

抚育间伐对成熟期杉木人工纯林生长量的影响

潘建华, 孙 杰, 郑林水, 陈惠明, 叶慧群, 吴礼栋

(浙江省遂昌县林业局, 浙江 遂昌 323300)

摘要: 为解决成熟期的杉木 *Cunninghamia lanceolata* 生长受抑制问题, 选择生态疏伐、卫生伐等 2 种处理对成熟期的杉木人工纯林进行抚育间伐, 运用方差分析的方法, 对 60 块标准地中杉木生长量的试验数据进行比较分析。结果表明: 生态疏伐、卫生伐与对照比较, 树高因子生长影响不显著 ($P>0.05$), 而胸径、单株材积因子生长影响均达到极显著差异 ($P<0.01$), 且生态疏伐的影响较卫生伐影响大。由此可见, 给成熟期的杉木人工纯林以足够的生长空间, 虽然对林分树高因子生长没有影响, 却能有效地促进林木胸径生长, 增加单株材积, 获得更多优质、高产、高效的木材, 提高单位面积的生态效益和经济效益。表 3 参 12

关键词: 森林经理学; 杉木; 成熟林; 生长量; 抚育间伐

中图分类号: S753; S791.27

文献标志码: A

文章编号: 2095-0756(2014)02-0291-05

Growth with intermediate cuttings in mature Chinese fir plantations

PAN Jianhua, SUN Jie, ZHENG Linshui, CHEN Huiming, YE Huiqun, WU Lidong

(Forest Enterprise of Suichang County, Suichang 323300, Zhejiang, China)

Abstract: To solve the problem of inhibited growth in mature Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) plantations, an analysis of variance for two different tending methods (ecological thinning and sanitation cutting) on growth for 60 blocks of standard Chinese fir forest plots was conducted. Results showed that compared to the control, ecological thinning and sanitation cutting significantly increased diameter at breast height (DBH) and individual growth volume ($P<0.01$), but not height growth ($P>0.05$). And judging by the statistics, the influence of ecological thinning was greater than sanitation cutting. Although providing more space for Chinese fir had no effect on height growth, DBH and individual volume increases were conducive to cultivation of large diameter Chinese fir timber which raised ecological performance and the economic benefits per unit area. [Ch, 3 tab. 12 ref.]

Key words: forest management; Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*); mature forest; growth; intermediate cutting

杉木 *Cunninghamia lanceolata* 为中国重要的商品用材树种, 生长快, 产量高, 材质好, 用途广、经济效益高, 在南方各省区广为栽植^[1]。自 20 世纪 80 年代末 90 年代初, 南方集体林区营造了大量杉木人工林。由于社会用工工资逐年上涨, 杉木小径材的滞销, 给抚育间伐带来困难, 大量应当开始间伐的林分无法适时间伐, 加上早期造林密度普遍偏大, 使杉木生长受到抑制, 严重影响单位面积的经济效益。随着国家森林抚育补偿基金制度的实施, 激发了广大林农抚育林木的积极性。虽然对杉木人工林中、幼龄的抚育能直接提高林分质量、产量, 材种出材量、产值等综合效益^[2-5], 但在成熟期杉木人工纯林(造林或萌蘖更新后 ≥ 21 a, 后文同)中进行抚育, 其效果如何目前尚未见报道。为此, 根据研究,

收稿日期: 2013-08-08; 修回日期: 2013-10-24

基金项目: 中央财政林业科技推广示范资金项目(2011TS004)

作者简介: 潘建华, 工程师, 从事林业技术与推广。E-mail: scpjh2000@126.com。通信作者: 吴礼栋, 教授级高级工程师, 从事竹林栽培技术研究和推广。E-mail: scwld2010@126.com

杉木人工林过了树高速生期, 间伐对树高生长无明显促进作用, 而对胸径生长却存在极显著的促进作用^[6]。本研究试图通过生态疏伐、卫生伐等 2 种不同抚育措施对成熟期杉木人工纯林生长量影响的比较分析, 探索出适合成熟期杉木人工纯林集约经营的管理模式, 为培育优质、高产、高效的木材, 实现生态平衡和经济效益最大化提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 研究地及标准地概况

研究地位于浙江西南部地区, 28°35′~28°37′N, 119°13′~119°15′E, 属中亚热带季风气候, 雨水充沛, 温暖湿润, 四季分明。根据遂昌县气象站资料, 该区年平均气温为 17.1 ℃, 最高气温为 40.1 ℃, 最低气温为-9.7 ℃, 年降水量为 1 212.5 mm, 大于等于 10 ℃年积温 5 273.3 ℃, 无霜期 223 d, 平均相对湿度 79%。试验地的海拔高度为 300~400 m, 坡度多为 20°~30°; 土壤类型为山地红壤, pH 5.3~6.0, 土层深度均在 60 cm 以上, 土壤肥沃, 立地条件较好; 林下地被物为杂草、灌丛群落、蕨类和五节芒 *Miscanthus floridulus* 等。

1.2 试验设计

采用多地点综合分析的试验方法, 设国有林场 1 个和乡镇集体林 4 个共 5 个试验小区, 每个试验小区选择该地大面积消灭荒山时(1988–1990 年)营造的杉木人工纯林, 林分生长正常, 不受人为破坏, 病虫害少, 分布均匀, 且坡度、坡向、土壤肥力、土层厚度、林分密度、林相等相对一致的地段, 依据 GB/T 18337.3–2001《生态公益林建设技术规程》的标准, 设按照有利于林冠形成梯级郁闭、主林层和次林层立木都能受光的要求, 将林木分为优良木、有益木和伐除木, 伐除霸王木及林下植被。保留优良木、有益木的生态疏伐(A), 仅伐除林下植被和遭受有害生物侵害、风折、风倒、冰冻、雪压、森林火灾等灾害的、生态功能明显降低的卫生伐(B)和伐除林下植被不伐林木的对照(ck)等 3 种处理, 4 个重复共 60 块(面积 20 m×30 m)的标准地, 试验地之间留 5 m 作为隔离带。

1.3 数据采集与分析

2010 年 3 月, 进行处理前和处理后每块标准地的每木检尺, 分别测定每株杉木的树高、胸径等生长指标, 其采伐前后的试验标准地基本概况见表 1。

表 1 标准地概况

Table 1 General situation of standard plots

地点	年龄/ a	抚育前				抚育后							
						生态疏伐				卫生伐			
		郁闭 度	树高/ cm	平均 胸径/ cm	密度 / (株·hm ⁻²)	郁闭 度	树高/ cm	平均 胸径/ cm	密度/ (株·hm ⁻²)	郁闭 度	树高/ cm	平均 胸径/ cm	密度/ (株·hm ⁻²)
湖山林场	22	0.90	1 150	11.5	2 475	0.80	1 250	12.4	2 100	0.85	12.0	11.9	2 350
王村口	21	0.90	1 020	11.2	2 250	0.80	1 100	12.0	1 900	0.85	10.5	11.5	2 150
蔡源乡	20	0.95	1 010	11.0	2 400	0.80	1 090	11.9	1 980	0.90	10.4	11.3	2 295
新路湾	22	0.95	1 120	12.9	2 550	0.80	1 210	13.9	2 160	0.90	11.5	13.5	2 420
北界镇	21	0.90	1 050	11.1	2 475	0.80	1 130	11.9	2 050	0.85	10.9	11.6	2 370

说明: 生态疏伐的间伐强度为株数的 15%, 卫生伐的间伐强度为株数的 5%, 对照组不间伐。

同时, 根据 2010 年 3 月测定的树高、胸径、密度, 测算出单株材积与单位蓄积。3 a 后, 对各标准地的树高、胸径等生长指标进行复测, 测算复测的单株材积与单位蓄积。测量工具: 用徐州黄山仪器厂生产的 SRC-110 型任意点测高仪测量杉木林分高度; 用测树钢围尺测量杉木胸径。因各个试验小区树高、胸径、密度之间有差异, 本研究在结果分析中采用年均生长量的数值分析: 年均生长量=(2012 年的数据–2010 年的数据)/3; 均值变化率(%)=[(处理的年均生长量–对照的年均生长量)/对照的年均生长量]×100。并应用 Microsoft Excel 2003 软件中的单因素方差分析和 *t* 检验探讨各标准地每木调查所得的树高、胸径、单株材积、单位蓄积等生长现状。

2 结果与分析

2.1 各处理对杉木树高、胸径年均生长量的影响

为探索成熟期杉木人工纯林经抚育后其树高、胸径年均生长量的变化，指导林农开展杉木人工成熟林的集约经营管理工作，现根据抚育后 3 a 间的相关因子变化情况进行分析(表 2)。

表 2 各处理间林分树高、胸径年生长指标分析
Table 2 Index analysis of tree height, DBH stand growth between different treatments

地点	处理	胸径				树高			
		均值/cm	均值变化率/%	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值	均值/cm	均值变化率/%	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
湖山林场	A	0.58	34.88	11.898 90	0.002 97	24.30	4.29	1.692 90	0.237 65
	B	0.51	18.60			23.60	1.29		
	ck	0.43				23.30			
王村口镇	A	0.52	30.00	19.764 70	0.000 51	35.30	5.91	2.295 00	0.156 53
	B	0.44	10.00			33.33	0.00		
	ck	0.40				33.33			
蔡源乡	A	0.52	30.00	29.727 30	0.000 11	33.80	1.41	0.086 13	0.918 22
	B	0.45	12.50			33.33	1.41		
	ck	0.40				33.33			
新路湾镇	A	0.56	33.33	17.294 10	0.000 83	26.10	3.14	0.535 82	0.602 75
	B	0.49	16.67			25.60	1.71		
	ck	0.42				25.00			
北界镇	A	0.51	34.21	21.166 70	0.000 40	25.80	3.20	0.161 98	0.161 98
	B	0.44	15.79			25.30	1.20		
	ck	0.38				25.00			

说明：A 代表生态疏伐，B 代表卫生伐，ck 代表对照。

表 2 表明：生态疏伐、卫生伐处理都能促进胸径因子生长，生态疏伐后平均胸径年生长量比对照增长 30.00%~34.88%；卫生伐后平均胸径年生长量比对照增长 10.00%~18.60%。对各处理的林分平均胸径进行方差分析，其结果 $P<0.01$ ，说明不同处理对林分胸径因子生长影响差异极显著。从胸径年生长量的平均值看：生态疏伐>卫生伐>对照，那么，生态疏伐和卫生伐处理之间是否也存在显著差异？经 t 检验，其结果 $t(3.377\ 6)>t_{0.05}(2.7764)$ ，存在显著差异，表明生态疏伐对成熟期杉木人工纯林胸径因子生长影响最大。

成熟期杉木人工纯林经过生态疏伐处理，一方面是伐除了 15%的林木后，降低了林分数量，扩大了保留木生长空间，使之有充足的阳光，加强了林分光合作用，能较大地促进胸径的生长^[7]。另一方面，细小的林木伐除后，林分平均径级就会随之增大。虽然竞争随径级的增大而减弱，但生态疏伐前后同径级时，疏伐前平均竞争明显比伐后要大，竞争较激烈。所以，进行生态疏伐后林分树木的竞争变小，缓解了林木之间的竞争压力，利于林木的生长^[8]。而卫生伐仅伐除生态功能明显降低的被害木，虽然在一定程度上也促进胸径因子的生长，但其综合影响效果明显低于生态疏伐。

生态疏伐后平均树高年生长量比对照增长 1.41%~4.29%，不足 5%；卫生伐后平均树高年生长量比对照仅增长 0~1.71%。对各处理的林分平均树高进行方差分析，其结果 $P>0.05$ ，说明不同处理对林分树高因子生长影响不显著。这与陈冬基^[9]研究结果相同，适时、适量地间伐，在杉木树高速生期前间伐可以促进树高生长，而过了树高速生期则对树高生长无促进作用。由于本次抚育的杉木已达成熟林的林龄，所以，生态疏伐和卫生伐对杉木高生长影响不显著。

2.2 各处理对林分材积因子的影响

通过林分材积因子的变化，分析对成熟期杉木人工纯林进行抚育的必要性，现将各处理的林分材积

因子变化数据汇总列表见表 3。

表 3 各处理林分材积因子年均增长量分析

Table 3 Analysis of average annual growth of the stand volume factor

地点	处理	单株材积				单位面积蓄积量			
		均值/m ³	均值变化率/%	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值	均值(m ³ ·hm ⁻²)	均值变化率/%	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
湖山林场	A	0.007 7	30.51	14.000 0	0.001 73	15.757 0	8.68	2.955 7	0.103 10
	B	0.006 4	8.47			16.693 5	15.14		
	ck	0.005 9				14.499 0			
王村口镇	A	0.006 7	31.37	18.731 7	0.000 62	15.271 5	7.47	3.583 6	0.071 65
	B	0.005 1	0.00			15.593 5	13.84		
	ck	0.005 1				14.209 5			
蔡源乡	A	0.006 6	29.41	10.378 4	0.004 60	14.710 5	1.57	3.015 2	0.099 48
	B	0.005 1	0.00			16.021 5	10.62		
	ck	0.005 1				14.483 5			
新路湾镇	A	0.006 8	33.33	10.500 0	0.004 44	15.519 0	-3.67	0.553 4	0.593 35
	B	0.005 2	1.96			16.426 0	1.96		
	ck	0.005 1				16.110 0			
北界镇	A	0.006 5	32.65	-2.040 0	0.000 44	14.626 5	2.81	0.218 1	0.808 19
	B	0.004 8	-2.04			14.947 0	5.06		
	ck	0.004 9				14.226 5			

说明：A 代表生态疏伐，B 代表卫生伐，ck 代表对照。

由表 3 可见：只有生态疏伐的处理能促进单株材积年生长量增长，生态疏伐后平均单株材积年生长量比对照增长 29.41%~33.33%；而卫生伐后平均单株材积年生长量比对照增加最高的也不足 8.50%，北界镇的试验小区却出现了-2.40%的结果。对各处理的林分平均单株材积进行方差分析，其结果 $P<0.01$ ，说明生态疏伐的处理对林分单株材积因子生长影响具有极为显著的差异，生态疏伐措施对成熟期杉木人工纯林单株材积因子生长影响最大。这与采取的抚育方式方法有密切的关系，因林分的密度对林木单株材积有很大影响，尤其当林分郁闭后，密度对立木单株材积的影响更大。生态疏伐是直接将株数 15.00%~20.00%细小的林木伐除，一来能立即提高林木的单株材积，二来减少了单位面积上立木的株数，促使林冠郁闭度下降、林内光照强度增加，同时也相应地使林内的温度和湿度发生变化^[10]。对林分单株材积有一定的影响。卫生伐所伐除的只是极少数生态功能明显降低的被害木和林下地被物，所以，单株材积年生长量卫生伐与对照之间差不多。这与童方平等^[11]研究的火炬松 *Pinus taeda* 间伐能明显提高立木单株的材积相一致。

表 3 还表明：生态疏伐、卫生伐与对照的单位蓄积增长量差不多。对各处理的林分单位蓄积进行方差分析，其结果 $P>0.05$ ，表明各处理对单位蓄积影响差异不显著。究其原因，因林分单位面积蓄积量取决于林分树高、胸径和单位面积株数。抚育间伐对林分树高生长影响不显著，随着抚育间伐强度增大，林分平均胸径增大，但单位面积株数却减小，虽然单株材积生长也比对照快，但其生长速度只能弥补林木株数减少而造成的木材损失。由此可见，生态疏伐处理能在胸径方面影响成熟期杉木人工纯林生长，促进单株材积增大，可获得更多优质、高产、高效的木材。由于疏伐时间较短其单位蓄积增长尚不明显。

3 结论与讨论

未经间伐抚育的杉木人工纯林，进入成熟期时，由于密度大，林分生长空间小，地力消耗严重，制约着林木生长所需的阳光、水分、养分，使得林分胸径生长出现衰退现象^[12]。通过对 60 块标准地分别

进行生态疏伐、卫生伐、对照组的比较分析得出: 处理与对照都能促进胸径因子生长, 2 种处理与对照之间存在极显著差异; 且生态疏伐对林分胸径因子生长影响较卫生伐影响大, 虽然对林分树高因子生长影响与对照之间没有显著影响。这足以说明成熟期的杉木人工纯林其粗生长尚未停止, 此时还可以组织广大林农开展杉木林的生态疏伐抚育工作。

粗放经营(没有经过间伐抚育等经营措施)已严重制约成熟期的杉木人工纯林的生长。因此, 通过生态疏伐的措施来增大林分足够的生长空间, 虽然对林分树高因子生长没有影响, 却能有效地促进林木胸径、单株材积的生长, 有利于培育更多优质、高产、高效的木材。在当前国家实施森林抚育补偿基金制度的条件下, 提高成熟期杉木人工纯林的集约经营管理水平, 培育更多的大径材, 应大力推广生态疏伐的经营管理模式。

参考文献:

- [1] 方妙辉. 抚育间伐对杉木林分生长质量的影响[J]. 林业科技开发, 2004, **18**(6): 62 – 63.
FANG Miaohui. The bending effects of thinning on the growth quality of Chinese fir [J]. *China For Sci Technol*, 2004, **18**(6): 62 – 63.
- [2] 童书振, 张建国, 罗红艳, 等. 杉木林密度间伐试验[J]. 林业科学, 2000, **36**(专刊 1): 86 – 89.
TONG Shuzhen, ZHANG Jianguo, LUO Hongyan, *et al.* Studys on the density and thinning esperiments of Chinese fir stands [J]. *Sci Silv Sin*, 2000, **36**(supp 1): 86 – 89.
- [3] 许绍远. 浙江省杉木林抚育间伐研究[J]. 浙江林学院学报, 1984, **1**(1): 21 – 30.
XU Shaoyuan. Studies on the tending and thinning in the plantations of *Cunninghamia lanceolata* in Zhejiang Province [J]. *J Zhejiang For Coll*, 1984, **1**(1): 21 – 30.
- [4] 王炳宣. 杉木林不同抚育间伐强度试验效应初报[J]. 福建林学院学报, 1989, **9**(4): 58 – 66.
WANG Bingshuan. A preliminary experiment report about effect of different intensity of thinning out Chinese-fir stand [J]. *J Fujian Coll For*, 1989, **9**(4): 58 – 66.
- [5] 江西省林科所. 江西省丘陵地区杉木造林密度和抚育间伐的研究[J]. 林业科学, 1978, **14**(1): 28 – 35.
Jiangxi Forestry Institute. Research of Chinese fir plantation density and thinning on Jiangxi Province in hilly area [J]. *Sci Silv Sin*, 1978, **14**(1): 28 – 35.
- [6] 涂育合, 叶功富, 林武星, 等. 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.
TU Yuhe, YE Gongfu, LIN Wuxing, *et al.* Big-diameter-oriented cultivation techniques of *Cunninghamia lanceolata* with suitable management density [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2005, **22**(5): 530 – 534.
- [7] 陈楚莹. 改善杉木人工林的林地质量和提高生长力的研究[J]. 应用生态学报, 1990, **1**(2): 97 – 106.
CHEN Chuying. Study on improvement of Chinese fir plantation forest quality and the growing power [J]. *Chin J Appl Ecol*, 1990, **1**(2): 97 – 106.
- [8] 刘相兵, 刘亚茜, 李兵兵, 等. 生态疏伐对林分密度及直径结构的影响[J]. 西北林学院学报, 2012, **27**(3): 145 – 149.
LIU Xiangbing, LIU Yaxi, LI Bingbing, *et al.* Influences of ecological thinning on the stand density and diameter structure [J]. *J Northwest For Univ*, 2012, **27**(3): 145 – 149.
- [9] 陈冬基. 杉木林的抚育间伐效果[J]. 浙江林学院学报, 1984, **1**(1): 31 – 40.
CHEN Dongji. Effects of improvement thinning in the plantations of *Cunninghamia lanceolata* [J]. *J Zhejiang For Coll*, 1984, **1**(1): 31 – 40.
- [10] 胡建伟, 朱成秋. 抚育间伐对森林环境的影响[J]. 东北林业大学学报, 1999, **27**(3): 65 – 67.
HU Jianwei, ZHU Chengqiu. The impacts of intermediate felling on forest environment[J]. *J Northeast For Univ*, 1999, **27**(3): 65 – 67.
- [11] 童方平, 吴际友, 龙应忠, 等. 间伐对火炬松木材性质的影响[J]. 中南林学院学报, 2004, **26**(2): 23 – 27.
TONG Fangping, WU Jiyu, LONG Yingzhong, *et al.* Effects of thinning on wood properties of loblolly pine [J]. *J Cent South For Univ*, 2004, **26**(2): 23 – 27.
- [12] 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.
YE Gongfu, TU Yuhe, LIAO Zuhui. Fujian mountain fir big-diameter-timber oriented cultivation technology [J]. *China For Sci Technol*, 2006, **20**(3): 72 – 75.