

不同造林密度杉木林分 营养空间利用的差异*

林开敏 俞新妥 邱尔发 何智英 林思祖

(福建林学院, 南平 353001)

摘要 对5种造林密度的29年生杉木林分的全面调查结果表明: 随着林分密度增加, 冠长、冠幅、单株叶面积和叶面积指数呈递减趋势, 林下植被生活势减弱, 根幅和单株根量减少, 根深、粗根密度及总根系密度增大。细根以 $3750 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 为最大, 近似正态分布。

关键词 杉木; 造林密度; 生境; 生态效应

中图分类号 S791.270.5

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)是我国南方最主要的速生用材树种, 生长快, 产量高, 分布广, 栽培历史悠久。其材质好, 用途广, 为我国南方主要商品用材。近年来, 许多学者对杉木造林密度效应规律及合理的杉木密度管理进行了研究^[1,2,4,6,7]。纵观这些研究成果, 多数仅是针对中幼龄(10多年生)的生长或材性, 对成熟林及营养空间涉及较少。这样, 就不能全面地研究杉木的空间利用状况, 分析杉木生长环境因素。有鉴于此, 本文通过对不同造林密度的29年生杉木进行全面调查, 分析了不同造林密度杉木林分地上和地下营养空间利用差异, 为进一步制定合理的杉木造林密度以及杉木持续速生丰产提供科学的理论依据。

1 试验地自然概况

试验地设在福建林学院莘口教学林场, 位于三明市三元区西南部, 地处 $26^{\circ}08' \sim 26^{\circ}14' \text{N}$, $117^{\circ}25' \sim 117^{\circ}35' \text{E}$, 属于低山丘陵。该地气候温和湿润, 平均气温 19.5°C , 最高月平均气温为 29.1°C (7月), 最低月平均气温 6.1°C (1月), 极端最高气温 40.6°C , 极端最低气温 -5.5°C ; 全年日照时数1892h; 年平均降水量1700mm; 平均霜期65.6d, 偶有降雪, 平均相对湿度78%。土壤主要以红壤为主, 表层暗棕色, 肥力条件较好。地带性植被上层乔木主要以杉木、马尾松(*Pinus massoniana*)和壳斗科(Fagaceae)树种为主, 下木以槲木(*Loropetalum chinensis*)、黄瑞木(*Adinandra millettii*)、老鼠刺(*Itea chinensis*)和盐肤木(*Rhus chinensis*)为主。主要指示性地被物为狗脊(*Woodwardia japonica*)、观音莲座蕨(*Angiopteris fokiensis*)和五节芒(*Miscanthus floridulus*)等。

收稿日期: 1995-09-20; 修改稿收到日期: 1995-11-23

*“八五”国家科技攻关资助项目

2 试验设计与研究方法

2.1 试验设计

本试验采用完全随机区组设计,设有5种处理(包括1 875株·hm⁻²、2 805株·hm⁻²、3 750株·hm⁻²、4 500株·hm⁻²和6 000株·hm⁻²),3个重复(或区组),共15块标准地。每块标准地面积为667 m²。于1964年春按试验设计要求,选I~II级苗木进行整地造林(穴大60 cm×40 cm),并按常规方法进行抚育管理(每年抚育2~3次,连续3 a)。为了改善林地卫生状况,在不影响试验结果情况下,逐步砍伐并移去枯立木于林外利用。

2.2 研究方法

2.2.1 林分调查^[3] 每个处理(或小区)设置20 m×20 m标准地,进行每木检尺。

2.2.2 根系密度测定方法^[7,8] 在每个标准地内,挖取6个50 cm×60 cm×60 cm的整段土壤剖面(行间和株间各3个),把挖起的杉木根系收集称其鲜重,并随机抽取一定量的样品带回室内测定其含水率。土段尽量在几株平均木或接近平均木之间选取。

2.2.3 生物量测定方法* 根据林分全面调查结果,按照树高和胸径不超过5%的原则,各选取1~2株平均木。按照Monsi分割法,测定各区分段的干、枝和叶生物量(鲜)。枝和叶生物量测定采用枝叶比法,并随机抽取一定量样品带回室内测定含水率。采用壕沟全挖法分粗根(根径大于2 cm)、中根(1~2 cm)、细根(小于1 cm)和根桩,测定根幅和根深,并直接称重,测定其根系生物量,并取一定量的样品带回室内测定其含水率。

2.2.4 林下植被调查方法^[6] 在标准地内全面调查灌木、草本和幼树及幼苗的种类、多度、盖度、平均高度及其生活力。按梅花型设置1 m×1 m样方5个,采用全割法测定林下植被的生物量。

2.2.5 单株叶面积和叶面积指数测定方法* 用称纸法,即选取平均木不同区分段以及树冠的东、西、南、北向,各取一定量针叶在方格纸上画出并剪下称重,求出一定数量的针叶面积,从而推算标准木和林分的总叶面积及林分叶面积指数。

3 试验结果与分析

3.1 不同造林密度与地上营养空间利用关系

地上空间利用的指标包括枝下高、冠长、冠幅、单株叶面积指数和林下植被等方面。

3.1.1 不同造林密度对乔木层营养空间利用的影响 冠幅是林木生长的重要因子,也是林木利用地上空间的重要指标之一,并且与胸径的相关性最大。随着密度增大,冠幅越来越小(表1)。为了进一步检验密度对冠幅影响的差异性,对其进行方差分析,结果说明不同密度之间冠幅差异达到显著水平 $[F=4.97>F(4,8)=3.85]$ 。密度越小,单株所占的地上营养空间越大,越有利于林木获得充足的营养条件。

枝下高的产生主要是由于林木竞争而引起自然整枝形成的。密度越大,林木之间争夺营养空间越强烈,自然整枝也越强烈。所以,具有较高枝下高的林木,单株所占据的营养空间较小。

*许慕农主编. 林木研究方法. 山东省泰安地区林业科学研究所, 1983

冠长是树高与枝下高之差。由表 1 可知, 冠长是随着密度的增大呈减小趋势, 但 6 000 株·hm⁻² 和 4 500 株·hm⁻² 的冠长却比 3 750 株·hm⁻² 的大。这主要是由于 6 000 株·hm⁻² 和 4 500 株·hm⁻² 的样地后期被砍去较多濒死木和枯立木, 引起单位面积株数减少, 促进林木树冠生长, 而使树冠出现异常。

从表 1 还可知, 在一定密度范围内, 单株叶面积和叶面积指数随着密度的增大而减小。这说明林木个体光合面积越小, 生长势较弱。

3.1.2 不同造林密度对林下植被生长的影响 不同造林密度影响植被种类的分布和总盖度, 从而影响平均高及生活力等。从表 2 可以看出随着密度的增大, 植被总盖度及平均高都减小, 生活力也减弱。

表 1 不同密度地上空间利用指标

Table 1 The utilization indices of nutrient spaces on the ground in different density stands

密度/株 hm ⁻²	枝下高 /m	冠长/m	冠幅/m	单株叶面 积/m ²	叶面积 指数
1 875	11.10	6.54	3.01	32.31	6.058
2 805	11.03	5.22	2.79	25.05	5.261
3 750	11.12	3.78	2.54	18.40	4.416
4 500	13.10	4.04	2.49	17.14	3.428
6 000	13.12	4.36	2.38	17.06	3.925

表 2 不同密度林下植被总盖度、平均高和生活力

Table 2 The total cover degree, mean height and viability of undergrowth vegetation in different density stands

密 度 /株·hm ⁻²	总盖度/%		平均高/m		生活力
	阴 坡	阳 坡	阴 坡	阳 坡	
1 875	65	95	75	170	强
2 805	60	85	70	155	强
3 750	43	83	36	135	强
4 500	42	70	35	100	中
6 000	38	60	35	57	弱

产生这种现象主要是由于随着密度增大, 林分郁闭度增大, 林内透光度减小, 林内湿度增大, 林内气温降低, 并且由于密度大的林分林木之间竞争较激烈, 所耗养分水分较多。所以, 随着密度增大, 阴性种类增多, 阳性种类减少, 生活力也由强减弱。如 1 875 株·hm⁻² 样地, 阴坡以狗脊、箬竹(*Indocalamus tessellatus*)、毛蕨(*Cyclosorus*)和观音莲座蕨居多; 2 805 株·hm⁻² 样地以胃叶线蕨(*Colysis hemitome*)、狗脊和观音莲座蕨居多; 6 000 株·hm⁻² 的阴坡(以胃叶线蕨、狗脊和镰叶瘤足蕨(*Plagiogyria distinctissima*)居多, 阳坡以箬竹和团叶鳞始蕨(*Lindsaea orbiculata*)居多(表 3)。植被的总盖度也随着密度增大而变小。如在阴坡 1 875 株·hm⁻²、2 805 株·hm⁻²、3 750 株·hm⁻²、4 500 株·hm⁻² 和 6 000 株·hm⁻² 的总盖度分别为 65%、60%、43%、42% 和 38%。植被的平均高受到植物种类和环境的制约。随着密度增大, 平均高逐渐变小, 并且阳坡变化比阴坡明显(表 2~3)。

3.2 不同造林密度与地下营养空间利用的关系

造林密度不仅影响林木地上部分生长, 而且影响到地下部分的生长。地下部分根系也进行着水分和养分的竞争, 从而引起不同密度林分林木根系生长的差异(表 4)。

由表 4 可知, 不同造林密度对根系生长影响很大。在造林后几年, 由于林木根量和根幅较小, 密度对根系生长影响很小。随着林木生长, 垂直根系和水平根系迅速生长, 但前期水平根系比垂直根系生长快。这与杉木为浅根性树种有关。当水平根系生长到一定空间, 不同林木之间为了获得水分和养分, 出现地下部分(根系)的激烈竞争。从表 4 可以看出, 密度大的林分水平空间较小, 故根幅出现随密度增大而减小。由于林木生长需要一定的地下营养空

表3 不同密度林下植被种类

Table 3 The undergrowth vegetation species in different density stands

密度 /株·hm ⁻²	植 被 种 类	
	阴 坡	阳 坡
1 875	箬竹, 狗脊, 观音莲座蕨, 肾叶线蕨, 铁线蕨, 青冈栎, 芒萁, 悬钩子	肾叶线蕨, 观音莲座蕨, 箬竹, 镰叶瘤足蕨, 丝栎栲, 铁线蕨
2 805	狗脊, 肾叶线蕨, 观音莲座蕨, 黄瑞木, 团叶鳞始蕨, 金银花, 镰叶瘤足蕨	箬竹, 毛冬青, 狗脊
3 750	狗脊, 肾叶线蕨, 观音莲座蕨, 齿尖鳞毛蕨, 披针叶拔蕨, 铁线蕨	箬竹, 金毛狗脊, 拔蕨, 观音莲座蕨, 铁线蕨
4 500	肾叶线蕨, 镰叶瘤足蕨, 齿尖鳞毛蕨, 观音莲座蕨, 乌菝莓, 丝栎栲, 狗脊	箬竹, 狗脊, 悬钩子, 芒萁, 铁线蕨, 毛冬青, 三龙爪
6 000	肾叶线蕨, 狗脊, 观音莲座蕨, 镰叶瘤足蕨, 丝栎栲, 毛冬青, 乌韭	箬竹, 团叶鳞始蕨, 狗脊, 镰叶瘤足蕨, 毛冬青, 细圆藤, 齿尖鳞毛蕨

表4 不同密度地下营养空间利用指标

Table 4 The subterranean spaces utilization indices in different density stands

密度/株 hm ⁻²	根幅 /m	根深 /m	单株根量 /kg	根系密度/kg·m ⁻³	
				粗根(直 径2cm 以上)	细根 (2cm 以下)
1 875	4.60	0.95	47.86	0.122	0.692
2 805	4.20	1.20	42.54	0.441	0.844
3 750	3.25	1.28	36.62	0.366	1.080
4 500	2.35	1.35	28.36	0.879	1.053
6 000	2.05	1.45	34.30	1.935	0.651

间来吸收水分及养分以满足地下部分生长的需要,所以密度大的林木根系开始向土壤垂直方向伸展,摄取水分和养分供给地上部分生长,从而出现随密度的增大,垂直根系分布的深度越深,甚至出现根连生现象。这说明造林密度过大,严重阻碍了林分根系伸展。

从表4可知,不同密度林分根量不同。随着密度增大,单株根系量逐渐减少。但表中6 000株·hm⁻²的却比4 500株·hm⁻²的根量大。这可能是由于6 000株·hm⁻²的平均木周围林木由于枯死而被砍之故。根量的多少,

说明了地下部分供应水分和养分等给地上部分的能力大小。

另外,为了进一步研究地下空间利用程度,对不同密度的林分进行了根系密度调查。结果表明,造林密度越大,粗根(直径大于2 cm)的密度越大。但细根(直径小于2 cm)以3 750株·hm⁻²为最大,近似正态分布。这与根系密度测定布点均设在两株树中间,密度稀的林分株行距较大,密植林分根系竞争剧烈有关。

4 小结

- 随着密度的增加,冠长、冠幅、单株叶面积和叶面积指数呈递减趋势。经 F 检验表明,不同密度间冠幅达显著差异水平。
- 随密度的增加,林下植被总盖度及平均高都逐渐减小,生活力也减弱。
- 根幅和单株根量随密度增加而减少。根深、粗根密度及总根系密度随密度增加而增大,细根以3 750株·hm⁻²为最大,近似呈正态分布。
- 密度小的林分,单株林木占有较大的营养空间,具有较强的生长势,有利于大径材的培养。密度大的林分,竞争激烈,生长势弱,但有利于林分充分利用营养空间,适于中径材和

小径材的培养。

致谢 参加本文工作的还有何宗明、马祥庆、童胜连、郑燕明和张春能等。在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 俞新妥. 杉木. 福州, 福建科学技术出版社, 1982. 37~136
- 2 吴中伦主编. 杉木. 北京, 中国林业出版社, 1984. 161~365
- 3 北京林业大学主编. 测树学. 北京, 中国林业出版社, 1987. 1~192
- 4 吴增志. 合理的密度管理是提高林分生产力的重要途径. 世界林业研究, 1988, (2), 42~27
- 5 叶镜中, 姜志林, 周本琳, 等. 福建省洋口林场杉木林生物量的年变化动态. 南京林学院学报, 1984. 8(4), 1~9
- 6 阮瑞文, 窦永章. 杉木不同密度造林试验的研究. 林业科学, 1981, 17(4), 370~377
- 7 [前苏]M. И. 里宁著; 邢克温译. 不同造林密度根系的生长. 内蒙古林业科技, 1984, (3), 45~47
- 8 [德]W. 伯姆希著; 谭协译. 根系研究法. 北京, 科学出版社, 1985. 8~40

Lin Kaimin (Fujian Forestry College, Nanping 353001, PRC), Yu Xintuo, Qiu Erfa, He Zhiying, and Lin Sizu. **Nutrient Space Difference of Chinese Fir Stands with Different Densities.** *J Zhejiang For Coll*, 1996, 13(3): 243~247

Abstract: The overall research of five densities of 29-year-old Chinese fir stands shown that the crown length, crown range, individual leaf area and leaf area index decreased with the increase of stand densities. And root range and individual root quantity were in the same case. The increase of stand density weakened the undergrowth viability and increased root depth, root density and total root density. The stand has the most thin roots with density of 3750 per hectare. The distribution tends to be normal.

Key words: Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*); density of plantation; habit; ecological effect