

文章编号: 1674-8085(2017)03-0045-06

# 不同龄级斑苦竹地上生物量分配及其与构件因子的关系特征

苏春花

(贵州民族大学化学与环境学院, 贵州, 贵阳 550025)

**摘要:** 以贵州平坝县斑苦竹为试材料, 对不同龄级斑苦竹生物量分配规律、构件生物量与调查因子的相关性进行了研究。结果表明: 同一龄级斑苦竹各构件含水率不同, 构件的含水率随竹龄的增大而下降。地上生物量与龄级相关, I 龄级的地上生物量较小, 其他龄级的地上生物量无显著差异。构件生物量在各龄级间存在显著差异, 秆构件生物量随龄级增大而增大, 自 II 龄级后趋于稳定。枝和叶构件生物量随龄级增大而增大。不同构件占地上生物量的比例不同, 其中, 秆构件所占比例最大, 枝和叶构件的比例无显著差异。斑苦竹各构件生物量与胸径估测模型用幂函数的拟合效果最好。

**关键词:** 斑苦竹; 构件; 生物量; 回归模型

中图分类号: S795.9

文献标识码: A

DOI:10.3969/j.issn.1674-8085.2017.03.008

## ABOVE-GROUND BIOMASS ALLOCATION OF *PLEIOBLASTUS MACULATA* AT DIFFERENT AGE CLASSES AND ITS RELATIONSHIP WITH MODULES

SU Chun-hua

(College of Chemistry & Environmental Science, Guizhou Minzu University, Guiyang, Guizhou 550025, China)

**Abstract:** *Pleioblastus maculata* in Pingba County, Guizhou Province as test materials, above-ground biomass allocation pattern at different age classes, the correlation of modular biomass and survey factors were studied. The results showed moisture content of each module was different at the same age class. Modular moisture content decreased with the increasing age of bamboo culm. The aboveground biomass was related to the age class culm, and there were no significant differences in II~V age class culms, but the aboveground biomass of I age-class was smaller. It was significantly different among modular biomass in different age classes, and the stem biomass increased with the increasing of age class, but kept being stable since II age class. The biomass of branches and leaves also increased with age class. Different modular biomass had different proportion. The stem module accounted for the largest proportion. There was no significant difference between the proportion of branch and leaf. The modular biomass of *P. maculata* and DBH estimation model fit best with power function.

**Key words:** *Pleioblastus maculate*; module; biomass; regression model

竹子是兼具经济价值、生态价值和社会效益的无性系植物, 在我国区域经济的发展 and 环境保护中发挥着越来越重要的作用。贵州省是世界竹子的分

布与起源中心之一<sup>[1]</sup>, 约有竹20属80余种(变种)<sup>[2]</sup>。贵州省主要以山地为主, 很多地方水土流失严重, 故发展大规模农业基地受到限制, 可以因地制宜地

收稿日期: 2017-01-09; 修改日期: 2017-03-26

基金项目: 贵州民族大学引进人才科研基金资助项目

作者简介: 苏春花(1982-), 女, 山东菏泽人, 副教授, 博士, 主要从事竹林生态学和植物生理生态学研究 (E-mail: soda-2001@163.com) .

发展竹类植物。斑苦竹(*Pleioblastus maculata*)为多年生一次性开花结实的复轴型中型竹子,地上和地下部分均有利用价值。枝叶具有作为动物饲料的潜力,竹秆易于劈蔑,在西南地区是制作背篋的主要材料。斑苦竹竹笋的营养成分中粗蛋白、粗纤维含量及锌、铜高于常用蔬菜<sup>[4]</sup>,具有保健型的可食蔬菜资源的开发潜力。斑苦竹主要分布于长江流域各省,生于海拔1000 m以下的向阳山坡或山谷<sup>[3]</sup>。在贵州,斑苦竹的引种栽培已取得一定成效,平坝县可见长势良好的斑苦竹竹林<sup>[5]</sup>,但大多处于无人管护的状态。为了更好地经营平坝县十字乡的斑苦竹,合理评价斑苦竹林分的生产力,有必要对其开展生物量研究。本研究通过样地标准竹生物量的测定与分析,研究了斑苦竹无性系分株地上生物量在各龄级间和在各构件的分配规律,并探讨各构件生物量与调查因子的相关关系,建立了各构件生物量相关模型,旨在为斑苦竹的合理经营与开发提供理论依据和基础数据。

## 1 研究地区自然概况

表1 研究样地内土壤养分含量概况  
Table 1 Soil nutrient contents in test plot

土层	pH	有机质(g/kg)	全氮(g/kg)	全磷(g/kg)	全钾(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
10~20 cm	4.4	62.2	2.7	1.1	12.3	117.0	17.9	96.0
20~30 cm	4.2	54.6	2.4	1.0	11.9	89.0	8.5	100.0
30~40 cm	4.2	55.6	2.4	1.0	12.0	103.0	7.5	112.0

## 2 研究方法

### 2.1 土壤养分含量的测定

选用“s”法对研究样地的土壤进行选采集点,共有8个采集点。分三层对样点土壤进行采集,共采集土24个壤样品。土壤pH值及养分含量测定参照鲁如坤主编的《土壤农化分析》。

### 2.2 标准竹的确定

调查于2011年11月~12月进行,在斑苦竹林中设置3个6 m×6 m的样方。在样方内进行每竹检测,

试验地位于贵州省安顺市平坝县十字乡摆捞村马田组(106°278'E, 26°449'N)。平坝位于贵州省中西部,地势西北高,东南低,中部较平坦,地貌分岩溶和非岩溶两大类。平坝属亚热带湿润型季风气候,冬无严寒,夏无酷暑,四季分明,降水充沛,全年无沙尘天气,无台风影响,紫外线辐射强度较低。年降水量1360 mm,最高海拔为1645.6 m,最低为963 m,城区中心海拔1250 m。年均气温18.3℃,1月平均气温6.0℃,7月平均气温23.5℃,极端低温-7.4℃,极端高温34.3℃。年平均日照时数1241 h,全年无霜期274 d。年平均相对湿度80%,年平均风速2.4 m/s。平坝县土壤以黄壤、黄泥土为主,黄壤熟化程度一般不高。十字乡的斑苦竹呈块状或带状分布,多为粗放型管理的纯林。林下多为竹子的枯枝落叶所覆盖,无灌木,草本植物较为罕见。调查样地在十字乡谷豹村,竹林的土壤为黄壤,土样养分状况见表1。斑苦竹林于1981年前后利用母竹移栽营造而成,面积大于500 m<sup>2</sup>,竹林近似自然状态下生长。

指标包括立竹度、地径、胸径、全高、枝下高、立竹年龄等。根据每竹调查数据,每个样方按龄级(竹龄≤1年为I龄级,竹龄2~3年为II龄级,竹龄4~6年为III龄级,竹龄7~10年为IV龄级,竹龄>10年为≥V龄级)进行统计,分别求出样方中各龄级立竹的平均竹高、胸径、地径等。以样方中平均地径、平均胸径、平均全高为主要指标,在样方中选择生长良好、无病虫害立竹作为标准竹。每个样方中分龄级进行选择,每个龄级2株,共选择标准竹30株,各龄级标准竹概况见表2。

表2 标准竹概况  
Table 2 The characteristics of standard bamboos

龄级	地径/cm	胸径/cm	全高/m	枝下高/m
I	2.7 ± 0.3b	2.6 ± 0.4b	4.9 ± 0.2b	1.9 ± 1.0b
II	3.3 ± 0.3ab	3.5 ± 0.5ab	7.8 ± 0.2a	3.7 ± 0.4ab
III	3.7 ± 0.5ab	3.8 ± 0.3a	7.7 ± 0.8a	3.3 ± 0.7ab
IV	3.9 ± 0.4a	3.8 ± 0.4a	7.8 ± 0.3a	3.9 ± 0.8a
V	3.6 ± 0.2 ab	3.7 ± 0.2a	7.0 ± 0.5a	2.6 ± 0.5ab

注:表中数据为平均值±标准差,同列数据后标不同字母者表示差异显著( $P < 0.05$ )。

## 2.2 测定方法

将所有标准竹齐地砍伐,按收获法取下竹枝、竹叶,并立即测定竹叶、竹枝和竹秆的鲜重。同时取部分竹枝、竹叶带回实验室烘干至恒重(80℃),测定含水率,同时计算各构件的干物质含量。

## 2.3 数据处理

数据的整理、初步统计和制图采用EXCEL 2003 软件;采用DPS 7.05统计软件进行方差分析及

多重比较(Duncan 法)、Pearson相关关系和生物量估测模型的拟合。用二次曲线、指数、对数和幂函数模型对生物量估测模型进行筛选。

## 3 结果与分析

### 3.1 斑苦竹构件含水率及随龄级的变化

表3 斑苦竹地上部分各构件的含水率(%)  
Table 3 The component moisture content of *P. maculata*

龄级	秆	枝	叶	平均
I	58.97 ± 4.45a A	70.52 ± 2.12a A	—	—
II	50.10 ± 4.90b B	47.13 ± 2.54b C	58.23 ± 3.27a A	51.82
III	47.43 ± 0.55bc A	59.20 ± 2.20b A	59.13 ± 2.70a B	55.25
IV	41.50 ± 0.50cd C	44.00 ± 2.20b B	57.63 ± 3.83a A	47.71
V	38.80 ± 0.10d B	37.00 ± 0.20b C	58.70 ± 2.17a A	44.83
平均	47.36	51.57	58.42	49.90

注:表中数据为平均值±标准差,同列数据后标不同小写字母者表示差异显著( $P < 0.05$ );同行数据后标不同大写字母者表示差异显著( $P < 0.05$ )。

由表3可知,同一龄级不同,斑苦竹各构件含水率变化存在一定差异,但除I龄级除外。对于II和V龄级,斑苦竹各构件含水率的变化规律为竹叶>竹秆>竹枝;III龄级的构件含量率变化规律为竹枝>竹叶>竹秆;IV龄级构件含水率变化规律为竹叶>竹枝>竹秆。地上部分各构件的含水率随龄级的增大变化不一致,其中,秆的含水率呈下降趋势,枝的含水率随龄级的增大而变小,叶的含水率在各

龄级间无显著差异。其中,秆的含水率变化幅度最大,枝条次之。

从表3可看出II~V龄级斑苦竹的平均含水率依次为51.82%, 55.25%, 47.71%和44.83%,其中III龄级立竹含水率最高,II、IV、V龄级的含水率随龄级的增大而减小。

### 3.2 斑苦竹各构件生物量分配格局

表4 斑苦竹生物量动态变化 (kg)

Table 4 Dynamic changes of above-ground biomass for *P. maculata*

龄级	秆	枝	叶	地上生物量
I	0.39 ± 0.01b	0.10 ± 0.01c	—	0.49 ± 0.01b
II	1.26 ± 0.31ab	0.27 ± 0.02bc	0.30 ± 0.10b	1.83 ± 0.43ab
III	1.92 ± 0.63a	0.44 ± 0.06ab	0.41 ± 0.06ab	2.77 ± 0.75a
IV	1.89 ± 0.13a	0.31 ± 0.02bc	0.47 ± 0.02ab	2.67 ± 0.12a
V	1.49 ± 0.51a	0.60 ± 0.22a	0.58 ± 0.15a	2.68 ± 0.87a

注：表中数据为平均值±标准差，同列数据后标不同小写字母者表示差异显著( $P < 0.05$ )。

对不同龄级斑苦竹各构件生物量及地上生物量大小进行比较分析(表4)，竹各构件生物量与地上生物量随龄级的增多而增大，其中，I龄级的秆构

件生物量显著低于III、IV、V龄级，而与II龄级无显著差异，II、III、IV和V龄级的秆构件生物量无显著差异。

表5 斑苦竹各构件生物量分配情况(%)

Table 5 Biomass distribution of various components of *P. maculata*

龄级	秆	枝	叶
I	79.52 ± 3.46a A	20.48 ± 3.47ab B	—
II	68.57 ± 1.34b A	15.12 ± 3.18cd B	16.31 ± 1.86b B
III	68.02 ± 4.48b A	16.55 ± 2.45bc B	15.43 ± 2.03b B
IV	70.88 ± 1.33b A	11.49 ± 1.09d C	17.63 ± 0.25b B
V	55.36 ± 1.02c A	22.28 ± 0.76a B	22.36 ± 1.78a B

注：表中数据为平均值±标准差，同列数据后标不同小写字母者表示差异显著( $P < 0.05$ )；同行数据后标不同大写字母者表示差异显著( $P < 0.05$ )。

斑苦竹地上部分不同构件生物量占地上生物量的比值存在显著差异(表5)，其中秆构件占地上生物量的比值最大，枝和叶构件的比值无显著差异(III龄级除外)。因此，竹秆在斑苦竹各构件生物量分布中占据主导地位。龄级不同，各构件生物量占地上生物量的比值不同，其中，I龄级立竹秆构件的比值最大，V龄级立竹的最小；V龄级立竹的枝构件的比值最大，II龄级立竹的最小；V龄级立竹的叶构件比值最大，而II、III、IV龄级立竹的叶构件比值无显著差异。

### 3.3 斑苦竹各构件生物量与主要相关因子的相关性

根据所调查因子和生物量的测定值，建立生物

量的相关矩阵，见表6。其中，地径(d, cm)，胸径(D, cm)，全高(H, m)，枝下高(h, m)，叶片数(N, 片)，秆生物量( $B_s$ , g)，枝生物量( $B_t$ , g)，叶生物量( $B_f$ , g)，地上生物量( $B_a$ , g)。由表6可知，叶片数与各构件生物量的相关性较强，均达到极显著水平。胸径与各构件生物量的相关性较叶片数次之，与枝生物量和叶生物量的相关性达到显著水平，与秆生物量和地上生物量达到极显著水平。地径和全高与各构件生物量的相关性一致，即与秆生物量和地上生物量相关性达到极显著水平，与枝生物量和叶生物量的相关性较差。枝下高与各构件生物量和地上生物量相关性较差，均未到达显著水平。

表 6 斑苦竹各构件生物量及部分构件特征的相关性

Table 6 Correlation of each component biomass and characteristic factor of *P. maculata*

项目	d	D	H	h	B <sub>s</sub>	B <sub>t</sub>	B <sub>r</sub>	B <sub>a</sub>
d	1.00							
D	0.92**	1.00						
H	0.74**	0.83**	1.00					
h	0.57*	0.67*	0.65*	1.00				
B <sub>s</sub>	0.83**	0.87**	0.85**	0.53	1.00			
B <sub>t</sub>	0.51	0.60*	0.55	0.21	0.72**	1.00		
B <sub>r</sub>	0.50	0.64*	0.05	0.13	0.56*	0.79**	1.00	
B <sub>a</sub>	0.80**	0.87**	0.81**	0.49	0.97**	0.86**	0.80**	1.00

注: \*表示两个因子之间的相关性达到显著水平, \*\*表示两个因子之间的相关性达到极显著水平。

### 3.4 斑苦竹各构件生物量估测模型

根据各器官生物量与调查因子的相关性矩阵,斑苦竹各构件生物量与胸径的相关性较好。以胸径

为自变量,建立各构件生物量最优回归模型,即幂函数模型(表 7),各模型相关系数及 F 检验值均达到极显著水平。

表 7 斑苦竹各构件生物量回归模型

Table 7 Regression models of various component biomass of *P. maculata*

项目	数学模型	相关系数	F 检验值	P 值
B <sub>s</sub>	$B_s = 23.8372 \cdot D^{3.1632}$	0.8897	49.3863	0.0001
B <sub>t</sub>	$B_t = 11.5433 \cdot D^{2.5842}$	0.5930	7.0498	0.0198
B <sub>r</sub>	$B_r = 3.2754 \cdot d^{3.5716}$	0.6380	6.8636	0.0256
B <sub>a</sub>	$B_a = 29.6072 \cdot D^{3.2815}$	0.8766	43.1375	0.0001

## 4 讨论

竹类植物构件的含水率反映出其物质的积累程度。斑苦竹各构件含水率的变化与梁山慈竹<sup>[6]</sup>、花吊丝竹<sup>[7]</sup>不同,这可能与竹种、研究时间、林分条件等的不同有关。对于斑苦竹 I 龄级分株,调查时并未展叶,其秆和枝的含水量无显著差异,这可能与 I 龄级斑苦竹各构件内部组织并未发育成熟有关。各构件含水率大小的排序随龄级变化而变化,与各构件的异速增长有关。对于同一构件,虽然含水率在不同龄级间存在显著差异,但随龄级的增大变化不一致,秆和枝的含水率随龄级的增大而降低,叶的含水率与龄级无关。

生物量分配格局的变化,既是植物应对异质性生境和不利条件适应的一种重要途径<sup>[8-10]</sup>,又反映了环境中可利用资源的变化<sup>[11-14]</sup>。本探究表明斑苦

竹地上部分各构件生物量占地上生物量的比值不同,秆构件最大,枝和叶构件的比值无显著差异。竹秆在各构件生物量分布中占据主导地位,这与梁山慈竹<sup>[6]</sup>的研究结构一致。各构件生物量占地上生物量的比值在各龄级间不尽相同,与分株处于不同的发育阶段有关。斑苦竹各构件生物量的分配结果验证了其竹秆利用价值最大。但是,表 2 斑苦竹标准竹的生长概况反映出竹林具有衰退的趋势,故对于平坝斑块竹的生长基地,应积极倡导该地农民对竹林进行田间管理,采取培育措施的同时,可以有计划且适量地砍伐龄级较大的竹子,以利于竹林资源的可持续利用,充分发挥竹林的经济效益。

竹类植物在我国林业中占有重要地位,有效、准确和快捷的估测可利用构件的生物量可为判定其利用潜力的价值提供可靠的依据。斑苦竹叶片数与构件生物量的相关性均达到极显著水平,胸径

与枝、叶构件生物量的相关性呈显著水平,地径、全高与秆生物量和地上总生物量相关性达到极显著水平。考虑到相关调查构件因子测定的难易程度和变异大小,构件生物量的估测用胸径作自变量更为合理。斑苦竹各构件生物量的最优回归模型为幂函数模型,研究结果与勃氏甜龙竹<sup>[15]</sup>相同,而与梁山慈竹<sup>[6]</sup>的最优模型不同。虽然生物量估测模型具有方便操作、无破坏性、工作量小等优点,但竹林植物生物量模型随竹种、生境条件和生长状况不同而呈现一定差异,因此,寻求同一竹林植物的普适估测模型较难。

#### 参考文献:

- [1] 张志达. 中国竹林培育[M]. 北京:中国林业出版社, 1998.
- [2] 张喜. 贵州竹林的分布与类型[J]. 竹子研究汇刊, 1995,14(4):1-3.
- [3] 刘庆,钟章成. 斑苦竹(*Pleioblastus maculata*)无性系种群的数量和年龄结构动态[J]. 生态学报,1997,17(1): 66-70.
- [4] 杨永峰,黄成林. 三种苦竹属竹笋营养成分和矿质元素含量分析[J]. 植物资源与环境学报, 2009, 18(3): 94-96.
- [5] 苏春花,朱四喜,金瑞. 贵州省平坝县斑苦竹种群结构初探[J]. 福建林业科技,2013,40(2):4-7,43.
- [6] 冯声静. 四川盆地梁山慈竹地上部分生物量模型的研究[D]. 成都:四川农业大学, 2012.
- [7] 郭子武,李迎春,杨清平,等. 花吊丝竹立竹构件与生物量关系的研究[J]. 热带亚热带植物学报,2009,17(6): 543-54.
- [8] 白晶晶,吴俊文,何茜,等. 不同配方施肥对楸树幼苗生物量分配及养分利用的影响[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(6): 91-97.
- [9] 周兵,闫小红,肖宜安,等. 不同生境下入侵植物胜红蓟种群构件生物量分配特性[J]. 生态学报,2015,35(8): 2602-2608.
- [10] 李媛媛,张凯,李霜雯,等. 失叶率对小黑杨和兴安落叶松幼苗生物量和叶绿素含量的影响[J]. 林业科学, 2015,51(3):93-101.
- [11] 苟其蕾,安沙舟,孙宗玖,等. 不同放牧压力下伊犁绢蒿构件生物量分配的变化[J]. 草地学报,2015,23(2): 258-263.
- [12] 贾全全,罗春旺,刘琪璟,等. 不同林分密度油松人工林生物量分配模式[J]. 南京林业大学学报,2015,39(4): 1-8.
- [13] 宋艳冬,周成敏,章启涓,等. 不同经营模式对四季竹地上部分生物量分配格局的影响[J]. 浙江林业科技, 2015,35(1):36-39.
- [14] 付威波,彭晚霞,宋同清,等. 不同林龄尾巨桉人工林的生物量及其分配特征[J]. 生态学报,2014,34(18): 5234-5241.
- [15] 姬星,罗庆华,丁雨龙,等. 勃氏甜龙竹地上部分生物量模型研究[J]. 竹子研究汇刊,2015,34(1):50-53.