

紫金山栓皮栎群落结构及物种多样性

沈年华¹, 万志洲², 汤庚国¹, 王 春¹, 程红梅³

(1. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 江苏省南京市中山陵管理局 园林处, 江苏 南京 210014; 3. 安徽省合肥植物园, 安徽 合肥 230031)

摘要: 在野外调查的基础上, 对南京紫金山栓皮栎 *Quercus variabilis* 林的群落结构与物种多样性进行了研究。结果表明: 紫金山栓皮栎群落植物种类丰富, 有维管植物 63 科 106 属 127 种; 地理成分较为复杂, 区系过渡性特征明显; 群落可以分为乔木层、灌木层和草本层 3 个层次。灌木层的丰富度指数、Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数均最大, 分别为 16.2857 ± 1.0187 , 0.8273 ± 0.0255 和 2.1742 ± 0.1117 ; 乔木层次之, 分别为 10.1429 ± 0.9992 , 0.7769 ± 0.0217 , 1.7939 ± 0.0954 ; 草本层最小, 分别为 5.5711 ± 0.4654 , 0.6873 ± 0.0322 和 1.2943 ± 0.0795 。乔木层的物种均匀度最高, 灌木层次之, 草本层最小, 分别为 0.7933 ± 0.0175 , 0.7822 ± 0.0293 , 0.7774 ± 0.0279 。表 4 参 11

关键词: 森林生态学; 栓皮栎; 群落结构; 物种多样性; 紫金山

中图分类号: S718.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-5692(2009)05-0696-05

Community structure and species diversity of a *Quercus variabilis* forest on Mount Zijinshan

SHEN Nian-hua¹, WAN Zhi-zhou², TANG Geng-guo¹, WANG Chun¹, CHENG Hong-mei³

(1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

2. Afforestation Department, The Administration of Dr. Sun Yatsen's Mausoleum Scenic Park, Nanjing 210014,

Jiangsu, China; 3. Hefei Botanical Garden of Anhui, Hefei 230031, Anhui, China)

Abstract: Based on quadrat sampling, community structure and species diversity of a *Quercus variabilis* forest on Mount Zijinshan in Nanjing were analyzed. Results showed that there were 63 families, 106 genera, and 127 species of vascular plants. The community could be divided into three layers of tree, shrub, and herb with species richness (S), Simpson's (D), and Shannon-Wiener's (H) indices in the shrub layer greatest followed by the tree and herb layers. Shrub indices were $S = 16.2857 \pm 1.0187$, $D = 0.8273 \pm 0.0255$, $H = 2.1742 \pm 0.1117$; tree indices were $S = 10.1429 \pm 0.9992$, $D = 0.7769 \pm 0.0217$, $H = 1.7939 \pm 0.0954$; and herb indices were $S = 5.5711 \pm 0.4654$, $D = 0.6873 \pm 0.0322$, $H = 1.2943 \pm 0.0795$. The evenness (J) indices of the tree layer were largest (0.7933 ± 0.0175), while those of the shrub (0.7822 ± 0.0293) and herb layers (0.7774 ± 0.0279) followed. Overall the floristic interims were obvious with abundant species diversity in this community of mixed vascular plants. [Ch, 4 tab. 11 ref.]

Key words: forest ecology; *Quercus variabilis*; community structure; species diversity; Mount Zijinshan

栓皮栎 *Quercus variabilis* 林是中国暖温带及亚热带中山和低山丘陵区落叶阔叶林最有代表性的森林类型之一。由于它对气候及土壤干旱的适应性强, 寿命长, 在分布区内往往形成比较稳定的森林群落, 在保持水土、涵养水源、改良土壤和调节气候等方面起着重大作用。目前, 许多学者从种群和群

收稿日期: 2008-09-29; 修回日期: 2008-12-29

基金项目: 江苏省南京市建设委员会资助项目(200714)

作者简介: 沈年华, 硕士, 从事植物生态学和植物资源学研究。E-mail: nianhuashen@163.com。通信作者: 汤庚国, 教授, 博士生导师, 从事树木分类学和植物资源学研究。E-mail: ggtang1950@yahoo.com.cn

落角度对栓皮栎进行了研究^[1-7]。南京紫金山的栓皮栎林为次生林, 分布较广泛, 但对其研究少有报道, 笔者对该群落的结构与物种多样性进行分析, 了解其多样性的空间分布特征, 从而为该地的植物资源保护和可持续利用提供科学的参考依据。

1 研究区概况

紫金山位于南京东郊 (32°01'57" ~ 32°06'15"N, 118°48'24" ~ 118°53'04"E), 总面积为 3 008.8 hm², 主峰海拔高度为 448.9 m, 相对高度 420.0 m。紫金山风景区属于北亚热带季风性气候区, 全年日照为 2 213 h, 年平均气温 15.7 °C 以上, 平均年降水量 1 013.0 mm, 全年气温和降水有明显的四季波动。土壤以黄棕壤为主。目前, 紫金山的植被基本上都是抗日战争后尤其是解放以后营造的人工林天然恢复的次生林, 具有亚热带常绿阔叶林向暖温带落叶阔叶林过渡的性质, 地带性植被为落叶常绿阔叶混交林, 栓皮栎作为该地重要的落叶树种, 分布广泛且较为均匀, 在栎林中常占优势。近几年来, 中山陵引进了樟树 *Cinnamomum camphora*, 石楠 *Photinia serrulata*, 女贞 *Ligustrum lucidum* 等常绿阔叶树种, 以形成较稳定的含常绿树种成分的复层混交森林群落, 增加树种的多样性。

2 研究方法

2.1 样地设置

采用样方法, 2008 年 4 - 5 月间在紫金山北区、东北区、西北区、明孝陵、中山陵和灵谷寺等地共设置 20 m × 20 m 的典型样地 14 个, 每块样地划分为 10 m × 10 m 的 4 块乔木层样方, 在每个样地的四角与中心各设置 1 个 2 m × 2 m 灌木层(含乔木更新层)样方, 并在它们中各设置 1 m × 1 m 的草本层小样方。对乔木树种(直径 ≥ 4 cm)进行每木检测, 实测树木数量、胸径和树高, 调查灌木(包括直径 < 4 cm 的小乔木或幼苗)、地被、草本(包括蕨类植物)和层间植物的种类、高度、数量及生长状况。

2.2 数据分析

重要值 = 相对多度 + 相对显著度 + 相对频度。其中, 相对多度 = (某物种的个体数/全部物种的个体数) × 100%; 相对频度 = (某物种的频度/全部种的频度之和) × 100%; 相对显著度 = (某物种的显著度/全部物种显著度之和) × 100%。

多样性指数测定^[8-10]。丰富度指数: S 。Simpson 指数: $D = 1 - \sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)/N(N - 1)$; Shannon-

Wiener 指数: $H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$, $P_i = n_i/N$; Pielou 均匀度指数: $J = H/\ln S$ 。各式中, S 为样地中某一层次物种的总数; n_i 为物种 i 的个体数; N 为样地中某一层次所有物种的个体数之和。

3 结果与分析

3.1 群落物种组成

据统计, 栓皮栎群落中有维管植物 63 科 106 属 127 种, 其中蕨类植物 3 科 3 属 3 种, 裸子植物 3 科 4 属 4 种, 被子植物 57 科 99 属 120 种。被子植物中单子叶植物 7 科 16 属 19 种, 双子叶植物 50 科 83 属 101 种, 其中离瓣花亚纲 35 科 61 属 77 种, 合瓣花亚纲 15 科 22 属 24 种。

数量优势科依次为蔷薇科 Rosaceae (7 属 10 种)、壳斗科 Fagaceae (3 属 9 种)、禾本科 Gramineae (5 属 7 种)、豆科 Leguminosae (5 属 6 种)、榆科 Ulmaceae (4 属 5 种)、桑科 Moraceae (4 属 5 种) 和百合科 Liliaceae (5 属 5 种)。含有单种的属有 90 个, 占属数的 84.91%, 单种属占绝对优势; 含有 2 种的属有 14 个, 占属数的 13.21%; 含有 3 种的属仅 1 个, 即悬钩子属 *Rubus*, 占属数的 0.94%; 含有 6 种的属也仅 1 个, 即栎属 *Quercus*, 占属数的 0.94%。

3.2 植物区系地理成分

按照吴征镒^[11]划分的种子植物属 15 个分布区类型和变型, 对该群落种子植物的 103 个属进行分

析, 结果见表1。世界分布的属有12属, 如藁草属 *Carex*, 蓼属 *Polygonum*, 悬钩子属 *Rubus* 和堇菜属 *Viola* 等, 由于该分布区类型很难看出它在群落中的区系特点, 所以在区系分析中没有实质性意义。热带分布的属(2~7)有38属, 占整个区系属数的36.89%, 为常见成分但不构成群落主体, 其中木本多数, 如: 糙叶树属 *Aphananthe*, 柘属 *Cudrania* 和山胡椒属 *Lindera* 等, 木质藤本有木防己属 *Cocculus*, 菝葜属 *Smilax* 和南蛇藤属 *Celastrus* 等, 草本以求米草属 *Oplismenus*, 魔芋属 *Amorphophallus* 和蛇莓属 *Duchesnea* 为主。温带分布的属(8~11)有39属, 占37.86%, 栎属 *Quercus*, 松属 *Pinus* 和山茱萸属 *Cornus* 等植物构成了该群落的主体。地中海区、西亚至中亚分布仅1属1种, 即黄连木 *Pistacia chinensis*, 占0.97%。东亚分布的属有11属, 占10.68%, 木本占优势, 如六月雪属 *Serissa*, 刚竹属 *Phyllostachys* 和梧桐属 *Firmiana* 等。中国特有分布的属有2属, 即短穗竹属 *Brachystachyum* 和杉木属 *Cunninghamia*, 占1.94%。可见, 该群落植物种类较为丰富, 地理成分较为复杂, 不少温带成分和亚热带成分在此交汇, 区系过渡性特征较为明显。

3.3 群落垂直结构

栓皮栎群落垂直结构层次分明, 可以分为乔木层、灌木层和草本层等3个层次。乔木层中, 栓皮栎的重要值最大, 麻栎 *Quercus acutissima* 次之, 枫香 *Liquidambar formosana* 列第3位, 还有其他5个树种的重要值也达到10以上(表2)。乔木层又可以分为3个亚层, 第I亚层高15 m以上, 主要有栓皮栎、麻栎和马尾松 *Pinus massoniana* 等; 第II亚层7~15 m, 主要有枫香, 小叶栎 *Quercus chenii*, 白栎 *Quercus fabri*, 黄连木, 青桐 *Firmiana simplex*, 刺槐 *Robinia pseudoacacia*, 朴树 *Celtis sinensis* 和黄檀 *Dalbergia hupeana* 等; 第III亚层3~7 m, 主要有山胡椒 *Lindera glauca*, 紫薇 *Lagerstroemia indica*, 女贞, 石楠 *Photinia serrulata*, 白檀 *Symplocos paniculata*, 牡荆 *Vitex negundo*, 茶条槭 *Acer ginnala* 和柿树 *Diospyros kaki* 等。灌木层包括胸径小于4 cm的幼树幼苗和真正的灌木种类, 主要有蓬蘽 *Rubus hirsutus*, 野蔷薇 *Rosa multiflora* var. *praegeri*, 栓皮栎, 白檀, 水竹 *Phyllostachys heteroclada*, 短穗竹 *Brachystachyum densiflorum*, 山胡椒, 六月雪 *Serissa serissoides*, 山莓 *Rubus corchorifolius* 和三角枫

表1 栓皮栎群落种子植物属的分布区类型

Table 1 Genera distribution types of seed plants in *Quercus variabilis* community

分布区类型	属数/种数
1. 世界分布	12/17
2. 泛热带分布	19/21
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	1/1
4. 旧世界热带分布	5/5
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	3/3
6. 热带亚洲和热带非洲分布	3/3
7. 热带亚洲分布	7/8
8. 北温带分布	22/31
9. 东亚和北美洲间断分布	12/14
10. 旧世界温带分布	4/5
11. 温带亚洲分布	1/1
12. 地中海区、西亚至中亚分布	1/1
14. 东亚分布	11/12
15. 中国特有分布	2/2
合计	103/124

表2 栓皮栎群落乔木层主要植物重要值

Table 2 The important values of dominant species of tree layer in *Quercus variabilis* community

物种	相对多度/%	相对显著度/%	相对频度/%	重要值/%
栓皮栎	27.34	60.85	16.84	105.03
麻栎	4.25	14.46	6.19	24.90
枫香	7.22	2.30	6.53	16.05
马尾松	3.68	5.47	6.53	15.68
山胡椒	6.94	0.86	6.87	14.67
小叶栎	8.07	2.57	2.75	13.39
白栎	3.68	4.32	5.15	13.15
紫薇	8.07	0.62	3.44	12.13
女贞	4.25	0.51	5.15	9.91
黄连木	2.83	0.66	3.78	7.27
石楠	3.26	0.93	2.75	6.94
白檀	2.55	0.22	4.12	6.89
刺槐	1.70	1.96	2.75	6.41
朴树	2.12	0.24	3.44	5.80
青桐	1.84	1.51	1.72	5.07
其他	12.20	2.52	21.99	36.71

Acer buergerianum 等。草本层主要有藁草 *Carex lanceolata*, 麦冬 *Ophiopogon japonicus*, 天葵 *Semiualegia adoxoides*, 猪殃殃 *Galium aparine*, 求米草 *Oplismenus undulatifolius*, 酢浆草 *Oxalis corniculata*, 野芝麻 *Lamium barbatum*, 贯众 *Cyrtomium fortunei*, 山慈菇 *Tulipa edulis* 和繁缕 *Stellaria media* 等。

除了乔木层、灌木层和草本层外, 该群落还有层间植物, 而且种类较为丰富, 主要有络石 *Trachelospermum jasminoides*, 爬山虎 *Parthenocissus tricuspidata*, 鸡矢藤 *Paederia scandens*, 菝葜 *Smilax china*, 凌霄 *Campsis grandiflora*, 薜荔 *Ficus pumila*, 南蛇藤 *Celastrus orbiculatus*, 木防己 *Cocculus trilobus*, 海金沙 *Lygodium japonicum*, 天门冬 *Asparagus cochinchinensis* 和何首乌 *Polygonum convolvulus*, 其中络石, 爬山虎、海金沙、薜荔和凌霄等攀爬能力较强, 最高能达到 15 m 以上。

3.4 群落物种多样性

物种多样性是指种的数目及其个体分配均匀度两者的综合, 它能有效地表征生物群落和生态系统结构的复杂性。从表 3 可以看出, 无论是丰富度指数, 还是 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数, 灌木层均最大, 乔木层次之, 草本层最小。物种多样性指数由大到小的顺序为灌木层 > 乔木层 > 草本层, 符合该地森林生态系统的一般规律。一般情况下, 乔木层的生态小环境相对单一, 而灌木层的生态小环境分化较大, 而且灌木层除了真正的灌木种类外, 还包括乔木更新层中的幼树幼苗, 这都使得灌木层的种类和个体数多于乔木层, 因而灌木层的多样性指数高于乔木层。经显著性 *t* 检验(表 4)表明, *S* 间有极显著差异, *H* 间有显著差异, *D* 间差异不显著; 由于林内郁闭度较大, 岩石露头率较高和枯枝落叶层厚等原因, 致使草本层植物稀疏且种类较少, 因此呈现低于乔木层(*S* 和 *H* 有极显著差异、*D* 有显著差异)、灌木层(*S* 和 *D* 和 *H* 均有极显著差异)的现象。群落的均匀度指群落中各个种群多度的均匀程度, 由表 3 和表 4 可知, 该群落乔木层的物种均匀度最高, 灌木层次之, 草本层最小, 乔木—灌木、乔木—草本和灌木—草本之间均匀度差异并不显著。

表 3 栓皮栎群落物种多样性指数和均匀度

Table 3 The diversity and evenness indices in *Quercus variabilis* community

层次	丰富度指数 <i>S</i>	Simpson 指数 <i>D</i>	Shannon-Wiener 指数 <i>H</i>	Pielou 均匀度指数 <i>J</i>
乔木层	10.142 9 ± 0.999 2	0.776 9 ± 0.021 7	1.793 9 ± 0.095 4	0.793 3 ± 0.017 5
灌木层	16.285 7 ± 1.018 7	0.827 3 ± 0.025 5	2.174 2 ± 0.111 7	0.782 2 ± 0.029 3
草本层	5.571 1 ± 0.465 4	0.687 3 ± 0.032 2	1.294 3 ± 0.079 5	0.777 4 ± 0.027 9

表 4 群落不同层次物种多样性差异检验

Table 4 Difference test of species diversity of different layer in *Quercus variabilis* community

指数	乔木—灌木		乔木—草本		灌木—草本	
	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
<i>S</i>	- 4.305 0	0.000 2**	4.147 2	0.000 6**	9.566 6	0.000 1**
<i>D</i>	- 1.504 4	0.144 5	2.308 0	0.029 2*	3.408 8	0.002 1**
<i>H</i>	- 2.589 4	0.015 5*	4.023 2	0.000 4**	6.419 7	0.000 1**
<i>J</i>	0.326 1	0.747 0	0.482 7	0.633 3	0.117 0	0.907 2

说明: ** 表示极显著($P < 0.01$), * 表示显著($P < 0.05$)。

4 结论

紫金山栓皮栎群落有维管植物 63 科 106 属 127 种, 其中蕨类植物 3 科 3 属 3 种, 裸子植物 3 科 4 属 4 种, 被子植物 57 科 99 属 120 种, 单种属占绝对优势, 种属系数较大, 地理成分较为复杂, 不少温带成分和亚热带成分在此交汇, 区系过渡性特征较为明显。该群落垂直结构层次分明, 可以分为乔木层、灌木层和草本层 3 个层次, 其中乔木层又可以分为 3 个层次。

本文用丰富度指数、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数计测群落物种多样性, 具有很好的一致性。其中灌木层的丰富度指数、Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数均最大, 乔木层次之, 草本层最小, 符合该地森林生态系统的一般规律; 乔木层的物种均匀度最高, 灌木层次之, 草本层最小。栓皮栎在整个群落中优势明显, 群落的多样性为其稳定发展奠定了重要基础。

参考文献:

- [1] 吴明作, 姜志林, 刘玉萃, 等. 栓皮栎种群的生命进程与稳定性研究[J]. 南京林业大学学报, 1999, **23** (5): 55 - 59.
WU Mingzuo, JIANG Zhilin, LIU Yucui, *et al.* A study on the life process and stability of *Quercus variabilis* (Fagaceae) population [J]. *J Nanjing For Univ*, 1999, **23** (5): 55 - 59.
- [2] 李林, 黄忠良, 张海忠, 等. 陕西栓皮栎群落类型划分及其物种多样性特征[J]. 广西植物, 2005, **25** (4): 300 - 304.
LI Lin, HUANG Zhongliang, ZHANG Haizhong, *et al.* Community partition and species diversity of *Quercus variabilis* in Shaanxi Province [J]. *Guihaia*, 2005, **25** (4): 300 - 304.
- [3] 张文辉, 卢志军, 李景侠, 等. 秦岭北坡栓皮栎种群动态的研究[J]. 应用生态学报, 2003, **14** (9): 1427 - 1432.
ZHANG Wenhui, LU Zhijun, LI Jingxia, *et al.* Population dynamics of *Quercus variabilis* on northern slope of Qinling Mountains [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2003, **14** (9): 1427 - 1432.
- [4] 韩照祥, 张文辉, 李军乔, 等. 陕西不同地区栓皮栎种群年龄结构动态模型的研究[J]. 西北植物学报, 2004, **24** (2): 254 - 258.
HAN Zhaoxiang, ZHANG Wenhui, LI Junqiao, *et al.* Study on dynamics model of age structure of *Quercus variabilis* in different region in Shaanxi [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 2004, **24** (2): 254 - 258.
- [5] 吴明作, 刘玉萃, 杨玉珍, 等. 河南省栓皮栎林主要种群的生态位研究[J]. 西北植物学报, 1999, **19** (3): 511 - 518.
WU Mingzuo, LIU Yucui, YANG Yuzhen, *et al.* Study on niche of main population of *Quercus variabilis* (Fagaceae) forest in He'nan Province [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 1999, **19** (3): 511 - 518.
- [6] 张文辉, 卢志军, 李景侠, 等. 陕西不同林区栓皮栎种群空间分布格局及动态的比较研究 [J]. 西北植物学报, 2002, **22** (3): 476 - 483.
ZHANG Wenhui, LU Zhijun, LI Jingxia, *et al.* A comparative study on spatial distribution pattern and its dynamics of *Quercus variabilis* populations among different forest areas in Shaanxi Province, China [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 2002, **22** (3): 476 - 483.
- [7] 李登武, 刘国彬, 张文辉, 等. 秦巴山地栓皮栎所在群落主要乔木树种间联结性的研究[J]. 西北植物学报, 2003, **23** (6): 901 - 905.
LI Dengwu, LIU Guobin, ZHANG Wenhui, *et al.* A study on interspecific association of principal tree species in the communities including *Quercus variabilis* on the Qinling and Bashan Mt. [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 2003, **23** (6): 901 - 905.
- [8] 汤孟平, 周国模, 施拥军, 等. 天目山常绿阔叶林群落最小取样面积与物种多样性[J]. 浙江林学院学报, 2006, **23** (4): 357 - 361.
TANG Mengping, ZHOU Guomo, SHI Yongjun, *et al.* Minimum sampling area and species diversity of evergreen broadleaved forest community in Mount Tianmu [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2006, **23** (4): 357 - 361.
- [9] 袁建国, 梅盛龙, 刘胜龙, 等. 浙江凤阳山自然保护区福建柏群落物种多样性[J]. 浙江林学院学报, 2006, **23** (1): 41 - 45
AI Jianguo, MEI Shenglong, LIU Shenglong, *et al.* Species diversity of *Fokienia hodginsii* community in Nature Reserve of Mount Fengyang in Zhejiang Province [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2006, **23** (1): 41 - 45
- [10] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 (II) 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, **15** (3): 268 - 277.
MA Keping, HUANG Jianhui, YU Shunli, *et al.* Plant community diversity in Dongling Mountain, Beijing, China (II) species richness, evenness and species diversities [J]. *Acta Ecol Sin*, 1995, **15** (3): 268 - 277.
- [11] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991(增刊IV): 1 - 139.
WU Zhengyi. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1991(supp IV): 1 - 139.