

## 百山祖亮叶水青冈种群结构和分布格局

陈小荣<sup>1</sup>, 李 乐<sup>2</sup>, 夏家天<sup>1</sup>, 杨 旭<sup>3</sup>, 王 伟<sup>4</sup>, 丁炳扬<sup>2</sup>

(1. 浙江凤阳山-百山祖国家级自然保护区 百山祖管理处, 浙江 庆元 323800; 2. 温州大学 生命与环境科学学院, 浙江 温州 325035; 3. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 4. 浙江 大学 生命科学院, 浙江 杭州 310058)

**摘要:** 为阐明百山祖亮叶水青冈 *Fagus lucida* 的种群结构与格局的形成原因, 掌握种群数量动态及发展趋势, 在百山祖北坡建立 1 个 5 hm<sup>2</sup> (250 m × 200 m) 固定样地, 将样地划分成 2 000 个 5 m × 5 m 的小样方进行调查, 获得野外资料。对亮叶水青冈种群进行统计, 绘制径级结构图, 发现立木级 1 级和 2 级所占比例仅为 4%, 第 4 ~ 9 级处于峰值, 表明种群内成熟个体数量所占比例最大(80%), 种群处于成熟阶段, 第 10 ~ 14 级则属于衰退级别, 它们所占的比例并不大(13%); 应用聚集强度指数( $K$ )进行种群分布格局分析, 亮叶水青冈除在小树期  $K = 0.588$  较大外, 其余  $K$  值在幼苗、中树、大树期分别为 0.029, 0.588, 0.169, 均较小。结果表明: 亮叶水青冈种群结构呈纺锤型, 幼苗严重不足, 种群有衰退的趋势; 幼苗、中树和大树阶段均为集群分布, 聚集强度逐级降低, 小树呈随机分布。分析认为, 亮叶水青冈的种群结构和分布格局受到了多种因素的影响, 如群落生境、亮叶水青冈生物学特性以及自然干扰等。图 1 表 2 参 37

**关键词:** 森林生态学; 亮叶水青冈; 种群结构; 分布格局; 百山祖

**中图分类号:** S718.5      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-0756(2012)05-0647-08

## Population structure and distribution of *Fagus lucida* in the Baishanzu forest

CHEN Xiao-rong<sup>1</sup>, LI Le<sup>2</sup>, XIA Jia-tian<sup>1</sup>, YANG Xu<sup>3</sup>, WANG Wei<sup>4</sup>, DING Bing-yang<sup>2</sup>

(1. Management Office of Baishanzu, Fengyangshan-Baishanzu National Nature Reserve, Qingyuan 323800, Zhejiang, China; 2. College of Life and Environmental Science, Wenzhou University, Wenzhou 325035, Zhejiang, China; 3. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 4. College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, Zhejiang, China)

**Abstract:** To study the structure and population dynamics of *Fagus lucida*, as well as its distribution pattern, the study was carried out in a 5 hm<sup>2</sup> permanent plot established in the north slope of Baishanzu Nature Reserve, Zhejiang Province. Size structure and index of assembling intensity ( $K$ ) were analyzed. Results at four teen growth stages, based on diameter at bright height (DBH), showed that stages 1 and 2 comprised only 4% of all individuals, stages 4 to 9 made up 80%, and stages 10 to 13 accounts for 13%. Also,  $K$  for small trees (1.0 cm ≤ DBH < 7.5 cm) was 0.588, for seedlings (DBH < 1 cm) it was 0.029, for middle-sized trees (7.5 cm ≤ DBH < 22.5 cm) it was 0.143, and for large trees (DBH ≥ 22.5 cm) it was 0.169. Thus, *Fagus lucida* population structure was a spindle-type with the population declining due to lack of seedlings; whereas  $K$  revealed that spatial distribution was random for small trees but clumped for seedlings, middle-sized trees, and large trees, as a result decided mainly by interactions of biological and ecological properties like the inter-competition and density limitation, as well as environmental factors like drought and storm. [Ch, 1 fig. 2 tab. 37 ref.]

**Key words:** forest ecology; *Fagus lucida*; population structure; distribution pattern; Baishanzu

收稿日期: 2011-06-20; 修回日期: 2011-12-23

基金项目: 中国科学院专项基金资助项目(SW04103)

作者简介: 陈小荣, 从事生物多样性保护与研究。E-mail: qybszcxr@163.com

种群是构成群落的基本单位,也是理解植物群落结构组成与动态变化机制的关键<sup>[1-2]</sup>。种群年龄结构不仅反映不同种群大小和年龄个体的组配情况,也反映了种群数量动态及其发展趋势<sup>[3-5]</sup>。分布格局能在很大程度上反映该种群与生境的关系及其在群落中的作用和地位<sup>[6]</sup>。种群的空间分布格局因种而异,而且同一种在不同发育阶段、不同的生境条件也有明显的差别<sup>[7]</sup>。环境的异质性、自然以及人为的干扰、种内及种间的竞争、不同的生活史策略都将影响植物种群的空间格局分布<sup>[8-9]</sup>。韩路等<sup>[5]</sup>对不同生境胡杨 *Populus euphratica* 种群结构与格局的研究,发现河漫滩生境胡杨种群径级结构呈金字塔型,幼龄储备丰富,呈增长趋势;沙地生境种群结构呈纺锤型,幼苗严重不足,呈衰退趋势;而且不同生境下胡杨种群空间格局分别表现出集群分布与随机分布,分析得出胡杨在种群生长过程中,空间格局呈现由集群分布至随机分布的趋势,胡杨种群结构和空间格局受塔里木河洪水与其自身生物学特性的影响。袁建国等<sup>[10]</sup>对凤阳山自然保护区福建柏 *Fokienia hodginsii* 种群结构和分布格局的研究,提出对当前还保存着的、处于保护区外的小面积天然福建柏林或零星分布的大树给予保护,以维护好福建柏的遗传基因资源的建议。研究种群分布格局不仅对种群的水平结构进行定量描述,还揭示了格局的成因,种群及群落的动态变化等,同时为保护措施的制定提供科学依据<sup>[11]</sup>。亮叶水青冈 *Fagus lucida* 分布北至长江北部的神农架(31.5°N),南达南岭山脉的北部(24.0°N)<sup>[12]</sup>,是中国水青冈属植物中分布较广的树种。目前,国内外对亮叶水青冈的研究,主要集中在遗传多样性<sup>[13]</sup>、解剖学特征的生态格局及主导因子分析<sup>[14]</sup>、叶片和木材的解剖学特征及其生态因子的关系<sup>[15]</sup>等方面,关于自然群落中亮叶水青冈的种群结构和分布格局方面的研究,仅见朱守谦等<sup>[16]</sup>对贵州亮叶水青冈林年龄结构的分析。此外,洪必恭等<sup>[17]</sup>通过比较中国水青冈属主要树种在冰期前后和现代分布发现其分布区在日益缩小。因而通过对百山祖亮叶水青冈种群径级结构与空间分布格局的研究,可掌握该种群结构与空间格局的信息,阐明种群结构与格局的形成原因,掌握种群数量动态及发展趋势,为加强亮叶水青冈种群的保护提供科学依据。

## 1 研究地概况

百山祖保护区是浙江凤阳山-百山祖国家级自然保护区的重要组成部分,地处华东、华南2个植物区系的交汇地带,较靠近华东区系南缘,植物多样性高,特有珍稀物种多,也是全国17个生物多样性保护的关键区域——浙、闽、赣、皖交界山地的重要组成部分。保护区位于27°40′54″~27°50′13″N,119°3′53″~119°6′44″E。区内最高峰百山祖,海拔为1 856.7 m,为浙江第2高峰,海拔最低处在五岭坑保护站,为550 m。地貌类型为深切中山,以侵蚀地貌为主,山地坡度大多在30°以上。基岩为侏罗纪火成岩,海拔800 m以下为红壤,800 m以上以黄壤为主。中亚热带季风气候是该地区地带性气候,降水充沛,相对湿度大,水热同步,光温互补,由于海拔较高,平均气温较低。据百山祖保护站气象观测点(海拔1 100 m)的观测数据显示保护区年平均气温12.8℃,年降水量为2 341.8 mm,相对湿度84%,10℃以上年积温3 653.3℃,极端高温32.0℃,极端低温-13.0℃,无霜期187 d。百山祖低山地带的森林植被为典型常绿阔叶林,但由于受人类长期开发的影响,仅在北坡海拔1 300~1 700 m的范围内还保存着较大面积的中山常绿阔叶林,具有重要的保护和研究价值。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置和调查

2002-2003年,中国科学院植物研究所、浙江大学和凤阳山-百山祖国家级自然保护区管理处合作在百山祖北坡(约27°45′35″N,119°11′46″E,海拔1 400~1 600 m)建立1个5 hm<sup>2</sup>(250 m×200 m)固定样地,对百山祖地区生物多样性进行长期监测,该样地是“中国森林多样性长期监测网络”的一部分。整个样地建设的方法参照CTFS(Center for Tropical Forest Science)样地建设方案进行。样地在建设时被划分成2 000个5 m×5 m的小样方(均为水平投影面积),并于2003年完成第1次普查。调查样地中所有的乔木(包括死亡)和高度2.0 m(或胸径1.0 cm)以上的灌木(包括死亡),均挂上标牌,并记录种名、标牌号、胸径(实测)、树高(估测)、冠幅(估测),以及到最近2个顶点的水平距离(实测)。在样地建设的同时还测定了各个5 m×5 m的小样方的各个顶点的海拔高度,以计算样地微地形。

中国东部中亚热带低海拔常绿阔叶林中乔木层优势种通常是木荷 *Schima superba*, 甜槠 *Castanopsis*

eyrei, 苦槠 *C. sclerophylla*, 青冈 *Cyclobalanopsis glauca*, 红楠 *Machilus thunbergii*, 石栎 *Lithocarpus glabra*, 毛花连蕊茶 *Camellia fraterna* 等。该样地常绿阔叶林则以中山特征性物种短尾柯 *Lithocarpus brevicaudatus*, 多脉青冈 *Cyclobalanopsis multinervis*, 尖连蕊茶 *Camellia cuspidata* 替代了石栎 *L. glabra*, 青冈 *C. glauca*, 毛花连蕊茶 *C. fraterna* 等。5 hm<sup>2</sup> 固定样地上总共记录到植物物种 323 种(包括种下分类群), 隶属于 77 科 157 属, 其中种子植物 305 种, 蕨类 18 种。乔木及高度 2 m (或胸径 1.0 cm) 以上的灌木和藤本植物有 181 种, 这些物种决定了群落的外貌, 其中常绿阔叶物种 90 种, 落叶阔叶物种 64 种, 针叶物种 4 种, 藤本或藤状物种 23 种。群落种类丰富, 科属组成复杂。

本研究就是在百山祖 2003 年样地普查中记录的亮叶水青冈数据的基础上进行的。

## 2.2 种群大小级划分

采用大小级结构代替年龄结构, 分析种群动态。根据亮叶水青冈的生长特点, 亮叶水青冈的大小级的划分方法是<sup>[5,18]</sup>: 胸径 < 2.5 cm 的幼树幼苗按胸径、基径划分为 3 级: 胸径 < 1.0 cm, 基径 < 1.0 cm 为第 1 级; 胸径 < 1.0 cm, 基径 ≥ 1.0 cm 为第 2 级; 1.0 cm ≤ 胸径 < 2.5 cm 为第 3 级。胸径 ≥ 2.5 cm 的个体, 按胸径每增加 5 cm 为 1 级, 胸径 ≥ 52.5 cm 的为一级, 共 14 级。种群分布格局动态分析, 将亮叶水青冈种群按 4 级的划分标准进行处理: 幼树(胸径 < 1.0 cm) 包括第 1 级和第 2 级, 小树(1.0 cm ≤ 胸径 < 7.5 cm) 包括第 3 级和第 4 级, 中树(7.5 cm ≤ 胸径 < 22.5 cm) 包括第 5 级、第 6 级和第 7 级, 大树(胸径 ≥ 22.5 cm) 包括第 8 级、第 9 级、第 10 级、第 11 级、第 12 级、第 13 级和第 14 级; 进行种群分布格局动态分析。

## 2.3 种群分布格局的测定方法

前人提出了许多测定种群分布格局类型的数学模型, 其测定结果可能不尽相同, 但综合分析各模型测定结果一般可获得可靠结论。因此, 在 5 m × 5 m 尺度下, 对种群空间分布格局进行测定, 即用方差均值比率法、负二项参数  $K$ , 聚块性指数  $C$  和平均拥挤指数  $m^*$  等聚集强度指标测定种群个体空间分布格局<sup>[18-22]</sup>。

2.3.1 方差和均值比率( $C_x$ ) 计算方法为  $C_x = V/m$ 。其中:  $V$  为样本的个体数方差,  $m$  为样本在样方中个体数均值。 $C_x = 1$ , 随机分布;  $C_x < 1$ , 均匀分布;  $C_x > 1$ , 集群分布, 可用  $t$  值检验确定实测值和理论值的差异显著度:  $t = 0.5(C_x - 1)/[2/(N - 1)]$ 。其中:  $N$  为样方数, 在  $t = t_{0.05}$  时, 差异不显著;  $t < t_{0.05}$ , 则符合泊松分布, 否则为集群分布。

2.3.2 负二项式分布( $K$ ) 负二项式起源于公式  $p^k(1-q)^{-k}$  的展开式,  $K$  的近似值计算:  $K = m^2/(V - m)$ 。其中:  $V$  为样本方差,  $m$  为样本均值。生态含义:  $K > 0$  种群为集群分布, 且其值随着集群程度的增加而减少,  $K < 0$  为偏集群分布, 即随机分布。

2.3.3 Lloyd 的平均拥挤指数( $m^*$ )和聚块指数( $C$ ) 平均拥挤指数是指平均每个个体在同一单位中有多少其他个体, 平均拥挤指数( $m^*$ )的计算公式:  $m^* = \sum X_j^2 / \sum X_j - 1$ 。因为  $\sum X_j^2 / \sum X_j = (V + m^2)/m$ , 故  $m^* = m + V/m - 1$ 。聚块指数( $C$ )为平均拥挤指数与平均密度之比, 即:  $C = m^*/m$ 。 $C = 1$  为随机分布;  $C < 1$  为均匀分布;  $C > 1$  则为集群分布。

# 3 结果

## 3.1 亮叶水青冈的大小级结构

样地中共有亮叶水青冈 742 株, 按照前述方法划分为 14 个径级, 各径级的个体数和比例见表 1。由表 1 中可以看出: 亮叶水青冈第 1~3 级的幼树所占数量较少, 从第 1 级至第 2 级数量有所下降, 第 3 级至第 6 级数量逐步增多, 第 6 级后又逐渐减少(除第 14 级外), 不过递减的速率是越来越小。第 14 级数量较第 13 级多是由于集合了全部胸径 ≥ 52.5 cm 的个体, 如果这部分的亮叶水青冈仍按照 5 cm 为间隔, 也是逐步减少的。整个大小级—多度图呈正态分布, 即中间级的个体数量多, 较大、较小级都较少。

## 3.2 亮叶水青冈分布格局

表 2 和图 1 所示: 幼苗表现为明显的集群分布,  $K$  值较小集群程度较大, 种子集中落在母株周围, 生成的实生苗自然呈集群分布。研究表明<sup>[20]</sup>: 当个体平均密度极低或极高时,  $t$  检验的可靠性有所下降, 而  $K$  值检验则不受样方内个体密度的影响, 故本研究主要依据  $K$  值进行分布格局的判定, 所以小树为

表1 亮叶水青冈各径级分布情况

Table 1 Distribution of *Fagus lucida* at different stages

径级	径级范围/cm	个体数	比例/%	径级	径级范围/cm	个体数	比例/%
1	胸径<1.0, 且基径<1.0	20	2.7	9	27.5≤胸径<32.5	58	7.8
2	胸径<1.0, 且基径≥1.0	9	1.2	10	32.5≤胸径<37.5	46	6.1
3	1.0≤胸径<2.5	24	3.2	11	37.5≤胸径<42.5	21	2.8
4	2.5≤胸径<7.5	84	11.3	12	42.5≤胸径<47.5	10	1.4
5	7.5≤胸径<12.5	110	14.9	13	47.5≤胸径<52.5	5	0.7
6	12.5≤胸径<17.5	125	16.8	14	胸径≥52.5	14	1.9
7	17.5≤胸径<22.5	122	16.4	合计		742	100
8	22.5≤胸径<27.5	94	12.7				

随机分布, 中树和大树显示为集群分布。从  $K$  值看, 除小树外, 幼苗的集群程度最大, 大树的最小。从  $C$  值看, 除小树外,  $C$  值趋于减少, 种群呈扩散趋势。

表2 亮叶水青冈种群不同发育阶段的分布格局动态

Table 2 Dynamics of distribution patterns of *Fagus lucida* populations at different developmental stages

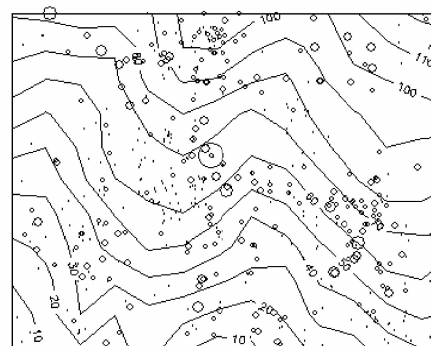
等级	方差均值	$t$ 值	结果	负二项式指数 $K$	结果	平均拥挤指数 $m^*$	聚块指数 $C$	结果
幼苗	1.519	259.400	集群	0.029	集群	0.534	35.604	集群
小树	0.158	-420.914	随机	-0.588	随机	-0.347	-0.702	均匀
中树	2.225	612.030	集群	0.143	集群	1.399	8.014	集群
大树	1.682	340.784	集群	0.169	集群	0.797	6.904	集群

## 4 讨论

### 4.1 亮叶水青冈大小结构

种群的年龄结构指不同年龄组的个体在种群内的分配情况, 它反映种群过去的更新机会和未来的演化趋势<sup>[24]</sup>。种群稳定的径级结构类似于稳定的年龄结构, 因此, 可以采用径级结构代替年龄结构来分析种群的结构和动态<sup>[25]</sup>。亮叶水青冈的幼苗(即立木级1级和2级)所占比例仅为4%。相关文献指出亮叶水青冈具有结实量大的特点<sup>[16,26]</sup>, 这说明亮叶水青冈种子的萌发受环境因素的影响较大, 一定程度上也反映了种群幼苗数量的不足, 使种群难以增长, 易使亮叶水青冈更新不良。第1级和第2级间的数量关系表明亮叶水青冈在幼苗生长的过程中, 有一道较强的环境筛, 个体很难通过而大量死亡, 环境筛的构件是多方面的, 可能是种内及种间竞争, 也可能是环境条件(地上小气候和土壤)的变化<sup>[27]</sup>。第4~9级处于峰值, 表明种群内成熟个体数量所占比例最大(80%), 种群处于成熟阶段, 第10~14级则属于衰退级别, 它们所占的比例并不大(13%)。亮叶水青冈具有适应性强、寿命长的特点<sup>[16,26]</sup>, 树龄至少可达500 a<sup>[16,28]</sup>且能较长时期地保持对环境变化的适应能力, 所以亮叶水青冈种群在一定时期内还不会消亡或被替代。从它的动态演化趋势看, 该种群已处于衰退的早期阶段, 所以亮叶水青冈的种群结构是属于衰退型的。

由于幼苗储备不足, 更新不良, 种群必将走向衰退, 甚至趋向灭亡。而幼苗的数量不足, 原因可以是多方面的。研究样地植物群落的优势种群是短尾柯 *Lithocarpus brevicaudatus*, 多脉青冈 *Cyclobalanop-*



圆形表示亮叶水青冈, 其直径表示个体的相对大小

图1 亮叶水青冈的空间散点图

Figure 1 Spatial distribution of *Fagus lucida*



*sis multinervis*, 木荷 *Schima superba*, 褐叶青冈 *C. stewardiana* 等乔木。乔木上层树冠不连续, 下层连续郁闭度较高<sup>[29]</sup>, 影响了群落的透光量, 从而影响了亮叶水青冈种子的萌发和幼苗的生长。这点与 Thiebaut 等<sup>[30]</sup>通过对母树年龄 100~150 a, 更新幼树年龄 18 年生的水青冈林调查发现, 弱光条件下, 水青冈幼苗和幼树少, 生长速度慢的结果是相符的。温远光等<sup>[26]</sup>对密林、疏林、林窗、灌丛和草坡等 5 种典型环境地段的亮叶水青冈幼苗进行调查发现, 只有在阳光充足的旷地和林缘更新良好, 而本研究所调查的样地环境为密林, 在此类生境林下光照不足, 枯枝落叶层较厚, 这也是导致幼苗更新受阻的又一重要原因。此外, 从表 2 中  $m^*$  值, 可以看出, 幼苗、小树、中树和大树的平均拥挤度都不是很高, 这与样地内亮叶水青冈的数量较少而其他物种数量较多有关。从资源争夺的角度讲, 这样的环境对亮叶水青冈的生长必然是不利的。

#### 4.2 亮叶水青冈种群空间格局

种群分布格局是种群在水平空间上配置状况或分布状况, 是种群生存状态的表现指标。从表 2 可知, 除小树为随机分布外, 亮叶水青冈幼苗、中树和大树均为集群分布, 由  $K$  值可看出, 总体上, 从幼苗到大树, 亮叶水青冈的集群程度是逐步降低的。这种分布格局与亮叶水青冈的生物学及生态学特性等都有一定的关系。亮叶水青冈主要依靠种子(其实为坚果)繁衍后代<sup>[16]</sup>, 种子粒大而重, 果实成熟脱落后一般都在母树周围, 因而萌发为集群分布, 这样能更好地改变微气候和小生境(如根系分泌物的影响, 或利于其生长发育的小气候), 其种群对不良环境比单独个体有较大的抗性, 有利于增加存活机会, 发挥群体效应来维持稳定和续存<sup>[31]</sup>。因此, 集群分布对亮叶水青冈幼苗的生长是有利的。但随着个体的生长, 亮叶水青冈个体对空间和营养的需要也不断增长, 个体间的竞争加剧, 造成种群数量减少, 所以在生长到小树期的过程中, 很大部分的幼苗在竞争中死亡, 尤其是集中在母树周围的幼苗因为密度较高, 所以竞争也更激烈造成死亡率较高。同时, 在成长到小树期的过程中, 为了满足随着个体增大对空间和资源的需要, 亮叶水青冈的集群程度下降, 在小树期呈现出随机分布, 从而使种群更合理地占有和利用资源, 维持其生存和发展。同时, 由于保护区受自然灾害的影响比较频繁, 其中主要是台风。这些自然灾害会给样地带来不同程度的干扰, 而样地内较多出现的因树木倒伏而造成的林窗也显示了自然灾害对样地的影响。干扰, 无论是小尺度干扰还是大尺度干扰, 对森林群落的常规更新都起着重要的作用<sup>[32]</sup>, 例如干扰造成的林窗会引起生境中的光照增加<sup>[33]</sup>, 同时也可以使林中的空气流通更容易从而让湿度趋于均匀<sup>[34-35]</sup>。对于亮叶水青种群来说, 样地内的干扰造成的林窗, 给小树的成长提供了更多的机会, 所以让亮叶水青冈在小树期呈现随机分布。

在幼树期, 种子的传播对幼树的分布影响比较大, 由于亮叶水青冈的种子传播距离离母树不远, 同时母树周围的微环境比较适应种子的萌发, 所以这种避难所效应会让亮叶水青冈在幼树期呈现集群分布; 如图 1 可见: 随机分布的小树在中树阶段多数开始集中在山脊上, 因为山脊的阳光比较充足, 而在百山祖的生境相关性研究中发现亮叶水青冈比较偏好山脊和陡坡生境<sup>[36]</sup>。同时近期的关于幼苗的密度制约的研究表明<sup>[37]</sup>, 在个体从幼树期成长到小树期, 同种个体间密度对个体的生长有制约效应, 所以在成长到小树期的过程中, 聚集在母树周围的幼树因为密度更大所以死亡率比远离母树的个体的死亡率高, 因此亮叶水青冈的种群在小树期会呈现随机分布。但是生长到中树期和大树期, 亮叶水青冈的个体对竞争和环境选择的压力的能力趋于成熟, 所以种群的分布不会发生较大的变化。根据生态位理论, 在亮叶水青冈偏好的生境中, 因为生态位合适, 所以中树和大树都会集群分布在合适的生境中。

综上所述可以得出如下结论: ①亮叶水青冈的种群结构呈衰退型, 其中的幼苗更新不良, 更新不良的原因主要是光照不足, 缺少林窗和林缘生境。②除小树呈随机分布外, 亮叶水青冈种群其他生长阶段分布格局均为集群分布, 且集群程度逐步降低。

#### 参考文献:

- [1] HOU Jihua, MI Xiangcheng, LIU Canyon, *et al.* Spatial patterns and associations in a *Quercus-Betula* forest in northern China[J]. *J Veg Sci*, 2004, **15**: 407 - 414.
- [2] 吴晓蕾, 郑豫, 马克平. 北京东灵山地区辽东栎、大叶白蜡和五角枫种群分布格局与动态[J]. *植物学报*, 2002, **44** (2): 212 - 223.

- WU Xiaopu, ZHENG Yu, MA Keping. Population distribution and dynamics of *Quercus liaotungensis*, *Fraxinus rhynchophylla* and *Acer mono* in Dongling Mountain, Beijing [J]. *Acta Bot Sin*, 2002, **44** (2): 212 – 223.
- [3] 李翠环, 余树全, 周国模. 亚热带常绿阔叶林植被恢复研究进展[J]. 浙江林学院学报, 2002, **19** (3): 325 – 329.  
LI Cuihuan, YU Shuquan, ZHOU Guomo. Review of researches in restoration of subtropical evergreen broad-leaved forests [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2002, **19** (3): 325 – 329.
- [4] 韩路, 王海珍, 周正立, 等. 塔里木河上、中游胡杨种群结构与统计分析[J]. 生态学报, 2007, **27** (4): 1315 – 1322.  
HAN Lu, WANG Haizhen, ZHOU Zhengli, et al. Population structure and demography of *Populus euphraticu* in upper and middle reaches of Tarim River [J]. *Acta Ecol Sin*, 2007, **27** (4): 1315 – 1322.
- [5] 韩路, 王海珍, 彭杰. 不同生境胡杨种群径级结构与格局动态研究[J]. 北京林业大学学报, 2010, **32** (1): 7 – 12.  
HAN Lu, WANG Haizhen, PENG Jie. Size-class structure and distribution pattern of *Populus euphratica* Oliv. in different habitats [J]. *J Beijing For Univ*, 2010, **32** (1): 7 – 12.
- [6] 郑元润. 不同方法在沙地云杉种群分布格局分析中的适用性研究[J]. 植物生态学报, 1997, **21** (5): 480 – 484.  
ZHENG Yuanrun. The applicability of various methods in analysis of *Picea mongolica* population spatial distribution pattern [J]. *Acta Phytoecol Sin*, 1997, **21** (5): 480 – 484.
- [7] 江洪. 云杉种群生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 7 – 139.
- [8] KENKEL N C, HENDRIE M L, BELLA I E. A long-term study of *Pinus banksiana* population dynamics [J]. *J Veg Sci*, 1997, **8**: 241 – 254.
- [9] ROZAS V. Regeneration patterns dendroecology and forest-use history in an old-growth beech-oak lowland forest in Northern Spain [J]. *For Ecol Manage*, 2003, **182**: 175 – 194.
- [10] 袁建国, 丁炳扬, 于明坚. 凤阳山自然保护区福建柏种群结构和分布格局研究[J]. 西部林业科学, 2005, **34** (3): 45 – 49.  
AI Jianguo, DING Bingyang, YU Mingjian. A study on structure and distribution pattern of *Fokienia hodginsii* population in Fengyang Mountain Nature Reserve [J]. *J West China For Sci*, 2005, **34** (3): 45 – 49.
- [11] 周纪伦, 郑师章, 杨持. 植物生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992: 75 – 123.
- [12] 雷耘, 刘胜祥, 汪正祥, 等. 中亚热带南部与北部的亮叶水青冈林的比较研究( I )种组成、结构及更新[J]. 华中师范大学学报: 自然科学版, 2005, **39** (2): 249 – 254.  
LEI Yun, LIU Shengxiang, WANG Zhengxiang, et al. Comparative studies on *Fagus lucida* forests between the south and the north of middle subtropical zones [J]. *J Cent China Norm Univ Nat Sci*, 2005, **39** (2): 249 – 254.
- [13] 李俊清. 亮叶水青冈 *Fagus lucida* 种群遗传多样性初步研究[J]. 生态学报, 1996, **16** (2): 128 – 134.  
LI Junqing. Preliminary study on allozyme diversity of two Chinese beech *Fagus lucida* population [J]. *Acta Ecol Sin*, 1996, **16** (2): 128 – 134.
- [14] 方精云, 费松林, 樊拥军, 等. 贵州梵净山亮叶水青冈解剖特征的生态格局及主导因子分析[J]. 植物学报, 2000, **42** (6): 636 – 642.  
FANG Jingyun, FEI Songlin, FAN Yongjun, et al. Ecological patterns in anatomic characters of leaves and woods of *Fagus lucida* and their climatic control in mountain Fanjingshan, Guizhou, China [J]. *Acta Bot Sin*, 2000, **42** (6): 636 – 642.
- [15] 费松林, 方精云, 樊拥军, 等. 贵州梵净山亮叶水青冈叶片和木材的解剖学特征及其与生态因子的关系[J]. 植物学报, 1999, **41** (9): 1002 – 1009.  
FEI Songlin, FANG Jingyun, FAN Yongjun, et al. Anatomical characteristics of leaves and woods of *Fagus lucida* and their relationship to ecological factors in Mountain Fanjingshan, Guizhou, China [J]. *Acta Bot Sin*, 1999, **41** (9): 1002 – 1009.
- [16] 朱守谦, 杨业勤. 贵州亮叶水青冈林的结构和动态[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1985, **9** (3): 183 – 191.  
ZHU Shouqian, YANG Yeqin. The structure and dynamics of *Fagus lucida* forests of Guizhou Province [J]. *Acta Phytoecol Geobot Sin*, 1985, **9** (3): 183 – 191.
- [17] 洪必恭, 安树青. 中国水青冈属植物地理分布初探[J]. 植物学报, 1993, **35** (3): 229 – 233.  
HONG Bigong, AN Shuqing. Preliminary studies on the geographic distribution of *Fagus* in China [J]. *Acta Bot Sin*, 1993, **35** (3): 229 – 233.

- [18] 胡小兵, 于明坚. 青冈常绿阔叶林中青冈种群结构与分布格局[J]. 浙江大学学报: 理学版, 2003, **30** (5): 574 - 579.  
HU Xiaobing, YU Mingjian. Size structure and distribution patterns of *Cyclobalanopsis glauca* population in evergreen broad-leaved forests [J]. *J Zhejiang Univ Sci Ed*, 2003, **30** (5): 574 - 579.
- [19] 范海兰, 洪伟, 吴承祯, 等. 福建大田栲树次生林优势种群结构与动态[J]. 植物资源与环境学报, 2004, **13** (3): 44 - 49.  
FAN Hailan, HONG Wei, WU Chengzhen, *et al.* Population structure and dynamics of dominant species in *Castanopsis* secondary forest in Datian County, Fujian Province [J]. *J Plant Resour Environ*, 2004, **13** (3): 44 - 49.
- [20] 韩路, 王海珍, 彭杰, 等. 塔里木河中游灰杨种群的径级结构与格局动态[J]. 干旱区资源与环境, 2009, **23** (11): 183 - 185.  
HAN Lu, WANG Haizhen, PENG Jie, *et al.* Spatial distribution pattern and diameter structure of *Populus pruinosa* Schrenk population in the middle reaches of Tarim river [J]. *J Arid Land Resour Environ*, 2009, **23** (11): 183 - 185.
- [21] 杨小林, 罗健, 鲍隆友. 濒危植物大花黄牡丹种群结构与分布格局[J]. 西南林学院学报, 2006, **26** (6): 6 - 9.  
YANG Xiaolin, LUO Jian, BAO Longyou. Study on population structure and spatial distribution pattern of the endangered species *Paeonia ludlowii* [J]. *J Southwest For Coll*, 2006, **26** (6): 6 - 9.
- [22] 刘足根, 朱教君, 袁小兰, 等. 辽东山区次生林主要树种种群结构和格局[J]. 北京林业大学学报, 2007, **29** (1): 12 - 18.  
LIU Zugen, ZHU Jiaojun, YUAN Xiaolan, *et al.* On the structure and patterns of major tree species populations of secondary forests in the montane regions of eastern Liaoning Province [J]. *J Beijing For Univ*, 2007, **29** (1): 12 - 18.
- [23] KERSHAW K A, LOONEY J H. *Quantitative and Dynamic Plant Ecology* [M]. 3ed. London: Edward Arnold, 1985: 50 - 127.
- [24] 张谧, 熊高明, 赵常明, 等. 神农架地区米心水青冈-曼青冈群落的结构与格局研究[J]. 植物生态学报, 2003, **27** (5): 603 - 609.  
ZHANG Mi, XIONG Gaoming, ZHAO Changming, *et al.* The structures and patterns of a *Fagus engleriana*-*Cyclobalanopsis oxyodon* community in Shennongjia Area, Hubei Province [J]. *Acta Phytoecol Sin*, 2003, **27** (5): 603 - 609.
- [25] 杨文斌, 杨龙. 贵州小红栲群落生态研究[J]. 贵州科学, 2004, **22** (4): 84 - 92.  
YANG Wenbin, YANG Long. The study on *Castanopsis carlesii* community in Guizhou Province [J]. *Guizhou Sci*, 2004, **22** (4): 84 - 92.
- [26] 温远光, 曹坤芳. 亮叶水青冈林天然更新的研究[J]. 林业科技通讯, 1993 (10): 7 - 8.  
WEN Yuanguang, CAO Kunfang. Dynamics of *Fagus lucida* community [J]. *For Sci Tech*, 1993 (10): 7 - 8.
- [27] 宋萍, 洪伟, 吴承祯, 等. 珍稀濒危植物桫欏种群结构与动态研究[J]. 应用生态学报, 2005, **16** (3): 413 - 418.  
SONG Ping, HONG Wei, WU Chengzhen, *et al.* Population structure and its dynamics of rare and endangered plant *Alsophila spinulosa* [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2005, **16** (3): 413 - 418.
- [28] 黄孔泽, 喻勋林, 曹铁如. 湖南城步金童山亮叶水青冈群落研究[J]. 湖南林业科技, 2007, **34** (2): 1 - 5.  
HUANG Kongze, YU Xunlin, CAO Tieru. Study on *Fagus lucida* community in Mt. Jintongshan of Chengbu County, Hunan Province [J]. *Hunan For Sci & Technol*, 2007, **34** (2): 1 - 5.
- [29] 徐敏, 骆争荣, 于明坚, 等. 百山祖北坡中山常绿阔叶林的物种组成及群落结构[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2007, **33** (4): 450 - 457.  
XU Min, LUO Zhengrong, YU Mingjian, *et al.* Floistic composition and community structure of mid-montane evergreen broad-leaved forest in north slope of Baishanzu mountain [J]. *J Zhejiang Univ Agric & Life Sci*, 2007, **33** (4): 450 - 457.
- [30] THIEBAUT B, COMPS B, RUCART M, *et al.* Développement des plants de hêtre (*Fagus sylvatica*) dans une régénération naturelle, équienne, age de 18 ans. [J]. *Ann Sci For*, 1992, **49**: 111 - 131.
- [31] 蔡年辉, 李根前, 束传林, 等. 云南松天然林区植物群落结构的时空动态研究[J]. 西北植物学报, 2006, **26** (10): 2119 - 2124.  
CAI Nianhui, LI Genqian, SU Chuanlin, *et al.* Spatial dynamics of plant community structures in natural *Pinus yunnanensis* forest region [J]. *Acta Bot Boreali-Occident Sin*, 2006, **26** (10): 2119 - 2124.

- [32] 王彬, 王辉, 杨君珑, 等. 子午岭次生油松林主要乔木树种的更新特点[J]. 浙江林学院学报, 2007, **24** (5): 559 – 563.  
WANG Bin, WANG Hui, YANG Junlong, *et al.* Regeneration characteristics for major tree species of a secondary *Pinus tabulaeformis* forest in the Ziwu Mountains [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2007, **24** (5): 559 – 563.
- [33] WHITMORE T C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees[J]. *Ecology*, 1989, **70** (3): 536 – 538.
- [34] CANHAM C D. Different responses to gaps among shade-tolerant tree species [J]. *Ecology*, 1989, **70** (3): 548 – 550.
- [35] 梁晓东, 叶万辉. 林窗研究综述[J]. 热带亚热带植物学报, 2001, **9** (4): 355 – 364.  
LIANG Xiaodong, YE Wanhui. Advances in study on forest gaps [J]. *J Trop Subtrop Bot*, 2001, **9** (4): 355 – 364.
- [36] 王伟, 骆争荣, 周荣飞, 等. 百山祖常绿阔叶林木本植物的生境相关性分析[J]. 生物多样性, 2011, **19** (2): 134 – 142.  
WANG Wei, LUO Zhengrong, ZHOU Rongfei, *et al.* Habitat associations of woody plant species in Baishanzu subtropical broad-leaved evergreen forest [J]. *Biodiversity Sci*, 2011, **19** (2): 134 – 142.
- [37] CHEN Lei, MI Xiangcheng, COMITA L S, *et al.* Community-level consequences of density dependence and habitat association in a subtropical broad-leaved forest [J]. *Ecol Letters*, 2010, **13**: 695 – 704.

~~~~~

## 中国农民发展研究中心成立

2012年6月3日, 浙江农林大学中国农民发展研究中心成立。该中心将结合自身优势, 围绕中国农民发展问题进行深入研究, 并将在理论研究、政策建议等方面助力农民自身发展, 努力建设成为国内有重要影响, 浙江“创业富民”先锋的理论应用研究基地, 为浙江省经济社会发展作贡献。

6月24日, 浙江农林大学中国农民发展研究中心学术委员会成立仪式暨第一次会议召开。中国农业大学教授、国务院农林经济管理学科评议组成员何秀荣教授, 原浙江省农业和农村办公室副主任顾益康教授, 人力资源和社会保障部农保司司长游钧, 中国科学院农业政策研究中心主任黄季焜研究员, 北京大学资源环境学院徐晋涛教授, 浙江大学中国农业和农村发展研究院院长黄祖辉教授, 浙江农林大学经济管理学院院长沈月琴教授等7人被聘为研究中心学术委员会委员。聘任仪式后, 中国农民发展研究中心学术委员会召开第一次会议。各位委员和与会专家就研究中心发展规划、预研课题的制定等议题进行了广泛而深入的探讨, 并达成了初步共识。