

## 杉木造林密度试验研究 I. 密度对幼林生物量的影响\*

惠刚盈 童书振 刘景芳

(中国林业科学研究院林业研究所)

罗云伍

(中国林业科学研究院大岗山实验局)

**关键词** 杉木; 幼龄林; 密度; 生物量

杉木 [*Cunninghamia Lanceolata* (Lamb.) Hook] 为我国南方重要用材树种, 造林历史悠久, 分布面积广, 集约化经营程度高, 经济效益大, 深受群众喜爱。研究杉木人工林的生物量, 对了解我国亚热带杉木人工林生态系统的功能, 提高生产力, 具有十分重要的意义。1986年2月我们在江西大岗山实验局年珠林场的五年生杉木造林密度试验林内, 进行了生物量测定, 旨在探讨不同造林密度对杉木幼林生物量的影响, 研究其分配规律, 为今后科学造林和营林提供可靠的理论依据。

### 一、试验区自然概况

江西大岗山年珠林场位于东经114°33'、北纬27°34', 属罗霄山脉北端武功山支脉, 为杉木分布中带的中部产区, 与杉木中心产区安福县相邻。年平均气温15.8℃, 年均降雨量1590.9mm, 平均相对湿度80%, 无霜期265d; 试验地海拔480m, 坡向东南, 坡度29°, 土壤为黄红壤, 土层70—80cm, 腐殖质层15—30cm。1982年春造林, 试验林生长情况见表1。

表1 五种造林密度的杉木生长

小区代号	小区面积 (ha)	株行距 (m × m)	栽植株数	现存株数	平均胸径 (cm)	树高 (m)		平均冠幅 (m)	材积 (m <sup>3</sup> /ha)
						平均	优势		
A	0.06	2 × 3	100	98	3.0	2.5	3.9	1.8	1.87
B	0.06	2 × 1.5	200	194	3.7	2.9	4.1	1.8	7.27
C	0.06	2 × 1	300	295	3.4	2.8	4.2	1.6	8.57
D	0.06	1 × 1.5	400	394	3.8	3.0	4.6	1.8	15.60
E	0.06	1 × 1	600	586	2.7	2.5	3.9	1.5	9.94

### 二、研究方法

测定生物量的原理<sup>[1]</sup>:

$$y = S + B + L + R$$

本文于1988年1月3日收到。

• 江西大岗山实验局曾国民同志亦参加本项工作。

式中 $g$ 代表净生物总产量,  $S$ 、 $B$ 、 $L$ 、 $R$ 分别代表干、枝、叶和根的净生物产量。

首先在各小区内进行每木调查。以1 cm为一径级, 统计各径级株数, 然后分别径级随机抽一株生长正常的样木为试材, 五个小区共抽39株样木。用含水率法测定生物量。

树干生物量的测定, 采用分层切割法<sup>[2]</sup>。将全树干以50 cm长分成为若干小段称重, 在每段中央切取5 cm厚的木片, 分别称鲜、干重, 再推算全树干的生物量。

枝和叶的生物量测定, 采用分层标准法。将树冠分成上、中、下三层, 每层根据枝条长度选出一条标准枝, 分别称枝、叶的鲜、干重, 再推算全树枝、叶的生物量。

根生物量的测定, 采用全挖法。按根基径的粗细, 分成根桩、粗根(>3 cm)、中根(1—3 cm)、细根(<1 cm)四级, 选取部分试材, 称鲜、干重, 再推算全根的生物量。

将以上数据按径级、器官选用适宜的数学模型, 推算各径级小区的生物量。

叶面积采用鲜叶称重换算法<sup>[9]</sup>。即按试材鲜叶重在坐标纸上求得叶面积(m<sup>2</sup>/kg), 用鲜叶总重推算全树叶面积, 再通过回归推算出每公顷叶面积, 进而导出叶面积指数和叶净光合生产率。

### 三、杉木幼林生物量数学模型的选用

根据杉木幼林特点, 决定采用下列11种方程式推算生物量:

1.  $W = a + bD$
2.  $W = a + bD^2$
3.  $W = aD^b$
4.  $W = a + bD + cD^2$
5.  $W = a + bD^2 + cD^4$
6.  $W = a + bDH$
7.  $W = a + bD^2H$
8.  $W = a(DH)^b$
9.  $W = a(D^2H)^b$

10.  $W = a + bDH + c(DH)^2$

11.  $W = a + bD^2H + c(D^2H)^2$

式中 $D$ 为平均直径,  $H$ 为平均树高,  $W$ 为生物量,  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 为参数。

用上述方程式分别对五种造林密度的杉木幼树枝、叶、干、根及全株进行回归分析, 根据相关系数大小选出各器官及全株统一的数学模型(表2)。

表2 杉木幼林生物量回归方程式

器官	回归方程式	相关系数	编号
叶	$W = 0.6711 + 0.0163D^2 + 0.0005D^4$	0.945	(1)
枝	$W = 0.1223 + 0.0234D + 0.0299D^2$	0.950	(2)
干	$W = 0.1130 + 0.1542D + 0.0721D^2$	0.987	(3)
根	$W = 0.2238D^{1.1211}$	0.955	(4)
全株	$W = 1.16865 + 0.2375D^2$	0.972	(5)

### 四、结果与分析

#### (一) 不同密度林分各径级生物量的分配

利用表2(5)式, 计算出不同密度林分各径级的单位面积生物量(表3)。

由表3可以看出, 不同密度林分, 各径级间生物量的分配差异甚大。基本规律是: 除D外, 生物量高峰所在的径级, 随密度的增加而变小; 最小径级的生物量, 除C外, 随密度的增加而增大。产生上述生物量分配不规律的原因, 主要是幼林生长尚不稳定, 分化程度不一致造成。

#### (二) 不同密度林分各器官生物量的分配

利用表2(1)—(4)式求算各小区不同器官的生物量, 再换算成每公顷生物量(表4)。

表3 不同密度林分各径级生物量分配

生物量 (kg)	级 径 (cm)									
	0*	1	2	3	4	5	6	7	8	9
株数/ha										
A(1633)	85.4873	328.1017	706.2167	1102.0500	1573.4058	1894.9733	485.9325	426.8717	281.1794	—
B(3233)	102.3800	257.7941	564.9733	2148.9975	4057.7307	4855.8690	3077.5725	1494.0508	—	—
C(4917)	51.1900	562.4599	1377.1224	4353.0975	6376.4339	5329.6124	2915.5950	853.7433	281.1794	680.2050
D(6567)	162.1017	398.4091	1483.0549	3691.8675	7867.0289	12080.4547	5993.1675	2988.1016	281.1794	—
E(9767)	307.1400	1546.7648	5084.7595	9753.1425	9440.4346	4974.3049	1133.8425	—	—	—

\* 树高不足1.3m, 其生物量按实测推算。

由表4可知,不同密度各器官的生物量差异很大,除E小区干生物量较低外,其他均随密度增加而增加,当密度增加到E时,总生物量开始下降,其原因可能是树干生物量受密度影响而下降之故。如以A的生物量为100,则B为247%,C为350%,D为533%,E为516%。可见,D种密度的生物量,在此年龄阶段最高。

### (三) 不同密度各器官生物量分配比例

利用表4计算出各器官生物量分配的百分比及地上部分与地下部分的比值(表5)

由表5可以看出,无论何种密度,各种器官的生物量所占的百分比均是:干>叶>根>枝。亦可说明各器官的生物量比值,在此年龄阶段受密度影响不大。地上与地下部分之比,平均为3.5左右。

### (四) 造林密度与叶面积、叶面积指数及叶净光合生产率的关系

造林密度直接影响到光合作用与叶面积的大小,进而影响到林分生产力的高低。试验表明叶面积与叶量呈直线关系。为便于不同密度的比较,选用了统一的最佳模型进行回归计算:

$$y = 0.6283 + 3.4572x$$

式中:  $y$  = 叶面积( $m^2$ )       $x$  = 叶干重(kg)       $r = 0.93$

利用上式算出各密度林分叶面积、叶面积指数及叶净光合生产率(表6)。

由表6可以看出,叶面积与叶面积指数均随密度增加而增加,当每公顷株数增加到6567株后,增加的速度则相对减少;叶净光合生产率,在此年龄阶段密度影响甚微。

表4 不同密度各器官生物量

密度 (株/ha)	器官生物量 (kg/ha)					相对比率 (%)
	叶	枝	干	根	总计	
A(1633)	2186.3673	260.0655	2151.6908	1290.1256	5888.2494	100
B(3233)	4895.9150	581.5230	5822.5498	3239.0645	14539.0527	246.92
C(4917)	7417.8923	831.6815	7818.2707	4525.0915	20592.9360	349.73
D(6567)	11171.9673	1197.2671	12239.5184	6782.9493	31391.6941	533.12
E(9767)	11368.0900	1428.3244	10663.1111	6933.4670	30392.9924	516.16

表5 不同密度各器官生物量分配比例

密度 (株/ha)	各器官生物量分配比例(%)				
	叶	枝	干	根	地上/地下
A(1633)	37.1	4.4	36.5	21.9	3.56
B(3233)	33.7	4.0	40.0	22.3	3.49
C(4917)	36.0	4.1	38.0	22.0	3.55
D(6567)	35.6	3.8	39.0	21.6	3.63
E(9767)	37.4	4.7	35.1	22.8	3.38
平均	36.0	4.2	37.7	22.1	3.52

表6 不同密度的叶面积、叶面积指数及净光合生产率

密度 (株/ha)	叶面积 (m <sup>2</sup> /ha)	叶面积指数 (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	叶净光合 生产率 [kg/(m <sup>2</sup> ·a)]
A(1633)	7559.34	0.76	0.1558
B(3233)	16926.78	1.69	0.1718
C(4917)	25645.76	2.56	0.1606
D(6567)	38624.35	3.86	0.1626
E(9767)	39302.39	3.93	0.1547

## 五、小 结

1. 单位面积各器官及总生物量,基本趋势随密度增加而增加,当密度增加到每公顷6567株时,生物量最高,以后各器官生物量的增量相对变小,干及总生物量则有所下降。

2. 过高的立木密度会造成小径木生物量比例增大和树干生物量的降低;过低的立木密度会使总生物量变小。

3. 无论何种密度,各器官所占比例,均表现为干>叶>根>枝;各器官所占的比例大小,受密度影响不明显;地上与地下部分生物量之比,平均为3.5左右。

4. 在此年龄阶段,无论何种密度,杉木幼林各器官的生物量均与胸高直径显著相关,其单株生物量可用下式表示:

$$W = 1.16865 + 0.2375D^2$$

5. 叶面积及叶面积指数均随密度的增加而增加,当密度增加到每公顷6567株后,其增量变小。在此年龄阶段,叶净光合生产率与密度影响不大。

## 参 考 文 献

- [1] 冯宗炜等,1980,我国亚热带湖南桃源杉木人工林生态系统生物量的研究,杉木人工林生态学研究论文集,中国科学院林业土壤研究所,180—187。
- [2] 叶镜中等,1984,福建省洋口林场杉木林生物量的年变化动态,南京林学院学报,(4):2—3。
- [3] 潘维俦等,1978,杉木人工林生态系统中的生物量及其生产力的研究,中南林学院科技,(2):1—2。

STUDY ON THE AFFORESTATION DENSITY OF  
*CUNNINGHAMIA LANCEOLATA* I. THE EFFECT  
OF DENSITY ON BIOMASS OF YOUNG  
GROWTH OF *C. LANCEOLATA*

Hui Gangying Tong Shuzhen Liu Jingfang

(The Research Institute of Forestry CAF)

Luo Yunwu

(Dagangshan Experiment Station CAF)

Abstract

This paper reports the result of study on the relationship between afforestation density and biomass of *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook young growth. The result shows that when at young growth stage, the biomasses of leaves, roots, branches and total in a given stand, increase with the increase of afforestation density until it reaches 6 567 trees/ha. Then, the total and stem biomass begin to decrease as the density increases or decreases, and the increment of leaves, roots and branches becomes smaller. High afforestation density raises the rate of biomass of small diameter classes, while low density decreases the total biomass. The leaf area index also increases with the increase of afforestation density when the density is no more than 6567 trees/ha. If density surpasses 6567 trees/ha., the increment becomes smaller. Too high or too low afforestation density results in the decrease of efficiency of net photosynthesis of leaves.

**Key words:** *Cunninghamia lanceolata*; young growth; density; biomass