

# 毛竹林的初级生产力研究\*

黄启民 杨迪蝶 沈允钢 邱国雄

**摘要** 本文就毛竹中产林和丰产林的初级生产力作了阐述,结果表明,竹林地上部分生物量的增加主要来自于新长成的竹株。新竹多,竹林初级生产力的增加就多;另一方面,1~3年生毛竹竹壁密度的增加,对毛竹林生物量的增加也有一定的影响。而地下竹鞭与竹根的生物量与竹林的立地条件有着密切的关系。在土壤集约管理、水肥条件好的竹林中,地下部分的生物量所占比例小,且随着管理水平降低,土壤条件变差,地下部分生物量所占比例就增加。

**关键词** 毛竹林、生物量、初级生产力、竹壁密度

毛竹是我国亚热带地区的主要树种之一,集中分布在长江中下游以南各省。该地区气候温和、雨量充沛,是毛竹的自然分布区,适宜毛竹生长。试验工作是在浙江省杭州市郊,富阳县境内,位于富春江北岸的中国林科院亚热带林业研究所庙山坞试验林场进行的,距杭州30 km。年降雨量1800 mm,年平均温度16℃(最低温度-7.6℃,最高温度37.2℃)。

## 1 试验材料和研究方法

本试验以毛竹(*Phyllostachys pubescens* Mazelex H. de Lehaie)作为研究材料。树木采用其胸径与全株生物量的关系估计全林生物量,其所得生物量数据误差较大,而毛竹采用竹秆眉围与全株生物量之间的关系来估计全林生物量,可以得到非常好的结果。

毛竹属多年生常绿禾本科植物,竹林中每年(或两年)于四月初前后发笋,经一个多月的生长,达到生长终期的高度和粗度,在后几年的生长中,只是竹壁密度增加,而粗度和高度不再增加了。这样,我们就可以利用竹秆眉围与其体积(全株干重量/竹壁密度)的关系,以及竹壁密度与年龄的关系,将竹林中的立竹利用各年度竹子的株数、眉围,估计出其干重生物量(kg/m<sup>2</sup>)及每年生物量的增加数。

为了适应试验工作的需要,在庙山坞试验林区,选择酸性红壤土上,两个产量水平的毛竹林:①中产林:立竹密度为2700株/hm<sup>2</sup>,竹林较少管理,近似半自然生长状态;②丰产林:立竹密度为3750株/hm<sup>2</sup>,是实行较好管理的,如深挖、施肥(有机肥和尿素)等,竹林生长较好,有较高的产量。其竹林起源是1965年移植造林成林的人工林。在这两片竹林中,分别设置了10 m×10 m的标地16块和10块,用以调查每年生长竹子的数量、眉围大小。同时,每年春季选取每个年龄组不同粗度的竹株3~5株,砍下测定其竹秆、枝、叶的生物量。在

1992-12-03收稿。

黄启民副研究员,杨迪蝶(中国林业科学研究院亚热带林业研究所,浙江富阳 311400);沈允钢、邱国雄(中国科学院上海植物生理研究所)。

\*本研究得到联合国环境计划署和中国林业科学研究院的资助。

竹林下设置接叶框, 收集落叶。每年 3 次定时在选定的竹株的竹秆上(离地约 1 m 处)切取宽 1 cm, 长 5 cm 的样块, 测定其竹壁密度  $y$  (干重/秆鲜材体积) 与竹龄  $x$  (a) 的关系及单株体积  $z$  (全株干重/竹壁密度) 与眉围  $w$  (cm) 的关系, 求其回归, 得到:

$$y = x/1.58x + 0.253 \quad r = 0.924$$

$$z = -30.07 + 1.90w \quad r = 0.955$$

然后用以上公式分别绘制出竹秆竹壁密度和竹子年龄间的关系曲线及单株体积与眉围的关系曲线。地下部分的生物量主要包括根和鞭两方面, 是采用开土方的办法取得根和鞭的数据。

## 2 研究结果

### 2.1 毛竹林地上、地下生物量的分布

丰产林 1988、1989 年, 地上、地下部分两年的平均生物量; 及中产林自 1984~1989 年六年的地上、地下部分的平均生物量如表 1。表 1 中我们可以看到, 丰产林总的生物量为  $18.24 \text{ kg/m}^2$ , 地上部分占 70.87%。而中产林总生物量为  $12.01 \text{ kg/m}^2$ , 地上部分只占 48.43%。

表 1 毛竹丰产林、中产林立竹各部分干物质量分布

类 别	项 目	地 上 部 分					地 下 部 分			地上地 下总计
		秆	枝	叶	蔸	小计	根	鞭	小计	
丰产林 <sup>①</sup>	干重(kg/m <sup>2</sup> )	9.889	1.305	0.4314	1.30	12.925	3.864	1.449	5.313	18.24
	各占总重(%)	54.22	7.15	2.37	7.13	70.87	21.18	7.97	29.13	100
中产林 <sup>②</sup>	干重(kg/m <sup>2</sup> )	4.199	0.8213	0.2886	0.5091	5.818	4.857	1.337	6.194	12.012
	各占总重(%)	34.96	6.84	2.40	4.24	48.43	40.43	11.13	51.57	100

①为丰产林 1988、1989 年两年的平均值; ②为中产林 1984~1989 年六年的平均值。

### 2.2 竹秆生物量增加的来源

竹秆生物量的年增加, 除了每年春天的笋长成新竹之外, 竹林中立竹的竹壁密度的增加也是一个重要的方面。①立竹竹壁密度随竹龄而增加, 在新竹形成的头两年的生长中, 竹壁密度的增加值特别明显, 到第 6、7 年生以后, 竹壁密度虽然也有增加, 但增加的密度值也就很小了(图 1, 表 2); ②竹壁密度的增加, 使竹林各年立竹生物量逐年增加, 其增加的生物量的多少, 取决于各年立竹竹秆的竹壁密度差和竹林中立竹的体积数(图 1, 2)。竹林中 1、2、3 年生的毛竹竹秆单位体积生物量的年增加量多, 而 4 年生以上的毛竹竹秆单位体积生物量年增加量较少。因此, 在竹林地上部分结构的管理中, 逐年砍除那些竹壁密度增长较少的老竹, 有利于促进新竹生长, 是增加地上部分生物量的有效途径(表 2~4)。

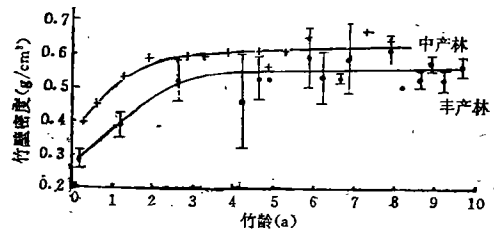


图 1 毛竹丰产林、中产林竹壁密度随竹龄增长的变化

**表2 1989年底中产林立竹竹秆生物量、平均竹壁密度及其年增长**

(1988-01~1989-01)

成竹年份	竹秆生物量 (kg/m <sup>2</sup> )	平均竹壁 密度 (g/cm <sup>3</sup> )	竹壁密度 年增长 (g/cm <sup>3</sup> )	生物量年 增长 (kg/m <sup>2</sup> )
1989	0.155 1	0.416 5	0.416 5	0.153 9
1988	0.464 2	0.529 5	0.113 0	0.099 0
1987	0.410 1	0.576 5	0.047 0	0.033 5
1986	0.559 4	0.599 5	0.023 0	0.021 4
1985	0.564 7	0.609 5	0.010 0	0.009 2
1984	0.522 9	0.618 0	0.008 5	0.007 2
1983	0.893 4	0.620 0	0.002 0	0.002 9
1982	0.671 7	0.620 2	0.000 2	0.000 2
合计	4.241 5			0.327 4

**表3 毛竹中产林各年立竹竹秆生物量及其年增长**

成竹年份	竹秆生物量 (kg/m <sup>2</sup> )	计量期限 (年-月)	年增长 (kg/m <sup>2</sup> )
1988	4.424 5	1987-01~1988-01	0.533 5
1987	4.548 6	1986-01~1987-01	0.523 3
1986	4.203 0	1985-01~1986-01	0.585 5
1985	3.998 0	1984-01~1985-01	0.592 7
1984	3.777 2	1983-01~1984-01	0.597 6

**2.3 叶面积指数 LAI**

竹林在生长过程中，其叶经常凋落，但每年的4、5月间为集中落叶期(图3)，我们利用周期性的落叶总量(或总的叶面积)，结合抽样调查，即根据精度要求抽取林中一定数量的标准样株，找出叶面积与叶重之间的关系，计算叶面积 LA，进而可以计算出 LAI。中产林的 LAI=8.02，丰产林的 LAI=11.17。就我们测定，单叶光合速率，丰产林并不比中产林高，但丰产林的叶面积指数比中产林的大，也即丰产竹林群体进行光合作用的叶面积比中产林的大。因此，丰产林群体制造的总光合产物就比中产林多，它的产量也就高。

**2.4 地下部分的根、鞭生物量**

地下生物量的垂直分布主要集中在10~40 cm 的土层中，尤以 10~20 cm 深的土层中为最多，在土壤集约管理、水肥条件较好的丰产林中，地下部分的根、鞭生物量较土肥条件较差的中产林少，且占地上、地下总生物量比例小(图4、表1)。

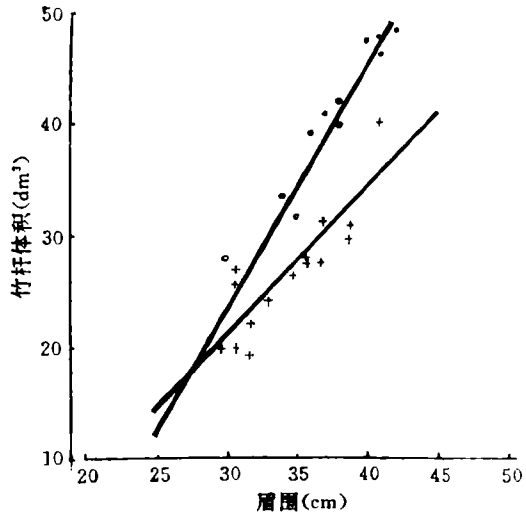


图2 竹秆体积与竹秆粗度变化的关系  
○ 丰产林 + 中产林

**表4 1989年底丰产毛竹林立竹竹秆生物量、平均竹壁密度及其年增长**

(1988-01~1989-01)

成竹年份	竹秆生物量 (kg/m <sup>2</sup> )	平均竹壁 密度 (g/cm <sup>3</sup> )	竹壁密度 年增长 (g/cm <sup>3</sup> )	年增长 (kg/m <sup>2</sup> )
1989	0.256 6	0.281 5	0.281 5	0.178 4
1988	1.714 6	0.403 5	0.122 0	0.445 1
1987	0.326 0	0.468 5	0.065 0	0.042 4
1986	2.228 1	0.500 5	0.032 0	0.137 1
1985	0.503 7	0.521 5	0.021 0	0.020 0
1984	0.770 3	0.533 5	0.012 0	0.017 1
1983	0.752 9	0.541 5	0.008 0	0.011 0
1982	2.251 7	0.546 5	0.005 0	0.205 0
1981	0.452 4	0.548 5	0.002 0	0.001 6
1980	0.760 6	0.550 0	0.001 5	0.002 1
合计	10.016 9			1.059 8

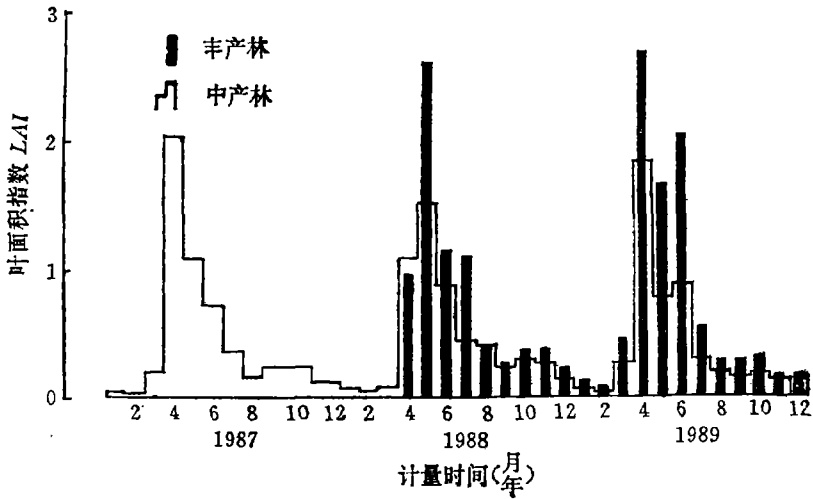


图3 各月落叶叶面积指数变化

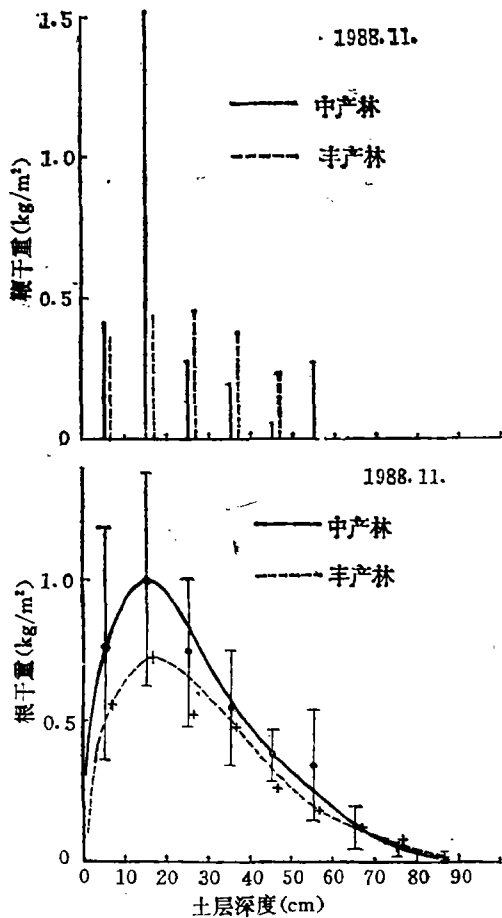


图4 根和鞭生物量的垂直分布

### 2.5 落叶、退笋等死物质量

毛竹林中除了每年砍伐运走的竹杆、挖走的笋外，还有一部分不为人们注意的落叶、退笋、枝鞘及死根、死鞭等，也是个不算小的生物量。从实验结果可以看出丰产林的死物质量比中产林的大得多(表5)。

## 3 讨论

1. 研究结果看出，竹林地上部分生物量的增加主要来自新长成的竹株。而成竹率的高低取决于当年的发笋量及其生长情况。毛竹的发笋多少、生长好差，受气候变化的影响非常明显。主要是夏秋季的干旱影响笋芽分化和竹笋形成，使来年的出笋量<sup>[1,2]</sup>和长成的新竹数量减少，而且这种减少，将会连续影响几年的产量。

2. 中产毛竹林与丰产毛竹林的竹壁密度有明显的不同。同年龄的毛竹竹壁密度中产林的较丰产林的大，从外部形态看，丰产林的毛竹杆粗大，但究其两者竹壁密度差异的原因，有待进一步的研究。

表5 庙山坞中产、丰产毛竹林的生物量及其相关指标

项目内容	中产林	丰产林	项目内容	中产林	丰产林
1989年底生物量(kg/m <sup>2</sup> )			每公顷面积上的笋数(个/hm <sup>2</sup> )	1 845.0	3 840.0
地上部分	5.82	12.93	生 鲜笋重(kg/hm <sup>2</sup> )	3 315.1	9 600.0
地下部分	6.19	5.31	长 单笋平均干重(g)	168.0	254.0
合 计	12.01	18.24	量 单竹秆平均干重(kg)	13.7	18.5
1988~1989年间生物量增加(kg/m <sup>2</sup> )			竹秆围径(cm)	32.46±3.1	37.54±2.0
地上部分	0.327 4	1.060	竹壁密度(g/cm <sup>3</sup> )		
地下部分	0.349	0.436	新 竹	0.416 5	0.281 5
合 计	0.676 4	1.496	老 竹	0.620 2	0.550 0
死物量(kg/m <sup>2</sup> ·a)			其 冠层叶面积指数	8.02	11.17
落 叶	0.232	0.334 2	他 冠层消光系数	0.30	0.239 6
退 笋	0.027	0.031 9	叶占总生物量干重(%)	3.2	3.36
鞘	0.083 5	0.130 1	单位面积叶干重(g/m <sup>2</sup> )	360.6	620.0
死根及死鞭	0.160	0.259 5	地上/地下生物量比(%)	1.38	2.97
合 计	0.439	0.755 7			

## 参 考 文 献

- 1 Koichiro Ueda. Studies on the Physiology of Bamboo. Resources Bureau Science and Technics Agency Prime Minister's Office. TOKYO JAPAN, 1960. 7. 130~167.
- 2 [日]户刘义次主编(薛德榕译). 作物的光合作用与物质生产. 北京: 科学出版社, 1979. 268~479.
- 3 南京林产工业学院竹类研究室编著. 竹林培育. 北京: 农业出版社, 1974. 49~99.
- 4 Beadle C L, Long S P, Imbamba, S K, et al. Photosynthesis in relation to plant production in terrestrial environments. OXFORD ENGLAND: Tycooly Publishing Limited, 1985. 16~23, 37~85.
- 5 黄启民. 毛竹生物量的研究. 亚热带林业科技, 1987, 15(2), 90~98.

*Studies on the Primary Productivity of  
Bamboo (*Phyllostachys pubescens*) Grove*

Huang Qimin Yang Didie Shen Yungang Qiu Guoxiong

**Abstract** This paper deals with the primary productivity of medium and high yield bamboo (*Phyllostachys pubescens*) groves. The results show that the increase of biomass above ground is mainly from newly growing bamboo. the more the new grown-up bamboos, the more the increase of primary productivity of bamboo. Furthermore, the increase of culm-wall density for 1~3 year bamboos has also the influence over the increase of biomass of bamboo groves. Besides, the biomass production of rhizomes and roots has a close connection with the site conditions. The under-ground biomass covers only a small proportion in the bamboo groves, which has a close relation with water and soil fertility. As the site condition becomes worse and management level low, the proportion of under ground biomass will increase.

**Key words** *Phyllostachys pubescens* grove, biomass, primary productivity, bamboo culm-wall density

Huang Qimin, Associate Professor, Yang Didie (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400), Shen Yungang, Qiu Guoxiong (The Shanghai Institute of Plant Physiology, Academia Sinica).