

任豆混交林营建技术

邓 恢

(福建省龙岩市林业科学研究所, 福建 龙岩 364000)

摘 要:利用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计对不同树种、不同混交比例、不同造林密度进行任豆混交林试验。结果表明:3 种因子对混交林蓄积量的影响大小表现为:树种>密度>比例;任豆×杉木混交林蓄积量与任豆×马尾松混交林、任豆×木荷混交林均存在极显著差异,任豆×马尾松混交林与任豆×毛竹混交林差异不显著;3 种任豆混交林的比例中最佳配置为 6:4。任豆×杉木不同混交模式生态评价分析表明,星状混交>行状混交>块状混交。

关键词:任豆;混交林;混交比例;混交树种;混交方式;造林密度

中图分类号:S725.2

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2013)01-0082-04

Technique of the Establishment of Mixed Plantations with *Zenia insignis*

DENG Hui

(Forestry Research Institute of Longyan City, Longyan, Fujian 364000, China)

Abstract: An orthogonal test design $L_9(3^4)$ was carried out on the establishment of mixed plantation with *Zenia insignis*, in which the variables included tree species, mixed ratio, and density. The results showed that the degrees of the impacts of three factors on the stock volume of mixed plantations were in the order of species>density>ratio. Most significant differences were observed in the stock volumes between the mixed plantations of *Z. insignis*+Chinese fir and other two mixed plantations, i. e., *Z. insignis*+*Pinus massoniana* and *Z. insignis*+bamboo, but there was no significant difference between the later two mixed plantations. The best mixed ratio of *Z. insignis* with other species was 6:4. The ecological evaluation of different mixed patterns on *Z. insignis*+Chinese fir presented the order of mixed by star-shaped> by row > by group.

Key words: *Zenia insignis*; mixed plantation; mix ratio; mixed species; mixed pattern; density

任豆树(*Zenia insignis*)系苏木科任豆树属,又称翅荚木、四料木、砍头树,是落叶乔木树种。任豆是我国特有的树种,属国家三级保护植物。主要分布于广西、广东、云南、贵州、湖南等省区,具有生长迅速、生物量高、适应性强、萌芽力强、根系发达、天然更新容易、轮伐期短、木材用途广等优良特性^[1-7]。随着纯林病虫害易发生、生物多样性小、生态系统脆弱等问题的出现,混交林越来越得到林业工作者的关注与研究,我国科技人员对马尾松、杉木、毛竹等树种进行了混交造林技术研究^[8-11]。我国对任豆的种子萌发、育

苗、纯林造林技术等做了一系列的研究,但对任豆的混交造林报道极少。因此,为了丰富我国用材林树种培育,特别是混交造林技术,采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计对不同树种、不同混交比例、不同造林密度进行任豆混交林试验,以期探讨任豆混交造林模式的可行性与可靠性,并对混交林进行生态评价。

1 试验地概况

试验地位于福建省龙岩市新罗大池镇,24°23'~26°02'N、115°51'~17°45'E,年平均气温 18.5~

收稿日期:2012-05-18 修回日期:2012-09-11

基金项目:福建省科技厅重点项目(2008N0058)。

作者简介:邓恢,男,副研究员,研究方向:森林培育。E-mail:LSK-2005@163.com

20.8℃,年平均降水量 1 723 ~2 019 mm,年日照时数 1 442 ~1 693 h,海拔 600~650 m,土壤为山地红壤,立地质量等级为Ⅱ~Ⅲ级。

2 材料与方 法

2.1 混交林试验设计^[10-16]

2007 年 3 月,根据任豆与不同树种(杉木、马尾松、毛竹)、不同混交比例(任豆:混交树种=4:6、5:5、6:4)、以 1 800、2 490、3 000 株·hm⁻²3 种造林密度进行混交试验,并在试验地进行任豆×杉木星状、行间、块状混交,以任豆纯林为对照营建任豆混交试验林,3 次重复(表 1)。

表 1 因子水平 $L_9(3^4)$ 正交试验设计

Table 1 Factors and levels of $L_9(3^4)$ orthogonal experiment design

| 因素 | 水平 | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 混交树种(A) | 杉木 | 马尾松 | 毛竹 |
| 混交比例(B) | 4:6 | 5:5 | 6:4 |
| 造林密度(C)/(株·hm ⁻²) | 1 800 | 2 490 | 3 000 |

2.2 调查

在试验林内设置标准地,面积 $S=25\text{ m}\times25\text{ m}$,3 个重复。2010 年,在标准地内全面实测任豆和混交树种的树高、胸径等测树因子。

3 结果与分 析

3.1 混交林生产力评价

不同混交林蓄积量方差分析和多重比较的结果表明,正交试验的 9 种混交林蓄积量存在显著差异,

表 3 混交林蓄积量方差分析

Table. 3 Variance analysis of mixed plantation volume

| 变异来源 | 平方和 | 自由度 | 均方 | F 值 | p 值 |
|---------|----------|-----|----------|-----------|---------|
| 混交树种(A) | 28.012 4 | 2 | 14.006 2 | 170.335 2 | 0.000 1 |
| 混交比例(B) | 4.205 2 | 2 | 2.102 6 | 25.570 6 | 0.000 1 |
| 造林密度(C) | 11.374 9 | 2 | 5.687 4 | 69.167 4 | 0.000 1 |
| 剩余 | 25.298 7 | 2 | 12.649 3 | | |
| 总和 | 70.494 3 | | | | |

表 4 混交树种 LSD 检验结果

Table 4 LSD test of different mixed species

| 树种 | 平均蓄积量 /($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$) | 5%显著水平 | 1%极显著水平 |
|-----|---|--------|---------|
| 杉木 | 8.17 | a | A |
| 马尾松 | 7.01 | b | B |
| 毛竹 | 7.09 | b | B |

3.3 混交林比例配置评价

从表 5 可以看出,3 种任豆混交林的比例中最佳配置为 6:4,其平均蓄积量明显优于 4:6 与 5:5,这两种比例对混交林蓄积量的差异不显著。

这是由于不同混交树种、不同比例、不同密度均会影响林分蓄积量(表 2)。极差分析结果表明,3 种因子对混交林蓄积量的影响大小顺序为:树种>密度>比例;3 种混交林的比例以 6:4 为佳。

表 2 不同处理对混交林蓄积量的影响

Table 2 Effect of mixed plantations by different treatments

| 处理 | A | B | C | 空列 | 蓄积量 /($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$) |
|-------|-------|-------|-------|----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 6.52eEF |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 9.97aA |
| 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 8.02cC |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 9.24bB |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 3 | 6.14eF |
| 6 | 3 | 2 | 1 | 2 | 7.58cdCD |
| 7 | 1 | 3 | 1 | 3 | 5.27fG |
| 8 | 2 | 3 | 2 | 2 | 7.16dDE |
| 9 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4.96fG |
| T_1 | 73.52 | 68.87 | 52.17 | | |
| T_2 | 63.08 | 69.81 | 61.67 | | |
| T_3 | 63.79 | 72.48 | 58.29 | | |
| R | 2.37 | 0.90 | 1.58 | | |

注:不同小写字母表示差异显著($p<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($p<0.01$)。

3.2 混交树种评价

不同混交树种平均蓄积量 LSD 检验结果(表 4)表明,任豆×杉木混交林蓄积量与任豆×马尾松混交林、任豆×毛竹混交林均存在极显著差异,任豆×马尾松混交林与任豆×毛竹混交林差异不显著。不同混交树种,因其树种特性影响林分材积。3 树种中杉木与任豆混交的林分蓄积量最高,这是由于杉木是速生树种,生长速度优于马尾松和毛竹。

表 5 混交比例 LSD 检验结果

Table. 5 LSD test of different mixed proportions

| 比例 | 平均蓄积量 /($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$) | 5%显著水平 | 1%极显著水平 |
|-----|---|--------|---------|
| 4:6 | 7.65 | b | B |
| 5:5 | 7.76 | b | B |
| 6:4 | 8.05 | a | A |

3.4 混交林密度评价

从混交林不同密度 LSD 检验结果(表 6)可以看出,任豆混交的最佳造林密度为 2 490 株·hm⁻²,而 1 800 株·hm⁻²与 3 000 株·hm⁻²这 2 种

密度对混交林蓄积量的影响不显著。不同造林密度的任豆树保存率有不同表现(表 7),从造林密度来看,随着任豆树造林密度的增大,其保存率有所提高,任豆树的平均保存率为 93. 80%,高于杉木的 92. 64%,表现出良好的适应性。

表 6 混交密度 LSD 检验结果

| Table 6 LSD test of different stocking of mixed plantation | | | |
|--|--|------------|-------------|
| 密度 /(株·hm ⁻²) | 平均蓄积量 (m ³ ·hm ⁻²) | 5% 显著水平 | 1% 极显著水平 |
| 2 250 | 5. 80 | b | B |
| 3 000 | 6. 85 | a | A |
| 3 750 | 6. 48 | b | B |

表 7 混交林保存率

| Table 7 preservation rate of mixed plantation | | | | | |
|---|-----------|----|-----------|--------|-----------|
| 处理 | 保存率 /% | 处理 | 保存率 /% | 处理 | 保存率 /% |
| 1 | 94. 34 | 4 | 94. 61 | 7 | 91. 57 |
| 2 | 92. 19 | 5 | 93. 28 | 8 | 94. 44 |
| 3 | 95. 29 | 6 | 95. 06 | 9 | 93. 39 |
| 混交林保存率平均值/% | | | | 93. 80 | |
| 杉木纯林(CK)保存率/% | | | | 92. 64 | |

3.5 任豆×杉木混交林不同混交方式评价

从混交林的配置模式可以得出任豆混交林的最佳树种为杉木,混交最佳比例为任豆树:杉木=6:4,造林最佳密度为 2 490 株·hm⁻²,为了进一步探索任豆×杉木混交林的配置模式,对其混交的方式进行对比试验(表 8)。任豆×杉木混交模式生态分析表明,星状混交>行状混交>块状混交;林下调落物分析表明,6 任豆树与 4 杉木的混交林凋落物量是杉木纯林的 5. 6 倍;混交林内小气候观察表明,混交林日平均气温比杉木纯林低 1. 5℃,相对湿度高 8%,混交林病虫害也得到有效抑制。

表 8 不同混交方式生态效益

| Table 8 Ecological benefits of different mixed pattern | | | | |
|--|-------------|------------|-------------|--------------------------------|
| 混交方式 | 生物多样性 指数 | 相对湿度 /% | 日平均气温 /℃ | 林下调落物 /(g·m ⁻²) |
| 星状混交 | 2. 5 | 89 | 16. 7 | 788. 3 |
| 行状混交 | 2. 4 | 87 | 17. 2 | 766. 4 |
| 块状混交 | 2. 2 | 82 | 17. 6 | 676. 4 |
| 平均 | 2. 4 | 86 | 17. 2 | 743. 7 |
| 杉木纯林 | 1. 7 | 78 | 15. 7 | 132. 8 |

4 结论与讨论

任豆混交的最佳造林密度为 2 490 株·hm⁻²,不同造林密度的任豆树保存率有不同表现,从造林密度来看,随着任豆树造林密度的增大,其保存率有所提高,任豆树的平均保存率为 93. 80%,高于杉木的 92. 64%,表现出良好的适应性。

混交林林中物种多样性高,物种多样性高低呈现出:星状混交林间物种>行状混交>块状混交;林下调落物分析表明,6 任豆树与 4 杉木的混交林凋落物量是杉木纯林的 5. 6 倍;混交林内小气候观察表明,混交林日平均气温比杉木纯林低 1. 5℃,相对湿度高 8%,比任豆树纯林低 1℃,相对湿度高 5%;混交林病虫害也得到有效抑制。

不同混交树种平均蓄积量 LSD 检验结果表明,任豆×杉木混交林蓄积量与任豆×马尾松混交林、任豆×毛竹混交林均存在极显著差异,任豆×马尾松混交林与任豆×毛竹混交林差异不显著。不同混交树种,因其树种特性影响林分材积。3 树种中杉木与任豆混交的林分蓄积量最高,生长速度优于马尾松和毛竹。

对混交林与纯林的生态评价分析,结果表明任豆×杉木混交林在生物多样性、林内湿度与温度等生态因子皆优于杉木纯林,这与李振问^[12]、卢善士^[13]、张任好^[14]、刘春华^[15]、董建辉^[16]、赵忠^[17]的研究结论类似。

参考文献:

[1] 覃勇荣,蒋光敏,岑忠用,等.喀斯特地区造林先锋树种任豆种子萌发特性研究[J]. 种子,2008,27(12):15-21.
QIN Y R,JIANG G M,CEN Z Y,et al. Research on the seed's germination characteristic of *Zenia insignis* as the vanguard tree for afforestation in Karst areas [J]. Seed,2008,27(12): 15-21. (in Chinese)
[2] 王青天. 任豆树引种育苗试验[J]. 林业实用技术,2003(1):27.
[3] 秦维俊,韦作柳. 任豆育苗与造林技术的探讨[J]. 广西林业科学,2001,30(2):95-96.
QING W J,WEI Z L. Discussion on the breeding and planting of *Zenia insignis*[J]. Guangxi Forestry Science,2001,30(2): 95-96. (in Chinese)
[4] 甘绍团. 任豆裸根苗的育苗与造林[J]. 广西林业,2001(6):21.
[5] 潘月芳,郝海坤,曹艳云,等. 任豆扦插育苗试验[J]. 林业科技开发,2006,20(6):65-66.
PAN Y F,HAO H K,CAO Y Y,et al. Cutting propagation of *Zenia insignis* [J]. China Forestry Science and Technology, 2006,20(6):65-66. (in Chinese)
[6] 彭玉华,何峰,覃文能,等. 任豆扦插育苗试验[J]. 广西林业科学,2006,35(2):95-96.
PENG Y H,HE F,TAN W N,et al. Cuttage seedling-raising trial of *Zenia insignis* Chun [J]. Guangxi Forestry Scifnce, 2006,35(2):95-96. (in Chinese)
[7] 陈晓芬. 任豆树硬枝扦插育苗技术研究[J]. 林业勘察设计, 2006(2):126-128.
[8] 韩锦春,李宏开. 马尾松混交林混交模式的多层次综合评判 [J]. 植物生态学报,2000,24 (4):498-501.
HAN J C,LI H K. The stuy of synthetical judgement in many sides on the mixed model of masson pine mixed forest[J]. Acta Phytocologica Sinica,2000,24 (4):498-501. (in Chinese)

[9]

黄金华. 马尾松木荷混交林采伐模式对土壤效应研究[J]. 防护林科技, 2004(2):7-9.
HUANG J H. Study on effect of cutting model of masson pine and schima superba mixed forest on soil fertility[J]. Protection Forest Science and Technology, 2004(2):7-9. (in Chinese)

[10]

董林水, 陈礼光, 郑郁善, 等. 木荷马尾松混交林生物量与生产力的研究[J]. 江西农业大学学报, 2001, 23(2):244-247.
DONG L S, CHEN L G, ZHENG Y S, *et al.* A study on the biomass and productivity of mixed plantations of *Schima superba* and *Pinus massoniana*sn[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2001, 23(2):244-247 (in Chinese)

[11]

郑郁善, 洪伟, 陈永芳, 等. 毛竹杉木混交林经营模式决策分析[J]. 福建林学院学报, 2000, 20(2):105-109.
ZHENG Y S, HONG W, CHEN Y F, *et al.* Decision analysis of management pattern for mixed forest of Chinese-fir and *Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*[J]. Journal of Fujian College of Forestry, 2000, 20(2):105-109. (in Chinese)

[12]

李振问, 李春林, 林长青. 杉木火力楠混交林的生态效益研究[J]. 福建林学院学报, 1992, 12(2):142-147.
LI Z W, LI C L, LIN C Q. Study on ecological benefit in mixed stand of Chinese fir and maelur [J]. Journal of Fujian College of Forestry, 1992, 12(2):142-147. (in Chinese)

[13]

卢善土. 杉木山杜英混交林林分生产力及生态效益的研究[J]. 福建林学院学报, 1998, 18(4):348-351.

LU S T. A study on productivity and ecological benefit in mixed stand of Chinese fir and *Sylvestrial elaeocarpus*[J]. Journal of Fujian College of Forestry, 1998, 18(4):348-351. (in Chinese)

[14]

张任好. 福建含笑-杉木混交林生长状况及生态效益[J]. 林业科学研究, 1999, 12(5):544-547.
ZHANG R H. Stand characteristics in mixed stand of michelia fujianensis and Chinese fir[J]. Forest Research, 1999, 12(5):544-547. (in Chinese)

[15]

刘春华. 杉木观光木混交林生长及生态效益分析[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(11):165-166, 79.

[16]

董建辉, 薛泉宏, 张建昌, 等. 黄土高原人工混交林土壤肥力及混交效应研究[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(3):31-3.
DONG J H, XIE Q H, ZHANG J C, *et al.* Soil fertility characteristis and mixed effect of plantation forests on loess plateau [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(3):31-3. (in Chinese)

[17]

赵忠, 薛德自, 苏印泉, 等. 油松侧柏混交林效益及种间关系的研究[J]. 西北林学院学报, 1994, 9(1):12-17.
ZHAO Z, XUE D Z, SU Y Q C, *et al.* Studies on the benefits and the relationship between tree species of mixed stands of *Pinus tabulaeformis* and *Platycladus orientali*[J]. Journal of Nothwest Forestry University, 1944, 9(1):12-17. (in Chinese)

(上接第 81 页)

[16]

万劲, 方升佐. 能源林的发展概述[J]. 现代农业科技, 2006(10):14-17.

[17]

BLISS L C. Caloric and lipid content in Alpine Tundra plants [J]. Ecology, 1962, 43(4):753-757.

[18]

范航清, 林鹏. 秋茄红树植物落叶分解的碎屑能量研究[J]. 植物学报, 1994, 36(4):305-311.
FAN H Q, LIN P. Studys on detritus energy during the decomposition of *Kandelia* Candel leaf litter[J] Acta Botanica Sinica, 1994, 36(4):305-311. (in Chinese)

[19]

杨清培, 李鸣光, 李仁伟. 广东黑石顶自然保护区马尾松群落演替过程中的材积和生物量动态[J]. 广西植物, 2001, 21(4):295-299.
YANG P Q, LI M G, LI R W. Studies on the dynamic succession of *Pinus masso-niana* community in Heishiding Natural Reserve[J]. Guihaia, 2001, 21(4):295-299. (in Chinese)

[20]

林瑞余, 谢锦升, 蔡丽平, 等. 木美红豆群落的能量现存量[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2002, 26(1):37-40.

LIN R Y, XIE J S, CAI L P, *et al.* Standing crop of energy in *Ormosia xylocarpa* community[J]. Journal of Nanjing Forestry Unversity: Natural Science Edition, 2002, 26(1):37-40. (in Chinese)

[21]

张清海, 叶功富, 林益明. 东南滨海沙地主要造林树种的生物量与能量[J]. 南京林业大学学报:自然科学版. 2007, 31(3), 143-146.
ZHANG Q H, YE G F, LIN Y M. Study on biomass and energy of main species plantation on the coast sandy in the South East of China[J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Science Edition, 2007, 31(3), 143-146. 9(in Chinese)

[22]

李高扬, 李建龙, 王艳, 等. 优良能源植物筛选及评价指标探讨[J]. 可再生能源, 2007, 25(6):84-89.
LI G Y, LI J L, WANG Y, *et al.* Study on the selection and evaluation on fine energy plants[J]. Renewable Energy Resources, 2007, 25(6):84-89. (in Chinese)