

杉木幼林施肥肥效分析*

陈金林 俞元春 王光萍 游为贵 林志鹏 黄道明

摘要 在肥力中等的酸性红黄壤上,采用随机区组设计,对1年生杉木幼林进行7个处理、3次重复的施肥试验。结果表明,施肥对杉木幼林树高、抽高和胸径虽有影响,但效果均不显著;钙镁磷肥、磷酸铵及过磷酸钙肥效相当,沟施肥效好于穴施。施肥能影响杉木各器官的生物量,影响大小顺序依次为叶、干、枝、根;沟施磷酸铵对树叶生长量有极显著的影响,并对生物总量影响显著。协方差分析显示杉木幼林施肥时的初始树高会干扰肥效,特别对施肥当年树高的影响显著,肥效分析时必须进行修正以消除其影响。

关键词 杉木、幼林、施肥、肥效

杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)是我国特有的用材树种,它具有生长快、材质好、用途广、产量高等特点,是我国南方最重要的造林树种之一^[1]。由于炼山及连续栽杉,林地土壤肥力衰退,杉木出现一代不如一代的趋势,这已为许多研究者所指出^[2,3]。为了提高土壤肥力,促进林木生长,达到速生、优质、丰产的目的,林木施肥是一极其重要的措施^[4]。但由于不同种类肥料、不同施肥方法在不同类型土壤上的肥效存在差异^[5],为此,对福建杉木幼林进行施肥试验,以便为杉木中心产区林木施肥提供理论依据。

1 试验地概况

试验地设在福建省明溪县夏阳乡境内,试验地所在县位于福建省西北部武夷山东南延伸支脉地带,116 47 ~ 117 35 E, 26 08 ~ 26 39 N。属中亚热带季风气候,年平均气温为 15.5 ~ 18.4 ,极端最高温度 38.5 ~ 39.2 ,极端最低温度为- 8.1 ~ - 10.9 。最冷月和最热月分别出现在1月(月均温 4.7 ~ 8.2)和7月(月均温 24.5 ~ 27.2)。年平均降雨量为 1 774.5 mm,日照时数为1 770 h,相对湿度平均为 80.83%,年均蒸发量 1 374.7 mm,是福建省杉木栽培中心产区之一。

试验地为常绿阔叶、落叶阔叶及针阔叶混生植被类型的采伐迹地,海拔 500 ~ 560 m。1991年3月实生苗造林,密度为 3 600 株/hm²。施肥时平均树高为 0.93 m,平均当年新梢生长 0.70 m;土壤为花岗岩母质发育的红黄壤,土层较厚(有效土层 > 80 cm),容重小于 1.3 g/cm³,土壤 pH 4.80,有机质平均为 47.0 g/kg,全 N 1.0 g/kg,速效 N 218.4 mg/kg,速效 P 5.9 mg/kg,速效 K 68.4 mg/kg,盐基饱和度 20.1%,因此,试验地肥力中等,其速效养分尤其速效 P、K 相对较低。

1995—09—25 收稿。

陈金林讲师,俞元春、王光萍(南京林业大学森林资源与环境学院 南京 210037);游为贵,林志鹏(福建省明溪县林业科技中心);黄道明(福建省明溪县夏阳林业站)。

* 本文为国家“八五”科技攻关专题“主要工业用材林施肥技术与维护地力措施研究(85—18—02—37)”的部分内容。李文杰同志参加本项研究工作,特此致谢。

2 试验设计与方法

采用随机区组设计, 7 个处理(包括对照), 3 次重复, 每处理 50 株树, 处理小区间栽植木荷隔离, 施肥水平均为每公顷 P_2O_5 100 kg, 具体处理见表 1。试验所采用的沟施是在每株树两侧树冠投影外侧, 各挖一条沟, 沟宽 15 cm、深 20 cm、长 25 cm, 肥料均匀施入沟中覆土。穴施是在每株树两侧树冠投影外侧分二点平均施入肥料, 穴深 20 cm, 施肥后立即覆土。各处理肥料于 1992 年 3 月一次性施入。

表 1 试验处理

处理号	1	2	3	4	5	6	7
肥料	钙镁磷肥	钙镁磷肥	磷酸铵	磷酸铵	过磷酸钙	过磷酸钙	对照
施肥方法	沟施	穴施	沟施	穴施	沟施	穴施	—

对各小区(处理)杉木编号挂牌, 施肥前 1992 年 3 月初调查各小区 1991 年树高和抽高作为本底, 以后每年 3 月份调查各小区上一年的胸径、树高、冠幅和抽高。根据各小区的平均胸径和平均树高分别选定一株标准木, 齐地表伐倒, 用分层切割法分别测定叶、枝、干、皮各部分的生物量, 根系生物量是采用单位面积法分层挖掘测定。

3 结果与分析

3.1 施肥对杉木幼林生长的影响

根据杉木施肥试验各小区林木生长调查结果可知, 杉木幼林早期高生长较快, 年抽高都在 1 m 以上(见表 2)。由方差分析得出, 1992 年树高和抽高的 F 值分别为 2.04 及 1.70, 1993 年树高、抽高及胸径的 F 值分别为 0.76、0.56 和 0.90。由此可见, 各处理的树高、抽高及胸径虽有差异, 但均未达到显著水平($F_{0.05} = 3.00$), 即施肥对该地区杉木幼林生长的影响暂不明显。

表 2 各处理杉木生长比较

(单位: cm)

处 理	1992 年树高 (已修正)	1992 年抽高	1993 年树高	1993 年抽高	1993 年胸径
1	222.74(102)	130.08(104)	329.00(101)	122.00(99)	4.55(91)
2	201.54(92)	109.77(88)	312.67(96)	126.50(103)	4.50(90)
3	223.02(102)	130.42(105)	342.00(105)	124.00(101)	5.09(102)
4	218.23(99)	129.43(104)	320.00(98)	110.50(90)	5.06(101)
5	225.24(103)	132.05(106)	335.00(102)	127.00(103)	4.83(97)
6	218.33(100)	133.17(107)	345.67(106)	123.50(100)	5.34(107)
对照	219.35(100)	124.78(100)	326.67(100)	123.00(100)	4.99(100)

注: 括号内的数值为%, 设对照值为 100%。

为了进一步了解各处理的肥效, 可对各处理的生长平均值进行评比, 但由于 1991 年杉木幼林的初始树高对 1992 年杉木幼林的高生长有显著的影响($F = 9.47^*$), 因此, 就不能直接用 1992 年高生长的各部分平方和进行处理间差异显著性的 F 检验, 也不能直接用各处理高生长的平均值来评比, 而应该用其修正平均值。为此, 进行协方差分析, 把 1991 年本底的树高影响大小估计出来, 并把它从试验误差和试验处理效果中分离出去, 使试验结果得到正确的估计。经协方差分析表明施肥对 1992 年的树高影响仍不明显($F = 1.26$)。为了正确评价肥效, 由协

方差分析结果计算 1992 年各处理树高的修正平均值。并将其同其它项目的平均值一起列于表 2 进行比较。

由表 2 可以看出,在酸性土壤上使用钙镁磷肥、磷酸铵及过磷酸钙肥效相当,只是磷酸铵和过磷酸钙的肥效在施肥第 1~2 年内略好于钙镁磷肥,但根据趋势推知,钙镁磷肥的后效较其它肥料长。另外,磷酸铵肥效并未显著好于其它磷肥,说明氮肥对杉木幼林树高、胸径并无显著影响。从表 2 总体来看,处理 1、3、5 沟施效果较处理 2、4、6 穴施为好。

3.2 施肥对杉木幼林生物量的影响

对施肥当年及第二年的各部分生物量进行方差分析,结果见表 3。表 3 说明施肥当年(1992 年)杉木幼林生物量无明显影响,施肥第二年(1993 年)生物总量有显著差异,而树叶有极显著差异。这表明施肥能极显著地促进杉木幼林针叶的生长,从而增加光合面积,促进林木生长^[6],使杉木幼林的生物总量也达到显著差异。从表 3 还能看出,施肥对杉木幼林营养器官影响大小次序依次为树叶、树干、树枝、树根。即施肥促进林木地上部分生长的作用大于地下部分。这是由于施肥后增加了土壤有效养分,增强了根系对养分的吸收,促进地上部分的生长;相反,如果土壤贫瘠,缺乏有效养分,则导致根系扩展,以便增加吸收面积,维持地上部分的生长。

表 3 施肥对杉木幼林生物量的影响(F 值)

年份	树干	树枝	树叶	树根	生物总量	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
1992 年	1.62	1.02	1.93	0.89	1.57	3.00	4.82
1993 年	3.88	1.68	8.83**	0.11	4.74*	4.28	8.47

由 1993 年不同处理间树叶及生物总量的多重比较结果(表 4、5) 看出,第三处理即磷酸铵

表 4 1993 年不同处理间树叶量的比较

处理	平均值 (kg)	$\bar{x} - 1.10$	$\bar{x} - 1.37$	$\bar{x} - 1.45$	$\bar{x} - 1.63$	$\bar{x} - 1.77$	$\bar{x} - 2.16$	备 注
3	2.89	1.79**	1.62*	1.55*	1.26*	1.12	0.73	5% 显著水平 差数 1.20,
5	2.16	1.06	0.79	0.71	0.53	0.39	1% 显著水平 差数 1.70	
1	1.77	0.67	0.40	0.32	0.14			
6	1.63	0.53	0.26	0.18				
2	1.45	0.35	0.08					
7	1.37	0.27						
4	1.10							

表 5 1993 年不同处理间杉木生物总量的比较

处理	平均值 (kg)	$\bar{x} - 4.28$	$\bar{x} - 4.35$	$\bar{x} - 4.82$	$\bar{x} - 5.16$	$\bar{x} - 5.44$	$\bar{x} - 5.94$	备 注
3	7.16	2.88*	2.81*	2.34	2.00	1.72	1.22	5% 显著水平 差数 2.73,
5	5.94	1.66	1.59	1.12	0.78	0.50	1% 显著水平 差数 3.85	
6	5.44	1.16	1.09	0.62	0.28			
1	5.16	0.88	0.81	0.34				
2	4.82	0.54	0.47					
4	4.35	0.07						
7	4.28							

沟施肥效最好, 其树叶量较磷酸铵穴施差异极显著, 与对照、钙镁磷肥穴施及过磷酸钙穴施间存在显著差异; 磷酸铵沟施对生物总量的影响较对照及磷酸铵穴施也有显著差异。这说明一方面沟施磷肥能增加根系对 P 的吸收, 肥效好于穴施, 另一方面, 在促进杉木吸收 P 的同时, 配合增施 N 肥有利于杉木生物量的增长。

3.3 杉木初始高度对肥效的影响

在选择试验地布置试验时, 都强调必须遵守单一差异原则, 即各试验处理必须在一致的基础上进行比较, 以便缩小试验误差, 对试验处理的效果作出正确的估计。但是, 在实际试验中, 往往有些原始材料, 不易取得一致, 有些环境条件也难以控制, 因而会出现试验基础不一致的现象。本试验林为 1 年生杉木幼林, 尽管考虑到了立地、造林密度等因素的一致, 但各小区林木的生长难免存在差异, 对于肥效的干扰作用不容忽视, 但其影响程度、持续时间, 需经统计检验来判断。以杉木幼林施肥时的初始树高作为协变量, 对不同年龄杉木生长指标进行回归关系显著性检验, 结果见表 6。

表 6 杉木幼林初始树高对杉木生长的影响

编号	时间	生长指标	F 值	各显著水平 F 值
1	施肥当年(1992 年)	树高	9.47*	$F_{0.05}(1, 11) = 4.84$
2	施肥第二年(1993 年)	树高	1.77	$F_{0.01}(1, 11) = 9.65$
3	施肥当年(1992 年)	抽高	3.52	
4	施肥第二年(1993 年)	抽高	0.58	

表 6 材料表明, 杉木幼林初始树高对施肥当年的树高有显著影响, 到第二年则无明显影响。同样, 对施肥当年抽高影响较大, 以后影响减小。由此可见, 本底树高对施肥当年杉木生长影响大于第二年, 特别是对当年树高有显著影响, 因此, 在对试验结果进行显著性检验时, 必须用协方差分析, 去除本底对肥效的干扰, 使试验结果更为正确。

4 结 论

(1) 在肥力中等的酸性红黄壤上, 杉木林可选用钙镁磷复合肥, 或磷酸铵、过磷酸钙进行沟施法施肥, 由于 P 肥具有较长后效, 因此可一次适当多施, 以省工时。

(2) 施肥能促进杉木各营养器官生物量的增长, 其中磷酸铵沟施对施肥第二年树叶的影响达到极显著水平, 有利于增加光合面积, 加快有机质合成, 促进林木生长, 从而对总生物量有明显影响。施肥对杉木幼林地上部分的影响大于地下部分, 对各器官的影响大小顺序依次为叶、干、枝、根。

(3) 杉木幼林施肥时的初始树高对试验肥效有影响, 其中对施肥当年树高的生长有显著影响。因此, 必须用协方差分析来消除其干扰, 以获得正确的试验结果。

参 考 文 献

- 1 吴中伦. 杉木. 北京: 中国林业出版社, 1984.
- 2 张鼎华. 炼山后林地土壤某些物理性状的变化. 林业科技通讯, 1985, (5): 20~22.
- 3 Eron Z. Effects of fire on soil properties and growth of *Pinus brutia* seedlings on site burned in 1979 at Marmarix. *Fox. Abs.*, 1985, (12): 843.

- 4 周天相. 杉木林施肥试验效果分析. 亚林科技, 1987, 15(2): 130~135.
- 5 叶仲节. 浅论杉木育苗造林中的施肥问题. 浙江林学院学报, 1985, 2(1): 13~19.
- 6 潘瑞炽. 植物生理学. 北京: 人民教育出版社, 1979.

Analysis on Growth Response to Fertilization in Young *Cunninghamia lanceolata* Plantation

Chen Jinlin Yu Yuanchun Wang Guangping
You Weigui Lin Zhipeng Huang Daoming

Abstract The fertilization test, including seven treatments and three replicates, was conducted in one-year-old *Cunninghamia lanceolata* plantation on yellow-red acid soil. The main results showed: fertilization had some effects on the growth of young *C. lanceolata* plantation, but the effect was not remarkable. Calcium magnesium phosphate, ammonium phosphate, and calcium superphosphate had the same efficiency for tree. The effect of fertilizer applied in ditch was better than that applied in hole. Fertilization can affect the biomass of different parts of the tree, the biggest effect was on the leaves, the second on trunk, the third on branches, and the last one on roots. The application of ammonium phosphate in ditch not only had very notable effect on the growth of the leaves but also had marked effect on the total biomass of the tree. Co-variance analysis showed that the height of the tree at the beginning of fertilization would disturb the growth response to fertilizer, especially for the height the same year the fertilizer was applied.

Key words *Cunninghamia lanceolata*, young plantation, fertilization, fertilizer efficiency

Chen Jinlin, Lecturer, Yu Yuanchun, Wang Guangping (College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037); You Weigui, Lin Zhipeng (Forestry Commission of Mingxi County, Fujian Province); Huang Daoming (Xiayang Forestry Station of Mingxi County, Fujian Province).