

文章编号: 1000-5692(2004)03-0258-05

福建青冈林恢复过程中植物物种多样性的变化

陈世品

(福建农林大学 林学院, 福建 南平 353001)

摘要: 对福建黄楮林自然保护区的福建青冈 *Cyclobalanopsis chungii* 林 5 个不同恢复阶段的群落采用时空互代的方法, 研究其恢复过程中植物物种多样性的变化。结果表明, 福建青冈林恢复过程中乔木层、灌木层的物种更替较剧烈; 阳性树种在群落中的地位较弱; 随恢复期增长, 物种 α 多样性指数增大, 群落的稳定性也增大, 且群落间的共有种数增多。福建青冈林的恢复各阶段是朝着稳定性增强的方向演替的, 提高其物种多样性有利于其恢复和重建。表 5 参 11

关键词: 森林生态学; 福建青冈林; 恢复; 物种多样性

中图分类号: S718.54 **文献标识码:** A

福建青冈 *Cyclobalanopsis chungii* 又名钟氏栎, 俗称黄楮、黄丝楮、红楮、铁楮, 属壳斗科 Fagaceae 青冈属 *Cyclobalanopsis*, 为中国特有的珍贵用材树种, 分布于江西、湖南、福建、广东、广西等省(区)。福建境内分布于闽清、永泰、尤溪、南平、沙县、永安、将乐、漳平、永安、龙岩等地海拔 500~800 m 的山地丘陵^[1,2]。过去对福建青冈的研究主要有福建青冈林不同恢复阶段的植物生活型特征^[3], 福建青冈天然林的群落学特征^[2,4], 萌丛林分结构特点和生产力^[5], 次生林的组成数量特征及其生产力^[6]等。20 世纪 60 年代以来, 由于福建青冈材质优良, 用途广泛, 砍伐十分严重, 对其林分已造成强烈的干扰, 福建青冈林的结构、组成和功能的退化均十分严重。

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^[7], 封山育林是退化森林生态系统恢复的较为有效且经济的方法^[8], 可以为乡土植物创造适宜的生态条件。福建青冈林的恢复便采用了这种简单易行且有效的方法。在封山育林过程中, 生物多样性的恢复是重要的特征之一。研究福建青冈林恢复过程中生物多样性的变化和发展, 对于探讨其生态过程, 揭示其生态规律和加快该退化生态系统的重建和恢复具有十分重要的意义。

1 自然概况

研究资料收集于福建省闽清县西北部雄江镇境内的黄楮林自然保护区, 地处 26°18'N, 118°40'E, 为戴云山东北麓延伸至闽江边与鹫峰山交界的边缘区域, 核心区海拔 100~595 m, 最高峰八角仙峰海拔达 905.7 m。保护区属中亚热带气候, 夏长冬短, 温暖湿润, 年均气温 17.5 °C, 1 月平均气温 10.0 °C, 7 月平均气温 28.9 °C, ≥ 10 °C 积温为 6 435 °C, 年降水量 1 570 mm, 无霜期 294 d, 是典型的温

收稿日期: 2003-11-12; 修回日期: 2004-03-02

基金项目: 福建省科学技术委员会重大项目(2001F007)

作者简介: 陈世品(1968-), 男, 福建南平人, 讲师, 从事群落生态学研究。E-mail: ffcsp@yahoo.com.cn

凉潮湿的山地气候。林地土壤为山地红壤, 夹杂半风化的花岗岩石块, 土层均较浅薄。

2 研究方法

2.1 样地概况及物种调查

黄楮林自然保护区内由于封山时间不同形成了不同恢复阶段的林分, 为研究福建青冈林的恢复过程提供了可贵的序列材料。各恢复阶段样地概况见表1。

2001年7~8月在A, B, C, D, E 5个群落中选取生境条件较一致的典型样地, 采用5 m×5 m的相邻格子法进行调查, 其中乔木层取样面积各为1 200 m², 灌木层、层间层、草本层取样为在每100 m²乔木层样方内按对角和中心位置各取1个2 m×2 m的小样方, 各群落类型取样面积各为240 m², 记录样方内的植物名称、个体数、胸径和高度。

表1 调查样地概况

Table 1 The general situation of investigated plots

恢复阶段	群落类型	恢复时间/ a	干扰现状	海拔/ m	坡向	坡度/(°)	坡位	建群种
早期	A 福建青冈灌丛群落	5~8	较强烈	100~130	WS27°	32	中上坡	福建青冈
中早期	B 福建青冈萌丛群落	15~20	间歇性	130~150	ES31°	27	中下坡	福建青冈
中早期	C 福建青冈萌丛群落	15~20	已无干扰	180~200	WS15°	35	中上坡	福建青冈
后期	D 福建青冈群落	>40	已无干扰	150~200	ES35°	28	中上坡	福建青冈
后期	E 福建青冈+栲树群落	>40	已无干扰	110~150	ES20°	21	中下坡	福建青冈、栲树

2.2 物种多样性指数测定

2.2.1 群落内的多样性 (α 多样性) 测定 α 多样性的测度指标较多。本文采用已被证明较为有效的3个指标, 即 Shannon-Wiener 多样性指数 (H'), Simpson 生态优势度指数 (C'), Pielou 均匀度指数 (J')^[9], 测定群落内的物种多样性。

2.2.2 群落间的多样性 (β 多样性) 测定^[19] β 多样性可以测度群落沿环境梯度物种替代的程度、速率和趋势, 并反映不同群落间物种组成上的差异, 指示环境被物种分割的程度。其测定方法可以分成2类: ①二元属性数据的 β 多样性测定。二元属性数据即0, 1数据, 只考虑群落中每一物种的存在与否而不考虑其个体数量。本文选用广泛应用的4种指标, 即 Cody β 多样性指数 (β_c)、Routledge β 多样性指数 (β_R) 及1-Jaccard 相似性系数 (C_J)、1-Sorensen 相似性系数 (C_S)。②数量数据的 β 多样性测定。二元属性数据有可能夸大群落内稀疏种和伴生种的作用, 而数量数据则考虑了每一个种的个体数量的作用。本文选用2种指标, 即 Bray-Curtis 指数 (C_N) 和 Morisita-Horn 指数 (C_{MH})。

3 结果与分析

3.1 物种数的变化

福建青冈林恢复过程中物种数的变化较大, 从恢复5~8 a的群落A至恢复40 a以上的群落D, 植物种类增加了28种(表2), 至群落E又有较明显的下降, 但群落D和E的乔木层差异很小; 恢复早期最为明显的是乔木层的物种数变化, 群落A缺乏乔木层, 而群落B的乔木层物种急增至21种, 主要是因为它遭受间歇性的干扰而郁闭度很低(0.4~0.6), 有较多阳性树种侵入生长(表3)。群落B的灌木层种数较少, 是因为其草本层芒

表2 各群落所含物种数

Table 2 Species number of the communities

层次	群落类型				
	A	B	C	D	E
乔木层	0	21	11	25	26
灌木层	34	19	27	32	22
层间层	12	12	12	15	10
草本层	5	4	6	7	6
总种数	51	56	56	79	64

说明: 乔木层样方面积为1 200 m², 灌木层、层间层、草本层样方面积为240 m²

蕨 *Dicranopteris dichotoma* 的优势度很大, 而许多中性建群种的耐荫的幼苗尚未侵入; 群落 C 的灌木层种数较多, 其恢复时间与群落 B 同期, 但未遭受间歇性干扰, 林冠层以下已有较多中性建群种的幼苗生长。层间层、草本层的物种数变化不明显。

表 3 乔木层成员型的变化

Table 3 Changes of member type in tree layers

植物名称	重要值/%				植物名称	重要值/%			
	B	C	D	E		B	C	D	E
福建青冈 <i>Cyclobalanopsis chungii</i>	47.23	71.54	48.77	20.30	密花山矾 <i>Symplocos congesta</i>		0.99		1.00
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	11.61	5.37	3.72		野柿 <i>Diospyros kaki</i> var. <i>sulvestris</i>		0.94		
多穗石栎 <i>Lithocarpus polystachyus</i>	6.26	1.21	4.29	4.86	薯豆 <i>Elaeocarpus japonicus</i>			2.08	
黄瑞木 <i>Adinandra millettii</i>	4.65	3.88	7.81	1.55	油茶 <i>Camellia oleifera</i>			1.29	
木荷 <i>Schima superba</i>	4.18			1.08	小果南烛 <i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>			1.23	
杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	3.52				笔罗子 <i>Meliosma rigida</i>			0.86	10.51
芬香安息香 <i>Styrax odoratissimus</i>	3.51		0.42		长圆叶鼠刺 <i>Itea chinensis</i> var. <i>oblonga</i>			0.56	10.67
弯蒴杜鹃 <i>Rhododendron henryi</i>	3.20		0.95		华杜英 <i>Elaeocarpus chinensis</i>			0.48	
栲树 <i>Castanopsis fargesii</i>	2.94	7.11	4.99	15.15	大青 <i>Clerodendrum cyrtophyllum</i>			0.44	
山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>	2.81			1.12	幌伞枫 <i>Heteropanax brevipedicellatus</i>			0.44	
枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	1.51	2.44	0.63	3.21	全缘榕 <i>Ficus pandurata</i> var. <i>holophylla</i>			0.43	
野漆 <i>Toxicodendron succedaneum</i>	1.42				白花苦灯笼 <i>Tarenna mollissima</i>			0.42	
青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	1.14		10.22	1.60	石斑木 <i>Rhaphiolepis indica</i>			0.41	
山榕 <i>Ficus virens</i>	1.01				东南锥 <i>Castanopsis jucunda</i>				6.21
千年桐 <i>Vernicia montana</i>	0.85				红楠 <i>Machilus thunbergii</i>				5.53
山乌桕 <i>Sapium discolor</i>	0.80			0.82	樟树 <i>Sassafras tzumu</i>				1.16
拟赤杨 <i>Alniphyllum fortunei</i>	0.68		2.10	5.17	八角枫 <i>Alangium kurzii</i>				1.03
甜锥 <i>Castanopsis eyrei</i>	0.67				刨花楠 <i>Machilus pauhoi</i>				0.90
黄楠 <i>Machilus grijsii</i>	0.67		0.42		猴欢喜 <i>Sloanea sinensis</i>				0.80
黄背越橘 <i>Vaccinium iteophyllum</i>	0.66		3.06	0.77	广东冬青 <i>Ilex kwangtungensis</i>				0.77
山苍子 <i>Litsea cubeba</i>	0.66				狗骨柴 <i>Tricalysia dubia</i>				0.77
欏木 <i>Loropetalum chinense</i>		4.27	2.83	1.35	山牡荆 <i>Vitex quinata</i>				0.76
南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>		1.17			乌药 <i>Lindera aggregata</i>				0.76
细齿叶铃木 <i>Eurya nitida</i>		1.08	1.15	2.13					

3.2 物种成员型的变化

植被恢复过程中总是伴随着阳性先锋种的衰退和中性建群种的发展, 其中乔木层物种的更替决定了群落的演替趋势。从表 3 可以看出, 处于恢复早期的群落 B、C 的乔木层含有较多的阳性树种, 尤其是阳性落叶树种, 如芬香安息香、野漆、千年桐、山乌桕、山苍子、南酸枣和野柿等。这些种类在恢复后期的群落 D 和群落 E 中已基本消失, 偶有一些较大的个体保留了下来, 如木荷、枫香和马尾松等, 但在群落中的地位已较弱。这种情况在灌木层、层间层和草本层中均较相似。而福建青冈均是在原来的伐桩上萌生的个体, 在恢复的早、中期每个伐桩上的萌株数量较多 (群落 B 为 $2.5 \text{株} \cdot \text{桩}^{-1}$, 群落 C 为 $4.5 \text{株} \cdot \text{桩}^{-1}$), 恢复后期的群落数量明显减小 (群落 D 为 $1.7 \text{株} \cdot \text{桩}^{-1}$, 群落 E 为 $1.3 \text{株} \cdot \text{桩}^{-1}$), 表明随演替时间的延长, 株间的竞争加剧, 大部分萌株在自疏过程中枯死。

3.3 群落内的物种多样性的变化

福建青冈林在恢复过程中植物物种的更替导致了群落组织结构的变化。物种多样性指数综合了物种丰富度和均匀度的涵义, 能很好地表征不同恢复时期物种组成的差异 (表 4)。福建青冈林恢复早期的群落 A 没有乔木层, 随着恢复的进展, 层次结构渐趋复杂化, 表现在恢复后期各层次的多样性指数大多比恢复早、中期的大。从群落总体来看, 这种变化也呈一样的趋势。

从均匀度指数可以看出群落的稳定性。总体而言, 福建青冈林恢复后期的 J 值明显大于恢复中、早期的, 恢复后期的群落稳定性已大大加强。

3.4 群落间 β 多样性的发展

基于二元属性数据的 β 多样性指数以 B-C, D-E 组对的值最小 (表 5), 说明这 2 个组对的共有种较多, 群落的组成较一致。群落 B 和群落 C 的恢复期和生境较相似, 而群落 D 和群落 E 的恢复期和生境也较相似, 是其 β 多样性指数较小的主要原因。而基于数量数据的 β 多样性指数的变化没有明显的规律性, 甚至 Bray-Curtis 指数与 Morisita-Horn 指数的变化都不一致, 这是因为在这里计算这 2 个指数时都只参考了每个物种的个体数, 而每一物种在群落中的个体数并不能完全反映群落的结构和功能的真实信息^[19]。

表 4 α 多样性指数的变化

Table 4 Dynamics of community structure

群落类型	乔木层			灌木层			层间层			草本层			群落总体		
	H	C	J	H	C	J	H	C	J	H	C	J	H	C	J
A				2.09	0.27	0.59	2.26	0.09	0.91	0.62	0.71	0.38	2.45	0.19	0.62
B	1.51	0.45	0.49	2.60	0.08	0.88	2.08	0.14	0.83	0.27	0.88	0.19	2.00	0.29	0.49
C	0.50	0.82	0.21	2.71	0.11	0.82	1.93	0.19	0.78	1.29	0.33	0.72	1.86	0.42	0.46
D	1.91	0.29	0.59	2.87	0.08	0.83	2.30	0.11	0.85	1.34	0.31	0.69	3.37	0.07	0.77
E	2.61	0.10	0.80	2.53	0.10	0.82	1.79	0.21	0.78	1.30	0.34	0.73	3.32	0.06	0.80

表 5 群落间 β 多样性指数的变化

Table 5 Dynamics of β diversity

β 多样性指数	A-B	A-C	A-D	A-E	B-C	B-D	B-E	C-D	C-E	D-E
β_C	27.50	24.50	31.00	29.50	22.00	29.50	29.00	22.50	25.00	24.50
β_R	48.33	47.86	55.19	51.93	40.67	53.39	51.46	44.00	45.61	43.76
C_J	0.68	0.63	0.65	0.68	0.56	0.61	0.65	0.50	0.59	0.51
C_S	0.52	0.46	0.48	0.51	0.39	0.44	0.48	0.33	0.42	0.34
C_N	5.79	6.99	5.17	2.03	4.71	5.17	1.77	4.92	2.53	3.51
C_{MH}	0.66	0.78	0.63	0.24	0.42	0.53	0.14	0.34	0.07	0.73

从每个群落与目前恢复的最后阶段 (群落 E) 组成的组对来看, Cody 指数、Routledge 指数和基于 Jaccard、Sorenson 相似性系数得出的 C_J 和 C_S 均呈下降的趋势, 说明福建青冈林在恢复过程中生境已有一定程度的分割; 随着恢复时限的加长, 群落间的共有种逐渐增多, 说明群落的演替是朝着目前较为稳完的群落 E 的方向进行的。

相邻恢复期群落组成的组对随恢复期的延长 β 多样性指数有不同程度的下降。

4 结论与讨论

福建青冈林恢复过程中乔木层的物种数变化较剧烈, 灌木层次之, 而草本层和层间层的物种数变化不明显。福建青冈种群的更新是以伐桩上萌发新枝的形式进行, 且福建青冈的生长速度较快, 萌枝众多, 郁闭快, 能较快形成群落内的小环境, 为层间植物和草本植物提供与较成熟群落较为相似的生境; 同时, 也为其他中生性建群树种的侵入生长很快提供了良好的生境, 因此, 乔木层和灌木层的物种更替较大。

在福建青冈林的恢复过程中, 即使在恢复的早期, 阳性树种在群落中的重要值较小 (表 3), 且随着恢复时间的延长, 这些种消失的速率很快, 即使在群落内保留下来的个别个体在群落中的地位也迅速减弱 (如表 3 中的马尾松)。

物种多样性指数可以反映出群落演替的动态和趋势, 随着福建青冈林恢复时间的加长, 群落的结构逐渐复杂化, 均匀度指数也随之增大, 反映出群落的稳定性在逐渐加大。

基于二元属性数据的 β 多样性指数能较好地反映群落恢复过程中生境分割后物种组成的差异, 但

对环境变化的反映较不敏感^[1]。随着恢复时限的加长,各群落与目前恢复的最后阶段群落 E 的共有种增多,说明群落的演替是朝着稳定的群落方向进行的。

对退化生态系统恢复过程中物种多样性变化的研究表明,在其从不稳定阶段向稳定阶段演替中,物种多样性的变化是剧烈的,随着恢复时间的延长,多样性与稳定性均提高。在对福建青冈林这样的退化生态系统进行重建和恢复过程中,应逐步增加其物种多样性,使它朝着稳定群落的方向演替。

参考文献:

- [1] 福建植物志编辑委员会. 福建植物志: 第 1 卷[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1982.
- [2] 林鹏. 福建植被[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1990. 91—116.
- [3] 陈世品. 福建青冈林不同恢复阶段植物生活型特征的研究[J]. 江西农业大学学报, 2003, 25(2): 222—225.
- [4] 福建森林编辑委员会. 福建森林[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993. 134—139.
- [5] 黄清麟, 郑群瑞, 阮学瑞. 福建青冈萌芽林分结构及生产力的研究[J]. 福建林学院学报, 1995, 15(2): 107—111.
- [6] 詹有生, 骆昱春, 敖向阳, 等. 次生福建青冈组成数量特征及林分生产力[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(4): 51—55.
- [7] 王国良. 福建龙栖山甜槠林恢复生态学研究(Ⅰ)[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(4): 363—366.
- [8] 任海, 彭少麟. 恢复生态学导论[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 26—33.
- [9] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I: α 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性, 1994, 2(4): 231—239.
- [10] 高贤明, 马克平, 黄建辉, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究(VI) 山地草甸 β 多样性[J]. 生态学报, 1998, 18(1): 24—32.
- [11] 林开敏, 黄宝龙. 杉木人工林林下植物物种 β 多样性的研究[J]. 生物多样性, 2001, 9(2): 157—161.

Changes in species diversity of plants in *Cyclobalanopsis chungii* forest during the course of restoration

CHEN Shi-pin

(Forestry College, Fujian Agriculture and Forestry University, Nanpin 353001, Fujian, China)

Abstract: The species diversity of plants in *Cyclobalanopsis chungii* forests at 5 different restoration phases was studied in Huangchulin Natural Reserve in Fujian. The results show that species at arbor and shrub layers change rather sharply. The intolerant trees have a rather weak status in the community. α diversity index increases, the community becomes more stable and the common species among communities increases with the prolonging restoration period, which indicate that all the communities evolve into the most stable stage, and increase in species diversity will facilitate the restoration of *C. chungii* forest. [Ch, 5 tab., 11 ref.]

Key words: forest ecology; *Cyclobalanopsis chungii* forest; restoration; species diversity