

# 亚热带山地森林不同保护条件下的物种多样性

区余端, 赖树雄, 张璐, 苏志尧  
(华南农业大学林学院, 广东广州510642)

**摘要:**用物种多度、丰富度指数、Shannon-Wiener多样性指数及均匀度指数,比较分析了南岭国家级自然保护区的试验区、缓冲区和核心区3个不同功能区群落的物种多样性变化。结果表明:受人为干扰较多的试验区群落,种间多度差异大;缓冲区的群落,种间多度差异比较缓和;核心区中受到严格保护的群落,种间多度差异不显著。核心区群落的物种丰富度最多,缓冲区群落次之,试验区群落最少。3个群落的多样性指数随保护程度的升高而增加;它们的均匀度指数随保护程度的升高而降低。但3个群落间的多样性指数和均匀度指数差异并不显著。这说明人为干扰在一定程度上模拟了自然干扰的过程,对维持和增加森林群落物种多样性有一定的作用。

**关键词:**南岭国家级自然保护区;保护条件;物种多样性;均匀度

中图分类号:Q145

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2008)02-0074-05

## Plant Species Diversity in a Subtropical Montane Forest Across a Protection Gradient

OU Yu-duan, LAI Shu-xiong, ZHANG Lu, SU Zhi-yao  
(College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** Variations in species diversity among the forest communities under different protection regimes, i. e., experimental zone, buffer zone, and core zone of Nanling National Nature Reserve, were compared and analyzed in terms of species abundance, richness, Shannon-Wiener diversity index and evenness index. According to the investigation, species abundance was significantly different in the experimental zone, which experienced much disturbance. Species abundance varied moderately in the buffer zone and was not significantly different in the core zone with strict protection. The core zone had the highest species richness, next came the buffer zone and the experimental zone. The Shannon-Wiener diversity index increased with higher protection level, while the evenness index increased as the protection level decreased. But the Shannon-Wiener diversity index and the evenness index among the three communities were not significantly different. The study suggested that human disturbances to some extent had an effect similar to the process of the natural disturbance, which could maintain and increase species diversity of the forest community.

**Key words:** Nanling National Nature Reserve; protection gradient; species diversity; evenness

物种多样性指物种水平上的生物多样性,是从生态学的角度研究群落组织水平的重要指标<sup>[1]</sup>,它不仅是生态系统的重要特征,还可以反映群落在组织、结构、功能和动态等方面的异质性<sup>[2]</sup>。物种多样

性与生态系统抵御逆境和干扰的能力密切相关。随着人口的增长、人类活动范围和强度不断扩大以及全球环境的变化,生物多样性正遭受前所未有的破坏和威胁<sup>[3]</sup>。因此,保护森林群落物种多样性的研

收稿日期:2007-09-10

作者简介:区余端(1983—),女,硕士研究生;通讯作者:苏志尧(1963—),男,教授,博士。Email: zysu@scau.edu.cn

基金项目:国家林业局热带林业研究重点实验室开放基金(2005K02);中国香港特别行政区嘉道理农场暨植物园资助项目

究和实践自20世纪90年代以来已经成为一个热点问题,但究竟哪种保护方案更能有效保护森林群落物种多样性,迄今为止还尚无定论<sup>[4]</sup>.南岭国家级自然保护区是广东省天然的绿色屏障,地质历史悠久,植被起源古老,保存着丰富的物种,其中包括许多特有种和起源古老的物种和类群,一直被生态学专家认为是广东省生物多样性特丰产地,是我国生物多样性保护的关键地区之一<sup>[5]</sup>.本文基于野外样方调查数据,研究了广东南岭国家级自然保护区山地森林不同功能区森林群落(以乔木层为主)的物种多样性变化规律,旨在评价不同保护条件对森林群落物种多样性的影响,以期有效保护森林群落生物多样性提供科学参考依据.

## 1 研究地自然概况

南岭国家级自然保护区位于广东省和湖南省交界处,地理坐标为112°30'~113°04' E,24°37'~24°57' N,面积约53 368.4 hm<sup>2</sup>,其次生林是广东省保存得较好、面积较大的自然生态系统,不仅是我国南岭地区最珍贵的物种宝库,也是地球同纬度沙漠带上面积较大的绿洲<sup>[6]</sup>.该区地处南岭山脉中段,是珠江流域北江支流的发源地;气候为典型的中亚热带湿润性季风气候,年平均气温17.7℃,年降水量1 569.5~1 800.0 mm,每年3—8月降水量约占全年的80%;区内地形复杂,海拔1 000 m以上山峰有30余座,其中石坑崆的海拔1 902 m,为广东省最高峰;区内成土母岩主要有花岗岩、砂页岩、石灰岩等.水平地带性土壤为红壤,土壤类型随海拔高度的不同而异.保护区内森林植被类型丰富,随着海拔高度的变化,相应分布着不同的植被,分别是人工林、常绿阔叶林和山地常绿阔叶矮林或山地灌丛草甸<sup>[7]</sup>.

## 2 研究方法

### 2.1 取样方法

以线路调查为基础,采用典型取样技术,选择南岭国家级自然保护区内3个不同保护条件下的山地森林群落——乳源大桥镇均容管理区石回寨下坡(试验区,海拔370 m,简称群落1)、乳阳林业局后山五里坑下坡(缓冲区,海拔600 m,简称群落2)、南岭八宝山小黄山对面山脊(核心区,海拔1 300 m,简称群落3)3个地点分别设置30个10 m×10 m的样方;在每个样方内进行每木调查,测定胸径≥3 cm所有立木的胸径、树高、冠幅和群落郁闭度.在每个样方的四角和中心设置5个2 m×2 m的小样方,记录植物种名、株数和盖度.野外调查工作于2005年

7—8月完成.

### 2.2 数据处理与分析

野外调查数据录入后,用多元统计分析软件PC-ORD 4.0计算每个样方的物种多样性指标,包括丰富度 $S$ (即物种数)、Shannon-Wiener多样性指数( $H'$ )和Pielou均匀度指数( $E$ ),其计算公式如下:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i,$$

$$E = H' / \ln S,$$

式中, $P_i$ 是样本中属于 $i$ 种的所有个体的比重.

对群落多样性的统计分析在Statistica 5.5中进行.

## 3 结果与分析

### 3.1 物种丰富度模型

物种序列曲线(rank/abundance plot)可有效阐明由演替或环境影响而引起物种多度的变化. $X$ 轴表示物种序列(等级),在水平方向上物种多度是按递减顺序从多到少排列; $Y$ 轴表示物种的相对多度,以对数形式表示.用物种序列曲线对上述3个群落物种多度的分布进行分析.曲线向横坐标右边延伸得越长表示物种数(丰富度)越多;曲线的坡度越陡表示物种均匀度越低<sup>[8]</sup>.如图1所示,从3条曲线向横坐标右边延伸的长度来说,群落3的物种数(丰富度)最多,群落2次之,群落1最少;群落1曲线的坡度最陡,即表明物种均匀度最低,群落2和群落3区别不大.从图1中还可以看到,随着保护程度的降低,物种丰富度也随之减少;缓冲区和核心区森林群落中物种多度差别不大,均匀度几乎一样.

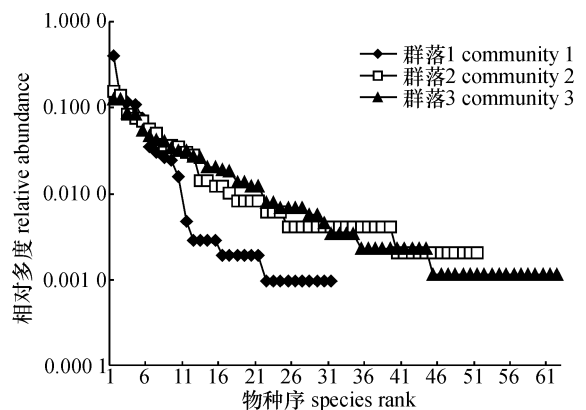


图1 南岭自然保护区不同保护条件下3个群落的物种多度  
Fig.1 Rank/abundance plot showing patterns of species abundance by stands of different protection regimes

在群落1中共有树种31种,主要树种有(按多度大小顺序排列):青冈 *Cyclobalanopsis glauca*、毛果巴豆 *Croton lachnocarpus*、青檀 *Pteroceltis tatarinowii*

和黄梨木 *Boniodendron minus*. 青冈的个体数(多度)远远多于其他树种,占群落1中总个体数的40.06%;毛果巴豆、青檀和黄梨木分别占群落1中总个体数的13.10%、11.69%和10.84%. 其特点在于众多的种具有较小的多度值,只有少数几个种具有较高的多度值. 在群落2中共有树种51种,主要树种鼠刺 *Itea chinensis*、米碎花 *Eurya chinensis*、华润楠 *Machilus chinensis* 和栲树 *Castanopsis fargesii* 分别占群落2总个体数的15.48%、14.23%、8.54%和7.52%. 在群落3中共有树种62种,疏齿杜鹃 *Rhododendron bachii*、五列木 *Pentaphylax euryoides*、疏齿木荷 *Schima remotiserrata* 和罗浮栲 *Castanopsis fabri* 分别占群落3总个体数的12.74%、12.40%、8.57%和8.34%. 说明在保护条件低的条件下,物种多样

性低,仅少数种占优势;而保护条件高的群落,物种丰富,不但包括多度高的几个种,并且也有大量不常见的其他种.

### 3.2 物种多样性和均匀度

3个样地按照样方计算的多样性指标见表1. 若取其多样性指数的平均值作为比较,群落1的平均值为1.260,群落2的平均值为1.355,群落3的平均值为1.440,其总体趋势为随保护程度的升高其多样性指数增加. 若取其均匀度指数的平均值作为比较,群落1的平均值为0.706,群落2的平均值为0.642,群落3的平均值为0.616,其总体趋势为随保护程度的升高其均匀度指数降低. 3个群落的多样性指数和均匀度指数的变化趋势恰好相反.

表1 南岭国家级自然保护区3个群落的物种多样性指数<sup>1)</sup>

Tab.1 Species diversity as measured by plots of the three forest stands

样方编号 plot no.	群落1 community1			群落2 community2			群落3 community3		
	S	E	H'	S	E	H'	S	E	H'
1	7	0.758	1.475	15	0.690	1.867	10	0.667	1.535
2	5	0.847	1.364	12	0.728	1.809	12	0.260	0.645
3	10	0.752	1.731	11	0.520	1.246	15	0.716	1.939
4	8	0.235	0.488	9	0.540	1.187	14	0.856	2.259
5	8	0.674	1.401	13	0.567	1.454	6	0.850	1.523
6	6	0.872	1.562	6	0.612	1.097	10	0.831	1.914
7	8	0.801	1.665	7	0.547	1.064	15	0.765	2.072
8	10	0.738	1.700	9	0.812	1.785	9	0.526	1.156
9	5	0.553	0.890	10	0.658	1.515	8	0.498	1.035
10	6	0.688	1.234	8	0.723	1.503	7	0.518	1.009
11	5	0.613	0.987	7	0.660	1.284	11	0.765	1.834
12	7	0.573	1.116	6	0.690	1.237	7	0.848	1.651
13	7	0.830	1.615	12	0.822	2.042	7	0.797	1.552
14	5	0.668	1.075	8	0.730	1.518	7	0.549	1.068
15	6	0.593	1.062	8	0.393	0.818	15	0.657	1.780
16	6	0.810	1.451	11	0.723	1.734	7	0.370	0.719
17	6	0.887	1.589	13	0.601	1.542	16	0.794	2.202
18	7	0.886	1.724	1	0	0	17	0.720	2.039
19	6	0.767	1.374	8	0.659	1.371	6	0.860	1.540
20	6	0.703	1.260	6	0.290	0.520	15	0.616	1.667
21	6	0.820	1.469	9	0.713	1.566	12	0.712	1.770
22	5	0.711	1.144	8	0.460	0.956	11	0.579	1.388
23	5	0.872	1.404	9	0.683	1.501	8	0.545	1.133
24	7	0.714	1.389	8	0.769	1.599	8	0.502	1.045
25	6	0.404	0.724	7	0.940	1.830	11	0.795	1.905
26	4	0.701	0.972	7	0.673	1.310	10	0.527	1.213
27	2	0.845	0.586	6	0.632	1.132	10	0.589	1.356
28	8	0.672	1.398	6	0.909	1.628	8	0.152	0.317
29	5	0.589	0.948	7	0.763	1.485	9	0.292	0.641
30	5	0.618	0.994	4	0.748	1.036	14	0.489	1.291

1) S:物种数 species number; E: Pielou 均匀度指数 evenness index; H': Shannon-Wiener 多样性指数 diversity index

3.2.1 群落的丰富度 图2表明群落1的丰富度的分布最为集中,群落3丰富度的分布最为分散. 群落1和群落3都没出现异常值,表明分布比较正常. 3种群落的丰富度值差异极显著( $P < 0.001$ ). 群落3的物种丰富度最多,群落2次之,群落1最少,与图1的结果不谋而合——随着保护程度的降低,物种丰富度也随之减少. 群落2出现异常值,说明其丰富度分布不正常. 群落1中物种丰富度最少的原因与频繁的砍伐、收获、畜牧与种植等人类活动有关,这些活动不但在一定程度上加速了植物的更新和补充,如此一来使该样方间的丰富度差异不大<sup>[9]</sup>. 在群落2的第1个样方中有15种植物,它们分属壳斗科、樟科、柿树科、杜英科、鼠刺科、金缕梅科、木兰科和紫金牛科;在群落2的第18号样方中只有山茶科米碎花(*Eurya chinensis*)这一种植物. 而群落3样方间丰富度的分散可能是与树木的自疏现象有密切关系<sup>[10]</sup>.

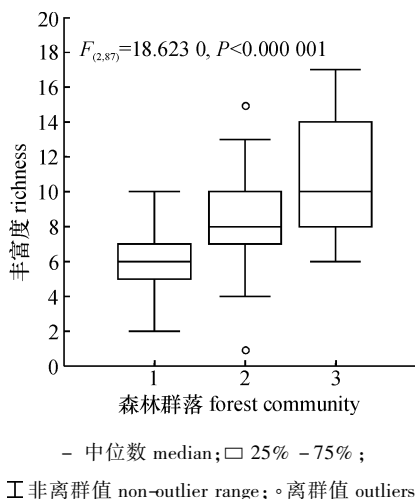


图2 3种群落丰富度的比较

Fig. 2 Species richness of three communities under different protection regimes

3.2.2 群落的多样性和均匀度 3个群落 Shannon-Wiener 指数之间的差异不显著( $P = 0.262$ ). 从表1可见,群落1中 Shannon-Wiener 指数最大值出现在样方3中(1.731),最小值出现在样方4中(0.488). 群落2中第13个样方的 Shannon-Wiener 指数最大(2.042),除第18个样方的 Shannon-Wiener 指数为0外,第20个样方中的 Shannon-Wiener 指数最小(0.520). 群落3中第4个样方的 Shannon-Wiener 指数最大(2.259),第28个样方的 Shannon-Wiener 指数最小(0.317).

3个群落均匀度之间的差异不显著( $P = 0.148$ ). 从表1可见,群落1中均匀度指数最大值出

现在样方17中(0.887),最小值出现在样方4中(0.235). 群落2中第25个样方的均匀度指数最大(0.940),除第18个样方的均匀度指数为0外,第20个样方的均匀度指数最小(0.290). 群落3中第19个样方的均匀度指数最大(0.860),第28个样方的均匀度指数最小(0.152).

## 4 讨论与结论

试验区的森林群落(群落1)有以下特点:只有少数几个树种具有较高的多度,其他树种的多度较低,种间多度差异大;丰富度较小,多样性指数较低,小样方间的均匀度指数差异较大. 群落中青冈的个体数(多度)远远多于其他树种,占群落1中总个体数的40.06%. 该群落所在样地海拔较低,当地居民容易进入,大量砍伐经济用材树种和薪材.

缓冲区的森林群落(群落2)有以下特点:具有多度高的几个树种,其他种的数量也不少;丰富度较大,多样性指数较高,均匀度指数较小. 该群落曾有适度间伐的历史,提高了中低冠层植物丰富度和多样性<sup>[11]</sup>.

核心区的森林群落(群落3)有以下特点:不但具有多度高的几个种,并且也有大量不常见的其他种;丰富度大,多样性指数高,均匀度指数小. 该区因受到严格保护,没有或甚少人为干扰,植被以天然常绿阔叶林为主,群落结构复杂,组成种类丰富,以热带和亚热带的属种为主.

对于广东南岭自然保护区山地而言,核心区(群落1)位于高海拔地带,缓冲区(群落2)位于中海拔地带,试验区(群落3)位于低海拔地带. 山地森林物种多样性随海拔的变化规律一直是生态学家感兴趣的问题<sup>[12]</sup>. 随着海拔的升高,在温度、水分、风力、光照和土壤等因子的综合作用下,生物群落表现出明显的垂直地带性分布规律. 有研究表明,在低纬度山地,大多数情况下物种多样性与海拔高度呈负相关;但也有研究表明,多样性指数随海拔梯度变化表现为正相关或无明显规律<sup>[12]</sup>. 但本研究发现3个功能区的森林群落物种多样性差异不显著,干扰在这里面一定起了很大的作用. 中适度的干扰在一定程度上模拟了自然干扰的过程,是维持和增加森林群落物种多样性的重要因子<sup>[13-15]</sup>,可见干扰对物种多样性的意义重大. 因此,以后应结合各因子的综合效应更深入地研究干扰与物种多样性的关系.

试验区和缓冲区都出现过不同程度的砍伐,而

群落中出现斑块状断层或镶嵌都可能是物种多样性增加的主要动因。斑块状砍伐造成很多类似于风倒与火烧等自然干扰,能增加森林的异质性,使林内同时存在多个群落演替阶段<sup>[16]</sup>。虽然斑块状砍伐有利于森林物种多样性的增加,但斑块数目太多,会产生过多的边缘生境,不利于森林内部种的生存。因此,斑块的最佳大小和数量的选择必须谨慎。在本研究中,试验区的森林群落(群落1)多样性的维持是否也来自于人类的种植活动,这一因素有待进一步的研究。

本研究发现3个功能区的森林群落的多样性指数和均匀度指数的变化趋势恰好相反,且多样性指数最小的样方其均匀度指数也最小,但多样性指数最大的样方其均匀度指数并不是最大。很多研究虽然也发现类似的问题<sup>[1,17-18]</sup>,却并没深究个中原理,而表征群落特征时,用物种多样性指数和群落均匀度来综述是必要的,因此在今后的研究工作中应致力于通过群落多样性和均匀度的综合数量指标来描述群落的组成结构特征。

**致谢:**林学院李镇魁副教授、研究生夏杰、杨沅志、刘小金等参加了野外调查工作,南岭国家级自然保护区管理局给研究工作提供了方便,特此一并致谢!

#### 参考文献:

- [1] 陈廷贵,张金屯. 山西关帝山神尾沟植物群落物种多样性与环境关系的研究: I 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 应用与环境生物学报, 2000, 6(5): 406-411.
- [2] 茹文明,张金屯,张峰,等. 历山森林群落物种多样性与群落结构研究[J]. 应用生态学报, 2006, 17(4): 561-566.
- [3] 朱锦懋,姜志林,蒋伟,等. 人为干扰对闽北森林群落物种多样性的影响[J]. 生物多样性, 1997, 5(4): 263-270.
- [4] ABRAMS P A. Monotonic or unimodal diversity-productivity gradients: What does competition theory predict [J]. *Ecology*, 1995, 76: 2019-2027.
- [5] 庞雄飞,庄雪影,田明义,等. 南岭和岭南-生物多样性特丰产地[M]//庞雄飞. 广东南岭国家级自然保护区生物多样性研究. 广州:广东科技出版社, 2003: 28-64.
- [6] 广东省科学家南岭森林生态考察团. 广东南岭森林生态考察报告[J]. *生态科学*, 1993(1): 3-13.
- [7] 陈北光,苏志尧,谢正生,等. 广东南岭国家级自然保护区主要森林植被类型及其结构特征[M]//庞雄飞. 广东南岭国家级自然保护区生物多样性研究. 广州:广东科技出版社, 2003: 312-333.
- [8] MAGURRAN A E. Measuring biological diversity [M]. Carleton, Australia: Blackwell Science Ltd, 2004: 21-27.
- [9] BANDA T, SCHWARTZ M W, CARO T. Woody vegetation structure and composition along a protection gradient in a miombo ecosystem of western Tanzania [J]. *Forest Ecology and Management*, 2006, 230: 179-185.
- [10] LIAO Wen-bo, LAN Chong-yu, ZAN Qi-jie, et al. Growth dynamics and self-thinning of the dominant populations in the mangrove community [J]. *Journal of Integrative Plant Biology*, 2004, 46(5): 522-532.
- [11] 林平,刘勇,李国雷. 间伐强度对华北落叶松人工林植物物种多样性的影响[J]. *林业科学*, 2006, 22(8): 158-161.
- [12] 胡玉昆,李凯辉,阿德力·麦地,等. 天山南坡高寒草地海拔梯度上的植物多样性变化格局[J]. *生态学杂志*, 2007, 26(2): 182-186.
- [13] HANSEN A J, SPIES T A, SWANSON F J, et al. Conserving biodiversity in managed forests: lessons learned from natural forests [J]. *Bio Science*, 1991, 41: 382-392.
- [14] ROBERTS M R, GILLIAM F S. Patterns and mechanisms of plant diversity in forested ecosystems: implications for forest management [J]. *Ecology Applications*, 1995, 5: 969-977.
- [15] CAREY A B. Biocomplexity and restoration of biodiversity in temperate coniferous forest: inducing spatial heterogeneity with variable-density thinning [J]. *Forestry*, 2003, 76(2): 131-140.
- [16] 毛志宏,朱教君. 干扰对植物群落物种组成及多样性的影响[J]. *生态学报*, 2006, 26(8): 2696-2701.
- [17] 马克平,黄建辉,于顺利. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究: II 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. *生态学报*, 1995, 15(3): 268-277.
- [18] 龙翠玲,余世孝,熊志斌. 茂兰喀斯特森林林隙的植物多样性与更新[J]. *生物多样性*, 2005, 13(1): 43-50.

【责任编辑 李晓卉】