

# 香港石鼓洲植物传播与植被次生演替初探

陈林<sup>1,2</sup>, 武艳芳<sup>1,2</sup>, 陈定如<sup>3</sup>, 邢福武<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 华南师范大学生命科学院, 广州 510631)

**摘要:** 在香港石鼓洲生物多样性调查的基础上, 对该岛的 324 种植物的果实类型和种子的传播方式进行了统计和分析。该岛植物的果实类型可划分为 13 类, 主要是核果、浆果、蒴果和荚果四类, 分别占总数的 19.75%、18.83%、16.98% 和 11.11%。岛上植物种子传播的类型主要有 4 种, 即动物传播(含鸟类传播和其它动物传播)、风传播、人力传播和水流传播, 分别有植物 233 种、74 种、39 种及 22 种, 动物传播中鸟类传播的有 139 种, 其它动物传播的有 156 种。有 86 种植物有 2 种以上的自然传播方式(不包括人力传播)。此外, 还对石鼓洲植物种子传播方式与植被次生成之间的关系进行了初步探讨, 认为石鼓洲火烧之后岛上残存植物物种是目前植被的基础, 鸟类和其它动物的传播作用对岛上的植被的次生形成具有重要的作用。

**关键词:** 香港; 石鼓洲; 果实类型; 种子传播; 植被; 次生演替

中图分类号: Q948.13 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2010)05-0651-06

## Study on the seed dispersal and secondary succession of Shek Kwu Chau, Hong Kong

CHEN Lin<sup>1,2</sup>, WU Yan Fang<sup>1,2</sup>, CHEN Ding-Ru<sup>3</sup>, XING Fu Wu<sup>1\*</sup>

(1. *South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China*; 2. *Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*; 3. *College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China*)

**Abstract:** The original flora of Shek Kwu Chau has been changed. The actual vegetation is typical secondary vegetation, which has developed on the burned area since 1961. Based on the flora and biodiversity investigation on Shek Kwu Chau, a total of 324 vascular plants have been recorded. In this study, a statistical analysis of fruit types and seed dispersal types of each plant were made. Main fruit types on the island were drupe, berry, capsule and legume in all 13 fruit types, with a percentage of 19.75%, 18.83%, 16.98% and 11.11%, respectively. Four main dispersal modes were assigned to 324 plant species. Animals dispersed the highest percentage of species (71.91%, 233), while the number of anemochorous, hydrochorous and anthropochorous species was 74, 21 and 39, respectively. And the animals dispersed species divided into two parts, 139 by birds and 156 by other animals. Besides, 85 species were dispersed by more than two natural vectors, excluding human reasons. Shrub is the dominated vegetation on the island now, which as an interim stage during the vegetation succession. As a result of the historical reasons and the effects of human activities, the present vegetation on the island depended on the secondary development after fire, and the survival plant species after fire and the animals, especially birds and fruit bats, may be the main factors of the formation of Shek Kwu Chau's flora.

**Key words:** Hong Kong; Shek Kwu Chau; fruit type; seed dispersal; vegetation; secondary succession

① 收稿日期: 2009-05-31 修回日期: 2009-12-02

基金项目: 香港生物多样性调查项目; 广州市亚热带地区人工林树种配置模式研究项目(0634031001) [Supported by Biodiversity Survey Program of Hong Kong; Plantation Trees Arrangement Mode Research in Subtropical Regions of Guangzhou(0634031001)]

作者简介: 陈林(1982), 男, 四川成都人, 博士研究生, 主要从事植物分类及植物区系地理研究, (E-mail) chenlin106@mails.gucas.ac.cn,

\* 通讯作者 (Author for correspondence, E-mail: xinfw@scbg.ac.cn)

世界岛屿的数目很多,总面积约 970 万  $\text{km}^2$ , 约占世界陆地总面积的 1/15 (王荷生, 1992)。各个岛屿本身构成一个独立或半开放的生态系统, 其植物多样性的形成与植物种子传播有密切的关系, 岛屿形成后, 植物由大陆或其它陆地转向此散布, 因而其间的距离远近和植物跨越海洋的传播能力直接制约了岛屿的植物种类组成 (武吉华等, 1995)。李德莱提出的岛屿植物种子传播特点与岛屿植被演替规律对后人的研究具有重要的指导意义和方向性价值。

香港官方记载境内共有大小岛屿 263 个, 总面积约 309  $\text{km}^2$ , 约占香港总面积的 30%, 其植物区系的形成不仅与地质史上的变迁紧密相关, 也与其独特的地理位置和人类及动物活动影响有着巨大的联系。香港的原生植被是以南亚热带常绿阔叶林为代表的顶级群落, 但是随着时代的变迁, 人类长期经济活动的结果, 原生植被在香港地区已残存无几, 目前植被大多以次生性灌丛和次生性草地为主 (张宏达等, 1989)。石鼓洲岛在历史上长期遭到人为破坏, 特别是 20 世纪 40 年代和 60 年代曾经历了两次毁灭性破坏, 原始植被已不得而知, 但经过 40 多年的造林和保护, 岛上植被已逐步恢复发展, 生态环境与物种多样性已得到极大的改善, 是研究海岛植被演替的极佳地点。本文根据 1997 年 7 月、2000 年 7 月和 2008 年 4 月三次对石鼓洲岛的植物多样性及植被调查资料, 分析了石鼓洲植物果实类型和种子传播的主要类型, 并对该岛植被的次生演替进行了初步探讨。

## 1 自然地理条件概况

石鼓洲 (Shek Kwu Chau) 位于香港西南海域 ( $22^{\circ}12' \text{N}$ ,  $113^{\circ}59' \text{E}$ ), 北距大屿山岛约 1.2 km, 东距长洲岛 2.4 km, 最高海拔 185 m, 全岛陆地面积为 1.24  $\text{km}^2$ , 地形为丘陵山地, 中央隆起, 四周倾斜, 坡度在  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$  之间, 山坡散布露石, 间有小沟谷; 小岛周围有陡峭的石壁和石滩, 其成土岩为花岗岩, 土壤为赤红壤。

石鼓洲位于热带与亚热带的过渡地带, 具有东亚季风气候的特点, 温度季节性明显。夏季长而高温多雨, 冬季短而凉爽干燥, 年均温为  $22.8^{\circ}\text{C}$  (香港地区, 1961~1990 年), 年均降水量为 2 214 mm, 但 77% 的雨水主要集中在 5~9 月 (Dudgeon & Corlett, 1994, 2004; 邢福武等, 1999)。地带性植被是南

亚热带季风常绿阔叶林 (张宏达等, 1989)。由于历史上的长期破坏, 岛上原生植被早已破坏殆尽, 现存的植被都是在 1961 年以后从火烧迹地上发展起来的, 目前主要的植被类型有次生林、灌丛和人工林等。

## 2 石鼓洲植物果实类型分析

据调查统计, 石鼓洲共有维管束植物 324 种, 隶属于 98 科 242 属, 其中野生植物 91 科 220 属 292 种, 栽培植物 17 科 27 属 32 种。在石鼓洲调查统计所得的 324 种维管束植物果实类型中, 参考 Spjut (1994) 的划分方法, 可划分为 13 个类型: 瘦果、颖果、囊果、坚果、蓇葖果、荚果、蒴果、分果、球果、梨果、核果、浆果和孢子, 其中蕨类植物的孢子作为植物果实类型来计算 (表 1)。

表 1 石鼓洲植物果实类型统计

Table 1 Number and percentage of species per fruit type on Shek Kwu Chau

果实类型 Fruit type	物种数量 No. of species	百分比 (%)
核果 Drupe	64	19.75
浆果 Berry	61	18.83
蒴果 Capsule	55	16.98
荚果 Legume	36	11.11
瘦果 Achene	30	9.26
颖果 Caryopsis	23	7.10
孢子 Spore	20	6.17
蓇葖果 Follicle	19	5.86
球果 Strobilus	6	1.85
坚果 Nut	5	1.54
梨果 Pome	2	0.62
囊果 Cystocarp	2	0.62
分果 Schizocarp	1	0.31
合计 Total	324	100

由表 1 看出, 该区植物的果实类型主要为核果、浆果、蒴果和荚果 4 种, 分别有 64 种 (19.75%)、61 种 (18.83%)、55 种 (16.98%) 和 36 种 (11.11%), 没有明显优势的类型, 其中核果和浆果由于果实肉质, 常为鸟类和其它动物所取食, 主要通过鸟类和动物传播; 蒴果和荚果一般借助风、水流、自身的弹射力和爆裂力等非生物力来进行传播 (Arbeláez & Parrado-Rosselli, 2005), 但是长距离的传播还是主要靠鸟类和其它动物, 因此存在二次传播的情况。蕨类植物通过孢子繁殖, 岛上 20 种 (6.17%) 蕨类植物主要通过风来传播。

### 3 植物种子传播的主要方式

植物物种的存在和延续不仅依靠它的忍耐力、竞争能力和环境的作用,而且依靠它从一个区域扩展到另一个区域的能力,即散布能力(王荷生, 1992)。植物的散布主要通过种子和果实的传播来实现,可以分为生物和非生物两种方式。非生物方式主要包括风和海流等自然力以及自身的机械弹射作用;生物方式则是主要借助于生物媒介(biotic vectors)如鸟类和动物的移动性来增大种子存活的可能性,从而实现传播(苏志尧等, 1993)。岛屿的植物物种多样性与植物种子传播关系密切。通常岛屿隔绝的环境会限制生物多样性的发展,使得岛屿生物与大陆生物的基因交流机会很少,从而形成岛屿生物区系的独特性(Cox & Moore, 2007),但石鼓洲由于地史上曾与广东大陆相连,岛屿上的植物完全可以通过陆路与大陆相互渗透(邢福武等, 1999),形成独立岛屿后其与大屿山和大陆的距离也不远,再加上面积小、海拔低和土壤条件限制,因此在所统计的324种维管束植物中并没有形成特有种,绝大部分植物是从附近的大陆或岛屿通过海流、动物、风或人为方式传播进来的。依据Pijl(1982)和Howe等(1983)对植物种子传播方式的划分方法,同时结合实际观察和前人文献资料(Dudgeon & Corlett, 1994, 2004; Corlett, 1996; Lee等, 2008),石鼓洲植物种子传播的方式主要分为4种类型,即风传播、水流传播、动物传播以及人力传播,其中动物传播又分为鸟类传播和其它动物传播。

#### 3.1 非生物传播

在石鼓洲植物区系中,借助风和海流等自然力传播种类分别有74种和22种,占植物总数的22.84%和6.79%。风播种类主要是草本类的植物种子,包括蕨类(孢子)、菊科、和禾本科植物,如薄叶碎米蕨(*Cheilosoria tenuifolia*)、阔片乌蕨(*Stenoloma biflorum*)、井栏边草(*Pteris multifida*)、白舌紫菀(*Aster baccharoides*)、芒(*Miscanthus sinensis*)和红毛草(*Rhynchelytrum repens*)等。这类植物的孢子或带有冠毛的种子个体细小、质量较轻,很容易随风飘到较远的地方。水播种类主要是草海桐(*Scaevola sericea*)、露兜树(*Pandanus tectorius*)、海芒果(*Cerbera manghas*)等海岸植物,这类植物的果实或种子多具有漂浮能力,种子表面具有丰厚的

纤维质,能够抵御海水的长时间浸泡而仍具有发芽能力。还有一些植物的枝叶或其它繁殖体也可以借助海流传播,如刺葵(*Phoenix hanceana*)、毛马齿苋(*Portulaca pilosa*)等。

#### 3.2 生物传播

3.2.1 动物传播 根据传播机制的不同可将动物传播的方式大体分为附着传播(Epizoochores)、体内传播(Endozoochores)、搬运传播(Synzoochores)三种(Van der Pijl, 1983)。石鼓洲的主要植被类型是灌丛,而超过85%的灌木和乔木具有肉质的果实,适合于鸟类和其它动物取食和传播(Dudgeon & Corlett, 2004),在所调查的果实类型中,共有233种植物通过动物传播,因此动物传播是石鼓洲植物种子的主要传播方式。

石鼓洲植物中鸟类传播的有139种,其它动物传播(包括蝙蝠)的有156种,分别占植物总数的42.90%和48.15%。依靠附着传播的植物种子都比较细小或表面具有钩针刺或有粘液分泌,能粘附在鸟类羽毛或动物的体表上进行传播,如野菊(*Dendranthema indicum*)、刺蒴麻(*Triumfetta rhomboidea*)等。体内传播是岛上动物传播种子的主要方式,这类种子的果实肉质丰富,如破布叶(*Microcos paniculata*)、草珊瑚(*Sarcandra glabra*)、鸭脚木(*Schefflera heptaphylla*)、山橙(*Melodinus suaveolens*)、无根藤(*Cassytha filiformis*)、小果柿(*Diospyros vaccinioides*)、变叶榕(*Ficus variolosa*)等,其果实被动物取食,种子在动物体内难以消化而在动物迁移过程当中排泄到另一地方生根发芽,实现传播,其中,无根藤的种子就是典型的体内传播类型。由于鸟类没有牙齿,一般是通过吞食或啄食来取食,因此鸟类传播的果实或种子大小受鸟类嘴部所能张开大小的限制,这类果实或种子形体通常较小;而一些脊椎动物因取食习惯不同而没有对果实或种子大小的限制,能够传播较大个体的植物果实或种子,从而弥补鸟类不能传播这类种子所带来的不足(刘惠宁, 2000; Dudgeon & Corlett, 2004)。

适宜动物传播的植物类群在石鼓洲岛植物区系上占有重要位置,组成了当地的主要植物群落,如群落中的优势种豺皮樟(*Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia*)、绒毛润楠(*Machilus velutina*)等均为颜色鲜艳的肉质核果或浆果。另外岛上的豆科植物的果实或种子也大多颜色鲜艳,是鸟类和昆虫等比较喜欢的搬运传播类型。这类植物通过鲜艳的色彩吸引动物搬回自己的栖息地,途中掉落或在动物的

栖息地遇到适宜的环境而萌发生长,从而实现传播,如凹叶红豆(*Ormosia emarginata*)、猴耳环(*Archidendron clypearia*)等。

3.2.2 人力传播 石鼓洲岛上植被曾在1960年被人用火几乎全部烧毁,现有植被都是在那之后发展起来的。1961年建立戒毒康复中心后,引入了一些栽培植物,同时也无意中带入了一些外来植物。据统计,石鼓洲有38种植物是由于人为原因引入或传播的,其中鸡蛋花(*Plumeria rubra*)、台湾相思(*Acacia confusa*)、龙眼(*Dimocarpus longan*)、湿地松(*Pinus elliottii*)、银合欢(*Leucaena leucocephala*)、大叶南洋杉(*Araucaria bidwillii*)和宫粉羊蹄甲(*Bauhinia variegata*)等32种栽培植物主要是修建戒毒所引种栽植的。另有9种植物是由于人类活动中无意传播或由附近区域自然传播而来,如红毛草、岭南山竹子(*Garcinia oblongifolia*)和落地生根(*Bryophyllum pinnatum*)等。

此外,有的植物种子可以通过两种及以上的媒介来传播,如降真香(*Acronychia pedunculata*)、破布叶、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)等62种植物的种子可以通过鸟类和哺乳动物或蝙蝠两种方式进行传播;藤黄檀(*Dalbergia hancei*)、黄牛木(*Craetoxylum cochinchinense*)等6种植物的种子可以通过鸟类传播也可以通过风传播;草海桐、露兜树、簕古子(*Pandanus forceps*)、水鬼蕉(*Hymenocallis littoralis*)等11种植物种子可以通过动物和水流传播;海芋(*Alocasia macrorrhiza*)、小叶红叶藤(*Rourea microphylla*)和蔓荆(*Vitex trifolia*)等7种植物的种子可以通过鸟类和水来传播;而苦楝、刺葵则可以通过水、蝙蝠和鸟类三种方式进行传播。同时,32种栽培物种经人为引种到岛上定植后有15种又通过其它几种方式传播,其中银合欢已逸为野生。

#### 4 植物种子传播与植被的关系

在特殊的植被类型中,植物种子传播方式的比例称为传播谱(dispersal spectrum),它主要受生态系统特征、环境条件和植物种类组成的影响(Vander Pijl, 1983; Hughes 等, 1994),因此传播谱在一定程度上反映了该地区的生境特征、植被和植物区系特征。石鼓洲的地带性植被应为南亚热带季风常绿阔叶林(张宏达等, 1989),然而由于人为活动干扰,现存的植物区系严重退化,植被以灌丛(包括竹

丛)为主,还有少量次生林和人工林,群落结构简单,种类较贫乏(陈定如等, 1996),主要为少数广布性阳性种类。上层植物主要以乔木为主,也包括一些较高的灌木,如鼠刺(*Itea chinensis*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)等,树高一般大于3m;中层植物以灌木和木质藤本为主,如豺皮樟、棕竹(*Rhapis ex celsa*)、清香藤(*Jasminum lanceolarium*)等,高度一般在1~3m;下层植物以草本和少数矮小灌木为主,如糙叶丰花草(*Borreria articularis*)、金草(*Hedyotis acutangula*)、草珊瑚、黑面神(*Breynia fruticosa*)等,株高一般低于1m,另外也包括一些乔木的幼苗。

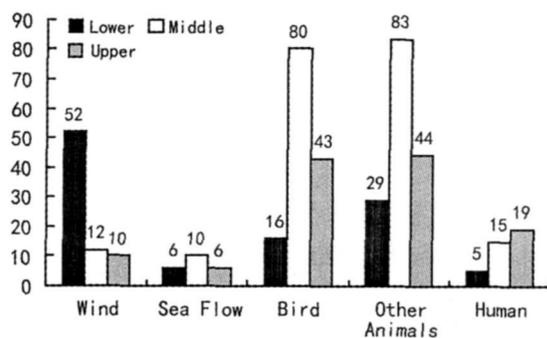


图1 石鼓洲植物传播方式在群落不同层次的数目对比

Fig. 1 Species No. of each fruit and seed dispersal types in different layers of community vertical structure on Shek Kwu Chau

在石鼓洲植物的垂直分层上,很明显中层植物种类在各种传播方式中占有优势(图1),达到61.42%(199种),这是由于石鼓洲植被的种类组成主要以灌木种类为主,中层植物种类相对较多,其传播方式也相对占有优势,在海流传播、鸟类传播和其它动物传播中表现明显。风力传播的种类主要是种子具有冠毛或有翅的种类,众多草本植物的果实和种子或质量很轻或具有冠毛,加上海岛上海风强劲,使得林下层植物中风力传播具有明显的优势。而在人力传播方式上,人为栽培的主要是以用于观赏或绿化的行道树、园景树和苗圃灌木为主,无意引入的是一些植株矮小的灌木或草本类,因此人力传播在林间垂直分层上呈现出由上层向下层递减的趋势。

#### 5 种子传播与植被的次生演替

历史上珠江口沿海岛屿与邻近的广东大陆相连,使得珠江口沿海岛屿植物区系与邻近的广东大

陆极为相似, 并且缺乏特有种(邢福武等, 1999), 加上人为的破坏, 石鼓洲上植物物种稀少, 组成种类简单, 绝大部分种类均见于华南及长江以南地区, 在华南地区亚热带季风常绿阔叶林中常见的壳斗科和木兰科等植物种类在石鼓洲均未有发现。原生森林的消失和人为活动的干扰导致了石鼓洲植被的退化, 但是森林栖息性两栖爬行动物种类如锯尾蜥虎(*Hemidactylus garnotii*)、鲍氏双足蜥(*Dibamus bogadeki*)和紫沙蛇(*Psammodonastes pulverulentus*)等的出现揭示了石鼓洲原来具有较好的森林环境(陈定如等, 1996)。

根据李德莱的观点, 新出现的岛屿上, 首先到来的是风播植物, 稍迟为海流携带植物, 然后是鸟播植物, 而大陆岛屿的植物种子通常是由鸟类通过体表粘附或体内携带进行传播, 由哺乳动物传播的植物一般仅出现在该动物能到达和生活的大陆岛上(王荷生, 1992; 武吉华等, 1995)。石鼓洲属于大陆岛范围, 不仅距大屿山岛较近, 而且在地史上珠江口沿海岛屿是华南准地台的一部分, 是在断裂构造的基础上, 于晚更新世开始直至中全新世大暖期海面上升淹没陆地才形成的岛屿(李建生等, 1999), 其种子传播的特点是与李德莱的观点相符合的。在岛屿形成初期, 依靠水流和风力传播种子的植物成为植物区系形成的先锋种类, 改善了岛屿环境, 当岛屿具备鸟类和其它动物栖息、停歇的环境之后其它依靠动物传播的植物种类才能在岛上得以生存(尚玉昌, 2002; 周劲松等, 2006), 从而使岛屿的生物多样性大大提升, 同时也促使岛屿的生境多样化。Richard T. Corlett 认为香港地区的植被从 14 世纪开始长期遭受严重的人为破坏(Dudgeon & Corlett, 1994, 2004; Corlett, 1999), 石鼓洲岛上的原始植被状况早已不明, 20 世纪中期遭受火烧之后的次生演替对其目前的植被组成影响至深, 鸟类和其它动物的传播作用对岛上植被的次生形成具有重要的作用。

在 1960 年火烧迹地之上, 石鼓洲上绝大部分植物被烧毁, 仅有部分耐火烧和生存于湿润的山涧沟谷的物种存活下来。火烧使岛上的植被再次遭到毁灭性的破坏, 给鸟类和其它陆生脊椎动物的栖息生存和停歇带来阻碍, 植物种子传播受到一定的限制, 但是此时也是岛上残存物种开始迅速占领迹地, 得以发展群落的阶段(尚玉昌, 2002), 一些次生阳性先锋物种如豺皮樟、潺槁树、破布叶和假苹婆(*Sterculia lanceolata*)以及竹丛等在干旱贫瘠的山坡上自

然演替起来, 迅速成为主要植被类型中的优势种类, 逐步改善了海岛的生态环境, 使得鸟类的栖息和停歇逐渐增多, 同时也传播来一些新的物种, 增加了岛上的植物物种多样性。因此, 石鼓洲上残存植物物种应该是其现有植被形成的基础。

在植物种子散布上, 由于海岛早已形成, 且火烧之后生态环境相对恶劣, 爬行动物和其它陆生脊椎动物从附近海岛或陆地迁徙过来并传播种子的可能性不大, 仅有鸟类和蝙蝠等可以飞行的种类可以将附近的植物物种传播过来。香港地区不仅鸟类丰富, 其野生鸟类达 492 种之多(周锦超等, 2000), 而且又是许多迁徙性鸟类的迁飞中转站或越冬地点(Viney 等, 1994; Carey 等, 2001)。如此丰富的鸟类, 对石鼓洲植物的种子传播起着非常重要的作用, 为石鼓洲现有植被和植物区系的形成提供了条件。同时随着生境的逐渐改善, 岛上残存的陆生脊椎动物也逐渐活跃起来, 从山涧沟谷等潮湿的环境逐渐向外部扩散, 从而也促进了植物种子的传播, 进一步改善了生态环境, 而这些陆生脊椎动物的活动在一定程度上加速了石鼓洲植被的恢复和次生演替。另外, 随着人为引入的物种形成人工林, 在改善生态环境、促进森林恢复的同时也使得动物对人工林物种的种子传播成为可能, 并使一些栽培物种逐渐逸为野生, 促进了自然演替的进程和本地生物多样性的发展。

## 6 结语与讨论

(1) 石鼓洲调查所得的 324 种维管束植物隶属于 98 科 243 属, 主要果实类型为核果、浆果、蒴果和荚果, 各占总数的 19.75%、18.83%、16.98% 和 11.11%, 其次为瘦果、颖果、孢子和蓇葖果, 各占总数的 9.26%、7.10%、6.17% 和 5.86%, 在种子传播类型中, 鸟类和其它动物传播的植物种类分别有 139 种和 156 种, 借助风传播的种类有 74 种, 借助水流传播的种类有 22 种, 依靠人类活动传播的种类有 39 种, 其中有 86 种植物具有两种或两种以上的传播方式(人力传播除外)。

(2) 动物传播是石鼓洲岛屿植物种子传播的主要方式。种子和果实的各种不同形态在一定程度上表明了其传播的一般方式, 如肥厚肉质的果实适于吸引脊椎动物, 而另一些靠动物和人类无意中携带和散布的种子, 则常在外面生有刺毛、倒钩或有粘液

分泌,能挂在或粘附于动物的毛、羽或人们的衣裤上,随着动物和人类的活动进行远距离传播(苏志尧等,1993)。岛上植物以肉质的核果、浆果等为主,共有233种植物通过动物传播。根据石鼓洲岛的地理位置和气候条件,可以推断动物传播对石鼓洲种子传播和植被的次生演替具有重要的作用,其中鸟类和蝙蝠等飞行种类可能在早期丰富岛上植物多样性和改善生境上作用明显,而其它陆生脊椎动物则可能在后期岛上植物种子散布上表现出较大优势,但是岛上的两栖爬行类以及蚂蚁等动物对植物种子传播的作用有待进一步的调查研究。

(3)石鼓洲现存植物在垂直分层上,中层种类在传播方式中占有明显优势,所占比例达到61.42%,在动物传播和海流传播方式中表现明显,而在风力传播和人力传播方式中则分别表现出由下层向上层递减和递增的趋势。这些应该与岛上现存物种的生殖对策有关,如生殖周期短、种子数量大、果实个体小的草本种类(往往是r选择种类)易于在贫瘠的裸地上形成群落,而后才可能使生殖周期长、种子数量相对较少、果实个体就相对较大的木本植物(往往是K-选择种类)发展成为群落顶级或亚顶级。另外岛上火烧之后植被的自然恢复、人为活动影响均和现有植被类型有密切联系。

(4)石鼓洲属于大陆岛,从岛上现存的森林栖息性两栖爬行动物来看,其原有植被应是以森林为主,但现有植被却是以灌丛为主,其形成是由于火烧迹地上的“次生”发展。历史上的植被状况因遭到破坏而无法得知,但从目前的植被状况来看,火烧之后的残存物种可能是现有植被形成的基础,人类的保护和引种极大的改善了岛上的生态环境,人为引入的物种和鸟类的传播进一步丰富了岛上的植物多样性,改善了生存环境使得岛上的其它动物增大了活动范围,使植物种子的传播更为广泛,从而也加速了石鼓洲的植被恢复,形成了现有的植被状况。

## 参考文献:

Cox CB, Moore PD. 2007. 生物地理学——生态和进化的途径 [M]. 第7版. 北京: 高等教育出版社: 1-411  
尚玉昌. 2002. 普通生态学 [M]. 第2版. 北京: 北京大学出版社: 296-325  
王荷生. 1992. 植物区系地理 [M]. 北京: 科学出版社: 106-109  
武吉华, 张绅. 1995. 植物地理学 [M]. 第3版. 北京: 高等教育出版社: 69-121  
张宏达, 王伯荪, 胡玉佳, 等. 1989. 香港植被 [M]. 广州: 中山大学学报编辑部: 1-172

Arbólez MV, Parrado Roselli A. 2005. Seed dispersal modes of the sandstone plateau vegetation of the middle Caquetá River Region, Colombian Amazonia [J]. *Biotropica*, **37**(1): 64-72  
Carey GJ, Chalmers ML, Diskin DA, et al. 2001. The Avifauna of Hong Kong [M]. Hong Kong: Hong Kong Bird Watching Society: 1-563  
Chau LJC(周锦超), Lau MWN(刘惠宁), Hau BCH(侯智恒), et al. 2000. The present status and conservation of the biodiversity in Hong Kong(香港的生物多样性及其保育工作) [J]. *Chinese Biodiversity*(生物多样性), **8**(1): 25-35  
Chen DR(陈定如), Zhuang XY(庄雪影), Li ZC(黎振昌), et al. 1996. Vegetation and biodiversity of Shek Kwu Chau, Hong Kong(香港石鼓洲植被与其生物多样性的探讨) [J]. *J South China Norm Univ: Nat Sci*(华南师范大学学报·自然科学版), (2): 68-73  
Corlett RT. 1996. Characteristics of vertebrate dispersed fruits in Hong Kong [J]. *J Trop Ecol*, **12**(6): 819-833  
Corlett RT. 1999. Environmental forestry in Hong Kong: 1871-1997 [J]. *Forest Ecology and Management*, **116**(1999): 93-105  
Dudgeon D, Corlett RT. 1994. Hills and Streams: An Ecology of Hong Kong [M]. Hong Kong: Hong Kong University Press: 1-234  
Dudgeon D, Corlett RT. 2004. The Ecology and Biodiversity of Hong Kong [M]. Hong Kong: Friends of the Country Parks, Joint Publishing(HK) Company Ltd.: 18-183.  
Howe HF, Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal [J]. *Ann Rev Ecol Syst*, **13**: 201-228  
Hughes L, Dunlop M, French K, et al. 1994. Predicting dispersal spectra: A minimal set of hypotheses based on plant attributes [J]. *J Ecol*, **82**(4): 933-950  
Lau MWN(刘惠宁). 2000. Biodiversity analysis of amphibians & reptiles of Hong Kong SAR(香港特别行政区两栖爬行动物多样性分析) [J]. *Sichuan J Zool*(四川动物), **19**(3): 112-115  
Lee EWS, Hau BCH, Corlett RT. 2008. Seed rain and natural regeneration in *Lophostemon confertus* plantations in Hong Kong, China [J]. *New Forests*, **35**(2): 119-130  
Li JS(李建生), Yan YD(颜玉定). 1999. Formation and evolution of island in the Hong Kong area(香港岛屿的形成与演变) [J]. *Marine Sciences*(海洋科学), (1): 61-64  
Spjut RW. 1994. A Systematic Treatment of Fruit Types [M]. New York: New York Botanical Garden: 1-182  
Su ZY(苏志尧), Zhong MJ(钟铭锦). 1993. The ecological characteristics of seed dispersal(种子传播的生态学特点) [J]. *J Zhongkai Agrotech Coll*(仲恺农业技术学院学报), **6**(1): 48-53  
Van der Pijl L. 1983. Principles of Dispersal in Higher Plants [M]. Berlin: Springer Verlag: 993-994  
Viney C, Phillips K, Ying LC. 1994. The Birds of Hong Kong and South China [M]. Hong Kong: Government Printer: 1-255  
Xing FW(邢福武), Corlett RT, Chau LJC(周锦超). 1999. Study on the flora of Hong Kong(香港植物区系) [J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报), **7**(4): 295-307  
Zhou JS(周劲松), Yan YH(严岳鸿), Xing FW(邢福武). 2006. A preliminary study on the seed dispersal and floristic geography of Po Toi Islands, Hong Kong(香港蒲台群岛植物传播与形成初步探讨) [J]. *Acta Sci Natu Univ Sunyatseni*(中山大学学报: 自然科学版), **45**(Suppl 2): 183-188