

八大公山中亚热带山地常绿落叶阔叶混交林物种组成与结构

卢志军¹, 鲍大川¹, 郭屹立^{1,2}, 路俊盟^{1,2}, 王庆刚^{1,2}, 何东¹, 张奎汉^{1,2}, 徐耀粘^{1,2}, 刘海波^{1,2},
孟红杰^{1,2}, 黄汉东¹, 魏新增¹, 廖建雄¹, 乔秀娟¹, 江明喜^{1*}, 谷志容³, 廖春林³

(1. 中国科学院水生植物与流域生态重点实验室, 中国科学院武汉植物园, 武汉 430074; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;

3. 湖南八大公山国家级自然保护区, 湖南桑植 416900)

摘 要: 山地常绿落叶阔叶混交林在我国主要分布在亚热带 1000~2000 m 中山地带。八大公山位于武陵山系北端, 亚热带北缘, 具有保护较好的典型山地常绿落叶阔叶混交林。为了研究常绿落叶阔叶混交林动态和川东-鄂西植物多样性形成及维持机制, 按照 CTFS(Center for Tropical Forest Science) 样地建设标准, 中国科学院武汉植物园于 2010–2011 年在湖南八大公山(Badagongshan, BDGS) 国家级自然保护区建立了一个 25 hm² (500 m × 500 m) 亚热带山地常绿落叶阔叶混交林动态监测样地(Forest Dynamic Plot)。本研究以样地内所有胸径(DBH) ≥ 1 cm 的木本植物(不含竹藤)为研究对象, 分析该样地区系成分、群落组成、垂直结构、径级结构和空间分布。结果表明: 八大公山样地属于典型的山地常绿落叶阔叶混交林, 植物以泛热带分布科(24.50%)和北温带分布属(24.56%)占优势, 包括 9 种珍稀濒危植物。样地内木本植物合计 53 科、114 属、238 种(含种下分类单位), 186556 株存活个体。落叶树 144 种, 常绿树 94 种。壳斗科(Fagaceae)、杜鹃花科(Ericaceae)、樟科(Lauraceae)和山茶科(Theaceae)占据优势; 个体数超过 1000 的有 38 个物种, 以常绿树种(63.16%)为主; 稀有种(< 25 株)103 个(占样地物种总数 43.28%)。群落垂直结构可分为乔木层(优势树种多脉青冈 *Cyclobalanopsis multinervis* 和亮叶水青冈 *Fagus lucida*)、亚乔木层(优势种长蕊杜鹃 *Rhododendron stamineum* 和黄丹木姜子 *Litsea elongata*)和灌木层(优势种短柱柃 *Eurya brevistyla* 和薄叶山矾 *Symplocos anomala*)。个体数超过 1000 的树种和稀有种主要来自灌木层。由于生长型限制, 样地内树种平均胸径较小(5.41 cm), DBH < 5 cm 的个体占优势(68.40%)。主要优势树种的径级结构呈现倒 J 型。

关键词: 常绿落叶阔叶混交林; 垂直结构; 径级结构; 空间分布; 区系; 武陵山系; 物种组成

中图分类号: Q948.15⁺7

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2013)04-0336-09

Community Composition and Structure of Badagongshan (BDGS) Forest Dynamic Plot in a Mid-subtropical Mountain Evergreen and Deciduous Broad-leaved Mixed Forest, Central China

LU Zhi-Jun¹, BAO Da-Chuan¹, GUO Yi-Li^{1,2}, LU Jun-Meng^{1,2}, WANG Qing-Gang^{1,2}, HE Dong¹,
ZHANG Kui-Han^{1,2}, XU Yao-Zhan^{1,2}, LIU Hai-Bo^{1,2}, MENG Hong-Jie^{1,2}, HUANG Han-Dong¹,
WEI Xin-Zeng¹, LIAO Jian-Xiong¹, QIAO Xiu-Juan¹, JIANG Ming-Xi^{1*}, GU Zhi-Rong³, LIAO Chun-Lin³

(1. Key Laboratory of Aquatic Botany and Watershed Ecology, Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China; 2. University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Badagongshan National Nature Reserve, Sangzhi, Hunan 416900, China)

Abstract: Mountain evergreen and deciduous broadleaved mixed forests in China are mainly distributed in the mid-subtropical mid-mountain zones. Mount Badagongshan (BDGS) is located on the northern end of the Wuling Mountains at the north rim of the mid-subtropical zone, and has a typical mountain evergreen and deciduous broadleaved mixed forest. To investigate

收稿日期: 2013-02-06, 修回日期: 2013-03-26。

基金项目: 国家自然科学基金(31070465, 30900178); 中国森林生物多样性监测网络项目资助。

作者简介: 卢志军(1975–), 男, 生态学博士, 副研究员, 主要研究方向为植物种群生态学(E-mail: luzj@wbpgcas.cn)。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: mxjiang@wbpgcas.cn)。

dynamics of this forest, biodiversity origin and maintenance mechanisms in East Sichuan and West Hubei in 2010–2011, the Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences established one 25 hm² (500 m × 500 m) forest dynamic plot of subtropical mountain evergreen and deciduous broadleaved mixed forest in the Badagongshan (BDGS) National Nature Reserve according to the standards of the Center for Tropical Forest Science (CTFS). Here, we present the flora, community composition, structure, size class and spatial distribution based data collected from all woody (bamboo and liana not included) plants with DBH ≥ 1 cm. Our results demonstrated that BDGS was a typical mountain evergreen and deciduous broadleaved mixed forest, dominated by pantropic distribution families (24.50%) and northern temperate distribution genera (24.56%). There were nine rare and endangered wood plants. We classified 186556 individuals into 53 families, 114 genera and 238 species (94 evergreen and 144 deciduous). Dominant species were from the families of Fagaceae, Ericaceae, Lauraceae and Theaceae. There were 38 species with >1000 individuals (63.16% evergreen). In total, 103 rare species (< 25 individuals) accounted for 43.28% of all the woody plants. The forest strata was divided into a canopy layer dominated by *Cyclobalanopsis multinervis* and *Fagus lucida*, an understory layer dominated by *Rhododendron stamineum* and *Litsea elongata*, and a shrub layer dominated by *Eurya brevistyla* and *Symplocos anomala*. Abundant (> 1000 individuals) and rare species were mainly from the shrub layer. Limited by growth form, the plot had a fairly small mean DBH (5.41 cm) and was dominated by small sized individuals (68.40%). The size class of five dominant trees was reverse J.

Key words: Evergreen deciduous broad-leaved mixed forest; Vertical structure; Size class; Spatial distribution; Flora; The Wuling Mountains; Species composition

山地常绿落叶阔叶混交林在我国主要分布在亚热带 1000~2000 m 的中山地带。该类森林常绿与落叶树种数量大致相当,或常绿树种占据优势。其生境特征为温度低、湿度大、雨量多、日照少,往往常年有云雾笼罩^[1]。

八大公山位于湘西北武陵山系北端,原生植被保存相对完好。该地区的亮叶水青冈(*Fagus lucida*)混交林是中亚热带山地黄棕壤地区的典型常绿落叶阔叶混交林类型[水青冈(*Fagus* spp.)-常绿阔叶树混交林群系组]^[1]。亮叶水青冈林是华中特有的顶极群落,富含中国和东亚区系成分,华中特有种集中,是华中地区代表性群落类型,与欧洲和北美的水青冈林有着共同的起源,但其保留的古老孑遗植物更为丰富^[2]。因此,八大公山是常绿落叶阔叶混交林长期生物多样性动态监测和机理研究的理想基地。

为了研究中亚热带山地常绿落叶阔叶混交林动态和川东-鄂西植物多样性形成及维持机制,中国科学院武汉植物园于 2010–2011 年在湖南八大公

山国家级自然保护区建立了一个 25 hm² 的森林动态监测样地,属于中国森林生物多样性监测网络(CForBio, Chinese Forest Biodiversity Monitoring Network)重要节点之一。

考查群落结构通常描述 3 个基本指标:物种数量、组成(identities or composition)和多度^[3]。这些基础信息是森林动态监测研究的起点^[4–11]。本研究以八大公山样地内胸径(DBH) ≥ 1 cm 的所有存活木本植物(不含竹藤)为对象,分析样地的植物区系、物种组成和群落结构等,阐述样地的基本特征。

1 研究地区概况

八大公山(Badagongshan, BDGS)样地(Forest Dynamic Plot)位于湖南省张家界市桑植县八大公山国家级自然保护区(29°39'18"~29°49'48" N, 109°41'45"~110°09'50" E)。保护区地处武陵山系北端,澧水水系和清江水系分水岭南翼,中亚热带北缘。1986 年,八大公山升级为国家级自然

保护区。保护区东部是以保护黄杉(*Pseudotsuga sinensis*)林为主的官屋场核心区;北部是以保护珙桐(*Davidia involucrata*)、水青树(*Tetracentron sinense*)、钟萼木(*Bretschneidera sinensis*)、连香树(*Cercidiphyllum japonicum*)和亮叶水青冈原生林的天平山和杉木界核心区;西部是以保护亮叶水青冈原生林以及珙桐、连香树群落为主的斗篷山核心区^[12]。八大公山样地位于保护区北部的天平山核心区(图 1)。

保护区属中山山原,岭高谷深、坡陡顶平、岩溶发育、地形崎岖,海拔一般在 1000 m 以上,最高峰为斗篷山(1890.4 m)。本区属于山地湿润季风气候,年降水量平均 2105.4 mm,最高达 2840.1 mm。降雨日 176 d,全年相对湿度 90%,属于十分湿润地区。

保护区内物种非常丰富,种子植物 1775 种^[2],包括国家 I、II 级保护植物珙桐、钟萼木等 35 种,濒危植物 3 种,稀有植物 16 种,渐危植物 20 种^[12,13]。

该区位于中国特有属川东-鄂西分布中心(孑遗中心)^[14]和中国特有植物的环形地带(川鄂湘黔交界),水青冈属的分布中心和可能的起源中心。原生天然林集中分布在海拔 1000 m 以上的山地,亮叶水青冈及其混交林是该地区的优势群落,主要分布在海拔 1200~1890 m,约占天然林总面积的 60%。优势群落主要包括:亮叶水青冈单优群落,亮叶水青冈和多脉青冈(*Cyclobalanopsis multinervis*)

共优势种群落,亮叶水青冈与其他阔叶树种共优势种群落^[2]。

2 样地设置和研究方法

2010 年 3 月-2011 年 11 月,选择八大公山国家级自然保护区内原生植被保存完好的地段,典型山地常绿阔叶混交林(亮叶水青冈-多脉青冈林),建立 25 hm²(500 m×500 m)森林动态监测样地(样地中心 29°46.041'N, 110°5.248'E)。样地内地形复杂多变,坡陡顶平。最高海拔 1456 m,最低海拔 1355 m,最大高差 101 m(图 2)。

样地为正南正北方向,大小 500 m×500 m,按 CTFS 森林动态样地建设技术规程^[15],用全站仪将整个样地划分成 625 个 20 m×20 m 的样方,调查样方内所有 DBH≥1 cm 的木本植物(不含竹、藤)种名、DBH 和坐标等,挂牌,以便进行永久监测(每 5 年对样地内木本植物全面复查一次)。

3 结果

3.1 植物区系特征

参照吴征镒等^[16-18]关于我国植物科属分布类型划分方法,对八大公山样地的植物区系进行分析。结果表明,样地内热带分布科占优势(26 个, 49.06%),以泛热带分布最多(13 个, 24.5%),代表科包括樟科(Lauraceae)、山矾科(Symplocaceae)和山茶科(Theaceae);温带分布科 17 个(32.08%),以北温带分布科最多(11 科, 20.8%),

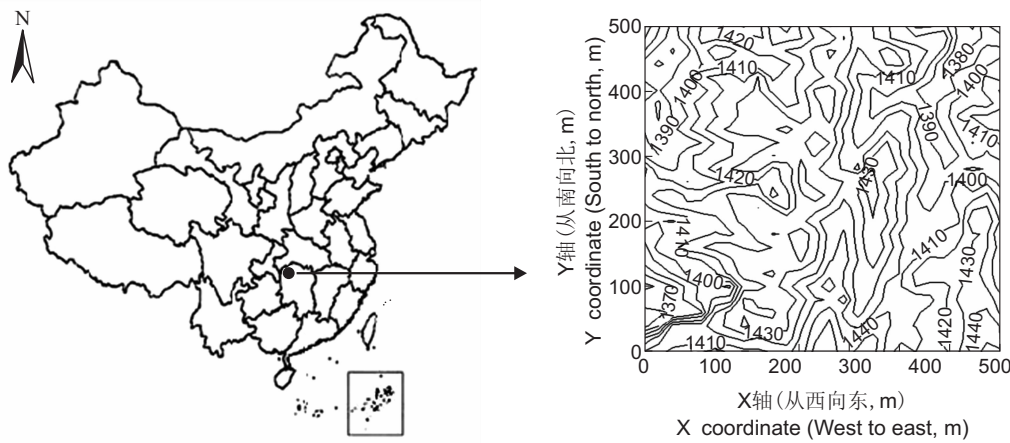


图 1 八大公山(BDGS)25 hm²样地地理位置和等高线图[图中数字为海拔(m)]
Fig. 1 Location and contour map of the 25 hm² Badagongshan (BDGS) plot
(Numbers in the contour map are elevation (m))

代表科包括壳斗科 (Fagaceae)、桦木科 (Betulaceae)、山茱萸科 (Cornaceae)。世界分布 9 个科 (17%)，代表科包括蔷薇科 (Rosaceae) 和虎耳草科 (Saxifragaceae)。属的分布则以温带为主 (66 个, 57.90%)，其中北温带分布最多 (28 个, 24.56%)，以水青冈属、鹅耳枥属 (*Carpinus*)、杜鹃花属 (*Rhododendron*) 为代表；热带分布属 40 个 (35.09%)，以泛热带分布属 (17 个, 14.91%) 为优势 (表 1)。

中国特有属包括青钱柳属 (*Cyclocarya*)、珙桐属 (*Davidia*)、香果树属 (*Emmenopterys*)、银鹊树属 (*Tapiscia*)、拟单性木兰属 (*Parakmeria*) 和钟萼木属 (*Bretschneidera*)。样地内分布有珍稀濒危木本植物 9 种 (表 2)^[12,13]。

3.2 群落物种组成

八大公山样地内分布木本植物 (DBH ≥ 1 cm) 共 53 科、114 属、238 种。壳斗科 (9 种)、杜鹃花科 (Ericaceae) (11 种)、樟科 (21 种)、山茶科

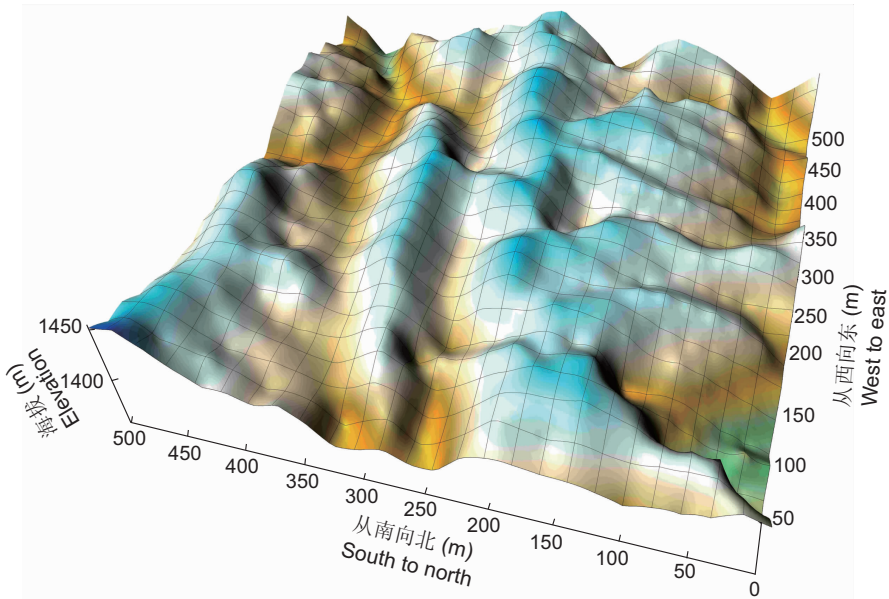


图 2 八大公山 (BDGS) 25 hm² 样地地形图
Fig. 2 DEM (Digital elevation model) of the 25 hm² Badagongshan (BDGS) plot

表 1 八大公山 (BDGS) 25 hm² 样地木本植物科属分布类型

Table 1 Family and genus distribution type for woody plants in the 25 hm² Badagongshan (BDGS) plot			
编号* Code	分布类型 Distribution type	科数 Number of families	属数 Number of genera
1	世界分布 Cosmopolitan	9	2
2	泛热带 Pantropic	13	17
3	热带亚洲及热带美洲间断 Tropical Asia & Tropical America disjuncted	7	6
4	旧世界热带 Old world tropics	2	4
5	热带亚洲至热带大洋洲 Tropical Asia to Tropical Australasia Oceania	1	3
6	热带亚洲至热带非洲 Tropical Asia to Tropical Africa	1	—
7	热带亚洲 Tropical Asia	2	10
	热带合计 Total of Tropical (2-7)	26	40
8	北温带 North temperate	11	28
9	东亚及北美间断 East Asia & North America disjuncted	3	15
10	旧世界温带 Old world temperate	—	2
14	东亚分布 East Asia	3	21
	温带合计 Total of Temperate (8-14)	17	66
15	中国特有 Endemic to China	1	6
	总计 Total	53	114

* 为了方便比对，编号与参考文献[16,18]分布区类型编号一致。
* We selected the same coding as the references[16,18].

表 2 八大公山 (BDGS) 25 hm² 样地内珍稀濒危木本植物
Table 2 Rare and endangered woody plants in the 25 hm² Badagongshan (BDGS) plot

种名 Species name	科名 Family name	保护级别 Protection class	受威胁程度 Threatened degree
红豆杉 <i>Taxus wallichiana</i> var. <i>chinensis</i>	红豆杉科 Taxaceae	I	—
钟萼木 <i>Bretschneidera sinensis</i>	钟萼木科 Bretschneideraceae	I	—
光叶珙桐 <i>Davidia involucrata</i> var. <i>vilmoriniana</i>	珙桐科 Davidiaceae	I	稀有 Rare
水青树 <i>Tetracentron sinense</i>	水青树科 Tetracentraceae	II	稀有 Rare
香果树 <i>Emmenopterys henryi</i>	茜草科 Rubiaceae	II	稀有 Rare
乐东拟单性木兰 <i>Parakmeria lotungensis</i>	木兰科 Magnoliaceae	—	渐危 Vulnerable
银鹊树 <i>Tapiscia sinensis</i>	省沽油科 Staphyleaceae	—	稀有 Rare
白辛树 <i>Pterostyrax hispidus</i>	安息香科 Styracaceae	—	渐危 Vulnerable
紫茎 <i>Stewartia sinensis</i>	山茶科 Theaceae	—	渐危 Vulnerable

(10 种)、山矾科(8 种)、山茱萸科(11 种)、桦木科(5 种)占据优势, 主要优势树种包括多脉青冈、长蕊杜鹃 (*R. stamineum*)、黄丹木姜子 (*Litsea elongata*)、短柱桫 (*Eurya brevistyla*)、亮叶水青冈、细叶青冈 (*Cyclobalanopsis gracilis*)、薄叶山矾 (*Symplocos anomala*)、四照花 (*Cornus kousa*)、大穗鹅耳枥 (*C. fargesii*) 和满山红 (*R. mariesii*) (按重要值从大到小排列)。样地内落叶树种在丰度上占据优势(144 种, 60. 50%), 常绿树种则有 94 种(39. 50%)。每公顷多于 1 个的物种定义为常见种, 每公顷个体数在 1 个以下的物种定义为稀有种^[19]。样地内个体数大于 1000 的常见种 38 个, 以常绿树种为主(63. 16%)。前三位依次为黄丹木姜子, 短柱桫和多脉青冈。稀有种 103 个(常绿 39. 81%, 落叶 60. 19%), 占物种总数的 43. 28%; 只有 1 株的物种有 13 个(7 种落叶, 6 种常绿)。胸高断面面积排在前三位的树种是多脉青冈、长蕊杜鹃和亮叶水青冈。裸子植物分布不多, 只有 3 科(红豆杉科 Taxaceae、三尖杉科 Cephalotaxaceae 和松科 Pinaceae)、3 属, 26 株。

从物种组成看, 样地为亮叶水青冈、多脉青冈林, 典型的山地常绿落叶阔叶混交林, 属于常绿落叶阔叶混交林植被型, 山地常绿落叶阔叶混交林植被亚型, 水青冈、常绿阔叶树混交林群系组^[1](表 3)。

3.3 群落垂直结构

样地内林层清晰, 按木本植物的高度和生长型, 可以划分为 3 层^[2,8]: 乔木层(≥15 m)分布 50 个物种(落叶 37 种, 常绿 13 种), 优势树种为多脉青冈和亮叶水青冈; 亚乔木层(5~15 m)分布

57 个物种(落叶 37 种, 常绿 20 种), 优势树种为长蕊杜鹃和黄丹木姜子; 灌木层(< 5 m)分布 131 个物种(落叶 70 种, 常绿 61 种), 优势树种为短柱桫和薄叶山矾。个体数超过 1000 的树种、稀有种和只有 1 个个体的树种都主要来自灌木层。只有 1 个个体的树种有 13 种, 包括乔木层 3 种: 黄山松 (*Pinus taiwanensis*)、多花含笑 (*Michelia floribunda*) 和兴山榆 (*Ulmus bergmanniana*), 亚乔木层 2 种: 腺萼马银花 (*R. bachi*) 和毛柞 (*C. walteri*), 其余 8 种来自灌木层。胸高断面面积前 20 位的树种主要来自林冠层(11 种, 55. 00%), 亚林冠层(6 种)和灌木层(3 种)较少。

3.4 径级结构与更新

样地内 DBH ≥ 1 cm 的木本植物存活个体 186556 株, 其中, DBH < 5 cm 的个体有 127610 株(68. 40%)。DBH ≥ 10 cm 的个体有 25763 株, DBH ≥ 30 cm 个体有 2616 株(1. 40%)。平均 DBH 为 5. 41 cm, 最大 DBH 为 117. 50 cm(小花木荷 *Schima parviflora*)。样地中 6 种优势树种中的 5 种径级结构呈现倒 J 型, 但长蕊杜鹃幼年个体较少(图 3)。

3.5 优势物种的空间分布格局

从散点图上看(图 4), 多脉青冈在样地内分布相对均匀, 在某些坡面相对聚集; 亮叶水青冈在东北角较为聚集; 长蕊杜鹃生境偏好最为明显, 主要分布在山脊和缓坡, 陡坡和沟谷分布很少, 表现出一定的生境偏好; 黄丹木姜子则在某些坡面上较为聚集; 短柱桫在某些山脊和坡面相对聚集; 薄叶山矾在样地西北角, 中部和东部较为聚集(图 4)。

表 3 八大公山(BDGS)25 hm²样地 20 个优势树种特征

Table 3 Characteristics of the 20 most dominant woody plants in the 25 hm² Badagongshan (BGDS) plot

所在林层 Stratum	生活型 Life form	所属科 Family	物种名 Species	多度 Abundance	胸高断面面积 Basal area (m ² /hm ²)	重要值(%) Importance value (IV)
C	E	壳斗科 Fagaceae	多脉青冈 <i>Cyclobalanopsis multinervis</i>	11503	5.36	8.08
C	D	壳斗科 Fagaceae	亮叶水青冈 <i>Fagus lucida</i>	2769	3.84	4.33
C	E	壳斗科 Fagaceae	细叶青冈 <i>Cyclobalanopsis gracilis</i>	5322	2.53	3.78
C	D	桦木科 Betulaceae	大穗鹅耳枥 <i>Carpinus fargesii</i>	2172	1.97	2.42
C	E	山茶科 Theaceae	小花木荷 <i>Schima parviflora</i>	1796	1.86	2.21
C	D	樟科 Lauraceae	檫木 <i>Sassafras tzumu</i>	453	2.19	2.16
C	D	壳斗科 Fagaceae	茅栗 <i>Castanea seguinii</i>	471	1.90	1.90
C	D	桦木科 Betulaceae	香桦 <i>Betula insignis</i>	434	1.64	1.65
C	D	壳斗科 Fagaceae	短柄枹 <i>Quercus serrata</i>	703	1.53	1.62
C	D	蓝果树科 Nyssaceae	蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	805	1.40	1.52
U	E	杜鹃花科 Ericaceae	长蕊杜鹃 <i>Rhododendron stamineum</i>	9549	4.36	6.63
U	E	樟科 Lauraceae	黄丹木姜子 <i>Litsea elongata</i>	21035	0.96	6.53
U	D	山茱萸科 Cornaceae	四照花 <i>Cornus kousa</i>	4446	1.68	2.76
U	E	山矾科 Symplocaceae	毛山矾 <i>Symplocos groffii</i>	6775	0.53	2.31
U	D	杜鹃花科 Ericaceae	齿缘吊钟花 <i>Enkianthus serrulatus</i>	4630	0.93	2.10
U	E	杜鹃花科 Ericaceae	云锦杜鹃 <i>Rhododendron fortunei</i>	2723	1.16	1.81
S	E	山茶科 Theaceae	短柱柃 <i>Eurya brevistyla</i>	16051	0.81	5.06
S	E	山矾科 Symplocaceae	薄叶山矾 <i>Symplocos anomala</i>	8372	0.58	2.78
S	D	杜鹃花科 Ericaceae	满山红 <i>Rhododendron mariesii</i>	6881	0.60	2.41
S	E	山矾科 Symplocaceae	铁山矾 <i>Symplocos pseudobarberina</i>	5642	0.37	1.85

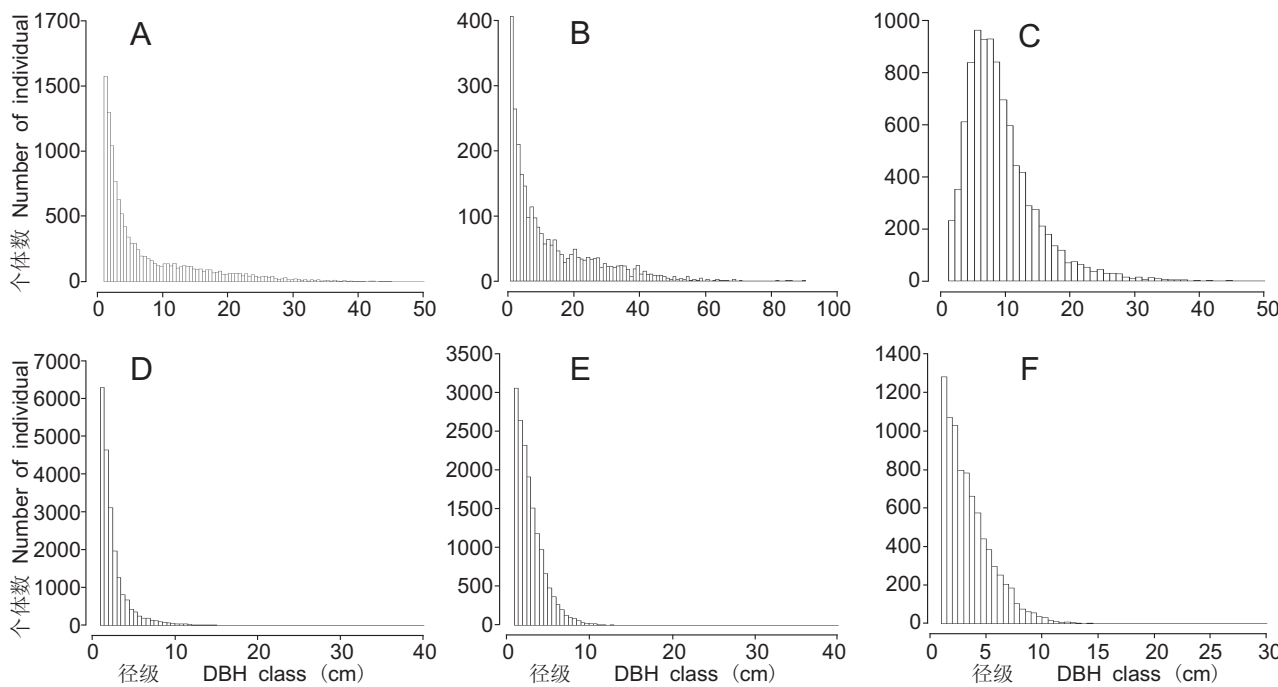
注：多度只计主干；重要值(IV) = (相对多度 + 相对胸高断面面积) × 100%/2；胸高断面面积统计包括主干、分枝和萌枝^[9]。C：乔木层；U：亚乔木层；S：灌木层；E：常绿；D：落叶。

Notes: Only main trunks were counted for abundance; Importance value(IV) = (relative abundance + relative basal area) × 100%/2; Trunks, branches and sprouts were all computed for basal area. C: Canopy layer; U: Understory layer; S: Shrub layer; E: Evergreen; D: Deciduous.

4 讨论

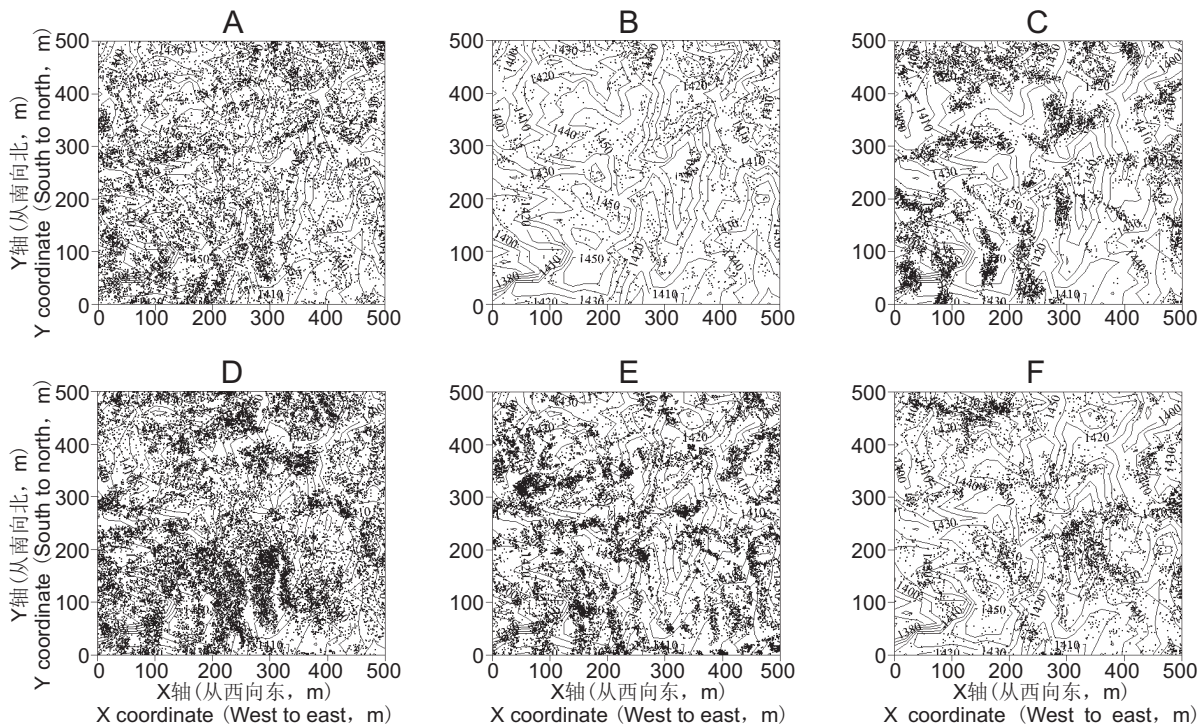
与八大公山地区和武陵山系类似，八大公山样地的植物区系丰富，具有亚热带向温带过渡性

质^[2,20]。样地内木本植物以热带科为主，泛热带分布最多，与同处于中亚热带的古田山和天童山类似^[8,9]。属的分布则以温带分布为主，北温带分布最多，温带性质明显，与百山祖类似^[4]。在中亚热



A: 多脉青冈 *Cyclobalanopsis multinervis*; B: 亮叶水青冈 *Fagus lucida*; C: 长蕊杜鹃 *Rhododendron stamineum*; D: 黄丹木姜子 *Litsea elongata*; E: 短柱桤 *Eurya brevistyla*; F: 薄叶山矾 *Symplocos anomala*。

图 3 八大公山 (BDGS) 25 hm² 样地内 6 种优势树种的径级结构
Fig. 3 Size class of six dominant woody plants in the 25 hm² Badagongshan (BDGS) plot



A: 多脉青冈 *Cyclobalanopsis multinervis*; B: 亮叶水青冈 *Fagus lucida*; C: 长蕊杜鹃 *Rhododendron stamineum*; D: 黄丹木姜子 *Litsea elongata*; E: 短柱桤 *Eurya brevistyla*; F: 薄叶山矾 *Symplocos anomala*。

图 4 八大公山 (BDGS) 25 hm² 样地 6 种优势树种空间分布散点图
Fig. 4 Scatter diagram of six dominant woody plants in the 25 hm² Badagongshan (BDGS) plot

带山地的常绿落叶阔叶混交林中,分布不少珍稀濒危树种^[1]。在八大公山样地内珙桐科为特有科,如果参照曹铁如等^[2]的研究,则特有科包括钟萼木科、珙桐科(狭义)和水青树科(准特有)。从物种组成上看,八大公山样地属于曹铁如等^[2]提出的亮叶水青冈-多脉青冈群落。样地优势科与天童山、古田山和百山祖等中亚热带样地类似^[4,8,9],包括壳斗科、杜鹃花科、樟科、山茶科和山矾科。优势物种也有交叉,与天童山样地共有种包括黄丹木姜子、薄叶山矾和檫木(*Sassafras tzumu*)^[9];与古田山样地共有种包括细叶青冈和短柄枹(*Quercus serrata*)^[8];与百山祖样地的共有种包括多脉青冈、亮叶水青冈和云锦杜鹃(*Rhododendron fortunei*)^[4]。八大公山样地物种组成与南亚热带的鼎湖山样地差别较大,但樟科在两个样地都占据相对优势^[7]。八大公山样地物种丰富,个体数较多(天童样地 20 hm², 152 种, 94603 株;古田山样地 24 hm², 159 种, 140700 株;鼎湖山样地 20 hm², 210 种, 71617 株)^[7-9]。

森林结构通常指树种属性在森林生态系统中的分布方式^[21]。森林垂直结构在种群更新和群落动态中具有重要的作用,有助于了解不同高度级种群动态和种内-种间竞争^[22]。比如,林层之间复杂的相互作用影响光环境的空间格局^[23]。林冠层组成不直接影响其他林层多样性,但优势树种是限制多样性的主要因子^[24]。

中亚热带常绿落叶阔叶混交林的林冠层由常绿和落叶树种混合组成,第二层和第三层以常绿阔叶树种为主^[1]。乔木层主要建群种是壳斗科树种,其中落叶树种为栎属和水青冈属,常绿的则是青冈属、栲属(*Castanopsis*)和石栎属(*Lithocarpus*)。亚乔木层和灌木层以常绿树种为主。本文以中国植物志等文献资料中相关物种的树高描述来划分林层,下一步将对样地树木高度进行准确测量,在此基础上将会得到样地群落更详细的垂直结构信息。

八大公山样地树种平均 DBH 较小,与古田山^[8]类似(5.21 cm)。DBH < 5 cm 个体较多,与天童^[9]和东灵山^[10]样地类似。尽管如此,八大公山样地属于稳定的顶极群落。该样地亚乔木层和灌木层生活着大量小乔木和灌木,是样地物种多样性

的主要来源。此外,个体数超过 1000 的树种主要是灌木树种。生长型限制导致样地树木平均 DBH 较小。

在森林生态系统中,生物多样性不仅仅指物种多样性,而且包括影响群落异质性的一系列现象,包括树种大小级(tree size)多样性^[21],因为大小级反映了基本的种群统计学过程^[25]。

样地内 6 种优势树种中的 5 种幼年个体都比较多,只有长蕊杜鹃幼年个体少。但不一定表明该种群呈现衰退,可能因为中等径级强烈保守的生活史策略导致该径级生长慢,死亡率低,从而在中等径级呈现峰值^[25]。此外,过去的干扰事件也可能影响树种目前的径级分布^[26]。Condit 等^[27]认为用大小级分布的静态信息来预测未来种群趋势并不合适;即使种群以同样的速度增长,快速生长物种在林下的幼树比慢速生长树种还是要少。

致谢:感谢中国科学院植物研究所马克平研究员、米湘成副研究员和任海保博士,中南林业科技大学喻勋林教授,湖南科技大学严岳鸿教授,八大公山国家级自然保护区,湖南科技大学、中南林业科技大学、咸宁学院和三峡职业技术学院 130 余名实习生,中国科学院武汉植物园张守君、温丁朝、申健勇和刘司浪。

参考文献:

- [1] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 279-305.
- [2] 曹铁如, 祁承经, 喻勋林, 龙成良, 周建仁, 张全发. 八大公山亮叶水青冈林及其植物区系的研究[J]. 中南林学院学报, 1993, 13: 8-16.
- [3] Worthen W B. Community composition and nested-subset analyses: basic descriptors for community ecology[J]. *Oikos*, 1996, 76: 417-426.
- [4] 徐敏, 骆争荣, 于明坚, 丁炳扬, 吴友贵. 百山祖北坡中山常绿阔叶林的物种组成和群落结构[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学, 2007, 33: 450-457.
- [5] 郝占庆, 李步杭, 张健, 王绪高, 叶吉, 姚晓琳. 长白山阔叶红松林样地(CBS): 群落组成与结构[J]. 植物生态学报, 2008, 32: 238-250.
- [6] 兰国玉, 胡跃华, 曹敏, 朱华, 王洪, 周仕顺, 邓晓宝, 崔景云, 黄建国, 刘林云, 徐海龙, 宋军平, 何有才. 西双版纳热带森林动态样地——树种组成与空间分布格局[J]. 植物生态学报, 2008,

- 32: 287–298.
- [7] 叶万辉, 曹洪麟, 黄忠良, 练琚愉, 王志高, 李林, 魏识广, 王章明. 鼎湖山南亚热带常绿阔叶林20公顷样地群落特征研究[J]. 植物生态学报, 2008, 32: 274–286.
- [8] 祝燕, 赵谷峰, 张俪文, 沈国春, 米湘成, 任海保, 于明坚, 陈建华, 陈声文, 方腾, 马克平. 古田山中亚热带常绿阔叶林动态监测样地——群落组成与结构[J]. 植物生态学报, 2008, 32: 262–273.
- [9] 杨庆松, 马遵平, 谢玉彬, 张志国, 王樟华, 刘何铭, 李萍, 张娜, 王达力, 杨海波, 方晓峰, 阎恩荣, 王希华. 浙江天童20 ha 常绿阔叶林动态监测样地的群落结构[J]. 生物多样性, 2011, 19: 215–223.
- [10] 刘海丰, 李亮, 桑卫国. 东灵山暖温带落叶阔叶次生林动态监测样地: 物种组成与群落结构[J]. 生物多样性, 2011, 19: 232–242.
- [11] 徐丽娜, 金光泽. 小兴安岭凉水典型阔叶红松林动态监测样地: 物种组成与群落结构[J]. 生物多样性, 2012, 20: 470–481.
- [12] 廖博儒, 谢云, 王子龙, 田连成. 湖南八大公山国家级自然保护区国家重点保护和珍稀濒危植物区系分析[J]. 经济地理, 2006, 26(增刊): 322–325.
- [13] 龚双姣, 陈功锡. 武陵山区珍稀濒危植物及其保护利用[J]. 广西植物, 2005, 26: 242–248.
- [14] 应俊生, 张玉龙. 中国种子植物特有属[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 1–15.
- [15] Condit R. Tropical Forest Census Plots[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- [16] 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.
- [17] 吴征镒. 《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订[J]. 云南植物研究, 2003, 25: 535–538.
- [18] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 彭华, 孙航. 世界种子植物科的分布类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25: 245–257.
- [19] Hubbell S P, Foster R B. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation [M]// Soule M E, ed. Conservation Biology: Science of Scarcity and Diversity. Sunderland: Sinauer Press, 1986: 205–231.
- [20] 陈锡功, 廖文波, 张宏达. 武陵山地区种子植物区系特征及植物地理学意义[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2001, 40: 74–78.
- [21] Gadow K V, Zhang C Y, Wehenkel C, Pommerening A, Corral-Rivas J, Korol M, Myklush S, Hui G Y, Kiviste A, Zhao X H. Forest Structure and Diversity. In: T. Pukkala, K. von Gadow, eds. Continuous Cover Forestry, Managing Forest [J]. *Ecosystems*, 2012, 23, DOI 10. 1007/978-94-007-2202-62. 29–83.
- [22] Hao Z Q, Zhang J, Song B, Ye J, Li G H. Vertical structure and spatial association of dominant tree species in an old-growth temperate forest[J]. *Forest Ecol Manag*, 2007, 317: 910–914.
- [23] Montgomery R A, Chazdon R L. Forest structure, canopy architecture, and light transmittance in tropical wet forest[J]. *Ecology*, 2001, 82: 2707–2718.
- [24] Yuan Z Q, Gazol A, Wang X G, Xing D L, Lin F, Bai X J, Zhao Y Q, Li B H, Hao Z Q. What happens below the canopy? Direct and indirect influences of the dominant species on forest vertical layers? [J] *Oikos*, 2012, 121: 1145–1153.
- [25] Bin Y, Ye W H, Muller-Landau H C, Wu L F, Lian J Y, Cao H L. Unimodal tree size distributions possibly result from relatively strong conservatism in intermediate size classes[J]. *Plos One*, 2012, 7: 1–12.
- [26] Coomes D A, Allen R B. Mortality and tree-size distribution in natural mixed-age forests [J]. *J Ecol*, 2007, 95: 27–40.
- [27] Condit R, Sukumar R, Hubbell S P, Foster R B. Predicting population trends from size distributions: a direct test in a tropical tree community [J]. *Am Nat*, 1998, 152: 495–509.

(责任编辑: 王豫鄂)