

文章编号: 100F-1498(2002)04-0416-05

# 箬竹无性系种群生物量结构与动态研究

董文渊<sup>1</sup>, 黄宝龙<sup>2</sup>, 谢泽轩<sup>3</sup>, 谢周华<sup>3</sup>, 刘厚源<sup>4</sup>

(1. 西南林学院竹藤研究所, 云南 昆明 650224; 2. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 3. 云南省大关县科学技术委员会, 云南 大关 657400; 4. 云南省大关县木杆乡林业站, 云南 大关 657408)

**摘要:** 依据 Harper 的构件结构理论, 从群落和个体两个水平上研究了箬竹无性系种群的生物量结构与动态。结果表明: (1) 箬竹无性系种群分株的生物量优化模型为:  $W = 344.0963D - 22.6012$ 。(2) 箬竹无性系种群中各分株生物量在 1-5 年生的分配为 31.94%、37.01%、13.30%、16.24%、1.51%; 生物量在各构件单位的分配为秆 42.72%, 枝 5.82%, 叶 6.52%, 根 6.70%, 鞭 27.13%, 箨 11.11%。(3) 箬竹无性系分株生物量在笋-幼竹生长时期符合 Logistic 增长; 叶生物量季节变化明显, 其峰值出现在 10 月份, 最低值出现在 2 月份。

**关键词:** 箬竹; 无性系种群; 生物量; 动态

中图分类号: S795 文献标识码: A

箬竹 (*Qiongzhueta tumidinoda* Hsueh et Yi) 为地下茎复轴混生的小型竹种, 是国家三级保护的两个珍稀竹种之一, 仅分布于我国金沙江下游的云南省昭通地区 11 个县(市)和四川省雷波、叙永、筠连、马边等县中山湿性常绿阔叶林地区。箬竹具有重要的经济、生态价值和观赏价值。其竹秆秆环极度隆起, 是著名的手杖和工艺用竹; 竹笋味甘鲜嫩、品质卓越, 是云南省主要的出口创汇土特产品之一<sup>[1]</sup>。关于箬竹无性系种群生物量结构的研究, 迄今未见文献报道。本文依据 Harper 的构件结构理论<sup>[2, 3]</sup>, 通过对箬竹无性系分株各构件生物量结构及动态的探索, 以掌握箬竹无性系种群结构的基本规律, 为进一步研究箬竹无性系种群及竹林培育实践提供理论依据。

## 1 研究地区概况

本项研究在云南省大关县木杆乡细沙村大罗汉坝熊炸坪箬竹试验地进行。样方设置于南坡中部, 坡度 43°, 海拔 1 640-1 660 m, 立地条件基本一致。属中温带气候类型, 年平均气温 9-12 °C, 绝对最高气温 29 °C, 绝对最低气温 -10 °C,  $\geq 10$  °C 积温为 3 500 °C; 无霜期 250 d; 年平均降水量 1 000-1 300 mm, 相对湿度 85%, 具有阴凉湿润、热量不足的气候特点。土壤为玄武岩发育的山地黄壤, 富含腐殖质, 土层厚度(A+AB 层) 15-60 cm。试验地内中山湿性常绿阔叶林已被破坏, 上层乔木仅有峨眉栲 (*Castanopsis platyacantha* Rehd. et Wils.)、珙桐 (*Davidia involucre* Baill.) 等稀疏分布, 郁闭度 0.1-0.2; 灌木层次以箬竹为主, 层盖度达 90%; 林下主要分布有粗齿冷水花 (*Pilea fasciata* Franch.)、雅致楼梯草 (*Elatostema surculosum* Wight var. *elegans* (Wall.) Hook. f.)、虎耳草 (*Saxifraga stolonifera* Meerb.) 等, 层盖度为 20% 左右。

收稿日期: 2001-10-11

基金项目: 云南省教育厅科学基金资助项目(2220519)

作者简介: 董文渊(1962), 男, 贵州惠水人, 副教授, 中国林科院博士后。

## 2 材料与方法

### 2.1 生物量的取样与测定

在所设2个 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的样方内, 每一样方均由数个无性系组成, 其起源相同, 立地条件一致。1999年11月对165株箬竹进行每竹调查, 调查项目包括胸径、高度、枝下高、年龄、株数等, 并进行编号。然后齐地砍倒立竹, 逐株剔下枝、叶, 分别秆、枝、叶称鲜质量并取样。地下部分的生物量测定是从样方四周垂直下挖1 m, 逐步去除鞭、箨之间泥土, 逐株细心收集其根( $d \leq 2\text{ mm}$ )、鞭、箨, 洗净泥土后滤干分别称鲜质量, 最后取样。

1998年3月20日至5月20日, 在所设4个 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的固定样方内, 每隔5 d根据竹笋-幼竹的平均地径, 选择5株标准株称其鲜质量并取样。

1998年3月至1999年2月, 在4个 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的样方内, 每月中旬根据平均胸径选择1、2、3年生箬竹各2株标准竹, 摘下叶片称鲜质量, 取样。

将以上所取得的各部分样品, 带回实验室置于 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒质量, 分别称其干质量以测定含水量。

### 2.2 数据处理

利用箬竹无性系种群各年龄各分株各构件单位(秆、枝、叶、根、鞭、箨)生物量(干质量)的实际测定值, 采用相对生长测定法(Allometric method)<sup>[4,5]</sup>, 根据样本的各构件单位生物量 $W$ (g)与其胸径 $D$ (cm), 或胸径平方 $D^2$ ( $\text{cm}^2$ )和株高 $H$ (cm)的乘积之间存在的关系, 用以下4个模型进行拟合, 即:

$$W_1 = aD^b, W_2 = a(D^2H), W_3 = a + bD, W_4 = a + b(D^2H)。$$

式中,  $a$ 、 $b$ 为参数。

## 3 结果与分析

### 3.1 箬竹无性系种群各构件单位生物量优化模型

根据箬竹无性系种群各构件单位实测值进行计算, 建立回归模型36个, 经相关系数检验, 各模型中变量间具显著的正相关关系( $\alpha = 0.05$ )。但由于相同变量不同模型间的相关系数差异较大, 故对各构件单位的4个模型进行优化选择。经检验, 各构件单位回归模型中, 相关系数达极显著水平( $\alpha = 0.01$ )者定为最优模型, 共选择优化模型9个(表1)。对优化模型进行可靠性检验表明, 实测值和预测值间具显著相关性, 故优化模型可靠。

### 3.2 箬竹无性系种群生物量结构

根据实测165株箬竹生物量数据, 分别统计各构件单位生物量在不同年龄中的分配, 无性系种群生物量在各构件单位上的分配以及在不同年龄分株上的配置等, 结果汇总如表2。

3.2.1 箬竹无性系种群中不同年龄分株生物量配置 从表2可以看出, 箬竹无性系种群生物量在不同年龄分株上的配置具有较大差异。2年生分株生物量占总生物量的37.01%, 为最大值; 而5年生分株生物量仅占1.51%, 所占比率最小。各年龄分株依其生物量比率排序为: 2年生 > 1年生 > 4年生 > 3年生 > 5年生。

表1 箬竹无性系种群各构件单位生物量优化模型

构件	回归模型	相关系数	临界值
秆	$W= 132.920 0 D^{1.36}$	0.956 9 <sup>**</sup>	0.254 0
枝	$W= 32.776 8D - 10.127 7$	0.839 7 <sup>**</sup>	0.254 0
叶	$W= 2.025 1+ 6.625 4D^2H$	0.876 7 <sup>**</sup>	0.254 0
地上部分	$W= 50.361 3+ 38.895 8D^2H$	0.947 1 <sup>**</sup>	0.254 0
根	$W= 10.590 3(D^2H)^{0.520 7}$	0.822 5 <sup>**</sup>	0.496 9
鞭	$W= 57.217 7(D^2H)^{0.267 6}$	0.773 6 <sup>**</sup>	0.622 6
箨	$W= 21.007 7(D^2H)^{0.402 4}$	0.738 0 <sup>**</sup>	0.254 0
地下部分	$W= 100.385 3D^{0.578 0}$	0.716 5 <sup>**</sup>	0.496 9
总量	$W= 344.096 3D - 22.601 2$	0.904 3 <sup>**</sup>	0.254 0

表2 箬竹无性系种群不同年龄分株各构件单位生物量

kg·hm<sup>-2</sup>

年龄/a	秆	枝	叶	地上部分	根	鞭	箨	地下部分	总量
1	7 339 (47.71%)	1 031.9 (6.71%)	1 418 (9.21%)	9 788.9 (63.63%)	1 017 (6.61%)	2 944 (19.14%)	1 634 (10.62%)	5 595 (36.37%)	15 383.9 (31.94%)
2	7 083 (39.73%)	1 325.3 (7.43%)	1 347 (7.55%)	9 755.3 (54.71%)	1 209 (6.78%)	4 836 (27.13%)	2 029 (11.38%)	8 074 (45.29%)	17 829.3 (37.01%)
3	2 401 (37.47%)	258.2 (4.03%)	235 (3.67%)	2 894.2 (45.17%)	437 (6.82%)	2 386 (37.24%)	690 (10.77%)	3 513 (54.83%)	6 407.2 (13.30%)
4	3 465 (44.30%)	182.8 (2.34%)	144 (1.84%)	3 791.8 (48.48%)	511 (6.53%)	2 612 (33.39%)	907 (11.60%)	4 030 (51.52%)	7 821.8 (16.24%)
5	289 (39.70%)	3.20 (0.44%)	0 (0)	292.2 (40.14%)	53.1 (7.30%)	290 (39.84%)	92.6 (12.72%)	435.7 (59.86%)	727.9 (1.51%)
总量	20 577 (42.72%)	2 801.4 (5.82%)	3 144 (6.52%)	26 522.4 (55.06%)	3 227.1 (6.70%)	13 068 (27.13%)	5 352.6 (11.11%)	21 647.7 (44.94%)	48 170.1 (100%)

注: 括号内数字为所占百分比。

对表2数据进行分析发现, 箬竹无性系种群中各构件单位的生物量在不同年龄分株上的分配亦有差异。就各构件生物量占全株生物量比率而言, 秆、枝、叶构件具有随年龄增大而减小的趋势, 而鞭、箨构件则有随年龄增大而增加的规律性, 这一结果与实际调查箬竹无性系分株生长进入第4年后枝、叶减少, 第5年初开始生长衰弱, 竹枝、竹秆从顶端向下逐节脱落的现象相吻合。分株生物量在各构件结构单位上的分配比率, 1年生和2年生分株具有相似的规律性, 即秆>鞭>箨>叶>枝>根, 而3、4、5年生分株则为秆>鞭>箨>根>枝>叶, 说明年幼分株是箬竹无性系种群进行光合作用的主体。

3.2.2 箬竹无性系种群各构件单位生物量分配 箬竹无性系种群单位面积生物量为48 170.1 kg·hm<sup>-2</sup>, 其中秆占42.72%, 为箬竹生物量的主要贮存构件, 而枝构件仅占5.82%, 为最小。在地上部分, 秆>叶>枝, 而地下部分则是鞭>箨>根。在总量构成中, 地上部分占55.06%, 地下部分占44.94%, 地上部分仅略高于地下部分。这一结果与斑苦竹的研究结果有较大差异<sup>[5]</sup>。在地下部分生物量中, 鞭、箨生物量达18 420.6 kg·hm<sup>-2</sup>, 占地下部分生物量的85%以上, 笋芽与鞭芽所占比例相对较大, 使得箬竹具有较强的无性繁殖能力, 有利于种群的繁衍发展。

### 3.3 箬竹无性系分株的生物量动态

箬竹无性系种群竹笋-幼竹阶段的生物量增长具有慢-快-慢的节律(图1),前期15 d其平均生物量增长缓慢,中期较快,而后期(第45 d后)趋于平缓,生物量生长曲线呈S型,符合Logistic增长。随着干物质的不断积累,竹笋-幼竹阶段竹秆含水率从初期的90.07%逐步下降到后期的73.64%。

幼竹高生长(秆形生长)结束后,在无性系分株的成竹生长(材质生长)阶段,随着年龄的增加,其生物量增长过程仍在进行,这从调查资料的分析中不难发现,高度、胸径相同的分株,则生物量数值以其中年龄大者为大。在成竹生长过程中,从1年生至5年生分株,其全株平均含水率呈现如下梯度变化过程,即:65.25%(1年生)→63.92%(2年生)→63.97%(3年生)→60.39%(4年生)→54.06%(5年生),由此说明箬竹无性系种群分株的干物质积累过程远比高生长过程缓慢。

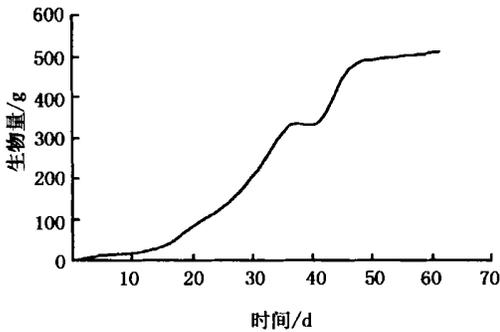


图1 箬竹无性系种群竹笋-幼竹生物量动态

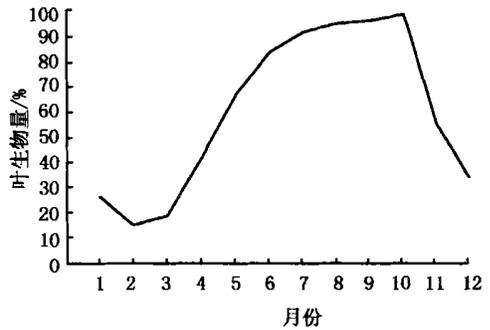


图2 箬竹无性系种群叶生物量动态

### 3.4 箬竹无性系种群叶构件生物量季节动态

箬竹无性系种群叶构件具有明显的季节变化规律(图2)。叶构件是植物进行光合作用制造有机物质和固定能量的主要器官,其生物量的变化直接影响到植物生产力水平的高低。从图2可知,箬竹无性系种群叶构件生物量在每年的10月份达到最大值,而在2月处于最低状态。从叶构件生物量的年变化曲线分析,3月至6月为快速增长期,其中3月至4月的增长是由于春季气温回升老竹叶芽萌动展开所引起,此时尚伴有换叶现象,5至6月的增长则主要是幼竹高生长趋于缓慢,大量抽枝展叶所导致。7-10月为缓慢增长期。10月至次年2月为迅速减少时期,主要因秋冬季大量落叶所造成。

## 4 结论与讨论

(1) 采用回归模型可以较准确地预测箬竹无性系种群分株的生物量,其优化模型为:

$$W = 344.0963D - 22.6012$$

(2) 箬竹无性系种群不同年龄的生物量分配,1年生和2年生分株具有相似的规律性,即秆>鞭>箨>叶>枝>根,而3、4、5年生则为秆>鞭>箨>根>枝>叶;箬竹无性系种群各构件单位的生物量配置为:秆(42.72%)>鞭(27.13%)>箨(11.11%)>根(6.70%)>叶(6.52%)>枝(5.82%);在群落水平上的种群,地上部分生物量占55.06%,地下部分为

44. 94%。

(3) 箬竹无性系分株的生物量动态, 在笋-幼竹阶段具有慢-快-慢的节律, 符合 Logistic 增长; 而在成竹生长时期, 其生物量积累则是一个缓慢的过程, 随年龄增大含水量下降, 干物质积累增多。叶构件生物量具有明显的季节变化规律。

(4) 长期以来对中山湿性阔叶林的乱砍滥伐, 导致箬竹无性系种群生存环境的改变, 对箬竹无性系种群生物量结构与动态的研究, 有助于进一步探索箬竹濒危机理, 指导箬竹人工林培育及低产竹林改造实践, 扭转箬竹无性系种群衰退的趋势。

#### 参考文献:

- [1] 董文渊. 滇东北箬竹资源保护和开发利用研究[J]. 竹类研究, 1997, (2): 33-38
- [2] Harper J L. Population biology of plant[M]. London: Academic press, 1977
- [3] Silvertown J W. Introduction to plant population ecology[M]. London: Longman press, 1982
- [4] 钟章成. 常绿阔叶林生态系统研究[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 1992
- [5] 刘庆, 钟章成. 斑苦竹无性系种群生物量结构与动态研究[J]. 竹类研究, 1996, (1): 51-56

## Studies on the Structure and Dynamics of Biomass of *Qiongzhusua tumidinoda* Clone Population

DONG Wenyuan<sup>1</sup>, HUANG Baolong<sup>2</sup>, XIE Zexuan<sup>3</sup>, XIE Zhouhua<sup>3</sup>, LIU Houyuan<sup>4</sup>

(1. Bamboo and Rattan Research Institute, Southwest Forestry College, Kunming 650224, Yunnan, China;

2. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

3. Commission of Science and Technology of Daguang County, Yunnan Province, Daguang 657400, Yunnan, China;

4. Muguang Forestry Station of Daguang County, Yunnan Province, Daguang 657408, Yunnan, China)

**Abstract:** The biomass structure and dynamics of *Qiongzhusua tumidinoda* Hsueh et Yi clone population were studied at the level of community and ramets population. The results are as follows: (1) The relationship between biomass of ramets ( $W$ ) and its breast height diameter ( $D$ ) can be best described by the model:  $W = 344.0963D - 22.0612$ ; (2) The biomass allocations of ramets from 1 to 5 a are 31.94%, 37.01%, 13.30%, 16.24% and 1.51% respectively, while the allocations among culm, branch, leaf, root, rhizome, bamboo stump are 42.72%, 5.82%, 6.52%, 6.70%, 27.13% and 11.11% respectively; (3) The biomass increase of clone population between the stage of shoot and young bamboo follows Logistic equation. The biomass allocation to leaves, however, changes with the season, and its peak value and lowest value appear in Oct. and Feb. respectively.

**Key words:** *Qiongzhusua tumidinoda*; clone population; biomass; dynamics