

# 密度调节对绵竹林生产力水平的影响

曹小军<sup>1</sup> 苏德尧<sup>2</sup> 邱月群<sup>1</sup> 张小平<sup>1</sup> 干少雄<sup>1</sup>

(1. 四川省林业科学研究院 四川 成都 610081; 2. 盐亭县林业局 四川 盐亭 621600)

**摘要:**在立地条件及经营措施基本相同的林分中,应用随机区组试验方法对绵竹林建立了5种不同密度调节的样地,并测定不同密度发笋数、成竹数和成竹率等指标。结果表明:经营密度为10 500株·hm<sup>-2</sup>时,林分生产力水平高,竹材产量达27.40 t·hm<sup>-2</sup>,产量增长率达20.63%,新竹率达30.71%,经济效益好。

**关键词:**绵竹;密度调节;成竹率

中图分类号:S792 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2015)04-0049-04

## Effects of the Density Adjustment of *Dendrocalamus farinosus* on Its Productivity

CAO Xiao-jun<sup>1</sup> SU De-yao<sup>2</sup> QIU Yue-qun<sup>1</sup> ZHANG Xiao-ping<sup>1</sup> GAN Shao-xiong<sup>1</sup>

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China; 2. Forestry Bureau of Yanting County, Yanting 621600, China)

**Abstract:** By using the random block design method, 5 different density adjustments of *Dendrocalamus farinosus* stands were established under the same site and management conditions and investigation was made of their shooting number, adult bamboo number, and stocking percentage. The results showed that when the bamboo stand had a managing density of 10 500 bamboos per hectare, it had the highest productivity, its bamboo timber output reached 27.40 tons per hectare, the production increase rate was 20.63%, and the new bamboo rate was up to 30.71%, thus having good economic benefits.

**Key words:** *Dendrocalamus farinosus*; Density regulation; Stocking percentage

绵竹(*Dendrocalamus farinosus* Keng et King f.), 又名梁山慈竹, 牡竹属, 地下茎合轴丛生竹; 秆高8 m~13 m, 直径4 cm~10 cm, 顶端细长, 作弧形弯曲下垂, 节间长20 cm~40 cm, 幼时被厚白粉, 无毛, 节微隆起<sup>[1]</sup>。绵竹系优良纸浆原料竹, 原产川南一带。2004年以来结合退耕还林工程和全省竹产业发展的推动, 在川南的泸州、宜宾、乐山、雅安等地区营建了大面积的绵竹林, 巴中、绵阳、德阳、眉山等地也进行了一定规模的引种栽植, 因此目前全省已形成了较大规模的绵竹纸浆竹林基地。但是, 由于缺乏系统的科学指导, 各地绵竹林普遍存在立竹度偏大, 竹林保留密度不合理等问题, 导致绵竹林竹材产量和经济效益低下<sup>[2-4]</sup>。本文在对绵竹林经营现状

进行调查的基础上, 研究了密度调节对绵竹林生长的影响, 旨在为提高全省绵竹林生产力水平提供理论与实践的依据<sup>[5]</sup>。

### 1 研究地区概况与研究方法

#### 1.1 研究地区概况

本项研究主要在泸州市叙永县向林乡绵竹成林中进行。该区位于四川盆地边缘, 海拔369 m~1 078 m之间, 属亚热带湿润性季风气候, 年平均气温18℃, 极端最高温41℃, 极端最低气温-1.2℃, ≥10℃积温5 802℃, 年日照时数1 194 h, 无霜期340 d左右, 年平均降水量1 167 mm, 年蒸发量

收稿日期:2015-04-28

基金资助:绵竹促笋和密度调控技术研究(ZL2014-12)。

作者简介:曹小军(1978-), 男, 四川苍溪人, 工程师, 主要从事林业科研与技术推广工作。

1 043 mm 相对湿度 79%。土壤主要为山地黄壤,其次是紫色土和山地黄棕壤,有效土层厚度 $\geq 60$  cm。试验地内植被盖度率达 62%,以绵竹为主,有少量西凤竹、硬头黄竹分布,还夹杂有少量油茶、水冬瓜等,高度 1.8m~2.5m,草本层主要为蕨类植物、鸢尾、南姜、黄茅等。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 密度调节试验设计

采用单因素简单随机试验设计,在中等立地条件、造林时间及现存密度基本一致的林分中设置 5 个密度处理(表 1),每个处理重复 3 次(3 个样地)。于 2014 年 1 月~2 月,根据竹林砍伐“砍老留小,砍密留稀,砍弱留强”的原则,按照设计方案分别对林分进行密度处理<sup>[6]</sup>。

表 1 绵竹纸浆林密度调控试验处理

处理	保留密度(株·hm <sup>-2</sup> )	砍伐强度(%)
A	≈7 500	≈50
B	≈9 000	≈40
C	≈10 500	≈30
D	≈12 000	≈20
E	≈13 500	≈10

### 1.2.2 样地设置

于 2014 年 3 月~4 月,在叙永县向林乡试验林中设置 15 块面积均为 400 m<sup>2</sup> 的固定样地,在密度

调控处理之前进行本底调查。对样地中的立竹进行标记,调查立竹的年龄、胸径、数量等指标。在密度调控处理之后,及时对样地的采伐株数及竹材重量进行统计。于 2014 年 7 月~11 月,每月观察并记录一次样地竹丛的发笋数、退笋数以及成竹数。于 2014 年 12 月,调查记录每丛立竹的母竹和新竹胸径。

### 1.2.3 指标测定

生长指标主要包括发笋率、成竹率、新竹相对增长率等。发笋率采用出笋数占母竹数的百分比表示,成竹率采用成竹数占出笋数的百分比表示,新竹相对增长率采用新竹胸径与其母竹胸径的百分比表示<sup>[7]</sup>。生产力指标主要为产量,通过称重实测和模型估测两种方式测算,其中后者借助前期构建的川南地区绵竹竹材产量模型进行估测。经济指标主要是竹材单位产值,根据单位面积产量和当年当地的竹材单价来计算。按照 I 年生:II 年生:III 年生绵竹 1:1:1 的林龄结构进行密度调节,密度调节的试验调查结果如表 2。

### 1.2.4 数据处理

利用 Excel 和 Spss 数据处理软件对调查数据进行方差分析,分析不同密度调节与绵竹生长之间的关系。

表 2 竹林生长状况调查

处理	样地号	发笋率(%)	成竹率(%)	新竹相对增长率(%)	产量(t·hm <sup>-2</sup> )		经济效益(元·hm <sup>-2</sup> )	
					处理前	处理后	处理前	处理后
7500A1	14	47.00	53.90	108.94	16.06	17.82	8 029.50	8 729.52
7500A2	5	40.33	56.20	109.51	16.58	16.56	8 290.87	8 115.94
7500A3	3	23.33	55.71	103.90	17.89	15.30	8 946.15	7 496.56
9000B1	6	33.61	66.12	107.23	22.27	22.53	11 133.82	11 040.25
9000B2	4	28.06	55.45	112.68	19.10	15.38	9 549.16	7 534.55
9000B3	1	45.28	61.96	113.09	15.98	16.44	7 988.55	8 055.58
10500C1	7	44.76	70.21	113.83	23.80	29.50	11 898.87	14 456.15
10500C2	8	47.38	67.84	118.53	22.86	27.78	11 431.74	13 611.45
10500C3	9	43.10	66.30	115.66	21.41	24.93	10 706.79	12 215.73
12000D1	15	40.42	60.82	114.42	26.63	27.01	13 313.31	13 234.31
12000D2	11	55.83	54.10	106.65	24.74	26.04	12 371.41	12 760.46
12000D3	2	32.71	60.51	111.30	23.08	22.72	11 537.83	11 132.93
13500E1	13	38.33	58.45	104.33	28.40	24.58	14 201.18	12 042.56
13500E2	12	43.70	58.47	102.02	28.88	26.71	14 437.92	13 088.76
13500E3	10	46.30	58.00	102.32	30.08	28.95	15 038.60	14 184.76

## 2 结果与分析

### 2.1 不同密度调控下发笋率比较

根据调查数据,进行统计分析发现,15 块样地

绵竹发笋率最高值为 55.83%,最低值为 23.33%,平均值为 40.68%。绵竹发笋率在设置的 5 种密度调控下变化较大,但经方差分析显著性为 0.629,远远大于概率值 0.05,这说明不同密度调控下发笋率不存在显著差异(表 3)。

表3 不同密度调控下发笋率方差分析

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	206.301	4	51.575	0.668	0.629
组内	771.927	10	77.193		
总数	978.228	14			

## 2.2 不同密度调控下成竹率比较

根据调查数据,进行统计分析发现,15块样地绵竹成竹率最高值为70.21%,最低值为53.90%,平均值为60.27%。经方差分析后可看出不同密度条件下的绵竹成竹率显著性为0.005,远远小于小概率0.01,说明不同密度调控下绵竹成竹率之间差异极显著(表4),再经过多重比较分析后,可看出,当林分密度级为10 500株·hm<sup>-2</sup>时,成竹率达到最大值,为68.12%(均值),与其他密度级成竹率相比差异性达到显著水平(表5)。

表4 不同密度调控下成竹率方差分析

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	283.389	4	70.847	7.269	0.005
组内	97.461	10	9.746		
总数	380.850	14			

表5 不同密度调控下成竹率多重比较

指标	邓肯组	均值	调控密度
成竹率	a	68.12	10 500
	b	61.17	9 000
	bc	58.48	12 000
	bc	58.31	13 500
	c	55.27	7 500

## 2.3 不同密度调控下新竹相对增长率比较

根据调查数据,进行统计分析发现,15块样地绵竹新竹相对增长率最高值为118.53%,最低值为102.02%,平均值为109.63%。经方差分析后可看出不同密度条件下的绵竹新竹相对增长率显著性达到0.003,远远小于小概率0.01,说明不同密度调控条件下,绵竹新竹的相对增长率存在极显著差异(表6),再经过多重比较分析后,可看出,当林分密度级为10 500株·hm<sup>-2</sup>时,新竹相对增长率达到最大值,为116.01%(均值),与9 000株·hm<sup>-2</sup>和12 000株·hm<sup>-2</sup>两个密度级的新竹相对增长率相比差异不显著,与7 500株·hm<sup>-2</sup>和13 500株·hm<sup>-2</sup>两个密度级新竹相对增长率相比差异性达到显著水平(表7)。

表6 不同密度调控下新竹相对增长率方差分析

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	282.193	4	70.548	8.258	0.003
组内	85.427	10	8.543		
总数	367.620	14			

表7 不同密度调控下新竹相对增长率多重比较

指标	邓肯组	均值	调控密度
发笋率	a	116.01	10 500
	ab	111.00	9 000
	ab	110.79	12 000
	bc	107.45	7 500
	c	102.89	13 500

## 2.4 不同密度调控下竹林产量及经济效益比较

绵竹产量与其经济效益具有明显的正相关性,根据调查数据,进行统计分析发现,15块样地密度调控后绵竹产量和经济效益最高值分别为29.50 t·hm<sup>-2</sup>、14 456.15元·hm<sup>-2</sup>,最低值分别为15.30 t·hm<sup>-2</sup>、7 496.56元·hm<sup>-2</sup>,平均值为22.82 t·hm<sup>-2</sup>、11 304.92元·hm<sup>-2</sup>。经方差分析后可看出不同密度条件下的绵竹产量和经济效益的显著性值达到0.001,远远小于小概率0.01,所以不同密度调控下绵竹产量与经济效益存在极显著差异,再经过多重比较分析后,可看出,当林分密度级为10 500株·hm<sup>-2</sup>时,绵竹产量和经济效益达到最大值,分别为27.40 t·hm<sup>-2</sup>(均值)和14 052.53元·hm<sup>-2</sup>(均值),与12 000株·hm<sup>-2</sup>和13 500株·hm<sup>-2</sup>两个密度级的绵竹产量和经济效益相比差异不显著,与9 000株·hm<sup>-2</sup>和7 500株·hm<sup>-2</sup>两个密度级绵竹产量和经济效益相比差异性达到显著水平。通过表2可以看出,各密度级下绵竹单位面积产量增长率分别为-1.22%、-5.14%、20.63%、1.71%、-8.24%。各密度级下绵竹单位面积经济效益增长率分别为-3.66%、-7.12%、18.35%、-0.25%、-9.99%(参见表8和表9)。

表8 不同密度调控下竹林产量及经济效益方差分析

性状	变异来源	平方和	df	均方	F	显著性
产量	组间	350.061	4	87.515	11.053	0.001
	组内	79.180	10	7.918		
	总数	429.241	14			
经济效益	组间	84 046 955.277	4	21 011 738.819	11.042	0.001
	组内	19 028 490.067	10	1 902 849.007		
	总数	103 075 445.343	14			

表9 不同密度调控下竹林产量及经济效益多重比较

指标	邓肯组	均值	调控密度
产量	a	27.40	10 500
	a	26.75	13 500
	a	25.26	12 000
	b	18.12	9 000
	b	16.56	7 500
经济效益	a	14 052.53	10 500
	a	13 105.36	13 500
	a	12 375.36	12 000
	b	8 876.79	9 000
	b	8 114.01	7 500

### 3 结论与建议

采用 SPSS 软件进行单因素方差分析和多重比较分析发现,比较不同密度调控处理下成竹率、新竹相对增长率、产量以及经济效益方面差异性显著,当林分密度级为 10 500 株·hm<sup>-2</sup>时,对成竹率的影响达到显著水平;当林分密度级为 7 500 株·hm<sup>-2</sup>、10 500 株·hm<sup>-2</sup>、12 000 株·hm<sup>-2</sup>时,对竹林新竹相对增长率的影响达到显著水平;当林分密度级为 10 500 株·hm<sup>-2</sup>、12 000 株·hm<sup>-2</sup>、13 500 株·hm<sup>-2</sup>时,对竹林产量和经济效益的影响达到显著水平,因此从成竹率、新竹相对增长率、产量以及经济效益等因素方面考虑 10 500 株·hm<sup>-2</sup>级是比较合理的控制密度。

绵竹在 5 种密度级调控下的发笋率虽然差异性不显著,但是结合成竹率,可以得出各密度级对应的新竹增长率(发笋率\*成竹率)。这一指标可在一定程度上反应出竹林竹丛的年龄结构的合理性,从生产试验经验和可持续发展的角度考虑,新竹增长率维持在 33.33% 是比较合理的,5 种密度级调控下的新竹增长率平均值分别为:20.33%、21.94%、30.71%、24.86% 和 24.93%。因此绵竹林分密度调控在 10 500 株·hm<sup>-2</sup>级时较为合适。综上所述,绵竹纸浆

竹林密度调控的最佳密度级为 10 500 株·hm<sup>-2</sup>。

密度调节有简便易行、投资少见效快的特点<sup>[8-9]</sup>。在川南地区绵竹林中推广和应用本项研究成果,对进一步发挥资源优势,提高绵竹林生产力水平,增加农民收入具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] 易桂林. 不同经营措施对绵竹林生长的影响[D]. 四川农业大学, 2012: 6.
  - [2] 林传文. 不同立柱密度下茶杆竹林生长的响应[J]. 福建林业科技, 2005, 32(3): 62~64.
  - [3] 林夏馨. 茶杆竹林分立竹密度试验[J]. 福建林业科技, 2004, 31(3): 66~70.
  - [4] 陈存及, 代全林, 曹永慧, 等. 茶杆竹林密度效应研究[J]. 福建林学院学报, 2001, 21(2): 101~104.
  - [5] 雷泽兴. 绿竹的立竹密度结构试验[J]. 福建林业科技, 2001, 28(2): 45~47.
  - [6] 邹跃国. 麻竹笋用林高效培育的密度与施肥效应研究[J]. 竹子研究汇刊, 2006, 25(2): 20~24.
  - [7] 潘金灿. 闽南毛竹林合理经营密度的研究[J]. 经济林研究, 2000, 18(2): 20~22.
  - [8] 郑郁善, 陈礼光. 毛环竹高产林分密度效应研究[J]. 竹子研究汇刊, 1998, 17(3): 48~50.
  - [9] 黄宗安. 石竹密度效应研究[J]. 竹子研究汇刊, 2000, 19(2): 52~55.
- .....
- (上接第 104 页)
- [3] 刘慧娟, 董娴, 殷忠. 珙春市林权制度改革实施过程研究[J]. 森林工程, 2014, 30(6): 189~193.
  - [4] 文明, 余小晏, 胡尚贤, 等. 成都市林业产业现状及可持续发展对策[J]. 四川林业科技, 2013, 05: 90~91+41.
  - [5] 邓送求, 闫家锋, 关庆伟, 等. 基于聚类分析的风景林地类型划分[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2009, 33(3): 73~77.
  - [6] 刘大海, 李宁, 晁阳. SPSS15.0 统计分析与从入门到精通[M]. 清华大学出版社, 北京, 2008: 252~298.
  - [7] 李泽, 杨忠兴. 云南省宁蒗县森林资源调查与林业发展建议[J]. 森林工程, 2014, 30(6): 22~26.
  - [8] 王海鹰. 攀西地区米易县林业产业发展现状及措施分析——以建设现代林业重点县米易县为例[J]. 四川林业科技, 2014, 06: 120~122+90.
  - [9] 李逢吉. 攀枝花市盐边县森林资源及其可持续经营对策[D]. 四川农业大学, 2009.
  - [10] 唐成云, 张黎明. 盐边县退耕还林成效经验与问题分析[J]. 四川林业科技, 2009, 30(3): 110~113.
  - [11] 唐平, 王丽华, 李操, 等. 四川省盐边县鸟类多样性调查[J]. 西南林学院学报, 2005, 25(3): 58~63.
  - [12] 毛景山, 朱淑杰. 桑树的生长特性及适生条件[J]. 农业与技术, 2013, 33(2): 46~47.
  - [13] 张勇. 现代林业产业可持续发展问题研究[J]. 绿色科技, 2015(2): 148~150.