

广西林朵林场杉木大径材林分的生物生产力

Biological Productivity of *Cunninghamia lanceolata* Great-Diameter-Timber Stand at Linduo Forest Farm in Guangxi

梁宏温

Liang Hongwen

(广西农业大学林学院
南宁市邕武路 530001)(Forestry College of Guangxi Agricultural
University, Yongwu Road, Nanning, Guangxi, 530001)

邓绍林

Deng Shaolin

韦荣建

Wei Rongjian

韦西华

Wei Xihua

(林朵林场 广西天峨县 547300)

(Linduo Forest Farm, Tian'e
County, Guangxi, 547300)

摘要 结果表明: 26 龄杉木纯林群落生物量平均为 183.89 t/hm², 其组成层次的生物量分配序列 (%) 为乔木层 (93.60%) > 枯枝落叶层 (6.14%) > 灌木层 (0.26%)。乔木层年平均净生产量为 6.62 t/hm²·a, 低于中心产区; 平均木单株年平均净生产量 10.93 kg/a, 高于中心产区, 揭示现有林分密度偏小。26 年生林分平均树高和平均胸径分别为 20.7 m 和 24.0 cm, 其干材生物量平均达 61.5%, 适宜培育杉木大径材。

关键词 杉木纯林 大径材 生物生产力

Abstract Community biomass in 26 years pure stand of *Cunninghamia lanceolata* was 183.89 t/hm² and distribution array of its biomass was tree layer (93.60%) > litter layer (6.14%) > shrub-herb layer (0.26%). An average net production of society in the tree layer was 6.62 t/hm²·a and lower than central origin, But the production of individual in the tree layer was 10.93 kg/a, and higher than central origin. Indicated density of stand was small. Mean height and diameter of 26 years stand were 20.7 m and 24.0 cm, respectively, and a percentage of its trunk was 61.5%. Where may be used as a great-diameter-timber forest base.

Key words *Cunninghamia lanceolata* pure stand, great-diameter-timber, biological productivity

杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 是我国南方特有的速生、高产、优质用材树种。广西林朵林场于 50 年代末先后引种杉木, 获得成功, 现建成了大面积杉木大中径材商品基地。

本文是林朵林场杉木大径材研究项目的一部分, 旨在阐明新栽培区杉木大径材林分生物生产力的现状, 潜力及其提高途径, 为本地区杉木林的经营提供参考。

1 自然条件与林分概况

试验样地设在林朵林场顶皇分场, 离天峨县城约 25 km。本场地地理位置东经 107°09'50"~107°11'45", 北纬 24°56'30"~25°12'00", 地处云贵高原凤凰山山

脉的西侧。境内山峦重叠, 起伏延绵, 形成有利于杉木生长的小地形。本区水热条件优越, 年均气温 20℃, 7 月均温 26.9℃, 1 月均温 10.8℃, ≥10℃ 的活动积温 6 663℃, 年降雨量 1370.6 mm, 年蒸发量 1 224 mm, 平均相对湿度 80%, 水热系数 1.9, 属中亚热带半湿润气候, 试验林地的海拔 700~800 m, 土壤为二迭纪灰绿砂页岩发育的山地红黄壤。杉木林下灌木主要有短柄紫珠 (*Callcarpa brevipes*)、盐肤木 (*Rhus chinensis*)、粗叶木 (*Lasianthus chinensis*); 草本植物主要有星毛蕨 (*Ampelopteris prolifera*)、狗脊 (*Wookwardia japonica*)、蔓生莠竹 (*Microstegium vagans*) 等。林地枯枝落叶丰富, 绝大部分为杉木的凋落物和间伐木的剩余物。

供试林分为 1969 年营造的杉木纯林, 初植密度为 2900~3100 株每公顷。常规法造林和幼林抚育, 中

成熟林的抚育主要通过两次间伐,第一次间伐的对象主要是被压木和小径木;第二次间伐的方式和强度主要考虑以下因素:(1)每公顷保留大径木450~800株;(2)林冠郁闭度控制在0.6~0.7;(3)保留木的营养空间相对独立。

2 研究方法

2.1 样地设置和每木调查

分别两种现有的林分密度设置可比样地(即海拔、坡位、坡向、坡度和土壤等立地条件基本一致)各5块,每块样地面积400 m²。实测样地内杉木的树高、胸径、枝下高和冠幅,杉木材积按广西杉木立木材积方程; $V = 0.656671 D^{1.769412} \cdot H^{1.069769} \cdot 10^{-4}$ 计算。

2.2 生物量和净生产量的测定

2.2.1 乔木层生物量和净生产量测定

在样地每木调查的基础上,根据林分的平均胸径和平均树高,同时考虑平均枝下高和冠幅指标,选择1株样木,伐倒后地上部分采用分层切割法^[1]测定各器官的鲜重,根系采用全挖法^[2]测定各器官的鲜重,同时采集各器官的样品,在85℃恒温下烘至恒重,测定各器官的含水率并换算干重作为林分平均木的单株生物量,平均木单株生物量乘以林分密度则为林分生物量,林分生物量被林分年龄相除则为林分年平均净生产量。

2.2.2 灌草层生物量和林地枯枝落叶层现存量的测定

沿样地对角线设置5个面积为2 m×2 m的小样方,用收获法^[1]实测样方内各灌木及草本植物的地上部分和地下部分鲜重和收集样方内的枯枝落叶并称重。然后,按植物种类组成比例采集样品,在85℃恒温下烘至恒重,测定含水率并推算灌草层生物量和枯枝落叶层现存量。

2.3 乔木层叶面积测定

在杉木生物量测定的同时,分别不同龄级鲜叶(一年生,二年生和多年生)称取0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0和3.5 g各7份,于mm方格纸上逐张勾绘面积并按份累计,取样测定鲜叶含水率换算干重,再根据叶重与叶面积(单面)的关系(表1)推算林分乔木层的叶面积。

3 结果与分析

3.1 森林群落生物量

杉木群落生物量包括乔木层、灌草层和枯枝落叶层三个层次的现存量,林分场杉木大径材26年生

林分群落生物量平均为183.89 t/hm²(表2),其组成层次的生物量分布及特点分述如下:

表1 不同龄级叶重(W)与叶面积(S)的关系

Table 1 Correlation of leaf weigh (W) with leaf area (S) in different age-classes

叶龄级 Age-class	回归关系 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient
一年生 One year	$S = 5.0338 + 74.0626 W$	0.9949
二年生 Two years	$S = 0.9263 + 76.3612 W$	0.9992
多年生 Many years	$S = 0.4001 + 72.6377 W$	0.9994

表2 杉木群落生物量

Table 2 Community biomass of pure stand of *Cunninghamia lanceolata*

密度 Density (株/hm ²)	层次 Layer	平均值 Average (t/hm ²)	标准差 Standard error	变动系数 Variable coefficient (%)
475	乔木层 Tree	141.78 (92.32)	29.35	20.70
	灌草层 Shrub and herb	0.50 (0.33)	0.39	78.00
	枯枝落叶层 Litter	11.29 (7.35)	2.66	23.56
	合计 Total	153.57 (100)	32.40	21.10
750	乔木层 Tree	202.48 (94.53)	11.94	5.90
	灌草层 Shrub and herb	0.44 (0.21)	0.29	65.91
	枯枝落叶层 Litter	11.28 (5.26)	2.37	21.01
	合计 Total	214.20 (100)	14.61	6.82
平均 Mean	乔木层 Tree	172.13 (93.60)	38.34	22.27
	灌草层 Shrub and herb	0.47 (0.26)	0.59	193.53
	枯枝落叶层 Litter	11.29 (6.14)	4.46	39.50
	合计 Total	183.89 (100)	43.71	23.77

括号内数字为百分数 Values in the brackets are percentages.

3.1.1 乔木层的生物量及其分配

由表2看出,乔木层的平均生物量高达172.13 t/hm²,占群落生物总量的93.6%,充分体现了杉木是经营的主体,是群落的主导。

表 3 列出两种不同密度杉木林的平均胸径、树高, 蓄积量和生物量的比较, 并经两者平均数差异显著性检验 (t 检验), 结果表明; 平均木的单株材积量和生物量及林分平均胸径在两种密度林分之间的差

异均不显著, 而乔木层群体生物量和蓄积量在两者之间的差异则为极显著。密度较大 (750 株/hm²) 的生物量比密度较小 (475 株/hm²) 的高 42.8%。蓄积量高 52.7%。此外, 密度较大的林分平均树高比密度较

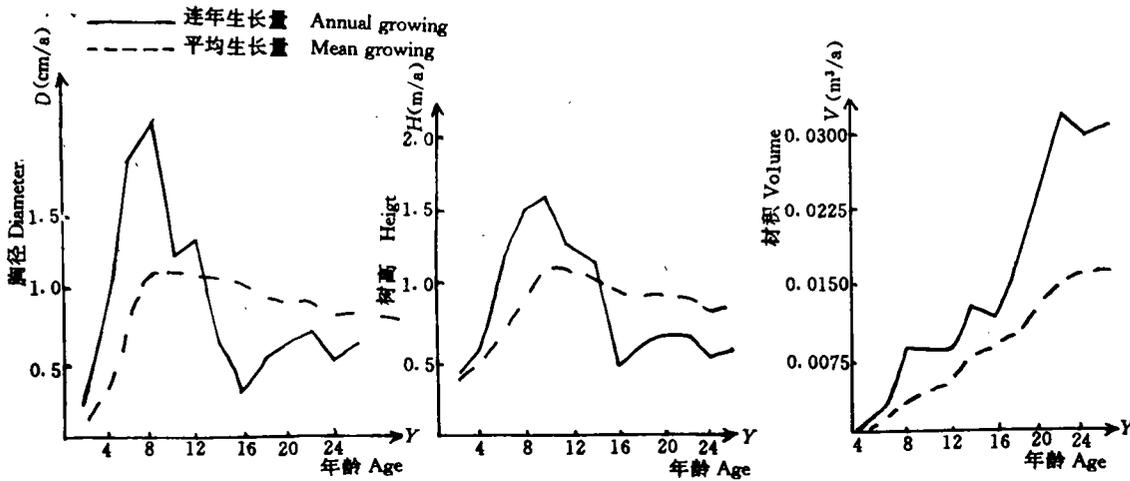


图 1 林分平均木胸径、树高和材积年生长曲线 (5 株样木平均)

Fig. 1 Annual growing curve of diameter, height and volume of individual ($n=5$)

表 3 两种密度杉木林层木屋的生物量和蓄积量比较

Table 3 The biomass and growing stock of tree-layer in different densities

密度 Density (株/hm ²)	重复 Repeat	平均胸径 Mean diameter (cm)	平均树高 Mean height (cm)	平均木材积 Individual volume (m ³)	林分蓄积 Growing stock (m ³ /hm ²)	平均木生物量 Individual biomass (kg)	林分生物量 Stand biomass (t/hm ²)	
475	I	25.3	20.6	0.5192	246.62	344.77	163.77	
	II	24.5	19.0	0.4466	212.14	247.42	117.52	
	III	27.1	21.2	0.5988	284.43	348.38	165.48	
	IV	24.1	19.6	0.4528	215.08	216.69	102.93	
	平均 Mean		25.5	20.3	0.5200	247.02	298.48	141.78
750	I	23.4	21.5	0.4719	353.93	246.85	185.14	
	II	23.6	21.4	0.4728	354.60	265.21	198.91	
	III	24.2	22.7	0.5309	398.18	275.74	206.81	
	IV	23.0	21.8	0.4697	352.28	271.59	203.69	
	V	25.5	22.2	0.5701	427.58	290.46	217.48	
	平均 Mean		23.9	21.9	0.5031	377.31	269.97	202.48
		平均数差值 Mean difference						
		1.6	-1.6	0.0170	-130.29	28.51	-60.70	
		检验值 t test						
		2.178	3.377	0.451	6.083	0.999	4.284	
		显著性水平 Significant level						
		N	Y	N	Y	N	Y	

Y——差异显著和极显著 ($t_{0.05} = 2.306, t_{0.01} = 3.355$) Significant and most significant; N——差异不显著 Not significant.

表4 两种林分密度乔木层各器官生物量及其分配

Table 4 Organic biomasses and their distribution of the tree-layers in two densities

密度 Density (株/hm ²)	生物量及其分配 Biomasses and their distribution (t/hm ²)						合计 Total
	干材 Trunk	干皮 Bark	叶 Foliage	枝 Branch	根 Root	果 Cone	
475	80.54 (56.82)	11.90 (8.39)	7.59 (5.35)	11.06 (11.31)	25.35 (17.88)	0.36 (0.25)	141.78 (100)
750	128.09 (63.25)	16.96 (8.38)	7.59 (3.75)	15.44 (7.63)	34.28 (16.93)	0.12 (0.06)	202.48 (100)
平均 Mean	104.31 (61.49)	14.43 (8.51)	7.59 (4.47)	13.25 (7.81)	29.82 (17.58)	0.24 (0.14)	169.64 (100)

括号内数字为百分数 Values in the brackets are percentages.

表5 乔木层年平均净生产量和蓄积生长量

Table 5 Average net production and mean growing stock of the tree-layers

产地 Region	林龄 Age (a)	密度 Density (株/hm ²)	干物质年平均净生产量 Annual mean net production of dry matter		蓄积年平均生长量 Annual mean growing stock	
			平均木 Individual (m ³ /a)	林分 Stand (m ³ /hm ² ·a)	平均木 Individual (m ³ /a)	林分 Stand (m ³ /hm ² ·a)
广西天峨 Tian 'e, Guangxi	26	475	11.48	5.45	0.0200	9.50
		750 (613)	10.38 (10.93)	7.79 (6.62)	0.0193 (0.0197)	14.51 (12.01)
湖南会同 ^[2] Huitong, Hunan	25	2685	4.11	11.04	0.0076	20.38

括号内数字为平均值 Values in the brackets are percentages.

小的高7.8%，两者之间的差异也极显著。由此推断，现有林分密度偏小，特别是每公顷小于750株的林分密度过稀，杉木个体多数呈孤立状态，既不利于杉木的高生长，又严重地制约了林分整体效益的发挥。因此，今后作为大径材培育的林分，在最后一次间伐时，可适当加大保留密度，建议每公顷保留立木750株以上，这对于提高林分群体生物量和蓄积量是很有必要的。

表4为两种林分密度乔木层各器官的生物量及其分配。由表4明显看出，干材部分的生物量最大，平均占乔木层生物总量的61.49%，其后依次为根系、干皮、树枝、树叶和球果。与广西其他产区的杉木近熟林分^[3]比较，林朵林场杉木的干材生物量比率比桂北龙胜里骆(53.26%)的高16.01%，比桂中宜山甘村(56.65%)的高8.54%，比桂东南岑溪七坪(56.58%)的高8.68%，比本地区(桂西北)田林利

周(53.26%)的高15.45%。由此可见，林朵林场杉木林的经济系数(干材率)是相当高的。

3.1.2 灌草层的生物量

组成灌草层的植物种类及其数量都不多，生物量极少，平均不到群落生物总量的0.3% (见表2)。可能是由于多次抚育和间伐，林下灌木和草本植物的发育严重受阻。

3.1.3 枯枝落叶层的生物量

由表2看出，林地枯枝落叶层的生物量(现存量)普遍较高，平均达11.29 t/hm²，约占群落生物总量的6%。这可能是林朵林场杉木大径材林分已近成熟期，这一时期的枯落量较多，加上最后一次间伐的剩余物补充，枯落物分解缓慢，而逐年积累的结果。

3.2 乔木层的平均净生产量和光能利用效率

由表5看出，林朵林场杉木大径材26年生林分的年平均净生产量为6.62 t/hm²·a，年平均蓄积生

量为 $12.01 \text{ m}^3/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$, 比中心产区湖南会同的同类林分的分别低 40.0% 和 41.1%。而其林分平均木单株的年平均净生产量和材积生长量高达 10.93 kg/a 和 $0.0197 \text{ m}^3/\text{a}$, 分别比湖南会同的高 165.9% 和 159.3%, 可见, 密度小的林分, 只能速生而未能丰产。

森林的光能利用效率用叶净光合生产效率, 即单位叶面积木材年平均净生产量表示 (表 6)。由表 6 看出, 林朵杉木大径材 26 年生林分乔木层杉叶的净光合生产效率平均为 $0.0671 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$, 高于广西其他产区的杉木近熟林分^[3]。

表 6 乔木层杉木的光能利用效率

Table 6 Utilization efficiency of light energy of the tree-layers

密度 Density (株/hm ²)	干材净生产量 Net production of trunk (t/hm ² · a)	叶面积 Leave area (m ² /hm ²)	叶净光合 生产效率 Efficiency of light energy (kg/m ² · a)
475	3.098	59727	0.0519
750	4.927	59889	0.0823
平均 Mean	4.013	59808	0.0671

3.3 平均木的生长过程

利用生物量调查的伐倒木, 进行树干解析, 查定平均木的生长过程。从图 1 看出, 林朵杉木大径材林分平均木的胸径生长前期较快, 最大连年生长量出现在第 8 年, 最大平均生长量在 8~10 年, 以后的平均生长逐年下降, 但降幅较小, 树高的生长过程与胸径相似, 但其最大连年生长量和平均生长量出现的年度均比胸径推迟 2 年。材积生长前期较慢、中期加快, 最大连年生长量出现在第 22 年, 其平均生长量在 26

龄之前均逐年递增, 但 22 龄以后的增势趋缓。由图 1 还看出, 不论胸径、树高和材积, 其中、后期的连年生长量曲线均时起时伏, 峰谷相错。究其原因, 除了年际气候变化影响外, 主要可能是由于抚育间伐, 不断调整林分保留木的营养空间, 从而恢复其正常生长。胸径和树高连年生长量曲线的两次低值所出现的年度与先后两次间伐的年度 (16 龄和 24 龄) 基本吻合 (见图 1), 得到佐证, 可见, 适时适度间伐有利于杉木速生。

4 结论

林朵林场杉木大径材林分的生物生产力研究表明现有林分的密度偏小, 杉木个体多数呈孤立状态, 速生而不丰产。其平均木单株的年平均净生产量高达 10.93 kg/a , 高于中心产区; 而乔木层群体产量不高, 年平均净生产量仅 6.62 t/hm^2 , 不及中心产区。建议今后适当增加林分保留木的株数, 以保证大径材分的速生和高产。

致谢

广西农业大学林学院温远光副研究员参与主持该项研究, 参加外业工作的还有广西农业大学林学院黄承标副研究员, 广西天峨县林朵林场黄德运、黄玲琳、韦永切、周燕萍、邓祖剑、黄及文、杨世慧、黄永强、黄红宝等同志。在此一并致谢。

参考文献

- 1 冯宗炜等. 不同自然地带杉木林的生物生产力. 植物生态学与地植物学丛刊, 1984, 8 (2): 93~100.
- 2 冯宗炜等. 湖南会同县两个森林群落的生物生产力. 植物生态学与地植物学丛刊, 1982, 6 (4): 257~266.
- 3 温远光等. 广西不同生态地理区域杉木人工林的生物生产力. 广西农学院学报, 1988, 7 (2): 56~66.

(责任编辑: 蒋汉明 邓大玉)