

文章编号: 1001-1498(1999)06-0577-04

# Nelder 试验: 大叶相思树冠生长、 多干特征与密度的关系\*

曾 杰, 郑海水, 翁启杰, 黄世能

(中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东广州 510520)

摘要: 运用 Nelder 密度试验设计方法, 研究了大叶相思林分的树冠生长以及多干现象与密度的关系。结果表明: 1年生时各种密度林分均未郁闭, 3年生、5年生、7年生时郁闭林分的单株面积上限分别为 $3.15 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 、 $6.20 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 、 $7.00 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 。5年生以后, 树冠趋于稳定, 1~3年生时树冠生长最大的单株面积为 $5.64 \sim 6.88 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ , 5~7年生时树冠最大的单株面积为 $15.50 \sim 18.68 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 。林分平均树干数与密度则呈现幂函数关系, 林分单株面积小于 $1 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 时, 多干木比例在10%以下; 林分密度超过 $12.53 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 以后, 多干木比例为100%。

关键词: Nelder 密度试验; 初始密度; 年龄; 树冠竞争; 多干特征

中图分类号: S753.3

文献标识码: A

"Nelder 试验: 大叶相思(*Acacia auriculaeformis* A. Cunn.) 生长与密度、年龄的相关研究"一文指出<sup>[1]</sup>, 在林分生长过程中, 大叶相思的胸径、树高与单株面积的对数均呈现开口向下的抛物线关系, 表明不同年龄阶段林木生长均存在一个最适的中等单株面积; 随着林龄的增长, 抛物线渐趋平缓, 反映了不同密度林分产量最终一致的趋势。该文分析了产生这一现象的原因是由于林分生长过程中出现自然稀疏的缘故, 其实这只是针对较大密度林分而言的; 而对于较小密度林分, 林木为了适应环境, 从基部分叉, 产生多干现象, 扩大营养空间, 促进林分郁闭, 从而加速林木生长, 亦在某种程度上反应了不同密度林分最终产量趋于一致。本文在此基础上, 进一步研究大叶相思林分郁闭和树冠竞争, 揭示林分密度与多干现象之间的关系, 完善大叶相思的密度效应规律, 为大叶相思的定向培育以及合理经营提供理论依据。

## 1 试验地概况

试验地位于广东省花都市梯面镇民安村(23°14' N, 113°28' E), 属南亚热带季风气候区。年平均气温为21.7℃, 全年有7个月平均温度在20℃以上, 极端温度分别为38.1℃和-1℃。年降水量为1676 mm, 降水分布不均匀, 主要集中在6、7、8月份, 3~9月份为雨季, 11~1月份为旱季。年平均相对湿度为79%。

该地属低丘陵地, 海拔高约50 m, 坡度为5°左右。土壤为由花岗岩发育而成的赤红壤, 土层

收稿日期: 1998-06-24

基金项目: 加拿大国际发展研究中心(IDRC)资助项目(3-P-85-0251)“薪炭林经营技术及其效益研究”(1986~1996年)的部分内容。

\* 广东省林业厅何克军参加了前期工作, 本所杨曾奖参加了部分调查, 特致谢。

第一作者简介: 曾杰(1969-), 男, 湖南邵东人, 助理研究员。

较薄,厚度约为40 cm,土壤中含有大量的石粒和砂粒,保水、肥性能较差,而且容易板结,水土流失严重。土壤有机质含量为0.33%,全N为0.017%,速效P为 $0.058 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效K为 $0.35 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效N为 $1.76 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,pH值为4.7。

植被以桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.)、岗松(*Baeckea frutescens* Linn.)和画眉草(*Eragrostis elongata* (Willd) Jacq.)等为主,植被盖度约60%~70%。

## 2 研究方法

具体试验设计方案参见有关文献<sup>[1-3]</sup>,试验林的营造、抚育管理以及常规生长观测亦详见参考文献[1]。

7年生时调查每木的多干特征。针对大叶相思基部易分叉这一特点,除了主干,调查时将满足如下条件的分叉亦定义为树干<sup>[4]</sup>:沿主干30 cm高度以下分出来,其基部直径至少为接点处主干直径的一半。每木计数树干数,并逐个圆圈统计多干林木株数及平均树干数。

## 3 结果与分析

### 3.1 林分树冠生长

林分胸径和树高生长规律与林分的冠幅生长是紧密联系的。为了衡量林冠郁闭程度,以单株面积根据以下公式推算林分郁闭时的理论冠幅,并将各密度林分平均树冠的实际值和理论值均绘制成平滑曲线,林分树冠竞争状况便一目了然。

$$C_r = 100 \times \sqrt{4A/\pi} \quad (1)$$

其中 $C_r$ 表示冠幅/cm, $A$ 表示单株面积/ $(\text{m}^2 \cdot \text{株}^{-1})$ 。

从图1可以看出,1至3年生时冠幅生长亦存在一个最适密度,为 $5.64 \sim 6.88 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 。5年生以后,林冠生长减缓,其最大树冠出现在 $15.30 \sim 18.68 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 密度的林分中。1年生时各种密度林分均尚未郁闭,没有出现树冠竞争。3年生时单株面积小于 $3.15 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 的林分郁闭,在较大密度情况下出现自然稀疏。5年生时单株面积小于 $6.20 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 的林分郁闭,7年生时单株面积小于 $7.00 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ 时林分出现郁闭。7年生时由于较大密度林分自然稀疏严重,随着密度的减小,保留木的树冠生长随之减小,降至一定值以后又随着密度的减小而递增。一般来说,在较大密度情况下,树冠生长受密度影响较强烈,而在较小密度的各林分中,树冠随密度而变化的趋势较为平缓(见图1)。

### 3.2 林木多干现象

许多树种均具有多干特征,在经营薪炭林时可以不加以考虑。然而对于用材林或材薪兼用林的经营,必须注意这种多干现象,因为多干现象不利于采伐、造材和运输,也影响木材的质量和材性。通过研究表明,运用合理密植措施可以减少或

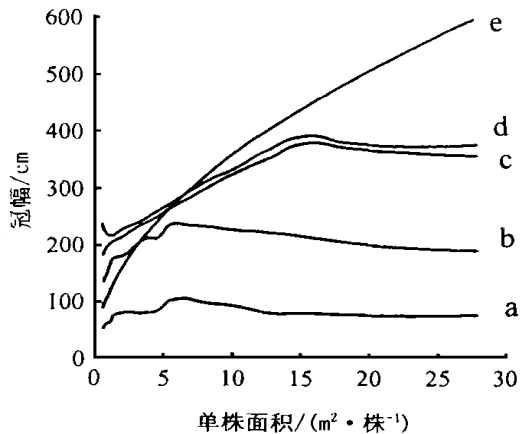


图1 树冠生长与林分密度间的关系

(图中a、b、c、d分别表示1、3、5、7年生时冠幅与密度的关系,由实测数据绘制而成;e表示林分郁闭的理论曲线)

消除大叶相思的多干现象。大叶相思的树干数与密度间呈现幂函数关系, 模型拟合如下:

$$N_s = 1.3897A^{0.2484} \quad (R = 0.9231) \quad (2)$$

其中  $N_s$  表示林分平均树干数,  $A$  表示单株面积/ $(\text{m}^2 \cdot \text{株}^{-1})$ 。单株面积小于  $1 \text{ m}^2$  时, 其林分平均树干数较小, 一般为单干林木, 多干木所占的比例在 10% 以下。以后随着密度的减小, 即单株面积增加, 树干数急剧增加。单株面积为  $1.39 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$  时, 林分的多干木接近 40%, 平均树干数为 1.5。在较大密度情况下, 树干数随着密度的增加逐渐趋于稳定。林分密度超过  $12.53 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$  以后, 多干木株数比例为 100%, 即林木全部为多干木。林分密度为  $12.53 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ , 其平均树干数为 2.6; 密度为  $22.81 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$  时, 其平均树干数为 3 (见图 2)。大叶相思这种随着密度减小, 多干木比例以及树干数增加的规律是与其对环境或立地的适应性相关联的。

在较小密度时, 通过增加树干数以及多干木, 扩大其树冠范围, 加速林分郁闭, 增强种群对环境的适应性, 促进林木生长。而在较大密度情况下, 种群内部竞争激烈, 林木主要是向上方拓展其营养空间, 林木在生长过程中保持顶端优势, 抑制其侧芽生长, 即使在生长初期由于林分郁闭度较小而产生侧枝, 在林分郁闭后因得不到充足的阳光, 生长较弱或被自然整枝。因此, 在培育大叶相思用材林时, 必须适当密植, 采用  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 、 $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$  株行距, 可减少多干木。

## 4 结 论

(1) 大叶相思林分的树冠生长与单株面积的关系亦十分紧密, 在不同的年龄阶段存在冠幅最大的适宜密度, 这种适宜密度随着林龄的增长而递增。1年生时各种密度林分均未郁闭, 3~7年生时郁闭林分的单株面积上限由  $3.15 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$  逐渐增至  $7.00 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$ , 5年生以后树冠生长趋于稳定。

(2) 大叶相思具有多干现象, 通过合理密植措施可以减少多干木。单株面积小于  $1 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$  的林分, 多干木比例在 10% 以下。随着单株面积的增加, 多干木以及平均树干数逐渐增加, 不过增长渐趋缓慢。单株面积超过  $12.53 \text{ m}^2 \cdot \text{株}^{-1}$  以后, 多干木比例达到 100%。经营大叶相思用材林时, 可采用  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 、 $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$  株行距, 尽量减少多干木和树干数。

(3) 在较大密度林分中, 大叶相思种群通过稀疏进行密度调节; 而在较小密度林分中, 林木通过多干现象扩展树冠, 促进林分郁闭。揭示单株生物量与密度的关系, 能够综合考虑这两个方面的因素, 有待进一步研究。

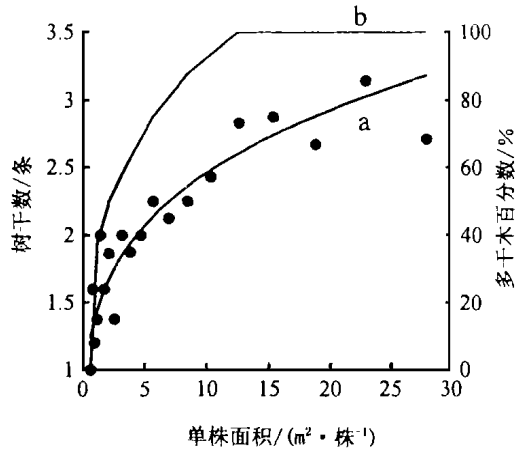


图2 多干特征与密度间的关系

(图中 a 表示平均树干数与密度的关系; b 表示多干木比例与林分密度的关系; 散点表示对应各林分密度的实测平均树干数)

## 参考文献:

- [1] 郑海水, 曾杰, 翁启杰, 等. Nelder 试验: 大叶相思生长与密度、年龄的相关研究[J]. 林业科学研究. 1996, 9(2): 158 ~ 164.
- [2] Nelder J A. New kinds of systematic designs for spacing experiments [J]. *Biom etrics*, 1962, 18: 283 ~ 307.
- [3] Raitanen W E, Barkley B A, Evers R W. Growth, density and time: New Forests in Eastern Ontario —— Hybrid Poplar [M], Ministry of Natural Resources, Ontario, 1983, 37 ~ 62.
- [4] MacDicken K G, Wolf G V, Briscoe C B. Standard research methods for multipurpose trees and shrubs [R]. A research study co-sponsored by the International Council for Research in Agroforestry (ICRAF) and the Winrock International Institute for Agricultural Development. 1991, 33 ~ 45.

## Nelder Trial: Effect of Density on Crown Growth and Multi-stem Emergence of *Acacia auriculiformis* Forests

ZENG Jie, ZHENG Hai-shui, WENG Qi-jie, HUANG Shi-neng

(The Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China)

**Abstract:** By Nelder spacing trial, the density effect of *Acacia auriculiformis* forests is discussed. It is shown that all forests with different densities are not closed when one year old. The smallest densities of closed forests are respectively 3.15, 6.20 and 7.00 m<sup>2</sup> per tree corresponding to 3, 5 and 7 years old. After 5 years old, crown growth tends to stabilize. The largest crown growth emerges in the forests with 5.64 ~ 6.88 m<sup>2</sup> per tree occurring in 1 ~ 3 years old, while 15.50 ~ 18.68 m<sup>2</sup> per tree occurring in 5 ~ 7 years old. Mean stem numbers of forests are relative to area per tree in power function. When areas per tree of forests are less than 1.0 m<sup>2</sup>, their multi-stemmed tree percentages are under 10 percent. While it was 100 percent when forest densities were more than 12.53 m<sup>2</sup> per tree.

**Key words:** Nelder spacing trial; initial density; age; crown competition; multi-stem