

# 武夷山自然保护区郁闭稳定甜槠林与人为干扰甜槠林物种多样性比较

李振基<sup>1</sup> 刘初钿<sup>2</sup> 杨志伟<sup>1</sup> 何建源<sup>2</sup> 林 鹏<sup>1</sup>

(1 厦门大学生物学系, 厦门 361005) (2 武夷山国家级自然保护区管理局, 武夷山 354315)

**摘 要** 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-W iener 指数、Pielou 均匀度和 Simpson 指数作了比较。结果表明郁闭稳定甜槠林的物种丰富度为11.3704, Shannon-W iener 指数为3.9404, 均匀度为63.05%, Simpson 指数为6.3740; 人为干扰后的甜槠林的各项物种多样性指数值远比郁闭林高, 分别为20.0479、5.5431、78.44%、21.7163, 其中灌木层与草本层所起的作用较大。利用群落优势度(C)衡量了两个群落的稳定性, 表明郁闭林的群落优势度远高于人为干扰林。而受到干扰的群落, 阳性种入侵, 阴性高大乔木待恢复, 中等树木和幼苗尚存。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。

**关键词** 物种多样性 甜槠群落 群落优势度 干扰 生态对策

## STUD IES ON THE SPEC IES D IVERSITY OF THE CLOSED STABLE FOREST AND THE D ISTURBED FOREST OF *CASTANOPSIS EYREI* IN WUY ISHAN NATIIONAL NATURE RESERVE

LI Zhen-Ji<sup>1</sup> LIU Chu-Dian<sup>2</sup> YANG Zhi-Wei<sup>1</sup> HE Jian-Yuan<sup>2</sup> and LIN Peng<sup>1</sup>

(1 Department of Biology, X iamen University, X iamen 361005)

(2 W uyishan N ational N ature Reserve, W uyishan 354315)

**Abstract** The species diversity of the closed stable forest and the disturbed forest of *Castanopsis eyrei* have been studied by using species richness index ( $d_{GI}$ ), Shannon-W iener index ( $H'$ ), Pielou evenness ( $J$ ), Simpson index ( $D$ ). The results show that the  $d_{GI}$ ,  $H'$ ,  $J$  and  $D$  of the closed stable forest were 11.3704, 3.9404, 63.05%, 6.3740 respectively. The indices of species diversity in the disturbed forest were 20.0479, 5.5431, 78.44% and 21.7163 respectively, higher than those in the closed forest, especially in the shrub layer and herb layer. Comparing the stability of two forests with community dominance index ( $C$ ), it was clear that the  $C$  of the closed stable forest was higher than that of the disturbed forest. In the disturbed forest, many heliophilous plants invaded and the shade tolerant plants were not recovered. It is proposed that in the succession, the increase of species diversity is a adapting manner for the ecosystem to disturbing, and is a strategy of ecosystem to recover the stability.

**Key words** Species diversity, *Castanopsis eyrei* forest, Community dominance index, Disturbance, Ecological strategy

甜槠 [*Castanopsis eyrei* (Champ. ex Benth.) Tutch.] 林是我国中亚热带地带性植被常绿阔叶林的主要类型之一, 在我国亚热带地区有着广泛的分布(林鹏, 1990; 吴征镒, 1980)。其群落学特征、生物多样性特点、生产力特点、生态功能等在中亚热带常绿阔叶林中具有一定的代表性。甜槠林在武夷山群

落类型多, 分布广, 在海拔500~ 1400m 处均有分布(何建源, 1994), 是武夷山国家级自然保护区的代表性植被。本研究通过对武夷山先锋岭郁闭的稳定性的甜槠林(下简称郁闭林)与受人为干扰后恢复过程中的次生甜槠林(下简称干扰林)中植物物种多样性的对比研究, 从中可以看出人类活动与生物

收稿日期: 1997-08-24 修订日期: 1999-06-08

基金项目: 福建自然科学基金(C92004)和武夷山国家级自然保护区管理局的资助

参加的工作人员还有韩博平、林益明、金昌善。

多样性之间的关系。

## 1 样地概况与研究方法

### 1.1 样地概况

样地位于武夷山自然保护区内的先锋岭了望台附近,海拔高1270m,北纬27°42',东经117°41',成土母质以火山岩为主,林地土壤为山地黄壤,土层厚50~110cm不等,有机质含量丰富,0~10cm土层中高达9.15%,10~30cm土层中达4.46%,pH值4.5~5.5,当地实测的年均温为12.8℃,大气相对湿度86.6%,年均降水量为2678.8mm,平均日照时数1434.3h,年均风速 $0.91\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。两林地相互连接,选择测量的样地相距100m左右,干扰林曾受到择伐的影响,而郁闭林受人为影响较小。

### 1.2 样地的设置与调查

采用最小表现面积法通过样方逐步扩大求得其达到物种数基本稳定时的样地面积,本类型为8个 $10\text{m}\times 10\text{m}$ ,调查时记录样方中所有乔木、灌木、草本植物和藤本植物种类和个体数,对于乔木,记录每一株的高度和胸径;灌木、乔木幼树和幼苗,草本和藤本植物则分种记录其数量和高度,调查时间为1993年7~8月。

### 1.3 物种多样性的计算

物种丰富度指数( $d_{GI}$ )、Shannon-Wiener指数( $H'$ )和Simpson指数( $D$ )是目前应用最广泛的3种物种多样性指数(马克平等,1994;Colinvaux,1986),为了便于比较,本文利用这3种指数和Pielou均匀度( $J$ )来分析郁闭林和干扰林的物种多样性,并用群落优势度( $C$ )来分析群落的稳定性。

1) Gleason 丰富度指数  $d_{GI}$  (马克平等, 1994)

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

式中  $S$  为物种数,  $A$  为样方面积。

2) Shannon-Wiener 指数  $H'$  (Krebs, 1986; 李振基等, 1998)

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \lg_2 P_i \quad (2)$$

式中  $P_i = n_i/N$ , 代表第  $i$  个物种的相对多度,  $N$  为所有物种的个体数之和,  $n_i$  为第  $i$  个物种的个体数。

3) Simpson 指数  $D$  (Simpson, 1949; 黄建辉等, 1994; 李振基等, 1998)

$$D = N(N - 1) / \sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1) \quad (3)$$

式中  $N$ ,  $n_i$  同(2)式。

4) Pielou 均匀度指数  $J$  (马克平等, 1994; 李振基等, 1998)

Pielou (1969) 把均匀度 ( $J$ ) 定义为群落的实测多样性 ( $H'$ ) 与最大多样性 ( $H'_{max}$ , 即在给定物种数  $S$  下的完全均匀群落的多样性) 之比, 以 Shannon-Wiener 指数  $H'$  为基础的群落的均匀度为:

$$J = H' / \lg_2 S \quad (4)$$

式中  $H'$  同(2)式,  $S$  同(1)式。

5) 群落优势度  $C$  (黄建辉等, 1994)

$$C = \sum_{i=1}^S (IV_i / IV)^2 \quad (5)$$

将 Simpson 集中度  $\lambda$  重新定义, 令原式中  $n_i$  为  $IV_i$ , 即第  $i$  个物种的重要值 (在林下层则为多频度),  $IV$  为群落中所有种的重要值之和。

## 2 结果与分析

### 2.1 两种类型林地的植物种类及其数量分布

将两种类型林地的主要植物种类及其重要值列出, 如表1所示。从表1可以看出, 郁闭甜槠林各层的

表1 郁闭甜槠林和干扰甜槠林的主要植物种类的重要值分布

Table 1 The main plants and their importance value of the *Castanopsis eyrei* community in closing forest and disturbed forest

种类	郁闭林	干扰林
Species	Closed forest	Disturbed forest
乔木层 Arbor layer		
甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	54.4	43.7
木荷 <i>Schin a superba</i>	30.7	14.9
马银花 <i>Rhododend ron ovatum</i>	27.7	15.9
黄山松 <i>Pinus taiw anensis</i>	21.5	7.7
南岭山矾 <i>Sym plocos confusa</i>	19.2	13.7
树参 <i>Dend ropanax dentiger</i>	16.9	18.5
石栎 <i>L ithocarpus glaber</i>	12.5	4.0
毛竹 <i>Phyllostachys pubescens</i>	0	32.1
米饭花 <i>Vaccinium m andarinorum</i>	8.2	7.0
东南石栎 <i>L ithocarpus harlandii</i>	4.5	15.8
杉木 <i>Cunningham ia lanceolata</i>	0	26.8
其它20种 Other 20 species	104.3	
其它25种 Other 25 species		99.9
灌木层 Shrub layer		
肿节少穗竹	98.5	44.7
<i>O ligostachy un oed og onatum</i>		
中华野海棠 <i>B red ia sinensis</i>	17.2	3.4
乳源木莲 <i>M anglietia yuyuanensis</i>	14.0	0
华紫珠 <i>Callicarpa cathayna</i>	11.0	2.7
细齿叶柃 <i>Eurya nitida</i>	0	25.0
紫金牛 <i>A rdisia japonica</i>	4.3	19.5

续表 1

种类	郁闭林	干扰林
Species	Closed forest	Disturbed forest
其它21种 Other 21 species	55.0	
其它37种 Other 37 species		104.7
草本层 Herb layer		
里白 <i>Hicriopteris glauca</i>	99.4	27.4
褐绿苔草 <i>Carex stipitinux</i>	27.8	39.2
狗脊 <i>Woodsia japonica</i>	27.7	33.2
华东瘤足蕨 <i>Plagiogyria japonica</i>	11.8	14.6
福建细辛 <i>Asarum fukienensis</i>	0	10.9
其他4种 Other 4 species	33.3	
其它27种 Other 27 species		73.7
藤本植物 Liana plants		
尖叶菝葜 <i>Smilax arisanensis</i>	50.1	31.0
牛姆瓜 <i>Stauntonia leucantha</i>	38.2	18.8
亮叶崖豆藤 <i>Millettia nitida</i>	27.4	22.4
鞘柄菝葜 <i>Smilax stans</i>	18.1	12.2
金银花 <i>Lonicera japonica</i>	17.0	10.2
土茯苓 <i>Smilax glabra</i>	13.3	2.4
双蝴蝶 <i>Tripterospermum affine</i>	5.9	10.2
其它6种 Other 6 species	30.0	
其它17种 Other 17 species		92.8

重要值(或多频度)集中在少数种上,尤其在灌木层与草本层则更为明显,但在干扰林中,由于一些阳性植物侵入,重要值(或多频度)较为平均地分配到了各物种上。

表 2 郁闭甜槠林与干扰甜槠林物种多样性比较(800m<sup>2</sup>)

Table 2 The comparison of the species diversity between the closed forest and the disturbed forest (800m<sup>2</sup>)

层次 Layer	S	N	d <sub>GI</sub>	H	J (%)	D
郁闭林 Closed forest						
乔木层 Arbor layer	29	338	4.1891	3.6365	74.86	11.4450
灌木层 Shrub layer	53	3769	7.9294	3.2987	57.59	4.0041
草本层 Herb layer	8	699	1.1969	2.0606	68.68	1.6629
藤本植物 Liana	13	199	1.9449	2.4865	67.18	5.5540
所有植物 All species	76	5005	11.3704	3.9404	63.05	6.3740
干扰林 Disturbed forest						
乔木层 Arbor layer	36	215	5.3860	4.2727	82.64	14.7091
灌木层 Shrub layer	70	2575	10.4728	4.9127	80.14	12.0776
草本层 Herb layer	32	859	4.7876	2.7068	54.13	5.4274
藤本植物 Liana	24	259	3.5907	3.3445	72.95	8.9745
所有植物 All species	134	3908	20.0479	5.5431	78.44	21.7163

将野外资料加以整理,给出物种相对多度的分布图(图1)。

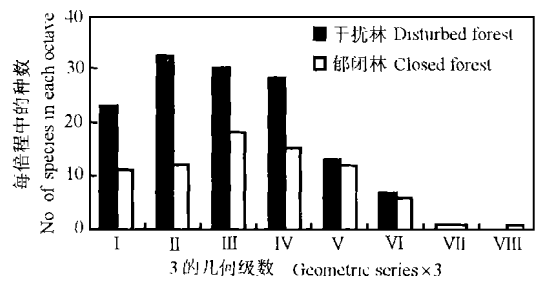


图1 物种相对多度分布图

Fig 1 Distribution of relative abundance of species

## 2.2 两个林地的物种多样性

郁闭甜槠林与干扰甜槠林的物种多样性如表2所示。

### 2.2.1 郁闭甜槠林的物种多样性

从表2可以看出,800m<sup>2</sup>的样地中,有76种植物,个体数5005株,其中灌木层个体数最多,占75.3%,草本植物与层间植物均不多,样方内所有植物的物种丰富度指数  $d_{GI}$  为11.3704, Shannon-Wiener 指数  $H$  为3.9404, Simpson 指数  $D$  为6.3740, 均匀度  $J$  为63.05%, 由于灌木层的种数(包括乔木层幼苗)和个体数量多,所以灌木层的各值与样方内所有植物的值较为接近,  $d_{GI}$  为7.9294,  $H$  为3.2987,  $J$  为57.59%,  $D$  为4.0041, 乔木层的  $D$  值高达11.445, 但  $H$  值与  $J$  值均较低。

### 2.2.2 干扰甜槠林的物种多样性

从表2可以看出,干扰甜槠林800m<sup>2</sup>面积内植

物的种数达134, 为郁闭林的176%, 同样大小面积内, 干扰林个体总数3908株, 仅为郁闭林的79%。由于物种数多, 干扰林内所有植物的物种丰富度指数  $d_{GI}$  为20.0479, Shannon-Wiener 指数  $H'$  为5.5431, 均匀度  $J$  为78.44%, Simpson 指数  $D$  为21.7163, 均比郁闭林高, 其乔木层  $d_{GI}$  为5.3860,  $H'$  值为4.2727,  $D$  值为14.7091,  $J$  值为82.64%, 灌木层分别为10.4728、4.9127、12.0776和80.14%, 也均比郁闭林中对应的值高。从这些指标来看, 并非稳定性大的群落物种多样性高, 相反, 次生过渡性群落会出现多样性高的现象。

2.2.3 物种多样性的相对值

分别求出郁闭甜槠林和干扰甜槠林的乔木层、灌木层、草本层和层间植物的物种多样性指数值占各层物种多样性值总和的比例(图2)。

从图2中可以看出, 尽管郁闭甜槠林与干扰甜槠林各层的各多样性值相差较大, 但多样性指数在各层中的分布相似, 灌木层的种数与个体数的比例都在50%以上。 $H'$  值与  $J$  值受种数与个体数的影响较大, 而  $D$  值受种数与个体数影响较小,  $H'$  值(郁闭甜槠林: 2.0606~3.6365, 干扰甜槠林: 2.7068~4.9127) 与  $J$  值(郁闭甜槠林: 57.59%~74.86%, 干扰甜槠林: 54.13%~82.64%) 在各层间变化较小, 而值(郁闭甜槠林: 1.6629~11.4450, 干扰甜槠林: 5.4274~14.7091) 变化较大, 以 Simpson 指数来

衡量多样性, 更能体现出乔木层的建群作用。单纯以物种多样性指数来衡量郁闭甜槠林与干扰甜槠林, 由于干扰甜槠林的种数与个体数明显比郁闭甜槠林高, 因此各层的指数  $H'$  与指数  $D$  均以干扰林较大(见表2)。而从相对值来看, 则可以看出郁闭甜槠林中乔木层的物种多样性指数相对值( $H'$ : 31.7%,  $D$ : 50.5%) 均比在干扰林中( $H'$ : 28.0%,  $D$ : 35.7%) 高(图2), 而且从图2中可以看出干扰甜槠林中灌木层比例较高, 表明干扰甜槠林中灌木层种类增加较多, 干扰林较不稳定。从均匀度来看, 郁闭甜槠林的  $J$  值最低, 但乔木层较高。

2.3 郁闭林与次生林的群落优势度

群落的优势度与每个种的重要值分布有关, 其数值大小可以反映群落内各种群结构关系的复杂性。

分别对两种甜槠林的群落优势度加以统计, 如表3、图3所示。

从图3中可以看出, 郁闭甜槠林的群落优势度比较高, 除乔木层群落优势度仅略高于干扰林乔木层的值外, 郁闭林灌木层、草本层的群落优势度分别达0.2651和0.2944, 均很高, 藤本植物也较高, 与郁闭林各层中的优势种明显有关, 表明郁闭林群落较为稳定。干扰甜槠林由于侵入较多的阳性种类, 原有的平衡被打破, 原灌木层与草本层的优势种失去了优势, 群落的稳定性较差。

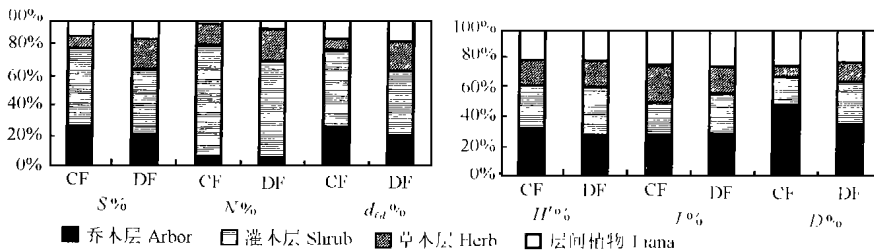


图2 物种多样性在甜槠林各层的分布

Fig. 2 The distribution of species diversities in each layer in *Castanopsis eyrei* communities  
CF: 郁闭甜槠林 Closed forest DF: 干扰甜槠林 Disturbed forest

表3 郁闭甜槠林与干扰甜槠林的群落优势度

Table 3 The community dominance index (C) of the closed forest and the disturbed forest

层次 Layer	郁闭林 Closed forest			干扰林 Disturbed forest		
	Simpson 指数	$\sum(N_i)^2$	C	Simpson 指数	$\sum(N_i)^2$	C
乔木层 Arbor layer	11.4450	5698	0.0733	14.7091	5529	0.0614
灌木层 Shrub layer	4.0041	10604	0.2651	12.0776	3442	0.0860
草本层 Herb layer	1.6629	11778	0.2944	5.4274	4157	0.1039
藤本植物 Liana	5.5540	5698	0.1424	8.9745	2873	0.0718

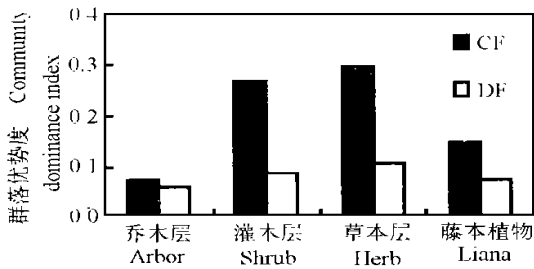


图3 郁闭甜槠林(CF)与干扰甜槠林(DF)的群落优势度

Fig. 3 The community dominance index of the closed forest (CF) and the disturbed forest (DF)

从表3中还可以看出,物种多样性指数较低的层次或群落有较高的群落优势度,而相反,物种多样性指数较高的层次或群落,其群落优势度较低,因此我们认为群落物种多样性增加是生态系统对外界干扰的一种适应,是生态系统水平上对生境变化的一种对策。当重新建立平衡之后,群落的物种多样性仍会降低,而趋于稳定,如果干扰超过其调节能力,那么将难以恢复为原来的群落类型。因此,稳定性大的顶极群落,其物种多样性并不会最高,而受干扰后的次生性过渡类型的群落物种多样性可能会更高,用群落优势度来反映群落稳定性比物种多样性更为确切。

### 3 结 论

- 1) 亚热带典型的甜槠常绿阔叶林的 Shannon-Wiener 多样性指数为3.9404, Simpson 多样性指数为6.3740, 其中乔木层最高。
- 2) 受干扰后,物种多样性明显提高,尤其林下层的物种多样性指数明显增加,但群落优势度下降。
- 3) 郁闭林的群落优势度远比受干扰林高,灌木

层和草本层的优势度尤其高,物种稳定,功能完善。

4) 群落物种多样性的增加是生态系统对外界干扰的一种适应,阳性物种入侵,耐荫植物待恢复,是生态系统稳定性的一种对策。群落优势度更能反映群落的稳定性。

### 参 考 文 献

- Colinvaux, P. A. 1986 Ecology. New York: John Wiley & Sons, Inc 648~ 684
- He, J. Y. (何建源). 1994 Wuyishan Research Series (Natural Resources). Xiamen: Xiamen University Press 46 ~ 53 (in Chinese)
- Huang, J. H. (黄建辉) & L. Z. Chen (陈灵芝). 1994 A analysis of species diversity of the forest vegetation in Dongling Mountain, Beijing Acta Botanica Sinica (植物学报), 36 (Supp.): 178~ 186 (in Chinese)
- Krebs, G. J. 1986 Ecology—the experimental analysis of distribution and abundance 2nd ed New York: Harper & Row. 449 ~ 487.
- Li, Z. J. (李振基), P. L. in (林鹏), Z. P. Lu (吕兆平), J. Y. He (何建源), Z. W. Yang (杨志伟), B. P. Han (韩博平) & C. S. Jin (金昌善). 1998 Study on species diversity of higher plants in *Castanopsis eyrei* community in Wuyishan Mountains. In: L. in, P. (林鹏) ed Wuyishan research series, forest ecosystem I. Xiamen: Xiamen University Press 55~ 63. (in Chinese)
- Lin, P. (林鹏). 1990 The vegetation of Fujian Fuzhou: Fujian Science and Technology Press 153~ 160 (in Chinese)
- Ma, K. P. (马克平). 1994 The measurement of community diversity. In: Q. ian, Y. Q. (钱迎倩) & K. P. Ma (马克平) eds Principles and methodologies of biodiversity studies Beijing: Chinese Science and Technology Press 141~ 165. (in Chinese)
- Simpson, G. G. 1949 Measurement of diversity. Nature, 136: 688
- Wu, Z. Y. (吴征镒). 1980 Vegetation of China Beijing: Science Press 321~ 323 (in Chinese)

责任编辑: 周玉荣