

文章编号: 1001-1498(2002)02-0169-06

立地管理对第2代杉木4年生人工幼林生长影响的研究*

范少辉¹, 廖祖辉², 应金花², 杨旭静², 何宗明³, 林光耀³

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091; 2. 福建省南平市林业委员会, 福建 南平 353000;

3. 福建农林大学资源与环境系, 福建 南平 353001)

摘要: 为研究不同立地管理方式对多代经营杉木人工林生产力的影响, 在1代杉木采伐迹地上用5种林地处理方式对2代杉木人工林营造, 试验表明: (1) BL₃BM₀ (收获树干和树皮、加倍采伐剩余物) 处理方式对4年生2代杉木林的生长最为有利, 对降低土壤容重和提高土壤pH值的作用最大, 是最佳的立地管理措施; (2) BL₁BM₀ (清理树木的所有部分) 处理生长最慢; (3) BL₀BM₀ (清除地上所有有机质) 处理的杉木在1~2年生时生长为次好, 但对土壤肥力的维持最为不利, 3年后杉木生长略为落后; (4) BL₂BM₁ (商业性收获加炼山) 处理的杉木生长比BL₂BM₀ (商业性收获) 的略好, 但未达到差异显著水平; (5) 采伐剩余物分解至质量残留50%的时间需要20个月, 估计分解至质量残留5%需要90个月的时间。

关键词: 杉木人工林; 多代经营; 立地管理

中图分类号: S753.5

文献标识码: A

杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 是中国南方最重要的速生优良用材树种, 在南方林业生产中占有举足轻重的地位。但随着杉木造林面积的扩大, 杉木连栽面积和连栽代数相应增加, 由此带来的地力衰退已成为不争的事实。针对这个问题, 笔者采用空间序列法和时间序列法相结合的方法, 全面探讨杉木人工林的地力衰退问题。关于用空间序列法进行杉木人工林地力衰退原因机制方面的研究, 已有另文报道^[1~5]。

本文拟用时间序列法进行杉木人工林地力衰退原因机制方面的研究, 于1996年10月起, 在福建省南平市峡阳国有林场一片29年生的1代杉木人工林采伐迹地上, 开展不同收获方式和采伐剩余物处理方式对2代杉木人工林生长和土壤性质等方面影响的长期定位研究, 寻找杉木人工林地力衰退的原因机制, 提出能维护杉木2代林生产力或增加生产力的土壤与林分优化管理措施。关于不同处理措施对2代杉木林1、2、3年生的影响见参考文献[6~9]。

收稿日期: 2001-11-15

基金项目: CAF/IDRC/CIFOR 国际合作项目 REDFOL 专题“中国杉木人工林多代经营立地管理与生产力研究”和国家自然科学基金重点项目(39630240)

作者简介: 范少辉(1962-): 男, 福建永泰人, 研究员, 博士。

* 参加本试验的还有杨承栋、林思祖、何智英、卢善土、郑临训、邓荣弟等先生, 在此一并致谢。

1 试验地概况

试验地位于福建省南平市峡阳国有林场,中亚热带地区,118°10' E,26°45' N,海拔在90~400 m之间,年平均降水量1817 mm,年平均气温19.4℃,1月平均气温9.1℃,7月平均气温28.4℃,极端最高和最低气温分别为41℃和-5.8℃,年日照1709.9 h。土壤为红壤,土层深厚(>100 cm),土壤肥沃,十分适宜杉木生长。

2 研究方法

在杉木1代人工林采伐迹地上,采用完全随机区组设计,共设4个区组,每个区组5个小区,每个小区安排1个处理,共设20个小区,每小区面积为600 m²,小区内植杉150株。5种采伐剩余物处理方式见表1。

表1 试验处理设计

处理号	处理名称	处理方式
1	BL ₀ BM ₀	从小区中清除所有地上部分未分解有机物质,包括树木、林下植被与地被物。
2	BL ₁ BM ₀	全树砍伐,清理所有商业尺寸大小的树木的所有地上部分。
3	BL ₂ BM ₀	干材+树皮砍伐,林木砍伐后,砍掉树冠与枝,留在原地,只取走商业上可用的干材和树皮。所有其它有机物质放在原处
4	BL ₃ BM ₀	加倍砍伐剩余物,从BL ₁ BM ₀ 处理中的采伐剩余物取出的枝、叶和其它放在此小区。
5	BL ₂ BM ₁ (CK)	采伐方式与BL ₂ BM ₀ 处理相同,并加以炼山(生产上常用的处理方法)。

整地方式采用穴状整地,穴规格为50 cm ×50 cm ×40 cm,杉苗植于穴内,1997年2月种植。1997年5月施商品性N、P、K复合肥,每株施100 g。1997年12月进行补植。1997、1998和1999年每年幼林抚育2次,2000年幼林抚育1次。

杉木生长调查:每年1次,包括树的年龄、树高、胸径(或地径)、冠幅,造林后第1年的成活率。采用邓肯氏多重范围测验法(Duncan's Multiple Range Test)检验不同试验处理在统计上的差异显著性。

地上部分的生物量增长调查:1998年1月在所有小区保护行内各选择1株、1999年1月在区组的5个小区的保护行内各选择1株、2000年1月在小区外选5株杉木贴地面砍下,作为生物量测定样株,测定包括干材、干皮、树枝、树叶的生物量。选择适当的数学模型建立杉木单株各器官生物量与地径、树高的回归方程式用于预测3年生和4年生杉木各器官生物量(表2)。

表2 3年生杉木各器官生物量与地径、树高的回归关系式

器官名称	回归方程式	相关系数	样本数/株	地径幅度/m	树高幅度/m
叶	$WL = 32.33994 \times DG^{1.610275} \times H^{0.2229309}$	0.9836	29	0.64~9.10	0.50~4.12
枝	$WB = 7.711003 \times DG^{2.112457} \times H^{0.1948700}$	0.9811	29	0.64~9.10	0.50~4.12
干	$WS = 11.19123 \times DG^{1.527634} \times H^{1.3152770}$	0.9980	29	0.64~9.10	0.50~4.12
皮	$WBK = 4.104651 \times DG^{1.795868} \times H^{0.2790985}$	0.9923	29	0.64~9.10	0.50~4.12

注:WL=叶生物量(g),WB=枝生物量(g),WS=干生物量(g),WBK=皮生物量(g),DG=地径(cm),H=树高(m)

采伐后在每个区组的BL₂BM₀处理中,采用尼龙网袋法测定采伐剩余物分解作用。网袋

规格为 $\phi = 1$ mm 网眼, 25 cm \times 25 cm 大小。每个网袋装入 250 g 采伐剩余物(风干质量)。每个小区分别放置 22 个样品袋。分别于伐后 4、6、11、16、23、32 个月到试验地上取回放置的样品袋, 每次在每个小区取 3 袋, 4 个小区共取 12 袋, 用于测定采伐剩余物残留干质量。

3 结果和讨论

3.1 杉木生长

在 1 和 2 年生中各处理对杉木的地径、树高、冠幅和单株生物量具有显著作用^[5-7]。地径、树高和单株生物量在 1 和 2 年生时, 均为处理 4(加倍采伐剩余物)为最大, 其次为处理 1(全部清除)。除了处理 1 外, 林地上保留的采伐剩余物越多, 杉木生长越好。处理 5(炼山)对杉木生长没有显著的促进作用。处理 4 的成活率最大, 其次为处理 1, 而处理 5 和处理 2(全树收获)的成活率最小。处理 4 最有利杉木的生长, 可能是因为大量的采伐剩余物的覆盖抑制了地被物的生长, 使其与杉木幼林的生长竞争最小, 同时有利于林地土壤水分的保持。处理 1 的杉木得到很好的生长, 可能是清理干净的林地减少了植被的竞争, 对杉木的生长有利。

处理后 3 a 和 4 a, 加倍采伐剩余物处理杉木仍然生长最好。处理后 3 a, 不同处理对地径、冠幅和单株生物量仍具有显著作用, 但到了第 4 a, 不同处理杉木生长已没有显著差异(表 3、4)。

表 3 造林后 3 a 各试验处理杉木生长和单株生物量

处理	地径/cm	胸径/cm	树高/m	冠幅/m	生物量/(g 株 ⁻¹)				
					叶	枝	干	皮	总
BL ₀ BM ₀	6.74ab	3.88a	3.13a	2.06ab	902ab	555ab	985ab	176ab	2 617ab
BL ₁ BM ₀	6.51b	3.68a	2.94a	1.92b	835b	509b	876b	162b	2 383b
BL ₂ BM ₀	6.66ab	3.92a	3.14a	2.01ab	881ab	538ab	963ab	171ab	2 553ab
BL ₃ BM ₀	7.30a	4.43a	3.40a	2.15a	1 040a	665a	1 246a	207a	3 157a
BL ₂ BM ₁	6.78ab	3.90a	3.11a	2.00ab	904ab	557ab	979ab	176ab	2 616ab

表中同一栏目数字后缀字母相同者无显著差异($\alpha = 0.05$)

表 4 造林后 4 a 各试验处理杉木生长和单株生物量

处理	地径/cm	胸径/cm	树高/m	冠幅/m	生物量/(g 株 ⁻¹)				
					叶	枝	干	皮	总
BL ₀ BM ₀	9.58a	6.35a	4.36a	2.63a	1 706a	1 233a	2 534a	360a	5 833a
BL ₁ BM ₀	9.70a	6.23a	4.08a	2.55a	1 706a	1 257a	2 423a	362a	5 747a
BL ₂ BM ₀	9.81a	6.36a	4.28a	2.64a	1 757a	1 288a	2 571a	373a	5 989a
BL ₃ BM ₀	10.54a	6.98a	4.56a	2.79a	2 000a	1 522a	3 127a	432a	7 081a
BL ₂ BM ₁	9.94a	6.50a	4.32a	2.65a	1 802a	1 325a	2 635a	383a	6 144a

3 a 后, 处理 1 的杉木生长速度开始略有下降, 除了 3 年生的冠幅和单株生物量、4 年生的树高外, 已不再居第 2 位, 其中地径在 4 年生为最小, 说明处理 1 促进生长的作用不是长期的; 处理 5 的地位略有上升(表 5)。

表5 处理后4a各处理杉木生长次序变化

项目	不同处理杉木生长效果的排序																			
	1年生			2年生			3年生			4年生										
地径	4	1	5	3	2	4	1	5	3	2	4	5	1	3	2	4	5	3	2	1
胸径	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	5	1	2	4	5	3	1	2
树高	4	1	3	5	2	4	1	5	3	2	4	3	1	5	2	4	1	5	3	2
冠幅	4	1	3	5	2	4	3	5	1	2	4	1	5	3	2	4	5	3	1	2
生物量	4	1	5	3	2	4	1	5	3	2	4	1	5	3	2	4	5	1	3	2

3.2 部分土壤性质

第1代杉木林被采伐后,林地环境发生巨大变化,原有的大部分耐荫的林下植被消失,而喜光的草本和灌木植物大量繁殖生长,其中草本占优势。试验后2a,土壤容重在0~10cm层次与采伐前的林地相比明显降低,试验后3a又有所回升,但仍比采伐前的略小;而10~20cm和20~40cm层次土壤容重却略有增加。试验后3a,0~10cm层次土壤有机质增加,而10~20cm和20~40cm层次土壤有机质则降低。试验后3a,土壤pH值在0~10cm层次增加了0.05,10~20cm层次的增加了0.03,而20~40cm层次的不变(表6)。

在造林初期(3a之内)充分光照下肥沃林地土壤的植被具有极快的生长速度和强大的抗杂草干扰的能力,其根系主要集中在0~10cm的土壤深度,0~10cm层次土壤中植被细根数量和活动急剧增加,生物循环大大加快,这可能是0~10cm层次土壤容重降低,有机质增加的原因。10~20cm和20~40cm层次土壤有机质降低和容重增加可能与深层次土壤中植物根系数量及其活动的减少,以及土壤有机质矿质化过程加快有关。试验后3a,杉木接近郁闭,林下植被数量有所减少,这可能是0~10cm层次土壤容重比试验后2a略有增加的原因。

表6 试验前后土壤部分理化性质变化

项目	处理前			处理后2a			处理后3a		
	土壤深度/cm			土壤深度/cm			土壤深度/cm		
	0~10	10~20	20~40	0~10	10~20	20~40	0~10	10~20	20~40
有机质/%	5.35	4.27	2.97	-	-	-	5.90	3.75	2.64
pH值(H ₂ O)	5.07	4.91	4.88	-	-	-	5.12	4.94	4.88
容重/(g cm ⁻³)	0.94	1.00	1.08	0.85	1.01	1.09	0.91	1.03	1.12

注:表中数据是各处理平均数。

表7 试验后3a处理对土壤理化性质的影响

处理	容重/(g cm ⁻³)			pH值(H ₂ O)			有机质/%		
	土壤深度/cm			土壤深度/cm			土壤深度/cm		
	0~10	10~20	20~40	0~10	10~20	20~40	0~10	10~20	20~40
BL ₀ BM ₀	0.900	1.006	1.130	4.90	4.86	4.81	6.01	3.84	2.85
BL ₁ BM ₀	0.895	1.019	1.131	5.09	4.90	4.88	5.97	3.96	2.73
BL ₂ BM ₀	0.905	1.020	1.120	5.13	4.94	4.85	5.61	3.64	2.68
BL ₃ BM ₀	0.896	0.994	1.093	5.24	4.97	4.94	6.23	3.70	2.53
BL ₂ BM ₁	0.948	1.084	1.142	5.25	5.01	4.93	5.68	3.62	2.43

不同处理对土壤容重和pH值产生一定影响。处理4降低土壤容重和增加土壤pH值的

作用最大,是最佳的立地管理措施;而处理 1 的 10~20 cm 和 20~40 cm 层次土壤容重增加幅度最大,且处理 1 在 0~10、10~20、20~40 cm 层次土壤 pH 值均为降低,表明土壤酸度增加,肥力降低,是最差的立地管理措施,表明全部清除处理对土壤营养元素的储量有较大影响。除了处理 1 在所有的土壤层次、处理 3 在 20~40 cm 层次 pH 值降低外,其余处理土壤各层次 pH 值都有不同程度的增加(表 7)。

3.3 采伐剩余物分解速率

采伐剩余物的分解速率及模型见图 1,根据此数学模型计算,采伐剩余物分解至质量残留 50% 时需要的时间是 20 个月,分解至质量残留 5% 时需要的时间是 90 个月。可见,杉木采伐剩余物的分解是比较缓慢的,但早期分解相对较快,后期分解较慢。

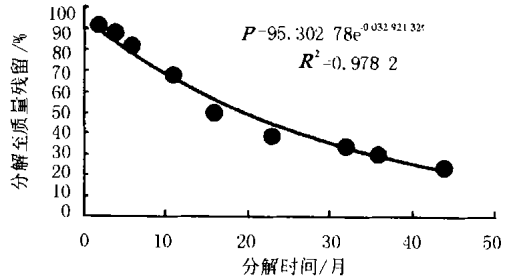


图 1 采伐剩余物的分解速率及其模型

4 小结

试验后 1~4 a,对杉木的生长和土壤肥力维护最有利的试验处理均为 BL₃BM₀(加倍采伐剩余物)处理,而最不利于杉木生长的均为 BL₁BM₀(清理树木的所有部分)处理。试验后 1~2 a, BL₀BM₀(全部清除)处理杉木生长为次好,但 3 a 后杉木生长开始略为落后,可能与该处理对维护土壤肥力的效果最差有关。BL₂BM₁(商业性收获加炼山)处理和 BL₂BM₀(商业性收获)处理的杉木生长在 4 a 中是相近的,说明炼山没有对杉木生长产生显著影响。

第 1 代杉木林被采伐后,林下植被成分发生大的变化,0~10 cm 层次土壤林下植被根系数量增加,可能是导致处理 3 a 后 0~10 cm 层次土壤容重降低,有机质和 pH 值增加的原因,但 10~20 cm 和 20~40 cm 层次土壤容重略有增加,而有机质则降低。

BL₃BM₀(加倍采伐剩余物)处理降低土壤容重和增加土壤 pH 值的作用最大,是最佳的立地管理措施,而 BL₀BM₀(全部清除)处理正好相反,说明保留采伐剩余物的数量越大,越有利于土壤肥力的维持。

采伐剩余物分解速率是比较缓慢的,分解至质量残留 50% 的时间需要 20 个月,估计分解至质量残留 5% 需要 90 个月的时间。

参考文献:

[1] 范少辉,马祥庆,陈绍栓,等. 多代杉木人工林生长发育效应的研究[J]. 林业科学,2000,36(4):9~15

[2] 马祥庆,范少辉,刘爱琴,等. 不同栽植代数杉木人工林土壤肥力的比较研究[J]. 林业科学研究,2000,13(6):577~582

[3] 范少辉,马祥庆,傅瑞树,等. 不同栽植代数杉木人工林林下植被发育的比较研究[J]. 林业科学研究,2001,14(1):8~16

[4] 范少辉,马祥庆. 多代经营杉木人工林栽培营养的研究[A]. 熊耀国,翟明普. 造林学论文集[C]. 北京:中国环境科学出版社,2001. 120~131

[5] 马祥庆,刘爱琴,马壮,等. 不同代数杉木林养分积累和分布的比较研究[J]. 应用生态学报,2000,11(4):502~506

[6] 范少辉,林光耀,何宗明,等. 不同立地管理措施对 2 代杉木 1 年生幼林生长影响的研究[J]. 林业科学,1999,35(3):120~126

[7] FAN Shao-hui, YANG Chen-dong, LIN Si-zu. Chinese fir Plantation in Fujian Province, China[A]. In: Nambiar E K S, Gossalter C, Tiarks A. Site Management and Productivity in Tropical Plantation Forests—Workshop Proceedings [C]. Pietermaritzburg, South

Africa , 1998. 69 ~ 72

- [8] FAN Shao-hui , YANG Chen-dong , HE Zong-ming. Effects of Site Management in Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) Plantation in Fujian Province , China[A]. In: Nambiar E K S, Tiarks A, Cossalter C, et al. Site Management and Productivity in Tropical Plantation Forests ——Workshop Proceedings[C]. Kerala , India , 1999. 83 ~ 86
- [9] 林光耀,范少辉,何宗明,等.不同立地管理措施对2代杉木3年生幼林生长影响的研究[J].林业科学研究,2001,14(4) 403 ~ 407

A Study on the Influence of Site Management Measures on the Growth of Four-year-old Chinese Fir Plantation of Second-generation

*FAN Shao-hui*¹, *LIAO Zu-hui*², *YING Jin-hua*², *YANG Xu-jing*², *HE Zong-ming*³, *LIN Guang-yao*³

(1. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China;

2. Nanping Forestry Committee, Fujian Province, Nanping 353000, Fujian, China;

3. Resources and Environment Department, Fujian Agricultural and Forestry University, Nanping 353001, Fujian, China)

Abstract : Aimed at studying the influence of various patterns of site management on the productivity of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) plantation for generations, the second-generation *C. lanceolata* plantation was established with 5 kinds of site preparation patterns on the cleared area of first-generation *C. lanceolata*. The results showed that: (1) The pattern IV (Double slash) had the most benefits to the growth of 4-year-old *C. lanceolata* of second generation, and had the most effects on reducing soil bulk specific gravity and raising soil pH value. This is the best site management pattern. (2) The pattern II (Whole-tree harvest) was the worst. (3) The pattern I (No slash) had positive effect on the growth of *C. lanceolata* in 1 ~ 2 years after planting, but it had negative effect on soil fertility maintenance. (4) The pattern V (Stem and bark harvest + burning) was better than the pattern III (Stem + bark harvest), but the difference is not significant. (5) It is estimated that it will take about 90 months for the harvest residual to be decomposed to the 5% of the weight remains.

Key words : *Cunninghamia lanceolata* plantation; management for generations; site management