

# 海岛退化生态系统的恢复<sup>\*</sup>

任海<sup>1</sup>, 李萍<sup>2</sup>, 周厚诚<sup>2</sup>, 张倩媚<sup>1</sup>

(1. 中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650;  
2. 广东省海洋资源研究发展中心, 广东 广州 510070)

**摘要:** 海岛在干扰下极易退化且不易恢复, 这些干扰包括毁林、引种不当和自然灾害三类。海岛恢复的限制性因子是缺乏淡水和土壤、生物资源缺乏、严重的风害或暴雨。不同大小的海岛和海岛不同部分的恢复策略不同。海岛植被恢复可参考其群落演替过程, 其恢复至少是一个群落或生态系统水平的恢复。海岛恢复的长期利益包括重建海岛的生物群落, 再现海岛生态系统的营养循环, 恢复海岛的进化过程。海岛恢复的过程比较复杂, 最关键的是要选择好适生的关键种。

**关键词:** 生态恢复; 退化生态系统; 海岛

**中图分类号:** Q148    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1008-8873 (2001)01,2-0060-05

海岛是地球进化史中不同阶段的产物, 可反映重要的地理学过程、生态系统过程、生物进化过程、以及人与自然的相互作用过程。海岛由于海水的包围而有明显的边界, 岛内的生物群体在长期进化过程中形成了自己的特殊动物区系缀块, 往往是受威胁种的庇护所<sup>[1,2]</sup>。

由于隔离性和受大气环流影响大, 海岛生态系统在干扰下极易退化且不易恢复。例如, 由于开垦和引入大量的家畜, 美国夏威夷群岛 1/3 的生物消失或面临灭绝, 成了美国的受威胁和消失种之都, 夏威夷政府花了大量的人力、物力和财力, 引种了大量的乡土种, 但仍有许多种类不能再在此定居<sup>[4]</sup>。

## 1 海岛恢复概论

岛屿在发展保护生物学理论中占有重要的地位, 例如, MacArthur 和 Wilson (1967) 提出的岛屿生物学理论; Harper (1969) 发现草食动物对草本植物的空间竞争会产生影响, 进而会增加物种多样性; Botkin (1977) 和 Taylor (1984) 根据海岛研究提出增加一个捕食者成分能部分稳定植物和大型草食动物间的相互作用<sup>[4]</sup>。此外, 由于更少的种类和易于分离种群, 岛屿还常用于测试生物控制项目。但是目前关于海岛恢复的研究还非常少, 还没有从海岛恢复试验中总结出一般性的理论。

海岛有大小。大海岛的生态过程与大陆相似, 因而其恢复方法与大陆相似; 小的海岛由于与大陆隔离, 物种较少, 生境缀块小, 抵御自然灾害的能力弱, 一些生态系统过程不能在小尺度上维持, 因而小岛的恢复目前还无成功的先例; 中等大小的海岛由一定尺度的

\* 基金项目: 中国科学院生物特支费资助项目 (STZ-01-36); 中国科学院生命科学创新小组资助项目; 广东省自然科学基金团队资助项目 (003031)

收稿日期: 2001-03-14; 作者简介: 任海 (1970-), 男, 副研究员。

景观组成, 兼有大陆和海岛的特性, 相对于小岛更易恢复, 目前中等海岛的恢复在新西兰比较成功。此外, 海岛可分为海岸带、近海岸带和岛心三部分, 不同部分的恢复策略也不同。

虽然单位面积的海岛的植物群落中的种类明显少于大陆的 (小岛更明显), 但海岛植被恢复仍可参考其群落演替过程。Whittaker (1998) 等研究了 Rakata 岛自 1883 年来的演替过程表明<sup>[4]</sup>, 该岛植物群落演替可分为 3 个阶段: 早期以草本植物和蕨类植物入侵为主, 主要传播者是海水、风及另外的因子; 中期以草本植物定居为主, 主要传播者是动物、海水和风, 这表明早期的草本群落为动物扩散提供了适宜的生存境; 后期有灌木和乔木入侵, 主要传播者是动物、风, 而海水的传播作用最小, 此时该岛植物群落已具备一定结构与功能, 可以抵制一定的外来种入侵。在中美洲及大洋洲一些海岛恢复试验过程表明, 在恢复初始阶段, 必须经常除掉被海水、风等引入的外来草种, 否则极易造成植被恢复努力的失败。

海岛的恢复至少是一个群落或生态系统水平的恢复, 而不能只限于种群和个体水平, 但合适的种群管理可帮助海岛恢复。为了加快恢复, 有时可以在原群落中再加入一至二个种群, 但一定要小心。例如, 人们在新西兰的 Santa Catalina 岛引入山羊控制一种杂草, 但没想到山羊却将全岛的一种乡土树吃得只剩下 7 株<sup>[3]</sup>。

## 2 海岛的干扰

影响海岛退化的干扰很多, 大致可分为毁林、引种不当和自然干扰三类。Lugo (1998) 根据干扰对海岛能量流动的影响程度将海岛的干扰现象分为 5 类<sup>[2]</sup>: 第 1 类干扰是其能量被海岛利用前能改变海岛能量的性质及量, 例如 ENSO 现象导致的干旱或强降水; 第 2 类是海岛自身的生物地球化学途径, 例如地震导致的变化; 第 3 类是能改变海岛生态系统的结构但不改变其基本能量特征, 例如飓风的影响, 这些干扰过后较易恢复; 第 4 类是改变海岛与大气或海洋间的正常物质交换率, 例如大气压改变后影响季风的的活动; 第 5 类是破坏消费者系统的事件, 例如人类战争对海岛的影响 (表 1)。

表 1 海岛的干扰现象<sup>[3]</sup>

干扰现象	类型	影响面积	主要影响机理	持续时间	周期
飓风	3, 5	大	机制的	小时 - 天	20 ~ 30 年
强风	3, 4, 5	大	机制的	小时	1 年
强降雨	4	大	生理的	小时	10 年
高压系统	1	大	生理的	天 - 周	几十年
地震	2, 5	小	机制的	分钟	百年
火山爆发	1, 2, 3, 4, 5	小	机制的	月 - 年	千年
海啸	3 - 5	小	机制的	天	百年
极低潮汐	1	小	生理的	小时 - 天	几十年
极高潮汐	3, 4, 5	小	机制的	天 - 周	1 ~ 10 年
外来种入侵	2, 3	大	生物的	年	几十年
人类开发	1	小	生物的	年	1 ~ 10 年
战争	5	小	机制的	月 - 年	?

### 3 海岛恢复的限制性因子

海岛与大陆不同,一般由低地和海岸带群落组成,海岛与大陆生态环境的主要不同点是大风及各种海洋性气候带来的附加影响。海岛一般与物种丰富的大陆相隔离,面积较小,有高的边缘/面积比,有独特的地形特征和有限的土壤,土壤中含 $\text{Cl}^-$ 和 $\text{Na}^+$ 多,气候变幅小,蒸发量大,更易受到台风等极端气候或自然灾害的袭击,生境多样性少,这些特征产生了海岛有特色的生物适应及营养循环,同时也形成了海岛恢复的限制性因子:缺乏淡水和土壤、生物资源缺乏、严重的风害或暴雨<sup>[1]</sup>。

海岛一般有大量裸露的岩石,缺乏淡水资源和土壤资源,这样的生态系统一旦破坏,退化生态系统的土壤和水分很难支撑重建或恢复的生态系统过程。

原始的海岛生物资源一般有4个特征:抗盐和抗风的海岸树种常形成一个完整的冠层;群落中有一些大的脊椎动物;海鸟和爬行动物的密度和多样性比较高;由于海岛的种类相对于大陆少,因而其乡土种的生态位更宽些,再加上生态隔离,海岛乡土种的竞争力低于大陆种。海岛的原始生物资源在恢复中具有重要的作用,可以在要恢复的海岛中引入这些种类,并模拟它们在群落中的位置。当然如果缺乏乡土种,亦可引进大陆的一些地带性种类。

风害对于海岛的恢复影响极大,尤其是处于迎风口的退化生态系统的恢复特别难。由于海风的影响,海岛群落的平均高度低于大陆,一些易风折的树种及蒸发量大的地带性树种很难成活。例如,广东南澳岛东半岛东西两个迎风口的原生群落被砍伐后,形成了退化草坡,草坡的土壤理化结构较差,植物种类以阳性和旱生性种类为主,当地政府曾种了大量的树,但至今东面迎风口的植被仍不能恢复<sup>[1]</sup>。

### 4 海岛恢复的利益与过程

海岛恢复的短期利益包括重建生产、生活、生态系统,保护稀有种,避免物种的消失。恢复的长期利益包括重建海岛的生物群落,再现海岛生态系统的营养循环,恢复海岛的进化过程。

一般地,海岛的恢复过程如下:了解海岛退化前的物理、生物、气候、古植物、文化、经济背景;将海岛进行功能分类(表2);确定恢复的目标;理解海岛恢复的过程;开发适于海岛恢复的技术(例如,在海边营造防护林,林后营造防护林网,林网内种植作物的防护林网技术,迎风口造林技术,消灭灾害性草食动物技术等);制订海岛恢复计划并实施;改造生境并引入适宜的乡土种;海岛恢复后的管理。此外,在海岛恢复过程中还可开展淡水再利用、风能发电、生态旅游等活动,以配合海岛恢复活动。

### 5 海岛恢复中的注意事项

在恢复被外来种占据的海岛的乡土种时,种的生活史特征研究非常重要,因为海岛上的引进种缺乏植物、动物和微生物间的协同进化,很难成活;恢复和维持退化海岛的水分循环与平衡过程较大陆退化生态系统更重要;引种不当时,新入侵的外来种由于缺乏病虫害和捕食者,会很容易地控制全岛,形成生态灾难;由于隔离性,海岛的遗传多样性一般较少,恢复时可尽量增加海岛物种的遗传多样性,以增加海岛生物抗逆性的潜力;严格控

制动物引进, 防止动物失控 (例如, 澳大利亚引入的兔子繁殖太快, 大量啃食草资源, 减少了羊的饲料, 严重影响到澳大利亚的羊毛产量); 如果可能的话, 尽量选择附近无人干扰的岛屿作参考, 而且最好是将这些无人干扰的海岛设立为自然保护区。此外, 最关键的是要选择好适生的关键种, 因为关键种数量大, 控制了群落的能流, 会改变整个海岛生态系统的结构、功能和动态, 是组成新的生境的重要成分, 而且会修饰现存的生境。例如, 在海岛的无林地带植造一片新的森林, 这片新的森林可能会影响乡土植物种类的定居及扩散, 也可能为一些低密度的害虫提供适生环境, 还可能影响土壤质量等。

表 2 海岛的功能分类<sup>[3]</sup>

	基本无干扰海岛	物种避难海岛	需恢复的海岛	可开放的海岛	多用途海岛
保护功能	保护乡土种及群落, 特别是大陆有的群落	保护乡土种及群落, 包括所有的群落	恢复濒危种群和特殊的群落	保护乡土种及其生境上没有的种	保护和加强经选择的物种和群落
分类标准	乡土种丰富, 没有引入动物, 大量乡土种生境, 基本无人干扰各种大小海岛	大陆与海岛乡土种均丰富, 引入少量动物, 生境丰富, 适度干扰各种大小海岛	需恢复濒危种的生境, 海岛被人类严重改变, 各种大小的海岛	稀有种和濒危种的潜在生境有游客等人类干扰	以农业林业和旅游业为主, 大多被人类严重干扰
保护行动	防止动植物引入, 防止非法参观和火灾	防止动植物引入, 防止非法参观和火灾	防止动植物引入, 防止过多参观和火灾	防止动植物引入, 防止过多参观和火灾	依生产活动而定
恢复行动	严格保护生境限制部分种类的扩散, 利用大陆种恢复	严格保护生境保护部分区域	保护恢复位点重建消失群落	保护历史文化价值, 用乡土扩大稀有种群改善生境	控制滥用持续利用种恢复
科普活动	监测变化, 确定生物价值	部分监测变化, 确定生物价值	试验恢复方案	试验开发方案控制科普观光	生活与生产

### 参考文献:

- [1] 任海, 彭少麟. 恢复生态学导论[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [2] LUCO A E. Ecological aspects of catastrophes in Caribbean islands[J]. Acta Cientifica, 1998, 2:24~31.
- [3] TOWNS D R, DAUGHERTY C H, ATKINSON. Ecological restoration of New Zealand Islands[M]. Conservation Te Papa Atawhai: Conservation Sciences Publication. 1990.
- [4] WHITTAKER R J. Island biogeography: ecology, evolution, and conservation [M]. Oxford: Oxford University Press, 1998.

## The Restoration of Degraded Island Ecosystems

*REN Hai*<sup>1</sup>, *LI Ping*<sup>2</sup>, *ZHOU Hou-cheng*<sup>2</sup>, *ZHANG Qian-mei*<sup>1</sup>

(1. South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

(2. Guangdong Center for Marine Resource Research & Development, Guangzhou 510070, China)

**Abstract:** The island ecosystem is easy to degrade under disturbance. These disturbance include clear-cut, mis-introduce species and natural disaster. The limited factors of island restoration are lack of fresh water and soil, poor biological resource and severe storm. The island restoration tactics depends on the size of the island and part of the island. The natural successional process can be used in the vegetation recovery of island. The island restoration is based on the restoration of community or ecosystem level. The long term benefits of island restoration include re-colonization of biological community, re-establishment of ecosystem matter cycle, and revolution of island. The key issue of island restoration is the choice of suitable species.

**Key words:** restoration; degraded ecosystem; island