

尾叶桉人工林生物量和生产力的研究

温远光¹, 梁宏温¹, 招礼军¹, 周敏毅¹, 何斌¹, 王凌晖¹
韦善华², 郑白², 刘德杰², 唐再生²

(1. 广西大学林学院, 广西南宁 530001; 2. 广西国有东门林场, 广西扶绥 532100)

摘要: 按径级标准木法测定了尾叶桉 (*Eucalyptus urophylla*) 器官生物量, 建立了林木器官干重 (w) 与胸径和树高 (D²H) 关系的相对生长方程, 进而计算出尾叶桉林分的生物量和生产力。结果表明: 东门林场 10 年生尾叶桉人工林平均生物量为 144.85 t hm⁻², 各器官生物量的大小序列为: 干材 (71.69%) > 根 (14.21%) > 皮 (7.99%) > 枝 (4.71%) > 叶 (1.40%); 尾叶桉林分的平均生产力为 15.98 t hm⁻²a⁻¹; 由于生物量的径级效应, 使林分生物量的径级分布与株数的径级分布出现显著的差异。

关键词: 尾叶桉; 生物量; 生产力; 广西

中图分类号: S718.556

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2000)02-0123-05

BIOMASS PRODUCTION AND PRODUCTIVITY OF *EUCALYPTUS UROPHYLLA*

WEN Yuan-guang¹, LIANG Hong-wen¹, ZHAO Li-jun¹, ZHOU Min-yi¹, HE Bin¹,
WANG Ling-hui¹, WEI Shan-hua², ZHENG Bai², LIU De-ji², TANG Zai-sheng²

(1. Forestry College, Guangxi University, Nanning 530001, China;

2. Dongmen State Forest Farm of Guangxi, Fusui 532100, China)

Abstract: An investigation of stand biomass and productivity was undertaken of *Eucalyptus urophylla* planted at spacing of 2 m × 3 m in 1990 on Dongmen State Forest Farm, Guangxi Province, China. Stands in 27 plots with 20 m × 24 m each were measured, and 9 individual sampling stands from each diameter class were chosen. Regression equations for predicting biomass production were developed using functional dependence of biomass in different plant components on D²H. Mean biomass production of 10-year-old single tree and total stands were 83.86 kg and 144.85 t hm⁻², respectively. Biomass distribution of all stands in different plant components was in order of stem (71.69%) > root (14.21%) > bark (7.99%) > branch (4.71%) > leaf (1.40%). Mean productivity of *E. urophylla* stands was 15.98 t hm⁻²a⁻¹. Resulting from diameter class effect of biomass production, there was significant difference between biomass distribution and individual number in diameter

收稿日期: 1999-09-17

基金项目: 国家教育部和广西区教育厅资助项目

广西林学院林本 95 级罗正华等 11 位同学参加野外调查, 在此一并致谢。

classes.

Key words: *Eucalyptus urophylla*; Biomass; Productivity; Guangxi Province

据最新分类, 桉属约有 900 多种^[1], 绝大多数产于澳大利亚及邻近岛屿, 极少数种产于巴布亚新几内亚、印度尼西亚和菲律宾。桉树特别是良种桉的优良无性系, 干形好, 生长快, 产量高, 用途广。全球已有上百个国家或地区引种桉树, 桉树人工林面积超过 $1.344 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 成为世界 3 大造林树种之一。中国引种桉树始于 1890 年, 80 年代后发展迅猛, 全国桉树人工林面积已达 $1.40 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 居世界第 2 位^[1]。随着桉树种植规模的扩大、轮伐期的缩短和连栽次数的增加, 出现了地力衰退、林分产量下降的倾向。因此, 如何维持桉树人工林的长期、稳定发展, 已成为国内外关注的焦点。要从理论和实践上真正解决人工林的长期生产力问题, 生物量研究是必不可少的基础性工作。

1 研究区的自然条件及林分概况

1.1 自然条件

东门林场位于广西扶绥县东门镇, $22^{\circ}17' - 22^{\circ}30' \text{ N}$, $107^{\circ}14' - 108^{\circ} \text{ E}$ 。东门一带低丘台地交错分布, 地势低平, 一般海拔在 200 m 以下。年平均气温 $21.2 - 22.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最高气温 $39.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最低气温 $-1.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 全年 $\geq 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的活动积温 $7190 - 7762 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 全年无霜期 345-360 d; 东门位于十万大山的雨影区, 雨量偏少, 年降雨量 1100-1300 mm, 分配不均, 主要集中在 6-8 月, 其降雨量已占全年降雨量的 51.03%; 蒸发量 1600 mm, 一年中除 6、7、8 三个月的降水量大于蒸发量外, 其余月份均小于蒸发量; 年日照时数 1634-1719 h, 太阳辐射量 $439.635 - 452.196 \text{ kJ cm}^{-2}\text{a}^{-1}$, 是广西太阳辐射的高值区之一。土壤为第四纪红土母质, 砂泥岩和铁质砂泥岩发育而成的砖红壤性红壤, 质地粘重, 紧实, 透水透气性较差, 土壤中含铁质结核和半风化的母岩碎块较多, pH 值 4.0-5.6 之间。

1.2 林分概况

研究林分为 1990 年营造的尾叶桉 (*Eucalyptus urophylla*) 实生林, 株行距 $2 \text{ m} \times 3 \text{ m}$, 机耕全垦整地, 深 30-40 cm。林分郁闭度 0.5-0.6, 林木分化较大, 胸径分布范围 4.6-23.0 cm, 其中 10、12、14 径阶的株数所占比率最多, 分别占 18.8%、17.7% 和 17.7%, 树高为 9.9-29.0 m。林下植被分布不均, 有些地段覆盖率达 50%-60%, 而有的几无盖度。种类主要有三叉苦 (*Evodia lepta*)、毛黄肉楠 (*Actinodaphne pilosa*)、潺槁树 (*Litsea glutinosa*)、柳叶箬 (*Isachne globosa*) 等。林地枯落物保存完好, 平均厚度达 3-4 cm。盖度为 95%-100%。土层深厚, 土壤 pH 4.58, 有机质平均含量为 0.86%, 土壤贫瘠偏酸。

2 研究方法

2.1 样地设计与样木生物量测定

试验区地形平缓, 坡度 $< 8^{\circ}$, 坡长约 150 m, 按从上到下分三个重复, 每个重复设置 9 个小区, 共 27 个小区, 每个小区面积为 $20 \text{ m} \times 24 \text{ m}$ 。对各小区的立木每木检尺。根据林木径级分布, 按 2 cm 为一径级选取径级平均木, 共选 9 株样木。

将样木伐倒, 地上部分采用分层切割法, 根系采用全挖法测定各器官的鲜重^[2-4], 同时采集各器官样品, 在 85 °C 恒温下烘至恒重, 计算各器官的含水率和干重。

2.2 相对生长方程的建立

根据 8 种数学模型^[5], 利用林木各器官生物量与胸径树高 (D^2H) 之间的函数关系, 建立了器官生物量 (W) 与测树因子 (D^2H) 的相对生长方程 (表 1)。

表 1 东门林场尾叶桉生物量回归方程

Table 1 Regression equation of biomass for *Eucalyptus urophylla*

| 器官 Components | 回归方程 Regression equation | R | F |
|------------------|------------------------------------------|--------|----------------------|
| 干材 Stem | $W_s = 0.02407389 (D^2H)^{0.9768058}$ | 0.9972 | 1221.92 ^② |
| 干皮 Bark | $W_b = 0.0063525 (D^2H)^{0.8738162}$ | 0.9902 | 350.68 ^② |
| 树枝 Branch | $W_{br} = 0.00492556 (D^2H)^{0.8449044}$ | 0.8973 | 28.94 ^① |
| 树叶 Leaf | $W_l = 0.00070876 (D^2H)^{0.935545}$ | 0.9334 | 172.58 ^② |
| 树根 Root | $W_r = 0.00347983 (D^2H)^{1.013413}$ | 0.9944 | 627.71 ^② |

① $p \leq 0.01$; ② $p \leq 0.001$

2.3 林分生物量和生产力计算

将样地林木各径阶的平均胸径和树高代入表 1 各生物量方程, 算出径阶平均木的器官生物量, 再乘以该径阶株数得径阶器官生物量, 将各器官生物量累加, 得到各径阶及林分生物量^[4]。

采用年平均净生产量作为生产力的估测指标^[6]。计算公式如下:

$$NPP = W/a$$

式中: NPP 为年平均净生产量, W 为林分或器官生物量, a 为林分或器官年龄。文中树干、树皮和根系年龄取 10 年 (即林分年龄), 树枝取枝下高的年龄, 平均为 5 年, 树叶年龄取 2 年。由于缺乏凋落物数据, 计算的生产力数值有所偏小。

3 结果与分析

3.1 林分生物量

个体生物量及分配 研究结果显示, 东门 10 年生尾叶桉林分平均单株生物量为 83.86 kg。各器官生物量分配序列及百分数为: 干材 (60.55 kg, 72.20%) > 根 (11.74 kg, 14.00%) > 皮 (7.00 kg, 8.35%) > 枝 (3.56 kg, 4.25%) > 叶 (1.01 kg, 1.20%)。尾叶桉这种高的干材率和低的枝叶率, 与杉木较低的干材率 (53%–56%) 和较高的枝叶率 (枝占总生物量的 7.8%–13.4% 和叶占 4.4%–9.4%) 形成鲜明的对照^[7]。

林分生物量及其变化 东门 10 年生尾叶桉林分生物量平均值为 144.85 t hm⁻², 各器官生物量及分配序列为: 干材 (103.85 t hm⁻², 71.69%) > 树根 (20.58 t hm⁻², 14.21%) > 干皮 (11.57 t hm⁻², 7.99%) > 树枝 (6.82 t hm⁻², 4.71%) > 树叶 (2.03 t hm⁻², 1.40%)。在 27 个样地中林分生物量的变异系数为 10.11%。

林木生物量的垂直空间分布 根据 2 m 区分段切割法测定显示, 尾叶桉干材和干皮生物量主要分布在树高的 1/2 以下, 其生物量分别占林木生物量的 70%–78% 和 62%–74%, 而 1/2 以上部分分别只占 22%–30% 和 26%–38%; 树枝和树叶则相反, 它们的生物量主要集中在树高的 2/3–1/4 处以上部分, 占枝叶生物量的 80%–98%。这说明尽管林分比较稀疏 (密度为 1318 株 hm^2), 枝叶生物量的分布还是明显上移, 这是强阳性树种林木生物量空间分布的一个显著特征。

林分株数和生物量在不同径级上的分布 尾叶桉生物量随径级的分布曲线与株数的分布曲线都表现为近似的正态分布, 然而在数值上则明显有别 (图 1)。在 12 径级以下, 株数分布曲线高于生物量分布曲线, 而在 14 径级以上, 生物量分布曲线又高于株数分布曲线, 两者大致在林分平均木的位置上相交。林分生物量集中分布在 14–18 径级的林木上 (占 58.12%), 而株数的分布则以 8–14 径级为主 (占 69.53%)。大径级林木对林分生物量的贡献率远大于小径级林木的贡献率。这可能是“稀植高产”的一个理论基础。

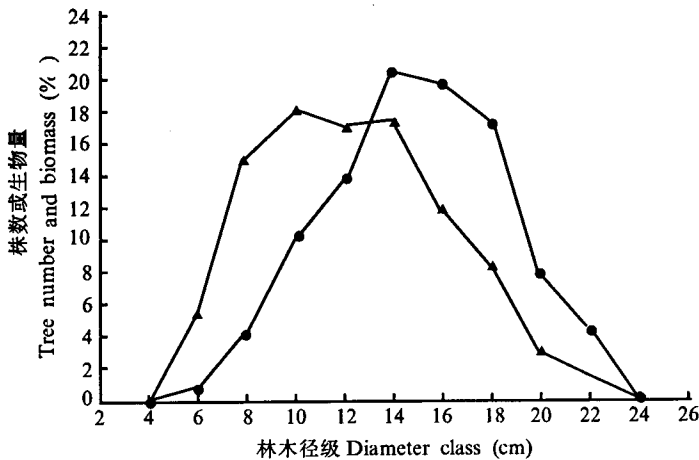


图 1 尾叶桉林分株数和生物量随林木径级的变化

Fig. 1 Changes in individual number and biomass percentage in relation to diameter class for *E. urophylla* stands
▲ 株数 Tree number; ● 生物量 Biomass

3.2 林分生产力

生产力测定结果显示, 东门尾叶桉林分平均生产力为 $15.98 \text{ t hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 。其中, 干材生产力为 $10.38 \text{ t hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$, 占总生产力的 64.99%; 干皮为 $1.16 \text{ t hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$, 占 7.24%; 树枝 $1.37 \text{ t hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$, 占 8.54%; 树叶 $1.01 \text{ t hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$, 占 6.35%; 根 $2.06 \text{ t hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$, 占 12.88%。若以树叶的生产力为 1, 那么干材: 干皮: 树枝: 树叶: 树根为 10.24:1.14:1.35:1.00: 2.03。这表明尾叶桉每年生产 1 t 的树叶便可生产出 10 t 的木材。这样的干材生产效率是相当高的。

4 讨论

桉树不同种的生产速度存在着很大的差异。东门 10 年生尾叶桉林分的年平均生产力

(15.98 t hm²a⁻¹) 高于广西沿海 7.7 年生窿缘桉 (*E. exserta*) 林分生产力 (9.21 t hm²a⁻¹)^[8] 和印度南部 10 年生蓝桉 (*E. globulus*) 的生产力 (7.668 t hm²a⁻¹), 也高于广东雷州 10.5 年生柠檬桉 (*E. citriodora*) 林分生产力 (9.779 t hm²a⁻¹) 和雷林 1 号桉 (*E. leizhou* No. 1) 林分生产力 (8.325 t hm²a⁻¹), 但与 Birk E. M. (1992) 在澳大利亚研究的 9.25 年生巨桉 (*E. grandis*) 林的平均生产力 (29.622 t hm²a⁻¹)^[9] 却相差甚远。东门地区的土壤十分贫瘠, 有机质含量通常在 1% 以下, 雨量偏少, 季节性干旱比较严重, 但尾叶桉仍能如此迅速地生长, 并获得高产, 表明尾叶桉是一个耐干旱瘠薄和速生丰产的优良造林树种。

研究表明, 尾叶桉具有很高的干材率和较低的枝叶率, 其地上部生物量的干材率 (83.57%) 分别高出柠檬桉林 (78.30%) 和雷林 1 号桉林 (74.70%)^[9] 5 个百分点和 8 个百分点。这对于培育以生产木片为目的的短周期工业用材林是十分有利的。叶片是植物光合作用、生产有机物质的重要器官, 尾叶桉林分叶的生物量只占总生物量的 1.40%, 远低于柠檬桉林 (3.1%) 和雷林 1 号桉林 (4.0%)^[9], 而生物产量又明显高出, 说明尾叶桉具有很高的光合效率。

林分生物量与林分密度有着密切的关系, 大径木 (直径大于平均直径的林木) 对林分生物产量的贡献率与小径木 (直径小于平均直径的林木) 的贡献率是明显不同的。在本研究中, 小径木株数占林分总株数的 57.09%, 可是它们的生物量贡献率只有 29.2%。相反, 株数只占 42.91% 的大径木, 其生物量却占了林分生物量的 70.8%。弄清林分生物量的径级效应, 对培育稀植高产的人工林无疑具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 罗建举. 用可持续性发展的战略眼光看广东省桉树人工林生产 [J]. 桉树科技, 1998, (1):1-6.
- [2] 冯宗炜, 陈楚莹, 张家武, 等. 不同自然地带杉木的生物生产力 [J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1984, 8(2):93-100.
- [3] 冯宗炜, 陈楚莹, 张家武, 等. 湖南会同县两个森林群落的生物生产力 [J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1982, (4):257-266.
- [4] 温远光, 梁乐荣, 黎洁娟, 等. 广西不同生态地理区域杉木人工林的生物生产力 [J]. 广西农学院学报, 1988, 7(2):55-66.
- [5] 温远光. 广西英罗港五种红树植物群落的生物量和生产力 [J]. 广西科学, 1999, (2):142-147.
- [6] 叶镜中, 姜志林. 苏南丘陵杉木人工林的生物量结构 [J]. 生态学报, 1983, 3(1):4-13.
- [7] 温远光, 梁宏温, 蒋海平. 广西杉木人工林生物量及分配规律的研究 [J]. 广西农业大学学报, 1995, 14(1):55-64.
- [8] 温远光, 和太平, 李信贤, 等. 广西合浦窿缘桉海防林生物量和生产力的研究 [J]. 广西农业生物科学, 2000, 19(1):1-5.
- [9] 陈北光, 傅冠旭, 陈孝. 两种桉树人工林地上部分生物量和生产力 [A]. 曾天勋. 雷州短轮伐期桉树生态系统研究 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1995, 58-65.