

# 生物多样性保护及其研究进展[综述]

马克平 钱迎倩

(中国科学院植物研究所 北京 100093)

**摘要** 由于人口的增长和人类经济活动的加剧,致使生物多样性受到了严重的威胁,引起国际社会的普遍关注.生物多样性是生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,具有十分重要的价值,是人类生存的物质基础.各国政府和有关的国际组织积极投入到保护生物多样性的全球行动中.为了促进保护工作,国内外都开展了相关的研究工作.综观该领域的研究现状,可以看出以下7个方面已成为当前生物多样性研究的热点:①生物多样性的调查、编目及信息系统的建立;②人类活动对生物多样性的影响;③生物多样性的生态系统功能;④生物多样性的长期动态监测;⑤物种濒危机制及保护对策的研究;⑥栽培植物与家养动物及其野生近缘的遗传多样性研究;⑦生物多样性保护技术与对策.结合我国的具体情况,建议优先考虑以下4个方面的研究:①生物多样性的调查、编目与动态监测;②物种濒危机制及保护对策的研究;③生物多样性的生态系统功能与生态系统管理;④栽培植物与家养动物及其野生近缘的遗传多样性研究.

**关键词** 生物多样性; 保护; 研究; 进展

中图法分类号 Q14 + X17

## BIODIVERSITY CONSERVATION AND ITS RESEARCH PROGRESS

MA Keping & QIAN Yingqian

(*Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing 100093*)

**Abstract** Rapid growth of human population and increase of human activities have exerted great impacts on biodiversity which refers to the totality of living organisms, the ecological complexity in which they occur and the related ecological processes. Biodiversity benefits human welfare directly, as various organisms are used to satisfy basic human needs, and indirectly, as diversity supports many processes essential to human survival and progress. The reduction of the Earth's biodiversity has emerged as a public policy issue in the last couple of years. Growing concern on this planetary problem has prompted an increase in studies of the subject. The studies fall into 7 categories: ① Biodiversity survey, inventory and the establishment of information system; ② Impacts of human dimensions on biodiversity; ③ The role of biodiversity in ecosystem functioning; ④ Biodiversity long-term monitoring; ⑤ mechanisms for biodiversity being endangered; ⑥ Studies on genetic diversity of domesticated plants and animals and their wild relatives; ⑦ Technologies and strategies for biodiversity conservation. In accordance with the concrete situation of China, 4 priorities for further research are proposed: ① Biodiversity survey, inventory and monitoring; ② mechanisms for biodiversity being endangered and related conservation strategies; ③ The role of biodiversity in ecosystem functioning; ④ Studies on genetic diversity of domesticated plants and animals and their wild relatives.

**Key words** biodiversity; conservation; research; progress

生物多样性是地球上数十亿年来生命进化的结果,是生物圈的核心组成部分,也是人类赖以生存的物质基础。然而,随着人口的迅速增长与人类活动的加剧,生物多样性受到了严重的威胁,成为当前世界性的环境问题之一,受到国际社会的普遍关注。<sup>[1]</sup>

## 1 生物多样性的概念及其价值

生物多样性(biological diversity 或 biodiversity)是生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,包括数以百万计的动物、植物、微生物和它们所拥有的基因以及它们与其生存环境形成的复杂的生态系统,是生命系统的基本特征。生命系统是一个等级系统(hierarchical system),包括多个层次或水平:基因、细胞、组织、器官、种群、物种、群落、生态系统、景观。每一个层次都具有丰富的变化,即都存在着多样性。但理论与实践上重要,研究较多的主要有基因多样性(或遗传多样性)、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性。<sup>[2]</sup>现在,人们往往把生物多样性视为生命实体本身,而不仅仅看作生命系统的重要特征之一。人类文化的多样性也可被认为是生物多样性的一部分。正如遗传多样性和物种多样性一样,人类文化(如游牧生活和移动耕作)的一些特征表现出人们在特殊环境下生存的策略。同时,与生物多样性的其它方面一样,文化多样性有助于人们适应不断变化的外界条件。文化多样性表现在语言、宗教信仰、土地管理实践、艺术、音乐、社会结构、作物选择、膳食以及无数其它的人类社会特征的多样性上。<sup>[3]</sup>

生物多样性包括不同的水平,每个水平的多样性都有各自的特点,很难用统一的方法和标准予以测度。物种丰富度(species richness)可以用于物种水平的多样性,即用一定面积内的物种数目表示。更精确的方法是考虑物种之间的关系,即测度分类学多样性(taxonomic diversity)。例如一个有2种蛇和1种鸟的岛屿的多样性高于一个只有3种蛇的岛屿。生物群落多样性测度的方法相对比较成熟,除物种丰富度外,还有物种相对多度(species abundance)、物种多样性指数(species diversity index)和均匀度(evenness)等。<sup>[4]</sup>常用的物种多样性指数主要有Shannon-Wiener指数和Simpson指数等。生态系统水平多样性测度的难度较大,主要是生态系统的边界不确定,本身的结构又比较复杂。但是,如果用一系列的标准来定义生态系统,其数量和分布还是可以测定的,也有人从种间关系或营养结构的角度构造生态系统多样性指数。<sup>[5~6]</sup>遗传多样性的测度要困难的多。形态上判定的遗传多样性如作物或家养动物的品种可以参照物种水平的方法测度,而染色体、蛋白质和DNA水平的遗传多样性的测度则很困难,目前还没有确定很好的测度公式或指标,但群体遗传学中等位基因频率、遗传一致性和遗传距离等的计算方法是很有参考价值的。<sup>[7]</sup>

生物多样性是人类赖以生存的物质基础,其价值可以从下列两个方面得以了解。第一,直接价值,从生物多样性的野生和驯化的组分中,人类得到了所需的全部食品、许多药物和工业原料,同时,它在娱乐和旅游业中也起着重要的作用;第二,间接价值,间接价值主要与生态系统的功能有关,通常它并不表现在国家核算体制上,但如果计算出来,它的价值大大超过其消费和生产性的直接价值。生物多样性的间接价值主要表现在固定太阳能、调节水文学过程、防止水土流失、调节气候、吸收和分解污染物、贮存营养元素并促进养分循环和维持进化过程等7个方面。随着时间的推移,生物多样性的最大价值可能在于为人类提供适应当地和全球变化的机会。<sup>[8]</sup>生物多样性的未知潜力为人类的生存与发展显示了不可估量的美好前景。

## 2 生物多样性受到的威胁

近年来,物种灭绝的加剧,遗传多样性的减少,以及生态系统特别是热带森林的大规模破坏,引起了国际社会对生物多样性问题的极大关注。生物多样性丧失的直接原因主要有生境丧失和片段化、外来种的侵入、生物资源的过度开发、环境污染、全球气候变化和工业化的农业及林业等。但这些还不是问题的根本所在。根源在于人口的剧增和自然资源消耗的高速度、不断狭窄的农业、林业和渔业的贸易谱、经济系统和政策未能评估环境及其资源的价值、生物资源利用和保护产生的惠益分配的不均衡、知识及其应用的不充分以及法律和制度的不合理。总而言之,人类活动是造成生物多样性以空前速度丧失的根本原因。<sup>[9]</sup>

中国是生物多样性特别丰富的国家(mega-diversity countries)之一。据统计,中国的生物多样性居世界第八位,北半球第一位。同时,中国又是生物多样性受到最严重威胁的国家之一。中国的原始森林长期受到乱砍

滥伐、毁林开荒等人为活动的影响,其面积以每年  $0.5 \times 104 \text{ km}^2$  的速度减少;草原由于超载过牧、毁草开荒的影响,退化面积达  $87 \times 104 \text{ km}^2$ . 生态系统的大面积破坏和退化,不仅表现在总面积的减少,更为严重的是其结构和功能的降低或丧失使生存其中的许多物种已变成濒危种(endangered species)和受威胁种(threatened species). 高等植物中有 4000–5000 种受到威胁,占总种数的 15%–20%. 在“濒危野生动植物种国际贸易公约”列出的 640 个世界性濒危物种中,中国就占 156 种,约为其总数的四分之一,形势是十分严峻的.<sup>[10]</sup>

生物多样性保护关系到中国的生存与发展. 中国是世界上人口最多人均资源占有量低的国家,而且是 85% 左右的人口在农村的农业大国,对生物多样性具有很强的依赖性. 中国是近年来经济发展速度最快的国家之一,在很大程度上加剧了人口对环境特别是生物多样性的压力. 如果不立即采取有效措施遏制这种恶化的态势,中国的持续发展是不可能实现的,甚至会威胁到世界的发展与安全.

### 3 生物多样性保护的重要行动

鉴于生物多样性面临的严峻局面,有关的国际组织或机构以及许多国家政府都纷纷采取措施,致力于生物多样性的保护与持续利用工作. 联合国环境规划署在 1987–1988 年起草的 1990–1995 年联合国全系统中期环境方案中提出了保护生物多样性的目标、策略以及实施方案. 1992 年 6 月在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会(UNCED)通过了 1994 年至 2003 年为国际生物多样性十年(International Biodiversity Decade)的决议. 同时,通过了《生物多样性公约》. 当时有 150 多个国家的首脑在《公约》上签字.《公约》于 1993 年 12 月 29 日正式生效. 截止 1996 年 8 月 28 日,已有 144 个国家或地区批准了该《公约》.《生物多样性公约》的宗旨是保护生物多样性、持续利用生物多样性以及公平共享利用遗传资源所取得的惠益(benefit).《公约》主要包括国家主权与人类共同关心的问题、保护和持续利用、有关获取(access)的议题和资助机制 4 个方面的内容. 该《公约》是一个框架文件,强调国家水平的行动,为各缔约国如何履行公约留下了充分的余地.《公约》还试图平衡缔约国之间的需求,区别对待发展中国家和发达国家. 具体说来,《公约》要求发展中国家缔约国履行保护和持续利用的义务,而发达国家缔约国承担提供资金和技术转让的义务.《生物多样性公约》的履行必将有力地促进全球生物多样性保护与持续利用的进程. 为了纪念《生物多样性公约》生效,更好地宣传和履行《公约》,联合国大会于 1994 年 12 月 29 日通过 49/119 号决议,决定从 1995 年起,每年的 12 月 29 日为“国际生物多样性日”.

### 4 研究的现状与趋势

国际科学联合会(ICUS)所属的国际生物科学联合会(IUBS)自 1983 年始,在热带 10 年计划(Decade of the Tropics)中就开展了“热带生态系统的物种多样性及其重要性”研究项目. 并于 1989 年 6 月与联合国环境问题委员会(SCOPE)一起召开了“生物多样性的生态系统功能研讨会”. 继而,这两个组织与联合国教科文组织(UNESCO)一起于 1992 年 10 月联合召开了“生物多样性编目与监测研讨会”,同时联合发起了一个全球性的生物多样性合作研究项目,即 DIVERSITAS. 目前,该项目的组织者已发展到由 6 个生物与环境领域最有影响的国际组织和机构组成. 研究内容也大大拓宽,由原来的 4 个方面增加到现在的 10 个领域,包括 5 个核心领域: ①生物多样性的生态系统功能; ②生物多样性的起源、维持和丧失; ③生物多样性的编目与分类; ④生物多样性的监测; ⑤生物多样性的保护、恢复和持续利用. 5 个交叉领域: ①土壤和沉积物中的生物多样性; ②海洋生物多样性; ③微生物多样性; ④淡水生物多样性; ⑤人类对生物多样性的影响. DIVERSITAS 是生物多样性领域内最大的国际合作研究项目. 目前,各项准备工作基本就绪,即将付诸实施.<sup>[12]</sup> 此外,世界保护监测中心(WCMC)长期以来对物种的濒危程度、濒危原因以及世界范围内自然保护区的现状及动态趋势进行监测. 美国的 Smithsonian 研究院、自然保护组织(The Nature Conservancy)等也都开展规模较大的生物多样性研究项目. 纵观该领域的研究现状可以看出以下 7 个方面已成为当前生物多样性研究的热点<sup>[10]</sup>: ①生物多样性的调查、编目及信息系统的建立; ②人类活动对生物多样性的影响; ③生物多样性的生态系统功能; ④生物多样性的长期动态监测; ⑤物种濒危机制及保护对策的研究; ⑥栽培植物与家养动物及其野生近缘的遗传多样性研究; ⑦生物多样性保护技术与对策. 此外,遗传修饰生命体释放对环境 and 人类健康可能产生的影响以及外来

种效应等也受到国际社会的广泛关注。<sup>[13]</sup>

八五期间在有关部门的支持下,由中国科学院主持了三个生物多样性方面的重大研究项目,即国家科委支持的“中国生物多样性保护生态学基础研究”(执行期为1992年至1996年)、国家自然科学基金委员会支持的“中国主要濒危植物保护生物学研究”(执行期为1993年至1997年)和中国科学院支持的“生物多样性保护与持续利用的生物学基础”(执行期为1991年至1995年)等项目,取得了一批可喜的研究成果。初步明确了重要森林、草原、淡水和珊瑚礁生态系统的受损现状及其原因;通过种群生存力分析、DNA序列分析等保育生物学新方法,评估了重要濒危物种的受威胁状态及其机制,为生物多样性保育,特别是重要物种和生态系统的保育提供了科学依据。已在国内外重要刊物发表大量有影响的研究论文,并正式出版了数本专著。

## 5 研究展望

根据国际上生物多样性保护研究的现状与发展趋势,并结合中国的具体情况,我们认为下列几个方面应做为本领域优先考虑的研究内容。

### 5.1 生物多样性的调查、编目与动态监测

至今没有一个人能对世界上生物的物种有一个确切的数字。<sup>[11]</sup>说明在世界范围内生物的调查、订名的工作远远没有做完。其中昆虫尤为突出,估计全世界昆虫可能高达3000万种,但已描述的仅75.1万种。<sup>[14]</sup>我国约占1/10,但目前已记载的仅4万多种。这种家底不清的局面,严重地影响着生物多样性的保护与持续利用。为此,很多国家和组织成立了专门机构或设立专门的研究计划。刚启动的国际性项目如“2000年系统学议程”和“物种2000年”等。<sup>[15]</sup>

生物多样性监测与生物多样性编目有着密切的联系。可以认为,生物多样性监测就是在不同时刻对生物多样性组成部分的编目。前者旨在了解生物多样性在某一段时间内的变化过程,而后者则在于了解某一时刻生物多样性的状态。生物多样性监测主要在三个水平上进行:(1)物种及其种下等级的监测,选择受到严重威胁的物种、具有重要经济价值的贸易物种和重要作物或家养动物的品种及其野生近缘种等,对其种群动态和主要影响因素进行监测;(2)对重要生态系统的监测,选择重要的生态系统类型,在其典型地段建立一定面积的固定观测样地,对生态系统的组成、结构、关键物种、受威胁物种和主要的生态学过程进行监测。生态系统水平的生物多样性监测应在野外定位研究站、自然保护区、国家公园等设施 and 基地的基础上,采取网络化途径,建立监测系统,并使这一工作与自然保护区(protected area)的管理实践相结合;(3)对景观多样性的监测,选择一定的区域,利用遥感手段(卫星照片和航空照片等)和地理信息系统等计算机技术对景观格局和过程及其影响因素进行监测。由此获得的信息可以为区域规划、持续发展和生物多样性保护等的宏观决策提供科学依据。

利用上述三个层次监测获取的信息不断地更新相应的数据库和图形库,并据此做出规划和决策,使得生物多样性保护与持续利用实践建立在科学的基础之上,使其真正变成有效的行动。

### 5.2 物种濒危机制及保护对策的研究

据国际自然与自然资源保护联盟的物种保护监测中心估计,全球有10%的物种面临灭绝,到本世纪末,将有15%~20%的物种从地球上消失;如果不采取有效措施,灭绝速率可能超过20%,形势十分严峻。更为严重的是我们对于濒危物种知识的贫乏。<sup>[16]</sup>研究内容主要包括物种受威胁等级的评价、濒危物种生殖生物学研究、濒危物种群体遗传学与生态遗传学研究、濒危物种种群生态学研究以及在此基础上进行濒危物种保护对策与措施的研究等。

### 5.3 生物多样性的生态系统功能与生态系统管理

生态系统生态学着眼于不同时空尺度上系统对能量和物质的获取、贮存和传递过程。在研究生态系统功能与环境之间关系时,只注重生态过程而非物种组成。然而,事实上物种组成抑或物种多样性和基因多样性对于相应的生态系统功能的发挥是十分重要的。由于人文因素的影响,生态系统退化严重。如何从生物多样性的生态系统功能的机制出发,对受损生态系统进行恢复与重建受到人们的高度重视。<sup>[3,17]</sup>

这一领域研究的问题主要有:生物多样性怎样影响生态系统抵御不利环境的能力或者说生物多样性与

生态系统维持或稳定的关系如何? 景观的改变如何通过影响不同水平生物多样性的变化而影响生态系统功能? 物种之间相互关系怎样影响生态过程, 继而影响生态系统功能? 生态系统的关键种及其作用如何? 生态系统中是否存在物种冗余(Species redundancy)? 不同类群的生物怎样影响生态系统功能等。<sup>[18~20]</sup>

#### 5.4 栽培植物与家养动物及其野生近缘的遗传多样性研究

遗传信息储存在染色体和细胞器基因组的 DNA 序列中. 虽然动植物和其他生物一样, 都能准确地复制自己的遗传物质 DNA, 将自己的遗传信息一代一代地遗传下去, 保持遗传性状的稳定性, 但有许多因素能影响 DNA 复制的准确性. 这些影响因素有的是来自外界的, 有的是本身的. 可能引起的变化是多种多样的, 小的可能是一个碱基对的变化, 大的可能由于 DNA 片断的倒位、易位、缺失或转座而引起多个碱基对的变化, 从而导致不同程度的遗传变异. 随着遗传变异的不断积累, 遗传多样性的内容也就不断地得到丰富.

众所周知, 物种水平的多样性到目前为止我们还远非了解.<sup>[9]</sup> 述及遗传多样性, 情况就更令人失望了. 据 Woodruff 统计,<sup>[21]</sup> 仅有约几千个物种进行过遗传学研究, 后者仅占已描述物种的很小一部分. 而对这种状况, 唯一的出路在于确定优先重点. 目前, 国际上遗传多样性研究最多的生物类群就是家养动物和栽培植物及其野生近缘.<sup>[10]</sup> 这方面研究可为遗传资源保存、品种改良以及生物生产力提高提供重要理论依据.

#### 参考文献

- 1 Wilson EO, Francis MP ed. Biodiversity. Washington D. C.: National Academy Press, 1988
- 2 马克平. 试论生物多样性的概念, 生物多样性. 1993, 1(1): 20~ 22
- 3 Heywood VH, Watson RT ed. Global biodiversity assessment. Cambridge: Cambridge University Press, 1995
- 4 马克平. 生物群落多样性的测度方法, 见: 钱迎倩, 马克平主编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 141~ 165
- 5 Zhou, J et al. An index of ecosystem diversity. *Ecological Modelling*. 1991, 59: 151~ 163
- 6 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1990
- 7 胡志昂, 王洪新. 研究遗传多样性的原理和方法. 见: 钱迎倩, 马克平主编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 117~ 122
- 8 陈灵芝主编. 中国的生物多样性: 现状及其保护对策. 北京: 科学出版社, 1993
- 9 世界资源研究所(WRI)等著, 中国科学院生物多样性委员会译. 全球生物多样性策略. 北京: 中国标准出版社, 1993
- 10 马克平, 钱迎倩, 王晨. 生物多样性研究的现状与发展趋势. 见: 钱迎倩, 马克平主编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 1~ 12
- 11 May RM. How many species are there on earth? *Sciencæ*. 1988, 241: 1441~ 1449
- 12 DIVERSITAS. DIVERSITAS: An international programme of biodiversity science. operational plan. DIVERSITAS. Paris, 1996
- 13 钱迎倩, 马克平. 生物技术与生物安全. 自然资源学报. 1995, 10(4): 322~ 331
- 14 McNeely JA 著, 李文军等译. 保护世界的生物多样性. 见: 中国科学院生物多样性委员会编. 生物多样性译丛(一). 北京: 中国科学技术出版社, 1992, 1~ 164
- 15 钱迎倩, 马克平. 生物多样性研究的几个国际热点. 广西植物. 1996, 16(4): 295~ 299
- 16 Ehlich PR, Wilson EO. Biodiversity studies: science and policy. *Science*. 1991, 253: 758~ 762
- 17 Schulze E- D, Mooney HA ed. Biodiversity and ecosystem function. Berlin: Springer- Verlag, 1993
- 18 Lawton J. 1994. What do species do in ecosystems. *Oikos*. 1994, 71(3): 367~ 374
- 19 Moffat AS. Biodiversity is a boon to ecosystems, not species. *Science*. 1996, 271: 1497
- 20 Tilman D, Wedin D, Knops J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature*. 1996, 379: 718~ 720
- 21 Woodruff DS. The problems of conserving genes and species. In: Westem D, Pearl MC ed. Conservation for the twenty-first century. Oxford: Oxford University Press, 1989, 76~ 88