

文章编号: 1001-3776 (2016) 03-0056-05

施肥与间伐对杉木大径材培育的影响

唐隆校, 潘建华, 赖根伟

(浙江省遂昌县林业局, 浙江 遂昌 323300)

摘要: 2012 年对浙江省遂昌县牛头山、白马山、桂洋、湖山林场 4 个小班的人工杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 林和针阔混交林 (杉木: 鹅掌楸 (*Liriodendron chinense*) 为 7: 3, 株数比) 进行“间伐后施肥”、“间伐后不施肥”、“不施肥不间伐”3 种处理, 2014 年调查比较不同措施对杉木林胸径和材积生长量以及经济收入的影响。结果表明, “间伐后施肥”处理的效果最好, 实施 2 a 后杉木林平均胸径生长量、蓄积增长量比间伐前都有明显增长; 3 种处理给杉木材积增长带来的经济效益以“间伐后施肥”为最明显, 每年可增加经济效益 27 810 元/hm², 比“不施肥不间伐”增加 13 560 元/hm²。

关键词: 杉木; 培育措施; 生长量; 经济效益

中图分类号: S791.27; S753

文献标识码: A

Effect of Thinning and Fertilization on Increment in DBH and Volume of *Cunninghamia lanceolata* Plantation

TANG Long-xiao, PAN Jian-hua, LAI Gen-wei

(Suichang Forestry Bureau of Zhejiang, Suichang 323300, China)

Abstract: Three permanent sample plots in each subcompartment (4 subcompartments) were established in 2012 for test of thinning and fertilization on growth of *Cunninghamia lanceolata* plantation and mixed forest in Suichang, Zhejiang province. Complete enumeration was conducted in July-September of 2012 at permanent sample plots in each treatment of each subcompartment. Thinning was finished before December of 2012, followed by fertilization after thinning, no fertilization after thinning, no fertilization no thinning. The result demonstrated that fertilization after thinning had the best effect on DBH and standing stock increment two years later. The treatment of fertilization after thinning could increase 27810 Yuan RMB/ha in increment of volume a year, 13560 Yuan RMB more than that of no fertilization and thinning.

Key words: *Cunninghamia lanceolata*; increment; economic benefit

杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 是我国南方重要的速生丰产树种, 也是浙江省的速生优质商品用材树种。遂昌县属浙西南山区, 地形复杂, 气候条件独特, 山地资源和林木种质资源丰富, 是浙江省重点林区县。该县人工杉木林面积大, 是杉木生长的最适宜地区, 也是培育大径级材的理想之地。施肥和间伐是培育杉木大径材的重要措施, 也是推广杉木大径材的关键技术, 是有效提高林分质量, 迅速增加森林后备资源, 解决木材供需矛盾的出路之一; 也是提高土地生产力, 拓宽就业渠道, 增加农民增收的重要举措。

1 试验地概况

试验地分别位于遂昌县牛头山、白马山、桂洋、湖山林场, 共 4 个小班(各小班均为 2009 年二类资源调查

收稿日期: 2015-12-08; 修回日期: 2016-03-25

作者简介: 唐隆校 (1964 -), 男, 浙江遂昌人, 工程师, 主要从事林木培育工作。

小班)。其中:牛头山林场 1 个小班,为马头山林区 3 号小班;桂洋林场 1 个小班,为外蓬林区 7 号小班;湖山林场 1 个小班,为淤头林区 14 号小班;白马山林场 1 个小班,为大平殿林区 42 号小班。

1.1 牛头山林场小班概况

林场经营的山地,绝大多数属中山区,少数山地属低山丘陵,相对高差达 1 300 m,最高处为牛头山顶,海拔 1 560 m,东西、南北跨度大。气候较为温和,雨量充沛,年均气温 10~16℃,≥10℃年积温 3 000~5 000℃,年降水量 1 800~2 400 mm。气候对林木生长较为适宜。

3 号小班:当地名为高暑坞,面积 31 hm²,坡度 25°,坡位中,海拔 800 m,黄壤,土层深厚,为 1991 年 3 月营造的杉木人工林,造林苗木为 I 级良种壮苗,初植密度为 2 505 株/hm²,间伐前密度为 1 425~1 650 株/hm²;林下植被为灌木、芒秆等。

1.2 桂洋林场小班概况

林场气候属中亚热带季风气候,冬温夏凉,雨量充沛,湿度较大,冬春季多雾,日照时间长,有利于林木生长,年降水量 1 850~2 400 mm,年均气温 10~14℃,无霜期 180~230 d。

7 号小班:当地名为尖峰下,面积 8.5 hm²,坡度 24°,海拔 1 400 m,黄壤,土层厚度 60 cm;针阔混交林(7 杉 3 鹅掌楸),营造时间 1998 年 3 月, I、II 级良种壮苗,初植密度 2 505 株/hm²,间伐前密度为 1 590 株/hm²,平均胸径 11.5 cm,平均树高 8.4 m,疏密度 0.63,郁闭度 0.9。林下植被为芒萁、芒秆、茅草、箬叶、檵木等。

1.3 湖山林场小班概况

由于受水库热效应影响,冬季温和,夏季闷热。年平均气温 15.5~17.0℃,最热月 7 月平均气温 28.1℃,极端最高气温 40.1℃,最冷 1 月平均气温 5.5℃,极端最低气温 -7℃,无霜期达 223 d,年均降水量 1 550~1 750 mm,多集中于 4~6 月。

14 号小班:当地名为大岗山,面积 18.3 hm²,坡度 28°,海拔 300 m,红壤,土层中等,立地指数 16;人工杉木林营造时间 1980 年 3 月,苗木为 I、II 级良种壮苗,初植密度 2 805 株/hm²,间伐前密度为 1 095~1 575 株/hm²;林下植被为微毛柃、芒萁、淡竹叶等。

1.4 白马山林场小班概况

林区内海拔 700 m 以上的山体属于中坡中土层黄壤,由火山岩分化而成,土层厚 30~80 cm,白马山林场位于亚热带季风气候区,温暖湿润,四季分明。据历年统计资料,该地年绝对最高气温 29.5℃,绝对最低气温 -17.3℃,年平均气温 11.6℃,年降水量为 2 134.2 mm,无霜期为 170~180 d。

42 号小班:当地名为“太平殿”,面积 11 hm²,为白马山林场国有林,坡度 25°,海拔 1 250 m,黄壤,土层深厚,立地指数 16;人工杉木林营造时间 1970 年 3 月,苗木为培育的 I、II 级良种壮苗,初植密度 2 505 株/hm²,间伐前密度为 750~1 050 株/hm²;林下植被为山苍籽、山樱桃等。

2 试验方法

2.1 试验设计

2012~2014 年,在遂昌县牛头山、白马山、桂洋、湖山林场各选择 1 个典型样地,共 4 个样地进行试验,每个样地设 3 个处理:“间伐后施肥”、“间伐后不施肥”、“不施肥不间伐”。每个处理设固定样地 1 个,每个处理样地相距 10~15 m,面积 0.067 hm²,正方形,精度达到 1/220。

2.2 施肥与间伐措施

2012 年 7~9 月,对 4 个试验样地进行间伐前每木调查,标记间伐木;2012 年 12 月完成间伐。间伐原则:砍劣留优,砍密留疏,砍小留大,分布均匀。间伐后施化肥(具体含量指标及元素,生产厂家,见文中各肥料指标),采用在树木树冠外沿开环状沟施肥的方法,沟深 20~30 cm,施肥量每株每次 0.5 kg。

牛头山林场 3 号小班(以下称 3 号)在 2013 年 11 月施尿素(浙江晋巨化工有限公司生产),含氮≥46.3%,

施肥间伐的蓄积强度与间伐株数比例为 20.2%、48.9%，间伐后不施肥的为 15.6%、38.2%。

桂洋林场 7 号小班（以下称 7 号）施 2 次肥：2013 年 4 月施第 1 次肥料，为杭州萧山有机复合肥有限公司生产的复合肥，养分含量指标 N：P：K = 15：15：15；2014 年 4 月再施复合肥 1 次，为安徽省司尔特肥也股份有限公司生产的硫酸钾复合肥，养分含量指标 $N+P_2O_5+K_2O \geq 45\%$ 。施肥间伐的蓄积强度与间伐株数比例为 3.9%、10.5%，间伐后不施肥为 5.1%、13.9%。

湖山林场 14 号小班（以下称 14 号）施 2 次肥：2013 年 4 月施第一次肥料，为江苏恒盛化肥有限公司生产的尿素和福建清流氨盛化工有限公司生产的碳酸氢氨，分别含氮 $\geq 46\%$ 和含氮 $\geq 17\%$ ；2014 年 4 月施第 2 次复合肥，为开化县复合肥厂生产的化肥，含氮 $\geq 46.3\%$ 。施肥间伐的蓄积强度与间伐株数比例为 20.1%、6.9%，间伐后不施肥为 6.7%、17.9%。

白马山林场 42 号小班（以下称 42 号）在 2013 年 4 月施尿素，生产厂家为浙江晋巨化工有限公司，含氮 $\geq 46.3\%$ 。间伐的蓄积强度与间伐株数比例为 18.7%、6.8%，间伐后不施肥为 6.3%、17.8%。

2.3 数据统计与分析

为确保调查数据具有代表性，每个试验小班设 3 个标准固定样地，间伐 2 a 后的 2014 年 12 月对每个样地进行每木胸径调查，平均胸径采用算术平均；平均树高为 5 株平均胸径树高的平均值；每木活立木蓄积按《浙江省杉木活立木一元材积表》查定，出材率按 70% 计算；方差分析采用 D 软件 LSD 法。各处理试验结果见表 1。

表 1 不同处理杉木林胸径、材积生长量
Table 1 Increment in DBH and volume of *C. lanceolata* stands with different treatments

处理		间伐前				间伐后				增长量			
		3 号	7 号	14 号	42 号	3 号	7 号	14 号	42 号	3 号	7 号	14 号	42 号
胸径/cm	间伐后施肥	18.1	11.5	22.0	26.2	21.9	14.7	27.0	30.2	3.8	3.2	5.0	4.0
	间伐后不施肥	18.7	12.2	20.6	25.8	21.7	14.7	24.0	28.8	3.0	2.5	3.4	3.0
	不间伐不施肥	18.5	8.9	20.8	24.9	19.4	9.6	21.2	25.4	0.6	0.7	0.4	0.5
材积/m ³	间伐后施肥	13.55	11.16	17.2	18.2	18.2	16.36	20.69	22.4	4.65	5.2	3.49	4.2
	间伐后不施肥	21.19	10.99	16.97	17.8	25.39	13.05	20.27	20.9	4.2	2.76	3.3	3.1
	不间伐不施肥	17.80	15.89	20.23	20.5	19.39	17.83	21.45	22.1	1.59	1.94	1.22	1.6

3 结果与分析

3.1 施肥与间伐对蓄积生长的影响

由表 2 可知，采取的“间伐后施肥”、“间伐后不施肥”、“不施肥不间伐”3 种处理，间伐和施肥对杉木大径材蓄积生长量产生了很大的影响；而 3 个不同条件的试验小班之间，杉木大径材蓄积生长量差异都不明显。

表 2 不同处理杉木林蓄积生长量方差分析
Table 2 ANOVA on volume growth of *C. lanceolata* stands with different treatments

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平
处理间	1.085 4	2	0.542 7	1.236	0.382 0
处理内	12.626 1	2	6.313 0	14.378	0.014 9
误差	1.756 3	4	0.439 1		
总变异	15.467 8	8			

由表 2 中可看出，“间伐后施肥”和“间伐后不施肥”之间的蓄积生长量差异不明显，但分别与“不施肥不间伐”间有明显的差异。

表 3 不同处理杉木林单位蓄积生长量多重比较
Table 3 Multiple comparison on volume growth of *C. lanceolata* stands with different treatments

处理	平均蓄积/m ³ ·hm ²		蓄积增长量 /(m ³ ·hm ²)	显著水平	
	间伐前	间伐后		5%	1%
间伐后施肥	225.30	291.15	65.85	a	A
间伐后不施肥	250.95	298.50	47.55	a	AB
不间伐不施肥	279.00	302.85	23.85	b	B

由表 3 可以看出，通过至少一次施肥的杉木林间伐后，蓄积的生长明显增加。通过“间伐后施肥”的杉木林分，比间伐前平均蓄积增加了 65.85 m³/hm²，比“间伐后不施肥”蓄积量生长增加 18.3 m³/hm²，比“不施肥不间伐”增加 42 m³/hm²。

3.2 施肥与间伐对胸径生长的影响

表 4 表明, 试验采取的“间伐后施肥”、“间伐后不施肥”、“不施肥不间伐”3 种不同措施使杉木林胸径生长量产生了明显的差异, 这与许多的文献记载一致; 而 4 个试验小班之间的杉木林胸径生长量差异不是很明显。

表 4 不同处理杉木林胸径生长量方差分析
Table 4 ANOVA on DBH growth of *C. lanceolata* stands with different treatments

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平
处理间	0.968 9	2	0.484 4	1.664	0.297 9
处理内	18.615 6	2	9.307 8	31.973	0.003 5
误差	1.164 4	4	0.291 1		
总变异	20.748 9	8			

由表 4 可得, “间伐后施肥”与“间伐后不施肥”之间胸径生长量的差异不显著, 但“间伐后施肥”、“间伐后不施肥”与“不施肥不间伐”对比, 胸径生长量达到了极明显的差异。

表 5 不同处理杉木林胸径生长量多重比较
Table 5 Multiple comparison on DBH growth of *C. lanceolata* stands with different treatments

处理	平均胸径/cm		胸径增长量 /cm	显著水平	
	间伐前	间伐后		5%	1%
间伐后施肥	19.45	23.45	4.00	a	A
间伐后不施肥	19.32	22.30	2.98	a	A
不间伐不施肥	18.28	18.90	0.62	b	B

从表 5 可以看出, 通过至少一次施肥的杉木基地间伐后胸径生长量最大, 而不施肥不间伐的杉木胸径生长量最小; 通过“间伐后施肥”的杉木大径材林分, 间伐后第二年平均胸径达到 23.45 cm, 比间伐前平均胸径增加了 4 cm, 其胸径生长量比“间伐后不施肥”和“不施肥不间伐”增加 1.02 cm 和 3.38 cm。说明通过合理的间伐和科学的施肥, 是培育杉木大径材的有效措施。

3.3 施肥与间伐对林分效益的影响

3 种不同施肥的经济效益明显的是“间伐后施肥”, 每年可以提高经济效益 33 885 元/hm², 比“间伐后不施肥”增加 9 855 元/hm², 比“不施肥不间伐”增加 19 635 元/hm²。这是间伐和施肥两种措施共同作用带来的效果。

表 6 不同处理杉木大径材材积增长带来的效益比较
Table 6 Economic benefit from *C. lanceolata* stands with different treatments

处理	投入 (2 a) / (元·hm ²)			产出 (2 a) / (元·hm ²)			增加收入 / (元·hm ²)
	小计	劳务工资	肥料成本	总材积收入	间伐材收入	增长材积收入	
间伐后施肥	11 250	9 000	2 250	79 020(65.85)	23 400(19.50)	55 620(46.35)	67 770
间伐后不施肥	9 000	9 000		57 060(47.55)	21 780(18.15)	35 280(29.40)	48 060
不间伐不施肥				28 500(23.85)		28 500(23.85)	28 500

注: 括号内为材积(m³)。

在 3 种处理中, 材积增长带来的经济效益最明显的是“间伐后施肥”措施, 每年可增加 27 810 元/hm², 比“不施肥不间伐”增加 13 560 元/hm², 包括施肥增加的 5 025 元/hm²和间伐增加的 10 170 元/hm²。可以看出, 合理的间伐和科学的施肥是培育杉木大径材增加林分采伐量、提高木材经济收入的重要经营措施。

4 结论与讨论

对“间伐后施肥”、“间伐后不施肥”、“不施肥不间伐”3 种处理进行比较, 发现“间伐后施肥”、“间伐后不施肥”对杉木林胸径和材积生长量影响显著。“间伐后施肥”处理的第 2 年, 杉木林平均胸径增加 4.00 cm, 比“间伐后不施肥”增加 1.02 cm, 比“不施肥不间伐”增加 3.38 cm; 蓄积量增加 65.85 m³/hm², 比“间伐后不施肥”增加 18.3 m³/hm², 比“不施肥不间伐”增加 42 m³/hm²; 杉木大径材材积增长带来的经济效益以“间伐后施肥”为最明显, 每年可增加经济效益 27 810 元/hm², 比“不施肥不间伐”增加 13 560 元/hm², 包括施肥增加的经济效益 5 025 元和间伐增加的经济效益 10 170 元。

本研究在遂昌县 4 个林场中选择了每个林场的一个小班进行杉木大径材培育试验, 采用的也只有 3 种不同

间伐施肥措施对效果的影响,杉木的速丰高产还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 涂育合,叶功富,林武星. 杉木大径材定向培育的适宜经营密度[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(5): 530-534.
- [2] 叶功富,涂育合,廖祖辉. 福建山地杉木大径材定向培育技术[J]. 林业科技开发, 2006, 20(3): 72-75.
- [3] 徐金良,毛玉明,郑成忠. 抚育间伐对杉木人工林生长及出材量的影响[J]. 林业科学研究, 2014, 27(1): 99-107.
- [4] 张水松,陈长发,吴克选,等. 杉木林间伐强度材种出材量和经济效果的研究[J]. 林业科学, 2006, 42(7): 37-46.
- [5] 刘跃钧,马海泉,陈天华,等. 不同抚育措施对杉木大径材培育效果的影响[J]. 浙江林业科技, 2015, 35(1): 72-75.