

## SINH THÁI CẢNH QUAN



Tác giả:  
NGUYỄN AN THỊNH

- Sinh ngày 18/03/1981 tại thành phố Hải Phòng.
- Cựu học sinh chuyên Sinh trường PTTH năng khiếu Trần Phú, thành phố Hải Phòng (1995 - 1998). Giải ba Quốc gia môn Sinh học (1998).
- Tốt nghiệp đại học khóa II hệ đào tạo Cử nhân Khoa học Tài năng trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội (2002). Đồng giải thưởng của Bộ Giáo dục và Đào tạo về phần mềm cây trồng Việt Nam TDPLANT 1.0 (2003).
- Tiến sỹ ngành Quản lý Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội (2007).
- Cán bộ giảng dạy tại bộ môn Sinh thái Cảnh quan và Môi trường, khoa Địa lý, trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội (từ 2002 cho tới nay).

NGUYỄN AN THỊNH

# SINH THÁI CẢNH QUAN

LÝ LUẬN VÀ ỨNG DỤNG THỰC TIỄN  
TRONG MÔI TRƯỜNG NHIỆT ĐỚI GIÓ MÙA



## LÝ LUẬN VÀ ỨNG DỤNG THỰC TIỄN TRONG MÔI TRƯỜNG NHIỆT ĐỚI GIÓ MÙA



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

## LỜI GIỚI THIỆU

Quá trình gia tăng dân số và phát triển kinh tế xã hội trong những thập niên vừa qua đã tạo ra nhiều thay đổi sâu sắc trong các cảnh quan và hệ sinh thái trên Trái Đất. Sự biến đổi diễn ra nhanh chóng và có xu hướng ngày càng tăng làm suy thoái các nguồn tài nguyên thiên nhiên quan trọng trên Trái Đất, thách thức phát triển bền vững. Vấn đề này đã thu hút được sự quan tâm của đông đảo các nhà khoa học và các nhà quản lý thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau trên thế giới. Trong bối cảnh đó, sinh thái cảnh quan được phát triển với tư cách là một khoa học tổng hợp và liên ngành có hướng tiếp cận khoa học mới, lý thuyết và mô hình hiện đại, phương pháp nghiên cứu tiên tiến về tính đặc thù và mối quan hệ tương hỗ giữa cấu trúc không gian lãnh thổ, động lực sinh thái và hệ thống con người - sinh vật.

Cuốn sách "Sinh thái cảnh quan: lý luận và ứng dụng thực tiễn trong môi trường nhiệt đới gió mùa" của tác giả Nguyễn An Thịnh là cuốn sách đầu tiên tại Việt Nam viết chuyên sâu về lĩnh vực lý thuyết và ứng dụng của sinh thái cảnh quan. Với dung lượng gồm hơn 1.000 trang in, toàn bộ cuốn sách được trình bày trong 16 chương với đầy đủ các nội dung về: Các khái niệm cơ bản, các quan điểm đương đại, lịch sử phát triển và cơ sở khoa học hình thành sinh thái cảnh quan trên thế giới và Việt Nam (Chương 1); Sự phân chia và những đặc trưng chính của các trường phái nghiên cứu sinh thái cảnh quan trên thế giới (Chương 2); Nội dung và ứng dụng của các quy luật cơ bản (các quy luật sinh thái học và địa lý học), các lý thuyết ứng dụng và hai nguyên lý tiền đề của sinh thái cảnh quan (nguyên lý quy mô và nguyên lý thứ bậc) (Chương 3); Sinh thái học các hợp phần cảnh quan (Chương 4); Các mô hình sinh thái học về cấu trúc cảnh quan và hiệu ứng sinh thái của các yếu tố cảnh quan (Chương 5); Nội dung mô hình và khả năng ứng dụng các độ đo cảnh quan trong phân tích, đo đạc định lượng cấu trúc cảnh quan và các hiệu ứng sinh thái (Chương 6); Bản chất động lực sinh thái học cảnh quan và các hệ quả sinh thái học do biến đổi cảnh quan từ quy mô toàn cầu cho tới quy mô địa phương

(Chương 7); Các nguyên lý và mô hình về diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan (Chương 8); Các nguyên lý sinh thái cảnh quan, thuyết quần thể biến thái và thuyết địa sinh học đảo về quan hệ giữa sinh vật và cảnh quan (Chương 9); Khái niệm, các nguyên lý về dòng chảy sinh vật và các quá trình không gian trong cảnh quan (Chương 10); Nghiên cứu các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan theo nguyên lý động lực nguồn - đích (Chương 11); Tiếp cận đa chức năng, phân tích dịch vụ cảnh quan và các mô hình lượng giá cảnh quan (Chương 12); Các nguyên lý khoa học hiện đại nghiên cứu mối quan hệ đồng tiến hóa giữa con người và cảnh quan (Chương 13); Cảnh quan tự nhiên, cảnh quan văn hóa và các tiêu chí xác định được quy định trong các công ước quốc tế, luật và văn bản dưới luật tại Việt Nam (Chương 14). Hai chương cuối cùng là những đóng góp mới của tác giả về sinh thái cảnh quan vùng và khu vực học trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan: Lý luận và các định hướng mở rộng nghiên cứu sinh thái cảnh quan quy mô lớn trong khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á (Chương 15); Nghiên cứu sự phân hóa tổng thể cảnh quan và các hệ sinh thái tự nhiên và nhân văn trong lãnh thổ Việt Nam theo tiếp cận tính đa dạng: đa dạng cảnh quan, đa dạng hệ sinh thái, đa dạng văn hóa và mô hình cho lãnh thổ Việt Nam (Chương 16). Ngoài phần lý luận, cuốn sách trình bày nhiều kết quả nghiên cứu trường hợp do chính tác giả thực hiện ở nhiều vùng miền trong lãnh thổ Việt Nam. Toàn bộ 16 chương này phản ánh những nội dung cơ bản và chuyên sâu của lý thuyết sinh thái cảnh quan hiện đại và các ứng dụng thực tiễn phổ biến hiện nay trên thế giới.

Tác giả của cuốn sách hiện là thư ký của Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Việt Nam (VN-IALE), là một chuyên gia về lĩnh vực sinh thái cảnh quan tại Việt Nam, hiện đang trực tiếp giảng dạy và hướng dẫn nghiên cứu môn học này cho sinh viên, học viên cao học và nghiên cứu sinh tại Đại học Quốc gia Hà Nội. Cuốn sách này được viết trên cơ sở hệ thống tư liệu khoa học được tác giả tích lũy nhiều năm thông qua công tác giảng dạy và nghiên cứu khoa học. Trình bày kết hợp được những vấn đề lý luận hiện đại với nhiều kết quả nghiên cứu thực tiễn về sinh

*thái cảnh quan ở khu vực nhiệt đới gió mùa tại châu Á và trên toàn bộ lãnh thổ Việt Nam là ưu điểm nổi bật của cuốn sách.*

*Cuốn sách có thể phục vụ cho nhiều đối tượng độc giả. Giáo viên và học sinh khối chuyên Sinh học và chuyên Địa lý ở bậc phổ thông có thể tìm trong cuốn sách này những kiến thức khoa học nâng cao liên quan tới các quy luật sinh thái học, các quy luật địa lý tự nhiên, lý thuyết về cá thể, quần thể, quần xã, hệ sinh thái, các quá trình địa lý tự nhiên, địa lý vùng,... Sinh viên ngành sinh học, địa lý học, quản lý đất đai, quản lý môi trường, khoa học nông nghiệp, khoa học lâm nghiệp, xã hội học, khoa học kinh tế, bản đồ học, viễn thám và hệ thống tin địa lý, toán ứng dụng,... có thể nghiên cứu những nội dung khoa học mở rộng về quan hệ biện chứng giữa cấu trúc và tiềm năng lãnh thổ định hướng cho phát triển các ngành kinh tế, động lực và diễn biến của các hệ thống tự nhiên - con người liên quan tới vấn đề phát triển bền vững trong bối cảnh biến đổi toàn cầu tại Việt Nam và trên thế giới. Học viên cao học và nghiên cứu sinh có thể ứng dụng những phương pháp, mô hình và công nghệ hiện đại, tìm hiểu các quan điểm và trường phái đương đại về sinh thái cảnh quan trên thế giới và Việt Nam. Cuối cùng, các giảng viên, nhà khoa học, cán bộ quản lý ở nhiều lĩnh vực khác nhau có thể sử dụng, nghiên cứu, phân tích và đánh giá các nghiên cứu điển hình cụ thể được trình bày trong cuốn sách phục vụ cho công việc giảng dạy, nghiên cứu và quản lý lãnh thổ.*

*Xin trân trọng giới thiệu tới bạn đọc cuốn sách "Sinh thái cảnh quan: lý luận và ứng dụng trong môi trường nhiệt đới gió mùa" của tác giả Nguyễn An Thịnh. Hy vọng cuốn sách thật hữu ích cho sự nghiệp đào tạo và nghiên cứu tại các trường đại học và viện nghiên cứu, góp phần tích cực vào công tác nâng cao nhận thức lý luận và ứng dụng thực tiễn của sinh thái cảnh quan ở Việt Nam. Chúng tôi mong muốn nhận được các ý kiến đóng góp nhằm nâng cao chất lượng cuốn sách này.*

**GS.TS. Mai Đình Yên**

**HỘI SINH THÁI HỌC VIỆT NAM**



# MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	15
<b>Chương 1. Các quan điểm, lịch sử phát triển và cơ sở khoa học hình thành sinh thái cảnh quan .....</b>	<b>17</b>
1.1. Các định nghĩa về sinh thái cảnh quan .....	17
1.2. Lịch sử ra đời và phát triển của sinh thái cảnh quan .....	37
1.3. Cơ sở khoa học của sinh thái cảnh quan .....	82
<b>Chương 2. Các trường phái nghiên cứu sinh thái cảnh quan trên thế giới.....</b>	<b>99</b>
2.1. Trường phái sinh thái cảnh quan Tây Âu .....	99
2.2. Trường phái sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ .....	107
2.3. Cảnh quan học Xô Viết và Việt Nam .....	114
2.4. Sự khác biệt giữa các trường phái nghiên cứu sinh thái cảnh quan.....	126
<b>Chương 3. Các quy luật cơ bản và nguyên lý tiền đề của sinh thái cảnh quan.....</b>	<b>133</b>
3.1. Các thời kỳ phát triển lý luận sinh thái cảnh quan.....	133
3.2. Các quy luật sinh thái học và địa lý học .....	135
3.3. Các lý thuyết định lượng ứng dụng trong sinh thái cảnh quan .....	146
3.4. Nguyên lý quy mô và nguyên lý thứ bậc.....	152
3.5. Vận dụng nguyên lý quy mô và nguyên lý thứ bậc cho các hệ thống phân loại cảnh quan và yếu tố cảnh quan .....	162
<b>Chương 4. Sinh thái học các hợp phần cảnh quan.....</b>	<b>191</b>
4.1. Hợp phần cảnh quan và nhân tố thành tạo cảnh quan.....	191
4.2. Sinh thái học các hợp phần cảnh quan.....	200
4.3. Thời gian là một nhân tố sinh thái.....	214

<b>Chương 5. Sinh thái học cấu trúc cảnh quan .....</b>	<b>217</b>
5.1. Cấu trúc cảnh quan .....	217
5.2. Các mô hình sinh thái về cấu trúc cảnh quan .....	220
5.3. Mảnh rời rạc và các hiệu ứng sinh thái.....	225
5.4. Hành lang và các hiệu ứng sinh thái.....	244
5.5. Thể nền, thể khảm và các hiệu ứng sinh thái.....	248
5.6. Ecoton, ecocline và các hiệu ứng sinh thái.....	253
5.7. Trường hợp nghiên cứu điển hình: Ứng dụng mô hình PCM trong phân tích động lực biến đổi rừng ngập mặn khu vực Phù Long - Gia Luận, quần đảo Cát Bà trong giai đoạn 1965 - 2007 .....	258
<b>Chương 6. Độ đo cảnh quan.....</b>	<b>265</b>
6.1. Khái niệm và phân loại độ đo cảnh quan .....	265
6.2. Cơ sở toán học của độ đo cảnh quan .....	271
6.3. Các mô hình độ đo phi không gian.....	278
6.4. Các mô hình độ đo không gian.....	289
6.5. Trường hợp nghiên cứu điển hình: Xây dựng bài toán entropy cảnh quan phục vụ công tác giám sát và đánh giá diễn biến phục hồi rừng tại vùng núi phía Bắc Việt Nam .....	321
<b>Chương 7. Động lực học sinh thái cảnh quan.....</b>	<b>329</b>
7.1. Động lực cảnh quan và các hiệu ứng sinh thái do động lực cảnh quan.....	329
7.2. Tiến hóa và phát triển cảnh quan.....	335
7.3. Nhịp điệu cảnh quan .....	342
7.4. Biến đổi cảnh quan.....	353
7.5. Yếu tố xáo động và yếu tố nhiễu gây biến đổi cảnh quan .....	365
7.6. Quá trình không gian gây biến đổi cảnh quan .....	372
7.7. Giám sát biến đổi cảnh quan bằng công nghệ viễn thám và GIS .....	378
7.8. Mô hình hóa biến đổi cảnh quan.....	392

7.9. Trường hợp nghiên cứu điển hình: Ứng dụng công nghệ viễn thám, GIS và mô hình SLEUTH phân tích biến đổi và dự tính mở rộng không gian đô thị ven biển.....	415
<b>Chương 8. Diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan .....</b>	<b>421</b>
8.1. Thuyết diễn thế sinh thái .....	421
8.2. Các giả thiết, mô hình và quy luật chi phối diễn thế sinh thái.....	438
8.3. Quan điểm về diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan.....	442
8.4. Hệ diễn thế .....	447
8.5. Mô hình hóa diễn thế sinh thái.....	461
8.6. Trường hợp nghiên cứu điển hình: Nghiên cứu diễn thế sinh thái thứ sinh phục hồi rừng trên các cảnh quan điển hình theo đai cao tại dãy núi Hoàng Liên Sơn .....	468
<b>Chương 9. Sinh vật và cảnh quan.....</b>	<b>477</b>
9.1. Quan hệ biện chứng giữa sinh vật và cảnh quan dưới góc độ sinh thái cảnh quan.....	477
9.2. Cá thể sinh vật.....	484
9.3. Quần thể sinh vật và quần thể biến thái .....	492
9.4. Quần xã sinh vật và quần xã biến thái.....	524
9.5. Thuyết địa sinh học đảo .....	566
<b>Chương 10. Dòng chảy sinh vật và các quá trình không gian trong cảnh quan .....</b>	<b>583</b>
10.1. Dòng chảy sinh vật trong cảnh quan.....	583
10.2. Kết nối cảnh quan.....	589
10.3. Phân mảnh cảnh quan.....	600
10.4. Hành lang tự nhiên: một giải pháp sinh thái tăng kết nối cảnh quan .....	613
<b>Chương 11. Quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan .....</b>	<b>621</b>
11.1. Quan điểm về quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan .....	621

11.2. Động lực nguồn - đích trong cảnh quan .....	627
11.3. Chu trình sinh địa hóa toàn cầu và dòng chất dinh dưỡng trong cảnh quan .....	634
11.4. Dòng năng lượng trong cảnh quan.....	651
11.5. Cân bằng năng lượng .....	656
<b>Chương 12. Đa chức năng và dịch vụ cảnh quan .....</b>	<b>669</b>
12.1. Chức năng cảnh quan.....	669
12.2. Đa chức năng, cảnh quan đơn chức năng và cảnh quan đa chức năng .....	678
12.3. Đánh giá chức năng cảnh quan .....	685
12.4. Dịch vụ cảnh quan .....	697
12.5. Lượng giá cảnh quan .....	709
12.6. Trường hợp nghiên cứu điển hình: Phân tích xu thế mở rộng và thay đổi giá trị đa chức năng của ruộng bậc thang xã Trung Chải, huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai giai đoạn 1954 - 2002 .....	720
<b>Chương 13. Con người và cảnh quan.....</b>	<b>729</b>
13.1. Quan hệ giữa con người và cảnh quan.....	729
13.2. Quá trình đồng tiến hóa giữa quần thể loài người và cảnh quan Trái Đất.....	734
13.3. Sức tải của quần thể loài người .....	756
13.4. Dấu chân sinh thái.....	759
13.5. Một trường hợp nghiên cứu điển hình: Phân tích dấu chân sinh thái, sức tải sinh học và đánh giá thâm hụt sinh thái cho thành phố Hà Nội sau thời điểm mở rộng.....	774
<b>Chương 14. Cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa .....</b>	<b>781</b>
14.1. Tác động của yếu tố văn hóa trong hình thành các cảnh quan trên Trái Đất.....	781
14.2. Cảnh quan tự nhiên .....	790
14.3. Cảnh quan văn hóa .....	793

14.4. Các cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa phổ biến trên Trái Đất.....	811
14.5. Một trường hợp nghiên cứu điển hình: Định lượng sự bành trướng đô thị dựa trên mô hình phân tích cụm có thứ bậc các chỉ số phát triển đô thị cho khu vực ngoại thành Hà Nội.....	847
<b>Chương 15. Lý luận về sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa châu Á .....</b>	<b>857</b>
15.1. Nội dung, nhiệm vụ nghiên cứu, ý nghĩa khoa học và thực tiễn của phát triển lý luận sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa.....	857
15.2. Phân hóa cảnh quan khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á .....	867
15.3. Các cảnh quan và hệ sinh thái nhiệt đới gió mùa đặc thù tại châu Á.....	882
15.4. Biến đổi sử dụng đất tại khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á .....	919
15.5. Các vấn đề sinh thái và môi trường nổi cộm tại khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á.....	925
15.6. Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng tới các cảnh quan và hệ sinh thái khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á .....	931
<b>Chương 16. Đa dạng cảnh quan, đa dạng hệ sinh thái và đa dạng văn hóa: mô hình lý thuyết cho lãnh thổ Việt Nam.....</b>	<b>941</b>
16.1. Đa dạng cảnh quan, đa dạng địa học, đa dạng hệ sinh thái và đa dạng văn hóa .....	941
16.2. Mô hình lý thuyết về đa dạng cảnh quan lãnh thổ Việt Nam.....	963
16.3. Bảo vệ các giá trị đa dạng cảnh quan lãnh thổ Việt Nam.....	969
16.4. Đa dạng cảnh quan cấp địa phương: Các trường hợp nghiên cứu điển hình .....	978
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>1019</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>1029</b>



## LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách này viết về sinh thái cảnh quan - một khoa học còn tương đối mới mẻ đối với giới khoa học không chỉ ở Việt Nam mà còn ở nhiều khu vực trên thế giới. Ảnh bìa của cuốn sách mà quý bạn đọc đang cầm trên tay hàm ý các cặp phạm trù rất phổ quát của bộ môn khoa học này: từ cảnh quan miền núi, trung du cho tới các cảnh quan đồng bằng và ven biển - hải đảo; từ các cảnh quan tự nhiên, các cảnh quan bị tác động cho tới các cảnh quan văn hóa nông thôn truyền thống và cảnh quan đô thị hiện đại; từ các loài sinh vật quý hiếm cần được bảo tồn cho tới các tộc người có nền văn hóa khác nhau, phong tục tập quán sản xuất đặc thù cư trú trong các cảnh quan đó. Điều đó phản ánh bản chất của khoa học mà quý bạn đọc quan tâm: sinh thái cảnh quan - một trong số rất ít bộ môn khoa học về lãnh thổ chú trọng tới đối tượng nghiên cứu là con người và sinh vật, hướng tới việc làm rõ quy luật hình thành các hệ thống sống có tính đa dạng rất cao trên Trái Đất.

Cuốn sách được bắt đầu viết từ năm 2004 và chỉ được hoàn thành mười năm sau đó. Mười năm cũng chính là khoảng thời gian tác giả vừa viết, vừa tìm tòi tài liệu để giải đáp rất nhiều trăn trở cả về lý luận và thực tiễn. Sự ra đời của cuốn sách thể hiện mong đợi của bản thân tác giả trong nhiệm vụ đào tạo các thế hệ học sinh, sinh viên bậc đại học và sau đại học, cung cấp tài liệu hữu ích cho các cán bộ nghiên cứu khoa học và cán bộ quản lý trong các lĩnh vực sinh thái, cảnh quan và môi trường. Dựa trên nền tảng kiến thức của sinh thái học, cảnh quan học, địa lý tự nhiên, địa lý định lượng, địa lý vùng, địa lý Việt Nam, công nghệ viễn thám và hệ thống tin địa lý (GIS), cuốn sách này được tác giả kỳ vọng sẽ phục vụ hiệu quả cho cả mục tiêu phát triển về lý luận sinh thái cảnh quan ở Việt Nam và mục tiêu khai thác các khía cạnh ứng

dụng thực tiễn trong công tác quy hoạch lãnh thổ, sử dụng hợp lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

Để hoàn thành cuốn sách, tác giả xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới GS.TS. Vũ Trung Tạng, PGS.TS. Nguyễn Xuân Huân (sinh thái học) và PGS.TS. Nguyễn Thị Kim Chương (địa lý học) đã hiệu đính cẩn thận cho bản thảo cuốn sách. Tác giả cũng xin chân thành cảm ơn những ý kiến đóng góp quý báu của GS.TS. Trương Quang Hải và PGS.TS. Nguyễn Ngọc Khánh (địa lý học) để hoàn thiện nội dung cuốn sách. Xin chân thành cảm ơn tập thể cán bộ Khoa Địa lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN đã khích lệ tác giả xuất bản cuốn sách phục vụ công tác đào tạo và nghiên cứu khoa học. Cuối cùng, với lòng kính trọng nhất, tác giả xin dành tặng cuốn sách này tới các nhà khoa học đã đặt nền móng xây dựng sinh thái cảnh quan của nước nhà: TS. Phạm Quang Anh, GS.TS. Nguyễn Cao Huân, PGS.TSKH. Phạm Hoàng Hải và KS. Nguyễn Thành Long. Những nỗ lực và tâm huyết của thế hệ đi sau sẽ khó thành hiện thực nếu không có những ý tưởng đột phá độc đáo của những nhà khoa học đi trước.

Kiến thức của nhân loại được ví như một đại dương mênh mông, do đó những nội dung trình bày trong cuốn sách chỉ nên được hiểu là sản phẩm khoa học được viết bằng lòng tâm huyết và bằng những hiểu biết rất hạn hẹp của tác giả. Trong quá trình biên soạn chắc chắn vẫn còn nhiều sai sót, tác giả thành thật mong nhận được những góp ý hoặc ý kiến trao đổi của quý bạn đọc, các nhà khoa học để những lần tái bản sau cuốn sách được hoàn thiện hơn.

*Xuân Quý Ty, 2013*

**Tác giả**

## Chương 1.

# CÁC QUAN ĐIỂM, LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VÀ CƠ SỞ KHOA HỌC HÌNH THÀNH SINH THÁI CẢNH QUAN

## 1.1. CÁC ĐỊNH NGHĨA VỀ SINH THÁI CẢNH QUAN

### 1.1.1. Khái niệm ban đầu của Carl Troll

Thuật ngữ và khái niệm đầu tiên về sinh thái cảnh quan (gọi đây đủ là *Sinh thái học cảnh quan*, tiếng Anh: *Landscape ecology*, nguồn gốc từ tiếng Đức là *Landschaftsökologie*) được nhà địa lý học người Đức Carl Troll (1939) sáng tạo ra trong công trình "Quy hoạch hàng không và khoa học môi trường đất" (nguyên bản tiếng Đức "*Luftbildplan und Ökologische Bodenforschung*"). Sáng tạo của Troll được dựa trên những phát hiện về đặc trưng phân hóa không gian của cảnh quan savan khu vực Đông Phi trên ảnh hàng không và khái niệm về *hệ sinh thái* được nhà sinh thái học người Anh là Tansley phát triển vào năm 1935.

Trong nhiều công trình nghiên cứu sau đó của mình, Troll đánh giá cao tầm quan trọng và ý nghĩa khoa học của hướng kết hợp *tiếp cận chức năng* của các nhà sinh thái học (ông gọi là "tiếp cận theo chiều thẳng đứng") với *tiếp cận cấu trúc* của các nhà địa lý học ("tiếp cận theo chiều ngang"). Ông cũng bày tỏ quan điểm, cần thiết phải kết hợp các phương pháp nghiên cứu cấu trúc lãnh thổ của địa lý học với các phương pháp nghiên cứu chức năng và quá trình hệ sinh thái của sinh thái học. Điều

này sẽ cho phép các nhà địa lý học mở rộng phân tích sinh thái học các đơn vị đất đai ở nhiều quy mô lãnh thổ, từ quy mô địa phương cho đến quy mô vùng. Tuy nhiên, Troll không cho rằng sinh thái cảnh quan là một bộ môn khoa học mới, mà chỉ nhìn nhận là một *hướng nghiên cứu mới quan hệ giữa các quần xã sinh vật với môi trường trong phạm vi một cảnh quan ở các quy mô không gian khác nhau* (Troll, 1939).

Năm 1970, trong công trình "*Sinh thái cảnh quan (Địa sinh thái) và Sinh địa quần lạc*" (nguyên bản tiếng Đức "*Landschaftsökologie (Geoecology) und Biogeocoenologie*"), Troll gọi sinh thái cảnh quan là địa sinh thái (*geoecology*). Quan điểm này không được ủng hộ rộng rãi trong cộng đồng khoa học. Trong giai đoạn phát triển tiếp sau đó, sinh thái cảnh quan được chấp nhận và phát triển mở rộng ở châu Âu với tư cách là một khoa học tổng hợp và liên ngành phục vụ công tác đánh giá, quy hoạch, thiết kế và quản lý cảnh quan.

### **1.1.2. Các định nghĩa**

Mặc dù Troll được coi là cha đẻ của sinh thái cảnh quan, nhưng bản thân ông chưa đưa ra được một định nghĩa đầy đủ về sinh thái cảnh quan. Do có nhiều cách tiếp cận khác nhau nên quan niệm và lý luận cụ thể về sinh thái cảnh quan hiện nay chưa thực sự thống nhất. Trên thế giới có ít nhất hai trường phái nghiên cứu sinh thái cảnh quan: ở Tây Âu (nghiên cứu sinh thái cảnh quan theo phong cách Đức và Hà Lan) và ở Bắc Mỹ (bao gồm cả Hoa Kỳ và Canada). Nước Nga, một số quốc gia Đông Âu, Việt Nam,... nhìn chung nghiên cứu sinh thái cảnh quan theo phong cách cảnh quan học Xô Viết. Mặc dù có nhiều sự khác biệt, nhưng tất cả các công trình về sinh thái cảnh quan đều có điểm chung về tính liên ngành địa lý học - sinh thái học và chú trọng nhiều đến các đặc trưng sinh thái học và nhân văn của cảnh quan.

### ***a) Các định nghĩa chú trọng đến đặc trưng sinh thái học của cảnh quan***

Theo hướng này, các định nghĩa tập trung vào luận điểm *sinh thái cảnh quan là khoa học tổng hợp và liên ngành nghiên cứu mối quan hệ giữa cấu trúc cảnh quan và các quá trình hệ sinh thái trong phạm vi cảnh quan*. Đây là luận điểm quan trọng nhất của sinh thái cảnh quan lý thuyết, được phát triển bởi các nhà sinh thái cảnh quan trường phái Bắc Mỹ. Theo đó, sinh thái cảnh quan được định nghĩa theo nhiều cách khác nhau:

“Sinh thái cảnh quan là khoa học nghiên cứu cấu trúc không gian, đặc điểm phát triển và động lực của không gian bất đồng nhất, tương tác không gian và thời gian, quan hệ trao đổi trong cảnh quan, ảnh hưởng của không gian bất đồng nhất đến các quá trình sinh học và phi sinh học, quản lý không gian bất đồng nhất” (Risser, 1984);

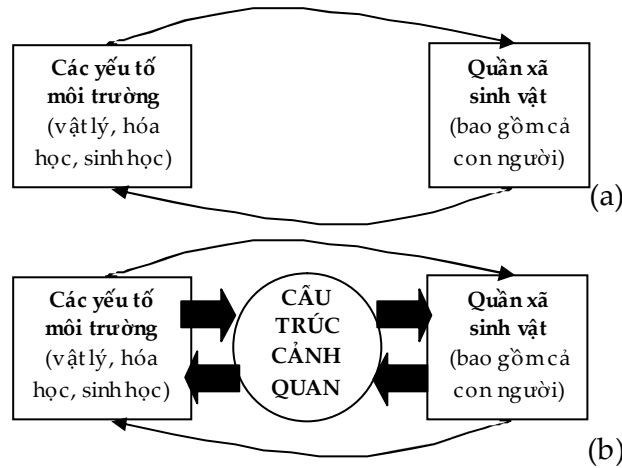
“... nghiên cứu quan hệ không gian giữa các yếu tố cảnh quan hoặc các hệ sinh thái; dòng năng lượng, dinh dưỡng khoáng và dòng chảy sinh vật; động lực sinh thái của cảnh quan theo thời gian” (Forman và Godron, 1986);

“... nghiên cứu ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan tới các quá trình hệ sinh thái” (Wiens, 1995);

“... nghiên cứu ảnh hưởng tương hỗ của cấu trúc không gian đến các quá trình hệ sinh thái; thúc đẩy hướng phát triển mô hình hoá và lý thuyết quan hệ không gian, tập hợp các kiểu dữ liệu mới về cấu trúc không gian và động lực học,... những vấn đề ít được quan tâm trong sinh thái học” (Pickett và Cadenasso, 1995);

“... nghiên cứu cảnh quan theo ba hướng: (i) cấu trúc, quá trình và biến đổi; (ii) đặc điểm không gian, đặc tính và thứ bậc; (iii) tương tác giữa các nhân tố khác nhau trong một cảnh quan” (Bastian, 2001).





Hình 1.1. Sự khác biệt về định hướng nghiên cứu giữa sinh thái học và sinh thái cảnh quan: (a) sinh thái học nghiên cứu tương tác trực tiếp giữa môi trường với sinh vật; (b) sinh thái cảnh quan nghiên cứu tương tác trực tiếp và gián tiếp giữa môi trường với sinh vật thông qua yếu tố trung gian là cấu trúc cảnh quan.

Điểm chung nhất của các định nghĩa này là tập trung vào hai khía cạnh quan trọng sau đây về quan hệ tương tác giữa sinh vật và môi trường, cho phép xác định được sự khác biệt về nội dung nghiên cứu của sinh thái cảnh quan với sinh thái học truyền thống:

- Trước hết, nghiên cứu sinh thái cảnh quan được thực hiện trên phạm vi không gian rộng hơn nhiều so với các nghiên cứu sinh thái học truyền thống trước đây. Điều này xuất phát từ thực tế lựa chọn đối tượng nghiên cứu: nếu như đối tượng nghiên cứu của sinh thái học là một hệ sinh thái, thì sinh thái cảnh quan hướng tới đối tượng nghiên cứu là một hệ thống gồm nhiều hệ sinh thái tương tác với nhau trong phạm vi của một hoặc nhiều đơn vị cảnh quan.

- Thứ hai, mặc dù cùng định hướng nghiên cứu mối quan hệ giữa sinh vật và môi trường, nhưng cách thức nghiên cứu của sinh thái học và sinh thái cảnh quan có sự khác biệt. Sinh thái học nghiên cứu tương tác trực

tiếp giữa các yếu tố môi trường vật lý, hóa học, sinh học với sinh vật; kết quả tác động biểu hiện ở độ phong phú, độ đa dạng, các đặc trưng phân bố,... của quần xã sinh vật. Sinh thái cảnh quan cũng nghiên cứu tương tác giữa các yếu tố môi trường và sinh vật theo cách trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua yếu tố trung gian là cấu trúc cảnh quan thể hiện đặc trưng phân hóa lãnh thổ nghiên cứu.

Ở phần này, định nghĩa của Forman và Godron (1986) cùng định nghĩa của Wiens (1995) - đại diện cho trường phái sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ - cần được quan tâm nhiều nhất. Các định nghĩa khác chỉ mang tính chất tham khảo, có ý nghĩa bổ sung hoặc mở rộng cho hai định nghĩa này.

### ***b) Các định nghĩa chú trọng đến đặc trưng nhân văn của cảnh quan***

Con người với các hoạt động phát triển của mình đã và đang tạo ra những ảnh hưởng thống trị tới tất cả các cảnh quan lục địa và đại dương trên Trái Đất. Do đó, các đặc trưng nhân văn luôn được xem là một trong những nội dung quan trọng nhất trong các định nghĩa về sinh thái cảnh quan. Theo hướng này, các định nghĩa tập trung vào luận điểm *sinh thái cảnh quan là khoa học tổng hợp và liên ngành nghiên cứu mối quan hệ giữa con người và cảnh quan*. Đây là một trong những luận điểm trung tâm, công nhận vai trò của con người trong cảnh quan, lựa chọn nghiên cứu theo phương pháp luận tổng hợp và tiếp cận liên ngành. Cùng với sự hình thành và phát triển của nguyên lý quy mô và nguyên lý thứ bậc, việc công nhận *vai trò của con người trong thành tạo cảnh quan văn hóa* đã trở thành luận điểm trung tâm thứ hai của sinh thái cảnh quan.

Trong cuốn chuyên khảo đầu tiên trên thế giới về sinh thái cảnh quan là “Sinh thái cảnh quan - lý thuyết và ứng dụng” (xuất bản năm

1984, tái bản năm 1993, Nhà xuất bản Springer), hai đồng tác giả là Naveh và Lieberman đã định nghĩa: "*Sinh thái cảnh quan là một chuyên ngành trẻ của sinh thái học hiện đại nghiên cứu mối quan hệ giữa con người với các cảnh quan tự nhiên và cảnh quan kỹ thuật*". Trong đó, cảnh quan tự nhiên là cảnh quan địa lý chưa bị tác động trực tiếp của con người. Ngược lại, cảnh quan kỹ thuật là cảnh quan địa lý có các yếu tố xây dựng và công nghiệp đóng vai trò chủ đạo trong cấu trúc và chức năng cảnh quan (Từ điển Elseviers về Địa lý, 2007). Một định nghĩa khác do McGarigal (2003) đưa ra: "*Sinh thái cảnh quan nghiên cứu: (i) cấu trúc không gian; (ii) quy mô không gian rộng hơn so với các nghiên cứu sinh thái học truyền thống; (iii) vai trò của con người trong thành tạo, tác động tới cấu trúc và quá trình cảnh quan*".

Khái niệm về cảnh quan kỹ thuật được bao hàm trong khái niệm về *cảnh quan văn hóa*. Đây là một khái niệm rộng, đề cập tới những cảnh quan được hình thành sau khi có hoạt động của một nền văn hoá, một nhóm yếu tố văn hoá lên tự nhiên (Schluter, 1908; Berg, 1925; Sauer, 1925). Sự khác nhau giữa cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa được Schmithüsen (1963) đề cập đến. Langer (1973) nhấn mạnh tới vai trò của cả hợp phần nhân sinh và hợp phần tự nhiên của cảnh quan văn hóa trong hình thành các hệ địa xã hội (*geosocial system*) và ý nghĩa quan trọng của chúng trong *Quy hoạch Sinh thái Cảnh quan* (Landscape Ecological Planning = LANDEP). Một mô hình rất nổi tiếng về *Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể* (Total Human Ecosystem = THE) mô phỏng mức tích hợp cao nhất của hệ thống con người và môi trường đã được xây dựng và phát triển. Sau đó, Dansereau (1977) dự báo rằng một viễn cảnh cải biến cảnh quan cao nhất, hoàn thiện nhất phải diễn ra trong một kỷ nguyên địa lý hiện đại định hướng sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường trong trí quyển (*noosphere*).

Trong nhiều công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan điển hình tại khu vực Tây Âu, Địa Trung Hải hay Đông Á (của Zonneveld, của Naveh, hay của Nakagoshi), hoạt động nhân sinh là nội dung nghiên cứu trung tâm. Nói cách khác, sinh thái cảnh quan còn được coi là khoa học "hướng nhân" với cách tiếp cận tổng hợp và liên ngành trong nghiên cứu quan hệ tương tác giữa xã hội con người (đối tượng của các khoa học xã hội và nhân văn) với các không gian sinh tồn, các không gian mở rộng và các cảnh quan được con người xây dựng (đối tượng chủ yếu của các khoa học tự nhiên) (Naveh và Lieberman, 1984). Xuyên suốt cuốn sách này, vai trò của con người trong xây dựng, làm biến đổi hoặc cải tạo cảnh quan sẽ được phân tích theo nhiều khía cạnh khác nhau, chẳng hạn cấu trúc và chức năng cảnh quan, tiến hóa cảnh quan, đa dạng cảnh quan, cảnh quan văn hóa,... Những lý luận khoa học theo tiếp cận nhân văn đóng vai trò thiết yếu đối với công tác quy hoạch sử dụng đất và quản lý đất đai, định hướng phát triển bền vững ở nhiều quốc gia trên thế giới, đặc biệt tại châu Âu. Tuy vậy, thành phần con người không nhất thiết phải được đề cập tới trong tất cả các định nghĩa về sinh thái cảnh quan.

### ***c) Các định nghĩa về sinh thái cảnh quan của các nhà cảnh quan học Xô Viết và Việt Nam***

Từ sau những năm 1920, do mục tiêu khai thác tài nguyên và thúc đẩy công nghiệp hóa của chính quyền Xô Viết mà khoa học địa lý ở quốc gia này mới thực sự phát triển, đặc biệt là các chuyên ngành thuộc địa lý tự nhiên, trong đó bao gồm cả cảnh quan học. Được thừa kế từ cảnh quan học Đức, cảnh quan học Xô Viết phát triển với nhiệm vụ nghiên cứu đặc điểm cấu trúc, tiến hóa, hệ thống phân loại, động lực, chức năng, tương tác giữa các hợp phần và khả năng sử dụng cho mục đích phát triển kinh tế.

Trong các công trình về cảnh quan học của các nhà địa lý Xô Viết công bố vào thời điểm trước và sau Thế chiến thứ hai, nghiên cứu của Berg (1915) và Solnetsev (1948) được đánh giá là kinh điển nhất, thể hiện được những tư tưởng vĩ đại về cảnh quan học. Trong báo cáo khoa học về "Đối tượng và nhiệm vụ của địa lý học" tại hội thảo của Hội Địa lý Nga năm 1915, Berg cho nêu quan điểm, "địa lý" chính là "nghiên cứu đất đai" với ý nghĩa không chỉ là "khoa học nghiên cứu bề mặt Trái Đất" mà còn là "khoa học nghiên cứu đất đai", hoặc "khoa học nghiên cứu cảnh quan". Theo Berg, nhiệm vụ quan trọng của các nhà địa lý là phân chia một phần hoặc toàn bộ bề mặt Trái Đất thành các vùng theo các tiêu chí về thuộc tính tự nhiên. Hệ thống các cảnh quan trên Trái Đất được phân chia thành cảnh quan tự nhiên (cảnh quan không chịu tác động của hoạt động con người) và cảnh quan văn hóa (cảnh quan chịu tác động có định hướng của hoạt động con người, ví dụ thành phố, làng mạc,...). Năm 1948, trong một báo cáo rất nổi tiếng về "Cảnh quan địa lý tự nhiên và các nguyên lý chung" tại Hội nghị Địa lý toàn Nga, Solnetsev đã nhấn mạnh đến tầm quan trọng của nghiên cứu các đặc trưng tự nhiên của các cảnh quan địa lý đối với công cuộc phục hồi và phát triển kinh tế của nước Nga Xô Viết sau chiến tranh (dẫn theo Wiens và cộng sự, trong *"Các bài viết sáng lập trong sinh thái cảnh quan"*, 2007).

Như vậy, trong giai đoạn này, cảnh quan học thực chất chỉ được xem là một chuyên ngành của địa lý tự nhiên, chủ yếu tập trung vào các cảnh quan tự nhiên, ít quan tâm tới các cảnh quan văn hóa. Các nhiệm vụ nghiên cứu cảnh quan học về cơ bản là khảo sát cảnh quan trên thực địa, thành lập bản đồ cảnh quan ở các tỷ lệ, giám sát cảnh quan,... Cho đến tận những năm 1970, các nghiên cứu cảnh quan mới được mở rộng theo các hướng sinh thái hóa cảnh quan học, nghiên cứu địa sinh thái (nền tảng của hướng nghiên cứu sinh thái học các cảnh quan tự nhiên), hay nghiên cứu các cảnh quan tự nhiên bị biến đổi bởi hoạt động kinh



tế của con người theo các mức độ khác nhau - còn gọi là cảnh quan nhân sinh (nền tảng của hướng nghiên cứu sinh thái học các cảnh quan văn hóa). Nền kinh tế hồi phục và phát triển khá nhanh sau chiến tranh với định hướng phát triển kinh tế theo chiều rộng dựa trên gia tăng sản xuất, xây dựng thêm các công trường, nhà máy mới, khai phá thêm các nguồn tài nguyên thiên nhiên, huy động thêm nguồn nhân lực,... là động lực thúc đẩy định hướng phát triển và quản lý các cảnh quan văn hóa ở quốc gia này. Tuy nhiên, phần lớn các dự án khai hoang đặc biệt quan trọng ở Liên Xô trong thời kỳ này như chinh phục Angara, chinh phục Bắc Băng Dương, chinh phục Taiga và miền Siberia,... chỉ được thực hiện bởi các nhà khoa học tự nhiên, ít thu hút sự tham gia của các nhà khoa học xã hội và nhân văn.

Theo các định hướng của cảnh quan học Xô Viết, các định nghĩa về sinh thái cảnh quan tập trung làm rõ luận điểm *sinh thái cảnh quan là một chuyên ngành mới của cảnh quan học*.

Nhà địa lý học Xô Viết Deconov (1990) định nghĩa: *"Sinh thái cảnh quan là một hướng mới trong nghiên cứu cảnh quan học, xem xét môi trường hình thành của cảnh quan hiện đại, trong đó bao gồm cả cảnh quan nhân sinh và cảnh quan tự nhiên. Ở đây con người được bao hàm như một bộ phận hợp phần của cảnh quan dưới dạng các sản phẩm của hoạt động kinh tế, và là yếu tố ngoại cảnh hình thành cảnh quan"*.

Tất cả các định nghĩa quan trọng nhất về sinh thái cảnh quan ở Việt Nam đều được đưa ra bởi các nhà địa lý học. Theo quan điểm của nhiều nhà địa lý Việt Nam, sinh thái cảnh quan là một hướng nghiên cứu cảnh quan học ứng dụng, chú trọng các đặc trưng sinh thái học của các cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam. Giống như quan điểm đối với địa vật lý cảnh quan hay địa hóa học cảnh quan, sinh thái cảnh quan cũng từng được xem là một chuyên ngành hẹp của cảnh quan học có chú trọng đến các "cảnh quan sinh thái" (đúng hơn là cảnh quan tự nhiên)

(Nguyễn Thành Long, 1992; Phạm Hoàng Hải, 1995,...), nghiên cứu quan hệ giữa cảnh quan với sinh vật (Phạm Quang Anh, 1996) hoặc với con người (Nguyễn Ngọc Khánh, 1992). Trong hội thảo quốc gia lần thứ nhất về sinh thái cảnh quan tại Việt Nam vào năm 1992, Phạm Hoàng Hải đưa ra định nghĩa: *“Sinh thái cảnh quan là một hướng nghiên cứu cảnh quan ứng dụng, trong đó đã có sự chú trọng đặc biệt đến khía cạnh các đặc trưng sinh thái của các địa tổng thể. Đối tượng nghiên cứu là các đơn vị cảnh quan sinh thái cụ thể, có nguyên tắc, phương pháp nghiên cứu riêng và đặc biệt có quy luật phân hóa các đối tượng đó theo không gian lãnh thổ”*.

#### ***d) Các định nghĩa tích hợp về sinh thái cảnh quan***

Những định nghĩa phân chia rạch ròi đặc trưng sinh thái học và đặc trưng nhân văn của cảnh quan có ý nghĩa quan trọng đối với các trường phái nghiên cứu sinh thái cảnh quan, giúp định hướng phát triển chuyên sâu của một lĩnh vực khoa học có tính liên ngành với đối tượng và phạm vi nghiên cứu tương đối rộng như sinh thái cảnh quan. Ngoài ra, sự phân chia này còn phụ thuộc chặt chẽ vào điều kiện lịch sử hình thành và phát triển lãnh thổ của các vùng, miền khác nhau trên thế giới, cũng như định hướng phát triển công nghệ, đặc biệt là mô hình toán học, công nghệ viễn thám và công nghệ hệ thông tin địa lý (*Geographic Information System*, viết tắt là GIS) phục vụ nghiên cứu. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp yêu cầu cần nghiên cứu ở mức khái quát cao, trên phạm vi khu vực hoặc toàn thế giới, rất cần có những định nghĩa tích hợp đặc trưng của các trường phái theo một logic khoa học. Đây cũng là một định hướng phát triển thống nhất sinh thái cảnh quan trong hai thập niên đầu của thế kỷ thứ XXI hiện nay. Định hướng này thể hiện sự khác biệt với những định hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở nửa cuối thế kỷ thứ XX.

Trong bối cảnh phát triển nêu trên, nhà sinh thái cảnh quan Hoa Kỳ là Wu (2009) đưa ra một định nghĩa: *"Sinh thái cảnh quan nghiên cứu quan hệ giữa cấu trúc không gian và quá trình hệ sinh thái ở các quy mô khác nhau,... Các nội dung chủ đạo bao gồm: đặc tính bất đồng nhất không gian; tương tác cấu trúc - quá trình - quy mô; quy mô không gian; tương tác con người - đất đai; độ bền vững cảnh quan. Sinh thái cảnh quan cung cấp cơ sở lý luận tổng hợp và kỹ thuật thích hợp phục vụ nghiên cứu các hiện tượng tự nhiên và kinh tế xã hội trong cảnh quan khác nhau, phục vụ cho mục tiêu bảo tồn đa dạng sinh học, quản lý hệ sinh thái, quy hoạch, thiết kế cảnh quan và khoa học bền vững"*.

Trên bình diện quốc tế, mặc dù có nhiều định hướng về sinh thái cảnh quan giữa các khu vực khác nhau, tuy nhiên, các hoạt động nghiên cứu trên phạm vi toàn thế giới đều được thống nhất bởi một tổ chức đại diện lớn nhất là Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế (*the International Association of Landscape Ecology*, viết tắt là IALE). Dưới hiệp hội là các Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại các vùng (được gọi là *IALE region*), quy mô tương đương với quốc gia (chẳng hạn Chi hội Đức, Chi hội Hoa Kỳ, Chi hội Việt Nam) hoặc khu vực (Chi hội châu Âu, Chi hội châu Phi). Hoạt động nghiên cứu của các chi hội không tách rời với hoạt động chung của hiệp hội. Hội nghị thế giới về sinh thái cảnh quan được tổ chức bốn năm một lần tạo cơ hội cho tất cả các nhà sinh thái cảnh quan trên thế giới giao lưu, trao đổi học thuật và thống nhất với nhau về định hướng phát triển lý luận và ứng dụng của lĩnh vực này trong giai đoạn tiếp theo. Do đó, cần nhấn mạnh rằng, các quan niệm chính thống về sinh thái cảnh quan, dù ở bất kỳ khu vực nào trên thế giới, cần phải phù hợp với quan điểm và tiêu chí chung của Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế.

Trên cơ sở tổng hợp tất cả các hướng nghiên cứu của các chi hội, Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế (2012) định nghĩa: *"Sinh thái cảnh*

*quan là khoa học nghiên cứu đặc điểm biến đổi không gian trong các cảnh quan theo nhiều quy mô khác nhau, bao gồm các nguyên nhân tự nhiên và xã hội cũng như các hệ quả của cảnh quan bất đồng nhất. Khoa học này có tính chất liên ngành rộng. Những vấn đề khái niệm và lý luận cốt lõi của sinh thái cảnh quan liên kết các khoa học tự nhiên với các khoa học nhân văn. Những nội dung chủ đạo của sinh thái cảnh quan bao gồm: cấu trúc không gian hoặc cấu trúc cảnh quan, các kiểu loại cảnh quan khác nhau, từ cảnh quan rừng nguyên sinh (cảnh quan thuần túy tự nhiên) tới cảnh quan đô thị (cảnh quan văn hóa bị biến đổi mạnh nhất); mối quan hệ giữa cấu trúc và các quá trình trong cảnh quan; ảnh hưởng của quy mô nghiên cứu và các yếu tố xáo động trong cảnh quan".*

Cả bốn hướng định nghĩa đã được nêu và phân tích ở trên đều phản ánh sinh thái cảnh quan là một trong số rất ít bộ môn khoa học về lãnh thổ nghiên cứu sự thống nhất và hoàn chỉnh giữa sinh vật, con người với môi trường. Đây là một khoa học đặc biệt, có nội dung và đối tượng nghiên cứu bao hàm cả tính *hướng sinh* (nghĩa là chú trọng tới đối tượng sinh vật) và tính *hướng nhân* (chú trọng tới đối tượng con người).

Trong luận án tiến sỹ về nghiên cứu sinh thái cảnh quan phục vụ định hướng quy hoạch phát triển bền vững nông, lâm nghiệp và du lịch sinh thái, Nguyễn An Thịnh (2007) đưa ra một định nghĩa: "*Sinh thái cảnh quan là khoa học nghiên cứu tương tác giữa các điều kiện tự nhiên của đơn vị cảnh quan đóng vai trò là các nhân tố sinh thái phát sinh ở các cấp phân vị trong hệ thống phân loại cảnh quan ảnh hưởng quyết định đến sự hình thành, phát triển của quần xã sinh vật, và chi phối đặc điểm phân bố cùng các hoạt động kinh tế của cộng đồng cư dân trong đơn vị cảnh quan đó*". Được đặt trong bối cảnh nghiên cứu thực hiện ở khu vực miền núi phía Bắc, nơi chứa đựng các hệ thống cảnh quan, hệ thống sinh học và hệ thống văn hóa - dân tộc có độ đa dạng rất cao, định nghĩa này phản ánh mối quan hệ tương tác rất phức tạp giữa cấu trúc lãnh thổ với các quần xã sinh vật

và cộng đồng cư dân địa phương. Các nhân tố sinh thái phát sinh có nguồn gốc tự nhiên được đề cập tới bao gồm mẫu chất, địa hình, khí hậu, thủy văn và thổ nhưỡng.

Theo định nghĩa này, nghiên cứu sinh thái cảnh quan cần được thực hiện tuân tự theo ba nội dung:

(1) Phân tích cấu trúc lãnh thổ (cấu trúc cảnh quan, cấu trúc đất đai,...) theo hướng sinh thái học;

(2) Nghiên cứu quan hệ giữa cấu trúc cảnh quan với sinh vật cũng như với các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan;

(3) Phân tích vai trò của con người trong các cảnh quan văn hóa.

Trên cơ sở tổng hợp nhiều công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan tại nhiều vùng, miền khác nhau trong lãnh thổ Việt Nam giai đoạn 2004 - 2010, Nguyễn An Thịnh (2011) đưa ra một định nghĩa bao quát hơn: "*Sinh thái cảnh quan là khoa học nghiên cứu đặc điểm và ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan tới sinh vật và con người, chức năng cảnh quan và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan*". Theo định nghĩa này, nghiên cứu sinh thái cảnh quan sẽ luôn gồm hai nhiệm vụ chính. Nghiên cứu tính đặc thù về phân hóa cảnh quan là nhiệm vụ đầu tiên, tạo cơ sở cho nhiệm vụ nghiên cứu tiếp theo về mối quan hệ với sinh vật - con người, động lực học sinh thái cảnh quan, chức năng và lượng giá cảnh quan, các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan,...

### **1.1.3. Hiểu đúng về thuật ngữ và khái niệm "sinh thái cảnh quan"**

#### ***a) Hiểu đúng về thuật ngữ "sinh thái cảnh quan"***

Có một điểm đáng chú ý là trên thế giới đều thống nhất thuật ngữ về "*landscape ecology*", trong khi đó ở Việt Nam, hai thuật ngữ "sinh thái cảnh quan" (*landscape ecology* - chỉ một khoa học) và "cảnh quan sinh

thái" (*ecological landscape*, chỉ một thể tổng hợp tự nhiên - nhân văn đặc thù cho sự phân hóa lãnh thổ, thường được gọi là "ecological landscape unit" - đơn vị cảnh quan sinh thái) chưa được phân biệt rõ ràng trong nhiều trường hợp. Nguyên nhân chủ yếu liên quan tới vấn đề dịch thuật. Một số công trình nghiên cứu tại Việt Nam nhằm lẫn trong sử dụng thuật ngữ "*cảnh quan sinh thái*" để chỉ một khoa học. Thuật ngữ cảnh quan sinh thái còn được một số nhà nghiên cứu thuộc Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam sử dụng với hàm ý chỉ các cảnh quan tự nhiên và các cảnh quan ít chịu tác động của con người (chẳng hạn Phạm Hoàng Hải, 1992, 1995; Nguyễn Thành Long, 1992; Nguyễn Văn Vinh, 1996; Nguyễn Văn Vinh và cộng sự, 1999; Phạm Thế Vĩnh, 2002,...). Tuy nhiên, thuật ngữ này xuất hiện rất hạn chế trên các sách chuyên khảo và tạp chí khoa học quốc tế uy tín về sinh thái cảnh quan.

Trên thực tế, nhiều công trình công bố ở Việt Nam dưới tiêu đề sinh thái cảnh quan nhưng thực chất chỉ là nghiên cứu cảnh quan học hoặc địa lý học thuần túy, bao gồm: "*Nghiên cứu sinh thái cảnh quan*", "*Cơ sở cảnh quan phục vụ...*", "*Phân vùng sinh thái cảnh quan*", "*Phân tích cấu trúc sinh thái cảnh quan*", "*Đánh giá sinh thái cảnh quan*", "*Đánh giá và phân hạng thích nghi sinh thái cảnh quan đối với mục đích phát triển*". Các nghiên cứu này giải quyết tốt nhiệm vụ làm rõ đặc điểm phân hóa cấu trúc lãnh thổ, xác định tiềm năng cảnh quan và các ứng dụng cho quy hoạch hay tổ chức không gian. Tuy nhiên, nội dung sinh thái học ít được giải quyết trọn vẹn. Điều này cho thấy cần tạo ra nhiều "giao điểm" quan trọng trong phương pháp luận nghiên cứu sinh thái cảnh quan giữa các nhà cảnh quan học (chú trọng nhiều đến tính phân vị chặt chẽ trong cấu trúc cảnh quan của lãnh thổ) và các nhà sinh thái học (chú trọng nhiều đến chức năng sinh thái và cấu trúc sinh học của cảnh quan). Hiện nay, nhiều công trình nghiên cứu cũng như định hướng đào tạo ở các trường đại học và viện nghiên cứu của Việt Nam đã chú

trọng liên kết các nguyên lý khoa học về địa lý học, cảnh quan học và sinh thái học.

### ***b) Hiểu đúng về khái niệm sinh thái cảnh quan***

Hiện nay có một số cách hiểu, quan niệm hoặc định nghĩa chưa thực sự rõ ràng về sinh thái cảnh quan:

- *Định nghĩa phạm vi nghiên cứu của sinh thái cảnh quan quá rộng*, coi tất cả các lĩnh vực có liên quan tới cảnh quan hoặc đất đai là sinh thái cảnh quan. Wiens và Moss (1999) cho rằng "Sinh thái cảnh quan là một tư tưởng bao hàm cả sinh thái học lý thuyết, địa lý nhân văn, quy hoạch sử dụng đất, hành vi động vật, xã hội học, quản lý tài nguyên, viễn thám, chính sách nông nghiệp, sinh thái học phục hồi,...". Miklós (1996) cũng cho rằng "sinh thái cảnh quan là khoa học môi trường theo nghĩa rộng".

Điều khẳng định đầu tiên là không phải bất cứ khoa học nào nghiên cứu cảnh quan hoặc đất đai đều thuộc sinh thái cảnh quan. Nghiên cứu hệ thống phân loại và các cấp phân vị cảnh quan thuộc nhiệm vụ của cảnh quan học (cũng là một chuyên ngành khoa học cơ bản). Quy hoạch cảnh quan hay các lĩnh vực liên quan tới chính sách tài nguyên môi trường không phải là khoa học cơ bản. Viễn thám, GIS, phân tích không gian, mô hình hóa cảnh quan là khoa học, phương pháp hoặc công cụ nghiên cứu.

- *Quan niệm rời rạc, phiến diện, quá chuyên sâu*, không phản ánh được bản chất tổng hợp và liên ngành của sinh thái cảnh quan. Sinh thái cảnh quan chỉ là một trong những chuyên ngành khoa học nghiên cứu cảnh quan, không bao hàm các nội dung khoa học môi trường. Khoa học này chú trọng nhiều tới mối quan hệ giữa con người, sinh vật với cảnh quan ở các quy mô không gian và thời gian khác nhau.

### ***c) Sinh thái cảnh quan và địa sinh thái***

Địa sinh thái (*geocology*) là thuật ngữ được dùng tương đối phổ biến dưới dạng đồng nghĩa với sinh thái cảnh quan, cả ở Việt Nam và trên thế giới (Troll, 1970; Phạm Quang Anh, 1985; Vũ Tự Lập, 1999; Bastian và Steinhardt, 2002). Địa sinh thái phát triển từ nghiên cứu địa thực vật và địa lý học của Đức, chú trọng nhiều tới địa mạo và thổ nhưỡng - những hợp phần ít được sinh thái học nghiên cứu. Bản thân Troll - một nhà địa lý Đức, cha đẻ của thuật ngữ "sinh thái cảnh quan", cũng cho rằng sinh thái cảnh quan chính là địa sinh thái. Điều này đúng trong giai đoạn đầu phát triển sinh thái cảnh quan ở Tây Âu. Cho tới giữa những năm 1980, các nghiên cứu chủ yếu dừng lại ở hướng kết hợp địa lý học - sinh thái học và theo hướng mô tả thuần túy.

Tuy nhiên, nếu xét tới toàn bộ tiến trình phát triển của sinh thái cảnh quan cho đến ngày nay, đặc biệt trong bối cảnh định hướng nhân văn ngày càng được chú trọng hơn, rõ ràng không thể đồng nhất sinh thái cảnh quan với địa sinh thái. Địa sinh thái đang phát triển theo hướng nghiên cứu các quá trình địa sinh học, các quá trình địa mạo vùng, điều kiện khí hậu quy mô vùng... nhằm giải thích đặc điểm và sự hình thành của các khu sinh học (*biome*). Sinh thái cảnh quan chủ yếu nghiên cứu ở quy mô cảnh quan, coi cảnh quan là một phức hệ, trong đó các quá trình tự nhiên trong sinh quyển và địa quyển có mối quan hệ tương tác chặt chẽ với các sự kiện trong trí quyển. Leser (1997) khẳng định địa sinh thái chỉ là một nhánh nghiên cứu theo hướng địa lý tự nhiên mô tả của sinh thái cảnh quan. Do đó, địa sinh thái là một khái niệm hẹp hơn sinh thái cảnh quan.

#### **1.1.4. Bản chất liên ngành của sinh thái cảnh quan**

Tính chất liên ngành là đặc điểm nổi bật của sinh thái cảnh quan, được phản ánh bởi quá trình tích hợp, sự thâm nhập của các khoa học



tự nhiên và khoa học xã hội - nhân văn trong nghiên cứu mối quan hệ giữa cảnh quan với sinh vật và con người. Trong đó, nhiệm vụ cơ bản của các khoa học tự nhiên là nghiên cứu các hiện tượng tự nhiên; nhiệm vụ của các khoa học xã hội và nhân văn là nghiên cứu hành vi con người và xã hội.

Ở châu Âu, sinh thái cảnh quan được xem là khoa học ứng dụng, sử dụng kiến thức sinh thái học và cảnh quan học để giải quyết các vấn đề thực tế liên quan tới công tác quy hoạch sử dụng đất đai, quản lý đất đai, đánh giá môi trường và bảo tồn cảnh quan. Điều này giải thích lý do ở châu Âu, khoa học này luôn được gắn liền với các công ước quốc tế, các chính sách về tài nguyên và môi trường, chẳng hạn Công ước Cảnh quan châu Âu (2000, 2004) hay Chương trình Đánh giá Hệ sinh thái Thiên niên kỷ (2001 - 2005).

Tại Bắc Mỹ, sinh thái cảnh quan được xem là khoa học cơ bản và ứng dụng cho công tác hoạch định các khu bảo vệ thiên nhiên và nghiên cứu sinh học bảo tồn. Trong một số trường hợp nghiên cứu sinh học bảo tồn, sinh thái cảnh quan cũng được xếp vào nhóm các khoa học thực nghiệm, trong đó những kết luận khoa học được dựa trên những hiện tượng quan sát được, có khả năng được thử nghiệm để kiểm nghiệm tính đúng đắn bởi các nhà sinh thái học, địa lý học khác nhau làm việc trong cùng điều kiện.

Trong tiến trình phát triển, sinh thái cảnh quan được phát triển trên cơ sở thừa kế lý luận của nhiều lĩnh vực khoa học, bao gồm cả địa lý học, sinh thái học, xã hội học thực vật, địa lý sinh vật, quy hoạch cảnh quan, địa sinh học đảo và toán học ứng dụng. Hiện nay, sinh thái cảnh quan được phát triển theo hướng liên kết lý luận của các khoa học tự nhiên với các khoa học xã hội và nhân văn. Các ngành khoa học có mối quan hệ liên ngành chặt chẽ với sinh thái cảnh quan là địa lý học, sinh

thái học, khoa học môi trường, toán học, GIS và viễn thám, các khoa học nghiên cứu lịch sử tự nhiên - xã hội và nhiều khoa học ứng dụng khác.

- *Sinh thái cảnh quan và địa lý học*: sinh thái cảnh quan nghiên cứu đặc trưng sinh thái học của các hợp phần cảnh quan (mẫu chất, địa hình, khí hậu, thủy văn, sinh vật, thổ nhưỡng) và mối quan hệ giữa các hợp phần này thông qua dòng vật chất - năng lượng. Các hợp phần cảnh quan đều thuộc các quyển trong lớp vỏ địa lý, bao gồm thổ quyển, khí quyển, sinh quyển, thủy quyển và thạch quyển. Do vậy, các nhà sinh thái cảnh quan cần thiết được trang bị kiến thức địa lý tổng hợp về tất cả các hợp phần cảnh quan. Các quá trình địa lý tự nhiên (quá trình địa mạo, quá trình thủy văn, động lực khí quyển,...) là một phần quan trọng của động lực cảnh quan, liên kết các hợp phần phi sinh học của cảnh quan. Địa mạo học nghiên cứu hình thái địa hình và các dòng vật chất - năng lượng xảy ra trong lớp vỏ thạch quyển. Khí hậu học và thủy văn học nghiên cứu các dòng vật chất và năng lượng trong khí quyển và thủy quyển.

- *Sinh thái cảnh quan và sinh thái học*: sinh thái học cung cấp phương pháp luận nghiên cứu thực nghiệm hợp phần sinh học trong cấu trúc cảnh quan - một "sở đoản" của nghiên cứu cảnh quan học tại Việt Nam. Sự phát triển của sinh thái cảnh quan không chỉ dựa trên những sáng tạo khái niệm khoa học mới, mà còn kết hợp sử dụng và phát triển các khái niệm sinh thái học truyền thống. Chẳng hạn, các khái niệm của sinh thái học về nơi sống, quần thể và quần thể biến thái, quần xã và quần xã biến thái,... cũng đồng thời là những khái niệm cơ bản của sinh thái cảnh quan. Sự sáng tạo còn được thể hiện ở việc liên kết các khái niệm sinh thái học với địa lý học, mà trước đây thường ít được chú trọng. Chẳng hạn, cảnh quan (đối tượng nghiên cứu đặc thù của địa lý học) được định nghĩa theo hướng sinh thái học là một khu vực địa lý

chứa các hệ sinh thái (đối tượng nghiên cứu đặc thù của sinh thái học) gần gũi với nhau (Forman, 1995).

- *Sinh thái cảnh quan và khoa học môi trường*: khoa học môi trường có quan hệ chặt chẽ với sinh thái cảnh quan về cả phương diện tri thức luận, bản thể luận, phương pháp luận cho đến thể chế nghiên cứu và đào tạo của khoa học này. Khoa học môi trường nghiên cứu tất cả các nhân tố bao quanh sinh vật, gồm các nhân tố phi sinh học (nhiệt độ, bức xạ, các chất hóa học, nham thạch, đất,...) và các nhân tố sinh học (các cá thể cùng loài và khác loài chia sẻ cùng một nơi sống). Trong khi đó, sinh thái cảnh quan nghiên cứu mối quan hệ giữa sinh vật với cảnh quan có cấu trúc môi trường bất đồng nhất.

- *Sinh thái cảnh quan và toán học*: tiếp cận định lượng, cụ thể là ứng dụng các mô hình toán học trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan đang được phát triển nhanh chóng, đặc biệt mạnh mẽ ở khu vực Bắc Mỹ. Sinh thái cảnh quan được hưởng lợi từ sự thâm nhập mạnh mẽ của toán học vào sinh thái học trong nửa đầu thế kỷ thứ XX - kết quả làm thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ của ngành toán sinh thái ở châu Âu và Bắc Mỹ. Nhờ tiếp cận định hướng này, các nhà sinh thái cảnh quan có thể giải quyết được rất nhiều bài toán về mối quan hệ giữa cấu trúc cảnh quan và các quá trình hệ sinh thái. Các mô hình được sử dụng phổ biến là hình học fractal (độ đo cảnh quan sơ cấp và thứ cấp), lý thuyết thông tin (mô tả đa dạng cảnh quan), các mô hình thống kê (độ đo cảnh quan cao cấp), phân tích đa biến (quan hệ giữa các yếu tố gắn kết trong cảnh quan),...

- *Sinh thái cảnh quan với công nghệ viễn thám và GIS*: sự tiến bộ của công nghệ viễn thám và GIS được đánh giá là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự phát triển của sinh thái cảnh quan trên phạm vi toàn thế giới. Các công nghệ này có ưu điểm về khả năng cập nhật và phân tích nhanh chóng các dữ liệu không gian. Tư liệu viễn

thám bao quát được toàn bộ diện tích bề mặt Trái Đất trong cùng một thời điểm. Đặc tính đa thời gian của tư liệu viễn thám cho phép phân tích được biến đổi cảnh quan theo các thời kỳ khác nhau và sự phát triển cảnh quan theo thời gian. Một ưu thế nữa của tư liệu viễn thám là tính chất đa tỷ lệ. Ảnh vệ tinh và ảnh hàng không cung cấp thông tin về cảnh quan ở nhiều quy mô không gian với độ chính xác khác nhau. Ví dụ, vệ tinh NOAA/AVHRR có thể cung cấp ảnh viễn thám tỷ lệ từ 1/500.000 - 1/250.000, cho phép phân tích lãnh thổ quy mô vùng và xác định các đơn vị cảnh quan; vệ tinh Landsat TM cung cấp ảnh vệ tinh tỷ lệ 1/100.000 - 1/50.000, cho phép nghiên cứu các lãnh thổ quy mô dưới vùng và xác định được ranh giới giữa các đơn vị cảnh quan. Trong khi đó, ảnh hàng không cho phép nghiên cứu lãnh thổ quy mô địa phương ở tỷ lệ từ 1/25.000 đến 1/10.000, xác định khả năng quan sát và điều vẽ chính xác ranh giới các yếu tố cấu trúc cảnh quan. Trên thực tế, có nhiều giải pháp sử dụng tư liệu viễn thám, bao gồm cả trên không, dưới mặt đất hoặc trên biển. Các dữ liệu viễn thám hiện nay được sử dụng chủ yếu thực hiện nhiệm vụ quan sát cấu trúc ngang của cảnh quan, rất cần thiết phải liên kết với các dữ liệu không gian và dữ liệu khảo sát, quan trắc trên thực địa.

- *Sinh thái cảnh quan và các khoa học nghiên cứu lịch sử tự nhiên và lịch sử xã hội, bao gồm cổ địa lý, khảo cổ học và sử học*: các dữ liệu về lịch sử của xã hội, khoa học kỹ thuật và công nghệ, tập quán,... cho phép giải thích tốt hiện trạng và dự báo tương lai của một lãnh thổ. Tái hiện được sự phát sinh cảnh quan trong quá khứ xa, ngoài phạm vi điều khiển của con người là một trong những nhiệm vụ nghiên cứu quan trọng của cổ địa lý. Trong khi đó, sử học và khảo cổ học cho phép làm rõ bản chất tiến hóa của cảnh quan gắn liền với lịch sử phát triển xã hội loài người.

- *Sinh thái cảnh quan và các khoa học quy hoạch, quản lý lãnh thổ*: mối quan hệ giữa lý thuyết và ứng dụng thực tiễn tồn tại khách quan, đồng

thời thể hiện tầm quan trọng của các nghiên cứu cơ bản. Sinh thái cảnh quan về bản chất là một lĩnh vực khoa học cơ bản, nhưng cũng có thể được xếp vào nhóm các khoa học ứng dụng. Từ cuối những năm 1960, sinh thái cảnh quan đã đóng vai trò là cơ sở khoa học sinh thái phục vụ công tác quy hoạch sử dụng đất, quản lý đất đai, quản lý lãnh thổ, quản lý cảnh quan tại nhiều quốc gia thuộc châu Âu. Hiện nay, sinh thái cảnh quan được ứng dụng rộng rãi trong công tác bảo tồn sinh học, quy hoạch cảnh quan, quy hoạch bảo vệ môi trường và phát triển bền vững,... trên phạm vi toàn thế giới.

## **1.2. LỊCH SỬ RA ĐỜI VÀ PHÁT TRIỂN CỦA SINH THÁI CẢNH QUAN**

### **1.2.1. Lược sử nghiên cứu**

Sự ra đời và từng giai đoạn phát triển hoàn chỉnh của sinh thái cảnh quan gắn liền với những sự kiện, đặc trưng, đối tượng và phương pháp nghiên cứu cùng những thành tựu nổi bật của khoa học này. Năm 1939 là thời điểm đánh dấu sự kiện nhà địa lý Đức Carl Troll sáng tạo ra thuật ngữ sinh thái cảnh quan và vận dụng trong công trình nghiên cứu cảnh quan Đông Phi bằng ảnh hàng không. Tiếp sau đó, sinh thái cảnh quan được phát triển tại các nước nói tiếng Đức (Đức, Thụy Sĩ, Áo, Đan Mạch,...) trong những năm 1950 - 1960; tới những năm 1970 đã phát triển mở rộng trong khu vực nói tiếng Đức và Hà Lan (chủ yếu ở Hà Lan, Bỉ, Pháp, Đức). Từ những năm 1980, khoa học này chính thức trở thành một ngành khoa học độc lập, có đối tượng nghiên cứu, phương pháp luận và phương pháp nghiên cứu riêng. Cũng trong thời kỳ này, sinh thái cảnh quan được phát triển mạnh mẽ tại khu vực các nước nói tiếng Anh thuộc châu Âu và Bắc Mỹ. Sinh thái cảnh quan được phát triển ở châu Á và châu Đại Dương từ những năm 1990. Tại Việt Nam,

Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Việt Nam (tên quốc tế là VN-IALE) được thành lập vào năm 1992, là một trong ba chi hội quốc tế về lĩnh vực này tại châu Á (cùng với Nhật Bản và Trung Quốc). Những năm đầu thế kỷ thứ XXI đánh dấu sự kiện sinh thái cảnh quan phát triển mở rộng sang châu Phi và Nam Mỹ với sự hỗ trợ về kinh nghiệm nghiên cứu và tài chính của các nhà khoa học Tây Âu và Bắc Mỹ.

Năm 1982, Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế được thành lập. Cùng với sự kiện này, hai chuyên khảo đầu tiên trên thế giới về sinh thái cảnh quan của Naveh và Lieberman ("*Sinh thái cảnh quan: lý thuyết và ứng dụng*", Nhà xuất bản Springer-Verlag, 1984), của Forman và Godron ("*Sinh thái cảnh quan*", Nhà xuất bản John Wiley and Sons, 1986) được xuất bản có vai trò quan trọng trong xác định phạm vi và mục tiêu nghiên cứu. Hiện nay, sinh thái cảnh quan phát triển mạnh mẽ về mặt lý luận và tìm kiếm được nhiều ứng dụng mới trong khung cảnh môi trường và cảnh quan đang biến đổi mạnh mẽ ở nhiều quy mô không gian, từ toàn cầu cho tới địa phương. Các ứng dụng này được nâng cao hơn nữa nhờ khả năng sử dụng các công nghệ hiện đại là viễn thám, GIS, GPS và mô hình toán học. Sự phát triển của sinh thái cảnh quan cũng in dấu ấn về vai trò của các phương pháp định lượng trong phân tích mối tương tác giữa cấu trúc cảnh quan và các quá trình hệ sinh thái.

## **1.2.2. Toàn cảnh sinh thái cảnh quan trên thế giới**

### ***a) Giai đoạn từ năm 1939 đến 1980***

Đây là giai đoạn hình thành và phát triển sinh thái cảnh quan tại các nước nói tiếng Đức và Hà Lan. Troll là người đầu tiên giới thiệu thuật ngữ sinh thái cảnh quan đến cộng đồng khoa học ở các nước nói tiếng Đức (Thụy Sĩ, Áo, Đức, Đan Mạch,...) vào năm 1939. Năm 1950, ông đề cập lại khái niệm về sinh thái cảnh quan trong tác phẩm "Khảo

sát cảnh quan địa lý”. Sau đó, một định nghĩa sơ lược về sinh thái cảnh quan được Troll phát biểu vào năm 1963, trong một báo cáo rất nổi tiếng trong hội thảo “*Xã hội học thực vật và sinh thái cảnh quan*” tại Stolzenau-Weser (Đức). Năm 1970, ông đã thay thế thuật ngữ sinh thái cảnh quan bằng địa-sinh thái.

Carl Troll được công nhận là cha đẻ của sinh thái cảnh quan với những đóng góp tiên phong của mình đối với sự ra đời của khoa học này. Tuy nhiên, trước ông, đã có một số học giả minh chứng được các nguyên lý gốc của sinh thái cảnh quan và những tư tưởng hiện đại về cảnh quan. Năm 1915, nhà địa lý học Xô Viết Berg trong một báo cáo về “Đối tượng và nhiệm vụ của địa lý học” tại Hội thảo của Hội Địa lý Nga đã phân định các tiêu chí xác định cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa. Năm 1925, nhà địa lý học Hoa Kỳ Carl Sauer công bố công trình “Hình thái của cảnh quan” (trong xuất bản phẩm địa lý của Đại học Tổng hợp California, Hoa Kỳ), đề cập tới vai trò tạo hình cảnh quan của các tác động nhân sinh. Cùng với hai công trình này, một số bài báo và báo cáo khác được cộng đồng khoa học đánh giá là tác phẩm kinh điển, đặt nền tảng cho sinh thái cảnh quan, chẳng hạn “Cảnh quan địa lý tự nhiên và các nguyên lý chung” (Solnetsev, 1948, báo cáo tại Hội nghị Địa lý toàn Nga), “Cấu trúc và quá trình trong quần xã thực vật” (Watt, 1947, Tạp chí Sinh thái học), “Khái niệm về đơn vị đất đai và hệ thống sử dụng đất đai” (Christian, 1958, báo cáo tại Hội nghị Khoa học Thái Bình Dương).

Trong những năm sau Thế chiến thứ hai, sinh thái cảnh quan được phát triển với nhiệm vụ quan trọng mới: giải quyết các vấn đề môi trường liên quan đến biến động sử dụng đất và biến đổi cảnh quan ở cả Bắc Mỹ và Tây Âu. Vấn đề môi trường ngày càng được quan tâm đã khiến cho Chính phủ và cộng đồng đặt ra nhiều câu hỏi cho các nhà khoa học liên quan tới nhiều khía cạnh cấp thiết như đánh giá ảnh

hưởng của môi trường đến hoạt động con người như thế nào? có hay không ảnh hưởng của khai thác rừng ở miền Tây Nam Hoa Kỳ hoặc phát triển nông nghiệp thâm canh ở châu Âu đến các yếu tố môi trường?

Từ những năm 1960, trào lưu bảo vệ môi trường được hình thành và phát triển trước tiên ở Hoa Kỳ, sau đó lan rộng sang nhiều quốc gia châu Âu. Những đánh giá của nhà động vật học và sinh học biển Hoa Kỳ là Rachel Carlson (1962) lần đầu tiên ghi nhận được những hậu quả đặc biệt nghiêm trọng do hủy hoại môi trường có nguồn gốc từ các hoạt động phát triển. Tác phẩm nổi tiếng nhất của Carlson, cuốn sách "*Mùa xuân thẫm lặng*", tạo ra một ảnh hưởng sâu rộng tại Hoa Kỳ, làm thay đổi chính sách của quốc gia này về thuốc trừ sâu, là xuất phát điểm cho phong trào bảo vệ môi trường trên phạm vi toàn cầu. Trong khung cảnh phát triển kinh tế cực kỳ mạnh mẽ sau chiến tranh tại Hoa Kỳ, nhiều loài sinh vật quý hiếm ở lãnh thổ miền Tây có nguy cơ tuyệt chủng. Thực trạng đó có quan hệ chặt chẽ với hoạt động khai thác khoáng sản ở các khu vực rừng núi Tây Nam Hoa Kỳ; kết quả, rừng bị chặt trắng, bị phân mảnh, diện tích bị thu hẹp và kết nối giữa các mảnh rừng bị phá vỡ. Hệ quả, nhiều cảnh quan miền Tây Hoa Kỳ không còn là những nơi sống liên tục thuận lợi cho các loài động vật vật cư trú.

Những hậu quả sinh thái học do phá hủy kết nối và phân mảnh rừng ở Hoa Kỳ đã dẫn tới nhu cầu cần thiết phải nghiên cứu vai trò của cấu trúc không gian lãnh thổ liên quan đến chức năng và các quá trình hệ sinh thái. Tiếp cận không gian trong nghiên cứu sinh thái học bắt đầu được đề cập tới trong giai đoạn này. Có nhiều công trình đóng góp đặc biệt quan trọng đối với tiến trình phát triển lý luận của sinh thái cảnh quan, bao gồm: nghiên cứu biến đổi rừng và đồng cỏ do tác động nhân sinh ở vành đai vĩ độ trung bình (Curtis, 1956); phân tích tác động của hành động chặt trắng đến mất dinh dưỡng của các hệ sinh thái rừng



(Bormann và cộng sự, 1968); nghiên cứu mối quan hệ giữa phát triển cảnh quan, cháy rừng và quản lý tự nhiên (Wright, 1974); phân tích tác động của xáo động và thành tạo mảnh rời rạc tới cấu trúc quần xã sinh vật (Levin và Paine, 1974); mô phỏng phản ứng của quần thể đối với môi trường bị phân mảnh (Wiens, 1976); phân tích động lực mảnh rời rạc và thiết kế các khu bảo tồn thiên nhiên (Pickett và Thompson, 1978).

Tại châu Âu, những vấn đề sinh thái học nổi cộm nảy sinh chủ yếu do hậu quả của chuyển đổi mục đích sử dụng đất. Phần lớn lãnh thổ châu Âu từng được rừng bao phủ. Kết thúc Thế chiến thứ hai, toàn bộ châu Âu bị đổ nát, nền kinh tế sụp đổ, hạ tầng cơ sở và đất đai bị phá hủy, rừng bị suy thoái nặng nề. Hậu quả nghiêm trọng của cuộc chiến đã đưa đến một cuộc cách mạng quan trọng trong sản xuất nông nghiệp. Nhu cầu tăng sản lượng để "nuôi sống châu Âu" dẫn đến một chính sách nông nghiệp tập trung vào đẩy mạnh sản lượng. Chẳng hạn tại Anh, chính sách này thúc đẩy nông nghiệp phát triển mạnh cho tới những năm 1970, dẫn đến sự dịch chuyển về cơ cấu kinh tế và biến đổi cảnh quan sâu sắc. Các hệ thống sản xuất được thay đổi hoàn toàn theo hướng tăng cường các hệ sinh thái nông nghiệp, du nhập các loài mới, phát triển cây trồng vật nuôi,... Thức ăn thô cho gia súc không còn được chú trọng sản xuất mà được nhập khẩu từ nhiều quốc gia trên thế giới. Hệ quả, các cảnh quan tự nhiên có ý nghĩa quan trọng đối với các quá trình hệ sinh thái hoặc chứa đựng nhiều nơi sống của sinh vật bị suy giảm mạnh mẽ, hoặc bị thay thế bởi các cảnh quan nhân sinh và cảnh quan văn hóa.

Ngoại trừ khu vực Scandinavia và Bắc Nga, hiện nay chỉ còn vài vùng thuộc châu Âu còn bảo tồn nguyên trạng cảnh quan và các hệ sinh thái nguyên thủy. Trong thời gian gần đây, việc phá rừng ở châu Âu đã bị hạn chế, thay vào đó là thúc đẩy các chương trình tái trồng rừng. Tuy vậy, trong hầu hết các trường hợp, cây họ thông với ưu thế mọc nhanh

nên được ưu tiên sử dụng để trồng rừng hơn là loại các cây rụng lá sớm bản địa. Các trang trại và đồn điền ưu tiên chăn nuôi một loài trên một diện tích rộng lớn đã không tạo điều kiện thuận lợi cho nhiều loài sinh vật khác trong rừng châu Âu sinh trưởng.

Bắt đầu từ cuối những năm 1960, các nguyên lý của sinh thái cảnh quan đã được ứng dụng rộng rãi trong công tác quy hoạch và kiến trúc cảnh quan tại các nước nói tiếng Đức và tiếng Hà Lan (Tây Đức năm 1968, Hà Lan năm 1972, Áo năm 1974). Woebse (1975) công bố sổ tay hướng dẫn về sinh thái cảnh quan chủ yếu dành cho các kiến trúc sư với các tiêu chuẩn đánh giá chất lượng cảnh quan, bao gồm khả năng duy trì chức năng, cấu trúc tự nhiên và cân bằng sinh thái. Theo bản hướng dẫn này, các bản đồ tỷ lệ nhỏ (1/200.000) ở quy mô vùng và tỷ lệ lớn (1/25.000) ở quy mô địa phương được sử dụng để lựa chọn kiểu lớp phủ và thành phần loài thực vật trong quy hoạch phát triển cảnh quan nông lâm nghiệp, quy hoạch đường cao tốc, khai khoáng và quản lý các khu bảo tồn. Tại Hà Lan, hội Sinh thái Cảnh quan Hà Lan được thành lập năm 1972 với đa số hội viên là các nhà bảo tồn và chuyên gia quy hoạch. Trong một báo cáo của Van der Maarel và Stumpel (1975), chỉ trong ba năm (1972 - 1974), khảo sát sinh thái cảnh quan đã được thực hiện tại 5 trong tổng số 11 tỉnh của Hà Lan và có tới 60 dự án khác nhau đã được thực hiện bởi các nhóm nghiên cứu gồm khoảng 100 thành viên.

### ***b) Giai đoạn từ 1980 đến 1990***

Mặc dù chỉ tính trong vòng 10 năm nhưng đây là giai đoạn đáng chú ý nhất trong tiến trình phát triển sinh thái cảnh quan trên bình diện quốc tế, được đánh dấu bằng sự kiện ra đời Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Tiệp Khắc và sự hình thành các trung tâm đào tạo và nghiên cứu mạnh về sinh thái cảnh quan tại các nước nói tiếng Anh

thuộc châu Âu và Bắc Mỹ. Phần lớn nền tảng lý luận quan trọng nhất của sinh thái cảnh quan lý thuyết được xây dựng trong giai đoạn này.

Trong những năm 1980, bảo vệ môi trường và các hệ sinh thái do rừng bị suy giảm diện tích và phân mảnh, các quần thể động vật thoái hóa, sử dụng đất có diễn biến phức tạp ở các khu vực canh tác nông nghiệp từ quy mô địa phương, quốc gia cho đến toàn cầu là những vấn đề môi trường và sinh thái nổi cộm nhất. Cộng đồng khoa học quốc tế đã đúc kết được những kinh nghiệm nghiên cứu trước đó và thay đổi cách tiếp cận giải quyết vấn đề. Hướng liên kết nghiên cứu phân hóa không gian lãnh thổ của địa lý học với nghiên cứu chức năng của sinh thái học cho phép mở rộng phạm vi nghiên cứu sang nhiều hệ thống phức tạp trong tự nhiên, tạo khả năng giải quyết các vấn đề thực tiễn theo hướng liên ngành. Để làm sáng tỏ nhiều vấn đề quan trọng, bao gồm nhận diện vai trò của cảnh quan nông nghiệp và cảnh quan rừng, đánh giá tác động của chặt trắng lớp phủ rừng, phát triển rừng, sự suy giảm nơi sống và sự thoái hóa đa dạng sinh học, các dòng dinh dưỡng, ba yêu cầu cấp thiết đã được đưa ra:

- Đưa cách tiếp cận không gian vào nghiên cứu sinh thái học;
- Công nhận con người là một thành phần của hệ sinh thái;
- Công nhận tính đa dạng và tính bất đồng nhất về không gian - thời gian của môi trường nghiên cứu.

Ba yêu cầu này đã được tổng kết trong bản báo cáo chính thức được đọc tại hội nghị thành lập Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế ở Tiệp Khắc năm 1982.

Trong nửa đầu những năm 1980, hợp tác nghiên cứu giữa các nhà sinh thái cảnh quan Hà Lan và Tiệp Khắc đã đưa đến việc thống nhất xây dựng các nguyên lý về quan hệ tương tác giữa cấu trúc cảnh quan và quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan. Đây là tiền đề quan trọng dẫn

tới việc thành lập Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế vào tháng 10/1982 tại Hội thảo Quốc tế lần thứ VI ở Piestany, Tiệp Khắc. Sự kiện này đóng vai trò quan trọng thúc đẩy sự lan tỏa ảnh hưởng của sinh thái cảnh quan ở phạm vi quốc tế. Năm 1983, hội thảo Sinh thái Cảnh quan Bắc Mỹ lần thứ nhất được tổ chức tại Vườn Quốc gia Allerton của Hoa Kỳ nhằm xây dựng các nguyên lý và mô hình sinh thái cảnh quan, thể hiện xu hướng nghiên cứu độc lập về lĩnh vực này ở Bắc Mỹ. Năm 1987, tạp chí Sinh thái Cảnh quan (*Journal of Landscape Ecology*) của Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế ra đời, tạo diễn đàn khoa học chuyên ngành cho cộng đồng các nhà sinh thái cảnh quan trên thế giới.

Những công trình công bố bằng tiếng Anh trong giai đoạn này có ý nghĩa to lớn trong xây dựng những nền tảng lý luận quan trọng nhất về sinh thái cảnh quan lý thuyết. Forman và Godron (1981, 1986), Forman (1995) xây dựng thành công mô hình PCM về cấu trúc cảnh quan dựa trên các yếu tố cảnh quan là mảnh rời rạc, hành lang, thể nền và thể khảm. Naveh (1982) đã công bố những luận điểm cơ sở hình thành nền tảng sinh thái cảnh quan lý thuyết, tầm quan trọng của cách tiếp cận hệ thống trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan và lần đầu tiên làm rõ vai trò của con người trong cảnh quan. Turner (1989) phát triển lý luận về ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan tới các quá trình trong cảnh quan. Lý luận này được đánh giá là đóng góp quan trọng về định hướng nghiên cứu và tư tưởng của khoa học này tại Bắc Mỹ. Những lý luận quan trọng khác được đưa ra trong các nghiên cứu về định hướng và tiếp cận sinh thái cảnh quan (Risser và cộng sự, 1983); ứng dụng của các nguyên lý quy mô và nguyên lý thứ bậc trong nghiên cứu cấu trúc không gian của cảnh quan (Urban và cộng sự, 1987); sinh thái cảnh quan trong điều khiển và quản lý sinh học (Naveh, 1988). Về sau, các tư tưởng này tiếp tục được phát triển thành những ấn phẩm tiêu biểu đầu tiên về sinh thái cảnh quan lý thuyết và ứng dụng.

Giai đoạn này cũng được đánh dấu bởi sự ra đời các công trình lý luận quan trọng nhất về tiếp cận đa quy mô trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan. Khởi đầu là lý luận về đa dạng cảnh quan và ứng dụng cho nghiên cứu bảo tồn sinh học tại Vườn Quốc gia Yellowstone của Romme và Knight (1982). H.R. Delcourt và P.A. Delcourt (1988) lần đầu tiên đưa ra lý luận về nghiên cứu sinh thái cảnh quan Đệ Tứ, trong đó gắn kết tiến hóa cảnh quan trong quy mô không gian và thời gian thích hợp. Các nguyên lý về quy mô và tính thứ bậc của các hệ thống sinh thái được đề cập tới trong các công trình của Wiens (1989) về "Quy mô không gian trong sinh thái học", của O'Neill (1989) về "Sự chuyển đổi giữa các cấp phân vị", hoặc của Meentemeyer (1989) về "Tu tưởng địa lý về không gian, thời gian và quy mô".

Một xu hướng phát triển lý luận khác diễn ra vào nửa cuối những năm 1980 là tiếp cận tổng hợp trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan. Có thể kể tới một số công trình tiêu biểu đặt nền móng cho hướng này: lý luận về ảnh hưởng của quy mô nơi sống và độ cách ly tới cấu trúc của quần xã sinh vật (Wegner và Merriam, 1979; Hansson, 1983; Opdam, Rijdsdijk và Husting, 1985); nghiên cứu tổng hợp các đặc trưng không gian của các mảnh nơi sống và sự tồn tại của quần thể (Lefkovitch và Fahrig, 1985); xây dựng các nguyên lý sinh thái trong phục hồi cấu trúc cảnh quan suy thoái do chặt phá rừng (Franklin và Forman, 1987); lý luận về nguồn, đích và nguyên lý điều chỉnh quần thể theo mô hình động lực nguồn - đích (Pulliam, 1988); động lực cảnh quan và vấn đề mô hình hóa động lực cảnh quan (Costanza và cộng sự, 1990).

Trong khung cảnh phát triển nở rộ lý luận về sinh thái cảnh quan, không thể không kể tới các công trình quan trọng nhất về định lượng và phân tích cấu trúc không gian - minh chứng cho bước tiến nhảy vọt trong tiến trình phát triển sinh thái cảnh quan từ một khoa học thuần định tính thành khoa học định lượng. Đóng góp quan trọng đầu tiên

thuộc về Burrough (1981), người sáng tạo ra hình học fractal trong nghiên cứu về các chiều fractal của cảnh quan và dữ liệu môi trường. Hướng này được tiếp tục phát triển với những đóng góp của Forman và Godron (1986) về mô hình PCM; của Legendre và Fortin (1989) về lý luận mô tả định lượng cấu trúc không gian phục vụ các phân tích sinh thái học. Các công trình này đặt nền móng cho phát triển ngành sinh thái cảnh quan định lượng với định hướng xây dựng các mô hình độ đo cảnh quan trong các giai đoạn về sau.

### *c) Giai đoạn từ 1990 đến những năm đầu thế kỷ XXI*

Đây là giai đoạn phát triển mở rộng của sinh thái cảnh quan trên phạm vi toàn thế giới, được đánh dấu bằng sự kiện tái thành lập các chi hội sinh thái cảnh quan quốc tế có truyền thống lâu đời của châu Âu là Đức, Séc và Slovakia; sự phát triển mạnh mẽ của trung tâm nghiên cứu sinh thái cảnh quan Đông Á; thành lập các trung tâm sinh thái cảnh quan châu Đại Dương, khu vực Mỹ Latinh và châu Phi. Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Việt Nam (VN-IALE) cũng được thành lập trong giai đoạn này (vào năm 1992). Xu hướng phát triển mở rộng này làm hình thành nhiều trung tâm nghiên cứu sinh thái cảnh quan độc lập, đồng thời có sự gắn kết chặt chẽ giữa các nhà nghiên cứu với phương pháp luận tổng hợp, liên ngành và định hướng đối tượng nghiên cứu là sinh vật và con người.

### *Sinh thái cảnh quan tại Tây Âu và Đông Âu*

Các quốc gia Tây Âu và Đông Âu có truyền thống nghiên cứu sinh thái cảnh quan lâu đời nhất trên thế giới. Sự đóng góp quan trọng của các nhà địa lý trong giai đoạn đầu đã tạo cho khu vực này phát triển mạnh mẽ sinh thái cảnh quan theo hướng địa lý học.

Tại Đức, cùng với Carl Troll, hai nhà địa lý học khác là Ernst Neef (1908 - 1984) và Josef Schmithüsen (1909 - 1984) được công nhận là những người xây dựng nền tảng khoa học đầu tiên của khoa học sinh thái cảnh quan. Tuy nhiên, vì lý do lịch sử mà đến đầu năm 1998, Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Đức mới chính thức được tái thiết lập. Chi hội này sau đó tạo ra những ảnh hưởng mạnh mẽ cả về mặt học thuật cũng như hoạt động khoa học phát triển sinh thái cảnh quan không chỉ ở phạm vi châu Âu mà trên toàn thế giới. Vai trò của các nhà sinh thái cảnh quan Đức được thể hiện tích cực trong hội nghị INTECOL 1998 tại Florence (Italy), Hội nghị Sinh thái Cảnh quan Thế giới tại Ottawa (Canada) vào năm 1991, tại Toulouse (Pháp) vào năm 1995, tại Snowmass Village (Hoa Kỳ) vào năm 1999, tại Hội nghị Sinh thái Cảnh quan châu Âu ở Stockholm (Thụy Điển) vào năm 2001.

Tiệp Khắc là quốc gia Đông Âu có truyền thống lâu đời, có các nhóm nghiên cứu mạnh về sinh thái cảnh quan với nhiều đóng góp tích cực. Hai nhà sinh thái cảnh quan là Ruzicka và Miklos đóng vai trò tiên phong phát triển các bộ luật về Quy hoạch Sinh thái Cảnh quan (LANDEP). Các hướng nghiên cứu ở Tiệp Khắc tập trung giải quyết các vấn đề quy hoạch và ra quyết định sử dụng đất đai ở quy mô quốc gia theo phương pháp tích hợp của LANDEP. Trên cơ sở thừa kế nền khoa học Tiệp Khắc, Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Cộng hòa Séc (S-IALE) hiện nay nghiên cứu những chủ đề chính về sử dụng, quản lý và bảo vệ cảnh quan nông thôn; các vấn đề sinh thái, kinh tế xã hội trong khu bảo tồn thiên nhiên; các khía cạnh kinh tế, xã hội, kỹ thuật và môi trường của cảnh quan nông thôn. Trong khi đó, Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Cộng hòa Slovakia (IALE-SK) tham gia tích cực vào các hoạt động môi trường (đánh giá sức tải môi trường, đánh giá tác động môi trường) và tăng cường xây dựng hướng tiếp cận xã hội trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan (Izakovicova và Miklos, 1997; Kozovo, 2001; Ruzicka, 1996, 2001). Đặc biệt, phương pháp luận về

LANDEP tiếp tục được Miklos và Ruzicka phát triển tích hợp trong công tác quy hoạch lãnh thổ và quản lý tài nguyên, từng được đề cập tới trong Chương trình Nghị sự 21 về phát triển bền vững của Liên Hiệp Quốc.

### *Sinh thái cảnh quan tại Liên Xô và nước Nga*

Do những khác biệt về lịch sử và ngôn ngữ, hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Liên Xô phát triển độc lập với các nước Tây Âu trong bối cảnh địa lý cảnh quan tại quốc gia này đã phát triển mạnh, có hệ thống lý luận chặt chẽ về các cấp phân vị cảnh quan. Theo Ostaszewska, địa lý cảnh quan là ngành khoa học duy nhất có quan tâm nghiên cứu về mối liên hệ giữa các thành phần tự nhiên, được phân tích bởi các phân ngành trong địa lý: địa mạo, khí hậu, thủy văn, thổ nhưỡng, địa lý thực vật... Chú trọng nghiên cứu mối quan hệ giữa các thành phần cảnh quan đã đưa địa lý cảnh quan tới gần với sinh thái học. Sinh thái cảnh quan tại Liên Xô được quan tâm phát triển từ những năm 1970 theo định hướng "sinh thái hóa cảnh quan học", cho phép liên kết tiếp cận địa lý học với tiếp cận sinh thái học: trong sinh thái học là cách tiếp cận theo hệ thống sinh thái, còn trong địa lý học là tính không gian và các địa tổng thể. Những đóng góp của Solnetsev (1961), đặc biệt là của Kalexnik (1970) về các hiện tượng có nhịp điệu trong vỏ cảnh quan đã làm rõ được ý nghĩa của tính nhịp điệu của cảnh quan đối với đời sống của các sinh vật. Sinh thái cảnh quan tại Liên Xô được xếp vào khoa học cơ bản (Ellman và Kontorovich, 1992).

Sau khi kết thúc Chiến tranh Lạnh với sự sụp đổ của Liên Xô vào năm 1991, cũng như nhiều ngành khoa học cơ bản khác, sinh thái cảnh quan phát triển chậm lại. Trong giai đoạn này, khi sinh thái cảnh quan ở châu Âu (trừ lãnh thổ nước Nga) và Bắc Mỹ luôn được xem là một ngành khoa học độc lập, có ảnh hưởng rộng khắp thì tại Nga, khoa học



này vẫn chỉ được xem là một nhánh của cảnh quan học, giống như địa vật lý cảnh quan hay địa hóa cảnh quan. Trong nhiều công trình công bố tại Nga, kiến thức khoa học tự nhiên được sử dụng chủ yếu, trong khi nội dung về khoa học xã hội ít được đề cập.

### *Sinh thái cảnh quan tại Bắc Âu và Địa Trung Hải*

Giai đoạn này cũng được đánh dấu sinh thái cảnh quan đã phát triển mở rộng từ Tây Âu về phía bắc tới khu vực Bắc Âu và về phía nam tới khu vực đồng bằng Địa Trung Hải. Nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Đan Mạch phục vụ quy hoạch các lãnh thổ quy mô lớn, đánh giá tác động môi trường, ứng dụng viễn thám. Hướng nghiên cứu kết hợp sinh thái cảnh quan với khảo cổ học trong quản lý các cảnh quan di sản khảo cổ phát triển mạnh ở Na Uy và Phần Lan, đảm nhiệm nhiệm vụ xây dựng bản đồ lịch sử phục vụ đánh giá cảnh quan di sản văn hóa bảo tồn (Domaas và cộng sự, 2003). Trong khi đó, nghiên cứu xu thế phát triển và đánh giá sinh thái các cảnh quan Địa Trung Hải được xác định là định hướng chủ đạo ở Tây Ban Nha, Bồ Đào Nha và Italia (Farina, 2005).

### *Sinh thái cảnh quan tại Bắc Mỹ*

Bắc Mỹ cùng với Tây Âu là hai trung tâm nghiên cứu sinh thái cảnh quan lớn nhất trên thế giới hiện nay. Tuy nhiên, trong khi các nhà địa lý có vai trò tích cực nhất đối với phát triển khoa học này tại Tây Âu thì tại Bắc Mỹ, các nhà sinh học và sinh thái học, nổi bật nhất là Forman, Golley, Turner, Risser,... có ảnh hưởng quan trọng nhất. Tại hội nghị Sinh thái Cảnh quan Quốc tế lần thứ 6 ở Piestany, Tiệp Khắc vào năm 1992, Forman được bầu là phó chủ tịch của Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế, Golley được bầu là đại diện của sinh thái cảnh quan Hoa Kỳ. Năm 1983, Risser chủ trì tổ chức hội thảo Vườn Quốc gia Allerton

(Illinois, Hoa Kỳ) về sinh thái cảnh quan. Năm 1984, tiểu ban Sinh thái Cảnh quan và Địa sinh học lần đầu tiên được đưa vào hội thảo quốc gia hàng năm của Hội Sinh thái học Hoa Kỳ. Năm 1986, hội nghị Sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ lần thứ nhất được tổ chức ở Đại học Tổng hợp Georgia, do Turner và Golley tổ chức, với 100 thành viên. Năm 1986, Sharpe được bầu là chủ tịch của Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Hoa Kỳ. Năm 1987, Golley được bầu là Tổng biên tập đầu tiên của Tạp chí Sinh thái Cảnh quan.

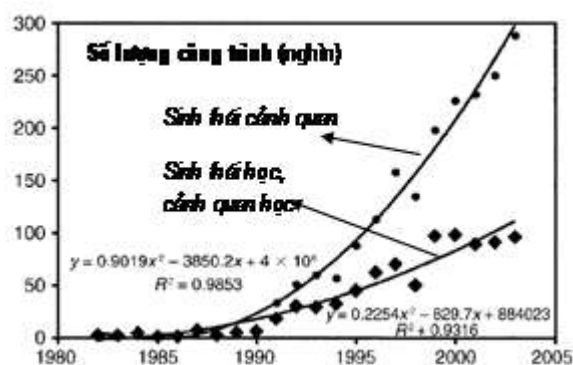
Ảnh hưởng của các nhà sinh thái học đã dẫn tới tiếp cận hệ sinh thái là định hướng chủ đạo trong phát triển sinh thái cảnh quan ở Bắc Mỹ, với bốn hướng nghiên cứu chính:

- Nghiên cứu ảnh hưởng của phân hóa không gian tới một số quá trình hệ sinh thái;
- Phân tích động lực cảnh quan;
- Phân tích ngưỡng sinh thái và sức tải môi trường;
- Quy hoạch, quản lý và cải tạo cảnh quan.

Tại khu vực Bắc Mỹ, định hướng nghiên cứu của Canada và Hoa Kỳ có nhiều khác biệt. Sinh thái cảnh quan ở Canada mặc dù phát triển không nổi trội như tại Hoa Kỳ, nhưng những đóng góp đối với tiến trình phát triển sinh thái cảnh quan thế giới là không nhỏ. Tại Canada luôn có sự hợp tác chặt chẽ giữa các nhà quy hoạch và quản lý đất đai chuyên nghiệp với các nhà sinh thái học và các nhà địa lý của các trường đại học. Hội nghị Sinh thái Cảnh quan Thế giới tại Ottawa (1991) thúc đẩy sự thống nhất về quan niệm sinh thái cảnh quan ở Canada từ những khuynh hướng phát triển rất khác nhau trước đó.

Tại Hoa Kỳ, sinh thái cảnh quan phát triển theo hướng mô hình hóa, xây dựng các độ đo cảnh quan, nghiên cứu cảnh quan tự nhiên và

cảnh quan bảo tồn, lồng ghép các khái niệm và phương pháp luận của sinh học và sinh thái học. Turner (2005) sử dụng mô hình thống kê tất cả các công trình công bố ở Bắc Mỹ trong khoảng thời gian 1982 - 2003 để định lượng xu thế phát triển ngày càng mạnh mẽ hơn của sinh thái cảnh quan so với sinh thái học và cảnh quan học thuần túy.



Hình 1.2. Phân tích hồi quy xu thế phát triển của sinh thái cảnh quan tại Bắc Mỹ (Turner, 2005)

Cùng với sự phát triển của các công nghệ mới, một số định hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Bắc Mỹ trong tương lai đã được dự báo: phát triển lý luận về mô hình hóa, đặc tính bất đồng nhất không gian của cảnh quan; ảnh hưởng cấu trúc không gian tới chức năng hệ sinh thái; ảnh hưởng của cấu trúc không gian tới mối quan hệ loài; tích hợp các công nghệ mới về di truyền phân tử; ứng dụng các thiết bị sử dụng sóng radio, GPS; mô phỏng và mô hình hóa thống kê.

### *Sinh thái cảnh quan tại châu Á*

Đông Á là khu vực có các trung tâm đào tạo và nghiên cứu sinh thái cảnh quan hàng đầu châu Á. Tại Đông Á, phải nhắc đến những hoạt động tích cực của Chi hội Sinh thái Cảnh quan tại Trung Quốc (CALE) và Hội Sinh thái học Nhật Bản. Do được tiếp xúc sớm với các

nhà sinh thái cảnh quan trên thế giới ngay từ khi thành lập Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế vào năm 1982, nhiều nhà sinh thái cảnh quan Trung Quốc và Nhật Bản đã nắm giữ những cương vị quan trọng trong cơ cấu tổ chức của hiệp hội này, đồng thời đóng góp lớn trong đào tạo và nghiên cứu sinh thái cảnh quan tại các viện nghiên cứu và trường đại học. Tùy thuộc vào điều kiện mỗi quốc gia mà sinh thái cảnh quan được phát triển theo các định hướng khác nhau.

Tại Trung Quốc, do lãnh thổ rộng lớn và phân hóa sâu sắc nên các nghiên cứu sinh thái cảnh quan được thực hiện thống nhất với đặc điểm phân hóa của các vùng lãnh thổ theo hướng địa lý và sinh thái ứng dụng. Dưới sự tài trợ của quỹ quốc gia cho phát triển lĩnh vực này, các nhà sinh thái cảnh quan Trung Quốc đã đạt được những thành tựu quan trọng về quy hoạch sử dụng đất, phân tích cấu trúc và động lực cảnh quan, mô hình hóa cảnh quan,... Các nghiên cứu trong quá khứ đặc biệt nhấn mạnh vào lý thuyết và ứng dụng cho các cảnh quan đặc thù. Cảnh quan đô thị, cảnh quan ngoại ô, vùng và lưu vực, cảnh quan lạnh và khô cằn, cảnh quan rừng, cảnh quan nông nghiệp, cảnh quan ngập nước,... được xác định là những đối tượng nghiên cứu chính.

Sinh thái cảnh quan ở Nhật Bản được phát triển mạnh mẽ bởi những đóng góp tích cực của các nhà sinh thái học ở các trung tâm đào tạo và nghiên cứu mạnh là Đại học Tổng hợp Hiroshima, Đại học Quốc gia Yokohama, Viện Nghiên cứu và Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên Chiba,... Quá trình đô thị hóa diễn ra lâu đời cùng với nền kinh tế phát triển rất cao của Nhật Bản đã tác động và thúc đẩy mạnh mẽ hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan đô thị. Nghiên cứu sinh thái cảnh quan đô thị không chỉ giới hạn trong phạm vi nước Nhật mà còn được chú trọng mở rộng sang lãnh thổ bên ngoài, đặc biệt tại Trung Quốc và các quốc gia Đông Nam Á.

Sự phát triển của sinh thái cảnh quan ở một số nước đang phát triển ở châu Á chịu ảnh hưởng rất nhiều từ lý luận của châu Âu. Chẳng hạn, các nhà khoa học thuộc Viện Quốc tế về Khoa học Địa thông tin và Quan trắc Trái Đất (ITC, Hà Lan) có nhiều đóng góp trong thúc đẩy nghiên cứu và phát triển ứng dụng của các lĩnh vực quan sát Trái Đất, GIS và năng lực quản lý thông tin địa lý tại Java, Sri Lanka, Thái Lan,... Nhà khoa học Đức Schreiber (1991) công bố công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan với các nhà khoa học Israel về cấu trúc sinh cảnh của cao nguyên Negev và hướng khai thác sử dụng.

### *Sinh thái cảnh quan tại khu vực Mỹ Latinh*

Sinh thái cảnh quan tại các quốc gia Mỹ Latinh phát triển tương đối muộn và được sự hỗ trợ của các nhà sinh thái cảnh quan Tây Âu. Hội nghị Sinh thái Cảnh quan Quốc tế được tổ chức lần đầu tiên tại Buenos Aires (Argentina) vào năm 2005 với sự tham gia của các đại biểu từ Brazil, Colombia, Venezuela, Chile, Bolivia. Các nghiên cứu ở khu vực này tập trung vào hai lĩnh vực chính: bảo tồn loài và các hệ sinh thái tự nhiên; phát triển các ứng dụng của sinh thái cảnh quan trong quy hoạch nông nghiệp và đô thị. Do ảnh hưởng từ tư tưởng của các nhà sinh thái cảnh quan Tây Âu và Đông Âu, sinh thái cảnh quan tại khu vực này phát triển theo định hướng địa lý học.

### *Sinh thái cảnh quan tại châu Phi*

Cùng với Mỹ Latinh, sinh thái cảnh quan ở châu Phi chỉ được phát triển từ những năm đầu thế kỷ thứ XXI. Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại châu Phi (Africa-IALE) ra đời góp phần tạo nên một trung tâm nghiên cứu sinh thái cảnh quan thống nhất trên toàn châu Phi, đồng thời tạo cơ hội cộng tác giữa các nhà nghiên cứu và các nhà quản lý - những người quan tâm nhiều nhất đến ngăn ngừa thoái hóa tài

nguyên hiện đang xảy ra phổ biến ở lục địa này. Nhiệm vụ nghiên cứu cấu trúc, chức năng và động lực cảnh quan phù hợp với mục tiêu phân tích các cảnh quan nhiệt đới tự nhiên đặc sắc, các cảnh quan văn hóa quan trọng, các cảnh quan nhân sinh xuất hiện do hoạt động khai thác tài nguyên. Hầu hết các nghiên cứu sinh thái cảnh quan tại châu Phi đều nằm trong dự án hợp tác giữa các nhà quản lý tại địa phương với đối tác thuộc các nước phát triển.

Xét ở khía cạnh tổng thể, sự phát triển mạnh mẽ của sinh thái cảnh quan trên toàn thế giới trong giai đoạn này do các nguyên nhân sau:

- *Các vấn đề môi trường, sinh thái và quản lý đất đai nảy sinh ở quy mô không gian lớn:* những thập niên cuối thế kỷ thứ XX, đầu thế kỷ thứ XXI được đánh dấu bởi nhu cầu ngày càng lớn của con người đối với dịch vụ của các hệ sinh thái toàn cầu gây ra những khủng hoảng sinh thái học quy mô lớn. Lượng đất xói mòn hàng năm từ các trang trại nông nghiệp ở khu vực Bắc Mỹ và Mỹ Latinh, sự suy giảm diện tích rừng khu vực xích đạo và nhiệt đới,... là những minh chứng rõ ràng nhất cho hành động khai thác quá mức các hệ sinh thái của con người cũng như tính nhạy cảm của các hệ sinh thái này đối với tác động khai thác của con người. Những bằng chứng thuyết phục về giới hạn của hệ sinh thái thể hiện trong sự thay đổi chế độ lũ, tăng tải lượng chất lơ lửng, ô nhiễm chất hóa học, thay đổi cấu trúc quần xã,... xảy ra ở các hệ thống sông trên toàn thế giới. Thoái hóa các hệ sinh thái trên Trái Đất cũng được phản ánh bởi sự suy giảm quần thể của nhiều loài, rất nhiều trong số đó đang có nguy cơ tuyệt chủng. Những khủng hoảng này là kết quả của các tác động tích lũy do biến đổi sử dụng đất xảy ra ở các quy mô không gian rộng lớn. Những vấn đề liên quan tới cách thức quản lý các quần thể sinh vật bản địa trên quy mô không gian rộng lớn, biến đổi sử dụng đất hoặc biến đổi khí hậu, giảm thiểu những ảnh hưởng có hại của hiện tượng phân mảnh hoặc mất nơi sống, quy hoạch khu vực định cư

và sản xuất của con người ở những vùng hay xảy ra tai biến thiên nhiên, làm giảm những ảnh hưởng tiêu cực của các chất ô nhiễm nguồn phi điểm đối với các hệ sinh thái thủy vực,... là những vấn đề cần được nghiên cứu và quản lý ở cấp cảnh quan. Đây là những bài toán do thực tiễn đặt ra, yêu cầu phải được giải quyết ở cả khía cạnh bảo vệ cảnh quan (bảo vệ nơi sống của sinh vật) và khía cạnh bảo vệ các hệ sinh thái (bảo vệ đa dạng sinh học và các quá trình hệ sinh thái quan trọng).

- *Sự xuất hiện các quan điểm mới về hệ sinh thái động lực*: hệ sinh thái được sinh thái học truyền thống nhìn nhận như một hệ thống chức năng và khép kín, nghĩa là luôn có xu thế trở lại một trạng thái cân bằng. Từ thập niên 80 của thế kỷ thứ XX, quan điểm hệ sinh thái là một hệ thống động lực bắt đầu thay thế quan điểm hệ sinh thái là một hệ cân bằng. Theo quan điểm này, luôn có dòng vật chất và năng lượng chuyển qua ranh giới các hệ sinh thái, là yếu tố gắn kết các hệ sinh thái với nhau. Cách tiếp cận này cho phép phân tích được tương tác của một tập hợp các hệ sinh thái có quan hệ gần gũi với nhau ảnh hưởng tới các quá trình hệ sinh thái. Quan điểm về cảnh quan là một tập hợp các hệ sinh thái gắn liền với một khu vực địa lý cho phép liên kết sinh thái học với địa lý học, là cơ sở hình thành và phát triển sinh thái cảnh quan.

- *Các công nghệ hiện đại, bao gồm những cơ sở dữ liệu không gian lớn và sẵn có, các phần mềm xử lý dữ liệu không gian, những tiến bộ về khả năng tính toán do phát triển công nghệ phần cứng và phần mềm máy tính*: những thập niên cuối thế kỷ thứ XX, đầu thế kỷ thứ XXI cũng được đánh dấu bằng những tiến bộ vượt bậc về công nghệ tính toán, khả năng cung cấp dữ liệu viễn thám (ảnh vệ tinh, ảnh hàng không), sự phát triển của GIS cho phép lưu trữ, xử lý và hiển thị dữ liệu không gian,... Do cảnh quan là một đơn vị không gian có quy mô rộng lớn, nên rất cần thiết phải ứng dụng những công nghệ này. Tiến bộ công nghệ đã hỗ trợ rất hiệu quả cho các nghiên cứu cảnh quan. Đặc biệt, trường phái sinh thái cảnh

quan Bắc Mỹ đã tỏ ra ưu thế hơn hẳn trong phát triển các công nghệ hiện đại này phục vụ nghiên cứu.

Hiện nay, Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế có 25 chi hội thành viên chính thức trên toàn thế giới, bao gồm: Hoa Kỳ và Canada (khu vực Bắc Mỹ); châu Âu (EALE), Đức, Hà Lan, Anh, Thụy Sĩ, Pháp, Italia, Bồ Đào Nha, Cộng hòa Séc, Cộng hòa Slovakia, Ukraina, Estonia, Ba Lan, Đan Mạch, Na Uy và Thụy Điển (khu vực châu Âu); Nhật Bản, Trung Quốc và Việt Nam (khu vực châu Á); Argentina và Brazil (khu vực Mỹ Latinh); Australia (khu vực châu Úc); châu Phi (Africa-IALE) (khu vực châu Phi). Trong hiệp hội, Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Hoa Kỳ phát triển mạnh nhất và đạt được những thành tựu lớn nhất. Các chi hội thuộc Tây Âu và Đông Âu được đánh giá là hoạt động tích cực nhất trong nỗ lực thúc đẩy phát triển sinh thái cảnh quan trên toàn thế giới.

Tùy theo điều kiện về nhân lực và các vấn đề thực tiễn được đặt ra, tùy thuộc tính đặc thù của mỗi lục địa, khu vực hay mỗi quốc gia mà định hướng phát triển và nghiên cứu chuyên sâu ở các chi hội khác nhau. Chẳng hạn, xét về khía cạnh nghiên cứu cảnh quan phục vụ công tác bảo vệ môi trường: trong khi Hoa Kỳ phát triển rất mạnh hướng mô hình hóa động lực quần thể biến thái và các quá trình hệ sinh thái trong các cảnh quan bị phân mảnh nhằm giải quyết các hậu quả môi trường do chặt phá (Forman và Godron, 1986; McGarigal, 2002), các chi hội thuộc Tây Âu và Đông Âu chỉ giới hạn phân tích động lực quần thể trong mối quan hệ với phân mảnh cảnh quan do biến đổi sử dụng đất nông nghiệp để giải quyết các vấn đề môi trường (Naveh, 1984; Zonneveld, 1995).

Cho đến nay đã có tám hội nghị sinh thái cảnh quan thế giới được tổ chức. Ý tưởng về Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế được xây dựng tại hội nghị Sinh thái Cảnh quan lần thứ nhất ở Veldhoven (Hà



Lan, 1981), cụ thể hóa bằng tuyên bố thành lập Hiệp hội tại hội nghị lần thứ hai ở Piestany (Tiệp Khắc, 1982). Sau đó là những tổng kết hoạt động của các nhóm nghiên cứu thuộc hiệp hội tại hội nghị Sinh thái Cảnh quan lần thứ ba ở Roskilde (Đan Mạch, 1984), hội nghị Sinh thái Cảnh quan châu Âu (tại Tartu, Estonia, 2001), hội nghị Sinh thái Cảnh quan châu Á Thái Bình Dương (2001), hội nghị Sinh thái Cảnh quan Thế giới tại Darwin (Australia, 2003). Hội nghị Sinh thái Cảnh quan Thế giới lần thứ 7 tại Wageningen (Hà Lan, 2007) có chủ đề *"25 năm sinh thái cảnh quan: ứng dụng trong thực tiễn"* đề cập đến vấn đề áp dụng các nguyên lý sinh thái cảnh quan phục vụ phát triển bền vững. Hiện nay, các hoạt động phát triển của con người trong xu thế biến đổi toàn cầu và các cảnh quan văn hóa trở thành mối quan tâm chính của sinh thái cảnh quan trên thế giới. Với tiêu chí này, Hội nghị Sinh thái Cảnh quan Thế giới lần thứ 8 tổ chức tại Bắc Kinh (Trung Quốc, 2011) đưa ra chủ đề *"sinh thái cảnh quan phục vụ văn hóa và môi trường bền vững"* với tám nội dung thảo luận chính là:

- Cảnh quan văn hóa: quan hệ động lực giữa tự nhiên và xã hội;
- Tích hợp sinh thái cảnh quan với phát triển bền vững;
- Biến đổi cảnh quan và mô hình hóa các khu vực phát triển nhanh;
- Nơi sống và bảo tồn sinh học;
- Nghiên cứu sinh thái học dài hạn theo tiếp cận đa tỷ lệ;
- Cảnh quan và quy hoạch đô thị;
- Sinh thái cảnh quan và tiến trình đô thị hóa;
- Xác lập, xây dựng cảnh quan.

### **1.2.3. Các nhà sinh thái cảnh quan nổi bật trên thế giới**

Phần này giới thiệu khái quát về các nhà khoa học có những đóng góp quan trọng nhất đối với tiến trình phát triển của sinh thái cảnh quan trên phạm vi toàn thế giới.

*Carl Troll* đảm nhận cương vị giáo sư địa lý của Đại học Tổng hợp Munich, Đức từ năm 1930. Là học trò của nhà địa lý vĩ đại Humboldt, Troll được thừa kế các kiến thức uyên thâm về địa lý thực vật và sinh thái học. Năm 1939, ông xuất bản tác phẩm "Quy hoạch hàng không và khoa học môi trường đất", trong đó sáng tạo ra thuật ngữ sinh thái cảnh quan nổi tiếng trên toàn thế giới. Do phản đối chế độ phát xít, Troll bị quản thúc trong thời kỳ chiến tranh. Sau chiến tranh, với những đóng góp tích cực, ông được bầu là chủ tịch Hiệp hội Địa lý Quốc tế nhiệm kỳ 1960 - 1964. Với những ý tưởng mới mẻ và các nghiên cứu đột phá, Carl Troll được đánh giá là một trong những nhà địa lý tự nhiên có ảnh hưởng nhất thế kỷ thứ XX. Ông là cá nhân quan trọng nhất đưa nền địa lý Đức trở lại vị thế đầu đàn trên trường quốc tế sau thời kỳ chiến tranh. Ở cương vị nhà nghiên cứu, ông nổi tiếng với nhiều lĩnh vực về địa lý tự nhiên, bao gồm nghiên cứu về địa mạo học, băng hà học, giải đoán ảnh hàng không, vi khí hậu, cấu trúc thổ nhưỡng, phân vùng sinh thái, địa thực vật,... Trên bình diện quốc tế, Troll được công nhận rộng rãi là cha đẻ của khoa học sinh thái cảnh quan.

*Frank Benjamin Golley* là giáo sư chuyên ngành động vật học và quản lý thiên nhiên của Đại học Tổng hợp Georgia, Hoa Kỳ từ năm 1958. Trong cuộc đời hoạt động khoa học, ông đã giữ nhiều cương vị quan trọng: chủ tịch Hiệp hội Sinh thái Quốc tế (INTECOL), chủ tịch Hội Sinh thái học Hoa Kỳ (ESA), chủ tịch Hội Sinh thái Nhiệt đới Quốc tế (ISTE). Những đóng góp của Golley đối với sinh thái cảnh quan rất to lớn. Ông là người thành lập và tổng biên tập đầu tiên của Tạp chí Sinh thái Cảnh quan. Ông đã công bố gần 40 cuốn sách và trên 150 bài báo khoa học liên quan đến sinh thái học, sinh học, các khoa học xã hội và

lịch sử. Năm 1993, ông công bố tác phẩm "Lịch sử của khái niệm hệ sinh thái trong sinh thái học" và đã giành được nhiều giải thưởng quan trọng cho công trình này. Trong lĩnh vực giáo dục, rất nhiều học trò của ông sau này đã trở thành nhiều người có ảnh hưởng lớn đối với tiến trình phát triển của sinh thái cảnh quan trên toàn thế giới.

*Richard T.T. Forman* là giáo sư Đại học Tổng hợp Harvard, Hoa Kỳ. Ông được coi là người sáng lập ra lĩnh vực sinh thái cảnh quan định lượng với công bố rất nổi tiếng về mô hình PCM hiện được sử dụng trong hầu hết các công trình nghiên cứu bảo tồn, biến đổi cảnh quan, quy hoạch sử dụng đất. Tác phẩm nổi tiếng nhất của Forman là "Sinh thái cảnh quan" (đồng tác giả với nhà sinh thái học Pháp Michel Godron, 1986) là công trình tổng hợp và định lượng đầu tiên của sinh thái cảnh quan hiện đại, trong đó sáng tạo ra rất nhiều mô hình độ đo cảnh quan. Đây cũng là công trình được trích dẫn nhiều nhất trong tất cả các nghiên cứu sinh thái cảnh quan trên thế giới tính đến nay.

*Isaak Zonneveld* nguyên là giáo sư của Viện Quốc tế về Khoa học Địa thông tin và Quan trắc Trái Đất (ITC), Hà Lan. Ông là người thừa kế xuất sắc những tư tưởng của Carl Troll. Với cách tiếp cận lấy đất đai là đối tượng trung tâm trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan, Zonneveld là người có những đóng góp đặc biệt quan trọng trong định hướng phát triển của trường phái sinh thái cảnh quan Tây Âu. Ông phát triển thành công hướng liên kết thổ nhưỡng học, địa mạo học với các khoa học nghiên cứu thực vật và đề xuất một hệ thống phân loại đất đai gồm 4 bậc phân vị. Cách tiếp cận này có ý nghĩa thực tiễn quan trọng trong đánh giá và quy hoạch sử dụng đất đai, được tổ chức giảng dạy ở ITC cũng như ứng dụng nghiên cứu tại nhiều nước đang phát triển thuộc châu Phi và châu Á.

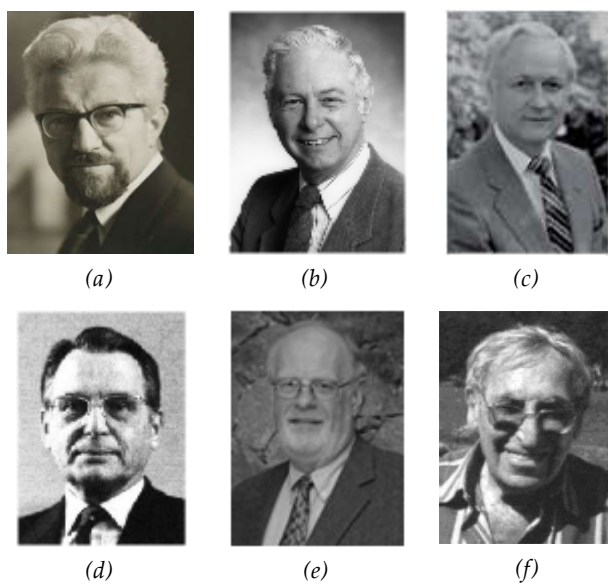
*John Wiens* nhận tiến sỹ chuyên ngành điều học của Đại học bang Oregon, Đại học New Mexico và Đại học bang Colorado. Ông đã từng

đảm nhiệm cương vị Chủ tịch Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế và Tổng biên tập của Tạp chí Sinh thái Cảnh quan. Từ năm 2002, ông là trưởng nhóm Bảo vệ Thiên nhiên của Hoa Kỳ với trách nhiệm phát triển các nguyên lý khoa học bảo tồn. Với khối lượng công bố quốc tế đồ sộ, khoảng 200 bài báo và sách, trong đó nổi tiếng nhất là cuốn "*Các vấn đề và tư tưởng sinh thái cảnh quan*" (do Nhà xuất bản Cambridge ấn hành vào năm 2005), Wiens được đánh giá là một trong những người có công lớn nhất trong thúc đẩy phát triển sinh thái cảnh quan trên toàn thế giới. Đóng góp quan trọng nhất về mặt học thuật của Wiens là đã phát triển thành công hướng liên kết nghiên cứu đất đai với nước, con người và bảo tồn các môi trường bán khô ở nhiều lục địa, phát triển lý luận và các ứng dụng thực tiễn về phân tích quan hệ không gian trong nghiên cứu sinh thái học quần xã.

Nhà khoa học cuối cùng được đề cập tới trong phần này là *Zev Naveh*. Ông nhận học vị tiến sĩ sinh thái học tại Đại học Tổng hợp Hebrew, Jerusalem, Israel. Từ năm 1965, ông là giáo sư của Đại học Haifa, Israel, giảng dạy các môn nông học, sinh thái học hệ thống, sinh thái cảnh quan và sinh thái phục hồi. Công trình "*Sinh thái cảnh quan - lý thuyết và ứng dụng*" (viết chung với Liebermann vào năm 1984) là cuốn chuyên khảo đầu tiên trên thế giới về sinh thái cảnh quan, trong đó khẳng định sinh thái cảnh quan là một khoa học tổng hợp và định hướng nhân văn. Đóng góp quan trọng nhất về mặt lý luận của Naveh là tư tưởng *hướng nhân*, xác định con người là một đối tượng quan trọng trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan. Lý luận về quan hệ giữa cảnh quan và văn hóa do ông đề xuất vào năm 1991 tại Hội nghị Sinh thái Cảnh quan Thế giới ở Ottawa được xem là nguyên lý cơ bản thứ ba của sinh thái cảnh quan.

Trước Naveh, sinh thái cảnh quan vẫn định hướng nghiên cứu các thực thể tự nhiên như địa lý học hay sinh thái học truyền thống. Ngay

cả Carl Troll cũng đã từng xem sinh thái cảnh quan tương đồng với địa-sinh thái, do đó hạn chế những ứng dụng thiết thực của khoa học này đối với thực tiễn phát triển của xã hội cũng như vai trò của các nhà sinh thái cảnh quan trong các tổ chức quốc tế. Với những đóng góp của Naveh, tiếp cận nhân sinh trở thành một định hướng nghiên cứu chủ đạo, đã tạo cho sinh thái cảnh quan có những ưu thế tích cực trong giải quyết các vấn đề môi trường và phát triển bền vững từ quy mô địa phương cho đến quy mô toàn cầu. Các nhà sinh thái cảnh quan từ đó có cơ hội tham gia rộng rãi vào các tổ chức quốc tế, phi Chính phủ, Liên Hiệp quốc, Liên minh Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế (IUCN), Quỹ Quốc tế Bảo vệ Thiên nhiên (WWF),...



*Hình 1.3. Các nhà khoa học có những đóng góp quan trọng nhất trong tiến trình phát triển của sinh thái cảnh quan trên thế giới:*

- (a) Carl Troll;*
- (b) Frank Benjamin Golley;*
- (c) Richard T.T. Forman;*
- (d) Isaak Zonneveld;*
- (e) John Wiens;*
- (f) Zev Naveh*

#### **1.2.4. Sinh thái cảnh quan tại Việt Nam**

Trước năm 1992, các công trình nghiên cứu thể tổng hợp lãnh thổ tại Việt Nam chủ yếu dựa trên nền tảng lý luận cảnh quan học Xô Viết. Tùy vào từng giai đoạn phát triển và để đáp ứng nhu cầu thực tiễn mà nội dung các công trình nghiên cứu cảnh quan được thể hiện dưới các

tiêu đề khác nhau, chẳng hạn “phân vùng địa lý tự nhiên”, “cảnh quan địa lý”, “nghiên cứu cảnh quan”, “cơ sở cảnh quan”, “phân vùng cảnh quan”, “phân tích cảnh quan”,... Vũ Tự Lập (1976) đã nghiên cứu và xây dựng bản đồ cảnh quan địa lý miền Bắc Việt Nam theo quan niệm cảnh quan là đơn vị cá thể. Quan niệm cảnh quan là đơn vị kiểu loại được các nhà khoa học thuộc Viện Địa lý (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam) và Khoa Địa lý (Đại học Quốc gia Hà Nội) áp dụng xây dựng nhiều bản đồ cảnh quan ở các tỷ lệ khác nhau (Nguyễn Thành Long, 1993; Nguyễn Cao Huân, 1991, 2002, 2003; Phạm Quang Anh, 1996, 2001; Phạm Hoàng Hải, Nguyễn Ngọc Khánh, 1997, 2002; Nguyễn An Thịnh, 2007, 2012). Kinh nghiệm nghiên cứu thực tiễn về cảnh quan học đã tạo điều kiện cho các nhà cảnh quan học Việt Nam tích lũy đủ kiến thức tổng hợp và liên ngành về sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường các vùng lãnh thổ của Việt Nam. Trong bối cảnh đất nước đổi mới, phát triển kinh tế nhanh, nhiều vấn đề môi trường và sinh thái cấp bách nảy sinh dẫn tới xu thế tất yếu là cảnh quan học phải tiếp cận với các bộ môn khoa học khác có liên quan, quan trọng nhất là hướng tiếp cận sinh thái học, kinh tế học và các khoa học xã hội - nhân văn trong nghiên cứu cảnh quan.

Quá trình hình thành, phát triển lý luận và thực tiễn trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan tại Việt Nam được phân chia thành bốn thời kỳ:

#### ***a) Thời kỳ Pháp thuộc (trước năm 1954)***

Trong thời kỳ này, các công trình chủ yếu nghiên cứu ở quy mô toàn quốc và bán đảo Đông Dương thuộc Pháp để phục vụ cho mục tiêu quân sự, quản lý hành chính và khai thác tài nguyên tại thuộc địa.

Vào cuối thế kỷ thứ XIX, Nha Địa lý, Nha Địa chất và Nha Khí tượng ở Đông Dương được thành lập với nhiệm vụ chính là thành lập bản đồ địa lý ở tỷ lệ nhỏ. Hội Địa lý Đông Dương cũng được thành lập,

bao gồm các nhà địa lý học, địa chất học, sinh học, quản lý hành chính và các cộng tác viên. Nhiệm vụ của các hội này là nghiên cứu điều kiện tự nhiên phục vụ khai thác tài nguyên trên toàn bán đảo Đông Dương. Một số công trình nghiên cứu đáng chú ý về địa lý Việt Nam và địa lý Đông Dương đã được xuất bản trong thời kỳ này, chẳng hạn “Cấu trúc và địa lý tự nhiên ở Đông Dương thuộc Pháp” (Dussault, 1927), “Đông Dương thuộc Pháp” (Gourou, 1929), “Thanh Hóa” (Robequyn, 1929), “Tonkin” (Gourou, 1931), “Đông Dương thuộc Pháp” (Robequyn, 1935), “Sử dụng đất ở Đông Dương thuộc Pháp” (Gourou, 1940).

Hầu hết các công trình kể trên đề cập tới đặc điểm riêng của từng nhân tố tự nhiên, có rất ít công trình nghiên cứu tổng hợp hoặc quy luật phân hóa lãnh thổ tự nhiên. Quan điểm về phân vùng tự nhiên và nhân văn, khái niệm về cảnh quan chưa định hình rõ trong thời kỳ này.

### ***b) Thời kỳ 1954 - 1975***

Sau khi miền Bắc Việt Nam được giải phóng khỏi chế độ Pháp thuộc, khảo sát thiên nhiên Việt Nam theo định hướng địa lý mới. Sự phát triển của địa lý Việt Nam gắn liền với sự ra đời của các cơ sở đào tạo khoa học Địa lý, bao gồm Khoa Địa lý (Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, 1956), Khoa Địa lý - Địa chất (Trường Đại học Tổng hợp Hà Nội, 1966), Khoa Địa chất (Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 1967), cục Địa chất Quản lý Khai thác Mỏ, cục Trắc địa và Bản đồ, cục Khí tượng - Thủy văn, Ủy ban Nghiên cứu Biển,... với nhiệm vụ nghiên cứu phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ thiên nhiên. Các nghiên cứu dựa trên hợp tác với chuyên gia nước ngoài trong cộng đồng các nước xã hội chủ nghĩa, đặc biệt là với các nhà khoa học Xô Viết.

Trong rất nhiều công trình nghiên cứu đã được công bố trong giai đoạn này, đáng chú ý nhất là công trình thành lập bản đồ đất miền Bắc Việt Nam tỷ lệ 1/1.000.000 (Fridland, Vũ Ngọc Tuyên và cộng sự, 1959);

sinh thái học và phân loại thảm thực vật rừng Việt Nam (Trần Ngũ Phương, 1962); thảm thực vật rừng Việt Nam (Thái Văn Trùng, 1970); đất và vỏ phong hóa nhiệt đới ẩm (Fridland, 1964); xây dựng bản đồ địa chất miền Bắc Việt Nam tỷ lệ 1/500.000 (Dozukov và các nhà địa chất Xô Viết và Việt Nam); đặc trưng địa lý động vật của động vật không xương sống ở miền Bắc Việt Nam (Đặng Ngọc Thanh, 1967); khí hậu miền Bắc Việt Nam (Nguyễn Xiển và cộng sự, 1968). Trong giai đoạn này đã xuất hiện các công trình nghiên cứu địa lý tổng hợp của Lê Xuân Phương (1958, về tổng hợp thể địa lý ở Việt Nam), của Nguyễn Đức Chính và Vũ Tự Lập (1963, về địa lý tự nhiên Việt Nam).

Những thành tựu của địa lý học Xô Viết và sự hỗ trợ của các nhà địa lý Xô Viết có đóng góp quan trọng trong sự phát triển cảnh quan ở Việt Nam. Đã xuất hiện một số công trình về phân vùng địa lý tự nhiên tổng hợp của các nhà địa lý Xô Viết và Việt Nam, ví dụ của Scheglova (1957) hay của Fridland (1961). Trong cuốn "Địa lý tự nhiên Việt Nam", Nguyễn Đức Chính và Vũ Tự Lập (1963) đã đưa ra một sơ đồ phân vùng địa lý tự nhiên, trong đó có kế thừa kết quả phân vùng của các nhà địa lý Pháp. Điểm mới trong sơ đồ này là đã phát hiện đèo Hải Vân là ranh giới giữa đới nhiệt đới gió mùa và đới cận xích đạo gió mùa.

Trong bối cảnh chiến tranh, định hướng nghiên cứu các thể tổng hợp địa lý thể hiện sự khác nhau giữa miền Bắc và miền Nam Việt Nam. Ở miền Bắc, các nhà nghiên cứu tiếp thu quan điểm, phương pháp luận và phương pháp nghiên cứu địa lý của các nước thuộc khối xã hội chủ nghĩa ở châu Âu là Liên Xô và một số nước Đông Âu (Tiệp Khắc, Đông Đức, Bungari, Ba Lan,...), gồm địa lý bộ phận (còn gọi là địa lý ngành) và địa lý tổng hợp (với đối tượng nghiên cứu chính là các tổng hợp thể tự nhiên). Nhiệm vụ chính là phát hiện các quy luật chung về sự phân hóa lãnh thổ, chú trọng nghiên cứu chi tiết các phần cảnh quan ở toàn miền Bắc Việt Nam hoặc cấp vùng (đồng bằng châu



thổ sông Hồng, Đông Bắc, Tây Bắc và Bắc Trung Bộ). Các công trình nghiên cứu này có sự tham gia hợp tác với các nhà địa lý học Xô Viết.

Như vậy, trong thời kỳ này, hướng nghiên cứu cảnh quan đã được định hình rõ ràng. Một số tác giả đã quan tâm tới phát hiện sự phân hóa lãnh thổ ảnh hưởng tới sinh vật, cụ thể là tới cấu trúc thảm thực vật (Trần Ngũ Phương, Thái Văn Trưng) hay tới phân bố địa lý của động vật (Đặng Ngọc Thanh). Hầu hết các công trình nghiên cứu được dựa trên quan điểm cá thể (nghiên cứu phân vùng). Nghiên cứu hệ sinh thái của các nhà sinh thái học chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của hướng nghiên cứu sinh địa quần lạc học của trường phái Sukachev.

### *c) Thời kỳ 1976 - 1991*

Sau giải phóng miền Nam và thống nhất đất nước, nghiên cứu cảnh quan được thực hiện ở quy mô cả nước và các vùng lớn trong các chương trình khoa học cơ bản cấp Nhà nước về nghiên cứu tổng hợp điều kiện tự nhiên và tài nguyên. Kết quả, các nhà khoa học Việt Nam đã khảo sát, thu thập nguồn tài liệu lớn về đặc điểm các hợp phần tự nhiên, thành lập hàng loạt bản đồ thành phần ở tỷ lệ lớn (bản đồ địa chất, thổ nhưỡng, thảm thực vật, khí hậu thủy văn), đã xây dựng trạm quan trắc địa lý tự nhiên tổng hợp ở một vài vùng như Tây Nguyên, Đông Bắc. Dựa trên những thuận lợi đó, nghiên cứu cảnh quan được thực hiện ở cả quy mô toàn quốc, miền và các vùng.

Ở quy mô toàn quốc, các nghiên cứu của Lê Bá Thảo (1977), Phạm Quang Anh và Solnetsev (1991) nổi bật nhất. Trong cuốn “Thiên nhiên Việt Nam” (1977, tái bản năm 1991), Lê Bá Thảo đã nêu được đặc điểm đa dạng và thống nhất của thiên nhiên Việt Nam. Các vấn đề được đặt ra liên quan tới sử dụng thiên nhiên, định hướng tổ chức không gian và chiến lược khai thác hợp lý tài nguyên bảy miền trong toàn bộ lãnh thổ Việt Nam là Đông Bắc, Tây Bắc, đồng bằng châu thổ Bắc Bộ, Trường

Son Bắc, Trường Sơn Nam, Đông Nam Bộ và đồng bằng châu thổ sông Cửu Long. Một công trình tương tự được thực hiện theo hướng đánh giá cảnh quan phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên các vùng lãnh thổ Việt Nam (Phạm Quang Anh và Solnetsev, 1991).

Ở quy mô miền, có hai công trình nổi bật về phân vùng cảnh quan miền Bắc (của Vũ Tự Lập) và phân vùng cảnh quan miền Nam (của Trương Quang Hải). Công trình của Vũ Tự Lập (1976) về phân vùng cảnh quan địa lý miền Bắc Việt Nam được đánh giá rất cao. Công trình được thực hiện trên cơ sở phương pháp luận và phương pháp nghiên cứu khoa học về phân vùng lãnh thổ, đã giải quyết hàng loạt các cặp phạm trù biện chứng cụ thể của phân vùng địa lý tự nhiên, xây dựng hệ thống phân loại phục vụ phân vùng cảnh quan ở các cấp. Phân loại được thực hiện sau khi tiến hành phân vùng từ trên xuống và từ dưới lên. Theo đó, lãnh thổ miền Bắc Việt Nam phân hóa thành 577 cảnh quan (theo Vũ Tự Lập, cảnh quan là đơn vị cơ sở của phân vùng) thuộc 1 đới, 2 á đới, 2 miền, 3 đai cao và 8 khu. Số lượng đơn vị lớn như vậy được giải thích do tính đa dạng cao của tự nhiên lãnh thổ miền Bắc Việt Nam. Trong giáo trình giảng dạy về địa lý tự nhiên Việt Nam cho các trường đại học và cao đẳng sư phạm (1978), Vũ Tự Lập đã chia lãnh thổ Việt Nam thành 3 miền và 13 khu. Các miền là kết quả từ sự kết hợp giữa xứ và đới, trong đó khu là một phần của miền, phân hóa theo đặc điểm địa chất - địa mạo. Các khu ở miền núi thường nằm trong một hệ thống địa hình, có một hệ thống đai cao riêng; trong khi đó, các khu ở đồng bằng có điều kiện đá mẹ nhất định và quá trình địa mạo thống trị.

Từ khi đất nước được thống nhất, các nhà địa lý học có điều kiện để bắt đầu nghiên cứu cảnh quan ở miền Nam Việt Nam. Trên cơ sở tham khảo hệ thống phân loại cảnh quan của Nhicolaiev (1979) và phân tích quy luật chung chi phối sự phân hóa lãnh thổ tự nhiên, Trương Quang Hải (1991) đã xây dựng hệ thống phân loại cảnh quan miền Nam Việt Nam gồm các cấp từ cao xuống thấp, bao gồm: hệ cảnh quan, lớp

cảnh quan, nhóm cảnh quan, kiểu cảnh quan và loại cảnh quan. Bản đồ các hợp phần thành tạo cảnh quan tỷ lệ 1/1.000.000 được thành lập hoặc biên tập bao gồm bản đồ địa chất, bản đồ các kiểu địa hình, bản đồ các nhóm và loại đất, bản đồ các kiểu thảm thực vật, bản đồ phân vùng khí hậu - thủy văn. Bản đồ cảnh quan miền Nam Việt Nam được xây dựng trên cơ sở phân tích liên hợp các hợp phần thành tạo cảnh quan.

Đặc điểm nổi bật trong thời kỳ này là các nghiên cứu cảnh quan ở quy mô vùng được thực hiện với sự hỗ trợ kinh phí từ các chương trình khoa học cấp quốc gia như chương trình Tây Nguyên 1 (1976 - 1980), chương trình Tây Bắc, chương trình Nam Bộ,... với sự tham gia của nhiều chuyên gia thuộc các lĩnh vực khác nhau là địa lý học, sinh thái học, sinh học, khí hậu, thủy văn,... Từ năm 1976 đến năm 1980, bộ môn Quy hoạch Lãnh thổ và Quản lý Môi trường thuộc Khoa Địa lý - Địa chất, Trường Đại học Tổng hợp Hà Nội đã tiến hành nghiên cứu tổng hợp lãnh thổ Tây Nguyên, thực hiện nhiều chuyến khảo sát thực địa, thu thập khối lượng lớn mẫu đá, mẫu đất, mẫu thực vật, mẫu nước,... khảo sát sự phân hóa địa hình và các nhân tố khí hậu. Bằng những nỗ lực nghiên cứu không mệt mỏi trong hoàn cảnh đất nước vô vàn khó khăn lúc bấy giờ, tập thể các nhà khoa học đã cùng công bố được một chuyên khảo về phân vùng địa lý tự nhiên Tây Nguyên vào năm 1986. Theo đó, Tây Nguyên được chia thành 3 khu và 21 vùng tự nhiên. Chuyên khảo này có ý nghĩa to lớn đối với việc nhận thức đặc điểm phân hóa về điều kiện tự nhiên cho việc sử dụng hợp lý lãnh thổ, phát triển kinh tế Tây Nguyên sau giải phóng. Tiếc rằng trong công trình này không đề cập tới cơ sở lý luận, nguyên tắc và phương pháp phân vùng.

Sau khi phân vùng cảnh quan Tây Nguyên, các nhà khoa học thuộc Khoa Địa lý - Địa chất dưới sự chủ trì của nhà địa lý học Phạm Quang Anh đã tiến hành điều tra tổng hợp lãnh thổ phục vụ xác lập vùng chuyên canh cà phê tỉnh Đắk Lắk trên quan điểm hệ sinh thái. Đây được

xem là nghiên cứu sinh thái cảnh quan và địa sinh thái theo hướng thực nghiệm đầu tiên ở Việt Nam. Nghiên cứu thực nghiệm về thành phần vật chất và động lực biến đổi cảnh quan được tiến hành một cách hệ thống về điều kiện địa lý, sinh thái, sinh lý học, địa thực vật, cảnh quan và môi trường. Các nhóm chuyên gia đã khảo sát thăm dò tầng đất; lấy mẫu và phân tích đặc tính lý - hóa của đất; khảo sát biến trình ngày - đêm, tuần, tháng về nhiệt - ẩm của không khí; quan trắc thời kỳ thời tiết cực đoan ảnh hưởng đến cây trồng; đo đạc sinh khối, năng suất cây trồng của các sinh thái cảnh. Công trình này đánh dấu một bước ngoặt trong nghiên cứu địa tổng thể với các phương pháp định lượng và thực nghiệm của sinh thái học.

Mặc dù có cùng mục đích nghiên cứu tự nhiên phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ thiên nhiên nhưng các nhà sinh thái học và sinh học tiếp cận theo hướng hoàn toàn khác so với các nhà địa lý. Trong khi các nhà địa lý nghiên cứu tự nhiên (chủ yếu là các yếu tố phi sinh học) với đối tượng nghiên cứu là cảnh quan ở các cấp phân vị khác nhau, các nhà sinh thái học và sinh học tập trung phân tích các đối tượng sinh học với đơn vị nghiên cứu cơ bản là hệ sinh thái. Các công trình tiêu biểu theo hướng này bao gồm: nghiên cứu và định hướng bảo vệ, sử dụng hợp lý các hệ sinh thái cửa sông Việt Nam (Vũ Trung Tạng và cộng sự, 1971, 1983); phân tích và lập bản đồ các kiểu hệ sinh thái rừng Việt Nam trên quan điểm sinh thái phát sinh (Thái Văn Trưng, 1978); nghiên cứu cấu trúc sinh thái của khu hệ cá cửa sông ven biển và nghề cá cửa sông ven biển Việt Nam (Vũ Trung Tạng, 1983); nghiên cứu sử dụng hợp lý và quản lý các hệ sinh thái trung du (Lê Trọng Cúc, 1983, 1985); nghiên cứu các hệ sinh thái rừng ngập mặn Việt Nam, phân tích tác động của con người, tác động của biến đổi khí hậu tới các hệ sinh thái này, đề xuất định hướng sử dụng hợp lý và bảo tồn (Phan Nguyên Hồng, 1991).

Tóm lại, lý luận và định hướng nghiên cứu cảnh quan học và sinh thái học đã trở nên rõ ràng trong thời kỳ này; quy mô nghiên cứu cũng được trải rộng từ cấp toàn quốc, cấp miền và cấp vùng. Một số nghiên cứu tổng hợp đã có sự tham gia kết hợp của các chuyên gia về địa lý học, sinh thái học, sinh học và nhiều lĩnh vực khác. Công trình xác lập vùng chuyên canh cà phê tỉnh Đắk Lắk được coi là nghiên cứu sinh thái cảnh quan đầu tiên của Việt Nam. Một số nghiên cứu của các nhà sinh thái học đã thể hiện được sự quan tâm tới tác động không gian của các yếu tố môi trường phi sinh học đối với sinh vật. Ngoài ra, đã có một số công trình quan tâm tới quan hệ giữa con người và không gian lãnh thổ.

#### ***d) Thời kỳ đương đại (từ 1992 đến nay)***

Sự kiện đáng chú ý nhất trong thời kỳ này là Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Việt Nam (VN-IALE) trực thuộc Hội Địa lý Việt Nam ra đời vào năm 1992 và được Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế thông cáo trên bản tin số 10, tập 1 tháng 4/1992. Sự kiện này có ý nghĩa to lớn, góp phần phát triển hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam và trao đổi thông tin khoa học với các nhà sinh thái cảnh quan trên thế giới. Các báo cáo trong hội thảo đầu tiên về sinh thái cảnh quan tại Việt Nam (cũng là duy nhất cho tới nay !) đã thể hiện các hướng nghiên cứu chính bao gồm: lý luận về sinh thái cảnh quan; xác định các tác động nhân sinh trong sinh thái cảnh quan; sinh thái học các hợp phần trong cảnh quan; sinh thái cảnh quan ứng dụng trong sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ thiên nhiên.

Cùng với sự phát triển của kinh tế xã hội và khoa học công nghệ trong thời kỳ này, nghiên cứu sinh thái cảnh quan tại Việt Nam có những bước phát triển tiến bộ mới. Đầu tiên là sự ra đời các phòng chuyên môn về sinh thái cảnh quan tại hai trung tâm nghiên cứu cảnh quan học lớn nhất Việt Nam là Khoa Địa lý (Đại học Tổng hợp Hà Nội

trước đây, nay là Đại học Quốc gia Hà Nội) và Viện Địa lý (Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam trước đây, nay là Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam). Tuy nhiên, hướng tiếp cận sinh thái cảnh quan ở hai trung tâm này có sự khác nhau: trong khi Viện Địa lý tập trung vào đối tượng nghiên cứu là các cảnh quan tự nhiên, ít chịu tác động của con người (được gọi là các cảnh quan sinh thái) thì Khoa Địa lý chú trọng nghiên cứu các cảnh quan nhân sinh, cảnh quan văn hóa hoặc cảnh quan chịu tác động quản lý của con người.



*Hình 1.4. Các nhà khoa học tiên phong trong phát triển lý luận sinh thái cảnh quan ở Việt Nam (từ trái sang phải): Phạm Quang Anh, Phạm Hoàng Hải, Nguyễn Cao Huân và Nguyễn Thành Long. Phạm Quang Anh và Nguyễn Cao Huân nguyên là chủ nhiệm Bộ môn Sinh thái Cảnh quan và Môi trường, Khoa Địa lý, Đại học Quốc gia Hà Nội từ năm 1980, Chủ tịch Hội Địa lý Việt Nam, chủ tịch Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Việt Nam (VN-IALE); Phạm Hoàng Hải và Nguyễn Thành Long hiện đang công tác tại Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Phó chủ tịch của Hội Địa lý Việt Nam và Phó chủ tịch Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại Việt Nam.*

Trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan tại Việt Nam thời kỳ này, do các nhà nghiên cứu được tiếp cận tốt với nhiều nguồn tư liệu khác nhau, nhiều tư tưởng khác nhau nên đã hình thành nhiều phương thức nghiên cứu khác nhau. Tiếp cận hướng sinh và tiếp cận hướng nhân là những nét mới trong nghiên cứu cảnh quan ở giai đoạn này so với các

giai đoạn trước đó: nghiên cứu hợp phần sinh vật và tác động của hoạt động con người đến cảnh quan (Nguyễn Ngọc Khánh, 1992; Phạm Quang Anh, 1995), nghiên cứu cảnh quan nhân sinh (Nguyễn Cao Hoàn và Trần Anh Tuấn, 2001; Nguyễn Đăng Hội, 2004). Các cảnh quan tự nhiên được hình thành và phát triển theo các quy luật tự nhiên; sự tác động của con người đã làm chúng biến đổi sâu sắc, hình thành nên cảnh quan nhân sinh. Trong công trình nghiên cứu quy luật hình thành và đặc trưng phân hóa các cảnh quan sinh thái - nhân sinh vùng nhiệt đới ẩm gió mùa Việt Nam, các nhà khoa học thuộc Viện Địa lý (1999) đã xác định được 37 loại cảnh quan sinh thái - nhân sinh, được thể hiện trên bản đồ tỷ lệ 1/1.000.000. Đây là căn cứ để đề xuất mô hình và định hướng sử dụng hợp lý đối với một số cảnh quan điển hình.

Cũng trong giai đoạn này, các nhà cảnh quan học Việt Nam đã chú ý gắn kết các nghiên cứu cơ bản với nghiên cứu ứng dụng, nghiên cứu cảnh quan với đánh giá cảnh quan theo quan điểm kinh tế sinh thái (thừa kế khung đánh giá đất đai của FAO công bố năm 1976), chú trọng tới khía cạnh phát triển bền vững trong sử dụng cảnh quan. Hàng loạt các công bố về sinh thái cảnh quan ứng dụng, tập trung vào hướng đánh giá cảnh quan và phân tích các mô hình hệ kinh tế sinh thái phục vụ phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường ở các vùng địa lý của Việt Nam: Phạm Quang Anh (1995) khởi xướng hướng tiếp cận kinh tế sinh thái trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam; đưa ra lý luận và mô hình về hệ kinh tế sinh thái với 3 phân hệ chính là phân hệ tự nhiên, phân hệ kinh tế và phân hệ xã hội trong mối tương tác qua lại dưới sự điều khiển và quản lý của con người. Quan điểm này sau đó được ứng dụng trong nghiên cứu tổ chức du lịch xanh ở Việt Nam (Phạm Quang Anh, 1996); hoạch định các vùng chuyên canh cây cà phê ở Việt Nam (Phạm Quang Anh và cộng sự, 1996); xây dựng cơ sở lý luận, nguyên tắc, quy trình và phương pháp xác lập các mô hình hệ kinh tế sinh thái (Đăng Trung Thuận và Trương Quang Hải, 1999); tổ chức không gian

phát triển nông, lâm và ngư nghiệp trên các cảnh quan đồng bằng duyên hải và ven biển (Phạm Thế Vĩnh, 2002; Nguyễn Cao Hoàn, Nguyễn An Thịnh, 2006); tổ chức không gian phát triển cây ăn quả dài ngày trên cảnh quan trung du (Phạm Quang Tuấn, 2006). Một số tác giả đã vận dụng lý luận kinh tế sinh thái trong xây dựng các mô hình hệ kinh tế sinh thái trình diễn quy mô huyện, làng xã và hộ gia đình phục vụ phát triển bền vững ở các vùng sinh thái điển hình trên khắp lãnh thổ Việt Nam: Tây Nguyên (nghiên cứu trường hợp tại Lạc Dương, Lâm Đồng), Duyên hải Nam Trung Bộ (thượng nguồn sông Trà Khúc, Quảng Ngãi), Duyên hải Bắc Trung Bộ (vùng gò đồi Đông Hà, Quảng Trị), châu thổ sông Hồng (vùng trũng Hoa Lư, Ninh Bình) và dải ven biển Đông Bắc (vùng cửa sông Bạch Đằng thuộc huyện Yên Hưng - nay là thị xã Quảng Yên, Quảng Ninh).

Giai đoạn này cũng được đánh dấu bằng hàng loạt các công bố về sinh thái cảnh quan ứng dụng, tập trung vào hướng đánh giá sinh thái cảnh quan và phân tích cấu trúc mô hình hệ kinh tế sinh thái phục vụ phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường cho các vùng địa lý của Việt Nam. Hướng đánh giá cảnh quan cho các mục đích phát triển rất thịnh hành trong giai đoạn này. Ngoài ra, cách tiếp cận liên kết nghiên cứu cấu trúc cảnh quan, đánh giá kinh tế sinh thái các cảnh quan và xác lập mô hình hệ kinh tế sinh thái được sử dụng rộng rãi trong nhiều nghiên cứu tại Việt Nam. Đúc rút cơ sở lý luận của một số học giả trên thế giới và kết quả nghiên cứu điển hình tại các khu vực điển hình của Việt Nam, Nguyễn Cao Hoàn (2001, 2005) đã đề xuất một quy trình đánh giá cảnh quan theo tiếp cận kinh tế sinh thái, bao gồm đánh giá thích nghi sinh thái, phân tích hiệu quả kinh tế, phân tích tác động xã hội, phân tích ảnh hưởng môi trường và đánh giá tổng hợp cảnh quan. Trong nghiên cứu đánh giá tổng hợp các điều kiện tự nhiên bằng phương pháp cảnh quan cho phát triển nông lâm nghiệp ở huyện Hải Lăng, tỉnh Quảng Trị, Hà Văn Hành và Phạm Bá Thuấn (2003) đã sử dụng phương



pháp đánh giá và phân hạng thích nghi sinh thái cho một số loại hình sử dụng đất chủ yếu (lúa nước hai vụ có tưới, hoa màu và cây công nghiệp ngắn ngày, cây công nghiệp dài ngày và cây ăn quả, nông lâm kết hợp) tại địa phương, từ đó đề xuất sử dụng tổng hợp lãnh thổ theo hướng bền vững. Trương Quang Hải và cộng sự (2005), Nguyễn An Thịnh (2007), Phạm Hoàng Hải và cộng sự (2010) đã thừa kế cách tiếp cận này để ứng dụng cho các trường hợp cụ thể tại khu vực miền núi và một số huyện đảo của Việt Nam. Các công trình tiêu biểu khác bao gồm: đánh giá cảnh quan phục vụ định hướng phát triển nông - lâm - ngư nghiệp trên cảnh quan sinh thái đồng bằng duyên hải và ven biển (Phạm Thế Vĩnh, 2002; Nguyễn Cao Huân và Nguyễn An Thịnh, 2006); phát triển cây ăn quả dài ngày trên cảnh quan gò đồi và trung du (Phạm Quang Tuấn, 2006); phát triển cây công nghiệp dài ngày trên cảnh quan cao nguyên (Phạm Quang Anh, 1983; Nguyễn Xuân Độ, 2005); phát triển du lịch sinh thái ở cảnh quan miền núi (Nguyễn An Thịnh và Nguyễn Thị Hải, 2005); bảo tồn cảnh quan miền núi (Trương Quang Hải và Nguyễn An Thịnh, 2006, 2007); quy hoạch bảo vệ môi trường (Nguyễn Thế Thôn, 2004; Nguyễn Cao Huân, 2005 - 2013). Nhìn chung, các nghiên cứu, đánh giá cảnh quan và định hướng xác lập các mô hình hệ kinh tế sinh thái chủ yếu được thực hiện ở quy mô lãnh thổ nhỏ và thành lập bản đồ cảnh quan tỷ lệ lớn.

Trong bối cảnh nhiều vấn đề môi trường và sinh thái tiêu cực nảy sinh do phát triển kinh tế ở Việt Nam, nhiều nghiên cứu đã gắn kết nghiên cứu cơ bản về cảnh quan với nghiên cứu ứng dụng trong bảo vệ thiên nhiên, sử dụng hợp lý tài nguyên và quản lý môi trường. Phạm Hoàng Hải, Nguyễn Thượng Hùng và Nguyễn Ngọc Khánh (1997) công bố cuốn chuyên khảo đầu tiên tại Việt Nam về cảnh quan học ứng dụng trong sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường lãnh thổ Việt Nam. Nội dung cuốn chuyên khảo này đề cập tới những vấn đề lý luận và thực tiễn về nguyên tắc, phương pháp và kết quả thành lập bản đồ

cảnh quan Việt Nam tỷ lệ 1/1.000.000 với bảy cấp phân vị, bao gồm hệ thống cảnh quan, phụ hệ cảnh quan, lớp cảnh quan, phụ lớp cảnh quan, kiểu cảnh quan, phụ kiểu cảnh quan, loại cảnh quan. Bên cạnh đó, những biến đổi của tự nhiên nói chung và cảnh quan nói riêng dưới các tác động, các hoạt động của con người, đưa ra các giải pháp sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường cũng được đề cập đầy đủ trong công trình này.

Trong các thời kỳ trước, nghiên cứu cảnh quan chú trọng vào lãnh thổ miền núi, khu vực chiếm tới ba phần tư diện tích tự nhiên của Việt Nam, đồng thời có đặc thù phân hóa phức tạp theo tác động tổng hợp của các quy luật kiến tạo - địa mạo, quy luật đai cao và tác động của hoạt động nhân sinh. Trong giai đoạn này, các cảnh quan miền núi cũng là những đối tượng nghiên cứu chính, đồng thời các cảnh quan đồng bằng, ven biển và hải đảo ngày càng được quan tâm nghiên cứu.

Các cảnh quan miền núi vừa được xem xét ở khía cạnh khai thác, sử dụng hợp lý tài nguyên, vừa được xem xét ở khía cạnh bảo tồn, chẳng hạn, các cảnh quan thuộc vùng đệm và vùng lõi Vườn Quốc gia Hoàng Liên (tỉnh Lào Cai), Vườn Quốc gia Ba Bể (tỉnh Bắc Kạn), Vườn Quốc gia Mường Nhé (tỉnh Lai Châu),... Mục tiêu và các kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả đã làm rõ được tiềm năng sinh thái cho bảo tồn, phương thức khai thác hợp lý tài nguyên đất, nước, rừng đảm bảo an sinh xã hội, xóa đói giảm nghèo, phát triển kinh tế ở khu vực miền núi và vùng sâu vùng xa. Tuy nhiên, các nghiên cứu này mới chỉ dừng lại ở phân tích tính đặc thù về cấu trúc và giá trị của các cảnh quan, chưa làm rõ được chức năng, động lực, dòng vật chất - năng lượng - sinh vật trong các cảnh quan này.

Trong khoảng hai thập niên gần đây, vai trò của đới bờ, biển đảo ngày càng có vị thế đặc biệt quan trọng cả về kinh tế, văn hóa, xã hội, môi trường và an ninh quốc phòng. Các cảnh quan ven biển có cấu trúc

trương đối đơn giản nhưng lại có động lực biến đổi nhanh và phức tạp do tác động ngày càng mạnh mẽ của cả con người, tương tác biển - lục địa, tương tác sông - biển và cả tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng. Các cảnh quan thuộc dải ven biển đồng bằng châu thổ sông Hồng, dải ven biển Bình - Trị - Thiên được quan tâm nghiên cứu nhiều nhất (Phạm Hoàng Hải, Phạm Thế Vĩnh, Vũ Trung Tạng, Phan Nguyên Hồng,...). Một số nghiên cứu tiêu biểu định hướng sinh thái học: ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái đến sự phát triển của nghề nuôi thủy sản cửa sông ven biển Việt Nam (Vũ Trung Tạng và cộng sự, 1994); tác động của con người đến sự phát triển của các hệ sinh thái cửa sông Bạch Đằng (Vũ Trung Tạng, 1997). Công trình phân loại cảnh quan biển và hải đảo Việt Nam của Nguyễn Thành Long và Nguyễn Văn Vinh (2012) là công trình mới nhất quan tâm tới phân chia lãnh thổ Biển Đông theo quan điểm địa lý tự nhiên tổng hợp và địa lý biển - hải đảo. Các nghiên cứu này có vai trò quan trọng đối với phát triển kinh tế sinh thái, bảo vệ môi trường tại khu vực ven biển đồng thời giảm thiểu tác động của con người lên cảnh quan tự nhiên.

Những đóng góp về mặt lý luận trong thời kỳ này còn được thể hiện rõ nét nhất trong việc phát triển nhiều hệ thống phân loại cảnh quan cho các lãnh thổ quy mô khác nhau và xây dựng bản đồ cảnh quan ở tỷ lệ trung bình và lớn, trong đó chú trọng nhiều tới các đặc trưng sinh thái (Phạm Hoàng Hải, Phạm Quang Anh, Nguyễn An Thịnh, Trương Quang Hải...) hoặc đặc trưng nhân sinh (Nguyễn Cao Huân, Nguyễn Ngọc Khánh, Nguyễn Đăng Hội,...) trong xác định đặc điểm phân hóa và cấu trúc cảnh quan. Quan niệm cảnh quan là đơn vị kiểu loại được các nhà khoa học thuộc Viện Địa lý (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam) và Khoa Địa lý (Đại học Quốc gia Hà Nội) áp dụng để xây dựng bản đồ cảnh quan ở các tỷ lệ khác nhau (Nguyễn Thành Long, 1993; Nguyễn Cao Huân, 2002, 2003; Phạm Quang Anh, 1996, 2001; Phạm Hoàng Hải, Nguyễn Ngọc Khánh, 1997, 2002; Nguyễn

An Thịnh, 2006, 2011) phục vụ điều tra, nghiên cứu về thiên nhiên, quy hoạch và tổ chức lãnh thổ.

Bên cạnh hướng nghiên cứu cấu trúc cảnh quan truyền thống, một số tác giả đã phát triển hướng nghiên cứu cấu trúc cảnh quan và đánh giá chức năng cảnh quan (Vũ Tự Lập, 1976; Trương Quang Hải, 1991; Nguyễn Thành Long và cộng sự, 1993; Phạm Hoàng Hải và cộng sự, 1997; Nguyễn Cao Huân, 2005), trong đó có mô hình cấu trúc sinh thái cảnh quan (Phạm Quang Anh, 1996), phân tích cấu trúc, chức năng và đánh giá cảnh quan khối karst Tràng An - Bích Động, tỉnh Ninh Bình (Trương Quang Hải và Giang Văn Trọng, 2010). Tuy nhiên, chức năng cảnh quan vẫn còn ít được quan tâm nghiên cứu, đặc biệt cách tiếp cận đồng thời cả cấu trúc và chức năng trong nghiên cứu đánh giá cảnh quan đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường.

Sự thâm nhập của các công nghệ không gian và mô hình địa lý hiện đại có vai trò quan trọng trong thúc đẩy và định hướng nghiên cứu cảnh quan tại Việt Nam trong hiện tại và tương lai. Với sự hỗ trợ của công nghệ viễn thám và GIS, các nhà khoa học có thể mở rộng quy mô không gian và thời gian nghiên cứu cảnh quan, đặc biệt là khảo sát biến đổi cảnh quan đa thời kỳ. Công trình gần đây nhất tại Việt Nam theo hướng này được Nguyễn An Thịnh và cộng sự (2012) thực hiện trong chuyên khảo bằng tiếng Anh "Hướng tiếp cận mới trong mô hình hóa biến đổi cảnh quan: tích hợp viễn thám, GIS và phân tích Fractal". Trong công trình này, các tác giả đã làm rõ lý luận và các hướng ứng dụng của tích hợp viễn thám, GIS và phân tích fractal trong phân tích biến đổi cảnh quan ở các khu vực khác nhau trong lãnh thổ Việt Nam. Các nội dung cơ bản bao gồm: xây dựng bài toán Entropy cảnh quan phục vụ quan trắc và đánh giá xu thế biến đổi của các cảnh quan rừng; phát triển các nguyên lý phân tích biến đổi hệ sinh thái dựa trên viễn thám và mô hình hóa hệ sinh thái; tích hợp các mô hình cảnh quan, mô

hình hệ sinh thái và phân tích viễn thám trong phân tích xu thế biến đổi cảnh quan ở các khu vực ven biển; tích hợp các mô hình phân tích đa biến, phân tích fractal và phân tích kết nối sinh thái trong lượng hóa cấu trúc đô thị; kết hợp mô hình Markov-Cellular Automata và phân tích Hexagonal Grid trong dự báo phát triển cảnh quan; ứng dụng mô hình SLEUTH trong dự báo phát triển đô thị. Công trình nghiên cứu này bao hàm các cảnh quan đặc thù ở nhiều vùng miền khác nhau của Việt Nam, từ quy mô toàn quốc cho tới vùng núi, vùng trung du và đồng bằng ven biển.

Xét ở khía cạnh nghiên cứu liên ngành địa lý học - sinh thái học, những ưu thế của tiếp cận này trong nghiên cứu tính thống nhất giữa các yếu tố môi trường phi sinh học và giới sinh vật được Vũ Tự Lập (2001) thừa nhận. Trên cơ sở đó, các luận điểm về “địa-sinh quyển” (*géo-biosphère*, theo tác giả là quyển tự nhiên đặc biệt hình thành trên bề mặt Trái Đất), “hệ địa-sinh thái” (*géo-écosystème*, là các thể tổng hợp phân hóa ra từ địa - sinh quyển) được sử dụng để xây dựng chỉ tiêu xác định cảnh quan. Dựa trên mối quan hệ giữa nền nhiệt - ẩm và kiểu thực bì, 12 hệ địa - sinh thái trong lãnh thổ Việt Nam được phân loại và phân tích theo cấu trúc ngang, cấu trúc đứng và cấu trúc thời gian.

Hiện nay có nhiều luồng quan điểm trái chiều đối với khoa học sinh thái cảnh quan tại Việt Nam. Một số tác giả cho rằng, tại Việt Nam chưa có một công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan thực sự nào; về cơ bản các công trình đã từng công bố chỉ là cảnh quan học hoặc sinh thái học thuần túy. Một số tác giả khác có quan điểm ngược lại, cho rằng sinh thái cảnh quan ở Việt Nam đã phát triển từ rất sớm, được đánh dấu từ thời điểm nghiên cứu của Thái Văn Trùng (1978) về các hệ sinh thái rừng của Việt Nam. Tuy nhiên, khi xem xét đến khía cạnh nội hàm của các công trình, có thể thấy rõ rằng, sinh thái cảnh quan tại Việt Nam chỉ được bắt đầu vào năm 1985, thời điểm mà Phạm Quang Anh

và các nhà khoa học địa lý - địa chất và sinh học thuộc trường Đại học Tổng hợp Hà Nội công bố các kết quả nghiên cứu hệ sinh thái cà phê Đắk Lắk dựa vào các thực nghiệm sinh thái học trên đơn vị sinh thái cảnh. Sau đó, nội dung nghiên cứu sinh thái cảnh quan thực sự trở nên rõ ràng kể từ thời điểm Việt Nam gia nhập Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế vào năm 1992. Các nghiên cứu trong thời kỳ này theo định hướng và quy mô nghiên cứu phù hợp với nhu cầu phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường ở các cấp lãnh thổ. Hầu hết các nghiên cứu sinh thái cảnh quan tại Việt Nam được thực hiện theo hướng phân tích cấu trúc cảnh quan, đánh giá cảnh quan, xác lập các mô hình kinh tế sinh thái. Một số không nhiều công trình quan tâm tới phân tích động lực cảnh quan, chức năng cảnh quan, lượng giá dịch vụ cảnh quan, mô hình hóa biến đổi cảnh quan. Kiến thức tổng hợp về sinh thái học và cảnh quan học chưa được sử dụng nhiều trong công tác tổ chức lãnh thổ và quy hoạch sử dụng đất. Chưa có nhiều công trình lý luận và ứng dụng thực tiễn về quy hoạch và thiết kế cảnh quan.

Trong thực tiễn triển khai nghiên cứu, phải nói rằng hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan rất được các nhà địa lý Việt Nam chú trọng. Điều này được thể hiện ở các khía cạnh:

- Lĩnh vực về "*Các vấn đề nghiên cứu sinh thái cảnh quan và địa lý tổng hợp*" luôn chiếm vị trí quan trọng nhất trong các báo cáo khoa học của các hội nghị khoa học địa lý;

- Các trung tâm nghiên cứu địa lý lớn nhất ở Việt Nam đều có các tổ nghiên cứu sinh thái cảnh quan chuyên ngành (bộ môn Sinh thái Cảnh quan và Môi trường thuộc Khoa Địa lý, Đại học Quốc gia Hà Nội và phòng Sinh thái Cảnh quan thuộc Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam);

- Trong nhiều dự án nghiên cứu khoa học các cấp, các nhà sinh thái cảnh quan với phương pháp luận tổng hợp đảm nhận những vai trò quan trọng nhất trong nhóm nghiên cứu.

*Bảng 1.1. Các mốc sự kiện gắn với tiến trình phát triển sinh thái cảnh quan ở Việt Nam*

<b>Thời gian</b>	<b>Các mốc sự kiện</b>
1985	Phạm Quang Anh và nhóm nghiên cứu hệ sinh thái cà phê Đắk Lắk: vận dụng phương pháp thực nghiệm nghiên cứu sinh thái cảnh quan, sử dụng đơn vị sinh thái cảnh thành lập bản đồ sinh thái cảnh quan tỉnh Đắk Lắk. Đây được coi là công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan đầu tiên của Việt Nam.
1992	Nguyễn Thành Long: Quan điểm kết hợp cách tiếp cận cấu trúc của cảnh quan học và tiếp cận chức năng của sinh thái học.
1992	Phạm Hoàng Hải: Nội dung, đặc điểm của sinh thái cảnh quan và hệ thống phân loại cảnh quan sinh thái của Việt Nam.
1993	Nguyễn Thành Long và cộng sự: Hệ thống phân loại cảnh quan phục vụ lập bản đồ cảnh quan Việt Nam các tỷ lệ.
1996	Phạm Quang Anh: Lý luận về mô hình hệ kinh tế sinh thái và cấu trúc sinh thái cảnh quan Việt Nam.
2000	Phạm Hoàng Hải, Nguyễn Ngọc Khánh, Nguyễn Thượng Hùng: Cảnh quan Việt Nam với sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường.
2002	Nguyễn Cao Huân: Hệ thống phân loại cảnh quan nhân sinh Việt Nam.
2005	Nguyễn Cao Huân: Đánh giá cảnh quan theo tiếp cận kinh tế sinh thái.

2006	Phạm Hoàng Hải: Nghiên cứu lý luận đa dạng cảnh quan và hệ thống phân loại cảnh quan sinh thái của Việt Nam.
	Nguyễn Cao Huân: Lý luận sinh thái cảnh quan xác định các không gian chức năng phục vụ xây dựng bản đồ quy hoạch bảo vệ môi trường.
2007	Nguyễn An Thịnh: Mô hình cấu trúc sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam và các ứng dụng cho phát triển nông, lâm nghiệp, du lịch và bảo vệ đa dạng sinh học ở các cấp lãnh thổ Việt Nam.
2008	Nguyễn An Thịnh và Phạm Quang Anh: Tổng kết sự phát triển của sinh thái cảnh quan Việt Nam trong thế kỷ thứ XX và định hướng phát triển trong thế kỷ thứ XXI.
2010	Nguyễn Cao Huân và cộng sự: nghiên cứu cảnh quan Việt - Lào trên cơ sở ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS.
2012	Nguyễn An Thịnh và cộng sự: tích hợp viễn thám, GIS và phân tích fractal trong mô hình hóa biến đổi các cảnh quan trong lãnh thổ Việt Nam.
2012	Nguyễn Thành Long và Nguyễn Văn Vinh: hệ thống phân loại cảnh quan lãnh thổ biển - đảo Việt Nam.

### 1.2.5. Tương lai phát triển của sinh thái cảnh quan

Những sự kiện lịch sử được hệ thống hóa ở trên thể hiện những khuynh hướng phát triển của sinh thái cảnh quan trên thế giới và Việt Nam như sau:

- Xu thế phát triển của sinh thái cảnh quan từ mô tả thuần túy đến phân tích thành phần, từ phân tích định tính đến phân tích định lượng, từ các nghiên cứu định hướng cấu trúc tới nghiên cứu định hướng chức năng, từ nghiên cứu định hướng hình thái đến nghiên cứu định hướng



hệ thống. Hầu hết các nghiên cứu sinh thái cảnh quan trên thế giới đều được thực hiện ở tỷ lệ lớn hơn các đơn vị cảnh quan điển hình. Trong khi đó, các nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam hiện tại vẫn dừng ở mức khái quát trên tỷ lệ nhỏ, phần lớn mang tính chất mô tả định tính hoặc theo mô hình khái niệm. Đã có một số công trình quan tâm đến mô hình hóa, nhưng các thuật toán định lượng luôn là trở ngại lớn đối với các nhà địa lý học - những người ít có điều kiện được đào tạo bài bản và thiếu kiến thức toán học. Các nghiên cứu dựa trên thí nghiệm và thực nghiệm còn rất thiếu.

- Bức tranh toàn cảnh về sự phát triển của sinh thái cảnh quan trên thế giới vẫn là chủ đề đang được nghiên cứu. Nghiên cứu sinh thái cảnh quan mặc dù ra đời từ năm 1939 nhưng hiện tại vẫn là mới không chỉ ở Việt Nam mà còn ở trên thế giới. Hầu hết các chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại các nước được thành lập hoặc tái thành lập sau năm 1990. Tại Bắc Mỹ, đến năm 2005 mới có một công trình tổng kết hướng phát triển của sinh thái cảnh quan của Turner. Chủ đề của hội nghị Sinh thái Cảnh quan Thế giới lần thứ 7 tại Wageningen (Hà Lan, 2007) là “25 năm sinh thái cảnh quan: các nguyên lý khoa học trong thực tiễn” cũng cho thấy nhận định này. Tại Việt Nam, để nhận thấy các công trình công bố chưa đủ chuyên sâu để hình thành nên một quan niệm hoàn chỉnh và hướng nghiên cứu thống nhất về sinh thái cảnh quan.

### **1.3. CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA SINH THÁI CẢNH QUAN**

#### **1.3.1. Những khoa học hình thành sinh thái cảnh quan**

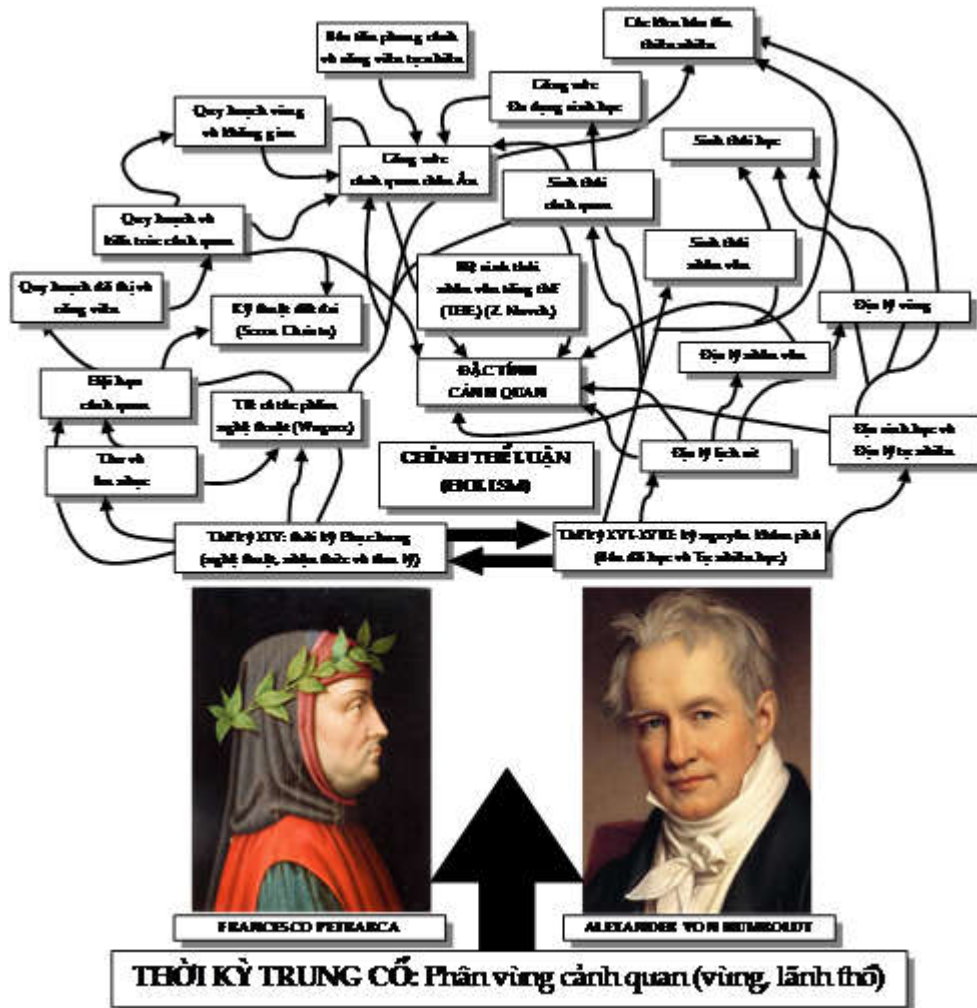
Cảnh quan học (*landscape science*), sinh thái học (*ecology*) và sinh địa quần lạc học (*biogeocenology*) được coi là nền tảng khoa học cho hình thành sinh thái cảnh quan.

##### ***a) Cảnh quan học***

Khoa học này còn được gọi theo nhiều cách khác nhau, chẳng hạn địa lý cảnh quan (Passarge), cảnh quan học (Ixatrenko), khoa học về cảnh quan (Armand), học thuyết cảnh quan (Nguyễn Thành Long). Đối tượng nghiên cứu của cảnh quan học là cảnh quan hoặc địa tổng thể.

Nhà thơ Francesco Petrarca (1336) là người đầu tiên trên thế giới sử dụng thuật ngữ “cảnh quan” trong lĩnh vực văn học. Trong thời kỳ Phục hưng tại châu Âu, cảnh quan là chủ đề của hội họa cảnh quan. Đầu thế kỷ thứ XIX, cảnh quan lần đầu tiên được nhà địa vật lý vĩ đại Alexander von Humboldt (1802) định nghĩa một cách khoa học là "*Der Totalcharakter einer Erdgegend*" nghĩa là "Toàn bộ đặc tính của một vùng trên Trái Đất" (dẫn theo Navel và Lieberman, 1992; Antrop, 2000). Hiện nay, rất nhiều lĩnh vực khoa học và nghệ thuật lấy cảnh quan là đối tượng nghiên cứu hoặc quan tâm tới cảnh quan: quy hoạch đô thị và công viên, quy hoạch và kiến trúc cảnh quan, quy hoạch vùng và không gian, bảo tồn phong cảnh và công viên tự nhiên, sinh thái nhân văn, địa lý vùng, sinh thái cảnh quan,... (Antrop, 2000; Schenk, 2002).

Các nhà địa lý Xô Viết xây dựng khái niệm cảnh quan rộng hơn, bao gồm cả các nhân tố sinh học và nhân tố phi sinh học trong khái niệm cảnh quan, gọi khoa học nghiên cứu cảnh quan theo quan điểm địa lý là cảnh quan phát sinh: "*... là một ngành quan trọng nhất của địa lý tự nhiên hiện đại, nghiên cứu sự phân hóa lãnh thổ của lớp vỏ địa lý. Đối tượng nghiên cứu của cảnh quan học là các địa tổng thể, bao gồm cấu tạo, sự phát triển và đặc điểm phân bố của chúng*" (Ixatrenko, 1976).



Hình 1.5. Lịch sử phát triển cảnh quan học trên thế giới cùng các mối quan hệ với các ngành khoa học khác và sinh thái cảnh quan (Antrop, 2000; Schenk, 2002)

Trong thực tiễn ứng dụng tại Liên Xô và Việt Nam, cảnh quan được hiểu theo *khái niệm chung* (Minkov, Armand,...), đồng nghĩa với tổng thể địa lý thuộc các đơn vị khác nhau; *khái niệm loại hình* (Polunov, Gvozdetxki,...); hoặc *khái niệm cá thể* (Solnetsev, Ixatrenko,...). Dù hiểu cảnh quan theo quan điểm nào đi chăng nữa thì cảnh quan vẫn cần được xem là một tổng thể tự nhiên, còn sự khác biệt của các quan niệm

trên được biểu hiện ở chỗ coi cảnh quan là đơn vị thuộc cấp phân vị nào, cảnh quan được xác định và thể hiện trên bản đồ theo cách thức nào, quy nạp hay diễn giải (Nguyễn Thành Long, 1993). Trong nghiên cứu địa lý phục vụ thực tiễn sản xuất, cảnh quan được xem xét ở cả ba khía cạnh, là đơn vị địa tổng thể (theo khái niệm chung), đơn vị phân kiểu (theo khái niệm loại hình), đơn vị cá thể (theo khái niệm cá thể).

Sự ra đời và phát triển của cảnh quan học đã *cung cấp lý luận về tính hệ thống và tính phân cấp chặt chẽ trong cấu trúc môi trường của sinh vật*. Đây là cơ sở hình thành hướng tiếp cận "sinh thái hóa cảnh quan học" của các nhà địa lý Xô Viết và được các nhà cảnh quan học Việt Nam thừa kế, phát triển. Trong khi đó, các nhà sinh thái cảnh quan châu Âu và Bắc Mỹ quan tâm nhiều tới các khía cạnh xã hội, thẩm mỹ, kinh tế và môi trường của cảnh quan, được xây dựng dựa trên lý luận của Messerli (1978) về Hệ thống Sinh thái Kinh tế Xã hội Vùng (*Regional Socio-Economic Ecological System*), của Grossmann (1983) về Hệ Sinh thái Nhân văn Phức hợp (*Complex Human Ecosystems*), của Haber (1990) về các Hệ thống Cơ bản của sinh thái cảnh quan,... Trên cơ sở tích hợp tất cả những lý luận, Naveh (1984, 1993) đã đưa ra khái niệm về Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể cho Cảnh quan (*Total Human Ecosystem for Landscape*) mang tính tổng hợp bao gồm cả yếu tố tự nhiên và yếu tố nhân văn.

Một tiếp cận trung tâm trong nghiên cứu cảnh quan theo hướng sinh thái học là cách tiếp cận chính thể luận (*holism*) mang tính toàn diện, bao hàm nhiều khái niệm sinh thái học trong nghiên cứu đặc tính cảnh quan (Naveh và Lieberman, 1984; Naveh, 1995). Năm 1992, khi vấn đề phát triển bền vững trở nên cấp bách trên toàn thế giới, các nguồn tài nguyên nhân văn và kinh tế đã được đưa vào như một vấn đề, chính sách chủ đạo trong Chương trình Nghị sự 21 (Agenda 21). Các nhà sinh thái cảnh quan hướng đến mục tiêu cùng xây dựng các bộ

công cụ, tích hợp và hành động nhằm đưa khái niệm phát triển bền vững từ lý luận chung vào thực tiễn nghiên cứu cảnh quan. Đặc biệt từ những năm 1990, nhiều tác giả nhấn mạnh nhu cầu đổi mới cách tiếp cận chính thể luận, một mặt phát triển các nguyên lý tiếp cận liên ngành, một mặt phát triển tiếp cận tổng hợp trong phân tích và đánh giá cảnh quan.

### ***b) Sinh thái học***

Sinh thái học ("*ecology*", có nguồn gốc tiếng Hy Lạp gồm hai phần chính là "*oikos*" - nghĩa là "nơi sống" và "*logos*" - nghĩa là "khoa học"), là một khoa học về nơi sống của sinh vật nói chung, bao hàm cả con người. Cho đến nay, nhiều định nghĩa về sinh thái học ra đời, nhưng nhìn chung đều thống nhất: "*Sinh thái học là khoa học chuyên ngành sinh học nghiên cứu mối quan hệ tương hỗ giữa các sinh vật với môi trường*". Sinh thái học được nghiên cứu ở các cấp độ khác nhau, từ cá thể, quần thể, quần xã cho đến các hệ sinh thái và sinh quyển. Do tập trung vào mối tương tác giữa sinh vật với môi trường của chúng, sinh thái học được coi là khoa học tổng hợp và đa ngành, bao gồm nhiều mảng kiến thức của địa lý học, địa chất học, khí tượng học, thổ nhưỡng học, di truyền học, hóa học, vật lý, toán học và khoa học thống kê.

Năm 1866, nhà động vật học Đức Ernst Haeckel, trong tác phẩm "*Hình thái di truyền của sinh vật*" (nguyên bản "*Generelle Morphologie der Organismen*"), đã đưa ra định nghĩa đầu tiên về sinh thái học là "khoa học bao hàm nhiều khái niệm về mối quan hệ giữa sinh vật với môi trường". Cuốn sách giáo khoa của Warming (1895) về sinh thái học đầu tiên trên thế giới là "*Sinh thái học thực vật*" chính thức được đưa vào giảng dạy ở bậc đại học.

*Bảng 1.2. Những sự kiện quan trọng trong  
tiến trình hình thành và phát triển của sinh thái học*

Thời gian	Tác giả	Chuyên môn	Quốc gia	Sự kiện
Thế kỷ XVII-XVIII	Leeuwenhoek	Vi sinh vật	Hà Lan	Phát triển khái niệm chuỗi thức ăn.
1807	Humboldt	Tự nhiên học	Đức	Mô tả gradient sinh thái của đa dạng sinh học theo đai cao
1871	Darwin	Tự nhiên học	Anh	Tiến hóa bằng con đường chọn lọc tự nhiên, nghiên cứu sinh thái học đất (ảnh hưởng của vi sinh vật tới thổ nhưỡng)
1868-1870	Möbius	Động vật học	Đức	Phát triển sinh thái học quần xã và khái niệm "sinh vật quần lạc"
1866	Haeckel	Động vật học	Đức	Thuật ngữ "sinh thái học", nghiên cứu quan hệ giữa sinh thái học và tiến hóa
1887	Hensen	Động vật học	Đức	Thuật ngữ "plankton" (sinh vật phù du), phương pháp thống kê và định lượng năng suất đại dương
1895	Warming	Thực vật học	Đan Mạch	Sinh thái thực vật
1910	Volterra	Toán học	Italia	Độc lập với Lotka phát triển mô hình toán học quần thể
1924 - 1926	Vernadsky	Địa hóa	Nga	Khái niệm sinh quyển, địa hóa, sinh địa hóa
1898	Cowles	Thực vật học	Hoa Kỳ	Nghiên cứu và phát triển lý luận diễn thế sinh thái
1935	Tansley	Thực vật học	Anh	Khái niệm hệ sinh thái
1905	Clements	Sinh	Hoa Kỳ	Sách sinh thái học đầu tiên ở

Thời gian	Tác giả	Chuyên môn	Quốc gia	Sự kiện
		thái thực vật	Kỳ	Hoa Kỳ
1951	Shelford	Sinh thái động vật	Hoa Kỳ	Khái niệm lưới thức ăn và biome, định luật giới hạn sinh thái
1925	Lotka	Toán sinh	Hoa Kỳ	Phát triển các mô hình toán học quần thể giải thích quan hệ dinh dưỡng (vật ăn thịt - con mồi)
1939	Gleason	Thực vật học	Hoa Kỳ	Khái niệm cá thể trong sinh thái học
1927	Elton	Động vật học	Anh	Khái niệm lưới thức ăn và ổ sinh thái
1957	Hutchinson	Động vật học	Hoa Kỳ	Phát triển khái niệm ổ sinh thái
1953	E.P. Odum và H.T. Odum	Sinh thái học	Hoa Kỳ	Sinh thái học hệ sinh thái, các khái niệm nhiệt động học sinh thái
1967	MacArthur và Wilson	Sinh thái học	Hoa Kỳ	Thuyết Địa sinh học đảo, nguyên lý phân chia ổ sinh thái.

Mặc dù được công nhận phát triển vào nửa sau thế kỷ thứ XIX, tuy nhiên, nhiều nghiên cứu sinh thái học tổng hợp đã xuất hiện từ thời cổ đại. Aristot và học trò là Theophrastus đã thực hiện các quan sát về dòng di cư của động vật và thực vật, hiện nay còn lưu lại những dẫn liệu mang tính chất sinh thái học khá rõ nét. Trong giới khoa học châu Âu thì thế kỷ thứ XVIII - XIX được coi là thời kỳ "phục hưng sinh học", tuy chưa chính thức dùng tên gọi "sinh thái học" nhưng nhiều nhà khoa học đã có những cống hiến đáng kể cho kho tàng kiến thức thuộc lĩnh vực này. Đầu thế kỷ thứ XVIII, nhà vi sinh vật học Hà Lan là

Leeuwenhoek đã nghiên cứu chuỗi thức ăn và quy luật điều chỉnh số lượng quần thể. Các nhà khoa học lỗi lạc của thế kỷ thứ XIX là Alexander von Humboldt (1769 - 1859), Charles Darwin (1809 - 1882), Alfred Russel Wallace (1823 - 1913) và Karl Möbius (1825 - 1908) cũng có những đóng góp quan trọng trong nghiên cứu và giải thích quan hệ giữa các nhóm sinh vật với môi trường. Các nhà tự nhiên học Đức đóng vai trò tiên phong sáng lập, còn các nhà động vật và thực vật học Anh và Hoa Kỳ đóng vai trò kế cận, phát triển và hoàn thiện lý luận sinh thái học.

Trong thời kỳ phát triển mạnh mẽ trên toàn thế giới, vấn đề "không gian sinh thái học" được coi là hạn chế lớn nhất của sinh thái học. Lịch sử phát triển của sinh thái học chỉ ra rằng, hầu hết các nguyên lý sinh thái học đều có tính chất phi không gian. Ví dụ, quan hệ vật ăn thịt - con mồi là quan hệ sinh học thuần túy với điều kiện giả thiết xảy ra trong một không gian bất kỳ; thuyết diễn thế sinh thái được xây dựng cho một hệ sinh thái đồng nhất. Tuy nhiên, nếu xem xét sâu hơn, ảnh hưởng không gian luôn là yếu tố khách quan, do đó, tiếp cận không gian luôn thực sự cần thiết trong các nghiên cứu sinh thái học.

Đầu thế kỷ thứ XX đánh dấu sự kiện các công trình nghiên cứu sinh thái học đã tích hợp các vấn đề địa lý học và sinh học. Các công trình tiêu biểu thuộc về Cowles (1899) về diễn thế thực vật trên dải cồn cát ven hồ Michigan, hay của Clements (1916) về quy luật phát triển của sinh vật quần lạc trong mối quan hệ với nhân tố thổ nhưỡng. Đây được xem là những nghiên cứu sinh thái đầu tiên tiếp cận không gian. Gause (1934) đã khẳng định quan hệ cạnh tranh khác loài là một nguyên nhân gây ra sự phân hóa không gian. Khái niệm hệ sinh thái ra đời có ảnh hưởng quyết định đến việc hình thành sinh thái cảnh quan. Đối tượng nghiên cứu của sinh thái học là các hệ sinh thái, theo Tansley (1935)



định nghĩa, là một tập hợp các vật sống (thực vật, động vật, vi sinh vật) và môi trường phi sinh học nơi chúng sinh sống (khí hậu, đất).

Phần lớn các nhà sinh thái cảnh quan trên thế giới đều khẳng định sinh thái cảnh quan lý thuyết có nguồn gốc từ sinh thái học truyền thống, và hiện nay sinh thái học hiện đại cũng đang có ảnh hưởng rất lớn tới định hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan ứng dụng. Trong đó, hai đóng góp quan trọng nhất của sinh thái học là:

- *Định nghĩa về hệ sinh thái đã tạo ra mối liên kết giữa các yếu tố phi sinh học (đối tượng nghiên cứu của các nhà địa lý) và các yếu tố sinh học (đối tượng nghiên cứu của các nhà sinh thái học).* Các nhà sinh thái học Xô Viết và Đông Âu trước đây thường sử dụng khái niệm sinh địa quần lạc trong nghiên cứu sinh thái học. Trong khi đó, các nhà sinh thái học Tây Âu và Bắc Mỹ chấp nhận hệ sinh thái là đối tượng nghiên cứu, đồng thời kế thừa và tiếp tục phát triển: *“Hệ sinh thái là một hệ thống bao gồm các quá trình vật lý, hoá học, sinh học hoạt động trong một không gian và thời gian nào đó”* (Linderman, 1942); *“... là một đơn vị bất kỳ bao gồm tất cả các vật sống (thực vật, động vật, vi sinh vật) trong một khu vực nhất định có sự tương tác với môi trường vật lý bằng các dòng năng lượng tạo nên cấu trúc dinh dưỡng xác định, sự đa dạng về loài và chu trình tuần hoàn vật chất”* (Odum, 1953); *“... là một hệ thống chức năng bao gồm tập hợp các vật sống (thực vật, động vật, vi sinh vật) và môi trường tự nhiên (khí hậu, đất) tương tác qua lại với nhau”* (Whittaker, 1975). Chính từ quan điểm về hệ sinh thái của Tansley (1935), Troll đã sáng tạo thuật ngữ sinh thái cảnh quan vào năm 1939.

- Xét về khía cạnh ứng dụng, *những bài toán ứng dụng của sinh thái học là nền tảng để phát triển các nghiên cứu sinh thái cảnh quan ứng dụng trong nghiên cứu cảnh quan tự nhiên, đặc biệt phổ biến tại Bắc Mỹ.* Sinh thái học, xét về bản chất cũng là một ngành khoa học ứng dụng cao, chú trọng tới các vấn đề quản lý tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi

trường. Các hướng nghiên cứu ứng dụng cụ thể bao gồm bảo tồn thiên nhiên, quản lý nơi sống của sinh vật, giảm thiểu các tác động sinh thái do ô nhiễm môi trường, phục hồi hệ sinh thái, tái tạo loài, sinh thái học biển, quản lý rừng (là những ứng dụng trực tiếp của sinh thái); phát triển đô thị, các vấn đề nông nghiệp, sức khỏe cộng đồng (là những ý tưởng và phân tích sinh thái học).

Thừa kế các nguyên lý cơ bản và các bài toán ứng dụng của sinh thái học, sinh thái cảnh quan tập trung nghiên cứu tương tác giữa cấu trúc không gian và các quá trình hệ sinh thái, bao gồm cả các nguyên nhân và hệ quả sinh thái học do phân hóa cảnh quan ở các tỷ lệ khác nhau. Điều đó tạo ra hai đặc trưng quan trọng của sinh thái cảnh quan, phân biệt với sinh thái học và cảnh quan học:

- Nghiên cứu ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan tới các quá trình hệ sinh thái;

- Nghiên cứu sinh thái học trên các đơn vị không gian có quy mô thường lớn hơn so với các nghiên cứu sinh thái học truyền thống trước đây. Trong thời gian gần đây, lý luận này đã đưa đến nhiều ứng dụng thiết thực về quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường.

### ***c) Sinh địa quần lạc học***

Trên cơ sở kế thừa quan niệm về sinh vật quần lạc (*biocoenosis*) của Möbius (1877) và thuyết hệ sinh thái rừng của Morozov (1912), nhà địa sinh vật và cổ địa lý người Nga Sukachev (1947) phát triển khái niệm sinh địa quần lạc (*biogeocenosis*) gần tương tự với khái niệm về hệ sinh thái của Tansley. Thuyết sinh địa quần lạc học (*biogeocenology*) của Sukachev xác định đối tượng nghiên cứu chính là các sinh địa quần lạc, được sử dụng phổ biến ở Liên Xô và các nước Đông Âu. Làm rõ mối quan hệ tương tác giữa đá mẹ, đất, khí quyển với thảm thực vật, quần

thể động vật và vi sinh vật được xác định là mục tiêu chính và các nhiệm vụ nghiên cứu cụ thể của khoa học này.

Sinh vật quần lạc được định nghĩa là *"tất cả các sinh vật sống tương tác với nhau trong một nơi sống đặc biệt (hoặc sinh cảnh)"* (Möbius, 1877). Khái niệm này tương tự với quần xã sinh vật: chẳng hạn Forman (1995) coi sinh vật quần lạc là *"một tập hợp hoặc quần xã của các loài động vật và thực vật có nhu cầu sinh thái giống nhau cùng phân bố trong một khu vực cụ thể"*. Kendeigh và Charles (1961) phân chia sinh vật quần lạc thành ba kiểu: động vật quần lạc (*zoocoenosis*) chỉ quần xã động vật; thực vật quần lạc (*phytoenosis*) chỉ quần xã thực vật; vi sinh vật quần lạc (*microbiocoenosis*) chỉ quần xã vi sinh vật trong một hệ sinh thái.

Sinh địa quần lạc được định nghĩa là *"tổng hợp trên một bề mặt nhất định các hiện tượng tự nhiên theo một kiểu chỉnh hợp với dòng trao đổi và chuyển hoá vật chất giữa các điều kiện tự nhiên đó (đá mẹ, thảm thực vật, thế giới động vật, thế giới vi sinh vật, đất và điều kiện khí hậu - thủy văn), có đặc thù riêng về tác động tương hỗ của các bộ phận tổ thành và có kiểu trao đổi vật chất và năng lượng xác định giữa chúng với nhau và với các hiện tượng tự nhiên khác và là một thể thống nhất biện chứng có mâu thuẫn nội tại đang ở trong sự vận động không ngừng"* (Sukachev, 1947). Hiểu một cách đơn giản, sinh địa quần lạc bao gồm sinh vật quần lạc và nơi sống. Bản chất mối quan hệ qua lại giữa các thành phần của sinh địa quần lạc là quá trình tích lũy, chuyển hoá vật chất và năng lượng (Sukachev gọi đó là quá trình sinh địa quần lạc), quyết định cho sự phát sinh, tăng trưởng, phát triển và diễn thế của hệ sinh thái rừng.

*Khái niệm sinh vật quần lạc có ý nghĩa quan trọng đối với sinh thái học, trong khi đó, khái niệm sinh địa quần lạc lại đóng vai trò quan trọng đối với sinh thái cảnh quan.* Trong sinh thái học, khái niệm sinh vật quần lạc cho phép làm rõ mối quan hệ qua lại giữa các sinh vật trong một khu vực địa lý. Sinh vật quần lạc được coi là một quần xã sinh vật đặc biệt hoặc

các sinh vật quần lạc thích nghi với các điều kiện ưu thế trong một khu vực nhất định. Tansley (1935) cũng cho rằng, hệ sinh thái bao gồm một quần xã sinh vật (hoặc sinh vật quần lạc) cùng với môi trường vật lý của chúng (hoặc sinh cảnh theo quan điểm của nhiều nhà sinh thái học). Trong khi đó, *khái niệm sinh địa quần lạc học* được các nhà sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ hiện đại đánh giá là gần tương tự với *khái niệm sinh thái cảnh quan* mà Troll (1939) đề xuất.

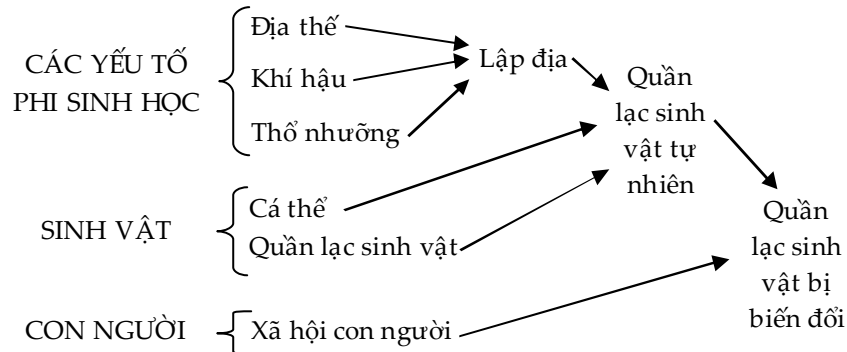
### **1.3.2. Những khoa học nền tảng của sinh thái cảnh quan**

Sự ảnh hưởng của khoa học lập địa (*site science*) và địa lý sinh vật (*biogeography*) thể hiện ở khía cạnh: mặc dù không có vai trò trong việc hình thành sinh thái cảnh quan, nhưng các khoa học này lại đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong xác định cách tiếp cận nghiên cứu của trường phái Tây Âu và Bắc Mỹ.

#### ***a) Khoa học lập địa***

Khoa học lập địa là một khoa học tự nhiên ứng dụng, dựa trên nền tảng của nhiều bộ môn thuộc các khoa học Trái Đất (bao gồm địa chất học và thổ nhưỡng học, khí tượng và khí hậu học) và các khoa học sinh học (sinh lý thực vật, thực vật học). Lập địa của một loài thực vật bao gồm toàn bộ nhân tố và quá trình bên ngoài của loài đó đảm bảo cho sự tồn tại hoặc ảnh hưởng thường xuyên (Vater, 1925). Tương tác giữa nhân tố lập địa khí hậu và lập địa đất đóng vai trò quan trọng đặc biệt đối với tăng trưởng của thực vật. Sinh thái học rừng tập trung nghiên cứu môi trường của thực vật rừng, mối tương quan giữa các nhân tố lập địa khác nhau, tương tác giữa các nhân tố lập địa và quần xã sinh vật.

Trong đánh giá lập địa, mỗi cá thể lập địa được xác định bởi nhiều nhân tố lập địa. Theo Fiedler (1981), các phức hợp nhân tố lập địa được phân biệt như sau:



Khoa học lập địa với phương pháp luận xây dựng bản đồ lập địa rừng được đánh giá là một trong những nhân tố chính quan trọng của sinh thái cảnh quan hiện đại tại Đức.

### ***b) Địa lý sinh vật***

Địa lý sinh vật là khoa học nghiên cứu đặc điểm và quy luật phân bố địa lý của động vật và thực vật; hoặc định hướng nghiên cứu sự phân bố của đa dạng sinh học theo không gian và thời gian. Mặc dù địa lý sinh vật luôn được coi là một bộ môn khoa học chuyên ngành của sinh học, nhưng các nhà địa lý tự nhiên cũng có nhiều đóng góp quan trọng, đặc biệt nghiên cứu khu hệ thực vật (phân loại thảm thực vật, thành lập bản đồ thảm thực vật,...). Địa lý sinh vật là cơ sở hình thành các luận điểm về thuyết Địa sinh học đảo của MacArthur và Wilson (1967) và thuyết Quần thể biến thái của Levins (1970). Các thuyết này có ảnh hưởng đặc biệt đến tiến trình phát triển của sinh thái cảnh quan, phản ánh bản chất và mô phỏng được cấu trúc, chức năng nơi sống của thảm thực vật tự nhiên dựa trên tính tương tự với đảo đại dương.

Thuyết Địa sinh học đảo và thuyết Quần thể biến thái được trường phái sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ ứng dụng nhiều trong tính toán, dự báo số lượng và tỷ lệ loài có thể bị tuyệt chủng trong trường hợp nơi cư trú bị hủy hoại (Simberloff, 1986), có vai trò quan trọng trong thiết kế

các khu bảo tồn thiên nhiên (Lack, 1942; MacArthur và Wilson, 1963, 1967; Simberloff, 1974; Burkey, 1989; Primack, 1999).

### **1.3.3. Bản chất hình thành sinh thái cảnh quan**

Từ những phân tích về nội dung và đối tượng nghiên cứu, có thể đưa ra những nhận định chung về ưu điểm cũng như nhược điểm trong thực tiễn nghiên cứu sinh thái học và cảnh quan học, những điểm tương đồng về khái niệm sinh địa quần lạc học của Sukachev với khái niệm sinh thái cảnh quan của các nhà khoa học phương Tây như sau:

- Các nghiên cứu cảnh quan học phát sinh chú trọng nhiều đến các hợp phần phi sinh học và coi vai trò của các hợp phần trong cảnh quan như nhau. Hợp phần thảm thực vật có vai trò tạo năng suất hữu cơ của cảnh quan thông qua vòng tuần hoàn sinh vật - thổ nhưỡng, các mối quan hệ sinh học và cả vai trò của nhân tố con người trong cảnh quan chưa được chú trọng nghiên cứu chuyên sâu. Trong sinh thái cảnh quan, các hợp phần nền tảng rắn và dinh dưỡng (địa chất, địa hình, thổ nhưỡng), hợp phần nền tảng nhiệt ẩm (khí hậu, thủy văn) và cả tác động của con người đều được coi là những nhân tố sinh thái phát sinh quần xã thực vật.

- Nhược điểm của tiếp cận nghiên cứu hệ sinh thái là không xác định được tính thứ bậc về không gian của lãnh thổ nghiên cứu, do đó có thể bao trùm lên không gian bất kỳ: từ hệ sinh thái gốc cây, hệ sinh thái rừng, hệ sinh thái lục địa đến hệ sinh thái toàn cầu (sinh quyển). Sinh địa quần lạc có không gian được xác định với quy luật tương tác tương đối chỉnh hợp giữa các hợp phần tự nhiên (địa hình, đất, khí hậu, thủy văn, sinh vật), nhưng chưa quan tâm đến yếu tố con người và các tác động nhân sinh trong lãnh thổ. Trong khi đó, đối tượng của cảnh quan học là các địa tổng thể được xác định dựa trên tiêu chí cụ thể cho từng

cấp phân vị thuộc hệ thống phân loại cảnh quan chặt chẽ, thể hiện ở ranh giới khép kín, trật tự phân bố và thứ bậc.

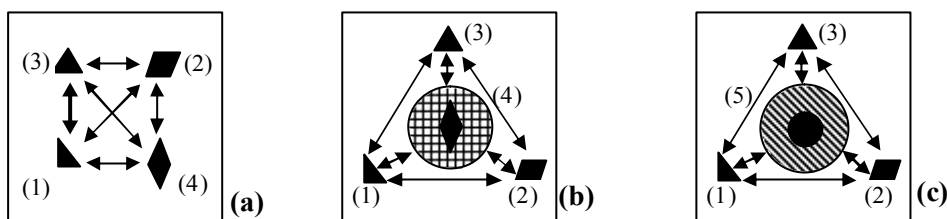
- Cảnh quan học có ưu thế trong nghiên cứu, đánh giá tổng hợp các điều kiện tự nhiên phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường, đặc biệt là đánh giá cho nhiều mục đích như phát triển nông, lâm, ngư nghiệp, du lịch và xây dựng. Tuy nhiên, khi nghiên cứu bảo tồn sinh học ở các lãnh thổ tự nhiên ít bị tác động của con người, yêu cầu cần phân tích diễn thế sinh thái, đánh giá đa dạng sinh học, đa dạng cảnh quan và đa dạng nhân văn, thì hệ thống lý luận của cảnh quan học đương đại chưa đáp ứng được yêu cầu. Do vậy, hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan được lựa chọn trong trường hợp nghiên cứu các đặc trưng sinh thái và nhân văn của đơn vị cảnh quan.

Một khái niệm quan trọng khác liên quan tới các mô hình nghiên cứu ở trên là khái niệm về "môi trường" (đúng hơn là môi trường xung quanh). Áp dụng nguyên lý hệ thống, *lãnh thổ nghiên cứu được phân chia thành các thành phần (các hệ thống con), trong đó, tất cả các thành phần không phải là đối tượng nghiên cứu trực tiếp được coi là môi trường xung quanh*. Sử dụng tiêu chuẩn này để xem xét các mô hình cho thấy:

- *Cảnh quan học*: đơn vị cảnh quan với tất cả các hợp phần phi sinh học (mẫu chất - địa hình, khí hậu và thủy văn địa phương, thổ nhưỡng) và hợp phần sinh học (thảm thực vật) là đối tượng nghiên cứu trực tiếp của cảnh quan học. Do vậy, phạm vi xác định môi trường xung quanh của cảnh quan rất hẹp, hầu như không được đề cập tới trong các quan niệm truyền thống. Mặc dù vậy, trong cảnh quan học tồn tại phổ biến các khái niệm về hệ thống lớn và nhỏ trong các hệ thống phân loại cảnh quan. Có thể chia nhỏ đơn vị cảnh quan nghiên cứu thành các hệ con (các đơn vị cảnh quan ở cấp phân vị thấp hơn hoặc các đơn vị hình thái) hoặc nhóm lại thành hệ lớn (các đơn vị cảnh quan ở cấp phân vị cao hơn).

- *Địa sinh thái*: sinh vật là đối tượng nghiên cứu trung tâm của địa sinh thái. Như vậy, môi trường xung quanh phải là các nhân tố sinh học và các nhân tố phi sinh học không trực tiếp được nghiên cứu. Con người là một nhân tố sinh học, nhưng không trực tiếp được nghiên cứu nên phải được coi là một nhân tố của môi trường xung quanh.

- *Sinh thái cảnh quan*: khác với địa sinh thái ở chỗ quan niệm con người chỉ là một nhân tố môi trường, trong sinh thái cảnh quan, sinh vật và con người là đối tượng nghiên cứu trung tâm. Sinh vật được nghiên cứu ở ba cấp độ: cá thể, quần thể (hoặc quần thể biến thái) và quần xã (hoặc quần xã biến thái). Tất cả các nhân tố phi sinh học và một số nhân tố sinh học không trực tiếp nghiên cứu được coi là môi trường xung quanh.



Hình 1.6. Mô hình nghiên cứu cảnh quan học (a), địa sinh thái (b) và sinh thái cảnh quan (c). Trong đó: (1) (2) (3): các nhân tố phi sinh học, (4): sinh vật, (5): sinh vật và con người. Mô hình (a) và (b) thể hiện quan điểm của các nhà khoa học thuộc Viện Địa lý Xô Viết (1982); mô hình (c) thể hiện quan điểm của Nguyễn An Thịnh (2007)

Nói tóm lại, liên ngành địa lý học và sinh thái học là nhu cầu tất yếu, xuất phát từ thực tiễn khách quan. Đó chính là những lý do mà từ lâu các nhà cảnh quan học đã “kêu gọi” sinh thái hóa cảnh quan học (Ixatrenko, 1976; Armand, 1983; Phạm Hoàng Hải, 1992; Phạm Quang Anh, 1995; Vũ Tự Lập, 1999) với mục đích định lượng hóa các chỉ tiêu về trao đổi vật chất, năng lượng, dinh dưỡng trong nghiên cứu cảnh



quan. Trong khi đó, các nhà sinh thái học rất quan tâm đến cách tiếp cận không gian của địa lý học với hệ thống phân loại lãnh thổ chặt chẽ có ý nghĩa ứng dụng thực tiễn rất cao trong nghiên cứu sinh thái học. Bản thân việc hội tụ của cảnh quan học và sinh thái học đã thể hiện “nhân” và “quả” của phân hóa tự nhiên, của sự tương tác khách quan giữa thế giới vô cơ và hữu cơ (Nguyễn Thành Long, 1992).

## Chương 2.

# CÁC TRƯỜNG PHÁI NGHIÊN CỨU SINH THÁI CẢNH QUAN TRÊN THẾ GIỚI

Hiện nay, hai cách tiếp cận chủ đạo trên thế giới về nghiên cứu sinh thái cảnh quan là của trường phái Tây Âu và trường phái Bắc Mỹ. Nghiên cứu sinh thái cảnh quan tại Tây Âu và Bắc Mỹ được thực hiện bởi lực lượng nòng cốt là các nhà sinh thái học và các nhà quy hoạch đất đai, do đó khái niệm cảnh quan được xây dựng theo định hướng lấy sinh vật hoặc con người làm trung tâm, chú trọng nhiều tới đặc trưng về hình thái cảnh quan. Trong khi đó, nghiên cứu sinh thái cảnh quan tại Nga chủ yếu do các nhà cảnh quan học thực hiện, đã thừa kế được các hệ thống phân loại cảnh quan chặt chẽ và có tính khoa học cao. Ở Việt Nam, do được thừa kế từ cảnh quan học Xô Viết và một số nước Đông Âu nên phổ biến cách tiếp cận sinh thái hóa cảnh quan học.

### 2.1. TRƯỜNG PHÁI SINH THÁI CẢNH QUAN TÂY ÂU

#### 2.1.1. Cách tiếp cận và định hướng nghiên cứu

Tiếp cận nghiên cứu của trường phái sinh thái cảnh quan Tây Âu, còn gọi là tiếp cận Zonneveld, hoàn toàn dựa trên quan điểm của Troll (1939, 1969) và các nguyên lý khoa học do Zonneveld phát triển (1969, 1990, 1995). Các đặc trưng chủ đạo của trường phái này như sau:

- Có lịch sử nghiên cứu sinh thái cảnh quan lâu đời nhất trên thế giới. Điều này do cả nguyên nhân về lịch sử và nguyên nhân về điều kiện tài nguyên của lãnh thổ. Sinh thái cảnh quan ra đời tại Đức vào năm 1939. Khu vực Tây Âu có cư dân định cư lâu đời và tương đối phát

triển, nhưng diện tích đất đai chật hẹp, đặc biệt là Hà Lan. Do vậy, sử dụng hợp lý đất đai ở khu vực này trở thành một trong những vấn đề nổi cộm, cấp thiết nhất kể từ sau thời điểm kết thúc Thế chiến thứ hai.

- Sinh thái cảnh quan được coi là một cơ sở khoa học cho đánh giá, quy hoạch và quản lý đất đai.

- Trong thực tiễn nghiên cứu ở Tây Âu, các nguyên lý sinh thái cảnh quan được tích hợp với các nguyên lý quy hoạch sử dụng đất. Đất đai được xác định là đơn vị không gian cơ sở để nghiên cứu ảnh hưởng của con người đến cấu trúc và chức năng cảnh quan. *Công tác xây dựng các nguyên lý sinh thái cảnh quan thường căn cứ vào đối tượng đất đai hơn là căn cứ vào đối tượng sinh vật.*

- Công nghệ ảnh hàng không và ảnh viễn thám được ứng dụng nhiều trong nghiên cứu cảnh quan nhân sinh hoặc cảnh quan văn hóa.

- Phân tích cảnh quan được dựa trên phân tích theo các chỉ tiêu: (i) *chỉ tiêu hình thái học*: mô tả các đặc trưng của cảnh quan; (ii) *chỉ tiêu loại hình học*: phân loại cảnh quan; (iii) *chỉ tiêu niên đại học*: phân tích sự biến đổi cảnh quan; (iv) *chỉ tiêu phân bố học*: khảo sát sự phân bố của sinh vật; và (v) *chỉ tiêu chức năng*: khảo sát quan hệ sinh thái đối với các yếu tố bên trong và bên ngoài hệ thống (Zonneveld, 1995).

- Sinh thái cảnh quan được nghiên cứu và giảng dạy ở các trường đại học, viện nghiên cứu về thiết kế, quy hoạch và kiến trúc cảnh quan.

Với ưu thế trong giải quyết các bài toán sinh thái học quan hệ nhiều với cấu trúc đứng và cấu trúc thời gian của cảnh quan, trường phái này hiện đang đóng vai trò tiên phong trong việc phân loại và đánh giá cảnh quan phục vụ quy hoạch cảnh quan không những ở lãnh thổ châu Âu mà còn trên cả thế giới. Trung Quốc và nhiều nước đang phát triển thuộc Mỹ Latinh, châu Á và châu Phi cũng thừa kế cách tiếp cận này.

## 2.1.2. Quan niệm về cảnh quan

### a) Định nghĩa cảnh quan

Theo quan điểm của trường phái sinh thái cảnh quan Tây Âu, cảnh quan được xem xét ở cả khía cạnh tự nhiên và văn hóa. Trong đó, vai trò của con người luôn được chú trọng: cảnh quan được hiểu một cách đơn giản là “vùng đất mà con người cư trú và sản xuất”.



Hình 2.1. Hình ảnh về một cảnh quan nông nghiệp ở châu Âu cung cấp những ý niệm về một vùng đất mà con người cư trú và thiết lập các hệ thống sản xuất

Các định nghĩa về sinh thái cảnh quan theo trường phái Tây Âu chú trọng đến nhiều yếu tố thành tạo cảnh quan và lấy con người làm trung tâm. Theo hướng này, cảnh quan được định nghĩa là một địa tổng thể có các yếu tố tự nhiên và yếu tố văn hóa trong cấu trúc, ngoài ra còn bao hàm cả khía cạnh khoa học, xã hội, thẩm mỹ và tâm lý: “cảnh quan là một khoảnh đất đai được hình thành bởi sự kết hợp của cả các yếu tố tự nhiên và yếu tố văn hóa” (Sauer, 1963); “... là một thực thể gồm các thành phần tự

*nhiên và thành phần nhân sinh, tồn tại như một đơn vị cấu trúc cũng như một hệ thống sinh thái” (Bertrand, 1975); “... một thực thể không gian và trí tuệ được hình thành bởi tương tác của các hệ thống con trong địa quyển (thạch quyển, thủy quyển), sinh quyển và trí quyển” (Steinhardt và Bastian, 2000, 2001). Các định nghĩa này phản ánh, tập hợp các đặc trưng tự nhiên và văn hóa của cảnh quan tạo ra tính đặc thù của một vùng lãnh thổ.*

Trong Công ước Cảnh quan châu Âu, cảnh quan được xác định là *“một khu vực được nhận biết bởi con người, có các đặc trưng là kết quả của hoạt động và tương tác giữa các nhân tố tự nhiên và con người”*. Yếu tố con người trong cảnh quan không chỉ được giới hạn bởi các tác động tiêu cực đến hệ sinh thái, hoặc khai thác tài nguyên quá mức, mà còn được quan tâm ở khía cạnh về kinh tế xã hội, tri thức và xúc cảm của con người, vai trò của con người góp phần tạo ra độ đa dạng và đặc thù của cảnh quan. Việc xác định được các cảnh quan khác nhau và các giá trị liên đới phụ thuộc và nhận thức của con người, bao gồm cả các yếu tố tự nhiên, kinh tế xã hội và văn hóa. Các cảnh quan được hình thành thông qua mối tương tác lâu dài giữa con người và tự nhiên, chứa đựng các giá trị và chức năng quan trọng, bao gồm cung cấp tài nguyên thiên nhiên, cung cấp nơi sống tự nhiên, cung cấp các lợi ích kinh tế dưới dạng hàng hóa, dịch vụ, giải trí và các di sản văn hóa.

Một trong những định nghĩa về cảnh quan có tính ứng dụng cao trong công tác đánh giá và quy hoạch sử dụng đất thuộc về Zonneveld (1995): *“Cảnh quan là một thực thể được hình thành do tác động tương tác của các vật thể sinh học và phi sinh học mang tính tự nhiên và văn hóa trên một phần bề mặt Trái Đất có thể xác định được”*. Theo quan điểm của Zonneveld, “cảnh quan” được coi là đồng nghĩa với “đất đai” (land) theo khía cạnh phản ánh một hệ thống tự nhiên và nhân sinh tổng hợp. Định nghĩa này chú trọng việc xác định các đơn vị cấp dưới của cảnh quan, được Zonneveld và các nhà khoa học thuộc Viện Quốc tế về Khoa

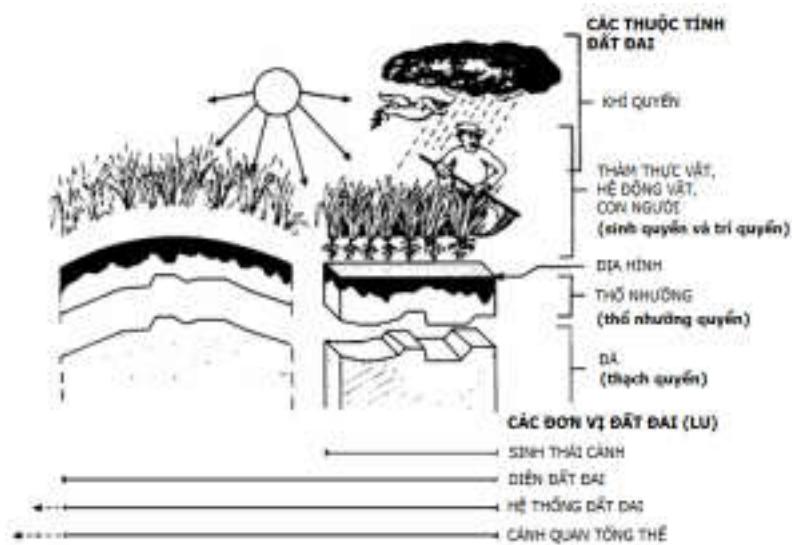
học Địa Thông tin và Quan trắc Trái Đất (ITC) vận dụng trong nhiều dự án đánh giá và quy hoạch sử dụng đất.

### ***b) Quan điểm về các thuộc tính đất đai của cảnh quan***

Quan điểm của các nhà sinh thái cảnh quan Tây Âu được phát triển theo chiều hướng gắn kết cảnh quan với đất đai. Theo đó cảnh quan được quan niệm là một khoảng đất đai với các thuộc tính tổng hợp về tự nhiên (địa chất, địa hình, khí hậu, thủy văn, hải văn, thổ nhưỡng, sinh vật) và nhân sinh (lớp phủ sử dụng đất, hạ tầng cơ sở, các công trình kiến trúc của con người, di tích văn hóa, lịch sử,...). Các thuộc tính của đất đai cũng chính là thuộc tính của cảnh quan, trong đó quan tâm nhiều tới các yếu tố nhân sinh và hợp phần sử dụng đất. *Điểm khác biệt cơ bản giữa hai đơn vị này là: đất đai thường chỉ được xem xét ở khía cạnh phân hóa theo chiều ngang với các thuộc tính được quan tâm về diện tích, chu vi, hình dạng, vị trí phân bố; ngược lại, cảnh quan được xem xét ở cả khía cạnh phân hóa theo chiều ngang (tương tự như đất đai) và phân hóa theo chiều thẳng đứng cùng nhịp điệu biến đổi các trạng thái theo thời gian.* Đặc điểm và tương tác giữa các nhân tố thành tạo cảnh quan là mẫu chất, địa hình, khí hậu, thủy văn, thổ nhưỡng và sinh vật biểu hiện sự phân hóa cảnh quan theo chiều thẳng đứng.

Trường phái Tây Âu quan niệm về cảnh quan hoàn toàn khác so với trường phái Bắc Mỹ (quan điểm sinh thái học về cảnh quan, chú trọng tới các hợp phần cảnh quan ảnh hưởng trực tiếp tới sinh vật) và Liên Xô (quan điểm địa lý học về cảnh quan, chú trọng tới tất cả các hợp phần cảnh quan tạo ra sự phân hóa lãnh thổ). Theo các quan điểm truyền thống, cảnh quan được định nghĩa chủ yếu theo hướng tự nhiên. Khái niệm về cảnh quan ở Tây Âu rộng hơn nhiều so với quan điểm truyền thống: cảnh quan được xem là địa tổng thể có mức tích hợp cao nhất của không gian địa lý, bao hàm trong đó tất cả thành phần phi sinh

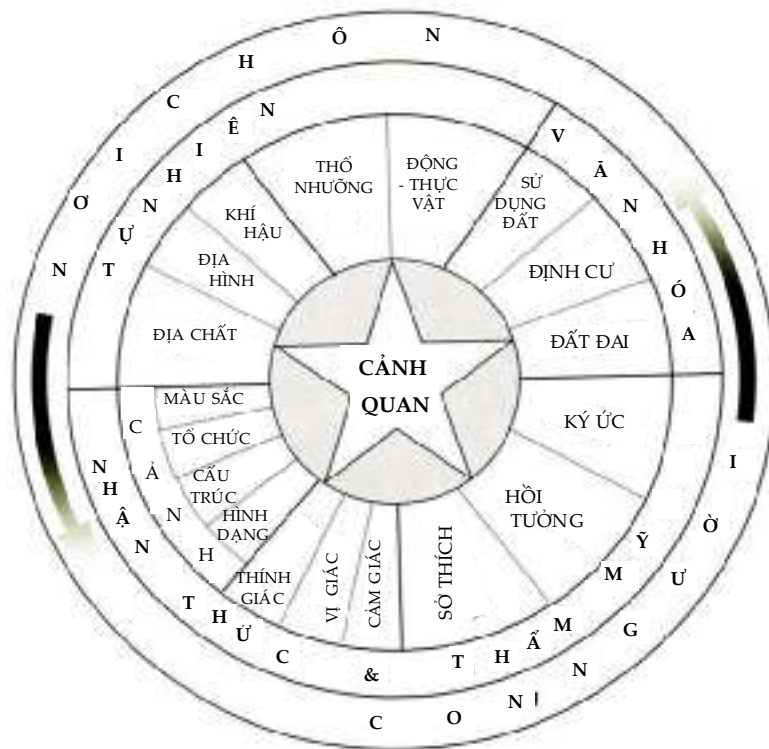
học, sinh học và nhân sinh, là sản phẩm của môi trường tự nhiên và hoạt động sử dụng đất của con người. Cảnh quan có các đặc trưng trực quan (nhìn thấy được) của một vùng đất, bao gồm cả các yếu tố tự nhiên và yếu tố nhân sinh, được thể hiện qua các loại hình sử dụng đất khác nhau cũng như hạ tầng cơ sở và công trình kiến trúc của con người.



Hình 2.2. Hệ thống phân loại cảnh quan của Zonneveld (1979)

Zonneveld (1995) đưa ra một hệ thống phân loại cảnh quan gồm bốn cấp phân vị: *sinh thái cảnh (ecotope)*  $\Rightarrow$  *diện đất đai (land facet)*  $\Rightarrow$  *hệ thống đất đai (land system)*  $\Rightarrow$  *cảnh quan tổng thể (main landscape)*. Trong hệ thống phân loại, cảnh quan tổng thể thuộc cấp phân vị cao nhất, được phân chia chi tiết thành các cấp thấp hơn là hệ thống đất đai, diện đất đai và sinh thái cảnh. Sinh thái cảnh là đơn vị không gian cơ sở, đồng nhất tương đối về mẫu chất, thổ nhưỡng, địa hình, sinh vật, khí quyển. Theo sự phân hóa theo chiều thẳng đứng, các thuộc tính này của cảnh quan cũng chính là thuộc tính đất đai.

Hiện nay, quan điểm về cảnh quan tại châu Âu được mở rộng hơn, không chỉ chú trọng đến các khía cạnh phục vụ quản lý đất đai mà còn quan tâm tới các thuộc tính văn hóa có khả năng cung cấp dịch vụ và hàng hóa phục vụ cho con người. Swanwick (2000) đưa ra một mô hình cảnh quan, trong đó đề cập tới các thuộc tính tổng hợp về tự nhiên, văn hóa, xã hội, ý niệm và thẩm mỹ. Trong mô hình, cảnh quan được xem xét ở cả hai khía cạnh là “nơi chốn” và “con người”. Theo đó, cấu trúc cảnh quan biểu thị tính đặc thù của một khu vực địa lý cụ thể về tự nhiên, môi trường, xã hội và nhân văn.



Hình 2.3. Mô hình của Swanwick (2000) về cảnh quan với các thuộc tính tổng hợp về tự nhiên, văn hóa, xã hội, ý niệm và thẩm mỹ

Bảng 2.1. Các tiêu chí tự nhiên và văn hóa phục vụ lập bản đồ cảnh quan ở châu Âu



Stt	Quốc gia	Tiêu chí
1.	Áo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diện tích và chất lượng.</li> <li>• Chất lượng của các nơi sống (chiều dài đường biên và mật độ các hạ tầng sinh thái).</li> </ul>
2.	Bi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Đặc điểm tăng trưởng của các khu vực đất xây dựng</li> <li>• Đặc điểm phân mảnh của các không gian mở.</li> </ul>
3.	Cộng hòa Séc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thời kỳ rụng lá của rừng.</li> <li>• Điều kiện tự nhiên cho phát triển rừng.</li> <li>• Lịch sử sử dụng đất.</li> <li>• Biến đổi các hợp phần kỹ thuật của cảnh quan</li> <li>• Các giá trị thẩm mỹ.</li> </ul>
4.	Đan Mạch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Loại hình sử dụng đất.</li> </ul>
5.	Phần Lan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mật độ biên của khu vực canh tác.</li> <li>• Đặc điểm biến đổi của các cảnh quan mở.</li> <li>• Cơ sở hạ tầng phục vụ du lịch.</li> <li>• Các khu vực quần cư.</li> </ul>
6.	Hy Lạp	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lớp phủ mặt đất.</li> <li>• Loại hình sử dụng đất.</li> <li>• Giá trị đất đai.</li> </ul>
7.	Hungary	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biến đổi sử dụng đất.</li> <li>• Đặc điểm tăng trưởng của các khu vực có rừng.</li> </ul>
8.	Ireland	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diện tích rừng.</li> <li>• Các yếu tố cảnh quan trực quan.</li> </ul>
9.	Hà Lan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Độ bất đồng nhất và độ kết nối cảnh quan.</li> <li>• Đặc điểm biến đổi/hình thành cảnh quan.</li> <li>• Đặc điểm biến đổi của các loại hình cảnh quan.</li> </ul>
10.	Thụy Sĩ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chỉ thị dựa trên nguồn dự trữ và chất lượng của khu vực</li> <li>• Các đặc trưng cảnh quan dạng đường thẳng.</li> </ul>
11.	Liên hiệp Anh	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Các đặc trưng cảnh quan về: địa lý tự nhiên, lớp phủ mặt đất, cấu trúc văn hóa.</li> </ul>
12.	Châu Âu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kết nối cảnh quan.</li> <li>• Các không gian mở.</li> <li>• Đa dạng cảnh quan.</li> <li>• Trạng thái cảnh quan.</li> </ul>

Trong Công ước Cảnh quan châu Âu, nghiên cứu cảnh quan nhằm mục đích phục vụ cho công tác bảo vệ, quản lý và quy hoạch lãnh thổ. Để đạt được mục đích này, các định hướng nghiên cứu rất đa dạng bao gồm cả phân tích cấu trúc cảnh quan (cảnh quan với tư cách là di sản tự nhiên - văn hóa, trong đó con người cư trú, thiết kế - xây dựng, du lịch - thưởng ngoạn, nghiên cứu,...), động lực và biến đổi cảnh quan (quá trình biến đổi, động lực gây chuyển đổi cảnh quan trong quá khứ và hiện tại), chức năng cảnh quan (quy hoạch cảnh quan tạo ra các giá trị sinh thái - môi trường - văn hóa của cảnh quan đối với cả cư dân địa phương hoặc cư dân bên ngoài), lượng giá cảnh quan (quy đổi giá trị dịch vụ và hàng hóa của cảnh quan ra đơn vị tiền tệ).

Sau khi ra đời Công ước Cảnh quan châu Âu, bản đồ cảnh quan của từng quốc gia và toàn châu Âu đã được thành lập dựa trên tổng hợp các tiêu chí về tự nhiên và văn hóa. Tùy thuộc vào tính đặc thù của lãnh thổ mà mỗi quốc gia lựa chọn một bộ tiêu chí riêng để xác định đơn vị không gian cơ sở trong bản đồ cảnh quan. Cần chú ý rằng, đối với khu vực có trình độ phát triển cao như châu Âu, các tiêu chí về sử dụng đất luôn chiếm vị trí quan trọng trong các hệ thống phân loại cảnh quan.

## **2.2. TRƯỜNG PHÁI SINH THÁI CẢNH QUAN BẮC MỸ**

### **2.2.1. Cách tiếp cận và định hướng nghiên cứu**

Sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ với các nhà khoa học đại diện nổi bật là Forman, Golley, O'Neill, Wiens, Gardner và Turner. Tiếp cận nghiên cứu của trường phái này, còn gọi là tiếp cận Forman, có các đặc điểm sau đây:

- Sinh thái cảnh quan phát triển muộn hơn, bắt đầu tại Hoa Kỳ từ đầu những năm 1980. Trong một số nghiên cứu ban đầu của trường phái này (ví dụ của Forman và Golley), cách tiếp cận của trường phái Tây Âu đã được sử dụng. Sau đó, các nhà sinh thái học Bắc Mỹ tập trung vào phát triển các mô hình định lượng (bao gồm thống kê không gian, GIS và viễn thám), thường ít chú trọng đến các yếu tố xã hội và văn hóa trong cảnh quan.

- Khác với trường phái Tây Âu, trường phái Bắc Mỹ tập trung vào nghiên cứu các hệ thống tự nhiên và tự nhiên - nhân sinh (ví dụ các Vườn Quốc gia, các Khu Bảo vệ Thiên nhiên). Định hướng nghiên cứu cấu trúc, chức năng và động lực cảnh quan được chú trọng, nhấn mạnh vào cặp quan hệ sinh vật - môi trường mà ít chú trọng đến các hợp phần nhân sinh.

- Tập trung nghiên cứu các vấn đề sinh thái học: các dòng chảy sinh vật, dòng vật chất - năng lượng trong cảnh quan; mối quan hệ giữa cấu trúc và chức năng cảnh quan sinh thái; tiếp cận sinh thái cảnh quan trong sử dụng hợp lý và quản lý tài nguyên thiên nhiên.

- Tập trung giải quyết các vấn đề sinh thái học quan hệ nhiều với cấu trúc ngang của lãnh thổ dựa trên các yếu tố cảnh quan là mảnh, hành lang, thể nền và thể khảm.

- Cơ sở tiếp cận nghiên cứu của trường phái Bắc Mỹ dựa trên ba mô hình cơ bản: *mô hình Địa sinh học đảo* của MacArthur và Wilson (1967), *mô hình quần thể biến thái* (Levins, 1970) và *mô hình PCM* của Forman và Godron (1986).

- Sinh thái cảnh quan ứng dụng được nghiên cứu theo hướng bảo tồn sinh học, đặc biệt là thiết kế các vùng lõi và vùng đệm của các khu bảo tồn (Soulé, 1986, 1994; Primack, 1999), phân hóa cấu trúc và chức năng cảnh quan (Pickett và Cadenasso, 1995), phân mảnh nơi sống

(Harris, 1988), hiệu ứng biên (Harris, 1984), vai trò của hành lang trong cảnh quan (Merriam, 1991; Saundervà Hobbs, 1991), đa dạng sinh học và đa dạng cảnh quan (Romme và Knight, 1982; Thompson, 1998).

- Sinh thái cảnh quan được nghiên cứu và giảng dạy ở các trường đại học, viện nghiên cứu về sinh thái học và tài nguyên thiên nhiên.

Cách tiếp cận nghiên cứu của trường phái Bắc Mỹ có ảnh hưởng sâu sắc tới sự phát triển sinh thái cảnh quan ở một số nước phát triển thuộc châu Âu (Anh, Pháp, Italia,...) và châu Á (Nhật Bản).

### **2.2.2. Quan niệm về cảnh quan**

Trong những năm 1960-1970, cảnh quan chỉ được xem là các thực thể địa lý, nghĩa là đặc điểm cấu trúc là tiêu chí chủ đạo để phân biệt các cảnh quan với nhau. Cảnh quan được hiểu theo khía cạnh sinh thái học lần đầu tiên được nhà địa lý Đức Schmithüsen (1976) đề cập tới. Ông cho rằng ngoài các tiêu chí địa lý, cảnh quan còn có thể phân loại theo các tiêu chí sinh thái học; theo đó, phân loại cảnh quan được căn cứ vào các chỉ tiêu về cấu trúc, chức năng và các quá trình sinh thái trong cảnh quan. Trong một số nghiên cứu của mình, Schmithüsen đã sử dụng đơn vị không gian cơ bản là “hệ sinh thái cảnh quan” (*landscape ecosystem*) để thay thế cho đơn vị cảnh quan. Quan điểm này của Schmithüsen được các nhà sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ ủng hộ rộng rãi.

Trường phái Bắc Mỹ định hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan theo tiếp cận hệ sinh thái. Do đó, “quan điểm sinh thái học về cảnh quan” là quan điểm chủ đạo của trường phái này. Dựa trên quan điểm này, các định nghĩa về cảnh quan được phát triển theo nội dung lấy sinh vật là đối tượng nghiên cứu trung tâm, đồng thời gắn kết hệ sinh thái với các yếu tố địa lý lãnh thổ.

### **a) Định nghĩa cảnh quan theo quan điểm sinh thái học**

#### *Các định nghĩa lấy sinh vật làm trung tâm*

Cảnh quan là một không gian lãnh thổ chứa đựng các nơi sống tự nhiên của sinh vật. Điều này là thực tiễn khách quan. Dunning (1992) định nghĩa cảnh quan là "khoảng đất đai có chứa nhiều kiểu mảnh nơi sống rời rạc". Theo định nghĩa này, cảnh quan luôn được xác định gắn với một hay nhiều loài sinh vật cụ thể. Chẳng hạn, cảnh quan đồng bằng Siberia chứa đựng các nơi sống của loài hổ Amur (*Panthera tigris altaica*). Cảnh quan Đại bình nguyên chứa đựng các nơi sống của loài bò rừng Bison Bắc Mỹ (*Bison bison*). Tại đây, một số quần thể bò được nuôi trong các trại gia súc lớn ở Hoa Kỳ và Canada để lấy thịt. Các quần thể hoa ng dã phân bố ở Vườn Quốc gia Yellowstone, đảo Antelope ở Utah, vườn tiểu bang Custer ở South Dakota, Alaska, phía bắc của miền trung Canada.

Định nghĩa này chưa được nhiều nhà sinh thái học ủng hộ. Bên cạnh ưu điểm là xác định được mối liên hệ giữa sinh vật với cảnh quan, quan niệm này còn bộc lộ nhiều hạn chế cơ bản. Cảnh quan đồng thời cũng là môi trường và chứa đựng các nơi sống của sinh vật, nên không có quy mô không gian xác định. Quy mô của một cảnh quan thay đổi phụ thuộc vào đối tượng sinh vật được nghiên cứu hoặc quản lý. Mỗi sinh vật khác nhau có khả năng nhận biết khác nhau về môi trường của chúng. Do đó, kích thước cảnh quan có thể thay đổi từ vài m<sup>2</sup>, chẳng hạn cảnh quan của các loài côn trùng (Wiens và Milne, 1989) cho tới hàng ngàn km<sup>2</sup> hoặc lớn hơn nữa, chẳng hạn cảnh quan của loài người (Forman và Godron, 1986).



Hình 2.4. Cảnh quan Vườn Quốc gia Yellow Stone (Hoa Kỳ): được định nghĩa theo

hướng sinh thái học với ý nghĩa chứa đựng các nơi sống của loài bò Bison Bắc Mỹ.

#### *Các định nghĩa gắn kết hệ sinh thái với yếu tố lãnh thổ*

Cảnh quan được thừa nhận là một đơn vị không gian bất đồng nhất và có cấu trúc thứ bậc (Turner, 1989; Forman, 1995). Cảnh quan là một cấp phân vị nằm dưới cấp vùng và bao gồm nhiều hệ sinh thái có cấu trúc không gian tương đối đồng nhất. Theo hướng này, cảnh quan được định nghĩa là "một phần của lãnh thổ được tạo thành bởi một tập hợp các hệ sinh thái tương tác với nhau và lặp lại trong không gian" (Forman và Godron, 1986). Forman (1995) sau đó đưa ra một định nghĩa đơn giản hơn: "Cảnh quan là một vùng có không gian đồng nhất về ít nhất một nhân tố được quan tâm". Tính bất đồng nhất của cảnh quan được quy định bởi một số yếu tố có quan hệ trực tiếp tới sinh vật và con người. Urban và cộng sự (1987) cho rằng, cảnh quan là "lãnh thổ bất đồng nhất về địa hình,

*các kiểu lớp phủ thực vật và các loại hình sử dụng đất*". Cảnh quan là một cấp tổ chức của các hệ thống sinh thái, là đơn vị cấp cao hơn hệ sinh thái và là đơn vị cấp thấp hơn vùng và lục địa (Forman, 1995).

Các định nghĩa này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng, cho phép liên kết cảnh quan (đối tượng nghiên cứu của địa lý học) với hệ sinh thái (đối tượng nghiên cứu của sinh thái học). Đây là cơ sở cho các nhà địa lý học hợp tác với các nhà sinh thái học trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan.

### ***b) Quan niệm về các đặc trưng sinh thái học của cảnh quan***

Cũng như quan điểm địa lý học, tiếp cận sinh thái học trong xây dựng cấu trúc cảnh quan có mục đích thống nhất là giải thích cấu trúc cảnh quan phục vụ công tác nghiên cứu hoặc lập quy hoạch cảnh quan.

Theo hướng tiếp cận sinh thái học, cấu trúc cảnh quan được xem xét theo các quy luật sinh thái học, thuyết địa sinh học đảo và thuyết quần thể biến thái. Đặc điểm sắp xếp do sự khác biệt của các hệ sinh thái bộ phận ảnh hưởng tới các đặc trưng phân bố vật chất, năng lượng và các loài sinh vật. Về cơ bản, các mô hình sinh thái này phản ánh được những đặc trưng sinh thái học của cảnh quan:

- Cảnh quan được xem là một hệ thống, thuộc hệ thống cấp lớn hơn là lãnh thổ nghiên cứu và chứa đựng các hệ thống cấp thấp hơn là hệ sinh thái. Do đó, cảnh quan vừa được coi là đơn vị cấu trúc (lãnh thổ), vừa là đơn vị chức năng (hệ sinh thái). Đặc điểm này tạo ra ưu thế trong sử dụng cảnh quan phục vụ công tác phân tích và mô hình hóa dòng vật chất, dòng năng lượng, dòng chảy sinh vật trong một đơn vị lãnh thổ.

- Cấu trúc ngang của cảnh quan được chú trọng nhiều hơn cấu trúc đứng. Tương tác giữa các hệ sinh thái trong cảnh quan là tương tác cơ bản nhất. Cảnh quan được xem là một đơn vị cá thể, không lặp lại theo không gian (tính phân vùng), được cấu tạo bởi các hệ sinh thái lặp lại trong không gian (tính phân kiểu).

- Trong định nghĩa của Forman (1995), cấu trúc đứng của cảnh quan đã được đưa ra một cách đơn giản nhằm xác định ranh giới cảnh quan ở quy mô nghiên cứu. Chẳng hạn, các hợp phần rắn là địa chất và địa hình có thể được coi là yếu tố trội để phân định ranh giới giữa các cảnh quan; trong khi đó, hợp phần có ảnh hưởng trực tiếp đến nơi ở và thức ăn của sinh vật là lớp phủ thực vật (trong một số trường hợp khác có thể sử dụng lớp phủ mặt đất hoặc lớp phủ sử dụng đất) để phân định ranh giới giữa các hệ sinh thái. Định nghĩa này có ý nghĩa ứng dụng cao trong mô hình hóa cấu trúc cảnh quan, mô phỏng các dòng trong cảnh quan. Do mối quan hệ quá phức tạp giữa các thành phần cảnh quan nên cần phải giới hạn số lượng các biến không gian để đưa vào mô hình phân tích.

- Cảnh quan là một hệ thống mở với các dòng vật chất, dòng năng lượng và dòng chảy sinh vật qua ranh giới cảnh quan và tương tác với các cảnh quan lân cận. Ví dụ, các chất dinh dưỡng và chất ô nhiễm theo dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm từ các hệ núi và đồng bằng xuống các hệ thủy vực; dòng di trú và phát tán của động vật có xương sống giữa các mảnh rừng trong cảnh quan,... Các dòng này đóng vai trò kết nối giữa các hệ sinh thái và các cảnh quan với nhau.

- Cảnh quan là một hệ thống động lực, do cả cấu trúc cảnh quan và chức năng cảnh quan đều bị biến đổi theo không gian và thời gian dưới tác động của các nhân tố tự nhiên và nhân sinh. Biến đổi cảnh quan tuân theo nhiều cơ chế khác nhau: một cảnh quan lớn bị phân mảnh thành nhiều cảnh quan có kích thước nhỏ hơn hoặc bị mất đi một số yếu



tổ cảnh quan (mảnh, hành lang...); hoặc ngược lại, một vài cảnh quan kích thước nhỏ kết nối lại thành một cảnh quan kích thước lớn hơn. Tốc độ và xu thế biến đổi cảnh quan cũng rất khác nhau, phụ thuộc chặt chẽ vào đặc điểm của các nhân tố gây biến động.

## 2.3. CẢNH QUAN HỌC XÔ VIỆT VÀ VIỆT NAM

### 2.3.1. Cách tiếp cận và định hướng nghiên cứu

Tại Liên Xô/Nga và Việt Nam, vấn đề "sinh thái hóa cảnh quan học" mới chỉ được nêu ra và "kêu gọi" phát triển, hiện nay chưa thực sự phát triển thành một trường phái nghiên cứu riêng được cộng đồng khoa học quốc tế công nhận. Điều này được minh chứng trên thực tế: trong các diễn đàn khoa học và tạp chí quốc tế về sinh thái cảnh quan, có rất ít các công trình công bố của các nhà khoa học Nga và Việt Nam.

Từ giữa thế kỷ thứ XX, nhiều nhà cảnh quan học Xô Viết cho rằng tiếp cận sinh thái học và kinh tế học trong nghiên cứu cảnh quan là tất yếu để "sinh thái hóa cảnh quan học", phục vụ cho các mục đích phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường: "*Sinh thái học không chỉ nên xem là môn học về nơi sống của sinh vật mà còn là một môn học nghiên cứu hoạt động của các hệ thống tự nhiên, nhằm sử dụng các hệ thống đó trong hoạt động kinh tế, ... thông qua công tác quy hoạch lãnh thổ tức là điều chỉnh, sắp xếp sử dụng đất đai cho hợp lý với những quy luật phát triển của các hệ thống tự nhiên nhưng thỏa mãn được các yêu cầu kinh tế*" (Lobcyrie, 1973). Viện sỹ Geraximov cho rằng "*các địa tổng thể về bản chất chính là các hệ thống sinh thái, các nhà cảnh quan học khi nghiên cứu các địa tổng thể mới chỉ quan tâm đến quy luật phát sinh, phát triển của nó mà chưa chú trọng đến khía cạnh sinh thái*". Ông nhấn mạnh tầm quan trọng của việc "sinh thái hóa" và "kinh tế hóa" khoa học địa lý để khai thác triệt để khả năng sử dụng các địa tổng thể. Armand (1975) cho rằng, nhà địa lý bắt buộc phải đi sâu

vào lĩnh vực sinh thái học “... logic của sự phát triển và các nhiệm vụ thực tiễn xuất hiện trước địa lý học đã buộc nó “đụng phải” sinh thái học bằng một “bánh xe” - cảnh quan học” và cảnh quan học có khả năng “... nghiên cứu một cách hệ thống các quần lạc sinh vật y như sinh thái học...”. Ixatrenko (1976, 1985) cũng nêu ra quan điểm tương tự. Ông cho rằng, tiếp cận sinh thái trong nghiên cứu cảnh quan học là “một hướng đi tất yếu trong tiến trình phát triển của cảnh quan học hiện đại, thuận lợi cho nghiên cứu các mối quan hệ qua lại giữa các hợp phần tự nhiên của bề mặt Trái Đất phục vụ sử dụng hợp lý và cải tạo các thể tổng hợp tự nhiên”. Bản thân Ixatrenko cũng có một báo cáo tổng quan về “Các quá trình thoái hóa của cảnh quan nước Nga châu Âu trong thế kỷ XX” tại hội nghị Sinh thái Cảnh quan Thế giới lần thứ 4 ở Tartu (Estonia) vào năm 2001.

Hiện nay, các nhà cảnh quan Việt Nam đã định hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan với mục đích làm rõ các mối quan hệ và khả năng ứng dụng trong môi trường nhiệt đới gió mùa. Tại Việt Nam, nhiều công trình nghiên cứu của các nhà địa lý học và sinh thái học như Nguyễn Đức Chính, Lê Bá Thảo, Vũ Tự Lập, Phạm Quang Anh, Thái Văn Trường, Phan Nguyên Hồng,... đã cố gắng gắn kết các đặc trưng sinh thái và sự phân hóa không gian của các tổng hợp thể tự nhiên theo mục đích sử dụng hợp lý lãnh thổ. Theo một nghĩa nào đó, luận điểm sinh thái phát sinh của Thái Văn Trường (1976, 2000) có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong việc xây dựng hoàn chỉnh một mô hình cấu trúc cảnh quan sinh thái nhiệt đới gió mùa ở Việt Nam. Luận điểm hệ địa-sinh thái của Vũ Tự Lập (1999) có đóng góp quan trọng trong việc nhìn nhận lãnh thổ nghiên cứu một cách tổng hợp, hệ thống và có tính thứ bậc về không gian. Những nghiên cứu về rừng ngập mặn Việt Nam của Phan Nguyên Hồng (2004) cung cấp phương pháp luận và phương pháp nghiên cứu định lượng của sinh thái học trong nghiên cứu mối quan hệ lẫn nhau giữa các thành phần sinh học (thực vật) và thành

phần phi sinh học (thổ nhưỡng, mẫu chất) trong cảnh quan. Nghiên cứu của Phạm Quang Anh (1995) góp phần đưa cách tiếp cận kinh tế sinh thái trong phân tích sinh thái cảnh quan phục vụ phát triển kinh tế xã hội và bảo vệ môi trường.

Tiếp cận sinh thái hóa cảnh quan học được một số nhà cảnh quan học Xô Viết và Việt Nam đề xuất, phát triển (Ixatrenko, 1976; Armand, 1983; Phạm Hoàng Hải, 1992), có các đặc điểm sau:

- Sinh thái cảnh quan được phát triển trong hoàn cảnh khoa học cảnh quan đã phát triển rục rờ với hệ thống lý luận chặt chẽ về tính phân vị của cảnh quan.

- Ban đầu, hệ thống tự nhiên được gọi chung là hệ địa-sinh thái, với ý nghĩa cụ thể hóa quan điểm hệ thống vào nghiên cứu sinh thái học. Hệ địa-sinh thái được viện sỹ Xô Viết Geraximov định nghĩa là *“một hệ thống động lực, tự điều chỉnh, có ranh giới xác định và có sự thống nhất biện chứng giữa các thành phần cấu tạo và các đơn vị cấu tạo”*. Khái niệm hệ địa-sinh thái dùng chỉ chung cho các đơn vị địa lý tự nhiên từ lớn đến nhỏ. Khi xét từng cấp phân vị riêng thì nó sẽ có tên gọi riêng cho cấp đó. Bất kỳ một hệ địa-sinh thái nào cũng tồn tại hai giới sinh học và phi sinh học, chúng có liên quan mật thiết với nhau và vai trò chủ đạo thuộc về giới sinh học. Các hệ địa-sinh thái khác nhau có quan hệ mật thiết với nhau. Tính phức tạp của các hệ địa-sinh thái càng tăng khi có tác động của con người thông qua các hoạt động kinh tế.

- Các địa tổng thể về bản chất chính là các hệ thống sinh thái. Các nhà cảnh quan học khi nghiên cứu các địa tổng thể mới chỉ quan tâm đến quy luật phát sinh, phát triển của nó mà chưa chú trọng đến khía cạnh sinh thái. Việc “sinh thái hóa” và “kinh tế hóa” cảnh quan học có vai trò quan trọng trong định hướng khai thác, sử dụng hợp lý các địa tổng thể.

- Nghiên cứu sinh thái cảnh quan theo hướng gắn kết các đặc trưng sinh thái và sự phân hóa không gian của các tổng hợp thể tự nhiên với mục đích sử dụng hợp lý lãnh thổ.

Do hoàn cảnh lịch sử và xã hội (chiến tranh, chế độ chính trị,...) nên trong thời kỳ Chiến tranh Lạnh, cảnh quan học Xô Viết chỉ có những ảnh hưởng hạn chế trong phạm vi một số nước Xã hội Chủ nghĩa trước đây thuộc Đông Âu (Đông Đức, Ba Lan,...), Trung Quốc và Việt Nam.

### **2.3.2. Quan niệm về cảnh quan**

Hướng nghiên cứu cảnh quan học ở Liên Xô và Việt Nam thể hiện "quan điểm địa lý học về cảnh quan". Trong đó, nhiệm vụ cơ bản trong khảo sát, nghiên cứu cảnh quan là cần làm rõ được đặc điểm, quy luật phân hóa lãnh thổ phục vụ cho các mục đích sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ thiên nhiên.

#### ***a) Định nghĩa cảnh quan theo quan điểm địa lý học***

##### *Cảnh quan học Đức*

Cảnh quan học ra đời tại Đức. Định nghĩa khoa học đầu tiên về cảnh quan được nhà địa thực vật và địa vật lý vĩ đại Humboldt (1845) phát biểu là "*Der Totalcharakter einer Erdgegend*", nghĩa là "*Toàn bộ đặc tính của một vùng trên Trái Đất*". Định nghĩa này xuất phát từ tư tưởng hệ thống và tổng hợp trong nghiên cứu lãnh thổ: "... nhiệm vụ quan trọng của nghiên cứu địa lý là xác định tương tác nhân - quả giữa giới vô cơ và hữu cơ". Trong điều kiện hạn chế về nguồn tư liệu tham khảo, những đóng góp về thực tiễn khảo sát cảnh quan ban đầu của Humboldt là vô cùng to lớn.

Thừa kế tư tưởng của Humboldt, các nhà địa lý Đức đã xây dựng và phát triển các định nghĩa khoa học đầu tiên về cảnh quan. Cảnh quan

được xem là một phần địa quyển, có quy mô khác nhau, cấu trúc đồng nhất, có các hợp phần và quá trình tương tác với nhau. Rosenkranz (1850) định nghĩa cảnh quan là *"các hệ thống tự nhiên quy mô địa phương được tổ chức theo thứ bậc"*. Siegfried Passarge (1913) đưa ra công trình lý thuyết đầu tiên về địa lý cảnh quan, đề cập tới nội dung và phương pháp khảo sát các nhân tố thành tạo cảnh quan, ứng dụng xây dựng hệ thống phân loại cảnh quan cho Nam Phi. Theo quan điểm của một nhà địa lý Đức khác là Neef (1967), cảnh quan được xem là một địa hệ thống: *"Cảnh quan là một phần của bề mặt Trái Đất được đặc trưng bởi cấu trúc đồng nhất, ngoại mao, vị trí trong không gian và các thành phần cấu trúc (gồm địa hình, thổ nhưỡng, khí hậu, cân bằng nước, quần hệ thực vật, quần hệ động vật, con người và các tạo vật nhân sinh trong cảnh quan). Sự tích hợp có quy luật của tất cả các thành phần cấu trúc trong cảnh quan làm hình thành một phức hệ địa lý, hay là một địa hệ. Do đó, cảnh quan là một thực thể thuộc tất cả các quyển trên Trái Đất, bao gồm các quyển phi sinh học, sinh quyển và trí quyển"*. Những đóng góp khác của Neef về tích hợp nghiên cứu cảnh quan với nghiên cứu các tác động nhân sinh quy mô vùng (1983), nghiên cứu cảnh quan ứng dụng (1984) có ý nghĩa quan trọng hàng đầu trong việc đưa lý luận cảnh quan vào nghiên cứu sinh thái cảnh quan.

### *Cảnh quan học Xô Viết*

Thừa kế cảnh quan học Đức, các nhà địa lý Xô Viết xây dựng khái niệm về cảnh quan địa lý (*geographical landscape*) theo hai hướng tiếp cận thống nhất là:

- Tiếp cận cấu trúc, chú trọng nhiều tới đặc điểm phân hóa lãnh thổ;
- Tiếp cận theo hướng tự nhiên, xem cảnh quan là một thực thể tự nhiên hoặc tổng thể tự nhiên ở các cấp khác nhau.

Hai hướng tiếp cận này luôn được phản ánh trong các định nghĩa về cảnh quan: *"cảnh quan địa lý là một bộ phận nhỏ của bề mặt Trái Đất,*

khác biệt về chất với các bộ phận khác, được bao bọc bởi những ranh giới tự nhiên và là sự kết hợp các hiện tượng và đối tượng tác động lẫn nhau một cách có quy luật được biểu hiện điển hình trên một không gian rộng và có quan hệ mọi mặt với lớp vỏ địa lý” (Kalexnik, 1959); “... một thể tổng hợp tự nhiên có lãnh thổ đồng nhất về mặt phát sinh, có một nền địa chất đồng nhất, một kiểu địa hình, một khí hậu đồng nhất và gồm có một tập hợp các nhóm cảnh diện cơ bản và thứ cấp có quan hệ với nhau về mặt động lực và không lặp lại trong không gian” (Solnetsev, 1962).

Tại Liên Xô, cảnh quan được xem xét theo ba quan điểm khác nhau:

- *Cảnh quan là đơn vị địa tổng thể* (khái niệm chung): khái niệm cảnh quan đồng nghĩa với địa tổng thể (hay địa hệ) thuộc các cấp phân vị khác nhau. Theo quan điểm này, khái niệm cảnh quan cũng giống như các khái niệm chung về thổ nhưỡng, địa hình, khí hậu, thực vật,... có thể sử dụng cho bất kỳ đơn vị phân loại hay phân vùng địa lý tự nhiên.

- *Cảnh quan là đơn vị phân kiểu* (khái niệm loại hình): khái niệm cảnh quan phản ánh các khu vực tách biệt của lớp vỏ địa lý có nhiều dấu hiệu chung. Tính đồng nhất tương đối và tính lặp lại được thể hiện rõ trong hệ thống phân loại cảnh quan phục vụ thành lập bản đồ cảnh quan. Cảnh quan được ứng dụng cả cho các cảnh quan tự nhiên và cảnh quan nhân sinh (cảnh quan bị biến đổi bởi hoạt động kinh tế của con người), là đối tượng áp dụng các biện pháp bảo vệ thiên nhiên. Quan điểm này ứng dụng nghiên cứu cảnh quan trong trường hợp nhiều yếu tố chưa thể định lượng được một cách chắc chắn, cần phải công nhận tính đồng nhất tương đối để có thể gộp chúng vào một nhóm.

- *Cảnh quan là đơn vị cá thể* (khái niệm cá thể): cảnh quan là một lãnh thổ cụ thể (cá thể), đồng nhất về phát sinh và lịch sử phát triển, đặc trưng nền địa chất, một kiểu khí hậu đồng nhất, một phức hợp thổ nhưỡng, sinh vật quần đồng nhất và có một cấu trúc xác định. Quan niệm cá thể được sử dụng trong nghiên cứu phân vùng địa lý tự nhiên

và nghiên cứu cảnh quan ở tỷ lệ lớn, trung bình và nhỏ, trong điều kiện có đủ các tài liệu cơ sở.

### *Cảnh quan học Việt Nam*

Thừa kế lý luận cảnh quan học Xô Viết, cảnh quan học được phát triển trong điều kiện thực tiễn ở Việt Nam từ những năm 1980. Tại Việt Nam, cảnh quan được hiểu theo nghĩa rộng và nghĩa hẹp. Theo nghĩa rộng, cảnh quan là *"một tổng thể địa lý nào đó như vùng đầm lầy, miền rừng taiga, đồi hoang mạc,..., đôi khi bao hàm ý nghĩa về kiểu như cảnh quan đầm lầy, cảnh quan rừng taiga"*. Theo nghĩa hẹp, cảnh quan *"là một đơn vị lãnh thổ cụ thể đồng nhất về nguồn gốc phát sinh, về lịch sử phát triển và không thể phân chia được về mặt địa đới cũng như phi địa đới, có một nền địa chất đồng nhất, một kiểu địa hình, một khí hậu đồng nhất, một tổ hợp đồng nhất các điều kiện nhiệt - thủy văn, thổ nhưỡng, sinh quần và đặc trưng bởi một tập hợp có quy luật các đơn vị cấu tạo đơn giản cấp thấp hơn là dạng và diện địa lý. Cảnh quan là một cấp phân vị trong hệ thống phân vùng địa lý tự nhiên, được coi là đơn vị cơ sở và là đối tượng nghiên cứu cơ bản của cảnh quan học"* (Từ điển Bách khoa Việt Nam, 2005).

Đối với các nhà địa lý Việt Nam trong thời kỳ đầu, nhiệm vụ cơ bản của khảo sát, nghiên cứu cảnh quan là làm rõ được tính đặc thù về phân hóa lãnh thổ tự nhiên ở các quy mô nghiên cứu khác nhau, từ cấp toàn quốc, cấp vùng cho đến cấp địa phương. Nhiệm vụ này được thực hiện thông qua công tác phân vùng và phân kiểu lãnh thổ:

- *Phân vùng lãnh thổ* là phân chia lãnh thổ thành các thể tổng hợp có ranh giới khép kín, có những đặc điểm riêng không giống các vùng khác và không lặp lại trong không gian.

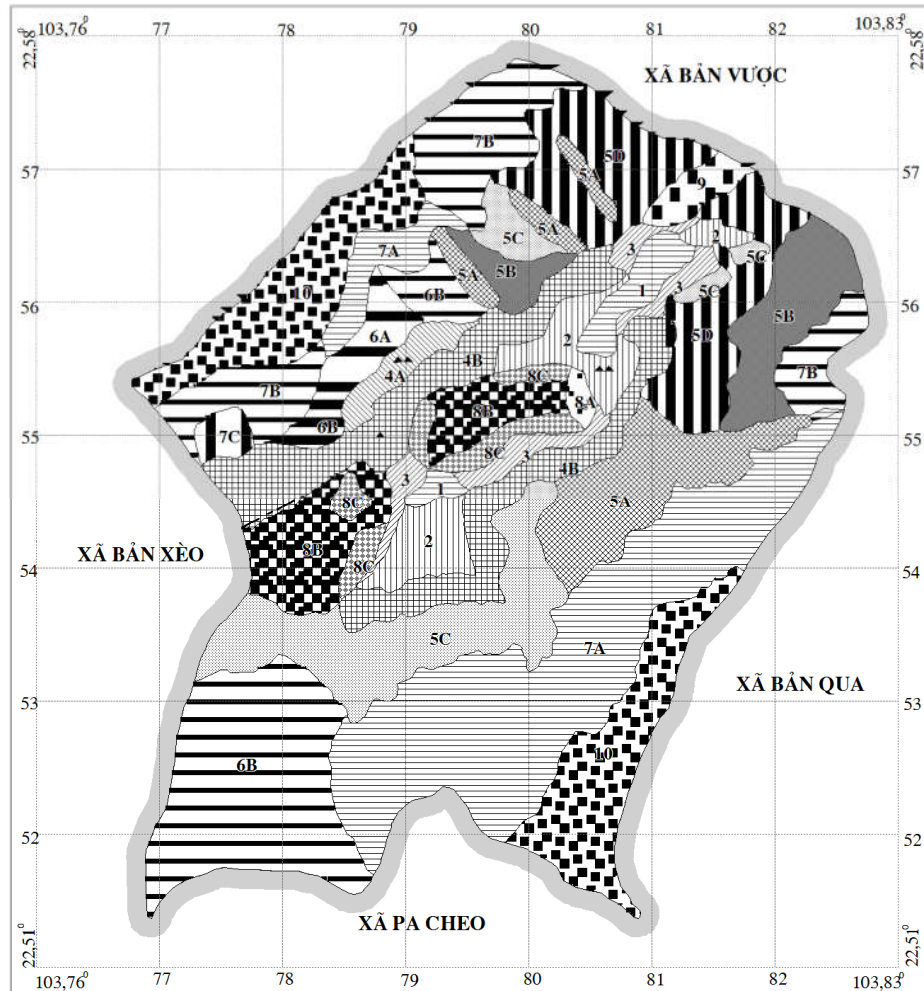
- *Phân kiểu lãnh thổ* là nhóm gộp các đơn vị không gian theo những đặc điểm chung có tính lặp lại trong không gian.

Có hai cách tiếp cận phân vùng và phân kiểu cảnh quan:

- Tiến hành phân vùng (thường gọi là phân vùng địa lý tự nhiên), được thực hiện bằng xây dựng hệ thống phân loại cảnh quan và xây dựng bản đồ. Các đơn vị phân vùng thường được tiến hành từ trên xuống (phân chia các đơn vị cấp cao hơn) hoặc từ dưới lên (gộp nhóm các đơn vị cấp thấp hơn), hoặc kết hợp cả hai cách trên. Phân loại cảnh quan được tiến hành sau khi đã xác định được các đơn vị cá thể thuộc các cấp phân vị khác nhau. Mặc dù đòi hỏi nhiều công sức, nhưng cách tiếp cận này có thể tiến hành tương đối độc lập trong điều kiện thông tin về các hợp phần thành tạo cảnh quan chưa được nghiên cứu đầy đủ và đồng bộ. Scheglova, Vũ Tự Lập tiến hành theo phương pháp này.

- Tiến hành phân kiểu cảnh quan làm cơ sở cho phân vùng cảnh quan. Cách tiếp cận này đòi hỏi phải tiến hành nghiên cứu đồng bộ và đầy đủ các hợp phần thành tạo cảnh quan, thành lập các bản đồ chuyên đề cùng tỷ lệ, xây dựng hệ thống phân loại cảnh quan và thành lập bản đồ cảnh quan (thực chất là bản đồ phân kiểu cảnh quan). Sau đó tiến hành gộp nhóm các đơn vị cảnh quan có cùng chung lãnh thổ, cùng nguồn gốc, đặc điểm tương tự thành các đơn vị cá thể trong hệ thống phân vùng cảnh quan. Cách tiếp cận này có thể kế thừa được các kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học chuyên ngành, tiết kiệm thời gian và kinh phí, nhưng chỉ thực hiện được trong điều kiện có đầy đủ thông tin về các hợp phần tự nhiên.





Hình 2.5. Bản đồ địa lý cảnh quan xã Mường Vi, huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai được thành lập theo hướng phân kiểu (Ký hiệu 1, 2, 3...: cảnh diện) (Nguyễn Cao Huân, Nguyễn An Thịnh và cộng sự, 2003)

Xây dựng hệ thống phân loại và phân vùng cảnh quan phục vụ phân tích cấu trúc và thành lập bản đồ cảnh quan được xác định là nhiệm vụ nghiên cứu chính của cảnh quan học Việt Nam. Các nhà địa lý Việt Nam đã xây dựng một số hệ thống phân loại và phân vùng cảnh quan phục vụ cho mục đích nghiên cứu sự phân hóa lãnh thổ (Vũ Tự

Lập, 1976; Nguyễn Thành Long và cộng sự, 1992; Phạm Hoàng Hải, 1995; Nguyễn Thành Long và Nguyễn Văn Vinh, 2012):

- Hệ thống phân vùng cảnh quan của Vũ Tự Lập (1976) được xây dựng theo quan điểm cá thể, được ứng dụng trong công tác phân vùng cảnh quan miền Bắc Việt Nam.

- Hệ thống phân loại cảnh quan Việt Nam của Nguyễn Thành Long và cộng sự (1992) và Phạm Hoàng Hải (1995) được xây dựng theo quan điểm kiểu loại.

*Bảng 2.2. Hệ thống phân loại cảnh quan Việt Nam của Nguyễn Thành Long và cộng sự (1992)*

Stt	Đơn vị	Dấu hiệu đặc trưng
1	Hệ cảnh quan	Nền bức xạ chủ đạo quyết định tính đối. Chế độ nhiệt - ẩm quyết định cường độ lớn của chu trình vật chất và năng lượng.
2	Phụ hệ cảnh quan	Chế độ hoàn lưu gió mùa quyết định phân bố lại nhiệt - ẩm gây ảnh hưởng lớn đến chu trình vật chất.
3	Lớp cảnh quan	Đặc điểm các khối địa hình lớn quy định tính đồng nhất của hai quá trình lớn trong chu trình vật chất: quá trình bóc mòn và quá trình tích tụ.
4	Phụ lớp cảnh quan	Sự phân tầng bên trong của lớp.
5	Kiểu cảnh quan	Đặc điểm sinh khí hậu (kiểu thảm thực vật phát sinh - kiểu đất).
6	Phụ kiểu cảnh quan	Các đặc trưng cực đoan của khí hậu ảnh hưởng lớn tới điều kiện sinh thái.
7	Hạng cảnh quan	Các kiểu địa hình phát sinh với các đặc trưng địa động lực hiện đại.
8	Loại cảnh quan	Sự giống nhau tương đối của các dạng địa lý của thể cấu thành cảnh quan (sự kết hợp của các quần xã thực vật phát sinh và hiện đại với loại đất).
	<i>Các đơn vị cấu trúc hình thái cảnh quan:</i> - Dạng địa lý, diện địa lý	

Hệ thống do Nguyễn Thành Long và cộng sự đưa ra bao gồm tám cấp phân vị cảnh quan và hai cấp phân loại đơn vị cấu trúc hình thái cảnh quan, được sử dụng phổ biến nhất trong công tác nghiên cứu và đào tạo về cảnh quan học. Hệ thống này có ưu thế trong việc xác định đặc trưng phân hóa lãnh thổ ở nhiều cấp khác nhau, từ cấp toàn quốc (với các đơn vị cảnh quan thuộc các bậc phân vị cấp cao, chẳng hạn kiểu cảnh quan, hạng cảnh quan) cho đến cấp địa phương (dạng và diện địa lý được xác định là đơn vị cơ bản).

Có thể thấy, cách hệ thống phân loại và phân vùng cảnh quan ở Việt Nam trước đây chủ yếu cho các lãnh thổ trên lục địa. Trong giai đoạn hiện nay, khi mà nhu cầu nghiên cứu vai trò và vị thế của biển, hải đảo Việt Nam trở nên cấp thiết thì nghiên cứu cảnh quan biển và hải đảo được xác định là nhiệm vụ ưu tiên hàng đầu. Một thuận lợi của nhiệm vụ này là đã có một hệ thống lưu trữ dữ liệu tương đối đầy đủ về Biển Đông từ kết quả điều tra, khảo sát của các chương trình khoa học cấp Nhà nước.

Gần đây nhất, trong một báo cáo được trình bày tại Hội nghị Khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ 6, Nguyễn Thành Long và Nguyễn Văn Vinh (2012) đã bước đầu đề xuất một hệ thống phân loại cảnh quan biển và hải đảo Việt Nam gồm bốn cấp phân vị từ cao xuống thấp bao gồm: *hệ cảnh quan* → *lớp cảnh quan* → *phụ lớp cảnh quan* → *kiểu cảnh quan*. Trong đó, hệ cảnh quan được xác định dựa vào các chỉ tiêu về nền nhiệt độ không khí bề mặt hoàn lưu khí quyển và nền bức xạ chủ đạo trên bề mặt biển. Lớp cảnh quan là sự phân chia bên trong hệ cảnh quan dựa vào vật chất thành tạo, mức độ tương tác giữa các quyển vật chất thành tạo (thạch quyển, khí quyển, thủy quyển, sinh quyển). Phụ lớp cảnh quan phản ánh sự phân tầng bên trong của lớp theo các tiêu chí về mức độ xa bờ lục địa và tầng dày khối nước. Kiểu cảnh quan được tách ra từ phụ lớp cảnh quan dựa vào tính thống trị của nham thạch và kiểu địa

hình hình thái - phát sinh, là cấp cơ sở để thực hiện ở tỷ lệ nghiên cứu 1/1.000.000. Theo hệ thống phân loại này, khu vực biển và hải đảo Việt Nam được phân chia thành 56 kiểu cảnh quan nằm trong 5 phụ lớp, 2 lớp và 1 hệ cảnh quan (Nguyễn Thành Long và Nguyễn Văn Vinh, 2012).

### *b) Quan niệm về các đặc trưng địa lý học của cảnh quan*

Sự phát triển của học thuyết cảnh quan truyền thống ở cả Liên Xô và Việt Nam luôn gắn liền với sự phát triển của địa lý tự nhiên. Địa lý tự nhiên bao gồm cả địa lý tự nhiên đại cương và cảnh quan học, trong đó cơ sở lý luận và tri thức của địa lý tự nhiên đại cương là tiền đề của cảnh quan học. Điểm chung của cả hai khoa học này là cùng vận dụng những tư tưởng và tri thức địa lý chung thành những nghiên cứu lãnh thổ cụ thể, làm sáng tỏ những đặc tính địa lý địa phương (Nguyễn Thành Long, 1992).

Nghiên cứu cảnh quan theo tiếp cận địa lý dựa trên tư tưởng coi cảnh quan là địa tổng thể, quan tâm tới tất cả các hợp phần cấu tạo nên địa tổng thể đó. Đặc điểm sắp xếp của các đơn vị hình thái (cảnh dạng, cảnh diện) có mối quan hệ với các hợp phần bảo thủ nhất là mẫu chất và địa hình, và chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi hoạt động sử dụng đất. Tiếp cận này được xây dựng với mục đích giải thích cấu trúc cảnh quan phục vụ công tác nghiên cứu hoặc lập quy hoạch cảnh quan.

Một hướng phát triển quan trọng khác về tư tưởng cảnh quan trong địa lý học là lý luận về chức năng cảnh quan và tiềm năng cảnh quan. Theo nghĩa rộng, chức năng cảnh quan không chỉ phản ánh dòng vật chất, dòng năng lượng và dòng chảy sinh vật vận động qua các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản mà còn phản ánh khả năng cảnh quan cung cấp tài nguyên cho con người. Để đáp ứng được yêu cầu này, tiếp cận

liên ngành các khoa học xã hội, khoa học nhân văn và khoa học tự nhiên, kết hợp các phương pháp định tính và định lượng cần được sử dụng trong nghiên cứu cảnh quan.

## **2.4. SỰ KHÁC BIỆT GIỮA CÁC TRƯỜNG PHÁI NGHIÊN CỨU SINH THÁI CẢNH QUAN**

### **2.4.1. Khác biệt về tiếp cận và định hướng nghiên cứu**

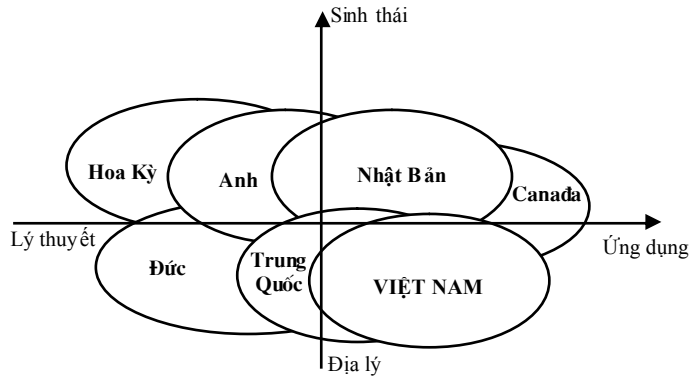
Những lý do về nền tảng chuyên môn và cách tiếp cận nghiên cứu đã tạo ra sự khác biệt về hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan đối với các trường phái nghiên cứu. Các nhà địa lý với cách tiếp cận tổng hợp thường rất chú trọng đến tính phân vị trong cấu trúc cảnh quan của lãnh thổ. Trong khi đó, các nhà sinh thái học và sinh thái cảnh quan được đào tạo tại các nước Tây Âu và Bắc Mỹ khi nghiên cứu sinh thái cảnh quan thường chú trọng nhiều đến cấu trúc và chức năng sinh học của cảnh quan, các chỉ số đặc trưng cho phân hóa cấu trúc ngang cảnh quan,... mà chưa đề cập nhiều đến tính phân vị chặt chẽ trong phân tích cấu trúc cảnh quan.

Hệ quả của những cách tiếp cận trên là nghiên cứu sinh thái cảnh quan tại Tây Âu và Bắc Mỹ đều có xu hướng chú trọng đến sự phân hóa ngang của hợp phần lớp phủ mặt đất hoặc lớp phủ sử dụng đất trên bản đồ tỷ lệ lớn. Mặc dù vậy, sinh thái cảnh quan ở Tây Âu được nhìn nhận là một khoa học có định hướng nhân văn, còn ở Bắc Mỹ thì định hướng sinh thái lại chiếm ưu thế hơn. Các công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam chú trọng nhiều đến mọi hợp phần trong cấu trúc đứng của cảnh quan, trong đó hợp phần thảm thực vật được lựa chọn là hợp phần trội quy định sự phân hoá lãnh thổ trên bản đồ sinh thái cảnh quan ở các tỷ lệ. Các nghiên cứu về sinh thái cảnh quan ở Việt Nam do tuân thủ chặt chẽ nguyên tắc phân vị trong sự phân hoá

cảnh quan nên có nhiều ưu thế về lý luận và thực tiễn phù hợp với điều kiện Việt Nam nhiệt đới gió mùa. Tiếp cận này sẽ là định hướng phát triển đúng đắn của sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa mà các nhà cảnh quan học Việt Nam có những đóng góp tích cực.

Các cách tiếp cận nghiên cứu sinh thái cảnh quan nói trên đã làm hình thành hai hướng nghiên cứu chủ đạo: hướng sinh thái học và địa sinh thái. Hướng đầu tiên có vai trò quan trọng trong sinh thái học và sinh học. Hướng thứ hai định hướng địa lý học và quan tâm nhiều đến việc xác lập các hệ thống tích hợp kinh tế xã hội trong cảnh quan. Tùy từng hoàn cảnh thực tiễn và điều kiện nghiên cứu mà các nước có những định hướng phát triển sinh thái cảnh quan theo các hướng khác nhau. Biểu đồ dưới đây trình bày định hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan của một số nước trên thế giới và Việt Nam. Vị trí trên biểu đồ cho thấy sinh thái cảnh quan ở Anh nằm giữa Đức và Hoa Kỳ, theo hướng tiếp cận sinh thái học. Ngược lại, phần lớn các nghiên cứu ở Đức theo định hướng địa lý và các nghiên cứu lý thuyết thường chiếm ưu thế. Ngay tại khu vực Bắc Mỹ cũng có sự phân hóa trong định hướng phát triển: hướng ứng dụng ở Canada chiếm ưu thế hơn nhiều so với ở Hoa Kỳ. Tại khu vực Đông Á, mặc dù có cùng định hướng ứng dụng nhưng ở Nhật Bản chú trọng có nền tảng sinh thái học hơn so với ở Trung Quốc. Tại Việt Nam, sinh thái cảnh quan phát triển theo hướng địa lý tổng hợp ứng dụng.

Hiện nay, các công trình nghiên cứu có xu hướng gắn kết và cố gắng làm giảm khoảng cách giữa sinh thái cảnh quan lý thuyết và sinh thái cảnh quan ứng dụng, cũng như gắn kết giữa cách tiếp cận nghiên cứu giữa hai trường phái Tây Âu và Bắc Mỹ.



Hình 2.6. Định hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan của một số nước trên thế giới và Việt Nam

#### 2.4.2. Khác biệt về quan điểm cảnh quan theo tiếp cận địa lý học và tiếp cận sinh thái học

Sinh thái cảnh quan thường được hiểu một cách đơn giản là "sinh thái học của cảnh quan" (*ecology of landscape*). Tuy nhiên, các khái niệm về cảnh quan lại được đề cập ở nhiều góc độ khác nhau, bởi các chuyên gia thuộc lĩnh vực khác nhau. Điều này tạo ra nhiều khó khăn trong vận dụng khái niệm cảnh quan vào trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan. Trước thời điểm Humboldt (1845) đưa ra định nghĩa khoa học đầu tiên về cảnh quan, thuật ngữ này đã được sử dụng phổ biến tại Đức theo nghĩa chỉ một phần lãnh thổ quốc gia hay vùng. Cảnh quan được nghiên cứu bởi nhiều ngành khoa học khác nhau, chẳng hạn địa lý học, sinh thái học, quản lý đất đai, sinh thái cảnh quan. Các quan điểm khác nhau về cảnh quan thể hiện rõ nội dung và định hướng các ngành khoa học trong vận dụng lý luận cảnh quan phục vụ giải quyết các vấn đề thực tiễn của các trường phái nghiên cứu sinh thái cảnh quan.

Trong thời kỳ đầu tiên, các nhà sinh thái cảnh quan thực hiện các nghiên cứu dựa trên cảnh quan theo quan điểm địa lý học. Sau đó, cả tiếp cận địa lý học và tiếp cận sinh thái học đều được vận dụng trong

định hướng phát triển lý luận về cảnh quan. Sự khác biệt này được thể hiện ở các yếu tố cảnh quan cơ bản:

- *Tiếp cận địa lý học được dựa trên các địa tổng thể*, ví dụ các đơn vị cảnh quan và các đơn vị hình thái cảnh quan; chú trọng nhiều tới không gian địa lý, các hợp phần phi sinh học và đặc điểm phân bố không gian của tất cả các hợp phần.

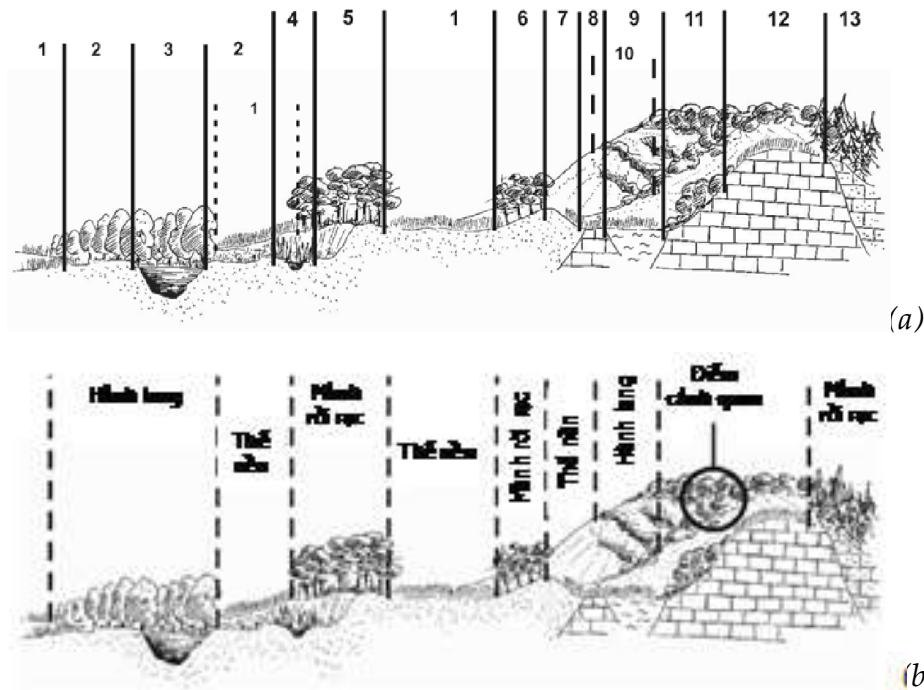
- *Tiếp cận sinh thái học được dựa trên các đơn vị hệ sinh thái*, chẳng hạn mảnh rời rạc, hành lang và thể khảm; chú trọng nhiều tới không gian khoảng cách, các thành phần sinh học và mối quan hệ giữa các yếu tố cảnh quan cơ bản.

Bản đồ sinh thái cảnh quan được thành lập theo tiếp cận địa lý sử dụng đơn vị bản đồ cơ sở là các địa tổng thể, phản ánh được đặc điểm phân bố không gian của tất cả các hợp phần cảnh quan. Trong khi đó, bản đồ sinh thái cảnh quan được thành lập theo tiếp cận sinh thái học đơn giản hơn, chủ yếu dựa trên sự phân hóa lớp phủ thảm thực vật hoặc lớp phủ mặt đất - những yếu tố đóng vai trò cung cấp nơi sống và thức ăn cho sinh vật, đồng thời có ưu thế trong công tác nghiên cứu chức năng hoặc các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan.

Việc lựa chọn các đơn vị không gian cơ sở cho nghiên cứu sinh thái cảnh quan phụ thuộc vào cách tiếp cận nghiên cứu. Các nhà sinh thái cảnh quan Tây Âu ưu tiên lựa chọn *đơn vị đất đai* (FAO, 1976; Zonneveld, 1979, 1995), *sinh cảnh, sinh thái cảnh* (Tansley, 1939; Troll, 1945) hoặc *lập địa* (Fiedler, 1981; Bastian và Steihard, 2002) làm các đơn vị không gian cơ sở. Trong khi đó, các nhà sinh thái cảnh quan ở Bắc Mỹ ưu tiên lựa chọn *sinh cảnh* (Dahl, 1908), *hệ sinh thái* (Tansley, 1937), *yếu tố cảnh quan* (Forman và Godron, 1986; Forman, 1995) là đơn vị không gian cơ sở. Hướng này thể hiện được ưu thế trong nghiên cứu chuỗi thức ăn và dòng năng lượng (Pimm, 1982, 1984; Power, 1992); phân bố loài và



quần thể (Watts, 1999); phân mảnh nơi sống (Dunning, 1999); diễn thế sinh thái (Vitousek và Reiner, 1975); đa dạng sinh học (D'Antonio và Vitousek, 1992). Tuy nhiên, nhiều nhà khoa học thuộc trường phái Tây Âu chưa nhất trí với điều này. Zonneveld (1995) cho rằng đất đai có vai trò quan trọng hơn là sinh vật trong việc xây dựng các nguyên lý khoa học của sinh thái cảnh quan. Bastian và Steinhardt (2002) cũng cho rằng sử dụng hệ sinh thái làm đối tượng nghiên cứu sẽ không thể hiện được sự phân hóa không gian và bản chất kết hợp giữa hệ thống tự nhiên và hệ thống kinh tế xã hội.



Hình 2.7. lát cắt cảnh quan theo các tiếp cận khoa học khác nhau: (a) tiếp cận địa lý học với các đơn vị hình thái (ký hiệu 1...13) là các đơn vị không gian cơ sở; (b) tiếp cận sinh thái học với hệ sinh thái (mảnh rời rạc, hành lang, thế nền,...) là các đơn vị không gian cơ sở (Cieszewska, 2000)

Với các tiếp cận cảnh quan học phát sinh, phần lớn nghiên cứu sinh thái cảnh quan của Liên Xô và Việt Nam ưu tiên lựa chọn các đơn vị hình thái cảnh quan là cảnh dạng, cảnh diện (Vũ Tự Lập, 1976) hoặc dạng địa lý, diện địa lý (Nguyễn Thành Long và cộng sự, 1992) để thành lập bản đồ sinh thái cảnh quan và đánh giá cảnh quan.

Mặc dù có sự khác nhau cơ bản như vậy, nhưng xét ở khía cạnh tổng thể, các cách tiếp cận nêu trên đều là tiếp cận tổng hợp. Cả tiếp cận địa lý học và tiếp cận sinh thái học đều dựa trên cấu trúc không gian của các yếu tố cảnh quan, bao gồm ranh giới, hình dạng, tính đồng nhất, số lượng và đặc điểm phân bố không gian của các yếu tố cảnh quan cơ bản. Dù theo tiếp cận nào, các bản đồ sinh thái cảnh quan đều có tính ứng dụng cao trong công tác lập quy hoạch ở nhiều cấp lãnh thổ.

## Chương 3.

# CÁC QUY LUẬT CƠ BẢN VÀ NGUYÊN LÝ TIỀN ĐỀ CỦA SINH THÁI CẢNH QUAN

### 3.1. CÁC THỜI KỲ PHÁT TRIỂN LÝ LUẬN SINH THÁI CẢNH QUAN

Cũng như các khoa học khác, sinh thái cảnh quan được phát triển với nhiệm vụ phát hiện bản chất, tính quy luật của các hiện tượng, sự vật và quá trình, từ đó đưa ra những dự báo về sự vận động, phát triển của quần xã sinh vật và cảnh quan, định hướng cho hoạt động phát triển của con người. Thực tiễn đã chứng minh, mọi ngành khoa học đều được hình thành và phát triển kế tiếp các lý thuyết và các phương pháp gần nhất, đồng thời có ưu thế hơn, thậm chí còn bác bỏ hoặc vượt xa các lý thuyết trước đó. Sự hình thành và phát triển của sinh thái cảnh quan không phải là trường hợp ngoại lệ. Khoa học này đã trải qua một giai đoạn "phát triển yên ắng" tương đối dài trong nửa đầu thế kỷ XX để tích lũy các tri thức kinh nghiệm và tri thức lý luận. Các nguyên nhân về lịch sử và sự tiến triển của công nghệ trong nửa sau thế kỷ XX đã tác động tới sự phát triển nhanh chóng của sinh thái cảnh quan.

Có thể chia hai thời kỳ phát triển lý luận của sinh thái cảnh quan:

- Từ 1939 cho tới đầu những năm 1980: thời kỳ ban đầu, sinh thái cảnh quan thừa kế hệ thống cơ sở lý luận và nhiều nguyên lý khoa học của địa lý học và sinh thái học phục vụ các nghiên cứu sinh thái học theo định hướng không gian. Khoa học này thừa kế lý luận về tương tác sinh vật - môi trường của sinh thái học hệ sinh thái, thừa nhận tính

động lực của các hệ thống sinh thái, thừa nhận tính phức tạp và cấu trúc không gian của các đối tượng địa lý.

- Từ đầu những năm 1980 cho tới nay: sinh thái cảnh quan chính thức trở thành một ngành khoa học độc lập, có hệ thống tri thức kinh nghiệm, tri thức lý luận, hệ phương pháp và phương pháp luận, hệ giả thuyết và kết luận riêng. Sinh thái cảnh quan được các nhà khoa học châu Âu và Bắc Mỹ phát triển theo hướng xây dựng hệ thống lý thuyết và các nguyên lý khoa học riêng biệt, đặc thù. Đồng thời, sự phát triển của toán học lý thuyết và ứng dụng (lý thuyết thông tin, hình học fractal,...), các công nghệ không gian (viễn thám, GIS và GPS) cung cấp các lý thuyết và mô hình quan trọng, thúc đẩy phân chia thành ba hướng chuyên ngành: sinh thái cảnh quan lý thuyết, sinh thái cảnh quan ứng dụng và sinh thái cảnh quan định lượng.

Hệ thống lý thuyết của sinh thái cảnh quan sẽ được trình bày lần lượt trong các chương sau. Mục tiêu đặt ra trong chương này là làm rõ nội dung và vai trò của các quy luật cơ bản và các nguyên lý tiền đề trong tiến trình phát triển lý luận của sinh thái cảnh quan. Nội dung các quy luật và nguyên lý này thuộc sinh thái học, địa lý học và toán học ứng dụng. Tuy nhiên, khi đặt vấn đề xem xét theo khía cạnh là quy luật khoa học tiền đề ảnh hưởng tới tiến trình phát triển, thì lại thuộc phạm vi nghiên cứu của sinh thái cảnh quan.

Các quy luật cơ bản và nguyên lý tiền đề của sinh thái cảnh quan được phân thành ba nhóm:

- *Các quy luật sinh thái học và địa lý học*: các quy luật này thể hiện mối liên hệ khách quan, tất yếu, bản chất, phổ biến được lặp đi lặp lại giữa các hiện tượng, đối tượng nghiên cứu của sinh thái học và địa lý học trong tự nhiên. Các quy luật được sinh thái cảnh quan thừa kế từ sinh thái học và địa lý học, bao gồm *ba quy luật sinh thái học* (quy luật giới hạn sinh thái, quy luật tác động tổng hợp của các yếu tố sinh thái và

quy luật tác động qua lại giữa sinh vật và môi trường) (Odum, 1953) và *năm quy luật địa lý học* (quy luật tính hoàn chỉnh của lớp vỏ cảnh quan Trái Đất, quy luật tuần hoàn vật chất và năng lượng, quy luật về tính nhịp điệu, quy luật địa đới và quy luật phi địa đới) (Kalexnik, 1973).

- *Các lý thuyết ứng dụng*: đây là các lý thuyết về đặc trưng vật lý của các hệ thống phức tạp, được ứng dụng khảo sát cấu trúc, chức năng, động lực và biến đổi cảnh quan. Phân tích không gian và thời gian các hệ thống sinh thái dựa trên thuyết địa sinh học đảo (MacArthur và Wilson, 1967) và thuyết xáo động (Pickett và White, 1985). Thuyết hỗn mang (Gleick, 1991), hình học fractal (Mandelbrot, 1984), thuyết lọc và mô hình động lực nguồn - đích (Pulliam, 1988), được ứng dụng phân tích định lượng cấu trúc và các quá trình hệ sinh thái phức tạp trong cảnh quan. Trong đó, lý thuyết thông tin và hình học fractal sẽ được trình bày cụ thể trong chương về độ đo cảnh quan. Thuyết địa sinh học đảo sẽ được trình bày cụ thể trong chương về sinh vật và cảnh quan.

- *Các nguyên lý tiên đề*: nguyên lý quy mô và nguyên lý thứ bậc (Allen và Starr, 1982), được ứng dụng rộng rãi trong xây dựng các hệ thống phân loại và các bậc phân vị địa lý và sinh thái.

## **3.2. CÁC QUY LUẬT SINH THÁI HỌC VÀ ĐỊA LÝ HỌC**

### **3.2.1. Các quy luật sinh thái học**

#### ***a) Quy luật giới hạn sinh thái***

Quy luật này được nhà sinh thái học Shelford (1911) phát biểu như sau: *"Đối với mỗi yếu tố sinh thái, sinh vật chỉ thích ứng với một giới hạn tác động nhất định, đặc biệt là các yếu tố sinh thái phi sinh học. Tăng hay giảm cường độ tác động của yếu tố sinh thái ngoài giới hạn thích hợp của cơ thể sẽ tác động đến khả năng sống của sinh vật. Khi cường độ tác động vượt qua*

*ngưỡng cao nhất hoặc thấp nhất so với khả năng chịu đựng của cơ thể thì sinh vật không tồn tại được”.*

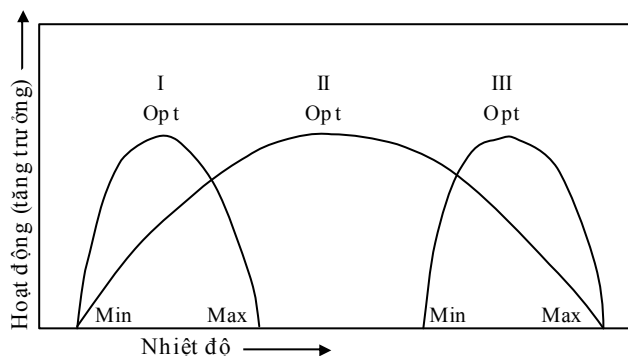
Quy luật này đề cập tới các vấn đề sau:

- Giới hạn sinh thái được xác định dựa vào ngưỡng sinh thái và điểm cực thuận. Điểm cực thuận là điểm tại đó sinh vật phát triển tốt nhất. Điểm cực thuận là giá trị lý thuyết vì trên thực tế, sinh vật thường chỉ có khoảng cực thuận. Ngưỡng sinh thái được xác định bởi điểm cực tiểu và điểm cực đại. Ngoài ngưỡng sinh thái, sinh vật không tồn tại được. Khoảng giá trị từ điểm cực tiểu tới điểm cực đại mà tại đó sinh vật chịu đựng được gọi là biên độ hay giới hạn sinh thái.

- Mỗi loài sinh vật có giới hạn đặc trưng về một yếu tố sinh thái nhất định. Các loài khác nhau có ngưỡng sinh thái và điểm cực thuận khác nhau. Trong cùng một loài, ngưỡng sinh thái và điểm cực thuận phụ thuộc vào tuổi, giới tính, trạng thái cơ thể,... của cá thể. Ở loài có biên độ sinh thái hẹp về một trong những yếu tố sinh thái nào đó (ví dụ yếu tố nhiệt độ đối với loài hẹp nhiệt), mọi thay đổi dù nhỏ của yếu tố đó cũng có thể gây nguy hiểm. Ngược lại, đối với loài có giới hạn sinh thái rộng (ví dụ loài rộng nhiệt) thì những thay đổi đó ít ảnh hưởng.

Xét trên quy mô toàn cầu, các yếu tố sinh thái giới hạn sản lượng sinh vật sơ cấp do sinh vật sản xuất tạo ra từ các hợp chất vô cơ trong các hệ sinh thái đại dương khác biệt so với các hệ sinh thái trên cạn. Trong các hệ sinh thái đại dương, nước biển không phải yếu tố sinh thái giới hạn, nhưng độ mặn của nước biển lại là yếu tố sinh thái giới hạn. Nhiệt độ không phải là yếu tố sinh thái giới hạn do biên độ nhiệt dao động thấp trong môi trường nước đại dương. Ánh sáng (nguồn năng lượng cho quá trình quang hợp) và hàm lượng chất dinh dưỡng (nguồn nguyên liệu cần thiết xây dựng cơ thể sinh vật) là các yếu tố sinh thái giới hạn, đóng vai trò điều chỉnh sản lượng sinh vật sơ cấp trong đại dương. Ngược lại, đối với các hệ sinh thái trên cạn, mặc dù nhiệt độ và

ánh sáng là những yếu tố môi trường quan trọng, nhưng nước mới là yếu tố sinh thái giới hạn.



Hình 3.1. Ngưỡng sinh thái của sinh vật hẹp nhiệt (I và III) và sinh vật rộng nhiệt (II). Trong đó: Max là giá trị cực đại; Min là giá trị cực tiểu; Opt là giá trị tối ưu.

Một số lý luận của sinh thái cảnh quan đã được phát triển dựa vào quy luật này:

- *Gradient*: gradient trong sinh thái cảnh quan được định nghĩa là biến thiên liên tục của các yếu tố sinh thái trong không gian hoặc theo thời gian (Burel và Baudry, 2003). Chẳng hạn, gradient nhiệt là sự biến đổi liên tục của nhiệt độ theo một lát cắt cảnh quan. Khái niệm này còn được mở rộng hơn trong gradient biến đổi cảnh quan. Ví dụ, biến đổi giá trị của entropy và các độ đo cảnh quan khác nhau theo lát cắt cảnh quan tại các thời điểm nghiên cứu khác nhau.

- *Loài đặc hữu và loài toàn cầu*: sinh vật có giới hạn sinh thái rộng đối với nhiều nhân tố gọi là sinh vật rộng sinh thái (*eurybiont*), có thể sống được trong điều kiện thay đổi đáng kể của các nhân tố môi trường và phân bố rộng rãi trong nhiều sinh cảnh, hoặc có nhiều khả năng mở rộng vùng phân bố. Loài có giới hạn sinh thái hẹp đối với nhiều nhân tố gọi là sinh vật hẹp sinh thái (*stenobiont*), dễ bị tác động bởi những thay đổi của các nhân tố môi trường, phân bố hạn chế một số sinh cảnh đặc thù. Các loài sinh vật rộng sinh thái phân bố rộng trong sinh quyển và ở

nhều sinh cảnh khác nhau. Các loài sinh vật hẹp sinh thái chỉ phân bố hạn chế trong một số khu vực nhất định.

### ***b) Quy luật tác động qua lại giữa sinh vật và môi trường***

Quy luật này được phát biểu như sau: *"Trong mối quan hệ tương hỗ giữa sinh vật với môi trường, không những các yếu tố sinh thái của môi trường tác động lên sinh vật, mà ngược lại, các sinh vật cũng có ảnh hưởng đến các yếu tố sinh thái của môi trường, làm thay đổi tính chất của các yếu tố sinh thái đó"*.

Nội dung chính của quy luật tác động qua lại giữa sinh vật và môi trường nhấn mạnh vào ý nghĩa môi trường tác động thường xuyên lên cơ thể sinh vật làm chúng không ngừng biến đổi; ngược lại, sinh vật cũng tác động qua lại làm cải biến môi trường và có thể làm thay đổi cả tính chất của một yếu tố sinh thái nào đó. Chẳng hạn, trồng mới, bảo vệ và phát triển rừng phòng hộ đầu nguồn sẽ cải thiện được nguồn nước, tăng độ phì đất và làm giàu khu hệ động thực vật của vùng.

### ***c) Quy luật tác động tổng hợp các yếu tố sinh thái***

Quy luật này được phát biểu như sau: *"Môi trường bao gồm nhiều yếu tố sinh thái có tác động qua lại, thể hiện ở sự biến đổi các yếu tố này có thể dẫn đến sự thay đổi của các yếu tố khác. Tất cả các yếu tố gắn bó với nhau tạo thành một tổ hợp sinh thái tác động lên sinh vật"*.

Quy luật tác động tổng hợp của các yếu tố sinh thái yêu cầu nghiên cứu đồng bộ hiện tượng và giải thích tổng hợp nhiều khía cạnh của vấn đề. Đây cũng là cơ sở của quan điểm hệ thống và quan điểm tổng hợp trong nghiên cứu các hệ thống sinh thái.

Sự phân bố của thực vật và động vật hiện nay trên Trái Đất được giải thích dựa vào quy luật này. Đây là kết quả của quá trình phân cư



diễn ra từ từ qua nhiều năm. Để hiểu được vấn đề này, cần xem xét các phương thức phân cư của sinh vật, các tác nhân của sự phân cư đó, các trở lực trong quá trình phân cư và các giai đoạn hình thành quần xã sinh vật tại một khu vực địa lý. Phân cư của sinh vật phụ thuộc vào hai yếu tố cơ bản, đó là tính chất của môi trường và khả năng thích ứng của sinh vật đối với môi trường đó.

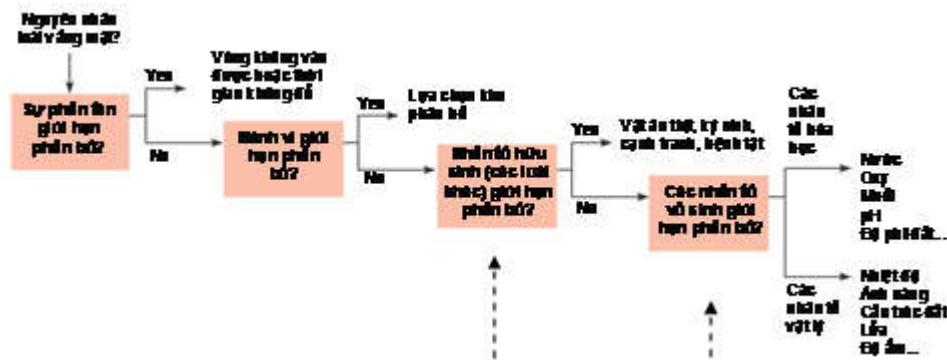
Các nhân tố giới hạn phân bố địa lý đóng vai trò khác nhau trong các giai đoạn phân cư của các sinh vật:

- *Khả năng phân cư*: có sự khác biệt rất lớn giữa khả năng phân cư của thực vật và động vật. Thực vật sống cố định, do vậy phân cư bằng hai hình thức: *phân cư cơ học* (nhờ các tác nhân cơ học từ bên ngoài như trượt đất, xói lở bờ sông, đảo trôi di chuyển tách khỏi bờ,...) và *phân cư sinh sản* (sinh sản tạo ra thế hệ con cái, nhờ đó có thể xâm lấn ra xung quanh và chiếm lĩnh những vùng đất mới). Động vật có hai hình thức phân cư: chủ động (tự di chuyển) và thụ động (do các tác nhân bên ngoài). Hầu hết động vật có khả năng di động, tốc độ di chuyển nhanh. Một số ít loài động vật sống bám cố định ở một chỗ như san hô mở rộng vùng phân bố trong giai đoạn ấu trùng.

- *Hành vi giới hạn phân bố*: một số loài sinh vật không thể chiếm lĩnh hoặc cư ngụ ở tất cả các khu vực thích hợp với yêu cầu sinh thái của chúng. Nguyên nhân là do sự phân cư của các loài này bị giới hạn bởi hành vi lựa chọn nơi sống, khu phân bố.

- *Các yếu tố sinh thái sinh học và phi sinh học*: tác động của các yếu tố sinh thái sinh học thông qua các mối quan hệ sinh học. Các yếu tố sinh thái phi sinh học ảnh hưởng đến phân bố của sinh vật thông qua các yếu tố vật lý và hóa học.

Các yếu tố này tác động tổng hợp tới phân bố địa lý của các loài động vật và thực vật trên Trái Đất theo cây quyết định như sau:



Hình 3.2. Cây quyết định giải thích yếu tố sinh thái giới hạn phân bố địa lý của các loài thực vật và động vật trên Trái Đất

### 3.2.2. Các quy luật địa lý học

Các quy luật địa lý học diễn ra trong phạm vi lớp vỏ địa lý của Trái Đất và chi phối toàn bộ hoạt động của các hợp phần cảnh quan (đá mẹ, địa hình, khí hậu, thủy văn, thổ nhưỡng, sinh vật) cũng như các đơn vị cảnh quan ở các cấp phân vị khác nhau. Các quy luật về tính thống nhất, tính hoàn chỉnh, mối quan hệ cấu trúc giữa các hợp phần, các cảnh quan, tuần hoàn vật chất và năng lượng, nhịp điệu và phân hoá không gian của lớp vỏ địa lý được nhà địa lý học Xô Viết là Kalexnik phát biểu vào năm 1973.

#### a) Quy luật tính hoàn chỉnh của lớp vỏ cảnh quan Trái Đất

Quy luật này phát biểu như sau: "Vỏ cảnh quan về tổng thể là một hệ thống vừa hoàn chỉnh vừa phi cân bằng. Quy mô thay đổi của toàn bộ hệ thống phụ thuộc vào quy mô thay đổi của các bộ phận cấu thành riêng biệt".

Theo quy luật tính hoàn chỉnh của lớp vỏ cảnh quan Trái Đất, mỗi hợp phần của vỏ cảnh quan tồn tại và phát triển theo quy luật riêng nhưng có ảnh hưởng tương tác đến các hợp phần khác. Sự trao đổi

không ngừng vật chất và năng lượng giữa các hợp phần quy định tính hoàn chỉnh của vỏ cảnh quan. Cơ chế phối hợp hoạt động giữa tất cả các hợp phần biến chúng thành một hệ thống vật liệu thống nhất, trong đó hợp phần này phụ thuộc vào hợp phần khác. Tính hoàn chỉnh của hệ thống này to lớn và mang đặc tính chung đến mức nếu trong vỏ cảnh quan chỉ một khâu nào đó thay đổi thì tất cả các khâu còn lại cũng thay đổi theo.

Tốc độ phát triển của các hợp phần khác nhau về chất không giống nhau. Tùy theo mức độ bảo thủ của các thành phần đó có thể xếp chúng theo thứ tự giảm dần như sau: mẫu chất - địa hình - khí hậu - nước - thổ nhưỡng - thực vật - động vật. Các đối tượng và hiện tượng của vỏ cảnh quan có thể có cường độ vận động khác nhau quy định bởi đặc điểm chất lượng của mỗi đối tượng hoặc hiện tượng đó, và cùng một đối tượng có thể có thêm tính động lực khác phụ thuộc vào hoàn cảnh xung quanh. Ví dụ, các cảnh quan nhiệt đới có động lực biến đổi nhanh hơn cảnh quan ôn đới. Trong lớp vỏ cảnh quan, các hợp phần này có thể kìm hãm sự phát triển của các hợp phần khác hoặc ngược lại có tác dụng thúc đẩy nhanh thêm.

Quy luật tính hoàn chỉnh của lớp vỏ cảnh quan có ý nghĩa quan trọng trong dự báo trước sự thay đổi của các hợp phần tự nhiên của cảnh quan khi sử dụng chúng. Chẳng hạn, xét trong một lưu vực, xây đập trên sông làm cho mực nước dâng cao, dẫn đến ngập lụt các vùng xung quanh; dẫn nước để tưới cho các vùng khô hạn hoặc làm khô các đầm lầy nhất định ảnh hưởng đến toàn bộ cảnh quan, thậm chí có thể dẫn tới những hậu quả trái với ý muốn của con người.

### ***b) Quy luật tuần hoàn vật chất***

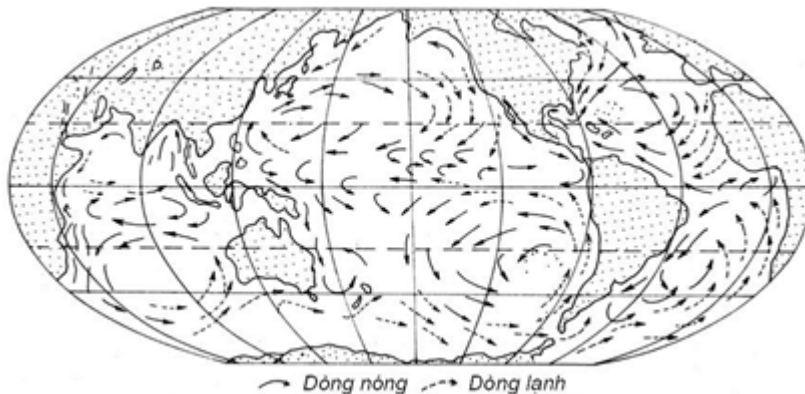
Quy luật này được phát biểu như sau: "Một trong những đặc điểm quan trọng và đặc trưng của vỏ cảnh quan Trái Đất là tồn tại các vòng tuần hoàn vật chất. Vai trò của chúng có ý nghĩa kinh tế lớn lao do đảm bảo sự lặp lại nhiều lần cùng một quá trình hay hiện tượng và hiệu quả tổng cộng cao với khối lượng có hạn của quá trình này".

Những biểu hiện của quy luật trong tự nhiên:

- Sự lưu thông của nước đại dương, tuần hoàn khí quyển, tuần hoàn sinh vật và tuần hoàn của đá là những biểu hiện rõ nhất của quy luật tuần hoàn vật chất quy mô toàn cầu.

- Bản chất của mọi quá trình tuần hoàn vật chất trong tự nhiên là sự di chuyển và phân bố lại của các yếu tố hóa học. Khả năng di chuyển của các yếu tố đó phụ thuộc vào tính di động của chúng.

- Tất cả các vòng tuần hoàn vật chất hoàn toàn không khép kín theo nghĩa chính xác của thuật ngữ này. Giai đoạn cuối cùng của vòng tuần hoàn không giống hệt như giai đoạn đầu của nó. Sự đứt quãng giữa các vòng đó tạo thành vectơ biến đổi, nghĩa là có phát triển.



Hình 3.3. Sự lưu thông của nước đại dương là một biểu hiện của quy luật tuần hoàn vật chất quy mô toàn cầu

### c) Quy luật địa đới

Quy luật này được phát biểu như sau: "*Quy luật địa đới là sự thay đổi có tính quy luật của các thành phần địa lý và cảnh quan địa lý theo vĩ độ, từ xích đạo về hai cực*".

Nguyên nhân dẫn tới quy luật địa đới là do dạng hình cầu của Trái Đất và bức xạ Mặt Trời. Dạng cầu của Trái Đất làm cho góc chiếu của tia sáng Mặt Trời tới bề mặt đất thay đổi từ xích đạo về hai cực, vì vậy lượng bức xạ Mặt Trời mà mặt đất nhận được cũng thay đổi theo. Bức xạ Mặt Trời là nguồn gốc của nhiều hiện tượng và quá trình động lực tự nhiên trên mặt đất. Sự phân bố theo đới và lượng bức xạ Mặt Trời đã gây ra tính địa đới của nhiều thành phần và cảnh quan trên Trái Đất.

Quy luật địa đới được biểu hiện trong các cảnh quan trên Trái Đất như sau:

- *Các vòng đai nhiệt trên Trái Đất*: sự hình thành các vòng đai nhiệt trên Trái Đất không chỉ phụ thuộc vào lượng bức xạ Mặt Trời tới bề mặt đất mà còn phụ thuộc vào nhiều nhân tố khác nữa. Vì thế, ranh giới các vòng đai nhiệt thường được phân biệt theo các đường đẳng nhiệt. Từ Bắc cực đến Nam cực có bảy vòng đai nhiệt, bao gồm vòng đai nóng nằm giữa hai đường đẳng nhiệt năm  $20^{\circ}\text{C}$  của hai bán cầu (khoảng giữa hai vĩ tuyến  $30^{\circ}\text{B}$  và  $30^{\circ}\text{N}$ ); hai vòng đai ôn hoà ở hai bán cầu nằm giữa các đường đẳng nhiệt năm  $20^{\circ}\text{C}$  và đường đẳng nhiệt  $10^{\circ}\text{C}$  tháng nóng nhất; hai vòng đai lạnh ở các vĩ độ cận cực của hai bán cầu, nằm giữa đường đẳng nhiệt  $10^{\circ}\text{C}$  và  $0^{\circ}\text{C}$  của tháng nóng nhất; hai vòng đai băng hà vĩnh cửu bao quanh cực, nhiệt độ ở đây quanh năm đều dưới  $0^{\circ}\text{C}$ .

- *Các đới khí hậu trên Trái Đất*: khí hậu được hình thành bởi bức xạ Mặt Trời, hoàn lưu khí quyển và mặt đệm. Tuy nhiên, các nhân tố này đều thể hiện rõ quy luật địa đới, tạo nên các đới khí hậu.

- Quy luật địa đới còn được biểu hiện ở sự hình thành các vành đai khí áp và đới gió, các nhóm đất và vành đai thảm thực vật trên Trái Đất.

#### ***d) Quy luật phi địa đới***

Quy luật này được phát biểu như sau: *"Quy luật phi địa đới là quy luật phân bố không phụ thuộc vào tính chất phân bố theo địa đới của các thành phần địa lý và cảnh quan"*.

Nguyên nhân tạo nên quy luật phi địa đới là do nguồn năng lượng bên trong của Trái Đất, tạo ra sự phân chia bề mặt Trái Đất thành lục địa, đại dương và núi cao.

Biểu hiện rõ nhất của quy luật phi địa đới là quy luật địa ô và quy luật đai cao:

- *Quy luật địa ô* được biểu hiện ở đặc điểm thay đổi có quy luật của các thành phần tự nhiên và các cảnh quan theo kinh độ. Nguyên nhân tạo nên quy luật địa ô là do tương quan phân bố đất liền với biển và đại dương, làm cho khí hậu ở lục địa bị phân hoá từ đông sang tây: càng vào sâu trong nội địa, tính chất lục địa càng tăng; ngoài ra còn do ảnh hưởng của các dãy núi chạy theo hướng kinh tuyến. Sự thay đổi các kiểu thảm thực vật theo kinh độ là biểu hiện rõ nét nhất của quy luật địa ô.

- *Quy luật đai cao* được biểu hiện ở đặc điểm thay đổi có quy luật của các hợp phần cảnh quan và các cảnh quan theo độ cao địa hình. Nguyên nhân tạo nên các đai cao do hiện tượng giảm nhiệt độ, sự thay đổi về độ ẩm và lượng mưa theo chiều tăng độ cao ở miền núi. Biểu hiện rõ rệt nhất của tính quy luật đai cao là sự phân bố của các vành đai thổ nhưỡng và thực vật theo độ cao địa hình.

Cần chú ý rằng, các quy luật địa đới và phi địa đới không tác động riêng lẻ mà diễn ra đồng thời và tương hỗ lẫn nhau. Tuy nhiên, mỗi quy luật lại đóng vai trò chủ đạo trong từng trường hợp cụ thể, chi phối mạnh mẽ chiều hướng phát triển của các cảnh quan trên Trái Đất.

### 3.2.3. Ý nghĩa của các quy luật địa lý học và quy luật sinh thái học trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan

Trong sinh thái cảnh quan, các quy luật địa lý và sinh thái có ý nghĩa quan trọng trong giải thích cơ chế hình thành nơi sống của sinh vật. Cảnh quan là một không gian địa lý chứa các nơi sống của sinh vật, đồng thời cũng là một bộ phận không thể tách rời của lớp vỏ địa lý, do đó bị chi phối bởi tổng thể các quy luật địa lý và quy luật sinh thái học chung.

Các minh chứng cho nhận định trên được phản ánh phổ biến trong tự nhiên. Chẳng hạn, đặc điểm phân hóa nơi sống của loài kanguru đỏ (*Macropus rufus*) ở Australia được giải thích dựa trên các so sánh về yêu cầu sinh thái của loài này và với đặc điểm phân hóa cảnh quan lãnh thổ Australia.

Trong sinh thái học, cả lãnh thổ Australia được xem là một hệ sinh thái đảo đại dương đồng nhất có điều kiện nhiệt - ẩm của môi trường thích hợp cho sự tồn tại và phát triển của loài sinh vật đặc hữu của Australia này. Tuy nhiên, trong sinh thái cảnh quan, Australia được nhìn nhận là có cấu trúc không gian bất đồng nhất do phân hóa điều kiện nhiệt - ẩm địa phương, thì sự phân bố của loài này có dạng thể khảm. Tính kết nối của các đơn vị cảnh quan trong lãnh thổ Australia còn tạo điều kiện cho dòng di chuyển của kanguru đỏ từ bắc xuống nam và từ tây sang đông.

Trên thực tế, mặc dù kanguru đỏ là loài đặc hữu của Australia, nhưng phân bố của loài này rất khác nhau giữa các cảnh quan. Loài chỉ có mặt ở các cảnh quan nội địa và phân bố tập trung ở phía đông và một phần phía tây nam nội địa; hoàn toàn vắng mặt ở các cảnh quan thuộc phía bắc, phía nam và phía đông nam Australia. Đặc điểm phân bố này được giải thích bởi quy luật giới hạn sinh thái, quy luật địa đới

và phi địa đới theo sự phân hóa điều kiện nhiệt - ẩm ở Australia, bắt nguồn từ tương tác hoàn lưu - địa hình.



Hình 3.4. Sự phân hóa cảnh quan theo các quy luật địa lý ảnh hưởng rõ rệt tới đặc điểm phân bố của loài kanguru đỏ (*Macropus rufus*) ở Australia

### 3.3. CÁC LÝ THUYẾT ĐỊNH LƯỢNG ỨNG DỤNG TRONG SINH THÁI CẢNH QUAN

#### 3.3.1. Lý thuyết tập mờ

Lý thuyết tập mờ được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu các hệ thống lớn và phức tạp, phù hợp phân tích sinh thái cảnh quan với nhiều biến cảnh quan chỉ được đo với độ chính xác thấp; hoặc nhiều biến cảnh quan định tính không thể đo được bằng các phương pháp định lượng.

Một số nghiên cứu sinh thái cảnh quan sử dụng lý thuyết tập mờ:



- *Nghiên cứu phân loại và đánh giá cảnh quan*: lý thuyết tập mờ được sử dụng trong quá trình ra quyết định phân loại chất lượng cảnh quan, đánh giá thích nghi cảnh quan đối với các loại hình sử dụng đất nông nghiệp (Burrough, 1992).

- *Nghiên cứu quan hệ giữa cảnh quan và quần xã sinh vật*: nghiên cứu mối quan hệ giữa thảm thực vật với môi trường và động lực của thảm thực vật (Roberts, 1989); xây dựng các chỉ tiêu mờ để xác định các cảnh quan có thể được khai thác, dựa trên phân tích ảnh hưởng của khai thác gỗ đến quần xã thực vật, hệ sinh thái và cảnh quan ở các tỷ lệ (Allen và Hoekstra, 1992).

Nguyễn An Thịnh và Phạm Minh Tâm (2013) đã sử dụng AHP mờ (Fuzzy AHP) để đánh giá mức độ thích hợp của cảnh quan khu vực phía Tây thành phố Hà Nội mờ rộng theo các bước sau:

- Biến ngôn ngữ và giá trị mờ của các biến trong so sánh cặp;
- Xác định tổng hợp mức độ ảnh hưởng mờ của giá trị  $i$ ;
- So sánh các cặp số mờ;
- So sánh các số mờ với nhau;
- Giải mờ trọng số.

Mô hình và các bước trên được áp dụng tính toán cho 16 loại hình sử dụng đất phát triển đô thị và nông lâm nghiệp, thuộc bảy nhóm mục đích sau đây: (i) *phát triển đất ở*; (ii) *phát triển nhóm cây hàng năm*: gồm lúa nước, ngô, lạc, đậu tương, các loại cây rau (rau ăn lá, rau ăn quả); (iii) *phát triển nhóm cây ăn quả*: đu đủ, hồng xiêm, vải, thanh long ruột đỏ; (iv) *phát triển nhóm cây hoa, cây cảnh*: đào, quýt; (v) *phát triển nhóm cây nhiên liệu sinh học*: cây Jatropha; (vi) *phát triển nhóm cây nguyên liệu thức ăn chăn nuôi*: cỏ voi; (vii) *phát triển nhóm cây trồng lâm nghiệp*: cây keo. Các chỉ tiêu sinh thái được đưa vào đánh giá, bao gồm nham thạch, địa

hình, loại đất, độ dốc, tầng dày, thành phần cơ giới, độ phì của đất, mức độ glây, nguy cơ ngập lụt, trữ lượng nước ngầm, lượng mưa trung bình năm và nhiệt độ trung bình năm.

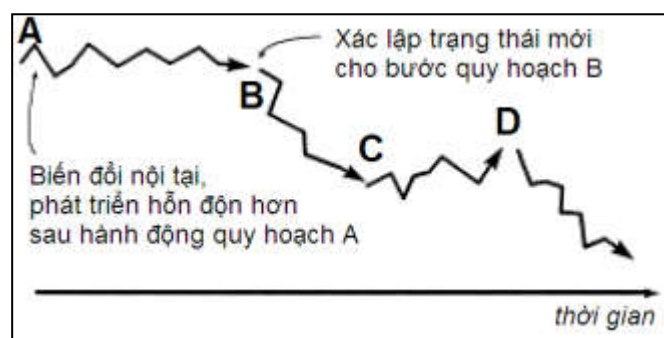
Kết quả tính toán theo các mô hình ở trên đã xác định được các trọng số bậc 1 và bậc 2 của các chỉ tiêu đánh giá cho từng nhóm loại hình sử dụng đất. Chẳng hạn, đối với mục đích phát triển đất ở đô thị, kết quả đánh giá đã chỉ ra các trọng số như sau: *Trọng số bậc 1*: nham thạch - địa hình (0,5483), thổ nhưỡng (0,1399), nước (0,3118); *Trọng số bậc 2*: nham thạch (0,0729), dạng địa hình (0,5709), độ dốc (0,3563), nguy cơ ngập lụt (0,2338), trữ lượng nước ngầm (0,0779).

### **3.3.2. Thuyết hỗn mang**

Thuyết hỗn mang được một số nhà toán học và vật lý học (chẳng hạn Moon, 1990; Strogatz, 2000; Sprott, 2003) mô tả là "*những hệ tuyến tính hoặc phi tuyến (trong một số điều kiện) thể hiện hiện tượng hỗn loạn, đặc trưng bởi tính chất nhạy cảm với điều kiện ban đầu. Với đặc tính này, những biến đổi quan sát được của các hệ thống vật lý có biểu hiện hỗn loạn có vẻ ngẫu nhiên*". Thuyết này cho phép tiếp cận được các hiện tượng dường như không tuân theo một quy luật nào cả và rất khó dự đoán. Trong các hiện tượng nhạy cảm với các điều kiện ban đầu, các động lực phức tạp có thể là kết quả của các quá trình đơn giản và xác định.

Sự ra đời của thuyết hỗn mang có ảnh hưởng quan trọng đến tất cả các khoa học nghiên cứu các hệ thống phức tạp, bao gồm cả sinh thái cảnh quan. Thuyết được ứng dụng trong nghiên cứu biến đổi cảnh quan, đặc biệt do hoạt động quy hoạch của con người. Antrop (1998) cho rằng, rất nhiều hoạt động của con người không dự tính trước được góp phần vào quá trình biến đổi cảnh quan theo cách thức tương tự với các quá trình tự nhiên, do đó cảnh quan biến đổi hỗn độn. Con người cố gắng điều khiển sự biến đổi này theo hướng ổn định bằng hành động

quy hoạch. Mô hình dưới đây của Antrop thể hiện ảnh hưởng kết hợp phát triển nội tại sau các bước nối tiếp nhau trong hoạt động quy hoạch đã tạo cho biến đổi cảnh quan trên phạm vi toàn cầu trở nên tương đối hỗn độn. Hành động quy hoạch có ý nghĩa xác lập trạng thái mới cho bước phát triển tiếp theo.



Hình 3.5. Ứng dụng thuyết hỗn mang trong nghiên cứu biến đổi cảnh quan và quy hoạch cảnh quan. Trong đó: A, B, C, D là các hoạt động quy hoạch cảnh quan (Antrop, 1998)

### 3.3.3. Thuyết lọc

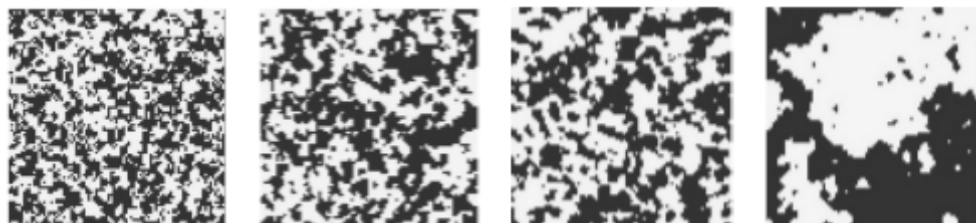
Thuyết lọc mô tả hành vi khuếch tán của các chất lỏng trong các môi trường bất đồng nhất và ngẫu nhiên. Lọc là một bài toán của lý thuyết truyền tin phát sinh trong một môi trường mở rộng bao gồm một số lượng lớn các điểm nhạy cảm đối với sự tiếp nhận thông tin cục bộ. Sự truyền tin nội tại trong môi trường được thực hiện bằng các liên kết có hiệu lực ngẫu nhiên. Trong đó, khả năng truyền thông tin trong một khoảng cách dài phụ thuộc vào tỷ lệ của các liên kết lớn hơn hoặc nhỏ hơn so với một giá trị ngưỡng (Burel và Baudry, 2003).

Đặc tính của lọc là một hiện tượng độc đáo: khi dưới ngưỡng cho phép, một phần thông tin hoặc một cá thể còn sót lại bị giới hạn trong một "đảo thông tin" mà chúng tạo ra. Khi chúng vượt qua ngưỡng, thông tin được lọc sẽ khác rất nhiều so với trạng thái ban đầu chưa

được lọc. Xác định ngưỡng lọc phụ thuộc vào số lượng các nhân tố khác nhau có mặt trong môi trường. Trong trường hợp đơn giản bao gồm hai yếu tố, một yếu tố thích hợp và yếu tố còn lại bất lợi, ngưỡng này biểu thị tỷ lệ tương đối của hai loại, khoảng 0,5928. Nếu tỷ lệ các yếu tố thuận lợi thấp hơn giá trị của ngưỡng này thì không xảy ra hiện tượng khuếch tán; nếu cao hơn thì sẽ khuếch tán toàn bộ.

Một số công trình sinh thái cảnh quan phát triển các ứng dụng của thuyết lọc để nghiên cứu các quá trình ngẫu nhiên trong không gian, bao gồm cơ chế lan truyền ngẫu nhiên của các xáo động trong hệ sinh thái; cơ chế di chuyển ngẫu nhiên của các cá thể, điểm phân bố ngẫu nhiên của các mảnh trong cảnh quan. Chức năng lọc của biên một mảnh nơi sống rời rạc cũng được nghiên cứu theo thuyết này.

Hình dưới đây mô tả các bản đồ lớp phủ thực vật (với hai kiểu lớp phủ thực vật được biểu diễn bằng màu đen và trắng) được lọc với xác suất  $P_1 = 0,2$ ;  $P_2 = 0,4$ ;  $P_3 = 0,6$  và  $P_4 = 0,8$ . Các ô xám thể hiện tính thích hợp, ô trắng thể hiện tính bất lợi. Mỗi bản đồ được hình thành bởi các pixel cơ sở được sắp xếp ngẫu nhiên. Một cụm được định nghĩa là một nhóm các pixel thích hợp có ít nhất một mặt chung trên bản đồ. Khi số lượng các pixel xám tuần tự tăng lên, số lượng, kích thước và hình dạng của cụm thay đổi. Sự biến đổi tăng lớn hơn khi tiếp cận tới giá trị tới hạn. Khi tỷ lệ ô xám thấp, các cụm nhỏ và cách ly với các cụm khác. Trong trường hợp cao hơn giá trị tới hạn, các cụm liền kề kết hợp lại thành một cụm lớn liên kết với các đường biên của các ô vuông, do đó chúng có khả năng xảy ra nếu xét đến một cá thể di chuyển trên bản đồ giả định chỉ sử dụng các vị trí thuận lợi.



Hình 3.6. Các bản đồ lớp phủ thực vật (ví dụ hai kiểu lớp phủ thực vật được biểu diễn bằng màu đen và trắng) được lọc với xác suất  $P_1 = 0,2$ ;  $P_2 = 0,4$ ;  $P_3 = 0,6$  và  $P_4 = 0,8$  (từ trái sang phải) (Millington và cộng sự, 2008).

### 3.3.4. Mô hình động lực nguồn - đích

Mô hình động lực nguồn - đích được sử dụng phổ biến trong sinh thái học và sinh thái cảnh quan, được định nghĩa là "mô hình lý thuyết mô tả tác động do biến đổi chất lượng nơi sống tới đặc điểm tăng trưởng hoặc suy giảm kích thước của các quần thể sinh vật" (Turner và Gardner, 2001).

Mặc dù có nhiều tác giả đã từng đề cập hoặc ứng dụng mô hình động lực nguồn - đích trước đó, nhưng Pulliam (1988) mới là người đầu tiên phát triển hoàn chỉnh mô hình. Ông định nghĩa các mảnh nguồn và mảnh đích theo các thông số nhân khẩu học của quần thể, bao gồm tỷ lệ sinh, tỷ lệ tử vong, tỷ lệ nhập cư và tỷ lệ xuất cư. Mảnh nguồn là nơi sống chất lượng cao (theo nghĩa chứa đựng nhiều tài nguyên thích hợp đối với đời sống của sinh vật) nên có tỷ lệ sinh lớn hơn tỷ lệ tử vong, dẫn đến kích thước quần thể tăng. Do thiếu thức ăn và nơi ở, các cá thể dư thừa buộc phải rời khỏi mảnh nguồn, do đó tỷ lệ xuất cư lớn hơn tỷ lệ nhập cư. Nói cách khác, các mảnh nguồn là nơi xuất cư ròng cá thể sinh vật. Ngược lại, mảnh đích là nơi chất lượng sống thấp nên tỷ lệ tử lớn hơn tỷ lệ sinh, kết quả dẫn tới suy giảm kích thước quần thể, có thể sẽ dẫn tới hiện tượng tuyệt chủng địa phương, trừ trường hợp có đủ cá thể di cư từ các mảnh nguồn đến. Do tỷ lệ nhập cư lớn hơn tỷ lệ xuất cư,

do đó các mảnh đích là nơi nhập cư ròng các cá thể sinh vật. Kết quả tạo ra một dòng chuyển cá thể sinh vật từ mảnh nguồn đến mảnh đích.

Mô hình động lực nguồn - đích là cơ sở phát triển các nguyên lý khoa học về động lực quần thể biến thái, cơ chế chung sống giữa các loài trong mảnh nơi sống, động lực quần xã biến thái, bầy sinh thái,... Chẳng hạn, bầy sinh thái được hình thành trong trường hợp môi trường thay đổi nhanh dẫn tới sinh vật thích cư trú trong các nơi sống chất lượng thấp. Động lực nguồn - đích bị ảnh hưởng rất nhiều bởi cơ chế bầy sinh thái, do các sinh vật thích lựa chọn nơi sống ở đích hơn ở nguồn.

Bảng 3.1. Các biến trong mô hình động lực nguồn - đích

<b>Nguồn - đích</b>	<b>Nguồn - đích thực thụ</b>	<b>Nguồn - đích không thực thụ</b>	<b>Bầy sinh thái</b>
Mảnh nguồn ( <i>nơi sống chất lượng cao</i> )	Ổn định/tăng trưởng Thu hút Xuất cư ròng	Ổn định/tăng trưởng Thu hút Xuất cư ròng	Ổn định/tăng trưởng <i>Cản trở</i> Xuất cư ròng
Mảnh đích thực thụ, đích không thực thụ hoặc bầy sinh thái ( <i>nơi sống chất lượng thấp</i> )	Thoái hóa đến mức tuyệt chủng Ngăn chặn Nhập cư ròng	<i>Thoái hóa xuống kích thước ổn định</i> Không ngăn chặn Không thu hút Nhập cư ròng	Thoái hóa đến mức tuyệt chủng <i>Thu hút (hoặc đủ đáp ứng)</i> Nhập cư ròng

### 3.4. NGUYÊN LÝ QUY MÔ VÀ NGUYÊN LÝ THỨ BẬC

Nguyên lý quy mô và nguyên lý thứ bậc được công nhận là các nguyên lý tiền đề cho xây dựng hệ thống cơ sở lý luận về phạm vi nghiên cứu của sinh thái cảnh quan, bao gồm các hệ thống phân chia không gian lãnh thổ, định hướng đối tượng nghiên cứu và định hướng phạm vi nội dung khoa học cần nghiên cứu. Các hệ thống phân loại

cảnh quan và phổ sinh thái học được xây dựng theo nguyên lý quy mô và thứ bậc. Thuyết địa sinh học đảo đề cập tới ảnh hưởng quan trọng của quy mô lãnh thổ đến các quan hệ sinh thái và độ giàu loài. Từ đầu những năm 1980, các vấn đề cấp bách quan hệ với môi trường và sinh quyển ngày càng diễn ra trên những khu vực rộng có quy mô không gian khác nhau. Các hiện tượng mưa axit, biến đổi toàn cầu, phân mảnh nơi sống và bảo tồn đa dạng sinh học,... tất cả đều yêu cầu phải nghiên cứu cấu trúc và các quá trình ở quy mô rất rộng lớn. Những bài toán khoa học và thực tiễn nêu trên đã đặt ra yêu cầu cần phải sử dụng dữ liệu và định hướng nghiên cứu ở những quy mô không gian phù hợp.

### 3.4.1. Nguyên lý quy mô

Quy mô được định nghĩa là "*phạm vi không gian và thời gian của một hệ thống hoặc một quá trình xác định động lực và đặc trưng của một hệ thống*" (Turner, 2001). Nguyên lý quy mô chỉ ra *quy luật biến đổi của các đối tượng hoặc các quá trình khi thay đổi quy mô thời gian và không gian* (Nguyễn An Thịnh, 2008). Xét về mặt ứng dụng, nghiên cứu ở quy mô lớn có ưu thế về mức độ khái quát cao; trong khi đó, nghiên cứu ở quy mô nhỏ có ưu thế về mức độ chi tiết.

Quy mô được xem xét theo cả hai khía cạnh:

- *Quy mô không gian*: địa lý học sử dụng nhiều thuật ngữ khác nhau chỉ quy mô không gian: "diện tích lãnh thổ" hoặc "quy mô lãnh thổ"; "tỷ lệ bản đồ", "tỷ lệ ảnh" hoặc "độ phân giải". Tỷ lệ bản đồ hoặc tỷ lệ ảnh là tỷ lệ giữa khoảng cách đo được trên bản đồ hoặc ảnh so với khoảng cách thực tế tương ứng trên bề mặt Trái Đất. Tỷ lệ này thường được biểu diễn bằng một phân số: tỷ lệ chi tiết 1/1.000; tỷ lệ trung bình 1/50.000 - 1/100.000; tỷ lệ nhỏ 1/1.000.000. Độ phân giải thường được áp dụng riêng cho ảnh vệ tinh.

- *Quy mô thời gian*: được hiểu theo hai nghĩa: khoảng thời gian của một sự kiện (chẳng hạn, khoảng thời gian cần thiết cho một hệ sinh thái phát triển đạt tới trạng thái cao đỉnh trong diễn thế sinh thái); khoảng cách giữa hai phép đo được xác định bằng các đơn vị thời gian (giây, phút, giờ, ngày - đêm, tháng, mùa, năm, thập niên, thế kỷ,...).



Hình 3.7. Cấu trúc rừng bạch đàn vùng Tây Nam Australia được xem xét ở các quy mô không gian khác nhau: (a) ở quy mô nhỏ, sự phân bố của cây thân bụi và thân thảo tầng dưới, và các mảnh tích lũy thảm mục ảnh hưởng tới các quá trình của hệ sinh thái như dòng chảy mặt và chế độ thấm; (b) một lô rừng bạch đàn *Eucalyptus salubris* và *Eucalyptus salmonophloia* thành thục, chỉ thị các tầng cây gỗ và tầng cây bụi; (c) Các mảnh tái sinh trong một rừng bạch đàn *Eucalyptus salubris* và *Eucalyptus salmonophloia*, chỉ thị mật độ các cây con dày đặc thay thế các cây bị chết; (d) Cảnh quan rừng cây gỗ với sự đan xen của các kiểu thảm thực vật (Hobbs, 2003).

Giới hạn không gian hoặc giới hạn thời gian của các đối tượng hoặc quá trình phụ thuộc vào cấp tổ chức cảnh quan, cụ thể như sau:



- *Bản chất tác động thay đổi theo quy mô*: những biến đổi bình thường và tuần tự xảy ra ở quy mô lớn, có thể trở thành những tác động tức thời và bất thuận nghịch khi được xem xét ở quy mô nhỏ.

- *Tâm quan trọng của quy mô biến đổi*: biến đổi ở quy mô không gian lớn quan trọng hơn so với nhiều biến đổi xảy ra ở quy mô nhỏ.

- *Tương quan giữa quy mô không gian và quy mô thời gian*: các quá trình ở quy mô không gian nhỏ thường diễn ra trong khoảng thời gian ngắn. Ngược lại, các quá trình xảy ra ở các quy mô không gian lớn diễn ra trong khoảng thời gian dài.

Có ba hướng ứng dụng nguyên lý quy mô:

*(i) Xác định quy mô nghiên cứu các hiện tượng sinh thái cụ thể*

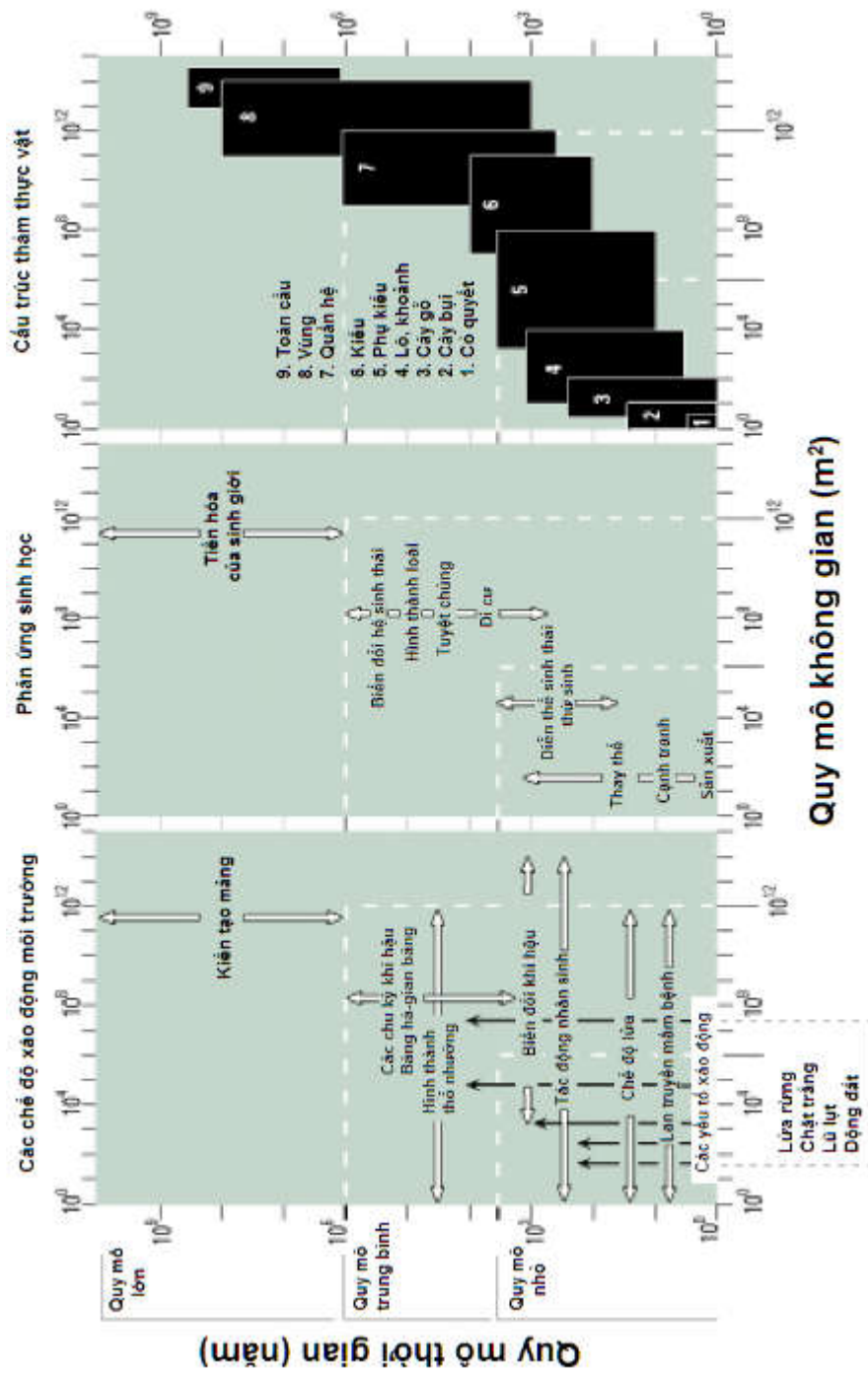
Mỗi hiện tượng sinh thái sẽ được nghiên cứu ở một quy mô không gian và thời gian cụ thể, phản ánh được bản chất của hiện tượng đó. Delcourt (1983) đưa ra một sơ đồ về ảnh hưởng của biến đổi quy mô không gian và thời gian tới ba nhóm hiện tượng: chế độ xáo động môi trường, phản ứng sinh học và cấu trúc thảm thực vật.

*(ii) Xác định quy mô mô tả cảnh quan tốt nhất*

Mục đích chính là xác định quy mô thích hợp cho phép mô tả tốt nhất các đơn vị không gian ở từng cấp phân vị và các quá trình của hệ sinh thái được quan tâm. Các vấn đề liên quan bao gồm:

- Xác định kích thước lãnh thổ nghiên cứu phù hợp;

- Xác định kích thước của tập mẫu quan trắc phù hợp với yêu cầu nghiên cứu;

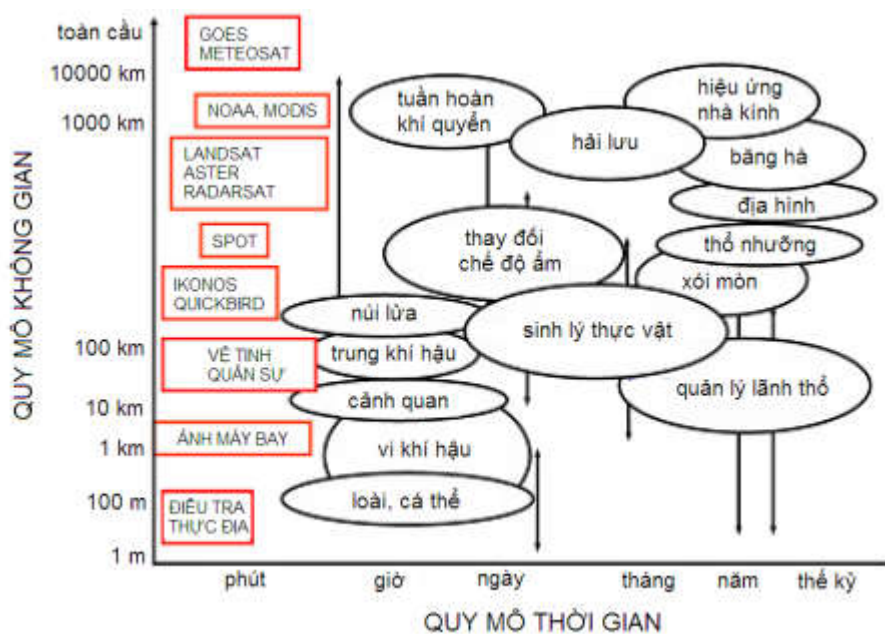


Hình 3.8. Ảnh hưởng của biến đổi quy mô không gian và thời gian tới các hiện tượng sinh thái học (Delcourt, 1983)

- Xác định độ phân giải ảnh hoặc tỷ lệ bản đồ thích hợp;
- Xác định kích thước nơi sống phù hợp với từng loài sinh vật;
- Xác định khoảng thời gian thiết kế nghiên cứu hợp lý

(iii) Tiếp cận đa không gian - đa thời gian

Xác định quy mô hợp lý rất quan trọng trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan, tuy nhiên khó thực hiện và thường thiếu cơ sở giải thích lựa chọn đó. Một hướng giải quyết phổ biến là nghiên cứu theo tiếp cận đa không gian và đa thời gian (còn được gọi là tiếp cận đa quy mô) nhằm tạo các kết quả bổ trợ nhau. Tiếp cận này cho phép giải quyết những vấn đề quan trọng trong nghiên cứu và thành lập bản đồ cảnh quan ở các tỷ lệ, nghiên cứu quan hệ giữa cảnh quan với sinh vật và con người, phân tích các vấn đề môi trường và hoạt động phát triển ở các quy mô không gian và thời gian khác nhau.



Hình 3.9. Ứng dụng đa quy mô của các loại vệ tinh (Bonn, 1998)

### 3.4.2. Nguyên lý thứ bậc

#### a) Nội dung của nguyên lý

Nguyên lý này còn được gọi cụ thể là *nguyên lý về tính chất thứ bậc của các hệ thống không gian*. Tính chất thứ bậc là biểu hiện khách quan trong các hệ thống tự nhiên và hệ thống xã hội. Chẳng hạn, trong tự nhiên, các cá thể sinh vật luôn có xu hướng quần tụ, dẫn tới hình thành các tổ chức phức tạp hơn là quần thể (tập hợp gồm nhiều cá thể cùng loài), quần xã (tập hợp gồm nhiều quần thể của các loài khác nhau). Allen và Starr (1982) cho rằng, nội dung của nguyên lý thứ bậc đề cập tới các bậc tổ chức của các hệ thống ở quy mô không gian, thời gian khác nhau và cơ chế phân chia hệ thống phức tạp thành các cấp tổ chức.

Nguyên lý thứ bậc có nguồn gốc từ thuyết hệ thống chung do Koesler (1967, 1969) và Simon (1962, 1969) phát triển. Overton (1972), MacMahon (1978, 1981), Webster (1979) là những người đầu tiên đưa nguyên lý này vào sinh thái học. Theo các tác giả này, các hệ thống sinh thái với bản chất phức tạp và đa quy mô luôn được tổ chức theo các quy mô không gian và thời gian khác nhau, có thể biểu diễn được trên hệ tọa độ không gian - thời gian.

Trong sinh thái cảnh quan, đặc trưng thứ bậc của các hệ thống không gian được Troll đề cập tới từ năm 1963 khi ông cho rằng "*quan hệ hệ thống phức tạp giữa các quần xã sinh vật với môi trường của chúng được thể hiện trong cảnh quan hoặc một hệ thống phân loại không gian tự nhiên có thứ bậc*". Điều này dẫn tới tiên đề quan trọng của sinh thái cảnh quan về tính thứ bậc của các hệ thống phân loại không gian tự nhiên. Các tác giả khác như Allen và Starr (1982), O'Neill (1986) về sau đã hoàn thiện và mở rộng các ứng dụng trong sinh thái cảnh quan.

Đặc tính quy mô và đặc tính thứ bậc của các đơn vị không gian có mối quan hệ chặt chẽ với nhau: quy mô biểu thị đặc trưng không gian và thời gian của một đối tượng hoặc một quá trình trong cấp phân vị. Điều này khác nhau đối với các quy mô và các cấp phân vị khác nhau. Đối tượng hoặc quá trình xảy ra ở quy mô lớn, thời gian dài được xếp vào cấp phân vị trên. Ngược lại, đối tượng hoặc quá trình xảy ra ở quy mô nhỏ, khoảng thời gian ngắn được xếp vào cấp phân vị dưới. Trong nhiều trường hợp, nguyên lý quy mô và nguyên lý thứ bậc được sử dụng đồng thời nhằm xác định vị trí của một cấp phân vị trong hệ thống phân loại.

### ***b) Các khái niệm***

Bản chất của tính thứ bậc là cấu trúc đa cấp. Các ký hiệu tập hợp được sử dụng để biểu diễn cấu trúc đa cấp của hệ thống, dựa trên các khái niệm cơ bản sau:

- *Hệ thứ bậc*: trong toán học, hệ thứ bậc là một tập hợp được sắp xếp cục bộ, gồm các thành phần có mối quan hệ thứ tự phi đối xứng. Bậc cao hơn luôn có vị trí nằm trên các bậc thấp hơn.

- *Hệ thứ bậc lồng nhau*: các khoa học về sự sống và các khoa học về Trái Đất thường sử dụng hệ thứ bậc lồng nhau. Một hệ thứ bậc lồng nhau được định nghĩa là "một hệ thống gồm các bậc được sắp xếp theo thứ tự của các tập hợp bao nhau, trong đó mỗi bậc chỉ chứa một đối tượng". Trong lý thuyết tập hợp, tập hợp B là một tập con của tập A nếu A chứa B (ký hiệu:  $A \supset B$  hay  $B \subset A$ ). Quan hệ một tập là tập con của tập khác được gọi là quan hệ bao hàm.

- *Cấp phân vị*: các cấp phân vị được gắn kết bởi các thực thể với các thuộc tính đặc thù của cấp đó. Một thực thể luôn được xếp vào một cấp phân vị cụ thể, phụ thuộc vào chỉ tiêu được sử dụng để liên kết các cấp

trên và cấp dưới. Chẳng hạn, hệ thống phân loại cảnh quan bao gồm *các cấp phân vị cảnh quan*, trong đó các đơn vị cảnh quan được xếp vào các cấp phân vị "cao hơn", "thấp hơn" hoặc "đồng cấp" với đơn vị cảnh quan khác.

Các khái niệm này được sử dụng để xây dựng hệ thứ bậc và cấp phân vị cho đối tượng sinh học và cảnh quan. Từ thế kỷ XVIII, nhà tự nhiên học Carl Linnaeus đã sử dụng hệ thứ bậc lồng nhau để xây dựng hệ thống phân loại sinh giới với các cấp phân vị là các bậc taxon (loài, chi, họ, bộ, lớp, ngành), trong đó, tùy thuộc vào chỉ tiêu mà mỗi thực thể được xếp vào một bậc taxon nhất định. Trong sinh thái học, các mức tổ chức sinh học được gọi là *phổ sinh học* và *phổ tổ chức sinh thái* (Odum, 1953). Trong cảnh quan học, các mức tổ chức không gian được sắp xếp trong một hệ thứ bậc gọi là *hệ thống phân loại cảnh quan* (Ixatrenko, 1976; Vũ Tự Lập, 1976). Trong sinh thái cảnh quan, hệ thống sinh vật - môi trường được sắp xếp trong một hệ thứ bậc gọi là *Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể* (Naveh và Liebermann, 1984, 1992).

### ***c) Cách thức thiết kế một hệ thứ bậc***

Để thiết kế một hệ thứ bậc, trước tiên cần xác định thực thể nghiên cứu thuộc bậc phân vị nào trong hệ thứ bậc. Quá trình phân tích dựa trên nghiên cứu các thực thể thuộc bậc phân vị dưới. Quá trình tổng hợp dựa trên nghiên cứu thực thể thuộc bậc phân vị trên. Các bậc phân vị cao hơn nữa hoặc thấp hơn nữa do đặc trưng bởi quy mô không gian và thời gian lớn hơn nhiều (hoặc nhỏ hơn nhiều) nên không cần thiết phải xem xét.

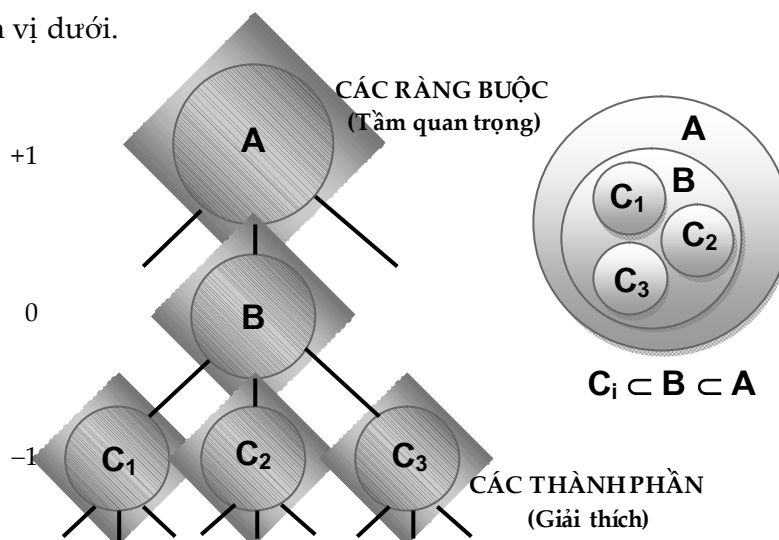
Turner và cộng sự (2001) đề xuất một phương pháp xây dựng một hệ thứ bậc theo các bước cụ thể như sau:

**Bước 1:** Xếp thực thể nghiên cứu vào *bậc phân vị 0*.

**Bước 2:** Xác định *bậc phân vị +1*. Thực thể nghiên cứu là một thành phần của hệ thống cấp cao hơn (*bậc phân vị +1*).

**Bước 3:** Phân chia bậc phân vị 0 thành các thành phần hình thành bậc phân vị thấp hơn dưới nó (*bậc phân vị -1*). Các thành phần của bậc -1 được nghiên cứu để giải thích cơ chế hoạt động tại bậc 0, thông qua đặc trưng về tương tác của các đơn vị thuộc bậc này. Các thực thể thuộc bậc thấp hơn được coi là biến trạng thái trong mô hình của bậc 0.

**Bước 4:** Phân tích mối liên hệ giữa các bậc phân vị: tính chất của bậc phân vị 0 bị ràng buộc, giới hạn và bị điều khiển bởi bậc phân vị cao hơn. Ngược lại, bậc phân vị cao hơn có vai trò làm rõ các đặc trưng của bậc phân vị dưới.



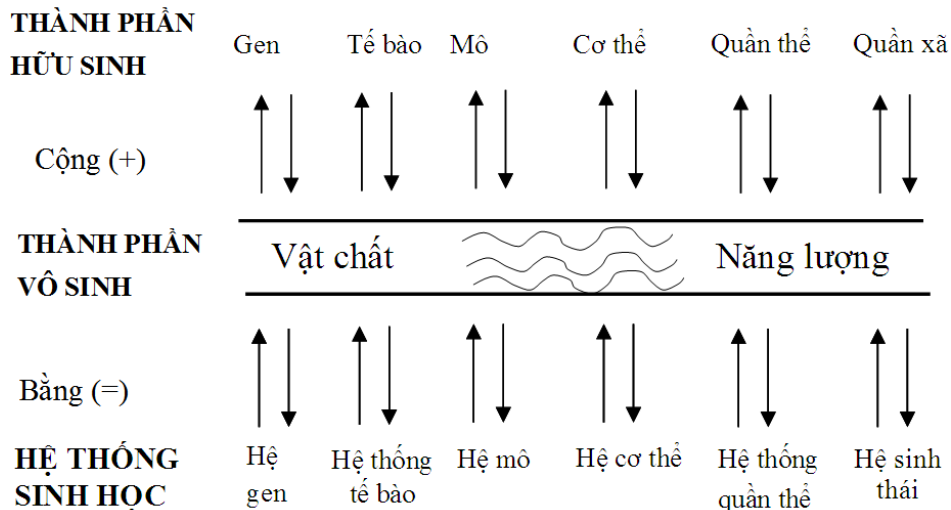
Hình 3.10. Hệ thứ bậc lồng nhau: Biểu đồ Euler chỉ ra B là tập con của A và là tập cha của các tập C<sub>i</sub> (hình bên tay phải). Sơ đồ về hệ thứ bậc lồng nhau: một hệ thứ bậc gồm ba bậc phân vị, trong đó bậc 0 là bậc phân vị được nghiên cứu. Động lực của bậc 0 bị ràng buộc, giới hạn và bị điều khiển bởi bậc phân vị cao hơn (bậc +1). Bậc +1 có vai trò làm rõ các đặc trưng về cấu trúc của bậc phân vị 0. Bậc 0 tiếp tục được chia thành ba thành phần (bậc -1), trong đó tương tác giữa các thành phần này có vai trò giải thích chức năng của bậc 0 (hình bên tay trái)

### 3.5. VẬN DỤNG NGUYÊN LÝ QUY MÔ VÀ NGUYÊN LÝ THỨ BẬC CHO CÁC HỆ THỐNG PHÂN LOẠI CẢNH QUAN VÀ YẾU TỐ CẢNH QUAN

#### 3.5.1. Hệ thứ bậc và cấp phân vị trong sinh thái học, cảnh quan học và sinh thái cảnh quan

##### *a) Phổ sinh học và phổ tổ chức sinh thái*

Odum (1953) đưa ra một sơ đồ về phổ sinh học và phổ tổ chức sinh thái, trong đó, các cấp quần xã, quần thể, cá thể, cơ quan, mô, tế bào, gen là những mức tổ chức sinh học chính. Trong mỗi mức, quan hệ tương hỗ giữa sinh vật với môi trường được thực hiện thông qua dòng vật chất và năng lượng. Phổ tổ chức sinh thái gồm những hệ thống sinh học có mức độ tổ chức cao hơn. Hiện nay, phổ tổ chức sinh thái được mở rộng với các bậc từ dưới lên trên bao gồm hệ sinh thái, cảnh quan, biome và sinh quyển.



Hình 3.11. Sơ đồ của Odum (1953) về phổ sinh học và phổ tổ chức sinh thái



### ***b) Hệ thống phân loại cảnh quan***

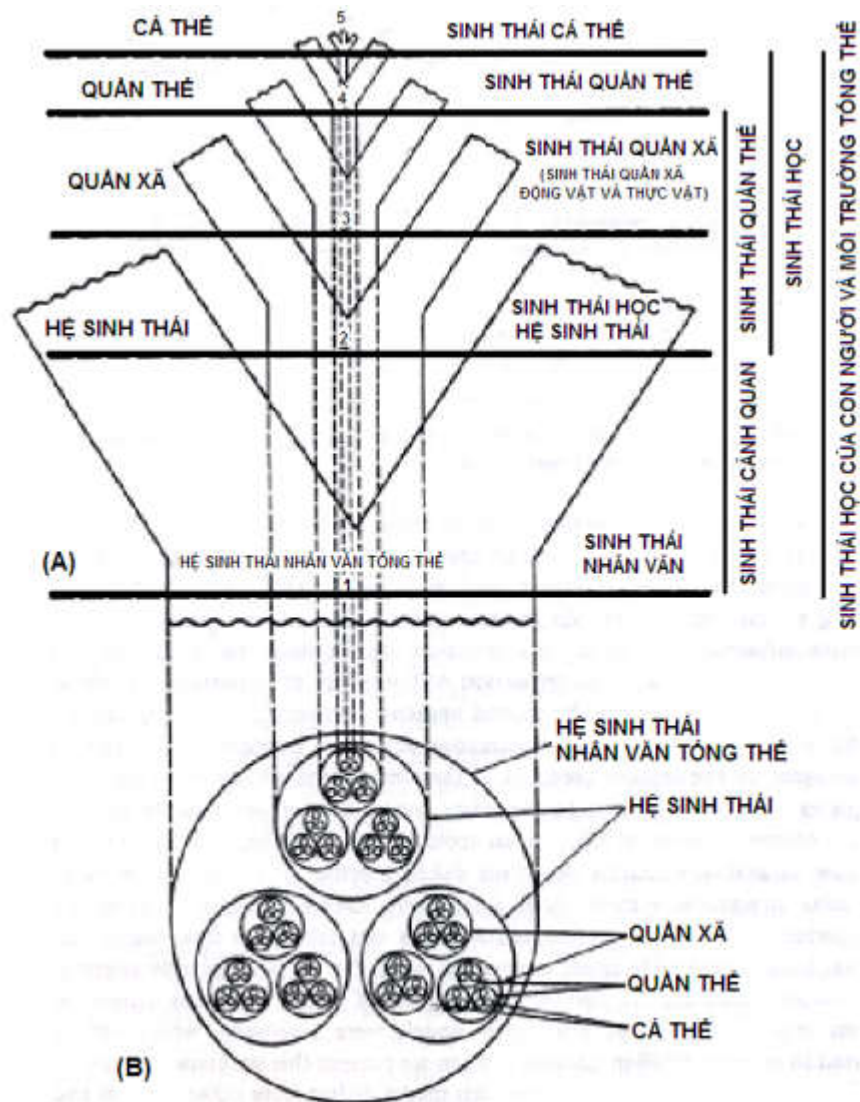
Một nhiệm vụ quan trọng trong phân tích cảnh quan là xác định các tiêu chí phân chia các cấp phân vị trong hệ thống phân loại cảnh quan. Cảnh quan thuộc mỗi cấp được xác định bằng các bộ tiêu chí khác nhau. Trong mỗi cấp phân vị, các nhân tố giải thích đặc điểm cấu trúc và các quá trình hệ sinh thái phải được xác định. Có ít nhất hai cấp không gian cần được xem xét là *cảnh quan* và các *yếu tố cảnh quan*. Cảnh quan được phân định theo các tiêu chí về cấu trúc không gian (cấu trúc đứng, cấu trúc ngang) và nhịp điệu thời gian. Các yếu tố cảnh quan (chẳng hạn mảnh rời rạc, hành lang hoặc các yếu tố hình thái cảnh quan là diện và dạng địa lý) được phân chia theo các tiêu chí về hình thái, chất lượng nơi sống, tương tác giữa các yếu tố cảnh quan. Xét về mặt thực tiễn, phân tích cảnh quan nhằm xác định các đặc trưng phân hóa lãnh thổ. Trong khi đó, yếu tố cảnh quan có ý nghĩa là nơi sống của sinh vật.

Phần lớn hệ thống phân loại cảnh quan được xây dựng ở Liên Xô đều dựa trên hệ thống phân loại cảnh quan của Nicholaiev. Thừa kế cảnh quan học Xô Viết, các nhà địa lý Việt Nam cũng đã xây dựng một số hệ thống phân loại cảnh quan lục địa và biển đảo áp dụng cho lãnh thổ Việt Nam (Vũ Tự Lập, 1976; Nguyễn Thành Long và cộng sự, 1992; Phạm Hoàng Hải, 1995; Nguyễn Thành Long và Nguyễn Văn Vinh, 2012).

### ***c) Hệ thống các cấp tổ chức sinh thái cảnh quan***

Các cấp tổ chức sinh thái cảnh quan phản ánh mối quan hệ giữa con người và toàn bộ môi trường sống của con người. Hệ thống này được Koestler (1969) xây dựng, gồm năm cấp tổ chức, trong đó, hệ sinh thái nhân văn tổng thể là cấp cao nhất. Hệ thống này tích hợp sinh thái cá thể, sinh thái quần thể và sinh thái hệ sinh thái. Trong đó, sinh thái

cảnh quan được coi là một trong các khoa học nghiên cứu hệ sinh thái nhân văn tổng thể, đồng thời đóng vai trò cầu nối giữa sinh thái quần xã và sinh thái nhân văn.



Hình 3.12. Hệ thống các cấp tổ chức sinh thái cảnh quan sinh thái với năm cấp phân vị (Koestler, 1969)

### **3.5.2. Quan điểm vận dụng nguyên lý quy mô và nguyên lý thứ bậc cho đơn vị cảnh quan, các cấp phân vị cảnh quan và hệ thống phân loại cảnh quan**

#### ***a) Đơn vị cảnh quan***

Với mục tiêu xác định hướng tiếp cận giải quyết tốt nhất bài toán về quan hệ giữa cấu trúc cảnh quan và quá trình sinh thái, những vấn đề sau đây liên quan tới khái niệm, đặc tính và hệ thống phân loại cảnh quan cần được thống nhất.

- ***Về khái niệm và đặc tính cảnh quan***

Cảnh quan cần được xác định là một hệ thống lãnh thổ tự nhiên - nhân văn được tổ chức ở cấp cao hơn cấp hệ sinh thái, có cấu trúc không gian bất đồng nhất, tồn tại khách quan, không phụ thuộc vào nhận thức chủ quan của con người hay sinh vật. Một đơn vị không gian được gọi là một "cảnh quan" nếu đáp ứng được các yêu cầu sau:

- *Tính lãnh thổ*: cảnh quan trước tiên phải là không gian lãnh thổ, địa bàn cư trú của các loài sinh vật và con người, nơi diễn ra các quá trình hệ sinh thái đặc trưng.

- *Tính tổng hợp và thứ bậc*: hệ thống phân loại cảnh quan có ít nhất ba cấp phân vị. Tất cả các hợp phần cảnh quan đều được xem xét trong phân loại cảnh quan.

- *Tính trội*: tùy thuộc mục đích nghiên cứu mà chú trọng đến các hợp phần chủ đạo (hợp phần trội). Trong đó, có ít nhất một hợp phần chủ đạo được quan tâm liên quan đến đối tượng sinh vật và con người được nghiên cứu. Địa hình và lớp phủ (thực vật, sử dụng đất) là các hợp phần được quan tâm nhiều nhất.

- *Tính cá thể*: nghĩa là cảnh quan không lặp lại trong không gian. Tiêu chí này phản ánh tính độc đáo của cảnh quan, tiêu biểu cho những điều kiện tự nhiên riêng biệt của địa phương. Nếu xét theo quan điểm cảnh quan là một khái niệm chung, thì cũng có thể gọi các đơn vị cấp thấp hơn (các đơn vị hình thái) cũng là "cảnh quan" (chẳng hạn diện cảnh quan, dạng cảnh quan), nhưng nhất thiết phải có một cấp phân vị cảnh quan là một đơn vị phân vùng.

- *Tính toàn vẹn*: cảnh quan là một thực thể mới toàn vẹn, trong đó tất cả các thành phần cấu tạo nên cảnh quan đều có mối quan hệ tương tác bởi trạng thái chung trong toàn bộ hệ thống. Không chỉ các thành phần tự nhiên mà cả các thành phần văn hóa của cảnh quan cũng cùng tạo thành tính chất hệ thống cấu trúc hình thức riêng biệt. Những yếu tố này bao gồm cả các đặc trưng sinh thái học, sinh thái nhân văn, xã hội, kinh tế, tâm lý, thẩm mỹ và chức năng.

- *Tính phức tạp và bất đồng nhất*: cảnh quan là một tổng thể lãnh thổ tự nhiên phức tạp, vừa có tính đồng nhất, vừa có tính bất đồng nhất. Do các thuộc tính hệ thống có tính tổ chức nổi bật, nên *tính phức tạp* của cảnh quan lớn hơn tổng các thành phần. *Tính đồng nhất của cảnh quan* được hiểu ở chỗ là một lãnh thổ mà trong phạm vi của nó các thành phần và tính chất của mỗi quan hệ giữa các thành phần coi như không đổi, nghĩa là đồng nhất. *Tính bất đồng nhất* được biểu hiện ở cả cấu trúc đứng và cấu trúc ngang. Cảnh quan được tạo bởi các hợp phần khác nhau về bản chất (đá mẹ, địa hình, khí hậu, thủy văn, thổ nhưỡng, thực vật) là nguồn gốc của tính bất đồng nhất trong cấu trúc đứng. Tính bất đồng nhất trong cấu trúc ngang của cảnh quan có nguồn gốc từ đặc điểm tổ chức theo chiều ngang của cảnh quan. Cảnh quan được cấu tạo bởi các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản khác nhau theo chiều ngang. Như vậy, theo cấu trúc ngang, cảnh quan phải chứa ít nhất hai yếu tố cảnh quan hoặc hai hệ sinh thái gần gũi nhau.

- *Về hệ thống phân loại và các cấp phân vị cảnh quan*

Trong hệ thống phân loại cảnh quan, các đơn vị cảnh quan ở cấp phân vị thấp hơn nằm trong cảnh quan ở cấp phân vị cao hơn. Các cấp phân vị cảnh quan bao hàm các đơn vị không gian có quy mô từ địa phương cho tới toàn cầu. Các đơn vị ở dưới cấp phân vị cảnh quan thấp nhất gọi là *đơn vị hình thái cảnh quan* (Nguyễn Thành Long và cộng sự, 1992) hoặc *yếu tố cảnh quan* (Forman và Godron, 1986; Forman, 1995). Tùy thuộc vào mục đích và lãnh thổ nghiên cứu mà lựa chọn hệ thống phân loại cảnh quan thích hợp.

Với quan niệm trên, *cảnh quan phải là một địa tổng thể đầy đủ (có tất cả các hợp phần được quan tâm) có tính phân vùng. Tuy nhiên, khi vạch ranh giới cảnh quan trên bản đồ và xác định các đơn vị cấp thấp hơn, chỉ cần quan tâm đến các hợp phần chủ đạo - theo nghĩa hợp phần này có ảnh hưởng mạnh mẽ nhất đến sinh vật, hoặc được quan tâm chủ yếu trong nghiên cứu.* Cách phân loại này sẽ cho phép xây dựng được nhiều hơn hệ thống phân loại cho các đơn vị không gian phục vụ nghiên cứu sinh thái cảnh quan. Ví dụ, một khu vực nghiên cứu bao gồm nhiều tiểu vùng cảnh quan (không lặp lại trong không gian), trong đó mỗi tiểu vùng cảnh quan có thể bao gồm các đơn vị hình thái có tính phân kiểu (lặp lại trong không gian) là dạng, diện địa lý, đơn vị đất ngập nước, đơn vị đất đai, sinh cảnh, sinh thái cảnh,... Bản thân tiểu vùng cảnh quan lại nằm trong các cấp phân vị cao hơn. Do đó, nghiên cứu cảnh quan cần được xem là một trường hợp nghiên cứu điển hình khi thực hiện nghiên cứu lãnh thổ ở các cấp phân vị cao hơn. Đây là một cách tiếp cận hiện đại trong các nghiên cứu của các Khoa học Trái Đất và Khoa học Sự sống nói chung, và rất đặc thù trong nhiều nghiên cứu sinh thái cảnh quan nói riêng.

Tóm lại, trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan, rất cần phải giải quyết hai vấn đề về xác định hệ thống phân loại không gian:

- Định nghĩa chính xác cảnh quan và cách xác định trên thực địa cũng như vạch được ranh giới cảnh quan trên bản đồ. Khu vực được lựa chọn nghiên cứu có thể chỉ có một cảnh quan (nghĩa là ranh giới khu vực nghiên cứu hoàn toàn trùng khớp hoặc nằm trọn trong ranh giới của một cảnh quan), hoặc có thể được phân hóa thành nhiều cảnh quan, nhưng nhất thiết phải có hệ thống chỉ tiêu đầy đủ và nguyên tắc phân vùng rõ ràng.

- Xác định các cấp phân vị trên của cấp cảnh quan. Vùng là một điển hình cho các cấp phân vị trên cảnh quan.

### **3.5.3. Quan điểm vận dụng nguyên lý quy mô và nguyên lý thứ bậc cho đơn vị yếu tố cấu trúc cảnh quan**

Yếu tố cảnh quan được định nghĩa là "*đơn vị đồng nhất tương đối, hoặc yếu tố không gian được chấp nhận ở quy mô hoặc tỷ lệ nghiên cứu cảnh quan*" (Forman, 1995). Đây là các đơn vị hình thái, phân kiểu, phân bố lặp lại trong cảnh quan. Đặc điểm phân bố và quan hệ giữa các yếu tố cảnh quan tạo ra cấu trúc ngang trong nội tại cảnh quan. Theo nghĩa rộng, ngoài các nội dung về cấu trúc, khái niệm về yếu tố cảnh quan còn có thể bao hàm cả các nội dung về chức năng và các quá trình hệ sinh thái nội tại trong cảnh quan (yếu tố chức năng).

Sinh thái cảnh quan lấy sinh vật và con người là đối tượng nghiên cứu trung tâm. Do đó, *hoàn toàn không nhất thiết phải bắt buộc lựa chọn một đơn vị không gian thuộc cấp phân vị dưới cảnh quan, chẳng hạn các đơn vị hình thái cảnh quan, để xác định tính đặc thù về phân hóa lãnh thổ*. Chính việc lựa chọn các đơn vị hình thái cảnh quan trong cảnh quan học đã hạn chế rất nhiều những ứng dụng của cảnh quan học đối với nghiên cứu sinh vật, chẳng hạn phân tích đa dạng sinh học hay nghiên cứu bảo tồn sinh học. Thực tế cho thấy, chưa có công trình nào ở Việt Nam giải quyết trọn vẹn được hướng nghiên cứu cảnh quan học phục vụ công tác

bảo vệ đa dạng sinh học và bảo tồn. Nguyên nhân sâu xa được xuất phát từ lý luận về đặc tính đồng nhất tương đối của các đơn vị cảnh quan. Mặc dù luôn có sự đồng bộ giữa các hợp phần cảnh quan (về mặt phát sinh sinh thái), nhưng sự phát triển tiếp theo của từng hợp phần không đồng đều. Nguyên nhân do từng hợp phần có phản ứng khác nhau đối với các tác động của hoàn cảnh bên ngoài, dẫn đến động lực và sự biến đổi của các hợp phần cảnh quan luôn khác nhau. Trong cảnh quan, hợp phần đá mẹ và địa hình bền vững nhất, đóng vai trò là nền tảng rắn của cảnh quan; hợp phần lớp phủ thực vật hay sử dụng đất tương đối nhạy cảm, dễ bị cải biến nhất bởi tác động của tự nhiên và con người.

Như vậy cần thiết phải sử dụng các đơn vị không gian cơ sở khác nhau cho các mục đích nghiên cứu sinh thái cảnh quan khác nhau. Mỗi hệ thống phân loại đơn vị không gian có những ưu thế cũng như hạn chế riêng, chỉ có thể áp dụng cho một hoặc một số mục đích cụ thể. Các đơn vị hình thái cảnh quan, đơn vị đất đai, đơn vị lập địa có ưu thế trong nghiên cứu, đánh giá tổng hợp các điều kiện tự nhiên phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường. Đơn vị hình thái cảnh quan là địa tổng thể đầy đủ. Đơn vị đất đai và đơn vị sinh thái cảnh là những địa tổng thể không đầy đủ do khuyết thiếu hợp phần sinh vật. Các đơn vị hình thái cảnh quan có thể được sử dụng để đánh giá cho nhiều mục đích như nông, lâm, ngư nghiệp, nghỉ dưỡng, xây dựng; còn đánh giá đất đai và lập địa chỉ phục vụ cho phát triển cây trồng nông, lâm nghiệp. Tuy nhiên, khi nhu cầu về nghiên cứu bảo tồn và du lịch sinh thái ở các lãnh thổ "còn tương đối hoang sơ" như khu vực miền núi, khu vực biển - đảo,... yêu cầu phải phân tích diễn thế sinh thái, đánh giá đa dạng cảnh quan và đa dạng nhân văn, thì quan niệm về đơn vị cảnh quan hiện tại (bao gồm cả cảnh quan nhân sinh và cảnh quan tự nhiên) vẫn chưa đáp ứng đủ yêu cầu. Trong khi đó, hệ sinh thái hoặc sinh cảnh được các nhà sinh học sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu đa dạng sinh

học và các quá trình hệ sinh thái. Đơn vị đất ngập nước có ưu thế trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan vùng ven biển, sông,...

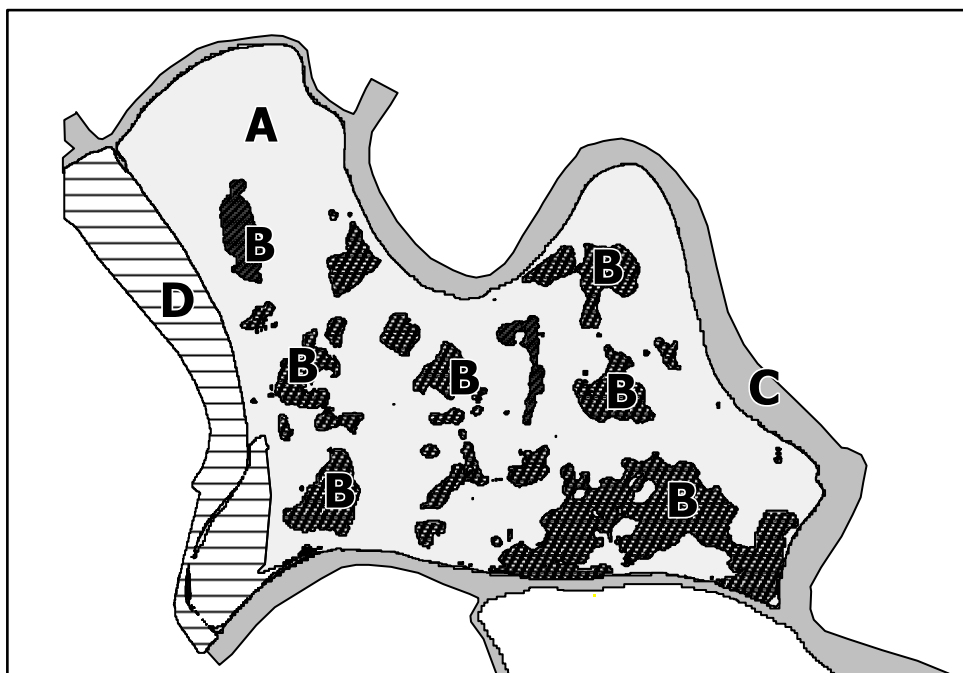
*Bảng 3.2. Các đơn vị không gian được sử dụng trong sinh thái cảnh quan*

Stt	Đơn vị không gian	Nguồn sử dụng	Mục đích nghiên cứu
1	Đơn vị hình thái cảnh quan (dạng địa lý, diện địa lý)	Cảnh quan học Xô Viết và Việt Nam.	- Đánh giá tổng hợp các điều kiện tự nhiên phục vụ phát triển nông, lâm, ngư nghiệp, nghỉ dưỡng, xây dựng.
2	Đơn vị đất đai	Tổ chức Lương nông Thế giới (FAO), Sinh thái cảnh quan Tây Âu.	- Đánh giá và quy hoạch sử dụng đất.
3	Đơn vị lập địa	Lâm học, sinh thái cảnh quan Đức.	- Đánh giá và quy hoạch phát triển rừng.
4	Hệ sinh thái	Sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ.	- Đa dạng sinh học, quá trình hệ sinh thái.
5	Sinh cảnh	Sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ.	- Đa dạng sinh học.
6	Sinh thái cảnh	Sinh thái cảnh quan Tây Âu.	- Đánh giá và quy hoạch sử dụng đất đai.
7	Yếu tố cảnh quan (mảnh rời rạc, hành lang, thể nền, thể khảm)	Sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ.	- Nơi sống của sinh vật.

Chẳng hạn, nếu đối tượng nghiên cứu là thực vật có thể lựa chọn đơn vị hình thái là diện, dạng địa lý. Để nghiên cứu biến đổi nơi sống của một loài động vật ăn cỏ, việc lựa chọn các đơn vị hình thái cảnh quan là không chuẩn xác, vì động vật ăn cỏ là một mắt xích trong chuỗi thức ăn ở đồng cỏ, chỉ tiêu thụ sinh vật sản xuất là cỏ. Do đó, lấy thảm thực vật hoặc lớp phủ mặt đất đặc trưng cho phân hóa lãnh thổ sẽ hợp lý hơn. Tương tự như vậy, với mục đích nghiên cứu nơi sống của các



loài chim trú đông ven biển, các đơn vị đất ngập nước có ưu thế hơn hẳn so với lựa chọn các đơn vị hình thái cảnh quan. Trong đánh giá và quy hoạch đất đai, các đơn vị đất đai sẽ là lựa chọn ưu tiên hàng đầu.



Hình 3.13. Cảnh quan là một đơn vị cá thể, cấu trúc bất đồng nhất do chứa bốn kiểu hệ sinh thái khác nhau được ký hiệu là A, B, C và D. Các hệ sinh thái này đồng nhất tương đối về mặt cấu trúc, tuy nhiên khác biệt về kích thước, hình thái và độ kết nối: hệ sinh thái A có cấu trúc liên tục và trải rộng; các hệ sinh thái B có kích thước rất khác nhau và phân bố tách biệt; hệ sinh thái C và D có hình thái dạng dải uốn khúc, trong đó hệ sinh thái C bao phủ toàn bộ ranh giới cảnh quan. Các dòng vật chất, năng lượng và dòng chảy sinh vật là những yếu tố kết nối các hệ sinh thái với nhau đảm bảo cảnh quan là một tổng thể thống nhất về mặt chức năng. Trong các trường hợp ứng dụng cụ thể khác, A, B, C và D có thể là các đơn vị hình thái có tính phân kiểu, chẳng hạn dạng/ diện địa lý, đơn vị đất ngập nước, đơn vị đất đai, đơn vị lập địa, sinh cảnh, sinh thái cảnh,... (Nguyễn An Thịnh, 2010)

Như vậy, một trong những nhiệm vụ quan trọng hàng đầu trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan là cần xác định chính xác nội hàm và ranh giới của các đơn vị không gian trong cảnh quan. Các đơn vị không gian này được lựa chọn khác nhau tùy thuộc đối tượng sinh vật và con người được quan tâm nghiên cứu. *Quan điểm mở về cảnh quan cho phép liên kết được các kiến thức địa lý học với các kiến thức sinh thái học trong nghiên cứu các hệ thống tự nhiên - nhân văn.* Điều này được thể hiện rõ trong hình minh họa dưới đây về mối liên hệ giữa cảnh quan (đối tượng nghiên cứu của địa lý học) và hệ sinh thái (đối tượng nghiên cứu của sinh thái học). Các mối liên hệ tương tự cũng có thể được thiết lập đối với nhiều lĩnh vực khoa học khác, bao gồm khoa học về đất đai, khoa học lập địa, sinh học.

#### **3.5.4. Lựa chọn hệ thống phân loại các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản trong nghiên cứu và lập bản đồ sinh thái cảnh quan**

##### **3.5.4.1. Quan điểm địa lý học về yếu tố cảnh quan: các đơn vị hình thái cảnh quan**

###### ***a) Cảnh diện***

Cảnh diện (còn được gọi là diện địa lý, diện cảnh quan) là yếu tố cấu trúc cảnh quan cấp thấp nhất, có quan hệ chặt chẽ với nhau thông qua dòng vật chất và năng lượng. Cảnh diện được định nghĩa là "*đơn vị địa lý tự nhiên (địa hệ) sơ đẳng nhất, với điều kiện địa thế và sinh cảnh đồng nhất, một sinh vật quần*" (Vũ Tự Lập, 1976). Cảnh diện được xác định dựa trên các dấu hiệu: địa thế là nhân tố chủ yếu của sự phân hoá cảnh diện; một nền nham đồng nhất; một biển chúng thổ nhuõng; vi khí hậu đồng nhất; và sinh vật quần đồng nhất. Ví dụ, một cảnh quan đồi được cấu

tạo bởi một dãy các cảnh diện bao gồm cảnh diện đá gốc trên đỉnh ưu thế quá trình bào mòn bề mặt, cảnh diện sườn dốc ưu thế quá trình rửa trôi mạnh, cảnh diện sườn thoải ưu thế quá trình tích tụ - rửa trôi yếu, cảnh diện lòng trũng ưu thế quá trình tích tụ.

Cảnh diện là yếu tố cấu trúc cảnh quan sơ đẳng nhất, có điều kiện sống đồng nhất và phù hợp với một quần xã sinh vật. Khái niệm này được xem là gần tương tự với khái niệm sinh thái cảnh (*ecotope*). Cảnh diện có các đặc trưng cơ bản sau đây:

- Quá trình thành tạo ngắn hơn so với cảnh quan;

- Tính dễ biến đổi;

- Tính không bền vững tương đối;

- Cảnh diện là hạt nhân địa hoá học và năng lượng đầu tiên trong cảnh quan. Do đó, nghiên cứu sự tuần hoàn và biến đổi năng lượng, vật chất trong cảnh quan bắt đầu từ cảnh diện;

- Các cảnh diện thứ sinh liên quan đến hoạt động của con người. Tùy thuộc vào mức độ tác động các cảnh diện có khả năng tự phục hồi như lúc ban đầu, có loại mất đi (do xây dựng công trình, khai thác khoáng sản, xây dựng hồ chứa nước,...).

Trong hệ thống phân loại cảnh diện của Vũ Tự Lập (1976), có bốn cấp là *lớp - kiểu - loại - thứ*, trong đó mỗi cấp được phân định ranh giới theo các yếu tố trội khác nhau:

- *Lớp cảnh diện*: địa thế (yếu tố địa hình, độ dốc, hướng);

- *Kiểu cảnh diện*: biến chủng đất và độ phì;

- *Loại cảnh diện*: quần thể sinh vật, năng suất;

- *Thứ cảnh diện*: mức độ nhân tác và biện pháp sử dụng.

## ***b) Cảnh dạng***

Cảnh dạng (còn gọi là dạng địa lý, cảnh địa lý, dạng cảnh quan) được định nghĩa là *"một hệ thống liên kết các cảnh diện, có chung một hướng quá trình địa lý tự nhiên, phân bố trên một dạng trung địa hình trên một nền nham đồng nhất"* (Vũ Tự Lập, 1976). Cảnh dạng là bậc đơn vị chuyển tiếp quan trọng giữa cảnh diện và cảnh quan. Các dấu hiệu phân chia cảnh dạng là dạng trung địa hình (dấu hiệu quan trọng nhất), nham thạch, tiểu tổ hợp đất (tổ hợp các biến chủng đất theo các dạng trung địa hình), tiểu tổ hợp thực vật (tập hợp các quần xã thực vật theo các dạng trung địa hình), phức hợp các địa hệ đơn giản nhất.

Sự kết hợp các cảnh diện đặc trưng cho mỗi một kiểu hay loại dạng địa lý. Có thể phân biệt hai dạng cơ sở:

- Cảnh dạng liên quan đến dạng địa hình dương của trung địa hình, đặc trưng bởi chuyển động đi xuống của nước và các chất rắn.

- Cảnh dạng lõm của trung địa hình, các bậc thềm thấp có độ ẩm cao (dòng chảy mặt, cung cấp nước ngầm).

Ngoài ra còn phải xét tới dạng trung địa hình theo phát sinh, nham thạch, thành phần cơ giới, sự thoát nước.

Vũ Tự Lập (1976) đưa ra một hệ thống phân loại cảnh dạng gồm 5 cấp là *lớp - nhóm - kiểu - loại - thứ*:

- *Lớp cảnh dạng*: dạng trung địa hình theo phát sinh;

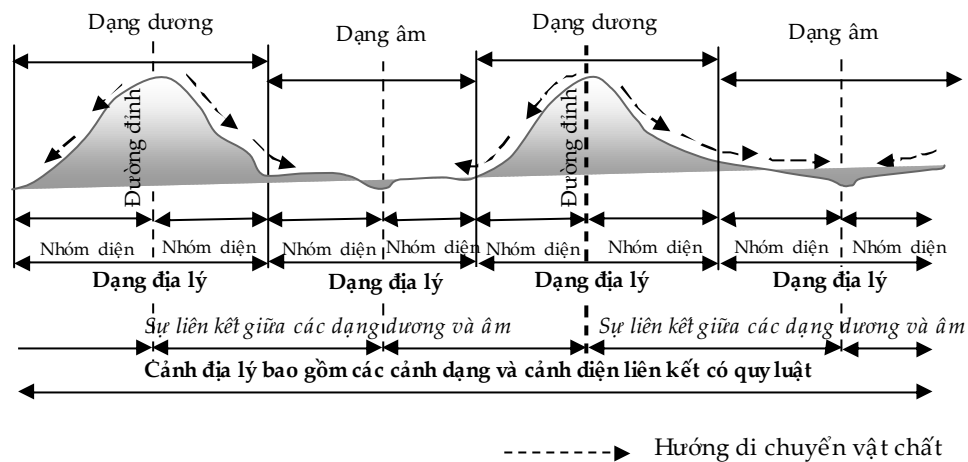
- *Nhóm cảnh dạng*: nham thạch và lớp vỏ phong hoá;

- *Kiểu cảnh dạng*: tiểu tổ hợp đất;

- *Loại cảnh dạng*: tiểu tổ hợp thực vật;

- *Thứ cảnh dạng*: mức độ canh tác, biện pháp sử dụng bảo vệ, cải tạo.

Đơn vị cảnh dạng và cảnh diện đóng vai trò quan trọng trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan phục vụ đánh giá tổng hợp và kiểm kê đất đai, khởi thảo các kiến nghị sử dụng hợp lý lãnh thổ. Ngoài ra, các đơn vị này cũng có thể được sử dụng cho các mục đích nghiên cứu riêng biệt. Ví dụ, có thể phân tích biến đổi lớp phủ thực vật trong cảnh quan dựa trên phân tích biến đổi các *loại cảnh dạng*.



Hình 3.14. Mô hình cấu trúc ngang của một cảnh địa lý  
đồi xen thung lũng bồi tụ - xâm thực (Vũ Tự Lập, 1976)

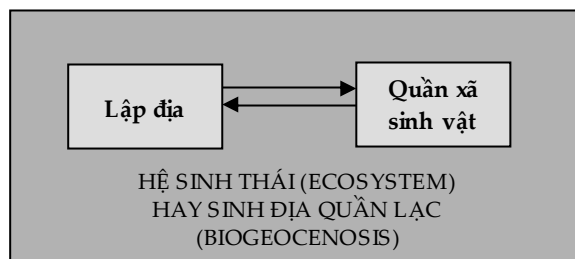
### 3.5.4.2. Quan điểm đất đai về yếu tố cảnh quan: đơn vị lập địa, đơn vị đất đai

#### a) Đơn vị lập địa

Khoa học lập địa với phương pháp luận xây dựng bản đồ lập địa rừng (*bản đồ thể hiện quy luật phân bố của các đơn vị lập địa rừng*) được đánh giá là một nhân tố quan trọng của sinh thái cảnh quan tại Đức. Cho đến nay, trên thế giới còn tồn tại nhiều quan điểm về lập địa nhưng chủ yếu theo trường phái sinh địa quần lạc học Xô Viết (Sukachev) và trường phái lập địa Đức (Thomasius, Fiedler).

Lập địa (*Standort* - tiếng Đức, *site* - tiếng Anh, *Station* - tiếng Pháp) được các nhà lập địa Đức định nghĩa là "một phức hợp hoàn chỉnh của khí hậu, địa hình, nền vật chất tạo đất, đất, nước ngầm, quần xã thực vật và con người". Fiedler (1981) định nghĩa "Lập địa là tập hợp các yếu tố và các quá trình bên ngoài tạo môi trường sống cho sự tồn tại và phát triển của thực vật (tự nhiên và nhân tác)". Tại Đức, khoa học lập địa trở thành một môn học trong các trường đại học nông lâm nghiệp và quy trình lập địa với các tiêu chuẩn đánh giá phân hạng đất lâm nghiệp đã được Đông Đức chính thức ban hành.

Vatter (1925) đưa ra quan điểm cho rằng lập địa của một loài thực vật là tổng hợp những nhân tố và quá trình bên ngoài thực vật làm cho nó có thể tồn tại hoặc thường xuyên ảnh hưởng đến nó. Mối quan hệ lẫn nhau giữa lập địa và những quần xã sinh vật tạo nên sinh địa quần lạc hoặc hệ sinh thái.



Hình 3.15. Mô hình hệ sinh thái hoặc sinh địa quần lạc được hình thành do tương tác lập địa và quần xã sinh vật

Theo Thomasius (1961), đơn vị lập địa ( $S_i$ ) có thể được xem như một hàm của những nhân tố lập địa ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ):

$$S_i = f_i (X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Fiedler (1976) cụ thể hóa lập địa là hàm của các biến địa hình (P), khí hậu (C) và đất (S):

$$S_i = f_i (P, S, C)$$

Về bản chất, đơn vị lập địa là địa tổng thể không đầy đủ, thể hiện sự phân hoá các điều kiện phi sinh vật của lãnh thổ. Năng suất lập địa đối với từng loài cây trồng hoặc kiểu thảm thực vật được sử dụng làm căn cứ đánh giá và phân hạng mức độ thích nghi của lập địa.

Những yếu tố trội trên một phạm vi lãnh thổ sẽ được sử dụng làm chỉ tiêu phân định ranh giới lập địa theo bảy cấp phân vị: *lập địa toàn quốc* → *miền lập địa* → *vùng lập địa* → *khu lập địa* → *kiểu thảm lập địa* → *nhóm dạng lập địa* → *dạng lập địa*. Trong đó, dạng lập địa là đơn vị lập địa cơ bản, là tổ hợp của bốn thành phần chính là địa hình - địa thế, khí hậu, thổ nhưỡng và thế giới hữu cơ (sinh vật) (Fiedler, 1976).

Ở Việt Nam, lập địa được dùng trong khoa học lâm nghiệp. Theo chương trình điều tra đánh giá và theo dõi diễn biến tài nguyên rừng toàn quốc (Viện Điều tra quy hoạch, Bộ Lâm nghiệp, 1991), một hệ thống phân loại lập địa Việt Nam được xây dựng bao gồm:

- *Lập địa cấp I*: còn gọi là dạng lập địa.

- *Lập địa cấp II*: còn gọi là dạng đất đai lâm nghiệp, là một tập hợp của nhiều dạng lập địa liên kế có cùng một kiểu địa hình (chính hoặc phụ), một cấp độ dốc (hoặc một cấp đọng nước), một kiểu đất (chính hoặc phụ), một cấp độ dày (hoặc một cấp thành phần cơ giới), một kiểu khí hậu và một trạng thái thực vật chủ yếu. Bản đồ lập địa cấp II được sử dụng cho cấp tỉnh (1:100.000), thể hiện mối quan hệ giữa các tiềm năng sản xuất của hệ sinh thái tự nhiên (khí hậu, đất... trong từng vùng/khu sinh trưởng) với các điều kiện sản xuất, cung cấp căn cứ khoa học về lập địa cho việc quy hoạch sử dụng đất đai cũng như các kế hoạch phát triển lâm nghiệp khác quy mô tỉnh.

- *Lập địa cấp III*: được sử dụng cho cấp vùng (tỷ lệ 1:25.000) và toàn quốc (tỷ lệ 1:1.000.000), theo các chỉ tiêu về nhóm các nhân tố khó biến đổi là kiểu khí hậu, kiểu địa hình, kiểu đất hoặc nhóm đất.

## ***b) Đơn vị đất đai***

Đất đai (land) được định nghĩa là "một vật đất (khoanh đất) được xác định về vị trí địa lý, là một phần diện tích bề mặt Trái Đất với những thuộc tính tương đối ổn định hoặc thay đổi có tính chất chu kỳ có thể dự đoán được của môi trường bên trên, bên trong và bên dưới bề mặt của nó như không khí, loại đất, điều kiện địa chất, thủy văn, thực vật và động vật cư trú, những hoạt động tác động trong quá khứ và hiện tại của con người, ở chừng mực mà những thuộc tính này có ảnh hưởng đáng kể đến việc sử dụng khoanh đất đó trong hiện tại và tương lai" (FAO, 1976).

Một khái niệm liên quan là đơn vị đất đai (*land unit = LU*). Trong đánh giá đất đai, đơn vị đất đai được hiểu là một bộ phận của hệ thống sử dụng đất đai (*land use system = LUS*) (Huizing, 1995), được định nghĩa là "một khoanh vi đất đai có những thuộc tính tương đối đồng nhất mà nhờ đó có thể phân biệt được ranh giới giữa nó với các khoanh vi đất khác" (FAO, 1976). Đơn vị đất đai là một khoanh đất được xác định cụ thể trên bản đồ đơn vị đất đai với những đặc tính và tính chất riêng biệt, thích hợp cho từng loại hình sử dụng đất (*land use type = LUT*), có cùng điều kiện quản lý đất đai, cùng một khả năng sản xuất và cải tạo đất (FAO, 1976). Khái niệm đơn vị đất đai được sử dụng phổ biến tại Tây Âu, được định nghĩa là "một khoanh vi đất đai đồng nhất về các đặc trưng sinh thái ở quy mô được quan tâm" (Zonneveld, 1989).

Huizing (1995) diễn đạt đơn vị đất đai trong hệ thống sử dụng đất theo công thức:

$$LUS = LU + LUT$$

Trong đó: LUS là hệ thống sử dụng đất;  
LU là đơn vị đất đai; LUT là loại hình sử dụng đất.



Đất đai được xác định là đối tượng nghiên cứu trung tâm của trường phái sinh thái cảnh quan Tây Âu. Theo Zonneveld (1995), trong mô hình các cấp tổ chức không gian, các thuộc tính của đất đai thể hiện cấu trúc đứng, từ dưới lên trên bao gồm các yếu tố đá mẹ - địa hình, đất, sinh vật (thực vật, động vật và con người) và khí quyển. Cấu trúc ngang được thể hiện bởi hệ thống thứ bậc từ thấp lên cao, bao gồm: *sinh thái cảnh → diện đất đai → hệ thống đất đai → cảnh quan tổng thể*. Với ưu thế giải quyết các vấn đề sinh thái quan hệ nhiều với cấu trúc đứng, cách tiếp cận sử dụng đơn vị đất đai rất quan trọng trong phân loại và đánh giá tiềm năng cảnh quan.

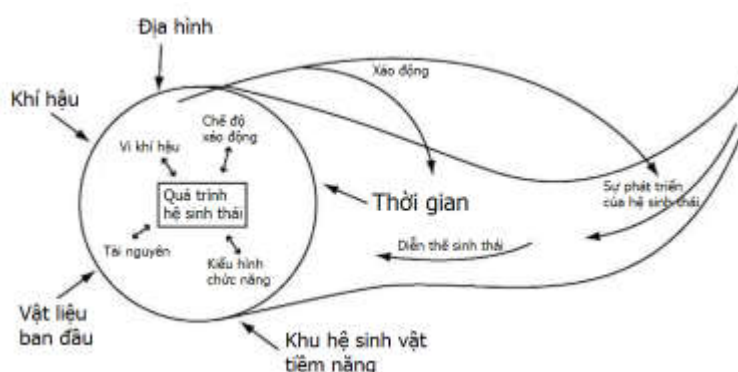
### ***3.5.4.3. Quan điểm sinh thái học về yếu tố cảnh quan: hệ sinh thái, sinh cảnh, sinh thái cảnh, đất ngập nước***

#### ***a) Hệ sinh thái***

Hệ sinh thái là đối tượng nghiên cứu của sinh thái học, có thể hiểu là một hệ thống bao gồm quần xã sinh vật (động vật, thực vật, vi sinh vật) và môi trường phi sinh học (ánh sáng, nhiệt độ, chất vô cơ,...). Hệ sinh thái là khái niệm không hạn chế về quy mô: từ đại dương thế giới đến một cái ao đều là hệ sinh thái. Vì vậy quan điểm về hệ sinh thái có hạn chế trong việc nghiên cứu các hệ thống tự nhiên thuộc các cấp bậc khác nhau.

Liên kết giữa khái niệm hệ sinh thái và khái niệm cảnh quan là một đóng góp quan trọng về mặt lý luận của các nhà sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ. Cảnh quan được coi là một lãnh thổ địa lý chứa hai hoặc nhiều hơn hai hệ sinh thái gần gũi với nhau (Forman, 1995), hoặc là một phức hệ bao gồm các hệ sinh thái có mối quan hệ với nhau về mặt địa lý, chức năng và lịch sử (Doing, 1997).

Cách tiếp cận coi hệ sinh thái là đơn vị phân vị cấp thấp hơn cảnh quan được coi là một trong những luận điểm cốt lõi của sinh thái cảnh quan. Cách tiếp cận này cho phép sinh thái cảnh quan thừa kế được những lý luận về sinh thái học hệ sinh thái trong nghiên cứu sinh vật và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan.



Hình 3.16. Hệ sinh thái trong không gian và thời gian (Forman, 1995)

Khái niệm hệ sinh thái trong sinh thái học được xây dựng theo tiếp cận chức năng, nghĩa là nhấn mạnh vào mối quan hệ sinh thái của các hợp phần trong hệ sinh thái. Hệ sinh thái được coi là một đơn vị chức năng, mặc dù có ranh giới rõ ràng trong không gian nhưng không phải là hệ thống thứ bậc: hệ sinh thái có thể là một bể cá, cũng có thể là toàn bộ đại dương trên Trái Đất. Do vậy, rất khó phân tích cấu trúc không gian của một hệ sinh thái, hoặc liên hệ giữa cấu trúc không gian của hệ sinh thái với các quá trình hệ sinh thái. Sinh thái cảnh quan vận dụng cách tiếp cận cấu trúc để phát triển khái niệm hệ sinh thái theo không gian và thời gian (Forman, 1995; Bastian và Steinhardt, 2002). Theo cách tiếp cận này, hệ sinh thái được coi là cấp thấp hơn đơn vị cảnh quan và bao gồm các yếu tố:

- Các yếu tố mang tính không gian: bao gồm địa hình, khí hậu,... có vai trò thành tạo cấu trúc cảnh quan.

- *Các yếu tố mang tính thời gian*: bao gồm các quá trình hệ sinh thái, các dòng trong hệ sinh thái, diễn thế sinh thái và sự phát triển của hệ sinh thái.

Bastian và Steinhardt (2002) cho rằng hệ sinh thái là đơn vị chức năng của cảnh quan bao gồm sinh vật, các thành phần phi sinh học tự nhiên và các thành phần nhân tạo có quan hệ với nhau và tương tác với môi trường của chúng thông qua các quá trình vật chất, năng lượng và thông tin. Dựa trên hiệu ứng ròng, có thể phân biệt ba kiểu hệ sinh thái cấu thành nên một cảnh quan:

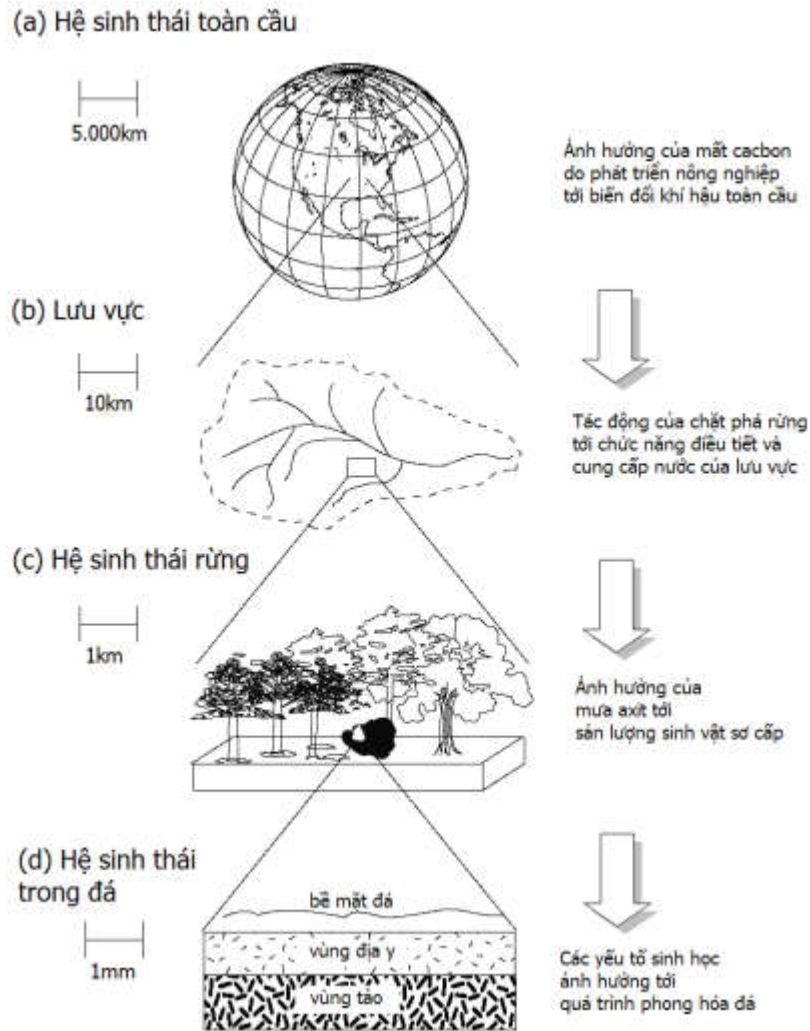
- *Hệ sinh thái nguồn*: có sản lượng tinh dương (lượng đầu ra lớn hơn lượng đầu vào), làm tăng cường độ dòng các chất trong cảnh quan.

- *Hệ sinh thái đích*: có sản lượng tinh âm (lượng đầu ra nhỏ hơn đầu vào), do đó làm giảm cường độ dòng các chất trong cảnh quan.

- *Hệ sinh thái trung gian*: lượng đầu ra và đầu vào tương đương hoặc bằng 0, nên không ảnh hưởng tới dòng các chất trong cảnh quan. Hành lang và vật cản là các dạng điển hình của hệ sinh thái trung gian.

Trong sinh thái cảnh quan, khái niệm hệ sinh thái phản ánh tính phức tạp, sự tương tác và phụ thuộc qua lại, các quá trình trao đổi chất và năng lượng và sự biến đổi theo thời gian. Tuy vậy, các nhà nghiên cứu thường gặp nhiều khó khăn trong công tác mô tả, xác định ranh giới, điều vẽ bản đồ và nghiên cứu những đặc trưng của một hệ sinh thái riêng biệt.

Khái niệm hệ sinh thái phản ánh cấu trúc, tính phức tạp về tổ chức, sự tương tác và phụ thuộc qua lại giữa các thành phần và chức năng của hệ thống, mà ít chú ý đến ranh giới địa lý của hệ thống. Do đó trong các nghiên cứu, cần thiết phải có cách tiếp cận không gian, hay hướng tiếp cận sinh thái cảnh quan.



Hình 3.17. Các quy mô không gian của hệ sinh thái

### b) Đất ngập nước

Đất ngập nước (*wetland*) được định nghĩa là "các vùng đầm lầy, than bùn hoặc vùng nước tự nhiên hay nhân tạo, có nước thường xuyên hay tạm thời, nước đứng hay nước chảy, nước ngọt, nước lợ hay nước mặn, kể cả các

vùng nước ven biển có độ sâu không quá 6 m khi thủy triều thấp đều là các vùng đất ngập nước” (Công ước RAMSAR, điều 1.1., 1971). Đất ngập nước chính là một dạng hệ sinh thái có chế độ môi trường đặc biệt, thường được gọi đầy đủ là hệ sinh thái đất ngập nước.

Đất ngập nước có những đặc trưng cơ bản sau:

- Chế độ thủy văn là yếu tố tự nhiên quyết định và đóng vai trò quan trọng trong việc xác định, duy trì và quản lý các vùng đất ngập nước, đặc biệt là các vùng đất ngập nước nước ngọt nội địa.

- Đất ngập nước có vai trò quan trọng đối với đời sống của các cộng đồng dân cư. Hiện nay, khoảng 70% dân số thế giới sống ở các vùng cửa sông ven biển và xung quanh các thủy vực nước ngọt nội địa (Dugan, 1990). Đất ngập nước còn là nơi sinh sống của một số lượng lớn các loài động vật và thực vật, trong đó có nhiều loài quý hiếm.

- *Cấu trúc và chức năng của đất ngập nước*: cấu trúc và chức năng của các hệ sinh thái đất ngập nước được biểu thị thông qua: sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ, sinh vật phân hủy, chức năng hệ sinh thái, năng suất sơ cấp, phân hủy, xuất khẩu chất dinh dưỡng, dòng năng lượng, quỹ dinh dưỡng...

Trong cấu trúc cảnh quan, các đơn vị đất ngập nước thường đóng vai trò của một hệ sinh thái đích, đặc trưng bởi đầu ra dòng vật chất nhỏ hơn nhiều so với đầu vào, dẫn đến làm giảm dòng vật chất (chất dinh dưỡng, chất ô nhiễm,...).

Tại Việt Nam, nghiên cứu đất ngập nước được dựa trên các hệ thống phân loại chặt chẽ. Trong đó, hai hệ thống phân loại của RAMSAR và Tổ chức Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế (IUCN) được sử dụng phổ biến hiện nay.

*Bảng 3.3. Hệ thống phân loại đất ngập nước của RAMSAR*

<b>1. Đất ngập nước biển và ven biển</b>		
A	1	Các vùng biển nông ngập nước thường xuyên ở độ sâu dưới 6 mét khi triều thấp; bao gồm cả các vịnh và eo biển.
B	2	Các thảm thực vật biển dưới triều; bao gồm các bãi tảo bẹ, các bãi cỏ biển, các bãi cỏ biển nhiệt đới.
C	3	Các rạn san hô.
D	4	Các bờ đá biển; kể cả các đảo đá ngoài khơi, vách đá biển.
E	5	Các bờ cát, bãi cuội hay sỏi; bao gồm các roi cát, mũi đất nhô ra biển và các đảo cát; kể cả các hệ cồn cát và các lòng chảo ẩm ướt.
F	6	Các vùng nước cửa sông; nước thường trực của các vùng cửa sông và các hệ thống cửa sông của châu thổ.
G	7	Các bãi bùn gian triều, các bãi cát hay các bãi muối.
H	8	Các đầm lầy gian triều; bao gồm các đầm lầy nước mặn, các đồng cỏ nước mặn, các bãi kết muối, các đầm nước mặn nổi lên; kể cả các đầm nước ngọt và lợ thủy triều.
I	9	Các vùng đất ngập nước có rừng gian triều; bao gồm rừng ngập mặn, các đầm dừa nước và các đầm có cây nước ngọt.
J	10	Các đầm/ phá nước lợ/mặn ven biển; các đầm/phá nước lợ đến nước mặn ít nhất có một lạch nhỏ nối với biển.
K	11	Các đầm/ phá nước ngọt ven biển; bao gồm các đầm/phá châu thổ nước ngọt.
Zk (a)	12	Các hệ thống thủy văn karst ngầm và hang động ven biển và biển.
<b>2. Đất ngập nước nội địa</b>		
L	13	Các đồng bằng châu thổ thường xuyên có nước.
M	14	Các sông/suối/lạch thường xuyên có nước; bao gồm cả các thác nước.
N	15	Các sông/suối/lạch có nước theo mùa/không liên tục/bất thường.
O	16	Các hồ nước ngọt có nước thường xuyên (trên 8 ha); bao gồm các hồ lớn hình móng ngựa.
P	17	Các hồ nước ngọt có nước theo mùa/không liên tục (trên 8 ha); bao gồm cả các hồ ở đồng bằng ngập lũ.
Q	18	Các hồ nước mặn/lợ/kiềm có nước thường xuyên.
R	19	Các hồ và bãi nước mặn/lợ/kiềm có nước thường xuyên.
Sp	20	Các đầm/ vũng nước mặn/lợ/kiềm có nước thường xuyên.
Ss	21	Các đầm/ vũng nước mặn/lợ/kiềm có nước theo mùa/không liên tục.
Tp	22	Các đầm/ vũng nước ngọt có nước thường xuyên; các ao hồ (dưới 8 ha);

		các đầm nước và đầm lầy trên đất vô cơ; có thảm thực vật nổi mọng nước ít nhất trong phần lớn mùa sinh trưởng.
Ts	23	Các đầm/vũng nước ngọt có nước theo mùa/không liên tục trên đất vô cơ; kể cả bãi lầy, hố/hốc đá, đồng cỏ ngập theo mùa, đầm cỏ lác/lách.
U	24	Các vùng đất than bùn không có rừng; bao gồm đầm lầy than bùn có cây bụi hoặc trống, các đầm lầy/bàu, các đầm lầy thấp.
Va	25	Các vùng đất ngập nước núi cao; kể cả các đồng cỏ núi cao, các vùng nước tạm thời do tuyết tan.
Vt	26	Các vùng đất ngập nước lãnh nguyên; bao gồm các vũng nước lãnh nguyên, các vùng nước tạm thời do tuyết tan.
W	27	Các vùng đất ngập nước cây bụi chiếm ưu thế; các đầm lầy cây bụi, các đầm nước có cây bụi chiếm ưu thế, các rừng cây bụi, cây dương đỏ; trên đất vô cơ.
Xf	28	Các vùng đất ngập nước nước ngọt có cây lớn chiếm ưu thế; kể cả rừng đầm lầy nước ngọt, rừng ngập theo mùa, đầm lầy cây gỗ; trên đất vô cơ.
Xp	29	Các vùng đất than bùn có rừng; rừng đầm lầy đất than bùn.
Y	30	Suối, ốc đảo nước ngọt.
Zg	31	Các vùng đất ngập nước địa nhiệt.
Zk (b)	32	Các hệ thống thủy văn karst ngầm và hang động nội địa.
<b>3. Đất ngập nước nhân tạo</b>		
1	33	Các đầm/ao nuôi trồng thủy sản (như các đầm nuôi tôm/cá).
2	34	Các ao; bao gồm các ao nông nghiệp, các ao nuôi, các bể chứa nhỏ (nhìn chung nhỏ hơn 8 ha).
3	35	Đất được tưới tiêu; bao gồm các kênh mương tưới tiêu và các ruộng lúa.
4	36	Đất nông nghiệp ngập theo mùa (bao gồm các đồng cỏ ngập nước hoặc đồng cỏ dùng để chăn thả gia súc hoặc được quản lý một cách tích cực).
5	37	Các điểm khai thác muối; các ruộng/ hồ muối, nước mặn,...
6	38	Các khu vực trữ nước; hồ chứa/đập nước/đập chắn/ đập tràn (trên 8 ha).
7	39	Các nơi đào; các mỏ cuội/gạch/sét; các mỏ đất muren, các moong mỏ.
8	40	Các vùng xử lý nước thải; các bãi chứa nước thải sinh hoạt, các ao lắng, các bể ôxy hóa,...
9	41	Các con kênh, rạch thoát nước, các mương nhỏ.
Zk(c)	42	Các hệ thống thủy văn karst ngầm và hang động nhân tạo.

*Bảng 3.4. Hệ thống phân loại đất ngập nước của Tổ chức Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế (IUCN, 1999)*

<b>1. Đất ngập nước mặn</b>
<b>1.1. Thuộc về biển</b>
<i>1.1.1. Ngập triều</i>
1. Vùng ven biển cạn dưới 6 m khi nước triều thấp, gồm vịnh biển và eo biển thấp. 2. Thực vật thủy sinh ngập nước, bao gồm cả những bãi tảo, cỏ biển và đồng cỏ vùng ven biển nhiệt đới. 3. Bãi san hô ngầm.
<i>1.1.2. Bãi gian triều</i>
4. Bờ biển núi đá, bao gồm cả các vách đá và bờ đá. 5. Bờ biển có đá và cuội di động. 6. Đất bùn lầy, không có thực vật, dễ thay đổi ở vùng gian triều, bãi lầy muối hay cát. 7. Bãi phù sa có thực vật ở vùng gian triều bao gồm cả những bãi lầy và rừng ngập mặn, bờ biển kín.
<b>1.2. Thuộc về cửa sông</b>
<i>1.2.1. Vùng ngập triều</i>
8. Những vùng ngập nước cửa sông, vùng ngập nước thường xuyên ở cửa sông và các hệ thống châu thổ ở cửa sông.
<i>1.2.2. Vùng gian triều</i>
9. Bãi gian triều bùn, những bãi muối hoặc cát có ít thực vật. 10. Đầm lầy gian triều, bao gồm cả bãi muối, đồng cỏ mặn, vùng nhiễm mặn, vùng sinh lầy, bãi sinh lầy mặn, vùng sinh lầy nước ngọt và vùng nước lợ ngập triều. 11. Những vùng đất ngập nước có rừng ở bãi gian triều, gồm cả đầm rừng ngập mặn, đầm rừng dừa nước, rừng đầm lầy nước ngọt ảnh hưởng của thủy triều.
<b>1.3. Đầm phá</b>
12. Các phá mặn đến lợ có những rạch nhỏ nối ra biển.
<b>1.4. Hồ nước mặn</b>
13. Các hồ sinh lầy kiềm hoặc mặn, lợ, ngập theo mùa hay ngập thường xuyên.
<b>2. Đất ngập nước ngọt</b>
<b>2.1. Thuộc về sông</b>
<i>2.1.1. Thường xuyên</i>
14. Những dòng suối và sông chảy quanh năm kể cả các thác nước. 15. Châu thổ ở nội địa.
<i>2.1.2. Tạm thời</i>
16. Suối và sông chảy tạm thời, hoặc chảy theo mùa. 17. Những đồng bằng ngập lũ ven sông, gồm cả những bãi lầy sông, những vùng châu



thổ ven sông ngập lũ, những vùng bãi cỏ ngập nước theo mùa.
<b>2.2. Thuộc về hồ</b>
<i>2.2.1. Thường xuyên</i>
18. Hồ nước ngọt thường xuyên (trên 8 ha), gồm cả bãi biển bị ngập nước không thường xuyên hoặc ngập nước theo mùa. 19. Ao nước ngọt thường xuyên (dưới 8 ha).
<i>2.2.2. Theo mùa</i>
20. Những hồ nước ngọt theo mùa (trên 8 ha), bao gồm cả những hồ vùng đồng bằng ngập lũ.
<b>2.3. Thuộc về đầm</b>
<i>2.3.1. Có cây nhô</i>
21. Những vùng sinh lầy nước ngọt thường xuyên và những vùng đầm lầy trên đất vô cơ với thảm thực vật vượt trên mặt nước nhưng rễ của chúng nằm dưới mực nước phần lớn trong mùa sinh trưởng. 22. Những vùng đầm lầy nước ngọt trên nền đất than bùn quanh năm gồm cả những thung lũng ở trên cao của vùng nhiệt đới do Papyrus hoặc Typha chiếm ưu thế. 23. Đầm lầy nước ngọt theo mùa, đất không có cấu trúc, bao gồm cả bãi lầy, đồng cỏ ngập nước theo mùa... 24. Đất than bùn. 25. Đất ngập nước trên núi và những vùng cực bao gồm cả những vùng đầm lầy ngập nước theo mùa được tuyết tan cung cấp nước tạm thời. 26. Miệng núi lửa được làm ẩm liên tục do hơi nước bốc lên.
<i>2.3.2. Có rừng</i>
27. Đầm lầy cây bụi, kể cả những vùng đầm lầy nước ngọt có cây bụi rải rác hoặc dày. 28. Rừng đầm lầy nước ngọt kể cả rừng ngập nước theo mùa, đầm lầy có cây trên đất vô cơ 29. Rừng trên đất than bùn kể cả rừng đầm lầy.
<b>3. Đất ngập nước nhân tạo</b>
<i>3.1. Nuôi trồng thủy hải sản</i>
30. Ao nuôi trồng thủy hải sản, kể cả ao cá và ao tôm.
<i>3.2. Nông nghiệp</i>
31. Các ao đang canh tác, ao giống và ao nuôi cá. 32. Đất được tưới nước và các kênh dẫn nước, bao gồm cả các đồng lúa, kênh và rạch 33. Đất trồng trọt, ngập nước theo mùa.
<b>3.3. Khai thác muối</b>

34. Những ruộng muối.
<b>3.4. Đô thị/Công nghiệp</b>
35. Các hồ chứa nước dùng để tưới tiêu sinh hoạt và thải nước, và những vùng ngập nước theo mùa.
36. Đập nước với mực nước thay đổi thường xuyên hàng tuần hoặc hàng tháng.

### c) Sinh cảnh

Sinh cảnh (*biotope* - tiếng Anh, xuất phát từ tiếng Hy Lạp *bios* nghĩa là “sinh vật” và *topos* nghĩa là “địa điểm”), là “*một khu vực đồng nhất các điều kiện môi trường cung cấp một nơi sống cho một tập hợp cụ thể các loài thực vật và động vật*”. Khái niệm về sinh cảnh gần tương tự như nơi sống. Điểm khác nhau cơ bản là: đối tượng của một nơi sống là một loài hoặc một quần thể, còn đối tượng của một sinh cảnh là một quần xã sinh vật.

Thuật ngữ sinh cảnh được nhà khoa học Đức là Dahl (1908) đề xuất. Ban đầu khái niệm này xác định các điều kiện lý - hóa đối với sự tồn tại của một sinh quần lạc (nên còn được gọi là *các sinh cảnh của một quần lạc*). Hơn nữa, cả hai sinh cảnh và sinh vật quần lạc được coi là tương ứng với các hợp phần phi sinh học và sinh học của hệ sinh thái, nghĩa là:

$$\text{Hệ sinh thái} = \text{Sinh cảnh} + \text{Sinh quần lạc} \quad (1)$$

$$\text{Sinh vật quần lạc} = \text{Nơi sống} + \text{Quần xã sinh vật} \quad (2)$$

Công thức (1) được chấp nhận ở các nước Đức, Pháp, Nga và một số nước châu Âu khác. Công thức (2) được chấp nhận ở các nước thuộc Liên hiệp Anh từ đầu những năm 1990. Các công thức này cũng đồng thời được sử dụng trong các tài liệu về môi trường ở châu Âu.

Connor (1997) đưa ra một hệ thống phân loại sinh cảnh với 3 cấp phân vị, từ cấp cao xuống cấp thấp bao gồm:

- *Phức hợp nơi sống*: Cấp phân chia chính của môi trường dựa trên các điều kiện địa vật lý, ví dụ các điều kiện bên trong hoặc các điều kiện được biểu hiện bên ngoài, biểu thị sự khác nhau chính trong đặc điểm sinh học (ví dụ, các đá lộ ra ở vùng duyên hải, cát đầm lầy,...). Chúng tương đương các đơn vị lựa chọn đối với ranh giới giữa biển và đất liền của đới bờ biển.

- *Phức hợp sinh cảnh*: nhóm sinh cảnh với toàn bộ đặc điểm giống nhau.

- *Sinh cảnh*: nơi sống cùng với quần xã sinh vật tại một quy mô không gian và thời gian cụ thể.

#### ***d) Sinh thái cảnh***

Sinh thái cảnh (*ecotope*) lần đầu tiên được Tansley (1939) định nghĩa: "*một sinh thái cảnh là một phần riêng biệt của thế giới tự nhiên hình thành nơi ở cho sinh vật cư trú trong đó*". Troll (1945) lần đầu tiên sử dụng thuật ngữ này trong sinh thái cảnh quan: "*Sinh thái cảnh là một thành phần hoặc một đối tượng hoặc thành phần không gian nhỏ nhất của một cảnh quan địa lý*". Một số nhà sinh thái cảnh quan Đức cũng có quan điểm tương tự: "*Sinh thái cảnh là đơn vị sinh thái cảnh quan nhỏ nhất có các điều kiện đồng nhất về cơ chất, thổ nhưỡng, nước, khí hậu, thảm thực vật, động vật quần*" (Bastian và Schreiber, 1999). Sinh thái cảnh là một hệ thống bao gồm sinh cảnh và quần xã sinh vật cư trú trong đó:

$$\text{Sinh thái cảnh} = \text{Sinh cảnh} + \text{Quần xã sinh vật}$$

Cũng giống như khái niệm hệ sinh thái, sinh thái cảnh được xác định trên bản đồ dựa trên hệ thống các chỉ tiêu sinh thái cụ thể. Cũng như các hệ sinh thái được định nghĩa dựa trên mối tương tác giữa các thành phần phi sinh học và sinh học, hệ thống phân loại sinh thái cảnh dựa trên tập hợp các nhân tố phi sinh học và sinh học, bao gồm thảm

thực vật, đất, khí hậu, thủy văn, mẫu chất và địa hình. Một số thông số quan trọng trong hệ thống phân loại sinh thái cảnh bao gồm thời kỳ ổn định và quy mô không gian.

Sinh thái cảnh là các đặc trưng sinh thái riêng biệt của cảnh quan, được sử dụng trong hệ thống phân loại và thành lập bản đồ sinh thái cảnh quan. Theo cách hiểu thông thường, sinh thái cảnh là các đơn vị chức năng cảnh quan tương đối đồng nhất, có ranh giới không gian rõ ràng, có ý nghĩa thuận lợi cho việc phân lớp các cảnh quan thành các đặc trưng sinh thái học riêng biệt phục vụ thành lập các bản đồ cấu trúc, chức năng và biến đổi cảnh quan.

Forman và Godron (1986) sử dụng khái niệm mảnh rời rạc thay cho sinh thái cảnh. Các bề mặt cùng bản chất với mảnh rời rạc nhưng có hình dạng hẹp hoặc dạng dải được gọi là hành lang. Tuy nhiên, theo định nghĩa, sinh thái cảnh phải được xác định dựa trên một bộ đầy đủ các đặc tính của hệ sinh thái. Điều đó có nghĩa, sinh thái cảnh là một đơn vị có tính sinh thái rõ ràng hơn, còn mảnh là một đơn vị có tính không gian rõ ràng hơn.

Tại Việt Nam, khái niệm về sinh thái cảnh lần đầu tiên được sử dụng trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam qua đề tài Hệ sinh thái cà phê Đắk Lắk 1982 - 1984 (Phạm Quang Anh và cộng sự, 1985). Trong công trình này, sinh thái cảnh được xem như một phức hợp bao gồm các hợp phần tự nhiên vô cơ (đá mẹ, địa hình, khí hậu, thủy văn, đất), giữa chúng có mối quan hệ và tác động qua lại lẫn nhau. Sinh thái cảnh cùng với sinh vật quần tạo thành đơn vị cảnh quan tương ứng.

## Chương 4.

# SINH THÁI HỌC CÁC HỢP PHẦN CẢNH QUAN

## 4.1. HỢP PHẦN CẢNH QUAN VÀ NHÂN TỐ THÀNH TẠO CẢNH QUAN

### 4.1.1. Hợp phần cảnh quan

Cảnh quan được cấu tạo bởi các thành phần có quan hệ chặt chẽ với nhau về mặt vật chất và năng lượng được gọi là hợp phần cảnh quan. Hợp phần cảnh quan được định nghĩa là *"các thực thể địa lý độc lập tương đối nhưng tác động lẫn nhau thành tạo môi trường địa phương trong cảnh quan, bao gồm mẫu chất (đá mẹ, trầm tích), địa hình, khí hậu cảnh quan, thủy văn, thổ nhưỡng, lớp phủ thực vật (đối với cảnh quan tự nhiên và bán tự nhiên) hoặc lớp phủ sử dụng đất (đối với các cảnh quan văn hóa). Mỗi liên hệ giữa các hợp phần thông qua các quá trình hệ sinh thái trong cấu trúc đứng và cấu trúc thời gian của cảnh quan"*. Các hợp phần cảnh quan là những bộ phận cấu trúc cơ bản hình thành nên cấu trúc đứng của cảnh quan. Tất cả hợp phần cảnh quan đều thuộc các quyển của lớp vỏ Trái Đất, bao gồm thạch quyển, khí quyển, thủy quyển, thổ quyển, sinh quyển. Với tác động mạnh mẽ của con người đến Trái Đất, sự phát triển ưu thế của các cảnh quan nhân sinh và cảnh quan văn hóa so với các cảnh quan tự nhiên, hợp phần cảnh quan được xem là một bộ phận không thể tách rời trong trí quyển.

Mô hình khái niệm về các hợp phần cảnh quan:

$$LP = f(G, T, Cl, WI, S, C)$$

Trong đó: LP là cấu trúc cảnh quan; G là mẫu chất; T là địa hình; Cl là khí hậu cảnh quan; Wl là thủy văn; S là thổ nhưỡng; C là lớp phủ (thực vật hoặc sử dụng đất); f là hàm quan hệ nội tại giữa các biến hợp phần.

Xét theo khía cạnh phát sinh sinh thái, các hợp phần cảnh quan có vai trò khác nhau trong thành tạo cấu trúc cảnh quan:

- *Mẫu chất*: là hợp phần tạo ra nền rắn của cảnh quan. Cảnh quan nào cũng có một nền địa chất đồng nhất biểu hiện ra trước hết bằng thành phần thạch học và điều kiện thể nằm của đá trên mặt cùng loại. Thành phần thạch học là một tập hợp các đá được hình thành trong những điều kiện nham tương - cấu trúc như nhau và có quan hệ với nhau về mặt lãnh thổ trong sự phân bố. Ở đồng bằng, nền địa chất chủ đạo là các trầm tích bờ rời hoặc gắn kết tương đối yếu. Trong khi đó, nền địa chất ở miền núi có thể gồm nhiều loại đá khác nhau về nguồn gốc phát sinh nhưng lại có liên quan với một yếu tố cấu trúc của vỏ Trái Đất, chẳng hạn cấu trúc địa máng, cấu trúc nếp lồi.

- *Địa hình*: được coi là hợp phần rắn của cảnh quan, đặc trưng bởi một kiểu cấu trúc - hình thái địa hình và các quá trình địa mạo thống nhất. Năng lượng địa hình là cơ sở cho sự phân bố lại vật chất và năng lượng trong vòng tuần hoàn vật chất - năng lượng trong cảnh quan.

- *Thủy văn*: được biểu hiện trong cảnh quan trên lục địa dưới nhiều dạng nước mặt và nước ngầm. Các dạng này phụ thuộc vào các đặc điểm riêng biệt của cảnh quan, có những nét riêng biệt về động lực, hóa tính, chế độ nhiệt,... đặc thù của cảnh quan.

- *Khí hậu*: cụ thể là khí hậu cảnh quan, biểu thị sự kết hợp của các điều kiện khí hậu địa phương (phản ánh qua các trạm quan trắc khí tượng) trong phạm vi một cảnh quan.

- *Thổ nhưỡng*: là hợp phần tạo ra nền tảng dinh dưỡng của cảnh quan. Sự kết hợp của các loại đất trong cảnh quan phù hợp với một vùng địa lý thổ nhưỡng.

- *Lớp phủ thực vật*: hợp phần chỉ thị sinh thái cho cảnh quan, được đặc trưng hình thái lớp phủ (rừng kín, rừng thưa,...), thành phần loài (các ưu hợp, phức hợp thực vật). Mỗi cảnh quan có một sự kết hợp đặc thù của nhiều quần xã thực vật, phụ thuộc vào thay đổi điều kiện sống ở các cảnh quan khác nhau. Sự kết hợp của các quần xã thực vật phù hợp với một vùng địa thực vật.

Hợp phần cảnh quan được phân loại theo các tiêu chí khác nhau:

- *Tiêu chí về mức độ biến đổi do hoạt động phát triển của con người*: hợp phần tự nhiên, hợp phần nhân sinh.

- *Tiêu chí về đặc tính*: hợp phần vô cơ, hợp phần hữu cơ.

- *Tiêu chí về khả năng biến đổi trong cảnh quan*: hợp phần ít bị biến đổi (mẫu chất – địa hình) là cơ sở định vị cảnh quan; hợp phần tích cực (sinh vật) là yếu tố tự điều chỉnh, phục hồi và ổn định cảnh quan.

- *Tiêu chí về chức năng trong cảnh quan*: hợp phần nền tảng nhiệt - ẩm; hợp phần nền tảng rắn; hợp phần nền tảng dinh dưỡng; hợp phần sử dụng đất.

Trong nghiên cứu cảnh quan học và sinh thái cảnh quan, hợp phần cảnh quan được xem xét ở các khía cạnh khác nhau. Trong quá trình phát triển lý luận cảnh quan học, hai hướng tiếp cận chủ đạo được nêu ra: hướng thứ nhất chú trọng tới các bộ phận cấu tạo nên cảnh quan; hướng thứ hai chú trọng tới tính tổng thể của cảnh quan. Được quan niệm là địa lý tự nhiên nghiên cứu ở cấp địa phương, cảnh quan học đặt nền tảng dựa trên hai định hướng này. Theo đó, cảnh quan được coi là một địa tổng thể được cấu tạo từ các hợp phần cảnh quan; còn các hợp phần cảnh quan được chú trọng nghiên cứu ở vai trò thành tạo cảnh

quan. Trong khi đó, *sinh thái cảnh quan* chú trọng nhiều tới đặc điểm *sinh thái học* của các *hợp phần cảnh quan*; từng *hợp phần cảnh quan* được xem xét cụ thể ở khía cạnh là môi trường thành phần của sinh vật, tương tác với sinh vật theo các quy luật sinh thái học. Do cảnh quan là một không gian lãnh thổ trong đó xảy ra các quá trình sinh thái học, các *hợp phần cảnh quan* sẽ đóng vai trò là các môi trường bộ phận của sinh vật/con người và thể hiện được những hiệu ứng sinh thái học đặc thù.

Do có những ý nghĩa quan trọng về mặt sinh thái học nên phân tích đặc điểm các *hợp phần cảnh quan* là bước đầu tiên không thể thiếu trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan. Xét theo khía cạnh sinh thái học, các *hợp phần cảnh quan* có vai trò quan trọng đối với sinh vật và các quá trình hệ sinh thái xảy ra trong cảnh quan, cụ thể như sau:

- Sự kết hợp của các *hợp phần cảnh quan* tạo ra cấu trúc đứng của cảnh quan, ảnh hưởng tới các quá trình hệ sinh thái chủ đạo diễn ra theo chiều thẳng đứng.

- Các *hợp phần cảnh quan* phản ánh cấu trúc và chất lượng môi trường bộ phận của sinh vật và con người. Điển hình là vai trò thành tạo nơi sống cho các loài động vật của lớp phủ thực vật, mất nơi sống do phân mảnh lớp phủ thực vật, ảnh hưởng tới cấu trúc ổ sinh thái của cặp nhân tố nhiệt - ẩm, gradient thảm thực vật theo đai cao địa hình,...

- Các *hợp phần cảnh quan* chủ đạo có ảnh hưởng mạnh mẽ nhất đến sinh vật và các quá trình sinh thái. Ví dụ, các cảnh quan thạch học (*lithogenic landscape*) là cảnh quan đá vôi hay cảnh quan phong thành, có các đặc trưng chủ đạo được kết nối với các thuộc tính của nền mẫu chất, ảnh hưởng trực tiếp tới sinh vật và các quá trình xảy ra trong địa hình, thủy văn và thổ nhưỡng (Tư điển Elsevier về Địa lý, 2007).

#### **4.1.2. Các nhân tố thành tạo cảnh quan**



Các nhân tố thành tạo cảnh quan là "những nhân tố không gian - thời gian trong nội tại và bên ngoài cảnh quan có vai trò hình thành cấu trúc, chức năng và chế độ động lực trong cảnh quan". Khác với các hợp phần cảnh quan chỉ được xem xét trong cùng một hệ thống (là cảnh quan được nghiên cứu), các nhân tố thành tạo cảnh quan được xem xét ở cả hệ thống được nghiên cứu và hệ thống lớn hơn.

Các nhân tố thành tạo cảnh quan bao gồm:

- Các hợp phần cảnh quan: đã được đề cập ở phần trên;

- Nhóm nhân tố vùng: bao gồm ba nhân tố có ảnh hưởng trực tiếp tới hình thành các hợp phần cảnh quan là địa chất - kiến tạo, đại khí hậu và khu hệ sinh vật;

- Nhân tố con người: vai trò thành tạo cảnh quan của con người được thể hiện ở các hoạt động phát triển ảnh hưởng tới cấu trúc và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan. Con người cũng là một yếu tố chủ đạo gây biến đổi cảnh quan, hình thành nên các cảnh quan nhân sinh và cảnh quan văn hóa từ cảnh quan tự nhiên;

- Nhân tố thời gian: được gọi là thời gian thành tạo cảnh quan. Thời gian được xem xét trong mối quan hệ với động lực cảnh quan, được biểu hiện rõ ở cảnh quan rừng rụng lá theo mùa, cảnh quan băng hà không vĩnh cửu,...

Tương tác nội tại trong các nhóm nhân tố thành tạo cảnh quan và tương tác giữa các nhóm nhân tố thành tạo cảnh quan đóng vai trò là yếu tố thành tạo cấu trúc, chức năng và động lực cảnh quan. Mối liên hệ giữa các nhân tố thành tạo cảnh quan được thể hiện theo cấu trúc đứng, cấu trúc ngang và cấu trúc thời gian của cảnh quan. Điều này được khái quát theo một mô hình khái niệm sau:

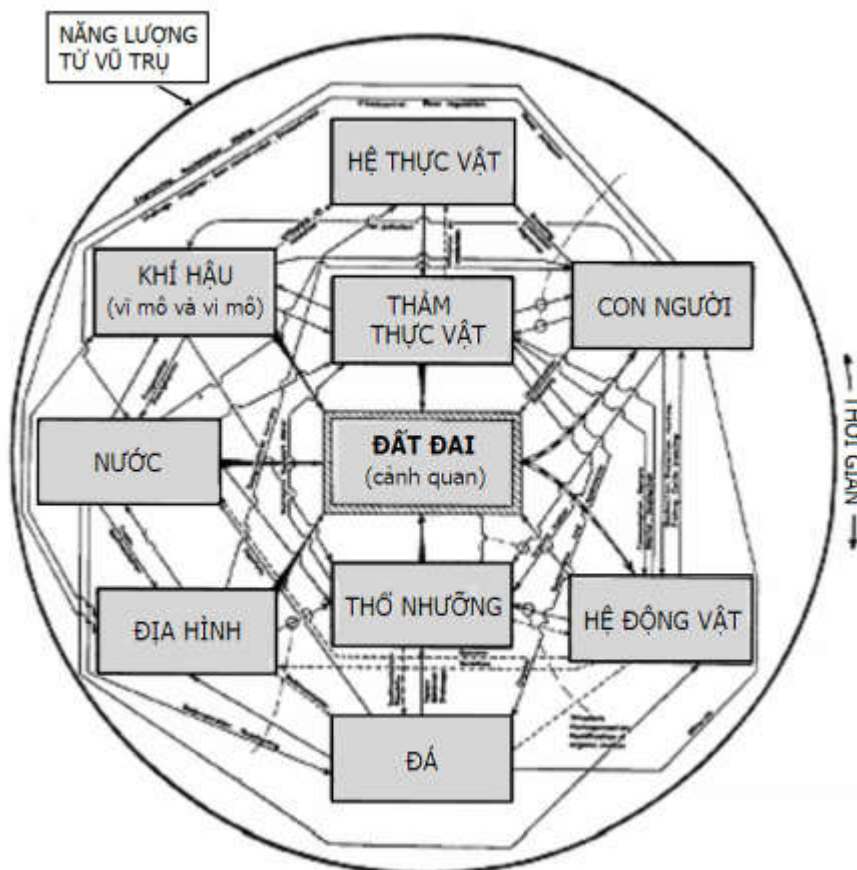
$$LT = f(G, T, Cl, W, S, C) g_1(Tec, Cr, F, H) g_2(H)t$$

hoặc:  $LT = LP g(\text{Tec}, \text{Cr}, \text{F})t$

*Trong đó: LT: toàn bộ đặc điểm cấu trúc, chức năng và động lực cảnh quan; Tec là địa chất - kiến tạo; Cr là đại khí hậu; F là khu hệ sinh vật; H là con người; t là thời gian; f là hàm quan hệ giữa các biến hợp phần;  $g_1$  và  $g_2$  là hàm quan hệ giữa các biến ngoại cảnh.*

### **4.1.3. Sự kết hợp của các hợp phần trong hình thành cảnh quan ở các tỷ lệ**

Cảnh quan là một trong những khái niệm cơ bản nhất của sinh thái cảnh quan. Theo quan điểm của các nhà cảnh quan học Xô Viết và Việt Nam, cảnh quan là địa tổng thể đầy đủ, trong cấu trúc có mặt đầy đủ các hợp phần cảnh quan. Tại châu Âu, quan điểm cảnh quan là địa tổng thể đầy đủ cũng được áp dụng để thành lập bản đồ sinh thái cảnh quan. Zonneveld (1995) đưa ra quan điểm lồng ghép khái niệm *đất đai* với khái niệm *cảnh quan* trong một mô hình cấu trúc đất đai. Là một nhà quy hoạch đất đai định hướng sinh thái cảnh quan của Viện Quốc tế về Khoa học Địa thông tin và Quan trắc Trái Đất (ITC, Hà Lan), ông đã đồng nhất đất đai với cảnh quan nhằm thể hiện tổng hợp các mối quan hệ tương tác (giữa các hợp phần) và mối quan hệ phát sinh (đối với cảnh quan) giữa các nhân tố và thuộc tính đất đai. Trong đó, các thuộc tính cảnh quan - là những yếu tố trực tiếp thành tạo cấu trúc cảnh quan - được xác định bao gồm địa hình, đất, nước, khí hậu và thảm thực vật. Các yếu tố khác (con người, hệ thực vật, hệ động vật, đá mẹ) được coi là gián tiếp hình thành nên cấu trúc cảnh quan.



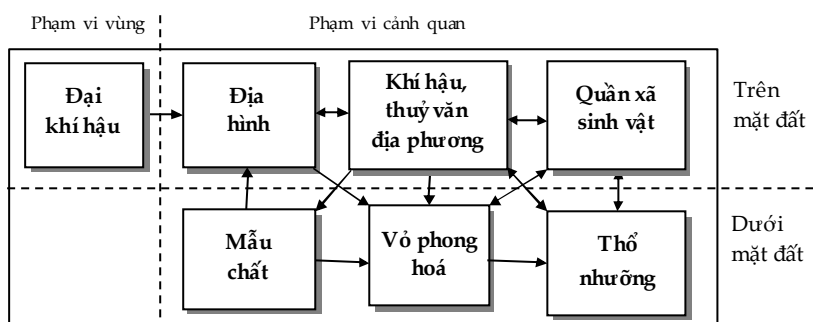
Hình 4.1. Mô hình của Zonneveld (1995) về cấu trúc đất đai (cảnh quan)

Ở Bắc Mỹ, quan niệm về cảnh quan tương đối đơn giản là một *khoanh vi đất tương đối đồng nhất về các yếu tố được quan tâm và chứa đựng các hệ sinh thái trong đó* (Forman và Godron, 1986). Không phải toàn bộ các hợp phần cảnh quan, mà chỉ những hợp phần được quan tâm nghiên cứu mới được xem xét. Điều này đối lập với quan điểm về thành tạo cảnh quan ở Việt Nam. Một số nhà cảnh quan học Việt Nam (chẳng hạn Phạm Quang Anh, 1996) cho rằng, trong khái niệm cảnh quan đã bao hàm các thuộc tính sinh thái, nên "cảnh quan" cũng được coi là "hệ sinh thái".

Hiện nay, một số mô hình thể hiện tương tác giữa các hợp phần trong thành tạo cấu trúc cảnh quan, trong đó bao gồm cả tương tác đơn giản và tương tác phát sinh sinh thái. Có một số vấn đề sẽ nảy sinh nếu chấp nhận quan điểm cảnh quan là một địa tổng thể đầy đủ. Cảnh quan học Xô Viết và Việt Nam nghiên cứu đồng đều các hợp phần của cảnh quan, thậm chí còn đặt hợp phần sinh học là thứ yếu so với các hợp phần phi sinh học (xuất phát từ nguyên nhân các hợp phần phi sinh học là đối tượng nghiên cứu chủ yếu của các nhà địa lý, mà phần lớn các nhà cảnh quan học xuất thân từ địa lý học). Trong khi đó, sinh thái cảnh quan chú trọng nhiều tới đối tượng sinh vật và con người, và các hợp phần phi sinh học đóng vai trò là môi trường thành tạo. Không phải tất cả các hợp phần cảnh quan đều tác động trực tiếp đến sinh vật và con người: có hợp phần thể hiện tác động trực tiếp (chẳng hạn lớp phủ thực vật đóng vai trò là nơi sống của động vật), có hợp phần tác động gián tiếp (chẳng hạn thổ nhưỡng tác động đến động vật thông qua lớp phủ thực vật). Đặc trưng tác động của các hợp phần cảnh quan khác nhau tùy thuộc vào các nhóm sinh vật khác nhau. Do đó, xây dựng mô hình tương tác phát sinh sinh thái được xây dựng để giải thích đặc điểm kết hợp của các hợp phần cảnh quan trong hình thành cảnh quan các tỷ lệ.

Mô hình tương tác phát sinh sinh thái của Phạm Quang Anh (1996) là một mô hình khái niệm rất tốt để giải thích đặc điểm hình thành các đơn vị cảnh quan. Trong mô hình, các hợp phần có vai trò trực tiếp hoặc gián tiếp trong hình thành các hợp phần khác. Tư tưởng xây dựng mô hình phù hợp với luận điểm sinh thái phát sinh của Thái Văn Trưng (1978). So với mô hình cấu trúc cảnh quan của Zonneveld (1995), mô hình này xác định đá mẹ và vỏ phong hóa cũng là hợp phần của cảnh quan; khí hậu địa phương và thủy văn địa phương là những hợp phần cơ bản của cảnh quan ở cấp phân vị nghiên cứu, còn đại khí hậu là yếu tố thuộc phạm vi vùng - hệ thống lớn hơn cảnh quan. Mô hình này

được cho là có ưu thế trong giải thích đặc điểm thành tạo của các cảnh quan tự nhiên.



Hình 4.2. Mô hình của Phạm Quang Anh (1996) về quan hệ tương tác - phát sinh giữa các nhân tố thành tạo và hợp phần cảnh quan

Nhược điểm của luận điểm tương tác phát sinh sinh thái là thiếu phù hợp về mặt thực tiễn nghiên cứu cảnh quan nhân sinh hoặc cảnh quan văn hóa, đặc biệt là cảnh quan chứa đựng các hệ sinh thái chưa thành thực (như trảng cỏ, cây bụi hay rừng thứ sinh). Nếu xem xét tiêu chí về tính đồng nhất của cảnh quan, rõ ràng khó có thể tìm thấy trong tự nhiên những mối quan hệ "nhân - quả" hoàn hảo như vậy.

Một ví dụ điển hình là sự không phù hợp giữa kiểu đất phát sinh và kiểu thảm thực vật. Thảm thực vật chưa thành thực có thời gian hình thành rất nhanh (trong một mùa - đối với trảng cỏ, trong một hoặc một vài năm - đối với cây bụi và rừng thứ sinh), trong khi thời gian hình thành đất tương đối lâu, có thể kéo dài hàng thế kỷ,... Trình độ phát triển khoa học kỹ thuật của con người có thể làm thay đổi một phần hoặc hoàn toàn quy luật phát sinh sinh thái giữa các hợp phần cảnh quan. Chẳng hạn, một cảnh quan công nghiệp có thể được hình thành ở bất cứ vị trí nào, từ miền núi cao cho đến đồng bằng, khu vực ven biển, thậm chí cả khu vực ngoài biển,... Một khu vực ngập nước đứng (hồ, ao,...) hoặc ngập nước triều (khu vực ven biển) dường như không liên

quan gì đến việc phát sinh các cảnh quan quần cư. Nhưng với một chính sách lấp hồ và lấn biển cho mục tiêu xây dựng đô thị, sự hình thành những cảnh quan đô thị mới được coi là tất yếu. Rõ ràng, với mục đích giải thích sự phát sinh giữa các hợp phần cảnh quan phục vụ cho mục đích thực tiễn, các mô hình tương tác phát sinh sinh thái thường hạn chế, đặc biệt trong các trường hợp nghiên cứu cảnh quan văn hóa.

## 4.2. SINH THÁI HỌC CÁC HỢP PHẦN CẢNH QUAN

### 4.2.1. Các hợp phần nền tảng rắn của cảnh quan: mẫu chất và địa hình

#### a) Mẫu chất

Tất cả các định nghĩa về cảnh quan đều nhấn mạnh *cảnh quan có một nền địa chất đồng nhất*, cụ thể là sự đồng nhất của thành phần nham thạch và điều kiện thế nằm của nham thạch bề mặt. Xét ở khía cạnh sinh thái học, nền địa chất ít tác động trực tiếp đến nguồn thức ăn và nơi sống của sinh vật và con người. Hiệu ứng sinh thái học của hợp phần này chỉ thể hiện gián tiếp qua hợp phần địa hình hay thổ nhưỡng:

- Nền địa chất là nền tảng rắn của cảnh quan, là hợp phần cấu tạo bền vững, bảo thủ nhất. Kết quả tác động của các điều kiện địa lý tự nhiên ở các thời kỳ địa chất trôi qua là di tích của các cảnh quan đã biến mất từ lâu, còn giữ lại rõ nét là ở các dạng mẫu nham khác nhau và các dạng địa hình khác nhau. Sự phong phú của thành phần cấu tạo vật chất và các dạng bên ngoài của thạch quyển tạo ra độ tương phản trong phân bố cảnh quan, đồng thời cũng là nhân tố quan trọng nhất gây phân hóa hình thái bên trong cảnh quan.

- Trong cảnh quan, đá hình thành đất gọi là đá mẹ thường nằm dưới lớp đất. Dựa vào nguồn gốc hình thành, chia ra ba nhóm đá: đá macma, đá biến chất và đá trầm tích. Các nhóm đá mẹ là nguồn cung cấp vật chất vô cơ cho đất và ảnh hưởng khác nhau tới tính chất vật lý và hóa học của đất.

- Thành phần và tính chất đất chịu ảnh hưởng của đá mẹ thường được biểu hiện rõ rệt ở giai đoạn đầu của quá trình hình thành đất, càng về sau sẽ bị biến đổi sâu sắc do các quá trình hóa học và sinh học xảy ra trong đất.

- Đất hình thành trên sản phẩm phong hoá từ đá gốc có những đặc tính tốt và chứa nhiều chất dinh dưỡng thì có độ phì cao và ngược lại.

### ***b) Địa hình***

Địa hình có liên quan trực tiếp với cấu trúc địa chất. Hiệu ứng sinh thái học của địa hình được quy định bởi cấu trúc địa hình, đặc trưng phân bố trong không gian, các quá trình địa mạo, độ cao, độ dốc, địa thế, hướng phơi của địa hình,... tác động trực tiếp hoặc gián tiếp tới nguồn tài nguyên thức ăn và nơi ở của sinh vật và con người.

#### ***Độ cao địa hình***

Độ cao địa hình làm hình thành các vành đai cảnh quan theo độ cao, tạo ra sự thay đổi khí áp, thành phần khí quyển, nhiệt độ theo đai cao (nhiệt độ giảm trung bình  $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ). Vành đai thẳng đứng là đặc tính của các hệ thống núi. Các vành đai thẳng đứng hình thành gần giống với sự phân đới theo vĩ độ trên bề mặt Trái Đất. Mỗi một đai cao mang một đặc điểm riêng về điều kiện môi trường, dẫn tới sự phân bố của thực vật và động vật theo các đai khác nhau. Nguyên nhân tạo ra phân đới là do khí hậu, trong khi đó, nguyên nhân tạo ra phân đai là do địa hình làm biến đổi điều kiện khí hậu tại nơi đó. Thông qua quá trình

phân phối lại nền nhiệt ẩm và vật chất, địa hình chi phối sự ảnh hưởng của các nhân tố khác như khí hậu, thủy văn, đá mẹ, thổ nhưỡng và các khu hệ sinh vật.

Ở Việt Nam, đai cao 1.700 - 2.800 m tại miền Bắc thường gặp kiểu rừng kín á chí tuyến gió mùa ẩm hỗn giao núi trung bình, với ưu thế các cây lá kim gồm pomu (*Fokienia hodginsii*), lãnh sam (*Abies pindrow*), thiết sam (*Tsuga yunnanensis*) hỗn giao với các cây lá rộng thuộc các họ Đỗ quyên (Ericaceae), họ Cúc (Compositae), họ Hoa hồng (Rosaceae), họ Hối (Illiaceae). Ở miền Nam, cây lá kim là các loài cổ bách (*Libocedrus macrolepis*), thông 5 lá (*Pinus dalalensis*), thông lá dẹt (*Docampopinus*) hỗn giao với các loài cây lá rộng thuộc họ Dẻ (Fagaceae), Long não (Lauraceae), Mộc lan (Magnoliaceae). Đai cao trên 2.800 m gặp kiểu rừng ôn đới gió mùa cây lùn đỉnh núi cao, với ưu thế trúc phát trần và các loài cây thuộc họ Hoa hồng (Rosaceae), Đỗ quyên (Ericaceae), Cúc (Asteraceae), Hoàng liên (Berberidaceae).

Tính vành đai theo chiều cao phản ánh rõ rệt nhất đặc điểm phân hóa cảnh quan theo quy luật phi địa đới, được biểu hiện ở sự thay thế các thành phần cảnh quan theo chiều cao dưới dạng dải hoặc các vành đai ở vùng núi. Gradient nhiệt độ theo chiều thẳng đứng vượt gradient nhiệt độ nằm ngang hàng trăm lần. Do vậy, có thể quan sát sự thay đổi cảnh quan, tương đương với sự chuyển dịch từ đai nhiệt đới đến đai băng hà trên khoảng vài km theo chiều thẳng đứng.

Bản chất của phân hóa cảnh quan theo chiều cao là phi địa đới, còn nguyên nhân cuối cùng là do kiến tạo. Các hiện tượng vành đai theo chiều cao không phải có ở khắp nơi, mà chỉ có ở những nơi được nâng lên đủ cao. Các hình dạng cụ thể của tính vành đai theo chiều cao phụ thuộc vào vị trí kinh - vĩ độ của khối núi và đặc điểm sơn văn.

Độ cao địa hình cũng là một nguyên nhân tạo ra *năng lượng địa hình*, quy định hướng và cường độ của các quá trình hệ sinh thái trong



cảnh quan, cơ sở phân bố lại vật chất và năng lượng trong vòng tuần hoàn vật chất - năng lượng. Năng lượng địa hình cũng ảnh hưởng tới phân bố của các quần xã sinh vật và các cộng đồng dân cư, đặc biệt thể hiện rõ ở khu vực miền đồi núi.

### *Địa thế và hướng phơi của địa hình*

Địa thế là một bộ phận của địa hình (một bộ phận của sườn đồi hay thung lũng, của đỉnh núi, chân núi,...), được đặc trưng bằng một cao độ tương đối xác định so với cơ sở xâm thực địa phương, hướng sườn, dạng sườn và độ dốc. Ở những nơi bằng phẳng, đặc điểm của địa thế phụ thuộc vào các dạng vi địa hình cũng như khoảng cách tới các đường tiêu nước tự nhiên. Địa thế ảnh hưởng đến sự chuyển động của các khối không khí, làm thay đổi hướng và tốc độ gió ở lớp sát mặt đất, do đó xảy ra sự phân bố lại lượng mưa theo địa thế. Sườn đồi đón gió thường nhận được ít mưa hơn sườn khuất gió.

Sự phân bố bức xạ (chủ yếu là trực xạ) phụ thuộc vào hướng sườn. Sườn được chiếu sáng tạo điều kiện thuận lợi cho sự hình thành, độ đa dạng, tính phong phú, tốc độ tăng trưởng và phát triển của sinh vật.

### *Độ dốc địa hình*

Độ dốc địa hình là nguyên nhân phân bố lại nguồn nhiệt ẩm và vật chất rắn theo địa thế. Cường độ dòng chảy, sự di chuyển vật chất hòa tan và các vật liệu vỡ vụn phụ thuộc vào độ dốc và dạng sườn của địa hình. Cường độ bốc hơi là một trong những nhân tố tạo thành chế độ nước của mỗi địa thế, cũng không nằm ngoài sự ảnh hưởng này. Độ cao tương đối của địa thế quyết định độ sâu của mực nước ngầm trong các điều kiện khác nhau. Độ dốc địa hình chi phối khả năng tồn tại và phát triển của các sinh vật khác nhau. Các động vật lớn không có khả năng leo trèo rất khó tồn tại ở khu vực có độ dốc lớn.

## 4.2.2. Các hợp phần nền tảng nhiệt - ẩm trong cảnh quan: khí hậu và thủy văn

### a) Khí hậu

Khí hậu được chia thành các bậc tỷ lệ khác nhau về lãnh thổ, phản ánh đặc điểm hình thành cảnh quan ở các cấp phân vị khác nhau. Cảnh quan chịu tác động của cả *đại khí hậu, khí hậu cảnh quan, khí hậu địa phương* và *vi khí hậu*. Đại khí hậu chỉ một tập hợp các điều kiện khí hậu của vùng, miền hay đới địa lý, bao trùm lên toàn bộ cảnh quan. Khí hậu cảnh quan được phản ánh bởi các điều kiện khí hậu địa phương. Số liệu quan trắc ở mỗi trạm khí tượng biểu thị đặc trưng khí hậu địa phương (khí hậu tại nơi đặt trạm). Số liệu quan trắc vi khí hậu phản ánh đặc điểm phân hóa trong điều kiện khí hậu địa phương do ảnh hưởng của địa hình và mặt đệm trong phạm vi không gian nhỏ, liên quan trực tiếp tới chất lượng nơi sống của sinh vật. Với những đặc trưng chủ đạo về nền nhiệt - ẩm, hợp phần khí hậu có tác động trực tiếp hoặc gián tiếp đến nguồn tài nguyên thức ăn và nơi ở của sinh vật và con người. Cặp tương tác nhiệt - ẩm quyết định đặc điểm phân bố của các hệ sinh thái rừng trên bề mặt Trái Đất ở quy mô toàn cầu.

Các hiệu ứng sinh thái học của hợp phần khí hậu được quyết định bởi tính dễ chuyển động đặc biệt của môi trường không khí. Sự chuyển động của các khối khí mà bản thân là những nhân tố tác động cơ giới mạnh mẽ tới bề mặt Trái Đất, biểu hiện trong sự di chuyển và lắng đọng các khoáng chất và các hạt giống thực vật, trong sự thành tạo địa hình,... Tuy nhiên, vai trò quan trọng hơn cả là sự di chuyển nhiệt và ẩm của các khối khí. Tính chất của lớp không khí sát mặt đất được quyết định không chỉ bởi các điều kiện tồn tại trong phạm vi cảnh quan được nghiên cứu mà còn do những ảnh hưởng từ các cảnh quan lân cận mang

lại. Nguyên nhân hình thành sự tác động tương hỗ giữa các cảnh quan được thực hiện qua hoàn lưu khí quyển.

Tham gia vào hình thành cảnh quan không chỉ có khí hậu mà trước tiên là vật chất của không khí. O<sub>2</sub> trong không khí là nguồn chủ yếu cho các phản ứng oxi hóa trên Trái Đất. CO<sub>2</sub> là vật liệu chủ yếu tạo vật chất hữu cơ và là một trong những yếu tố chính tạo thành chế độ nhiệt của bề mặt Trái Đất. Hơi nước là nguồn mưa khí quyển và cũng là một yếu tố quan trọng điều hòa chế độ nhiệt của bề mặt Trái Đất. Các yếu tố vật chất không khí này cũng thể hiện những hiệu ứng sinh thái đặc thù đối với sinh vật và con người thông qua các vòng tuần hoàn vật chất quy mô toàn cầu hoặc các dòng vật chất trong cảnh quan.

### *Ánh sáng*

Ánh sáng là nhân tố quan trọng nhất do là nguồn năng lượng tự nhiên khởi điểm cho các quá trình vật lý khí quyển. Mọi ảnh hưởng của khí hậu đến cảnh quan đều có nguyên nhân cơ bản của nhân tố ánh sáng. Nói cách khác, ánh sáng đóng vai trò là nhân tố trực tiếp ảnh hưởng đến sinh vật và gián tiếp ảnh hưởng đến sinh vật thông qua các nhân tố sinh thái khác. Các chỉ tiêu về ánh sáng cần quan tâm trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan là số ngày nắng trong năm, cân bằng bức xạ, tổng bức xạ.

Ánh sáng có vai trò quan trọng nhất đối với đời sống thực vật. Thực vật cần phải nhận được lượng ánh sáng cần thiết cho quá trình quang hợp. Tuy vậy các loài có nhu cầu đòi hỏi khác nhau đối với ánh sáng. Tùy thuộc vào quan hệ với ánh sáng, người ta phân biệt thành ba nhóm:

- *Nhóm thực vật ưa sáng*: sống ở nơi nhiều ánh sáng. Cây thường có lá dày hơn, nhiều lá, hoặc lá lớn để tăng diện tích tiếp xúc với ánh sáng.

- *Nhóm thực vật chịu bóng*: có thể mọc tốt ở chỗ sáng nhưng cũng có thể chịu được cả bóng râm hoặc được chiếu sáng một phần ngày hay cả ngày nhưng với cường độ ánh sáng yếu. Nhóm này thường mọc ở dưới tán rừng, ở dưới bóng của các cây khác.

- *Nhóm thực vật ưa bóng*: thích nghi với điều kiện bóng râm, mọc ở nơi có ít ánh sáng như ở tầng dưới của rừng kín, trong hang,... Thực vật thuộc nhóm này có lá mỏng, các mô mềm hơn, mô cơ kém phát triển.

Trong quá trình phát triển và chọn lọc tự nhiên, thực vật đã tự tạo nên nhiều sự thích ứng khác nhau nhằm sử dụng ánh sáng một cách tốt nhất. Khi mọc dày, chúng phân bố thành tầng trong cấu trúc thảm thực vật: các loại ưa ánh sáng nhất thì tạo nên các tầng cao nhất, các loài cần ít ánh sáng hơn ở tầng dưới thấp hơn, các loài ưa bóng thì ở tầng thấp nhất. Chẳng hạn, trong điều kiện ánh sáng dồi dào tại vùng nhiệt đới và xích đạo, cấu trúc thảm thực vật gồm năm tầng: tầng vượt tán, tầng ưu thế, tầng cây gỗ nhỏ, tầng cây bụi, tầng cỏ quyết và thực vật ngoại tầng.

Ánh sáng cũng có vai trò quan trọng đối với đời sống động vật, trong tìm kiếm thức ăn và nhìn thấy kẻ thù để tránh nguy hiểm,... Một số động vật sống không cần ánh sáng như động vật sống trong đất, trong hang, hoặc ở dưới đáy biển sâu. Các loài này có mắt bị tiêu giảm hoặc không phát triển.

Tất cả các ảnh hưởng do ánh sáng gây nên cùng với các ảnh hưởng khác dẫn đến tính nhịp điệu của động vật (hay là hiện tượng đồng hồ sinh học). Một số loài động vật có phương thức hoạt động sống kiếm mồi vào ban ngày, một số vào ban đêm một số vào buổi sáng, buổi trưa, hoàng hôn,... Sự luân phiên ngày đêm là nguyên nhân tạo nên tính nhịp điệu hoạt động sống của động vật trong những hoàn cảnh nhất định. Tính chất này phụ thuộc vào ảnh hưởng của ánh sáng.

Ở đại dương, sự phân bố của sinh vật biển cũng theo các tầng nước được chiếu sáng khác nhau. Tảo lục (*chlorophyta*), tảo lam (*cyanophyta*) sống gần mặt nước, xuống sâu hơn là tảo đỏ (*rhodophyta*). Khu vực dưới sâu không có ánh sáng, chỉ có những sinh vật sống nhờ các chất hữu cơ sẵn có chìm xuống từ tầng trên. Những sinh vật sống thiếu ánh sáng thường có cơ thể không màu sắc, màu trắng hoặc trong suốt.

### *Nhiệt độ*

Nhiệt độ ảnh hưởng đến tốc độ các quá trình sinh lý trong các tế bào và tốc độ phát triển chung của cơ thể sinh vật. Mỗi quá trình sinh lý (quang hợp, hô hấp, tăng trưởng, tích lũy chất hữu cơ) đều phụ thuộc vào yếu tố nhiệt độ. Mức nhiệt đảm bảo cho sinh vật sinh sống và phát triển thuận lợi nhất gọi là nhiệt độ tối ưu. Mỗi một loài thích ứng với một khoảng trị số nhiệt độ nhất định. Các sinh vật ở vùng nhiệt đới và hoang mạc chịu nóng tốt hơn, còn các sinh vật ở vùng hàn đới, vùng cực chịu lạnh tốt hơn.

Nhiệt độ ảnh hưởng trực tiếp tới sự phân bố của sinh vật. Khu phân bố của sinh vật thường không vượt quá giới hạn cực đại hoặc cực tiểu về nhiệt độ. Do đó trên khía cạnh phân bố địa lý, sinh vật nơi này không thể di chuyển tới nơi khác nằm ngoài phạm vi biên độ nhiệt của nó mà không có sự thích nghi dần dần. Sự thay đổi nhiệt ở bề mặt Trái Đất giảm dần từ xích đạo về hai cực. Bất kỳ một địa điểm nào cũng có nhiệt độ trung bình năm nhất định, và biên độ nhiệt trung bình ngày, tháng nhất định. Những đặc điểm này làm hạn chế khả năng phân bố của sinh vật ở nơi này hay nơi khác.

Ngoài ra, thực vật và động vật còn có khả năng tự vệ khi gặp điều kiện nhiệt độ bất lợi. Khi quá nóng, thực vật tăng cường thoát hơi nước để giảm nhiệt độ cơ thể; và khi quá lạnh, thực vật xuất hiện tình trạng rụng lá, hoặc chuyển sang giai đoạn nghỉ (ngừng lớn), ngủ đông ở dạng

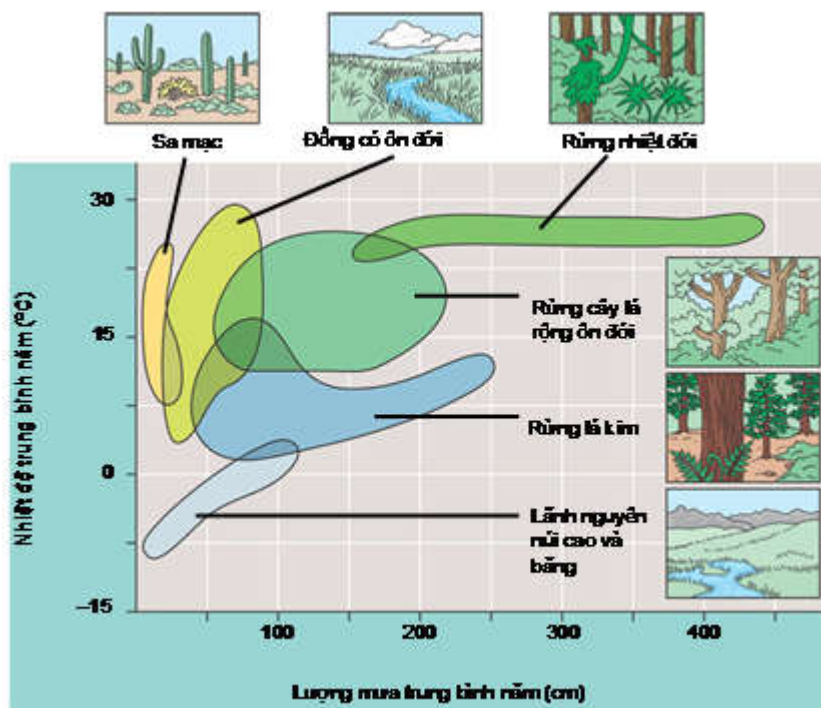
chồi, củ, hạt,... Động vật có khả năng di động nên mỗi khi nhiệt độ tăng quá cao, chúng có thể tìm cách thoát khỏi khu vực đó để tìm chỗ mát hơn bằng nhiều phương thức: ẩn trong bóng râm, ẩn kín dưới đất, chui vào hang, hạ nhiệt độ cơ thể bằng cách toát mồ hôi...; còn khi quá lạnh, động vật xuất hiện hiện tượng di cư tránh rét (điển hình là các loài chim di trú về phương nam).

Ảnh hưởng của nhiệt độ cũng làm xuất hiện nhóm động vật máu nóng và nhóm động vật máu lạnh. Động vật máu nóng gồm có động vật có vú, các loài chim có thân nhiệt không đổi theo nhiệt độ môi trường... Chúng thường giữ được nhiệt cơ thể ổn định bằng cách hình thành lớp phủ lông, lớp mỡ dưới da... Động vật máu lạnh có bò sát, lưỡng thê, côn trùng... có nhiệt độ cơ thể luôn biến đổi theo nhiệt độ môi trường, khi nhiệt độ hạ xuống thì nhiệt độ cơ thể cũng hạ theo. Vì vậy, ở xứ lạnh, động vật máu lạnh rất ít, do ít loài chịu được lạnh.

Dựa vào quan hệ với nhiệt độ môi trường, sinh vật được chia thành hai loại: sinh vật rộng nhiệt (có thể sống được trong phạm vi nhiệt độ thay đổi lớn) và sinh vật hẹp nhiệt (chỉ sống trong phạm vi nhiệt độ nhất định, rất nhạy cảm đối với các dao động nhiệt). Sinh vật rộng nhiệt thích ứng tốt hơn và phân bố rất rộng rãi trên Trái Đất. Sinh vật hẹp nhiệt chỉ phân bố ở những vùng nhất định có nhiệt độ thích hợp.

### *Độ ẩm*

Độ ẩm có ảnh hưởng quan trọng tới đặc điểm phân bố của sinh vật. Sự phân bố của thực vật trên bề mặt Trái Đất được quyết định chủ yếu do hai yếu tố là nhiệt độ và độ ẩm. Cặp tương tác nhiệt - ẩm cũng là cơ sở để hình thành các đới cảnh quan trên Trái Đất.



Hình 4.3. Vai trò của cặp nhân tố nhiệt - ẩm trong hình thành các đới cảnh quan

### b) Thủy văn

Hợp phần thủy văn phản ánh chế độ nước trong cảnh quan. Thủy quyển thể hiện bằng rất nhiều dạng trong cảnh quan lục địa, được phân loại theo trạng thái lý học (trạng thái hơi, lỏng, rắn), theo sự ngưng tụ muối (nước ngọt, nước mặn, nước lợ), theo đặc tính chỗ chứa nước (nước trên mặt, nước ngầm, nước tầng), theo các dạng chứa (hồ, đầm lầy, sông,...) và theo thành phần hóa học của vật chất hòa tan. Sự phong phú của hệ thống thủy văn liên quan trực tiếp đến đặc điểm của cảnh quan. Trong mỗi cảnh quan đều quan sát thấy một tập hợp dạng tích lũy nước có quy luật riêng về những đặc tính động lực, hóa học, chế độ nhiệt,...

Nước trong cảnh quan thực hiện một công cơ học lớn, là nhân tố địa hóa học quan trọng nhất, và là môi trường của phần lớn các phản

ứng hóa học. Trong quá trình tuần hoàn, nước chuyển từ trạng thái vật lý này sang trạng thái vật lý khác, thâm nhập vào tất cả các thành phần cấu tạo khác của cảnh quan. Phần lớn các nguyên tố hóa học di động trong nước, chuyển động cơ học - dòng chảy. Đây là nhân tố phân phối lại các vật chất giữa các cảnh quan và giữa các bộ phận hình thái cảnh quan.

Trong hợp phần thủy văn, nước là dạng vật chất quan trọng, nhân tố cực kỳ quan trọng đối với hoạt động sống của mọi sinh vật. Nước là dung môi không thể thiếu được cho bất kỳ một phản ứng sinh hoá nào, điều chỉnh làm ổn định thân nhiệt, tạo ra cân bằng trong quá trình trao đổi chất giữa tế bào với môi trường xung quanh, vận chuyển thức ăn từ trong đất đến bộ rễ thực vật. Theo nhu cầu nước có thể chia:

- Sinh vật thủy sinh: chỉ sống trong môi trường nước.

- Sinh vật trên cạn: gồm các loài ưa ẩm, các loài ưa ẩm vừa và các loài chịu khô hạn.

Động vật và thực vật đều có thể thích nghi và sống ở những điều kiện ẩm khác nhau. Thực vật sống ở nơi khô hạn thường có bộ rễ rất phát triển, một số loài có bộ rễ ăn sâu xuống tới mực nước ngầm để hút nước. Hoặc để giảm bốc hơi trong thời kỳ khô hạn, thực vật rụng bớt lá hay hình thành lá cứng nhọn, có gai, hoặc ở lá có phủ một lớp sáp dày. Những cây hạn sinh điển hình là cây thân mọng nước (cây xương rồng) và cây lá cứng, nhiều gai. Một số loài khác hoàn thành nhanh chu kỳ phát triển trong thời gian ngắn vào thời điểm điều kiện môi trường thuận lợi, tới mùa khô hạn, chúng ở trạng thái nghỉ như hạt, củ, thân ngầm, thân hành,... Khi mùa ẩm bắt đầu, chúng tiếp tục chu kỳ phát triển. Thực vật thủy sinh, hoặc ở nơi ẩm ướt thường có mức độ trao đổi nước rất cao, mô cơ phát triển yếu, mất nước nhanh, không chịu được khô hạn. Những cây sống ở nước chứa tới 90 - 95% lượng nước trong cơ thể, còn những cây sống ở điều kiện khô hạn chứa lượng nước ít hơn.



Do vậy, những thực vật sống ở nơi hạn có thân rất cứng, tốc độ tăng trưởng chậm; thực vật sống ở nước hoặc khu vực ẩm ướt thì lớn nhanh nhưng mềm yếu.

### **4.2.3. Hợp phần dinh dưỡng của cảnh quan: thổ nhưỡng**

Nền tảng dinh dưỡng trong cảnh quan có nguồn gốc từ đất và nước, trong đó vai trò cung cấp dinh dưỡng của đất là quan trọng nhất. Đất có vai trò đặc biệt quan trọng đối với sự phân bố và tạo năng suất sinh học đối với các sinh vật sống trên mặt đất, đặc biệt là thực vật. Các loài thực vật khác nhau thích ứng với điều kiện thổ nhưỡng ở các mức độ khác nhau. Nếu yếu tố nhiệt độ, ánh sáng độ ẩm thích hợp nhưng đất cằn cỗi, nghèo chất dinh dưỡng, chua thì thực vật cũng sinh trưởng kém và cho năng suất thấp. Dựa vào những quan hệ thích nghi với môi trường, ta có thể tìm ra những sinh vật chỉ thị - là sinh vật chứng tỏ sự có mặt hoặc vắng mặt của những nguyên tố nào đó trong đất.

Thổ nhưỡng phân hóa tương đối phức tạp trong cảnh quan. Bất cứ một cảnh quan nào cũng bao gồm một tập hợp có quy luật các kiểu, kiểu phụ, loại và biến chủng thổ nhưỡng, mà tập hợp theo lãnh thổ này tương ứng với một vùng thổ nhưỡng. Đây là một hợp phần cấu tạo đặc biệt của cảnh quan do tính chất tái sinh trong cảnh quan - kết quả tác động của các thể hữu cơ tới nham thạch trong điều kiện có năng lượng Mặt Trời, độ ẩm và không khí tham gia. Tương tác giữa các yếu tố sinh học và các yếu tố phi sinh học được biểu hiện rõ nhất trong hợp phần này. Các quá trình hình thành đất lần lượt có tác động trở lại tới điều kiện ẩm, sự phát triển của thảm thực vật, hình thành trầm tích.

Yếu tố sinh thái đất được chia thành ba nhóm theo mức độ ảnh hưởng đến sinh vật, bao gồm:

- *Sinh vật đất*: rất đa dạng, từ các loài tảo, rêu,... động vật nguyên sinh đến động vật có vú. Tuy nhiên, vai trò quan trọng nhất là các vi sinh vật cố định đạm trong đất, các vi sinh vật phân huỷ chất hữu cơ, động vật chân khớp và giun.

- *Tính chất hoá học đất*: được phản ánh tổng hợp qua giá trị của pH, độ muối, hàm lượng các chất dinh dưỡng, độ mùn, nồng độ các cation và các ion,... *Giá trị pH* phản ánh tính chất của môi trường đất: môi trường đất trung tính (pH bằng 7), môi trường axit (pH dưới 7), môi trường kiềm (pH trên 7). Nhưng nhìn chung, giá trị pH thích hợp dao động trong khoảng từ 6 đến 7,5. Nếu đất có phản ứng kiềm hoặc chua mạnh sẽ ảnh hưởng tới hoạt động của vi sinh vật cố định đạm, hạn chế quá trình lấy chất dinh dưỡng của cây, làm cho cây sinh trưởng kém. *Các chất khoáng* trong đất ảnh hưởng rất lớn tới sự phân bố của thực vật, chẳng hạn thực vật ưa canxi phân bố ở vùng karst, thực vật ưa mặn ở vùng ven biển,... *Hàm lượng mùn* ảnh hưởng tới thực vật. Đất giàu mùn thường chứa hàm lượng các chất dinh dưỡng cao, nhất là hàm lượng đạm dễ tiêu cao thích hợp với sự sinh trưởng của thực vật.

- *Tính chất vật lý đất*: được phản ánh qua tổng hợp các chỉ tiêu về độ ẩm đất, độ thoáng khí trong đất, nhiệt độ, độ chặt, thành phần cơ giới, cấu tượng đất, keo đất,... *Thành phần cơ giới* quyết định khả năng thấm nước của đất, khả năng thoáng khí và lượng nước trong đất ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cây. Những tính chất này phụ thuộc vào tỷ lệ các cấp hạt sét vật lý trong đất. Đất nhiều sét thì nước khó thấm qua, đất không thoáng khí và chua, hệ rễ cây ở đây kém phát triển. Tuy vậy, đất sét có nhiều thức ăn cho cây hơn các đất khác. Đất cát có tỷ lệ cát vật lý cao, rời rạc, thấm nước tốt nhưng giữ nước kém; không khí thoáng dễ lưu thông nhưng nghèo các chất dinh dưỡng. *Cấu tượng đất* cũng có ảnh hưởng quan trọng tới đời sống thực vật. Đất có cấu tượng đặc biệt là cấu tượng viên và cấu tượng hạt do mùn và các

chất rắn của đất kết hợp lại thành một phức hệ. Kết hợp với sự hoạt động của vi sinh vật, thực vật có thể lấy được chất khoáng và đạm từ đất và phức hệ này cũng giữ các chất dinh dưỡng khỏi bị rửa trôi do nước mưa.

#### **4.2.4. Hợp phần nền tảng hữu cơ trong cảnh quan: lớp phủ thực vật và lớp phủ sử dụng đất**

Trong cảnh quan, tùy thuộc vào đặc trưng của lãnh thổ, hợp phần nền tảng hữu cơ có thể được xây dựng theo một trong ba hệ thống phân loại sau: *thảm thực vật (hoặc lớp phủ thực vật)*, *lớp phủ mặt đất (land cover)* hoặc *lớp phủ sử dụng đất (land use)*. Đối với khu vực tự nhiên, khu vực “còn tương đối hoang sơ” hoặc khu vực ít bị tác động của con người, hệ thống phân loại thảm thực vật được lựa chọn phục vụ xây dựng bản đồ sinh thái cảnh quan. Ngược lại, đối với các cảnh quan nhân sinh hoặc cảnh quan văn hóa, hệ thống phân loại lớp phủ sử dụng đất được khuyến khích lựa chọn.

Thảm thực vật phản ánh bộ mặt của các cảnh quan tự nhiên, đồng thời đóng vai trò là nơi sống của các loài sinh vật. Cấu trúc nơi sống trong một cảnh quan tự nhiên được tạo bởi sự đan xen giữa nhiều kiểu thảm thực vật khác nhau. Một kiểu thảm thực vật cũng có thể có mặt ở nhiều cảnh quan khác nhau. Do đó, mỗi cảnh quan được đặc trưng không chỉ bởi một kiểu thảm thực vật riêng biệt, mà do sự phối hợp có quy luật của các kiểu thảm thực vật khác nhau. Điều này tạo nên hàng loạt đặc trưng trong cảnh quan có liên quan đến sự thay đổi chất lượng nơi sống theo các yếu tố cảnh quan.

Lớp phủ mặt đất là lớp phủ hiện trạng trên bề mặt đất, phản ánh các đặc trưng vật lý và sinh học của bề mặt Trái Đất. Lớp phủ mặt đất bao gồm các kiểu loại thảm thực vật (rừng, trảng cây bụi, trảng cỏ, trảng cây trồng nông nghiệp), bề mặt đất trống không có thực vật, bề mặt đá

trống rỗng không có lớp phủ thực vật và lớp phủ thổ nhưỡng (đá, khu vực xây dựng), các khu vực ngập nước thường xuyên và định kỳ, các vùng nước mở (Ủy ban châu Âu, 2000).

Lớp phủ sử dụng đất được hình thành do các hoạt động sử dụng đất của con người. Hoạt động sử dụng đất bao gồm các hành động sử dụng, quản lý và bảo vệ bề mặt Trái Đất hoặc các tài nguyên thiên nhiên của con người trong một diện tích nhất định (Bastian và Schreiber, 1999), diễn ra trong các khung cảnh không gian và thời gian khác nhau (Brassel, 1988). Lớp phủ sử dụng đất biểu thị các chức năng về kinh tế và xã hội của một lãnh thổ, chẳng hạn khu vực được sử dụng cho mục đích định cư, công nghiệp hoặc thương mại, phát triển nông nghiệp và lâm nghiệp, giải trí và bảo tồn,... Mối liên hệ giữa lớp phủ sử dụng đất với lớp phủ mặt đất được thể hiện ở khía cạnh: có thể xây dựng được hệ thống phân loại lớp phủ sử dụng đất từ hệ thống phân loại lớp phủ mặt đất và ngược lại. Tuy nhiên, lớp phủ sử dụng đất lại khó quan trắc và giám sát hơn so với lớp phủ mặt đất. Sự khác nhau giữa lớp phủ sử dụng đất và lớp phủ mặt đất ảnh hưởng tới định hướng phát triển các hệ thống phân loại, thu thập dữ liệu và các hệ thống thông tin (Ủy ban châu Âu, 2000).

### 4.3. THỜI GIAN LÀ MỘT NHÂN TỐ SINH THÁI

*Thời gian* là một đại lượng biến thiên trong hệ thống đo lường, được dùng để diễn tả trình tự xảy ra của các sự kiện, so sánh độ dài các sự kiện, đo khoảng cách giữa các sự kiện và lượng hóa chuyển động của các đối tượng. Một khái niệm liên quan là *dòng thời gian*, là một đại lượng có hướng từ quá khứ cho tới tương lai. Trong quá khứ, thời gian cố định và không thể thay đổi cho nhau. Trong tương lai, thời gian không cần thiết phải cố định. Định luật 2 nhiệt động học là một trường hợp ngoại lệ, trong đó nêu rằng entropy luôn tăng theo thời gian.

Thời gian và dòng thời gian là các đại lượng quan trọng trong phân tích sinh thái cảnh quan. Những biểu hiện của thời gian bao gồm:

- Thời gian là một nhân tố sinh thái và sự biến đổi cảnh quan phụ thuộc chặt chẽ vào thời gian tác động.

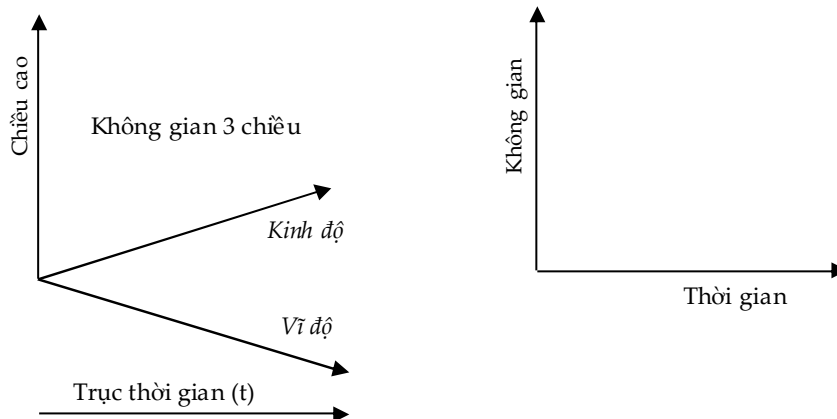
- Nếu tác dụng của nhân tố sinh thái đối với cá thể hoặc quần thể thực vật trong thời gian dài hay lặp đi lặp lại nhiều lần thì điều này sẽ gây ra những biến đổi cả về chất và lượng (sinh trưởng và phát triển của sinh vật). Ngược lại, nếu tác dụng tự nhiên có tính chất thất thường thì sẽ gây ra những biến đổi về lượng (sinh trưởng). Thực chất điều này còn phụ thuộc vào giới hạn tác động của yếu tố môi trường đến thực vật vẫn đang ở trong phạm vi biên độ sinh thái của thực vật hay đã vượt quá giới hạn sinh thái đó.

- Thời gian là nhân tố đủ để hình thành một cảnh quan hoàn chỉnh. Đó là thời gian diễn ra quá trình hình thành cảnh quan, và thời gian cho một cảnh quan nhất định được hình thành. Yếu tố này còn được gọi là tuổi của cảnh quan. Trong đó, cần phân biệt tuổi tuyệt đối và tuổi tương đối. *Tuổi tuyệt đối* tính từ khi bắt đầu xảy ra quá trình hình thành cảnh quan cho tới hiện tại, được tính bằng năm (hoặc thập niên, thế kỷ, thiên niên kỷ,...). *Tuổi tương đối* là sự chênh lệch về giai đoạn phát triển của các cảnh quan trên cùng một lãnh thổ có tuổi tuyệt đối khác nhau, phụ thuộc vào điều kiện đặc thù ở mỗi vùng.

- Thời gian ảnh hưởng đến tính nhịp điệu, thể hiện ở chu kỳ ngày - đêm, chu kỳ mùa, chu kỳ năm... diễn ra trong cảnh quan.

*Không gian - thời gian* là một khái niệm đặc biệt, trong đó thời gian được coi như là một chiều đặc biệt thêm vào không gian ba chiều. Sự bổ sung chiều thời gian giúp quá trình định vị các sự kiện được dễ dàng khi hệ quy chiếu thay đổi, tương tự như định vị các điểm trong không gian ba chiều cổ điển. Tuy nhiên, trong biểu diễn các sự kiện sinh thái,

không gian - thời gian thường được biểu diễn trên một hệ tọa độ Descartes hai chiều. Trong đó, một trục của hệ tọa độ biểu thị quy mô không gian, và trục còn lại biểu thị quy mô thời gian.



Hình 4.4. Biểu diễn không gian - thời gian trong hệ tọa độ Descartes ba chiều không gian  $(x, y, z)$  và một chiều thời gian (trái) và hệ tọa độ Descartes hai chiều với một chiều không gian và một chiều thời gian (phải).

Đối tượng nghiên cứu của sinh thái cảnh quan luôn có quan hệ chặt chẽ với không gian và thời gian. Quy mô không gian có thể trải rộng trên bất kỳ quy mô nào, từ quy mô địa phương đến quy mô toàn cầu. Tuy nhiên, khoảng thời gian được lựa chọn không quá dài, thường chỉ giới hạn trong khoảng thời gian tính theo năm hoặc thập niên. Các hiện tượng sinh thái học kéo dài hàng thế kỷ sẽ thuộc phạm vi nghiên cứu của sinh thái học lịch sử và địa lý sinh vật, hiếm khi được lựa chọn nghiên cứu theo các nguyên lý của sinh thái cảnh quan.

## Chương 5.

# SINH THÁI HỌC CẤU TRÚC CẢNH QUAN

## 5.1. CẤU TRÚC CẢNH QUAN

### 5.1.1. Khái niệm

Tương tác giữa các hợp phần cảnh quan tạo ra cấu trúc cảnh quan. Theo nghĩa chung nhất, cấu trúc cảnh quan được hiểu là sự sắp xếp trong không gian và thay đổi trạng thái theo thời gian của một cảnh quan. Tùy thuộc vào cách tiếp cận, cấu trúc cảnh quan sẽ được xem xét theo khía cạnh địa lý học hay sinh thái học hoặc kết hợp cả hai. Điều này dẫn tới nhiều hướng định nghĩa khác nhau về cấu trúc cảnh quan. Theo nhiều nhà sinh thái cảnh quan châu Âu, chẳng hạn như Neef, Cieszewska, hay Bastian và Steinhardt, cấu trúc cảnh quan bao hàm ý nghĩa về mặt không gian: *"... là sự sắp xếp nội tại trong cảnh quan, được xác định bởi thành phần, hình dạng và tỷ lệ của các đơn vị hình dạng"* (Neef, 1973); *"... một nhóm các yếu tố cảnh quan và quan hệ không gian giữa chúng"* (Cieszewska, 2000); *"... đặc điểm tổ chức không gian ba chiều trên bề mặt của cảnh quan"* (Bastian và Steinhardt, 2002). Các nhà cảnh quan học Xô Viết quan niệm cấu trúc cảnh quan rộng hơn, bao hàm cả đặc trưng về không gian và thời gian. Kalexnik (1978) cho rằng, *tính tổ chức của các bộ phận cấu thành trong không gian và tính điều chỉnh trạng thái theo thời gian được xem như là cấu trúc không gian và thời gian của địa hệ.*

Tại Việt Nam, khái niệm và các nguyên lý khoa học về cấu trúc cảnh quan được coi là những nội dung cơ bản nhất của cảnh quan học. Kế thừa lý luận cảnh quan học Xô Viết, khái niệm về cấu trúc cảnh quan tại Việt Nam cũng bao hàm cả khía cạnh về không gian và thời gian,

gồm cấu trúc đứng, cấu trúc ngang và cấu trúc thời gian. Tuy nhiên, tiếp cận về sinh thái học trong các định nghĩa về cấu trúc cảnh quan chưa được quan tâm nhiều. Trên cơ sở kết hợp hai hướng tiếp cận địa lý và sinh thái học, Nguyễn An Thịnh (2010) đưa ra định nghĩa: "*cấu trúc cảnh quan phản ánh những đặc trưng không gian và thời gian về môi trường và nơi sống tạo ra các hiệu ứng sinh thái ảnh hưởng tới sinh vật, con người và các quá trình hệ sinh thái, bao gồm sự sắp xếp không gian của các yếu tố cảnh quan theo chiều nằm ngang, mối liên hệ giữa các hợp phần cảnh quan theo chiều thẳng đứng và nhịp điệu biến đổi trạng thái cảnh quan theo thời gian*".

Trong thực tiễn nghiên cứu, cấu trúc cảnh quan được xem xét trên cơ sở cả hai mô hình địa lý học và sinh thái học. Các mô hình địa lý học về cấu trúc cảnh quan được xây dựng nhằm phát hiện tính đặc thù về phân hóa lãnh thổ, được phản ánh rõ nhất trong các hệ thống phân loại cảnh quan phát sinh ở Liên Xô và Việt Nam. Trong khi đó, các mô hình sinh thái học về cấu trúc cảnh quan được xây dựng dựa trên tư tưởng về cấu trúc không gian của môi trường hoặc nơi sống của sinh vật. Các mô hình này đóng vai trò quan trọng trong phân tích ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan tới sinh vật và con người. Hiện nay có ba mô hình cấu trúc cảnh quan tiêu biểu được xây dựng theo hướng sinh thái học, bao gồm *mô hình PCM* của Forman (1995), *mô hình địa sinh học đảo* được xây dựng trên nền tảng thuyết địa sinh học đảo của MacArthur và Wilson (1967) và *mô hình quần thể biến thái* được xây dựng trên nền tảng thuyết quần thể biến thái của Levin (1970).

### **5.1.2. Đặc điểm và phân loại**

Dưới tác động đan xen của các yếu tố tự nhiên và nhân sinh, cảnh quan trên Trái Đất có kích thước, hình dạng và đặc điểm sắp xếp khác nhau, có cấu trúc phụ thuộc vào mối tương tác phức tạp giữa hai yếu tố này. Biến đổi cấu trúc cảnh quan làm thay đổi đặc điểm phân bố của



sinh vật, vật chất và năng lượng trong cảnh quan, dẫn tới những thay đổi về chức năng cảnh quan.

Các định nghĩa về cấu trúc cảnh quan luôn xét đến đặc điểm kết hợp giữa các hợp phần cảnh quan (theo chiều thẳng đứng), đặc điểm sắp xếp trong không gian của các yếu tố cảnh quan (theo chiều nằm ngang), hoặc đặc trưng biến đổi có tính nhịp điệu của cảnh quan (theo dòng thời gian). Theo đó, cấu trúc cảnh quan được phân chia như sau:

- *Cấu trúc đứng*: sự phân bố theo chiều thẳng đứng của các hợp phần tạo nên cấu trúc đứng của cảnh quan. Cấu trúc này thể hiện mối liên hệ và tác động tương hỗ giữa các thành phần cấu tạo riêng biệt của cảnh quan. Cấu trúc đứng được thể hiện từ dưới lên trên là tập hợp có quy luật của các hợp phần cảnh quan bao gồm mẫu chất, địa hình, thủy văn (chế độ nước mặt và nước ngầm), khí hậu cảnh quan (phần dưới cùng của tầng đối lưu), thổ nhưỡng và thảm thực vật. Sự thay đổi cấu trúc đứng do các nguyên nhân khác nhau sẽ tạo ra các chức năng cảnh quan khác biệt so với chức năng nguyên thủy của nó. Phân tích cấu trúc đứng thực chất là phân tích đặc điểm và mối quan hệ phát sinh giữa các hợp phần của cảnh quan.

- *Cấu trúc ngang*: còn gọi là cấu trúc hình dạng của cảnh quan (Ixatrenko, 1965), là đặc điểm kết hợp các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản. Cấu trúc này thể hiện quy luật sắp xếp và mối quan hệ giữa các yếu tố cảnh quan cơ bản trong không gian địa lý.

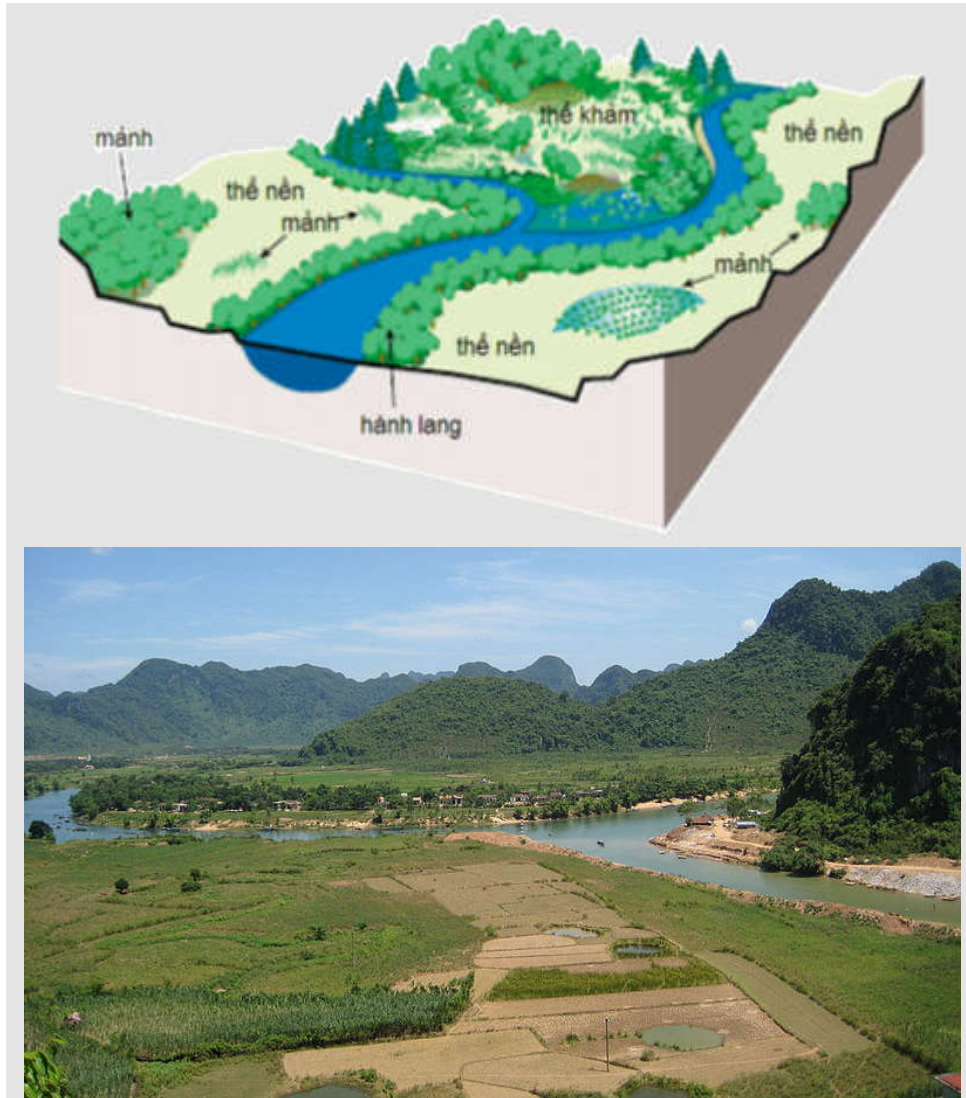
- *Cấu trúc thời gian*: thể hiện những nét quan trọng nhất của nhịp điệu theo mùa, biến đổi trạng thái cảnh quan. Phân tích cấu trúc thời gian thực chất là phân tích động lực và nhịp điệu cảnh quan.

## 5.2. CÁC MÔ HÌNH SINH THÁI VỀ CẤU TRÚC CẢNH QUAN

### 5.2.1. Mô hình PCM

Mô hình PCM (*Patch - Corridor - Matrix model*) được Forman và Godron (1986) và Forman (1995) phát triển nhằm mục đích phục vụ việc xây dựng bản đồ sinh thái cảnh quan dựa trên ba yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản là mảnh rời rạc (*patch*), hành lang (*corridor*), thể nền (*matrix*) và một yếu tố cấu trúc cảnh quan tích hợp là thể khảm (*mosaic*). Đây là các yếu tố chủ đạo hình thành nên cảnh quan. Trong mô hình, các mảnh rời rạc được kết nối với nhau bởi hành lang, xung quanh được bao bọc bởi thể nền. Mô hình được xác định theo kích thước, hình dạng, quy luật sắp xếp không gian của các yếu tố cảnh quan. Các đơn vị sử dụng đất hoặc lớp phủ mặt đất được ưu tiên sử dụng để phân định ranh giới các yếu tố cảnh quan. Những yếu tố không gian khác như các đơn vị địa mạo, thổ nhưỡng, thảm thực vật,... cũng được sử dụng để phân định ranh giới yếu tố cảnh quan trong một số trường hợp đặc biệt.

Mô hình PCM có nhiều ưu thế, cho phép phân biệt rõ ràng các yếu tố dạng đường và dạng vùng trong phạm vi cảnh quan. Trong khi đó, nhiều hệ thống phân loại yếu tố cảnh quan khác (sinh thái cảnh, hệ sinh thái, đơn vị đất đai, đơn vị hình dạng cảnh quan,...) quan tâm nhiều tới các yếu tố dạng vùng (bề mặt, khoanh vi,...), chỉ có thể xác định được phức hợp của các yếu tố dạng vùng, phân biệt với nhau bởi hai đặc điểm chính là hình dạng và kích thước. Ưu thế này của mô hình PCM cho phép áp dụng được các độ đo cảnh quan nhằm phân tích định lượng cấu trúc cảnh quan.



Hình 5.1. Các yếu tố cảnh quan trong mô hình PCM của Forman (1995) và biểu hiện thực tế ở cảnh quan vùng đệm Phong Nha - Kẻ Bàng

### 5.2.2. Mô hình địa sinh học đảo

Năm 1967, hai nhà sinh học là MacArthur và Wilson đã xây dựng thuyết địa sinh học đảo. Đây là thuyết có vai trò lớn đối với sự phát triển về mặt lý luận của địa lý sinh vật, sinh thái học, sinh học bảo tồn

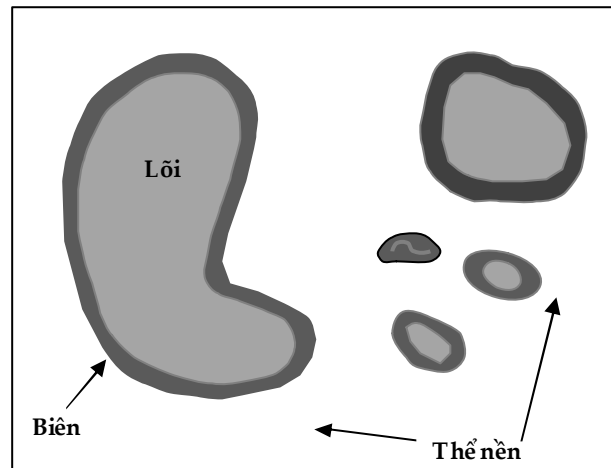
và sinh thái cảnh quan. Dựa trên thuyết này, các nhà sinh thái cảnh quan ứng dụng mô hình địa sinh học đảo mô phỏng cấu trúc cảnh quan với hai yếu tố cấu trúc cơ bản là "đảo" (thường là các khoảnh đất có lớp phủ thực vật, tương đương với các mảnh nơi sống rời rạc trong mô hình PCM) và "đại dương" bao quanh đảo (thường là các khoảnh đất có thảm thực vật đã bị phá trụi hoặc đã bị biến đổi mạnh mà sinh vật không thể cư trú được, tương đương với thể nền). Đảo có ba đặc trưng cơ bản:

- Đảo là nơi sống của loài sinh vật cụ thể;
- Các đảo có ranh giới rõ ràng với môi trường xung quanh;
- Điều kiện môi trường và nơi sống trong đảo tương đối đồng nhất.

Trong mô hình, các đảo có cùng bản chất, chỉ khác nhau về quy mô diện tích và khoảng cách đến đất liền. Các thuộc tính của đại dương ảnh hưởng tới cơ chế phát tán của các loài sinh vật trong cảnh quan. Các yếu tố dạng tuyến hoặc tích hợp tương tự như hành lang và thể khám không được đề cập tới. Với những ứng dụng của các định luật địa sinh học đảo về quan hệ loài - diện tích và hiệu ứng khoảng cách, đây được coi là mô hình chuẩn cho các nghiên cứu về mối quan hệ giữa cấu trúc cảnh quan với độ giàu loài. Quy luật chung là, các đảo có diện tích lớn thường có nhiều loài sinh sống hơn (độ giàu loài lớn hơn) so với các đảo có diện tích nhỏ hơn. Tổng số loài cư trú trên đảo có thể được dự đoán theo hàm *số loài - diện tích*.

Mô hình địa sinh học đảo là mô hình duy nhất được công nhận trong nghiên cứu sinh thái học các đảo thực thụ. Tuy nhiên, khi ứng dụng khảo sát cặp quan hệ sinh vật - cảnh quan, mô hình này yêu cầu nhiều điều kiện giả thiết hết sức chặt chẽ. Trong mô hình địa sinh học đảo, đại dương là môi trường không thuận lợi cho sinh vật. Trên thực tế, trong nhiều trường hợp, khu vực bao quanh các mảnh thảm thực vật

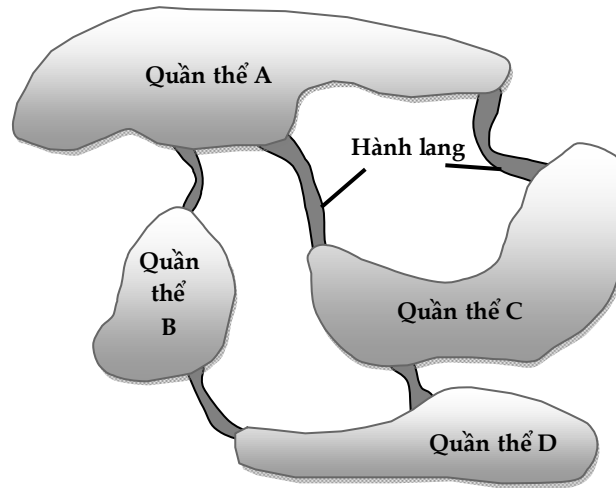
còn sót lại sau xáo động lại là nơi sống tạm thời hoặc là môi trường trung gian có ý nghĩa quan trọng đối với đời sống một số loài sinh vật.



Hình 5.2. Các yếu tố cảnh quan cơ bản trong mô hình địa sinh học đảo

### 5.2.3. Mô hình quần thể biến thái

Mô hình quần thể biến thái được phát triển dựa trên thuyết quần thể biến thái của Levin (1970), mô phỏng cảnh quan qua hai yếu tố cấu trúc cơ bản là mảnh nơi sống và hành lang. Mỗi mảnh rời rạc trong cảnh quan đóng vai trò nơi sống của các quần thể địa phương. Các mảnh nơi sống được xây dựng với hai trạng thái là "thích hợp" hoặc "không thích hợp" cho sự tồn tại của quần thể sinh vật. Mảnh nơi sống thích hợp đáp ứng yêu cầu về cung cấp thức ăn và nơi ở cho quần thể sinh vật. Hành lang đóng vai trò kết nối giữa các mảnh nơi sống rời rạc. Mặc dù không cung cấp thức ăn và nơi ở, thế nền vẫn đóng vai trò là yếu tố cảnh quan đặc biệt quan trọng đối với động lực của quần thể biến thái. Điều này được thể hiện ở hiệu ứng khoảng cách quyết định khả năng xuất cư thành công của một quần thể địa phương từ mảnh nơi sống này sang mảnh nơi sống khác.



Hình 5.3. Các yếu tố cảnh quan cơ bản trong mô hình quần thể biến thái

Mô hình này được ứng dụng rộng rãi trong phân tích cấu trúc cảnh quan phục vụ nghiên cứu tác động của phân mảnh cảnh quan đến các quần thể sinh vật. Tuy nhiên, bên cạnh những ưu thế kể trên, mô hình còn bộc lộ một số hạn chế sau:

- Không thể hiện được bốn đặc trưng sinh thái cơ bản là: biến đổi chất lượng nơi sống, biến đổi chất lượng môi trường xung quanh, hiệu ứng biên và độ kết nối giữa các mảnh.

- Không giải thích thỏa đáng được các hiệu ứng sinh thái gây ra bởi thể nền: sự phát tán của các quần thể địa phương giữa các mảnh rời rạc phụ thuộc vào chất lượng của thể nền. Nếu thể nền có cấu trúc tương phản cao so với mảnh rời rạc, hoặc không thích hợp đối với sinh vật thì quá trình phát tán sẽ bị cản trở. Ngược lại, sinh vật sẽ dễ dàng phát tán qua thể nền có độ tương phản thấp so với các mảnh rời rạc, hoặc có chất lượng thích hợp đối với sự phát tán của sinh vật.

- Mô hình quần thể biến thái được phát triển dựa trên giả thiết là các mảnh nơi sống thích hợp trong cảnh quan chỉ chiếm một tỷ lệ tương đối thấp. Trong khi đó, các nhà sinh thái cảnh quan thường chú trọng

đến những cảnh quan có tỷ lệ lớn số mảnh nơi sống thuận lợi, thích hợp cho sự sống của sinh vật.

- Mô hình quần thể biến thái chỉ chú trọng đến những cảnh quan bị phân mảnh do các nguyên nhân tự nhiên (cháy rừng, bão, lũ,...), nên không có hiệu quả trong việc mô phỏng các cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa.

### 5.3. MẢNH RỜI RẠC VÀ CÁC HIỆU ỨNG SINH THÁI

#### 5.3.1. Khái niệm

##### *a) Các định nghĩa*

Mảnh rời rạc được định nghĩa là *"một yếu tố cảnh quan có hình dạng không hẹp, tương đối đồng nhất và khác biệt với xung quanh"* (Forman, 1995); *"... một đơn vị không gian tương đối đồng nhất về khía cạnh biến đo lường được quan tâm"* (Wiens, 1995), *"... yếu tố cảnh quan được xác định bởi kích thước, hình dạng và bản chất"* (Burel và Baudry, 2003). Mảnh rời rạc được xác định trên bản đồ hoặc ngoài thực địa một cách đơn giản là một khoanh vi lớp phủ thực vật hoặc khoanh vi sử dụng đất (Ủy ban châu Âu, 2000). Trên thực tế, một khoảnh rừng, một thửa đất trồng, một thửa ruộng, một khu đô thị và nông thôn,... đều được coi là mảnh rời rạc.

##### *b) Đặc điểm*

Khái niệm mảnh rời rạc được sử dụng rộng rãi ở Bắc Mỹ, được xem là yếu tố cảnh quan có chứa các điều kiện nơi sống thích hợp cho sinh vật. Mảnh rời rạc và nơi sống có mối quan hệ với nhau: đối với một loài sinh vật, nếu mảnh rời rạc có kích thước bằng hoặc lớn hơn kích thước nơi sống tối thiểu thì mảnh rời rạc đáp ứng được yêu cầu là nơi sống của loài đó, còn được gọi là mảnh nơi sống.



Hình 5.4. Các kiểu mảnh rời rạc thuộc các cảnh quan khác nhau trên Trái Đất: (a) Các khoảnh rừng đan xen với các khoảnh đất trống do phá rừng ở Bắc Mỹ; (b) Các thửa đất nông nghiệp ở châu Âu; (c) Các khu đô thị ở sa mạc Sonoran, Hoa Kỳ; (d) Đồng cỏ ở cao nguyên Nội Mông, Trung Quốc

Mảnh rời rạc được xác định theo các chỉ tiêu về diện tích, chu vi, loại hình và các yếu tố cảnh quan liên kề. Các chỉ tiêu trên cho phép định lượng chức năng nơi sống của mảnh rời rạc đối với sinh vật. Chức năng này có thể được xem xét cho toàn bộ các mảnh rời rạc hoặc từng mảnh riêng biệt:

- *Diện tích*: biểu thị kích thước của mảnh rời rạc, tính theo đơn vị đo là mét vuông, hecta, kilomet vuông,... tùy thuộc vào quy mô nghiên cứu



cảnh quan. Giá trị diện tích lõi và diện tích biên của mảnh rời rạc có ý nghĩa khác nhau đối với sinh vật.

- *Chu vi*: là đại lượng xác định kích thước đường biên của mảnh.

- *Kiểu loại*: ảnh hưởng trực tiếp đến nơi sống của sinh vật, quy định độ phong phú (tổng số cá thể sinh vật) hoặc độ đa dạng loài (tổng số loài sinh vật) cư trú trong đó.

- *Các yếu tố cấu trúc cảnh quan liên kề*: các yếu tố cấu trúc cảnh quan liên kề với mảnh rời rạc sẽ tạo ra tương tác không gian cũng như các quá trình của hệ sinh thái đồng cấp trong cấu trúc ngang của cảnh quan.

Mảnh rời rạc có các đặc điểm quan trọng sau:

- *Kích thước tỷ lệ thuận với độ phong phú hoặc độ đa dạng loài*: điều này được giải thích dựa trên mối quan hệ giữa tổng số loài và diện tích lãnh thổ. Các mảnh rời rạc kích thước lớn có không gian ở rộng và lượng thức ăn phong phú, do đó đáp ứng được yêu cầu sinh thái của nhiều cá thể hoặc nhiều loài sinh vật.

- *Mức độ thích hợp khác nhau giữa vùng biên và vùng lõi của mảnh rời rạc đối với các loài sinh vật*: đối với các khoảnh rừng, vùng biên có nhiều ánh sáng hơn, ấm hơn, khô hơn, có nhiều loài động vật hơn. Ngược lại, vùng lõi có xu hướng tối hơn, lạnh hơn và ẩm ướt hơn, là các điều kiện giới hạn đối với sinh vật.

- *Tỷ lệ chu vi - diện tích của các mảnh nhỏ lớn hơn so với các mảnh lớn*: điều này phản ánh hiện tượng các mảnh nhỏ có tỷ lệ diện tích nơi sống trong vùng đệm lớn hơn. Ngược lại mảnh lớn có tỷ lệ diện tích nơi sống trong vùng lõi lớn hơn, do đó thường có độ phong phú hoặc độ đa dạng loài cao hơn trong cả vùng lõi và vùng đệm.

- *Sự phân mảnh có thể làm tăng đa dạng loài*: mặc dù phân mảnh làm giảm diện tích nơi sống của các loài trong vùng lõi, nhưng đồng thời

cũng là nguyên nhân chính làm tăng độ đa dạng cảnh quan, tạo cơ hội thuận lợi cho các loài trong vùng đệm và các loài ở các khu vực lân cận xâm nhập vào vùng lõi.

### 5.3.2. Quan hệ không gian giữa các mảnh rời rạc

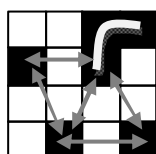
Quan hệ không gian giữa các mảnh rời rạc được thể hiện qua các đặc trưng về độ kết nối (*connectivity*) và độ liên hệ (*connectedness*). Độ kết nối biểu thị "*khả năng cá thể của một loài có thể di chuyển từ mảnh này sang mảnh khác, thậm chí trong trường hợp các mảnh ở cách xa nhau*". Độ liên hệ biểu thị "*sự kết nối trong không gian giữa hai mảnh rời rạc cùng kiểu loại liên kề*" (Baudry và Merriam, 1988). Các cảnh quan có cấu trúc khác nhau sẽ có mối tương quan khác nhau giữa độ kết nối và độ liên hệ.



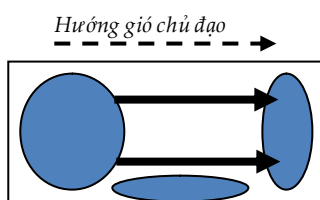
(a) Độ liên hệ và độ kết nối cao, cùng trong một mảnh



(b) Độ liên hệ trung bình, độ kết nối cao



(c) Độ liên hệ thấp, độ kết nối thấp hoặc chỉ được tạo ra do sinh vật di chuyển qua môi trường nền



(d) Độ liên hệ bằng 0, độ kết nối tạo bởi các cơ chế vật lý

Hình 5.5. Quan hệ giữa độ liên hệ và độ kết nối giữa các mảnh rời rạc trong cảnh quan (Burel và Baudry, 2003)

Bốn trường hợp phổ biến có thể xảy ra như sau:

- *Độ liên hệ cao và độ kết nối cao cùng trong một mảnh rời rạc*: các mảnh liền kề tạo ra môi trường liên tục, cho phép kết nối khép kín mọi bộ phận để có thể dễ dàng liên kết bởi sự di chuyển của động vật.

- *Độ liên hệ trung bình, độ kết nối cao*: Mặc dù mảnh rời rạc ban đầu bị chia cắt thành các mảnh nhỏ hơn nhưng vẫn có đường đi để động vật di chuyển liên tục.

- *Độ liên hệ thấp, độ kết nối rất thấp, sinh vật phải di chuyển qua các thế nền*: chỉ có khoảng không gian nhỏ hẹp để động vật di chuyển; nhiều trường hợp không cho phép chúng di chuyển liên tục từ một mảnh này sang mảnh khác. Trong một số trường hợp khác, độ kết nối thấp được khắc phục bởi khả năng bay của sinh vật. Chẳng hạn, các loài thú và bò sát ở các đảo sẽ bị cách ly bởi mặt nước biển, tuy nhiên các loài chim có thể di chuyển từ đảo này sang đảo khác nhờ khả năng bay.

- *Độ liên hệ bằng không, độ kết nối được tạo bởi các cơ chế vật lý*: độ kết nối giữa hai yếu tố có cùng bản chất được khắc phục bằng các lực vật lý như gió, bão, dòng nước,... chỉ cho phép trao đổi giữa các yếu tố tương đương, phát triển theo hướng song song. Trường hợp này không có mối liên hệ giữa độ liên hệ và độ kết nối.

### **5.3.3. Các hiệu ứng sinh thái của mảnh rời rạc**

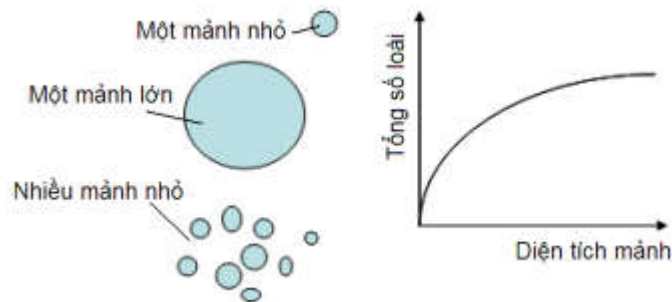
Hiệu ứng sinh thái của mảnh rời rạc biểu thị tác động trực tiếp hoặc gián tiếp của cấu trúc mảnh rời rạc đó tới nơi ở và nguồn thức ăn của sinh vật hoặc các quá trình của hệ sinh thái trong cảnh quan. Bốn chỉ thị định lượng của mảnh rời rạc là *kích thước, hình dạng, số lượng và hình dạng biên* tạo ra hiệu ứng sinh thái rõ rệt nhất.

Nghiên cứu hiệu ứng sinh thái của mảnh rời rạc về mặt lý luận và định lượng có vai trò quan trọng trong sinh học bảo tồn, trả lời được những câu hỏi then chốt xuất phát từ thực tiễn sau đây:

- Một khu bảo tồn cần được thiết kế rộng đến mức nào để đảm bảo chức năng bảo tồn?
- Nên xây dựng một khu bảo tồn lớn hay nhiều khu bảo tồn nhỏ?
- Hình dạng hợp lý nhất cho một khu bảo tồn để đảm bảo chức năng bảo tồn tối ưu?
- Có cần xây dựng hệ thống hành lang để kết nối các khu bảo tồn nhằm nâng cao hiệu quả bảo tồn?

### a) Hiệu ứng kích thước

Ảnh hưởng của diện tích mảnh rời rạc tới sinh vật tạo ra hiệu ứng kích thước: "Đối với cùng một ổ sinh thái, các mảnh rời rạc có diện tích lớn hơn sẽ chứa nhiều loài sinh vật hơn so với các mảnh có diện tích nhỏ hơn". Hiệu ứng này tuân theo định luật 1 của địa sinh học đảo về quan hệ "diện tích - số loài" (MacArthur và Wilson, 1967). Đây là một dạng quan hệ phi tuyến tính, được biểu thị bằng đường cong hiệu ứng kích thước mảnh.



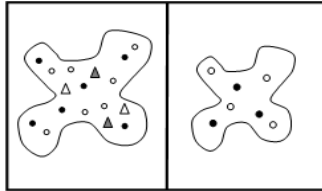
Hình 5.6. Đường cong hiệu ứng kích thước mảnh: một mảnh kích thước lớn hoặc tổng nhiều mảnh kích thước nhỏ sẽ cung cấp nơi sống cho nhiều loài sinh vật hơn so với một mảnh kích thước nhỏ theo quan hệ phi tuyến tính.

Hiệu ứng kích thước mảnh thể hiện ảnh hưởng sinh thái học của các mảnh rời rạc có diện tích khác nhau đến sinh vật và các quá trình

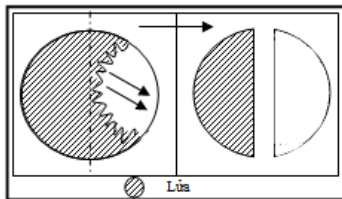
xảy ra trong hệ sinh thái. Tác động này có nguồn gốc sâu xa từ sự thay đổi kích thước của vùng biên và vùng lõi. Về mặt hình học, với một trị số độ sâu biên cố định cho trước, một mảnh lớn luôn có diện tích ở vùng lõi cao hơn và diện tích ở vùng biên nhỏ hơn so với tổng diện tích lõi và tổng diện tích biên của nhiều mảnh rời rạc nhỏ có tổng diện tích tương đương. Điều này quy định diện tích nơi sống ở vùng biên và vùng lõi: mảnh lớn có kích thước nơi sống ở vùng lõi cao, ở vùng biên thấp; ngược lại, nhiều mảnh nhỏ có tổng kích thước nơi sống ở vùng lõi thấp hơn, ở vùng biên cao hơn.

*Bảng 5.1. Hiệu ứng kích thước mảnh đối với sinh vật và các xáo động*

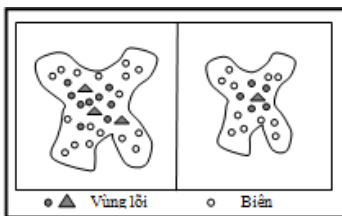
	<p>A1. <i>Nơi sống ở vùng biên, vùng lõi và sinh vật:</i> phân chia một mảnh lớn thành hai mảnh nhỏ hơn tạo thêm diện tích nơi sống ở biên, dẫn đến tăng kích thước quần thể và tăng số loài sống ở vùng biên. Ngược lại, giảm kích thước nơi sống trong vùng lõi, dẫn đến giảm kích thước quần thể và số loài sống trong vùng lõi.</p>
	<p>A2. <i>Xác suất tuyệt chủng địa phương:</i> mảnh lớn thường chứa quần thể có kích thước lớn. Nếu tính đến cân bằng động trong quần thể, xác suất tuyệt chủng địa phương của quần thể trong mảnh nhỏ cao hơn so quần thể trong mảnh lớn.</p>
	<p>A3. <i>Tuyệt chủng:</i> quần thể cư trú trong mảnh nhỏ hoặc mảnh có chất lượng nơi sống thấp, sẽ có xác suất tuyệt chủng địa phương lớn hơn so với ở mảnh lớn.</p>



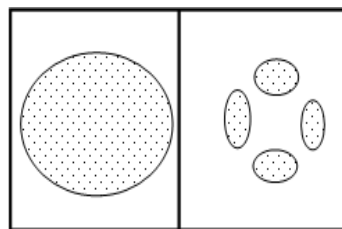
A4. Đa dạng nơi sống: mảnh lớn thường chứa nhiều nơi sống (độ đa dạng nơi sống cao), do đó chứa nhiều loài hơn so với mảnh nhỏ.



A5. Vai trò vật cản đối với các xáo động: khoảng trống được tạo ra do phân chia một mảnh lớn thành hai mảnh nhỏ hơn có vai trò như là một vật cản đối với hướng lan tỏa và cường độ của các xáo động (trong hình minh họa là xáo động do cháy rừng).



A6. Lợi ích của mảnh lớn: mảnh lớn chứa thảm thực vật tự nhiên có lợi trong bảo vệ tầng chứa nước và kết nối các mạng lưới sông suối, duy trì sự tồn tại của các quần thể sinh vật trong vùng lõi, cung cấp nơi sống trong vùng lõi và nơi ẩn náu cho nhiều loài động vật có xương sống có bán kính hoạt động rộng.



A7. Lợi ích của mảnh nhỏ: Các mảnh nhỏ phá vỡ không gian liên tục và trải rộng của thể nền, do đó đóng vai trò là những "bước nhảy" cho sự di chuyển của các sinh vật. Nhiều mảnh nhỏ là nơi sống của một số loài quý hiếm rất ít khi có mặt ở trong mảnh lớn.

(Nguồn: Forman, 1995)

Trong công tác bảo tồn sinh học, hiệu ứng kích thước mảnh rời rạc được quan tâm đặc biệt. Xác định kích thước nơi sống hoặc khu bảo tồn là một trong những nhiệm vụ chính của các nhà sinh học bảo tồn. Do kinh phí phân bổ cho thành lập và quản lý các khu bảo tồn có giới hạn, nên công tác thiết kế tối ưu khu bảo tồn luôn được đặt lên hàng đầu để đảm bảo cân bằng giữa hiệu quả bảo tồn với kinh phí đầu tư.

Từ những năm 1980, vấn đề "thiết kế một số ít các khu bảo tồn có diện tích lớn hay thiết kế nhiều khu bảo tồn có diện tích nhỏ hơn" được tranh luận rộng rãi trên các diễn đàn khoa học về bảo tồn, kéo dài nhiều thập niên, đến mức được giới khoa học đặt tên là tranh luận SLOSS (cụm từ viết tắt của "Single Large Or Several Small", nghĩa là "một diện tích lớn hay nhiều diện tích nhỏ"). Nội dung cơ bản của tranh luận này là "trường hợp nào sẽ xảy ra hiệu ứng sinh thái tốt hơn đối với một mảnh kích thước lớn hay nhiều mảnh kích thước nhỏ có tổng diện tích tương đương". Đối với sinh học bảo tồn, bài toán thực tế được đặt ra là liệu độ giàu loài sẽ đạt được giá trị cực đại trong một khu bảo tồn rộng lớn hay trong một hệ thống các khu bảo tồn nhỏ có tổng kích thước tương ứng? Chẳng hạn, nên thành lập một khu bảo tồn có diện tích 20.000 ha hay là nên thành lập bốn khu bảo tồn có diện tích 5.000 ha đối với mỗi khu? Theo thống kê của Ủy ban Thế giới về các Khu Bảo tồn (WCPA), đến năm 2000, trên toàn thế giới đã có khoảng 30.000 khu bảo tồn được thành lập với tổng diện tích khoảng 13,25 triệu km<sup>2</sup>, trong đó, có đến 59% số các khu bảo tồn này có diện tích dưới 100 ha.

Những nhà bảo tồn khác ủng hộ quan điểm xây dựng khu bảo tồn có kích thước lớn cho rằng chỉ có những khu bảo tồn lớn mới có thể chứa đủ số lượng các loài có kích thước lớn, phạm vi hoạt động rộng và mật độ thấp để duy trì quần thể. Trường hợp này áp dụng chủ yếu cho các sinh vật tiêu thụ bậc cao, điển hình là các loài thú ăn thịt. Các loài này cần có khu bảo tồn có diện tích đủ lớn để duy trì các quần thể con mồi của chúng. Một khu bảo tồn lớn còn làm giảm nhẹ được hiệu ứng biên, đồng thời chứa nhiều loài sinh vật hơn trong vùng lõi. Một số nhà bảo tồn còn cho rằng không nên thiết lập các khu bảo tồn nhỏ vì các khu này không có khả năng duy trì sự tồn tại lâu dài của các quần thể.

Một số nhà bảo tồn ủng hộ việc xây dựng nhiều khu bảo tồn nhỏ. Theo quan điểm này, xây dựng khu bảo tồn nhỏ sẽ có nhiều lợi thế do

chứa nhiều kiểu hệ sinh thái, nhiều quần thể của các loài quý hiếm hơn so với một khu bảo tồn lớn có diện tích tương đương. Xây dựng nhiều khu bảo tồn sẽ tránh cho quần thể khỏi bị hủy diệt toàn bộ khi xảy ra các xáo động như dịch bệnh, cháy rừng, các loài ngoại lai xâm nhập,... Ngoài ra các khu bảo tồn nhỏ nằm gần các khu dân cư sẽ là những trung tâm nghiên cứu và giáo dục lý tưởng về bảo tồn thiên nhiên.

Nằm ở vành đai đa dạng sinh học nhiệt đới và xích đạo, Việt Nam thuộc nhóm 20 quốc gia có độ đa dạng sinh học cao nhất thế giới, đồng thời cũng là quốc gia sớm quan tâm đến vấn đề bảo tồn đa dạng sinh học. Trước năm 1975, khu bảo tồn đầu tiên được thành lập tại miền Bắc là Vườn Quốc gia Cúc Phương (vào năm 1962); trong khi đó miền Nam đã thành lập được bảy khu bảo tồn với tổng diện tích 753.050 ha. Hiện nay, đã có 128 khu rừng đặc dụng được thành lập, 15 khu bảo tồn biển và 68 khu bảo tồn đất ngập nước được đề xuất tại Việt Nam. Tổng diện tích rừng đặc dụng khoảng 2,4 triệu ha với 30 Vườn Quốc gia, 38 Khu bảo vệ cảnh quan, 60 Khu bảo tồn thiên nhiên. Phần lớn các khu rừng đặc dụng ở Việt Nam có diện tích nhỏ: 14/128 khu bảo tồn có diện tích dưới 1000 ha; 52/128 có diện tích dưới 10.000 ha; chỉ có 12/128 khu có diện tích trên 50.000 ha. Rừng đặc dụng phân bố phân tán, liên kết giữa các khu rừng đặc dụng còn yếu, chưa hình thành được các hành lang tự nhiên kết nối các khu bảo tồn nhỏ có đặc trưng giống nhau.

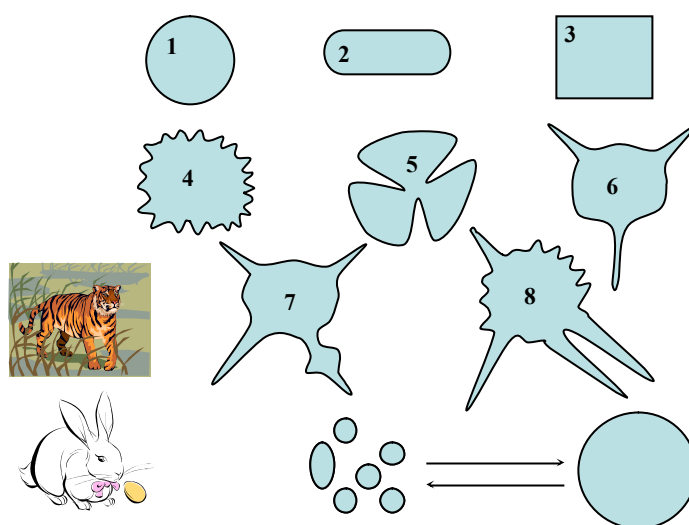
### ***b) Hiệu ứng hình dạng***

Hiệu ứng này liên quan tới tác động sinh thái do hình dạng mảnh nơi sống gây ra. Mảnh nơi sống là mảnh rời rạc có kích thước lớn hơn hoặc bằng diện tích nơi sống tối thiểu với đầy đủ tiêu chí đáp ứng là nơi sống của sinh vật. Khác biệt về hình dạng các mảnh nơi sống sẽ ảnh hưởng rõ rệt tới các nhóm sinh vật sống trong đó, đặc biệt đối với các



vật tiêu thụ. Về mặt hình học, có thể phân biệt được ba nhóm hình dạng mảnh rời rạc chủ đạo như sau:

- Hình dạng cân đối: hình tròn, vuông (kiểu 1, 2 và 3).
- Hình dạng phức tạp (kiểu 4, 5 và 6).
- Hình cầu gai (kiểu 7 và 8).



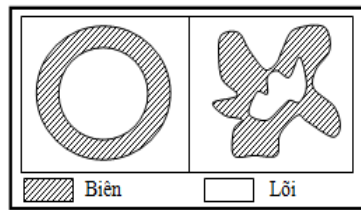
Hình 5.7. Hiệu ứng hình dạng mảnh: hình dạng mảnh nào thích hợp nhất đối với các nhóm động vật. Trong hình này minh họa hiệu ứng hình dạng mảnh đối với vật tiêu thụ bậc thấp (thỏ) và vật tiêu thụ bậc cao (hổ)

Hiệu ứng hình dạng được xem xét với hai nội dung cơ bản là:

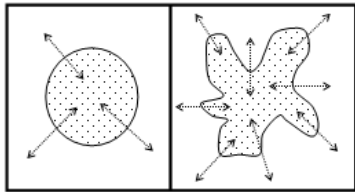
- Hình dạng mảnh rời rạc quy định mức độ tác động của các yếu tố từ bên ngoài tới các loài sống trong đó. Xét về mặt hình học, với một diện tích cho trước, mảnh rời rạc hình tròn sẽ có kích thước đường biên nhỏ nhất nên chịu tác động thấp nhất từ các yếu tố bên ngoài. Ngược lại, các mảnh rời rạc có hình phức tạp hơn sẽ có kích thước đường biên lớn, do đó chịu tác động lớn hơn từ các yếu tố bên ngoài.

- Hiệu ứng hình dạng làm tăng cường hoặc giảm nhẹ tác động của hiệu ứng kích thước đến sinh vật và các xáo động. Trong công tác bảo tồn sinh học, hiệu ứng kích thước và hiệu ứng hình dạng được quan tâm đồng thời.

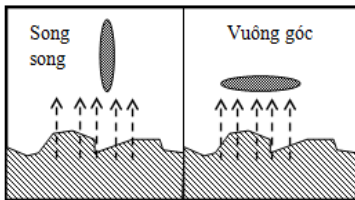
*Bảng 5.2. Hiệu ứng hình dạng mảnh rời rạc đối với sinh vật và các xáo động*



*B1. Ảnh hưởng biên và các loài trong vùng lõi:* mảnh có hình dạng phức tạp thì sẽ có diện tích nơi sống ở vùng biên cao, ở vùng lõi thấp. Hệ quả, số loài sống ở vùng biên tăng; số loài sống ở vùng lõi, bao gồm cả các loài quý hiếm cần được bảo tồn, có xu thế giảm.



*B2. Tương tác với các yếu tố cảnh quan cơ bản xung quanh:* mảnh càng có hình dạng phức tạp, càng chịu các tác động đa chiều, bao gồm cả các tác động tích cực hoặc tiêu cực, xảy ra giữa mảnh rời rạc với thể nền bao quanh.



*B3. Hình dạng và định hướng:* Mảnh dài có hướng song song với hướng phát tán của sinh vật sẽ có xác suất cư trú hoặc tái cư trú thấp hơn so với mảnh dài có hướng vuông góc với hướng phát tán của sinh vật.

(Nguồn: Forman, 1995)

### ***c) Hiệu ứng độ phong phú mảnh***

Độ phong phú mảnh được xác định theo tổng số mảnh cùng kiểu loại hoặc khác kiểu loại có trong một cảnh quan. Chẳng hạn, tổng số mảnh rừng tự nhiên còn sót lại (cùng kiểu loại), hay tổng số khoảnh rừng và khoanh đất nông nghiệp (khác kiểu loại) trong một cảnh quan nông nghiệp. Hiệu ứng độ phong phú mảnh thể hiện tác động sinh thái

của độ phong phú mảnh đến nơi sống, độ phong phú và động lực của các quần thể sinh vật trong cảnh quan.

Bảng 5.3. Hiệu ứng độ phong phú mảnh đối với sinh vật

	<p>C1. <i>Mất nơi sống của sinh vật</i>: di dời hoặc loại bỏ một mảnh rời rạc là nguyên nhân làm mất nơi sống (gây giảm kích thước quần thể sống phụ thuộc vào nơi sống đó), hoặc làm giảm độ đa dạng nơi sống (gây giảm số lượng loài).</p>
	<p>C2. <i>Động lực quần thể biến thái</i>: di dời hoặc loại bỏ một mảnh rời rạc sẽ làm giảm độ kết nối giữa các mảnh. Hệ quả làm giảm kích thước của quần thể biến thái, tăng xác suất tuyệt chủng địa phương, làm giảm khả năng tái cư trú vào nơi sống, giảm tính ổn định của quần thể biến thái.</p>
	<p>C3. <i>Số lượng các mảnh lớn</i>: đối với kiểu mảnh lớn chứa được phần lớn loài trong cảnh quan (tỷ lệ 90 - 95%), số lượng mảnh tối thiểu cho duy trì độ giàu loài là 2. Tuy nhiên, trong kiểu mảnh nhỏ hơn chỉ chứa một số loài hữu hạn (tỷ lệ 40 - 75%), số lượng mảnh tối thiểu là 4-5.</p>
	<p>C4. <i>Các mảnh rời rạc tương đồng phân bố gần nhau</i> sẽ đóng vai trò là một nơi sống: đối với nhiều loài rộng sinh thái, trường hợp nơi sống trong một mảnh lớn bị phá hủy, vẫn có thể tồn tại trong một số mảnh nhỏ phân bố gần nhau. Mặc dù mỗi mảnh nhỏ có điều kiện sống không lý tưởng như đối với mảnh lớn, nhưng một nhóm mảnh nhỏ gần nhau cũng thích hợp là nơi sống của sinh vật nếu được kết nối tốt.</p>

(Nguồn: Forman, 1995)

#### ***d) Biên và hiệu ứng biên***

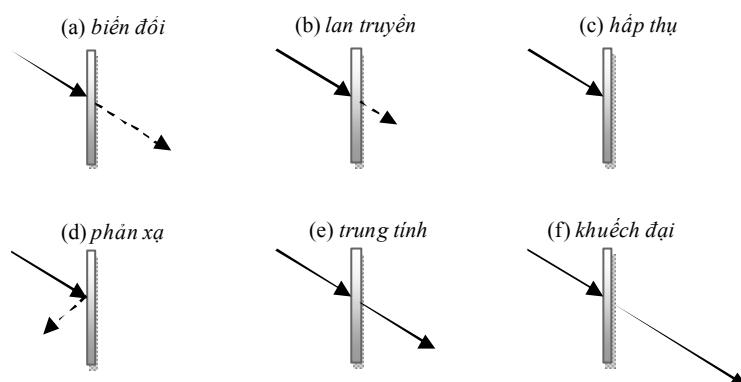
Biên được định nghĩa là "*phần ngoài cùng của mảnh rời rạc có môi trường khác biệt đáng kể so với vùng lõi của mảnh*" (Forman, 1995). Về mặt cấu trúc, biên được xác định đơn giản là đường tiếp giáp nhau giữa mảnh rời rạc với yếu tố cảnh quan lân cận (mảnh rời rạc - mảnh rời rạc, hoặc mảnh rời rạc - thể nền). Về mặt chức năng, đặc trưng quan trọng nhất của biên là chức năng lọc, làm hạn chế những tác động bên ngoài tới vùng lõi. Điều kiện môi trường ở biên chỉ cho phép một số loài thực vật, động vật cư trú hoặc một số quá trình hệ sinh thái (hoặc xáo động) chuyển qua. Thực vật biên thường là những loài cây ưa sáng và chịu được điều kiện khô hạn, điển hình là các loài cây bụi và dây leo. Động vật sống ở biên có hai loại là *động vật biên* (loài động vật chỉ sống ở vùng biên) và *động vật đa nơi sống* (loài động vật di chuyển thường xuyên giữa hai hoặc nhiều nơi sống). Chẳng hạn, bìa rừng (vùng biên của rừng) có chế độ ánh sáng dồi dào, thực vật có chiều cao thấp là trảng cỏ và cây bụi chiếm ưu thế, kéo theo sự phát triển của các động vật ăn cỏ tại khu vực này.

Biên có cấu trúc không đồng nhất trong cùng một mảnh rời rạc. Xét về cấu trúc đứng, vùng biên ở phía bắc và phía nam sẽ nhận được ít hoặc nhiều ánh sáng hơn phía đối diện, dẫn đến việc hình thành các cấu trúc thảm thực vật khác nhau. Xét về cấu trúc ngang, mặc dù quần xã thực vật luôn có xu hướng mở rộng ra phía ngoài, nhưng ở các vị trí thuộc vùng biên tương ứng với các hướng khác nhau. Để đo được độ bất đồng nhất về cấu trúc ngang của biên, người ta sử dụng giá trị độ sâu biên, được tính bằng khoảng cách từ điểm ngoài cùng tới điểm trong cùng của biên tại lát cắt cần xác định.

Biên đóng vai trò là vật lọc, làm biến đổi hướng, cường độ hoặc bản chất của các dòng dinh dưỡng, dòng nước, dòng năng lượng và dòng

sinh vật vượt qua đó. Theo chức năng lọc, biên được phân chia thành sáu kiểu:

- *Biên biến đổi*: không làm thay đổi hướng và cường độ, nhưng làm thay đổi hoàn toàn bản chất của dòng vào;
- *Biên lan truyền*: không làm thay đổi hướng, nhưng làm thay đổi bản chất và giảm cường độ tác động của dòng vào;
- *Biên hấp thụ*: làm triệt tiêu hoàn toàn tác động của dòng vào;
- *Biên phản xạ*: làm thay đổi hướng, bản chất và cường độ tác động của dòng vào;
- *Biên trung tính*: hoàn toàn không tác động đến dòng vào;
- *Biên khuếch đại*: làm tăng cường độ tác động của dòng vào.



Hình 5.8. Chức năng vật lọc của biên đối với sinh vật và các tác động bên ngoài

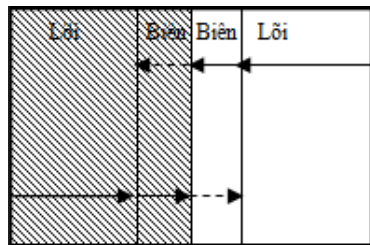
Hiệu ứng biên phản ánh tác động sinh thái của biên tới sinh vật và các quá trình sinh thái trong cảnh quan. Hiệu ứng biên ảnh hưởng tới đa dạng sinh học ở cả khía cạnh tích cực và tiêu cực. Trong mảnh rời rạc, biên là nơi sống cho phép nhiều loài thực vật và động vật từ các quần xã lân cận có thể tiếp cận dễ dàng nhất, làm tăng tính đa dạng sinh học của khu vực. Điều kiện ánh sáng dồi dào dọc theo đường biên tạo

điều kiện cho thực vật phát triển, làm gia tăng sản lượng sinh vật sơ cấp. Do vậy, độ đa dạng và phong phú về côn trùng ăn cỏ, các loài chim và động vật ăn thịt tương đối cao ở vùng biên.

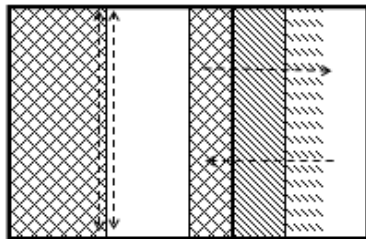
Bên cạnh những mặt tích cực, hiệu ứng biên cũng gây ra các hạn chế đối với đa dạng sinh học. Một khu vực có đường biên quá rộng hoặc phát triển quá mức sẽ hạn chế sự phát triển của nhiều loài sinh vật. Mật độ vật ăn thịt tăng cao dọc theo đường biên. Hiệu ứng biên gây ra những biến đổi môi trường phi sinh học và sinh học, hệ quả là làm mất nơi sống thích hợp hoặc tạo ra nhiều nơi sống không thích hợp cho quần xã sinh vật.

*Bảng 5.4. Hiệu ứng biên đối với sinh vật và các quá trình hệ sinh thái*

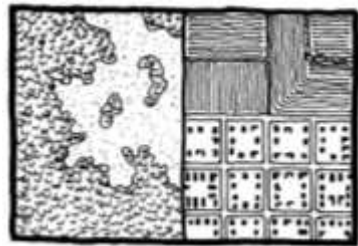
	<p>D1. Đa dạng sinh học ở vùng biên: thảm thực vật ở vùng biên đặc trưng bởi độ đa dạng cao về cấu trúc ngang và cấu trúc đứng, do đó tương đối giàu có về số lượng loài động vật.</p>
	<p>D2. Độ rộng vùng biên: các điểm khác nhau của vùng biên có giá trị độ sâu biên khác nhau, phía có hướng gió chủ đạo và hướng chiếu của Mặt Trời thường có vùng biên rộng hơn.</p>
	<p>D3. Ranh giới tự nhiên và ranh giới hành chính: ranh giới hành chính của một khu bảo tồn thường không trùng với ranh giới tự nhiên. Do đó, khu vực giữa các ranh giới này thường trở nên khác biệt, có thể tồn tại như một vùng đệm, giảm thiểu nhiều tác động từ xung quanh đến vùng lõi của khu vực được bảo vệ.</p>



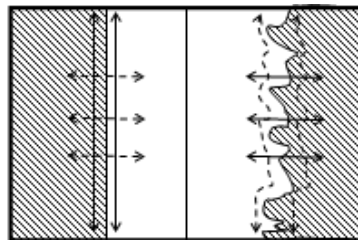
D4. Vùng biên có chức năng "lọc": vùng biên của các mảnh có chức năng giống như một màng bán thấm, làm hạn chế những tác động từ xung quanh đến vùng lõi của các mảnh.



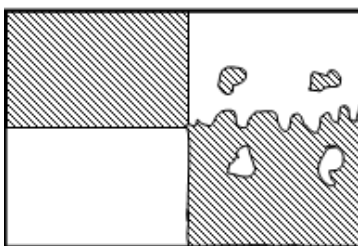
D5. Độ hiểm trở của vùng biên: vùng biên có độ hiểm trở cao có xu hướng làm tăng cường độ các dòng di chuyển dọc theo đường biên. Ngược lại, độ hiểm trở của biên thấp thích hợp với sự di chuyển ngang qua vùng biên.



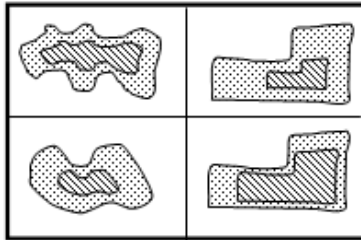
D6. Đặc điểm đường biên tự nhiên và đường biên nhân sinh: hầu hết các đường biên tự nhiên đều có hình dạng cong và mềm mại. Trong khi đó, đường biên do con người tạo ra có hình dạng đơn giản, chẳng hạn đường thẳng hay đường gần thẳng.



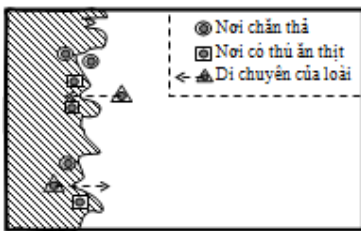
D7. Hình dạng biên và dòng chảy sinh vật: biên thẳng sẽ có nhiều loài di chuyển dọc. Trong khi đó, biên cong và phức tạp thích hợp đối với sự di chuyển cắt ngang.



D8. Ranh giới thô và ranh giới mềm mại: so sánh với một ranh giới thẳng giữa hai vùng, một ranh giới mảnh nhỏ cong có một số lợi ích về sinh thái và môi trường: hạn chế xói mòn đất, có diện tích sử dụng làm nơi sống tự nhiên lớn hơn.



D9. Độ cong và độ rộng của đường biên: kết hợp giữa độ cong và độ rộng của đường biên quyết định tổng diện tích nơi sống trong vùng biên của một mảnh.



D10. Các vi kiến trúc: sự có mặt của các vi kiến trúc tạo ra đa dạng nơi sống cao hơn so với đường biên thẳng, do đó có độ đa dạng loài cao hơn.

(Nguồn: Forman, 1995)

Lý luận về biên và hiệu ứng biên được ứng dụng nhiều trong sinh học bảo tồn. Các nhà thiết kế và quy hoạch khu bảo tồn thiên nhiên thường chú trọng thiết kế diện tích nơi sống ở biên vì hầu hết các loài sinh vật đều thích hợp với điều kiện nơi sống ở vùng biên và vị trí kề nhau của các nơi sống khác nhau sẽ làm tăng độ đa dạng loài. Tuy nhiên, cần lưu ý tới các giải pháp hạn chế những tác động bất lợi do hiệu ứng biên gây ra. Sự thay đổi về vi khí hậu, thảm thực vật, các quần thể động vật không xương sống, các quan hệ sinh học có tính chất đối kháng (vật ăn thịt - con mồi, ký sinh - vật chủ, vật cạnh tranh) dọc theo bìa rừng có thể gây suy giảm kích thước của một số quần thể động vật có xương sống phụ thuộc vào điều kiện môi trường của vùng lõi.

Bên cạnh các độ đo biên cơ bản được trình bày trong phần lớp các độ đo kích thước/mật độ/biên (chương 6), một số độ đo khác được xây dựng nhằm mô tả định lượng cấu trúc của biên. Giá trị các độ đo này là cơ sở quan trọng để đánh giá được hiệu ứng biên:



- *Tỷ lệ diện tích biên của mảnh rời rạc ( $E_p$ ):* xác định tỷ lệ diện tích biên của một mảnh rời rạc so với tổng diện tích biên của cảnh quan. Giá trị của chỉ số này lớn chỉ thị hiệu ứng biên cao.

$$E_{p_i} = \frac{EA_i}{ETLA}$$

Trong đó:  $EA_i$  là diện tích biên của mảnh rời rạc  $i$ ;  
 $ETLA$  là tổng diện tích các biên trong cảnh quan.

- *Chỉ số hình dạng ( $FI$ ):* xác định tỷ lệ diện tích biên so với diện tích của một mảnh rời rạc. Giá trị này càng lớn chỉ thị hiệu ứng biên càng cao. Giá trị lớn hơn 1 chỉ thị diện tích biên lớn hơn diện tích lõi.

$$FI_i = \frac{EA_i}{PA_i}$$

Trong đó:  $EA_i$  là diện tích biên của mảnh rời rạc  $i$ ;  $PA_i$  là diện tích của mảnh rời rạc  $i$ .

- *Chỉ số phân mảnh cảnh quan ( $LFI$ ):* được xác định bằng tỷ lệ của tổng diện tích các biên trong cảnh quan. Giá trị chỉ số này càng cao chỉ thị cho cảnh quan phân mảnh càng mạnh.

$$LFI = \frac{ETLA}{TLA}$$

Trong đó:  $ETLA$  là tổng diện tích các biên trong cảnh quan;  
 $TLA$  là tổng diện tích cảnh quan.

- *Chỉ số đa dạng biên ( $EDI_i$ ):* được xây dựng dựa trên chỉ số đa dạng Shannon-Weaver ( $SDI$ ), biểu thị độ đa dạng các kiểu biên trong một mảnh rời rạc. Giá trị chỉ số này càng lớn, biên có độ đa dạng càng cao.

$$EDI_i = -\sum_{k=1}^{NE_i} q_{ki} \times \log_2 q_{ki}$$

Trong đó:  $NE_i$  là số lượng các kiểu biên trong mảnh rời rạc  $i$ ;  
 $q_{ki}$  là tỷ lệ của mỗi kiểu biên  $k$  thuộc mảnh rời rạc  $i$ .

## 5.4. HÀNH LANG VÀ CÁC HIỆU ỨNG SINH THÁI

### 5.4.1. Hành lang

#### a) Khái niệm

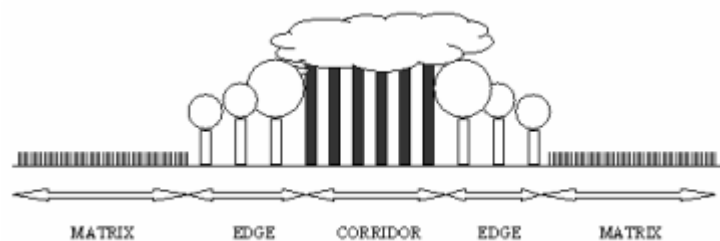
Hành lang được định nghĩa là "một yếu tố cảnh quan dạng tuyến có vai trò kết nối các mảnh rời rạc giống nhau nhưng khác biệt với thể nền bao quanh" (Forman và Godron, 1986), hoặc "một kiểu yếu tố cảnh quan cơ bản dạng tuyến có chức năng kết nối các mảnh nơi sống" (Nguyễn An Thịnh, 2008).

Các thuộc tính có ý nghĩa sinh thái của hành lang bao gồm:

- *Độ rộng*: hành lang càng hẹp thì càng làm giảm diện tích nơi sống nhưng một hành lang quá rộng cũng không thuận lợi cho dòng chảy sinh vật. Một hành lang đủ rộng sẽ đảm bảo duy trì tốt tất cả các hiệu ứng sinh thái.

- *Độ cao*: biểu thị khả năng lọc của hành lang. Hành lang càng cao càng cho phép nhiều loài động vật di chuyển, bao gồm cả động vật lớn, động vật nhỏ, động vật bay,...

- Một số thuộc tính quan trọng khác: chiều dài, độ cao tuyệt đối, đa dạng sinh học trong quần xã,...



Hình 5.9. Mặt cắt đứng của một hành lang  
(Trong đó: MATRIX là thể nền, EDGE là biên; CORRIDOR là hành lang)

Trong sinh thái cảnh quan, hành lang là yếu tố cấu trúc nhưng thường được xem xét với vai trò của một yếu tố chức năng, nghĩa là chú trọng nhiều đến vai trò trong cảnh quan. Có thể hiểu vai trò của hành lang là một đường dẫn đặc biệt thuận lợi cho dòng chảy sinh vật trong cảnh quan, chẳng hạn động vật di chuyển, thực vật phát tán, trao đổi di truyền, các quần thể sinh vật di chuyển khi môi trường biến đổi hoặc xảy ra thiên tai, các loài bị đe dọa được bổ sung cá thể từ các khu vực khác,... Với tầm quan trọng như vậy, các quốc gia thuộc Bắc Mỹ và Liên minh châu Âu đã xác định quy hoạch và thiết kế hành lang tự nhiên là một nhiệm vụ không thể thiếu trong công tác bảo tồn sinh học.

Có nhiều ví dụ thực tiễn về sự hiện diện của các hành lang tự nhiên và hành lang nhân tạo ở các quy mô khác nhau. Ở quy mô toàn cầu, hành lang kết nối các châu lục bao gồm eo đất Panama, hoặc các cầu đất như ở eo biển Bering đã xuất hiện và biến mất do thay đổi mực nước biển trong hàng triệu năm. Ở quy mô lục địa, hành lang tự nhiên kết nối các hệ sinh thái rừng ở miền nam Mexico với Panama; dãy núi Rocky được quy hoạch là hành lang kết nối khu vực Yellowstone ở bắc Wyoming với các vùng Yukon và Alaska. Các dải cây xanh dọc theo đường giao thông hay các hành lang tự nhiên trong các khu bảo tồn là những ví dụ điển hình về hành lang ở quy mô địa phương.

### ***b) Phân loại***

Trong tự nhiên có tám kiểu hành lang phổ biến là:

- *Hành lang hai chiều*: cho phép dòng chảy sinh vật lưu thông theo cả hai chiều;

- *Hành lang một chiều*: chỉ cho phép dòng chảy sinh vật lưu thông theo một chiều;

- *Hành lang rộng*: đóng vai trò nơi sống có sức chứa cao đối với các loài sinh vật;

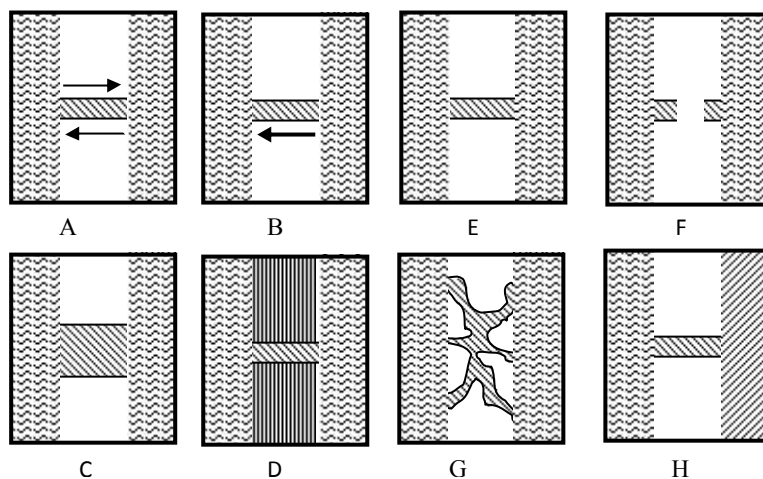
- *Hành lang bao bọc*: kiểu hành lang này được thể nền có bản chất tương tự bao bọc xung quanh;

- *Hành lang tương tự*: kiểu hành lang này có bản chất tương tự nhưng cấu trúc không hoàn toàn giống với mảnh nơi sống nguồn và đích;

- *Hành lang rời rạc*: không khép kín hoặc bị đứt đoạn;

- *Hành lang mạng lưới*: bao gồm nhiều hành lang phụ được kết nối với nhau, tạo ra nhiều đường di chuyển, giảm thiểu tác động nếu một hành lang được loại bỏ. Tuy nhiên, hành lang tạo điều kiện để phát tán dịch bệnh, ký sinh và các loài xâm lấn;

- *Hành lang dẫn*: hành lang này cho phép dòng chảy sinh vật dẫn đến một nơi sống đích có môi trường gần tương tự.



Hình 5.10. Tám kiểu hành lang phổ biến trong tự nhiên: A. Hành lang hai chiều; B. Hành lang một chiều; C. Hành lang rộng; D. Hành lang bao bọc; E. Hành lang tương tự; F. Hành lang rời rạc; G. Hành lang mạng lưới; H. Hành lang dẫn (Bastian và Steinhardt, 2002).

## 5.4.2. Hiệu ứng sinh thái của hành lang

Hiệu ứng sinh thái của hành lang thể hiện khả năng tạo ra đường đi, nơi sống, chứa đựng tài nguyên cần cho sự tồn tại và tái sản xuất của sinh vật... Trong đó, năm hiệu ứng quan trọng nhất bao gồm:

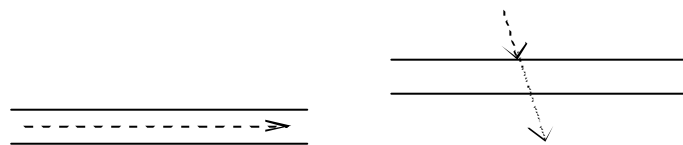
- *Đường để đi (người), di chuyển hoặc phát tán (dòng sinh vật)*: với cấu trúc dạng tuyến, hành lang cung cấp đường lưu thông cho dòng chảy sinh vật giữa các mảnh nơi sống khác nhau. Sự có mặt của các hành lang sẽ làm tăng độ kết nối trong cảnh quan.

- *Vật lọc hoặc rào cản*: với hình thái dạng tuyến, hành lang là rào cản hoặc vật lọc đối với các dòng dinh dưỡng hoặc dòng chảy sinh vật; cản trở các dòng chảy vuông góc với hướng của hành lang.

- *Nơi sống cho các loài sống ở ven rìa cảnh quan*: hành lang có thể là nơi sống tạm thời hay vĩnh viễn cho sinh vật. Sự có mặt của các hành lang nơi sống sẽ làm tăng độ kết nối trong cảnh quan.

- *Nguồn ảnh hưởng đến các thể nền xung quanh*: hành lang đóng vai trò là một nguồn tác động gây ảnh hưởng đến các chức năng của thể nền thông qua biến đổi năng lượng, dòng dinh dưỡng, dòng chảy sinh vật vào thể nền xung quanh.

- *Nguồn và đích*: hiệu ứng này chỉ được biểu hiện khi tăng tỷ lệ cá thể sinh vật nhập cư tới các mảnh đích, đặc biệt trong trường hợp các yếu tố dạng tuyến không tồn tại. Hiệu ứng này phụ thuộc vào khả năng nhận biết của các sinh vật khác nhau cũng như đặc tính môi trường.



Hình 5.11. Vai trò đường đi (a) và vật lọc (b) là những biểu hiện của hiệu ứng sinh thái của hành lang

## 5.5. THỂ NỀN, THỂ KHẢM VÀ HIỆU ỨNG SINH THÁI

### 5.5.1. Thể nền

#### a) Khái niệm

Thể nền là "yếu tố cảnh quan đặc trưng bởi bề mặt mở rộng, độ kết nối cao, tương đối đồng nhất, là yếu tố điều khiển chủ đạo động lực của cảnh quan" (Forman, 1995); "... yếu tố cảnh quan có tính mở rộng và liên kết nhất, đóng vai trò chủ đạo trong chức năng của cảnh quan" (Turner và Gardner). Trên thực địa, các yếu tố cảnh quan có diện tích lớn nhất, bao quanh các yếu tố còn lại được khoanh định là thể nền.



Hình 5.12. Một ví dụ về thể nền: cảnh quan cao nguyên Bắc Cumberland thuộc tiểu bang Tennessee, Hoa Kỳ có thể nền được hình thành bởi không gian

*phát triển rừng cây gỗ, đất nông nghiệp và rừng trồng cây lá kim diện tích lớn.*

Thể nền có các đặc điểm sau:

- Là yếu tố cấu trúc cảnh quan mở rộng và kết nối nhất.

- Trong hầu hết các cảnh quan, thể nền là yếu tố cấu trúc cảnh quan có biểu hiện bên ngoài rõ ràng nhất, dễ được phát hiện nhất.

- Nhận dạng một yếu tố cảnh quan có phải là thể nền hay không phụ thuộc chặt chẽ vào quy mô không gian nghiên cứu. Chẳng hạn, khi nghiên cứu ở quy mô không gian nhỏ, thể nền là lớp phủ rừng có diện tích lớn nhất, các mảnh đất trống và đất nông nghiệp xen kẽ bên trong là mảnh rời rạc; tuy nhiên, khi tăng quy mô không gian nghiên cứu, đất nông nghiệp trở thành thể nền với các mảnh rời rạc là các khoảnh rừng xen kẽ bên trong.

### ***b) Các hiệu ứng sinh thái***

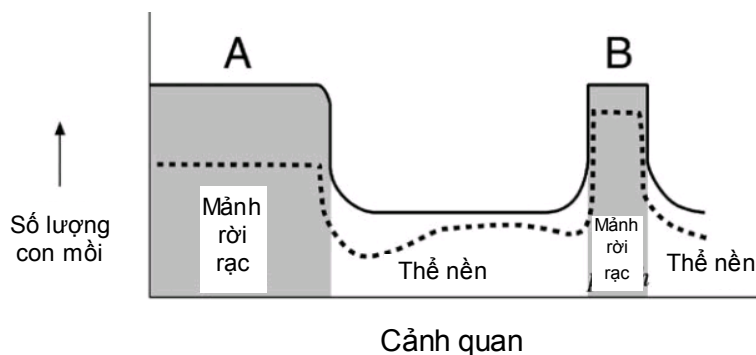
Ảnh hưởng sinh thái của thể nền tới sinh vật và các quá trình hệ sinh thái được thể hiện ở hiệu ứng khoảng cách, hiệu ứng trở lực sinh thái và hiệu ứng bán thấm.

#### ***(i) Hiệu ứng khoảng cách***

Đây là hiệu ứng sinh thái quan trọng nhất của thể nền. Ảnh hưởng của thể nền đến sinh vật và các quá trình hệ sinh thái do thể nền tạo ra khoảng cách giữa các mảnh rời rạc. Hiệu ứng này tuân theo định luật 2 của Địa sinh học đảo: "*khoảng cách của các mảnh rời rạc càng xa thì càng ít loài giống nhau phân bố trong các mảnh đó*" (MacArthur và Wilson, 1969). Các loài sinh vật cần không gian thích hợp để di chuyển (đối với động vật) hoặc phát tán (đối với thực vật). Cơ hội di chuyển hoặc phát tán thành công của sinh vật cao trong trường hợp khoảng cách giữa các

mảnh nơi sống không quá lớn, và ngược lại. Nguyên nhân xuất phát từ những nguy cơ đe dọa đối với sinh vật khi di chuyển hoặc phát triển ở khoảng cách dài. Trường hợp điển hình là các loài con mồi có nguy cơ bị vật ăn thịt tấn công khi di chuyển qua thể nền.

Hình dưới đây minh họa chi tiết cho hiệu ứng khoảng cách. Ảnh hưởng của vật ăn thịt đến kích thước quần thể con mồi trong hai mảnh nơi sống thuận lợi (vùng màu xám) và thể nền ít thuận lợi đối với con mồi. Mảnh nơi sống A có kích thước lớn, là nơi sống của cả vật ăn thịt và con mồi. Mảnh nơi sống B có cùng bản chất như mảnh A, nhưng kích thước quá nhỏ không thuận lợi cho vật ăn thịt cư trú. Trong trường hợp vắng mặt vật ăn thịt, đường đậm thể hiện kích thước quần thể con mồi ở thể nền thấp hơn nhiều so với trong các mảnh nơi sống. Khi có mặt vật ăn thịt, đường nét đứt thể hiện kích thước quần thể con mồi suy giảm trong cả thể nền và tất cả các mảnh nơi sống, trong đó suy giảm ở mảnh nơi sống A là cao nhất.

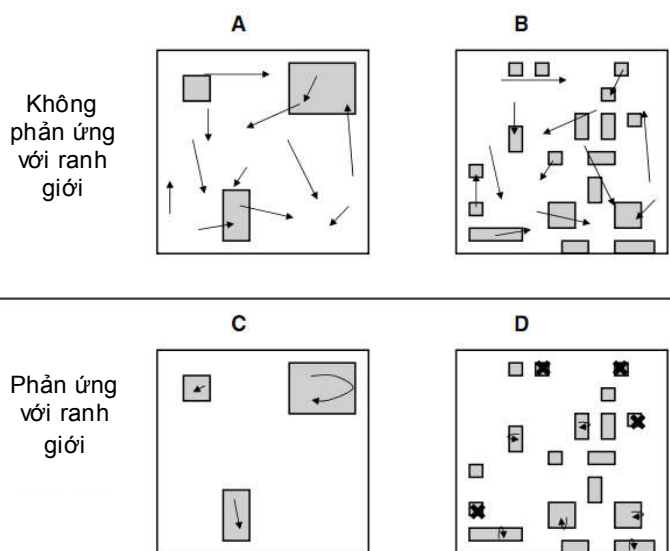


Hình 5.13. Hiệu ứng khoảng cách được thể hiện ở hiện tượng ảnh hưởng của vật ăn thịt đến kích thước quần thể con mồi trong hai mảnh nơi sống thuận lợi và thể nền ít thuận lợi đối với con mồi.

(ii) Hiệu ứng trở lực sinh thái



Ranh giới giữa thể nền và mảnh rời rạc tạo ra các trở lực khác nhau đối với các loài sinh vật. Một số loài sinh vật dễ dàng vượt qua ranh giới này (không phản ứng với ranh giới) (hình A và B); một số loài sinh vật không thể vượt qua được ranh giới (phản ứng với ranh giới) (hình C và D). Hiệu ứng trở lực sinh thái sẽ không có hiệu lực đối với sự tồn tại của các loài không có phản ứng ranh giới (A so với B). Đối với các loài sinh vật phản ứng mạnh mẽ với ranh giới, sự tồn tại của quần thể sẽ cao trong cảnh quan ít bị phân mảnh (C so với D).



Hình 5.14. Hiệu ứng trở lực sinh thái

### (iii) Hiệu ứng bán thấm

Hiệu ứng bán thấm thể hiện thể nền không cho phép hoặc cho phép có chọn lọc các dòng sinh vật đi qua thể nền để di chuyển giữa các mảnh nơi sống. Trong tự nhiên, có sáu mức độ chọn lọc:

- Không cản trở dòng chảy sinh vật qua các mảnh nơi sống. Tuy nhiên, nếu khoảng cách giữa các mảnh nơi sống quá lớn thì dòng chảy sinh vật bị hạn chế;

- Không cản trở dòng chảy sinh vật vào những thời điểm nhất định. Ví dụ, đầu nguồn của một hệ thống suối có thể được kết nối với nhau trong mùa lũ lụt;

- Cản trở dòng chảy sinh vật ở mức yếu, khuếch đại hiệu ứng khoảng cách;

- Cản trở dòng chảy sinh vật ở mức trung bình;

- Cản trở nghiêm ngặt dòng chảy sinh vật, ngoại trừ một số ít dòng đặc biệt. Tỷ lệ phát tán thành công phụ thuộc vào lứa tuổi, giới tính, sức khỏe hoặc nhịp điệu mùa;

- Ngăn cản hoàn toàn dòng chảy sinh vật. Một trường hợp ngoại lệ là thể nền có tính thấm cao nhưng lại không cho phép dòng chảy sinh vật lưu thông do có các vật cản, ví dụ đường giao thông, sông suối,...

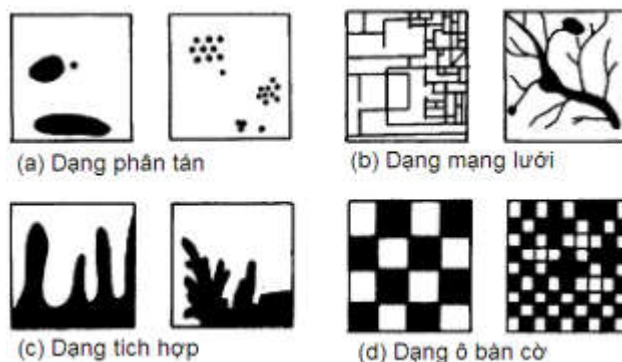
### 5.5.2. Thể khảm

Thể khảm được định nghĩa là "*tập hợp các mảnh rời rạc, hành lang và thể nền phân bố liên kề nhau và có kích thước nhỏ*" (Forman, 1995); hoặc là "*.... một yếu tố cảnh quan tích hợp, được hình thành bởi tổ hợp của các mảnh rời rạc, hành lang và thể nền kích thước nhỏ có cùng chung lãnh thổ*" (Nguyễn An Thịnh, 2008).

Trong trường hợp tại cùng một vị trí trong cảnh quan, các yếu tố mảnh rời rạc, hành lang và thể nền có diện tích quá nhỏ hoặc phân bố đan xen không thể xác định được ranh giới chính xác giữa các yếu tố này, phức hệ của tất cả các yếu tố đó là thể khảm. Thể khảm được phân định ở một quy mô không gian hoặc tỷ lệ bản đồ nghiên cứu cụ thể.

Có bốn dạng thể khảm cơ bản trong cảnh quan là *dạng phân tán, dạng mạng lưới, dạng tích hợp và dạng ô bàn cờ*. Trong đó, dạng mạng lưới được tạo bởi các mảnh rời rạc kết nối với nhau bằng các hành lang, có

vai trò duy trì dòng chảy sinh vật, dòng nước và dòng các chất dinh dưỡng trong cảnh quan.



Hình 5.15. Bốn kiểu thể khám cơ bản trong cảnh quan

## 5.6. ECOTON, ECOCLINE VÀ HIỆU ỨNG SINH THÁI

### 5.6.1. Ecoton

#### a) Khái niệm

Thuật ngữ "ecoton" (tiếng Anh "ecotone") được kết hợp bởi từ "ecology" (sinh thái học) và "tone" (từ tiếng Hy Lạp "tonos", nghĩa là "sức căng"), còn được gọi là "hệ sinh thái chuyển tiếp", "hệ đệm" hoặc "quần xã chuyển tiếp". Ecoton là một kiểu biên đặc biệt. Ban đầu, khái niệm ecoton chỉ được sử dụng trong sinh thái học quần xã. Định nghĩa về ecoton được Clements (1905, 1936) đưa ra trong một công trình nghiên cứu cấu trúc quần xã thực vật: "một ecoton là một khu vực chuyển tiếp giữa hai kiểu quần xã nằm cạnh nhau, ví dụ rừng và đồng cỏ. Ecoton có thể rộng hay hẹp, có thể là dạng chuyển tiếp từ từ giữa hai quần xã trong một khu vực rộng lớn hoặc là một đường ranh giới rõ nét". Sau đó, định nghĩa về ecoton được mở rộng cho các hệ sinh thái: "ecoton là vùng chuyển tiếp giữa các hệ sinh thái liên kề, có các tính chất riêng biệt được xác định bởi quy mô không gian và thời gian và mức độ tương tác giữa các hệ sinh thái liên kề" (Holland,

1988). Trong sinh thái cảnh quan, khái niệm ecoton được áp dụng cho cả mảnh rời rạc, nơi sống và toàn bộ cảnh quan.



Hình 5.16. Hệ sinh thái rừng ngập mặn ở khu Ramsar Xuân Thủy, tỉnh Nam Định là một ecoton giữa hệ sinh thái thủy vực với hệ sinh thái trên cạn. Ngoài chức năng là nơi sống của các loài chim nước, rừng ngập mặn ở khu Ramsar có vai trò quan trọng trong ngăn chặn chất thải từ lục địa đổ ra biển, đồng thời ngăn cản các tác động từ ngoài biển vào lục địa, chẳng hạn tác động của bão, nước biển dâng... Đây là một yếu tố cảnh quan quan trọng trong các bản quy hoạch sinh thái cảnh quan.

### ***b) Đặc điểm và phân loại***

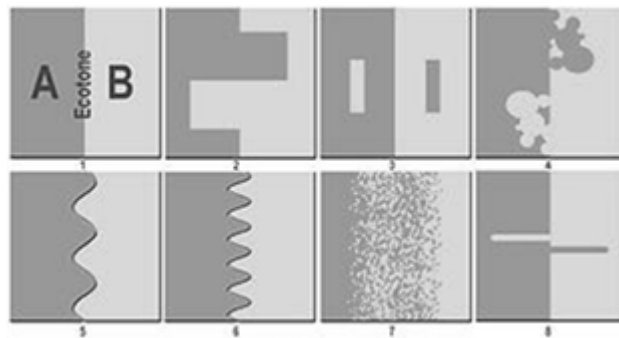
Ecoton có thể có nguồn gốc tự nhiên (ví dụ, khu vực chuyển tiếp giữa rừng - đầm lầy, rừng - đồng cỏ, đất - nước, tương tác như những khu vực ven sông trong rừng) hoặc có nguồn gốc nhân tạo (ví dụ chuyển đổi rừng thành đất canh tác tạo ra một ecoton rừng/đất canh tác). Quần xã trong ecoton được gọi là *quần xã chuyển tiếp*, một mặt vẫn giữ những tính chất của mỗi quần xã giáp ranh, nhưng mặt khác, thường chứa nhiều loài không được bắt gặp ở các quần xã giáp ranh.

Ecoton là một hệ sinh thái chuyển tiếp giữa các hệ sinh thái lớn hơn kề nhau và có nhiều đặc trưng tương phản. Về mặt không gian, ecoton bao giờ cũng nhỏ hơn các hệ sinh thái chính cấu tạo nên nó.

Trong ecoton, ngoài những điều kiện riêng về môi trường và các loài đặc trưng, còn gặp một số loài sống ở các hệ sinh thái lân cận di cư đến để kiếm ăn, sinh sản,... Trong điều kiện môi trường khắc nghiệt và kém ổn định hơn, chỉ có một số ít loài sinh vật thích nghi với điều kiện chuyển tiếp mới có thể tồn tại và phát triển.

Ecoton là nơi có sản lượng sinh học cao. Do đa dạng loài thấp, không gian rộng lớn, cạnh tranh giữa các loài thấp, ít vật cạnh tranh nên các loài cư trú trong ecoton có điều kiện tăng kích thước quần thể, tạo ra sản lượng sinh học cao.

Hiệu ứng biên được thể hiện rất rõ nét trong ecoton. Ecoton không chỉ chứa các loài chung của cả hai quần xã lân cận mà còn chứa một số loài có khả năng thích nghi cao có xu thế cư trú trong các vùng chuyển tiếp. Hệ quả tạo ra hiệu ứng biên, làm tăng độ đa dạng của quần xã động vật và thực vật, do tính đa dạng cao về các điều kiện môi trường (hoặc các ổ sinh thái) ở quy mô địa phương.



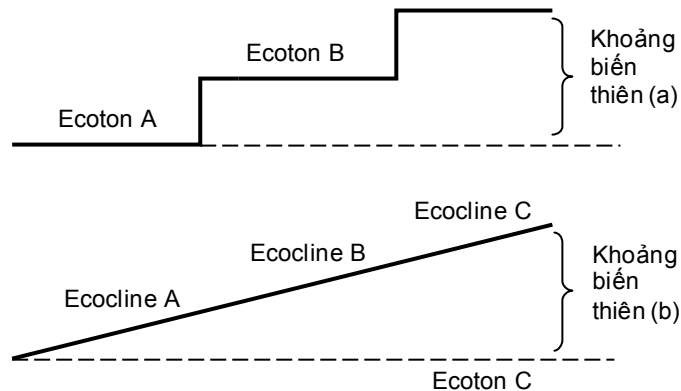
Hình 5.17. Các kiểu ecoton phổ biến trong tự nhiên

Hình trên minh họa 8 kiểu ecoton phổ biến trong tự nhiên:

- Ecoton đơn giản có diện tích và bề mặt đồng nhất ở cả hai phía (kiểu 1 và 2);
- Các ecoton phức tạp (kiểu 3 và 4);
- Các ecoton được kéo dài nhưng không làm thay đổi quá mức điều kiện môi trường (kiểu 5 và 6);
- Ecoton được tạo bởi sự thâm nhập của các yếu tố tự nhiên và nhân sinh, tương tự như cấu trúc một bìa rừng (kiểu 7);
- Ecoton được hình thành bởi động vật làm thay đổi môi trường của nó (kiểu 8).

### 5.6.2. Ecocline

Cùng với ecoton, ecocline cũng là một kiểu biên đặc biệt trong cảnh quan. Khái niệm và mô hình về ecocline (còn gọi là "dị biệt sinh thái") (tiếng Hy Lạp "*κλίω*" nghĩa là "biểu hiện gradient") được nhà sinh học người Anh là Huxley (1938) phát triển với mục đích mô tả "một ecoton có hàng loạt các quần xã sinh học phân bố theo dạng gradient liên tục".

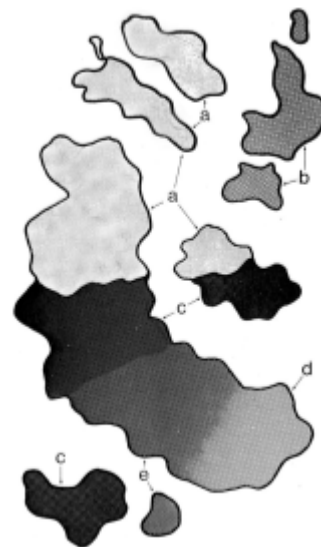


Hình 5.18. So sánh giữa khái niệm ecoton và ecocline: (a) các ecoton được phân biệt rõ ràng do hình thái và thuộc tính không liên tục; (b) Sự biến đổi tuần tự trong ecocline.

Ecocline là một biểu thị định lượng của ecoton. Như nội dung đã trình bày ở phần trên, ecoton là một khái niệm định tính, biểu thị một khu vực chuyển tiếp hẹp giữa hai nơi sống khác biệt hoặc hai kiểu hệ sinh thái có bản chất khác nhau. Trong khi đó, ecocline là một khái niệm định lượng, biểu thị một khu vực chuyển tiếp rộng lớn hơn, định lượng các bộ phận được sắp xếp theo một gradient môi trường, gradient sinh học hoặc theo một tập hợp liên tục các hệ sinh thái được phân bố theo không gian.

Khái niệm ecocline có ý nghĩa quan trọng hơn ecoton trong các nghiên cứu sinh thái cảnh quan. Ecocline là một dạng biên đặc biệt, đặc trưng bởi sự thay đổi tuần tự, liên tục theo gradient môi trường của một hệ sinh thái hoặc một quần xã. Khái niệm này được sử dụng để giải thích đặc điểm phân bố, đa dạng sinh học trong một cảnh quan. Trên thực tế, sinh vật tồn tại tốt hơn dưới các điều kiện nhất định, thay đổi dọc theo ecocline. Chúng chứa các quần xã được xem là ổn định hơn so với các quần xã trong ecoton.

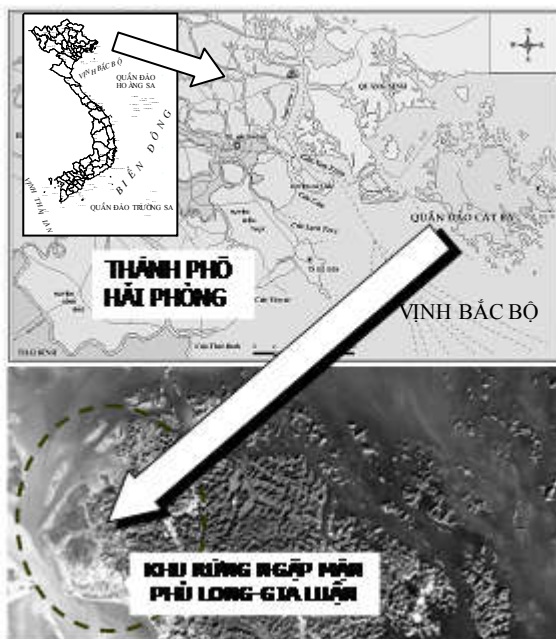
*Hình 5.19. Đặc điểm phân bố của một loài chỉ ra một số phân bố loài phụ: (A) Loài phụ a phân bố phân đoạn nhưng không phải là các quần thể biệt hóa; (B) Loài phụ b phân bố phân đoạn và biệt hóa so với các loài phụ khác, tuy nhiên đây là các quần thể bị chia cắt, không phải là các quần thể biệt hóa; (C) Loài phụ c liên kết với loài phụ a, nhưng với sự thay đổi từ từ của loài phụ d. Một ecocline hình thành từ c tới d. Loài phụ c có ba phân đoạn không phải là các quần thể biệt hóa, tuy nhiên, quần thể e tương đồng với trung tâm của ecocline c-d. Nếu chỉ có các quần thể phân đoạn c và e có mặt, thì e được phân đoạn biệt hóa từ c; (D) Loài phụ d là phần xa nhất của một ecocline từ loài phụ c.*



## 5.7. Trường hợp nghiên cứu điển hình: ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PCM TRONG PHÂN TÍCH ĐỘNG LỰC BIẾN ĐỔI RỪNG NGẬP MẶN KHU DỰ TRỮ SINH QUYỂN THẾ GIỚI QUẦN ĐẢO CÁT BÀ GIAI ĐOẠN 1965 - 2007

Quần đảo Cát Bà là một trong tám khu dự trữ sinh quyển thế giới của Việt Nam được UNESCO công nhận vào năm 2004 nhằm thúc đẩy mục tiêu hài hòa giữa bảo tồn và phát triển thông qua sử dụng nguồn lợi bền vững. Trong nhiều hệ sinh thái đặc trưng ở khu vực này, rừng ngập mặn là hệ sinh thái đặc thù, chứa đựng nhiều loài sinh vật quý hiếm, có giá trị cao về bảo tồn đa dạng sinh học.

Khu vực được lựa chọn nghiên cứu mẫu thuộc ranh giới hành chính của xã Phù Long và xã Gia Luận. Thuộc vùng cửa sông hình phễu Cấm - Bạch Đằng, Phù Long - Gia Luận là khu vực có diện tích rừng ngập mặn lớn nhất trong Khu Dự trữ Sinh quyển Quần đảo Cát Bà, được Chương trình Con người và Sinh quyển (MAB) lựa chọn làm mô hình thí điểm phát triển bền vững. Mặc dù quy hoạch bảo vệ rừng ngập mặn đã được tích hợp trong Quy hoạch Tổng thể Phát triển Kinh tế Xã hội của thành phố Hải Phòng giai đoạn 2010 - 2020, nhưng hiện nay một phần diện tích rừng ngập mặn bị phá hủy chuyển đổi sang đầm nuôi thủy sản. Điều đó gây ra những đe





dọa nghiêm trọng đối với mục tiêu bảo tồn rừng ngập mặn và thách thức sự phát triển bền vững khu vực.

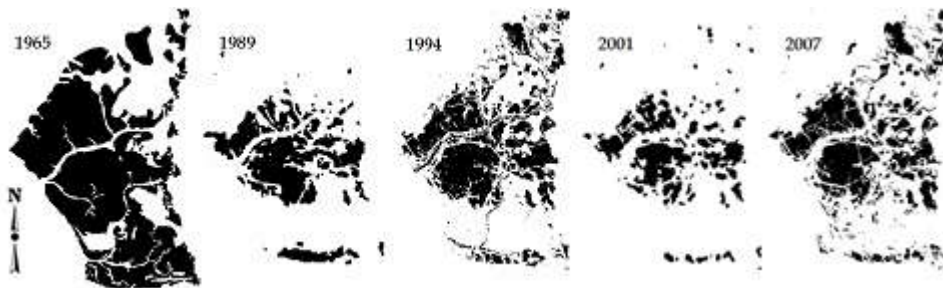
Trong nghiên cứu này, mô hình PCM của Forman (1995) được sử dụng để thành lập bản đồ sinh thái cảnh quan rừng ngập mặn. Yếu tố mảnh rời rạc được áp dụng cho lớp phủ rừng ngập mặn. Cơ sở dữ liệu chính được sử dụng là bản đồ nền dạng số tỷ lệ 1:25.000, hệ tọa độ VN2000; bản đồ địa hình năm 1965; ảnh vệ tinh LANDSAT TM các năm 1989, 1994 (độ phân giải 30m×30m); ảnh vệ tinh SPOT các năm 2001, 2007 (độ phân giải 10m×10m). Bản đồ địa hình năm 1965 được nắn chỉnh hình học theo bản đồ nền, số hóa thành lập bản đồ rừng ngập mặn năm 1965 bằng phần mềm MapInfo 9.5 (MapInfo Professional, version 9.5, Pitney Bowes MapInfo, USA). Các ảnh vệ tinh được nắn chỉnh hình học bằng phương pháp láng giềng gần nhất (Nearest Neighbor Method, Select GSPs: Image to Map) và phân loại có kiểm định (Supervised Classification) bằng phần mềm ENVI 4.5 (the Environment for Visualizing Images, version 4.5, USA), thành lập các bản đồ sinh thái cảnh quan rừng ngập mặn năm 1989, 1994, 2001 và 2007. Cuối cùng, các mô hình độ đo cảnh quan và mô hình phân tích nhân tố được sử dụng phân tích động lực và xác định các nhân tố chính ảnh hưởng đến biến động rừng ngập mặn khu vực nghiên cứu.

### *Biến động rừng ngập mặn giai đoạn 1965 - 2007*

Khu vực nghiên cứu nằm ở phía tây tây bắc quần đảo Cát Bà, có quá trình bồi tụ chiếm ưu thế tạo điều kiện cho địa hình bãi triều phát triển, là môi trường thuận lợi phát triển rừng ngập mặn. Đây là nguyên nhân chính giải thích lý do rừng ngập mặn ở Phù Long - Gia Luận chiếm diện tích lớn nhất ở quần đảo Cát Bà. Các loài thực vật ngập mặn ưu thế là mắm quắn (*Avicennia latana*), sú (*Aegiceras corniculatum*), vẹt dù (*Bruguiera gymnorhiza*), trang (*Kandelia candel*), đước vôi (*Rhizophora*

*stylosa*). Bãi triều cao cấu tạo bởi trầm tích rừng ngập mặn màu nâu xám, màu xám xanh hoặc trầm tích màu xám giàu mùn bã hữu cơ. Bãi triều thấp được cấu tạo bởi trầm tích cát bột bị bào mòn có vỏ thân mềm biển.

Giải đoán ảnh vệ tinh đã xác định chính xác diện tích rừng ngập mặn là 1.534 ha vào năm 1965, giảm còn 538 ha (năm 1989), 792,3 ha (năm 1994), 398,5 ha (năm 2001) và tăng 704,5 ha năm 2007. Trong giai đoạn 1965 - 2007, mặc dù biến động giảm nhưng diện tích rừng ngập mặn vẫn lớn nhất so với các loại hình khác (đầm nuôi thủy sản, quần cư, đất nông nghiệp,...). Diện tích biến động trong cả giai đoạn là 829,5 ha, đồng nghĩa với tốc độ mất rừng ngập mặn trung bình 20 ha/năm. Tốc độ mất rừng lớn nhất lên tới 41,5 ha/năm trong giai đoạn 1965 - 1989 và 56,26 ha/năm trong giai đoạn 1994 - 2001. Khu vực giảm diện tích rừng ngập mặn lớn nhất thuộc về Phù Long. Khu vực Gia Luận có tốc độ mất rừng lớn nhất trong giai đoạn 1965 - 1989 nhưng từ 1989 cho đến nay biến động không đáng kể.

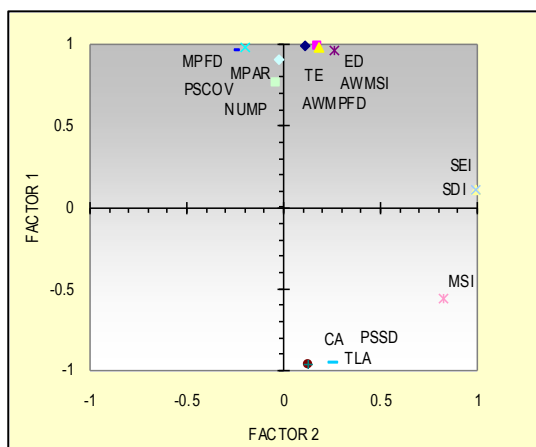


Hình 5.20. Biến động rừng ngập mặn khu vực Phù Long - Gia Luận giai đoạn 1965 - 2007. (Thành lập từ bản đồ địa hình năm 1965, ảnh vệ tinh Landsat TM năm 1989 và 1994, ảnh vệ tinh SPOT năm 2001 và 2007, nắn chỉnh hình học trên hệ tọa độ VN2000)

### Các nhân tố ảnh hưởng đến biến động rừng ngập mặn giai đoạn 1965 - 2007

Phân tích nhân tố là mô hình toán học đa biến cho phép xác định những tổ hợp tuyến tính của các độ đo fractal và độ đo thông tin có cùng xu thế trong biến đổi rừng ngập mặn khu vực Phù Long - Gia Luận, được giải theo các bước phân tích tương quan, phân tích thành phần chính (PCA), quay varimax và trực giao số liệu. Trong ma trận tương quan, giá trị các hệ số tương quan đều  $>0,3$  với kiểm định Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) = 0,83 ( $P < 0,0001$ ) đảm bảo độ tin cậy của kết quả phân tích. Hai nhân tố được rút ra (FACTOR 1 và FACTOR 2) có giá trị riêng  $\lambda > 1$ , giải thích 94,75% biến thiên tổng.

Mỗi độ đo sau khi quay varimax đều có tương quan chặt với chỉ một nhân tố, nên mỗi nhân tố rút ra sẽ đặc trưng cho sự biến đổi của một nhóm độ đo của rừng ngập mặn. Nhân tố 1 có bản chất lưỡng cực, tương quan nghịch với nhóm biến TLA, CA và PSSD (hệ số tương quan  $< -0,95$ ), tương quan thuận với nhóm biến NumP, ED, TE, AWMSI, MPFD, PSCoV, AWMPFD và MPAR (hệ số tương quan  $>0,75$ ),

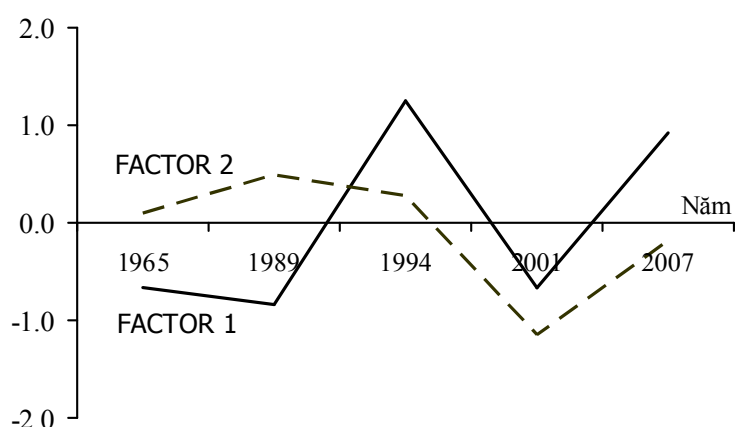


Hình 5.21. Không gian phân bố của 2 nhân tố trong trường độ đo cảnh quan (Phương pháp: phân tích thành phần chính, quay Varimax)

có ý nghĩa đại diện cho các độ đo về diện tích, mật độ và biên của rừng ngập mặn, nên được đặt tên là “nhân tố độ đo diện tích/mật độ/biên”. Nhân tố 2 có bản chất đơn cực, tương quan thuận với nhóm biến SDI, SEI và MSI (hệ số tương quan  $>0,8$ ), đại diện cho các độ đo độ đa dạng và hình dạng rừng ngập mặn, được đặt tên là “nhân tố độ đo đa dạng/hình dạng”.

Điểm nhân tố 2 lớn hơn nhân tố 1 trong giai đoạn 1965 - 1989 và nhỏ hơn trong giai đoạn sau năm 1989. Nhân tố 1 có xu thế tăng trong

giai đoạn 1994 - 2007 với giá trị cao nhất vào các năm 1994 (1,25) và 2007 (0,921), cho thấy nhóm độ đo TLA, CA và PSSD có giá trị cao nhất vào năm 1965, đồng thời giá trị của nhóm độ đo NumP, ED, TE, AWMSI, MPFD, PSCoV, AWMPFD và MPAR có xu thế tăng. Trong khi đó, nhân tố 2 thể hiện hai xu thế biến đổi rõ ràng: có giá trị cao hơn nhân tố 1 và biến động tăng trong giai đoạn 1964 - 1989; có giá trị thấp hơn nhân tố 1, biến động giảm trong giai đoạn 1994 - 2001 và biến động tăng trong giai đoạn 2001 - 2007. Như vậy, giá trị tổng hợp của nhóm độ đo SDI, SEI và MSI có xu hướng tăng trong giai đoạn 1965 - 1989, phản ánh rõ ràng ảnh hưởng mạnh mẽ của sự tăng độ đa dạng và thay đổi hình dạng lên biến đổi rừng ngập mặn. Biến thiên của nhân tố 2 tương tự với nhân tố 1 trong giai đoạn 1989 - 2007 cho thấy ảnh hưởng quan trọng của các biến độ đo cảnh quan lên nhân tố này.



Hình 5.22. Biến động các nhân tố độ đo cảnh quan tổng hợp của rừng ngập mặn Phù Long - Gia Luận giai đoạn 1965 - 2007

Biến động của 2 nhân tố độ đo cảnh quan tổng hợp rừng ngập mặn khu vực Phù Long - Gia Luận giai đoạn 1965 - 2007 có thể được giải thích do ảnh hưởng của hoạt động phát triển và động lực tự nhiên ven biển:

- Vào năm 1986, chính sách Đổi mới được Chính phủ Việt Nam đưa ra đã thúc đẩy sự chuyển dịch cơ cấu kinh tế nông nghiệp theo hướng hình thành nền nông nghiệp sản xuất hàng hoá, chuyển đổi cơ cấu cây trồng vật nuôi có tiềm năng xuất khẩu, trong đó nuôi trồng thủy sản là một hướng ưu tiên phát triển ở các vùng ven biển. Trong hơn hai thập niên vừa qua, hoạt động nuôi trồng thủy sản là động lực quan trọng nhất gây chuyển đổi từ rừng ngập mặn sang đầm nuôi thủy sản ở khu vực Phù Long - Gia Luận. Kết quả phân tích bản đồ địa hình năm 1965 và loạt ảnh vệ tinh cho phép tái hiện lại lịch sử sử dụng đất khu vực này. Trên bản đồ địa hình năm 1965, rừng ngập mặn trải rộng trên toàn bộ diện tích bãi Đầu Chu. Trên ảnh Landsat TM năm 1989 cho thấy đã hình thành các đầm Cái Viêng 1, 2 và có một diện tích nhỏ quần cư gắn liền với ruộng lúa 1 vụ ở Phù Long. Trên ảnh Landsat TM năm 1994, diện tích quần cư được mở rộng nhưng các đầm nuôi thủy sản thâm canh hoàn toàn vắng bóng ở Phù Long; khu vực Gia Luận chưa nuôi trồng thủy sản. Trên ảnh SPOT2 năm 2001, xuất hiện các đầm nuôi thâm canh ở Phù Long và đầm nuôi quảng canh ở Gia Luận. Ảnh SPOT5 năm 2007 cho thấy diện tích đầm nuôi thâm canh ở Phù Long được mở rộng hơn. Rừng ngập mặn giảm mạnh ở thôn Hai và đầm Cái Viêng 1, đồng thời tăng ở đầm Cái Viêng 2 và khu vực Bãi Giai 1, 2; bị suy giảm mạnh mẽ trong giai đoạn 1965 - 1989 và bị phân mảnh mạnh từ sau năm 1989.

- Xói lở bờ biển là một động lực tự nhiên quan trọng ảnh hưởng đến biến đổi rừng ngập mặn khu vực Phù Long - Gia Luận. Nghiên cứu cân bằng diện tích xói lở, bồi tụ trầm tích bãi triều trong 50 năm gần đây cho thấy Phù Long là một trong những khu vực có cân bằng xói lở - bồi tụ cao nhất ở dải bãi triều cửa sông ven biển Quảng Yên - Hải Phòng, đạt tới 408 ha ở khu vực bãi triều cao và 366 ha ở bãi triều thấp.

## Chương 6.

# ĐỘ ĐO CẢNH QUAN

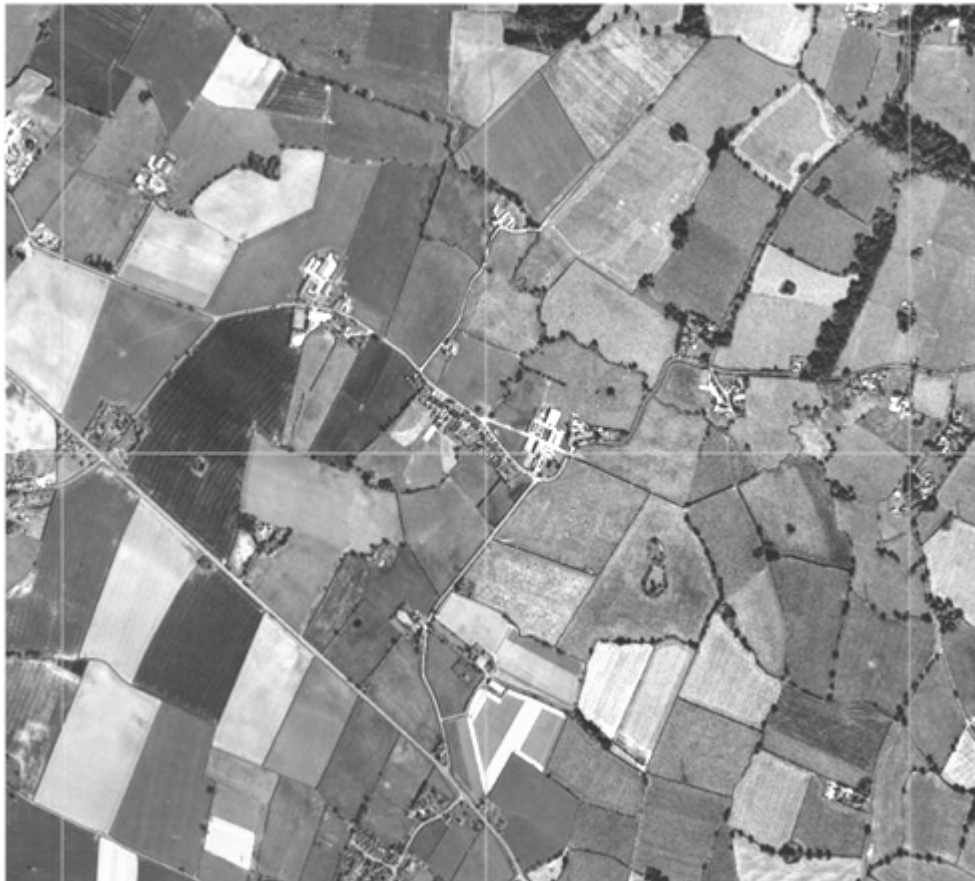
### 6.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI ĐỘ ĐO CẢNH QUAN

#### 6.1.1. Khái niệm

Từ lâu, một vấn đề lý luận đã được đặt ra trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan: làm cách nào để xác định một cách cụ thể giá trị định lượng cho một cảnh quan hay một thành phần của cảnh quan. Điều này có ý nghĩa quan trọng trong đánh giá và so sánh cấu trúc và chức năng của cảnh quan. Các yếu tố cảnh quan tạo ra các hiệu ứng sinh thái tới sinh vật và các quá trình hệ sinh thái, có thể được mô tả định lượng dựa trên một nhóm mô hình toán học gọi là *độ đo cảnh quan*, hoặc một số tác giả khác gọi là *metric cảnh quan*, *thước đo cảnh quan* hoặc *chỉ thị cảnh quan*. Các độ đo cảnh quan có nguồn gốc từ hình học metric, nghiên cứu các không gian metric dựa trên mô hình toán học về khoảng cách giữa các thực thể được định nghĩa trong không gian.

Khái niệm và các mô hình về độ đo cảnh quan được các nhà sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ phát triển từ giữa thập niên 80 của thế kỷ XX, góp phần quan trọng nhất trong hình thành chuyên ngành sinh thái cảnh quan định lượng sau này. Forman và Godron (1986) đặt nền móng xây dựng, sau đó Turner và Gadner (1991), Forman (1995), Gustafson (1998) và đặc biệt là McGarigal và cộng sự (1995, 2002) phát triển nhiều độ đo cảnh quan quan trọng. Theo đó, độ đo cảnh quan được định nghĩa theo nhiều cách khác nhau: "*phép đo một hoặc nhiều yếu tố trong cảnh quan được sử dụng để mô tả định lượng đặc điểm thành phần và cấu trúc không gian của cảnh quan*" (Turner và Gadner, 1991); "... các thuật toán

*định lượng đặc điểm không gian đặc thù của một mảnh rời rạc, một kiểu lớp phủ riêng biệt hoặc toàn bộ cảnh quan,... gồm các độ đo phi không gian và các độ đo không gian” (McGarigal và Marks, 1995). Các độ đo cảnh quan có thể sử dụng cho mục tiêu tính toán cho một mảnh rời rạc cụ thể (một khoảnh rừng đóng vai trò là nơi sống của sinh vật, một khoảnh đất canh tác, một khu đô thị,...), một kiểu lớp phủ riêng biệt (lớp phủ rừng, lớp phủ sử dụng đất nông nghiệp,...) hoặc toàn bộ cảnh quan. Hiện nay, các công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan hiện đại đều sử dụng hoặc đề cập tới các độ đo này.*



*Hình 6.1. Các quy mô đo đạc trong một cảnh quan văn hóa: một khoảnh đất canh tác, lớp phủ sử dụng đất nông nghiệp hoặc toàn bộ cảnh quan*

Trong bối cảnh biến đổi sử dụng đất hiện thời xảy ra với tốc độ ngày càng nhanh chóng kết hợp với xu hướng biến đổi khí hậu trong tương lai, cảnh quan được nhìn nhận là một yếu tố đặc biệt quan trọng trong quy hoạch lãnh thổ và bảo vệ thiên nhiên. Do đó, độ đo cảnh quan được ứng dụng rộng rãi trợ giúp giải quyết các nhiệm vụ này. Ngoài ra, các độ đo cảnh quan còn giúp cải thiện nền tảng lý thuyết của các phương pháp quy hoạch cảnh quan và ứng dụng thực tế phục vụ mục tiêu phát triển bền vững. Quy hoạch không gian, quy hoạch cảnh quan, thiết kế các mạng lưới sinh thái và khu bảo tồn thiên nhiên, lựa chọn các khu vực cần được bảo vệ, đánh giá cảnh quan, đánh giá môi trường trong quy hoạch cảnh quan,... là những lĩnh vực sử dụng phổ biến độ đo cảnh quan để trợ giúp ra quyết định.

### **6.1.2. Phân loại**

Theo các định hướng ứng dụng, hiện nay có bốn cách phân loại các mô hình độ đo cảnh quan:

#### ***a) Phân loại theo mức đối tượng nghiên cứu***

Theo mức đối tượng nghiên cứu, các độ đo cảnh quan được phân chia theo ba nhóm:

- *Các độ đo áp dụng cho một mảnh rời rạc cụ thể*: mảnh rời rạc là yếu tố cấu trúc cảnh quan đóng vai trò là nơi sống của sinh vật, đồng thời hình thành các hiệu ứng sinh thái tác động rõ rệt nhất đến đời sống của sinh vật. Các độ đo được xây dựng để đo đạc các đặc trưng cơ bản của mảnh rời rạc là kích thước, hình dạng, số lượng, biên và lõi. Chẳng hạn, kích thước đường biên của một khoảnh rừng ngập mặn, diện tích của một khoảnh ruộng bậc thang,... Các đặc trưng này biểu thị định lượng các hiệu ứng sinh thái quan trọng của mảnh rời rạc, bao gồm hiệu ứng kích thước, hiệu ứng hình dạng, hiệu ứng độ phong phú và hiệu ứng biên.



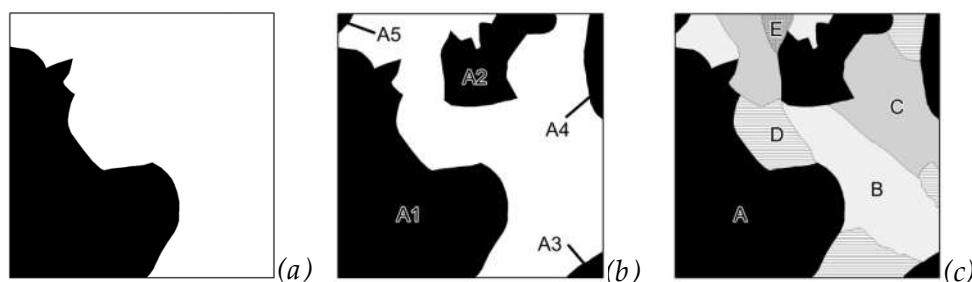
Điều này cho phép so sánh được hiệu ứng sinh thái của các mảnh rời rạc với nhau.

- *Các độ đo áp dụng cho từng lớp phủ riêng biệt*: khái niệm về lớp phủ được đề cập ở đây tương đối rộng, có thể là lớp phủ mặt đất, lớp phủ thực vật, lớp phủ sử dụng đất,... Một lớp phủ riêng biệt bao gồm một tập hợp các mảnh rời rạc có bản chất như nhau phân bố trong một cảnh quan. Chẳng hạn, lớp phủ rừng trong một cảnh quan tự nhiên là một tập hợp các khoảnh rừng nguyên sinh và rừng thứ sinh; lớp phủ đất nông nghiệp trong một cảnh quan văn hóa là một tập hợp các khoảnh đất canh tác cây trồng dài ngày và ngắn ngày. Các độ đo này tính toán các đặc trưng cơ bản của lớp phủ như diện tích, biên, lỗ, cách thức sắp xếp của các mảnh rời rạc,... Điều này cho phép đánh giá định lượng mức độ thích hợp của một kiểu lớp phủ đối với các mục đích phát triển cụ thể, chẳng hạn, bảo tồn sinh học hay quy hoạch không gian xanh đô thị.

- *Các độ đo áp dụng cho toàn bộ cảnh quan*: các độ đo này cho phép đo đạc đặc điểm sắp xếp hoặc độ đa dạng của các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản tạo nên cảnh quan. Một số ứng dụng (độ đa dạng của cảnh quan đồng bằng duyên hải, mức độ phân mảnh rừng trong cảnh quan miền núi, mật độ đất canh tác cây dài ngày trong cảnh quan cao nguyên,...) cho phép phân tích định lượng tổng thể cảnh quan. Điều này hỗ trợ cho các nghiên cứu về vai trò của các yếu tố tự nhiên và nhân sinh quan trọng trong cấu trúc và chức năng cảnh quan.

Cần chú ý rằng, nhiều độ đo có thể áp dụng cho cả ba mức đối tượng nói trên. Chẳng hạn, độ đo *diện tích lỗ* (CA) được áp dụng cho từng kiểu mảnh rời rạc; có thể biến đổi dưới dạng độ đo *diện tích lỗ mảnh rời rạc trung bình* (MPCA) áp dụng cho từng kiểu lớp phủ hoặc toàn bộ cảnh quan; hoặc có thể tính đơn giản là độ đo *tổng diện tích lỗ* (TCA) áp dụng cho một kiểu lớp phủ hoặc toàn bộ cảnh quan. Trong

khi đó, một số độ đo đặc thù đối với riêng từng mảnh rời rạc, không thể áp dụng cho mức lớp phủ hoặc toàn bộ cảnh quan, chẳng hạn kích thước mảnh rời rạc (PS), chu vi mảnh rời rạc (PERIM) hoặc số mảnh rời rạc (NumP).



Hình 6.2. Các mức đối tượng áp dụng độ đo cảnh quan: (a) một mảnh rời rạc hoặc một mảnh nơi sống; (b) một kiểu lớp phủ riêng biệt là tập hợp các mảnh rời rạc có cùng bản chất cấu tạo được ký hiệu A1,... A5; (c) toàn bộ cảnh quan là tập hợp tất cả các kiểu lớp phủ có ký hiệu A,...E.

### ***b) Phân loại theo cấu trúc cảnh quan***

Cấu trúc của một cảnh quan luôn được xem xét ở cả khía cạnh không gian và phi không gian. Theo đó, các độ đo cảnh quan được sử dụng để đo đặc các kiểu cấu trúc này cũng được chia thành hai nhóm:

- *Các độ đo phi không gian*: cho phép định lượng cảnh quan hoàn toàn không dựa vào các biến thuộc tính không gian. Chẳng hạn, độ phong phú, độ đa dạng,... là những độ đo có giá trị không phụ thuộc vào đặc điểm sắp xếp các yếu tố cấu trúc trong cảnh quan.

- *Các độ đo không gian*: cho phép định lượng cảnh quan theo các biến thuộc tính không gian. Chẳng hạn, độ tương phản, độ kết nối,... là các độ đo có giá trị thay đổi phụ thuộc vào đặc điểm sắp xếp của các yếu tố cấu trúc trong cảnh quan.

### ***c) Phân loại theo lớp độ đo cảnh quan***

Một lớp độ đo cảnh quan là một tập các độ đo cảnh quan được định nghĩa rõ ràng bởi một tính chất chung của tất cả các phần tử. Theo tiêu chuẩn này, các độ đo cảnh quan được chia thành 11 lớp là độ phong phú; độ đa dạng; độ ưu thế; độ đều; độ đồng nhất - bất đồng nhất; diện tích, mật độ, biên; hình dạng; diện tích lõi; độ cách ly và lân cận; độ tương phản; độ lan truyền và rải rác.

#### ***d) Phân loại theo cấu trúc và chức năng cảnh quan***

Các độ đo cảnh quan được phân loại theo đặc điểm cấu trúc cảnh quan liên quan tới một chức năng cụ thể:

- *Các độ đo cấu trúc*: chỉ cho phép tính toán định lượng cấu trúc cảnh quan, còn chức năng cảnh quan được xác định gián tiếp thông qua giải thích các kết quả tính toán. Phần lớn các độ đo cảnh quan đều là độ đo cấu trúc.

- *Các độ đo chức năng*: cho phép tính toán định lượng trực tiếp cấu trúc và chức năng cảnh quan. Các độ đo chức năng yêu cầu phải thêm các thông số phụ trong quá trình tính toán. Trong một số trường hợp, một độ đo có thể xác định được nhiều giá trị khác nhau tùy thuộc vào điều kiện đặt ra.

Các cách phân chia ở trên nhằm mục đích làm rõ hơn tính chất và nội dung của các độ đo cảnh quan. Trên thực tế, bất kỳ công trình nghiên cứu về ứng dụng độ đo cảnh quan đều phải sử dụng cả bốn cách trên. Chẳng hạn, độ đo diện tích lõi là một độ đo không gian có thể áp dụng cho một mảnh rời rạc, một kiểu lớp phủ hoặc toàn bộ cảnh quan nhằm định lượng chức năng là nơi sống của các sinh vật sống trong vùng lõi.

## **6.2. CƠ SỞ TOÁN HỌC CỦA ĐỘ ĐO CẢNH QUAN**

### 6.2.1. Hình học metric

Hình học metric là bộ môn hình học nghiên cứu các không gian metric. Trong toán học, một không gian metric là một tập hợp trong đó khái niệm về khoảng cách giữa các phần tử được định nghĩa. Không gian metric được sử dụng để tìm khoảng cách nhằm xác định mức độ “xa”, “gần” của đối tượng.

Cho  $d$  là hàm khoảng cách hay một metric trên tập  $X$ .  $(M, d)$  được gọi là một không gian metric nếu thỏa mãn các điều kiện sau:

Với tập hợp  $M$  và ánh xạ  $d : X \times X \rightarrow \mathbb{R}$ , thì:

- 1)  $d(x, y) \geq 0$ , với mọi  $x, y$  thuộc  $\mathbb{R}$ ;  $d(x, y) = 0$  khi và chỉ khi  $x = y$ ;
- 2)  $d(x, y) = d(y, x)$ , với mọi  $x, y$  thuộc  $\mathbb{R}$ ;
- 3)  $d(x, z) \leq d(x, y) + d(y, z)$ , với mọi  $x, y, z$  thuộc  $\mathbb{R}$ .

Tất cả các độ đo cảnh quan đều được xác định trong không gian metric. Lớp độ đo cách ly và gần gũi được xây dựng trên không gian metric trực quan nhất là metric Euclide hai chiều và ba chiều. Các metric này định nghĩa khoảng cách giữa hai điểm là độ dài đoạn thẳng nối chúng.

### 6.2.2. Lý thuyết thống kê toán học

Lý thuyết thống kê toán học cung cấp mô hình về đại lượng thống kê bậc một và bậc hai, xác định giá trị trung bình, độ lệch chuẩn và hệ số biến thiên của các độ đo cảnh quan cho mỗi kiểu lớp phủ riêng biệt hoặc toàn bộ cảnh quan.

- *Giá trị trung bình của các độ đo cảnh quan (MN)*: giá trị trung bình thường được sử dụng nhằm ước lượng xu hướng trung tâm của một tập dữ liệu về độ đo cảnh quan. Giá trị này được tính đơn giản là tổng tất cả

các giá trị của độ đo cảnh quan được xem xét chia cho tổng số yếu tố cấu trúc cảnh quan, theo công thức sau:

$$MN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}}{NumP}$$

Trong đó:  $MN$  là giá trị trung bình của một độ đo cảnh quan;  $x_{ij}$  là một độ đo tương ứng của yếu tố cấu trúc cảnh quan thứ  $i$  thuộc kiểu  $j$ ;  $n$  là tổng số kiểu lớp phủ trong cảnh quan;  $NumP$  là tổng số yếu tố cấu trúc cảnh quan.

- *Độ lệch chuẩn của các độ đo cảnh quan (SD)*: độ lệch chuẩn là một đại lượng thống kê mô tả nhằm tính toán mức độ phân tán của một tập dữ liệu về độ đo cảnh quan đã được lập thành bảng tần số. Phương pháp tính độ lệch chuẩn thường sử dụng là hàm căn bậc hai của phương sai. Trong trường hợp hai tập dữ liệu về độ đo cảnh quan có cùng giá trị trung bình cộng, tập nào có độ lệch chuẩn lớn hơn là tập có dữ liệu biến thiên nhiều hơn. Trong trường hợp hai tập dữ liệu độ đo cảnh quan có giá trị trung bình cộng không bằng nhau, thì việc so sánh độ lệch chuẩn của chúng không có ý nghĩa. Công thức tính độ lệch chuẩn như sau:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{NumP} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ x_{ij} - \left( \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}}{NumP} \right) \right]^2}$$

Trong đó:  $SD$  là độ lệch chuẩn của một độ đo cảnh quan;  $x_{ij}$  là một độ đo tương ứng của yếu tố cấu trúc cảnh quan thứ  $i$  thuộc kiểu  $j$ ;  $n$  là tổng số kiểu lớp phủ trong cảnh quan;  $NumP$  là tổng số yếu tố cấu trúc cảnh quan.

- *Hệ số biến thiên (CoV)*: hệ số biến thiên là một đại lượng thống kê mô tả, được sử dụng cho mục đích tính toán mức độ biến động tương đối của các tập dữ liệu về độ đo cảnh quan có giá trị trung bình khác nhau. Hệ số này được tính bằng cách lấy độ lệch chuẩn chia cho giá trị trung bình. Giữa hai tập hợp dữ liệu về độ đo cảnh quan, tập nào có hệ số biến thiên lớn hơn là tập có mức độ biến động lớn hơn. Khi đánh giá mức độ biến động của riêng một tập dữ liệu về độ đo cảnh quan, nếu hệ số biến thiên nhỏ hơn 1 thì tập dao động nhỏ; và ngược lại nếu lớn hơn 1 thì tập dao động lớn. Công thức tính hệ số biến thiên như sau:

$$CoV = \frac{SD}{MN} \times 100\%$$

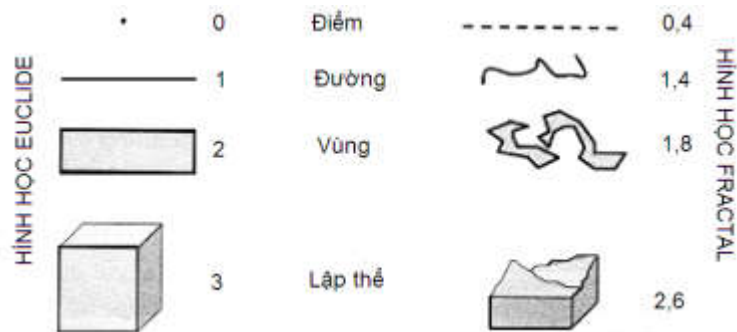
Trong đó: CoV là hệ số biến thiên của một độ đo cảnh quan (%); SD và MN lần lượt là độ lệch chuẩn và giá trị trung bình của độ đo cảnh quan tương ứng.

### 6.2.3. Hình học fractal

#### a) Hình học fractal

Hình học fractal được nhà toán học Mandelbrot (1977) phát minh với mục đích mô tả định lượng hình thái phức tạp của các sự vật tự nhiên mà hình học Euclide không thể mô tả được. Do đó, hình học fractal được ứng dụng rất rộng rãi trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan trong các khía cạnh xác định, mô tả và mô phỏng cấu trúc của cảnh quan. Một số tác giả còn đánh giá hình học fractal là một trong bốn lý thuyết quan trọng nhất được phát minh trong thế kỷ thứ XX, cùng với cơ học lượng tử, thuyết tương đối và thuyết cấu trúc ADN.

Hình học fractal được xây dựng dựa trên định nghĩa về fractal: "*fractal là tập hợp trong đó kích thước Hausdorff-Besicovitch vượt quá kích thước địa hình*" (Mandelbrot, 1977). Thuật ngữ và khái niệm về fractal có thể được sử dụng theo nhiều cách khác nhau mặc dù các đối tượng fractal có chứa các cấu trúc lồng nhau. Fractal sau đó được định nghĩa: "*fractal là các đường cong và các bề mặt trong một vùng đặc biệt giữa chiều thứ nhất và chiều thứ hai, hoặc giữa chiều thứ hai và chiều thứ ba*" (Thomsen, 1982), "*... là các dạng hình học mang những chi tiết không đều, được hình thành ở các quy mô khác nhau*" (Horgan, 1988). Một đặc tính cơ bản của các fractal là có giá trị chiều không phải là số nguyên. Hầu hết các chiều fractal trong tự nhiên có giá trị lớn hơn số chiều Euclide từ 0,2 đến 0,3 đơn vị.



Hình 6.3. So sánh số chiều không gian của các yếu tố cảnh quan dạng điểm, đường, vùng và lập thể trong hình học Euclide và hình học fractal

Hình học Euclide và vật lý học Newton đã ảnh hưởng rất sâu sắc tới giới khoa học trong hàng thế kỷ, nên giới khoa học luôn bác bỏ khả năng sử dụng các fractal để mô tả thế giới tự nhiên. Một số nhà khoa học đã cố gắng "nắn chỉnh" thế giới tự nhiên xung quanh phù hợp với các mô hình hình học Euclide và vật lý Newton. Cho tới những năm cuối thế kỷ XX, thời điểm mà sự ra đời của máy tính với khả năng đồ họa tinh vi đã tạo ra được những hình ảnh độc đáo, mối quan hệ giữa hình học fractal với thế giới tự nhiên mới được xem xét. Điều này đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong công nhận hình học fractal là một ngành khoa học mới trên phạm vi toàn thế giới.

Hình học fractal có thể công thức hóa giả thuyết quan hệ theo các tỷ lệ không gian của mối tương tác giữa cấu trúc và chức năng cảnh quan. Nhà viễn thám Burrough (1981) là người đầu tiên ứng dụng hình học fractal trong sinh thái cảnh quan với công trình "*Số chiều fractal của cảnh quan và các dữ liệu môi trường khác*". Nhiều nhà sinh thái cảnh quan sau đó cũng tìm thấy vô số hướng nghiên cứu ứng dụng trong tác phẩm rất nổi tiếng của Mandelbrot (1982) về "*Hình học fractal của Tự nhiên*". Tới cuối thế kỷ XX, ứng dụng của fractal trở thành là một phần không thể thiếu trong các nghiên cứu sinh thái cảnh quan định lượng. Các nghiên

cứu sau này đã thể hiện tính ưu thế trong phân tích cấu trúc, chức năng và biến đổi của các cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa.

Bogaert (2000) đưa ra công thức tính số chiều fractal (D) cho các yếu tố cấu trúc cảnh quan như sau:

$$D = \frac{2 \ln\left(\frac{P}{4}\right)}{\ln A} \quad \text{Trong đó: } P \text{ là chu vi; } A \text{ là diện tích của cảnh quan.}$$

Công thức này được ứng dụng để mô tả sự biến đổi số chiều fractal theo diện tích (biểu thị kích thước) và chu vi (biểu thị chiều dài đường biên) của cảnh quan. Như vậy, số chiều fractal tỷ lệ thuận với mức độ phân mảnh cảnh quan. Các yếu tố ảnh hưởng liên quan tới sự thống trị của các hoạt động phát triển của con người hoặc do các quá trình tự nhiên thống trị.

Hình học fractal được ứng dụng trong phân tích fractal cho các cảnh quan. Thực chất đây là hướng "*mô hình hóa dữ liệu bằng các fractal, bao gồm các thủ tục toán học được sử dụng để xác định chiều fractal và các đặc trưng fractal khác, hoặc tập hợp các chiều fractal với sai số nhỏ nhất*" (Mandelbrot, 1982). Phân tích fractal có nhiều ứng dụng quan trọng trong sinh thái cảnh quan: giải thích mối liên hệ giữa sinh vật với cảnh quan (Forman và Godron, 1986; Forman, 1995); phân tích ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan tới các quá trình hệ sinh thái (Turner, 1989); phân tích biến đổi cảnh quan bằng các độ đo cảnh quan có ưu thế hơn hẳn so với cách phân tích biến đổi sử dụng đất truyền thống (McGarigal và cộng sự, 2002),... Phân tích fractal được áp dụng cho cả chiều không gian và chiều thời gian với các phổ sinh thái học khác nhau, từ cấp cá thể tới cấp quần xã sinh vật. Cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin và công nghệ vũ trụ, những ứng dụng của phân tích fractal ngày nay được phát triển theo hướng kết hợp với công nghệ viễn thám và GIS.



Tuy nhiên, vấn đề ứng dụng hình học fractal trong nghiên cứu sinh thái học và sinh thái cảnh quan vẫn còn khá nhiều tranh luận. Một số nhà khoa học cho rằng hình học fractal chỉ là một dạng mô phỏng máy tính, ít có ý nghĩa trong các nghiên cứu thực tiễn. Simberloff (1987) cho rằng các cấu trúc sinh thái học không có dạng fractal; do đó, mô phỏng các hệ sinh thái bằng hình học fractal là điều không tương. Trong khi đó, nhiều nhà khoa học ủng hộ lý luận của Mandelbrot (1982) về "hình học fractal là hình học của Tự nhiên". Những nghiên cứu ứng dụng phổ biến bao gồm phân tích ảnh hưởng của thay đổi quy mô không gian và thời gian tới các hiện tượng sinh thái học; phân tích mối quan hệ giữa cấu trúc cảnh quan và các quá trình hệ sinh thái; phân tích định lượng cấu trúc cảnh quan; mô phỏng dòng vật chất, năng lượng và sinh vật giữa các hệ sinh thái trong phạm vi ranh giới một cảnh quan.

Dù theo quan điểm nào, mọi người đều công nhận rằng ứng dụng thành công hình học fractal đã làm sinh thái cảnh quan trở thành một ngành khoa học định lượng hơn rất nhiều so với các nghiên cứu định tính truyền thống. Các nghiên cứu cụ thể đã chứng minh được những ưu thế của ứng dụng hình học fractal trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở cả ba cấp không gian là mảnh rời rạc, kiểu lớp phủ và cảnh quan.

#### **6.2.4. Lý thuyết thông tin**

Một hướng tiếp cận xây dựng các độ đo cảnh quan là ứng dụng các nguyên lý toán học của lý thuyết thông tin. Cha đẻ của lý thuyết thông tin là Hartley đưa ra số đo lượng thông tin vào năm 1928, là một khái niệm trung tâm của lý thuyết thông tin. Sau đó, lý thuyết này tiếp tục được Kachenicov (1933, 1946), Ageev (1935) phát triển. Tuy nhiên, lý thuyết thông tin chỉ thực sự phát triển trong năm 1940, khi Shannon công bố một loạt các công trình về khái niệm lượng thông tin và tính

toán cấu trúc thống kê của thông tin. Đây là những công trình được đánh giá là nền tảng vững chắc cho lý thuyết thông tin.

Shannon định nghĩa entropy thoả mãn các điều kiện sau:

- Entropy tỷ lệ thuận với xác suất xuất hiện của các phần tử ngẫu nhiên trong tín hiệu. Biến đổi xác suất dẫn đến biến đổi giá trị entropy;

- Nếu tất cả các phần tử ngẫu nhiên đều có xác suất xuất hiện bằng nhau, sự gia tăng số lượng phần tử ngẫu nhiên làm tăng giá trị entropy;

- Có thể tạo các chuỗi tín hiệu theo nhiều bước. Entropy tổng bằng tổng trọng số giá trị entropy trong từng bước.

Shannon cũng chỉ ra rằng, bất cứ định nghĩa nào của entropy cho một tín hiệu có thể nhận các giá trị rời rạc, thoả mãn các giả định của ông thì đều có dạng:

$$H(x) = -K \sum_{i=1}^n p(i) \log p(i)$$

*Trong đó: K là một hằng số, chỉ phụ thuộc vào đơn vị đo; n là tổng số các giá trị có thể nhận của tín hiệu; i là giá trị rời rạc thứ i; p(i) là xác suất xuất hiện của giá trị i.*

Đối với các giá trị x là số thực ngẫu nhiên rời rạc, entropy của một phép thử Bernoulli được vẽ như một hàm số theo xác suất thành công, thường gọi là hàm entropy nhị phân. Nếu một sự kiện ngẫu nhiên rời rạc x có thể nhận các giá trị là 1... n, thì entropy của nó là:

$$H(x) = \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 \left( \frac{1}{p(i)} \right) = - \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i)$$

*Trong đó: H là entropy; p(i) là xác suất xảy ra của giá trị i.*

Hàm H(x) thể hiện entropy của x là giá trị mong đợi của các độ ngẫu nhiên mà các giá trị x có thể nhận. Entropy thông tin trong trường

hợp phần tử tín hiệu ngẫu nhiên rời rạc còn được gọi là entropy Shannon.

Trong trường hợp cho  $x$  là số thực ngẫu nhiên liên tục, thì định nghĩa entropy có thể được biểu diễn là:

$$h[f] = - \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \log f(x) dx$$

Trong đó:  $h$  là entropy;  $f$  là hàm mật độ xác suất.

Định nghĩa này thường được gọi là entropy Boltzmann, entropy liên tục hoặc entropy vi phân. Có thể chứng minh rằng entropy Boltzmann không phải là giới hạn của entropy Shannon khi  $n \rightarrow \infty$  và do đó không phải là độ đo mức độ hỗn loạn của thông tin.

Ngày nay, lý thuyết thông tin được phát triển theo hai hướng: *lý thuyết thông tin toán học* (xây dựng các cơ sở toán học của lý thuyết thông tin) và *lý thuyết thông tin ứng dụng* (ứng dụng lý thuyết thông tin trong khoa học truyền tin và mở rộng sang các khoa học kỹ thuật, các khoa học về Trái Đất, các khoa học sự sống). Các độ đo cảnh quan được phát triển theo lý thuyết thông tin ứng dụng. Trong đó, chỉ số đa dạng Shannon-Weaver (SHDI) được sử dụng phổ biến nhất cho mục tiêu nghiên cứu tính đa dạng của các đối tượng hoặc sự kiện trong tự nhiên.

## 6.3. CÁC MÔ HÌNH ĐỘ ĐO PHI KHÔNG GIAN

### 6.3.1. Khái niệm và phân loại

Các độ đo phi không gian là các chỉ số định lượng có thể áp dụng được cho cả dữ liệu phi không gian (dữ liệu sinh học, sinh thái học) và dữ liệu không gian (dữ liệu viễn thám, bản đồ ảnh, dữ liệu không gian được lưu trữ trong GIS). Các độ đo này được sử dụng trong khảo sát định lượng các thuộc tính phi không gian của cảnh quan.

Các độ đo phi không gian có những đặc trưng sau:

- Chỉ áp dụng cho toàn bộ cảnh quan;

- Đo đặc các đặc trưng liên quan tới số lượng và xác suất bắt gặp của các yếu tố cảnh quan; không đo được các đặc trưng liên quan tới sự sắp xếp hoặc vị trí trong không gian của các yếu tố này;

- Có thể áp dụng cho các yếu tố cấu trúc cảnh quan (mảnh rời rạc, hành lang, thể nền, thể khảm) hoặc cho các mức tổ chức sinh vật (quần thể, quần xã sinh vật, hệ sinh thái).

Có năm lớp độ đo phi không gian được phân chia là:

- Lớp độ đo phong phú

- Lớp độ đo đa dạng

- Lớp độ đo ưu thế

- Lớp độ đo đều

- Lớp độ đo đồng nhất và bất đồng nhất

### **6.3.2. Lớp độ đo phong phú**

Lớp độ đo phong phú là một tập hợp các độ đo cảnh quan được xây dựng dựa trên các biến về số lượng và kiểu loại mảnh nơi sống trong cảnh quan nhằm đánh giá định lượng hiệu ứng độ phong phú của mảnh rời rạc. Xét về mặt toán học, lớp này bao gồm các độ đo đơn giản nhất. Tuy nhiên, đây là một trong những lớp độ đo quan trọng nhất và được sử dụng rộng rãi nhất trong sinh thái học, do phản ánh được tiềm năng về nơi sống của cảnh quan đối với sự tồn tại và phát triển của các loài sinh vật.

Các độ đo cơ bản trong lớp này có những đặc điểm và tính chất sau:

- *Độ giàu mảnh rời rạc (PR)*: biểu thị số lượng kiểu loại lớp phủ có trong cảnh quan, quy định số lượng kiểu loại mảnh rời rạc xét ở khía cạnh bản chất cấu tạo. PR là một chỉ thị định lượng quan trọng cho cấu trúc và chức năng cảnh quan do độ giàu mảnh quy định số kiểu loại quá trình hệ sinh thái, số kiểu nơi sống (do mỗi loài sinh vật luôn có xu hướng lựa chọn một kiểu nơi sống nhất định để cư trú), do đó quy định độ giàu loài trong cảnh quan. Tuy nhiên, độ đo này không tính đến sự khác biệt giữa các kiểu mảnh hiếm gặp và kiểu mảnh phổ biến - những yếu tố tạo ra được sự khác biệt giữa các cảnh quan về mặt cấu trúc và chức năng. Các kiểu mảnh hiếm gặp và kiểu mảnh phổ biến có vai trò như nhau trong xác định giá trị của PR.

- *Mật độ giàu mảnh rời rạc (PRD)*: đối với các mảnh nơi sống có cùng bản chất cấu tạo (cùng một kiểu lớp phủ), mảnh có kích thước lớn hơn thường có độ giàu loài cao hơn. Đây là nền tảng lý luận về quan hệ số loài - diện tích trong thuyết địa sinh học đảo của MacArthur và Wilson (1967). So sánh giá trị PR giữa các mảnh rời rạc có kích thước khác nhau thường khó đưa ra được một kết luận chính xác. Do đó, PRD được xây dựng bằng cách chuẩn hóa giá trị PR theo một đơn vị diện tích cơ sở (được quy định là 100 hecta) nhằm so sánh độ giàu mảnh rời rạc và độ giàu loài sinh vật giữa các cảnh quan có kích thước khác nhau.

- *Độ giàu mảnh rời rạc tương đối (RPR)*: độ đo này được Romme (1982) xây dựng nhằm xác định khả năng cung cấp tài nguyên và nơi sống của một cảnh quan cho một loài sinh vật. Phương thức tính được thực hiện dựa trên hàm toán học về tỷ lệ phần trăm của độ giàu thực tế so với độ giàu tiềm năng lớn nhất.

- *Độ phong phú đơn giản (S)*: được xác định bằng tổng số mảnh rời rạc có trong một kiểu lớp phủ riêng biệt hoặc trong toàn bộ cảnh quan.

- *Độ phong phú tương đối (R)*: xác định bằng tỷ lệ số lượng yếu tố cấu trúc được phát hiện so với số lượng yếu tố cấu trúc cực đại có thể có

trong cảnh quan đó. Độ đo này được sử dụng trong trường hợp nghiên cứu biến đổi cảnh quan: so sánh trạng thái của cảnh quan trước và sau biến đổi, hoặc khảo sát sự xuất hiện của các mảnh rời rạc theo thời gian.

Bảng 6.1. Lớp độ đo phong phú

Công thức tính	Đặc trưng
<p><b>1. Độ giàu mảnh rời rạc (PR):</b></p> $PR = m$ <p>Trong đó: PR là độ giàu mảnh rời rạc; m là số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>PR \geq 1</math></li> <li>• <math>PR = 1</math> trong trường hợp cảnh quan có một kiểu lớp phủ, hoặc chỉ một mảnh rời rạc duy nhất.</li> </ul>
<p><b>2. Mật độ giàu mảnh rời rạc (PRD):</b></p> $PRD = \frac{100 \times PR}{TLA}$ <p>Trong đó: PRD là mật độ giàu mảnh rời rạc (kiểu mảnh rời rạc/100 ha); PR là độ giàu mảnh rời rạc; TLA là tổng diện tích cảnh quan (ha).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>PRD &gt; 0</math></li> </ul>
<p><b>3. Độ giàu mảnh rời rạc tương đối (RPR):</b></p> $RPR = \frac{m}{m_{\max}} \times 100 \%$ <p>Trong đó: RPR là độ giàu mảnh rời rạc tương đối (%); m là số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan; <math>m_{\max}</math> là số lượng kiểu lớp phủ tiềm năng lớn nhất có thể có trong cảnh quan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0\% &lt; RPR \leq 100\%</math></li> <li>• Giá trị RPR xấp xỉ bằng 0% khi số lượng kiểu lớp phủ tiềm năng vô cùng lớn.</li> <li>• Giá trị RPR = 100% khi và chỉ khi tất cả các kiểu mảnh rời rạc tiềm năng đều có mặt trong cảnh quan.</li> </ul>
<p><b>4. Độ phong phú đơn giản (S):</b></p> $S = \sum_{i=1}^m n_i$ <p>Trong đó: S là độ phong phú đơn giản; <math>n_i</math> là</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>S \geq 0</math></li> <li>• <math>S = 0</math> khi và chỉ khi trong cảnh quan hoàn toàn không phát hiện được mảnh rời rạc quan</li> </ul>

---

số lượng mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ  $i$ ;  $m$  là số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan. tâm.

---

**5. Độ phong phú tương đối (R):**

$$R = \frac{S}{S_{\max}} \times 100\%$$

Trong đó:  $R$  là độ phong phú tương đối (%);  $S$  là độ phong phú đơn giản;  $S_{\max}$  là độ phong phú đơn giản cực đại, thể hiện tổng số mảnh rời rạc tiềm năng trong cảnh quan.

- $R \geq 0\%$
- $R$  bằng hoặc xấp xỉ 0% khi và chỉ khi trong cảnh quan hoàn toàn không phát hiện được mảnh rời rạc quan tâm, hoặc tổng số mảnh rời rạc tiềm năng vô cùng lớn.

---

### 6.3.3. Lớp độ đa dạng

Lớp độ đa dạng là một tập hợp các độ đo cảnh quan được xây dựng dựa trên các biến về xác suất bắt gặp các mảnh rời rạc hoặc mảnh nơi sống nhằm đánh giá định lượng đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học. Trong sinh thái học, các độ đo này còn được gọi là độ đo các sự kiện của đa dạng sinh học.

Lớp độ đa dạng được áp dụng cho toàn bộ cảnh quan, không áp dụng cho một mảnh rời rạc hay một kiểu lớp phủ riêng biệt. Tuy nhiên, lớp độ đa dạng có hạn chế là không thể đưa thông tin về thành phần cấu trúc, cụ thể là thành phần loài trong một quần xã hoặc kiểu lớp phủ trong một cảnh quan. Trong khi đó, một số yếu tố quý hiếm có thể đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong cảnh quan. Một cảnh quan có độ đa dạng thấp nhưng có thể chứa một số kiểu mảnh rời rạc đặc biệt đóng vai trò là nơi sống của nhiều loài sinh vật quý hiếm, có giá trị bảo tồn cao.

Độ đo được sử dụng phổ biến nhất trong lớp này là:

- Chỉ số đa dạng Shannon-Weaver (SHDI) được xây dựng theo lý thuyết thông tin. Giá trị của SHDI biểu thị khối lượng thông tin trong

cảnh quan. Điều này cho phép so sánh các cảnh quan khác nhau hoặc các trạng thái khác nhau có liên quan tới biến đổi cảnh quan của một cảnh quan tại những thời điểm khác nhau.

- Chỉ số đa dạng Simpson (SIDI) được xây dựng theo lý thuyết xác suất, ít được sử dụng hơn do không thể hiện rõ những đóng góp của các kiểu mảnh nơi sống hiếm gặp đối với đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học.

Bảng 6.2. Lốp độ đo đa dạng

Công thức tính	Đặc trưng
<p><b>1. Chỉ số đa dạng Shannon-Weaver (SHDI):</b></p> $SHDI = -\sum_{i=1}^m p_i \ln p_i$ <p>Trong đó: SHDI là chỉ số đa dạng Shannon-Weaver; <math>p_i</math> là xác suất bắt gặp các mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>i</math> trong cảnh quan (%); <math>m</math> là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0 \leq SHDI &lt; \ln m</math></li> <li>• Giá trị SHDI = 0 biểu thị không có sự đa dạng trong cảnh quan. Điều này xảy ra trong trường hợp cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc hoặc chỉ có một kiểu lớp phủ duy nhất.</li> <li>• Giá trị SHDI cao chỉ thị cảnh quan có nhiều mảnh rời rạc có bản chất cấu tạo khác nhau (tương đương với độ giàu mảnh rời rạc PR có giá trị lớn), hoặc phân bố tỷ lệ về diện tích giữa các kiểu mảnh rời rạc hợp lý.</li> </ul>
<p><b>2. Chỉ số đa dạng Simpson (SIDI):</b></p> $SIDI = 1 - \sum_{i=1}^m p_i^2$ <p>Trong đó: SIDI là chỉ số đa dạng Simpson; <math>p_i</math> là xác suất bắt gặp các mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>i</math> trong cảnh quan (%); <math>m</math> là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0 \leq SIDI &lt; 1</math></li> <li>• Giá trị SIDI = 0 trong trường hợp cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc hoặc một kiểu lớp phủ duy nhất.</li> <li>• Giá trị SIDI xấp xỉ bằng 1 trong trường hợp cảnh quan có số lượng rất lớn các mảnh rời rạc có bản chất cấu tạo khác nhau (tương đương với độ giàu mảnh rời rạc PR có giá trị lớn), hoặc phân bố tỷ lệ về diện</li> </ul>



	tích giữa các kiểu mảnh rời rạc hợp lý.
<b>3. Chỉ số đa dạng Simpson biến đổi (MSIDI):</b> $MSIDI = -\ln \sum_{i=1}^m p_i^2$ <p>Trong đó: MSIDI là chỉ số đa dạng Simpson biến đổi; <math>p_i</math> là xác suất bắt gặp các mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>i</math> trong cảnh quan (%); <math>m</math> là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>MSIDI \geq 0</math></li> <li>• Giá trị <math>MSIDI = 0</math> trong trường hợp cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc hoặc một kiểu lớp phủ duy nhất.</li> <li>• Giá trị MSIDI cao chỉ thị cảnh quan có số lượng rất lớn các mảnh rời rạc có bản chất cấu tạo khác nhau (tương đương với độ giàu mảnh rời rạc PR có giá trị lớn), hoặc phân bố tỷ lệ về diện tích giữa các kiểu mảnh rời rạc hợp lý.</li> </ul>
<b>4. Độ đa dạng tương đối (H):</b> $H = \frac{-\sum_{i=1}^m p_i \ln p_i}{\ln m}$ <p>Trong đó: <math>H</math> là độ đa dạng tương đối; <math>p_i</math> là xác suất bắt gặp các mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>i</math> trong cảnh quan (%); <math>m</math> là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0 \leq H \leq 1</math></li> <li>• Sự phân chia bởi <math>\ln m</math> cho phép chuẩn hóa giá trị chỉ số này dao động trong khoảng 0 và 1.</li> <li>• Giá trị <math>H</math> cao biểu thị đặc điểm phân bố diện tích giữa các mảnh rời rạc trong cảnh quan tương đối đều.</li> </ul>

### 6.3.4. Lớp độ đo ưu thế

Các độ đo ưu thế là một tập hợp các độ đo cảnh quan về mức độ chiếm ưu thế hoặc cân bằng tương đối trong cơ cấu các yếu tố cảnh quan.

Lớp này có hai độ đo:

- *Độ ưu thế đơn giản (D)*: xác định độ ưu thế dựa trên quan hệ giữa độ cân bằng lớn nhất và độ cân bằng thay đổi. Trong công thức tính, hàm bên trái là độ cân bằng lớn nhất (mang giá trị dương) và hàm bên

phải là số âm. Giá trị tổng tăng đối với độ ưu thế cao hơn và dao động trong khoảng từ 0 cho đến độ cân bằng lớn nhất.

- *Độ ưu thế cực đại* ( $D_{\max}$ ): là độ lệch chuẩn của chỉ số đa dạng Shannon-Weaver cực đại. Độ đo này có giá trị cao biểu hiện cảnh quan chỉ có một hoặc một số ít kiểu lớp phủ riêng biệt hoặc mảnh rời rạc; ngược lại, giá trị thấp biểu hiện xác suất bắt gặp các kiểu lớp phủ hoặc các mảnh rời rạc tương đương nhau.

Độ ưu thế và độ đa dạng có ý nghĩa tương đồng nhau về mặt sinh thái học. Vì vậy, không cần thiết phải xác định cả hai lớp độ đo này trong cùng một nghiên cứu phân tích định lượng.

Bảng 6.3. Lớp độ đo ưu thế

Công thức tính	Đặc trưng
<p><b>1. Độ ưu thế đơn giản (D):</b></p> $D = SHDI_{\max} + \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i = \ln m + \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i$ <p><i>Trong đó: D là độ ưu thế đơn giản; SHDI<sub>max</sub> là độ đa dạng Shannon-Weaver lớn nhất; p<sub>i</sub> là xác suất bắt gặp các mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ i trong cảnh quan (%); m là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.</i></p>	
<p><b>2. Độ ưu thế cực đại (D<sub>max</sub>):</b></p> $D_{\max} = \frac{H_{\max} + \sum_{i=1}^m p_i \ln(p_i)}{H_{\max}} = 1 + \frac{1}{\ln(m)} \sum_{i=1}^m p_i \ln(p_i)$ <p><i>Trong đó: D<sub>max</sub> là độ ưu thế cực đại; SHDI<sub>max</sub> là độ đa dạng Shannon-Weaver lớn nhất; p<sub>i</sub> là xác suất bắt gặp các mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ i trong cảnh quan (%); m là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SHDI<sub>max</sub> = ln(m)</li> <li>• 0 ≤ D<sub>max</sub> ≤ 1</li> </ul>

### 6.3.5. Lớp độ đo đều

Lớp độ đo đều là một tập hợp các độ đo cảnh quan về đặc điểm phân bố diện tích của các mảnh rời rạc trong cảnh quan, qua đó chỉ ra sự biểu hiện định lượng của độ phong phú loài sinh vật.

Các độ đo phổ biến thuộc lớp này là chỉ số đều Shannon (SHEI), chỉ số đều Simpson (SIEI) và chỉ số đều Simpson biến đổi (MSIEI). Một số độ đo khác phát triển trong sinh thái học vào những năm 1960-1970 bởi Sheldon (1969), Hill (1973), Heip (1974) và Pielou (1975). Tất cả các độ đo này đều được xây dựng dựa trên độ đa dạng lớn nhất tương ứng với một độ giàu mảnh rời rạc cho trước.

Bảng 6.4. Lớp độ đo đều

Công thức tính	Đặc trưng
<p><b>1. Chỉ số đều Shannon (SHEI):</b></p> $SHEI = \frac{-\sum_{i=1}^m p_i \ln p_i}{\ln m}$ <p>Trong đó: SHEI là chỉ số đều Shannon của cảnh quan; <math>p_i</math> là xác suất bắt gặp các mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>i</math> trong cảnh quan (%); <math>m</math> là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0 \leq SHEI \leq 1</math></li> <li>• Giá trị SHEI cao thể hiện các mảnh rời rạc phân bố đều.</li> <li>• Giá trị SHEI = 0 trong trường hợp cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất.</li> <li>• Giá trị SHEI = 1 trong trường hợp mỗi kiểu lớp phủ chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất.</li> </ul>
<p><b>2. Chỉ số đều Simpson (SIEI):</b></p> $SIEI = \left(1 - \sum_{i=1}^m p_i^2\right) \left(\frac{m-1}{m}\right)$ <p>Trong đó: SIEI là chỉ số đều Simpson của cảnh quan; <math>p_i</math> là xác suất bắt gặp các mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>i</math> trong cảnh quan (%); <math>m</math> là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0 \leq SIEI \leq 1</math></li> <li>• Giá trị SIEI cao thể hiện các mảnh rời rạc phân bố đều.</li> <li>• Giá trị SIEI = 0 trong trường hợp cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất.</li> <li>• Giá trị SIEI = 1 trong trường hợp mỗi kiểu lớp phủ chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất.</li> </ul>
<p><b>3. Chỉ số đều Simpson biến đổi (MSIEI):</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0 \leq MSIEI \leq 1</math></li> <li>• Giá trị MSIEI cao thể hiện các mảnh rời rạc phân bố đều.</li> </ul>

$MSIEI = \frac{-\ln \sum_{i=1}^m p_i^2}{\ln m}$ <p>Trong đó: MSIEI là chỉ số đều Simpson biến đổi của cảnh quan; <math>p_i</math> là xác suất bắt gặp các mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>i</math> trong cảnh quan (%); <math>m</math> là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Giá trị MSIEI = 0 trong trường hợp cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất.</li> <li>• Giá trị MSIEI = 1 trong trường hợp mỗi kiểu lớp phủ chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất.</li> </ul>
<p><b>4. Độ đều Sheldon (1969):</b></p> $E_1 = \frac{e^{SHDI}}{S}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>E_1 &gt; 0</math></li> </ul>
<p><b>5. Độ đều Hill (1973):</b></p> $E_2 = \frac{(1/\lambda) - 1}{e^{SHDI}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>E_2 &gt; 0</math></li> </ul>
<p><b>6. Độ đều Heip (1974):</b></p> $E_3 = \frac{e^{SHDI} - 1}{S - 1}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>E_3 &gt; 0</math></li> </ul>
<p><b>7. Độ đều Pielou (1975):</b></p> $E_4 = \frac{SHDI}{\ln S}$ <p>Trong đó: SHDI là chỉ số đa dạng Shannon-Weaver; <math>S</math> là độ phong phú đơn giản.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>E_4 &gt; 0</math></li> </ul>

### 6.3.6. Lớp độ đo đồng nhất và bất đồng nhất

Lớp độ đo đồng nhất và bất đồng nhất là một tập hợp các độ đo cảnh quan về đặc điểm phân bố không đồng đều và phi ngẫu nhiên của các đối tượng trong không gian bất đồng nhất.

Định lượng độ đồng nhất/bất đồng nhất của cảnh quan có ý nghĩa quan trọng cả về lý thuyết và thực tiễn. Sự giống nhau hay khác biệt của các cảnh quan hoặc các thành phần cảnh quan ảnh hưởng đến sinh vật, các quá trình hệ sinh thái hoặc các hoạt động kinh tế của con người.

Ngoài ra, xác định độ đồng nhất/bất đồng nhất của các cảnh quan còn có ý nghĩa quan trọng trong phân loại cảnh quan.

Các mô hình sau xác định độ đồng nhất/bất đồng nhất cảnh quan:

- *Độ đồng nhất trung bình có trọng số* ( $\bar{u}$ ): được sử dụng trong trường hợp cần so sánh số lượng lớn các dấu hiệu để xác định mức độ đồng nhất của các cảnh quan.

- *Hệ số đồng nhất - bất đồng nhất của cảnh quan* (K): do Ivasutina và Nikolaiev (1969) xây dựng trên cơ sở sử dụng các khái niệm cơ bản về hệ thống entropy mô phỏng độ bất đồng nhất của cảnh quan. Nếu số nhóm yếu tố cảnh quan là tối đa (bất đồng nhất cao nhất) thì giá trị K bằng 1; nếu chỉ có một nhóm yếu tố cảnh quan (đồng nhất cao nhất) thì giá trị K bằng 0.

Bảng 6.5. Lớp độ đo đồng nhất và bất đồng nhất

Công thức tính	Đặc trưng
<p><b>1. Độ đồng nhất trung bình có trọng số</b> (<math>\bar{u}</math>):</p> $\bar{u} = \frac{\sum_{i,j=1}^n P_j u_i}{P_j}$ <p>Trong đó: <math>u_i</math> là các mức độ đồng nhất riêng của các cảnh quan; <math>P_j</math> là trọng số của các dấu hiệu cụ thể; <math>n</math> là tổng số dấu hiệu.</p>	
<p><b>2. Hệ số đồng nhất-bất đồng nhất của cảnh quan</b> (K):</p> $K = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left( \sum_{j=i+1}^n m_i m_j \right)}{C_n^2} \text{ với: } m_i = \frac{S_i}{n \times 100\%}$ $1 \leq i < j \leq n$ <p>Trong đó: K là hệ số đồng nhất - bất đồng nhất của cảnh quan; <math>s_i</math> là diện tích của <math>i</math> nhóm yếu tố cảnh quan; <math>n</math> là số nhóm yếu tố cảnh quan; <math>C_n^2</math> là tổ hợp chập 2 của <math>n</math>.</p>	

## 6.4. CÁC MÔ HÌNH ĐỘ ĐO KHÔNG GIAN

### 6.4.1. Khái niệm và phân loại

Các độ đo không gian cho phép mô tả đặc điểm phân bố không gian, vị trí, định hướng và hình dạng của các yếu tố cấu trúc trong cảnh quan. So với số ít các độ đo phi không gian hiện đã được xây dựng, các độ đo không gian có số lượng lớn hơn nhiều.

Các đặc điểm của mô hình độ đo không gian:

- So với thành phần các yếu tố cảnh quan, đặc điểm sắp xếp trong không gian của các yếu tố cảnh quan khó định lượng hơn;

- Phần lớn được xây dựng dựa trên các biến cơ sở về chu vi, diện tích và xác suất bắt gặp mảnh rời rạc trong cảnh quan. Do đó, độ đo không gian cho phép định lượng một cách trực tiếp hoặc gián tiếp các hiệu ứng sinh thái quan trọng (hiệu ứng kích thước, hiệu ứng hình dạng, hiệu ứng độ phong phú, hiệu ứng biên,...) đối với sinh vật và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan;

- Một số mô hình thống kê toán học được áp dụng để xây dựng các độ đo cảnh quan thứ cấp, phổ biến nhất là mô hình về giá trị trung bình (MN), độ lệch chuẩn (SD) và hệ số biến thiên (CoV);

- Định lượng và so sánh các cảnh quan có đặc điểm sắp xếp nơi sống khác nhau quy định khả năng và phương thức lựa chọn khác nhau của sinh vật;

- Độ đo không gian được xây dựng và áp dụng cho từng mảnh rời rạc, một kiểu lớp phủ hoặc toàn bộ cảnh quan. Tùy thuộc vào tính chất của từng độ đo mà áp dụng cho từng mức độ hoặc cho cả ba mức độ;

- Các độ đo được xây dựng theo định hướng không gian nên được áp dụng mở rộng cho các yếu tố cấu trúc cảnh quan khác (hành lang,

thể nền, thể khảm). Tuy nhiên, các độ đo này khó áp dụng cho các mức tổ chức sinh vật (quần thể, quần xã sinh vật, hệ sinh thái).

Có sáu lớp độ đo không gian được phân chia là:

- Lớp độ đo kích thước/mật độ/biên
- Lớp độ đo hình dạng
- Lớp độ đo diện tích lõi
- Lớp độ đo độ cách ly/lân cận
- Lớp độ đo độ tương phản
- Lớp độ đo độ lan truyền/rải rác

#### **6.4.2. Lớp độ đo kích thước, mật độ và biên**

*Lớp độ đo kích thước, mật độ và biên là một tập hợp các độ đo cảnh quan được xây dựng theo ba biến cơ bản là diện tích, chu vi và số lượng mảnh rời rạc. Lớp độ đo được sử dụng để định lượng bốn hiệu ứng sinh thái quan trọng của mảnh rời rạc đối với sinh vật và các quá trình hệ sinh thái là hiệu ứng hình dạng, hiệu ứng kích thước, hiệu ứng độ phong phú và hiệu ứng biên.*

Các độ đo kích thước, mật độ và biên được xây dựng theo các phương pháp sau:

- *Phương pháp xây dựng các độ đo sơ cấp*: gồm các độ đo đơn giản về diện tích và chu vi của từng mảnh rời rạc riêng biệt (cấp mảnh rời rạc), tất cả các mảnh thuộc cùng một kiểu lớp phủ (cấp lớp) và toàn bộ cảnh quan (cấp cảnh quan). Các độ đo sơ cấp bao gồm số lượng, mật độ, kích thước trung bình và bán kính quay tròn của mảnh rời rạc. Ngoài ra, biến thiên kích thước và bán kính trung bình của mảnh rời rạc ở cấp lớp và cấp cảnh quan cũng là hai độ đo quan trọng. Mặc dù không phải là những độ đo không gian thực sự, nhưng các độ đo này có nhiều ưu thế trong trắc lượng hình thái cảnh quan.

*Số lượng mảnh rời rạc (NumP) và mật độ mảnh rời rạc (PD) là hai độ đo sơ cấp định lượng ảnh hưởng của một kiểu nơi sống cụ thể tới nhiều loài sinh vật hoặc nhiều quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan. Các nội dung sinh thái học được phản ánh định lượng qua giá trị của hai độ đo này như sau: quy định kích thước của các quần thể phụ trong một quần thể biến thái, ảnh hưởng tới động lực và sự ổn định của quần thể biến thái; ảnh hưởng tới cơ chế cùng chung sống trong quan hệ vật ăn thịt - con mồi và quan hệ cạnh tranh.*

- *Xây dựng các độ đo thứ cấp*: đại lượng thống kê bậc một (trị trung bình) được sử dụng để xây dựng các độ đo cảnh quan thứ cấp nhằm xác định định lượng đặc trưng phân bố diện tích của các mảnh rời rạc ở cấp lớp phủ và cấp cảnh quan. Độ đo *giá trị trung bình kích thước mảnh rời rạc (MPS)* ngoài ý nghĩa định lượng các hiệu ứng mảnh rời rạc (hiệu ứng kích thước, hiệu ứng hình dạng, hiệu ứng biên) còn có thể được sử dụng để đánh giá mức độ phân mảnh cảnh quan và các hệ quả sinh thái khác. Cảnh quan nguyên trạng có giá trị MPS lớn hơn so với các cảnh quan phân mảnh. Tương tự như vậy, trong cùng một cảnh quan, kiểu lớp phủ nào có giá trị MPS nhỏ hơn sẽ được coi là chịu tác động phân mảnh mạnh hơn.

- *Xây dựng các độ đo cao cấp*: trong nhiều ứng dụng sinh thái học, các đại lượng thống kê bậc hai (độ lệch chuẩn, hệ số biến thiên) giải thích được nhiều thông tin hơn các đại lượng thống kê bậc một (trị trung bình). Độ đo biến thiên kích thước mảnh rời rạc cho phép xác định được dạng chủ đạo về bất đồng nhất cảnh quan - điều mà không thể sử dụng các độ đo thống kê bậc một để mô tả được. Ví dụ, trong hai cảnh quan có cùng giá trị PD và MPS, cảnh quan có giá trị hệ số biến thiên kích thước mảnh rời rạc (PSCoV) cao hơn đương nhiên sẽ có tính đều thấp hơn, phản ánh các quá trình tác động không đồng đều tới cảnh quan.

*Bảng 6.6. Lớp độ đo diện tích/mật độ/biên của cảnh quan*



<b>Công thức tính</b>	<b>Đặc trưng</b>
<p><b>1. Kích thước mảnh rời rạc (PS):</b></p> $PS = a_{ij}$ <p>Trong đó: PS là kích thước mảnh rời rạc (ha);  <math>a_{ij}</math> là diện tích mảnh rời rạc thứ <math>i</math>  thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> (ha).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PS &gt; 0</li> </ul>
<p><b>2. Chu vi mảnh rời rạc (PERIM):</b></p> $PERIM = p_{ij}$ <p>Trong đó: PERIM là chu vi mảnh rời rạc (m);  <math>p_{ij}</math> là chu vi của mảnh rời rạc thứ <math>i</math>  thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> (m).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PERIM &gt; 0</li> </ul>
<p><b>3. Tổng diện tích cảnh quan (TLA):</b></p> $TLA = A$ <p>Trong đó: TLA là tổng diện tích cảnh quan  (ha); A là tổng diện tích cảnh quan  (ha).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TLA &gt; 0</li> </ul>
<p><b>4. Số mảnh rời rạc (NumP):</b></p> $NumP = N$ <p>Trong đó: NumP là số mảnh rời rạc; N là  tổng số mảnh rời rạc có trong cảnh  quan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NumP ≥ 1.</li> <li>• NumP = 1 trong trường hợp  cảnh quan chỉ có một mảnh  rời rạc duy nhất.</li> </ul>
<p><b>5. Mật độ mảnh rời rạc (PD):</b></p> $PD = \frac{NumP}{TLA} \times 100\%$ <p>Trong đó: PD là mật độ mảnh rời rạc  (mảnh/100ha); NumP là số mảnh rời  rạc; TLA là tổng diện tích cảnh quan  (ha).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PD &gt; 0.</li> </ul>
<p><b>6. Tổng chiều dài đường biên (TE):</b></p> $TE = e$ <p>Trong đó: TE là tổng chiều dài đường biên  (m); e là tổng chiều dài đường biên  của các mảnh rời rạc trong cảnh quan  (m).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TE &gt; 0</li> </ul>
<p><b>7. Mật độ đường biên (ED)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ED &gt; 0</li> </ul>

$$ED = \frac{TE}{TLA}$$

Trong đó: ED là mật độ đường biên (m/ha);  
TE là tổng chiều dài đường biên (m);  
TLA là tổng diện tích cảnh quan (ha).

#### 8. Chỉ số hình dạng cảnh quan (LSI)

$$LSI = \frac{TE}{TE_{\min}}$$

Trong đó: LSI là chỉ số hình dạng cảnh quan;  
TE là tổng chiều dài đường biên (m);  
 $TE_{\min}$  là tổng chiều dài đường biên nhỏ nhất (m).

- $LSI \geq 1$ .
- Giá trị LSI cao chỉ thị cảnh quan chứa nhiều mảnh rời rạc có hình dạng không đều, tổng chiều dài đường biên trong cảnh quan cao, các mảnh rời rạc phân bố rải rác.

#### 9. Chỉ số mảnh rời rạc lớn nhất (LPI)

$$LPI = \frac{PS_{\max}}{TLA} \times 100\%$$

Trong đó: LPI là chỉ số mảnh rời rạc lớn nhất (%);  $PS_{\max}$  là kích thước mảnh rời rạc lớn nhất (ha); TLA là tổng diện tích cảnh quan (ha).

- $0\% < LPI \leq 100\%$ .
- Giá trị LPI biểu thị tỷ lệ diện tích mảnh rời rạc lớn nhất so với diện tích cảnh quan.
- LPI tiếp cận tới 0% khi mảnh rời rạc lớn nhất trong cảnh quan có kích thước không đáng kể.
- $LPI = 100\%$  khi cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất và chiếm toàn bộ diện tích cảnh quan.

#### 10. Giá trị trung bình kích thước mảnh rời rạc (MPS)

$$MPS = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}}{NumP}$$

Trong đó: MPS là giá trị trung bình kích thước mảnh rời rạc (ha);  $a_{ij}$  là diện tích mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha); NumP là tổng số mảnh rời rạc.

- $MPS > 0$
- Cảnh quan bị phân mảnh cao có giá trị MPS thấp và ngược lại.

#### 11. Độ lệch chuẩn kích thước mảnh rời

- PSSD là độ lệch chuẩn tổng

---

rạc (PSSD)

$$PSSD = \sqrt{\frac{1}{NumP} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} - \left( \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}}{NumP} \right)^2}$$

Trong đó: PSSD là độ lệch chuẩn kích thước mảnh rời rạc (ha);  $a_{ij}$  là diện tích mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha); NumP là tổng số mảnh rời rạc.

thể của diện tích mảnh rời rạc, không phải là độ lệch chuẩn mẫu.

- Giá trị PSSD lớn thể hiện mức độ đồng nhất về kích thước mảnh rời rạc thấp.

---

**12. Hệ số biến thiên kích thước mảnh rời rạc (PSCoV)**

$$PSCoV = \frac{PSSD}{MPS} \times 100\%$$

Trong đó: PSCoV là hệ số biến thiên diện tích mảnh rời rạc (%); PSSD là độ lệch chuẩn kích thước mảnh rời rạc (ha); MPS là giá trị trung bình kích thước mảnh rời rạc (ha).

- Giá trị PSCoV lớn thể hiện độ đồng nhất về kích thước thấp và chứa các mảnh rời rạc có kích thước nhỏ.

---

### 6.4.3. Lớp độ đo hình dạng

Lớp độ đo hình dạng là một tập hợp các độ đo cảnh quan được xây dựng dựa trên các biến về diện tích và chu vi mảnh rời rạc nhằm đánh giá định lượng hiệu ứng hình dạng và hiệu ứng biên của mảnh rời rạc.

Lớp độ đo hình dạng được xây dựng theo một hoặc kết hợp một số phương pháp sau:

- Phương pháp xây dựng các hàm của số chiều fractal: số chiều fractal (thường ký hiệu là  $D$ ) được sử dụng để xác định độ phức tạp về hình dạng của một mảnh rời rạc. Trong trường hợp áp dụng cho toàn bộ cảnh quan, số chiều fractal còn được sử dụng để xây dựng nhiều độ đo hình dạng khác dựa trên mô hình phân tích hồi quy, chẳng hạn số chiều

*fractal chu vi - diện tích* (PAFRAC) (trong trường hợp tập số liệu có số mẫu đủ lớn với  $n > 20$ ), *số chiều fractal mảnh rời rạc trung bình* (FRAC\_MN) (trường hợp tập số liệu không đủ lớn), *số chiều fractal mảnh rời rạc trung bình có tính trọng số diện tích* (FRAC\_AM). Trên cơ sở định lượng độ phức tạp về hình dạng của các mảnh rời rạc trong toàn bộ cảnh quan, các độ đo này cho phép giải thích được ảnh hưởng của hiệu ứng hình dạng và hiệu ứng biên đến sinh vật và quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan.

- *Phương pháp đối trục trung tâm*: phương pháp này do Gustafson và Parker (1992) phát triển, dựa trên các mô hình toán về đối trục trung tâm. Chẳng hạn, độ đo *chỉ số tuyến tính* (LINEAR) là hàm của khoảng cách giữa các điểm trong mảnh rời rạc tới đường biên gần nhất.

- *Phương pháp đường tròn ngoại tiếp nhỏ nhất*: phương pháp này cho phép xây dựng các độ đo hình dạng theo các hàm toán học về tỷ lệ diện tích mảnh rời rạc so với diện tích của đường tròn ngoại tiếp nhỏ nhất. Độ đo quan trọng nhất được xây dựng theo phương pháp này là *chỉ số đường tròn ngoại tiếp quan hệ* (CIRCLE), được sử dụng để định lượng giá trị chiều rộng và mức độ uốn khúc của mảnh rời rạc - những yếu tố ảnh hưởng chủ đạo tới hiệu ứng kích thước và hiệu ứng biên. Mảnh rời rạc có hình dạng hẹp ngang (giá trị chiều rộng nhỏ), uốn khúc cao có giá trị LINEAR cao và giá trị CIRCLE thấp; ngược lại, mảnh rời rạc hẹp ngang, ít uốn khúc có giá trị LINEAR và CIRCLE đều cao.

- *Phương pháp xác định độ kết nối không gian*: phương pháp này do LaGro (1991) phát triển nhằm xây dựng các hàm toán học đánh giá hiệu ứng hình dạng theo độ kết nối không gian. Chẳng hạn, giá trị *chỉ số mật tiếp* (CONTIG) của một mảnh rời rạc cao sẽ chỉ thị mảnh rời rạc đó có hình dạng thuận lợi, cho phép kết nối tốt với các mảnh rời rạc còn lại trong cảnh quan.

- Phương pháp xây dựng các độ đo hình dạng dựa trên các đại lượng thống kê bậc 1 và bậc 2: phương pháp này cho phép xây dựng được các độ đo cảnh quan thứ cấp từ các độ đo cảnh quan sơ cấp. Các độ đo được xây dựng theo phương pháp này là tỷ số chu vi - diện tích (PAR), chỉ số hình dạng (SHAPE), số chiều fractal mảnh rời rạc trung bình (FRAC\_MN), số chiều fractal mảnh rời rạc trung bình có tính trọng số diện tích (FRAC\_AM).

Bảng 6.7. Lớp độ đo hình dạng cảnh quan

---

**Công thức tính**

---

**1. Tỷ số chu vi - diện tích mảnh rời rạc (PAR):**

$$PAR = \frac{P_{ij}}{10.000 \times a_{ij}}$$

Trong đó: PAR là tỷ lệ chu vi - diện tích của một mảnh rời rạc ( $m^{-1}$ );  $p_{ij}$  là chu vi của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  ( $m$ );  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  ( $ha$ )

- PAR > 0
- PAR cho phép định lượng hình dạng và kích thước của các mảnh rời rạc phức tạp. Các mảnh rời rạc có hình dạng và kích thước khác nhau luôn có giá trị PAR khác nhau.
- Đối với một mảnh rời rạc có giá trị diện tích  $a_{ij}$  cho trước: mảnh rời rạc có hình dạng phức tạp hoặc kéo dài có giá trị PAR cao; ngược lại, mảnh rời rạc đều đặn hoặc tròn trịa có giá trị PAR thấp.

---

**2. Tỷ số chu vi - diện tích hiệu chỉnh mảnh rời rạc (CPA):**

$$CPA = \frac{0,282 \times p_{ij}}{\sqrt{10.000 \times a_{ij}}}$$

Trong đó: CPA là tỷ số chu vi - diện tích hiệu chỉnh của một mảnh rời rạc;  $p_{ij}$  là chu vi của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  ( $m$ );  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  ( $ha$ )

- CPA > 0
  - Độ đo này khắc phục nhược điểm về thứ nguyên của PAR và thêm hệ số
-

---

điều chỉnh hợp lý tỷ số chu vi và diện tích.

---

**3. Các tỷ số diện tích - chu vi mảnh rời rạc ( $\gamma$ ):**

$$\gamma_1 = \frac{2\sqrt{10.000 \times \pi \times a_{ij}}}{p_{ij}};$$
$$\gamma_2 = \frac{4\sqrt{10.000 \times a_{ij}}}{p_{ij}}; \gamma_3 = \frac{10.000 \times a_{ij}}{p_{ij}^2}$$

Trong đó:  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  là các tỷ số diện tích - chu vi của một mảnh rời rạc;  $p_{ij}$  là chu vi của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  ( $m$ );  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha)

- $\gamma > 0$
- Đối với một mảnh rời rạc có giá trị diện tích  $a_{ij}$  cho trước: mảnh rời rạc có hình dạng phức tạp hoặc kéo dài có giá trị  $\gamma$  thấp; ngược lại, mảnh rời rạc đều đặc hoặc tròn trịa có giá trị  $\gamma$  cao.

---

**4. Chỉ số hình dạng trung bình (MSI):**

$$MSI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left( \frac{p_{ij}}{2\sqrt{10.000 \times \pi \times a_{ij}}} \right)}{NumP}$$

Trong đó: MSI là chỉ số hình dạng trung bình của một kiểu lớp phủ hoặc toàn bộ cảnh quan;  $p_{ij}$  là chu vi của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  ( $m$ );  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha);  $m$  là tổng số kiểu mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ  $i$ ;  $n$  là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan; NumP là số mảnh rời rạc trong một kiểu lớp phủ hoặc toàn bộ cảnh quan.

- MSI > 0
  - Giá trị MSI cao chỉ thị cảnh quan hoặc lớp phủ có chứa nhiều mảnh rời rạc có hình dạng phức tạp hoặc kéo dài.
  - Độ đo MSI không thể hiện được hiệu ứng sinh thái của một cảnh quan hoặc một kiểu lớp phủ có số lượng mảnh rời rạc ít. Do vậy, độ đo AWMSI
-

---

được xây dựng để khắc phục hạn chế này.

---

### 5. Chỉ số hình dạng trung bình có gán trọng số diện tích (AWMSI):

$$AWMSI = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ \left( \frac{p_{ij}}{2\sqrt{10.000 \times \pi \times a_{ij}}} \right) \left( \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^m a_{ij}} \right) \right]$$

Trong đó: AWMSI là chỉ số hình dạng trung bình có gán trọng số diện tích của một kiểu lớp phủ hoặc toàn bộ cảnh quan;  $p_{ij}$  là chu vi của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (m);  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha);  $m$  là tổng số kiểu mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ  $i$ ;  $n$  là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan.

---

### 6. Chỉ số hình dạng mảnh rời rạc (SHAPE)

$$SHAPE = \frac{p_{ij}}{\min(p_{ij})}$$

Trong đó: SHAPE là chỉ số hình dạng của một mảnh rời rạc;  $p_{ij}$  là chu vi của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (m);  $\min(p_{ij})$  là chu vi nhỏ nhất của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (m).

- SHAPE  $\geq 1$ .
  - Giá trị SHAPE bằng hoặc xấp xỉ 1 trong trường hợp mảnh rời rạc có hình dạng chuẩn đều đặn.
  - Giá trị SHAPE cao chỉ thị mảnh rời rạc có hình dạng phức tạp hoặc kéo dài.
- 

### 7. Chỉ số chiều fractal mảnh rời rạc (FRAC)

$$FRAC = \frac{2 \ln(0,25 p_{ij})}{\ln(10.000 \times a_{ij})}$$

Trong đó: FRAC là chỉ số chiều fractal của một mảnh rời rạc;  $p_{ij}$  là chu vi của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (m);  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha)

- với:  $1 \leq FRAC \leq 2$
  - Giá trị FRAC cao chỉ thị mảnh rời rạc có hình dạng phức tạp; ngược lại,
-

---

giá trị thấp chỉ thị mảnh rời rạc có hình dạng đơn giản.

- Giá trị FRAC bằng hoặc xấp xỉ 1 trong trường hợp mảnh rời rạc có hình dạng chuẩn đều đặn hoặc tròn trịa (tròn hoặc vuông).
- Giá trị FRAC bằng hoặc xấp xỉ 2 trong trường hợp mảnh rời rạc có hình dạng uốn khúc đặc biệt cao, tạo ra đường biên có chiều dài rất lớn.

---

### 8. Chỉ số tuyến tính mảnh rời rạc (LINEAR)

$$LINEAR = \frac{\left[ \frac{a_{ij}^*}{(2b-r)^2} \right] - 1}{a_{ij}^*}$$

Trong đó:  $a_{ij}^*$  là diện tích của mảnh rời rạc đã được đổi trục trung tâm thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha);  $b$  là giá trị đổi trục trung tâm;  $r$  là hằng số, nhận giá trị 0 hoặc 1.

- $0 \leq LINEAR < 1$
- Giá trị LINEAR bằng 0 trong trường hợp mảnh rời rạc có hình vuông.
- Giá trị LINEAR xấp xỉ 1 trong trường hợp mảnh rời rạc có dạng kéo dài tuyệt đối với diện tích biên chiếm 100%.
- Độ đo LINEAR không biểu thị định lượng kích thước mảnh rời rạc.

---

### 9. Chỉ số đường tròn ngoại tiếp quan hệ của mảnh rời rạc (CIRCLE)

$$CIRCLE = 1 - \left[ \frac{a_{ij}}{a_{ij}^s} \right]$$

Trong đó: CIRCLE là chỉ số đường tròn ngoại tiếp quan hệ của một mảnh rời rạc;  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha);  $s$  là bán kính đường tròn ngoại tiếp ( $m$ );  $a_{ij}^s$  là diện tích đường tròn ngoại tiếp nhỏ nhất bao quanh mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp  $j$  (ha).

- $0 \leq CIRCLE < 1$
  - Giá trị CIRCLE cao chỉ thị mảnh rời rạc có hình dạng hẹp và kéo dài.
  - Giá trị CIRCLE bằng 0 trong trường hợp mảnh rời rạc có hình tròn.
  - Giá trị CIRCLE xấp xỉ 1 trong trường hợp mảnh rời rạc có dạng kéo dài tuyệt đối với diện tích biên chiếm 100%.
-



---

**10. Chỉ số đường tròn ngoại tiếp mảnh rời rạc (RCC):**

$$RCC = \frac{2}{LA} \times \sqrt{\frac{10.000 \times a_{ij}}{\pi}}$$

Trong đó: RCC là chỉ số đường tròn ngoại tiếp mảnh rời rạc;  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha); LA là trục dài nhất (m).

- $0 \leq RCC < 1$
- Giá trị RCC so sánh kích thước mảnh rời rạc với kích thước của một hình tròn ngoại tiếp mảnh rời rạc đó.
- Giá trị RCC lớn chỉ thị mảnh rời rạc có hình dạng càng gần với hình tròn.

---

**11. Các chỉ số Hulshoff về hình dạng cảnh quan (SI):**

$$SI_1 = \frac{1}{NumP} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{p_{ij}}{10.000 \times a_{ij}}$$

$$SI_2 = \frac{1}{NumP} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{p_{ij}}{4 \sqrt{10.000 \times a_{ij}}}$$

Trong đó:  $SI_1$  và  $SI_2$  là các chỉ số hình dạng cảnh quan hoặc một kiểu lớp phủ;  $p_{ij}$  là chu vi của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (m);  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha);  $m$  là tổng số kiểu mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ  $i$ ;  $n$  là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan; NumP là số mảnh rời rạc trong cảnh quan hoặc một kiểu lớp phủ.

- $SI > 0$
  - Giá trị  $SI_1$  cao biểu thị cảnh quan có chứa nhiều mảnh rời rạc có diện tích lõi nhỏ.
  - Chỉ số  $SI_2$  đo các thuộc tính có cùng đường kính của cảnh quan. Giá trị  $SI_2$  càng lớn cảnh quan càng có độ lệch cao so với hình dạng cùng đường kính.
-

---

## 12. Chỉ số mật tiếp mảnh rời rạc (CONTIG)

$$CONTIG = \frac{1}{v-1} \times \left[ \frac{\sum_{r=1}^z c_{ijr}}{10.000 \times a_{ij}} - 1 \right]$$

Trong đó: CONTIG là chỉ số mật tiếp của một mảnh rời rạc;  $c_{ijr}$  là giá trị mật tiếp của điểm thứ  $r$  thuộc mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$ ;  $z$  là tổng số điểm mật tiếp trong mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$ ;  $v$  là hằng số;  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha).

- $0 \leq CONTIG \leq 1$
- Giá trị CONTIG cao chỉ thị mảnh rời rạc đó có hình dạng thuận lợi cho phép kết nối tốt với các mảnh rời rạc còn lại trong cảnh quan.

---

## 13. Số chiều fractal chu vi - diện tích mảnh rời rạc (PAFRAC)

$$PAFRAC = \frac{2 \times \left[ \left( NumP \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij}^2 \right) - \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij} \right)^2 \right]}{NumP \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\ln p_{ij} \times \ln 10.000 \times a_{ij}) - \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij} \right) \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln 10.000 \times a_{ij} \right)}$$

Trong đó: PAFRAC là số chiều fractal chu vi - diện tích của một mảnh rời rạc;  $p_{ij}$  là chu vi của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (m);  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha);  $m$  là tổng số kiểu mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ  $i$ ;  $n$  là tổng số kiểu lớp phủ có trong cảnh quan;  $NumP$  là số mảnh rời rạc trong cảnh quan.

- $1 \leq PAFRAC \leq 2$
  - Giá trị PAFRAC chỉ thị độ phức tạp về hình dạng của mảnh rời rạc.
  - Giá trị PAFRAC xấp xỉ hoặc bằng 1 trong trường hợp mảnh rời rạc có hình dạng đều đặn (tròn, vuông).
  - Giá trị PAFRAC bằng hoặc xấp xỉ 2 trong trường hợp mảnh rời rạc có độ uốn khúc đặc biệt cao.
-

---

**14. Giá trị trung bình của PAR, SHAPE, FRAC, LINEAR, CIRCLE và CONTIG (PARMN, SHAPEMN, FRACMN, LINEARMN, CIRCLEMN, CONTIGMN)**

$$MN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}}{NumP}$$

Trong đó: MN là giá trị trung bình của một trong các độ đo hình dạng cảnh quan (PAR, SHAPE, FRAC, LINEAR, CIRCLE và CONTIG);  $x_{ij}$  là một trong các độ đo hình dạng tương ứng của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$ ; NumP là tổng số mảnh rời rạc.

---

**15. Độ lệch chuẩn của PAR, SHAPE, FRAC, LINEAR, CIRCLE và CONTIG (PARSD, SHAPESD, FRACSD, LINEARSD, CIRCLES, CONTIGSD)**

$$SD = \sqrt{\frac{1}{NumP} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ x_{ij} - \left( \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}}{NumP} \right) \right]^2}$$

Trong đó: SD là độ lệch chuẩn của một trong các độ đo hình dạng cảnh quan (PAR, SHAPE, FRAC, LINEAR, CIRCLE và CONTIG);  $x_{ij}$  là một trong các độ đo hình dạng tương ứng của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu  $j$ ; NumP là tổng số mảnh rời rạc.

---

**16. Hệ số biến thiên của PAR, SHAPE, FRAC, LINEAR, CIRCLE và CONTIG (PARCoV, SHAPECoV, FRACCoV, LINEARCoV, CIRCLECoV, CONTIGCoV)**

$$CoV = \frac{SD}{MN} \times 100\%$$

Trong đó: CoV là hệ số biến thiên của của một trong các độ đo hình dạng cảnh quan (PAR, SHAPE, FRAC, LINEAR, CIRCLE và CONTIG) (%); SD và MN lần lượt là độ lệch chuẩn và giá trị trung bình của các độ đo hình dạng tương ứng.

---

#### 6.4.4. Lớp độ đo diện tích lõi

*Lớp độ đo diện tích lõi là một tập hợp các độ đo cảnh quan được xây dựng dựa trên các biến về diện tích vùng lõi và diện tích vùng biên của mảnh rời rạc nhằm đánh giá định lượng vai trò của vùng lõi và hiệu ứng biên của mảnh rời rạc đối với sinh vật và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan. Trong đó, giá trị diện tích vùng lõi và diện tích vùng biên biểu thị kích thước mảnh rời rạc; giá trị chu vi biểu thị chiều dài đường biên của mảnh rời rạc.*

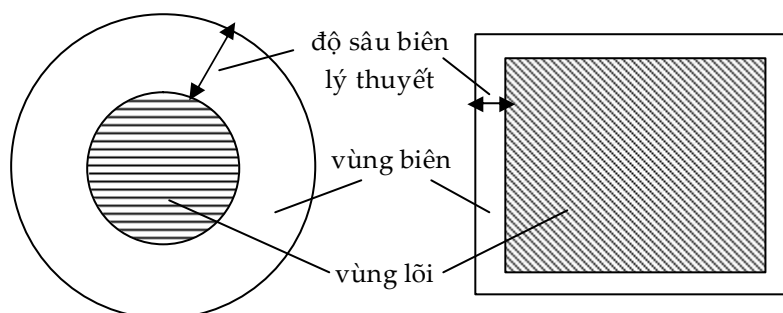
Trong một mảnh nơi sống, vùng lõi là phần diện tích bên trong hoàn toàn không bị ảnh hưởng hoặc chỉ chịu tác động không đáng kể của hiệu ứng biên. Hiệu ứng biên chỉ làm thay đổi các điều kiện môi trường dọc theo biên của mảnh rời rạc. Đối với những loài sinh vật sống trong vùng lõi, diện tích vùng lõi đóng vai trò quan trọng hơn toàn bộ diện tích mảnh rời rạc. Điều này xuất phát từ nguyên nhân: diện tích ảnh hưởng trực tiếp tới thành phần loài và độ phong phú loài trong vùng lõi. Tuy nhiên, diện tích vùng lõi được quy định bởi hình dạng của mảnh rời rạc. Trong nhiều trường hợp, một mảnh rời rạc có kích thước lớn nhưng không thể cung cấp nơi sống cho một loài sinh vật do mảnh có diện tích lõi nhỏ hơn diện tích nơi sống tối thiểu mà loài đó yêu cầu.

Về mặt hình học, tỷ lệ diện tích lõi và diện tích biên trong một mảnh rời rạc phụ thuộc vào hai yếu tố:

- *Hình dạng của mảnh rời rạc*: một mảnh rời rạc có hình dạng đều đặn (hình tròn, elip, vuông, chữ nhật) có tỷ lệ diện tích lõi so với diện tích biên cao hơn một mảnh rời rạc có hình dạng phức tạp có cùng diện tích.

- *Giá trị độ sâu biên lý thuyết*: được đo bằng khoảng cách từ rìa ngoài vùng lõi tới rìa ngoài vùng biên. Nếu hai mảnh rời rạc có hình dạng và

kích thước như nhau, mảnh có độ sâu biên lý thuyết nhỏ hơn sẽ tạo ra vùng lõi có diện tích lớn hơn và vùng biên có diện tích nhỏ hơn.



Hình 6.4. Các biến mảnh rời rạc trong lớp độ đo hình dạng. Chú ý rằng mảnh tròn trong ví dụ này có độ sâu biên lý thuyết lớn, do đó tạo ra vùng biên có diện tích lớn và vùng lõi có diện tích nhỏ; ngược lại, mảnh chữ nhật có độ sâu biên lý thuyết nhỏ, diện tích vùng biên nhỏ và diện tích vùng lõi lớn.

Lớp độ đo diện tích lõi được xây dựng bằng các phương pháp sau:

- Phần lớn độ đo diện tích lõi được xây dựng theo cách thức tương tự như đối với các độ đo diện tích mảnh rời rạc sau khi loại trừ hết diện tích biên. Hiện nay, một số nghiên cứu sử dụng cách thức loại trừ vùng biên có chiều rộng mặc định trong xác định diện tích lõi. Tuy nhiên, trong một vài trường hợp không thể xác định thì diện tích lõi được xác định theo một giá trị độ sâu biên do người dùng quy định.

- Lớp độ đo diện tích lõi chủ yếu được sử dụng trong các nghiên cứu về sinh học bảo tồn, nghiên cứu phân mảnh cảnh quan và cơ chế mất nơi sống của sinh vật. Do vậy, lớp độ đo này chỉ nên áp dụng cho các kiểu lớp phủ riêng biệt có ý nghĩa đối với bảo tồn (lớp phủ thực vật hoặc lớp phủ rừng).

- Trong nhiều trường hợp, một mảnh rời rạc thường chứa một số mảnh lõi tách rời thích hợp cho hình thành nơi sống của sinh vật. Như

vậy, những mảnh lõi tách rời có thể coi là mảnh rời rạc, từ đó xây dựng các độ đo giống như đối với các độ đo diện tích mảnh rời rạc.

Bảng 6.8. Lớp độ đo diện tích lõi

Công thức tính	Đặc trưng
<p><b>1. Diện tích lõi mảnh rời rạc (CORE)</b></p> $CORE = a_{ij}^c$ <p><i>Trong đó: CORE là diện tích lõi của một mảnh rời rạc (ha); <math>a_{ij}^c</math> là diện tích lõi của mảnh rời rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> được xác định theo độ sâu biên lý thuyết <math>c</math> (ha).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>CORE \geq 0</math></li> <li>• Giá trị CORE bằng 0 trong trường hợp tất cả các điểm trong mảnh rời rạc đều thuộc đường mở biên lý thuyết.</li> </ul>
<p><b>2. Số lượng lõi mảnh rời rạc (NCORE)</b></p> $NCORE = n_{ij}^c$ <p><i>Trong đó: NCORE là số lượng vùng lõi của một mảnh rời rạc; <math>n_{ij}^c</math> là số lượng vùng lõi tách rời trong mảnh rời rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> được xác định theo độ sâu biên lý thuyết <math>c</math>.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>NCORE \geq 0</math></li> <li>• <math>NCORE = 0</math> khi và chỉ khi <math>CORE = 0</math> và ngược lại.</li> <li>• Số lượng lõi phụ thuộc vào hình dạng của mảnh rời rạc. Một mảnh rời rạc có thể chứa 1 hoặc nhiều lõi. Giá trị <math>NCORE &gt; 1</math> chỉ thị một mảnh rời rạc chứa nhiều lõi tách rời.</li> </ul>
<p><b>3. Chỉ số diện tích lõi mảnh rời rạc (CAI)</b></p> $CAI = \frac{a_{ij}^c}{a_{ij}} \times 100\%$ <p><i>Trong đó: CAI là chỉ số diện tích lõi của một mảnh rời rạc (%); <math>a_{ij}^c</math> là diện tích vùng lõi của</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0\% \leq CAI &lt; 100\%</math></li> <li>• <math>CAI = 0\%</math> khi và chỉ khi <math>NCORE = 0</math>, hoặc <math>CORE = 0</math> và ngược lại.</li> <li>• Giá trị CAI bằng 100% trong trường hợp độ sâu</li> </ul>

<p>mảnh rời rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> dựa trên độ sâu biên lý thuyết <math>c</math> (ha); <math>a_{ij}</math> là diện tích của mảnh rời rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> (ha).</p>	<p>biên lý thuyết <math>c = 0</math> và vùng lõi chiếm toàn bộ diện tích mảnh rời rạc.</p>
<p><b>4. Tổng diện tích lõi (TCA)</b></p> $TCA = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}^c$ <p>Trong đó: TCA là tổng diện tích lõi của một kiểu lớp phủ hoặc toàn bộ cảnh quan (ha); <math>a_{ij}^c</math> là diện tích vùng lõi của mảnh rời rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> dựa trên độ sâu biên lý thuyết <math>c</math> (ha).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>TCA \geq 0</math></li> <li>• <math>TCA = 0</math> trong trường hợp lớp phủ được xét hoặc toàn bộ cảnh quan hoàn toàn không có diện tích lõi thích hợp là nơi sống của sinh vật.</li> </ul>
<p><b>5. Phần trăm diện tích lõi (CPLAND)</b></p> $CPLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^c}{TLA} \times 100\%$ <p>Trong đó: CPLAND là phần trăm diện tích lõi của cảnh quan (%); <math>a_{ij}^c</math> là diện tích vùng lõi của mảnh rời rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu <math>j</math> dựa trên độ sâu biên lý thuyết <math>c</math> (ha); TLA là tổng diện tích cảnh quan (ha)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0\% \leq CPLAND &lt; 100\%</math></li> </ul>
<p><b>6. Số lượng phân đoạn lõi (NDCA)</b></p> $NDCA = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n n_{ij}^c$ <p>Trong đó: NDCA là số lượng phân đoạn lõi; <math>n_{ij}^c</math> là số lượng vùng lõi tách rời trong mảnh rời rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu <math>j</math> được xác định theo độ sâu biên lý thuyết <math>c</math>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>NDCA \geq 0</math></li> </ul>
<p><b>7. Mật độ phân đoạn lõi (DCAD)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>DCAD \geq 0</math></li> </ul>

$$DCAD = \frac{100 \times \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n n_{ij}^c}{TLA}$$

Trong đó: DCAD là mật độ phân đoạn lõi của một cảnh quan (số lượng/100 ha);  $n_{ij}^c$  là số lượng vùng lõi tách rời trong mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  được xác định theo độ sâu biên lý thuyết  $c$ ; TLA là tổng diện tích cảnh quan (ha)

- DCAD và NDCA được sử dụng kết hợp trong trường hợp so sánh các cảnh quan có kích thước khác nhau.

### 8. Giá trị trung bình của CORE, DCA và CAI (COREMN, DCAMN, CAIMN)

$$MN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}}{NumP}$$

Trong đó: MN là giá trị trung bình của một trong các độ đo diện tích lõi (CORE, DCA và CAI);  $x_{ij}$  là một trong các độ đo diện tích lõi tương ứng của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  (ha); NumP là tổng số mảnh rời rạc.

### 9. Độ lệch chuẩn của CORE, DCA và CAI (CORESD, DCASD, CAISD)

$$SD = \sqrt{\frac{1}{NumP} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ x_{ij} - \left( \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}}{NumP} \right) \right]^2}$$

Trong đó: SD là độ lệch chuẩn của một trong các độ đo diện tích lõi (CORE, DCA và CAI);  $x_{ij}$  là một trong các độ đo diện tích lõi tương ứng của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu  $j$ ; NumP là tổng số mảnh rời rạc.

### 10. Hệ số biến thiên của CORE, DCA và CAI (CORECoV, DCACoV, CAICoV)

$$CoV = \frac{SD}{MN} \times 100\%$$



---

*Trong đó: CV là hệ số biến thiên của của một trong các độ đo diện tích lõi (CORE, DCA và CAI) (%); SD và MN lần lượt là độ lệch chuẩn và giá trị trung bình của các độ đo diện tích lõi tương ứng.*

---

#### **6.4.5. Lớp độ đo cách ly và gần gũi**

*Lớp độ đo cách ly và gần gũi là một tập hợp các độ đo cảnh quan được xây dựng dựa trên các biến về khoảng cách giữa các mảnh rời rạc nhằm đánh giá định lượng hiệu ứng khoảng cách do thể nền gây nên đối với sinh vật và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan.*

Cách ly giữa các mảnh nơi sống rời rạc là nhân tố sinh thái không gian hạn chế động lực của các quần thể địa phương (quá trình di chuyển, trao đổi cá thể,...). Là một khái niệm quan trọng của thuyết quần thể biến thái, độ cách ly thường được đo bằng khoảng cách giữa các mảnh nơi sống. Đây là một chỉ thị quan trọng được sử dụng trong sinh học bảo tồn hoặc nghiên cứu cơ chế phân mảnh nơi sống.

Trong khi xây dựng lớp độ đo cách ly và gần gũi, các yếu tố sinh thái sau đây cần được chú trọng:

- Biên có thể đóng vai trò là vật lọc hoặc vật cản dòng di cư. Ngoài ra, biên cũng có thể tạo ra dòng phát tán của các sinh vật theo cả chiều vào và ra của các mảnh nơi sống.

- Dòng sinh vật trong cảnh quan phụ thuộc chặt chẽ vào khoảng cách giữa các mảnh nơi sống rời rạc.

- Thành phần và cấu trúc của cảnh quan quyết định đặc tính thấm của cảnh quan, nghĩa là mức độ thuận lợi cho phép sinh vật xâm nhập vào cảnh quan.

Tất cả các độ đo thuộc lớp này đều được xây dựng dựa trên mối quan hệ giữa một mảnh rời rạc được xem xét với các mảnh rời rạc lân

cận thuộc cùng một kiểu lớp phủ. Tuy nhiên, các độ đo được giới hạn trong một khoảng bán kính nhất định. Các độ đo đơn giản nhất được xây dựng theo khoảng cách Euclide trong mô hình láng giềng gần nhất.

Hiện nay có hai nguyên lý khoa học chủ đạo được tiếp cận để xây dựng lớp độ đo cách ly và gần gũi:

- *Thuyết Địa sinh học đảo*: Theo thuyết này, các mảnh nơi sống được coi là "đảo" bị bao quanh bởi các điều kiện không thuận lợi cho sự tồn tại và phát tán của sinh vật. Trong trường hợp này, độ cách ly chịu ảnh hưởng bởi khoảng cách giữa các mảnh nơi sống thích hợp.

Hai độ đo được xây dựng theo địa sinh học đảo là *khoảng cách Euclide láng giềng gần nhất (ENN)* và *chỉ số gần gũi (PROX)*. Trong đó, ENN được định nghĩa là khoảng cách từ một mảnh rời rạc tới một mảnh rời rạc khác gần nhất thuộc cùng một kiểu lớp phủ. Tuy nhiên, ENN không đánh giá đầy đủ được mức độ liên kết sinh thái giữa các mảnh rời rạc. Chẳng hạn, một mảnh rời rạc lân cận cách xa 100 m nhưng chỉ có kích thước là 1 ha sẽ ít quan trọng hơn so với một mảnh rời rạc lân cận cách xa 200 m nhưng có kích thước 1.000 ha. Độ đo PROX được phát triển nhằm định lượng quan hệ không gian giữa một mảnh rời rạc được xem xét với các mảnh rời rạc lân cận thuộc cùng một kiểu lớp phủ nhưng có kích thước khác nhau. Giá trị độ đo PROX cao chỉ thị cảnh quan có chứa nhiều mảnh rời rạc kích thước lớn và kết nối tốt.

- *Mô hình PCM*: khác với thuyết địa sinh học đảo chỉ tính đến các mảnh rời rạc thuộc cùng một kiểu lớp phủ, mô hình PCM xem xét các mảnh rời rạc thuộc các kiểu lớp phủ khác nhau. Hai độ đo phổ biến được xây dựng theo nguyên lý này là *chỉ số đồng dạng (SIMI)* và *khoảng cách chức năng láng giềng gần nhất (FNN)*. SIMI là một dạng hàm biến đổi của PROX, trong đó xem xét tới cả các biến về kích thước và độ gần gũi của tất cả các mảnh rời rạc thuộc các kiểu lớp phủ khác nhau trong cảnh quan. Giá trị SIMI cao chỉ thị cảnh quan có nhiều mảnh rời rạc kích

thuộc lớn, phân bố gần nhau. Tuy nhiên, SIMI chỉ cho biết mức ý nghĩa gần gũi về mặt cấu trúc. Trong nhiều trường hợp, khoảng cách địa lý ngắn nhất không quyết định khoảng cách chức năng gần nhất liên quan tới các quá trình của hệ sinh thái hoặc dòng chảy sinh vật trong cảnh quan. Vì lý do đó, độ đo FNN được xây dựng để định lượng mức ý nghĩa gần gũi về mặt chức năng.

Bảng 6.9. Lớp độ đo cách ly và gần gũi

Công thức tính	Đặc trưng
<p><b>1. Chỉ số gần gũi (PROX)</b></p> $PROX = \sum_{s=1}^n \frac{10.000 \times a_{ijs}}{h_{ijs}^2}$ <p>Trong đó: PROX là chỉ số gần gũi; <math>a_{ijs}</math> là diện tích của mảnh rời rạc thứ <math>s</math> lân cận với mảnh rời rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> được xem xét (ha); <math>n</math> là tổng số mảnh rời rạc lân cận với mảnh rời rạc được xem xét; <math>h_{ijs}</math> là khoảng cách giữa mảnh rời rạc được xem xét tới mảnh rời rạc lân cận thứ <math>s</math> (m).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>PROX \geq 0</math>.</li> <li>• Giá trị PROX = 0 trong trường hợp mảnh rời rạc được xem xét không có lân cận trong bán kính khảo sát.</li> <li>• Giá trị PROX cao chỉ thị các mảnh rời rạc thuộc cùng một kiểu lớp phủ phân bố gần nhau - có thể chỉ thị cho cảnh quan bị phân mảnh thấp.</li> <li>• Giá trị PROX phụ thuộc vào cách thức lựa chọn bán kính khảo sát và khoảng cách nhỏ nhất giữa các mảnh rời rạc.</li> </ul>
<p><b>2. Chỉ số đồng dạng (SIMI)</b></p> $SIMI = \sum_{s=1}^n \frac{10.000 \times a_{ijs} d_{ik}}{h_{ijs}^2}$ <p>Trong đó: SIMI là chỉ số đồng dạng; <math>a_{ijs}</math> là diện tích của mảnh rời rạc lân cận thứ <math>s</math> của mảnh rời rạc <math>ij</math> được xem xét (ha); <math>d_{ik}</math> là hệ số</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>SIMI \geq 0</math></li> <li>• Giá trị SIMI = 0 trong trường hợp tất cả các mảnh rời rạc nằm trong phạm vi bán kính khảo sát có hệ số đồng dạng <math>d_{ik} = 0</math>.</li> <li>• Giá trị SIMI cao chỉ thị cảnh quan chứa nhiều mảnh rời rạc có giá trị hệ số đồng dạng cao, đồng</li> </ul>

<p>đồng dạng giữa mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>i</math> với mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>k</math> (giá trị <math>d_{ik}</math> trong khoảng 0-1); <math>h_{ijs}</math> là khoảng cách giữa mảnh rời rạc <math>ij</math> được xem xét với mảnh rời rạc lân cận thứ <math>s</math> (<math>m</math>).</p>	<p>thời các mảnh rời rạc thuộc cùng một kiểu lớp phủ phân bố gần nhau, chỉ thị cảnh quan ít phân mảnh.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Giá trị SIMI phụ thuộc vào cách thức lựa chọn bán kính khảo sát và khoảng cách nhỏ nhất giữa các mảnh rời rạc.</li> </ul>
<p><b>3. Khoảng cách Euclide láng giềng gần nhất (ENN)</b></p> $ENN = h_{ij}$ <p>Trong đó: ENN là khoảng cách Euclide láng giềng gần nhất (<math>m</math>); <math>h_{ij}</math> là khoảng cách từ mảnh rời rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> tới mảnh rời rạc gần nhất cũng thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> (<math>m</math>).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>ENN \geq 0</math></li> <li>• Giá trị <math>ENN = 0</math> trong hai trường hợp cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất, hoặc mỗi mảnh rời rạc thuộc một kiểu lớp phủ khác nhau.</li> <li>• ENN được tính theo khoảng cách Euclide trong không gian thực.</li> </ul>
<p><b>4. Khoảng cách chức năng láng giềng gần nhất (FNN)</b></p> $FNN = h_{ij}^*$ <p>Trong đó: FNN là khoảng cách chức năng láng giềng gần nhất (<math>m</math>); <math>h_{ij}^*</math> là khoảng cách từ mảnh rời rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> tới mảnh rời rạc gần nhất cũng thuộc kiểu <math>j</math> có cùng chức năng (<math>m</math>).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>FNN \geq 0</math></li> <li>• Giá trị <math>FNN = 0</math> trong các trường hợp: cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất; mỗi mảnh rời rạc trong cảnh quan thuộc một kiểu lớp phủ khác nhau; các mảnh rời rạc thuộc cùng một kiểu lớp phủ có chức năng sinh thái khác nhau.</li> <li>• Mặc dù được tính theo khoảng cách Euclide, nhưng giá trị FNN thường không trùng với giá trị ENN trong không gian thực.</li> </ul>

---

**5. Giá trị trung bình của PROX, SIMI, ENN và FNN (PROXMN, SIMIMN, ENNMN, FNNMN)**

$$MN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}}{NumP}$$

Trong đó: MN là giá trị trung bình của một trong các độ đo PROX, SIMI, ENN, FNN;  $x_{ij}$  là một trong các độ đo tương ứng của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$ ; NumP là tổng số mảnh rời rạc.

---

**6. Độ lệch chuẩn của PROX, SIMI, ENN và FNN (PROXSD, SIMISD, ENNSD, FNNSD)**

$$SD = \sqrt{\frac{1}{NumP} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ x_{ij} - \left( \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}}{NumP} \right) \right]^2}$$

Trong đó: SD là độ lệch chuẩn của một trong các độ đo PROX, SIMI, ENN, FNN;  $x_{ij}$  là một trong các độ đo tương ứng của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$ ; NumP là tổng số mảnh rời rạc.

---

**7. Hệ số biến thiên của PROX, SIMI, ENN và FNN (PROXCoV, SIMICoV, ENNCoV, FNNCoV)**

$$CoV = \frac{SD}{MN} \times 100\%$$

Trong đó: CoV là hệ số biến thiên của của một trong các độ đo PROX, SIMI, ENN, FNN (%); SD và MN lần lượt là độ lệch chuẩn và giá trị trung bình của các độ đo tương ứng.

---

### 6.4.6. Lớp độ đo tương phản

Lớp độ đo tương phản là một tập hợp các độ đo cảnh quan được xây dựng dựa trên các biến về khoảng cách biên có trọng số tương phản nhằm đánh giá định lượng sự khác biệt tương đối về cấu trúc và chức năng giữa các kiểu mảnh rời rạc trong cảnh quan.

Độ tương phản biểu thị sự khác biệt tương đối giữa các mảnh ròi rạc liền kề với nhau. Chẳng hạn, hai khoảnh rừng kín và rừng thưa liền kề nhau có độ tương phản biên thấp hơn so với khoảnh rừng kín và mảnh đất canh tác liền kề nhau. Trong các độ đo, mỗi kiểu đường biên của mỗi cặp kiểu mảnh được gán cho một giá trị trọng số tương phản khác nhau. Xét về khía cạnh sinh thái học, mức độ tương phản giữa các mảnh ròi rạc liền kề với nhau tạo ra các tác động sinh thái quan trọng. Chẳng hạn, độ tương phản cao sẽ làm tăng hiệu ứng biên, tăng hiệu ứng trở lực sinh thái, tăng độ cách ly giữa các mảnh ròi rạc, cản trở nhiều loài sinh vật tiếp cận tới các nguồn tài nguyên từ các mảnh ròi rạc xung quanh,...

Lớp độ đo tương phản được xây dựng theo các phương pháp sau:

- Phương pháp xây dựng lớp độ đo tương phản phụ thuộc vào đối tượng mô phỏng: cho mảnh ròi rạc cụ thể, một lớp phủ riêng biệt hoặc cho toàn bộ cảnh quan. *Chỉ số tương phản biên* (ECON) định lượng mức độ tương phản giữa một mảnh ròi rạc với lân cận của nó; trong đó, mỗi phân đoạn biên được gán cho một trọng số tương phản khác nhau. *Chỉ số tổng tương phản biên* (TECI) đo độ tương phản trong toàn bộ cảnh quan bằng tỷ lệ phần trăm so với độ tương phản biên lớn nhất; tuy nhiên, đặc điểm khác biệt giữa các mảnh ròi rạc thường bị bỏ qua.

- Các mô hình thống kê được ứng dụng rộng rãi trong xây dựng các độ đo thứ cấp. Chẳng hạn, *chỉ số tương phản biên trung bình* (ECONMN) định lượng giá trị tương phản biên trung bình đối với các mảnh ròi rạc thuộc cùng một kiểu lớp phủ hoặc đối với toàn bộ mảnh ròi rạc trong cảnh quan.

- Các phương pháp xây dựng độ đo tuyệt đối thường được sử dụng để xây dựng lớp độ đo tương phản. Trong sinh thái học, các kiểu biên khác nhau sẽ cho phép thực hiện được những chức năng khác nhau. Chẳng hạn, độ đo *mật độ biên có gán trọng số tương phản* (CWED) được

xây dựng bằng phương pháp chuẩn hóa biên tính trên một đơn vị diện tích cơ sở, phản ánh tổng hợp thông tin về mật độ biên và độ tương phản biên. CWED có ưu thế trong định lượng đường biên gắn liền với trọng số thể hiện tầm quan trọng về chức năng của các kiểu biên khác nhau. Các cảnh quan có cùng giá trị CWED được xem là có tổng giá trị hiệu ứng biên tương đương nhau.

Bảng 6.10. Lốp độ đo tương phản

Công thức tính	Đặc trưng
<p><b>1. Chỉ số tương phản biên (ECON)</b></p> $ECON_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m p_{ijk} d_{ik}}{p_{ij}} \times 100$ <p><i>Trong đó: <math>ECON_{ij}</math> là chỉ số tương phản biên của mảnh rừi rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> (%); <math>p_{ijk}</math> là chiều dài biên của mảnh rừi rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> liên kề với các mảnh rừi rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>k</math> (<math>m</math>); <math>d_{ik}</math> là trọng số tương phản biên giữa mảnh rừi rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>i</math> và mảnh rừi rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>k</math>; <math>p_{ij}</math> là chiều dài đường biên (hoặc chu vi) của mảnh rừi rạc thứ <math>i</math> thuộc kiểu lớp phủ <math>j</math> (<math>m</math>).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0\% \leq ECON \leq 100\%</math></li> <li>• Giá trị <math>ECON = 0\%</math> trong các trường hợp: cảnh quan chỉ gồm một mảnh rừi rạc duy nhất và tương phản thấp nhất với thể nền (<math>d = 0</math>); tất cả các phân đoạn biên thuộc kiểu lớp phủ khác có độ tương phản thấp nhất với các mảnh rừi rạc liên kề (<math>d = 0</math>).</li> <li>• Giá trị <math>ECON = 100\%</math> trong trường hợp toàn bộ biên của mảnh rừi rạc là biên tương phản cao nhất (<math>d = 1</math>).</li> <li>• Giá trị <math>ECON &lt; 100\%</math> trong các trường hợp phần biên mảnh rừi rạc nhỏ hơn biên tương phản cao nhất (<math>d &lt; 1</math>)</li> <li>• Độ đo ECON chỉ áp dụng cho biên trong một mảnh rừi rạc.</li> </ul>
<p><b>2. Mật độ biên có gán trọng số tương phản (CWED)</b></p> $CWED = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=i+1}^m e_{ik} d_{ik}}{TLA} \times 10.000$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>CWED \geq 0</math></li> <li>• Giá trị <math>CWED = 0</math> trong trường hợp không có biên trong cảnh quan. Điều này xảy ra khi toàn bộ cảnh quan và ranh giới cảnh</li> </ul>

Trong đó: CWED là mật độ biên có gán trọng số tương phản (m/ha);  $e_{ik}$  là tổng chiều dài biên trong cảnh quan giữa các mảnh rời rạc thuộc kiểu  $i$  và  $k$ , bao gồm cả các phân đoạn ranh giới cảnh quan có quan hệ với mảnh rời rạc thứ  $i$  ( $m$ );  $d_{ik}$  là trọng số tương phản biên giữa kiểu mảnh rời rạc thứ  $i$  và  $k$  (0-1); TLA là tổng diện tích cảnh quan ( $m^2$ ).

quan có các kiểu mảnh rời rạc tương ứng được người dùng gán cho biên trọng số tương phản bằng 0 ( $d = 0$ ).

- Giá trị CWED cao chỉ thị chiều dài biên trong cảnh quan cao hoặc độ tương phản biên cao, trường hợp cao nhất trong trường hợp giá trị trọng số tương phản xấp xỉ 1.
- CWED có thể được sử dụng để so sánh các cảnh quan có kích thước khác nhau.

### 3. Chỉ số tổng tương phản biên (TECI)

$$TECI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=i+1}^m e_{ik} d_{ik}}{E^*} \times 100$$

Trong đó: TECI là chỉ số tổng tương phản biên (%);  $e_{ik}$  là tổng chiều dài biên chung giữa kiểu mảnh rời rạc thứ  $i$  và  $k$ , bao gồm các phân đoạn ranh giới cảnh quan có liên quan tới kiểu mảnh  $i$  ( $m$ );  $E^*$  là tổng chiều dài biên và toàn bộ ranh giới cảnh quan ( $m$ );  $d_{ik}$  trọng số tương phản biên giữa mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ  $i$  và mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ  $k$ .

- $0\% \leq TECI \leq 100\%$
- Giá trị TECI = 0% trong trường hợp không có biên trong cảnh quan; cụ thể là toàn bộ cảnh quan và ranh giới cảnh quan chỉ chứa một mảnh rời rạc hoặc người dùng gán cho mọi kiểu mảnh rời rạc một trọng số tương phản  $d = 0$ .
- Giá trị TECI = 100% trong trường hợp tất cả biên đều có độ tương phản lớn nhất ( $d = 1$ )
- Độ đo TECI áp dụng cho tất cả biên trong cảnh quan.

### 4. Giá trị trung bình của chỉ số tương phản biên (ECONMN)

$$ECONMN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n ECON_{ij}}{NumP}$$

Trong đó: ECONMN là giá trị trung bình của chỉ số tương phản biên (%);  $ECON_{ij}$  là chỉ số tương phản biên của mảnh rời rạc thứ  $ij$  (%); NumP là



---

tổng số mảnh rời rạc.

---

### 5. Độ lệch chuẩn của chỉ số tương phản biên (ECONSD)

$$ECONSD = \sqrt{\frac{1}{NumP} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ ECON_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n ECON_{ij}}{NumP} \right]^2}$$

Trong đó: ECONSD là độ lệch chuẩn của chỉ số tương phản biên (%);  $ECON_{ij}$  là chỉ số tương phản biên của mảnh rời rạc thứ  $ij$  (%); NumP là tổng số mảnh rời rạc.

---

### 6. Hệ số biến thiên của chỉ số tương phản biên (ECONCoV)

$$ECONCoV = \frac{ECONSD}{ECONMN} \times 100$$

Trong đó: ECONCoV là hệ số biến thiên của chỉ số tương phản biên (%); ECONSD là độ lệch chuẩn của chỉ số tương phản biên (%); ECONMN là giá trị trung bình của chỉ số tương phản biên (%).

---

## 6.4.7. Lớp độ đo lan truyền và rải rác

Lớp độ đo tương phản là một tập hợp các độ đo cảnh quan được xây dựng để đánh giá định lượng cấu trúc phân bố phân tán trong không gian của các mảnh rời rạc của một kiểu lớp phủ riêng biệt hoặc toàn bộ cảnh quan.

Lan truyền và rải rác là hai đặc tính quan trọng thể hiện cấu trúc của cảnh quan theo chiều nằm ngang. Đặc tính lan truyền biểu thị cấu trúc phân bố cụm trong không gian của các mảnh rời rạc. Đặc tính rải rác biểu thị cấu trúc phân bố đan xen giữa các mảnh rời rạc thuộc nhiều kiểu lớp phủ khác nhau. Đặc tính lan truyền phản ánh cả đặc điểm phân bố phân tán và phân bố đan xen của các kiểu mảnh rời rạc; do đó, có thể coi đặc tính rải rác là một trường hợp riêng của đặc tính lan truyền. Hai đặc tính này cũng biểu thị mức độ phân mảnh cảnh quan, ảnh hưởng động lực quần thể biến thái, quy định hướng dòng chảy sinh

vật hoặc sự lan truyền các sự cố môi trường trong cảnh quan. Leopold (1933) cho rằng các nhà bảo tồn sinh học luôn mong muốn thiết kế cảnh quan bảo tồn có độ rải rác về nơi sống lớn nhất vì các nơi sống khác nhau khi được sắp xếp kề nhau sẽ làm tăng độ đa dạng loài.

Lớp độ đo lan truyền và rải rác được xây dựng theo nhiều phương pháp khác nhau:

- *Phương pháp xây dựng theo lý thuyết xác suất*: được xây dựng theo phương pháp của *chỉ số lan truyền* (CONTAG) và *chỉ số rải rác và liên kề* (IJI). Giá trị CONTAG phản ánh xác suất tìm thấy một mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ  $i$  bên cạnh mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ  $j$ . Một cảnh quan trong đó các kiểu mảnh rời rạc phân bố rải rác sẽ có giá trị CONTAG thấp. Độ đo CONTAG cũng cho phép đo được mức độ phân bố cụm của các kiểu mảnh rời rạc trong không gian. Giá trị CONTAG thấp chỉ thị cảnh quan chứa nhiều mảnh rời rạc có kích thước nhỏ và phân bố phân tán. Trong khi đó, độ đo IJI được xây dựng dựa trên phân tích biên của các mảnh rời rạc liên kề. Giá trị IJI cao chỉ thị cảnh quan có các mảnh rời rạc phân bố theo mô hình rải rác đồng đều.

- *Phương pháp xây dựng theo hình học fractal*: Phương pháp này áp dụng cho từng kiểu lớp phủ trong cảnh quan. Chẳng hạn, độ đo *số chiều fractal khối* (MFRAC) được xây dựng dựa trên mối quan hệ giữa một "khối hộp" (là số lượng ô lưới của một lớp phủ được xác định trong phạm vi một cửa sổ lấy mẫu) và kích thước của khối hộp xác định cửa sổ (thường ký hiệu là  $r$ ). Giá trị MFRAC thấp chỉ thị lớp phủ được xem xét chỉ chiếm một tỷ lệ nhỏ trong cảnh quan và ngược lại. MFRAC có quan hệ đồng biến với CONTAG, nghĩa là số chiều fractal khối tăng tương ứng với hướng tăng của độ lan truyền.

- *Phương pháp xây dựng độ đo theo đường phân bố diện tích mảnh rời rạc tích đôn*: các độ đo *chỉ số chia nhỏ cảnh quan* (DIVISION), *chỉ số phân tách* (SPLIT), *kích thước mắt lưới hữu hiệu* (MESH) được xây dựng theo

phương pháp này. DIVISION biểu thị xác suất hai cá thể động vật di chuyển được tới mọi vị trí trong cảnh quan trước khi cảnh quan này bị chia nhỏ. SPLIT đo số lượng mảnh rời rạc sẽ thu được khi phân chia cảnh quan thành các mảnh rời rạc có cùng kích thước. MESH đo kích thước của mảnh rời rạc sẽ thu được khi chia cảnh quan thành một số phần cho trước có kích thước bằng nhau.

Bảng 6.11. Lốp độ đo lan truyền/rãi rác

Công thức tính	Đặc trưng
<p><b>1. Độ lan truyền (CONTAG)</b></p> $CONTAG = \left[ 1 + \frac{1}{2 \ln(m)} \times \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m P_i \frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \left[ \ln \left( P_i \frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right] \right] \times 100$ <p>Trong đó: CONTAG là độ lan truyền (%); <math>P_i</math> là tỷ lệ diện tích của các mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ <math>i</math> trong cảnh quan (%); <math>g_{ik}</math> là số lượng ô lưới chung giữa kiểu lớp phủ <math>i</math> và kiểu lớp phủ <math>k</math>; <math>m</math> là số lượng các kiểu mảnh rời rạc trong cảnh quan, bao gồm cả ranh giới cảnh quan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0\% &lt; CONTAG \leq 100\%</math></li> <li>• Giá trị CONTAG xấp xỉ bằng 0% trong trường hợp các mảnh rời rạc bị tách rời mạnh nhất và phân bố rải rác lớn nhất.</li> <li>• Giá trị CONTAG = 100% trong trường hợp tất cả các kiểu mảnh rời rạc phân bố cụm ở mức độ cao nhất, hoặc cảnh quan chỉ bao gồm một mảnh rời rạc duy nhất.</li> </ul>	
<p><b>2. Chỉ số lan truyền (C)</b></p> $C = 2 \ln m - SHDI$ <p>Trong đó: <math>C</math> là chỉ số lan truyền trong cảnh quan; <math>2 \ln m</math> là xác suất lớn nhất của các mảnh rời rạc liền kề; SHDI chỉ số đa dạng Shannon-Weaver.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Độ đo <math>C</math> đo mức độ các mảnh rời rạc kết thành khối, biểu thị độ lệch của đại lượng entropy (tính theo giá trị chỉ số đa dạng Shannon-Weaver) so với giá trị lớn nhất.</li> <li>• Giá trị <math>C</math> cao biểu thị cảnh quan</li> </ul>

có nhiều mảnh rời rạc kích thước lớn, phân bố cụm. Giá trị C thấp biểu thị cảnh quan có nhiều mảnh rời rạc kích thước nhỏ, phân bố phân tán.

### 3. Chỉ số lan truyền tương đối (RC)

$$RC = \frac{1 - SHDI}{2 \ln m}$$

Trong đó: RC là chỉ số lan truyền tương đối trong cảnh quan;  $2 \ln m$  là xác suất lớn nhất của các mảnh rời rạc liền kề; SHDI là chỉ số đa dạng Shannon-Weaver.

- $0 \leq RC \leq 1$
- Giá trị RC biểu thị mức độ phân bố đều của các mảnh rời rạc trong cảnh quan.

### 4. Chỉ số rải rác và liền kề (IJI)

$$IJI = \frac{-\sum_{i=1}^m \sum_{k=i+1}^m \left( \frac{e_{ik}}{E} \ln \frac{e_{ik}}{E} \right)}{\ln[0,5m(m-1)]} \times 100$$

Trong đó: IJI là chỉ số rải rác và liền kề (%);  $e_{ik}$  là tổng biên chung giữa kiểu mảnh rời rạc thứ  $i$  và  $k$  ( $m$ );  $E$  là tổng biên của cảnh quan ( $m$ );  $m$  là số lượng các kiểu mảnh rời rạc trong cảnh quan, bao gồm cả ranh giới cảnh quan.

- $0\% < IJI \leq 100\%$
- Giá trị IJI xấp xỉ 0% trong trường hợp cảnh quan có các mảnh rời rạc phân bố không đều.
- Giá trị IJI = 100% trong trường hợp cảnh quan có các mảnh rời rạc phân bố theo mô hình phân bố đều.

### 5. Số chiều fractal khối (MFRAC)

$$MFRAC = \frac{\left[ (z-2) \sum_{r=3}^z (\ln n_r \ln r) \right] - \left[ \left( \sum_{r=3}^z \ln n_r \right) \left( \sum_{r=3}^z \ln r \right) \right]}{\left[ (z-2) \sum_{r=3}^z \ln n_r^2 \right] - \left[ \sum_{r=3}^z \ln n_r \right]^2}$$

Trong đó: MFRAC là số chiều fractal khối;  $r$  là số lượng ô lưới trên cạnh của khối hộp;  $n_r$  là số lượng ô lưới tương ứng trong khối hộp có kích thước  $r$ .

- $0 < \text{MFRAC} \leq 2$
- Giá trị MFRAC cao chỉ thị lớp phủ được xem xét chiếm tỷ lệ lớn trong cảnh quan.
- Giá trị MFRAC = 2 trong trường hợp lớp phủ được xem xét chiếm toàn bộ cảnh quan (100% diện tích cảnh quan).
- Giá trị MFRAC xấp xỉ bằng 0 trong trường hợp tỷ lệ kiểu lớp phủ được xem xét có tỷ lệ rất nhỏ, xấp xỉ 0% trong cảnh quan.

#### 6. Chỉ số phân nhỏ cảnh quan (DIVISION)

$$\text{DIVISION} = 1 - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left( \frac{a_{ij}}{\text{TLA}} \right)^2$$

Trong đó: DIVISION là chỉ số phân nhỏ cảnh quan;  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $j$  thuộc kiểu lớp phủ  $i$  ( $m^2$ ); TLA là tổng diện tích cảnh quan ( $m^2$ ).

- $0 \leq \text{DIVISION} < 1$
- Giá trị DIVISION = 0 trong trường hợp cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất.
- Giá trị DIVISION xấp xỉ bằng 1 trong trường hợp cảnh quan bị phân nhỏ mạnh nhất.

#### 7. Chỉ số chia tách cảnh quan (SPLIT)

$$\text{SPLIT} = \frac{\text{TLA}^2}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}^2}$$

Trong đó: SPLIT là chỉ số chia tách cảnh quan;  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh rời rạc thứ  $j$  thuộc kiểu lớp phủ  $i$  ( $m^2$ ); TLA là tổng diện tích cảnh quan ( $m^2$ ).

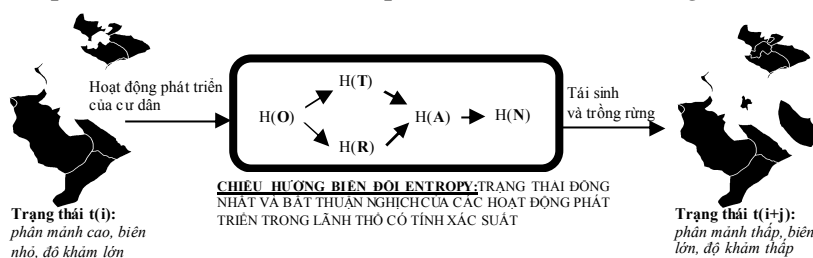
- $1 \leq \text{SPLIT}$
- Giá trị SPLIT = 1 trong trường hợp cảnh quan chỉ có một mảnh rời rạc duy nhất.
- Giá trị SPIT cao chỉ thị cảnh quan bị chia cắt mạnh thành rất nhiều mảnh rời rạc nhỏ hơn.

### 6.5. Trường hợp nghiên cứu điển hình: XÂY DỰNG BÀI TOÁN ENTROPY CẢNH QUAN PHỤC VỤ CÔNG TÁC GIÁM SÁT VÀ ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN PHỤC HỒI RỪNG TẠI VÙNG NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM

Tại Việt Nam, giám sát diễn biến rừng và đất lâm nghiệp được xác định là nhiệm vụ quan trọng của quản lý nhà nước về lĩnh vực bảo vệ và phát triển rừng, được quy định tại Luật Bảo vệ và Phát triển Rừng. Với tiếp cận định lượng, nghiên cứu này trình bày phương pháp sử dụng các độ đo cảnh quan để xây dựng bài toán entropy phục vụ mục tiêu giám sát và đánh giá diễn biến phục hồi rừng. Khu vực được lựa chọn nghiên cứu mẫu là huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai. Kết quả giải bài toán cho thấy hiệu quả sinh thái của các dự án 327, dự án bảo tồn và tái tạo rừng, dự án 5 triệu ha rừng hiện đang thực hiện tại địa bàn huyện. Đồng thời, những kiến nghị về khả năng áp dụng các biện pháp bảo vệ và phát triển rừng cho từng khu vực cụ thể của huyện được xác định cụ thể, đặc biệt tại vùng lõi Vườn Quốc gia Hoàng Liên.

Lãnh thổ huyện Sa Pa nằm ở tọa độ 22°07'00" - 22°28'46" vĩ Bắc, 103°43'28" - 104°04'05" kinh Đông, diện tích tự nhiên 678,64 km<sup>2</sup>, gồm 17 xã và một thị trấn, trong đó có bốn xã thuộc vùng lõi Vườn Quốc gia Hoàng Liên là San Sả Hồ, Tả Van, Lao Chải và Bản Hồ. Hiệu quả sinh thái của các hoạt động lâm nghiệp đặc thù trong lãnh thổ này thể hiện ở bảo tồn diện tích rừng nguyên sinh, tái sinh phục hồi rừng thứ sinh và trồng mới rừng. Phục hồi rừng bằng khoanh nuôi tái sinh với tốc độ trung bình 300 ha/năm, trong đó lâm trường Sa Pa là 200 ha và Vườn Quốc gia Hoàng Liên là 100 ha. Rừng được đầu tư khoanh nuôi tái sinh sau 4 - 6 năm có độ tán che 0,3 - 0,4, mật độ cây tái sinh cao trên 2 m đạt 200 - 4000 cây/ha. Công tác trồng rừng theo phương thức hỗn giao đa loài (từ 2 - 4 loài cây khác nhau) trong một lô nhằm tạo cho rừng có nhiều tầng tán ổn định sinh thái và phát huy khả năng phòng hộ bảo vệ môi trường. Các loài cây trồng chính là sa mộc (*Cunninghamia lanceolata*), tống quá sủ (*Alnus nepanensis*), hoàng bá (*Pterocapus flavus*), mỡ (*Manglietia insignis*), bồ đề (*Styrax tonkinensis*), pomu (*Fokienia hodginsii*),... được tài trợ của dự án 327, dự án bảo tồn và tái tạo rừng, dự án 5 triệu ha rừng.

Nguyễn An Thịnh (2006, 2011) đã lập bài toán entropy cảnh quan nhằm giám sát và đánh giá tác động sinh thái do động lực phục hồi và phát triển của cảnh quan rừng. Bài toán này dựa trên giả thiết sự biến đổi trạng thái rừng là một quá trình có tính xác suất, mô phỏng chiều hướng biến đổi entropy của lớp phủ rừng do các hoạt động phát triển khác nhau:  $H(O)$  là entropy do tổng các hoạt động phát triển,  $H(V)$  là entropy do hoạt động trồng rừng kết hợp tái sinh rừng,  $H(R)$  là entropy do hoạt động tái sinh rừng,  $H(A)$  là entropy do hoạt động trồng rừng và  $H(N)$  là entropy do hoạt động bảo tồn. Trong bài toán, hiệu sai giữa hai trạng thái  $t(i)$  và  $t(i+j)$  thể hiện chiều hướng biến đổi entropy. Các độ đo cảnh quan được sử dụng để trắc lượng cấu trúc cảnh quan nhằm suy đoán tính tự tương quan của các hợp phần cảnh quan, giúp phân tích định lượng tác động của sự phân hóa cấu trúc cảnh quan đến các chức năng sinh thái.



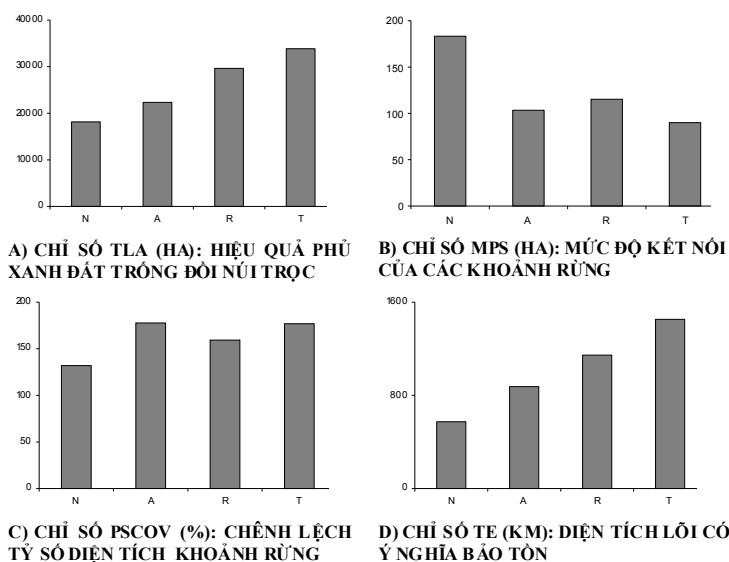
Hình 6.5. Cấu trúc bài toán entropy cảnh quan (Nguyễn An Thịnh, 2006)

Quá trình tính toán được thực hiện theo tiếp cận đa tỷ lệ: tỷ lệ bản đồ 1/50.000 áp dụng ở cấp huyện, tỷ lệ 1/25.000 áp dụng ở cấp xã. Bản đồ rừng huyện Sa Pa và các bản đồ rừng ở 18 xã năm 2004 dạng số là dữ liệu đầu vào cho bài toán.

### Phân tích sự thay đổi đa dạng cảnh quan

Kết quả giải bài toán cho thấy, mặc dù chiếm tỉ lệ cao trong cơ cấu sử dụng đất nhưng tình trạng đốt rừng, làm nương rẫy đã làm suy giảm nghiêm trọng diện tích rừng. Quản lý rừng và lâm sinh là biện pháp

làm giảm các ảnh hưởng sinh thái không thuận lợi, bao gồm phân mảnh nơi sống của sinh vật và giảm diện tích rừng nguyên sinh.



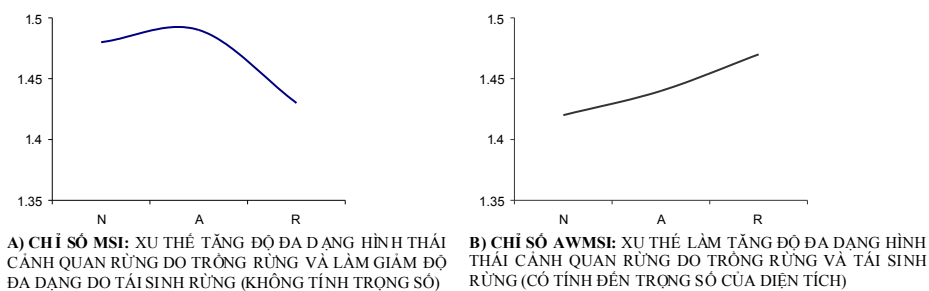
Hình 6.6. Các chỉ số hình học về mảnh, biên của cảnh quan và ý nghĩa sinh thái

Giá trị MPS của rừng trồng (103,46) và rừng tái sinh (115,29) nhỏ hơn rừng tự nhiên (183,35). Biến động kích thước PSCoV của rừng trồng (177,68) và rừng tái sinh (159,34) lớn hơn rừng tự nhiên (131,91). Giá trị PSSD tương ứng của rừng trồng là 138,82, rừng tái sinh 1837,06 và rừng tự nhiên 1402,43. Như vậy rừng tự nhiên bị phân mảnh làm giảm tính liên kết của các khoảnh rừng, chủ yếu do hai yếu tố chính là phá rừng làm nương rẫy và lửa rừng. Kết quả khảo sát cho thấy, hầu hết diện tích rừng tre trúc hiện nay là hệ quả của cháy rừng, độ đa dạng sinh học thấp (trừ những diện tích rừng trúc lùn *Arundinaria* trên đỉnh núi Fanxipăng). Trong khi đó, giá trị ED của rừng trồng (39,15) và rừng tái sinh (38,67) lớn hơn nhiều so với rừng tự nhiên (31,6). Giá trị TE tương ứng là của rừng trồng (874,91) và rừng tái sinh (1145,85) nhỏ hơn rừng tự nhiên (3114,35). Mật độ đường biên cao đồng nghĩa với diện tích lõi



các khoảnh rừng có ý nghĩa thực sự đối với cư trú của động vật là nhỏ. Giá trị TLA đạt 33849,90, tương đương hiệu quả phủ xanh đạt 50,03%.

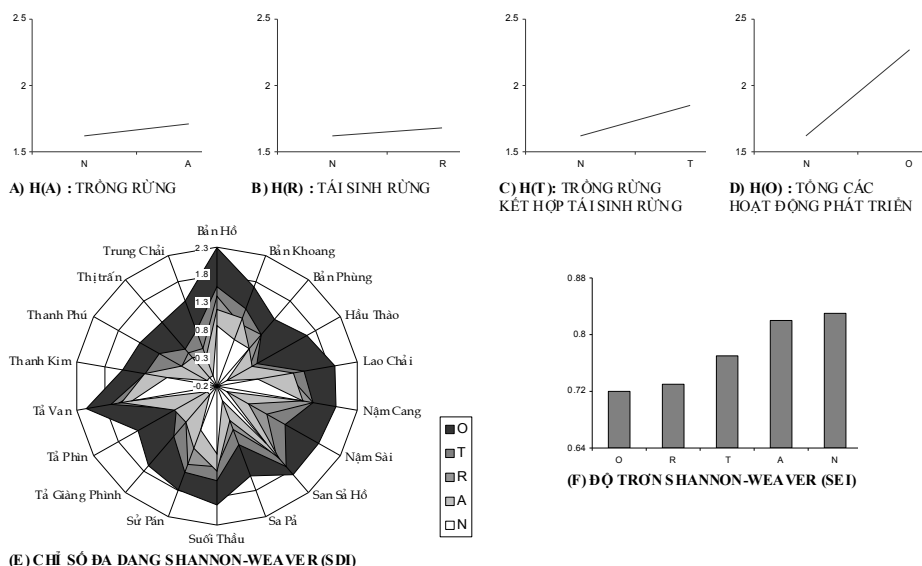
Kết quả tính chỉ số MSI và AWMSI cho thấy sự biến đổi đa dạng về hình thái rừng do hoạt động trồng và tái sinh: giá trị MSI của rừng trồng (1,49), rừng tái sinh (1,43) tương đương với rừng tự nhiên (1,48). Tuy vậy khi tính trọng số, giá trị AWMSI của rừng trồng (1,44) và rừng tái sinh (1,47) cao hơn so với rừng tự nhiên (1,42). Điều này cho thấy các hoạt động tái sinh và trồng rừng có vai trò làm tăng tính đa dạng về hình thái của các cảnh quan rừng ở huyện Sa Pa.



Hình 6.7. Các chỉ số đa dạng hình thái cảnh quan và ý nghĩa sinh thái

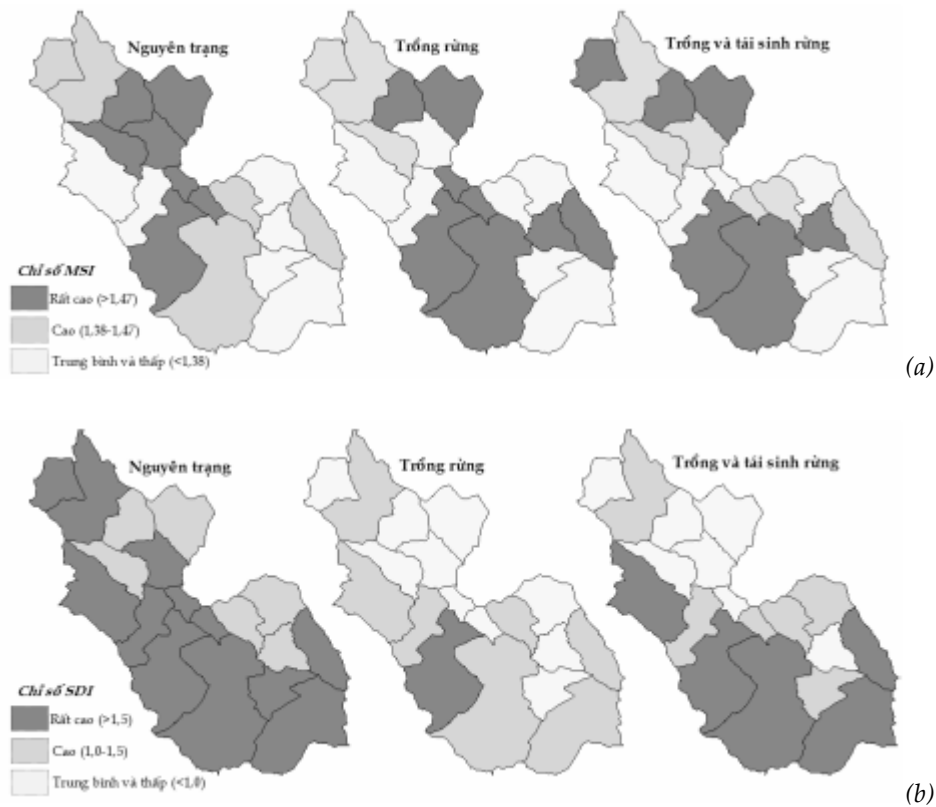
Gọi  $H(V)$  là entropy do hoạt động phát triển  $V$  gây ra, thể hiện sự biến đổi cảnh quan có tính xác suất. Chiều hướng biến đổi entropy do tổng các hoạt động phát triển (O) dẫn đến  $H(V) = H(O)$ ; hoạt động trồng rừng kết hợp tái sinh rừng (T)  $\rightarrow H(V) = H(T)$ ; hoạt động tái sinh rừng (R)  $\rightarrow H(V) = H(R)$ ; hoạt động trồng rừng (A)  $\rightarrow H(V) = H(A)$ . Kết quả tính chỉ số SHDI cho thấy hoạt động trồng rừng làm tăng đa dạng cảnh quan (từ 1,62 đến 1,71), hoạt động tái sinh 1,68, trồng rừng kết hợp với tái sinh 1,85, trong khi đó tổng các hoạt động phát triển làm tăng độ đa dạng lên rất cao tới 2,27. Giá trị SEI cũng tăng tương ứng với các hoạt động khai thác tài nguyên (0,72), tái sinh rừng (0,73), trồng rừng (0,82), bảo tồn rừng (0,83). Điều này cho thấy hiệu quả sinh thái của hoạt động

trồng và tái sinh rừng được thể hiện ở tác dụng làm giảm độ đa dạng cảnh quan do các hoạt động phát triển gây ra.



Hình 6.8. Phân tích đa dạng cảnh quan ở lãnh thổ cấp huyện (a-d) và cấp xã (e-f)

Diễn biến phục hồi rừng có sự phân hóa khác nhau ở các xã. Phân tích bản đồ rừng tỷ lệ 1:25.000 cho thấy: giá trị TLA của rừng nguyên sinh cao nhất ở các xã thuộc vùng lõi Vườn Quốc gia Hoàng Liên như Bản Hồ (3788,42), Tả Van (3727,32) và San Sả Hồ (3369,05); thấp nhất ở Tả Phìn (29,91) và Hâu Thào (69,33). Điều đó cho thấy rừng nguyên sinh hoặc rừng tự nhiên ít bị tác động chỉ còn tồn tại trên các đai núi cao thuộc vùng lõi, hoặc rải rác tại các xã vùng đệm. Giá trị SDI từ hoạt động này cao nhất thuộc về các xã nằm trong vùng lõi Vườn Quốc gia Hoàng Liên là Bản Hồ (2,29), Tả Van (2,13); thấp nhất thuộc về thị trấn Sa Pa (1,3), Thanh Phú (1,36) và Bản Phùng (1,38). Các hoạt động tái sinh rừng và trồng rừng đóng góp vai trò quan trọng tạo ra sự phân hóa này: giá trị SDI cao nhất thuộc về Bản Hồ (1,59), Tả Van và San Sả Hồ (1,46); thấp nhất thuộc về thị trấn Sa Pa (0,67), Hâu Thào (0,61) và Tả Phìn (0,62).



Hình 6.9. Diễn biến giá trị MSI (a) và SDI (b) do phục hồi rừng tại huyện Sa Pa

### Đánh giá hiệu quả phục hồi rừng

Hiệu quả sinh thái của công tác trồng và tái sinh rừng được đánh giá phụ thuộc vào mức độ liên kết với diện tích rừng tự nhiên. Phân tích bản đồ rừng cấp huyện cho thấy: giá trị TLA đạt 33.841,33 (tăng 15.690,08 so với nguyên trạng); chỉ số MPS (417,79) lớn hơn nhiều so với trạng thái ban đầu (183,35). Điều này cho thấy các khoảnh rừng tái sinh và rừng trồng đã liên kết với rừng tự nhiên tạo nên mức độ liên kết cao. Giá trị ED của các khoảnh rừng (22,97) nhỏ hơn rất nhiều so với nguyên trạng (31,6). Giá trị MPS của rừng hiện tại (417,79) lớn hơn rất nhiều so với trạng thái ban đầu (183,35), đồng nghĩa với diện tích lõi của các

khoảnh rừng tăng lên đáng kể. Sự phát triển rừng không đồng đều dẫn đến hệ số biến thiên của các khoảnh rừng tăng lên rất nhiều so với rừng tự nhiên (430,87). Điều này minh chứng cho sự gia tăng độ đa dạng về hình thái các khoảnh rừng (2,77).

Bảng 6.12. Hiệu quả sinh thái của trồng và tái sinh rừng tại huyện Sa Pa  
(Phân tích bản đồ rừng tỷ lệ 1:50.000)

Chỉ số	Trạng thái rừng (t)		Hiệu sai sinh thái	Đánh giá hiệu ích sinh thái
	Nguyên trạng	Trồng, tái sinh		
TLA (ha)	18.151,25	33.841,33	+15.690,08	Tăng độ phủ che phủ rừng
MPS (ha)	183,35	417,79	+234,44	Tăng kết nối với rừng tự nhiên
PSCoV (%)	131,91	571,78	+439,87	Độ biến thiên cao
PSSD (ha)	241,85	2388,85	+2147,00	Phát triển rừng không đồng đều
TE (km)	573,56	777,21	+203,65	Tăng diện tích lõi, tăng không gian sinh sống của động vật rừng
ED (m/ha)	31,60	22,97	-8,63	
MSI	1,48	1,62	+0,14	Tăng độ đa dạng hình thái
WMSI	1,42	4,19	+2,77	

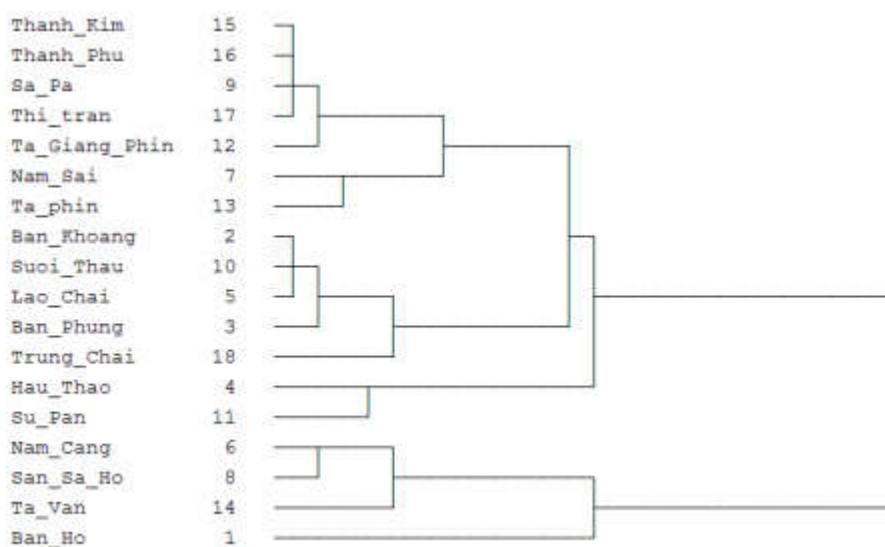
### *Phân nhóm các xã thích hợp với biện pháp phục hồi rừng*

Kết quả phân tích cụm có thứ bậc cho thấy có 2 nhóm xã thích hợp với các biện pháp phục hồi rừng khác nhau:

- Nhóm các xã thích hợp với biện pháp bảo vệ và tái sinh rừng (G1): gồm bốn xã là Bản Hồ, Tả Van, San Sả Hồ và Nậm Cang, có độ che phủ rừng cao (TLA = 4996,91), mức độ liên kết cao (MPS = 272,46), phát triển rừng đồng bộ (PSSD = 267,05 và PSCoV = 98,17), tái sinh rừng có hiệu quả sinh thái cao hơn so với trồng rừng (MSI = AWMSI = 1,44).

- Nhóm các xã thích hợp với biện pháp trồng rừng, tái sinh rừng kết hợp trồng rừng bổ sung (G2): gồm 14 xã còn lại, có độ che phủ rừng trung bình đến thấp (TLA = 703,29), trong đó thị trấn Sa Pa, xã Thanh Kim và

xã Thanh Phú có độ che phủ thấp nhất ( $TLA < 300$ ), mức độ liên kết và diện tích lõi của các khoảng rừng thấp ( $MPS = 77,77$ ), phát triển rừng không đồng bộ ( $PSSD = 62,05$  và  $PSCoV = 84,93$ ), hiệu quả sinh thái của tái sinh rừng và trồng rừng không đồng đều ở các xã ( $MSI = 1,43$  và  $AWMSI = 1,51$ ).



Hình 6.10. Phân nhóm các xã theo phương pháp phân tích cụm có thứ bậc

Theo quyết định của Thủ tướng Chính phủ số 258/2006/QĐ-TTg ngày 09/11/2006, ảnh vệ tinh SPOT5 được sử dụng chính thức để xây dựng hệ thống bản đồ và số liệu hiện trạng phục vụ theo dõi diễn biến rừng và đất rừng giai đoạn 2006 - 2010 (chu kỳ IV). Với việc sử dụng các mô hình định lượng không gian, bài toán entropy còn thể hiện tính ưu thế ở khả năng kết hợp với phân tích biến động bằng ảnh vệ tinh để giám sát và phân tích các hệ quả sinh thái gây ra do biến đổi tài nguyên rừng ở Việt Nam.

## Chương 7.

# ĐỘNG LỰC HỌC SINH THÁI CẢNH QUAN

*Những khái niệm về cấu trúc và chức năng cảnh quan được giới thiệu ở các chương trước đã cung cấp thông tin về cảnh quan ở trạng thái tĩnh. Chương này sẽ trình bày đặc trưng và nội hàm sinh thái học của động lực cảnh quan, bao gồm cơ chế động lực, đặc tính biến đổi của cảnh quan theo thời gian và các hệ quả sinh thái học kèm theo. Đây là những hiện tượng phản ánh bản chất nội tại của cảnh quan. Biến đổi cảnh quan lâu dài có quan hệ chặt chẽ với các hiện tượng địa chất, tiến hóa hoặc di cư của các loài sinh vật. Trong khi đó, các biến đổi cảnh quan trong thời gian ngắn thường được liên hệ với các xáo động hoặc nhịp điệu sinh lý học, nhịp điệu mùa của sinh vật.*

## 7.1. ĐỘNG LỰC CẢNH QUAN VÀ CÁC HIỆU ỨNG SINH THÁI DO ĐỘNG LỰC CẢNH QUAN

### 7.1.1. Động lực cảnh quan

#### *a) Khái niệm*

Động lực cảnh quan (*landscape dynamics*) được chú trọng nghiên cứu từ thập niên 80 của thế kỷ XX. Vào thời điểm này, trong nghiên cứu sinh thái học hình thành một quan điểm mới về "động lực của hệ sinh thái", thay thế cho quan điểm truyền thống về "trạng thái cân bằng của hệ sinh thái". Theo đó, hệ sinh thái được coi là hệ thống được đặc trưng bởi động lực phát triển hơn là xu thế hướng tới trạng thái cân bằng ổn định. Điều này dẫn tới ý kiến cho rằng hệ sinh thái phải là hệ thống mở. Nhà nghiên cứu sẽ không thể hiểu rõ được bản chất của một hệ sinh

thái nếu không quan tâm tới dòng vật chất và năng lượng chảy qua hệ sinh thái đó. Do vậy, cần phải nghiên cứu mối tương tác giữa các hệ sinh thái trong cảnh quan ảnh hưởng tới các quá trình sinh thái. Về sau, với những đóng góp của Forman và Godron (1986), Forman (1995) về kết nối khái niệm hệ sinh thái với khái niệm cảnh quan (theo đó, cảnh quan được quan niệm là một lãnh thổ địa lý bao gồm nhiều hệ sinh thái bên trong) đã dẫn tới hướng nghiên cứu động lực cảnh quan trong sinh thái cảnh quan (McGarigal, 2008).

Khái niệm và các nguyên lý về động lực được áp dụng cho nhiều trường hợp của sinh thái cảnh quan: động lực quần thể biến thái, động lực nguồn - đích, động lực cảnh quan,... Đối với động lực cảnh quan, khái niệm này thường được xem xét ở khía cạnh là cơ chế thúc đẩy sự thay đổi trong cảnh quan: *"cơ chế biến đổi cấu trúc và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan theo thời gian"* (McGarigal, 2002), *"... sự biến đổi cảnh quan được biểu hiện thông qua biến đổi về cấu trúc, là một bước trung gian trong chu trình biến đổi cảnh quan bao gồm vận động - động lực - tiến bộ (tiến hóa)"* (Từ điển Môi trường tiếng Anh - Nga - Uzbekistan, 2005). Phân tích động lực cảnh quan có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu cơ chế thay đổi về cấu trúc, chức năng của cảnh quan theo thời gian.

### ***b) Các đặc trưng cơ bản***

Có hai đặc trưng cơ bản của động lực cảnh quan là:

- *Đặc trưng tương tác*: phản ánh bản chất các mối liên hệ nội tại giữa các yếu tố cảnh quan trong quá trình biến đổi. Thay đổi quan hệ tương tác giữa các yếu tố cấu trúc cảnh quan (nghĩa là thay đổi cấu trúc cảnh quan) dẫn tới biến đổi về các quá trình hệ sinh thái (dòng năng lượng, dòng nước và các chất dinh dưỡng, dòng chảy sinh vật,...), chức năng cảnh quan (khả năng cảnh quan cung ứng các dịch vụ và hàng hóa cho sự sống).

- *Lực điều khiển*: lực điều khiển gây biến đổi cảnh quan được xem là một vectơ đặc trưng bởi bản chất, cường độ và hướng tác động. *Bản chất của lực điều khiển* được biểu hiện ở tính chất tự nhiên hoặc nhân sinh của tác động, chẳng hạn các xáo động, diễn thế sinh thái,... hoặc các dạng hoạt động sử dụng đất. *Cường độ* của lực điều khiển phản ánh mức độ tác động của các yếu tố ngoại cảnh tới cảnh quan. *Hướng tác động* của lực điều khiển phản ánh mức độ ưu tiên của tác động tới các yếu tố cấu trúc hoặc quá trình cụ thể.

Bản chất động lực cảnh quan là sự chuyển hóa năng lượng trong cảnh quan làm biến đổi entropy do môi trường (ký hiệu là  $d_e S$ ) và các quá trình bất thuận nghịch nội tại trong cảnh quan (ký hiệu  $d_j S > 0$ ). Xét trong một khoảng thời gian, nếu cảnh quan không biến đổi, thì tổng entropy của cảnh quan cũng sẽ không thay đổi, nghĩa là:

$$dS = d_e S + d_j S = 0 \quad \Rightarrow \quad d_e S < 0 \quad \text{và} \quad d_e S = -d_j S$$

Trong quá trình biến đổi, khi cảnh quan đạt tới một trạng thái ổn định mới có entropy thấp hơn trạng thái ban đầu (nghĩa là  $S(t_1) < S(t_0)$ ), thì có thể kết luận cảnh quan vẫn tiếp tục duy trì ở trạng thái cân bằng. Tuy nhiên, điều này chỉ đúng trong các điều kiện phi cân bằng của các hệ thống tiêu tán. Theo định luật thứ hai của nhiệt động lực học, tiêu tán năng lượng chuyển thành nhiệt đóng vai trò cần thiết để duy trì hệ thống cách xa trạng thái cân bằng và tạo ra tính trật tự. Lượng entropy bị mất đi được gọi là negentropy, hoặc là entropy âm.

### ***c) Phân biệt các khái niệm***

Trong thực tiễn nghiên cứu, động lực cảnh quan thường được xem xét cùng với các khái niệm về biến đổi cảnh quan, nhịp điệu cảnh quan, tiến hóa cảnh quan và phát triển cảnh quan. Tuy nhiên, các khái niệm này có sự khác biệt một cách tương đối:



- *Động lực cảnh quan* liên quan tới cơ chế biến đổi cảnh quan, thường được khảo sát thông qua các quan hệ tương tác, các dòng vật chất - năng lượng, dòng sinh vật trong cảnh quan.

- *Biến đổi cảnh quan và nhịp điệu cảnh quan* liên quan tới những thay đổi trong cảnh quan tạo ra sự khác nhau giữa trạng thái sau biến đổi so với trạng thái ban đầu, ít quan tâm tới cơ chế. *Biến đổi cảnh quan* phản ánh đặc điểm biến đổi cấu trúc và chức năng cảnh quan do tác động tổng hợp của các yếu tố ngoại cảnh tự nhiên và nhân sinh, được xem xét trong một khoảng thời gian xác định. Trong khi đó, *nhịp điệu cảnh quan* phản ánh những đặc điểm thay đổi theo chu kỳ của trạng thái cảnh quan nhưng không làm thay đổi cấu trúc và chức năng cảnh quan. Nhịp điệu cảnh quan được hình thành chủ yếu do tác động của các yếu tố ngoại cảnh tự nhiên, được xem xét trong một chu kỳ thời gian xác định (trong phạm vi ngày đêm, mùa, năm, thế kỷ,...).

- Phát triển cảnh quan và tiến hóa cảnh quan được xem xét trong một khoảng thời gian tương đối dài. *Phát triển cảnh quan* liên quan tới những thay đổi có tính chất định hướng do tác động nội tại trong cảnh quan và một số nhân tố ngoại cảnh tự nhiên, được xem xét trong một tiến trình thời gian. Biến đổi cảnh quan và nhịp điệu cảnh quan được xem như là một phần trong phát triển cảnh quan. *Tiến hóa cảnh quan* là sự phát triển cảnh quan có các bước nhảy rẽ nhánh, đồng thời luôn được gắn liền với tiến hóa của giới sinh vật và xã hội loài người.

### **7.1.2. Trạng thái ổn định của cảnh quan**

Trạng thái ổn định của cảnh quan là *trạng thái mà cấu trúc và các đặc trưng của một cảnh quan được duy trì trong một thời gian dài dưới tác động của các tác nhân bên ngoài (bao gồm cả con người) hoặc là kết quả của các quá trình tự điều chỉnh* (Từ điển Elsevier về Địa lý, 2007). Trạng thái ổn định được xác định dựa trên giá trị tương quan giữa tính bền vững, khả năng

phục hồi và độ đàn hồi của cảnh quan. Là một hệ thống động lực, cảnh quan luôn có xu hướng dịch chuyển xa khỏi trạng thái ổn định. Khoảng thời gian một cảnh quan duy trì một trạng thái ổn định được gọi là *thời kỳ ổn định*. Trạng thái bất ổn định xảy ra khi cảnh quan vượt ra khỏi các ngưỡng và không thể phục hồi lại trạng thái ban đầu. Trường hợp có thể phục hồi thì phải cần một khoảng thời gian rất dài, hoặc phải bổ sung thêm nguồn vật chất và năng lượng.

Các cảnh quan khác nhau có trạng thái ổn định khác nhau:

- *Các cảnh quan có sinh khối cao*: các cảnh quan này có độ bền vững cao đối với các xáo động, do đó duy trì trạng thái ổn định trong một thời gian dài. Điển hình cho nhóm này là các cảnh quan rừng kín.

- *Các cảnh quan có sinh khối thấp*: các cảnh quan này dễ bị biến đổi nhanh chóng (độ bền vững thấp), tuy nhiên cũng nhanh chóng trở lại trạng thái ban đầu (khả năng phục hồi nhanh, độ đàn hồi cao). Điển hình cho nhóm này là các cảnh quan trảng cỏ, cây bụi, rừng thưa tái sinh.

- *Các cảnh quan không có sinh khối*: các cảnh quan này chỉ duy trì trạng thái vật lý ổn định. Điển hình cho nhóm này là các cảnh quan đô thị.

### **7.1.3. Tính bền vững, tính nhạy cảm và khả năng bị tổn thương của cảnh quan**

Tính bền vững của cảnh quan là "*khả năng cảnh quan giữ lại cấu trúc hoặc khả năng trở lại trạng thái ban đầu sau khi bị tác động*". Nguyên nhân do cảnh quan có khả năng hấp thụ hoặc làm tiêu tán các tác động của xáo động, hoặc ngăn ngừa các tác động đó khuếch đại thành các xáo động quy mô lớn, cường độ mạnh có thể gây thay đổi hoàn toàn bản chất cảnh quan.

Khái niệm về tính bền vững cảnh quan có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu các cảnh quan văn hóa hoặc cảnh quan có liên quan tới các yếu tố nhân sinh. Bền vững không có nghĩa là ổn định tuyệt đối hoặc không có sự biến đổi, mà chỉ biểu thị sự dao động xung quanh trạng thái cân bằng, còn gọi là trạng thái cân bằng động của cảnh quan. Biên độ dao động càng rộng thì càng ít rủi ro xảy ra. Tính bền vững tỷ lệ với quy mô không gian hoặc vị trí cấp phân vị trong hệ thống phân loại cảnh quan. Cảnh quan thuộc bậc phân vị thấp có độ bền vững thấp hơn ở bậc phân vị cao.

Hai đặc tính cơ bản khác của cảnh quan trái ngược lại với tính bền vững là tính nhạy cảm và khả năng bị tổn thương của cảnh quan. Tính nhạy cảm của cảnh quan là *"khả năng mà một sự thay đổi trong các yếu tố điều chỉnh cảnh quan tạo ra một phản ứng có thể nhận biết được"* (Từ điển Elsevier về Địa lý, 2007). Trong nhiều trường hợp, độ nhạy cảm cũng có thể coi đồng nghĩa với khả năng bị tổn thương của cảnh quan đối với sự biến đổi. Tính nhạy cảm hoặc khả năng bị tổn thương của cảnh quan được hiểu là độ nhạy cảm hoặc khả năng bị tổn thương đối với một hoặc một vài yếu tố gây biến đổi cảnh quan cụ thể. Các đặc tính này không giống nhau đối với các cảnh quan khác nhau, đồng thời thay đổi tùy thuộc vào trạng thái của cảnh quan.

Tính bền vững, tính nhạy cảm và khả năng bị tổn thương là những đặc tính tổng hợp của cảnh quan. Tính bền vững và tính nhạy cảm của cảnh quan được xác định theo ba tiêu chí cơ bản là *tính đàn hồi, tính chống chịu và khả năng phục hồi*. Khả năng bị tổn thương được xác định theo tiêu chí cơ bản là *tính chống chịu và khả năng phục hồi*. Các tiêu chí này có những đặc trưng cụ thể như sau:

- *Tính đàn hồi*: thể hiện khả năng của một cảnh quan trở lại trạng thái ban đầu sau khi đã bị tác động. Trạng thái phục hồi mặc dù không thể hoàn toàn giống trạng thái trước đó, nhưng cảnh quan vẫn duy trì

được tất cả các yếu tố cấu trúc cơ bản và các quá trình chủ đạo, chẳng hạn cấu trúc nơi sống, độ phì đất, dòng nước, dòng chất dinh dưỡng.

- *Tính chống chịu*: thể hiện khả năng của một cảnh quan giữ được trạng thái hoặc cấu trúc nguyên trạng khi bị tác động.

- *Khả năng phục hồi*: thể hiện tốc độ một cảnh quan quay trở lại trạng thái ban đầu sau bị tác động làm biến đổi.

## 7.2. TIẾN HÓA VÀ PHÁT TRIỂN CẢNH QUAN

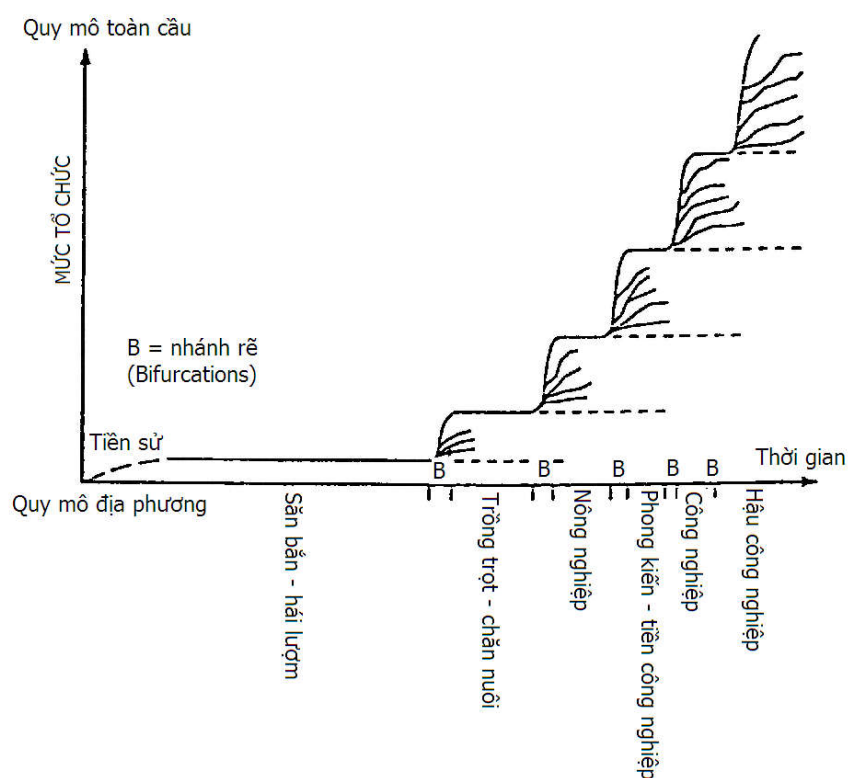
### 7.2.1. Tiến hóa cảnh quan

Tiến hóa cảnh quan (*landscape evolution*) là "*sự phát triển không liên tục của cảnh quan với các bước nhảy rẽ nhánh lên một cấp tổ chức cao hơn*" (Naveh, 2003). Khái niệm tiến hóa cảnh quan luôn được gắn liền với tiến hóa của giới sinh vật và xã hội loài người, thường được nghiên cứu ở quy mô lớn.

Tiến hóa cảnh quan luôn được coi là một phần của quá trình tiến hóa văn hóa. Trong tiến hóa văn hóa, bước nhảy từ hoạt động săn bắt và hái lượm nguyên thủy chuyển sang giai đoạn nông nghiệp và công nghiệp tiến bộ hơn đã mang lại cho con người nhiều của cải vật chất hơn. Mỗi một bước nhảy có động lực chủ yếu từ sự đổi mới về văn hóa và trình độ khoa học kỹ thuật - những yếu tố cơ bản có vai trò thành tạo các cảnh quan trên Trái Đất.

Tiến hóa cảnh quan được xem xét giới hạn trong khoảng thời gian của thế Holocen. Thế Holocen (thuộc về kỷ Neogen và phân đại Đệ Tứ, còn gọi là thế Toàn Tân) được cho là bắt đầu từ 11,5 nghìn năm trước (khoảng năm 9.600 trước Công nguyên) và kéo dài cho đến ngày nay, là một giai đoạn gian băng trong thời kỳ băng hà hiện tại. Lịch sử của con người xảy ra trong thế Holocen. Các nhà cổ sinh vật học chia thế

Holocen thành các giai đoạn liên quan tới tiến trình phát triển của con người, đó là thời đại Đồ đá giữa, thời đại Đồ đá mới và thời đại Đồ đồng. Trong giai đoạn này, sự xuất hiện loài người, tăng trưởng kích thước của quần thể loài người, phát triển khoa học kỹ thuật đã và đang làm thay đổi nhanh chóng các cảnh quan trên Trái Đất.



Hình 7.1. Mô hình của Laszlo (1994) về cơ chế tiến hóa của xã hội loài người và cảnh quan theo không gian và thời gian

Mô hình trên thể hiện cơ chế tiến hóa của xã hội loài người và cảnh quan theo các quy mô không gian và thời gian. Theo tiến trình lịch sử, xã hội loài người được phát triển tới các cấp tổ chức cao hơn. Quá trình bắt đầu với các nhóm săn bắt và hái lượm trong thời kỳ Đồ đá và phát triển cao nhất trong xã hội hậu công nghiệp. Sự phát triển rộng rãi của

công nghệ truyền thông và thông tin đã đưa tới sự phát triển của xã hội loài người ở quy mô toàn cầu.

Naveh (1984) đưa ra một ví dụ lý thú về tiến hóa cảnh quan tại khu vực Địa Trung Hải. Tiến hóa cảnh quan xảy ra đồng thời với tiến hóa sinh học và tiến hóa văn hóa của người đi thẳng (*Homo erectus*) chuyển sang người hiện đại (*Homo sapiens*). Các quần thể người tương tác với cảnh quan tự nhiên theo mối quan hệ đồng tiến hóa. Các cảnh quan văn hóa và những nơi sống đầu tiên của con người được tạo ra ở trước các hang động đá vôi, xung quanh các khoảng rừng trống, các khu vực bị cháy trước đó. Tại những khu vực này, chất thải sinh hoạt của con người tạo môi trường thuận lợi cho sự phát triển các loài thực vật thuộc họ lúa, họ đậu và nhiều loài cây bụi từ nơi khác phát tán đến. Nhiều loài trong số này được con người thuần hóa trở thành các cây trồng nông nghiệp. Sau đó, với các phương thức sử dụng ánh sáng Mặt Trời, lửa và sức lao động hiệu quả hơn, người hiện đại (*Homo sapiens*) đã làm thay đổi cảnh quan ở Địa Trung Hải bằng cách thêm vào các cảnh quan tự nhiên - văn hóa - kỹ thuật: các cảnh quan nông nghiệp - đồng cỏ chăn nuôi bán tự nhiên được coi là các cảnh quan sinh quyển (*biosphere landscape*) phụ thuộc chủ yếu vào chuyển hóa sinh học của năng lượng Mặt Trời; các cảnh quan đô thị - công nghiệp là dạng cải biến cao nhất cảnh quan tự nhiên. Những cảnh quan này được hình thành, duy trì và biến đổi bởi các chuyển đổi kỹ thuật của năng lượng Mặt Trời và vật chất từ sinh quyển và địa quyển, được điều hòa bởi các thông tin văn hóa. Các hệ sinh thái nông nghiệp công nghiệp hóa học chuyên canh và sử dụng cơ giới hóa mặc dù tận dụng được năng lượng Mặt Trời để sản xuất sinh khối, nhưng thường được xếp vào nhóm các cảnh quan kỹ thuật.

### **7.2.2. Phát triển cảnh quan**

Phát triển cảnh quan (*landscape development*) là "những biến đổi tiến bộ của cảnh quan dưới tác động của các mâu thuẫn bên trong" (Ixatrenko, 1969). Khác với tiến hóa cảnh quan chịu sự chi phối của cả lực tự nhiên và lực văn hóa, phát triển cảnh quan chỉ được xem xét trong phạm vi tác động tổng hợp của lực tự nhiên nội tại bên trong cảnh quan. Ở khía cạnh sinh thái học, phát triển cảnh quan liên quan chặt chẽ với diễn thế sinh thái. Hướng nghiên cứu phát triển cảnh quan được áp dụng chủ yếu cho cảnh quan tự nhiên và cảnh quan bán tự nhiên.

Bản chất cơ chế phát triển cảnh quan là trong cảnh quan có những yếu tố cảnh quan mới không ngừng xuất hiện và tích lũy, theo thời gian hình thành cảnh quan mới. Có ba kiểu yếu tố liên quan tới phát triển cảnh quan:

- *Yếu tố tàn dư*: là yếu tố vẫn lưu giữ được những đường nét cơ bản trong quá khứ, cho phép biết được lịch sử phát triển của cảnh quan thời kỳ đã qua. Các dạng địa hình băng hà, lòng sông cổ,... là những yếu tố thuộc loại này.

- *Phần tử bảo thủ*: yếu tố này hoàn toàn phù hợp với điều kiện hiện tại và quyết định cấu trúc hiện tại của cảnh quan, chẳng hạn các dạng địa hình karst trong cảnh quan miền núi.

- *Phần tử tiến bộ*: yếu tố chỉ rõ tính chất biến đổi và khuynh hướng phát triển trong tương lai của cảnh quan. Sự tích lũy dần dần các phần tử tiến bộ sẽ dẫn tới sự biến đổi về chất và dần hình thành cảnh quan mới. Trong cảnh quan, phần tử tiến bộ thường là lớp phủ thực vật.

Phát triển cảnh quan được diễn ra theo ba giai đoạn là phát sinh, phát triển và thoái hóa. Cảnh quan ở giai đoạn phát sinh được chuyển sang giai đoạn phát triển thông qua sự hình thành quần xã của các loài phát tán từ các cảnh quan phát triển khác hoặc các cảnh quan thoái hóa. Các cảnh quan được hình thành từ trạng thái phát triển sang trạng thái

thoái hóa khi cảnh quan bị hoang hóa, và cảnh quan biến đổi từ trạng thái thoái hóa sang trạng thái tiềm năng bằng quá trình phục hồi. Các quá trình này có những đặc điểm cụ thể như sau:

- *Giai đoạn phát sinh*: dẫn đến sự hình thành cảnh quan. Trong giai đoạn này, cảnh quan biến đổi nhanh, cấu trúc chưa hoàn chỉnh, chưa có lớp phủ thổ nhưỡng và quần xã sinh vật, địa hình ít bị chia cắt, mạng lưới thủy văn chưa hoàn thiện. Chẳng hạn, doi cát giữa sông hoặc bãi bồi thấp ven sông, bãi triều thấp ven biển mới được hình thành.

- *Giai đoạn phát triển*: trong giai đoạn này, cảnh quan có cấu trúc bền vững hơn do các hợp phần và yếu tố cấu trúc cảnh quan đã tương đối phù hợp với nhau về mặt địa đới, phi địa đới. Giai đoạn phát triển này rất dài, trong đó tương tác nội tại bên trong là tác động chủ đạo làm biến đổi cảnh quan. Cấu trúc cảnh quan biến đổi theo hướng tích lũy các phần tử tiến bộ, nhưng rất dài và không có ranh giới rõ rệt.

- *Giai đoạn thoái hóa*: sự thoái hóa ở đây bao hàm cả ý nghĩa thoái hóa về cấu trúc và chức năng của cảnh quan. Trong giai đoạn đầu, các quá trình phát triển được đẩy mạnh. Ở các giai đoạn sau, do nảy sinh các mối quan hệ kìm hãm quá trình phát triển, làm cho quá trình bị đình trệ hay có thể hướng quá trình đi theo chiều ngược lại.

Cả ba giai đoạn nói trên được đề cập trong mô hình phát triển địa hình của Davis. Trong giai đoạn phát sinh, thung lũng có dạng hình chữ V, không có hoặc có rất ít đồng bằng ngập nước, miền xen sông mở rộng, nhiều thác, hồ và đầm lầy. Trong giai đoạn phát triển, địa hình thoát nước tốt, địa hình sườn dốc chiếm ưu thế trừ các đồng bằng ngập nước, địa hình núi cao. Trong giai đoạn thoái hóa, các thung lũng mở rộng với hệ thống thủy văn uốn rộng, phân chia không rõ, bề mặt gần mực xâm thực cơ sở.





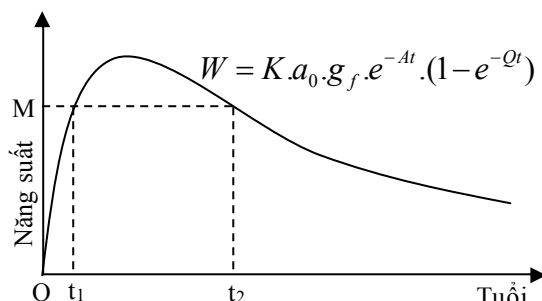
Hình 7.2. Mô hình các giai đoạn phát triển địa hình của Davis

Sự phát triển của cảnh quan có ảnh hưởng chặt chẽ tới sự phát triển của các quần xã sinh vật. Những biến đổi về năng lượng và tích lũy sinh khối trong quá trình phát triển của cảnh quan được biểu diễn theo mô hình hiệu suất Mazur (1964) như sau:

$$W = K.a_0.g_f.e^{-At}.(1 - e^{-Qt})$$

Trong đó:  $W$  là hiệu suất;  $a_0$  là dấu hiệu định lượng của cấu trúc ở giai đoạn đầu của sự phát triển;  $g_f$  là số lượng biểu thị khối lượng sinh vật ở giai đoạn cực đại của sự phát triển;  $t$  là thời gian phát triển;  $A$  là hệ số già nua;  $Q$  là hệ số phát triển;  $K$  là hệ số tỷ lệ.

Đồ thị của hàm  $W$  cho thấy, OM là mức năng lượng đảm bảo cho sinh vật tự tái sản xuất (ra hoa kết quả ở thực vật có hạt);  $t_1$  và  $t_2$  là thời điểm xuất hiện và mất đi của khả năng tái sản xuất. Ví dụ,  $t_1$  và  $t_2$  là thời điểm bắt đầu và kết thúc của dòng chảy tạm thời có khả năng mang vận chuyển bồi tích. Về nguyên tắc, hàm  $W$  có thể đặc trưng cho nhiều cảnh quan, các hợp phần hoặc các yếu tố cấu trúc cảnh quan.



Hình 7.3. Hiệu suất sinh học theo Mazur (1964)

Sự phát triển của cảnh quan cồn cát là một ví dụ điển hình về biến đổi cảnh quan do tác nhân gió và nước. Cảnh quan này có tốc độ biến đổi nhanh chóng bởi chính quá trình đã tạo ra nó - quá trình do gió. Quá trình do gió làm di chuyển và biến đổi hình dáng các cồn cát. Đối với các miền khí hậu khô hạn, vai trò gây xâm thực của nước đối với cảnh quan do gió tạo không đáng kể. Đối với cảnh quan đụn cát ven biển, vai trò xâm thực của nước có ý nghĩa quan trọng, tuy nhiên không lấn át được vai trò của quá trình do gió.

Sự phát triển của một hệ thống sông xảy ra phức tạp hơn. Đây là hệ thống nhất quán gồm nhiều dòng sông có chung một lưu vực thủy hệ, cùng chung một dòng thoát nước đổ vào biển hoặc hồ lớn. Có bốn giai đoạn cơ bản trong quá trình phát triển của một hệ thống sông:

- *Giai đoạn sơ sinh*: là giai đoạn các dòng sông phát triển riêng rẽ, chưa có mối liên hệ với nhau, dòng sông còn nhỏ bé và là những dòng chảy sơ đẳng nhất.

- *Giai đoạn phát triển chiều dài*: bằng hình thức xâm thực ngược dòng, các dòng sông được kéo dài thêm ra, dần dần chúng liên kết lại với nhau và như vậy thủy hệ đã bắt đầu hình thành.

- *Giai đoạn phát triển chiều rộng*: vào giai đoạn này, xâm thực sâu, xâm thực bờ và xâm thực ngược dòng đều phát triển mạnh mẽ, làm cho

thủy hệ mở rộng không ngừng, mật độ sông trong hệ thống sông cao. Đó là giai đoạn phát triển thịnh vượng nhất của thủy hệ.

- *Giai đoạn gộp lại*: do xâm thực phát triển rất mãnh liệt nên thường xuyên xảy ra hiện tượng cướp dòng: những dòng sông lớn hơn, có khả năng xâm thực mạnh hơn, sâu hơn sẽ cướp dòng các dòng sông khác. Vì vậy, hình dạng của hệ thống sông vào giai đoạn thứ tư cũng có thay đổi: từ chỗ phức tạp, sau khi gộp lại đã trở nên đơn giản hơn.

### 7.3. NHỊP ĐIỆU CẢNH QUAN

#### 7.3.1. Nhịp điệu cảnh quan và thích ứng của sinh vật

##### *a) Khái niệm*

Tính nhịp điệu là hiện tượng lặp lại nhiều lần theo thời gian mà các hiện tượng đó mỗi lần xảy ra đều phát triển theo cùng một hướng. Nhiều tác giả nhất trí với quan điểm cho rằng tính nhịp điệu phải là một phần của đặc tính cảnh quan. Ixatrenko và Shlyapnikov (1989) phân biệt sự khác nhau giữa thay đổi vĩnh viễn và thay đổi tuần hoàn trong cảnh quan. Thay đổi tuần hoàn, điển hình nhất là thay đổi trạng thái cảnh quan theo mùa, không làm thay đổi cấu trúc và chức năng đặc thù của cảnh quan. *Những hiện tượng thay đổi trạng thái cảnh quan mà không trùng với thay đổi cấu trúc cảnh quan được gọi là nhịp điệu cảnh quan.* Cùng với cấu trúc đứng và cấu trúc ngang, nhịp điệu cảnh quan được coi là dạng cấu trúc thứ ba của cảnh quan - cấu trúc thời gian.

Tính nhịp điệu trong cảnh quan có những đặc trưng sau:

- Nhịp điệu là đặc tính không thể tách rời của lớp vỏ cảnh quan Trái Đất. Các cảnh quan phân biệt với nhau không chỉ ở các đặc điểm về cấu trúc ngang và cấu trúc đứng mà còn ở đặc tính nhịp điệu (cấu trúc

thời gian). Vì vậy trong công tác phân tích cấu trúc cảnh quan, cần phải nghiên cứu nhịp điệu cảnh quan, trước hết là nhịp điệu mùa, với ý nghĩa là cấu trúc thời gian của cảnh quan.

- Tính nhịp điệu của cảnh quan được ví là dạng “hô hấp” độc đáo của cảnh quan. Quy luật về tính hoàn chỉnh của lớp vỏ cảnh quan không chấp nhận khả năng tồn tại nhịp điệu độc lập của các hợp phần riêng biệt không ảnh hưởng đến các hợp phần khác. Nói cách khác, trong cảnh quan luôn tồn tại mối liên hệ giữa các nhịp điệu của các hợp phần, yếu tố và các quá trình.

- Tính bất đồng nhất không gian tạo cho cảnh quan phản ứng không đồng đều với các tác động bên ngoài xảy ra cùng lúc. Điều này tạo ra sự chuyển biến của các dạng nhịp điệu theo không gian và thời gian. Nhịp điệu biểu hiện không đồng thời ở các khu vực và thời kỳ khác nhau.

- Các hiện tượng có tính nhịp điệu được ví như các vòng tuần hoàn của vật chất không có tính chất đóng kín. Do hiện tượng có nhịp điệu tiến triển trên nền sự phát triển không ngừng của cảnh quan nên không thể lặp lại trạng thái ban đầu tại thời điểm cuối của nhịp điệu.

- Tính nhịp điệu của cảnh quan liên quan chặt chẽ tới hiện tượng đồng hồ sinh học, hoặc tính nhịp điệu của các sinh vật. Nhịp điệu cũng là điều kiện cần thiết cho tồn tại và phát triển bình thường của sinh vật.

### ***b) Thích ứng của sinh vật với nhịp điệu cảnh quan***

Cảnh quan chứa đựng các dạng tài nguyên và nơi sống cần thiết cho sự tồn tại và phát triển của sinh vật. Kết quả từ quá trình tiến hóa từ hàng triệu năm đã tạo cho sinh vật khả năng thích ứng được với nhịp điệu cảnh quan:

- Đối với *nhịp điệu ngày đêm*: động vật và con người thích nghi với nhịp điệu ngày đêm bằng cơ chế đan xen giữa thời gian thức và thời gian ngủ trong một ngày đêm. Đối với thực vật, tương phản giữa ngày và đêm cho phép các loài thực vật thay đổi chế độ quang hợp và thoát hơi nước từ ban ngày sang ban đêm.

- Đối với *nhịp điệu mùa*: tại khu vực ôn đới, thực vật nảy chồi vào mùa xuân, ra hoa kết trái vào mùa hè, rụng lá vào mùa thu và ngủ vào mùa đông là những biểu hiện rõ nhất của nhịp điệu mùa. Tại các vùng khí hậu có một mùa khô khắc nghiệt, cháy rừng tự nhiên xuất hiện khi sinh khối đạt được tới một mức nhất định. Các loài thực vật có thời gian thích nghi với các đám cháy rừng định kỳ bằng các cơ chế chống chịu khác nhau để làm giảm khả năng tử vong hoặc tái sinh nhanh chóng. Hầu hết các loài động vật thích nghi bằng khả năng đào hang hoặc chạy trốn khỏi đám cháy.

- Đối với những *biến đổi định kỳ* trong môi trường: các sinh vật thích nghi dựa vào bộ nhớ di truyền của chúng, cho phép ghi nhận những biến động thường xuyên và tạo ra hành vi thích nghi thông qua chu kỳ sinh sản. Các *biến đổi ngẫu nhiên* làm thay đổi toàn bộ hệ sinh thái, yêu cầu khoảng thời gian phục hồi dài hơn.

Sự phát triển mạnh mẽ của xã hội con người trong giai đoạn hiện nay đã trực tiếp làm thay đổi nhịp điệu của quá trình tự nhiên, dẫn đến tác động trực tiếp và phổ biến rộng rãi trong cảnh quan. Các hoạt động phát triển có tính chất đột ngột và bất ngờ trong phạm vi thời gian không dài, làm cải biến cảnh quan tự nhiên, tạo thành các cảnh quan văn hóa có nhịp điệu khác hẳn. Do đó, các loài sinh vật không có đủ thời gian tiến hóa để thích nghi. Đối mặt với các hoạt động lớn của con người, không có đủ thời gian thích ứng,... là những nguyên nhân quan trọng khiến nhiều loài có nguy cơ tuyệt chủng.

### **7.3.2. Nhịp điệu ngày đêm, nhịp điệu trong phạm vi thế kỷ, nhịp điệu ngoài phạm vi thế kỷ và chu kỳ địa chất**

#### ***a) Nhịp điệu ngày đêm***

Nhiều hiện tượng thay đổi trong cảnh quan gây ra do thay đổi của ngày và đêm, bao gồm biến trình nhiệt - ẩm, quá trình quang hợp,... Theo nhịp điệu ngày đêm, động vật được phân chia thành hai nhóm loài: nhóm hoạt động trong ánh sáng của ban ngày (gồm phần lớn các loài động vật), nhóm hoạt động trong bóng tối của ban đêm (doi, chim cú, chồn, bướm đêm, muỗi). Động vật phù du trôi nổi suốt ngày đêm từ các lớp bên trên của khối nước xuống các lớp sâu hơn và ngược lại. Đời sống con người cũng tiến triển trong nhịp điệu ngày đêm: hoạt động vào ban ngày, nghỉ ngơi vào ban đêm.

Có nhiều hướng tác động của con người tới tính nhịp điệu ngày đêm của cảnh quan nhằm đạt được hiệu quả sản xuất cao. Để mở rộng chu kỳ nhiệt độ hàng ngày, con người xây dựng các nhà kính, tạo ra những ảnh hưởng đáng kể trong cảnh quan. Nhịp điệu ngày đêm dễ bị thay đổi bằng cách thay đổi chế độ luân phiên chiếu sáng. Ngày dài với ánh sáng nhân tạo làm tăng sản lượng trứng gia cầm, ngược lại, đêm dài làm tăng sản lượng thịt gia súc. Tác động của con người đối với nhịp điệu ngày đêm yêu cầu cần đầu tư lớn vào phát triển các cơ sở hạ tầng nông nghiệp, do đó đã tạo ra những dấu ấn đáng kể trong cảnh quan.

#### ***b) Nhịp điệu trong phạm vi thế kỷ***

Trong số các nhịp điệu trong phạm vi thế kỷ, các chu kỳ có khoảng dài 11 và 20 - 50 năm rõ ràng nhất. Chu kỳ này quan sát thấy ở trầm tích

bùn trong hồ, các đợt lan tràn bệnh truyền nhiễm, nhịp điệu sinh sản hàng loạt của châu chấu là yếu tố ngoại cảnh gây biến đổi cảnh quan.

Có nhiều yếu tố tự nhiên và nhân tạo ảnh hưởng tới nhịp điệu cảnh quan trong phạm vi thế kỷ. Trong các môi trường có lửa là nhân tố tự nhiên kiểm soát sự hình thành các quần xã động vật và thực vật, hiện tượng cháy rừng xuất hiện một cách đều đặn theo thời gian có quan hệ chặt chẽ với chu kỳ sản xuất sinh khối và các vật liệu dễ cháy. Nhịp điệu cháy rừng càng được đẩy nhanh trong trường hợp có tác động của con người. Ví dụ, khu vực savan nhiệt đới ở châu Phi và Nam Mỹ có hàng triệu ha bị đốt cháy hàng năm. Tại một số khu vực, lửa được sử dụng phục vụ công tác quản lý rừng bằng cách tạo ra những vụ cháy có chủ định, được kiểm soát chặt chẽ vào mùa nhất định hoặc tại một số giai đoạn diễn thế sinh thái cụ thể.

Thực tiễn quản lý rừng ở châu Âu là một ví dụ điển hình khác về tác động nhân sinh làm thay đổi nhịp điệu trong phạm vi thế kỷ của cảnh quan. Rừng tại thung lũng sông Loire của Pháp đã được định hướng phát triển theo hướng sản xuất gỗ cho hải quân hoàng gia từ thế kỷ thứ XVII. Hiện nay, khu vực này vẫn được quản lý và khai thác theo chu kỳ 240 năm, cung cấp sản phẩm gỗ sồi hạt mịn phục vụ sản xuất đồ nội thất sang trọng.

Một ảnh hưởng khác của nền văn minh nhân loại ở quy mô thế kỷ là sự gia tăng nồng độ khí CO<sub>2</sub> trong khí quyển. Hiện tượng này làm ảnh hưởng đến tốc độ sản xuất sinh khối hàng năm và nhịp điệu phân hủy trong các cảnh quan tự nhiên. Nạn phá rừng gần đây là yếu tố quan trọng góp phần làm tăng nồng độ CO<sub>2</sub> trong khí quyển.

### *c) Nhịp điệu ngoài phạm vi thế kỷ*

Nhịp điệu ngoài phạm vi thế kỷ được biểu hiện đặc biệt rõ trong khoảng thời gian dài 1.800 - 1.900 năm. Mỗi chu kỳ như vậy bao gồm ba pha tách biệt với nhau:

- *Pha tiến*: là pha có khí hậu mát ẩm, phát triển rất nhanh nhưng tương đối ngắn, khoảng 300 - 500 năm.

- *Pha lùi*: là pha có khí hậu khô nóng, phát triển chậm chạp, kéo dài khoảng 600 - 800 năm.

- *Pha chuyển tiếp giữa pha tiến và pha lùi*: bao chiếm thời kỳ trung gian vào khoảng 700 - 800 năm. Sự chuyển tiếp từ lùi sang tiến rõ rệt và nhanh chóng, ngược lại, sự chuyển tiếp từ tiến sang lùi tương đối phẳng lặng. Trong pha tiến, tác dụng băng hà mạnh lên, dòng chảy của các con sông tăng lên, mực nước của các hồ tăng lên; trong pha lùi, các băng hà rút lui, các con sông nhỏ đi, mực nước các hồ hạ xuống.

#### ***d) Các chu kỳ địa chất***

Trong lịch sử Trái Đất, tất cả đều phát triển theo chu kỳ: tích tụ các lớp trầm tích, tạo thành nếp uốn, xuất hiện các biến vị đứt gãy, hoạt động của các núi lửa, động đất,... Các giai đoạn này có những nét chung về tính chu kỳ: thời kỳ bắt đầu của mỗi giai đoạn đều đánh dấu bằng sự hạ xuống chung của vỏ Trái Đất và thời kỳ kết thúc bằng sự nâng lên chung. Vào thời kỳ hạ xuống, chế độ biển thống trị, khí hậu có tính chất tương đối đồng nhất; tới thời kỳ nâng lên, có sự mở rộng của bề mặt đất nổi, các vận động uốn nếp, tạo núi và phân dị khí hậu. Trên nền của những thời kỳ lớn có ưu thế hạ xuống hay nâng lên xuất hiện những nhịp điệu thuộc bậc thứ hai dài 30 - 40 triệu năm, thuộc bậc thứ ba dài 10 - 15 triệu năm cho tới những nhịp điệu nhỏ chỉ dài hàng nghìn, hàng trăm năm, biên độ hạ xuống và nâng lên chỉ vào khoảng vài mét.

### **7.3.3. Nhịp điệu mùa**



### ***a) Khái niệm và biểu hiện***

Nhịp điệu mùa biểu hiện sự thay đổi tuần hoàn theo mùa của tất cả các cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa trên Trái Đất. Trạng thái cảnh quan ở vùng ôn đới và vùng cực thay đổi rất rõ theo bốn mùa trong năm là xuân, hạ, thu và đông: thực vật phát triển mạnh mẽ vào mùa hè, bắt đầu ngả sang màu vàng và rụng lá vào mùa thu, ngủ đông vào mùa đông và bắt đầu phát triển trở lại vào mùa xuân. Trong khi đó, do sự thay đổi chế độ mưa sâu sắc hơn thay đổi của chế độ nhiệt, phần lớn cảnh quan ở khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới thay đổi theo nhịp điệu mùa với hai mùa là mùa mưa và mùa khô. Ngoài ra, tại một số vùng, cư dân địa phương dựa trên kinh nghiệm đã xác định một số nhịp điệu cảnh quan với chu kỳ thay đổi lớn hơn bốn mùa. Chẳng hạn, cảnh quan Bắc Úc thay đổi tuần hoàn theo sáu mùa, hoặc một số cảnh quan thuộc khu vực Scandinavia thay đổi theo tám mùa trong năm.

Nhịp điệu mùa trong cảnh quan có những đặc trưng cơ bản sau:

- Thay đổi trạng thái cảnh quan trong thời gian của năm là đặc tính vốn có của mọi đới địa lý trên Trái Đất. Tuy nhiên, sự thay đổi này biểu hiện rõ ở những đới này và yếu ở những đới khác. Trong những trường hợp riêng, sự thay đổi được quy định chủ yếu bởi tiến trình của nhiệt độ, ở các xứ nóng chủ yếu bởi chế độ ẩm của không khí; ở các miền cực chế độ ánh sáng (ngày và đêm kéo dài) đóng một vai trò lớn. Sự thay đổi trạng thái mùa rõ rệt nhất ở vành đai ôn đới, nhưng cũng thấy cả ở xích đạo mặc dù ở đây suốt năm có nhiệt độ cao và độ ẩm phong phú. Tại châu Âu, sự biến đổi cảnh quan, văn hóa và môi trường được thể hiện theo một chu kỳ mùa vụ gồm bốn mùa xuân, hạ, thu, đông rõ rệt.

- Mỗi đới cảnh quan có một chế độ mùa riêng biệt. Diễn biến đều đặn của mọi quá trình trong năm là đặc điểm của các cảnh quan xích đạo. Tính chất mùa thể hiện rõ ở các cảnh quan thuộc vành đai ôn đới. Các cảnh quan gió mùa có sự tương phản rõ rệt trong động lực mùa:

mùa hè độ ẩm dư thừa, nhiệt độ cao tạo điều kiện cho thế giới hữu cơ phát triển mạnh và đẩy nhanh cường độ của các quá trình địa hoá.

- Sự tiến triển hàng năm của các yếu tố khí hậu, của các hiện tượng thủy văn (đóng băng, tan băng, nước lũ, nước cạn), của quá trình hình thành đất và các quá trình địa mạo ở các miền cực (địa hình karst chỉ được hình thành vào thời kỳ nóng của năm), dòng di cư của một số loài cá và chim, hiện tượng ngủ đông hay ngủ hè ở một số loài động vật, thay đổi trạng thái của thực vật,... là những biểu hiện cụ thể của nhịp điệu mùa trong cảnh quan.

Các cuộc cách mạng ngoạn mục nhất trong lịch sử nhân loại đều xuất phát từ ý tưởng thay đổi nhịp điệu mùa tự nhiên. Điều này được ghi dấu ấn trong cấu trúc của các cảnh quan văn hóa. Sự chuyển đổi từ phương thức săn bắt hái lượm sang trồng trọt vào cuối thời kỳ Đồ đá cũ là tác nhân chính dẫn đến thay đổi hơn ba phần tư cảnh quan trên bề mặt Trái Đất. Xây dựng các khu định cư, thuần hoá gia súc và phát triển các hệ thống canh tác là ba phương thức chiến lược phổ biến của con người nhằm thoát khỏi những khó khăn của nhịp điệu mùa.

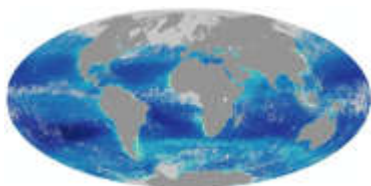
Do sự thay đổi theo mùa được thể hiện rõ ràng nhất ở hợp phần lớp phủ thực vật (đối với các cảnh quan tự nhiên) hoặc lớp phủ sử dụng đất (đối với các cảnh quan văn hóa), nên đặc trưng nhịp điệu mùa của cảnh quan có thể được tiếp cận nghiên cứu thông qua ba nguồn thông tin chính là tư liệu ảnh chụp, tranh vẽ,... về phong cảnh; dữ liệu về vật hậu cảnh quan; thực tiễn sản xuất và sinh hoạt của cư dân địa phương.

Nghiên cứu nhịp điệu mùa có ý nghĩa quan trọng cả về khoa học và thực tiễn. Nhịp điệu mùa được coi là một bộ phận không thể tách rời của cấu trúc cảnh quan, phản ánh *cấu trúc thời gian* của cảnh quan. Nhịp điệu mùa của cảnh quan cũng quy định sự thay đổi của các quần xã động vật, các hoạt động sinh hoạt, sản xuất, văn hóa,... của cư dân địa phương sinh sống trong cảnh quan đó. Đây được xác định là một tiêu

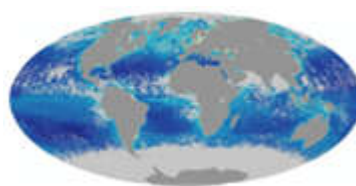
chí quan trọng trong định hướng sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường của lãnh thổ.

### ***b) Biểu hiện của nhịp điệu mùa quy mô toàn cầu***

Một số dạng nhịp điệu mùa của lớp vỏ cảnh quan quy mô toàn cầu được quan tâm bao gồm nhịp điệu biến đổi nồng độ diệp lục trong đại dương, nhịp điệu biến đổi sản lượng sinh vật sơ cấp và nhịp điệu biến đổi lớp phủ thực vật.



*a) Chlorophyll ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) tháng 1*



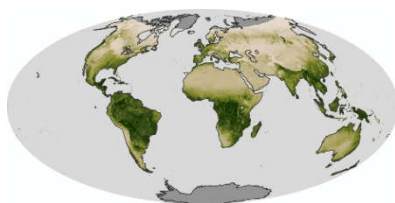
*b) Chlorophyll ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) tháng 7*



*c) Sản lượng sinh vật sơ cấp toàn cầu ( $\text{gC}/\text{m}^2/\text{ngày}$ ), tháng 1*



*d) Sản lượng sinh vật sơ cấp toàn cầu ( $\text{gC}/\text{m}^2/\text{ngày}$ ), tháng 7*



*e) Lớp phủ thực vật (chỉ số khác biệt thực vật-NDVI) tháng 1*



*f) Lớp phủ thực vật (chỉ số khác biệt thực vật-NDVI) tháng 7*

Hình 7.4. Các nhịp điệu mùa quy mô toàn cầu năm 2009 quan sát từ ảnh MODIS chụp bởi vệ tinh AQUA và TERRA của NASA (2009)

*\* Nhịp điệu biến đổi nồng độ diệp lục trong đại dương ở quy mô toàn cầu*

Quan trắc trên ảnh MODIS chụp từ vệ tinh AQUA của Cục Quản trị Hàng không và Không gian Quốc gia Hoa Kỳ (NASA) cho thấy:

- Biến đổi nồng độ chlorophyll ở quy mô toàn cầu có tính nhịp điệu mùa. Thực vật nổi (*phytoplankton*) là cơ sở của lưới thức ăn trong đại dương. Cũng giống thực vật trên đất liền, thực vật nổi sử dụng diệp lục và các sắc tố để quang hợp, sử dụng CO<sub>2</sub> trong khí quyển để tổng hợp chất hữu cơ. Nồng độ diệp lục trong nước làm thay đổi tương quan phản xạ và hấp thụ ánh sáng Mặt Trời. Đây là cơ sở để NASA sử dụng ảnh MODIS giải đoán xây dựng bản đồ mật độ và vị trí thực vật nổi, đánh giá chất lượng môi trường nước trong đại dương hay nghiên cứu vòng tuần hoàn cacbon đại dương. Khu vực có nồng độ chlorophyll thấp sẽ chỉ thị cho mật độ thực vật nổi thấp; ngược lại, nồng độ chlorophyll cao chỉ thị cho thực vật nổi phát triển mạnh.

- Ở quy mô toàn cầu, các khu vực có nồng độ chlorophyll cao được phát hiện ở xích đạo và dọc theo đường bờ các lục địa. Đây là môi trường thuận lợi nhất cho sự phát triển của thực vật nổi. Trong khi đó, nhiệt độ mát thường là một dấu hiệu cho thấy hiện tượng nước trời từ đáy biển sâu lên bề mặt nước, mang theo chất dinh dưỡng, biến đổi theo thời gian. Tại vùng biển cực đới, dinh dưỡng tích lũy ở các vùng nước mặt trong những tháng mùa đông không có ánh sáng Mặt Trời và trong điều kiện thực vật nổi không thể phát triển. Khi có ánh sáng Mặt Trời vào mùa xuân và mùa hè, thực vật nổi sinh sản với tốc độ cao. Ở đai lạnh, vùng nước giàu thực vật thuộc khu vực xích đạo, tại Đại Tây

Dương và các vùng biển mở thuộc Thái Bình Dương. Tại khu vực này, sinh vật phù du phát triển mạnh. Tại nhiều vùng ven biển, độ dốc đáy biển tăng làm đẩy nước lạnh từ các tầng thấp nhất của đại dương lên bề mặt. Chất dinh dưỡng từ đáy đại dương theo dòng nước trôi lên mặt nước là nguồn cung cấp sắt và thức ăn cho thực vật nổi. Hiện tượng nước lạnh trôi ở khu vực ven biển và sinh vật nổi phát triển tiếp đó được quan sát thấy ở khu vực dọc theo bờ biển phía tây châu Mỹ và nam châu Phi.

### *\* Nhịp điệu biến đổi sản lượng sinh vật sơ cấp*

Thực vật sử dụng năng lượng bức xạ Mặt Trời và khí cacbonic cho quá trình quang hợp. Sản lượng sinh vật sơ cấp đóng vai trò quan trọng trong chu trình cacbon toàn cầu. Giá trị sản lượng sinh vật sơ cấp là cơ sở giám sát chuyển hóa cacbon của thực vật trên Trái Đất.

Bản đồ sản lượng sinh vật sơ cấp được xây dựng dựa trên tư liệu ảnh MODIS từ vệ tinh TERRA của NASA cho thấy:

- Giá trị sản lượng sinh vật sơ cấp nằm trong khoảng dưới 6,5 gC/m<sup>2</sup>/ ngày.

- Ở các vĩ độ trung bình, sản lượng sinh vật sơ cấp biến đổi theo nhịp điệu mùa, đạt sản lượng cao nhất vào mùa hè. Rừng ôn đới bắc bán cầu của Canada và Nga có sản lượng cao vào tháng 7, sau đó giảm vào mùa thu và mùa đông.

- Do điều kiện thuận lợi về bức xạ, nền nhiệt và lượng mưa cao nên rừng nhiệt đới ở Nam Mỹ, châu Phi và Đông Nam Á có sản lượng sinh vật sơ cấp cao quanh năm.

- Tuy nhiên, ngay cả tại vùng nhiệt đới, cũng có những sự khác biệt về sản lượng sơ cấp theo các mùa trong năm. Ở Amazon, sản lượng cao

nhất vào mùa khô (tháng 8 đến tháng 10). Nguyên nhân do thực vật có thể sử dụng nguồn nước ngầm dồi dào chất dinh dưỡng được tích lũy từ mùa mưa, đồng thời thực sự phát triển tốt hơn trong điều kiện thời tiết ít mây vào mùa khô, thời điểm thuận lợi để tiếp cận với ánh sáng Mặt Trời có cường độ cao.

### *\* Nhịp điệu biến đổi lớp phủ thực vật*

Vệ tinh giám sát thảm thực vật toàn cầu được sử dụng nghiên cứu nhịp điệu mùa của lớp phủ thực vật. Bản đồ lớp phủ thực vật được thành lập theo chỉ số khác biệt thực vật (NDVI), được chiết xuất dựa trên ảnh MODIS từ vệ tinh TERRA của NASA cho thấy:

- Tính nhịp điệu mùa của thảm thực vật được thể hiện rõ ở các vành đai nhiệt đới, cận nhiệt, ôn đới và cực đới.

- Giá trị NDVI cao nhất thuộc về khu vực dọc theo đường xích đạo trong cả năm. Trên thực tế, khu vực này luôn có các trị số về bức xạ, nhiệt độ và lượng mưa đạt cao nhất.

## **7.4. BIẾN ĐỔI CẢNH QUAN**

### **7.4.1. Khái niệm biến đổi cảnh quan**

Khái niệm biến đổi cảnh quan biểu thị hiện tượng cảnh quan bị thay đổi theo hướng đạt được cấu trúc mới hoặc mất đi cấu trúc cũ dưới ảnh hưởng của các nhân tố ngoại cảnh hoặc sự phát triển nội tại: *"biến đổi cảnh quan là sự thay đổi cấu trúc và chức năng của cảnh quan theo thời gian"* (Forman và Godron, 1986), *"... là sự tạo mới hoặc làm mất đi các thuộc tính cũ của cảnh quan bởi hoạt động nhân sinh hoặc do tác động của các quá trình tự phát triển"* (Từ điển Elsevier về Địa lý, 2007).



Hình 7.5. Biến đổi cảnh quan đồng bằng Amazon do phá rừng để phát triển nông nghiệp:  
 (a) cảnh quan rừng mưa nhiệt đới nguyên sinh có độ che phủ cao, cấu trúc đồng nhất, hình thái mềm mại; (b) cảnh quan nông nghiệp có độ che phủ thấp, kém đồng nhất, phân mảnh cao, hình thái sắc cạnh.

Biến đổi cảnh quan được xem xét ở bốn khía cạnh chính là đặc điểm, quy mô không gian, vị trí và thời kỳ xảy ra biến đổi:

- *Đặc điểm biến đổi cấu trúc không gian*: biến đổi cảnh quan khác nhau theo cấu trúc đứng và cấu trúc ngang, trong đó các cảnh quan, hợp phần hoặc yếu tố cấu trúc nào bền vững hơn sẽ bị biến đổi. Chẳng hạn các hợp phần bảo thủ (mẫu chất và địa hình) ít bị biến đổi hơn so với các hợp phần tích cực (thảm thực vật, thổ nhưỡng).

- *Quy mô không gian và vị trí xảy ra biến đổi cảnh quan*: các vấn đề này được quan tâm từ cấp địa phương, cấp vùng đến cho tới toàn cầu. Chẳng hạn, biến đổi cảnh quan do cháy rừng ở quy mô địa phương, biến đổi rừng ngập mặn quy mô khu vực vành đai nhiệt đới, biến đổi cảnh quan lục địa do thay đổi khí hậu xảy ra ở quy mô toàn cầu.

- *Thời kỳ xảy ra biến đổi cảnh quan*: biến đổi cảnh quan xảy ra trong một thời kỳ nhất định, liên quan tới cấu trúc cảnh quan và các yếu tố gây biến đổi cảnh quan hiện tại. Chẳng hạn, biến đổi cảnh quan do hiện tượng nóng lên toàn cầu xảy ra trong Holocen.

Xét về cơ chế động lực, biến đổi cảnh quan là một quá trình gồm chuỗi ba sự kiện: (1) tác động đến cảnh quan {gây ra} (2) thay đổi cấu trúc cảnh quan {gây ra} (3) thay đổi chức năng hoặc các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan. Hệ quả là xuất hiện các cảnh quan mới có cấu trúc và chức năng khác với các cảnh quan ban đầu.

Là một trong năm quốc gia sẽ bị tác động mạnh nhất bởi biến đổi khí hậu, biến đổi cảnh quan Việt Nam trong tương lai sẽ gây ra nhiều hệ lụy đối với sinh vật và các quá trình hệ sinh thái điển hình trong lãnh thổ. Hệ quả của thay đổi nhiệt độ và nước biển dâng đã làm ảnh hưởng sâu sắc tới các loài sinh vật và làm thoái hóa các hệ sinh thái ở Việt Nam, bao gồm làm suy giảm diện tích các rạn san hô, thảm cỏ biển, dòng chim di cư tránh rét theo mùa, thay đổi cấu trúc quần xã ở các vùng đất ngập nước ven biển,... trong lãnh thổ Việt Nam.

#### **7.4.2. Các đặc trưng của biến đổi cảnh quan**

Biến đổi cảnh quan là một quá trình phức tạp, liên quan tới cả yếu tố tác động gây biến đổi (chủ yếu là các yếu tố ngoại cảnh; các yếu tố nội sinh đóng vai trò ít quan trọng hơn) và đối tượng bị biến đổi (là các hợp phần cảnh quan, yếu tố cảnh quan hoặc toàn bộ cảnh quan). Tuy nhiên, mọi quá trình biến đổi cảnh quan đều được xem xét theo các đặc trưng sau:

##### ***a) Biến đổi cảnh quan được xem xét đối với tất cả các hợp phần hoặc những hợp phần được quan tâm nghiên cứu***

Cảnh quan được thành tạo bởi các hợp phần cấu trúc khác nhau, trong đó mỗi hợp phần có cấu trúc, chức năng riêng biệt, nên có động lực biến đổi riêng. Các quá trình địa chất có đặc điểm và xu thế biến đổi khác hẳn với hoạt động của con người. Nghiên cứu biến đổi từng hợp



phần riêng rẽ đơn giản hơn nhiều so với biến đổi toàn bộ cảnh quan. Chẳng hạn, nghiên cứu biến đổi sử dụng đất chỉ quan tâm tới sự thay đổi sử dụng đất do phát triển nông nghiệp hoặc mở rộng đô thị. Nghiên cứu biến đổi toàn bộ cảnh quan phức tạp hơn do yêu cầu phải quan tâm đến nhiều hợp phần (tất cả các hợp phần hoặc những hợp phần chính được quan tâm nghiên cứu). Hơn nữa, nghiên cứu biến đổi toàn bộ cảnh quan yêu cầu phải được xét từ quy mô địa phương, quy mô vùng đến quy mô toàn cầu; các mối liên hệ giữa các hợp phần cảnh quan trong quá trình biến đổi.

### ***b) Biến đổi cảnh quan cần được xem xét tối thiểu ở hai thời điểm***

Giám sát biến đổi cảnh quan yêu cầu phải có thông tin quan trắc về cấu trúc cảnh quan ở tối thiểu hai thời điểm. Khoảng cách thời gian phản ánh tần suất và quy mô biến đổi: biến đổi cảnh quan ở quy mô nhỏ thường xảy ra thường xuyên; các thảm họa liên quan tới biến đổi cảnh quan ở quy mô lớn thường có xác suất xảy ra thấp. Tần suất và quy mô biến đổi cảnh quan cũng xác định các đặc trưng cơ bản khác nhau giữa kiểu biến đổi tuần hoàn, biến đổi ngẫu nhiên hoặc xu thế biến đổi.

### ***c) Các quá trình tự nhiên và hoạt động con người đóng vai trò là nhân tố ngoại cảnh gây biến đổi cảnh quan***

Hai nhân tố chính gây biến đổi cảnh quan là các quá trình tự nhiên và hoạt động của con người. Việc phân chia này chỉ mang tính chất tương đối: con người là một phần của tự nhiên, chịu tác động của các quá trình tự nhiên, vì vậy, tác động của tự nhiên và tác động của con người luôn có mối quan hệ tương tác lẫn nhau và bổ sung cho nhau:

- *Các quá trình tự nhiên*: một số quá trình tự nhiên là nguyên nhân chính gây biến đổi cảnh quan, bao gồm bão, lũ quét, lũ lụt, trượt lở đất đá, xói mòn trên đất dốc, quá trình karst,... Biến đổi cảnh quan phụ thuộc vào cường độ và tốc độ xảy ra của các quá trình tự nhiên. Quá trình có cường độ càng mạnh và tốc độ càng nhanh sẽ gây biến đổi cảnh quan nhanh và rõ rệt.

- *Các hoạt động của con người*: để phục vụ lợi ích của mình, con người tác động vào các hợp phần của cảnh quan làm biến đổi cảnh quan theo hướng tích cực hoặc tiêu cực. Chẳng hạn, con người tác động trực tiếp vào hợp phần thổ nhưỡng trong hoạt động phát triển nông, lâm nghiệp, xây dựng; tác động trực tiếp vào hợp phần mẫu chất và địa hình trong hoạt động khai thác khoáng sản; tác động trực tiếp vào hợp phần thủy văn trong hoạt động khai thác nguồn nước,... Các hoạt động này của con người làm thay đổi hoàn toàn hoặc một phần bản chất của các yếu tố cảnh quan tự nhiên, dẫn tới sự hình thành các cảnh quan nhân sinh hoặc cảnh quan văn hóa: các khu sản xuất nông, lâm nghiệp, thủy lợi, công nghiệp; các điểm dân cư đô thị và nông thôn; các khu đầu mối công trình hạ tầng kỹ thuật giao thông, năng lượng, bảo vệ môi trường... Tùy theo mức độ tác động của con người mà cảnh quan tự nhiên có thể bị biến đổi một phần hoặc biến đổi hoàn toàn. Trong quá trình khai thác lãnh thổ, sử dụng tài nguyên cần phải xem xét và nghiên cứu kỹ lưỡng tính đặc thù về cấu trúc, chức năng, khả năng biến đổi của cảnh quan để tránh cảnh quan bị biến đổi theo hướng tiêu cực.

### **7.4.3. Các kiểu biến đổi cảnh quan**

#### ***a) Phân loại theo tính thuận nghịch của quá trình***

Có hai kiểu biến đổi cảnh quan cơ bản là biến đổi thuận nghịch và biến đổi không thuận nghịch:

- *Biến đổi thuận nghịch*: còn được gọi là biến đổi tuần hoàn, là sự trở lại trạng thái ban đầu sau tác động gây biến đổi. Kiểu này không có sự cải tạo cảnh quan về chất lượng, chỉ thực hiện chức năng biến đổi trạng thái cảnh quan trong một ngưỡng biến đổi nhất định. Nhịp điệu mùa của cảnh quan là kiểu biến đổi thuận nghịch điển hình, thực chất không mang theo một cái gì mới vào trong trật tự đã xác lập của cảnh quan.

- *Biến đổi không thuận nghịch*: còn được gọi là biến đổi phi tuần hoàn, nghĩa là không có sự trở lại về trạng thái ban đầu. Biến đổi này thể hiện rõ ràng bản chất của sự phát triển, trong đó biến đổi xảy ra theo một chiều hướng xác định. Biến đổi cảnh quan dưới tác động của các thảm họa tự nhiên, biến đổi khí hậu, do hoạt động phát triển của con người,... là những kiểu biến đổi không thuận nghịch điển hình.

### ***b) Phân loại theo các yếu tố tác động***

Dựa trên các yếu tố tác động, biến đổi cảnh quan được chia thành hai kiểu cơ bản là *biến đổi tuần tự* và *biến đổi đột ngột*.

- ***Biến đổi tuần tự***

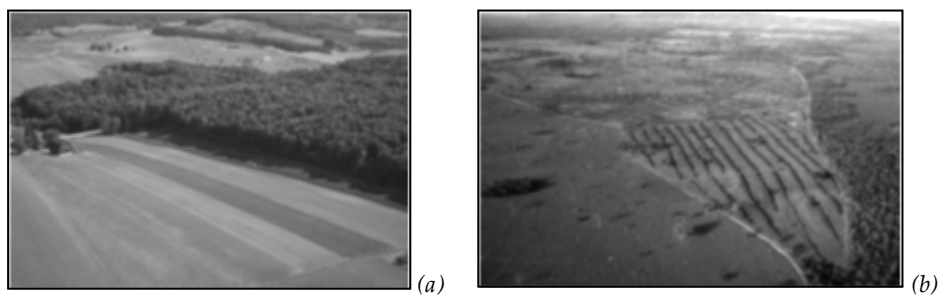
Biến đổi tuần tự xảy ra do các yếu tố ngoại cảnh tác động đến cảnh quan trong một khoảng thời gian dài gây biến đổi cảnh quan, trong đó trạng thái cảnh quan sau khi bị biến đổi phụ thuộc nhiều vào trạng thái cảnh quan ban đầu. Do đặc trưng này, kiểu biến đổi tuần tự hoàn toàn có khả năng dự đoán trước được. Có ba dạng biến đổi cảnh quan tuần tự chính là biến đổi lớp phủ mặt đất do chuyển đổi mục đích sử dụng đất, diễn thế sinh thái và thoái hóa cảnh quan.

- (i) ***Biến đổi lớp phủ mặt đất do chuyển đổi mục đích sử dụng đất***

Nguyên nhân chính là do hoạt động phát triển của con người, bao gồm các hoạt động chủ yếu là phát triển nông nghiệp, công nghiệp,

thương mại, quần cư, xây dựng. Trên phạm vi toàn cầu, những hệ quả của biến đổi lớp phủ mặt đất hiện nay được nhìn nhận ở hai khía cạnh chính sau đây:

- *Biến đổi đa dạng sinh học*: quy mô và loại hình sử dụng đất ảnh hưởng trực tiếp đến nơi sống tự nhiên của sinh vật, tác động đến đa dạng sinh học ở cả quy mô toàn cầu và quy mô địa phương. Tác động chuyển đổi mục đích sử dụng đất từ các khu vực còn tương đối hoang sơ hoặc các khu vực giàu đa dạng sinh học thành khu vực phát triển kinh tế dẫn tới những hệ quả sinh thái nghiêm trọng là mất nơi sống, thoái hóa và phân mảnh cảnh quan. Tất cả các nguyên nhân trên đều là những nhân tố gây mất đa dạng sinh học quy mô lớn xét trên cả tác động riêng rẽ và tác động tổng hợp. Đối với các cảnh quan bị biến đổi, ngay cả trong trường hợp cảnh quan được phục hồi, nhưng sự phân mảnh lại là một nhân tố giới hạn đối với nhiều loài đã từng cư trú trong nơi sống đó. Vì lý do đó, chuyển đổi mục đích sử dụng đất hiện nay được coi là nguyên nhân chủ yếu gây tuyệt chủng đối với các loài sinh vật trên lục địa.



Hình 7.6. Đặc điểm đa dạng cảnh quan được hình thành do biến đổi tuần tự lớp phủ mặt đất: (a) biến đổi lớp phủ rừng sang đất nông nghiệp do hoạt động canh tác nông nghiệp ở Bắc Mỹ; (b) biến đổi lớp phủ mặt đất do cả hoạt động nhân sinh và tác động thường xuyên của lũ lụt xảy ra ở khu vực cửa sông Amazon, Nam Mỹ. Ảnh minh họa cũng cho thấy cảnh quan bị biến đổi do yếu tố tự nhiên có hình thái mềm mại hơn so với cảnh quan bị biến đổi do tác động nhân sinh.

- *Biến đổi khí hậu*: biến đổi lớp phủ mặt đất do sử dụng đất là một nhân tố quan trọng làm tăng phát thải khí nhà kính vào khí quyển, đóng góp quan trọng vào biến đổi khí hậu toàn cầu. Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC, 2007) ước tính biến đổi sử dụng đất gây phát thải khoảng  $1,6 \pm 0,8$  Gt cacbon vào khí quyển mỗi năm. Đây là con số tương đối lớn nếu so sánh với nguồn phát thải CO<sub>2</sub> chính trên Trái Đất từ đốt nhiên liệu hóa thạch và sản xuất xi măng, đạt  $6,3 \pm 0,6$  Gt cacbon mỗi năm.

(ii) *Diễn thế sinh thái*

Diễn thế sinh thái tạo ra sự phát triển tuần tự của cảnh quan theo thời gian. Các nhân tố gây diễn thế sinh thái bao gồm các *nhân tố phi sinh học* (tác động mạnh mẽ của ngoại cảnh lên quần xã sinh vật) và các *nhân tố sinh học* (tác động của quần xã lên ngoại cảnh làm biến đổi mạnh mẽ ngoại cảnh đến mức gây diễn thế). Hệ thực vật có vai trò quan trọng trong việc hình thành quần xã mới. Nhân tố con người với tác động vô ý thức (đốt, chặt, phá rừng,...) hay có ý thức (cải tạo thiên nhiên, khai thác rừng, lấp hồ,...) có vai trò quan trọng trong định hướng diễn thế. Trong diễn thế sinh thái, hai kiểu biến đổi quan trọng nhất được quan tâm là sự thay đổi cấu trúc quần xã sinh vật và sự thay đổi cấu trúc, độ phì của lớp phủ thổ nhưỡng.

(iii) *Thoái hóa cảnh quan*

Thoái hóa cảnh quan là *những thay đổi tự nhiên hoặc nhân sinh của một cảnh quan gây suy giảm cấu trúc và chức năng theo hướng không thể đảo ngược được* (Từ điển Elsevier về Địa lý, 2007). Đây là một quá trình tiêu cực, xảy ra trong phạm vi rộng, gây mất toàn bộ hoặc một phần khả năng thực hiện chức năng tái sản xuất tài nguyên và môi trường của cảnh quan, chẳng hạn axit hóa, phú dưỡng, khô hạn, mặn hóa,... Phục hồi cấu trúc và các giá trị kinh tế, sinh thái, thẩm mỹ của một cảnh quan thoái hóa được gọi là tái tạo cảnh quan.

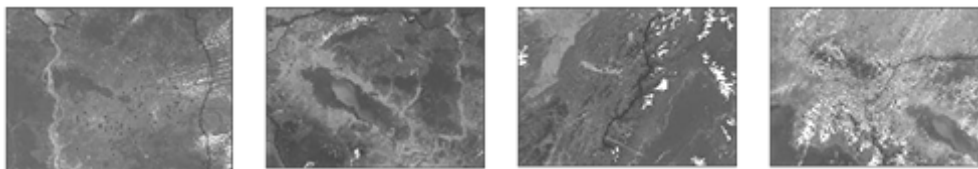
Trong thoái hóa cảnh quan, hai hợp phần chịu ảnh hưởng rõ rệt nhất và dễ quan sát thấy nhất là lớp phủ thực vật (*thoái hóa lớp phủ thực vật*) và lớp phủ thổ nhưỡng (*thoái hóa đất*):

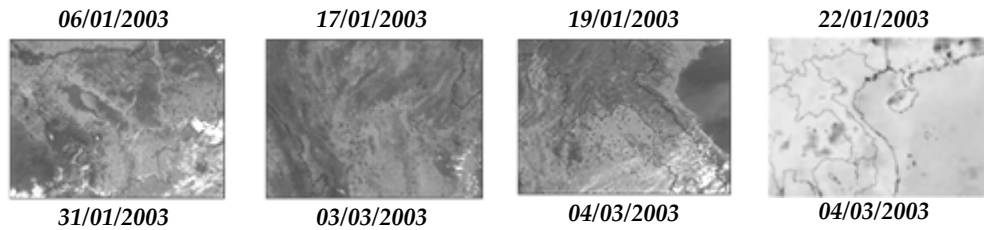
- *Thoái hóa lớp phủ thực vật* là sự mất lớp phủ bề mặt và suy giảm đa dạng sinh học cũng như các nguồn lợi gỗ và phi gỗ. Một hệ quả tất yếu là gây các hậu quả môi trường nghiêm trọng, làm tăng cường quá trình xói mòn rửa trôi, thoái hóa đất, lũ lụt, hạn hán xảy ra thường xuyên với cường độ mạnh hơn. Thoái hóa lớp phủ thực vật là nguyên nhân chính dẫn đến thoái hóa đất.

- *Thoái hóa đất* là sự phá hủy cấu trúc đất và các chất dinh dưỡng, làm suy giảm độ phì của đất, từ đó ảnh hưởng đến các hợp phần khác trong cảnh quan. Ngày nay, thoái hóa đất, sa mạc hóa và hoang mạc hóa là một trong những vấn đề môi trường và tài nguyên thiên nhiên nổi cộm mà nhiều quốc gia, nhiều vùng lãnh thổ đang phải đối mặt giải quyết nhằm phát triển sản xuất nông nghiệp, bảo đảm an ninh lương thực.

- *Biến đổi đột ngột*

Biến đổi đột ngột là biến đổi cảnh quan do các yếu tố ngoại cảnh bất lợi là thiên tai (bão, lũ, động đất, sóng thần, núi lửa, cháy rừng...), chiến tranh, phát tán các bệnh truyền nhiễm hoặc sinh vật ngoại lai. Đây là các yếu tố ngoại cảnh có những tác động tiêu cực mạnh trong một khoảng thời gian ngắn, gây ra sự biến đổi cảnh quan đột ngột. Trong đó, trạng thái cảnh quan sau biến đổi chỉ phụ thuộc chặt chẽ vào tác động, ít phụ thuộc vào trạng thái ban đầu.





Hình 7.7. Biến đổi cảnh quan đột ngột do cháy rừng: diễn biến cháy rừng từ ngày 06/01/2003 đến ngày 04/3/2003 tại khu vực Đông Nam Á được quan sát bởi vệ tinh Terra của NASA và bản đồ hiện trạng cháy rừng thành lập từ ảnh vệ tinh.

### ***c) Phân loại theo tốc độ và xu thế biến đổi cảnh quan***

Có sáu kiểu biến đổi cảnh quan khác nhau được phân biệt dựa trên đặc trưng về tốc độ và xu thế biến đổi:

- *Kiểu biến đổi với tốc độ chậm và xu thế phát triển ổn định (kiểu a):* đồ thị hàm biến đổi có dạng tuyến tính. Trường hợp này được coi là biến đổi lý tưởng. Trong một số trường hợp, biến đổi cảnh quan chỉ phụ thuộc vào sự tích lũy từ từ về chất trong nội tại cảnh quan.

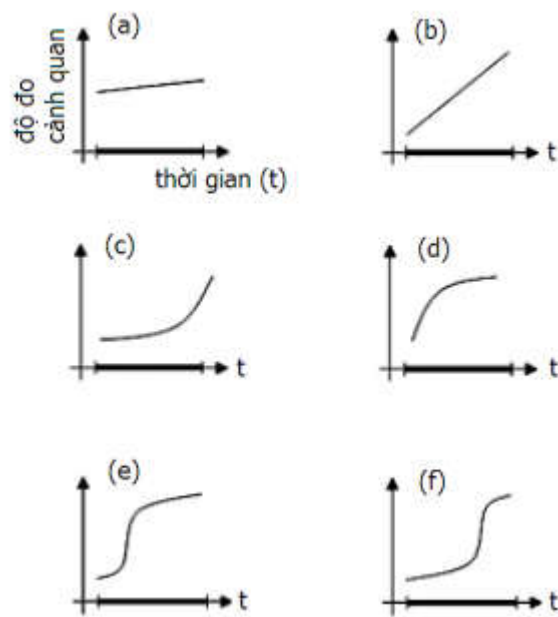
- *Kiểu biến đổi với tốc độ nhanh và xu thế phát triển ổn định (kiểu b):* đồ thị hàm biến đổi có dạng tuyến tính. Kiểu này đặc trưng cho các cảnh quan trẻ, sức tăng trưởng cao.

- *Kiểu biến đổi tăng tốc (kiểu c):* đồ thị hàm biến động có dạng phi tuyến do tính thêm gia tốc biến đổi. Kiểu này xảy ra trong trường hợp biến đổi cảnh quan phụ thuộc vào tích lũy về chất trong nội tại cảnh quan và tác động ổn định của các yếu tố ngoại cảnh. Đây là kiểu biến đổi thường thấy ở các cảnh quan trẻ. Quá trình biến đổi được chia thành 2 giai đoạn: giai đoạn tiềm năng (phát sinh) và giai đoạn phát triển.

- *Kiểu biến đổi giảm tốc:* đồ thị hàm biến đổi có dạng phi tuyến. Đây là kiểu biến đổi ổn định thường thấy ở các cảnh quan nguyên sinh.

- Kiểu biến đổi nhanh bị cô lập trong quá khứ xa: đồ thị hàm biến động có dạng phi tuyến. Kiểu này đại diện cho trường hợp biến đổi cảnh quan phụ thuộc chủ yếu vào tác động bất thường của các yếu tố ngoại cảnh trong giai đoạn đầu của quá trình biến đổi. Sau đó, sự biến đổi ổn định và có hình thái gần tương tự kiểu biến đổi giảm tốc (kiểu d).

- Kiểu biến đổi nhanh bị cô lập trong quá khứ gần: đồ thị hàm biến động có dạng phi tuyến. Kiểu này đại diện cho trường hợp biến đổi cảnh quan phụ thuộc chủ yếu vào tác động bất thường của các yếu tố ngoại cảnh trong giai đoạn sau của quá trình biến đổi. Trong giai đoạn đầu, sự biến đổi ổn định và có hình thái gần tương tự kiểu biến đổi tăng tốc (c).



Hình 7.8. Các kiểu đồ thị hàm số về biến đổi cảnh quan: (a-b) là kiểu biến đổi cảnh quan theo dạng tuyến tính; (c-f) là kiểu biến đổi cảnh quan theo dạng phi tuyến. Trong đồ thị, trục hoành thể hiện thời gian; trục tung thể hiện giá trị các độ đo cảnh quan.

Trong lớp vỏ cảnh quan Trái Đất, các kiểu biến đổi cảnh quan nhanh bị cô lập trong quá khứ (kiểu e-f) thường xảy ra đối với các cảnh



quan nhân sinh hoặc cảnh quan kỹ thuật. Các hoạt động của con người đóng vai trò xây dựng cảnh quan chủ yếu là hoạt động quy hoạch hoặc phá vỡ quy hoạch do chiến tranh, dịch bệnh,... Hệ quả làm hình thành một cảnh quan có cấu trúc hoàn toàn khác biệt so với các cảnh quan nguyên trạng chỉ trong một khoảng thời gian rất ngắn.

Xét về khía cạnh sinh thái học, tốc độ và xu thế biến đổi cảnh quan có liên quan đến khả năng thích ứng của con người và sinh vật. Con người và sinh vật vừa là nhân tố gây biến đổi cảnh quan, đồng thời cũng là đối tượng bị ảnh hưởng bởi biến đổi cảnh quan, do đó có những cơ chế điều chỉnh tự nhiên và kỹ thuật để thích ứng với cảnh quan bị biến đổi. Quá trình biến đổi càng dài và đều đặn thì con người và sinh vật càng có khả năng thích ứng tốt hơn. Ngược lại, biến đổi cảnh quan nhanh và đột ngột gây thiệt hại nhiều đối với con người và sinh vật.



Hình 7.9. Kiểu biến đổi nhanh bị cô lập trong quá khứ xa được quan sát thấy ở thành phố Hiroshima, Nhật Bản. Các sự kiện theo hướng ngược chiều kim đồng hồ từ trên xuống: Hiroshima bị phá hủy do bom nguyên tử vào năm 1945, tái phát triển và hình thành cảnh quan đương đại.

Phân loại biến đổi cảnh quan dựa trên tốc độ và xu thế biến đổi có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu nơi sống, khả năng di cư của sinh vật và mức độ thích ứng của con người đối với biến đổi cảnh quan. Thực vật và động vật có những giới hạn đặc trưng để thích nghi với sự thay đổi cảnh quan, được tạo ra bởi yêu cầu về nơi sống và khả năng di cư. Trong khi đó, con người thích ứng với sự biến đổi cảnh quan bằng các giải pháp kỹ thuật, chẳng hạn xây dựng các công trình hạ tầng, thiết kế các hệ thống cảnh báo sớm,...

## **7.5. YẾU TỐ XÁO ĐỘNG VÀ YẾU TỐ NHIỄU GÂY BIẾN ĐỔI CẢNH QUAN**

### **7.5.1. Khái niệm và đặc điểm**

Các nhân tố ngoại cảnh tác động gây biến đổi hoặc có khả năng gây biến đổi cảnh quan được gọi là "xáo động" (*disturbance*) và "nhiều" (*perturbation*). Xáo động và chế độ xáo động là một trong những nội dung nghiên cứu quan trọng nhất của sinh thái cảnh quan. Trong khi đó, nhiễu, chế độ nhiễu và cảnh quan bị nhiễu là những hiện tượng, quá trình và thực thể ít được biểu hiện bề ngoài nên khó quan trắc, hiện nay vẫn là các vấn đề nghiên cứu mở.

Xáo động được các nhà nghiên cứu sinh thái học và sinh thái cảnh quan định nghĩa theo nhiều cách khác nhau liên quan tới động lực gây biến đổi trong hệ sinh thái hoặc trong cảnh quan: "... là bất cứ sự kiện gián đoạn tương đối trong không gian và thời gian gây phá vỡ cấu trúc của hệ sinh thái, quần xã hoặc quần thể, làm biến đổi tài nguyên, cơ chất hoặc môi trường tự nhiên" (Pickett và White, 1985); "... là một sự kiện hoặc một nhóm sự kiện làm thay đổi đáng kể đặc tính biến đổi cấu trúc hoặc chức năng của một cảnh quan" (Forman, 1995); "... là sự thay đổi tạm thời các điều kiện môi trường bình thường, hệ quả gây ra những thay đổi rõ rệt trong cảnh quan"

(Turner và Gardner, 2001). Mặc dù có những quan điểm tương đồng về xáo động, nhưng sinh thái cảnh quan nghiên cứu xáo động và chế độ xáo động ở quy mô không gian lớn hơn và phạm vi thời gian dài hơn nhiều so với nghiên cứu sinh thái học.

Nhiều và xáo động trong cảnh quan có những đặc trưng sau:

- Các yếu tố xáo động thường gây tác động mạnh và đột ngột, do đó ảnh hưởng tức thời đến cảnh quan và làm thay đổi mạnh mẽ cảnh quan cũng như các quần xã sinh vật.

- Xáo động tạo ra các áp lực không liên tục theo thời gian, đối lập với áp lực thường xuyên của môi trường.

- Xáo động tự nhiên tạo ra những điều kiện môi trường ít thích hợp đối với các loài sinh vật đã từng tồn tại trước đó, tuy nhiên lại tạo ra những điều kiện môi trường thích hợp cho sự phát triển của nhiều loài khác. Một sự kiện xáo động mặc dù chỉ xảy ra trong một thời gian ngắn, nhưng có thể làm thay đổi đáng kể cảnh quan trong một khoảng thời gian dài hơn. Diễn thế sinh thái là một ví dụ điển hình về sự phát triển của cảnh quan lặp lại sau khi đã xảy ra xáo động.

- Xáo động là một bộ phận của tính nhịp điệu trong cảnh quan. Đối với các xáo động tự nhiên, các điều kiện ảnh hưởng chủ yếu do khí hậu và vị trí địa lý. Cháy rừng chỉ xảy ra ở những khu vực hội đủ các điều kiện về độ ẩm thấp, có một số dạng phát động cháy (do sét hoặc do con người) và có sẵn sinh khối dễ cháy. Các điều kiện thường xảy ra như một bộ phận của một chu kỳ và các xáo động có thể mang tính nhịp điệu, có nghĩa là thường lặp lại định kỳ trong một khoảng thời gian nhất định. Một số yếu tố xáo động khác, thường là yếu tố có nguồn gốc nhân sinh hoặc do các sinh vật xâm lấn, có thể xảy ra ở bất cứ nơi nào, ngẫu nhiên, không theo một quy luật nhất định nào.

- Ở quy mô cảnh quan, xáo động phụ thuộc chặt chẽ vào quy mô không gian và khoảng thời gian được khảo sát. Nhìn chung, cảnh quan có tính ổn định cao khi được xem xét trong một quy mô không gian và phạm vi thời gian lớn.

- Không phải xáo động nào cũng gây biến đổi cảnh quan theo hướng tiêu cực. Một số xáo động xảy ra trong một cảnh quan có vai trò ổn định động lực của cảnh quan đó. Đây là nền tảng lý luận về thiết lập một "khu vực động lực tối thiểu" có ý nghĩa quan trọng trong sinh học bảo tồn.

Tất cả các yếu tố có khả năng tác động gây biến đổi cảnh quan có nguồn gốc tự nhiên, bao gồm khí hậu (lũ lụt, chế độ lửa tự nhiên,...), các hiện tượng địa chất (núi lửa, sóng thần,...), các quá trình địa mạo (trượt lở đất, lũ bùn đá, xâm thực, bào mòn, tích tụ,...), các yếu tố sinh học (sự phát triển bùng nổ của dịch bệnh, côn trùng,...) được xếp vào nhóm *các yếu tố xáo động và yếu tố gây nhiễu tự nhiên*. Tất cả các hoạt động phát triển của con người có khả năng tác động gây biến đổi cảnh quan, bao gồm đô thị hóa, xây dựng cơ sở hạ tầng, hoạt động nông nghiệp, khai thác gỗ và chặt phá rừng, tưới tiêu, phát thải các chất gây ô nhiễm vào môi trường, khai hoang đất đai, phục hồi sinh thái, du nhập các loài ngoại lai vào hệ sinh thái,... được xếp vào nhóm *các yếu tố xáo động và yếu tố gây nhiễu nhân tạo*.

Một ví dụ điển hình về các yếu tố xáo động sinh học gây biến đổi cảnh quan là vật hại. Một số loài côn trùng, chẳng hạn các ấu trùng bướm đêm làm các mảnh thực vật bị thoái hóa và trở lại các trạng thái diễn thế trước đó. Bộ cánh cứng thuộc họ Scolytidae sau khi tấn công làm một cây bị chết, chúng sẽ tiếp tục tấn công các cây bên cạnh và mở rộng phạm vi tác động. Cuối cùng, một diện tích lớn cây rừng trong cảnh quan bị phá hủy và thoái hóa trở lại các trạng thái trước đó.

Hải ly châu Mỹ (*Castor canadensis*) là loài gặm nhấm lớn nhất ở Bắc Mỹ, phân bố trong rừng ôn đới thuộc Canada, phần lớn Hoa Kỳ, và miền bắc Mexico. Loài này sử dụng cành cây và bùn xây đắp các thế hệ đập để chặn dòng nước sau đập, được gọi là "đập hải ly". Tác động của hải ly được coi là không có lợi đối với con người vì đập hải ly có thể gây ngập lụt lợi cho các khu vực xung quanh.

Quần thể của các loài động vật có kích thước lớn thường có ảnh hưởng gây thay đổi trực tiếp thảm thực vật, làm biến đổi cảnh quan. Chẳng hạn trường hợp bò bison Hoa Kỳ (*Bison bison*). Quần thể bò này từng có kích thước lên tới 75 triệu cá thể ở Bắc Mỹ. Di cư theo bầy đàn lớn làm thay đổi cấu trúc thảm thực vật trên đường đi, chủ yếu do nguyên nhân ăn cỏ và quay vòng chất dinh dưỡng từ phân. Các loài động vật cũng được sử dụng cây bụi và hình thành các mảnh rời rạc đặc trưng trong cảnh quan.

Bản chất của xáo động trong cảnh quan được thể hiện qua chế độ xáo động. Chế độ xáo động được định nghĩa là "*tất cả các xáo động khác nhau ảnh hưởng đến cảnh quan đó, trong đó mỗi xáo động có quy mô và sự kết hợp không gian mang tính đặc thù riêng*" (Turner và Gardner, 2001). Cảnh quan bị tác động bởi các yếu tố xáo động gọi là "cảnh quan bị xáo động". Cảnh quan này có cấu trúc và chức năng khác biệt so với trạng thái đầu chưa xảy ra xáo động.

Trên thực tế, không phải bất cứ yếu tố xáo động nào cũng có thể gây ra biến đổi cảnh quan. Các yếu tố xáo động không gây biến đổi cảnh quan được gọi là nhiễu: "*nhiều là những xáo động cường độ nhỏ không gây biến đổi cảnh quan hoặc chưa đủ thời gian để làm biến đổi cảnh quan*" (Turner và Gardner, 2001). Trong một số trường hợp, nhiễu còn được gọi cụ thể là *yếu tố gây nhiễu*. Xét về bản chất, yếu tố nhiễu và yếu tố xáo động được coi là những vectơ có cùng bản chất, cùng hướng tác động nhưng khác nhau về cường độ. Cảnh quan bị tác động bởi các yếu

tổ gây nhiễu gọi là "cảnh quan bị nhiễu", có cấu trúc và chức năng ít khác biệt rõ ràng so với trạng thái trước khi bị các yếu tố nhiễu tác động.

### 7.5.2. Các chỉ thị của xáo động và chế độ xáo động

Xáo động trong cảnh quan được khảo sát và quan trắc dựa trên những nhóm chỉ thị sau:

#### (i) Các chỉ thị về bản chất, cường độ, hướng tác động

- Quy mô xáo động: được đo bằng kích thước không gian của sự kiện: quy mô cháy rừng, diện tích ngập lụt trong cảnh quan, kích thước của khối trượt lở đất đá, phạm vi ảnh hưởng của dung nham núi lửa,...

- Cường độ xáo động: một đại lượng đặc trưng về mặt tác dụng lực tại một điểm, được xác định bằng các đơn vị mô tả khác nhau: cường độ dòng lửa, cấp độ ngập lũ, hoặc tốc độ gió,...

- Mức độ nghiêm trọng của xáo động: được xác định thông qua những số liệu thống kê về hậu quả gây ra bởi xáo động: tỷ lệ cá thể sinh vật tử vong (%), tỷ lệ sinh khối bị hủy hoại (%),...

#### (ii) Các chỉ thị về thời gian

- Tần số: được đo bằng số sự kiện xáo động xảy ra trong một đơn vị thời gian. Tần số cũng có thể được sử dụng với nghĩa là xác suất xảy ra xáo động. Đối với hầu hết các xáo động, tần số có quan hệ nghịch đảo với quy mô và cường độ.

- Khoảng lặp: đại lượng nghịch đảo của tần số, được đo bằng khoảng thời gian lặp lại cùng một sự kiện xáo động, thể hiện thời gian giữa hai sự kiện kế tiếp.

- *Thời gian trở lại*: đại lượng này là tích hợp của tần số với quy mô xáo động, biểu hiện thời gian dự kiến sẽ trôi qua trước khi một cảnh quan đã bị xáo động lại bị xáo động một lần nữa.

- *Khả năng dự báo*: đại lượng liên quan đến sự dao động của tần số hoặc khoảng lặp (và có thể là dao động của quy mô), thường được tính bằng hàm phương sai. Các sự kiện xáo động có phương sai thấp thì dễ dự báo hơn. Các xáo động phát sinh do các yếu tố nội tại, chẳng hạn cháy rừng, xảy ra đều đặn và dễ dự báo. Ngược lại, các xáo động do các yếu tố bên ngoài, chẳng hạn lũ lụt, lũ quét, động đất, bão,..., khó dự báo trước.

### *(iii) Các chỉ thị về tương tác*

- *Tính đồng vận*: chỉ sự cùng vận động và tương tác theo một quy luật nhất định giữa các yếu tố gây xáo động khác nhau tạo nên tác động tổng hợp tới biến đổi cảnh quan.

- *Độ lan truyền*: đại lượng thể hiện xu hướng và tốc độ lan tỏa các xáo động trong cảnh quan.

- *Tính phản hồi*: một số xáo động làm phát sinh hoặc chế ngự các xáo động khác trong cảnh quan.

### **7.5.3. Hệ thống cảnh báo sớm xáo động và chế độ xáo động**

Do tính phức tạp của kỹ thuật và công nghệ dự báo các sự kiện xáo động và chi phí xây dựng, chỉ có một số ít quốc gia trên thế giới đã triển khai hệ thống cảnh báo xáo động, chế độ xáo động hoặc các tai biến có liên quan. Bản Chiến lược Quốc tế cho Giảm thiểu Thảm họa (ISDR) do Liên Hiệp quốc công bố năm 2004 đã khẳng định các hệ thống cảnh báo sớm được phát triển với mục đích cung cấp thông tin về một hoàn cảnh

nguy hiểm cho phép con người hành động trước để phòng ngừa và giảm thiểu rủi ro, được áp dụng để cảnh báo sớm các thiên tai địa vật lý, sinh học, các trường hợp chính trị - xã hội khẩn cấp, tai biến công nghiệp, rủi ro sức khỏe cá nhân,... Những năm gần đây, do được thừa hưởng những tiến bộ về công nghệ nên các hệ thống cảnh báo đã có hiệu quả cao hơn và giá thành giảm, đáp ứng được yêu cầu phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại do xáo động. Với những ưu thế đặc thù, các hệ thống cảnh báo sớm được xây dựng từ cấp địa phương, cấp khu vực cho đến cấp toàn cầu.

Hệ thống cảnh báo sớm hiện được nghiên cứu phát triển mở rộng ra đối với các ngành khoa học tự nhiên và khoa học xã hội, cả về lý luận và thực tiễn. Một hệ thống cảnh báo sớm bao gồm bốn thành phần tương tác với nhau là:

- (i) kiến thức rủi ro;
- (ii) dịch vụ giám sát và cảnh báo;
- (iii) phổ biến và truyền thông; và
- (iv) khả năng đáp ứng.

Trong các thành phần kể trên, thành phần dịch vụ giám sát và cảnh báo đóng vai trò quan trọng nhất và có chi phí cao nhất trong một hệ thống cảnh báo sớm.

Basher (2006) cho rằng xây dựng một hệ thống cảnh báo sớm là cực kỳ phức tạp do đòi hỏi phải được xây dựng dựa trên nền tảng kiến thức đa ngành rộng, thừa kế kết quả của các nghiên cứu cơ bản trong các lĩnh vực địa vật lý, môi trường và xã hội. Một hệ thống cảnh báo cần phải đáp ứng được 13 yêu cầu sau đây:

- (i) phát triển và sử dụng các mô hình dữ liệu địa không gian địa lý;
- (ii) bản đồ rủi ro và các kịch bản, hệ thống quan trắc hiệu quả;



- (iii) sản sinh và đồng hóa dữ liệu;
- (iv) cải tiến các mô hình hệ thống dự báo cốt yếu và các công cụ dự báo;
- (v) các công cụ hệ thống quyết định cảnh báo cho các nhà quản lý thiên tai;
- (vi) quản lý trong điều kiện cảnh báo không chắc chắn;
- (vii) đánh giá và so sánh các phương pháp truyền thông cảnh báo;
- (viii) các mô hình của hành vi phản ứng của con người bao gồm cả việc sơ tán;
- (ix) tính trực quan của các tác động và lựa chọn phương án phản ứng cho cộng đồng;
- (x) xác định cách tiếp cận tất cả tai biến;
- (xi) vai trò của cảnh báo sớm những là một hình thức thích ứng với biến đổi khí hậu;
- (xii) các chỉ thị và hiệu suất cảnh báo; và
- (xiii) đánh giá hiệu quả kinh tế của hệ thống cảnh báo.

## **7.6. QUÁ TRÌNH KHÔNG GIAN GÂY BIẾN ĐỔI CẢNH QUAN**

### **7.6.1. Khái niệm và phân loại**

Tác động của các yếu tố xáo động gây biến đổi cảnh quan luôn được biểu hiện trong không gian dựa trên so sánh cấu trúc cảnh quan ở tối thiểu hai thời điểm trước và sau khi xảy ra xáo động. Chẳng hạn hình dưới đây minh họa các cảnh quan bị biến đổi do các quá trình không gian khác nhau:

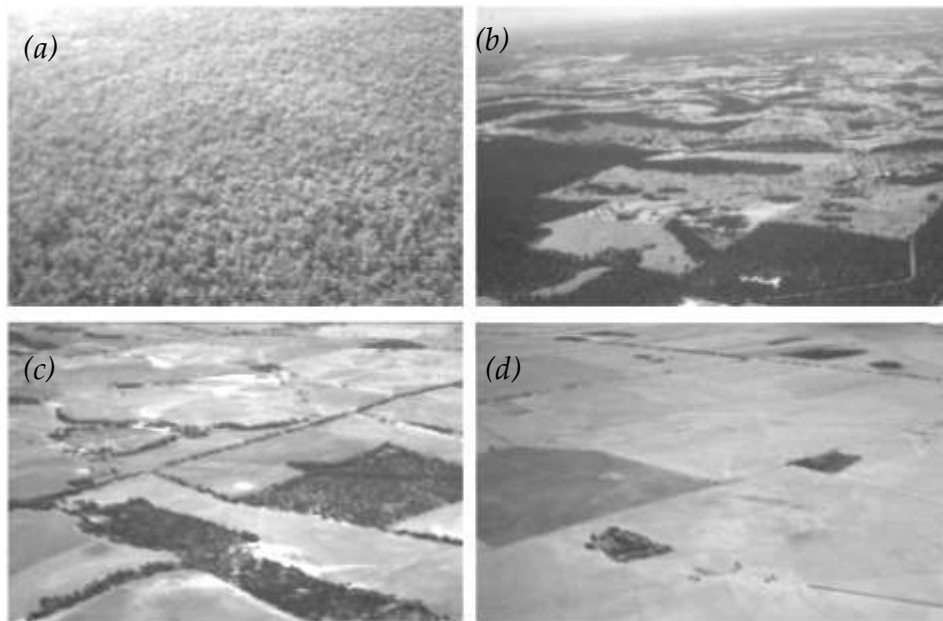
- Hình (a) thể hiện cảnh quan rừng tự nhiên có cấu trúc đồng nhất, kết nối cao;

- Hình (b) thể hiện tổ hợp của các quá trình không gian, trong đó cảnh quan mới được hình thành có dạng da báo;

- Hình (c) thể hiện quá trình phân mảnh, trong đó một số khoảnh rừng còn sót lại trong khu vực nông nghiệp;

- Hình (d) thể hiện quá trình biến mất, trong đó các khoảnh rừng bị thay thế bởi các mảnh đất nông nghiệp.

Những sự biến đổi này dẫn đến cảnh quan có các cấu trúc không gian khác nhau và làm thay đổi các quá trình hệ sinh thái và phân bố của động và thực vật.



Hình 7.10. Cảnh quan bị biến đổi do các quá trình không gian khác nhau

Forman và Godron (1986) và Forman (1995) phân chia các quá trình không gian liên quan đến biến đổi cảnh quan thành các dạng sau:

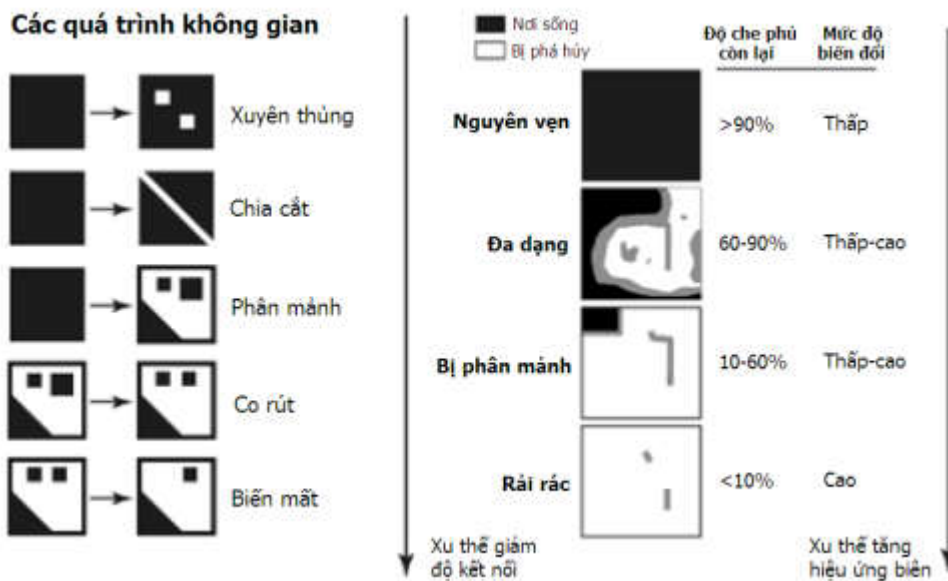
- *Quá trình xuyên qua*: quá trình không gian được đặc trưng bởi mất diện tích cảnh quan ở vùng lõi. Hệ quả làm tăng số lượng mảnh rời rạc, tổng chiều dài đường biên (tương tác +), làm giảm kích thước trung bình của mảnh rời rạc và diện tích nơi sống trong vùng lõi (tương tác -), không ảnh hưởng đến độ kết nối trong cảnh quan (tương tác 0). Quá trình không gian này được quan tâm đặc biệt trong nghiên cứu các cảnh quan bảo tồn, do là nguyên nhân chính làm mất diện tích vùng lõi có giá trị nơi sống của nhiều loài sinh vật quý hiếm. Sự hình thành và mở rộng của các khu vực khai trường và bãi thải chính là quá trình xuyên qua gây biến đổi mạnh mẽ các cảnh quan khu vực khai thác khoáng sản.

- *Quá trình chia cắt và phân mảnh*: các quá trình không gian gây biến đổi cảnh quan được đặc trưng bởi sự hình thành nhiều mảnh rời rạc có diện tích nhỏ từ một mảnh nơi sống có diện tích lớn hơn. Quá trình phân mảnh tạo ra các mảnh rời rạc mới, có kích thước nhỏ hơn, tách biệt với nhau bởi thể nền. Ngược lại, quá trình chia cắt tạo ra các mảnh rời rạc mới có kích thước nhỏ hơn nhưng không tách biệt với nhau bởi thể nền. Hệ quả làm tăng số lượng và tổng chiều dài đường biên mảnh rời rạc (tương tác +), giảm kích thước trung bình của mảnh rời rạc và tổng diện tích nơi sống trong vùng lõi, giảm độ liên kết về nơi sống của sinh vật (tương tác -).

- *Quá trình co rút*: quá trình không gian được đặc trưng bởi mất diện tích cảnh quan ở vùng biên. Quá trình này làm giảm kích thước trung bình mảnh rời rạc nhưng không ảnh hưởng đến số lượng mảnh rời rạc trong cảnh quan. Hệ quả làm tổng diện tích nơi sống trong vùng lõi và tổng chiều dài đường biên mảnh rời rạc trong cảnh quan giảm (tương tác -). Quá trình đô thị hóa dẫn đến mở rộng diện tích đất đô thị, đồng thời thu hẹp diện tích đất nông nghiệp do chuyển đổi mục đích sử dụng sang đất ở đô thị là một biểu hiện của quá trình này.

- *Quá trình biến mất*: quá trình không gian làm mất đi một số mảnh rời rạc trong cảnh quan. Hệ quả làm tăng kích thước trung bình của các mảnh rời rạc (tương tác +), giảm số lượng mảnh rời rạc, tổng diện tích nơi sống trong vùng lõi và tổng chiều dài ranh đường biên mảnh rời rạc (tương tác -). Tại nhiều khu vực vùng cao trong lãnh thổ Việt Nam, cư dân địa phương đốt, chặt trắng, chuyển đổi rừng sang đất nương rẫy làm nhiều khoảnh rừng bị biến mất, trong khi đó diện tích và số lượng các khoảnh nương rẫy tăng lên.

Hiệu ứng sinh thái do các quá trình được nêu ra ở trên được biểu hiện ở độ che phủ còn lại, mức độ biến đổi nơi sống, xu thế thay đổi độ kết nối trong cảnh quan và thay đổi hiệu ứng biên.



Hình 7.11. Các quá trình không gian gây biến đổi cảnh quan và các trạng thái của cảnh quan bị biến đổi (Forman và Godron, 1986; Forman, 1995)

### 7.6.2. Hệ quả sinh thái của các quá trình không gian

Mỗi quá trình không gian gây biến đổi cảnh quan có mối quan hệ chặt chẽ với sự biến đổi cấu trúc cảnh quan, giá trị các độ đo không gian (hệ quả cảnh quan) và nơi sống của sinh vật (hệ quả sinh thái).

Bảng 7.1. Tác động sinh thái của các quá trình không gian

Quá trình không gian	Hệ quả cảnh quan (các độ đo cấu trúc cảnh quan)					Hệ quả sinh thái	
	Số lượng mảnh (NumP)	Kích thước mảnh trung bình (MPS)	Tổng diện tích lỗ	Tổng chiều dài đường biên (TE)	Độ kết nối	Mất nơi sống	Cách ly nơi sống
<b>Nguyên vẹn</b> 	0	-	-	0	0	+	0
<b>Chia cắt</b> 	+	-	0	+	-	+	+
<b>Phân mảnh</b> 	+	-	-	+	-	+	+
<b>Cu rứt</b> 	0	-	-	-	-	+	+
<b>Mất mảnh</b> 	-	+/0/-	-	-	-	+	+

(trong đó: "+": tác động tăng cường; "-": tác động giảm; "0": không tác động hoặc tác động không đáng kể)

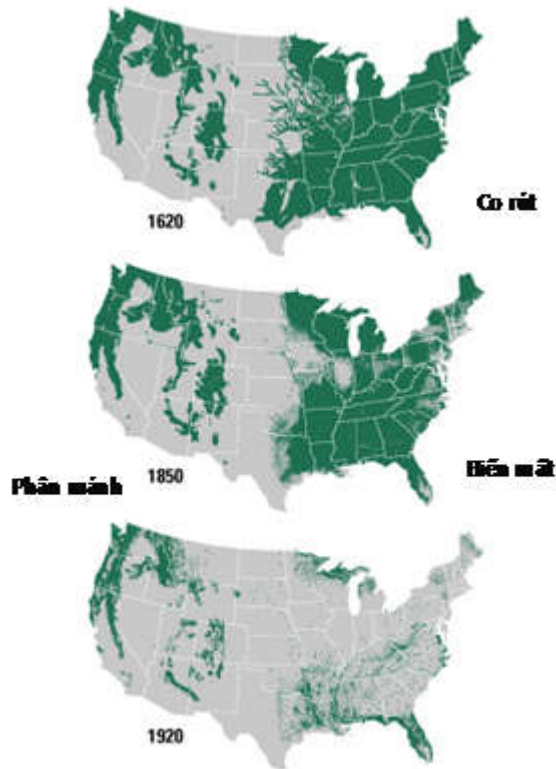
**Hệ quả cảnh quan:** mỗi quá trình không gian có những ảnh hưởng khác nhau đến cấu trúc cảnh quan: là nguyên nhân gây biến đổi cấu trúc cảnh quan, làm thay đổi giá trị các độ đo cảnh quan và các chỉ thị về nơi sống của sinh vật.

**Hệ quả sinh thái:** cấu trúc không gian của nơi sống ảnh hưởng đến sự tồn tại của các loài, trong đó sự tồn tại của các quần thể sinh vật phụ thuộc chặt chẽ vào sức tải môi trường và tổng diện tích nơi sống. Tất cả các quá trình không gian nêu trên đều có ảnh hưởng tiêu cực tới đời sống sinh vật. Đây là những nguyên nhân chính dẫn đến mất nơi sống, suy giảm diện tích và chất lượng nơi sống, cách ly về nơi sống của sinh vật. Trong các nguyên nhân gây mất, phân mảnh nơi sống tự nhiên và

mất đa dạng sinh học trên Trái Đất, hoạt động sử dụng đất của con người là nguyên nhân quan trọng nhất. Sau khi bị phân mảnh, các nơi sống bị phân tán và cách ly, dẫn đến các quần thể địa phương của một loài khó tiếp cận được với nhau để tiến hành trao đổi di truyền.

Tại Hoa Kỳ, do đặc thù về phát triển kinh tế theo lãnh thổ nên các quá trình không gian gây biến đổi rừng khác nhau ở miền Đông và miền Tây của quốc gia này. Tại miền Đông, diện tích rừng bị suy giảm đáng kể do quá trình co rút trong thế kỷ thứ XVII - XIX và mất rừng nghiêm trọng do quá trình biến mất chỉ từ giữa thế kỷ thứ XIX đến đầu thế kỷ thứ XX. Trong khi đó, việc mở rộng lãnh thổ phát triển kinh tế và xây dựng các tuyến đường sắt về phía tây từ giữa thế kỷ thứ XIX đã làm phân mảnh nghiêm trọng rừng ở khu vực này. Hệ quả, ước tính khoảng 40 triệu cá thể bò rừng bison bị chết do mất nơi sống hoặc bị giết để lấy da và thịt. Điều này ảnh hưởng nặng nề tới sinh kế của người thổ dân miền Tây Hoa Kỳ - những người sống dựa vào nguồn kinh tế chính là bò bison.

Tại Việt Nam, nguyên nhân của các quá trình không gian gây biến đổi cảnh quan rừng bao gồm mất rừng, phân mảnh rừng, suy giảm diện tích và chất lượng rừng. Có thể chia thành hai nhóm nguyên nhân trực tiếp và gián tiếp, trong đó yếu tố quan trọng nhất làm suy giảm tính đa dạng sinh học của rừng là do hoạt động của con người. Đất nông nghiệp xâm lấn vào đất rừng, chăn thả gia súc quá mức, canh tác nương rẫy, quản lý rừng không bền vững, sinh vật ngoại lai xâm lấn, phát triển cơ sở hạ tầng (làm đường, nhà máy thủy điện, đô thị hóa, khai thác mỏ, khai thác dầu khí) trong các khu vực tự nhiên, cháy rừng, phát thải các chất gây ô nhiễm vào môi trường, biến đổi khí hậu,... làm suy giảm tài nguyên rừng và đa dạng sinh học trong rừng.



Hình 7.12. Các quá trình không gian quy mô lớn gây biến đổi rừng ở Hoa Kỳ

## 7.7. GIÁM SÁT BIẾN ĐỔI CẢNH QUAN BẰNG CÔNG NGHỆ VIỄN THĂM VÀ GIS

### 7.7.1. Công nghệ hệ thống tin địa lý (GIS)

Công nghệ hệ thống tin địa lý (GIS) được phát triển từ những năm 1960. Năm 1963, một hệ thống thông tin địa lý Canada ra đời, được coi là tiền thân của GIS. Năm 1964, phòng thí nghiệm Phân tích Không gian và Đồ họa Bản đồ đầu tiên trên thế giới được thành lập tại Đại học Tổng hợp Harvard, Hoa Kỳ. Hãng ESRI được thành lập vào năm 1969, sau đó phát triển và trở thành nhà cung cấp các phần mềm GIS và các ứng

dụng quản lý cơ sở dữ liệu địa lý lớn nhất toàn cầu. Thuật ngữ "GIS" chính thức được ra đời tại hội nghị IGU/UNESCO vào năm 1970. Thập niên 70 và 80 của thế kỷ XX được đánh dấu bởi sự ra đời của hàng loạt các công trình, công nghệ, phần mềm GIS mạnh và các ứng dụng kèm theo: vệ tinh ERT/LANSAT 1 được phóng lên không gian (1971), phần mềm Arc/Info ra đời (1981), Burrough (1986) đưa ra các nguyên lý GIS trong đánh giá tài nguyên đất đai, phần mềm MapInfo ra đời (1986), vệ tinh SPOT1 được phóng vào không gian (1986). Hiện nay, GIS trở thành hệ thống không gian trợ giúp ra quyết định về môi trường, sinh thái, kinh tế xã hội, quốc phòng... của nhiều quốc gia trên thế giới. Phần mềm GIS mạnh hiện được sử dụng rộng rãi nhất để giải các bài toán không gian là ArcGIS.

Burrough (1986) định nghĩa GIS là *"một bộ công cụ mạnh cho phép thu thập, lưu trữ, tìm kiếm, chuyển đổi và hiển thị dữ liệu không gian từ thế giới thực"*. Một GIS bao gồm bốn thành phần: (1) Máy tính và thiết bị ngoại vi; (2) Một cơ sở dữ liệu chứa các thông tin về không gian và thuộc tính; (3) Một phần mềm với ít nhất bốn chức năng: nhập thông tin; lưu trữ, điều chỉnh, cập nhật và tổ chức thông tin; phân tích thông tin; hiển thị và trình bày thông tin; (4) Con người: là các chuyên gia về lĩnh vực nghiên cứu. Ở khía cạnh công nghệ địa lý, GIS được xem là hệ thống tích hợp của bản đồ, phân tích thống kê và công nghệ cơ sở dữ liệu.

Hiện nay, nhiều hệ thông tin được phát triển phục vụ cho nhiều mục đích khác nhau dựa trên nền GIS như: hệ thông tin địa chính (CIS), hệ dữ liệu đất đai (LDS), hệ thông tin đất đai (LIS), hệ thông tin quản lý tài nguyên thiên nhiên (NRMIS), hệ thông tin quy hoạch (PIS), hệ thông tin thổ nhưỡng (SIS), các hệ thông tin không gian (SISs), hệ cung cấp quyết định không gian (SDSS), hệ thông tin đô thị (UIS). Sự phát triển mạnh mẽ của GIS và các hệ thông tin dựa trên nền GIS là động lực thúc



đây công tác quản lý và giám sát biến đổi cảnh quan hiệu quả hơn từ quy mô toàn cầu cho đến quy mô địa phương.

### **7.7.2. Công nghệ viễn thám**

#### ***a) Nguyên lý giám sát biến đổi cảnh quan bằng công nghệ viễn thám***

Viễn thám là một lĩnh vực công nghệ nhằm xác định, thu thập thông tin về một đối tượng, sự vật thông qua sử dụng thiết bị đo qua tác động một cách gián tiếp hoặc xác định từ xa, chẳng hạn, qua các bước sóng ánh sáng. Các thiết bị như máy bay dân dụng, chuyên dụng hay các vệ tinh nhân tạo được sử dụng để thu phát các ảnh vệ tinh. Các dữ liệu cơ bản nhất về biến đổi cảnh quan phát sinh từ những quan sát trạng thái của một cảnh quan tại hai thời điểm khác nhau trên các ảnh vệ tinh đa thời kỳ. Trong giám sát biến đổi cảnh quan, nhận dạng biến đổi là bước đầu tiên và quan trọng nhất trong phân tích biến động.

Ưu thế của sử dụng công nghệ viễn thám trong giám sát cảnh quan xuất phát từ những tính chất cơ bản sau:

- Khả năng cập nhật thông tin của một vùng hay toàn lãnh thổ tại cùng một thời điểm cụ thể.
- Tính đa thời gian của tư liệu.
- Tính phong phú của thông tin đa phổ với các dải phổ ngày càng được mở rộng.
- Tính đa dạng của nhiều tầng, nhiều dạng thông tin ảnh hàng không, tín hiệu phổ hàng không hình ảnh chụp từ vũ trụ, toàn cảnh.
- Tính đa dạng của tư liệu: băng từ, phim, ảnh, đĩa từ,...

- Sự tiến bộ về kỹ thuật và phương tiện xử lý thông tin viễn thám với sự kết hợp của nhiều công nghệ: cơ quang học, điện tử, tin học,...

- Sự phát triển của công nghệ trong việc cải tiến và nâng cao chất lượng, tính năng và tạo sản phẩm của từng công đoạn xử lý thông tin.

- Kết hợp xử lý thông tin viễn thám với xử lý GIS, viễn thông, hệ thống định vị toàn cầu (GPS),...

Đặc trưng dữ liệu đóng vai trò quan trọng nhất trong phân tích biến đổi cảnh quan. Các dữ liệu này có độ phân giải không gian, thời gian, bức xạ và phổ khác nhau, do đó được ứng dụng cho các mục đích nghiên cứu khác nhau.

*Bảng 7.2. Đặc tính kỹ thuật của các bộ cảm biến quang học được sử dụng trong giám sát biến đổi cảnh quan*

Bộ cảm biến	Tổ chức sáng lập	Phân giải không gian	Độ phân giải phổ	Phân giải bức xạ	Thời gian chụp	Kích thước ảnh	Thời điểm phóng
GeosEye	GeosEye ABD	Pan: 0,41 m MS: 0,61 m	4 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại (450 - 920 nm)	11 bit	~3 ngày	15x15 km	2008
QUICK BIRD-2	Digital globe ABD	0,61 m	4 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại (450 - 890 nm)	11 bit	3,5 ngày	16,5x16,5 km	2002
IKONOS	GeosEye ABD	Pan: 1 m MS: 4 m	4 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại (450 - 880 nm)	11 bit	3,5 ngày	11x11km	1999
Rapideye	Rapideye AG, Đức	5 m	4 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại và biên dải đỏ (440 - 850 nm)	12 bit	5,5 ngày	77x77 km	2008
World view (2) và (3)	Digital globe ABD	Pan: 0,5 m MS: 2	4 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại tiêu	11 bit	1 - 3 ngày	16,4x16,4 km	2009 (2) 2014

Bộ cảm biến	Tổ chức sáng lập	Phân giải không gian	Độ phân giải phổ	Phân giải bức xạ	Thời gian chụp	Kích thước ảnh	Thời điểm phóng
		m tại điểm thấp nhất	chuẩn (tạo 4 màu: xanh lá, xanh biển, đỏ và cận hồng ngoại 1) và 4 băng từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại đặc biệt (400 - 1040 nm)				(3)
SPOT5	Spot1 MAGE Pháp	Pan: 2,5 m từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại: 10 m SWIR: 20 m	3 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại và 1 băng trong dải cận hồng ngoại có bước sóng ngắn (490 - 1750 nm)	8 bit	26 ngày	60x60 km	2002
AVIRIS hàng không đa phổ	NASA ABD	17 m	224 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại và các băng trong dải cận hồng ngoại có bước sóng ngắn (400 - 2500 nm)	16 bit	ảnh hàng không	11x11 km	-
ALOS (AVNIR)	JAXA Nhật Bản	10 m	4 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại	8 bit	46 ngày	70x70 km	2006
ASTER	Nhật Bản và ABD	Băng từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại	4 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại; 6 băng trong dải cận hồng ngoại có bước sóng ngắn; 5 băng nhiệt trong dải cận hồng ngoại (520 - 11.650 nm)	băng từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại	16 ngày	60x60 km	1999

Bộ cảm biến	Tổ chức sáng lập	Phân giải không gian	Độ phân giải phổ	Phân giải bức xạ	Thời gian chụp	Kích thước ảnh	Thời điểm phóng
		ngoại: 15 m; SWIR: 30 m; TIR: 90 m	nm)	ngoại 8 bit SWIR: 8 bit TIR: 12 bit			
LAND SAT 8	NASA ABD	Pan: 15 m MS: 30 m	5 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại; 2 băng trong dải cận hồng ngoại có bước sóng ngắn; 1 dải phổ mây ti (433 - 2300 nm)	8 bit	16 ngày	185x185 km	2012
EnMAP	DLR, Đức	30 m	244 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại và các băng trong dải cận hồng ngoại có bước sóng ngắn (420 - 2450 nm)	14 bit	4 ngày	30x30 km	2014 - 2015
MODIS	NASA ABD	250 - 1000 m	36 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại, băng trong dải cận hồng ngoại có bước sóng ngắn, băng nhiệt trong dải cận hồng ngoại	12 bit	1 ngày	2330 km	2000
MERIS	Cơ quan Không gian châu Âu	300 - 1200 m	15 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại	16 bit	1 ngày	1150 km	2002
AVHRR NOAA 15	NASA ABD	1090 m	6 băng, từ dải phổ nhìn thấy tới cận hồng ngoại và băng nhiệt trong dải cận hồng ngoại	10 bit	1 ngày	1446 km	1978, 1998

Một trong những yêu cầu quan trọng trong giám sát biến đổi cảnh quan là cần lựa chọn dữ liệu ảnh có độ phân giải thích hợp với quy mô giám sát cảnh quan:

- Các vệ tinh môi trường: cung cấp ảnh có tỷ lệ nhỏ, bao trùm một lãnh thổ hoặc thậm chí trên phạm vi toàn cầu.

- Ảnh NOAA, METEOR, SEASAT,... cho phép phân loại các cấp kiểu, lớp, loại căn cứ vào các ranh giới vạch được trên ảnh: tầng mây, vùng núi, cao nguyên, vùng đồi, vùng đồng bằng, vùng ven biển, các hệ thống sông lớn.

- Ảnh MOSS, JERS, LANDSAT, SPOT, SOYUZ, LISS, ERS,... cho phép phân loại các cấp phân vị thấp hơn (hạng, loại cảnh quan) dựa trên phân loại các nhóm kiểu địa hình, các kiểu thảm thực vật, loại đất,...

- Ảnh hàng không cho phép phân loại các đơn vị hình thái cảnh quan dựa vào các loại đất đá, rừng, trắc diện địa hình, kiểu thảm thực vật.

### ***b) Tách chiết thông tin dựa trên các chỉ số thực vật***

Chỉ số thực vật là thông tin tiêu biểu cần cung cấp cho các nghiên cứu hiện trạng hoặc biến đổi sinh khối của rừng, nông nghiệp hay nghiên cứu hàm lượng tảo lục trong nước. Tính chất phổ biến của thực vật có đặc điểm khác biệt với các đối tượng khác là sự hấp thụ bức xạ mạnh ở dải xanh lục (0,5 - 0,6  $\mu\text{m}$ ). Do đó có sự khác biệt lớn về độ sáng giữa dải cận hồng ngoại và dải xanh lục, được thể hiện rõ trên ảnh chỉ số thực vật hay ảnh về chỉ số khác biệt thực vật (NDVI).

Bảng 7.3. Các chỉ số thực vật được sử dụng phổ biến

Các chỉ số	Công thức tính	Người phát triển
1) Chỉ số tỷ lệ thực vật (RVI)	$RVI = \frac{NIR}{RED}$	Jordan (1969)
2) Chỉ số thực vật vuông góc (PVI)	$PVI = \frac{NIR - aRED - b}{\sqrt{1 + a^2}}$	Richardson và Wiegand (1971)
3) Chỉ số khác biệt thực vật (NDVI)	$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$	Rouse và cộng sự (1973)
4) Chỉ số điều chỉnh của đất (SAVI)	$SAVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)}(1 + L)$	Huete (1988)
5) Chỉ số điều chỉnh của chỉ số thực vật (SAVI <sub>2</sub> )	$SAVI_2 = \frac{NIR}{(RED + b/a)}$	Major và cộng sự (1990)

### c) Phân loại ảnh

Phân loại ảnh (hay phân loại phổ của ảnh) trong xử lý số là quá trình phân định các điểm ảnh trong hình ảnh thành các lớp hoặc các nhóm đơn vị lớp phủ mặt đất. Trong phần này, các phương pháp tiếp cận phân loại ảnh phục vụ nghiên cứu biến đổi cảnh quan được đưa ra dựa trên các tiêu chí phương pháp lấy mẫu phân loại, cách thức sử dụng các tham số, kiểu thông tin về điểm ảnh được sử dụng, phân loại thông tin điểm ảnh, quyết định về lớp phân loại và cách thức sử dụng

thông tin không gian. Các phương pháp này được đánh giá dựa trên độ chính xác, tính năng và khả năng ứng dụng.

Bảng 7.4. Các phương pháp phân loại ảnh phục vụ phân tích biến đổi cảnh quan

Tiêu chí	Hạng mục	Đặc tính	Mô hình phân loại
(1) Phương pháp lấy mẫu phân loại	Phân loại có kiểm định	- Định nghĩa các lớp phủ mặt đất. - Đủ dữ liệu tham khảo sử dụng làm mẫu phân loại, sau đó phân loại dữ liệu phổ thành bản đồ chuyên đề.	Hợp lý cực đại, khoảng cách ngắn nhất, mạng trí tuệ nhân tạo, cây quyết định.
	Phân loại không kiểm định	Sử dụng thuật toán gộp nhóm để phân hoạch ảnh quang phổ thành một số lớp phổ dựa trên các thông tin thống kê trong ảnh. Không định nghĩa trước các lớp được sử dụng. Gán nhãn và hợp nhất các lớp phổ vào lớp phân loại có ý nghĩa.	Isodata, thuật toán phân cụm K-trung bình.
(2) Sử dụng các tham số, ví dụ vectơ trung bình hoặc ma trận hiệp phương sai	Phân loại tham số	Giả định dữ liệu có kiểu phân phối Gauss. Các tham số (ví dụ vectơ trung bình và ma trận hiệp phương sai) được tạo ra từ các mẫu phân loại.	Hợp lý cực đại, phân tích biệt số tuyến tính.
	Phân loại phi tham số	Không yêu cầu giả định về kiểu dữ liệu. Không sử dụng các thông số thống kê để tính toán tách lớp.	Mạng trí tuệ nhân tạo, cây quyết định, hệ chuyên gia.
(3) Kiểu thông tin về điểm ảnh	Phân loại điểm ảnh	Kết hợp phổ của tất cả các điểm ảnh mẫu theo một thuộc tính nhất định, bỏ qua các điểm ảnh hỗn hợp.	Hợp lý cực đại, khoảng cách ngắn nhất, mạng trí tuệ nhân tạo, cây quyết định.
	Phân loại điểm ảnh	Giá trị phổ của mỗi điểm ảnh được giả định là tuyến tính.	Phân loại tập mờ, phân loại điểm ảnh phụ, phân tích

Tiêu chí	Hạng mục	Đặc tính	Mô hình phân loại
	phụ		trộn phổ.
(4) Phân loại thông tin điểm ảnh	Phân loại hướng đối tượng	Hợp nhất điểm ảnh thành các đối tượng. Phân loại được tiến hành theo các đối tượng thay vì dựa trên các điểm ảnh. Không sử dụng dữ liệu GIS vectơ.	eCognition
	Phân loại miền	Sử dụng GIS để tích hợp dữ liệu vectơ và dữ liệu raster trong phân loại ảnh. Dữ liệu vectơ được sử dụng để phân chia ảnh thành các gói - cơ sở để thực hiện phân loại.	Tiếp cận phân loại dựa trên GIS.
(5) Quyết định về lớp phân loại	Phân loại cứng	Tạo một quyết định cuối cùng về kiểu lớp phủ mặt đất, trong đó mỗi điểm ảnh được phân phối vào lớp riêng biệt. Sai số ước lượng diện tích lớn do trộn điểm ảnh.	Hợp lý cực đại, khoảng cách ngắn nhất, mạng trí tuệ nhân tạo, cây quyết định.
	Phân loại mờ	Cung cấp cho mỗi điểm ảnh một thước đo độ tương tự đối với tất cả các lớp. Cung cấp nhiều thông tin với kết quả chính xác hơn.	Phân loại tập mờ, phân loại điểm ảnh phụ, phân tích trộn phổ.
(6) Cách thức sử dụng thông tin không gian	Phân loại phổ	Các thông tin về phổ được sử dụng trong quá trình phân loại ảnh. Các kết quả phân loại nhiều thường được hình thành do sự biến đổi ở mức độ cao của phân bố không gian trong cùng một lớp thông tin.	Khả năng xảy ra tối đa, khoảng cách ngắn nhất hay phương pháp hệ thống thần kinh nhân tạo.
	Phân loại theo ngữ cảnh	Sử dụng thông tin điểm ảnh có giới hạn không gian.	Hiệu chỉnh điểm - điểm, phân loại dựa trên tần số, phương thức điều kiện lặp.
	Phân loại kết hợp phổ và ngữ cảnh	Sử dụng cả thông tin phổ và thông tin không gian. Phân loại tham số hoặc phi tham số được sử dụng để tạo ra ảnh phân loại sơ cấp, sau đó	ECHO, thuật toán kết hợp tham số/ phi tham số và ngữ cảnh.



Tiêu chí	Hạng mục	Đặc tính	Mô hình phân loại
		tiến hành phân loại theo ngữ cảnh để đưa ra kết quả cuối cùng.	

### 7.7.3. Giám sát xáo động và biến đổi cảnh quan bằng công nghệ viễn thám

Do tính chất tức thời và khó dự báo của đa số các xáo động nên giám sát các xáo động là vấn đề được quan tâm hàng đầu, đặc biệt trong bối cảnh phát triển của công nghệ viễn thám với các vệ tinh giám sát môi trường hiện đại. Nhiệm vụ này bao gồm công nghệ, quá trình vận hành và hành động cần phải thực hiện để mô tả đặc điểm, giám sát các đặc trưng không gian, thời gian của xáo động và định hướng khai thác sản phẩm cuối cùng.

Tại khu vực châu Âu, Cơ quan Không gian châu Âu (ESA) phóng năm vệ tinh Sentinel với mục đích giám sát tất cả những thay đổi về đất đai, đại dương, thời tiết và khí hậu trên toàn Trái Đất. Kế hoạch này được thực hiện theo Chương trình Giám sát Môi trường và An ninh Toàn cầu (GMES), một sáng kiến chung của ESA và Liên minh châu Âu (EU). ESA hiện đang phát triển vệ tinh Sentinel 1, 2, 3, 4 và 5 để đáp ứng yêu cầu của chương trình GMES. Các vệ tinh Sentinel có sứ mệnh thu nhận hình ảnh radar và siêu quang phổ phục vụ giám sát đất liền, đại dương và khí quyển.

Trước khi các vệ tinh Sentinel cung cấp dữ liệu cho Chương trình Giám sát Môi trường và An ninh Toàn cầu, một số lượng lớn vệ tinh đã được sử dụng để cung cấp dữ liệu cho các dịch vụ GMES, thường được biết đến dưới tên *GMES Contributing Missions* (GCMs), bao gồm:

- *Vệ tinh viễn thám châu Âu (ERS)*: vệ tinh ERS-1 (1991 - 2000) là vệ tinh quan trắc Trái Đất đầu tiên của ESA. Vệ tinh ERS-2 phóng vào năm

1995, cung cấp các dữ liệu về nhiệt độ bề mặt đại dương, bão hình thành trên biển và ozon khí quyển.

- *Vệ tinh môi trường* (ENVISAT): phóng năm 2002, là vệ tinh quan trắc Trái Đất lớn nhất thế giới, thực hiện quan trắc liên tục và giám sát đất đai, khí quyển, đại dương, băng hà trên Trái Đất. Trạm thu ảnh của vệ tinh ENVISAT đầu tiên tại châu Á được xây dựng ở Việt Nam, chính thức hoạt động vào tháng 7/2009.

- *Các vệ tinh thăm dò Trái Đất* (Earth Explorers): là các vệ tinh nhỏ nhất được sử dụng cho các mục đích riêng biệt về môi trường Trái Đất, bao gồm giám sát khí quyển, sinh quyển, thủy quyển, quyển băng hà và bên trong Trái Đất, trong đó nhấn mạnh tương tác giữa các quyển này với tác động của con người ảnh hưởng đến các quá trình tự nhiên của Trái Đất. Có sáu vệ tinh thuộc nhóm này là vệ tinh GOCE, SMOS, CryoSat-2, Swarm, ADM-Aeolus và EarthCARE.

Tại Nga, do định hướng phát triển công nghệ viễn thám khác các nước phương Tây nên những thông tin và các dạng viễn thám của Nga hiện nay vẫn còn chưa được phổ biến trên phạm vi toàn cầu. Từ sau năm 1995, Nga bắt đầu phát triển các thiết bị thu ảnh số theo phương pháp quét và hình ảnh có thể thu nhận được tại các trạm thu mặt đất ở nhiều nơi trên thế giới. Vệ tinh đem các thiết bị quét ảnh là các vệ tinh có tên Resource 1, 2, 3, 4.

Tại khu vực châu Á, Nhật Bản với tiềm năng công nghệ vũ trụ mạnh đã chế tạo và phóng lên quỹ đạo nhiều loại vệ tinh khác nhau. Các vệ tinh môi trường của Nhật có tên là ADEOS (Advanced Earth Satellite), trên đó có bộ cảm AVNIR và OCTS. Vệ tinh ADEOS được phóng lên quỹ đạo tháng 8/1996 và đã bị mất liên lạc vào ngày 30/6/1997. Năm 2001, ADEOS II sẽ được phóng lên quỹ đạo và đem theo những thiết bị mới để nghiên cứu khí quyển. Dải phổ của ADEOS sử dụng gồm sáu băng trong vùng nhìn thấy và hai băng trong vùng gần

hồng ngoại. Độ phân giải không gian là 700 m (vùng hồng ngoại), 16 m (vùng nhìn thấy). Ngoài ra, có chụp ảnh toàn sắc với độ phân giải không gian là 8 m và quét phân giải cao trong dải phổ gần hồng ngoại và nhìn thấy để nghiên cứu biển (10 m). Dải rộng của ảnh là 1400 km (hồng ngoại) và 80 m (nhìn thấy và gần hồng ngoại). Ngoài ra trên vệ tinh ADEOS còn có thiết bị quét tạo ảnh radar với band L (bước sóng 25 m) quét dải ảnh rộng 250 - 360 km với độ phân giải không gian từ 10 - 20 m.



Vệ tinh Sentinel 1



Vệ tinh Sentinel 2



Vệ tinh Sentinel 3



Vệ tinh ERS 1 và 2



Vệ tinh ENVISAT

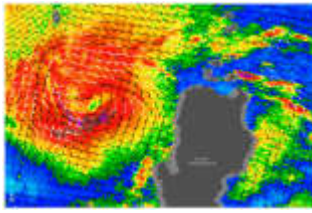


Ảnh vệ tinh chụp cơn bão cát ngày 26/10/2007

Hình 7.13. Vệ tinh Sentinel-1, 2, 3, ERS 1-2, ENVISAT và ảnh vệ tinh chụp cơn bão cát vượt qua biển Địa Trung Hải từ Libi vào ngày 26/10/2007

Tại khu vực Bắc Mỹ, NASA sử dụng dữ liệu vệ tinh để giám sát các thảm họa tự nhiên, các hoạt động phát triển của con người và sự tăng nồng độ CO<sub>2</sub> trong khí quyển Trái Đất trong vòng 20 năm qua. Các vệ tinh được sử dụng là Explorer I, Landsat, MODIS, MISR, OCO (Orbiting Carbon Observer), SeaWiFS Ocean Color, Upper Atmosphere Research Satellite, THEMIS, TIMED, QuikSCAT. Hiện nay, các nghiên

cứu thăm dò sử dụng ảnh vệ tinh độ phân giải cao có khả năng giám sát các sự kiện xáo động tự nhiên và nhân sinh quy mô địa phương như lũ lụt, bão, các hoạt động khai thác rừng, phát triển nông nghiệp,... Điều này là quan trọng vì nhiều thảm họa tự nhiên xảy ra ở các khu vực khó tiếp cận thường khó nhận biết hoặc không thể ghi lại được.



(1) Giám sát bão nhiệt đới Mujigae trên biển Đông, phía tây quần đảo Luzon (9/9/2009)



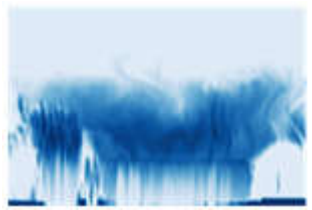
(2) Giám sát phá rừng ở Borneo, Malaysia (10/9/2009)



(3) Giám sát cháy rừng ở miền Nam Việt Nam



(4) Giám sát dòng dung nham ở Arizona, Hoa Kỳ



(5) Giám sát bão ở Jimena, Tây Ban Nha



(6) Giám sát động đất ở quần đảo Java, Indonesia



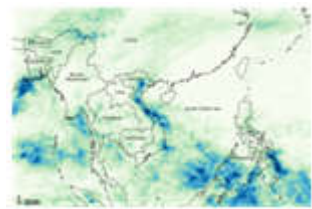
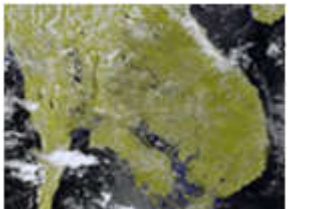
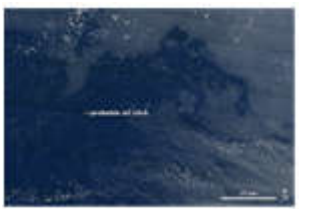
(7) Giám sát lũ lụt ở tây thảo nguyên Sahel, Tây Phi



(8) Giám sát khói núi lửa ở Rabaul, Papua New Guinea.



(9) Giám sát hạn hán tại thung lũng Trung tâm ở California, Hoa Kỳ



(10) Giám sát tràn dầu ở biển Timor, vùng Tây Bắc Australia    (11) Giám sát lũ lụt trên bán đảo Đông Dương    (12) Giám sát mưa cường độ lớn ở khu vực Đông Nam Á

Hình 7.14. Giám sát các yếu tố xáo động toàn cầu bằng vệ tinh QuikSCAT và vệ tinh TERRA của NASA

## 7.8. MÔ HÌNH HÓA BIẾN ĐỔI CẢNH QUAN

Mô hình hóa biến đổi cảnh quan là một trong những biện pháp của nhận thức khoa học về những biểu hiện bên ngoài và thay đổi nội tại của quá trình biến đổi cảnh quan. Nhu cầu về mô hình hóa biến đổi cảnh quan nảy sinh khi việc nghiên cứu quá trình này một cách trực tiếp gặp khó khăn, tốn kém, cần nhiều thời gian; trong nhiều trường hợp không thể thực hiện do yêu cầu khảo sát ở quy mô không gian rộng, khoảng thời gian dài hoặc quá trình biến đổi quá phức tạp. Mô hình hóa biến đổi cảnh quan được hiểu là sự tái hiện những đặc trưng của biến đổi cảnh quan dựa trên các mô hình được xây dựng lên để phục vụ cho nghiên cứu. Mô hình thực hiện được vai trò mô phỏng biến đổi cảnh quan khi mức độ tương ứng của mô hình với các đặc trưng biến đổi cảnh quan được xác định một cách tương đối chặt chẽ.

Theo tính chất sử dụng thông tin không gian làm dữ liệu đầu vào, hiện nay có hai hướng mô hình hóa biến đổi cảnh quan chủ đạo: xây dựng các mô hình phi không gian và xây dựng các mô hình không gian.

### 7.8.1. Các mô hình phi không gian

#### *a) Ma trận chuyển và vectơ biến đổi cảnh quan*

Mô hình hóa biến đổi cảnh quan thường được dựa trên bản chất mối quan hệ giữa biến đổi cảnh quan với các yếu tố gây biến đổi cảnh quan theo thời gian. Một phương pháp thể hiện quá trình biến đổi cảnh quan theo các giai đoạn đơn giản nhất là kiểm kê tất cả diện tích yếu tố

cảnh quan được chuyển đổi sang kiểu khác trong một khoảng thời gian xác định.

Ma trận chuyển được xem xét trong khoảng thời gian giữa hai thời điểm phân tích biến động. Với  $m$  kiểu yếu tố cảnh quan, một ma trận chuyển  $P$  trong giai đoạn  $x$ - $y$  (còn gọi là ma trận  $P_{xy}$ ) sẽ có kích thước  $m \times m$ , trong đó phần tử  $p_{ij}$  là tổng diện tích biến động từ các yếu tố cảnh quan có trạng thái  $i$  sang trạng thái  $j$  trong khoảng thời gian  $t_{xy} = x - y$ ; các phần tử  $p_{ii}$  trên đường chéo của ma trận là tỷ lệ diện tích của kiểu yếu tố cảnh quan không biến động. Ma trận chuyển có dạng sau:

$$P_{xy} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1i} & \dots & p_{1m} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2i} & \dots & p_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{i1} & p_{i2} & \dots & p_{ii} & \dots & p_{im} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & p_{mi} & \dots & p_{mm} \end{bmatrix}$$

Một phương pháp được sử dụng phổ biến để chuẩn hóa ma trận chuyển tiếp là điều chỉnh các phần tử của ma trận theo khoảng thời gian từng năm. Mỗi phần tử  $p_{ij}$  (với  $i \neq j$ ) được chia cho tổng số năm nghiên cứu biến động. Các phần tử  $p_{ii}$  trên đường chéo được điều chỉnh sao cho tổng các phần tử trên cùng hàng bằng 1, nghĩa là:

$$p_{ii} = 1 - \sum_{j=1}^m p_{ij} \quad \text{với } i \neq j$$

Các dữ liệu cơ bản được sử dụng để xây dựng ma trận chuyển  $P$  cũng có thể được sử dụng để biểu diễn tóm tắt các trạng thái của cảnh quan trong mỗi khoảng thời gian khác nhau, dưới dạng một vectơ trạng

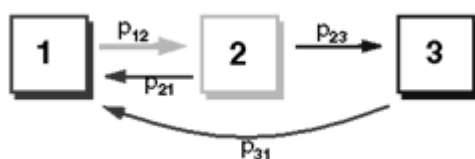
thái  $P_t$ . Vectơ này có các phần tử  $p_i$  là tổng diện tích của tất cả các yếu tố cảnh quan thuộc trạng thái  $i$  tại một thời điểm nhất định, có dạng:

$$P_t = (p_1, p_2, \dots, p_m)$$

Trong đó:  $i = 1, 2, \dots, m$  là các kiểu yếu tố cảnh quan;  $t$  là thời điểm

Mô hình ma trận chuyển và vectơ trạng thái chỉ cho phép xác định tỷ lệ diện tích cảnh quan bị biến đổi. Vectơ trạng thái là mô hình đơn giản để tạo sự liên hệ trạng thái vectơ này theo tỷ lệ các kiểu lớp phủ có mặt trong cảnh quan (%). Dựa trên ma trận chuyển và vectơ trạng thái, biến đổi cảnh quan được tổng kết thành chuỗi Markov bậc một.

Xét về mặt hình học, mô hình ma trận chuyển  $P$  và vectơ biến động  $X$  có thể được biểu diễn trực quan bằng mô hình đồ họa "hộp và mũi tên". Trong đó, độ dày của các mũi tên biểu thị độ lớn của giá trị tỷ lệ chuyển đổi giữa các kiểu trạng thái cảnh quan. Hướng mũi tên chỉ hướng biến động. Trong biến đổi cảnh quan do diễn thế sinh thái, cách mô phỏng này có ưu điểm là chỉ ra được bản chất thay thế trạng thái giữa các kiểu thảm thực vật ở các pha khác nhau, cho phép xác định những điểm có thể điều chỉnh trở về trạng thái diễn thế ban đầu.



Hình 7.15. Mô hình đồ họa về biến đổi cảnh quan với ba kiểu trạng thái 1, 2 và 3

### **b) Mô hình Markov**

Mô hình này được đặt theo tên nhà toán học người Nga Markov. Các hệ thống Markov được ứng dụng nhiều trong vật lý, cơ học thống

kê, hoặc các trường hợp cần sử dụng xác suất để biểu diễn các chi tiết chưa biết hay chưa được mô hình hóa của một hệ thống. Mô hình dựa trên giả định rằng thời gian là bất biến, không bao gồm mối liên hệ trong quá khứ và mô tả trạng thái. Chuỗi Markov có thể dùng để mô hình hóa nhiều quá trình trong lý thuyết hàng đợi và thống kê. Bài báo nổi tiếng của Shannon (1948) "*Một lý thuyết toán học của truyền tin*", trong đó giới thiệu khái niệm của entropy thông qua mô hình hóa Markov ngôn ngữ tiếng Anh, được đánh giá là một bước tiến quan trọng hình thành lý thuyết thông tin. Trong nghiên cứu biến đổi cảnh quan, chuỗi Markov được ứng dụng trong phân tích thay đổi trạng thái cảnh quan, từ đó dự báo được trạng thái cảnh quan trong các giai đoạn kế tiếp.

Phân tích biến đổi cảnh quan bằng chuỗi Markov được dựa trên hai khái niệm cơ bản sau đây:

*Quá trình Markov*: biến đổi cảnh quan là một quá trình ngẫu nhiên được đặc trưng bởi tính chất những biến cố xảy ra trước gây ảnh hưởng tới những biến cố xảy ra sau. Do vậy, có thể hiểu đây là quá trình mà xác suất xuất hiện của một trạng thái nào đó ở một thời điểm xác định có thể tìm được từ trạng thái trực tiếp trước đó.

*Chuỗi Markov*: là một loạt các bước chuyển giữa các trạng thái khác nhau của cảnh quan mà xác suất mỗi bước chuyển chỉ phụ thuộc vào trạng thái ngay trước đó và không phụ thuộc vào tất cả những trạng thái còn lại trước nó. Xét về mặt toán học, chuỗi Markov là một dãy  $X_1, X_2, X_3, \dots$  gồm các biến ngẫu nhiên. Tập tất cả các giá trị có thể có của các biến này được gọi là không gian trạng thái  $S$ ; giá trị của  $X_n$  là trạng thái của cảnh quan tại thời điểm  $n$ . Việc xác định phân bố xác suất có điều kiện của  $X_{n+1}$  khi biết các trạng thái quá khứ là một hàm chỉ phụ thuộc  $X_n$  thì:

$$P(X_{n+1} = x | X_0, X_1, X_2, \dots, X_n) = P(X_{n+1} = x | X_n)$$



Trong hàm số,  $x$  thuộc không gian trạng thái  $S$ , còn gọi là thuộc tính Markov. Chuỗi Markov có xác suất mỗi bước chuyển chỉ phụ thuộc vào một trạng thái ngay trước đó là *chuỗi Markov bậc một*; nếu phụ thuộc vào nhiều biến cố đứng trước gọi là *chuỗi Markov bậc cao*. Để mô tả biến đổi cảnh quan, sử dụng chuỗi Markov bậc một hoặc chuỗi Markov bậc cao.

*Ma trận xác suất chuyển*: là ma trận mà mỗi phần tử của nó là xác suất chuyển từ trạng thái này đến trạng thái khác. Nếu trong chuỗi Markov có  $m$  trạng thái  $S_1, S_2, \dots, S_m$  thì ma trận xác suất chuyển có dạng:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mm} \end{bmatrix}$$

Trong đó:  $p_{ij}$  là xác suất chuyển từ trạng thái  $S_i$  sang trạng thái  $S_j$ .

Trạng thái của cảnh quan ở thời điểm  $t = t + k$  được xác định bởi:

$$\mathbf{x}_{t+k} = \mathbf{x}_t \mathbf{P}^k$$

Trong đó:  $x_t$  là trạng thái cảnh quan ở thời điểm  $t$ ;  $P$  là ma trận chuyển.

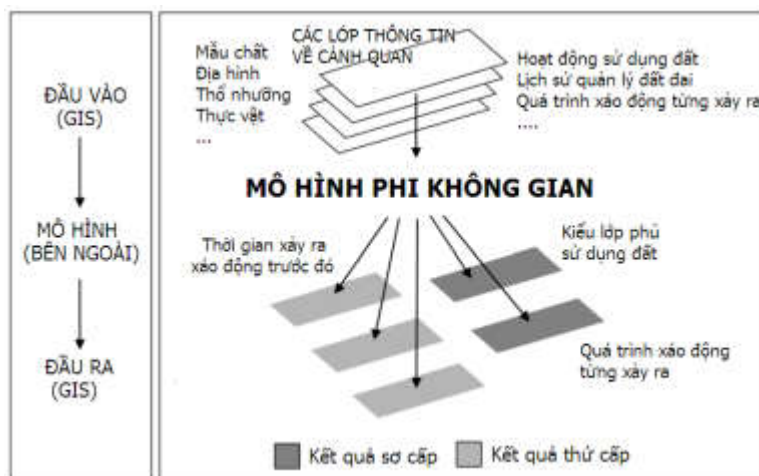
Mô hình Markov có thể dự báo được cho tương lai thông qua toán tử ma trận. Trạng thái ổn định hoặc trạng thái cân bằng của cảnh quan nếu tồn tại sẽ được xác định bởi vectơ riêng của ma trận chuyển. Trong mô hình, cảnh quan sẽ không biến đổi khi đã đạt tới trạng thái ổn định.

### ***c) Tích hợp các mô hình phi không gian với viễn thám và GIS***

Các mô hình mô phỏng có nhiều ưu thế khi tích hợp với công nghệ viễn thám và GIS để phân tích biến động. Liên kết các mô hình biến đổi cảnh quan với GIS và viễn thám nhằm xử lý và phân tích ảnh vệ tinh, đã trở thành một đặc trưng phổ biến trong định hướng mô hình hóa

cảnh quan (bao gồm cấu trúc và chức năng cảnh quan) nói chung và mô hình hóa biến đổi cảnh quan nói riêng. GIS có ưu thế về khả năng xử lý nhanh dữ liệu không gian. Có rất ít mô hình được tích hợp trực tiếp trong GIS. Phần lớn các mô hình này được liên kết với các phần mềm GIS thông qua các kiểu dữ liệu có khả năng chuyển đổi. GIS thường được sử dụng để lưu trữ và hiển thị các thông tin không gian. Ngoài ra, một số mô hình thường được chạy độc lập trên môi trường bên ngoài GIS, chẳng hạn Window, Linux,...

Hình dưới đây trình bày một hệ thống tích hợp mô hình phi không gian và GIS trong nghiên cứu biến đổi cảnh quan. Trong đó, GIS được sử dụng trong giai đoạn khởi đầu (thao tác và xử lý dữ liệu) và giai đoạn cuối cùng (phân tích và hiển thị các kết quả của mô hình). Các mô hình mô phỏng chạy ở một số môi trường bên ngoài GIS.



Hình 7.16. Hệ thống tích hợp mô hình phi không gian và GIS trong nghiên cứu biến đổi cảnh quan

## 7.8.2. Các mô hình không gian

### 7.8.2.1. Đặc điểm và phân loại các mô hình không gian

Các mô hình không gian về biến đổi cảnh quan được xây dựng nhằm mô phỏng quá trình biến đổi cảnh quan với đầu vào là các dữ liệu không gian. Quá trình này được thực hiện thông qua thuộc tính của các dạng dữ liệu, khái quát hóa và mô phỏng thế giới thực dựa trên các hàm toán học cụ thể. Với lợi thế về mô phỏng thông tin không gian, kết quả của quá trình mô hình hóa không gian sẽ cho hình ảnh trực quan cũng như quy luật vận động, thay đổi của các trạng thái cấu trúc và chức năng của cảnh quan trong thực tế.

Trong nghiên cứu biến đổi cảnh quan, các mô hình không gian được sử dụng phổ biến hơn so với các mô hình phi không gian. Có hai nhóm mô hình không gian:

- *Nhóm mô hình phân tích*: gồm các mô hình toán học có khả năng xử lý hoặc được giải trong một dạng đóng (các hệ vi phân, các mô hình Markov,...). Các mô hình này đều được xây dựng theo các hệ phương trình tuyến tính để phân tích động lực biến đổi cảnh quan mà không quan tâm tới động lực của các yếu tố cảnh quan hoặc các hệ sinh thái riêng lẻ đặc thù.

- *Nhóm mô hình mô phỏng*: các mô hình này thường đưa vào nhiều chi tiết vật lý, các hệ phi tuyến và các đặc trưng hệ thống riêng. Khác với các mô hình phân tích, việc tăng tính chất thực tế và tính chất chi tiết trong mô phỏng thường dẫn đến giảm tính chất phổ dụng và tính chất dễ điều khiển toán học. Động lực của hầu hết các mô hình mô phỏng được khảo sát trên cơ sở chạy các mô hình phân tích thống kê, chẳng hạn mô hình Monte Carlo. Nhóm mô hình này còn được gọi là *mô hình chiến thuật*.

Có hai lớp mô hình mô phỏng được sử dụng mô phỏng động lực cảnh quan là:

- Lớp mô hình SELMs (*Spatially Explicit Landscape Models*): còn được gọi là *mô hình cảnh quan*, bao gồm các mô hình mô phỏng không gian dựa trên cơ sở chỉ số hóa đối với một số biến, chẳng hạn, thời gian kể từ khi diễn ra xáo động cuối cùng trong cảnh quan. Các mô hình này mô phỏng động lực cảnh quan trên phạm vi không gian và thời gian quy mô lớn, và được coi là những mô hình sinh thái cảnh quan thực thụ. SELMs thường được tích hợp với GIS.

- Lớp mô hình GRMs (*Gap Replacement Models*): còn được gọi là *mô hình thay thế khoảng trống* hoặc *mô hình khoảng trống*, mô phỏng quá trình hình thành, tăng trưởng và mất đi của mỗi cá thể thực vật trong một khu vực có diện tích nhỏ (hầu hết dưới 1 ha). Tất cả các mô hình này đều được phát triển từ mô hình JABOWA (Botkin, 1972) và mô hình FORET (Shugart, 1984).

### 7.8.2.2. Lớp mô hình SELMs

Các mô hình SELMs mô phỏng động lực cảnh quan do các yếu tố gây xáo động và diễn thế sinh thái ở quy mô không gian lớn và khoảng thời gian dài. Do đây là những tương tác phức tạp nên các mô hình mô phỏng được phát triển theo hướng tích hợp các mô hình riêng lẻ, trong đó quan tâm tới cả nhóm biến về không gian và biến thời gian. Phần lớn kết quả mô phỏng cuối cùng của các mô hình SELMs được thể hiện bằng bảng số liệu và sơ đồ động lực cảnh quan. Hiện nay trên thế giới có một số mô hình được sử dụng phổ biến: FIRE GRADIENT, CELSS, GREEN, DISPATCH, REFIRES, EMBYR, LANDIS, MetaFor và GRADIENT.

Bảng 7.5. Các đặc trưng cơ bản của một số mô hình SELMs

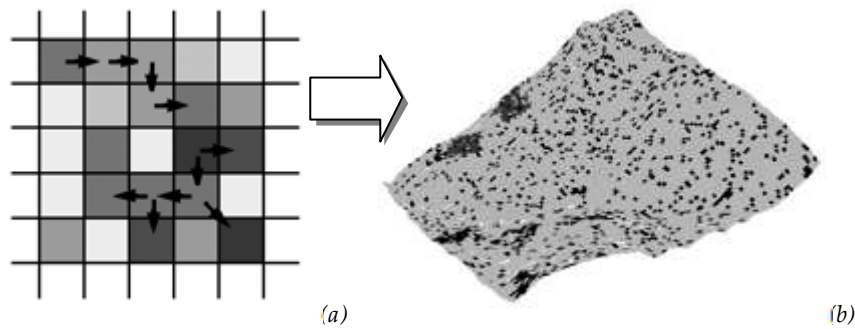
Stt	Mô hình	Đặc điểm	Tác giả
1	Mô hình FIRE	Xây dựng dữ liệu dạng ô lưới, quan tâm đến thảm thực vật và động lực	Kessell (1976), Kessell và

	GRADIENT	cháy rừng trong cảnh quan.	Cattelino (1978)
2	Mô hình CELSS	Mô phỏng động lực diễn thế sinh thái ở khu vực ven biển và sự thay đổi nơi sống trong một phức hệ bãi triều/cửa sông ven biển.	Sklar và cộng sự (1985); Costanza và cộng sự (1990)
3	Mô hình GREEN	Mô phỏng động lực xáo động và phát tán hạt trong cảnh quan.	Green (1989)
4	Mô hình DISPATCH	Sử dụng dữ liệu ô lưới nghiên cứu tương tác giữa biến đổi khí hậu, chế độ xáo động và cấu trúc cảnh quan; cũng đã được sử dụng để khảo sát ảnh hưởng của cấu trúc và biến đổi cảnh quan tới ngăn ngừa cháy rừng.	Baker và cộng sự (1991), Baker (1999)
5	Mô hình REFIRE	Mô hình về biến đổi thảm thực vật trong hệ sinh thái trên cơ sở mô phỏng động lực của các yếu tố xáo động.	Davis và Burrows (1994)
6	Mô hình EMBYR	Mô hình sử dụng một quá trình Markov đơn giản mô phỏng sự thay đổi lớp phủ thực vật do ảnh hưởng của cháy rừng và biến đổi khí hậu.	Gardner (1996), Hargrove (2000)
7	Mô hình LANDIS	Mô hình mô phỏng động lực của loài đa nơi sống. Các quá trình mô phỏng gồm phát tán, tái sinh, cháy rừng, gió. Đầu tiên được thiết kế cho cảnh quan rừng Wisconsin, Bắc Mỹ.	Mladenoff và He (1996 - 2004)
8	Mô hình MetaFor	Mô hình mô phỏng biến đổi lớp phủ thực vật bằng phương pháp nội suy dữ liệu raster. Cho phép tạo ra những tương tác hành vi phức tạp thông qua các modul tự động.	Urban và cộng sự (1999)
9	Mô hình	Mô hình mô phỏng biến đổi cảnh quan	Nhiều tác giả

	GRADIENT	theo hệ thống các lát cắt vuông góc với nhau, được tạo bởi phương pháp "cửa sổ dịch chuyển".	
--	----------	--	--

### a) Mô hình MetaFor

Mô hình MetaFor do Urban và cộng sự (1999) phát triển, chạy trên lưới raster, mô phỏng biến đổi của các kiểu lớp phủ thực vật do cháy rừng trong mỗi ô lưới có kích thước 30m×30 m phủ trên một mô hình số độ cao (DEM). Ô lưới là một khuôn hình chữ nhật tạo thành do sự giao nhau giữa một hàng và một cột, trong đó có thể nhập các thông tin gồm nhãn và giá trị. Các biến đầu vào của mô hình là độ dốc, hướng sườn và độ cao. Qua mỗi bước thời gian, lớp phủ thực vật trong một ô lưới sẽ phát triển cao hơn (trạng thái có mặt) hoặc bị xóa (trạng thái trống rỗng), phụ thuộc vào tỷ lệ tử vong tự nhiên xung quanh hoặc do cháy rừng. Mô hình mô phỏng thực vật xâm nhập một cách ngẫu nhiên vào các ô lưới trống rỗng sau khi xảy ra xáo động.



Hình 7.17. Mô hình MetaFor: (a) nguyên tắc mô phỏng; (b) kết quả suy nghiệm

Trong mô hình, cháy rừng được phát sinh tại các điểm bắt lửa ngẫu nhiên. Sau khi được khởi tạo, lửa lan truyền liên tục. Một ô lưới có xác suất cháy phụ thuộc vào độ tuổi của thực vật (đại diện cho biến tải lượng nhiên liệu) và độ ẩm đất (đại diện cho biến độ ẩm nhiên liệu).

Cháy rừng được phát sinh ngẫu nhiên và có xu hướng lan truyền không đều. Mô hình cho phép mô phỏng chế độ cháy rừng nội bộ trong cảnh quan với đầu vào là số liệu thống kê về khí hậu, kích thước và tần số cháy rừng. Rừng và chế độ cháy rừng sẽ thay đổi phụ thuộc vào giá trị các biến đầu vào.

Trong một kết quả mô phỏng cháy rừng bằng mô hình MetaFor dưới đây, các khoảng màu đen biểu thị vị trí phát sinh cháy; các khoảng màu trắng biểu thị các khoảng rừng trống tạm thời hoặc vừa mới bị cháy; mũi tên chỉ hướng lan truyền cháy sang các khoảng bên cạnh.

### ***b) Mô hình GREEN***

Mô hình GREEN (Green, 1989) mô phỏng chế độ xáo động và động lực phát triển rừng dựa trên các modul phân tích quá trình lan tỏa cháy rừng, phát tán hạt giống và diễn thế sinh thái theo một gradient môi trường. Lan tỏa cháy rừng và phát tán hạt giống là quá trình ngẫu nhiên. Phát tán hạt giống ở khoảng cách ngắn sẽ tạo ra mô hình phân bố thực vật có dạng khối kết tụ. Xáo động tạo điều kiện cho các khối này kết hợp lại để hình thành các mảnh rừng lớn hơn có ranh giới rõ ràng.

### ***c) Mô hình Cellular Automata***

Mô hình Cellular Automata, còn được gọi là mô hình CA, được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khoa học cơ bản và ứng dụng. Mô hình xuất hiện lần đầu tiên vào năm 1948 trong lĩnh vực khoa học máy tính. Von Neumann và Ulam được biết đến là những người đầu tiên đưa ra mô hình này. Sau đó Conway phát triển tiếp trong lĩnh vực máy tính và chế tạo robot nhưng tại thời điểm đó, việc áp dụng chưa hoàn toàn thành công do hạn chế về tốc độ tính toán của máy tính điện tử. Mô hình CA sau đó được ứng dụng rộng rãi trong nhiều chuyên ngành khoa học như vật lý, toán học, các khoa học Trái Đất và sự sống, GIS, viễn

thảm,... Các ứng dụng của mô hình CA trong sinh thái học và sinh thái cảnh quan phổ biến từ những năm 1980. Những nghiên cứu ứng dụng điển hình bao gồm: tương tác giữa sao biển và rạn san hô (Green và cộng sự, 1990) hoặc quá trình lây lan mầm bệnh trong các quần thể người (Sieburg và Clay, 1991).

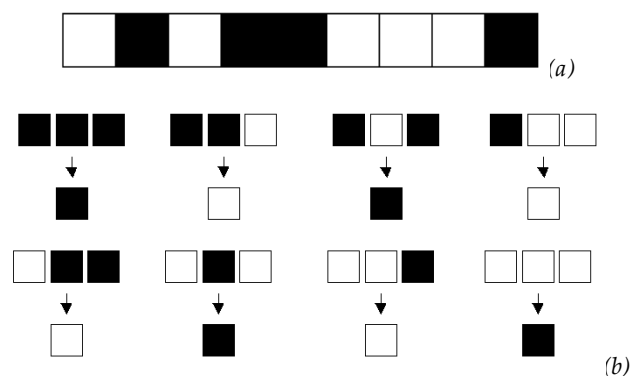
Một mô hình CA gồm có 5 thành phần chính sau:

- *Không gian ô lưới*: không gian được tạo nên bởi một tập hợp các ô lưới đơn lẻ. Về lý thuyết, những ô lưới này có thể tồn tại ở bất cứ dạng hình học nào. Tuy nhiên, hầu hết các CA đều được thiết kế theo hình mạng lưới thông thường. Điều này làm cho CA rất giống với dạng dữ liệu raster thường được dùng phổ biến trong GIS.

- *Tình trạng ô lưới*: trạng thái của một ô lưới biểu thị các giá trị không gian, chẳng hạn các loại hình sử dụng đất khác nhau.

- *Bước thời gian*: tần suất xuất hiện các trạng thái cảnh quan khác nhau được xem xét với các bước thời gian khác nhau. Tại mỗi bước thời gian, các ô lưới sẽ được cập nhật giá trị dựa trên các luật chuyển tiếp.

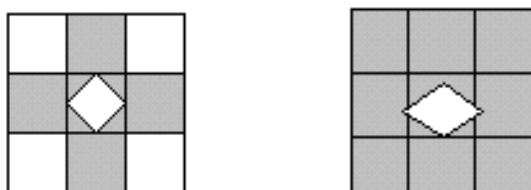
- *Luật chuyển tiếp*: yếu tố cốt lõi của CA. Một luật chuyển tiếp thường quy định trạng thái của ô lưới trước và sau khi được cập nhật dựa trên điều kiện của trạng thái các ô lưới xung quanh.





Hình 7.18. Ví dụ về mô hình CA một chiều: (a) mô hình CA một chiều có hai trạng thái và một lân cận có kích thước bằng 3; (b) cơ chế chuyển trạng thái của các CA cơ bản: trạng thái = 2, kích thước lân cận  $k = 3$ , do đó có  $2^3 = 8$  tổ hợp

Mô hình CA mô phỏng dựa trên thiết lập các ô lưới, trong đó mỗi ô lưới được gán cho một giá trị trạng thái hữu hạn "có" hoặc "không". Lân cận của một ô lưới trung tâm là các ô lưới liền kề bao quanh. Mỗi tế bào (cellular) bao gồm ô lưới trung tâm và lân cận (hoặc bằng lân cận cộng 1). Ban đầu, trạng thái được xác định bởi  $t = 0$ . Sau đó, các trạng thái mới của ô lưới và lân cận được tạo ra theo một hàm toán học xác định. Một lân cận CA có thể được xác định theo lân cận von Neumann (xem xét bốn ô lân cận có một biên chung với ô trung tâm) hoặc lân cận Moore (tính đến các đường chéo, nghĩa là, lân cận gồm tám ô xung quanh). Mỗi tế bào gồm năm ô (lân cận von Neumann) hoặc chín ô (lân cận Moore).



(a) Lân cận von Neumann (b) Lân cận Moore

Có hai dạng CA phổ biến là CA xác định và CA ngẫu nhiên:

- Trong CA xác định, trạng thái mới của ô lưới được xác định trên cơ sở trạng thái thực tế và các trạng thái biểu hiện trong các ô lân cận.

- Trong CA ngẫu nhiên, quy tắc chuyển dựa trên kết hợp với một số yếu tố ngẫu nhiên hoặc yếu tố xác suất. Chẳng hạn như nếu lân cận gồm năm ô, thì sẽ có 60% cơ hội ô lưới sẽ chuyển từ trạng thái "có" (có mặt lớp phủ thực vật) sang trạng thái "không" (trạng thái trống rỗng).

Inghe (1989) phát triển một CA ba chiều để nghiên cứu tình trạng sống sót của các cá thể thực vật trong một quần thể. Trường hợp tổng quát, giả thiết có nhiều cây độc lập cạnh tranh, thì xác suất cho một cây độc lập tại vị trí I xâm nhập được vào vị trí trống  $P_i'$  được xác định bởi hàm:

$$P_i' = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^{12} P_i} (1 - \prod_{i=1}^{12} (1 - P_i))$$

*Trong đó:  $P_i$  ( $i=1,2,\dots,12$ ) là một giá trị từ 1 đến 12 điểm*

Đối với việc ứng dụng CA trong mô hình hóa biến động lớp phủ, một số khó khăn thường gặp phải, đó là:

- Mỗi ô lưới trong mạng đều không có thuộc tính. Tất cả các ô lưới đều có giá trị như nhau và được gán thuộc tính bởi các ô lưới lân cận. Số lượng lân cận phụ thuộc vào mạng tự động là một hoặc hai chiều.
- Trong một mô hình CA, bất cứ một ô lưới nào cũng đều phải trải qua quá trình chuyển đổi thông qua quy luật chuyển tiếp, vì vậy giá trị của ô lưới là tự nhiên. Trong khi đó, đối với sự thay đổi các trạng thái cảnh quan, giá trị của một ô lưới được quy định cụ thể.

Do mô hình là kết quả của quá trình khái quát hóa thế giới thực, vì vậy khi mô hình hóa biến đổi cảnh quan cần phải giới hạn một số điều kiện biên. Biến đổi cảnh quan được định nghĩa theo hàm toán học sau:

$$\Delta L = \sum_{i=1}^n \Delta L_i$$

*Trong đó:  $\Delta L$  là biến đổi cảnh quan;  $\Delta L_i$  là biến đổi của yếu tố cảnh quan  $i$ ;  $n$  là tổng số yếu tố có mặt trong cảnh quan.*

Công nghệ GIS hiện nay có một số hạn chế nhất định trong mô hình hóa biến đổi cảnh quan, bao gồm: khả năng hạn chế để đưa ra các

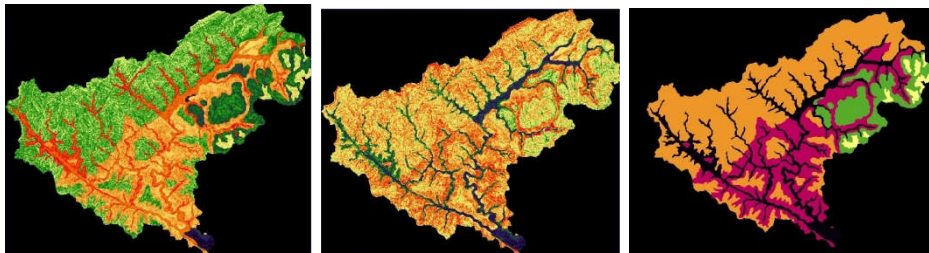
mô hình động lực không gian, hạn chế trong việc tích hợp chiều thời gian vào các mô hình. Việc tích hợp CA và GIS đã tạo nên khả năng ứng dụng lớn hơn và rộng rãi hơn. Tích hợp CA và GIS cho phép tạo ra nhiều kịch bản và nâng cao tính mềm dẻo trong việc vận hành các mô hình động lực không gian.

*Bảng 7.6. Các mô hình CA kết hợp GIS phục vụ ứng dụng mô hình hóa biến đổi cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa*

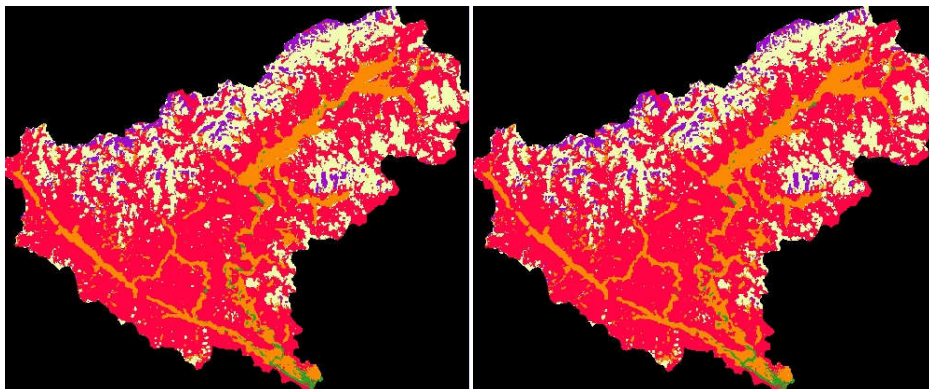
<b>Tên mô hình</b>	<b>Phân loại theo Lambin và cộng sự (2000)</b>	<b>Biến đổi cảnh quan</b>	<b>Mô tả</b>
SLEUTH	Mô hình CA	Đô thị hóa	Mô hình CA tự chỉnh sửa. Bốn quá trình bao gồm: phát sinh, mở rộng, biên và ảnh hưởng bởi giao thông. SLEUTH bao gồm các deltatron nhằm thể hiện mối tương quan giữa không gian và thời gian.
Mô hình CA về sức ép: RamCo, LOV, MODULUS, SIMLUCIA	Mô hình CA và mô hình kết hợp	Các loại hình kết hợp trong sử dụng đất.	Các CA hạn chế: nhu cầu sử dụng đất ở các ngành nằm trong mô hình phải có các cấp độ không gian tổng hợp và sự phân bố sử dụng các thiết bị CA. Các thiết bị CA này có thể xác định bằng định lượng thông qua kiến thức chuyên môn.
CLUE và CLUE-S	Mô hình thống kê kinh nghiệm hay mô hình mô phỏng	Các loại hình kết hợp trong sử dụng đất.	Mô hình mô phỏng biến động bằng cách sử dụng kinh nghiệm thông qua quan hệ giữa biến đổi sử dụng đất với động lực từ việc phân tích mặt cắt ngang ở các quy mô khác nhau.
IIASA-LUC	Mô hình tổng hợp và mô hình tối ưu hóa	Các loại hình kết hợp trong sử dụng đất.	Mô hình cân bằng chung dựa trên nhiều bảng thành phần đầu vào - đầu ra là các mô tả về đặc thù sinh thái - nông nghiệp .
Cormas	Mô hình dựa trên tác nhân: mô hình hóa đa tác nhân cho quản lý những nguồn tài nguyên tái tạo	Các loại hình sử dụng đất thích hợp	Mô tả các hành vi cùng với nhiều nguyên nhân thông qua quan hệ giữa các thành phần cá thể với nhau và các thành phần đó với các nguồn lực của tự nhiên.

Tên mô hình	Phân loại theo Lambin và cộng sự (2000)	Biến đổi cảnh quan	Mô tả
	được		
PLM: Mô hình cảnh quan mở rộng.	Mô hình thống kê kinh nghiệm	Đô thị hóa	Tổng hợp mô hình sinh thái với kinh tế. Thay đổi mục đích sử dụng đất dựa trên mô hình kinh tế (mô hình sử dụng khoảng cách với vị trí). Các giá trị về địa điểm được gán vào tương ứng với các hiệu ứng của đất đai.

Tại Việt Nam, Dư Vũ Việt Quân và Nguyễn An Thịnh (2011) đã ứng dụng phân tích viễn thám và kết hợp mô phỏng theo chuỗi Markov, mô hình CA và phân tích các độ đo cảnh quan dự báo biến đổi cảnh quan ven biển tỉnh Quảng Trị. Dư Vũ Việt Quân (2012) cũng thực hiện một nghiên cứu tương tự về dự báo biến đổi cảnh quan lưu vực sông Tiên Yên, Quảng Ninh đến năm 2024.



(a) Các bản đồ phân ngưỡng thích hợp



(b) Dự báo biến đổi cảnh quan đến 2017 (trái) và 2024 (phải)

Hình 7.19. Các kết quả ứng dụng mô hình CA dự báo biến đổi cảnh quan lưu vực sông Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh (Dư Vũ Việt Quân, 2012)

#### d) Mô hình SLEUTH

SLEUTH là một dạng của mô hình CA được phát triển nhằm mô phỏng biến đổi không gian đô thị trong tương lai. SLEUTH là chữ cái đầu của sáu biến đầu vào trong mô hình là **S** (độ dốc) - **L** (sử dụng đất) - **E** (khu vực bị loại trừ) - **U** (quy mô đô thị) - **T** (giao thông) - **H** (hướng sườn). Năm 1997, Keith Clarke và các cộng sự thuộc Đại học Tổng hợp California đã ứng dụng thành công mô hình SLEUTH dự báo biến đổi không gian đô thị cho thành phố San Francisco, Hoa Kỳ. Năm 2007, Clarke hiệu chỉnh thành công mô hình SLEUTH. Các công trình nghiên cứu áp dụng mô hình SLEUTH được đăng tải và liên tục cập nhật trên trang web của Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS).

Bảng 7.7. Các kiểu phát triển đô thị theo mô hình SLEUTH (Clarke, 2009)

Bậc chu kỳ phát triển	Kiểu phát triển	Các hệ số điều khiển	Mô tả
1	Tự phát	Hệ số phân tán	Lựa chọn ngẫu nhiên các ô lưới phát triển mới tiềm năng.
2	Trung tâm mở rộng mới	Hệ số phát sinh	Mở rộng các trung tâm đô thị từ sự phát triển mới tự phát.
3	Biên	Hệ số mở rộng	Các trung tâm đô thị mới và cũ mở rộng nhanh ra vùng biên.
4	Theo hệ thống giao thông	Sức hút của hệ thống giao thông, hệ số phân tán, hệ số phát	Các ô đô thị hóa mới phát triển mở rộng dọc theo hệ thống giao thông.

		sinh	
Tất cả các bậc	Trở ngại về độ dốc	Giá trị độ dốc (%)	Địa hình có độ dốc sẽ cao làm giảm khả năng mở rộng đô thị, ảnh hưởng ở tất cả các bậc chu kỳ phát triển.
Tất cả các bậc	Lớp loại trừ	Các hệ số do người dùng định nghĩa	Những khu vực được người dùng định nghĩa có khả năng chấp nhận hoặc loại trừ sự phát triển đô thị, ảnh hưởng ở tất cả các bậc chu kỳ phát triển.

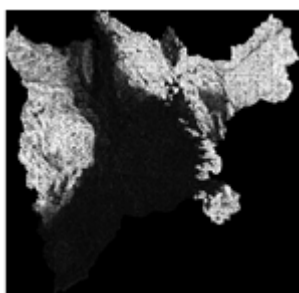
Mô hình SLEUTH kết hợp mã nguồn của mô hình Deltatron đất đai (*Land Deltatron Model*) và chạy trên nền của mô hình tăng trưởng đô thị (*Urban Growth Model*). Clarke (2009) cho rằng có thể sử dụng mô hình SLEUTH để mô phỏng xu thế thay đổi cấu trúc đô thị trong tương lai theo bốn bậc chu kỳ phát triển là *phát triển tự phát*, *phát triển trung tâm mở rộng mới*, *phát triển theo vùng biên* và *phát triển theo đường giao thông*. Bốn kiểu phát triển đô thị được áp dụng cho từng năm hoặc từng thời kỳ quy hoạch. Để phù hợp với thực tế, các kiểu phát triển được hiệu chỉnh theo các hệ số điều khiển là hệ số phân tán (1), hệ số phát sinh (2), hệ số mở rộng (3), lực hấp dẫn giao thông (4), giá trị độ dốc (5) và các hệ số do người dùng định nghĩa (6). Bốn hệ số đầu tiên (1-4) mô tả áp lực tăng trưởng trong hệ thống đô thị. Giá trị độ dốc và các hệ số do người dùng định nghĩa thể hiện ảnh hưởng của các nhân tố gây trở ngại cho phát triển không gian đô thị. Trong đó, hệ số độ dốc biểu thị ảnh hưởng của độ dốc địa hình tới phát triển đô thị: địa hình có độ dốc càng cao càng hạn chế sự phát triển của đô thị. Các hệ số do người dùng định nghĩa nhằm xác định các khu vực bị loại trừ hoàn toàn (hồ nước, công viên), hoặc bị loại trừ một phần (các khu vực được quy hoạch hạn chế phát triển) sẽ không đưa vào phương án phát triển đô thị.

Mô hình SLEUTH mô phỏng theo hai pha:

- *Pha hiệu chỉnh*: là quá trình chọn các giá trị thuộc tính và các thông số tính toán, sao cho một mô hình biểu diễn chính xác một tình huống thực tế, trong đó mô hình được xây dựng để tái tạo xu thế phát triển và cấu trúc trong lịch sử.

- *Pha dự báo*: trong đó những xu thế lịch sử được tham chiếu tới tương lai. Nhiều dự báo có thể được phát triển để kiểm nghiệm tác động tiềm năng của các chính sách hoặc kịch bản biến đổi sử dụng đất.

Kết quả đưa ra được hiệu chỉnh và hiển thị dựa trên các kịch bản khác nhau. Thông thường sẽ có ba kịch bản chính được đưa ra là kịch bản mở rộng đô thị không theo quy hoạch, kịch bản mở rộng đô thị với quản lý ở mức trung bình (chú trọng phát triển kinh tế) và kịch bản mở rộng đô thị với mức độ quản lý cao độ (chú trọng bảo vệ môi trường).



S: Độ dốc  
(Slope)



L: Sử dụng đất  
(Land use)



E: Khu vực bị loại trừ  
(Excluded area)



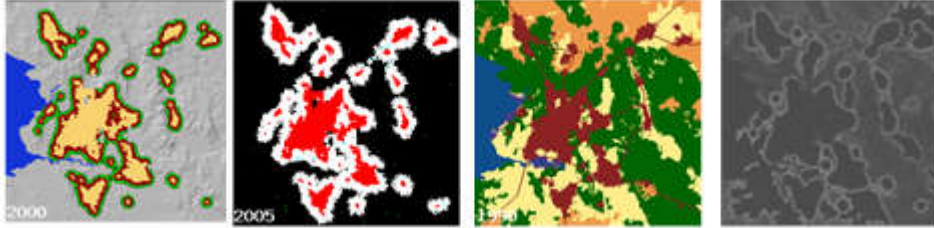
U: Quy mô đô thị  
(Urban extent)



T: Giao thông  
(Transportation)



H: Hướng sườn  
(Hillshade)

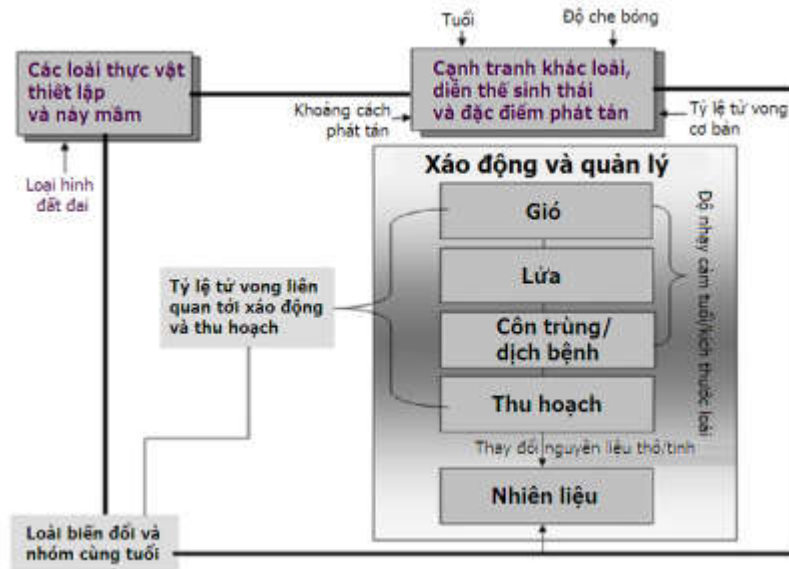


Hình 7.20. Sáu thành phần đầu vào (S-L-E-U-T-H) và bốn kết quả của mô hình SLEUTH: sơ đồ xác suất mở rộng đô thị hàng năm; sơ đồ xác suất biến đổi từng loại hình sử dụng đất hàng năm; sơ đồ sử dụng đất theo từng năm dự báo; sơ đồ ước tính từng loại hình sử dụng đất

### e) Mô hình LANDIS

LANDIS (từ viết tắt của "*LANDscape DIsturbance and Succession*"), nghĩa là *Diễn thế và Xáo động Cảnh quan*) được Mladenoff và cộng sự (1996) phát triển nhằm mô phỏng động lực diễn thế rừng và phát tán hạt giống dựa trên các yếu tố xáo động vật lý (cháy rừng, gió), các yếu tố xáo động sinh học (côn trùng, dịch bệnh), sản xuất, tích lũy và phân hủy nhiên liệu,... trong một phạm vi không gian rộng và khoảng thời gian tương đối dài. Mô hình này cho phép mô phỏng kết hợp các quá trình phức tạp ở cấp độ cảnh quan và động lực diễn thế ở cấp độ loài.



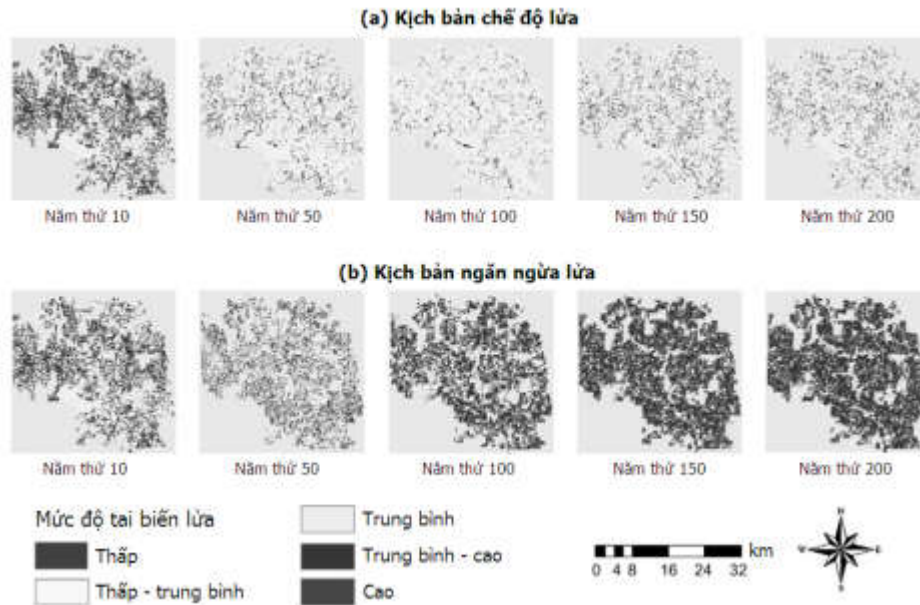


Hình 7.21. Mô phỏng động lực cảnh quan trong LANDIS (Mladenoff và He, 2004)

Các nhân tố trong mô hình LANDIS bao gồm diễn thế sinh thái và phát tán hạt. Các kiểu phát tán hạt giống bao gồm *không phát tán* (không có ô lưới nào nhận được hạt giống), *phát tán đồng đều* (tất cả các ô lưới đều tiếp nhận hạt giống từ tất cả các loài) và *phát tán lân cận* (hạt giống chỉ được phát tán đến các ô lân cận). Phát tán hạt được mô phỏng dưới dạng là một hàm của các hạt giống hiệu quả và khoảng cách nảy mầm tối đa. Các hạt giống hiệu quả có khoảng cách phát tán mà tại đó hạt giống có xác suất nảy mầm cao nhất ( $P > 0,95$ ). Ngoài khoảng cách phát tán, hạt giống hiệu quả có xác suất nảy mầm xấp xỉ 0 ( $P < 0,001$ ). Xác suất phát tán hạt giống được tính theo mô hình:

$$P = e^{-b\left(\frac{x}{MD}\right)} \quad \text{với} \quad MD > x > ED$$

Trong đó:  $P$  là xác suất phát tán hạt giống;  $x$  là khoảng cách cho trước từ nguồn hạt giống;  $MD$  là khoảng cách nảy mầm tối đa;  $ED$  là khoảng cách hiệu quả;  $b$  là hệ số điều chỉnh ( $b > 0$ ) (trong mô hình LANDIS,  $b$  thường được chọn = 1)



Hình 7.22. Mô hình LANDIS mô phỏng nguy cơ cháy rừng theo hai kịch bản

Hình trên trình bày kết quả ứng dụng mô hình LANDIS mô phỏng nguy cơ cháy rừng trong khoảng thời gian 200 năm theo kịch bản cháy rừng và kịch bản ngăn ngừa lửa. Trong mô hình, nguy cơ cháy rừng được tính toán dựa trên tải lượng nhiên liệu tinh và nguyên liệu thô. Nguy cơ cháy rừng được phân thành năm mức: thấp (L), thấp - trung bình (ML), trung bình (M), cao - trung bình (MH) và cao (H).

### 7.8.2.3. Lớp mô hình thay thế khoảng trống (GRMs)

Lớp mô hình thay thế khoảng trống (*Gap Replacement Models*) bao gồm các mô hình mô phỏng dựa trên cơ chế biến đổi của cá thể, được ứng dụng để nghiên cứu phát triển cảnh quan và diễn thế sinh thái. Các mô hình này mô phỏng động lực rừng trong một ô tiêu chuẩn trên cơ sở sự hình thành, phát triển và tử vong của các cá thể thực vật, tương tác sinh học và tương tác với các yếu tố môi trường phi sinh học, cụ thể là các yếu tố xáo động.

Mô hình thay thế khoảng trống đầu tiên là JABOWA (Botkin, 1972) được phát triển và ứng dụng mô phỏng diễn thế thực vật ở khu vực đông bắc Hoa Kỳ. Trên cơ sở nền mô hình này, nhiều tác giả, chẳng hạn Shugart và West (1977), Shugart và Noble (1981), Shugart (1984),... tiếp tục phát triển mô hình FORET. Tất cả các mô hình thay thế khoảng trống sau đó đều được phát triển dựa trên hai mô hình này ở các mức độ khác nhau. Nguyên lý cơ bản trong xây dựng mô hình là biến đổi thảm thực vật có thể được mô phỏng bằng các mô hình toán học tương quan giữa đặc điểm hình thái và đặc điểm sinh lý của các loài sinh vật được quan tâm.

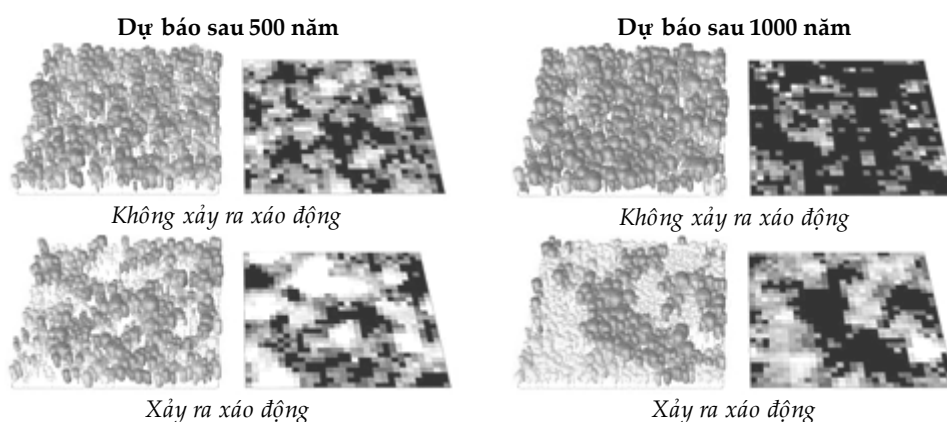
- *Mô hình JABOWA*: được phát triển từ những năm 1970 (Botkin, 1972). Mô hình sử dụng các ô lưới rời rạc không trao đổi thông tin giữa các lân cận để mô phỏng sự phát tán được thực hiện từ các loài sinh vật xâm lấn tiềm năng ở bên ngoài. Trong mô hình, các khoảng trống trong cảnh quan ảnh hưởng quan trọng đến động lực phát triển của quần xã thực vật. Trong giai đoạn tái sinh, các cá thể ưa sáng yêu cầu các khoảng trống để phát triển. Ngoài ra, mô hình còn tính tới khả năng bổ sung các cá thể thực vật non từ bên ngoài vào.

- *Mô hình FORET*: được phát triển từ giữa những năm 1980 đến đầu những năm 1990 (Shugart, 1984; Urban, 1991). Mô hình sử dụng các ô lưới rời rạc có trao đổi thông tin giữa các lân cận để mô phỏng cơ chế phát tán nội tại trong cảnh quan. Những phiên bản gần đây nhất của mô hình FORET, chẳng hạn mô hình ZELIG (Urban, 1991) mô phỏng biến đổi cấu trúc không gian do quan hệ cạnh tranh trong quần xã.

- *Mô hình SORTIE*: được phát triển từ khoảng giữa những năm 1990 (Pacala, 1993; Canham, 1994). Ảnh hưởng của quan hệ cạnh tranh về ánh sáng giữa các cá thể và sự phát tán tới cấu trúc thảm thực vật được mô phỏng bằng các hàm số liên tục. Mô hình này cho phép mô phỏng động lực phát triển rừng cả ở mức cá thể thực vật và mức cảnh quan theo các kịch bản khác nhau về chế độ xáo động. Các số liệu đầu vào mô

hình bao gồm chế độ ánh sáng, các đặc trưng về tăng trưởng, sinh sản và tử vong của các cá thể thuộc các loài thực vật khác nhau.

Hình dưới đây trình bày một kết quả ứng dụng mô hình dự báo phát triển rừng theo chuỗi thời gian dài 500 - 1000 năm theo hai kịch bản: xảy ra xáo động và không xảy ra xáo động. Các cây rừng trong mô hình được mô phỏng bằng các ô điểm ảnh trong mô hình ô lưới.



Hình 7.23. Một kết quả ứng dụng mô hình SORTIE dự báo phát triển rừng theo chuỗi thời gian dài 500 - 1000 năm

## 7.9. Trường hợp nghiên cứu điển hình: ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM, GIS VÀ MÔ HÌNH SLEUTH PHÂN TÍCH BIẾN ĐỔI VÀ DỰ TÍNH MỞ RỘNG KHÔNG GIAN ĐÔ THỊ KHU VỰC VEN BIỂN

Nguyễn An Thịnh và Phạm Minh Tâm (2012) thực hiện một nghiên cứu biến đổi và dự tính xu thế mở rộng không gian đô thị tại huyện ven biển Hải Hà, tỉnh Quảng Ninh. Trong Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế xã hội tỉnh Quảng Ninh đến năm 2020, tầm nhìn 2030, huyện Hải Hà được định hướng phát triển các lĩnh vực kinh tế tiềm năng là cảng biển, công nghiệp nặng và công nghệ cao. Hiện tại, quá trình đô

thị hóa đang diễn biến phức tạp, đe dọa làm phá vỡ quy hoạch chung của toàn huyện. Kết quả phân tích xu thế biến đổi không gian đô thị trong giai đoạn 1991 - 2008 và dự báo xu thế mở rộng đến 2030 có ý nghĩa quan trọng trong trợ giúp công tác quy hoạch và quản lý đô thị bền vững.

### *Biến đổi không gian đô thị giai đoạn 1991 - 2008*

Hiện trạng và biến đổi không gian đô thị khu vực nghiên cứu giai đoạn 1991 - 2008 được xác định và phân tích dựa trên kết quả giải đoán ảnh viễn thám. Kết quả cho thấy, cơ cấu sử dụng đất có nhiều biến động rõ rệt ở từng giai đoạn khác nhau. Diện tích đất ở tăng dần từng năm với sự hình thành các trung tâm mới của xã Quảng Thành, Quảng Thịnh và thị trấn Hải Hà. Tuy biến động không lớn nhưng tốc độ biến đổi ngày càng nhanh hơn. Diện tích đất nông nghiệp tăng đột biến vào giai đoạn năm 2005 và giảm dần vào những năm sau đó. Trong khi đó, diện tích rừng có xu hướng giảm dần về diện tích. Đỉnh điểm nhất là năm 2005, diện tích rừng giảm xuống còn 363 ha, thấp nhất từ trước tới nay.

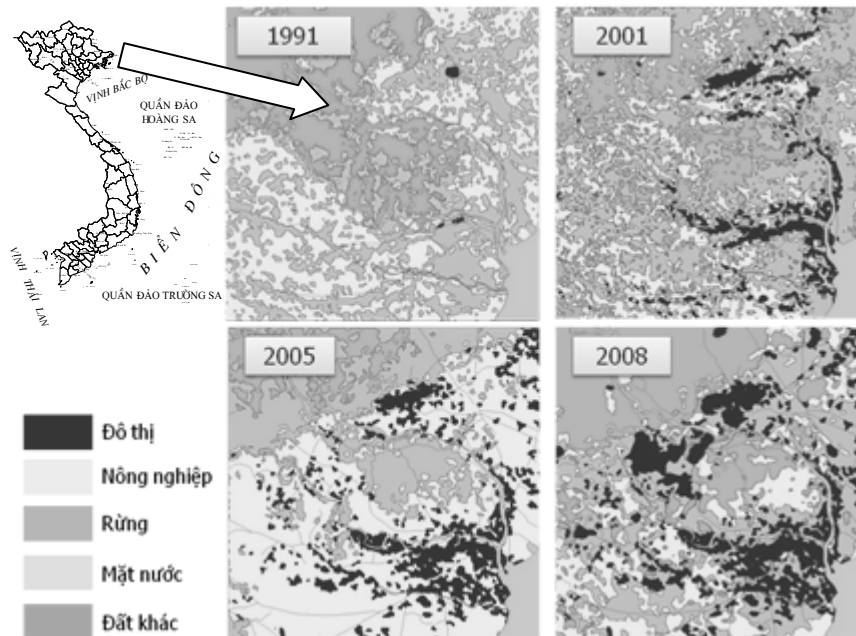
Năm 1991, cơ cấu sử dụng đất chủ yếu tại khu vực là rừng tự nhiên và đất nông nghiệp. Dải rừng tự nhiên nối từ khu vực trung tâm trải dài sang phía Tây Bắc làm nên hệ thống rừng tự nhiên với diện tích lớn (1.709 ha), tập trung ở hai xã Quảng Thịnh và Quảng Thành. Trong khi đó, diện tích đất không sử dụng và đất đồi núi chưa sử dụng còn cao, chủ yếu ở xã Quảng Minh và thị trấn Quảng Hà, ước đạt 1.655 ha. Xen lẫn những khu đất trống và đất rừng là những khoảnh vi đất nông nghiệp lớn của xã Quảng Minh, Quảng Chính và Quảng Phong (1.709 ha), chạy dọc theo thung lũng. Thời điểm này, dân cư còn thưa thớt với diện tích chỉ 88 ha.

- Giai đoạn từ năm 1991 - 2001, diện tích đất nông nghiệp giảm xuống chỉ còn 1.183 ha; thay thế vào đó là sự gia tăng diện tích đất đô

thị (325 ha) và đất khác (1.932 ha). Diện tích đất đô thị gia tăng nhanh chóng với biến động lớn nhất ở trung tâm thị trấn Quảng Hà và những dải hẹp dọc theo Quốc lộ 18 trên địa bàn hai xã Quảng Minh và Phú Hải. Rừng không có biến động nhiều về diện tích (1.083 ha).

- Giai đoạn từ năm 2001 - 2005, khu vực có biến động mạnh về diện tích đất nông nghiệp. Diện tích đất nông nghiệp tăng lên 2.462 ha chỉ trong vòng bốn năm. Trong khi đó, diện tích rừng năm 2005 giảm xuống chỉ còn 1/3, chiếm 363 ha. Diện tích rừng ở xung quanh dải đồi trung tâm của xã Quảng Chính được cải tạo và hình thành các khu vực canh tác nông nghiệp địa phương. Ngoài ra, sự chuyển đổi mạnh đất khác sang đất nông nghiệp của các xã Quảng Phong, Quảng Long và Quảng Chính cũng là nguyên nhân chính gây ra sự tăng đột biến diện tích đất nông nghiệp. Diện tích đất đô thị tăng lên gần 600 ha với các đô thị dạng tuyến và trung tâm mới của xã Quảng Thành. Xã Phù Hà và Quảng Trung mở rộng và kết hợp với thị trấn Quảng Hà tạo nên khu vực có tốc độ đô thị hóa nhanh. Các loại đất khác ít biến động (1.113 ha).

- Giai đoạn từ năm 2005 - 2008: diện tích đất nông nghiệp giảm mạnh tại các xã Quảng Minh và Quảng Thịnh. Năm 2008, diện tích đất nông nghiệp đã giảm xuống chỉ còn 950 ha. Diện tích rừng tăng lên 1.314 ha, chủ yếu là khu vực xã Quảng Thành, Quảng Thịnh và Quảng Chính. Do sự xuất hiện của các điểm dân cư khu vực xã Quảng Thịnh và Quảng Thành nên diện tích đất đô thị tăng lên 781 ha. Đất khác có biến động mạnh ở hai xã Quảng Minh và Quảng Long khiến diện tích tăng lên thành 1500 ha.



Hình 7.24. Kết quả xử lý ảnh viễn thám thông qua khóa giải đoán

### Xu thế mở rộng không gian đô thị giai đoạn 1991 - 2008

Xu thế mở rộng không gian đô thị khu vực nghiên cứu được chia thành ba giai đoạn chính: Giai đoạn 1991 - 2001, đô thị bắt đầu hình thành và phân bố tập trung chủ yếu tại khu vực sông Hà Cối, nơi giao nhau với Quốc lộ 18A. Không gian đô thị mở rộng không nhanh nhưng đã hình thành khu vực đô thị là thị trấn Quảng Hà. Giai đoạn 2001 - 2005, diện tích đô thị đã tăng thêm 270 ha chỉ trong 5 năm. Đô thị mở rộng theo hướng Đông Nam, với dân cư tập trung nhiều hơn về phía này. Giai đoạn 2005 - 2008, hệ thống đường giao thông mới được mở rộng, các công trình như nhà văn hóa, nhà chung cư được đưa vào xây dựng theo trục đường 18 mới ở phía Nam của thị trấn. Ngoài ra, số lượng điểm dân cư tập trung của đồng bào dân tộc trên địa bàn xuất hiện ngày càng nhiều, chủ yếu là ở phía Bắc của thị trấn.

Nhìn chung, quá trình biến đổi không gian đô thị thể hiện được tất cả các phương thức phát triển và mở rộng không gian của một đô thị. Song, xu thế chủ yếu được xác định thông qua mô phỏng và kiểm chứng ngoài thực địa là quá trình mở rộng không gian đô thị do ảnh hưởng và sức hút của đường giao thông. Xu thế mở rộng không gian đô thị không chỉ được mô hình SLEUTH xác định tại một thời điểm cụ thể mà còn mô phỏng những biến động theo chuỗi thời gian.

*Dự tính xu thế mở rộng không gian đô thị tới năm 2030 theo các kịch bản phát triển*

Các hệ số được đưa vào giai đoạn hiệu chỉnh nhằm điều chỉnh và xác lập chính xác tương quan giữa các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình mở rộng đô thị. Đó là các thành phần mở rộng trong một giai đoạn lịch sử. Các chỉ số được tính toán và xác lập dựa trên kết quả của ma trận Leesallee theo phép lặp của thuật toán Monte-Carlo. Quá trình hiệu chỉnh số liệu thông qua ba pha: hiệu chỉnh thô, tinh và cuối cùng. Với hơn 3000 kết quả hiệu chỉnh, giá trị trung bình được lựa chọn từ các giá trị ngẫu nhiên của từng thành phần sau khi thực hiện phép lặp Monte-Carlo. Từ đó, xác định khoảng giá trị thích hợp nhất về các hệ số mở rộng đô thị thành phần được lựa chọn.

*Bảng 7.8. Hiệu chỉnh kết quả trong mô hình SLEUTH*

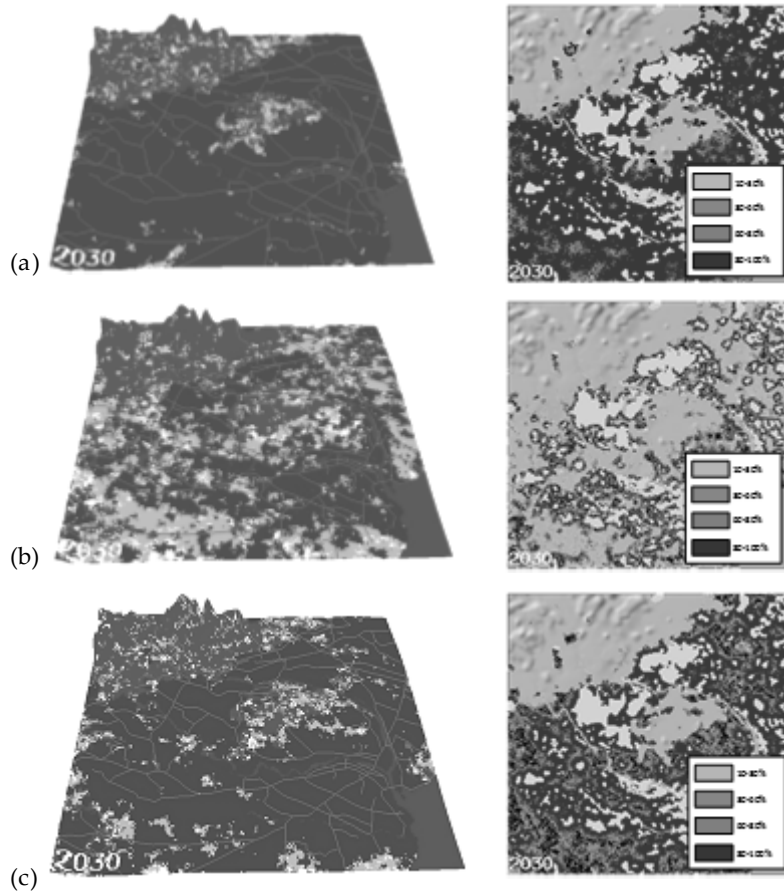
	Hệ số mở rộng tự phát	Hệ số hình thành trung tâm mới	Hệ số mở rộng theo biên	Hệ số giới hạn độ dốc	Hệ số mở rộng ảnh hưởng của đường giao thông
<b>Hiệu chỉnh thô (hệ số Monte-Carlo = 4)</b>					
<i>Khoảng giá trị</i>	1 - 100	1 - 100	1 - 100	1 - 100	1 - 100



<i>Bước chuyển</i>	25	25	25	25	25
<b>Hiệu chỉnh tinh (hệ số Monte-Carlo = 6)</b>					
<i>Khoảng giá trị</i>	90 - 100	50 - 70	90 - 100	20 - 25	50 - 75
<i>Bước chuyển</i>	5	5	5	5	5
<b>Hiệu chỉnh cuối cùng (hệ số Monte - Carlo = 10)</b>					
<i>Khoảng giá trị</i>	95 - 100	65 - 70	95 - 100	20 - 25	50 - 60
<i>Bước chuyển</i>	1	1	1	1	1
<b>Giá trị thu được</b>	<b>97</b>	<b>67</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>60</b>

Trong nghiên cứu này, mở rộng không gian đô thị khu vực nghiên cứu được xây dựng theo ba kịch bản khác nhau: kịch bản mở rộng đô thị cực đại, tự phát mà không có biện pháp quản lý, kịch bản mở rộng đô thị có biện pháp quản lý bảo vệ môi trường và kịch bản mở rộng đô thị có biện pháp quản lý đô thị và bảo vệ môi trường.

Các kết quả nghiên cứu cho thấy, dữ liệu đầu vào và đầu ra của mô hình SLEUTH được thực hiện và thay đổi tương ứng với nhiều mục tiêu phát triển khác nhau. Ba kịch bản mở rộng đô thị tới năm 2030 mô phỏng những biến động không gian của đô thị biến đổi tùy thuộc vào mục tiêu quản lý. Đồng thời, mô hình SLEUTH trở thành cơ sở để đánh giá mức độ mở rộng của đô thị, phục vụ quá trình quy hoạch sử dụng đất trở nên hiệu quả và chính xác hơn.



Hình 7.25. Sơ đồ dự báo mở rộng đô thị huyện Hải Hà, tỉnh Quảng Ninh đến năm 2030 bằng mô hình SLEUTH theo ba kịch bản: (a) Mở rộng đô thị không theo quy hoạch; (b) Mở rộng đô thị với mức quản lý trung bình; (c) Mở rộng đô thị với mức quản lý cao độ (Nguyễn An Thịnh và Phạm Minh Tâm, 2012)

## Chương 8.

# DIỄN THẾ SINH THÁI QUY MÔ CẢNH QUAN

### 8.1. THUYẾT DIỄN THẾ SINH THÁI

#### 8.1.1. Tiến trình phát triển của thuyết diễn thế sinh thái

Lý luận về diễn thế sinh thái (tiếng Anh "*ecological succession*", bắt nguồn từ tiếng Latinh "*succedere*" có nghĩa là "tuần tự") được phát triển từ thế kỷ thứ XIX. Nhà tự nhiên học người Pháp Dureau là người đầu tiên sử dụng thuật ngữ "diễn thế" (*succession*) để gọi sự phát triển của thảm thực vật sau khi bị khai thác. Năm 1858, Thoreau chính thức đưa thuật ngữ này vào trong công trình khoa học "Diễn thế của các thực vật". Năm 1899, Cowles đề xuất hướng tiếp cận động lực trong nghiên cứu diễn thế sinh thái, đồng thời phát triển nhiều khái niệm tiền đề của lý thuyết này. Tác phẩm "*Các mối quan hệ sinh học của thảm thực vật trong cồn cát hồ Michigan*" của ông được thừa nhận là một trong những công trình sinh thái học cổ điển hiện nay vẫn còn nguyên những giá trị quan trọng về học thuật.

Sự phát triển của thuyết diễn thế sinh thái vào đầu thế kỷ thứ XX được đánh dấu bằng tranh luận gay gắt về quan điểm và mô hình diễn thế sinh thái giữa trường phái Clement và trường phái Gleason. Clements (1916) dựa trên quan điểm về sự phát triển của thảm thực vật, đã xây dựng các thuyết và mô hình về cao đỉnh (*climax*) để mô tả trạng thái ổn định cuối cùng của quần xã thực vật trong diễn thế sinh thái. Thuyết Cao đỉnh khí hậu (*climatic climax theory*), còn gọi là thuyết Đơn

cao đỉnh (*monoclimax theory*), của Clements chỉ công nhận có duy nhất một cao đỉnh được hình thành do nhân tố khí hậu, gọi là cao đỉnh khí hậu. Các quần xã khác trong loạt diễn thế sinh thái có quan hệ với cao đỉnh khí hậu được gọi là "trước cao đỉnh" (*subclimax*), "sau cao đỉnh" (*postclimax*), "cao đỉnh bất thường" hoặc "cao đỉnh nhân tạo" (*disclimax*). Gleason (1917) dựa trên quan điểm cá thể thực vật đã đưa ra một thuyết khác về diễn thế sinh thái. Trong thuyết này, một mô hình diễn thế sinh thái được xây dựng với ba yếu tố chủ đạo là tương tác giữa các nhân tố trong môi trường vật lý, quan hệ sinh học khác loài và chế độ xáo động. Đây là hai thuyết sinh thái học chủ đạo chi phối mạnh mẽ các tư tưởng về diễn thế sinh thái trong giai đoạn đầu thế kỷ thứ XX.

Từ những năm 1950 - 1960, Whittaker cùng với Curtis phát triển các mô hình diễn thế sinh thái phức tạp hơn, trong đó chú trọng nhiều đến vai trò của các yếu tố ngẫu nhiên đối với sự phát triển của quần xã. Whittaker xây dựng phương pháp *phân tích gradient* phục vụ mục đích nghiên cứu đặc điểm phân bố, độ phong phú của các loài khác nhau trong quần xã thực vật theo các gradient môi trường là nhiệt độ, nước, ánh sáng và dinh dưỡng đất. Cùng với Curtis, Whittaker đưa ra những bằng chứng ủng hộ quan điểm cá thể thực vật của Gleason, đồng thời phản đối quan điểm về sự phát triển thảm thực vật của Clement. Năm 1953, Whittaker đưa ra *thuyết cấu trúc cao đỉnh*, trong đó công nhận sẽ có nhiều trạng thái cao đỉnh được hình thành do phản ứng khác nhau của các quần thể sinh vật với môi trường.

Với những đóng góp quan trọng của mình, Whittaker được công nhận là một nhà sinh thái học lỗi lạc nhất trong lĩnh vực phân tích quần xã thực vật và diễn thế sinh thái. Ông cũng được đánh giá cao bởi các ý tưởng mới mẻ, những cải tiến quan trọng về phương pháp luận định lượng và thực nghiệm, tư duy tổng hợp để xây dựng thành các lý thuyết khoa học quan trọng trong lĩnh vực này. Từ sau những nghiên

cứu của Whittaker và Curtis, quan điểm về diễn thế sinh thái đã thay đổi rất nhiều. Đồng thời, nhiều mô hình phức tạp về diễn thế sinh thái đã xuất hiện. Chẳng hạn, các nhà sinh thái học Bắc Mỹ hiện nay không hoàn toàn công nhận quan điểm về một thảm thực vật cao đỉnh duy nhất. Nhiều nghiên cứu đã tìm cách chứng minh vai trò của các yếu tố ngẫu nhiên, chẳng hạn các xáo động như cháy rừng, bão,... đối với sự phát triển thực tế của quần xã.

### 8.1.2. Diễn thế sinh thái

#### a) Khái niệm và đặc điểm

Diễn thế sinh thái được các nhà sinh thái học trên thế giới định nghĩa theo nhiều cách khác nhau: *"sự thay đổi cấu trúc loài của một quần xã theo thời gian"* (Lewis, trong *Từ điển Sự sống*); *"... quá trình phát triển tuần tự của quần xã có quan hệ với những biến đổi về cấu trúc loài và các quá trình phát triển trong quần xã theo thời gian; diễn ra theo một hướng xác định, nên có thể dự đoán được"* (Odum, 1971); *"...những thay đổi tuần tự, có khả năng dự báo được về thành phần và cấu trúc của quần xã"* (Connell và Slatyer, 1977). Tại Việt Nam, định nghĩa về diễn thế sinh thái được nêu trong *Từ điển Bách khoa Việt Nam* (2005): *"... quá trình biến đổi thích nghi của hệ sinh thái từ trạng thái tiên phong (khởi đầu) qua các giai đoạn kế tiếp để cuối cùng đạt được trạng thái ổn định theo thời gian - cao đỉnh. Trong quá trình diễn thế luôn tiếp diễn những đổi mới về cấu trúc thành phần loài, các mối quan hệ trong quần xã, điều hoà các vấn đề đối kháng phát sinh trong nội bộ quần xã và giữa quần xã với môi trường, duy trì sự thống nhất biện chứng giữa quần xã và môi trường"*.

Mặc dù có nhiều định nghĩa khác nhau, nhưng nhìn chung đều thống nhất các đặc điểm chính của diễn thế sinh thái như sau:

- Diễn thế sinh thái là quá trình động lực xảy ra ở cấp quần xã và hệ sinh thái. Trong đó, quần xã có vai trò chủ động (tự phát triển), còn môi trường quy định tốc độ, tính chất và giới hạn phát triển của quần xã. Thời gian và thành phần loài của quần xã là hai yếu tố quan trọng trong diễn thế sinh thái.

- Các yếu tố cơ bản ảnh hưởng tới diễn thế sinh thái: (i) *Ảnh hưởng của các nhân tố phi sinh học*: được thể hiện bởi tác động mạnh mẽ của ngoại cảnh tới quần xã; (ii) *Ảnh hưởng của các nhân tố sinh học*: tác động của quần xã lên ngoại cảnh làm biến đổi mạnh mẽ ngoại cảnh đến mức gây diễn thế. Đặc biệt, trong diễn thế sinh thái, hệ thực vật có vai trò quan trọng trong việc hình thành quần xã mới; (iii) *Ảnh hưởng của nhân tố con người*: tác động vô ý thức (đốt, chặt, phá rừng,...) hay có ý thức (cải tạo thiên nhiên, khai thác rừng, lấp hồ,...) của con người.

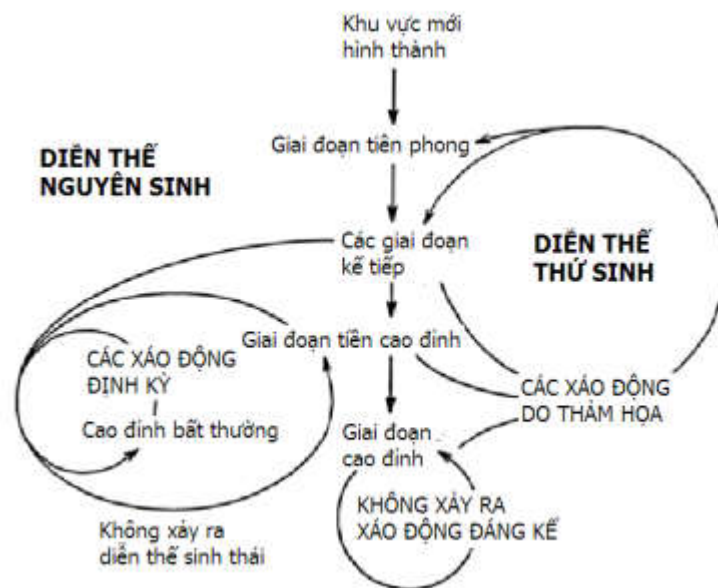
- Diễn thế sinh thái được hình thành theo phương thức thay thế tuần tự một quần xã này bằng một quần xã khác tiến bộ hơn. Do đó, nếu có dữ liệu đầy đủ về quần xã hiện tại và các quần xã trong quá khứ, luôn có thể dự báo chính xác được hướng diễn thế, các quần xã thay thế và quần xã cao đỉnh trong loạt diễn thế sinh thái.

- Diễn thế sinh thái là quá trình động lực có tính chất chu kỳ. Đây là điểm khác nhau cơ bản về lý luận diễn thế sinh thái áp dụng ở quy mô hệ sinh thái và quy mô cảnh quan. Ở quy mô hệ sinh thái, diễn thế sinh thái đảm bảo cho quần xã luôn có xu thế trở lại trạng thái cân bằng và ổn định, hướng tới trạng thái quần xã cao đỉnh. Trong khi đó, cảnh quan luôn có xu hướng phát triển tiến bộ, cách xa khỏi trạng thái cân bằng, nghĩa là không tồn tại trạng thái cảnh quan cao đỉnh.

- Diễn thế sinh thái là một quá trình đa hướng do phụ thuộc vào nhiều yếu tố: thành phần các loài sinh vật tiên phong, đặc điểm dinh dưỡng của cơ chất, sự có mặt của các sinh vật mới vào trong một khu

vực do phát tán (đối với thực vật), di chuyển (đối với động vật), hoặc do con người đưa vào.

Mô hình của Platt (2007) dưới đây biểu thị đặc tính đa hướng của diễn thế sinh thái trên lục địa. Diễn thế sinh thái nguyên sinh xảy ra theo dự đoán. Diễn thế sinh thái thứ sinh xảy ra không theo dự đoán do ảnh hưởng của các yếu tố xáo động. Diễn thế nguyên sinh xảy ra sau khi hình thành một khu vực mới với cơ chất chưa bị thực vật làm cho biến đổi. Các trạng thái tiên phong được thay thế bởi một chuỗi các trạng thái diễn thế, trong đó mức độ xáo động giảm, cho tới khi đạt tới một quần xã cao đỉnh cân bằng. Các xáo động do thảm họa có vai trò lặp lại chuỗi diễn thế. Các xáo động lặp đi lặp lại, không do thảm họa tạo ra trạng thái trước cao đỉnh hoặc gây ra một sự thay đổi hướng tới một trạng thái cao đỉnh bất thường.



Hình 8.1. Mô hình của Platt (2007) về diễn thế sinh thái đa hướng trên lục địa

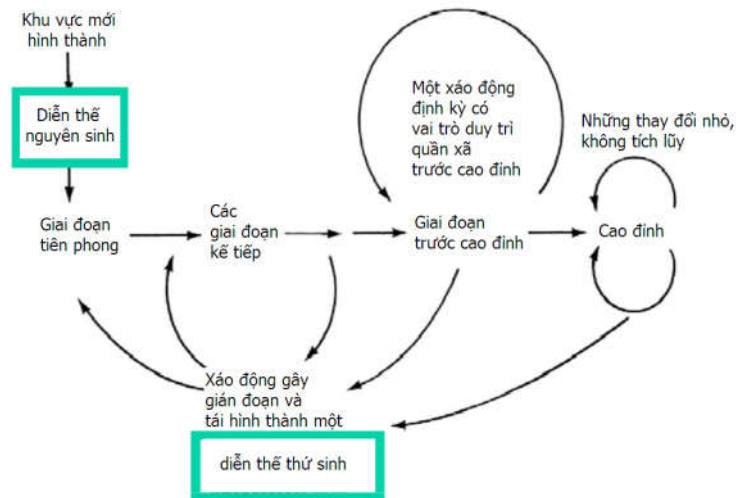
Một ví dụ điển hình về diễn thế đa hướng được quan sát thấy tại Hoa Kỳ. Đầu thế kỷ thứ XIX, khi cây tống quá sủ (*Alnus nepanensis*)

chưa xuất hiện ở khu vực vịnh Glacier thuộc Thái Bình Dương, Đông Nam Alaska, thì cây dương và vân sam là những loài cây tiên phong. Tuy nhiên, sau khi phát tán được vào khu vực này, tổng quá sử trở thành loài cây tiên phong ưu thế do khả năng cố định đạm. Trong điều kiện môi trường khắc nghiệt, khu vực này có rất ít loài và rất ít hướng diễn thế sinh thái xảy ra sau giai đoạn gian băng. Những khu vực khác có độ giàu loài cao hơn, chẳng hạn Hawaii, có nhiều lựa chọn hơn cho các hướng diễn thế nguyên sinh sau khi núi lửa phun trào. Một loài thực vật ngoại lai có khả năng cố định đạm là móng rồng Hawaii (*Myrica faya*) được cư dân địa phương du nhập vào quần đảo Hawaii từ cuối thế kỷ thứ XIX để làm cảnh. Đây là loài cây bụi thường xanh, có khả năng làm tăng hàm lượng nitơ trong đất, làm thay đổi hướng diễn thế sinh thái bằng cách tạo môi trường thuận lợi cho nhiều loài thực vật khác phát tán tới, định cư và phát triển tại đây. Tuy nhiên, đây cũng là một trong những loài sinh vật xâm hại nguy hiểm nhất. Khi đã thích nghi và phát triển, chúng tạo thành các bụi cây rậm rạp, đơn loài, ngăn cản sự phát triển của các loài bản địa. Hiện nay, móng rồng Hawaii phát triển mạnh ở hầu hết các đảo lớn của Hawaii.

### ***b) Diễn thế nguyên sinh và diễn thế thứ sinh***

Diễn thế nguyên sinh (*primary succession*) và diễn thế thứ sinh (*secondary succession*) được phân chia dựa vào cơ chất. Daubenmire (1968) cho rằng, diễn thế nguyên sinh xảy ra trên một khu vực hoàn toàn chưa từng có lớp phủ thực vật và lớp phủ thổ nhưỡng trước đó. Diễn thế thứ sinh xảy ra khi lớp phủ thực vật bị chặt trắng nhưng lớp phủ thổ nhưỡng vẫn còn. Cả hai kiểu diễn thế này được bắt đầu trên một khu vực mới hình thành, sau đó phát triển tới cao đỉnh thông qua một loạt các trạng thái.





Hình 8.2. Sơ đồ của Daubenmire (1968) về diễn thế nguyên sinh và diễn thế thứ sinh

- *Diễn thế nguyên sinh*

Diễn thế nguyên sinh là "kiểu diễn thế sinh thái xảy ra trên một khu vực trước đây chưa từng tồn tại một quần xã sinh vật nào". Nhóm sinh vật đầu tiên phát tán đến đó và phát triển tạo thành quần xã tiên phong. Tiếp đó là một dãy các quần xã trung gian. Cuối cùng là quần xã cao đỉnh ổn định trong một thời gian tương đối dài.

Diễn thế nguyên sinh có những đặc điểm chính sau:

- Là quá trình phát triển từ một khu vực hoàn toàn chưa có lớp phủ thực vật chuyển sang trạng thái có sự tồn tại của quần xã sinh vật.

- Được khởi tạo trên cơ chất chưa từng có lớp phủ thổ nhưỡng; hoặc trước đây có thể đã từng tồn tại lớp phủ thổ nhưỡng, nhưng một xáo động nào đó xảy ra đã làm mất đi hoặc che phủ hoàn toàn lớp phủ này.

- Cơ chất hình thành diễn thế nguyên sinh không có vật liệu hữu cơ, chỉ có vật liệu khoáng (cát, sỏi, đá, bồi tích, các vật liệu núi lửa,...).

- Những sinh vật đầu tiên phát tán đến thường là những loài có khả năng cố định đạm theo phương thức cộng sinh hoặc tự do. Những loài thực vật này phổ biến nhất trên băng tích và dòng bùn; ở mức độ thấp hơn là các loài trên các khối trượt đất, đồng bằng sông - lũ, cồn cát; ít phổ biến nhất là trên trầm tích núi lửa và các vết lộ thạch học. Các loài cố định đạm này tạo ra môi trường thuận lợi hơn cho các loài sinh vật đến sau cư trú.



Hình 8.3. Diễn thế nguyên sinh khởi tạo trên cơ chất là đá trổng trọc chỉ có vật liệu khoáng với thực vật tiên phong là rêu, địa y và cỏ dại.

Ví dụ, sự phát triển của các quần xã sinh vật trên đảo núi lửa là một trường hợp điển hình của kiểu diễn thế nguyên sinh. Hiện tượng núi lửa phun trào giữa đại dương đôi khi dẫn đến sự hình thành các đảo núi lửa. Các đảo này ban đầu được phủ bằng vật liệu đá bazan trổng trọc, chưa có lớp phủ thổ nhưỡng và lớp phủ thực vật, các chất nền mới thường nghèo các nguyên tố nguồn gốc khí quyển, đặc biệt là nitơ. Các quần xã trong các giai đoạn ban đầu của diễn thế sinh thái nguyên sinh thường được xác định bởi sự thống trị của thực vật cộng sinh với vi khuẩn cố định đạm, ví dụ các cây họ Đậu (Fabaceae). Tuy nhiên, trong các giai đoạn sau, các nguyên tố có nguồn gốc từ đá mẹ dần dần bị rửa

trôi, cuối cùng một trong số các nguyên tố đó, thường là photpho, trở nên hạn chế. Trên đảo núi lửa, chức năng của hệ sinh thái ở các giai đoạn sau này đôi khi phụ thuộc vào nguồn cung cấp photpho bởi bụi trong không khí có nguồn gốc từ xa. Do đó, bất kỳ sự thay đổi về hàm lượng các chất hóa học hoặc khối lượng vật liệu phun trào có thể ảnh hưởng gián tiếp đến cả thành phần loài và tổ hợp loài ưu thế ở tất cả các giai đoạn diễn thế trước đó. Đặc biệt, hàm lượng nitơ được làm giàu do dòng dung nham sẽ làm giảm sự thống trị của các cây cố định đạm trong các giai đoạn trước của diễn thế sinh thái.

- *Diễn thế thứ sinh*

Diễn thế thứ sinh là *"kiểu diễn thế sinh thái xảy ra trên một khu vực đã có quần xã sinh vật, nhưng bị hủy diệt do xáo động nào đó"*.

Diễn thế thứ sinh có các đặc điểm chính sau:

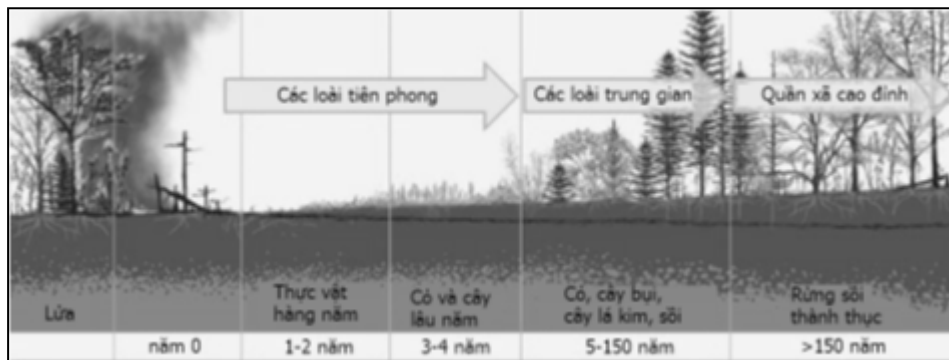
- Xảy ra sau khi xáo động làm hủy hoại hoàn toàn hoặc một phần quần xã sinh vật đã tồn tại trước đó, nhưng không làm mất hoàn toàn lớp phủ thổ nhưỡng.

- Khởi đầu trên cơ chất có lớp phủ thổ nhưỡng. Đây là cơ hội để các loài thực vật và động vật phát tán đến và định cư, tạo nên một quần xã tiên phong để từ đó các quần xã sau liên tiếp thay thế nhau cho đến giai đoạn cuối cùng.

- Các thực vật tiên phong trong diễn thế thứ sinh (là thực vật đầu tiên được thiết lập sau khi xáo động xảy ra) bắt đầu với rễ hoặc hạt còn sót lại trong đất hoặc hạt được phát tán đến do gió hoặc động vật từ các quần xã xung quanh.

- Tốc độ diễn thế thứ sinh nhanh hơn diễn thế nguyên sinh. Nguyên nhân cơ bản do diễn thế thứ sinh diễn ra trên cơ chất đã có lớp phủ thổ nhưỡng với đặc trưng là độ phì đất cần thiết cho đời sống của

thực vật. Chẳng hạn, nương rẫy hay cánh đồng bị bỏ hoang nhanh chóng được thay thế bởi rừng thứ sinh ở giai đoạn trước cao đỉnh. Rừng tràm nguyên thủy ở vùng U Minh có khả năng phục hồi gần như hoàn toàn sau cháy rừng chỉ sau 4 - 5 năm.

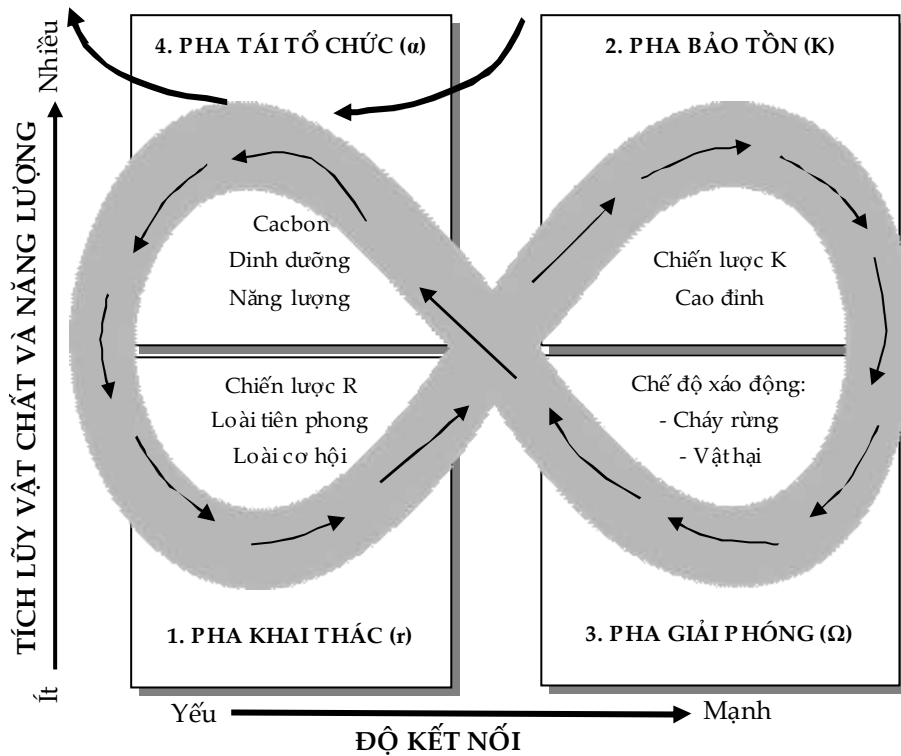


Hình 8.4. Diễn thế thứ sinh xảy ra trong một khu vực tại đó đã từng tồn tại quần xã rừng sồi nguyên sinh nhưng bị phá hủy do cháy rừng.

### c) Chu trình Holling về cơ chế diễn thế sinh thái

Diễn thế sinh thái là một quá trình phát triển tuần tự và có tính chu kỳ. Quần xã tiên phong khởi đầu diễn thế, tiếp đến là các quần xã kế tiếp và kết thúc bằng một quần xã cao đỉnh tương đối ổn định. Quần xã cao đỉnh bền vững, ít thay đổi trong một thời gian khá dài cho đến khi xảy ra một xáo động mới làm phá hủy cấu trúc quần xã này và bắt đầu một chu kỳ diễn thế sinh thái mới.

Có nhiều mô hình về cơ chế diễn thế sinh thái đã được xây dựng. Một trong những mô hình hiện đại về diễn thế sinh thái được xây dựng theo chu trình rất nổi tiếng do nhà sinh thái học Canada là Holling phát triển vào năm 1986, gọi là *chu trình Holling về diễn thế sinh thái*. Theo đó, diễn thế sinh thái xảy ra theo một chu trình gồm bốn pha là pha khai thác, pha bảo tồn, pha giải phóng và pha tái tổ chức.



Hình 8.5. Chu trình Holling về cơ chế diễn thế sinh thái thể hiện bốn chức năng cơ bản của quần xã và các giai đoạn diễn thế. Mũi tên biểu thị tốc độ diễn thế sinh thái. Các mũi tên ngắn biểu thị tốc độ diễn thế chậm; mũi tên dài biểu thị tốc độ diễn thế nhanh. Chu trình này phản ánh sự thay đổi của hai đặc tính: trục y (tềm năng tích lũy sinh khối và dinh dưỡng) và trục x (độ kết nối giữa các biến điều khiển). Dòng ra khỏi chu trình biểu thị sự thất thoát vật chất và năng lượng, làm giảm tính tổ chức và khả năng sản xuất của hệ thống xuống mức thấp nhất.

*Pha khai thác (r):* đặc trưng bởi sự tăng trưởng nhanh chóng và tăng tích lũy vật chất và năng lượng (Holling gọi là tích lũy vốn). Pha này thích hợp với các loài tiên phong, đặc trưng bởi chiến lược tăng trưởng quần thể theo kiểu r. Giai đoạn này tương ứng với giai đoạn khởi đầu và giai đoạn tăng trưởng nhanh trong diễn thế sinh thái.

*Pha bảo tồn (K)*: tương ứng với giai đoạn tích lũy vật chất - năng lượng chậm nhưng tổng số tích lũy lớn nhất. Các kết nối trong hệ thống kém bền vững và dễ bị tổn thương. Pha này được đặc trưng bởi chiến lược tăng trưởng quần thể theo kiểu K, tương ứng với giai đoạn phát triển và giai đoạn thành thục trong diễn thế sinh thái.

*Pha giải phóng ( $\Omega$ )*: trong pha này, hệ thống ngày càng trở nên kém bền vững. Cháy rừng, côn trùng gây hại hoặc chặn thả quá mức,... làm giải phóng sinh khối và chất dinh dưỡng. Pha này tương ứng với giai đoạn suy thoái trong diễn thế sinh thái.

*Pha tái tổ chức ( $\alpha$ )*: hệ thống bắt đầu quá trình phát triển các liên kết mới. Kết thúc pha này, tích lũy vật chất - năng lượng đạt giá trị thấp nhất và hệ thống được kết nối ở mức thấp nhất. Một chu kỳ sống mới bắt đầu với pha khai thác, tại đó vật chất - năng lượng bắt đầu được tích lũy và các kết nối bắt đầu được hình thành làm tăng khả năng lưu trữ vật chất - năng lượng của hệ thống.

### **8.1.3. Cao đỉnh và các thuyết về cao đỉnh**

Clements (1916) là người đầu tiên đề cập tới khái niệm, lý luận và mô hình về cao đỉnh. Ông cho rằng diễn thế sinh thái sẽ dừng lại khi hệ diễn thế đạt tới trạng thái cân bằng hoặc trạng thái ổn định với hoàn cảnh xung quanh. Điểm kết thúc của diễn thế sinh thái được gọi là cao đỉnh. Quần xã cuối cùng hoặc quần xã ổn định trong một hệ diễn thế gọi là quần xã cao đỉnh. Thảm thực vật khí hậu là một quần xã thực vật cao đỉnh điển hình, có khả năng tự duy trì trong một thời gian dài.

Hiện nay có ba thuyết về cao đỉnh trong diễn thế sinh thái:

***a) Thuyết đơn cao đỉnh, còn gọi là thuyết cao đỉnh khí hậu của Clements (1916)***

Thuyết của Clements (1916) chỉ công nhận có một cao đỉnh duy nhất được xác định bởi nhân tố khí hậu, được gọi là *cao đỉnh khí hậu*. Các quá trình trong diễn thế sinh thái và thay đổi về môi trường vượt qua những ảnh hưởng của địa hình, mẫu chất và các nhân tố khác. Hệ quả, một quần xã thực vật có cấu trúc đồng nhất được hình thành sẽ bao phủ toàn vùng. Các quần xã khác có quan hệ với cao đỉnh, được gọi là trước cao đỉnh (*subclimax*), sau cao đỉnh (*postclimax*), cao đỉnh bất thường hoặc cao đỉnh nhân tạo (*disclimax*).

### ***b) Thuyết đa cao đỉnh của Tansley (1935)***

Thuyết của Tansley (1935) cho rằng thảm thực vật cuối cùng của một vùng sẽ có nhiều hơn một cao đỉnh. Các cao đỉnh này chịu sự điều khiển của nhiều nhân tố sinh thái là độ ẩm đất, dinh dưỡng đất, địa hình, hướng sườn, cháy rừng, hoạt động của động vật.

### ***c) Thuyết cấu trúc cao đỉnh của Whittaker (1953)***

Thuyết của Whittaker (1953) công nhận có nhiều cao đỉnh bị chi phối bởi tương tác giữa quần xã sinh vật với các yếu tố môi trường, trong đó phổ biến nhất là cao đỉnh khí hậu. Môi trường quy định thành phần và cấu trúc loài, trạng thái cân bằng của một quần xã cao đỉnh. Các yếu tố môi trường được xác định tương đối rộng, bao gồm độ ẩm, nhiệt độ, các chất dinh dưỡng đất, các quan hệ sinh học, nguồn phát tán cá thể thực vật và động vật, cơ hội phát tán của hạt giống và động vật, thổ nhưỡng, khí hậu, các xáo động như cháy rừng, gió,...

Trong mô hình, cao đỉnh không phải là quần xã cuối cùng. Cấu trúc cao đỉnh sẽ thay đổi khi môi trường biến đổi, hệ quả hình thành nhiều cao đỉnh.

## **8.1.4. Biến đổi hệ sinh thái trong diễn thế sinh thái**

### ***a) Biến đổi độ phì của đất***

Trong diễn thế sinh thái, cùng với sự thay đổi của quần xã thực vật, diễn biến độ phì đất trở nên phức tạp hơn theo hướng tăng độ phì của đất đại diện cho khả năng sản xuất của đất. Xu thế biến đổi này được đánh giá bằng *chỉ số tăng khả năng sản xuất của đất (F/B)* được tính bằng tỷ số hàm lượng năm (F) so với hàm lượng vi khuẩn trong đất (B). Giá trị của chỉ số này tăng theo các trạng thái thay thế tuần tự của các quần xã thực vật trong diễn thế sinh thái. Mỗi giai đoạn trong diễn thế sinh thái có một tỷ lệ năm/vi khuẩn khác nhau. Định lượng vi khuẩn và năm trong đất có thể xác định thời gian xảy ra và trạng thái diễn thế sinh thái.

Biến đổi độ phì của đất trong các giai đoạn của diễn thế nguyên sinh ở khu vực ôn đới được định lượng theo tỷ số F/B như sau:

- Trong cơ chất mới hình thành: 100% vi khuẩn,  $F/B = 0$ .

Sau đó bắt đầu xuất hiện phức hệ vi khuẩn lam, vi khuẩn, động vật nguyên sinh, nấm, giun tròn,  $F/B = 0,01$ .

- Giai đoạn cỏ dại:  $F/B = 0,1$ .

- Giai đoạn trảng cỏ:  $F/B = 0,3-1,1$ .

- Giai đoạn trảng cây bụi:  $F/B = 2,0-5,0$ .

- Giai đoạn rừng rụng lá (trước cao đỉnh):  $F/B = 5,0-100$ .

- Giai đoạn rừng lá kim (cao đỉnh):  $F/B = 100-1000$ .

### ***b) Biến đổi cấu trúc quần xã động vật***

Biến đổi cấu trúc quần xã thực vật kéo theo sự biến đổi của khu hệ động vật. Trong điều kiện đó, các loài động vật chia sẻ không gian cư



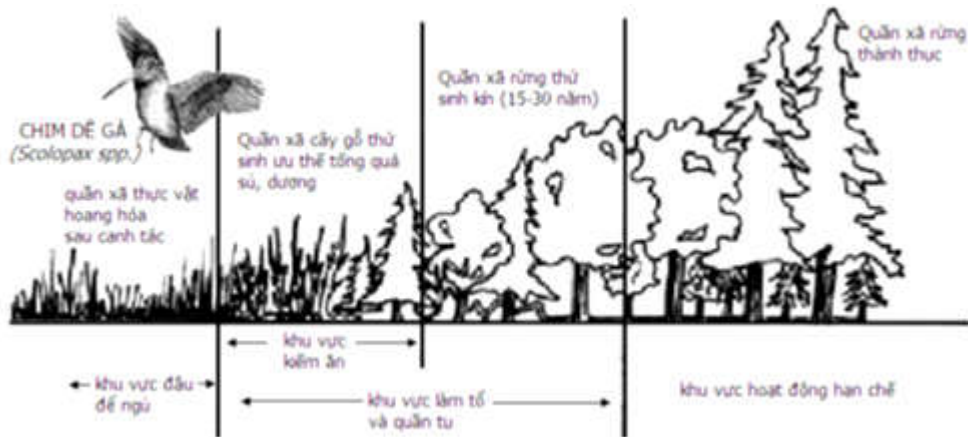
trú và tìm kiếm thức ăn, nguồn tài nguyên, thiết lập các mối quan hệ sinh học phức tạp để tồn tại và phát triển ổn định.

Sự phát triển của quần xã thực vật qua từng giai đoạn diễn thế dẫn tới sự biến đổi về cấu trúc quần xã động vật theo hướng phù hợp với quần xã thực vật. Quy luật chuyển đổi chung là từ những quần xã động vật bậc thấp, kích thước nhỏ và tuổi thọ thấp chuyển thành những quần xã động vật bậc cao hơn, kích thước lớn và tuổi thọ cao. Trong giai đoạn địa y, hệ động vật thưa thớt, phân bố rải rác, chủ yếu là các động vật không xương sống. Trong giai đoạn trảng cỏ, các quần thể giun, côn trùng, ấu trùng, kiến, nhện, ve bét,... chiếm ưu thế trong hệ động vật. Quần thể động vật tăng kích thước và độ phong phú trong giai đoạn quần xã rừng cao đỉnh. Hệ động vật phong phú, bao gồm cả các loài không xương sống (sên, ốc, giun, động vật nhiều chân, rết, kiến, rệp,...) và động vật có xương sống (sóc, cáo, chuột, chuột chũi, rắn, các loài chim, kỳ nhông, ếch nhái, các loài thú ăn thịt,...).

Ngoài ra, diễn thế sinh thái còn làm tăng độ kết nối trong cảnh quan, tạo điều kiện thuận lợi duy trì động lực các quần thể địa phương hoặc thúc đẩy dòng chảy sinh vật trong cảnh quan. Một nghiên cứu của Farina (1998) tại cảnh quan núi ở châu Âu cho thấy, xu thế tăng độ kết nối của rừng cây gỗ phục hồi trên đất hoang hóa theo con đường diễn thế thứ sinh chỉ thị cho tính thích hợp của cảnh quan miền núi đối với các quần thể lợn rừng.

Một ví dụ điển hình về ảnh hưởng của diễn thế sinh thái tới sự hình thành và mất nơi sống của chim dã gà (*Scolopax spp.*) được nghiên cứu ở khu vực hồ Michigan, Hoa Kỳ. Loài chim này ưa thích các nơi sống trong trảng cây bụi và rừng gỗ thứ sinh ẩm. Trạng thái thảm thực vật hoang hóa sau canh tác ban đầu không đáp ứng được yêu cầu là nơi sống của chim dã gà. Trong các giai đoạn diễn thế sinh thái sau đó, các nơi sống trong trảng cây bụi và rừng cây gỗ thứ sinh ẩm lần lượt được

hình thành. Như vậy, trạng thái trước cao đỉnh và trạng thái cao đỉnh là rừng thành thực đã làm hạn chế quy mô nơi sống của chim dẽ gà.



Hình 8.6. Ảnh hưởng của các quần xã trong loạt diễn thế sinh thái khác nhau tới phân bố và hoạt động của quần thể chim dẽ gà (*Scolopax spp.*)

### c) Biến đổi các thuộc tính của hệ sinh thái

Sự biến đổi của hệ sinh thái trong diễn thế sinh thái được thể hiện ở đặc điểm thay đổi cấu trúc, chức năng cũng như các mối quan hệ sinh học trong hệ sinh thái đó. Odum (1953) đã liệt kê 23 chỉ số biến đổi thuộc sáu phạm trù cơ bản trong diễn thế sinh thái của hệ sinh thái, bao gồm chiến lược năng lượng của quần xã, cấu trúc của quần xã, lịch sử đời sống, chu trình các chất dinh dưỡng, áp lực chọn lọc và cơ chế nội cân bằng.

Bảng 8.1. Các khuynh hướng biến đổi trong diễn thế sinh thái (Odum, 1953)

Stt	Thuộc tính của hệ sinh thái	Giai đoạn chưa thành thực	Giai đoạn thành thực
<b>I</b>	<b>Chiến lược năng lượng của quần xã</b>		
1	Sản xuất vật chất và hô hấp của quần xã (P/R)	Khác 1	Xấp xỉ 1
2	Sản xuất vật chất và sinh khối (P/B)	Cao	Thấp
3	Sinh khối và năng lượng đồng hóa (B/E; E = P + R)	Thấp	Cao
4	Sản lượng tinh (P <sub>N</sub> ) hay hoa lợi thu hoạch	Cao	Thấp

5	Các chuỗi thức ăn	Đường thẳng (chủ yếu ăn thực vật)	Kiểu mạng (chủ yếu ăn phế liệu)
<b>II</b>	<b>Cấu trúc của quần xã</b>		
6	Tổng vật chất hữu cơ	Nhỏ	Lớn
7	Chất dinh dưỡng vô cơ	Ngoại sinh	Nội sinh
8	Đa dạng về thành phần loài	Thấp	Cao
9	Đa dạng theo mức cân bằng	Thấp	Cao
10	Đa dạng về sinh hóa	Thấp	Cao
11	Tính hỗn tạp về phân tầng, lớp... (đa dạng về cấu trúc)	Tổ chức kém	Tổ chức tốt
<b>III</b>	<b>Lịch sử đời sống</b>		
12	Đặc trưng về ổ sinh thái	Rộng	Hẹp
13	Kích thước cơ thể	Nhỏ	Lớn
14	Vòng đời	Ngắn, đơn giản	Dài, phức tạp
<b>IV</b>	<b>Chu trình các chất dinh dưỡng</b>		
15	Tốc độ trao đổi chất dinh dưỡng (cơ thể và môi trường)	Nhanh	Chậm
16	Vai trò của sinh vật ăn xác chết	Không quan trọng	Quan trọng
<b>V</b>	<b>Áp lực chọn lọc</b>		
17	Dạng tăng trưởng	Nhanh, kiểu chọn lọc r	Kiểm soát ngược, chọn lọc K
18	Sản phẩm của quá trình sản xuất	Số lượng	Chất lượng
<b>VI</b>	<b>Nội cân bằng</b>		
19	Cộng sinh	Kém phát triển	Phát triển
20	Bảo tồn chất dinh dưỡng	Kém, nghèo	Tốt, giàu
21	Tính ổn định (chống lại xáo động bên ngoài)	Kém	Tốt
22	Entropy	Cao	Thấp
23	Thông tin	Thấp	Cao

## 8.2. CÁC GIẢ THIẾT, MÔ HÌNH VÀ QUY LUẬT CHI PHỐI DIỄN THỂ SINH THÁI

### 8.2.1. Giả thiết xáo động trung gian

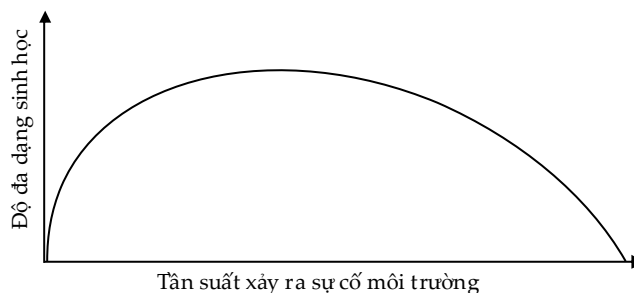
Giả thiết xáo động trung gian do nhà sinh thái học người Anh là Grime phát biểu vào năm 1973: "đa dạng sinh học đạt cao nhất khi các xáo

động xảy ra với tần suất không quá hiếm nhưng cũng không quá thường xuyên". Giả thiết này được cộng đồng khoa học ủng hộ rộng rãi ở khía cạnh khẳng định tần suất xảy ra các xáo động (hoặc các sự cố môi trường) là nhân tố quan trọng làm tăng đa dạng sinh học tại một khu vực cụ thể. Giả thiết cũng bác bỏ các quan niệm trước đây cho rằng đa dạng sinh học cao chỉ có ở những khu vực chưa từng xảy ra xáo động.

Giả thiết của Grime được chứng minh như sau:

- Trường hợp thứ nhất, nếu trong khu vực có các xáo động xảy ra với tần suất thấp, theo định luật Gause (1934), cạnh tranh loại trừ sẽ tăng lên và bị chi phối bởi nhóm loài ưu thế. Hai loài có nhu cầu như nhau sẽ không thể cùng tồn tại ổn định với nguồn tài nguyên hạn hẹp. Loài này sẽ cố loại trừ loài kia để giành tài nguyên, dẫn đến một trong hai loài bị tuyệt chủng địa phương hoặc phải thay đổi hành vi để thích hợp với một ổ sinh thái khác. Hệ quả, đa dạng sinh học bị suy giảm do sự tuyệt chủng cục bộ của các loài kém ưu thế cạnh tranh hơn.

- Trường hợp thứ hai, ngược lại, các xáo động xảy ra với tần suất cao, dẫn tới chỉ có một số loài có thể tồn tại được. Đây là những loài có sức chống chịu cao do có biên độ sinh thái rộng, hoặc có chu kỳ phát triển tương đồng với nhịp điệu xảy ra xáo động. Trong khi đó, phần lớn các loài khác không chịu được tác động thường xuyên với cường độ mạnh của các xáo động, thậm chí còn có thể bị tuyệt chủng cục bộ. Đây là nguyên nhân dẫn tới suy giảm đa dạng sinh học.



Hình 8.7. Biểu đồ thể hiện giả thiết xáo động trung gian của Grime (1973)

### 8.2.2. Quy luật 1% của Williamson (1996)

Dòng vào của các thực vật ngoại lai nhập cư vào các vùng đất mới là một quá trình liên tục và thường xảy ra với tốc độ nhanh chóng. Tuy nhiên, chỉ một số ít loài vào một vùng mới có thể tạo lập thành công ở đó, và sau đó, chỉ có một số rất ít loài đã tạo lập trở thành loài xâm lấn, phát triển lan tràn. Dựa trên các kết quả nghiên cứu trên hệ thực vật quần đảo nước Anh, Williamson (1996) phát biểu quy luật 1% đối với sinh vật xâm lấn như sau: "*chỉ có 10% tổng số loài nhập cư mới thực sự được tạo lập, và sau đó, chỉ có 10% trong số đó trở thành loài xâm lấn đủ để được coi là sinh vật có hại*".

Quy luật này được chứng minh bằng nhiều kết quả thực nghiệm sinh thái học. Nghiên cứu của Weeda (1987) về số loài ngoại lai ở Hà Lan cho thấy, có 75 loài (xấp xỉ 1% tổng số loài) xâm nhập thành công và hình thành các thảm thực vật tự nhiên. Nghiên cứu của Kornas (1990) tại khu vực Montpelier (Pháp) cho thấy, trong 799 loài xâm nhập được vào thì có đến 692 loài không thể tạo lập (86,1%). Nghiên cứu của Kowarik (1995) tại vùng Brandenburg và Berlin (Cộng hòa Liên bang Đức) cho thấy, trong tổng số 3.150 loài cây gỗ xâm nhập vào, chỉ có 10% phát tán trong điều kiện xâm nhập ban đầu, 2% được tạo lập, và chỉ 1% thành công. Kowarik cho rằng tỷ lệ 10 : 2 : 1 đặc trưng cho tất cả hệ thực vật có mặt ở khu vực Trung và Tây Âu (khoảng 12.000 loài).

### 8.2.3. Nguyên lý thời gian trễ

Mặc dù một số loài xâm lấn có thể tăng trưởng quần thể nhanh chóng sau khi nhập cư thành công, nhưng hầu hết các loài thực vật xâm lấn có một *thời gian trễ* giữa thời điểm xâm nhập ban đầu và thời điểm tăng trưởng quần thể sau đó. Nghiên cứu của Kowarik (1995) cho thấy,

trong tổng số 184 loài cây gỗ ngoại lai, chỉ có 6% tổng số loài đã lan rộng trong khoảng thời gian 50 năm kể từ thời gian chúng xâm nhập lần đầu tiên vào vùng này. Nói cách khác, thời gian trễ đối với 6% tổng số loài là 50 năm. Tương tự, 25% tổng số loài có thời gian trễ 50 - 100 năm; 51% có thời gian trễ từ 100 - 200 năm; 14% từ 200 - 300 năm; 4% có thời gian trễ trên 300 năm. Thời gian trễ đối với các loài thực vật thân thảo ngắn hơn nhiều so với các loài thực vật thân bụi, khoảng vài thập niên.

Theo Crooks và Soulé (1999), có hai kiểu thời gian trễ liên quan tới các quần thể tiên phong:

- *Thời gian trễ riêng*: do động lực nội tại trong quần thể, gây ra bởi sự phát triển bình thường của quần thể, do đó khác nhau giữa các loài.

- *Thời gian trễ kéo dài*: gây ra bởi các yếu tố môi trường có quan hệ với các điều kiện sinh thái được cải thiện đối với sinh vật. Những điều kiện này có nguồn gốc tự nhiên hoặc nguồn gốc nhân sinh, bao gồm: sự xáo trộn thổ nhưỡng và làm giàu dinh dưỡng, biến đổi khí hậu, hướng phát tán và các mối quan hệ sinh học cùng loài.

#### **8.2.4. Mô hình động lực nguồn - đích về hình thành tập đoàn**

Quá trình quần tụ được đặc trưng bởi sự tăng trưởng quần thể theo hàm logistic. Trong pha tăng trưởng bùng nổ, các loài thực vật mới xuất hiện và mở rộng không gian cư trú. Tốc độ mở rộng này tương đương với tốc độ tăng trưởng quần thể của một sinh vật trong một môi trường lý tưởng, có nguồn tài nguyên thiết yếu không hạn chế. Do đó, pha hình thành tập đoàn của một loài xâm lấn thường được biểu thị bằng tốc độ tăng trưởng nội tại của chúng. Giai đoạn này, phụ thuộc nhiều vào các nhân tố sinh học hơn là các yếu tố môi trường, mặc dù cả hai đều đóng vai trò quan trọng trong tất cả các quá trình.

Sự hình thành tập đoàn xảy ra khi các cá thể thực vật thuộc một quần thể sinh sản và sau đó tăng trưởng kích thước quần thể cho tới khi đủ khả năng tự duy trì. Cousens và Mortimer (1995) mô tả tốc độ tăng trưởng của quần thể theo phương trình sau:

$$\frac{\partial A}{A \partial t} = 2\pi r^2 t$$

*Trong đó: A là diện tích bị chiếm cứ bởi một loài mới; t là thời gian hoặc vòng đời; r là bán kính mở rộng của quần thể.*

Phương trình trên còn được gọi là phương trình Cousens-Mortimer, biểu thị khả năng phát triển tiến bộ của các quần thể nguồn của các loài thực vật xâm lấn chịu ảnh hưởng hầu hết bởi các đặc tính sinh học ảnh hưởng đến tăng trưởng quần thể của chúng. Trong khi đó, quần thể của các loài thực vật xâm lấn cũng được mở rộng bởi các quần thể vệ tinh thường bị cách ly với quần thể nguồn của chúng. Phương trình Cousens-Mortimer lần đầu tiên mô phỏng các quần thể vệ tinh. Mặc dù quần thể này trẻ và có thể mở rộng nhanh chóng, nhưng việc thiết lập một quần thể vệ tinh yêu cầu phải có mặt một điểm trống để một chồi mầm phát tán đến cư trú. Loại bỏ các điểm trống bằng cách làm giảm tối đa độ truyền qua môi trường là một nguyên lý chủ đạo làm giảm tốc độ hình thành tập đoàn của các loài xâm lấn. Trong khi đó, các quần thể vệ tinh vẫn tồn tại trong cảnh quan. Do đó, điều quan trọng nhất là phải xác định được đâu là đích các quần thể "nguồn" hoặc "vệ tinh" của các loài xâm lấn sau khi đã xâm nhập thành công.

Trong các nơi sống dạng tuyến, chẳng hạn hành lang, hoặc các nơi sống thường xuyên xảy ra xáo động, chẳng hạn các khu vực đường giao thông hoặc khu vực ven sông, rất khó phát hiện các quần thể vệ tinh phát tán với khoảng cách dài. Trong các trường hợp này, tốt nhất là ngăn chặn các quần thể nguồn của các loài xâm lấn.

### 8.3. QUAN ĐIỂM VỀ DIỄN THỂ SINH THÁI QUY MÔ CẢNH QUAN

Diễn thể sinh thái là một khái niệm cơ bản của sinh thái học. Lý luận và mô hình về diễn thể sinh thái được xây dựng và áp dụng cho đối tượng là quần xã sinh vật và chỉ giới hạn trong phạm vi không gian của một hệ sinh thái. Từ những năm 1980, diễn thể sinh thái quy mô cảnh quan bắt đầu được nghiên cứu với mục đích giải thích, dự báo quy luật phục hồi và phát triển của các cảnh quan tự nhiên bị phá hủy do các xáo động tự nhiên hoặc tác động của con người. Trong các nghiên cứu này, thảm thực vật là hợp phần được quan tâm nhiều nhất, ngoại trừ một số trường hợp đặc biệt như đối với các cảnh quan núi cao hoặc cảnh quan sa mạc không có thảm thực vật hoặc thảm thực vật thưa thớt.

Trên cơ sở tổng hợp tài liệu đã nghiên cứu, một số nhận xét tổng quát về các hướng nghiên cứu chủ đạo liên quan tới diễn thể sinh thái quy mô cảnh quan được đưa ra như sau:

- *Về các nghiên cứu lý thuyết:* các công trình nghiên cứu tập trung giải quyết ba vấn đề chính: (i) phân tích ảnh hưởng của các yếu tố ngoại sinh đến diễn thể sinh thái; (ii) phân tích ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan đến diễn thể sinh thái; và (iii) nghiên cứu dòng vật chất, biến đổi năng lượng và chuyển hóa thông tin (entropy) trong diễn thể sinh thái.

- *Về các nghiên cứu ứng dụng, mô hình hóa và áp dụng công nghệ:* với sự phát triển mạnh mẽ của các mô hình động lực hệ sinh thái, công nghệ viễn thám và GIS từ những năm 1980, diễn thể sinh thái quy mô cảnh quan được nghiên cứu theo hướng mô phỏng diễn thể sinh thái dựa trên các mô hình động lực, định lượng cấu trúc quần xã và cấu trúc cảnh quan trong diễn thể sinh thái, giám sát diễn thể sinh thái bằng công nghệ viễn thám.



Nghiên cứu diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan là một vấn đề hoàn toàn mới và phức tạp cả về mặt lý luận cũng như thực tiễn triển khai nghiên cứu. Trên thế giới và Việt Nam, không có nhiều công trình đề cập cụ thể lý luận diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan. Có thể kể tên một số công trình tiêu biểu trên thế giới theo hướng này: "Tiếp cận và ứng dụng mô hình hóa không gian biến đổi cảnh quan rừng" (Mladenoff và Baker, 1999), "Những hạn chế của diễn thế sinh thái truyền thống và chuyển đổi cảnh quan" (Ingegnoli, 2002), "Sinh thái cảnh quan của lửa và diễn thế sinh thái" (McKenzie và cộng sự, 2011). Tại Việt Nam, diễn thế sinh thái là một chủ đề nghiên cứu quan trọng của các nhà sinh thái học và các nhà địa thực vật (Thái Văn Trường, 1978, 1999; Phan Nguyên Hồng, 1991). "Diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan" đôi khi được các nhà địa lý học sử dụng một cách không chính thức bằng một thuật ngữ thay thế là "diễn thế cảnh quan".

So với nhiều lý luận cơ bản của sinh thái cảnh quan, lý luận về diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan còn rất hạn chế. Điều này xuất phát từ những khó khăn trong quá trình xây dựng lý luận, đồng thời hạn chế cả những nghiên cứu ứng dụng theo hướng này. Trong thực tiễn phát triển lý luận và triển khai ứng dụng, có ba vấn đề cơ bản đã được đặt ra và hiện nay còn nhiều tranh luận:

1) Có hay không "*diễn thế cảnh quan*"? Cách gọi nào chính xác: "*diễn thế cảnh quan*" hay "*diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan*"?

2) Công nhận khái niệm "*diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan*" có phủ định sự tồn tại của khái niệm "*phát triển cảnh quan*" hay không?

3) "*Diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan*" được biểu hiện trong cấu trúc đứng và cấu trúc ngang của cảnh quan như thế nào?

Các nguyên lý cơ bản về cấu trúc cảnh quan và động lực cảnh quan được vận dụng trong phần dưới đây để giải quyết các câu hỏi nghiên cứu được đặt ra.

- *Diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan hay diễn thế cảnh quan*

Trước tiên cần khẳng định rằng không tồn tại khái niệm và các bằng chứng thực tiễn về diễn thế cảnh quan (*landscape succession*). Điều này xuất phát từ bản chất động lực của cảnh quan. Sự phát triển và tiến hóa là đặc tính cơ bản của cảnh quan. Cảnh quan là một khái niệm mang tính lịch sử, văn hóa và tiến hóa (Naveh, 2000), nghĩa là luôn có xu thế phát triển đi lên và tiến hóa. Ngược lại, khái niệm về hệ sinh thái mang tính bất biến và tuần hoàn, nghĩa là luôn có xu thế quay trở lại trạng thái cân bằng. Trong diễn thế sinh thái, hệ sinh thái luôn có xu thế quay trở lại trạng thái cao đỉnh cuối cùng.

Diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan không bao hàm ý nghĩa các cảnh quan lần lượt thay thế nhau (nghĩa là phủ định có diễn thế cảnh quan). Hiện tượng lần lượt thay thế nhau chỉ xảy ra trên đơn vị không gian cơ sở là các hệ sinh thái. Nói cách khác, cấp đơn vị không gian cơ sở để nghiên cứu diễn thế sinh thái là hệ sinh thái. Kết quả của diễn thế sinh thái là tạo ra trạng thái bất đồng nhất trong cảnh quan do sự đan xen giữa các hệ sinh thái phát triển ở các giai đoạn diễn thế khác nhau. Điều này cũng có nghĩa là không thể tồn tại "trạng thái cao đỉnh" của cảnh quan.

Sinh thái cảnh quan nghiên cứu *diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan*. Điều này phân biệt với *diễn thế sinh thái ở quy mô hệ sinh thái* là đối tượng nghiên cứu của sinh thái học. Đặc trưng về quy mô không gian trong nghiên cứu diễn thế sinh thái biểu thị ba hiện tượng phổ quát:

- Quy mô và cấu trúc không gian là hai đặc trưng quan trọng nhất phân biệt diễn thế sinh thái. Diễn thế sinh thái quy mô hệ sinh thái diễn

ra trong một phạm vi không gian nhỏ, cấu trúc quần xã tương đối đồng nhất. Diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan được xem xét trong một phạm vi không gian lớn hơn, cấu trúc bề mặt bất đồng nhất do sự đan xen của các quần xã thuộc các giai đoạn diễn thế khác nhau trong một hệ diễn thế.

- Diễn thế sinh thái quy mô hệ sinh thái có thể dự báo được theo chiều hướng giảm giá trị entropy (Odum, 1953). Diễn thế sinh thái trong hệ sinh thái luôn dẫn tới xu thế giảm entropy, tới một trạng thái cân bằng, có tính trật tự nội tại cao. Biến đổi cảnh quan do diễn thế sinh thái là một quá trình hỗn độn, không thể dự đoán được. Tính hỗn độn này được hình thành do hai mặt đối lập: xu thế trở lại trạng thái cân bằng của các hệ sinh thái do diễn thế sinh thái và xu thế phá vỡ trạng thái cân bằng do các yếu tố xáo động trong cảnh quan.

Trong cảnh quan, diễn thế sinh thái luôn dẫn tới thay đổi sự bất đồng nhất trong cảnh quan, xu thế biến đổi entropy không thể dự tính trước được (không tồn tại khái niệm trạng thái cao đỉnh của cảnh quan). Rõ ràng diễn thế sinh thái trong cảnh quan không phải là quá trình hướng cảnh quan tới một trạng thái cân bằng, có tính trật tự nội tại cao và có thể phá vỡ được bản chất bất đồng nhất của cảnh quan.

Nói tóm lại, diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan là tổng hòa của các diễn thế sinh thái trong các hệ sinh thái bộ phận, tuy nhiên không hướng tới một "trạng thái cao đỉnh" và phá vỡ bản chất bất đồng nhất của cảnh quan.

- *Quan hệ giữa diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan và sự phát triển cảnh quan*

Diễn thế sinh thái trong cảnh quan không phủ nhận sự phát triển của cảnh quan, ngược lại, là một quá trình quan trọng thúc đẩy sự phát triển của cảnh quan. Những trạng thái biến đổi cảnh quan khác nhau

trong diễn thế sinh thái góp phần vào sự phát triển của cảnh quan. Những yếu tố tự nhiên và nhân sinh gây diễn thế sinh thái cũng đồng thời là những yếu tố động lực gây biến đổi cảnh quan.

Trong phạm vi cảnh quan, các xáo động tự nhiên như núi lửa, trượt đất, băng tích,... cũng như tác động của con người thường làm phá hủy hoặc làm mất đi hoàn toàn lớp phủ thổ nhưỡng và tàn tích sinh học. Tuy vậy, nhờ diễn thế sinh thái, các quần xã thực vật, động vật và các vi sinh vật đã phát triển trong các điều kiện khắc nghiệt tạo nên các cảnh quan mới có cấu trúc ổn định - đó là cơ chế của sự phát triển cảnh quan. Các quy luật chung được vận dụng trong thực tiễn thúc đẩy sự phục hồi của đất thoái hóa để phục vụ sản xuất. Do vậy, nghiên cứu diễn thế sinh thái có vai trò quan trọng theo cả hai khía cạnh: sinh thái học và quản lý đất đai, từ đó ứng dụng để cải tạo và phát triển các cảnh quan đã bị thoái hóa hoặc bị phá hủy hoàn toàn.

- *Những biểu hiện của diễn thế sinh thái trong cấu trúc đứng và cấu trúc ngang của cảnh quan*

Mối quan hệ nội tại trong cảnh quan là quan hệ về cấu trúc đứng và cấu trúc ngang. Sự biến đổi của hợp phần sinh vật trong diễn thế sinh thái sẽ ảnh hưởng tới các hợp phần khác, đồng thời, giữa các hệ thống sẽ ảnh hưởng với nhau theo cấu trúc ngang thông qua dòng vật chất và năng lượng. Do đó, nghiên cứu diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan sẽ phải chú trọng tới hai vấn đề:

- *Biến đổi trong cấu trúc đứng*: mối liên hệ giữa các hợp phần trong diễn thế sinh thái, ví dụ quần xã, thổ nhưỡng, địa hình, khí hậu, chế độ thủy văn địa phương;

- *Biến đổi trong cấu trúc ngang*: chu trình vật chất và dòng năng lượng trong cảnh quan, độ bất đồng nhất, độ đa dạng của cảnh quan, độ kết nối giữa các hệ sinh thái trong cảnh quan.

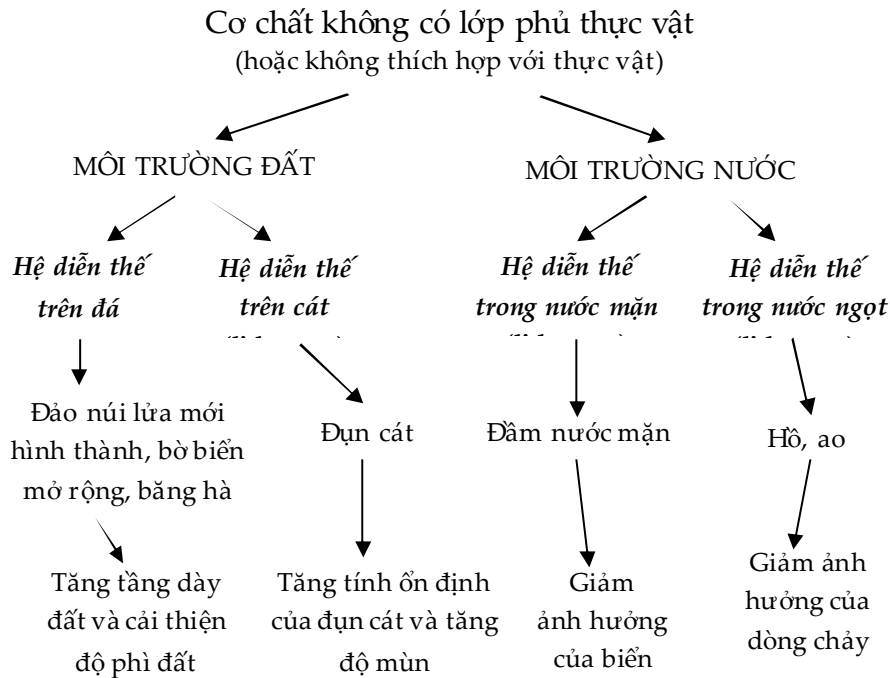
Xét về mặt cấu trúc, tính đa dạng của cảnh quan được tạo ra do sự đan xen giữa các hệ sinh thái thuộc các giai đoạn diễn thế khác nhau. Trong đó, các quần xã thảm thực vật cao đỉnh có tính kết nối liên tục được coi là thể nền; các trạng thái thảm thực vật trước cao đỉnh có cấu trúc tách rời do các xáo động tại chỗ được coi là các mảnh rời rạc.

## 8.4. HỆ DIỄN THẾ

### 8.4.1. Khái niệm và phân loại

Hệ diễn thế (*sere*) được định nghĩa là *"tổng thể các quần xã trong loạt diễn thế sinh thái từ trạng thái khởi đầu cho tới cao đỉnh"*. Một quần xã trong hệ diễn thế là *"một quần xã tạm thời xảy ra trong một loạt diễn thế sinh thái tại một vị trí nhất định"*.

Khái niệm hệ diễn thế có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong nghiên cứu diễn thế sinh thái dựa trên các nguyên lý sinh thái cảnh quan. Diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan được đặc trưng bởi sự đan xen của nhiều quần xã thuộc các giai đoạn diễn thế khác nhau thuộc một hệ diễn thế. Hệ quả, diễn thế sinh thái quy mô cảnh quan không phải được đặc trưng bởi một trạng thái quần xã nhất định, mà được đặc trưng bởi một hệ diễn thế trong một cảnh quan. Các hệ diễn thế này còn là biểu hiện đặc trưng của sự phát triển trong cảnh quan.



Hình 8.8. Các hệ diễn thế phổ biến xảy ra trong môi trường đất và môi trường nước

Sơ đồ trên thể hiện năm hệ diễn thế được phân định dựa vào cơ chất (môi trường đất, môi trường nước) và khí hậu, cụ thể như sau:

- Các hệ diễn thế được phân định căn cứ vào cơ chất của thực vật là môi trường đất hoặc môi trường nước: hệ diễn thế trong nước ngọt (*hydrosere*), hệ diễn thế trên đá (*lithosere*), hệ diễn thế trên cát (*psammosere*) và hệ diễn thế trong nước mặn (*halosere*).

- Hệ diễn thế được phân định dựa trên các đặc trưng khí hậu: hệ diễn thế trong môi trường khô hạn (*xerosere*).

#### 8.4.2. Hệ diễn thế trong nước ngọt

Một hệ diễn thế trong nước ngọt (*hydrosere*), còn gọi là hệ diễn thế thực vật ưa ẩm, là một loạt diễn thế nguyên sinh xảy ra trong phạm vi

không gian của một cảnh quan thủy vực, chẳng hạn cảnh quan hồ hay ao. Theo thời gian, thủy vực sẽ khô cạn, cuối cùng trở thành rừng. Trong quá trình biến đổi này, một loạt các hệ sinh thái như bãi bồi và đầm lầy sẽ thay thế nhau. Quá trình phát triển từ thủy vực thành rừng cây gỗ kín cao đỉnh kéo dài khoảng 200 năm. Một số trạng thái trung gian diễn ra trong khoảng thời gian ngắn hơn. Ví dụ, bãi bồi có thể chuyển thành đầm lầy trong thời gian khoảng 10 năm hoặc ngắn hơn, phụ thuộc vào hàm lượng bùn lắng đọng trong thủy vực.

Trong hệ diễn thế nước ngọt, vật liệu cát và sét bị rửa trôi trong lưu vực và các khu vực lân cận. Sau đó, các tàn tích hữu cơ (từ sinh vật chết) lấp đầy các thủy vực này và làm biến đổi môi trường. Nếu thủy vực lớn và sâu, có sóng lớn, thì sự biến đổi không quan sát được. Tuy nhiên, trong một thủy vực nhỏ hơn, diễn thế sinh thái dễ nhận thấy. Các quần xã thực vật khác nhau chiếm lĩnh các khu vực khác nhau trong cảnh quan thủy vực và hình thành các vùng đồng tâm. Vùng biên của cảnh quan thủy vực bị các loài thực vật có rễ chiếm lĩnh. Trong khi đó, các loài thực vật ngập nước phân bố trong vùng ven bờ, còn sinh vật nổi và các loài boi lội phân bố trong vùng nước mở.

Hệ diễn thế trong nước ngọt bao gồm bảy quần xã chính:

1. *Quần xã thực vật nổi*: tảo đóng vai trò là loài tiên phong, bào tử của chúng trong không khí đi vào thủy vực. Sau đó là sự phát triển của động vật nổi (*zooplankton*). Sau khi chết, xác của các sinh vật này kết hợp với vật liệu bùn, sét (do dòng nước mang xuống từ các khu vực xung quanh) là vật liệu cơ bản hình thành đất, làm thay đổi môi trường.

2. *Quần xã thực vật chìm ngập*: môi trường mới giúp ánh sáng xâm nhập vào các vùng biên, là điều kiện thích hợp đối với sự phát triển của các loài ngập nước (rong, họ,...) có rễ cắm vào trầm tích bùn. Trong giai đoạn này, diễn thế sinh thái xảy ra nhanh, quá trình tích lũy vật liệu hữu cơ được duy trì, đồng thời tầng dày lớp trầm tích vô cơ có nguồn gốc bên ngoài đưa vào thủy vực được tăng cường. Kết quả, thủy vực trở

nên nông hơn, không còn thích hợp với sự phát triển của thực vật ngập nước có rễ, mà thích hợp với sự phát triển của các loài thực vật trôi nổi.

3. *Quần xã thực vật trôi nổi*: các thực vật trôi nổi, chẳng hạn súng, sen, rong mái chèo,... bám rễ vào lớp bùn, nhưng một số hoặc tất cả lá đều trôi nổi trên mặt nước. Bộ lá lớn và rộng của các loài này trôi nổi che phủ mặt nước, tạo môi trường không thích hợp đối với sự phát triển của các loài ngập nước khác. Các thực vật phân hủy hình thành lớp bùn hữu cơ và làm cho thủy vực càng trở nên nông hơn.

4. *Quần xã đầm sậy*: thủy vực bị xâm lấn bởi các loài thực vật thân cao có rễ dưới nước nhưng phần thân ở trên mặt nước, chẳng hạn sậy, cỏ nến, niễng,... Các thực vật này có thân rễ bò đan chặt với nhau trong lớp bùn, làm thúc đẩy nhanh quá trình thay đổi nội sinh. Bề mặt thủy vực chuyển thành bề mặt đầm lầy bão hòa nước.

5. *Quần xã cỏ - lách*: hiện tượng giảm mực nước và những thay đổi trong tầng cơ chất giúp cho các loài thuộc họ Cói (Cyperaceae) và họ Hòa bản (Graminae) tự tạo lập. Thân rễ của chúng làm tăng độ chặt của lớp đất. Lớp lá trên mặt đất bốc hơi làm hạ thấp mực nước và bổ sung nguồn hữu cơ vào đất. Hệ quả, cảnh quan trở nên thích hợp đối với các loài thân thảo có khả năng phát triển mạnh, làm thay đổi sâu sắc môi trường. Điều kiện môi trường ẩm thấp bắt đầu xuất hiện và thảm thực vật đầm lầy bắt đầu biến mất.

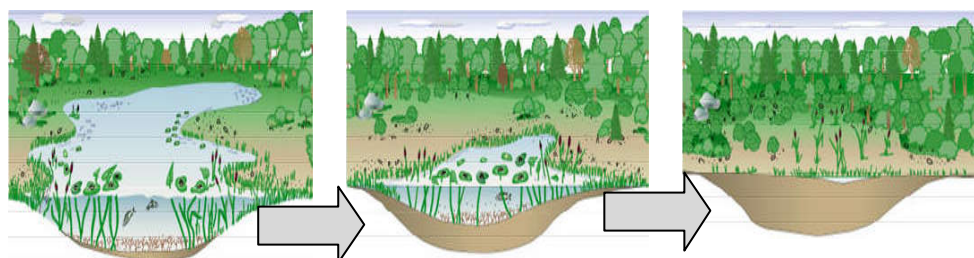
6. *Quần xã rừng cây gỗ*: nền thổ nhưỡng trong cảnh quan trở nên khô hơn trong hầu hết thời gian trong năm, thích hợp đối với sự phát triển của thảm rừng cây gỗ ưa ẩm, các loài cây xâm lấn thân bụi và cây thân gỗ. Các loài này cạnh tranh với nhau về ánh sáng, làm hạ thấp mực nước ngầm thông qua quá trình thoát hơi nước, phát triển thổ nhưỡng, tích lũy mùn cùng với vi sinh vật.

7. *Quần xã cao đỉnh khí hậu*: quần xã cao đỉnh khí hậu là giai đoạn phát triển cuối cùng. Có nhiều kiểu quần xã cao đỉnh trong các điều kiện khí hậu vùng khác nhau: thảm rừng kín trong điều kiện khí hậu



âm; đồng cỏ trong điều kiện khí hậu bán ẩm; hoang mạc trong điều kiện khí hậu khô hạn và bán khô hạn. Thảm rừng kín được đặc trưng bởi sự có mặt của các tầng: tầng vượt tán (các loài cây vươn cao, phân bố không liên tục), tầng ưu thế sinh thái (tầng rừng chính, liên tục), tầng dưới tán (gồm cây tái sinh và cây gỗ ưa bóng), tầng thảm tươi và thực vật ngoại tầng (chủ yếu các loài thân dây leo). Khác với các giai đoạn trước với môi trường đất bị glây cao tạo điều kiện kỵ khí không thuận lợi cho sự phát triển của vi sinh vật, giai đoạn này tạo ra môi trường hiếu khí hoàn hảo thuận lợi cho sự phát triển của các sinh vật phân hủy.

Trong hệ diễn thế trong nước, vai trò của các hợp phần cảnh quan đối với diễn thế sinh thái không đồng đều trong mỗi giai đoạn diễn thế. Hợp phần thủy văn có vai trò định hướng trong giai đoạn tiên phong (giai đoạn thực vật nổi); hợp phần thảm thực vật và mẫu chất - địa hình đóng vai trò quan trọng trong các giai đoạn đầu trước cao đỉnh; hợp phần thổ nhưỡng phát huy vai trò quan trọng trong giai đoạn rừng cây gỗ; hợp phần khí hậu vùng đóng vai trò quyết định hướng hình thành cấu trúc quần xã cao đỉnh đặc thù.



Hình 8.9. Hệ diễn thế trong nước ngọt trong sự phát triển cảnh quan thủy vực

Các quá trình tự nhiên đặc trưng xảy ra trong hệ diễn thế trong nước bao gồm:

- Quá trình hình thành cơ chất;
- Quá trình hạ thấp mực nước và làm cạn nước;
- Quá trình bổ sung mùn và các chất khoáng;

- Quá trình xây dựng cấu trúc thổ nhưỡng;
- Quá trình phản glây hóa của đất.

Các hợp phần cảnh quan có xu thế biến đổi như sau:

- *Mẫu chất - địa hình*: thủy vực bị lấp đầy bởi trầm tích dẫn đến sự biến đổi từ địa hình thấp trũng - ngập nước (bãi triều, đầm lầy, đồng bằng thấp trũng,...) thành địa hình cao - thoát nước (đồng bằng trung bình và đồng bằng cao).

- *Thủy văn*: nước mặt và mực nước ngầm hạ thấp dần.

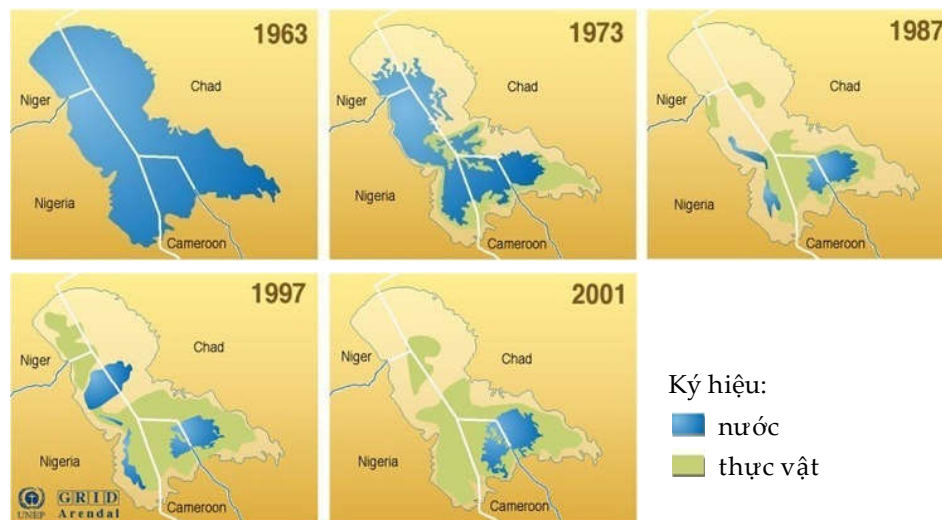
- *Khí hậu*: điều kiện khí hậu cảnh quan và vi khí hậu thay đổi, đặc biệt về ánh sáng, nhiệt độ và độ ẩm. Cường độ ánh sáng nói chung có xu thế giảm, nhiệt độ không khí rừng thường thấp hơn nhiệt độ đất trống khoảng 3-5°C, độ ẩm tăng cao hơn.

- *Lớp phủ thực vật*: diện tích các khoảnh đất trống giảm; diện tích các khoảnh đất có lớp phủ thực vật tăng.

Cấu trúc cảnh quan biến đổi sâu sắc trong diễn thế sinh thái. Cấu trúc đứng biến đổi theo hướng tăng độ đa dạng các tầng cây do tăng cường cạnh tranh giữa các quần thể thực vật về ánh sáng. Biến đổi cấu trúc ngang theo *mô hình vòng đồng tâm*. Các quần xã trong các giai đoạn diễn thế có thể cùng được quan sát thấy trong một thủy vực và sự phân bố của chúng được đặc trưng bởi phân bố đồng tâm. Thảm sậy phân bố ở khu vực trung tâm; thảm lách và cỏ phân bố ở vùng biên (thủy vực - lục địa); trảng cây bụi và rừng cây gỗ phân bố ở trên lục địa.

Con người là một nhân tố quan trọng ảnh hưởng tới tốc độ chuyển đổi giữa các quần xã trong hệ diễn thế và biến đổi cấu trúc cảnh quan, thường theo chiều hướng thúc đẩy các quá trình phát triển nhanh hơn. Một ví dụ điển hình là hồ nước ngọt Chad thuộc trung tâm vùng Bắc Phi, một trong những hồ nước ngọt lớn nhất thế giới, hiện đang bị thu

hẹp với tốc độ chóng mặt. Do tác động của nhiều yếu tố tự nhiên và nhân sinh: lượng mưa giảm sút, nhu cầu khai thác nước tưới tăng lên, lưu lượng nước từ sông Chari giảm,... khiến lượng nước bổ sung hàng năm không đủ để duy trì trữ lượng nước cần thiết trong hồ. Từ 25.000 km<sup>2</sup> vào năm 1963, đến nay, diện tích hồ chỉ còn 1.350 km<sup>2</sup>, bằng khoảng 1/19 lần so với trước. Hiện nay, độ sâu của hồ Chad đo được chưa đầy 7 m. Nhiều diện tích mặt nước trước đây đã được thay thế bởi các kiểu lớp phủ thực vật hiện tại.



Hình 8.10. Hệ diễn thế trong nước ngọt và sự biến mất của hồ Chad ở châu Phi

### 8.4.3. Hệ diễn thế trên đá

Hệ diễn thế trên đá (*lithosere*) là hệ diễn thế khởi đầu trên một bề mặt thạch học mới được hình thành. Các quá trình băng hà làm hình thành các bề mặt băng hà, quá trình nâng kiến tạo làm hình thành các bờ biển kiến tạo, quá trình phun trào núi lửa làm hình thành các bề mặt đồng bằng hoặc cao nguyên bazan,... là những ví dụ điển hình cho các bề mặt được coi là cơ chất khởi đầu cho hệ diễn thế trên đá này.

Hệ diễn thế trên đá bao gồm sáu kiểu quần xã chính:

1. *Quần xã địa y*: các loài địa y hình thành nên quần xã tiên phong trên nền đá trống trơn do có khả năng chịu được điều kiện khô hạn, đồng thời sản xuất các axit hữu cơ bào mòn bề mặt đá và giải phóng khoáng chất cung cấp cho quá trình sống của chúng. Quá trình này kết hợp với ảnh hưởng của các yếu tố môi trường khác (nhiệt độ, gió,...) làm phá hủy đá theo cơ chế phong hóa vật lý và phong hóa hóa học, tạo ra nguồn vật liệu vô cơ (kết hợp với vật liệu hữu cơ từ địa y) cung cấp cho quá trình hình thành đất. Kết quả dẫn đến sự tăng trưởng của quần xã địa y dạng lá,... Địa y có bao lá giữ nước tốt hơn, khả năng tích lũy khoáng chất và mùn (vật liệu hình thành đất) tốt hơn, làm phát triển một tầng đất mịn trên bề mặt đá.

2. *Quần xã rêu*: tích lũy các khoáng chất và mùn dẫn đến sự phát triển của các loài rêu thuộc các chi *Polytrichum* và *Grimmia*. Trong suốt giai đoạn này, sự tích lũy thêm khoáng chất và mùn là điều kiện thích hợp đối với sự phát triển của các loài rêu khác thuộc các chi *Hypnum*, *Bryum*,...

3. *Quần xã trạng cỏ*: quá trình phân hủy rêu làm hình thành một lượng vật liệu hữu cơ trên đá mẹ bị phong hóa từng phần, tạo điều kiện thuận lợi cho sự nảy mầm của một số loài cỏ hàng năm chịu được tầng đất mỏng. Hệ quả, tầng đất dày và giàu mùn hơn do tích lũy vật liệu phân hủy của các loài cỏ này dẫn đến sự thay thế chúng bằng các loài cỏ lâu năm. Một số loài động vật nhỏ bắt đầu xâm lấn vào nơi sống.

4. *Quần xã trạng cây bụi*: quá trình phong hóa đá và tích lũy vật liệu mùn từ cỏ tạo ra nơi sống thích hợp hơn đối với sự phát triển của các loài cây bụi. Cây bụi có kích thước lớn hơn, rễ ăn sâu hơn xuống nền đá mẹ đã làm thúc đẩy quá trình phong hóa đá và thành tạo đất.

5. *Quần xã rừng cây gỗ*: sau trảng cây bụi, rừng cây gỗ bắt đầu phát triển. Đầu tiên là các cây gỗ nhỏ ưa sáng, có khả năng chịu được thổ nhưỡng có tầng đất mỏng, nghèo dinh dưỡng.

6. *Quần xã cao đỉnh*: cũng giống như hệ diễn thế trong nước ngọt, sự phát sinh các kiểu quần xã cao đỉnh phụ thuộc chặt chẽ vào điều kiện đại khí hậu: rừng kín được hình thành trong điều kiện khí hậu ẩm; đồng cỏ hình thành trong điều kiện khí hậu bán ẩm; hoang mạc hình thành trong điều kiện khí hậu khô hạn và bán khô hạn.

Môi trường khô hạn và thiếu chất dinh dưỡng là đặc trưng quan trọng của cảnh quan ban đầu trong loạt diễn thế này. Nói cách khác, nước và chất dinh dưỡng là hai yếu tố giới hạn đối với sự phát triển của các sinh vật tham gia vào các quần xã khởi đầu trong loạt diễn thế này. Trên cơ sở hai yếu tố giới hạn này, trong hệ diễn thế trên đá, các hợp phần cảnh quan đóng vai trò khác nhau đối với diễn thế sinh thái:

- Khí hậu là yếu tố chi phối toàn bộ chuỗi diễn thế: trong giai đoạn trước cao đỉnh, điều kiện đại khí hậu cũng được coi là khí hậu địa phương, do cảnh quan trống rỗng chưa có khả năng hình thành tiểu khí hậu và khí hậu cảnh quan có vai trò quan trọng trong hình thành phong hóa vật lý và thúc đẩy phong hóa hóa học. Trong giai đoạn cao đỉnh, khí hậu với cán cân nhiệt - ẩm đặc trưng có vai trò định hướng hình thành các kiểu quần xã cao đỉnh khác nhau.

- Đá mẹ đóng vai trò là cơ chất vững chắc cung cấp nơi sống cho các loài tiên phong. Do tính chất khô hạn và thiếu dinh dưỡng, đá mẹ đã hạn chế sự phát triển của các loài khác có khả năng cạnh tranh với các loài tiên phong trong giai đoạn ban đầu, đồng thời cung cấp khoáng chất hình thành đất. Mặc dù đá mẹ không trực tiếp tham gia vào sự hình thành các quần xã cao đỉnh, nhưng chúng trực tiếp hình thành các loại đất khác nhau có tiềm năng thích nghi đối với các loài thực vật khác nhau. Chẳng hạn, trong môi trường nhiệt đới, đất feralit phát triển trên

đá bazan có tầng dày hơn nhiều so với đất feralit phát triển trên đá granit, do đó hình thành các thảm rừng kín có cấu trúc tốt hơn.

- Địa hình và thổ nhưỡng đóng vai trò quan trọng trong giai đoạn cao đỉnh, làm hình thành các kiểu phụ nguyên sinh, có thể khác biệt hẳn so với kiểu cao đỉnh nguyên sinh khí hậu. Chẳng hạn, mặc dù cùng hình thành trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm, nhưng trên các đỉnh núi dốc không thể giữ được lớp phủ thổ nhưỡng thì thực vật sẽ phát triển khó khăn. Kiểu này khác biệt hẳn với kiểu rừng mưa nhiệt đới cao đỉnh được hình thành trên sườn, thung lũng, các bề mặt bằng phẳng hoặc tương đối bằng phẳng.

- Thực vật đóng vai trò quan trọng trong phong hóa hóa học ở giai đoạn tiên phong, phong hóa sinh học ở các giai đoạn sau, và quá trình hình thành đất trong toàn bộ chuỗi diễn thế.

Phong hóa là quá trình quan trọng nhất trong hệ diễn thế trên đá. Trong các giai đoạn đầu, sự có mặt của địa y, rêu đã tạo điều kiện cho phát triển phong hóa vật lý và phong hóa hóa học đá, cung cấp khoáng chất cho đất. Phong hóa sinh học bắt đầu phát triển từ giai đoạn trảng cây bụi, dần chiếm ưu thế chủ đạo trong bối cảnh phong hóa vật lý và phong hóa hóa học suy giảm do đã bắt đầu hình thành một môi trường riêng của quần xã.

Trong các hợp phần cảnh quan, thảm thực vật, đá mẹ và thổ nhưỡng dễ biến đổi nhất. Các loài tiên phong là vi khuẩn lam và tảo có khả năng tự tạo thức ăn và nước thông qua các quá trình tự dưỡng nhờ ánh sáng Mặt Trời, mà không cần nguồn cấp chất dinh dưỡng từ bên ngoài. Rêu và địa y cũng có khả năng tồn tại ở các khu vực chưa hình thành lớp phủ thổ nhưỡng. Quá trình phong hóa vật lý và phong hóa hóa học đá sau đó dần tạo ra lớp phủ thổ nhưỡng, đồng thời làm tăng khả năng giữ nước. Trước đây, khi có ít nước, địa y chiếm ưu thế vì thích hợp với điều kiện thiếu nước; nhưng sau khi nước trở nên dồi dào

hơn, rêu trở thành quần xã ưu thế. Chất hữu cơ phân hủy từ rêu và địa y có vai trò làm tăng độ mùn của đất, cho cỏ và dương xỉ phát triển. Sau đó, thực vật có hoa phát triển tiếp theo giai đoạn trảng cây bụi. Hệ quả, tầng dày đất tăng lên, tạo điều kiện cho các thực vật thân gỗ phát triển.

Sự thay đổi nhịp điệu cảnh quan trong hệ diễn thế trên đá liên quan chặt chẽ với chế độ nước trong cảnh quan. Trong các giai đoạn trước cao đỉnh, do nguồn nước ngầm hoàn toàn bị hạn chế trên nền đá trống, nên nhịp điệu cảnh quan phụ thuộc chặt chẽ nguồn nước mặt và chế độ mưa. Do đó, cảnh quan được đặc trưng bởi nhịp điệu mùa với các loài cỏ hàng năm chỉ phát triển trong mùa mưa. Ở các giai đoạn sau, khi lớp phủ thổ nhưỡng được hình thành và hình thành tầng đất mặt có khả năng giữ nước, cảnh quan được đặc trưng bởi nhịp điệu hàng năm với các loài cỏ lâu năm, cây bụi và cây thân gỗ.

Đặc điểm biến đổi cấu trúc không gian của cảnh quan trong hệ diễn thế trên đá được thể hiện ở cấu trúc đứng và cấu trúc ngang:

- Biến đổi theo *cấu trúc đứng* được thể hiện ở đặc điểm tăng sự phân tầng trong cấu trúc thảm thực vật: từ đơn giản (chỉ có tầng cỏ quyết trong các giai đoạn đầu) đến phức tạp (do xuất hiện thêm tầng cây bụi và tầng dưới tán) và hoàn thiện ở quần xã cao đỉnh (cấu trúc điển hình gồm 5 tầng, lần lượt từ trên xuống dưới bao gồm tầng vượt tán, tầng ưu thế sinh thái, tầng dưới tán, tầng thảm tươi và thực vật ngoại tầng).

- Biến đổi theo *cấu trúc ngang* tương đối rõ ràng, phụ thuộc trực tiếp vào các dạng tiểu và trung địa hình, tạo ra các thể khảm thực vật trong cấu trúc cảnh quan trong diễn thế sinh thái: khu vực địa thế thấp và bằng phẳng chủ yếu nhận nguồn vật chất phát triển các thảm thực vật có cấu trúc tốt hơn so với các khu vực địa thế cao hoặc dốc hơn chủ yếu là các quá trình bào mòn, rửa trôi chiếm ưu thế.

#### **8.4.4. Hệ diễn thế trên cát**

Hệ diễn thế trên cát (*psammosere*) là hệ diễn thế được khởi đầu trên cồn cát ven biển mới được hình thành. Trong hệ diễn thế này, các sinh vật gần biển nhất sẽ là các loài tiên phong: các loài chịu mặn như tảo biển, cỏ hậu ngạn có rễ dày làm ổn định các cồn cát ven biển. Sự tiến triển trong nội địa với các đặc tính thay đổi và giúp xác định hướng diễn thế sinh thái trên các cồn cát. Ví dụ, chế độ thoát nước tốt hơn, độ pH giảm tỷ lệ thuận với tỷ lệ mảnh vỏ ở biển và hàm lượng mùn tăng lên. Các loài sam biển, oải hương biển và thạch lam cuối cùng hình thành một quần xã điển hình trên đất liền không chịu ảnh hưởng của biển. Các loài cây tiên phong phát triển nhanh sẽ được thay thế bằng các loài cây sinh trưởng chậm hơn và có kích thước lớn hơn hình thành các quần xã cao đỉnh. Tuy nhiên, các kiểu quần xã cao đỉnh sẽ phụ thuộc vào điều kiện khí hậu. Chẳng hạn, quần xã cao đỉnh trong hệ diễn thế trên cồn cát ven biển ở vùng ôn đới là quần xã tần bì và sồi.

#### **8.4.5. Hệ diễn thế trong nước mặn**

Hệ diễn thế thực vật chịu mặn (*halosere*) là hệ diễn thế khởi đầu và phát triển hoàn toàn trong môi trường ngập mặn. Độ muối cao và gió mạnh là hai yếu tố giới hạn đối với sự phát triển của các sinh vật tham gia vào các quần xã trong hệ diễn thế này. Các cảnh quan khi mới thoát khỏi ngập nước biển thường xuyên thì thường có chế độ ngập nước biển định kỳ và phải chịu chế độ gió biển - lục địa mạnh mẽ. Các loài cây ngập mặn, chịu được môi trường nước có độ muối cao cũng như khả năng chống chịu được điều kiện gió mạnh và thường xuyên mới có khả năng phát triển được.

Sự thay đổi các yếu tố môi trường một cách nhanh chóng ở vùng cửa sông ven biển do hoạt động của thủy triều, hoạt động của sóng kết hợp với tác động của gió và sóng khiến cho đất bồi nhanh lên hoặc bị xói lở, bào mòn, tác động trực tiếp lên sự phân bố của các loài lập quần



và có sự thay thế các loài sống ở đó. Khi môi trường sống thuận lợi hơn như lượng phù sa được bồi tụ nhiên chặt, độ ngập triều sâu giảm, lượng nước ngọt tăng cường,... tạo điều kiện cho các loài đến sau sẽ phong phú hơn, sinh khối sẽ cao hơn các quần xã trước. Giữa các loài cây lập quần này đến một mức độ phát triển nhất định lại nảy sinh ra sự cạnh tranh sinh thái về thức ăn, không gian và ánh sáng, những loài yếu sẽ bị tiêu diệt dần để cho các loài có ưu thế phát triển. Do đó có hiện tượng ở các giai đoạn ổn định về sau, các quần xã thực vật sẽ đơn giản hơn về thành phần loài và về cấu trúc tầng. Ở các giai đoạn cuối khi đất không còn ngập nước triều, bùn khô dần và trở thành đất mặn ẩm thì sự diễn thế sẽ chuyển sang dạng thoái hóa do môi trường đã thay đổi không phù hợp với cây ngập mặn nữa.

Một đặc điểm nổi bật ở khu vực bãi triều có rừng ngập mặn là hiện tượng phân bố thành vành đai của loài cây ưu thế theo hướng song song với đường bờ biển. Hiện tượng này được phản ánh rõ ở những khu vực xảy ra quá trình bồi tụ nhanh. Trong diễn thế, có nhiều thay đổi về môi trường đặc biệt là mưa, nước thủy triều và đặc tính lý hóa của đất. Các nhân tố này tác động qua lại phức tạp, do đó sự diễn thế không đơn giản mà phụ thuộc vào đặc điểm cụ thể của hoàn cảnh sống ở từng nơi. Rừng càng nhiều loài thì sự cạnh tranh càng phức tạp cho nên khó thấy tính chất quy luật chung cho cả vùng.

Việt Nam với bờ biển dài 3.260 km, với sự phân hóa cảnh quan ven biển rất đa dạng, do đó, hệ diễn thế thực vật chịu mặn cũng rất đa dạng, phân hóa rõ ràng từ Bắc xuống Nam. Theo Phan Nguyên Hồng (1991), diễn thế nguyên sinh ở khu vực ven biển Đông Bắc xảy ra theo bốn giai đoạn điển hình:

- *Giai đoạn tiên phong*: mắm biển và sú là hai loài cây tiên phong trên khu vực bãi triều thấp - trung bình, mẫu chất bùn lỏng, nhiều cát.

- *Giai đoạn hỗn hợp*: quần xã cây tiên phong đóng vai trò quan trọng trong việc giữ đất làm nâng cao bãi triều, thời gian ngập triều định kỳ trong ngày rút ngắn lại, bùn chặt dần do có thêm limon và sét. Cây con của các loài khác như vẹt dù, trang chuyển đến bãi được thân, rễ hô hấp của mầm biển hoặc sú giữ lại, gặp điều kiện thích hợp về cơ chất, được các cây tiên phong chắn gió, sóng, hạn chế tác động xấu của nhiệt độ thấp mùa đông, chúng sinh trưởng nhanh trong quần thể mầm biển hoặc sú. Dần dần, chúng vượt tán mầm biển hoặc sú. Phần lớn mầm biển không cạnh tranh được với các loài tới sau về ánh sáng và thức ăn nên chết đi, chỉ một số cá thể vươn cao thì sống sót, quả của chúng lại được chuyển ra các bãi xa hơn để hình thành rừng mới.

- *Giai đoạn vẹt dù chiếm ưu thế*: vẹt dù do có ưu thế hơn trong sự cạnh tranh về chất dinh dưỡng và ánh sáng nên tốc độ sinh trưởng nhanh hơn các loài còn lại.

- *Giai đoạn diễn thế cuối cùng*: phụ thuộc điều kiện địa hình. Ở những bãi triều được nâng cao lên đến mức thình thoảng triều cao mới tràn tới thì chỉ có vài cây vẹt dù sống sót, các loài khác chết dần vì bùn cứng lại, đất giàu pyrite, bị oxy hóa dần dần thành dạng axit sunphat. Một quần xã cây gỗ, cây bụi chịu mặn không còn bị ngập đến xâm chiếm đất. Quần xã cây có thành phần khá phong phú như xu, tra, giá, tra biển, mướp sặt, đậu tím, cùng một số loài cây bụi như vạng hôi. Ở những chỗ đất nhiều sỏi sạn, sa thạch phong hóa thì ráng biển đến xâm chiếm đất khá nhanh.

## **8.5. MÔ HÌNH HÓA DIỄN THẾ SINH THÁI**

### **8.5.1. Các hướng tiếp cận xây dựng mô hình mô phỏng diễn thế sinh thái**

Hiện nay có rất nhiều mô hình định lượng về diễn thế sinh thái. Trong đó, các mô hình động lực rừng được sử dụng phổ biến nhất, cung cấp nhiều modul mạnh có khả năng mô phỏng hiệu quả diễn thế sinh thái. Sự phát triển của các mô hình mô phỏng diễn thế sinh thái hiện nay chủ yếu theo hướng dự báo biến đổi cấu trúc quần xã thực vật, ít chú trọng tới quần xã động vật và biến đổi của các yếu tố môi trường.

Trong phần này, bốn cách tiếp cận mô hình hóa được đề cập gồm:

- Tiếp cận mô phỏng sự thay đổi trạng thái của một cảnh quan theo thời gian: mô hình Markov;
- Tiếp cận mô phỏng tương tác giữa các loài thực vật theo cấu trúc đứng của cảnh quan: các mô hình GAP;
- Tiếp cận mô phỏng tương tác giữa các loài thực vật theo cấu trúc ngang của cảnh quan: mô hình TRANSECT;
- Tiếp cận mô phỏng diễn thế sinh thái trong không gian hai hoặc ba chiều: các mô hình không gian.

So với các mô hình sinh thái và mô hình cảnh quan khác, sự phát triển và ứng dụng của mô hình diễn thế sinh thái chậm hơn. Thách thức lớn nhất liên quan tới số liệu đầu vào cho mô hình. Số liệu về diễn thế sinh thái yêu cầu phải được quan trắc đồng bộ, nhiều năm, định kỳ. Tuy nhiên trên thực tế, cơ sở dữ liệu phục vụ nghiên cứu diễn thế sinh thái thường không đáp ứng được yêu cầu chặt chẽ như vậy. Do vậy, dù cho mô hình được xây dựng tốt nhưng kết quả dự báo trong nhiều trường hợp thường không phù hợp với thực tế. Hiện nay, số lượng công trình nghiên cứu diễn thế sinh thái trong các nghiên cứu sinh thái học có xu hướng giảm sút trong những năm gần đây.

### **8.5.2. Các lớp mô hình diễn thế sinh thái**

### *a) Mô hình Markov*

Mô hình Markov được sử dụng rộng rãi trong mô phỏng diễn thế sinh thái. Mô hình này cho phép xác định xác suất một kiểu lớp phủ thực vật sẽ chuyển thành một kiểu lớp phủ thực vật khác sau một khoảng thời gian cho trước. Do vậy, yêu cầu tiên quyết trước khi thực hiện mô phỏng bằng mô hình Markov là cần phải tiến hành phân loại lớp phủ thực vật. Số lượng các thông số đầu vào của mô hình được xác định bằng bình phương của số lượng các trạng thái - tương ứng với số các kiểu lớp phủ thực vật đã được phân loại.

Chu trình diễn thế sinh thái được mô phỏng bằng một ma trận chuyển đổi. Dựa trên chuỗi Markov, ma trận này cho phép dự tính khả năng xảy ra các trạng thái trong tương lai (tương ứng với lớp phủ thực vật sẽ được hình thành trong tương lai) dựa trên trạng thái hiện tại (tương ứng với lớp phủ thực vật hiện tại). Ma trận dưới đây mô phỏng một loạt diễn thế sinh thái đơn giản nhất với ba trạng thái:

- *Trạng thái khởi tạo trên cơ chất*: biểu thị trong không gian là một mảnh rời rạc chưa hình thành lớp phủ thực vật.

- *Trạng thái loài A thống trị*: biểu thị bởi một mảnh rời rạc có loài A chiếm ưu thế trong cấu trúc lớp phủ thực vật.

- *Trạng thái loài B thống trị*: biểu thị bởi một mảnh rời rạc có loài B chiếm ưu thế trong cấu trúc lớp phủ thực vật.

Trong mô hình Markov, loài A và loài B được giả định là không tự tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của riêng mình. Loài A hoặc là sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho diễn thế sinh thái của loài B, hoặc là bị loại trừ, dẫn tới các mảnh đã có lớp phủ thực vật bị quay trở lại thành cơ chất. Tương tự như vậy, B hoặc sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho diễn thế sinh thái của A, hoặc bị loại trừ. Cơ chất hoặc chưa có lớp phủ thực vật,

hoặc đã có loài A hoặc loài B. Điều này tạo ra một cấu trúc thống trị của loài.

Bảng 8.2. Ma trận Markov chuyển đổi mô phỏng diễn thế sinh thái

Dự tính trạng thái tương lai	Trạng thái hiện tại		
	Chưa có lớp phủ	Loài A thống trị	Loài B thống trị
Chưa có lớp phủ	1	1	1
Loài A thống trị	1	0	1
Loài B thống trị	1	1	0

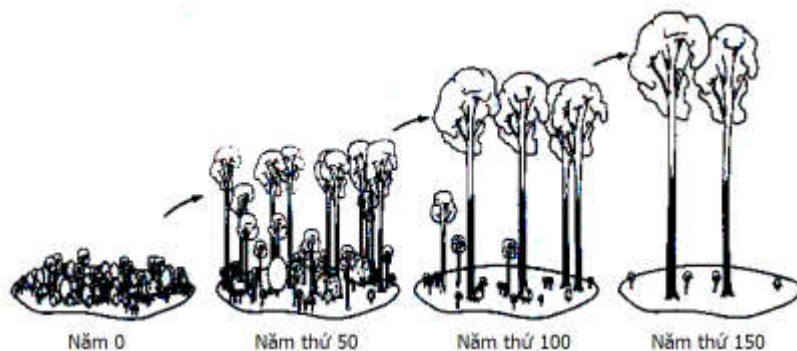
(Trong đó: 1 biểu thị chuyển trạng thái từ hiện tại sang tương lai;  
0 biểu thị không chuyển đổi trạng thái)

### ***b) Các mô hình GAP***

Các mô hình GAP, còn gọi là mô hình thay thế khoảng trống, là một nhóm các mô hình cá thể thực vật, được xây dựng dựa trên các biến quan trắc về sự phát triển và diệt vong của các cá thể thực vật. Mô hình đầu tiên thuộc nhóm này là mô hình JABOWA được Botkin phát triển vào năm 1972. Một số mô hình khác, chẳng hạn FORET hay BRIND, được cải biến và áp dụng mô phỏng động lực phát triển của một số kiểu rừng.

Các mô hình GAP mô phỏng diễn thế sinh thái bằng cách tính toán giá trị biến đổi hàng năm đường kính của từng cá thể thực vật trong các ô tiêu chuẩn kích thước nhỏ. Kích thước ô tiêu chuẩn được xác định bởi đường kính tán của các cá thể thực vật trưởng thành. Động lực diễn thế được tính bằng số liệu trung bình của 50 - 100 ô tiêu chuẩn. Sự phát triển của mỗi cá thể thực vật được xác định bằng ảnh hưởng cạnh tranh trung bình của các cá thể gần nhau trong ô tiêu chuẩn. Do kích thước của ô tiêu chuẩn nhỏ nên các khoảng trống được tạo ra (do các cá thể

loài tử vong) ảnh hưởng quan trọng đến nguồn tài nguyên cũng như sự phát triển của thực vật.



Hình 8.11. Kết quả ứng dụng của một mô hình GAP: mô hình BRIND mô phỏng diễn thế sinh thái của rừng bạch đàn ở Australia. Mô hình mô phỏng tương quan tái sinh, sinh trưởng và tử vong của các cá thể bạch đàn thuộc loài *Eucalyptus delegatensis* (ký hiệu thân cây màu trắng - đen) và *Eucalyptus dalrympleana* (ký hiệu thân cây màu trắng). Các kết quả được mô phỏng trong khoảng thời gian 50 năm với bước thời gian là 1 năm (Shugart và Noble, 1981).

Các mô hình GAP có khả năng dự báo sự thay thế tuần tự các loài theo thời gian. Do đặc điểm tái sinh, sinh trưởng và tử vong được xem xét đối với từng loài riêng biệt nên mô hình GAP có ưu thế trong mô phỏng động lực lớp phủ rừng có thành phần loài và các lứa tuổi khác nhau phân bố đan xen. Những ứng dụng của mô hình GAP cho phép xác định được ảnh hưởng kết hợp của tỷ lệ tử vong và tỷ lệ tái sinh của các loài cây rừng đến diễn thế sinh thái ở các vùng địa lý khác nhau.

### c) Mô hình TRANSECT

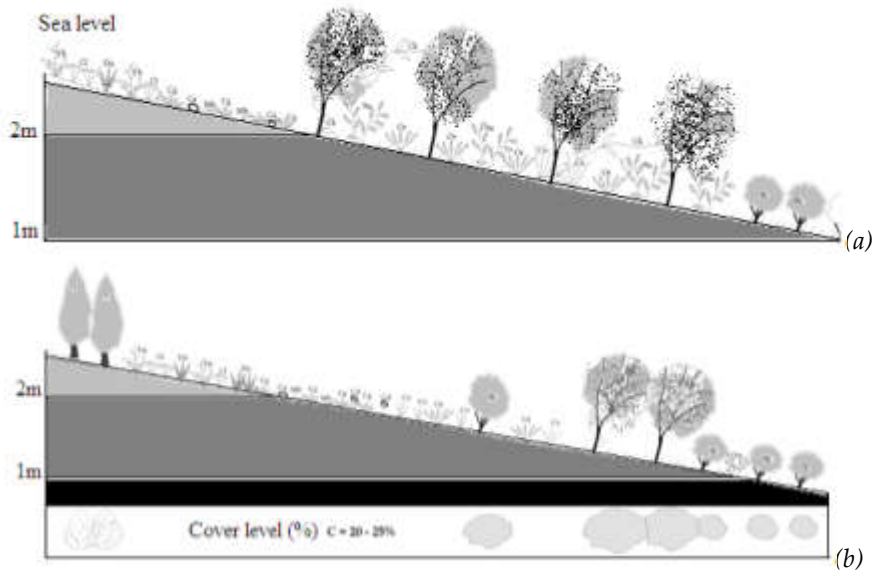
Mô hình TRANSECT, còn gọi là *mô hình lát cắt*, cho phép mô phỏng diễn thế sinh thái theo cấu trúc ngang của cảnh quan dựa trên các hàm cạnh tranh. Mô hình này được Shugart và Rastetter phát triển vào năm 1987, sau đó ứng dụng cho nghiên cứu sự phát triển của một quần xã rừng ngập mặn.

Mô hình được xây dựng trên cơ sở biểu thị một chuỗi Markov của trạng thái phát triển của mỗi loài thực vật trong các khoảng thời gian dọc theo một lát cắt ngang. Nếu một loài có  $n$  trạng thái phát triển có ý nghĩa sinh thái quan trọng, thì loài đó được biểu thị tại mỗi khoảng thời gian bởi một từ  $n$  bit, mỗi bit biểu hiện sự có mặt hoặc vắng mặt của một trạng thái phát triển sinh học và do vậy có  $2^n$  trạng thái có thể được mô phỏng cho các loài. Trong tính toán, số lượng trạng thái phát triển biểu thị các loài khác nhau. Độ phân giải không gian và khoảng thời gian được xác định bởi người sử dụng mô hình. Điều này cho phép người dùng hiệu chỉnh các tham số về không gian và thời gian nhằm tăng hiệu quả tính toán.

Xác suất chuyển trạng thái trong mô hình được tính dựa trên số liệu về hạt giống có sẵn và các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến sự nảy mầm, tăng trưởng và tử vong. Có  $2^n$  giá trị chuyển trạng thái đối với mỗi loài trong từng vị trí trong một khoảng thời gian đặc biệt ( $n$  là số lượng trạng thái phát triển).

Có bốn điểm chuyển trạng thái của các cá thể tại một địa điểm:

- Các cá thể có thể cùng tử vong;
- Các cá thể có thể cùng duy trì không thay đổi;
- Một số cá thể có thể thành thực chuyển sang trạng thái phát triển kế tiếp trong khi một số vẫn duy trì như cũ;
- Tất cả các cá thể cùng chuyển sang trạng thái phát triển kế tiếp.

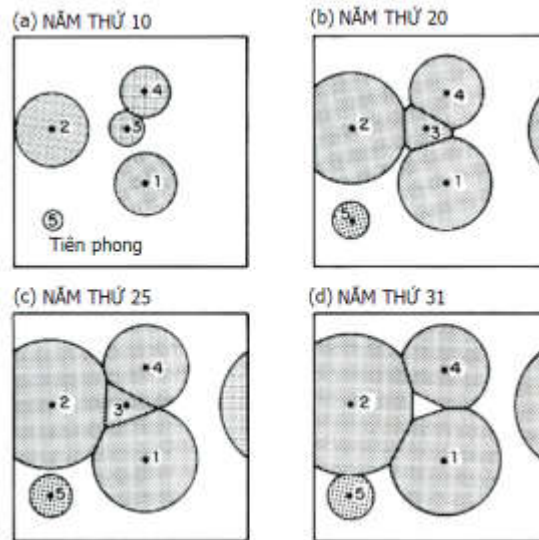


Hình 8.12. Mô hình TRANSECT mô phỏng động lực diễn thế sinh thái của rừng ngập mặn khu vực ven biển đồng bằng châu thổ sông Hồng: (a) diễn thế nguyên sinh; (b) diễn thế thứ sinh (Nguyễn An Thịnh, 2009 - 2010).

#### **d) Các mô hình không gian**

Cũng giống như các mô hình GAP, các mô hình không gian cho phép mô phỏng động lực phát triển rừng dựa trên các dữ liệu về khả năng thiết lập, mức tăng trưởng và mức tử vong của mỗi cá thể thực vật trong một không gian xác định. Các mô hình không gian của các cảnh quan khác có xu hướng được phát triển mở rộng từ các mô hình Markov có dạng giống như các mô hình lát cắt đã được đề cập ở trên. Các mô hình không gian rừng khác các mô hình GAP ở khía cạnh quan tâm nhiều đến vị trí các cá thể thực vật theo chiều ngang. Mô hình GAP và mô hình không gian khác nhau ở dạng hàm cạnh tranh. Do quan tâm đến vị trí theo chiều nằm ngang của sự gần gũi và kích thước của các cá thể gần nhau, các mô hình không gian nhìn chung sử dụng một hàm trực tiếp để đo quan hệ cạnh tranh.





Hình 8.13. Mô phỏng sự phát triển tán lá của năm cá thể thực vật cạnh tranh nhau về ánh sáng. Cá thể số 3 là đôi tượng cạnh tranh chủ động và cuối cùng chết sau năm thứ 25. Tán của cá thể số 2 phát triển vượt ra ngoài ô tiêu chuẩn được mô hình hóa vào năm thứ 20 và bị bao phủ trở lại vào ô tiêu chuẩn ở mặt bên phải.

Mặc dù các chỉ thị cạnh tranh trong các mô hình không gian khác nhau nhiều, tuy nhiên có thể phân chia thành ba nhóm chính sau đây:

- Các chỉ số tỷ lệ của khoảng cách: xác định mức độ cạnh tranh giữa một cá thể với một cá thể bên cạnh theo một hàm tỷ lệ kích thước của hai cá thể này (cá thể thực vật là chủ thể cạnh tranh) được nhân với nghịch đảo của kích thước giữa hai cá thể.

- Các chỉ số về chồng chéo vùng ảnh hưởng: các chỉ số này được tính theo tổng của một diện tích hình tròn ảnh hưởng quanh mỗi cá thể, trong đó trực tiếp xảy ra cạnh tranh.

- Các chỉ số đa dạng không gian phát triển: biểu thị các thiết kế hình học để tính toán diện tích vùng không chồng xếp của một cá thể được giới hạn bởi sự gần gũi và kích thước của các cá thể gần nhau.

## **8.6. Trường hợp nghiên cứu điển hình: NGHIÊN CỨU ĐỐI SÁNH ĐIỂN THỂ SINH THÁI THỨ SINH PHỤC HỒI RỪNG TRÊN CÁC CẢNH QUAN ĐIỂN HÌNH THEO ĐAI CAO TẠI DÂY NÚI HOÀNG LIÊN SƠN**

Dãy Hoàng Liên Sơn thuộc vùng núi phía Bắc, rộng 30 km, chạy dài 180 km theo hướng tây bắc - đông nam, giữa hai tỉnh Lào Cai và Lai Châu kéo dài đến tận phía tây tỉnh Yên Bái, là đoạn tận cùng phía đông nam của dãy núi Himalaya. Dãy núi có vai trò phòng hộ đầu nguồn và xung yếu, có các cảnh quan suy thoái do xói mòn đất dễ dàng xuất hiện dưới tác dụng mạnh, thường xuyên và có tính chất lặp lại của hoạt động nương rẫy và cháy rừng. Do đó, phục hồi rừng là giải pháp đa lợi ích góp phần tăng độ che phủ và phát huy tác dụng phòng hộ của rừng tại khu vực này. Tuy nhiên, tại vùng núi này, các hoạt động phát triển rất khác nhau theo đai cao, do có sự phân hóa mạnh mẽ về điều kiện tự nhiên và nhân văn, cộng đồng các dân tộc, các phong tục tập quán và hoạt động khai thác, sử dụng tài nguyên đặc thù. Trong nghiên cứu này, xói mòn đất và diễn thế sinh thái được chú trọng nghiên cứu để làm cơ sở khoa học xác định quy luật tái sinh rừng của biện pháp phục hồi rừng trên một số đơn vị cảnh quan điển hình theo đai cao.

Có hai kiểu phục hồi rừng của cảnh quan vùng núi Hoàng Liên Sơn, bao gồm loạt phục hồi theo diễn thế sinh thái tự nhiên và phục hồi do hoạt động nuôi trồng của con người.

### ***a) Diễn thế sinh thái thứ sinh tự nhiên phục hồi rừng***

#### ***\* Diễn thế sinh thái trên cảnh quan thuộc đai núi thấp***

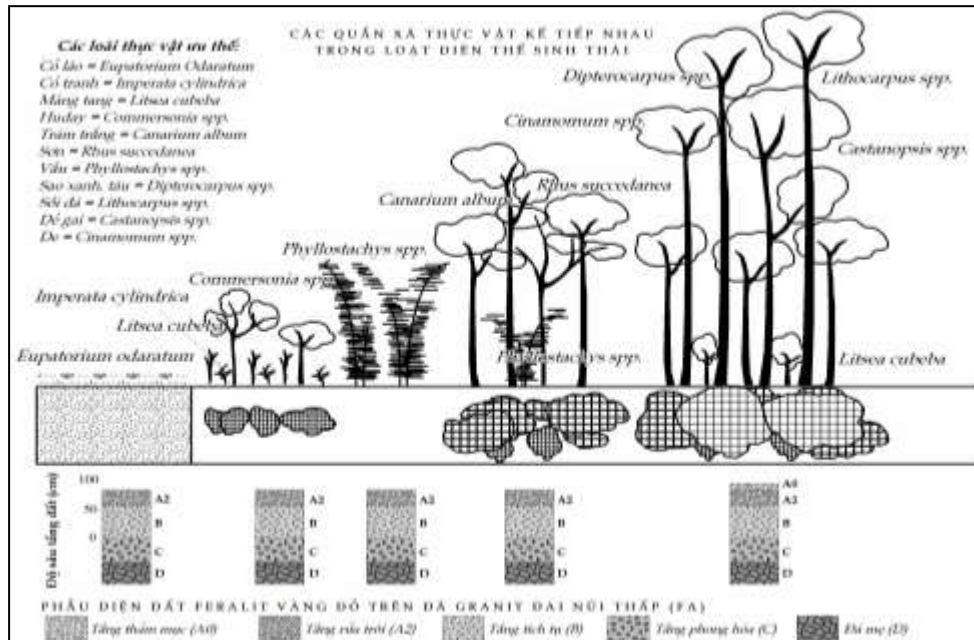
Trong cảnh quan núi thấp, khí hậu nóng ẩm, rừng thuộc kiểu kín thường xanh cây lá rộng, hiện tại chỉ còn rừng thứ sinh phục hồi sau nương rẫy, kiểu nguyên sinh đã bị tàn phá hết. Từ kiểu thảm thực vật

trảng cỏ thứ sinh hoặc đất trống sau nương rẫy, hình thành quần xã rừng tiên phong ưu thế màng tang (*Litsea cubeba*), ba soi, ba bét, hu đen (*Commersonia* spp.). Quần xã cây bụi ưu thế cỏ lào (*Eupatorium odoratum*), cỏ tranh (*Imperata cylindrica*). Sau giai đoạn quần hợp vầu (*Phyllostachys* spp.) là giai đoạn rừng thứ sinh phục hồi ưu thế rành rành, mít, phay, trám trắng (*Canarium album*), sơn (*Rhus succedanea*), đường, giang, sui, vải rừng, nứa (*Neohouzeana dulloa*).

Các quần xã thực vật trong loạt diễn thế sinh thái thứ sinh trong cảnh quan núi thấp có các đặc trưng sau:

- *Mật độ tái sinh*: trong các dạng cảnh quan rừng nghèo kiệt hoặc trảng cỏ, mật độ tái sinh từ 3000 - 4000 cây/ha, trong đó cây có chiều cao  $H > 1,5m$  có từ 2000 - 3000 cây/ha. Trong các dạng cảnh quan rừng phục hồi, mật độ dao động từ 3500 - 5000 cây/ha, cây chiều cao  $H > 1,5m$  từ 2000 - 3000 cây/ha. Trong các dạng cảnh quan trảng cây bụi, có từ 2500 - 3000 cây/ha, cây có  $H > 1,5m$  từ 1500 - 2000 cây.

- *Tổ thành loài cây tái sinh*: nhóm cây tái sinh đối với rừng nghèo và rừng phục hồi chủ yếu là các loài màng tang (*Litsea cubeba*), kháo, hu (*Commersonia* spp.) xuất hiện trước tiên, nếu rừng không bị chặt phá sẽ xuất hiện các nhóm cây ưa sáng định vị như: bì lồi (*Litsea sebifera*), dung, dẻ, rành rành... là nhóm cây trung gian rừng thứ sinh và rừng nghèo kiệt. Nhóm cây tái sinh trên đất trống cây rải rác và cây bụi chủ yếu là các loài thành ngạnh, kháo, vối thuốc (*Eugenia operculatus*), lòng trướng, dẻ là các loài cây ưa sáng.



Hình 8.14. Phẫu đồ cảnh quan trong loạt diễn thế sinh thái thứ sinh hồi phục rừng trên cảnh quan thuộc đại núi thấp trong vùng núi Hoàng Liên Sơn (Nguồn: Nguyễn An Thịnh, khảo sát diễn thế sinh thái tại Bản Hồ, tháng 4/2005)

**\* Diễn thế sinh thái trên cảnh quan thuộc đại núi trung bình**

Trong cảnh quan núi trung bình, do điều kiện sinh thái cảnh tương đối thuận lợi cho tái sinh của thực vật nên trên trảng cỏ nhân tác thứ sinh thường hình thành các ưu hợp với tổ hợp loài ưu thế rõ rệt và tương đối đơn giản về cấu trúc thuộc các chi *Litsea* (Lauraceae), *Castanopsis* (Fagaceae), *Eurya* (Theaceae), *Platycarya* (Juglandaceae), *Elaeocarpus* (Elaeocarpaceae), nhiều chỗ trên các cảnh quan còn tốt sau nương rẫy lại gặp *Altingia* (Altingiaceae), *Schima* (Theaceae), *Alnus* (Betulaceae).

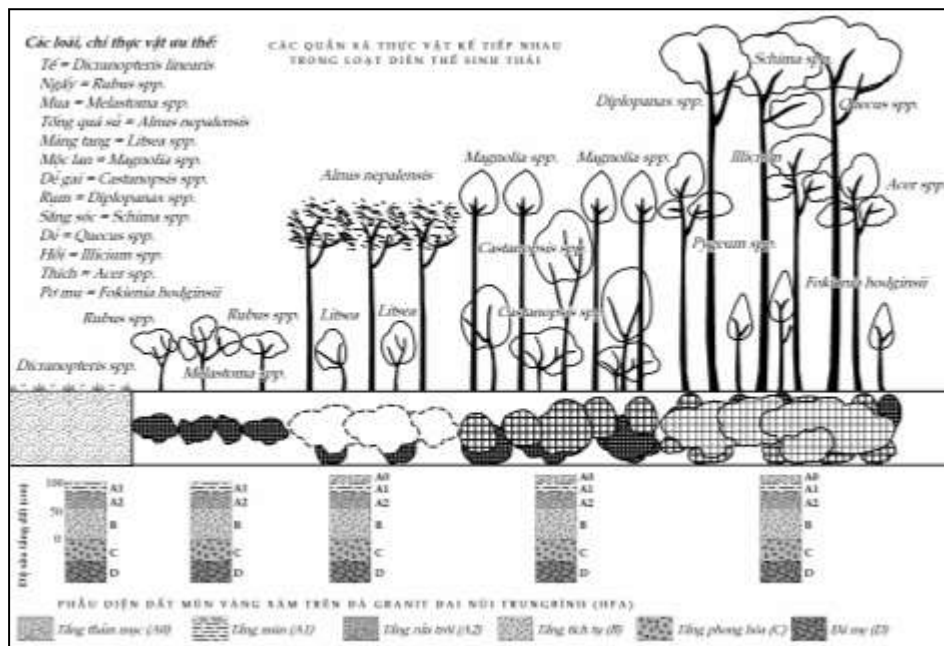
Quá trình diễn thế thứ sinh phục hồi thảm thực vật rừng kín thường xanh mưa ẩm nhiệt đới trên núi trung bình có thể chia làm hai loại: loạt trên cảnh quan nguyên trạng và trên cảnh quan thoái hóa.

- *Trên cảnh quan còn nguyên trạng*: do xói mòn yếu, phẫu diện đất chưa bị phá huỷ nên quá trình phục hồi thảm thực vật rừng diễn ra nhanh. Ngay sau khi đất canh tác bỏ hoang có thể trải qua giai đoạn trắng cỏ, nhưng thường là những loài thân thảo một năm và chỉ tồn tại trong giai đoạn ngắn trong vòng một năm đầu khi đất mới giải phóng khỏi canh tác. Quần xã tiên phong gồm tổ thành các loài cây gỗ tái sinh thuộc các họ Re (*Litsea* spp., *Lindera* spp.), Dẻ (*Castanopsis* spp., *Fagus* spp.), Mộc lan (*Magnolia* spp.), Chè (*Schima* spp.), Hồ đào (*Platycarya* spp.), Cỏ roi ngựa (*Vitex* spp.), nhiều chỗ có Tống quá sủ (*Alnus nepalensis*) mọc gần như thuần loại. Đây là các loài có sức sống tương đối cao và nhanh chóng khép tán, thường vào khoảng 6 - 8 năm đã hình thành rừng non khép tán với chiều cao trung bình trên 5 m.

- *Trên cảnh quan đã thoái hoá*: do xói mòn mạnh, cấu trúc thổ nhưỡng bị phá vỡ, làm nguồn gieo giống của cây gỗ trong đất (hạt, chồi) đã bị đào thải. Quần xã tiên phong là trắng cỏ lâu năm chịu hạn với loài ưu thế là tế (*Dicranopteris linearis*) và mua (*Oxyspora* spp., *Osbeckia* spp., *Melastoma* spp.). Sau đó là sự thay thế của trắng cây bụi với các loài ưu thế thuộc họ mua (*Osbeckia* spp., *Melastoma* spp.), trôm (*Sterculia* spp.), cà phê (*Luculia* spp.), hoa hồng (*Rubus* spp.). Ở giai đoạn này đã thấy xuất hiện những cây gỗ tái sinh chuẩn bị hình thành kiểu thảm rừng thứ sinh khép tán với các loài chủ yếu thuộc họ Chè (*Eurya* spp., *Schima* spp.), Re (*Litsea* spp., *Lindera* spp.), Côm (*Elaeocarpus griffithii*). Kiểu rừng thứ sinh này thường có cấu trúc đơn giản, đơn tầng, ít loài.

Trên cả hai loạt diễn thế này, sau khi hình thành những thảm rừng tái sinh, nếu được khoanh nuôi bảo vệ thì sẽ dần hình thành kiểu thảm thực vật rừng thứ sinh trưởng thành có cấu trúc và tổ thành đặc thù với

những loài cây định vị gỗ lớn thuộc họ Dẻ (Fagaceae), Mộc lan (Magnoliaceae), Bồ đề (Styracaceae).

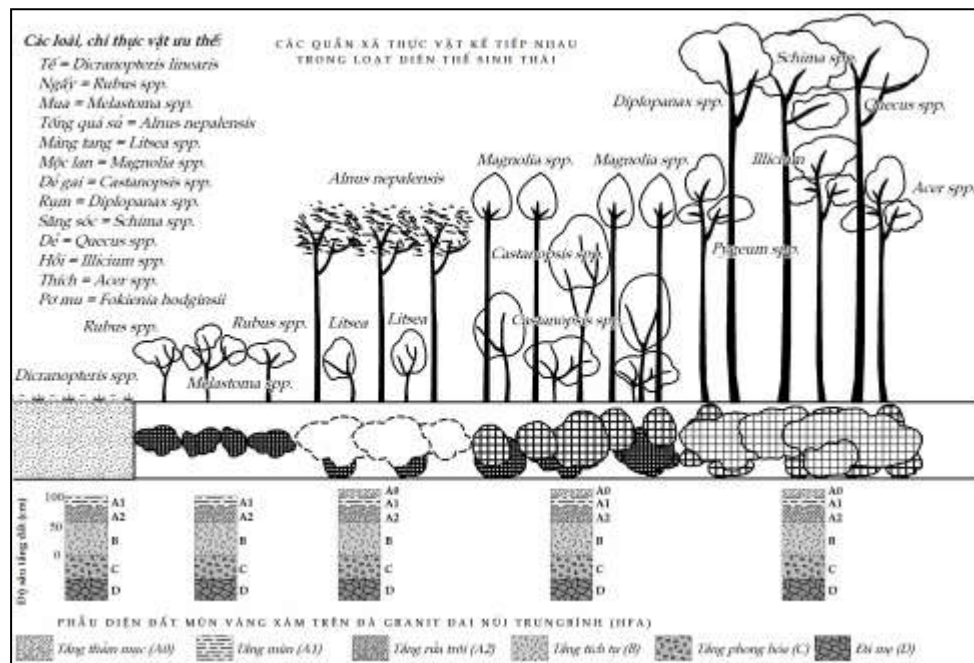


Hình 8.15. Phẫu đồ các loại cảnh quan trong loạt diễn thế sinh thái thứ sinh hồi phục rừng trên cảnh quan núi thuộc đai núi trung bình trong vùng núi Hoàng Liên Sơn (Nguồn: Trần Đình Lý, 1993; Nguyễn An Thịnh khảo sát diễn thế sinh thái tại Thác Bạc, huyện Sa Pa tháng 4/2005)

**\* Diễn thế sinh thái trên cảnh quan thuộc đai núi cao**

Trong cảnh quan núi cao, thảm thực vật mang tính á nhiệt đới đến ôn đới, phần lớn là rừng kín thường xanh hỗn giao cây lá rộng lá kim, rừng thưa, phân tầng rõ rệt với ưu thế họ Dẻ (Fagaceae), họ Thông (Pinaceae). Từ kiểu thảm thực vật trắng cỏ thứ sinh sau phá rừng hoặc sau nương rẫy, hình thành các quần xã tiên phong trắng cây bụi ưu thế một số loài thuộc họ Dương xỉ (Polypodiaceae), Tế (*Dicanopteris linearis*), Mua (*Melastoma* spp.). Sau đó, quần xã cây bụi được thay thế bởi quần xã cây gỗ thứ sinh ưu thế các loài bản địa trong chi Dẻ

(*Castanopsis*), Mộc lan (*Magnolia*), Đỗ quyên (*Rhododendron*). Nhìn chung, các loại cảnh quan trong loạt diễn thế sinh thái thứ sinh ở núi cao không khác nhau về tính chất thổ nhưỡng, đất thường có tầng dày trung bình (70 - 100 cm), giàu mùn và chất dinh dưỡng.



Hình 8.16. Phẫu đồ cảnh quan trong loạt diễn thế sinh thái thứ sinh phục hồi rừng trên cảnh quan thuộc đại núi cao trong vùng núi Hoàng Liên Sơn (Nguồn: Nguyễn An Thịnh khảo sát diễn thế sinh thái tại độ cao 2350m, tháng 4/2005)

### b) Quá trình phục hồi sinh thái nhân tác

Bốn loạt phục hồi sinh thái nhân tác do hoạt động phát triển rừng được thực hiện tại vùng núi Hoàng Liên Sơn:

- *Phục hồi sinh thái nhân tác do trồng mới rừng phòng hộ* được phát triển ở độ cao 1700 - 2000m, trong khu vực phòng hộ xung yếu và rất xung yếu. Những cảnh quan trảng cỏ ưu thế rảng rảng, lau (*Saccharum spontaneum*), cỏ rác trên đất mùn alit, độ dốc 25 - 30° không có khả năng

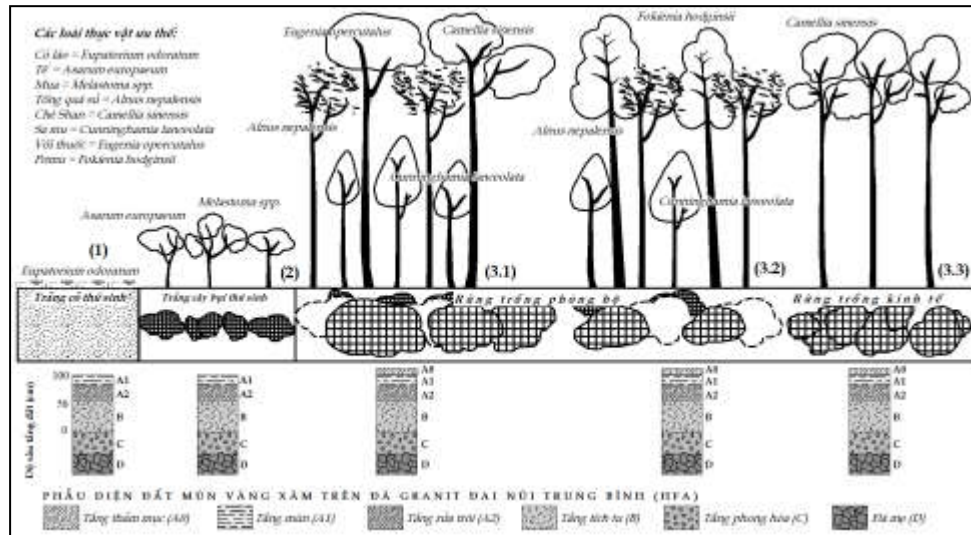
tái sinh tự nhiên được lựa chọn để trồng mới rừng. Các cảnh quan rừng phòng hộ trồng mới thường có quần hợp hỗn giao sa mu (*Cunninghamia lanceolata*) + vối thuốc (*Eugenia operculatus*) + tổng quá sủ (*Alnus nepalensis*), sa mu + tổng quá sủ (*Alnus nepalensis*) + đào (*Prunus persica*), chè tuyết Shan (*Camellia sinensis*) cổ thụ + sa mu + tổng quá sủ + vối thuốc (*Eugenia operculatus*); vối thuốc + chắp tay + sơn tra (*Crataegus azarolus*). Sa mu > 1 năm tuổi, độ cao (H) > 25cm, đường kính thân (Dcr) > 0,3cm; vối thuốc > 9 tháng tuổi, H > 30 cm, Dcr > 0,4 cm; tổng quá sủ > 8 tháng tuổi, H > 25cm, Dcr < 0,3cm; đào ghép 1 - 2 năm tuổi, H > 35cm, Dcr > 0,6 cm; chè Shan 10 - 12 tháng tuổi, H > 35cm, Dcr > 0,4 cm; chắp tay > 9 tháng tuổi, H > 30 cm, Dcr > 0,4 cm; sơn tra > 9 tháng tuổi, H > 30 cm, Dcr > 0,4 cm.

- Phục hồi sinh thái nhân tác do trồng mới rừng kinh tế, tạo ra quần hệ chè tuyết Shan (*Camellia sinensis*) cổ thụ, trên cảnh quan trảng cỏ thứ sinh ưu thế tế (*Dicranopteris linearis*) + cỏ rác, chiều cao 1m, trên đất mùn alit độ dốc 25 - 30°, tầng đất dày 50 - 100 cm, cơ giới thịt nhẹ.

- Phục hồi sinh thái nhân tác do trồng mới rừng cảnh quan, quần hệ cây trồng là pomu (*Fokienia hodginsii*) và sa mu (*Cunninghamia lanceolata*), có vai trò tạo thẩm mỹ cho cảnh quan đô thị.

- Phục hồi sinh thái nhân tác do khoanh nuôi rừng kết hợp trồng bổ sung. Các cảnh quan trảng cây bụi, cây gỗ thưa có khả năng tái sinh trung bình được ưu tiên khoanh nuôi, hình thành quần xã ưu thế các loài dẻ, vối thuốc (*Eugenia operculatus*), chắp tay, dẻ,... độ cao trung bình 700 m, độ dốc > 30°. Các loài cây bụi, thảm cỏ, dây leo bị loại bỏ để cây tái sinh chính có điều kiện sinh trưởng, phát triển tốt. Quần hợp cây trồng hỗn giao đưa vào cảnh quan rừng tái sinh là pomu + sa mu (loài chính) + tổng quá sủ (loài phụ).



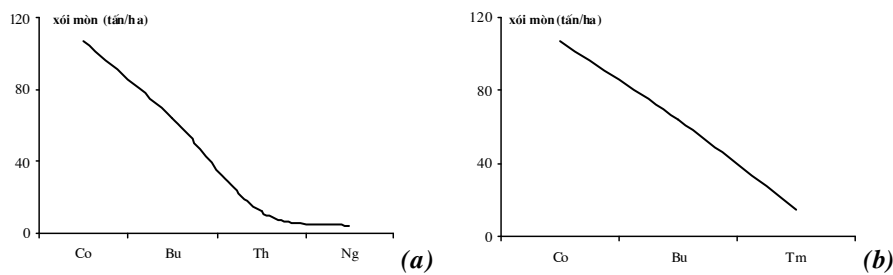


Hình 8.17. Phân đồ cảnh quan trong loạt phục hồi sinh thái nhân tác trên cảnh quan thuộc núi trung bình thuộc vùng núi Hoàng Liên Sơn (Nguồn: Nguyễn An Thịnh khảo sát điển thể sinh thái tại Sa Pa, năm 2005)

Trong mỗi loạt diễn thế sinh thái phục hồi rừng, mức độ bền vững môi trường của các cảnh quan phụ thuộc nhiều vào đặc điểm kiểu thảm thực vật. Kết quả giải phương trình mất đất phổ dụng của Wischmeier và Smith đã xác định các cảnh quan núi ở Hoàng Liên Sơn có nguy cơ xói mòn ở mức cao đến rất cao. Lượng đất dự tính có nguy cơ bị xói mòn có khả năng đưa xuống thung lũng sông Hồng là 288,5 tấn/ha/năm, lượng đất thực tế trung bình bị xói mòn là 45 tấn/ha/năm.

Trong những hoạt động phát triển rừng đã được thực hiện tại khu vực này, trồng rừng mới và khoanh nuôi tái sinh kết hợp trồng bổ sung rừng là các giải pháp ưu tiên để phục hồi cảnh quan rừng. So với trồng mới rừng, biện pháp này lợi dụng tốt hơn diễn thế thứ sinh phục hồi rừng. Đây là biện pháp phục hồi rừng có hiệu quả nhất do chi phí ít hơn, tạo ra những cảnh quan có độ đa dạng sinh học cao và tương đối bền vững so với các cảnh quan rừng trồng mới. Hiệu quả môi trường cũng có sự phân hóa: xói mòn hiện tại trên cảnh quan trảng cỏ sau

nương rẫy khoảng 120 tấn/ha/năm; cảnh quan rừng nguyên sinh và thứ sinh làm giảm xói mòn đất xuống dưới 4 tấn/ha/năm (hiệu quả trên 96%); cảnh quan rừng trồng chỉ làm giảm còn 15 tấn/ha/năm (hiệu quả 87,5%).



Hình 8.18. Diễn biến suy thoái cảnh quan do xói mòn đất trong loạt diễn thế sinh thái thứ sinh (a) và phục hồi nhân tác (b) (Trong đó: Co: cảnh quan trảng cỏ; Bu: cảnh quan cây bụi; Th: cảnh quan rừng thứ sinh; Ng: cảnh quan rừng nguyên sinh; Tm: cảnh quan rừng trồng) (Nguyễn An Thịnh, 2007).

Những kết quả nghiên cứu đã làm rõ mối quan hệ của hướng phân tích diễn thế sinh thái với phân tích đặc điểm phân hóa cảnh quan trên dãy núi Hoàng Liên Sơn. Diễn thế sinh thái ảnh hưởng tới sự hình thành các đơn vị phân kiểu và đơn vị hình thái cảnh quan, có liên quan nhiều đến cấu trúc đứng, cấu trúc tổ thành loài thực vật và cấu trúc thời gian của cảnh quan. Xói mòn đất là một trong những nhân tố quan trọng có ảnh hưởng nhiều tới diễn thế thảm thực vật và cấu trúc ngang, có ý nghĩa quan trọng do liên quan chặt chẽ với chức năng phòng hộ của cảnh quan.

## Chương 9.

# SINH VẬT VÀ CẢNH QUAN

Chương này được bắt đầu với việc nghiên cứu tiến trình phát triển lý luận về mối quan hệ biện chứng giữa sinh vật với cảnh quan. Sau đó, các nội dung lý thuyết sẽ được trình bày, bao gồm: các nguyên lý về ổ sinh thái và nơi sống là những điều kiện môi trường cơ bản ảnh hưởng đến cá thể sinh vật; thuyết quần thể biến thái và các lý thuyết khác liên quan đến quan hệ giữa quần thể sinh vật và cảnh quan; thuyết địa sinh học đảo và thuyết quần xã biến thái liên quan đến quan hệ giữa quần xã sinh vật và cảnh quan. Một trong những vấn đề trọng tâm của sinh thái cảnh quan, và cũng liên quan đến nội dung của chương này, là ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan đến sinh vật đã được trình bày trong chương "Sinh thái học cấu trúc cảnh quan". Ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan đến các quá trình hệ sinh thái sẽ được trình bày trong chương "Các quá trình của hệ sinh thái trong cảnh quan". Con người với mối quan hệ cộng sinh với cảnh quan, được tách riêng nghiên cứu trong chương "Con người và cảnh quan".

### 9.1. QUAN HỆ BIỆN CHỨNG GIỮA SINH VẬT VÀ CẢNH QUAN DƯỚI GÓC ĐỘ SINH THÁI CẢNH QUAN

Mối quan hệ biện chứng giữa sinh vật, con người với môi trường là nội dung cơ bản từ lâu đã được đề cập tới trong sinh thái học: "*sinh thái học là bộ môn khoa học chuyên ngành sinh học nghiên cứu mối quan hệ tương hỗ giữa các sinh vật với môi trường*". Mối quan hệ này cũng được phản ánh trong các định nghĩa kinh điển về hệ sinh thái - đối tượng nghiên cứu cơ bản của sinh thái học: "*hệ sinh thái là một tập hợp các sinh vật (thực vật, động vật, vi sinh vật) và môi trường phi sinh học nơi chúng sinh sống (khí*

*hậu, đất)*" (Tansley, 1935). Một số bộ môn khoa học tự nhiên và khoa học xã hội nhân văn cũng thể hiện sự quan tâm tới mối quan hệ này: địa lý học nghiên cứu mối quan hệ giữa các hợp phần sinh học và phi sinh học thông qua dòng vật chất - năng lượng; khoa học môi trường nghiên cứu tất cả các nhân tố bao quanh và ảnh hưởng đến sinh vật; sử học và khảo cổ học nghiên cứu phát sinh cảnh quan gắn với lịch sử phát triển của xã hội loài người; các khoa học về đánh giá, quy hoạch và quản lý đất đai nghiên cứu quan hệ giữa đất đai với người sử dụng đất, tiềm năng đất đai phù hợp với sự phát triển của các đối tượng cây trồng vật nuôi nông lâm nghiệp,... Rõ ràng, nghiên cứu quan hệ giữa sinh vật với môi trường không phải là vấn đề mới và không chỉ giới hạn trong các khoa học sinh học. Tuy nhiên, hầu hết các bộ môn khoa học nói trên chỉ tập trung vào khía cạnh nghiên cứu các mối quan hệ giới hạn trong một phạm vi không gian có cấu trúc đồng nhất tương đối về các yếu tố môi trường.

Trong thế giới tự nhiên, có nhiều bằng chứng về ảnh hưởng của phân hóa không gian lãnh thổ đến đời sống sinh vật cũng như quan hệ sinh học giữa các loài sinh vật. Một hiện tượng thường thấy là trong các khu vực rừng kín bị phân mảnh do các hoạt động phát triển như xây dựng đường giao thông, phát triển cơ sở hạ tầng,... kích thước quần thể các loài động vật ăn thịt bị suy giảm rất mạnh; ngược lại, các quần thể con mồi lại tăng kích thước nhanh chóng. Hiện tượng này được giải thích do tác động của cảnh quan bị phá hủy cấu trúc tới các nhóm loài sinh vật khác nhau: vật ăn thịt yêu cầu nơi sống có kích thước lớn, do đó suy giảm kích thước nhanh chóng khi cảnh quan bị phân mảnh; trong khi đó, con mồi yêu cầu nơi sống có kích thước nhỏ hơn, do đó, mặc dù không có ưu thế cạnh tranh nhưng lại có khả năng tồn tại trong điều kiện cảnh quan bị phân mảnh và tăng trưởng nhanh kích thước quần thể khi vật ăn thịt đã bị suy giảm.

Ví dụ nêu trên chỉ là một trong rất nhiều hiện tượng trong tự nhiên phản ánh ảnh hưởng của không gian bất đồng nhất đối với các sự kiện sinh thái. Điều này được thể hiện ở hai khía cạnh cơ bản sau đây:

- *Bản chất môi trường của sinh vật*: sinh thái học nghiên cứu mối quan hệ qua lại giữa sinh vật với môi trường. Bản chất khái niệm "môi trường của sinh vật" đã hàm chứa khía cạnh không gian với ý nghĩa là *nơi xảy ra quan hệ tương tác*. Không thể phủ nhận hệ sinh thái, đối tượng nghiên cứu chính của sinh thái học, là một khái niệm đồng nhất không gian tương đối. Tuy nhiên, nếu xem xét mối quan hệ giữa nhiều hệ sinh thái gần gũi với nhau, một khu vực địa lý sẽ bao gồm nhiều hệ sinh thái có bản chất khác nhau tạo thành không gian bất đồng nhất. Trong trường hợp này, khái niệm cấu trúc không gian bất đồng nhất trở nên quan trọng như khái niệm quan hệ sinh học trong nghiên cứu sinh thái học.

- *Ảnh hưởng của yếu tố diện tích - khoảng cách*: sinh thái học thường được định nghĩa theo hướng "tương tác" (hay "quan hệ sinh học"). Tương quan diện tích - khoảng cách với độ giàu loài được phát biểu và chứng minh cụ thể trong định luật 1 và 2 của thuyết Địa sinh học đảo: quan hệ sinh học không phải bất biến, mà luôn biến đổi do phụ thuộc chặt chẽ vào hai yếu tố không gian là "diện tích" (quy mô không gian lãnh thổ, hoặc diện tích hệ sinh thái) và "khoảng cách" (phản ánh mức độ cách ly giữa các hệ sinh thái) (MacArthur và Wilson, 1967). Lãnh thổ có diện tích lớn thường chứa nhiều tài nguyên hơn, cạnh tranh cùng loài và khác loài giảm, do đó thuận lợi cho đời sống của nhiều loài sinh vật. Các lãnh thổ ít bị cách ly, chẳng hạn các đảo ven bờ so với lục địa, thường có nhiều loài do sinh vật phát tán thuận lợi từ lục địa tới đảo.

Những phân tích ở trên cho thấy, có ít nhất hai yếu tố không gian quan trọng ảnh hưởng tới mối quan hệ sinh vật với môi trường là *tính bất đồng nhất không gian* và *diện tích - khoảng cách*. Khi phát triển các nguyên lý sinh thái cảnh quan, hai yếu tố này đều được xem xét: đặc

tính bất đồng nhất không gian là cơ sở xây dựng và phát triển khái niệm cảnh quan (Troll, 1939; Naveh và Liebermann, 1984; Forman và Godron, 1986); yếu tố diện tích - khoảng cách là cơ sở xây dựng lý luận sinh thái học cấu trúc cảnh quan dựa trên hình học fractal (Forman và Godron, 1986; McGarigal, 2002). Một cách tổng quát, cặp quan hệ sinh vật - cảnh quan là một nội dung quan trọng để phân biệt đối tượng nghiên cứu của cảnh quan học và sinh thái cảnh quan. Cảnh quan học, vốn được quan niệm là một bộ môn của địa lý tổng hợp, định hướng đối tượng nghiên cứu là tất cả các hợp phần cảnh quan, trong đó chú trọng nhiều đến đặc điểm phân hóa cảnh quan theo một hệ thống phân loại hàm chứa các cấp phân vị cảnh quan cụ thể. Sinh thái cảnh quan xác định đối tượng nghiên cứu trung tâm là sinh vật hoặc con người, chỉ lựa chọn nghiên cứu những hợp phần chính, những yếu tố cấu trúc chủ đạo của cảnh quan có ảnh hưởng đến con người hoặc sinh vật ở từng cấp phân vị trong phổ sinh thái.

Xây dựng thành công mô hình cảnh quan theo quan điểm chính thể luận và quan điểm hướng sinh được coi là đóng góp quan trọng nhất về mặt lý luận, từ đó cho phép nhận thức toàn diện được tác động của sự phân hóa không gian lãnh thổ (đồng nghĩa với sự phân dị điều kiện môi trường trong một lãnh thổ cụ thể) tới sinh vật. Cảnh quan được coi là *tập hợp của các hệ sinh thái gần nhau có cùng nguồn gốc* (Forman, 1995). Các hợp phần phi sinh học của cảnh quan là mẫu chất, địa hình, khí hậu, thủy văn và thổ nhưỡng hình thành nên môi trường vật lý và môi trường hóa học của hệ sinh thái. Thành phần sinh học của hệ sinh thái bao gồm các sinh vật tồn tại dưới dạng các cá thể, quần thể, quần xã sinh vật. Trong các tổ chức đó, sinh vật thiết lập nên hàng loạt mối quan hệ về phương diện vật chất, năng lượng và thông tin với nhau và với môi trường nhằm chung sống với nhau một cách ổn định, bền vững theo thời gian. Mỗi sinh vật dù ở mức độ tổ chức nào đều có vị trí và vai trò xác định trong hệ sinh thái. Do đó, tương tác quá phức tạp giữa các

hợp phần trong cảnh quan có thể được nhìn nhận một cách đơn giản hơn ở khía cạnh quan hệ giữa sinh vật (hợp phần sinh học) và môi trường (các hợp phần phi sinh học).

Như vậy, bản chất quan hệ giữa sinh vật với cảnh quan phải là *quan hệ sinh học xảy ra trong môi trường có sự phân hóa bất đồng nhất về không gian - thời gian và giới hạn trong phạm vi một cảnh quan*. Quan hệ sinh học trong cảnh quan là *quan hệ tương tác giữa các sinh vật tồn tại trong cùng một cảnh quan có cấu trúc không gian bất đồng nhất*. Tương tác giữa sinh vật và cảnh quan là cơ sở tồn tại của sinh vật và thực hiện chức năng của cảnh quan như là một hệ thống tổng thể thống nhất. Hướng này có nhiều ưu thế so với nghiên cứu sinh thái học hệ sinh thái. Sinh thái học hệ sinh thái nghiên cứu quan hệ giữa sinh vật với môi trường đồng nhất lý tưởng đặc trưng bởi ba nhóm yếu tố vật lý, hóa học và sinh học chỉ trong phạm vi ranh giới của một hệ sinh thái. Trong khi đó, sinh thái cảnh quan dựa trên giả định về đặc tính bất đồng nhất về không gian và thời gian trong môi trường của sinh vật. Khoa học này một mặt thừa kế những lý luận về quan hệ sinh học của sinh thái học hệ sinh thái, mặt khác phát triển được những nguyên lý khoa học riêng giải quyết những quan hệ sinh học đặc thù ở cấp cảnh quan, nổi bật nhất là các thuyết và mô hình về động lực nguồn - đích, quần thể biến thái, quần xã biến thái, địa sinh học đảo, Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể (Naveh và Liebermann, 1984; Forman và Godron, 1986; Turner và Gardner, 2001).

*Để giải quyết vấn đề nghiên cứu và quản lý các quan hệ giữa sinh vật và cảnh quan, tiếp cận hệ sinh thái được xem là giải pháp tốt nhất*. Định hướng trên cơ sở phân chia từng hợp phần riêng biệt của cảnh quan chưa đủ thuyết phục về mặt khoa học và thực tiễn. Phương pháp tiếp cận dựa trên quan điểm hệ sinh thái tập trung vào khía cạnh: *cảnh quan bao gồm một hay nhiều hệ sinh thái thành phần, do đó đơn vị cơ bản trong nghiên cứu quan hệ giữa sinh vật và cảnh quan phải là các hệ sinh thái*. Tương tự như

vậy, các quá trình của hệ sinh thái trong cảnh quan cũng cần được nghiên cứu dựa trên các nguyên lý về quan hệ nguồn - đích, hướng dòng vật chất - năng lượng, dòng sinh vật qua ranh giới của nhiều hệ sinh thái, bao gồm cả hệ sinh thái tự nhiên và nhân văn, trong một đơn vị cảnh quan (nội dung cơ bản này được trình bày chi tiết trong chương "Các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan").

Phân hóa không gian lãnh thổ tạo ra sự phân bố không đồng đều về thức ăn và nơi sống trong phạm vi một cảnh quan, ảnh hưởng trực tiếp tới sự phát sinh, tăng trưởng, sinh sản, phát tán và tuyệt chủng địa phương của sinh vật ở các cấp tổ chức sinh thái. Sinh thái cảnh quan nghiên cứu các mối quan hệ sinh học trong cảnh quan, ảnh hưởng của phân hóa cảnh quan - quan hệ trực tiếp đến cấu trúc và chức năng nơi sống - tác động đến sinh vật ở cả ba cấp độ là cá thể, quần thể và quần xã sinh vật:

- *Cấp cá thể*: các mối quan hệ sinh học không được xem xét ở cấp này. Quan hệ sinh học cơ bản là quan hệ giữa cá thể với môi trường với nền tảng là đặc tính thích nghi về mặt hình thái, giải phẫu và sinh lý của sinh vật đối với các yếu tố môi trường xung quanh. Cảnh quan là không gian cung cấp ba dịch vụ cơ bản của môi trường là cung cấp nơi sống, cung cấp tài nguyên và hóa giải các chất thải. Như vậy, bản chất của tương tác ở cấp độ cá thể - cảnh quan chính là tương tác giữa cá thể với ổ sinh thái và nơi sống, chú trọng nhiều vào chức năng cung cấp nơi sống và tài nguyên của cảnh quan, ít quan tâm đến khía cạnh ảnh hưởng của phân hóa cấu trúc trong không gian của môi trường. Khái niệm về nơi sống cũng chỉ sử dụng rất hạn chế, trong đó, cấu trúc không gian chỉ chủ yếu được sử dụng để xem xét đối với các sinh vật sống riêng lẻ, điển hình là vật ăn thịt. Các khái niệm về yếu tố không gian có quy mô rộng hơn và cấu trúc phức tạp hơn nơi sống, chẳng hạn



mảnh rời rạc, mảnh nơi sống hoặc cảnh quan, ít được sử dụng trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở cấp cá thể.

- *Cấp quần thể sinh vật*: mối quan hệ của quần thể sinh vật với cảnh quan được xem xét rộng hơn nhiều so với cấp cá thể. Hai cặp quan hệ cơ bản được quan tâm ở cấp này là tương tác giữa quần thể sinh vật với môi trường (quan hệ cơ bản đảm bảo sự tồn tại của sinh vật) và quan hệ tương tác giữa các cá thể cùng loài (quan hệ sinh học cùng loài, bản chất là quan hệ về thức ăn và nơi ở). Do đó, các khái niệm về nơi sống, chẳng hạn cấu trúc nơi sống, kích thước nơi sống,... được sử dụng nhiều để nghiên cứu các đặc trưng liên quan đến phân bố và động lực của quần thể sinh vật.

- *Cấp quần xã sinh vật*: quan hệ của quần xã sinh vật với cảnh quan được xem xét theo ba nội dung cơ bản là tương tác giữa quần xã sinh vật với môi trường, quan hệ tương tác giữa các cá thể cùng loài và khác loài (quan hệ sinh học cùng loài và khác loài) và sự phát triển của quần xã sinh vật theo thời gian (do tác động của các yếu tố ngoại cảnh hoặc tự phát triển do các yếu tố nội sinh). Do đó, các khái niệm về không gian và thời gian liên quan đến cấu trúc, chức năng và biến đổi cảnh quan được sử dụng để nghiên cứu ở cấp này.

Hiện nay, các hướng nghiên cứu trọng tâm trên cơ sở lý luận và thực tiễn về mối quan hệ giữa sinh vật và cảnh quan được mở rộng ở các quy mô lãnh thổ khác nhau. Trong bối cảnh môi trường và các hệ sinh thái đang có xu hướng biến đổi mạnh mẽ ở cả quy mô toàn cầu và quy mô địa phương, công tác phân tích, đánh giá và dự báo biến đổi đa dạng sinh học do các tác động đến nơi sống ngày càng được ưu tiên. Các hướng cụ thể bao gồm quy hoạch và thiết kế hệ thống các khu bảo vệ thiên nhiên; nghiên cứu thoái hóa tài nguyên đất và rừng, biến đổi sử dụng đất, ô nhiễm môi trường, phân mảnh và mất nơi sống, biến đổi khí hậu, nước biển dâng và phát thải khí nhà kính,...

## 9.2. CÁ THỂ SINH VẬT

### 9.2.1. Các khái niệm

Cá thể sinh vật là đơn vị sinh học cơ bản của sinh giới, có nhiều đặc điểm hình thái, sinh hóa tương đối giống nhau và không cách ly nhau về mặt di truyền. Khái niệm cá thể được xem xét ở khía cạnh loài. Loài là bậc cơ sở để phân loại (đơn vị cơ sở), nhưng loài chưa phải là nhỏ nhất, mà dưới loài còn được chia phân ra: phân loài, thứ, dạng. Loài được chia ra thành các phân loài như trên là do có sự biến dị nhất định nào đó, hoặc nó có một hình dạng khác biệt nhất định. Tuy vậy chúng vẫn có tính chất chung của loài.

Các loài gần gũi với nhau được xếp vào các taxon trên loài, phản ánh mức độ quan hệ họ hàng giữa các sinh vật. Các loài gần giống nhau hợp thành chi (hoặc giống đối với động vật). Các chi gần giống nhau hợp thành họ. Các họ gần giống nhau hợp thành bộ. Các bộ gần giống nhau hợp thành lớp. Các lớp gần giống nhau hợp thành ngành. Ngoài ra còn phân ra phân ngành, phân bộ, phân họ,...

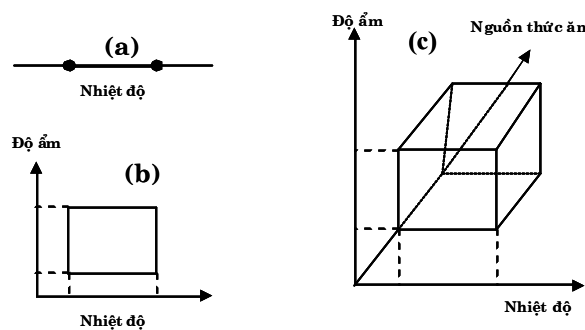
Ước tính, tổng số loài sinh vật trên Trái Đất khoảng trên 1,5 triệu loài (có tài liệu cho số loài lớn hơn, khoảng từ 1,5 đến 2 triệu loài). Trong đó, số loài động vật gần gấp ba lần số loài thực vật. Mỗi loài có đặc điểm riêng khác với loài khác và đòi hỏi những yêu cầu riêng đối với môi trường, sinh sống trong những điều kiện môi trường thích hợp.

### 9.2.2. Ổ sinh thái và mối quan hệ với cá thể sinh vật

#### *a) Khái niệm ổ sinh thái và ổ sinh thái cảnh quan*

Ổ sinh thái (*ecological niche*) được định nghĩa là "một không gian sinh thái có những điều kiện môi trường quy định sự tồn tại lâu dài, không hạn định của các cá thể trong loài". Trong sinh thái học, khái niệm về ổ sinh thái phản ánh cách thức phản ứng của một cá thể hoặc một quần thể đối với đặc điểm phân bố tài nguyên và vật cạnh tranh (bằng cách phát triển khi các nguồn tài nguyên phong phú, hoặc vật ăn thịt, vật ký sinh và nguồn bệnh đang khan hiếm) và cách thức nó lần lượt thay đổi những yếu tố đó (hạn chế tiếp cận đến tài nguyên của các sinh vật khác, đóng vai trò là một nguồn thức ăn cho động vật ăn thịt và vật tiêu thụ của con mồi).

Ổ sinh thái được mô hình hóa bằng toán học dưới dạng một vectơ trong không gian đa chiều, mỗi chiều tương ứng với một yếu tố môi trường đảm bảo cho loài tồn tại và phát triển ổn định. Các chiều khác nhau của ổ sinh thái đại diện cho các biến hữu sinh và phi sinh học khác nhau. Các yếu tố này có thể bao gồm các biến về vòng đời, nơi sống, vị trí dinh dưỡng trong chuỗi thức ăn, phân bố địa lý của sinh vật.



Hình 9.1. Các chiều tương ứng với các nhân tố môi trường quyết định đến đời sống của cá thể trong mô hình ổ sinh thái: (a) một chiều nhiệt độ; (b) hai chiều nhiệt - ẩm; (c) ba chiều nhiệt - ẩm - nguồn thức ăn (Begon và Mortmer, 1988)

Gần đây, hai tác giả người Trung Quốc là Ren và Wang (2007) đưa ra một khái niệm về "ổ sinh thái cảnh quan" (*landscape ecological niche*), trong đó mở rộng khái niệm ổ sinh thái từ ổ không gian (*spatial niche*)

tới ổ chức năng (*functional niche*). Ổ sinh thái cảnh quan được xem xét dựa trên nhóm các thuộc tính về không gian và nhóm các thuộc tính về chức năng. Khái niệm này đóng vai trò quan trọng trong nghiên cứu mối quan hệ giữa cấu trúc không gian và chức năng sinh thái của cảnh quan, cho phép phân tích cảnh quan ở các khía cạnh đa chiều.

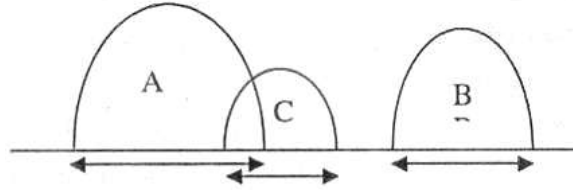
### ***b) Nguyên lý Gause về cạnh tranh loại trừ***

Nguyên lý cạnh tranh loại trừ được nhà sinh thái học người Nga là Gause phát biểu như sau: *"Nếu hai loài cùng có chung một nơi sống mà lại có ổ sinh thái hoàn toàn giống nhau, thì không thể tồn tại cùng nhau, sớm hay muộn, loài này sẽ loại trừ loài kia và một trong hai loài (cụ thể là loài cạnh tranh yếu) sẽ bị tiêu diệt hoặc buộc phải rời bỏ đi nơi khác"*.

Như vậy, theo nguyên lý này sẽ xảy ra ba trường hợp:

- Cá thể của hai loài sinh vật có thể cùng chung sống với nhau khi sự trùng lặp về ổ sinh thái không lớn;
- Khi ổ sinh thái chồng chéo lên nhau càng nhiều thì cạnh tranh giữa các cá thể càng khốc liệt;
- Tất cả các cá thể của một loài chắc chắn bị tiêu diệt (loài bị loại trừ) khi hai loài có ổ sinh thái hoàn toàn trùng nhau.

Hình dưới đây thể hiện các kiểu cạnh tranh loại trừ trong trường hợp giả thiết về ổ sinh thái một chiều. Ổ sinh thái một chiều được biểu diễn đơn giản bằng hình chuông, mũi tên chỉ chiều rộng ổ sinh thái. Loài A có ổ sinh thái rộng hơn loài C và B; A và C có ổ sinh thái chồng lên nhau nên chúng cạnh tranh với nhau. Phần trùng nhau càng lớn, mức độ cạnh tranh giữa chúng càng mạnh. Loài B không có ổ sinh thái trùng với ổ sinh thái của A và C, giữa chúng không xảy ra cạnh tranh.



Hình 9.2. Các kiểu cạnh tranh loại trừ do ở sinh thái chồng chéo

Quan hệ cạnh tranh giữa hai loài có thể tạo ra mô hình phân bố không gian đồng nhất (một loài còn sót lại) theo nguyên lý cạnh tranh loại trừ. Loài cạnh tranh tốt nhất sẽ chiếm ưu thế trong cảnh quan, dẫn đến một cấu trúc phân bố đồng nhất.



Hình 9.3. Biến đổi không gian cư trú của hai loài sóc ở Bắc Mỹ do cạnh tranh loại trừ

Hình trên biểu thị một ví dụ về cạnh tranh loại trừ giữa hai loài sóc Bắc Mỹ tạo ra sự biến đổi không gian cư trú của hai loài này trong khoảng thời gian 70 năm. Loài thứ nhất (phía trên) là loài bản địa, ban đầu phân bố rộng khắp trong rừng Bắc Mỹ. Tuy nhiên, sự có mặt của loài thứ hai (phía dưới) đã làm thay đổi hoàn toàn phân bố này. Loài

thứ hai là loài di cư, có ưu thế cạnh tranh hơn hẳn loài thứ nhất. Trong giai đoạn đầu cả hai loài sóc cùng chia sẻ nơi sống có ổ sinh thái trùng nhau; tuy nhiên, về sau loài thứ hai dần dần loại trừ loài thứ nhất ra khỏi các nơi sống có ổ sinh thái thuận lợi đối với nó.

### ***c) Phân chia ổ sinh thái***

Phân chia ổ sinh thái, còn gọi là phân hóa ổ sinh thái hoặc phân đoạn ổ sinh thái, biểu thị "*quá trình tạo ra sự phân hóa các loài cạnh tranh sống dựa vào các nguồn tài nguyên hoặc các ổ sinh thái khác nhau*". Quá trình phân chia ổ sinh thái cho phép hai loài phân bố vào các nguồn tài nguyên khác nhau, do đó loài có ưu thế cạnh tranh sẽ không loại trừ loài còn lại theo nguyên lý cạnh tranh loại trừ của Gause. Hệ quả, trong tự nhiên, các cá thể sinh vật sẽ cùng chung sống thông qua cơ chế phân chia ổ sinh thái thực tế.

Phân chia ổ sinh thái là một quá trình xảy ra theo nhiều cơ chế, nhiều quy mô không gian và phạm vi thời gian khác nhau. Quá trình này làm hình thành quan hệ chung sống giữa hai loài ở những khu vực có sự cạnh tranh thấp hoặc không tồn tại cạnh tranh. Trong phần lớn trường hợp, phân chia ổ sinh thái và cạnh tranh khác loài không có mối liên hệ với nhau. Chẳng hạn, các loài tắc kè thuộc chi *Anolis* trong rừng mưa nhiệt đới chia sẻ nhu cầu thức ăn chung là các loài côn trùng. Chúng tránh được cạnh tranh về không gian, thức ăn và vị trí làm tổ bằng cách cư trú trong các khu vực khác nhau trong rừng mưa như tầng mùn, thân cây, cành cây,... Điều này làm giảm thiểu cạnh tranh giữa các loài có ổ sinh thái gần tương tự nhau.

Trong mô hình Lotka-Volterra về cạnh tranh, hai loài cạnh tranh có thể cùng tồn tại trong trường hợp cạnh tranh cùng loài lớn hơn cạnh tranh khác loài. Khi sự phân chia ổ sinh thái tập trung vào quan hệ cạnh tranh cùng loài, do sự suy giảm trong cạnh tranh giữa các loài, mô hình

Lotka-Volterra dự đoán rằng phân chia ổ sinh thái ở bất kỳ mức độ nào cũng sẽ dẫn tới sự cùng chung sống. Phân chia ổ sinh thái để đảm bảo sự chung sống giữa các sinh vật, phụ thuộc chặt chẽ vào kiểu tài nguyên, bản chất môi trường và mức độ biến đổi cùng loài và giữa các loài với nhau.

Có ba kiểu phân chia ổ sinh thái là *phân chia tài nguyên*, *phân chia có điều kiện* và *sử dụng hai nguồn tài nguyên*. Đây là các chiến lược cơ bản đảm bảo hai loài cùng chung sống trong một lãnh thổ.

### \* *Phân chia tài nguyên*

Trong tự nhiên, hai loài sinh vật phân chia một nguồn tài nguyên dựa trên sự thay đổi về hình thái hoặc hành vi. Có ba loại phân chia sử dụng tài nguyên:

- *Phân chia thời gian*: phân chia tài nguyên theo thời gian xảy ra khi hai loài hạn chế cạnh tranh trực tiếp bằng cách sử dụng cùng một nguồn tài nguyên nhưng tại các thời điểm khác nhau. Sự phân chia phổ biến theo các thời điểm khác nhau trong ngày. Ví dụ, hai loài chuột gai ở châu Phi và miền Tây Nam châu Á cùng ăn một nhóm côn trùng như nhau, nhưng một loài kiếm ăn vào ban ngày, còn loài kia kiếm ăn vào ban đêm. Một số ít trường hợp phân chia trong thời gian dài hơn (tháng, mùa,...), có thể là thời gian sinh sản không đồng bộ hoặc các thời kỳ kiếm ăn khác nhau.

- *Phân chia không gian*: phân chia tài nguyên theo không gian xảy ra khi hai loài cạnh tranh sử dụng cùng một tài nguyên bằng cách cư trú trong các khu vực hoặc các nơi sống khác nhau nhưng vẫn trong phạm vi chứa nguồn tài nguyên đó. Phân chia không gian có thể xảy ra ở quy mô nhỏ (trong cùng một nơi sống), hoặc ở quy mô lớn (vùng địa lý). Sự phân chia không gian trong cùng một nơi sống xảy ra khi hai loài cạnh tranh có lãnh thổ sinh sống trùng nhau phân chia một tài nguyên. Ví dụ,

các loài cá trong một hồ nước phân định không gian kiếm ăn theo các tầng nước khác nhau. Phân chia địa lý xảy ra khi hai loài cạnh tranh có lãnh thổ sinh sống không trùng nhau và do đó phân chia nguồn tài nguyên. Ví dụ, hai loài khỉ ăn cùng một loại trái cây nhưng phân chia lãnh thổ ở hai khu vực khác nhau trong rừng, do đó không cạnh tranh với nhau.

- *Phân chia hình thái*: phân chia hình thái xảy ra khi hai loài cạnh tranh có hình thái khác nhau, cho phép chúng sử dụng cùng một tài nguyên nhưng theo các phương thức khác nhau. Ví dụ, các loài ong nghệ thuộc chi *Bombus* phân bố ở Bắc Mỹ và lục địa Âu - Á có chiều dài vòi khác nhau phù hợp với chiều dài tràng hoa của các loài thực vật thức ăn của chúng. Do đó, chúng có thể phân chia nguồn tài nguyên và cùng chung sống.

#### \* *Phân chia có điều kiện*

Hình thức phân chia ổ sinh thái thứ hai là phân chia có điều kiện, xảy ra trong trường hợp hai loài cạnh tranh khác nhau về khả năng sử dụng một tài nguyên nhưng phụ thuộc vào các điều kiện môi trường khác nhau. Một loài sẽ có ưu thế cạnh tranh trong điều kiện môi trường này, nhưng loài kia cũng có ưu thế cạnh tranh trong điều kiện môi trường khác. Do đó, trong điều kiện môi trường thay đổi, mỗi loài sẽ có cơ hội để trở thành loài có ưu thế cạnh tranh; do đó, chúng có thể cùng chung sống. Hình thức phân chia ổ sinh thái dựa trên các điều kiện môi trường thường khó phân biệt với hình thức phân chia tài nguyên. Hình thức này thường bao gồm một hoặc một số kiểu phân chia tài nguyên.

#### \* *Sử dụng hai nguồn tài nguyên*

Nhà sinh thái học Tilman (1990) nêu ra một quan điểm là nếu hai loài cạnh tranh cùng một nguồn tài nguyên thì loài chiến thắng cuối

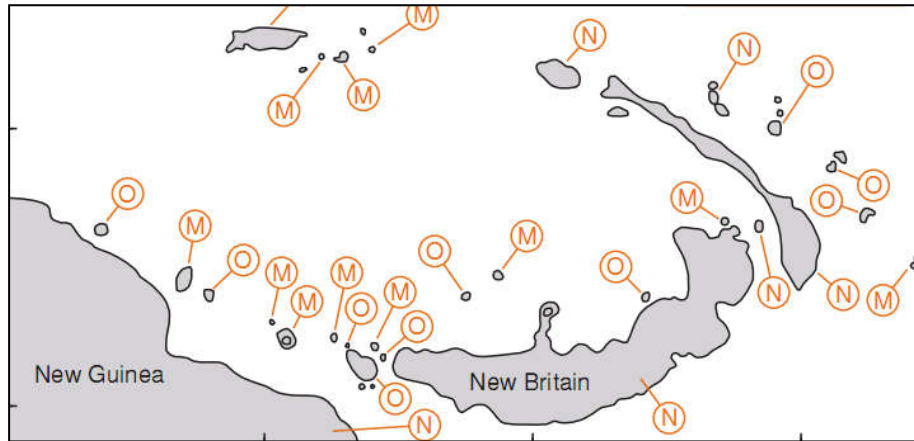


cùng thường là loài tiêu thụ tài nguyên thấp nhất - nghĩa là có khả năng tồn tại với lượng tài nguyên ít nhất. Nếu điều này chỉ xảy ra đối với một loài thì sẽ không cho phép hai loài cùng chung sống. Tuy nhiên, nếu hai loài phụ thuộc vào hai nguồn tài nguyên theo cách khác nhau, thì sự chung sống sẽ xảy ra khi mỗi loài có thể chấp nhận sử dụng một lượng tài nguyên thấp hơn so với loài cạnh tranh với nó. Điều này có thể được hiểu như sau: nếu loài 1 bị giới hạn bởi tài nguyên B hơn là tài nguyên A, ngược lại loài 2 bị giới hạn bởi tài nguyên A hơn là tài nguyên B, thì loài 1 sử dụng nhiều tài nguyên B hơn và loài 2 sử dụng nhiều tài nguyên A hơn. Hệ quả, loài 1 cạnh tranh tốt hơn loài 2 đối với nguồn tài nguyên A; loài 2 cạnh tranh tốt hơn loài 1 đối với nguồn tài nguyên B.

Có một số trường hợp ngoại lệ trong tự nhiên. Một số loài cạnh tranh có thể cùng chung sống với cùng nguồn tài nguyên nhưng không xảy ra hiện tượng cạnh tranh loại trừ mặc dù không có sự phân chia ổ sinh thái. Ví dụ, một nhóm loài bọ cánh cứng *hispine*, cùng tiêu thụ loại thức ăn như nhau và cư trú trong cùng nơi sống; tuy nhiên, chúng chung sống mà không xảy ra hiện tượng phân ly hay loại trừ cả trong trường hợp cùng loài và khác loài. Sự cùng chung sống có thể do đặc điểm kết hợp của các nguồn thức ăn và nơi sống không hạn chế, hoặc tỷ lệ vật ăn thịt và vật ký sinh cao. Phân chia ổ sinh thái cũng không chỉ có nghĩa là hiện tượng cùng chung sống xảy ra giữa các loài. Phân chia ổ sinh thái còn được xem xét là một nguyên lý sinh thái quan trọng đặc biệt giải thích hiện tượng chung sống giữa các loài, là một cơ chế quan trọng làm tăng độ đa dạng sinh học ở nhiều cảnh quan tự nhiên trên Trái Đất.

Một trường hợp phân chia ổ sinh thái được Diamond (1975) mô tả bằng sự phân bố của hai loài Gặm ghì nhỏ thuộc họ Bò câu (*Columbidae*) tại vùng Bismarck. Hầu hết các đảo đều có cá thể của một trong hai loài này cư trú, không có đảo nào có cả hai loài và chỉ có vài

đảo là không có loài nào cư trú. Cá thể loài *Macropygia mackinlay* sống ở đảo “M”, cá thể loài *Macropygia nigrirostris* sống ở đảo “N”. Các đảo “O” không phát hiện thấy cá thể nào của một trong hai loài trên.



Hình 9.4. Phân chia ổ sinh thái của hai loài Gà nhỏ tại vùng Bismarck

### 9.3. QUẦN THỂ SINH VẬT VÀ QUẦN THỂ BIỂN THÁI

Giai đoạn 1920 - 1940 là thời kỳ phát triển mạnh mẽ nhất của sinh thái học lý thuyết, cũng là thời kỳ phát triển rực rỡ của sinh thái học quần thể; sau đó mới là thời kỳ phát triển sinh thái học quần xã. Trong những năm gần đây, mối quan tâm của các nhà khoa học lại hướng tới sinh thái học quần thể, nhưng ở khía cạnh mới - tiếp cận không gian. Thuyết quần thể biến thái (*metapopulation theory*) ra đời hướng nghiên cứu tới quần thể biến thái - một tập hợp nhiều quần thể địa phương được liên hệ với nhau bởi dòng phát tán cá thể giữa chúng.

Có thể chia thời gian nghiên cứu và phát triển lý luận về quần thể sinh vật theo ba giai đoạn, tương ứng với sự chuyển biến định hướng nghiên cứu từ các mô hình trạng thái, mô hình cá thể sang mô hình không gian của quần thể sinh vật:

- Ban đầu, sinh thái học quần thể giới hạn nghiên cứu các *mô hình trạng thái* của quần thể sinh vật, mô phỏng kích thước, mật độ, sự tăng trưởng của quần thể. Các mô hình này dễ xây dựng, có khả năng giải thích tốt đặc điểm và trạng thái của quần thể.

- Trong thời kỳ các nhà khoa học "kêu gọi" định lượng hóa các khoa học sự sống và các khoa học Trái Đất - những ngành khoa học tự nhiên trước đây được coi là khoa học mô tả thuần túy, sinh thái quần thể định hướng phát triển các *mô hình cá thể*, mô phỏng các thuộc tính của cá thể trong quần thể, bao gồm sức sinh sản, các quan hệ sinh học. Hướng định lượng thuộc tính của các cá thể trong quần thể được chú trọng phát triển. Đóng góp quan trọng nhất trong thời kỳ này thuộc về hai nhà toán học là Lotka và Volterra, những người đã phát triển các mô hình toàn học về quan hệ sinh học trong quần thể mà hiện nay vẫn còn nguyên giá trị khoa học đích thực.

- Hiện nay, sinh thái quần thể được định hướng nghiên cứu theo tiếp cận không gian. Các *mô hình nơi sống* được định hướng phát triển. Các mô hình này thể hiện quan hệ định lượng về không gian và thời gian giữa độ phong phú của quần thể với cấu trúc nơi sống. Trong đó, các mô hình trạng thái và mô hình cá thể được tích hợp, gắn liền với các biến không gian và biến thời gian. Thuyết và mô hình quần thể biến thái của Levins là đóng góp quan trọng nhất theo hướng này.

### **9.3.1. Các khái niệm**

#### ***a) Quần thể sinh vật***

Quần thể sinh vật (*biotic population*), hoặc gọi đơn giản là quần thể, là một tập hợp các cá thể thuộc cùng một loài hay dưới loài sinh sống trong một khu vực địa lý nhất định, đồng thời cách ly tương đối với các cá thể thuộc quần thể khác cùng loài nhưng không cách ly về mặt di truyền.

Theo định nghĩa trên, quần thể sinh vật được coi là dạng tồn tại cơ sở của loài. Để loài tồn tại và phát triển, các cá thể của loài không thể sống biệt lập mà buộc phải chung sống với nhau theo những quan hệ ràng buộc khăng khít, tạo nên một hệ thống thống nhất, có tổ chức gọi là quần thể. Sống trong quần thể, các cá thể mới có cơ hội để tham gia kết đôi và sinh sản, khai thác hiệu quả được nguồn tài nguyên, chống lại những rủi ro từ môi trường (thiên tai, dịch bệnh, vật cạnh tranh, vật ăn thịt, vật ký sinh,...). Quần thể có những đặc trưng mà cá thể không có là cấu trúc tuổi và giới tính, mức sinh sản và tử vong, quy luật tăng trưởng và biến động số lượng cá thể. Đối với những loài sinh sản hữu tính thì quần thể loài đó phải có khả năng sinh sản ra con cái, còn với những loài sinh sản vô tính thì không cần khả năng đó.

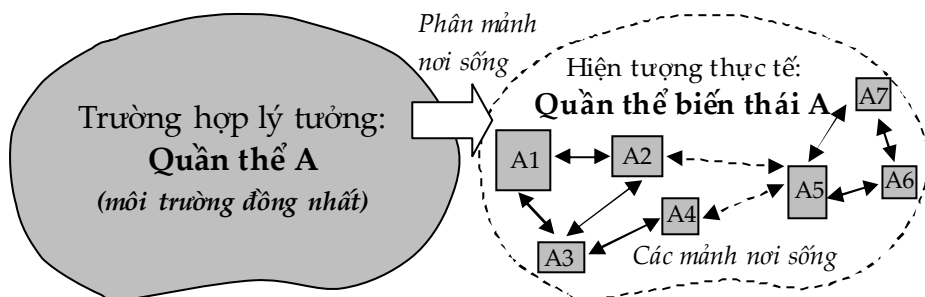
### ***b) Quần thể biến thái***

Khái niệm quần thể sinh vật được phát triển dựa trên giả thiết về mối quan hệ giữa sinh vật với môi trường đồng nhất. Khái niệm về quần thể biến thái được phát triển với mục đích nghiên cứu quan hệ giữa sinh vật với môi trường bất đồng nhất trong phạm vi cảnh quan, mô tả động lực của quần thể trong các cảnh quan tự nhiên bị phân mảnh. Quần thể biến thái hiểu một cách đơn giản là "quần thể của các quần thể", nghĩa là một quần thể lớn bao gồm nhiều quần thể có kích thước nhỏ hơn tồn tại trong các mảnh nơi sống riêng biệt, không liên tục do phân mảnh một nơi sống.

Xét về mặt ý nghĩa khoa học và thực tiễn, khái niệm về quần thể sinh vật phù hợp áp dụng trong công tác nghiên cứu thực nghiệm sinh thái học. Khái niệm về quần thể biến thái phản ánh bản chất khách quan của một tập hợp các cá thể cùng loài trong tự nhiên: trong khung cảnh môi trường tự nhiên luôn chứa đựng các điều kiện thuận lợi và không thuận lợi đối với sự tồn tại của loài, các cá thể cùng loài có xu thế tập

trung thành từng nhóm nhỏ hơn phân bố trong các nơi sống thuận lợi. Quần thể sinh vật là đối tượng nghiên cứu của sinh thái học quần thể; trong khi đó, quần thể biến thái được xác định là đối tượng nghiên cứu của sinh thái cảnh quan và sinh học bảo tồn. Sinh thái cảnh quan nghiên cứu ảnh hưởng của cấu trúc nơi sống tới động lực và sự tồn tại của quần thể trong cảnh quan. Sinh học bảo tồn nghiên cứu các hiện tượng liên quan tới động lực quần thể có ảnh hưởng tới công tác bảo tồn: phân mảnh một nơi sống nguyên vẹn thành nhiều nơi sống có kích thước nhỏ hơn, hình thành các "đảo nơi sống" cách biệt - nguyên nhân chủ đạo gây suy giảm quần thể.

Hình dưới đây thể hiện sự so sánh giữa hai mô hình này. Hình bên trái biểu thị một quần thể sinh vật duy nhất được hình thành trong một môi trường đồng nhất lý tưởng. Hình bên phải biểu thị một quần thể biến thái được tạo bởi nhiều quần thể nhỏ hơn phân bố trong một cảnh quan bị phân mảnh nơi sống. Các ô vuông chỉ các quần thể địa phương cư trú trong các mảnh nơi sống. Kích thước ô vuông thể hiện khả năng cung cấp tài nguyên của các mảnh nơi sống, do đó chỉ thị kích thước của các quần thể địa phương. Mũi tên nét liền thể hiện độ kết nối thực tế (quan sát thấy được dòng sinh vật). Mũi tên nét đứt thể hiện độ kết nối tiềm năng (dự tính có khả năng tạo ra dòng sinh vật). Hướng mũi tên thể hiện hướng dòng di chuyển giữa các quần thể địa phương trong các mảnh nơi sống rời rạc. Trong trường hợp kết nối tiềm năng không thực hiện được, hai quần thể biến thái không được kết nối (thay vì chỉ có một quần thể biến thái) sẽ được tạo ra trong cảnh quan.



Hình 9.5. Mô hình về quần thể lý tưởng trong một môi trường hoàn toàn đồng nhất và quần thể biến thái trong cảnh quan có cấu trúc bất đồng nhất (Nguyễn An Thịnh, 2010)

### c) Nơi sống, mảnh nơi sống, kích thước nơi sống tối thiểu

**Nơi sống** (*habitat*) được định nghĩa là "khoảng không gian có sinh vật cư trú, trong đó, mỗi loài đều cần có nơi cư trú tại đó đáp ứng được đầy đủ các nhu cầu về thức ăn, không gian sống và các yếu tố đảm bảo sự sinh tồn" (Dickinson, 1963). Khái niệm về nơi sống được sử dụng cho một quần thể cụ thể của một loài hơn là sinh vật nói chung. Thuật ngữ "nơi sống của một quần thể loài" được dùng phổ biến hơn thuật ngữ "nơi sống của một sinh vật".

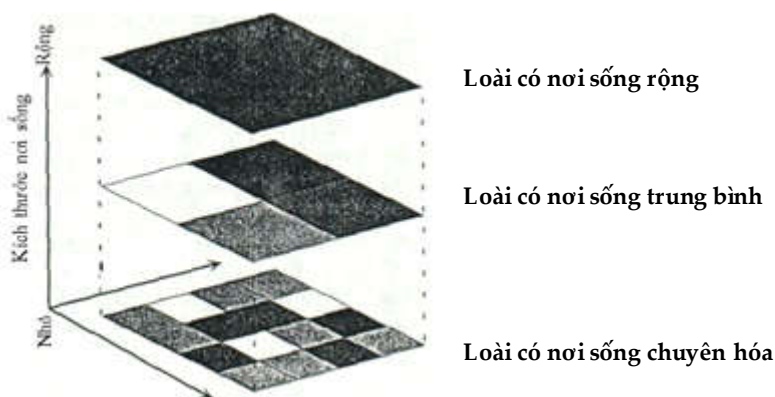
Khái niệm nơi sống luôn gắn liền với một yếu tố cấu trúc cảnh quan cụ thể có chức năng tương ứng. Theo nghĩa rộng, một nơi sống chứa "tất cả các kiểu yếu tố cảnh quan được các loài sinh vật sử dụng". Theo nghĩa hẹp, "một kiểu yếu tố cảnh quan được một loài sử dụng" cũng được gọi là nơi sống (Burel và Baudry, 2003). Do chức năng chủ đạo của mảnh rời rạc là nơi sống của sinh vật nên nơi sống thường được gắn liền với một mảnh rời rạc cụ thể, gọi là **mảnh nơi sống** (*habitat patch*). Một mảnh nơi sống là "một mảnh rời rạc có cấu trúc thỏa mãn chức năng là nơi sống của sinh vật" (Forman và Godron, 1986). Trong một số ít trường hợp, hành lang cũng đóng vai trò là nơi sống, còn gọi là hành lang nơi sống (*habitat corridor*).

Trong tự nhiên, mỗi loài động vật yêu cầu các đặc trưng về nơi sống khác nhau tùy thuộc vào đặc tính sinh học của chúng:

- Theo *số lượng nơi sống* trong một vòng đời của động vật, có thể phân thành nhóm động vật *đơn nơi sống* (chỉ sử dụng một nơi sống duy nhất trong toàn bộ vòng đời) và nhóm động vật *đa nơi sống* (yêu cầu từ hai nơi sống khác nhau trở lên trong toàn bộ vòng đời).

- Theo *kích thước nơi sống*, có thể phân động vật thành ba nhóm: nhóm động vật có nơi sống chuyên hóa (hoặc nhóm động vật có nơi sống hẹp), nhóm động vật có nơi sống trung bình và nhóm động vật có nơi sống rộng.

Do yêu cầu khác nhau, một mảnh nơi sống phù hợp với loài này có thể không là nơi sống của loài khác. Ngoài ra, việc xác định một mảnh rời rạc có phải là mảnh nơi sống hay không phụ thuộc hoàn toàn vào hành vi và nhận thức của sinh vật đối với nơi sống của nó.



Hình 9.6. Mô hình cấu trúc nơi sống, trong đó tính đồng nhất và tính bất đồng nhất phụ thuộc vào loài và quyết định cư trú trong môi trường của chúng (Kolasa, 1989)

Trong tự nhiên, phần lớn các loài ở bậc dinh dưỡng cao (các loài ăn thịt, loài cạnh tranh ở bậc cao) yêu cầu quy mô không gian sinh sống và không gian tìm kiếm thức ăn rộng hơn so với các loài ở bậc dinh dưỡng

thấp hơn. Điều này được nhà sinh thái học người Đức là Heydemann (1981) giải thích bằng nguyên lý về *kích thước nơi sống tối thiểu*, là "kích thước nhỏ nhất của nơi sống đảm bảo cho sinh vật tồn tại" (Heydemann, 1981). Động vật và thực vật có nhu cầu nơi sống tối thiểu khác nhau. Động vật yêu cầu nơi sống rộng, phức tạp và thay đổi nhiều, trong khi đó thực vật yêu cầu nơi sống đồng nhất hơn. Khái niệm này cũng có thể sử dụng cho các cấp trong phổ sinh thái, bao gồm cá thể, quần thể và quần xã sinh vật.

Bảng 9.1. Kích thước nơi sống tối thiểu của các nhóm động vật (Heydemann, 1981)

Stt	Nhóm động vật	Kích thước nơi sống tối thiểu
1	Động vật nhỏ trong đất (kích thước cơ thể nhỏ hơn 0,3 mm)	< 1 ha
2	Động vật trung bình trong đất (0,3 - 1 mm)	1 - 5 ha
3	Động vật lớn nhóm A (không xương sống, 1 - 10 mm)	5 - 10 ha
4	Động vật lớn nhóm B (không xương sống, 10 - 50 mm) - Các loài bọ cánh cứng - Các loài di chuyển chủ động trên mặt đất - Các loài di chuyển chủ động trong không khí	5 - 10 ha 10 - 20 ha 50 - 100 ha
5	Động vật lớn nhóm A (có xương sống) - Thú nhỏ - Bò sát - Chim nhỏ	10 - 20 ha 20 - 100 ha 20 - 100 ha
6	Động vật lớn nhóm B (có xương sống): thú lớn và chim	100-10.000 ha

Thông thường một loài sinh vật sẽ yêu cầu một nơi sống có kích thước phù hợp theo nghĩa là có diện tích phải bằng hoặc lớn hơn kích thước nơi sống tối thiểu. Sự khác nhau về kích thước nơi sống phản ánh đặc tính của các loài. Các loài di cư ít phụ thuộc vào một kích thước nơi sống nhất định, có thể cư trú được trong các mảnh nơi sống có kích thước nhỏ và cách biệt. Ngược lại, do khả năng phát tán hạn chế, các



loài không có khả năng di cư phụ thuộc chặt chẽ vào kích thước nơi sống của nó cũng như nơi sống liền kề; các mảnh nơi sống có kích thước nhỏ và cách biệt thường không thích hợp đối với các loài này. Các loài sử dụng các nguồn tài nguyên không thể thay thế có xu hướng hoạt động trong phạm vi không gian lớn hơn.

### 9.3.2. Cấu trúc quần thể

Cấu trúc quần thể được đặc trưng bởi các yếu tố: kích thước, mật độ, cấu trúc giới tính và cấu trúc sinh sản, thành phần nhóm tuổi, tỷ lệ sinh sản và tử vong, đặc điểm phân bố cá thể.

#### a) Kích thước quần thể

Kích thước quần thể là *số lượng cá thể, khối lượng hoặc năng lượng của tất cả các cá thể trong quần thể phù hợp với nguồn sống và không gian cư trú của quần thể đó*, được xác định theo công thức:

$$N_t = N_o + (B - D) + (I - E)$$

Trong đó:  $N_t$  và  $N_o$  là số lượng cá thể của quần thể ở thời điểm  $t$  và  $t_0$ ;  $B$  là mức sinh sản;  $D$  là mức tử vong;  $I$  là mức nhập cư;  $E$  là mức xuất cư.

Trong công thức này, mỗi biến có thuộc tính riêng, đặc trưng cho loài và phụ thuộc vào môi trường.

Kích thước quần thể có những đặc trưng sau đây:

- Kích thước quần thể có thể được tính bằng tổng số cá thể, tổng khối lượng hoặc năng lượng tổng cộng. Trong đa số trường hợp, tổng số cá thể được lựa chọn là chỉ số đại diện kích thước một quần thể.

- Tập hợp các cá thể của loài có kích thước cơ thể nhỏ thường tạo thành quần thể có kích thước lớn. Ngược lại, loài có kích thước cơ thể lớn thường tạo thành quần thể có kích thước nhỏ. Điều này xuất phát từ

giới hạn nguồn tài nguyên của môi trường và đặc tính thích nghi của từng loài.

- Kích thước quần thể bao giờ cũng có hai cực trị là kích thước tối thiểu và kích thước tối đa. Kích thước tối thiểu đặc trưng cho từng loài. Kích thước tối đa tương ứng với sức tải của môi trường, thay đổi phụ thuộc vào đặc điểm khai thác của quần thể.

*Kích thước quần thể tối thiểu* là mức đảm bảo đủ khoảng cách cho các cá thể có khả năng duy trì và phát triển số lượng, thực hiện các mối quan hệ sinh học cùng loài liên quan tới sinh sản, hỗ trợ, hiệu quả nhóm,...; duy trì chức năng của quần thể trong tự nhiên. Dưới mức này, quần thể sẽ bị thoái hóa và tuyệt chủng địa phương.

*Kích thước quần thể tối đa* là số lượng của quần thể có thể đạt được tương ứng với các điều kiện của môi trường (thường được ký hiệu là K). Mức tối đa của kích thước quần thể phụ thuộc vào khả năng cung cấp thức ăn và nơi ở của môi trường cũng như nhiều yếu tố sinh thái khác (vật ăn thịt, vật cạnh tranh, dịch bệnh,...). Thực tế, không gian và nguồn sống của môi trường có hạn và luôn bị chia sẻ cho những loài khác, nên kích thước quần thể chỉ có thể phát triển tới một giới hạn tối đa cân bằng với điều kiện môi trường.

### ***b) Mật độ quần thể***

Mật độ quần thể là *tổng số lượng, khối lượng hay năng lượng của tất cả các cá thể trong quần thể trên một đơn vị diện tích hay thể tích nơi sống*. Đây là đặc trưng cấu trúc chỉ ra khoảng cách trung bình giữa các cá thể trong khu vực phân bố của quần thể.

Trong quan hệ sinh học cùng loài, mật độ quần thể phản ánh trạng thái về kích thước quần thể, giúp quần thể tự điều chỉnh số lượng phù hợp với điều kiện môi trường thông qua mức sinh sản và mức tử vong.

Trong quan hệ sinh học khác loài, mật độ giữ vai trò chi phối tác động của các yếu tố hữu sinh đến sự tồn tại và phát triển của các quần thể trong quần xã.

Công thức xác định mật độ quần thể:

$$D_t = \frac{N_t}{a}$$

Trong đó:  $D_t$  là mật độ quần thể ở thời điểm  $t$ ;  $N_t$  là kích thước quần thể ở thời điểm  $t$ ;  $a$  là diện tích hay thể tích nơi sống của quần thể.

Tùy theo đối tượng sinh vật, mật độ quần thể được xác định theo các phương pháp khác nhau:

- *Quần thể vi sinh vật*: đếm số lượng khuẩn lạc trong một thể tích môi trường nuôi cấy xác định.

- *Quần thể thực vật nổi (phytoplankton), động vật nổi (zooplankton)*: đếm số lượng cá thể trong một thể tích nước xác định.

- *Quần thể thực vật, động vật đáy*: là nhóm sinh vật không di chuyển hoặc di chuyển ít, mật độ được xác định bằng đo đạc trong ô tiêu chuẩn.

- *Quần thể động vật lớn*: quan sát trực tiếp hoặc gián tiếp bằng phương pháp đếm tổ (chim), dấu chân (thú trên đường đi kiếm ăn), số lượng cá bị mắc bẫy,...

- *Quần thể thủy hải sản*: đánh dấu cá thể, thả ra và bắt lại, từ đó tìm ra kích thước và mật độ quần thể theo các công thức Petersen và Seber:

Công thức Petersen (1896):

$$N = \frac{C \times M}{R}$$

Công thức Seber (1982):

$$N = \frac{(M + 1) \times (C + 1)}{R + 1}$$

Trong đó:  $N$  là số lượng cá thể của quần thể tại thời điểm đánh dấu;  $M$  là số lượng cá thể được đánh dấu của lần thu mẫu thứ nhất;  $C$  là số lượng cá thể được đánh dấu của lần thu mẫu thứ hai;  $R$  là số lượng cá thể được đánh dấu xuất hiện ở lần thu mẫu thứ hai.

Mật độ quần thể có quan hệ chặt chẽ với cấu trúc cảnh quan. Quan hệ này được xác định bằng mô hình phân tán của Fisher (1937):

$$\frac{\partial N}{\partial t} = D \left( \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) + f(N)$$

Trong đó:  $N$  là mật độ quần thể;  $t$  là thời gian;  $D$  là hệ số phân tán;  $x, y$  là hai chiều không gian;  $f(N)$  là phương trình tăng trưởng của quần thể.

Mô hình Skellam (1951) dự đoán tốc độ lan tỏa của các quần thể tăng trưởng theo hàm logistic có dạng:

$$V = \sqrt{4rD}$$

Trong đó:  $V$  là tốc độ lan tỏa của quần thể;  $r$  là tốc độ tăng trưởng của quần thể;  $D$  là hệ số phát tán.

### ***c) Sức sinh sản và tử vong, cấu trúc giới tính và cấu trúc sinh sản***

Bên cạnh tác động của điều kiện môi trường, kích thước quần thể được quy định bởi các đặc trưng nội tại của quần thể, bao gồm:

- *Sức sinh sản*: là khả năng gia tăng về mặt số lượng của quần thể. Sức sinh sản của quần thể phụ thuộc vào sức sinh sản của cá thể, bao gồm số lượng trứng hay con trong một lần sinh, khả năng chăm sóc

trứng hay con của cá thể đó, số lứa đẻ trong một năm (hoặc một vòng đời), tuổi thành thực sinh dục, mật độ quần thể.

- *Mức tử vong*: là mức giảm số lượng cá thể của quần thể. Mức tử vong phụ thuộc vào giới tính (sức sống của cá thể cái so với cá thể đực), nhóm tuổi (cá tử vong nhiều ở giai đoạn trứng, thủy tức tử vong đồng đều ở các lứa tuổi), điều kiện sống.

- *Cấu trúc giới tính*: là tỷ lệ số cá thể đực/cái của một quần thể. Cấu trúc giới tính trong tự nhiên hoặc trong tổng số các cá thể mới sinh trung bình là 1 : 1. Tuy nhiên, tỷ lệ này sẽ thay đổi phụ thuộc vào đặc tính của loài, tập tính sinh sản, điều kiện môi trường, sức sống của các cá thể đực/cái.

- *Cấu trúc sinh sản*: là tỷ lệ đực/cái trong đàn sinh sản. Tỷ lệ này phụ thuộc vào tập tính sinh sản của từng loài, khả năng thụ tinh cho trứng hay sức sống của thế hệ con.

#### ***d) Thành phần nhóm tuổi và tháp tuổi***

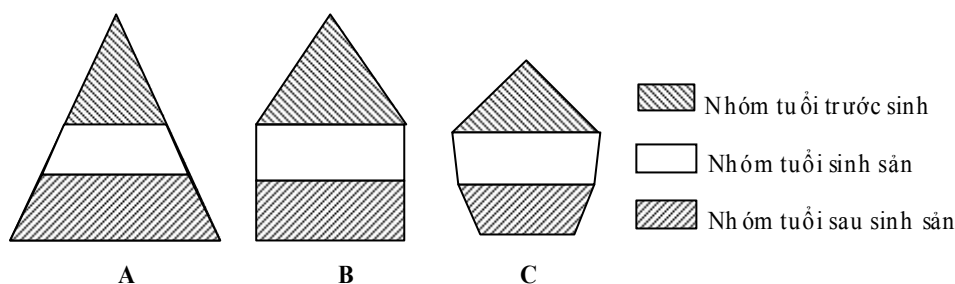
Thành phần nhóm tuổi là *tỷ lệ số cá thể thuộc ba nhóm tuổi là trước sinh sản, sinh sản và sau sinh sản trong một quần thể*. Đặc trưng này phụ thuộc vào tuổi thọ trung bình của loài, vùng phân bố, điều kiện sống, khả năng sống sót của từng nhóm tuổi. Trong tự nhiên không phải tất cả các loài đều có cả ba nhóm tuổi. Khoảng thời gian giữa các nhóm trước sinh sản, sinh sản và sau sinh sản cũng không bằng nhau, phụ thuộc vào đặc tính của loài và nhiều nhân tố khác của môi trường.

Khi xếp chồng lần lượt hình biểu thị các nhóm tuổi trước sinh sản, sinh sản và sau sinh sản lên nhau ta được *tháp tuổi của quần thể*. Tháp tuổi của quần thể người thường được gọi là *tháp dân số*. Có ba dạng tháp như sau:

- *Tháp phát triển*: đáy rộng, đỉnh nhọn dần, biểu thị số con non nhiều, số cá thể già ít, tỷ lệ sinh cao, tỷ lệ tử vong thấp. Dạng tháp này đặc trưng cho quần thể trẻ đang phát triển.

- *Tháp ổn định*: đáy rộng vừa phải, cạnh tháp gần như thẳng đứng, biểu thị tỷ lệ sinh/tử xấp xỉ nhau. Dạng tháp này đặc trưng cho quần thể ổn định.

- *Tháp thoái hóa*: đáy hẹp, đỉnh rộng biểu thị tỷ lệ tử vong cao, tỷ lệ sinh thấp, nhiều cá thể già, ít con non. Dạng tháp này đặc trưng cho quần thể thoái hóa.



Hình 9.7. Các dạng tháp tuổi của quần thể.  
(A) tháp phát triển; (B) tháp ổn định; (C) tháp thoái hóa

### e) Đặc điểm phân bố cá thể

Đặc điểm phân bố cá thể là sự chiếm lĩnh không gian của các cá thể trong quần thể, phụ thuộc vào điều kiện môi trường và tập tính của loài. Có ba dạng phân bố của cá thể:

- *Dạng phân bố đều*: được hình thành trong môi trường đồng nhất tương đối, các cá thể có tính lãnh thổ cao. Dạng này hiếm gặp trong tự nhiên.

- *Dạng phân bố theo nhóm*: được hình thành trong môi trường không đồng nhất, các cá thể có xu hướng tụ lại với nhau. Đây là dạng phân bố

đặc trưng trong cảnh quan có đặc điểm phân hóa không gian bất đồng nhất.

- *Dạng phân bố ngẫu nhiên*: là dạng trung gian của hai dạng trên. Trong điều kiện môi trường đồng nhất, các cá thể không có tính lãnh thổ cao cũng không có xu hướng tụ lại. Dạng phân bố này cũng ít gặp trong tự nhiên.

Để xác định chính xác các dạng phân bố nói trên, ước lượng không chệch của phương sai mẫu ( $S^2$ ) thường được sử dụng, theo công thức:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

*Trong đó: n là tổng số mẫu;  $\bar{x}$  là số lượng trung bình của các cá thể;  $x_i$  là số lượng cá thể của loài trong mẫu i.*

Các dạng phân bố được xác định dựa trên so sánh giá trị ước lượng không chệch của phương sai mẫu và giá trị bình phương số lượng cá thể trung bình trong các mẫu:

- $S^2 < \bar{x}^2$ : dạng phân bố đều.
- $S^2 > \bar{x}^2$ : dạng phân bố theo nhóm.
- $S^2 = \bar{x}^2$ : dạng phân bố ngẫu nhiên.



Hình 9.8. Ba dạng phân bố cá thể của quần thể (từ trái sang phải): phân bố đều, phân bố ngẫu nhiên và phân bố theo nhóm

Đặc điểm phân bố cá thể của quần thể phụ thuộc vào các yếu tố:

- *Độ bất đồng nhất không gian của lãnh thổ*: các dạng phân bố đều và phân bố ngẫu nhiên xảy ra trong môi trường có độ đồng nhất cao. Dạng phân bố theo nhóm xảy ra trong môi trường bất đồng nhất.

- *Các nhân tố phi sinh học trong môi trường*: các nhân tố hóa học hoặc vật lý trong môi trường ảnh hưởng tới đặc điểm phân bố của sinh vật. Chẳng hạn, ở các khu vực khô hạn, nơi hầu hết các cá thể tập trung xung quanh nguồn nước, hình thành kiểu phân bố theo nhóm.

- *Các nhân tố hữu sinh*: bao gồm vật ăn thịt, vật gây bệnh, loài cạnh tranh về thức ăn, nước, sinh sản, ảnh hưởng đến đặc điểm phân bố của sinh vật. Tính ưu thế bầy đàn cho phép quần thể nhận biết được vật ăn thịt sớm hơn ở khoảng cách lớn hơn và phòng thủ tốt hơn. Trong điều kiện giới hạn về nguồn tài nguyên, các cá thể trong quần thể có xu hướng phân bố đều để giảm thiểu cạnh tranh. Chẳng hạn, các cá thể thực vật phân bố đều sẽ làm giảm cạnh tranh về ánh sáng Mặt Trời.

- *Mật độ quần thể*: ảnh hưởng tới dạng phân bố của quần thể theo hiệu ứng Allee: trong điều kiện mật độ trung bình sự tụ họp sẽ xuất hiện, tạo nên hiệu quả tốt; mật độ quá thấp hay quá cao là những nhân tố cản trở tụ họp, ảnh hưởng trực tiếp đến mức tăng trưởng và sống sót của quần thể.

### **9.3.3. Chức năng của quần thể**

Chức năng cơ bản của một quần thể sinh vật là *tổng hợp các chất hữu cơ để thực hiện mọi quá trình sống, đặc biệt để sinh sản, tăng số lượng, duy trì sự tồn tại và vai trò của quần thể đó trong sinh giới*. Chức năng này được xác định theo các đặc trưng sau:

- *Nhịp điệu sản xuất chất hữu cơ của quần thể*: biểu thị tốc độ và cường độ của quá trình hình thành chất hữu cơ.



- *Sản lượng sinh vật*: là lượng chất hữu cơ tích lũy trong các cá thể và có thể thu hái được trong một khoảng thời gian (vụ, năm). Năng suất (đại diện cho tốc độ sản xuất) là sản lượng sinh vật được tính trên đơn vị thời gian.

- *Sinh khối (sinh vật lượng)*: là lượng chất hữu cơ thu được tại thời điểm lấy mẫu, không phụ thuộc vào khoảng thời gian quần thể tồn tại.

Công thức mối quan hệ giữa sinh khối và sản lượng sinh vật:

$$P(t_2 - t_1) = B(t_2) - B(t_1) + P'(t_2 - t_1)$$

Trong đó:  $P(t_2 - t_1)$  là sản lượng sinh vật có được trong khoảng thời gian từ  $t_1$  đến  $t_2$ ;  $B(t)$  là sinh khối ở thời điểm  $t$ ,  $P'(t_2 - t_1)$  là sản lượng sinh vật bị hao hụt (chết, bị khai thác) trong khoảng thời gian từ  $t_1$  đến  $t_2$ .

#### 9.3.4. Động lực quần thể

Động lực quần thể, còn gọi là động lực tăng trưởng kích thước của một quần thể, được định nghĩa là *diễn biến kích thước quần thể theo thời gian*. Động lực này có thể được mô phỏng bằng hàm số toán học hoặc biểu diễn trực quan bằng đồ thị. Có hai mô hình cơ bản về tăng trưởng kích thước quần thể là mô hình tăng trưởng hàm mũ và mô hình tăng trưởng hàm logistic.

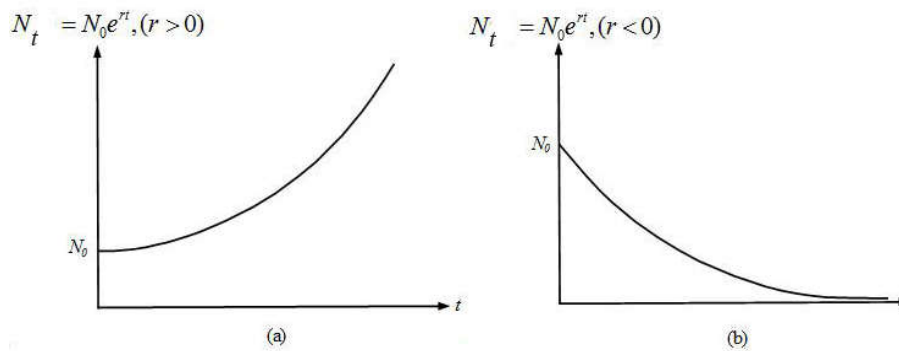
**a) Mô hình tăng trưởng kích thước quần thể trong điều kiện sức tải môi trường không giới hạn: mô hình tăng trưởng hàm mũ**

Trong điều kiện giả định sức tải môi trường không giới hạn, tăng trưởng kích thước quần thể chỉ phụ thuộc vào bốn yếu tố là *sức sinh sản, mức tử vong, tỷ lệ nhập cư và tỷ lệ xuất cư*. Sức sinh sản và mức tử vong là nguyên nhân nội tại, quyết định đến tăng trưởng số lượng của quần thể.

Trong trường hợp này, tăng trưởng quần thể là *tăng trưởng lý thuyết*, được mô phỏng theo mô hình tăng trưởng hàm mũ của Malthus (1798):

$$\text{Phương trình: } \frac{dN}{dt} = rN \quad \text{có nghiệm: } N_t = N_0 e^{rt}$$

Trong đó:  $N_0$  và  $N_t$  là kích thước quần thể tại thời điểm ban đầu  $t_0$  và thời điểm  $t$ ;  $r$  là hệ số tăng trưởng.



Hình 9.9. Đồ thị hàm mũ của Malthus thể hiện sự tăng trưởng kích thước quần thể theo thời gian trong điều kiện sức tải môi trường không giới hạn: (a) hệ số tăng trưởng  $r > 0$ ; (b) hệ số tăng trưởng  $r < 0$

### ***b) Mô hình tăng trưởng kích thước quần thể trong điều kiện sức tải môi trường giới hạn: mô hình tăng trưởng hàm logistic***

Trên thực tế, tăng trưởng kích thước quần thể thường không theo mô hình lý thuyết, do các nguyên nhân sau:

- Hệ số tăng trưởng  $r$  không phải là hằng số vì sức tăng trưởng còn phụ thuộc vào điều kiện môi trường có giá trị luôn thay đổi.

- Do điều kiện ngoại cảnh như thức ăn, nơi ở, dịch bệnh,... nên tuổi thọ cá thể lại có giới hạn và tỷ lệ tử vong làm giảm số lượng cá thể.

Nếu theo phương trình lý thuyết trên thì đường đồ thị tăng không giới hạn. Điều này không đúng với thực tế là sức tải môi trường luôn có giới hạn. Do đó, một hệ số điều chỉnh được thêm vào phương trình. Sự tăng trưởng này gọi là *tăng trưởng thực tế*, được mô phỏng bằng mô hình tăng trưởng hàm logistic của Verhust (1938):

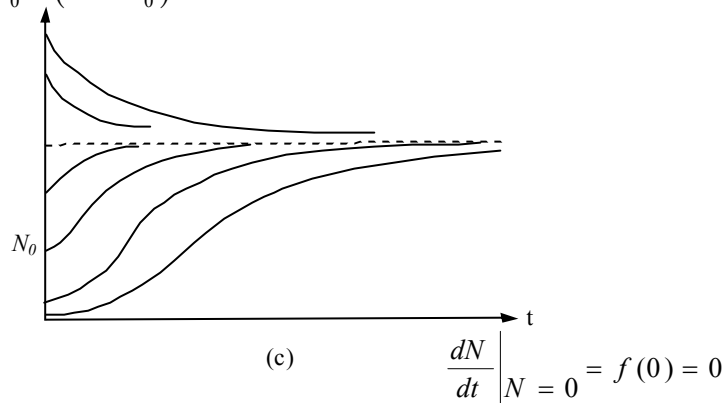
$$\frac{dN}{dt} = r\left(1 - \frac{N}{K}\right)N \quad \text{với } 1 - \frac{N}{K} \text{ là hệ số điều chỉnh}$$

Trong đó:  $K$  là kích thước quần thể cực đại trong điều kiện môi trường tối ưu;  $N$  là kích thước quần thể ở thời điểm đang xét;  $K$  là hằng số thể hiện sức tải của môi trường đối với quần thể đó.

Phương trình này có nghiệm: 
$$N(t) = \frac{N_0 K}{N_0 + (K - N_0)e^{-rt}}$$

Với  $N_0 = N(0)$  là kích thước quần thể ban đầu tại thời điểm  $t_0$ .

$$N(t) = \frac{N_0 K}{N_0 + (K - N_0)e^{-rt}}, (r > 0)$$



Hình 9.10. Đồ thị hàm logistic của Verhust thể hiện sự tăng trưởng kích thước quần thể trong điều kiện môi trường giới hạn

Phương trình Verhust cho thấy ba trường hợp có khả năng xảy ra:

$$\frac{dN}{dt} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad N = K, \text{ là trạng thái cân bằng cho phương trình logistic.}$$

$$\frac{dN}{dt} > 0 \quad \Leftrightarrow \quad N < K, \text{ quần thể có sự tăng trưởng.}$$

$$\frac{dN}{dt} < 0 \quad \Leftrightarrow \quad N > K, \text{ quần thể có xu hướng giảm đến số lượng cân bằng.}$$

### ***c) Chiến lược “chọn lọc r” và “chọn lọc K”***

Trong sinh giới, các loài đều thích nghi theo hướng chọn lọc một cách sống nói chung hay cho sự phát triển số lượng cá thể nói riêng, phù hợp với định luật bảo toàn năng lượng. Dựa trên mô hình tăng trưởng quần thể theo hàm logistic của Verhust, hai nhà sinh thái học là MacArthur và Wilson đã đưa ra lý thuyết về chiến lược chọn lọc cơ bản của các loài trong tự nhiên:

- *Chiến lược chọn lọc r*: một quần thể của loài sinh sản nhiều, năng lượng mất đi càng lớn, tổng năng lượng cá thể của quần thể phải nhỏ. Do đó, để tồn tại được trong tự nhiên, loài phát triển đông về số lượng, nhưng kích thước cá thể phải nhỏ, chịu tác động mạnh của các nhân tố môi trường phi sinh học. Quần thể này có kiểu chọn lọc r trong chiến lược phát triển số lượng và phương trình tăng trưởng là hàm mũ. Ví khuẩn, tảo, côn trùng, cỏ dại, một số động vật gặm nhấm kích thước nhỏ,... là những loài sinh vật có chiến lược chọn lọc r.

- *Chiến lược chọn lọc K*: một quần thể của loài sinh sản ít, con non có kích thước lớn, mức sống sót cao do được chăm sóc, tổng chi phí năng lượng thấp thì loài có cơ hội tăng kích thước cơ thể, tăng tuổi thọ, kéo theo là tuổi sinh sản lần đầu đến muộn và chủ yếu chỉ chịu sức ép của các nhân tố môi trường hữu sinh. Đương nhiên, loài như thế có kiểu

chọn lọc K (theo kiểu logistic). Con người, các động vật có kích thước cơ thể lớn (voi, cá voi,...), các động vật có tuổi thọ cao (nhạn biển Bắc Cực),... là những loài sinh vật có chiến lược chọn lọc K.

### 9.3.5. Quan hệ sinh học trong quần thể

Quan hệ sinh học trong quần thể, bản chất là quan hệ sinh học cùng loài, được thiết lập giữa các cá thể cùng một loài hình thành quần thể. Quan hệ này dẫn tới phân chia lãnh thổ và tổ chức xã hội trong một quần thể. Các dạng quan hệ cơ bản bao gồm hỗ trợ cùng loài, cạnh tranh cùng loài, ký sinh cùng loài, vật ăn thịt - con mồi.

- *Quan hệ hỗ trợ cùng loài*: còn gọi là quan hệ quần tụ, bầy đàn. Thực chất đây là quan hệ phụ thuộc tạo ra hiệu quả nhóm. Biểu hiện là quan hệ mẹ con, quan hệ đực cái, quan hệ con non, con trưởng thành, quan hệ bầy đàn,... Nhờ các mối quan hệ này mà quần thể có sức sống cao hơn, sinh trưởng, phát triển, sinh sản, tự bảo vệ, kiếm mồi, thích nghi tốt hơn. Sự hình thành bầy đàn không phải ở tất cả các loài sinh vật mà chỉ gặp ở một số nhóm loài có lối sống quần tụ theo bầy đàn ở cá, chim, động vật có vú.

- *Quan hệ cạnh tranh cùng loài*: các cá thể cùng loài có chung ổ sinh thái nên cạnh tranh xảy ra là tất yếu. Tuy nhiên, cạnh tranh cùng loài về dinh dưỡng thực chất lại rất ít gặp, trừ khi mật độ quần thể vượt quá sức tải của môi trường. Các trường hợp phổ biến hơn vào mùa sinh sản, các cá thể đực cạnh tranh với nhau quyết liệt để giành con cái hay những con cái cạnh tranh nhau giành nơi thuận lợi để làm tổ,... Khi mật độ đông, các cá thể cạnh tranh để kiếm thức ăn, chỗ ở và các tài nguyên có hạn khác làm tăng tỷ lệ tử vong thực của quần thể. Tác động đó càng thể hiện rõ khi có sự gặp nhau hay va chạm thường xuyên xảy ra giữa các cá thể trong loài.

Quan hệ cạnh tranh cùng loài được mô phỏng theo phương trình Verhust, thể hiện mức tử vong tỷ lệ thuận với tần suất các cá thể trong cùng quần thể gặp nhau:

$$\frac{dN}{dt} = rN - \frac{r}{K}N^2$$

- *Quan hệ ký sinh cùng loài*: một số cá thể sống ở biển sâu (chẳng hạn, *Edriolychnus schmidtii* và *Ceratias spp.*), do nguồn thức ăn hạn chế, không thể nuôi nổi một quần thể đông với cả hai giới. Do vậy, con đực có kích thước rất nhỏ với những biến đổi về hình thái, sinh lý để ký sinh vào con cái chỉ với mục đích tham gia thụ tinh trong mùa sinh sản.

- *Quan hệ vật ăn thịt - con mồi*: còn gọi là hiện tượng ăn đồng loại. Quan hệ này gặp trong quần thể của một số loài nhện, bọ cạp, cá vược châu Âu, cá mập... khi rơi vào những hoàn cảnh khó khăn đặc biệt; đó là đặc tính thích nghi để duy trì sự tồn tại của loài.

### 9.3.6. Quần thể biến thái

Những đặc trưng về cấu trúc, chức năng, động lực và quan hệ sinh học của quần thể sinh vật được trình bày ở trên được sinh thái học quần thể nghiên cứu dựa vào việc xem xét quần thể trong một môi trường đồng nhất lý tưởng của một hệ sinh thái. Trên thực tế, các quần thể sinh vật luôn phân bố trong một không gian bất đồng nhất và nơi sống của quần thể đó không trùng với không gian phân bố. Điều này dẫn tới những kết luận ở trên không còn đúng nữa đối với quần thể xét trong một môi trường bất đồng nhất của cảnh quan. Đây là cơ sở cho nhà sinh thái học Levins (1970) phát triển thuyết quần thể biến thái nhằm giải thích khách quan đặc điểm cấu trúc, chức năng, động lực và quan hệ sinh học của một quần thể trong cảnh quan. Cấu trúc và động lực của quần thể biến thái được mô tả, phân tích và dự báo bằng các mô hình toán học, còn được gọi là mô hình toán về quần thể biến thái.

### ***a) Các khái niệm***

Quần thể biến thái được phát triển dựa trên quan niệm ban đầu cho rằng một quần thể trong không gian bất đồng nhất được tạo bởi một tập hợp các quần thể địa phương (hoặc quần thể phụ) cư trú trong các mảnh nơi sống rời rạc. Levins định nghĩa quần thể biến thái là "*tập hợp các quần thể phụ của một loài sống biệt lập trong mỗi mảnh nhỏ của nơi cư trú trong một vùng sinh cảnh, tồn tại được do sự cân bằng giữa tuyệt chủng địa phương và phục hồi của các quần thể, dựa vào sự du nhập các cá thể từ một hoặc một vài quần thể này tới các quần thể khác*". Khái niệm quần thể biến thái được Levins đưa ra nhằm mô tả động lực quần thể của các côn trùng gây hại trong một vùng phát triển nông nghiệp. Ý tưởng này sau đó được mở rộng đối với các quần thể ở trong các nơi sống bị phân mảnh do các yếu tố tự nhiên hoặc nhân tạo.

### ***b) Các biến thể của quần thể biến thái***

Tất cả các biến thể của quần thể biến thái đều được xây dựng dựa trên hai nguyên tắc cơ bản: cải biến mô hình phát tán giữa các mảnh rời rạc và cải biến mô hình cân bằng tương đối giữa tuyệt chủng và tái cư trú.

*Quần thể nguồn - đích*: trong mô hình của Pulliam (1988), quần thể nguồn và quần thể đích được định nghĩa theo các tiêu chí về chất lượng nơi sống, khả năng sản xuất sinh khối và hiệu quả sinh sản. Các quần thể có tỷ lệ gia tăng số lượng cá thể cao, tạo ra nhiều cá thể dư thừa được gọi là *quần thể nguồn*. Lượng cá thể dư thừa từ các quần thể nguồn sẽ di nhập vào các quần thể có tỷ lệ gia tăng số lượng cá thể thấp, thường bị tuyệt chủng địa phương, được gọi là *quần thể đích*. Mô hình cho phép phát hiện được các quần thể biến thái có thể tồn tại trong các nơi sống đích, trong trường hợp nếu các mảnh nguồn cung cấp đủ cá thể cho đích. Các hệ thống nguồn - đích này cũng có thể được định

nghĩa trong một miền thời gian: các mảnh nguồn hoạt động như khu vực biệt trú liên tục, từ đó các quần thể mở rộng nhanh hơn trong thời kỳ thuận lợi (mặc dù thường tới các mảnh đích), và có thể thu hẹp lại trong các thời kỳ kém thuận lợi hơn.

*Quần thể biến thái lục địa - đảo (quần thể biến thái lõi - vệ tinh):* mô hình này có nguồn gốc từ thuyết địa sinh học đảo. Quần thể trên lục địa (hoặc trong vùng lõi) có khả năng chống chịu sự tuyệt chủng. Các quần thể trên đảo (hoặc các quần thể vệ tinh) có thể bị tuyệt chủng lặp đi lặp lại nhiều lần nhưng sau đó sẽ được bổ sung thêm nguồn cá thể được phát tán từ nguồn trên lục địa.

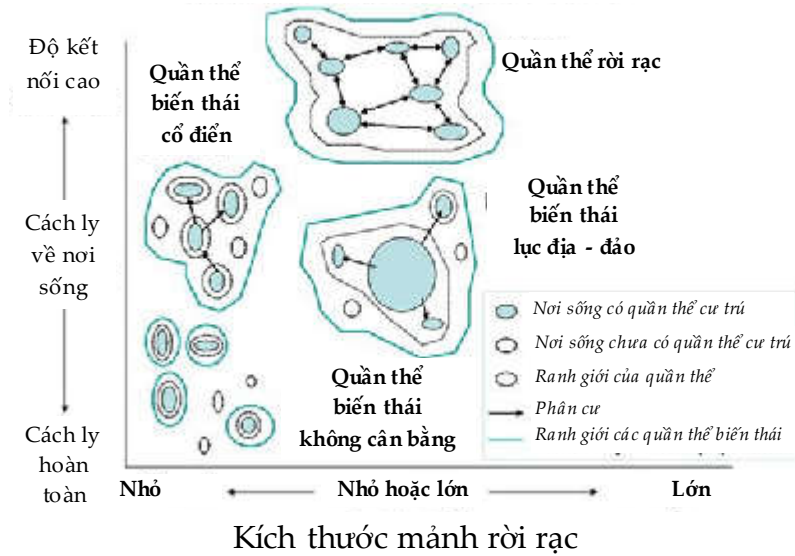
*Quần thể rời rạc:* các quần thể rời rạc là quần thể biến thái được kết nối bởi cơ chế phát tán. Một cá thể riêng lẻ có thể lựa chọn cư trú tại nhiều mảnh nơi sống trong suốt vòng đời. Nhiều loài sinh vật có chiến lược chọn lọc r trong trường hợp khai thác các mảnh nơi sống không bền vững sẽ hình thành nên các quần thể rời rạc.

*Quần thể biến thái không cân bằng:* trong một số hệ thống, tuyệt chủng địa phương biểu hiện sự thoái hóa chung của quần thể biến thái. Trong mô hình, không có hiện tượng xuất cư và không có hiệu ứng cứu trợ giữa các mảnh nơi sống. Mặc dù một số quần thể địa phương có thể biến mất trong một thời gian dài, nhưng nhìn chung một hệ thống như vậy cuối cùng cũng sẽ đạt tới trạng thái cân bằng.

*Quần thể biến thái cố điển:* được coi là một mô hình lý tưởng biểu hiện nhiều mảnh rời rạc có chứa các quần thể địa phương liên kết với nhau bởi quá trình phát tán. Trong mô hình, các động lực phát tán chậm chạp liên quan đến quá trình dân số của quần thể trong các mảnh, cơ chế xâm nhập vào các mảnh được điều chỉnh bởi sự cân bằng giữa tuyệt chủng và tái cư trú tại chỗ. Tuy nhiên, mô hình này mang nặng tính lý thuyết nên khó tìm thấy trong tự nhiên.



### Các biến thể của quần thể biến thái



Hình 9.11. Mô hình về một số dạng quần thể biến thái trong không gian hai chiều về mức độ cách ly và kích thước mảnh rời rạc

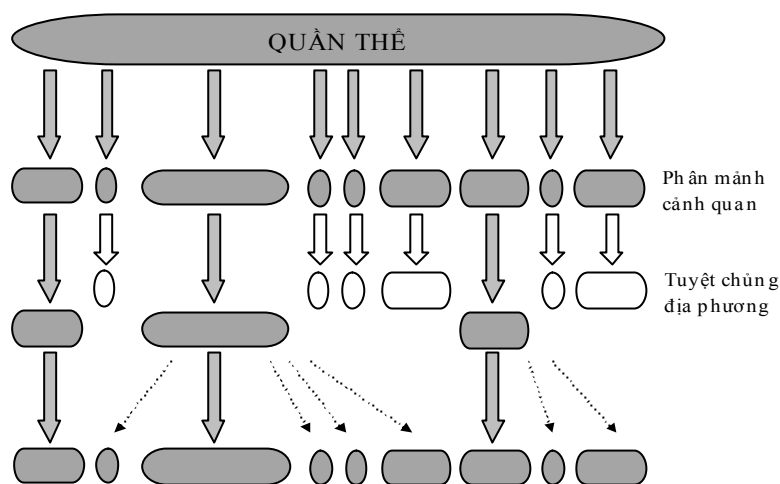
### c) Động lực quần thể biến thái

Nội dung cơ bản nhất của thuyết quần thể biến thái là *“Các quần thể biến thái có thể tồn tại trong những khu vực mà phần lớn hoặc tất cả các quần thể địa phương trong các mảnh có thể dễ bị tiêu diệt”*.

Levins (1970) mô phỏng động lực quần thể trong một mảnh rời rạc thành một điểm với hai trạng thái “có mặt” hay “vắng mặt”, tương ứng có quần thể cư trú hay không. Levins cũng chỉ ra rằng, quần thể biến thái là tập hợp của các quần thể phụ được kết nối với nhau về mặt chức năng. Khái niệm quần thể biến thái mô tả động lực quần thể trong các cảnh quan tự nhiên hoặc cảnh quan nhân sinh bị phân mảnh.

Một quần thể biến thái bao gồm nhiều quần thể trung tâm và quần thể vệ tinh. Các quần thể vệ tinh có kích thước lớn hơn các quần thể trung tâm. Tuy nhiên, do chất lượng nơi cư trú thấp nên các quần thể vệ

tinh sẽ bị tuyệt chủng trong trường hợp không có sự bổ sung thêm cá thể từ các quần thể trung tâm. Mỗi liên hệ giữa quần thể trung tâm và quần thể vệ tinh thông qua phát tán. Sự xâm nhập các cá thể từ quần thể trung tâm tới các quần thể vệ tinh bảo đảm cho sự tồn tại của quần thể biến thái. Phá huỷ nơi cư trú của quần thể trung tâm có thể sẽ dẫn đến sự tuyệt chủng của các quần thể vệ tinh. Những xáo động nơi sống do con người tạo ra gây cản trở cho sự bổ sung cá thể như rào chắn, xây dựng đường sá, đập nước,... làm giảm tốc độ nhập cư; do đó, làm giảm hoặc làm mất đi khả năng tái lập quần thể sau khi xảy ra tuyệt chủng địa phương.



Hình 9.12. Mô hình của Frankham và cộng sự (2002) chỉ ra cơ chế tuyệt chủng địa phương và hình thành quần thể biến thái từ quần thể gốc ban đầu

Mô hình trên của Frankham và cộng sự (2002) chỉ ra cơ chế tuyệt chủng và tái thành lập quần thể trong quá trình hình thành quần thể biến thái, kết quả làm giảm kích thước của quần thể một loài. Đường nét đứt thể hiện con đường không thể tái thành lập quần thể do tuyệt chủng địa phương. Kết quả của phân mảnh cảnh quan là hình thành

một quần thể biến thái gồm nhiều quần thể địa phương có tổng kích thước nhỏ hơn so với kích thước của một quần thể ban đầu.

Gọi kích thước quần thể địa phương là hàm của kích thước quần thể địa phương ( $D$ ), số lượng cá thể nhập cư ( $I$ ) và số lượng mất đi ( $E$ ), theo công thức:

$$P = D + I - E$$

Trạng thái cân bằng giữa số cá thể nhập cư và số cá thể mất đi xác định kích thước quần thể địa phương sống sót trong các nơi sống khác nhau, kích thước trung bình của các quần thể địa phương và tổng kích thước của quần thể biến thái, theo mô hình:

$$\frac{dp}{dt} = cp(1-p) - mp$$

*Trong đó:  $c$  và  $m$  lần lượt là xác suất nhập cư và tuyệt chủng;  $p$  là tỷ lệ các mảnh rời rạc có quần thể địa phương cư trú tại thời điểm  $t$ .*

Trạng thái cân bằng được xác định theo ước lượng tỷ lệ các mảnh nơi sống có quần thể địa phương cư trú (kí hiệu là  $p'$ ), theo công thức:

$$p' = 1 - \frac{m}{c}$$

Các quần thể địa phương tồn tại được trong các mảnh nơi sống (nghĩa là  $p' > 0$ ) khi và chỉ khi xác suất tuyệt chủng  $m$  thấp hơn xác suất nhập cư  $c$ . Số lượng các mảnh rời rạc không có quần thể cư trú (kí hiệu là  $s'$ ) được tính theo công thức:

$$s' = 1 - p' = \frac{m}{c}$$

Động lực quần thể rời rạc có thể xảy ra trong một số nơi sống chưa có quần thể nào cư trú hoặc mảnh rời rạc có chất lượng không đáp ứng

được yêu cầu của một nơi sống. Di cư bị hạn chế có thể dẫn tới mật độ các mảnh nơi sống cao bất thường (hiệu ứng Krebs<sup>1</sup>).

Như vậy, so với mô hình quần thể, thuyết quần thể biến thái phản ánh các quá trình động lực xảy ra trong hệ sinh thái sát với thực tế hơn. Một trong những động lực quan trọng nhất của quần thể biến thái là tuyệt chủng địa phương. Tuyệt chủng theo nghĩa chung nhất chỉ sự mất đi của một loài sinh vật trong một khu vực địa lý xác định. Khái niệm này được xét ở cả quy mô địa phương (tuyệt chủng địa phương) và quy mô toàn cầu (tuyệt chủng hoàn toàn). Tuyệt chủng địa phương ở đây được hiểu theo nghĩa tuyệt chủng của các quần thể địa phương. Hanski và Gilpin (1991) cho rằng độ kết nối trong một quần thể liên quan mật thiết với tốc độ di cư và nhập cư diễn ra giữa các mảnh nơi sống rời rạc. Tốc độ di cư và nhập cư do đó ảnh hưởng trực tiếp tới tốc độ tuyệt chủng địa phương hoặc tốc độ tái thành lập các quần thể địa phương.

Ví dụ, quần đảo Åland (đôi khi còn gọi là quần đảo Alandia) thuộc vùng biển Baltic giữa Thụy Điển và Phần Lan, bao gồm đảo chính Fasta Åland và một quần đảo ở phía đông bao gồm hơn 6.500 đá ngầm và đảo. Quần đảo này có loài bướm đốm Granville (*Melitaea cinxia*) có nơi sống là các bãi cỏ khô. Các cá thể bướm trên mỗi đảo tạo thành một quần thể địa phương. Khoảng 60 - 80% cá thể bướm chỉ sống duy nhất ở đảo nơi chúng được sinh ra, do đó các quần thể bướm địa phương sống ở mỗi đảo gần như bị cách ly với các quần thể còn lại. Tuy nhiên, kích thước quần thể bướm trên tất cả đảo không đủ lớn để tồn tại độc lập,

---

<sup>1</sup> Hiệu ứng Krebs, lấy tên của nhà sinh thái động vật Canada Charles Krebs (1965), phát biểu rằng **“Trong tự nhiên, có thể tìm thấy các quần thể động vật trên các đảo có kích thước lớn hơn so với các quần thể tương tự trên lục địa”**. Trong đó, “đảo” là thuật ngữ chỉ những đảo thực thụ hoặc những khu vực bị rào xung quanh; “lục địa” chỉ những khu vực tự nhiên không có hàng rào xung quanh. Thí nghiệm của Krebs năm 1965 đối với loài chuột microtut, ông phát hiện rằng quần thể chuột trong khu vực được rào tăng kích thước quần thể tới 5 lần trong khoảng thời gian 1 năm - gấp nhiều lần so với kích thước của chúng trong môi trường tự nhiên. Hiệu ứng này đưa đến nhiều ứng dụng quan trọng, đặc biệt trong sinh học bảo tồn.

nghĩa là luôn luôn có nguy cơ tuyệt chủng cao. Do một tỷ lệ nhỏ cá thể bướm có khả năng di cư sang các đảo lân cận, nên ngay sau khi quần thể bướm trên một đảo bị tuyệt chủng, các cá thể bướm từ đảo lân cận di cư đến và thiết lập lại quần thể địa phương. Do đó, mặc dù nhiều quần thể địa phương của loài bướm đốm Granville có khả năng tuyệt chủng, nhưng xác suất để tất cả các quần thể bướm ở quần đảo Åland bị tuyệt chủng là quá nhỏ. Nói cách khác, kết nối giữa các đảo trong quần đảo đủ chặt chẽ để đảm bảo quần thể bướm của quần đảo này tồn tại.



*Hình 9.13. Động lực quần thể biến thái của loài bướm đốm Granville (Melitaea cinxia) trong quần đảo Åland, vùng biển Baltic*

#### ***d) Các quá trình của quần thể ảnh hưởng đến quần thể biến thái***

*Các nhân tố ảnh hưởng đến xác suất tuyệt chủng địa phương*

Trong tự nhiên không bao giờ có một quần thể nào tồn tại mãi mãi. Những thay đổi về khí hậu, dịch bệnh, thiên tai,... dẫn tới số phận cuối cùng của bất kỳ một quần thể nào là sự tuyệt chủng. Chẳng hạn, sự tuyệt chủng của các loài sinh vật trong Holocen do các hoạt động phát triển của con người xảy ra với tốc độ nhanh gấp hàng ngàn lần tốc độ tuyệt chủng tự nhiên trong quá khứ và cũng diễn ra nhanh hơn nhiều so với tốc độ hình thành loài mới. Vấn đề thực tế ở đây là một quần thể sẽ bị tuyệt chủng nhanh hơn hay chậm hơn và nhân tố nào là nguyên nhân cơ bản gây ra tuyệt chủng.

Các quần thể địa phương có kích thước nhỏ dễ bị tuyệt chủng do ba nguyên nhân chính: di truyền; dao động về số lượng quần thể do biến động ngẫu nhiên trong tỷ lệ sinh và tỷ lệ chết; xáo động do những biến đổi quan hệ sinh học (vật ăn thịt - con mồi, cạnh tranh, dịch bệnh), khan hiếm nguồn thức ăn hoặc tác động của thiên tai. Tuy có một số trường hợp ngoại lệ, nhưng các quần thể lớn mới có ý nghĩa quyết định trong bảo tồn sinh học.

Dao động của các hiện tượng môi trường cực đoan có ảnh hưởng đến toàn bộ quần thể biến thái, dẫn đến sự tuyệt chủng địa phương phụ thuộc vào mật độ. Các dao động xảy ra đồng thời trong phạm vi phân bố của một số quần thể địa phương kèm theo sự đan xen giữa thay đổi có tính nhịp điệu của các yếu tố môi trường và các hiện tượng bất thường (tai biến thiên nhiên, sự cố môi trường,...). Trường hợp thứ hai phần lớn sẽ gây ra sự tuyệt chủng địa phương trên phạm vi không gian rộng. Tính chất thất thường của thời tiết ảnh hưởng đến khả năng cung cấp thức ăn hoặc chất lượng nơi sống. Những thay đổi của ngoại cảnh dẫn đến suy giảm kích thước một quần thể địa phương phụ thuộc vào mật độ quần thể.

*Các nhân tố ảnh hưởng đến khả năng di trú*

Khả năng di trú phụ thuộc vào xác suất cư trú thành công của một cá thể mới vào một mảnh nơi sống. Các nhân tố ảnh hưởng đến khả năng di trú phản ánh đặc điểm vòng đời ảnh hưởng đến chúng. Đối với thực vật bao gồm các yếu tố cơ bản là kích thước và khả năng sống sót của hạt giống, đặc tính và loại hình vectơ phát tán (gió, dòng nước, động vật), yêu cầu nơi sống (nơi hạt phát triển). Đối với động vật bao gồm các yếu tố cơ bản là khoảng cách phát tán, tính chống chịu của các nơi sống ở giữa, hành vi di chuyển (nơi sống ưa thích, khả năng tìm kiếm và định hướng trong quá trình di chuyển, khả năng sử dụng các hành lang tự nhiên,...). Đối với cả động vật và thực vật sự cạnh tranh với các cá thể (cùng loài và khác loài) đã cư trú trước đó.

### *e) Ý nghĩa của thuyết quần thể biến thái*

Xét về mặt lý luận, thuyết quần thể biến thái có vai trò quan trọng đối với tiến trình phát triển của sinh thái cảnh quan. Đối tượng nghiên cứu trung tâm của sinh thái cảnh quan là sinh vật. Tuy nhiên, lý thuyết về quần thể sinh vật của sinh thái học không giải thích được cấu trúc và động lực của quần thể sinh vật trong một cảnh quan có cấu trúc không gian bất đồng nhất. Thuyết quần thể biến thái cung cấp các khái niệm, các nguyên lý khoa học và mô hình làm rõ được cấu trúc và động lực của các quần thể sinh vật trong cảnh quan.

Xét về mặt thực tiễn, thuyết quần thể biến thái có ý nghĩa quan trọng trong công tác quản lý lãnh thổ và bảo vệ đa dạng sinh học dựa trên các nguyên lý sinh thái cảnh quan:

- Thuyết này chứng minh được sự cần thiết phải quy hoạch bảo vệ nơi sống tiềm năng cho loài sinh vật cần bảo tồn, mặc dù có thể không có cá thể nào của loài này cư trú ở thời điểm quy hoạch.

- Cần thiết phải quy hoạch nâng cao độ kết nối trong cảnh quan, ví dụ bằng giải pháp thiết kế các hành lang tự nhiên..., để đảm bảo dòng chảy sinh vật vận động liên tục giữa các mảnh nơi sống.

- Mức độ tương tác giữa các quần thể địa phương sẽ ảnh hưởng đến động lực của toàn bộ quần thể cư trú trong một cảnh quan.

### **9.3.7. Mô hình động lực nguồn - đích**

Mô hình động lực nguồn - đích được coi là trường hợp đặc biệt của mô hình quần thể biến thái. Mô hình quần thể biến thái được xây dựng dựa trên giả thiết trong cảnh quan, các mảnh rời rạc có chất lượng như nhau, do đó tỷ lệ sinh - tử cũng được coi như nhau trong các mảnh. Ngược lại, trong mô hình nguồn - đích, tỷ lệ sinh - tử và động lực dân số của nguồn và đích không như nhau:

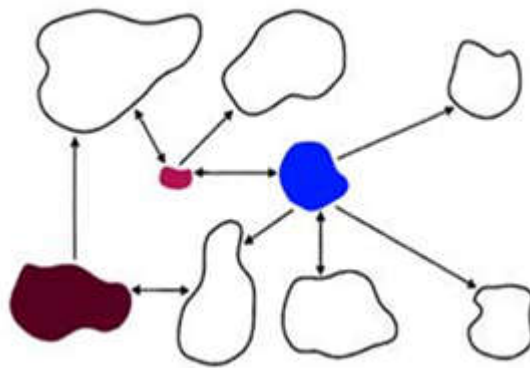
- Nguồn là các nơi sống có tỷ lệ sinh sản địa phương thành công lớn hơn tỷ lệ tử vong địa phương. Điều này dẫn tới các quần thể trong các mảnh nguồn luôn có một lượng cá thể dư thừa (do tốc độ sinh sản vượt quá mức tử vong), bắt buộc các cá thể này phải phát tán khỏi nguồn để tìm kiếm thức ăn và nơi sinh sản.

- Đích là nơi sống có chất lượng thấp, là các khu vực địa phương có tỷ lệ tử vong vượt quá tỷ lệ sinh sản thành công. Nếu không có các cá thể nhập cư từ các nơi sống nguồn, các quần thể ở đích sẽ đi đến tuyệt chủng.

Dòng di chuyển của các cá thể dư thừa từ nguồn vào đích để đảm bảo duy trì trạng thái cân bằng dân số của các quần thể. Một lượng ít các nơi sống nguồn được bổ sung vào một cảnh quan cũng có thể làm tăng kích thước của quần thể. Ngược lại, loại bỏ các mảnh rời rạc có vai trò là nơi sống nguồn có thể làm suy giảm nghiêm trọng kích thước của quần thể. Mặc dù các mảnh đích không tạo ra các cá thể di cư, nhưng sự



hiện diện của chúng trong cảnh quan có thể làm tối đa hóa độ phong phú của quần thể. Nghiên cứu của Kadmon và Schmida (1990) về quần thể cỏ sa mạc là ví dụ điển hình. Các loài cỏ sa mạc hầu hết sản sinh hạt giống trong các hồ chứa cạn và ẩm. Mặc dù cỏ phát triển lan sang các khu vực xung quanh, nhưng phải dựa vào khu vực ẩm (các mảnh nguồn).



Hình 9.14. Quần thể biến thái với các quần thể phụ ở nguồn (vùng sẫm màu) và đích (vùng sáng màu). Các nơi sống ở nguồn tạo ra số lượng cá thể vượt trội sẽ di cư tới các nơi sống ở đích (phần sáng). Phá hủy nơi sống nguồn có thể làm tiêu diệt toàn bộ quần thể

Mô hình nguồn - đích cung cấp cơ sở khoa học cho công tác phòng trừ vật hại và bảo tồn sinh học. Xác định và phá hủy được nguồn phát tán vật hại sẽ cho phép diệt tận gốc vật hại. Trong quy hoạch các khu bảo vệ thiên nhiên, quy hoạch bảo vệ các quần thể nguồn của các loài quý hiếm luôn cần được chú trọng. Sự di nhập các cá thể từ quần thể nguồn tới các quần thể đích bảo đảm cho sự tồn tại của quần thể biến thái. Đối với các quần thể biến thái, phá hủy nơi cư trú của một quần thể nguồn có thể dẫn đến sự tuyệt chủng của các quần thể đích. Việc hủy hoại các quần thể nguồn sẽ ảnh hưởng trực tiếp tới nguồn cung cấp cá thể cho các quần thể đích, hệ quả nghiêm trọng là có thể gây tuyệt chủng hoàn toàn quần thể trong cảnh quan.

## 9.4. QUẦN XÃ SINH VẬT VÀ QUẦN XÃ BIẾN THÁI

### 9.4.1. Các khái niệm

#### a) Quần xã sinh vật

Trong tự nhiên, các quần thể sinh vật cùng cư trú trong một không gian lãnh thổ nhất định, hình thành nên một hệ thống sống hoàn chỉnh với những mối liên hệ chặt chẽ về thức ăn và nơi ở. Hệ thống này được gọi là quần xã sinh vật (*biotic community*), hoặc đơn giản là quần xã: "... là một hệ thống sinh học, bao gồm tập hợp quần thể của các loài khác nhau được hình thành trong một quá trình lịch sử, cùng sống trong một không gian lãnh thổ xác định, nhờ các mối quan hệ sinh học mà gắn bó với nhau như một thể thống nhất". Trong phổ hệ thống sinh thái, quần xã thuộc cấp phân vị cao hơn quần thể. Các mối quan hệ sinh học trong quần xã dựa trên sự phụ thuộc, cạnh tranh hoặc khả năng chia sẻ nguồn thức ăn và nơi sống giữa các loài khác nhau, chẳng hạn động vật ăn cỏ hoặc động vật ăn tạp sử dụng thực vật làm thức ăn, các động vật ăn thịt lẫn nhau, nấm và vi khuẩn phân hủy xác chết để sử dụng chất dinh dưỡng,... được thể hiện qua chuỗi thức ăn, lưới thức ăn và tháp sinh thái. Các mối quan hệ sinh học được thiết lập ổn định theo thời gian. Do đó, một quần xã thường có lịch sử hình thành lâu dài và hoạt động như một hệ thống mở tương tác với các yếu tố môi trường phi sinh học.



Hình 9.15. Một quần xã sinh vật savan được hình thành trong môi trường nhiệt đới khô với thực vật ưu thế là các loài cỏ, cây bụi, cây thân gỗ nhỏ thưa thớt; động vật ăn cỏ ưu thế là các loài thú móng guốc sống theo bầy lớn như ngựa vằn, linh dương đầu bò, hươu cao cổ; vật ăn thịt ưu thế là sư tử, báo, linh cẩu, mèo rừng châu Phi.

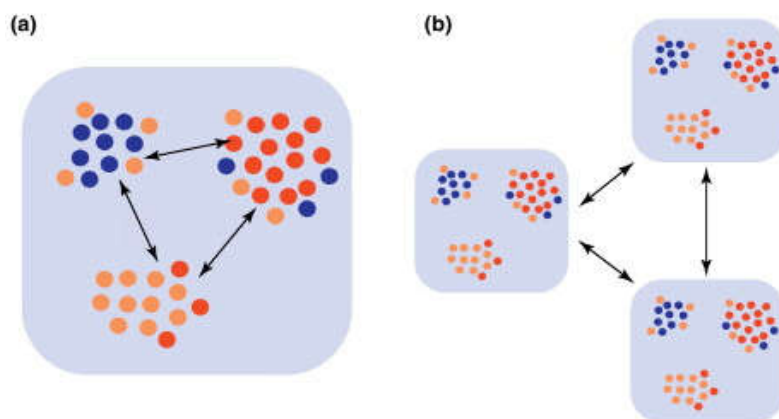
Một quần xã dù đơn giản hay phức tạp bao giờ cũng có ba đặc trưng cơ bản, quy định bản chất của quần xã là *thành phần cấu trúc, cấu trúc dinh dưỡng và cấu trúc không gian và thời gian*. Nhờ có ba đặc trưng như vậy nên quần xã có vai trò kiểm soát các mối tương tác và hiệu quả của các mối tương tác đó trong cấu trúc và hoạt động chức năng của quần xã.

Mặc dù quần xã là khái niệm chỉ mô tả các nhân tố sinh học, nhưng sự hình thành và tồn tại của quần xã được quy định bởi các nhân tố phi sinh học (môi trường của quần xã). Các đặc trưng của quần xã được xem xét dựa trên cả các yếu tố sinh học hoặc các yếu tố ngoại cảnh. Tên của quần xã luôn được chú trọng đặt theo hướng biểu hiện rõ nhất nội hàm của quần xã đó, chẳng hạn theo lãnh thổ quần xã đó sinh sống (quần xã sinh vật vùng triêu, quần xã rạn san hô,...), tên loài hoặc nhóm

loài ưu thế (quần xã sinh vật savan, quần xã rừng trồng,...), hoặc dạng sống (quần xã sinh vật nổi, quần xã sinh vật đáy,...).

### ***b) Quần xã biến thái***

Mặc dù được định nghĩa rất rõ ràng, tuy nhiên, cũng giống như định nghĩa về quần thể, quần xã sinh vật chỉ được xem xét trong một môi trường đồng nhất lý tưởng. Trong nhiều trường hợp, điều này không phù hợp với thực tiễn: quần xã được hình thành bởi nhiều quần thể sinh vật có khả năng cư trú trong các điều kiện môi trường khác nhau, do đó ranh giới quần xã phải bao trùm trong một phạm vi không gian lãnh thổ rộng và thường không đồng nhất về điều kiện môi trường. Làm rõ được các đặc trưng không gian của quần xã là nhiệm vụ khó khăn nếu chỉ dựa trên các nguyên lý của sinh thái học.



Hình 9.16. Các mô hình về quần xã: (a) quần xã sinh vật với các mối quan hệ sinh học giữa các loài sinh vật diễn ra trong cùng một môi trường đồng nhất; (b) quần xã biến thái được hình thành bởi các quần xã địa phương liên kết với nhau bởi cơ chế phát tán giữa các loài sinh vật.

Thuyết quần xã biến thái được xây dựng dựa trên những tư tưởng cơ bản của thuyết quần thể biến thái. Hai nhà sinh thái học Hoa Kỳ là

Hanski và Gilpin (1991) được công nhận là cha đẻ của thuyết quần xã biến thái. Tuy nhiên, nội dung của quần xã biến thái đã từng được đề cập trước đó trong các mô hình của Lotka-Volterra về cạnh tranh và vật ăn thịt - con mồi, hay trong mô hình của Gause (1934), Huffaker (1958). Đặc biệt trong thời kỳ "Phục Hưng" của sinh thái học quần xã vào những năm 1960 - 1970, quan điểm không gian và thời gian đã được thể hiện khá phổ biến trong các công trình nghiên cứu cấu trúc và động lực quần xã sinh vật của MacArthur và Levins (1964), MacArthur và Wilson (1967), Levins và Culver (1971), MacArthur (1972), Horn và MacArthur (1972), Levins (1974), Slatkin (1974).

Từ đầu thập niên 90 của thế kỷ XX, các nhà sinh thái cảnh quan đã phát triển lý luận quần xã biến thái (*metacommunity*) cho phép liên kết cấu trúc sinh học của quần xã sinh vật với cấu trúc lãnh thổ của môi trường bất đồng nhất, làm rõ được bản chất không gian của các quần xã trong tự nhiên (Gilpin và Hanski, 1991; Wilson, 1992). Theo đó, quần xã biến thái được định nghĩa là "*tập hợp các quần xã địa phương được liên kết với nhau bằng cơ chế phát tán của nhiều loài có khả năng tương tác*". Mỗi nơi sống, cảnh diện hoặc sinh địa quần lạc là những đơn vị không gian nhỏ nhất chứa các quần xã địa phương. Kết nối giữa các quần xã địa phương trong một cảnh quan là cơ sở hình thành quần xã biến thái. Khác với sinh thái học quần xã chú trọng nhiều tới các đặc trưng về chức năng của quần xã, thuyết quần xã biến thái giải quyết các vấn đề lý luận liên quan tới các quá trình không gian, đặc trưng phân bố, độ phong phú, dòng chảy sinh vật, các mối quan hệ sinh học ở cả quy mô địa phương, quy mô cảnh quan và quy mô vùng.

#### **9.4.2. Thành phần cấu trúc của quần xã và các độ đo sinh thái học**

### ***a) Thành phần cấu trúc***

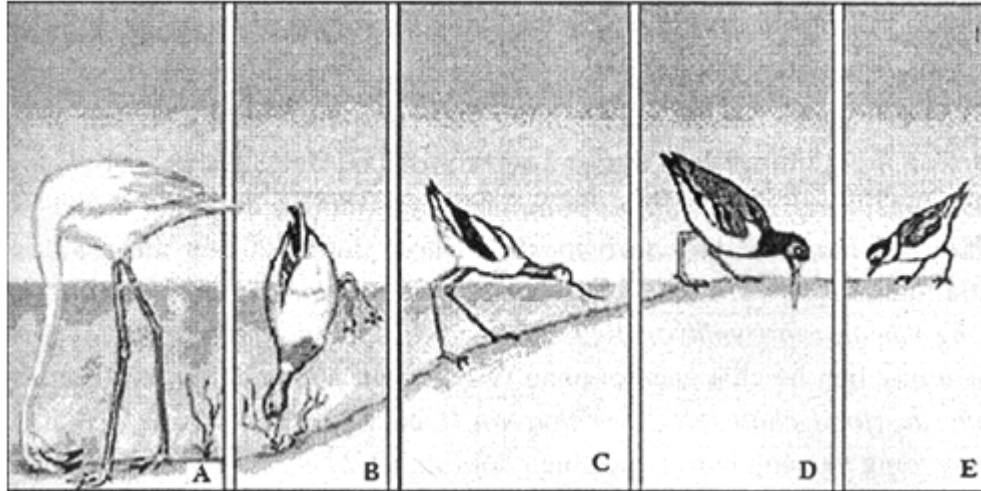
Một quần xã được cấu tạo bởi hai nhóm loài là sinh vật tự dưỡng (*autotroph*) và sinh vật dị dưỡng (*heterotroph*). Hai nhóm loài này thiết lập nên mối quan hệ về dinh dưỡng, tạo nên sự gắn bó giữa sinh vật với sinh vật, giữa quần xã với môi trường đảm bảo cho quần xã phát triển ổn định trong không gian và theo thời gian.

- *Nhóm sinh vật tự dưỡng*: bao gồm các loài thực vật, tảo và vi khuẩn lam, có khả năng tiếp nhận bức xạ Mặt Trời để tổng hợp chất hữu cơ (nguồn thức ăn sơ cấp) từ những chất vô cơ đơn giản của môi trường thông qua quá trình quang hợp.

- *Nhóm sinh vật dị dưỡng*: là những loài sống dựa vào nguồn thức ăn sơ cấp, bao gồm sinh vật tiêu thụ (thường là động vật) và sinh vật phân hủy (thường là vi sinh vật hoại sinh). Sinh vật tiêu thụ còn được chia thành động vật ăn cỏ (sinh vật tiêu thụ bậc I), động vật ăn phế liệu, động vật ăn tạp và động vật ăn thịt. Những thành phần này liên hệ chặt chẽ với nhau về mặt dinh dưỡng tạo nên các chuỗi thức ăn và lưới thức ăn, qua đó vật chất được quay vòng và năng lượng được biến đổi.

### ***b) Độ đa dạng loài***

Đa dạng loài là *mức đa dạng thành phần loài và số lượng cá thể của từng loài tham gia cấu trúc quần xã, đồng thời là một trong những tiêu chuẩn đánh giá về đa dạng sinh học*. Trên phạm vi toàn cầu, đa dạng loài ở các vĩ độ xích đạo và nhiệt đới bao giờ cũng cao hơn so với các vùng vĩ đạo cao. Vùng nước ven bờ có độ đa dạng loài cao hơn so với vùng khơi đại dương. Đối với những quần xã đang phát triển, số lượng loài cũng tăng lên, số lượng cá thể của mỗi loài giảm đi, phù hợp với sức tải của môi trường.



Hình 9.17. Đa dạng loài ở vùng đất ngập nước: sự phân hóa về ổ sinh thái dẫn đến sự khác biệt về hình thái, trước hết là cơ quan bắt mồi và sự phân chia vùng kiếm ăn của các loài chim nước ở ven bờ vùng đất ngập nước

Độ đa dạng loài được đánh giá bằng các chỉ số đa dạng. Whittaker (1972) đề xuất một hệ thống độ đo mô tả định lượng đa dạng sinh học, bao gồm độ đa dạng *alpha*, *beta* và *gamma*. Sau đó, các nhà sinh thái học bổ sung thêm hai độ đo nữa là độ đa dạng *omega* và độ đa dạng *toàn cầu*. Các độ đo này được áp dụng cho các cấp đa dạng sinh học khác nhau:

- *Độ đa dạng alpha* ( $\alpha$ -diversity): độ đa dạng sinh học trong một khu vực cụ thể, biểu thị đa dạng loài (trong quần xã) hoặc đa dạng hệ sinh thái (trong cảnh quan).

- *Độ đa dạng beta* ( $\beta$ -diversity): đa dạng loài trong quần xã (hoặc hệ sinh thái), so sánh số lượng của taxon đặc thù cho mỗi hệ sinh thái.

- *Độ đa dạng gamma* ( $\gamma$ -diversity): đa dạng taxon của một cảnh quan có chứa một số hệ sinh thái.

- *Độ đa dạng omega* ( $\Omega$ -diversity): còn gọi là độ đa dạng phát sinh chủng loại, là sự khác biệt hoặc đa dạng giữa các taxon.

- *Độ đa dạng toàn cầu* (global diversity): đa dạng sinh học trên toàn Trái Đất.

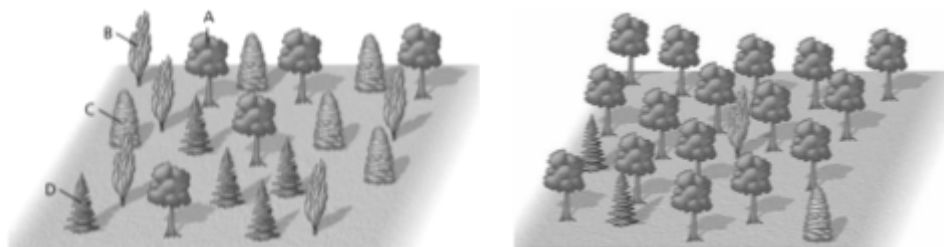
Các độ đa dạng nói trên có thể thống nhất ở tất cả các taxon. Cấu trúc đa dạng có thể khác nhau phụ thuộc vào kiểu độ đo độ đa dạng. Ở trong phần này, chỉ quan tâm đến 3 độ đa dạng đầu tiên.

*\* Độ đa dạng alpha*

Độ đa dạng alpha thường được biểu diễn bằng độ giàu loài của một khu vực, có thể tính được dựa trên số lượng taxon (họ, chi, loài) theo các độ đo sau:

$$SIDI = 1 - \sum_{i=1}^m p_i^2 \quad \text{hoặc} \quad SHDI = - \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i$$

Trong đó: *SIDI* là chỉ số đa dạng Simpson; *SHDI* là chỉ số đa dạng Shannon-Weaver; *m* là tổng số loài (độ giàu loài của một khu vực); *p<sub>i</sub>* là độ giàu loài tương đối của loài *i*.



**Quần xã 1:** loài A: 25%; B: 25%; C: 25%; D: 25%      **Quần xã 2:** loài A: 80%; B: 5%; C: 5%; D: 10%

Hình 9.18. Ví dụ về các độ đa dạng alpha: Hai quần xã thực vật rừng có độ giàu loài như nhau, nhưng quần xã 1 có độ đa dạng alpha cao hơn quần xã 2.

*\* Độ đa dạng beta*

Độ đa dạng beta biểu hiện định lượng sự thay đổi độ đa dạng của các quần xã theo gradient môi trường, được xác định bởi các chỉ số sau:



- *Thước đo Whittaker*: so sánh các quần xã theo tổng số loài có mặt trong cả hai quần xã và số lượng loài trung bình trong các quần xã.

$$\beta = \frac{S}{\alpha} \quad \text{hoặc} \quad \beta = \frac{S}{\bar{\alpha}} - 1$$

Trong đó:  $S$  là tổng số loài có mặt trong cả hai quần xã;  $\bar{\alpha}$  là số lượng loài trung bình trong các quần xã.

- *Chỉ số đồng dạng Jaccard và Sorensen*: để so sánh mức độ giống nhau của các quần xã người ta thường sử dụng chỉ số Jaccard (1912), theo công thức:

$$K = \frac{c}{a + b + c}$$

Chỉ số giống nhau Sorensen:

$$K = \frac{2c}{a + b}$$

Trong đó:  $a$  và  $b$  là số loài được phát hiện trong các quần xã cần so sánh;  $c$  là số loài trùng nhau của hai quần xã;  $K$  có giá trị từ 0 đến 1. Giá trị  $K$  càng gần 1 thì hai quần xã càng tương tự nhau.

\* *Độ đa dạng gamma*

Theo Whittaker (1972), độ đa dạng gamma là độ giàu loài trong các nơi sống trong một vùng địa lý, được tính dựa trên độ đa dạng alpha của các quần xã riêng biệt và độ đa dạng beta trong các quần xã đó. Giống như sự đa dạng alpha, độ đa dạng gamma chỉ một độ lớn, vô hướng và có thể được biểu thị bằng một số duy nhất. Quan hệ giữa độ đa dạng alpha, beta và gamma có thể được biểu thị bởi công thức:

$$\gamma = \alpha \times \beta$$

Ví dụ, các độ đo đa dạng được áp dụng để tính toán đa dạng sinh học thủy vực của rạn san hô Mauritius ở Ấn Độ Dương. Độ đa dạng alpha của rạn san hô này được đo bằng tổng số loài được phát hiện trong khu vực. Trong trường hợp mở rộng quy mô khảo sát bao gồm cả các rạn san hô thuộc quần đảo Mascarene của Reunion và Rodrigues, độ đa dạng gamma được xác định bằng tổng tất cả các loài có trong các quần đảo này.

### c) Độ phong phú loài

Độ phong phú loài biểu thị số loài có mặt trong một môi trường, được xác định thông qua các chỉ số sau:

\* *Chỉ số phong phú loài Margalef:*

$$d = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad \text{hay} \quad d = \frac{S-1}{\lg N}$$

Trong đó:  $d$  là chỉ số đa dạng Margalef;  $S$  là tổng số loài trong mẫu;  $N$  là tổng số cá thể trong mẫu

\* *Chỉ số ưu thế Simpson*

Trong một quần xã luôn có ba nhóm loài sinh vật khác nhau về mức độ thống trị:

- Nhóm loài *ưu thế* có kích thước quần thể lớn, sinh khối cao, sức cải tạo môi trường lớn, quyết định chiều hướng phát triển của quần xã;

- Nhóm loài *thứ yếu* có vai trò thay thế cho nhóm loài ưu thế khi nhóm này bị suy vong trong quá trình phát triển của quần xã;

- Nhóm loài *ngẫu nhiên* có tần suất xuất hiện thấp, nhưng có vai trò làm tăng mức đa dạng cho quần xã, góp phần duy trì sự tồn tại, phát triển ổn định và bền vững của quần xã theo thời gian.

Chỉ số ưu thế Simpson được sử dụng để so sánh mức độ thống trị của ba nhóm loài này, theo công thức:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^N n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Trong đó:  $C$  là chỉ số của loài ưu thế;  $n_i$ : lượng giá trị của loài  $i$  (số lượng cá thể hay sinh vật lượng);  $N$  là tổng lượng giá trị của các loài trong quần xã (số lượng hay sinh vật lượng)

\* Độ đều loài

Độ đều loài là một chỉ số định lượng mức độ đồng đều về số lượng loài trong quần xã. Quần xã nào có số lượng cá thể trong mỗi quần thể đồng đều được coi là có độ đều loài cao hơn. Đại lượng này được tính theo chỉ số đều Pielou và chỉ số đều Hurlbert.

- Chỉ số đều Pielou:

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad \text{với} \quad H'_{\max} = -\sum_{i=1}^S \frac{1}{S} \ln \frac{1}{S} = \ln S \quad \text{do vậy:} \quad E = \frac{H'}{\ln S}$$

Trong đó:  $S$  là tổng số loài trong quần xã;  $H'$  là chỉ số đa dạng Shannon-Weaver và  $H'_{\max}$  là giá trị lớn nhất của  $H'$ ;  $E$  là chỉ số đều đặn Pielou, biến thiên trong khoảng từ 0 đến 1 ( $E = 1$  khi tất cả các loài có số lượng cá thể bằng nhau).

- Chỉ số đều Hurlbert: được xây dựng với giả thiết  $H'_{\min} > 0$ . Đây là chỉ số có ý nghĩa quan trọng trong định lượng độ đều đặn của quần xã dựa trên tính toán xác suất hai nhóm cá thể được lấy mẫu ngẫu nhiên được phân vào hai lớp khác nhau, theo công thức:

$$D_s = 1 - \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Phương sai của  $D_s$  tính theo công thức:

$$\text{var } D_s = \frac{\sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N}\right)^3 - \left\{ \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N}\right)^2 \right\}^2}{0,25N}$$

*Trong đó: S là số các lớp được quan trắc;  $n_i$  là số cá thể được quan trắc trong lớp thứ  $i$ ; N là tổng số cá thể được quan trắc trong mẫu.*

Hurlbert (1971) cũng đã đưa ra một dạng khác của phương trình này, nhưng phương trình trên được đánh giá là tốt hơn vì nó làm giảm sự làm tròn sai số do giảm được số phép chia trung gian.

Tại Việt Nam, các độ đo sau được sử dụng là tiêu chí giám sát đánh giá định lượng thảm thực vật và hệ sinh thái rừng, bao gồm:

- Chỉ số giá trị quan trọng IVI (Importance Value Index).
- Chỉ số đa dạng Shannon-Weaver: tại Việt Nam, rừng tự nhiên có giá trị chuẩn quy định trong khoảng 5,0 - 5,5; rừng trồng là 1,2 - 1,4.
- Chỉ số đa dạng Simpson.
- Chỉ số phong phú loài.

### 9.4.3. Cấu trúc không gian và thời gian của quần xã

*Cấu trúc không gian* của quần xã thể hiện đặc điểm sắp xếp các cá thể trong vùng phân bố. Nguyên nhân do sự phân bố không đồng đều

của các yếu tố sinh thái vật lý (nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng), hóa học (độ muối) và sinh học (thức ăn),... Phân bố không gian theo hai hướng: phân bố theo chiều thẳng đứng (tạo nên các lớp hay tầng) và phân bố theo mặt ngang (thường tạo nên các “quần tụ”).

*Cấu trúc thời gian* của quần xã được thể hiện ở nhịp điệu sinh học của quần xã. Nhịp điệu sinh học của quần xã là tổng tất cả các nhịp điệu sinh học của các quần thể cấu trúc nên quần xã, bao gồm các hoạt động di cư (di cư kiếm ăn, di cư trú đông, di cư sinh sản, tìm mồi, mùa sinh sản, sự đình dục, ngủ đông, ngủ hè, rụng lá,...). Có 3 dạng nhịp điệu:

- *Nhịp điệu ngày - đêm*: biểu hiện rõ ở các quần xã thủy sinh vật;
- *Nhịp điệu tháng*: theo tuần trăng;
- *Nhịp điệu mùa*: thể hiện rõ đối với các quần xã ở vùng ôn đới.

#### **9.4.4. Cấu trúc dinh dưỡng của quần xã**

##### **9.4.4.1. Cấu trúc dinh dưỡng và bậc dinh dưỡng**

Cấu trúc dinh dưỡng của quần xã biểu hiện *mối quan hệ về dinh dưỡng giữa các loài trong quần xã (chuỗi và lưới thức ăn, các bậc dinh dưỡng) quy định dòng năng lượng và vật chất di chuyển trong thực vật, động vật và vi sinh vật; đồng thời xác định tính tổ chức của quần xã sinh vật*. Hệ quả của tổ chức dinh dưỡng trong quần xã là sự hình thành các bậc dinh dưỡng và tháp sinh thái. Quần xã sinh vật được chia thành ba nhóm sinh vật gồm sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ và sinh vật phân huỷ. Tổ chức thức ăn trong quần xã thông qua chuỗi thức ăn.

Bậc dinh dưỡng là *những mắt xích của một chuỗi thức ăn được sắp xếp theo các bậc từ thấp lên cao, bao gồm sinh vật sản xuất, sinh vật tiêu thụ các cấp và sinh vật phân huỷ*. Các sinh vật trong một bậc dinh dưỡng có thể khác nhau về mặt phân loại, nhưng cùng sử dụng một loại thức ăn (ăn

cỏ, ăn mùn bã, ăn thịt, ...), nhờ đó mà các nhóm sinh vật tiếp sau (bậc kế tiếp) có sản phẩm để tiêu thụ. Các sinh vật ở bậc thấp nhất trong chuỗi thức ăn được nuôi dưỡng từ các thành phần phi sinh học trong hệ sinh thái. Quan hệ thức ăn thường rất phức tạp do một động vật lớn thường ăn nhiều loài thực vật; một động vật ăn thịt có thể ăn rất nhiều loài động vật ăn cỏ và nhiều loài động vật ăn thịt khác. Do đó các chuỗi thức ăn liên kết chéo nhau, hợp thành lưới thức ăn.



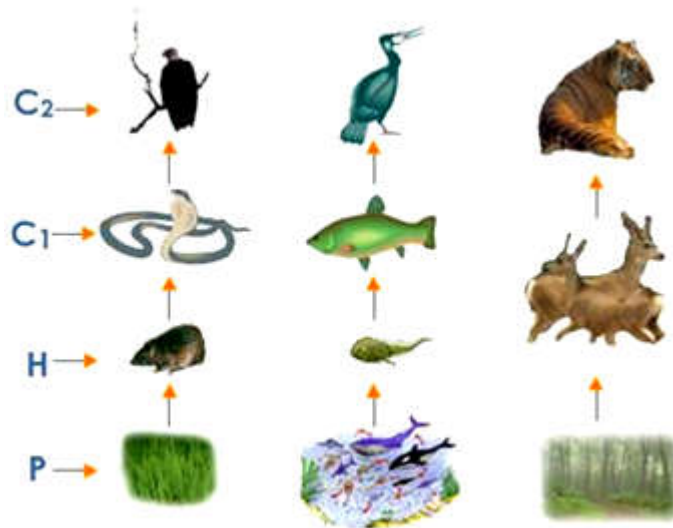
Hình 9.19. Các bậc dinh dưỡng trong một quần xã savan

Khái niệm bậc dinh dưỡng cho phép mô tả, phân tích các hệ sinh thái với bất kỳ kiểu dạng hay quy mô nào. Các động vật ở các bậc dưới của chuỗi thức ăn thì tương đối phong phú, trong khi đó các loài ở bậc cao nhất thường tương đối ít về số lượng và có sự giảm liên tục giữa hai bậc dinh dưỡng liền kề.

#### 9.4.4.2. Chuỗi thức ăn

Chuỗi thức ăn là một dãy bao gồm nhiều loài sinh vật, mỗi loài là một mắt xích thức ăn, trong đó mỗi mắt xích thức ăn tiêu thụ mắt xích trước nó và lại bị mắt xích phía sau tiêu thụ. Bản chất chuỗi thức ăn là một dòng năng lượng từ sinh vật tới các sinh vật tiếp theo. Các sinh vật trong chuỗi thức ăn được nhóm lại thành các bậc dinh dưỡng, trong đó mỗi bậc dinh dưỡng có thể chứa một hoặc một nhóm loài, bậc dinh dưỡng thấp bị bậc dinh dưỡng cao hơn tiêu thụ.

Trong chuỗi thức ăn, các loài đứng đầu chuỗi thức ăn đóng vai trò kiểm soát quần thể của các loài sinh vật ở bậc dinh dưỡng thấp hơn. Các loài này ăn các sinh vật ốm yếu, do đó duy trì sự khỏe mạnh của quần thể các con mồi.



Hình 9.20. Ví dụ về các chuỗi thức ăn trong đồng cỏ, hồ và rừng (từ trái sang phải), trong đó P là sinh vật sản xuất; H là động vật ăn thực vật; C1 là động vật ăn thịt bậc 1; C2 là động vật ăn thịt bậc 2.

Trong tự nhiên có ba kiểu chuỗi thức ăn cơ bản tương ứng với ba kiểu nguồn thức ăn: chuỗi thức ăn đồng cỏ (khởi đầu là sinh vật sản xuất), chuỗi thức ăn mùn bã hữu cơ (khởi đầu bằng mùn bã hữu cơ) và chuỗi thức ăn thẩm thấu (khởi đầu bằng các chất hữu cơ hòa tan trong

đất hoặc nước). Trong đó, chuỗi thức ăn đồng cỏ là chuỗi khởi đầu cho các chuỗi thức ăn khác. Chuỗi thức ăn mùn bã hữu cơ đóng vai trò quan trọng trong chu trình sinh địa hóa, do khối lượng của các vật liệu hữu cơ chết trong tự nhiên rất lớn.

Chuỗi thức ăn đồng cỏ thường khởi đầu bằng một sinh vật sản xuất và kết thúc bằng một sinh vật phân hủy, có dạng như sau:

*Sinh vật sản xuất* (tự dưỡng, sử dụng năng lượng bức xạ Mặt Trời hoặc năng lượng hóa học để tự sản xuất thức ăn) → *Sinh vật tiêu thụ các cấp* (sinh vật không thể tự tạo ra thức ăn mà phải ăn các sinh vật sản xuất hoặc ăn lẫn nhau để tồn tại) → *Sinh vật phân hủy* (sinh vật phân hủy xác chết làm thức ăn)

Chuỗi thức ăn được mô tả bằng hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} \frac{dR}{dt} = c_1R(1-R-d) - e_1R - \mu_1RC \\ \frac{dC}{dt} = c_2C(1-C-d) - e_2C - \psi_1C(1-R) - \mu_2CP \\ \frac{dP}{dt} = c_3P(1-P-d) - e_3P - \psi_2P(1-C) \end{cases}$$

Trong đó:  $R$  là mật độ mảnh nơi sống của sinh vật sản xuất;  $C$  là mật độ mảnh nơi sống của các sinh vật trung gian;  $P$  là mật độ mảnh nơi sống của các sinh vật tiêu thụ bậc cao nhất;  $d$  là phân số của các điểm đã bị phá hủy,  $c_i$  và  $e_i$  là tỷ lệ cư trú và tỷ lệ tuyệt chủng địa phương của loài  $i$ .

Trong mô hình, sự kiện vật ăn thịt xâm nhập vào một mảnh nơi sống độc lập với sự kiện con mồi chính xâm nhập vào mảnh nơi sống. Do đó, trong các mảnh nơi sống không có con mồi, các loài tiêu thụ trung gian và loài tiêu thụ trên cùng phải chịu một tổn thất gia tăng ( $\psi_1$  và  $\psi_2$ ) dưới dạng tăng tỷ lệ tuyệt chủng địa phương đối với sự cư trú sai lầm vào một mảnh nơi sống có chất lượng thấp. Các loài ăn thịt bị tuyệt chủng ngay lập tức trong các mảnh nơi sống không có con mồi của



chúng. Khi C và P là những sinh vật tiêu thụ thực thụ,  $\psi_1$  và  $\psi_2$  bằng 0. Cuối cùng,  $\mu$  biểu thị sự tăng tỷ lệ tử vong do vật ăn thịt.

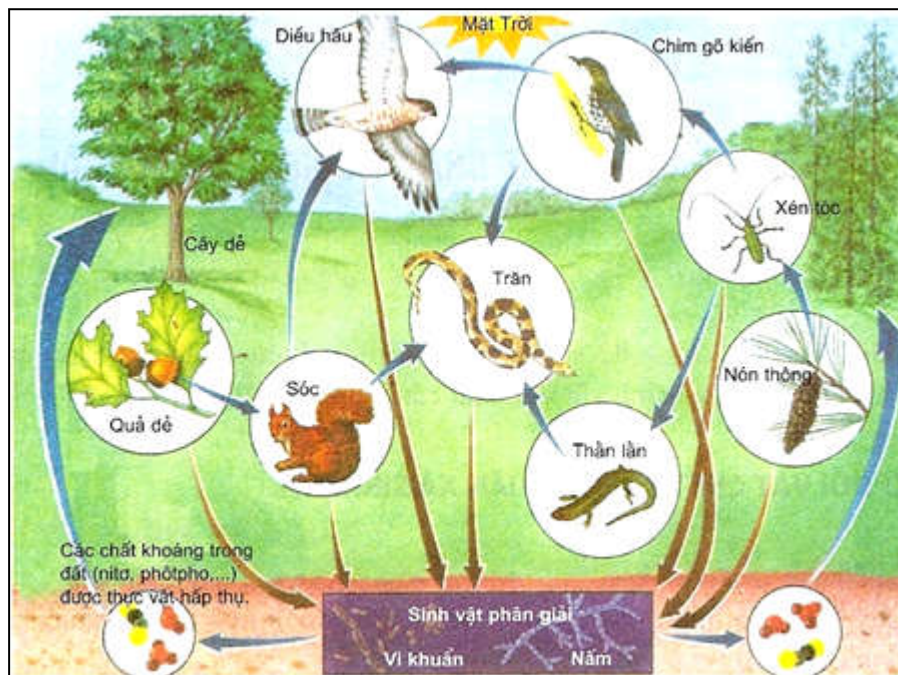
Paine (1980) sử dụng *bậc dinh dưỡng* để diễn tả cơ chế tác động từ trên xuống của động vật ăn thịt đến độ phong phú của các loài thuộc bậc dinh dưỡng thấp hơn. Nếu tăng chiều dài của chuỗi thức ăn bằng cách thêm vào một bậc dinh dưỡng bổ sung (chẳng hạn động vật ăn thịt bậc 1), các quan hệ hỗ trợ gián tiếp giữa các bậc dinh dưỡng không liên kề và sự suy giảm hoặc không thay đổi về độ phong phú của các bậc thêm vào làm tăng sản lượng sinh vật. Hiện tượng này xảy ra phổ biến ở các thủy vực. Sự biến mất của một số loài chim phổ biến ở đảo Barro Colorado do xây dựng kênh đào Panama là một ví dụ điển hình. Việc xây dựng kênh đào này đã tạo ra một hòn đảo có kích thước quá nhỏ, không đảm bảo cho sự tồn tại của nhiều loài động vật ăn thịt lớn, bao gồm báo đốm Mỹ và báo sư tử. Sự tuyệt chủng của các loài ăn thịt này dẫn đến gia tăng kích thước của các quần thể con mồi của chúng. Tiếp theo đó, các vật tiêu thụ bậc thấp ăn trứng và chim non, hệ quả kích thước quần thể vật tiêu thụ bậc thấp tăng cao đến mức đủ gây tuyệt chủng nhiều loài chim.

#### **9.4.4.3. Lưới thức ăn**

##### *a) Khái niệm*

Trong tự nhiên, đa số các loài sinh vật có khả năng ăn được nhiều kiểu thức ăn, do đó một loài có thể thuộc nhiều chuỗi thức ăn khác nhau. *Tổng hợp các chuỗi thức ăn có quan hệ với nhau trong quần xã, trong đó mỗi loài trong quần xã không chỉ liên hệ với một chuỗi thức ăn mà có thể liên hệ với nhiều chuỗi thức ăn* được gọi là *lưới thức ăn*. Cấu trúc một lưới thức ăn đầu tiên được hai nhà động vật người Anh là Victor Summerhayes và Charles Elton (1923) đưa ra, trong đó thể hiện quan hệ giữa các loài thực vật, động vật và vi khuẩn ở đảo Gấu, Na-uy. Lưới

thức ăn là khái niệm mở rộng của chuỗi thức ăn, từ dạng đường thẳng đơn giản được mở rộng thành mạng lưới tương tác phức tạp.



Hình 9.21. Ví dụ về một lưới thức ăn trong hệ sinh thái rừng

Một lưới thức ăn bao gồm nhiều loài sinh vật tham gia. Chẳng hạn, một lưới thức ăn trong rừng ngập mặn có nhiều loài thực vật, động vật không xương sống và động vật có xương sống. Rừng ngập mặn phân bố ở các khu vực ngập triều ven biển thuộc vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới (khoảng 25° vĩ Bắc đến 25° vĩ Nam). Trong rừng ngập mặn, ánh sáng Mặt Trời được các loài cây ngập mặn hấp thụ thông qua quá trình quang hợp. Lá cây ngập mặn rơi xuống nước được nhiều loài vi khuẩn và vi sinh vật phân hủy thành vật liệu hữu cơ, là nguồn thức ăn chính cho các loài động vật khác như các ấu trùng trong trầm tích, cua, tôm, các động vật thủy sinh không xương sống bám trên thân hoặc rễ khí của thực vật ngập mặn (như hào, trai), và một số loài cá nước lợ (như cá

đối). Những sinh vật này trở thành thức ăn cho các động vật khác lớn hơn. Tôm và cua sẽ bị các loài chim nước như diệc kiếm ăn trên bãi triều tiêu thụ. Các loài chim khác có hình thái mỏ thích hợp như cò thìa hoặc cò quăm tìm kiếm ấu trùng dưới lớp bùn. Các loài động vật ăn lọc trở thành thức ăn của một số loài chim có mỏ khỏe như chim mò sò. Các loài cá lớn sống trong rừng ngập mặn khi nước triều lên sẽ tìm ăn các động vật không xương sống (tôm, cua) và các loài cá nhỏ.

Trong quần xã luôn có một hoặc nhiều loài sinh vật ưu thế ảnh hưởng tới cấu trúc của lưới thức ăn. Ví dụ, san hô là một sinh vật ưu thế trong toàn khu vực bờ biển nhiệt đới, là nhân tố làm hình thành cơ chất và nền tài nguyên cho toàn bộ lưới thức ăn. Sự phân bố không gian của nó có ảnh hưởng rất lớn đến cấu trúc không gian của những phần còn lại của hệ sinh thái.

Trong một quần xã biển thái luôn tồn tại lưới thức ăn với sự phân hóa thành nhiều quần xã phụ. Chẳng hạn, trong lưới thức ăn đại dương ở Nam Cực, ánh sáng Mặt Trời là nhân tố môi trường quan trọng nhất ảnh hưởng đến các sinh vật đại dương. Các thực vật quan trọng nhất là các vi tảo bao gồm tảo silic và trùng roi. Càng về phía nam, tảo sống trên băng càng đóng vai trò quan trọng. Tảo sinh trưởng tốt trong nước biển Nam Cực vì có một lượng cung cấp lớn chất dinh dưỡng do hiện tượng nước trôi. Quần thể của các loài nhuyễn thể ăn thực vật nổi thống trị nhóm động vật nổi, có khoảng 600 nghìn tỷ cá thể với khối lượng 500 triệu tấn ở khu vực này, là động vật phong phú nhất trên Trái Đất. Các loài chim biển tiêu thụ khoảng 115 triệu tấn nhuyễn thể một năm. Lưới thức ăn ở Nam Cực rất nhạy cảm, bất kỳ thay đổi nào về số lượng của một loài thì sẽ có xu hướng tác động mạnh đến các cá thể khác. Đồng thời, hải cẩu Nam Cực cũng có số lượng lớn nhất trên thế giới. Tác động của con người làm thay đổi cấu trúc lưới thức ăn ở Nam Cực. Con người hàng năm khai thác khoảng 100 nghìn tấn nhuyễn thể, trong đó

chủ yếu khai thác ở cùng nơi sống của hải cẩu và chim cánh cụt. Con người bắt số lượng lớn cá răng cưa ở khu vực Patagonian và Nam Cực, và đang có xu thế khai thác thủy sản quá mức. Đánh cá dọc theo bờ biển làm giết chết hơn 100.000 cá thể chim biển hàng năm.

### *b) Các đặc trưng cơ bản của lưới thức ăn*

Lưới thức ăn phản ánh cơ chế sinh vật ở bậc dinh dưỡng cao bổ sung năng lượng bằng cách tiêu thụ các sinh vật ở bậc dinh dưỡng thấp hơn. Các đặc trưng chính được xem xét ở tương tác giữa các mắt xích và kết nối giữa các mắt xích trong lưới thức ăn với nhau:

- *Quan hệ sinh học trong lưới thức ăn*: chủ yếu là quan hệ cạnh tranh và quan hệ vật ăn thịt - con mồi. Quan hệ ký sinh - vật chủ chỉ được xem xét trong một số lưới thức ăn đặc biệt, chẳng hạn lưới thức ăn trong một hệ sinh thái nông nghiệp. Các quan hệ sinh học khác (hội sinh, hợp tác,...) không thể hiện rõ trong lưới thức ăn. Sự cạnh tranh về dinh dưỡng có thể tăng cường hoặc giảm nhẹ nếu xét đến yếu tố nơi sống: nếu con mồi phân bố rộng ở các nơi sống thích hợp với hai loài cùng bậc dinh dưỡng, thì quan hệ cạnh tranh sẽ giảm thiểu hoặc không xảy ra cạnh tranh. Trường hợp con mồi là loài hẹp sinh thái, thì sẽ xảy ra cạnh tranh gay gắt giữa các sinh vật tiêu thụ trung gian.

- *Độ phong phú loài trong lưới thức ăn*: sinh vật ở bậc dinh dưỡng cao hơn có độ phong phú thấp hơn.

- *Độ phức tạp của lưới thức ăn*: có quan hệ với tính ổn định trong quần xã. Độ phức tạp được tính bằng số liên kết trong một lưới thức ăn biểu thị số loài con mồi của mỗi loài tiêu thụ, theo công thức:

$$L = \sum_{j=1}^S d_j$$

Trong đó:  $L$  là độ liên kết của lưới thức ăn;  $d_j$  là số loài con mồi mà loài  $j$  tiêu thụ;  $S$  là tổng số loài trong lưới thức ăn.

- Độ kết nối của lưới thức ăn: là giá trị trung bình độ rộng thức ăn của tất cả các loài trong lưới thức ăn. Độ rộng thức ăn của một cá thể trong lưới thức ăn được quy định bởi đặc tính sinh học của chúng. Giá trị độ kết nối được quy định bởi sinh vật tiêu thụ và đặc điểm nguồn thức ăn hiện có (số loài con mồi cần tiêu thụ):

$$C = \frac{L}{S^2} = \frac{\sum_{j=1}^S d_j}{S^2} = \frac{\bar{d}}{S}$$

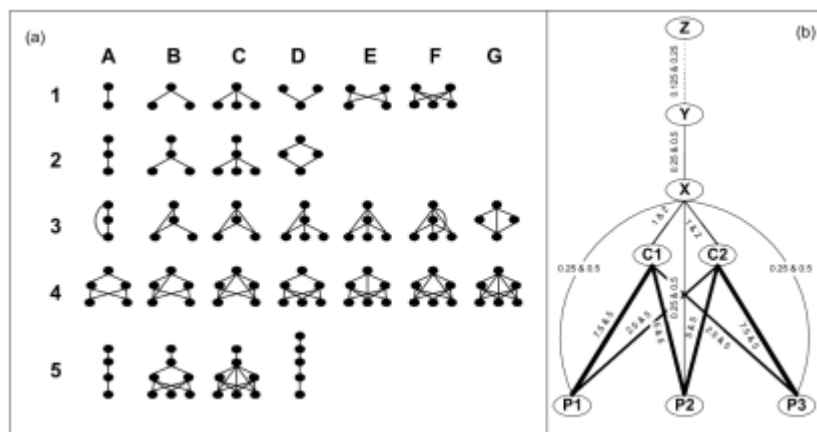
Trong đó:  $C$  là độ kết nối,  $L$  là độ liên kết của lưới thức ăn;  $d$  là số loài con mồi mà loài  $j$  tiêu thụ;  $S$  là tổng số loài trong lưới thức ăn,  $\bar{d}$  là giá trị trung bình của độ rộng thức ăn của tất cả các loài trong lưới thức ăn.

### c) Các mô hình động lực về lưới thức ăn

Cấu trúc cảnh quan và tác động của các yếu tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến cấu trúc của lưới thức ăn. Hủy hoại nơi sống gây tác động tới lưới thức ăn và các mối quan hệ sinh học phức tạp trong quần xã. Những hiệu ứng gián tiếp thông qua mạng lưới thức ăn được thể hiện ở khía cạnh: *mạng lưới thức ăn càng phức tạp thì các quần thể vật ăn thịt ở bậc dinh dưỡng cao càng nhạy cảm hơn đối với các yếu tố ngoại cảnh so với các mạng lưới thức ăn đơn giản hơn*. Chẳng hạn, trong điều kiện rừng bị phân mảnh, kích thước của các quần thể vật ăn thịt suy giảm nhanh chóng do nơi sống của chúng bị hủy hoại; trong khi đó, kích thước của quần thể loài ăn sâu bọ không đổi và kích thước các quần thể động vật ăn cỏ tăng lên do không còn vật ăn thịt.

Có thể biểu thị đơn giản lưới thức ăn bằng mô hình mạng lưới. Trong mô hình dưới đây, cấu trúc của các lưới thức ăn với hai bậc dinh

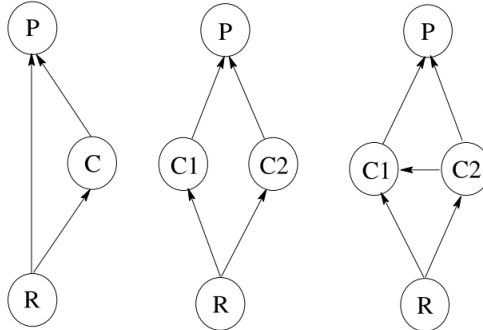
duỡng (hàng 1), ba bậc dinh dưỡng (hàng 2, 3, 4), bốn và năm bậc dinh dưỡng (hàng 5). P1, P2 và P3 là các vật sản xuất sơ cấp; C1, C2 là các vật tiêu thụ; X, Y, Z là vật tiêu thụ bậc 1, bậc 2, bậc 3. Độ dày của các đường chỉ cường độ quan hệ của vật ăn thịt - con mồi. Các mối liên hệ ăn tạp giữa P1, P2, P3 và X có hoặc không thể hiện được trong mô hình này.



Hình 9.22. Cấu trúc của các mô hình lưới thức ăn với hai bậc dinh dưỡng (hàng 1), ba bậc dinh dưỡng (hàng 2, 3, 4), bốn và năm bậc dinh dưỡng (hàng 5)

Quan hệ cạnh tranh và quan hệ vật ăn thịt - con mồi có thể đại diện cho mọi lưới thức ăn phổ biến. Các quan hệ sinh học này được mô phỏng với giả định rằng tất cả các loài có một cấu trúc quần thể như nhau và có cùng các yêu cầu về nơi sống; chúng chỉ bị tác động như nhau bởi hiện tượng mất nơi sống. Có ba loại lưới thức ăn cơ bản được xem xét:

- Lưới thức ăn với động vật ăn tạp;
- Lưới thức ăn với quan hệ cạnh tranh;
- Lưới thức ăn với quan hệ vật ăn thịt - con mồi.



Hình 9.23. Ba loại lưới thức ăn cơ bản (từ trái sang phải): lưới thức ăn có động vật ăn tạp, lưới thức ăn với loài ở trên cùng ăn hai sinh vật tiêu thụ trung gian (cạnh tranh), và lưới thức ăn với sinh vật tiêu thụ thứ nhất (ký hiệu  $C_1$ ) ăn sinh vật sản xuất và sinh vật tiêu thụ thứ hai (ký hiệu  $C_2$ ) (quan hệ vật ăn thịt - con mồi).  $R$  biểu thị các sinh vật sản xuất;  $C_1$  và  $C_2$  biểu thị các sinh vật tiêu thụ trung gian;  $P$  biểu thị sinh vật tiêu thụ bậc cao nhất. Cần chú ý rằng, khi xét các lưới thức ăn này trong cảnh quan, lưới thức ăn có thể không hoàn toàn đầy đủ trong một số mảnh nơi sống không thích hợp đối với một số quần thể sinh vật thuộc mắt xích nào đó.

- **Mô hình chuỗi thức ăn có động vật ăn tạp**

Cấu trúc thẳng đứng của chuỗi thức ăn có động vật ăn tạp được xác định theo đường tiêu thụ giữa sinh vật tiêu thụ bậc cao nhất và hai bậc dinh dưỡng thấp hơn. Mô hình có dạng như sau:

$$\begin{cases} \frac{dR}{dt} = c_1R(1 - R - d) - e_1R - \mu_1RC - \mu_2RP \\ \frac{dC}{dt} = c_2C(1 - C - d) - e_2C - \psi_1C(1 - R) - \mu_3CP \\ \frac{dP}{dt} = c_3P(1 - P - d) - e_3P - \frac{\psi_2}{2}P(1 - R) - \frac{\psi_3}{2}P(1 - C) \end{cases}$$

Do vật ăn tạp được xét trong điều kiện giả định, khả năng tồn tại của sinh vật tiêu thụ bậc cao nhất đạt mức tối đa khi cả hai con mồi đều cùng có mặt trong các mảnh nơi sống. Một sinh vật tiêu thụ bậc cao

nhất ăn tạp cần các loài từ hai bậc dinh dưỡng trong mỗi mảnh để giảm tổn thất xuống mức thấp nhất. Nếu  $\psi_2$  là tổn thất của một vật ăn thịt ở bậc cao nhất trong một lưới thức ăn đơn giản, thì toàn bộ tổn thất trong lưới thức ăn có vật ăn tạp khi một loài con mồi vắng mặt sẽ là  $\psi_2/2$  và  $\psi_3/2$ . Kết quả, khi vật ăn tạp bậc cao nhất chiếm một mảnh rời rạc làm nơi sống mới và không có loài con mồi nào có mặt, thì tổng tổn thất  $\psi_t$  sẽ là:

$$\psi_t = \frac{\psi_2}{2} + \frac{\psi_3}{2}$$

Tỷ lệ tử vong trong mỗi mảnh rời rạc không có sinh vật cư trú sẽ là  $e_3 + \frac{\psi_2}{2} + \frac{\psi_3}{2}$ . Tương tự như vậy, khi chỉ có một trong hai loài con mồi (vật sản xuất hoặc vật tiêu thụ trung gian) vắng mặt trong một mảnh rời rạc, thì tỷ lệ tử vong sẽ là  $e_3 + \frac{\psi_i}{2}$ .

Mức tử vong xảy ra đối với vật tiêu thụ bậc cao nhất khi xảy ra quan hệ cạnh tranh thực sự hoặc quan hệ vật ăn thịt - con mồi đối với vật tiêu thụ bậc trên. Vật tiêu thụ bậc cao nhất cần hai loài con mồi trong mỗi mảnh nơi sống để giảm khả năng bị tiêu diệt xuống mức thấp nhất. Trong cả hai trường hợp, loài tiêu thụ bậc cao nhất ăn hai loài ở bậc dinh dưỡng trung gian  $C_1$  và  $C_2$ . Do đó, các loài  $C_1$  và  $C_2$  tham gia vào quan hệ cạnh tranh bằng cách chia sẻ cùng một vật ăn thịt. Chúng cũng có thể tham gia vào quan hệ cạnh tranh trực tiếp vì chúng phải chia sẻ cùng một nguồn tài nguyên. Giữa cạnh tranh và phát tán có quan hệ rõ ràng:  $C_1$  là vật cạnh tranh tốt hơn, nhưng  $C_2$  là vật phát tán tốt hơn. Tỷ lệ nhập cư không cân bằng cho phép tồn tại quan hệ cùng chung sống giữa hai loài  $C_1$  và  $C_2$ .  $C_2$  không thể chiếm các mảnh nơi sống đã có loài  $C_1$  cư trú; trong khi đó,  $C_1$  có thể chiếm các mảnh rời rạc trống hoặc các mảnh nơi sống đã có loài  $C_2$  cư trú.



- **Mô hình lưới thức ăn có chứa vật cạnh tranh**

Lưới thức ăn có loài ở trên cùng ăn hai loài sinh vật tiêu thụ trung gian  $C_1$  và  $C_2$  cạnh tranh được cho bởi mô hình sau:

$$\begin{cases} \frac{dR}{dt} = c_1 R(1-R-d) - e_1 R - \mu_1 R C_1 - \mu_2 R C_2 \\ \frac{dC_1}{dt} = c_2 C_1(1-C_1-d) - e_2 C_1 - \psi_1 C_1(1-R) - \mu_3 C_1 P \\ \frac{dC_2}{dt} = c_3 C_2(1-C_1-C_2-d) - e_3 C_2 - \psi_2 C_2(1-R) - \mu_4 C_2 P \\ \frac{dP}{dt} = c_4 P(1-P-d) - e_4 P - \frac{\psi_3}{2} P(1-C_1) - \frac{\psi_4}{2} P(1-C_2) \end{cases}$$

- **Mô hình lưới thức ăn có chứa vật ăn thịt – con mồi**

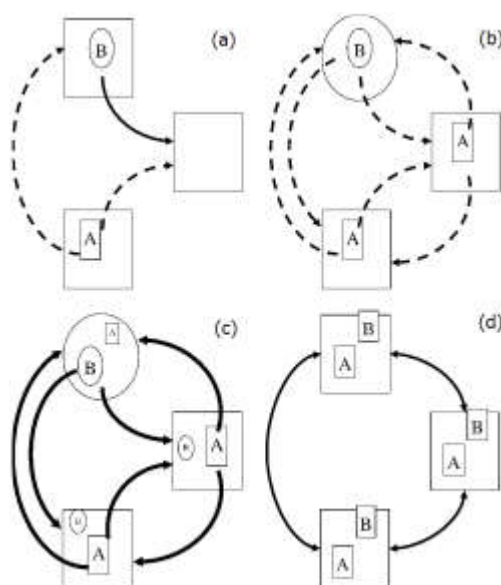
Lưới thức ăn có sinh vật tiêu thụ thứ nhất ( $C_1$ ) ăn sinh vật sản xuất ( $P$ ) và sinh vật tiêu thụ thứ hai ( $C_2$ ) được mô phỏng theo mô hình sau:

$$\begin{cases} \frac{dR}{dt} = c_1 R(1-R-d) - e_1 R - \mu_1 R C_1 - \mu_2 R C_2 \\ \frac{dC_1}{dt} = c_2 C_1(1-C_1-d) - e_2 C_1 - \frac{\psi_1}{2} C_1(1-R) - \frac{\psi_2}{2} C_1(1-C_2) - \mu_3 C_1 P \\ \frac{dC_2}{dt} = c_3 C_2(1-C_1-C_2-d) - e_3 C_2 - \psi_3 C_2(1-R) - \mu_4 C_2 P - \mu_5 C_2 C_1 \\ \frac{dP}{dt} = c_4 P(1-P-d) - e_4 P - \frac{\psi_4}{2} P(1-C_1) - \frac{\psi_5}{2} P(1-C_2) \end{cases}$$

### 9.4.5. Các mô hình động lực quần xã biến thái

Hình dưới đây biểu thị bốn mô hình động lực quần xã biến thái, bao gồm: mô hình động lực mảnh rời rạc, mô hình sắp xếp loài, mô

hình nguồn - đích và mô hình trung lập. Các mô hình này được xây dựng dựa trên các giả định khác nhau về cơ chế phản ứng của các loài sinh vật đối với môi trường và sự phân hóa cấu trúc không gian lãnh thổ.



Hình 9.24. Bốn mô hình cơ bản trong các thuyết quần xã biến thái, ví dụ minh họa gồm hai quần thể cạnh tranh A và B. Các mũi tên đậm chỉ thị độ phát tán cao hơn so với các mũi tên nét đứt và theo một hướng di chuyển duy nhất (mũi tên một chiều) hoặc di chuyển hai chiều (mũi tên hai chiều). Ưu thế cạnh tranh của một loài tại một điểm được biểu thị bằng các kết hợp của hình hộp hoặc hình oval nhỏ hơn (có nghĩa các loại ổ sinh thái và nơi sống của nó) với biểu tượng điểm.

Mô hình động lực mảnh rời rạc (mô hình a): mô tả thành phần loài trong các mảnh nơi sống, ví dụ trên các đảo, chú trọng tính chất cân bằng giữa các yếu tố xâm chiếm - cạnh tranh để đạt được sự kết hợp tốt nhất giữa các loài. Trong mô hình, loài A mặc dù có ưu thế cạnh tranh cao hơn nhưng loài B mới là loài có ưu thế xâm chiếm cao hơn. Mảnh thứ ba trống rỗng, có thể bị xâm chiếm bởi một trong hai loài này.

*Mô hình sàng lọc loài* (mô hình b): thể hiện mỗi loài cuối cùng sẽ có ổ sinh thái thích hợp riêng, đồng thời hai loài không thể cùng chung sống trong một khoảng thời gian dài mà không có sự tuyệt chủng. Một loài sẽ có ưu thế cạnh tranh hơn so với loài còn lại. Nếu hai loài có cùng ổ sinh thái thích hợp cùng sinh sống trong cùng một khu vực, cuối cùng một trong hai loài này sẽ phát triển và tham gia vào phân chia tài nguyên (gồm phân chia không gian và phân chia thời gian). Những thay đổi về độ phong phú và thành phần loài trong các quần xã biến thái được tạo ra bởi phản ứng của các cá thể đối với môi trường bất đồng nhất, bao gồm các điều kiện địa phương xác định có thể thích hợp với những loài nhất định và không thích hợp với những loài khác. Mô hình biểu diễn cơ chế các loài được tách vào các ổ sinh thái không gian và sự phát tán không đủ để thay đổi đặc điểm phân bố của chúng.

*Mô hình nguồn - đích* (mô hình c): mô tả quan hệ giữa đặc điểm phân tán và tính bất đồng nhất môi trường để xác định độ phong phú và thành phần loài trong quần xã ở quy mô địa phương (trong các mảnh rời rạc) và quy mô vùng (trong cảnh quan). Mô hình này cũng có thể áp dụng ở cấp quần thể. Mô hình biểu diễn hiệu ứng khối được tạo ra bởi các loài có mặt ở cả nơi sống nguồn và nơi sống đích. Trong mô hình, các chữ nhỏ hơn và các biểu tượng chỉ thị các quần thể có kích thước nhỏ hơn.

*Mô hình trung lập* (mô hình d): mô tả các loài có khả năng tương đương về cạnh tranh, phát tán; thành phần loài, độ phong phú ở quy mô địa phương và quy mô vùng. Mô hình này phát triển trên cơ sở thuyết địa sinh học đảo và thuyết trung lập thống nhất của đa dạng sinh học. Mô hình trung lập biểu diễn tất cả các loài hiện đang có mặt tại tất cả các mảnh. Các loài dần dần mất đi từ quy mô khu vực và sẽ được thay thế bằng sự hình thành loài.

Các mô hình quần xã biến thái có ý nghĩa quan trọng trong quản lý và dự báo các tác động tiêu cực đến cảnh quan và các hệ sinh thái. Những nguyên lý quản lý cảnh quan dựa trên các mô hình này là:

- Duy trì quản lý các điều kiện địa phương (mô hình sàng lọc loài);
- Không chỉ quản lý các mảnh rời rạc hoặc các hệ sinh thái riêng biệt mà phải quản lý toàn bộ cảnh quan (mô hình động lực mảnh rời rạc, mô hình trung lập);
- Duy trì tính đa dạng của các điều kiện địa phương trong khu vực (mô hình sàng lọc loài, mô hình động lực mảnh, mô hình trung lập);
- Duy trì kết nối giữa các mảnh rời rạc với điều kiện không được làm tăng thêm độ đồng nhất của cảnh quan (mô hình sàng lọc loài, mô hình động lực mảnh, mô hình trung lập);
- Duy trì các chế độ xáo động gần với tự nhiên (mô hình động lực mảnh rời rạc, mô hình trung lập).

#### **9.4.6. Quan hệ sinh học**

##### ***a) Quan hệ sinh học trong quần xã***

Quan hệ sinh học trong quần xã là *mối quan hệ về nơi ở và thức ăn giữa các quần thể của các loài khác nhau trong phạm vi một hệ sinh thái*. Cơ sở của quan hệ sinh học là quan hệ về nơi ở và thức ăn (dinh dưỡng). Trong tự nhiên, các loài trong quần xã có mối liên hệ chặt chẽ với nhau trong chuỗi thức ăn và lưới thức ăn. Mặc dù quan hệ sinh học trong quần xã đa dạng và phức tạp, nhưng có thể gộp thành ba nhóm chính:

- *Bàng quan*: cả hai loài không có quan hệ gì với nhau, do đó không có loài nào được hưởng lợi hoặc chịu bất lợi.
- *Tương tác dương*: có tối thiểu có một loài hưởng lợi, ký hiệu "+".

- *Tương tác âm*: có tối thiểu một loài chịu bất lợi, ký hiệu "-".

Có tám mối quan hệ sinh học cơ bản trong quần xã là: bàng quan, cộng sinh, hợp tác, hội sinh, ức chế cảm nhiễm, cạnh tranh, vật ăn thịt – con mồi, ký sinh – vật chủ.

Bảng 9.2. Phân loại các quan hệ sinh học khác loài trong quần xã

Stt	Quan hệ sinh học	Đặc điểm của mối quan hệ
1	Bàng quan (0, 0)	• Cả hai loài không có quan hệ gì với nhau về nơi ở và thức ăn.
2	Cộng sinh (+, +)	• Hai loài bắt buộc phải chung sống với nhau, đều mang lại lợi ích cho nhau.
3	Hợp tác (+, +)	• Quan hệ mang lại lợi ích cho cả hai loài, nhưng không bắt buộc phải cùng chung sống, sống tách rời nhau cũng được.
4	Hội sinh (0, +)	• Quan hệ hợp tác giữa hai loài, nhưng loài 1 có lợi ích cần thiết, loài 2 không có lợi cũng không có hại gì.
5	Ức chế cảm nhiễm (0, -)	• Loài 1 sống bình thường, nhưng gây hại cho loài 2.
6	Cạnh tranh (-, -)	• Hai loài sống chung với nhau, nhưng cả hai đều kìm hãm sự phát triển của nhau.
7	Vật ăn thịt - con mồi (+, -)	• Con mồi thường nhỏ, số lượng đông. Vật ăn thịt thường lớn, số lượng ít.
8	Ký sinh - vật chủ (+, -)	• Vật chủ bị hại, vật ký sinh có lợi. Vật chủ thường lớn, nhưng số lượng ít, còn vật ký sinh thường nhỏ, nhưng số lượng đông.

Trong các mối quan hệ sinh học, *quan hệ cạnh tranh* và *quan hệ vật ăn thịt - con mồi* đóng vai trò quan trọng nhất đối với cấu trúc và chức năng của quần xã, do các nguyên nhân sau:

- Quan hệ cạnh tranh đóng vai trò chủ yếu trong cấu trúc và phát triển của quần xã, thông qua ảnh hưởng đến biến động số lượng quần thể các loài, ảnh hưởng đến sự phân bố địa lý và nơi ở, ảnh hưởng đến sự phân hóa các ổ sinh thái, ảnh hưởng đến sự phân hóa về hình thái.

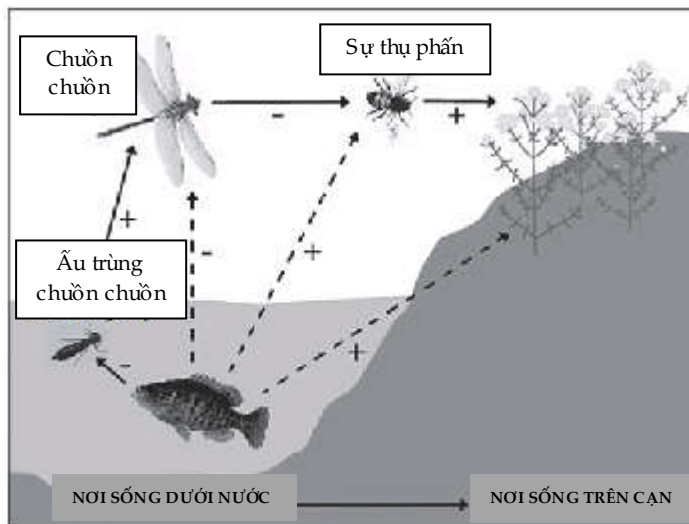
- Quan hệ vật ăn thịt - con mồi là nguyên nhân dẫn đến chọn lọc tự nhiên, loài rộng thực - hẹp thực và lưới thức ăn trong quần xã, khống chế sinh học dẫn đến cân bằng sinh học trong quần xã.

- Quan hệ ký sinh - vật chủ có bản chất là quan hệ vật ăn thịt - con mồi, chỉ khác là vật ký sinh không trực tiếp ăn thịt con mồi, có kích thước nhỏ và số lượng đông hơn vật chủ (trong khi đó, vật ăn thịt "ăn sống" con mồi, kích thước cơ thể lớn, số lượng ít hơn).

Ví dụ phổ biến là quan hệ sinh học giữa thiên địch với sâu hại. Thiên địch là các loài côn trùng có ích trong tự nhiên, tiêu diệt các loài sâu hại, bảo vệ cây trồng. Các loài thiên địch tiêu diệt sâu hại bằng cách bắt mồi và ký sinh. Bọ rùa, chuồn cỏ, bọ ngựa,... thuộc nhóm thiên địch bắt mồi, ăn trứng, sâu non của nhiều loài sâu hại. Ong kén, ong mắt đỏ,... thuộc nhóm thiên địch ký sinh. Ong mắt đỏ đẻ trứng vào trứng sâu hại, ong kén đẻ trứng vào cơ thể sâu non và các loại ngài, bướm; sau khi nở ra, ong non sẽ ăn luôn trứng và sâu hại.

Trong sinh thái học, quan hệ sinh học được xem xét giới hạn trong phạm vi của một hệ sinh thái. Tuy nhiên, trên thực tế, quan hệ sinh học thường vượt khỏi ranh giới của một hệ sinh thái. Có rất nhiều ví dụ thực tế minh họa cho hiện tượng này. Chẳng hạn, sự phát triển của một loài thực vật luôn gắn liền với hai hệ sinh thái: phần rễ ở dưới mặt đất (liên quan tới hệ sinh thái đất); phần thân, cành và lá xanh ở trên mặt đất (liên quan tới hệ sinh thái trên cạn). Nhiều loài sinh vật thường xuyên di chuyển giữa các hệ sinh thái theo chu kỳ ngày - đêm hoặc theo mùa để tìm kiếm thức ăn, trốn tránh vật ăn thịt, sinh sản hoặc trú đông,... Nhiều loài chim, thú móng guốc, động vật có vú có khả năng di

chuyển một khoảng cách rất dài, qua nhiều hệ sinh thái. Quần thể của các loài sinh vật thủy sinh (các loài cá) cũng có thể ảnh hưởng tới các quần thể sinh vật trên cạn (các loài thực vật) thông qua tác động đến quần thể các loài trung gian có chu kỳ sống phụ thuộc cả vào môi trường nước và môi trường trên cạn ở các giai đoạn sống khác nhau (các loài côn trùng trên cạn có ấu trùng sống trong môi trường nước). Do đó, quan hệ sinh học trong quần xã biến thái được hiểu là *mối quan hệ về nơi ở và thức ăn giữa các quần thể của các loài khác nhau trong phạm vi nhiều hệ sinh thái*.



Hình 9.25. Ảnh hưởng về dinh dưỡng của cá trong ao đến các loài thực vật trên cạn thông qua tác động đến quần thể chuồn chuồn theo sự biến đổi ở sinh thái trong các giai đoạn phát triển.

Hình trên minh họa một nghiên cứu của Knight và cộng sự (2005) chỉ ra ảnh hưởng về dinh dưỡng của cá trong ao đến các loài thực vật trên cạn thông qua tác động đến quần thể chuồn chuồn theo sự biến đổi ở sinh thái trong các giai đoạn phát triển. Kích thước quần thể chuồn chuồn bị giới hạn bởi các quần thể cá ăn thịt trong ao. Hệ quả, số lượng cá thể chuồn chuồn trưởng thành ở các ao có cá ít hơn so với ở các ao không có cá. Đến lượt mình, chuồn chuồn trưởng thành lại đóng vai trò là vật ăn thịt nhiều loại con mồi là các loài côn trùng trên cạn, bao gồm cả các loài côn trùng thụ phấn quan trọng của thực vật trên cạn. Như

vậy, các quần thể cá ăn thịt trong hệ sinh thái thủy vực, bằng cách giảm số lượng ấu trùng chuồn chuồn và chuồn chuồn ở gần ao, đã tạo điều kiện thuận lợi cho sự thụ phấn cho thực vật trong các hệ sinh thái trên cạn xung quanh.

### ***b) Quan hệ cạnh tranh khác loài***

Mô hình cạnh tranh khác loài phản ánh những đặc điểm chung sau:

- Cạnh tranh khác loài là quan hệ tương tác âm, mỗi loài đều làm loài kia suy giảm khả năng sống sót, sức sinh sản và sinh trưởng.

- Cạnh tranh không nhất thiết dẫn tới sự loại bỏ một trong hai loài. Các loài cạnh tranh vẫn có thể cùng tồn tại. Các loài cùng tồn tại này ít nhất khác nhau một mặt nào đó về phương thức sử dụng nguồn sống có giới hạn hoặc có sự phân chia nguồn sống.

- Kết quả cuối cùng của cạnh tranh phụ thuộc vào tốc độ tăng trưởng  $r$ .

#### ***• Mô hình cạnh tranh khác loài trong quần xã địa phương***

Từ mô hình tăng trưởng hàm logistic của Verhust (1938):

$$\frac{dN}{dt} = rN \left( \frac{K - N}{K} \right)$$

gọi số lượng cá thể của loài 1 là  $N_1$  với số lượng tối đa  $K_1$  và tốc độ tăng trưởng  $r_1$ ; tương tự đối với loài 2 là  $N_2$ ,  $K_2$  và  $r_2$ . Gọi  $\alpha$  là hệ số cạnh tranh đặc trưng cho sự kìm hãm của loài 2 đối với loài 1;  $\beta$  là hệ số cạnh tranh đặc trưng cho sự kìm hãm của loài 1 đối với loài 2. Ta có:

Phương trình tăng trưởng của quần thể 1:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left( \frac{K_1 - N_1 - \alpha N_2}{K_1} \right)$$



Phương trình tăng trưởng của quần thể 2:

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left( \frac{K_2 - N_2 - \beta N_1}{K_2} \right)$$

⇒ hệ phương trình cạnh tranh khác loài Volterra-Lotka:

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left( \frac{K_1 - N_1 - \alpha N_2}{K_1} \right) \\ \frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left( \frac{K_2 - N_2 - \beta N_1}{K_2} \right) \end{cases}$$

Giải hệ phương trình này, ta thu được bốn kết quả:

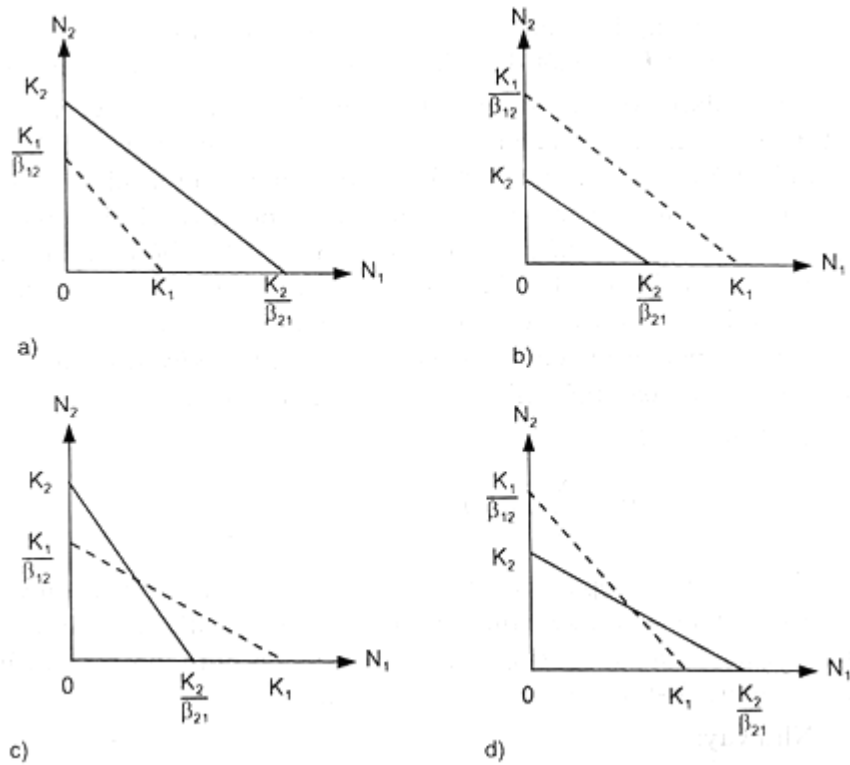
- Nếu  $\alpha > \frac{K_1}{K_2}$  và  $\beta > \frac{K_2}{K_1}$ : số lượng của loài 1 ( $N_1$ ) hoặc loài 2 ( $N_2$ )

phụ thuộc vào số lượng trung bình ban đầu của mỗi loài.

- Nếu  $\alpha < \frac{K_1}{K_2}$  và  $\beta > \frac{K_2}{K_1}$ : chỉ có loài 1 tồn tại.

- Nếu  $\alpha > \frac{K_1}{K_2}$  và  $\beta < \frac{K_2}{K_1}$ : chỉ có loài 2 tồn tại.

- Nếu  $\alpha < \frac{K_1}{K_2}$  và  $\beta < \frac{K_2}{K_1}$ : cả hai loài cùng chung sống.



Hình 9.26. Các mô hình Volterra-Lotka về cạnh tranh khác loài

- *Mô hình cạnh tranh trong quần xã biến thái*

Tilman (1994) đã mô phỏng động lực cạnh tranh của hai loài trong một quần xã biến thái theo hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} \frac{dR_1}{dt} = c_1 R_1 (1 - R_1 - d) - e_1 R_1 & (1) \\ \frac{dR_2}{dt} = c_2 R_2 (1 - R_1 - R_2 - d) - e_2 R_2 - c_1 R_1 R_2 & (2) \end{cases}$$

Trong hệ phương trình, loài cạnh tranh ưu thế  $R_1$  thay thế loài  $R_2$  kém ưu thế cạnh tranh hơn khi cả hai loài cùng chung sống. Loài  $R_2$  không thể xâm lấn hoặc thay thế loài cạnh tranh ưu thế  $R_1$ , mà chỉ có thể

cư trú ở những nơi sống trong đó cả nó và loài  $R_1$  đều vắng mặt (số hạng  $(1 - R_1 - R_2)$  trong phương trình 2). Loài  $R_1$  có thể xâm lấn và thay thế loài  $R_2$  (số hạng  $c_1R_1R_2$  trong phương trình (2)). Một phần  $d$  của các mảnh nơi sống bị hủy hoại được đưa vào số hạng  $(1 - R_1 - d)$  trong phương trình (1) và số hạng  $(1 - R_1 - R_2 - d)$  trong phương trình (2).

Cân bằng giữa xâm chiếm nơi sống, cạnh tranh và mất nơi sống gây tuyệt chủng địa phương có chọn lọc của các loài cạnh tranh tốt nhất. Hủy hoại nơi sống làm giảm hiệu quả chiếm mảnh rời rạc làm nơi sống của tất cả các loài, nhưng có tác động tiêu cực lớn hơn đối với loài có tốc độ xâm chiếm thấp hơn, thường thuộc về loài có ưu thế cạnh tranh.

### ***c) Quan hệ vật ăn thịt - con mồi***

Trong quan hệ vật ăn thịt - con mồi, vật ăn thịt sử dụng con mồi (sinh vật bị tấn công) làm thức ăn. Đặc điểm cơ bản nhất của quan hệ này là vật ăn thịt tác động trực tiếp đến quần thể con mồi. Khác với quan hệ cạnh tranh vẫn đảm bảo sự tồn tại của các loài cạnh tranh, trong quan hệ vật ăn thịt - con mồi, vật ăn thịt có thể trực tiếp giết chết con mồi hoặc không, nhưng hành vi của vật ăn thịt luôn làm chết con mồi.

Quan hệ vật ăn thịt - con mồi có vai trò thành tạo một số cảnh quan đặc biệt. Paine (1974, 1976) thực hiện một nghiên cứu về quan hệ sinh học giữa sao biển *Pisaster ochraceous* (vật ăn thịt) và trai *Mytilus californianus* (con mồi) tại khu vực gian triều (khoảng giữa mực nước triều lên và mực nước triều ròng). Mặc dù trai là một vật cạnh tranh ưu thế, nhưng sao biển lại là vật ăn thịt đóng vai trò kiểm soát quần thể trai. Ở khu vực đường bờ cao hơn mặt nước biển, sao biển không thể kiểm soát được trai, nên trai hoàn toàn chiếm ưu thế trên bề mặt đá. Ở dưới đường bờ, sao biển ăn thịt tất cả cá thể trai non. Kết quả dẫn đến một sự phân hóa cấu trúc rất rõ ràng trên các bề mặt đá, trai ở trên và

hoàn toàn vắng mặt ở phía dưới đường bờ. Khi Paine thí nghiệm loại bỏ hết sao biển, thì trai phát triển xuống dưới bề mặt đá (đường bờ). Do ưu thế cạnh tranh, trai đã loại trừ 23 loài động vật có xương sống khác.



Hình 9.27. Quan hệ vật ăn thịt - con mồi giữa sao biển *Pisaster ochraceus* và trai *Mytilus californianus* tạo ra một cấu trúc cảnh quan đặc thù ở khu vực gian triều (Paine, 1974, 1976).

Con người được coi là vật ăn thịt có kích thước quần thể lớn nhất, tổ chức tốt nhất, khôn ngoan nhất và mạnh nhất. Con người tiếp cận con mồi bằng sử dụng các công cụ săn bắn và phương tiện vận chuyển. Thậm chí, con người sử dụng cả các vật ăn thịt đã được thuần hóa là chó săn, chim ưng... để săn bắt con mồi, hoặc sử dụng các động vật không phải là vật ăn thịt như ngựa, lạc đà, voi... để tiếp cận tới con mồi. Bằng trình độ công nghệ tiên tiến của mình, con người cải tạo cảnh quan để mở rộng các trang trại chăn nuôi gia súc gia cầm, thủy sản làm thức ăn.

Trong tự nhiên, vật ăn thịt giữ vai trò làm tăng độ đa dạng sinh học của quần xã bằng cách ngăn chặn một loài trở thành loài ưu thế. Đưa vào hoặc loại bỏ vật ăn thịt này, hoặc thay đổi mật độ quần thể của chúng, có thể dẫn đến những ảnh hưởng nghiêm trọng đến mô hình tháp dinh dưỡng. Một trường hợp điển hình là hành động loại trừ quần thể chó sói trong Vườn Quốc gia Yellowstone, Hoa Kỳ. Khi không có vật ăn thịt, động vật ăn cỏ phát triển quá mức và phải ăn cả các loài cây thân gỗ, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến các quần thể thực vật. Ngoài ra, chó sói thường xuyên kiểm soát động vật ăn cỏ ở các vùng ven bờ sông, gián tiếp bảo vệ nguồn thức ăn của hải ly ở khu vực này. Việc loại bỏ chó sói có ảnh hưởng tiêu cực trực tiếp đến quần thể hải ly, do nơi sống của chúng bị các loài động vật ăn cỏ xâm lấn.

Một ví dụ khác là *Chiến dịch diệt chim sẻ* trong kế hoạch Đại nhảy vọt của nước Cộng hòa Nhân dân Trung Hoa, diễn ra từ năm 1958 đến năm 1962. Chim sẻ bị liệt kê vào trong danh sách cần bị tiêu diệt vì bị cho rằng chúng ăn hạt thóc lúa, gây thiệt hại cho nông nghiệp. Tuy nhiên, chỉ sau một mùa vụ, châu chấu phát triển tràn ngập do không còn bị kiểm soát bởi chim sẻ, chúng phá nát mùa màng và kéo theo sau là nạn đói lớn xảy ra tại Trung Quốc. Ước tính từ năm 1959 đến 1961, có khoảng 30 triệu người dân Trung Quốc chết đói.

- *Mô hình Lotka-Volterra về quan hệ vật ăn thịt - con mồi trong quần xã địa phương*

Mô hình tổng quát về vật ăn thịt - con mồi được xây dựng dựa trên các giả thiết sau:

- Kích thước quần thể con mồi tăng trưởng không giới hạn khi vật ăn thịt không kiểm soát nó.

- Vật ăn thịt sống sót nhờ vào sự có mặt của con mồi làm thức ăn cho nó.

- Tốc độ ăn thịt phụ thuộc vào xác suất vật ăn thịt gặp con mồi.

- Tốc độ tăng trưởng kích thước của quần thể vật ăn thịt tỷ lệ thuận với lượng thức ăn kiếm được (tốc độ ăn thịt).

Động lực quần thể trong quan hệ vật ăn thịt - con mồi được mô hình hóa bằng phương trình Lotka-Volterra, giải thích sự dao động kích thước của các quần thể vật ăn thịt và con mồi:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = Ax - Bxy \\ \frac{dy}{dt} = -Cy + Dxy \end{cases}$$

*Trong đó:  $x, y$  là kích thước quần thể con mồi và vật ăn thịt;  $A$  là tốc độ tăng trưởng thực của quần thể con mồi khi không có mặt vật ăn thịt;  $C$  là tỷ lệ tử vong của quần thể vật ăn thịt khi không có mặt con mồi.  $B$  là sinh khối con mồi;  $D$  là sinh khối vật ăn thịt được chuyển từ một đơn vị sinh khối con mồi.*

Trong mô hình,  $xy$  là xác suất vật ăn thịt và con mồi gặp nhau, với giả thiết cho rằng hai loài di chuyển ngẫu nhiên và phân bố đều trong ổ sinh thái. Đây là trường hợp lý tưởng. Trên thực tế, cơ chế di chuyển và gặp nhau của các loài rất phức tạp, phụ thuộc nhiều vào điều kiện môi trường.

Mô hình này có nhiều ứng dụng quan trọng. Quan hệ con mồi - vật ăn thịt đóng vai trò rất quan trọng trong điều chỉnh kích thước quần thể. Như chúng ta đều biết trong hệ sinh thái, loài này bắt buộc phải sử dụng một số loài khác làm thức ăn cho mình để tồn tại. Đương nhiên, vật ăn thịt làm giảm số lượng con mồi. Con mồi phải có những thích nghi nhằm giảm sức ép của vật ăn thịt để duy trì số lượng cá thể. Sự thay đổi kích thước quần thể của con mồi cũng gây ra những biến động

trương ứng của vật ăn thịt. Cho nên, mối quan hệ này là mối quan hệ hai chiều.

Trong tự nhiên, loài này là con mồi của các loài khác, nhưng trong trường hợp khác, nó lại trở thành vật ăn thịt của các đối tượng mà loài sử dụng làm thức ăn. Nói cách khác, mỗi một loài đều đóng vai trò kép: vai trò của con mồi và vai trò của vật ăn thịt. Xuất phát từ quan niệm như vậy, Mantifel (1961) đã đưa ra mô hình “chuỗi thức ăn ba bậc” để giải thích “cân bằng sinh học” trong tự nhiên:

$$\text{Con mồi} \Leftrightarrow \text{Vật ăn thịt I} \Leftrightarrow \text{Vật ăn thịt II}$$

Trong mô hình, khi vật ăn thịt II tác động lên vật ăn thịt I làm cho số lượng vật ăn thịt I giảm, thì sức ép của chính nó lên con mồi mà nó sử dụng sẽ giảm theo, hệ quả con mồi có cơ hội tăng số lượng của mình. Vật ăn thịt I (con mồi của vật ăn thịt II) giảm làm cho điều kiện dinh dưỡng của vật ăn thịt II giảm. Trong quần thể vật ăn thịt II xảy ra sự cạnh tranh giữa các cá thể về nguồn sống ngày càng mạnh, mức sinh sản của chúng giảm trong khi mức tử vong lại tăng. Kết quả là số lượng vật ăn thịt II giảm xuống. Sức ép của vật ăn thịt II lên vật ăn thịt I giảm, trong khi nguồn thức ăn của vật ăn thịt I tăng, tạo cơ hội cho vật ăn thịt I tăng số lượng, nói cách khác, nguồn thức ăn của vật ăn thịt II lại được cải thiện. Mối tương tác ấy luôn biến động theo hướng tăng - giảm, giảm - tăng của con mồi và vật ăn thịt như cầu bập bênh, tạo nên sự cân bằng động giữa chúng, được gọi là “cân bằng sinh thái” trong thiên nhiên.

- *Quan hệ vật ăn thịt-con mồi trong quần xã biến thái*

Mô hình vật ăn thịt - con mồi trong quần thể biến thái được May (1994) đưa ra dưới dạng hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} \frac{dR}{dt} = c_1 R(1-R) - e_1 R - \mu C & (1) \\ \frac{dC}{dt} = c_2 C(R-C) - e_2 C & (2) \end{cases}$$

Trong đó:  $R$  là các mảnh nơi sống rời rạc chứa con mồi;  $C$  là mảnh nơi sống rời rạc chứa vật ăn thịt;  $\mu$  là hằng số điều khiển của vật ăn thịt đối với con mồi.

Mô hình này thể hiện vật ăn thịt cần con mồi để tồn tại trong một mảnh nơi sống. Do đó,  $C$  được coi là tập con của  $R$  (đây là lý do hình thành biểu thức  $(R - C)$  trong phương trình (2)). Trong mô hình này, vật ăn thịt chuyên hóa (vật ăn thịt chỉ sử dụng một loại con mồi) sẽ bị tiêu diệt trước con mồi trong điều kiện mất nơi sống.

Swihart (2001) đưa ra mô hình về ảnh hưởng của hủy hoại nơi sống đến vật ăn thịt chuyên hóa, dựa trên giả thiết về hành vi xâm chiếm của vật ăn thịt vào một mảnh nơi sống độc lập với sự xâm nhập của con mồi. Trong một mảnh nơi sống không có con mồi, vật ăn thịt chuyên hóa phải chịu một thiệt hại tăng thêm ( $\psi$ ) do tăng tỷ lệ tử vong tại chỗ nếu xâm nhập vào một mảnh trống hoặc mảnh không chứa con mồi. Mô hình có dạng như sau:

$$\begin{cases} \frac{dR}{dt} = c_1 R(1-R) - e_1 R - \mu RC \\ \frac{dC}{dt} = c_2 C(1-C) - e_2 C - \psi C(1-R) \end{cases}$$

Việc hủy hoại nơi sống không gây tổn hại nghiêm trọng cho vật ăn thịt rộng sinh thái. Do đó, hiện tượng mất nơi sống không làm giảm chiều dài chuỗi thức ăn như đối với vật ăn thịt chuyên hóa.

#### ***d) Quan hệ cộng sinh***



Cộng sinh là một quan hệ sinh học giữa hai sinh vật, trong đó bắt buộc phải cùng chung sống, và mỗi cá thể đều thu được những lợi ích thích hợp và làm tăng khả năng tồn tại. Ví dụ, các loài cây thuộc họ Đậu (Fabaceae) là cây chủ của nhiều loài vi khuẩn sống tại các nốt sần trên rễ của chúng. Các loại vi khuẩn này được biết đến như là vi khuẩn nốt sần, có khả năng hấp thụ nitơ trong khí quyển và chuyển hóa thành các chất cây có thể hấp thụ được dưới dạng  $\text{NO}_3^-$  hay  $\text{NH}_3^+$ . Cơ chế này được gọi là cố định đạm. Cây đậu, đóng vai trò là cây chủ, còn vi khuẩn nốt sần, đóng vai trò là nhà cung cấp nitrat có ích, tạo ra một quan hệ cộng sinh.

- *Quan hệ cộng sinh trong quần xã địa phương*

Một trong những mô hình cổ điển nhất về cộng sinh giữa hai loài được Lotka-Volterra xây dựng dưới dạng:

$$\frac{dN_1(t)}{dt} = N_1(t)(a_1 - b_1N_1 + c_1N_2) \quad \frac{dN_2(t)}{dt} = N_2(t)(a_2 - b_2N_2 + c_2N_1)$$

*Trong đó:  $N_1$  và  $N_2$  lần lượt là kích thước của quần thể sinh vật 1 và 2;  $a, b, c$  là các hằng số.*

- *Quan hệ cộng sinh trong quần xã biến thái*

Mô hình này được phát triển dựa trên mô hình quần thể biến thái của Levins (1970). Đặt  $h$  là mật độ của các mảnh nơi sống thích hợp;  $e_i$  và  $C_i$  lần lượt là tỷ lệ tử vong và tỷ lệ xâm chiếm của loài  $i$  vào một mảnh nơi sống không có mặt loài khác. Quan hệ cộng sinh tạo ra lợi ích cho cả hai loài. Điều này được thể hiện ở sự có mặt của một loài trong cùng một mảnh sẽ làm giảm tỷ lệ tử vong của loài  $i$  xuống giá trị  $e_i\Delta$  (với  $\Delta \leq 1$ ), hoặc cải thiện tỷ lệ xâm chiếm thành công các mảnh nơi sống khác lên giá trị  $C_i\alpha$  (với  $\alpha \geq 1$ ). Giả thiết mật độ của các mảnh rời rạc chứa riêng loài 1 hoặc loài 2 lần lượt là  $M_1$  và  $M_2$ , và mật độ mảnh chứa

cả hai loài cộng sinh là  $M_{12}$ , động lực của hai quần thể cộng sinh được mô tả bởi hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} \frac{dM_1}{dt} = C_1(M_1 + \alpha M_{12})E - C_2 M_1(M_2 + \alpha M_{12}) - e_1 M_1 + e_2 \Delta M_{12} \\ \frac{dM_2}{dt} = C_2(M_2 + \alpha M_{12})E - C_1 M_2(M_1 + \alpha M_{12}) - e_2 M_2 + e_1 \Delta M_{12} \\ \frac{dM_{12}}{dt} = C_1 M_2(M_1 + \alpha M_{12}) + C_2 M_1(M_2 + \alpha M_{12}) - M_{12} \Delta(e_1 + e_2) \end{cases}$$

Trong đó:  $E = h - M_1 - M_2 - M_{12}$  là mật độ các mảnh nơi sống trống;  $h$  là tổng số nơi sống thích hợp đối với một trong hai loài cộng sinh.

### e) Quan hệ ký sinh - vật chủ

Ký sinh - vật chủ là một kiểu quan hệ giữa hai sinh vật khác loài, trong đó loài ký sinh thu được lợi ích từ sự thiệt hại của vật chủ. Vật ký sinh thường nhỏ hơn nhiều so với vật chủ của nó, cơ thể có mức độ chuyên hóa cao, sinh sản rất nhanh và số lượng cá thể cao hơn rất nhiều so với vật chủ. Những tác động có lợi và có hại trong quan hệ ký sinh - vật chủ liên quan đến tính thích nghi sinh học của các sinh vật. Vật ký sinh làm giảm tính thích nghi của vật chủ bằng nhiều cách, đồng thời làm tăng khả năng khai thác vật chủ về thức ăn, nơi sống và sự phát tán.

Với giả thiết vật chủ là các mảnh nơi sống riêng biệt có thể bị vật ký sinh xâm nhập, Sole (1992) đưa ra mô hình động lực quần thể trong quan hệ ký sinh - vật chủ như sau:

$$\begin{aligned} H_{t+1} &= f(H_t, P_t) = \mu H_t (1 - H_t) e^{-\beta P_t} \\ P_{t+1} &= g(H_t, P_t) = H_t (1 - e^{-\beta P_t}) \end{aligned}$$

Trong đó:  $H_t$  và  $P_t$  là kích thước của quần thể vật chủ và vật ký sinh tại thời điểm (hoặc thế hệ)  $t$ . Với sự vắng mặt của vật ký sinh, vật chủ phát triển theo hàm logistic với tỷ lệ tăng trưởng  $\mu$ . Vật ký sinh chỉ phát triển với điều kiện vật

chủ tồn tại.  $\beta$  là hiệu quả tấn công của vật ký sinh vào vật chủ, và do đó  $e^{-\beta P}$  là tỷ số quần thể vật chủ không bị vật ký sinh tấn công.

Giá trị  $\beta$  thay đổi chỉ thị cho các động lực quần thể khác nhau của vật chủ và vật ký sinh. Đối với giá trị  $\beta$  rất thấp, vật ký sinh không tồn tại. Khi vượt khỏi ngưỡng  $\beta$ , quần thể vật chủ và vật ký sinh đều đạt tới trạng thái cân bằng, nhưng quần thể vật ký sinh tăng và làm giảm kích thước quần thể vật chủ với hệ số  $\beta$ .

### ***f) Quan hệ hội sinh***

Hội sinh là một kiểu quan hệ sinh học, trong đó một sinh vật có lợi nhưng sinh vật còn lại không có lợi và cũng không có hại. Có ba kiểu quan hệ hội sinh chính sau:

- *Hội sinh di chuyển*: hay quan hệ bám nhau. Một động vật gắn chặt với động vật khác để di chuyển, chủ yếu là các động vật chân đốt. Ví dụ: bọ ve bám vào cơ thể côn trùng (bọ cánh cứng, ruồi, hoặc ong); bọ cánh cứng, cuốn chiếu sống bám vào chim. Hội sinh di chuyển có thể là bắt buộc hoặc không bắt buộc tùy thuộc vào điều kiện môi trường.

- *Hội sinh nơi ở*: một sinh vật sử dụng sinh vật thứ hai để làm chỗ ở. Ví dụ: thực vật biểu sinh (các loài lan,...) sinh trưởng trên cây thân gỗ, hoặc chim cư trú trong các hốc cây (gỗ kiến,...).

- *Hội sinh bắt buộc*: quan hệ phụ thuộc gián tiếp nhiều, trong đó loài thứ hai sử dụng một số bộ phận của loài thứ nhất đã tạo ra, nhưng sau khi loài thứ nhất chết. Ví dụ, loài cua ở nhò trên mình luôn đội một vỏ ốc để bảo vệ cơ thể của chúng. Khi gặp kẻ thù, chúng chỉ việc co mình trong vỏ ốc là có thể an toàn.

## **9.5. THUYẾT ĐỊA SINH HỌC ĐẢO**

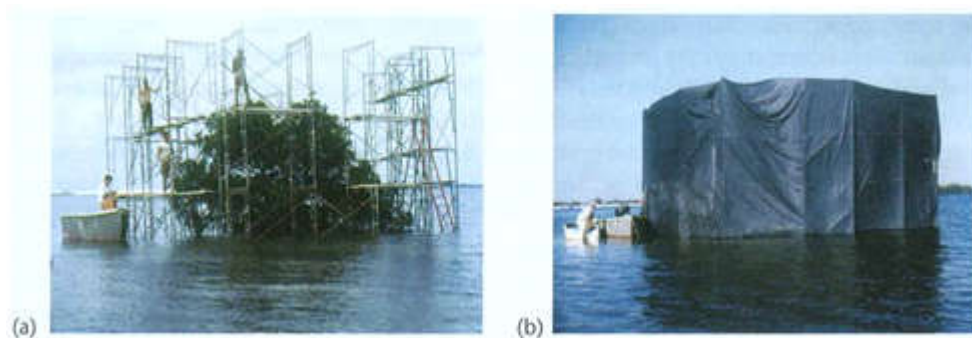
### 9.5.1. Lịch sử thuyết địa sinh học đảo

Những nội dung về cấu trúc và động lực của quần xã sinh vật được phân tích ở trên chủ yếu được xem xét ở khía cạnh tương tác giữa các sinh vật thông qua các mối quan hệ sinh học có bản chất là quan hệ về thức ăn và nơi ở. Tuy nhiên, một quần xã sinh vật luôn chịu ảnh hưởng rõ rệt của các điều kiện môi trường cũng như cấu trúc không gian lãnh thổ trong và ngoài khu vực nghiên cứu. Một trong những đóng góp quan trọng về mặt lý luận và thực tiễn phản ánh ảnh hưởng cấu trúc không gian tới quần xã sinh vật là sự ra đời của thuyết địa sinh học đảo.

Thuyết địa sinh học đảo, còn gọi là *thuyết trạng thái cân bằng của địa sinh học đảo*, mô tả quan hệ giữa kích thước đảo, mức độ cách ly, nhập cư, tuyệt chủng và số lượng loài cuối cùng có thể tồn tại trên một đảo nhất định. Thuyết này do hai nhà địa sinh học Hoa Kỳ là MacArthur (Đại học Princeton) và Wilson (Đại học Harvard) đưa ra năm 1967. Wilson và học trò là Simberloff sau đó tiến hành những thực nghiệm đầu tiên về địa sinh học đảo tại rừng ngập mặn ở Florida, Hoa Kỳ. Ban đầu thuyết được xây dựng nhằm mục đích dự báo số loài sẽ thiết lập trên một đảo mới hình thành. Hiện nay, thuyết được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu quan hệ giữa sinh vật với cảnh quan phục vụ mục tiêu bảo tồn sinh học. Sự ra đời của thuyết địa sinh học đảo có vai trò quan trọng đặc biệt đối với tiến trình phát triển của sinh thái cảnh quan. Nhà sinh thái học Hoa Kỳ là Risser (1984) cho rằng, sinh thái cảnh quan là lĩnh vực mở rộng của địa sinh học đảo.

Một hiện tượng địa sinh học đảo điển hình được quan sát thấy trên đảo Krakatoa nằm giữa đảo Sumatra và Java. Năm 1883, một vụ núi lửa khủng khiếp hủy diệt toàn bộ hệ sinh vật của đảo Krakatoa và hai đảo bên cạnh. Tuy nhiên chỉ trong khoảng 25 năm (đến năm 1908), 13 loài chim đã có mặt trên toàn bộ đảo này. Trong giai đoạn 1919 - 1921, 28

loài chim có mặt; giai đoạn 1932 - 1934, số lượng tăng lên 29. Như vậy, trong khoảng thời gian từ khi núi lửa phun cho đến năm 1934, 34 loài thực sự được thiết lập, nhưng 5 loài trong số đó bị tuyệt chủng. Thống kê năm 1951 - 1952 cho thấy có 33 loài tồn tại trên đảo, vào năm 1984 - 1985, số loài tăng lên là 35. Trong nửa thế kỷ (1934 - 1985), có trên 40 loài được xác lập, và 8 loài bị tuyệt chủng. Đúng theo dự báo của thuyết địa sinh học đảo, tỷ lệ loài mất đi tăng tỷ lệ thuận với số loài đã chiếm cứ trên đảo.



Hình 9.28. Wilson và học trò là Simberloff tiến hành những thực nghiệm đầu tiên về địa sinh học đảo tại dải rừng ngập mặn ở Florida, Hoa Kỳ. Các khoảnh rừng ngập mặn được coi là đảo, được khảo sát và sử dụng khí methyl bromua để diệt tất cả các quần xã côn trùng và động vật chân khớp. Các đảo này sau đó được giám sát để nghiên cứu mức độ di thực của loài sinh vật từ lục địa đến đảo (thực nghiệm tương đương để tạo ra đảo mới). Chỉ sau một năm, trên các đảo này đã phát hiện được các loài côn trùng và động vật chân đốt. Đúng như dự tính, ở trạng thái cân bằng, các đảo gần với lục địa hơn có nhiều loài hơn.

### 9.5.2. Quan niệm mở rộng về "đảo"

Theo mối liên hệ về cấu trúc địa chất và nguồn gốc phát sinh, có thể phân chia đảo thành đảo lục địa và đảo đại dương:

- *Đảo lục địa*: là một bộ phận của lục địa, phân bố rìa các khối lục địa lớn, trên thềm lục địa. Cấu trúc địa chất gần gũi hoặc là phần kéo dài của các vùng rìa lục địa, bằng chứng về sự chia cắt mới đây do dao

động mực nước đại dương và vận động hạ lún địa phương của các biển ven rìa. Khu hệ sinh vật của đảo lục địa bắt nguồn trực tiếp từ khu hệ sinh vật ở lục địa.

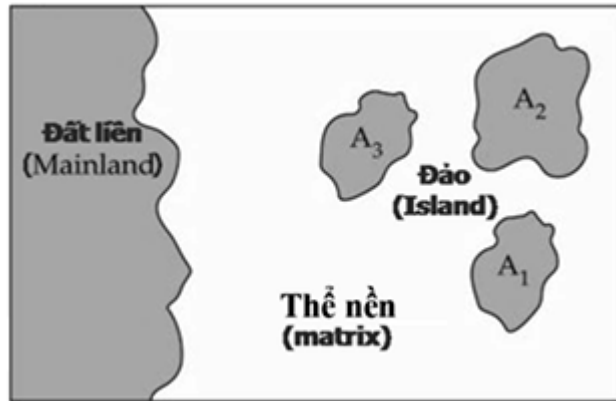
- *Đảo đại dương*: thường có kích thước nhỏ hơn, xa đại lục, không phải là bộ phận của lục địa. Cách phân chia phổ biến hiện nay là phân chia thành *đảo san hô* và *đảo núi lửa*. Tuy nhiên, phần lớn đảo đại dương đều có nguồn gốc núi lửa, bởi vì san hô cũng là những thành tạo mới xuất hiện sau này trên đỉnh các chóp núi lửa còn lập lờ dưới mực nước biển. Các chóp núi lửa này bị sóng san bằng nên thường có đỉnh bằng phẳng gần mặt nước, gọi là gaiôt. Giới sinh vật ở đảo đại dương được hình thành do sinh vật phát tán chủ động hay bị động tới đảo (nhờ gió, dòng hải lưu, nhờ các sinh vật khác mang đến ngẫu nhiên, hoặc do bản thân động vật bay, bơi đến đảo). Vì phải phát tán qua khoảng không gian rộng lớn của đại dương, lại trong môi trường nước biển mặn nên không phải mọi sinh vật đều có khả năng phát tán tới đảo đại dương được. Ví dụ, lưỡng cư không thể phát tán qua biển nước mặn, nhiều loài động vật nước ngọt và ngay cả nhiều nhóm thú ở cạn cũng không thể phát tán chủ động đến đảo được.

Trong thuyết địa sinh học đảo, quan niệm về đảo có thể được mở rộng ra theo ba tính chất của nó:

- Tính chất cách ly bởi thể nền. Thể nền (hay "đại dương") là môi trường xung quanh đảo chứa các nhân tố không thích hợp cho sự tồn tại của sinh vật, tạo ra các chướng ngại vật. Lục địa là chướng ngại vật đối với các loài sinh vật thủy sinh; nước sâu là chướng ngại vật đối với các loài sinh vật trên cạn; dãy núi cao là chướng ngại vật đối với các loài bay từ đảo;

- Khoảng cách từ các đảo đến lục địa khác nhau;

- Đảo có diện tích giới hạn.



Hình 9.29. Hệ thống đảo - lục địa: các đảo  $A_1$  và  $A_3$  có kích thước bằng nhau;  $A_1$  và  $A_2$  có cùng khoảng cách tới lục địa

Căn cứ vào ba tính chất trên, có thể mở rộng quan điểm về đảo đối với nhiều đơn vị không gian trong tự nhiên:

- Bất kỳ nơi sống nào có môi trường không thích hợp cho sự tồn tại của các loài bao quanh đều được coi là "đảo nơi sống";

- Các đảo được bao quanh bởi vùng biển sâu là đảo thực sự. Các trường hợp núi bị bao quanh bởi các sa mạc, hồ bị bao quanh bởi lục địa, các mảnh rừng bị bao quanh bởi cơ sở hạ tầng do con người xây dựng (đường giao thông, cơ sở hạ tầng, đầm nuôi trồng thủy sản,...),... đều được coi là "đảo".

Quan niệm mở rộng về đảo được áp dụng rộng rãi trong sinh học bảo tồn. Đảo được sử dụng phổ biến cho các cảnh quan lục địa bị phân mảnh. Các khu bảo tồn được xem là "đảo" tự nhiên trong một "đại dương" gồm nhiều cảnh quan nhân sinh bị biến đổi mạnh mẽ bởi hoạt động con người.



Hình 9.30. Các mảnh rừng rời rạc được coi là các "đảo" hình thành do phá rừng

Các đảo có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong công tác bảo tồn. Loài bọ cánh cứng châu Mỹ đã từng rất phổ biến ở miền Trung và Đông Bắc Hoa Kỳ, nay chỉ còn tìm thấy ba quần thể sống tách biệt nhau. Tại Việt Nam, voọc quần đùi trắng (*Trachypithecus delacouri*) trước đây phân bố phổ biến ở các khu vực rừng kín nguyên sinh trên núi đá có nhiều hang động. Hiện nay, voọc quần đùi trắng chỉ còn khoảng hơn 200 cá thể, phân bố tại 18 khu vực tách biệt nhau thuộc các tỉnh Ninh Bình, Hà Nam, Hòa Bình và Thanh Hóa. Loài này hiện được tập trung bảo tồn ở Khu Bảo tồn Thiên nhiên đất ngập nước Vân Long và Vườn Quốc gia Cúc Phương.

### 9.5.3. Nội dung của thuyết địa sinh học đảo



Thuyết địa sinh học đảo đề cập đến ba nội dung chính: các nhân tố ảnh hưởng đến quần xã sinh vật trên đảo; trạng thái cân bằng số lượng loài; các yếu tố ảnh hưởng đến số lượng loài ở trạng thái cân bằng.

### ***a) Các yếu tố ảnh hưởng đến quần xã sinh vật trên đảo***

Các yếu tố có nguồn gốc sinh học và phi sinh học ảnh hưởng tới cấu trúc quần xã sinh vật trên đảo bao gồm:

- Mức độ cách ly (khoảng cách đến đảo gần nhất và đến lục địa);
- Thời gian cách ly;
- Kích thước của đảo (diện tích đảo lớn tạo điều kiện cho đa dạng sinh học cao hơn);
- Khí hậu, đặc biệt là gió to và bão, là nhân tố sinh thái giới hạn đối với các động vật bay;
- Vị trí quan hệ với dòng hải lưu (ảnh hưởng đến dinh dưỡng, cá, chim và phát tán hạt nhờ dòng hải lưu);
- Thành phần thực vật và động vật ban đầu;
- Thành phần loài trong dòng chảy sinh vật di thực đến sớm nhất (nếu thường xuyên bị cách ly);
- Xác suất nhập cư (tác động đến cơ hội của các dòng chảy sinh vật vào đảo);
- Tác động của con người.

Trong các nhân tố này, thuyết địa sinh học đảo chủ yếu quan tâm đến nhân tố mức độ cách ly (khoảng cách) và kích thước của đảo.

### ***b) Trạng thái cân bằng về số lượng loài***

Trạng thái cân bằng về số lượng loài biểu thị số lượng loài được phát hiện trên đảo, là điểm cân bằng giữa số loài nhập cư và số loài mất đi. Đây là trạng thái cân bằng động, thay đổi theo kích thước và sự cách ly của đảo. Số loài ở trạng thái cân bằng được tính theo công thức tổng quát sau:

$$\text{Số loài ở trạng thái cân bằng} = f(\text{nhập cư}) - g(\text{mất đi})$$

*Trong đó: f và g là các hàm nhập cư và hàm tuyệt chủng địa phương*

### ***c) Các yếu tố ảnh hưởng đến số lượng loài ở trạng thái cân bằng***

Số loài trên đảo ở trạng thái cân bằng được xác định bởi hai nhân tố là ảnh hưởng của khoảng cách từ lục địa và ảnh hưởng của kích thước đảo. Hai nhân tố này quy định tỷ lệ loài bị tuyệt chủng địa phương và loài nhập cư. Số loài sẽ đạt tới một trạng thái cân bằng và quan hệ tỷ lệ thuận với kích thước đảo (các đảo lớn hơn sẽ chứa nhiều loài hơn) và quan hệ tỷ lệ nghịch với khoảng cách tính từ lục địa (đảo càng xa lục địa và nguồn chuyển cư thì đảo đó càng có ít loài).

- *Quan hệ giữa đảo với lục địa*: các đảo gần sẽ thuận lợi hơn trong việc tiếp nhận các dòng loài di thực từ lục địa so với các đảo xa. Ví dụ: số lượng loài sinh vật ở trạng thái cân bằng của một đảo ở gần châu Phi lớn hơn ở đảo thuộc Trung Đại Tây Dương.

- *Ảnh hưởng của kích thước đảo*: phản ánh mối quan hệ lâu năm giữa kích thước đảo và độ giàu loài. Trên một đảo nhỏ, xác suất để một loài bị tuyệt chủng địa phương sẽ cao hơn so với đảo lớn. Do vậy các đảo lớn hơn có thể chứa nhiều loài hơn các đảo nhỏ. Tác động giữa hai nhân tố này được sử dụng để xác định số loài ở trạng thái cân bằng ở trên đảo.

Số lượng loài ở trạng thái cân bằng được xác định dựa trên hàm nhập cư và hàm tuyệt chủng địa phương:

- *Hàm nhập cư*: số loài nhập cư đến đảo là hàm tuyến tính của khoảng cách ( $d$ ), tổng số loài tại nguồn chuyển cư từ lục địa ( $P$ ) và số loài trên đảo, theo công thức:

$$I = \frac{(P-R)^k}{d} \quad \text{với } k \geq 0$$

*Trong đó: I là số loài nhập cư; d là khoảng cách giữa đảo và lục địa; P là tổng số loài ở nguồn chuyển cư từ lục địa; R là số loài trên đảo; k là hệ số đặc trưng của các quần xã và các loài khác nhau. Giá trị k được xác định dựa trên điều chỉnh số liệu đối với từng hệ thống đảo cụ thể.*

- *Hàm tuyệt chủng địa phương*: nếu một loài tìm được đường đến đảo, xác suất tuyệt chủng địa phương của loài đó phụ thuộc vào tài nguyên sẵn có trên đảo. Bỏ qua một số trường hợp ngoại lệ, trữ lượng tài nguyên được giả định tỷ lệ thuận với kích thước đảo. Như vậy, tỷ lệ tuyệt chủng địa phương của loài sẽ được tính theo công thức:

$$E = \frac{n}{S^m} \quad \text{với } m \geq 0$$

*Trong đó: S là kích thước đảo; n và m là các tham số điều chỉnh; E là số loài bị tuyệt chủng địa phương trên đảo*

#### **9.5.4. Hai định luật địa sinh học đảo về số loài ở trạng thái cân bằng trên đảo**

##### ***a) Phát biểu định luật***

Trạng thái cân bằng trên đảo được giải thích như sau:

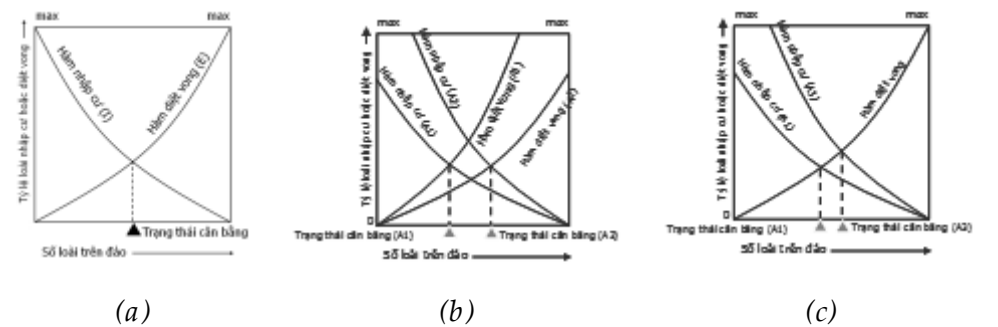
- Các đảo xa bờ sẽ có tỷ lệ loài nhập cư thấp hơn so với lục địa, và có số loài ở trạng thái cân bằng thấp hơn. Các đảo gần bờ sẽ có số loài nhập cư lớn và được cung cấp nhiều loài hơn.

- Với lý do tương tự, các đảo lớn có tỷ lệ loài tuyệt chủng thấp, sẽ có nhiều loài hơn so với các đảo nhỏ, do các đảo lớn phong phú về nơi sống hơn so với các đảo nhỏ.

Dựa trên các căn cứ này, MacArthur và Wilson (1967) phát biểu hai định luật địa sinh học đảo về số loài ở trạng thái cân bằng trên đảo:

- Định luật 1: "Ở trạng thái cân bằng, các đảo có kích thước lớn hơn sẽ chứa nhiều loài hơn các đảo có kích thước nhỏ hơn".

- Định luật 2: "Ở trạng thái cân bằng, các đảo càng gần lục địa hơn thì sẽ chứa nhiều loài giống với lục địa hơn so với các đảo xa lục địa".



Hình 9.31. Các đồ thị về trạng thái cân bằng trên đảo: (a) Đồ thị trạng thái cân bằng số lượng loài trên đảo; (b) Định luật 1: đồ thị thể hiện ảnh hưởng của kích thước đảo đến trạng thái cân bằng; (c) Định luật 2: đồ thị thể hiện ảnh hưởng của khoảng cách từ lục địa đến trạng thái cân bằng.

Hai định luật địa sinh học đảo được các nhà sinh học bảo tồn ứng dụng dự báo xu thế tuyệt chủng của sinh vật trong Holocen. Thế Holocen được đặc trưng bởi sự tuyệt chủng đang diễn ra phổ biến của các loài sinh vật, thường được gọi là sự tuyệt chủng trong Holocen. Theo nghĩa rộng, sự tuyệt chủng trong Holocen bao gồm sự biến mất đáng

chú ý của khu hệ động vật lớn, bắt đầu từ 10.000 năm trước khi con người phát triển và mở rộng lãnh thổ cư trú. Những sự biến mất đó hiện được giải thích bởi hai nguyên nhân chính: biến đổi khí hậu và tăng kích thước của quần thể loài người hiện đại, dẫn đến làm giảm và mất nơi sống của các loài sinh vật. Nhiều loài sinh vật phổ biến trong quá khứ hiện nay chỉ giới hạn sinh sống trong các khu vực có diện tích nhỏ là nơi sống ban đầu của chúng. Một số lượng lớn các họ thực vật và động vật bị tuyệt chủng, bao gồm cả động vật có vú, chim, lưỡng cư, bò sát và động vật chân khớp; trong đó một phần đáng kể xảy ra tại khu vực rừng nhiệt đới. Trong thế kỷ thứ XX, ước tính khoảng từ 20.000 đến 2.000.000 loài bị tuyệt chủng hoàn toàn. Dựa trên các định luật của địa sinh học đảo về quan hệ số loài - diện tích, các nhà khoa học đã tính toán trung bình hàng năm có khoảng 140.000 loài tuyệt chủng.

## ***b) Nội dung cơ bản và minh chứng của định luật***

### ***\* Định luật 1***

Định luật 1 còn gọi là *định luật về quan hệ số loài - diện tích*, được xác định bằng hàm sau:

$$S = \alpha \ln(1 + \rho A / \alpha)$$

*Trong đó: S là số loài; A là diện tích đảo;  $\alpha$  là tham số về độ phong phú loài;  $\rho$  là mật độ cá thể.*

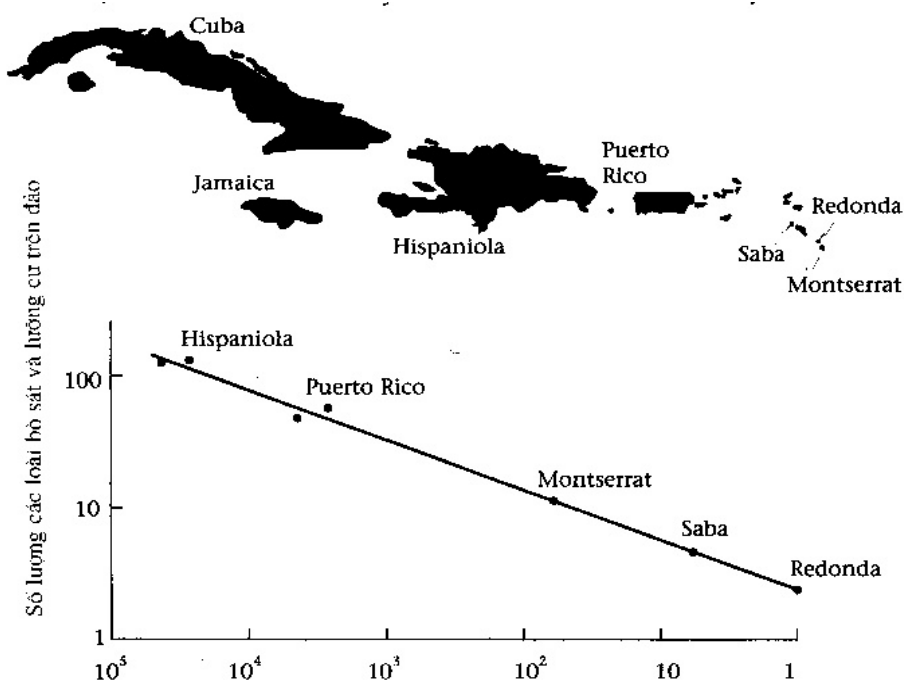
Với điều kiện A và S đủ lớn, hàm này có thể viết lại như sau:

$$S = cA^z$$

Đồ thị của hàm này được gọi là *đường cong diện tích - loài*, là đường hồi quy phi tuyến mô tả mối quan hệ giữa diện tích mảnh nơi sống rời rạc và độ giàu loài. Sử dụng định luật này cho khu hệ bò sát và lưỡng

cư trên các đảo đại dương khu vực châu Mỹ, các nhà khoa học đã rút ra kết luận: “diện tích đảo giảm mười lần thì số lượng các loài bò sát và lưỡng cư giảm một nửa”.

Định luật này cho phép dự tính số lượng các loài trên đảo theo diện tích của đảo. Hình dưới đây thể hiện số lượng loài bò sát và động vật lưỡng cư cho bảy hòn đảo ở miền Tây Ấn Độ Dương. Trong đó, số loài trên hai đảo lớn nhất là Cuba và Hispaniola có số lượng lớn nhất, vượt xa rất nhiều lần so với các đảo bé.



Hình 9.32. Ước lượng số loài trên các đảo theo diện tích của đảo

Độ đa dạng nơi sống được phản ánh trong độ giàu loài cao hơn (đối với các mảnh đa dạng) hoặc thấp hơn (đối với các mảnh đồng nhất). MacArthur và Wilson cũng đã chứng minh được độ đa dạng về nơi sống là một nhân tố chủ đạo được chú trọng nghiên cứu của thuyết địa sinh đảo về ảnh hưởng của diện tích (định luật 1 địa sinh học đảo).

Các mảnh được cách ly tương đối khi so sánh với các mảnh được kết nối tốt có thể cũng phản ánh điều này trong độ giàu loài. Các mảnh bị cách ly có độ giàu loài thấp, hoặc kết nối tốt, độ giàu loài trong các mảnh có thể xác nhận tầm quan trọng ảnh hưởng của yếu tố khoảng cách đến khả năng một loài phát tán thành công lên đảo. Bản chất toán học của hiện tượng này đã được MacArthur và Wilson (1967) phát biểu trong định luật 2 của địa sinh học đảo.

Đối với các loài chim và có thể một số loài khác, lượng bổ sung rỗng cá thể bị ảnh hưởng bởi hiệu ứng biên. Chẳng hạn, các mảnh có hình dạng đơn giản có đường biên thấp và sẽ chứa nhiều loài hơn so với các mảnh có hình dạng phức tạp. Đối với các taxon khác, một số nhân tố khác ảnh hưởng đến khả năng sinh sản và sự tồn tại có thể là một chỉ số tốt hơn về độ thành công tương đối trong bổ sung các cá thể.

Quan hệ diện tích - loài luôn thay đổi theo thời gian. Tuyệt chủng địa phương thường xảy ra sau khi cảnh quan bị phân mảnh. Hầu hết các loài nhạy cảm cao với sự thay đổi kích thước nơi sống có thể bị tiêu diệt thậm chí cả trong những mảnh kích thước lớn nhất. Do đó, các quan hệ loài - diện tích bắt buộc phải được quan tâm đến yếu tố thời gian.

### **\* Định luật 2**

Định luật 2 còn được gọi là *định luật về hiệu ứng khoảng cách*. So với định luật 1, định luật 2 khó chứng minh hơn nhiều. Nguyên nhân do sự thay đổi về khoảng cách từ lục địa tới các đảo thường không rõ ràng. Đồng thời, do ảnh hưởng mạnh mẽ của yếu tố diện tích nên hiệu ứng khoảng cách rất khó phát hiện. Nghiên cứu của nhà sinh học người Anh là Lack (1942) là một trong số rất ít công trình khoa học theo hướng này: kết quả khảo sát hệ động vật tại quần đảo nước Anh cho thấy các đảo ở xa có ít loài chim hơn so với các đảo ở gần.

### 9.5.5. Cấu trúc quần xã sinh vật trên đảo thực thụ

Quần xã sinh vật trên đảo có những đặc điểm sau:

- *Quần xã sinh vật trên đảo có nhiều đặc điểm riêng khác biệt so với lục địa.* Nguyên nhân do cách ly, do điều kiện sống đặc thù trên đảo (diện tích hạn chế, ảnh hưởng khí hậu hải dương).

- Các đảo lục địa phân bố gần lục địa nên *quần xã sinh vật ở đảo lục địa mang tính chất cân đối*, nghĩa là có thành phần loài đầy đủ và cấu trúc quần xã tương đồng như sinh vật giới từ lục địa tách ra.

- Các đảo đại dương thường phân bố xa lục địa hơn nên quần xã sinh vật ở đảo đại dương có *tính chất khiếm khuyết*, thể hiện ở giới sinh vật có cấu trúc không cân đối và thành phần loài nghèo nàn hơn so với trên lục địa. Riêng đối với động vật ở đảo (cả lục địa và đại dương), tính khiếm khuyết thể hiện ở hai khía cạnh: (i) không có nhiều loài động vật sống trên cạn như trong lục địa; (ii) trên đảo riêng biệt có những bộ với số họ, giống, loài của bộ đó rất ít so với một lãnh thổ trên lục địa có diện tích tương đương. Điều này được giải thích dựa trên định luật 1 địa sinh học đảo: do diện tích nhỏ, không có nhiều nơi sống khác biệt nhau, nên sức tải của đảo không cho phép nhiều loài động vật tồn tại với độ đa dạng như ở lục địa trong thời gian dài; động vật giới ở đảo lục địa lúc đầu phát triển bình thường, sau đó suy giảm dần.

- *Tính chất của quần xã sinh vật ở đảo lục địa và đại dương tương đối giống nhau.* Động vật giới trên đảo đại dương do phát tán bị động hoặc chủ động, cũng có thể do con người mang đến nên ngày càng phát triển, phong phú. Động vật giới này khác xa động vật giới cổ xưa của các đảo đại dương điển hình. Do đó sự khác nhau về tính chất của động vật giới ở đảo lục địa và đảo đại dương dần dần được xoá nhoà. Quá



trình đó diễn ra càng nhanh ở đảo đại dương càng lâu đời và có kích thước nhỏ.

- *Ảnh hưởng của mức độ cách ly của đảo*: mức độ cách ly của đảo phụ thuộc vào khoảng cách đến lục địa, vị trí trên đường di cư của động vật,... và có ý nghĩa khác nhau đối với các nhóm động vật khác nhau.

- *Các loài địa phương phong phú*: nhờ cách ly (hạn chế trao đổi) nên sinh vật giới ở đảo có mức độ địa phương cao. Phụ thuộc vào các nguyên nhân: (i) *tính chất cách ly lâu dài*: thời gian cách ly càng lâu số lượng loài địa phương càng lớn; (ii) *khoảng cách giữa đảo và lục địa*: khoảng cách này càng lớn thì số loài địa phương càng nhiều.

- *Dạng không biết bay phong phú*:

Đối với *các loài chim*, trừ đà điểu, các dạng chim không biết bay chỉ thấy phân bố ở một số đảo đại dương, và chúng thuộc các nhóm chim khác nhau. Nguyên nhân do trên đảo không có vật ăn thịt. Ví dụ: ở New Zealand có các chim không bay: kiwi, ngỗng New Zealand, vịt xạ, vịt Strigops. Quần đảo Galapagos có chim cốc Nannopterus không biết bay. Đảo Reunion có chim bồ câu lớn Didus không biết bay.

Đối với *các loài côn trùng*, những loài côn trùng không cánh ở trên đảo rất nhiều. Nhân tố giới hạn là gió to hoặc bão, đặc biệt thể hiện rất rõ ở các đảo đại dương nhỏ bé, tác động của gió, bão được tăng cường. Do đó các loài côn trùng ở đảo này hoặc hoàn toàn không có cánh chỉ bò dưới mặt đất hoặc có đôi cánh rất phát triển để có thể bay được trong gió, bão.

- *Tính chất lùn bé của các loài thú và tính chất to lớn của các loài chim không bay, lưỡng cư và bò sát ở đảo*:

Đối với *các loài thú*: thú sống ở đảo có kích thước cơ thể nhỏ bé hơn những cá thể cùng loài trong lục địa.

Đối với *bò sát và lưỡng cư*: ở đảo lại có kích thước lớn: rùa cạn khổng lồ, kỳ đà trên đảo Galapagos có kích thước lớn hơn bình thường.

Đối với *các loài chim*: chim ở đảo không cánh có kích thước lớn. Nguyên nhân do không bay nên chim không bị giới hạn về độ lớn của chúng. Trên đảo không có thú ăn thịt, điều kiện thức ăn trên đảo thuận lợi tạo cho chim có khả năng phát triển lớn về kích thước cơ thể.

### **9.5.6. Ứng dụng địa sinh học đảo trong bảo tồn sinh học**

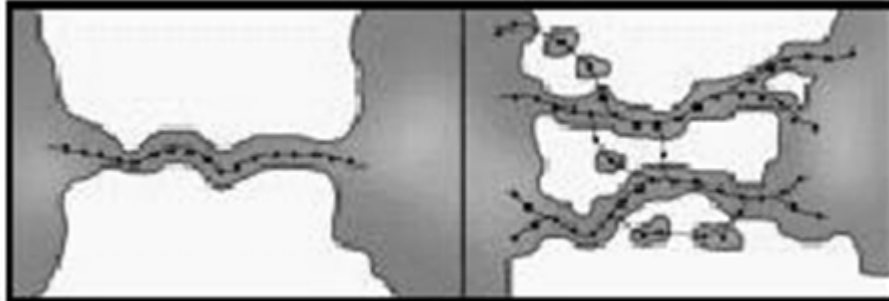
Hiện nay, thuyết địa sinh học đảo được ứng dụng rộng rãi trong công tác bảo tồn sinh học. Các hướng ứng dụng cụ thể như sau:

#### ***a) Quy hoạch, thiết kế các khu bảo vệ thiên nhiên***

Cơ sở khoa học là các khu bảo vệ thiên nhiên hình thành nên các "đảo tự nhiên" nằm trong hệ thống các cảnh quan nhân sinh rộng lớn do con người tạo ra, và những "đảo" này có thể bị mất các loài theo quy luật địa sinh học đảo. Điều này đúng trong trường hợp bảo tồn loài có kích thước lớn, phạm vi hoạt động rộng.

#### ***b) Phát triển các công cụ bảo tồn***

Thuyết địa sinh học đảo cũng dẫn đến sự phát triển của nguyên lý về hành lang nơi sống, hành lang tự nhiên, hoặc hành lang đa dạng sinh học - một công cụ bảo tồn làm tăng độ kết nối giữa các đảo nơi sống. Hành lang nơi sống có thể làm tăng sự di chuyển của loài giữa các khu bảo tồn, do đó làm tăng số lượng loài cần bảo tồn.



Hình 9.33. Hành lang nơi sống có vai trò liên kết các đảo có kích thước nhỏ với nhau

### ***c) Nghiên cứu và dự báo thay đổi đa dạng sinh học do phân mảnh cảnh quan***

Thuyết địa sinh học đảo được ứng dụng trong dự báo sự thay đổi số loài động vật do phân mảnh nơi sống. Ví dụ, hầu hết khu vực miền Đông Hoa Kỳ chỉ có các khoảnh rừng rụng lá, và nhiều loài chim bị biến mất khỏi các khoảnh rừng này. Một lý do làm suy giảm các loài chim, theo thuyết địa sinh học đảo, là do phân mảnh rừng dẫn đến cả tỷ lệ loài xuất cư thấp hơn (do các khoảng trống giữa các khoảnh rừng bị phân mảnh là những chướng ngại vật không dễ dàng vượt qua được) và tỷ lệ loài tuyệt chủng địa phương cao hơn (do diện tích nhỏ chỉ có khả năng cung cấp tài nguyên cho một số ít loài).

Những nghiên cứu lâu năm về một quần xã chim cư trú trong rừng sồi tại vùng Surrey thuộc Vương quốc Anh cũng ủng hộ quan điểm về ảnh hưởng của nơi sống tới hệ chim trên các đảo. Ở trạng thái cân bằng, 32 loài sinh sản được phát hiện trong quần xã này, với ba loài mới và ba loài mất đi hàng năm. Giả thiết, nếu rừng cây gỗ hoàn toàn cách ly như một đảo đại dương, trong trường hợp này chỉ năm loài có khả năng tồn tại được trong suốt thời kỳ mở rộng, bao gồm hai loài chim sẻ ngô, một loài hồng tước và hai loài chim hét là chim đỏ và chim két anh.

## Chương 10.

# DÒNG CHẢY SINH VẬT VÀ CÁC QUÁ TRÌNH KHÔNG GIAN TRONG CẢNH QUAN

## 10.1. DÒNG CHẢY SINH VẬT TRONG CẢNH QUAN

### 10.1.1. Dòng chảy sinh vật

Dòng chảy sinh vật là *dòng di chuyển, di cư của động vật hoặc dòng phát tán của thực vật liên quan đến ở sinh thái và nơi sống*. Chim di cư giữa các nơi sống vào mùa đông và mùa hè; động vật có vú di cư giữa các nơi sống vào mùa mưa và mùa khô; cá di cư giữa khu vực đẻ trứng và khu vực sinh trưởng; gia súc di chuyển giữa đồng cỏ mùa hè ở vùng núi và đồng cỏ mùa đông ở vùng đồng bằng... là những biểu hiện của dòng chảy sinh vật trong tự nhiên. Dòng di chuyển của con người (giao thông, dòng di cư, dòng du lịch) cũng được coi là một kiểu dòng chảy sinh vật đặc biệt. Các dòng chảy sinh vật kể trên là nguyên nhân quan trọng tạo ra kết nối cảnh quan.

Dòng chảy sinh vật được hình thành theo ba hình thức vận động cơ bản của sinh vật (Burel và Baudry, 2003):

- *Phát tán*: là hình thức chuyển cư của một cá thể trong vòng đời của nó: từ một kiểu nơi sống này sang một kiểu nơi sống khác đối với loài đa nơi sống; từ một mảnh nơi sống này sang một mảnh nơi sống khác cùng bản chất đối với loài chuyên hóa. Phụ thuộc vào loài sinh vật được nghiên cứu, khái niệm phát tán biểu thị sự di chuyển (theo nghĩa rộng) hoặc một kiểu di chuyển đặc thù (theo nghĩa hẹp).

- *Phân tán*: là hình thức tạo ra phân bố không gian của cá thể trong một quần thể.

- *Di chuyển*: là hình thức vận động của một sinh vật, khác nhau về cường độ và bản chất (biểu thị hướng và tần suất di chuyển), chỉ đặc trưng cho các cá thể động vật.



Hình 10.1. Một ví dụ về dòng động vật trong cảnh quan: di cư của quần thể linh dương đầu bò châu Phi với nhịp điệu hàng năm, phụ thuộc vào mùa cỏ giữa Tanzania và Kenya

Dòng chảy sinh vật trong cảnh quan chịu ảnh hưởng của hai yếu tố là hành vi của sinh vật và đặc điểm phân hóa cảnh quan:

- *Hành vi của sinh vật*: dòng chảy sinh vật trong cảnh quan chịu ảnh hưởng bởi hành vi di chuyển và hành vi lựa chọn nơi sống của sinh vật. Hành vi di chuyển xác định hướng và cường độ của dòng chảy sinh vật.

Hành vi lựa chọn nơi sống xác định xác suất sinh vật có thể cư trú được trong mảnh nơi sống.

Theo hành vi lựa chọn nơi sống, sinh vật được chia thành hai nhóm: loài đa nơi sống và loài chuyên hóa. Loài đa nơi sống là *loài sử dụng nhiều kiểu nơi sống trong toàn bộ vòng đời của chúng*. Ngược với loài đa nơi sống là loài chuyên hóa, *chỉ sử dụng một kiểu nơi sống trong toàn bộ vòng đời của chúng* (Burel và Baudry, 2003). Các loài chuyên hóa chỉ tồn tại được trong một kiểu môi trường nhất định, hoặc chỉ sử dụng được một kiểu tài nguyên đặc thù. Sự có mặt của loài này được coi là một chỉ thị cho môi trường và nguồn tài nguyên thích hợp với chúng.

- *Đặc điểm phân hóa cảnh quan*: dòng chảy sinh vật chịu sự chi phối của sự phân hóa cảnh quan. Trong cảnh quan, mảnh nơi sống và hành lang là yếu tố cảnh quan thuận lợi cho động vật; ngược lại, thể nền thường không thuận lợi cho động vật. Dòng động vật trong cảnh quan được tạo bởi sự di chuyển của động vật giữa các mảnh nơi sống. Hành lang là con đường lưu thông dòng động vật thuận lợi nhất qua thể nền. Trong trường hợp không có hành lang, động vật bắt buộc phải di chuyển trong thể nền.

Các yếu tố cảnh quan được các loài sử dụng trong toàn bộ vòng đời của chúng được gọi là các *đơn vị chức năng* (Merriam, 1984). Đối với các loài chuyên hóa, đơn vị chức năng được tạo bởi các yếu tố cùng bản chất. Đối với các loài đa nơi sống, đơn vị chức năng bao gồm các yếu tố cảnh quan khác nhau đáp ứng được yêu cầu sinh thái của chúng. Ngoài ra, căn cứ vào diện tích nơi sống tối thiểu, có thể phân biệt hai kiểu mảnh rời rạc trong cảnh quan có ý nghĩa đối với dòng chảy sinh vật là các mảnh nơi sống và các mảnh kết nối. *Các mảnh nơi sống* có diện tích bằng hoặc lớn hơn diện tích nơi sống tối thiểu, đáp ứng được yêu cầu là nơi sống của sinh vật. *Các mảnh kết nối* có diện tích nhỏ hơn diện tích nơi sống tối thiểu; tuy nhiên lại có vị trí quan trọng trong kết nối các mảnh

nơi sống, hình thành dòng chảy sinh vật không gián đoạn trong cảnh quan.

### **10.1.2. Tính nhịp điệu của dòng chảy sinh vật**

#### ***a) Dòng di chuyển ngày đêm***

Tính nhịp điệu được biểu hiện trong hoạt động di chuyển ngày đêm ở một số loài động vật có hành vi kiếm ăn ở một nơi sống và cư trú ở một nơi sống khác. Hiện tượng này khá phổ biến trong tự nhiên.

Ví dụ, loài vượn cáo *Aye-aye* (*Daubentonia madagascariensis*) phát hiện thấy ở miền Đông Madagascar, ban ngày ẩn nấp bên trong các hốc cây trong rừng nhiệt đới thường xanh hoặc rừng cây rụng lá; ban đêm chúng bắt đầu rời tổ kiếm ăn trong rừng hoặc khu vực đất canh tác lân cận. Các số liệu thống kê cho thấy, loài vượn cáo này mỗi đêm vượt một quãng đường trung bình khoảng 4 km để tìm kiếm thức ăn.

Nhiều loài động vật không xương sống cũng có hoạt động di chuyển ngày đêm. Bộ cặp thích hợp với nơi sống có nhiệt độ 20 - 37°C, là động vật kiếm ăn về đêm. Bộ cặp sợ ánh sáng và các vật ăn thịt là chim, rết, thằn lằn, thú có túi và chuột. Ban ngày, chúng ẩn náu dưới các tảng đá; ban đêm ra ngoài săn mồi.

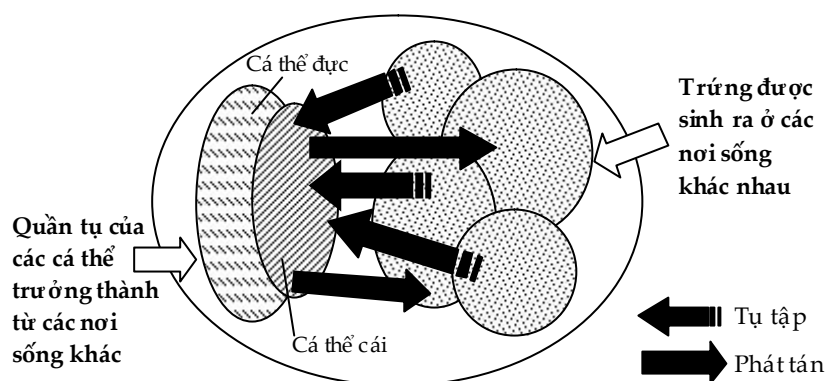
#### ***b) Dòng di chuyển theo mùa***

Động vật di chuyển theo mùa không chỉ vì mục đích kiếm ăn mà còn do các nhu cầu sinh sản, sinh trưởng, phát triển,... Tính nhịp điệu này thể hiện khác nhau giữa nhóm động vật không xương sống có vòng đời ngắn và nhóm động vật có xương sống với vòng đời dài hơn.

Đối với các loài động vật không xương sống, đặc điểm sử dụng các yếu tố cảnh quan khác nhau theo mùa phụ thuộc vào các giai đoạn

trong vòng đời (giai đoạn ấu trùng, giai đoạn ngủ đông, giao phối, đẻ trứng). Fry (1995) phân loại côn trùng trong khu vực canh tác nông nghiệp thành bốn nhóm:

- Nhóm loài chuyên hóa, toàn bộ vòng đời chỉ sống trong một nơi sống nhất định.
- Nhóm loài cư trú trong các yếu tố cảnh quan phi nông nghiệp và khai thác các yếu tố cảnh quan nông nghiệp xung quanh.
- Nhóm loài có giai đoạn ngủ đông trong ranh giới của khu vực canh tác và sống quanh năm trong khu vực canh tác.
- Nhóm loài phát tán với khoảng cách dài giữa các thời kỳ trong năm, sử dụng tất cả các yếu tố cảnh quan khi chúng di chuyển tới.



Hình 10.2. Các yếu tố cảnh quan được ruồi nháy sử dụng trong toàn bộ vòng đời (Morvan, 1996)

Hình trên minh họa cho một nghiên cứu của Morvan (1996) về tập tính của ruồi nháy cho thấy, các con ruồi đực sẵn mỗi khi đang bay trên mặt nước và mang thức ăn cho ruồi cái. Các cá thể này yêu cầu các nơi sống khác nhau trong một cảnh quan nhất định để hoàn thành vòng đời của chúng: ấu trùng phát triển tại khu vực đất chưa bị cày xới; làm tổ trong lá cây ở cây độc lập hoặc trắng cây bụi; kiếm mồi ở khu vực nhiều



cây hoa hoặc côn trùng; sinh sản ở các khu vực thích hợp cho hình thành các nhóm quần tụ. Để ruồi nhảy thực hiện trọn vẹn vòng đời của mình, các nơi sống khác nhau này được yêu cầu phải cùng có mặt trong một khu phân bố.

Đối với các động vật có xương sống, một số loài sử dụng các nơi sống khác nhau vào các mùa khác nhau và trở lại nơi sống đó vào cùng một thời điểm trong năm sau. Hiện tượng này là biểu hiện của quá trình di cư giữa nhiều nơi sống khác nhau của một số loài động vật có xương sống (Forman, 1995). Chẳng hạn, gấu đen (*Ursus americanus*) có mặt ở đồng bằng duyên hải Nam Carolina, Hoa Kỳ, sử dụng ba khu vực cho hoạt động sống khác nhau theo các mùa trong một năm: kiếm ăn trong rừng cây gỗ trên đỉnh núi vào cuối mùa thu; cư trú trong hang và tìm kiếm nguồn thức ăn phong phú vào mùa xuân tại các khu rừng kín ẩm ướt, dày đặc thuộc vịnh Carolina; lẩn tránh thợ săn ở các vùng triều.

Dòng động vật từ các nơi trong hoang mạc Kalahari tới đồng bằng châu thổ Okavango ở Botswana thuộc châu Phi là một ví dụ điển hình về dòng di chuyển theo mùa ở quy mô lớn. Đồng bằng này được hình thành bởi hệ thống sông Okavango - một trong những hệ thống sông nội địa lớn nhất trên thế giới, bắt nguồn từ vùng cao nguyên phía tây của Angola. Mùa khô diễn ra từ tháng 5 đến tháng 9, nước không đổ ra biển mà bị bốc hơi hoàn toàn. Mùa lũ xảy ra từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau, biến đồng bằng này thành một vùng đất ngập nước màu mỡ, thu hút các dòng động vật hoang dã di cư tới. Khu vực này có độ đa dạng sinh học rất cao, với khoảng 450 loài chim, 164 loài động vật có vú, 157 loài bò sát, 80 loài cá và 5000 loài côn trùng. Các loài quý hiếm như voi, hà mã, hươu cao cổ, cá sấu, sư tử, báo Gêpa, tê giác và ngựa vằn phần lớn có nguồn gốc di cư từ các khu vực xung quanh.

## 10.2. KẾT NỐI CẢNH QUAN

### 10.2.1. Khái niệm và phân loại

Kết nối cảnh quan biểu thị *mức độ cảnh quan tạo điều kiện hoặc cản trở các dòng chảy sinh vật giữa các mảnh nơi sống* (Brooks, 2003). Đây là khái niệm được sử dụng nhiều trong quy hoạch cảnh quan phục vụ bảo tồn sinh học. Theo các nhà quy hoạch bảo tồn, kết nối phản ánh mức độ liên kết giữa các thành phần sinh thái khác nhau theo thời gian. Chúng tạo thành một hệ thống gồm các thể nền rừng và hành lang liên kết với nhau. Mức độ kết nối và đặc tính của các mối liên kết khác nhau phụ thuộc vào địa hình, các quá trình hệ sinh thái và chế độ xáo động trong cảnh quan. Chẳng hạn, hầu hết kết nối giữa các khoảnh rừng trong cảnh quan tự nhiên được hình thành trong thể nền. Các hoạt động phát triển của con người làm giảm diện tích thể nền, phá vỡ kết nối tự nhiên giữa các nơi sống, tạo ra những nơi sống cách biệt trong cảnh quan.

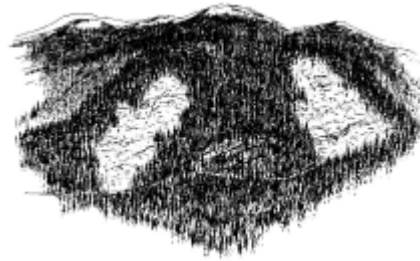
Kết nối cảnh quan bao gồm hai thành phần:

- *Kết nối cấu trúc*: được thể hiện trong cấu trúc không gian của một cảnh quan. Trong đó, hành lang là yếu tố quan trọng nhất trong vai trò kết nối các mảnh rời rạc với nhau. Kết nối cấu trúc ảnh hưởng tới hướng và cường độ của các dòng năng lượng, dòng chảy môi trường (chất dinh dưỡng, nước,...), các xáo động, dòng chảy sinh vật. Chẳng hạn, quy hoạch cảnh quan trong một lưu vực rộng lớn sẽ làm ảnh hưởng đến hướng gió, mức độ ngập lụt, xu thế cháy rừng, phát tán hạt giống, dòng di chuyển ngày đêm và theo mùa của động vật hoang dã.

- *Kết nối chức năng*: khác với kết nối cấu trúc, kết nối chức năng thể hiện vai trò của sinh vật rất rõ. Dòng chảy sinh vật, dòng vật chất và năng lượng, trao đổi cá thể giữa các nơi sống,... là những biểu hiện rõ nét nhất của kết nối chức năng trong cảnh quan.

Có hai kiểu kết nối cấu trúc điển hình trong cảnh quan, bao gồm kết nối theo chiều thẳng đứng và kết nối theo chiều nằm ngang. Kết nối theo chiều thẳng đứng được tạo ra giữa các yếu tố cấu trúc có bản chất khác nhau trong cùng một cảnh quan hoặc giữa các cảnh quan khác nhau. Kết nối theo chiều nằm ngang thường được tạo ra giữa các yếu tố cấu trúc có cùng bản chất trong ranh giới của một cảnh quan. Kết nối theo chiều thẳng đứng đóng vai trò quan trọng trong duy trì các dòng chảy môi trường. Trong khi đó, kết nối theo chiều nằm ngang có ý nghĩa quan trọng trong việc duy trì các dòng chảy sinh vật.

Kết nối là đặc tính quan trọng đảm bảo duy trì được cấu trúc, chức năng cơ bản và cấu trúc quần xã sinh vật trong cảnh quan. Một cảnh quan có kết nối cấu trúc cao thì cảnh quan đó cũng có kết nối chức năng cao, do đó ảnh hưởng tích cực tới đời sống sinh vật. Kết



a) Kết nối giữa các khoảnh rừng ở các đai cao khác nhau khu vực miền núi (chiều thẳng đứng)



b) Kết nối giữa các khoảnh rừng trên núi với đất ngập nước dưới đồng bằng (chiều thẳng đứng)



(c) Kết nối giữa các khoảnh rừng với nhau trong cảnh quan miền núi (chiều nằm ngang)



d) Kết nối giữa các hệ sinh thái đất ngập nước (chiều nằm ngang) trên địa hình bằng phẳng

Hình 10.3. Kết nối theo chiều thẳng đứng và theo chiều nằm ngang trong cảnh quan.

nối tạo cho cảnh quan có nhiều nơi sống thuận lợi cho sinh vật, đồng thời cho phép các sinh vật di chuyển dễ dàng trong phạm vi cảnh quan. Một cảnh quan có các mảnh rời rạc nhỏ chiếm tỷ lệ lớn, nhưng nếu được kết nối tốt thì sẽ tạo được nơi sống thuận lợi cho nhiều sinh vật.

Kết nối cảnh quan còn ảnh hưởng đến khả năng duy trì chuỗi và lưới thức ăn trong quần xã sinh vật. Động vật gặm nhấm, thường thuộc vị trí con mồi trong quan hệ vật ăn thịt - con mồi, thường xuyên sử dụng hành lang kết nối giữa các khoảnh rừng (nơi trú ẩn) với khu vực canh tác nông nghiệp (nơi kiếm ăn). Quần thể các loài gặm nhấm trong cảnh quan kết nối thấp có tốc độ tăng trưởng thấp hơn và dễ bị tuyệt chủng địa phương hơn nhiều so với quần thể trong cảnh quan được kết nối tốt. Hành lang cũng đóng vai trò quan trọng đối với các loài chim cư trú trong một cảnh quan kết nối thấp, có các nơi sống bị phân mảnh, hoặc hình thành nhiều "đảo nơi sống". Một đảo nơi sống có kích thước lớn có nhiều loài chim cư trú trong đó. Trong trường hợp nhiều đảo nơi sống kích thước nhỏ được kết nối với nhau bởi hành lang, hệ thống "đảo nơi sống - hành lang" này sẽ có số lượng loài lớn hơn so với một đảo nơi sống có kích thước lớn.

Nhìn chung, kết nối là đặc tính có lợi của cảnh quan đối với sinh vật và con người. Tuy nhiên, đặc tính này dễ bị phá vỡ bởi cả yếu tố tự nhiên (chẳng hạn cháy rừng, trượt lở đất, bão tố,...) và tác động nhân sinh (xây dựng đô thị, phát triển đường giao thông,...). Hệ quả của các tác động này là các nơi sống bị phân mảnh, làm tăng sự cách ly về nơi sống giữa các sinh vật,... Điều này cũng ảnh hưởng tiêu cực tới độ phong phú và độ đa dạng sinh học trong cảnh quan.

Trong sinh học bảo tồn, hai giải pháp cơ bản đã được áp dụng để giảm thiểu sự mất kết nối trong cảnh quan tự nhiên:

- Bảo vệ hoặc xây dựng các hành lang tự nhiên có thể duy trì các kết nối hiện tại trong cảnh quan tự nhiên.

- Quản lý khu vực giữa các hành lang nhằm duy trì các đặc tính của rừng tự nhiên có vai trò là nơi sống và nơi di chuyển của sinh vật.

## **10.2.2. Các mô hình về kết nối cảnh quan**

### **10.2.2.1. Các mô hình về kết nối cấu trúc**

Kết nối cấu trúc được mô phỏng bằng các mô hình độ đo kết nối, định lượng mối quan hệ giữa các yếu tố cấu trúc trong cảnh quan. Các độ đo được sử dụng rộng rãi nhằm giải thích cơ chế phát tán và tuyệt chủng của loài, nguyên nhân một loài có mặt hoặc vắng mặt trong một nơi sống, mật độ quần thể, xác suất phát tán thành công, độ giàu loài,...

#### ***a) Các nguyên lý tiếp cận***

Sinh thái cảnh quan, thuyết địa sinh học đảo và thuyết quần thể biến thái xây dựng các nguyên lý khoa học khác nhau về kết nối cảnh quan. Do đó, các mô hình độ đo kết nối được lựa chọn xây dựng theo một trong các cách tiếp cận khác nhau của các khoa học này.

- *Xây dựng mô hình độ đo kết nối dựa trên các nguyên lý sinh thái cảnh quan:* kết nối cảnh quan được xem xét dựa trên các nguyên lý sinh thái cảnh quan về ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan tới các quá trình hệ sinh thái và dòng chảy sinh vật. Cảnh quan được kết nối tốt tạo điều kiện thuận lợi cho sinh vật di chuyển giữa các mảnh nơi sống qua thể nền và hành lang. Các mô hình độ đo được xây dựng để mô phỏng mức độ liên kết về không gian giữa các yếu tố cảnh quan cơ bản.

- *Xây dựng mô hình độ đo kết nối dựa trên thuyết địa sinh học đảo:* thuyết địa sinh học đảo (MacArthur và Wilson, 1967) cung cấp những khái niệm cơ bản về kết nối cảnh quan. Theo thuyết này, độ giàu loài có quan hệ mật thiết với kích thước và mức độ cách ly của đảo. Các đảo lục

địa gần bờ có chứa nhiều loài có khả năng bay, bơi, hoặc trôi dạt từ đất liền, biểu hiện mức độ kết nối cao với đất liền thông qua dòng chảy sinh vật. Ngược lại, các đảo đại dương có độ giàu loài thấp, số loài giống với đất liền thấp, biểu hiện mức độ kết nối thấp với đất liền. Thuyết này là cơ sở để phát triển khái niệm đảo nơi sống trong sinh học bảo tồn (Wilson và Willis, 1975): do phân mảnh cảnh quan, các nơi sống bị cách ly với nhau, có tính chất tương tự như các đảo, làm giảm đa dạng loài trong tự nhiên.

- *Xây dựng mô hình độ đo kết nối dựa trên thuyết quần thể biến thái*: thuyết quần thể biến thái (Levin, 1970) chỉ xem xét kết nối giới hạn trong phạm vi các mảnh rời rạc, còn gọi là *kết nối mảnh rời rạc*, mà không đề cập tới các yếu tố cảnh quan khác là hành lang và thể nền. Kết nối là đặc trưng chủ đạo của các quần thể biến thái. Các quần thể phụ trong quần thể biến thái kết nối với nhau bởi dòng chảy sinh vật. Dựa trên thuyết này, các mô hình độ đo kết nối được xây dựng là hàm khoảng cách từ một mảnh rời rạc tới mảnh nơi sống gần nhất bất kỳ, hoặc tới mảnh rời rạc gần nhất đã từng có một quần thể phụ cư trú trong đó.

### ***b) Các mô hình độ đo***

**Độ gắn kết mảnh rời rạc (COHESION)**: giá trị độ đo này biểu thị mức độ gắn kết trong không gian của mảnh rời rạc trong cảnh quan. Giá trị COHESION bằng 0% trong trường hợp cảnh quan chỉ bao gồm một mảnh rời rạc duy nhất. Giá trị COHESION xấp xỉ 100% trong trường hợp lớp phủ được xem xét chiếm toàn bộ diện tích cảnh quan, làm tăng độ kết nối lên mức tối đa.

$$COHESION = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right) \times \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{A}} \right)^{-1} \times 100$$

Trong đó: COHESION là độ gắn kết mảnh rời rạc (%);  $p_{ij}$  là chu vi của mảnh rời rạc thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  ( $m$ );  $a_{ij}$  là diện tích của mảnh thứ  $i$  thuộc kiểu lớp phủ  $j$  ( $m^2$ );  $A$  là hệ số quy đổi.

Khoảng giá trị:  $0\% \leq COHESION < 100\%$ .

**Chỉ số kết nối cảnh quan (CONNECT):** giá trị độ đo chỉ thị mức độ kết nối trong cảnh quan. Giá trị CONNECT bằng 0% trong trường hợp cảnh quan chỉ bao gồm một mảnh rời rạc duy nhất, hoặc không có mảnh rời rạc nào được kết nối trong cảnh quan. Giá trị CONNECT bằng 100% trong trường hợp mọi mảnh rời rạc trong cảnh quan đều được kết nối.

$$CONNECT = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=k}^n c_{ijk}}{\sum_{i=1}^m \frac{n_i(n_i - 1)}{2}} \times 100$$

Trong đó: CONNECT là chỉ số kết nối cảnh quan (%);  $c_{ijk}$  là hệ số ghép giữa các mảnh rời rạc thứ  $j$  và thứ  $k$  thuộc cùng một kiểu lớp phủ (bằng 1 nếu ghép nối thành công, bằng 0 nếu không được ghép nối);  $n_i$  là tổng số mảnh rời rạc thuộc kiểu lớp phủ  $i$ .

Khoảng giá trị:  $0\% \leq CONNECT \leq 100\%$

**Độ đo kết nối vùng đệm (B):** giá trị độ đo kết nối vùng đệm phản ánh số lượng nơi sống thích hợp trong một bán kính vùng đệm (thường giả định  $b = 1$ ). Độ đo được áp dụng cho tất cả các mảnh nơi sống (đo mức độ kết nối giữa các yếu tố cảnh quan cơ bản), tất cả các nơi sống thích hợp (đo độ kết nối tiềm năng), hoặc tất cả nơi sống đã có quần thể địa phương cư trú (đo độ kết nối thực tế).

$$B_i = \sum_{j=1}^n A_j^b \quad \text{v\u00f3i } j \neq i \text{ v\u00e0 } d_{ij} < r$$

Trong \u00f3:  $A_j$  l\u00e0 di\u00ean t\u00edch c\u1ee7a m\u00e1nh nơi s\u00f3ng  $j$ ;  $r$  l\u00e0 b\u00e1n k\u00ednh c\u1ee7a v\u00f9ng \u0111\u00e8m gi\u00e1 \u0111\u00ednh;  $b$  l\u00e0 h\u00e0ng s\u00f3 v\u00e8 quan h\u1ec7 gi\u1eeba s\u00f3 l\u01b0\u0102ng c\u00e1 th\u1ec7 ph\u00e1t t\u00e1n v\u00f3i di\u00ean t\u00edch nơi s\u00f3ng.

**\u0110\u00f4 \u0111o k\u1ebft n\u01ed l\u00e1ng gi\u00e8ng g\u00e0n nh\u1ea5t (NN):** \u0111\u00f4 \u0111o n\u00e0y \u0111\u01b0\u01c3c x\u00e1y \u0111\u1ee7ng theo ti\u00e9p c\u00e2n \u0111\u1ea7a sinh h\u00f3c \u0111\u00e0o, x\u00e1c \u0111\u00ednh \u0111\u00f4 k\u1ebft n\u01ed b\u00e0ng kho\u00e1ng c\u00e1ch ng\u00e1n nh\u1ea5t gi\u1eeba hai m\u00e1nh nơi s\u00f3ng. Gi\u00e1 tr\u1ee7 \u0111\u00f4 \u0111o k\u1ebft n\u01ed l\u00e1ng gi\u00e8ng g\u00e0n nh\u1ea5t bi\u1ec7u th\u1ec7 \u00e1nh h\u1ee7ng c\u1ee7a hi\u1ec7u \u0111\u1ee7ng kho\u00e1ng c\u00e1ch \u0111\u01edi v\u00f3i \u0111\u00f4ng ch\u00e1y sinh v\u1ea5t: kho\u00e1ng c\u00e1ch c\u00e0ng g\u00e0n th\u00ec x\u00e1c su\u1ea5t sinh v\u1ea5t ph\u00e1t t\u00e1n th\u00e0nh c\u00f4ng c\u00e0ng cao v\u00e0 ng\u1ee7c l\u00e1i. K\u1ebft n\u01ed th\u1ee7c t\u1ebc \u0111\u01b0\u01c3c t\u00e1o ra trong tr\u01b0\u1ee7ng h\u0111p kho\u00e1ng c\u00e1ch gi\u1eeba hai m\u00e1nh nơi s\u00f3ng \u0111\u01b0 g\u00e0n \u0111\u1eb9 duy tr\u00ec \u0111\u00f4ng ch\u00e1y sinh v\u1ea5t li\u00ean t\u1ee7c.

$$d_i^{NN} = \min_{i \neq j} d_{ij}$$

Trong \u00f3:  $d_{ij}$  l\u00e0 kho\u00e1ng c\u00e1ch gi\u1eeba tr\u00f2ng t\u00e2m c\u1ee7a hai m\u00e1nh nơi s\u00f3ng  $i$  v\u00e0  $j$ .

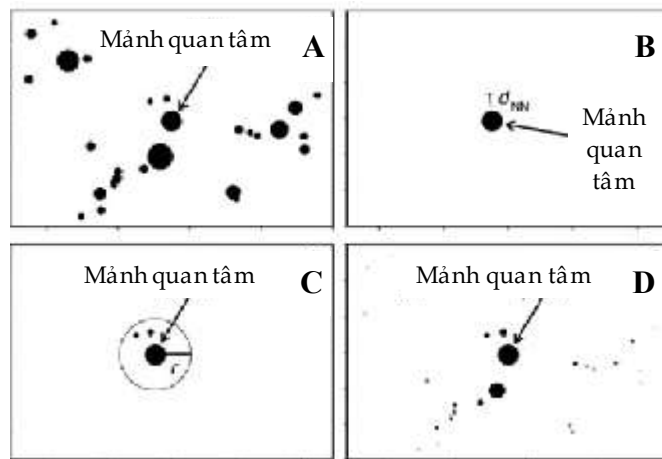
**\u0110\u00f4 \u0111o k\u1ebft n\u01ed ch\u1ee7c n\u00e0ng giao h\u1ed3 (S):** \u0111\u00f4 \u0111o n\u00e0y ch\u1ec7 th\u1ec7 \u00e1nh h\u1ee7ng c\u1ee7a t\u00f3c \u0111\u00f4 c\u1ee7 tr\u1ee7 c\u1ee7a c\u00e1c qu\u00e2n th\u1ec7 \u0111\u1ea7a ph\u01b0\u0102ng t\u01edi k\u1ebft n\u01ed trong c\u00e1nh quan, \u0111\u01b0\u01c3c t\u00ednh theo c\u00f4ng th\u1ee7c:

$$S_i = \sum_{i \neq j} p_i \exp(-\alpha d_{ij}) A_j^b$$

Trong \u00f3:  $d_{ij}$  l\u00e0 kho\u00e1ng c\u00e1ch gi\u1eeba tr\u00f2ng t\u00e2m c\u1ee7a hai m\u00e1nh nơi s\u00f3ng  $i$  v\u00e0  $j$ ;  $b$  l\u00e0 h\u00e0ng s\u00f3 v\u00e8 quan h\u1ec7 gi\u1eeba s\u00f3 l\u01b0\u0102ng c\u00e1 th\u1ec7 ph\u00e1t t\u00e1n v\u00f3i di\u00ean t\u00edch nơi s\u00f3ng;  $\alpha$  l\u00e0 h\u00e0ng s\u00f3 v\u00e8 \u00e1nh h\u1ee7ng c\u1ee7a kho\u00e1ng c\u00e1ch t\u01edi ph\u00e1t t\u00e1n;  $p_i$  l\u00e0 gi\u00e1 tr\u1ee7 l\u1ee7a ch\u00f3n c\u1ee7 tr\u1ee7 ( $p_i = 1$  trong tr\u01b0\u1ee7ng h\u0111p m\u00e1nh nơi s\u00f3ng  $i$  \u0111\u00e0 c\u00f3 qu\u00e2n th\u1ec7 \u0111\u1ea7a ph\u01b0\u0102ng c\u1ee7 tr\u1ee7;  $p_i = 0$  trong tr\u01b0\u1ee7ng h\u0111p kh\u00f4ng c\u00f3 qu\u00e2n th\u1ec7 \u0111\u1ea7a ph\u01b0\u0102ng n\u00e0o c\u1ee7 tr\u1ee7 trong m\u00e1nh nơi s\u00f3ng  $i$ ).



Sơ đồ trên đây biểu thị ý nghĩa không gian của các mô hình độ đo kết nối nói trên. Trong hình (A), diện tích của đường tròn biểu thị kích thước mảnh nơi sống rời rạc. Hình (B) biểu thị không gian của độ đo kết nối láng giềng gần nhất. Hình (C) biểu thị không gian của một phần cảnh quan được xác định trong độ đo kết nối vùng đệm với bán kính  $r$ . Hình (D) biểu thị kết nối của một mảnh rời rạc với các mảnh khác được đo bằng độ đo kết nối chức năng giao hồ; trong đó, kích thước của các quần thể nguồn tỷ lệ với khoảng cách tới mảnh nơi sống và tốc độ di cư.



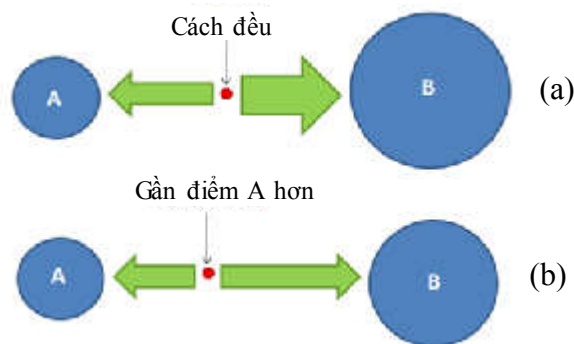
Hình 10.4. Biểu diễn các độ đo kết nối trong không gian

#### 10.2.2.2. Các mô hình kết nối chức năng

Kết nối chức năng trong cảnh quan được duy trì bởi dòng chảy sinh vật. Đây là biểu thị cụ thể về mặt sinh thái học của định luật địa lý thứ nhất do nhà địa lý Hoa Kỳ là Tobler (1970) phát biểu: "mọi đối tượng địa lý đều có quan hệ với nhau, nhưng các đối tượng gần gũi thì có quan hệ với nhau chặt chẽ hơn so với các đối tượng cách xa hơn".

Kết nối chức năng được mô phỏng bằng lớp các mô hình hấp dẫn di cư có nguồn gốc từ định luật vạn vật hấp dẫn của Newton. Theo đó, một nơi sống sẽ chịu lực hút từ một hoặc nhiều nơi sống khác trong một

trường hấp dẫn đặc biệt. Lực hấp dẫn của một nơi sống này đối với nơi sống khác tỷ lệ thuận với các yếu tố về "lượng" (có ảnh hưởng hấp dẫn đối với sinh vật) và tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa các nơi sống. Các mô hình này được ứng dụng để dự báo mức độ tương tác giữa hai nơi sống ảnh hưởng đến dòng chảy sinh vật trong cảnh quan.



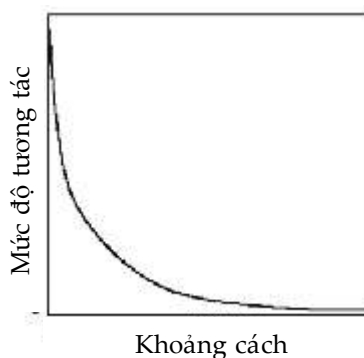
Hình 10.5. Mô hình hấp dẫn di cư biểu thị nơi sống có kích thước lớn hoặc có khoảng cách gần sẽ thu hút được dòng chảy sinh vật: (a) hai nơi sống có khoảng cách như nhau đối với sinh vật, dòng chảy sinh vật sẽ hướng tới nơi sống B có kích thước lớn hơn; (b) Lực hấp dẫn của nơi sống A và nơi sống B sẽ cân bằng trong trường hợp sinh vật gần nơi sống A hơn so với nơi sống B.

Theo khía cạnh địa lý, sự hình thành các mô hình hấp dẫn dựa trên ý tưởng kích thước của nơi sống càng lớn thì càng làm tăng dòng di chuyển của sinh vật; hoặc khoảng cách càng xa thì càng hạn chế dòng chảy sinh vật. Kích thước nơi sống càng lớn thì càng có nhiều tài nguyên cung cấp cho sinh vật và ngược lại. Khoảng cách xa là rào cản đối với khả năng định hướng và xác suất cư trú thành công của sinh vật.

Một trong những biểu hiện thú vị của kết nối chức năng trong cảnh quan là *hiệu ứng phân rã khoảng cách*. Đây là một hiện tượng địa lý về ảnh hưởng của khoảng cách đến hiệu quả tương tác không gian, trong đó tương tác giữa hai điểm có xu thế giảm khi khoảng cách tăng lên. Với giả thiết lực hấp dẫn là một khối cầu với bán kính là  $d$ , hiệu ứng phân rã khoảng cách được thể hiện trong mô hình toán học sau:

$$I = d^{-2}$$

Trong đó:  $I$  là lực tương tác;  $d$  là khoảng cách giữa các nơi sống.



Hình 10.6. Đồ thị phân rã khoảng cách biểu thị tương tác suy giảm trong điều kiện tăng khoảng cách

Hiệu ứng phân rã khoảng cách được thể hiện rõ trong các hành lang kết nối. Hai nơi sống xa nhau nhưng được kết nối bởi các hành lang thì sức hấp dẫn giữa chúng không bị suy giảm theo khoảng cách do vẫn trong không gian hoạt động giữa hai nơi sống. Tuy nhiên, nếu không có hành lang kết nối, dòng di chuyển của sinh vật bị suy giảm đáng kể.

Khi áp dụng các mô hình hấp dẫn cho phần lớn dòng di chuyển của con người (dòng giao thông, dòng di cư, dòng du lịch,...), hoặc các hiện tượng xã hội (khả năng tiếp cận với khu vực trung tâm, chất lượng cơ sở hạ tầng theo khoảng cách đến trung tâm,...), cần thiết đưa vào các hệ số hiệu chỉnh. Con người có ưu thế hơn hẳn các sinh vật khác về khả năng di chuyển nhanh hơn và tiện lợi hơn nhờ các phương tiện giao thông hiện đại, những tiến bộ trong công nghệ truyền thông, như điện thoại, radio, truyền hình, internet,... là những yếu tố làm giảm ảnh hưởng của khoảng cách. Chẳng hạn, số lượng khách du lịch sẽ tăng tại khu vực có thông tin tốt, quảng cáo hiệu quả thông qua các phương tiện

truyền thông - là những yếu tố quan trọng làm giảm ảnh hưởng của khoảng cách, thu hút dòng du lịch.

Kết nối chức năng trong cảnh quan được đánh giá định lượng dựa trên các mô hình hấp dẫn của Stewart (lực hấp dẫn định cư, năng lượng định cư, tiềm năng định cư, gradient định cư) và mô hình trạng thái cân bằng hấp dẫn Reilly.

Mô hình lực hấp dẫn định cư (F): 
$$F = \frac{P_1 P_2}{d^2}$$

Mô hình năng lượng định cư (E): 
$$E = \frac{P_1 P_2}{d}$$

Mô hình tiềm năng định cư (Potential):

$$Potential = \frac{P}{d} \quad Potential[P_1] = \frac{P_2}{d}$$

*Trong đó: d là khoảng cách giữa hai nơi sống;  
P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> lần lượt là kích thước của nơi sống 1 và nơi sống 2.*

Mô hình gradient định cư (Gradient): xem xét tiềm năng định cư tại mỗi điểm m giữa hai nơi sống:

$$Gradient = \frac{P}{m^2} \quad \text{với } m < d$$

*Trong đó: P là kích thước của nơi sống; m khoảng cách từ nơi sống P đến điểm m giữa hai nơi sống.*

Mô hình trạng thái cân bằng hấp dẫn Reilly: 
$$\frac{P_1}{d_1^2} = \frac{P_2}{d_2^2}$$

*Trong đó: P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> lần lượt là kích thước của nơi sống 1 và nơi sống 2;  
d<sub>1</sub> và d<sub>2</sub> lần lượt là khoảng cách từ nơi sống 1 và nơi sống 2 đến điểm cân bằng*

### 10.3. PHÂN MẢNH CẢNH QUAN

### 10.3.1. Khái niệm

Phân mảnh là quá trình không gian diễn ra trên các nơi sống liên tục và chia nhỏ nơi sống đó thành các mảnh rời rạc. Các mảnh này cách ly với các mảnh rời rạc khác bởi hệ thống đường hoặc bởi các kiểu nơi sống khác. Các kiểu nơi sống thường không thích hợp với các sinh vật từng cư trú trong nơi sống cũ (Forman, 1995). Phân mảnh là biểu hiện cụ thể của sự phá vỡ một đối tượng tự nhiên, tương tự như hiện tượng "một chiếc đĩa bị vỡ ra thành nhiều mảnh" (Forman, 1995). Đây cũng là nguyên nhân chủ đạo gây phá vỡ kết nối cấu trúc và kết nối chức năng trong cảnh quan. Phân mảnh là quá trình không gian đe dọa lớn nhất đối với các loài động vật hoang dã, và là nguyên nhân hàng đầu gây tuyệt chủng loài.

Với sự phát triển kinh tế xã hội nhanh chóng ở quy mô toàn thế giới như hiện nay, phân mảnh cảnh quan trở thành một hiện tượng phổ biến trong tự nhiên và diễn ra ở quy mô toàn cầu. Tại khu vực nhiệt đới, phát triển nông nghiệp làm suy giảm diện tích rừng và phân mảnh rừng tự nhiên từ nửa cuối thế kỷ XX. Đất ngập nước bị suy giảm mạnh mẽ ở các khu vực xây dựng và phát triển công nghiệp, cảng biển,... Hiện tượng phân mảnh cũng xảy ra trong môi trường biển. Rừng ngập mặn, cỏ biển, rạn san hô,... bị phân mảnh bởi các yếu tố tự nhiên (sóng, dòng chảy, thủy triều, nước dâng do bão,...) và nhân sinh (nạo vét chất rắn ở dưới nước, giao thông thủy, ô nhiễm dầu mỡ,...). Các cảnh quan sông bị phân mảnh mạnh mẽ bởi hệ thống hồ thủy điện hoặc thủy lợi. Bên cạnh những giá trị không thể phủ nhận về kinh tế, việc xây dựng đập thủy điện kéo theo nhiều hệ lụy về sinh thái và môi trường. Số liệu thống kê cho thấy, số lượng đập lớn trên thế giới tăng lên gấp bảy lần trong giai đoạn 1950 - 1986. Các đập này làm phân mảnh nơi sống và thay đổi chế độ thủy văn tự nhiên. Chẳng hạn, xây đập thủy điện trên sông Mê Kông

đã ảnh hưởng trực tiếp tới nguồn cá, mất rừng, đồng cỏ chăn nuôi,... và gián tiếp ảnh hưởng tới hơn 40 triệu người ở hạ lưu.

Tại châu Âu, sự phát triển rất nhanh các công trình hạ tầng đã đẩy phần lớn các loài động vật lớn và các loài thú ăn thịt tới bờ tuyệt chủng do bị mất nơi sống. Ví dụ, loài voi mamut có lông và bò rừng châu Âu bị tuyệt chủng vào cuối thời kỳ Đồ Đá mới. Trước đây, chó sói và gấu có mặt trên khắp châu Âu; tuy nhiên, phá rừng đã khiến các loài này mất dần. Từ thời Trung Cổ, nơi sống của các loài gấu đã chỉ còn hạn chế ở các vùng núi mà con người khó tiếp cận. Ngày nay, gấu nâu phân bố phân tán ở bán đảo Balkan, Bắc Âu, Nga, Áo,...

Tại Việt Nam, phân mảnh rừng là một hiện tượng phổ biến ở tất cả các vùng miền. Cảnh quan dãy Trường Sơn là một trong những nơi có độ đa dạng sinh học cao trong khu vực và trên thế giới với nhiều loài sinh vật quý hiếm và đặc hữu như sao la, voọc, mang lớn Trường Sơn,... Trong vài thập niên qua, rừng tự nhiên tại khu vực này đã bị suy thoái và phân mảnh nghiêm trọng. Tại vùng đồng bằng, các khu đô thị, khu công nghiệp, diện tích rừng bị mất hoàn toàn. Các nguyên nhân chủ yếu gây phân mảnh rừng là chiến tranh, khai thác gỗ trái phép, tập quán canh tác lâm nghiệp không bền vững, mở rộng các khu rừng trồng thuần loài với các cây trồng có chu kỳ kinh doanh ngắn như cây keo. Quá trình độc canh các cây này lại tạo ra sự phân mảnh hơn là tái kết nối cảnh quan rừng. Ngoài ra, các khu rừng tự nhiên suy thoái có giá trị bảo tồn cao đang liên tục được chuyển đổi thành các đồn điền. Hệ quả, khả năng điều tiết lũ lụt và hạn hán của rừng Trường Sơn bị hạn chế, nhiều loài sinh vật quý hiếm và đặc hữu bị đe dọa.

### **10.3.2. Nguyên nhân của phân mảnh cảnh quan**

Cảnh quan bị phân mảnh do các yếu tố tự nhiên và yếu tố nhân sinh. Các yếu tố tự nhiên thường gây phân mảnh cảnh quan ở quy mô lớn, tốc độ chậm,... (quá trình biến tiến trong giai đoạn gian băng, hoặc quá trình biến lùi trong giai đoạn băng hà). Các yếu tố nhân sinh gây phân mảnh cảnh quan ở quy mô nhỏ, chủ yếu liên quan trực tiếp tới chuyển đổi mục đích sử dụng đất đai, làm thay đổi môi trường trong một thời gian ngắn.

Các yếu tố tự nhiên và yếu tố nhân sinh tạo ra các cảnh quan bị phân mảnh có cấu trúc khác nhau, do đó ảnh hưởng khác nhau tới sinh vật. Phân mảnh tự nhiên có xu hướng tạo ra các mảnh rời rạc có đường biên mềm mại tự nhiên, các mảnh liền kề ít khác biệt, do đó hiệu ứng biên nhỏ, đồng thời vẫn duy trì các đặc trưng về cấu trúc môi trường và các quá trình tự nhiên trong cảnh quan. Ngược lại, cảnh quan bị phân mảnh do yếu tố nhân sinh tạo ra các mảnh rời rạc có hình dạng đơn giản (hình vuông, chữ nhật, dải,...), sự khác biệt giữa các mảnh rời rạc liền kề tương đối rõ, biên phân hóa rõ ràng, hiệu ứng biên lớn. Trong các cảnh quan này luôn có một số mảnh nơi sống tự nhiên kích thước nhỏ còn sót lại phân bố xen kẽ trong các khu vực đã phát triển cơ sở hạ tầng.

Mặc dù các nơi sống có thể bị mất hoặc bị phân mảnh do các xáo động tự nhiên, nhưng con người vẫn đóng vai trò là nhân tố chủ đạo. Nền nông nghiệp ra đời đã làm cải biến mạnh mẽ lớp vỏ cảnh quan. Hiện nay, hoạt động canh tác vẫn là nguyên nhân chính gây mất nơi sống và phân mảnh cảnh quan trên phạm vi toàn thế giới. Các hoạt động xây dựng cơ sở hạ tầng, đường giao thông, đập thủy điện, khai thác khoáng sản, phát triển công nghiệp,... cũng tạo ra các cảnh quan kích thước nhỏ và phân bố cách biệt, hoặc tạo ra các cảnh quan tự nhiên phân bố xung quanh các cảnh quan nhân sinh.

Cảnh quan bị phân mảnh do yếu tố nhân sinh có ảnh hưởng tiêu cực nhất đối với sinh vật. Con người chặt phá rừng để chuyển đổi sang đất nông nghiệp, phát triển nông thôn hoặc đô thị,... Mức độ ảnh hưởng của phân mảnh còn phụ thuộc rất nhiều vào vị trí diễn ra các hoạt động phát triển. Trong trường hợp các hoạt động này diễn ra ở những khu vực không thích hợp, các nơi sống liên tục sẽ bị chia nhỏ thành các mảnh cô lập. Các mảnh cô lập sẽ trở thành các "đảo nhỏ", bị cách ly với các mảnh khác bởi môi trường nền là: khu vực đất canh tác, đồng cỏ chăn nuôi, đất xây dựng hoặc các vật cản nhân tạo.

Hoạt động giao thông là một yếu tố nhân sinh quan trọng gây phân mảnh cảnh quan và tạo ra các ảnh hưởng bất lợi đối với các quần thể sinh vật tự nhiên. Các chướng ngại vật hoặc các vật cản được tạo ra như đường bộ, đường sắt, kênh đào, đường năng lượng, ống dẫn dầu,... gây chia cắt các nơi sống tự nhiên. Trong số đó, đường bộ mở rộng nhanh nhất và có tác động tiêu cực nhất. Ví dụ, hệ thống đường giao thông ở Hoa Kỳ có tác động đến ít nhất 1/5 tổng diện tích nơi sống tự nhiên trên toàn lãnh thổ (Forman, 1999). Các nhà sinh thái học và các nhà bảo tồn cũng đã đưa ra nhiều bằng chứng quan trọng về mối quan hệ nghịch biến giữa quy mô hệ thống đường giao thông và nơi sống tự nhiên. Điển hình là Jaeger (2005) xác định được bốn ảnh hưởng bất lợi do xây dựng đường giao thông đối với các quần thể sinh vật:

- Làm suy giảm diện tích và chất lượng nơi sống;
- Làm tăng mức tử vong do động vật va chạm với các phương tiện giao thông;
- Ngăn chặn khả năng tiếp cận các nguồn tài nguyên ở phía bên kia đường giao thông;
- Chia nhỏ các quần thể tự nhiên thành các quần thể phụ có kích thước nhỏ hơn và dễ bị tổn thương hơn.





Hình 10.7. Phân mảnh cảnh quan do phát triển đường giao thông

### 10.3.3. Hiệu ứng sinh thái của phân mảnh cảnh quan

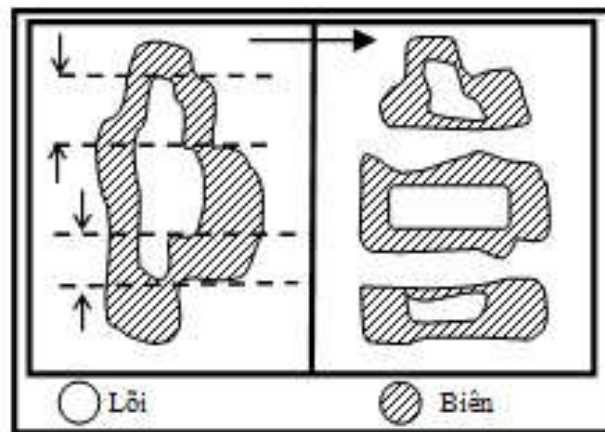
#### *a) Giảm tổng diện tích nơi sống và diện tích lõi*

Phân mảnh cảnh quan làm giảm tổng diện tích nơi sống và diện tích lõi. Vùng lõi chứa đựng nhiều loài quý hiếm nhất. Giảm diện tích vùng lõi dẫn tới hệ quả làm mất đa dạng sinh học và các loài quý hiếm.

Sự suy giảm diện tích trung bình các cảnh quan khi bị phân mảnh sẽ làm tăng nguy cơ gây tuyệt chủng các quần thể địa phương trong đó. Trong Sách Đỏ của Tổ chức Bảo vệ Thiên nhiên Quốc tế (IUCN) công bố năm 2007, hiện có hơn 16.300 loài đang có nguy cơ tuyệt chủng. Trong số 41.415 loài động thực vật được nghiên cứu, có 16.306 loài đang bị đe dọa nghiêm trọng. Hầu hết các loài bị tuyệt chủng do hoạt động của con người làm mất nơi sống của các sinh vật. Trong đó phá rừng, phát triển

nông nghiệp, phát triển cơ sở hạ tầng là nguyên nhân quan trọng nhất gây giảm diện tích nơi sống, gián tiếp làm các loài tuyệt chủng.

Mở rộng quy mô diện tích của các cảnh quan bị phân mảnh nhằm làm tăng diện tích các nơi sống trong đó là một giải pháp quản lý phân mảnh hiệu quả. Tuy nhiên, tính khả thi của giải pháp này không cao đối với những khu vực đã phát triển. Đất đai khu vực này sau khi được chuyển đổi sẽ có giá trị trường cao (xét về khía cạnh kinh tế xã hội) và yêu cầu một khoảng thời gian cần thiết cũng như các nỗ lực phục hồi (xét về khía cạnh sinh thái).



Hình 10.8. Phân mảnh làm chia cắt và làm tăng số lượng mảnh của một kiểu nơi sống, nhưng đồng thời gây ra sự mất nơi sống trong vùng lõi lớn hơn rất nhiều, do vùng lõi vừa bị chia cắt thành các mảnh nhỏ hơn, vừa bị chuyển một phần diện tích thành vùng biên

### ***b) Giảm kích thước trung bình của nơi sống***

Theo định luật 1 của địa sinh học đảo, diện tích nơi sống là một nhân tố quan trọng nhất quyết định tới khả năng cư trú thành công của một loài trong một nơi sống. Trong trường hợp các nơi sống bị phân mảnh, khoảng cách ít có ý nghĩa quyết định vì nơi sống vừa là nguồn

xuất cư, vừa là đích của các sinh vật nhập cư. Do đó, diện tích nơi sống có ý nghĩa quan trọng nhất, quyết định số lượng loài cư trú trong đó.

Giảm kích thước trung bình của nơi sống do phân mảnh cảnh quan sẽ ảnh hưởng tới động lực quần thể và các quá trình hệ sinh thái sau:

- Kích thước của cảnh quan bị phân mảnh sẽ ảnh hưởng đến số lượng loài có mặt ngay khi mảnh ban đầu được tạo ra. Các mảnh nơi sống nhỏ chỉ có thể chứa các quần thể sinh vật có kích thước nhỏ - đồng thời cũng là những quần thể dễ bị tổn thương. Những tác động khác kém quan trọng hơn như khí hậu diễn biến bất thường, thay đổi nguồn tài nguyên,... có thể chỉ tác động không đáng kể đến các quần thể có kích thước lớn, nhưng lại có khả năng làm thay đổi mạnh mẽ các quần thể có kích thước nhỏ và cách biệt.

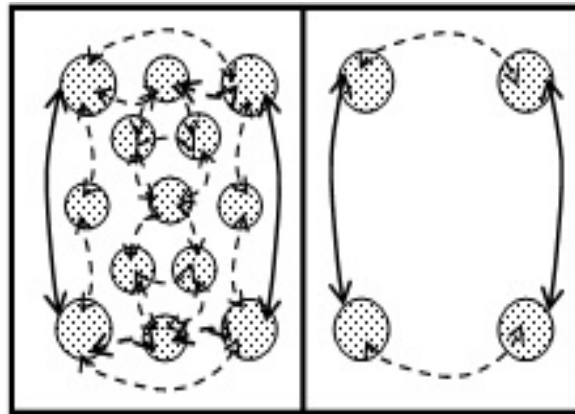
- Trong một cảnh quan chưa bị phân mảnh, một quần thể suy giảm có thể tự phục hồi bằng bổ sung cá thể từ các dòng nhập cư từ các quần thể mở rộng gần đó. Tuy nhiên, trong các cảnh quan đã bị phân mảnh, khoảng cách giữa các mảnh cản trở dòng di cư và dòng nhập cư.

- Phân mảnh còn làm thay đổi các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan. Hiện tượng này liên quan tới các vectơ trung gian. Một số động vật và sinh vật đất cần thiết cho quá trình thụ phấn, phát tán hạt hoặc dòng dinh dưỡng của các loài thực vật đặc biệt có thể bị biến mất trong các cảnh quan bị phân mảnh.

### ***c) Làm mất nơi sống trong cảnh quan***

Chia cắt một mảnh nơi sống có kích thước lớn làm hình thành nhiều mảnh rời rạc có kích thước nhỏ hơn. Trong số đó, những mảnh có kích thước nhỏ hơn kích thước nơi sống tối thiểu sẽ bị mất chức năng là nơi sống của sinh vật.

Một trong những ảnh hưởng tiêu cực của hiện tượng phân mảnh nơi sống đến đa dạng sinh học là gây suy giảm số lượng cũng như chất lượng nơi sống của các loài động vật và thực vật. Phân mảnh nơi sống luôn kèm theo số lượng lớn nơi sống bị phá hủy. Thực vật và nhiều loài bò sát là những sinh vật bị ảnh hưởng trực tiếp, do không có khả năng di chuyển hoặc khả năng di chuyển kém. Các loài động vật có khả năng di chuyển linh hoạt, đặc biệt là chim và thú, buộc phải di cư tới những mảnh rời rạc còn sót lại có kích thước lớn hơn hoặc xấp xỉ kích thước nơi sống tối thiểu của chúng. Hệ quả, mức độ cạnh tranh cùng loài và khác loài giữa các sinh vật trong những nơi sống đó tăng cao do sự hạn chế về các nguồn tài nguyên thiết yếu và không gian cư trú chật hẹp.



Hình 10.9. Cảnh quan bị phân mảnh cung cấp được dịch vụ nơi sống cho các động vật có kích thước cơ thể lớn và phạm vi hoạt động rộng (hình trái) hoặc tạo ra các mảnh rời rạc ít thích hợp là nơi sống của sinh vật (hình phải)

Cảnh quan bị phân mảnh chứa đựng các nơi sống có kích thước nhỏ hơn nhiều so với trong cảnh quan nguyên trạng. Các sinh vật chỉ có thể di chuyển hạn chế giữa các nơi sống bắt buộc phải thực hiện các hoạt động sống giới hạn trong phạm vi nơi sống có kích thước nhỏ. Trong một số rất ít trường hợp, cảnh quan bị phân mảnh vẫn có thể cung cấp được dịch vụ nơi sống cho các động vật có kích thước cơ thể

lớn và phạm vi hoạt động rộng. Phần lớn các trường hợp còn lại, phân mảnh cảnh quan tạo ra các mảnh rời rạc ít thích hợp là nơi sống của sinh vật.

Trong bản báo cáo năm 2013 của Quỹ Quốc tế Bảo vệ Thiên nhiên (WWF), tiểu vùng sông Mê Kông mất gần một phần ba tổng diện tích rừng (tương đương khoảng 40 triệu ha) trong giai đoạn 1973 - 2013. Trong đó, Campuchia mất 22% diện tích rừng, Lào và Myanmar mất 24%, còn Thái Lan và Việt Nam mất tới 43%. Tình trạng phân mảnh rừng thực sự đáng báo động với số lượng các khoảnh rừng tự nhiên có diện tích lớn hơn 3,2 km<sup>2</sup> bị sụt giảm từ 70% diện tích rừng vào năm 1973 xuống còn 20% vào năm 2009, đe dọa tới nơi sống các loài động vật quý hiếm và đặc hữu là hổ, voi châu Á, cá heo Irrawaddy và sao la.

#### *d) Tăng hiệu ứng biên*

Phân mảnh cảnh quan làm tăng hiệu ứng biên do một nơi sống mới được tạo xung quanh biên của cảnh quan bị phân mảnh. Sự biến đổi các điều kiện vi khí hậu (ánh sáng, nhiệt độ, tốc độ gió,...) làm thay đổi các điều kiện môi trường trong vùng lõi và vùng biên của các mảnh. Lửa là một nhân tố sinh thái thích hợp với các khu vực có độ ẩm thấp, nhiệt độ và tốc độ gió cao. Sinh vật ngoại lai và vật hại có thể dễ dàng nhập cư vào các cảnh quan bị phân mảnh và cạnh tranh với các động vật địa phương trong điều kiện môi trường đã bị xáo động. Nơi sống trong vùng biên có điều kiện khí hậu khác biệt với vùng lõi, do đó thường không thích hợp với nhiều loài sinh vật cư trú trong vùng lõi.

#### *e) Cách ly về nơi sống*

Phân mảnh cảnh quan dẫn tới sự cách ly về nơi sống của các loài sinh vật. Quá trình này gây ra sự gián đoạn về nơi sống của sinh vật.

Phân mảnh còn ảnh hưởng đến cơ chế trao đổi cá thể giữa các đảo nơi sống và xác suất các loài tiên phong chiếm lĩnh các đảo mới.

Cách ly về nơi sống trong một số trường hợp lại có lợi đối với sinh vật. Trong một số ít trường hợp bảo tồn các loài phụ thuộc, các cảnh quan bị phân mảnh thường được lựa chọn nhằm ngăn ngừa mầm bệnh. Điều này xuất phát từ đặc điểm quần thể được phân bố trong các nơi sống cách biệt.

Liên kết các nơi sống đã bị phân mảnh bằng các hành lang bảo vệ nghiêm ngặt hoặc phát triển các thảm thực vật kết nối các khoảng rừng bị chia cắt là giải pháp thích hợp nhằm giảm thiểu tác động của phân mảnh. Giải pháp này làm giảm sự cách ly về nơi sống, tuy nhiên không giải quyết được vấn đề mất nơi sống tự nhiên trong vùng lõi.

#### ***f) Suy giảm đa dạng sinh học và tăng tính tổn thương của loài đối với phân mảnh***

Phân mảnh gây mất các quần thể động vật và thực vật. Đây không phải là một quá trình ngẫu nhiên đối với một loài trong chuỗi thức ăn hoặc bậc dinh dưỡng. Các loài ở các bậc dinh dưỡng cao, ví dụ các loài động vật có xương sống có kích thước cơ thể lớn, dễ bị tổn thương nhất đối với tác động phân mảnh. Động vật ăn thịt thường bị tiêu diệt trước khi con mồi bị tiêu diệt. Hệ quả, trong một cảnh quan bị phân mảnh với các mảnh nhỏ chiếm ưu thế, động vật ở bậc dinh dưỡng thấp (động vật ăn cỏ và động vật ăn thịt kích thước nhỏ) có xu hướng trở nên phong phú hơn. Một phần nguyên nhân là do giảm cạnh tranh giữa các loài: khi không có mặt các loài ăn thịt và cạnh tranh, các loài còn lại sẽ sử dụng được nguồn tài nguyên thức ăn và nơi ở dồi dào hơn.

Phân mảnh làm thay đổi các quan hệ sinh học cùng loài và khác loài. Quần thể con mồi mở rộng phạm vi phân bố do không còn bị hạn chế bởi các quần thể vật ăn thịt. Kích thước quần thể động vật ăn cỏ quá

lớn so với sức chứa của các mảnh rời rạc kích thước nhỏ làm mất phần lớn các loài thực vật. Điều này dẫn tới sự thay đổi mạnh mẽ về thành phần và cơ cấu loài trong quần xã. Những thay đổi như vậy gây hậu quả nghiêm trọng là mất loài, tạo ra các hệ sinh thái đơn giản hơn nhiều so với hệ sinh thái đa dạng ban đầu.

Hành vi, yêu cầu tài nguyên, sinh sản,... là các tiêu chí sinh thái xác định các loài dễ bị tổn thương nhất đối với phân mảnh. Các loài bị ảnh hưởng nhiều nhất bởi sự phân mảnh bao gồm:

- Các loài quý hiếm có khu phân bố hẹp, kích thước quần thể nhỏ;
- Vật ăn thịt bậc cao, động vật kích thước lớn có khu phân bố rộng;
- Các loài yêu cầu nơi sống có cấu trúc không gian bất đồng nhất;
- Các loài tránh nơi sống thể nền hoặc yêu cầu nơi sống đặc biệt;
- Các loài có khả năng phát tán hạn chế hay khả năng sinh sản thấp;
- Các loài cộng sinh, bao gồm thực vật và các loài thụ phấn.

#### **10.3.4. Các độ đo phân mảnh cảnh quan**

Phân mảnh cảnh quan là một quá trình không gian được biểu hiện bề ngoài bởi sự thay đổi về số lượng, kích thước, hình thái,... của các mảnh rời rạc. Đây là những đặc trưng của cảnh quan để được định lượng bằng các mô hình độ đo mảnh rời rạc. Giá trị của các độ đo này cho phép đánh giá các hiệu ứng sinh thái do phân mảnh cảnh quan đến sinh vật.

**Chỉ số phân mảnh (FI):** độ đo này định lượng quan hệ giữa số lượng mảnh rời rạc với tổng diện tích cảnh quan. Cảnh quan phân mảnh càng cao thì có mật độ mảnh rời rạc càng lớn và ngược lại. Giá trị FI bằng 0 biểu thị cảnh quan chỉ là một nơi sống duy nhất, nghĩa là hoàn toàn chưa bị phân mảnh.

$$FI = \frac{NumP - 1}{TLA}$$

Trong đó: FI là chỉ số phân mảnh; NumP là tổng số mảnh rời rạc trong cảnh quan; TLA là tổng diện tích cảnh quan.

**Độ phân mảnh tương đối (RP):** độ đo này định lượng độ tương phản của các kiểu mảnh rời rạc lân cận, có cùng biên chung trong một cảnh quan.

$$RP = 100 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^j \frac{E_{ij} D_{ij}}{Nb}$$

Trong đó: n là tổng số các kiểu mảnh rời rạc trong một cảnh quan;  $E_{ij}$  là số lượng các biên chung giữa mảnh rời rạc i và mảnh rời rạc j;  $D_{ij}$  là giá trị khác biệt giữa mảnh thứ i và mảnh thứ j; Nb là tổng số kiểu biên của các mảnh rời rạc.

**Chỉ số chia cắt cảnh quan (LDI):** độ đo do Bowen và Burgess (1981) phát triển nhằm mô tả độ phân mảnh cảnh quan dựa trên quan hệ giữa chiều dài đường biên và kích thước nơi sống.

$$LDI = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{\sqrt{\pi A t \sum_{i=1}^n A_i}}$$

Trong đó:  $p_i$  là chu vi của mảnh rời rạc i;  $A_i$  là diện tích của mảnh rời rạc i; At là diện tích cảnh quan.

- **Chỉ số phân mảnh rừng (FFI):** hình dạng, kích thước, mật độ, biên, độ đa dạng, độ kết nối là những độ đo quan trọng để đánh giá tác động của phân mảnh cảnh quan tới biến động sử dụng đất.

$$FFI = \frac{nFA + EDG + PSCoV'}{3}$$



Trong đó: FFI là chỉ số phân mảnh rừng; nFA là tỷ lệ diện tích không có lớp phủ rừng (%); EDG là tỷ lệ kích thước biên của rừng (%); nPSCoV' là hệ số biến thiên kích thước các mảnh rừng (%).

Các độ đo thành phần được tính theo công thức:

$$nFA = \frac{FA}{TLA} \times 100\%$$

$$EDG = \frac{mTE}{nTE} \times 100\%$$

$$PSCoV' = \frac{nPSCoV}{PSCoV}$$

Trong đó: FA là diện tích không có lớp phủ rừng; TLA là tổng diện tích cảnh quan; mTE là tổng biên rừng tự nhiên bao bọc bởi lớp phủ sử dụng đất nhân tác; nTE là tổng biên rừng tự nhiên; nPSCoV là hệ số biến thiên kích thước mảnh của lớp phủ rừng; PSCoV là hệ số biến thiên kích thước mảnh của toàn bộ cảnh quan.

Ngoài ra, để đo độ phân mảnh của một cảnh quan, một số mô hình khác được đưa ra dựa trên định lượng các cảnh quan bị tác động hay không bị tác động của các hoạt động phát triển. Chẳng hạn, số lượng các nơi sống không bị chia cắt (NUA), diện tích trung bình đường giao thông (AAR), mật độ đường giao thông (ADR),... trong cảnh quan.

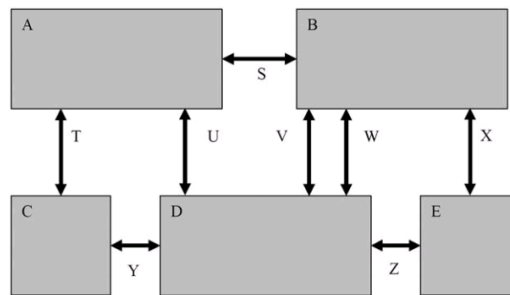
## **10.4. HÀNH LANG TỰ NHIÊN: MỘT GIẢI PHÁP SINH THÁI TĂNG KẾT NỐI CẢNH QUAN**

### **10.4.1. Khái niệm**

Một trong những giải pháp khắc phục những hậu quả tiêu cực của phân mảnh trong cảnh quan là xây dựng các hành lang kết nối nhằm liên kết các nơi sống cách biệt. Đây là một giải pháp sinh thái học được

ứng dụng hiệu quả tại nhiều khu bảo tồn thiên nhiên trên thế giới nhằm mục đích tái kết nối nơi sống.

Hành lang kết nối được định nghĩa là "một khu vực nơi sống kết nối các quần thể sinh vật tự nhiên bị chia cắt bởi hoạt động phát triển của con người (phát triển giao thông, xây dựng hoặc chặt phá rừng)" (Bond, 2003). Một số cách gọi khác là hành lang tự nhiên, hành lang cứu hộ hoặc hành lang xanh. Tại Việt Nam, một thuật ngữ được sử dụng tương đương là hành lang đa dạng sinh học, được định nghĩa cụ thể trong Luật Đa dạng Sinh học Việt Nam số 20/2008/QH12, ban hành ngày 13/11/2008: "hành lang đa dạng sinh học là khu vực nối liền các vùng sinh thái tự nhiên cho phép các loài sinh vật sống trong các vùng sinh thái đó có thể liên hệ với nhau".



Hình 10.10. Hành lang tự nhiên được thiết kế trong một cảnh quan bị phân mảnh giả định. Trong đó, các hộp vuông biểu thị các khu vực diện tích lõi cần bảo tồn; vùng màu trắng biểu thị thể nền; đường mũi tên biểu thị các hành lang tự nhiên được thiết kế để duy trì kết nối trong cảnh quan.

#### 10.4.2. Các lợi ích sinh thái

Lợi ích sinh thái của hành lang tự nhiên được thể hiện như sau:

- Làm tăng lưu lượng dòng chảy sinh vật vào cảnh quan, duy trì hoặc làm tăng sự phong phú và đa dạng loài; tạo ra "hiệu ứng cứu hộ" hoặc cho phép tái thiết lập các quần thể đã tuyệt chủng địa phương. Đặc tính này cho phép hành lang tự nhiên ngăn chặn những tác động có hại

đối với các quần thể bị cách ly do lai gần và giảm đa dạng di truyền. Đồng thời, sự có mặt hành lang tự nhiên sẽ thúc đẩy tái thành lập quần thể đã bị suy giảm hoặc loại bỏ các xáo động ngẫu nhiên, chẳng hạn cháy rừng hoặc dịch bệnh;

- Làm tăng diện tích cư trú và khả năng tìm kiếm thức ăn của nhiều loài sinh vật;

- Cung cấp nơi ẩn náu cho các loài con mồi di chuyển giữa các mảnh ròi rạc;

- Cung cấp các nơi sống dễ dàng tiếp cận và các pha diễn thế cho những loài có yêu cầu nhiều nơi sống khác nhau trong một chu kỳ sống;

- Cung cấp cho các sinh vật nơi trú ẩn an toàn khỏi các xáo động quy mô lớn, cường độ mạnh, ví dụ lửa rừng;

- Cung cấp vành đai xanh hạn chế sự bành trướng đô thị, giảm nhẹ ô nhiễm, cung cấp các cơ hội giải trí, nâng cao chức năng thẩm mỹ của cảnh quan và giá trị đất đai.

Bên cạnh những lợi ích sinh thái đạt được, trong một số trường hợp ngoại lệ, duy trì hoặc xây dựng thêm các hành lang tự nhiên trong cảnh quan có thể dẫn tới các tác động tiêu cực sau đây:

- Tăng lưu lượng dòng chảy sinh vật vào cảnh quan, do đó cũng có thể tạo điều kiện cho dịch bệnh, vật hại, các loài ngoại lai, cỏ dại,... xâm nhập vào cảnh quan;

- Làm tăng khả năng lan truyền các xáo động, ví dụ lửa rừng,...;

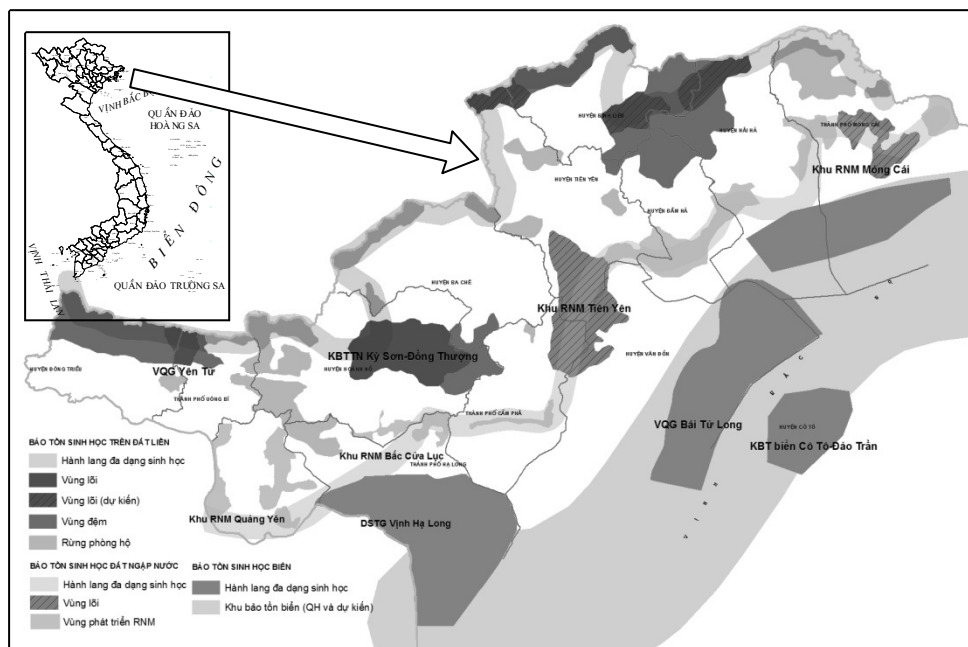
- Tăng xác suất gặp giữa con mồi và vật ăn thịt, giữa các vật cạnh tranh với nhau, động vật hoang dã với con người,...;

- Trong một số trường hợp, là vật cản trở sự phát tán của một số loài động vật giữa các mảnh nơi sống;

- Xung đột với các chiến lược bảo tồn nơi sống của loài nguy cấp (trường hợp chất lượng của một nơi sống hành lang ở mức thấp).

Hệ thống hành lang tự nhiên tạo ra sự "chung sống" giữa các hệ sinh thái nhân tạo với các hệ sinh thái tự nhiên. Chẳng hạn, các hệ sinh thái đô thị luôn phải phụ thuộc vào các hệ sinh thái nông nghiệp (cung cấp nguồn lương thực và thực phẩm), các hệ sinh thái tự nhiên (cung cấp nước, gỗ, các khu vực nghỉ dưỡng,...). Khi các đô thị mở rộng sẽ thay thế hoặc phá hủy các hệ sinh thái nông nghiệp và các hệ sinh thái tự nhiên, dẫn tới hệ quả là làm giảm các hệ thống cung cấp dịch vụ sinh thái và môi trường mà chúng phụ thuộc vào. Các hệ sinh thái đô thị cũng có thể tác động đến các hệ sinh thái tự nhiên cách xa chúng do các vùng cung cấp mở rộng sang rất nhiều khu vực tự nhiên trên thế giới.

Như vậy, bảo vệ nơi sống và hành lang tự nhiên hướng tới mục đích duy trì kết nối trong cảnh quan. Nơi sống cách biệt và mất mát đa dạng sinh học trong tự nhiên được hạn chế bằng biện pháp quy hoạch và thiết kế các hành lang kết nối. Yếu tố cấu trúc cảnh quan này cho phép dòng chảy sinh vật lưu thông dễ dàng giữa các mảnh nơi sống. Quy hoạch và thiết kế các hành lang kết nối được áp dụng cho cả các cảnh quan lục địa, cảnh quan ngập nước và cảnh quan biển. Một phương án thiết kế và quy hoạch tốt sẽ đảm bảo cho sự hài hòa giữa mục tiêu bảo tồn và mục tiêu phát triển kinh tế xã hội của một khu vực.



Hình 10.11. Bản quy hoạch định hướng bảo tồn sinh học cho cảnh quan lục địa, cảnh quan ngập nước ven biển và cảnh quan biển thuộc vùng Đông Bắc dựa trên thiết lập hệ thống các vùng lõi, vùng đệm các khu bảo vệ thiên nhiên và hành lang tự nhiên (Nguyễn An Thịnh 2011).

Hình trên trình bày kết quả của công trình nghiên cứu quy hoạch sinh thái cảnh quan dải ven biển Đông Bắc và đồng bằng châu thổ sông Hồng. Nguyễn An Thịnh (2011) đã xây dựng một bản quy hoạch hệ thống hành lang đa dạng sinh học bảo tồn trên lục địa, ven biển và vùng biển Đông Bắc và đồng bằng châu thổ sông Hồng. Trong đó, phạm vi bảo vệ các hệ sinh thái được hoạch định trong sự liên kết hệ thống và bao quát cả vùng vịnh Hạ Long với khu vực kéo dài từ quần đảo Cát Bà lên sát biên giới Việt - Trung. Với chiều dài khoảng 300 km và chiều rộng khoảng 60 km, toàn bộ khu vực này có thể được nhìn nhận và bảo tồn như một vùng sinh thái đặc biệt về biển của Việt Nam. Sự tương đồng về cảnh quan, đa dạng sinh học, cũng như những giá trị văn hóa, khảo cổ của toàn vùng, bao gồm không chỉ vịnh Hạ Long mà

còn cả quần đảo Cát Bà và vùng biển đảo vịnh Bái Tử Long khiến những nghiên cứu khoa học cũng như việc thực hiện các biện pháp bảo vệ các hệ sinh thái không còn bó hẹp trong phạm vi vùng vịnh.

### 10.4.3. Phân loại

Kích thước của các hệ sinh thái tự nhiên yêu cầu phải đủ lớn để cung cấp nơi sống cho tất cả các cá thể trong quần xã. Các loài ăn thịt lớn yêu cầu lãnh thổ có diện tích lớn để có thể cung cấp đủ thức ăn cho chúng. Một cách để đảm bảo lãnh thổ có diện tích đủ lớn là tồn tại các hành lang hệ sinh thái tự nhiên kết nối các mảnh nơi sống với nhau.

Hành lang có thể có sẵn trong tự nhiên hoặc do con người tạo ra. Tuy nhiên, các hành lang tự nhiên tạo ra những kết nối tự nhiên đóng vai trò quan trọng hơn, cần được bảo vệ khỏi những xáo động trong cảnh quan.

Trong tự nhiên, một số hành lang tự nhiên điển hình được đưa vào quy hoạch phục hồi:

- *Hành lang chó sói*: năm 2001, một hành lang tự nhiên được phục hồi đi qua một sân golf ở Vườn Quốc gia Jasper, Alberta, phía tây Canada, tạo điều kiện cho các đàn chó sói đi qua. Sau khi phục hồi, các đàn chó sói thường xuyên di chuyển qua hành lang này. Đây là một trong những minh chứng đầu tiên về hành lang được sử dụng cho mục đích bảo tồn sinh vật hoang dã, làm giảm những tác động do phân mảnh nơi sống.

- *Hành lang dãy núi*. dãy Sierra Nevada ở đông California (dài 600 km) và dãy Appalachian (dài 2.574 km) ở miền Đông Hoa Kỳ là hai ví dụ điển hình cho kiểu hành lang thường xuyên được các loài chim sử dụng vào mùa đông và mùa hè. Các loài chim hoặc được kết nối liên tục trong một dãy núi chính, hoặc trong một dãy núi cách ly và là một dãy

tách rời. Các loài chim rời khỏi khu vực đó, di cư bằng cách di chuyển theo từng bước nhảy nối liền với dãy núi chính, hoặc phải bay qua các khu vực không kết nối với hành lang tự nhiên. Do vậy, chúng có thể di trú trên hành lang này theo cách dừng lại tìm kiếm, bắt gặp hoặc không gặp nơi sống cần thiết.

Trong xây dựng đường giao thông, hành lang tự nhiên được tạo ra dựa trên thiết kế hệ thống đường giao cắt tự nhiên có vai trò tái kết nối các nơi sống, cho phép các loài động vật vượt qua đường giao thông an toàn. Đường giao cắt tự nhiên đầu tiên được xây dựng tại Pháp trong những năm 1950. Hiện nay, các công trình này được thiết kế phổ biến trong hệ thống giao thông ở châu Âu và Bắc Mỹ nhằm bảo vệ và tái thiết các khu vực hoang dã. Tại Bắc Mỹ, hệ thống đường giao cắt tự nhiên được xây dựng phổ biến. Hàng nghìn đường giao cắt tự nhiên được xây dựng từ năm 1980 tại Hoa Kỳ. Một số quốc gia châu Âu là Hà Lan, Thụy Sĩ, Đức và Pháp đã thiết kế các hệ thống này để làm giảm xung đột giữa các loài sinh vật sống trong tự nhiên với hoạt động xây dựng, sử dụng đường giao thông, đồng thời xây dựng nhiều cầu vượt và đường hầm để bảo vệ các loài bò sát, lưỡng, động vật móng guốc, động vật không xương sống và các loài động vật nhỏ khác.

Đường giao cắt tự nhiên có những dạng chính sau:

- *Các công trình ngầm*: đường ngầm cho động vật lưỡng cư di chuyển.

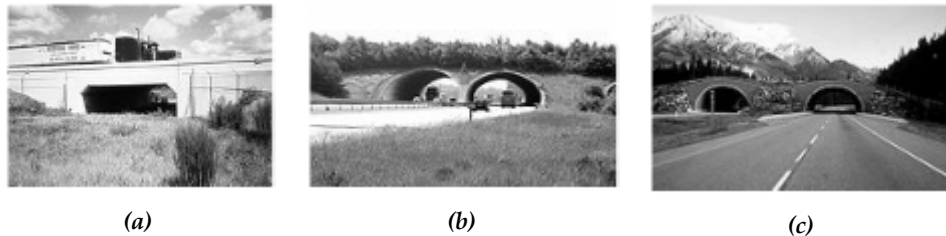
- *Cầu vượt*: dành cho các động vật lớn hoặc động vật sống bầy đàn. Các hệ thống được công nhận rộng rãi nhất trên thế giới là hệ thống 24 đường giao cắt tự nhiên được thiết kế ở Vườn Quốc gia Banff thuộc vùng Alberta (Canada) vào năm 1978. Tại đó, hệ thống cầu vượt thảm thực vật tạo thành hành lang an toàn vượt qua đường cao tốc liên Canada cho gấu, nai sừng tấm Bắc Mỹ, hươu, chó sói và nhiều loài khác.

- *Cầu cạn*: hệ thống hành lang dẫn, hệ thống cầu và hệ thống cầu vượt, được thiết kế để bảo vệ linh dương núi ở Montana, kỳ giông đốm ở Massachusetts, cừu hoang ở Colorado, rùa sa mạc ở California và loài báo sư tử quý hiếm ở Florida.

- *Đường hầm*: dành cho động vật lưỡng cư, các loài động vật nhỏ (rái cá, nhím, lửng,...).

- *Hệ thống vòm cây xanh*: dành cho các loài biết bay (bướm, chim).

- *Hệ thống thang lên cho cá*: đây là một dạng hành lang tự nhiên đặc biệt từng được thiết kế dành cho dòng di cư của cá hồi. Các đập nước được xây dựng dọc theo bờ biển Đại Tây Dương và Thái Bình Dương của Bắc Mỹ đã làm giảm sản lượng cá hồi do ngăn cản đường bơi ngược dòng của cá hồi để đẻ trứng. Cá hồi non cũng bị ngăn cản khi chúng bơi ra biển do phải chui qua các turbine. Một số khu vực đã xây dựng hệ thống thang lên cho cá để cho cá hồi ngược dòng đẻ trứng và chuyển cá hồi con xuôi dòng tại những thời điểm nhất định trong năm.



Hình 10.12. Một số đường giao cắt tự nhiên được thiết kế trên cao so với các khu bảo vệ tự nhiên: (a) đường cao tốc trên cao vượt khỏi khu bảo tồn ở tiểu bang Florida (Hoa Kỳ); (b) cầu cạn ở Hà Lan; (c) cầu vượt ở Vườn Quốc gia Banff, Canada.

Trong công tác bảo tồn, mặc dù phải bỏ ra chi phí thiết kế và xây dựng các hành lang tự nhiên, nhưng những lợi ích về sinh thái mang lại là không phải bàn cãi. Điều này được đánh giá thông qua các mô hình phân tích chi phí - lợi ích (CBA). Chi phí chủ yếu là đầu tư xây dựng và bảo dưỡng, trung bình chỉ chiếm 7 - 8% tổng chi phí dự án xây dựng.



Những lợi ích thu được do xây dựng hệ thống đường giao cắt tự nhiên là mở rộng các hành lang di cư tự nhiên. Về mặt kinh tế, chi phí tiền tệ không đáng kể so với những lợi ích về sinh thái đạt được do bảo vệ toàn vẹn các quần thể động vật hoang dã, giảm thiệt hại về phương tiện giao thông (do va chạm với động vật) và bảo vệ tính mạng của cả con người (điều khiển phương tiện) cũng như các động vật di chuyển do giảm thiểu được tần suất va chạm giữa phương tiện giao thông với các động vật hoang dã.

Hệ thống đường giao cắt tự nhiên tạo ra những lợi ích do giảm thiểu được va chạm giữa động vật hoang dã với các phương tiện giao thông, và làm tăng khả năng vượt qua các đường giao thông một cách an toàn của các loài động vật hoang dã (đặc biệt đối với các loài móng guốc và một số loài động vật ăn thịt). Sự kết hợp của hệ thống đường giao cắt tự nhiên và các hàng rào giao thông đã làm giảm tỷ lệ tử vong của các loài động vật hoang dã. Tuy nhiên, tùy từng khu vực mà các hệ thống này có những hiệu quả tích cực khác nhau đối với từng loài. Chẳng hạn, tại Florida, hệ thống này có hiệu quả cao đối với một số loài động vật chủ đạo như là nai sừng tấm và báo sư tử Florida, nhưng lại ít có hiệu quả đối với các loài gấu.

Trên thực tế, các hành lang tự nhiên tạo ra sự kết nối nơi sống, bằng cách cung cấp các hành lang di cư cho sinh vật và làm giảm sự va chạm giữa động vật hoang dã với các phương tiện giao thông. Mặc dù hiệu quả của những cấu trúc này được đánh giá khác nhau ở những khu vực cụ thể (do sự khác nhau về vị trí, cấu trúc, loài, nơi sống,...), nhưng hệ thống đường giao cắt tự nhiên đều mang lại những lợi ích quan trọng đối với các loài sinh vật cư trú và kiếm ăn trong nhiều nơi sống.

## Chương 11.

# QUÁ TRÌNH HỆ SINH THÁI TRONG CẢNH QUAN

### 11.1. QUAN ĐIỂM VỀ QUÁ TRÌNH HỆ SINH THÁI TRONG CẢNH QUAN

#### 11.1.1. Các quan điểm

Bản chất động lực của cảnh quan và những tác động của cảnh quan đến sinh vật được biểu hiện ở cấu trúc cảnh quan. Trong phạm vi của một cảnh quan, luôn xảy ra quan hệ tương tác giữa các hợp phần cảnh quan (theo cấu trúc đứng), giữa các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản (theo cấu trúc ngang) và giữa các sinh vật với nhau (theo dòng chảy sinh vật hoặc quan hệ sinh học trong quần thể và quần xã sinh vật). Các quan hệ này được thực hiện thông qua cơ chế trao đổi vật chất, năng lượng và thông tin. Những sự kiện kể trên là biểu hiện cơ bản của quá trình hệ sinh thái xảy ra trong cảnh quan.

Các quá trình hệ sinh thái được định nghĩa theo nhiều cách khác nhau: *"là tương tác phức tạp giữa các yếu tố phi sinh học và sinh học của các hệ sinh thái, bao gồm các chu trình vật chất và dòng năng lượng"* (Lyons và cộng sự, 2005); *"các hoạt động hoặc sự kiện vật lý, hóa học và sinh học liên kết sinh vật với môi trường"* (Từ điển Elsevier về Sinh học, 2007). Có thể hiểu các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan bao gồm một loạt các sự kiện, phản ứng hoặc hoạt động của cảnh quan có bản chất là sự vận động của dòng vật chất, dòng năng lượng và dòng sinh vật cho phép liên kết sinh vật với các yếu tố môi trường. Nếu coi cảnh quan là một cơ thể, các hệ sinh thái là các bộ phận cấu tạo của cơ thể, thì các dòng vận động của

các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan được coi là "dòng máu" vận chuyển các chất dinh dưỡng nuôi dưỡng cơ thể đó.

Nghiên cứu các quá trình hệ sinh thái là nội dung quan trọng của cả sinh thái học hệ sinh thái, cảnh quan học và sinh thái cảnh quan. Tuy nhiên, đối tượng của các khoa học này được định hướng khác nhau:

- Sinh thái học hệ sinh thái xây dựng các nguyên lý cơ bản trong cấu trúc, hoạt động chức năng của các thành phần cấu tạo nên hệ sinh thái cũng như toàn bộ hệ thống để hệ tồn tại và phát triển. Do đó, các quá trình hệ sinh thái được nghiên cứu dưới dạng chu trình sinh địa hóa, dòng năng lượng qua sinh vật và môi trường đồng nhất trong phạm vi không gian của một hệ sinh thái. Được coi là một đơn vị cấu trúc không gian của bề mặt Trái Đất, hệ sinh thái bao gồm quần xã sinh vật và các yếu tố môi trường trong ranh giới của nó. Khái niệm hệ sinh thái ra đời cho phép sinh thái học phân tích được hoạt động của các hệ thống sinh thái trên cơ sở ứng dụng các định luật bảo toàn vật chất và năng lượng.

- Cảnh quan học từ lâu đã nghiên cứu các quá trình trao đổi vật chất và năng lượng trong cảnh quan theo tiếp cận tổng hợp. Theo đó, các quá trình hệ sinh thái được xem xét dưới dạng dòng sinh địa hóa, trong đó chú trọng tới đặc điểm và cơ chế của các dòng vật chất vận động qua một số hoặc tất cả các hợp phần cảnh quan. Đây là nhiệm vụ nghiên cứu quan trọng của địa vật lý cảnh quan và địa hóa cảnh quan.

- Sinh thái cảnh quan nghiên cứu các quá trình hệ sinh thái dưới dạng dòng sinh địa hóa và dòng năng lượng qua cơ thể sinh vật và các yếu tố cảnh quan trong phạm vi của một cảnh quan. Các hệ sinh thái được xem là các bộ phận của một cảnh quan được kết nối với nhau cả về mặt cấu trúc và mặt chức năng. Trong cảnh quan, hệ sinh thái là những hệ thống mở, cho phép các dòng vật chất, năng lượng, thông tin và sinh vật chuyển qua ranh giới giữa các hệ sinh thái. Do đó, các quá

trình hệ sinh thái cần phải được nghiên cứu trong một phạm vi không gian rộng hơn hệ sinh thái.

Điều kiện tiên quyết để nhận diện một quá trình diễn ra trong cảnh quan có phải là quá trình hệ sinh thái hay không là quá trình đó phải xuyên suốt qua tất cả các hợp phần phi sinh học và sinh học trong cảnh quan. Theo tiêu chí này, các *quá trình vận chuyển cơ học*<sup>1</sup> hay các *quá trình vật lý*<sup>2</sup> không được coi là quá trình hệ sinh thái do chỉ gắn kết các hợp phần phi sinh học của cảnh quan với nhau. Trong khi đó, các *quá trình chuyển hóa sinh vật* được xác định là quá trình hệ sinh thái quan trọng do chuyển hóa sinh vật đảm bảo được sự trao đổi vật chất giữa tất cả các thành phần phi sinh học và sinh học trong cảnh quan nhờ năng lượng bức xạ Mặt Trời. Quá trình chuyển hóa sinh vật cũng đóng vai trò quan trọng trong điều chỉnh và ổn định cảnh quan: nếu như sự vận chuyển cơ giới mang vật chất ra khỏi cảnh quan thì sự chuyển hóa sinh vật giữ nó lại trong vòng tuần hoàn.

Các quá trình liên quan tới chu trình sinh địa hóa và dòng năng lượng được coi là các quá trình hệ sinh thái nòng cốt của cảnh quan. Vai trò của chu trình sinh địa hóa và dòng năng lượng có ý nghĩa quan trọng trong duy trì và phát triển cảnh quan. Các chu trình đảm bảo sự lặp lại nhiều lần cùng một quá trình hay hiện tượng và hiệu quả tích lũy cao với vật chất ban đầu có khối lượng hạn chế tham gia vào quá trình.

Các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan được thực hiện thông qua các dạng *dòng chảy trong cảnh quan*, bao gồm dòng nước, dòng dinh dưỡng và dòng năng lượng trong cảnh quan. Các dòng này bao hàm các

---

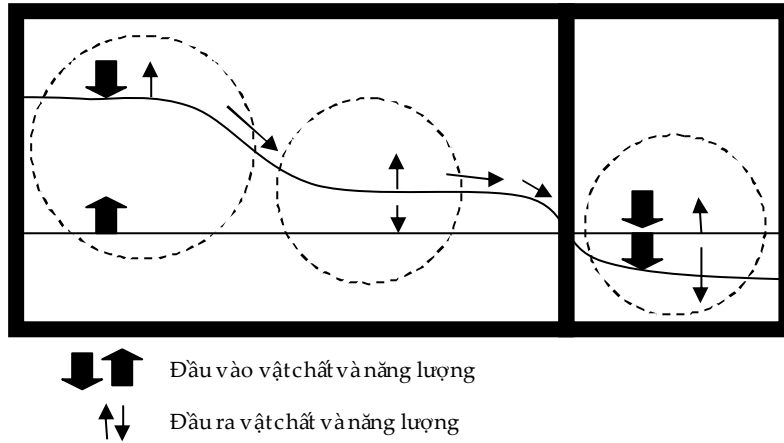
<sup>1</sup> Các quá trình sườn tích - deluvi, lở tích - coluvi, chuyển động theo sườn dốc, sự vận động của các chất rắn lơ lửng trong nước, sự vận động của bụi khí quyển,... đặc trưng bởi sự vận chuyển cơ giới của vật chất do trọng lực theo một hướng duy nhất.

<sup>2</sup> Các quá trình động lực diễn ra chủ yếu trong hợp phần phi sinh học của cảnh quan, bao gồm các quá trình địa mạo xảy ra trong hợp phần địa hình, động lực khí quyển xảy ra trong hợp phần khí hậu, quá trình thủy văn xảy ra trong thủy quyển,...

quá trình sơ đẳng mang tính cơ học, hoá học và sinh học. Dựa trên kết hợp tiếp cận cấu trúc - chức năng, phần lớn các nghiên cứu quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan tập trung vào cơ chế phân bố lại vật chất và năng lượng giữa các yếu tố cấu trúc cơ bản khác nhau trong cảnh quan, chẳng hạn giữa các hệ sinh thái hay giữa các mảnh nơi sống rời rạc. Trong phần lớn trường hợp, chiều hướng phân bố lại vật chất và năng lượng phụ thuộc vào vị trí của các yếu tố cấu trúc cơ bản trong cảnh quan. Chẳng hạn, các hệ sinh thái thuộc địa thế trên cùng có thể năng cao nhất, chỉ có dòng vận chuyển vật liệu cơ giới và các chất dinh dưỡng đi xuống (thông qua quá trình bào mòn, rửa trôi); ngược lại, các hệ sinh thái ở địa thế dưới cùng có thể năng bằng 0; do đó, chỉ tiếp nhận các vật liệu cơ giới và các chất dinh dưỡng từ trên vận chuyển xuống, không có dòng vận chuyển vật chất ra khỏi ranh giới.

Để nghiên cứu một quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan, các bước sau đây cần được thực hiện:

- Nghiên cứu đặc điểm phân hóa cảnh quan theo các mô hình sinh thái học. Đây cũng là nhiệm vụ chung của một công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan;
- Phân chia và xác định các nhóm yếu tố cấu trúc cảnh quan nguồn đích - trung gian - đệm dựa trên tiêu chí cơ bản về địa thế;
- Phân tích tương quan đầu vào/đầu ra vật chất và năng lượng trong mỗi nhóm yếu tố cấu trúc cảnh quan;
- Phân tích sự vận động của dòng vật chất, dòng năng lượng trong cảnh quan dựa trên các tiêu chí kết nối cảnh quan.



Hình 11.1. Cơ chế vận động của các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan

### 11.1.2. Nguyên nhân hình thành các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan

Đặc điểm phân hóa cảnh quan và các quá trình sản xuất - tiêu thụ của quần xã sinh vật trong các hệ sinh thái bộ phận là nguyên nhân cơ bản hình thành các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan. Tất cả các quá trình này đều có nguồn gốc từ năng lượng ánh sáng Mặt Trời. Biểu hiện rõ nhất là dòng các chất dinh dưỡng và dòng năng lượng trong cảnh quan.

Trong các hệ sinh thái bộ phận, nhóm sinh vật sản xuất (thực vật xanh) sử dụng năng lượng ánh sáng Mặt Trời để quang hợp, tổng hợp các chất hữu cơ trong cơ thể thực vật từ  $\text{CO}_2$  trong khí quyển. Sản lượng sinh học sơ cấp (còn gọi là sản lượng sơ cấp tinh) biểu thị mức độ tích lũy chất hữu cơ của thực vật. Nhóm sinh vật tiêu thụ và phân hủy (động vật và vi sinh vật) sử dụng các hợp chất hữu cơ làm thức ăn phục vụ xây dựng cơ thể để tăng trưởng và cung cấp năng lượng cho các hoạt động trao đổi chất. Quá trình hô hấp của tất cả các nhóm sinh vật làm giải phóng năng lượng và thải  $\text{CO}_2$  ra khí quyển.

Trong quá trình sản xuất và tiêu thụ, các chất dinh dưỡng di động trong đất, cơ thể sinh vật, không khí và nước theo vòng khép kín, hình thành nên chu trình sinh địa hóa. Tất cả các hợp phần cảnh quan đều tham gia vào chu trình. Nhiều quá trình xảy ra trong các hợp phần, bao gồm quá trình quang hợp và hô hấp (sinh quyển), các phản ứng hóa học (khí quyển), quá trình thấm (thủy quyển), quá trình phong hóa (thạch quyển) đóng vai trò thiết yếu đối với chu trình các chất dinh dưỡng. Ngoài ra, trong các hợp phần còn có các bể chứa các nguyên tố hóa học khác nhau: khí quyển (cacbon trong khí CO<sub>2</sub>, nitơ trong khí N<sub>2</sub>), thạch quyển, thủy quyển (nitơ trong nitrat không hòa tan, photpho trong photphat,...), trong các cơ thể sống thuộc sinh quyển (cacbon trong cellulose, nitơ trong protein,...).

Dòng dinh dưỡng và dòng năng lượng trong cảnh quan được vận động ở ba mức:

*(1) Mức 1: vận động trong toàn bộ cảnh quan*

Quá trình vận động này xảy ra xuyên suốt tất cả hợp phần cảnh quan thuộc thạch quyển, thổ quyển, khí quyển, thủy quyển và sinh quyển. Các quá trình thuộc một hợp phần có thể sử dụng một số bộ phận cấu trúc của các hợp phần khác, tuy nhiên mỗi quá trình chủ đạo chỉ xảy ra trong phạm vi của một hợp phần. Ví dụ, xói mòn là một quá trình xảy ra trong thổ quyển, nhưng quá trình này lại thường bao hàm cả các tương tác của các thành phần trong thạch quyển (đá) với các thành phần khí quyển (gió) và thủy quyển (nước).

*(2) Mức 2: vận động trong từng hợp phần riêng rẽ*

Đối với mỗi hợp phần, các quá trình chủ đạo hình thành sự chuyển hóa vật chất và năng lượng xác định, nhưng không đặc thù về quy mô hoặc vị trí. Tất cả các quá trình xảy ra được nhóm thành một số quá

trình chủ đạo. Chẳng hạn, trong sinh quyển và thủy quyển có các quá trình quang hợp, hô hấp, bốc hơi,... và các quá trình động lực xảy ra trong các thành phần của hệ sinh thái (động lực loài và quần thể,...).

### (3) Mức 3: vận động trong từng quá trình riêng lẻ

Xét từng quá trình vận động riêng lẻ, mỗi quá trình này được đặc trưng bởi hai thành phần là *đầu vào - đầu ra* và *các yếu tố ảnh hưởng*.

- *Đầu vào* là những yếu tố bắt buộc để một quá trình diễn ra hoặc có ảnh hưởng quan trọng tới tốc độ diễn ra quá trình. Chẳng hạn, bức xạ Mặt Trời là yếu tố bắt buộc đối với mọi quá trình quang hợp trong tự nhiên, nhưng tốc độ quang hợp cũng có thể chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố khác như nước, bức xạ và nhiệt độ.

- *Đầu ra* là các sản phẩm phát sinh từ hoạt động của một quá trình, biểu thị yếu tố được sản xuất hoặc tạo ra. Sản phẩm đầu ra phản ánh một quá trình đang hoạt động. Ví dụ, quang hợp là một quá trình không thực sự nhìn thấy, nhưng sản phẩm của quang hợp là sản lượng sinh vật sơ cấp tích lũy trong thực vật lại có thể đo đạc được.

- *Các yếu tố ảnh hưởng* đến một quá trình bao gồm cả các hoạt động nhân sinh (quá trình đô thị hóa, quản lý đất đai) và các yếu tố tự nhiên (lũ lụt, lửa, biến đổi khí hậu,...). Các yếu tố ảnh hưởng gây ra những tác động tích cực hoặc tác động tiêu cực đối với quá trình.

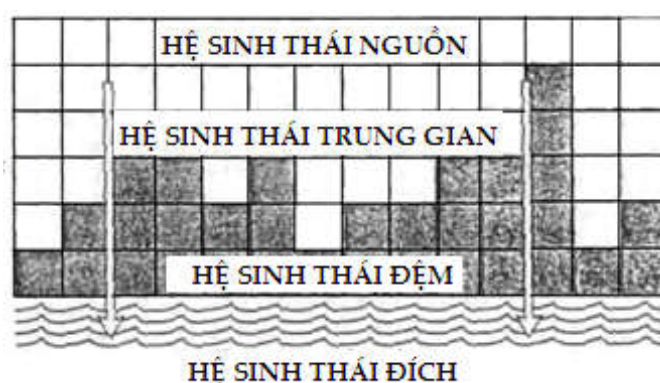
## 11.2. ĐỘNG LỰC NGUỒN - ĐÍCH TRONG CẢNH QUAN

### 11.2.1. Mô hình động lực nguồn - đích

Sự vận động của vật chất trong cảnh quan, trong đó quan trọng nhất là trầm tích, các chất dinh dưỡng và các chất ô nhiễm được giải thích bằng mô hình động lực nguồn – đích. Trong mô hình, cảnh quan



được mô phỏng là một không gian lãnh thổ khép kín, trong đó chứa nhiều hệ sinh thái bộ phận. Mỗi hệ sinh thái bộ phận chiếm một vị trí cụ thể trong cảnh quan. Liên quan tới hướng vận động của vật chất, các hệ sinh thái được phân chia thành *hệ sinh thái nguồn*, *hệ sinh thái đích*, *hệ sinh thái trung gian* và *hệ sinh thái đệm*. Trong mô hình, dòng vận chất được vận chuyển từ hệ sinh thái nguồn, đi qua các hệ sinh thái trung gian và hệ sinh thái đệm tới điểm cuối cùng là hệ sinh thái đích.



Hình 11.2. Mô hình động lực nguồn - đích: cảnh quan được chia nhỏ thành các lưới ô vuông; dòng nước, các chất dinh dưỡng hoặc các chất ô nhiễm có hướng từ nguồn qua trung gian, đệm xuống đích

Mô hình động lực nguồn - đích có hai ưu thế trong nghiên cứu các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan như sau:

- Giám sát và dự báo được hướng vận động của dòng vật chất.
- Định lượng được cường độ của dòng vật chất.

Tương tác biển - lục địa là một ví dụ điển hình về động lực nguồn - đích trong cảnh quan. Dòng chảy là yếu tố vận chuyển trầm tích, các chất dinh dưỡng và chất ô nhiễm từ đất liền vào các hệ sinh thái biển. Trên đất liền, các hệ sinh thái nằm sâu trong nội địa hoặc phân bố ở địa thế cao hơn được coi là *hệ sinh thái nguồn*, đóng vai trò là nguồn phát sinh vật chất. Các hệ sinh thái nằm gần biển hoặc phân bố ở địa thế thấp

hơn được coi là *hệ sinh thái trung gian*. Các hệ sinh thái nằm trong vùng thường xuyên chịu sự tương tác biển và lục địa, chẳng hạn thảm thực vật tự nhiên ven biển, rừng ngập mặn, bãi triều, đất ngập nước ven biển... được coi là các *hệ sinh thái đệm*. Các hệ sinh thái biển nông và biển sâu được coi là *hệ sinh thái đích*.

### 11.2.2. Đặc điểm động lực nguồn - đích

#### *a) Hướng vận động của dòng vật chất*

##### *Hệ sinh thái nguồn và hệ sinh thái đích*

Hướng vận động của dòng vật chất luôn tuân theo quy luật từ nguồn tới đích. Tuy nhiên, vị trí giữa hệ sinh thái nguồn và hệ sinh thái đích trong cảnh quan chỉ mang tính chất tương đối, tùy thuộc vào đặc điểm di động phi sinh học hay di động sinh học của vật chất.

*Sự di động phi sinh học của vật chất trong cảnh quan* được hình thành do trọng lực với nước là yếu tố trung gian vận chuyển. Bản chất của sự di động này là chỉ theo một hướng đi xuống. Hệ sinh thái nguồn thường nằm ở địa thế cao hơn, hệ sinh thái đích thường ở địa thế thấp hơn. Chẳng hạn, trong một lưu vực sông, các hệ sinh thái trên đỉnh phân thủy được coi là nguồn, các hệ sinh thái nằm dưới thung lũng sông được coi là đích. Các hoạt động diễn ra ở các hệ sinh thái nguồn sẽ có ảnh hưởng tới chất lượng nước phía dưới lưu vực.

Có hai dạng cơ bản vận chuyển vật chất theo cơ chế phi sinh học:

- Vật chất tích đọng trong các hệ sinh thái đích do tác động của trọng lực dưới dạng bào mòn một số lượng lớn các vật chất rắn, các hợp chất lơ lửng trong nước, các bụi khí quyển. Cường độ bào mòn phụ thuộc vào độ phân cắt địa hình, độ bền vững của cảnh quan kháng lại xói mòn, độ che phủ của thảm thực vật.

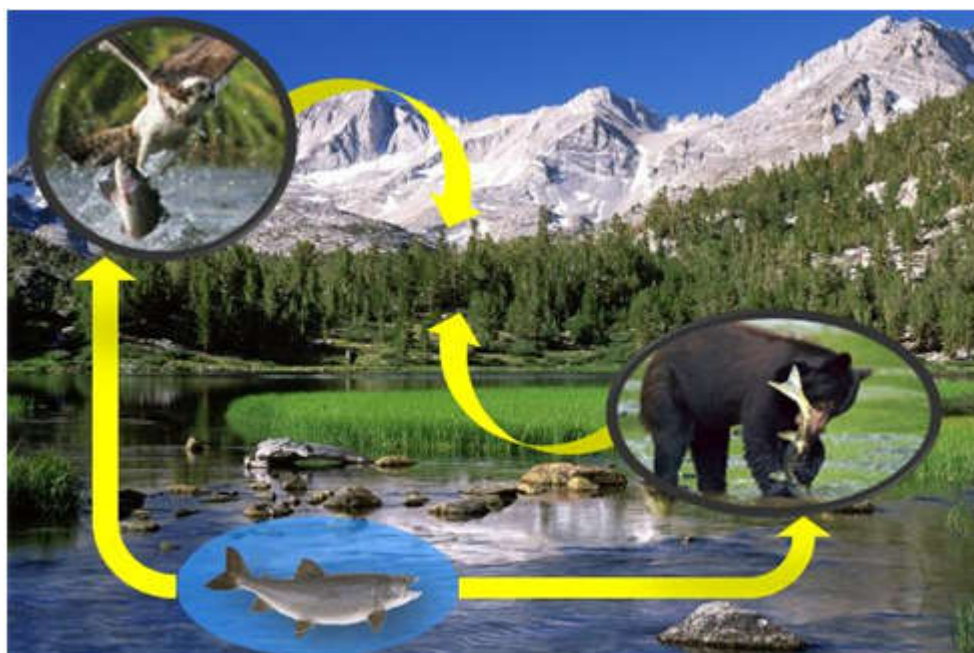
- Dưới dạng các ion hòa tan theo dòng nước và tham gia vào các phản ứng địa hoá và sinh địa hoá. Chỉ số tổng hợp theo kênh này là dòng chảy rắn, đúng hơn là các chất lơ lửng. Tuy nhiên không tính đến sự phân bố vật chất trong cảnh quan và trước hết là sự mang chuyển vật chất theo dòng chảy sườn và vật chất theo dòng chảy sông.

*Sự di động sinh học của vật chất trong cảnh quan* được thực hiện theo cơ chế khác hẳn do yếu tố trung gian vận chuyển vật chất không phải là nước. Hệ sinh thái nguồn có thể nằm ở địa thế thấp hơn hệ sinh thái đích. Cơ chế vận chuyển của dòng phát tán của sinh vật, dòng các chất dinh dưỡng trong chuỗi và lưới thức ăn ít phụ thuộc vào địa thế.

Trong trường hợp dòng phát tán của sinh vật, cơ sở phân chia các hệ sinh thái nguồn, đích, trung gian và đệm theo địa thế chỉ có ý nghĩa tương đối. Đối với các loài cây phát tán nhờ động vật, nguồn có thể phân bố ở địa thế thấp hơn so với đích.

Dòng các chất dinh dưỡng trong chuỗi và lưới thức ăn cũng ít phụ thuộc vào địa thế trong cảnh quan. Một ví dụ điển hình về dòng vận chuyển các chất dinh dưỡng từ thủy vực vào đất liền được quan sát thấy ở khu vực ven biển Thái Bình Dương thuộc Bắc Mỹ. Mỗi năm, khu vực này có hàng triệu cá thể cá hồi di chuyển ngược từ đại dương vào các sông nước ngọt để sinh sản. Các cá thể này là nguồn thức ăn quan trọng cho nhiều loài ăn thịt như đại bàng trắng (*Haliaeetus leucocephalus*), gấu nâu (*Ursus arctos*) và gấu đen (*Ursus americanus*). Các vật ăn thịt tập trung dọc theo sông suối khu vực đẻ trứng của cá hồi. Cá hồi thường chết sau khi đẻ trứng, khi phân hủy thì giải phóng chất dinh dưỡng vào môi trường nước. Tuy nhiên, điều này lại ít ảnh hưởng tới các hệ sinh thái thủy vực mà ảnh hưởng nhiều tới các hệ sinh thái trên cạn. Gấu và đại bàng thường mang cá hồi lên trên cạn để ăn. Các kết quả phân tích đồng vị phóng xạ đã chỉ ra rằng, các chất dinh dưỡng có nguồn gốc từ

biển, qua cơ thể cá hồi, xâm nhập vào chuỗi và lưới thức ăn trong hệ sinh thái thủy vực và di chuyển lên các khu vực đất liền.



Hình 11.3. Dòng dinh dưỡng từ sông suối vào cá, gấu và đại bàng; các chất dinh dưỡng sau đó được tích lũy ở các khu vực cao và được hấp thụ vào các khu sinh học trên cạn (Willson, 1998).

### *Hệ sinh thái trung gian và hệ sinh thái đệm*

Hệ sinh thái trung gian nằm ở vị trí giữa hệ sinh thái nguồn và hệ sinh thái đích. Chẳng hạn, hành lang được coi là một hệ sinh thái trung gian. Hệ sinh thái đệm nằm giữa hệ sinh thái trung gian và hệ sinh thái đích có vai trò thu giữ vật chất, nên làm giảm được mức độ xâm nhập trầm tích, các chất dinh dưỡng, các chất ô nhiễm từ các hệ sinh thái nguồn vào các hệ sinh thái đích. Tương quan dòng ra - dòng vào là tiêu chí chức năng quan trọng nhất phân định hệ sinh thái trung gian và hệ sinh thái đệm: hệ sinh thái trung gian có dòng ra - dòng vào tương đối

cân bằng nhau; hệ sinh thái đệm có dòng ra thấp hơn rất nhiều so với dòng vào.

Trong cảnh quan, ecoton thường đóng vai trò là hệ sinh thái đệm, có chức năng đệm các quá trình hệ sinh thái thông qua cơ chế bẫy vật chất. Vật chất di chuyển từ hệ sinh thái nguồn vào hệ sinh thái đích phần lớn bị thu giữ (bị bẫy) trong ecoton. Chẳng hạn, trong một lưu vực, thảm thực vật ven thung lũng sông được bảo vệ tốt sẽ hạn chế được rửa trôi trầm tích, chất dinh dưỡng, chất ô nhiễm từ khu vực dân cư và khu vực canh tác nông nghiệp ở phía trên xuống hạ nguồn. Trong trường hợp bị phá hủy cấu trúc, ecoton sẽ bị mất chức năng bẫy vật chất, có thể chuyển thành hệ sinh thái trung gian.

Ba độ đo cấu trúc quan trọng để đánh giá tính hiệu quả của chức năng đệm là *độ rộng, độ kết nối và độ đồng nhất theo chiều rộng của ecoton*. Độ rộng và độ kết nối của ecoton tỷ lệ thuận với khả năng lưu giữ vật chất. Một ecoton quá hẹp hoặc phân mảnh cao sẽ không thực hiện tốt chức năng bẫy vật chất. Tuy nhiên, tính đồng nhất theo chiều rộng của ecoton đóng vai trò quan trọng hơn. Trong các ecoton có tính đồng nhất không cao, có nhiều khoảng trống song song với hướng di chuyển của dòng vật chất sẽ tạo thuận lợi cho vật chất di chuyển qua ecoton.

Trong một số trường hợp, các ecoton có cấu trúc không gian hoàn chỉnh đóng vai trò là đích hoặc nguồn thực thụ. Cấu trúc không gian hoàn chỉnh của các ecoton tạo cho vùng đệm đóng vai trò như là một đích dinh dưỡng. Mặt khác, các ecoton cũng đóng vai trò là nơi sống cho nhiều loài thực vật và động vật. Do đó, trong một số chuỗi và lưới thức ăn đặc biệt, ecoton có thể đóng vai trò là nguồn phát tán vật chất lên các hệ sinh thái ở địa thế cao hơn.

### ***b) Cường độ của dòng vật chất***

Trong mô hình động lực nguồn - đích, cường độ của dòng vật chất được đánh giá dựa trên giá trị về sản lượng ròng của các hệ sinh thái bộ phận. Sản lượng ròng được tính bằng lượng vật chất bị mất đi khỏi hệ sinh thái (đầu ra, biểu thị khả năng sản xuất vật chất) trừ đi lượng vật chất được bổ sung vào hệ sinh thái đó (đầu vào, biểu thị khả năng tiếp nhận vật chất). Giá trị này khác nhau đối với các hệ sinh thái bộ phận:

- *Hệ sinh thái nguồn*: sản lượng ròng dương do lượng vật chất bị mất đi vượt quá lượng bổ sung. Hệ sinh thái nguồn có cường độ vận chuyển vật chất càng lớn, giá trị sản lượng ròng càng cao.

- *Hệ sinh thái đích*: sản lượng ròng âm do lượng vật chất được bổ sung vào vượt quá mức so với lượng vật chất bị mất đi. Hệ sinh thái đích có cường độ vận chuyển vật chất càng lớn, giá trị sản lượng ròng càng nhỏ.

- *Hệ sinh thái trung gian*: sản lượng ròng bằng hoặc xấp xỉ giá trị 0 do lượng vật chất bị mất đi và lượng vật chất được bổ sung thêm tương đương hoặc bằng 0. Do đó, hệ sinh thái trung gian không ảnh hưởng tới cường độ vận chuyển vật chất trong cảnh quan.

- *Hệ sinh thái đệm*: cũng giống như hệ sinh thái đích, sản lượng ròng của hệ sinh thái đệm luôn âm do lượng vật chất mất đi thấp hơn nhiều so với lượng được bổ sung vào. Điều khác biệt ở đây là hệ sinh thái đệm có khả năng hóa giải vật chất cao: hóa giải các chất dinh dưỡng hoặc chất ô nhiễm bằng các phản ứng hóa học, hấp thu sinh học hoặc do con người can thiệp vào. Điều này có ý nghĩa quan trọng vì sự có mặt của hệ sinh thái đệm sẽ làm giảm lượng vật chất bổ sung vào hệ sinh thái đích.

Cường độ của dòng vật chất vận động giữa các hệ sinh thái trong cảnh quan phụ thuộc nhiều vào bản chất của lớp phủ thực vật, hiện trạng sử dụng đất, các hoạt động nhân sinh, cấu trúc địa hình và cấu trúc thổ nhưỡng. Một lưu vực có độ dốc lớn và lớp thổ nhưỡng dễ bị xói

mòn, thì cường độ dòng vận chuyển các chất dinh dưỡng và trầm tích từ nguồn xuống thủy vực tăng nhanh hơn.

Cần chú ý rằng, tất cả các hệ sinh thái nguồn, đích và trung gian đều chỉ được xác định một cách tương đối. Một hệ sinh thái vừa đóng vai trò là nguồn đối với chất này, nhưng lại là đích hoặc trung gian đối với chất khác. Chẳng hạn, một cảnh quan bao gồm các hệ sinh thái trên cạn, các hệ sinh thái đất ngập nước và các hệ sinh thái thủy vực. Các hệ sinh thái trên cạn và ngập nước được coi là nguồn, đích hoặc trung gian. Trong khi đó, các hệ sinh thái thủy vực có thể là đích hoặc trung gian đối với các chất cụ thể.

### **11.3. CHU TRÌNH SINH ĐỊA HÓA TOÀN CẦU VÀ DÒNG CHẤT DINH DƯỠNG TRONG CẢNH QUAN**

#### **11.3.1. Khái niệm và đặc điểm**

##### *a) Chu trình sinh địa hóa toàn cầu*

Chu trình sinh địa hóa là một quá trình khép kín trong đó các nguyên tố hoặc các phân tử hóa học di chuyển qua tất cả các quyển là sinh quyển, thạch quyển, khí quyển và thủy quyển của Trái Đất. Xét ở quy mô toàn cầu, chu trình sinh địa hóa thực chất là vòng tuần hoàn vật chất trong tự nhiên diễn ra liên tục từ khi hình thành sự sống trên Trái Đất, trong đó có sự tham gia của sinh vật, môi trường địa lý và các nguyên tố hoá học. Sinh vật đóng vai trò quan trọng trong hình thành và duy trì chu trình sinh địa hóa. Chu trình này là tổng hợp của các chu trình từng nguyên tố là nước, cacbon, nitơ, các chất khoáng photpho, kali, lưu huỳnh, canxi, natri, sắt,... và các nguyên tố vi lượng khác.

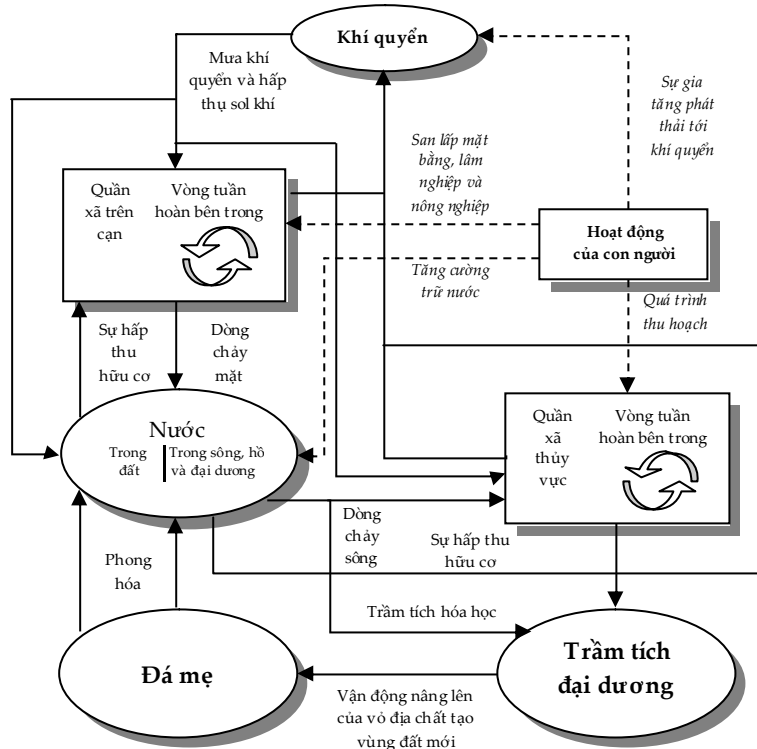
Chu trình sinh địa hóa được chia thành vòng tuần hoàn nhỏ và vòng tuần hoàn lớn dựa trên quy mô của chu trình:

- *Vòng tuần hoàn nhỏ*: còn gọi là vòng tuần hoàn sinh vật, diễn ra giữa sinh quyển - thổ quyển - khí quyển, có thời gian quay vòng của các nguyên tố hoá học nhanh, từ vài chục cho tới vài trăm năm.

- *Vòng tuần hoàn lớn*: còn gọi là vòng tuần hoàn địa chất, xảy ra giữa lục địa và biển, trong đó cả sinh vật và các nguyên tố hoá học cũng tham gia, thời gian diễn ra rất dài, có thể hàng triệu năm.

Các nguyên tố trong chu trình sinh địa hóa là những nguyên tố thiết yếu của sự sống. Trong 94 nguyên tố hóa học có nguồn gốc trong tự nhiên, chỉ có 6 nguyên tố có tính quyết định đối với sự sống là cacbon (C), hydro (H), oxi (O), nitơ (N), photpho (P) và lưu huỳnh (S). Các nguyên tố này chiếm tới 95% khối lượng cơ thể sinh vật, đồng thời đóng vai trò quan trọng đối với sinh quyển và các quyển khác trên Trái Đất. Chẳng hạn, kết hợp giữa hydro và oxi hình thành nước trong thủy quyển; kết hợp giữa nitơ và oxi hình thành khí  $\text{NO}_x$  phổ biến trong khí quyển. Tất cả 6 nguyên tố này đều là thành phần trong các chu trình sinh địa hóa phức tạp, trong đó, chúng đi qua tất cả các quyển của Trái Đất. Sáu nguyên tố trong chu trình sinh địa hóa đều là các nguyên tố có số nguyên tử ít: cacbon (6), hydro (1), oxi (8), nitơ (7), photpho (15) và lưu huỳnh (16). Trong tất cả các quyển trên Trái Đất, sáu nguyên tố này chiếm tới 50,35% tổng khối lượng. Trừ oxi, các nguyên tố còn lại đều có hàm lượng rất thấp: oxi (49,2%), hydro (0,87%), photpho (0,11%), cacbon (0,08%), lưu huỳnh (0,06%) và nitơ (0,03%). Tuy nhiên, oxi và lưu huỳnh chiếm ưu thế trong lớp vỏ Trái Đất (thạch quyển và thổ quyển). Nitơ và oxi chiếm ưu thế trong khí quyển. Hydro và oxi chiếm ưu thế trong thủy quyển. Trong sinh quyển, hàm lượng các nguyên tố này lại chiếm ưu thế tuyệt đối. Các nguyên tố này chiếm tới 97,26%, trong đó oxi (65%), cacbon (18%), hydro (10%), nitơ (3%), photpho (1%) và lưu huỳnh (0,26%).





Hình 11.4. Chu trình sinh địa hóa quy mô toàn cầu. Hoạt động của con người ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến dòng các chất dinh dưỡng thông qua các quần xã trên cạn và quần xã thủy vực, ảnh hưởng đến chu trình sinh địa hoá toàn cầu bằng phát thải thêm các chất dinh dưỡng vào không khí và nước.

Trong chu trình sinh địa hóa, các chất được lưu trữ trong các bể chứa. Chu trình có bể chứa các chất dinh dưỡng nằm trong khí quyển được gọi là chu trình khí. Ví dụ trong chu trình nitơ, bể chứa hợp chất  $N_2$  chiếm tới 78% khí quyển. Chu trình có các bể chứa trong lớp vỏ trầm tích của Trái Đất được gọi là chu trình trầm tích. Ví dụ chu trình photpho có bể chứa là đá photphat. Chu trình lưu huỳnh là một chu trình trung gian, trong đó có bể chứa trong đất và khí quyển. Trong chu trình khí, các nguyên tố ở dạng khí trong khí quyển và trong cơ thể sinh vật sẽ trở lại môi trường tương đối nhanh. Ngược lại, trong chu trình trầm tích và chu trình trung gian, photpho và lưu huỳnh chịu chi phối mạnh bởi tác động của

các quá trình địa lý tự nhiên (xói mòn, bồi tụ) và tác động của con người.

Chu trình sinh địa hóa đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của các cảnh quan và hệ sinh thái trên Trái Đất, là một trong những cơ chế cơ bản để duy trì sự cân bằng trong sinh quyển. Các chất vô cơ trong hệ sinh thái theo con đường từ môi trường chuyển vào cơ thể sinh vật, rồi từ cơ thể sinh vật chuyển trở lại môi trường. Chu trình của cacbon, nitơ, photpho và lưu huỳnh là chu trình các chất dinh dưỡng quan trọng nhất đối với sinh vật. Một phần quan trọng của các quan hệ sinh học trong quần xã là chu trình các chất dinh dưỡng qua các sinh vật thuộc các bậc dinh dưỡng khác nhau trong một hệ sinh thái. Sự vận động của các chất dinh dưỡng giữa môi trường sinh học với môi trường vật lý được coi là cơ sở để duy trì sự sống trên Trái Đất.

### ***b) Cơ chế và sự vận động của dòng các chất dinh dưỡng quan trọng trong cảnh quan***

Dòng các chất dinh dưỡng trong cảnh quan là một bộ phận của chu trình sinh địa hóa toàn cầu. Mặc dù các chất dinh dưỡng vận động qua tất cả các hợp phần của cảnh quan, tuy nhiên các dòng dinh dưỡng quan trọng xảy ra chủ yếu trong sinh quyển, thổ quyển và thủy quyển. Các quá trình chủ yếu xảy ra trong khí quyển ít được quan tâm hơn do thường vượt ra ngoài phạm vi cảnh quan, trong đó dòng cacbon là một điển hình. Một số quá trình xảy ra trong thạch quyển cũng ít được quan tâm, vì thời gian xảy ra quá trình này tương đối dài, chẳng hạn, quá trình tích lũy trầm tích trong chu trình lưu huỳnh.

Trong phạm vi cảnh quan, hai dòng dinh dưỡng được quan tâm nhiều nhất là dòng nitơ và dòng photpho:

- *Dòng nitơ*: quá trình phản nitrat hóa đóng vai trò quan trọng trong các cảnh quan và hệ sinh thái tự nhiên. Tốc độ phản nitrat cao do nguyên nhân các chất đầu vào nitrat và cacbon hữu cơ vào môi trường yếm khí. Nitrat thường được cung cấp bởi các khu vực nông nghiệp (trên thượng nguồn), trong khi môi trường yếm khí thường xảy ra trong khu vực đất ngập nước bão hòa và bãi bồi ven sông (dưới hạ nguồn). Hệ quả, tốc độ phản nitrat hóa thường đạt cực đại khi trong cảnh quan không có các hệ sinh thái đệm, hoặc hệ sinh thái đệm hẹp và bị phân mảnh. Các thảm thực vật ven sông cũng có những tác dụng duy trì các chất huyền phù, cũng như hạn chế ảnh hưởng của lũ lụt.

- *Dòng photpho*: do photpho có xu thế bị hấp thụ vào các hạt đất, nên vai trò bẫy trầm tích của các hệ sinh thái đệm giúp làm giảm sự vận chuyển của photpho từ đất liền xuống các thủy vực.

Một trong những hệ quả quan trọng của dòng dinh dưỡng di động trong hợp phần sinh vật là hiện tượng khuếch đại sinh học. Trong chuỗi thức ăn, các chất được vận động qua các mắt xích thức ăn, chuyển từ sinh vật này sang sinh vật khác. Những chất có thời gian phân hủy chậm, trong quá trình vận động trong chuỗi thức ăn sẽ được tích lũy trong cơ thể sinh vật một lượng lớn. Mặc dù ở các mắt xích khởi đầu có liều lượng rất nhỏ, nhưng qua chuỗi thức ăn lượng vô hại ban đầu được tích lũy và trở nên có hại. Trường hợp điển hình là hiện tượng tích tụ DDT bằng cơ chế khuếch đại sinh học. Ví dụ, tại hồ Clear thuộc tiểu bang California, Hoa Kỳ, DDT được phun với nồng độ 0,02 ppm để diệt muỗi. Hệ quả, tất cả chim lặn đều chết. Khi phân tích, người ta thấy hàm lượng DDT trong sinh vật nổi là 5ppm, động vật ăn cỏ là 15 ppm, cá là 100 ppm và chim lặn ăn cá đạt tới 1.600 ppm.

### **11.3.2. Vòng tuần hoàn nước**

Vòng tuần hoàn nước toàn cầu là sự vận động liên tục của nước ở trên, dưới và sát bề mặt Trái Đất. Vòng tuần hoàn này là một chu trình thực sự, không có điểm đầu và điểm cuối. Trong vòng tuần hoàn, nước thay đổi trạng thái từ khí, lỏng và rắn ở các khu vực khác nhau. Mặc dù cân bằng nước không đồng đều ở các khu vực, nhưng xét tổng thể trên toàn Trái Đất, cân bằng nước lại luôn ổn định theo thời gian.

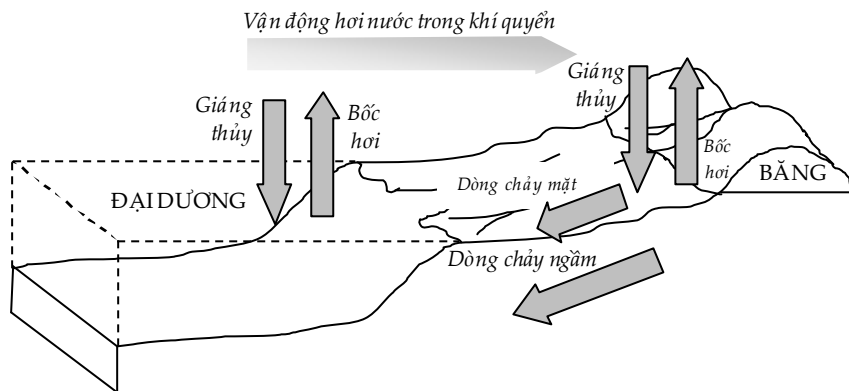
Căn cứ vào các giai đoạn nước tham gia trong chu trình, có thể phân biệt hai kiểu vòng tuần hoàn nước:

- *Vòng tuần hoàn nhỏ*: chu trình vận động của nước chỉ tham gia vào giai đoạn bốc hơi và giáng thủy, không kể khối lượng nước ít hay nhiều.

- *Vòng tuần hoàn lớn*: chu trình vận động của nước tham gia vào cả bốn giai đoạn là bốc hơi, giáng thủy, dòng thấm và dòng chảy mặt. Nước ở các thủy vực (ao, hồ, sông, đại dương) bốc hơi tạo độ ẩm trong không khí (hơi nước trong khí quyển). Hơi nước gặp lạnh tạo mây, được gió mang đi và đẩy lên cao gặp nhiệt độ thấp hơn tạo thành mưa hoặc tuyết. Nước mưa rơi xuống được thấm xuống đất hoặc chảy trên bề mặt rồi lại trở về các thủy vực.

Vòng tuần hoàn nước có vai trò quan trọng trong tham gia và thúc đẩy chu trình sinh địa hóa toàn cầu và dòng các chất dinh dưỡng trong cảnh quan. Trong vòng tuần hoàn nước, nước tồn tại ở nhiều trạng thái khác nhau trong các quyển. Nguồn chính của nước là các đại dương, mặc dù hệ thống nước ngọt cũng đóng vai trò quan trọng. Năng lượng bức xạ tạo cho nước bốc hơi vào khí quyển, sau đó được gió phân phối, và mưa mang chúng trở lại bề mặt Trái Đất, nơi chúng được lưu trữ trong các cơ thể sống hoặc trong các lưu vực cùng với thạch quyển và thủy quyển trên lục địa. Trong vòng tuần hoàn nước, tất cả các yếu tố thiết yếu có trong các quá trình trước đó đều được xác định trong các quyển, ví dụ như thủy động lực (khí quyển), quang hợp và hô hấp (sinh

quyển), bốc hơi nước (thủy quyển), vận động và lưu trữ nước bề mặt (thủy quyển).



Hình 11.5. Vòng tuần hoàn nước trên Trái Đất: nước tuần hoàn từ đại dương vào khí quyển, vào đất liền và quay trở lại đại dương. Mặc dù một phần trữ lượng nước trên Trái Đất không vận động trong thời gian hàng ngàn năm (ví dụ lưu trữ ở dạng băng vĩnh cửu), nhưng tất cả đều tham gia vào vòng tuần hoàn nước. Các giá trị thể hiện quy mô của các bể chứa (triệu km<sup>3</sup>).

Sự vận động của nước trong cảnh quan là một phần của vòng tuần hoàn nước trên Trái Đất. Tùy thuộc vào kiểu loại cảnh quan, nước ở trong cảnh quan sẽ tồn tại ở các trạng thái khác nhau. Đồng thời, các quá trình bốc hơi, giáng thủy, dòng thấm và dòng chảy mặt sẽ gây ra những quá trình đặc thù trong cảnh quan đó, bao gồm:

- *Quá trình vận chuyển và tích tụ vật liệu cơ giới*: hoạt động của nước chảy trên mặt gây ra các quá trình xâm thực, bào mòn, xói mòn, dẫn tới vận chuyển và tích tụ vật liệu cơ giới theo hướng dòng chảy. Nước chảy theo dòng bào mòn đáy địa hình gây hiện tượng xâm thực. Nước chảy tràn trên mặt sườn gây hiện tượng bào mòn bề mặt. Nước chảy tràn theo diện của lớp phủ thổ nhưỡng gây hiện tượng xói mòn đất, bao gồm xói mòn bề mặt và xói mòn khe rãnh.

- *Nhân tố tham gia vào chu trình cacbon*: dòng chảy mặt là một phần của chu trình cacbon tham gia vào vận chuyển vật liệu từ vỏ phong hóa và thổ nhưỡng.

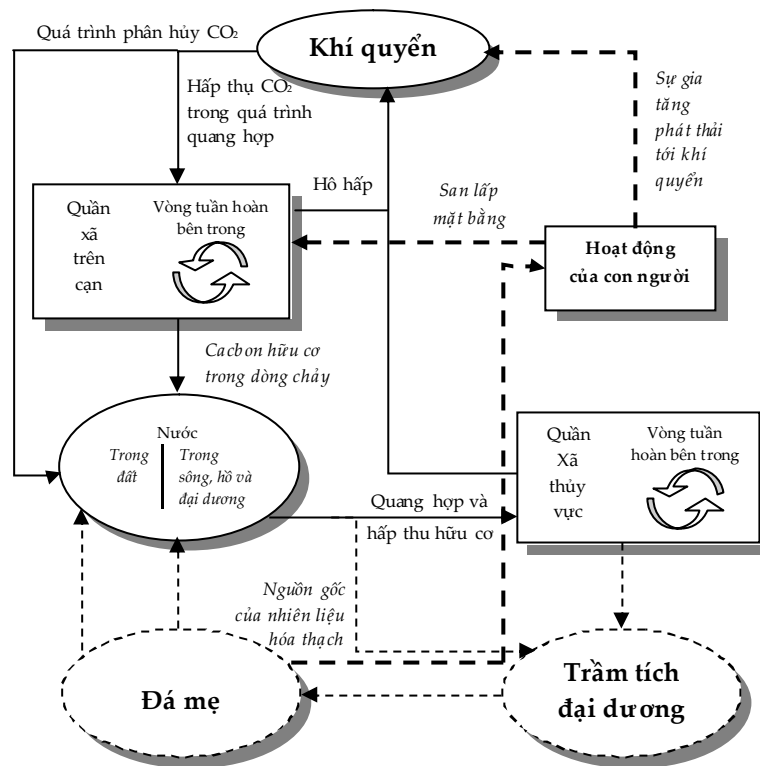
- *Hiện tượng phú dưỡng*: hiện tượng xảy ra chủ yếu ở các khu vực nước ngọt và các vùng ven biển, vùng biển khép kín. Dòng chảy mang P và N từ đất liền (đặc biệt là P và N có nguồn gốc phân bón ở các khu vực sản xuất nông nghiệp) vào các thủy vực. Do lượng muối khoáng N, P và hàm lượng các chất hữu cơ quá dư thừa làm cho quần xã sinh vật trong nước không thể đồng hoá được. Kết quả làm cho hàm lượng ôxy trong nước giảm đột ngột, các khí độc tăng lên, tăng độ đục của nước, gây thoái hóa thủy vực. Trong quá trình này, P chủ yếu được mang bởi dòng chảy mặt, trong khi đó N được vận chuyển bởi cả dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm từ đất liền vào các thủy vực.

Các hoạt động của con người làm thay đổi tuần hoàn nước bao gồm: hoạt động nông nghiệp, công nghiệp và xây dựng đô thị; thay đổi thành phần hóa học trong khí quyển; xây dựng đập; phá rừng và phát triển rừng; sử dụng nước quá mức, làm suy giảm trữ lượng nước mặt và nước ngầm. Các hoạt động này làm thay đổi tốc độ thoát hơi nước; thay đổi tốc độ tan băng; thay đổi phân bố, tần suất và cường độ mưa.

### **11.3.3. Chu trình cacbon toàn cầu và dòng cacbon trong cảnh quan**

Trong chu trình cacbon toàn cầu, cacbon vận động qua tất cả các quyển trên Trái Đất. Chu trình này đóng vai trò đặc biệt quan trọng đối với sự sống, cho phép cacbon tái tạo trong cơ thể tất cả các sinh vật thuộc sinh quyển. Trong chu trình, CO<sub>2</sub> vào cơ thể sống từ môi trường phi sinh học do quá trình quang hợp của thực vật xanh. Cacbon trở lại môi trường khi các cơ thể sống hô hấp, khi vật liệu hữu cơ bị phân hủy hoặc khi gỗ và các nguyên liệu hóa thạch bị đốt cháy. Sự vận động của

carbon cũng xảy ra trong môi trường phi sinh học. Cần chú ý rằng các tàn tích sinh vật cổ hình thành các mỏ hóa thạch (đầu, khí tự nhiên và than), sẽ tạm thời chuyển carbon ra khỏi chu trình. Khi các nguyên liệu hóa thạch bị đốt cháy, carbon được giải phóng vào khí quyển và tiếp tục tham gia vòng tuần hoàn.



Hình 11.6. Chu trình carbon toàn cầu

Chu trình carbon ảnh hưởng sâu sắc tới biến đổi khí hậu toàn cầu. Con người đốt cháy nhiên liệu hóa thạch và sinh khối thực vật làm giải phóng carbon dưới dạng CO<sub>2</sub> từ các bể chứa. Nạn phá rừng, đặc biệt là mất tán rừng - một bể chứa carbon bằng cách sử dụng CO<sub>2</sub> trong khí quyển để quang hợp cũng làm suy giảm khả năng lưu trữ carbon. Xu

thể tăng hàm lượng cacbon trong khí quyển trong vòng 200 năm qua là kết quả của vấn đề nóng lên toàn cầu.

Dòng cacbon trong cảnh quan là một phần của chu trình cacbon toàn cầu; trong đó, các quá trình quan trọng nhất là:

- *Quá trình phong hóa đá*:  $\text{H}_2\text{CO}_3$  phản ứng với đá bị phong hóa hình thành  $\text{HCO}_3^-$ .  $\text{HCO}_3^-$  được vận chuyển xuống đại dương và hình thành cabonat trong đại dương. Không giống như  $\text{CO}_2$  hòa tan ở trạng thái cân bằng hoặc trong mô sinh vật, quá trình phong hóa không di chuyển cacbon vào một bể chứa mà có thể dễ dàng quay trở lại khí quyển.

- *Biến đổi khí hậu*: cacbon chứa trong sinh quyển chịu ảnh hưởng bởi số lượng các quá trình theo các khoảng thời gian khác nhau: trong khi sản lượng sơ cấp tinh có tính nhịp điệu ngày đêm và nhịp điệu mùa, cacbon có thể dự trữ trong cơ thể thực vật hàng trăm năm, hoặc trong đất hàng nghìn năm. Biến đổi khí hậu do các nguyên nhân khác nhau, ví dụ chặt phá rừng, trồng rừng,... gây phát thải  $\text{CO}_2$  ảnh hưởng tới biến đổi khí hậu toàn cầu.

- *Axit hóa môi trường nước đại dương*: đây là hiện tượng giảm độ pH trong môi trường nước đại dương do hấp thu  $\text{CO}_2$  nguồn gốc nhân sinh từ khí quyển. Ước tính độ pH trung bình của nước đại dương đã giảm 0,075 trong vòng gần 250 năm (Caldeira, 2003; Orr, 2005).

- *Biến đổi sản lượng sinh vật sơ cấp trong cảnh quan*: các phương pháp sinh thái học có ưu thế trong việc tính sản lượng sơ cấp trong phạm vi hệ sinh thái. Tuy nhiên, ở phạm vi cảnh quan có cấu trúc không gian bất đồng nhất, điều này tương đối khó khăn. Hiện nay, công nghệ viễn thám được ứng dụng để tính chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) đối với lục địa, và chỉ số chlorophyl trên mặt biển đối với đại dương, cho phép tính được sản lượng sinh vật sơ cấp. Ưu thế về tính đa thời gian và phạm vi không gian rộng của ảnh vệ tinh cho phép đánh giá được xu



thể biến đổi sản lượng sinh vật sơ cấp ở quy mô cảnh quan. Chẳng hạn, Monteith (1972, 1977) đưa ra một mô hình tính tổng sản lượng sơ cấp thô trong cảnh quan trong mùa sinh trưởng như sau:

$$GPP = \sum_{i=1}^n \varepsilon_p \varepsilon (a \cdot NDVI + b) PAR$$

Trong đó: GPP là tổng sản lượng sơ cấp thô trong mùa sinh trưởng ( $g/m^2$ ); PAR là bức xạ quang hợp hữu hiệu ( $MJ/m^2$ );  $\varepsilon_p$  là hiệu suất sinh học lớn nhất trong quá trình chuyển hóa PAR thành vật liệu khô ( $gM/J.m^2$ );  $\varepsilon$  là ứng suất môi trường; NDVI là chỉ số khác biệt thực vật; a và b là các hệ số hồi quy.

### 11.3.4. Chu trình nitơ toàn cầu và dòng nitơ trong cảnh quan

Trong chu trình nitơ toàn cầu, nitơ tồn tại ở tất cả các dạng tuần hoàn trong Trái Đất. Hoạt động của chu trình này gần tương tự với vòng tuần hoàn nước. Chu trình nitơ ảnh hưởng đến tốc độ phát triển của các quá trình hệ sinh thái chính là sản lượng thứ cấp và phân hủy. Trong chu trình nitơ toàn cầu, các dòng nitơ chủ yếu có nguồn gốc từ hoạt động của vi sinh vật trong đất và đại dương.

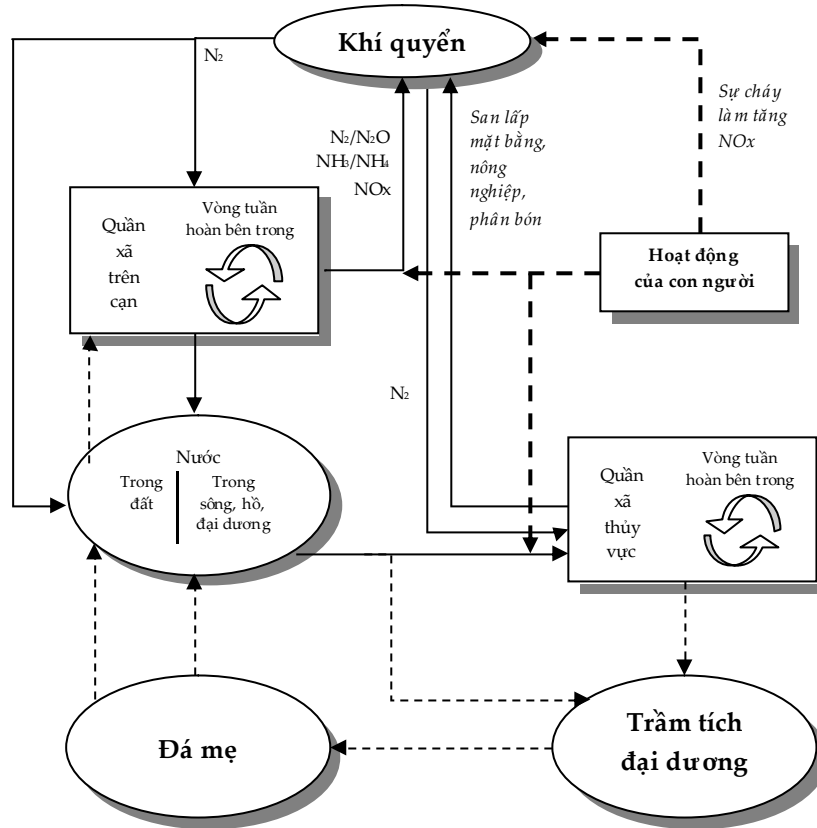
Khí quyển Trái Đất là bể chứa nitơ lớn nhất, khoảng 79% hàm lượng nitơ. Tuy nhiên, phần lớn sinh vật không thể sử dụng được khí  $N_2$  trong khí quyển.  $N_2$  vào chuỗi và lưới thức ăn trong hệ sinh thái thông qua quá trình cố định nitơ. Một số vi sinh vật cố định đạm cộng sinh trong rễ thực vật (*Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*,...) có khả năng chuyển  $N_2$  thành nitơ hữu cơ, tạo protein. Sau đó, dòng nitơ tiếp tục vận động trong chuỗi và lưới thức ăn thông qua các sinh vật tiêu thụ. Tuy nhiên, sau đó chu trình nitơ lại trở nên phức tạp hơn rất nhiều so với chu trình cacbon, theo các quá trình chính sau:

- Động vật giải phóng nitơ bằng con đường bài tiết. Cá giải phóng  $\text{NH}_3^+$ , nhưng ở nồng độ cao,  $\text{NH}_3^+$  trở thành chất độc đối với các sinh vật khác. Do đó, sinh vật bắt buộc phải làm giảm nồng độ bằng cách pha loãng. Do cá sinh sống trong môi trường nước nên không bị giới hạn bởi vấn đề này. Động vật chuyển  $\text{NH}_3^+$  thành nước tiểu hoặc các chất hóa học khác không có độc tính. Quá trình giải phóng  $\text{NH}_3^+$  gọi là *quá trình amoni hóa*.

- Do  $\text{NH}_3^+$  là chất độc, nên hầu hết  $\text{NH}_3^+$  giải phóng ra không sử dụng được. Tuy nhiên, vi sinh vật trong đất lại có khả năng đồng hóa  $\text{NH}_3^+$  thành protein. Quá trình này gọi là *quá trình đồng hóa*. Một số vi sinh vật đất không có khả năng chuyển  $\text{NH}_3^+$  thành protein, nhưng chúng có khả năng chuyển thành  $\text{NO}_3^-$ . Quá trình này gọi là *quá trình nitrat hóa*. Một số loài thực vật có thể sử dụng  $\text{NO}_3^-$  để tạo protein.

- Một số vi sinh vật đất sử dụng  $\text{NO}_3^-$  và chuyển thành khí  $\text{N}_2$  trả lại khí quyển. Quá trình cuối cùng này gọi là *quá trình phản nitrat hóa*, làm mất một phần  $\text{NO}_3^-$  trong đất.

Nitơ được coi là một chỉ thị cho chức năng của hệ sinh thái. Xét ở khía cạnh tự nhiên, nitơ là nguyên tố giới hạn sản lượng sơ cấp của hầu hết các hệ sinh thái ôn đới. Sự có mặt của nitrat trong đất, nước là chỉ thị của các nhiễu động dẫn tới quá trình khử nitơ; nitơ ảnh hưởng tới chất lượng nước và không khí, và các tác động nhân sinh trong chu trình nitơ toàn cầu dẫn tới những tác động mạnh mẽ đối với các hệ sinh thái trên cạn và thủy vực. Với công nghệ cố định đạm ngày càng cao, công nghiệp sản xuất đạm phát triển nhanh chóng tạo ra khối lượng lớn nitơ là đầu vào cho chu trình nitơ toàn cầu, và nitơ không còn là một chất dinh dưỡng hạn chế đối với sản lượng sơ cấp ở nhiều vùng.



Hình 11.7. Chu trình nitơ toàn cầu

Dòng nitơ trong cảnh quan là một bộ phận của chu trình nitơ toàn cầu. Các quá trình phổ biến bao gồm:

- *Hiệu ứng nhà kính*: N<sub>2</sub>O cùng với hơi nước, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> và CFC là các khí nhà kính chính trong khí quyển hấp thụ và phát ra bức xạ trong khoảng hồng ngoại nhiệt, dẫn tới hiện tượng nóng lên toàn cầu.

- *Mưa axit*: NH<sub>3</sub><sup>+</sup> trong khí quyển tăng gấp ba lần do hoạt động của con người. Trong khí quyển, NH<sub>3</sub><sup>+</sup> hoạt động như là một sol khí, làm giảm chất lượng không khí và gây mưa axit. Mưa axit là hiện tượng mưa mà nước mưa có độ pH thấp, gây tác hại đối với thực vật, thủy

sinh vật và cơ sở hạ tầng. Đây là hậu quả do tiêu thụ nhiều than đá, dầu mỏ và các nhiên liệu tự nhiên khác trong quá trình phát triển sản xuất.

- *Hiện tượng phú dưỡng*: liên quan tới khả năng hòa tan của nitrat vào trong nước ngầm. Nước ngầm có hàm lượng nitrat cao có thể góp phần vào hiện tượng phú dưỡng, gây chết các loài thủy sinh vật do tiêu thụ quá mức ôxy trong nước.

Hoạt động phát triển của con người có những ảnh hưởng quan trọng đối với dòng nitơ trong cảnh quan:

- Mở rộng canh tác cây họ Đậu, phát triển công nghiệp hóa tổng hợp phân đạm,... làm tăng gấp đôi hàm lượng  $N_2$  trong khí quyển chuyển vào sinh quyển. Con người đóng vai trò quan trọng trong góp phần chuyển khí nitơ từ Trái Đất vào khí quyển (do phát thải khí giao thông), và từ đất liền vào các hệ sinh thái thủy vực (do rửa trôi từ các hệ sinh thái nông nghiệp).

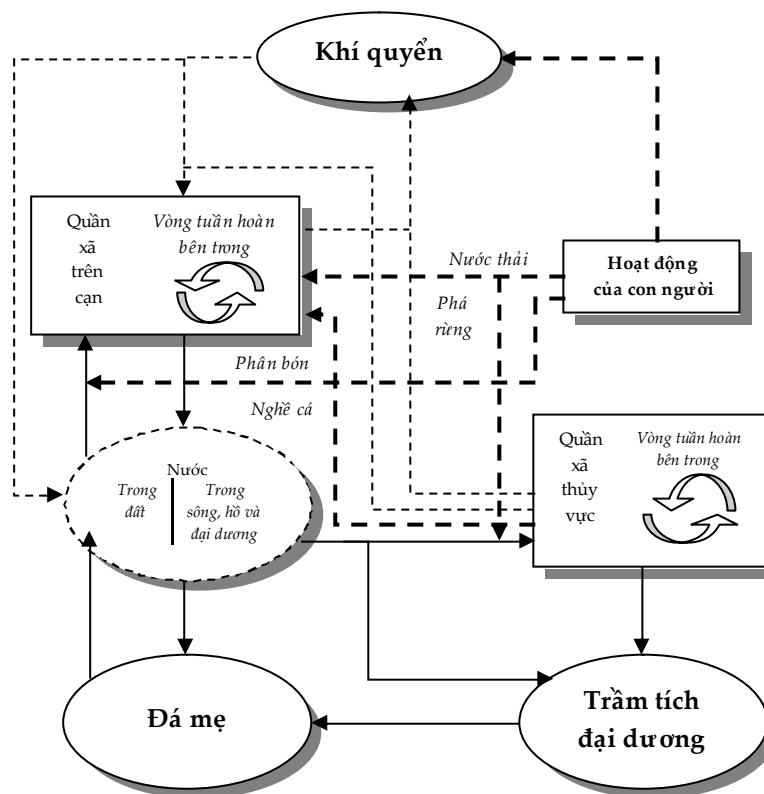
- Hoạt động bón phân đất nông nghiệp, đốt sinh khối, chăn nuôi và các nguồn công nghiệp khác làm tăng hàm lượng  $NO_2$  trong khí quyển.  $N_2O$  ảnh hưởng có hại tới tầng bình lưu, đóng vai trò là chất xúc tác trong phá hủy ozon khí quyển.  $N_2O$  cũng là tác nhân quan trọng thứ ba, sau  $CO_2$  và  $CH_4$ , gây hiện tượng nóng lên toàn cầu.

### **11.3.5. Chu trình photpho toàn cầu và dòng photpho trong cảnh quan**

Trong chu trình photpho toàn cầu, photpho di chuyển qua thạch quyển, thủy quyển và sinh quyển. Khí quyển không đóng vai trò quan trọng do photpho thường ở thể rắn trong điều kiện nhiệt độ và áp suất bình thường trên Trái Đất. Tuần hoàn của photpho tương đối chậm bởi vì không có dạng photpho quan trọng về mặt sinh học nào là chất khí. Photpho trở thành một phần của trầm tích đại dương cần hàng triệu

nằm để trở thành đá, nâng lên thành núi và bị bào mòn để trở thành dễ tiêu thụ đối với các sinh vật sống.

Thực vật là nhân tố quan trọng đưa photpho vào chuỗi và lưới thức ăn. Thực vật hấp thụ photpho trong nước và đất, chuyển hóa thành các chất hữu cơ, sau đó được các sinh vật tiêu thụ. Sau đó, xác sinh vật bị phân hủy sẽ giải phóng photpho vào trong đất và rửa trôi vào các thủy vực. Do đó, vòng tuần hoàn nước đóng vai trò quan trọng trong việc di chuyển photpho từ hệ sinh thái này sang hệ sinh thái khác. Trong một số trường hợp, photpho bị rửa trôi xuống các thủy vực và trở thành trầm tích. Tại bể chứa photpho này, chúng trở lại trạng thái đá trầm tích.



Hình 11.8. Chu trình photpho toàn cầu

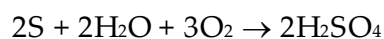
Dòng photpho trong cảnh quan là một bộ phận của chu trình photpho toàn cầu. Trong phạm vi cảnh quan, phú dưỡng là quá trình quan trọng nhất liên quan tới chu trình photpho. Do tác dụng vận chuyển của cả dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm trong vòng tuần hoàn nước, chất dinh dưỡng từ các nguồn phát sinh (chủ yếu từ các hệ sinh thái nông nghiệp) bị rửa trôi vào các hệ sinh thái thủy vực dẫn tới hiện tượng thừa photpho, gây phú dưỡng.

Ảnh hưởng của con người tới dòng photpho trong cảnh quan liên quan tới bón phân trong nông nghiệp, làm tăng nồng độ photpho quá giới hạn cho phép và gây phú dưỡng các hệ sinh thái thủy vực.

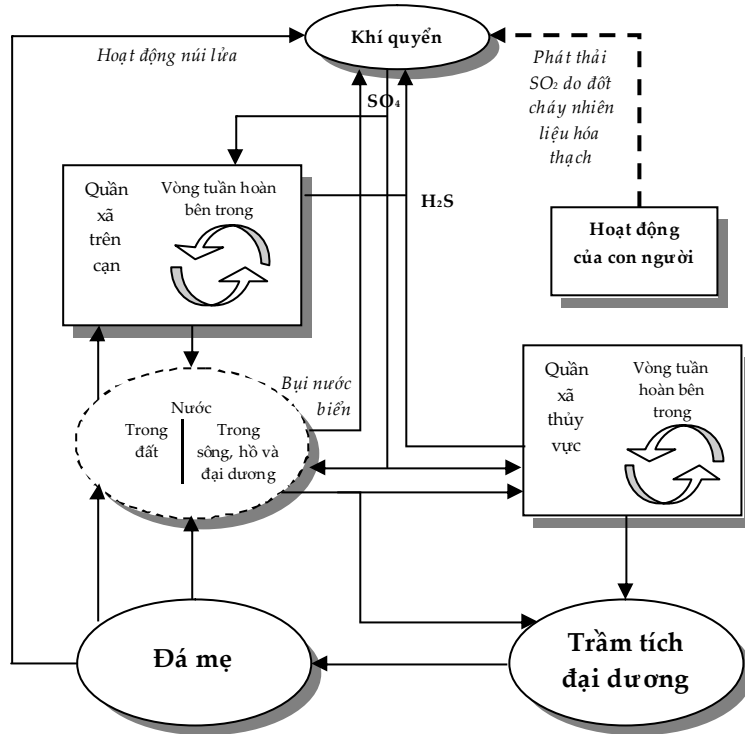
### **11.3.6. Chu trình lưu huỳnh toàn cầu và dòng lưu huỳnh trong cảnh quan**

Trong chu trình lưu huỳnh toàn cầu, lưu huỳnh di chuyển qua các quyển của lớp vỏ Trái Đất. Dòng chuyển hóa lưu huỳnh trong chu trình do cả nguyên nhân tự nhiên và nhân sinh. Theo ước tính, tốc độ của các dòng đã tăng gấp đôi chỉ trong vòng một thế kỷ vừa qua do nguyên nhân chủ yếu là đốt cháy nguyên liệu hóa thạch.

Cũng như chu trình nitơ, thực vật không thể trực tiếp sử dụng được lưu huỳnh. Các vi khuẩn hóa tự dưỡng oxi hóa lưu huỳnh thành dạng sulphat mà thực vật có thể sử dụng được, theo phương trình:



Ở dạng sulphat, thực vật có thể sử dụng được để tổng hợp thành protein trong cơ thể. Sau đó lưu huỳnh vận động trong hệ sinh thái thông qua chuỗi và lưới thức ăn.



Hình 11.9. Chu trình lưu huỳnh toàn cầu

Dòng lưu huỳnh trong cảnh quan là một bộ phận của chu trình lưu huỳnh toàn cầu. Các quá trình chủ yếu liên quan sau đây:

- *Phèn hóa đất đai*: đất phèn được hình thành từ các vật liệu chứa nhiều chất sunfua, sắt, nhôm, được chia thành hai nhóm: đất phèn tiềm tàng có chứa vật liệu sinh phèn và đất phèn hoạt động có chứa vật liệu phèn và có thể có vật liệu sinh phèn bên dưới tầng phèn hoặc xen lẫn nhau. Tầng sinh phèn chứa vật liệu sinh phèn (chủ yếu là khoáng pyrite  $\text{FeS}_2$  và chất hữu cơ, khoáng sét có màu đặc trưng từ màu xám đến xám đen) và tầng phèn chứa vật liệu phèn (chủ yếu là khoáng jarosite có màu đặc trưng là vàng rom). Các chất này bị phân huỷ giải phóng các nguyên tố kim loại như sắt, nhôm, manhê và nồng độ hydro  $\text{H}^+$  gia tăng

làm cho môi trường đất có tính axit, gây độc hại cho cây trồng và làm ô nhiễm nguồn nước.

- *Mưa axit*:  $H_2SO_4$  trong khí quyển là nhân tố chính làm giảm độ pH của nước mưa và gây mưa axit.

Các tác động của con người tới dòng lưu huỳnh trong cảnh quan chủ yếu là sản xuất  $SO_2$  trong công nghiệp (ví dụ, đốt than) và hoạt động của các động cơ đốt trong (giao thông, sản xuất công nghiệp).

## 11.4. DÒNG NĂNG LƯỢNG

### 11.4.1. Cơ chế dòng năng lượng trong cảnh quan

Năng lượng được chứa đựng trong vật chất, được thể hiện ở khả năng sinh công trong quá trình vận động. Năng lượng Mặt Trời là nguồn năng lượng chính của mọi quá trình diễn ra trong vỏ cảnh quan. Đây là động lực thúc đẩy sự trao đổi nhiệt trong khí quyển và thủy quyển, tạo cân bằng nhiệt trên Trái Đất và trả năng lượng dư thừa vào trong vũ trụ.

Dòng năng lượng trong cảnh quan được quan tâm nghiên cứu ở hai cấp độ: dòng năng lượng vận hành trong các hệ sinh thái bộ phận và dòng năng lượng vận hành trong toàn bộ cảnh quan.

Có bốn dạng cơ bản của năng lượng trong cảnh quan là *năng lượng bức xạ Mặt Trời, hóa năng, cơ năng và nhiệt năng*. Năng lượng bức xạ Mặt Trời là dòng năng lượng có nguồn gốc từ Mặt Trời, là nguồn năng lượng đầu vào chính cho các quá trình hệ sinh thái trên Trái Đất, đơn vị tính là  $cal/cm^2.phút$ . Theo tính toán, trung bình toàn bộ Trái Đất nhận được  $2,4.10^{18}$   $cal/phút$  từ Mặt Trời. Đơn vị đo năng lượng là cal và kcal. 1 cal là số nhiệt lượng cần thiết để đun nóng 1 gam nước tăng thêm  $1^\circ C$  trong điều kiện bình thường.



Sự vận động của dòng năng lượng trong cảnh quan tuân theo định luật nhiệt động lực học 1 và 2.

- *Định luật 1 nhiệt động lực học*: còn gọi là định luật bảo toàn năng lượng, phát biểu rằng "*năng lượng không tự sinh ra hoặc mất đi mà chỉ chuyển từ dạng này sang dạng khác*". Theo định luật này, áp dụng cho một hệ kín, tổng năng lượng của hệ là không đổi, các sự kiện xảy ra trong hệ chỉ là sự chuyển năng lượng từ dạng này sang dạng khác. Như vậy, trong hệ kín, năng lượng sẽ được vận hành theo chu trình và được gọi là chu trình năng lượng. Tuy nhiên, hệ sinh thái là một hệ thống mở do luôn trao đổi với các hệ thống xung quanh. Vì vậy, năng lượng không tuần hoàn mà theo một chiều, gọi là *dòng năng lượng*. Điều này cũng đúng khi xem xét ở cấp cảnh quan. Với đặc thù về tính phân vị của cảnh quan, nghĩa là luôn tồn tại mối quan hệ về cấu trúc ngang trong các cấp phân vị cảnh quan, dòng năng lượng luôn là khái niệm đặc thù trong các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan.

- *Định luật 2 nhiệt động lực học*: còn gọi là định luật về entropy, liên quan đến tính chất không thể đảo ngược của một quá trình nhiệt động lực học, được phát biểu là: "*entropy của một hệ kín luôn tăng hoặc không đổi theo thời gian*". Entropy là một đại lượng đại diện cho trạng thái mất trật tự của một hệ thống. Một hệ kín không thể chuyển từ trạng thái mất trật tự sang trạng thái trật tự nếu không có sự can thiệp từ bên ngoài.

Những sự biến đổi trong thực tế thường là những biến đổi không thuận nghịch do năng lượng bị thất thoát dưới dạng nhiệt năng, đóng góp vào sự gia tăng trạng thái hỗn loạn chung. Gọi  $S$  là entropy, phương trình của định luật thứ hai mô tả sự tăng entropy sẽ có dạng:

$$\Delta S(\text{chung}) = S(\text{tạo ra}) = \Delta S(\text{hệ}) + \Delta S(\text{môi trường ngoài}) > 0$$

Theo định luật 2 nhiệt động lực học, tất cả các hệ thống đều cần năng lượng đầu vào để duy trì hoạt động. Hoạt động của các hệ thống

này có quan hệ với các quá trình chuyển hóa năng lượng. Trong đó, hệ thống sẽ mất một phần năng lượng có ích (năng lượng mức cao) do chuyển thành nhiệt năng (năng lượng mức thấp). Hệ quả, nếu không có năng lượng đầu vào cung cấp cho một hệ thống, tất cả các năng lượng có ích sẽ bị mất dưới dạng nhiệt năng, do đó, không còn năng lượng mức cao để duy trì hoạt động của hệ. Năng lượng đầu vào của các hệ sinh thái bộ phận và toàn bộ cảnh quan là năng lượng bức xạ Mặt Trời. Năng lượng này được sử dụng để duy trì các hoạt động sống của quần xã sinh vật, cũng như duy trì cấu trúc và chức năng của hệ sinh thái và cảnh quan dưới dạng chu trình sinh địa hóa.

#### **11.4.2. Dòng năng lượng trong chuỗi và lưới thức ăn**

Dòng năng lượng biểu thị *dòng có hướng của năng lượng trong một chuỗi thức ăn*. Dòng năng lượng trong hệ sinh thái là *sự vận chuyển năng lượng qua các bậc dinh dưỡng của chuỗi thức ăn*. Trong hệ sinh thái, dòng năng lượng được sử dụng để lượng hóa mối quan hệ về thức ăn giữa các loài thuộc các cấp dinh dưỡng khác nhau. Ở khía cạnh nào đó, dòng năng lượng trong chuỗi và lưới thức ăn còn được hiểu là dòng nhiệt.

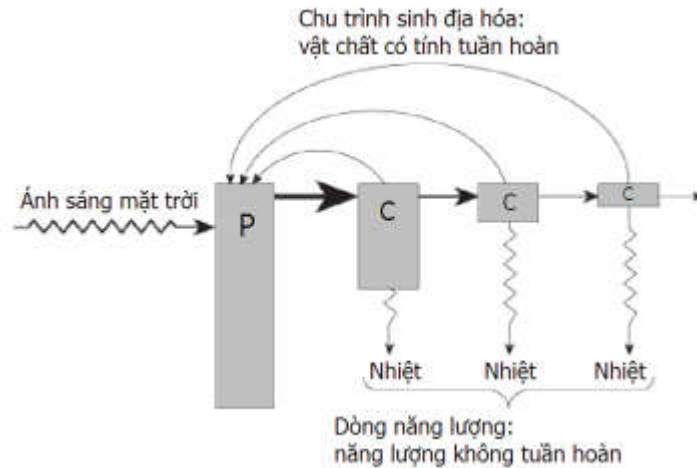
Trong hệ sinh thái, dòng năng lượng được chuyển trong chuỗi và lưới thức ăn. Cơ chế hoạt động chung của một dòng năng lượng trong chuỗi thức ăn bắt đầu từ năng lượng bức xạ Mặt Trời được nhóm sinh vật sản xuất hấp thụ, sau đó chuyển qua nhóm sinh vật tiêu thụ và kết thúc ở nhóm sinh vật phân hủy:

- *Nhóm sinh vật sản xuất*: bao gồm tất cả các thực vật xanh, có khả năng tổng hợp các chất hữu cơ từ các chất vô cơ thông qua quá trình quang hợp (chuyển hoá quang năng thành hoá năng). Năng lượng này được tập trung trong các hợp chất hữu cơ.

- *Nhóm sinh vật tiêu thụ*: bao gồm tất cả các động vật sống dị dưỡng, sử dụng các chất hữu cơ sẵn có từ thực vật một cách trực tiếp hoặc gián tiếp qua con đường thức ăn.

- *Nhóm sinh vật phân huỷ*: bao gồm các loài nấm và vi khuẩn. Chúng phân huỷ các hợp chất hữu cơ từ các bã thải trong quá trình hoạt động sống của sinh vật và các xác chết để biến các chất hữu cơ thành các chất vô cơ và giải phóng năng lượng. Vi khuẩn lấy các chất hữu cơ từ môi trường bên ngoài nhưng khác với động vật là chúng dùng toàn bộ bề mặt của cơ thể để hấp thụ. Năng lượng sử dụng từ nguồn ôxy hoá các hợp chất hữu cơ. Nấm và vi khuẩn phân huỷ chất hữu cơ qua quá trình thối rữa và lên men, kết quả thu được đều như nhau. Các chất hữu cơ biến thành các chất vô cơ quay về trả lại môi trường như cacbon ở dạng khí CO<sub>2</sub>, nitơ ở dạng nitrat (NH<sub>3</sub>), lưu huỳnh ở dạng sunfua hydro (H<sub>2</sub>S),... Một số sản phẩm phân huỷ có thể được dùng ngay làm thức ăn cho cây xanh. Nhờ có hoạt động của vi khuẩn và nấm mà các chất khoáng bị cây xanh hấp thụ đã có thể quay trở lại môi trường ở trạng thái vô cơ và chu trình sinh địa hóa được đảm bảo.

Trong ba nhóm, sinh vật sản xuất là mắt xích quan trọng nhất, quyết định tính tuần hoàn của vật chất và năng lượng trong các hệ sinh thái. Trong chuỗi thức ăn, do thực vật có khả năng tái sử dụng các chất thải của sinh vật tiêu thụ nên các chất dinh dưỡng được vận động theo chu trình. Ngược lại, nhiệt năng bị tiêu tán khỏi cơ thể vật tiêu thụ là dạng năng lượng thực vật không thể sử dụng được, do đó không thể khép kín được chu trình năng lượng. Ở quy mô toàn cầu, năng lượng bức xạ Mặt Trời ở gần Trái Đất đạt khoảng 2 cal/cm<sup>2</sup>.phút (gọi là *hằng số Mặt Trời*), trung bình đạt 2,4.10<sup>18</sup> cal/phút trên toàn bộ bề mặt Trái Đất, cuối cùng đều chuyển thành dạng nhiệt năng, rời khỏi Trái Đất dưới dạng bức xạ hồng ngoại.



Hình 11.10. Chu trình sinh địa hóa và dòng năng lượng trong chuỗi thức ăn.  
 Trong đó: P là sinh vật sản xuất, C là các vật tiêu thụ.

Dòng năng lượng trong chuỗi và lưới thức ăn có đặc điểm sau:

- Dòng năng lượng không phải là một chu trình. Dòng năng lượng là dòng có hướng từ Mặt Trời vào sinh quyển thông qua quá trình quang hợp của thực vật xanh hoặc các vi sinh vật quang tổng hợp, chuyển năng lượng bức xạ Mặt Trời (quang năng) thành hóa năng tích lũy trong các hợp chất hữu cơ trong cơ thể sinh vật.

- Dòng năng lượng từ một bậc dinh dưỡng được chuyển sang bậc dinh dưỡng khác thông qua quá trình tiêu thụ thức ăn. Phần lớn năng lượng được đồng hóa ở bậc dinh dưỡng thứ hai bị mất dưới dạng nhiệt năng trong quá trình hô hấp; phần còn lại trở thành sinh khối mới. Các sinh vật trong mỗi bậc dinh dưỡng tiếp theo có năng lượng trữ trong sinh khối nhỏ hơn nhiều so với năng lượng chúng nhận được. Cuối cùng, tất cả năng lượng di chuyển qua các bậc dinh dưỡng bị tiêu tán dưới dạng nhiệt năng.

- Dòng năng lượng mạnh hay yếu trước hết phụ thuộc vào năng lượng bức xạ Mặt Trời do nhóm sinh vật sản xuất tiếp nhận và khả năng

chuyển hóa năng lượng ở mỗi bậc dinh dưỡng. Có thể tăng dòng năng lượng trong cảnh quan bằng các biện pháp nâng cao khả năng hấp thụ ánh sáng của thực vật như kéo dài mùa sinh trưởng, tăng độ che phủ hoặc diện tích lá. Tất cả các nhân tố này đều có quan hệ với các chu trình sinh địa hóa. Chẳng hạn, trong sản xuất nông nghiệp, kéo dài mùa sinh trưởng của cây trồng bằng biện pháp tưới tiêu, tăng độ che phủ hoặc diện tích lá bằng biện pháp bón phân đạm,...

- Năng lượng giảm dần từ bậc dinh dưỡng này sang bậc dinh dưỡng cao hơn. Nguyên nhân do năng lượng vận động qua các bậc dinh dưỡng của chuỗi thức ăn, một phần được sinh vật sử dụng cho hô hấp, còn phần lớn biến đổi thành nhiệt thoát ra ngoài.

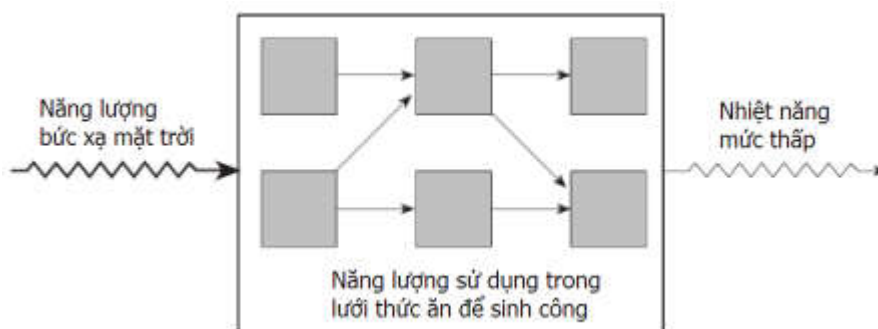
- Năng lượng tiêu hao được cung cấp nhằm đảm bảo bốn hoạt động cơ bản: hoạt động cơ bản của hệ sinh thái, hoạt động sống của những cơ thể có khả năng vận chuyển, tạo ra chất sống mới của quá trình sinh trưởng và sinh sản, tạo ra chất dự trữ. Dòng năng lượng đảm bảo bốn hoạt động cơ bản này, thực chất là để triển khai ba quá trình vận động cơ bản của vật chất trong chu trình tuần hoàn vật chất là tạo thành, tích tụ và phân hủy - cũng chính là ba quá trình vận động cơ bản trong các chu trình sinh địa hóa.

## 11.5. CÂN BẰNG NĂNG LƯỢNG

### 11.5.1. Khái niệm

Cân bằng năng lượng có nguồn gốc từ vật lý học, được hiểu là sự biểu diễn hệ thống của dòng năng lượng và chuyển hóa năng lượng trong một hệ thống. Định luật thứ nhất của nhiệt động lực học là cơ sở lý thuyết của cân bằng năng lượng, trong đó năng lượng không thể tự sinh ra hay mất đi mà chỉ chuyển hóa thành các dạng khác. Do đó, các nguồn năng

lượng là đầu vào và đầu ra của hệ thống luôn được quan tâm trong nghiên cứu cân bằng năng lượng.



Hình 11.11. Định luật 1 nhiệt động lực học về cân bằng năng lượng: mô hình chu trình vật chất và dòng năng lượng trong hệ sinh thái: năng lượng bức xạ Mặt Trời là đầu vào cung cấp cho hoạt động và phát sinh tuần hoàn vật chất của hệ sinh thái; nhiệt năng là dạng năng lượng mức thấp bị mất đi.

Cân bằng năng lượng trong cảnh quan tương đối phức tạp do xảy ra đồng thời trong nhiều quyển. Có thể phân thành hai mức cân bằng năng lượng trong cảnh quan:

- *Cân bằng năng lượng trong toàn bộ cảnh quan*: biểu thị toàn bộ năng lượng đầu vào và đầu ra trong một cảnh quan. Trong đó, năng lượng đầu vào cảnh quan bao gồm năng lượng bức xạ Mặt Trời, năng lượng do vận động khí quyển, thủy năng và năng lượng nội tại trong lòng đất.

- *Cân bằng năng lượng trong chuỗi và lưới thức ăn*: biểu thị cân bằng năng lượng sinh học trong toàn bộ cơ thể sinh vật, chú trọng tới các quá trình chuyển hóa năng lượng đảm bảo duy trì các hoạt động sống của cơ thể, sinh khối và thời gian cân bằng. Năng lượng đầu vào là năng lượng bức xạ Mặt Trời. Năng lượng đầu ra bao gồm nhiệt năng, cơ năng sinh công và năng lượng tích lũy trong cơ thể sinh vật.

Cân bằng năng lượng trong chuỗi và lưới thức ăn được tính theo phương trình tổng quát:

$$\text{Năng lượng đầu vào} = \text{Nhiệt năng} + \\ \text{Cơ năng sinh công} + \text{Năng lượng tích lũy}$$

Trong hệ sinh thái, quần thể có chức năng quan trọng là tổng hợp các chất hữu cơ cho riêng mình để thực hiện mọi quá trình sống, đặc biệt để sinh sản, tăng số lượng, duy trì sự tồn tại và vai trò trong sinh giới. Những hoạt động như thế tạo nên sự tích tụ năng lượng trong quần thể, đồng thời phát tán theo những kênh riêng trong đời sống chung của quần xã, tương tự như quá trình đồng hoá và dị hoá của cơ thể. Cân bằng năng lượng là đặc trưng vốn có của bất kỳ tổ chức chất sống nào, nhưng trạng thái năng lượng của quần thể được kiểm soát bởi trạng thái năng lượng của cả quần xã và bởi các nhân tố môi trường.

### 11.5.2. Cân bằng năng lượng trong cảnh quan

Cân bằng năng lượng trong toàn bộ cảnh quan là cân bằng bức xạ. Các đặc trưng của hệ số phản xạ (*anbedo*) cho các kiểu thảm thực vật khác nhau cũng như nhịp điệu mùa của các đại lượng đó có sự thay đổi theo các cảnh quan khác nhau. Các trị số thấp nhất của *anbedo* thuộc về rừng trồng: cây lá nhọn 11 - 14%, cây lá rộng còn non 16 - 18%. Dưới tán rừng *anbedo* tăng lên nhiều và dao động trong khoảng 23 - 30%. Hệ số phản xạ của tầng cây hay tầng nhóm cây cao hơn so với hệ số của cây trong rừng trồng. *Anbedo* của các đồng cỏ tự nhiên là 18 - 22%.

Vì hệ số trong suốt ( $\gamma$ ) của khí quyển ở các thời kỳ quan trắc khác nhau gần xấp xỉ nhau mà có thể so sánh cấu trúc của cân bằng bức xạ của các kiểu thực bì khác nhau trong các thời điểm khác nhau. Hệ số  $\gamma$  có đặc điểm là rất ổn định và có trị số lớn tại toàn bộ tầng hoạt động của các kiểu rừng cơ bản (0,83 - 0,84), đối với các kiểu thực bì còn lại  $\gamma$  nhỏ hơn. Tán của rừng cây non trên bãi bồi hấp thụ một số lượng nhiệt bức xạ lớn nhất (75%). Điều này được quyết định bởi tỷ trọng quang học của

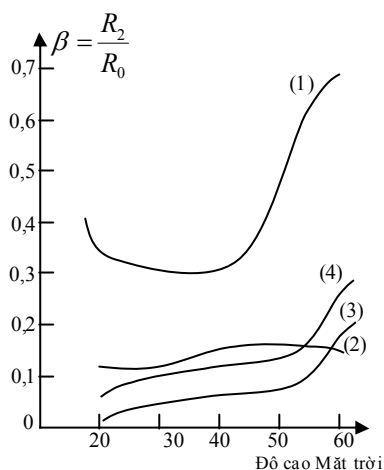
lớp thực vật là cao nhất do cấu trúc hai tầng của tán các cây thân gỗ. Tầng hoạt động "cỏ - đất" hấp thụ tất cả độ 10 - 15% tổng xạ đi tới giới hạn bên trên của thực vật.

Các chỉ số đặc trưng cho cân bằng bức xạ:

- *Hàm số giảm sút ( $\beta$ )*: sự biến thiên của hàm số giảm sút  $\beta$  phụ thuộc vào độ cao của Mặt Trời đối với các kiểu thực bì khác nhau.

$$\beta = \frac{R_2}{R_0}$$

Trong đó:  $R_0$ ,  $R_2$  là cân bằng bức xạ tương ứng ở giới hạn bên trên của thực bì và dưới tán cây.



Hình 11.12. Hàm số của sự giảm sút phụ thuộc vào độ cao của Mặt Trời tại các cảnh quan có đặc trưng thực vật khác nhau: (1) Thảo nguyên cấm cắt cỏ; (2) Thảo nguyên cấm cắt cỏ có tỷ trọng của lớp thảm mục trên thổ nhưỡng cao; (3) Khóm sồi; (4) Rừng hỗn giao lá rộng.

Đối với thực vật thảo nguyên gồm có các quần hợp hòa thảo (Poaceae) thì trị số  $\beta$  tương đối lớn (0,3) ngay cả lúc Mặt Trời xuống thấp. Lớp thực bì ở đây do những tính chất hình học của cỏ (các yếu tố



hấp thu bức xạ cơ bản của khối lượng thực vật đa số có phương thẳng đứng) khiến cho nhiệt đi tới mặt thổ nhưỡng nhiều hơn so với tán cây thân gỗ mà ở đó giá trị  $\beta$ , khi Mặt Trời cao  $50^\circ$ , cũng không quá 0,1 - 0,15. Khi Mặt Trời thấp thì giá trị của  $\beta$  trong các rừng trồng xấp xỉ 0. Do cân bằng bức xạ ở dưới tầng thảm mục tại các khu vực cấm của thảo nguyên cũng cho thấy rằng lớp thảm mục đó, nếu có độ dày lớn (10 cm) và chặt ( $200 \text{ g/m}^3$ ), có thể hấp thụ tới 20 - 30% nhiệt bức xạ tổng cộng.

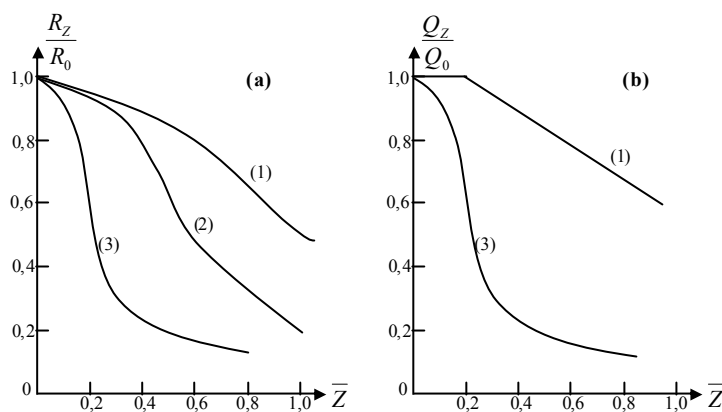
- *Bức xạ hiệu lực  $|R_D|$* : là hiệu số giữa đại lượng bức xạ hấp thụ và cân bằng bức xạ, biến đổi khá mạnh phụ thuộc vào các kiểu thảm thực vật khác nhau. Nhìn chung, các cảnh quan rừng thường có tổng số đại lượng cân bằng bức xạ cao hơn các cảnh quan không có rừng hoặc cảnh quan trống trọc. Rừng trồng có thể nhận trung bình được thêm 0,03 - 0,04 kcal/cm<sup>2</sup>/ngày, trong thời kỳ tăng trưởng (3,5 - 4 tháng) có thể tới 3,5 - 4 kcal/cm<sup>2</sup>/ngày. Với khối lượng được thêm cơ bản này sẽ xảy ra hấp thụ thêm cân bằng sóng ngắn (2 - 3 kcal/cm<sup>2</sup>/ngày) khiến cho anbedo của thực vật rừng có trị số thấp hơn so với các cánh đồng sản xuất nông nghiệp và đồng cỏ tự nhiên.

- *Sự giảm sút trong tăng hoạt động của thực vật*: sự trao đổi bức xạ theo chiều thẳng đứng khác nhau trong các kiểu thảm thực vật khác nhau của cảnh quan. Cụ thể là sự giảm của các dòng tổng xạ sóng ngắn và cân bằng bức xạ  $\frac{Q_z}{Q_0}$  và  $\frac{R_z}{R_0}$ . Biểu đồ thể hiện các đường cong đặc

trung đối với một số kiểu thảm thực vật. Trong tán rừng sồi non vào lúc đầy đủ lá tổng xạ bị hấp thụ mạnh nhất và do đó mà cân bằng bức xạ giảm nhiều nhất. Khi không có lá tính chất của sự thay đổi của các dòng Q và R xấp xỉ như đường thẳng, như thế tại tầng cao nhất sự thay đổi của các dòng diễn ra rất từ từ. Các giá trị của  $\frac{Q_z}{Q_0}$  và  $\frac{R_z}{R_0}$  cao hơn khi có lá tới vài lần. Ngay trong rừng cây non, thân và cành khi không có lá

cũng hấp thụ khá nhiều bức xạ, hầu như hoàn toàn ở dạng trao đổi nhiệt bằng loạn lưu. So sánh giá trị trung bình của hàm số cho đi qua  $\frac{Q_z}{Q_0}$  của rừng sồi non ( $\frac{Q_z}{Q_0} \sim 0,5$ ) và rừng già bulo - hoàn diệp liễu ( $\frac{Q_z}{Q_0} \sim 0,13 - 0,26$ ) nghĩa là hiện tượng hấp thụ xảy ra còn mạnh hơn.

Đường cong dưới đây biểu diễn sự thay đổi của hàm số cho đi qua của cân bằng bức xạ của đồng cỏ có một vị trí trung gian và về tính chất thì gần với đường cong của thân cây gỗ không có lá. Điều này có thể giải thích bằng sự giống nhau về cấu tạo quang hợp - hình học của tán rừng sồi non không có lá và hòa thảo chủ yếu là thẳng đứng.



Hình 11.13. Hàm số biểu thị sự giảm sút trong tầng hoạt động của thực vật tương ứng với tọa độ thẳng đứng đối với cân bằng bức xạ (a) và tổng xạ (b)  $\bar{Z} = 1 - \frac{Z}{H}$ , trong đó

$Z$  và  $H$  là độ cao ở trong tầng cây và ở giới hạn trên của thảm thực vật. Trong đó: (1) Rừng sồi non trồng lúc không có lá vào mùa xuân, lấy trung bình các giờ trong ngày; (2) Các khu vực cỏ thảo nguyên (có cắt cỏ và không cắt cỏ) lấy trung bình các giờ trong ngày; (3) Rừng trồng sồi non lúc đầy đủ lá (diện tích tương đối của lá = 4,2 khi độ cao Mặt Trời khoảng  $40^\circ$ , hệ số giảm sút xấp xỉ trị số trung bình ngày)

### 11.5.3. Cân bằng năng lượng trong chuỗi và lưới thức ăn

### 11.5.3.1. Sản lượng sinh vật

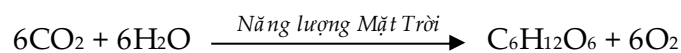
#### a) Sản lượng sinh vật sơ cấp và sản lượng sinh vật thứ cấp

Sản lượng sinh vật sơ cấp, hoặc sản lượng sơ cấp, là sản lượng của các hợp chất hữu cơ có nguồn gốc từ CO<sub>2</sub> trong khí quyển hoặc thủy quyển, chủ yếu bằng quá trình quang hợp, một phần nhỏ bằng con đường hóa tổng hợp. Sản lượng sinh vật sơ cấp được chia thành hai loại: sản lượng sơ cấp tinh (NPP) và sản lượng sơ cấp thô (GPP). Trong đó, sản lượng sơ cấp tinh không tính đến nhiệt năng tiêu tốn trong quá trình tổng hợp chất hữu cơ.

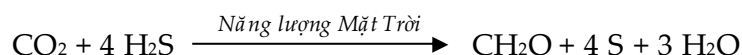
Sản lượng sinh vật thứ cấp, hoặc sản lượng thứ cấp, là một đại lượng sinh khối của động vật ăn cỏ trong một hệ thống (ví dụ trong môi trường nước có động vật nổi ăn tảo là đại lượng đo được); là khối lượng của các mô mới được tạo ra do sử dụng năng lượng đồng hóa.

Cần chú ý rằng sản lượng sinh vật (P) khác với sinh vật lượng (B). Sản lượng sinh vật được tính bằng lượng chất sống được quy ra năng lượng do sinh vật sản xuất ra trong khoảng thời gian nhất định trên 1 đơn vị diện tích. Trong khi đó, sinh vật lượng (sinh khối) (B) được tính bằng khối lượng sinh vật được cân lên hay quy ra đơn vị năng lượng. Sản lượng sinh vật được tính theo đơn vị khối lượng/điện tích.thời gian, trên thực tế thường được tính bằng gC/m<sup>2</sup>.năm.

- Sản lượng sinh vật sơ cấp được tổng hợp bằng con đường quang hợp theo phương trình hóa học sau:



- Sản lượng sinh vật sơ cấp được tổng hợp bằng con đường hóa tổng hợp theo phương trình hóa học sau:



Tất cả sinh vật sống trên Trái Đất đều trực tiếp hoặc gián tiếp sử dụng sản lượng sinh vật sơ cấp. Các sinh vật tạo ra sản lượng sinh vật sơ cấp gọi là vật sản xuất hoặc sinh vật tự dưỡng, mắt xích đầu tiên của chuỗi và lưới thức ăn. Thực vật là sinh vật sản xuất chính trong các hệ sinh thái trên cạn; tảo là sinh vật sản xuất chính trong các hệ sinh thái thủy vực.

### *b) Các hệ thức cân bằng năng lượng*

*Sản lượng sinh vật toàn phần* (PB hay A): là lượng chất sống hay số năng lượng do một cơ thể hoặc một bậc dinh dưỡng sản sinh ra trong khoảng thời gian nhất định (1 ngày, 1 tháng, 1 năm,...) trên một đơn vị diện tích.

*Sản lượng sinh vật tinh* (PN hay PS): là sản lượng sinh vật toàn phần trừ đi phần đã bị tiêu hao trong quá trình hô hấp R. Hiệu còn lại chính là PN hay PS được tích lũy để làm tăng khối lượng sinh vật.

$$PN = PS = PB - R_1$$

*Sản lượng sinh vật sơ cấp*: có thể là sản lượng sinh vật sơ cấp toàn phần (PB) hay là sản lượng sinh vật tinh (PN). Có hai cách tính, có thể tính theo PB hay tính theo PN.

*Sản lượng sinh vật thứ cấp*: là sản lượng sinh vật của vật tiêu thụ, có thể tính theo 2 cách, theo PB hoặc PN.

*Sản lượng sinh vật riêng* (P/B): là sản lượng sinh vật của một đơn vị sinh vật lượng trong một khoảng thời gian nhất định. Với hệ số này, ta có thể so sánh dễ dàng khả năng sản xuất chất sống giữa các quần thể hoặc giữa các hệ sinh thái khác nhau. Trong hệ thức, P được tính theo hai cách là PB hoặc PN, còn B là sinh vật lượng.

Các hệ thức dòng năng lượng đối với các nhóm sinh vật:

### *\* Nhóm sinh vật sản xuất*

Nguồn năng lượng ban đầu là năng lượng bức xạ Mặt Trời (LT), phần lớn chuyển thành nhiệt năng, phát tán vào khí quyển hoặc phản xạ (ký hiệu  $NU_1$  là năng lượng ánh sáng Mặt Trời không sử dụng được). Số còn lại được thực vật hấp thụ (LA). Tuy nhiên, thực vật cũng chỉ sử dụng một phần năng lượng đó để tạo thành chất hữu cơ ban đầu (PB). Số còn lại mất đi dưới dạng nhiệt (CH). Như vậy, sản lượng sinh vật toàn phần sơ cấp của vật cung cấp (PB), một phần lớn lại mất đi do quá trình hô hấp ( $R_1$ ), số còn lại được sử dụng để xây dựng khối lượng ở thực vật. Đó chính là sản lượng sinh vật sơ cấp tinh (PN).

$$PB = PN + R_1$$

### *\* Nhóm sinh vật tiêu thụ*

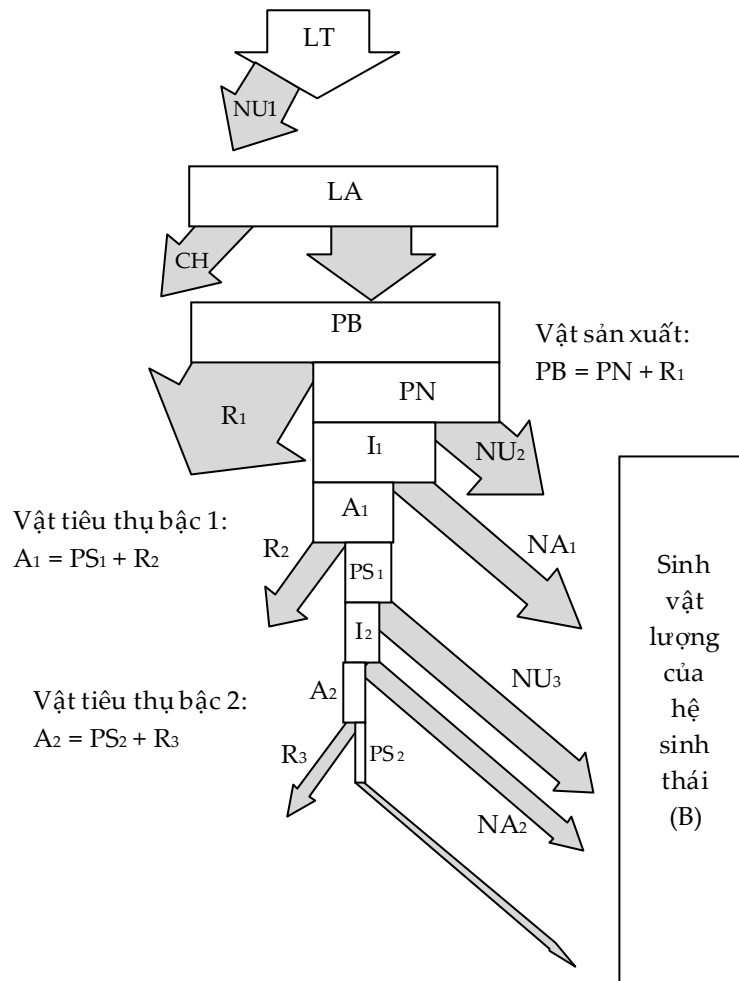
Một phần năng lượng PN được dùng làm thức ăn cho động vật ăn thực vật, còn phần lớn không được dùng đến thì tồn tại trong môi trường, góp phần tạo ra sinh vật lượng của quần xã (phần không sử dụng được ở thực vật  $NU_2$ ). Động vật ăn thực vật cũng chỉ sử dụng làm thức ăn một lượng thức ăn được tiêu thụ ( $I_1$ ), phần còn lại mất đi do quá trình bài tiết và thải bã ( $NA_1$ ). Phần năng lượng còn lại mới được động vật ăn thực vật sử dụng (ký hiệu  $A_1$ ); tiếp đó lại mất đi do hô hấp ( $R_2$ ). Phần còn lại chính là sản lượng sinh vật thứ cấp tinh ( $PS_1$ ), để xây dựng lên cơ thể của động vật ăn thực vật (vật tiêu thụ cấp I):

$$\text{vật tiêu thụ bậc 1: } A_1 = PS_1 + R_2$$

$$\text{vật tiêu thụ bậc 2: } A_2 = PS_2 + R_3$$

Như vậy, còn lại là thực vật không được dùng đến ( $NU_2$ ), động vật ăn thực vật  $NU_3$  không được sử dụng làm thức ăn cùng với vật ăn thịt là  $PS_2$  tạo ra sinh vật lượng B của hệ sinh thái.

$$B = NU_2 + NU_3 + PS_2$$



Hình 11.14. Các tham số của dòng năng lượng trong một hệ sinh thái

### 11.5.3.2. Hiệu suất sinh thái

Hiệu suất sinh thái là tỷ lệ chuyển hóa năng lượng giữa các bậc dinh dưỡng, được tính theo các hệ thức sau:

(1) Hiệu suất quang hợp ( $H_0$ ): hiệu suất này thường rất thấp, chỉ từ 0,1 - 0,5%, nhìn chung trong sinh quyển là 0,1%.

$$H_0 = \frac{PN}{LN}$$

(2) Hiệu suất sinh thái bậc tiêu thụ cấp I ( $H_1$ ):

$$H_1 = \frac{A_1}{PB} \quad \text{hoặc} \quad H_1 = \frac{PS_1}{PN}$$

(3) Hiệu suất sinh thái bậc tiêu thụ cấp II ( $H_2$ ):

$$H_2 = \frac{A_2}{A_1} \quad \text{hoặc} \quad H_2 = \frac{PS_2}{PS_1}$$

Ngoài ba mô hình tính hiệu suất sinh thái ở trên, còn mô hình tính hiệu suất khai thác và hiệu suất tăng trưởng.

(4) Hiệu suất khai thác ( $H_K$ ): biểu thị khả năng sử dụng nguồn thức ăn của động vật, qua đó thấy được tỷ lệ năng lượng không được sử dụng hết nguồn thức ăn có sẵn trong môi trường.

Hiệu suất khai thác được tính theo công thức:

$$H_K = \frac{A_1}{PN} \quad \text{hoặc} \quad H_K = \frac{A_2}{PS}$$

(5) Hiệu suất tăng trưởng ( $H_T$ ): biểu thị khả năng của sinh vật sử dụng các chất có trong thức ăn để tăng trưởng, tích lũy vào cơ thể.

Hiệu suất tăng trưởng được tính theo công thức:

$$H_r = \frac{PS}{I} \quad \text{Trong đó: } I \text{ là lượng thức ăn.}$$

Hiệu suất sinh thái có ảnh hưởng tới diện tích nơi sống của các sinh vật ở các bậc dinh dưỡng. Việc mất năng lượng ở mỗi bậc dinh dưỡng là đặc thù hoạt động của sinh quyển. Ví dụ như 15% năng lượng từ thức ăn của thực vật nổi vào động vật nổi, và chỉ có 11% cho cá nhỏ, 5% cá lớn hơn. Những con số này cho thấy hiệu suất ở mỗi bậc dinh dưỡng. Các kiểu hệ sinh thái khác nhau có hiệu suất dinh dưỡng khác nhau. Hệ sinh thái sa mạc có hiệu suất thấp nhất (< 0,1%), trong khi các hệ sinh thái đầm lầy nhiệt đới có hiệu suất dinh dưỡng cao nhất, nhưng trung bình cũng chỉ khoảng 4%. Với hiệu suất dinh dưỡng nhỏ như vậy, trong tự nhiên luôn luôn phải có một lượng lớn sinh vật sản xuất để cung cấp cho một lượng nhỏ hơn rất nhiều bao gồm các động vật ăn cỏ, và rất ít động vật ăn thịt. Vì vậy, khối lượng chất sống trên mỗi đơn vị diện tích ở bậc dinh dưỡng khác nhau có thể mô phỏng bằng tháp hiệu suất sinh thái. Do hiệu suất sinh thái thấp, mỗi động vật ở một bậc dinh dưỡng nhất định yêu cầu có một diện tích lãnh thổ lớn hơn để cung cấp đủ các động vật ở bậc dinh dưỡng thấp hơn. Điều này lý giải tại sao một số vật ăn thịt ở bậc dinh dưỡng cao yêu cầu một nơi sống rất rộng lớn.

Ngoài ra, do năng lượng chuyển hóa trong chuỗi thức ăn, nếu có một mắt xích bị mất đi thì cả hệ thống sẽ bị sụp đổ, bởi vì hệ thống hoạt động dựa vào sự phản hồi. Hệ quả của việc đưa các loài xâm hại vào một hệ sinh thái là bằng chứng rõ nét. Tại Australia, thỏ được đưa vào và phát triển rất nhanh vì bậc dinh dưỡng bậc trên của nó (động vật ăn thịt) hoàn toàn vắng mặt. Hệ quả, các quần thể thỏ phá hủy nhiều diện tích đồng cỏ, và làm mất cân bằng của các hệ sinh thái địa phương.

Tính toán cân bằng năng lượng trong chuỗi và lưới thức ăn ở quy mô cảnh quan phức tạp hơn rất nhiều so với trong hệ sinh thái. Các hệ thức mô phỏng dòng năng lượng trong cảnh quan được tính cho quần



thể biến thái hoặc quần xã biến thái, còn gọi là *hệ thức cân bằng năng lượng mở rộng* (Nguyễn An Thịnh, 2010). Tập hợp của các loài trong quần xã biến thái với những mối quan hệ trực tiếp và gián tiếp, ở cả hai cấp độ là quy mô địa phương và quy mô cảnh quan. Các loài tương tác với nhau ở cấp độ địa phương. Đặc điểm phân bố và động lực của quần xã biến thái chỉ thể hiện ở cấp độ cảnh quan (liên hệ giữa các hệ sinh thái).

## Chương 12.

# ĐA CHỨC NĂNG VÀ DỊCH VỤ CẢNH QUAN

### 12.1. CHỨC NĂNG CẢNH QUAN

#### 12.1.1. Khái niệm chức năng cảnh quan

Trong sinh thái cảnh quan, ba nội dung nghiên cứu quan trọng nhất là phân tích tính đặc thù và mối quan hệ nhân - quả giữa cấu trúc, chức năng và biến đổi cảnh quan. Cấu trúc cảnh quan biểu thị quan hệ không gian giữa các hệ sinh thái hoặc các yếu tố cảnh quan liên quan tới đặc điểm phân bố dòng vật chất, dòng năng lượng và dòng chảy sinh vật. Chức năng cảnh quan biểu thị các quá trình nội tại trong cảnh quan, quy định khả năng cung cấp các hàng hóa và dịch vụ cho sinh vật và con người. Biến đổi cảnh quan biểu thị sự thay đổi về cấu trúc và chức năng của cảnh quan theo thời gian. Nghiên cứu chức năng cảnh quan được xác định là bước nghiên cứu quan trọng tiếp theo sau khi đã phân tích cấu trúc cảnh quan.

Chức năng cảnh quan được hiểu theo hai nghĩa:

#### *a) Các quá trình nội tại trong cảnh quan*

Chức năng cảnh quan được hiểu theo nghĩa "*vận hành*" hoặc "*hoạt động*" của cảnh quan. Theo hướng này, chức năng cảnh quan được định nghĩa là "*tổng hợp các quá trình trao đổi, biến đổi vật chất và năng lượng trong cảnh quan*" (Ixatrenko, 1961); "*...là dòng năng lượng, dinh dưỡng khoáng và sinh vật giữa các yếu tố cảnh quan,... hoặc các tương tác mảnh rời*

*raç - thể nền*" (Forman, 1981). Như vậy, chức năng cảnh quan biểu thị các quá trình nội tại xảy ra trong cảnh quan, bao gồm các quá trình địa lý tự nhiên xảy ra ở quy mô cảnh quan (điển hình là quá trình địa mạo, quá trình thủy văn, động lực khí quyển,...), và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan.

Cách hiểu này được áp dụng chủ yếu cho các cảnh quan tự nhiên và cảnh quan bán tự nhiên có các quá trình nội tại nổi bật hơn hẳn so với khả năng cung ứng dịch vụ của chúng. Chức năng còn có thể được hiểu tương đương là "năng lực tự nhiên", "khả năng tự nhiên", "tính năng tự nhiên" hoặc "tiềm năng tự nhiên" của cảnh quan.

### ***b) Những lợi ích con người thu được từ các thuộc tính và các quá trình của cảnh quan***

Chức năng cảnh quan còn có thể được hiểu theo nghĩa là các lợi ích con người thu được từ các thuộc tính, các quá trình địa lý tự nhiên và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan (các quá trình nội tại trong cảnh quan). Đất đai cung cấp các sản phẩm cây trồng, hay khả năng hóa giải chất ô nhiễm là những biểu hiện cụ thể của chức năng cảnh quan.

De Groot (1992) định nghĩa: "*Chức năng cảnh quan là khả năng cung cấp hàng hóa và dịch vụ của các quá trình và các thành phần tự nhiên nhằm thỏa mãn trực tiếp hoặc gián tiếp các nhu cầu của con người*". Dự án Đánh giá Hệ sinh thái Thiên niên kỷ (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2003) định nghĩa chức năng cảnh quan là "*khả năng của một cảnh quan cung cấp hàng hóa và dịch vụ cho xã hội*". Các dạng hàng hóa và dịch vụ này đều có lợi ích cho con người. Chẳng hạn, con người có thể lấy được thức ăn, nước sạch và các lợi ích tái tạo từ cảnh quan.

Dù hiểu theo cách nào, chức năng cảnh quan đều có nguồn gốc sâu xa từ cấu trúc cảnh quan và các quá trình nội tại trong cảnh quan. Cấu trúc cảnh quan quy định tiềm năng cung cấp hàng hóa và dịch vụ cảnh

quan. Hàng hóa và dịch vụ cảnh quan được tạo trực tiếp từ các quá trình nội tại trong cảnh quan. Trong một số trường hợp, hai thuật ngữ "chức năng cảnh quan" và "các quá trình nội tại trong cảnh quan" được coi là đồng nghĩa trong cùng một nghiên cứu.

Cách hiểu theo nghĩa thứ nhất "chức năng cảnh quan là các quá trình nội tại trong cảnh quan" đã được trình bày trong chương 11 về "Các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan". Trong chương này, chức năng cảnh quan được trình bày theo nghĩa thứ hai, phản ánh "các lợi ích con người thu được từ các thuộc tính, các quá trình địa lý tự nhiên và quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan".

### 12.1.2. Các hệ thống phân loại chức năng cảnh quan

#### *a) Hệ thống của Niemann*

Niemann (1977) đưa ra một hệ thống phân loại chức năng cảnh quan gồm ba cấp, áp dụng cho cả các cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa, trong đó quan tâm tới cả ba khía cạnh của phát triển bền vững là kinh tế, sinh thái và xã hội:

- *Cấp nhóm chức năng* (các chức năng bậc một) gồm nhóm chức năng sản xuất (chức năng kinh tế), nhóm chức năng sinh thái (quản lý cảnh quan) và nhóm chức năng xã hội.

- *Cấp chức năng chính* (các chức năng bậc hai): sự phân chia chi tiết trong cấp nhóm chức năng. Tổng cộng có tám chức năng chính được nêu ra trong hệ thống phân loại này.

- *Cấp chức năng phụ* (các chức năng bậc ba): sự phân chia chi tiết trong cấp chức năng chính.

Bảng 12.1. Hệ thống phân loại chức năng cảnh quan của Niemann (1977)

Các cấp chức năng: - Chức năng bậc một (nhóm chức năng)
---

<p>- Chức năng bậc hai (chức năng chính) - Chức năng bậc ba (chức năng phụ)</p>
<p><b>I. Nhóm chức năng sản xuất (chức năng kinh tế)</b></p> <p><b>I.1. Cung cấp các tài nguyên tái tạo</b></p> <p><i>I.1.a. Sản phẩm từ sinh khối (thích hợp với canh tác)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sinh khối thực vật (lương thực, gỗ, hoa quả,...)</li> <li>- Sinh khối động vật (gia súc, gia cầm, thủy sản)</li> </ul> <p><i>I.1.b. Nguồn nước</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nước mặt</li> <li>- Nước ngầm</li> </ul> <p><b>I.2. Cung cấp các tài nguyên không tái tạo</b></p> <p><i>I.2.a. Chất dinh dưỡng, vật liệu xây dựng</i></p> <p><i>I.2.b. Nhiên liệu hóa thạch</i></p>
<p><b>II. Nhóm chức năng sinh thái</b></p> <p><b>II.1. Điều chỉnh các dòng vật chất và năng lượng</b></p> <p><i>II.1.a. Các chức năng thổ nhưỡng (đất)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chống xói mòn</li> <li>- Chống suy giảm nguồn nước ngầm</li> <li>- Phân hủy các chất gây hại (chức năng lọc, đệm và chuyển hóa)</li> </ul> <p><i>II.1.b. Các chức năng thủy văn (nước)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thay đổi mực nước ngầm</li> <li>- Chứa nước/cân bằng nước</li> <li>- Tự làm sạch nguồn nước mặt</li> </ul> <p><i>II.1.c. Các chức năng khí tượng (khí hậu/không khí)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cân bằng nhiệt</li> <li>- Cải thiện độ ẩm không khí</li> <li>- Ảnh hưởng của gió</li> </ul> <p><b>II.2. Điều chỉnh và phục hồi các quần thể và quần xã (thực vật và động vật)</b></p> <p><i>II.2.a. Tái sản xuất và tái sinh sinh học các sinh quần lạc (tự phục hồi và duy trì)</i></p> <p><i>II.2.b. Điều chỉnh quần thể, loài (ví dụ, loài gây hại)</i></p> <p><i>II.2.c. Bảo tồn nguồn gen</i></p>
<p><b>III. Nhóm chức năng xã hội</b></p> <p><b>III.1. Chức năng tâm lý</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chức năng thẩm mỹ (phong cảnh)</li> <li>- Chức năng dân tộc (nguồn gen, di sản văn hóa)</li> </ul> <p><b>III.2. Chức năng thông tin</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chức năng cho khoa học và giáo dục</li> <li>- Chỉ thị sinh học của điều kiện môi trường</li> </ul> <p><b>III.3. Chức năng sinh thái nhân văn</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ảnh hưởng sinh khí hậu</li> <li>- Các chức năng lọc và đệm (các ảnh hưởng hóa học - đất/nước/không khí)</li> <li>- Ảnh hưởng âm học (điều khiển tiếng ồn)</li> </ul> <p><b>III.4. Các chức năng giải trí</b> (các tác động tâm lý và sinh thái nhân văn)</p>

## ***b) Hệ thống của de Groot (1992)***

Một hệ thống phân chia chức năng cảnh quan khác do de Groot (1992) phát triển, sau đó Costanza (1997) và de Groot (2002) bổ sung, được áp dụng chủ yếu cho các cảnh quan tự nhiên và bán tự nhiên. Trong hệ thống này, năm nhóm chức năng và 30 chức năng cảnh quan cụ thể được phân chia thể hiện các lợi ích của cảnh quan tự nhiên và bán tự nhiên đối với đời sống của con người và sinh vật:

- *Chức năng điều tiết*: trong các nhóm chức năng, chức năng điều tiết đóng vai trò quan trọng nhất, cung cấp điều kiện tiên quyết cho tất cả các nhóm chức năng còn lại. Về mặt lý thuyết, số lượng chức năng điều tiết không có giới hạn, bao gồm chức năng điều hòa không khí, điều hòa khí hậu, ngăn ngừa các xáo động, điều hòa môi trường nước, cung cấp nước, bảo vệ đất, hình thành đất, điều tiết chất dinh dưỡng, xử lý chất thải, thụ phấn, điều khiển sinh học,... Nhóm chức năng này thể hiện khả năng điều chỉnh các quá trình thiết yếu của hệ sinh thái cũng như các hệ thống phục vụ sự sống thông qua chu trình sinh địa hóa và dòng năng lượng, đồng thời duy trì được năng lực của cảnh quan ở các quy mô khác nhau. Ở quy mô toàn cầu, chức năng điều tiết cho phép cung cấp và duy trì các điều kiện cần thiết cho sự sống trên Trái Đất.

- *Chức năng nơi sống*: chức năng này cho phép các cảnh quan tự nhiên và bán tự nhiên cung cấp nơi sống, nơi ẩn náu và sinh sản cho các loài sinh vật trong tự nhiên, đóng vai trò quan trọng trong bảo tồn nội vi. Chức năng nơi sống có quan hệ mật thiết với đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học. Hiệu quả hoặc yêu cầu của chức năng này khác nhau đối với các nhóm sinh vật khác nhau, nhưng đều có thể được xem xét thông qua *sức tải* và *kích thước nơi sống tối thiểu* (yêu cầu quy mô không gian đảm bảo được đời sống của sinh vật) của các cảnh quan.

- *Chức năng sản xuất*: các chức năng cụ thể bao gồm: cung cấp thức ăn, nguyên liệu hữu cơ, tài nguyên di truyền, dược liệu. Bằng quang hợp, sinh vật sản xuất sử dụng năng lượng bức xạ Mặt Trời, CO<sub>2</sub>, nước

và các chất dinh dưỡng tạo sản lượng sinh vật sơ cấp. Các chất này sau đó được các vật tiêu thụ sử dụng để tạo sản lượng sinh vật thứ cấp, hình thành lượng sinh khối lớn trong cảnh quan. Sinh khối là nguồn tài nguyên có giá trị sử dụng to lớn đối với con người: nguồn thức ăn, vật liệu sản xuất - sinh hoạt, nguồn năng lượng, vật liệu di truyền.

- **Chức năng thông tin:** các chức năng này cung cấp các thông tin về giá trị thẩm mỹ, tiêu khiển, văn hóa, mỹ thuật, tâm linh, lịch sử, khoa học, giáo dục,... của cảnh quan, làm tăng vốn kiến thức cho con người.

- **Chức năng tải:** hầu hết các hoạt động phát triển của con người đều diễn ra trong không gian hoặc môi trường thích hợp. Điều này phản ánh chức năng tải của cảnh quan. Các chức năng tải cụ thể bao gồm cư trú, trồng trọt và chăn nuôi, chuyển hóa năng lượng, khai thác khoáng sản, hóa giải chất thải, giao thông, du lịch,... Trên thực tế, khả năng cung cấp các dịch vụ này của cảnh quan thường bị hạn chế bởi các hoạt động sử dụng không hợp lý của con người.

Bảng 12.2. Chức năng, giá trị hàng hóa và dịch vụ của cảnh quan tự nhiên và bán tự nhiên (de Groot, 1992; Costanza, 1997 và de Groot, 2002)

Chức năng	Các thành phần và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan	Ví dụ về giá trị hàng hóa và giá trị dịch vụ
<b>(I) Chức năng điều tiết</b>	<i>Duy trì các quá trình thiết yếu của hệ sinh thái và các hệ thống phục vụ sự sống.</i>	
1. Điều hòa không khí	Vai trò của hệ sinh thái trong chu trình sinh địa hóa (cân bằng CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> , bảo vệ tầng ozon,...).	1.1. Tầng ozon ngăn cản tia cực tím. 1.2. Duy trì chất lượng không khí. 1.3. Ảnh hưởng tới khí hậu ( <i>xem mục chức năng 2</i> ).
2. Điều hòa khí hậu	Ảnh hưởng của biến đổi sử dụng đất tới khí hậu.	Duy trì chế độ khí hậu thích hợp (nhiệt - ẩm, ánh sáng, gió,...) đối với các hoạt động sản xuất, cư trú và sinh hoạt của con người.
3. Ngăn ngừa	Ảnh hưởng của cấu trúc	3.1. Rừng ngập mặn bảo vệ bờ biển

<b>Chức năng</b>	<b>Các thành phần và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan</b>	<b>Ví dụ về giá trị hàng hóa và giá trị dịch vụ</b>
các xáo động	cảnh quan tới các xáo động.	khỏi tác hại của nước biển dâng, bão, sóng thần,... 3.2. Hệ thống rừng đầu nguồn ngăn ngừa lũ lụt.
4. Điều hòa môi trường nước	Vai trò của lớp phủ thực vật trong điều tiết dòng chảy.	Tưới, tiêu, thoát nước tự nhiên.
5. Cung cấp nước	Lọc, duy trì và lưu trữ nước sạch.	Cung cấp nước cho sinh hoạt và sản xuất.
6. Bảo vệ đất	Vai trò của hệ rễ cây và vi sinh vật trong bảo vệ đất.	6.1. Duy trì tầng đất canh tác. 6.2. Ngăn ngừa thiệt hại do xói mòn, bồi lấp.
7. Hình thành đất	Phong hóa đá, tích lũy vật liệu hữu cơ.	7.1. Duy trì khả năng sản xuất của tầng đất canh tác. 7.2. Duy trì năng suất tự nhiên của đất.
8. Điều tiết chất dinh dưỡng	Vai trò của khu hệ sinh vật trong lưu trữ và tái tuần hoàn các chất dinh dưỡng (N, P, S,...).	Duy trì độ phì của đất và năng suất của các hệ sinh thái.
9. Xử lý chất thải	Vai trò của thảm thực vật và khu hệ sinh vật trong loại bỏ hoặc phá hủy các chất thải và các chất dinh dưỡng bị rửa trôi.	9.1. Điều khiển chất ô nhiễm, chất độc hại. 9.2. Lọc bụi trong không khí. 9.3. Làm giảm ô nhiễm tiếng ồn.
10. Thụ phấn	Vai trò của khu hệ sinh vật trong việc thụ phấn của thực vật.	10.1. Thụ phấn của các loài thực vật tự nhiên. 10.2. Thụ phấn của các cây trồng.
11. Điều khiển sinh học	Điều khiển quần thể bằng quan hệ sinh học trong chuỗi và lưới thức ăn.	Điều khiển vật hại và bệnh tật (thiên địch - sâu bệnh).
<b>(II) Chức năng nơi sống</b>	<i>Cung cấp nơi sống tự nhiên (không gian sống thích hợp) cho các sinh vật.</i>	
12. Cung cấp	Không gian sống thích	Duy trì đa dạng sinh học - cơ sở cho



<b>Chức năng</b>	<b>Các thành phần và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan</b>	<b>Ví dụ về giá trị hàng hóa và giá trị dịch vụ</b>
noi cư trú và nơi ẩn náu	hợp cho các sinh vật trong tự nhiên.	phần lớn các chức năng khác.
13. Chức năng nuôi dưỡng	Nơi sống thích hợp cho sinh vật sinh sản.	Duy trì các loài được khai thác cho mục đích thương mại.
<b>(III) Chức năng sản xuất</b>	<i>Cung cấp tài nguyên thiên nhiên.</i>	
14. Thức ăn	Chuyển hóa năng lượng bức xạ Mặt Trời, tạo sản lượng sơ cấp và thứ cấp phù hợp với nhu cầu tiêu thụ của con người.	14.1. Săn bắn, hái lượm. 14.2. Sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản ở quy mô nhỏ.
15. Nguyên liệu hữu cơ	Chuyển hóa năng lượng bức xạ Mặt Trời thành năng lượng tích trữ trong sinh khối, cung cấp nguyên liệu cho các hoạt động sản xuất.	15.1. Xây dựng và chế biến. 15.2. Nhiên liệu và năng lượng. 15.3. Phân bón.
16. Tài nguyên di truyền	Vật liệu di truyền và tiến hóa của các sinh vật trong tự nhiên.	16.1. Tăng khả năng đề kháng của cây trồng đối với dịch bệnh, vật hại. 16.2. Các ứng dụng khác (chăm sóc sức khỏe,...).
17. Dược liệu	Các hợp chất hóa sinh học và các cách sử dụng khu hệ sinh vật tự nhiên.	17.1. Dược liệu. 17.2. Mô hình và công cụ hóa học. 17.3. Các sinh vật thí nghiệm.
18. Trang sức	Sinh vật trong hệ sinh thái tự nhiên được khai thác, sử dụng để trang trí.	Nguồn tài nguyên cho trang phục, hàng thủ công, đồ trang sức, vật nuôi, vật thờ phụng, quà tặng (gỗ, da, sinh vật cảnh,...).
<b>(IV) Chức năng thông tin</b>	<i>Cung cấp các cơ hội phát triển nhận thức</i>	
19. Thông tin thẩm mỹ	Các đặc trưng hấp dẫn của cảnh quan.	Hưởng thụ phong cảnh.
20. Tiêu khiển	Các cảnh quan hấp dẫn phục vụ nhu cầu giải trí	Các hình thức du lịch sinh thái: nghỉ dưỡng, tham quan ngắm cảnh,

Chức năng	Các thành phần và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan	Ví dụ về giá trị hàng hóa và giá trị dịch vụ
	của con người.	nghiên cứu khoa học.
21. Thông tin văn hóa và mỹ thuật	Các đặc trưng tự nhiên của cảnh quan có giá trị văn hóa và mỹ thuật.	Tự nhiên được thể hiện trong các hoạt động văn hóa và mỹ thuật (vẽ tranh, quay phim, văn hóa dân gian,...).
22. Thông tin tâm linh và lịch sử	Các đặc trưng tự nhiên của cảnh quan có giá trị tâm linh và lịch sử.	Sử dụng tự nhiên cho mục đích tôn giáo và lịch sử (giá trị di sản của các cảnh quan tự nhiên).
23. Khoa học và giáo dục	Các đặc trưng tự nhiên của cảnh quan có giá trị khoa học và giáo dục.	Sử dụng các hệ thống tự nhiên trong giảng dạy và nghiên cứu khoa học.
<b>(V) Chức năng giá thể</b>	<i>Cung cấp giá thể thích hợp hoặc môi trường cho hoạt động và cơ sở hạ tầng của con người.</i>	
24. Cư trú	Phụ thuộc vào các loại hình sử dụng đất đặc thù, những yêu cầu khác nhau đối với các điều kiện môi trường diễn ra hoạt động (ví dụ, độ ổn định và độ phì của đất, chất lượng không khí và nước, địa chất, địa hình, khí hậu,...).	Không gian sinh sống, từ các khu quần cư nhỏ cho tới các khu đô thị rộng lớn.
25. Trồng trọt và chăn nuôi		Thức ăn và các nguyên liệu hữu cơ từ đất trồng trọt và chăn nuôi.
26. Chuyển hóa năng lượng		Các nguồn năng lượng (Mặt Trời, gió, nước,...).
27. Khai thác khoáng sản		Khoáng sản, dầu mỏ, kim loại quý hiếm,...
28. Chất thải		Không gian chứa đựng chất thải rắn.
29. Giao thông		Giao thông thủy, giao thông bộ.
30. Du lịch		Các hoạt động du lịch.

## 12.2. ĐA CHỨC NĂNG, CẢNH QUAN ĐƠN CHỨC NĂNG VÀ CẢNH QUAN ĐA CHỨC NĂNG

### 12.2.1. Khái niệm

Đa chức năng (*multi-functionality*) là một khái niệm gần đây được sử dụng nhiều trong quy hoạch và thiết kế cảnh quan, đặc biệt phổ biến ở châu Âu dựa trên Công ước Cảnh quan châu Âu (*European Landscape Convention*) của Hội đồng châu Âu (2000, 2007). Đa chức năng được định nghĩa là "*tiềm năng và khả năng thực tế cung cấp nhiều dạng hàng hóa vật chất và phi vật chất nhằm thỏa mãn nhu cầu xã hội hoặc đáp ứng các yêu cầu xã hội*" (Barkmann, 2004).

Do cảnh quan là một đơn vị cấu trúc đặc thù, được tạo bởi nhiều yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản, nên giá trị đa chức năng của cảnh quan được xác định theo tổng các chức năng của từng yếu tố cấu trúc riêng biệt. Khái niệm này phản ánh thực tế rằng một cảnh quan có thể cung cấp các hàng hóa và dịch vụ cho nhiều mục đích kinh tế, văn hóa, xã hội và môi trường khác nhau. Khả năng cung cấp các dịch vụ và hàng hóa của cảnh quan thỏa mãn được nhiều mục đích khác nhau, hoặc đáp ứng được các nhu cầu sử dụng tài nguyên của con người tại cùng một thời điểm. Trên cùng một diện tích lãnh thổ, các chức năng về sinh thái, kinh tế, văn hóa, xã hội, thẩm mỹ,... được khai thác, sử dụng tạo ra lợi ích tổng hợp.

Có hai hướng tiếp cận xác định đa chức năng của cảnh quan:

- *Tính tổng chức năng của tất cả các hệ sinh thái bộ phận trong cảnh quan*: chủ yếu áp dụng cho các cảnh quan tự nhiên và bán tự nhiên.

- *Tính tổng chức năng của tất cả các đơn vị đất đai trong cảnh quan*: áp dụng cho các cảnh quan văn hóa.

Đa chức năng là đặc tính mong muốn, được con người kỳ vọng sử dụng hợp lý, hiệu quả cảnh quan. Ví dụ, tại châu Âu, khu vực nông thôn chiếm khoảng 80% tổng diện tích đất tự nhiên. Bên cạnh chức năng sản xuất nông nghiệp và quần cư nông thôn, không gian của cảnh quan nông thôn châu Âu còn được phát triển cho nhiều mục đích quan trọng

khác, chẳng hạn lưu trữ các giá trị văn hóa, lịch sử, phong tục, tập quán, bảo vệ đa dạng sinh học, du lịch sinh thái và văn hóa.

### **12.2.2. Tương tác đa chức năng trong cảnh quan**

Đa chức năng chịu ảnh hưởng bởi các kiểu tương tác giữa các chức năng cảnh quan với nhau. Tương tác này được gọi là tương tác đa chức năng trong cảnh quan, là "*ảnh hưởng của một chức năng cảnh quan tới chức năng cảnh quan khác*" (Willemen, 2008).

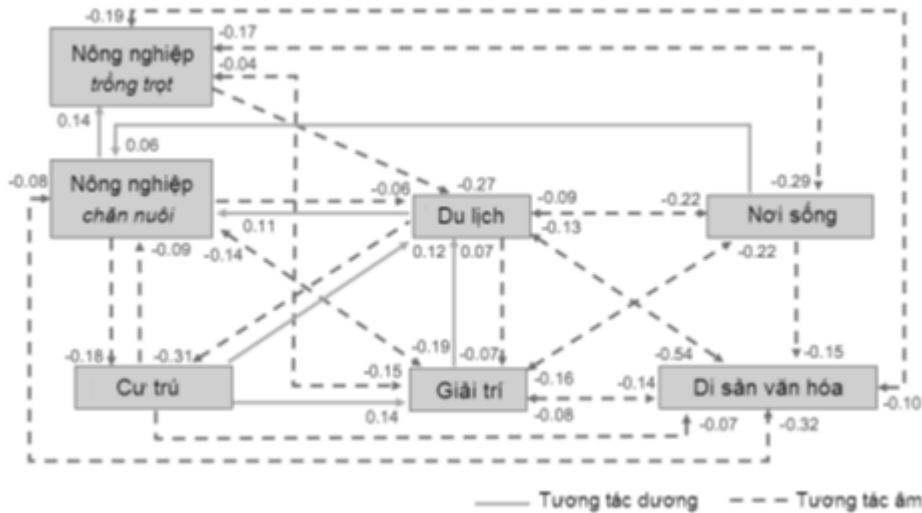
Mối quan hệ giữa các chức năng cảnh quan là quan hệ tương tác, phụ thuộc vào tác động của đặc tính cảnh quan và vai trò của mỗi chức năng riêng biệt, ảnh hưởng tới khả năng cung cấp hàng hóa và dịch vụ của cảnh quan. Quản lý tốt tương tác đa chức năng trong cảnh quan là cơ sở quan trọng góp phần sử dụng bền vững đất đai.

Tương tác đa chức năng trong cảnh quan được chia thành ba kiểu:

- *Tương tác xung đột*: tương tác này xảy ra trong trường hợp kết hợp các chức năng sẽ làm giảm khả năng cung cấp hàng hóa và dịch vụ của một cảnh quan. Chẳng hạn, cung cấp nơi cư trú cho con người và cung cấp nơi sống cho sinh vật là các chức năng cảnh quan xung đột, vì sự có mặt của chức năng cư trú có xu thế làm giảm hoặc loại trừ chức năng nơi sống của sinh vật.

- *Tương tác hỗ trợ*: một chức năng cảnh quan cung cấp trực tiếp các điều kiện thích hợp cho một chức năng khác và tạo ra hiệu ứng hỗ trợ. Chẳng hạn, một khu vực trong cảnh quan có chức năng là nơi sống tự nhiên cho sinh vật và phát triển du lịch sinh thái, thì các chức năng nơi sống sẽ hỗ trợ cho chức năng du lịch; ngược lại, du lịch sinh thái sẽ cải thiện chất lượng nơi sống tự nhiên.

- *Tương tác tương thích*: các chức năng cảnh quan cùng tồn tại mà không làm giảm hoặc cải thiện một chức năng khác.



Hình 12.1. Ví dụ về tương tác đa chức năng trong một cảnh quan văn hóa ở châu Âu: chiều mũi tên chỉ hướng tác động của một chức năng lên một chức năng khác; giá trị chỉ cường độ tương tác, trong đó, giá trị dương chỉ tương tác hỗ trợ, giá trị âm chỉ tương tác xung đột (Willemen, 2008)

Tương tác đa chức năng tạo ra các "điểm lạnh" (*cold spot*) và "điểm nóng" (*hot spot*) về chức năng trong cảnh quan (Willemen, 2008):

- **Một điểm lạnh có các chức năng xung đột với nhau:** tương tác âm trong quan hệ xung đột tạo ra các điểm lạnh trong chức năng của cảnh quan. Hiện tượng này thường xảy ra giữa các chức năng cung cấp dịch vụ hàng hóa cho con người và chức năng nơi sống của sinh vật. Chẳng hạn, trong cảnh quan ngập nước ven biển, các điểm lạnh tương ứng với vị trí các hệ sinh thái rừng ngập mặn, bởi vì tại đây có sự xung đột giữa chức năng nuôi trồng thủy sản và chức năng cung cấp nơi sống tự nhiên cho chim trú đông.

- **Một điểm nóng có các chức năng cảnh quan hỗ trợ cho nhau:** tương tác dương trong quan hệ hỗ trợ tạo ra các điểm nóng về chức năng trong cảnh quan. Chẳng hạn, trong một cảnh quan rừng nhiệt đới, các hệ sinh thái rừng kín tạo ra các điểm nóng, do các hệ sinh thái này

có chức năng du lịch và chức năng nơi sống tự nhiên của sinh vật bổ trợ cho nhau.

### **12.2.3. Cảnh quan đa chức năng và cảnh quan đơn chức năng**

Cảnh quan mang nhiều chức năng có khả năng cung cấp nhiều giá trị hàng hóa và dịch vụ được gọi là *cảnh quan đa chức năng*. Ngược lại, *cảnh quan đơn chức năng* là cảnh quan chỉ có một chức năng duy nhất. Phần lớn các cảnh quan là cảnh quan đa chức năng vì có lợi ích nhiều mặt đối với xã hội loài người, bao gồm các giá trị sinh thái, kinh tế và văn hóa - xã hội. Một số ít cảnh quan nhân sinh là cảnh quan đơn chức năng, tuy nhiên hiện nay đang có xu thế tăng lên, chủ yếu do các hoạt động quy hoạch của con người.

Đa chức năng là một thuộc tính cơ bản của các cảnh quan bền vững. Khi con người chỉ chú trọng khai thác một dịch vụ cụ thể của cảnh quan đa chức năng, thì sẽ làm cảnh quan đó chuyển thành cảnh quan đơn chức năng. Các cảnh quan đơn chức năng yêu cầu con người cung cấp năng lượng đầu vào lớn để tiếp tục duy trì giá trị và chức năng của chúng, do đó kém bền vững hơn so với các cảnh quan đa chức năng. Tuy nhiên, những lợi ích do các cảnh quan đa chức năng mang lại thường ít được tính đến. Trong nhiều dự án quy hoạch, các cảnh quan đa chức năng bị chuyển thành các cảnh quan có cấu trúc đơn giản hơn hoặc có ít chức năng (chẳng hạn, cảnh quan nông nghiệp, cảnh quan công nghiệp,...), hoặc chuyển thành các cảnh quan có mức độ ô nhiễm cao, hay xảy ra các xáo động (chẳng hạn, khu vực bị xói mòn đất sau khi chặt phá rừng, hoặc các khu vực biển bị ô nhiễm và đánh bắt quá mức).



Hình 12.2. "Đô thị phòng ngủ" - một kiểu cảnh quan đơn chức năng phổ biến điển hình ở các đô thị lớn ở Việt Nam: các khu đô thị mới được xây dựng tràn lan từ đầu thế kỷ XXI chỉ chú trọng phát triển các khu đất ở, ít quan tâm tới hoàn chỉnh hệ thống dịch vụ công cộng như việc làm tại chỗ, chợ, trường học, cơ quan hành chính, bệnh viện,... làm thu hẹp nhiều giá trị vật chất, tinh thần đối với cư dân.

Xét trên khía cạnh kinh tế môi trường, tổng giá trị sử dụng tất cả các chức năng của cảnh quan tự nhiên và bán tự nhiên thường đạt được lợi ích kinh tế cao hơn so với các cảnh quan bị chuyển đổi; chẳng hạn, rừng ngập mặn chuyển đổi sang đầm tôm, nuôi trồng thủy sản thâm canh trong khu vực đất ngập nước, đánh bắt hủy diệt trong rạn san hô,...

Trong phân tích cảnh quan, các cảnh quan đa chức năng được thể hiện bằng một ma trận, gọi là *ma trận cảnh quan đa chức năng*, trong đó hàng dọc liệt kê tất cả các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản, hàng ngang thể hiện các chức năng chung và chức năng cụ thể theo hệ thống phân loại của Niemann (1977) hay của de Groot (1992). Bảng ma trận xác định các chức năng cảnh quan tương ứng với từng yếu tố cảnh quan cụ thể.

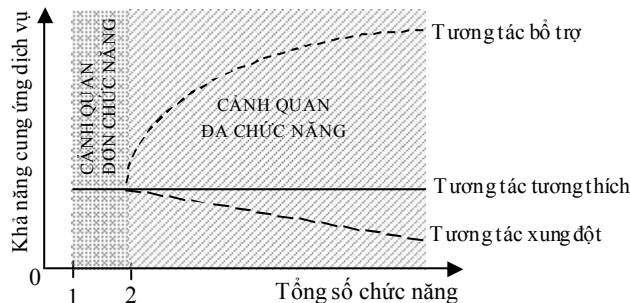
Bảng 12.3. Một ma trận cảnh quan đa chức năng được xây dựng tương ứng với hệ thống phân loại chức năng cảnh quan của de Groot (1992)

Các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản	Các dịch vụ dự phòng	Các dịch vụ điều tiết	Các dịch vụ văn hóa	Các dịch vụ cung ứng	

(theo mô hình PCM của Foman)																							
		Thức ăn	Bóng, sợi	Nhiên liệu	Nguồn gen	Nước sạch	Chất lượng không khí	Khí hậu	Điều tiết nước	Xói mòn	Chất lượng nước	Bệnh dịch	Sâu bệnh	Quá trình thụ phấn	Tai biến thiên nhiên	Giải trí	Di sản	Giáo dục	Thẩm mỹ	Giác quan	Tuần hoàn	Hình thành đất	Sản xuất sơ cấp
Mảnh rời rạc (P)	P1	-	-	-			-	+	+	+	+		+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	P2	+	-	-			+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	P2	-	-	-			-	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+		+	+
	P4	-	-	-					+	+	+		-			+	+	+	+	+			+
	P5	-	-	-			-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	P6	+	-	-			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	P7								+	+	+						+	+	+	+			-
Hành lang (C)	C1		-	-				+	+					-			-		+	+	+	+	-
	C2		-	-				+	+								+	+	+	+	+	+	+
	C3	-	-	-				+	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+
	C4	-	+	+				+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+
	C5	+	+	-					-					-		+	+	+	+	+	+	+	+
	C6	-	-	-					-					-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	C7	-		-					-			+	-	+	+	+				+	+	+	+
	C8	+			+			-	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-
Thế nền (MT)	MT1	+	+					+	-	+							+	+	-	-	+	+	-
	MT2											-	+				+	+			+	+	
	MT3								-	+	+		+				+	+		+	+	+	+
Thế khám (MS)	MS1	+						+	+			+	+				+	+	+	+		+	+
	MS2	+	+					+	+		+	+	+				+	+	+	+	+	+	+
	MS3																+	+	+	+			-

Tương tác đa chức năng trong cảnh quan có ảnh hưởng quan trọng tới khả năng cung ứng dịch vụ của cảnh quan đa chức năng. Tương tác bổ trợ sẽ làm tăng cường khả năng cung ứng dịch vụ của cảnh quan, càng hiệu quả hơn khi số lượng chức năng trong cảnh quan càng lớn. Ngược lại, tương tác xung đột sẽ làm giảm khả năng cung ứng dịch vụ của cảnh quan, càng giảm hơn nữa khi tổng số chức năng càng tăng. Đối với tương tác tương thích, khả năng cung ứng dịch vụ của cảnh quan không thay đổi kể cả trong trường hợp tổng số chức năng cảnh quan thay đổi. Cảnh quan đơn chức năng có khả năng cung ứng dịch vụ không đổi do không xảy ra tương tác đa chức năng.





Hình 12.3. Khả năng cung ứng dịch vụ của cảnh quan đơn chức năng và cảnh quan đa chức năng

Mặc dù có lợi ích về cung cấp dịch vụ cảnh quan, nhưng hiện nay con người vẫn tiếp tục sử dụng thiếu bền vững các cảnh quan đa chức năng, hủy hoại nguồn vốn tự nhiên này của con người để thỏa mãn nhu cầu hiện tại nhưng ảnh hưởng tới nhu cầu của các thế hệ tương lai. Có một vài lý do được nêu ra:

- Khó thể hiện được tầm quan trọng của cảnh quan đa chức năng về mặt sinh thái, văn hóa, xã hội dưới dạng tiền tệ. Hầu hết các lợi ích này không thể xác định được bằng các phân tích kinh tế thông thường hoặc các phân tích kinh tế dựa trên thị trường (Costanza, 1997; Balmford, 2002). Trong khi đó, hiệu quả quy hoạch cảnh quan thường chỉ được xem xét ở hiệu quả kinh tế.

- Hầu hết các lợi ích của cảnh quan đa chức năng, điển hình là cảnh quan tự nhiên và bán tự nhiên đều bị xem là các ngoại tác<sup>1</sup> phi thị trường, có ý nghĩa tăng thêm đối với các cộng đồng địa phương ở quy mô lớn và quy mô toàn cầu. Điều này dẫn tới sự thất bại của thị trường đóng vai trò cơ bản trong mất mát các cảnh quan đa chức năng. Sự

<sup>1</sup> Trong kinh tế môi trường, ngoại tác xảy ra khi một hàng hóa hay dịch vụ mang lại tác động vượt ra ngoài giao dịch giữa người cung cấp và người tiêu dùng. Thị trường thất bại do tồn tại ngoại tác và hàng hoá công cộng. Trong trường hợp tiêu cực, ngoại tác gây ra những tổn hại đối với sức khoẻ cộng đồng, đối với các hệ sinh thái và chất lượng môi trường.

chuyển đổi cảnh quan trong hoạt động quy hoạch thường chỉ tạo ra các lợi ích kinh tế đơn thuần. Nguyên nhân do các lợi ích thu được từ chuyển đổi mục đích sử dụng đất thường rơi vào một số nhóm nhỏ, trong khi đó, chi phí (ví dụ, các ngoại tác phi thị trường) lại tác động mạnh mẽ tới phần lớn cộng đồng địa phương và các thế hệ tương lai.

### 12.3. ĐÁNH GIÁ CHỨC NĂNG CẢNH QUAN

#### 12.3.1. Khái niệm

Ý tưởng đánh giá chức năng cảnh quan được dựa trên lý luận về đa chức năng cảnh quan, nhằm định lượng mối liên hệ giữa cấu trúc cảnh quan với khả năng cung cấp hàng hóa và dịch vụ của cảnh quan. Hướng nghiên cứu này quan tâm tới khía cạnh các quá trình nội tại có quan hệ trực tiếp tới xã hội loài người. Ví dụ, đánh giá chức năng sinh thái, sức tải, năng suất sinh học, xói mòn tiềm năng và thực tế, điều hòa dòng chảy, bảo vệ nước ngầm, chức năng nơi sống,... Kết quả đánh giá là cơ sở khoa học phục vụ ra quyết định quản lý sử dụng đất bền vững.

Đánh giá chức năng cảnh quan được định nghĩa là *"quá trình xử lý, chuyển thông tin về cấu trúc cảnh quan và các quá trình hệ sinh thái thành thông tin về một số chức năng của cảnh quan"* (Nguyễn An Thịnh, 2009). Thực chất, đánh giá chức năng cảnh quan là giải bài toán về mối quan hệ giữa cấu trúc và chức năng cảnh quan. Trong đó, cấu trúc thể hiện các đặc trưng môi trường có nguồn gốc nhân sinh hoặc tự nhiên và cấu trúc sử dụng đất trong cảnh quan. Chức năng thể hiện khả năng cung cấp không gian sống, vận hành hệ sinh thái, cung cấp nước, sản xuất nông nghiệp,... của cảnh quan. Theo một nghĩa nào đó, cũng có thể hiểu đánh giá chức năng cảnh quan là *đánh giá tiềm năng của các cảnh quan tự nhiên và bán tự nhiên*, với mục đích nhằm xác định khả năng một cảnh quan cung cấp các điều kiện thiết yếu cho đời sống của sinh vật,

hoặc đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế của con người mà không làm ảnh hưởng tiêu cực đến tự nhiên. Chẳng hạn, "đánh giá chức năng nghỉ dưỡng của cảnh quan" và "đánh giá tiềm năng cảnh quan phục vụ nghỉ dưỡng" thuộc cùng một hướng đánh giá chức năng cảnh quan. Ngược lại, đối với các cảnh quan văn hóa, chức năng chính đã được xác định rõ ràng trong quá trình quy hoạch và xây dựng, vì vậy đánh giá chức năng cảnh quan tập trung vào *xác định các chức năng phụ hoặc điều kiện tối ưu*.

Đánh giá chức năng cảnh quan được chia thành hai hướng chính:

- *Xác định chức năng cảnh quan và cảnh quan đa chức năng*: ngay từ đầu thập niên 90 của thế kỷ thứ XX trở lại đây, các khái niệm về chức năng cảnh quan và cảnh quan đa chức năng đã được sử dụng trong quá trình ra chính sách, chẳng hạn chính sách sử dụng đất hoặc quy hoạch cảnh quan, đặc biệt phổ biến tại Liên minh châu Âu (EU). Chính sách nông nghiệp chung của Liên minh châu Âu (CAP) được cải cách vào năm 2003 dựa trên khái niệm đa chức năng. Ngày nay, các nhà lập pháp quan tâm tới nhu cầu thực tiễn đối với các hàng hóa và dịch vụ cảnh quan từ những người được hưởng lợi địa phương và quốc gia. Tuy nhiên, thông tin về chức năng cảnh quan thường thiếu, hầu hết dựa trên hiện trạng sử dụng đất.

- *Đánh giá ảnh hưởng của đặc điểm phân hóa cấu trúc cảnh quan tới chức năng của cảnh quan*: hướng này mới chỉ xuất hiện vào những năm đầu thế kỷ thứ XXI, trong một số công trình nghiên cứu của các nhà sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ và châu Âu, chẳng hạn của Troy và Wilson (2006), hay của Meyer và Grabaum (2008). Hướng này khó thực hiện do thiếu thông tin không gian về chức năng cảnh quan có quan hệ trực tiếp với các đặc trưng về cấu trúc của cảnh quan. Trong khi đó, các thông tin không gian về chức năng cảnh quan phụ thuộc vào các quan trắc mở rộng trên thực địa hoặc phân tích trên bản đồ.

Ở Việt Nam, hướng đánh giá chức năng cảnh quan được tích hợp trong một số công trình nghiên cứu cảnh quan học và sinh thái cảnh quan: phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường (Phạm Hoàng Hải và cộng sự, 1997); lý luận và thực tiễn đánh giá cảnh quan theo tiếp cận kinh tế sinh thái (Nguyễn Cao Huân, 2005; Trương Quang Hải và cộng sự, 2006); phát triển nông lâm nghiệp và du lịch bền vững (Nguyễn An Thịnh, 2005, 2007),... Hầu hết các công trình này mới chỉ dừng lại ở mức độ đánh giá cho từng chức năng riêng biệt. Một số nhà cảnh quan học ở Việt Nam đã thừa kế và phát triển thành công hướng đánh giá kinh tế sinh thái các cảnh quan trên cơ sở tích hợp các bước đánh giá thích nghi sinh thái, phân tích hiệu quả kinh tế, tính bền vững môi trường và xã hội (Nguyễn Cao Huân, 2002, 2005), nhưng chưa giải quyết được trọn vẹn bài toán đánh giá cảnh quan đa chức năng, phục vụ cho mục đích phát triển tổng hợp và liên kết các ngành kinh tế. Các công trình đánh giá cảnh quan phục vụ phát triển bền vững nông, lâm nghiệp và du lịch tại huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai (Nguyễn An Thịnh, 2007) và tại khu vực có núi đá vôi thuộc tỉnh Ninh Bình (Nguyễn An Thịnh và Trương Quang Hải, 2008) là những công trình đầu tiên tại Việt Nam quan tâm tới hướng đánh giá cảnh quan đa chức năng phục vụ phát triển kinh tế theo định hướng liên ngành.

Trong phân tích cảnh quan, khái niệm chức năng cảnh quan là một nội dung quan trọng. Do đó, đánh giá chức năng cảnh quan là một bước cần thiết sau bước điều tra lãnh thổ và phân tích cấu trúc cảnh quan. Kết quả đánh giá là cơ sở phục vụ xác định các dịch vụ cảnh quan và lượng giá cảnh quan, đề xuất các phương án quy hoạch sử dụng đất hoặc bảo vệ môi trường.

### **12.3.2. Cơ sở toán học cho đánh giá chức năng cảnh quan: định lượng quan hệ cấu trúc, chức năng và giá trị cảnh quan**

Ảnh hưởng của cấu trúc cảnh quan tới chức năng cảnh quan được thể hiện ở các khía cạnh:

- Cấu trúc không gian bất đồng nhất của cảnh quan quy định đặc tính đa chức năng và tương tác đa chức năng trong cảnh quan. Đối với các cảnh quan đơn chức năng, sự phân hóa không gian ít có ý nghĩa.

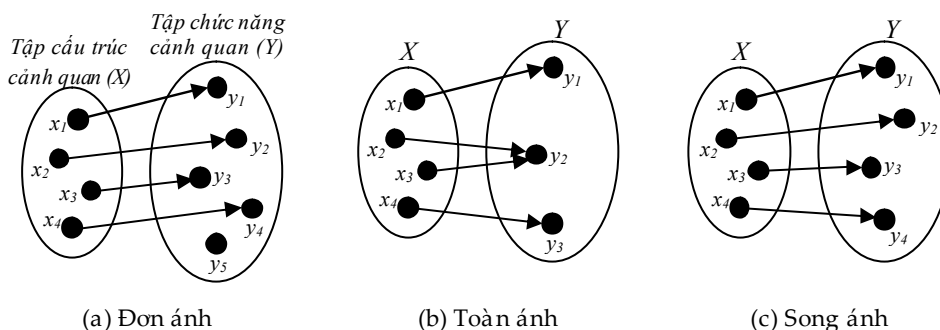
- Tính bất đồng nhất cao của cảnh quan dẫn tới độ đa dạng cảnh quan cao. Nâng cao giá trị đa chức năng là một yêu cầu thiết yếu trong quy hoạch cảnh quan. Các nhà quy hoạch luôn chú trọng tới việc làm tăng độ bất đồng nhất không gian bằng cách thiết kế thêm các yếu tố cảnh quan bán tự nhiên, nhằm cung cấp nhiều dịch vụ hệ sinh thái.

- Đa chức năng có mối quan hệ chặt chẽ với quy mô cảnh quan và các đơn vị không gian. Các đơn vị cảnh quan ở cấp phân vị thấp có ít chức năng hơn so với các cảnh quan thuộc cấp phân vị cao hơn.

Như vậy, trong cảnh quan luôn tồn tại mối quan hệ giữa cấu trúc, chức năng và giá trị cảnh quan. Trong đó, cấu trúc thể hiện các đặc trưng môi trường có nguồn gốc nhân sinh hoặc tự nhiên, và cấu trúc sử dụng đất trong cảnh quan; chức năng thể hiện khả năng cung cấp không gian sống, vận hành hệ sinh thái, cung cấp nước, sản xuất nông nghiệp,... của cảnh quan; giá trị được bao hàm ở khía cạnh lịch sử, tiêu khiển, thẩm mỹ, tinh thần, lối sống, đa dạng sinh học, bảo vệ, nông nghiệp, văn hóa,... của cảnh quan. Khái niệm cấu trúc cảnh quan ở đây bao hàm cả nghĩa cấu trúc không gian và cấu trúc thời gian (Nguyễn An Thịnh, 2008). Các quan hệ này được nghiên cứu theo cả hướng định tính và định lượng.

Áp dụng lý thuyết ánh xạ và lý thuyết hàm, mối quan hệ này được khảo sát theo hai mức:

- *Quan hệ song phương giữa cấu trúc và chức năng, hoặc giữa chức năng và giá trị*: cấu trúc cảnh quan quy định chức năng cảnh quan. Tương tự như vậy, chức năng quy định các giá trị của cảnh quan. Điều này có thể mô phỏng dựa trên khái niệm ánh xạ của toán học: quan hệ giữa cấu trúc và chức năng có thể được biểu diễn bằng một ánh xạ từ một tập hợp cấu trúc  $X$  (với phần tử là các yếu tố cảnh quan) sang một tập hợp chức năng  $Y$  (với phần tử là các chức năng cảnh quan). Quan hệ này được gọi là quan hệ hàm đơn trị, nghĩa là  $y = f(x)$  nếu thỏa mãn điều kiện mỗi yếu tố  $x$  của tập  $X$  đều có một và chỉ một chức năng  $y$  thuộc tập  $Y$  tương ứng. Tuy nhiên, trong lý thuyết hàm, hàm còn có thể bao hàm các hàm đa trị, trong đó một giá trị cấu trúc  $x$  có thể tương ứng với một số giá trị của chức năng  $y$  với xác suất khác nhau. Tương tự xét đối với quan hệ giữa chức năng và giá trị.



Hình 12.4. Mô phỏng quan hệ giữa cấu trúc và chức năng cảnh quan bằng lý thuyết hàm, trong đó chức năng  $Y = f$  (cấu trúc  $X$ ): (a) Quan hệ đơn ánh: một hàm số là đơn ánh khi nó áp dụng lên hai đối số khác nhau luôn cho hai giá trị khác nhau; (b) Quan hệ toàn ánh: hàm số  $f$  được gọi là toàn ánh nếu như với mọi số  $y$  thuộc  $Y$  ta luôn tìm được ít nhất một số  $x$  thuộc  $X$  sao cho  $f(x) = y$ ; (c) Quan hệ song ánh: một hàm số vừa là đơn ánh vừa là toàn ánh được gọi là song ánh. Trong đó, quan hệ toàn ánh là quan hệ thể hiện gần nhất quan hệ giữa cấu trúc và chức năng của cảnh quan (Nguyễn An Thịnh, 2010).

- Quan hệ đa phương giữa cấu trúc, chức năng và giá trị: quan hệ mở rộng này có thể được mô phỏng bằng hàm hợp của hai hàm số:

Hàm quan hệ cấu trúc và chức năng:  $f : X \rightarrow Y$

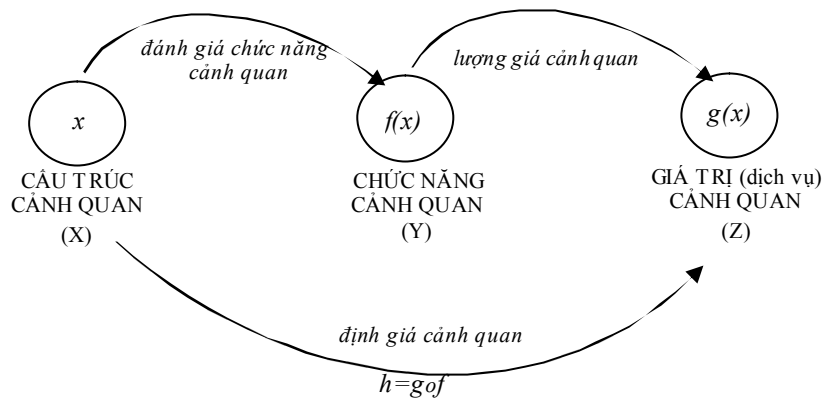
Hàm quan hệ chức năng và giá trị:  $g : Y \rightarrow Z$

Với  $X, Y, Z$  là các tập hợp cấu trúc, chức năng và giá trị của cảnh quan. Quan hệ giữa cấu trúc và giá trị cảnh quan được biểu diễn bằng hàm hợp của hàm  $f$  và  $g$ :

$$h : X \rightarrow Z$$

được định nghĩa bởi:  $h(x) = g(f(x)); x \in X$

ký hiệu là:  $h = g \circ f$



Hình 12.5. Cấu trúc hàm hợp của quan hệ cấu trúc, chức năng và giá trị cảnh quan

Việc xây dựng được mô hình lý thuyết về hàm hợp ở trên đóng vai trò quan trọng không chỉ trong công tác đánh giá chức năng cảnh quan, mà còn phục vụ cho công tác định giá cảnh quan và lượng giá cảnh quan. Mối liên hệ giữa những yếu tố này là thiết yếu, trong đó cấu trúc cung ứng chức năng, và chức năng mang lại các giá trị của cảnh quan. Để xác định được giá trị của một cảnh quan, trước tiên cần xác định hai

hàm  $f$  và  $g$ , sau đó xây dựng hàm hợp  $h$ . Công việc xác định hàm  $f$  gọi là *đánh giá chức năng cảnh quan* (đánh giá chức năng cảnh quan dựa trên cấu trúc cảnh quan). Công việc xác định hàm  $g$  gọi là *lượng giá cảnh quan* (xác định giá trị cảnh quan từ chức năng cảnh quan). Công việc xác định hàm hợp  $h$  gọi là *định giá cảnh quan* (xác định giá trị cảnh quan chỉ căn cứ vào cấu trúc cảnh quan).

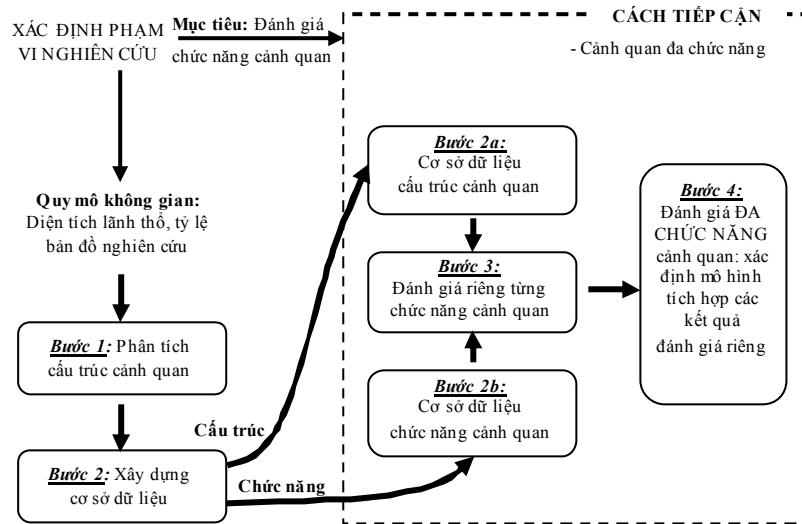
### 12.3.3. Nội dung đánh giá chức năng cảnh quan

#### a) Cách tiếp cận và quy trình đánh giá

Khái niệm chức năng cảnh quan tạo ra hướng tiếp cận phân tích và đánh giá cảnh quan theo nhiều mục đích khác nhau (sử dụng đất, quản lý và bảo tồn tự nhiên,...), đặc biệt dựa trên quan điểm nhân sinh và xem xét các tác động của con người trong thành tạo cảnh quan. Các hiện tượng được đưa ra trên thực tế cũng bao gồm cả chức năng sinh thái. Các khía cạnh về tính thích nghi của cảnh quan đối với các nhu cầu của con người, sự tăng cường tác động của con người từ thực tiễn sử dụng đất hoặc từ các tai biến tự nhiên, đồng thời cả vai trò của cảnh quan đối với sức khỏe của con người (vẻ đẹp của cảnh quan, ảnh hưởng và tác động của vi khí hậu,...) có quan hệ với các quan niệm nhân sinh. Trạng thái ổn định của cảnh quan, khả năng chống chịu các tác động, các dòng năng lượng và vật chất, đa dạng sinh học,... đều là những điều kiện không thể thiếu đối với sự tồn tại của sinh vật và con người, luôn cần được quan tâm trong quá trình đánh giá.

Dựa trên cách tiếp cận đó, đánh giá chức năng cảnh quan cần được thực hiện theo bốn bước chính:





Hình 12.6. Sơ đồ quy trình đánh giá chức năng cảnh quan và đa chức năng

**Bước 1. Phân tích cấu trúc cảnh quan:** xác định các yếu tố cấu trúc cảnh quan, quy mô lãnh thổ hoặc tỷ lệ bản đồ được sử dụng đánh giá.

**Bước 2. Xây dựng cơ sở dữ liệu cấu trúc cảnh quan và chức năng cảnh quan:** dưới dạng tập số liệu gồm  $n$  phần tử hữu hạn. Điều này cho phép xác định tương ứng giá trị của hai tập hợp này. Công việc được thực hiện bằng cách xác định hệ thống phân loại cấu trúc cảnh quan và hệ thống phân loại chức năng cảnh quan phù hợp ở quy mô nghiên cứu. Đối với hệ thống phân loại chức năng cảnh quan, cần xác định rõ cấp chức năng (theo hệ thống phân loại của Niemann, 1977) hay nhóm chức năng và các chức năng cụ thể (theo hệ thống của de Groot, 2002).

**Bước 3. Đánh giá riêng:** đánh giá từng chức năng cụ thể, bằng cách đối sánh các tiêu chí xác định chức năng cảnh quan đó với tập số liệu cấu trúc cảnh quan. Kết quả đánh giá thu được có thể dưới dạng "có/không có" chức năng tương ứng, hoặc cho dưới dạng hệ thống phân cấp (ví dụ: cao - trung bình - thấp,...). Trong bước này, có thể sử

dụng các phương pháp đánh giá định lượng hoặc bán định lượng khác nhau, tùy thuộc vào từng trường hợp cụ thể.

**Bước 4. Đánh giá đa chức năng cảnh quan:** các kết quả đánh giá riêng từng chức năng cảnh quan là đầu vào của một mô hình tích hợp, các kết quả đánh giá riêng, xác định được một giá trị tổng hợp đại diện cho đặc tính đa chức năng của cảnh quan. Việc xây dựng mô hình tích hợp tương đối phức tạp do tương tác đa chức năng, làm tăng cường hoặc giảm hiệu lực của các chức năng khác khi bổ sung một chức năng.

### ***b) Đánh giá riêng chức năng cảnh quan***

Quan hệ giữa cấu trúc và chức năng được biểu diễn theo hàm:

$$f : X \rightarrow Y \quad \text{hoặc} \quad y = f(x)$$

*Với X, Y là các tập hợp hữu hạn phân tử cấu trúc và chức năng của cảnh quan*

Như vậy, yêu cầu tìm hàm số  $f$  xác định trên tập cấu trúc cảnh quan (X), nhận giá trị trong tập chức năng (Y) theo quy tắc cho tương ứng mỗi yếu tố cấu trúc  $x$  thuộc X với một chức năng  $y$  duy nhất thuộc Y.

Hàm số  $f : X \rightarrow Y$  có thể được xác định bằng bảng, biểu đồ hoặc bằng biểu thức. Trong đa số trường hợp, hàm số  $f$  được xác định dưới dạng bảng cho các giá trị đối số  $x$  (các yếu tố cấu trúc cảnh quan) và các giá trị hàm số  $y$  (chức năng cảnh quan) tương ứng, có cấu trúc như sau:

Tập yếu tố cấu trúc cảnh quan (X)	$x_1$	$x_2$	...	$x_n$
Tập chức năng cảnh quan (Y)	$y_1$	$y_2$	...	$y_n$

Theo mô hình trên, đánh giá chức năng cảnh quan sẽ liên quan tới ba yếu tố là cấu trúc cảnh quan (X), chức năng cảnh quan (Y) và hàm số  $f$  thể hiện mối quan hệ tham chiếu giữa X và Y. Như vậy, trong thực tế sẽ xảy ra các trường hợp cụ thể sau:

***Trường hợp 1. Đã có sẵn thông tin về cấu trúc cảnh quan (X), cần xác định chức năng cảnh quan (Y)***

Đây là trường hợp đánh giá chức năng cảnh quan phổ biến nhất. Chức năng cảnh quan được xác định dựa trên đối sánh từng chức năng cụ thể trong một hệ thống phân loại chức năng với các yếu tố cấu trúc cảnh quan sẵn có. Công việc này thực chất là lập bảng ma trận cảnh quan đa chức năng để xác định các chức năng phù hợp với từng yếu tố cấu trúc cảnh quan cụ thể.

***Trường hợp 2. Cần xác định cả cấu trúc cảnh quan (X) và chức năng cảnh quan (Y)***

Trường hợp này xảy ra đối với một cảnh quan hoàn toàn chưa được khảo sát, nên chưa có thông tin về cả cấu trúc và chức năng cảnh quan. Vì vậy, nhiệm vụ trước tiên là tiến hành khảo sát cảnh quan, xác định đặc điểm phân hóa cấu trúc cảnh quan (X). Sau đó, xác định chức năng cảnh quan theo trường hợp (1).

***Trường hợp 3. Đã có thông tin về nhóm chức năng cảnh quan (Y), cần xác định các cảnh quan có cấu trúc (X) phù hợp***

Đây là bài toán phổ biến trong quy hoạch cảnh quan hoặc quy hoạch sử dụng đất. Chẳng hạn, cho trước nhiệm vụ duy trì chức năng nơi sống của sinh vật hoặc phát triển chức năng nơi cư trú của con người, cần quy hoạch được những cảnh quan thích hợp với yêu cầu ở trên. Trong trường hợp này, trước tiên cần xác định một tập hữu hạn các yếu tố cấu trúc cảnh quan (X') quy định nhóm chức năng (Y) cho trước. Sau đó, tiến hành đối sánh với các yếu tố cấu trúc (X<sub>i</sub>) của một số cảnh quan dự kiến. Nếu tập (X<sub>i</sub>)  $\subseteq$  (X) thì cảnh quan i được lựa chọn.

**Trường hợp 4.** *Đã có thông tin về cấu trúc cảnh quan (X) và chức năng cảnh quan (Y), cần tìm hàm quan hệ  $f: X \rightarrow Y$*

Trường hợp này xảy ra chủ yếu đối với các cảnh quan nhân sinh hoặc cảnh quan văn hóa, trong đó cấu trúc và chức năng cảnh quan đã được hoạch định theo phương án quy hoạch và thiết kế xây dựng. Các nghiệm tối ưu của hàm  $f$  sẽ cho phép xác định được các điều kiện tốt nhất đảm bảo duy trì bền vững quan hệ cấu trúc - chức năng cảnh quan.

### **c) Đánh giá đa chức năng của cảnh quan**

Một cách tiếp cận hiệu quả trong đánh giá đa chức năng của cảnh quan là xây dựng mô hình tích hợp tất cả các chức năng của cảnh quan, cho phép tính toán được một chỉ số định lượng duy nhất. Mô hình này có thể là mô hình định lượng (trong trường hợp các chức năng được xác định bằng các giá trị định lượng), hoặc là mô hình bán định lượng (trong trường hợp các chức năng được xác định định tính).

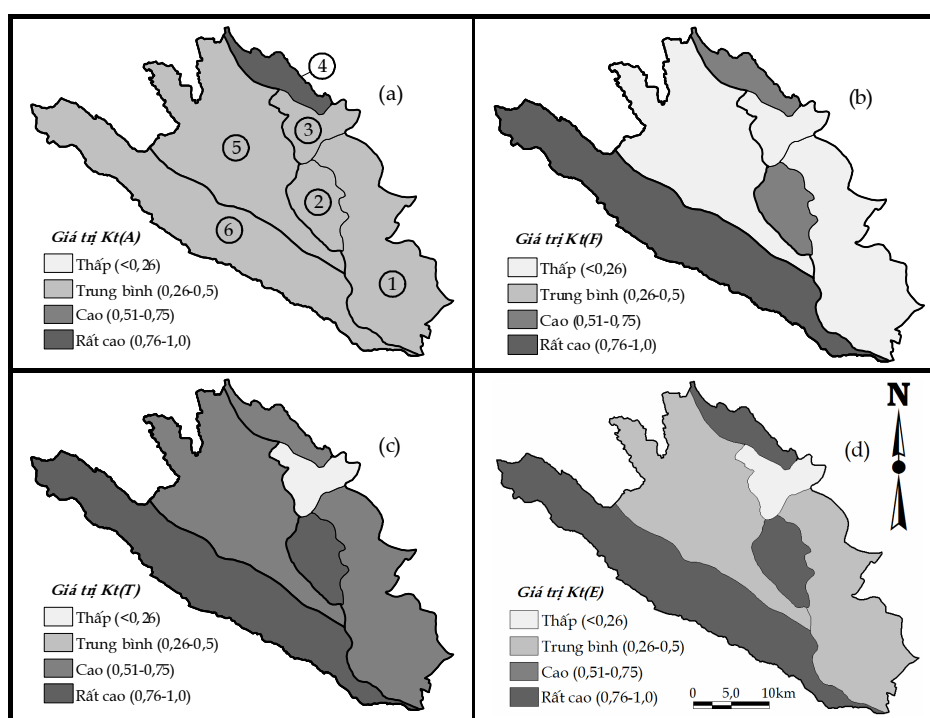
Theo cách tiếp cận này, Nguyễn An Thịnh (2007) đã xây dựng một mô hình bán định lượng xác định **hệ số đa chức năng cảnh quan** dựa trên quan hệ giữa tổng số chức năng của vùng và tổng số chức năng của từng cảnh quan, theo công thức:

$$MI_t = \frac{g(a_j)LF_t}{f(a_i)RF} \quad \text{với } 0 \leq MI_t \leq 1$$

*Trong đó:  $MI_t$  là hệ số đa chức năng của cảnh quan  $t$ ;  $RF$  là tổng số chức năng của vùng;  $LF_t$  là tổng số chức năng của cảnh quan  $t$ ;  $f(a_i)$  là hàm tương quan giữa các chức năng  $i$  trong vùng;  $g(a_j)$  là hàm tương quan giữa các chức năng  $j$  trong cảnh quan  $t$ .*

Hệ số đa chức năng cảnh quan  $MI$  được sử dụng tính toán ở hai cấp độ: toàn bộ chức năng của cảnh quan và từng nhóm chức năng cụ thể

(ví dụ, chức năng điều tiết, chức năng nơi sống,...). Hệ số này lần đầu tiên được Nguyễn An Thịnh (2007) sử dụng đánh giá khả năng phát triển liên ngành nông, lâm nghiệp và du lịch sinh thái tại huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai. Thừa kế kết quả đánh giá cảnh quan đối với từng mục đích phát triển nông nghiệp, lâm nghiệp và du lịch, đây là bước đánh giá tiếp theo để xác định hướng phát triển tổng hợp các ngành trong lãnh thổ.



Hình 12.7. Các bản đồ đơn chức năng và đa chức năng của cảnh quan núi đá vôi tỉnh Ninh Bình: (a) chức năng nông nghiệp xác định theo giá trị  $MI_i(A)$ ; (b) chức năng lâm nghiệp xác định theo giá trị  $MI_i(F)$ ; (c) chức năng du lịch xác định theo giá trị  $MI_i(T)$ ; (d) đa chức năng nông - lâm - du lịch xác định theo giá trị  $MI_i(E)$ . Ký hiệu 1...6 đại diện cho các tiểu vùng cảnh quan: (1) tiểu vùng Yên Mô; (2) tiểu vùng Trường Yên; (3) tiểu vùng Gia Viễn; (4) tiểu vùng Vân Long; (5) tiểu vùng Nho Quan; (6) tiểu vùng Tam Điệp) (Nguyễn An Thịnh và Trương Quang Hải, 2008).

Hình trên là một kết quả nghiên cứu đánh giá đa chức năng của cảnh quan khu vực có núi đá vôi thuộc tỉnh Ninh Bình do Nguyễn An Thịnh và Trương Quang Hải (2008) thực hiện. Sự phân hóa cấu trúc cảnh quan đa dạng ở khu vực này quy định tính đa dạng về chức năng phát triển kinh tế nông, lâm nghiệp và du lịch. Hệ số đa chức năng cảnh quan được sử dụng xác định tổng hợp tính thích hợp của cảnh quan đối với phát triển kinh tế theo hướng liên ngành, được hiểu là khả năng của một tiểu vùng cảnh quan cho phép sử dụng các dạng hoạt động phát triển khác nhau. Các kết quả đánh giá chỉ ra rằng, trong lãnh thổ nghiên cứu, mâu thuẫn giữa bảo vệ môi trường, bảo tồn thiên nhiên với phát triển kinh tế được thể hiện rõ nhất trong các cảnh quan núi đá vôi. Trên thực tế, các cảnh quan này đã được quy hoạch bảo tồn các khu rừng nguyên sinh có độ đa dạng sinh học cao (Vườn Quốc gia Cúc Phương, Khu Bảo tồn Thiên nhiên đất ngập nước Vân Long, Khu rừng cảnh quan văn hóa - lịch sử Hoa Lư) nhưng lại có nhiều thế mạnh để phát triển nông nghiệp và các loại hình du lịch dựa trên tài nguyên tự nhiên. Hoạt động du lịch không bền vững, phát triển các hệ canh tác nông nghiệp không theo quy hoạch, khai thác đá làm vật liệu xây dựng, săn bắn, khai thác lâm sản trái phép, cháy rừng và chăn thả gia súc bừa bãi chính là những thách thức sự phát triển bền vững ở khu vực có núi đá vôi tỉnh Ninh Bình nói riêng, các vùng núi đá vôi ở Việt Nam nói chung.

## **12.4. DỊCH VỤ CẢNH QUAN**

### **12.4.1. Dịch vụ hệ sinh thái và dịch vụ cảnh quan**

#### ***a) Dịch vụ hệ sinh thái***

Dịch vụ hệ sinh thái (*ecosystem service*) là biểu hiện quan trọng của chức năng hệ sinh thái theo hướng mang lại lợi ích cho con người. Khái

niệm này được Ehrlich đưa ra lần đầu tiên vào năm 1981. Sau đó, nhiều nhà nghiên cứu và tổ chức quốc tế tiếp tục phát triển theo hướng phân loại, định lượng, lượng giá và thành lập bản đồ dịch vụ hệ sinh thái phục vụ ra quyết định (Costanza và cộng sự, 1997 - 2010; Chương trình Đánh giá Hệ sinh thái Thiên niên kỷ, 2003; Fisher và cộng sự, 2009).

Dịch vụ hệ sinh thái được định nghĩa theo nhiều cách khác nhau, là *"những lợi ích con người đạt được từ các nguồn tài nguyên và các quá trình được cung cấp bởi các hệ sinh thái tự nhiên"* (Chương trình Đánh giá Hệ sinh thái Thiên niên kỷ, 2004), *"... một tập hợp các chức năng hệ sinh thái có lợi cho con người"* (Kremen, 2005), *"... những lợi ích mà các hệ sinh thái đem lại cho con người"* (Dự án Đánh giá Hệ sinh thái Thiên niên kỷ, 2005). Costanza và Folke (1997) cũng cho rằng, dịch vụ hệ sinh thái biểu thị *"những lợi ích mà quần thể con người lấy được một cách trực tiếp hoặc gián tiếp từ các chức năng hệ sinh thái"*.

Dịch vụ hệ sinh thái được biểu thị thông qua khả năng cung cấp các dịch vụ thiết yếu của hệ sinh thái đối với con người. Ví dụ, duy trì độ phì đất, cung cấp nguyên liệu thô cho công nghiệp, điều hòa khí hậu, các lợi ích về văn hóa, tâm linh và giáo dục. Một hệ sinh thái khỏe mạnh có khả năng duy trì bình thường các dịch vụ này đảm bảo sự tồn tại và an sinh con người, đồng thời duy trì trạng thái bền vững đối với hoạt động khai thác của con người và các tai biến thiên nhiên.

Dịch vụ hệ sinh thái được phân chia thành bốn nhóm:

1. *Dịch vụ điều tiết*: tác động tới khí hậu, lũ lụt, dịch bệnh, chất thải và chất lượng nước;
2. *Dịch vụ cung ứng*: như hình thành đất, quang hợp, tuần hoàn các chất dinh dưỡng;
3. *Dịch vụ dự phòng*: bao gồm thức ăn, nước, gỗ,...;

4. *Dịch vụ văn hóa*: phân phối các giá trị về giải trí, thẩm mỹ và tinh thần.

### ***b) Dịch vụ cảnh quan***

Có hai cách tiếp cận xác định dịch vụ cảnh quan:

- Cách tiếp cận thứ nhất dựa trên quan niệm cảnh quan là đa chức năng và là đối tượng sử dụng đất (còn gọi là ***tiếp cận đa chức năng cảnh quan***). Theo hướng này, các khái niệm về *chức năng và dịch vụ cảnh quan được sử dụng tương tự như khái niệm về chức năng và dịch vụ hệ sinh thái*. Đây là cách tiếp cận được sử dụng rộng rãi trong quy hoạch cảnh quan và quy hoạch sử dụng đất.

- Cách tiếp cận thứ hai coi dịch vụ cảnh quan là *tổng các dịch vụ của tất cả các hệ sinh thái trong cảnh quan đó* (còn gọi là ***tiếp cận dịch vụ hệ sinh thái***). Với tính đặc thù về chu trình vật chất và dòng năng lượng, hệ sinh thái được coi là *một đơn vị chức năng của cảnh quan* (Forman, 1995), nên hoàn toàn có thể xác định trực tiếp các dịch vụ của hệ sinh thái. Để xác định được dịch vụ cảnh quan (đơn vị cấu trúc), trước hết phải xác định được tất cả dịch vụ của các hệ sinh thái bộ phận (đơn vị chức năng) của cảnh quan đó. Xét về mặt lý thuyết, dịch vụ cảnh quan thể hiện giá trị của cảnh quan, có quan hệ chặt chẽ với các lợi ích kinh tế, sinh thái và xã hội đối với con người.

Khó khăn nhất trong xác định dịch vụ cảnh quan là giải được bài toán về tương tác giữa các chức năng trong cảnh quan quy định dịch vụ cảnh quan tương ứng. Braat và Brink (2008) đề xuất một sơ đồ quan hệ giữa các dịch vụ hệ sinh thái và mức độ suy giảm đa dạng sinh học liên quan tới các hệ thống quản lý cảnh quan khác nhau. Hình dạng của các đồ thị trên và độ lớn của các mức dịch vụ hệ sinh thái tương ứng khác nhau xác định hình thái của đường cong cấp độ dịch vụ hệ sinh thái và



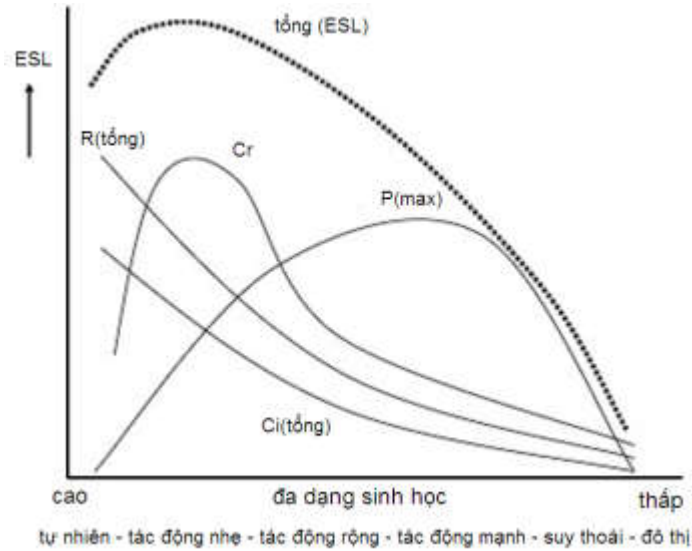
giá trị tối ưu. Các mối quan hệ này được định lượng đối với bốn dịch vụ của cảnh quan:

- *Dịch vụ cung ứng*: dịch vụ này không tồn tại trong cảnh quan tự nhiên. Để thu hoạch các hàng hóa được sản xuất trong tự nhiên (ví dụ, cá hoặc gỗ) con người phải tác động vào cảnh quan. Cường độ sử dụng, sản xuất hàng hóa và những lợi ích kèm theo chỉ có thể tăng lên với điều kiện con người tăng đầu vào như phân bón, nước, kiểm soát về rủi ro và lao động. Để tối đa hóa sản lượng, thường chỉ dành cho một dịch vụ, các cảnh quan phải bị giảm các mục đích sử dụng đơn khác. Kiểu sử dụng đất quá mức, cao nhất là các khu vực đô thị, tại đó khả năng sản xuất của cảnh quan tự nhiên tiếp cận tới 0.

- *Dịch vụ điều tiết*: nhiều dịch vụ điều tiết (chẳng hạn, khả năng đệm biến đổi khí hậu do hấp thụ CO<sub>2</sub>, khả năng điều tiết lũ lụt,... của rừng) có giá trị tối ưu trong các cảnh quan nguyên sinh hoặc bị tác động yếu. Mức độ của các dịch vụ điều tiết được cung cấp bởi các hệ thống được cải tạo và phụ thuộc chặt chẽ vào kiểu dịch vụ. Các dịch vụ điều tiết có xu thế giảm theo mức độ tác động nhân sinh trong cảnh quan, lớn nhất đối với cảnh quan nguyên sinh và tiếp cận tới giá trị 0 đối với các cảnh quan đô thị.

- *Dịch vụ giải trí*: khả năng tiếp cận là tiêu chí quyết định trong đánh giá các dịch vụ giải trí của cảnh quan. Do đó, đô thị có xu thế tăng lên từ các cảnh quan tự nhiên ít có khả năng tiếp cận (do được quy hoạch bảo vệ nghiêm ngặt hoặc con người không thể tiếp cận vào được) cho tới các cảnh quan dễ tiếp cận nhưng ít bị tác động, và giảm đối với các cảnh quan bị tác động mạnh hoặc thay đổi hoàn toàn.

- *Dịch vụ văn hóa*: hầu hết các dịch vụ văn hóa của cảnh quan và các giá trị tương ứng có xu thế giảm đối với các cảnh quan đã bị cải biến.



Hình 12.8. Sơ đồ của Braat và Prink (2008) về khả năng cung cấp dịch vụ của các cảnh quan tương ứng với các mức độ tác động nhân sinh: ESL là khả năng cung cấp dịch vụ của cảnh quan; P là số dịch vụ cung ứng; R là số dịch vụ điều tiết; Cr là số dịch vụ giải trí; Ci là số dịch vụ văn hóa.

### 12.4.2. Dịch vụ cảnh quan và vốn tự nhiên

Cảnh quan được coi như là vốn tự nhiên của sinh kế con người (Costanza, 1997; de Groot, 2002). Khái niệm về vốn tự nhiên được xây dựng gắn liền với phát triển bền vững. Theo quan điểm phát triển bền vững, vốn được định nghĩa là "một nguồn dự trữ sản sinh một dòng hàng hóa và dịch vụ có giá trị trong tương lai", hoặc là "nguồn dự trữ của các hệ sinh thái tự nhiên sản sinh một dòng hàng hóa và dịch vụ có giá trị của hệ sinh thái trong tương lai" (Costanza, 2008). Các nguồn lực quan trọng mà con người cần có trong quá trình lao động sản xuất bao gồm vốn tự nhiên, vốn xã hội, vốn con người, vốn sản xuất và vốn tài chính. Đây cũng là những yếu tố cơ bản của sinh kế con người.

"Vốn" và "dịch vụ" là hai khái niệm cùng phản ánh biểu hiện bề ngoài của cảnh quan; trong khi đó, "chức năng" là khái niệm thể hiện đặc điểm động lực và hoạt động của cảnh quan. Tuy nhiên, không có sự phân biệt tuyệt đối giữa các khái niệm này. Mặc dù dịch vụ là một khái niệm lấy con người làm trung tâm rất rõ ràng, nhưng không chỉ mang ý nghĩa sử dụng hạn hẹp. Sự tồn tại và tình trạng khỏe mạnh lâu dài của con người yêu cầu thúc đẩy các hệ thống tự nhiên tích hợp và đa dạng, thậm chí ở những khu vực có yêu cầu thỏa mãn kinh tế cao.

Vốn tự nhiên là phần mở rộng trong khái niệm kinh tế của vốn đối với hàng hóa và dịch vụ liên quan đến cảnh quan. Với tư cách là nguồn vốn tự nhiên, cảnh quan cung cấp các hàng hóa hoặc dịch vụ hệ sinh thái có giá trị trong tương lai; hoặc cũng có thể cung cấp các dịch vụ như hóa giải chất thải, điều tiết nguồn nước, chống xói mòn,... Cấu trúc, tính đa dạng của hệ sinh thái hoặc cảnh quan cũng được coi là thành phần quan trọng của vốn tự nhiên.

Phân tích cảnh quan theo tiếp cận vốn cho phép thu nhận được thông tin cơ bản về các chức năng cảnh quan. Đa chức năng quan tâm trước tiên đối với hoạt động của các hệ thống Trái Đất, thậm chí mang lại các lợi ích văn hóa. Ngược lại, dịch vụ và vốn là các thuật ngữ nhân sinh cơ bản, đề cập tới an sinh con người, mặc dù chúng phụ thuộc vào các chức năng ưu tiên. Haines-Young và cộng sự (2006) cho rằng:

- Cảnh quan sở hữu "cấu trúc hoặc các quá trình vật lý và sinh học", ví dụ nơi sống tự nhiên, sản lượng sinh học sơ cấp.
- Các yếu tố cấu trúc cảnh quan và quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan là cơ sở hình thành "đa chức năng".
- Các chức năng này cung cấp "dịch vụ", chẳng hạn điều tiết lũ lụt.
- Sau đó, các dịch vụ này mang lại các "lợi ích" hoặc các "giá trị" đối với con người (các sản phẩm thu hoạch).

Giữa cấu trúc, chức năng và dịch vụ cảnh quan luôn có mối quan hệ chặt chẽ với nhau:

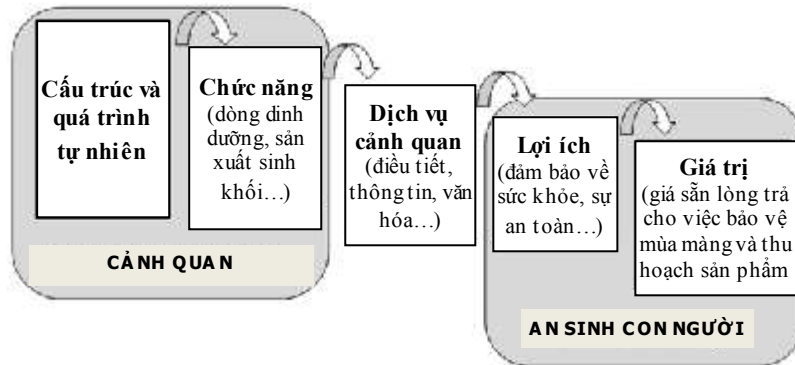
- Các cảnh quan khác nhau (có cấu trúc khác nhau) thực hiện các chức năng khác nhau hoặc giống nhau.

- Các cảnh quan khác nhau có tổng số chức năng như nhau sẽ cung cấp tổng số dịch vụ như nhau, tuy nhiên có thể khác nhau về mức độ cung cấp từng loại hình dịch vụ đối với từng chức năng riêng biệt.

Một trường hợp nghiên cứu của Foley (2005) đối với một cảnh quan nông - lâm kết hợp có ba hệ sinh thái điển hình là hệ sinh thái rừng tự nhiên, hệ sinh thái nông nghiệp thâm canh và hệ sinh thái nông nghiệp sinh thái. Với hai chức năng chủ đạo là cung ứng và điều tiết, cả ba hệ sinh thái này đều có tổng số là tám dịch vụ, nhưng cơ cấu về mức độ cung cấp dịch vụ khác nhau: khả năng cung cấp loại hình dịch vụ sản xuất nông sản của hệ sinh thái rừng tự nhiên rất thấp, ngược lại, khả năng cung cấp loại hình dịch vụ sản xuất nông sản của hệ sinh thái nông nghiệp thâm canh rất cao nhưng bảy dịch vụ còn lại chỉ được đánh giá ở mức rất thấp, trong khi hệ sinh thái nông nghiệp sinh thái luôn đảm bảo cung cấp tám loại hình dịch vụ ở mức độ cao.

### **12.4.3. Dịch vụ cảnh quan và an sinh con người**

An sinh con người là một khái niệm biểu thị chất lượng cuộc sống của con người. An sinh con người gồm nhiều thành phần khác nhau, trong đó một số thành phần không dựa trên các dịch vụ cảnh quan, biểu hiện theo thay đổi kinh tế, văn hóa, xã hội. Sử dụng khôn ngoan các dịch vụ hệ sinh thái và dịch vụ cảnh quan được coi là phương thức thích hợp tạo ra an sinh con người. Về bản chất, an sinh con người phụ thuộc (nhưng không hoàn toàn) vào những chức năng cảnh quan có khả năng tạo ra các dịch vụ cảnh quan có lợi cho con người.



Hình 12.9. Mối quan hệ giữa chức năng, dịch vụ cảnh quan với an sinh con người

Theo Dự án Đánh giá Hệ sinh thái Thiên niên kỷ (2005), các thành phần của an sinh con người bao gồm:

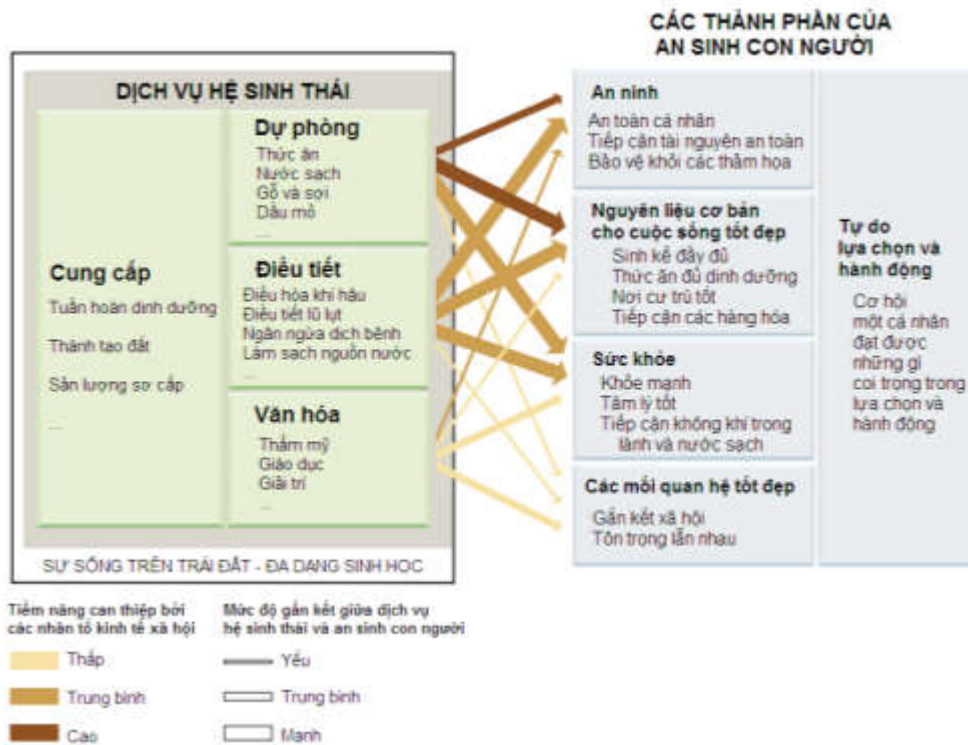
- *An ninh*: thể hiện ở một môi trường an toàn; khả năng phục hồi đối với các tác động sinh thái tiêu cực như hạn hán, lũ lụt, vật hại; đảm bảo quyền và khả năng tiếp cận vào các dịch vụ hệ sinh thái của cư dân.

- *Nguyên liệu cơ bản cho một cuộc sống tốt đẹp*: tiếp cận tới các tài nguyên phục vụ cho một sinh kế (bao gồm thức ăn và các vật liệu xây dựng) hoặc thu nhập để mua chúng.

- *Sức khỏe*: thức ăn và dinh dưỡng đầy đủ; ngăn ngừa bệnh tật; sử dụng nước sạch và an toàn; không khí trong lành; năng lượng phục vụ điều chỉnh nhiệt độ tiện lợi.

- *Các mối quan hệ xã hội tốt đẹp*: nhận thức rõ các giá trị thẩm mỹ và tái tạo của cảnh quan; khả năng biểu đạt các giá trị văn hóa và tinh thần; cơ hội quan sát và học tập từ thiên nhiên; phát triển vốn xã hội; ngăn ngừa những căng thẳng và xung đột do suy giảm tài nguyên.

- *Tự do lựa chọn và hành động*: khả năng ảnh hưởng tới các quyết định liên quan tới dịch vụ hệ sinh thái và an sinh.

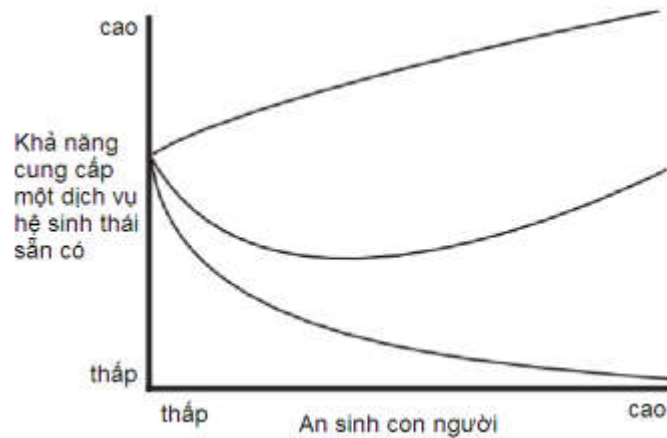


Hình 12.10. Quan hệ gắn kết giữa các dịch vụ hệ sinh thái và các thành phần của an sinh con người (Dự án Đánh giá Hệ sinh thái Thiên nhiên kỷ, 2005)

An sinh con người bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi về thành phần, chức năng và dịch vụ của các hệ sinh thái. Các khái niệm về "sức khỏe hệ sinh thái", hoặc "tính toàn vẹn của hệ sinh thái" được đưa ra để mô tả sức chứa của hệ sinh thái và khả năng cung cấp các dịch vụ đặc biệt cho con người. Tuy nhiên, hoạt động của con người đang làm suy yếu nhiều dịch vụ hệ sinh thái. Phát triển kinh tế và ô nhiễm môi trường ở quy mô toàn cầu là lời cảnh báo về tác động leo thang nghiêm trọng của con người tới cảnh quan và các hệ sinh thái, làm suy giảm khả năng cung cấp các dịch vụ cần thiết cho an sinh con người.

Sơ đồ dưới đây thể hiện quan hệ giữa an sinh con người với các dịch vụ của hệ sinh thái. Mỗi quan hệ giả định đối với một dịch vụ hệ

sinh thái ở một cảnh quan nhất định, trong đó tình trạng khỏe mạnh của con người tăng theo thời gian. Các dịch vụ liên quan tới khả năng cung cấp thức ăn đã tạo cho sức chứa tăng tiệm cận tới giá trị tối đa (đồ thị trên cùng). Các dịch vụ liên quan tới đa dạng sinh học làm sức chứa giảm tiệm cận tới giá trị tối thấp (đồ thị dưới cùng). Một số dịch vụ khác, chẳng hạn liên quan tới chất lượng nước, ban đầu có xu thế suy giảm nhưng sau đó lại tự phục hồi (đồ thị giữa).



Hình 12.11. Quan hệ giữa an sinh con người với các dịch vụ của hệ sinh thái.

#### 12.4.4. Quản lý cảnh quan dựa trên dịch vụ hệ sinh thái

Phần lớn cảnh quan tự nhiên trên Trái Đất hiện nay đã và đang chuyển thành các cảnh quan văn hóa, được đặt dưới sự quản lý, hoặc chế độ sử dụng đất của con người. Các hệ thống quản lý khác nhau được hình thành bởi phương thức con người khai thác hàng hóa, sản phẩm, khả năng cung cấp dịch vụ, giá trị đa dạng sinh học. Hoạt động quản lý và sử dụng đất là cơ sở cung cấp dịch vụ. Do đó, bất kỳ thay đổi nào trong quản lý hoặc sử dụng đất đều làm thay đổi khả năng cung ứng dịch vụ của hệ sinh thái, bao gồm cả các dịch vụ đặc thù và toàn bộ dịch vụ mà cảnh quan cung cấp.

Quản lý cảnh quan được chia thành năm mức độ:

- *Không quản lý*: áp dụng cho các cảnh quan tự nhiên. Mặc dù con người đã tác động tới hầu hết các cảnh quan trên Trái Đất, nhưng vẫn còn nhiều khu vực chưa bị con người quản lý và vẫn tồn tại trong trạng thái nguyên sinh hoặc hoang sơ. Các khu bảo vệ thiên nhiên có hoạt động của con người bị hạn chế tối đa cũng được xếp vào nhóm này. Các cảnh quan này chủ yếu cung cấp dịch vụ nơi sống và dịch vụ điều tiết.

- *Quản lý bền vững, mở rộng*: hoạt động sử dụng các tài nguyên và dịch vụ bị giới hạn đối với khả năng sản xuất tự nhiên và sức tải của cảnh quan. Ngoài các hoạt động thu hoạch và một số lượng nhỏ các cơ sở hạ tầng được phép sử dụng của các dịch vụ, trong cảnh quan này không xảy ra các hoạt động làm biến đổi triệt để các hệ sinh thái tự nhiên trong cảnh quan.

- *Quản lý yếu kém*: quản lý yếu kém là nguyên nhân quan trọng tạo ra các cảnh quan thoái hóa. Cảnh quan hiện tại chịu tác động lớn do ô nhiễm và các xáo động, hoặc trước đó đã bị khai thác sâu sắc, nhưng sau đó bị bỏ hoang và đang trong quá trình phục hồi.

- *Quản lý tập trung*: hoạt động sử dụng và quản lý các cảnh quan này phụ thuộc chặt chẽ vào khả năng cung cấp năng lượng và tài nguyên từ bên ngoài, tuy nhiên vẫn phải sử dụng giá thể tự nhiên để tạo ra sản phẩm. Các cảnh quan tự nhiên đã bị chuyển đổi một phần hay hoàn toàn, hoặc bị con người tác động mạnh để làm tăng sản lượng tự nhiên, hoặc các dịch vụ có ích của một số hệ sinh thái còn sót lại. Chẳng hạn, một số cảnh quan nông - lâm kết hợp ở trên cạn, hoặc cảnh quan nuôi trồng thủy sản ở các thủy vực.

Bảng 12.4. Các trạng thái quản lý và khả năng sử dụng dịch vụ cảnh quan

Cảnh quan	Một số trạng thái quản lý và ví dụ về hướng sử dụng dịch vụ		
	<i>Quản lý bền vững</i>	<i>Quản lý yếu kém</i>	<i>Quản lý tập trung</i>
Đại dương	Đánh bắt bền vững	Đánh bắt quá mức	Đánh bắt thông



	Điều hòa không khí Giao thông biển	Ô nhiễm nước biển	thường Thu hoạch tập trung
Rạn san hô	Đánh bắt bền vững Du lịch sinh thái	Đánh bắt hủy diệt Khai thác quá mức	Đánh bắt thông thường Du lịch tập trung
Cửa sông ven biển, cỏ biển, thềm lục địa	Đánh bắt bền vững Du lịch sinh thái	Đánh bắt quá mức Ô nhiễm	Đánh bắt thông thường Nuôi trồng thủy sản Du lịch tập trung
Đất ngập nước ven biển (bãi triều, rừng ngập mặn)	Đánh bắt bền vững Du lịch sinh thái	Đánh bắt quá mức Ô nhiễm Tháo cạn	Đánh bắt thông thường Nuôi trồng thủy sản Du lịch tập trung
Đất ngập nước trong nội địa (đầm lầy, đồng bằng ngập lũ)	Đánh bắt bền vững Du lịch sinh thái	Đánh bắt quá mức Ô nhiễm Tháo cạn	Đánh bắt thông thường Nuôi trồng thủy sản Du lịch tập trung
Sông, hồ	Đánh bắt bền vững Du lịch sinh thái	Đánh bắt quá mức Ô nhiễm Tháo cạn	Đánh bắt thông thường Nuôi trồng thủy sản Du lịch tập trung
Rừng mưa nhiệt đới	Khai thác lựa chọn gỗ và các sản phẩm phi gỗ	Chặt trắng, đốt rừng Tái sinh rừng dựa trên diễn thế sinh thái	Trồng rừng Nông lâm kết hợp Nông nghiệp
Rừng ôn đới	Khai thác lựa chọn gỗ và các sản phẩm phi gỗ	Chặt trắng, đốt rừng Tái sinh rừng dựa trên diễn thế sinh thái	Trồng rừng Nông lâm kết hợp Nông nghiệp
Rừng cây bụi/các khu vực hoang dã	Thu hoạch và chăn thả quảng canh	Chặt trắng, đốt rừng	Thu hoạch tập trung Chăn thả tập trung Nông lâm kết hợp Nông nghiệp
Đồng cỏ/khu vực chăn thả tự nhiên	Đánh bắt bền vững Du lịch sinh thái	Chăn thả quá mức	Chăn thả bền vững Nông lâm kết hợp Nông nghiệp
Đài nguyên	Chăn thả	Chăn thả quá mức	Chăn thả tập trung
Hoang mạc (nóng/lạnh)	Khai thác một số hữu hạn tài nguyên	Khai thác quá mức	Nông nghiệp tưới tiêu

(Nguồn: de Groot và cộng sự, 2009)

## 12.5. LƯỢNG GIÁ CẢNH QUAN

### 12.5.1. Khái niệm và các bước lượng giá cảnh quan

*Lượng giá cảnh quan, hoặc lượng giá dịch vụ cảnh quan, bao gồm quy trình, phương pháp và kỹ thuật nhằm xác định bằng giá trị tiền tệ các dịch vụ và hàng hóa của cảnh quan. Cảnh quan cung cấp nhiều hàng hóa, dịch vụ cho con người, có giá trị quan trọng về sinh thái, kinh tế và xã hội. Nghiên cứu chức năng cảnh quan cho phép lượng hóa các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản, các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan vào một số chức năng cụ thể để phục vụ cho đánh giá, lượng giá các giá trị cảnh quan. Kết quả lượng giá dịch vụ cảnh quan là cơ sở quan trọng để so sánh các phương án quy hoạch, ra quyết định sử dụng đất và bảo vệ môi trường.*

Bản chất của lượng giá cảnh quan là giải bài toán kinh tế về giá trị của cảnh quan. Trong bài toán này, cảnh quan được xem là một nguồn tài nguyên kinh tế, ngoại tác hoặc hàng hóa công cộng:

- *Cảnh quan là một nguồn tài nguyên kinh tế:* cảnh quan được hiểu là hàng hoá được sử dụng để sản xuất ra các hàng hoá và dịch vụ khác. Một số ví dụ điển hình: con người sẵn sàng chi trả tiền để thưởng ngoạn vẻ đẹp của cảnh quan; bất động sản xây dựng trong một cảnh quan đẹp, có không khí trong lành, chẳng hạn trong khu đô thị sinh thái, có giá trị cao hơn; các cảnh quan có vẻ đẹp độc đáo có nhiều tiềm năng cho phát triển du lịch. Những lợi ích từ cảnh quan đóng góp vào giá trị kinh tế, nhưng không được mua trực tiếp.

- *Cảnh quan là một hàng hóa kinh tế:* hàng hóa được hiểu là những vật thỏa mãn nhu cầu hoặc mong muốn của con người. Đối với con người, hàng hóa được sàng lọc thông qua kỹ thuật và văn hóa. Con người lưu giữ các thông tin cần thiết đối với hoạt động sản xuất và sinh hoạt trong các di sản văn hóa. Cảnh quan được coi là một ngoại tác và đóng vai trò là một dạng hàng hóa công cộng.

Trong nền kinh tế thị trường, hoạt động phát triển và sản xuất của cải, vật chất diễn ra dưới sức ép cạnh tranh về chất lượng và giá cả. Trong một số trường hợp, giá cả thị trường không phản ánh hoạt động của người sản xuất hoặc người tiêu dùng do tồn tại các ngoại tác và hàng hóa công cộng. Ngoại tác là những tác động đến lợi ích và chi phí nằm ngoài thị trường. Ngoại tác có thể là tích cực khi tạo ra lợi ích hoặc tiêu cực khi gây ra các chi phí cho các bên liên quan. Chẳng hạn, cư dân địa phương duy trì giá trị thẩm mỹ của một cảnh quan miền núi là một ngoại tác tích cực; hoạt động phát triển gây suy thoái cảnh quan tạo ra các chi phí cho các hoạt động phát triển khác là một ngoại tác tiêu cực. Hàng hóa công cộng là hàng hóa được dùng cho nhiều người, khi chúng được cung cấp cho một số người thì những người khác có thể sử dụng chúng. Cảnh quan là loại hàng hóa công cộng, có hai thuộc tính: không cạnh tranh và không loại trừ. Khi tồn tại các ngoại tác và hàng hóa công cộng, giá cả của cảnh quan không còn phản ánh giá trị của nó.

Giá trị của cảnh quan phụ thuộc vào khả năng cảnh quan đó thỏa mãn các yêu cầu hoặc nhu cầu khai thác, sử dụng của con người. Chẳng hạn, giá trị về văn hóa - lịch sử và giá trị về thẩm mỹ của cảnh quan bắt nguồn từ nhu cầu tìm kiếm các giá trị văn hóa - lịch sử của cảnh quan, yêu cầu giải trí - du lịch trong cảnh quan của con người. Các giá trị này có thể ước lượng được bằng một số kỹ thuật lượng giá kinh tế hoặc phi kinh tế.

Hướng lượng giá cảnh quan được phát triển từ năm 1997 với một số công trình nghiên cứu các vấn đề khác nhau của chức năng cảnh quan và cảnh quan đa chức năng theo hướng tiếp cận kinh tế sinh thái và kinh tế môi trường (Costanza, 1997, 2002; Dijst, 2005; Potschin, 2006). Theo hướng này, một số tác giả xây dựng các mô hình khái niệm phục vụ đánh giá chức năng cảnh quan và lượng giá dịch vụ cảnh quan (de Groot, 1992, 2002; Costanza, 1997; Daily, 1997; Turner, 2003). Công việc

này cần phải chú ý tới sự thay đổi của các giá trị dịch vụ cảnh quan theo các quy mô không gian và thời gian khác nhau.

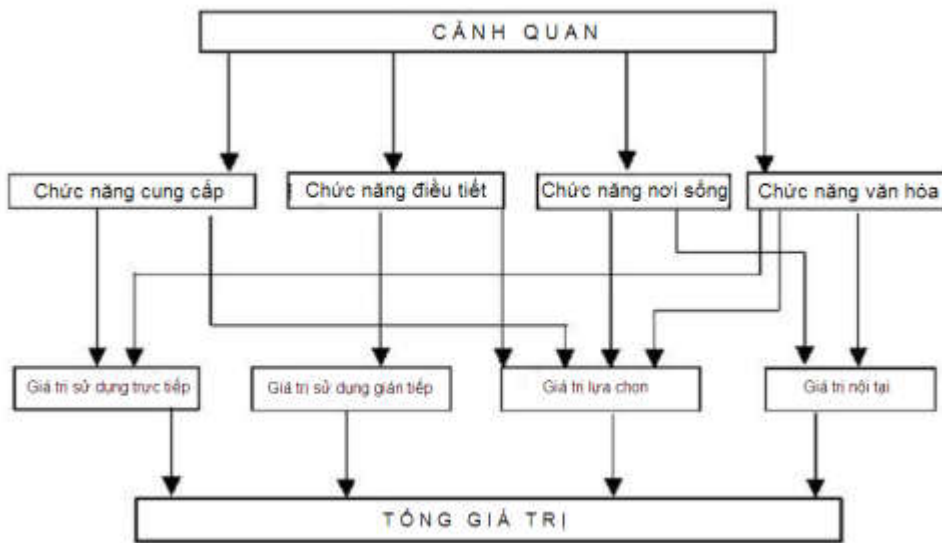
Costanza (1997) đưa ra sơ đồ các bước lượng giá dịch vụ cảnh quan:

- *Bước 1*: phân tích cảnh quan;

- *Bước 2*: xác định các chức năng cảnh quan, bao gồm chức năng cung cấp, chức năng điều tiết, chức năng nơi sống và chức năng văn hóa;

- *Bước 3*: xác định các giá trị sử dụng trực tiếp, giá trị sử dụng gián tiếp, giá trị lựa chọn và giá trị nội tại tương ứng với các chức năng cảnh quan;

- *Bước 4*: sử dụng các mô hình lượng giá xác định giá trị tiền tệ.



Hình 12.12. Các bước lượng giá dịch vụ cảnh quan (Costanza, 1997)

Một sơ đồ phân tích tích hợp chức năng và giá trị cảnh quan phục vụ quy hoạch sử dụng đất và quản lý môi trường được de Groot (1992,

2002) đưa ra. Sơ đồ này dựa trên lý luận là hầu hết các cảnh quan đều cung cấp nhiều chức năng và là đối tượng của nhiều mục đích sử dụng đất. Sự kết hợp giữa các mục đích sử dụng đất khác nhau có thể thực hiện được và phục vụ phân tích các khả năng lựa chọn quản lý, quy hoạch khác nhau đối với các cảnh quan đa chức năng. Chức năng cảnh quan trong trường hợp này biểu thị những lợi ích của con người bắt nguồn từ các thuộc tính và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan. Do vậy, bước đầu tiên là chuyển đổi nhiều yếu tố trong cấu trúc và quá trình hệ sinh thái của cảnh quan thành một số ít các chức năng. Bước tiếp theo là xác định giá trị hàng hóa và dịch vụ cảnh quan, bao gồm giá trị sinh thái (tính bền vững sinh thái), giá trị văn hóa - xã hội (dựa trên công bằng và nhận thức văn hóa) và giá trị kinh tế (dựa trên hiệu suất và chi phí - hiệu quả). Các hàm phân tích chi phí - lợi ích tích hợp được sử dụng để lượng giá dịch vụ cảnh quan. Đây là cơ sở cung cấp cho quá trình ra quyết định phục vụ quy hoạch đất đai và quản lý môi trường.

Trong sơ đồ này cần lưu ý một số điểm cơ bản như sau:

**(1) Cảnh quan** được hiểu là một đơn vị không gian lãnh thổ, trong đó có chứa đựng các tài nguyên thiết yếu cho con người, địa bàn cho các hoạt động của con người (được biểu hiện qua các hoạt động sử dụng đất), nơi hóa giải các vấn đề môi trường nảy sinh. Cấu trúc cảnh quan được duy trì bởi sự vận hành của các quá trình hệ sinh thái, bao gồm dòng vật chất, năng lượng, dòng chảy sinh vật,...

**(2) Cấu trúc cảnh quan quy định các chức năng cảnh quan đặc thù.** Một hệ thống phân chia chức năng cảnh quan khác được de Groot (1992), sau đó Costanza (1997) và de Groot (2002) bổ sung, áp dụng chủ yếu cho các cảnh quan tự nhiên và bán tự nhiên. Trong hệ thống này, chức năng cảnh quan được chia thành năm nhóm: điều tiết (điều hòa khí hậu, bảo vệ đất,...), nơi sống (cho sinh vật và con người), sản xuất (cung cấp thức ăn, nguyên liệu,...), thông tin (thông tin về thẩm mỹ, văn

hóa, tâm linh, giáo dục,...), tài (hóa giải chất thải, chuyển hóa năng lượng,...).

**(3) Chức năng cảnh quan** phản ánh khả năng của một cảnh quan cung cấp hàng hóa và dịch vụ cho xã hội (Dự án Đánh giá Hệ sinh thái Thiên niên kỷ, 2003). Hàng hóa và dịch vụ cảnh quan là biểu hiện quan trọng của chức năng cảnh quan theo hướng mang lại lợi ích cho con người, chẳng hạn con người có thể lấy được thức ăn, nước sạch và các lợi ích tái tạo từ cảnh quan. Theo tiêu chí về phát triển bền vững, dịch vụ cảnh quan được xem xét ở cả ba khía cạnh: dịch vụ sinh thái, dịch vụ văn hóa - xã hội và dịch vụ kinh tế. Một cảnh quan bền vững có khả năng cung cấp cả ba dịch vụ này cho con người (cư dân địa phương).

Xác định các dịch vụ và hàng hóa cảnh quan là một bước quan trọng, cần thực hiện trước khi tiến hành lượng giá cảnh quan bằng phân tích chi phí - lợi ích (còn gọi là phân tích chi phí - lợi ích tích hợp do quan tâm tới cả vấn đề kinh tế, văn hóa xã hội và sinh thái).

**(4) Nhóm người hưởng lợi**, cụ thể là nhóm người được hưởng lợi từ các dịch vụ và hàng hóa của cảnh quan luôn cần được quan tâm. Nhóm này bao gồm những người thụ hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp các dịch vụ và hàng hóa của cảnh quan, bao gồm:

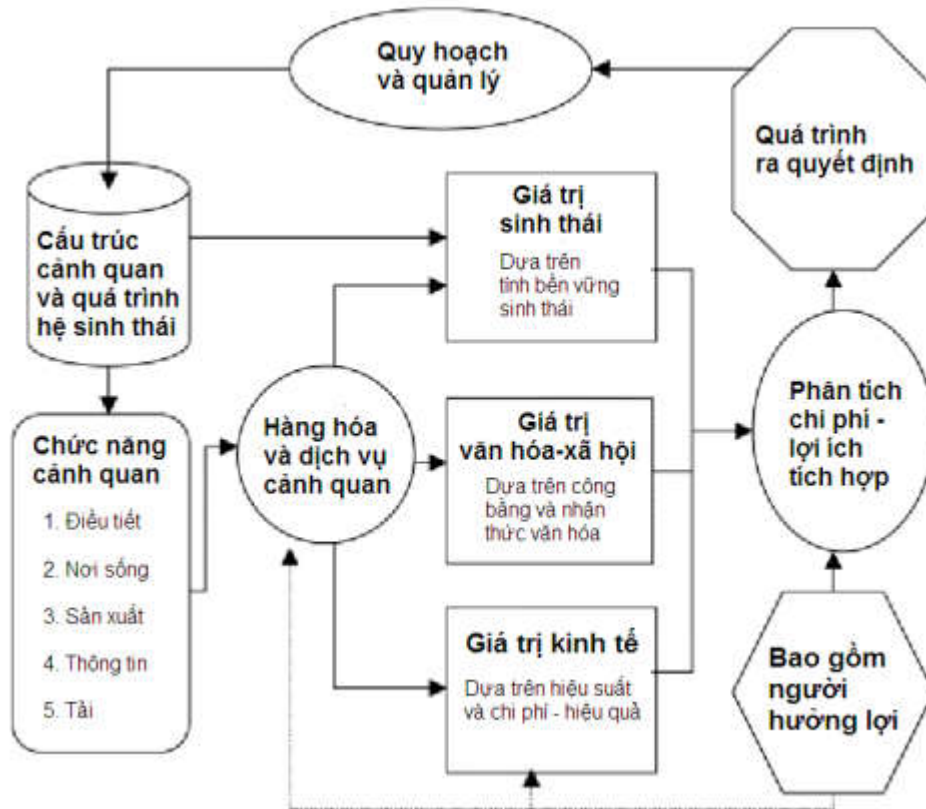
- Cộng đồng cư dân địa phương: sử dụng và quản lý trực tiếp tài nguyên địa phương.

- Các doanh nghiệp tham gia vào dự án khai thác, sử dụng tài nguyên.

- Các tổ chức Chính phủ chịu trách nhiệm cho việc hoạch định chính sách về quản lý và sử dụng tài nguyên.

- Các tổ chức phi chính phủ trong khu vực, hoạt động với mục tiêu phát triển bền vững và các sản phẩm bền vững.

(5) **Quá trình ra quyết định** hướng tới mục tiêu quy hoạch và quản lý cảnh quan phục vụ phát triển bền vững. Cộng đồng cư dân địa phương và các tổ chức Chính phủ tham gia trực tiếp vào quá trình này.



Hình 12.13. Sơ đồ của de Groot (1992, 2002) về vai trò của phân tích và lượng giá chức năng cảnh quan trong quy hoạch sử dụng đất và quản lý môi trường

### 12.5.2. Các phương pháp lượng giá cảnh quan

Các phương pháp lượng giá cảnh quan có nguồn gốc từ kinh tế môi trường và kinh tế sinh thái, cho phép xác định giá trị tiền tệ của ba

nhóm giá trị quan trọng của cảnh quan là giá trị sinh thái, giá trị văn hóa - xã hội và giá trị kinh tế.

### ***a) Lượng giá các dịch vụ sinh thái và văn hóa - xã hội***

Để đảm bảo các chức năng của cảnh quan, các hàng hóa và dịch vụ bị giới hạn ở dưới mức sử dụng bền vững. Năng lực cung cấp hàng hóa, dịch vụ của cảnh quan phụ thuộc vào các quá trình hệ sinh thái và các thành phần có liên quan của cảnh quan trong việc cung cấp hàng hóa và dịch vụ. Giới hạn của sử dụng bền vững được xác định bằng các chỉ tiêu sinh thái như tính nguyên vẹn, khả năng phục hồi và độ bền vững. Khái niệm "giá trị sinh thái" hoặc "tầm quan trọng của cảnh quan" được xác định bởi tính nguyên vẹn của khả năng điều chỉnh, các chức năng hệ sinh thái, và các thông số cảnh quan như tính phức tạp, đa dạng và khan hiếm (de Groot, 2003).

Ngoài các chỉ tiêu sinh thái, các giá trị xã hội có ý nghĩa lớn trong xác định tầm quan trọng của các cảnh quan tự nhiên, và chức năng của chúng đối với xã hội loài người. Trong nhiều trường hợp, các giá trị xã hội được xem là nhân tố quan trọng xác định các chức năng môi trường, làm nổi bật tính đa dạng văn hóa, giáo dục và sức khỏe, các giá trị di sản, tự do và tinh thần. Do đó, các hệ thống tự nhiên là một nguồn chủ yếu của giá trị phi vật thể, không thể thiếu được trong một xã hội.

Có một số kỹ thuật kinh tế cho phép lượng giá tiền tệ các giá trị sinh thái và văn hóa - xã hội của cảnh quan. Giá cả thị trường (giá trị biên tế) tồn tại đối với nhiều dịch vụ của cảnh quan, đặc biệt là các dịch vụ cung cấp (ví dụ, các sản phẩm gỗ và phi gỗ của rừng). Giá trị của các dịch vụ khác cũng thường được biểu thị trong thị trường, nhưng theo phương pháp trực tiếp có thể tính toán được, ví dụ, các phương pháp chi phí thiệt hại (đối với các dịch vụ điều tiết), các phương pháp chi phí du hành và định giá hưởng thụ (đối với một số dịch vụ văn hóa), như



đối với các cảnh quan có giá trị thẩm mỹ cao. Lượng giá ngẫu nhiên (ví dụ, xác định dựa trên bảng hỏi) cũng cung cấp những phương án lựa chọn khác. Ngoài các kỹ thuật kinh tế, nhiều kỹ thuật phi kinh tế (chẳng hạn tiếp cận lượng giá dựa trên sức khỏe, điều tra Delphi,...) cũng được sử dụng để lượng giá giá trị sinh thái và văn hóa - xã hội.

*Bảng 12.5. Các kỹ thuật kinh tế và phi kinh tế được sử dụng trong lượng giá giá trị sinh thái và văn hóa - xã hội của cảnh quan*

Các kỹ thuật kinh tế	Các kỹ thuật phi kinh tế
1) Tiếp cận giá cả thị trường	15) Các phương pháp tư vấn
2) Tiếp cận chi phí thị trường	16) Điều tra bằng bảng hỏi
3) Tiếp cận chi phí thay thế	17) Phỏng vấn chuyên sâu
4) Các tiếp cận tránh chi phí thiệt hại	18) Các cách tiếp cận thảo luận và tham dự
5) Tiếp cận chức năng sản phẩm	19) Các nhóm tiêu điểm, các nhóm chuyên sâu
6) Phương pháp chi phí du hành	20) Các tiếp cận lượng giá dựa trên sức khỏe
7) Phương pháp định giá hưởng thụ	21) Phương pháp luận Q
8) Các phương pháp ưu tiên	22) Điều tra Delphi
9) Mô hình hóa lựa chọn	23) Đánh giá nhanh nông thôn
10) Lượng giá ngẫu nhiên	24) Đánh giá tham dự
11) Tiếp cận tham dự trong lượng giá	25) Nghiên cứu hoạt động tham gia
12) Lượng giá thảo luận	26) Các phương pháp kiểm định thông tin
13) Mô hình hóa gián tiếp	27) Kiểm định hệ thống
14) Dịch chuyển lợi ích	

(Nguồn: Christie và cộng sự, 2008)

### ***b) Lượng giá các dịch vụ kinh tế***

So với các dịch vụ sinh thái và văn hóa - xã hội, lượng giá các dịch vụ kinh tế của cảnh quan thuận lợi hơn. Giá trị kinh tế của một hàng hóa và dịch vụ nhất định của cảnh quan đều có thể được đo bằng tiền tệ. Các phương pháp lượng giá tiền tệ được chia thành bốn nhóm:

#### *Lượng giá thị trường trực tiếp*

Giá trị trao đổi trong thị trường của dịch vụ hệ sinh thái, áp dụng chủ yếu đối với các hàng hóa (như các chức năng sản xuất), một số chức năng thông tin (giải trí) và chức năng điều tiết. Ví dụ thành phố New York đã tìm kiếm các dịch vụ điều tiết nguồn nước tự nhiên trong các lưu vực lớn chưa bị tác động bởi các hoạt động phát triển. Công trình hỗ trợ được đầu tư 700 triệu USD xây dựng nhằm cung cấp nước sạch mà không cần xây dựng một nhà máy lọc nước trị giá 7 tỷ USD. Điều này có nghĩa các lưu vực có giá trị 6,3 tỷ USD đối với thành phố New York.

### *Lượng giá thị trường gián tiếp*

Phương pháp này được sử dụng khi không có thị trường hoàn hảo<sup>2</sup> đối với các dịch vụ cảnh quan. Một số kỹ thuật đánh giá sử dụng để xác định giá "sẵn lòng trả" hoặc "sẵn lòng chấp nhận" đối với tình trạng sẵn có hoặc mất mát của các dịch vụ này:

- Phương pháp chi phí phòng ngừa được áp dụng khi các dịch vụ cho phép xã hội tránh bị tổn thất khi thiếu các dịch vụ này. Ví dụ, các hệ sinh thái đất ngập nước cung cấp các dịch vụ điều khiển lũ lụt (phòng tránh thiệt hại tài sản) và xử lý chất thải (ngăn ngừa chi phí bệnh tật).

- Phương pháp chi phí thay thế sử dụng đối với các dịch vụ có thể được thay thế bằng các hệ thống nhân tạo. Ví dụ các hệ sinh thái đầm lầy cung cấp dịch vụ xử lý chất thải tự nhiên, có thể được thay thế hoàn toàn hoặc một phần bằng hệ thống xử lý nhân tạo.

- Phương pháp chi phí du hành áp dụng trong trường hợp yêu cầu du hành trong khi sử dụng các dịch vụ hệ sinh thái. Chi phí du hành phản ánh giá trị của dịch vụ hệ sinh thái. Chẳng hạn, du khách phải trả

---

<sup>2</sup> Thị trường hoàn hảo là thị trường trong đó những người sản xuất là những "người chấp nhận giá", họ bán hàng hóa với giá do cầu thị trường quy định, bản thân những nhà sản xuất không có quyền quyết định giá. Do đó, trong thị trường cạnh tranh hoàn hảo không có cạnh tranh về giá.

một chi phí du hành để tới một hệ sinh thái giải trí nhằm thưởng ngoạn dịch vụ thẩm mỹ của nó.

### *Lượng giá ngẫu nhiên*

Thông qua lượng giá ngẫu nhiên, nhu cầu về dịch vụ có thể được nội suy bằng cách đưa ra các kịch bản giả định, bao gồm các lựa chọn trong bảng điều tra xã hội học. Ví dụ một bảng điều tra có thể hỏi người dân địa phương biểu thị sự sẵn lòng chi trả của mình để tăng chất lượng nước trong thủy vực nhằm phục vụ cho các hoạt động ngoài trời của họ như bơi lội, bơi thuyền hoặc câu cá.

### *Lượng giá nhóm*

Lượng giá nhóm là một cách tiếp cận thảo luận nhóm để lượng giá dịch vụ hệ sinh thái. Bắt nguồn từ lý thuyết xã hội và chính trị, cách tiếp cận này dựa trên các nguyên lý thảo luận dân chủ và giả định rằng đưa ra quyết định công cộng là kết quả không chỉ là sự kết hợp của quyền ưu tiên cá nhân riêng rẽ, mà còn từ các thảo luận mở rộng trong cộng đồng.

Nguyễn An Thịnh (2008) trong công trình nghiên cứu quy hoạch sinh thái cảnh quan rừng ngập mặn dải ven biển Đông Bắc, đã phân chia rừng ngập mặn thành ba kiểu hệ sinh thái và tiến hành lượng giá. Ba nhóm dịch vụ hệ sinh thái được xác định bao gồm nhóm dịch vụ tăng trưởng kinh tế, nhóm dịch vụ điều tiết sinh thái và nhóm dịch vụ phát triển xã hội. Sau đó, mô hình phân tích chi phí - lợi ích mở rộng được áp dụng, kết quả xác định được các hệ sinh thái thái được sử dụng bền vững có giá trị cao nhất trong khu vực, đạt giá trị khoảng 16.000 USD cho 1 ha rừng ngập mặn trong một năm.

*Bảng 12.6. Một ví dụ về lượng giá dịch vụ hệ sinh thái của rừng ngập mặn dải ven biển Đông Bắc*

Dịch vụ hệ sinh thái		Nguồn lợi	Hệ sinh thái được sử dụng bền vững (Sb)	Hệ sinh thái được phục hồi sinh thái (Ps)	Hệ sinh thái được bảo vệ nghiêm ngặt (Bn)
(1) Kinh tế	Khai thác lâm sản	Gỗ, củi (thân, cành cây)	23,20		
		Hoa (nuôi ong)	0	0	0
	Khai thác động vật thân mềm	Dấu, don, nga o, vạng,..	56,25	56,25	
	Khai thác thủy sản tự nhiên	Cua, cá	6,25	6,25	
	Nuôi trồng thủy sản	Tôm, cua	2405,88		
(2) Sinh thái	Bảo vệ và phát triển các hệ sinh thái ven biển	Bảo vệ bờ	6211,76	6211,76	6211,76
		Phòng tránh sóng thần	3399,52	3399,52	3399,52
		Tạo cacbon	1462,21	1462,21	1462,21
		Khoanh nuôi, đa dạng sinh học	2405,88	2405,88	2405,88
(3) Xã hội	Du lịch sinh thái cộng đồng	Tham quan, ngắm cảnh	0		0
		Nghiên cứu khoa học	0	0	0
	Quản lý tài nguyên dựa vào cộng đồng	Chia sẻ lợi ích giữa các nhóm cộng đồng	0	0	0
Đầu tư trồng rừng ngập mặn		Trồng rừng	26,25	26,25	
		Bảo vệ, chăm sóc rừng	6,25	6,25	
Đầu tư tái sinh rừng		Phục hồi và phát triển rừng ngập mặn	0	0	0
<i>Tổng lợi ích (USD/ha/năm)</i>			15970,95	13541,87	13479,37
<i>Tổng chi phí đầu tư ban đầu (USD/ha/năm)</i>			32,5	32,5	0
<i>Tổng chi chi đầu tư hàng năm (USD/ha/năm)</i>			6,25	6,25	0

(Nguồn: Nguyễn An Thịnh, chủ trì đề tài NCKH cấp ĐHQGHN, 2008)

## 12.6. Trường hợp nghiên cứu điển hình: PHÂN TÍCH XU THẾ MỞ RỘNG VÀ THAY ĐỔI GIÁ TRỊ ĐA CHỨC NĂNG CỦA RỪNG BẬC THANG XÃ TRUNG CHẢI, HUYỆN SA PA, TỈNH LÀO CAI GIAI ĐOẠN 1954 - 2002

Tại khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam, ruộng bậc thang là một giải pháp canh tác truyền thống trên đất dốc, tạo ra được mặt bằng giữ nước cho cây lúa - nguồn cung cấp lương thực chính cho cư dân địa phương. Ngoài giải quyết những khó khăn khi trồng trọt trên đất dốc và bảo vệ môi trường, ruộng bậc thang còn được xem là một kiểu loại cảnh quan văn hóa đặc sắc, kỳ vĩ từng được sáng tạo.

Trong lãnh thổ miền núi phía Bắc Việt Nam, ruộng bậc thang ở xã Trung Chải, huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai có những giá trị đặc biệt, phù hợp với các tiêu chí về cảnh quan văn hóa của Ủy ban Di sản Thế giới. Khu vực có ruộng bậc thang cao 121 bậc nằm ở thôn Vũ Lùng Sung thuộc sở hữu của người Dao, được độc giả tạp chí "Du lịch và giải trí" của Hoa Kỳ bình chọn là một trong bảy ruộng bậc thang đẹp nhất châu Á và thế giới. Đây cũng là một trong những xã đầu tiên có ruộng bậc thang ở huyện Sa Pa, là điển hình về phát triển ruộng bậc thang của huyện cũng như vùng miền núi phía Bắc.

#### *Quá trình thay đổi ruộng bậc thang giai đoạn 1954 - 2002*

Sau khi giành được độc lập ở miền Bắc năm 1954, Nhà nước đã tiến hành xây dựng nền kinh tế định hướng xã hội chủ nghĩa. Một trong những biện pháp đầu tiên là cải cách ruộng đất, với mục đích phân chia lại ruộng đất trong các tầng lớp nông dân. Công cuộc cải cách này diễn ra chủ yếu ở vùng châu thổ sông Hồng, nơi có sự phân hoá lớn về quyền sở hữu ruộng đất trong thời kỳ thực dân phong kiến. Tại vùng miền núi phía Bắc, phong trào cải cách ruộng đất ít sôi động hơn do sự phân hoá lớn về quyền sở hữu ruộng đất trong vùng tại thời điểm này không rõ rệt. Nguồn đất ở các thung lũng có thể khai phá thành ruộng, so với số dân còn tương đối nhiều. Công việc khai phá đất ruộng chủ yếu phụ thuộc vào nguồn nhân lực của các hộ gia đình.

Năm 1954, diện tích ruộng bậc thang ở xã Trung Chải không nhiều. Qua phân tích ảnh hàng không, chỉ có khoảng 21,97 ha diện tích đất dốc canh tác ruộng bậc thang, phân bố ở một số thôn của người Dao. Ruộng bậc thang thời điểm năm 1954 chỉ rải rác trên các sườn cạnh suối, phát triển ở đầu nguồn suối Ngòi Đum và một phần nhánh suối Chu Lìn, nằm chủ yếu ở các thôn Vù Lùng Sung (6,425 ha) và Sín Chải (12,91 ha).

Trong giai đoạn 1954 - 1993, trải qua một thời gian dài với nhiều lần thay đổi chính sách nông nghiệp tại các vùng đất dốc, diện tích canh tác ruộng bậc thang có thay đổi đáng kể, đặc biệt tăng và phát triển mạnh. Tính đến thời điểm năm 1993, cả 7 thôn của xã Trung Chải đều canh tác ruộng bậc thang. Nhưng ruộng bậc thang vẫn phát triển mạnh hơn về phía nhánh suối Chu Lìn thuộc phía đông nam xã Trung Chải. Từ diện tích chỉ có 21,97 ha vào năm 1954, qua gần 40 năm, diện tích ruộng bậc thang đã tăng đến 196,459 ha vào năm 1993. Những thôn của người Dao vẫn tiếp tục truyền thống canh tác ruộng bậc thang và có những thửa ruộng bậc thang quy mô lớn.

Dưới tác động của các chính sách nông nghiệp, hình thức du canh của dân cư miền núi gần như đã chấm dứt, canh tác ruộng bậc thang trở thành hình thức canh tác chính. Đến năm 2002, tổng diện tích ruộng bậc thang đã tăng lên đến 347,723 ha, phân bố đều ở cả bảy thôn. Sự phát triển nhanh chóng của ruộng bậc thang phải kể đến ở các thôn của người H'mông, khi hầu như người dân đã bỏ hẳn hình thức du canh chuyển sang định canh ruộng bậc thang.

Có thể thấy, xu hướng phát triển ruộng bậc thang ở xã Trung Chải là tăng dần diện tích canh tác trong giai đoạn từ năm 1954 đến năm 2002. Quá trình biến động ruộng bậc thang cũng phụ thuộc từng thời kỳ do tác động của các yếu tố tự nhiên, kinh tế xã hội cũng như các chính sách phát triển của Nhà nước.

*Biến đổi ruộng bậc thang giai đoạn 1954 - 1993:* từ phân tích ảnh hàng không có thể thấy được quá trình chuyển đổi từ rừng và nương rẫy sang canh tác ruộng bậc thang. Đến năm 1993, chủ yếu là diện tích ruộng bậc thang thay thế cho diện tích rừng của năm 1954. Quá trình chuyển đổi rõ rệt nhất ở các thôn Chu Lìn 1, Chu Lìn 2, Móng Sến 2 và Vù Lùng Sung. Có tổng số 149,63 ha rừng năm 1954 được chuyển đổi phương thức canh tác đến năm 1993 là ruộng bậc thang.

*Bảng 12.7. Quá trình chuyển đổi diện tích canh tác giai đoạn 1954 - 1993 (ha)*

Thôn	Dân tộc	R-RBT	NR-RBT	RBT-RBT
Chu Lìn 1	H'Mông	25,090	6,311	0,384
Chu Lìn 2	H'Mông	25,960	6,746	0,069
Móng Sến 1	H'Mông, Dao	27,740	2,983	1,188
Móng Sến 2	H'Mông	15,150	2,297	0,000
Vù Lùng Sung	Dao	38,530	2,972	6,425
Sín Chải	Dao	14,090	1,654	12,910
Pờ Xi Ngài	Dao	3,078	2,474	0,995
<b>Tổng diện tích</b>		<b>149,638</b>	<b>25,437</b>	<b>21,971</b>

*(Giải thích: R-RBT: rừng chuyển đổi sang ruộng bậc thang; NR-RBT: nương rẫy chuyển đổi sang ruộng bậc thang; RBT-RBT: giữ nguyên ruộng bậc thang)*

*Biến đổi ruộng bậc thang giai đoạn 1993 - 2002:* giai đoạn này đánh dấu quá trình chuyển đổi hẳn hình thức du canh của đồng bào dân tộc miền núi sang định canh. Diện tích nương rẫy thu hẹp dần và được thay thế bởi ruộng bậc thang. Chỉ có 23,411 ha diện tích rừng được chuyển đổi sang canh tác ruộng bậc thang. Diện tích ruộng bậc thang khai phá trên đất đã từng làm nương rẫy là 122,853 ha, tập trung chủ yếu ở các thôn Chu Lìn 1, Chu Lìn 2, Móng Sến 1 và Móng Sến 2.

*Bảng 12.8. Quá trình chuyển đổi diện tích canh tác giai đoạn 1993 - 2002 (ha)*

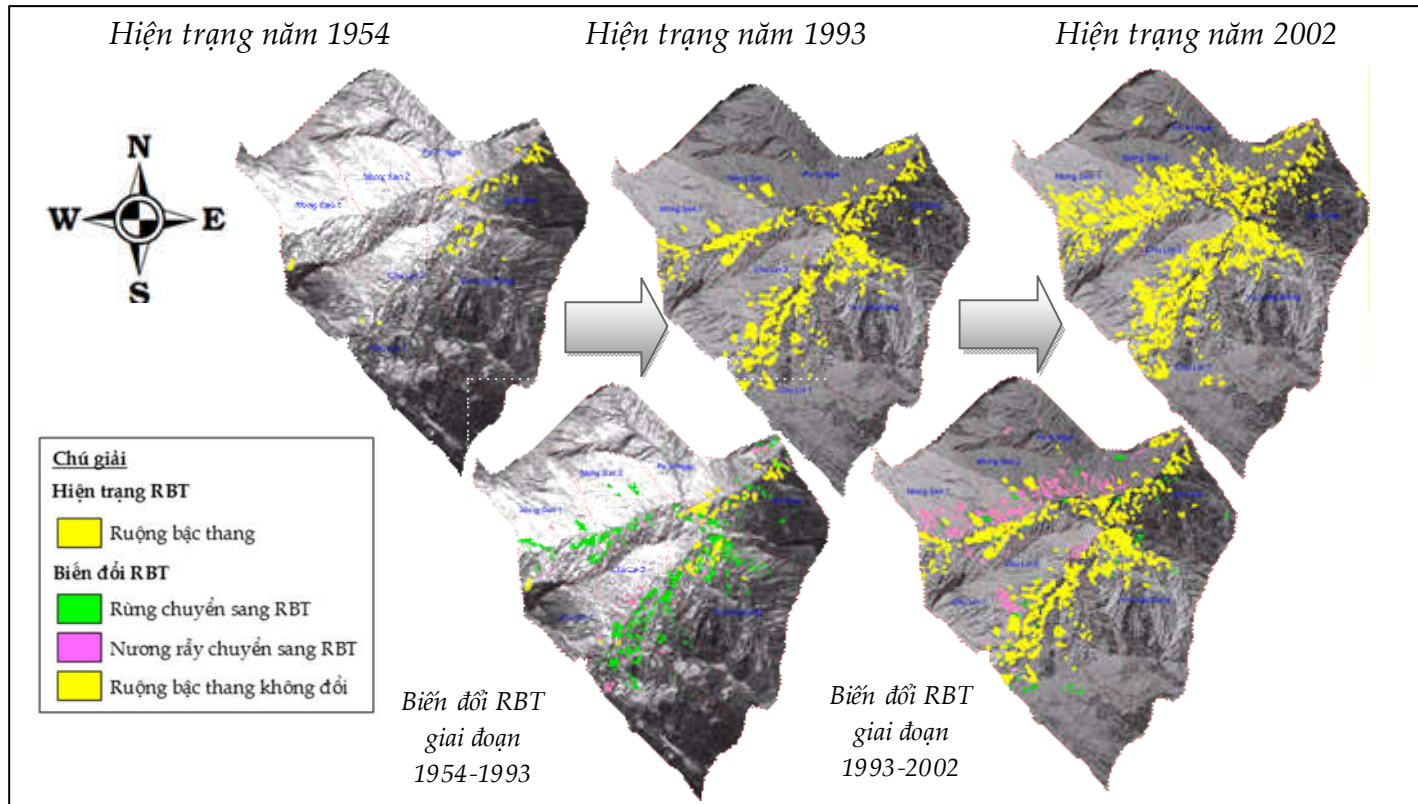
Thôn	Dân tộc	R-RBT	NR-RBT	RBT-RBT
Chu Lìn 1	H'Mông	7,629	13,270	33,110
Chu Lìn 2	H'Mông	1,901	16,320	34,050
Móng Sến 1	H'Mông, Dao	2,704	33,430	34,610
Móng Sến 2	H'Mông	2,835	32,840	15,370
Vù Lùng Sung	Dao	4,967	6,011	44,340

Sín Chải	Dao	4,937	1,692	27,110
Pò Xi Ngài	Dao	3,438	19,290	7,869
<i>Tổng diện tích</i>		<b>28,411</b>	<b>122,853</b>	<b>196,459</b>

Đặc trưng phân bố và biến đổi ruộng bậc thang được xác định thông qua giải đoán và phân tích ảnh hàng không các năm 1954, 1993, 2002. Kết quả phân tích cho thấy, diện tích ruộng bậc thang tăng mạnh ở các khu vực ven suối. Năm 1954, ruộng bậc thang mới chỉ xuất hiện rải rác ở ven suối, thuộc các thôn Sín Chải và Vù Lùng Sung. Tuy nhiên trong giai đoạn 1993 - 2002, ruộng bậc thang phát triển mạnh về phía nhánh suối Móng Sến. Những thay đổi sử dụng đất thể hiện trong thời gian này chủ yếu từ canh tác nương rẫy sang ruộng bậc thang. Phân tích ảnh hàng không vừa cho thấy được sự thay đổi quy mô ruộng bậc thang, vừa thể hiện được quá trình chuyển đổi canh tác trên đất dốc.

Sự biến động của diện tích đất trước kia từng là nương rẫy năm 1993 đã chỉ ra quá trình tái sinh của các khu vực canh tác nương rẫy. Phần lớn diện tích nương rẫy trở thành đất canh tác ruộng bậc thang vào năm 2002. Diện tích canh tác ruộng bậc thang lớn và có xu hướng tăng theo các năm. Trong giai đoạn 1993 - 2002, diện tích đất rừng tương đối ổn định, diện tích khai thác rừng làm nương rẫy hay ruộng bậc thang ít, chiếm tỷ lệ nhỏ trong tổng diện tích đất chuyển đổi sang canh tác ruộng bậc thang. Với nhiều tác động của các yếu tố, đặc biệt là chính sách của Nhà nước giai đoạn này, canh tác ruộng bậc thang trở thành hình thức chính, đặc biệt quan trọng với đồng bào dân tộc thiểu số.





Hình 12.14. Hiện trạng và biến đổi ruộng bậc thang xã Trung Chải giai đoạn 1954 - 2002 (giải đoán từ ảnh hàng không năm 1954, 1993, 2002)

Bảng 12.9. Cải cách chính sách nông nghiệp và các tác động đến ruộng bậc thang

Giai đoạn		Chính sách	Sửa đổi các quy chế tổ chức	Hệ quả
1954 - 1993	<i>Thời kỳ hợp tác hoá nông nghiệp (1954 - 1970)</i>	- Tổ đổi công (1956) - Hợp tác hoá nông nghiệp (1958)	- Các nhóm dân tộc thiểu số định cư ở những nơi có thể tham gia vào hợp tác xã - Chính quyền địa phương dễ dàng quản lý	- Hoạt động nương rẫy vẫn là hình thức chính - Tăng diện tích ruộng bậc thang ở các thôn Sín Chải, Vù Lũng Sung
	<i>Cuộc khủng hoảng vào những năm 1970 và quá trình giải thể hợp tác xã</i>	Nghị quyết 19-TW (1971)	- Đặt hình thức canh tác trên nương rẫy là thứ yếu - Ruộng bậc thang trở thành hình thức canh tác chính	- Tăng diện tích ruộng bậc thang - Ổn định diện tích nương cố định
		Luật bảo vệ rừng (1975)	- Tiến hành những dự án trồng rừng đầu tiên - Cấm phát nương làm rẫy	- Khủng hoảng lương thực
		Chi thị 100 (1981)	- Cá thể hoá hoạt động sản xuất, sản lượng nộp theo mức khoán	- Khai thác triệt để đất dốc để làm nương, không còn rừng già, gây xói mòn đất - Tan rã hệ thống hợp tác xã
	<i>Trước Đổi mới (năm 1986)</i>	"Khoán gọn" (1986)	- Tư nhân hoá thành quả lao động - Ruộng đất vẫn thuộc sở hữu tập thể	- Giảm diện tích nương rẫy - Ruộng bậc thang tăng diện tích, chủ yếu chuyển đổi từ canh tác nương rẫy
1993 - 2002	<i>Thời kỳ Đổi mới</i>	Luật đất đai (1993)	- Giao quyền sử dụng đất dốc cho các hộ	- Đa dạng hoá nông nghiệp - Ruộng bậc thang phát triển mạnh, phân bố hầu khắp toàn xã

*Biến đổi các giá trị đa chức năng cảnh quan giai đoạn 1954 - 2002*

Với các chỉ số chức năng được xác định theo bảy thôn của xã Trung Chải, có thể thấy được sự phân hoá rõ nét và quá trình biến đổi đặc tính đa chức năng của ruộng bậc thang theo từng cấp độ: nhóm chức năng ( $MI_1$ ), chức năng chính ( $MI_2$ ), chức năng phụ ( $MI_3$ ) trong giai đoạn 1954 – 2002. Giá trị  $MI_1$  lớn khi có càng nhiều các nhóm chức năng được thể hiện rõ. Trong cùng năm, giá trị  $MI_1 \geq MI_2 \geq MI_3$  do chức năng cấp 1 đã bao hàm các chức năng cấp 2 và cấp 3. Các giá trị  $MI_t$  càng gần giá trị 1 có nghĩa là vai trò của ruộng bậc thang đối với khu vực đó càng lớn.

*Bảng 12.10. Giá trị đa chức năng cảnh quan xã Trung Chải giai đoạn 1954 - 2002*

Thôn		Chu Lìn 1	Chu Lìn 2	Móng Sến 1	Móng Sến 2	Vù Lùng Sung	Sín Chải	Pò Xi Ngài
1954	$MI_1$	0,33	0,00	0,33	0,00	0,67	1,00	0,33
	$MI_2$	0,20	0,00	0,20	0,00	0,40	0,60	0,20
	$MI_3$	0,17	0,00	0,17	0,00	0,50	0,67	0,17
1993	$MI_1$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67
	$MI_2$	0,80	0,80	0,80	0,60	1,00	0,80	0,40
	$MI_3$	0,83	0,83	0,83	0,67	0,83	0,83	0,33
2002	$MI_1$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	$MI_2$	1,00	1,00	0,80	0,60	1,00	0,80	0,60
	$MI_3$	1,00	1,00	0,83	0,67	1,00	1,00	0,50

(Trong đó:  $MI_1$  là hệ số chức năng cấp 1;  $MI_2$  là hệ số chức năng cấp 2;  $MI_3$  là hệ số chức năng cấp 3)

Đánh giá đa chức năng ruộng bậc thang trong giai đoạn 1954 - 2002 cho thấy sự tăng dần vai trò của ruộng bậc thang đối với các mặt kinh tế, xã hội và văn hoá, nghĩa là ruộng bậc thang ngày càng trở nên quan trọng trong đời sống của người dân.

Năm 1954, ruộng bậc thang được khai thác và phát triển chủ yếu ở phía đông bắc xã Trung Chải, với các thôn Sín Chải và Vù Lùng Sung có

diện tích ruộng bậc thang lớn nhất trong xã. Do đó, ruộng bậc thang có ý nghĩa lớn với đời sống của dân cư nơi đây. Đến năm 1993, hầu khắp cả xã đã chuyển sang hình thức canh tác ruộng bậc thang và đây được coi là hình thức chính trong phát triển nông nghiệp. Trên bản đồ chỉ ra rõ năm 1993 cho đến 2002, vai trò của ruộng bậc thang với các chức năng về kinh tế, xã hội, văn hoá là rất lớn. Tuy nhiên với các giá trị MI<sub>2</sub> (chức năng chính) và MI<sub>3</sub> (chức năng phụ) thì có sự phân hoá giữa các thôn. Với những thôn có ruộng bậc thang từ lâu đời và có diện tích ruộng bậc thang lớn thì càng thể hiện rõ ràng các chức năng cảnh quan.

Kết quả phân tích cho thấy sự tương quan giữa quy mô và chức năng của ruộng bậc thang trong giai đoạn 1954 - 2002. Các chức năng được thể hiện rõ khi diện tích ruộng bậc thang càng lớn, đặc biệt là nhóm chức năng bậc 1. Có thể thấy sự thay đổi quy mô kéo theo sự biến đổi chức năng khi vai trò của ruộng bậc thang ngày càng rõ rệt và quan trọng trong đời sống của cư dân miền núi.

## Chương 13.

# CON NGƯỜI VÀ CẢNH QUAN

### 13.1. QUAN HỆ GIỮA CON NGƯỜI VÀ CẢNH QUAN

#### 13.1.1. Phân tích sinh thái cảnh quan theo định hướng khảo sát quan hệ giữa cảnh quan và con người

Sinh thái cảnh quan là một trong số ít khoa học tự nhiên chú trọng đến đối tượng nghiên cứu là con người. Trong bối cảnh gia tăng các vấn đề môi trường và những thách thức đối với sự phát triển bền vững của xã hội loài người, quan hệ giữa con người và tự nhiên trở thành một vấn đề cấp thiết. Trong những thập niên vừa qua, các nhân tố tự nhiên và nhân sinh được chú trọng nghiên cứu trên cơ sở quan điểm hệ thống. Các hoạt động của con người có vai trò quan trọng đối với quá trình hình thành các cảnh quan văn hóa và thúc đẩy tốc độ biến đổi cảnh quan ở quy mô toàn cầu. Mối quan hệ giữa con người và cảnh quan hiện nay được đặt trong tổng thể tự nhiên - tiến bộ kỹ thuật - xã hội (Leser, 1997). Đây là mối quan hệ đồng tiến hóa, tồn tại giữa các hệ thống kinh tế - xã hội - môi trường trong phạm vi không gian cụ thể của cảnh quan.

Hướng tiếp cận tổng hợp trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan đã khắc phục được những nhược điểm do sự phân chia sâu sắc thành các chuyên ngành của khoa học về Trái Đất, các khoa học sự sống và khoa học môi trường, nhằm giải quyết triệt để các vấn đề môi trường toàn cầu hiện nay. Hướng tiếp cận này từ lâu đã được các nhà sinh thái cảnh quan Đức như Troll (1939, 1950), Schmithüsen (1942) và Neef (1967) đề

cập tới. Troll (1950) cho rằng quan điểm cảnh quan tích hợp không chỉ bao gồm các nhân tố tự nhiên, mà còn cả các nhân tố văn hóa, truyền thống của con người. Neef (1967) viết: "sinh thái cảnh quan là một khoa học ứng dụng chú trọng tới mối quan hệ cộng sinh giữa con người và Trái Đất,... giữa tự nhiên và xã hội".

Crumley và Marquardt (1987) khi phân tích động lực cảnh quan ở Bourgogne, đã nêu lên mối quan hệ giữa xã hội và cảnh quan như sau: *"Con người tạo ra lãnh thổ, nhà cửa, không gian sinh sống và không gian làm việc bằng cách thay đổi liên tục những ảnh hưởng của chúng đến ý thức, định hướng sử dụng và giá trị kinh tế. Cảnh quan biểu thị không gian của mối quan hệ giữa con người với môi trường"*. Sự cân bằng giữa con người và xã hội trong mối quan hệ phát sinh các cảnh quan nhân sinh được nhiều tác giả công nhận (Birks và cộng sự, 1988) và biểu hiện khác nhau ở các khu vực và thời điểm khác nhau (Olsson, 1988).

Nghiên cứu quan hệ tương tác giữa các cảnh quan và động lực nhân sinh gây biến đổi cảnh quan là cần thiết cho mục tiêu quản lý bền vững các cảnh quan tự nhiên và văn hóa. Hướng tiếp cận tổng hợp và liên ngành của sinh thái cảnh quan cho phép làm rõ các khía cạnh văn hóa của cảnh quan, là cách tiếp cận dựa trên mối tương tác tự nhiên - nhân văn. Sự suy giảm của các cảnh quan kỹ thuật mới được hình thành, cũng giống như những sự kiện khủng hoảng môi trường toàn cầu, cần phải xem xét như là một phần của tiến hóa văn hóa và môi trường, nhằm hòa giải mối quan hệ giữa xã hội với tự nhiên. Sinh thái cảnh quan đưa ra một khái niệm mới về cảnh quan văn hóa kết hợp các phương pháp tổng hợp với các công cụ, kiến thức sinh thái học.

### **13.1.2. Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể (THE)**

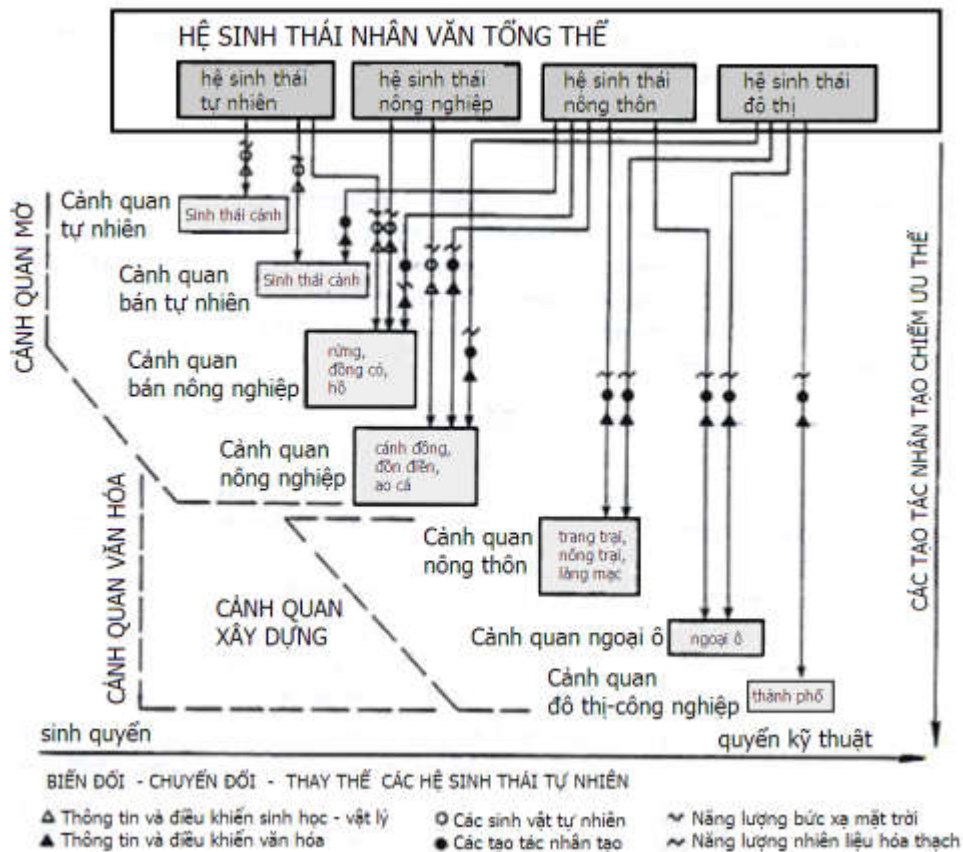
Năm 1973, nhà sinh thái học Ellenberg đưa ra một quan điểm khoa học về phân chia tất cả các hệ sinh thái trên Trái Đất thành hai nhóm: hệ

sinh thái tự nhiên và hệ sinh thái nhân tạo. Hoạt động của các hệ sinh thái tự nhiên phụ thuộc nhiều vào nguồn năng lượng Mặt Trời. Hoạt động của các hệ sinh thái nhân tạo, chẳng hạn hệ sinh thái đô thị - công nghiệp, phụ thuộc chặt chẽ vào cung cấp năng lượng hóa thạch hoặc năng lượng hạt nhân. Trên cơ sở thừa kế quan điểm này, Egler xây dựng lý luận về một hệ thống tổng thể, tích hợp của con người với toàn bộ môi trường của con người (bao gồm cả sinh quyển và trí quyển). Đây là những tiền đề để ra đời một khái niệm rất nổi tiếng trong sinh thái cảnh quan, đó là Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể (THE).

Naveh và Lieberman (1984) là những người đầu tiên khẳng định sinh thái cảnh quan là một khoa học định hướng nhân văn. Đóng góp quan trọng nhất của hai nhà khoa học này là xây dựng hoàn chỉnh một mô hình về Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể. Theo đó, Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể được quan niệm là: *"cấp phân vị đồng tiến hóa cao nhất về độ phức tạp, tích hợp con người và môi trường tổng thể của con người trong các cảnh quan thuộc sinh quyển và kỹ thuật quyển với các thuộc tính đặc biệt không tồn tại ở các cấp phân vị thấp hơn"*. Trong mô hình, các cảnh quan mở và cảnh quan văn hóa cũng được coi là các thành phần cấu thành nên Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể.

Gần đây, tư tưởng và hoạt động của con người được coi là một bộ phận vốn có của cảnh quan, là *"một sự hợp nhất về không gian và tư tưởng của các hệ thống con có quan hệ chặt chẽ với nhau là địa quyển, sinh quyển và trí quyển"* (Tress và Tress, 2000). Naveh (2000) đưa ra một định nghĩa Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể: *"... là một hệ sinh thái tích hợp các hệ thống nhân văn với tất cả các sinh vật khác và toàn bộ môi trường của chúng ở một cấp cao nhất trong hệ thống phân vị toàn cầu, có thể trở thành một mô hình tổng hợp thống nhất đối với tất cả các nguyên lý sinh thái tổng hợp"*. Theo định nghĩa này, Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể là một khái niệm chỉ một hệ thống tích hợp các hệ thống nhân văn (kỹ thuật quyển), các hệ

thống tự nhiên (các quyển của Trái Đất) và toàn bộ môi trường ở một mức độ đồng tiến hóa phức tạp cao nhất trong hệ thống các cấp tổ chức sinh thái cảnh quan.



Hình 13.1. Mô hình Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể (THE). Trong mô hình, cảnh quan được xếp loại theo nguồn vật chất, năng lượng và thông tin được đưa từ các hệ sinh thái tự nhiên và hệ sinh thái nhân tạo. Tương quan giữa sự cân bằng mới giữa các cực trái và phải là mục tiêu nghiên cứu chính của sinh thái cảnh quan (Naveh và Lieberman, 1994; Naveh, 2000).

Cần chú ý rằng, khái niệm Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể khác biệt với khái niệm về Hệ Sinh thái Nhân văn ở khía cạnh: Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể là một hệ thống tích hợp, bao gồm cả các hệ sinh



thái tự nhiên và hệ sinh thái nhân văn; trong khi đó, Hệ Sinh thái Nhân văn tồn tại bên ngoài nhóm các hệ sinh thái tự nhiên và không mang tính chất tích hợp.

Trong sinh thái học, hệ sinh thái tự nhiên là cấp tổ chức sinh thái cao nhất của phổ tổ chức sinh thái, xếp trên cả cấp cá thể, quần thể và quần xã sinh vật. Trong đó, con người thường chỉ được coi là một nhân tố xáo động ngoại cảnh ảnh hưởng tới các hệ sinh thái tự nhiên. Egler (1964, 1970) là một trong những nhà sinh thái học đầu tiên nhận ra sự cần thiết có một cách nhìn toàn diện đối với các quy luật nhân văn như là một phần liên quan của phân chia sinh thái toàn cầu. Ông cho rằng nên bổ sung cấp độ tích hợp nằm phía trên các cấp độ của hệ sinh thái tự nhiên. Nhận diện bậc phân vị cao nhất này là điều rất cần thiết do phản ánh khách quan được đặc tính phát sinh và hình thành hệ thống tổ chức giữa xã hội con người và tổng thể môi trường.

Trong hệ thống tích hợp này, con người không chỉ sinh sống trong không gian của các hệ sinh thái tự nhiên và cảnh quan địa lý - tại đó con người chia sẻ không gian này với các loài khác, mà còn trong những không gian khái niệm được hình thành bởi nhận thức con người - còn gọi là trí quyền. Trí quyền bao gồm giới hạn về nhận thức, hiểu biết, cảm nhận và ý thức. Do đó, Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể được coi là một hệ thống khái niệm bậc cao bao hàm không chỉ các yếu tố tự nhiên (thuộc về địa quyền) mà còn cả các yếu tố trí tuệ và tinh thần (thuộc về trí quyền). Mô hình này làm hình thành cách nhìn nhận mới về sự tiến hóa của các cảnh quan trên Trái Đất trên cơ sở những lý luận toàn diện và liên ngành về biểu hiện và cơ chế của quá trình đồng tiến hóa của tự nhiên và xã hội loài người.

*Xét ở góc độ lý luận, nếu mối liên hệ chặt chẽ giữa các hệ thống tự nhiên và hệ thống xã hội không được quan tâm đúng mức, các vấn đề biến đổi toàn cầu liên quan tới bền vững sinh học và tiến trình văn hóa*

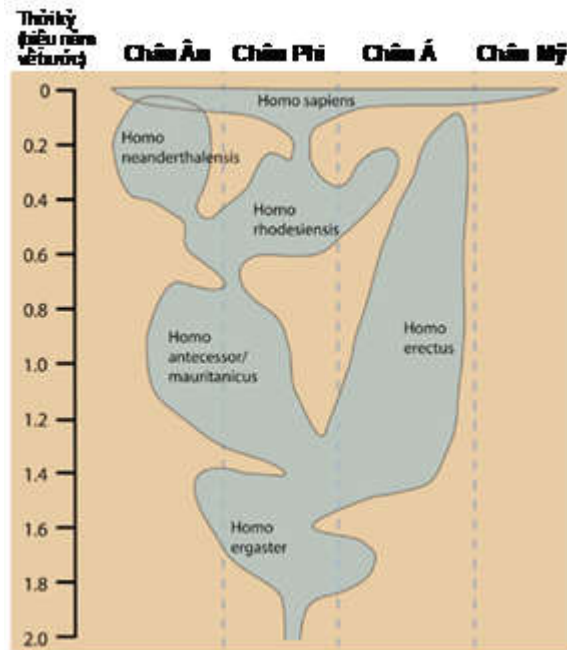
khó giải quyết một cách triệt để. *Khái niệm Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể được xây dựng để giải quyết mối liên hệ này ở mức độ lý luận.* Khái niệm này cũng phản ánh các khía cạnh sinh thái, văn hóa, xã hội, chính trị và kinh tế là phần tích hợp của mức độ đồng tiến hóa địa lý - sinh học - nhân sinh cao nhất trong các cấp phân vị cao hơn cấp hệ sinh thái.

## **13.2. QUÁ TRÌNH ĐỒNG TIẾN HÓA GIỮA QUẦN THỂ LOÀI NGƯỜI VÀ CẢNH QUAN TRÁI ĐẤT**

### **13.2.1. Đặc điểm hình thành và mở rộng khu vực phân bố của người hiện đại (*Homo sapiens*)**

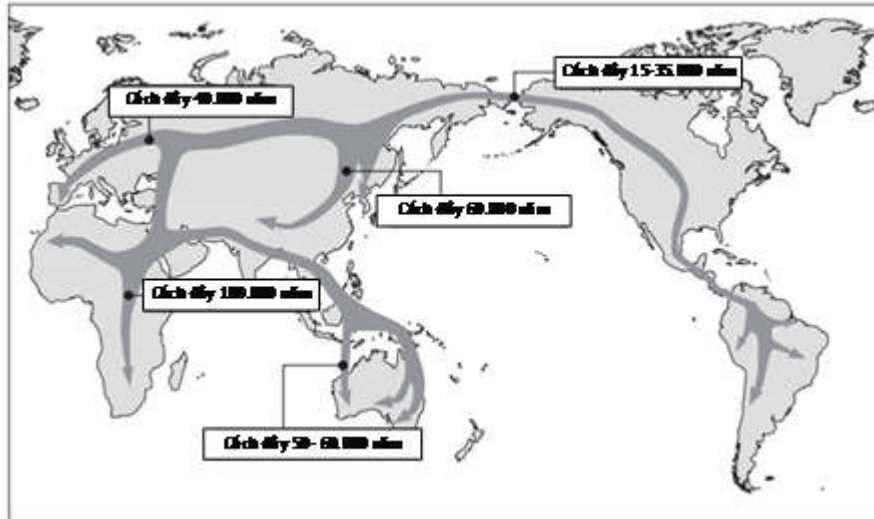
Người khéo léo (*Homo habilis*) xuất hiện đầu tiên ở Đông Phi cách đây khoảng ba triệu năm, sử dụng các công cụ bằng đá đơn giản. Người đi thẳng (*Homo erectus*) mở rộng quần thể của mình ra khắp châu Âu và châu Á cách đây khoảng một triệu năm. Người hiện đại (*Homo sapiens*) là hậu duệ của loài người đi thẳng (*Homo erectus*), được hình thành tại đồng cỏ cổ ở châu Phi cách đây 200 - 250 nghìn năm. Do có sức sinh sản và khả năng tìm kiếm thức ăn tốt hơn, người hiện đại (*Homo sapiens*) sau đó đã mở rộng nơi cư trú sang lục địa châu Á, châu Âu, châu Úc (cách đây 40 - 50 nghìn năm) và châu Mỹ (10 - 13 nghìn năm).

Từ khi hình thành cho đến nay, ước tính loài người hiện đại (*Homo sapiens*) đã tồn tại ít nhất 60 nghìn thế hệ. Quần thể loài người trên Trái Đất ước tính đến nay có khoảng 10 tỷ người. Khoảng 10 nghìn năm trước, con người chỉ sinh sống tại một số ít khu vực trên thế giới. Vào năm 1700 sau Công nguyên, trên thế giới có khoảng 600 triệu người. Sau đó, kích thước quần thể loài người tăng lên tới 6 tỷ người trong 12 thế hệ từ năm 1970.



Hình 13.2. Sự mở rộng lãnh thổ cư trú của người hiện đại (*Homo sapiens*): hình thành tại cảnh quan đồng cỏ cổ châu Phi (cách đây 200 - 250 nghìn năm); di trú sang lục địa châu Á, châu Âu, châu Úc (40 - 50 nghìn năm); di trú sang châu Mỹ (10 - 13 nghìn năm)

Lịch sử phát triển của loài người được khởi đầu với quần thể săn bắt - hái lượm nhỏ thiết lập các đặc tính của con người trong hầu hết toàn bộ lịch sử. Sau đó, sự mở rộng của quần thể loài người trong cuộc Cách mạng Nông nghiệp diễn ra trên phạm vi toàn cầu và sự bùng nổ dân số trong Cách mạng Công nghiệp. Kích thước quần thể của loài người hiện đại (*Homo sapiens*) tăng quá nhanh chỉ trong vài thế kỷ, sau một khoảng thời gian rất dài duy trì sự phát triển chậm chạp, được gọi là *nạn nhân mãn*. Một nguyên nhân quan trọng là do sự phát triển khoa học, kỹ thuật hiện đại đã giúp loài người thoát khỏi cơ chế điều chỉnh quần thể do giới hạn sức tải như các động vật thuần túy khác. Hệ quả là, các vấn đề môi trường và khủng hoảng sinh thái nảy sinh những thách thức về phát triển bền vững tại thời điểm hiện tại và tương lai.



Hình 13.3. Sơ đồ của Stringer và McKie (1996) về quá trình mở rộng lãnh thổ của người hiện đại (*Homo sapiens*) trong suốt 100.000 năm qua.

### 13.2.2. Sức tải và các mô hình tăng trưởng kích thước quần thể loài người

#### a) Sức tải hệ sinh thái và sức tải cảnh quan

Sức tải hệ sinh thái là khả năng một hệ sinh thái cung cấp tài nguyên cho các sinh vật phát triển bình thường mà vẫn duy trì được khả năng sản xuất, tính thích nghi và khả năng tái tạo (IUCN, 1991 trong "Sức tải của Trái Đất"). Sức tải cảnh quan là khả năng sử dụng cao nhất và chấp nhận được của các hệ sinh thái trong cảnh quan, tương ứng với duy trì hoặc tái sản xuất các điều kiện thiết yếu cơ bản trong thời gian dài (Syrbe, 2002).

Mức độ phát triển bền vững được xác định trên cơ sở sức tải hệ sinh thái đối với con người. Sức tải hệ sinh thái bị giới hạn bởi nguồn tài nguyên thiên nhiên. Trong khi đó, kích thước quần thể loài người luôn có xu thế mở rộng, đồng thời các hoạt động phát triển của loài người

đang gây ra những tác động mạnh mẽ tới tất cả các hệ sinh thái trên Trái Đất. Ước tính con người sử dụng tới 40% tổng sinh khối của Trái Đất, con số này hiện vẫn đang có xu hướng gia tăng cả về số lượng và tốc độ tiêu thụ (Vitousek, 1986). Phát triển kinh tế dựa vào nguồn tài nguyên sơ cấp là những nguyên nhân cơ bản dẫn tới thoái hóa môi trường trên phạm vi rộng, tuyệt chủng loài và mất đa dạng sinh học, làm suy giảm nghiêm trọng nhiều nguồn tài nguyên. Những người ủng hộ quan điểm "*mâu thuẫn giữa môi trường và phát triển*" lập luận rằng: những biến đổi của nhiều hệ sinh thái mang tính chất không thể đảo ngược, trong khi nhiều hoạt động kinh tế phải phụ thuộc chặt chẽ vào các hệ sinh thái tự nhiên. Đó chính là lý do chính dẫn tới sự tăng trưởng kinh tế không bền vững trong giai đoạn hiện nay .

### ***b) Mô hình tăng trưởng kích thước quần thể loài người***

Kích thước quần thể loài người trên toàn cầu, còn được gọi là dân số thế giới được tính là tổng số cá thể người sống trên Trái Đất tại một thời điểm nhất định. Dân số thế giới tăng trưởng liên tục từ sau thời điểm Cái chết Đen do bệnh dịch truyền nhiễm gây ra cái chết của hơn 50 triệu người châu Âu và châu Á trong thế kỷ thứ XV. Tỷ lệ tăng dân số thế giới cao nhất đạt 1,8% trong những năm 1950 cho đến những năm 1970. Theo thống kê của Cục Điều tra Dân số Hoa Kỳ, dân số thế giới năm 2009 là 6,782 tỷ người.

Nhiều mô hình về kích thước quần thể loài người được đưa ra, trong đó điển hình là mô hình tăng trưởng Malthus (1766). Đây là mô hình dự báo tăng trưởng kích thước quần thể đầu tiên trên thế giới, còn gọi là mô hình tăng trưởng hàm mũ đơn giản, có dạng:

$$P(t) = P_0 e^{rt}$$

*Trong đó:  $P_0$  là kích thước quần thể ban đầu;  $r$  là hệ số Malthus về tốc độ tăng trưởng;  $t$  là thời gian.*

Các mô hình toán học đơn giản thể hiện mối quan hệ giữa sức tải con người và tăng trưởng quần thể. Khả năng cung cấp thức ăn là một chỉ tiêu quan trọng để tính sức tải con người. Kích thước quần thể người tăng do tăng khả năng cung cấp thức ăn cho quần thể.

Sức tải của quần thể loài người trên Trái Đất ước tính khoảng từ 186 đến 200 tỷ người (Hoerner, 1975; Kapitza, 1997). Dựa trên các giá trị này, một số mô hình tăng trưởng của quần thể loài người được đưa ra.

- *Mô hình tăng trưởng dân số thế giới của Hoerner (1975)*: mô phỏng sự phát triển theo hàm hyperbol với dân số tới hạn vào năm 2025:

$$N = \frac{C}{T_0 - T}$$

Trong đó:  $N$  là dân số hiện tại;  $T$  là thời gian hiện tại;  $C = 2.10^{11}$ ;  $T_0 = 2025$

- *Mô hình tăng trưởng dân số thế giới của Kapitza (1997)*: mô phỏng sự tăng trưởng dân số từ năm 67.000 (trước Công nguyên) đến năm 1965:

$$N = \frac{C}{\tau} \arccos \frac{T_0 - T}{\tau}$$

Trong đó:  $N$  là dân số hiện tại;  $T$  là thời gian hiện tại;

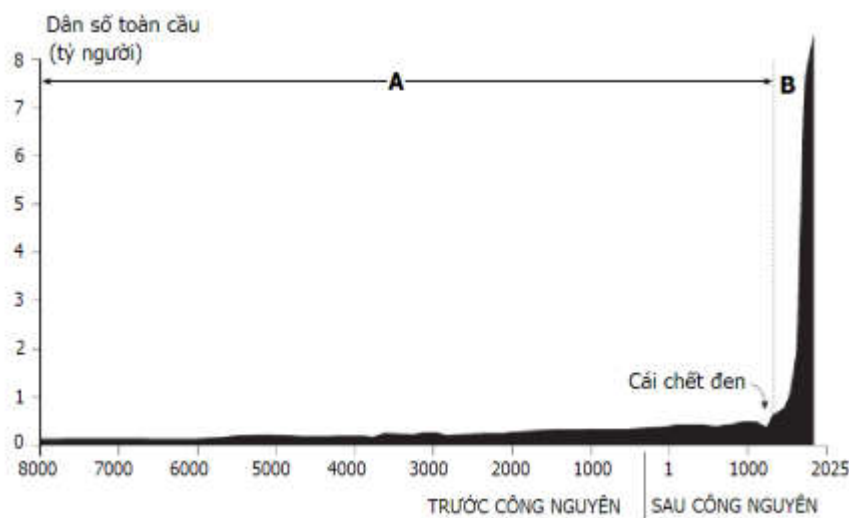
$C = (1,86 \pm 0,01) \times 10^{11}$ ;  $T_0 = 2007 \pm 1$ ;  $\tau = 42 \pm 1$

Bảng 13.1. Tăng trưởng kích thước quần thể loài người trên Trái Đất (triệu người)

Khu vực/ Năm	1750	1800	1850	1900	1950	1999	2008	2050	2150
Châu Phi	106	107	111	133	221	767	973	1.766	2.308
Châu Á	502	635	809	947	1.402	3.634	4.054	5.268	5.561
Châu Âu	163	203	276	408	547	729	732	628	517
Mỹ Latinh và Caribe	16	24	38	74	167	511	577	809	912
Bắc Mỹ	2	7	26	82	172	307	337	392	398
Châu Đại dương	2	2	2	6	13	30	34	46	51
Toàn thế giới	791	978	1.262	1.650	2.521	5.978	6.707	8.909	9.746

(Nguồn: Cục Điều tra Dân số Hoa Kỳ, 2009)

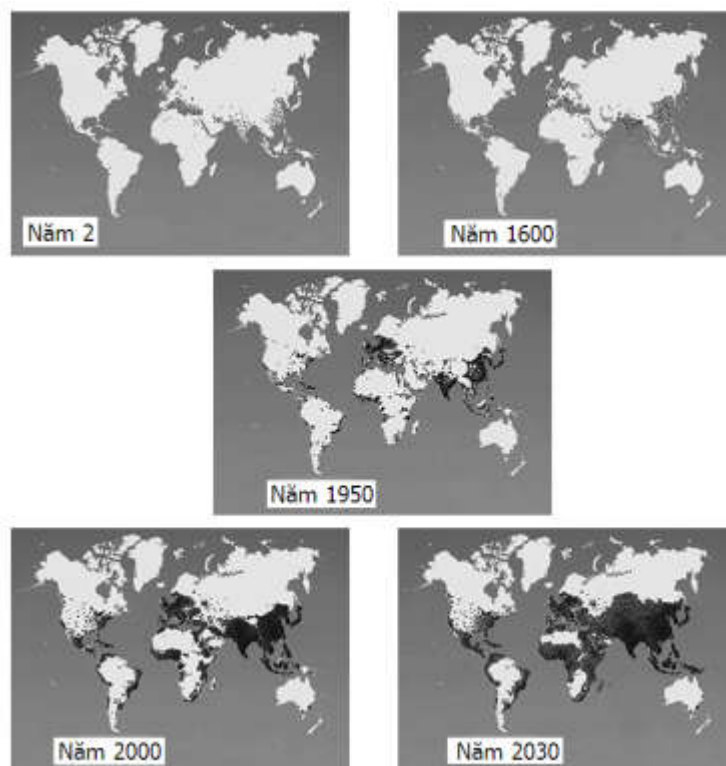
Kích thước quần thể loài người trên Trái Đất tăng trưởng dần dần trong hơn 10 nghìn năm sau Cách mạng Nông nghiệp. Các quần thể lớn nhất phân bố tại các thung lũng sông lớn thuộc Ấn Độ và Trung Quốc. Thời kỳ này có sự tăng trưởng quan trọng trong các quần thể ở Trung Đông và châu Âu. Dưới áp lực về kích thước quần thể trong giới hạn sức tải của hệ sinh thái ở châu Âu, nhưng thực trạng thay đổi của các quốc gia châu Âu lớn mạnh đã chủ động mở rộng thực địa và thương mại trên khắp thế giới trong suốt thế kỷ thứ XVI. Tài nguyên được cung cấp làm tăng sức tải của châu Âu, và quần thể loài người ở châu Âu bắt đầu tăng lên. Trong thời kỳ này, thậm chí sức tải có mức tăng thậm chí còn cao hơn trong Cách mạng Công nghiệp diễn ra trong suốt thế kỷ XVIII.



Hình 13.4. Diễn biến tăng trưởng kích thước quần thể loài người trong 10 nghìn năm gần đây (Cục Điều tra Dân số Hoa Kỳ, 1984)

Những dự báo về hệ quả của tăng trưởng dân số thế giới đã được nhiều nhà khoa học quan tâm. Ngay từ năm 1789, nhà kinh tế chính trị và dân số học người Anh là Thomas Malthus (1766 - 1834) trong công trình "*Luận bàn về nguyên lý quần thể*" dựa trên mô hình tăng trưởng

Malthus, đã dự báo kích thước quần thể loài người trên thế giới sẽ tăng trưởng vượt quá khả năng cung cấp lương thực vào giữa thế kỷ thứ XIX. Năm 1968, Ehrlich đã đưa ra thuyết "Bùng nổ dân số" dự báo nạn đói gây ra hủy diệt dân số sẽ xảy ra vào những năm 1970 - 1980. Tuy nhiên, các nhà kinh tế lại có những dự báo khả quan hơn. Simon cho rằng các nghiên cứu phát triển nông nghiệp đang thực hiện, chẳng hạn Cách mạng Xanh, sẽ cung cấp đầy đủ lương thực cho dân số toàn thế giới và sẽ tăng trưởng cùng với sự tăng trưởng của dân số thế giới. Tuy nhiên, các nhà khoa học theo chủ nghĩa Malthus cho rằng Cách mạng Xanh phụ thuộc nhiều vào phân bón sản xuất từ dầu lửa, giá lương thực trong thế kỷ XXI sẽ tăng đột biến trên phạm vi toàn cầu và gây ra nạn đói nghiêm trọng trên diện rộng.



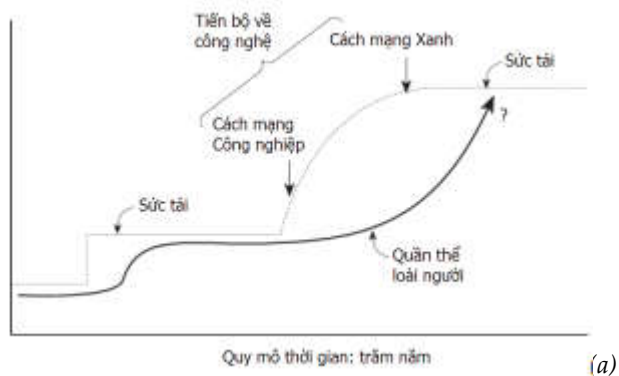


*Hình 13.5. Các bản đồ tăng trưởng kích thước và phân bố địa lý của quần thể loài người trong 2000 năm qua, trong đó mỗi điểm biểu thị một triệu người.*

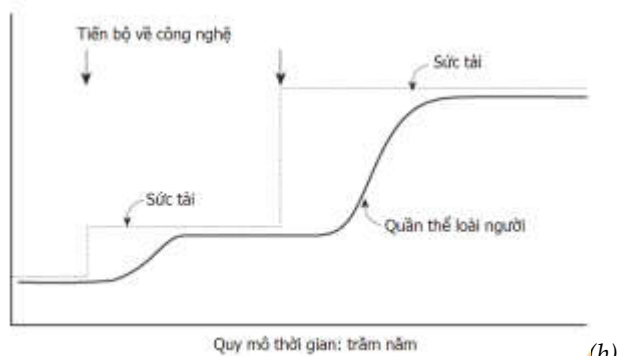
### ***c) Giới hạn sức tải của hệ sinh thái Trái Đất***

Cách mạng Xanh làm tăng sức tải của Trái Đất theo kịp sự phát triển về kích thước quần thể của loài người. Tuy nhiên, năng lượng cho cuộc cách mạng này được lấy từ nguồn dầu mỏ để chế tạo phân bón (từ khí đốt tự nhiên), thuốc trừ sâu (từ dầu mỏ) và tưới tiêu bằng chất đốt nguyên liệu hydrocarbon. Đầu thế kỷ thứ XXI, giá lương thực có mức tăng mạnh cùng với giá dầu (khoảng trên 90 USD/thùng vào tháng 5/2013). Gia tăng dân số toàn cầu, biến đổi khí hậu, mất đất sản xuất nông nghiệp do phát triển đô thị và công nghiệp trên thế giới, gia tăng nhu cầu tiêu thụ ở Trung Quốc và Ấn Độ,... là những vấn đề ảnh hưởng đến an ninh lương thực trên thế giới. Thiếu hụt nguồn năng lượng và lương thực được dự báo sẽ tạo ra "con bão hoàn hảo" vào năm 2030. Nguyên nhân được giải thích dựa trên dự trữ về lương thực thấp, trong khi nhu cầu tiêu thụ năng lượng, lương thực và nước sẽ tăng khoảng 50% trên toàn thế giới.

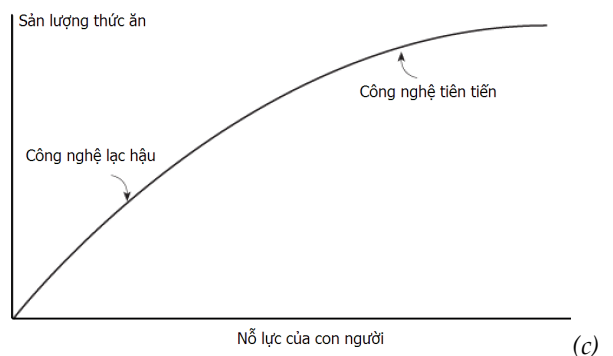
Con người đã làm tăng sức tải hơn 1.000 lần từ Cách mạng Nông nghiệp bằng phát triển các phương thức chuyển đổi sản lượng sinh học của Trái Đất thành sản phẩm tiêu thụ và hàng hóa. Tuy nhiên, một số thành tựu gần đây không mang tính bền vững. Đa số quá trình sản xuất lương thực đạt được do sự mở rộng về diện tích rừng thành đất nông nghiệp, hoặc sử dụng tưới tiêu từ nguồn cấp nước ngầm sớm bị thoái hóa. Chi phí môi trường của những thành tựu này thường ở mức rất cao. Các yếu tố đầu vào của sản xuất nông nghiệp chuyên canh như phân bón hóa học và thuốc trừ sâu cho Cách mạng Xanh là nguyên nhân chính làm ô nhiễm nguồn nước. Những loại cây trồng và vật nuôi bị đột biến gen có thể tạo ra nhiều ảnh hưởng bất lợi đối với sức khỏe của con người hoặc môi trường.



(a)



(b)



(c)

Hình 13.6. Xu thế tăng sức tải và kích thước quần thể trong Cách mạng Công nghiệp và Cách mạng Xanh (a); các thời kỳ tăng trưởng kích thước của quần thể loài người và sức tải (b); nỗ lực của con người trong phát triển các kỹ thuật và công nghệ nhằm thu được sản lượng lương thực lớn hơn mức hiện tại (c).

Những thành tựu trong quá khứ về sản xuất nông nghiệp xuất phát từ sự tăng mức độ chia sẻ sản lượng sinh học của Trái Đất, không phải bắt nguồn từ sự gia tăng sản lượng sinh học. Điều này vượt quá khả năng của con người làm tăng sản lượng sinh học của Trái Đất do sản lượng còn phụ thuộc chặt chẽ vào khí hậu địa phương và điều kiện ánh sáng. Con người đã kiểm soát khoảng một nửa sản lượng sinh học trên đất liền của Trái Đất. Tuy nhiên, có một giới hạn cung cấp của hệ sinh thái Trái Đất, và quần thể loài người đang tiếp cận tới giới hạn đó.

### **13.2.3. Sức tải của hệ sinh thái đối với các quần thể loài người săn bắt, hái lượm và sản xuất nông nghiệp**

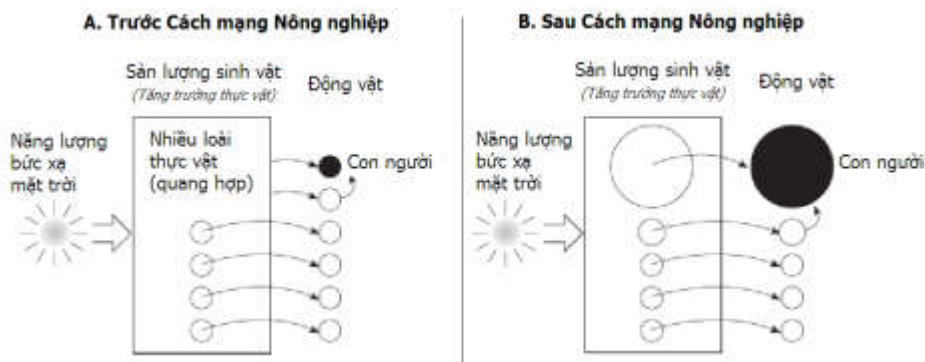
#### *a) Đặc điểm*

Vị trí của loài người trong hệ sinh thái được hình thành bởi sự tiến hóa trong tự nhiên. Là một thành phần của hệ sinh thái, sự phát triển các quần thể loài người phụ thuộc rất nhiều vào các mối quan hệ sinh học trong hệ sinh thái đó, và khác nhau giữa các hệ sinh thái khác nhau. Sức tải hệ sinh thái là một nhân tố quan trọng quyết định sự tăng trưởng kích thước của quần thể loài người. Sự biến đổi sức tải của hệ sinh thái trong thời kỳ này có thể chia làm hai giai đoạn:

- *Giai đoạn săn bắt và hái lượm*: ban đầu, việc săn bắt và hái lượm giúp loài người có thể thu giữ một phần sản lượng sinh học của hệ sinh thái dưới dạng thức ăn được tiêu thụ. Tuy nhiên, trong hệ sinh thái tự nhiên, các quần thể người săn bắt, hái lượm chỉ có thể sử dụng một số ít loài thực vật và động vật trong hệ sinh thái làm thức ăn. Nguyên nhân là sức tải của các hệ sinh thái tự nhiên đối với con người cũng tương tự như đối với các động vật khác, đồng thời kích thước của các quần thể loài người cũng không lớn hơn kích thước quần thể của các loài động

vật khác. Ước tính, con người chỉ có thể tiêu thụ khoảng 0,1% sản lượng sinh học được sản xuất bởi các hệ sinh thái tự nhiên.

- *Giai đoạn sản xuất nông nghiệp*: lương thực là một loại thức ăn thích hợp của con người, nhưng sản lượng sinh học không cao trong hầu hết các hệ sinh thái tự nhiên, do đó làm giảm sức tải của các hệ sinh thái này đối với các quần thể loài người săn bắt và hái lượm. Hình thức sản xuất nông nghiệp xuất hiện cách đây 12 nghìn năm ở Trung Đông đã cho phép các quần thể loài người ở khu vực này tự tạo ra những hệ sinh thái nhỏ hơn để sản xuất lương thực. Các thực vật hoang dại làm thức ăn cho con người được bố trí gần các hệ thống tưới tiêu để phát triển thuận lợi hơn. Cuối cùng, một số loài thực vật và động vật hoang dã được thuần hóa bằng phương pháp chọn lọc cá thể để làm thức ăn. Theo cách này, một số quần thể loài người ở Trung Đông đã làm tăng tỷ lệ sản lượng sinh học của hệ sinh thái nhằm đáp ứng nhu cầu tiêu thụ của mình, do đó làm tăng sức tải của hệ sinh thái đối với loài người.



Hình 13.7. Phân bố sản lượng sinh học thích hợp cho tiêu thụ của loài người trong mạng lưới thức ăn của các hệ sinh thái giai đoạn săn bắt, hái lượm và giai đoạn sản xuất nông nghiệp

Trong suốt vài nghìn năm sau đó, nông nghiệp mở rộng từ Trung Đông sang châu Á, Bắc Phi và châu Âu; phát triển độc lập tại Trung Quốc, Bắc Mỹ, Trung Mỹ, Nam Mỹ và New Guinea. Hệ quả, kích thước

quần thể loài người tăng trưởng mạnh ở các khu vực sản xuất nông nghiệp này. Sự tiến bộ mới trong sản xuất nông nghiệp xảy ra tại các vùng khác nhau ở các thời điểm khác nhau, làm cho sức tải con người tại bất kỳ nơi nào trên Trái Đất dần tăng lên. Bất kỳ cải tiến quan trọng nào trong kỹ thuật nông nghiệp cũng làm gia tăng và hình thành sức tải mới trong suốt một thời kỳ kéo dài hàng thế kỷ.

### ***b) Nguyên nhân***

Các nguyên nhân làm xuất hiện giai đoạn sản xuất nông nghiệp ở Trung Đông (một số tác giả gọi là Cách mạng Nông nghiệp) và lan rộng ra trên toàn thế giới được giải thích như sau:

- *Đặc điểm trung tâm phát sinh cây trồng và vật nuôi:* Trung Đông là cái nôi sản xuất nông nghiệp của nhân loại với số loài động thực vật được thuần hóa lớn nhất. Mặc dù độ đa dạng loài trên Trái Đất rất cao, nhưng chỉ có khoảng vài trăm loài thực vật và vài chục loài động vật thích hợp để thuần hóa. Hầu hết các loài này được thuần hóa cách đây ít nhất 5.000 năm và từ đó tới nay không có thêm loài cây trồng hay động vật nuôi chủ đạo mới được thuần hóa trên thế giới. Một số khu vực như Australia và châu Phi có một số ít loài động vật, thực vật thích hợp để thuần hóa. Nông nghiệp hình thành và phát triển tại những vùng này, chỉ sau khi các loài động vật, thực vật đã thuần hóa được mang tới từ các vùng khác.

- *Biến đổi khí hậu trong Holocen* đã làm giảm sức tải của các hệ sinh thái tự nhiên đối với các quần thể người săn bắt và hái lượm. Tại sao con người phải chờ đợi một thời kỳ rất dài để phát triển nông nghiệp? Con người đã nỗ lực và buộc phải sử dụng để hình thành và duy trì các hệ sinh thái, chuẩn bị đất đai, gieo trồng cây trồng, chăm sóc mùa màng, và bảo vệ các loài cây trồng khỏi sâu bệnh, vật hại cũng như các loài động vật khác muốn tiêu thụ nó, yêu cầu nhiều lao động hơn so với săn

bắt và hái lượm. Điều này thuận lợi cho phát triển sản xuất thực phẩm. Tuy nhiên, cư dân ở khu vực Trung Đông có nhu cầu tìm kiếm phương thức sản xuất mới nhằm nâng cao sản lượng lương thực trong 12.000 năm trước đây, trong bối cảnh khí hậu trở nên khô hơn, làm giảm sản lượng sinh học và sức tải của quần thể con người trong hệ sinh thái Trung Đông.

- *Áp lực quần thể do sức tải của hệ sinh thái*: nguồn cung cấp lương thực bị hạn chế là động lực thúc đẩy con người phát triển các kỹ thuật nông nghiệp cao hơn, hoặc chấp nhận các phương thức canh tác nông nghiệp khác từ các quần thể người xung quanh. Điều này làm cho sức tải của hệ sinh thái tăng cao hơn đối với các quần thể người.

#### **13.2.4. Cách mạng Công nghiệp**

##### ***a) Cấu trúc và sức tải của hệ sinh thái nông nghiệp***

Cách mạng Công nghiệp là cuộc cách mạng trong lĩnh vực sản xuất diễn ra tại nước Anh vào nửa cuối thế kỷ XVIII, đầu thế kỷ XIX. Cuộc cách mạng này đã làm thay đổi các điều kiện kinh tế xã hội, văn hóa và kỹ thuật của toàn thế giới sau này. Nền kinh tế giản đơn, quy mô nhỏ, dựa trên lao động chân tay được thay thế bằng công nghiệp và chế tạo máy móc với quy mô lớn. Cách mạng Công nghiệp ứng dụng tiến bộ của khoa học và kỹ thuật nông nghiệp mới đã làm tăng năng suất sản xuất nông nghiệp đáng kể so với thời kỳ trước đó. Cuộc cách mạng đã có tác động chủ đạo đến sức tải của các hệ sinh thái nông nghiệp ở các khía cạnh sau:

- *Mở rộng sự gia nhập của các loài cây trồng và vật nuôi vào các hệ sinh thái nông nghiệp trên Trái Đất*: trước đây, các loài cây trồng có sản lượng cao như lúa mì, ngũ cốc, khoai tây, củ cải đường và lúa nước chỉ phân bố hạn chế tại một số khu vực trên thế giới, đến nay đã mở rộng nhanh

chóng do quá trình mở rộng thương mại và thực dân của các nước tư bản châu Âu.

- *Tái tổ chức các hệ sinh thái nông nghiệp*: điều kiện cơ giới hóa cho phép nông dân tổ chức lại các hệ sinh thái tốt hơn so với hoạt động nông nghiệp trước đó chỉ có sự tham gia của con người và động vật.

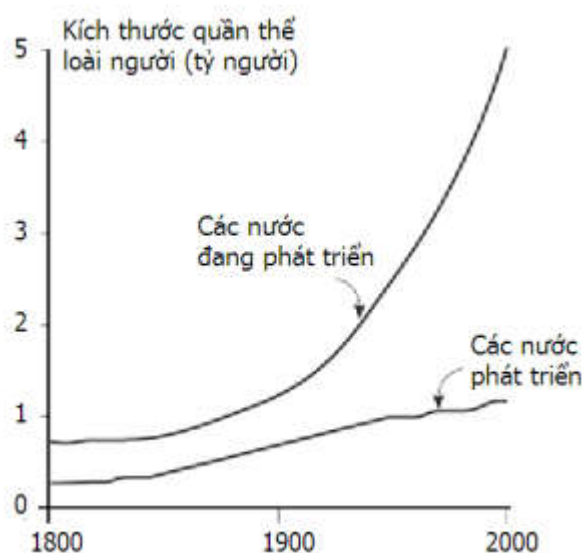
- *Sức tải của các hệ sinh thái nông nghiệp tăng lên*: từ hai hệ quả ở trên, con người có thể thu giữ một tỷ lệ lớn trong sản lượng sinh học của hệ sinh thái để phục vụ cho nhu cầu tiêu thụ và gia tăng sức tải của hệ sinh thái. Sức tải của các hệ sinh thái nông nghiệp tăng lên liên tục trong Cách mạng Công nghiệp đã đảm bảo cho sự tăng trưởng theo hàm số mũ của quần thể loài người.

### ***b) Kích thước quần thể loài người***

Trước Cách mạng Công nghiệp, tỷ lệ sinh và tỷ lệ tử cao ở hầu hết các quốc gia trên thế giới. Những tiến bộ về khoa học kỹ thuật giúp cải thiện hệ thống chăm sóc sức khỏe cộng đồng, đó cũng là nguyên nhân làm giảm tỷ lệ tử vong ở các nước đang phát triển. Kích thước quần thể loài người ở các quốc gia này tăng nhanh chóng do tỷ lệ sinh vẫn còn duy trì ở mức cao. Vào thế kỷ XIX, quá trình đô thị hóa phát triển, giảm tỷ lệ tử vong ở trẻ sơ sinh là nguyên nhân làm giảm tầm quan trọng của các gia đình lớn. Tỷ lệ sinh bắt đầu giảm khi con người sử dụng nhiều biện pháp khác nhau để giới hạn quy mô gia đình. Số lượng người tại các quốc gia công nghiệp tiếp tục tăng trưởng nhanh trong thế kỷ XIX và thế kỷ XX. Tuy nhiên, cuối thế kỷ XX tốc độ gia tăng dân số chỉ còn xấp xỉ 0%. Nhưng kích thước quần thể của các quốc gia công nghiệp vẫn dẫn đầu về tăng trưởng do nhập cư.

Gần đây, già hóa dân số đang trở thành một vấn đề được quan tâm ở các nước công nghiệp. Đây là một thách thức đối với một quần thể có sự tăng trưởng về kích thước nhanh chóng nhưng tỷ lệ thanh niên có

mức tăng chậm hoặc không tăng so với tỷ lệ người cao tuổi trong một quốc gia. Đây là sự giảm sút về số lượng lao động có khả năng tham gia sản xuất kinh tế và sự tăng lên nhanh chóng về số người già nghỉ hưu. Sự già hóa được thấy rõ nhất ở Nhật Bản, châu Âu và Bắc Mỹ; trong một vài thập niên tới dự báo sẽ trở nên cấp thiết tại nhiều quốc gia đang phát triển có áp dụng các biện pháp kế hoạch hóa dân số. Nhiều quốc gia công nghiệp đã từng có kích thước quần thể và mức tiêu thụ lớn hơn nhiều lần so với khả năng cung cấp tài nguyên trong lãnh thổ. Quần thể của họ tồn tại được là do với vị trí đặc quyền về kinh tế đã lấy tài nguyên của các quốc gia khác.



Hình 13.8. Động lực tăng trưởng quần thể ở các nước công nghiệp và các nước đang phát triển từ năm 1800 đến 2000

Trong suốt thế kỷ thứ XX, quần thể người ở các quốc gia đang phát triển bắt đầu tăng trưởng nhanh, trong điều kiện hệ thống chăm sóc sức khỏe công cộng làm giảm tỷ lệ tử vong nhưng tỷ lệ sinh vẫn còn cao. Hầu hết sự tăng trưởng quần thể trên thế giới hiện nay là từ các quốc gia đang phát triển. Lượng dân di cư lớn từ các khu vực đông dân thuộc



các nước đang phát triển tới Bắc Mỹ, châu Âu và Australia để tìm kiếm cơ hội kinh tế tốt hơn. Tỷ lệ sinh bắt đầu giảm tại một số khu vực thuộc các quốc gia đang phát triển từ 20 năm trước, nhưng tại nhiều khu vực vẫn duy trì ở mức cao đến rất cao. Thậm chí nếu tỷ lệ sinh giảm mạnh, kích thước quần thể ở các quốc gia đang phát triển vẫn tiếp tục tăng trong vài thế hệ nữa. Quần thể người ở các quốc gia đang phát triển có tỷ lệ lớn cư dân ở độ tuổi thấp, thậm chí với các gia đình quy mô nhỏ hơn, tỷ lệ sinh từ số lượng lớn người ở độ tuổi sinh sản sẽ vượt quá tỷ lệ tử vong.

### **13.2.5. Cách mạng Xanh**

Trong giai đoạn 1950 - 1984, trên thế giới đã diễn ra cuộc Cách mạng Xanh làm chuyển đổi cơ cấu nông nghiệp trên thế giới, tạo sản lượng ngũ cốc tăng tới 250%. Cha đẻ của Cách mạng Xanh là nhà nông nghiệp Hoa Kỳ Norman Borlaug (1914 - 2009). Nhờ các chương trình nghiên cứu và mở rộng quy mô phát triển nông nghiệp, Cách mạng Xanh đã giúp tăng sản lượng nông nghiệp đáp ứng được tăng trưởng dân số. Các kỹ thuật chọn giống hiện đại được áp dụng để tạo ra sản lượng cao về gạo, lúa mì, ngũ cốc và các cây trồng khác để làm tăng sản lượng lương thực. Hệ quả, sức tải của các hệ sinh thái nông nghiệp được tăng lên rất cao, đáp ứng yêu cầu tăng trưởng nhanh chóng kích thước quần thể ở các nước đang phát triển.

Sản lượng cao hơn chỉ có thể đạt được khi đáp ứng được các điều kiện lý tưởng trong canh tác, ví dụ nước cấp đầy đủ, sử dụng phân bón và thuốc trừ sâu. Hệ thống tưới tiêu được mở rộng trên quy mô lớn, đặc biệt ở các vùng bán khô hạn, cấp nước cần thiết nhằm nâng cao sản lượng, cho phép nông dân tăng thêm vụ vào mùa khô. Tuy nhiên, sản phẩm càng nhiều thì càng có yêu cầu cao đối với nguồn lao động. Trong khi nông nghiệp hiện đại sử dụng máy móc với năng lượng đầu mỏ để

hoạt động, nhiều nước đang phát triển với trình độ cơ giới hóa thấp bắt buộc phải làm việc lâu hơn, thời gian làm việc dài hơn để sản xuất đủ thức ăn từ các khoảnh đất đai có diện tích nhỏ và phân bố phân tán.

Borlaug đưa ra một giả thiết (còn gọi là giả thiết Borlaug) về khả năng hạn chế phá rừng do phát triển sản lượng cây trồng: *"việc tăng sản lượng nông nghiệp trên các vùng đất canh tác tốt nhất có thể trợ giúp kiểm soát nạn phá rừng, do làm giảm nhu cầu đối với các vùng đất canh tác nông nghiệp mới"*. Theo đó, nhu cầu lương thực toàn cầu đang tăng cao, trong khi năng suất cây trồng bị giới hạn bởi các phương pháp canh tác truyền thống, có thể sẽ gây ra các hệ quả tiêu cực như giảm kích thước quần thể loài người hoặc phải chuyển đổi đất rừng thành đất nông nghiệp. Do vậy, Cách mạng Xanh được kỳ vọng với mục tiêu phát triển các hệ sinh thái nông nghiệp có sản lượng cao sẽ hạn chế được sự phá hủy các hệ sinh thái rừng tự nhiên.

Trên thực tế, Cách mạng Xanh đã đưa đến những tác động kinh tế và môi trường tới quần thể loài người và các hệ sinh thái tự nhiên trên Trái Đất. Các vấn đề môi trường chính nảy sinh do sử dụng quá mức thuốc trừ sâu, nước tưới cho nông nghiệp và suy giảm đa dạng sinh học:

- *Thuốc trừ sâu*: sử dụng thuốc trừ sâu là một giải pháp cần thiết để hạn chế thiệt hại do vật hại gây ra ở những khu vực độc canh một loại cây trồng trong một khu vực rộng.

- *Sử dụng quá mức và gây ô nhiễm môi trường nước*: nền nông nghiệp công nghiệp hóa với sản lượng cao yêu cầu phải sử dụng nhiều nước tưới. Tại Hoa Kỳ, nước tưới trong nông nghiệp chiếm tới 85% tổng trữ lượng tài nguyên nước sạch. Trong đó, chỉ khoảng 60% tổng lượng nước tưới tiêu được lấy từ nguồn nước mặt, còn lại 40% được lấy từ nguồn nước ngầm là nguồn tài nguyên được coi là không tái tạo nếu sử dụng quá mức. Kèm theo suy giảm trữ lượng nước, môi trường nước cũng

đang có xu hướng ô nhiễm nghiêm trọng do phát triển nông nghiệp. Biển Aral bao quanh Uzbekistan và Kazakhstan, vùng chuyên canh bông của Liên Xô là một trong những khu vực ô nhiễm môi trường nặng nhất do phát triển nông nghiệp, mất khoảng 1/2 diện tích do bị nhiễm mặn và 2/3 trữ lượng nước do tưới tiêu cho bông. Sông Nile và sông Hằng cũng đang bị ô nhiễm nặng nề do rửa trôi phân bón từ các khu vực canh tác nông nghiệp trên đồng bằng châu thổ rộng lớn.

- *Suy giảm đa dạng sinh học trong các hệ sinh thái nông nghiệp và hệ sinh thái tự nhiên:* sự phát triển của Cách mạng Xanh ảnh hưởng tới cả đa dạng sinh học nông nghiệp và đa dạng sinh học tự nhiên. Có nhiều ý kiến khác nhau về ảnh hưởng của Cách mạng Xanh tới đa dạng sinh học tự nhiên. Một số cho rằng, do tăng sản lượng lương thực trên một đơn vị diện tích đất đai, nên không cần thiết phải mở rộng diện tích đất nông nghiệp sang các khu vực tự nhiên mà vẫn đảm bảo đáp ứng đối với sự tăng trưởng của quần thể loài người. Một số khác cho rằng, phát triển nông nghiệp theo hình thức thâm canh trong Cách mạng Xanh là nguyên nhân dẫn tới thoái hóa đa dạng sinh học.

Hiện nay, phát triển nông nghiệp sinh thái là hướng ưu tiên nhằm phát triển bền vững, vừa đảm bảo cung cấp đủ lương thực, vừa đạt được mục tiêu bảo vệ môi trường và duy trì đa dạng sinh học.

### **13.2.6. Biến đổi cảnh quan quy mô toàn cầu**

Theo thời gian, con người đã làm cải biến tính chất môi trường và cảnh quan. Con người sử dụng lửa để kiểm soát môi trường từ hơn 30.000 năm trước, đánh dấu thời điểm bắt đầu làm thay đổi hệ sinh vật và toàn bộ cảnh quan. Khoảng 10.500 năm trước, hoạt động nông nghiệp bắt đầu được phát triển trên thế giới. Ví dụ, tại Iran vào khoảng 9000 năm trước, phát triển nông nghiệp đã gây ra những biến đổi môi trường tự nhiên do sự ra đời của các loài vật nuôi như cừu và dê.

Mọi cảnh quan trên Trái Đất đều chứa đựng các đặc trưng và giá trị tự nhiên hoặc giá trị văn hóa. Sự phát triển của xã hội loài người làm hình thành hai loại cảnh quan chủ đạo trên Trái Đất, đó là cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa. Cảnh quan tự nhiên chưa bị con người tác động. Các cảnh quan văn hóa, như cảnh quan đô thị, cảnh quan nông thôn,... có nguồn gốc là cảnh quan tự nhiên, sau đó bị tác động cải biến bởi hoạt động sử dụng đất của con người.

Theo mức độ bị cải biến của cảnh quan, các cảnh quan trên Trái Đất có thể được xem xét từ cảnh quan tự nhiên cho tới cảnh quan được phát triển, hoặc từ cảnh quan truyền thống cho tới cảnh quan phát triển mới. Ví dụ, cảnh quan ruộng bậc thang ở khu vực Đông Nam Á là một dạng cảnh quan truyền thống. Ruộng bậc thang ở Cordilleras, Philippines là một di sản văn hóa thế giới. Ngược lại, các cảnh quan thành phố, cảnh quan công nghiệp là những cảnh quan mới được phát triển.

Trong phạm vi tác động rộng lớn của con người hiện nay, kể cả các cảnh quan tự nhiên cũng chịu ảnh hưởng của con người. Không có cảnh quan nào trên Trái Đất thoát khỏi ảnh hưởng của ô nhiễm môi trường và những hệ quả của biến đổi khí hậu do con người gây ra. IUCN (1994) định nghĩa cảnh quan tự nhiên là một khu vực địa lý, tính từ thời điểm xảy ra cuộc Cách mạng Công nghiệp vào giữa thế kỷ XVIII tại Anh, có tác động của con người không lớn hơn so với các loài sinh vật bản địa, và không ảnh hưởng đến cấu trúc của các hệ sinh thái. Biến đổi khí hậu không được xem xét trong định nghĩa này.

Bảng 13.2. Biến đổi cảnh quan trên quy mô toàn cầu từ đầu thế kỷ XVIII đến cuối thế kỷ XX

Các vùng	Cảnh quan	Năm					Tốc độ biến đổi giai đoạn 1700 - 1980
		1700	1850	1920	1950	1980	

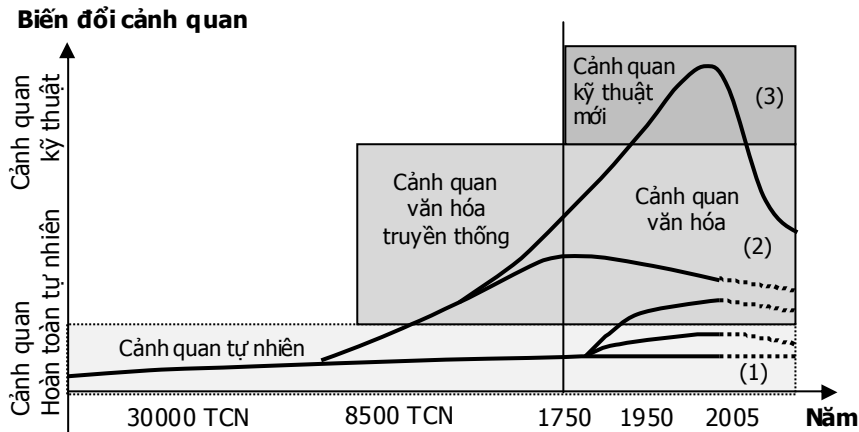
							(%)
Châu Phi nhiệt đới	Rừng	1358	1336	1275	1188	1074	-20,9
	Đồng cỏ	1052	1061	1091	1130	1158	10,1
	Đất canh tác	44	57	88	136	322	10,1
Bắc Phi	Rừng	38	34	27	18	14	-63,2
Trung Đông	Đồng cỏ	1123	1119	1112	1097	1060	-5,6
	Đất canh tác	30	27	43	66	107	435,0
Bắc Mỹ	Rừng	1016	971	944	939	942	-7,3
	Đồng cỏ	915	914	811	789	790	-13,7
	Đất canh tác	3	50	179	206	203	6666,7
Châu Mỹ Latinh	Rừng	1445	1430	1369	1273	1151	-20,3
	Đồng cỏ	608	621	646	700	767	26,2
	Đất canh tác	7	18	45	87	142	1928,6
Trung Quốc	Rừng	135	96	79	69	58	-57,0
	Đồng cỏ	951	944	941	938	923	-2,9
	Đất canh tác	29	75	95	108	134	362,1
Đông Á	Rừng	335	3317	2289	251	180	-46,3
	Đồng cỏ	189	189	190	190	187	-1
	Đất canh tác	53	71	98	136	210	296,2
Đông Nam Á	Rừng	253	252	247	242	235	-7,1
	Đồng cỏ	125	123	114	105	92	126,4
	Đất canh tác	4	7	21	35	55	1275,0
Châu Âu	Rừng	230	205	200	199	212	-7,8
	Đồng cỏ	190	150	139	136	138	-27,4
	Đất canh tác	67	132	147	152	137	104,5
Liên Xô	Rừng	1138	1067	987	952	941	-17,3
	Đồng cỏ	1068	1078	1074	1070	1065	-0,3
	Đất canh tác	33	94	178	216	233	606,1
Thái Bình Dương	Rừng	267	267	261	258	246	=7,9
	Đồng cỏ	639	638	630	625	608	-4,9
	Đất canh tác	5	6	19	28	58	1060,0
<b>Tổng cộng</b>	<b>Rừng</b>	<b>6215</b>	<b>5965</b>	<b>5678</b>	<b>5389</b>	<b>5053</b>	<b>18,7</b>
	<b>Đồng cỏ</b>	<b>6860</b>	<b>6837</b>	<b>6748</b>	<b>6780</b>	<b>6788</b>	<b>1,0</b>
	<b>Đất canh tác</b>	<b>265</b>	<b>537</b>	<b>1170</b>	<b>1170</b>	<b>1501</b>	<b>466,4</b>

(Nguồn: Richards, 1990)

Richards (1990) trên cơ sở tổng hợp nhiều nguồn số liệu thống kê đã xây dựng được một mô hình biến đổi sử dụng đất tổng quát từ đầu thế kỷ XVIII cho đến cuối thế kỷ XX. Trong đó, sự suy giảm của lớp phủ rừng diễn ra rộng rãi trên toàn Trái Đất, giảm khoảng 12 tỷ ha, tương

đương với 19% diện tích rừng ở đầu thế kỷ thứ XVIII. Sự suy giảm của đồng cỏ cũng đáng chú ý, giảm khoảng 0,5 triệu ha (tương đương với 8%). Diện tích đất nông nghiệp tăng đáng kể, đạt tới 12 tỷ ha (tăng tương đương 466%) và hiện nay đang có xu hướng tăng lên. Đất trồng trọt tăng khoảng 331 triệu ha từ sau Thế chiến thứ hai, trong khi chỉ tăng có 272 triệu ha từ đầu thế kỷ thứ XIX cho đến năm 1945. Những biến đổi này có quan hệ mật thiết tới tăng trưởng dân số toàn cầu. Ước tính dân số thế giới đạt 425 triệu người vào năm 1500, tăng 600 triệu năm 1700, 1,2 tỷ năm 1850, 2 tỷ năm 1920 và đạt 4,43 tỷ năm 1980 (Richards, 1990), đạt 6,782 tỷ người vào thời điểm tháng 9/2009, và dự báo sẽ là 9 tỷ người vào năm 2040 (Cục Thống kê Dân số Hoa Kỳ, 2009).

Từ những nghiên cứu tiến hóa của các cảnh quan châu Âu, Antrop (2005) cho rằng các cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa truyền thống trước thế kỷ XVIII tương đối ổn định và có bản sắc riêng biệt. Kể từ khi diễn ra Cách mạng Công nghiệp, khí hậu, các hệ thống tự nhiên, các hệ thống canh tác và kể cả các hệ thống bị suy thoái cũng đã biến đổi theo chiều hướng nhanh chóng hơn. Những hệ lụy của các cuộc cách mạng khoa học công nghệ và xã hội diễn ra sau đó, kể cả các cuộc chiến tranh xảy ra từ cuối thế kỷ XVIII đến giữa thế kỷ XX, làm cải biến cảnh quan sâu sắc, đồng thời tạo ra nhiều cảnh quan nhân sinh mới ở quy mô toàn cầu. Bùng nổ dân số, đô thị hóa, tri thức công nghệ, khả năng tiếp cận và toàn cầu hóa diễn ra vào thời điểm sau Thế chiến thứ hai được coi là những nguyên nhân chủ đạo gây cải biến mạnh mẽ cảnh quan và môi trường.



Hình 13.9. Biến đổi các cảnh quan trên Trái Đất theo thời gian:  
 (1) cảnh quan tự nhiên; (2) cảnh quan văn hóa truyền thống;  
 (3) các cảnh quan kỹ thuật mới như đô thị và công nghiệp.

Biến đổi cảnh quan gây ra nhiều vấn đề môi trường nổi cộm. Các quá trình tự nhiên bất lợi có thể làm biến đổi cảnh quan và phá hủy nơi sống của một số loài sinh vật. Tuy nhiên, biến đổi cảnh quan do con người là nguyên nhân quan trọng nhất gây mất nơi sống và phân mảnh nơi sống, giảm đa dạng sinh học toàn cầu. Vì mục đích kinh tế, con người cải biến cảnh quan theo hướng làm đơn giản cấu trúc và chức năng cảnh quan đó. Hệ quả, các cảnh quan đơn chức năng ngày càng phổ biến. Cảnh quan đương đại có độ đa dạng sinh học thấp do nhiều loài động thực vật tuyệt chủng. Con người chịu trách nhiệm chính đối với tốc độ tuyệt chủng ngày càng nhanh chóng của nhiều loài sinh vật. Các khu vực quần cư, các vùng đất nông nghiệp, hệ thống đường giao thông và các cảnh quan bị cải biến khác làm phân mảnh cảnh quan và các hệ sinh thái tự nhiên. Phân mảnh và mất nơi sống là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến sự tuyệt chủng của các loài thực vật và động vật. Một minh chứng điển hình là phần lớn cảnh quan đồng bằng châu thổ sông Amazon đã bị biến đổi do hoạt động của con người,

chủ yếu là chuyển từ rừng nguyên sinh sang đất nông nghiệp. Năm 2001, 14% diện tích đồng bằng Amazon, tương đương 5 triệu km<sup>2</sup> đã bị biến đổi. Cuối năm 2004, hơn 26 nghìn km<sup>2</sup> rừng mưa nhiệt đới ở Amazon bị chặt phá để chuyển đổi sang đất chăn nuôi gia súc và trồng đậu tương. Đây là tỷ lệ chặt phá rừng lớn thứ hai được Chính phủ Brazil ghi nhận. Những trường hợp còn lại được ghi nhận ở châu Âu, Bắc Mỹ, Australia và châu Á.

Sự tuyệt chủng của các loài sinh vật làm đơn giản hóa cấu trúc cảnh quan, tạo ra các cảnh quan với tính bền vững thấp, làm suy giảm khả năng ứng phó với các sự cố môi trường. Hiện nay, hướng quy hoạch lãnh thổ dựa trên các tiếp cận sinh thái đã được nhiều quốc gia ứng dụng nhằm hướng tới mục tiêu phát triển bền vững các cảnh quan.

### 13.3. SỨC TẢI CỦA QUẦN THỂ LOÀI NGƯỜI

#### 13.3.1. Khái niệm

Thuật ngữ "sức tải" trong sinh thái học và sinh thái cảnh quan có nguồn gốc từ ngành công nghiệp vận tải về mô tả năng lực vận chuyển hàng hóa, được sử dụng lần đầu tiên trong một báo cáo của ngoại trưởng Hoa Kỳ vào năm 1845 (Sayre, 2007). Đây cũng là khái niệm quan trọng và phổ biến trong khoa học vật liệu, các khoa học Trái Đất và mỏ, cơ học, vật lý và hóa học.

Trong sinh thái học, sức tải được phân chia thành hai kiểu: *sức tải của loài sinh học* và *sức tải của môi trường*. Tuy nhiên, sức tải trong sinh thái học chỉ giới hạn ở khía cạnh ảnh hưởng về cơ cấu và chất lượng tài nguyên, ít xét tới ảnh hưởng của quy mô không gian. Do chịu ảnh hưởng sâu sắc của thuyết địa sinh học đảo và thuyết quần thể biến thái, trong đó quy mô và cách ly không gian là các nhân tố quan trọng giới



hạn kích thước quần thể trong một khu vực nhất định. Sinh thái cảnh quan xây dựng khái niệm sức tải dựa trên các cấp tổ chức sinh học chính và cấp tổ chức không gian:

- Sức tải của quần thể sinh vật, bao gồm cả sức tải con người;
- Sức tải của các đơn vị hình thái cảnh quan: sinh cảnh, hệ sinh thái;
- Sức tải của các cấp phân vị cảnh quan: cảnh quan, vùng, Trái Đất;
- Sức tải của nguồn tài nguyên.

Sức tải của quần thể trong một môi trường là *kích thước của quần thể mà môi trường có thể đảm bảo duy trì sự tồn tại của chúng trong một thời gian dài, cung cấp thức ăn, nơi sống, nước và các tài nguyên thiết yếu khác trong môi trường*. Đối với quần thể loài người, khi xét đến sức tải con người, cần quan tâm đến nhiều biến phức tạp hơn như các cơ sở hạ tầng thiết yếu, chẳng hạn hệ thống vệ sinh và chăm sóc sức khỏe. Sức tải con người được coi là một chỉ thị của phát triển bền vững ở quy mô vùng.

Mật độ quần thể tăng liên quan tới tỷ lệ sinh thường tăng và tỷ lệ tử vong luôn giảm. Hiệu số giữa tỷ lệ sinh và tỷ lệ tử phản ánh sức tăng tự nhiên kích thước của quần thể. Sức tải biểu thị số lượng cá thể mà một môi trường có thể cung cấp mà không có tác động tiêu cực quan trọng nào đối với sinh vật (hoặc loài người) và môi trường. Dưới sức tải, kích thước các quần thể có xu thế tăng, ngược lại kích thước quần thể sẽ suy giảm khi vượt quá sức tải. Một nhân tố duy trì kích thước quần thể tại trạng thái cân bằng là *nhân tố điều chỉnh*. Kích thước quần thể giảm khi vượt quá sức tải do giới hạn của một số nhân tố phụ thuộc vào loài, hoặc do thiếu không gian sinh sống, nguồn cung cấp thức ăn,... Sức tải của một môi trường khác nhau đối với các loài khác nhau, thay đổi theo thời gian do sự thay đổi của các nhân tố như nguồn cung cấp thức ăn, cung cấp nước, các điều kiện môi trường và không gian sinh sống.

### 13.3.2. Đặc trưng sức tải của quần thể loài người

Khái niệm sức tải của quần thể sinh vật không thể áp dụng hoàn hảo cho quần thể loài người. Nguyên nhân do tác động của con người còn được thể hiện ở trình độ khoa học kỹ thuật, văn hóa, cách thức tiêu thụ khác nhau, hoạt động thương mại,... Sức tải con người được biểu thị dưới dạng *tốc độ tiêu thụ tài nguyên và hóa giải chất thải cao nhất được duy trì liên tục mà không gây tổn hại tới tính toàn vẹn và khả năng sản xuất của các hệ sinh thái hiện tại và trong tương lai*. Quần thể loài người tương ứng là một hàm của tốc độ tiêu thụ vật chất và thải chất thải trên đầu người chia cho nhu cầu trên đầu người (Rees, 1990).

Công thức dưới đây biểu thị "Định luật thứ ba của sinh thái nhân văn" của Hardin (1991):

$$\begin{aligned} & \text{Tổng tác động của con người lên sinh thái cảnh} \\ & = \text{Dân số} \times \text{Tác động trên đầu người} \end{aligned}$$

Mối quan hệ giữa con người với môi trường phức tạp hơn quan hệ giữa sinh vật với môi trường. Con người có thể làm thay đổi về loại hình và mức độ tác động của họ đến môi trường bằng các biện pháp như làm tăng năng suất đất đai bằng đầu tư các kỹ thuật thâm canh, hoặc điều chỉnh mức độ tiêu thụ,... Tất nhiên, con người cũng có thể làm giảm năng suất của môi trường hoặc tăng mức tiêu thụ mà không thể đảo ngược được trong trường hợp tiêu thụ quá mức.

Về cơ bản, sức tải đề cập đến sinh vật và khả năng cung cấp thức ăn; trong đó số lượng "X" người thì cần "Y" lượng thức ăn để tồn tại. Nếu khối lượng lương thực bằng Y thì luôn đạt tới sức tải. Con người hiểu rằng khả năng cung cấp thức ăn có thể khác nhau và các nhân tố khác trong môi trường có thể làm thay đổi nhu cầu sử dụng thức ăn của con người, chẳng hạn thời tiết, tiện nghi,...

Năm 1971, Paul R. Ehrlich đưa ra phương trình Ehrlich-Holdren về sức tải như sau:

$$I = P \times A \times T$$

*Trong đó: I là mức độ tác động đến môi trường do tiêu thụ; P là quy mô dân số; A là mức độ tiêu thụ trên đầu người; T là nhân tố kỹ thuật - công nghệ.*

*Sức tải có liên quan tới vấn đề tiêu thụ quá mức. Tiêu thụ quá mức do dân số tăng trưởng nhanh, làm tăng lượng tiêu thụ tính trên đầu người. Các trào lưu sinh thái đương đại cho rằng mức tiêu thụ trên đầu người (hoặc dấu chân sinh thái) ở các nước nghèo thấp hơn so với các nước giàu. Một ảnh hưởng cơ bản của tiêu thụ quá mức là làm giảm sức tải của Trái Đất. Khả năng tiêu thụ không bền vững quá mức sẽ vượt quá sức tải dài hạn của môi trường và dẫn đến sự hao hụt tài nguyên, thoái hóa môi trường và giảm sút sức khỏe của hệ sinh thái.*

## **13.4. DẤU CHÂN SINH THÁI**

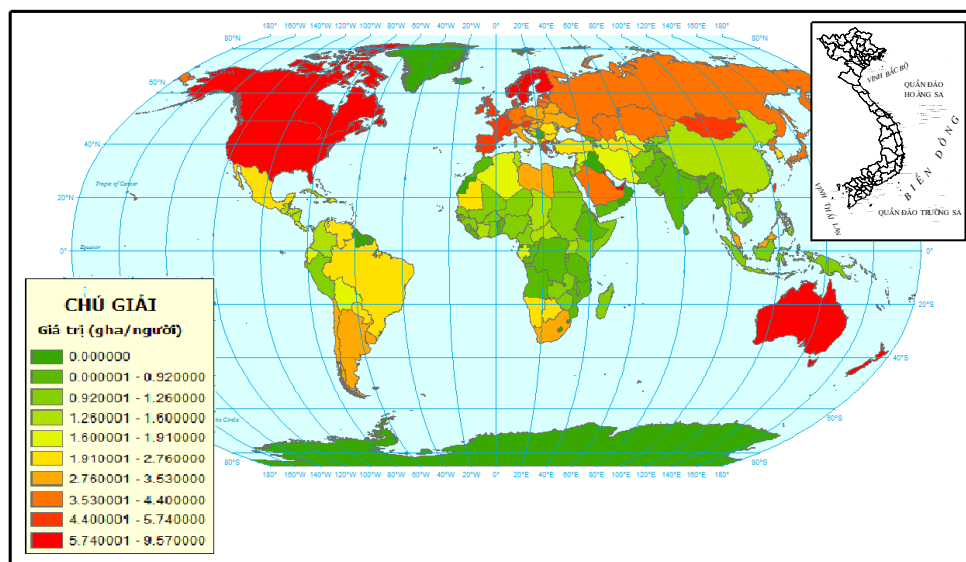
### **13.4.1. Khái niệm**

Để tồn tại và phát triển, con người đã tiêu thụ tài nguyên thiên nhiên, đồng thời phát thải các chất thải vào môi trường. Sự phát triển kinh tế mạnh mẽ của con người hiện nay đã làm cho vấn đề tiêu thụ tài nguyên và phát thải vượt quá khả năng cung cấp tài nguyên (đặc biệt là các dạng tài nguyên không tái tạo như dầu mỏ, khoáng sản,...) và hóa giải các chất thải của các hệ sinh thái tự nhiên. Điều này ảnh hưởng tới khả năng cung cấp dịch vụ và hàng hóa của các hệ sinh thái hoặc các cảnh quan tự nhiên. Khái niệm dấu chân sinh thái ra đời nhằm cung cấp một thước đo chuẩn mực định hướng các hoạt động khai thác tài nguyên tạo ra những lợi ích cho con người mà không làm ảnh hưởng tới các hệ sinh thái hoặc cảnh quan tự nhiên.

Khái niệm và mô hình dấu chân sinh thái (*Ecological Footprint*, thường được viết tắt là EF) được hai tác giả là Wackernagel và Rees thuộc Đại học Tổng hợp British Columbia, Hoa Kỳ phát triển trong những năm đầu thập niên 90 của thế kỷ thứ XX. Định nghĩa đầu tiên về dấu chân sinh thái được Rees đưa ra năm 1992: *"Dấu chân sinh thái là một thước đo nhu cầu của con người trên các hệ sinh thái của Trái Đất dựa trên việc so sánh nhu cầu của con người với sức tái sinh thái của Trái Đất để tái tạo. Dấu chân sinh thái biểu thị sản lượng sinh vật của đất liền và đại dương cần thiết để tái tạo các nguồn tài nguyên do một quần thể loài người tiêu thụ cũng như hấp thụ và hóa giải các chất thải"*. Năm 1996, Wackernagel và Rees đưa ra một định nghĩa khác: *"dấu chân sinh thái là một khái niệm biểu thị diện tích sản xuất tương ứng của các hệ sinh thái trên cạn và hệ sinh thái thủy vực cần thiết để tái tạo tài nguyên đã sử dụng và đồng hóa các chất thải của một cộng đồng dân cư xác định với mức sống vật chất nhất định, bất kể diện tích đó phân bố ở đâu trên Trái Đất"*. Trong một số trường hợp, thuật ngữ "dấu chân môi trường" có thể được sử dụng tương đương với "dấu chân sinh thái" (Doughty và Hammond, 1997, 2006).

Dấu chân sinh thái có thể được coi là thước đo về lượng tài nguyên thiên nhiên con người tiêu thụ và lượng chất thải do con người thải ra từ các hoạt động sản xuất và sinh hoạt. Sự tăng trưởng kinh tế của con người đã làm các nguồn tài nguyên của Trái Đất đang dần cạn kiệt. Trong khi đó, dân số thế giới và lượng chất thải từ các hoạt động của con người tiếp tục tăng cao. Cư dân thuộc các quốc gia phát triển có mức tiêu thụ cao nên có dấu chân sinh thái lớn; ngược lại, cư dân các nước kém phát triển hơn có dấu chân sinh thái nhỏ hơn. Dựa trên các tính toán khoa học, tổ chức Mạng lưới Dấu chân Toàn cầu (Global Footprint Network, viết tắt là GFN) khuyến cáo, để đảm bảo mức tiêu thụ bền vững của nhân loại, giá trị dấu chân sinh thái trung bình toàn cầu chỉ giới hạn ở mức 1,86 gha/người. Điều này có nghĩa là trung bình

mỗi người trên Trái Đất chỉ nên sử dụng 1,86 hecta đất để đảm bảo nhu cầu tiêu thụ và hóa giải chất thải của mình.



Hình 13.10. Bản đồ giá trị dấu chân sinh thái trên đầu người năm 2005 tính cho các quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới

Trong các công trình nghiên cứu thực tiễn, thước đo dấu chân sinh thái thường được lồng ghép với các thước đo về sức tải sinh học, thâm hụt sinh thái, dự trữ sinh thái và cân bằng sinh thái:

- *Sức tải sinh học*: khả năng của các hệ sinh thái trong một lãnh thổ tạo ra sản lượng sinh vật có thể sử dụng được và hấp thụ hoàn toàn chất thải do con người tạo ra. Sức tải sinh học thường được tính toán thông qua diện tích đất có khả năng cung cấp sản lượng sinh học (chẳng hạn đất canh tác, đồng cỏ chăn nuôi, đất rừng, các thủy vực,...), diện tích đất cung cấp năng lượng (chẳng hạn đất rừng cần để hấp thụ lượng CO<sub>2</sub> được phát thải), diện tích đất dành cho xây dựng cơ sở hạ tầng, diện tích đất cần để duy trì đa dạng sinh học.

- *Thâm hụt sinh thái*: trong khi sức tải sinh học biểu thị khả năng cung cấp tài nguyên và hóa giải chất thải từ các hoạt động của con người, thì dấu chân sinh thái lại biểu thị nhu cầu về các dạng tài nguyên của con người. Thâm hụt sinh thái xảy ra trong trường hợp dấu chân sinh thái vượt quá mức so với sức tải sinh học. Khái niệm này thể hiện mức độ tiêu thụ tài nguyên và phát thải của con người vượt quá khả năng cung ứng tài nguyên và hóa giải chất thải của các hệ sinh thái trong một lãnh thổ.

- *Dự trữ sinh thái*: xảy ra trong trường hợp dấu chân sinh thái thấp hơn sức tải sinh học.

- *Cân bằng sinh thái*: xảy ra trong trường hợp dấu chân sinh thái và sức tải sinh học cân bằng với nhau.

So sánh dấu chân sinh thái với các thước đo kể trên có ý nghĩa quan trọng trong xác định tính đặc thù về cân bằng sản xuất và tiêu thụ của các quần thể người trong các giai đoạn phát triển hoặc các lãnh thổ khác nhau. Chẳng hạn, thâm hụt sinh thái xảy ra phổ biến ở các thành phố: giá trị dấu chân sinh thái có thể vượt quá sức tải sinh học từ 15 - 150 lần (Doughty và Hammond, 2004). Các biện pháp làm giảm thâm hụt sinh thái chủ yếu tập trung vào giảm thiểu tác động sinh thái và môi trường của hoạt động phát triển kinh tế trong cảnh quan, đồng thời chú trọng bảo vệ các hệ sinh thái bản địa.

### **13.4.2. Các nội dung phân tích dấu chân sinh thái**

Thước đo dấu chân sinh thái được sử dụng để đánh giá nhu cầu tiêu thụ các nguồn tài nguyên sinh học của con người và tiềm năng phát sinh các chất thải trong hệ sinh thái. Về sau, dấu chân sinh thái được sử dụng để đánh giá nhu cầu của con người đối với sinh quyển và khả năng của sinh quyển đáp ứng những nhu cầu cụ thể đó (Wackernagel

và Rees, 1996; Wackernagel và cộng sự, 1999). Nghiên cứu dấu chân sinh thái cho phép nhìn nhận một cách toàn diện về tài nguyên và môi trường ở nhiều quy mô lãnh thổ khác nhau, từ thành phố, vùng, quốc gia, khu vực hay toàn cầu. Tại Thụy Sĩ, Chính phủ quốc gia này đã kết hợp phân tích dấu chân sinh thái với đánh giá đa chỉ tiêu trong định hướng quy hoạch phát triển bền vững quốc gia. Tại Nhật Bản, dấu chân sinh thái được tích hợp trong các bản quy hoạch và các dự án bảo vệ môi trường. Ngoài ra, một số tổ chức phi Chính phủ, điển hình là Quỹ Quốc tế Bảo vệ Thiên nhiên (WWF), đã sử dụng dấu chân sinh thái trong công tác truyền thông và công tác thúc đẩy bảo tồn thiên nhiên. Với tầm quan trọng như vậy, cho đến nay, giá trị dấu chân sinh thái đã được tính cho hơn 100 thành phố và khu vực trên thế giới.

Trên thế giới, trong công trình khoa học đầu tiên về dấu chân sinh thái của Rees (1992), thuật ngữ này còn được gọi là *sức tải tương thích*; sau đó, đến năm 1996, được sử dụng chính thức trong công trình "*Dấu chân sinh thái của chúng ta: giảm thiểu tác động nhân sinh tới Trái Đất*" (Wackernagel và Rees, 1996). Trong công trình này, các tác giả đã sử dụng thước đo dấu chân sinh thái để so sánh giữa nhu cầu của con người về tự nhiên (còn gọi là "cầu của con người") với khả năng tái sinh tài nguyên và cung cấp các dịch vụ của sinh quyển ("cung của tự nhiên"). Phương pháp đánh giá sản lượng sinh học của đất liền và đại dương cần thiết để cung cấp tài nguyên cho cộng đồng tiêu thụ và hấp thụ các chất thải được sử dụng để tính toán thước đo này.

Năm 2003, tổ chức Mạng lưới Dấu chân Toàn cầu được thành lập, đặt trụ sở tại ba quốc gia là Hoa Kỳ, Bỉ và Thụy Sĩ, đã tập hợp hơn 70 tổ chức đối tác như Quỹ Bảo tồn Thiên nhiên Thế giới (WWF), các tổ chức ngân hàng, kinh tế, trường đại học lớn ở các châu lục,... cùng tham gia. Hoạt động chủ đạo của tổ chức này là Phân tích Dấu chân Sinh thái (*Ecological Footprint Analysis*, viết tắt là EFA) cho các quốc gia và vùng

lãnh thổ trên thế giới. Phân tích Dấu chân Sinh thái được sử dụng rộng rãi trên toàn cầu để đo tính bền vững môi trường, xác định và quản lý sử dụng tài nguyên phục vụ phát triển kinh tế, đánh giá tính bền vững môi trường của một lãnh thổ cụ thể quy mô địa phương, vùng, quốc gia hoặc toàn cầu.

Ở quy mô quốc gia và toàn cầu, dấu chân sinh thái được tính toán cho nhiều quốc gia trên thế giới. Trong bản báo cáo "*Living Planet năm 2012*" của WWF (2012), Canada được đánh giá là một trong tám quốc gia có giá trị dấu chân sinh thái và thâm hụt sinh thái lớn nhất trên thế giới. Điều này xuất phát từ thực tế là nhu cầu về tài nguyên của Canada đã tăng gấp đôi kể từ năm 1966. Tuy nhiên, Canada đã giảm 30% mức thâm hụt trong giai đoạn 1970 - 2008. Căn cứ vào báo cáo trên mà Chính phủ Canada đã có những chính sách nhằm tránh các tác động tiêu cực lên hệ sinh thái, giảm thâm hụt sinh thái,... nhằm hướng tới các mục tiêu phát triển bền vững. Tại Thụy Sĩ, dấu chân sinh thái là một trong những chỉ số quan trọng trong hệ thống giám sát phát triển bền vững. Theo bản báo cáo năm 2006, giá trị dấu chân sinh thái của Thụy Sĩ là 5 gha/người, cao gấp bốn lần so với sức tải sinh học 1,2 gha/người. Tại Nhật Bản, trong bản báo cáo năm 2009, giá trị dấu chân sinh thái của quốc gia này đạt 4,1 gha/người, cao gấp hơn 2,2 lần so với giá trị dấu chân sinh thái trung bình toàn cầu. Trong khi đó, giá trị sức tải sinh học của quốc gia này là 0,6 gha/người, chỉ bằng một phần ba so với mức trung bình toàn cầu. Các báo cáo thường niên về dấu chân sinh thái do Quỹ Bảo tồn Thiên nhiên Thế giới tại Nhật Bản (WWF Japan) được Chính phủ Nhật Bản sử dụng là căn cứ khoa học cho lập kế hoạch quản lý và giáo dục môi trường cộng đồng.

Dựa trên giá trị dấu chân sinh thái, các quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới được phân chia thành các nhóm phi sinh thái, cân bằng hoặc sinh thái. Trong đó, nhóm phi sinh thái bao gồm các quốc gia phát



triển nhất; ngược lại, nhóm sinh thái bao gồm các quốc gia kém phát triển nhất trên thế giới. Nhóm quốc gia cân bằng có giá trị dấu chân sinh thái bằng hoặc xấp xỉ giá trị 1,86 gha/người do tổ chức Mạng lưới Dấu chân Toàn cầu khuyến cáo. Cụ thể như sau:

- *Nhóm 11 quốc gia có hệ thống xã hội phi sinh thái nhất*: Hoa Kỳ: 9,57; Các tiểu vương quốc Ả Rập thống nhất: 8,97; Canada: 8,56; Na Uy: 8,17; Niu Dilân: 8,13; Cô-oét: 8,01; Thụy Điển: 7,95; Australia: 7,09; Phần Lan: 7,00; Pháp: 5,74.

- *Một số quốc gia tiếp sau đó*: Nga: 4,28; Đức: 4,26; Cộng hòa Séc: 4,24.

- *Một số quốc gia cân bằng*: Costa Rica: 1,91; Azecbaizan: 1,91; Panama: 1,89; Gabông 1,87; Iran: 1,85; Ecuadoro: 1,77; Syri: 1,74.

- *Nhóm 13 quốc gia có chỉ số khiêm tốn nhất (sinh thái)*: Ấn Độ: 0,76; Ănggôla: 0,76; Acmenia: 0,75; Pakistan: 0,67; Etiopia: 0,67; Tajikistan: 0,65; Malauy: 0,64; Burundi: 0,63; Cộng hòa Cônggô: 0,62; Haiti: 0,62; Nepan: 0,57; Mozambic: 0,56; Bănglăđet: 0,50.

Bên cạnh tính toán cho cấp toàn cầu và quốc gia, mức độ thâm hụt sinh thái dựa trên các thước đo dấu chân sinh thái và sức tải sinh học còn được tính toán ở cấp địa phương. Cho đến năm 2010, Tổ chức Mạng lưới Dấu chân Toàn cầu đã tính toán dấu chân sinh thái cho hơn 100 thành phố trên thế giới.

Tại Việt Nam, Tổ chức Mạng lưới Dấu chân Toàn cầu đánh giá mức độ thâm hụt sinh thái dựa trên tính toán dấu chân sinh thái và sức tải sinh học trong giai đoạn 1961 - 2007. Nhìn chung, dấu chân sinh thái và sức tải sinh học của Việt Nam diễn biến theo xu hướng chung của toàn cầu. Giá trị dấu chân sinh thái năm 2003 là 0,91 gha/người, thấp hơn nhiều so với sức tải sinh học (1,86 gha/người) và dấu chân sinh thái trung bình toàn cầu (2,2 gha/người). Năm 2007, giá trị dấu chân sinh thái trung bình trên đầu người của Việt Nam mặc dù đã tăng lên 1,4

gha, nhưng vẫn thấp hơn trung bình của thế giới (2,7 gha/người), trong khi đó sức tải sinh học chỉ đạt mức 0,86 gha/người.

Do đây là một vấn đề mới nên tại Việt Nam, các công trình nghiên cứu dấu chân sinh thái chưa nhiều. Khái niệm này lần đầu tiên được đề cập trong cuốn "Khoa học môi trường" do Lê Văn Khoa chủ biên, trong đó "*dấu chân sinh thái được phân tích dựa trên tỷ lệ định lượng giữa tải lượng con người lên một vùng nhất định và khả năng của vùng để duy trì tải lượng đó mà không làm cạn kiệt nguồn tài nguyên*". Lý thuyết về dấu chân sinh thái cũng được giảng dạy lồng ghép trong một số chuyên đề ở bậc đại học chuyên ngành địa lý, môi trường, sinh thái,... ở Đại học Quốc gia Hà Nội, trường Đại học Nông lâm TP.HCM. Khái niệm và một số mô hình cụ thể áp dụng cho cấp toàn cầu và quốc gia được Nguyễn An Thịnh (2010) đề cập tới, trong đó nhấn mạnh tới hai chỉ thị quan trọng của dấu chân sinh thái là dấu chân cacbon và dấu chân nước. Công trình nghiên cứu đầu tiên tại Việt Nam về dấu chân sinh thái được Nguyễn An Thịnh và Trần Văn Tuấn (2012) công bố tại hội nghị Địa lý toàn quốc lần thứ sáu về lập mô hình tính toán, thành lập các bản đồ dấu chân sinh thái, sức tải sinh học, thâm hụt sinh thái và dự trữ sinh thái cho thành phố Hà Nội mở rộng.

Mặc dù có nhiều ưu thế, nhưng thước đo dấu chân sinh thái khi được sử dụng cho đánh giá bền vững vẫn còn bộc lộ nhiều hạn chế:

- Dấu chân sinh thái hiện chỉ tính được cho các lãnh thổ với cư dân có nhu cầu tiêu thụ tài nguyên, hoặc chứa đựng các cảnh quan hoặc hệ sinh thái có khả năng cung cấp các dịch vụ sinh thái.

- Nhiều yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tái tạo của tự nhiên trong tương lai không được tính tới, chẳng hạn các chất thải bền vững không thể hóa giải được trong tự nhiên (PCBs, Dioxin,...), các quá trình tự nhiên và nhân sinh đe dọa làm mất sức tải của các hệ sinh thái, bao gồm

tuyệt chủng các loài sinh vật, mặn hóa đất đai do tưới tiêu, xói mòn đất do canh tác,...

- Thước đo dấu chân sinh thái không thể tính cho nước ngọt, môi trường và các nguồn nuôi dưỡng sự sống đang bị đe dọa do chúng không phải là sản phẩm hay dịch vụ sinh thái.

### **13.4.3. Phân loại dấu chân sinh thái**

#### ***a) Dấu chân cacbon và dấu chân nước***

Theo mức tiêu thụ tài nguyên và hóa giải chất thải, dấu chân sinh thái bao gồm hai dấu chân thành phần là dấu chân cacbon (*carbon footprint*) và dấu chân nước (*water footprint*):

- *Dấu chân cacbon*: là toàn bộ lượng phát thải các khí nhà kính do một cá nhân, doanh nghiệp, sự kiện hoặc một sản phẩm gây ra. Trên thực tế, dấu chân cacbon thường được coi là một chỉ số đo lường khí nhà kính phát thải ra môi trường từ các hoạt động của con người. Giá trị này thường được tính bằng hàm lượng CO<sub>2</sub>, hoặc các khí nhà kính khác do một cá nhân, một doanh nghiệp, một lãnh thổ phát thải ra. Chẳng hạn, theo tính toán của tổ chức Carbon Trust, trung bình một cá nhân để lại dấu chân cacbon tương đương với khoảng 11 - 19 tấn CO<sub>2</sub> ra môi trường. Do đó, thước đo này là cơ sở khoa học tin cậy đề xuất chiến lược giảm thiểu phát thải khí nhà kính. Gần đây, các nhà khoa học thuộc Đại học Tổng hợp Columbia đã phát triển một bộ công cụ kỹ thuật tính toán dấu chân cacbon dựa trên phân tích vòng đời sản phẩm (LCA), cho phép ước tính lượng nhanh chóng phát thải CO<sub>2</sub> khi một sản phẩm được sản xuất, đóng gói, phân phối và xử lý; từ đó, đề ra các biện pháp giảm tác động môi trường của các sản phẩm này. Quy hoạch sinh thái cảnh quan theo mục đích tái trồng rừng, quy hoạch các đô thị sinh thái, tăng trưởng xanh, lồng ghép ứng phó với biến đổi khí hậu,... hiện là giải

pháp sinh thái quan trọng nhằm làm giảm giá trị dấu chân cacbon đối với một lãnh thổ cụ thể.

- *Dấu chân nước*: là tổng lượng nước sạch được sử dụng để sản xuất hàng hóa và dịch vụ được tiêu thụ bởi một cá nhân, doanh nghiệp hoặc một lãnh thổ. Chẳng hạn, dấu chân nước của một quốc gia là tổng lượng nước dùng trong sản xuất tất cả các hàng hóa và dịch vụ được cư dân của quốc gia đó tiêu thụ. Dấu chân nước trung bình toàn cầu là 1.240 m<sup>3</sup>/người/năm; Hoa Kỳ có dấu chân nước là 2.480 m<sup>3</sup>/người/năm; Trung Quốc có dấu chân nước là 700 m<sup>3</sup>/người/năm.

Dấu chân nước bao gồm ba thành phần là xanh da trời, xanh lá cây và xám. *Dấu chân nước màu xanh da trời* là tổng lượng nước sạch được sử dụng từ nguồn nước mặt và nước ngầm để sản xuất hàng hóa và các dịch vụ tiêu thụ bởi các cá nhân, doanh nghiệp hoặc lãnh thổ. *Dấu chân nước màu xanh lá cây* là tổng lượng nước sử dụng từ nguồn nước mưa chứa trong đất. *Dấu chân nước màu xám* là tổng lượng nước bị ô nhiễm do sinh hoạt và sản xuất hàng hóa, và được xác định theo các tiêu chuẩn môi trường, khác nhau đối với từng quốc gia.

### ***b) Các dấu chân thành phần***

Một cách phân loại khác nhằm mục đích ước tính giá trị dấu chân sinh thái dựa trên giá trị các dấu chân thành phần, bao gồm:

- *Dấu chân đất canh tác*: diện tích các loại đất có khả năng cung cấp sản lượng sinh học, phục vụ sản xuất thực phẩm cho con người và thức ăn cho gia súc. Đây là các loại đất có năng suất và sản lượng sinh học cao nhất trong các loại đất thuộc dấu chân thành phần.

- *Dấu chân đất đồng cỏ chăn nuôi*: diện tích các loại đất có khả năng cung cấp thức ăn và chăn thả trong chăn nuôi.

- *Dấu chân đất rừng*: diện tích các loại đất cung cấp gỗ, củi,... hàng năm cho con người.

- *Dấu chân đất thủy sản*: diện tích mặt nước cần thiết để duy trì và cung cấp các sản phẩm thủy sản.

- *Dấu chân cacbon*: diện tích đất hoặc mặt nước hấp thụ lượng phát thải CO<sub>2</sub> từ quá trình đốt nhiên liệu hóa thạch.

- *Dấu chân đất xây dựng*: diện tích đất có cơ sở hạ tầng của con người, chẳng hạn đất giao thông, nhà ở, công nghiệp, hồ chứa,...

#### **13.4.4. Các mô hình xác định dấu chân sinh thái**

Có hai hướng xác định dấu chân sinh thái: xác định trực tiếp thông qua xử lý ma trận sử dụng đất tiêu thụ hoặc xác định gián tiếp thông qua tính tổng các dấu chân thành phần.

##### ***a) Ma trận sử dụng đất tiêu thụ***

Ma trận sử dụng đất tiêu thụ, còn gọi là CLUM (cụm từ viết tắt của "Consumption Land Use Matrix") là ma trận thể hiện giá trị các dấu chân sinh thái được biểu thị bởi các nhu cầu tiêu thụ trong phạm vi một quốc gia. Ma trận này thể hiện giá trị bình quân dấu chân sinh thái đối với từng loại hình tiêu thụ là thực phẩm, nhà ở, vận tải, hàng hóa, dịch vụ và quản trị. Tổng giá trị theo cột là giá trị các dấu chân sinh thái thành phần của quốc gia đó.

Ma trận sử dụng đất tiêu thụ biểu thị trực quan các giá trị tính toán định lượng về dấu chân thành phần, đồng thời có thể so sánh dấu chân sinh thái dựa trên nhu cầu tiêu thụ giữa các khu vực hoặc các quốc gia khác nhau trên thế giới.

*Bảng 13.3. Một ma trận sử dụng đất tiêu thụ tính cho bang Ontario, Canada năm 2010*

Các dịch vụ	Đất trồng trọt	Đất đồng cỏ chăn nuôi	Đất rừng	Đất mặt nước nuôi thủy sản	Dấu chân cacbon	Đất xây dựng	Tổng
Thực phẩm	0,97	0,27	0,15	0,11	0,88	0,02	2,39
Nhà ở	0,23	0,06	0,16	0,00	0,72	0,02	1,2
Vận tải	0,24	0,07	0,09	0,00	0,97	0,02	1,39
Hàng hóa	0,52	0,14	0,12	0,01	0,71	0,02	1,53
Dịch vụ	0,32	0,09	0,09	0,01	0,54	0,02	1,08
Quản trị	0,24	0,07	0,09	0,01	0,43	0,03	0,86
<b>Tổng</b>	<b>2,52</b>	<b>0,69</b>	<b>0,71</b>	<b>0,14</b>	<b>4,24</b>	<b>0,13</b>	<b>8,45</b>

### ***b) Các dấu chân thành phần***

Mô hình này được khuyến nghị sử dụng tính toán dấu chân sinh thái cho cả cấp quốc gia và cấp địa phương. Trong đó, các diện tích khác nhau được quy đổi về cùng một đơn vị chuẩn là hecta toàn cầu (global hectares, ký hiệu là gha) thông qua hệ số tương đương và hệ số năng suất quốc gia.

$$EF = \frac{P}{Y_N} \times YF \times EQF$$

*Trong đó: EF là dấu chân sinh thái (gha); P là lượng tiêu thụ tài nguyên hoặc lượng phát thải (tấn/năm); Y<sub>N</sub> là hệ số năng suất quốc gia (tấn/ha/năm); YF là hệ số năng suất (tấn/ha/năm); EQF là hệ số tương đương (gha/ha).*

Trong mô hình, hệ số tương đương EQF cho phép chuyển đổi diện tích các loại đất khác nhau về đơn vị chuẩn là gha. 1 gha tương đương với 1 ha diện tích lãnh thổ cho năng suất sinh học bằng mức trung bình thế giới. Do mỗi loại đất có năng suất khác nhau, nên 1 gha sẽ tương

đương với số ha khác nhau. Các hệ số cân bằng mở rộng quy mô sản xuất dựa trên yếu tố có thể chuyển đổi một hecta đất trên thế giới trung bình của một loại đất cụ thể. Những yếu tố này được tính toán tương đương dựa trên đánh giá năng suất tương đối của đất theo các loại đất khác nhau. Năm 2007, tổ chức Mạng lưới Dấu chân Toàn cầu tính giá trị hệ số tương đương cho đất trồng trọt là 2,51 gha/ha; đất rừng 1,26 gha/ha; đất đồng cỏ 0,46 gha/ha.

Hệ số năng suất (YF) phản ánh năng suất tương đối của các quốc gia, mỗi nước có một hệ số năng suất từng loại đất khác nhau, đặc trưng cho thay đổi sản lượng của diện tích cho năng suất sinh học ở mỗi nước là nhiều hay ít hơn sản lượng trung bình của thế giới. Chẳng hạn, một đơn vị diện tích đất canh tác ở đồng bằng châu thổ có tiềm năng sản xuất được nhiều sản phẩm cây trồng hơn một đất canh tác khu vực núi cao.

Các hệ số năng suất được tính theo mô hình sau:

$$YF_N^L = \frac{Y_N^L}{Y_W^L}$$

Trong đó:  $YF_N^L$  là hệ số năng suất (wha/nha);  $Y_N^L$  là năng suất loại đất quốc gia (tấn/nha);  $Y_W^L$  là năng suất loại đất trên thế giới (tấn/wha).

hoặc:

$$YF_N^L = \frac{\sum A_W}{\sum A_N}, A_N = \frac{P_N}{Y_N}, A_W = \frac{P_W}{Y_W}$$

Trong đó:  $YF_N^L$  là hệ số năng suất cho quốc gia và loại đất (wha/nha);  $A_N$  là diện tích thu hoạch được trong một quốc gia (nha<sup>-1</sup>);  $A_W$  là diện tích đất yêu cầu để sản xuất trung bình trên thế giới (wha<sup>-1</sup>);  $P_N$  là sản lượng thu hoạch của khu vực (tấn/năm);  $Y_N$  là năng suất của khu vực (tấn/nha.năm).

Bảng 13.4. Hệ số YF tính cho một số quốc gia và loại đất năm 2007 (wha/nha)

Khu vực	Đất trồng trọt	Đất rừng	Đất trồng cỏ chăn nuôi	Đất mặt nước
---------	----------------	----------	------------------------	--------------

Algeria	0,3	0,4	0,7	0,9
Đức	2,2	4,1	2,2	3,0
Hungary	1,1	2,6	1,9	0,0
Nhật Bản	1,3	1,4	2,2	0,8
Jordan	1,1	1,5	0,4	0,7
New Zealand	0,7	2,0	2,5	1,0
Zambia	0,2	0,2	1,5	0,0
<i>Thế giới</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>

*\* Dấu chân đất trồng trọt*

Dấu chân đất trồng trọt là diện tích đất cần thiết để tạo ra toàn bộ sản phẩm từ cây trồng đáp ứng nhu cầu tiêu dùng của cư dân tại một lãnh thổ cụ thể. Theo số liệu thống kê của FAO, diện tích đất trồng trọt trên thế giới năm 2007 khoảng 1,55 tỷ ha. Tổ chức Mạng lưới Dấu chân Toàn cầu tính toán dấu chân đất trồng trọt dựa trên cơ sở dữ liệu về 164 danh mục cây trồng khác nhau. Sản lượng của đất trồng trọt được tính toán cho từng loại cây trồng bằng cách chia số lượng cây trồng được sản xuất bởi số diện tích đã thu hoạch.

*\* Dấu chân đất đồng cỏ chăn nuôi*

Dấu chân đất đồng cỏ chăn nuôi là diện tích đất cần thiết cung cấp các sản phẩm chăn nuôi (thịt, bơ sữa, da, lông,...) thỏa mãn được nhu cầu tiêu dùng cho cư dân tại một lãnh thổ cụ thể. Theo số liệu thống kê của FAO năm 2007, toàn thế giới có 3,38 tỷ ha diện tích đất đồng cỏ chăn nuôi. Việc tiếp cận tính toán dấu chân đất đồng cỏ chăn nuôi phụ thuộc vào phương pháp và dữ liệu. Trong tính toán trên, đất chăn thả được chia thành hai phần: đất chăn thả và chăn nuôi mục đích thương mại.

*\* Dấu chân đất rừng*



Dấu chân đất rừng là diện tích đất đai cần thiết để tạo ra các sản phẩm gỗ (gỗ, củi, giấy,...) thỏa mãn được nhu cầu tiêu dùng cho cư dân tại một lãnh thổ cụ thể. Theo số liệu thống kê của FAO năm 2007, toàn thế giới có 3,94 tỷ ha diện tích đất rừng. Dữ liệu tính toán dấu chân đất rừng gồm các số liệu về tài nguyên rừng của FAO và các sản phẩm làm từ gỗ cung ứng toàn cầu.

#### *\* Dấu chân đất mặt nước nuôi trồng thủy sản*

Dấu chân đất mặt nước nuôi trồng thủy sản là diện tích đất mặt nước cần thiết để tạo ra các sản phẩm từ thủy sản (cá, giáp xác, thân mềm,...) thỏa mãn được nhu cầu tiêu dùng cho cư dân tại một lãnh thổ cụ thể. Theo thống kê của FAO, toàn thế giới có khoảng 1,9 tỷ ha diện tích đất mặt nước, bao gồm cả 0,4 tỷ ha diện tích đất mặt nước nội địa.

#### *\* Dấu chân CO<sub>2</sub>*

Dấu chân CO<sub>2</sub> là diện tích đất đai hoặc mặt nước cần thiết để hấp thụ toàn bộ lượng CO<sub>2</sub> phát thải từ các hoạt động tiêu thụ năng lượng của toàn bộ cư dân trong một lãnh thổ cụ thể, bao gồm các hoạt động đốt nhiên liệu, giao thông, tiêu thụ điện,... Đất hấp thụ CO<sub>2</sub> là loại đất duy nhất không xác định được sức tải sinh học, nghĩa là không xác định khả năng sản xuất sản lượng sinh vật. Lượng CO<sub>2</sub> phát thải vào khí quyển từ các nguồn hoạt động của con người (đốt nhiên liệu hóa thạch, sử dụng đất,...) và các nguồn tự nhiên (cháy rừng, núi lửa, hô hấp của sinh vật,...). Giá trị dấu chân cacbon được tính dựa trên công thức:

$$EFC = [Pc \cdot (1 - SO_{ocean})] / YC \cdot EQF$$

Trong đó: EFC là dấu chân cacbon; Pc là lượng CO<sub>2</sub> phát thải hàng năm; SO<sub>ocean</sub> là lượng CO<sub>2</sub> được hấp thụ bởi đại dương; YC là tỷ lệ hấp thụ cacbon trung bình hàng năm của 1 ha đất lâm nghiệp.

#### *\* Dấu chân đất xây dựng*

Dấu chân đất xây dựng là diện tích đất đai cần thiết xây dựng cơ sở hạ tầng (nhà ở, đường xá, khu công viên, công sở,...) phục vụ cho đời sống của cư dân trong một lãnh thổ cụ thể. Theo số liệu của FAO năm 2007, diện tích đất xây dựng của thế giới là 169,59 triệu ha. Dấu chân đất xây dựng được tính toán dựa trên các biến và số liệu về diện tích đất có cơ sở hạ tầng của con người.

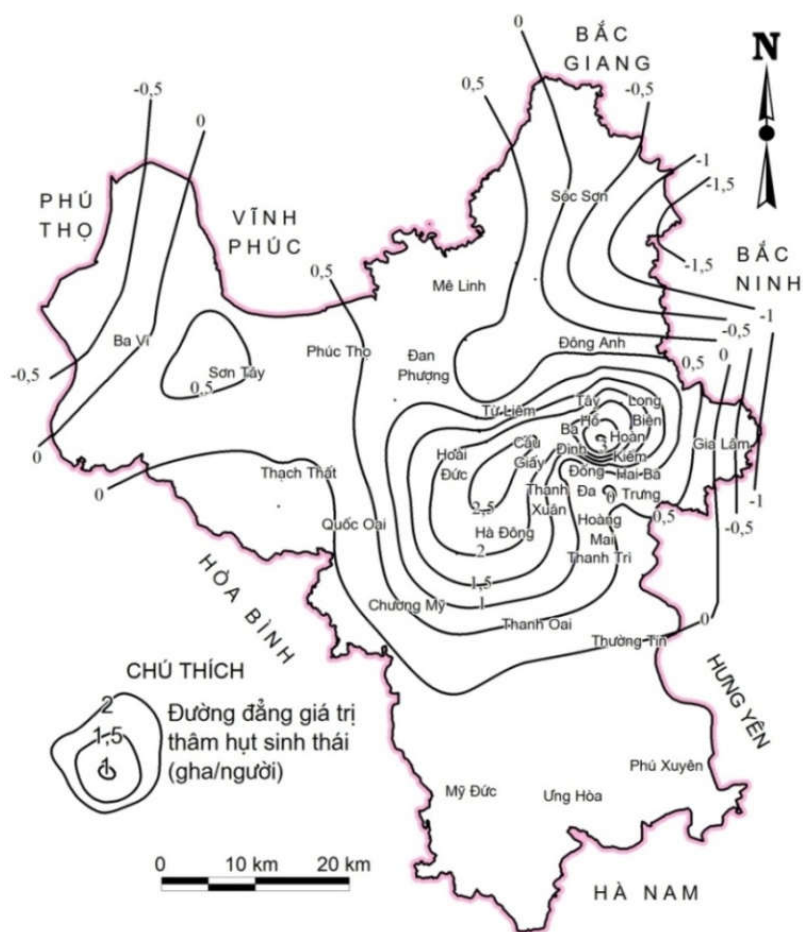
### **13.5. Một trường hợp nghiên cứu điển hình: PHÂN TÍCH DẤU CHÂN SINH THÁI, SỨC TẢI SINH HỌC VÀ ĐÁNH GIÁ THÂM HỤT SINH THÁI CHO THÀNH PHỐ HÀ NỘI SAU THỜI ĐIỂM MỞ RỘNG**

Sau khi được mở rộng địa giới hành chính vào tháng 8/2008, thành phố Hà Nội có tổng diện tích 3.348,5 km<sup>2</sup>, bao gồm 29 quận, huyện với 577 phường, xã và thị trấn, trở thành một trong 17 thủ đô có diện tích lớn nhất thế giới. Mở rộng địa giới với kỳ vọng sẽ bảo đảm được không gian cho phát triển kinh tế xã hội. Hiện tại, nhiều vấn đề nảy sinh liên quan tới đô thị hóa nhanh, chuyển đổi mục đích sử dụng đất theo hướng giảm diện tích các loại đất có khả năng sản xuất, gia tăng tiêu thụ lương thực và nhiên liệu,... tạo áp lực lớn đối với tài nguyên, thách thức phát triển bền vững. Do đó, đánh giá thực trạng thâm hụt và dự trữ sinh thái để thấy được sự khác biệt về khả năng cung ứng tài nguyên so với nhu cầu tiêu thụ giữa các quận, huyện có ý nghĩa quan trọng cho định hướng phát triển của thành phố Hà Nội những năm tiếp theo.

#### *Thâm hụt sinh thái và dự trữ sinh thái*

Thước đo thâm hụt sinh thái và dự trữ sinh thái được sử dụng đánh giá cho tất cả 29 quận, huyện của thành phố Hà Nội với các thông số đầu vào được thống kê cho năm 2009. Kết quả đánh giá cho thấy giá trị thâm hụt sinh thái trung bình ( $\mu$ ) của thành phố Hà Nội là 0,929

(gha/người); giá trị tối đa là 7,115 gha/người thuộc về quận Hoàn Kiếm, gấp 7,66 lần trị trung bình; giá trị tối thiểu là -0,301 gha/người thuộc về huyện Ba Vì. Các khu vực có giá trị cao thuộc về Hoàn Kiếm, Cầu Giấy, Ba Đình, Long Biên, Hà Đông và Hoài Đức ( $ED > 2$  gha/người). Các khu vực có giá trị thấp thuộc về các huyện Chương Mỹ, Thanh Oai, Mỹ Đức, Sóc Sơn, Phú Xuyên, Ứng Hòa và Ba Vì ( $ED < 0$  gha/người).



Hình 13.11. Sơ đồ miền giá trị thước đo thâm hụt sinh thái và tích lũy sinh thái của thành phố Hà Nội năm 2009

Trên bản đồ miền giá trị, mật độ đường đẳng trị thâm hụt sinh thái cao nhất ở các quận nội thành với đỉnh nằm ở vị trí quận Hoàn Kiếm, phản ánh mức độ thâm hụt sinh thái cao nhất ở khu vực này; ngược lại, các huyện ngoại thành có giá trị thấp hơn. Toàn bộ thành phố Hà Nội được chia thành năm khu vực có giá trị thâm hụt sinh thái khác nhau:

- *Khu vực thâm hụt sinh thái cao nhất* là quận Hoàn Kiếm (giá trị ED = 7,115 gha/người).

- *Khu vực thâm hụt sinh thái cao* bao gồm các quận nội thành là Cầu Giấy, Ba Đình, Long Biên, Hà Đông và huyện Hoài Đức (ED = 2,083 ÷ 2,519 gha/người), phản ánh nhu cầu tiêu thụ tài nguyên lớn hơn nhiều lần so với khả năng cung cấp của đất đai.

- *Khu vực thâm hụt sinh thái trung bình* bao gồm ba quận nội thành là Tây Hồ, Thanh Xuân và Hai Bà Trưng (ED = 1,039 ÷ 1,605 gha/người).

- *Khu vực có mức độ thâm hụt thấp* bao gồm quận Đống Đa, thị xã Sơn Tây và các huyện ngoại thành là Mê Linh, Đan Phượng, Thanh Trì, Từ Liêm, Hoàng Mai, Phúc Thọ, Quốc Oai, Gia Lâm, Đông Anh, Thạch Thất và Thường Tín (ED = 0,015 ÷ 0,845 gha/người).

- *Khu vực dự trữ sinh thái* gồm phần lớn các huyện ngoại thành thuộc tỉnh Hà Tây trước đây là Chương Mỹ, Thanh Oai, Mỹ Đức, Sóc Sơn, Phú Xuyên, Ba Vì và Ứng Hòa (ED = -0,301 ÷ -0,029). Với tổng diện tích tự nhiên là 148.943 ha, các huyện thuộc khu vực dự trữ sinh thái có diện tích đất canh tác chiếm tới 53.537 ha (35,9%) và đất rừng 19315 ha (12,9%), gấp nhiều lần so với các khu vực thâm hụt sinh thái.

### *Tác động của đô thị hóa và quy hoạch sử dụng đất*

Các nghiên cứu tại nhiều đô thị trên thế giới cho thấy, đối với các quốc gia đang phát triển, các yếu tố chủ yếu của đô thị hóa ảnh hưởng đến thâm hụt sinh thái là mức độ tập trung dân cư và biến đổi cơ cấu sử

dụng đất. Đối với thành phố Hà Nội, theo số liệu điều tra dân số đến 1/4/2009, tổng số dân của Hà Nội là 6.448.837 người, mật độ dân số trung bình 1.979 người/km<sup>2</sup> với 2.632.087 cư dân thành thị (41,81%) và 3.816.750 cư dân nông thôn (58,19%). Dân cư tập trung đông nhất tại các quận nội thành như quận Hoàn Kiếm (28,02 nghìn người/km<sup>2</sup>), Ba Đình (24,46 nghìn người/km<sup>2</sup>). Các huyện ngoại thành có mật độ dân số thấp, ví dụ Chương Mỹ (1,26 nghìn người/km<sup>2</sup>), Ứng Hòa (0,99 nghìn người/km<sup>2</sup>). Quận Hoàn Kiếm được xếp vào nhóm có mức độ thâm hụt sinh thái cao nhất, có mật độ dân số 28,02 nghìn người/km<sup>2</sup>, đất xây dựng chiếm diện tích lớn nhất. Khu vực dự trữ sinh thái bao gồm các huyện ngoại thành có mật độ dân số thấp nhất và diện tích đất canh tác chiếm tỷ trọng lớn trong cơ cấu sử dụng đất.

Trong báo cáo quy hoạch sử dụng đất thành phố Hà Nội, dự kiến nhóm đất phi nông nghiệp đến năm 2020 sẽ đạt diện tích 167.507 ha, tăng 32.824 ha so với năm 2010. Chùm đô thị được định hướng phát triển bao gồm đô thị trung tâm hạt nhân và các đô thị trực thuộc với các đô thị vệ tinh và 13 thị trấn, chú trọng mở rộng về phía tây bắc sang tả ngạn sông Hồng. Các trung tâm đô thị mới được quy hoạch là đô thị sinh thái Sơn Tây, đô thị khoa học - công nghệ Hòa Lạc (Thạch Thất), đô thị dịch vụ đào tạo Xuân Mai (Chương Mỹ), đô thị công nghiệp Phú Xuyên - Phú Minh (Phú Xuyên), đô thị công nghiệp dịch vụ Sóc Sơn. Các đô thị trung tâm này đều thuộc khu vực thâm hụt sinh thái thấp (Sơn Tây, Thạch Thất) hoặc dự trữ sinh thái (Chương Mỹ, Phú Xuyên, Sóc Sơn). Như vậy, theo phương án quy hoạch, dự báo thị xã Sơn Tây và huyện Thạch Thất sẽ có sự thay đổi rõ rệt về mức xếp hạng so với các huyện còn lại trong nhóm thâm hụt sinh thái thấp; tương tự, các huyện Chương Mỹ, Phú Xuyên và Sóc Sơn sẽ thay đổi nhiều về mức xếp hạng so với các huyện khác thuộc nhóm dự trữ sinh thái đến năm 2020.

Bảng 13.5. Giá trị thước đo thâm hụt sinh thái và các yếu tố ảnh hưởng của các quận huyện thuộc thành phố Hà Nội năm 2009

Stt	Khu vực thâm hụt/ dự trữ sinh thái	Quận, huyện	Giá trị thước đo (gha/ người)	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Mật độ dân số (nghìn người/ km <sup>2</sup> )	Đất canh tác (ha)	Mặt nước nuôi trồng thủy sản (ha)	Đất rừng (ha)	Đất xây dựng (ha)
1	Thâm hụt sinh thái rất cao	Hoàn Kiếm	7,115	5,3	28,02	15,3	0,0	0,0	512,6
2	Thâm hụt sinh thái cao	Cầu Giấy	2,519	12,0	19,72	56,9	6,7	0,0	1126,8
		Ba Đình	2,449	9,3	24,46	3,3	2,0	0,0	905,8
		Long Biên	2,138	59,9	3,90	1804,6	94,7	0,0	3947,3
		Hà Đông	2,116	48,3	4,94	1327,9	34,8	0,0	3411,1
		Hoài Đức	2,083	82,5	2,38	4077,0	111,1	0,0	3972,4
3	Thâm hụt sinh thái trung bình	Tây Hồ	1,605	24,0	5,68	302,9	575,7	0,0	1393,0
		Thanh Xuân	1,173	9,1	25,56	28,1	33,9	0,0	836,2
		Hai Bà Trưng	1,039	10,1	30,03	5,6	8,5	0,0	993,0
4	Thâm hụt sinh thái thấp	Mê Linh	0,845	142,5	1,38	7560,6	354,6	3,1	5673,7
		Đống Đa	0,731	10,0	37,65	6,4	18,4	0,0	970,5
		Đan Phượng	0,695	77,4	1,86	3427,5	208,5	0,0	3330,4
		Thanh Trì	0,684	62,9	3,21	2637,0	849,7	0,0	2766,2
		Sơn Tây <sup>(*)</sup>	0,588	113,5	1,13	3909,6	166,3	778,3	6134,1
		Từ Liêm	0,546	75,6	5,55	2908,3	184,0	0,0	4309,4
		Hoàng Mai	0,495	40,3	8,54	872,7	441,0	0,0	2560,9
		Phúc Thọ	0,359	117,2	1,38	6120,1	341,1	0,0	4512,8
		Quốc Oai	0,313	147,0	1,11	7317,3	272,0	1470,6	5310,9
		Gia Lâm	0,141	114,7	2,06	6059,9	183,0	41,5	4879,4
		Đông Anh	0,124	182,1	1,89	8932,0	553,0	0,0	8374,2
5	Dự trữ sinh thái	Thạch Thất <sup>(*)</sup>	0,022	184,6	0,98	6501,0	209,3	2457,1	9995,5
		Thường Tín	0,015	127,4	1,76	6553,3	730,1	0,0	4628,9
		Chương Mỹ <sup>(*)</sup>	-0,029	232,4	1,26	13068,1	583,2	303,8	8014,2
		Thanh Oai	-0,037	123,9	1,37	8292,2	338,2	0,0	3605,1
		Mỹ Đức	-0,083	231,5	0,75	9197,1	674,3	3526,2	7152,0
		Sóc Sơn <sup>(*)</sup>	-0,088	306,5	0,95	13536,6	278,6	4760,6	10907,5
		Phú Xuyên <sup>(*)</sup>	-0,127	171,1	1,07	9443,1	756,2	0,0	6043,7
		Ứng Hòa	-0,176	183,7	0,99	11786,0	1022,9	0,0	4765,6
Các đại lượng thống kê mô tả	Ba Vì	-0,301	424,0	0,59	16939,0	1090,1	10724,9	6503,2	
	Độ lớn mẫu	29	29	29	29	29	29	29	
	Biên độ	7,417	418,7	37,06	16935,7	1090,1	10724,9	10395,0	
	Trị tối thiểu	-0,301	5,3	0,59	3,3	0,0	0,0	512,6	
	Trị tối đa	7,115	424	37,65	16939,0	1090,1	10724,9	10907,5	
	Trị trung bình ( $\mu$ )	0,929	114,7	7,59	5265,1	349,0	859,5	4397,8	
	Độ lệch chuẩn ( $\sigma$ )	1,462	98,9	10,84	4755,6	320,1	2263,5	2773,9	
Phương sai ( $\sigma^2$ )	2,137	9,7.10 <sup>3</sup>	117,64	2,2.10 <sup>7</sup>	1,02.10 <sup>5</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	7,7.10 <sup>6</sup>		

(Trong đó: (\*)) là các huyện được dự báo sẽ thay đổi mức xếp hạng thâm hụt sinh thái theo phương án quy hoạch sử dụng đất thành phố Hà Nội đến năm 2020)

Kết quả của nghiên cứu này đã xác định giá trị thước đo thâm hụt sinh thái và dự trữ sinh thái cho 29 quận, huyện của Hà Nội cho thấy 3/4 số lượng các đơn vị lãnh thổ bị thâm hụt sinh thái, đòi hỏi phải có chiến lược cân bằng giữa nhu cầu tiêu thụ và khai thác tài nguyên, nhất là tài nguyên đất.

Trong bản định hướng quy hoạch sử dụng đất thành phố Hà Nội đến năm 2020, các phương án quy hoạch đưa ra chủ yếu dựa trên số liệu hiện trạng và biến động sử dụng đất cùng những số liệu cơ bản dự báo về phát triển kinh tế xã hội. Với ưu thế trong định lượng mức độ tiêu thụ của dân cư địa phương và khả năng sản xuất của đất đai, các thước đo thâm hụt sinh thái và dự trữ sinh thái có thể được ứng dụng tốt trong công tác đánh giá và dự báo phục vụ quy hoạch sử dụng đất.

## Chương 14.

# CẢNH QUAN TỰ NHIÊN VÀ CẢNH QUAN VĂN HÓA

### 14.1. TÁC ĐỘNG CỦA YẾU TỐ VĂN HÓA TRONG HÌNH THÀNH CÁC CẢNH QUAN TRÊN TRÁI ĐẤT

Trong lịch sử phát triển của Trái Đất, hai sự kiện quan trọng nhất làm thay đổi toàn bộ cảnh quan Trái Đất là sự xuất hiện sinh quyển và sự xuất hiện loài người. Sinh quyển xuất hiện gắn liền với sự kiện thế giới sinh vật hình thành nên các chu trình sinh - địa - hóa, các mối quan hệ sinh học phức tạp trong lưới thức ăn ở trạng thái cân bằng động. Sau đó, loài người xuất hiện, bằng sức lao động, tư duy thông minh và sáng tạo, đã tác động gây cái biến mạnh mẽ các cảnh quan tự nhiên. Hoạt động phát triển của con người tạo ra nhiều tác động bất lợi đối với tự nhiên, biểu hiện ở khai thác tài nguyên tự nhiên quá mức, tàn phá thiên nhiên trên phạm vi rộng lớn. Suy thoái tài nguyên, suy giảm chất lượng môi trường và biến đổi môi trường toàn cầu theo hướng tiêu cực là những vấn đề cấp thiết thách thức sự phát triển bền vững của toàn nhân loại. Điều này buộc chúng ta phải nghiên cứu kỹ hơn tác động và những hệ lụy gây ra bởi hoạt động của con người đến cảnh quan - vùng đất con người đang sinh sống và gắn kết với nhau bởi mối quan hệ cộng sinh. Từ đó, tìm ra những giải pháp thích ứng và giảm thiểu những tác động có hại nhằm hướng xã hội loài người tới phát triển bền vững.

Trong chương này, các cảnh quan tự nhiên được xem xét như một dạng vốn tự nhiên của con người, được con người sử dụng để phục vụ



phát triển kinh tế xã hội. Bên cạnh đó, những tác động của con người liên quan tới thành tạo các cảnh quan nhân sinh hoặc cảnh quan văn hóa từ các các cảnh quan tự nhiên cũng được nghiên cứu theo hai khía cạnh: các tác động nhân sinh và các tác động của các yếu tố văn hóa.

### **14.1.1. Tác động nhân sinh**

Khái niệm nhân sinh biểu thị những ảnh hưởng hoặc đối tượng có nguồn gốc từ hoạt động của con người. Tác động nhân sinh chỉ các quá trình và nguồn vật chất trên Trái Đất có nguồn gốc chủ yếu từ các hoạt động phát triển của con người. Tác động nhân sinh đối lập với các quá trình và nguồn vật chất xảy ra trong các môi trường tự nhiên không chịu ảnh hưởng của con người. Khái niệm này được sử dụng phổ biến để chỉ những trạng thái môi trường bên ngoài chịu ảnh hưởng của chất thải phát sinh trong quá trình sản xuất của con người.

Xét ở khía cạnh ảnh hưởng đến cảnh quan, tác động nhân sinh thường được biểu hiện đa dạng, phức tạp. Ixatrenko (1979) phân chia nguồn gốc các hoạt động nhân sinh trên Trái Đất thành những dạng chính sau:

- *Tham gia vào vận chuyển cơ giới các khối vật chất rắn và các quá trình trọng lực:* bằng việc khai thác các mỏ quặng, con người tạo ra hàng loạt các dạng địa hình nhân tạo như các giếng khai thác, bãi thải, nón đá,... Hậu quả của hoạt động này là làm tăng cường rủi ro do tai biến thiên nhiên (trượt đất, đổ lở, lũ bùn đá,...) và hàng loạt quá trình vận chuyển khác do trọng lực (xâm thực, khe rãnh,...). Các dạng địa hình nhân tạo này ngày càng được mở rộng và trở thành một bộ phận cấu tạo của cảnh quan. Chúng phát triển theo những quy luật chung thống trị trong lớp vỏ Trái Đất nếu không có sự can thiệp của con người.

- *Làm biến đổi cân bằng nước và tuần hoàn ẩm*: hoạt động sử dụng và phân bố lại tài nguyên nước đã có từ thời Thượng cổ. Điều hòa và phân bố lại nguồn nước hiện nay xảy ra với quy mô lớn chưa từng thấy. Xây dựng các hồ chứa nước trên phạm vi toàn thế giới gây nhiều hệ quả nghiêm trọng: làm dâng cao mực nước ngầm của các vùng lân cận có thể đến mức lầy hóa, làm thay đổi khí hậu địa phương và khí hậu vùng, ảnh hưởng đến sự phát triển của vùng hạ lưu,... Tưới tiêu nhân tạo cũng làm thay đổi cân bằng nước. Trồng rừng, sử dụng các kỹ thuật nông nghiệp giúp hạn chế dòng chảy trên mặt, giữ ẩm trong đất, cản trở hoạt động thổi mòn của gió,... đồng thời nâng cao năng suất sinh vật. Việc tháo cạn các đầm lầy cũng làm thay đổi một cách rõ rệt cảnh quan, ảnh hưởng đến cân bằng nước và cân bằng nhiệt ẩm.

- *Phá hủy cân bằng sinh vật*: tác động nhân sinh ảnh hưởng mạnh nhất đến giới sinh vật, thể hiện ở các khía cạnh: (i) *phá hủy giới sinh vật*: con người đã phá hủy hoàn toàn nhiều quần xã sinh vật trên một diện tích rộng lớn để xây dựng nhà cửa, thành phố, đường sá, đồng ruộng,... Trong vòng 300 năm qua, diện tích rừng trên thế giới bị tiêu hủy ước tính bằng khoảng 20% tổng diện tích lục địa. Các cuộc chiến tranh, các cuộc thám hiểm,... cũng là những hoạt động nhân sinh quan trọng đóng góp vào việc hủy hoại giới sinh vật ở quy mô toàn cầu; (ii) *Nuôi trồng sinh vật và mở rộng các khu phân bố của chúng*; (iii) *Phân bố lại về mặt địa lý thực vật và động vật*; (iv) *Tạo ra các giống mới*: sự phá hủy giới sinh vật, đặc biệt là lớp phủ rừng mang đến nhiều hậu quả nghiêm trọng vì thực vật là nhân tố ổn định quan trọng bậc nhất trong cảnh quan. Một hậu quả gián tiếp khác của sự hủy hoại lớp phủ rừng là gây nguy cơ phá hủy cân bằng oxi trong khí quyển.

- *Sự di cư nguồn gốc kỹ thuật của các nhân tố hóa học*: con người trong hoạt động sản xuất của mình, đã khai thác từ lớp vỏ Trái Đất hàng loạt các nguyên tố hóa học, chế biến chúng thành các vật chất khác rồi rải ra

trên hầu hết bề mặt Trái Đất. Mặt khác, con người lại đưa vào trong lớp vỏ Trái Đất hàng loạt các nguyên tố hóa học khác nguồn gốc kỹ thuật như phân bón, các chất phế thải công nghiệp, nông nghiệp và sinh hoạt. Những hậu quả của sự di cư nguồn gốc kỹ thuật của các nguyên tố hóa học hiện chưa được nghiên cứu kỹ. Tuy vậy, có thể nhận thấy ảnh hưởng của nó đối với cảnh quan rất rõ ràng. Bản thân các nguyên tố hóa học, các điều kiện tích tụ hay phân tán, đặc tính các phản ứng hóa học mà các nguyên tố này tham gia cũng phụ thuộc vào cấu trúc cảnh quan.

- *Phá hủy cân bằng nhiệt*: sự biến đổi của cân bằng nhiệt tự nhiên của bề mặt đất và của khí quyển là hậu quả gián tiếp từ các hoạt động nhân sinh, bao gồm cải tạo bề mặt đệm (do tưới tiêu, phá hủy lớp phủ rừng, xây dựng hồ điều hòa...), phát thải bụi vào không khí, tăng phát thải CO<sub>2</sub> vào khí quyển, đốt cháy nhiên liệu,... Các nguồn tác động nhân sinh chính bao gồm công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, khai thác khoáng sản, giao thông, xây dựng, quần cư và phá rừng. Trong đó, mỗi nguồn có những tác động khác nhau đến môi trường và các quần xã sinh vật trong hệ sinh thái. Hoạt động *phát triển nông nghiệp* gây chuyển đổi rừng thành các khu vực canh tác bằng các phương thức chặt và đốt rừng; làm đổi hướng các dòng nước mặt và nước ngầm; làm mặn hóa nước ngầm do tưới tiêu không hợp lý; gây ô nhiễm đất và nước do các hóa chất từ phân bón và thuốc trừ sâu. Hoạt động *khai thác khoáng sản* làm mất lớp đất trên mặt, xáo trộn lớp đất đá và đổ đất đá trên mặt; làm chuyển hướng dòng chảy ngầm do khai thác hầm lò; gây ô nhiễm môi trường nước mặt từ vật liệu khai thác mỏ; các quá trình không sạch từ hoạt động khai thác gây ô nhiễm không khí. Hoạt động *xây dựng* gây hủy hoại những nơi sống tự nhiên của sinh vật; chuyển hướng nguồn nước ngầm; lấp các đầm, vịnh, hồ, ao, bãi bồi,... Hoạt động *quần cư* tạo ra sự tập trung các hoạt động phát triển của con người, làm tập trung nước thải, rác thải rắn,... ở những khu vực biệt lập.

### 14.1.2. Tác động của yếu tố văn hóa

Không chỉ các nhà nghiên cứu văn hóa mà cả các nhà khoa học tự nhiên, khoa học xã hội nhân văn và khoa học kinh tế cũng thống nhất cho rằng, văn hoá phải vừa là mục tiêu, vừa là động lực của phát triển kinh tế xã hội và bảo vệ môi trường, là nền tảng của phát triển bền vững cho toàn nhân loại. Lịch sử phát triển của nhân loại đã minh chứng tác động của văn hoá đến tự nhiên và phát triển kinh tế xã hội là hết sức rộng lớn và phức tạp.

Thuật ngữ "văn hóa" (tiếng Anh "culture") có nguồn gốc từ tiếng latin "colere", nghĩa là trồng trọt, chăm sóc, bảo vệ. Điều này phản ánh, hoạt động trồng trọt, chăm sóc tự nhiên cho tới khi nó trở nên thích hợp với sự cư trú của con người sẽ không đưa đến sự chinh phục tự nhiên để tạo nên sự thống trị của con người; ngược lại, điều đó thể hiện một thái độ chăm sóc và bảo vệ tự nhiên của con người. Quan điểm hiện đại về văn hóa biểu thị toàn bộ cách sống của bất kỳ xã hội nào - một phạm trù quá phức tạp mà hiện nay chưa có một định nghĩa đơn thuần nào có thể đáp ứng đầy đủ. Vào năm 1949, hai nhà nhân chủng học Hoa Kỳ là Kroeber và Kluckholm đã tổng quan được tới hơn 150 định nghĩa khác nhau về văn hóa được phát biểu chỉ riêng tại Anh và Hoa Kỳ. Chẳng hạn, trong Từ điển Di sản Hoa Kỳ (1981), văn hóa được định nghĩa là: *"toàn bộ cấu trúc hành vi xã hội, nghệ thuật, tôn giáo,... cùng các sản phẩm khác của con người và tư tưởng, tính chất của một cộng đồng hoặc một quần thể"*.

Các giá trị văn hoá thuộc một nền văn hoá có tính bền vững và tính phổ cập khác nhau, do đó ảnh hưởng không giống nhau tới các hoạt động sống của con người. Bên cạnh những giá trị văn hoá mang tính phổ cập và thống nhất, luôn tồn tại các giá trị văn hoá mang tính địa phương đặc thù, còn gọi là các nhánh văn hoá. Những giá trị văn hoá

phổ cập thống nhất có ảnh hưởng rộng lớn trong toàn xã hội, tạo nên những đặc tính chung về nhu cầu, ước muốn và hành vi của cư dân trong từng quốc gia, dân tộc.

Trong hệ thống các giá trị văn hoá này, các giá trị văn hoá tinh thần, văn hoá phi vật thể có tác động mạnh mẽ và phổ biến tới hoạt động cải biến cảnh quan của con người thông qua nhiều yếu tố khác nhau. Nhìn chung, có thể chia thành hai nhóm:

- *Nhóm thứ nhất* gồm các yếu tố về trình độ sử dụng những cải tiến kỹ thuật; những phát hiện khoa học trong các lĩnh vực của đời sống sản xuất xã hội; trình độ văn hoá, khoa học kỹ thuật của người lao động; trình độ phổ cập giáo dục, văn học nghệ thuật,... trong cư dân. Các yếu tố này nhìn chung không tồn tại trong môi trường văn hoá thuộc hệ thống các yếu tố của môi trường hoạt động của con người. Chúng được luật pháp hoá hay thể chế hoá trong môi trường luật pháp, môi trường khoa học, kỹ thuật và công nghệ, môi trường nhân khẩu học.

- *Nhóm thứ hai* bao gồm các yếu tố về ngôn ngữ, biểu tượng, tôn giáo, tâm lý, lối sống, nếp sống, truyền thống, tập quán, tập tục, những điều cấm kỵ,... Nhìn chung trong nghiên cứu lý luận cũng như trong hoạt động thực tiễn, các yếu tố văn hoá thuộc nhóm thứ hai này mới chính thức được xem là những bộ phận cấu thành tạo nên nội dung đích thực của yếu tố môi trường văn hoá cho hoạt động cải biến cảnh quan của con người.

Khái niệm văn hóa đã được đề cập và xâm nhập trong nhiều công trình về địa lý nhân văn, từng phổ biến tại nhiều trường đại học và viện nghiên cứu của Hoa Kỳ từ đầu thế kỷ thứ XX. Văn hóa được biểu hiện thông qua các hoạt động và kiến thức cải biến tự nhiên và các cảnh quan tự nhiên. Các nghiên cứu ban đầu về địa lý học thường chú trọng tới hoạt động sản xuất như trồng trọt và chăn nuôi. Ranh giới giữa văn hóa với tự nhiên biểu thị các hoạt động của con người dưới dạng văn hóa

ảnh hưởng đến tự nhiên và cải biến các cảnh quan tự nhiên thành cảnh quan văn hóa.

Các quan niệm truyền thống về văn hóa thường tách biệt văn hóa khỏi tự nhiên. Văn hóa thể hiện các thuộc tính và tạo tác của con người, từ niềm tin, tư tưởng, các giá trị, từ phong tục, tập quán, hành vi cho đến các công cụ và công việc cụ thể. Văn hóa còn được công nhận rộng rãi là ảnh hưởng mạnh mẽ theo cách con người phản ứng và sử dụng môi trường, trong đó các khía cạnh của văn hóa có nguồn gốc sâu xa trong môi trường. Các nhà địa lý nhân văn chấp nhận thuyết "quyết định luận môi trường" trong giải thích ảnh hưởng của các điều kiện môi trường tới sự phát triển và tiến hóa của các nền văn hóa. Thuyết tiến hóa do chọn lọc tự nhiên của Darwin được áp dụng trong các nghiên cứu xã hội, giải thích sự phát triển và tính ưu việt của nhiều nền văn hóa. Khi nghiên cứu đặc trưng và các thành phần không gian của các nền văn hóa, các nhà địa lý đã xem xét cơ chế biến đổi từ cảnh quan tự nhiên thành cảnh quan văn hóa. Những minh chứng rõ ràng nhất là nguồn vật liệu, giá trị sử dụng hoặc chuyển đổi các vật liệu tự nhiên dưới dạng tài nguyên thiên nhiên (gỗ, đá) thành các tạo tác văn hóa cho một mục đích hữu ích cho con người (nơi sống, nhà ở, công cụ).

Xét ở khía cạnh tổng thể, sự thâm nhập các quan điểm về văn hóa trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan được coi là bước phát triển mang tính đột phá, đánh dấu sự chuyển mình từ định hướng truyền thống nghiên cứu các hệ thống tự nhiên sang nghiên cứu các hệ thống tự nhiên - văn hóa. Caldwell (1990) cho rằng văn hóa không chỉ giúp con người chấp nhận tự nhiên là một tổng thể, hoặc xác định cảm xúc với các cảnh quan xung quanh. Các nhà sinh thái cảnh quan, các nhà quy hoạch, các nhà quản lý không chỉ cần hiểu thấu đáo cả sinh thái tự nhiên và sinh thái xã hội của môi trường sống, mà phải giúp nâng cao nhận thức cộng đồng về tầm quan trọng của cảnh quan đối với chất

lượng cuộc sống. Đây là thông điệp quan trọng trong bối cảnh biến đổi toàn cầu hiện nay, nhiều cảnh quan bị thoái hóa nhanh chóng kèm theo suy giảm các giá trị về đa dạng sinh học, giá trị thẩm mỹ, các giá trị văn hóa trong cảnh quan. Naveh (1990) cho rằng, sinh thái cảnh quan không nên chỉ nghiên cứu các quần thể, quần xã sinh vật và các hệ sinh thái, mà cần phải định hướng giải quyết vấn đề thực tiễn, một khoa học liên ngành theo nghĩa "tổng hợp giữa khoa học và nghệ thuật" (theo cách gọi của Caldwell), là cầu nối giữa sinh thái học và sinh thái nhân văn. Điều này cho thấy tầm quan trọng nhất định của các vấn đề về văn hóa trong các lĩnh vực nghiên cứu hiện đại của sinh thái cảnh quan.

### **14.1.3. Phân loại cảnh quan theo tác động của yếu tố văn hóa**

Các cảnh quan bị con người tác động tồn tại khắp nơi, do đó dễ có cảm giác rằng môi trường địa lý hiện nay đã bị thay đổi đến tận gốc. Từ năm 1966, nhà địa lý Xô Viết Geraximov đã nêu ra quan điểm rằng, nghiên cứu cảnh quan không nên chỉ hạn chế ở các cảnh quan tự nhiên chưa bị con người tác động đến, mà còn ở các cảnh quan đã bị biến đổi do con người.

Tác động của con người khác nhau đối với các yếu tố cấu trúc và cảnh quan ở các cấp phân vị khác nhau. Các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản, bao gồm cảnh diện, sinh thái cảnh, đơn vị đất đai, mảnh rời rạc,... rất dễ bị biến đổi dưới tác động của con người. Trong khi đó, cảnh quan là một thành tạo ổn định, được cấu tạo do sự phối hợp nhịp nhàng của các quy luật địa đới và phi địa đới trong tự nhiên, chỉ có thể bị thay đổi tận gốc bởi chính tác động từ tự nhiên. Điều này có nghĩa, cảnh quan dù có bị biến đổi đến mức nào thì vẫn phải tuân theo các quy luật khách quan của tự nhiên. Tất nhiên sự thay đổi ở quy mô của một thành phần sẽ kéo theo sự thay đổi của một hay vài thành phần khác, nhưng

không phải ngay lập tức mà phải trong một thời gian dài, cho đến khi tổng hợp các thành phần và bản thân cảnh quan có được cấu trúc mới. Con người thực sự không bao giờ có thể tạo nên những thành phần mới của cảnh quan, mà chỉ có thể đưa vào một số yếu tố mới, chẳng hạn, đê đập, hồ chứa nước hoặc các công trình nhân tạo khác. Các yếu tố này cũng chịu tác động của các quá trình tự nhiên như xâm thực, phong hóa,... và sẽ bị hủy hoại nếu không có sự chăm sóc của con người.

Theo mức độ tự nhiên - nhân sinh, Westhoff (1970) đưa ra một hệ thống phân chia cảnh quan gồm bốn mức:

- *Cảnh quan tự nhiên (natural landscape)*: là cảnh quan chưa chịu tác động từ các hoạt động phát triển của con người.

- *Cảnh quan phụ tự nhiên (sub-natural landscape)*: là cảnh quan có khả năng trở lại trạng thái tự nhiên ban đầu nếu loại trừ được các hoạt động phát triển đang diễn ra trên đó.

- *Cảnh quan bán tự nhiên (semi-natural landscape)*: là cảnh quan bị hoạt động của con người làm biến đổi mạnh mẽ nhưng còn giữ nguyên vẹn một số yếu tố tự nhiên.

- *Cảnh quan nông nghiệp*: cảnh quan bị thay đổi tận gốc bởi hoạt động phát triển, trong đó các yếu tố tự nhiên còn sót lại rất ít.

Ixatrenko (1976) đưa ra một hệ thống phân chia cảnh quan khác. Theo đó, toàn bộ cảnh quan trên Trái Đất có thể được chia thành bốn nhóm theo mức độ biến đổi do tác động nhân sinh như sau:

- *Cảnh quan nguyên sinh*: bao gồm các cảnh quan cổ, cảnh quan nguyên thủy hoặc cảnh quan bảo tồn, không bị tác động trực tiếp của con người. Tuy nhiên, không loại trừ các tác động gián tiếp như ô nhiễm nước và không khí do hoạt động phát triển của con người.



- *Cảnh quan bị biến đổi yếu*: biến đổi cảnh quan chủ yếu do hoạt động kinh tế của con người nhưng phân tán, quy mô nhỏ như khai thác rừng theo phương thức chặt chọn, săn bắn, hái lượm. Những hoạt động này tác động đến một hay vài thành phần của cảnh quan, nhưng không làm thay đổi các mối quan hệ chủ yếu trong cảnh quan. Các thành phần bị tác động của thể phục hồi được.

- *Cảnh quan bị biến đổi mạnh (cảnh quan bị phá hủy)*: các thành phần trong cảnh quan bị khai thác mạnh đến mức khó có thể phục hồi lại được. Cấu trúc cảnh quan dần bị thay đổi theo hướng có hại cho con người. Chẳng hạn, phá hủy lớp phủ thực vật rừng tạo điều kiện gia tăng xâm thực, xói mòn, rửa trôi vật liệu; hoặc phát thải khí độc gây ô nhiễm môi trường không khí,... Trong các cảnh quan bị biến đổi do con người, độ đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học cũng bị suy giảm. Các hiện tượng khác kèm theo bao gồm mất rừng, thay đổi cân bằng nước, gia tăng hàm lượng các chất dinh dưỡng trong nước,... Hiện tượng phú dưỡng là một minh chứng cụ thể.

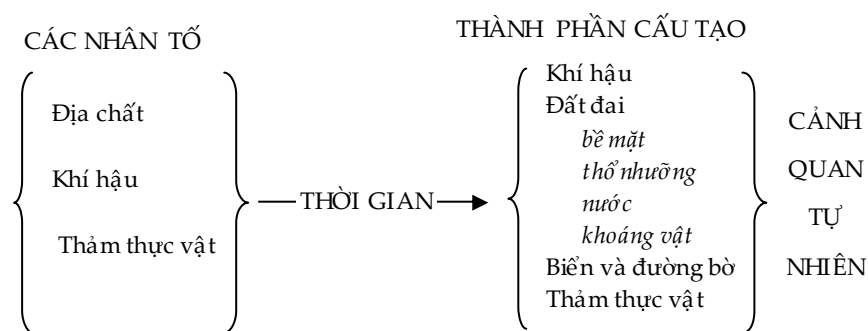
- *Cảnh quan văn hóa*: là các cảnh quan được con người biến đổi một cách hợp lý dựa trên cơ sở khoa học nhằm đáp ứng các quyền lợi của xã hội. Các cảnh quan nông thôn và cảnh quan đô thị hiện đại là những dạng điển hình của cảnh quan văn hóa. Nhìn chung, cảnh quan văn hóa là cảnh quan bền vững, cung cấp nhiều dịch vụ có lợi cho cả xã hội con người và tự nhiên, được con người mong muốn xây dựng và phát triển.

## 14.2. CẢNH QUAN TỰ NHIÊN

Cảnh quan tự nhiên (*natural landscapes*), một số tác giả còn gọi là cảnh quan phi nhân sinh (*non-anthropogenic landscapes*), là đối tượng nghiên cứu quan trọng của cả cảnh quan học, sinh thái học và sinh thái cảnh quan. Dựa trên các nghiên cứu tự nhiên ở khu vực Nam Mỹ,

Humbolt trở thành người đầu tiên đưa ra khái niệm về cảnh quan tự nhiên. Theo đó, cảnh quan tự nhiên là một khu vực được đặt dưới sự điều khiển hiện tại của các lực tự nhiên và hầu như không chịu sự điều khiển của con người trong một thời kỳ kéo dài. Một số tác giả sau này định nghĩa cảnh quan tự nhiên theo một số hướng khác nhau: "*cảnh quan tự nhiên là cảnh quan không bị ảnh hưởng bởi hoạt động phát triển của con người*" (Westhoff, 1970), "*... cảnh quan địa lý chưa bị tác động trực tiếp của con người*" (Từ điển Elsevier về Địa lý, 2007). Một số công trình gần đây đi sâu vào làm rõ cơ chế hình thành và duy trì của các cảnh quan tự nhiên. Chẳng hạn Vale (2002), đã làm rõ cơ chế chuyển đổi trạng thái từ cảnh quan cổ thành cảnh quan văn hóa, bao gồm cảnh quan bị biến đổi do hoạt động của con người, cảnh quan nguyên sinh, cảnh quan cổ đại, các khu vực còn tương đối hoang sơ và các cảnh quan được quản lý.

Trong một mô hình của nhà địa lý nhân văn Hoa Kỳ là Sauer (1925), cảnh quan tự nhiên được xem xét theo các nhân tố và thành phần cấu tạo chưa bị tác động của con người. Các yếu tố sinh học và phi sinh học trong cấu trúc cảnh quan còn được bảo tồn nguyên vẹn trong cảnh quan tự nhiên. Hoạt động và biến đổi cảnh quan tự nhiên tuân theo các quy luật tự nhiên mà hầu như không chịu ảnh hưởng của con người.



Hình 14.1. Mô hình của Sauer (1925) về cảnh quan tự nhiên

Lịch sử phát triển của cảnh quan tự nhiên là một nội dung nghiên cứu quan trọng. Hiện nay, không có khu vực nào trên Trái Đất không chịu ảnh hưởng của hoạt động phát triển và văn hóa của con người. Tuy nhiên, bất kỳ cảnh quan nào trên Trái Đất cũng có thể trở lại trạng thái tự nhiên ban đầu nếu bị loại bỏ yếu tố văn hóa trong cảnh quan. Con người vừa là một bộ phận của sinh giới, lại vừa tác động mạnh mẽ đến đa dạng sinh học, làm hủy hoại nhiều các cảnh quan và hệ sinh thái tự nhiên. Con người làm thay đổi cảnh quan đến mức, hiện nay chỉ còn sót lại một số ít cảnh quan cổ trên Trái Đất. Tuy nhiên, cảnh quan tự nhiên không chỉ bao gồm các cảnh quan cổ. Các cảnh quan nguyên sinh, cảnh quan bảo tồn hoặc cảnh quan phục hồi cũng thuộc nhóm này. Sau khi không còn chịu tác động của con người, một cảnh quan bị tác động nhân sinh lại tiếp tục được đặt dưới sự điều khiển của các quá trình tự nhiên, phục hồi và trở lại trạng thái cảnh quan tự nhiên.

Giải quyết xung đột giữa các lực văn hóa và cảnh quan tự nhiên là giải pháp cơ bản để phục hồi cảnh quan tự nhiên. Cảnh quan tự nhiên đạt trạng thái cân bằng trước khi chịu tác động của con người. Thời gian cần thiết để một khu vực trở lại trạng thái cảnh quan tự nhiên vì thế thường được gọi là "thời kỳ bỏ qua". Hầu hết mọi người công nhận dễ dàng một "cảnh quan bị quên lãng". Tác động con người đến các cảnh quan tự nhiên gây tuyệt chủng nhiều loài sinh vật địa phương, gây mất cân bằng sinh thái, phá hủy nơi sống, ô nhiễm môi trường. Do vậy, trong nhiều giải pháp được áp dụng để một khu vực trở lại thành cảnh quan tự nhiên, giải pháp tiên quyết là phải loại bỏ được các vật tạo tác văn hóa thu hút con người.

Hiện nay, hệ thống các di sản thiên nhiên (*natural heritage*) có các đặc trưng tương tự với cảnh quan tự nhiên được áp dụng rộng rãi trong công tác quy hoạch lãnh thổ, điển hình là khu di sản thiên nhiên (*natural heritage area*), hệ thống di sản thiên nhiên (*natural heritage system*). Theo

Công ước Di sản Thế giới, di sản thiên nhiên được xác định bởi các đặc điểm tự nhiên về vật lý, sinh học, kiến tạo có giá trị nổi bật toàn cầu xét theo quan điểm thẩm mỹ hoặc khoa học; hoặc các đặc trưng về kiến tạo, địa chất, địa lý tự nhiên và các khu vực có ranh giới được xác định chính xác tạo thành một nơi sống của các loài động thực vật đang bị đe dọa có giá trị nổi bật toàn cầu xét theo quan điểm khoa học hoặc bảo tồn. Hệ thống này có vai trò quan trọng trong bảo vệ đa dạng sinh học, duy trì sức khỏe của các hệ sinh thái tự nhiên, cung cấp các dịch vụ nghỉ dưỡng và giải trí nhằm nâng cao sức khỏe con người và cộng đồng địa phương.

### 14.3. CẢNH QUAN VĂN HÓA

#### 14.3.1. Khái niệm

Thuật ngữ và khái niệm về cảnh quan văn hóa được sử dụng phổ biến hiện nay có nguồn gốc từ hội họa cảnh quan truyền thống ở châu Âu. Thuật ngữ "cảnh quan" (landscape) tự bản thân nó đã là sự kết hợp "đất đai" (*land*) với một động từ gốc tiếng Đức là "tạo hình" (*scapjan/schaffen*), hiểu theo nghĩa đen là "đất đai được tạo hình" (*landshaffen*). Những chi tiết độc đáo của các *landshaffen* đã trở thành chủ đề của hội họa cảnh quan. Tính từ thế kỷ XIV cho đến thế kỷ XVII, tại châu Âu, bên cạnh mô phỏng theo nghệ thuật Cổ đại, nghiên cứu thiên nhiên cũng là một loại hình đặc sắc của trào lưu nghệ thuật thời kỳ Phục Hưng. Nhiều họa sĩ châu Âu đã vẽ cảnh quan văn hóa hài hòa với con người, giảm bớt con người trong các bức họa để biểu thị các cảnh quan đặc trưng rộng hơn.

Nhà địa lý người Đức Otto Schluter được xem là người đầu tiên sử dụng thuật ngữ cảnh quan văn hóa theo nghĩa học thuật vào đầu thế kỷ XX. Năm 1908, Schluter lập luận rằng, định nghĩa địa lý học như là một

*landschaftskunde* (tiếng Đức, nghĩa là "khoa học cảnh quan") sẽ tạo cho địa lý học một đối tượng nghiên cứu không bị chia sẻ bởi các khoa học khác. Ông đã xác định hai dạng cảnh quan cơ bản trên Trái Đất là *urlandschaft* (cảnh quan tự nhiên, theo quan điểm của ông là cảnh quan đã tồn tại trước khi bị con người làm thay đổi) và *kulturlandschaft* (cảnh quan văn hóa, là cảnh quan được tạo bởi nền văn hóa của con người). Schluter cũng cho rằng nhiệm vụ chính của địa lý học là theo dõi sự thay đổi trong hai dạng cảnh quan đó.

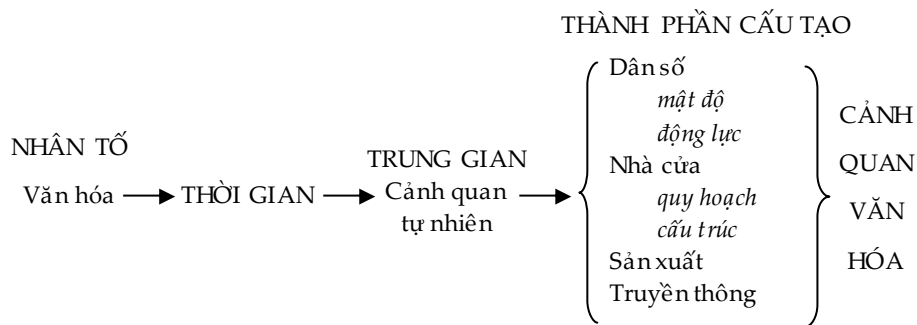


Hình 14.2. Bức họa "Thánh Helena của Constantinople" mô tả hoàng hậu Helena Augusta cầm di vật của cây thánh giá thật của Chúa Giêsu đã thất lạc được chính bà tìm thấy trên núi Canvê, Giêrusalem. Bức tranh này lấy bối cảnh là cảnh quan cổ thuộc dải đồi Valdobbiadene, vùng Veneto, Italia. Bên trái là hai ảnh chụp cảnh quan văn hóa hiện tại của vùng này.

Cùng chung quan điểm với Schluter, nhà cảnh quan học Xô Viết Berg (1925) cũng cho rằng, nhiệm vụ quan trọng trong nghiên cứu cảnh quan là cần phải phân tích cả các mối quan hệ tồn tại giữa các hợp phần tự nhiên của cảnh quan với dân cư và nền văn hóa của con người. Sự

hợp nhất giữa các thành phần này chính là cơ sở để tạo ra một cảnh quan thống nhất hoàn chỉnh.

Nhà địa lý nhân văn Hoa Kỳ Sauer là người có đóng góp quan trọng nhất về tư tưởng và phát triển các nguyên lý khoa học về cảnh quan văn hóa tại Hoa Kỳ. Cho đến đầu thế kỷ thứ XX, địa lý học tại Hoa Kỳ chỉ nghiên cứu giới hạn tại khu vực bờ Đông và Trung Tây Hoa Kỳ. Năm 1923, Sauer phát triển các tư tưởng địa lý của trường phái Berkeley, đề cập tới nhiệm vụ nghiên cứu địa lý vùng với các nội dung trọng tâm về cảnh quan, văn hóa và lịch sử. Năm 1925, ông đưa ra một định nghĩa về cảnh quan văn hóa: "*Cảnh quan văn hóa được tạo thành từ một cảnh quan tự nhiên bởi một nhóm văn hóa, trong đó văn hóa là tác nhân, tự nhiên là môi trường và cảnh quan văn hóa là kết quả*". Trong mô hình cảnh quan văn hóa của Sauer, tự nhiên đóng vai trò là môi trường xảy ra các hoạt động văn hóa của con người. Các cảnh quan tự nhiên cũng là yếu tố trung gian, chịu tác động của các nhân tố văn hóa theo thời gian hình thành cảnh quan văn hóa.



Hình 14.3. Mô hình của Sauer (1925) về cảnh quan văn hóa

Tính đặc thù của cảnh quan văn hóa được xem xét ở nhiều góc độ khác nhau, bao gồm hình dạng, các quá trình nội tại và mối quan hệ tương tác. Được hình thành từ cảnh quan tự nhiên, cảnh quan văn hóa chịu sự tác động của yếu tố văn hóa theo một quan hệ tương hỗ, thuận nghịch, thậm chí là quan hệ điều khiển. Văn hóa không chỉ tác động đến

hình dạng cảnh quan mà còn tác động đến các giá trị thẩm mỹ, quan hệ giữa các cảnh quan. Kết quả, cấu trúc và hoạt động của cảnh quan văn hóa đều mang nét pha trộn giữa tự nhiên và văn hóa.



Hình 14.4. Bức họa “Thảm hoa Hà Lan” nổi tiếng của Van Gogh thể hiện các đặc trưng tự nhiên - văn hóa của cảnh quan nông thôn của Hà Lan

Không phải bất kỳ cảnh quan nào bị con người biến đổi cũng là cảnh quan văn hóa. Cảnh quan được hình thành do những tác động của con người tới cảnh quan tự nhiên được gọi chung là cảnh quan nhân sinh. Cảnh quan văn hóa cũng là cảnh quan bị biến đổi bởi hoạt động kinh tế của con người (điểm này tương tự với cảnh quan nhân sinh), nhưng có mục đích cụ thể (Từ điển Elsevier về Địa lý, 2007), là kết quả

của những hoạt động văn hoá lên cảnh quan tự nhiên (Sauer, 1925), và phải cung cấp được những dịch vụ có lợi và có giá trị gia tăng cho cả xã hội con người và thiên nhiên.

Biến đổi cảnh quan văn hóa biểu thị mối tương tác động lực giữa các lực tự nhiên và lực văn hóa. Tốc độ và cường độ biến đổi cảnh quan văn hóa phụ thuộc vào sự đổi mới công nghệ và thay đổi xã hội (Antrop, 2000), là kết quả của tái tổ chức đất đai liên tục nhằm đáp ứng được nhu cầu gia tăng của xã hội con người. Chẳng hạn, một nghiên cứu của Antrop (2005) đã chỉ ra rằng, tại châu Âu, sự tăng tốc độ và cường độ biến đổi cảnh quan có thể quan sát thấy rõ ràng từ thế kỷ XVIII. Những biến đổi có liên quan đến tăng trưởng dân số và đô thị hóa được phân chia theo ba thời kỳ sau:

- *Các cảnh quan văn hóa trong thời kỳ trước thế kỷ XVIII*: các cảnh quan văn hóa vẫn duy trì nhiều di tích và cấu trúc trong quá khứ, được coi là các cảnh quan truyền thống.

- *Các cảnh quan văn hóa trong thời kỳ từ thế kỷ XVIII tới trước Thế chiến lần thứ hai*: các cảnh quan công nghiệp và đô thị mở rộng chiếm ưu thế. Những biến đổi xảy ra trong nhiều lĩnh vực xã hội và văn hóa làm thay đổi phương thức sinh hoạt và cách ứng xử của con người đối với đất đai và môi trường. Tất cả các cảnh quan văn hóa mới hình thành được "xếp chồng" lên trên các cảnh quan truyền thống và dần thay thế các cảnh quan văn hóa truyền thống.

- *Các cảnh quan văn hóa hiện đại*: được xây dựng từ sau Thế chiến thứ hai, ảnh hưởng nhiều bởi toàn cầu hóa và đô thị hóa, thường được gọi là *các cảnh quan mới hậu hiện đại*.

Hiện nay, khái niệm cảnh quan văn hóa được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khoa học và quản lý. Năm 1992, Ủy ban Di sản Thế giới của UNESCO đã xác định *cảnh quan văn hóa là một lựa chọn cho các*



*tài sản được liệt kê của các di sản không hoàn toàn là dạng tự nhiên và cũng không hoàn toàn là dạng văn hóa (các di sản hỗn hợp).* Theo đó, cảnh quan văn hóa có ba đặc trưng cơ bản là:

- Cảnh quan văn hóa được thiết kế và hình thành bởi hành động có ý thức của con người;

- Cảnh quan văn hóa là cảnh quan tiến hóa hữu cơ, có thể là cảnh quan tàn tích, cảnh quan hóa thạch hoặc cảnh quan duy trì;

- Giá trị của cảnh quan văn hóa do sự kết hợp các yếu tố tôn giáo, nghệ thuật hoặc văn hóa vào các yếu tố tự nhiên.

Hoạt động của Ủy ban Di sản Thế giới đã phổ biến khái niệm cảnh quan văn hóa trên phạm vi toàn thế giới, lan tỏa trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu mà không chỉ bị giới hạn trong địa lý nhân văn như tại thời điểm ban đầu. Tại nhiều quốc gia trên thế giới, các nhóm chuyên gia liên ngành đã tiến hành thực hiện nhiều nội dung quan trọng liên quan tới xác định các cảnh quan văn hóa, đánh giá cảnh quan văn hóa, lập danh sách di sản cảnh quan văn hóa, quản lý cảnh quan văn hóa.

### **14.3.2. Các tiêu chí xác định cảnh quan văn hóa của Ủy ban Di sản Thế giới**

Trong Công ước di sản thế giới của UNESCO năm 1992, các cảnh quan văn hóa trên Trái Đất được xác định theo các nội dung của di sản văn hóa và di sản hỗn hợp.

- *Di sản văn hóa*: gồm di tích và di chỉ. Các di tích là các tác phẩm kiến trúc, tác phẩm điêu khắc và hội họa, các yếu tố hay các cấu trúc có tính chất khảo cổ học, ký tự, nhà ở trong hang đá và các công trình sự kết hợp giữa công trình xây dựng tách biệt hay liên kết lại với nhau mà do kiến trúc của chúng, do tính đồng nhất hoặc vị trí trong cảnh quan, có giá trị nổi bật toàn cầu xét theo quan điểm lịch sử, nghệ thuật và

khoa học. Các di chỉ là các tác phẩm do con người tạo nên hoặc các tác phẩm có sự kết hợp giữa thiên nhiên và nhân tạo, các khu vực trong đó có các di chỉ khảo cổ có giá trị nổi bật toàn cầu xét theo quan điểm lịch sử, thẩm mỹ, dân tộc học hoặc nhân chủng học.

- *Di sản hỗn hợp*: còn gọi là cảnh quan văn hóa, thể hiện mối quan hệ tương hỗ nổi bật giữa văn hóa và thiên nhiên của các khu di sản.

Ủy ban Di sản Thế giới đã xác định và liệt kê danh sách các di sản là các cảnh quan văn hóa có giá trị lớn đối với nhân loại. Để được đưa vào danh sách di sản thế giới, các khu vực đề cử phải có giá trị nổi bật toàn cầu và đáp ứng được ít nhất 1 trong 10 tiêu chí. Trong bản hướng dẫn năm 2002, trong bộ tiêu chí lựa chọn có 6 tiêu chí về văn hóa và 4 tiêu chí về tự nhiên. Năm 2005, Ủy ban Di sản Thế giới đưa ra bộ tiêu chí mới gồm 10 tiêu chí lựa chọn như sau:

(i) Biểu thị một tuyệt tác sáng tạo của con người.

(ii) Biểu hiện sự chuyển đổi quan trọng các giá trị nhân văn, ảnh hưởng đến một thời kỳ hoặc trong một khu vực văn hóa của thế giới, đến sự phát triển trong kiến trúc hoặc kỹ thuật, nghệ thuật đồ sộ, quy hoạch đô thị hoặc thiết kế cảnh quan.

(iii) Mang tính độc nhất vô nhị, hoặc tối thiểu là một bằng chứng độc đáo về một truyền thống văn hóa hoặc về một nền văn minh đang tồn tại hoặc đã mất.

(iv) Là một ví dụ nổi bật của một loại hình xây dựng, quần thể hoặc cảnh quan kiến trúc hoặc kỹ thuật điển hình cho một hoặc nhiều giai đoạn quan trọng trong lịch sử loài người.

(v) Là một ví dụ nổi bật của một khu quần cư, sử dụng đất, hoặc sử dụng biến truyền thống của con người đại diện cho một hoặc nhiều nền văn hóa, hoặc con người tương tác với môi trường, đặc biệt là khi mối

quan hệ này đã trở nên dễ bị tổn thương dưới tác động của những thay đổi không thể phục hồi.

(vi) Liên hệ trực tiếp, rõ ràng với các sự kiện hoặc sinh hoạt truyền thống, với những ý tưởng, tín ngưỡng, các tác phẩm văn học nghệ thuật có tầm quan trọng nổi bật.

(vii) Chứa đựng các hiện tượng hoặc các khu vực tự nhiên cao nhất hoặc các khu vực có vẻ đẹp tự nhiên đặc biệt và giá trị thẩm mỹ quan trọng.

(viii) Là ví dụ nổi bật đại diện cho các giai đoạn chính của lịch sử Trái Đất, bao gồm lược sử sự sống, các quá trình địa chất quan trọng đang diễn ra trong sự phát triển của địa hình, các đặc trưng địa mạo hoặc địa lý tự nhiên quan trọng.

(ix) Là các ví dụ nổi bật đại diện cho các quá trình sinh học và sinh thái học quan trọng đang diễn ra trong sự tiến hóa và phát triển của các hệ sinh thái, các quần xã động thực vật trên đất liền, nước lục địa, ven biển và đại dương.

(x) Chứa đựng các nơi sống tự nhiên quan trọng và có ý nghĩa nhất đối với bảo tồn nội vi đa dạng sinh học, bao gồm những nơi sống có chứa loài bị đe dọa có các giá trị phổ biến nổi bật theo quan điểm khoa học hoặc bảo tồn.

Các tiêu chí ở trên được dẫn ra trong "Bản hướng dẫn hoạt động", hoặc được viết đầy đủ là "Các hướng dẫn hoạt động đối với việc thực hiện của Công ước Di sản Thế giới" của Ủy ban Di sản Thế giới. Trong bản hướng dẫn năm 2002, các tiêu chí tự nhiên được lồng ghép trong các tiêu chí về văn hóa, từ tiêu chí (i) đến tiêu chí (iv). Trong bản hướng dẫn năm 2005, các tiêu chí tự nhiên được tách riêng biệt, gồm các tiêu chí từ (viii) đến (x).

Bảng 14.1. So sánh các tiêu chí xác định cảnh quan văn hóa trong bản hướng dẫn năm 2002 và 2005 của Ủy ban Di sản Thế giới

Bản hướng dẫn	Các tiêu chí văn hóa						Các tiêu chí tự nhiên			
Bản hướng dẫn năm 2002	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
Bản hướng dẫn năm 2005	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(viii)	(ix)	(vii)	(x)

Tính đến thời điểm tháng 9/2012, Ủy ban Di sản Thế giới đã đưa vào danh sách 962 di sản thế giới với các giá trị nổi bật toàn cầu. Trong danh sách này có 745 di sản văn hóa, 188 di sản thiên nhiên và 29 di sản hỗn hợp thuộc 157 quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới. Italia là quốc gia có số lượng di sản thế giới nhiều nhất (47 di sản), tiếp theo là Tây Ban Nha (44 di sản) và Trung Quốc (43 di sản).

Vườn Quốc gia Tongariro, New Zealand (1993) là khu vực đầu tiên trên thế giới được ghi nhận trong danh sách di sản thế giới theo các tiêu chí mô tả cảnh quan văn hóa. Vườn Quốc gia Tongariro có các núi lửa hoạt động hoặc đã ngưng hoạt động, các hệ sinh thái đa dạng và các cảnh quan kỳ vĩ. Hệ thống núi ở trung tâm Vườn Quốc gia này có tầm quan trọng văn hóa và tôn giáo đối với tộc người Maori và là biểu tượng của sự liên hệ tinh thần giữa cộng đồng này với môi trường.



*Hình 14.5. Vườn Quốc gia Tongariro, New Zealand được công nhận là di sản thế giới đầu tiên trên thế giới vào năm 1993 theo các tiêu chí cảnh quan văn hóa*

Đối với Việt Nam, hiện có bảy di sản thế giới đã được Ủy ban Di sản Thế giới công nhận, bao gồm hai di sản thiên nhiên thế giới (vịnh Hạ Long, Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng) và năm di sản văn hóa thế giới (quần thể di tích Cố đô Huế, Phố cổ Hội An, thánh địa Mỹ Sơn, khu di tích trung tâm Hoàng thành Thăng Long và khu di tích thành nhà Hồ). Trong đó, Vịnh Hạ Long được công nhận hai lần về giá trị thẩm mỹ (năm 1994, theo tiêu chuẩn vii) và giá trị ngoại hạng toàn cầu về địa chất - địa mạo (năm 2000, theo tiêu chuẩn viii).

Ở quy mô quốc gia, xác định và bảo vệ các di sản văn hóa được quy định trong luật Di sản Văn hóa số 28/2001/QH10 và luật Sửa đổi, bổ sung một số điều của luật Di sản Văn hóa số 32/2009/QH12. Quốc hội Việt Nam khóa X đã xác định "di sản văn hoá Việt Nam là tài sản quý giá của cộng đồng các dân tộc Việt Nam và là một bộ phận của di sản văn hoá

*nhân loại, có vai trò to lớn trong sự nghiệp dựng nước và giữ nước của nhân dân ta”.*

Các tiêu chí xác định đối với các di sản văn hóa đã được đưa ra tại điều 28 và điều 32 thuộc mục 1, chương IV trong luật Di sản Văn hóa số 28/2001/QH10 như sau:

- *Di tích lịch sử - văn hoá*: di tích lịch sử - văn hóa là công trình xây dựng, địa điểm và các di vật, cổ vật, bảo vật quốc gia thuộc công trình, địa điểm đó có giá trị lịch sử, văn hoá, khoa học, được xác định theo năm tiêu chí sau đây:

(i) Công trình xây dựng, địa điểm gắn với sự kiện lịch sử tiêu biểu trong quá trình dựng nước và giữ nước;

(ii) Công trình xây dựng, địa điểm gắn với thân thế và sự nghiệp của anh hùng dân tộc, danh nhân của đất nước;

(iii) Công trình xây dựng, địa điểm gắn với sự kiện lịch sử tiêu biểu của các thời kỳ cách mạng, kháng chiến;

(iv) Địa điểm có giá trị tiêu biểu về khảo cổ;

(v) Quần thể các công trình kiến trúc hoặc công trình kiến trúc đơn lẻ có giá trị tiêu biểu về kiến trúc, nghệ thuật của một hoặc nhiều giai đoạn lịch sử.

- *Danh lam thắng cảnh*: danh lam thắng cảnh là cảnh quan thiên nhiên hoặc địa điểm có sự kết hợp giữa cảnh quan thiên nhiên với công trình kiến trúc có giá trị lịch sử, thẩm mỹ, khoa học, được xác định theo 2 tiêu chí sau đây:

(i) Cảnh quan thiên nhiên hoặc địa điểm có sự kết hợp giữa cảnh quan thiên nhiên với công trình kiến trúc có giá trị thẩm mỹ tiêu biểu;

(ii) Khu vực thiên nhiên có giá trị khoa học về địa chất, địa mạo, địa lý, đa dạng sinh học, hệ sinh thái đặc thù hoặc khu vực thiên nhiên chứa đựng những dấu tích vật chất về các giai đoạn phát triển của Trái Đất.

Tại Điều 1 trong luật Sửa đổi, bổ sung một số điều của luật Di sản Văn hóa số 32/2009/QH12 đã đưa ra một số sửa chữa, bổ sung về xếp hạng các di tích lịch sử - văn hóa, danh lam thắng cảnh (gọi chung là di tích) như sau:

- *Di tích cấp tỉnh*: là di tích có giá trị tiêu biểu của địa phương, gồm:

(i) Công trình xây dựng, địa điểm ghi dấu sự kiện, mốc lịch sử quan trọng của địa phương hoặc gắn với nhân vật có ảnh hưởng tích cực đến sự phát triển của địa phương trong các thời kỳ lịch sử;

(ii) Công trình kiến trúc, nghệ thuật, quần thể kiến trúc, tổng thể kiến trúc đô thị và địa điểm cư trú có giá trị trong phạm vi địa phương;

(iii) Địa điểm khảo cổ có giá trị trong phạm vi địa phương;

(iv) Cảnh quan thiên nhiên hoặc địa điểm có sự kết hợp giữa cảnh quan thiên nhiên với công trình kiến trúc, nghệ thuật có giá trị trong phạm vi địa phương.

- *Di tích quốc gia*: là di tích có giá trị tiêu biểu của quốc gia, bao gồm:

(i) Công trình xây dựng, địa điểm ghi dấu sự kiện, mốc lịch sử quan trọng của dân tộc hoặc gắn với anh hùng dân tộc, danh nhân, nhà hoạt động chính trị, văn hóa, nghệ thuật, khoa học nổi tiếng có ảnh hưởng quan trọng đối với tiến trình lịch sử của dân tộc;

(ii) Công trình kiến trúc, nghệ thuật, quần thể kiến trúc, tổng thể kiến trúc đô thị và địa điểm cư trú có giá trị tiêu biểu trong các giai đoạn phát triển kiến trúc, nghệ thuật Việt Nam;

(iii) Địa điểm khảo cổ có giá trị nổi bật đánh dấu các giai đoạn phát triển của văn hóa khảo cổ;

(iv) Cảnh quan thiên nhiên đẹp hoặc địa điểm có sự kết hợp giữa cảnh quan thiên nhiên với công trình kiến trúc, nghệ thuật hoặc khu vực thiên nhiên có giá trị khoa học về địa chất, địa mạo, địa lý, đa dạng sinh học, hệ sinh thái đặc thù.

- *Di tích quốc gia đặc biệt*: là di tích có giá trị đặc biệt tiêu biểu của quốc gia, bao gồm:

(i) Công trình xây dựng, địa điểm gắn với sự kiện đánh dấu bước chuyển biến đặc biệt quan trọng của lịch sử dân tộc hoặc gắn với anh hùng dân tộc, danh nhân tiêu biểu có ảnh hưởng to lớn đối với tiến trình lịch sử của dân tộc;

(ii) Công trình kiến trúc, nghệ thuật, quần thể kiến trúc, tổng thể kiến trúc đô thị và địa điểm cư trú có giá trị đặc biệt đánh dấu các giai đoạn phát triển kiến trúc, nghệ thuật Việt Nam;

(iii) Địa điểm khảo cổ có giá trị nổi bật đánh dấu các giai đoạn phát triển văn hóa khảo cổ quan trọng của Việt Nam và thế giới;

(iv) Cảnh quan thiên nhiên nổi tiếng hoặc địa điểm có sự kết hợp giữa cảnh quan thiên nhiên với công trình kiến trúc, nghệ thuật có giá trị đặc biệt của quốc gia hoặc khu vực thiên nhiên có giá trị về địa chất, địa mạo, địa lý, đa dạng sinh học và hệ sinh thái đặc thù nổi tiếng của Việt Nam và thế giới.

### **14.3.3. Phục hồi và cải tạo cảnh quan văn hóa**

#### ***a) Khái niệm và nội dung***



Phục hồi cảnh quan văn hóa yêu cầu phải đưa tất cả các thành phần cấu trúc và chức năng của cảnh quan trở lại trạng thái cần phục hồi ban đầu. Cải tạo cảnh quan được áp dụng khi cảnh quan không có khả năng phục hồi; trong trường hợp này, chỉ cần phục hồi một số thành phần cơ bản của cảnh quan văn hóa. Việc lựa chọn thành phần và cấu trúc cảnh quan thường theo hướng ưu tiên cho các mục đích sinh thái và thẩm mỹ. Trên thực tế, phục hồi cảnh quan văn hóa thường rất khó thực hiện hoặc thậm chí bất khả thi. Cải tạo cảnh quan được xem là giải pháp khả thi hơn.

Nhiều cảnh quan văn hóa trên Trái Đất hiện đang đối mặt với nguy cơ bị hủy hoại hoặc biến mất hoàn toàn bởi các nguyên nhân về tự nhiên (thiên tai, biến đổi khí hậu, nước biển dâng), phát triển kinh tế xã hội hoặc chiến tranh, xung đột quân sự. Trong danh sách di sản thế giới do Ủy ban Di sản Thế giới công bố năm 2012, có tới 39 di sản thuộc 30 quốc gia và vùng lãnh thổ được xếp vào danh sách những di sản trong tình trạng nguy hiểm. Sự hủy hoại nhiều di sản văn hóa thế giới đã làm dấy lên phong trào phục hồi và cải tạo các cảnh quan văn hóa.

Trên bình diện quốc tế, Hoa Kỳ là quốc gia đầu tiên khởi xướng phong trào lưu bảo vệ, phục hồi và cải tạo các cảnh quan văn hóa và cảnh quan tự nhiên. Hội nghị về bảo tồn các khu vực tự nhiên tuyệt đẹp trên thế giới, danh lam thắng cảnh và các di tích lịch sử được tổ chức tại Nhà Trắng vào năm 1965. Các hội nghị sau đó được tổ chức bởi IUCN vào năm 1968, tại hội nghị Liên Hiệp Quốc về Con người và Môi trường tại Stockholm vào năm 1972.

Tại Việt Nam, một số khía cạnh về phục hồi và cải tạo cảnh quan văn hóa đã được đề cập tới trong luật Di sản Văn hóa số 28/2001/QH10:

- *Bảo quản di tích lịch sử - văn hoá, danh lam thắng cảnh*: nhằm phòng ngừa, hạn chế những nguy cơ làm hư hỏng mà không làm thay đổi

những yếu tố nguyên gốc vốn có của di tích lịch sử - văn hoá, danh lam thắng cảnh.

- *Tu bổ di tích lịch sử - văn hoá, danh lam thắng cảnh*: nhằm tu sửa, gia cố, tôn tạo di tích lịch sử - văn hoá, danh lam thắng cảnh.

- *Phục hồi di tích lịch sử - văn hoá, danh lam thắng cảnh*: nhằm phục dựng lại di tích lịch sử - văn hoá, danh lam thắng cảnh đã bị huỷ hoại trên cơ sở các cứ liệu khoa học về di tích lịch sử - văn hoá, danh lam thắng cảnh đó.

### ***b) Mô hình phục hồi, cải tạo cảnh quan văn hóa***

Phục hồi và cải tạo cảnh quan văn hóa được thực hiện theo nhiều tiếp cận khác nhau. Ban đầu, các nguyên lý về phục hồi và cải tạo được xây dựng theo tiếp cận hệ sinh thái. Tuy nhiên, trong công tác quy hoạch cảnh quan, nếu chỉ phục hồi và cải tạo ở cấp hệ sinh thái là chưa đủ. Chẳng hạn, nghiên cứu của Suárez (1997) cho thấy, các thảo nguyên giả trên bán đảo Iberia thuộc Tây Ban Nha là một cảnh quan văn hóa, trong đó cần bảo tồn một số loài chim bị đe dọa. Do hầu hết các loài chim này đều yêu cầu nhiều nơi sống khác nhau, do đó phục hồi chỉ một hệ sinh thái riêng lẻ không hiệu quả đối với tất cả các loài này. Trên thực tế, phục hồi cảnh quan văn hóa thường chú trọng nhiều tới các giá trị văn hóa và giá trị sự kiện, ít khi đề cập tới phục hồi đa dạng sinh học và các hệ sinh thái tự nhiên. Trong khi đó, đây lại là những mục tiêu chính trong công tác phục hồi hệ sinh thái (Moreira, 2006). Do đó, cần kết hợp giữa tiếp cận hệ sinh thái và tiếp cận cảnh quan trong công tác phục hồi và cải tạo cảnh quan văn hóa.

*Bảng 14.2. So sánh cách tiếp cận phục hồi hệ sinh thái và phục hồi cảnh quan văn hóa*

<b>Phục hồi hệ sinh thái</b>	<b>Phục hồi cảnh quan văn hóa</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Quan tâm tới một hệ sinh thái; quy mô không gian cần phục hồi nhỏ.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quan tâm tới nhiều hệ sinh thái trong cảnh quan; quy mô không gian cần</li></ul>

	phục hồi rộng.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Đối tượng phục hồi là đa dạng sinh học, các sản phẩm kinh tế bền vững.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Đối tượng phục hồi là các giá trị văn hóa và giá trị sự kiện.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phục hồi ở cấp hệ sinh thái; quan tâm nhiều tới các hợp phần cảnh quan, ít quan tâm tới cấu trúc cảnh quan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phục hồi ở cấp cảnh quan; quan tâm tới cả các hợp phần cảnh quan và cấu trúc cảnh quan.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cải thiện các khu vực đã bị suy thoái và duy trì các hệ sinh thái bản địa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duy trì các mảnh nơi sống đã bị suy thoái (theo cách tiếp cận hệ sinh thái), thậm chí có thể hủy hoại các hệ sinh thái bản địa.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Không phục hồi các loài ngoại lai.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duy trì các loài ngoại lai.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phụ thuộc nhiều vào các kỹ thuật truyền thống hoặc hiện đại; chi phí và tính hiệu quả của kỹ thuật là tiêu chí lựa chọn quan trọng nhất.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Các kỹ thuật quản lý cảnh quan truyền thống được ưu tiên cao hơn so với các kỹ thuật hiện đại.</li> </ul>

(Nguồn: *Moreira, 2006*)

Hình dưới đây trình bày một mô hình của Hobbs và Norton (1996) phục hồi và cải tạo cảnh quan văn hóa. Trong mô hình, bốn thành phần cơ bản cần được phục hồi hoặc cải tạo của cảnh quan văn hóa bao gồm:

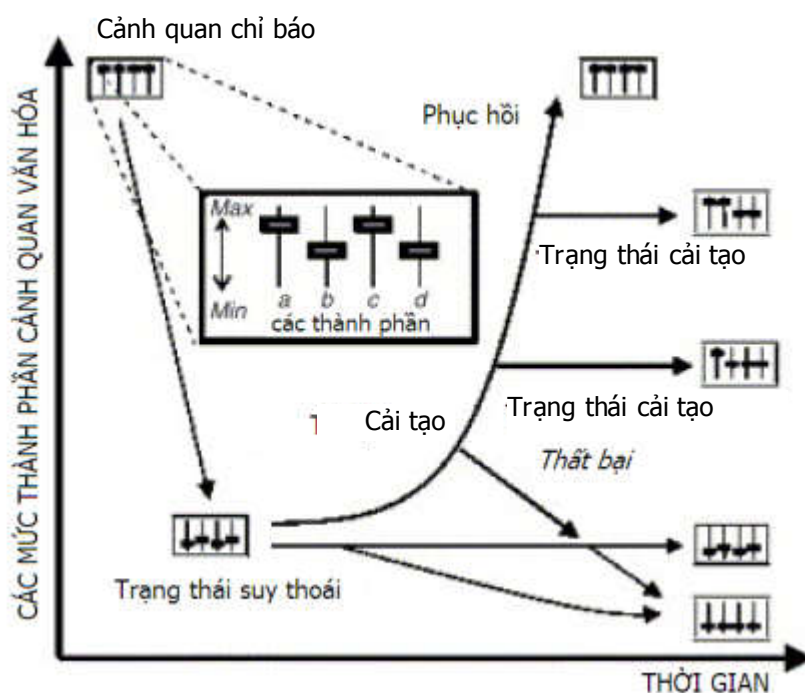
- *Thành phần và cấu trúc cảnh quan*: biểu thị đặc trưng không gian của cảnh quan, các yếu tố cá thể hoặc cấu trúc hình thái. Chẳng hạn, đặc điểm tổ chức và sắp xếp trong không gian của các yếu tố cảnh quan, hệ sinh thái hoặc hệ thống sử dụng đất.

- *Các kỹ thuật quản lý đất đai truyền thống*: các kỹ thuật này được hình thành trong phạm vi cảnh quan cần phục hồi, bao gồm sức kéo động vật, chăn thả gia súc, các thiết bị và công cụ lao động, kỹ thuật canh tác và tổ chức lao động.

- *Các yếu cấu trúc dạng tuyến và điểm*: các yếu tố này được phân chia riêng do chúng hình thành nên một phần độc lập của phục hồi cảnh

quan như các vách đá, các bậc thang (ruộng bậc thang), đường mòn, các mảnh rừng nhỏ, ao hồ,...

- Các đặc trưng di sản: bao gồm các yếu tố dân tộc học gắn liền với các kỹ thuật truyền thống và các công cụ, kiến trúc, hình thái ngôn ngữ, các dạng đặc thù của tổ chức xã hội,...



Hình 14.6. Mô hình phục hồi và cải tạo cảnh quan văn hóa (Hobbs và Norton, 1996)

Bốn thành phần phục hồi của một cảnh quan có các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất tương ứng với mức độ bị hủy hoại. Trong cảnh quan chỉ báo, các thành phần đạt giá trị lớn nhất. Khi sự suy thoái xảy ra, một hoặc nhiều thành phần sẽ lần lượt nhận các giá trị thấp hơn với tốc độ khác nhau, chẳng hạn các kỹ thuật truyền thống sẽ mất nhanh hơn thành phần và cấu trúc cảnh quan. Hoạt động cải tạo cảnh quan tác động đến một số thành phần, tạo ra các trạng thái cải tạo khác nhau. Cảnh quan văn hóa đã được phục hồi có tất cả các thành phần đều đạt

giá trị cực đại. Trong trường hợp cải tạo không thực hiện hoặc bị thất bại, các trạng thái suy thoái sẽ tiếp tục duy trì hoặc trở nên tồi tệ hơn.

Hai nguyên tắc căn bản sau cần được quan tâm trong mô hình phục hồi và cải tạo cảnh quan văn hóa:

- *Xác định các cảnh quan chỉ báo*

Mục đích phục hồi là tác động vào một đối tượng tự nhiên để khôi phục trạng thái ban đầu hoặc trở lại điều kiện trước khi bị hủy hoại. Trong phục hồi sinh thái, các điều kiện ban đầu được gọi là hệ thống chỉ báo, có ý nghĩa chỉ thị cho giới hạn phục hồi. Chẳng hạn, các phân mảnh của hệ sinh thái còn sót lại được coi là chỉ báo tiềm năng trong phục hồi sinh thái. Đối với cảnh quan, hệ thống chỉ báo thường bị giới hạn hoặc bị làm nhiễu bởi các tầng lịch sử và văn hóa. Tuy nhiên, phục hồi cảnh quan có thể căn cứ vào các kiểu chỉ báo cơ bản sau đây:

- *Kiểu lưu trữ (khác địa điểm, cùng thời gian)*: thông tin về thành phần và cấu trúc được chứa trong các phần tử cảnh quan được bảo tồn tốt.

- *Kiểu khảo cổ học (cùng địa điểm, khác thời gian)*: nghiên cứu lịch sử sử dụng đất có thể cung cấp thông tin cho phục hồi cảnh quan, tốt nhất là trong trường hợp có đủ dữ liệu tại cùng một khu vực nghiên cứu.

- *Tự chỉ báo (cùng địa điểm, cùng thời gian)*: các bằng chứng hiện trạng sử dụng cảnh quan có thể đưa ra các thông tin về cảnh quan trong quá khứ.

- *Xác định các yếu tố di lưu cần được bảo tồn*

Các yếu tố di lưu trong cảnh quan văn hóa được hình thành trong quá khứ và hiện còn được lưu giữ lại trong cấu trúc cảnh quan hiện tại. Các tầng thổ nhưỡng di lưu, các dạng địa hình sót, các loài sinh vật hóa thạch sống,... vẫn còn sót lại trong cảnh quan mặc dù không còn phù

hợp với điều kiện hiện tại. Các yếu tố này phản ánh điều kiện tự nhiên trong quá khứ và giải thích đặc điểm của cảnh quan văn hóa hiện đại.

## **14.4. CÁC CẢNH QUAN TỰ NHIÊN VÀ CẢNH QUAN VĂN HÓA PHỔ BIẾN TRÊN TRÁI ĐẤT**

### **14.4.1. Cảnh quan tự nhiên**

Các cảnh quan tự nhiên còn lại trên Trái Đất hiện đang bị thu hẹp đáng kể bởi các hoạt động phát triển của con người. Các cảnh quan tự nhiên còn sót lại thường phân bố ở những môi trường khắc nghiệt nhất, khó tiếp cận nhất hoặc được bảo vệ nghiêm ngặt: sa mạc, vùng cực, đỉnh núi cao, các khu bảo tồn thiên nhiên. Sa mạc Sahara (khô cằn nhất), Bắc Cực và Nam Cực (lạnh nhất), vùng núi Himalaya (cao nhất), rừng Amazon (được bảo vệ nghiêm ngặt) chứa đựng các cảnh quan tự nhiên đặc sắc nhất trên Trái Đất. Các cảnh quan tự nhiên rừng mưa nhiệt đới thuộc đồng bằng châu thổ sông Amazon được bảo vệ trong các khu bảo tồn thiên nhiên. Bảo vệ nguồn tài nguyên sinh vật và đa dạng sinh học, tạo nơi dự trữ sinh quyển nơi đây luôn được ưu tiên hàng đầu nhằm đảm bảo sự tồn tại và phát triển bền vững của nhân loại.

Cảnh quan tự nhiên có những đặc trưng cơ bản về cấu trúc và chức năng như sau:

- Cảnh quan tự nhiên có cấu trúc đặc thù do kết hợp giữa thể nền kết nối cao bao quanh một số ít các mảnh rời rạc và hành lang tự nhiên. Trên ảnh hàng không hoặc ảnh vệ tinh, cảnh quan tự nhiên có cấu trúc thô, ranh giới giữa các yếu tố cảnh quan mềm mại, ít khi có ranh giới thẳng và thường không rõ ràng;

- Phần lớn các mảnh rời rạc trong cảnh quan tự nhiên là nơi sống nguồn do có khả năng sản xuất hoặc tái sản xuất sinh học cao. Trong

cảnh quan phát hiện được số lượng ít các mảnh rời rạc hình thành do xáo động. Mảnh rời rạc có kích thước mảnh trung bình lớn, giá trị biến thiên kích thước mảnh rời rạc cao thể hiện sự khác biệt lớn về kích thước giữa các khoảnh rừng tự nhiên và quy mô khu vực bị xáo động;

- Trong cảnh quan tự nhiên chủ yếu là hành lang sông, suối;

- Sinh khối trong cảnh quan tự nhiên được tích lũy ở mức tối đa. Nguyên nhân do cường độ quang hợp của thực vật rất cao và phần lớn năng lượng được sử dụng để sản xuất sinh khối. Tuy nhiên, tốc độ phân huỷ sinh khối cao nên sản lượng tinh có khả năng cung cấp cho con người chỉ ở mức thấp;

- Trong cảnh quan tự nhiên, quá trình rửa trôi các chất dinh dưỡng xảy ra với tốc độ nhỏ;

- Cảnh quan tự nhiên chứa đựng các hệ sinh thái, các quần xã có độ đa dạng loài và độ phong phú loài cao.

Các nhân tố cơ bản tác động đến cảnh quan tự nhiên bao gồm chăn thả gia súc, chuyển đổi đất rừng sang đất canh tác,... Hệ quả, tạo ra các yếu tố cảnh quan mới có mô hình phân bố phân tán với những đặc trưng cơ bản sau:

- Mật độ hành lang và mảnh rời rạc tăng, độ kết nối trong thể nền giảm;

- Các loài động vật bản địa yêu cầu nơi sống tự nhiên bị đe dọa;

- Vật nuôi, động vật bản địa, thực vật nhập cư và con người có khả năng xâm nhập dễ dàng vào khu vực bao quanh trước đây khó tiếp cận;

- Vị trí xuất hiện các yếu tố cảnh quan mới cũng chính là vị trí từ đó phát động và tăng cường các tác động nhân sinh, mở rộng diện tích cơ sở hạ tầng sang phạm vi ranh giới thể nền tự nhiên. Các yếu tố này còn được gọi là "hạt nhân" của các hoạt động phát triển.



Hình 14.7. Cảnh quan tự nhiên đồng bằng châu thổ sông Amazon có thể nền rừng tự nhiên kết nối cao bao quanh một số ít các mảnh rời rạc và hành lang sông tự nhiên

## 14.4.2. Cảnh quan nông nghiệp

### *a) Cấu trúc và chức năng*

Nông nghiệp là một phạm trù rộng bao gồm các kỹ năng và công nghệ, phương thức mở rộng diện tích đất đai thích hợp đối với cây trồng, phát triển hệ thống kênh đào và các hình thức tưới tiêu. Canh tác cây trồng trên đất canh tác và chăn thả gia súc là nền móng của nông nghiệp. Hoạt động nông nghiệp làm hình thành các cảnh quan nông nghiệp từ các cảnh quan tự nhiên. Cảnh quan nông nghiệp được con người xây dựng với mục đích sản xuất lương thực thực phẩm thông qua hoạt động canh tác và phát triển các hệ thống cây trồng vật nuôi. Cảnh quan này là hệ thống lãnh thổ phức tạp bao gồm các khu quần cư



nông thôn, các hệ sinh thái tự nhiên và hệ sinh thái nhân tác phân bố phân tán trong một khu canh tác nông nghiệp rộng lớn.

Phát triển nông nghiệp và hình thành các cảnh quan nông nghiệp có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong lịch sử nhân loại. Hoạt động này làm tăng sức tải của hệ sinh thái đối với con người trong bối cảnh kích thước quần thể loài người đang tăng trưởng quá nhanh. Nông nghiệp phát triển dẫn đến sự tiến lên của nền văn minh nhân loại, với nghề làm nông hoặc thuần hóa cây trồng vật nuôi, tạo thặng dư lương thực để nuôi sống dân cư và tạo ra sự phân tầng xã hội. Sản xuất nông nghiệp bền vững (nông nghiệp sinh thái hoặc nông nghiệp hữu cơ) và sản xuất chuyên canh (nông nghiệp công nghiệp hóa) được phát triển mở rộng ở nhiều quốc gia, hiện đang tạo ra nhiều hệ quả khác nhau ở cả khía cạnh thu nhập kinh tế và nảy sinh các vấn đề xã hội, môi trường.

Cấu trúc cảnh quan nông nghiệp có đặc trưng cơ bản như sau:

- Mảnh rời rạc và hành lang trong cảnh quan nông nghiệp thường có số lượng lớn, độ kết nối của thể nền thấp;

- Trong cảnh quan nông nghiệp, các khu quần cư nông thôn (làng, bản, thôn, xóm,...) là yếu tố cảnh quan mới, có hình dạng đường thẳng, đường tròn hoặc hình mạng lưới. Cấu trúc các khu quần cư thường ổn định trong khoảng thời gian dài, có thể hàng thế kỷ. Cấu trúc này có thể bị phá vỡ bởi các tai biến thiên nhiên, chẳng hạn lũ lụt, xói lở bờ biển, xâm nhập mặn,...;

- Các yếu tố cảnh quan dạng tuyến chiếm ưu thế trong cảnh quan nông nghiệp. Ở khu vực đồng bằng, các yếu tố dạng tuyến là đường giao thông, bờ ruộng, hệ thống tưới tiêu,... Ở miền núi, các yếu tố dạng tuyến có hình thái sắc nét kết hợp với đường cong tự nhiên của địa hình hoặc các hệ thống thoát nước tự nhiên;

- Cảnh quan nông nghiệp có số lượng mảnh rời rạc cao, giá trị biến thiên kích thước mảnh thấp, biểu hiện sự khác biệt không lớn về kích thước giữa các mảnh. Số lượng mảnh rời rạc bị phá hủy ít; ngược lại, số lượng mảnh canh tác luôn chiếm ưu thế;

- Mạng lưới hành lang thường chiếm ưu thế và dễ quan sát thấy. Hành lang sông suối thường chỉ còn sót lại một ít tàn tích. Các hành lang đường giao thông phổ biến, kết nối các khu quần cư nông thôn;

- Thể nền thường là khu vực canh tác nông nghiệp, có độ kết nối thấp. Thể nền chiếm diện tích lớn trong cảnh quan trong trường hợp chỉ canh tác một hoặc một số ít loại cây trồng. Ngược lại, trong trường hợp canh tác dựa trên xen canh cây trồng, thể nền có diện tích nhỏ hoặc khó xác định loại yếu tố cảnh quan nào là thể nền.

Cảnh quan nông nghiệp có hai chức năng chính là *chức năng sản xuất* (cung cấp lương thực) và *chức năng phi sản xuất* (cung cấp các dịch vụ khác ngoài lương thực). Các chức năng này tạo ra sản phẩm chủ đạo là lương thực, sợi, nhiên liệu, nguyên liệu thô, thuốc men và các chất kích thích, trang trí và làm cảnh. Trong thế kỷ XXI, thực vật còn được sử dụng làm nhiên liệu sinh học, thuốc sinh học, nhựa sinh học. Các loại lương thực đặc thù bao gồm ngũ cốc, hoa màu, quả và thịt. Nguyên liệu sợi bao gồm bông, len, gai, lụa và lanh. Nguyên liệu thô bao gồm tre và gỗ. Chất kích thích bao gồm thuốc lá, rượu, thuốc phiện, cocain và địa hoàng. Các vật liệu có ích khác cũng được sản xuất từ thực vật như nhựa thông. Nhiên liệu sinh học bao gồm metan từ sinh khối thực vật, ethanol và dầu diesel sinh học. Hoa, quả, cá biển nhiệt đới, chim cảnh,... là những sản phẩm trang trí và làm cảnh.



Hình 14.8. Một cảnh quan nông nghiệp của đồng bằng xứ Wales, được kết hợp bởi các khoảnh đất canh tác rộng, hệ thống các khu biệt thự có vườn và các trang trại công nghiệp; có thể thấy rõ các yếu tố dạng tuyến là đường giao thông, bờ ruộng và hệ thống tưới tiêu là các yếu tố chủ đạo trong cảnh quan này.

### ***b) Đa dạng sinh học trong cảnh quan nông nghiệp***

So với các cảnh quan khác trên Trái Đất, cảnh quan nông nghiệp có mức độ đa dạng di truyền và đa dạng các loài cây trồng vật nuôi cao nhất. Ngoài ra các loài sinh vật tự nhiên bản địa và ngoại lai cũng đóng vai trò làm tăng đa dạng sinh học ở cảnh quan này.

#### ***\* Đa dạng cây trồng***

Sự khác biệt giữa các hệ thống cây trồng ở các cảnh quan nông nghiệp khác nhau phụ thuộc vào đặc điểm tài nguyên, điều kiện địa lý và khí hậu, chính sách phát triển, áp lực kinh tế, xã hội và chính trị; tâm lý và văn hóa của chủ trang trại.

Sự thay đổi chế độ canh tác trong *chế độ canh tác du canh*, bao gồm phát quang và đốt rừng, tạo ra một hệ thống canh quan nông nghiệp có rừng bị đốt. Chất dinh dưỡng được tạo ra do cháy rừng được cung cấp cho các cây trồng hàng năm và sau đó là các cây trồng lâu năm trong một chu kỳ kéo dài khoảng vài năm. Khu vực này bị bỏ hoang sau đó và rừng tái phát triển, cư dân di chuyển sang một khoảnh rừng mới và quay trở lại sau nhiều năm. Thời kỳ du canh này ngăn lại khi mật độ dân số tăng cao, yêu cầu phải bổ sung phân bón và điều khiển vật hại bằng các biện pháp thủ công.

*Chế độ canh tác cây hàng năm* là giai đoạn phát triển nông nghiệp tiếp theo. Canh tác trong thời kỳ này yêu cầu cần phải bổ sung thêm chất dinh dưỡng và chất bảo vệ thực vật lớn hơn. Quá trình công nghiệp hóa mạnh hơn dẫn đến sự phát triển mở rộng các hệ thống độc canh, trong đó một loài cây trồng được phát triển trên một diện tích canh tác rộng lớn. Do độ đa dạng sinh học thấp, nên dinh dưỡng được sử dụng đồng nhất, các loài gây hại có xu hướng tập trung, đòi hỏi phải sử dụng hàm lượng thuốc trừ sâu và phân bón nhiều hơn. Hệ thống đa canh (với một số cây trồng luân phiên phát triển trong một năm) và hệ thống xen canh (với một số loài cây trồng tăng trưởng trong cùng một thời kỳ) là các hệ thống canh tác cây trồng hàng năm có ưu thế hơn hẳn so với hệ thống độc canh.

Trong môi trường nhiệt đới, tất cả các hệ thống canh tác này đều tồn tại. Trong môi trường cận nhiệt đới và khô hạn, do chế độ mưa là yếu tố sinh thái giới hạn khả năng phân bố thời gian và quy mô sản xuất nông nghiệp, nên không cho phép phát triển nhiều loài cây trồng trong một năm, hoặc phát triển với yêu cầu nghiêm ngặt về chế độ tưới tiêu. Trong tất cả các môi trường này, cây trồng dài ngày được phát triển dưới dạng nông lâm kết hợp. Trong các môi trường ôn đới, các hệ

sinh thái đồng cỏ hoặc thảo nguyên chiếm ưu thế, hệ thống canh tác cây hàng năm thường được ưu tiên hơn do năng suất cao.

Giai đoạn giữa và cuối thế kỷ XX chứng kiến sự tăng trưởng của nền nông nghiệp chuyên canh, tập trung, sử dụng nhiều công nghệ mới về hóa chất nông nghiệp (phân bón, thuốc trừ sâu), trình độ cơ giới hóa, và phát triển giống cây trồng do lai giống. Cách mạng Xanh diễn ra trong khoảng thời gian từ những năm 1940 - 1970 là một minh chứng điển hình. Cuộc cách mạng này nhận được sự đồng thuận cũng như chỉ trích trên toàn thế giới ở cả khía cạnh về giải quyết thiếu hụt lương thực cũng như các vấn đề môi trường nảy sinh, suy thoái. Hiện nay, phát triển các nền nông nghiệp bền vững được chú trọng tăng cường nhằm đạt được cả ba mục tiêu cơ bản về phát triển kinh tế, phát triển xã hội và bảo vệ môi trường trong hệ thống canh tác. Một số hệ thống nông nghiệp bền vững được thiết lập, phát triển mở rộng trên phạm vi toàn cầu: nông nghiệp hữu cơ, nông nghiệp đô thị, nông nghiệp cộng đồng, nông nghiệp sinh thái, nông nghiệp sinh học, nông nghiệp tổng hợp.

#### *\* Đa dạng vật nuôi*

Vật nuôi thường được sử dụng để trợ giúp canh tác đồng ruộng, thu hoạch cây trồng, vận chuyển lương thực,... Quản lý vật nuôi không chỉ là công việc cho ăn và chăm sóc để lấy thịt hoặc các sản phẩm động vật (sữa, trứng và lông), mà còn để tạo ra sức lao động (đối với các động vật kéo). Dựa vào nguồn thức ăn, có thể phân chia thành ba nhóm hệ thống chăn nuôi:

- *Hệ thống chăn nuôi dựa vào đồng cỏ*: các loài nhai lại phụ thuộc vào nguồn thức ăn thực vật là cây bụi, đồng cỏ. Ngoài nguồn dinh dưỡng cần thiết phải đưa vào, phân gia súc là nguồn chính trả lại trực tiếp vào đồng cỏ. Hệ thống này có vai trò đặc biệt quan trọng trong trường hợp cảnh quan không thuận lợi cho sản xuất cây trồng.

- *Hệ thống chăn nuôi kết hợp*: động vật nhai lại hoặc các gia súc và gia cầm khác sử dụng kết hợp nguồn thức ăn từ đồng cỏ, cây trồng hoặc hạt giống cây trồng. Phân động vật được tái sử dụng dưới dạng phân bón cho cây trồng.

- *Hệ thống chăn nuôi không cần đồng cỏ*: hệ thống này phụ thuộc vào chế độ cho ăn từ bên ngoài khu vực chăn nuôi. Do sự độc lập giữa hệ thống sản xuất cây trồng và hệ thống chăn nuôi nên hệ thống này luôn tạo ra nguy cơ ô nhiễm cao từ nguồn phân gia súc. Hệ thống chăn nuôi không cần đồng cỏ phổ biến ở các quốc gia phát triển thuộc Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD). Chẳng hạn tại Hoa Kỳ, 70% sản lượng ngũ cốc được sử dụng để chăn nuôi gia súc

### ***c) Quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan nông nghiệp***

Số lượng mắt xích trong chuỗi thức ăn xác định hiệu suất sinh thái của một cảnh quan nông nghiệp cung cấp cho con người. Chuỗi thức ăn càng dài thì lượng thức ăn cung cấp cho con người càng thấp. Do đó, con người thu được nhiều thức ăn hơn trên cùng một diện tích đất đai trong trường hợp tiêu thụ thức ăn có nguồn gốc thực vật.

Bức xạ Mặt Trời là nguồn năng lượng chính duy nhất đầu vào của hầu hết các cảnh quan tự nhiên. Tuy nhiên, năng lượng đầu vào do con người cung cấp lại có tầm quan trọng lớn đối với các cảnh quan nông nghiệp và cảnh quan đô thị. Các dạng năng lượng này bao gồm sức lao động của con người và động vật kéo, năng lượng cơ giới (máy nông nghiệp), hóa năng trong các chất con người đưa vào (phân bón, thuốc bảo vệ thực vật,...). Năng lượng đầu vào được con người cung cấp nhằm tái tổ chức các hệ sinh thái, thay đổi sản lượng sơ cấp và lưới thức ăn. Trong nền nông nghiệp hiện đại, hầu hết năng lượng đầu vào của con người đều có nguồn gốc từ dầu mỏ.

#### ***d) Phát triển và tiến hóa cảnh quan nông nghiệp***

Tìm kiếm phương thức sản xuất lương thực, thực phẩm đủ đáp ứng cho nhu cầu dân số tăng cao được coi là một hoạt động cơ bản của xã hội loài người. Cảnh quan nông nghiệp với vai trò là nguồn sản xuất thức ăn chính của con người do đó phải biến đổi để đáp ứng các nhu cầu đó. Trong lịch sử nhân loại, tiến hóa của xã hội loài người luôn gắn liền với tiến hóa của các cảnh quan nông nghiệp ở nhiều mức độ khác nhau.

***Nền nông nghiệp hái lượm và săn bắt, đánh cá:*** nền nông nghiệp này kéo dài lâu nhất, kể từ thời điểm xuất hiện loài người cho đến cách đây khoảng trên 10.000 năm. Bằng lao động cơ bản đơn giản, công cụ lao động thô sơ bằng đá, cày cấy, còn lúa thì lấy từ các đám cháy tự nhiên nên sản phẩm thu được không nhiều. Tuy nhiên do tổng dân số thời kỳ này ít nên không gây tác động lớn đến thiên nhiên.

***Nền nông nghiệp trồng trọt và chăn thả (nền nông nghiệp truyền thống):*** con người trồng trọt và chăn nuôi các giống cây trồng vật nuôi đã được thuần hóa bằng chọn lọc từ các loài sinh vật tự nhiên. Nền nông nghiệp này bao gồm hai loại hình là du canh và định canh.

- ***Nông nghiệp du canh:*** xuất hiện trong bối cảnh một hệ thống nông nghiệp bao gồm nương rẫy được phát, đốt và gieo trồng cây nông nghiệp trong vòng 1 - 2 năm. Khi năng suất cây trồng giảm, nương rẫy sẽ bị bỏ hoang, sau đó các thảm thực vật tự nhiên phát triển và phục hồi độ phì đất. Nền nông nghiệp này không đáp ứng được sản xuất lương thực, thực phẩm khi dân số tăng lên. Những hậu quả môi trường xảy ra nghiêm trọng do phá hủy tài nguyên rừng, xói mòn đất, mất cân bằng nước gây hạn hán và lụt lội.

- ***Nông nghiệp định canh:*** Cảnh quan nông nghiệp định canh có cấu trúc đặc thù với thể nền bất đồng nhất bao quanh các thửa ruộng có

hình dạng khác biệt, kích thước không đồng đều, phân bố phân tán. Khu vực trồng trọt và chăn nuôi được đặt trên những khoảnh đất đai cố định. Các kỹ thuật nông nghiệp được áp dụng và cải tiến: chọn giống cây con cho năng suất cao, tưới nước chống hạn, chăm sóc cây trồng và vật nuôi, bón phân hữu cơ và cung cấp thức ăn cho vật nuôi. Thành quả của nền sản xuất nông nghiệp truyền thống là tạo ra được một tập đoàn cây trồng vật nuôi vô cùng phong phú và đa dạng, đảm bảo yêu cầu cung cấp lương thực, thực phẩm và cho cả các mục đích khác như làm thuốc, xây dựng, làm cảnh,... cho con người. Tuy nhiên, các hoạt động này vẫn chỉ đáp ứng được nhu cầu cho một lượng dân số nhất định.

*Nền nông nghiệp công nghiệp hóa:* để thỏa mãn nhu cầu lương thực cho dân số thế giới đang gia tăng nhanh chóng, các thành tựu khoa học kỹ thuật công nghiệp áp dụng triệt để: phân bón hóa học, thức ăn chăn nuôi nhân tạo, thủy lợi triệt để, cơ giới hóa, điện khí hóa, hóa học hóa. Cách mạng Xanh là một điển hình của nền nông nghiệp này. Cảnh quan nông nghiệp công nghiệp được tạo ra trong cuộc cách mạng này có cấu trúc gần tương tự với cảnh quan nông nghiệp truyền thống. Điểm khác biệt là bắt đầu xuất hiện các mảnh rời rạc đồng nhất, liên tục và trải rộng trên diện tích đất canh tác màu mỡ nhất.

Bên cạnh những lợi ích to lớn về kinh tế không thể phủ nhận, sự phát triển nền nông nghiệp công nghiệp gây ra nhiều hậu quả nghiêm trọng về tài nguyên, môi trường và xã hội:

- Gây ô nhiễm môi trường, hủy hoại cấu trúc và làm suy giảm chức năng của các hệ sinh thái;
- Lợi nhuận canh tác ngày càng giảm, dẫn tới các nước nghèo phụ thuộc vào nước công nghiệp phát triển;
- Tri thức của nền nông nghiệp truyền thống bị lãng quên;



- Ít coi trọng bản chất sinh học của thế giới sinh vật, xem cây trồng vật nuôi như những "cỗ máy" sản xuất nông sản mà không chú ý đến quy luật phát triển bình thường của sinh vật;

- Tăng sản lượng cây trồng và vật nuôi, tăng lợi nhuận,... bằng biện pháp sử dụng thuốc trừ sâu, thuốc kích thích tăng trưởng;

- Làm mất dần các sinh vật bản địa có khả năng thích ứng tốt với các yếu tố khí hậu cực đoan của địa phương.

*Nền nông nghiệp sinh thái:* mặc dù chức năng chính của một cảnh quan nông nghiệp là sản xuất lương thực, nhưng các chức năng phi sản xuất cũng được quan tâm nhiều hơn trong các dự án quy hoạch phục vụ phát triển bền vững hiện nay. Chẳng hạn, kết hợp sản xuất nông nghiệp với bảo tồn một số loài động vật hoang dã, bảo vệ đa dạng sinh học, giải trí, ngắm cảnh,... Sử dụng phân bón hóa học, thuốc trừ sâu, giống chọn lọc nhân tạo,... vẫn được áp dụng, nhưng giới hạn ở mức hợp lý nhất; tiếp tục phát huy nền nông nghiệp truyền thống, tránh những giải pháp kỹ thuật công nghệ đem đến sự hủy hoại môi trường. Sản xuất nông nghiệp bền vững, đáp ứng nhu cầu lương thực, thực phẩm không những cho hiện nay mà còn trong tương lai. Quy hoạch và thiết kế nông nghiệp sinh thái nhằm đạt được các mục tiêu phi sản xuất từ cảnh quan nông nghiệp là hướng phát triển bền vững cảnh quan hiện nay.

#### ***e) Các vấn đề sinh thái và môi trường nổi cộm***

Các vấn đề sinh thái và môi trường nổi cộm trong cảnh quan nông nghiệp được biểu hiện như sau:

- Ô nhiễm môi trường do chăn nuôi: chăn nuôi là một trong những yếu tố quan trọng nhất, gây ảnh hưởng mạnh nhất đến nhiều vấn đề môi trường nghiêm trọng hiện nay. Hoạt động chăn nuôi chiếm tới 70% diện tích đất sử dụng cho nông nghiệp, hoặc tương đương với 30% diện

tích đất đai trên bề mặt Trái Đất. Đây là một trong những nguồn phát thải các chất khí nhà kính lớn nhất. Chăn nuôi làm phát thải khoảng 18% lượng khí thải tính tương đương với nồng độ CO<sub>2</sub> nếu so sánh với khoảng 13,5% lượng khí thải CO<sub>2</sub> được phát thải do toàn bộ hệ thống giao thông trên thế giới. Chăn nuôi sản xuất 65% hàm lượng NO<sub>x</sub> có nguồn gốc nhân sinh (gấp 296 lần tiềm năng nóng lên toàn cầu của CO<sub>2</sub>), và 37% lượng khí metan nguồn gốc nhân sinh (khoảng 23 lần so với CO<sub>2</sub>), phát sinh 64% khí amoniac, góp phần chủ yếu trong tạo ra mưa axit và axit hóa các hệ sinh thái. Sự mở rộng chăn nuôi được xem là một nhân tố quan trọng gây phá rừng. Khoảng 70% diện tích rừng nguyên sinh tại đồng bằng châu bằng châu thổ sông Amazon đã bị phá để chuyển đổi sang đồng cỏ chăn nuôi hoặc trồng lương thực chăn nuôi. Gián tiếp thông qua phá rừng và suy thoái đất đai, chăn nuôi được xác định là nhân tố quan trọng làm giảm đa dạng sinh học.

- *Chuyển đổi mục đích sử dụng đất và suy thoái đất đai*: chuyển đổi mục đích sử dụng đất đai theo hướng sản xuất hàng hóa và dịch vụ là một phương thức quan trọng làm con người thay đổi mạnh mẽ các hệ sinh thái trên Trái Đất, đồng thời cũng được xem là nhân tố động lực làm mất đa dạng sinh học. Ước tính diện tích đất đai bị con người chuyển đổi mục đích sử dụng khoảng từ 39 - 50%. Suy thoái đất đai, suy giảm lâu dài chức năng và khả năng sản xuất của các hệ sinh thái, ước tính diễn ra trên 24% diện tích đất đai trên toàn Trái Đất. Theo FAO, quản lý đất đai là nhân tố động lực quan trọng gây ra suy thoái đất đai, trong đó đời sống của khoảng 1,5 tỷ người trên Trái Đất phụ thuộc các khu vực đất đai đang bị suy thoái. Suy thoái đất đai có thể dẫn tới mất rừng, sa mạc hóa, xói mòn đất, rửa trôi khoáng chất, axit hóa và mặn hóa.

- *Hiện tượng phú dưỡng*: hiện tượng phú dưỡng gây chết đối với nhiều loài thủy sinh vật, mất đa dạng sinh học, làm suy giảm chất lượng nước sinh hoạt và nước sử dụng cho các ngành công nghiệp. Bón phân quá mức và sử dụng phân xanh trong canh tác, phát triển chăn nuôi với

mật độ quá cao là những nguyên nhân gây rửa trôi chất dinh dưỡng, chủ yếu nitơ và photpho, từ các cảnh quan nông nghiệp. Những chất dinh dưỡng này là chất gây ô nhiễm phi điểm góp phần gây phú dưỡng ở các hệ sinh thái thủy vực.

- *Tác hại của thuốc trừ sâu:* sử dụng thuốc trừ sâu tăng từ năm 1950 với khoảng 2,5 triệu tấn mỗi năm trên toàn thế giới. Tuy nhiên hiệu quả sử dụng thuốc trừ sâu không rõ rệt, sản lượng nông nghiệp mất do vật hại vẫn không đổi. Năm 1992, Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) công bố trung bình hàng năm có khoảng 3 triệu tấn thuốc trừ sâu gây độc làm khoảng 220.000 người chết. Thuốc trừ sâu gây ra sự chọn lọc trong quần thể vật gây hại, dẫn đến hiện tượng kháng thuốc trừ sâu.

- *Biến đổi khí hậu:* biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến nông nghiệp thông qua sự biến đổi chế độ nhiệt và ẩm. Nông nghiệp có thể cải thiện hoặc thúc đẩy biến đổi khí hậu toàn cầu. Lượng CO<sub>2</sub> trong khí quyển tăng lên một phần có nguồn gốc từ phân hủy các chất hữu cơ trong đất. Phần lớn khí metan phát thải vào khí quyển do phân hủy chất hữu cơ trong đất ngập nước, chẳng hạn đất lúa. Đất ngập nước hoặc đất yếm khí cũng mất nitơ do quá trình khử nitơ, giải phóng oxit nitric (NO) là một loại khí nhà kính. Tăng cường hiệu quả quản lý tài nguyên đất có thể làm giảm thải các khí nhà kính, đất có thể làm giảm sự phát thải CO<sub>2</sub> vào trong khí quyển.

- *Giảm khả năng cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái có ích của cảnh quan:* hoạt động phát triển nông nghiệp dẫn tới phân mảnh cảnh quan và mất nơi sống của sinh vật, làm thay đổi cấu trúc, chức năng và khả năng cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái có ích của cảnh quan: thay đổi chế độ nước dẫn đến hệ quả tăng độ nhiễm mặn, giảm số lượng và chất lượng nước; mất đa dạng sinh học, suy giảm khả năng phục hồi chức năng của cảnh quan; xói mòn đất, làm giảm độ phì đất.

### **14.4.3. Cảnh quan ngoại ô**

### 14.4.3.1. Cấu trúc cảnh quan ngoại ô

Một nửa dân số thế giới hiện nay sinh sống trong khu vực có thể được gọi là "đô thị". Tuy nhiên, điều này không có nghĩa là một nửa thế giới sống ở các thành phố. Nhiều khu vực trên thế giới, đặc biệt các nước đang phát triển, các cảnh quan này khác nhau cơ bản về cấu trúc không gian và các hoạt động sử dụng đất. Cảnh quan chuyển tiếp giữa cảnh quan đô thị và cảnh quan nông thôn, có mật độ đất phi nông nghiệp thấp, các khoanh đất phi nông nghiệp phân bố phân tán hoặc bị phân mảnh cao, được gọi là *cảnh quan ngoại ô*, *cảnh quan ngoại thành* hoặc *cảnh quan bán đô thị*.

Cảnh quan ngoại ô có các đặc trưng cơ bản sau:

- Được tạo bởi một tập hợp các mảnh rời rạc có bản chất khác nhau, bao gồm các khu dân cư, các trung tâm thương mại, các vùng đất canh tác, các thảm thực vật tự nhiên, các khu vực đất trống,...;

- Hành lang dạng đường và mạng lưới chiếm tỷ lệ cao, hành lang sông suối chiếm tỷ lệ thấp;

- So với các cảnh quan khác, diện tích thể nền và độ kết nối của cảnh quan ngoại ô có giá trị thấp nhất; tuy nhiên, độ bất đồng nhất và độ đa dạng cảnh quan lại có giá trị cao nhất;

- Cảnh quan có sản lượng tinh trung bình thấp, phân bố không đồng đều trong không gian. Do áp lực của gia tăng dân số, các thửa đất nông nghiệp dần bị chuyển đổi sang các mục đích sử dụng đất phi nông nghiệp;

- Dòng dinh dưỡng khoáng diễn biến phức tạp do cảnh quan có cấu trúc bất đồng nhất không gian cao;

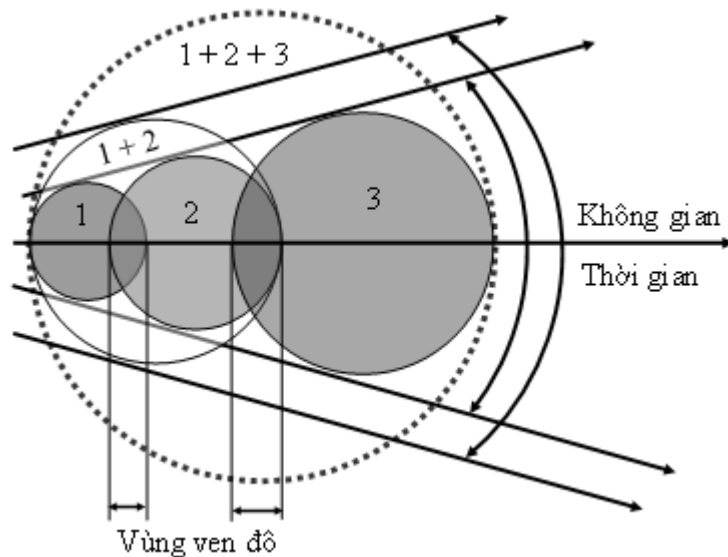
- Động lực phát triển của cảnh quan nhanh, có xu thế lan tỏa từ trung tâm ra xung quanh. Khi cảnh quan ngoại ô phát triển liên kết với các đô thị, vấn đề được quan tâm đầu tiên là quá trình đô thị hóa;

- Độ đa dạng loài cao, trong nhiều trường hợp lớn hơn đa dạng loài của cảnh quan tự nhiên. Nguyên nhân do sự có mặt của nhiều loài sinh vật đặc trưng của cả khu vực tự nhiên và khu vực nuôi trồng nhân tạo. Các loài thực vật và động vật từ vườn ươm, vườn hoa, sinh vật cảnh trong cửa hàng và trong hộ gia đình tạo ra độ đa dạng loài cao. Không gian xây dựng là nơi sống của nhiều sinh vật xâm lấn, các loài sâu bệnh, ký sinh trùng, cỏ dại.

#### **14.4.3.2. Vùng ven đô**

Vùng ven đô (*urban fringe*) là vùng biên của một cảnh quan ngoại ô. Cấu trúc, chức năng và động lực của vùng ven đô không tách rời với khu vực đô thị và nông thôn lân cận. Khu vực nông thôn và ven đô là nơi cung cấp nguồn lương thực, nguyên liệu và lao động cho đô thị. Ngược lại đô thị tạo sức hút sản phẩm nông nghiệp, cung cấp việc làm và nơi ở cho dòng cư dân di cư từ nông thôn đến đô thị, cung cấp các nguồn nguyên liệu, nhiên liệu cho sản xuất nông nghiệp.

Quá trình hình thành vùng ven đô là tất yếu, khách quan, liên quan tới sự phát triển của cảnh quan đô thị: do đô thị hóa, vùng ven đô phát triển thành đô thị, đồng thời một phần cảnh quan nông thôn sẽ phát triển thành vùng ven đô mới. Các hoạt động kinh tế chủ yếu ở vùng ven đô là sản xuất công nghiệp, nông nghiệp, tiểu thủ công nghiệp và các dịch vụ đô thị. Các hoạt động này tạo cho vùng ven đô có cấu trúc không gian phức tạp, độ đa dạng cảnh quan cao.



Hình 14.9. Sự phát triển của vùng ven đô trong tiến trình đô thị hóa. Trong đó: hệ thống (1, 2, 3) biểu thị những thời kỳ phát triển đô thị (quá trình đô thị hoá); (1+2), (1+2+3) biểu thị cảnh quan đô thị phát triển.

### 14.4.3.3. Động lực của cảnh quan ngoại ô: đô thị hóa và sự bành trướng đô thị

#### a) Đô thị hóa

Đô thị hóa là quá trình quan trọng nhất làm chuyển đổi một cảnh quan ngoại ô thành cảnh quan đô thị. Quá trình này được biểu thị bằng xu thế tăng diện tích các loại đất phi nông nghiệp, tăng mật độ quần cư,... theo thời gian. So với các quốc gia phát triển, đô thị hóa ở các nước đang phát triển xảy ra nhanh hơn và mạnh mẽ hơn dưới áp lực của luồng di dân từ nông thôn ra thành thị.

Các vấn đề môi trường và sinh thái học nổi cộm nảy sinh do quá trình đô thị hóa bao gồm gia tăng chất thải rắn, chất thải nguy hại, nước thải, tiếng ồn, ô nhiễm không khí, đảo nhiệt, sử dụng năng lượng,... mất đa dạng sinh học và tài nguyên sinh vật, tăng cạnh tranh và đấu tranh

cùng loài và khác loài, thay đổi quan hệ dinh dưỡng, tăng bệnh tật,... Đô thị hóa đang gia tăng với quy mô toàn cầu, tạo ra nhiều hậu quả sinh thái vượt ngoài ranh giới đô thị.

Đô thị hóa gây ra những thay đổi về chất lượng nơi sống và cách ly về nơi sống. Cấu trúc và chức năng của các không gian xanh bị ảnh hưởng bởi gia tăng các chất ô nhiễm, quản lý tập trung và sử dụng giải trí, xáo trộn tầng đất mặt và có mặt các loài sinh vật ngoại lai. Đô thị hóa là một trong những nguyên nhân chính gây phân mảnh nơi sống và mất nơi sống, góp phần làm giảm đa dạng sinh học ở quy mô hành tinh.

Nhìn chung, đô thị hóa có hai mặt tích cực và tiêu cực. Các dự án phát triển đô thị luôn cố gắng tìm giải pháp tối đa hóa lợi ích và giảm thiểu các tác động tiêu cực của quá trình này. Đô thị hóa sinh thái và đô thị hóa bền vững hiện được xem là các nguyên lý quy hoạch đô thị bền vững đáp ứng được các mục tiêu này.

## ***b) Bành trướng đô thị***

### *Khái niệm và đặc điểm*

Động lực quan trọng trong vùng lõi của cảnh quan ngoại ô là sự bành trướng đô thị - một khái niệm chỉ sự phát triển đô thị kém hiệu quả, tăng trưởng đô thị không cân đối hoặc phát triển đô thị nhảy vọt quá mức. Đây là một quá trình tự phát triển của cảnh quan ngoại ô, biểu thị sự mở rộng từ trung tâm hướng ra ngoài sang khu vực đất nông nghiệp và đất ở nông thôn. Hiện tượng bành trướng đô thị rất phổ biến ở các nước đang phát triển.



*Hình 14.10. Bành trướng đô thị đang diễn ra rất mạnh mẽ ở thành phố Hà Nội, đặc biệt từ sau thời điểm mở rộng địa giới vào tháng 8/2008: mở rộng đô thị theo chiều rộng dẫn tới nhiều hạn chế về chất lượng cuộc sống của người dân, chất lượng cơ sở hạ tầng và nảy sinh các vấn đề ô nhiễm môi trường, đe dọa phát triển bền vững đô thị.*

Bành trướng đô thị có những đặc trưng riêng biệt như sau:

- Biểu hiện trực tiếp quá trình biến đổi sử dụng đất theo hướng tăng diện tích đất phi nông nghiệp;
- Là quá trình biến đổi cảnh quan không theo quy hoạch, tăng trưởng đất xây dựng không đồng đều, sử dụng tài nguyên đất thiếu hiệu quả;
- Là quá trình động lực mở rộng các khu đô thị mật độ thấp lan tỏa từ một trung tâm sang các khu vực nông nghiệp xung quanh;



- Bành trưởng đô thị có quan hệ chặt chẽ tới hiện trạng và quy hoạch mạng lưới cơ sở hạ tầng, đặc biệt hệ thống đường giao thông;

- Quá trình này đi kèm với tăng không gian cư trú của con người, tăng mức tiêu thụ năng lượng bình quân trên đầu người, cải biến hàng loạt các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản để tạo ra một hệ thống hoạt động ít phụ thuộc vào nguồn tài nguyên địa phương;

- Mở rộng đô thị theo chiều rộng dẫn tới nhiều hạn chế về chất lượng cuộc sống của cư dân, chất lượng cơ sở hạ tầng và nảy sinh các vấn đề ô nhiễm môi trường, đe dọa phát triển bền vững của đô thị.

### *Các mô hình định lượng bành trưởng đô thị*

Nhiều mô hình định lượng bành trưởng đô thị có nguồn gốc từ các độ đo cảnh quan và các mô hình phát triển đô thị. Các độ đo này cho phép định lượng và so sánh các thuộc tính phát triển đô thị trong cùng một thành phố, giữa các vùng với nhau, hoặc các thời điểm phát triển khác nhau trong cùng một thành phố. Các mô hình bành trưởng đô thị được xem xét ở cả ba cấp là *mảnh rời rạc* (các khu đất xây dựng), *kiểu lớp phủ* (đất phi nông nghiệp) và *toàn bộ cảnh quan* (toàn bộ diện tích khu vực ngoại ô). Angel và cộng sự (2007) đưa ra một bộ độ đo định lượng bành trưởng đô thị áp dụng cho cả ba cấp này.

*Bảng 14.3. Các độ đo bành trưởng đô thị (Angel và cộng sự, 2007)*

Stt	Thuộc tính	Độ đo	Định nghĩa
1	Quy mô đô thị	Diện tích đất xây dựng	Tổng diện tích các bề mặt không thấm.
		Diện tích đất đô thị	Tổng diện tích đất xây dựng và không gian mở đô thị.
		Diện tích không gian mở đô thị	Tổng diện tích các bề mặt thấm với trên 50% diện tích lân cận là đất xây dựng.

Stt	Thuộc tính	Độ đo	Định nghĩa
		Diện tích đất có khả năng phát triển	Tổng diện tích đất không có mặt nước hoặc địa hình quá dốc.
		Dấu chân đô thị	Tổng diện tích đất xây dựng, không gian mở đô thị và không gian mở ngoại vi.
		Diện tích không gian mở ngoại vi	Tổng diện tích bề mặt thấm trong phạm vi 100 m thuộc khu vực đất xây dựng.
		Diện tích không gian mở	Tổng diện tích không gian mở đô thị và ngoại vi.
2	Độ đo mật độ	Mật độ diện tích xây dựng	Tổng số dân trên một đơn vị diện tích đất xây dựng.
		Mật độ diện tích đô thị	Tổng số dân trên một đơn vị diện tích đất đô thị.
		Mật độ diện tích đô thị dành cho khu vực có khả năng phát triển	Tổng số dân trên một đơn vị diện tích đất đô thị có khả năng phát triển.
		Mật độ dấu chân đô thị	Tổng số dân trên một đơn vị dấu chân đô thị.
		Mật độ dấu chân đô thị dành cho khu vực có khả năng phát triển	Tổng số dân trên một đơn vị diện tích đất có khả năng phát triển đô thị.
3	Độ đo tiến trình ngoại ô hóa	Độ gắn kết	Tỷ lệ giữa khoảng cách trung bình trong một mẫu, bao gồm các điểm được chọn trong khu vực đô thị so với khoảng cách trung bình trong một mẫu gồm các điểm được lựa chọn theo một vòng tròn giả định có diện tích tương đương.
		Độ phân tán	Tỷ lệ giữa khoảng cách trung bình từ các điểm trong khu vực đô thị tới trung tâm so với khoảng cách trung bình từ các điểm trong một vòng tròn giả định có diện tích tương đương tới trung tâm.
		Thay đổi trung tâm	Khoảng cách giữa trung tâm thành phố

Stt	Thuộc tính	Độ đo	Định nghĩa
		thành phố	ban đầu so với trung tâm thành phố đã phát triển.
		Trung tâm có khoảng cách trung bình nhỏ nhất	Điểm có khoảng cách trung bình nhỏ nhất trong tất cả các điểm khác thuộc khu vực đô thị.
		Gradient mật độ	Giá trị số mũ trong phương trình đường xu thế hàm mũ.
4	Các độ đo liên kề và độ mở	Diện tích phát triển mới	Diện tích đất xây dựng trong lớp phủ mặt đất ở thời điểm được xem xét ( $t_2$ ) nhưng không có mặt ở thời điểm ban đầu ( $t_1$ ).
		Diện tích phát triển lấp đầy khoảng trống mới	Diện tích phát triển mới xảy ra trong không gian mở tại thời điểm ban đầu ( $t_1$ ).
		Diện tích phát triển mở rộng mới	Diện tích phát triển mới không lấp đầy giao cắt với dấu chân đô thị ở thời điểm ban đầu ( $t_1$ ).
		Diện tích phát triển nhẩy cóc mới	Diện tích phát triển mới không giao cắt với dấu chân đô thị ở thời điểm ban đầu ( $t_1$ ).
		Chỉ số độ mở	Tỷ lệ phần trăm trung bình của không gian mở trong một khu vực lân cận có diện tích là 1 km <sup>2</sup> đối với tất cả diện tích xây dựng.
		Độ liên kề không gian mở	Xác suất một khu vực xây dựng phân bố liên kề với một khu vực không gian mở.
		Độ phân mảnh không gian mở	Tỷ lệ giữa tổng diện tích không gian mở đô thị và không gian mở ngoại vi chia cho diện tích xây dựng.
5	Các độ đo tính compact	Độ compact điểm đơn	Tỷ lệ giữa tổng diện tích đất đô thị so với diện tích đường tròn giả định có bán kính nhỏ nhất trong khu vực đô thị.
		Độ compact điểm đơn	Tỷ lệ giữa tổng diện tích đất đô thị so

Stt	Thuộc tính	Độ đo	Định nghĩa
		cường bức	với diện tích có khả năng phát triển trong đường tròn giả định có bán kính nhỏ nhất trong khu vực đô thị.

Jiang và cộng sự (2007) đưa ra một số chỉ số không gian khác với mục đích mô tả định lượng các tác động của bành trướng đô thị:

- *Chỉ số diện tích (IA)*: diện tích mảnh rời rạc được phát triển mới, đặc trưng cho sự thay đổi diện tích của đô thị.

- *Chỉ số phát triển gián đoạn (DDI)*: khoảng cách giữa một khu vực mới phát triển với khu vực đã phát triển trước đó.

- *Chỉ số phát triển đường băng (SDI)*: khoảng cách giữa các mảnh rời rạc mới phát triển và đường cao tốc.

- *Chỉ số phát triển nháy cóc (LDI)*: khoảng cách giữa các mảnh rời rạc mới phát triển với trung tâm hành chính.

- *Chỉ số bền vững quy hoạch (PCI)*: miền giá trị  $\{1, 0\}$ , trong đó giá trị 1 phản ánh tính không bền vững của quy hoạch.

- *Chỉ số mật độ ngang (HDI)*: hình dạng của diện tích đất phi nông nghiệp trong miền lân cận  $1 \text{ km}^2$ .

- *Chỉ số mật độ đứng (VDI)*: tỷ lệ diện tích đất xây dựng so với tổng diện tích đất tự nhiên.

- *Chỉ số mật độ dân số (PDI)*: tỷ lệ dân số trên tổng diện tích đất đai.

- *Chỉ số mật độ GDP (GDPDI)*: tỷ lệ GDP trên tổng diện tích đất đai.

- *Chỉ số tác động nông nghiệp (AII)*: miền giá trị  $\{1, 0\}$ , trong đó 1 biểu thị cho sự mất hoàn toàn diện tích đất trồng trọt.

- *Chỉ số tác động không gian mở (OSII)*: miền giá trị  $\{1, 0\}$ , trong đó 1 biểu thị cho sự mất hoàn toàn diện tích không gian mở.

- *Chỉ số tác động giao thông* (TII): tỷ lệ dân số trên khoảng cách tới các khu trung tâm.

### *Các phương pháp phân tích bành trướng đô thị*

Hiện nay có hai phương pháp chủ đạo để phân tích xu thế bành trướng đô thị là phương pháp phân tích gradient và phương pháp phân tích biến đổi entropy. Các phương pháp này được sử dụng trong các nghiên cứu của một số tác giả Hoa Kỳ, Nhật Bản, Trung Quốc.

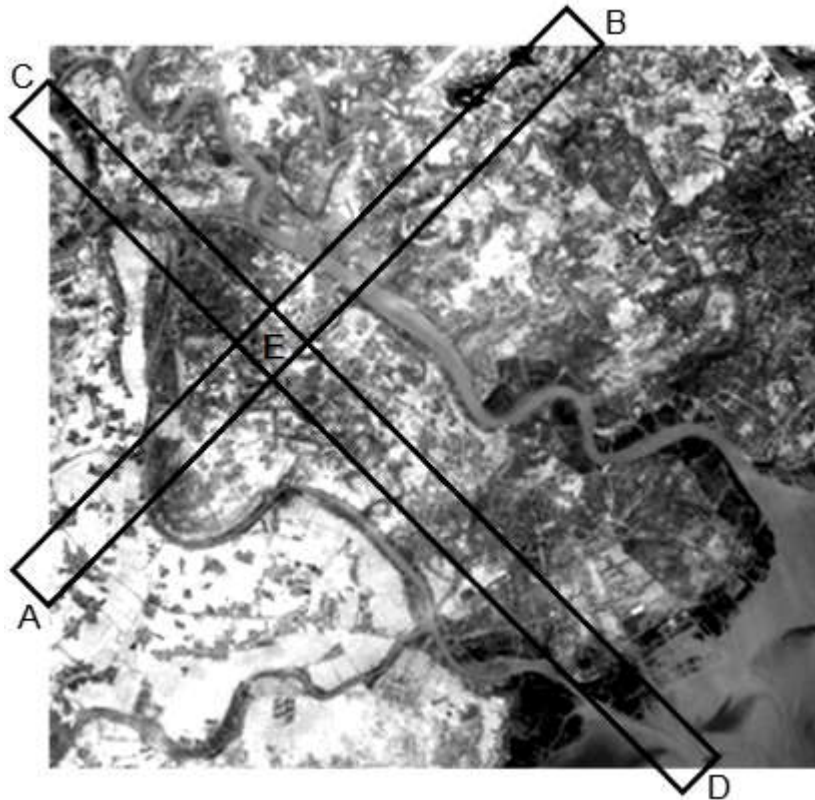
#### *(i) Phương pháp phân tích gradient*

Bản chất của phương pháp này phân tích biến đổi các giá trị độ đo cảnh quan theo các lát cắt từ trung tâm ra tới vùng biên nhằm phát hiện điểm "đột biến" chỉ thị cho ranh giới giữa khu vực chịu ảnh hưởng và khu vực không chịu ảnh hưởng của bành trướng đô thị. Các mô hình độ đo cảnh quan được sử dụng để phân tích gradient. Tùy theo đặc trưng phát triển mở rộng của đô thị mà có thể chọn lát cắt dạng dải hoặc vòng tròn ly tâm. Đây là một phương pháp hiệu quả để khảo sát phạm vi ảnh hưởng của bành trướng đô thị trong một không gian đô thị.

Phương pháp này dựa trên mô hình toán gradient. Trong giải tích vectơ, gradient của một trường vô hướng là một trường vectơ hướng về phía mức độ tăng lớn nhất của trường vô hướng, đồng thời có độ lớn là mức độ thay đổi lớn nhất. Độ lớn của gradient biểu thị mức độ thay đổi nếu đi theo hướng đó.

Theo định nghĩa, giả sử  $f$  là một hàm số từ  $R^n$  đến  $R$  nghĩa là  $f = f(x_1, \dots, x_n)$ , thì gradient biến đổi các độ đo cảnh quan là một vectơ cột có thành phần là vi phân từng phần của  $f$ , được xác định theo mô hình sau:

$$\nabla f = \left( \frac{\partial f}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial f}{\partial x_n} \right)^T$$



Hình 14.11. Hai lát cắt 45° và 135° được tạo ra bằng phương pháp “cửa sổ dịch chuyển” trong phân tích gradient xu thế thành phố tại huyện Tiên Lãng, thành phố Hải Phòng (Nguyễn An Thịnh, 2010)

**(ii) Phương pháp phân tích biến đổi entropy**

Một phương pháp khác được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu sự bành trướng đô thị là phương pháp phân tích biến đổi entropy. Phương pháp này cho phép đo đạc định lượng quy mô bành trướng đô thị dựa trên tư liệu viễn thám và công nghệ GIS. Sự khác nhau giữa các giá trị entropy ở các thời điểm  $t_1$  và  $t_2$  biểu thị mức độ thay đổi của bành

trường đô thị. Entropy Shannon được sử dụng để định lượng mức độ tập trung hoặc phân tán trong không gian của một biến địa lý ( $x_i$ ) trong  $n$  vùng, theo mô hình:

$$\Delta H_n = H_n(t_2) - H_n(t_1)$$

Biến đổi giá trị entropy phản ứng mức độ phân tán (do sự bành trướng đô thị) hoặc cấu trúc tập trung của phát triển đô thị.

#### 14.4.4. Cảnh quan đô thị

##### *a) Cấu trúc và chức năng của cảnh quan đô thị*

Cảnh quan đô thị là *cảnh quan địa lý đã đô thị hóa có cấu trúc và chức năng liên hệ chặt chẽ với sự phát triển thành phố* (Tư điển Elsevier về Địa lý, 2007). Cảnh quan đô thị được coi là một dạng cảnh quan văn hóa được cải biến mạnh nhất bởi hoạt động của con người.

Cảnh quan đô thị có các đặc điểm về cấu trúc, chức năng như sau:

- *Thế nền*: là đất xây dựng với mật độ cao, được con người quy hoạch, thiết kế và tổ chức xây dựng với dòng vật chất, năng lượng và thông tin đặc thù.

- *Mảnh rời rạc và hành lang*: hệ thống đường giao thông tạo ra một mạng lưới hành lang mở rộng trong cảnh quan đô thị. Các mảnh rời rạc trong cảnh quan đô thị có hình thái đều đặn, kích thước nhỏ, mật độ rất cao. Các kiểu mảnh và hành lang khác chỉ chiếm tỷ lệ rất nhỏ.

- *Các yếu tố cảnh quan đô thị đặc biệt*: bao gồm hành lang dòng chảy tạm thời, không gian mở đô thị, không gian xanh đô thị,... đóng vai trò quan trọng đặc biệt đối với sức khỏe con người và hệ sinh vật.

- *Các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan đô thị*: sản lượng ròng trung bình của cảnh quan đô thị thường có giá trị âm (-). Điều này phản

ánh toàn bộ hoạt động cơ bản của cảnh quan phải dựa vào nguồn thức ăn được đưa từ bên ngoài vào. Đầu vào cảnh quan đô thị là ánh sáng Mặt Trời, nước, nhiên liệu, thực phẩm, hàng hoá sản xuất. Đầu ra là nước thải, chất thải rắn, nước, nhiệt và các chất gây ô nhiễm khác nhau.

- *Đa dạng sinh học*: đa dạng loài động vật và thực vật nhìn chung thấp. Tại một số điểm đặc biệt, chẳng hạn công viên, vườn hoa, cửa hàng sinh vật cảnh,... đa dạng các loài sinh vật ngoại lai cao.

- *Dòng chảy sinh vật trong cảnh quan đô thị*: các loài sinh vật ngoại lai được đưa vào đô thị thông qua con đường giao thông, vận chuyển, trồng trọt,... Trong đô thị có nhiều loài động thực vật khác lạ với tỷ lệ có mặt cao nhất ở khu vực trung tâm đô thị. Tỷ lệ nhập cư và tỷ lệ tuyệt chủng địa phương thường không cân đối trong cùng một đô thị.

- *Kết nối nơi sống tự nhiên trong cảnh quan đô thị*: hiện tượng phân mảnh nơi sống do đô thị hóa và tác động của con người được thể hiện rất rõ trong cảnh quan đô thị. Các mảnh rời rạc có bản chất cấu tạo thích hợp là nơi sống của sinh vật thường có kích thước nhỏ và cách ly với nhau bởi thể nền là các khu vực đất xây dựng. Do đó cấu trúc cảnh quan đô thị thường cản trở sự phát tán của nhiều sinh vật. Mức độ cách ly các mảnh nơi sống khác nhau giữa các loài sinh vật. Diện tích và tính chất kết nối của các không gian xanh là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến đặc điểm phát sinh, tồn tại và phát triển của các loài sinh vật trong đô thị. Đây là đặc điểm quan trọng cần được quan tâm trong các phương án tổ chức, quy hoạch và thiết kế không gian xanh trong đô thị.

- *Diễn thế sinh thái trong cảnh quan đô thị*: do diện tích các mảnh nơi sống đô thị nhỏ, nên các pha diễn thế có thể dễ dàng quan sát được trong cảnh quan đô thị. Các nơi sống đô thị phân bố rời rạc, được kết hợp với tác động nhân sinh ở các mức độ khác nhau, tạo ra nhiều trạng thái diễn thế sinh thái trong các mảnh nơi sống rời rạc. Trong đô thị có thể quan sát thấy cả trạng thái diễn thế sinh thái ban đầu (trảng cỏ, cây



bụi) và trạng thái cao đỉnh (các mảnh thực vật địa phương còn sót lại). Trong một số trường hợp đặc biệt, các mảnh rời rạc liền kề còn biểu hiện các trạng thái diễn thế sinh thái rất khác nhau. Đặc điểm này tạo ra độ đa dạng cảnh quan cao thường thấy ở các khu vực đô thị.

### ***b) Các nguyên lý sinh thái cảnh quan cho đô thị***

Nghiên cứu đô thị theo hướng sinh thái học bắt đầu từ những năm 1950 tại Trung Âu và Vương quốc Anh. Hiện nay, hướng này đã được thực hiện ở nhiều đô thị trên khắp thế giới. Với việc các đô thị được mở rộng trên phạm vi toàn cầu, các nguyên lý về sinh thái cảnh quan được tích hợp với hướng tiếp cận các khoa học xã hội phục vụ công tác quy hoạch và quản lý đô thị theo hướng bền vững trở nên vô cùng cấp thiết.

Theo quan điểm sinh thái cảnh quan, đô thị được coi là cảnh quan đặc thù được hình thành từ các địa điểm được xây dựng cho mục đích quần cư, thương mại, công nghiệp, cơ sở hạ tầng, đan xen với các không gian xanh. Sự đan xen của các nơi sống này trong đô thị được nghiên cứu theo các hướng tiếp cận lý thuyết khác nhau:

- *Các nguyên lý của thuyết địa sinh học đảo*: động lực của các không gian xanh đô thị được nghiên cứu dựa trên các nguyên lý của thuyết địa sinh học đảo. Các mảnh nơi sống trong cảnh quan đô thị có kích thước nhỏ và cách ly với các mảnh còn lại bởi một thể nền đất xây dựng, được giả định là các "đảo" không gian xanh đô thị. Hai định luật địa sinh học đảo cho phép khảo sát định lượng quan hệ giữa kích thước các mảnh đô thị rời rạc (phản ánh các đặc tính của các mảnh nơi sống đô thị) và độ phong phú loài trong một cảnh quan đô thị.

- *Các nguyên lý của thuyết quần thể biến thái*: quy mô diện tích không gian xanh và độ kết nối giữa các không gian này ảnh hưởng đến khả năng phát tán của các loài sinh vật trong cảnh quan đô thị. Tính chất rời rạc của các không gian xanh đô thị làm cản trở khả năng phát tán và gây

nguy hiểm đối với các loài sinh vật phát tán kém. Các loài di chuyển kém, chẳng hạn động vật chân khớp sống trên mặt đất, và các loài không biết bay, thường gặp nhiều khó khăn khi di chuyển giữa các mảnh nơi sống tách biệt trong đô thị.

- *Các nguyên lý của giả thuyết xáo trộn trung gian*: giả thuyết xáo trộn trung gian cung cấp các luận cứ khoa học trong nghiên cứu sinh thái học các cảnh quan đô thị. Theo đó, độ phong phú loài trong các khu vực bị xáo động ở mức trung bình thường cao hơn so với các khu vực bị tác động mạnh hoặc ít bị tác động. Các nghiên cứu, khảo sát được dựa trên việc thiết kế một lát cắt dọc theo khu vực nông thôn - đô thị, sử dụng các độ đo cảnh quan khảo sát định lượng mối quan hệ đa dạng loài và đa dạng cảnh quan. Chỉ số đa dạng Shannon-Weaver và chỉ số đa dạng Simpson được sử dụng phổ biến.

- *Các nguyên lý về tính kết nối giữa các không gian đô thị*: phân mảnh nơi sống là nguyên nhân quan trọng gây mất đa dạng sinh học trong đô thị. Quản lý, quy hoạch đô thị theo hướng làm tăng độ kết nối và thiết lập các mạng lưới sinh thái là một giải pháp hiệu quả, tạo điều kiện thuận lợi cho hạt giống phát tán và động vật hoang dã di chuyển trong cảnh quan đô thị - những quá trình quan trọng xác định sự tồn tại của quần thể biến thái.

### ***c) Siêu đô thị***

Nhà địa lý học người Pháp là Gottmann đưa ra khái niệm về siêu đô thị (*megalopolis*) để mô tả một khu vực đô thị lớn có sự tăng cao mức độ tập trung dân cư tăng cao quá mức. Đây là một hệ thống tích hợp được tạo bởi sự kết hợp của nhiều cảnh quan thành phố và cảnh quan ngoại ô có cấu trúc và chức năng tương đối khác biệt nhau.

Siêu đô thị được hình thành do đô thị hóa xảy ra theo nhiều hướng làm một thành phố tiếp tục mở rộng ranh giới theo tất cả các hướng. Kết

quả dẫn tới hình thành một cảnh quan ngoại ô có kích thước rất lớn với một số thành phố phân bố rải rác trong đó. Các trung tâm thành phố nhỏ hơn là một kiểu yếu tố đặc biệt của cảnh quan ngoại ô. Các thành phố lớn là hạt nhân quan trọng làm phát sinh siêu đô thị, được bao quanh bởi cảnh quan ngoại ô khổng lồ.

Ví dụ, *siêu đô thị Hồ Lớn* bao gồm một nhóm các vùng đô thị thuộc vùng Trung Tây Hoa Kỳ, vùng Hồ Lớn và vùng Nam Ontario của Canada, cùng một phần của vùng Pennsylvania, New York và Quebec. Siêu đô thị này kéo dài từ hành lang Milwaukee - Chicago đến hành lang Detroit - Toronto, có tổng dân số khoảng 54 triệu người vào năm 2000. *Siêu đô thị Boston - Washington* trải dài từ vùng ngoại ô phía nam Washington DC đến vùng ngoại ô phía Bắc của Boston, Massachusetts, Hoa Kỳ. Siêu đô thị này có số dân khoảng 49,6 triệu người (năm 2000), mật độ dân số khoảng 360 người/km<sup>2</sup>, cao gấp gần 12 lần so với mật độ dân số trung bình của Hoa Kỳ (31 người/km<sup>2</sup>).

Siêu đô thị có độ ổn định và độ bền vững cảnh quan không cao - một điển hình về sự thất bại của quy hoạch đô thị do không dựa trên các nguyên lý sinh thái. Điều này xuất phát từ các nguyên nhân sau:

- Do nhu cầu tiêu thụ và phát thải rất lớn, nên sự tồn tại của siêu đô thị phụ thuộc đặc biệt chặt chẽ vào các hệ thống cung ứng xung quanh, cao hơn nhiều so với các cảnh quan khác;

- Cần một lượng lớn nước và nhiên liệu hóa thạch đầu vào để duy trì hoạt động;

- Phản ứng với các xáo động hoặc khả năng phục hồi chậm hơn, phân hóa không gian rõ ràng hơn với mức hiệu quả thấp hơn nhiều so với các cảnh quan khác;

- Thoái hóa là một trong những nguy cơ đe dọa nghiêm trọng nhất đối với siêu đô thị. Điểm cuối cùng trong quá trình tập hợp siêu đô thị

được gọi là thành phố toàn cầu (*planetopolis*) hoặc thành phố không giới hạn (*ecumenopolis*).

#### ***d) Không gian xanh đô thị***

Không gian xanh đô thị (*urban green space*) là những mảnh rời rạc hoặc hành lang có lớp phủ thực vật tự nhiên hoặc nhân tạo được phân bố trong khu vực đô thị hoặc khu vực quy hoạch đô thị. Không gian xanh đô thị rất đa dạng về chủng loại, bao gồm dải cây xanh đường phố, công viên, vườn hoa, các điểm vui chơi giải trí, các khoảnh thảm thực vật bản địa còn sót lại, các nơi sống đặc biệt trong đô thị như các khu đất chưa sử dụng hoặc đã được quy hoạch nhưng chưa tiến hành xây dựng. Trong đô thị, không gian xanh có những chức năng và lợi ích không thể thay thế, cho phép liên kết con người với thiên nhiên. Đây là một bộ phận thiết yếu của đô thị, đóng vai trò quan trọng trong nâng cao chất lượng cuộc sống của cư dân đô thị.

Bảng dưới đây trình bày một nghiên cứu sử dụng không gian mở và không gian xanh tại đô thị Hà Nội. Trong bối cảnh tốc độ đô thị hoá nhanh ở Hà Nội gây ra những áp lực lớn đối với việc bảo vệ cảnh quan, môi trường và nâng cao chất lượng cuộc sống, thì nhiệm vụ phát triển đô thị và phát triển kinh tế cần phải đi đôi với bảo vệ và thiết lập không gian công cộng, các không gian xanh và không gian mở, bao gồm các khu không tập trung phát triển quần cư, thương mại hay giao thông. Nghiên cứu của Nguyễn An Thịnh (2006) dựa trên kết quả phân tích 300 phiếu điều tra về sử dụng không gian xanh và không gian mở trong nội thị thành phố Hà Nội cho thấy, có sự phân hoá về mức độ, thời gian, mục đích sử dụng các không gian này cũng như những vấn đề liên quan đến kinh tế và môi trường.

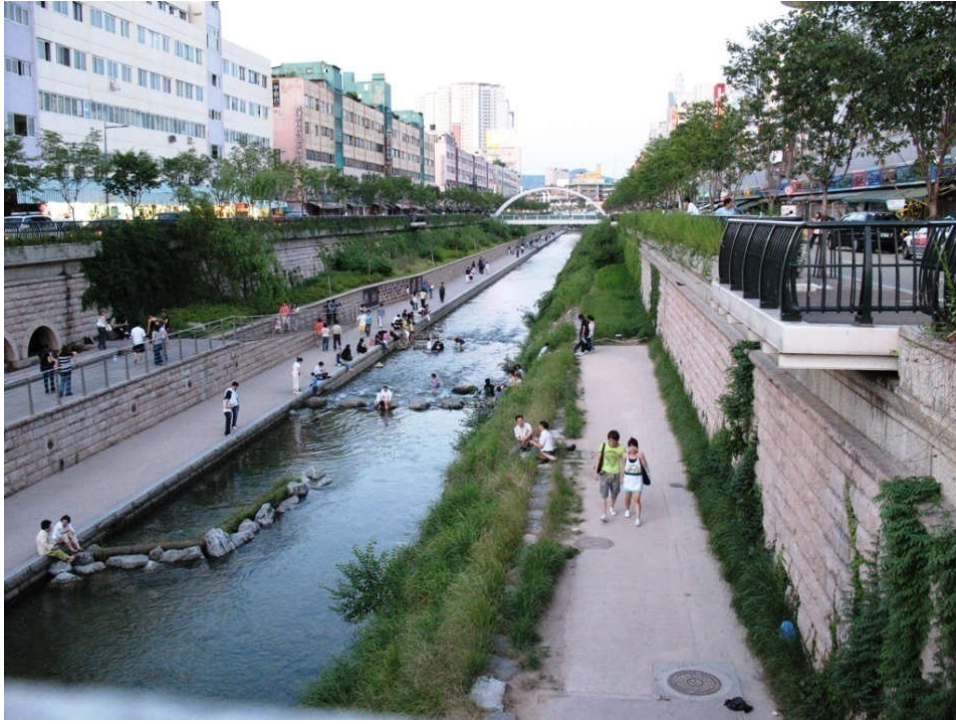
Bảng 14.4. Điều tra sử dụng không gian xanh và không gian mở thành phố Hà Nội (%)

Stt	Vấn đề cư dân quan tâm	Nội dung và mức độ sử dụng	Công viên Thủ Lệ	Vườn Bách Thảo	Quảng trường Ba Đình	Hồ Tây	Hồ Gươm
1	Mức độ	Thường xuyên	37,56	11,2	3,23	30,5	16,87
		Thỉnh thoảng	63,44	88,8	96,77	69,5	83,13
		Không	-	-	-	-	-
2	Thời gian đến	Lúc rảnh rỗi	19,32	17,83		79,8	75,54
		Sáng sớm, chiều tối	12,45	2,72	85,79	5,0	12,9
		Thứ bảy, chủ nhật	71,23	79,45	12,65	15,2	8,44
3	Mục đích đến	Thể dục	6,51	22,5	67,6	19,78	38,74
		Đi chơi	0,5	11,5	4,25	3,25	4,7
		Câu cá	0,7	0,5	-	1,97	-
		Chơi trò chơi	21,35	1,25	-	22,11	-
		Ngắm cảnh	12,3	60	25,2	45,21	52,17
		Mua hàng	4,2	2,87	-	5,4	3,33
		Xem con vật làm trò	53,16	-	-	-	-
		Mục đích khác	1,28	1,38	2,95	2,29	1,06
4	Người đi cùng	Gia đình	49,35	45,46	42,36	37,98	33,78
		Bạn bè	46,15	50,76	48,15	54,12	46,35
		Một mình	4,5	3,78	9,49	7,9	19,87
5	Phạm vi	>2 km	34,45	30,12	10,93	27,5	37,87
		1 - 2 km	32,43	30,98	38,95	33,15	33,21
		< 1 km	33,12	38,9	50,12	37,35	2,89
6	Thu nhập	Vừa ý	11,98	10,76	-	11,56	12,92
		Vừa đủ	80,11	79,12	-	83,26	85,2
		Không đủ	7,91	10,12	-	5,18	5,87
7	Môi trường	Sạch	87,16	86,1	94,25	89,05	90,88
		Bình thường	12,84	13,9	5,75	10,05	9,22
		Không sạch	-	-	-	-	-

Quy hoạch và phát triển các không gian xanh trong đô thị sẽ mang lại nhiều lợi ích tích cực về mặt sinh thái, môi trường, xã hội. Những lợi ích này xuất phát từ các chức năng cơ bản sau đây:

- Điều hòa khí hậu đô thị, hạn chế tiếng ồn, làm sạch không khí, xử lý ô nhiễm nguồn nước mặt;
- Chỉ thị cho các biến đổi môi trường;
- Tham gia vào chu trình các chất dinh dưỡng;
- Bảo vệ đa dạng sinh học, duy trì các loài cây đô thị có giá trị, nơi trú ẩn cho các loài sinh vật di cư từ vùng nông thôn, hành lang phát tán;
- Phát triển các giá trị xã hội và văn hóa, là không gian thiết yếu trong đô thị tạo ra môi trường xanh - sạch - đẹp làm nâng cao sức khỏe, nghỉ dưỡng, các giá trị thẩm mỹ, các hoạt động ngoài trời, di sản văn hóa, giáo dục của cư dân đô thị;
- Kết nối các bộ phận của cảnh quan đô thị.

Một ví dụ nổi bật về hiệu quả của các dự án quy hoạch không gian xanh được thực hiện tại Hàn Quốc. Tổng thống đời thứ 10 của Hàn Quốc là Lee Myung-bak, khi còn là thị trưởng của thành phố Seoul, đã thực hiện ba dự án cải thiện môi trường chính là phục hồi dòng suối Cheonggyecheon, xây dựng rừng Seoul và xây dựng công viên rừng Seoul từ năm 2003. Dự án phục hồi Cheonggyecheon đã tạo ra được một hành lang xanh dọc suối Cheonggyecheon dài 5,8 km ở trung tâm thành phố Seoul - một giải pháp quy hoạch đa lợi ích có hiệu quả lâu dài. Các dự án này được đánh giá là một minh chứng về định hướng phát triển thủ đô này "hướng tới giá trị chất lượng cuộc sống của cư dân đô thị và chức năng của các hệ sinh thái tự nhiên", đồng thời thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và phát triển một phần quan trọng của đô thị Seoul vốn đã từng bị xuống cấp nghiêm trọng trong quá khứ.



Hình 14.12. Một góc hành lang xanh dọc sông Cheonggyecheon tại khu đô thị Dongdaemun, Seoul, Hàn Quốc

Quy hoạch không gian xanh đô thị là hợp phần không thể tách rời trong các dự án quy hoạch đô thị. Do có tầm quan trọng như vậy, nhiều quốc gia trên thế giới đã xây dựng hệ thống phân loại không gian xanh đô thị riêng phục vụ cho công tác quy hoạch đô thị:

- *Hành lang sinh học*: không gian xanh có chức năng bảo vệ dòng động vật hoang dã và tham gia vào bảo tồn tự nhiên, từng được áp dụng cho quy hoạch hành lang sinh học Chichinautzin, bang Morelos, Mexico.

- *Vùng đất thấp sinh học*: không gian xanh có chức năng lọc các chất ô nhiễm do dòng chảy, từng được áp dụng thiết kế cho khu vực tây bắc thành phố Seattle, Hoa Kỳ.

- *Hành lang bảo tồn*: không gian xanh có chức năng bảo vệ các nguồn tài nguyên sinh học, cải thiện chất lượng nước, giảm thiểu các tác động của lũ lụt; từng được thiết kế cho khu vực đông bắc Wisconsin, Hoa Kỳ.

- *Hành lang phát tán*: không gian xanh có chức năng duy trì dòng động vật hoang dã lưu thông trong đô thị. Từng được áp dụng trong dự án xây dựng hành lang phát tán cho loài cú ở vùng Juncrook thuộc dãy Hood ở vùng Oregon, Hoa Kỳ; hành lang phát tán biển cho loài cua xanh ở vùng vịnh Chesapeake.

- *Hành lang sinh thái*: không gian xanh có chức năng duy trì dòng động vật di chuyển, dòng thực vật phát tán và các quá trình sinh thái học trong đô thị; từng được áp dụng xây dựng hành lang sinh thái cho quần đảo Patagonian, Nam Mỹ.

- *Mạng lưới sinh thái*: không gian xanh có chức năng duy trì dòng chảy sinh vật và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan đô thị; từng được áp dụng xây dựng mạng lưới sinh thái ở Trung và Đông Âu.

- *Hành lang môi trường*: không gian xanh có chức năng bảo vệ chất lượng môi trường; từng được áp dụng cho quy hoạch và thiết kế hành lang môi trường khu vực Đông Nam bang Wisconsin, Hoa Kỳ.

- *Vành đai xanh*: không gian xanh có chức năng bảo vệ các vành đai đất nông nghiệp và đất tự nhiên để hạn chế hoặc định hướng sự phát triển của đô thị; từng được áp dụng trong quy hoạch thành phố Boulder, bang Colorado (Hoa Kỳ) và thành phố London (Anh).

- *Không gian xanh mở rộng*: không gian xanh có chức năng tạo điều kiện cho cư dân đô thị hàng ngày tiếp cận với tự nhiên thông qua một hệ thống kết hợp giữa các không gian xanh công cộng với dải cây xanh đường phố và dải cây xanh ven sông; từng được áp dụng trong bản quy hoạch thành phố Nam Kinh, Trung Quốc.



- *Khung xanh*: không gian xanh có chức năng cung cấp một mạng lưới không gian xanh cho các đô thị lớn; từng được áp dụng cho quy hoạch thành phố San Mateo, California (Hoa Kỳ) và thành phố Addis Ababa (Ethiopia).

- *Không gian xanh vùng lõi*: không gian xanh có chức năng bảo vệ một diện tích không gian xanh lớn trong vùng lõi với xung quanh là các khu vực đã phát triển đô thị; từng được áp dụng trong các dự án quy hoạch đô thị ở Hà Lan.

- *Hạ tầng xanh*: không gian xanh đa lợi ích gắn liền với cơ sở hạ tầng đô thị; từng được sử dụng trong các dự án quy hoạch đô thị ở tiểu bang Maryland và tiểu bang Colorado, Hoa Kỳ.

- *Đường kết nối xanh*: không gian xanh có chức năng kết nối các không gian xanh đô thị riêng rẽ; từng được áp dụng trong quy hoạch kết nối các mảnh nơi sống cách biệt ở vùng đồng bằng thấp thuộc tỉnh bang British Columbia, Canada.

- *Không gian xanh*: không gian xanh được quy hoạch với mục đích phi phát triển; trong một số trường hợp được sử dụng tương tự như "không gian mở"; từng được sử dụng rất phổ biến trong các dự án quy hoạch đô thị ở rất nhiều đô thị trên thế giới.

- *Công trình kiến trúc xanh*: không gian xanh có chức năng kết nối các không gian xanh tách biệt và cung cấp các công trình kiến trúc xung quanh các khu vực hiện trạng hoặc được quy hoạch phát triển đô thị. Kiểu không gian xanh này rất phổ biến ở châu Âu; từng được ứng dụng trong bản quy hoạch thành phố Copenhagen, Đan Mạch.

#### **14.5. Một trường hợp nghiên cứu điển hình: ĐỊNH LƯỢNG SỰ BÀNH TRƯỚNG ĐÔ THỊ DỰA TRÊN MÔ HÌNH PHÂN**

## TÍCH CỤM CÓ THỨ BẬC CÁC CHỈ SỐ PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ CHO KHU VỰC NGOẠI THÀNH HÀ NỘI

Việt Nam nói chung và Hà Nội nói riêng, giống như nhiều khu vực thuộc các nước đang phát triển khác trên thế giới, hiện đang đối mặt với áp lực đô thị hóa và những hệ quả tiêu cực như quy hoạch không gian đô thị bất cập và thiếu sót, ô nhiễm môi trường,... Trong Chương trình Nghị sự 21 do Chính phủ Việt Nam ban hành năm 2006, “... *kết hợp chặt chẽ, hợp lý và hài hoà được ba mặt là phát triển kinh tế, phát triển xã hội và bảo vệ môi trường*” được xác định là mục tiêu tổng quát. Tuy nhiên, quá trình đô thị hóa nhanh chóng hiện nay tại Việt Nam đang thách thức phát triển bền vững, nổi cộm nhất là bất cập trong tổ chức không gian đô thị và nảy sinh nhiều hệ lụy về văn hóa, xã hội và môi trường, cả quy mô quốc gia lẫn quy mô địa phương.

Nghiên cứu này trình bày hướng tiếp cận xây dựng bộ chỉ số định lượng về bành trướng đô thị, bao gồm các độ đo về biến đổi không gian, phát triển kinh tế xã hội và chất lượng môi trường được áp dụng nghiên cứu điển hình cho trung tâm huyện Thạch Thất trước và sau thời điểm mở rộng ranh giới thành phố Hà Nội. Khu vực này bao gồm thị trấn Liên Quan và xã Kim Quan lân cận, tổng diện tích đất tự nhiên 741 ha, có đường cao tốc Thăng Long và quốc lộ 32 kết nối tỉnh lộ 419 với khu công nghệ cao Láng - Hòa Lạc. Đô thị hóa nhanh chóng, đặc biệt sau thời điểm mở rộng thành phố Hà Nội (tháng 8/2008), làm nảy sinh hàng loạt vấn đề về phát triển kinh tế xã hội và bảo vệ môi trường, thách thức phát triển bền vững tại khu vực này.

Một bộ chỉ số định lượng gồm 19 độ đo về biến đổi không gian, phát triển bền vững kinh tế xã hội và chất lượng môi trường được xây dựng nhằm đánh giá bành trướng đô thị, bao gồm:

- *Nhóm độ đo cảnh quan*: đánh giá thực trạng và nguyên nhân gây biến đổi không gian đô thị.

- *Nhóm độ đo phát triển bền vững kinh tế xã hội*: đánh giá tổng hợp trình độ phát triển kinh tế xã hội của khu vực. Các độ đo cụ thể bao gồm HDI (chỉ số phát triển con người) và LSI (chỉ số bền vững địa phương). HDI phản ánh chất lượng cuộc sống theo các phương diện thu nhập (tổng sản phẩm quốc nội bình quân đầu người), tri thức (trình độ học vấn) và sức khoẻ (tuổi thọ trung bình). LSI được sử dụng nhằm đánh giá tổng hợp mức độ phát triển bền vững ở cấp địa phương.

- *Nhóm độ đo chất lượng môi trường*: đánh giá tổng hợp chất lượng môi trường của khu vực. Các độ đo cụ thể bao gồm EQI (chỉ số chất lượng môi trường), được tính là hàm của AQI (chỉ số chất lượng không khí), WQI (chỉ số chất lượng nước) và H (hiệu quả thu gom rác thải). AQI đại diện cho nồng độ của một nhóm chất gây ô nhiễm không khí gồm CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> và bụi. WQI được xây dựng theo bốn thông số là pH, DO (ôxy hòa tan), TSS (tổng lượng chất rắn lơ lửng) và NTU (độ đục).

Để đánh giá được bản trường đô thị cho khu vực trung tâm huyện Thạch Thất dựa trên bộ chỉ số này, 73 phiếu điều tra chi tiết HDI và LSI đối với các hộ gia đình, trạm y tế và phòng thống kê; 10 mẫu đo chất lượng không khí trong thời gian 8 tiếng; 65 mẫu đo chất lượng nước; 40 mẫu điều tra chất thải rắn được thu thập cho toàn bộ 18 khu phố thuộc khu vực nghiên cứu trong hai đợt khảo sát vào tháng 10/2010 và tháng 3 và tháng 4/2011.

### *Biến đổi không gian đô thị*

Kết quả nghiên cứu hiện trạng và phân tích biến đổi sử dụng bằng tư liệu ảnh hàng không cho thấy: năm 2010, đất nông nghiệp vẫn chiếm

diện tích lớn nhất trong cơ cấu sử dụng đất (509,23 ha, tương đương 68,73% tổng diện tích tự nhiên), đất phi nông nghiệp là 209,61 ha (28,29%), đất chưa sử dụng là 22,05 ha (2,98%). Biến đổi sử dụng đất giai đoạn 2004 - 2010 đã chỉ ra xu thế giảm dần diện tích đất nông nghiệp và đất bằng chưa sử dụng, tăng diện tích đất phi nông nghiệp.

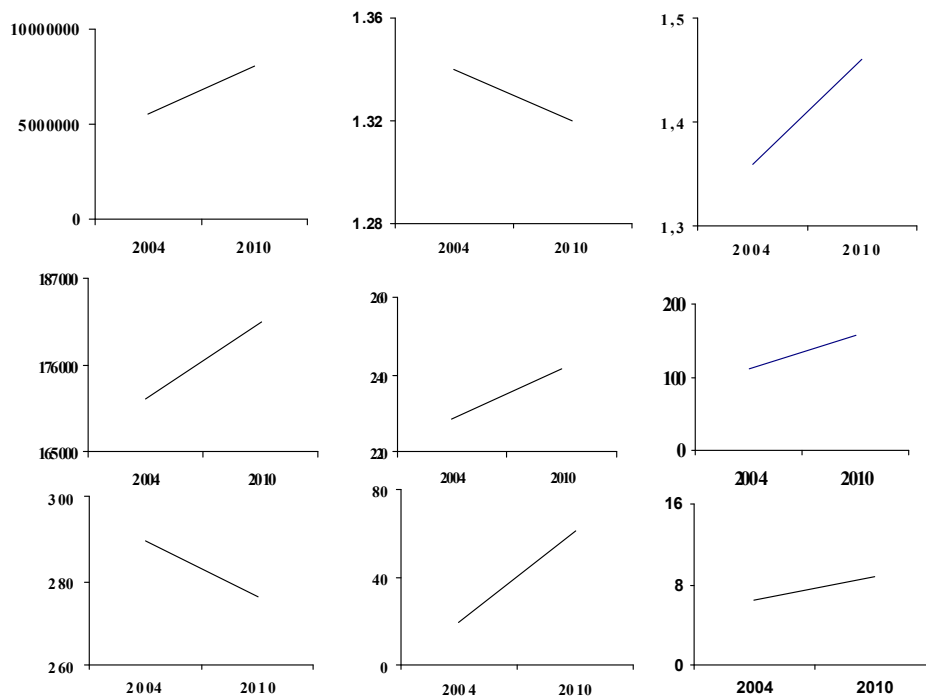
Các độ đo cảnh quan được tính toán theo hai mức quy mô không gian lãnh thổ:

*\* Quy mô toàn khu vực nghiên cứu*

Các độ đo fractal có xu thế tăng giá trị là MPAR ( $MPAR_{2004}=5473996,18$  m;  $MPAR_{2010}= 8066701,92$  m), NumP ( $NumP_{2004} = 110$ ;  $NumP_{2010} = 157$ ), PSSD ( $PSSD_{2004} = 19,54$  ha;  $PSSD_{2010} = 61,27$  ha), ED ( $ED_{2004} = 228,52$ m/ha;  $ED_{2010} = 241,35$ m/ha) và TE ( $TE_{2004} = 171732,88$  m;  $TE_{2010} = 181483,83$  m) và MSI ( $MSI_{2004} = 6,51$ ;  $MSI_{2010} = 8,82$ ).

Trong khi đó, giá trị PSCoV có xu thế giảm: từ 289,66% (năm 2004) xuống còn 276,19% (năm 2010). Giá trị MPFD có xu thế giảm nhẹ ( $MPFD_{2004}= 1,34$ ;  $MPFD_{2010} = 1,32$ ), nhưng trường hợp xét thêm trọng số diện tích, giá trị AWMPFD tăng từ 1,36 (năm 2004) lên 1,46 (năm 2010).

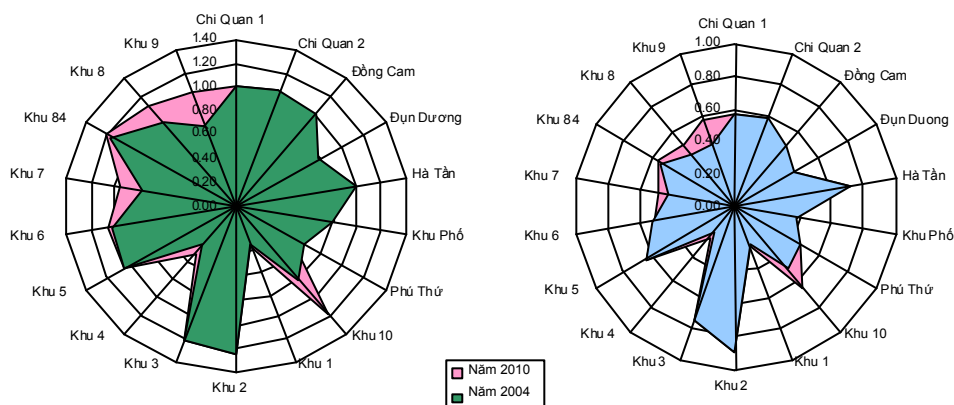
Xu thế biến đổi các giá trị fractal phản ánh ảnh hưởng của biến đổi mục đích sử dụng đất tới hình thái các khoảnh đất. Tác động tổng hợp của xây dựng cơ sở hạ tầng, phát triển kinh tế với xu hướng chuyển dần từ nông nghiệp sang công nghiệp - dịch vụ làm tăng độ phức tạp về hình thái đất ở đô thị trong khu vực.



Hình 14.13. Biến đổi các độ đo cảnh quan khu vực trung tâm huyện Thạch Thất giai đoạn 2004 - 2010 (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới): MPAR, MPFD, AWMPFD, TE, ED, NumP, PSCoV, PSSD và MSI. Trục tung thể hiện giá trị các chỉ số, trục hoành thể hiện thời gian (năm).

**\* Quy mô khu đô thị nhỏ**

Xu thế biến đổi entropy khác nhau giữa các khu đô thị nhỏ xuất phát từ hoạt động phát triển đặc thù. Mặc dù giá trị SHDI và SHEI đều có xu thế giảm nhẹ trong cả giai đoạn nghiên cứu ( $SHDI_{2004} = 1,1$ ;  $SHDI_{2010} = 1,08$ ;  $SHEI_{2004} = 0,34$ ;  $SHEI_{2010} = 0,3$ ) nhưng lại diễn biến khác nhau rõ rệt giữa khu vực Liên Quan và Kim Quan. Giá trị SHDI cao nhất thuộc về khu 2 (1,24) và khu 3 (1,19); thấp nhất thuộc về Khu Phố (0,42) và Đồng Cam (0,47).



Hình 14.14. Xu thế biến đổi giá trị SHDI (trái) và SHEI (phải) ở cấp khu đô thị nhỏ

## Thực trạng phát triển kinh tế xã hội

### \* Chỉ số phát triển con người (HDI)

Giá trị HDI cao nhất tại Khu Phố (0,67), Phú Thứ (0,67), Đồng Cam (0,64) và Đụn Dương (0,64); trong khi đó, các khu 2, 3, 4 và 10 có giá trị thấp nhất (hình 3b). Mật bằng phát triển kinh tế cao tại thị trấn Liên Quan thuận lợi nâng cao chất lượng giáo dục, trình độ học vấn và dịch vụ y tế. Xu thế cụ thể được giải thích dựa trên giá trị các chỉ số thành phần sau:

- *Chỉ số giáo dục*: tỷ lệ biết chữ cao nhất thuộc về các khu 84, 10 và Khu Phố (100%); thấp nhất tại khu 3 và Hà Tân (79%).

- *Chỉ số tuổi thọ*: tuổi thọ trung bình ở thị trấn Liên Quan từ 70 - 75, riêng Hà Tân thấp nhất (68 tuổi). Trong khi đó, người dân sống ở Kim Quan có tuổi thọ trung bình thấp hơn nhiều (60 - 65 tuổi).

- *Chỉ số GDP*: liên quan tới tốc độ tăng trưởng kinh tế và thu nhập bình quân trên đầu người dân, khu vực Liên Quan cao hơn so với Kim Quan. Trong đó, giá trị cao nhất thuộc về Khu Phố, Đồng Cam, Đụn Dương và Phú Thứ; thấp nhất thuộc về khu 4.

*\* Độ bền vững địa phương (LSI)*

Chỉ số này cho phép lồng ghép được các yếu tố kinh tế xã hội và sinh thái ở quy mô địa phương. Khu Phố và Phú Thứ có giá trị LSI xếp ở mức bền vững (>0,8). Các khu 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, Chi Quan 1, Chi Quan 2, Đồng Cam và Đụn Dương có giá trị LSI ở mức khá bền vững (0,6 - 0,8). Khu Hà Tân có giá trị LSI thuộc mức bền vững trung bình, phản ánh nhiều hạn chế về chất lượng cuộc sống cũng như các dịch vụ y tế.

*Chất lượng môi trường*

*Chất lượng không khí:* ô nhiễm không khí gia tăng là một trong những vấn đề môi trường nổi cộm. Các trục quốc lộ và tỉnh lộ đều có nồng độ các chất ô nhiễm đều vượt QCVN về bụi và tiếng ồn. Phần lớn các cơ sở sản xuất tiểu thủ công nghiệp, các lò gạch, lò đốt rác thải y tế của bệnh viện Thạch Thất cũng được xác định là các nguồn thải quan trọng. Giá trị AQI phân hóa theo khu vực:

- *Khu vực ven các tuyến đường giao thông lớn, bao gồm Hà Tân, Chi Quan 1 và Chi Quan 1, có giá trị AQI xếp ở mức kém (>100), lưu lượng phương tiện giao thông lớn, nồng độ bụi TSP cao (1,207 mg/m<sup>3</sup>);*

- *Khu vực gần các lò gạch thuộc khu 2, 5 và 6 có giá trị AQI xếp ở mức trung bình (51-100), có nồng độ CO<sub>2</sub> và SO<sub>2</sub> cao nhất;*

- *Khu vực dân cư cách xa đường 32 và đường 84 có giá trị AQI xếp ở mức tốt (<51). Trong đó, thôn 1, 3, 4, 9 và Đồng Cam có chất lượng không khí tốt nhất với nồng độ CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> và TSP đo được đều nằm trong QCVN; Đụn Dương và Phú Thứ chịu ảnh hưởng nhẹ bởi giao thông trong phạm vi thị trấn; khu 3 và 5 bị ảnh hưởng nhẹ do ô nhiễm mùi từ bãi thu gom rác 2; các khu 2, 7, 8 và 10 bị ảnh hưởng tiếng ồn và bụi từ các hộ gia công đồ gỗ; một số khu lân cận bệnh viện Thạch Thất bị ảnh*

hường bởi khí thải lò đốt rác thải y tế của bệnh viện (nồng độ CO<sub>2</sub> đo vào tháng 10/2010 là 1530 µg/m<sup>3</sup>).

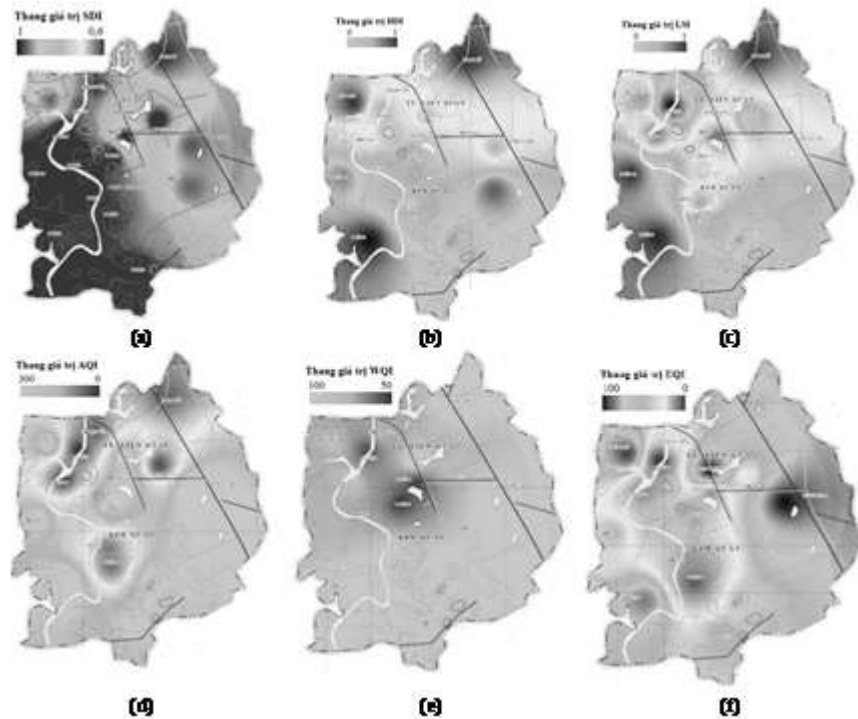
*Chất lượng nước:* nguồn nước ngầm có chất lượng tốt do toàn bộ khu vực nằm trên nền đá ong điển hình lọc nước tự nhiên. Tuy nhiên, chất lượng nước mặt đang suy giảm do các nguồn phát thải nước thải và chất thải rắn từ sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp, thương mại dịch vụ. Khu vực ven sông Tích có dấu hiệu ô nhiễm nhẹ, giá trị WQI đạt mức trung bình: khu 2 (WQI = 71,0), khu 7 (76,3), khu 8 (77,3), khu 10 (76,7), Chi Quan 1 (74,0) và Chi Quan 2 (73,7). Các khu 4, 5, 6, 7, 8, 9, Khu Phố, Đồng Cam và Đụn Dương có chất lượng nước đạt tiêu chuẩn sinh hoạt và sản xuất. Các khu 1, 3 và Hà Tân có chất lượng nước thấp nhất (pH = 8,7 - 9, TDS > 1400 mg/l).

*Hiệu quả thu gom rác thải:* các khu gần đường quốc lộ 32 (Khu Phố, Chi Quan 1 và Chi Quan 2) có tần suất thu gom là 1 ngày/lần; khu 9 là 2 - 3 ngày/lần. Tỷ lệ thu gom rác thải tại Kim Quan chỉ đạt 60 - 70%, thôn 84 cao nhất (70%). Các khu thuộc Liên Quan có tỷ lệ thu gom cao hơn, trong đó Khu Phố, Phú Thứ, Đồng Cam và Đụn Dương cao nhất (>90%).

*Chất lượng môi trường chung:* giá trị EQI được sử dụng để đánh giá tổng hợp chất lượng môi trường cho từng khu đô thị cụ thể. Đồng Cam và Đụn Dương có chất lượng môi trường tốt trên cả ba phương diện: chất lượng không khí, nước và hiệu suất thu gom rác thải (EQI = 91,3 - 92,3). Các khu 1, 3, 5, 6, 84 và Hà Tân có chất lượng môi trường thấp (EQI < 70), trong đó khu 6 và Hà Tân có chất lượng môi trường thấp nhất (EQI = 64,7).

Các kết quả đánh giá biến đổi không gian đô thị, thực trạng phát triển kinh tế xã hội và chất lượng môi trường được thể hiện trên các sơ đồ chỉ số định lượng tương ứng dưới đây:





Hình 14.15. Sơ đồ các chỉ số: (a) SHDI, (b) HDI, (c) LSI, (d) AQI, (e) WQI và (f) EQI.

*Phân cụm các khu đô thị theo biến đổi không gian, phát triển bền vững kinh tế xã hội và chất lượng môi trường*

Sử dụng mô hình phân cụm có thứ bậc cho 19 biến độ đo thành trường đô thị, xác định được tám cụm đô thị có đặc trưng riêng biệt về quan hệ giữa biến đổi không gian đô thị với những thay đổi về điều kiện kinh tế xã hội và môi trường trong giai đoạn 2004 – 2010.

- *Cụm G1*: diện tích đất ở và đất chuyên dùng có xu thế ổn định, entropy giảm ( $\Delta SDI = -0,38$ ). Chất lượng cuộc sống người dân ở cụm này ở mức cao ( $HDI = 0,67$ ) và đạt mức bền vững địa phương trên các phương diện kinh tế, xã hội và môi trường. Môi trường không khí có dấu hiệu ô nhiễm bụi và tiếng ồn do nằm gần các trục giao thông lớn.

- *Cụm G2*: diện tích đất chuyên dùng ổn định, đất ở tăng, entropy giảm ( $\Delta\text{SDI} = -0,36$ ). Chỉ số phát triển con người cao. Môi trường không khí và nước nằm trong ngưỡng cho phép theo QCVN, hiệu suất thu gom rác thải cao.

- *Cụm G3*: diện tích đất chuyên dùng ổn định, entropy giảm ( $\Delta\text{SDI} = -0,13$ ). Chỉ số phát triển con người đạt mức khá, đạt mức bền vững địa phương. Môi trường không có dấu hiệu bị ô nhiễm.

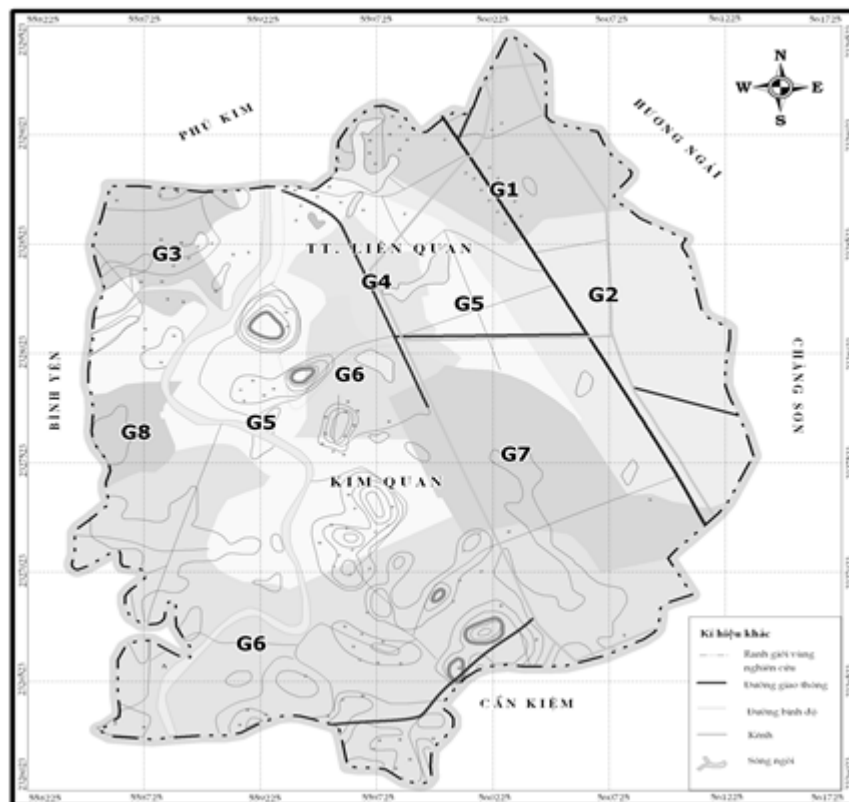
- *Cụm G4*: diện tích đất ở và đất chuyên dùng có xu hướng tăng, entropy ổn định ( $\Delta\text{SDI} = 0$ ). Giá trị chỉ số phát triển con người và chỉ số bền vững địa phương ở mức khá (HDI = 0,64; LSI = 0,79). Chất lượng môi trường được xếp ở mức tốt nhất trên cả ba phương diện: chất lượng không khí, chất lượng nước và hiệu quả thu gom rác thải sinh hoạt.

- *Cụm G5*: ít chịu tác động của các hoạt động phát triển kinh tế cũng như xây dựng cơ sở hạ tầng. Diện tích đất chuyên dùng ổn định, diện tích đất ở tăng, entropy tăng ( $\Delta\text{SDI} = 0,01$ ). Chất lượng cuộc sống con người đạt mức khá, giá trị HDI thấp hơn so với các cụm G1, G2, G3 và G4. Môi trường không khí bị ô nhiễm bởi các hoạt động tiểu thủ công nghiệp và giao thông vận tải. Hiệu quả thu gom rác thải thấp (trung bình 72%). Chất lượng môi trường ở mức thấp (EQI = 0,69).

- *Cụm G6*: diện tích đất ở và đất chuyên dùng ổn định, entropy tăng ( $\Delta\text{SDI} = 0,13$ ). Giá trị chỉ số phát triển con người ở mức thấp do mức sống, thu nhập và chất lượng dịch vụ y tế chưa cao. Chất lượng môi trường đạt mức trung bình.

- *Cụm G7*: diện tích đất chuyên dùng tăng, diện tích đất ở ổn định, entropy tăng ( $\Delta\text{SDI} = 0,1$ ). Cụm này có giá trị chỉ số phát triển con người thấp nhất trong khu vực (HDI = 0,54). Chất lượng môi trường không khí và nước nhìn chung vẫn tốt.

- *Cụm G8*: diện tích đất ở tăng, entropy tăng cao nhất ( $\Delta SDI = 0,37$ ). Giá trị chỉ số phát triển con người và chỉ số bền vững địa phương thấp (HDI = 0,57; LSI = 0,63). Chất lượng môi trường ở mức khá (EQI = 0,77).



Hình 14.16. Sơ đồ phân cụm đô thị khu vực trung tâm huyện Thạch Thất, thành phố Hà Nội (Phương pháp: phân tích cụm có thứ bậc).

Các kết quả phân tích cho thấy, biến đổi không gian đô thị, thay đổi về kinh tế xã hội và chất lượng môi trường là hệ quả tất yếu của đô thị hóa và là những biểu hiện cơ bản của bành trướng đô thị. Đối với khu vực trung tâm huyện Thạch Thất, kể từ sau thời điểm tháng 8/2008, mở rộng không gian đô thị không theo quy hoạch là một trong những nguyên nhân tác động mạnh mẽ nhất tới sự phát triển kinh tế xã hội và làm giảm chất lượng môi trường ở khu vực này.

## Chương 15.

# LÝ LUẬN VỀ SINH THÁI CẢNH QUAN NHIỆT ĐỚI GIÓ MÙA CHÂU Á

### 15.1. NỘI DUNG, NHIỆM VỤ NGHIÊN CỨU, Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA PHÁT TRIỂN LÝ LUẬN SINH THÁI CẢNH QUAN NHIỆT ĐỚI GIÓ MÙA

#### 15.1.1. Hướng phát triển lý luận sinh thái cảnh quan trong nghiên cứu ở quy mô khu vực và toàn cầu

Từ những thập niên cuối thế kỷ thứ XX, các dự án và công trình nghiên cứu khoa học về sinh thái cảnh quan ngày càng chiếm số lượng lớn so với các công trình thuần túy về sinh thái học hoặc cảnh quan học (Turner, 1995). Điều này xuất phát từ ưu thế của khoa học sinh thái cảnh quan do kết hợp được hướng tiếp cận cấu trúc của địa lý học và hướng tiếp cận chức năng của sinh thái học. Tuy nhiên, cùng với sự phát triển vượt trội về mặt số lượng, sinh thái cảnh quan đã bộc lộ một số hạn chế về mặt lý luận và thực tiễn. Trong đó, hạn chế lớn nhất là chưa giải quyết được trọn vẹn nhiều vấn đề thực tiễn cấp bách trước mắt và lâu dài ở cả quy mô toàn cầu cho tới quy mô địa phương. Điều này xuất phát từ những lý do cơ bản sau:

- Thứ nhất, hệ thống cơ sở lý luận và các mô hình định lượng của sinh thái cảnh quan được xây dựng cho một đơn vị cảnh quan (Forman, 1995; Turner và Gadner, 2001) hoặc vùng lãnh thổ (Forman, 1995). Trường phái sinh thái cảnh quan châu Âu và Bắc Mỹ chỉ chú trọng phát triển lý luận và các mô hình về các mối quan hệ sinh thái này, không nghiên cứu phát triển các hệ thống phân loại cảnh quan. Trong khi đó,

với ưu thế về lãnh thổ quốc gia rộng lớn, các nhà cảnh quan học của Liên Xô đã xây dựng được nhiều hệ thống phân loại cảnh quan thể hiện sự phân hóa cảnh quan từ cấp địa phương cho tới toàn cầu. Các hệ thống phân loại này được áp dụng thành công trong công tác phân tích cấu trúc không gian của các lãnh thổ ở các quy mô khác nhau. Tuy nhiên, không có nhiều công trình tiếp cận sinh thái học trong nghiên cứu cảnh quan học ở quy mô lớn. Điều tương tự xảy ra ở Việt Nam: hiện nay ở Việt Nam có ít nhất hai hệ thống phân loại cảnh quan đã công bố quan tâm đến đặc trưng sinh thái học của các cảnh quan trong lãnh thổ Việt Nam (của Nguyễn Thành Long và cộng sự, 1992; của Phạm Hoàng Hải, 2005). Tuy nhiên, số lượng những nghiên cứu thực tiễn thành lập bản đồ sinh thái cảnh quan ở quy mô toàn quốc, vùng vẫn còn rất hạn chế. Điều này cho thấy một lỗ hổng trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan đối với các quy mô khu vực và toàn cầu, cả trên thế giới và Việt Nam.

- Thứ hai, lý luận lấy sinh vật làm đối tượng nghiên cứu trung tâm của trường phái sinh thái cảnh quan Bắc Mỹ được xác định dựa trên khả năng nhận biết của sinh vật đối với "cảnh quan" của chúng. Hướng nghiên cứu này đã thể hiện ưu thế hơn hẳn về tính không gian so với hướng nghiên cứu truyền thống của sinh thái học trong phân tích quan hệ tương tác giữa sinh vật và môi trường. Trong tự nhiên, đa số các loài sinh vật với khu phân bố hạn chế do các trở ngại tự nhiên, khi được lựa chọn là đối tượng nghiên cứu đã làm thu hẹp phạm vi không gian nghiên cứu. Hệ quả, các công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan theo hướng tiếp cận này chủ yếu chỉ được thực hiện ở cấp địa phương và cấp vùng, trong khi có rất ít công trình nghiên cứu ở cấp khu vực và toàn cầu.

- Thứ ba, sự phát triển các nghiên cứu theo định hướng nhân sinh cùng với nhiều nguyên lý tương ứng, chẳng hạn Hệ Sinh thái Nhân văn

Tổng thể (THE), tiến hóa cảnh quan, sức tải hoặc dấu chân sinh thái, là động lực thúc đẩy sinh thái cảnh quan ở châu Âu và Bắc Mỹ phát triển lên một tầm cao mới: phạm vi và đối tượng nghiên cứu của khoa học này hiện đã vượt ra khỏi nội dung truyền thống chỉ chú trọng tới các đối tượng tự nhiên của địa lý tự nhiên (các quyển tự nhiên như thạch quyển, khí quyển, thủy quyển,...), cảnh quan học (các cảnh quan tự nhiên như cảnh quan miền núi, cảnh quan đồng bằng, cảnh quan rừng,...) hoặc sinh thái học (cá thể, quần thể sinh vật, quần xã sinh vật, hệ sinh thái). Cách tiếp cận này cho phép sinh thái cảnh quan liên ngành được với nhiều ngành khoa học xã hội và nhân văn (lịch sử, nhân học, khảo cổ học,...), đồng thời hướng tới giải quyết các vấn đề môi trường (Naveh, 1984), phát triển bền vững (Naveh, 1984; Wu, 2002), biến đổi khí hậu và cảnh báo toàn cầu (IPCC, 2005). Sự phát triển này phù hợp với bối cảnh thay đổi toàn cầu hiện nay khi quy mô dân số thế giới đã đạt tới trên 7 tỷ người vào năm 2012 (Cục Điều tra Dân số Hoa Kỳ, 2012). Hệ quả, tác động của con người tới môi trường rộng khắp từ quy mô địa phương cho tới toàn cầu. Trên thực tiễn, nhiều vấn đề sinh thái và môi trường vĩ mô, xuyên biên giới khó được giải quyết được triệt để nếu chỉ nghiên cứu giới hạn ở quy mô vùng và quy mô cảnh quan. Để giải quyết tốt những vấn đề này, nhiệm vụ đặt ra cho sinh thái cảnh quan trong giai đoạn hiện nay cần được định hướng nghiên cứu ở các quy mô không gian mở rộng - từ khu vực cho tới toàn cầu.

- Cuối cùng, các vấn đề thực tiễn về sinh thái học và môi trường luôn cần các nguyên lý khác nhau để giải quyết cùng một vấn đề tương tự nhưng cho các đối tượng nghiên cứu ở quy mô không gian khác nhau. Chẳng hạn cơ chế phân mảnh cảnh quan gây ra những hệ quả mất và cách ly về nơi sống của sinh vật ở quy mô địa phương. Phân mảnh cảnh quan ở quy mô khu vực và toàn cầu cũng gây ra những hệ quả tương tự đối với sinh vật. Số liệu thống kê cho thấy, trên phạm vi

toàn cầu, khoảng 18.000 - 55.000 loài bị tuyệt chủng hàng năm; khoảng 27.000 loài bị tiêu diệt hàng năm do mất, phân mảnh và thoái hóa rừng nhiệt đới (Công ước Đa dạng sinh học, 2010). Tuy nhiên, bản chất và cơ chế của hiện tượng này hoàn toàn khác biệt. Nếu ở quy mô nhỏ, sự biến mất và phân mảnh nơi sống do tác động của con người, diễn ra trong thời gian ngắn thì ở quy mô lớn, hiện tượng biến mất và phân mảnh nơi sống có tính đến tác động của các yếu tố xáo động tự nhiên, quy mô lớn và diễn ra trong một thời gian dài hơn.

Sự phân hóa về chủ thể, đối tượng và nội dung nghiên cứu sinh thái cảnh quan trên thế giới được thể hiện rõ ở các quy mô nghiên cứu:

- *Quy mô toàn cầu*: Hiệp hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế (IALE) chịu trách nhiệm phát triển sinh thái cảnh quan với vai trò là một khoa học liên ngành, ứng dụng trong phân tích, quy hoạch và quản lý đất đai trên phạm vi toàn cầu. Hiệp hội này đóng vai trò chủ đạo trong thúc đẩy hợp tác quốc tế, phát triển hướng liên ngành trong khoa học, đào tạo và truyền thông về sinh thái cảnh quan.

- *Quy mô lục địa*: Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại châu Phi (Africa - IALE) và Chi hội Sinh thái Cảnh quan tại châu Âu (Europe - IALE) là hai tổ chức chịu trách nhiệm phát triển sinh thái cảnh quan ở quy mô lục địa. Chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế tại châu Phi có vai trò thu hút và hỗ trợ các dự án quốc tế nghiên cứu lục địa này với nguồn kinh phí từ bên ngoài châu Phi. Chi hội Sinh thái Cảnh quan tại châu Âu đóng vai trò tích cực trong việc thúc đẩy phát triển sinh thái cảnh quan tại toàn châu Âu, chịu trách nhiệm tổ chức các hội nghị quốc tế về sinh thái cảnh quan quy mô khu vực. Năm 2013, chi hội này tổ chức hội nghị toàn châu Âu về sinh thái cảnh quan với chủ đề "*Các cảnh quan châu Âu đang biến đổi*". Tuy nhiên, những đóng góp quan trọng nhất trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở quy mô lục địa lại thuộc về

Công ước Cảnh quan châu Âu (*European Landscape Convention*), hay còn gọi là Công ước Florence. Đây là công ước quốc tế đầu tiên được áp dụng cho toàn bộ các cảnh quan trong lãnh thổ châu Âu, trải rộng từ các cảnh quan tự nhiên đặc sắc cho tới các cảnh quan bị suy thoái, bao gồm cả các cảnh quan nguyên sinh, cảnh quan nông thôn, cảnh quan ngoại ô, cảnh quan đô thị,... Mục đích của công ước là bảo vệ, quản lý và lập quy hoạch cho tất cả các cảnh quan, đồng thời nâng cao nhận thức của cộng đồng về giá trị của cảnh quan đối với con người. Bằng các cách tiếp cận nghiên cứu và quản lý hiện đại, Công ước Cảnh quan châu Âu được coi là một sự bổ sung quan trọng cho các công ước di sản của Hội đồng châu Âu và UNESCO.

- *Quy mô khu vực và quốc gia*: các chi hội sinh thái cảnh quan quốc tế đặt tại các quốc gia đóng vai trò quan trọng trong xác định hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở quy mô khu vực và quốc gia. Chẳng hạn, Chi hội Sinh thái Cảnh quan Hoa Kỳ định hướng nghiên cứu phục vụ công tác bảo tồn sinh học trong lãnh thổ Hoa Kỳ và cả khu vực Bắc Mỹ. Trong khi đó, các chi hội sinh thái cảnh quan ở châu Á (Nhật Bản, Trung Quốc, Việt Nam) lại định hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan phục vụ các mục đích phát triển bền vững, đa dạng văn hóa và quản lý hợp lý tiến trình đô thị hóa tại các nước đang phát triển trong khu vực châu Á.

- *Quy mô vùng và cảnh quan*: phần lớn các công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan được thực hiện ở quy mô nghiên cứu này. Hướng này không chỉ thu hút các nhà sinh thái cảnh quan mà còn nhiều chuyên gia liên ngành. Các vấn đề nghiên cứu phong phú với khu vực nghiên cứu đa dạng ở quy mô này.

Như vậy, các nghiên cứu sinh thái cảnh quan theo định hướng sinh vật chủ yếu được định hướng ở quy mô cảnh quan và quy mô vùng.



Các nghiên cứu định hướng nhân sinh yêu cầu định hướng ở quy mô rộng hơn; tuy nhiên trên thực tế, phần lớn các công trình cũng chỉ giới hạn ở quy mô cảnh quan và quy mô vùng. Nguyễn An Thịnh (2010) thực hiện một thống kê về số lượng các bài báo công bố liên quan tới sinh thái cảnh quan của nhà xuất bản Springer trong vòng 30 năm trở lại đây (1980 - 2010). Kết quả cho thấy, các nghiên cứu ở quy mô cảnh quan và quy mô vùng chiếm số lượng lớn nhất (tỷ lệ tương ứng là 100% và 63,6%). Các nghiên cứu giải quyết rất tốt các vấn đề sinh thái học, môi trường và phát triển bền vững. Các nghiên cứu liên quan tới các vấn đề toàn cầu bắt đầu được chú trọng từ năm 1990, và hiện đang có xu thế tăng. Trong khi đó, nghiên cứu ở quy mô khu vực và lục địa vẫn còn bị bỏ ngỏ, chiếm số lượng rất ít trong tổng số các công trình đã công bố.

Bảng 15.1. Quy mô không gian nghiên cứu sinh thái cảnh quan giai đoạn 1980 - 2010

Giai đoạn	Tổng số bài báo	Quy mô không gian				
		Mảnh nơi sống	Cảnh quan	Vùng	Khu vực và lục địa	Toàn cầu
1980 - 1989	212	15	212	15	0	2
1990 - 1999	1014	264	1014	401	31	187
2000 - 2009	3964	1740	3964	2898	254	1713
đến tháng 6/2010	398	135	398	240	22	185
Tổng số (từ 1980-2010)	5588	2154	5588	3554	307	2087

(Nguồn: phân tích thống kê từ số liệu trên trang web của NXB Springer, 6/2010)

Những phân tích ở trên cho thấy, để định hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan giải quyết trọn vẹn các vấn đề sinh thái, môi trường và nhân văn ở quy mô khu vực và toàn cầu, cần có hướng tiếp cận "nghiên cứu mối quan hệ giữa cấu trúc bất đồng nhất của các cấp phân vị trong hệ thống phân loại cảnh quan từ quy mô cảnh quan cho tới quy mô toàn cầu

với các quá trình hệ sinh thái". Đây sẽ là hướng nghiên cứu quan trọng để giải quyết các vấn đề thực tiễn cấp bách trước mắt và lâu dài.

Dựa trên hướng tiếp cận này, lý luận sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa châu Á được phát triển với mục đích giải quyết các vấn đề thực tiễn liên quan tới sử dụng hợp lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và các hệ sinh thái, biến đổi khí hậu và cảnh báo toàn cầu ở mức liên vùng và xuyên biên giới giữa các quốc gia. Lý luận này cũng được áp dụng cụ thể trong xây dựng và phân tích mô hình đa dạng cảnh quan của lãnh thổ Việt Nam (trình bày trong chương 16: "*Đa dạng cảnh quan, đa dạng hệ sinh thái và đa dạng văn hóa: mô hình cho lãnh thổ Việt Nam*").

### **15.1.2. Nội dung và nhiệm vụ nghiên cứu sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa châu Á**

Khu vực nhiệt đới gió mùa có vị trí biểu kiến của Mặt Trời dao động giữa hai chí tuyến chịu ảnh hưởng của các hệ thống gió chính có hướng thay đổi theo các mùa trong một năm. Khu vực nhiệt đới nằm giữa đường chí tuyến Bắc ( $23^{\circ}26'$  vĩ độ Bắc) và đường chí tuyến Nam ( $23^{\circ}26'$  vĩ độ Nam), một năm Mặt Trời qua thiên đỉnh hai lần. Các mùa bị chi phối bởi sự vận động của vành đai mưa nhiệt đới hơn là diễn biến nhiệt độ và độ dài ngày trong năm. Kết quả, các tháng trong năm được gộp lại thành một mùa nhiều mưa và một mùa ít mưa. Tuy nhiên, khí hậu khu vực nhiệt đới cũng có thể phân chia thành bốn mùa trong năm tùy thuộc vào vị trí của Mặt Trời: mùa xuân và mùa thu bắt đầu tại thời điểm Mặt Trời trực tiếp trên đường xích đạo (ngày xuân phân và thu phân); mùa hè và mùa đông bắt đầu tại thời điểm Mặt Trời trực tiếp trên chí tuyến Bắc hoặc chí tuyến Nam (ngày đông chí và hạ chí). Khí hậu nhiệt đới được đặc trưng bởi nhiệt độ cao quanh năm (nhiệt độ trung bình năm  $>18^{\circ}\text{C}$ ), trong năm có một mùa khô rõ rệt và một mùa mưa, lượng mưa trung bình

năm khoảng 1.000 - 1.500 mm. Trong khu vực nhiệt đới gió mùa, tính chất nhiệt đới bị phân hóa sâu sắc bởi chế độ gió mùa. Gió mùa hè có hướng tây là hướng chủ đạo, xu thế phát triển mạnh và gây mưa lớn do hiện tượng tăng cường ngưng kết không khí trong khí quyển, tuy nhiên cường độ và thời kỳ mưa không đồng nhất theo các năm. Ngược lại, gió mùa đông có hướng đông là hướng chủ đạo, phân kỳ, giảm sút và gây khô hạn.

Các cảnh quan nhiệt đới gió mùa tại châu Á phân bố ở địa ô phía đông lục địa Âu - Á chịu tác động mạnh của hoàn lưu gió mùa. Do lượng mưa cao (1.000 - 2.000 mm/năm) nên mạng lưới sông suối dày đặc, nhiều nước. Các loại đất thống trị là đất vàng đỏ hoặc đỏ vàng, giàu hàm lượng sắt nhôm. Rừng kín cây lá rộng nhiệt đới ẩm thường xanh hoặc rụng lá theo mùa là hai kiểu chiếm ưu thế trong khu vực. Đa dạng loài thực vật và động vật cao do chế độ nhiệt và ẩm dồi dào, đồng thời môi trường không có những thay đổi bất thường từ thời kì Đệ Tam.

Các quốc gia thuộc khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á có diện tích lãnh thổ rất khác nhau, nhỏ nhất là Singapore (khoảng 610 km<sup>2</sup>), lớn nhất là Ấn Độ (3 triệu km<sup>2</sup>). Tổng dân số năm 2011 khoảng 1,6 tỷ người, dự báo sẽ tăng lên 2,4 tỷ người vào năm 2025, trong đó Ấn Độ (trên 1,21 tỷ người) và Indonesia (trên 237,6 triệu người) lần lượt là hai quốc gia đông dân thứ hai và thứ tư thế giới. Mặc dù dân cư sinh sống chủ yếu ở nông thôn, nhưng thống kê đến năm 2008, khu vực này chiếm tới 4/10 siêu đô thị lớn nhất trên thế giới (Jakarta của Indonesia, Manila của Philippin, Mumbai và Delhi của Ấn Độ). Trong khu vực, vấn đề khai thác các nguồn tài nguyên thiên nhiên gắn liền với quá trình đô thị hóa, công nghiệp hóa và tăng trưởng kinh tế nhanh chóng làm gia tăng ô nhiễm môi trường, thoái hóa tài nguyên đất đai, làm thay đổi cảnh quan và gây suy giảm chất lượng các hệ sinh thái tự nhiên,... Tăng trưởng kinh tế xã hội, tăng trưởng dân số cùng với biến đổi khí hậu được xem là

những yếu tố chính gây áp lực mạnh mẽ tới tài nguyên và môi trường của khu vực.

Trong các cảnh quan trên Trái Đất, cảnh quan khu vực nhiệt đới gió mùa có vai trò rất quan trọng đối với đa dạng sinh học và biến đổi toàn cầu. Các hoạt động phát triển ở khu vực này, đặc biệt là biến đổi sử dụng đất và thâm canh nông nghiệp tác động mạnh mẽ đến các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan và nơi sống tự nhiên của sinh vật. Nhu cầu thức ăn, gỗ và nhiên liệu sinh học gia tăng dẫn tới sự mở rộng cả diện tích và cường độ thâm canh trong sử dụng đất nông nghiệp. Trong đó, biến đổi sử dụng đất là động lực chính của biến đổi toàn cầu, diễn ra ở nhiều quy mô không gian khác nhau. Phân tích những thách thức về phát triển kinh tế xã hội và tương tác sinh thái học là một trong những tiếp cận tốt nhất để hiểu được bản chất mối quan hệ giữa con người với tự nhiên ở khu vực này. Do đó, nghiên cứu các cảnh quan nhiệt đới gió mùa dựa trên các nguyên lý sinh thái cảnh quan, theo tiếp cận đa tỷ lệ và liên ngành sẽ là những cơ sở khoa học và thực tiễn góp phần vào chiến lược bảo vệ môi trường và các hệ sinh thái, phát triển bền vững, giảm thiểu và thích ứng với các tác động tiêu cực do biến đổi toàn cầu.

So với các cảnh quan khác trên Trái Đất, các cảnh quan nhiệt đới gió mùa khu vực châu Á có những đặc trưng khác biệt như sau:

- Một khu vực có độ đa dạng cảnh quan, đa dạng sinh học và đa dạng nhân văn cao. Theo xếp hạng của Chương trình Môi trường Liên Hiệp quốc (UNEP, 2004), có tới 5/20 quốc gia có độ đa dạng sinh học cao nhất trên thế giới thuộc khu vực nhiệt đới gió mùa, bao gồm Indonesia, Ấn Độ, Malaysia, Thái Lan và Việt Nam. Tài nguyên cây trồng của khu vực đặc biệt phong phú. Trong danh sách Fearon (2003), Ấn Độ, Indonesia và Malaysia thuộc nhóm 30 quốc gia và vùng lãnh thổ có độ đa dạng dân tộc và đa dạng văn hóa cao nhất trên thế giới.

- Quan hệ "đảo - lục địa" được thể hiện rõ trong các cảnh quan tự nhiên: "đảo" được hiểu theo cả nghĩa "đảo thực thụ" (đảo đại dương) và "đảo hình thành do cách ly" (núi cao): nguyên nhân do phân hóa lục địa - đại dương và ảnh hưởng của các dãy núi cao. Khu vực này còn được gọi là *lục địa biển* do chứa đựng những ngọn núi cao nhất, vùng biển sâu nhất và có số lượng đảo nhiều nhất trên Trái Đất.

- Khu vực có sự phân hóa sâu sắc trong động lực cảnh quan và diễn biến thất thường.

- Biến đổi cảnh quan mạnh mẽ do tác động tự nhiên và nhân sinh, trong đó tác động nhân sinh ngày càng thể hiện rõ nét.

Nghiên cứu sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa phức tạp do tính đặc thù về phạm vi nghiên cứu và cấu trúc cảnh quan lãnh thổ. Hiện nay, trên thế giới rất ít công trình nghiên cứu chuyên sâu về lĩnh vực này, cả lý luận và thực tiễn. Mặc dù có các công trình nghiên cứu riêng rẽ khác nhau liên quan tới khu vực, nhưng lý luận sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa vẫn là một lĩnh vực khoa học còn để ngỏ. Tại Việt Nam, nghiên cứu sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa cần được xác định là một trong những nội dung quan trọng và tiên phong trong phát triển sinh thái cảnh quan vùng (*regional landscape ecology*) hoặc khu vực học trong sinh thái cảnh quan (*area studies in landscape ecology*). Lý luận sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa cần được xây dựng theo hướng kết hợp tiếp cận cấu trúc của cảnh quan học và địa lý vùng với tiếp cận chức năng của sinh thái học, nghiên cứu cụ thể tại khu vực nhiệt đới gió mùa đặc thù và ở các quy mô từ cấp khu vực, miền đến địa phương.

"Nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở các quy mô lãnh thổ khác nhau, với nhiệm vụ chính là làm rõ tính đặc thù về cấu trúc, các quá trình hệ sinh thái, các giá trị sinh thái học và nhân văn của cảnh quan đặt trong mối liên hệ với động lực gió mùa" cần được xác định là nội dung phát triển lý luận chính của

sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa. Với các đặc thù về cảnh quan được tổng kết ở trên, các nội dung trình bày được giới hạn trong phạm vi lãnh thổ các cảnh quan nhiệt đới gió mùa châu Á và Việt Nam.

Xây dựng một hệ thống lý luận hoàn chỉnh về sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa là một công việc quá phức tạp, yêu cầu nhiều thời gian và cần được đúc kết từ rất nhiều nghiên cứu thực tiễn. Trong khuôn khổ cuốn sách này, những lý luận và minh chứng ban đầu về hướng nghiên cứu này được xây dựng dựa trên hai nguyên lý tiếp cận cơ bản - còn được gọi là hai nguyên lý khoa học về sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa châu Á:

- Nguyên lý 1: *"chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa quy định những đặc trưng chung về cấu trúc, chức năng và động lực cảnh quan quy mô vùng"*.

- Nguyên lý 2: *"tương tác hoàn lưu - khí quyển và tương tác biển - lục địa là nguyên nhân chủ đạo tạo ra đặc điểm đa dạng cảnh quan, đa dạng sinh học và đa dạng văn hóa cao ở quy mô địa phương"*.

Hai nguyên lý khoa học này được coi là "chìa khóa" để giải các bài toán thực tiễn liên quan tới mối quan hệ giữa đa dạng cảnh quan với đa dạng sinh học, đa dạng văn hóa và các quá trình động lực phân hóa sâu sắc trong khu vực nhiệt đới gió mùa tại châu Á.

## **15.2. PHÂN HÓA CẢNH QUAN KHU VỰC NHIỆT ĐỚI GIÓ MÙA CHÂU Á**

### **15.2.1. Quy luật phân hóa cảnh quan nhiệt đới gió mùa châu Á**

Các cảnh quan nhiệt đới gió mùa chịu ảnh hưởng của chế độ gió mùa có hướng biển - lục địa (vào mùa hè) và hướng lục địa - biển (vào

mùa đông) gây ra chế độ mưa mùa. Các cảnh quan này phân bố phổ biến ở một số khu vực châu Á, tiểu lục địa Ấn Độ và xung quanh Thái Bình Dương, bao gồm khu vực Nam Á và Tây Phi, một phần ở Đông Nam Á, khu vực Caribe, Bắc Mỹ và Nam Mỹ. Như vậy, các cảnh quan châu Á nhiệt đới gió mùa phân bố ở khu vực Nam Á và Đông Nam Á, với giới hạn phía bắc là dãy Himalaya, phía nam là Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương. Tính đa dạng cảnh quan và đa dạng hệ sinh thái khu vực này liên quan tới tương tác giữa các nhân tố địa lý và sinh thái phát sinh, được thể hiện theo những quy luật chính sau đây:

#### *a) Vai trò của vị trí địa lý trong hình thành cảnh quan*

Vị trí địa lý của châu Á làm hình thành chế độ nhiệt đới gió mùa. Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương rộng lớn bên cạnh châu Á khổng lồ tạo nên sự tương phản mạnh mẽ giữa biển và lục địa. Đây là một trong những nguyên nhân chủ đạo làm cho hoàn lưu gió mùa phát triển và phân bố rộng trên châu Á hơn bất kỳ một châu lục nào khác trên thế giới. Các cảnh quan châu Á nhiệt đới gió mùa thuộc khu vực Nam Á (gồm Ấn Độ, Nepal, Bangladesh, Sri Lanka và Maldives) và khu vực Đông Nam Á (gồm 11 quốc gia phía nam Trung Quốc, phía đông Ấn Độ và phía bắc Australia). Toàn bộ khu vực là bộ phận thuộc rìa phía nam của lục địa, bao gồm vùng núi Himalaya, đồng bằng Ấn - Hằng, bán đảo Trung Ấn và quần đảo Mã Lai.

Được giới hạn ở các vĩ độ nhiệt đới, giữa hai đường chí tuyến Bắc ( $23^{\circ}26'$  vĩ độ Bắc) và chí tuyến Nam ( $23^{\circ}26'$  vĩ độ Nam), các cảnh quan nhiệt đới gió mùa phân bố ở các địa ô thuộc phía đông các lục địa là nơi chịu tác động mạnh của hoàn lưu gió mùa. Tiểu lục địa Ấn Độ trải rộng từ  $08^{\circ}04'$  tới  $37^{\circ}06'$  vĩ độ Bắc được phân hóa thành khu vực nhiệt đới ở phía nam và khu vực á nhiệt đới - ôn đới ở phía bắc. Hầu hết khu vực phía bắc có địa hình núi cao chiếm ưu thế, nên những khu vực phía bắc

của đường chí tuyến Bắc có khí hậu mang tính chất lục địa. Khu vực bán đảo và ven biển phía nam với ba mặt giáp biển có khí hậu nhiệt đới gió mùa chịu ảnh hưởng của hải dương. Vị trí địa lý và sự phân hóa địa hình đã tạo cho nhiệt độ và cường độ gió mùa ở tiểu lục địa Ấn Độ có xu thế tăng từ Bắc xuống Nam. Khu vực Đông Nam Á trải rộng từ khoảng 28° vĩ độ Bắc tới 12° vĩ độ Nam, nằm hoàn toàn trong vành đai nhiệt đới. Do phần lớn lãnh thổ Đông Nam Á bốn mặt giáp biển nên khí hậu chịu ảnh hưởng rõ rệt của hải dương, rất ẩm ướt (độ ẩm trung bình năm khoảng 70 - 90%), lượng mưa trung bình năm lớn (khoảng 1.500 - 2.500 mm).

### ***b) Vai trò của hình dạng và cấu trúc địa hình lục địa trong hình thành cảnh quan***

Hình dạng và kích thước lục địa có ảnh hưởng quan trọng tới sự hình thành chế độ gió mùa. Diện tích rộng cùng với dạng hình khối lớn làm cho các vùng nội địa châu Á quanh năm chịu ảnh hưởng của khối khí lục địa khô, dễ bị sưởi nóng và hóa lạnh theo mùa. Đó là điều kiện hình thành các trung tâm khí áp. Mặt khác, điều kiện nhiệt và khí áp lại tương phản với các đại dương xung quanh theo mùa, tạo cho gió mùa phát triển rộng khắp châu lục.

Cấu trúc địa hình chi phối đặc điểm phân hóa cảnh quan nhiệt đới gió mùa thông qua cặp tương tác hoàn lưu - địa hình. Tương tác này có quan hệ với hướng chắn gió của địa hình gây hiệu ứng phơn: không khí chuyển động gặp núi chắn lại, bốc lên cao, hơi nước ngưng kết và rơi xuống thành mưa ở các sườn núi đón gió; sau khi vượt núi và đổ xuống sườn núi khuất gió, không khí đã khô, bị nén lại do quá trình đoạn nhiệt, nên nhiệt độ không khí tăng lên, tạo thành gió khô và nóng. Hệ quả, khu vực sườn chắn gió có lượng mưa cao, còn khu vực sườn khuất gió tương đối khô hạn. Hướng chắn gió của các dãy núi tạo ra sự phân



hóa khí hậu địa phương, quyết định nền tảng nhiệt - ẩm trong phân hóa cảnh quan ở các khu vực đặc thù.

Cấu tạo bề mặt lục địa bị chia cắt mạnh có ảnh hưởng đến sự phân bố nhiệt, lượng mưa và sự phân hóa khí hậu rất phức tạp:

- Các dãy núi hướng Tây - Đông có tác dụng ngăn các khối khí lạnh từ phía bắc xuống và các khối khí nóng ẩm từ phía nam lên. Chính vì vậy, các vùng ở phía nam dãy núi bao giờ cũng có khí hậu ẩm hơn các vùng ở phía bắc dãy núi trên cùng vĩ độ. Chẳng hạn, khu vực Bắc Ấn Độ nằm trên cùng vĩ độ với Nam Trung Quốc và Bắc Việt Nam nhưng do có dãy Himalaya chắn nên nhiệt độ trung bình về mùa đông tại Bắc Ấn Độ bao giờ cũng cao hơn hai khu vực nói trên.

- Các bồn địa nằm giữa các vùng núi và sơn nguyên cao về mùa đông không khí bị hóa lạnh mạnh nên có nhiệt độ thấp hơn các vùng xung quanh. Về mùa hè, không khí trong bồn địa bị sưởi nóng nên có nhiệt độ cao hơn. Các vùng núi cao ở Thiên Sơn, Tây Tạng, Hindu Kush, Himalaya càng lên cao nhiệt độ càng giảm. Đến độ cao 3.000 - 4.000 m trở lên, nhiệt độ xuống còn 0°C và bắt đầu của các đới tuyết vĩnh cửu.

- Ảnh hưởng của địa hình tạo ra sự phân hóa sâu sắc về lượng mưa tại châu Á. Các dãy núi hướng Đông - Tây hoặc Bắc - Nam chắn gió từ đại dương vào sâu trong lục địa. Kết quả là các sườn đón gió có mưa nhiều, còn các sườn khuất gió mưa ít. Khu vực thuộc sườn nam dãy Himalaya có lượng mưa lớn, trung bình năm từ 3000 - 4000 mm; trong khi đó, khu vực Tây Tạng thuộc sườn bắc dãy Himalaya mưa rất ít, không quá 300 mm một năm.

Sự phân hóa cảnh quan nhiệt đới gió mùa ở tiểu lục địa Ấn Độ chịu sự chi phối của hệ thống núi Himalaya, dãy núi Ghats Đông, dải đồi Aravalli, dải đồi Assam, dãy núi Arkanan Yoma và dải đồi trung - nam Sri Lanka.

- *Hệ thống núi Himalaya*: hệ thống núi này có vai trò quan trọng trong phân chia tiểu lục địa Ấn Độ với lục địa Âu - Á. Do trải dài theo hướng tây bắc - đông nam, hệ thống núi ngăn gió mùa đông lạnh từ Bắc Á và Trung Á thổi xuống phía nam. Hệ thống này cũng được coi là "bẫy" gió mùa, gây mưa lớn ở sườn phía nam dãy Himalaya vào mùa hè, hình thành lượng mưa trung bình năm lớn cho toàn vùng đồng bằng châu thổ Ấn - Hằng. Trong khi đó, khu vực Trung Á ở phía bắc dãy Himalaya là một trong những khu vực khô hạn nhất trên thế giới.

- *Dãy Ghats Tây*: kéo dài theo hướng á kinh tuyến, ngăn gió mùa Tây Nam thổi từ biển Ả-rập vào. Do đó, cao nguyên Đê-can nằm ở phía đông của dãy Ghats Tây có lượng mưa hàng năm rất thấp.

- *Dải đồi Aravalli*: dải đồi này kéo dài theo hướng đông nam song song với hướng gió mùa hè. Gió mùa đông nam thâm nhập vào khu vực Rajasthan (phía tây tiểu lục địa) nhưng không gây mưa, tạo cho khu vực này có chế độ khí hậu khô hạn, hình thành sa mạc Thar (còn gọi là sa mạc Đại Ấn) ở phía tây.

- *Dải đồi Bắc Cachar*: dải đồi này nằm ở phía bắc khu vực Assam (đông nam dãy Himalaya), chắn gió thổi từ vịnh Bengal vào. Hệ quả, khu vực Assam có lượng mưa hàng năm rất lớn, trong khi khu vực phía bắc tương đối khô hạn.

- *Dãy núi Arakan Yoma*: khu vực phía tây dãy Arakan Yoma nhận được lượng mưa lớn do dãy này chắn gió mùa Tây Nam. Trong khi đó, khu vực trung tâm Myanmar thuộc sườn đông dãy Arakan Yoma tương đối khô hạn.

- *Dải đồi Trung - Nam Sri Lanka*: khu vực Trung - Nam của Sri Lanka là dải đồi có độ cao tuyệt đối lên tới 1.500 m. Phía bắc khu vực là bề mặt bán bình nguyên bằng phẳng. Sự phân hóa địa hình này gây ra sự khác biệt về chế độ mưa ở khu vực phía bắc và phía nam của Sri Lanka.

Lượng mưa bị ảnh hưởng bởi gió mùa từ Ấn Độ Dương và vịnh Bengal bị địa hình vùng cao nguyên trung tâm chắn ngang, gây mưa lớn ở vùng núi và khu vực phía tây nam. Một số sườn núi chắn gió, lượng mưa trung bình năm có thể lên tới 2.500 mm; trong khi đó, khu vực phía đông và đông bắc đối diện, lượng mưa thấp hơn hẳn.

- *Các dãy núi khu vực Đông Nam Á hải đảo*: một số dãy núi cao ở khu vực Đông Nam Á kéo dài theo hướng tây bắc - đông nam và đông bắc - tây nam có tác dụng chắn gió mùa đông nam (mùa hè) và gió mùa Đông Bắc (mùa đông). Kết quả, mưa ở khu vực ở phía tây nhiều hơn hẳn so với khu vực phía đông.

### ***c) Quan hệ tương hỗ giữa quy luật địa đới và quy luật phi địa đới trong phân hóa cảnh quan***

Đa dạng cảnh quan cao của khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á được giải thích một phần bởi quan hệ tương hỗ giữa quy luật địa đới và quy luật phi địa đới. Các hoạt động kiến tạo trong lòng Trái Đất, quan hệ biển - lục địa và độ cao địa hình là các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo. Trên nền cảnh quan nhiệt đới gió mùa, quy luật phi địa đới làm phức tạp hóa phân hoá địa đới; hệ quả là tạo cho khu vực này có độ đa dạng cảnh quan thuộc nhóm cao nhất trên Trái Đất.

- *Ảnh hưởng của độ cao địa hình*: do nhiệt độ giảm trung bình khoảng  $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ , các khu vực núi thường có nhiệt độ thấp hơn khu vực đồng bằng. Khu vực không chỉ có hệ thống núi Himalaya cao nhất thế giới, mà còn nằm trong vành đai nhiệt đới. Sự đa dạng cảnh quan cao theo đai cao, với đầy đủ các cảnh quan nhiệt đới, cận nhiệt đới, ôn đới và hàn đới. Ngoài ra, tính đặc thù về sự phân hóa địa hình được thể hiện bởi các hệ thống núi cao và sơn nguyên chiếm ưu thế ở phía bắc, và địa hình đồng bằng thấp ở phía nam. Do đó, trong lãnh thổ nhiệt đới gió

mùa châu Á, độ đa dạng cảnh quan ở phía bắc cao hơn nhiều so với khu vực phía nam.

- *Ảnh hưởng của quan hệ biển - lục địa*: phân hóa biển - lục địa là điều kiện tiên quyết hình thành chế độ gió mùa. Ngoài ra, khu vực này là một trong những khu vực có mật độ đường bờ biển cao nhất trên Trái Đất. Chính vì vậy các cảnh quan ven biển mang đặc tính điều hòa của chế độ hải dương cao hơn so với các cảnh quan trong nội địa.

#### ***d) Ảnh hưởng của các nhiễu động phát sinh từ biển***

Các nhiễu động phát sinh từ biển thường dẫn tới những thảm họa tự nhiên và làm biến đổi cảnh quan ven biển. Tại khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á, hai kiểu nhiễu động cơ bản có thể thấy được như sau:

- *Các nhiễu động phát sinh từ phía tây*: các nhiễu động này phát sinh ở khu vực Tây Bắc Ấn Độ vào thời kỳ mùa đông, có nguồn gốc từ biển Địa Trung Hải và vào tiểu lục địa Ấn Độ sau khi qua Iraq, Afghanistan và Pakistan, được tăng cường ở khu vực Tây Bắc Ấn Độ và di chuyển về hướng đông gây mưa lớn ở khu vực Punjab - Haryana và tuyết ở vành đai Himalaya. Trong thời kỳ mùa hè, toàn bộ bờ biển phía đông của Ấn Độ và khu vực duyên hải của Bangladesh chịu ảnh hưởng của áp thấp nhiệt đới phát sinh từ vịnh Bengal.

- *Các nhiễu động phát sinh từ Ấn Độ Dương và Biển Đông*: các điều kiện thời tiết trên Ấn Độ Dương và Biển Đông (áp thấp nhiệt đới vào mùa hè) gây ra bão ảnh hưởng tới các cảnh quan ven biển ở khu vực phía đông tiểu lục địa Ấn Độ và toàn bộ khu vực ven biển Đông Nam Á.

#### ***e) Ảnh hưởng xuyên biên giới từ các khu vực xung quanh***

Đặc trưng về phân hóa cảnh quan khu vực này chịu ảnh hưởng rất lớn từ các điều kiện của khu vực xung quanh. Điều kiện áp suất và nhiệt

độ khí quyển ở Đông Phi, Iran, Trung Á, sơn nguyên Tây Tạng và Trung Hoa lục địa xác định độ dài của gió mùa và các đợt khô hạn không thường xuyên. Chẳng hạn, Đông Phi có điều kiện nhiệt độ cao, nên đây là điều kiện thuận lợi cho gió mùa từ Ấn Độ Dương đi vào và gây khô hạn tại khu vực này.

### **15.2.2. Cấu trúc, chức năng và động lực của các cảnh quan châu Á nhiệt đới gió mùa**

#### ***a) Hợp phần địa chất và địa hình: nền tảng rắn và định hướng các quá trình trong động lực cảnh quan***

Khu vực nhiệt đới gió mùa tại châu Á có các địa hình chính sau:

- *Địa hình núi và sơn nguyên*: khu vực này gồm các hệ thống núi uốn nếp trẻ, các sơn nguyên và các đồng bằng xen kẽ với nhau, địa hình bị chia cắt mạnh nhất trong khu vực châu Á. Địa hình khu vực thuộc phía đông nam và phía nam vùng trung tâm châu lục, nơi tập trung các hệ thống núi và sơn nguyên cao nhất, tạo thành một vùng núi cao, đồ sộ và hiểm trở nhất thế giới. Địa hình núi và cao nguyên chạy theo chiều Bắc - Nam (hoặc gần Bắc - Nam), gồm các dãy núi dọc theo miền Đông Nam Á, Nam Á như dãy Ghats Đông và Ghats Tây của Ấn Độ, dãy Trường Sơn của Việt Nam,... Sự phân bố các địa hình núi và cao nguyên quy định ảnh hưởng chủ đạo của Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương trong hình thành các cảnh quan tự nhiên tại khu vực này.

- *Địa hình đồng bằng châu thổ*: đồng bằng Ấn - Hằng và đồng bằng sông Mêkông là hai đồng bằng châu thổ lớn nhất trong khu vực nhiệt đới gió mùa tại châu Á.

- *Địa hình đảo*: do toàn bộ khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á thuộc các vĩ độ thấp, tiếp giáp với Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương, bờ lục

địa bị chia cắt khá mạnh nên phần lớn diện tích là các bán đảo và quần đảo. Các quần đảo tại Ấn Độ Dương là quần đảo Andaman (Ấn Độ), đảo Sri Lanka, quần đảo Mergui (Myanmar). Các quần đảo tại Thái Bình Dương bao gồm khoảng 20.000 đảo (đảo Borneo và Sumatra lớn nhất), với diện tích trên 2 triệu km<sup>2</sup> (lớn nhất trên thế giới). Ba quần đảo chính là quần đảo Sunda, quần đảo Maluku và quần đảo Philippin đều nằm trong vành đai núi lửa Thái Bình Dương. Các phay nghịch kiến tạo địa tầng trong khu vực sinh ra một số dãy núi hùng vĩ, trong đó đỉnh Kinabalu thuộc vùng Sabah, Malaysia cao nhất với độ cao 4.101 m.

- *Địa hình vũng vịnh*: trong khu vực có vịnh Bengal (Ấn Độ Dương), vịnh Martaban (biển Andaman), vịnh Thái Lan và vịnh Bắc Bộ (biển Đông).

### ***b) Hợp phần khí hậu: động lực cảnh quan nhiệt đới gió mùa***

Khí hậu nhiệt đới gió mùa, còn được gọi là khí hậu nhiệt đới ẩm hoặc khí hậu nhiệt đới gió mùa và tín phong duyên hải, là một kiểu khí hậu tương đối hiếm. Được xếp vào loại Am, thuộc nhóm A trong hệ thống phân loại khí hậu của Köppen, khu vực có nhiệt độ trung bình năm khoảng 20°C, biên độ nhiệt khoảng 8°C, lượng mưa trung bình năm >1.000mm (Köppen, 1884, 1918, 1936). Các yếu tố khí hậu chịu sự chi phối của điều kiện gió mùa: mùa hè có gió thổi từ Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương tới, đem theo không khí mát mẻ và mưa lớn; mùa đông có gió mùa thổi từ lục địa châu Á ra, đem theo không khí khô và lạnh. Điều này tạo ra hai đặc trưng nổi bật của khí hậu nhiệt đới gió mùa là *nhiệt độ và lượng mưa thay đổi theo mùa gió và thời tiết diễn biến bất thường*.

Sự thay đổi nhiệt độ theo mùa khác nhau giữa lục địa, đại dương (nhiệt độ lục địa thay đổi lớn hơn đại dương) và gió mùa thổi từ khu vực có nhiệt độ không khí thấp hơn (có áp suất khí quyển cao hơn) tới khu vực có nhiệt độ cao hơn (có áp suất khí quyển thấp hơn). Hệ quả, gió mùa có hướng biển - lục địa vào mùa hè và từ hướng lục địa - biển vào mùa đông. Chẳng hạn, khu vực áp thấp liên quan tới chế độ gió mùa hè Ấn Độ hình thành trên cao nguyên Tây Tạng và chân sườn phía đông của dãy Himalaya; trong khi khu vực áp cao hình thành ở phía nam Ấn Độ Dương và Madagascar, do khu vực này phát xạ hồng ngoại hoặc bức xạ sóng dài. Ngược lại, khu vực áp thấp trong chế độ gió mùa hè Australia hình thành trên toàn bộ khu vực biển - đảo - lục địa Đông Nam Á, còn khu vực áp cao hình thành ở Siberi.

Tại châu Á, vào thời kỳ mùa hè, có một dòng không khí thổi từ biển vào lục địa. Vào thời kỳ mùa đông, thịnh hành dòng không khí thổi từ lục địa ra biển. Sự thay đổi hướng gió do sự khác nhau trong cơ chế hấp thụ nhiệt của biển và lục địa tạo ra thay đổi áp suất, ảnh hưởng tới sự phân hóa mưa theo mùa. Thời kỳ mùa hè, vùng hội tụ nội chí tuyến gây mưa. Vào mùa đông, tính chất cận nhiệt đới cao tạo ra các điều kiện khô. Điều kiện khí hậu quy định đặc trưng về nhiệt ẩm của các cảnh quan nhiệt đới gió mùa có tính chất nóng và ẩm ướt nhất châu Á. Giá trị nhiệt độ trung bình trên toàn bộ lãnh thổ khoảng từ 25 - 30°C vào mùa hè, vùng mát nhất ở phía bắc cũng từ 12°C vào mùa đông (không kể đến các vùng núi cao). Giá trị lượng mưa trung bình năm trên phần lớn lãnh thổ đạt hơn 1.000 mm, trong đó nhiều điểm đạt hơn 2.000 - 3.000 mm. Gió mùa hạ từ biển thổi vào mang đặc trưng nóng, ẩm ướt và gây mưa nhiều. Ngoài ra, bão thường xuyên hình thành làm cho thời tiết nhiễu loạn mạnh và gây mưa lớn. Do ảnh hưởng của địa hình nên sự phân bố mưa không đều: trên các sườn đón gió, mưa trung bình từ trên 2.000 - 4.000 mm, còn trên đồng bằng từ 1.000 - 2.000 mm. Thời tiết nhìn chung

khô ráo vào mùa đông do gió mùa Đông Bắc từ lục địa thổi ra. Tuy nhiên, tại khu vực Bắc Ấn Độ, phía bắc bán đảo Trung Ấn, thời tiết tương đối lạnh và có mưa do ảnh hưởng của khí xoáy, chỉ có phần phía nam các bán đảo này tương đối khô và nóng.

### *c) Các hệ thống sông chính*

Tại các miền khí hậu gió mùa, nước sông lớn vào mùa hè và mùa thu, cạn vào mùa đông và mùa xuân. Các hệ thống sông chính ở khu vực phần lớn bắt nguồn từ dãy Himalaya, gồm:

- Các hệ thống sông ở tiểu lục địa Ấn Độ: có ba hệ thống sông chính là hệ thống sông ở phía tây bắt nguồn từ trung tâm tiểu lục địa; hệ thống sông ở phía bắc bắt nguồn từ dãy Himalaya; hệ thống sông bắt nguồn từ cao nguyên Đê-can ở phía đông. Chế độ thủy văn của các hệ thống sông này phụ thuộc chặt chẽ vào chế độ gió mùa hè (kéo dài từ tháng VI đến tháng IX).

Sông Narmad là sông chính thuộc hệ thống sông phía tây, dài 1.312 km. Ba sông chính thuộc hệ thống sông phía đông là sông Kaveri (753 km), sông Krishna (1.280 km) và sông Godavari (1.440 km).

Ba sông lớn nhất thuộc hệ thống sông phía bắc là sông Ấn, sông Hằng và sông Brahmaputra. Sông Ấn và sông Hằng thuộc lưu vực Ấn Độ Dương, trong đó: sông Hằng dài 2.500 km, diện tích lưu vực 1.125 km<sup>2</sup>, lưu lượng 12.105,5 km<sup>3</sup>/s; sông Ấn dài 3.180 km, diện tích lưu vực 960 km<sup>2</sup>, lưu lượng 19.113,4 km<sup>3</sup>/s. Sông Hằng và sông Brahmaputra bắt nguồn từ dãy Himalaya và cùng đổ ra vịnh Bengal. Cả hai con sông này đều chảy qua lãnh thổ Bangladesh và thường gây lũ lụt vào mùa gió mùa. Hoạt động của sông Hằng tạo ra đồng bằng châu thổ Ấn - Hằng. Xét về mặt chức năng, sông Hằng có vai trò đặc biệt quan trọng đối với tiểu lục địa Ấn Độ, cung cấp nước tưới cho nông nghiệp, sản xuất công



nghiệp và nước sinh hoạt. Hiện nay, sông Hằng đang trở thành một trong những dòng sông ô nhiễm nhất trên thế giới do ảnh hưởng của phân bón, thuốc trừ sâu, các chất thải công nghiệp và sinh hoạt.

- *Các hệ thống sông ở Đông Nam Á*: các sông trên bán đảo Trung Ấn thuộc lưu vực Thái Bình Dương có chế độ dòng chảy phụ thuộc chặt chẽ vào chế độ mưa gió mùa xích đạo. Mực nước lớn nhất thường vào cuối mùa hè và cạn nhất vào cuối mùa đông, đầu mùa xuân. Những năm có mưa bão lớn, các sông dễ gây ra lũ lụt. Sông Mêkông là con sông lớn nhất trên bán đảo Trung Ấn (dài 4.500 km), khởi nguồn từ dãy Himalaya và chảy qua lãnh thổ Trung Quốc, Myanmar, Thái Lan, Lào, Campuchia và Việt Nam trước khi đổ ra biển Đông. Nguồn cấp nước chủ yếu do mưa gió mùa về mùa hè và tuyết, băng tan từ thượng nguồn xuống. Mực nước sông tuy thay đổi theo hai mùa rất rõ nhưng phần hạ lưu nhờ có Biển Hồ điều tiết nên cho dù vào mùa khô, mực nước sông vẫn ở mức cao. Lưu lượng trung bình ở cửa sông đạt hơn 15.000 km<sup>3</sup>/s, thời kỳ lũ khoảng 30.000 km<sup>3</sup>/s, thời kỳ cạn nhất khoảng 1.500 km<sup>3</sup>/s. Tại khu vực hạ lưu, sông bồi thành một châu thổ rộng tới 70.000 km<sup>2</sup>.

Khu vực Đông Nam Á hải đảo có khí hậu nóng và ẩm ướt quanh năm, nên mạng lưới sông dày đặc với chế độ nước điều hòa. Các sông có nhiều nước quanh năm, mực nước chênh lệch giữa mùa cạn và mùa lũ không đáng kể. Do địa hình hẹp, nhiều núi cao nên sông ngắn và nhiều thác ghềnh, khu vực ít có giá trị về giao thông vận tải nhưng có tiềm năng lớn về thủy điện.

#### ***d) Biển và động lực biển***

Khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á ba mặt được bao bọc bởi Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương, ranh giới nằm ở kinh tuyến đi qua đảo Tasmania, Australia. Dọc theo rìa các đại dương là hệ thống các biển

nhỏ. Bão, núi lửa, động đất dưới đáy biển và sóng thần là những thảm họa thiên nhiên đặc thù ở khu vực duyên hải và hải đảo ven Thái Bình Dương thuộc khu vực này.

Các biển chính thuộc Ấn Độ Dương bao gồm biển Ả-rập, biển Laccadive và biển Andaman. Trong đó, biển Ả-rập có diện tích 3,8 triệu km<sup>2</sup>, sâu nhất 4.652 m, có ít đảo, gồm một quần đảo Lakshadweep phân bố ngoài bờ Ấn Độ. Biển Laccadive có ba bãi đá ngầm và 36 đảo, trong đó có 12 đảo san hô. Biển Andaman có diện tích khoảng 800.000 km<sup>2</sup>, độ sâu trung bình 870 m, điểm sâu nhất 3.777 m. Biển bị thu hẹp ở phía đông nam tạo thành eo biển Malacca, ngăn cách bán đảo Malaysia với đảo Sumatra. Đáy biển Andaman là ranh giới giữa hai mảng kiến tạo Burma và Sunda, gắn liền với hoạt động đứt gãy do mảng Ấn Độ va chạm với lục địa Á - Âu cách đây khoảng 3 - 4 triệu năm. Phía đông của nhóm đảo Andaman Lớn là đảo Barren - đảo núi lửa duy nhất còn hoạt động gắn liền với tiểu lục địa Ấn Độ.

Các biển thuộc rìa tây của Thái Bình Dương bao gồm biển Java, biển Đông, biển Sulu, biển Molucca, biển Aratuna và biển Philippin. Ngoài ra, nơi đây có các vực sâu nhất thế giới như vực Mariana (10.911 m), vực Philippin thuộc rìa ngoài của thềm lục địa phía tây.

### *e) Cấu trúc thổ nhưỡng*

Các loại đất địa đới và phi địa đới chiếm diện tích lớn nhất tại khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á bao gồm:

- *Inceptisols*: phân bố ở khu vực các dãy núi cao. Đây là các loại đất trẻ, nhưng có các tầng đất đặc trưng, màu mỡ, chiếm khoảng 15,2% của diện tích đất trong vùng nhiệt đới ẩm. Có ba loại đất *Inceptisols* chính xuất hiện trong vùng nhiệt đới ẩm: *Aquepts* là đất phù sa hình thành dọc theo các đồng bằng ngập lũ, diện tích khoảng 120 triệu ha; *Andepts* là

đất có nguồn gốc núi lửa, trẻ, rất màu mỡ, diện tích chỉ khoảng 12 triệu ha; *Tropepts* xuất hiện trong các vùng khí hậu nóng ẩm, độ bazơ bão hòa khoảng 50%, hàm lượng cacbon hữu cơ của đất (SOC) cao, thay đổi từ 8 đến 12 kg/m<sup>2</sup>/m độ sâu, diện tích khoảng 94 triệu ha.

- *Mollisols* và *Vertisols*: các loại đất này phân bố ở khu vực cao nguyên Đê-can. Đất *Mollisols* có diện tích khoảng 7 triệu ha; trong khi, đất *Vertisols* có diện tích khoảng 5 triệu ha. Đất *Mollisols* màu sẫm, tầng đất mặt có hàm lượng chất hữu cơ cao, là loại đất có khả năng sản xuất cao. Đất *Vertisols* màu sẫm, chứa khoáng sét với hàm lượng cao. Trong điều kiện khô hạn, trên bề mặt đất này phát triển các vết nứt sâu rộng.

- *Alfisols*: loại đất này xuất hiện trong vùng bán ẩm và á nhiệt đới ẩm khí hậu mát đến nóng ẩm với một mùa khô kéo dài. Tại khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á, đất này được phát hiện thấy ở các đồng bằng châu thổ Ấn - Hằng, bắc Sri Lanka, sông Mêkông, sông Hồng,... *Alfisols* có độ phì cao, tuy nhiên hạn chế về tính chất vật lý như dễ bị nén chặt, xói mòn, khô hạn trong mùa khô.

- *Ultisols*: phân bố tại khu vực núi và đồi thuộc tiểu lục địa Ấn Độ (Ghats Đông, Ghats Tây,...), nam Sri Lanka và phần lớn Đông Nam Á. Loại đất này xuất hiện trong các vùng khí hậu nóng ẩm với đường đẳng nhiệt giữa 25°C và 28°C, đường đẳng mưa trung bình năm giữa 1.500 mm và 2.000 mm. Đất có độ phì và hàm lượng trao đổi cation cao.

- *Spodosols*: phân bố tại các khu vực rìa bán đảo và quần đảo. Tầng tích tụ có hàm lượng các chất hữu cơ, oxit nhôm và sắt tương đối cao. Tầng đất mặt bị rửa trôi, thường có màu nhạt.

### ***f) Cấu trúc thảm thực vật***

Hệ thực vật của khu vực được pha trộn giữa các yếu tố từ các siêu lục địa cổ Laurasia (bao gồm tiểu lục địa Ấn Độ) và Gondwana (bao gồm

phần Đông Nam Á) - các phần phía bắc và phía nam bán cầu được tách ra từ siêu lục địa cổ Pangaea vào cuối Mesozoi (cách đây 65 triệu năm). Các yếu tố thuộc Gondwana có nguồn gốc từ tiểu lục địa Ấn Độ, do tiểu lục địa này khi tách ra khỏi Gondwana (cách đây khoảng 90 triệu năm) đã mang theo hệ thực vật nguồn gốc Gondwana về phía bắc, bao gồm các họ thực vật có hoa như họ Lôi (Crypteroniaceae) và họ Dầu (Dipterocarpaceae). Khoảng 30 - 45 triệu năm trước đây, tiểu lục địa Ấn Độ va chạm với lục địa châu Á, dẫn tới sự trao đổi các loài. Ở khu vực Đông Nam Á, khi mảng kiến tạo Australia - New Guinea trôi dạt về phía bắc và va chạm với châu Á đã làm nổi lên các đảo Wallacea, cách nhau bởi các eo biển, tạo điều kiện trao đổi thực vật giữa Đông Nam Á với Australia. Một số thực vật nguồn gốc Gondwana, bao gồm Kim giao (họ Podocarpaceae) và Bách tán (chi Araucaria) từ Australia - New Guinea chuyển sang phía tây tới Đông Nam Á. Kết quả hình thành hệ thực vật hiện đại của khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á như sau:

- Đặc trưng thực vật giới là các họ thực vật cổ nhiệt đới: họ Nắp ấm (Nepenthaceae), họ Dứa dại (Pandananaceae), họ Dầu (Dipterocarpaceae).

- Đại diện các họ thực vật nhiệt đới mọc ở vùng cổ nhiệt đới nhiều hơn so với vùng Tân nhiệt đới: họ Na (Anonaceae), họ Thị (Ebenaceae), họ Thiên lý (Asclepiadaceae), họ Bầu bí (Cucurbitaceae).

- Đại diện các họ đặc trưng cho cả vùng nhiệt đới: họ Phong kỷ (Menispermaceae), họ Thu hải đường (Begoniaceae), họ Bồ hòn (Sapindaceae), họ Núc nác (Bignaniaceae), họ Sim (Myrtaceae), họ Tai voi (Gesneriaceae), họ Dừa (Palmae).

- Rừng ngập mặn phân bố rộng khắp dọc đường bờ Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương.

Khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á là một trong những khu vực có diện tích rừng lớn nhất, đa dạng sinh học và tài nguyên sinh vật cao

nhất thế giới. Thảm thực vật nơi đây phân bố rất đa dạng, bao gồm rừng nhiệt đới ẩm rất phát triển ở phía đông (bán đảo Trung Ấn và Đông Nam Á hải đảo); sa mạc ở phía tây, savan lớn ở Ấn Độ, rừng ngập mặn ở ven biển, rừng núi cao ở phía bắc Nam Á. Trong đó, kiểu thảm thực vật nguyên sinh chủ đạo là rừng cây lá rộng ẩm và rừng cây lá rộng khô nhiệt đới và á nhiệt đới trên núi.

### **15.3. CÁC CẢNH QUAN VÀ HỆ SINH THÁI NHIỆT ĐỚI GIÓ MÙA ĐẶC THÙ TẠI CHÂU Á**

#### **15.3.1. Các cảnh quan đặc thù**

Toàn bộ khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á trên lục địa được phân chia thành sáu phụ miền thuộc hai miền cảnh quan, bao gồm:

- *Miền cảnh quan tiểu lục địa Ấn Độ*: gồm bốn phụ miền cảnh quan:

- + phụ miền cảnh quan núi Himalaya **(M1)**.
- + phụ miền cảnh quan đồng bằng châu thổ Ấn - Hằng **(M2)**.
- + phụ miền cảnh quan cao nguyên Đê-can **(M3)**.
- + phụ miền cảnh quan hải đảo Ấn Độ Dương **(M4)**.

- *Miền cảnh quan biển - lục địa Đông Nam Á*: gồm hai phụ miền:

- + phụ miền cảnh quan bán đảo Trung - Ấn **(M5)**.
- + phụ miền cảnh quan quần đảo Malaysia **(M6)**.

#### ***a) Miền cảnh quan tiểu lục địa Ấn Độ***

Tiểu lục địa Ấn Độ nằm trên mảng kiến tạo Ấn Độ thuộc phía đông dãy Himalaya, cùng với biển Ả-rập phía tây nam và vịnh Bengal phía đông nam hình thành một bán đảo mở rộng về phía nam tới Ấn Độ

Dương. Miền cảnh quan này được giới hạn bởi dãy núi cao Himalaya phía bắc, dãy núi cao Hindu Kush phía tây, dải đồi thấp Chin - ranh giới với Myanmar ở phía đông. Phần tiểu lục địa Ấn Độ thuộc khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á bao gồm lãnh thổ của các quốc gia Ấn Độ, Bangladesh, Sri Lanka và Maldives.

Cách đây 50 - 55 triệu năm, mảng Ấn Độ va chạm với mảng Âu - Á làm hình thành dãy núi cao Himalaya và cao nguyên Tây Tạng. Kết quả, tạo ra tiểu lục địa Ấn Độ đặc trưng bởi sự đan xen giữa các cấu trúc núi cao - đồng bằng - cao nguyên - hải đảo. Mặc dù nằm trong khu vực nhiệt đới, nhưng sự đan xen giữa quy luật thành tạo cảnh quan địa đới và phi địa đới của khu vực này đã tạo ra tính đa dạng cao của cảnh quan tự nhiên trong miền. Tính đa dạng được thể hiện bởi sự phân bố các cảnh quan: cảnh quan băng hà và rừng mưa mù phân bố trên các đai cao thuộc các dãy núi phía bắc và tây bắc; cảnh quan rừng mưa nhiệt đới, sa mạc và đồng cỏ chiếm ưu thế, phân bố ở các khu vực đai thấp.

Sự tương tác giữa các yếu tố thành tạo cảnh quan là nguyên nhân dẫn tới tiểu lục địa Ấn Độ được phân chia thành bốn phụ miền cảnh quan:

- *Phụ miền cảnh quan núi cao Himalaya (M1)*

Phụ miền này phân bố ở phía bắc, có thành phần thạch học chủ yếu là đá trầm tích và đá biến chất. Đỉnh Everest cao 8.848 m, được coi là "nóc nhà" của thế giới. Dãy núi Himalaya là dãy núi cao nhất và trẻ nhất thế giới với chiều dài lên tới 2.600 km, kéo theo hướng tây bắc - đông nam có tác dụng chắn gió mùa. Dãy này được coi là ranh giới giữa miền cảnh quan tiểu lục địa Ấn Độ với miền cảnh quan Trung Á. Vào mùa đông, dãy Himalaya ngăn cản hồi không khí lạnh từ Trung Á tràn xuống, làm cho Nam Á ấm hơn các khu vực khác có cùng vĩ độ thuộc khu vực nhiệt

đới gió mùa châu Á. Vào mùa hè, gió mùa Tây Nam mang ẩm từ Ấn Độ Dương tới gây mưa lớn trên sườn phía nam.

Quy luật phân hóa cảnh quan theo đai cao đã tạo ra các đai cảnh quan á nhiệt đới và ôn đới đai cao chính ở khu vực này, bao gồm:

- *Đai Terai*: đây là bề mặt tương đối bằng phẳng, ngập nước vào mùa hè. Mẫu chất chủ yếu là cát và sét. Mặt gương nước ngầm cao do ảnh hưởng từ các khu vực lân cận. Mật độ sông suối dày đặc do các sông bắt nguồn trên đỉnh Himalaya có xu hướng mở rộng ở khu vực này. Khí hậu á nhiệt đới đai cao tạo điều kiện hình thành cho khu vực trung tâm cảnh quan đồng cỏ và savan Terai - Duar. Các hệ sinh thái chính là đồng cỏ, savan, rừng rụng lá và rừng thường xanh, trong đó có một số loài cỏ có chiều cao tự nhiên cao nhất thế giới.

- *Đai bề mặt sườn tích Bhabhar*: tích tụ vật liệu sông tích - lũ tích (ap) từ dải đồi Shiwalik cao hơn. Khí hậu á nhiệt đới đai cao đã tạo nên các hệ sinh thái rừng cây lá kim á nhiệt đới Himalaya, chiếm ưu thế là thông Chir (*Pinus roxburghii*) hình thành ở phía tây; hệ sinh thái rừng cây lá rộng á nhiệt đới Himalaya, ưu thế với cây Sal (*Shorea robusta*) hình thành ở khu vực trung tâm. Đây là khu vực chuyển tiếp giữa các bề mặt dốc thuộc đai trên với bề mặt bằng phẳng ở đai Terai phía dưới.

- *Đai dải đồi Shiwalik*: đây là phần mở rộng không liên tục của dãy Himalaya, độ cao 600 - 900 m, với đặc trưng là sườn phía nam có độ dốc cao hơn sườn phía bắc. Quá trình rửa trôi vật liệu cuội kết và chất dinh dưỡng xuống khu vực Bhabhar và Terai dẫn tới cấu trúc thổ nhưỡng của khu vực này thường nghèo nàn, chủ yếu là kiểu rừng cây bụi kín.

- *Đai thung lũng Dun*: thực chất là hệ thống các thung lũng mở rộng phân bố ở phía bắc của dải đồi Shiwalik. Khí hậu nhiệt đới nóng ẩm. Do có độ đa dạng sinh học và độ giàu loài cao, thảm thực vật ở đai này có

độ che phủ lớn. Điều này tạo nên một hệ thống thung lũng đóng vai trò quan trọng trong điều hòa lũ lụt ở đồng bằng sông Hằng.

- *Đai dãy núi Mahabharat*: là một trong ba dãy núi chạy theo hướng Đông - Tây trong dãy Himalaya, với độ cao 2.000 - 3.000 m. Dãy núi có sườn phía nam dốc đứng, sườn bắc nghiêng thoải do nằm trên một đới đứt gãy nghịch trung tâm. Sườn bắc hiện được cư dân địa phương khai thác để phát triển các hệ sinh thái đồng cỏ và ruộng bậc thang.

- *Đai đồi và núi vùng cao*: còn gọi là đai trung du, nằm ở độ cao từ 1.000 đến khoảng 4.000 m, kéo dài từ phía bắc dãy Mahabharat chuyển tiếp lên khu vực đỉnh Himalaya. Các hệ sinh thái rừng ôn đới trên núi phát triển ưu thế, bao gồm rừng cây lá rộng và hỗn giao ôn đới và rừng lá kim ở vùng đông Himalaya. Một số đỉnh núi cao trên 3.500 m, phát triển các hệ sinh thái cây bụi và đồng cỏ núi cao.

- *Đai đỉnh Himalaya*: phân bố ở độ cao trên 4.000 m, phía bắc của đới đứt gãy trung tâm, còn được gọi là đai băng tuyết vĩnh cửu. Các hệ sinh thái đặc thù bao gồm đồng cỏ và trảng cây bụi núi cao. Đồng cỏ núi cao là nơi sống vào mùa hè của loài Báo tuyết (*Uncia uncia*).

- *Phụ miền cảnh quan đồng bằng châu thổ Ấn - Hằng (M2)*

Phụ miền cảnh quan này được coi là đai thấp nhất của phụ miền cảnh quan núi cao Himalaya, nằm giữa chân núi Himalaya và sơn nguyên Đê-can. Toàn bộ phụ miền được cấu tạo bởi hai hệ thống đồng bằng châu thổ chính: đồng bằng châu thổ Bắc Ấn (của sông Hằng và sông Brahmaputra) và đồng bằng châu thổ Punjab (của sông Ấn). Do nằm ở đai thấp nhất thuộc sườn nam dãy Himalaya, nên khu vực này có chế độ khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa, mưa nhiều. Mùa đông từ tháng X đến tháng III năm sau, có gió mùa Đông Bắc với thời tiết lạnh, khô; mùa hè từ tháng IV đến tháng IX, có gió mùa Tây Nam nóng và ẩm từ Ấn Độ



Dương đến mang theo mưa. Vào mùa hè, lưu vực các sông phía bắc dẫn nước mưa và tuyết tan từ dãy Himalaya vào vịnh Bengal, tạo cho nơi đây lưu lượng nước dư thừa cao (khoảng 34%), đóng vai trò là nguồn tưới tiêu chính, nhưng cũng là nguyên nhân gây ra lụt lội.

Tương tác giữa hệ thống núi và gió mùa tạo nên chế độ mưa có xu hướng giảm từ đông sang tây: đồng bằng Bắc Ấn khoảng 2.000 - 2.500 mm/năm, đồng bằng Punjab chỉ còn 200 mm/năm. Hệ quả hình thành các kiểu thảm thực vật khác nhau từ đông sang tây, bao gồm hai nhóm chính: (i) *Nhóm kiểu rừng kín thường xanh* phân bố ở khu vực có độ ẩm cao trên đồng bằng Assam của sông Brahmaputra; (ii) *Nhóm kiểu rừng rụng lá và khô hạn*, bao gồm rừng rụng lá ẩm đồng bằng thấp trung sông Hằng phân bố ở khu vực Bihar và Tây Bengal; rừng rụng lá ẩm đồng bằng cao sông Hằng phân bố ở khu vực Uttarakhand và Uttar Pradesh; rừng cây bụi gai khô hạn tây bắc phân bố trên đồng bằng Punjab.

- *Phụ miền cảnh quan cao nguyên Đê-can (M3)*

Nằm ở phía nam của phụ miền đồng bằng Ấn - Hằng, cao nguyên Đê-can có diện tích trên 1 triệu km<sup>2</sup>, là cao nguyên lớn thứ tư trên thế giới (sau cao nguyên Karroo ở châu Phi, cao nguyên Siberi ở châu Á và cao nguyên Parana ở Nam Mỹ). Đây là cao nguyên bazan hình thành do hoạt động phun trào của núi lửa, bởi quá trình vận động của mảng kiến tạo tại rìa không ổn định. Cao nguyên có độ cao tuyệt đối trung bình khoảng 600 m, nghiêng thoải theo hướng đông, bị chắn bởi dãy Ghats Tây ở phía tây nam, dãy Ghats Đông ở phía đông nam, dãy Satpura và dãy Vindhya ở phía bắc.

Các hệ thống sông chính trên cao nguyên bao gồm sông Godavari, Krishna và Cauvery bắt nguồn từ dãy Ghats Tây đổ ra vịnh Bengal. Do hai rìa phía tây và phía đông bị chắn gió mùa mang mưa tới bởi dãy

Ghats Tây (chắn gió mùa hè) và Ghats Đông (chắn gió mùa đông), nên các hệ thống sông này thường khô cạn vào mùa hè. Sự chênh lệch của địa hình hình thành sự khác biệt về khí hậu địa phương: một phần nhỏ khu vực phía bắc cao hơn có khí hậu á nhiệt đới, còn lại phần lớn diện tích có khí hậu nhiệt đới với một mùa khô và một mùa mưa rõ rệt. Mùa mưa vào tháng VI-X. Tháng III-VI là thời kỳ hạn và nóng, nhiệt độ thường vượt quá 40°C. Trong hoàn cảnh các nhân tố hình thành đất đặc trưng như vậy, lớp phủ thổ nhưỡng khô, nghèo chất dinh dưỡng. Hệ thực vật chủ yếu bao gồm các kiểu chính là rừng rụng lá ẩm, rừng rụng lá khô và rừng cây gai nhiệt đới.

- *Phụ miền cảnh quan hải đảo Ấn Độ Dương (M4)*

Phụ miền này gồm đảo lục địa thuộc Sri Lanka và quần đảo san hô thuộc Maldives phân bố trên vùng biển Ấn Độ Dương. Quần đảo san hô Maldives cách đảo Sri Lanka 700 km về phía tây nam, bao gồm 1.192 đảo nhỏ. Đảo Sri Lanka ngăn cách với Ấn Độ bởi vịnh Mannar và eo biển Palk, được cấu tạo chủ yếu bởi đá biến chất tuổi tiền Cambri. Do nằm giữa của mảng kiến tạo Ấn Độ, khu vực này thường xảy ra động đất và núi lửa. Địa hình gồm đồng bằng, cao nguyên ở trung tâm và dãy núi Sri Pada ở phía nam. Nơi đây có nguồn cung cấp nước ngọt chính xuất phát từ sông Mahaweli và các con sông chính. Khí hậu Sri Lanka thuộc kiểu nhiệt đới nóng ẩm chịu ảnh hưởng của hải dương, nhiệt độ trung bình khoảng 28 - 30°C. Lượng mưa chịu sự chi phối của chế độ gió mùa từ Ấn Độ Dương và vịnh Bengal. Địa hình vùng cao nguyên trung tâm góp phần ngăn cản, gây mưa lớn ở khu vực núi và đồng bằng phía tây nam với lượng mưa đạt tới 2.500 mm/năm. Trong khi đó, khu vực phía đông và đông bắc đối diện có lượng mưa thấp hơn hẳn, trung bình 1.200 - 1.900 mm/năm. Vùng bờ biển Tây Bắc và Đông Nam khô cần nhận lượng mưa thấp nhất, khoảng 600 - 1.200 mm/năm, chủ yếu là mưa mùa

đông. Hệ quả, các hệ sinh thái phân hóa đa dạng và khác nhau theo từng khu vực đặc trưng: khu vực đồng bằng và miền núi phía tây ưu thế rừng kín thường xanh cây lá rộng nhiệt đới và á nhiệt đới; khu vực bờ biển tây bắc và đông nam chủ yếu rừng rụng lá khô.

### ***b) Miền cảnh quan lục địa - hải đảo Đông Nam Á***

Miền cảnh quan lục địa - hải đảo Đông Nam Á có diện tích ước tính khoảng 4,5 triệu km<sup>2</sup>, gồm phần lục địa (bán đảo Trung Ấn) và hải đảo (quần đảo Malaysia với trên một vạn đảo lớn nhỏ). Nằm ở vị trí giao nhau của nhiều mảng địa chất, hàng loạt hoạt động mạnh núi lửa và động đất đã tạo cho miền cảnh quan này có độ đa dạng cảnh quan cao dựa trên sự đan xen giữa các cảnh quan lục địa và cảnh quan hải đảo. Đồng bằng châu thổ màu mỡ chiếm diện tích không lớn nhưng lại tập trung dân cư đông đúc.

Xét về mặt địa chất và địa hình, khu vực Đông Nam Á được chia ra làm hai phần chính: bán đảo Trung Ấn và quần đảo Malaysia. Các dải núi của bán đảo Trung Ấn là những dải núi bao quanh những khối cao nguyên thấp, nối tiếp dãy Himalaya theo hướng bắc - nam và tây bắc - đông nam. Thung lũng sông cắt xẻ sâu làm địa hình chia cắt mạnh. Đồng bằng phù sa tập trung ở ven biển và hạ lưu các con sông. Phần hải đảo là nơi thường xảy ra động đất, núi lửa do nằm trên vành đai núi lửa Thái Bình Dương. Vùng lục địa và thềm lục địa có nhiều tài nguyên quan trọng, bao gồm than đá, khí đốt, dầu mỏ.

Nhờ có chế độ gió mùa nên khí hậu Đông Nam Á không bị khô hạn như những khu vực cùng vĩ độ khác ở châu Phi và Tây Nam Á. Vào mùa hè, gió mùa đông nam xuất phát từ vùng áp cao thuộc bán cầu Nam, thổi qua xích đạo và đổi hướng thành gió tây nam nóng, ẩm mang mưa cho khu vực. Vào mùa đông, gió mùa khô lạnh xuất phát từ vùng

áp cao Xibia thổi về áp thấp xích đạo. Khu vực thường xuyên bị ảnh hưởng của các cơn bão nhiệt đới hình thành từ các áp thấp trên biển. Ngoài ra, hệ thống sông trên đảo ngắn, có chế độ nước điều hòa.

Rừng nhiệt đới ẩm thường xanh là hệ sinh thái tự nhiên đặc trưng, chiếm diện tích lớn trong miền cảnh quan Đông Nam Á. Một số nơi thuộc bán đảo Trung Ấn có lượng mưa thấp dưới 1.000mm/năm, thường phát triển các hệ sinh thái rừng rụng lá theo mùa, rừng thưa và savan cây bụi.

Miền cảnh quan lục địa - hải đảo Đông Nam Á được chia thành hai phụ miền:

- *Phụ miền cảnh quan bán đảo Trung - Ấn (M5)*

Bán đảo Trung Ấn gồm lãnh thổ của sáu quốc gia là Việt Nam, Lào, Campuchia, Thái Lan, Myanmar và một phần Malaysia (phần bán đảo). Trong đó, bán đảo Malaysia kéo dài theo hướng Bắc- Nam, là điểm cực nam của châu Á lục địa. Địa hình đồi núi chiếm phần lớn diện tích, trong đó cao nhất là núi Hkakabo Razi thuộc vùng Bắc Myanmar (5.967m). Các đồng bằng bị chia cắt bởi các dải đồi và dãy núi, tạo nên các địa hình bằng phẳng nhỏ hẹp. Đồng bằng châu thổ sông Mêkong được coi là hệ thống sông lớn nhất, bắt nguồn từ các dãy núi cao, phân chia Đông Nam Á với Trung Quốc và miền tây bắc Ấn Độ.

- *Phụ miền cảnh quan quần đảo Malaysia (M6)*

Phụ miền này bao gồm quần đảo thuộc lãnh thổ của các nước Philippin, Indonesia, Singapore, Brunei và một phần Malaysia (quần đảo Malaysia). Quần đảo được hình thành bởi nhiều cung đảo thuộc vành đai núi lửa Thái Bình Dương, và là khu vực có hoạt động núi lửa mạnh nhất thế giới. Sự nâng lên do kiến tạo mảng của vùng hình thành

các dãy núi cao: núi Kinabalu thuộc đảo Bornea - Malaysia (cao 4.101m); núi Puncak Jaya thuộc dãy Sudirman - Indonesia (cao 5.030m). Trong phụ miền quần đảo Malaysia, đây là nơi duy nhất có băng tuyết vĩnh cửu. Các hệ sinh thái có độ kết nối tự nhiên rất thấp: phần lớn các đảo được bao phủ bởi hệ sinh thái rừng nhiệt đới ẩm thường xanh với diện tích nhỏ hẹp, cách biệt nhau bởi đại dương.

Ở cấp miền và phụ miền, hình dạng cảnh quan khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á được chia thành năm dạng: dạng khối, dạng phân mảnh, dạng kéo dài, dạng xuyên thủng và dạng lõi:

- *Dạng khối*: cảnh quan có mức độ quản lý dễ nhất do tính chất đồng nhất cao, độ kết nối cao, và độ phân mảnh thấp. Miền hoặc phụ miền cảnh quan này hình thành các khu phân bố liên tục, mà bên trong đó không có một chương ngại nào chia cắt khu phân bố thành các khu vực riêng biệt. Dù loài phân bố rất thưa hay rải rác cũng chiếm một vùng thống nhất liên tục. Các cá thể của loài có thể di chuyển từ khu vực này sang khu vực khác nhờ các nhân tố tự nhiên hiện có trong khu phân bố. Sự di chuyển này diễn ra một cách thường xuyên và bảo tồn được tính tồn tại của loài trên các khu vực khác nhau trong khu phân bố. Cảnh quan Campuchia, bán đảo Trung - Ấn thuộc dạng này.

- *Dạng phân mảnh*: phụ miền cảnh quan quần đảo Malaysia có dạng này, được hình thành bởi các đảo và quần đảo riêng rẽ và bị chia cắt với nhau bởi đại dương. Các quy luật địa sinh học đảo về kích thước và độ cách ly của các cảnh quan đảo đã minh chứng rõ điều này. Trong cảnh quan này, các khu phân bố hình thành mạng lưới của các sinh vật sống gần bờ tại các đảo gần nhau, cách nhau bởi vùng nước sâu.

- *Dạng kéo dài*: dạng này phản ánh ảnh hưởng rõ rệt giữa vùng trung tâm và các vùng ngoại vi, và minh chứng rõ nét nhất tại Việt

Nam. Điều này dẫn tới sự hình thành nhiều cảnh quan có độ đa dạng cao trên một khu vực hẹp, diện tích không lớn.

- *Dạng xuyên thủng*: cảnh quan dạng xuyên thủng là cảnh quan bao quanh hoàn toàn một cảnh quan khác, và muốn tiếp cận tới cảnh quan đó thì phải thông qua cảnh quan xuyên thủng. Điều này thường xảy ra đối với các cảnh quan núi cao hoặc cao nguyên. Cảnh quan này hình thành các khu phân bố liên tục hoặc gián đoạn mà trong khu phân bố có những khoảng trống không có loài đó sinh sống.

- *Dạng lối*: dạng này đặc trưng cho các cảnh quan hẹp và dài nhô ra khỏi lãnh thổ lớn hơn. Myanmar và Thái Lan thuộc dạng này.

### **15.3.2. Các cảnh quan tự nhiên và cảnh quan văn hóa đặc sắc trong khu vực**

Khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á hiện đã được Ủy ban Di sản Thế giới của UNESCO công nhận 77 di sản thế giới, bao gồm 54 di sản văn hóa, 23 di sản tự nhiên và không có di sản hỗn hợp. Trong đó, Ấn Độ là quốc gia có nhiều di sản thế giới nhất với 29 di sản. Việt Nam có 7 di sản thế giới, đứng thứ hai trong khu vực Đông Nam Á. Các di sản đầu tiên được công nhận tại khu vực Nam Á là Vườn Quốc gia Sagarmatha và thung lũng Kathmandu đều thuộc Nepal (cùng được công nhận vào năm 1979).

Ủy ban Di sản Thế giới cũng xác định các di sản thế giới có nguy cơ tuyệt chủng. Đầu tiên, phải kể tới là di sản rừng mưa nhiệt đới của Sumatra, hiện được xếp vào nhóm có nguy cơ biến mất. Hai di sản có nguy cơ khác là Angkor (đã được rút khỏi danh sách nguy cơ vào năm 2004) và ruộng bậc thang thuộc dãy núi Philippin (rút khỏi danh sách năm 2012).

Bảng 15.2. Các di sản thế giới trong khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á được UNESCO công nhận

Tên di sản	Năm	Giá trị	Loại di sản	Quốc gia
1) Thung lũng Kathmandu	1979	(iii)(iv)(vi)	Văn hóa	Nepal
2) Vườn Quốc gia Sagarmatha	1979	(vii)	Tự nhiên	Nepal
3) Thành phố thiêng Anuradhapura	1982	(ii)(iii)(vi)	Văn hóa	Sri Lanka
4) Thành phố cổ Polonnaruwa	1982	(i)(iii)(vi)	Văn hóa	Sri Lanka
5) Thành phố cổ Sigiriya	1982	(ii)(iii)(iv)	Văn hóa	Sri Lanka
6) Động Ajanta	1983	(i)(ii)(iii)(vi)	Văn hóa	Ấn Độ
7) Động Ellora	1983	(i)(iii)(vi)	Văn hóa	Ấn Độ
8) Pháo đài Agra	1983	(iii)	Văn hóa	Ấn Độ
9) Taj Mahal	1983	(i)	Văn hóa	Ấn Độ
10) Đền thờ Mặt Trời, Konârak	1984	(i)(iii)(vi)	Văn hóa	Ấn Độ
11) Quần thể các di tích ở Mahabalipuram	1984	(i)(ii)(iii)(vi)	Văn hóa	Ấn Độ
12) Vườn Quốc gia Chitwan	1984	(vii)(ix)(x)	Tự nhiên	Nepal
13) Vườn Quốc gia Kaziranga	1985	(ix)(x)	Tự nhiên	Ấn Độ
14) Manas Wildlife Sanctuary	1985	(vii)(ix)(x)	Tự nhiên	Ấn Độ
15) Vườn Quốc gia Keoladeo	1985	(x)	Tự nhiên	Ấn Độ
16) Di tích lịch sử nhà thờ Hồi giáo thành phố Bagerhat	1985	(iv)	Văn hóa	Bangladesh
17) Tàn tích của tu viện Phật giáo tại Paharpur	1985	(i)(ii)(vi)	Văn hóa	Bangladesh
18) Nhà thờ và tu viện của Goa	1986	(ii)(iv)(vi)	Văn hóa	Ấn Độ
19) Quần thể các di tích Khajuraho	1986	(i)(iii)	Văn hóa	Ấn Độ
20) Quần thể các di tích ở Hampi	1986	(i)(iii)(iv)	Văn hóa	Ấn Độ

Tên di sản	Năm	Giá trị	Loại di sản	Quốc gia
21) Tòa thành Fatehpur Sikri	1986	(ii)(iii)(iv)	Văn hóa	Ấn Độ
22) Quần thể các di tích tại Pattadakal	1987	(iii)(iv)	Văn hóa	Ấn Độ
23) Động Elephanta	1987	(i)(iii)	Văn hóa	Ấn Độ
24) Các đền thờ thời Chola	1987	(ii)(iii)	Văn hóa	Ấn Độ
25) Vườn Quốc gia Sundarbans	1987	(ix)(x)	Tự nhiên	Ấn Độ
26) Nanda Devi và Vườn Quốc gia Thung lũng Hoa	1988	(vii)(x)	Tự nhiên	Ấn Độ
27) Khu Bảo tồn Thiên nhiên Sinharaja	1988	(ix)(x)	Tự nhiên	Sri Lanka
28) Thành phố thiêng Kandy	1988	(iv)(vi)	Văn hóa	Sri Lanka
29) Thành phố cổ Galle và các pháo đài	1988	(iv)	Văn hóa	Sri Lanka
30) Đền thờ Phật giáo ở Sanchi	1989	(i)(ii)(iii)(iv)(vi)	Văn hóa	Ấn Độ
31) Chùa Vàng Dambulla	1991	(i)(vi)	Văn hóa	Sri Lanka
32) Đền thờ Borobudur	1991	(i)(ii)(vi)	Văn hóa	Indonesia
33) Vườn Quốc gia Ujung Kulon	1991	(vii)(x)	Tự nhiên	Indonesia
34) Đền thờ Prambanan	1991	(i)(iv)	Văn hóa	Indonesia
35) Vườn Quốc gia Komodo	1991	(vii)(x)	Tự nhiên	Indonesia
36) Thị trấn lịch sử Sukhothai	1991	(i)(iii)	Văn hóa	Thái Lan
37) Thành phố lịch sử Ayutthaya	1991	(iii)	Văn hóa	Thái Lan
38) Khu Bảo tồn Thiên nhiên Thungyai - Huai Kha Khaeng	1991	(vii)(ix)(x)	Tự nhiên	Thái Lan
39) Đền Angkor	1992	(i)(ii)(iii)(iv)	Văn hóa	Campuchia
40) Điểm địa chất Ban Chiang	1992	(iii)	Văn hóa	Thái Lan



Tên di sản	Năm	Giá trị	Loại di sản	Quốc gia
41) Lăng mộ của Humayun, Delhi	1993	(ii)(iv)	Văn hóa	Ấn Độ
42) Qutb Minar và các di tích, Delhi	1993	(iv)	Văn hóa	Ấn Độ
43) Rạn san hô Tubbataha	1993	(vii)(ix)(x)	Tự nhiên	Philippin
44) Nhà thờ Baroque tại Philippin	1993	(ii)(iv)	Văn hóa	Philippin
45) Quần thể di tích Huế	1993	(iv)	Văn hóa	Việt Nam
46) Vịnh Hạ Long	1994	(vii)(viii)	Tự nhiên	Việt Nam
47) Thị trấn Luang Prabang	1995	(ii)(iv)(v)	Văn hóa	Lào
48) Ruộng bậc thang ở Cordilleras, Philippin	1995	(iii)(iv)(v)	Văn hóa	Philippin
49) Di chỉ khảo cổ Sangiran	1996	(iii)(vi)	Văn hóa	Indonesia
50) Đồng bằng Sundarbans	1997	(ix)(x)	Tự nhiên	Bangladesh
51) Lumbini, nơi sinh của Phật tổ Như Lai	1997	(iii)(vi)	Văn hóa	Nepal
52) Đường sắt qua núi ở Ấn Độ	1999	(ii)(iv)	Văn hóa	Ấn Độ
53) Vườn Quốc gia Lorentz	1999	(viii)(ix)(x)	Tự nhiên	Indonesia
54) Di tích lịch sử thị trấn Vigan	1999	(ii)(iv)	Văn hóa	Philippin
55) Vườn Quốc gia sông ngầm Puerto - Princesa	1999	(vii)(x)	Tự nhiên	Philippin
56) Đô thị cổ Hội An	1999	(ii)(v)	Văn hóa	Việt Nam
57) Thánh địa Mỹ Sơn	1999	(ii)(iii)	Văn hóa	Việt Nam
58) Công viên Kinabalu	2000	(ix)(x)	Tự nhiên	Malaysia
59) Vườn Quốc gia Gunung Mulu	2000	(vii)(viii)(ix)(x)	Tự nhiên	Malaysia

Tên di sản	Năm	Giá trị	Loại di sản	Quốc gia
60) Vat Phou và khu định cư cổ trong cảnh quan văn hóa Champasak	2001	(iii)(iv)(vi)	Văn hóa	Lào
61) Tổ hợp các đền thờ Mahabodhi ở Bodh Gaya	2002	(i)(ii)(iii)(iv)(vi)	Văn hóa	Ấn Độ
62) Hầm đá Bhimbetka	2003	(iii)(v)	Văn hóa	Ấn Độ
63) Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng	2003	(viii)	Tự nhiên	Việt Nam
64) Chhatrapati Shivaji Terminus (trước đây là Victoria Terminus)	2004	(ii)(iv)	Văn hóa	Ấn Độ
65) Công viên Địa chất Champaner - Pavagadh	2004	(iii)(iv)(v)(vi)	Văn hóa	Ấn Độ
66) Di sản rừng mưa nhiệt đới Sumatra	2004	(vii)(ix)(x)	Tự nhiên	Indonesia
67) Rừng hỗn hợp Dong Phayayen - Khao Yai	2005	(x)	Tự nhiên	Thái Lan
68) Pháo đài Đỏ	2007	(ii)(iii)(vi)	Văn hóa	Ấn Độ
69) Đền thờ Preah Vihear	2008	(i)	Văn hóa	Campuchia
70) Thị trấn Melaka và George, thành phố lịch sử của eo biển Malacca	2008	(ii)(iii)(iv)	Văn hóa	Malaysia
71) The Jantar Mantar, Jaipur	2010	(iii)(iv)	Văn hóa	Ấn Độ
72) Cao nguyên trung tâm Sri Lanka	2010	(ix)(x)	Tự nhiên	Sri Lanka
73) Khu trung tâm hoàng thành Thăng Long - Hà Nội	2010	(ii)(iii)(vi)	Văn hóa	Việt Nam
74) Di tích thành nhà Hồ	2011	(ii)(iv)	Văn hóa	Việt Nam
75) Dãy Ghats Tây	2012	(ix)(x)	Tự nhiên	Ấn Độ
76) Cảnh văn hóa của tỉnh Bali: Hệ thống Subak	2012	(ii)(iii)(v)(vi)	Văn hóa	Indonesia
77) Di sản địa học thung lũng Lenggong	2012	(iii)(iv)	Văn hóa	Malaysia

(Nguồn: Ủy ban Di sản Thế giới, UNESCO, 2012)

### 15.3.3. Các hệ sinh thái đặc thù trong khu vực

#### *a) Đặc điểm và phân loại*

Các cảnh quan nhiệt đới gió mùa khu vực châu Á được phân chia thành các nhóm hệ sinh thái điển hình sau:

##### *(i) Nhóm các hệ sinh thái rừng cây lá rộng ẩm nhiệt đới*

Các hệ sinh thái này được gọi là hệ sinh thái *rừng nhiệt đới ẩm*, hình thành trong điều kiện biên độ nhiệt trung bình năm thấp, lượng mưa hàng năm cao (>2.000mm). Điều kiện khí hậu ẩm và ẩm ướt là môi trường tốt nhất cho sự phát triển của thực vật. Các hệ sinh thái này thường có giá trị diện tích mảnh rời rạc lớn, độ kết nối và độ đa dạng β cao. Đặc biệt giữa các khu vực núi cao, các hệ sinh thái bị cách ly và phân hóa theo đai cao. Cấu trúc rừng đầy đủ gồm năm tầng: tầng vượt tán, tầng ưu thế sinh thái, tầng cây gỗ nhỏ, tầng cây bụi và tầng cỏ quyết. Cấu trúc phân tầng như vậy tạo cho các hệ sinh thái rừng nhiệt đới ẩm có độ đa dạng loài, độ giàu loài và số lượng loài sinh vật đặc hữu cao nhất trên Trái Đất. Trung bình khoảng 1.000 loài thực vật/km<sup>2</sup>, và một nửa số loài động vật và thực vật có mặt trên Trái Đất được phát hiện trong các hệ sinh thái này.

Nhóm các hệ sinh thái rừng cây lá rộng ẩm nhiệt đới có diện tích lớn nhất tại khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á. Trong nhóm này có các hệ sinh thái sau đây:

- *Các hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới*

Hình thành trong điều kiện lượng mưa trung bình năm thấp nhất từ 1.750 - 2.000 mm và nhiệt độ các tháng trong năm trên 18°C. Hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới là các loài cây lá rộng, nên phần lớn hình thành

nên các tầng cây gỗ. Tầng vượt tán và tầng ưu thế sinh thái gồm các loài thực vật biểu sinh (phong lan, rêu và địa y) sống trên thân các loài cây gỗ. Các tầng thấp hơn thường thiếu ánh sáng nên chủ yếu là các loài cây thân bụi, thân thảo, dương xỉ, cây gỗ nhỏ, cây thân leo to. Tại các hệ sinh thái này, động lực diễn thế sau các xáo động diễn ra tương đối nhanh chóng: khi tầng ưu thế sinh thái bị phá hủy do cháy rừng hoặc chặt phá, tầng cỏ quyết sẽ nhanh chóng bị nhiều loài cây leo, cây bụi và cây gỗ nhỏ ưa sáng xâm lấn.

Những hệ sinh thái này phân bố rộng khắp trên tất cả các miền cảnh quan thuộc khu vực nhiệt đới gió mùa. Theo đai cao địa hình, nhóm hệ sinh thái có thể phân chia thành hai kiểu hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới:

- *Hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới đai thấp*: được phát hiện thấy ở độ cao trung bình dưới 1.000m. Rừng có cấu trúc năm tầng, cao hơn và đa dạng hơn so với các hệ sinh thái ở đai cao, có nhiều động vật có vú kích thước lớn. Do ảnh hưởng của địa hình, độ kết nối giữa các hệ sinh thái rừng nguyên sinh thường rất cao. Tuy nhiên, đất đai thích hợp với mục đích trồng các loài cây nông nghiệp và thường khai thác nhiều loài cây gỗ lớn có giá trị, nên hệ sinh thái này bị đe dọa phá hủy bởi các hoạt động phát triển.

- *Hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới đai cao*: được phát hiện tại các khu vực miền núi có độ cao trên 1.000 m, với điều kiện khí hậu mát hơn. Ở đai cao từ 2.500 - 3.300 m, hệ sinh thái này còn được gọi là *rừng mưa mù* do nguồn ẩm chính tại đây nhận từ sương mù. Từ độ cao trên 3.300 m, rừng mưa mù chuyển sang kiểu rừng phụ núi cao với lượng mưa rất thấp, số loài thực vật thấp và độ đa dạng sinh học không cao. Sương mù dày đặc làm giảm cường độ trực xạ và thoát hơi nước. Do độ che tán thấp và gió mạnh nên thực vật có độ cao thấp hơn. Độ ẩm cao dẫn tới sự

phát triển phong phú của các loài thực vật biểu sinh như phong lan và địa y. Đất mùn thô than bùn núi cao được hình thành trong điều kiện ẩm ướt, yếm khí. Các hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới đai cao có tính kết nối thấp do bị cách ly với các khoảng rừng khác bởi hệ thống thung lũng và vách núi. Hệ quả, trong thành phần quần xã, động vật có vú kích thước lớn kém phong phú, nhưng giàu các loài chim và lưỡng cư.

- *Hệ sinh thái rừng ẩm nhiệt đới*

Hệ sinh thái này phân bố chủ yếu ở vùng duyên hải Malabar (Ấn Độ), quần đảo Maldives - Lakshadweep - Chagos (Ấn Độ, Maldives), dải đồi Chin - núi Arakan Yoma (Myanmar, Ấn Độ) và vùng Kerangas (Indonesia).

- *Hệ sinh thái rừng á nhiệt đới*

Hệ sinh thái này được phát hiện ở đai cao 500 - 1.000 m trên dãy Himalaya (Bhutan, India, Nepal), bắc bán đảo Đông Dương (Việt Nam, Lào, Thái Lan, Myanmar), bắc Triangle (Myanmar), Meghalaya (Ấn Độ) và dải đồi Chin - núi Arakan Yoma (Myanmar, Ấn Độ). Do địa hình, thổ nhưỡng đa dạng và lượng mưa biến đổi hàng năm từ phía tây khô nóng sang phía đông ẩm, cấu trúc thảm thực vật phức tạp với độ đa dạng loài cao. Các kiểu rừng chính bao gồm trảng cây bụi *Dodonaea*, rừng thường xanh khô á nhiệt đới, rừng rụng lá hỗn giao khô, rừng khô, rừng rụng lá hỗn giao ẩm, rừng trên đồi ẩm cây lá rộng á nhiệt đới, rừng nửa thường xanh nhiệt đới và rừng thường xanh ẩm nhiệt đới.

- *Hệ sinh thái rừng á nhiệt đới thường xanh*

Hệ sinh thái này được phát hiện ở miền núi phía Bắc Việt Nam. Đây là một dạng trung gian giữa kiểu rừng nhiệt đới Bắc Việt Nam với kiểu rừng á nhiệt đới và hỗn giao Nam Trung Quốc. Hệ sinh thái này

phân hóa đa dạng với các dạng rừng chủ yếu phát triển trên địa hình núi và đồi.

- *Các hệ sinh thái rừng kín nửa thường xanh và rừng ẩm rụng lá*

Các hệ sinh thái này được hình thành trong điều kiện môi trường có lượng mưa hàng năm lớn, mùa hè nóng ẩm và mùa đông lạnh khô. Một số loài trong tổ thành thực vật rừng rụng lá vào thời kỳ mùa đông. Hai kiểu hệ sinh thái chủ yếu là: *hệ sinh thái rừng kín nửa thường xanh* phân bố ở thung lũng Brahmaputra (Ấn Độ), dải đồi Orissa (Ấn Độ), dải đồi Tenasserim - Nam Thái Lan thuộc lãnh thổ Malaysia, Myanmar và Thái Lan; *hệ sinh thái rừng ẩm rụng lá* phân bố ở vùng đồng bằng châu thổ sông Chao Phraya (Thái Lan), phía đông cao nguyên Đê-can (Ấn Độ), đồng bằng châu thổ Irrawaddy (Myanmar), đồng bằng thấp trung châu thổ sông Hằng (Banglades, Ấn Độ), phía bắc và phía nam dãy Ghats Tây (Ấn Độ), bắc cao nguyên Khorat (Lào, Thái Lan), Bắc Lào - Thái Lan (Lào, Thái Lan) và đồng bằng cao châu thổ sông Hằng (Ấn Độ).

- *Các hệ sinh thái rừng ngập lũ*

Các hệ sinh thái được đặc trưng bởi cấu trúc không liên tục, phân bố dọc theo các đồng bằng nguồn gốc sông. Căn cứ vào sự có mặt của tầng than bùn và nguồn nước cấp, các hệ sinh thái rừng ngập lũ có thể chia thành hai kiểu hệ sinh thái:

- *Hệ sinh thái rừng đầm lầy than bùn*: hệ sinh thái này được hình thành trong điều kiện ngập nước. Do bị cách ly với các nguồn nước ngọt (sông, hồ,...) nên xác thực vật hữu cơ phân hủy không hoàn toàn trong điều kiện yếm khí, tạo ra tầng than bùn mỏng. Đây là kiểu hệ sinh thái trung gian giữa kiểu hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới hình thành trên đồng bằng châu thổ và kiểu hệ sinh thái rừng ngập mặn khu vực cửa

sông ven biển. Hệ sinh thái này được phát hiện thấy ở khu vực đồng bằng thấp trung Borneo (Brunei, Indonesia, Malaysia), bán đảo Malaysia (Malaysia, Thái Lan), đồng bằng đầm lầy phía đông đảo Sumatra (Indonesia), đồng bằng Tonle Sap - Mêkông (Campuchia, Việt Nam).

- *Hệ sinh thái rừng đầm lầy nước ngọt*: được hình thành trong điều kiện môi trường có chế độ ngập nước ngọt thường xuyên hoặc định kỳ theo mùa. Hệ quả, nhiều hệ sinh thái bao gồm hệ sinh thái trảng cỏ ngập nước cho tới hệ sinh thái rừng kín thường xanh, phát triển các cấu trúc tương tự như rừng mưa đai thấp. Hệ sinh thái này được phát hiện ở khu vực ven sông thuộc đồng bằng Chao Phraya (Thái Lan), Irrawaddy (Myanmar), đồng bằng châu thổ sông Hồng (Việt Nam), Tây Nam Borneo và Sumatra (Indonesia), Sundarbans (Bangladesh, Ấn Độ) và Tonle Sap - Mêkông (Campuchia, Việt Nam).

#### *(ii) Nhóm các hệ sinh thái rừng cây lá rộng khô nhiệt đới*

Nhóm các hệ sinh thái rừng cây lá rộng khô nhiệt đới được hình thành trong điều kiện khí hậu nóng quanh năm, lượng mưa thấp với một mùa khô kéo dài (trung bình dưới 1.000 mm/năm). Vào mùa khô, khi độ che phủ ở các tầng trên cùng giảm, ánh sáng Mặt Trời chiếu xuống mặt đất tạo điều kiện cho các loài thực vật thuộc tầng thấp phát triển. Do đó, trái ngược với rừng mưa nhiệt đới, các hệ sinh thái này có thực vật tầng dưới rất phong phú và đa dạng. Điều này cũng tạo điều kiện cho sự phát triển của các loài động vật ăn cỏ và động vật ăn thịt. Một số loài thực vật thuộc các khu vực ẩm hơn hoặc khả năng tiếp cận tới nguồn nước ngầm tốt hơn ở dạng thường xanh. Nhóm hệ sinh thái này tuy có độ đa dạng sinh học thấp hơn so với nhóm hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới nhưng số loài đặc hữu thường rất cao. Nhiều loài động vật hoang dã quý hiếm như khỉ, hươu, hổ, báo, vẹt, các loài gặm nhấm

và chim được phát hiện tại đây. Kích thước và số lượng các loài động vật có vú ở đây lớn hơn so với rừng mưa nhiệt đới.

Tính bền vững của các hệ sinh thái rừng cây lá rộng khô nhiệt đới phụ thuộc vào một số đặc điểm: diện tích rộng, độ kết nối cao và liên tục. Sự có mặt của chuỗi thức ăn với các mắt xích động vật ăn cỏ và động vật ăn thịt kích thước lớn đòi hỏi diện tích nơi sống tối thiểu lớn. Điều này xuất phát từ mục tiêu đáp ứng yêu cầu về nơi sống phải đảm bảo duy trì cân bằng sinh thái trong chuỗi thức ăn này và hạn chế hiệu ứng biên. Các hệ sinh thái rừng ven sông và các nguồn nước đóng vai trò quan trọng đối với nhiều loài động vật. Những nơi sống dạng dải có kích thước lớn cho phép các loài phục hồi từ các xáo động quy mô lớn và không thường xuyên, chẳng hạn cháy rừng. Với đặc tính đó, những tác động gây ra phân mảnh cảnh quan, phá hủy các hệ sinh thái rừng ven sông và các nơi sống hành lang là những tác động tiêu cực lớn nhất đối với nhóm hệ sinh thái này.

Nhóm này có các hệ sinh thái đặc trưng sau đây:

- *Hệ sinh thái rừng kín rụng lá khô hạn*

Phân bố ở khu vực phía đông và trung tâm của Ấn Độ, bao gồm một phần cao nguyên Đê-can, cao nguyên Chota - Nagpur, khu vực núi Kathiarbar - Gir và thung lũng Narmada. Kiểu hệ sinh thái này được hình thành trong điều kiện dãy Ghats Đông chắn gió mùa mang ẩm từ vịnh Bengal vào phía đông, nên lượng mưa tương đối thấp (550 - 700 mm/năm), mùa mưa kéo dài từ tháng VI đến tháng IX trùng với mùa gió mùa Tây Nam chiếm ưu thế, nhiệt độ thường trên 40°C.

- *Hệ sinh thái rừng khô thường xanh*

Hệ sinh thái này hình thành tại khu vực phía đông cao nguyên Đê-can (Ấn Độ), khu vực khô hạn Sri Lanka (Sri Lanka), và đông nam bán



đảo Đông Dương (Lào, Campuchia, Thái Lan). Khu vực phía đông cao nguyên Đê-can do nằm trong khu vực khuất gió của dãy Ghats Đông và Ghats Tây chắn gió mùa Tây Nam mang mưa vào mùa hè, do đó lượng mưa trung bình năm tương đối thấp (800 mm/năm). Mùa mưa thường trùng với mùa gió mùa Đông Bắc, kéo dài từ tháng X đến tháng XII. Hệ sinh thái này cũng được phát hiện thấy ở phần lớn diện tích đảo Sri Lanka (trừ các đảo phía tây nam và cao nguyên trung tâm), khu vực đông nam bán đảo Đông Dương thuộc Việt Nam, Lào, Campuchia và Thái Lan, các khu vực thấp đồng bằng châu thổ sông Mêkông. Ngoài ra, sự đan xen với kiểu rừng khô ở khu vực trung tâm bán đảo Trung - Ấn cũng tạo nên sự phân bố của các hệ sinh thái này ở khu vực thấp thuộc phía đông nam dãy Trường Sơn.

- *Hệ sinh thái rừng khô hạn*

Hệ sinh thái này được hình thành trên các khu vực có lượng mưa trung bình năm dưới 800 mm/năm) và mực nước ngầm thấp do thiếu nguồn cung từ nước mặt. Quá trình phong hóa vật lý mạnh mẽ làm hình thành các cảnh quan khô hạn đặc trưng bởi địa hình bề mặt đá gồ gề lộ trần. Do điều kiện khô hạn, các loài cây rụng lá thuộc họ Dầu chiếm ưu thế trong quần xã thực vật. Tại khu vực nhiệt đới gió mùa, hệ sinh thái rừng khô hạn hình thành chủ yếu tại trung tâm bán đảo Trung - Ấn (Campuchia, Lào, Thái Lan, Việt Nam), đồng bằng Irrawaddy (Myanmar), đồng bằng Nam Trung Bộ (Việt Nam).

*(iii) Nhóm các hệ sinh thái rừng hỗn giao và rừng cây lá rộng ôn đới đai cao*

Nhóm các hệ sinh thái này phân bố ở khu vực có biên độ nhiệt và lượng mưa trong năm cao. Các loài cây rụng lá hỗn giao với các loài cây thường xanh sinh trưởng tại những khu vực có lượng mưa phân bố

tương đối đều vào các tháng trong năm. Các loài cây ưu thế thuộc các chi sồi, bạch dương và thích. Rừng có cấu trúc bốn tầng, bao gồm tầng tán, tầng dưới tán, tầng cây bụi và tầng cỏ quyết; ngoài ra còn có thực vật ngoại tầng. Khác với rừng mưa nhiệt đới, thực vật thuộc hệ sinh thái này ở các tầng dưới cùng có độ đa dạng và độ giàu loài cao. Điều này dẫn tới sự đa dạng và phong phú của các loài động vật cư trú ở tầng này. Tuy nhiên, các tác động gây phân mảnh nơi sống làm lộ nơi cư trú của các loài chim, dẫn tới các loài này dễ bị đe dọa bởi các vật ăn thịt núi cao. Nhiều loài động vật ít có khả năng vượt qua ranh giới thể nền để sang các nơi sống lân cận.

Nhóm này có hai hệ sinh thái tiêu biểu:

- *Hệ sinh thái rừng kín cây lá rộng*

Hệ sinh thái này phân bố ở đai cao 2.000 - 3.000 m thuộc phía đông dãy Himalaya, đai dưới là rừng cây lá rộng và lá kim á nhiệt đới, đai trên là kiểu rừng rụng lá phụ núi cao Đông Himalaya. Kiểu rừng kín cây lá rộng có độ đa dạng và độ giàu loài cao, đặc biệt là các loài sồi và đồ quyết.

- *Hệ sinh thái rừng ôn đới*

Hệ sinh thái này phân bố ở khu vực phía bắc của Tam giác Vàng (Myanmar), với đai cao 1.800 - 2.700 m thuộc sườn nam của dãy núi Namkiu - phần mở rộng về phía đông của dãy Himalaya. Cấu trúc của hệ sinh thái này tương tự với hệ sinh thái rừng cây lá rộng phía đông Himalaya. Các quần xã thực vật chính là rừng cây lá rộng và rừng hỗn giao. Rừng cây lá rộng phân bố ở đai cao 1.800 - 2.100 m. Rừng hỗn giao phân bố ở đai cao trên 2.100 m, ưu thế các loài cây lá rộng (*Quercus*, *Magnolia*, *Acer*, *Prunus*, *Ilex*, *Rhododendron*) và các loài cây lá kim (*Picea brachytyla*, *Tsuga dumosa*, *Larix griffithiana* và *Taiwania flousiana*).

*(iv) Nhóm các hệ sinh thái rừng lá kim ôn đới đai cao*

Các hệ sinh thái rừng lá kim ôn đới đai cao được hình thành trong điều kiện mùa hè ấm và mùa đông mát. Các loài cây lá kim chiếm ưu thế hoặc hỗn giao với các loài cây lá rộng. Cấu trúc rừng đơn giản, chỉ gồm hai tầng (tầng trên tán và tầng dưới tán), một số nơi hình thành tầng cây bụi. Các hệ sinh thái này hiếm gặp trên thế giới. Khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á chỉ có một kiểu hệ sinh thái *rừng lá kim phụ núi cao* phân bố hạn chế ở khu vực đai cao phía đông và phía tây dãy Himalaya trong lãnh thổ Ấn Độ. Khác với hệ sinh thái rừng lá kim ôn đới, hệ sinh thái rừng lá kim ôn đới đai cao có cấu trúc đặc thù với kích thước mảnh rời rạc nhỏ, diện tích lõi nhỏ, mật độ biên lớn và độ kết nối thấp.

*(v) Nhóm các hệ sinh thái đồng cỏ, savan và cây bụi nhiệt đới*

Nhóm các hệ sinh thái này được hình thành trong điều kiện nhiệt độ nóng và lượng mưa thấp (lượng mưa trung bình khoảng 900 - 1.500 mm/năm). Do không đủ nước cung cấp cho các cây thân gỗ phát triển rộng, các loài cây thân thảo sinh trưởng và phát triển mạnh, trong khi các loài cây thân gỗ mọc thưa thớt và phân tán. Đây là nơi sống thuận lợi cho các động vật ăn cỏ, do đó, các động vật ăn thịt lớn thường tập trung tại khu vực này.

Trên thế giới, các hệ sinh thái đồng cỏ, savan và cây bụi nhiệt đới phân bố trải rộng ở khu vực châu Phi, một phần ở Nam Á, châu Úc, phía bắc Nam Mỹ và phía nam Hoa Kỳ. Ở khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á, các hệ sinh thái này thường có diện tích hạn chế. Hệ sinh thái *savan và đồng cỏ* chỉ phân bố dọc theo vành đai thấp Terai - Duar thuộc chân núi Himalaya. Khu vực này có mùa hè nóng ẩm, nhiệt độ tối cao có thể đạt tới 40°C. Chế độ gió mùa ảnh hưởng rõ rệt tới chế độ dòng chảy sông. Khu vực có chứa các hệ sinh thái trảng cỏ cao, savan, rừng rụng lá và

rừng thường xanh. Trong thành phần loài thuộc các hệ sinh thái trảng cỏ có nhiều loài cỏ cao nhất thế giới, chẳng hạn *Saccharum spontaneum*, *Saccharum benghalesis*, *Phragmites kharka*, *Arundo donax*, *Narenga porphyracoma*, *Themeda villosa*, *Themeda arundinacea* và *Erianthus ravennae*. Các loài cỏ này chống chịu được cháy rừng và lũ lụt, đồng thời có khả năng phát triển lan rộng nhanh chóng trong các điều kiện thích hợp.

Các hệ sinh thái đồng cỏ, savan và cây bụi nhiệt đới có cấu trúc đứng mở, cấu trúc ngang đồng nhất và độ kết nối cao. Tầng cây gỗ phân bố rải rác, không liên tục; tầng cỏ phát triển liên tục nhưng không được coi là thể nền. Khác với hệ sinh thái rừng cây lá rộng và rừng mưa nhiệt đới có cấu trúc đóng nhằm hạn chế sự phát triển của tầng cỏ quyết; ở hệ sinh thái này, cấu trúc mở ở tầng trên cho phép phát triển mạnh của tầng cỏ. Các mảnh nơi sống tự nhiên có kích thước lớn và cấu trúc đồng nhất đóng vai trò quan trọng trong hình thành chuỗi thức ăn ở đồng cỏ. Đồng thời, các đặc điểm này cho phép dòng di cư thuận lợi tới các khu vực khác trong thời kỳ hạn hán. Tại đây, hiện tượng cháy rừng làm hạn chế sự mở rộng liên tục của các tầng cây gỗ. Do đó, tầng cỏ quyết phát triển sẽ đóng vai trò thiết yếu nhằm duy trì các chuỗi thức ăn quan trọng của hệ sinh thái này.

#### *(vi) Nhóm các hệ sinh thái savan và đồng cỏ đồng bằng sông - lũ*

Các hệ sinh thái này đặc trưng bởi các hệ sinh thái savan và hệ sinh thái đồng cỏ phát triển trên các đồng bằng nguồn gốc sông - lũ. Chế độ ngập lũ thường xuyên trong năm hoặc định kỳ theo mùa, nền nhiệt thường ở mức cao, làm hình thành các loại đất giàu dinh dưỡng. Trong thành phần quần xã sinh vật, các loài cỏ ngập nước nguồn gốc Indô - Mã Lai chiếm ưu thế; một số nơi còn xuất hiện rừng ngập mặn và thực vật sa mạc. Hệ động vật đa dạng gồm: các động vật có vú quý hiếm (báo

hoa mai, lừa hoang châu Á, linh dương Ấn Độ); các loài chim đặc hữu (hồng hạc lớn, hồng hạc nhỏ, te te, sếu đầu đỏ, cò trắng, cò mỏ rộng châu Á) hình thành đặc điểm đặc trưng cho nhóm hệ này.

Khu vực nhiệt đới gió mùa tại châu Á chỉ có duy nhất một kiểu hệ sinh thái *đầm ngập mặn theo mùa* phân bố ở sa mạc Rann, thuộc vùng Kutch, cực tây Ấn Độ. Đây là một đầm lầy vật liệu sét sa mạc mặn nằm trong vùng nội địa của sa mạc Thar, nơi giao nhau của vịnh Kutch và cửa sông Ấn (thuộc miền nam Pakistan). Một đặc trưng điển hình của hệ sinh thái này là sự thay đổi tính chất đồng nhất, độ phân mảnh và độ kết nối theo mùa. Vào mùa hè, sa mạc trở nên bằng phẳng hơn với các vật liệu sét mặn và bùn. Ở độ cao tuyệt đối khoảng 15m, các vật liệu này lấp đầy sông, rải rác trên các đảo cát nhỏ với các loài cây bụi gai. Điều này tạo nên nơi sống tự nhiên của một số loài chim hồng hạc. Sa mạc này đạt diện tích lớn nhất do vịnh Kutch ở phía tây liên kết với vịnh Cambay ở phía đông. Các hệ sinh thái này là nơi sống của nhiều loài động vật có vú đang bị nguy cấp, nhiều loài chim, bao gồm cả các loài chim di trú.

### *(vii) Các hệ sinh thái đài nguyên núi cao*

Các hệ sinh thái *đài nguyên núi cao* được hình thành ở các khu vực núi cao trên thế giới. Với điều kiện nhiệt độ của tất cả các tháng trong năm dưới 10°C và ít nhất một tháng có nhiệt độ trung bình trên 0°C, các đài nguyên núi cao không xuất hiện các cây gỗ. Phần đất đai thấp hơn không bị băng hà vĩnh cửu có khả năng tiêu nước tốt hơn. Các hệ sinh thái đài nguyên núi cao ở vùng nhiệt đới ẩm gió mùa thường tồn tại trên các khu vực đỉnh núi, tách biệt với xung quanh bởi các vùng núi thấp có khí hậu ẩm hơn. Do đó, các hệ sinh thái này được coi là các "đảo" rừng tự nhiên. Các "đảo" này chứa nhiều loài thực vật quý hiếm và đặc hữu của vùng khí hậu mát, ẩm và giàu ánh sáng Mặt Trời.

Tại khu vực nhiệt đới gió mùa, các hệ sinh thái đài nguyên núi cao chỉ bao gồm một kiểu *hệ sinh thái đồng cỏ và trảng cây bụi núi cao*, phân bố hạn chế tại khu vực đỉnh núi đá granit Kinabalu thuộc lãnh thổ Malaysia và đỉnh của dãy Ghats Tây thuộc lãnh thổ phía nam Ấn Độ. Kinabalu - đỉnh núi cao nhất Đông Nam Á (4.101m), ưu thế các loài cây bụi thuộc họ phong lan, đỗ quyên, nắp ấm, dương xỉ và rêu. Hình thái và thành phần loài trong hệ sinh thái này phân hóa theo đai cao rõ ràng: *trảng cỏ núi cao* hình thành ở đai cao trên 3.200 m, hầu như không có lớp phủ thổ nhưỡng, chỉ có đá granit trổng trọc; đai thấp hơn là *cây bụi núi cao* được hình thành trên lớp phủ thổ nhưỡng tầng dày trung bình.

#### *(viii) Các hệ sinh thái sa mạc và cây bụi khô*

Các hệ sinh thái này được hình thành trong điều kiện lượng bốc hơi vượt quá lượng mưa. Mức chênh lệch thường thấp hơn 250 mm/năm đối với sa mạc, hoặc từ 250 - 500 mm/năm đối với các hệ sinh thái đồng cỏ khô (còn được gọi là hệ sinh thái bán hoang mạc). Trong điều kiện thiếu nước, thực vật thuộc họ xương rồng là những loài đặc thù.

Khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á có có hai hệ sinh thái điển hình:

- *Hệ sinh thái rừng cây bụi gai*

Hệ sinh thái này phân bố chủ yếu trên cao nguyên Đê-can và vùng Tây Bắc Ấn Độ. Cao nguyên Đê-can do có ba mặt bị chắn bởi các dãy đồi núi cao (dãy Ghats Tây phía tây, dãy Ghats Đông phía đông, dải đồi Satpura phía nam) nên hình thành hệ sinh thái rừng cây bụi gai trên cao nguyên có điều kiện khô hạn. Vùng Tây Bắc Ấn Độ là đồng bằng phù sa mở rộng sang các dải đồi thấp, phân bố xung quanh sa mạc Thar. Khu vực có lượng mưa trung bình năm dưới 750 mm, nhiệt độ vượt quá 45°C vào các tháng nóng nhất và nhiệt độ mùa đông có thể dưới 0°C. Sự thay

đổi độ mặn trong đất ảnh hưởng rõ rệt tới cấu trúc hệ sinh thái. Khi đó, thể nền là các khoảnh đất có độ mặn trong đất cao không thể phát triển thảm thực vật. Trong khi, mảnh rời rạc là các khoảnh đất có độ mặn thấp phát triển thảm thực vật khô hạn với các loài thực vật có độ cao thấp dưới 6 m, hoặc rừng cây gai chuyển sang trảng cây bụi ưa hạn và thảm thực vật bán khô hạn được hình thành trong các khu vực khô hơn. Trảng cỏ, trảng cây bụi và cây gỗ có kích thước nhỏ, phân bố rải rác, độ kết nối và diện tích lõi thấp, mật độ đường biên cao. Đây là nơi sống của nhiều loài côn trùng, bò sát, nhện, chim và động vật có vú,...

- *Hệ sinh thái sa mạc*

Hệ sinh thái này phân bố ở vùng sa mạc khô cằn Thar và sa mạc thung lũng sông Ấn thuộc lãnh thổ Ấn Độ. Thar là một trong bảy sa mạc lớn nhất trên Trái Đất, nằm ở phía tây dãy núi Aravalli. Nơi đây có biên độ nhiệt rất cao, từ 0°C vào mùa đông cho tới trên 50°C vào mùa hè. Lượng mưa trung bình năm đạt khoảng 100 - 500 mm, và mùa mưa trùng với mùa gió mùa Tây Nam (từ tháng VII đến tháng IX). Khoảng 10% diện tích là đụn cát và 90% là các khối đá trống trơn, thảm thực vật rất thưa thớt, chỉ bao gồm đồng cỏ khô hạn, trảng cây bụi kín thấp hoặc trảng cây bụi thưa.

Sa mạc thung lũng sông Ấn có ranh giới được giới hạn bởi dải đồi của dãy Glaiman ở phía tây và sông Chenab ở phía đông. Sa mạc này có điều kiện nhiệt ẩm tương tự như sa mạc Thar: nhiệt độ năm dao động từ 0°C vào mùa đông cho tới trên 45°C vào mùa hè, lượng mưa trung bình năm khoảng 640 - 760 mm. Hệ sinh thái này được thể hiện trong không gian dưới dạng các mảnh cây bụi gai thấp có dạng khóm phân bố tách biệt và rừng cây bụi gai cao.

### *(ix) Các hệ sinh thái rừng ngập mặn*

Các hệ sinh thái rừng ngập mặn ưu thế các loài cây gỗ và cây bụi hình thành trong điều kiện môi trường ngập mặn ven biển thuộc đới nhiệt đới và á nhiệt đới, trải dài trong khoảng 25° vĩ độ Bắc tới 25° vĩ độ Nam. Rừng ngập mặn phát triển ở các khu vực vùng triều, bao gồm các cửa sông hình phễu và bờ biển. Môi trường hình thành rừng ngập mặn có tính chất yếm khí, độ mặn cao, ngập triều. Sự thay đổi nhỏ về độ mặn và chế độ ngập triều cũng gây ra sự phân hóa môi trường thích hợp đối với các tổ thành loài khác nhau. Do đó, gradient phân hóa môi trường ngập mặn được thể hiện rất rõ trong phạm vi không gian không rộng, đồng thời sự hình thành của các mảnh nơi sống khác nhau thường phân bố song song với đường bờ. Tại khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á, rừng ngập mặn hình thành nên các nơi sống có độ kết nối cao, thích hợp với sự phát triển của khoảng 110 loài cây gỗ và cây bụi chịu ngập nước mặn. Các loài này thuộc họ Đước (*Rhizophoraceae*), họ Mắm (*Avicenniaceae*), họ Bàng (*Combretaceae*), họ Cau dừa (*Arecaceae*) và họ Tử vi (*Lythraceae*).

Rừng ngập mặn là hệ sinh thái chuyển tiếp giữa lục địa và biển, mang đầy đủ các chức năng của hệ sinh thái đệm và hệ sinh thái nguồn. Tại đây, quá trình chuyển vật liệu từ lục địa ra biển là quá trình hệ sinh thái chủ đạo, cơ sở hình thành nhiều lưới thức ăn trong đại dương. Hệ sinh thái này cũng là nơi sống của nhiều loài sinh vật trên cạn và thủy vực, cung cấp chất dinh dưỡng nuôi dưỡng các hệ sinh thái san hô. Các dịch vụ sinh thái của rừng ngập mặn được thể hiện ở vai trò tích tụ trầm tích, ổn định đường bờ, bảo vệ các hệ sinh thái san hô và cỏ biển.

Các hệ sinh thái rừng ngập mặn phân bố dọc bờ biển khu vực nhiệt đới gió mùa tại châu Á. Căn cứ vào các đặc trưng về quần xã sinh vật và môi trường, có thể phân chia thành các hệ sinh thái điển hình sau:



- *Hệ sinh thái rừng ngập mặn khu vực đồng bằng châu thổ sông Ấn - biển Ả-rập (Pakistan)*

Tuy nằm trên lãnh thổ Pakistan nhưng hệ sinh thái rừng ngập mặn được hình thành trên khu vực ven biển của đồng bằng châu thổ sông Ấn. Điều kiện khí hậu khắc nghiệt khiến cho độ đa dạng loài của rừng ngập mặn không cao. Loài chiếm ưu thế là *Avicennia marina* do khả năng chịu được độ mặn cao và điều kiện khí hậu khắc nghiệt. Một số loài khác quần hợp với *Avicennia marina* là *Rhizophora apiculata* và *Acanthus ilicifolius*. Một số khoảng rừng ngập mặn ưu thế các loài *Rhizophora mucronata* và *Ceriops tagal* có kích thước nhỏ và phân bố phân tán.

- *Hệ sinh thái rừng ngập mặn dải ven biển Godavari - Krishna*

Đặc trưng phân đoạn của bờ biển phía đông tiểu lục địa Ấn Độ đã làm hình thành nhiều mảnh rừng ngập mặn tách biệt. Trong đó, các mảnh rừng ngập mặn lớn nhất thuộc cửa sông hình phễu của sông Godavari và sông Krishna, có nguồn gốc từ dãy Ghats Tây và chảy qua cao nguyên Đê-can. Rừng ngập mặn được coi là hệ sinh thái chuyển tiếp giữa các hệ sinh thái bờ biển phía đông thuộc tiểu lục địa Ấn Độ và các hệ sinh thái biển thuộc Ấn Độ Dương. Các loài cây ngập mặn ưu thế bao gồm *Avicennia marina*, *Suaeda* spp., *Rhizophora* spp và *Bruguiera* spp.

- *Hệ sinh thái rừng ngập mặn khu vực ven biển Sundarbans*

Khu vực ven biển đồng bằng châu thổ rộng lớn của hệ thống sông Hằng, sông Brahmaputra và sông Meghna thuộc lãnh thổ Banglades và Ấn Độ. Sundarbans là rừng ngập mặn có diện tích lớn nhất trên thế giới. Lượng mưa trung bình năm trên 3.500 mm, mùa mưa kéo dài từ tháng VI đến tháng IX, nhiệt độ có thể vượt quá 48°C vào các ngày gió mùa. Loài ưu thế là *Heritiera fomes* quần hợp với một số loài khác, chẳng hạn

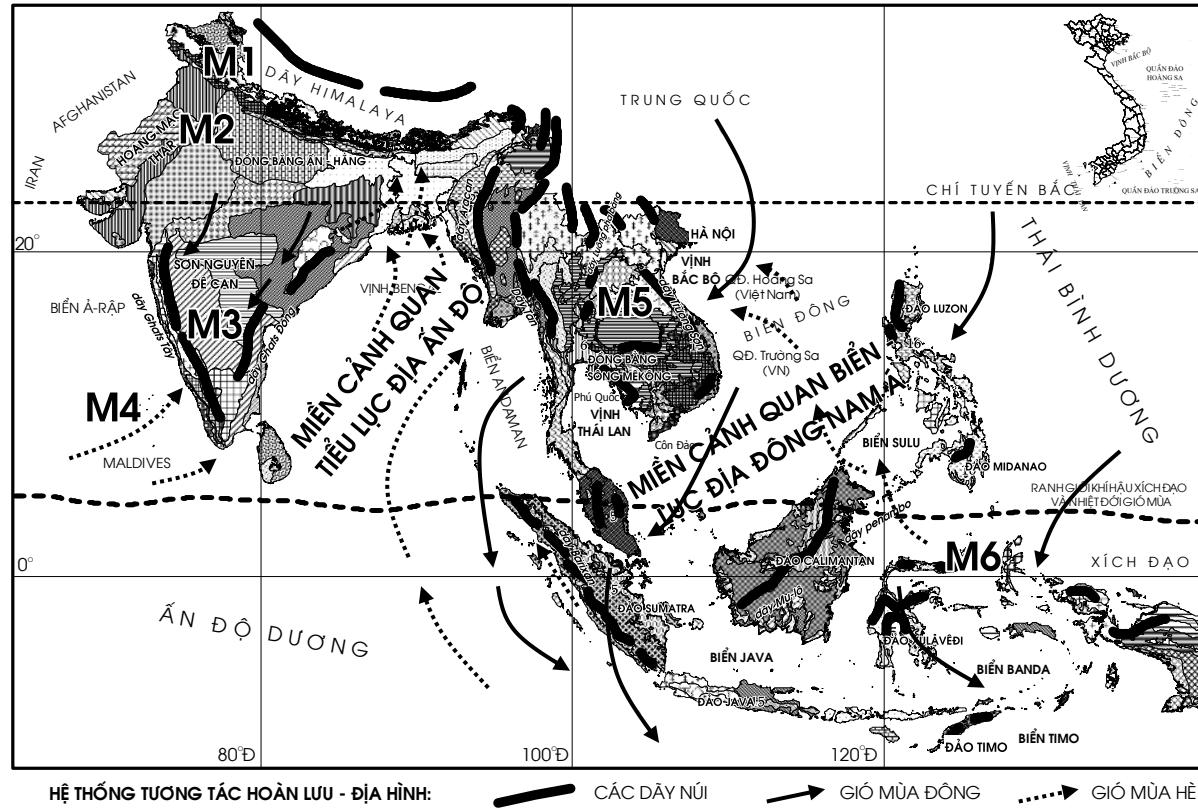
*Avicennia* spp., *Xylocarpus mekongensis*, *Sonneratia apetala*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Aegiceras corniculatum*, *Rhizophora mucronata*, *Nypa fruticans*.

- *Hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển Myanmar*

Đây là một trong những hệ sinh thái rừng ngập mặn bị thoái hóa mạnh nhất trong khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á. Khu phân bố chủ yếu ở ven biển đồng bằng châu thổ sông Irrawaddy thuộc lãnh thổ Ấn Độ, Myanmar, Malaysia và Thái Lan. Tốc độ bồi lắng trầm tích của sông Irrawaddy cao thứ năm trên thế giới, tạo nên các kiểu rừng ngập mặn phong phú tại khu vực Rakhine, Irrawaddy và Taninthayi. Rừng ngập mặn bị khai thác quá mức, chuyển đổi sang mục đích nuôi trồng thủy sản và các dự án phát triển, đặc biệt tại Myanmar. Nhiều loài sinh vật tự nhiên bị suy giảm, phân bố hạn chế trong các nơi sống cách biệt.

- *Hệ sinh thái rừng ngập mặn dải ven biển bán đảo Trung - Ấn*

Đây là hệ sinh thái rừng ngập mặn có mức độ đa dạng sinh học và độ kết nối lớn nhất trên thế giới. Các hệ sinh thái này có diện tích lớn nhất ở khu vực ven biển đồng bằng châu thổ sông Hồng và sông Mê Kông (Việt Nam), ven biển Pattaya (Thái Lan), khu vực vịnh Veal Renh và Kompong Som (Campuchia). Đây là nơi sống quan trọng của nhiều loài chim nước trú đông quý hiếm. Rừng ngập mặn được hình thành trong điều kiện chế độ lũ điều hòa do thủy triều, kết hợp với đặc điểm nước lợ và đất mặn gây phát triển, nên giá trị đa dạng sinh học cao (với khoảng 60% số loài ngập mặn có mặt trong các hệ sinh thái rừng ngập mặn). Trong đó, đa dạng sinh học cao nhất ở khu vực có chế độ ngập triều cao và chịu ảnh hưởng của sông từ lục địa.



1. Bản đồ sinh thái cảnh quan khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á (tác giả: Nguyễn An Thịnh, thành lập năm 2010, bản đồ gốc lưu trữ tại Bộ môn Sinh thái Cảnh quan và Môi trường, Khoa Địa lý, Đại học Quốc gia Hà Nội)

# CHÚ GIẢI BẢN ĐỒ

## MIỀN VÀ PHỤ MIỀN CẢNH QUAN

### MIỀN CẢNH QUAN TIỂU LỤC ĐỊA ẤN ĐỘ







- M1** PHỤ MIỀN CẢNH QUAN NÚI HIMALAYA
- M2** PHỤ MIỀN CẢNH QUAN ĐỒNG BẰNG CHÂU THỔ ẤN - HÃNG
- M3** PHỤ MIỀN CẢNH QUAN CAO NGUYÊN ĐẾ-CAN
- M4** PHỤ MIỀN CẢNH QUAN HẢI ĐẢO ẤN ĐỘ DƯƠNG

### MIỀN CẢNH QUAN BIỂN - LỤC ĐỊA ĐÔNG NAM Á




- M5** PHỤ MIỀN CẢNH QUAN BÀN ĐẢO TRUNG - ẤN
- M6** PHỤ MIỀN CẢNH QUAN QUẦN ĐẢO MALAYSIA

## CÁC HỆ SINH THÁI LỤC ĐỊA



### RỪNG CÂY LÁ RỘNG ẤM NHIỆT ĐỚI

-  Hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới
-  Hệ sinh thái rừng ẩm nhiệt đới
-  Hệ sinh thái rừng á nhiệt đới
-  Hệ sinh thái rừng á nhiệt đới thường xanh
-  Hệ sinh thái rừng kín nửa thường xanh và rừng ẩm rụng lá
-  Hệ sinh thái rừng ngập lù

### RỪNG CÂY LÁ RỘNG KHÔ NHIỆT ĐỚI

-  Hệ sinh thái rừng kín rụng lá khô
-  Hệ sinh thái rừng khô thường xanh
-  Hệ sinh thái rừng khô hạn

### RỪNG HỖN GIAO VÀ CÂY LÁ RỘNG ÔN ĐỚI ĐÀI CAO

-  Hệ sinh thái rừng kín cây lá rộng
-  Hệ sinh thái rừng ôn đới


### RỪNG LÁ KIM ÔN ĐỚI ĐÀI CAO

-  Hệ sinh thái rừng lá kim phụ núi cao

### ĐỒNG CỎ, SAVAN VÀ CÂY BỤI NHIỆT ĐỚI

-  Hệ sinh thái savan và đồng cỏ



### SAVAN VÀ ĐỒNG CỎ ĐỒNG BẰNG SÔNG-LŨ

-  Hệ sinh thái đầm ngập mặn theo mùa

### ĐÀI NGUYÊN NÚI CAO

-  Hệ sinh thái đồng cỏ và trảng cây bụi núi cao

### SA MẠC VÀ CÂY BỤI KHÔ

-  Hệ sinh thái rừng cây bụi gai
-  Hệ sinh thái sa mạc

### RỪNG NGẬP MẶN

-  Hệ sinh thái rừng ngập mặn

Cấu trúc không gian của các quần xã trong loạt diễn thế có hướng song song với đường bờ, với quần xã tiên phong được hình thành ở khu vực xa nhất so với lục địa. Cây tiên phong thường là *Avicennia alba*, sau đó bị thay thế bởi quần xã *Rhizophora apiculata* và *Bruguiera parviflora*. Quần xã cuối cùng là *Avicennia officinalis*, *Sonneratia caseolaris*, *Nypa fruticans* và *Phoenix paludosa*.

- *Hệ sinh thái rừng ngập mặn khu vực bãi đá ngầm Sunda*

Rừng ngập mặn này phân bố ở khu vực đảo Borneo và bờ đông của đảo Sumatra, thuộc lãnh thổ Brunei, Malaysia và Indonesia. Khí hậu và các điều kiện vật lý có sự phân dị lớn trong vùng này, tạo ra sự đa dạng cao về thành phần loài thực vật và động vật. Đây là một trong những hệ sinh thái rừng ngập mặn có độ đa dạng sinh học cao nhất trên thế giới, và là nơi sống của loài khỉ vòi quý hiếm. Nhiệt độ và lượng mưa hàng năm ở mức cao tạo nên sự thay đổi chế độ triều một cách rõ rệt trong một phạm vi nhỏ. Hệ sinh thái này được phân thành 5 kiểu chính trên cơ sở tính đa dạng của điều kiện thổ nhưỡng, độ mặn, chế độ triều, loài ưu thế và tổ thành loài ngập mặn khác nhau. Các loài chủ yếu thuộc các chi *Avicennia*, *Rhizophora*, *Sonneratia*, *Bruguiera* và *Nypa*. Quần xã tiên phong với các loài ưu thế là *Avicennia* và *Sonneratia*, sau đó bị thay thế bởi quần xã ưu thế *Rhizophora* và *Bruguiera*.

### ***b) Đa dạng sinh học và tính nhạy cảm đối với các xáo động của các hệ sinh thái***

Sự phân hóa cảnh quan sâu sắc ở khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á tạo ra các nơi sống có độ đa dạng rất cao, từ đó quy định mức độ đa dạng sinh học ở khu vực này. Trong khu vực, các nước Indonesia, Ấn

Độ, Malaysia, Thái Lan và Việt Nam được xếp vào nhóm 20 quốc gia có độ đa dạng sinh học cao nhất trên thế giới.

Khu vực nhiệt đới gió mùa tại châu Á có độ đa dạng các loài thực vật cao. Đặc trưng giới thực vật ở khu vực này là các họ thực vật Cổ nhiệt đới, bao gồm họ Nắp ấm (Nepenthaceae), họ Dứa dại (Pandanaceae), họ Dầu (Dipterocarpaceae). Đại diện các họ thực vật phát triển ở vùng Cổ nhiệt đới nhiều hơn so với vùng Tân nhiệt đới, bao gồm họ Na (Anonaceae), họ Thị (Ebenaceae), họ Thiên lý (Asclepiadaceae), họ Bầu bí (Cucurbitaceae). Các họ thực vật đặc trưng cho cả Cổ nhiệt đới và Tân nhiệt đới là họ Phong kỷ (Menispermaceae), họ Thu hải đường (Begoniaceae), họ Bồ hòn (Sapindaceae), họ Núc nác (Bignaniaceae), họ Sim (Myrtaceae), họ Tai voi (Gesneriaceae) và họ Dừa (Palmae). Trong hệ thực vật, rừng ngập mặn phát triển rất mạnh dọc bờ biển Ấn Độ Dương và châu Á - Thái Bình Dương. Giới động vật ở khu vực rất phong phú và đa dạng. Điều này xuất phát từ đặc điểm chúng có chung nguồn gốc địa phương và ít xảy ra biến động trong quá khứ. Ngoài ra, cấu trúc loài phản ánh tính chất nhiệt đới hoàn toàn, tính lục địa rõ ràng và có đầy đủ các dạng sống.

Các hệ sinh thái đặc thù của khu vực nhiệt đới gió mùa tạo ra các nơi sống quan trọng cho các loài động vật. Đa dạng loài tại khu vực này nhìn chung cao, nhưng có sự phân hóa khác nhau giữa các hệ sinh thái. Chính điều này tạo ra các "điểm nóng" và "điểm lạnh" về đa dạng sinh học. Trong các nơi sống này, các kiểu xáo động xảy ra với tần suất khác nhau là những nguyên nhân chính đe dọa tính đa dạng loài, cấu trúc và chức năng của các hệ sinh thái.

Các hệ sinh thái trong khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á có độ nhạy cảm cao và đặc thù riêng về đa dạng sinh học đối với các chế độ xáo động:

- *Nhóm các hệ sinh thái rừng cây lá rộng ẩm nhiệt đới*

- Độ đa dạng  $\beta$  cao, đặc biệt giữa các khu vực núi tách biệt và theo gradient đai cao; số lượng lớn các loài đặc hữu địa phương và đặc hữu vùng.

- Do độ kết nối thấp, các hệ sinh thái này nhạy cảm cao đối với hoạt động trồng trọt, chăn thả gia súc quá mức và cháy rừng. Những nguyên nhân này có thể làm thay đổi một cách rõ rệt điều kiện khí hậu và thổ nhưỡng.

- *Nhóm các hệ sinh thái rừng cây lá rộng khô nhiệt đới*

- Sinh vật tại một số khu vực giới hạn về số lượng loài nhưng chúng có phạm vi phân bố rộng hơn so với rừng nhiệt đới ẩm. Do hầu hết các loài chỉ phân bố hạn chế trong rừng khô nhiệt đới, đặc biệt là các loài thực vật nên độ đa dạng  $\alpha$  và  $\beta$  cao.

- Các hệ sinh thái này nhạy cảm cao đối với cháy rừng và chặt phá rừng. Hoạt động chăn thả quá mức và đưa vào các loài ngoại lai làm thay đổi nhanh chóng các quần xã tự nhiên. Các hệ sinh thái bị tác động có khả năng phục hồi nhưng rất khó khăn, đặc biệt là đối với các hệ sinh thái đã bị thoái hóa mạnh và bị khai thác triệt để.

- *Nhóm các hệ sinh thái rừng cây lá kim nhiệt đới*

- Độ đa dạng  $\beta$  và số loài đặc hữu địa phương cao đặc trưng cho các động vật không xương sống, thực vật ở tầng dưới, địa y. Tại các khu rừng có độ ẩm cao, một số động vật có xương sống lớn và một số loài thực vật ưu thế có phạm vi phân bố rộng.

- Vật ăn thịt kích thước lớn nhạy cảm cao đối với các hoạt động của con người. Các loài trong giai đoạn diễn thế cuối cùng thường có độ

nhạy cảm rất cao đối với hoạt động chặt phá hay phân mảnh của rừng tự nhiên. Khả năng tái sinh của các loài và các đặc trưng trong diễn thế cuối cùng thường rất chậm chạp. Nhiều khoảnh rừng cần đến chế độ lửa rừng định kỳ để duy trì diễn thế sinh thái và duy trì nơi sống cho nhiều loài sinh vật. Trong khi, các sinh vật ngoại lai gây ra các tác động mạnh tới các quần xã rừng tự nhiên.

- *Nhóm các hệ sinh thái rừng hỗn giao và rừng cây lá rộng ôn đới đai cao*

- Hầu hết các loài ưu thế có phạm vi phân bố rộng, nhưng trong nhiều khu vực cũng xuất hiện nhiều loài đặc hữu địa phương và đặc hữu vùng; tạo nên độ đa dạng  $\beta$  cao đối với các loài thực vật, động vật không xương sống và động vật có xương sống nhỏ. Một số hệ sinh thái có độ đa dạng  $\alpha$  và  $\gamma$  cao đối với các loài thực vật ở tầng dưới và các loài thân thảo.

- Các loài sinh vật có độ nhạy cảm cao với sự phân mảnh nơi sống; nhiều loài ở tầng thấp tránh khỏi ảnh hưởng tại các khu rừng bị phá hủy; khả năng tái sinh rừng cao; sinh vật ngoại lai có tác động mạnh mẽ tới các quần xã bản địa; sự suy giảm các quần thể vật ăn thịt bản địa có tác động mạnh tới cấu trúc rừng.

- *Nhóm các hệ sinh thái đồng cỏ, savan và cây bụi nhiệt đới*

- Các động vật có vú lớn rất phong phú; hầu hết các động vật có xương sống đều có khu phân bố rộng; độ đa dạng  $\alpha$  của các loài thực vật thấp, nhưng độ đa dạng  $\beta$  và  $\gamma$  rất cao.

- Khả năng tái sinh rừng cao; tuy nhiên, hoạt động của con người (trồng trọt, chăn thả quá mức và đốt rừng) có thể làm suy giảm và thay đổi nhanh chóng các quần xã tự nhiên; thay đổi chế độ nước mặt tác động mạnh tới sự tồn tại của các động vật có xương sống.



- *Nhóm các hệ sinh thái savan và đồng cỏ đồng bằng sông - lũ*

- Hầu hết các loài trên cạn có phạm vi phân bố rộng; độ đa dạng  $\alpha$  và  $\beta$  trung bình; số loài đặc hữu trên cạn thấp.

- Dẫn dòng và kênh hóa dòng nước tác động mạnh mẽ tới tính nguyên vẹn của nơi sống; sự biến mất các nơi sống ven sông hoặc các hành lang tự nhiên tác động mạnh tới các quần thể tự nhiên; các quần xã nhạy cảm đối với suy giảm chất lượng nước do ô nhiễm và phú dưỡng; thay đổi chế độ lửa tự nhiên có thể làm thay đổi cấu trúc và thành phần các quần xã.

- *Các hệ sinh thái đài nguyên núi cao*

- Độ đa dạng  $\beta$  cao, đặc biệt trong các khu vực núi cao bị cách ly và theo gradient đai cao; số loài đặc hữu địa phương và đặc hữu vùng tương đối cao.

- Các hệ sinh thái nhạy cảm cao đối với hoạt động trồng trọt, chăn thả quá mức, đốt rừng do làm thay đổi các điều kiện khí hậu và thổ nhưỡng; các động vật có xương sống lớn nhạy cảm cao đối với hoạt động săn bắn.

- *Các hệ sinh thái sa mạc và cây bụi khô*

- Quần hệ thực vật có độ đa dạng  $\alpha$  và  $\beta$  rất cao; các loài bò sát rất đa dạng; số loài đặc hữu địa phương tương đối cao.

- Các hệ sinh thái nhạy cảm cao đối với hoạt động làm thay đổi lớp phủ thực vật; khả năng phục hồi hoặc tái sinh của các hệ sinh thái rừng thấp; các loài ngoại lai có ảnh hưởng mạnh.

- *Các hệ sinh thái rừng ngập mặn*

- Loài đặc hữu và độ giàu loài thấp. Các loài chim nước phong phú, chủ yếu là các loài trú đông. Đặc biệt, rừng ngập mặn khu vực ven biển

Sundarbans là nơi sống quan trọng của hổ, hươu sao, mang Ấn Độ, lợn rừng.

- Các hệ sinh thái nhạy cảm đối với các tác động khai thác gỗ, chặt phá rừng, chuyển đổi sang các mục đích sử dụng khác như phát triển nông nghiệp, đô thị, nuôi trồng thủy sản.

## **15.4. BIẾN ĐỔI SỬ DỤNG ĐẤT TẠI KHU VỰC NHIỆT ĐỚI GIÓ MÙA CHÂU Á**

### **15.4.1. Lịch sử biến đổi sử dụng đất tại khu vực**

Từ khi loài người biết cách trồng trọt và sử dụng lửa, rừng bắt đầu được khai thác, chuyển đổi mục đích sử dụng đất nhằm nâng cao khả năng sản xuất của đất đai. Diện tích những khu vực bị bao phủ bởi băng hà trên Trái Đất giảm xuống còn một nửa sau kể từ khi có những hoạt động đầu tiên của con người trong vòng 10.000 năm. Một số nghiên cứu mới còn chứng minh rằng vào khoảng 8.000 năm trước, diện tích đất hoang sơ chiếm tới 46% diện tích bề mặt Trái Đất. Hơn một nửa diện tích đó được rừng bao phủ. Nhưng hiện nay con số này chỉ còn khoảng 30%. Quá trình mở rộng diện tích đất sản xuất nông nghiệp nhằm đáp ứng nhu cầu về lương thực. Điều này được cho là nguyên nhân chính gây ra tình trạng phá hủy các hệ sinh thái rừng, savan và thảo nguyên trên khắp thế giới. Quá trình này có xu thế gia tăng theo thời gian bởi nhiều nguyên nhân: sự phát triển của nền văn minh nhân loại, tăng trưởng kinh tế và bùng nổ dân số. Theo các kết quả nghiên cứu của Lambin (2011), diện tích đất canh tác trên toàn cầu đã tăng từ 300 - 400 triệu ha (năm 1700) tới 1.500 - 1.800 triệu ha (năm 1990), tăng 4,5 - 5 lần chỉ trong vòng ba thế kỷ và gia tăng gần 50% trong thế kỷ thứ XX. Diện tích đồng cỏ tăng từ 500 triệu ha (năm 1700) tới khoảng 3.100 triệu ha (năm 1990). Ở chiều ngược lại, diện tích rừng giảm từ 5.000 - 6.200 triệu

ha (năm 1700) xuống còn 4.300 - 5.300 triệu ha (năm 1990). Savan, thảo nguyên, và đồng cỏ cũng trải qua sự suy giảm nhanh chóng, từ khoảng 3.200 triệu ha (năm 1700) xuống còn 1.800 - 2.700 triệu ha (năm 1990). Diễn biến này minh chứng cho sự gia tăng của nạn phá rừng cũng như quá trình chuyển đổi mục đích sử dụng đất trên phạm vi toàn cầu.

Những khu vực đầu tiên chứng kiến quá trình mở rộng đất canh tác nhanh nhất từ đầu thế kỷ thứ XVIII là khu vực đồng bằng sông Ấn - Hằng, phần lớn châu Âu và khu vực phía đông của Trung Quốc. Tới đầu thế kỷ thứ XIX, đất canh tác bắt đầu được mở rộng tại khu vực Bắc Mỹ và Nga. Tuy nhiên, xu thế này trở nên phổ biến ở phạm vi toàn cầu. Khởi đầu cho xu thế mới này là quá trình chuyển đổi mục đích sử dụng đất với quy mô lớn ở Trung Quốc vào giữa thế kỷ thứ XX. Tới những năm 1950, quá trình này lan sang các nước ở châu Phi, Nam Á và Đông Nam Á, khu vực Mỹ Latinh và Australia. Kể từ nửa cuối thế kỷ thứ XX, Nam Á và Đông Nam Á trở thành một trong những khu vực có tốc độ biến đổi sử dụng đất cao nhất thế giới. Chỉ trong vòng 100 năm (từ 1880 đến 1980), chuyển đổi mục đích sử dụng đất tại 13 quốc gia thuộc khu vực này, bao gồm Ấn Độ, Sri Lanka, Bangladesh, Myanmar, Thái Lan, Lào, Campuchia, Việt Nam, Brunei, Singapore, Indonesia và Philippin, đã gây ra sự thay đổi lớn trên một diện tích đất đai lên tới trên 8 triệu km<sup>2</sup>. Trong đó, diện tích rừng và đất mặt nước giảm 131 triệu ha, tương đương 47%. Diện tích đất trồng trọt cũng vì vậy tăng 106 triệu ha, gần gấp đôi so với năm 1880.

Quá trình biến đổi sử dụng đất còn xuất phát từ những hậu quả của các cuộc chiến tranh và xung đột vũ trang, đặc biệt là Thế chiến thứ hai. Ngoài ra, nhiều diện tích đất ngập nước, rừng ngập mặn hoặc đồng bằng phẳng được khai thác trồng lúa nước. Phần lớn diện tích rừng còn lại tại đồng bằng Irawaddy bị xóa sổ. Quá trình này cũng xảy ra tương tự tại đồng bằng Ấn - Hằng ở vịnh Belgan, đồng bằng Chao

Phraya của Thái Lan, hai đồng bằng châu thổ lớn nhất của Việt Nam (đồng bằng châu thổ sông Hồng và đồng bằng châu thổ sông Mêkông). Tại khu vực Đông Dương, sau khủng hoảng kinh tế toàn cầu năm 1930, Pháp quay lại với chính sách bảo hộ mậu dịch và độc quyền khai thác Đông Dương theo đường lối thực dân. Khi Chiến tranh Thế giới thứ hai nổ ra, Nhật Bản gây sức ép với Pháp để tiến vào Đông Dương. Khu vực Đông Dương bị cuốn vào nền kinh tế thời chiến trong bối cảnh hai nước Pháp và Nhật tranh giành quyền kiểm soát kinh tế. Nhật Bản thúc ép dân các nước thuộc địa trồng đay thay trồng lúa gạo để phục vụ chiến tranh. Diện tích canh tác cây lương thực ngô, khoai, sắn,... bị thu hẹp để trồng bông, đay, gai và các cây công nghiệp khác. Hậu quả là quá trình khai hoang, phá rừng làm nương rẫy,... xảy ra trên quy mô lớn. Không chỉ ở Đông Dương mà các nước thuộc địa ở khu vực Nam Á và Đông Nam Á đều nằm trong xu thế chung đó.

Tại Malaysia, chỉ trong vòng một thế kỷ, diện tích rừng bị phá đã tăng gấp ba lần và diện tích đất nông nghiệp tăng nhanh gấp 12 lần. Cây cao su được coi là cây trồng mang lại nhiều giá trị xuất khẩu nhất cho Malaysia từ cuối thế kỷ thứ XIX. Các đồn điền dầu cọ lớn được sự bảo trợ của Chính phủ cũng là nguyên nhân làm gia tăng nạn phá rừng ở đây. Thống kê năm 1980, đất trồng cây lâu năm chiếm tới 80% diện tích đất nông nghiệp; hơn 40% diện tích đất mặt nước được chuyển đổi sang các mục đích sử dụng khác.

Tại Indonesia, quá trình chuyển đổi mục đích sử dụng đất xảy ra trong hai giai đoạn. Giai đoạn đầu tại các đảo Java và Bali, những khu vực tập trung đông dân cư nhất, rừng hầu như đã bị phá trước năm 1880 và chuyển sang đất nông nghiệp để thỏa mãn nhu cầu lương thực. Trong khi đó, các đảo Sumatra, Kalimantan (Borneo) và Sulawesi có dân cư thưa thớt nên chỉ được khai thác từ sau năm 1920. Tới những năm 1960, các công ty Nhật Bản đầu tư khai thác gỗ phục vụ xuất khẩu đã

kéo theo hàng loạt biến đổi sử dụng đất quan trọng trên các đảo này. Năm 1980, diện tích rừng tại Kalimantan chỉ còn lại một phần năm. Giai đoạn cuối cùng, chỉ trong vòng hai năm 1982 - 1983, nông dân tại khu vực này thường đốt rừng làm nương rẫy và khai thác gỗ; điều này đã làm mất 3,5 triệu ha rừng nguyên sinh.

Tại Ấn Độ, Bangladesh và Sri Lanka, diện tích rừng bị phá ước tính lên tới 40% chỉ trong vòng 100 năm. Nguyên nhân do sự gia tăng quá nhanh của hoạt động chăn nuôi (tăng 108%, tương ứng 217 triệu con), diện tích đất canh tác tăng hơn 40%, dân số tăng 210% - tương ứng nửa tỷ người. Nhu cầu về lương thực do sự gia tăng dân số và giới hạn phát triển về khoa học - công nghệ trong canh tác nên yêu cầu tất yếu phải mở rộng diện tích đất canh tác. Tại Ấn Độ, thống kê trong vòng 100 năm qua cho thấy: mật độ dân số tăng gấp 3 lần, tỷ lệ diện tích rừng giảm từ 32% xuống còn 20%, trong khi đó diện tích đất canh tác tăng từ 32% lên tới 45%. Mặc dù Ấn Độ có đạo luật về rừng đã được ban hành từ năm 1878, nhưng áp lực về dân số khiến diện tích rừng còn lại bị khai thác quá mức, đặc biệt tại khu vực Himalaya.

*Bảng 15.3. Biến động diện tích đất rừng và đất nông nghiệp của Ấn Độ trong 100 năm (từ 1880 đến 1980)*

Các chỉ tiêu	Năm 1880	Năm 1920	Năm 1950	Năm 1970	Năm 1980
Tổng diện tích rừng	1.027	948	825	743	646
Tổng diện tích đất nông nghiệp	1.008	1.068	1.232	1.409	1.424
Mật độ dân số (người/km <sup>2</sup> )	71	79	112	168	210
Tỷ lệ diện tích rừng (%)	32	30	26	23	20
Tỷ lệ diện tích đất nông nghiệp (%)	32	33	39	44	45

(Nguồn: Richards và Flint, 1994)

## **15.4.2. Biến đổi sử dụng đất**

### ***a) Biến đổi đất rừng***

Nạn phá rừng xảy ra khi rừng được chuyển đổi sang mục đích sử dụng đất khác hoặc khi tán cây che phủ giảm xuống dưới ngưỡng 10% do FAO quy định. Trong báo cáo tổng kết của dự án Đánh giá tài nguyên rừng toàn cầu được Liên Hiệp quốc công bố năm 2000, diện tích rừng tự nhiên trên thế giới giảm trung bình 16,1 triệu ha/năm trong thập niên 90 của thế kỷ thứ XX. Nghiên cứu của Houghton và Hacker (1994) đã xác định diện tích rừng tại Nam Á và Đông Nam Á giảm khoảng 34 - 38% trong vòng 140 năm. Đông Nam Á đã trải qua thời điểm biến đổi cao nhất (có thời kỳ lên tới 0,71% mỗi năm). Về tốc độ thoái hóa rừng, khu vực này xảy ra quá trình chuyển đổi mạnh nhất, khoảng 0,42% mỗi năm, gấp 2 - 3 lần so hai khu vực thấp nhất là Mỹ Latinh (0,13%) và châu Phi (0,21%). Ngoài ra, nạn phá rừng nghiêm trọng nhất xảy ra ở Sumatra, Borneo, Việt Nam, Campuchia và Myanmar. Diện tích rừng tái sinh ngày càng mở rộng, lớn nhất khu vực Đông Nam Á (0,19%), gấp nhiều lần so với các khu vực nhiệt đới ẩm khác (0,04% ở khu vực Mỹ Latinh và 0,07% ở châu Phi).

### ***b) Biến đổi sử dụng đất nông nghiệp***

Trong lịch sử, con người đã làm tăng sản lượng nông nghiệp chủ yếu bằng cách mở rộng diện tích đất canh tác. Ở phạm vi toàn cầu, diện tích đất canh tác bình quân đầu người giảm hơn một nửa trong thế kỷ thứ XX, từ 0,75 ha/người vào năm 1900 xuống chỉ còn 0,35 ha/người vào năm 1990. Tại khu vực Nam Á và Đông Nam Á, sử dụng đất phi nông nghiệp, đặc biệt là sử dụng đất phát triển công nghiệp và các ngành dịch vụ, có xu hướng ngày càng mở rộng. Hệ quả, diện tích đất phù hợp

phát triển nông nghiệp còn lại không đủ đáp ứng nhu cầu tiêu thụ lương thực ngày càng cao. Để tăng sản lượng, một lượng lớn đất canh tác được chuyển đổi từ rừng mưa nhiệt đới. Đa dạng cảnh quan khu vực này ngày càng cao một phần do quá trình mở rộng đất nông nghiệp vào khu vực đất rừng.

### ***c) Biến đổi sử dụng đất đồng cỏ chăn nuôi***

Khoảng một phần ba diện tích đồng cỏ tại châu Á được sử dụng chăn thả gia súc. Trong những thập niên gần đây, khoảng 15 - 19 triệu km<sup>2</sup> đồng cỏ tự nhiên và thảo nguyên được chuyển đổi mục đích sử dụng đất. Theo ước tính của Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC), các khí nhà kính đóng góp khoảng 20% tổng lượng phát thải trong những năm cuối thế kỷ thứ XX, phần lớn có nguyên nhân từ biến đổi sử dụng đất.

### ***d) Biến đổi sử dụng đất đô thị***

Khu vực tập trung dân cư đô thị đông nhất ở khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á tại các vùng ven biển và đường giao thông thủy lớn thuộc Ấn Độ, Singapore, Indonesia và Việt Nam. Hàng năm có tới 1 - 2 triệu ha đất nông nghiệp được chuyển đổi sang mục đích xây dựng nhà ở, khu công nghiệp, cơ sở hạ tầng và khu giải trí. Quá trình chuyển đổi sử dụng đất diễn ra chủ yếu tại đồng bằng ven biển và các thung lũng sông. Đô thị hóa còn ảnh hưởng đến đất ở nông thôn, làm tăng dấu chân sinh thái của thành phố, bao gồm nhu cầu tiêu thụ các sản phẩm từ đất nông nghiệp. Một xu thế chung hiện nay là các đô thị mở rộng và làm tăng nhu cầu của cư dân đô thị gấp nhiều lần so với khả năng đáp ứng của các hệ sinh thái trong khu vực đó.

Những đánh giá gần đây về quá trình đô thị hóa tại khu vực Nam Á và Đông Nam Á cho thấy, tỷ lệ dân số đô thị so với tổng số dân tuy

không lớn, nhưng quy mô dân số đô thị thực sự đáng báo động. Nếu so sánh với các quốc gia châu Á phát triển như Hàn Quốc và Nhật Bản có tới 80% dân cư đô thị, các nước đang phát triển tại Nam Á và Đông Nam Á có tỷ lệ dân số đô thị thấp hơn nhiều (chẳng hạn Nepal 12%, Campuchia 16%) nhưng tổng số dân đô thị lại cao hơn. Biến đổi sử dụng đất đô thị còn phản ánh sự khác biệt giữa các quốc gia về dân cư đô thị cũng như các đặc trưng cơ bản về cấu trúc kinh tế tại các quốc gia đang phát triển ở khu vực này.

### *e) Biến đổi sử dụng đất nguồn gốc tự nhiên và nhân sinh*

Các thảm họa tự nhiên đã tác động mạnh tới quá trình sử dụng đất của khu vực. Thảm họa kép động đất - sóng thần xảy ra tại Ấn Độ Dương năm 2004 làm biến đổi đường bờ của Indonesia, Sri Lanka, Ấn Độ và Thái Lan; gây ô nhiễm đất do nước mặn từ biển thâm nhập vào đất liền tạo nên một lớp muối trên bề mặt đất trồng trọt. Các dạng tai biến tự nhiên như bão, lũ, sương muối,... hay sự cố môi trường có nguồn gốc nhân sinh như cháy rừng, thoái hóa đất do canh tác lâu năm, hoang mạc hóa, xả thải công nghiệp gây ô nhiễm,... đã và đang thúc đẩy mạnh mẽ biến đổi sử dụng đất.

## **15.5. CÁC VẤN ĐỀ SINH THÁI VÀ MÔI TRƯỜNG NỘI CỘM TẠI KHU VỰC NHIỆT ĐỚI GIÓ MÙA CHÂU Á**

### **15.5.1. Tai biến thiên nhiên**

Trong phạm vi lãnh thổ khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á thường xảy ra các dạng tai biến thiên nhiên sau:

- *Tai biến do gió mùa:* Gió mùa đóng vai trò chủ đạo mang mưa của khu vực, ảnh hưởng đến khả năng cấp nước cho sản xuất và sinh hoạt



của cư dân địa phương. Do thay đổi chế độ thời tiết theo mùa, phần lớn lãnh thổ khu vực thường xuyên bị ảnh hưởng bởi lũ lụt, lũ quét, lũ do tan chảy băng hà, sạt lở đất đá và hạn hán hàng năm. Tại Ấn Độ, lũ lụt ảnh hưởng tới diện tích 7,7 triệu ha, chủ yếu là khu vực thung lũng sông và đồng bằng phù sa. Tai biến lũ do tan chảy băng hà và sạt lở đất đá xảy ra phổ biến ở khu vực miền núi của Nepal, Bhutan và Indonesia.

- *Bão nhiệt đới và khí xoáy tụ*: vùng duyên hải thuộc khu vực Nam Á và Đông Nam Á về mùa hè thường chịu ảnh hưởng của áp thấp nhiệt đới và bão nhiệt đới. Bão nhiệt đới là một đặc trưng quan trọng của thời tiết và khí hậu trong khu vực. Hai vùng bão chính nằm ở Tây Bắc Thái Bình Dương (ảnh hưởng trực tiếp đến Philippin và Việt Nam) và ở Bắc Ấn Độ Dương (ảnh hưởng trực tiếp đến Bangladesh). Tần suất bão khác nhau theo các vùng địa lý. Thống kê trong khoảng thời gian 27 năm (1958 - 1984), số lượng cơn bão trung bình hàng năm ở Bắc Ấn Độ Dương là 5,5, khu vực tây bắc Thái Bình Dương là 26,1 cơn bão, tương ứng với 7% và 33% tổng số cơn bão xảy ra trên phạm vi toàn cầu. Trong thời kỳ bão, nhiều động thời tiết gây gió to, mưa lớn. Nhiều cơn bão gây tác hại lớn cho sản xuất nông nghiệp, các công trình xây dựng và đời sống nhân dân.

- *Núi lửa, động đất và sóng thần*: khu vực ven biển châu Á nhiệt đới gió mùa nằm ở vành đai núi lửa Thái Bình Dương, là khu vực có rủi ro lớn về do núi lửa hoạt động, động đất và sóng thần. Thảm họa sóng thần giết hại nhiều người nhất trong lịch sử nhân loại từng xảy ra ở Ấn Độ Dương. Ngày 26/12/2004, cơn địa chấn Sumatra - Andaman mạnh 9,1 độ richter khởi phát ở phía bắc đảo Simeulue, ngoài khơi bờ biển phía tây của miền bắc Sumatra, Indonesiã đã kích hoạt một chuỗi các trận sóng thần lan tỏa khắp Ấn Độ Dương, làm hơn 225.000 người thiệt mạng và khoảng 1,69 triệu người phải di tản ở Sri Lanka, Thái Lan, Indonesia, Ấn Độ và 9 quốc gia khác.

- *Gió khô nóng*: đây là một hiện tượng thời tiết cực đoan tác động sâu sắc tới đời sống sinh hoạt và sản xuất tại các khu vực chịu ảnh hưởng. Tại Ấn Độ, gió khô nóng diễn hình thổi từ phía tây bắc vào thung lũng sông Hằng trong thời kỳ tháng I, làm khí hậu các vùng bị ảnh hưởng trở nên cực kỳ khắc nghiệt. Tại Việt Nam, gió khô nóng được cư dân địa phương gọi là *gió Lào*, gây ảnh hưởng tới vùng duyên hải Bắc Trung Bộ và Trung Trung Bộ của Việt Nam. Gió Lào ở Việt Nam thường xuất hiện từ đầu tháng IV và kết thúc vào giữa tháng IX, có tính chất khô và nóng, độ ẩm giảm xuống 30% trong khi nhiệt độ có thể lên tới 43°C. Những hiện tượng này đang trở nên nghiêm trọng hơn do đảo nhiệt đô thị và ô nhiễm không khí.

- *ENSO*: hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra trên một phạm vi địa lý rộng lớn là ENSO (*El Nino - Dao động Nam*). Cả El Nino và La Nina có liên quan với dao động của khí áp giữa hai bờ phía đông Thái Bình Dương với phía tây Thái Bình Dương - Đông Ấn Độ Dương (được gọi là Dao động Nam để phân biệt với dao động khí áp ở Bắc Đại Tây Dương). El Nino là hiện tượng nóng lên dị thường của lớp bề mặt nước biển ở khu vực xích đạo trung tâm và đông Thái Bình Dương, thường kéo dài 8 - 12 tháng với tần suất 3 - 4 năm/lần. La Nina là hiện tượng lớp bề mặt nước biển ở khu vực nói trên lạnh đi dị thường, xảy ra với chu kỳ tương tự hoặc thưa hơn El Nino. Các hiện tượng có ảnh hưởng đến thời tiết, khí hậu toàn cầu với mức độ khác nhau và rất đa dạng. Đối với khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á, có thể xác định được những ảnh hưởng chủ yếu có tính đặc trưng của mỗi hiện tượng nói trên.

### **15.5.2. Thoái hóa đất**

Thoái hóa đất ở khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á do nhiều nguyên nhân khác nhau. Đất nông nghiệp và rừng có diện tích lớn nhất ở các

khu vực khí hậu ẩm. Tuy nhiên, tại đó lượng nước dồi dào gây ra xói mòn đất, đặc biệt là các khu vực miền núi có độ dốc cao. Các dạng thoái hóa đất chủ yếu tại khu vực này gồm:

- Thoái hóa đất do *xói mòn đất* mạnh nhất ở tiểu lục địa Ấn Độ (ước tính gây mất hơn 90 tấn đất/ha/năm), khu vực miền núi thuộc bán đảo Trung Ấn (mất 40 tấn đất/ha/năm), quần đảo Phillipin (10 tấn đất/ha/năm) và quần đảo Indonesia (22,5 tấn đất/ha/năm). Tỷ lệ đất bị xói mòn so với diện tích đất tự nhiên ở khu vực này tương đối cao tại Phillipin (38%), Thái Lan (15%), Ấn Độ và Việt Nam (khoảng 10%).

- Thoái hóa đất bởi *thối mòn do gió* xảy ra chủ yếu ở khu vực khô hạn và bán khô hạn thuộc tiểu lục địa Ấn Độ, gây mất trung bình khoảng 20 tấn đất/ha/năm.

- Thoái hóa đất do *phong hóa hóa học* xảy ra lớn nhất ở Ấn Độ, Bangladesh, Sri Lanka, Pakistan, Campuchia, Malaysia và Thái Lan. Các dạng phổ biến là suy giảm hàm lượng dinh dưỡng đất (chiếm khoảng 70% diện tích đất bị phong hóa hóa học) và nhiễm mặn (chiếm 17%) xảy ra dọc theo bờ biển của các khu vực khô hơn (Ấn Độ, Pakistan và Bangladesh).

- Thoái hóa đất do *ngập úng* và *khô hạn* xảy ra chủ yếu ở tiểu lục địa Ấn Độ.

### 15.5.3. Mất rừng

Khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á là nơi tập trung nhiều nước đang phát triển, mật độ dân số cao. Phá rừng nhằm chuyển đổi mục đích sử dụng sang đất nông nghiệp là hình thức chính ở khu vực này. Tốc độ phá rừng nhiệt đới giai đoạn 1981 - 1990 là 0,8%/năm, tương đương mất 15,4 triệu ha/năm, trong đó khu vực nhiệt đới gió mùa châu

Á có tỷ lệ mất rừng cao nhất (1,2%/năm). Đối với Việt Nam, chỉ trong vòng nửa thế kỷ (1943 - 1993) đã có khoảng 5 triệu ha rừng tự nhiên bị chặt phá, tương đương mất khoảng 100.000 ha rừng/năm. FAO (2008) ước tính rừng tự nhiên chiếm 36% tổng diện tích đất rừng ở khu vực nhiệt đới (năm 2005), hiện đang bị suy giảm với tốc độ mất khoảng 6 triệu ha/năm trong giai đoạn 1990 - 2005 do chặt phá rừng.

Bảng 15.4. Hiện trạng phá rừng ở một số quốc gia thuộc khu vực châu Á nhiệt đới gió mùa giai đoạn 1990 - 2005 (FAO, 2008)

Quốc gia	Diện tích tự nhiên		Diện tích rừng		Diện tích rừng tự nhiên năm 2005		Diện tích rừng bị chặt phá trong giai đoạn 1990-2005	Diện tích mất rừng giai đoạn 1990-2005
	(nghìn ha)	(nghìn ha)	% so với diện tích tự nhiên	(nghìn ha)	% so với diện tích tự nhiên	% so với diện tích rừng năm 1990	% so với diện tích rừng tự nhiên năm 1990	
Campuchia	18.104	10.447	59,2	322	1,8	-19,3	-58,0	
Malaysia	32.975	20.890	63,6	3.820	11,6	-6,6	0,0	
Thái Lan	51.312	14.520	28,4	6.451	12,6	-9,1	0,0	
Philippin	30.000	7.162	24	829	2,8	-32,3	0,0	
Sri Lanka	6.561	1.933	29,9	167	2,5	-17,7	-35,0	

#### 15.5.4. Ô nhiễm và suy thoái các lưu vực sông

Môi quan hệ liên vùng trong sử dụng tài nguyên nước giữa các quốc gia trong khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á đều dựa trên các hệ thống sông bắt nguồn từ dãy Himalaya. Các đô thị phát triển nhất với mật độ dân cư đông tập trung quanh các sông lớn. Hiện nay, nhiều hệ thống sông trong khu vực đang bị ô nhiễm và suy thoái. Nổi cộm nhất là quá trình gia tăng ô nhiễm tại hệ thống sông Ấn - Hằng, nguy cơ cạn

kiệt tài nguyên nước ở hệ thống sông Mêkông và nhiều hệ thống sông khác.

Sông Hằng là sông quan trọng nhất của tiểu lục địa Ấn Độ. Sông Hằng dài 2.510 km bắt nguồn từ dãy Hymalaya thuộc vùng Bắc Trung Bộ của Ấn Độ, chảy theo hướng đông nam qua Bangladesh và chảy vào vịnh Bengal. Lưu vực sông Hằng có diện tích 907.000 km<sup>2</sup>, là một trong những khu vực phì nhiêu và có mật độ dân số cao nhất thế giới. Kể từ thập niên 50 của thế kỷ thứ XX, các khu dân cư và cơ sở công nghiệp phát triển nhanh chóng dọc theo sông Hằng, chất thải công nghiệp và sinh hoạt đổ thẳng vào sông làm ô nhiễm nghiêm trọng dòng sông này.

Sông Mêkông bắt nguồn từ cao nguyên Tây Tạng, chiều dài khoảng 4.800 km (đứng thứ 12 trong số các con sông dài nhất thế giới), tổng diện tích lưu vực là 795.000 km<sup>2</sup> (đứng thứ 21 trong số các lưu vực sông rộng nhất thế giới), tổng lượng dòng chảy khoảng 475 tỉ m<sup>3</sup> nước/năm (đứng thứ 8 trong số các con sông nhiều nước nhất trên thế giới). Sông chảy qua địa phận của sáu nước là Trung Quốc, Miến Điện, Lào, Thái Lan, Campuchia và Việt Nam trước khi đổ ra biển Đông. Biển Hồ của Campuchia có chức năng tương tự như một hồ chứa tự nhiên, tháo nước vào dòng chính trong mùa khô và tích nước từ dòng chính trong mùa mưa. Tuy nhiên, do lượng nước giữa mùa khô và mùa mưa chênh lệch quá lớn, lưu vực sông Mêkông hiện đang phải đối mặt với những thách thức nghiêm trọng về lũ lụt trong mùa mưa (85 - 90% tổng lượng nước từ tháng VI - VII đến tháng X - XI, với khoảng 20 - 30% lượng nước năm tập trung vào tháng IX), thiếu nước trong mùa khô (dòng chảy trung bình tháng chỉ chiếm 1 - 2%). Các tác động của con người trong khai thác, sử dụng quá mức nguồn tài nguyên nước và các tài nguyên liên quan trong lưu vực sông Mêkông làm gia tăng các rủi ro liên quan tới tai biến lũ quét, xói mòn, xâm nhập mặn,... Những vấn đề môi trường xuyên biên giới liên quan đến sử dụng nước trong hệ thống sông

Mêkông bao gồm giao thông thủy, phân chia nước trong lưu vực, bồi lắng và vận chuyển phù sa, ô nhiễm trên một số sông nhánh, dòng di cư của chim và cá, ngập lụt các đồng bằng, suy thoái các hệ sinh thái đất ngập nước, thay đổi chế độ dòng chảy hàng năm và lưu lượng dòng chảy.

Bên cạnh hai hệ thống sông lớn nhất trong khu vực, nhiều hệ thống sông khác cũng đang bị ô nhiễm hoặc suy thoái. Điển hình nhất là hệ thống sông Sitarum của Indonesia. Con sông này cung cấp nước cho toàn bộ ngành công nghiệp và khoảng hơn 12 triệu người dân thành phố Jakarta. Trước đây, sông Sitarum được mệnh danh là con sông thơ mộng nhất của Indonesia. Tuy nhiên, chỉ sau hơn 20 năm, hơn 500 nhà máy công nghiệp và người dân nơi đây đã biến dòng sông này thành bãi rác thải khổng lồ.

## **15.6. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG TỚI CÁC CẢNH QUAN VÀ HỆ SINH THÁI KHU VỰC NHIỆT ĐỚI GIÓ MÙA CHÂU Á**

### **15.6.1. Dự tính biến đổi khí hậu và nước biển dâng**

Trong vòng 100 năm qua, nhiệt độ trung bình tăng khoảng 0,3 - 0,8°C ở khu vực nhiệt đới gió mùa tại châu Á. Mặc dù chưa xác định được xu thế thay đổi giá trị trung bình dài hạn cho lượng mưa đối với toàn khu vực hoặc cụ thể với từng quốc gia, nhiều quan trắc cho thấy xu thế giảm lượng mưa trong vòng ba thập niên qua được thấy rõ tại một số quốc gia. Gió mùa Tây Nam ở Ấn Độ thay đổi trong giai đoạn 1961 - 1990 so với các giai đoạn trước đó. Ở Việt Nam, nhiệt độ trung bình hàng năm có xu thế tăng trong giai đoạn 1895 - 1980, ước tính tăng 0,27°C trong vòng hai thập niên qua. Từ những năm 1960, lượng mưa

trung bình hàng năm thay đổi theo hướng tăng ở miền Bắc và giảm ở miền Nam.

Báo cáo đánh giá lần thứ hai của Tổ chức Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu năm 1996 đã chỉ ra rằng, mực nước biển toàn cầu trung bình đã tăng 10 - 25 cm trong vòng 100 năm qua. Nguyên nhân chủ yếu do hiện tượng nóng lên toàn cầu, giãn nở nhiệt của đại dương và các sông băng tan chảy. Những thay đổi trong nguồn chứa nước mặt và nước ngầm cùng với các chuyển động kiến tạo và sụt lún cũng là nguyên nhân quan trọng ảnh hưởng đến mực nước biển địa phương. Nước biển dâng tại khu vực biển Nam Á khoảng 0,67 mm/năm. Tại Bangkok (Thái Lan), quan trắc từ năm 1960 cho thấy, khai thác nước ngầm làm tăng sụt lún đất với tốc độ khoảng 20 mm/năm, so sánh với tốc độ khoảng 3 mm/năm trong các giai đoạn trước đó. Nước biển dâng ở Manila (Philippin) liên quan tới các hoạt động khai hoang ven biển. Số liệu tại trạm Hòn Dấu (Việt Nam) trong giai đoạn 1955 - 1990 cho thấy mực nước biển tăng trung bình là 1,9 mm/năm, xấp xỉ với tốc độ nước biển dâng trung bình toàn cầu.

### **15.6.2. Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến các cảnh quan và hệ sinh thái**

Biến đổi khí hậu tại khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á được biểu hiện ở xu thế thay đổi hoàn lưu gió mùa, tăng nhiệt độ, tăng cường độ và tần suất các trận mưa cực lớn. Ngân hàng Thế giới đã liệt kê 5 mối đe dọa lớn nhất do biến đổi khí hậu là: hạn hán, lũ lụt, bão, nước biển dâng và thiệt hại về nông nghiệp. *Bangladesh* đứng đầu danh sách các quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất bởi lũ lụt. Khi nhiệt độ toàn cầu tăng lên, băng ở dãy núi Himalaya tan nhanh làm tăng lưu lượng nước ở hệ thống sông Hằng và hệ thống sông Brahmaputra đổ ra vịnh Bengal ở

phía nam, đe dọa khu vực ven biển. Hàng năm lũ lụt xảy ra trên diện rộng, ảnh hưởng tới 30 - 70% tổng diện tích lãnh thổ quốc gia này. *Việt Nam* được đánh giá là một trong năm quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất bởi nước biển dâng. Theo nghiên cứu của Ngân hàng Thế giới, gần 16% diện tích, 35% dân số và 35% GDP của đất nước này có thể bị thiệt hại nghiêm trọng nếu mực nước biển dâng lên 5 m. *Philippin*, một nước thu nhập trung bình ở Đông Nam Á gồm hơn 7,000 đảo, dẫn đầu danh sách các quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề khi đối mặt với những cơn bão ngày càng tăng về số lượng và cường độ. Theo thống kê từ Trung tâm nghiên cứu dịch tễ học do thiên tai có trụ sở tại Brussels, trong năm 2008, *Philippin* là một trong ba quốc gia hứng chịu nhiều thiên tai nhất.

#### ***a) Tác động đến cảnh quan***

Đối với *các cảnh quan miền núi*, hiện chưa có những kết luận chắc chắn về tác động của biến đổi khí hậu đối với khu vực miền núi châu Á nhiệt đới gió mùa. Ở khu vực dãy Himalaya, nhiệt độ tăng được dự báo sẽ làm tăng cường quá trình tan chảy các sông băng, ảnh hưởng đặc biệt tới Ấn Độ, Nepal và Bhutan. Một số rủi ro khác có thể được tăng cường ở khu vực miền núi là xói mòn đất và rửa trôi trầm tích, ảnh hưởng tới các hồ thủy điện xây dựng trên dãy Himalaya.

*Các cảnh quan ven biển* chịu ảnh hưởng nghiêm trọng nhất bởi nước biển dâng tới tất cả các hoạt động kinh tế: các thành phố lớn, các khu cảng biển, các khu du lịch ven biển, nuôi trồng thủy sản, các khu dịch vụ - thương mại ven biển, các vùng đất canh tác nông nghiệp ven biển, cơ sở hạ tầng ven biển. Các đồng bằng châu thổ, đồng bằng ven biển thấp trũng và hải đảo có mật độ dân cư sinh sống cao, đồng thời cũng là những khu vực dễ bị xói lở bờ biển, mất đất, ngập lụt, xâm nhập mặn, sóng thần,...



Các vùng châu thổ của Bangladesh, Myanmar, Việt Nam và Thái Lan; các vùng thấp trũng của Indonesia, Philippin và Malaysia bị ảnh hưởng mạnh nhất bởi nước biển dâng. Các tác động cụ thể bao gồm sự mất đất và di dân; tăng lũ lụt ở vùng ven biển và vùng thấp trũng; làm suy giảm hệ thống nông nghiệp (giảm năng suất vật nuôi cây trồng, mất việc làm) do ngập lụt, xâm nhập mặn và mất đất sản xuất; tác động đến nuôi trồng thủy sản ven biển; tác động đến du lịch ven biển, đặc biệt là xói lở bờ biển,... Theo ước tính, trong trường hợp mực nước biển tăng 1 m sẽ làm mất khoảng 30.000 km<sup>2</sup> đất ở Bangladesh, 6.000 km<sup>2</sup> ở Ấn Độ, 34.000 km<sup>2</sup> ở Indonesia, 7.000 km<sup>2</sup> ở Malaysia. Tại Việt Nam, khoảng 5.000 km<sup>2</sup> thuộc đồng bằng sông Hồng và 15.000 - 20.000 km<sup>2</sup> đất thuộc đồng bằng sông Cửu Long dự tính sẽ bị ngập. Hệ quả, khoảng 15 triệu cư dân ở Bangladesh, 7 triệu cư dân ở Ấn Độ, 2 triệu cư dân ở Indonesia bị ảnh hưởng trực tiếp; Việt Nam, Myanmar, Thái Lan và Philippin cũng bị ảnh hưởng nặng nề.

Ngoài ra, tác động kết hợp sụt lún địa chất và nước biển dâng càng làm tăng cường bồi lắng, xói lở bờ biển và mất đất đối với vùng ven biển. Tác động điển hình nhất xảy ra đối với đồng bằng sông Hằng và Brahmaputra của Ấn Độ - những khu vực đông dân nhất thế giới.

### ***b) Tác động đến các hệ sinh thái và đa dạng sinh học***

Sự biến đổi theo đai cao của các hệ sinh thái rừng khu vực miền núi và cao nguyên là biểu hiện cụ thể của biến đổi khí hậu tới các hệ sinh thái khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á. Vành đai phân bố của nhiều loài thực vật dự báo sẽ nâng cao hơn hiện tại, đặc biệt được thể hiện rõ nhất ở dãy Himalaya. Các loài cỏ dại với biên độ sinh thái rộng sẽ có ưu thế phát triển hơn các loài khác. Nhiệt độ tăng sẽ dẫn đến sự cạnh tranh giữa các loài bản địa và loài xâm lấn. Những thay đổi về đặc điểm phân bố và trạng thái của các hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới và rừng gió

mùa khô xảy ra tương đối phức tạp. Chẳng hạn, diện tích rừng mưa nhiệt đới tại Thái Lan có xu hướng tăng, dự báo chiếm tới 45 - 80% tổng diện tích rừng. Tại Sri Lanka, diện tích rừng khô hạn dự báo sẽ tăng, trong khi diện tích rừng mưa ẩm sẽ có xu thế giảm.

*Các hệ sinh thái đất ngập nước ngọt* có vai trò tích lũy các chất hữu cơ bị phân hủy có khả năng trữ nước, làm giảm đỉnh lũ và cấp nước trong thời kỳ khô hạn. Khoảng trên 10% (tương đương với 43 triệu ha) diện tích đất than bùn toàn cầu phân bố trong khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á. Riêng tại Indonesia (đặc biệt là khu vực Kalimantan) và Malaysia, các hệ sinh thái đất than bùn chiếm diện tích lớn nhất. Các hệ sinh thái này yêu cầu lượng mưa cao, nhạy cảm với điều kiện hạn hán và thay đổi sử dụng đất. Bốc hơi tăng cao, chế độ mưa thay đổi do biến đổi khí hậu ảnh hưởng tiêu cực đến sự tồn tại của các hệ sinh thái đất than bùn.

Đối với *các hệ sinh thái ven biển*, các vùng biên giới Ấn Độ - Thái Bình Dương có độ đa dạng các hệ sinh thái nước nông và bãi triều lớn nhất trên Trái Đất. Các rạn san hô phân bố trong lãnh thổ biển của Việt Nam, Indonesia và Philippin có đa dạng sinh học cao nhất so với bất kỳ hệ sinh thái biển nào. Rừng ngập mặn và cỏ biển nhiệt đới cũng rất phong phú ở khu vực này. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đối với các hệ sinh thái rạn san hô tương đối rõ ràng, do các chúng đặc biệt nhạy cảm với tăng nhiệt độ nước biển và bức xạ. Tăng tốc độ oxy hóa trong điều kiện nhiệt độ cao là nguyên nhân quan trọng gây mất các rạn san hô. Nhiệt độ không khí tăng cũng dẫn đến tăng nhiệt độ nước biển, đe dọa nghiêm trọng đối với các hệ sinh thái rạn san hô ở nhiều vùng thuộc khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á. Chẳng hạn vào năm 1983, tại Indonesia, nước biển ấm do hiện tượng ENSO đã gây suy giảm nghiêm trọng khả năng phục hồi của các hệ sinh thái này.

*Các hệ sinh thái rừng ngập mặn* là một phần quan trọng của đa dạng sinh học ven biển nhiệt đới, chiếm hơn 75.000 km<sup>2</sup>, tương đương với 40% tổng diện tích rừng ngập mặn trên toàn thế giới. Diện tích lớn nhất thuộc về Indonesia (42.530 km<sup>2</sup>, chiếm 23% của diện tích toàn thế giới), tiếp đó là Ấn Độ (6.700 km<sup>2</sup>), Malaysia (6.424 km<sup>2</sup>). Trong vài thập niên qua, rừng ngập mặn suy giảm nghiêm trọng, chủ yếu do các hoạt động phát triển của con người. Chỉ tính riêng tại Việt Nam, Thái Lan, Malaysia và Phillippin đã mất khoảng 7.500 km<sup>2</sup> rừng ngập mặn. Rừng ngập mặn của Thái Lan và Philippin giảm 55 - 60% trong vòng 25 năm. Trong giai đoạn 1980 - 1990, diện tích rừng ngập mặn đã giảm hơn 37% tại Việt Nam và hơn 12% tại Malaysia. Rừng ngập mặn bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu chủ yếu do nước biển dâng và gia tăng các thiên tai tại khu vực ven biển như bão, sóng thần,... Nước biển dâng với tốc độ trung bình 5,5 mm/năm đã làm ngập khoảng 7.500 ha rừng ngập mặn trên đồng bằng nguồn gốc sông - lú Sundarbans, Banglades trong vòng 30 năm qua.

### ***c) Tác động đến tài nguyên sinh vật và đa dạng sinh học***

Cảnh quan đa dạng cao đã tạo cho khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á sự giàu có về tài nguyên sinh vật và giá trị đa dạng sinh học. Các khu rừng nhiệt đới Đông Nam Á chứa đựng khoảng 10% đa dạng thực vật có hoa của thế giới. Vùng Ấn Độ - Thái Bình Dương là trung tâm đa dạng nước nông toàn cầu, có diện tích san hô, rừng ngập mặn, cỏ biển và số lượng giống cá ven biển lớn nhất trên thế giới. Đây cũng là khu vực đang xảy ra hiện tượng mất và thoái hóa nơi sống ở mức độ nghiêm trọng nhất. Điều này xảy ra do sự tăng cường bởi tác động kép của biến đổi khí hậu và hoạt động phát triển của con người. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng dự báo sẽ tác động mạnh nhất tới các yếu tố sau:

- *Gây suy thoái các rạn san hô*: những khu vực bị ảnh hưởng nhiều nhất ở Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương bao gồm Maldives, Indonesia, Sri Lanka, vịnh Thái Lan, quần đảo Andaman, Malaysia, Ấn Độ, Campuchia và quần đảo Phillipin. Nguyên nhân chủ yếu liên quan tới những biến đổi toàn cầu bao gồm gia tăng nồng độ khí CO<sub>2</sub> trong khí quyển, tăng nhiệt độ và gây axit hoá nước đại dương.

- *Cháy rừng mưa nhiệt đới*: xảy ra phổ biến và mạnh mẽ ở Indonesia kể từ năm 1997. Ước tính cháy rừng làm thiệt hại trên 800 nghìn ha rừng, trong đó có gần 250 nghìn ha rừng nguyên sinh trên các đảo thuộc Indonesia. Cháy rừng cũng làm ảnh hưởng tới các khu vực xung quanh và giải phóng khoảng 15% tổng lượng CO<sub>2</sub> do đốt cháy nguyên liệu hóa thạch trên toàn thế giới.

- *Đa dạng cây trồng*: ngoài đa dạng các hệ sinh thái tự nhiên trên lục địa, khu vực nhiệt đới gió mùa châu Á có độ đa dạng cây trồng đặc biệt. Các vùng thuộc Đông Dương, Indonesia và Hindustani được xác định là các trung tâm đa dạng cây trồng ngũ cốc, gia vị, cây ăn quả,... Các loại ngũ cốc và cây trồng chính tương đối nhạy cảm với những biến đổi về nhiệt độ, độ ẩm và nồng độ CO<sub>2</sub> trong môi trường. Biến đổi khí hậu mặc dù có tác động làm thay đổi năng suất, sản lượng và phân bố cây trồng, nhưng ảnh hưởng thực tế trên các khu vực rất khác nhau do những khác biệt về giống cây trồng và khác biệt về điều kiện địa lý địa phương liên quan tới mùa sinh trưởng, điều kiện canh tác, dịch bệnh, các tai biến thiên nhiên như lũ lụt, hạn hán, bão,... Đáng chú ý là phần lớn cộng đồng cư dân nông thôn có thu nhập thấp lại có cuộc sống phụ thuộc vào các hệ thống nông nghiệp truyền thống hoặc phải canh tác trên các vùng đất dễ bị tổn thương.

#### ***d) Tác động đến đời sống và sản xuất của cư dân***

Biến đổi khí hậu và nước biển dâng được dự báo sẽ tác động tới sinh hoạt và sản xuất của cư dân địa phương:

- *Sử dụng tài nguyên nước*: dãy Himalaya đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp nước cho khu vực lục địa. Sự gia tăng nhiệt độ và thay đổi chế độ mùa mưa sẽ làm băng hà tan chảy, đồng thời làm tăng rủi ro từ các hồ băng. Dòng chảy của các sông đầu nguồn giảm sẽ có tác động lớn về thủy điện, cung cấp nước cho khu vực đô thị và nông nghiệp dưới hạ nguồn. Dân số tăng cao dẫn tới nhu cầu phải phát triển ngày càng nhanh các lĩnh vực nông nghiệp, công nghiệp, thủy điện,... tạo áp lực căng thẳng về khai thác tài nguyên nước. So với khu vực nội địa, những thay đổi trong chế độ thủy văn và tài nguyên nước ở khu vực hải đảo và ven biển do biến đổi khí hậu ít nghiêm trọng hơn. Tuy nhiên, khu vực hải đảo và ven biển chịu nhiều tác động tiêu cực do nước biển dâng.

- *Sản xuất nông nghiệp*: nông nghiệp chiếm ưu thế trong cơ cấu sử dụng đất và các nền kinh tế của hầu hết các nước châu Á nhiệt đới gió mùa. Đất canh tác nông nghiệp và đồng cỏ chăn nuôi chiếm 15 - 35% tổng diện tích đất ở hầu hết các quốc gia trong khu vực, lớn nhất tại Ấn Độ (khoảng 60%). Nông nghiệp cũng là một ngành kinh tế quan trọng, sử dụng tới trên một nửa lực lượng lao động, chiếm 10 - 63% tổng GDP trong năm 1993, đóng góp chủ yếu vào cơ cấu các sản phẩm xuất khẩu tại khu vực này. Biến đổi khí hậu có tác động đến sản xuất nông nghiệp ở nhiều vùng. Nhóm dân cư có thu nhập thấp phụ thuộc vào các hệ thống nông nghiệp bị cách ly, chẳng hạn hệ thống sản xuất tập trung cây chè và dứa, chịu tác động nặng nề nhất. Tăng dân số là yếu tố quan trọng tạo áp lực lên sản xuất nông nghiệp. Diện tích canh tác trung bình trên đầu người ở Nam Á là 0,185 ha/người và 0,175 ha/người đối với khu

vực Đông Nam Á. Ước tính cần phải tăng gấp đôi sản lượng lúa gạo để đáp ứng nhu cầu tiêu thụ của toàn bộ cư dân trong khu vực vào năm 2025. Ngoài ra, thiên tai xảy ra thường xuyên, điển hình là lũ lụt, hạn hán, lốc xoáy, bão dâng, xâm nhập mặn,... là những nguyên nhân tác động tiêu cực tới sản xuất nông nghiệp. Tại Ấn Độ, một phần ba diện tích cây trồng bị ảnh hưởng bởi lũ lụt ở các khu vực trung thấp. Thay đổi trữ lượng và ô nhiễm nước ngầm xảy ra tại một số vùng nông nghiệp năng suất cao. Biến đổi khí hậu cũng được dự báo sẽ có tác động tới một số cây công nghiệp quan trọng là chè, cao su, dầu cọ, dừa, mía, cà phê, các loại cây gia vị,...

- *Tác động đến ngành thủy sản:* đánh bắt và nuôi trồng thủy hải sản đóng vai trò đặc biệt quan trọng đối với an ninh lương thực và nền kinh tế của nhiều quốc gia trong khu vực. Tại Việt Nam, thủy sản chiếm khoảng 4% tổng sản phẩm quốc nội (GNP). Tuy nhiên, hiện tượng khai thác quá mức thủy hải sản ven bờ và nội địa diễn ra tại hầu hết các nước Nam Á và Đông Nam Á. Đây là nguyên nhân chính đe dọa suy thoái nguồn lợi thủy sản cũng như sinh kế của ngư dân. Biến đổi khí hậu làm thay đổi nhiệt độ, độ mặn, tốc độ gió, thủy triều, nước trời,... tác động đến độ phong phú của các quần thể cá. Nước biển dâng gây ngập lụt tại khu vực ven biển, làm tăng cường xâm nhập mặn vào nội địa, tác động tới ngành công nghiệp nuôi trồng thủy sản.

### ***e) Thích ứng với biến đổi khí hậu***

Có nhiều chiến lược thích ứng với điều kiện khí hậu khác nhau cho khu vực nhiệt đới gió mùa tại châu Á:

- Thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng tới các hệ sinh thái nông nghiệp khác nhau theo vùng địa lý, phụ thuộc vào

điều kiện xác lập khí hậu nông nghiệp địa phương cũng như mức độ biến đổi khí hậu.

- Phát triển các giống cây trồng mới, công nghệ canh tác hiện đại, nâng cao hiệu suất tưới,... là những biện pháp thích ứng cụ thể của ngành nông nghiệp.

- Quản lý tổng hợp các lưu vực sông là hướng tiếp cận hiện đại làm tăng hiệu quả thích ứng với các tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu, yêu cầu có sự phối hợp liên vùng hoặc xuyên biên giới giữa Chính phủ các nước trong lưu vực.

- Quản lý tổng hợp vùng ven biển là hướng tiếp cận tương tự ở khu vực duyên hải nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu và nước biển dâng trong điều kiện hiện tại và tương lai.

## Chương 16.

# ĐA DẠNG CẢNH QUAN, ĐA DẠNG HỆ SINH THÁI VÀ ĐA DẠNG VĂN HÓA: MÔ HÌNH LÝ THUYẾT CHO LÃNH THỔ VIỆT NAM

## 16.1. ĐA DẠNG CẢNH QUAN, ĐA DẠNG ĐỊA HỌC, ĐA DẠNG HỆ SINH THÁI VÀ ĐA DẠNG VĂN HÓA

### 16.1.1. Đa dạng cảnh quan

#### *a) Các quan điểm về đa dạng cảnh quan*

Sinh thái cảnh quan là một trong số rất ít khoa học về lãnh thổ chú trọng nghiên cứu cả đối tượng sinh vật và đối tượng con người. Các đối tượng nghiên cứu của khoa học này được phản ánh ở cả khía cạnh về chất lượng (giá trị về tài nguyên) và tính đa dạng. Trong đó, tính đa dạng được biểu hiện ở đa dạng về lãnh thổ (đa dạng cảnh quan), đa dạng về sinh vật (đa dạng sinh học) và đa dạng về con người (đa dạng nhân văn, đa dạng dân tộc hay đa dạng văn hóa). Trong đa số trường hợp, đa dạng cảnh quan quy định đa dạng sinh học và đa dạng văn hóa. Điều này cho thấy ưu thế của sinh thái cảnh quan so với cảnh quan học và sinh thái học thuần túy: hệ thống lý luận hiện tại của cảnh quan học rất khó giải quyết trọn vẹn các bài toán liên quan tới đa dạng sinh học; hệ thống lý luận của sinh thái học không cho phép giải quyết tốt các bài toán về đa dạng con người. Trong khi đó, hệ thống lý luận của sinh thái cảnh quan cho phép nhà nghiên cứu khảo sát được mối quan hệ giữa đa dạng cảnh quan, đa dạng sinh học và đa dạng văn hóa ở nhiều quy mô lãnh thổ.



Khái niệm về “tính đa dạng” được sử dụng phổ biến trong các khoa học về sự sống là sinh thái học, sinh học bảo tồn, địa lý sinh vật,... Hai nhà sinh học Hoa Kỳ là W.H. Romme và D.H. Knight (1982) là những người đầu tiên đề cập tới khái niệm về đa dạng cảnh quan. Trong tác phẩm “Đa dạng cảnh quan: khái niệm áp dụng cho Vườn Quốc gia Yellowstone”, hai nhà khoa học này viết rằng “sau một thế kỷ nghiên cứu sinh thái học đề cập chủ yếu tới cấp loài, quần xã hoặc hệ sinh thái, hiện nay sinh thái học tập trung vào các cấp tổ chức cao hơn là cảnh quan và sinh quyển... khái niệm đa dạng cảnh quan biểu thị độ đa dạng của các quần xã thực vật thành tạo các thể khảm thảm thực vật của một đơn vị đất đai... đa dạng cảnh quan là kết quả của hai cấu trúc thảm thực vật đặc thù là phân bố của loài dọc theo gradient của các nhân tố giới hạn, và cấu trúc của các yếu tố nhiễu động và yếu tố phục hồi trong các quần xã tại mỗi điểm dọc theo gradient môi trường”. Một trong những đóng góp quan trọng của Romme và Knight là đã chứng minh được, các độ đo về đa dạng sinh học có thể được hiệu chỉnh để xây dựng các độ đo đa dạng cảnh quan.

Các quan niệm về đa dạng cảnh quan về sau được xây dựng mở rộng hơn: “đa dạng cảnh quan là một thước đo về tính phong phú và tính bất đồng nhất của các thành phần trong một cảnh quan” (Aspinall, 1996), “... được biểu thị thông qua số lượng và kiểu loại các mảnh rời rạc, đặc điểm phân bố và hình dạng của chúng” (Olsen và cộng sự, 1993). Về nguyên nhân, đa dạng cảnh quan được coi là “... kết quả của hoạt động và tương tác giữa các quá trình trong cảnh quan (xói mòn, bồi lắng, lũ lụt) diễn ra trong một khoảng thời gian nhất định” (Forman và Godron, 1986). Về phạm vi áp dụng, đa dạng cảnh quan được “... sử dụng với mục đích đo lường độ giàu có và độ phong phú của các hợp phần thành tạo cũng như phân tích đặc điểm phân hóa và tính bất đồng nhất của cảnh quan” (Robertson và Augspurger, 1999). Trong thực tiễn vận dụng, hướng phân tích đa dạng cảnh quan chú trọng nhiều tới tính tổng hợp và tính bất đồng nhất của cảnh quan - những yếu tố quy định sử dụng cảnh quan theo hướng đa lợi ích.

Hiện nay đa dạng cảnh quan là một nội dung quan trọng trong các nghiên cứu, khảo sát điều kiện tự nhiên và được lồng ghép trong nhiều chính sách phát triển kinh tế xã hội. Burel và Baudry (2003) đã chỉ ra tương quan giữa kích thước cảnh quan và đa dạng cảnh quan trong một lãnh thổ dựa trên sự khác biệt về hệ thống sản xuất. Các tác giả này cũng đề cập tới Chiến lược duy trì đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học của Châu Âu (viết tắt là PEBLDS) do Liên minh Châu Âu thực hiện với bốn tiêu chí:

- Làm giảm mối đe dọa tới đa dạng sinh học và đa dạng cảnh quan trên toàn lãnh thổ Châu Âu;
- Tăng cường khả năng phục hồi đa dạng sinh học và đa dạng cảnh quan;
- Củng cố các kết nối sinh thái học;
- Nâng cao nhận thức về duy trì đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học cũng như vai trò của con người trong đó.

Trong tác phẩm "*Lượng giá đa dạng địa học và bảo tồn tự nhiên phi sinh học*", Gray (2004) đã chỉ ra rằng, các vùng đất trên Trái Đất được đặc trưng bởi sự đa dạng về đặc tính tự nhiên, sinh học và văn hóa. Tầm quan trọng của đa dạng cảnh quan cho phép người dân xác định vị trí nơi đang ở, cách thức sử dụng cảnh quan trong các điều kiện khác nhau. Tuy nhiên, để phát triển xa hơn nữa về mặt lý luận và thực tiễn, chẳng hạn xác định được giá trị lợi ích do đa dạng cảnh quan mang lại cho cộng đồng cư dân và đời sống sinh vật là nhiệm vụ không dễ dàng. Nguyên nhân do giá trị của đa dạng cảnh quan luôn thay đổi theo nhận thức chủ quan của con người nên không dễ lượng hóa.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về đa dạng cảnh quan không nhiều. Trong các nguyên nhân chủ yếu, lý luận không phải là rào cản quan trọng nhất. Một trong những khó khăn lớn nhất trong nghiên cứu đa

dạng cảnh quan tại Việt Nam là không dễ giải quyết được bài toán về đánh giá, lượng giá giá trị đa dạng cảnh quan (để có thể đánh giá mức độ tiềm năng cho bảo tồn), hoặc phát triển tốt các mô hình có khả năng phân tích được mối quan hệ giữa đa dạng cảnh quan với đa dạng sinh học và đa dạng văn hóa. Thành lập bản đồ đa dạng cảnh quan ở các cấp lãnh thổ cũng được xem là một nhiệm vụ khó khăn cho các nhà nghiên cứu Việt Nam trong lĩnh vực này.

Lý luận và thực tiễn nghiên cứu đa dạng cảnh quan Việt Nam đã được đề cập tới trong các công trình nghiên cứu của Phạm Hoàng Hải (2006, 2012), Nguyễn An Thịnh (2007, 2012), Trương Quang Hải và Nguyễn An Thịnh (2010), Nguyễn Ngọc Khánh (2012). Quan điểm của Phạm Hoàng Hải (2006) gắn liền đa dạng cảnh quan với xây dựng định hướng chiến lược sử dụng tài nguyên, phát triển sản xuất, kinh tế của từng khu vực lãnh thổ cụ thể: *"Lãnh thổ Việt Nam ngoài việc mang sắc thái chung của thiên nhiên nhiệt đới gió mùa điển hình, được phân hóa theo các quy luật chung của tự nhiên, nhưng ở mỗi khu vực, mỗi vùng địa lý lại có sự phân hóa riêng, phụ thuộc hoàn toàn vào đặc điểm đa dạng, phức tạp của các yếu tố hợp phần của tự nhiên và đã hình thành nên nhiều đơn vị tổng hợp tự nhiên - lãnh thổ có tính chất khác biệt với nhau. Sự đa dạng, phức tạp của tự nhiên đó được thể hiện rất rõ qua đặc điểm của các đơn vị cảnh quan - những đơn vị tổng hợp tự nhiên - lãnh thổ...";* do đó *"... phân tích, đánh giá tính đa dạng của cảnh quan Việt Nam để qua đó hiểu biết một cách nhuần nhuyễn bản chất của tự nhiên, dự báo được sự phát triển cũng như các đặc điểm mang tính đặc thù của chúng"*. Nguyễn An Thịnh (2007) chú trọng nhiều tới khía cạnh sự hình thành đa dạng cảnh quan do tương tác giữa các yếu tố môi trường tự nhiên (đặc trưng cho đa dạng về các yếu tố thành tạo cảnh quan), các quần xã sinh vật (đa dạng sinh học), phân bố và hoạt động kinh tế của cộng đồng cư dân (đa dạng nhân văn) trong một đơn vị lãnh thổ. Từ những nghiên cứu thực tiễn, Nguyễn An Thịnh và cộng sự (2010, 2012) đã đúc rút được kết luận khoa học là *quan hệ giữa đa dạng*

*cảnh quan, đa dạng sinh học và đa dạng văn hóa có thể được giải quyết trên cơ sở xây dựng các bài toán định lượng về độ đo cảnh quan. Quan điểm của Nguyễn Ngọc Khánh (2012) là cần giải quyết được mối quan hệ giữa đa dạng văn hóa tộc người và đa dạng tự nhiên nhằm đảm bảo cho phát triển bền vững cấp vùng. Trước những yêu cầu của giai đoạn phát triển mới và trong hoàn cảnh biến đổi khí hậu thì các cộng đồng tộc người cần có những cách thức thích ứng để vừa tạo lập sinh kế, không gian sinh tồn bền vững, vừa có thể hòa nhập được với tiến trình phát triển chung của vùng, của đất nước.*

Mặc dù có nhiều quan điểm khác nhau, nhưng đa dạng cảnh quan xét trong điều kiện thực tiễn của Việt Nam nên được hiểu là *"số lượng các yếu tố thành tạo cảnh quan (đa dạng các yếu tố thành tạo cảnh quan), số lượng các đơn vị cảnh quan trong phạm vi một vùng (đa dạng các đơn vị phân vùng cảnh quan), hoặc số lượng và hình thái các kiểu yếu tố cấu trúc cảnh quan trong phạm vi vùng và từng đơn vị cảnh quan cụ thể (đa dạng các đơn vị phân kiểu cảnh quan)"*.

### ***b) Ý nghĩa và mục đích nghiên cứu đa dạng cảnh quan***

Nghiên cứu đa dạng cảnh quan có ý nghĩa quan trọng trong đánh giá cơ cấu tài nguyên của một lãnh thổ; phục vụ trực tiếp cho công tác bảo vệ cảnh quan, bảo tồn đa dạng sinh học, phát triển giá trị các dịch vụ cảnh quan phục vụ đời sống của sinh vật và con người.

Với bối cảnh trong và ngoài nước, nghiên cứu đa dạng cảnh quan tại Việt Nam sẽ phục vụ cho bốn mục đích cụ thể sau:

- *Nghiên cứu đa dạng cảnh quan phục vụ công tác bảo tồn và phát triển đa dạng sinh học*

Hướng nghiên cứu này đặc biệt phát triển mạnh tại Bắc Mỹ. Ban đầu, khái niệm đa dạng cảnh quan ra đời nhằm phục vụ cho mục đích bảo tồn sinh học (Romme và Knight, 1982; Forman và Godron, 1986; Forman, 1995). Cảnh quan là lãnh thổ chứa đựng các nơi sống của sinh vật, nên tính đa dạng của cảnh quan biểu thị đa dạng về nơi sống của sinh vật. Một lãnh thổ có độ đa dạng cảnh quan cao phản ánh mức độ giàu có và phong phú về nơi sống, quy định độ đa dạng sinh học cao.

Xét về bản chất, đa dạng cảnh quan được biểu thị bởi tổ hợp của đa dạng các thành phần phi sinh học và nền tảng rắn (các thành phần này ít có ý nghĩa là nơi sống của sinh vật, nhưng có vai trò thành tạo các nơi sống của sinh vật) và đa dạng các hệ sinh thái (có ý nghĩa tạo nơi sống, quy định đa dạng loài). Đa dạng hệ sinh thái thể hiện tính đa dạng về kiểu loại các yếu tố cấu trúc cảnh quan. Hướng tiếp cận này có ưu thế trong phân tích đa dạng cảnh quan phục vụ mục tiêu nghiên cứu đa dạng sinh học trong một lãnh thổ. Theo quan điểm mở rộng, đa dạng cảnh quan bao gồm cả đa dạng địa học và đa dạng hệ sinh thái, theo mô hình sau:

***Đa dạng cảnh quan = Đa dạng địa học + Đa dạng hệ sinh thái***

- *Nghiên cứu đa dạng cảnh quan phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên và phát triển kinh tế*

Quan điểm này xuất phát từ thực tế cảnh quan là địa tổng thể hoặc lãnh thổ chứa đựng nhiều tài nguyên thiên nhiên khác nhau, chẳng hạn tài nguyên khoáng sản, tài nguyên khí hậu, tài nguyên nước, tài nguyên đất, tài nguyên sinh vật,... Mỗi hợp phần cảnh quan chứa đựng một hay nhiều dạng tài nguyên. Lãnh thổ có độ đa dạng cảnh quan cao thường chứa nhiều dạng tài nguyên, phục vụ cho nhiều lĩnh vực phát triển kinh tế của con người.

Xét ở khía cạnh phát triển kinh tế, đa dạng cảnh quan có quan hệ chặt chẽ với khái niệm đa chức năng. Đa dạng tài nguyên phản ánh đặc tính đa chức năng của cảnh quan. Cảnh quan đa chức năng thường là cảnh quan có độ đa dạng cao cả về cấu trúc và cơ cấu tài nguyên. Ngược lại, cảnh quan đơn chức năng có độ đa dạng thấp và tài nguyên nghèo nàn.

- *Nghiên cứu đa dạng cảnh quan phục vụ định hướng bảo vệ các giá trị đa dạng nhân văn và các di sản văn hóa*

Cảnh quan và con người luôn cùng tồn tại dựa trên mối quan hệ cộng sinh. Cảnh quan là vùng đất có các cộng đồng dân tộc sinh sống với các nét văn hóa độc đáo và những sáng tạo nghệ thuật khác nhau được phát triển qua nhiều thế hệ. Trong lãnh thổ miền núi Việt Nam luôn tồn tại mối quan hệ đặc biệt của các nhóm dân tộc thiểu số với tài nguyên đất đai và đa dạng sinh học. Lãnh thổ có độ đa dạng cảnh quan cao thường có giá trị đa dạng sinh học cao, đa dạng nhân văn cao và giàu có về các di sản văn hóa.

- *Nghiên cứu đa dạng cảnh quan phục vụ công tác quy hoạch và thiết kế cảnh quan*

Hướng này hiện nay phát triển mạnh ở Bắc Mỹ và khối Liên minh Châu Âu. Các phương án quy hoạch và thiết kế cảnh quan được dựa trên những phân tích đa dạng cảnh quan và các hiệu ứng sinh thái của mảnh rời rạc, hành lang, thể nền và thể khảm (Forman và Godron, 1986; Forman, 1995), hoặc dựa trên các nguyên lý của sinh thái cảnh quan (Liên minh Châu Âu, 2003 - 2007). Mối quan hệ giữa sinh vật và các yếu tố ngoại cảnh với đa dạng cảnh quan cũng được xét đến, tuy nhiên sinh vật và các yếu tố ngoại cảnh không phải là đối tượng của công tác quy hoạch và thiết kế cảnh quan.

Hướng phân tích đa dạng cảnh quan không chỉ cho phép phân chia lãnh thổ phù hợp với quy luật về cấu trúc, chức năng của cảnh quan mà còn hỗ trợ đánh giá và định hướng sử dụng cảnh quan hợp lý trong tương lai. Hướng này có thể phát triển mở rộng trong nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học phục vụ định hướng sử dụng và bảo vệ các cảnh quan theo các mục tiêu của phát triển bền vững cho nhiều khu vực khác nhau trong lãnh thổ Việt Nam.

### 16.1.2. Đa dạng địa học

Thuật ngữ *đa dạng địa học* (geodiversity) được sử dụng lần đầu tiên trong công trình nghiên cứu địa chất - địa mạo ở Tasmania, Australia do tác giả Kiernan thực hiện vào thập kỷ 80 của thế kỷ thứ XX. Dựa trên những suy luận tương tự từ các khái niệm về tính đa dạng trong sinh thái học, Kiernan đã đề xuất sử dụng đa dạng địa hình, đa dạng địa mạo là những tiêu chí đánh giá đa dạng địa học.

Khái niệm đa dạng địa học về sau được Sharples (1993), Kiernan (1994, 1996, 1997), Dixon (1995, 1996) tiếp tục phát triển thành các ứng dụng trong nghiên cứu về địa chất và tiến hóa địa mạo ở các khu vực khác nhau thuộc Australia. Đa dạng địa học do đó được định nghĩa theo nhiều hướng khác nhau: "... là sự đa dạng về tính chất và các hệ thống của Trái Đất" (Sharples, 1993), "... quy mô hay sự đa dạng về đặc trưng, tổ hợp, hệ thống và các quá trình địa chất, địa mạo và thổ nhưỡng" (Ủy ban Di sản Australia, 2002).

Stanley (2001) cho rằng, đa dạng địa học phản ánh sự liên kết giữa con người, cảnh quan và văn hóa, là sự đa dạng của môi trường địa chất, các hiện tượng và quá trình tạo ra cảnh quan, đá, khoáng sản, hóa thạch và đất cung cấp cho sự sống trên Trái Đất. Tại Vương quốc Anh, đa dạng địa học được sử dụng trong công tác bảo tồn các di sản Trái Đất. Năm 1996, Hội đồng Bộ trưởng Bắc Âu đã đưa khái niệm và các nguyên lý khoa học về

bảo vệ đa dạng địa học vào trong công tác bảo tồn thiên nhiên. Năm 2000, Johansson xuất bản một cuốn sách về đa dạng địa học của các nước Bắc Âu, trong đó đa dạng địa học được xem là *"sự biến đổi phức tạp của nền tảng rắn, trầm tích bờ rời, địa mạo và các quá trình thành tạo cảnh quan,...* Đa dạng địa học biểu thị tính đa dạng của các hiện tượng địa chất và địa mạo trong một khu vực được xác định". Erikstad và Stabbetorp (2001) đã sử dụng thuật ngữ đa dạng địa học trong nghiên cứu các khu vực tự nhiên và đánh giá môi trường tại các nước vùng Scandinavia.

Như vậy, đa dạng địa học có thể hiểu là một phần của đa dạng cảnh quan, biểu hiện sự đa dạng về các hợp phần nền tảng rắn trong cảnh quan, theo các tiêu chí về nền tảng địa chất và địa hình. Trong một số trường hợp, đa dạng địa học còn được thể hiện ở hợp phần thủy văn (nước trong cảnh quan) và thổ nhưỡng (phân hóa các loại đất trong cảnh quan). Khác với đa dạng cảnh quan chủ yếu được xác định theo các tiêu chí liên quan tới đơn vị cấu trúc cơ bản cụ thể (ít chú trọng tới hình thái và các quá trình xảy ra trong cảnh quan), đa dạng địa học chủ yếu dựa trên các tiêu chí về tính đa dạng hình thái và các quá trình. Đa dạng về hình thái được đánh giá theo các tiêu chí về uốn nếp, đứt gãy, kiến trúc địa hình,... Đa dạng về các quá trình được đánh giá theo động lực gây biến đổi về cấu trúc vật liệu hay hình thái, chẳng hạn quá trình vận động kiến tạo, vận chuyển trầm tích, quá trình hình thành đất,...

Cũng giống như khái niệm về đa dạng sinh học được phát triển phục vụ chủ yếu cho công tác bảo tồn và phát triển tài nguyên sinh vật, khái niệm đa dạng địa học cũng được ứng dụng nhiều cho các nghiên cứu bảo vệ cảnh quan. Sharples (2002) đề cập tới vấn đề này thông qua các hướng nghiên cứu về "đa dạng địa học", "bảo tồn địa học" và "di sản địa học". Sharples cho rằng, các thuật ngữ này thích hợp so với các thuật ngữ về "đa dạng địa chất", "bảo tồn địa chất" và "di sản địa chất" do phản ánh được sự kết nối giữa các hợp phần nền tảng rắn chứ



không phải chỉ được giới hạn trong hợp phần địa chất. Theo ông, *đa dạng địa học* là đặc tính mà con người cố gắng bảo tồn; *bảo tồn địa học* là nỗ lực mà con người cố gắng để bảo tồn chúng; và *di sản địa học* là các trường hợp cụ thể được xác định là có ý nghĩa bảo tồn.

Hiện nay, đa dạng địa học được sử dụng rộng rãi trong công tác bảo tồn thiên nhiên ở nhiều quốc gia, đặc biệt tại Australia. Minh chứng rõ nét nhất là bảo tồn địa học tại Australia đã được đưa vào bản Hiến chương Di sản Thiên nhiên Australia do Ủy ban Di sản Australia xây dựng vào năm 1996, sửa đổi năm 2002. Một số sự kiện khác cũng đáng chú ý: Hội nghị Quốc tế về Bảo tồn Địa học tổ chức tại Malvern, Vương quốc Anh (1993); Wiedenbein (1994) nghiên cứu bảo tồn địa cảnh ở các nước nói tiếng Đức dựa trên các nguyên lý về đa dạng địa học.

Tại Việt Nam, đa dạng địa học mới chỉ được chú trọng từ những năm cuối thế kỷ XX. Những nỗ lực minh chứng về giá trị địa chất địa mạo của vịnh Hạ Long cho Ủy ban Di sản Thế giới từ năm 1998 là những đóng góp quan trọng đầu tiên và rất đáng chú ý về nghiên cứu đa dạng địa học. Ngày 02/12/2000, Hội đồng Di sản Thế giới đã công nhận vịnh Hạ Long là di sản thế giới lần thứ 2 theo tiêu chuẩn (viii) của UNESCO về giá trị địa chất - địa mạo: "*là ví dụ nổi bật đại diện cho các giai đoạn của lịch sử Trái Đất, bao gồm bằng chứng sự sống, các tiến triển địa chất đáng kể đang diễn ra trong quá trình diễn biến của các kiến tạo địa chất hay các đặc điểm địa chất và địa mạo*". Năm 2010, hồ sơ "Công viên địa chất cao nguyên đá Đồng Văn" đã được Hội đồng Tư vấn Mạng lưới Công viên Địa chất Toàn cầu (GGN) của UNESCO phê duyệt, chính thức công nhận là công viên địa chất toàn cầu. Là một trong những vùng đá vôi đặc biệt, cao nguyên đá Đồng Văn chứa đựng các dấu ấn tiêu biểu về lịch sử phát triển vỏ Trái Đất, những hiện tượng tự nhiên, cảnh quan đặc sắc về thẩm mỹ, tính đa dạng sinh học cao và truyền thống văn hóa lâu đời của cộng đồng cư dân bản địa.



Hình 16.1. Công viên địa chất toàn cầu cao nguyên đá Đổng Văn, Hà Giang: một biểu hiện độc đáo về giá trị đa dạng địa học của cảnh quan Việt Nam nhiệt đới gió mùa cần được bảo tồn và phát triển.

### 16.1.3. Đa dạng hệ sinh thái

So với đa dạng cảnh quan và đa dạng địa học, đa dạng sinh học được nghiên cứu từ rất lâu. Đa dạng sinh học biểu hiện sự giàu có về vốn gen, phong phú về chủng loại các loài sinh vật tồn tại trong các hệ sinh thái. Trong Công ước về Đa dạng Sinh học (1992), đa dạng sinh học được coi là mức độ biến đổi giữa các sinh vật sống từ tất cả các nguồn được tính đến, bao gồm trên lục địa, đại dương và các hệ sinh thái thủy sinh, và các phức hệ sinh thái mà chúng là một phần trong đó: điều này bao gồm sự đa dạng về nguồn gen, loài và hệ sinh thái. Theo quan điểm mở rộng, đa dạng sinh học được coi là một phần của đa dạng cảnh quan.

Đa dạng sinh học được biểu hiện ở các cấp sau đây:

- Đa dạng di truyền: là nguồn cung cấp vật liệu cho mọi chương trình chọn và cải tiến giống cây trồng của một nền nông nghiệp bền vững và vì sự an toàn lương thực và thực phẩm.

- *Đa dạng loài*: là sự phong phú về số lượng các loài được tìm thấy trong các hệ sinh thái tại một vùng lãnh thổ xác định, thông qua việc điều tra, kiểm kê.

- *Đa dạng hệ sinh thái*: sự phong phú về trạng thái và tần số của các hệ sinh thái khác nhau trong một vùng.

Theo Blab và cộng sự (1995), đa dạng sinh học bao gồm đa dạng di truyền, đa dạng loài (số lượng các cá thể trong một đơn vị không gian) và sự đa dạng nơi sống và cảnh quan (đa dạng về nơi sống và sinh cảnh trong cảnh quan). Ở tất cả các cấp độ của đa dạng sinh học, ba đặc trưng cơ bản của đa dạng sinh học có thể xác định được bao gồm: *thành phần, cấu trúc và chức năng* (Noss, 1990; Waldhardt và Otte, 2000). Thành phần biểu thị đa dạng các yếu tố, chẳng hạn, các đơn vị sử dụng đất hoặc loài trong một lãnh thổ. Cấu trúc biểu thị sự sắp đặt hoặc xây dựng của các đơn vị, sự phân bố của các thành phần và mối quan hệ của chúng với nhau. Chức năng biểu thị tất cả các quá trình động lực, chẳng hạn động lực quần thể, tuần hoàn vật chất, xáo động. Ở cấp độ cảnh quan, thành phần và cấu trúc có thể mô tả được bằng các độ đo cảnh quan.

Đa dạng cảnh quan và đa dạng hệ sinh thái có mối quan hệ biện chứng với nhau. Đa dạng hệ sinh thái biểu thị trạng thái của các hệ sinh thái bộ phận trong một cảnh quan. Đa dạng cảnh quan được tạo bởi nhiều hệ sinh thái kết nối với nhau. Trong công tác bảo tồn đa dạng sinh học, bảo tồn ở cấp cảnh quan đóng vai trò quan trọng, cho phép bảo vệ được cả các hệ sinh thái, tương tác giữa các hệ sinh thái, đa dạng di truyền và đa dạng loài trong hệ sinh thái.

#### **16.1.4. Đa dạng nhân văn và đa dạng văn hóa**

##### ***a) Khái niệm và đặc điểm***

Đa dạng nhân văn (*human diversity*) được hiểu là *sự khác biệt giữa con người và ảnh hưởng của sự khác biệt đó đến xã hội loài người*. Sự khác biệt này được thể hiện ở đặc tính sinh học, bản chất xã hội hay các đặc trưng văn hóa. Các khía cạnh cụ thể bao gồm sự khác biệt về chủng tộc, quốc tịch, văn hóa dân tộc và tiểu văn hóa, giới tính, phân cấp giai tầng, giàu - nghèo, lứa tuổi, khả năng, tôn giáo, chính trị,...

Một phần quan trọng của đa dạng nhân văn là đa dạng văn hóa (*cultural diversity*). Theo nghĩa rộng, đa dạng văn hóa được hiểu là *sự phong phú và sự khác biệt về văn hóa của con người trên phạm vi toàn thế giới hoặc trong một cộng đồng cư dân*. Theo nghĩa hẹp, đa dạng văn hóa biểu thị *sự đa dạng trong một nhóm nhỏ hoặc một tổ chức kinh tế, xã hội*. Về nguồn gốc, theo UNESCO (2002), đa dạng văn hóa thể hiện tất cả những sản phẩm của xã hội con người, bao gồm các sản phẩm phi vật chất (ngôn ngữ, tư tưởng, giá trị) và sản phẩm vật chất (nhà cửa, quần áo, các phương tiện,...). Ngoài ra, văn hóa không chỉ chứa đựng các giá trị về văn học và nghệ thuật, mà còn phản ánh lối sống và phương thức chung sống với thiên nhiên. Trong một nền văn hóa, sự khác biệt về độ tuổi, điều kiện sống, giai cấp xã hội,... đã hình thành nên các tiểu văn hóa khác với văn hóa thống trị, cơ sở chính tạo ra đa dạng văn hóa.

Đa dạng văn hóa là yếu tố quyết định cách thức con người tương tác với tự nhiên. Khoảng 4% dân số thế giới sống trong các vùng địa lý hoặc nơi sống có độ đa dạng sinh học cao (UNESCO, 2002). Con người tác động đến tài nguyên sinh vật và đa dạng sinh học thông qua ảnh hưởng của hoạt động văn hóa của con người đến các vùng địa lý hoặc nơi sống kể trên. Lãnh thổ Việt Nam có sự phân hóa đặc biệt sâu sắc về điều kiện tự nhiên, con người và văn hóa; do đó, nơi đây có mức độ đa dạng cao về cảnh quan, nhân văn và văn hóa (54 nhóm dân tộc có các tiểu văn hóa đặc sắc phân bố ở các vùng địa lý khác nhau). Đa dạng văn hóa được phản ánh bởi mối liên hệ giữa con người với đất đai và môi

trường ở các vùng miền. Sự pha trộn của những nền văn hóa khác nhau được thực hiện trong bối cảnh sự ổn định và bền vững về môi trường.

Trong thực tiễn vận dụng, đa dạng văn hóa được xem xét ở khía cạnh liên quan tới tầng văn hóa, được đánh giá ở các cấp sau:

- *Cấp quốc gia*: quốc gia được xem là một tổng thể.

- *Cấp vùng*: các nhóm dân tộc, ngôn ngữ, hoặc tôn giáo khác nhau cùng tồn tại trong phạm vi một quốc gia.

- *Cấp giới*: các nhóm giới khác nhau.

- *Cấp thể hệ*: sự khác nhau giữa các thế hệ.

- *Cấp vị trí xã hội*: cơ hội giáo dục và sự khác biệt về nghề nghiệp.

- *Cấp tổ chức*: văn hóa cụ thể của một tổ chức.

Trong các cấp này, cấp vùng là cấp quan trọng nhất cho các nghiên cứu quan hệ giữa đa dạng văn hóa và đa dạng cảnh quan.

### ***b) Bảo vệ và phát triển đa dạng văn hóa***

Ngôn ngữ bản địa bị biến mất và quá trình đô thị hóa là hai nguyên nhân quan trọng nhất đe dọa công cuộc bảo vệ đa dạng văn hóa. Hiện nay trên thế giới có gần 7.000 ngôn ngữ. Tác động tổng hợp của các yếu tố xã hội, nhân khẩu, chính trị,... đang làm biến mất nhiều ngôn ngữ bản địa. Quá trình đô thị hóa nhanh chóng đã dẫn tới sự đồng hóa về văn hóa của các cộng đồng xã hội nhỏ hơn vào văn hóa quốc gia và toàn cầu. Hệ quả, trong bối cảnh nhiều nhóm ngôn ngữ của các cộng đồng thiểu số đang có nguy cơ bị biến mất thì các nhóm ngôn ngữ phổ biến toàn cầu lại phát triển theo chiều hướng ngày càng đa dạng và phức tạp. Một ngôn ngữ bản địa bị mất đi sẽ kéo theo sự biến mất các thông tin quý giá về văn hoá và dân tộc học, làm giảm tính đa dạng văn hóa của toàn cầu.

Đa dạng văn hóa đóng vai trò quan trọng đối với sự tồn tại lâu dài của nhân loại. Bảo vệ đa dạng văn hóa là điều kiện cần thiết cho sự tồn tại lâu dài của sự sống trên Trái Đất. Cũng giống như sự sống còn của thiên nhiên, đa dạng văn hóa quyết định đến sự sống còn của loài người nói chung. Bảo vệ các nền văn hóa bản địa có ý nghĩa quan trọng đối với nhân loại trong việc bảo tồn các loài sinh vật và hệ sinh thái.

Trong Tuyên ngôn Toàn cầu về Đa dạng văn hóa, UNESCO (2001) đã đưa ra 12 điều cơ bản sau đây:

- Điều 1: Đa dạng văn hóa là di sản chung của nhân loại;
- Điều 2: Từ sự đa dạng văn hóa đến đa nguyên văn hóa;
- Điều 3: Đa dạng văn hóa là một nhân tố trong quá trình phát triển;
- Điều 4: Nhân quyền là yếu tố đảm bảo đa dạng văn hóa;
- Điều 5: Các quyền về văn hóa là môi trường thuận lợi cho đa dạng văn hóa;
- Điều 6: Hướng tới khả năng tiếp cận đa dạng văn hóa ở mọi khía cạnh;
- Điều 7: Di sản văn hóa là khởi nguồn của sự sáng tạo;
- Điều 8: Hàng hóa và dịch vụ văn hóa là một loại hình hàng hóa và dịch vụ độc đáo;
- Điều 9: Chính sách văn hóa là chất xúc tác của sự sáng tạo;
- Điều 10: Tăng cường năng lực sáng tạo và phổ biến đa dạng văn hóa trên toàn thế giới;
- Điều 11: Xây dựng quan hệ hợp tác giữa khu vực công, khu vực tư nhân và các tổ chức xã hội dân sự trong bảo vệ và phát triển đa dạng văn hóa;

- Điều 12: Khẳng định vai trò quan trọng của UNESCO trong bảo vệ và phát triển đa dạng văn hóa toàn cầu.

Một số tổ chức quốc tế hướng tới việc bảo vệ các xã hội và nền văn hóa bị đe dọa, chẳng hạn Tổ chức Nhân quyền Survival International hoặc UNESCO. Tuyên ngôn của UNESCO về đa dạng văn hóa được thông qua bởi 185 quốc gia thành viên vào năm 2001, trong đó lần đầu tiên đề cập tới việc xây dựng các tiêu chuẩn quốc tế cho mục đích bảo tồn và thúc đẩy sự đa dạng thông qua sự đối thoại của các nền văn hóa. Khái niệm đa dạng văn hóa từ đó được sử dụng trong nhiều tổ chức, gồm cả UNESCO. Ngoài Tuyên bố về các nguyên tắc năm 2003 tại Geneva của Hội nghị Thượng đỉnh Thế giới về Xã hội thông tin (WSIS), Công ước UNESCO về Bảo vệ và Thúc đẩy sự đa dạng của văn hóa cũng đã được các nước tham gia đồng thuận (20/10/2005) trừ Hoa Kỳ, Australia và Israel. Theo đó, các đặc trưng về văn hóa, hàng hóa, chủ quyền quốc gia và các dịch vụ liên quan tới lĩnh vực này được công nhận chính thức. Tòa án Công lý Châu Âu (2009) cũng ủng hộ đa văn hóa, bảo vệ các ngôn ngữ chưa được ghi nhận trước đây. Dựa trên Tuyên bố UNESCO, dự án "Phát triển bền vững trong một thế giới đa dạng" (được gọi là dự án "SUS.DIV") do Ủy ban Châu Âu tài trợ kinh phí đã xác lập được nhiều kết quả về mối quan hệ giữa đa dạng văn hóa và phát triển bền vững.

### **16.1.5. Định lượng đa dạng văn hóa**

Đa dạng nhân văn và đa dạng văn hóa được định lượng hóa dựa trên các chỉ số sau:

#### ***a) Chỉ số đa dạng nhân văn***

Chỉ số đa dạng nhân văn HuDI (hoặc đa dạng con người) được xây dựng để định lượng mức độ đa dạng về con người liên quan tới các

biến thành phần dân tộc trong phạm vi một cảnh quan văn hóa. Nguyễn An Thịnh (2007) sử dụng chỉ số đa dạng Shannon-Weaver (SHDI) để xây dựng hệ số đa dạng nhân văn và thành lập bản đồ đa dạng nhân văn cho vùng núi Hoàng Liên Sơn, theo mô hình:

$$\left\{ \begin{array}{ll} HuDI = 0 & \text{nếu không có điểm quần cư trong lãnh thổ} \\ & \text{(trường hợp các cảnh quan tự nhiên)} \\ HuDI = 1 - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i & \text{trong các trường hợp còn lại (trường hợp các} \\ & \text{cảnh quan văn hóa)} \end{array} \right.$$

*Trong đó: HuDI là chỉ số đa dạng nhân văn;  $p_i$  là xác suất gặp của một nhóm dân tộc  $i$  trong cảnh quan;  $n$  là tổng số nhóm dân tộc trong cảnh quan.*

Mô hình trên tương đối mở đối với các độ đo đa dạng: chỉ số đa dạng Simpson (SIDI) cũng có thể được sử dụng tương tự để xây dựng chỉ số đa dạng nhân văn.

Xét về mặt ý nghĩa khoa học, chỉ số này cho biết lượng giá trị về nhân văn phù hợp với đặc trưng phân hóa cảnh quan tại một lãnh thổ bất kỳ. Cảnh quan tự nhiên luôn nhận giá trị 0. Các cảnh quan văn hóa có giá trị lớn hơn 0, tuy nhiên luôn có khác biệt rất rõ giữa khu vực tập trung nhiều nhóm dân tộc đan xen nhau với khu vực tương đối đồng nhất về thành phần dân tộc. Đặc điểm này tạo ra khả năng ứng dụng cao của chỉ số này trong nhiều lĩnh vực. Chẳng hạn trong nghiên cứu và quy hoạch du lịch sinh thái và du lịch văn hóa, cảnh quan có độ đa dạng nhân văn cao sẽ được xem xét ưu tiên lựa chọn, vì du khách chỉ cần bỏ ra ít chi phí về tiền bạc và thời gian di chuyển mà vẫn có thể trải nghiệm được nhiều sản phẩm du lịch văn hóa trong cùng một khu vực.

### ***b) Chỉ số phân đoạn***



Chỉ số phân đoạn FI (*fractionalization index*) được Easterly và Levine (1997), sau đó là Alesina và cộng sự (2003) sử dụng để đo đặc đa dạng văn hóa theo mô hình sau:

$$FI_i = 1 - \sum_{j=1}^J n_{ij}^2$$

Trong đó:  $FI_i$  là chỉ số phân đoạn tính cho quốc gia  $i$ ;  $n_{ij}$  là tỷ lệ dân số của nhóm  $j$  trong quốc gia  $i$ ;  $J$  là tổng số nhóm.

Chỉ số phân đoạn cho biết xác suất hai cá nhân được lựa chọn một cách ngẫu nhiên trong một quốc gia thuộc vào hai nhóm dân tộc khác nhau. Giá trị chỉ số này lớn nhất khi mỗi cá nhân trong một quốc gia thuộc một nhóm dân tộc khác nhau.

### c) Chỉ số phân cực

Montalvo và Reynal-Querol (2005) sử dụng chỉ số phân cực PI (*polarization index*) để đo đặc độ đa dạng, theo mô hình sau:

$$PI_i = 1 - \sum_{j=1}^J \left( \frac{0,5 - n_{ij}}{0,5} \right)^2 n_{ij}$$

Trong đó:  $PI_i$  là chỉ số phân cực tính cho quốc gia  $i$ ;  $n_{ij}$  là tỷ lệ dân số của nhóm  $j$  trong quốc gia  $i$ ;  $J$  là tổng số nhóm.

PI là chỉ số đo khoảng cách của bất kỳ sự phân bố của các nhóm dân tộc. Giá trị chỉ số PI cao biểu thị các nhóm dân tộc trong một quốc gia phân bố gần nhau. Ngược với FI, giá trị PI đạt cao nhất khi một quốc gia chỉ có hai nhóm dân tộc có kích thước dân số bằng nhau.

### d) Chỉ số đa dạng dân tộc

Fearon (2003) tính toán giá trị chỉ số đa dạng dân tộc (*ethnic diversity index*) khi sử dụng số liệu thống kê về số lượng và quy mô dân số của các nhóm dân tộc của 159 quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới:

- *Danh sách mười quốc gia và vùng lãnh thổ có chỉ số đa dạng dân tộc cao nhất năm 2003*: Papua New Guinea (xếp thứ nhất), Tanzania (2), Cộng hòa Congo (3), Uganda (4), Liberia (5), Cameroon (6), Togo (7), Nam Phi (8), Congo (9), Madagascar (10).

- *Danh sách mười quốc gia và vùng lãnh thổ có chỉ số đa dạng dân tộc thấp nhất năm 2003*: Yemen (xếp thứ 150), Hà Lan (151), Hy Lạp (152), Ba Lan (153), Bồ Đào Nha (154), Italia (155), Tunisia (156), Nhật Bản (157), Hàn Quốc (158), Bắc Triều Tiên (159).

Trong tổng số 159 quốc gia và vùng lãnh thổ, Việt Nam được xếp ở vị trí thứ 122 về đa dạng dân tộc.

### ***e) Chỉ số đa dạng văn hóa***

So với đa dạng dân tộc, đa dạng văn hóa khó định lượng hơn. Trong nhiều trường hợp, biến ngôn ngữ được đưa vào để xây dựng chỉ số đa dạng văn hóa. Ở quy mô toàn cầu, Fearon (2003) sử dụng chỉ số đa dạng văn hóa đánh giá cho 215 quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới, trong đó đã xác định được:

- *Danh sách mười quốc gia có chỉ số đa dạng văn hóa cao nhất*: Cameroon xếp thứ nhất (giá trị chỉ số đa dạng văn hóa là 0,733), tiếp sau đó là Cộng hòa Chad (0,727), Sudan (0,698), Afghanistan (0,679), Ấn Độ (0,667), Bolivia (0,662), Nigeria (0,66), các tiểu vương quốc Ả Rập thống nhất (0,65), Uganda (0,647) và Liberia (0,644).

- *Danh sách mười quốc gia có độ đa dạng văn hóa thấp nhất: Cuba (0,02), Nhật Bản (0,012), Hàn Quốc (0,004), Bắc Triều Tiên (0,002), Cộng hòa Dominican (0), Argentina (0), Uruguay (0), Rwanda (0), Ai Cập (0), Haiti (0).*

Việt Nam (giá trị 0,21) đứng thứ 122 trong tổng số 215 quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới được xếp hạng.

### ***c) Chỉ số đa dạng văn hóa-sinh học***

Chỉ số đa dạng văn hóa-sinh học (*biocultural diversity index*) được Teralingua đề xuất, sau đó Jonathan Loh phát triển với mục đích đánh giá điều kiện hiện tại cũng như xu hướng thay đổi tổng hợp về cả đa dạng sinh học và đa dạng văn hóa tại một lãnh thổ cụ thể. Đây là một chỉ số tích hợp, là hàm của các biến về đa dạng sinh học và đa dạng văn hóa, trong đó có tính đến trọng số chi thị tầm quan trọng của từng biến.

Đa dạng sinh học được tính thông qua độ phong phú loài, diện tích nơi sống được bảo tồn nguyên vẹn, biến đổi độ che phủ rừng, dấu chân sinh thái,...

Đa dạng văn hóa được tính thông qua:

- *Các chỉ số về ngôn ngữ: độ phong phú về ngôn ngữ (số lượng ngôn ngữ, số lượng tiếng địa phương, nghi thức, ký hiệu ngôn ngữ), ngôn ngữ đặc thù, mức độ biến mất của ngôn ngữ, cách thức trao đổi dữ liệu, cấu trúc ngôn ngữ (chức năng, cú pháp, hình thái, từ vựng và âm vị), các ngôn ngữ khác nhau trên cấp độ ngôn ngữ phân loại (ngôn ngữ gia đình...).*

- Các chỉ số về văn hóa: tiếp nối các tri thức truyền thống, cấu trúc xã hội, tôn giáo và niềm tin tinh thần, nghệ thuật biểu hiện và các liên kết về khu vực (nghệ thuật biểu diễn, văn học, trang phục, cách thức làm đẹp...), cách thức sản xuất và tiêu thụ thực phẩm (lựa chọn cây trồng và chăn nuôi, chế độ ăn uống, kỹ thuật sản xuất nông nghiệp,...).

Chỉ số đa dạng văn hóa-sinh học được tính theo các mô hình sau:

- Giá trị trung bình của độ đa dạng văn hóa và độ đa dạng sinh học:

$$IBCD = \frac{CD + BD}{2}$$

Trong đó: IBCD là chỉ số đa dạng văn hóa-sinh học;  
CD là độ đa dạng văn hóa; BD là độ đa dạng sinh học.

Với:

$$CD = \frac{LD + RD + ED}{3}$$

Trong đó: CD là độ đa dạng văn hóa; LD là số lượng ngôn ngữ trong một lãnh thổ;  
RD là độ đa dạng về tôn giáo; ED là độ đa dạng về nhóm sắc tộc thiểu số.

$$BD = \frac{MD + PD}{2}$$

Trong đó: MD là độ đa dạng các loài động vật; PD là độ đa dạng loài thực vật.

Có ba biến thể của chỉ số đa dạng văn hóa-sinh học được phân loại theo cách đo CD và BD cho mỗi vùng lãnh thổ. Ba lựa chọn khác nhau là IBCD-RICH (cách tính đơn giản), IBCD-AREA (cách tính có điều

chỉnh cho một quốc gia), IBCD-PERCAP (cách tính độ phong phú theo kích thước dân số tại một quốc gia).

- *Chỉ số độ giàu đa dạng văn hóa-sinh học IBCD-RICH (biocultural diversity richness index):* tính toán độ phong phú tương đối của một quốc gia theo năm chỉ số cơ bản là số lượng tôn giáo, số lượng ngôn ngữ, số các nhóm dân tộc thiểu số trong một quốc gia (đối với thành phần đa dạng văn hóa), số lượng loài chim và động vật có vú, số lượng các loài thực vật có trong một quốc gia (đối với thành phần đa dạng sinh học).

- *Chỉ số đa dạng văn hóa-sinh học theo diện tích IBCD-AREA (areal biocultural diversity index):* dựa trên số lượng ngôn ngữ, tôn giáo và các loài sinh vật. Chỉ số này được điều chỉnh theo diện tích đất đai và tính toán đa dạng văn hóa sinh học theo ranh giới lãnh thổ tự nhiên.

- *Chỉ số đa dạng văn hóa-sinh học trên đầu người IBCD-PERCAP (a per capita biocultural diversity index):* so với hai chỉ số trên, tính toán dựa trên số lượng ngôn ngữ, tôn giáo, dân tộc và các loài được điều chỉnh theo tương quan về quy mô dân số của quốc gia. Các quốc gia có dân số ít hơn 10.000 người không được đưa vào quá trình phân tích.

Như vậy, các chỉ số đã lượng hóa được các yếu tố hình thành đa dạng văn hóa. Các kết quả định lượng được cho là yếu tố thuyết phục khi minh chứng rõ tính đa dạng trong nghiên cứu văn hóa.

## **16.2. MÔ HÌNH LÝ THUYẾT VỀ ĐA DẠNG CẢNH QUAN NHIỆT ĐỚI GIÓ MÙA VIỆT NAM**

### **16.2.1. Mô hình lý thuyết**

Tính đặc thù về sinh thái học của các cảnh quan Việt Nam nhiệt đới gió mùa được phản ánh bởi hai hợp phần quan trọng là khí hậu và thực vật, thông qua trị số nhiệt - ẩm trung bình năm và kiểu thảm thực vật nguyên sinh. Lãnh thổ Việt Nam kéo dài từ 8°37' đến 23°22' vĩ Bắc, xét về cân bằng bức xạ và tổng nhiệt nằm trong vành đai nhiệt đới. Tại đây, một năm hai lần Mặt Trời đi qua thiên đỉnh, tổng nhiệt độ năm trên 7.500°C, phân hóa mùa rõ rệt. Ở miền Bắc, tính nhiệt đới bị pha trộn, biến đổi bởi gió mùa Đông Bắc, còn ở miền Nam đặc thù bởi mùa khô khắc nghiệt. Thành phần loài trong các quần thể thực vật rất phong phú và đa dạng do sự đan xen giữa các yếu tố đặc hữu của hệ thực vật cổ Việt Bắc - Hoa Nam với các luồng di cư (luồng Ấnô - Mã Lai với các loài cây thuộc họ Sao dầu (Dipterocarpaceae); luồng Ấn - Miến với các cây rụng lá do khô hạn; luồng Himalaya và Hoa Nam với những cây lá kim và lá cứng họ Re (Lauraceae), Dẻ (Fagaceae), Mộc lan (Magnoliaceae),... Nhưng tính chất nóng ẩm đã quy định kiểu thảm thực vật địa đới nguyên sinh ở Việt Nam phải là kiểu rừng kín thường xanh với các ưu hợp hoặc phức hợp loài thực vật. Ngoài ra, tính chất nhiệt đới gió mùa Việt Nam còn thể hiện sự tương phản sâu sắc theo thời gian do cơ chế gió mùa mang lại, ảnh hưởng đến các hoạt động phát triển và sinh hoạt.

Những phân tích ở trên cho thấy rằng, đa dạng cảnh quan cao là một đặc tính nổi bật của lãnh thổ Việt Nam so với các lãnh thổ cùng vĩ độ. Đa dạng cảnh quan cao chi phối đặc điểm đa dạng sinh học cũng như đặc điểm sinh thái nhân văn và các quá trình địa lý tự nhiên, các quá trình hệ sinh thái đặc thù đối với không gian lãnh thổ.

Do tính đa dạng, phức tạp trong cấu trúc và chức năng sinh thái của cảnh quan, bốn đặc trưng cần được đặt ra trong xây dựng mô hình đa dạng cảnh quan lãnh thổ Việt Nam:

- Mô hình phản ánh được những nét cơ bản về đặc trưng của hệ thống phân loại chặt chẽ và các đặc tính sinh thái của từng cấp phân vị.

Đối tượng không gian là các đơn vị cảnh quan được phân chia dựa trên các chỉ tiêu cho từng cấp phân vị, thể hiện ở ranh giới khép kín, trật tự phân bố và thứ bậc.

- Quần xã sinh vật là nhân tố chỉ thị của các mối tương tác hệ thống phức tạp trong cảnh quan, nên mô hình lý thuyết phải phản ánh tính đặc thù của kiểu thảm thực vật trên cơ sở các nhân tố sinh thái phát sinh (địa chất, địa hình, khí hậu - thủy văn, thổ nhưỡng). Do vậy, trong mô hình, nhân tố sinh thái phát sinh trên một không gian lãnh thổ chính là *đơn vị sinh thái cảnh* (một phức hợp các yếu tố phi sinh học), ứng với tọa độ sinh thái là kiểu thảm thực vật và cộng đồng cư dân. Mô hình cấu trúc này có nhiều nét tương đồng với mô hình Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể (THE) (Naveh, 2000) hoặc mô hình Hệ Kinh tế Sinh thái (SEES) của Phạm Quang Anh (1996).

- Sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam có nhiều đặc trưng khác biệt so với các khu vực khác trên thế giới. Trong thảm thực vật rừng nhiệt đới gió mùa Việt Nam, không thể tìm thấy quần hợp (là đơn vị cơ sở để nghiên cứu của các tác giả vùng ôn đới). Luận điểm sinh thái phát sinh quần thể thực vật rừng của Thái Văn Trùng (1976, 1999) đã giúp tiếp cận giải quyết vấn đề này: các kiểu thảm thực vật rừng có hình thái cấu trúc khác nhau do điều kiện sinh thái cảnh phát sinh được lấy làm khung cảnh sinh thái, sau đó tìm những quần thể lấy thành phần loài cây làm tiêu chuẩn để phân ra các *ưu hợp*, *phức hợp*. Tuy nhiên, khi áp dụng cho một lãnh thổ cụ thể, cần thiết phải bổ sung thêm sự phát sinh các *nông quần hợp* từ hoạt động nông nghiệp.

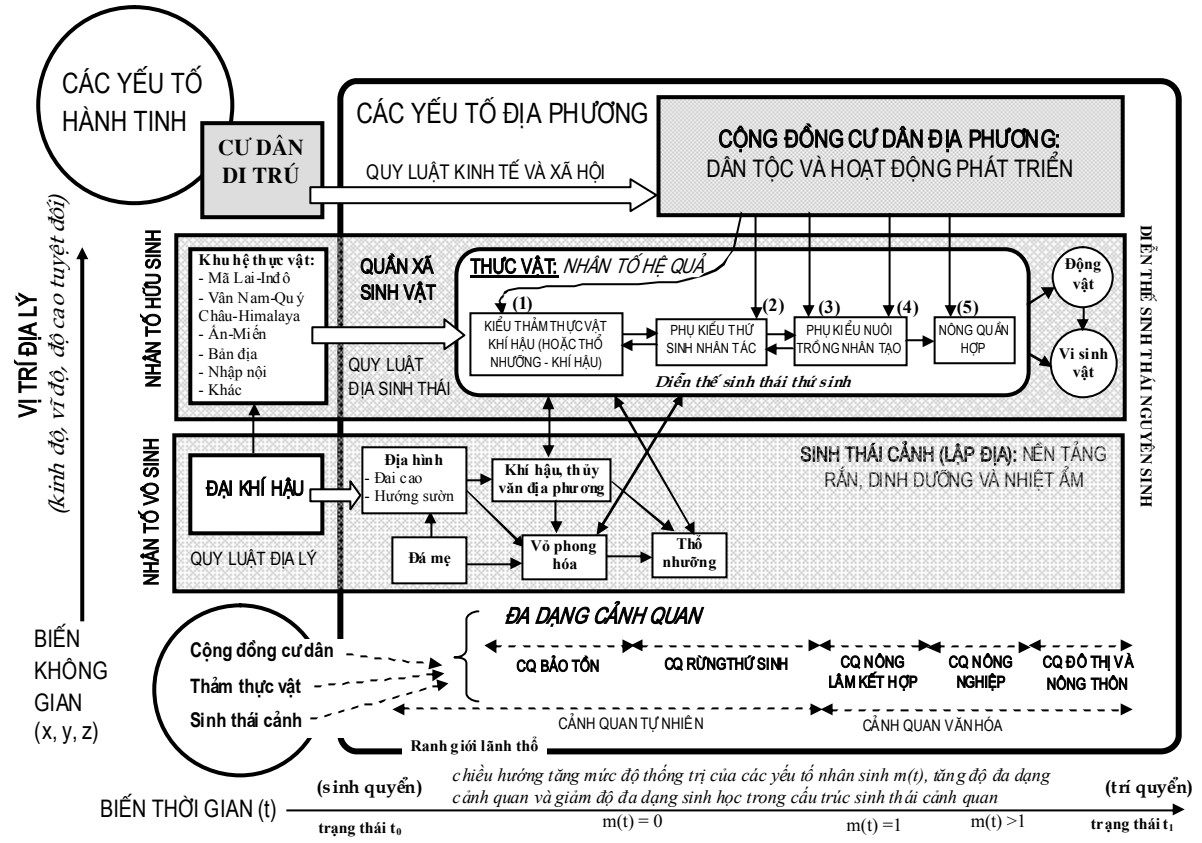
- Các cảnh quan tự nhiên trong lãnh thổ Việt Nam rất đa dạng do tổng hòa của các quy luật phân hóa địa đới theo vĩ độ và quy luật phân hóa phi địa đới theo kiến tạo - địa hình, theo đai cao, chi phối toàn bộ tự nhiên của lãnh thổ. Luận điểm về "*tương tác hoàn lưu - địa hình trong cấu*

*trúc sinh thái cảnh quan*” (Phạm Quang Anh, 1996) được sử dụng để làm sáng tỏ quy luật phân hóa phức tạp cấu trúc sinh thái cảnh quan.

Với luận điểm sinh thái phát sinh, một mô hình đa dạng cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam được đề xuất, thể hiện được tính phát sinh sinh thái giữa các yếu tố thành tạo và đặc điểm đa dạng cảnh quan. Trong mô hình, vai trò của con người được thể hiện ở khía cạnh là nhân tố thành tạo các cảnh quan tự nhiên thứ sinh và xây dựng các cảnh quan văn hóa. Các nhân tố đại khí hậu, khu hệ thực vật thành tạo cấu trúc cảnh quan ở cấp lớn (hệ, lớp cảnh quan). Tương tác của các yếu tố hoàn lưu - địa hình làm hình thành cấu trúc kiểu, phụ kiểu cảnh quan. Các đơn vị phân kiểu cấp loại và hình thái thể hiện sự hình thành các yếu tố cảnh quan thông qua diễn thế sinh thái.

Mô hình đa dạng cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam có ưu thế trong nghiên cứu, đánh giá tổng hợp các điều kiện tự nhiên phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường ở các cấp lãnh thổ.





Hình 16.2. Mô hình lý thuyết về đa dạng cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam và mối quan hệ phát sinh sinh thái giữa các nhân tố thành tạo đa dạng cảnh quan (Nguyễn An Thịnh, 2007)

Mô hình này được lựa chọn nhằm chú trọng nhiều đến đặc trưng sinh thái và nhân văn của đơn vị cảnh quan (bao gồm cả cảnh quan nhân sinh và cảnh quan tự nhiên) trong các nghiên cứu khoa học và thực tiễn. Do vậy, mô hình có thể được sử dụng để đánh giá cho nhiều mục đích như phát triển nông, lâm, ngư nghiệp, nghỉ dưỡng, xây dựng, bảo tồn, du lịch sinh thái cũng như phân tích diễn thế sinh thái và phân tích đa dạng cảnh quan.

### **16.2.2. Các nguyên tắc và nội dung phân tích đa dạng cảnh quan lãnh thổ Việt Nam**

Bản đồ sinh thái cảnh quan là tư liệu tiên quyết để phân tích đa dạng cảnh quan, trong đó chỉ rõ sự phân bố không gian và quy luật phát sinh của các đơn vị cảnh quan. Do vậy, xây dựng hệ thống phân loại để xác định ranh giới các cấp phân vị cảnh quan là bước đầu tiên trong công tác thành lập bản đồ sinh thái cảnh quan. Công việc này phải đảm bảo yêu cầu trong mô hình đa dạng cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam, dựa trên bốn nguyên tắc:

- *Nguyên tắc 1*: thể hiện được tính phát sinh sinh thái trong cấu trúc đúng theo hệ thống chú giải được thành lập theo dạng ma trận. Trong đó các tọa độ sinh thái là các kiểu thảm thực vật và cộng đồng cư dân địa phương, tương ứng với nền tảng vật chất rắn - dinh dưỡng và nền tảng nhiệt - ẩm đóng vai trò là các nhân tố sinh thái phát sinh. Mối tương tác giữa hệ thống tự nhiên và hệ thống kinh tế xã hội - nhân văn trên cơ sở tích hợp các thuộc tính về sinh thái nhân văn, được thể hiện bởi sự phân bố của các tộc người phù hợp với các điều kiện sinh thái.

- *Nguyên tắc 2*: thể hiện được tính phân vị trong cấu trúc ngang theo các yếu tố cảnh quan. Các đơn vị phân kiểu từ cao đến thấp là hệ (phụ hệ) cảnh quan → lớp (phụ lớp) cảnh quan → kiểu (phụ kiểu) cảnh quan

→ hạng cảnh quan → loại cảnh quan) do có tính ứng dụng nghiên cứu các đặc trưng sinh thái và thể hiện rõ sự phân hóa lãnh thổ. Đơn vị phân vùng cảnh quan là vùng và tiểu vùng sinh thái cảnh quan.

- *Nguyên tắc 3*: thể hiện được cấu trúc thời gian và cấu trúc tổ thành sinh vật của cảnh quan bằng hệ thống biểu đồ về mùa vụ và diễn biến nhiệt ẩm, phẫu đồ thảm thực vật có thể hiện tổ thành loài ưu thế.

- *Nguyên tắc 4*: thể hiện được động lực phát triển và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan dựa trên chức năng sinh thái. Chúng được thể hiện bởi những quá trình địa lý tự nhiên thống trị trong lãnh thổ nghiên cứu (dựa trên bản đồ địa mạo được thành lập theo nguyên tắc nguồn gốc - hình thái) và diễn thế sinh thái (dựa trên bản đồ thảm thực vật được thành lập theo nguyên lý sinh thái phát sinh quần thể).

Dựa trên bốn nguyên tắc trên, các nội dung nghiên cứu đa dạng cảnh quan cần được xác định là:

- Phân tích đa dạng các hợp phần cảnh quan: bao gồm các nội dung là đa dạng địa học, đa dạng thổ nhưỡng,...

- Phân tích đa dạng các đơn vị phân vùng cảnh quan: số lượng các đơn vị phân vùng cảnh quan, đặc trưng sinh thái học và đặc trưng văn hóa;

- Phân tích đa dạng các đơn vị phân loại cảnh quan: số lượng các đơn vị phân loại cảnh quan;

- Phân tích đa dạng các yếu tố cấu trúc cảnh quan cơ bản: đa dạng hệ sinh thái;

- Phân tích đa dạng về tài nguyên trong lãnh thổ;

- Định lượng đa dạng cảnh quan: sử dụng các độ đo về độ phong phú, độ giàu có, độ đa dạng cảnh quan, các độ đo về đa dạng sinh học - văn hóa;

- Phân tích mối quan hệ giữa đa dạng cảnh quan, đa dạng hệ sinh thái và đa dạng văn hóa.

### **16.3. BẢO VỆ CÁC GIÁ TRỊ ĐA DẠNG CẢNH QUAN LÃNH THỔ VIỆT NAM**

#### **16.3.1. Nguyên tắc bảo vệ các giá trị đa dạng cảnh quan**

Trên thế giới, bảo tồn thiên nhiên xuất hiện từ khá sớm. Nhà sinh học Thoreau (1950) đã nêu ra những luận điểm khoa học về sự cần thiết phải bảo tồn thiên nhiên hoang dã. Trong tác phẩm "Con người và tự nhiên", Marsh (1964) mô tả những tác động của con người tới môi trường tự nhiên và lần đầu tiên xây dựng quan điểm con người cần phải chung sống với thiên nhiên.

Trái Đất không chỉ có đa dạng sinh học rộng lớn mà còn có hệ thống đa dạng cảnh quan khổng lồ. Thế giới sinh học luôn biểu hiện đặc tính chung là thường mong manh và dễ bị tổn thương, do đó khi quản lý cần chú trọng mục tiêu bảo tồn. Trong khi đó, đa dạng cảnh quan hiện nay cũng bị đe dọa cả ở cấp độ toàn cầu và địa phương, do ảnh hưởng của cả các yếu tố tự nhiên (thiên tai, mưa axit, biến đổi khí hậu và nước biển dâng) và hoạt động nhân sinh (khai thác tài nguyên phục vụ phát triển kinh tế, quy hoạch và chuyển đổi mục đích sử dụng đất, chiến tranh). Các giá trị bảo tồn đa dạng cảnh quan không chỉ bảo vệ các yếu tố tĩnh của cảnh quan mà còn cho phép các quá trình tự nhiên tiếp tục diễn ra. Nhiều thiệt hại do mất đa dạng cảnh quan sẽ ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp tới con người.

Hiện nay, số lượng các mối đe dọa phá vỡ đa dạng cảnh quan có xu thế gia tăng do các hoạt động phát triển (Glasser, 2001; Gordon và Macfadyen, 2001). Tuy nhiên, các hoạt động này thường tác động khác

nhau tùy thuộc vào tính bền vững, sự nhạy cảm hoặc tương tác đa chức năng trong mỗi cảnh quan. Chẳng hạn, một hoạt động phát triển làm tăng cường tương tác tương thích về đa chức năng sẽ duy trì được đa dạng cảnh quan mà vẫn đảm bảo được mục tiêu phát triển; ngược lại, nếu hoạt động làm tăng cường tương tác xung đột sẽ phá vỡ đa dạng cảnh quan ở các mức độ khác nhau. Những kinh nghiệm nghiên cứu và quản lý tại Vườn Quốc gia Yellowstone, vườn quốc gia đầu tiên trên thế giới được thành lập vào năm 1872, tạo ra những kinh nghiệm quan trọng bảo tồn đa dạng cảnh quan. Nhiều khu vực bảo tồn khác cũng được xem xét trong việc chú trọng bảo vệ các giá trị về cảnh quan, địa học, động vật hoang dã.

Từ giữa thế kỷ thứ XX, một số nhà sinh thái học và địa lý học (Huxley, 1947; de Groot, 1992; Wilson, 1994; hay Constanza và cộng sự, 1997,...) đã cố gắng xác định các giá trị của tự nhiên. Theo quan điểm của Wilson (1994), hai giá trị chính trong sử dụng hợp lý và bảo vệ các tài nguyên thiên nhiên của Trái Đất là các giá trị kinh tế (khai thác tài nguyên thiên nhiên) và các giá trị văn hóa, di sản (bảo vệ tính thẩm mỹ cũng như nghiên cứu tài nguyên trong môi trường tự nhiên). Hai cách phân chia này được các nhà khoa học khác mở rộng và phát triển thành bốn nhóm (Bennett và Doyle, 1997; Doyle và Bennett, 1998) là *giá trị nội tại, giá trị văn hóa và thẩm mỹ, giá trị kinh tế và các giá trị về nghiên cứu khoa học và giáo dục*. Bên cạnh đó, việc phân chia các *giá trị chức năng* của môi trường tự nhiên (các giá trị được tạo bởi các quá trình tự nhiên và sinh thái) cũng đóng vai trò quan trọng. Điều này tạo ra sự khác biệt về quan niệm giữa giá trị của tài nguyên và giá trị tính đa dạng của tài nguyên.

Tương tự như bảo tồn đa dạng sinh học, bảo vệ đa dạng cảnh quan cũng dựa trên *hai nguyên tắc căn bản*:

- Sử dụng hợp lý và bảo vệ các giá trị tài nguyên của cảnh quan.
- Bảo vệ các giá trị đa dạng của cảnh quan.

Bảo tồn đa dạng cảnh quan trên thế giới hiện nay đã được thực hiện ở nhiều quy mô khác nhau:

- *Quy mô toàn cầu và lục địa*: ở quy mô toàn cầu, bảo tồn đa dạng cảnh quan, đa dạng địa học được thực hiện dưới sự phối hợp của các tổ chức quốc tế như Tổ chức Bảo tồn Quốc tế (CI), Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa của Liên Hiệp Quốc (UNESCO), Hội đồng Liên hiệp Khoa học Địa chất Quốc tế (IUGS), Liên minh Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế (IUCN), Chương trình Con người và Sinh quyển (MAB),... Trong những năm qua, các tổ chức này thực hiện những nỗ lực quan trọng trong xác định các giá trị và lựa chọn bảo tồn những khu vực đại diện về tính đa dạng trên thế giới. Cho đến nay, hàng trăm khu vực có giá trị cao về cảnh quan, địa chất và địa mạo được đưa vào trong danh sách di sản thế giới.

Do áp lực phát triển ngày càng gia tăng trong bối cảnh sự xung đột về sử dụng tài nguyên đã đe dọa tới số lượng các di sản. Một mạng lưới tổ chức toàn cầu đã nhận thức tầm quan trọng của công tác bảo tồn đã đề xuất ý tưởng công viên địa học (geopark) dựa trên Công ước Toàn cầu về Đa dạng Địa học (*Global Convention on Geodiversity*). Công viên địa học được UNESCO xác định là một lãnh thổ bao gồm một hoặc nhiều điểm có tầm quan trọng về mặt khoa học, bao gồm cả các giá trị về địa chất, khảo cổ, sinh thái và văn hóa. Công viên địa học thường là một khu vực tự nhiên, độc đáo, có ranh giới rõ ràng. Trong đó, công viên địa học chứa đựng một tập hợp các di sản địa chất có giá trị khoa học, phân bố trong phạm vi nhất định, hài hòa với cảnh quan thiên nhiên, đồng thời chứa đựng các giá trị về đa dạng sinh học, khảo cổ, lịch sử, văn hóa xã hội và có diện tích lớn để phát triển kinh tế địa phương, thông qua hình thức phát triển du lịch và các dịch vụ phụ trợ khác.

- *Quy mô quốc gia*: nhiều quốc gia, trong đó khởi đầu là Australia, đã thông qua Điều lệ Di sản thiên nhiên, xem xét giá trị của đa dạng

cảnh quan ngang tầm với đa dạng sinh học. Các thuật ngữ “đa dạng cảnh quan”, “đa dạng địa học”, “bảo tồn địa học”, “di sản địa học”, “chỉ thị địa học”,... được đưa vào luật bảo tồn của nhiều quốc gia. Trong các báo cáo và kế hoạch hành động cấp quốc gia, công tác bảo tồn, giảm thiểu tác động môi trường cũng như hỗ trợ sử dụng bền vững các nguồn tài nguyên thiên nhiên là những vấn đề được ưu tiên hàng đầu. Mối quan hệ giữa đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học ở cấp quốc gia cũng được quan tâm.

- *Quy mô địa phương*: các kế hoạch hành động bảo vệ đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học ở quy mô địa phương được thực hiện bởi sự kết hợp giữa các cấp chính quyền địa phương và các nhà khoa học. Việc quản lý, giám sát đa dạng cảnh quan cấp địa phương cũng được thực hiện nhằm đảm bảo các mục tiêu bảo tồn.

### **16.3.2. Bảo vệ đa dạng cảnh quan lãnh thổ Việt Nam**

Việt Nam là một quốc gia có giá trị đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học cao trên thế giới. Tính đa dạng cao này được thể hiện ở sự phân hóa lãnh thổ sâu sắc. Lãnh thổ Việt Nam được phân chia thành bảy vùng sinh thái cảnh quan trên đất liền và sáu vùng sinh thái cảnh quan trên biển:

- *Các vùng sinh thái cảnh quan trên đất liền*:

- + Vùng sinh thái cảnh quan Đông Bắc.
- + Vùng sinh thái cảnh quan Tây Bắc - Hoàng Liên Sơn.
- + Vùng sinh thái cảnh quan đồng bằng châu thổ sông Hồng.
- + Vùng sinh thái cảnh quan Bắc Trung Bộ.
- + Vùng sinh thái cảnh quan Nam Trung Bộ và Tây Nguyên.

- + Vùng sinh thái cảnh quan Đông Nam Bộ.
- + Vùng sinh thái cảnh quan đồng bằng châu thổ sông Cửu Long.

- *Các vùng sinh thái cảnh quan trên biển:*

- + Vùng sinh thái cảnh quan biển đảo vịnh Bắc Bộ.
- + Vùng sinh thái cảnh quan biển đảo Hải Nam.
- + Vùng sinh thái cảnh quan biển đảo Trung Trung Bộ và Hoàng Sa.
- + Vùng sinh thái cảnh quan biển đảo Nam Trung Bộ và Nam Bộ.
- + Vùng sinh thái cảnh quan biển đảo Trường Sa.
- + Vùng sinh thái cảnh quan biển đảo vịnh Thái Lan.

Tác động tổng hoà của vị trí địa lý, hoàn lưu và địa hình đã tạo nên bức khảm đa dạng của sinh thái cảnh từ Tây sang Đông, từ Bắc xuống Nam, từ thấp lên cao và biến đổi theo nhịp điệu mùa trong năm. Trong điều kiện tồn tại như vậy và trải qua quá trình tiến hoá hàng triệu năm đã hình thành các đơn vị phân kiểu cảnh quan chính:

- *Nhóm các cảnh quan rừng:* giá trị đa dạng của nhóm cảnh quan này được tạo bởi sự giàu có hoặc phong phú về các hệ sinh thái rừng kín nội chí tuyến gió mùa ẩm thường xanh, rừng kín gió mùa ẩm thường xanh trên núi đá vôi, rừng khô hạn, rừng savan nội chí tuyến gió mùa khô, các phụ kiểu rừng núi cao.

- *Nhóm các cảnh quan ngập nước:* giá trị đa dạng được tạo bởi sự giàu có về các hệ sinh thái ngập mặn ven biển, hệ sinh thái đầm lầy nội địa, hệ sinh thái đầm phá, hệ sinh thái hồ, hệ sinh thái san hô.

- *Nhóm các cảnh quan biển đảo:* do sự giàu có và phong phú về các hệ sinh thái đảo ven bờ và vùng biển quanh đảo, các hệ sinh thái ven biển và cửa sông ven biển.



- *Nhóm các cảnh quan cồn cát ven biển*: cảnh quan này được hình thành trên những vùng bờ biển giàu nguồn cát mịn (đường kính hạt khoảng 0,2 - 2 mm), trong điều kiện cát bị khô khi thủy triều rút, bị sấy nóng do Mặt Trời và có gió mạnh thường xuyên. Cảnh quan này là tập hợp của một dãy gồm kiểu cồn cát phân bố song song với mép nước biển với mức độ ổn định tăng dần, đó là cồn sơ khai, cồn tiền tiêu, cồn màu vàng, cồn màu xám và cồn trưởng thành. Đây là nơi sống của nhiều loài động vật nhỏ như bò sát, gặm nhấm, côn trùng, là vùng đệm an toàn giữa biển và đất liền và rất dễ bị tổn thương do hoạt động của con người cũng như do thay đổi chế độ động lực biển và khí hậu. Cấu trúc cồn cát ven biển Việt Nam khác nhau theo các vùng miền. Vùng ven biển miền Trung có 4 thể hệ cồn cát lấy theo tên màu của cát, gồm: cồn cát đỏ (loại cổ nhất, chỉ gặp ở Ninh Thuận và Bắc Bình Thuận), cồn cát vàng nghệ, cồn cát trắng và cồn cát vàng xám (loại trẻ nhất). Tại Khánh Hòa chỉ gặp 2 thể hệ là cồn cát trắng và cồn cát vàng xám ở bán đảo Đầm Môn và bán đảo Cam Ranh.

- *Nhóm các cảnh quan núi đá vôi*: hệ thống cảnh quan karst Việt Nam là một bộ phận của vành đai karst nhiệt đới, có liên hệ với karst nhiệt đới ẩm khu vực Đông Nam Á và Nam Trung Quốc. Với tổng diện tích khoảng 60.000 km<sup>2</sup>, cảnh quan karst Việt Nam được chia theo bốn miền chính là Việt Bắc, Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ. Các nghiên cứu của các nhà địa chất, địa lý Việt Nam và nước ngoài đều khẳng định đây là cảnh quan nhiệt đới điển hình (Fromaget, 1927 - 1941; Đào Trọng Năng, 1979), có nhiều đặc trưng khác biệt với các cảnh quan karst vùng ôn đới, vùng cực, vùng khô, vùng bán khô (Glazek, 1966). Cùng với karst ở Nam Trung Quốc, tạo nên cảnh quan karst nhiệt đới gió mùa duy nhất trên Trái đất (Kaufmann, 2002; Đỗ Tuyết và cộng sự, 2004).

Hiện nay, Chính phủ Việt Nam được sự giúp đỡ của các tổ chức quốc tế đã xác định các vấn đề sinh thái và môi trường quy mô quốc gia bức bách nhất cần được ưu tiên giải quyết là:

- Nguy cơ mất rừng và tài nguyên rừng đang đe dọa cả nước; và trong thực tế tai hoạ mất rừng và cạn kiệt tài nguyên rừng đã xảy ra ở nhiều vùng, mất rừng là một thảm hoạ quốc gia.

- Sự thoái hóa nhanh của chất lượng đất và diện tích đất canh tác theo đầu người, việc sử dụng lãng phí tài nguyên đất đang tiếp diễn.

- Tài nguyên biển, đặc biệt là tài nguyên sinh vật biển ở ven bờ đã bị suy giảm đáng kể, môi trường biển bắt đầu bị ô nhiễm, trước hết do dầu mỏ. Tài nguyên khoáng sản, tài nguyên nước, tài nguyên sinh vật, các hệ sinh thái v.v... đang được sử dụng không hợp lý, dẫn đến sự cạn kiệt và làm nghèo tài nguyên thiên nhiên.

- Ô nhiễm môi trường, trước hết là môi trường nước, không khí và đất đã xuất hiện ở nhiều nơi thậm chí đến mức trầm trọng, nhiều vấn đề về vệ sinh môi trường phức tạp đã phát sinh ở các khu vực thành thị, nông thôn. Đặc biệt là các hoá chất độc hại do chiến tranh gây nên đã và đang gây ra những hậu quả cực kỳ nghiêm trọng đối với môi trường thiên nhiên và con người Việt Nam.

- Dân số cả nước tăng nhanh cùng với sự phân bố không đồng đều và không hợp lý lực lượng lao động giữa các vùng và các ngành khai thác tài nguyên là những vấn đề phức tạp nhất trong quan hệ dân số và môi trường. Thiếu nhiều cơ sở vật chất - kỹ thuật, cán bộ, luật pháp để giải quyết các vấn đề môi trường, trong khi nhu cầu sử dụng hợp lý tài nguyên không ngừng tăng lên, yêu cầu về cải thiện môi trường và chống ô nhiễm môi trường ngày một lớn và phức tạp.

Trong bối cảnh chung về biến đổi sinh thái, cảnh quan và môi trường như vậy, đa dạng cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam cao

được hình thành bởi sự đa dạng cao của các nhân tố tự nhiên thành tạo cảnh quan, nhưng đang gia tăng bởi tác động ngày càng mạnh mẽ và sâu sắc của các nhân tố nhân sinh. Trong giai đoạn hiện nay, cảnh quan Việt Nam bị biến đổi chủ yếu do biến đổi sử dụng đất và quy hoạch sử dụng đất. Những tác động gây phá hủy cảnh quan tự nhiên (chặt phá rừng lấy gỗ hoặc chuyển đổi sang đất nông nghiệp, cháy rừng, mở rộng đô thị,...) cùng những hoạt động bảo vệ cảnh quan và sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên (quy hoạch các khu bảo tồn, phát triển rừng,...) làm cảnh quan bị biến đổi nhanh chóng. Đồng thời, các tác động này làm phức tạp hóa bề mặt lãnh thổ và thay đổi các quá trình tự nhiên, tạo ra sự đa dạng cao về cấu trúc và chức năng cảnh quan. Các vấn đề này xảy ra ở quy mô địa phương, vùng và quy mô quốc gia.

Ở quy mô quốc gia, trong quá trình phát triển trong nền kinh tế thị trường, Việt Nam hiện nay đang phải đối mặt với các tác động nghiêm trọng làm biến đổi cảnh quan như sau:

- Nạn chặt phá rừng trái phép.
- Suy giảm tài nguyên đất đai nông nghiệp.
- Sử dụng tài nguyên nước không hợp lý.
- Khai thác quá mức tài nguyên thủy sản.
- Sử dụng không hợp lý tài nguyên khoáng sản.
- Mất mát tài nguyên di truyền.
- Ô nhiễm môi trường.
- Hủy hoại môi trường do hậu quả của chiến tranh.

Tại Việt Nam, những khu vực có giá trị khoa học cao về đa dạng cảnh quan, đa dạng văn hóa, đa dạng sinh học có thể xem xét đưa vào bảo tồn rất nhiều. Những khu vực điển hình có thể kể đến bao gồm Vườn Quốc gia Hoàng Liên (tỉnh Lào Cai), Vịnh Hạ Long, vịnh Bái Tử

Long (tỉnh Quảng Ninh), quần đảo Cát Bà (thành phố Hải Phòng), Vườn Quốc gia Ba Vì (thành phố Hà Nội), khu vực có núi đá vôi thuộc tỉnh Ninh Bình, Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng (tỉnh Quảng Bình),... Năm 2004, dự án PARC về kiểm kê và đánh giá tính đa dạng thực vật ở Vườn Quốc gia Yok Đôn, Đắk Lắk đã đưa ra những quy hoạch quản lý khu vực bảo tồn tại Việt Nam. Trong đó, nghiên cứu đã xác định được sự suy giảm môi trường một cách nhanh chóng trong 50 năm qua với tỷ lệ che phủ rừng từ mức 53% giảm xuống 28%. Đối mặt với sự phá hủy hệ sinh thái tự nhiên và các thành phần của hệ sinh thái, nghiên cứu đã sử dụng chính sách “bảo tồn đa dạng sinh học trên quan điểm sinh thái cảnh quan” cho Vườn Quốc gia Yok Đôn. Các nghiên cứu tương tự trong Chương trình PARC được thực hiện ở Vườn Quốc gia Ba Bể; Khu bảo tồn thiên nhiên Na Hang trong giai đoạn 1999 - 2004. Năm quá trình bảo tồn sau được PARC đưa ra:

- Quá trình phát triển chiến lược bảo tồn;
- Chiến lược liên kết bảo tồn đa dạng sinh học với phát triển giá trị kinh tế;
- Bảo tồn và quản lý dựa vào cộng đồng tại các khu vực có đa dạng sinh học cao;
- Tiến hành quản lý theo các đơn vị cảnh quan;
- Quản lý theo các điểm.

Sinh thái cảnh quan với cách tiếp cận không gian và thời gian, tự nhiên - nhân sinh, có khả năng giải quyết tốt những vấn đề liên quan tới bảo vệ môi trường, bảo tồn thiên nhiên nhằm tạo ra những nơi sống tốt cho các loài sinh vật và môi trường sống bền vững của con người. Trong khung cảnh tự nhiên và xã hội của Việt Nam, các cảnh quan nhiệt đới gió mùa được nhìn nhận ở khía cạnh tổng hợp, bao gồm nhiều hợp phần tác động với nhau, hàm chứa nơi sống của sinh vật và không gian,

môi trường sống, sản xuất và sinh hoạt của con người. Những nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở các quy mô không gian khác nhau sẽ đảm bảo giải quyết được những vấn đề cấp bách trước mắt và lâu dài của Việt Nam, từ quy mô địa phương cho tới quy mô quốc gia, trong mối liên hệ xuyên biên giới với khu vực Đông Nam Á, châu Á nhiệt đới gió mùa và toàn cầu.

## **16.4. ĐA DẠNG CẢNH QUAN CẤP ĐỊA PHƯƠNG: CÁC TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH**

### **16.4.1. Đa dạng cảnh quan và đa dạng văn hóa vùng núi cao Hoàng Liên Sơn**

#### ***a) Phân tích đa dạng cảnh quan và thành lập bản đồ sinh thái cảnh quan***

Được coi là phần cuối của dãy núi Ai Lao Sơn (Trung Quốc) và đoạn tận cùng phía đông nam của dãy Himalaya, dãy núi Hoàng Liên Sơn nằm ở phía tây bắc lãnh thổ Việt Nam, dài 180 km theo hướng tây bắc - đông nam. Đỉnh Fanxipăng thuộc dãy núi này cao 3.143,5m, được coi là nóc nhà của Đông Dương. Trong dãy núi, huyện Sa Pa được lựa chọn nghiên cứu. Huyện có diện tích tự nhiên 678,64 km<sup>2</sup>, gồm 17 xã và một thị trấn, trong đó có bốn xã (San Sả Hồ, Tả Van, Lao Chải, Bản Hồ) thuộc vùng lõi Vườn Quốc gia Hoàng Liên.

Nằm trọn trong *hệ cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam*, do ảnh hưởng của hoàn lưu gió mùa Đông Bắc làm biến tính nhiệt đới - gió mùa, phát sinh một *phụ hệ cảnh quan nhiệt đới gió mùa có mùa đông lạnh* bao trùm toàn bộ lãnh thổ Sa Pa. Mặc dù vẫn giữ tính chất nóng ẩm của khí hậu nhiệt đới nhưng chế độ gió mùa đã gây ra những đặc trưng riêng:

- *Sự phân hóa mùa về nhiệt độ*: có mùa đông lạnh do sự hạ thấp đáng kể nền nhiệt độ mùa đông liên quan đến ảnh hưởng ưu thế của gió mùa cực đới trong mùa đông, có 3 - 4 tháng lạnh/năm (đai núi thấp) cho đến lạnh quanh năm (đai núi cao), giới hạn tối thấp của nhiệt độ có thể xuống tới 0°C, gây ra các hiện tượng sương muối, mưa đá, băng, tuyết;

- *Sự phân hóa mùa đối với tất cả các yếu tố khí hậu khác nhưng không sâu sắc*. Xen giữa hai mùa theo gió mùa là hai thời kỳ chuyển tiếp ngắn vào tháng IV và tháng X-XI, mùa đông lạnh đồng thời là thời kỳ ít mưa, mùa hạ nóng và nhiều mưa, chỉ trong 6 tháng mùa hạ tập trung trên 85% tổng lượng mưa toàn năm;

- *Khí hậu có tính biến động rất cao*, làm giá trị trung bình của các yếu tố khí hậu có ý nghĩa rất hạn chế và thường không phù hợp với các biểu hiện thực tế, thể hiện qua sự hình thành các hiện tượng thời tiết đặc biệt (đông có thể xuất hiện vào những tháng đầu và cuối mùa đông đem lại những lượng mưa khá lớn) và sự dao động của mùa khí hậu trong từng năm.

Những hệ quả của điều kiện nhiệt ẩm trong cấp phụ hệ cảnh quan biểu hiện ở cấu trúc thời gian (tính mùa được thể hiện rõ rệt trong hoạt động của cảnh quan) cũng như tính chất bản địa và địa phương trong cấu trúc tổ hợp kiểu thảm thực vật và cộng đồng dân tộc: cộng đồng các dân tộc ở Sa Pa đặc trưng bởi sự chiếm ưu thế của ngữ hệ Thái - Kadai, trong đó *nhóm ngôn ngữ Tày - Thái* (Tày, Giáy) là những cư dân sớm nhất trong cộng đồng Đông Sơn ở đây từ hàng nghìn năm trước đã chiếm lĩnh những hệ thống canh tác lúa nước tương đối thuận lợi ở các bãi bồi khu vực núi thấp ngòi Bo. Trong khi, hệ thực vật bản địa *khu hệ Việt Bắc - Hoa Nam* được hình thành từ kỷ Đệ tam, hình thành kiểu rừng kín thường xanh, với các loài thực vật thuộc các họ Long não (*Lauraceae*), Dâu tằm (*Moraceae*), Sồi dẻ (*Fagaceae*), Đậu (*Fabaceae*), Hành (*Liliaceae*), Bạch dương (*Betulaceae*), Thị (*Ebenaceae*), Mộc lan

(*Magnoliaceae*), Na (*Annonaceae*), Trôm (*Sterculiaceae*), Bồ hòn (*Sapindaceae*), Xoan (*Meliaceae*), Măng cụt (*Clusiaceae*). Các yếu tố Châu Á nhiệt đới chiếm ưu thế 63,6% tổng số loài, nhóm các yếu tố đặc hữu 17,9%, yếu tố Đông Á 17,2% (Nguyễn Nghĩa Thìn, 1998), là các họ thực vật thường xanh ưa ẩm, chịu lạnh, ưu thế trong các kiểu thảm thực vật nguyên sinh và thứ sinh.

Hệ thống đai cao trong lãnh thổ huyện Sa Pa được phân chia dựa trên thừa kế các công trình đã công bố về cảnh quan học (Phạm Hoàng Hải, 1993, 2006; Phạm Hoàng Hải, Nguyễn Thượng Hùng và Nguyễn Ngọc Khánh, 1997), địa thực vật (Thái Văn Trường, 1999) và khoa học đất (Hội Khoa học Đất Việt Nam, 2000), được kiểm chứng bằng số liệu quan trắc thực tế về khí hậu, thổ nhưỡng và thực vật. Khu vực trên 1700m được coi là núi cao do bắt đầu xuất hiện đất alit mùn núi cao, xuất hiện thực vật lá kim ôn đới thuộc khu hệ Himalaya - Vân Quý đan xen với các loài cây lá rộng, khí hậu ôn đới khắc nghiệt thuộc cấp rét (<15°C) và lạnh quanh năm. Theo đó, trong hệ cảnh quan Việt Nam nhiệt đới - gió mùa bao trùm toàn bộ lãnh thổ, quy luật đai cao địa lý đã quy định tính đa dạng cảnh quan trong cấu trúc sinh thái cảnh quan lãnh thổ miền núi Sa Pa. Theo cấp huyện, toàn bộ lãnh thổ huyện Sa Pa nằm trong *lớp cảnh quan núi* Hoàng Liên Sơn và được phân chia thành 3 *phụ lớp*, 8 *kiểu*, 11 *phụ kiểu*, 87 *dạng cảnh quan*.

### *Lớp cảnh quan*

Xét trong cấp phân vị lớp cảnh quan, lãnh thổ Sa Pa được hình thành do nâng mạnh bởi Tân kiến tạo trung bình 2.000 - 2.500 m, đỉnh cao nhất (3.143,5 m) với cấu trúc sơn văn chủ đạo là dãy núi Hoàng Liên Sơn và thung lũng Mường Hoa - Tả Van chạy song song theo hướng tây bắc - đông nam. Là phần kéo dài của cao nguyên Vân Quý và núi Ailao Shan (Trung Quốc) phía đông dãy Himalaya, dãy núi Hoàng Liên Sơn trong lãnh thổ Sa Pa có những đỉnh núi cao nhất Đông Dương

(Fanxipăng 3143,5m , Tả Giàng Phình 2.860 m, Hà Tào San 2.806 m, Kang Hồ Tao 2.837 m). Các đỉnh đều hình thành trên đá granit, cấu tạo nên những sống núi rõ, sắc sảo, sườn núi dốc đến rất dốc (trung bình 25°, cao nhất tới 80°), chia cắt sâu cao (trung bình 0,5 - 1,5 km, cao nhất 2,7 - 2,8 km). Trong lớp cảnh quan này, nhiều bề mặt san bằng cao 1.300 - 1.400 m (đọc thung lũng Mường Hoa), 1.500 - 1.800 m (Sa Pa, Sa Pả), 2.100 - 2.200 m (Hoàng Liên Sơn), địa hình đèo (đèo Hoàng Liên cao khoảng 1000 m).

Cán cân nhiệt ẩm trong lớp này phụ thuộc chặt chẽ vào tương tác giữa chế độ đại khí hậu với đại địa hình. Độ cao và hướng sườn của dãy Hoàng Liên Sơn đã tạo ra tác dụng chắn gió mùa cực đối, làm cho khí hậu Sa Pa có những đặc điểm riêng trong nét chung của phụ hệ:

- *Mùa đông ít lạnh hơn vùng núi thấp Đông Bắc do không khí cực đối bị biến tính (1 - 2°C);*

- *Sự giảm nhiệt độ theo độ cao đã tạo ra nhiệt độ rất thấp (Sa Pa cao 1570m có nhiệt độ 15,2°C, Hoàng Liên Sơn 2179 m đạt 12,8°C, khu vực đỉnh Fanxipăng cao trên 2800 m chỉ còn 8 - 10°C);*

- *Hầu như quanh năm duy trì tình trạng ẩm ướt, hình thành trung tâm mưa Hoàng Liên Sơn (>3500 mm/năm).*

Hệ thống thủy văn được bố trí theo quy luật chung của hệ thống núi cổ. Thung lũng Mường Hoa - Tả Van chạy theo hướng của đường chia nước và chia cắt khối núi Hoàng Liên Sơn thành những dải song song với đường chia nước, lớn nhất ở San Sả Hồ - Tả Van, Tả Giàng Phình - Bản Khoang và Nậm Cang - Bản Hồ (phía tây lãnh thổ), dãy Cam Thẳng (phía đông). Các thung lũng ngang chạy theo chiều dốc của sườn phát triển mạnh mẽ, lớn nhất là thung lũng Sáo Trung Hồ, Tả Trung Hồ nằm gần như vuông góc với thung lũng Mường Hoa. Độ dốc lớn làm tăng cường xâm thực sâu, biểu hiện rõ ràng nhất ở thung lũng



Mường Hoa sâu tới 500 - 600 m trong khi đường chia nước có những điểm cao 2700 - 2800 m. Sự dao động mạnh về độ cao tương đối tạo ra sự phân hóa về độ dốc: khu vực sườn phân thủy độ dốc rất lớn (45 - 50<sup>0</sup>), khu vực trung tâm có độ dốc nhỏ hơn (25 - 30<sup>0</sup>), xuống đến khu vực gần đường tụ thủy độ dốc rất lớn (>50<sup>0</sup>). Thung lũng vách đứng, tạo cho quá trình bóc mòn vật liệu rất mạnh mẽ chiếm ưu thế trong lớp cảnh quan này.

Hệ quả của phân hóa nền tảng sinh thái cảnh dẫn đến sự giao thoa của hệ thực vật bản địa á nhiệt đới khu hệ Việt Bắc - Hoa Nam với luồng Himalaya - Vân Quý mang các yếu tố ôn đới của khu vực Himalaya, chủ yếu các loài lá kim thuộc ngành Hạt trần (Gymnospermae) như pomu (*Fokienia hodginsii*), các loài cây rụng lá vào mùa đông thuộc họ Bạch dương (Betulaceae), họ Thích (Aceraceae), họ Đỗ quyên (Ericaceae), diễn ra vào thời kỳ lạnh đầu kỷ Đệ tứ. Hệ quả là hệ thực vật Sa Pa bao gồm nhiều yếu tố á nhiệt đới, ôn đới, rõ ràng nhất ở đai cao 1.700 - 2.400 m với một số họ đại diện Cau (Arecaceae), Chuối (Musaceae), Ráy (Araceae), Gừng (Zingiberaceae), Na (Annonaceae), Mua (Melastomataceae), Thầu dầu (Euphorbiaceae), Dâu tằm (Moraceae), Sim (Myrtaceae), Thích (Aceraceae), Đậu (Fagaceae), Mộc lan (Magnoliaceae), Hoa hồng (Rosaceae), Trao (Hamamelidaceae), Đỗ quyên (Ericaceae), Bạch dương (Betulaceae), Thông (Pinaceae). Sinh thái cảnh núi cao cho phép bảo tồn những yếu tố đặc hữu nguyên thủy thuộc họ Ô rô (Acanthaceae), Thích (Aceraceae), Nhân sâm (Araliaceae), Đỗ quyên (Ericaceae), Dẻ (Fagaceae), Mộc lan (Magnoliaceae), Lan (Orchidaceae), Chè (Theaceae), với khoảng 13% loài đặc hữu (Nguyễn Nghĩa Thìn, 1998).

Con người và dân tộc ở lớp cảnh quan này được đặc thù bởi sự đan xen của nhóm ngôn ngữ Tày - Thái (ngữ hệ Thái - Kadai) định cư ở đây hàng nghìn năm, với các nhóm ngôn ngữ H'mông - Dao (ngữ hệ

H'Mông - Dao) và Tạng - Miến (ngữ hệ Hán - Tạng) di cư từ vùng núi Vân Nam, Tây Tạng (Trung Quốc) sang cách đây khoảng 300 năm, nhóm Việt - Mường (ngữ hệ Nam Á) từ đồng bằng Bắc Bộ Việt Nam lên từ đầu thế kỷ 20. Hệ quả là sự đa dạng nhân văn cao của cộng đồng 6 dân tộc H'Mông, Dao, Giáy, Tày, Xá Phó và Kinh cùng chung sống với các phương thức khai thác trên đất dốc khác nhau và sự phân bố theo đai cao rất rõ ràng. Nhóm H'Mông, Dao và Giáy phân bố những vùng đất dốc cao nhất; nhóm Tày, Xá Phó cư trú ở khu vực đáy thung lũng thuận tiện canh tác lúa nước; nhóm người Kinh xây dựng bán bình nguyên Sa Pa - Sa Pả thành một thị trấn đô thị trung tâm phát triển nhất toàn huyện.

### *Phụ lớp cảnh quan*

Trong lớp cảnh quan núi, các phụ lớp cảnh quan huyện Sa Pa được đặc trưng bởi sự phân tầng rõ rệt theo đai cao, độ chia cắt sâu lớn và các quá trình địa lý tự nhiên ưu thế bào mòn - xâm thực, quyết định cường độ và xu hướng các quá trình trao đổi vật chất và năng lượng đặc thù riêng trong từng phụ lớp. Độ dốc lớn của sườn kết hợp với độ chênh cao lớn của lãnh thổ đã làm phân hóa nhanh thành 3 *phụ lớp cảnh quan*: *phụ lớp núi thấp*, *phụ lớp núi trung bình* và *phụ lớp núi cao*.

(P1) *Phụ lớp cảnh quan núi thấp (dưới 700m)*: khu vực Bản Hồ - Thanh Kim - Thanh Phú, khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa đặc trưng bởi nhiệt độ trung bình năm trên 20°C, lượng mưa dưới 2000 mm/năm. Điều kiện nhiệt đới ẩm làm cho các quá trình hóa lý và sinh học phát triển mạnh. Quá trình phá hủy khoáng nguyên sinh và thứ sinh làm hình thành đất có tầng dày lớn và cơ giới nặng do lẫn ít đá mẹ so với ở phụ lớp núi trung bình và phụ lớp núi cao. Phụ lớp này tương ứng với *đai đất feralit núi thấp điển hình*, tuy nhiên quá trình feralit đã có xu hướng giảm theo độ cao, tạo ra lớp vỏ thổ nhưỡng feralit vàng đỏ dày, ít đá lẫn, cơ giới

nặng, chua (pH khoảng 4), tỷ lệ  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3 = 2:4,5$ . Phụ lớp này tương đối ổn định với các quá trình xâm thực ngang, tích tụ aluvi và rửa trôi tích tụ deluvi. Thảm thực vật kín thường xanh cây lá rộng chiếm ưu thế các loài thực vật nhiệt đới thuộc họ Ráy (Araceae), họ Na (Annonaceae), họ Dâu tằm (Moraceae), họ Dung (Symplocaceae), nhưng hiện tại kiểu thực vật rừng nguyên sinh đã bị tàn phá hết, chỉ còn kiểu thảm thực vật sinh nhân tác. Địa hình tương đối bằng phẳng, khí hậu nóng ẩm về mùa hè, lạnh ẩm hoặc rét ẩm vào mùa đông là địa bàn cư trú ổn định từ hàng ngàn năm của cộng đồng dân tộc Nam Á (Tày và Xá Phó) với nền văn hóa lúa nước. Để thích nghi với điều kiện tự nhiên, nhóm dân tộc này đã đưa ruộng bậc thang vào canh tác nên có nền nông nghiệp lúa nước phát triển hơn so với các dân tộc ít người khác ở Sa Pa.

(P2) *Phụ lớp cảnh quan núi trung bình (700 - 1700m)*: phân bố ở khu vực trung tâm, kéo dài theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Khí hậu á nhiệt đới - gió mùa đại núi trung bình đặc trưng bởi các chỉ tiêu về tổng số giờ nắng trung bình đạt 1540 giờ, lượng mưa trung bình trên 2000 mm/năm, nhiệt độ trung bình năm là 15 - 20°C, thích hợp cho sự phát triển của các loài cây lá rộng thuộc khu hệ Việt Bắc - Hoa Nam đan xen với cây lá kim, tạo ra kiểu rừng kín thường xanh hỗn giao cây lá rộng lá kim. Trong điều kiện độ dốc trên 25° ưu thế, quá trình trượt đất phổ biến ở các sườn trọng lực chậm khu vực Trung Chải, quá trình xâm thực ngang và tích tụ deluvi xảy ra tương đối yếu. Đất mùn feralit trên núi trung bình hình thành ở phụ lớp này, đặc trưng bởi sự suy giảm của quá trình feralit, quá trình tích lũy mùn tăng cường, phẫu diện đất hình thành tầng thảm mục bán phân hủy (tầng A<sub>0</sub>); tỷ số C/N khoảng 9 - 10 ở tầng mặt, tầng sâu giảm xuống 7,5 - 8,5. Đây cũng là phụ lớp tập trung đầy đủ nhất các quá trình địa động lực ngoại sinh, xung yếu nhất, bất ổn định nhất với các quá trình trượt đất, đổ lở, xói ngầm - xâm thực, tích tụ proluvi và lũ bùn đá. Khí hậu mùa hè mát thích hợp với đặc điểm sinh thái tộc người của dân tộc H'mông, Dao, Giáy và cả người

Kinh định cư với các phương thức khai thác tài nguyên đa dạng trên đất dốc. Canh tác nương rẫy làm đất bị thoái hóa và thiếu đất canh tác là những nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng du canh trước đây.

(P3) *Phụ lớp cảnh quan núi cao (trên 1700m)*: bao trùm khu vực phía tây lãnh thổ trên dãy núi Hoàng Liên Sơn thuộc địa bàn xã Tả Giàng Phình, Bản Khoang, San Sả Hồ, Lao Chải, Tả Van, Bản Hồ và Nậm Cang, một phần phía đông thuộc dãy Cam Thẳng. Đổ lở và xâm thực sâu là các quá trình địa lý tự nhiên chủ đạo, trong đó lũ đá phát triển mạnh trên các sườn dốc lớn trên  $30^\circ$  tại Tả Giàng Phình và Tả Phìn. Khí hậu ôn đới đại núi cao biểu hiện ở nhiệt độ trung bình dưới  $15^\circ\text{C}$ , lạnh quanh năm, tương quan nhiệt ẩm là 7,6 (trạm Hoàng Liên Sơn). Quá trình feralit chấm dứt, thay vào đó là quá trình tích lũy mùn hình thành *đai đất mùn alit trên núi cao*, xuất hiện tầng hữu cơ thô chưa phân giải (tầng  $A_{00}$ ), tầng  $A_0$  có thể dày tới 10cm; tỷ số C/N tầng mặt khoảng 13, tầng sâu giảm xuống từ 9 - 10; tỷ số  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$  dưới tầng mùn  $>20$ . Đối với khu vực cao trên 2800 m, quá trình tích lũy mùn chiếm ưu thế hoàn toàn dẫn đến hình thành *đai đất mùn thô trên núi cao*; tỷ số  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$  trên mặt khoảng 10, xuống dưới tăng lên 14 - 22. Các loài thực vật lá kim thuộc khu hệ Himalaya - Vân Quý xuất hiện, đan xen với các loài cây lá rộng, hình thành kiểu rừng kín thường xanh hỗn giao cây lá rộng lá kim và kiểu rừng kín lùn cây lá rộng đỉnh núi thống trị. Khu vực cao từ 1700 - 2400m có sự đan xen của cả ba yếu tố hệ thực vật nhiệt đới, á nhiệt đới và ôn đới. Khu vực cao từ 2400 - 2800m gặp đại diện thực vật á nhiệt đới, tiêu biểu là Đỗ quyên (Ericaceae), Hồi (Illiciaceae), Sồi dẻ (Fagaceae), Hoa hồng (Rosaceae). Khu vực cao trên 2800m số lượng loài thực vật ít, chủ yếu các loài ôn đới: Trúc lùn (*Arundinaria* spp.), đại diện của họ Cói Cyperaceae (*Carex*), họ Đỗ quyên Ericaceae (*Vaccinium*), họ Hoa hồng Rosaceae (*Sorbus*). Một vài cộng đồng dân tộc H'Mông và Dao ở Tả Giàng Phình, Sa Pả cư trú trong phụ lớp này (khoảng 1800m), kết hợp với hoạt động khai thác lâm sản của nhiều cộng đồng dân tộc

H'Mông và Dao ở phụ lớp núi trung bình tương đối mạnh làm hình thành nhiều dạng cảnh quan rừng thứ sinh nhân tác. Cộng đồng người Kinh cũng đã phát triển những hệ canh tác nông lâm nghiệp quy mô lớn trên phụ lớp núi cao ở khu vực Ô Quy Hồ.

Dựa trên các kết quả phân tích, một bản đồ sinh thái cảnh quan huyện Sa Pa được thành lập với bản chú giải dạng ma trận sinh thái phát sinh. Các hàng và cột của chú giải thể hiện vị trí và vai trò phát sinh thảm thực vật của các nhân tố sinh thái cảnh (lập địa), bao gồm khí hậu cảnh (lập địa khí hậu), thổ nhưỡng cảnh (lập địa thổ nhưỡng) và tổ hợp địa hình - đá mẹ ưu thế. Giao giữa các nhân tố sinh thái cảnh là các kiểu và phụ kiểu thảm thực vật. Tập hợp các kiểu thảm thực vật theo chiều ngang chính là một hệ diễn thế sinh thái được hình thành trong một cảnh quan đặc trưng về môi trường phát sinh. Thể hiện được vai trò của đai cao và sự hiện diện của các nhóm dân tộc chính là nét đặc sắc nhất của hệ thống chú giải này. Các khối A, B và C thể hiện ba Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể miền núi, là sự kết hợp có tính hệ thống của các nhân tố sinh thái phát sinh - hệ sinh thái rừng tự nhiên - dân tộc. Sự sắp xếp từ cao xuống thấp của ba hệ thống này thể hiện đặc trưng phân hóa theo đai cao của các hệ thống tự nhiên - nhân sinh ở Hoàng Liên Sơn.



*Hình 16.3. Chú giải bản đồ sinh thái cảnh quan huyện Sa Pa (dạng ma trận phát sinh sinh thái)*

### ***b) Đa dạng nhân văn***

Cơ sở dữ liệu tổng hợp từ bản đồ sinh thái cảnh quan được thể hiện ở bảng chú giải ma trận, bao gồm các nhân tố sinh thái phát sinh (thổ nhưỡng cảnh và khí hậu cảnh), tác động đến sự hình thành nên 20 tiểu vùng sinh thái cảnh quan với 87 dạng cảnh quan trên 5 đai cao địa hình khác nhau. Sự phân hoá này đã chi phối sự phân bố các tộc người Kinh, Tày, Giáy, Dao, H'Mông và Xá Phó. Do đó, tạo ra các mô hình hệ kinh tế sinh thái hộ gia đình rất đa dạng và khác nhau trên các vị trí địa lý cụ thể của 20 tiểu vùng.

Huyện Sa Pa có 6 dân tộc cùng chung sống, trong đó người H'mông chiếm 54,9%, người Dao chiếm 25,5%, người Kinh chiếm 13,6%, người Tày chiếm 3%, người Giáy chiếm 1,6%, người Xá Phó chiếm 1,4%, thuộc 4 nhóm ngôn ngữ (Việt - Mường, H'mông - Dao, Tày - Thái, Tạng - Miến) và 4 ngữ hệ (Nam Á, H'mông - Dao, Thái - Kadai, Hán - Tạng). Sự đan xen giữa cộng đồng cư dân di trú và bản địa trong các tiểu vùng sinh thái cảnh quan tạo ra độ đa dạng cao về nhân văn. Mật độ dân số của Sa Pa năm 2004 là 63 người/km<sup>2</sup>, thuộc loại thấp của nước ta.

Dân cư huyện Sa Pa phân bố phân tán và không đồng đều theo hai khu vực có mật độ dân số rất khác biệt nhau. Trong đó, tiểu vùng sinh thái cảnh quan đô thị trung tâm thị trấn Sa Pa là điểm quần cư lớn nhất (6.200 người), mật độ dân số cao (223 người/km<sup>2</sup>), hầu hết là người Kinh. Các tiểu vùng sinh thái cảnh quan lân cận thị trấn, có mật độ dân số trung bình từ 78 - 120 người/km<sup>2</sup>. Các tiểu vùng thượng huyện (Tả Giàng Phình, Bản Khoang) và hạ huyện (Bản Hồ, Nậm Cang, Thanh Kim) có mật độ dân số thấp nhất, từ 16 - 53 người/km<sup>2</sup>.

Bảng 16.1. Đặc điểm đa dạng nhân văn trong cảnh quan huyện Sa Pa

Stt	Tiểu vùng sinh thái cảnh quan	Ngữ hệ	Nhóm ngôn ngữ	Dân tộc	Chỉ số đa dạng nhân văn	Xếp hạng độ đa dạng nhân văn
1	I1(HLS on)	-	-	-	0,00	Kém
2	I2(OQHo)	Nam Á	Việt-Mường	Kinh	1,00	Trung bình
3	I3(TGPhin)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông	1,00	Trung bình
4	I4(BHNCang)	-		-	0,00	Kém
5	II.1(Bkhoang)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông, Đao	1,99	Cao
6	II.2(Tphin)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông, Đao	1,98	Cao
7	II.3(Tchai)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông, Đao	1,99	Cao
8	III.1(Ttran)	Nam Á	Việt-Mường	Kinh	1,00	Trung bình
9	III.2(Suoiho)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông	1,00	Trung bình
10	III.3(Sapa)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông	1,00	Trung bình
11	III.4(Lchai)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông	1,00	Trung bình
12	IV.1(Ssaho)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông	1,00	Trung bình
13	IV.2(Tvan)	H'mông-Đao Thái-Kadai	H'mông-Đao Tày-Thái	H'mông, Đao Giáy	2,14	Cao
14	IV.3(Hthao)	H'mông-Đao Thái-Kadai	H'mông-Đao Tày-Thái	H'mông Tày	1,50	Tương đối cao
15	IV.4(Cthang)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông	1,00	Trung bình
16	V.1(Trungho)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	Đao	1,00	Trung bình
17	V.2(Ncang)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông, Đao	1,81	Cao
18	V.3(Sthau)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông, Đao	1,66	Cao
19	VI.1(Bho)	Nam Á Hán-Tạng	Tày-Thái Tạng-Miến	Tày Xá Phó	2,49	Rất cao
20	VII.1(Bphung)	H'mông-Đao	H'mông-Đao	H'mông, Đao	1,87	Cao



Sự phân bố của dân cư phản ánh rõ nét các điều kiện cư trú và sản xuất phù hợp điều kiện tự nhiên và sự phân bố kinh tế trên địa bàn huyện. Trải qua các quá trình lịch sử, cùng với việc mở rộng khai thác lãnh thổ đã có các luồng di cư diễn ra tạo ra sự đa dạng về dân tộc nhưng phân bố có quy luật theo đai cao.

Các tộc người cư trú ở phụ lớp núi thấp (dưới 700m) bao gồm:

- Người Tày chiếm 3% dân số huyện Sa Pa, là tộc người định cư tập trung từ hàng nghìn năm tại thung lũng ngòi Bo ở Bản Hồ, Thanh Kim và Thanh Phú.

- Người Xá Phó chiếm 1,4% dân số của huyện, cư trú ở khu vực chuyển tiếp giữa vùng núi thấp và núi trung bình ở hai bản Nậm Sang và Nậm Kén (xã Nậm Sài).

Như vậy, cư dân sống ở đai núi thấp bao gồm 2 dân tộc thuộc 2 nhóm ngôn ngữ Tày - Thái và Tạng - Miến. Địa bàn cư trú của các tộc người này là những vùng sản xuất cây lương thực quan trọng nhất của huyện.

Các tộc người cư trú ở phụ lớp núi trung bình và núi cao (trên 700m) bao gồm:

- Người H'Mông có dân số đông nhất huyện với hơn 23,3 nghìn người, cư trú rải rác ở các vùng cao trên 700m, nhưng phổ biến ở đai cao 800-1000m. Đây phần lớn có địa hình hiểm trở, giao thông khó khăn, điều kiện canh tác hạn chế nên bên cạnh nương canh tác cố định còn phổ biến các nương du canh.

- Người Dao với hơn 10,8 nghìn người, chiếm 25,5% dân số toàn huyện. Nhóm dân tộc này sống quần cư dạng phân tán. Tuy nhiên, ở

những nơi quần cư phân tán do thiếu đất làm nông nghiệp vẫn còn một bộ phận người Dao du canh.

- Người Giáy với 680 người, định cư tập trung ở bản Tả Van Giáy (xã Tả Van), với các nét văn hóa đặc trưng nên còn được gọi là người Giáy Sa Pa.

- Người Kinh có hơn 6.200 người, cư trú tập trung ở thị trấn Sa Pa.

Nhìn chung, các dân tộc thiểu số ở đai núi trung bình và cao có cuộc sống khó khăn hơn. Năm 2000 toàn huyện có khoảng 36% hộ đói nghèo, năm 2004 có 16,02%, trong đó tập trung cao ở khu vực Bản Khoang, Hầu Thào và Sứ Pán.

Sự đa dạng về nhân văn đồng nghĩa với tính đa dạng về tập quán sản xuất của các nhóm dân tộc Kinh, H'Mông, Dao, Tày, Xá Phó và Giáy, hình thành các cảnh quan văn hóa đặc thù (quần cư, nông, lâm nghiệp, du lịch). Kết quả phân tích tương quan cho thấy những sự khác biệt giữa các nhóm dân tộc: biến KINH tương quan chặt với các biến WSUH, WSUP, SONUM, TANUM và PIPE (hệ số tương quan  $R > 0,8$ ), cho thấy người Kinh (KINH) gắn liền với sự hình thành các cảnh quan đô thị có cơ sở hạ tầng thuận lợi (WSUH, WSUP, SONUM, TANUM, PIPE). Người H'mông (MONG) gắn liền với sự hình thành các cảnh quan nông nghiệp ruộng bậc thang (WARICEA, MIRICEA) và thảo quả (CARDA). Người Dao (DAO) gắn liền với cảnh quan nương rẫy (FIRICAE, CASSA) và ruộng bậc thang (WARICEA). Người Giáy gắn liền với cảnh quan lúa nước (WIRICEA) và nương rẫy (MIMAIZA) quy mô nhỏ. Người Tày (TAY), người Xá Phó (XAPHO) cư trú ở đai núi thấp, gắn liền với cảnh quan lúa nước (WIRICEA, WARICEA, MIRICEA), tuy nhiên trình độ sản xuất nông nghiệp của người Tày cao hơn hẳn so với người Xá Phó.

Bảng 16.2. Phân tích tương quan giữa các biến phát triển với biến dân tộc

Các biến kinh tế xã hội và nhân văn	Kinh (KINH)	Hmông (MONG)	Dao (DAO)	Tày (TAY)	Giáy (DAY)	Xá Phó (XAPHO)
<b>a) Hiện trạng cơ sở hạ tầng</b>						
1) Diện tích tưới (IRRA)						
2) Quy mô kênh mương (DITCH)						+
3) Số hộ được cấp nước sinh hoạt (WSUH)	++					
4) Số khẩu được cấp nước sinh hoạt (WSUP)	++					
5) Số nguồn cung cấp nước (SONUM)	++					+
6) Số bể nước (TANUM)	++					
7) Chiều dài ống (PIPE)	++	+				
<b>b) Hiện trạng dân số và lao động</b>						
8) Tổng số hộ (HOTO)	++		-			
9) Tổng số nhân khẩu (PETO)	++		--			
10) Số nhân khẩu nữ (WOTO)	++		--			
11) Tổng số lao động (LABTO)	++		--			
12) Tổng số lao động nữ (LABWTO)	++		--			
<b>c) Hiện trạng sản xuất nông nghiệp</b>						
13) Diện tích lúa đông xuân (WIRICEA)		--		++		+
14) Diện tích lúa nước (WARICEA)		+	+	+	+	-
15) Diện tích lúa lai (MIRICEA)		+	-	+		
16) Diện tích lúa nương (FIRICEA)			+			
17) Diện tích cây ngô lai (MIMAIZA)		-		+	+	
18) Diện tích cây sắn (CASSA)		--	+	++		
19) Diện tích cây thảo quả (CARDIA)		+	-	-		-

(Hệ số tương quan (R): ++ :  $R > 0,8$ ; + :  $0,6 < R \leq 0,8$ ; -- :  $R < -0,8$ ; - :  $-0,8 \leq R < -0,6$ )

## **16.4.2. Đa dạng cảnh quan và vấn đề sử dụng hợp lý tài nguyên, bảo vệ thiên nhiên khu vực phía Tây Hà Nội**

Phân tích đa dạng cảnh quan là một hướng nghiên cứu chú trọng tính tổng hợp và tính bất đồng nhất của cảnh quan - những yếu tố quy định hướng sử dụng cảnh quan cho nhiều mục đích khác nhau. Từ sau quá trình mở rộng ranh giới năm 2008, khu vực phía Tây của thành phố Hà Nội trở thành một trong những điểm nóng về kinh tế xã hội và môi trường do đô thị hóa và chuyển dịch cơ cấu sử dụng đất. Trong phần này, hướng phân tích đa dạng cảnh quan được đề cập cho một khu vực nghiên cứu điển hình bao gồm các huyện Ba Vì, Sơn Tây và Thạch Thất dựa trên đa dạng các nhân tố thành tạo cảnh quan và đa dạng các đơn vị phân loại cảnh quan.

### ***a) Đa dạng các nhân tố thành tạo cảnh quan***

Khu vực phía Tây thành phố Hà Nội được lựa chọn nghiên cứu bao gồm huyện Ba Vì (diện tích 424 km<sup>2</sup>, nằm ở cực Tây Bắc của thành phố Hà Nội), huyện Thạch Thất (diện tích 202,5 km<sup>2</sup>) và thị xã Sơn Tây (diện tích 113,5 km<sup>2</sup>). Mặc dù khu vực có diện tích không lớn, nhưng sự đa dạng cao của các nhân tố thành tạo cảnh quan đã tạo ra tính đa dạng cao về cảnh quan của lãnh thổ nghiên cứu:

- *Đa dạng về mẫu chất và địa hình*: thống kê trong lãnh thổ nghiên cứu có năm nhóm mẫu chất nguồn gốc khác nhau: đá macma bazơ và trung tính phân bố rộng rãi trên đỉnh núi Ba Vì, dễ bị phong hóa tạo nên lớp phủ thổ nhưỡng khá dày; đá cuội kết, cát kết, cát bột kết tuf, đá phiến đen, đá phiến sét than có nguồn gốc trầm tích, chiều dày khoảng 230 - 300 m, phân bố rộng rãi ở khu vực tây nam; đá vôi, đá vôi sét và sét vôi phân lớp dày dạng khối, phân bố hạn chế ở phía đông nam các xã Vân Hòa và Khánh Thượng (huyện Ba Vì); trầm tích phù sa cổ (sỏi,

cát, bột, sét) hình thành các bậc thềm sông, phân bố thành dạng dải liên tục ở huyện Ba Vì và Thạch Thất hoặc các thành tạo gián đoạn ở thị xã Sơn Tây; trầm tích phù sa hiện đại (cát bột sét màu xám nâu) hình thành nên các dải đồng bằng ven sông Hồng và sông Đà. Địa hình có xu thế thấp dần từ tây sang đông với sự đan xen giữa các dải đồi và núi thấp phía bắc và tây bắc, do sự nâng tân kiến tạo dạng vòm - khối tảng của khối núi Ba Vì và thấp trũng của đồng bằng phía Đông. Tính đa dạng cao của nền mẫu chất - địa hình được tạo bởi sự đan xen giữa nhiều kiểu và dạng địa hình đặc thù trên nền mẫu chất khác nhau: địa hình nguồn gốc bóc mòn được hình thành trên nền đá macma bazơ và trung tính, địa hình nguồn gốc bóc mòn xâm thực và địa hình karst trên đá trầm tích, địa hình thềm sông hình thành trên nền trầm tích phù sa cổ, địa hình bãi bồi hình thành trên trầm tích hiện đại.

- *Đa dạng về khí hậu - thủy văn*: nét đa dạng về khí hậu của khu vực được thể hiện ở đặc điểm phân hóa khí hậu theo đai cao và nhiều hiện tượng thời tiết đặc biệt. Tổng hợp số liệu dài năm của trạm Ba Vì và trạm Sơn Tây cho thấy: nhiệt độ trung bình năm (trừ vùng núi Ba Vì) là 23,1 - 23,3°C (trạm Sơn Tây), nhiệt độ trung bình thấp nhất 13,6°C; nhiệt độ tối thấp 4,6°C (trạm Sơn Tây) và 2,8°C (trạm Ba Vì); nhiệt độ tối cao 41°C (trạm Sơn Tây); độ ẩm tương đối trung bình 83 - 85%, cao nhất vào tháng III-IV (87 - 89%), thấp nhất vào tháng XI-XII (80 - 81%); hoạt động của gió mùa làm phân hoá mưa theo hai mùa rõ rệt: mùa mưa (tháng V-X) chiếm 85 - 90% tổng lượng mưa; mùa khô (tháng XI-IV) chỉ chiếm 10 - 15%. Các hiện tượng thời tiết đặc biệt thường xảy ra bao gồm gió phơn khô nóng, bão, dông, mưa đá, sương muối, sương mù, mưa phùn có xuất hiện nhưng với tần suất không lớn. Toàn bộ khu vực được phân thành ba đai cao khí hậu:

- Đại khí hậu đồng bằng mang những đặc trưng cơ bản của vùng đồng bằng châu thổ sông Hồng, nóng và ẩm, nhiệt độ trung bình năm 23,8°C, lượng mưa trung bình năm 1.700 - 1.800 mm;

- Đại khí hậu đồi và núi thấp, chịu ảnh hưởng của gió phơn khô nóng, nhiệt độ trung bình năm 23,5°C, lượng mưa trung bình năm 2.300 - 2.400 mm;

- Đại khí hậu núi trung bình, nhiệt độ trung bình giảm còn 16°C, nhiệt độ tối thấp xuống đến 0,2°C.

Hệ thống sông suối trong khu vực bao gồm hai con sông lớn nhất là sông Hồng và sông Đà bao quanh ranh giới phía bắc, tây bắc và phía đông. Các sông suối trong khu vực chủ yếu bắt nguồn từ thượng nguồn núi Ba Vì và núi Viên Nam, nhỏ, bồi tụ ít, uốn khúc cao. Ngoài ra, hệ thống thủy văn được làm đa dạng hóa bởi sự có mặt của các hệ thống hồ đa nguồn gốc, kênh, đập cung cấp nước cho sản xuất nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt.

- *Đa dạng về thổ nhưỡng*: toàn khu vực được phân định thành các nhóm và loại đất sau: (i) nhóm đất phù sa: được hình thành trên các trầm tích sông, phẫu diện đất thể hiện rõ đặc tính xếp lớp của vật liệu phù sa do sự bồi đắp bởi cấp hạt khác nhau. Các quá trình rửa trôi, tích tụ sét, sắt nhôm và quá trình phá huỷ khoáng sét để tạo ra tầng tích tụ nhìn chung xảy ra yếu; (ii) nhóm đất xám, bạc màu: hình thành trên phù sa cổ. Trong quá trình hình thành bị ảnh hưởng rất mạnh của quá trình rửa trôi (cả chiều sâu và bề mặt) nên đất thường có màu xám nhạt, thành phần cơ giới nhẹ, có tầng rửa trôi tương đối rõ. Trong điều kiện ngập nước do khai thác trồng lúa nước trong đất đã xuất hiện tầng glây; (iii) nhóm đất đỏ vàng: ở độ cao dưới 700 m với quá trình hình thành đất chủ đạo là quá trình feralit (phát sinh nên tầng đất màu đỏ vàng), xói mòn rửa trôi, chua hoá, hình thành và tích lũy mùn. Nhóm đất này gồm bốn loại là đất đỏ nâu trên đá macma bazơ và trung tính (Fk), đất

đỏ nâu trên đá vôi (Fv), đất đỏ vàng trên đá sét (Fs) và đất đỏ vàng biến đổi do trồng lúa nước (Fl). Trong khi, (iv) nhóm đất mùn vàng đỏ trên núi: chiếm diện tích khoảng 240 ha, phân bố ở độ cao trên 700 m, với quá trình hình thành chủ đạo là quá trình hình thành và tích lũy mùn, các quá trình feralit cũng như quá trình xói mòn rửa trôi xảy ra với cường độ yếu, chỉ có một loại đất mùn vàng đỏ trên đá macma bazơ và trung tính (Hk).

- *Đa dạng về thảm thực vật và các hoạt động sử dụng đất*: cấu trúc thảm thực vật khu vực thể hiện sự đan xen giữa các kiểu thảm thực vật nguyên sinh khí hậu và các phụ kiểu nhân tác. Toàn bộ diện tích thảm thực vật kín nguyên sinh được bảo tồn trong vùng lõi Vườn Quốc gia Ba Vì, gồm ba kiểu là kiểu rừng kín thường xanh mưa ẩm á nhiệt đới núi trung bình, kiểu rừng kín thường xanh hỗn hợp cây lá rộng và lá kim á nhiệt đới núi trung bình, rừng kín lá rộng thường xanh mưa ẩm nhiệt đới núi thấp. Các phụ kiểu thảm thực vật thứ sinh nhân tác phân bố rộng khắp trong khu vực, bao gồm rừng trồng (tập trung ở khu vực gò đồi, nhiều nhất ở các xã ven chân núi Ba Vì), thảm cây trồng dài ngày (cây ăn quả), thảm cây trồng ngắn ngày (lúa và các loại hoa màu ở khu vực đồng bằng).

Khu vực phía Tây Hà Nội có diện tích sử dụng đất nông nghiệp lớn nhất, trong đó huyện Ba Vì có 28.951,19 ha (chủ yếu là đất trồng cây lâu năm, đất rừng phòng hộ, đất rừng đặc dụng, đất rừng sản xuất), huyện Thạch Thất có 9.258,9 ha (chủ yếu đất rừng đặc dụng và đất rừng sản xuất), thấp nhất là thị xã Sơn Tây (5.007,41 ha, chủ yếu là đất trồng lúa và đất trồng rừng sản xuất). Kể từ sau thời điểm mở rộng thành phố Hà Nội vào năm 2008, diện tích đất sử dụng đất nông nghiệp có xu hướng giảm mạnh do chuyển sang mục đích sử dụng đất phi nông nghiệp, chủ yếu là đất ở, đất khu công nghiệp và đất giao thông.

## ***b) Đa dạng các đơn vị phân loại cảnh quan***

Khu vực nghiên cứu được xếp vào vùng đồng bằng châu thổ sông Hồng, tuy có diện tích không lớn (khoảng 740 km<sup>2</sup>) nhưng với vị trí rìa phía tây nam của đồng bằng châu thổ sông Hồng - nơi tiếp giáp với vùng núi Tây Bắc Bộ (lãnh thổ Hòa Bình) và vùng trung du Đông Bắc Bộ (lãnh thổ Phú Thọ), đã tạo nên các cảnh quan chuyển tiếp từ núi trung bình, núi thấp, đồi, đồng bằng cao và đồng bằng thấp. Tính chất đa dạng của các nhân tố thành tạo cảnh quan, bao gồm cả các nhân tố tự nhiên và các hoạt động sử dụng đất, khiến cho khu vực này có độ đa dạng cảnh quan cao hơn hẳn so với các khu vực còn lại của thành phố Hà Nội. Điều này được thể hiện qua đặc điểm phân hóa sâu sắc lãnh thổ với hai lớp, bốn phụ lớp, 11 hạng, 33 loại và 73 dạng cảnh quan.

*Lớp cảnh quan:* được chia thành hai lớp là lớp núi và lớp đồng bằng dựa trên căn cứ vào đặc điểm các khối địa hình lớn quy định tính đồng nhất của hai quá trình lớn trong chu trình vật chất quá trình bóc mòn và quá trình tích tụ.

*Phụ lớp cảnh quan:* căn cứ vào sự phân tầng bên trong của lớp, lớp núi được phân chia thành phụ lớp núi trung bình và phụ lớp núi thấp; lớp đồng bằng được chia thành phụ lớp đồng bằng cao và phụ lớp đồng bằng thấp.

*Hạng cảnh quan, loại cảnh quan và dạng cảnh quan:* khu vực phân hóa thành 11 hạng cảnh quan dựa trên các kiểu địa hình phát sinh với các động lực hiện tại.

*Phụ lớp núi trung bình (P1):* phát hiện ở khu vực phía tây bắc, có độ cao tuyệt đối từ 700 m trở lên, đỉnh Ba Vì cao nhất là 1.281m, chỉ gồm một hạng cảnh quan:

- *Hạng cảnh quan sườn bóc mòn trọng lực trên đá bazan:* địa hình núi trung bình, độ dốc lớn (>25°), quá trình bóc mòn do trọng lực chiếm ưu



thế. Do mục tiêu bảo tồn đa dạng sinh học, hạng cảnh quan này chỉ bao gồm một loại và một dạng cảnh quan duy nhất (ký hiệu số 1 trên bản đồ cảnh quan) là rừng tự nhiên kín trên đất mùn vàng đỏ trên núi, và được bảo tồn nguyên trạng.

**Phụ lớp núi thấp (P2):** mang tính chất chuyển tiếp từ phụ lớp núi trung bình xuống khu vực đồng bằng, tập trung ở phía Tây lãnh thổ, gồm năm hạng cảnh quan:

- *Hạng cảnh quan sườn bóc mòn xâm thực trên đá macma bazơ và trung tính:* là tập hợp của các sườn bóc mòn xâm thực nằm ở độ cao dưới 700 m. Hạng cảnh quan này do nằm trong vùng lõi Vườn Quốc gia Ba Vì nên được chú trọng bảo vệ, gồm hai loại cảnh quan: (i) loại cảnh quan rừng tự nhiên kín trên đất Fk, tầng đất khá dày, độ phì cao. Do nằm trong phạm vi Vườn Quốc gia Ba Vì và rìa của xã Minh Quang nên lớp phủ rừng tự nhiên kín vẫn được duy trì tốt. Loại này chiếm diện tích 2.021,6 ha, gồm dạng cảnh quan số (2) có độ dốc 15 - 20° và dạng cảnh quan số (4) có độ dốc 20 - 25°; (ii) loại cảnh quan đất xây dựng trên đất Fk: nhằm tận dụng lợi thế của Vườn Quốc gia Ba Vì, hệ thống các điểm du lịch như đền Thượng, khu du lịch hồ Suối Hai... đã kết nối và hình thành các tuyến tham quan nghỉ dưỡng đan xen với khung cảnh của rừng tự nhiên của nơi đây. Dạng cảnh quan (3) là sự bố trí có hiệu quả của các điểm du lịch sinh thái - tâm linh tạo điều kiện giảm thiểu hoạt động phá rừng và nâng cao ý thức bảo vệ rừng.

- *Hạng cảnh quan sườn rĩa trôi bề mặt tích tụ deluvial trên đá phiến sét và đá cát kết:* độ dốc dưới 15°, phát triển trên đất Fs, ưu thế quá trình bóc mòn xâm thực, được sử dụng cho phát triển nông - lâm nghiệp, gồm các loại và dạng cảnh quan sau: (i) loại cảnh quan rừng tự nhiên kín trên đất Fs, tầng đất dày trên 100 cm với độ dốc cấp I hình thành dạng cảnh quan số (5) ở phía tây xã Yên Trung. Loại cảnh quan này nằm bao quanh bởi rừng trồng và rừng tự nhiên nên phát triển khá tốt; (ii) loại

cảnh quan rừng trồng trên đất Fs, phân bố tại các xã Yên Bình, Yên Trung và Tiến Xuân của huyện Ba Vì, các dạng cảnh quan số (6), (10), (14) và (17) chủ yếu là rừng trồng sản xuất trên các dải đồi có độ dốc 3 - 15°, cơ giới thịt trung bình; (iii) loại cảnh quan trồng cỏ cây bụi trên đất Fs, gồm các dạng cảnh quan số (18), (23) phân bố chủ yếu tại các đồi thấp độ dốc 8 - 15° của xã Xuân Sơn và Vân Hòa; (iv) loại cảnh quan cây lâu năm trên đất Fs, gồm các dạng cảnh quan số (7) với độ dốc từ 3 - 8° và dạng cảnh quan (19) ở độ dốc từ 8 - 15° thuộc các xã Tiến Xuân và Cẩm Lĩnh, huyện Ba Vì; (v) loại cảnh quan đất xây dựng trên đất Fs, gồm các dạng cảnh quan số (8), (11), (15), (20) có độ dốc dao động từ 3 - 15° và tầng dày từ 50 - 100 cm, phân bố chủ yếu tại các xã Yên Bình, Yên Trung, Ba Vì, Minh Quang, huyện Ba Vì; (vi) loại cảnh quan đất trồng màu trên đất Fs, gồm các dạng cảnh quan số (9), (12), (16) và (21) nằm đan xen với các loại cảnh quan đất xây dựng trên địa bàn các xã Yên Bình, Yên Trung, Ba Vì, Minh Quang, huyện Ba Vì; (vii) loại cảnh quan đất trồng lúa trên đất Fl: một số ít bề mặt san bằng tích tụ từ quá trình rửa trôi bề mặt (dạng cảnh quan số 13, 22) tại xã Minh Quang được người dân cải tạo và trồng lúa.

- *Hạng cảnh quan sườn rửa trôi bề mặt trên đá phiến sét và đá cát kết:* hình thành do quá trình rửa trôi bề mặt trên đất Fs độ dốc 8 - 15°, cơ giới thịt trung bình, bao gồm các loại và dạng cảnh quan sau: (i) loại cảnh quan rừng tự nhiên kín trên đất Fs: gồm duy nhất dạng cảnh quan số (24), quá trình rửa trôi bề mặt chiếm ưu thế, phân bố tại sườn đông dãy núi Ba Vì; (ii) loại cảnh quan rừng trồng trên đất Fs: gồm các dạng cảnh quan (25), (26) và (30) tập trung tại các xã Yên Bài, Tiến Xuân và Minh Quang; (iii) loại cảnh quan trồng cỏ cây bụi trên đất Fs: phân bố tại khu vực phía nam xã Yên Bài, huyện Ba Vì với duy nhất một dạng cảnh quan 31; (iv) loại cảnh quan đất xây dựng trên đất Fs: gồm dạng cảnh quan số (27) trên địa phận các xã Yên Bài và Minh Quang, huyện Ba Vì; (v) loại cảnh quan đất trồng màu trên đất Fs: gồm dạng cảnh quan số

(28) và (32) thuộc các xã Yên Trung, Khánh Thượng và Minh Quang, huyện Ba Vì; (vi) loại cảnh quan đất trồng lúa trên đất Fl: gồm dạng cảnh quan số (29) chiếm diện tích nhỏ thuộc xã Minh Quang.

- *Hạng cảnh quan sườn xâm thực bóc mòn trên đá phiến sét và đá cát kết*: nằm trên nền đá phiến sét với phần diện đất Fs có độ dốc >20°, cơ giới thịt trung bình. Hạng này bao gồm các loại và dạng cảnh quan sau: (i) loại cảnh quan rừng tự nhiên kín trên đất Fs: gồm dạng cảnh quan số (34) và (37) trên địa bàn xã Yên Bài và Yên Bình của huyện Ba Vì; (ii) loại cảnh quan rừng trồng trên đất Fs: gồm dạng cảnh quan số (33) và (35) phân bố chủ yếu tại các xã Tiến Xuân, Khánh Thượng và Yên Bình, huyện Ba Vì; (iii) loại cảnh quan trảng cỏ cây bụi trên đất Fs, gồm dạng cảnh quan số (36) phân bố trên các dải núi thấp tại các xã Yên Trung, Yên Bình và Tiến Xuân.

- *Hạng cảnh quan sườn trọng lực trên đá vôi, vôi sét và sét vôi*: chỉ bao gồm duy nhất một loại và một dạng cảnh quan (số 38) phân bố trên địa phận xã Yên Trung của huyện Ba Vì.

**Phụ lớp đồng bằng cao (P3)**: tập trung ở phần trung tâm của lãnh thổ, gồm hai hạng cảnh quan.

- *Hạng cảnh quan thềm sông bậc hai trên trầm tích phù sa cổ*: do được hình thành chủ yếu trên phù sa cổ, chịu ảnh hưởng mạnh từ quá trình rửa trôi nên đất B/Bg có màu xám nhạt, thành phần cơ giới nhẹ, tầng rửa trôi tương đối rõ. Một số nơi ngập nước hình thành nên tầng glây. Hạng này gồm các loại và dạng cảnh quan sau: (i) loại cảnh quan rừng trồng trên đất B: gồm dạng cảnh quan số (39) tại các đồi thấp của xã Tiên Phong; (ii) loại cảnh quan đất xây dựng trên đất B: gồm dạng cảnh quan số (40) trên địa bàn các xã Xuân Sơn, Tiên Phong và Thụy An; (iii) loại cảnh quan đất trồng màu trên đất B: gồm dạng cảnh quan số (41) trên địa bàn các xã Xuân Sơn, Tiên Phong và Thụy An; (iv) loại cảnh

quan đất lúa trên đất Fl: gồm dạng cảnh quan số (42) trên địa bàn các xã Xuân Sơn, Tiên Phong và Thụy An.

- *Hạng cảnh quan thêm sông bậc một trên trầm tích phù sa cổ*: được hình thành từ quá trình chủ đạo là quá trình feralit; ngoài ra còn có các quá trình xói mòn rửa trôi, quá trình hình thành, tích lũy mùn. Hạng cảnh quan này có độ dốc thấp (0 - 8°). Ngoài ra, quá trình biến đổi đất đỏ vàng biến đổi do trồng lúa (Fl) cũng được hình thành do canh tác nông nghiệp. Hạng này gồm các loại và dạng cảnh quan sau: (i) loại cảnh quan rừng trồng trên đất Fp: các dạng cảnh quan số (43), (47), (52), (56), (57) tại các xã Cẩm Lĩnh, Phú Sơn và xung quanh hồ Suối Hai của huyện Ba Vì. Ngoài ra, một số đồi thấp của phường Sơn Động, thị xã Sơn Tây cũng được tận dụng trồng rừng sản xuất; (ii) loại cảnh quan trảng cỏ cây bụi trên đất Fp: dạng cảnh quan số (48) và (58) phân bố tại Kim Sơn, Sơn Tây; (iii) loại cảnh quan cây lâu năm trên đất Fp: dạng cảnh quan số (44), (49) và (53) tại các xã Cẩm Lĩnh, Ba Trại của huyện Ba Vì; (iv) loại cảnh quan đất xây dựng trên đất Fp: dạng cảnh quan số (45), (50), (54) và (59) tại các xã Minh Quang (Ba Vì), Thạch Hòa và Tân Xã (Thạch Thất); (v) loại cảnh quan đất trồng màu trên đất Fp: dạng cảnh quan số (46), (51), (55) và (60) tại các xã Đồng Trúc, Bình Yên (Thạch Thất), Đường Lâm (Sơn Tây); (vi) loại cảnh quan đất trồng lúa trên đất Fl: dạng cảnh quan số (61) phân bố tại các xã Tân Lĩnh (Ba Vì), Xuân Sơn (Sơn Tây).

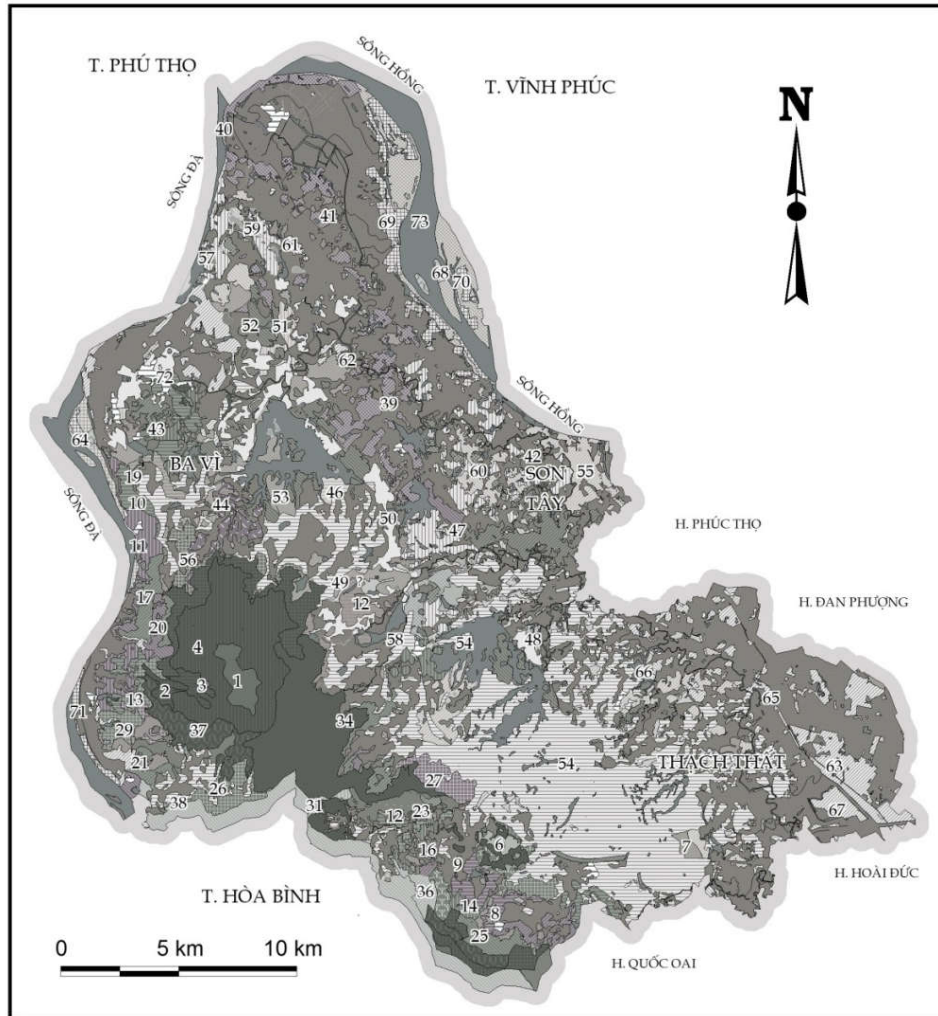
***Phụ lớp đồng bằng thấp (P4)***: tập trung ở phần phía Đông, tương đối bằng phẳng, các hoạt động sử dụng đất phức tạp tạo nên đa dạng cảnh quan cao, gồm ba hạng cảnh quan.

- *Hạng cảnh quan bãi bồi trong đê trên trầm tích hiện đại*: gồm các loại và dạng cảnh quan sau: (i) loại cảnh quan rừng trồng trên đất phù sa trong đê: dạng cảnh quan số (62) tập trung tại các vạt rừng nhỏ thừa thớt của Tây Đằng, Vật Lại của huyện Ba Vì; (ii) loại cảnh quan xây dựng trên

đất phù sa trong đê: dạng cảnh quan số (63), (66) phân bố tại các xã Sơn Đà, Minh Quang (Ba Vì) và Phú Kim, Đại Đồng (Thạch Thất); (iii) loại cảnh quan trồng màu trên đất phù sa trong đê: dạng cảnh quan số (64) trải dọc theo sông Hồng trên địa bàn xã Tản Hồng, Chu Minh, Phú Châu, Phú Cường; (iv) loại cảnh quan đất trồng lúa đất phù sa trong đê: dạng cảnh quan số (65), (67) tại xã Quang Minh, Sơn Đà và Tòng Bạt (Ba Vì), Việt Sơn, Đường Lâm (Sơn Tây), Đồng Trúc (Thạch Thất).

- *Hạng cảnh quan bãi bồi ngoài đê trên cát, bột kết xám nâu*: phân bố ở ngoài đê sông Hồng và sông Đà, địa hình trũng thấp làm hình thành nên loại đất phù sa trung tính ít chua (Pbe), gồm các loại và dạng cảnh quan sau: (i) loại cảnh quan trảng cỏ cây bụi trên đất phù sa ngoài đê: dạng cảnh quan số (68) là các dải bãi bồi mới hình thành và ngập nước thường xuyên của xã Phú Cường, Minh Châu, huyện Ba Vì; (ii) loại cảnh quan xây dựng trên đất phù sa ngoài đê: dạng cảnh quan số (69) có diện tích lớn ven sông Hồng thuộc các xã Tản Hồng, Phú Cường, Châu Sơn, Châu Minh, Đông Quang, huyện Ba Vì; (iii) loại cảnh quan trồng màu trên đất phù sa ngoài đê: dạng cảnh quan số (70) phân bố chủ yếu tại xã Châu Sơn, Phú Cường và Minh Châu, huyện Ba Vì; (iv) loại cảnh quan trồng lúa trên đất phù sa ngoài đê: dạng cảnh quan số (71) phân bố hạn chế tại xã Minh Quang, huyện Ba Vì.

- *Hạng cảnh quan thủy vực, sông suối và hồ móng ngựa*: hình thành từ các quá trình biến đổi dòng chảy của hệ thống sông Hồng nên khu vực hình thành nên các hồ và thủy hệ với mật độ cao. Hạng cảnh quan được chia thành hai loại và hai dạng chính: dạng cảnh quan mặt nước nuôi trồng thủy sản trong các hồ móng ngựa (số 72) của xã Tòng Bạt, Cổ Đô, huyện Ba Vì. Các hồ còn lại thường là mặt nước chuyên dùng được xếp vào dạng cảnh quan số (73).



Hình 16.4. Bản đồ cảnh quan khu vực phía Tây thành phố Hà Nội  
(trong đó: 1...73 chỉ số hiệu các dạng cảnh quan)

### c) Giá trị các độ đo đa dạng cảnh quan

Trong kết quả tính toán giá trị các độ đo cảnh quan chỉ ra:

- Các độ đo độ phong phú: giá trị PR chỉ thị tổng số dạng cảnh quan trong các lãnh thổ cụ thể: huyện Ba Vi có giá trị cao nhất (chiếm 63/73 dạng cảnh quan có mặt trên toàn vùng), cao hơn hẳn so với Thạch Thất

(37) và Sơn Tây (30). Giá trị PRD chỉ thị ảnh hưởng của quy mô không gian đối với độ phong phú về dạng cảnh quan: trên cùng một đơn vị diện tích, giá trị PRD của huyện Ba Vì đạt thấp nhất (0,1522), thị xã Sơn Tây đạt cao nhất (0,2539).

- *Các độ đo độ đa dạng*: giá trị SHDI biểu thị mức độ đa dạng về biến đổi bên trong của cảnh quan: huyện Ba Vì có giá trị cao nhất (3,2514), so với giá trị của toàn vùng (3,2348), huyện Thạch Thất (2,683) và thị xã Sơn Tây (2,4582). Xu thế tương tự được thể hiện ở giá trị của SIDI và MSIDI.

- *Các độ đo độ đều*: giá trị SHEI, SIEI và MSIEI cùng xác định đặc điểm phân bố diện tích của các dạng cảnh quan. Các chỉ số này biểu thị mức độ đa dạng lớn nhất của các cảnh quan tương ứng với mật độ giàu mảnh rời rạc cho trước. Thị xã Sơn Tây có các chỉ số ở mức thấp nhất SHEI - SIEI - MSIEI lần lượt là 0,7158 - 0,9005 - 0,6174. Huyện Ba Vì có giá trị cao nhất (0,7818 - 0,9494 - 0,6558), hơn hẳn giá trị tính trên toàn vùng (0,7516 - 0,9410 - 0,6123). Giá trị phân bố đều về diện tích giữa các dạng cảnh quan phản ánh độ đa dạng cao về cảnh quan.

*Bảng 16.3. Giá trị các độ đo cảnh quan thể hiện đặc điểm đa dạng cảnh quan của khu vực phía Tây thành phố Hà Nội*

Stt	Độ đo cảnh quan	Toàn khu vực	Huyện Ba Vì	Huyện Thạch Thất	Thị xã Sơn Tây
1	Độ giàu mảnh rời rạc	73	63	37	30
2	Mật độ độ giàu mảnh rời rạc	0,1022	0,1522	0,2003	0,2539
3	Chỉ số đa dạng Shannon-Weaver	3,2348	3,2514	2,6830	2,4582
4	Chỉ số đa dạng Simpson	0,9283	0,9346	0,8942	0,8714
5	Chỉ số đa dạng Simpson biến đổi	2,6352	2,7272	2,2458	2,0511
6	Chỉ số đều Shannon-Weaver	0,7516	0,7818	0,7376	0,7158
7	Chỉ số đều Simpson	0,9410	0,9494	0,9183	0,9005
8	Chỉ số đều Simpson biến đổi	0,6123	0,6558	0,6174	0,6174

Các kết quả phân tích chỉ ra rằng, độ đa dạng cảnh quan của huyện Ba Vì là cao nhất, đóng góp quan trọng vào giá trị đa dạng cảnh quan cao của toàn khu vực phía Tây thành phố Hà Nội. Tuy nhiên, nếu tính tới diện tích lãnh thổ, trong trường hợp cùng xét trên một diện tích cơ sở thì thị xã Sơn Tây lại có độ đa dạng cao hơn so với huyện Thạch Thất và huyện Ba Vì.

Như vậy, khu vực phía Tây Hà Nội có độ đa dạng cảnh quan cao dựa trên đặc điểm các nhân tố thành tạo cảnh quan (nhân tố tự nhiên và hoạt động sử dụng đất), được quy định bởi sự kết hợp giữa vị trí giao thoa của vùng núi Tây Bắc Bộ, vùng trung du Đông Bắc Bộ và vùng đồng bằng châu thổ sông Hồng. Xu thế mở rộng các cảnh quan xây dựng và thu hẹp của các cảnh quan bán tự nhiên và cảnh quan nông nghiệp một mặt làm giảm tính đa dạng trong sử dụng lãnh thổ, mặt khác làm nảy sinh nhiều tác động tiêu cực tới kinh tế xã hội và môi trường của khu vực. Trong khu vực nghiên cứu, khu vực núi cao và trung bình Ba Vì có độ đa dạng cảnh quan tự nhiên cao, trong khi khu vực gò đồi và đồng bằng phía đông Sơn Tây và Thạch Thất có độ đa dạng cảnh quan nhân sinh cao hơn do đây là địa bàn hiện diễn ra các hoạt động chuyển đổi mục đích sử dụng đất sôi động.

### **16.4.3. Đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học khu vực có núi đá vôi tỉnh Ninh Bình**

Trong nghiên cứu này, mô hình đa dạng cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam được vận dụng trong phân tích đặc điểm đa dạng về cấu trúc của các cảnh quan karst nhiệt đới thuộc tỉnh Ninh Bình. Các nhân tố thành tạo cảnh quan (tạo thành cấu trúc đứng của cảnh quan) có sự đa dạng, thể hiện qua nhân tố vô sinh (đá mẹ, vỏ phong hóa, thổ nhưỡng, điều kiện khí hậu, thủy văn) và nhân tố hữu sinh (kiểu thảm thực vật nguyên sinh, phụ kiểu thứ sinh và nông quần hợp). Sự đa dạng



các hợp phần thành tạo cảnh quan là tiền đề cho sự đa dạng các đơn vị phân loại cảnh quan (được nghiên cứu thông qua phân tích cấu trúc ngang của cảnh quan), quy định đặc điểm đa dạng sinh học của khu vực núi đá vôi Ninh Bình. Các đơn vị phân kiểu cấp loại và hình thái thể hiện động lực hình thành đa dạng cảnh quan thông qua diễn thế sinh thái được nghiên cứu cụ thể tại tiểu vùng karst Tam Điệp.

### ***a) Đa dạng các nhân tố thành tạo cảnh quan***

Khu vực núi đá vôi tỉnh Ninh Bình thuộc lãnh thổ các huyện Nho Quan, Gia Viễn, Yên Mô, Hoa Lư, thị xã Tam Điệp và thành phố Ninh Bình. Nằm trong miền karst Tây Bắc, cảnh quan karst tỉnh Ninh Bình phân hóa khá đa dạng và điển hình với cảnh quan cụm đỉnh - lũng karst (khu vực Tam Điệp) và cảnh quan karst sót (khu vực ven rìa đồng bằng Ninh Bình). Trong khu vực, thành tạo phổ biến nhất là địa hình karst trên đá vôi thuộc hệ tầng Đồng Giao tuổi Triat giữa ( $T_2dg$ ), hiện nay tồn tại dưới dạng các dãy khá đồ sộ với quá trình karst đang tiếp diễn mạnh mẽ, ít phổ biến các dạng địa hình karst sót. Khí hậu có sự phân hóa địa phương theo hai tiểu vùng khí hậu: tiểu vùng khí hậu núi đá vôi và vùng đồi thuộc Bắc Gia Viễn và tiểu vùng khí hậu miền núi Cúc Phương - Nho Quan và phía Tây Nam Tam Điệp. Hệ thống sông có mật độ trung bình ( $0,58 \text{ km/km}^2$ ) với sông chính là sông Đáy và sông Hoàng Long. Thổ nhưỡng gồm sáu nhóm đất: đất phù sa, đất glây, đất than bùn, đất đen, đất xám và đất xói mòn trơ sỏi đá. Khu vực này cũng là nơi có diện tích lớn rừng kín thường xanh mưa ẩm nhiệt đới được bảo tồn trong các khu rừng đặc dụng (Vườn Quốc gia Cúc Phương, Khu bảo tồn Thiên nhiên đất ngập nước Vân Long và khu rừng văn hóa - lịch sử Hoa Lư).

### ***b) Đa dạng các đơn vị phân loại cảnh quan***

Trên cơ sở tham khảo và phân tích tính ưu việt của nhiều hệ thống phân loại cảnh quan, một hệ thống phân loại kết hợp giữa phân vùng và phân kiểu được đưa ra để làm rõ được tính đa dạng cảnh quan khu vực núi đá vôi tỉnh Ninh Bình. Trong đơn vị phân vùng cơ sở là tiểu vùng sinh thái cảnh quan, ranh giới các đơn vị phân kiểu được xác định theo các cấp phân vị là hạng cảnh quan, loại cảnh quan, dạng cảnh quan:

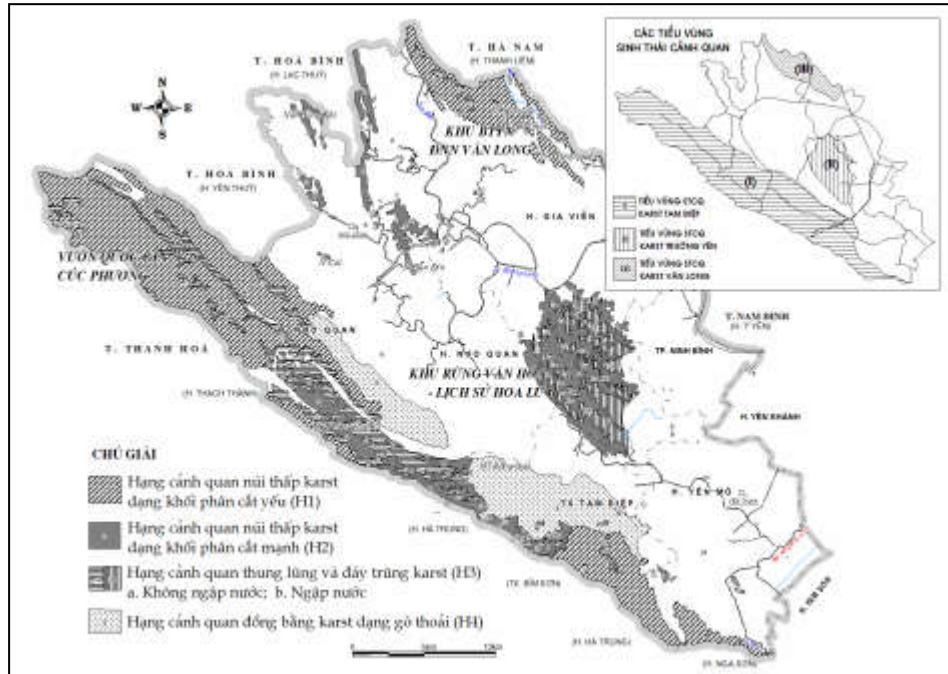
- *Tiểu vùng sinh thái cảnh quan*: đặc trưng bởi sự toàn vẹn lãnh thổ, đồng nhất về phát sinh, cấu trúc, chức năng và động lực phát triển, khá đồng nhất về chế độ nhiệt - ẩm, đặc trưng tuần hoàn vật chất - năng lượng cũng như sự đồng nhất trong khai thác sử dụng lãnh thổ.

- *Hạng cảnh quan*: đặc trưng bởi các kiểu địa hình phát sinh với động lực hiện tại.

- *Loại cảnh quan*: đặc trưng bởi mối quan hệ tương hỗ giữa các nhóm quần xã thực vật và loại đất trong chu trình sinh học nhỏ, quyết định mối cân bằng vật chất của cảnh quan qua điều kiện khí hậu, thổ nhưỡng, cộng với tác động của hoạt động nhân sinh.

- *Dạng cảnh quan*: đơn vị hình thái cảnh quan, đặc trưng một xu thế, cường độ chuyển hóa vật chất thông qua tính chất các dạng địa hình và các biến chủng đất.

Theo hệ thống phân loại nêu trên, bản đồ sinh thái cảnh quan khu vực nghiên cứu được xây dựng với chú giải dạng ma trận sinh thái phát sinh. Sơ đồ ba tiểu vùng sinh thái cảnh quan và bốn hạng cảnh quan ở khu vực núi đá vôi tỉnh Ninh Bình được trình bày trong phần nghiên cứu này.



Hình 16.5. Sơ đồ các hạng cảnh quan và tiểu vùng sinh thái cảnh quan khu vực núi đá vôi tỉnh Ninh Bình

### Tiểu vùng sinh thái cảnh quan karst Tam Điệp

Tiểu vùng karst này nằm dọc địa giới Ninh Bình - Thanh Hoá, thuộc khu vực Nho Quan, Tam Điệp, đặc trưng bởi sự phong phú của các địa hình đá vôi độc đáo với nhiều kiểu loại, từ karst dạng vòm, nón, tháp đến karst nửa phủ, karst kín, các hang động karst, thung karst, phế karst,... Sự phân hóa địa hình tương đối phức tạp theo hướng đông bắc - tây nam làm tăng hiệu ứng phơn, nhiệt độ tối cao trên 40°C. Mùa lạnh các trị số tối thấp dưới 5°C (ở Cúc Phương đã quan trắc thấy nhiệt độ tối thấp xuống dưới 0°C), số ngày lạnh tới 60 ngày, số ngày đông trong mùa hè tới 110 ngày. Tiểu vùng này có trị số lượng mưa cao nhất (1.800 - 2.000 mm/năm), mùa mưa xuất hiện sớm và kéo dài 7

tháng (từ tháng IV cho tới tháng X), độ ẩm tương đối trong mùa mưa thấp hơn khu vực khác 2 - 3%.

Tiểu vùng này gồm bốn hạng cảnh quan karst:

- *Hạng cảnh quan núi thấp karst dạng khối phân cắt yếu (H1)*: địa hình karst dạng khối có tính nguyên vẹn cao, hiểm trở, ít bị chia cắt và bóc mòn (theo cơ chế bóc mòn hóa học - hòa tan) là một rào cản cho sự giao lưu thực vật của Ninh Bình và các khu vực xung quanh tạo nên tính điển hình của cảnh quan. Đặc điểm thổ nhưỡng, thảm thực vật tạo nên tính phân hóa của hạng cảnh quan này (bốn loại với bảy dạng cảnh quan):

*Loại cảnh quan rừng kín trên đất feralit*: diện tích 2.886 ha, gồm 1 dạng cảnh quan hình thành trên sườn đổ lở hoà tan đá vôi với kiểu rừng kín có một cấu trúc của thảm thực vật nguyên sinh trên núi đá vôi khá hoàn chỉnh. Do hệ thống khe nứt phát triển, các sản phẩm phong hóa bị rửa trôi mạnh, tầng đất mỏng và luôn khô, quá trình hình thành đất không hoàn chỉnh. Thảm thực vật có cấu trúc thấp, độ che phủ không cao với ưu thế các loài chịu khô hạn.

*Loại cảnh quan trảng cây bụi trên đất feralit*, gồm 2 dạng cảnh quan được hình thành trên bề mặt đỉnh và sườn karst phân cắt yếu, tầng đất mỏng (dưới 50 cm) và tầng đất dày trung bình (50 - 100 cm), diện tích 888,2 ha. Thảm thực vật cây bụi nguồn gốc thứ sinh nhân tác có cấu trúc hai tầng; không có loài đặc hữu hay loài quý hiếm; hiện tại được bảo vệ tốt và định hướng sẽ tiếp tục đưa vào khoanh nuôi, phục hồi trở lại trạng thái cao đỉnh.

*Loại cảnh quan trảng cỏ trên đất feralit*, gồm 2 dạng cảnh quan trảng cỏ nguồn gốc thứ sinh sau canh tác trên đất feralit có độ dốc lớn, đá lẫn nhiều, ưu thế các loài chịu hạn là hoa ngũ sắc (*Lantana camara*), trinh nữ

(*Mimosa pudica*), chè vè (*Miscanthus japonicus*), gai tầm xoọng (*Severinia monophylla*), thảo kén đực (*Helicteres angustifolia*).

*Loại cảnh quan rừng trồng trên đất feralit, gồm 2 dạng cảnh quan hình thành trên bề mặt sườn và đỉnh karst phân cắt yếu, tầng đất mỏng (dưới 50 cm) và tầng đất dày trung bình (50 - 100 cm), ưu thế các cây trồng thông hai lá (*Pinus merkusii*), bạch đàn (*Eucalyptus* spp.).*

- **Hạng cảnh quan núi thấp karst dạng khối phân cắt mạnh (H2):** phân bố rải rác ở các xã Đức Long, Gia Tường, Kỳ Phú, Phú Long (huyện Nho Quan), Quang Sơn, Nam Sơn (thị xã Tam Điệp). Khác với hạng cảnh quan H1, hạng cảnh quan H2 đã bị chia cắt thành những đỉnh riêng biệt và có dạng mềm mại hơn, phân hóa thành hai loại và hai dạng cảnh quan là: loại cảnh quan rừng thứ sinh trên đất feralit, gồm một dạng cảnh quan phân bố trên đỉnh và sườn karst phân cắt mạnh; loại cảnh quan trảng cây bụi thứ sinh kín gồm một dạng cảnh quan trên đỉnh và sườn karst phân cắt mạnh, tầng đất dày trung bình (50 - 100 cm).

- **Hạng cảnh quan thung lũng và đáy trũng karst tích tụ hỗn hợp aluvi - deluvi - proluvi, không ngập nước (H3a):** phân bố ở độ cao lớn, hướng tây bắc - đông nam, chiều dài khoảng 40 km. Bề mặt thung lũng tương đối thoải (0 - 8°), quá trình tích tụ aluvi, deluvi và proluvi ưu thế, thành phần cát bột màu nâu xám, trên bề mặt đôi khi gặp các hố hút nước. Khác với hạng cảnh quan núi thấp karst có các dạng cảnh quan sườn, đỉnh karst chỉ phát triển rừng kín cây lá rộng thường xanh và trảng cây bụi. Hạng cảnh quan này bao gồm các dạng cảnh quan thung lũng karst có rừng kín cây lá rộng thường xanh nhiều tầng, độ che phủ lớn.

Hạng cảnh quan này phân hóa thành hai loại và sáu dạng cảnh quan. Điển hình nhất là loại cảnh quan rừng nguyên sinh trên đất dốc tụ sản phẩm đá vôi trong thung lũng karst ở vùng lõi Vườn Quốc gia

Cúc Phương, diện tích 788,1 ha. Kiểu thảm thực vật đặc trưng của loại cảnh quan này là rừng có độ che phủ kín, cấu trúc năm tầng, ưu thế các loài cây lá rộng thường xanh, thích ứng với mùa lạnh dài như cà lồ (*Caryodaphnopsis tonkinensis*), gội núi (*Aglaia gigantea*), vàng anh (*Sacara dives*), dung (*Symplocos cochinchinensis*), dẻ Ấn Độ (*Castanopsis indica*), đinh hương (*Dysoxylum cauliflorum*), lát hoa (*Chukrasia tabularis*), sấu (*Dracontomelum duperreanum*)... Tuy nhiên, một mùa khô ngắn rõ nét cũng tạo điều kiện cho các loài cây gỗ lớn rụng lá mùa khô thuộc khu hệ thực vật khô nóng Ấn - Miến tham gia vào tầng ưu thế sinh thái như chò xanh (*Terminalia myriocarpa*), sâng (*Pometia pinnata*), chò nhai, chò đái (*Carya sinensis*)... Nhiệt không thuận lợi cho sự phát triển của các cây họ Dầu. Ngoài chò chỉ (*Parashorea chinensis*) tham gia ở tầng vượt tán, chỉ có hai loài sao và một loài tấu nước tham gia vào cấu trúc rừng. Trong khi đó, loại cảnh quan trảng cây bụi phát triển trên đất dốc tụ đá vôi trong các thung lũng karst, nguồn gốc thứ sinh, hình thành từ việc khai thác các kiểu rừng nguyên sinh, cấu trúc đơn giản, thành phần loài phức tạp, khó tìm thấy sự ưu thế của một nhóm loài.

- **Hạng cảnh quan đồng bằng karst dạng gò thoải (H4):** nằm trên độ cao tuyệt đối từ 50 - 120 m, hướng tây bắc - đông nam, bề mặt khá bằng phẳng, phủ bởi terrarosa. Lớp tàn tích này cũng có bề dày giảm dần về phía đông nam, trên bề mặt lộ ra rất nhiều caru tàn, thể hiện quá trình hòa tan rửa lữa do nước tự nhiên đã bị suy yếu hoặc đã ngừng lại. Hạng cảnh quan này được con người khai thác từ lâu đời với nhiều hình thức, cường độ khác nhau, làm hình thành các cảnh quan thứ sinh nhân tác. Trong hạng cảnh quan có 15 dạng thuộc năm loại cảnh quan trảng cỏ thứ sinh, rừng trồng, quần xã cây trồng dài ngày, lúa nước và quần xã cây trồng trong khu dân cư trên đất feralit, độ dốc 8 - 15°, tầng dày 50 - 100 cm, phân bố ở các khu vực Đồng Quận, Kỳ Phú.

Trong tiểu vùng karst Tam Điệp, diễn thế sinh thái cũng là một động lực quan trọng tạo ra độ đa dạng cảnh quan cao. Nghiên cứu diễn thế sinh thái phục hồi rừng sau nương rẫy trên hạng cảnh quan thung lũng và đáy trũng karst trong Vườn Quốc gia Cúc Phương cho thấy rừng ở các ô tiêu chuẩn định vị đang chuyển từ trạng thái II (A, B) về trạng thái IV. Các cảnh quan này chuyển từ trạng thái rừng IC (trảng cỏ hoặc cây bụi đã có cây gỗ tái sinh mọc rải rác) sang trạng thái rừng IIA (rừng phục hồi còn non) và IIB (rừng phục hồi đã lớn). Trong loạt diễn thế sinh thái, kèm theo sự biến đổi trạng thái của lớp phủ thực vật là sự biến đổi của đất và vi khí hậu. Dung trọng đất có chiều hướng giảm, độ xốp tăng lên. Cấp hạt thô, phần tử cát vật lý ( $>0,02$  mm) giảm rõ rệt. Các phần tử mịn hơn (sét vật lý  $<0,02$  mm và sét keo  $<0,002$  mm) tăng lên đáng kể. Hiện tượng rửa trôi phần tử sét keo ( $0,002$  mm) xuất hiện ở phía dưới. Đất có xu hướng chua thêm, bazơ trao đổi giảm, chất hữu cơ giảm ở tầng mặt, nhưng tích lũy ở tầng dưới kế cận, N tổng số tăng lên còn lân và kali tổng số giảm có thể do rửa trôi.

### *Tiểu vùng sinh thái cảnh quan karst Trường Yên*

Tiểu vùng được giới hạn về phía đông bởi sông Chanh, phía bắc là sông Hoàng Long, phía tây - tây nam là sông Bến Đàng. Địa hình khối karst sót, kiểu cấu trúc karst trọc điển hình, diện tích khoảng 65.000 ha. Do những đứt gãy hướng tây bắc - đông nam, đông bắc - tây nam hoạt động tạo nên những dãy núi chạy dài liên tục theo hướng chung của đới kiến tạo, đồng thời gây nên sụt lún, tách giãn tạo điều kiện cho quá trình karst hoá mạnh mẽ. Nét đặc trưng của tiểu vùng này là rất phổ biến dạng địa hình carst, trong lòng các khối đá vôi có rất nhiều hang động nằm ngang, lòng hẹp, trần có dạng vòm. Sự phân hóa địa hình làm tăng tác dụng của hiệu ứng phơn, trung bình một năm có 10 - 15 ngày xảy ra gió tây khô nóng. Đông cũng xuất hiện nhiều (110 ngày/năm), tập trung nhiều vào tháng VIII. Tổng số ngày lạnh trong

năm tới 60 ngày, xuất hiện sương muối. Mưa trung bình 1.700 - 1.900 mm/năm. Ảnh hưởng của bão gây gió mạnh và mưa lớn ở tiểu vùng này.

Tiểu vùng này gồm hai hạng cảnh quan karst:

- *Hạng cảnh quan núi thấp karst dạng khối phân cắt mạnh (H2)*: sườn có độ dốc lớn (50 - 70°), bề mặt phổ biến địa hình carx. Điều kiện sinh thái khắc nghiệt, cộng thêm tác động của con người đã làm diện tích thảm thực vật tự nhiên dần bị thu hẹp, khó có khả năng phục hồi nếu khai thác kiệt. Hạng cảnh quan này gồm ba loại và năm dạng cảnh quan: Loại cảnh quan cây bụi kín trên đất feralit, gồm một dạng cảnh quan phân bố rải rác trên đỉnh và sườn karst phân cắt mạnh; loại cảnh quan trảng cỏ thứ sinh gồm hai dạng cảnh quan trên đỉnh và sườn karst phân cắt mạnh, tầng đất dày trung bình (50 - 100 cm); loại cảnh quan rừng trồng gồm hai dạng cảnh quan trên đất feralit tầng mỏng (<50 cm) đến trung bình (50 - 100 cm).

- *Hạng cảnh quan thung lũng và đáy trũng karst tích tụ hỗn hợp aluvi - deluvi, bị ngập nước (H3b)*: là các thung lũng kéo dài bị ngập nước quanh năm, phân bố ở mực độ cao tuyệt đối 4 - 5 m, nền đáy của các thung lũng này chủ yếu là bùn sét. Do thường xuyên ngập nước, nên hạng cảnh quan này chỉ gồm một dạng cảnh quan cây trồng nông nghiệp, chủ yếu là trồng lúa vụ chiêm. Hiện nay, hạng cảnh quan này còn được sử dụng cho mục đích du lịch ở Tam Cốc - Bích Động.

### *Tiểu vùng sinh thái cảnh quan karst Vân Long*

Tiểu vùng này nằm ở phía đông bắc huyện Gia Viễn, phía nam được giới hạn bởi con đê Đầm Cút, độ cao dưới 300 m. Địa hình núi đá vôi kéo dài theo hướng tây bắc - đông nam có vai trò chắn gió Đông Bắc tạo cho lượng mưa tăng cao so với các tiểu vùng khác. Tính trung bình hằng năm tổng lượng mưa đạt 1900 - 2000 mm, số ngày mưa phùn



nhều (>40 ngày), số ngày lạnh tới 60 ngày. Mưa đá kèm theo dông tố là hiện tượng hay xảy ra. Bão khi qua tiểu vùng này vẫn còn khá mạnh, tốc độ gió cực đại >30 m/s.

Tiểu vùng này gồm hai hạng cảnh quan karst:

- **Hạng cảnh quan núi thấp karst dạng khối phân cắt yếu (H1):** địa hình karst bị chia cắt mạnh, phân bố ở hai mực độ cao tuyệt đối khác nhau, có những đặc trưng về hình thái của các dạng vi địa hình tương tự. Hạng này gồm ba loại cảnh quan và sáu dạng cảnh quan:

*Loại cảnh quan rừng kín trên đất feralit, diện tích khoảng 400 ha, gồm một dạng cảnh quan rừng phục hồi trên các đỉnh karst chia cắt mạnh. Do được khoanh nuôi bảo tồn nên rừng được tái sinh phục hồi khá nhanh, ưu thế các loài cây gỗ ưa sáng như sanh (*Ficus benjamina*), chân chim (*Vitex parviflora*), trường vải (*Nephelium meliferum*), dẻ gai (*Castanopsis indica*)...*

*Loại cảnh quan trảng cây bụi thứ sinh trên đất feralit, có diện tích trên 900 ha, gồm hai dạng cảnh quan trảng cây bụi trên bề mặt đỉnh và sườn karst chia cắt yếu, tầng đất mỏng (dưới 50 cm); thảm thực vật ưu thế gồm các loài cây chịu hạn là cò ke (*Grewia paniculata*), găng gai (*Randia dumetorum*), ruối (*Streblus asper*), mạy tèo (*Dimerocapus brenieri*), ô rô núi (*Toxotrophil macrophyta*).*

*Loại cảnh quan trảng cỏ thứ sinh trên đất feralit có nguồn gốc thứ sinh nhân tác sau nương rẫy (diện tích khoảng 300 ha), gồm ba dạng cảnh quan phân hóa theo tổ hợp đất - thực vật trên bề mặt địa hình đỉnh và sườn karst chia cắt yếu; tầng đất mỏng, thảm thực vật ưu thế có cỏ lào (*Eupatorium odoratum*), cỏ tranh (*Imperata cylindrica*), cỏ lau (*Saccharum arundinaceum*), chèo vè (*Miscanthus japonicus*).*

- **Hạng cảnh quan thung lũng và đáy trũng karst tích tụ hỗn hợp aluvi - deluvi, không ngập nước (H3a):** hạng cảnh quan bao gồm các hố

và phẫu karst (dưới 10 ha), khá sâu, không ngập nước, phân bố rải rác, phân hóa thành hai loại và hai dạng cảnh quan: loại cảnh quan rừng trồng ưu thế bạch đàn trắng (*Eucalytus camaldulensis*), keo tai tượng (*Acacia mangium*); loại cảnh quan cây trồng nông nghiệp trên đất dốc tụ sản phẩm đá vôi, tầng đất dày, toi xốp, kết cấu viên, phẫu diện đồng nhất.

### *c) Quan hệ giữa đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học*

Cùng với phân tích cảnh quan theo hệ thống phân loại cảnh quan, đặc điểm đa dạng cảnh quan có thể được xác định định lượng thông qua tính toán các độ đo cảnh quan. Một số chỉ số định lượng cho phép xác định độ đa dạng alpha ( $\alpha$ -diversity) về kiểu loại cảnh quan, độ đa dạng beta ( $\beta$ -diversity) về hình thái cảnh quan.

Tính đa dạng cảnh quan ở khu vực núi đá vôi tỉnh Ninh Bình chi phối đặc điểm phân bố của các quần xã thực vật tự nhiên và quy định tính đa dạng sinh học cao, điển hình ở khu vực này. Mặc dù lãnh thổ diện tích không lớn (433 km<sup>2</sup>), thảm thực vật bị khai thác từ lâu đời, nhưng do độ đa dạng cảnh quan cao và một số khu vực được đưa vào quy hoạch bảo tồn nghiêm ngặt nên hệ thực vật còn tương đối đa dạng và mang tính đặc sắc. Xét thành phần loài, rừng ở khu vực được xếp vào kiểu phụ miền thân thuộc khu hệ thực vật cổ á nhiệt đới Độ tam bản địa Việt Bắc - Hoa Nam.

Phân tích mối quan hệ giữa đặc điểm đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học ở khu vực núi đá vôi tỉnh Ninh Bình cho thấy:

*Bảng 16.4. Đặc điểm đa dạng cảnh quan và đa dạng sinh học ở khu vực núi đá vôi tỉnh Ninh Bình*

Stt	Tiểu	Đặc điểm đa dạng cảnh quan	Đặc	Khu
-----	------	----------------------------	-----	-----

	vùng sinh thái cảnh quan	Đa dạng các cấp phân vị cảnh quan	Chi số đa dạng cảnh quan		điểm đa dạng sinh học	vực quy hoạch bảo tồn
			SDI	MSI		
1	Tiểu vùng sinh thái cảnh quan karst Tam Điệp	Bốn hạng (H1, H2, H3a, H4), 13 loại và 30 dạng cảnh quan karst. Trong đó: - H1 gồm bốn loại và bảy dạng cảnh quan - H2 gồm hai loại và hai dạng cảnh quan - H3a gồm hai loại và sáu dạng cảnh quan - H4 gồm năm loại và 15 dạng cảnh quan	3,24	2,19	1.944 loài thực vật bậc cao thuộc 912 chi, 219 họ.	Vườn Quốc gia Cúc Phương
2	Tiểu vùng sinh thái cảnh quan karst Trường Yên	Hai hạng (H2, H3b), bốn loại và sáu dạng cảnh quan karst. Trong đó: - H2 gồm ba loại và năm dạng cảnh quan - H3b gồm một loại và một dạng cảnh quan	2,18	1,99	577 loài thực vật bậc cao	Khu rừng văn hóa - lịch sử Hoa Lư
3	Tiểu vùng sinh thái cảnh quan karst Vân Long	Hai hạng (H1, H3a), năm loại và tám dạng cảnh quan karst. Trong đó: - H1 gồm ba loại cảnh quan với sáu dạng cảnh quan: - H3a gồm hai loại và hai dạng cảnh quan	1,97	4,78	457 loài thực vật bậc cao có mạch thuộc 327 chi, 127 họ	Khu Bảo tồn thiên nhiên Đất ngập nước Vân Long

*Tiểu vùng sinh thái cảnh quan karst Tam Điệp*: kết quả tính chỉ số đa dạng Shannon-Weaver cho thấy đây là tiểu vùng có độ đa dạng cảnh quan cao nhất (SDI = 3,24). Điều này được thể hiện ở sự phân hóa đa

dạng trong các cấp phân vị cảnh quan, gồm bốn hạng, 13 loại và 30 dạng cảnh quan. Giá trị MSI tương đối cao (2,19) cho thấy có sự tăng tính đa dạng về hình thái cảnh quan do các hoạt động phát triển, được thể hiện rõ nhất ở khu vực Đồng Giao thuộc phía nam tiểu vùng. Điều tra hệ thực vật Vườn Quốc gia Cúc Phương có 1.944 loài thực vật bậc cao thuộc 912 chi, 219 họ, 118 loài quý hiếm, chiếm 17% số loài, 36% số chi, 58% số họ của hệ thực vật Việt Nam (Phùng Ngọc Lan và cộng sự, 2006). Ngoài ra, còn có vài trăm loài cây trồng bản địa hay được du nhập vào khu vực. Có thể nói tiểu vùng này có hệ thực vật phong phú và được điều tra chi tiết nhất ở Việt Nam.

*Tiểu vùng sinh thái cảnh quan karst Trường Yên:* giá trị chỉ số đa dạng Shannon-Weaver tương đối cao (SDI = 2,18), trong khi đó, giá trị MSI thấp nhất (1,99), tính đa dạng cảnh quan trong các cấp phân vị được thể hiện ở sự phân hóa thành hai hạng, bốn loại và sáu dạng cảnh quan. Trong tiểu vùng này, điều tra đa dạng sinh học ở Khu rừng văn hóa - lịch sử Hoa Lư cho thấy có 577 loài thực vật bậc cao (Birdlife, 2001).

*Tiểu vùng cảnh quan đất ngập nước Vân Long:* độ đa dạng về kiểu loại cảnh quan thấp nhất (SDI = 1,97), độ đa dạng về hình thái cảnh quan đạt cao nhất trong khu vực nghiên cứu (MSI = 4,78). Tính đa dạng cảnh quan trong các cấp phân vị được thể hiện ở sự phân hóa thành hai hạng, năm loại và tám dạng cảnh quan. Điều tra đa dạng sinh học cho thấy tiểu vùng này có 457 loài thực vật bậc cao thuộc 327 chi, 127 họ, trong đó có 39 loài thực vật thủy sinh (Vũ Trung Tạng, 2003).

Như vậy, nằm trong hệ cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam, cấu trúc sinh thái cảnh quan khu vực núi đá vôi tỉnh Ninh Bình được đặc thù bởi sự phân hóa cảnh quan đa dạng theo ba tiểu vùng sinh thái cảnh quan (bao gồm bốn hạng, 22 loại và 44 dạng cảnh quan). Mức độ đa dạng cảnh quan cao là một trong những nguyên nhân chính chi phối đặc điểm đa dạng sinh học cao và điển hình ở khu vực này. Phân tích

các chỉ số định lượng cho thấy, tiểu vùng karst Tam Điệp có độ đa dạng cảnh quan cao nhất trong lãnh thổ nghiên cứu và cũng được đánh giá là một trong những khu vực có đa dạng sinh học cao nhất Việt Nam.

Các kết quả nghiên cứu cho thấy, mô hình đa dạng cảnh quan nhiệt đới gió mùa được xây dựng dựa trên tiếp cận sinh thái học phù hợp với thực tiễn nghiên cứu các cảnh quan nhiệt đới gió mùa ở Việt Nam. Ngoài ý nghĩa về mặt lý luận, mô hình có thể được ứng dụng trong đánh giá cảnh quan, phân tích diễn thế sinh thái, phân tích đa dạng cảnh quan ở các cấp lãnh thổ của nước ta. Mô hình này được xây dựng theo nguyên lý của một mô hình khái niệm và mang tính tổng quát cao. Mô hình có thể sử dụng nhằm xây dựng nhiều mô hình định lượng về các mối quan hệ phát sinh sinh thái trong cảnh quan.

## PHẦN KẾT LUẬN

### **Tổng kết xu thế phát triển sinh thái cảnh quan trên thế giới và Việt Nam**

*Thực trạng và xu hướng phát triển của sinh thái cảnh quan trên thế giới*

Lịch sử phát triển của sinh thái cảnh quan cho thấy hai đặc trưng phát triển chính của khoa học này: (i) sinh thái cảnh quan là một bộ môn khoa học tổng hợp và liên ngành, yêu cầu sự tham gia của các nhà khoa học trong nhiều lĩnh vực như địa lý học, sinh thái học, quy hoạch sử dụng đất, kiến trúc cảnh quan, các nhà khoa học xã hội nhân văn và kinh tế; (ii) sinh thái cảnh quan là một lĩnh vực có phạm vi nghiên cứu rộng, với ưu thế về cách tiếp cận không gian, hiện nay đang hướng tới giải quyết các vấn đề biến đổi môi trường toàn cầu mà con người đang đối mặt. Về bản chất, có thể quan niệm đây là *một ngành khoa học hoàn chỉnh kết nối giữa địa lý và sinh thái học*.

Hiện nay, nhiều nguyên lý của sinh thái cảnh quan đã được xây dựng, trong đó sự hình thành, xây dựng và hoàn thiện những nguyên lý riêng của sinh thái cảnh quan - phân biệt rõ ràng với các nguyên lý cổ điển của sinh thái học và địa lý học, đã tạo cho ngành khoa học này ứng dụng đồng thời ba hệ thống nguyên lý trong lý luận và ứng dụng. Các nguyên lý sinh thái học phản ánh mối quan hệ giữa sinh vật với môi trường. Các nguyên lý địa lý học phản ánh tính quy luật và tính hệ thống trong cấu trúc không gian của lãnh thổ. Các nguyên lý sinh thái cảnh quan phản ánh mối quan hệ giữa cấu trúc cảnh quan và các quá trình hệ sinh thái trong cảnh quan, được xây dựng dựa trên các khái niệm cơ bản về mảnh, hành lang, tính phân mảnh, độ kết nối, độ đa

dạng cảnh quan,... Điều này cho phép phát triển các mô hình phân tích không gian để nghiên cứu các cảnh quan phức tạp. Thừa kế những kỹ thuật phân tích không gian đã được phát triển trong địa lý, nắm bắt nhanh chóng và ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS là những thành tựu đáng chú ý nhất trong tiến trình phát triển của sinh thái cảnh quan, cho phép giải các bài toán mô hình hóa về quan hệ giữa cấu trúc cảnh quan và các quá trình sinh thái - một nội dung quan trọng nhất trong khái niệm về sinh thái cảnh quan. Một thành tựu quan trọng thứ hai là xây dựng hoàn chỉnh mô hình Hệ Sinh thái Nhân văn Tổng thể (THE), trong đó coi cảnh quan văn hóa, con người và các vấn đề môi trường quy mô toàn cầu, khu vực và địa phương mà con người đang đối mặt là một nội dung nghiên cứu quan trọng. Điều này tạo điều kiện cho các nhà sinh thái cảnh quan nghiên cứu các vấn đề nhân văn và phát triển bền vững mà không chỉ giới hạn bởi các nội dung nghiên cứu thuần túy tự nhiên của cảnh quan học và sinh thái học cổ điển.

Sinh thái cảnh quan phát triển trong 25 năm, cũng là khoảng thời gian mà cảnh quan và xã hội loài người biến đổi rất nhiều. Sự biến đổi cảnh quan không thể đảo ngược ngày càng nhanh chóng, đồng thời tích hợp với sự biến đổi của xã hội và môi trường. Những mô hình mới của giao thông, cách thức di chuyển mới của con người, quá trình đô thị hóa và toàn cầu hóa đưa đến những thách thức trong nghiên cứu, quy hoạch và quản lý cảnh quan. Các vấn đề và các câu hỏi nổi bật mới rất khác nhau ở các quy mô khác nhau, từ quy mô toàn cầu, quy mô vùng đến quy mô địa phương. Điều này dẫn tới hai chiều hướng nghiên cứu khác biệt giữa trường phái Tây Âu và trường phái Bắc Mỹ:

- Tại châu Âu, sự suy giảm nhanh chóng của đa dạng cảnh quan ở các vùng khác nhau được coi là một mối đe dọa quan trọng đối lục địa châu Âu. Hội nghị Cảnh quan châu Âu được Hội đồng châu Âu tổ chức vào năm 2000 đề ra các chính sách quản lý cảnh quan ở hầu hết các quốc

gia châu Âu. Ngoài ra, thực trạng này còn đặt ra yêu cầu về nghiên cứu các chỉ thị về biến đổi sử dụng đất và đặc tính cảnh quan phục vụ quản lý. Hệ quả, cảnh quan ở châu Âu được xem xét theo nhiều khía cạnh khác nhau, ví dụ khảo cổ học, kiến trúc cảnh quan, quy hoạch cảnh quan, các khoa học nhân văn - không phải thuộc những ngành khoa học nghiên cứu cảnh quan truyền thống. Tại châu Âu, các nhà sinh thái cảnh quan chỉ là một nhóm nhỏ trong tất cả các nhà nghiên cứu và quản lý cảnh quan, và do đó, tiếng nói của họ chưa thực sự nổi bật trong nhóm nghiên cứu này. Với thực trạng mật độ dân số châu Âu ngày càng đông đúc, hiện nay mối quan tâm hàng đầu của sinh thái cảnh quan châu Âu là nghiên cứu các cảnh quan văn hóa. Đối với các cảnh quan truyền thống, vấn đề chủ đạo là nghiên cứu sự thoái hóa sinh thái học và các giá trị di sản của cảnh quan. Hiện nay, các vấn đề đang nghiên cứu là áp dụng tư tưởng phát triển bền vững trong quy hoạch cảnh quan. Tuy nhiên, ở châu Âu, các khái niệm liên quan tới cảnh quan thường không thống nhất, đặc biệt là giữa các nhà khoa học Đông Âu với các nhà khoa học Tây và Trung Âu.

- Tại Bắc Mỹ, các nhà sinh thái cảnh quan chú trọng tới các cảnh quan rừng và cảnh quan tự nhiên, trong đó chú trọng tới mối tương tác giữa cấu trúc không gian và các xáo động gây biến đổi cảnh quan. Hiện nay, chỉ có duy nhất một vấn đề được nghiên cứu mở rộng hơn là quá trình phát triển/bành trướng đô thị trong biến đổi cảnh quan. Sự liên hệ với các nghiên cứu tai biến và đánh giá tác động tương đối rõ ràng, và ứng dụng các độ đo cảnh quan là công cụ phổ biến trong giám sát và mô phỏng biến đổi cảnh quan. Các khái niệm liên quan tới cảnh quan được định nghĩa rõ ràng và thống nhất, đồng thời các phương pháp nghiên cứu đều dựa trên cơ sở lý luận chặt chẽ. Cách tiếp cận này được phổ biến trên toàn thế giới, đặc biệt trong các lĩnh vực quản lý, bảo tồn và phục hồi rừng.



- Tại các khu vực khác, đặc biệt là châu Á, hiện đang xảy ra quá trình đô thị hóa và công nghiệp hóa mạnh mẽ, đồng thời thường xảy ra nhiều tai biến thiên nhiên, sinh thái cảnh quan hiện đang trở thành một ngành khoa học phát triển mạnh mẽ và thành công trong nghiên cứu theo định hướng giải quyết các vấn đề này.

Các công trình công bố trên Tạp chí Sinh thái cảnh quan có vai trò định hướng quan trọng đối với sự phát triển của sinh thái cảnh quan trên toàn thế giới. Năm 1987, Golley lần đầu tiên đặt ra câu hỏi về những nguyên nhân gây trở ngại đối với sự phát triển của sinh thái cảnh quan - một điều gần tương tự đối với cảnh quan học và sinh thái học cổ điển, mặc dù phát triển mạnh mẽ trong quá khứ nhưng hiện đang bế tắc về đối tượng nghiên cứu trong tự nhiên. Năm 1991, Navel đề xuất luận điểm cho rằng con người với các cảnh quan văn hóa của mình chính là đối tượng nghiên cứu quan trọng của sinh thái cảnh quan, và do đó, các nghiên cứu sinh thái cảnh quan cần hướng tới những vấn đề phát triển bền vững của thiên niên kỷ. Năm 1992, Wiens đã phân tích cụ thể bản chất và nội dung nghiên cứu của sinh thái cảnh quan, trong đó nhấn mạnh tới nhược điểm của cách tiếp cận thuần túy mô tả đặc trưng hạn chế sự phát triển của sinh thái cảnh quan trong quá khứ và gây khó khăn cho các nhà sinh thái cảnh quan trong liên kết với các vấn đề lý luận, và đặc biệt là các vấn đề ứng dụng. Năm 1997, Hobbs cho rằng sinh thái cảnh quan phải tiếp tục phát triển mạnh hướng mô hình không gian và mô phỏng dựa trên những lý luận cơ sở, mà hiện nay những ứng dụng của sinh thái cảnh quan chưa tương xứng với lý luận. Năm 2001, Antrop đã tổng kết đối tượng nghiên cứu của sinh thái cảnh quan là các cảnh quan chưa chịu tác động phức tạp và mạnh mẽ của con người. Sinh thái cảnh quan quan tâm tới đặc điểm sử dụng đất và biến đổi sử dụng đất, nhưng ít quan tâm tới các vấn đề xã hội - nội dung được các nhà quy hoạch rất chú trọng quan tâm. Các ứng

dụng thực tiễn của sinh thái cảnh quan trong quy hoạch cảnh quan và ra chính sách vẫn chưa tương xứng.

### *Toàn cảnh khuynh hướng phát triển của sinh thái cảnh quan trên thế giới*

Những sự kiện lịch sử của sinh thái cảnh quan thế giới và Việt Nam được hệ thống hóa ở trên thể hiện những khuynh hướng phát triển sau:

- Xu thế phát triển của sinh thái cảnh quan từ mô tả thuần túy đến phân tích thành phần, từ phân tích định tính đến phân tích định lượng, từ các nghiên cứu định hướng cấu trúc tới nghiên cứu định hướng chức năng, từ nghiên cứu định hướng hình thái đến nghiên cứu định hướng hệ thống. Hầu hết các nghiên cứu sinh thái cảnh quan trên thế giới đều ở tỷ lệ lớn với các đơn vị cảnh quan có tính đồng nhất cao và điển hình. Trong khi đó, các nghiên cứu sinh thái cảnh quan thực sự ở Việt Nam hiện tại vẫn dừng ở mức khái quát trên tỷ lệ nhỏ và phần lớn mang tính chất mô tả định tính hoặc khái niệm. Các nghiên cứu dựa trên thí nghiệm và thực nghiệm vẫn còn rất thiếu.

- Bức tranh toàn cảnh về sự phát triển của sinh thái cảnh quan trên toàn thế giới vẫn là một chủ đề đang được nghiên cứu. sinh thái cảnh quan mặc dù ra đời từ năm 1939 nhưng hiện tại vẫn là mới không chỉ ở Việt Nam mà còn ở trên thế giới. Hầu hết các chi hội Sinh thái Cảnh quan Quốc tế ở các nước được thành lập hoặc tái thành lập sau năm 1990. Ở Bắc Mỹ, đến năm 2005 mới có một công trình thực sự tổng kết hướng phát triển của sinh thái cảnh quan. Chủ đề của hội nghị sinh thái cảnh quan quốc tế lần thứ 7 tại Wageningen (Hà Lan, 2007) là *"25 năm sinh thái cảnh quan: các nguyên lý khoa học trong thực tiễn"* cũng cho thấy nhận định này. Riêng tại Việt Nam, để nhận thấy các công trình công bố chưa đủ chuyên sâu để hình thành nên một quan niệm hoàn chỉnh và hướng nghiên cứu thống nhất về sinh thái cảnh quan.

Sự phát triển của sinh thái cảnh quan trong thế kỷ XXI được các nhà sinh thái cảnh quan dự đoán sẽ mạnh mẽ và liên quan chặt chẽ đến các sự kiện chính (Forman và Godron, 1986; Navel và Lieberman, 1992; Bastian và Steinhardt, 2002; Turner, 2005):

- Các vấn đề môi trường trên phạm vi toàn cầu và các vấn đề quản lý đất đai nổi cộm ở nhiều quốc gia, đặc biệt các nước đang phát triển.

- Sự tiến bộ của các công nghệ mới, quan trọng nhất là công nghệ GIS và viễn thám cho phép xử lý nhanh chóng và cập nhật các dữ liệu không gian trong các nghiên cứu sinh thái cảnh quan, công nghệ di truyền cho phép nghiên cứu cơ chế cách ly sinh thái giữa các loài ở các vùng địa lý khác nhau.

## **Hướng phát triển sinh thái cảnh quan tại Việt Nam trong tương lai**

Bốn định hướng phát triển sinh thái cảnh quan ở Việt Nam được đưa ra dựa trên cơ sở nhìn nhận xu hướng phát triển của sinh thái cảnh quan trên thế giới, những ưu thế và tính đặc thù trong thực tiễn nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam:

*Đẩy mạnh hướng liên ngành trong phát triển sinh thái cảnh quan ở Việt Nam*

Sinh thái cảnh quan là khoa học tổng hợp và liên ngành, chính vì vậy, nghiên cứu sinh thái cảnh quan đã khuyến khích sự liên kết của nhiều nhà khoa học ở nhiều lĩnh vực chuyên môn, cả khoa học tự nhiên, khoa học xã hội nhân văn và khoa học kinh tế. Trong thực tiễn của Việt Nam, tính liên ngành đã từng thể hiện ở việc gắn kết chặt chẽ giữa sinh thái cảnh quan với địa lý học, sinh thái học, toán học, công nghệ viễn thám và GIS. Địa lý học và sinh thái cảnh quan có mục tiêu chung là xây

dựng mối quan hệ hài hoà giữa con người và tự nhiên trong không gian và thời gian cụ thể nhằm sử dụng hợp lý tài nguyên, phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường. Đối tượng nghiên cứu của sinh thái cảnh quan là các hợp phần của lớp vỏ địa lý, do vậy, địa lý học đóng vai trò trang bị kiến thức về các hợp phần địa lý và kiến thức tổng hợp cho các nhà sinh thái cảnh quan. Trong khi đó, sinh thái học cung cấp phương pháp luận nghiên cứu thực nghiệm hợp phần sinh học trong cấu trúc cảnh quan - một lĩnh vực tương đối yếu trong các nghiên cứu cảnh quan thuần túy trước đây ở Việt Nam. Ứng dụng toán học - còn gọi là tiếp cận định lượng trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan, là một hướng nghiên cứu đã phát triển mạnh mẽ trên thế giới, giúp các nhà sinh thái cảnh quan giải quyết được nhiều bài toán thực tiễn. Sự tiến bộ của công nghệ viễn thám và GIS được đánh giá là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự phát triển của sinh thái cảnh quan trên thế giới và Việt Nam, cho phép cập nhật và phân tích nhanh chóng các dữ liệu không gian trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan.

Trong bối cảnh toàn cầu hóa và biến đổi toàn cầu nhanh chóng hiện nay, các nhà khoa học tự nhiên mở rộng hợp tác trong lĩnh vực nghiên cứu với các nhà khoa học xã hội nhân văn và khoa học kinh tế cần được xem là một trong những hướng ưu tiên hàng đầu.

*Phát triển lý luận sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam nhằm giải quyết các vấn đề phát triển bền vững, sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường*

Với tính đặc thù về lãnh thổ của Việt Nam và nhìn nhận trong mối tương quan chung về phát triển sinh thái cảnh quan của thế giới thì Việt Nam nên phát triển sinh thái cảnh quan theo hai hướng:

- *Hướng sinh thái cảnh quan lý thuyết*: tập trung vào phát triển lý luận sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam; làm rõ tính đặc thù và

tính đa dạng về cấu trúc, chức năng, động lực của các cảnh quan Việt Nam theo tiếp cận đa tỷ lệ, lượng giá cảnh quan.

- *Hướng sinh thái cảnh quan ứng dụng*: phát triển hướng nghiên cứu ứng dụng phục vụ giải quyết các vấn đề phát triển bền vững, sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường. Trên thực tế, cùng với xu thế toàn cầu và phát triển bền vững của thế giới trong thời kỳ hiện nay, nhiều công trình nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam đã hướng đến những lĩnh vực nghiên cứu đa dạng cảnh quan, quy hoạch bảo vệ môi trường, sinh thái cảnh quan đô thị và nông thôn.

Các hướng nghiên cứu sinh thái cảnh quan này ở Việt Nam sẽ góp phần giải quyết những thách thức đối với sự phát triển bền vững của nhân loại trong thế kỷ XXI là bảo vệ đa dạng sinh học, ứng phó và thích ứng với biến đổi toàn cầu, bảo tồn và phát triển hệ sinh thái.

### *Hoàn thiện và xây dựng các hệ thống phân loại địa tổng thể trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam*

Xuất phát từ tiên đề thứ hai về tính thứ bậc của các hệ thống trong tự nhiên mà các nhà sinh thái cảnh quan trên thế giới cố gắng xác định những đơn vị không gian có thứ bậc để nghiên cứu các quá trình sinh thái. Do vậy, trước tiên phải khẳng định đối tượng không gian của sinh thái cảnh quan là các địa tổng thể thể hiện sự phân hóa của lãnh thổ xét theo khía cạnh địa lý học và sinh thái học. Sinh thái cảnh quan Việt Nam được thừa kế từ cảnh quan học phát sinh Xô Viết và thực tiễn nghiên cứu trong điều kiện nhiệt đới gió mùa Việt Nam với nhiều hệ thống phân loại cảnh quan chặt chẽ, có tính khoa học cao (Ixatrenko, 1976; Armand, 1983; Nguyễn Thành Long, 1993; Phạm Quang Anh, 1996; Phạm Hoàng Hải, 1993, 2006,...). Do vậy, nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam cần dựa trên việc kết hợp phát huy ưu điểm của mỗi hệ thống phân loại cảnh quan và hoàn thiện theo hướng làm rõ

được các đặc trưng sinh thái trong từng cấp phân vị của cảnh quan. Đồng thời, tiến tới xây dựng các hệ thống phân loại đất đai, sinh cảnh, sinh thái cảnh, lập địa, đất ngập nước,... phù hợp cho công tác thành lập bản đồ sinh thái cảnh quan theo mục đích ưu tiên khác nhau.

*Kết hợp giữa nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở các lãnh thổ đặc thù quy mô nhỏ ở Việt Nam với nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở quy mô lớn cấp quốc gia, khu vực*

Trước năm 1992, các đề tài nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam thường được triển khai trên quy mô toàn lãnh thổ hoặc các địa bàn rộng lớn. Trong những năm gần đây, các nghiên cứu được tiến hành ở quy mô nhỏ hơn nhằm giải quyết những nhu cầu cụ thể đến cấp huyện hoặc khu vực đặc thù. Cùng với xu thế toàn cầu hóa và hợp tác của thế giới trong thời kỳ hiện nay, các nghiên cứu sinh thái cảnh quan ở Việt Nam cần thiết vừa tiến hành ở quy mô nhỏ phục vụ cho các mục đích ứng dụng, đồng thời tiến hành ở các lãnh thổ cấp lớn hơn (quốc gia, khu vực,...) để làm rõ hơn tính đặc thù về sinh thái cảnh quan của Việt Nam so với các lãnh thổ trên thế giới. Đặc điểm sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa lãnh thổ Việt Nam, khu vực Đông Nam Á và Nam Á cần được xác định là hướng nghiên cứu khu vực được ưu tiên hàng đầu.

Bốn định hướng nêu ở trên cũng chính là những định hướng cụ thể trong việc hình thành, thúc đẩy phát triển hướng nghiên cứu, giảng dạy về sinh thái cảnh quan vùng (*regional landscape ecology*) và khu vực học trong sinh thái cảnh quan (*area studies in landscape ecology*) tại Việt Nam.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

## Tiếng Việt

1. Phạm Quang Anh (chủ biên) (1985). Hệ sinh thái cà phê Đắk Lắk. Đại học Tổng hợp Hà Nội.
2. Armand D.L. (1983). Khoa học về cảnh quan (người dịch: Nguyễn Ngọc Sinh và Nguyễn Xuân Mậu). Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
3. Chi hội Sinh thái Cảnh quan Việt Nam (1992). Hội thảo về sinh thái cảnh quan: quan điểm và phương pháp luận. Tuyển tập các báo cáo, Hà Nội.
4. Phạm Hoàng Hải, Nguyễn Thượng Hùng, Nguyễn Ngọc Khánh (1997). Cơ sở cảnh quan học việc sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ môi trường lãnh thổ Việt Nam. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
5. Phạm Hoàng Hải (2006). Nghiên cứu đa dạng cảnh quan Việt Nam - phương pháp luận và một số kết quả thực tiễn nghiên cứu. Tuyển tập các báo cáo Hội nghị Khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ II, Hà Nội.
6. Trương Quang Hải, Nguyễn An Thịnh, Nguyễn Thị Thúy Hằng (2008). Mô hình sinh thái cảnh quan nhiệt đới gió mùa Việt Nam và ứng dụng nghiên cứu đa dạng cảnh quan. Tạp chí các khoa học về Trái Đất, số 3/2008, Hà Nội.
7. Nguyễn Cao Huân (2004). Đánh giá cảnh quan theo tiếp cận kinh tế sinh thái. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
8. Nguyễn Cao Huân, Nguyễn An Thịnh, Phạm Quang Tuấn, Phạm Hoàng Hải, Hoàng Thị Minh Phương (2005). Tính đặc thù của cảnh quan ven biển Thái Bình. Tạp chí Khoa học, số 5AP, Đại học Quốc gia Hà Nội, trang 50-58, Hà Nội.
9. Ixatrenko A.G. (1976). Cơ sở cảnh quan học và phân vùng địa lý tự nhiên. Người dịch: Vũ Tự Lập. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
10. Ixatrenko A.G. (1985). Cảnh quan học ứng dụng (người dịch: Đào Trọng Năng). Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
11. Kalexnik X.V. (1972). Những quy luật địa lý chung của Trái Đất. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

12. Vũ Tự Lập (1976). Cảnh quan địa lý miền Bắc Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
13. Vũ Tự Lập (2004). Sự phát triển của khoa học địa lý trong thế kỷ XX. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
14. Nguyễn Thành Long và cộng sự (1993). Nghiên cứu xây dựng bản đồ cảnh quan các tỷ lệ trên lãnh thổ Việt Nam. Trung tâm Địa lý Tài nguyên, Hà Nội.
15. Primack R.B. (1999). Cơ sở sinh học bảo tồn (người dịch: Võ Quý và cộng sự). Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
16. Ruzichka M., M. Miklos (1988). Phương pháp đánh giá cảnh quan sinh thái nhằm mục đích phát triển tối ưu lãnh thổ (người dịch: Hứa Chính Thắng). Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước, Hà Nội.
17. Vũ Trung Tạng (2000). Cơ sở sinh thái học (tái bản lần 4). Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
18. Vũ Trung Tạng (2007). Sinh thái học hệ sinh thái. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
19. Nguyễn An Thịnh (2004). Phân tích cấu trúc mô hình hệ kinh tế sinh thái phục vụ phát triển kinh tế hộ gia đình khu vực miền núi. Tạp chí Địa lý Nhân văn, số 2 (07/2004), trang 3-11, Hà Nội.
20. Nguyễn An Thịnh (2008). Đánh giá thực trạng sử dụng một số không gian mở điển hình trong các khu đô thị ở thành phố Hà Nội. Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, số 3/2008, Hà Nội.
21. Nguyễn An Thịnh (2008). Phương pháp luận LANDEP trong nghiên cứu sinh thái cảnh quan đô thị (nghiên cứu điển hình tại thị trấn Cái Rồng, huyện Vân Đồn, tỉnh Quảng Ninh). Tuyển tập các báo cáo khoa học tại Hội nghị Khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ 3, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, trang 637-646, Hà Nội.
22. Nguyễn An Thịnh, Phạm Quang Anh (2008). Xu thế phát triển của sinh thái cảnh quan trên thế giới và định hướng ở Việt Nam. Tạp chí Khoa học, số 6/2008, Đại học Sư phạm Hà Nội, trang 106-114, Hà Nội.
23. Nguyễn An Thịnh, Nguyễn Duy Toàn, Nguyễn Sơn Tùng, Đặng Ngô Bảo Toàn (2009). Ứng dụng công nghệ viễn thám và mô hình toán phân tích động lực biến đổi rừng ngập mặn khu vực Phù Long - Gia Luận, quần đảo Cát Bà trong giai đoạn 1965-2007. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, ISSN 0866-7020, số 7/2009, trang 120-126, Hà Nội.



24. Nguyễn An Thịnh (2011). Định lượng biến đổi cảnh quan dựa trên mô hình phân tích cụm có thứ bậc bộ chỉ số phát triển đô thị: nghiên cứu điển hình cho khu vực ngoại thành Hà Nội. Tạp chí Khoa học, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 27, Số 4S (2011), Đại học Quốc gia Hà Nội, trang 195-205, Hà Nội.
25. Nguyễn An Thịnh, Trần Văn Tuấn (2012). Thước đo thâm hụt sinh thái và dự trữ sinh thái: mô hình và ứng dụng cho thành phố Hà Nội mở rộng. Tuyển tập các báo cáo Hội thảo Địa lý toàn quốc. Nhà xuất bản Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.
26. Nguyễn Thế Thôn (1993). Bàn về sinh thái cảnh quan và cảnh quan sinh thái. Thông báo khoa học Trường Đại học Sư phạm I Hà Nội, tập II, chuyên san Sinh học - Địa lý, Hà Nội.
27. Nguyễn Thế Thôn (1993). Nghiên cứu và đánh giá cảnh quan cho việc quy hoạch và phát triển kinh tế. Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc gia, Hà Nội.
28. Nguyễn Thế Thôn (1995). Những vấn đề cảnh quan sinh thái ứng dụng trong quy hoạch và quản lý môi trường. Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc gia, Hà Nội.
29. Nguyễn Thế Thôn (1998). Áp dụng lý thuyết địa hệ thống và hệ sinh thái của cảnh quan sinh thái vào quy hoạch kinh tế - môi trường, ví dụ ở huyện đảo Cô Tô và một vài nơi khác. Báo cáo khoa học Hội nghị Môi trường toàn quốc, Hà Nội.
30. Nguyễn Thế Thôn (2000). Về lý thuyết cảnh quan sinh thái. Tạp chí các khoa học về Trái Đất, số 1, trang 70-75, Hà Nội.
31. Nguyễn Thế Thôn (2001). Nguyên tắc và phương pháp thiết kế mô hình kinh tế - môi trường trên cơ sở lý thuyết cảnh quan sinh thái và cảnh quan sinh thái ứng dụng. Tạp chí các Khoa học về Trái Đất, số 2/2001, Hà Nội.
32. Nguyễn Thế Thôn (2002). Hệ thống lãnh thổ sinh thái, quần xã nhân văn và hệ sinh thái nhân văn trong khoa học môi trường. Tạp chí khoa học Đại học sư phạm Hà Nội I, số 4, trang 144-152, Hà Nội.
33. Nguyễn Thế Thôn (2004). Quy hoạch môi trường phát triển bền vững. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
34. Hoàng Đức Triêm (2001). Cần tiếp cận nghiên cứu cấu trúc sinh thái cảnh quan trong đánh giá quy hoạch của lãnh thổ. Tạp chí Khoa học, Đại học Huế, số 6 (2001), Huế.

35. Hoàng Đức Triêm và cộng sự (2003). Nghiên cứu xây dựng bản đồ sinh thái cảnh quan lãnh thổ đồi núi tỉnh Quảng Trị cho mục đích nông, lâm nghiệp bền vững. Tạp chí Khoa học, Đại học Huế, số 17/2003, Huế.
36. Thái Văn Trùng (1999). Những hệ sinh thái rừng nhiệt đới ở Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
37. Nguyễn Văn Vinh, Nguyễn Văn Nhung (1984). Nghiên cứu cảnh quan học, sinh thái học và sự hội tụ cảnh quan sinh thái. Tuyển tập các công trình nghiên cứu khoa học. Trung tâm Địa lý Tài nguyên. Viện Khoa học Việt Nam, Hà Nội.
38. Nguyễn Văn Vinh, Huỳnh Nhung (1995). Quan niệm cảnh quan, hệ sinh thái, sự phát triển của cảnh quan học và sinh thái học cảnh quan. Tuyển tập các công trình nghiên cứu địa lý. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

## Tiếng Anh

39. Allaby M. (1998). Oxford Dictionary of Ecology. Oxford University Press, New York.
40. Antrop M. (1999). Landscape ecology: from concepts and methodology towards applications in environmental and spatial planning. 5th IALE-World Congress, Snowmass, CO, USA.
41. Attrill M.J., S.D. Rundle (2002). Ecotone or ecocline: ecological boundaries in estuaries. Estuarine, Coastal, and Shelf Science 55. pp. 929-936.
42. Barrett G., J. Peles, I. Hanski (1999). Landscape Ecology of Small Mammals. Springer Publisher. 366 pages.
43. Bastian O., U. Steinhardt (2010). Development and Perspectives of Landscape Ecology. Springer Publisher. 525 pages.
44. Beck T. (2013). Principles of Ecological Landscape Design. Island Press. 296 pages.
45. Bissonette J.A., I. Storch (2007). Temporal Dimensions of Landscape Ecology: Wildlife Responses to Variable Resources. Springer Publisher. 294 pages.
46. Brandt J., H. Vejre, Ü. Mander, M. Antrop (2003). Multifunctional Landscapes: Multifunctional Theory, Values and History. WIT. 276 pages.

47. Burel F., J. Baudry (2003). *Landscape Ecology: Concepts, Methods, and Applications*. Science Publishers. 378 pages.
48. Chen J., S. C. Saunders, K. D. Brososke, T. R. Crow (2006). *Ecology of Hierarchical Landscapes: From Theory to Application*. Nova Science Pub Inc. 311 pages.
49. Costanza R. (1991). *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*. Columbia University Press. 525 pages.
50. Coulson R., M. Tchakerian (2010). *Basic Landscape Ecology*. Knowledge Engineering Laboratory Rartners, Inc. 300 pages.
51. Council of Europe, European Centre for Nature Conservation (1996). *Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy*. Council of Europe. 68 pages.
52. Dramstad W., J. Olson, R. Forman (1996). *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning*. Island Press. 80 pages.
53. Drew C.A., Wiersma Y.F., Huettmann F. (2011). *Predictive Species and Habitat Modeling in Landscape Ecology: Concepts and Applications*. Springer Publisher. 328 pages.
54. Farina A. (1998). *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman & Hall, London. New York. 235 pages.
55. Farina A. (2000). *Landscape Ecology in Action*. Springer Publisher. 332 pages.
56. Farina A. (2007). *Principles and Methods in Landscape Ecology: Towards a Science of the Landscape*. Springer Publisher, 2<sup>nd</sup> Edition. 434 pages.
57. Forman R.T.T. (1981). Interaction among landscape elements: a core of landscape ecology. *Proc. Int. Congr. Neth. Soc. Landscape Ecol., Veldhoven. Pudoc, Wageningen, The Netherlands*. pp. 35-48.
58. Forman R.T.T. (1995). *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge. 632 pages.
59. Forman R.T.T., M. Godron (1986). *Landscape Ecology*. Wiley. New York. 619 pages.
60. Frohn R.C. (1997). *Remote Sensing for Landscape Ecology: New Metric Indicators for Monitoring, Modeling, and Assessment of Ecosystems (Mapping Science)*. CRC Press. 112 pages.

61. Gary L., C. Jones, M. Turner, K. Weathers (2005). *Ecosystem Function in Heterogeneous Landscapes*. Springer Publisher. 507 pages.
62. Gdaniec C. (2010). *Cultural Diversity in Russian Cities: The Urban Landscape in the Post-Soviet Era*. Berghahn Books. 185 pages.
63. Green D.G., N.I. Klomp, G.R. Rimmington, S. Sadedin (2006). *Complexity in Landscape Ecology*. Springer. Amsterdam. 208 pages.
64. Gutzwiller K. (2002). *Applying Landscape Ecology in Biological Conservation*. Springer Publisher. 546 pages.
65. Hanski I. (1999). *Metapopulation Ecology*. Oxford University Press. 313 pages.
66. Herold M., H. Couclelis, K.C. Clarke (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Journal of Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 29, pp. 369-399.
67. Hilty J.A., W.Z. Lidicker, A. Merenlender (2006). *Corridor Ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation*. Island Press. 344 pages.
68. Hobbs R. (1997). Future landscapes and the future of landscape ecology. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 37. pp. 1-9.
69. Haase G. (1990). Approaches to, and methods of landscape diagnosis as a basis of landscape planning and landscape management. *Ekológia (Bratislava)* 9. pp. 11-29.
70. Ingegnoli V. (2002). *Landscape Ecology: A Widening Foundation*. Springer Publisher. 340 pages.
71. Isoda Yuzuru, Hoang Thi Thu Huong, An Thinh Nguyen, Doo-Chul Kim. Verification of robust regression approach in land use classification without ground data: a case of terraced paddy development in Sapa, Vietnam. *Papers and Proceedings of the Geographic Information Systems Association 20*, Japan.
72. Isoda Yuzuru, Nguyen Huu Ngu, Tatsuya Kanda, Yukio Yotsumoto, An Thinh Nguyen, Hoang Thi Thu Huong, Doo-Chul Kim (2012). Terraced paddy expansion by ethnic minorities in Sapa, Vietnam: identifying locations and measuring productivity. *The 32nd International Geographical Congress IGC Cologne 2012, 26-30 August, University of Cologne, Cologne, Germany*.

73. Jong T.M., R. Posthoorn, J. N. M. Dekker (2007). *Landscape Ecology in the Dutch Context: Nature, Town and Infrastructure*. KNNV Uitgeverij Publisher; 1 edition. 688 pages.
74. Jongman R., C. Braak, R. Tongeren (1995). *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press. 324 pages.
75. Kotlyakov V., A. Komarova (2007). *Elsevier's Dictionary of Geography*. Elsevier Press. 1072 pages.
76. Lindenmayer D.B., J. Fischer (2006). *Habitat Fragmentation and Landscape Change: An Ecological and Conservation Synthesis*. Island Press. 352 pages.
77. MacArthur, Wilson (1967). *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press. 203 pages.
78. Makhzoumi J., G. Pungetti (1999). *Ecological Landscape Design and Planning*. Taylor & Francis Publisher. 352 pages.
79. Maloney B.K. (1998). *Human Activities and the Tropical Rainforest: Past, Present and Possible Future*. Springer. 206 pages.
80. McGarigal K., B. J. Marks (1994). *FRAGSTATS. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Version 2.0*. Corvallis. 67 pages.
81. McGarigal K., S.A. Cushman, S.G. Stafford (2000). *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research*. Springer-Verlag, New York. 283 pages.
82. McKenzie D., C. Miller, D. Falk (2013). *The Landscape Ecology of Fire*. Springer Publisher. 332 pages.
83. McKenzie D., C. Miller, D.A. Falk (2011). *The Landscape Ecology of Fire*. Springer. 312 pages.
84. Miklós L. (1996). *Landscape-ecological theory and methodology: a goal oriented application of the traditional scientific theory and methodology to a branch of a new quality*. *Ekológia (Bratislava)*. pp. 377-385.
85. Moss R., M. Turner, D. Mladenoff, J. Wiens (2006). *Foundation Papers in Landscape Ecology*. Columbia University Press. 608 pages.
86. Nassauer J. (1997). *Placing Nature: Culture And Landscape Ecology*. Island Press. 202 pages.

87. Naveh Z. (1987). Biocybernetics and thermodynamic perspectives of landscape functions and land use patterns. *Landsc. Ecol.* 1. Congress, Snowmass, CO, USA. pp. 75-83.
88. Naveh Z. (1995). Interactions of landscapes and cultures. *Landsc. Urban Planning* 32. pp. 43-54.
89. Naveh Z. (2001). Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes. *Landsc Urban Plan* 57. pp. 269-284.
90. Naveh Z. (2010). *Transdisciplinary Challenges in Landscape Ecology and Restoration Ecology - An Anthology (Landscape Series)*. Springer Publisher. 446 pages.
91. Naveh Z., A. Lieberman (1984). *Landscape ecology: theory and application*. Springer-Verlag, New York, NY, USA. 356 pages.
92. Neef E. (1983). Landscapes as the integration field of human regional work. *Geol. Mijnbouw* 62. pp. 531-534.
93. Neef E. (1984). Applied landscape research. *Applying Geography Development*, Vol. 24. pp. 38-58.
94. Nguyen An Think (2008). Characteristics of the landscape and the human ecology in Vietnam's coastal zone. Paper collection in the Third International Conference on Vietnamese Studies "Vietnam - Integration and Development". Vietnam National University Publisher, Hanoi.
95. Nguyen An Think (2010). Landscape Ecological Planning (LANDEP) based on modelling spatial processes of landscape change: a case study of Hai Phong coastal zone. *Proceedings of the Southeast Asian Geography Association (SEAGA) Conference*. Hanoi University of Education Publishing House. Hanoi.
96. Nguyen An Think (2011). Application of Landscape's Entropy Problem for Monitoring and Evaluating Trend of Reforestation: A Case Study of Sa Pa District, Lao Cai Province, Vietnam. *Journal of Science*, N4S(2011). VNU. Hanoi. pp. 256-264.
97. Nguyen An Think, Choen Kim (2009). A gradient analysis for landscape change based on satellite images: a case study of Tien Lang district, Hai Phong city, Vietnam. *Proceedings of the International Symposium on Remote Sensing 2009 (ISRS 2009)*, ISSN 1226-9743. Pusan, Korea.

98. Nguyen An Thinh, Choen Kim (2010). Impact of ethnic community diversity on forest cover changes in northern mountains of Vietnam. *The International Forestry Review* Vol. 12 (5), 2010, ISSN 1465-5489.
99. Nguyen An Thinh, Nguyen Xuan Huan, Pham Duc Uy, Nguyen Son Tung (2009). Land use change modeling based on remote sensing and fractal analysis: a case study of Tien Lang coastal zone, Hai Phong city, Vietnam. Collection in the International Conference on "Ecological engineer", Paris, France.
100. Nguyen An Thinh, Nguyen Xuan Huan, Pham Duc Uy, Nguyen Son Tung (2008). Landscape ecological planning based on change analysis: a case study of mangrove restoration in Phu Long-Gia Luan area, Cat Ba archipelago. *Journal of Science*, ISSN 0866-8612, Vol. 24(3). VNU. Hanoi. pp. 133-144
101. Nguyen An Thinh, Quang Hai Truong, Kim Chi Vu (2011). The role of different ethnic communities on the expansion of terraced paddy field in mountainous landscapes of Vietnam: a case study of Trung Chai commune, Lao Cai province. *The World Congress of Landscape Ecology*. Beijing, China.
102. Nguyen An-Thinh (Editor in chief), Quang-Hai TRUONG, Quan V.V. DU, Van-Truong TRAN, Duc-Uy PHAM, Choen KIM, and Nobukazu NAKAGOSHI (2012), *A New Approach to Landscape Change Modeling: Integrating Remote Sensing, GIS and Fractal Analysis*. TheGioi Publishers, Hanoi, Vietnam, 309 pages.
103. Odum E.P. (1953). *Fundamentals of Ecology*. London. 574 pages.
104. Olsen E.R., R.D. Ramsey, D.S. Winn (1993). A modified fractal dimension as a measure of landscape diversity. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 59 (10). pp. 1517-1520.
105. Perera A.H., C.A. Drew, C.J. Johnson (2012). *Expert Knowledge and Its Application in Landscape Ecology*. Springer. 307 pages.
106. Peterson A.T., J. Soberón, R.G. Pearson, R.P. Anderson, E.M. Meyer, M. Nakamura, M. B. Araújo (2011). *Ecological Niches and Geographic Distributions*. Princeton University Press. 328 pages.
107. Quan V.V. Du, An Thinh Nguyen (2011). Land cover change prediction based on Markov - Cellular Automata approach: A case study of Tien Lang

- coastal zone, Vietnam. The World Congress of Landscape Ecology. Beijing, China.
108. Rees W.E. (1996). Revisiting carrying capacity: Area-based indicators of sustainability. *Population and environment* 21. pp. 24-30.
  109. Robertson K.M., C.K. Augspurger (1999). Geomorphic processes and spatial patterns of primary forest succession on the Bogue Chitto River, USA. *Journal of Ecology* 87(6). pp. 1052-1063.
  110. Ružicka M., L. Miklós (1982). Landscape-ecological planning (LANDEP) in the process of territorial planning. *Ekológia CSSR* 1. pp. 297-312.
  111. Ryszkowski L. (2001). *Landscape Ecology in Agroecosystems Management (Advances in Agroecology)*. CRC Press; 1 edition. 384 pages.
  112. Sanderson J., L.D. Harris (eds.). (2000). *Landscape Ecology: A Top-Down Approach*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA. 272 pages.
  113. Sauer C.O. (1982). *Land and Life: A Selection from the Writings of Carl Ortwin Sauer*. University of California Press. 435 pages.
  114. Schreiber K.F. (Ed.) (1988). *Connectivity in Landscape Ecology*. Proc. 2nd Int. Seminar of IALE Münster 1987, Münster, Schöningh, Münsterische geographische Arbeiten.
  115. Sukachev V., N. Dylis (1964). *Fundamentals of Forest Biogeocoenology*. Oliver & Boyd, Edinburgh, UK.
  116. Swouden Svobodová H. (1991). The future of cultural aspects of European landscapes. Proc. Europ. Seminar Practical Landscape Ecol. 4. pp. 1-7.
  117. Syrbe R.U. (1998). Landscape evaluation of heterogeneous areas using fuzzy sets. *Cybergeo*, No. 40.
  118. Tansley A.G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16(3). pp. 284-307.
  119. Tansley A.G. (1939). *The British Isles and Their Vegetation*. Vol. 1 of 2. Cambridge, United Kingdom. 494 pages.
  120. Turner M., R. Gadner, R. O'Neil (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. Springer Publisher. 414 pages.
  121. Turner M.G., R.H. Gardner (2007). *Quantitative Methods in Landscape Ecology: The Analysis and Interpretation of Landscape Heterogeneity (Ecological Studies)*. Springer Publisher. 536 pages.



122. Wallach B. (2005). *Understanding the Cultural Landscape*. The Guilford Press. 406 pages.
123. Whittaker R.H., S.A. Levin, R.B. Root (1973). Niche, habitat, and ecotope. *American Naturalist* 107. pp. 321-338.
124. Wu J. (2006). Cross-disciplinarity, landscape ecology, and sustainability science. *Landscape Ecology* 21. pp.1-4.
125. Wu J., R. Hobbs (Eds) (2007). *Key Topics in Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
126. Young H., R. David, S. Cousins (1994). *Landscape Ecology And Geographical Information Systems*. CRC Press. 298 pages.
127. Yu X.J., C.N. Ng (2007). Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban-rural transects: A case study of Guangzhou, China. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 79. pp. 96-109.
128. Zonneveld I. (1989). The land unit: a fundamental concept on landscape ecology. *Landscape ecology*, 3 (2). pp. 67-89. The Hague.
129. Zonneveld I. (1995). *Land Ecology: An introduction to Landscape Ecology as a base for Land Evaluation, Land Management and Conservation*. SPB Academic Publishing, Amsterdam, 199 pages.

## **Tiếng Đức**

130. Troll C. (1939). *Luftbildplan und ökologische Bodenforschung (Aerial photography and ecological studies of the earth)*. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin. pp. 241-298.
131. Troll C. (1950). *Die geographische Landschaft und ihre Erforschung*. Studium Generale 3. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany.
132. Troll C. (1968). *Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie*. In *Ber. Int. Symp. Ver. Vegetationskunde, Stolzenau/Weser 1963*. pp. 1-21. Edited by R. Tüxen. Den Haag, The Netherlands.