

文章编号: 1000-5692(2006)06-0705-05

毛果青冈 1 年生苗各器官干物质 生产分配及相关关系

张纪卯

(福建省国有来舟林业试验场, 福建 南平 353004)

摘要: 通过播种育苗, 研究毛果青冈 *Cyclobalanopsis pachyloma* 1 年生苗各器官干物质生产分配的变化规律。经定期测定和回归分析, 并拟合苗木各器官干物质生产分配及相关关系和异速生长的数学模型, 结果表明: 苗木干物质的生产分配在出苗期、生长初期和生长盛期末及生长后期以根为主, 在生长盛期以叶为主; 茎在生长盛期末分配量较多但在整个生长期其分配量均小于根和叶; 苗木各器官干物质生产分配与苗木地径、苗高的生长存在着极显著的相关关系; 拟合的数学模型效果好, 可用来估测和分析毛果青冈 1 年生苗在各生长时期各器官的干物质生产分配量。图 1 表 4 参 11

关键词: 森林培育学; 毛果青冈; 1 年生苗; 干物质; 分配; 数学模型

中图分类号: S723.1; S792.189 **文献标识码:** A

毛果青冈 *Cyclobalanopsis pachyloma* 是珍贵优良硬材树种^[1], 被福建省列为三级重点保护树种。有关毛果青冈的研究较少, 为尽快将此处于天然分布状态的优良用材树种进行开发利用, 课题组首次开展引种、栽培和育苗试验, 现就育苗试验结果的毛果青冈 1 年生苗各器官干物质生产、分配及相关关系做如下报道。

1 试验地的自然条件

试验地设在福建省国有来舟林业试验场的后坑苗圃。地理位置为 26°38'N, 117°57'E。年平均气温为 19.4℃, 极端最高气温 41.0℃, 极端最低气温 -6.5℃, 无霜期 290~310 d, 年降水量 1 800 mm, 相对湿度 80% 以上。育苗地海拔为 100 m, 地势平坦, 土层 > 100 cm, 地下水位适中, 土壤为砂壤土, 偏黏, pH 4.5, 肥力中等。

2 材料和方法

2.1 种子

试验用种子取自福建省华安县, 种子 2002 年 11 月中旬成熟, 11 月 18 日采收后用清水浸泡 2 d, 再摊放于通风处, 稍晾干, 半脱水后沙藏。

2.2 试验区设置

在试验区内选取中心点为试验小区 V, 在中心点 4 个方向等距离的 3.5 m 处(对角线上)分别选 4

收稿日期: 2005-12-12; 修回日期: 2006-05-08

基金项目: 福建省林业厅推广项目(2002-科-10)

作者简介: 张纪卯, 高级工程师, 从事森林培育研究。E-mail: zjm8558@163.com

个点为试验小区 I, II, III, IV, 共设置 5 个试验小区, 小区面积均为 $2\text{ m} \times 1\text{ m}$ 。

2.3 播种

2003年3月15日播种。播种前进行选种和净种, 并用 $5.0\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的甲醛溶液喷洒, 闷 0.5 h, 再用清水漂洗, 稍晾后即播。采用条播, 条沟距为 15 cm 左右, 播种后立即用火烧土覆盖, 床面再盖上一层稻草, 淋湿稻草以保持床面湿润。在种子萌发和苗木生长期间注意保持苗床湿润, 在 6~10 月间搭遮荫网, 进行除草, 防治病虫害, 适时追肥, 进行常规的育苗技术管理。

2.4 测试方法

从 5 月 15 日至 11 月 20 日每月定期测定一次苗高、地径、根系生长量、叶面积和干物质质量。测定时在试验小区中各选择有代表性的平均样苗 5 株, 起苗前浇透水, 挖取完整根系, 冲洗干净, 逐株测定苗高、地径、主根长、侧根数, 称取根、茎、叶鲜质量等, 然后再用 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的烘箱烘干, 测干质量。叶面积的测量则是从样苗中选取样叶 8~10 片, 逐片量取长和宽, 再分别绘于网格坐标纸上, 求出样叶的面积, 根据每片样叶的面积按 $S_{\text{叶面积}} = K \times L_{\text{叶长}} \times D_{\text{叶宽}}$ 求出叶形系数 K 的平均值, 通过 K 值求标准株的叶面积和单株的平均叶面积。

3 结果与分析

3.1 毛果青冈 1 年生苗各器官干物质生产、分配的变化规律

毛果青冈种粒较大, 约为 $186\text{ 粒} \cdot \text{kg}^{-1}$, 千粒质量为 5376.3 g , 发芽率 84.3% 。4 月 10 日种子

萌发并开始出土, 4 月 20 日出苗较盛, 5 月 10 日出苗整齐, 11 月 20 日苗高、地径生长基本停止。因此, 从种子播种入土到出苗整齐约需 55 d, 到生长停止约经 250 d。根据参考文献[2], 采用有序样本聚类分析法, 将毛果青冈 1 年生苗划分为 4 个生长时期, 即出苗期(3 月 15 日至 5 月 10 日), 生长初期(5 月 11 日至 7 月 14 日), 生长盛期(7 月 15 日至 9 月 30 日), 生长后期(10 月 1 日至 11 月 20 日)。在苗木的整个生长期, 通过每月定期测定。结果见表 1、表 2 和图 1。

表 1 不同生长时期各器官生长量的月变化值

Table 1 Month variation of organs in different growth periods

| 调查日期/ 年-月-日 | 叶/ cm^2 | 苗高/cm | 地径/cm | 主根长/cm |
|----------------|------------------|-------|-------|--------|
| 2003-05-15 | 25.19 | 5.20 | 0.138 | 10.93 |
| 2003-06-15 | 25.73 | 6.20 | 0.152 | 12.50 |
| 2003-07-15 | 31.09 | 9.67 | 0.187 | 12.90 |
| 2003-08-15 | 41.68 | 14.10 | 0.236 | 13.50 |
| 2003-09-15 | 54.01 | 17.70 | 0.266 | 22.00 |
| 2003-10-15 | 61.09 | 20.28 | 0.342 | 24.47 |
| 2003-11-20 | 67.64 | 20.78 | 0.382 | 25.77 |

表 2 不同时期苗木各器官的干物质分配量

Table 2 Dry substance distribution of organs in different growth periods

| 调查日期 (年-月-日) | 干物质质量/g | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| | 叶 | 茎 | 根 | 全株 |
| 2003-05-15 | 0.156 8 | 0.085 3 | 0.206 4 | 0.448 5 |
| 2003-06-15 | 0.252 1 | 0.118 4 | 0.239 7 | 0.610 2 |
| 2003-07-15 | 0.456 2 | 0.202 3 | 0.310 7 | 0.969 2 |
| 2003-08-15 | 0.616 4 | 0.280 0 | 0.352 9 | 1.249 3 |
| 2003-09-15 | 0.710 0 | 0.436 7 | 0.458 2 | 1.604 9 |
| 2003-10-15 | 0.817 5 | 0.494 6 | 0.778 1 | 2.090 2 |
| 2003-11-20 | 0.865 8 | 0.497 3 | 0.918 2 | 2.281 3 |

3.1.1 毛果青冈 1 年生苗根干物质生产、分配的变化规律 从表 2、图 1 可看出, 苗木在 5 月中旬根干物质生产分配量最大, 占全株的 46.02% , 说明在出苗期和生长初期主要是以根的生长为主。随后根的干物质生产分配量开始下降, 到 8 月中旬分配量最少, 仅有全株的 28.25% , 是全年中根干物质分配量最少时期。9 月中旬后根干物质生产分配量开始迅速上升, 到 11 月中旬根的干物质生产分配量为全株的 40.25% , 几乎接近苗木生长初期时根的干物质生产分配量, 说明苗木在生长后期又是以

根的生长为主。

3.1.2 毛果青冈 1 年生苗茎干物质生产、分配的变化规律 苗木茎干物质生产分配在苗木生长初期就处于上升状态。5 月初生产分配量最少，为全株的 19.02%，随后逐月增加，但幅度不大，在 9 月生产分配量最多，是全株的 27.21%，之后开始减少，直至生长结束。1 年生苗木在整个生长过程中茎的干物质生产分配量不超过 30%，且始终小于根和叶的分配量，表明毛果青冈在苗期并不速生。

3.1.3 毛果青冈 1 年生苗叶干物质生产、分配的变化规律 叶干物质生产分配量从苗木生长初期开始明显上升，8 月中旬叶干物质生产分配量达到最大值，占全株干物质质量的 49.34%，之后叶干物质生产分配量就逐月回落直至植株生长停止，表明 6~8 月是苗木叶生长的旺盛时期。

3.1.4 毛果青冈 1 年生苗根、茎和叶干物质生产分配的交替变化规律 从表 2、图 1 中各器官干物质生产分配量看，在出苗期和生长初期根是干物质生产分配的主要器官，此时根干物质分配量大于茎和叶。随着苗木生长进入生长盛期，叶成为最主要的生产器官，在 6~10 月，叶的干物质分配量均大于茎和根的干物质分配量。10 月后苗木进入生长后期，根、茎加速木质化，叶的干物质生产分配量减少，根和茎成为干物质积累的主要器官。此时根和茎干物质分配量提高，根的干物质分配量超过了叶的干物质分配量，直到植株生长停止。

从苗木地上部分与地下部分的干物质分配量及所占的比例看，在出苗期和生长初期主要是地下部分干物质积累。随着苗木进入生长盛期，地上部分生长加快，尤其是叶，而地下部分的干物质质量却不断下降。从生长盛期末和生长后期开始，地下部分干物质分配量又明显上升，此时的叶干物质分配量明显减少。由于植株的根、茎和叶干物质生产积累速度不同，各器官干物质生产分配量占全株干物质质量的比例也随时间的变化而变化，表现出多项式函数的变化特征^[2~6]。

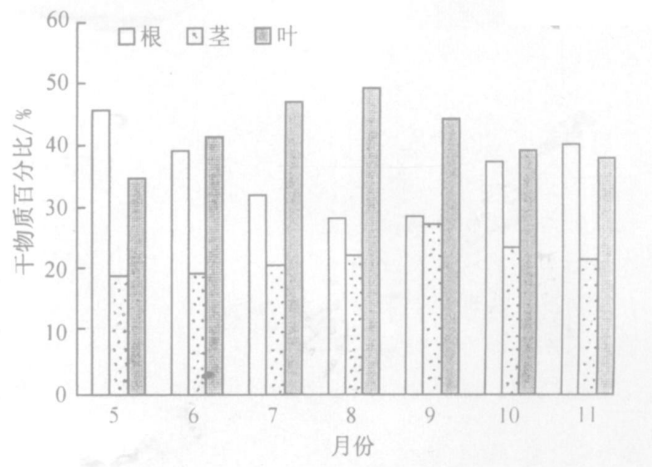


图 1 不同生长时期各器官干物质分配比例
Figure 1 Dry substance distribution of organs in different growth periods

3.2 毛果青冈 1 年生苗根与茎干物质质量异速生长的数学模型

根据前人的研究^[3~9]，生物体不同时期器官之间生长速度不一致的现象称为器官间的异速生长，不同器官(组合)干物质质量的关系为： $W = aD^k$ ，其中的 a 为待定系数， k 为异速生长常数， W 为根的干物质质量(g)， D 为茎的干物质质量(g)用不同生长时期苗木各器官的干物质质量(表 2)，来计算和模拟 1 年生毛果青冈播种苗根干物质质量与茎干物质质量之间的异速生长数学模型，结果见表 3。

从表 3 中可看出，在苗木生长初期和生长盛期根系和茎干物质质量的异速生长常数 k 值都小于 1，而在苗木生长后期根系和茎干物质质量的异速生长常数 k 值则大于 1。前人研究结果^[2~6]表明，当根与茎干物质质量间的异速生长常数 k 值大于 1 时，植物趋于多根性发展，而当 k 值小于 1 时，植物则趋于多枝性发展。可见毛果青冈在苗期的生长比较复杂，在生长初期和生长盛期苗木呈多枝性发展，在生长后期苗木则转向多根性发展，这与现实的苗木生长是吻合的。

表 3 根与茎干物质质量异速生长的数学模型

Table 3 Maths model of variation rate growth of root and stem dry substance

| 生长时期 | 数学模型 | 相关系数 | $r_{0.01}$ 值 |
|------|------------------------|-----------|--------------|
| 生长初期 | $W=0.03305D^{0.14246}$ | 0.99965** | 0.95873 |
| 生长盛期 | $W=0.63107D^{0.32899}$ | 0.90657** | 0.87450 |
| 生长后期 | $W=25.7407D^{4.87022}$ | 0.98447** | 0.95873 |

3.3 毛果青冈 1 年生苗各器官干物质生产分配与径、高生长的相关关系

植物生长规律的重要特点之一是相对生长，无论是群体生长与个体之间还是各个器官之间均存在

这一规律,所以在实际工作中一般用较易测定的地径和苗高来估测各器官的干物质量^[3~8]。为探讨毛果青冈在苗期各器官干物质生产分配与地径和苗高之间的相关关系,分别用各个生长时期植物全株及各器官的干物质量与相应时期地径和苗高的生长量来计算,模拟其数学模型。根据前人的研究^[6~11],植物在苗期的干物质量随地径、苗高的生长呈幂函数增加,经过计算、筛选,适合用来估测毛果青冈苗木在不同时期各器官干物质量的幂函数方程为 $W = a(D^2H)^k$, 其中的 a, k 均为待定系数, W 表示各器官的干物质量(g), D 为地径(cm), H 为苗高(cm)。根据模式方程,得到不同生长时期苗木各器官干物质量与地径、苗高生长量相关关系的数学模型和相关系数,结果见表4。

从表4中可看出,毛果青冈1年生苗在不同生长时期各器官干物质生产分配与苗木地径、苗高的生长有极显著的相关关系,苗木全株及各器官干物质积累与分配和苗木地径、苗高的拟合效果好。因此,可利用表4中的数学模型和不同时期苗木地径和苗高的生长量,较准确地估测各时期苗木各器官干物质生产及分配情况,从理论上制定苗木不同生长时期的经营措施,以保证生产更多的有机物质,培育优质壮苗。

表4 不同生长时期苗木各器官干物质量与径、高生长量相关关系的数学模型

Table 4 Maths models of relationship between the dry substance weight and stem height of different growth period seedlings

| 生长时期 | 器官 | 数学模型 | 相关系数 | $r_{0.01}$ 值 |
|------|----|-------------------------------|-----------|--------------|
| 生长初期 | 根 | $W = 0.44574(D^2H)^{0.32726}$ | 0.99788** | 0.95873 |
| | 茎 | $W = 0.43894(D^2H)^{0.69263}$ | 0.99627** | 0.95873 |
| | 叶 | $W = 1.19045(D^2H)^{0.84035}$ | 0.98805** | 0.95873 |
| | 全株 | $W = 1.92886(D^2H)^{0.61342}$ | 0.99459** | 0.95873 |
| 生长盛期 | 根 | $W = 0.44900(D^2H)^{0.47308}$ | 0.94564** | 0.87450 |
| | 茎 | $W = 0.34321(D^2H)^{0.49944}$ | 0.97682** | 0.87450 |
| | 叶 | $W = 0.64789(D^2H)^{0.29755}$ | 0.99302** | 0.87450 |
| | 全株 | $W = 1.44564(D^2H)^{0.40270}$ | 0.99501** | 0.87450 |
| 生长后期 | 根 | $W = 0.38971(D^2H)^{0.78650}$ | 0.99846** | 0.95873 |
| | 茎 | $W = 0.42492(D^2H)^{0.15540}$ | 0.97595** | 0.95873 |
| | 叶 | $W = 0.67420(D^2H)^{0.22425}$ | 0.99986** | 0.95873 |
| | 全株 | $W = 1.47126(D^2H)^{0.39996}$ | 0.99955** | 0.95873 |

4 结论

毛果青冈苗木根干物质量在出苗期、生长初期、生长盛期末及生长后期分配的比例较大。茎干物质分配量从苗木生长初期开始就处于上升状态,但上升幅度不大,在苗木的整个生长时期干物质生产、分配量始终小于根和叶。叶干物质分配比例在苗木生长初期和生长后期都较少,在生长盛期分配量最大。在苗木生长的主要时期6~10月,叶干物质分配的比例高于根、茎干物质分配的比例,以保证生产更多的有机物质,有利苗木自身的健壮生长。苗木在生长过程中各器官的干物质生产分配具有规律性,植物在不同生长时期存在着不同的生长中心,光合产物优先输到生长中心。

采用模式方程拟合了毛果青冈苗木各器官干物质生产分配与地径、苗高生长的相关关系的数学模型,结果表明:根、茎、叶及植物全株的干物质生产分配与苗木地径、苗高的生长存在着极显著的相关性,可用拟合的数学模型来准确地估测不同时期苗木各器官干物质生产分配情况,从而从理论上指导育苗。

参考文献:

- [1] 郑万钧, 洪涛, 朱政德, 等. 中国树木志, 第1卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985: 2285—2317.
- [2] 林生明, 徐土根, 周国模. 杉木人工林生物量的研究[J]. 浙江林学院学报, 1991, 8(3): 288—294.
- [3] 张纪卯. 毛果青冈1年生苗各器官生长规律及相关关系[J]. 中南林学院学报, 2006, 26(3): 59—62.
- [4] 薛秀康, 盛炜彤, 朱亭. 福建柏人工林生物量研究[J]. 林业科技通讯, 1993(4): 16—19.
- [5] 吴庆锥. 米老排人工林生物量研究[J]. 福建林业科技, 2005, 23(3): 125—129.
- [6] 周国模, 吴家胜, 应叶青, 等. 喜树种源苗期生物量研究[J]. 林业科学研究, 1999, 12(4): 386—391.

- [7] 朱建宏, 周宗瑞, 罗超群. 秃杉苗木生物量研究[J]. 湖南林业科技, 1996, 22 (3): 38—41.
- [8] 杨耀仙, 卞尧荣, 姚小华. 林木苗期生长灰色模型的选择[J]. 林业科学研究, 1991, 4 (2): 211—216.
- [9] 林开敏, 郑郁善, 黄祖清, 等. 杉木和马尾松幼林生物产量模型研究[J]. 福建林学院学报, 1993, 13 (4): 351—356.
- [10] 吴志庄, 梁一池. 肉桂各器官生物量的通径分析与回归模型[J]. 福建林学院学报, 2004, 24 (4): 327—330.
- [11] 北京林学院. 数理统计[M]. 北京: 中国林业出版社, 1979: 205—270.

Dry matter distribution in one-year-old seedling organs of *Cyclobalanopsis pachyloma* and their relationships

ZHANG Ji-mao

(Stated Forest Farm of Laizhou, Nanping 353004, Fujian, China)

Abstract: The mutative pattern of dry matter distribution in different organs (including leaf, stem and root) of one-year-old seedling of *Cyclobalanopsis pachyloma* was studied by raising seedlings from 2002 to 2003. Through periodic measurement and regression analysis, the mathematical model of dry matter distribution, the interrelationships and the different growth speed were modified. The results showed that the dry matter distribution were mainly in roots during the germinating stage, the initial growth stage, the end of growth peak stage and the late growth stage. During the peak growth stage, the major proportional dry matter distribution was to leaves. The proportion of dry matter distribution in the end of peak growth in stem was more, while less than those of roots and leaves in the entire seasons. The dry matter distribution in different organs seems to be linked to the growth of the seedling's ground diameter and stock high. The mathematical model can be used to estimate and analyze dry matter distribution of one-year-old seedling of *Cyclobalanopsis pachyloma* in different growth periods. [Ch, 1 fig, 4 tab, 11 ref.]

Key words: silviculture; *Cyclobalanopsis pachyloma*; one-year-old seedling; dry matter; distribution; mathematical model

《浙江林学院学报》荣获首届中国高校优秀科技期刊奖

首届中国高校精品·优秀·特色科技期刊评审结果于 2006 年 9 月底在北京揭晓,《浙江林学院学报》荣获优秀科技期刊奖。

“首届中国高校精品·优秀·特色科技期刊评比”活动是由教育部组织开展的。据悉,我国高校目前主办或承办的各类科技期刊有 1 000 多种,此次评审共评出 52 种精品科技期刊,98 种优秀科技期刊,100 种特色科技期刊。浙江省荣获优秀科技期刊奖的有《浙江林学院学报》《浙江大学学报:农业与生命科学版》《宁波大学学报:理工版》3 种。

又讯,《浙江林学院学报》在浙江省 2005—2006 年度优秀科技期刊评比中荣获精品科技期刊奖;在第五届全国农业期刊金犁奖评比(首次参加)中荣获学术类二等奖。

(吴伟根)