

文章编号: 1000-5692(2006)01-0041-05

浙江凤阳山自然保护区福建柏群落物种多样性

袁建国¹, 梅盛龙², 刘胜龙², 炳扬³

(1. 浙江林学院 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江凤阳山自然保护区 管理处, 浙江 龙泉 323700; 3. 温州师范学院 生命与环境科学学院, 浙江 温州 325027)

摘要: 对浙江省凤阳山自然保护区福建柏 *Fokienia hodginsii* 群落的不同样地、不同层次的物种丰富度、物种多样性指数和群落均匀度进行了分析。结果表明: 木本植物的物种丰富度(161种)和物种多样性指数明显大于草本植物(14种), 而群落均匀度两者无显著差异。在群落垂直结构中, 灌木层的物种丰富度指数、物种多样性指数和群落均匀度均大于乔木层, 但两者之间差异不显著。乔木层和灌木层的物种丰富度和物种多样性指数均明显大于草本层。而乔木层、灌木层与草本层之间的群落均匀度差异不显著。表4参29

关键词: 植物学; 福建柏; 物种多样性; 物种丰富度; 群落均匀度; 凤阳山自然保护区
中图分类号: Q948.15; S718 **文献标识码:** A

福建柏 *Fokienia hodginsii* 为我国二级重点保护树种, 树形优美, 主干通直, 适应性强, 材质优良, 既是优美的观赏树种, 也是我国南方大力推广的优质用材树种^[1]。目前由于人为破坏严重, 天然福建柏林已被毁殆尽, 零星大树也很少见^[2,3]。长期以来科技人员对福建柏在细胞学水平^[4]、造林试验^[5]、人工林生物量^[6]、混交林生态效应^[7,8]、种群变化^[9]、地理分布^[10]、产区区划^[11]、木材材性^[3,12]、精油抽取物^[13]和人工林土壤微生物区系分析^[14]等方面做过研究, 但是对天然福建柏群落的生物多样性研究尚未见报道。浙江省龙泉市凤阳山自然保护区保存着较小面积但分布较为集中的福建柏^[15]。作者应用物种多样性测度方法对凤阳山福建柏群落中的木本植物、草本植物及群落垂直结构中的乔木层、灌木层和草本层的物种丰富度、物种多样性指数和群落均匀度进行测定, 为福建柏及以福建柏为优势的群落的保护与持续利用提供科学依据。

1 自然条件和植被概况

凤阳山自然保护区位于浙江省龙泉市南部, 面积约 15 171.4 hm², 地处 27°46'~27°58'N, 119°06'~119°15'E, 属武夷山系洞宫山脉中段。据保护区管理处所在地凤阳庙(海拔 1 490 m)的观测, 年均气温为 12.3 °C, 最热月 7 月, 极端最高气温为 30.2 °C, 最冷月 1 月, 极端最低气温为 -12.5 °C。年降水量约 2 400 mm, 降水量集中在 4~6 月, 占全年降水量的 80%。年日照时数为 1 515.5 h, 平均相对湿度 80%。山体土壤系火成岩母质形成的黄壤, 土层厚度约为 60 cm, 湿润肥沃。由于水热条件较好, 植物生长茂盛, 地带性植被为中亚热带常绿阔叶林, 又因海拔高度的变化, 在相应的气候垂直分布带上形成森林植被的垂直带谱系列。

该福建柏群落的结构、外貌等植被状况, 作者已撰文报道^[16], 这里不再赘述。

收稿日期: 2005-06-27; 修回日期: 2005-09-13

基金项目: 浙江省生态环境保护专项资金资助项目(2003-17)

作者简介: 袁建国, 讲师, 从事植被生态学和植物资源开发利用研究。E-mail: aijianguo@yahoo.com.cn

2 样地设置和研究方法

2.1 样方设置

研究采用样方法取样。乔木样方为 20 m×20 m，每个样方分成 16 个 5 m×5 m 的小样方。调查记录每个小样方内乔木的种类、数量、高度、胸径、基径和冠幅；在相邻的小样方内分别设置 2 m×2 m 灌木小样方和 1 m×1 m 草本小样方，调查记录灌木和草本的种类、数量、高度、盖度和物候；调查并测定各样方的海拔、坡向、坡度、土层厚度、群落外貌及分层和群落郁闭度等。共设置调查了 10 个乔木样方，总面积 4 000 m² (表 1)。计算出重要值，确定优势种^[17~19]。

2.2 物种多样性测定

群落物种多样性是群落生态组织水平的独特而可测定的生物学特性，对反映群落的功能有重要意义^[20]。物种多样性测度方法很多，该文采用物种丰富度指数、物种多样性指数和群落均匀度等 3 类指标来测度和分析群落物种多样性与群落特征的关系^[21~25]。①物种丰富度指数 (S)，即样地中物种总数。②物种多样性指数。Simpson 指数 $D = N(N-1) / \sum n_i(n_i-1)$ ；Shannon-Wiener 指数 $H = - \sum P_i \ln P_i$ ；种间相遇机率 $P_{IE} = [N / (N-1)] (1 - \sum P_i^2)$ 。③群落均匀度 $R = - \sum P_i \ln P_i / \ln S$ 。其中 N 为所有物种的总个体数； n_i 是第 i 种的个体数； P_i 是第 i 种的个体数 n_i 占总个体数 N 的比例，即 $P_i = n_i / N$ ； S 为样地中物种总数。

表 1 不同样地环境资料

Table 1 The habitat conditions of the plots

样地号	海拔高度/m	面积/m ²	坡度/(°)	坡向/(°)	郁闭度/%
Q1	1 430	400	36	SW23	95
Q2	1 495	400	40	SW46	90
Q3	1 488	400	40	SE50	90
Q4	1 026	400	39	SW25	95
Q5	1 014	400	31	SW31	85
Q6	1 450	400	38	SE28	90
Q7	1 480	400	37	SE30	90
Q8	1 528	400	48	SW49	90
Q9	1 220	400	27	S	95
Q10	1 210	400	24	SE24	85

3 结果与分析

3.1 生活型与物种多样性

3.1.1 木本植物物种多样性 福建柏群落木本植物种类较丰富，根据 10 个样方，4 000 m² 的样地统计，共有木本植物 161 种，其中乔木 110 种，灌木 61 种。各样地物种丰富度、多样性指数和群落均匀度指数见表 2。由表 2 可以看出样地间多样性指数的差异较大，Q9 样地的物种丰富度和多样性指数最高，其次为 Q5。这是因为 Q9 和 Q5 海拔相对较低，湿热条件比较好，坡度都小于 30°，山坡较为平缓，有利于植物的生长繁衍。Q1 和 Q2 的物种丰富度和多样性指数均较低。这主要是因为 Q1 和 Q2 相对海拔较高，坡陡，岩石露头率高，土壤发育不良，肥力差。这些不利因素，往往形成具强适应力种群的单优势群落。生境条件优越则多样性指数就高，这可能是一个普遍的规律^[26]。

表 2 福建柏群落木本植物物种多样性

Table 2 The species diversity of the woody plants in the *Fokienia hodginsii* community

样方号	物种总数	Simpson 指数	Shannon-Wiener 指数	种间相遇机率	群落均匀度
Q1	38	5 585.5	2.4285	0.8210	0.6676
Q2	47	5 492.7	2.5537	0.8180	0.6633
Q3	66	27 343.1	3.6355	0.9634	0.8677
Q4	45	20 632.2	3.2706	0.9515	0.8592
Q5	53	34 382.4	2.9843	0.9716	0.7517
Q6	37	10 107.5	2.7180	0.9011	0.7527
Q7	41	8 969.8	3.6241	0.6953	0.9759
Q8	51	8 177.4	3.1402	0.8777	0.7987
Q9	72	35 705.6	3.8314	0.9720	0.8959
Q10	61	23 854.2	3.4336	0.9590	0.8353

10 个样方中，Simpson 指数平均值为 18.025 0，Shannon-Wiener 指数平均值为 3.162 0，种间相遇机率平均值为 0.893 1，群落均匀度平均值为 0.806 8，该群落的多样性指数较高，这是由当地温暖湿润

的气候, 发育良好的土壤和较少的人为干扰决定的。因此, 多样性指数与环境的有利或严酷有关, 有利的环境多样性指数高, 严酷的环境多样性指数低^[27]。

3.1.2 草本植物物种多样性 据 10 个样方统计, 草本植物共出现 52 种, 种类较少。草本植物的多样性指数以 Q5 最高, Q2 次之, Q6 和 Q10 较低(表 3)。草本植物物种多样性在各样方的变化较无规律可循, 与木本植物的变化并不同步。因为一些样地如果环境条件相对优越, 则木本植物的多样性增大, 使得群落的郁闭度加大, 限制了草本植物的分布, 反而对草本植物的多样性有抑制作用。

草本植物物种多样性指数较低, Simpson 指数平均值为 10.016 2, Shannon-Wiener 指数平均值为 1.700 8, 种间相遇机率平均值为 0.861 1, 均低于木本植物, 它们之间的物种丰富度差异极显著, Shannon-Wiener 指数差异显著(表 4), 其余指数差异不显著。这是由于草本植物分布不连续, 呈斑块状。在群落内由于植物茂密, 郁闭度大, 林地枯枝落叶层厚, 致使草本植物稀疏, 种类少, 而在倒木或在林窗下, 光照充足, 草本植物丰富。因此, 对草本植物来说, 不仅各物种间个体数的分配很不均匀, 而且物种在群落中的空间分布也是很很不均匀的, 造成样地间的种类组成、个体数均差异很大。因而草本植物的物种多样性指数较低, 群落的均匀度也较低。

3.2 群落结构与物种多样性

凤阳山自然保护区福建柏群落成层现象明显, 可以分为乔木层、灌木层和草本层, 地被层不发达, 此外还有一些层间植物。乔木层高为 5 ~ 17 m, 胸径 5 ~ 46 cm, 盖度 75% ~ 85%。群落主要树种有福建柏, 猴头杜鹃 *Rhododendron simiarum*, 褐叶青冈 *Cyclobalanopsis stewardiana*, 小叶青冈 *Cyclobalanopsis gracilis*, 木荷 *Schima superba*, 水丝梨 *Sycopsis sinensis*, 厚叶红淡比 *Cleyera pachyphylla*, 树参 *Dendropanax dentiger*, 交让木 *Daphniphyllum macropodum*, 香冬青 *Ilex suaveolens*, 马银花 *Rhododendron ovatum*, 等。灌木层高 0.1 ~ 4.5 m, 主要由浙江樟 *Cinnamomum chekiangense*, 四川山矾 *Symplocos setchuensis*, 厚皮香 *Temstroemia gymnanthera*, 翅柃 *Eurya alata*, 黄丹木姜子 *Litsea elongata*, 朱砂根 *Ardisia crenata*, 茵芋 *Skimmia reevesiana*, 羊舌树 *Symplocos glauca*, 中华野海棠 *Bredia*

表 3 福建柏群落分层物种多样性

Table 3 The species diversity of the different layers in the *Fokienia hodginsii* community

样地号	分层	物种总数	Simpson 指数	Shannon-Wiener 指数	种间相遇机率	群落均匀度
Q1	乔木层	19	4.269 6	2.064 7	0.765 8	0.701 2
	灌木层	21	20.344 8	2.947 7	0.950 8	0.968 2
	草本层	6	9.333 3	1.667 5	0.892 9	0.930 6
Q2	乔木层	19	2.752 4	1.651 8	0.636 7	0.561 0
	灌木层	35	16.612 6	3.155 6	0.939 8	0.887 6
	草本层	14	18.000 0	2.561 8	0.944 4	0.970 7
Q3	乔木层	33	18.995 1	3.096 6	0.947 4	0.885 6
	灌木层	47	27.637 1	3.498 0	0.963 8	0.908 5
	草本层	7	5.516 1	1.726 0	0.794 1	0.887 0
Q4	乔木层	21	9.050 6	2.212 3	0.918 6	0.726 6
	灌木层	34	21.627 1	3.189 2	0.953 8	0.904 4
	草本层	7	6.120 0	1.724 9	0.836 6	0.886 4
Q5	乔木层	37	31.714 3	2.642 8	0.970 0	0.731 9
	灌木层	26	24.181 0	3.026 8	0.956 8	0.929 0
	草本层	8	27.500 0	1.927 9	0.972 7	0.927 1
Q6	乔木层	19	8.096 5	2.379 0	0.876 5	0.808 0
	灌木层	23	7.206 9	2.540 7	0.861 2	0.810 3
	草本层	4	2.386 4	1.245 4	0.723 8	0.898 4
Q7	乔木层	21	11.513 0	2.187 0	0.811 0	0.718 3
	灌木层	22	8.359 5	2.571 2	0.880 4	0.831 8
	草本层	4	10.000 0	1.332 2	0.900 0	0.961 0
Q8	乔木层	26	5.064 3	2.358 3	0.802 4	0.547 9
	灌木层	24	21.381 8	2.945 9	0.953 2	0.926 9
	草本层	6	6.875 0	1.641 7	0.854 5	0.916 3
Q9	乔木层	44	32.764 6	3.634 0	0.969 5	0.960 3
	灌木层	36	27.857 1	3.318 7	0.963 0	0.926 1
	草本层	10	9.545 5	1.996 6	0.896 7	0.854 1
Q10	乔木层	39	18.856 0	3.300 3	0.946 8	0.900 8
	灌木层	32	31.794 1	3.235 9	0.968 5	0.933 7
	草本层	7	4.885 7	1.184 1	0.795 3	0.608 5

sinensis, 扁枝越橘 *Vaccinium japonicum*, 马醉木 *Pieris japonica*, 白豆杉 *Pseudotaxus chienii*, 钝齿冬青 *Ilex crenata* 和一些乔木层树种的小苗小树构成。草本层高度为 5 ~ 80 cm, 盖度为 10% ~ 30%。主要种类有类

头状花序 草 *Scirpus subcapitatus*, 栗褐薹草 *Carex brunnea*, 三穗薹草 *Carex tristachya*, 麦冬 *Ophiopogon japonicus*, 长梗黄精 *Polygonatum filipes*, 华东瘤足蕨 *Plagiogyria japonica*, 鱼鳞蕨 *Acrophorus stipellatus*, 狗脊 *Woodwardia japonica* 等。

群落组成树种的数量和空间配置不同, 形成了不同的结构格局, 其物种多样性亦不同。物种多样性作为测定群落结构水平的指标, 可以较好地反映群落的结构^[28]。凤阳山福建柏群落各层次的物种多样性见表3。此外, 利用成组数据平均数的 *t* 检验法^[29], 来

表4 福建柏群落分层物种多样性的 *t* 检验

Table 4 The test of the species diversity of different layers in the *Fokienia hodginsii* community

分层	<i>t</i> 值				
	物种总数	Simpson 指数	Shannon-Wiener 指数	种间相遇机率	群落均匀度
灌木-草本	2 295 8*	0 815 4	2 320 9*	0 835 3	0 085 3
乔木-草本	2 143 5*	0 323 9	2 154 9*	0 025 4	-0 756 9
乔木-灌木	-0 091 3	-0 369 8	-0 598 2	-0 589 4	-0 942 1
木本-草本	3 556 6**	0 572 5	2 308 7*	0 269 5	-0 538 1

说明: *, $P < 0.05$, 表示显著差异, **, $P < 0.01$, 表示极显著差异。

检验群落各层次物种多样性平均数差异的显著性(表4)。从表3和表4可以看出, 乔木层物种丰富度指数、物种多样性指数和群落均匀度平均数均小于灌木层, 差异不显著。这是由于该群落优势种明显, 组成乔木层的种类相对较少, 且较分散, 所以乔木层的物种多样性指数较低。而灌木层在大乔木的荫蔽下小生境较上层优越, 生长着较多的耐荫树种, 另外除了许多灌木种类外, 还包括乔木树种的幼树, 因此组成灌木层的种类较多, 各种的个体数分布也较分散, 物种多样性较高。这说明群落的物种多样性能反映群落的组织特征和结构状态。

乔木层和灌木层的物种丰富度指数和多样性指数的平均值均大于草本层。其中物种丰富度和 Simpson 指数存在显著差异, Shannon-Wiener 指数和种间相遇机率差异不显著。这主要是因为福建柏群落内草本植物种类少, 分布不均, 少数种类个体占多数, 而多数种类个体数量较少, 因此草本层的物种丰富度指数、物种多样性指数较低。群落各层次之间的群落均匀度差异不显著。福建柏群落中, 乔木层、灌木层与草本层的多样性顺序是灌木层 > 乔木层 > 草本层。这反映出群落的结构组织化水平, 即乔木层和草本层种间重要值差异较大, 优势种明显。

4 结语

凤阳山自然保护区福建柏群落木本植物物种多样性以 Q9 样地最高, Q5 样地次之, Q1 和 Q2 相对较低。草本植物的物种多样性以 Q5 样地最高, Q2 次之, Q6 和 Q10 较低。木本植物的物种丰富度指数和多样性指数明显大于草本植物, 而群落均匀度两者差异不显著, 说明木本植物和草本植物的多度分布较接近。福建柏群落物种多样性在垂直结构上的特点是乔木层的物种丰富度指数、物种多样性指数和群落均匀度均小于灌木层, 两者之间差异不显著。乔木层和灌木层的物种丰富度指数和物种多样性指数均大于草本层。而乔木层、灌木层与草本层之间的群落均匀度差异不显著。乔木层、灌木层和草本层的多样性各项指标在多样地中均有一定的差异, 草本层的差异较大。

参考文献:

- [1] 高兆蔚. 珍贵用材树种——福建柏[J]. 福建林业科技, 1994, 21(2): 62-66.
- [2] 杨宗武, 侯柏鑫. 珍稀树种——福建柏[J]. 林业科技通讯, 1998(7): 21-22.
- [3] 陈祖松. 福建柏人工林木材物理力学性质的试验研究[J]. 福建林学院学报, 1999, 19(3): 223-226.
- [4] 李兆丰, 周东雄, 安平. 福建柏变异类型的核型研究[J]. 林业科学, 1995, 15(4): 391-392.
- [5] 金崇华, 辛伟成, 冯宝贤. 湿地松马尾松和福建柏混交试验[J]. 浙江林学院学报, 1995, 12(3): 258-261.
- [6] 杨宗武, 谭芳林, 肖祥希, 等. 福建柏人工林生物量的研究[J]. 林业科学, 2000, 36(专刊): 120-124.
- [7] 盛炜彤, 薛秀康. 福建柏、杉木及其混交林生长与生态效应研究[J]. 林业科学, 1992, 28(5): 397-404.
- [8] 廖涵宗. 福建柏人工林生态系统生产力研究[J]. 南京林业大学学报, 1995, 19(2): 59-66.
- [9] 余小平, 李新. 用 Marquardt 方法对福建柏种群 Logistic 方程的拟合[J]. 重庆师范学院学报: 自然科学版, 1997, 14(1): 63-68.
- [10] 王永安, 刘意珍, 刘舜初. 我国福建柏天然林地理分布初报[J]. 生态学杂志, 1984, 13(4): 19-23.

- [11] 郑天汉. 福建柏人工林合理经营密度及其应用研究 [J]. 福建林业科技, 1996, 23 (4): 15-19.
- [12] 肖祥希, 杨宗武, 叶忠华, 等. 福建柏与杉木、马尾松人工林木材材性比较分析 [J]. 林业科技通讯, 2000 (2): 3-4.
- [13] 潘炯光, 徐植灵, 马忠武, 等. 福建柏精油成分的研究 [J]. 植物学通报, 1991, 8 (4): 48-49.
- [14] 李志真, 杨宗武, 陈林生, 等. 福建柏人工林土壤微生物区系的研究 [J]. 福建林业科技, 1999, 26 (增刊): 1-5.
- [15] 孙孟军, 邱瑶德. 浙江林业自然资源: 野生植物卷 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2002: 72-73.
- [16] 袁建国, 丁炳扬, 于明坚. 凤阳山自然保护区福建柏群落特征的初步研究 [J]. 浙江林学院学报, 2005, 22 (2): 133-138.
- [17] 方炎明, 章忠正, 王文军. 浙江龙王山和九龙山鹅掌揪群落研究 [J]. 浙江林学院学报, 1996, 13 (3): 286-292.
- [18] 金则新. 浙江天台山落叶阔叶林优势种群结构与动态分析 [J]. 浙江林学院学报, 2001, 18 (3): 245-251.
- [19] 金则新. 浙江省天台山常绿阔叶林次生演替序列及群落物种多样性 [J]. 浙江林学院学报, 2002, 19 (2): 133-137.
- [20] 王伯荪. 植物群落学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1987: 45-50.
- [21] 李建民, 谢芳, 张思玉, 等. 不同干扰强度下光皮桦群落树木物种多样性比较 [J]. 浙江林学院学报, 2001, 18 (4): 359-361.
- [22] 余树全, 李翠环, 姜礼元, 等. 千岛湖天然次生林群落生态学研究 [J]. 浙江林学院学报, 2002, 19 (2): 138-142.
- [23] 陈世品. 福建青冈林恢复过程中植物物种多样性的变化 [J]. 浙江林学院学报, 2004, 21 (3): 258-262.
- [24] 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.
- [25] 王贵霞, 李传荣, 许景伟, 等. 温带森林群落多样性的测度方法比较评述 [J]. 浙江林学院学报, 2004, 21 (4): 486-491.
- [26] 彭少麟, 王伯荪. 鼎湖山森林群落分析 [J]. 生态科学, 1983, 12 (1): 15.
- [27] 缪世利, 刘玉成. 缙云山常绿阔叶林次生演替研究 (I) 物种多样性 [M] // 钟章成. 常绿阔叶林生态学研究. 重庆: 西南师范大学出版社, 1988: 387-412.
- [28] 朱守谦. 贵州部分森林群落物种多样性研究 [J]. 植物生态学与地植物学学报, 1987, 11 (4): 286-295.
- [29] 李春喜, 王文林. 生物统计学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1997: 48-51.

Species diversity of *Fokienia hodginsii* community in Nature Reserve of Mount Fengyang in Zhejiang Province

AI Jian-guo¹, MEI Sheng-long², LIU Sheng-long², DING Bing-yang³

(1. School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Nature Reserve of Mount Fengyang, Longquan 323700, Zhejiang, China; 3. School of Life and Environmental Sciences, Wenzhou Normal College, Wenzhou 325027, Zhejiang, China)

Abstract: The species richness index, species diversity index and community evenness in different plots and layers of *Fokienia hodginsii* community in Nature Reserve of Mount Fengyang, Zhejiang Province were analysed. The species richness (161 species) and species diversity index of woody plants were obviously bigger than those of herb (14 species). Their community evenness had slight different significance. In the vertical structure of community, the species richness, species diversity index and community evenness of the shrub layer were greater than those of the tree layer. The various indexes of diversity between the tree layer and the shrub layer had slight differences. The species richness and species diversity index of the tree layer and shrub layer were obviously bigger than those of the herb layer. It was not very different from those between tree layer and shrub layer and herb layer. [Ch., 4 tab. 29 ref.]

Key words: botany; *Fokienia hodginsii*; species diversity; species richness; community evenness; Nature Reserve of Mount Fengyang