

湖山林场赤杨叶人工林的径级结构和空间分布格局研究

赖根伟¹, 吴初平², 邱伟清¹, 沈爱华², 袁位高², 胡双台¹, 焦洁洁²

(1. 湖山林场, 浙江 遂昌 323300; 2. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023)

摘要: 2016年8月, 采用固定样地调查的方法, 在遂昌湖山林场的赤杨叶 *Alniphyllum fortunei* 人工林中建立1个50 m × 50 m的监测样地, 并进行了乔木层调查。结果表明: (1) 共记录到乔木树种4种, 分别为赤杨叶、杉木 *Cunninghamia lanceolata*, 黄檀 *Dalbergia hupeana* 和青冈 *Cyclobalanopsis glauca*。(2) 从空间分布看, 该样地林分的混交程度较差, 林木分化不明显, 林分呈现均匀分布。(3) 通过分析环境因子对赤杨叶胸径生长的影响, 发现样地内只有土层厚度对赤杨叶的生长有显著影响 ($P < 0.01$)。为了促进遂昌湖山林场赤杨叶人工林的生长, 本文认为该林分需要及时密度调控, 并注意加强土壤管理。

关键词: 赤杨叶; 径级结构; 空间分布格局; 湖山林场

中图分类号: S758.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-3776(2019)01-0016-05

Diameter Class Structure and Spatial Distribution Pattern of *Alniphyllum fortunei* Plantation in Hushan Forest Farm

LAI Gen-wei¹, WU Chu-ping², QIU Wei-qing¹, SHEN Ai-hua², YUAN Wei-gao², HU Shuang-tai¹, JIAO Jie-jie²

(1. Suichang Hushan Forest Farm of Zhejiang, Suichang 323300, China; 2. Zhejiang Academy of Forestry, Hangzhou 310023, China)

Abstract: In August 2016, one permanent sample plot of 50 × 50 m was established at *Alniphyllum fortunei* plantation of Suichang Hushan Forest Farm, Zhejiang province. Complete enumeration was implemented at tree layer. The results showed that there were 4 tree species, such as *A. fortunei*, *Cunninghamia lanceolata*, *Dalbergia hupeana*, *Cyclobalanopsis glauca*. The stand was uniform distribution with low mixed degree. Analysis of environment factors demonstrated that soil layer thickness had evident effect on DBH growth of *A. fortunei*. The investigation concluded that density of the plantation should be decreased and soil management be strengthened.

Key words: *Alniphyllum fortunei*; diameter class structure; spatial distribution pattern; Hushan Forest Farm

赤杨叶 *Alniphyllum fortunei* 为我国南方的主要用材树种之一, 生长快, 干形直, 材质轻软, 切削容易, 胶粘性质好, 是胶合板和造纸的优良原料, 经常用于制作火柴杆、铅笔杆、包装箱等。天然的赤杨叶林一般是常绿阔叶林被砍伐后自然恢复起来的, 作为亚热带落叶阔叶林常见的一种类型, 主要见于东部中亚热带红壤和黄壤山地海拔1300 m以下山谷两侧山坡中、下部^[1]。同时, 在南方亚热带地区, 杉木林地多代连栽导致严重的地力衰退^[2], 赤杨叶是该地区的乡土树种, 落叶丰富且枯枝落叶极易腐烂分解, 对地力的改善具有显著的促进作用, 可以作为杉木林多代连栽后的替代树种^[3]。

收稿日期: 2018-10-12; 修回日期: 2018-12-21

基金项目: 浙江省省院合作重点项目(2016SY08)

作者简介: 赖根伟, 工程师, 从事森林培育工作; E-mail: 877259882@qq.com。通信作者: 吴初平, 副研究员, 博士, 从事森林生态与经营工作; E-mail: wcp1117@hotmail.com。

林分空间结构是指在同一森林群落内, 林木的分布位置规律及其属性在空间上的排列方式。林分空间结构的特殊作用决定了其在很大程度上影响着林分生长特性, 对林分的其它结构特征和功能的发挥均具有重要作用^[4]。因此分析林分空间结构及其树种组成, 有助于制定科学合理的森林经营措施^[5-6]。近年来对林分空间结构的研究倍受关注, 林分空间结构理论在森林群落结构研究中应用非常广泛^[7-14]。

目前, 国内外对赤杨叶的研究主要集中在赤杨叶天然林演替与群落特征^[15-20]、天然林空间分布格局^[21-23]、人工混交林培育^[24-26]等方面, 但对赤杨叶人工林的径级结构、空间分布格局及其与环境因子之间的关系的研究未见报道。本研究通过对浙江省遂昌县湖山林场赤杨叶人工林的径级结构和空间分布格局进行研究, 可以更好地了解其林分结构特征, 为赤杨叶人工造林及经营提供更多的科学依据。

1 研究地概况与研究方法

1.1 研究地区概况

湖山林场位于浙江省遂昌县西北部, 钱塘江水系源头, 乌溪江水库中、上游地区, 与衢州市交界。118°54'23" ~ 119°06'53" E, 28°24'27" ~ 28°38'53" N。林场所属山林集中分布于狭长型乌溪江水库两岸, 总面积 4 176.8 hm², 其中内陆水域面积及非林地 726.6 hm²。湖山林场属山地丘陵区, 坡度一般在 25° ~ 35°, 局部地段达 45°以上。林场境内最高处为白塘湾林区的金坑源头, 海拔 1 310 m, 最低处为乌溪江水库水位线, 海拔 230 m。湖山林场地处中亚热带季风气候区, 四季分明, 雨水充沛, 年平均气温 15.5 ~ 17.0℃, 年平均降水量 1 550 ~ 1 750 mm, 多集中于 4 ~ 6 月。亚热带地带性红壤分布区, 在垂直地带海拔 800 m 以上, 有少量的黄壤分布。

1.2 研究方法

研究地所在赤杨叶人工林位于湖山林场孟坑 I 林区 5 号小班, 面积 6.06 hm², 1980 年种植, 密度 3 000 株·hm⁻², 种植后无经营史。造林前是杉木砍伐迹地, 当地地带性树木主要为青冈 *Cyclobalanopsis glauca*, 苦槠 *Castanopsis sclerophylla* 等。2016 年 8 月, 在赤杨叶人工林进行全面踏查的基础上, 设置了 1 个 50 m × 50 m 的典型固定样地, 将样地划分为 25 个 10 m × 10 m 的小样方, 对每个样方进行乔木层 (胸径 ≥ 5 cm) 每木调查。对样地内乔木层进行编号, 记录各树种的种名、胸径、树高、冠幅、枝下高等测树因子, 以及每株树的位置坐标 (x , y)。利用 GPS 仪和罗盘仪记录样地的海拔、坡向、坡度、坡位, 并目测林分郁闭度。测量每个小样方土壤深度、凋落物厚度、凋落物盖度和岩石裸露度等生境因子。取 0 ~ 20 cm, >20 ~ 40 cm, >40 ~ 60 cm 的混合土 500 g, 取样重复 3 次, 共计 75 个土样, 测定 pH 值以及全氮、全磷和有机质等含量。

1.3 统计分析方法

利用样地调查的胸径数据, 在 Excel 中对样地林分进行径级结构分析。采用 R 3.1.0 软件, 对赤杨叶的胸径和环境因子进行多元线性回归分析, 找出影响赤杨叶生长的主要因素。

林分的空间结构参照参 4, 27, 采用混交度 (M)、大小比数 (U) 和角尺度 (W) 等参数。 M 为 0.00 (零度混交), 0.25 (弱度混交), 0.50 (中度混交), 0.75 (强度混交), 1.00 (极强度混交)。 U 为 1.00 (绝对劣势), 0.75 (劣势), 0.50 (中), 0.25 (亚优势), 0.00 (优势)。 W 为 0.00 (绝对均匀), 0.25 (均匀), 0.50 (随机), 0.75 (不均匀), 1.00 (集聚)。根据这 3 个参数, 使用 Winkelmass 林分空间结构分析软件进行计算分析。

2 结果与分析

2.1 物种组成

赤杨叶人工林乔木层的物种组成, 见表 1。由表 1 可知, 共记录到乔木层植物物种 4 种, 林分密度为 988 株·hm⁻², 平均胸径为 15.2 cm, 其中赤杨叶的密度为 712 株·hm⁻², 平均胸径为 16.2 cm, 占较大的优势 (重要值为 64.4%), 其次数量较多的是杉木, 密度为 240 株·hm⁻², 平均胸径为 12.9 cm。其余为黄檀的 24 株·hm⁻² 和青

冈的 12 株·hm⁻²，重要值分别占 1.6%和 1.4%。

表 1 赤杨叶人工林乔木层的物种组成
Table 1 Species composition of tree layer in *A. fortunei* plantation

树种	学名	密度/(株·hm ⁻²)	平均胸径/cm	重要值/%
赤杨叶		712	16.2	64.4
杉木	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	240	12.9	32.6
黄檀	<i>Dalbergia hupeana</i>	24	5.0	1.6
青冈	<i>Cyclobalanopsis glauca</i>	12	22.3	1.4
总计		988	15.2	100.0

2.2 径级结构

由图 1 可知，赤杨叶乔木层的胸径径级呈现倒偏正态型分布，其中 15 ~ 20 cm 径级个体数量最多。相反，其它树种主要集中在胸径 15 cm 以下。

2.3 空间格局分析

如图 2 所示，林分的平均混交度中等 ($\bar{M}=0.512$)，但林分内强度和极强度混交的频率只有 34%。林分的平均大小比数 (\bar{U}) 为 0.505，频率分布比较平均，林分处于中庸状态。 $W=0.5$ 等级的分布频率 (51%) 最大，0 和 1 的分布频率分别为 1%和 6%，0.75 和 1 的林木株数比例 (23%) 低于 0 和 0.25 的林木株数比例 (26%)，林分的平均角尺度 (\bar{W}) 为 0.478。

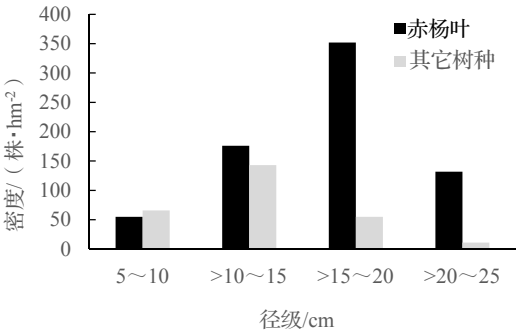


图 1 赤杨叶种群的径级分布

Figure 1 Diameter distribution of *A. fortunei* population

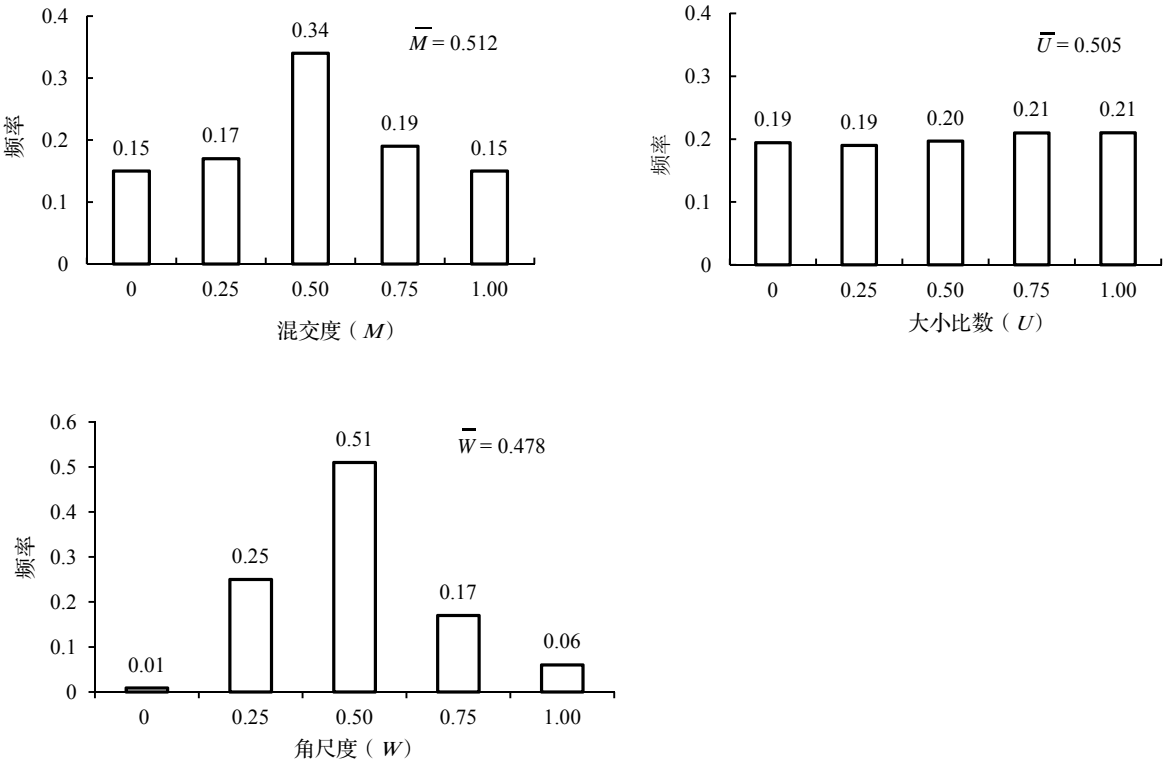


图 2 赤杨叶种群的空间分布格局

Figure 2 Spatial distribution patterns of *A. fortunei* population

2.4 环境因子对赤杨叶胸径生长的影响

环境因子对赤杨叶胸径生长的影响见表 2。由表 2 可知,环境因子中对赤杨叶的生长有极显著影响($P<0.01$)的因子只有土层厚度。

表 2 环境因子对赤杨叶胸径生长的线性回归分析
Table 2 Linear regression analysis of environment factors on DBH growth of *A. fortune*

项目	估计值	标准差	t 值	P 值
全磷/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	-45.345	50.577	-0.897	0.347 6
全氮/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	27.543	53.668	0.521	0.643 5
有机质/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	-6.865	49.765	-0.164	0.798 5
pH 值	19.177	50.124	0.396	0.698 4
土层厚度/cm	-130.657	48.565	-2.821	0.007 4**
凋落物厚度/cm	13.986	63.723	0.231	0.846 2
凋落物盖度/%	30.231	63.199	0.457	0.625 7
岩石裸露率/%	15.765	19.842	0.785	0.453 1

注: **表示为 1%极显著差异。

3 结论与讨论

遂昌县湖山林场赤杨叶人工林乔木层仅有 4 种树种,分别为赤杨叶、杉木、黄檀和青冈,赤杨叶占主要优势,重要值为 64.4%。林分的树种结构简单,除赤杨叶是人工种植外,杉木主要是原有杉木人工林采伐迹地的萌芽,黄檀和青冈很可能是当地的原有树种恢复而来。以上结果说明在该人工林形成过程中,赤杨叶具有较显著的相对优势度,成林后对光照条件的竞争具有绝对优势,形成主林层,偶见杉木进入主林层。

乔木层林分密度为 $988\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$,其中赤杨叶的密度为 $712\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$,平均胸径为 16.2 cm。李铁华等指出,湖南省永顺县杉木河国有林场年内约 35 年生的赤杨叶天然林,林分密度约 $900\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$,平均胸径约 30.0 cm,土层厚度在 60~80 cm 之间^[20]。与上述林分相比,遂昌湖山林场约 36 年生赤杨叶人工林林地乔木层的平均胸径相对较小,所有赤杨叶个体均未超过 25 cm。通过分析环境因子对赤杨叶胸径生长的影响发现,只有土层厚度显著影响赤杨叶胸径生长。该林地土壤厚度平均仅为 40 cm,与湖南省永顺县杉木河国有林场赤杨叶林分的土层厚度(60~80 cm)存在较大差距,也验证了土层厚度对赤杨叶胸径生长的影响。

人工林的格局最初由造林密度与配置格局等人为因素决定,但此后邻体竞争、生境条件等因素会产生相当大的作用^[28]。研究地该林分的平均混交度中等($\bar{M}=0.512$),但林分内强度和极强度混交的频率只有 34%,说明该样地林分的混交程度较差。林分的平均大小比数(\bar{U})为 0.505,频率分布比较平均,林分处于中庸状态,说明赤杨叶虽然在林分中占有优势,但林木分化较小。角尺度 $W=0.5$ 等级的分布频率(51%)最大,说明林分内一半的林木属于随机分布。 $W=0$ 和 $W=1$ 等级的分布频率分别为 1%和 6%,说明绝对均匀和聚集分布的个体都比较少。 $W=0.75$ 和 $W=1$ 的林木株数比例(23%)低于 $W=0$ 和 $W=0.25$ 的林木株数比例(26%),说明林内均匀分布单元多于不均匀分布结构单元。林分的平均角尺度(\bar{W})为 0.478,也显示为均匀分布^[4],而研究表明^[29]对人工林进行密度调控后,林分空间分布由最初的均匀部分逐步变为随机分布。

综上所述,为了促进遂昌湖山林场赤杨叶人工林的生长,需要及时进行密度调控,改善林分空间结构,并加强土壤管理。

参考文献:

[1] 易南斗. 梅花山自然保护区赤杨叶群落调查初报[J]. 闽西职业大学学报, 2001 (3): 72-73.
[2] 罗云建, 张小全. 杉木连栽地力退化和杉阔混交林的土壤改良作用[J]. 生态学报, 2007, 27 (2): 715-723.
[3] 高培军, 郑郁善, 王妍, 等. 杉木赤杨叶混交林土壤肥力性状研究[J]. 江西农业大学学报, 2003, 25 (4): 599-605.
[4] 胡艳波, 惠刚盈, 戚继忠, 等. 吉林蛟河天然红松阔叶林的空间结构分析[J]. 林业科学研究, 2003, 16 (5): 523-530.
[5] 张会儒, 汤孟平, 舒清志. 森林生态采伐的理论与实践[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006: 47-61.
[6] 叶芳, 彭世揆. 种群空间分布理论的发展历史及其现状[J]. 林业资源管理, 1997 (6): 55-58.

- [7] 安慧君, 惠刚盈, 郑小贤, 等. 不同发育阶段阔叶红松林空间结构的初步研究[J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 2005, 36(6): 714-718.
- [8] 贾秀红, 郑小贤. 长白山过伐林区云冷杉针阔混交林空间结构分析[J]. 华中农业大学学报, 2006, 25(4): 436-440.
- [9] 郑丽凤, 周新年, 江希钿, 等. 松阔混交林林分空间结构分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2006, 14(4): 275-280.
- [10] 黄丽霞, 袁位高, 江波, 等. 不同经营方式下杨梅林分空间结构比较[J]. 浙江林学院学报, 2009, 26(2): 209-214.
- [11] 李际平, 张宏伟, 李建军, 等. 不同潮带红树林空间结构比较研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30(1): 8-11.
- [12] 陈辉荣, 周新年, 蔡瑞添, 等. 天然林不同强度择伐后林分空间结构变化动态[J]. 植物科学学报, 2012, 30(3): 230-237.
- [13] 王群, 张金池, 田月亮, 等. 浙江凤阳山天然混交林林分空间结构分析[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(6): 875-882.
- [14] 李杰, 黄庆丰, 郑小贤. 叶山林场常绿阔叶混交林林分空间结构研究[J]. 林业资源管理, 2012, 6: 57-60.
- [15] 王献溥, 李俊清. 广西拟赤杨林分类和演替的研究[J]. 木本植物研究, 2000, 20(3): 332-350.
- [16] 蔡冰玲, 范海兰, 宋萍, 等. 梅花山自然保护区拟赤杨种群年龄结构与动态分析[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(4): 582-586.
- [17] 蔡冰玲, 魏鑫, 范海兰, 等. 梅花山拟赤杨次生林优势树种间竞争研究[J]. 西南林学院学报, 2009, 29(5): 16-18.
- [18] 蔡冰玲. 梅花山拟赤杨群落主要树种种群生态位研究[J]. 西南林学院学报, 2010, 30(5): 1-5.
- [19] 蔡冰玲, 范海兰, 洪伟, 等. 梅花山拟赤杨群落树种种群间联结关系的研究[J]. 江西农业大学学报, 2010, 32(3): 517-522.
- [20] 李铁华, 刘子斐, 陈天, 等. 拟赤杨林分的生长过程及天然更新研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(12): 7-11.
- [21] 蔡冰玲, 范海兰, 宋萍, 等. 梅花山自然保护区拟赤杨的空间分布格局[J]. 亚热带农业研究, 2007, 3(1): 44-47.
- [22] 蔡冰玲, 范海兰, 宋萍, 等. 福建梅花山国家级自然保护区拟赤杨种群分布格局的分形分析[J]. 应用与环境生物学报, 2007, 13(6): 759-762.
- [23] 赵娜, 郑小贤. 福建三明拟赤杨混交林的空间结构[J]. 东北林业大学学报, 2014, 42(1): 23-26.
- [24] 庄孟能, 叶章善, 马样庆. 杉木拟赤杨混交林林分结构和生产力[J]. 福建林学院学报, 1994, 14(4): 339-343.
- [25] 马祥庆, 庄孟能, 叶章善. 杉木拟赤杨混交林林分生产力及生态效应研究[J]. 植物生态学报, 1998, 22(2): 178-185.
- [26] 封磊, 洪伟, 吴承祯, 等. 杉木——拟赤杨人工混交林种内、种间竞争强度研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2004, 12(1): 46-50.
- [27] 惠刚盈, KLAUS V G, MATTHIAS A. 一个新的林分空间结构参数——大小比数[J]. 林业科学研究, 1999, 35(1): 1-6.
- [28] JAROSLAW W, PALUCH G. The spatial pattern of a natural European beech (*Fagus sylvatica* L.)-silver fir (*Abies alba* Mill.) forest: A patch-mosaic perspective[J]. For Ecol Manag, 2007, 253: 161-170.
- [29] 胡凌, 商侃侃, 张庆费. 密度调控对香樟人工林林木生长及空间部分的影响[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(2): 20-25.