

大木竹种群生物量结构及其回归模型

苏文会^{1,2}, 顾小平^{1*}, 官凤英², 岳晋军¹, 林开搜³

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 国际竹藤网络中心, 北京 100102;

3. 浙江省平阳县林业局, 浙江 平阳 325400)

摘要:研究了丛生竹种大木竹(*Bambusa wenchouensis*)种群的生物量结构, 并对其各器官生物量与胸径(DBH)和地径的相关模型进行了拟合。结果表明: 大木竹各器官生物量的分配中, 竹秆所占比例较大, 为总生物量的73.1%, 远超过毛竹(*Phyllostachys edulis*)等竹种的相应值。大木竹各器官生物量之间及其与胸径、地径间均具有较好的相关性, 其中鲜秆质量(W_1)、全株鲜质量(W_4)与胸径(D)间相关关系的拟合模型 $W_1=0.3703D^{2.0922}$ 和 $W_4=0.5122D^{2.0391}$ 可以较准确地估算出各器官生物量的大小。

关键词:大木竹; 生物量; 结构; 模型; 胸径

中图分类号:S718

文献标识码:A

文章编号:1000-2006(2006)05-0051-04

Biomass Structure and Its Regression Models of *Bambusa wenchouensis* Population

SU Wen-hui^{1,2}, GU Xiao-ping^{1*}, GUAN Feng-ying², YUE Jin-jun¹, LIN Kai-sou³

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, China; 2. International Center for Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China; 3. Forestry Bureau of Pingyang County, Zhejiang Province, Pingyang 325400, China)

Abstract: The biomass structure of *Bambusa wenchouensis* population was studied in this paper. The regression models of each biomass component based on DBH and the diameter of culm base were constructed. The result showed that culm biomass of *B. wenchouensis* accounted for 73.1%, much higher than that of *Phyllostachys edulis*. DBH, diameter of culm-base and the different components of *B. wenchouensis* were highly correlated each other. The model of culm fresh weight (W_1) and total fresh weight (W_4) based on DBH (D) were $W_1=0.3703D^{2.0922}$ and $W_4=0.5122D^{2.0391}$ respectively. By using these models, the different biomass components of *B. wenchouensis* could be estimated in practice.

Key words: *Bambusa wenchouensis*; Biomass; Structure; Model; DBH

大木竹(*Bambusa wenchouensis* (Wen) Q. H. Dai)为地下茎合轴丛生竹, 适生区位于 $24^\circ\sim 28^\circ\text{N}$, 属丛生竹分布的北缘, 其中我国的浙南、闽北和闽东是该竹生长的中心地带^[1-2]。一般立地条件和经营水平下的大木竹林分, 年产秆材可达 60 t/hm^2 , 为毛竹等大型材用竹种的 $2\sim 3$ 倍^[1]。基于大木竹生物量大的优势, 笔者曾对其秆形结构、竹材纤维形态及其化学成分进行了研究^[3-5], 发现该竹秆形高大、竹壁厚、纤维长、纤维素含量较高, 是优良的造纸原料, 具有较好的开发前景。然而, 对大木竹生物量结构方面的研究, 迄今尚未见报道。笔者在大木竹秆形和材性研究的基础上, 对该竹各器官生物量的分配及相关模型进行了调查和研究, 探讨了其经济产量高的内在因素, 旨在为大木竹竹林的合理经营与开发提供理论依据和基础数据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

目前, 现存的大木竹林基本处于野生状态, 调查地点设在大木竹分布相对集中的浙江省平阳县内

收稿日期: 2005-08-23

修回日期: 2006-02-06

基金项目: 浙江省科技厅重点项目(011034); 农业科技成果转化项目(2004670040400)

作者简介: 苏文会(1976-), 女, 硕士, 主要从事竹林培育等方面的研究工作。

* 通讯作者(Corresponding Author): 顾小平, 男, 研究员。

(120°04'~121°07'E, 27°00'~27°46'N)。林地以竹为主的竹木混交林,除主要林分大木竹,还有绿竹(*Dendrocalamopsis oldhami* (Munro) Keng f.)、青皮竹(*Bambusa textilis* McClure)、毛竹、木麻黄(*Casuarina equisetifolia* L.)、樟树(*Cinnamomum camphora* (Linn.) Presl)、苦楝(*Melia azedarach* L.)和杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook)等树种。该地区属中亚热带季风气候,年平均气温17~20℃,年降水量1600mm以上。竹林自然生长,基本无人经营,立地条件为缓坡地,微酸性红壤土。

1.2 采样方法

调查于2003年10月进行,在以大木竹为主组的面积约500m×500m混交林中,随机抽取大木竹39丛,共1281株,每株检尺,调查胸径、年龄,并按径级与年龄进行统计。根据立竹径级与年龄分布规律,从中随机抽取生长良好、无病虫害的76株标准竹进行分析,各调查测试所需标准竹株数见表1。

表1 测试的标准竹状况

Table 1 Tested samples for different study objectives

测试项目 Items	标准竹 Samples/株				
	当年生	1年生	2年生	≥3年生	合计
含水率	6	6	6	10	28
生物量	8	10	10	27	55
秆部生物量	—	10	10	56	76

将选取的标准竹连莖及莖上的根挖起,从秆基部锯断,洗净莖上泥土并称其质量;剥下枝、叶,称枝、叶重;测量竹株全高,并参考文献[6],取胸径的2/5为用材小头直径,在该秆径处去掉小头(梢部),剩余部分长度为秆高(用材长),然后将秆5等分,自基部开始编号,表示竹秆部位。测量各段基部处围径、壁厚,并分别对各段称重。从各龄级的样竹中按年龄比例选取样竹共28株,每竹取枝、叶、莖和各段基部处秆环300~500g,带回实验室测其含水率,计算各器官干重,得出生物量。

2 结果与分析

2.1 大木竹各器官生物量的分配

2.1.1 大木竹各器官及各部位的含水率

竹类植物各器官的组织结构和功能不同,其含水率也有差异。对于同一器官,随着年龄的增长,水分含量也会出现相应的变化,器官的含水率在一定程度上反映了干物质的积累程度。表2是不同年龄下大木竹枝、叶、秆和莖的含水率状况。

由表2可看出,在大木竹各器官中,竹叶含水率最大,莖和枝次之,秆最小;随年龄的增大,大木竹枝、叶、秆和莖的含水率均呈下降趋势,其中以秆的降低幅度最大,竹叶含水率变化较小。这主要是由于竹叶可以再生,随着老叶的脱落,新叶逐渐长出,相对来说,不同年龄的竹株,其叶片年龄较为一致,含水率也相对稳定^[7-8]。

表2 不同年龄大木竹各器官的含水率

Table 2 The organic moisture content of *B. wenchouensis* at different ages

年龄 Age/a	含水率 Moisture content/%			
	枝 Branch	叶 Leaf	秆 Culm	莖 Rhizome
当年	—	—	80.9±7.226	71.3±5.381
1	53.1±5.249	58.5±3.552	46.2±4.313	53.5±5.869
2	46.6±2.873	55.1±3.155	42.4±1.671	51.4±2.854
≥3	47.2±0.682	54.9±3.251	42.8±1.201	45.3±3.337

注:当年生大木竹尚未抽枝展叶,故数据空白。表中数据为平均值±标准差。

竹类植物的秆在不同高度处的含水率也有一定差异,一般表现为从基部到梢部含水率有所降低。

表3为不同年龄大木竹竹秆各部位的含水率状况。从表3可看出,1~3年生大木竹竹秆的含水率随高度的增大而逐渐下降,这与以往对其他竹种的研究结果一致^[8-10];而当年生竹则表现为梢部含水率大,这是由于当年生竹刚刚由笋竹长成,竹秆尚未老化,尤其是梢部组织幼嫩,含水率较高。

表3 不同年龄大木竹竹秆各部位的含水率

Table 3 The moisture content of different culm part of *B. wenchouensis* at different ages

年龄 Age/a	含水率 Moisture content/%				
	-1	-2	-3	-4	-5
当年	75.3±1.223	—	80.4±0.411	—	86.9±2.213
1	52.1±3.544	51.8±2.378	47.4±1.642	42.4±2.58	37.1±1.837
2	48.2±3.862	45.2±5.133	42.9±2.673	40.2±3.211	35.6±1.066
≥3	49.9±6.868	45.4±3.771	43.3±2.100	38.2±1.669	37.2±2.526

注:-1,-2,-3,-4,-5分别表示从秆基到梢的各秆段(部位),表中数据为平均值±标准差。

2.1.2 大木竹各器官生物量的分配

竹类植物的生物量包括地上部分的秆、枝、叶及地下鞭根系统,大木竹属于丛生竹,地下部分主要为粗大短缩的竹蔸。表4为大木竹各器官生物量在总生物量中所占比例。

表4 大木竹各器官生物量分配

Table 4 The biomass distribution of *B. wenchouensis* among different components

年龄 Age/a	各器官生物量比例 Percentage of each biomass component%				
	枝 Branch	叶 Leaf	秆 Culm	地上部分 Biomass above ground	地下部分 Biomass under ground
当年	—	—	84.3±4.023	84.3	15.7±0.238
1	8.8±0.233	5.4±0.120	74.1±3.688	88.3	11.6±0.716
2	9.1±0.361	5.3±0.396	73.7±1.205	88.1	11.9±0.249
≥3	13.5±1.380	8.0±0.893	60.4±2.153	81.9	18.0±0.563
平均	10.5	6.2	73.1	85.7	14.3

注:表中数据为平均值±标准差。

由表4可知,大木竹地上部分生物量占总生物量的百分比为81.9%~88.3%,以蔸为主的地下部分仅占14.3%,说明该竹大部分生物量集中在地上。其中,竹秆的生物量占60.4%~84.3%,枝占10.5%,叶占6.2%。同以往研究的其他竹种竹秆生物量占总生物量的百分率相比,大木竹竹秆所占的比例较大。如丰产毛竹林竹秆生物量占总生物量的百分比为54.22%^[11],苦竹(*Pleioblastus amarus* (Keng) Keng f.)的为63.6%^[12],台湾桂竹(*Phyllostachys makinoi* Hayata)的为51.7%^[13],肿节少穗竹(*Oligostachyum oedogonatum* (Z. P. Wang et G. H. Ye) Q. F. Zheng et K. F. Huang)的为54.7%^[14],巴山木竹(*Bashania* Keng f. et *Yi fargesii* (E. G. Camus) Keng f. et Yi)的为55.6%^[15],拐棍竹(*Fargesia robusta* Yi)的为44.3%^[16]。

2.2 大木竹各器官生物量的相关性分析

竹类植物是一个有机生命体,各部分是相互联系的,各器官的生物量密切相关^[17-20]。通过对1~3年生大木竹标准竹各器官生物量的测定,并将各指标及该竹部分特征因子间的相关性进行分析,结果见表5。

由表5可见,胸径、地径与各器官生物量间的关系密切。

表5 大木竹各器官生物量及部分特征因子的相关性

Table 5 The correlation of the different biomass components and characteristic factors of *B. wenchouensis*

项目 Items	胸径 DBH	秆高 Culm height	秆质量 Culm weight	地上部分质量 Weight above ground	地下部分质量 Weight under ground	全株质量 Total weight	地径 Diameter of culm base	胸径处壁厚 Wall thickness in DBH
胸径	1.000							
秆高	0.922	1.000						
秆质量	0.873	0.818	1.000					
地上部分质量	0.865	0.795	0.987	1.000				
地下部分质量	0.887	0.806	0.699	0.700	1.000			
全株质量	0.900	0.826	0.983	0.995	0.767	1.000		
地径	0.919	0.847	0.843	0.818	0.826	0.849	1.000	
胸径处壁厚	0.750	0.717	0.781	0.769	0.637	0.779	0.762	1.000

注:表中数据均为鲜竹质量。

2.3 大木竹各器官生物量与胸径、地径的相关拟合模型

为了便于生产上估算大木竹生物量的大小,对1~3年生大木竹鲜秆质量、地上部分质量、地下部分质量和全株质量与胸径(*D*)和地径的相关模型进行拟合,并选择显著性水平较高且便于生产运用的直线或幂函数曲线方程。拟合结果与方差分析见表6。

由表6可以看出,各器官的生物量与胸径和地径的拟合方程均达极显著水平,同地径为自变量的回归方程相比,各器官的生物量与胸径有更高的相关性。在生产中测得大木竹胸径,带入拟合方程即可得到相应的生物量值。

表6 各器官生物量与胸径和地径的拟合模型

Table 6 The model of different biomass components based on DBH and diameter of culm base

项目 Items	拟合方程 Models	R	F	P	
胸径	秆质量(W_1)	$W_1 = 0.3703 D^{2.0922}$	0.889	158.2	0.000
	地上部分质量(W_2)	$W_2 = 0.4524 D^{2.0317}$	0.884	149.6	0.000
	地下部分质量(W_3)	$W_3 = -4.3765 + 1.1167D$	0.887	154.8	0.000
	全株质量(W_4)	$W_4 = 0.5122 D^{2.0391}$	0.916	219.6	0.000
地径	秆质量(W_1)	$W_1 = -20.2688 + 5.8478d$	0.843	103.0	0.000
	地上部分质量(W_2)	$W_2 = -18.9814 + 5.9686d$	0.818	84.9	0.000
	地下部分质量(W_3)	$W_3 = -3.3449 + 0.927209d$	0.826	90.4	0.000
	全株质量(W_4)	$W_4 = -22.3263 + 6.8958d$	0.849	108.5	0.000

注: D 为胸径, d 表示地径。

3 结 语

在大木竹各器官生物量的分配中,竹秆占绝对比例,为总生物量的 73.1%,远远超过毛竹的相应值。胸径、地径与各器官生物量有较好的相关性,各器官生物量对胸径和地径的拟合模型为生产上估算大木竹的生物量提供了理论依据。

近年来,我国竹产业发展迅速,其中竹板材加工和竹浆造纸呈现出欣欣向荣的新局面,而目前我国竹类资源的开发利用却仍然处于传统模式,面临着种种亟待解决的问题。首先是竹种利用单一,尤其是竹板材加工几乎完全依赖毛竹,使得毛竹价格一直居高不下,增大了加工企业的原料成本;其次是竹材产量偏低,供需矛盾突出。鉴于大木竹竹材产量高、材性较好等特点,大木竹开发的无论对缓解目前竹产业面临的种种困境,还是对竹种的多样化利用都具有重要的经济、社会和生态学意义。

[参 考 文 献]

- [1] 潘孝政. 大木竹及其栽培[J]. 竹子研究汇刊, 1993, 12(3): 70-74.
- [2] 林景献. 大木竹的生长与营林技术调查[J]. 竹子研究汇刊, 1984, 3(2): 92-100.
- [3] 苏文会, 顾小平, 马灵飞, 等. 大木竹秆形结构的研究[J]. 林业科学研究, 2006, 19(1): 98-101.
- [4] 苏文会, 顾小平, 马灵飞, 等. 大木竹纤维形态与组织比量的研究[J]. 林业科学研究, 2005, 18(13): 250-254.
- [5] 苏文会, 顾小平, 马灵飞, 等. 大木竹化学成分的研究[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(2): 180-184.
- [6] 吴富桢. 测树学实习指南[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.
- [7] 林新春, 方伟, 李贤海, 等. 苦竹种群生物量结构研究[J]. 竹子研究汇刊, 2004, 23(2): 26-29.
- [8] 马乃训, 陈红星, 张文燕. 优良经济竹种红竹生物量的研究[J]. 竹子研究汇刊, 1994, 13(1): 31-41.
- [9] 俞友明, 杨云芳, 方伟, 等. 红壳竹人工林竹材物理力学性质的研究[J]. 竹子研究汇刊, 2001, 20(4): 42-46.
- [10] 於琼花, 俞友明, 金永明, 等. 雷竹人工林竹材物理力学性质[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(2): 130-133.
- [11] 江泽慧. 世界竹藤[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2002.
- [12] 郑容妹, 郑郁善, 丁闽锋, 等. 苦竹生物量模型的研究[J]. 福建林学院学报, 2003, 23(1): 61-64.
- [13] 郑郁善, 梁鸿棠. 台湾桂竹各器官生物量模型研究[J]. 竹子研究汇刊, 1998, 17(1): 37-41.
- [14] 郑郁善, 陈明阳, 林金国, 等. 肿节少穗竹各器官生物量模型研究[J]. 福建林学院学报, 1998, 18(2): 159-162.
- [15] 王太鑫, 丁雨龙, 李继清, 等. 巴山木竹种群生物量结构研究[J]. 竹子研究汇刊, 2005, 24(1): 19-24.
- [16] 牟克华, 史立新. 拐棍竹生物学特性及其生物量的研究[J]. 竹类研究, 1995(2): 45-51.
- [17] 郑金双, 曹永慧, 肖书平, 等. 茶秆竹生物量模型研究[J]. 竹子研究汇刊, 2001, 20(4): 67-71.
- [18] 林新春, 方伟, 俞建新, 等. 苦竹各器官生物量模型[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(2): 168-171.
- [19] 郑郁善, 梁鸿棠, 游兴早. 绿竹生物量模型研究[J]. 竹子研究汇刊, 1997, 16(4): 43-46.
- [20] 金爱武, 周国模, 马跃, 等. 雷竹各器官生物量模型研究[J]. 浙江林业科技, 1999, 1(2): 7-9.

(责任编辑 李燕文)