

文章编号: 1000-5692(2002)04-0363-04

# 福建龙栖山甜槠林恢复生态学研究 (I)

王国良

(福建省龙栖山国家级自然保护区 管理局, 福建 将乐 353305)

**摘要:** 从物种多样性指数、均匀度和优势度角度分析不同人为干扰强度 (ck 原始甜槠林、A 级择伐更新、B 级天然更新、C 级杉木林和 D 级毛竹林) 对福建龙栖山甜槠林各层次恢复的影响。结果表明: 随着人为干扰强度的加大, 除灌木层均匀度略呈“S”型下降、草本层多样性指数和均匀度呈“S”型下降至 C 级后上升外, 其他层次物种多样性指数和均匀度都为上升至 A 级后下降, 而优势度除草本层上升至 A 级后下降, 层外植物上升至 C 级后下降外, 其他层次都呈线性上升。表 5 参 13

**关键词:** 甜槠; 干扰强度; 物种多样性; 生态恢复

**中图分类号:** S718.5      **文献标识码:** A

20 世纪 50 年代以来, 环境污染、森林破坏、水土流失和荒漠化等一系列世界问题对人类的生存和经济的持续发展构成严重威胁。植被在人为干扰后恢复的研究是群落和生态系统动态研究的一个热点。这方面国外工作开始较早, 其中 F. H. Boman 和 G. E. Likens<sup>[1]</sup> 领导的对美国新罕什尔的 Hubbard Brook 森林生态系统受人工干扰后的恢复演替的系列研究, 是这一方面最有代表性的工作之一。国内生态方面的工作, 主要自 80 年代以来逐渐展开<sup>[2~21]</sup>。林鹏等对武夷山甜槠 *Castanopsis eyrei* 林的生物量、能量、生产力以及氮和磷、钾和钠、钙和镁累积循环, 碳和氮的动态, 粗死木质残体的贮量、功能及水文效应等进行了研究<sup>[13]</sup>, 但对甜槠林恢复生态学研究未见报道。为此, 作者于 2001 年初开始对福建龙栖山保护区地带性植被——甜槠林恢复进行系统研究。本文根据 7~8 月间调查的资料从各层次物种多样性指数、均匀度和优势度角度探讨不同人为干扰强度对甜槠林的恢复规律。

## 1 自然概况及研究方法

### 1.1 自然概况

龙栖山保护区位于福建省将乐县境内, 为武夷山脉的中段, 属中低山地貌。其范围为  $26^{\circ}28' \sim 26^{\circ}37'N$ ,  $117^{\circ}13' \sim 117^{\circ}21'E$ , 南北长 18 km, 东西宽 14 km, 总面积 126 km<sup>2</sup>。境内 1 000 m 以上山峰有 40 余座, 最高山峰 1 620.4 m, 海拔最低处仅 235 m, 一般相对高差为 600~800 m。土壤母岩主要由花岗岩、变质岩、砂砾岩、石英岩和云母片岩等组成; 海拔 800 m 以下主要为红壤与黄壤, 800 m 以上为黄壤或粗骨性黄壤, 山顶主要为山地草甸土。

保护区在海拔 1 000 m 以下地区, 年平均气温为 14.6~18.8 °C, 在 1 000 m 以上中山地区, 平均气温小于 14.0 °C。气温以 7 月最高, 1 月最低。2~7 月气温递升, 8~2 月为递降。以 3~5 月升温最

收稿日期: 2002-07-02; 修回日期: 2002-09-12

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(C94005)

作者简介: 王国良(1965—), 男, 浙江诸暨人, 工程师, 从事自然保护区的科学研究和管理工。

快, 10~12月降温最快。最冷月1月份平均气温4.7~8.1℃。气温低值区域在十字坳和主峰一带。

保护区平均降水量在1600~1800mm。降水量以5~6月为最多, 11~12月为最少, 1~6月雨量逐月递增, 7~11月递减。最多月雨量比最低月雨量平均相差270mm。2~4月为春季雨, 雨量360~390mm, 占年雨量22%; 5~6月为梅雨季, 雨量达600~700mm, 占年雨量38%左右; 7月份雨量较少, 7~9月为台风雨季, 雨量一般为310~350mm, 占年雨量18%~21%; 10月至翌年1月为少雨季节, 占年雨量7%左右。年平均相对湿度达80%以上。

## 1.2 调查方法

在不同人为干扰林地内选取有代表性的群落设置标准地, 样方大小定为5m×5m。在样地取样时, 按正方形布置样方, 并由中心开始向四周逐渐扩展进行, 取样面积为1200m<sup>2</sup>。在各样方内, 对林木进行每木调查, 记录每个个体的树高、胸径、冠幅和生活力等, 同时对样方内出现乔木幼树、幼苗、灌木、草本、藤本同样记载。调查样地的有关概况见表1。

## 1.3 不同人为干扰强度等级划分

干扰强度等级划分为4级: A级为80年代初择伐天然甜槠林中的大胸径杉木 *Cunninghamia lanceolata* 干扰的林地, 然后排除干扰, 采用封山育林培育起来的林分(简称A级); B级为1981年天然甜槠林被火烧干扰的林地, 然后排除干扰, 采用封山育林培育起来的林地(简称B级); C级为80年代初皆伐原始甜槠林干扰的林地, 然后多次干扰, 即采用火烧整地, 人工种植杉木, 前3年每年抚育(简称C级); D级为70年代后期皆伐天然甜槠林干扰的林地, 然后多次干扰, 保留毛竹 *Phyllostachys pubescens* 林地(简称D级)。同时在林地附近选择1片地形位置相似未经干扰的原始甜槠林作对照(简称ck)。

表1 不同干扰强度环境概况

Table 1 Environmental survey of the intensity of disturbance

干扰强度	海拔/m	坡向	坡度/°	坡位	土壤状况
ck	950	东北	25	中下	土质疏松, 表层土壤质地为中壤土, 土层厚, A层达24cm
A级	925	东北	30	中下	土质疏松, 表层土壤质地为中壤土, 土层厚, A层达22cm
B级	900	东北	28	中下	土质疏松, 表层土壤质地为中壤土, 土层厚, A层达17cm
C级	930	东北	24	中下	土质疏松, 表层土壤质地为中壤土, 土层厚, A层达13cm
D级	935	东北	25	中下	土质疏松, 表层土壤质地为中壤土, 土层厚, A层达10cm

## 1.4 分层标准和测度公式

根据外业取样资料进行各层次划分, 可分为4层: 乔木层, 灌木层, 草本层和层间植物, 其中树高大于或等于6m的划为乔木层, 低于6m的划为灌木层。采用下列指标测定物种多样性、均匀度和优势度。

①Simpson指数  $D_{si} = N(N-1) / \sum_{i=1}^S (n_i - 1) n_i$ ; ②Shannon-Wiener指数  $D_{sh} = -\sum_{i=1}^S p_i \log p_i$ ; ③Mcintosh指数  $D_{mc} = (N-u) / (N - \sqrt{N})$ ; ④Simpson均匀度  $J_{si} = D_{si} / S$ ; ⑤Shannon-Wiener均匀度  $J_{sh} = D_{sh} / \ln S$ ; ⑥Mcintosh均匀度  $J_{mc} = \frac{N-u}{N - N/\sqrt{S}}$ ; ⑦Simpson优势度  $C_{si} = 1/D_{si}$ ; ⑧生态优势度  $C =$

$[\sum_{i=1}^S N_i (N_i - 1) / [N(N-1)]$ 。式中:  $N$  为所有物种的总个体数,  $S$  为物种总数,  $p_i$  为第  $i$  种个体总数中出现的概率,  $n_i$  为第  $i$  个种的个体数,  $u = (\sum_{i=1}^S n_i^2)^{1/2}$ ,  $N_i$  为第  $i$  个种多度指标。

## 2 结果与分析

### 2.1 干扰强度对乔木层多样性指数、均匀度和优势度的影响

从表2可看出, 各群落除D级由于乔木层只有1个种(毛竹)而不计算其物种多样性、均匀度和优势度外, 不同人为干扰强度物种多样性指数3条曲线( $D_{si}$ ,  $D_{sh}$ 和 $D_{mc}$ )随着干扰加大多样性指数上升至A级后逐渐下降; 不同人为干扰强度均匀度3条曲线( $J_{si}$ ,  $J_{sh}$ 和 $J_{mc}$ )也随着干扰加大均匀度

上升至 A 级后逐渐下降; 而不同人为干扰强度优势度 2 条曲线 ( $C_{si}$  和  $C$ ) 随着干扰加大优势度逐渐上升。

### 2.2 干扰强度对灌木层多样性指数、均匀度和优势度影响

从表 3 可看出, 不同人为干扰强度物种多样性指数 ( $D_{si}$ ,  $D_{sh}$  和  $D_{mc}$ ) 随着干扰加大上升至 A 级后下降; 不同人为干扰强度均匀度 ( $J_{si}$ ,  $J_{sh}$  和  $J_{mc}$ )

随着干扰加大均匀度略呈“S”型曲线下降, 而随着干扰加大 Simpson 优势度 ( $C_{si}$ ) 呈“S”上升至 C 级后则迅速上升。

### 2.3 干扰强度对草本层多样性指数、均匀度和优势度影响

从表 4 可看出, 不同人为干扰强度物种多样性指数 ( $D_{si}$ ,  $D_{sh}$  和  $D_{mc}$ ) 和均匀度 ( $J_{si}$ ,  $J_{sh}$  和  $J_{mc}$ ) 随着干扰加大呈“S”型下降至 C 级后上升, 而不同人为干扰强度优势度 ( $C_{si}$  和  $C$ ) 随着干扰加大优势度上升至 C 级后下降。

### 2.4 干扰强度对层外植物多样性指数、均匀度和优势度影响

从表 5 可看出, 不同人为干扰强度物种多样性指数 ( $D_{si}$ ,  $D_{sh}$  和  $D_{mc}$ ) 和均匀度 ( $J_{si}$ ,  $J_{sh}$  和  $J_{mc}$ ) 随着干扰加大上升至 A 级后下降; 从表 5 还可看出, 不同人为干扰强度优势度 ( $C_{si}$  和  $C$ ) 随着干扰加大优势度上升至 C 级后下降。

表 2 不同干扰强度乔木层多样性指数、均匀度和优势度统计表

Table 2 Comparison of the diversity index, evenness degree and dominance degrees of different intensity of disturbance in arbor layer

指数	ck	A 级	B 级	C 级
$D_{si}$	11.440 0	15.330 0	6.090 0	1.051 3
$D_{sh}$	3.600 0	4.100 0	2.950 0	0.206 4
$D_{mc}$	0.790 0	0.800 0	0.630 0	0.026 0
$J_{si}$	0.450 0	0.508 5	0.373 9	0.260 6
$J_{sh}$	0.700 0	0.884 5	0.755 4	0.103 0
$J_{mc}$	0.800 0	0.912 4	0.793 9	0.049 2
$C_{si}$	0.060 0	0.065 0	0.164 1	0.951 2
$C$	0.070 0	0.083 4	0.173 3	0.885 1

表 3 不同干扰强度灌木层多样性、均匀度和优势度统计表

Table 3 Comparison of the diversity index of diversity index, evenness degree and dominance degrees of different intensity of disturbance in shrub layer

指数	ck	A 级	B 级	C 级	D 级
$D_{si}$	16.700 0	21.518 0	14.826 0	11.522 8	1.640 0
$D_{sh}$	4.800 0	5.040 8	4.725 0	4.141 9	1.288 0
$D_{mc}$	0.700 0	0.796 4	0.753 0	0.740 0	0.236 1
$J_{si}$	0.450 0	0.508 5	0.201 0	0.289 4	0.174 3
$J_{sh}$	0.710 0	0.769 1	0.766 0	0.801 2	0.406 4
$J_{mc}$	0.800 0	0.914 2	0.838 6	0.840 4	0.327 5
$C_{si}$	0.060 0	0.065 0	0.067 0	0.086 8	0.608 8
$C$	0.040 0	0.030 4	0.043 8	0.191 1	0.353 8

表 4 不同干扰强度多样性指数、均匀度和优势度草本层统计表

Table 4 Comparison of the diversity index, evenness degrees and dominance degrees of different intensity of disturbance in herb layer

指数	ck	A 级	B 级	C 级	D 级
$D_{si}$	4.200 0	5.650 0	2.340 0	1.073 1	6.590 0
$D_{sh}$	2.500 0	2.770 0	1.616 5	0.261 1	3.297 5
$D_{mc}$	0.500 0	0.587 5	0.349 7	0.035 1	0.620 5
$J_{si}$	0.340 0	0.312 8	0.239 9	0.153 2	0.437 7
$J_{sh}$	0.640 0	0.665 3	0.488 0	0.093 0	0.844 0
$J_{mc}$	0.740 0	0.757 7	0.506 6	0.057 7	0.822 6
$C_{si}$	0.120 0	0.177 0	0.471 0	0.931 9	0.151 7
$C$	0.127 0	0.161 4	0.287 2	0.618 0	0.130 9

表 5 不同干扰强度层外植物多样性指数、均匀度和优势度

Table 5 Comparison of the diversity index, evenness degrees and dominance degree of different intensity of disturbance in extrastutum

指数	ck	A 级	B 级	C 级	D 级
$D_{si}$	7.200 0	10.316 0	2.696 8	1.313 2	1.918 7
$D_{sh}$	3.000 0	3.601 1	2.081 7	0.736 0	1.219 0
$D_{mc}$	0.660 0	0.730 0	0.637 4	0.143 4	0.295 2
$J_{si}$	0.450 0	0.565 6	0.186 0	0.312 3	0.474 0
$J_{sh}$	0.839 0	0.881 2	0.548 0	0.368 0	0.601 0
$J_{mc}$	0.890 0	0.901 0	0.531 8	0.250 3	0.553 5
$C_{si}$	0.090 0	0.096 9	0.370 8	0.761 5	0.521 2
$C$	0.080 0	0.095 7	0.339 8	0.600 8	0.332 6

## 3 结语

从物种多样性指数、均匀度和优势度角度探讨了不同人为干扰强度对福建龙栖山甜槭林各层次恢复的影响。结果表明: 随着人为干扰强度加大, 乔木层物种多样性指数和均匀度在 A 级最高, C 级最小, 而优势度则随着干扰强度的加大而

加大; 灌木层物种多样性指数、均匀度也是在 A 级最高, C 级最小, 只不过在递减过程中不是线性下降而是略呈“S”型下降, 优势度则呈“S”型上升。可见乔木层与灌木层在多样性指数、均匀度和优势度方面变化的趋势基本一致。

由研究分析可知, A 级择伐更新在生物多样性指数与均匀度等方面与原始甜槭林 ck 较接近, B 级天然更新次之, 而 C 级和 D 级各方面指标与 ck 相距甚远。据此可判断择伐更新属于轻度干扰, 天

然更新属于中度干扰,人工种植杉木林和毛竹林则属于强度干扰。从生态恢复策略角度来看,A级可采取择伐经营,B级采取择伐经营后五六十年可发育形成以阔叶树占优势的针阔混交林群落,进一步演替为以甜槠为建群种的常绿阔叶林群落,C级和D级在自然状态下要恢复到地带性甜槠林群落,必将经历缓慢而漫长的演替进程。因此必须模拟A级群落结构特点,对C级和D级进行改建和重建。

在恢复和重建退化生态系统的过程中,必须重视各种干扰对生态系统的作用及生态演替规律的研究,从而对退化生态系统作出合乎自然规律并有益于人类生活的治理措施,使退化生态系统在自然及人类的共同作用下真正得到恢复、改建和重建。

### 参考文献:

- [1] Bormann F H, Likens G E. *Pattern and Process in a Forested Ecosystem* [M]. New York: Springer-Verlag, 1981.
- [2] 刘金林,周秀佳,顾詠洁. 浙江午潮山次生植被恢复过程的群落剖析[J]. 植物生态学与地植物学报, 1983, 7(1): 8-19.
- [3] 黄全,李意德. 海南尖峰岭热带山地雨林采伐迹地更新群落的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学报, 1988, 12(1): 12-22.
- [4] 李景文. 小兴安岭阔叶红松林采伐迹地更新的研究[J]. 林业科学, 1988, 24(2): 129-138.
- [5] 马世骏. 现代生态学透视[M]. 北京: 科学出版社, 1990. 43-316.
- [6] 沈泽昊,金义兴. 米心水青冈林采伐地的早期植被恢复和土壤环境动态[J]. 植物生态学报, 1995, 19(4): 375-383.
- [7] 温远光,李信贤,元昌安. 不同采伐方式对常绿阔叶林物种多样性保持与恢复的影响[A]. 钱迎倩,甄仁德. 生物多样性研究进展[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996. 345-360.
- [8] 余作岳,彭少麟. 热带亚热带退化生态系统植被恢复生态学研究[M]. 广州: 广东科学技术出版社, 1997. 1-30.
- [9] 赵平,彭少麟,张经纬. 生态系统的脆弱性与退化生态系统[J]. 热带亚热带植物学报, 1998, 6(3): 179-186.
- [10] 章家恩,徐琪. 恢复生态学研究的一些基本问题探讨[J]. 应用生态学报, 1999, 10(1): 109-113.
- [11] 赵平,彭少麟,张经纬. 恢复生态学——退化生态系统生物多样性恢复的有效途径[J]. 生态学杂志, 2000, 19(1): 53-58.
- [12] 李翠环,余树全,周国模. 亚热带常绿阔叶林植被恢复研究进展[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(3): 325-329.
- [13] 林鹏. 武夷山研究(I)森林生态系统[M]. 厦门: , 1998. 1-84.

## On restoration ecology of *Castanopsis eyrei* forest in Mount Longxi of Fujian (I)

WANG Guo-liang

(Administration Bureau, National Nature Reserve of Mount Longxi, Jiangle 353305, Fujian, China)

**Abstract:** The effect of different intensity of artificial disturbance (ck, the original forest; class A, the regeneration of selection cutting; class B, the natural regeneration; class C, Chinese fir; class D, *Phyllostachys heterocyclus* cv. *pubescens*) on the restoration of different layers of *Castanopsis eyrei* forest in Mount Longxi, Fujian, was discussed with diversity indices of species (DI), evenness degree (ED) and dominant degree (DD). The results show that with the increasing of intensity of disturbance, DI and ED of all species go up to class A then go down, excluded that ED of shrubs layer present S-like descant and DI and ED of herb layer in "S" patterns come down to class C then ascend. Excepting that Dd of herb layer rise to class A then descend and DD of vive layer go up to class C then go down, DD of other layers shows linear increase.

**Key words:** *Castanopsis eyrei*; intensity of artificial disturbance; species diversity; ecologic restoration