

人为干扰对生物多样性的影响

樊正球 陈鹭真 李振基

(厦门大学生命科学学院 厦门 361005)

摘要 从景观破碎、保护历史、种群行为机制和种群大小4个方面讨论了人为干扰对生物多样性的影响,以期为生物多样性保护和生态环境恢复提供依据。一般人为轻度干扰会导致生物多样性提高,对比研究武夷山人为干扰甜槠林与郁闭稳定甜槠林结果表明,人为干扰甜槠林高等植物物种丰富度相对于郁闭稳定林分提高了76.32%;但人为干扰甜槠林的群落优势度却远低于郁闭林,故在演替过程中群落物种多样性的增加是生态系统对外界轻度干扰的一种适应,是恢复生态系统稳定性的一种对策,一旦干扰超过其调节能力,将难以恢复为原来的群落类型。生物在其各自进化和适应的过程中由于生态位泛化或特化,许多物种仅局限于非常小的生态位空间,这些物种一旦遭遇到景观破碎则很可能从地球上消失,如黄连和短萼黄连对阴湿条件的适应与要求,导致其濒临灭绝;另一些种类由于在群落中零星分布,如斑叶兰、羽萼悬钩子、浙江红花油茶、多种粗叶木(*Lasianthus* spp.)和一些紫金牛(*Ardisia* spp.)等,当生境缩小或受到干扰时则濒临灭绝。地史上古老的地区或自然保护历史较长的地区可能拥有更多的物种。保护历史较长的福建省南靖县和溪南亚热带雨林在1200m²面积内有128种高等植物,同一地带的鼎湖山及和溪周边地区的亚热带雨林物种丰富度均低于此。许多植物是动物传布植物,动物物种多样性的减少影响了这些植物的传布,生境的改变也影响着植物的传布,另一些物种传布到新区而不能萌发或完成其生活史。地方种群小于一定数量时其灭绝的可能性也增加。

关键词 生物多样性 人为干扰 景观破碎 保护历史 种群行为机制 种群大小

The influence of disturbance by humans on biodiversity. FAN Zheng-Qiu, CHEN Lu-Zhen, LI Zhen-Ji (College of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005), *CJEA*, 2001, 9(2): 31~34

Abstract The influence of disturbance by humans on biodiversity is discussed from the aspects of fragmentation of landscape, history of conservancy, dispersal mechanism and population size to provide more effective methods for protecting biodiversity and restoring ecological environment. Generally intermediate levels of disturbance promote higher biodiversity. The results of studies from the effects of disturbance on the higher plants growing in the *Castanopsis eyrei* forests in Wuyishan national nature reserve showed that the index of species richness of higher plants in the disturbed forest was 76.32% higher more than that in the closing stable forest, whereas the community dominance index (*C*) of the disturbed forest was excessively lower than the *C* of the closing stable forest. According to these results, we proposed that the increase of species diversity is an adapting manner for the ecosystem to disturbing and a strategy of ecosystem to recover the stability. The high levels of disturbance will not only lead to reduced diversity, but also restrain the reconstitution of the ecosystem. In the course of organisms evolving and adapting, many species, such as the *Coptis chinensis* and the *Coptis chinensis* var. *brevisepala*, due to their generalization or specialization of niches, only are confined to a narrow habitats where local populations have become extinct. Other species distributing sparsely, such as the *Camellia chekiangoleosa*, *Rubus pinnatisepalus*, and some species of *Goodyera*, *Lasianthus* and *Ardisia*, are also vulnerable to extinction when their ranges become smaller and smaller or their habitats change. Older communities in evolutionary time scales or being protected have more species than younger ones. The subtropical rain forest in Hexi, Fujian, China, where the forests have being protected at least 700 years, is rich in higher plants. Other subtropical rain forest in Dinghushan and surrounding area of Hexi contains fewer species in this same zone. Many species, which dispersed by animals, are in danger of extinction by loss of animals diversity or change of habitats. Some species can reach to new area, but cannot complete their life history effectively. The living things with small local population size are vulnerable to extinction.

Key words Biodiversity, Disturbance by humans, Fragmentation of landscape, History of conservancy, Dispersal mechanism, Population size

收稿日期:2000-11-09 改回日期:2001-02-28

生物多样性是人类赖以生存的条件,也是经济得以持续发展的基础。生物多样性保护已成为并将在今后数十年内继续成为自然科学和社会科学更加关心的问题。保护好生物多样性对于人类更好地适应未来环境、开辟新的养殖和种植物种、发现和提取新的药物、为畜禽及农作物品种改良提供遗传物质、控制和治疗疾病等方面提供更多的机会。随着人口的增加,人们对生物多样性的过度利用,使许多珍稀物种濒临灭绝。人们对生物多样性的影响多种多样,生境的消失、单一物种的收购、生态系统中食物链脱节等都直接或间接对生物多样性产生影响。本项研究结果结合有关文献从正反两方面来讨论人为干扰对生物多样性的影响。

1 受干扰植被的生物多样性

Joseph Connell(1975,1978)提出轻度干扰会提高生物多样性。Whicher 和 Detling(1988)研究了北美草原上啮齿动物对生物多样性的影响,结果表明,轻度干扰的风洞国家公园草原上植物生物多样性达到最高。本研究对比研究了武夷山自然保护区郁闭稳定甜槠林与人为干扰甜槠林的物种多样性,分别利用物种丰富度指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀度和 Simpson 指数对 2 种生境下的物种多样性作了比较,结果表明,郁闭稳定甜槠林的物种丰富度为 11.3704,Shannon-Wiener 指数为 3.9404,均匀度为 63.05%,Simpson 指数为 6.3740,而人为轻度干扰后的甜槠林各项物种多样性指数值远高于郁闭林,物种丰富度达 20.0479,Shannon-Wiener 指数达 5.5431,均匀度达 78.44%,Simpson 指数达 21.7163^[16],但人为干扰甜槠林的群落优势度(C)远低于郁闭林,如郁闭林分灌木层和草本层的 C 值分别达 0.2651 和 0.2944,而干扰林分 C 值仅 0.0860 和 0.1039,据此认为郁闭林优势度高,功能完善,表明在演替过程中群落物种多样性的增加是生态系统对外界轻度干扰的一种适应,是恢复生态系统稳定性的一种对策,一旦干扰超过其调节能力,将难以恢复为原来的群落类型^[11]。

2 景观破碎对生物多样性的影响

生态系统多样性是物种多样性保护的基础,生物在其各自进化和适应过程中由于生态位泛化或特化,许多物种仅局限于非常小的生态位空间,对环境要求苛刻,如黄连(*Coptis Chinensis* Franch)和短萼黄连(*Coptis Chinensis* Var)对阴湿条件的适应与要求,导致其濒临灭绝。这些物种一旦遭遇到景观破碎,很可能从地球上消失。样方逐级扩大调查时,物种越来越多,单位面积生境中物种的多少可采用 Gleason 丰富度指数(d_{GI})表示:

$$d_{GI} = \frac{(S-1)}{\ln A} \quad (1)$$

式中, S 为物种数, A 为样方面积。物种丰富度可有效地表明一定大小的样方内植物物种的数目。本研究对我国东部各地带顶级森林群落的物种丰富度进行统计比较表明,从北至南地带性植被的物种丰富度逐渐增大,且很有规律^[15]。物种丰富度意味着生境面积每扩大到原来的 10 倍则生境中物种数将增加 1 倍;反之当生境缩小到原来的 1/10 时,物种数将减少 1/2。Condit 等在马来半岛湿润成熟林、巴拿马湿润成熟林和印度南部历史上湿润的干旱林对 3 个 50hm² 的热带林样地生境面积与物种数之间关系进行了研究,经过大量鉴定和精确作图,从 5m×5m 扩大到 1000m×500m,逐一统计了直径大于 10mm 的每 1 样方中植物的种数和数量,由此产生种-面积曲线和种-个体,本研究结果也充分证明了这一点。物种相对多度研究进一步表明,郁闭群落的物种多度服从对数级数分布,零星分布的物种种数很多,在 1200m² 林样地中有 9 种植物仅有 1 株^[11],如斑叶兰、羽萼悬钩子、浙江红花油茶等,当生境缩小或受到干扰时,这些物种将首先从生境中消失。Golden D. M. 等^[6]研究了景观破碎对生境中昆虫分布和结构的影响,他们将 1hm² 的秋麒麟草破碎成 4 种处理,研究结果表明 7 月份破碎的生境中冠层昆虫明显低于对照组。

3 保护历史对生物多样性的影响

Pianka E. R. ^[12]提出假说,认为热带地区生物群落的物种多样性高于温带和极地的原因是时间、空间异质性、气候稳定因素、竞争、捕食和生产力 6 方面因素综合作用的结果,其中时间是导致生物多样性增加的主要因素,时间可分为 2 个等级,即进化时间等级和生态时间等级。在进化时间等级上热带地区生物群落比较古老,进化时间较长,且在地质年代中环境条件稳定,很少遭受灾害性气候变化(如冰期),故群落多样性较高;相反温带和极地群落地质年代较年轻,遭受灾难性气候变化较多,故群落多样性较低。Brown J. H. ^[3]和 Ricklefs 等(1993)也认为地史上古老的地区可能拥有更多的物种,同一地带的生物群落也可说明问题,贝加尔湖是世界上最古老的湖泊之一,尽管位于温带,但动物区系非常丰富,湖中仅底栖的无脊椎动物就达 580

种^[8]，而同一纬度的加拿大 Great slave 湖较年青，仅有 4 种底栖无脊椎动物^[13]，即所有群落随时间的推移其种数越多，而较年轻的群落可能无足够的时间发展到高多样化的程度。从热带扩展到温带不仅需要足够时间，有的种还可能被某种障碍所阻挡，另一些种可能已从热带进入温带，例如牛背鹭就是从非洲经南美而扩展到北美的。在生态时间尺度上，研究材料极为缺乏。对福建省南靖县植被调查发现，即使同样是地带性植被，其物种多样性与该植被历史上受到保护或历史上被破坏的方式密切相关^[10]，如同是福建省南靖县和溪面积仅 22hm² 的 1 片亚热带雨林由于保护时间在 750 年以上，其物种非常丰富，在 1200m² 面积内有 128 种高等植物，粗大木质藤本植物、板状根、绞杀植物、滴水叶尖、老茎生花、大型草本等特征应有尽有，同一地带的鼎湖山受保护时间不及和溪，同样面积内的高等植物物种数仅有 96 种，与此相距不远的福建省南靖县金山鹤仙洞和象溪各有 1 片亚热带雨林受保护时间约 200 年和 100 年左右，尽管其群落结构也较复杂，但在和溪可调查到的许多物种在这 2 片林地中却未能发现，邻县亭下林场的生态林是炼山后由马尾松天然更新形成的，经过 40 余年的封山育林，即使是沟谷中其物种都显得极为贫乏。目前大部分地区的森林尚不及于此，由于生境的丧失，使许许多多的物种濒临灭绝，因此对目前仅有的小面积天然森林的保护非常必要。

4 种群行为机制及种群大小对生物多样性的影响

植物种群行为机制包括种子传布机制与萌发机制，受人为干扰后这两方面都受到影响。许多珍稀濒危物种由于种子无法传布到它处，或传布到其它受干扰后的生境而无法萌发。

4.1 种群传布机制受到影响

许多植物是由动物传布的，动物物种多样性的减少影响了这些植物的传布，生境的改变也影响着动物的传布，一些研究表明，许多动物往往把果实或种子从树冠下搬运到其林下的洞穴中，而很少经过撂荒地，如 Holl K. D^[7]研究了哥斯达黎加南部雨林及附近新近荒弃的牧场上植被、种子雨、种子萌发、小气候、土壤理化特性等，认为尽管离地 1m 高处牧场上气温、气压、光照强度远远大于林内，但由于草本植物对微气候同样有很强的修饰作用，牧场上地表与土壤温度与森林中差异不大，多数森林植物的种子在林地上与在牧场上的萌发情况相似，但妨碍森林在废弃牧场上恢复的关键是缺乏种子传布。动物传布植物的种子雨在林缘外 5m 处急剧减少，风传布植物的种子雨林内大于林外，但不至于象动物传布的种子那样急剧变化。Holl K. D 还研究了土壤养分是否限制森林植物在废弃牧场上的生长，尽管牧场的土壤养分不及林地，但地上部分和地下部分的生物量却无显著差异。Duncan R. S.^[5]研究了热带非洲弃耕地及邻近森林的种子散布和群落演替，表明由于森林植物的种子多集中在林内，且传布种子的蝙蝠和鸟类多在较高的树木下活动，因此由人为干扰(刀耕火种)后的弃耕地向天然森林的演替进程很慢。

4.2 种群萌发机制受到影响

许多物种传布到新区域而不能萌发或完成其生活史。如 Castro J.^[4]等连续 2 年观测了西班牙东南部苏格兰松林内种子雨及鸟类取食情况，交喙鸟取食了 80% 的成熟种子，啮齿动物和另一些鸟类取食了掉到地面上 96% 的种子，他们认为种子大量被食是限制苏格兰松分布南界苗木更新的主要原因。Andresen E.^[2]研究了秘鲁东南部热带雨林中 2 种猴子对种子最初的传布作用及啮齿动物和蜚螂对被传布种子外表的影响，蜘蛛猴 (*Ateles paniscus*) 在 6 个月内传布了 71 种植物种子，而噪猴 (*Alouatta seniculus*) 仅传布了 14 种植物种子。猴子的粪便招引了 27 种蜚螂，这些蜚螂将 41% 的种子包被在粪便中，有 8 种植物未被包被的种子在 30 d 内被啮齿动物搬走，比例为 63%~97%，他们认为动物在种子传布过程中也非常重要。早在 1933 年 Symington S. F.^[14]就认识到土壤种子库中种子的补充对于先锋树种更新的重要性，种子库是指土壤和枯枝落叶层中具有萌发能力的种子数量，它在植被恢复和群落演替中起着重要作用。土壤种子库中的种子能够直接参与地上植被的更新和演替，随着群落的演替，土壤种子库也表现出相应的动态变化。Garwood (1989) 研究过热带森林土壤种子库中许多先锋树种的种子，表明它们非常丰富，天然情况下草本植物的大部分种子几年后还可以萌发^[15]，形成鲜明对比的是先锋树种 *Cecropia obtusifolia* 仅有 8% 的种子在 1 年后还可萌发^[1]。风传布植物，不管是否借助翅或冠毛一般都不可能离开母株太远^[16]。而动物传布植物的种子，一般认为动物很少将森林中的种子传布到远离森林的地方。

种群大小对生物多样性的影响。保护生物学中重要课题之一是种群大小与遗传多样性降低和消失的定量关系，具有较多基因杂合性的个体，往往具有较强的生命力、抗病力、生长速度和发育的稳定性，而种群变小造成的近亲繁殖、遗传漂变，使杂合性消失，遗传多样性的保护对于保存进化的潜力也很重要。Shaffer (1981) 认为当种群小于一定数量(10~30)时，其灭绝的可能性增加(Shaffer, 1981)；远缘杂交繁殖的种群会

因为种群数量小于50~100时,发生近亲交配而逐渐失去适应性(Franklin,1980;Soule,1980);小种群的遗传漂变将导致基因多态性的减少(Beardmore,1983),如非洲象要能够生存,每群至少要5头,而北方鹿每群不少于300头。当濒危物种种群数量低于临界下限时,可能导致不能正常生活甚至不能生存,如黑松鸡这种鸟曾经遍布美国麻州,且可能从缅因州到德拉威州都有分布,至1880年黑松鸡只分布在麻州的马沙文雅岛,由于数量的减少,致使该鸟只能局限分布在该岛上才能生存,到1916年黑松鸡的数量增加到2000只左右,但由于经过1场大火灾、大风和1个难渡的冬天,且1群短翅鹰飞来捕食黑松鸡,使黑松鸡的成鸟数量不足50对,此后其数量继续减少,至1927年仅有20只,1932年见到最后的1只^[9]。可见当种群数量少于其临界值时,就地拯救可能都难以挽回其种群的灭绝。如观光木在1片森林中难得见到几株,当森林遭到破坏时它最容易濒临灭绝。老虎虽然分布范围很广,但它们的地方种群都非常小,如华南虎已多年未见其野生踪迹。保护生物学的核心是研究稀有物种及衰退物种的生态学及其进化,广布性及常见物种的衰退可能反映大范围的和长期的环境变化,并对所在群落有巨大影响;而稀有物种与常有物种比较,可能对生态过程有完全不同的理解,物种的保护最终可能依赖于将濒危物种引入新的生境以扩大种群数量,所以对物种的入侵与定居的研究十分必要。

5 小结

人为轻度干扰即可改变生态系统的稳定性,许多生态位特化的物种首先面临威胁,景观破碎对生物多样性影响更大,生态位特化的物种首先消失,许多生境一旦沦为农地、弃耕地,由于受传布机制的影响,种子无法到达或即便到达而无法萌发定居。要保护生物多样性必须在每个大范围中确定永久性的一定面积的核心保护区域,以允许各种生物在其间休养生息。同时应采取生态恢复措施,将目前濒临灭绝的一些物种繁殖体人为传布到一些针叶林、弃耕还林的生境中,促使其萌发与定居。

参 考 文 献

- 1 Alvarez-Buylla E., Martinez-Ramos R. Seed bank versus seed rain in the regeneration of a tropical pioneer tree. *Oecologia*, 1990, 84: 314~325
- 2 Andresen E. Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a peruvian rain forest. *Biotropica*, 1999, 31:145~158
- 3 Brown J. H. Species diversity. In Mayers AA and Giller PS (eds.). *Analytical Biogeography*. London:Chapman and Hall. 1988
- 4 Castro J., et al. Seed predation and dispersal in relict Scots pine forests in southern Spain. *Plant Ecol.*, 1999, 145:115~123
- 5 Duncan R. S., Chapman C. A. Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications*, 1999, 9(3):998~1008
- 6 Golden D. M. Experimental effects of habitat fragmentation on old-field canopy insects: community, guild and species responses. *Oecologia*, 1999, 118(3):371~380
- 7 Holl K. D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture; Seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica*, 1999, 31:229~242
- 8 Kozhov M. Lake baikal and its life. *Monogr. Biol.*, 1963, 11: 1~344
- 9 Krebs C. J. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*, Harper & Row, New York. 1978. 460~484
- 10 Li Z. J., et al. The vegetation resources, In: lin P. eds. Science expeditionary report on the nanjing natural reserve of south subtropical rain forest in Fujian. Xiamen: Xiamen University Press, 1999
- 11 Li Z. J., et al. Studies on the species diversity of the closed stable forest and the disturbed forest of *castanopsis eyrei* in Wuyishan national nature reserve. *Acta Phytoecologica Sinica*, 2000, 24(1):64~68
- 12 Pianka E. R. *Evolutionary ecology*. Harper & Row, New York, 1974. 243
- 13 Sanders H. L. Marine benthic diversity: a comparative study. *Amer. Nat.*, 1968, 102:243~282
- 14 Syminton S. F. The study of secondary growth on rain forest sites in Malaya. *Malayan Forester*, 1933, 2:107~117
- 15 Uhl C., Clark K. H., Murphy P. G. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon basin. *J. Ecol.*, 1981, 69:631~649
- 16 Uhl C. Clark K. H. Seed ecology of selected Amazon basin successional species. *Botanical Gazette*, 1983, 144:419~425