

尾叶桉施肥效果研究*

陈少雄 王观明 项东云

摘要 对 5 种施肥措施影响尾叶桉林分生长过程,进行了历时 9 a 的定期观测和系统分析,所得出的结论有:施肥既可提高林分产量,又能缩短成材时间;一次性施足基肥的肥效可延续到轮伐期(5~6 a);施用 N、P、K 复合肥比单一肥或两元素的复合肥效果好;只施 N 肥效果差,和不施肥结果相近;在不同肥料中,P 肥效应突出。

关键词 尾叶桉、施肥、优势高、平均胸径、材积

尾叶桉(*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake)天然分布于印度尼西亚群岛东部的帝汶岛等岛屿,是低纬度地区最好的桉树树种之一^[1]。尾叶桉木材是良好的造纸材,木材基本密度适宜,纤维较长(782.5 μm),且整齐,腔径较大(13.55 μm),壁腔比小(0.495),柔性系数大(67.7)^[2],同时早期速生,被我国定为短轮伐期工业用材林的桉树树种之一。1985 年,我国大规模引种试验于广西东门林场,为中澳技术合作“东门桉树示范林”项目。在引种试验的同时,也布置了施肥试验。项目合作期早已结束,但试验林到 1994 年才砍伐,历时 9 a,已超过短轮伐期规定的年龄(5~7 a)。因此,对施肥效果分析是十分有意义的。

1 试验地基本情况

试验地位于广西壮族自治区的东门林场,即 22°17'~22°30' N, 107°14'~108°00' E,属南亚热带大陆性季风气候,年平均气温 21.9℃,月平均最高气温(7~8 月份)为 28.5℃,最高气温 38.3℃;月平均最低气温 12 至 1 月份,为 13.3℃,最低达-0.5℃,10 年积温 7 500℃。年降水量 1 000~1 399 mm,年降雨日数 140~160 d,雨量多集中在 5~9 月。低丘台地地貌类型,地形平坦,起伏变化不大,属中国桉树区划适生区的 I₂ 等级区。海拔 100~300 m,相对高 10~100 m,坡度在 10° 以下,机耕作业。土壤为砖红壤性红壤,土层深厚^[3](见表 1)。

表 1 试验地土壤分析结果

(单位:%)

项目	pH 值	有机质	全 N	全 P	全 K
表土层	4.5~7.4	2.23	0.148	0.044	0.64
土层	4.5~6.4	1.34	0.068	0.042	0.71
母岩层	4.5~5.8	0.82	0.187	0.035	0.76

2 试验方法

2.1 造林密度和时间

造林目的是培育短轮伐期纸浆材,因此株行距相对较大,为 3.0 m × 2.5 m(即 1 333 株/hm²),不考虑间伐。造林时间开始于 1985 年 4 月 17 日,5 月 17 日结束。

1995—01—13 收稿。

陈少雄副研究员,王观明(林业部桉树研究开发中心 广东湛江 524022);项东云(广西国营东门林场)。

* 本文为国家“八五”攻关课题“桉树纸浆材优化栽培模式”的部分内容。本文得到中国林科院林业研究所盛炜彤研究员的指导和审阅,特此致谢。

2.2 试验设计

4 次重复, 5 个施肥处理见表 2, 为完全随机排列。4 次重复, 第一次重复设置于一个低丘上, 坡度在 3° 之内, 前茬为窿缘桉 (*E. exserta* F. Muell.)。东部的一半于 1990 年砍伐, 之后再萌芽更新, 最终于 1994 年收获; 第二个重复设置于大区的北端, 坡度 0~3°; 前茬为竹子 (*Phyllostachys* sp.), 土壤中沙粒含量比其它重复稍显多些; 第三个重复于大区的南端, 坡度 3~6°; 第四个重复于大区之西北向, 坡度 1~3°。

肥料是单株施放, 在每株树旁范围 30~40 cm 处打 4 个小孔, 将肥施入小孔, 覆盖即可。施肥时间在 1985 年 6 月的最后两周一次性完成。

2.3 标准地的设置

每个处理最小面积为 0.189 hm², 14 行 × 18 株; 在此范围两边各空 4 行, 两头各留 5 株设置固定标准地, 面积为 0.036 hm², 即 6 行 × 8 株。每个处理间都留有半行宽的未耕地, 以便区别, 即每个处理间的间距为 4.5 m。固定标准地内胸径每木检尺, 逐一登记; 每次选其中两株最高优势木测高, 取其平均值为优势木平均高。

3 结果与分析

3.1 不同处理间生长量差异分析

表 3~5 对尾叶桉 5 种处理的优势高、平均胸径和材积进行了方差分析, 并对差异显著者进行多重比较, 结果表明:

(1) 一次性施肥对尾叶桉前期生长的影响无论是优势高、平均胸径和材积都达到显著水平。到 4.7 a 时, 各处理间优势高的肥效差异已不显著, 但此时, 各处理间平均胸径和材积的肥效差异仍然显著; 到 6.8、9.0 a 时, 各处理间优势高、平均胸径和材积的肥效差异均不显著。

(2) 对各处理优势高、平均胸径和材积进行多重比较, 结果表明: 主要是处理 1 和 5 之间存在显著差异, 以及处理 2 与 5 之间也有显著差异, 其它差异均不显著。

(3) 从表 3~5 的多重比较中可以看出, 5 种施肥处理的效果大小的顺序为: 5、4、3、2、1, 其中处理 1 和 2 之间始终无显著差异, 3 和 4 之间也无显著差异, 且两两间差值极小, 说明两两效果非常相似。

(4) 从 3 个表中列出的优势高、平均胸径和材积的平均值可以看出, 处理 5 的值始终都有相当大的优势, 其次是处理 4 和 3, 处理 2 和 1 的值总是排在后面。

3.2 最佳处理效应分析¹⁾

尾叶桉是低纬度地区的速生树种, 一年四季均有不同程度的生长^[4,5]。自 1986 年以来, 试验地的固定样地先后作过 6 次测量, 分别是 1986 年 6 月, 1987 年 12 月, 1989 年 1 月, 1990 年 1 月, 1992 年 3 月, 最后一次是 1994 年 4 月。为便于比较, 以公认是施肥效应好的第 5 处理与

表 2 5 个施肥处理

代号和配比	施肥种类(量)
1 Nil	为不施肥对照
2 N ₁₀₀	N 100 kg/hm ²
3 P ₅₀	P 50 kg/hm ²
4 N ₁₀₀ P ₅₀	(N 100 kg + P 50 kg)/hm ²
5 N ₁₀₀ P ₅₀ K ₅₀	(N 100 kg + P 50 kg + K 50 kg)/hm ² 以及一些微量元素 Zn, Cu 等

1) 由于资料的缺陷, 胸径和材积都只有两年以上的材料, 所以从第 3 年开始分析, 并把第 3 年的平均生长量与连年生长量认为是一样, 并非在第 3 年时相交, 这不影响分析结果。

表 3 尾叶桉优势高方差分析

观测年龄 (a)	施肥 处理	优势木 平均高 (m)	F ($F_{0.05} = 3.06$) ($F_{0.01} = 4.89$)	多重比较结果			
				$Q(0.05) = 4.37; Q(0.01) = 5.56$			
1.1	1	3.71		1- 2= 0.42	1- 3= 1.89	1- 4= 2.13	1- 5= 4.58*
	2	3.86		2- 3= 1.47	2- 4= 1.71	2- 5= 4.16	
	3	4.39	3.25*	3- 4= 0.24	3- 5= 2.69		
	4	4.48		4- 5= 2.45			
	5	5.35					
2.6	1	10.9		1- 2= 2.09	1- 3= 2.76	1- 4= 2.98	1- 5= 6.92* *
	2	12.1		2- 3= 0.67	2- 4= 0.89	2- 5= 4.83*	
	3	12.5	6.31* *	3- 4= 0.22	3- 5= 4.16		
	4	12.6		4- 5= 3.94			
	5	14.8					
3.7	1	13.6		1- 2= 1.84	1- 3= 2.03	1- 4= 2.55	1- 5= 5.10*
	2	14.7		2- 3= 0.19	2- 4= 0.70	2- 5= 3.26	
	3	14.8	3.37* *	3- 4= 0.52	3- 5= 3.07		
	4	15.2		4- 5= 2.55			
	5	16.7					

注: * 表示显著, * * 表示极显著(下同); 观测年龄至 4.7、6.8 和 9.0 a 时, F 值分别为 1.54、1.75 和 0.21, 不显著。

表 4 尾叶桉平均胸径方差分析

观测年龄 (a)	施肥 处理	平均胸径 (cm)	F ($F_{0.05} = 3.06$) ($F_{0.01} = 4.89$)	多重比较结果			
				$Q(0.05) = 4.37; Q(0.01) = 5.56$			
2.6	1	6.5		1- 2= 1.54	1- 3= 2.54	1- 4= 2.76	1- 5= 5.82* *
	2	7.3		2- 3= 1.0	2- 4= 1.21	2- 5= 4.28	
	3	7.8	4.56*	3- 4= 0.21	3- 5= 3.28		
	4	7.9		4- 5= 3.07			
	5	9.5					
3.7	1	8.5		1- 2= 1.67	1- 3= 3.28	1- 4= 2.88	1- 5= 6.68* *
	2	9.1		2- 3= 1.61	2- 4= 1.22	2- 5= 5.01*	
	3	9.8	6.09* *	3- 4= 0.40	3- 5= 3.40		
	4	9.4		4- 5= 3.80			
	5	11.2					
4.7	1	10.5		1- 2= 1.53	1- 3= 1.74	1- 4= 2.08	1- 5= 4.98*
	2	11.2		2- 3= 0.21	2- 4= 0.54	2- 5= 3.45	
	3	11.3	3.29*	3- 4= 0.33	3- 5= 3.24		
	4	11.4		4- 5= 2.91			
	5	12.8					

注: 观测年龄至 6.8、9.0 a 时, F 值分别为 1.97、1.80, 不显著。

表5 尾叶桉材积方差分析

观测年龄 (a)	施肥 处理	材积 m ³ /hm ²	F ($F_{0.05}=3.06$ $F_{0.01}=4.89$)	多重比较结果			
				Q(0.05) = 4.37; Q(0.01) = 5.56			
2.6	1	21.7	5.48* *	1- 2= 1.18	1- 3= 1.97	1- 4= 2.27	1- 5= 6.21* *
	2	29.2		2- 3= 0.79	2- 4= 1.08	2- 5= 5.03* *	
	3	34.2		3- 4= 0.30	3- 5= 4.24		
	4	36.1		4- 5= 3.94			
	5	61.0					
3.7	1	44.4	6.41* *	1- 2= 1.39	1- 3= 2.52	1- 4= 2.41	1- 5= 6.77* *
	2	54.5		2- 3= 1.13	2- 4= 1.02	2- 5= 5.37* *	
	3	62.7		3- 4= 0.11	3- 5= 4.24		
	4	61.9		4- 5= 4.36			
	5	93.5					
4.7	1	90.3	3.40*	1- 2= 1.20	1- 3= 1.92	1- 4= 1.69	1- 5= 4.98*
	2	104		2- 3= 0.72	2- 4= 0.49	2- 5= 3.78	
	3	113		3- 4= 0.23	3- 5= 3.60		
	4	110		4- 5= 3.29			
	5	148					

注: 观测年龄至 6.8、9.0 a 时, F 值为 2.24、1.19, 不显著。

对照第 1 处理为例, 取平均值, 作图进行分析(见图 1(a), 图 1(b); 图 2(a), 图 2(b); 图 3(a) 和图 3(b))^[6-9]。

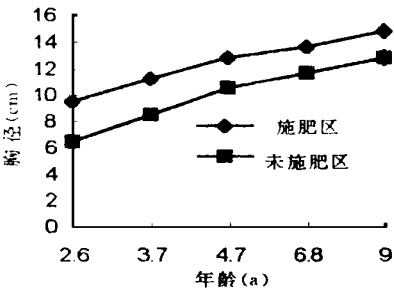


图 1(a) 施肥与不施肥平均胸径生长规律

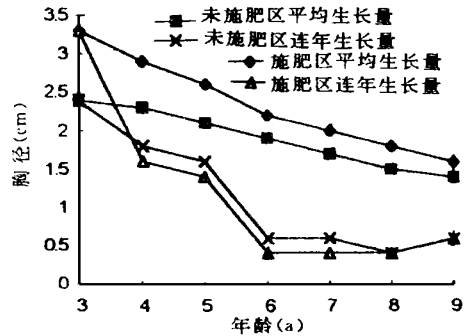


图 1(b) 施肥与不施肥胸径平均生长量与连年生长量曲线

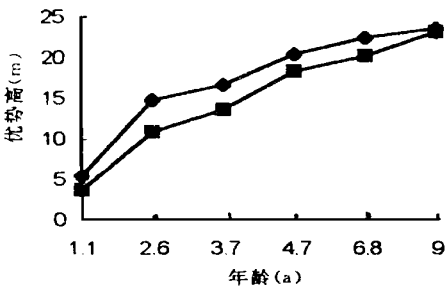


图 2(a) 施肥与不施肥优势高生长规律
(图例与图 1(a) 同)

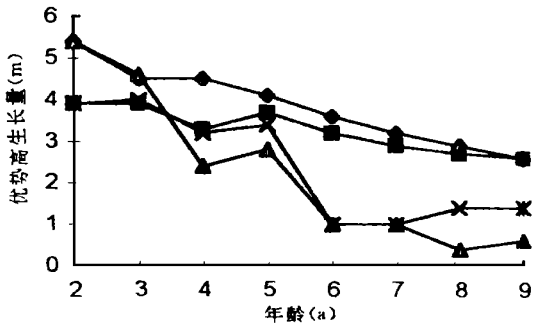


图 2(b) 施肥与不施肥优势高平均生长量和连年生长量曲线
(图例与图 1(b) 同)

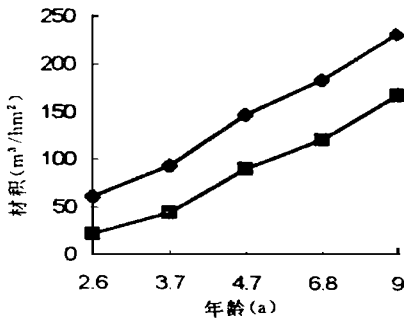


图 3(a) 施肥与不施肥材积生长规律
(图例与图 1(a)同)

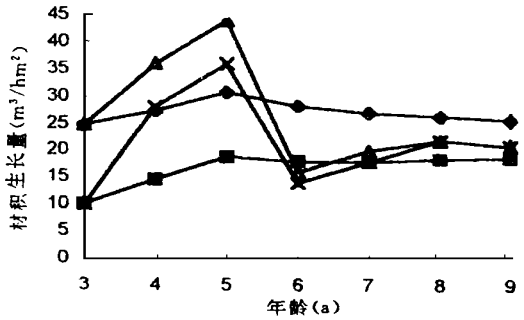


图 3(b) 施肥与不施肥材积平均生长量和连年生长量曲线(图例与图 1(b)同)

从图中可以得出:

(1) 两处理间的差异十分明显, 胸径曲线始终相差较大, 并且差异较均衡, 未随年龄的增大而拉大差距; 材积则是随着年龄增大, 两处理间的差值越来越大; 优势木高有点不同, 曲线两头小中间大, 即在幼林和成熟林以后的优势高之间差值小, 在生长周期的中期, 优势高差异大。

(2) 生长量曲线比较: 胸径/优势树高和材积的连年生长量分别在 3 a 前, 2、5 a 年达到高峰; 胸径、优势树高和材积的平均生长量的高峰分别在 3 a 前, 2、5 a, 与连年生长量一致。

胸径的两种生长曲线的交点, 施肥与不施肥都在 3 a 前交过, 缺资料统计, 相交以后, 平均生长量都以相对平稳的曲线下降, 施肥处理的连年生长量下降快些, 到第 6 年时, 两种处理的胸径连年生长量基本一致, 且增值很小。优势树高的交点, 施肥在 2.5 a 出现, 而不施肥在 3 a 时出现, 相交后, 施肥的连年生长量下降急促, 不施肥下降相对平稳。材积的交点, 两者都在 5~6 a 之间, 施肥早 3 个月出现。由此说明, 尾叶桉是一种典型的前期速生树种, 相对其它树种而言, 后期也较速生。其连年生长量和平均生长量的高峰都基本一致, 栽植不足 6 a 便已达到数量成熟, 并已成材, 可以砍伐。

(3) 在不施肥的情况下, 应在 5.8 a 时达到数量成熟, 时下材积为 $104 \text{ m}^3/\text{hm}^2$; 5.8 a 时, 施肥材积为 $164 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 净增 $60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 若以 $104 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 为收获材积, 施肥处理只需 3.9 a 就能达到, 提前 1.9 a。

4 结 论

通过对尾叶桉幼林、成林到过熟林历时 9 a 的系统观测, 对 5 种施肥处理效果可以得出以下几点结论:

(1) 尾叶桉一次性施足基肥的肥效能够维持一段较长时间, 一直可延续到尾叶桉数量成熟 (5~6 a)。

(2) 施用 N、P、K 复合肥的效果相当显著, 生长到第 6 年时, 与不施肥相比较, 胸径提高 19.6%, 优势高增加 11.2%, 材积增加 55.6%。同时, 缩短了成材时间, 一般可提前 1~2 a 成材。

(3) 施用 N、P、K 复合肥比施单一或两种元素的复合肥的效果好; 只施 N_{100} 效果差, 与不施肥结果相似; 施 P_{50} 和 $\text{N}_{100} \text{P}_{50}$ 效果相似, 比只施 N_{100} 效果好, 但比 N、P、K 复合肥效果差。

参 考 文 献

- 1 Jacobs M K [澳]. 桉树栽培. 罗马: 联合国粮食及农业组织, 1979. 622 ~ 623.
- 2 伍春魁. 尾叶桉在广西引种及其展望. 见: 国际桉树学术研讨会论文集. 北京: 中国林业出版社, 1992. 195 ~ 196.
- 3 中澳合作东门桉树示范林项目办公室. 尾叶桉引种及其改良的试验研究. 见: 国际桉树学术研讨会论文集. 北京: 中国林业出版社, 1992. 212.
- 4 祁述雄主编. 中国桉树. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- 5 林业部区划办公室. 主要树种区划研究——桉树. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- 6 柴修武. 林地施肥对 I-214 杨木材性质的影响. 林业科学研究, 1991, 4(3): 297 ~ 301.
- 7 李贻铨. 整地施肥对 I-69 杨人工林生长效应的研究. 林业科学研究, 1990, 3(5): 434 ~ 440.
- 8 洪顺山. 毛竹林施肥效应研究. 林业科学研究, 1992, 5(4): 371 ~ 378.
- 9 刘寿坡. 意大利 214 杨林地施肥效应研究. 林业科学, 1990, 26(6): 485 ~ 494.

Fertilizer Response of *Eucalyptus urophylla*

Chen Shaoxiong Wang Guanming Xiang Dongyun

Abstract Periodical investigation and systematic study on the fertilization to *Eucalyptus urophylla* stand were conducted for 9 years. 5 fertilization methods (1. Nil, 2. N₁₀₀, 3. P₅₀, 4. N₁₀₀ P₅₀, 5. N₁₀₀ P₅₀ K₅₀) were adopted. The main results show that the tree growth can be promoted and the rotation time can be shortened by the application of fertilizer; a plenty of basal dressing can be available in the whole rotation (5 ~ 6 years); NPK is the best one in the fertilizer regimes used in fertilizer trials; the effects of various fertilizers are different, of which nitrogenous fertilizer is not effective, but phosphatic fertilizer is outstanding.

Key words *Eucalyptus urophylla*, fertilizer, predominate height, DBH, volume

Chen Shaoxiong, Associate Professor, Wang Guanming (China Eucalyptus Research Center Zhanjiang, Guangdong 524022); Xiang Dongyun (Guangxi Dongmen State Farm).