

# 物种多样性与干扰

李东平<sup>1</sup>, 李晓兵<sup>2</sup>

(1. 甘肃省生态环境监测监督管理局, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省林业调查规划院, 甘肃 兰州 730020)

**摘 要:**随着近年来温室效应、环境污染、世界性缺水的加剧, 荒漠化、沙尘暴、洪水、干旱、疾病的肆虐, 可耕地、环境的退化, 濒危物种的增多, 生态系统的破坏及生物多样性的丧失等等, 环保、生态系统的恢复与重建、生物多样性的保护日益成为人们关注的焦点。生物多样性不仅为人类提供了食品、医药保健及多种多样的工业原料, 而且在调节气候、涵养水源、保护土壤、固定能量、促进生物能源循环等生态系统功能方面的作用, 是任何活动都无法替代的。物种丰富的植物群落为生物多样性及日益减少的资源撑起了储存的仓库(Jonathan Silvertown 等, 1999)。生物多样性是生物及其环境形成的生态复合体及与其相关的各种生态过程的总和, 它包括物种多样性、基因多样性、生态系统多样性(孙儒泳), 近年来又提出了景观多样性。就生物多样性及其与干扰的关系进行初步探讨。

**关键词:**物种; 多样性; 干扰

**中图分类号:** S858.2

## 1 物种多样性

生态学家认为, 物种多样性由两个基本因子决定: (1) 种群中物种的数目, 生态学家通常叫做物种丰富度; (2) 物种的相对多度, 或物种异质性(均匀度)。物种丰富度对群落多样性的影响是很明显的。有20个物种的群落比有80个物种的群落其丰富度显然要低得多, 物种异质性对多样性的效用更复杂, 但很容易举例说明。比如有两个假设的森林群落a、b, 都生长着5种树, 所以它们的物种丰富度水平相等, 但是在群落b, 5种树的数目相等, 每种占群落的20%; 群落a, 群落中84%的个体属于一个物种, 剩下的每种只占群落的4%。因而群落b的多样性高于群落a, 因为它的异质性更高。当步行穿过两片森林时, 你肯定会有一个印象, 群落b的物种多样性高, 尽管两片森林的物种丰富度水平相等。这种印象也可以定量。

### 1.1 生物多样性的定量指数

生态学家已经建立了许多生物多样性的指数, 这些指数的值依赖于物种丰富度和异质性。较为普遍使用的有:

#### ① 丰富度指数

物种丰富度指数  $S$  = 出现在样方内的所有物种数目

#### ② 多样性指数

Simpson 指数  $D = \sum n_i(n_i - 1) / (n(n - 1))$

Shannon-Wiener 指数  $H' = -\sum P_i \ln P_i$

#### ③ 均匀度指数

Pielou 均匀度指数  $J = (-\sum P_i \ln P_i) / \ln S$

Alatalo 均匀度指数  $E = [(\sum P_i^2)^{-1} - 1] / [\exp(-\sum P_i \ln P_i) - 1]$

④ 种间相遇机率 (PIE)  $PIE = \sum n_i(n - n_i) / (n - n_i)$

⑤ McIntosh 指数  $d = 1 - (\sum P_i^2)^{1/2}$

式中,  $n_i$  为第  $i$  种的个体数,  $n$  为所有种的个体数,  $P_i$  为第  $i$  种的个体数  $n_i$  占有个体总数  $n$  的比例, 即  $P_i = n_i / n, i = 1, 2, 3, \dots, S, S$  为物种数。

用 Shannon-Wiener 指数对上面两个假设的森林群落进行计算, 得出: a 群落  $H' = 0.662$ ; b 群落  $H' = 1.610$ , 显然 b 群落的多样性高于 a 群落。

### 1.2 多度等级曲线

也可以通过划分物种的相对多度与它们多度的等级来描绘一个群落内物种的相对多度和多样性。多度等级曲线(rank-abundance curve)的结果, 提供了关于群落的重要信息——一眼就可以看出的信息。下图画出了 a 和 b 群落中每种树相对于它们比例多度的多度等级。这些多度等级曲线显示, 群落 a 是 5 种树中只有一种占优势, 群落 b 的 5 种树具有相同的比率。因而群落 b 的 5 个物种是相等的多度, 它的低斜率决定了它的高丰富度, 而群落 a 的曲线显示它的优势度决定于具有最高多度的树种。

### 1.3 物种多样性的梯度

#### 1.3.1 多样性随纬度的变化

从热带到两极, 随纬度的增加, 多样性有减少的

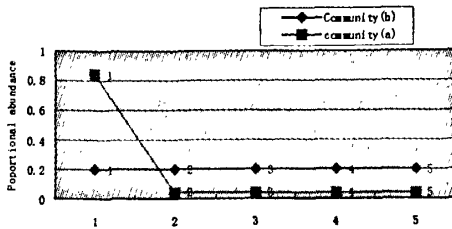


FIGURE rank-abundance curves for two hypothetical forests

明显趋势。包括许多类群,如乔木、海产瓣鳃类、蚂蚁、蜥蜴、鸟类和兽类;并且无论是陆地、海洋和淡水环境,都有同样的趋势。也有例外,如企鹅和海豹在极地纬度最多,针叶树和姬蜂在温带纬度物种最丰富。

### 1.3.2 多样性随海拔的变化

陆地环境中,多样性呈随海拔上升而降低的趋势。如在赤道地区登山,随海拔的增高能见到热带、温带、寒带的环境,同时物种多样性也随之降低。

### 1.3.3 多样性随水深度的变化

在水体环境中,多样性随深度而减少,在大型湖泊中,温度低、溶氧少、黑暗的深水层,其生物类群明显低于浅水区;同时,海洋中植物分布也仅限于光线能透入的光亮区,很少超过 30m。

### 1.3.4 多样性随演替进展的变化

一般情况下,从演替开始到顶极期,多样性增加,但也有不少报道,在到达顶极期,多样性稍有下降。

## 1.4 决定多样性等级的因素

从理论上讲,物种多样性与许多影响群落组成的因素有关,不少学者就这个问题提出了不少学说。

### 1.4.1 进化时间学说

认为多样性的高低与群落的进化时间有关。热带群落比较古老,进化时间较长,环境稳定,很少经受灾难性的气候变化,所以群落的多样性较高;相反,温带和极地群落从地质上讲是比较年轻的,遭受灾难性气候变化较多,所以群落的多样性较低。也就是说,所有的群落随时间的推移,其种数也越来越多,而较年轻的群落还没有足够的时间发展到种类多样化的程度。

### 1.4.2 生态时间学说

考虑更短的时间范围,认为物种把分布区扩大到尚未占有的地区需要一定的时间。因而,温带地区的群落是尚未饱和的。但从热带扩大到温带也要有足够的时间,有的物种可能被某些障碍阻挡,有的物种可能从热带进入温带。

### 1.4.3 空间异质性学说

环境越复杂,即异质性越高,物种的多样性就越高。地形变化越复杂,植被垂直结构越复杂,群落中包含的小生境越丰富多样,栖息在那里的动物就越多。例如森林的垂直结构越复杂,那里的鸟类和昆虫种类就越多。

### 1.4.4 气候稳定性学说

认为气候越稳定,变化越小,动植物的种类就越多。地球上热带进化时间最长,因而那儿的气候最稳定,有大量的狭生态位和特化的物种,物种的丰富度最高。

### 1.4.5 竞争学说

认为在物理环境严酷的地区,如极地,自然选择主要受物理因素所控制。在气候温和而稳定的地区,生物之间的竞争是生物进化和生态位特化的动力。

### 1.4.6 捕食学说

认为热带的捕食动物较多,捕食作用使猎物的数量处于较低的水平,从而减少了猎物相互间的竞争,竞争的减少又允许更多的猎物种类,这又支持了新的捕食动物。

### 1.4.7 生产力学说

与气候稳定性学说密切相关。认为环境稳定性增加,需要用于调节的能量就减少,于是就有更多的净生产力,而净生产力的增加,又支持了更多的种群,又由于更多的种群可能有更大的遗传变异性,使种间的联系得到更大的发展,所以形成物种的过程就更快,机会就更多。总之,这个学说认为,生产的食物越多,通过食物网的能量流越大,种的多样性就越高。

上述 7 种学说包括时间、空间、气候、竞争、捕食和生产力 6 个因素,这些因素可能同时影响群落的物种多样性,并且彼此间相互作用,因而是难以划分的。普遍的解释是,这些因素的相互作用在不同的群落产生不同的影响。

## 2 干扰对物种多样性的影响

环境条件总是多多少少的保持稳定,生态学家把这种状态叫做一种平衡。在一个平衡的系统内,稳定是通过对抗的力量维持的。洛卡特-沃尔泰勒竞争模型和捕食者-猎物模型是假定了一个不变的物理环境,对竞争的实验室研究中,研究者们通常使环境条件保持不变。然而,大部分自然的环境条件会带来各种形式的干扰。

## 2.1 干扰的性质和来源

什么是干扰,这个问题的答案并不像看起来那么简单。干扰从一个有机体到另一个有机体及从一个环境到另一个环境的变化是由什么构成的。对一个有机体的一种干扰对另一个有机体来说可能只有很少或没有影响,干扰的性质在不同的环境中可能很不同。干扰很难定义,因为它必须包括一个从平均条件的背离。因为一个特殊环境的有机体已经被选择去克服平均条件,特殊环境的平均条件可能包括大量的变化。河口湾盐度的普通日变化可能会导致珊瑚礁的大量崩解,同样,温带落叶林温度的普通季节性变化会破坏热带雨林的种群。相反会背离平均条件的稳定,不管是河口湾还是落叶林的季节性变化,将会干扰这些系统的生物区系。

Wayne Sousa(1984)调查了结构性自然群落的干扰作用,把干扰定义为“不连续的、不时介入的杀伤、替换,或者一个或更多个体(或群体)直接或间接为新个体(或群体)的定居创造机会的损伤。”P. S. White 和 S. Pickett(1985)把干扰定义为“许多在时间上不连续的事件,它们使生态系统、群落或种群瓦解以及改变资源、基层的有效性或者环境。”然而,也警告必须留心空间和时间尺度。比如,对生长在河流边缘砾石上的苔藓植物的干扰可能会发生在计量部分的空间尺度上和一年一次的时间尺度上,但是却与周围的森林群落无关。

对群落的干扰有无数的潜在来源。White 和 Pickett 列举了 26 种主要的干扰来源,并把它们分为无生命的力量如火灾、暴风雨、冰暴和水灾;生物因素如疾病和捕食;人类的干扰。

## 2.2 中度干扰假说

Joseph Connell(1975, 1978)提出干扰是自然界的普遍特征,能够显著影响群落的多样性。高的多样性是连续变化的条件的结果,而不是平衡下的竞争适应。他提出中度水平的干扰促进高水平的生物多样性。在中等水平的干扰下,两次干扰之间有足够的时间允许各种物种入侵,但没有足够的时间来产生竞争排除。贺金生等研究了长江三峡退化生态系统植物群落的物种多样性,结果表明,受干扰轻的退化类型,群落多样性比自然生态系统高,受干扰严重的退化类型,多样性低于自然群落,也就是说,轻度干扰可以引起群落多样性增加,但长期不断的干扰则使群落的多样性降低,这也符合 Connell 的中度干扰假说。当然,干扰本身只能减少或维持群落的物种多样性,而不能增加多样性,但干扰提供了多样

性增加的环境条件。

## 3 人类的干扰与物种多样性丧失

在进化的过程中,物种形成和灭绝或多或少的保持平均数量。然而今天,物种的灭绝远远高于新物种的形成。除了自然栖息地的丧失之外,由于人类的干扰,生物资源的消耗已经达到了惊人的速度。据 Peter Raven(Missouri Botanical Garden 的主任)的预测,将来的 30 年内,每天平均将有 100 个物种灭绝。在这种情况下,未来的 20 年之内,50 万或 100 万的动植物物种可能走向灭绝。现存的几百万个物种只是过去曾经存在的几十亿个物种中的幸存者。过去物种的灭绝是由于自然进程,而今天物种的迅速灭绝则是由于人类的干扰造成的。科学家们对生物及自然资源进行了一系列的调查,积累了有价值的资料。一个粗略的估计显示,在中国,大约 398 种脊椎动物受到威胁,达脊椎动物的 7.7%。植物中,稀有种和濒危种:苔藓植物 28,羊齿类植物 80,裸子植物 75,被子植物 836,总共 1 019 种,达高等植物的 3.5%。

据报道,人类对生物多样性的干扰已经有很长时间的历史了,即使在许多原始的栖息地。巴拿马和哥伦比亚边界有一个地区叫 Darien,那里生长着茂密的热带雨林,连美国的 Pan 高速公路也不能穿过,但从 Mark Bush 和 Paul Colinvaux(1994)的研究结果可以看出,这片雨林并不是原始的,而是从农业的弃耕开始长起来的,那儿有许多早期人类占据的痕迹。也就是说,人类的干扰是生物圈内的一个古老的因子,它并不总是降低生物多样性。然而,这并不能使对人类的干扰充满憧憬,特别是近 100 年来,由于人口压力的增加、工业化的发展、人类的掠夺式的开采,地球已成为人类统治和强干预的星球,有 1/3~2/3 的陆地面积已被人类的活动所改变,由此所带来的负面影响不仅给环境、生物多样性带来了极大的灾难,而且使人类本身也在危险的处境中。

### 3.1 栖息地的破坏

造成物种灭绝和生物多样性丧失的主要原因,是由于栖息地的破坏和丧失,比如土地的驯化。森林的砍伐,湖泊湿地的围耕、沼泽的排干等。比如,在过去的 40 年中,海南由于伐木、土地转向农业利用及橡胶树的种植,进行了大面积迅速的森林砍伐。在伐木、转向农业土地利用及强管理的人工林的过程中,原始森林栖息地受到了破坏。原始雨林的覆盖率从 1956 年的 25.7%,降到了 1964 年的 18.1%

(广州地理研究所, 1984), 到 1987 年降到了 7.8%。到目前仅仅剩下了 4%(谢, 1991)。随着原始森林的消失和地面植被的改变, 动物丧失了栖息地, 许多动物种群已到了濒危的程度而被列入了中国红皮书。又如, 在巴西大规模的土地运动之前, 苍翠繁茂的亚马逊南部, 生长着冠从高达 200 英尺的树, 每英亩都生活着各种各样的昆虫、鸟类和猿猴。从 20 世纪 70 年代开始, 涌来了大群的定居者, 对森林进行了大面积的砍伐、焚烧, 来修建公路、村镇和农田。但是, 这里的土壤支持丰富的雨林, 却并不适合谷物及其它作物, 许多新来者只能勉强维持贫穷的、疾病缠绕的生存。在这个过程中, 他们也破坏了成百上千万生活在这儿的动植物的生态系统。并且由于人类的砍伐、破坏、开发造成的生境片段化和破碎化, 限制了物种的扩散、定居, 降低了动物的觅食能力、生殖潜能, 产生了更多的边缘效应, 从而使物种的数量与种数下降, 多样性丧失。

### 3.2 过度开发利用

20 世纪 50 年代, 中国的短尾猴被大量捕捉, 加上栖息地的丧失, 种群数量大幅度降低并且再也不能恢复, 动物资源诸如瞪羚、鹿等毛皮动物和淡水鱼一样, 由于过捕而大幅度降低。中国南海的珊瑚礁由于被过度开发用作肥料与石灰粉, 致使珊瑚鱼丧失了栖息地而消失。新疆、内蒙等地由于过度放牧致使草地退化、环境恶化、荒漠化推进, 许多生活在草原上的野生动物已到了灭绝的边缘, 珍贵的赛加羚羊已经灭绝。

### 3.3 污染

中国的淡水已经受到了工业废水的严重污染, 致使水生动物群和植物群大幅度下降。发生在海洋和近海岸的严重污染来自石油的泄漏。松花江内一些水生物种成为濒危种, 而有些已经灭绝, 诸如草鱼、银鲤鱼、鲢鱼、梭子鱼等。大气污染、酸雨、除草剂和杀虫剂、白色污染也是物种多样性降低的重要因素。

### 3.4 农林业品种的单一化

由于人们追求高产与经济效益, 致使作物品种单一化, 从而与作物相关的菌类、昆虫随之消失。人类对于森林的强干预以及单一化的人工林, 使森林

的垂直结构与复杂性降低, 抵御病虫害的能力降低, 不仅降低了森林生态系统的物种多样性, 而且林木本身的抵抗力降低, 很容易被破坏。

### 3.5 外来物种的引入

外来物种由于没有天敌, 一旦引入, 很快会在引入地蔓延, 大量繁殖, 从而致使本地物种消失, 物种多样性消失。例如关岛的灰鼠蛇的引入, 几乎消灭了岛上所有的鸟类。

人类只有一个地球, 保护地球就是保护人类的家园, 保护地球生活的生物多样性就是保护人类本身。特别是政府部门应该采取更有利的措施, 或者强制性的或者引导性的来加强物种多样性的保护, 研究机构也应该加强物种多样性的调查与研究, 为生物多样性保护提供可靠的依据。

### 参考文献:

- [1] 孙儒泳. 动物生态学原理[M]. 1992, 352-360.
- [2] 贺金生, 陈伟烈, 江明喜等. 长江三峡地区退化生态系统植物群落物种多样性特征[J]. 生态学报, 1998, 18(4).
- [3] 史作民, 刘世荣, 程瑞梅. 宝天曼地区栓皮栎林恢复过程中高等植物物种多样性变化[J]. 植物生态学报, 1998, 22(5).
- [4] 王刚, 张大勇. 生物竞争理论[M]. 1996, 138-156.
- [5] Ouyang Zhi-yun, Wang ru-song, Wang xiao-ke, et al. Impacts of land cover change on plant and bird species diversity in Hainan Island, China[J]. environmental sciences, 1999, 11(2).
- [6] BIODIVERSITY IN CHINA, STATUS AND CONSERVATION NEEDS. BIODIVERSITY COMMITTEE OF THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES.
- [7] Joann Roskoski. Biodiversity and Ecosystem Dynamics Research. Division of Environmental Biology.
- [8] Eugene Linden. Planet of the year, Biodiversity - The Death of the year. TIME.
- [9] Mannuel C. Molles, Jr. Species Abundance and diversity. ECOLOGY: CONCEPTS AND APPLICATIONS (影印版). 科学出版社 & McGraw-Hill companies, Inc. 2000, 302~315.