

广东黑石顶自然保护区马尾松群落演替 过程中的材积和生物量动态

杨清培^{1,2}, 李鸣光^{1*}, 李仁伟¹

(1. 中山大学生命科学学院, 广东广州 510275; 2. 广州职工大学, 广东广州 510075)

摘要: 采用分层相对多度法和形率法, 研究了几种主要树种在群落演替的不同序列各层中的相对多度及其在不同演替序列中材积和生物量的变化, 从针叶林到混交林, 马尾松(*Pinus massoniana*)由第 III 层已退到第 IV 层, 生物量由 125.75 t/hm² 下降到 84.86 t/hm², 属衰退性种群; 吊皮椎(*Castanopsis kawakumii*)由第 I 层逐渐发展到第 V 层而趋于稳定, 生物量由 5.97 t/hm² 增加到 27.39 t/hm²; 荷木(*Schima superba*)由 I 层发展到 V 层趋于衰退, 生物量由 9.35 t/hm² 增加到 33.71 t/hm²; 黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*)由第 III 层发展进入第 IV 层, 生物量也明显增加。结果表明: 黑石顶自然保护区马尾松针叶林正向着以阳性阔叶树种为主并伴有中生阔叶树种的针阔叶混交林演替。同时证明分层相对多度法不仅可以判别某一树种在某一演替群落中的发展类型(衰退型、稳定型或进展型), 而且还可以准确预测该植物群落未来的发展方向。

关键词: 马尾松; 分层相对多度法; 形率法; 演替; 材积; 生物量

中图分类号: Q948.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2001)04-0295-05

Studies on the dynamic succession of *Pinus massoniana* community in Heishiding Natural Reserve

YANG Qing-pei, LI Ming-guang, LI Ren-wei

(1. School of Life Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China;

2. Guangzhou Staff University, Guangzhou 510075, China)

Abstract: The dynamic varieties of the stratum relative abundance in different layers and volume, biomass in different forests of 4 dominant species in Heishiding Natural Reserve, Guangdong province, were studied by stratum relative abundance method and form quotient method. From needle leaved forest to needle-broad leaved forest, *Pinus massoniana* disappeared from layer III, and its biomass decreased from 125.75 t/hm² to 84.86 t/hm² being a declining species; *Schima superba* was declining from layer I to layer V, its biomass increased from 9.35 t/hm² to 33.71 t/hm²; *Castanopsis kawakumii* was a stable species, its biomass increased from 5.97 t/hm² to 27.39 t/hm². *Cryptocarya concinna* was developing from layer III to layer IV, and its biomass got a large raise. The results showed that the needle leaved forest was developing to needle-broad leaved forest in which the sun broad leaved tree are dominant but the mesophilous ones were increasing and also showed that the stratum relative abundance method was the appropriate way to discriminare in which stage (developing, stable or declining) a species was in a successional forest, and to predicate the future of the forest exactly.

收稿日期: 2000-09-22

作者简介: 杨清培(1970-), 男, 湖南新晃人, 生态学博士, 从事植物生态学工作。* 通讯联系人

基金项目: 国家自然科学基金重大项目资助(编号: 39899370)

Key words: *Pinus massoniana* community; stratum relative abundance method; form quotient method; successional volume; biomass

黑石顶自然保护区位于广东省西部的封开县境内, 23°27' N, 111°53' E, 北回归线横贯保护区中心。地质构造以泥盆纪花岗岩为主, 地形起伏较大, 一般海拔高度为 150~700 m, 最高峰黑石顶高 927 m, 属低山山地地貌。

该区年平均气温 19.6 °C, 最冷月平均气温 10.6 °C, 无霜期 279 d; 年降雨量 1 743.8 mm, 降雨集中在夏半年(4~9月), 占全年的 79%, 相对湿度 50% 以上, 因此, 具温暖湿润、光照充足、雨量充沛等特点, 属亚热带季风气候, 虽然地理位置和自然条件决定了本区地带性植被类型为亚热带常绿阔叶林^[1]。但由于人为因素的影响, 保护区的中、北部分布有大量次生马尾松林和由马尾松(*Pinus massoniana*)、荷木(*Schima superba*)、吊皮椎(*Castanopsis kawakamii*)等共建的针阔叶混交林。对本区常绿阔叶林的研究较多, 但对大面积现实存在的次生性针叶林及针阔混交林较少研究, 本研究为亚热带植被的演替、保护与恢复, 为环境与经济的可持续发展提供参考依据。

1 研究程序与方法

亚热带植被结构复杂, 有较高的物种多样性, 空间结构不论地带性植被还是演替植被均有较多层次^[1], 增加了植被研究的困难。但采用合适的方法, 也有可能进行较准确的研究。本研究应用时空替代法, 在生境条件大致相同地方, 选择针叶林和针阔混交林各一片, 作为演替序列, 然后应用分层相对多度法把群落分为 5 层: I 层, 5 m 以下; II 层, 5~10 m; III 层, 10~15 m; IV 层, 15~20 m; V 层, 20 m 以上, 计算各层中主要物种的各项指标。研究材积和树干生物量时, 本区优势种比较明显, 为此可采取分解计算的方法, 测定群落种中主要优势种群的材积和生物量, 对少见种可参照同层优势物种计算, 然后进行综合分析。

1.1 样地调查与数据处理

采用典型样地调查方法, 在保护区北部的七星, 海拔高度为 250 m 处, 设置马尾松针叶林、马尾松针阔混交林各 1 个实际面积为 1 200 m² 的样地, (两样地相距 150 m), 进行每木调查, 记录内容包括

种名、目测高度、胸径、冠幅、枝下高和株数等。对于木质藤本则记录每种种名、多度及盖度, 草本样方面积为 1 m×1 m 每个 10 m×10 m 的小样方内设 1~2 个, 记录每种草本植物的种名、多度及盖度。

伐倒主要树种在不同层次中的标准木, 马尾松 6 株, 荷木 7 株, 吊皮椎 6 株, 测量胸径、半高径、树高。取不同高度处圆盘, 带回实验室于 80 °C 恒温烘至恒重, 计算树木的鲜、干重比、干密度。

1.2 分层相对多度的计算

群落中各物种的分层相对多度的计算按下式进行:

$$Ra_{ij} = \frac{n_{ij}}{N_j} \quad (1)$$

Ra_{ij} 为物种 i 在第 j 层的相对多度, n_{ij} 为物种 i 的个体数, N_j 为第 j 层所有物种的个体数总和。

1.3 材积和生物量的计算

采用形率法计算材积^[2,3], 计算公式如下:

$$v = f_{1.2} \times g_{1.2} \times h \quad (2)$$

$$(f_{1.2} = 0.66q_2 + \frac{0.32}{q_2 h} + 0.140)$$

$$(q_2 = \frac{d_{1.2}}{d_{1.1}})$$

其中 $f_{1.2}$ 为胸高形数, $g_{1.2}$ 为胸高面积, q_2 为胸高形率, $d_{1.2}$ 、 $d_{1.1}$ 分别为树干 1/2 高处的直径和胸高直径。

$$\omega = \rho \times v \quad (3)$$

ω 为生物量, ρ 为密度, v 为材积。

2 结果分析

2.1 样地群落的数量特征

在 1 200 m² 针叶林样地中共收集到植物 86 种, 隶属于 75 属, 47 科, 其中木本植物 31 科, 47 属, 54 种, 分别占黑石顶自然保护区植物总科数(188)^[1] 的 16.48%, 总属数(669)^[1] 的 7.025%, 总种数(1609)^[1] 的 3.356%。马尾松在整个群落中占有绝对优势, 其重要值为 39.29, 整个群落 Shannon-Wiener 指数为 4.62, Pielou 均匀度为 0.71。在混交林样地中共收集到植物 108 种, 隶属 83 属, 56 科, 其中木本植物 38 科, 60 属, 79 种, 分别占保护区总物种的 20.212%, 8.968%, 4.909%。此时马尾松

的重要值降为 10.16, 许多阔叶树种如荷木、吊皮椎已侵入群落冠层, 为更多的中生性的阔叶树种(如黄果厚壳桂)入侵提供了环境保证, 所以混交林不论是物种组成还是群落结构都要比针叶林复杂得多, 其 Shannon-Wiener 指数为 5.70, Pielou 均匀度为 0.84。

2.2 主要物种分层相对多度的规律性变化

按(1)式分别计算马尾松、荷木、吊皮椎、黄果厚壳桂等主要树种的分层相对多度, 其结果见表 1。

从表 1 不难看出, 马尾松在两种林型的第 I、II 层根本没有出现, 在针叶林中也只出现在第 III、IV、V 三层, 且越向冠层发展其相对多度就越大, 到第 V 层时达 90.91%, 处于绝对优势。随着针叶林逐渐向混交林演替, 马尾松从第 III 层消失, 而且其在 IV、V 两层的分层相对多度也大大降低, 在 IV 已远远低于阔叶树种, 相对多度只有 12.50%, 在第 V 层时也

只有 40.0%, 远低于在针叶林中的相应值。所以不论从群落的垂直结构来看还是从演替序列来看, 马尾松属典型衰退种群。荷木在两种群落的各层中都有出现, 但其分层相对多度的最大值出现位置却不同, 在针叶林中出现在第 III 层, 在混交林中出现在 V 层。吊皮椎在针叶林的第 V 层没有出现, 其最大值出现在 III 层, 但混交林各层中已全部出现, 其较大值出现在 IV 层。因此荷木、吊皮椎在针叶林中属发展型种群, 但在混交林中荷木已发展成衰退型, 而吊皮椎属稳定型种群。黄果厚壳桂在针叶林中只出现在 I、II、III 三层, 较大值出现在第 I 层, 在混交林中它已逐渐进入第 IV 层, 其较大值出现在第 III 层, 故黄果厚壳桂在演替群落中在两个阶段中都属进展型种群。说明本地区针叶林正处在成熟衰退阶段向以阳性阔叶树种为主的针阔混交林过渡阶段, 而混交林正处于以阳性阔叶树种为主, 向以中生阔

表 1 主要物种分层相对多度的分布

Table 1 The distribution of the stratum relative abundance of dominant species

物种 Species	株数(n)/分层相对多度(%) / Number/stratum relative abundance(%)											重要值 Value of importance		
	针叶林 Needle leaved forest						混交林 Needle-broad leaved forest					针叶林 (Needle-leaved for.)	混交林 (Needle-broad leaved for.)	
	I (<5 m)	II (5~ 10 m)	III (10~ 15 m)	IV (15~ 20 m)	V (>20 m)	Σ	I (<5 m)	II (5~ 10 m)	III (10~ 15 m)	IV (15~ 20 m)	V (>20 m)			Σ
马尾松 (<i>Pinus massoniana</i>)	0	0	1	13	20	34	0	0	0	4	14	18	39.29	10.156
荷木 (<i>Shikima superba</i>)	1	4	5	1	1	12	2	2	8	4	9	25	6.047	8.087
吊皮 (<i>Castanopsis karakamii</i>)	1	11	12	1	0	25	2	11	2	6	7	28	7.332	8.129
黄果厚壳桂 (<i>Cryptocarya conchata</i>)	3	2	1	0	0	6	7	4	2	1	0	14	0.778	2.848
其他 Others	90	104	33	8	1	236	265	81	32	17	10	405	47.53	70.78
Σ	95	121	52	23	22	313	276	98	44	32	40	490	100	100

叶树种为主的针阔混交林过渡阶段。

$$R^2 = 0.9526$$

2.3 主要物种的材积和树干生物量

2.3.1 主要物种立木高度的计算 根据对不同高度级的马尾松和荷木、吊皮椎倒木的实际测量, 得出各自树高与胸径的关系式:

$$Y = -0.0049X^2 - 0.6631X + 5.3841 \quad (4)$$

(5 < X < 60)

$$R^2 = 0.8856$$

$$Y = -0.0054X^2 + 0.6249X + 5.6885 \quad (5)$$

(5 < X < 40)

(4) 为马尾松的树高—胸径关系式, (5) 为荷木、吊皮椎等阔叶树种的树高—胸径关系式, 式中 Y 为立木高度, 与(2)式中的 h 相同(单位: m), X 为立木胸径, 与(2)式中的 d_0 相同(单位: cm)。

2.3.2 主要树种在群落演替过程中材积、生物量的变化 群落在演替过程中, 各主要物种的材积及生物量呈现了规律性的变化(表 2)。

随着群落由针叶林向针阔混交林演替, 就马尾松种群而言, 由于荷木、吊皮椎等阳性阔叶树种的

侵入,缺乏竞争力的马尾松个体死亡,总个体数由 34 降到 18,但其平均高度却增长了 10.12%,达 22.89%,平均生物量增长了 27.47%,达 0.566 吨/株,平均材积增长了 27.69%,达 1.092 方/株,同时荷木、吊皮椎等阔叶树种平均高度增加了 46.98%、40.58%、80.43%,同时不论是平均个体的还是种群生物量都明显增加,荷木分别增长了 73.12%、260.74%,吊皮椎分别增加了 370.83%、359.08%,黄果厚壳桂分别增长了 340.0%、938.22%,究其原因可能是,随着阔叶树种的侵入和发展,保留下来的马尾松个体与阔叶树种形成偏利共生或互利共生关系^[6~7]。另外,物种数目逐渐增加(单就木本植物而言,其物种数由 50 种增加到 83 种),土壤理化性质得到极大的改善^[8~11],不同植物根系在土壤中

镶嵌分布,改善了对水分和养分的吸收^[6,7],而且不同植物对光能的吸收特点不一样,光质利用互补,物种层次多,光能吸收辐射率高,透射辐射量小,提高了系统的光能利用率^[6,7]。同时群落总的材积从 312.53 m³/hm² 增加到 348.52 m³/hm²,总的生物量也由 167.74 t/hm² 增加到 195.28 t/hm²,分别增加 11.52% 与 16.41% 而逐渐接近本地阔叶林(其生物量为 357.97 t/hm²,其中树干为 221.099 t/hm²)^[12],其中阔叶树材由 144.87 m³/hm² 增加到 235.37 m³/hm²,增长 62.47%。马尾松材由 167.66 m³/hm² 下降为 113.15 m³/hm²,下降 32.52%,从经济角度来看,优质阔叶树材价格比马尾松材要高,效益要好^[13],因此针叶林的正向演替有利于本地区生态和林业的可持续发展。

表 2 主要物种材积和生物量动态比较

Table 2 The dynamics of the volume and biomass of the main species and forests

林型及物种 Forest and species	株数 (n)	平均高度	平均胸径	样地材积	单株材积	总材积	样地生物量 Biomass in sample (t)	单株生物量 Biomass per tree (t/tree)	总生物量 Total biomass (t/hm ²)	占群落 生物量 百分比 (%)
		Average Height (m)	Average DBH (cm)	Volume in sample (m ³)	Volume per tree (m ³ /tree)	Total volume (m ³ /hm ²)				
针叶林 (Needle leaved forest)										
马尾松 (<i>Pinus massoniana</i>)	34	20.776	33.844	29.102	0.856	167.662	15.089	0.444	125.75	74.967
荷木 (<i>Schinus superba</i>)	12	11.833	10.823	1.869	0.155	15.581	1.121	0.093	9.348	5.573
吊皮椎 (<i>Castanopsis kuzakiana</i>)	25	9.852	8.795	1.194	0.047	9.953	0.716	0.028	5.972	3.560
黄果厚壳桂 (<i>Cryptocarya concinna</i>)	6	3.475	2.753	0.051	0.008	0.427	0.031	0.005	0.256	0.152
其他 50 种 Other 50 species	236	—	—	5.285	—	113.91	3.172	—	26.422	15.752
总计 Total	313	—	—	37.501	—	312.533	20.129	—	167.74	100
针阔混交林 (Decid. leaved forest)										
马尾松 (<i>Pinus massoniana</i>)	18	22.889	37.354	19.659	1.092	113.152	10.184	0.566	84.864	43.457
荷木 (<i>Schinus superba</i>)	25	17.392	18.055	6.741	0.269	56.178	4.014	0.161	33.707	17.260
吊皮椎 (<i>Castanopsis kuzakiana</i>)	28	13.850	13.840	5.058	0.180	42.150	3.287	0.117	27.397	14.029
黄果厚壳桂 (<i>Cryptocarya concinna</i>)	14	6.207	5.365	0.538	0.038	4.486	0.322	0.022	2.691	1.378
其他 79 种 Other 79 species	405	—	—	9.826	—	132.555	5.596	—	46.622	23.874
总计 Total	490	—	—	41.822	—	348.521	23.433	—	195.281	100

3 结论与讨论

(1) 在群落演替研究时,结合物种生态学特点,采用分层相对多度法对植物区系组成的动态变化作定量研究效果较为理想。应用此法对黑石顶自然保护区马尾松林的演替时,对主要的几种阔叶树而言,侵入马尾松林的顺序依次为荷木、吊皮椎、黄果厚壳桂。由此推理该地马尾松林的演替过程为:马尾松纯林—以阳性阔叶树为主的针阔混交林—以中生阔叶树为主的针阔混交林。

(2) 当物种立木较高,进行目测误差较大时,可以直接测量的胸径为基础,建立树高一胸径数学关系,推算物种高度比目测较为准确。由此而计算出黑石顶自然保护区马尾松林的总材积为 312.53 m³/hm²,树干生物量为 167.74 t/hm²,针阔混交林的总材积为 348.52 m³/hm²,树干生物量为 195.28 t/hm²。

(3) 黑石顶自然保护区马尾松林在演替过程中,马尾松材积由 167.66 m³/hm² 降为 113.15 m³/hm²,吊皮椎、荷木等阔叶树材由 144.87 m³/hm² 增

加到 $235.37 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 因此随着我国民用针叶树材需求量不断下降, 而阔叶树材, 特别是优质阔叶树材市场需求量越来越大。今后在培育用材林时, 应发展部分林地培育优质针阔混交林, 实现我国林业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 王伯荪, 刘雄恩. 黑石顶自然保护区植被的特点[J]. 生态科学, 1987, (1~2): 1-18.
- [2] 北京林业大学. 测树学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1986. 40, 48.
- [3] 林昌庚. 林木蓄积量测算技术中的干形控制问题[J]. 林业科学, 1964, 9(4): 365-375.
- [4] 中山大学生物系. 黑石顶维管植物名录[J]. 生态科学, 1987, (1~2): 191-253.
- [5] 王伯荪. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1978.
- [6] 徐小牛, 李宏开. 马尾松枫香混交林生长及其效应研究[J]. 林业科学, 1997, 33(5): 385-393.
- [7] 朱春全. 生态位理论及其在森林生态学研究中的应用[J]. 植物生态学报, 1993, 2(4): 41-46.
- [8] 姚茂和, 盛炜彤. 林下植被对杉木地力影响的研究[J]. 林业科学研究, 1991, 4(3): 246-252.
- [9] 杨承栋, 屠星蓝, 姚茂和, 等. 杉木林下植被对改良土壤理化、生物特性的效应[A]. 见: 陈炳浩, 徐化成, 等. 人工林地力衰退研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 1-15.
- [10] 翁 袁, 李志安, 屠梦照, 等. 鼎湖山凋落物及营养元素含量研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(4): 99-304.
- [11] Staaf H. Influence of chemical composition, addition of raspbeey leaves, and nitrogen supply on decomposition rate and dynamics of nitrogen phosphorus in beech leaf litter[J]. *Oikos*, 1980, 35(1): 5-62.
- [12] 陈章和, 王伯荪, 张宏达. 南亚热带常绿阔叶林的生产力[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1996. 65-93.
- [13] 秦建华. 培育优质阔叶材混交林与森林可持续发展经营[J]. 世界林业研究, 1999, 12(4): 6-10.