

# 福建柏与木荷混交造林技术探讨

陈爱平

(福建省沙县官庄国有林场 福建 沙县 365500)

**摘要:**以福建柏、木荷纯林为对照,对福建柏木荷混交林的经营密度和混交比例进行试验分析。研究表明:福建柏木荷混交造林是一种较好的混交组合。从经营密度分析 10 a 生混交林中福建柏平均胸径生长量从大到小依次表现为  $B > A > C$ ,造林密度 2 500 株· $\text{hm}^{-2}$  有利于福建柏胸径生长;从平均树高生长量分析,混交林中福建柏从大到小依次顺序为  $A > B > C$ 。从混交比例分析福建柏的平均树高从大到小依次为  $B8M1 > B2M1 > B1M1 > B1M0$ ,无论是何种的混交比例,混交林中福建柏的平均树高、平均胸径均大于福建柏纯林。福建柏林分蓄积  $B8M1$  与  $B1M1$  比差异达到极显著, $B8M1$  与  $B2M1$ 、 $B1M0$  比达到显著差异水平, $B2M1$ 、 $B1M0$  与  $B1M1$ 、 $B0M1$  比达到显著差异水平。福建柏木荷混交对福建柏林分蓄积有积极作用,以  $B8M1$  为好。福建柏木荷混交 8:1 插花混交、2:1 带状混交是可以推广的福建柏木荷混交组合。

**关键词:** 福建柏; 木荷; 混交; 生长量

中图分类号: S718

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2013)03-0075-04

## A Study of Technology for Mixed Plantation of *Fokienia hodginsii* and *Schima supeaba*

CHEN Ai-ping

(National Forest Farm of Guanzhuang, Shaxian 365500, Fujian, China)

**Abstract:** In this paper, taking *Fokienia hodginsii* and *Schima supeaba* pure forests as a control, experimental analysis is made of the mixed density and ratio of *Fokienia hodginsii* and *Schima supeaba* mixed forest. The results have shown that mixed *Fokienia hodginsii* and *Schima supeaba* plantation is a better mixed combination. Analysis from the operating density  $B > A > C$ , afforestation density of 2 500 trees per hectare is favourable to *Fokienia hodginsii* DBH growth; in 10-year-old mixed forest from an average tree height growth analysis, *Fokienia hodginsii* displays a decreasing order of  $A > B > C$ . *Fokienia hodginsii* average height sequence from the mixed ratio analysis is  $B8M1 > B2M1 > B1M1 > B1M0$ . It is indicated that average tree height and average DBH of *Fokienia hodginsii* in mixed forest are greater than those in *Fokienia hodginsii* pure forest.

**Key words:** *Fokienia hodginsii*, *Schima supeaba*, Mixing, Growth

福建柏 [*Fokienia hodginsii* (Dunn) Henry et Thomas] 是柏科福建柏属的唯一一种,是我国第一批珍稀濒危二级保护植物。其木材纹理细致美观,材质良好,可与杉木媲美,为优良的用材树种<sup>[1]</sup>。福建柏耐瘠薄、具菌根菌,根系穿透力强,可在低立地类型林地种植,为杉木林采伐迹地更新的适宜树种,是新兴的,具发展前途的造林树种。为丰富福建柏

造林经营模式,构建福建柏混交造林格局,我们开展了福建柏木荷混交造林试验。木荷 (*Schima superba* Gardn. et Champ) 为山茶科木荷属乔木树种,是中亚热带常绿阔叶林主要建群种之一,生长迅速,性喜光,常与其他常绿阔叶树种混交成林,发育甚佳,且具上层<sup>[2]</sup>。木荷材质好,既是珍贵的用材树种,也是优良的防火树种,同时也是很好的景观树种。有

收稿日期: 2013-04-03

作者简介: 陈爱平(1977-),女,福建尤溪人,工程师,从事森林资源的营造及管护工作。

关福建柏木荷混交造林试验有少量报道<sup>[3-5]</sup>。但有关混交技术的深入研究未见报道。本试验进行了福建柏木荷混交林经营密度及混交比例对比试验。试图为营建福建柏木荷混交林提供林业生产实践经验,不断扩展福建柏这一珍稀树种的应用空间。

## 1 样地概况与研究方法

### 1.1 样地概况

试验地位于福建省沙县(26°6′~26°46′N,117°32′~118°6′E)西北部官庄国有林场。试验地设在本场石景山工区1林班9大班3小班,海拔400 m~680 m的低丘陵地,属中亚热带大陆性兼海洋性季风气候区,年平均气温19.2℃,年降水量1780 mm,空气相对湿度82%左右,霜期79 d~84 d,霜日18 d~24 d。土壤为发育于花岗岩的山地红壤,林地属较肥沃立地类型。试验地于前茬为杉木纯林,主要植被以丝茅、狗脊、山苍子、中华里白、五节芒为主。于2003年采伐,当年林地清杂,进行炼山,块状整地,穴规格为60 cm×60 cm×40 cm。2004年春用福建柏、木荷实生苗同时造林。常规管理。

### 1.2 研究方法

选择立地条件基本相似林地,分别进行福建柏木荷不同密度、不同混交比例试验。不同密度试验设3个密度级:4440株·hm<sup>-2</sup>、2500株·hm<sup>-2</sup>、1600株·hm<sup>-2</sup>,株行距分别为1.5 m×1.5 m、2 m×2 m和2.5 m×2.5 m均为福建柏木荷1:1带状混交,用A、B、C来表示。随机区组试验设计3重复。不同混交比例试验选择同一面坡,分别设置不同比例的福建柏、木荷混交林样地,不同比例混交林分别为1:1(福建柏:木荷,以下简称柏:荷)带状混交、2:1(柏:荷)带状混交、8:1(柏:荷)带状混交,以及福建柏、木荷纯林共5个水平,造林密度均为2 m×2 m,分别以B1M1、B2M1、B8M1、B1M0、B0M1代表。试验设计采用完全随机区组设计,样地面积20 m×30 m。重复3次,调查测定时间:2012年11月。采用公式(1)(2)分别计算福建柏、木荷立木材积。

$$V_{\text{柏}} = 0.00005685D^{1.62996}H^{0.261954} \quad (1)$$

$$V_{\text{荷}} = 0.00005276D^{1.882161}H^{1.009317} \quad (2)$$

2012年底进行胸径、树高等主要生长因子测定。以平均胸径、平均树高为准(误差控制在5%之内,代表木应为相邻木,可适当放宽),选择代表木测定冠幅、冠长、分枝状况等。

数据整理以及统计分析应用Excel软件和DPS数据处理分析软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同密度对林木生长的影响

在林分培育中林分密度是一个重要因子。通过合理密度管理来充分利用环境条件,确定适宜造林密度是提高人工林生产力的重要途径之一。林分密度不仅仅是一个数量指标,还包含着质量指标,是决定林分生产力高低的重要因子。表1是不同经营密度下福建柏、木荷的生长状况。从表1看出:10 a生福建柏木荷混交林中福建柏、木荷造林保存率在92%~96%之间,造林成活率都比较高。两树种混交早期,相互间尚未形成竞争机制,个体间的生长空间相对独立,没有排斥,但又存在彼此影响,各自形成的树冠为相邻的林木提供了上方或侧方庇荫条件,这为早期喜荫生活习性的福建柏或木荷都提供了更适宜的生长环境,造林成活率较高。密度对木荷成活率影响不明显,但相对于福建柏而言表现为经营密度愈大保存率愈高。这可能是因为木荷生长较快,遮挡、折射和反射了太阳光,为早期耐荫根系分布较浅的福建柏营造了更适宜的条件。混交木荷对福建柏造林成活率的影响在不同立地条件下表现尤为明显。表2是不同立地环境下福建柏纯林及其与木荷混交林造林成活率的调查结果。从表2看出在丘陵干燥的阳坡福建柏纯林成活率为82.7%,混交林中福建柏造林成活率为93.1%,相差10.4个

表1 不同经营密度下福建柏木荷混交林生长状况(10 a生)

Table 1 Growth condition for mixed plantation of *Fokienia hodginsii* and *Schima supeaba* by different operating density (10 years old)

处理	树种	造林密度 (株·hm <sup>-2</sup> )	现有株数 (株·hm <sup>-2</sup> )	造林保存率 (%)	平均胸径 (cm)	平均树高 (m)
A	福建柏	2220	2042	95.22	8.6	7.4
	木荷	2220	2110	95.0	8.0	9.6
B	福建柏	1250	1175	94.0	9.1	7.1
	木荷	1250	1200	96.0	8.6	9.0
C	福建柏	800	746	93.3	8.2	6.5
	木荷	800	766	95.8	8.8	7.8

表2 不同造林方式与不同立地环境下福建柏造林成活率

Table 2 Survival rate of *Fokienia hodginsii* by different afforestation methods in different site environments

地点	造林方式	生长环境	造林成活率(%)
1	混交	低山屏障,长坡中下部,坡度25°左右,地势隐蔽阴坡。	93.1
	纯林		82.7
2	混交	丘陵开阔,中下坡,暴露向阳,日照长,阳坡。	95.2
	纯林		90.7

百分点;而在低山具地形蔽荫阴坡的福建柏纯林造林成活率为 90.7%,混交林中的福建柏造林成活率为 95.2%,相差仅 4.5 个百分点。表明在不同地段混交对福建柏造林成活率的影响不尽相同,说明在林地干燥,光照充足的阳坡营造福建柏选择木荷与其混交是提高福建柏造林成活率的重要技术措施。

10 a 生混交林中福建柏平均胸径生长量从大到小依次表现为  $B > A > C$ ,表明造林密度  $2\ 500$  株  $\cdot$   $\text{hm}^{-2}$  有利于福建柏胸径生长。混交林中木荷平均胸径则随着经营密度的增大而减小,密度较小,胸径越大。从平均树高生长量分析,混交林中福建柏从大到小依次顺序为  $A > B > C$ ,即树高生长随着密度增大而增大,混交林中木荷平均树高生长也表现出同样规律。幼龄期无论是福建柏还是木荷冠幅和冠长在生长上都存在着互相制约。在幼树速生期冠生长迅速,使冠幅生长受到抑制,而这种抑制有利于树冠长度和主干高度的生长。在较高经营密度下树高生长较快。从促进树冠长度和主干高度的生长考虑,保留适当的经营密度是必要。因此,在生产中,适当提高初植密度,可以促进树冠长度和主干高度的生长,达到培养通直高干的目的。一般认为林木幼林树高生长随着经营密度的增大而增高,本试验结果与其结论相吻合。同时在较高密度下,林分能够较快郁闭,形成整合性生理功能,适当密植是可行的,而且有必要。但混交林郁闭后应该及时间伐,间伐株数控制在总株数 30% 左右,保证保留木有充分的生长空间,同时做好修枝工作。福建柏和木荷都有一定耐荫性,自然整枝差,枝下高低、冠长。树干下部的枝叶一方面消耗营养物质,另一方面分枝不及时处理,分枝粗大,留下疤结,影响干形并导致木材质量等级降低。陈乘贵认为:木荷树冠较长,树冠浓厚而致密,下部枝叶接受的光照强度和辐射量都有限,光合作用较低下,可能出现产生负增长效应的无效枝叶<sup>[6]</sup>。福建柏木荷混交林在初植密度较大的情况下,更需要进行合理间伐和适时修枝。修枝方法和技术措施有待于深入研究。

## 2.2 不同混交比例对林木生长的影响

### 2.2.1 不同混交比例对高径生长的影响

表 3 是不同混交比例福建柏木荷混交林生长状况。从表 3 可以看出:混交林中福建柏树高生长随着木荷混交比例增加而降低,胸径生长则随着木荷混交比例增加而增加;混交林中木荷树高生长随着福建柏混交比例增加而降低,胸径生长则随着福建柏混交比例增加而增加,表明彼此混交比例的增减对另一树种的胸径和树高影响不同,混交比例的多寡影响了彼此生长量的高低。这可能与福建柏和木

荷不同生长习性有关。木荷生长较快,处于林分上层,福建柏生长中等居于亚林层,形成复层格局,随着混交比例增加,种内竞争缓和,种间竞争加剧。与同密度纯林比,由于生长速度不同而出现位置差。10 a 生木荷平均高度 8.2 m ~ 9.5 m,福建柏平均高度 6.6 m ~ 7.3 m。木荷比福建柏高出 1.9 m ~ 2.9 m,形成了空间层次差,削弱了两树种间的种间竞争,这种林分结构可以提高光能利用率,有利于林分生产力的提高。

表 3 不同混交方式林分材积生长状况

Table. 3 Stand volume growth condition under different mixed manners

处理	树种	现有密度 (株 $\cdot$ $\text{hm}^{-2}$ )	平均胸径 (cm)	平均树高 (m)	单株材积 ( $\text{m}^3 \cdot$ 株 $^{-1}$ )	林分蓄积 ( $\text{m}^3 \cdot$ $\text{hm}^{-2}$ )
B1M1	福建柏	1180	9.2	6.6	0.0229	27.0255
	木荷	1185	8.1	9.5	0.0262	31.1008
B2M1	福建柏	1658	8.8	7.0	0.0229	38.0416
	木荷	837	8.5	9.3	0.0281	23.5425
B8M1	福建柏	2048	8.4	7.3	0.0224	45.9275
	木荷	274	9.0	9.2	0.0310	8.4891
B1M0	福建柏	2305	7.9	6.2	0.0165	38.0592
B0M1	木荷	2344	8.6	8.8	0.0237	55.6295

### 2.2.2 不同混交比例生长量分析

福建柏和木荷混交比例不同,混交林的生长量也不同(见表 3)。从表 3 可以看出在不同的混交比例中,福建柏的平均树高从大到小依次为  $B8M1 > B2M1 > B1M1 > B1M0$ ,无论哪种混交比例,混交林中福建柏的平均树高均大于福建柏纯林,表明混交有利于福建柏树高生长, $B8M1$ 、 $B2M1$ 、 $B1M1$  混交平均树高比  $B1M0$  分别提高了 17.7%、12.9% 和 6.5%。 $B8M1$  混交平均树高生长较好,似乎表明木荷混交比例对福建柏树高生长有影响,但混交比例较低,又不利于 10 a 生福建柏平均胸径生长。胸径与树高生长既相互协调,又彼此制约,存在着阶段性耦合。为了保证混交林生长效果,可以考虑通过适时的抚育间伐,调整树种组成比例,使得保留的林木有充分的营养空间,维持较好的生长效应。有关间伐效应我们将进一步试验分析。

从表 3 同样可以看出:无论哪种混交比例,混交林中福建柏的平均胸径均大于福建柏纯林, $B1M1$ 、 $B2M1$ 、 $B8M1$  与福建柏纯林相比分别提高了 16.5%、11.4% 和 6.3%。这与混交木荷后改变了林分结构,生长较快的木荷为福建柏起到了庇荫作用,有利于早期喜荫湿的福建柏的生长有关。在不同的混交比例中木荷混交比例越高,福建柏的平均胸径越大,但木荷混交比例越高木荷胸径生长越小,说明福建柏与木荷混交对福建柏胸径生长量影响有积极作用,但必须考虑适宜的混交比例。因为随着

林龄增加 B1M1 种间竞争大于 B8M1。

综合考虑不同混交比例对福建柏或木荷胸径和树高的影响,也考虑随着林龄增大,个体较大的树种影响的权重大于个体较小的树种,而福建柏可以通过间伐调控空间结构,我们认为混交比例以 B8M1,即福建柏与木荷 8:1 插花混交效果较好。

### 2.2.3 不同混交比例的福建柏林分蓄积量差异性分析

林分的单株材积生长取决于林木胸径、树高和形数等。其中胸径对材积影响最大。从表 3 中不同混交比例材积生长分析。福建柏平均单株材积混交林均比木荷低。在混交林中福建柏平均单株材积以 B1M1、B2M1 并列, B8M1 居后,但生长量差异小;木荷平均单株材积以 B8M1 最大, B2M1 混交次之。本试验以培育福建柏资源为主要目的。为此,对福建柏林分蓄积进行差异显著性分析。从林分蓄积量方差分析结果表明,不同混交比例处理间福建柏林分蓄积量生长达到极显著差异水平 [ $F = 11.026 > F_{0.01}(4, 8) = 7.01$ ], 多重比较结果表明, B8M1 与 B1M1 比差异达到极显著; B8M1 与 B2M1、B1M0 比达到显著差异水平, B2M1、B1M0 与 B1M1 B0M1 比达到显著差异水平,其他处理间均未达到显著差异水平。B1M1 与其他处理的差异是因为福建柏株数较少的缘故, B8M1 比 B1M0 福建柏株数少了 257 株  $\cdot \text{hm}^{-2}$ , 福建柏林分蓄积增加 20.67%, 说明福建柏木荷混交对福建柏林分蓄积有积极作用,但必须考虑适宜的混交比例,以 B8M1 为好。福建柏木荷混交 8:1(柏:荷) 插花混交、2:1(柏:荷) 带状混交是可以推广的福建柏木荷混交组合。

表 4 不同混交比例福建柏林分蓄积方差分析表

Table 4 Analysis of variance table for *Fokienia hodginsii* stock in different mixed ratio

变差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比	$f_{\alpha}$
区组	2	53.17	26.585	1.805	$F_{0.05}(3, 6) = 4.76$
处理	3	547.23	182.41	11.384**	$F_{0.01}(3, 6) = 9.78$
剩余	6	88.38	14.73		
总的	11				

表 5 不同密度生物量 Q 检验

Table 5 The biomass Q test of different density

代号	$X_i$	$X_i - X_1$	$X_i - X_2$	$X_i - X_3$
B8M1	$X_4 = 45.9275$	$18.9020^{**}$	$7.8859^*$	$7.8683^*$
B1M0	$X_3 = 38.0592$	$11.0337^*$	$0.0176$	
B2M1	$X_2 = 38.0416$	$11.0161^*$		
B1M1	$X_1 = 27.0255$			

注:  $q_{0.05}(4, 8) = 6.38$ ,  $D_{0.05} = 17.24$

## 3 总结与讨论

福建柏木荷混交造林是一种较好的混交组合。

两树种的生物学特性呈现出兼容性,两树种间生长速度不同所形成的位置差,所表现出来的混交林分的复层性,维系着混交林分相对的稳定性,保证了林分的丰产性。

选择适宜的造林密度是福建柏木荷混交的重要技术。研究结果表明:10 a 生混交林中福建柏平均胸径生长量从大到小依次表现为  $B > A > C$ , 造林密度  $2500 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$  有利于福建柏胸径生长;从平均树高生长量分析,混交林中福建柏从大到小依次顺序为  $A > B > C$ 。即树高生长随着密度增大而增大,在幼树速生期冠长生长迅速,使冠幅生长受到抑制,而这种抑制有利于树冠长度和主干高度的生长。在较高经营密度下树高生长较快。从促进树冠长度和主干高度的生长考虑,保留适当的经营密度是必要。

不同的混交比例对林木生长有着显著影响。研究结果表明:10 a 生木荷平均高度  $8.2 \text{ m} \sim 9.5 \text{ m}$ , 福建柏平均树高  $6.6 \text{ m} \sim 7.3 \text{ m}$ 。木荷比福建柏高出  $1.9 \text{ m} \sim 2.9 \text{ m}$ , 形成了空间层次,削弱了两树种间的种间竞争,这种林分结构可以提高光能利用率,有利于林分生产力的提高。

福建柏的平均树高从大到小依次为  $B8M1 > B2M1 > B1M1 > B1M0$ , 无论哪种混交比例,混交林中福建柏平均树高、平均胸径均大于福建柏纯林, B1M1、B2M1、B8M1 与福建柏纯林比分别提高了 16.5%、11.4% 和 6.3%。B8M1 与 B1M1 比差异达到极显著; B8M1 与 B2M1、B1M0 比达到显著差异水平, B2M1、B1M0 与 B1M1 B0M1 比达到显著差异水平,其他处理间均未达到显著差异水平。福建柏木荷混交对福建柏林分蓄积有积极作用,以 B8M1 为好。福建柏木荷混交 8:1(柏:荷) 插花混交、2:1(柏:荷) 带状混交是可以推广的福建柏木荷混交组合。

### 参考文献:

- [1] 邹高顺. 珍贵速生树种红椿与毛红椿引种栽培研究[J]. 福建林业学报, 1989, 19(3): 263~271.
- [2] 盛伟彤. 关于提高杉木生产力的几个问题[J]. 浙江林业科技, 1986(1): 9~15.
- [3] 俞新妥. 杉木林地力衰退问题的研究与对策[J]. 林业科技通讯, 1999(09): 1~2.
- [4] 俞新妥. 杉木连栽地土壤生物特性及土壤肥力的研究[J]. 福建林业学报, 2004, 24(1): 68~71.
- [5] 福建省林业勘察设计院. 森林调查用表[M]. 福州: 福建省林业勘察设计院, 1978.
- [6] 倪善庆. 等. 杉木泡桐混交效益研究初报[J]. 江苏林业科技, 1983(3): 3~8.