

湿地松幼林施肥研究*

胡炳堂 洪顺山 肖齐绪 李祖勋

摘要 在江西永丰第四纪红壤上,营造湿地松林进行施肥试验,3 a 的结果表明,施 P 或配合 N、K 使树高 *H*、全林地径断面积 *GBA*、全林胸高断面积 *BA*、冠幅直径 *CW* 等总生长量分别较对照增长 35%~45%、52%~109%、119%~195%、29%~49%。湿地松连年生长的比较反映出,施 P 或配合 N、K,造林施肥的当年肥效极为显著,*H*、*GBA* 较对照分别增长 26%~55%、119%~195%;其后效在第 2 年也极显著;第 3 年结合追肥,其当年 *H*、*GBA*、*BA* 生长仍较对照有极显著的增长。在各种施肥处理中,以 NPK 完全肥料的效果最佳,但除与单施 P 的 *GBA* 有显著差异外,NPK 与 NP、PK、P 无明显区别,不同剂量 P 之间也无明显差异。将 P 用作基肥和追肥及其联合施用的效果是,基施远较追施为优;同等剂量时,一次基肥比基、追或追、追各半要优。单追施 N(尿素)在一次施用量较大(100 kg/hm² N)时,则有显著的负效应,以第 2 年追施尿素的负效应最大。试验表明在该土壤立地条件下,基施 P₂O₅ 25~50 kg/hm² 时,对目前的湿地松幼林生长即有足够的效应。

关键词 湿地松幼林、施肥试验、幼林生长

湿地松 *Pinus elliottii* Engelm 适应性强、生长迅速、用途广,是我国南部引进推广松类中生长最快的树种之一,得到大规模种植^[1],然目前为止,我国尚未进行系统的施肥研究。笔者结合国家造林项目的实施,进行了湿地松幼林施肥试验,现将结果报道如下。

1 试验地基本情况

永丰县位于江西省中部,地处吉泰盆地东缘,属于中亚热带季风湿润气候,年均温 18.0℃,年雨量 1 577.4 mm,蒸发量 1 459.4 mm,相对湿度 81%。试验林设在该县恩江林场(27°30' N、115°30' E),海拔 85 m,相对高度小于 5 m。造林前为荒地,有零散“小、老”马尾松生长。

表 1 试区林地土壤物理性质^①

试验区	层次 (cm)	机械组成(%)			质 地 名 称	容重(mg/cm ³)			
		砂	粒	粘		区组 1	区组 2	区组 3	区组 4
施肥量及 配比试验	0~20	16.5	47.7	35.8	轻粘	1.35	1.18	1.27	1.25
	20~40	26.8	37.3	35.9	重壤	1.13	1.15	1.12	1.22
	40~60	19.3	47.8	32.9	轻粘	1.24	1.14	1.04	1.27
	60~80	18.9	44.9	36.2	轻粘	1.17	1.02	1.14	1.26
施肥时间 试验	0~20	13.6	53.0	33.4	轻粘	1.21	1.10	1.17	1.37
	20~40	29.1	36.4	34.5	重壤	1.30	0.88	1.08	1.10
	40~60	11.4	53.0	35.6	轻粘	1.40	0.88	0.99	1.27
	60~80	15.8	46.2	38.0	轻粘	1.40	0.80	1.11	1.40

①分析方法:机械组成(质地)——甲种土壤比重计法(苏联制);容重——环刀法。

1994-08-15 收稿。

胡炳堂助理研究员,洪顺山(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);肖齐绪,李祖勋(江西省永丰县林业局)。

* 本文为“八五”国家科技攻关和林业部世界银行贷款国家造林(NAP)项目“主要树种施肥”专题的部分内容。龚新农、袁润根等参加部分野外工作,恩江林场协助造林并负责护林,文章承蒙陈益泰研究员和庞品珍高级工程师审阅指正,一并致谢。

土壤为第四纪红色粘土洪积物发育的低谷台地红壤(土层厚度 A 层 10~40 cm, A+B 层除个别外,一般均大于 100 cm),具有我国大多数红壤“粘、酸、瘦、板”的共同特征,缺磷状况极为严重,土壤有机质甚少。其试验前土壤理化性状见表 1~2,可见各区组间差异很小。

表 2 试区林地土壤化学性质^①(表土 0~20 cm)

试验区组	pH		有机质 (g/kg)	全量养分(g/kg)			速效养分(mg/kg)			水解性酸 (cmol(+)/kg)	交换性盐基(cmol(+)/kg)			
	(H ₂ O)	(KCl)		N	P	K	N(碱解)	P	K		K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
施肥 1	4.83	3.82	5.90	1.11	0.30	8.1	80.8	0.63	23.9	5.5	0.13	0.27	0.22	0.09
量及 2	4.82	3.81	9.88	0.86	0.51	8.0	86.9	0.58	27.6	5.2	0.17	0.22	0.28	0.14
配比 3	4.94	3.85	8.30	0.92	0.30	7.7	93.2	0.63	25.1	5.5	0.13	0.17	0.24	0.10
试验 4	4.93	3.92	7.58	0.93	0.26	7.6	74.4	0.50	21.4	5.5	0.14	0.27	0.21	0.09
施肥 1	4.74	3.89	8.46	0.89	0.26	7.5	87.0	2.19 ^②	23.9	6.1	0.14	0.22	0.28	0.11
时间 2	4.79	3.85	4.18	0.78	0.27	7.6	74.6	0.53	27.6	5.5	0.17	0.34	0.35	0.12
试验 3	4.86	3.73	10.10	0.83	0.31	8.6	87.1	0.89	30.1	6.8	0.16	0.07	0.28	0.13
4	4.93	3.86	7.06	0.76	0.26	6.6	86.8	0.85	23.9	4.8	0.18	0.42	0.21	0.09

①分析方法:速 P 用 0.05 N HCl-0.025 N H₂SO₄, 钼锑抗比色法; 交换性盐基用 1N NH₄OAc 交换, 原子吸收联合测定, 其余项目均用经典方法测定。②疑为磷污染。

2 材料与方 法

2.1 试验设计

随机区组设计, 试验因子及水平见表 3。包括: ①施肥量及配比试验, 设 11 个处理——P₁, P₂, P₃, N, K₁, K₂, NP₂, P₁K₁, P₂K₁, NP₂K₁ 和 CK(不施肥), 重复 4 次, 植树前(基肥, 单施 N、K 的 3 个处理为造林第 2 年)和第 3 年(追肥)各施肥料总量的 1/2; ②施肥时间试验, 设 10 个处理——A: P₂(基肥), B: P₂(第 2 年施), C: P₂(第 3 年施), D: P₁(基肥)+P₁(第 3 年追肥), E: P₁(第 2 年追肥)+P₁(第 3 年追肥), F: N(第 2 年施), G: N(第 3 年施), H: K₁(第 2 年施), I: K₁(第 3 年施), CK(不施肥), 重复 4 次。小区长方形, 面积 144 m², 36 株树以 4×9 排列, 中间 14 株为生长量测试标准株。试区设置 2 行保护行。

表 3 试验因子水平

因 子	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
水 平	100	50	100
(kg/hm ²)	2	100	200
	3	200	

2.2 施肥方法

供试肥料品种为: 尿素(含 N 46%), 钙镁磷肥(含 P₂O₅ 12%), 氯化钾(含 K₂O 56%)。植树前施肥(基肥), 是在表土回穴 1/3 后均匀撒入; 造林后第 2(1992)、3(1993)年 4 月施肥(追肥)采用沟施法, 在树穴上坡方向, 于树冠投影外侧挖环形沟(弧长 60 cm, 宽 15 cm, 深 20 cm), 均匀撒入。

2.3 苗木状况与造林、抚育管理

用美国优良种源种子育苗。苗木地径平均 0.94 cm, 苗高平均 37.5 cm。大穴整地, 密度 2 500 株/hm²。造林当年 5 月全垦深翻(深度 20 cm); 及时培土抚育, 防治病虫害。试区不间作。

2.4 试验调查、统计分析

造林后及时调查幼树本底值, 于每年底(生长基本停止)调查每木的地径 GLD、树高 H、冠幅直径 CW(SN、EW 向)等项目的总生长量, 树高超过规定高度的植株测量其胸径 DBH。根据地、胸径分别计算全林地径断面积 GBA、全林胸高断面积 BA。以小区算术平均值进行方差

分析和处理平均数的 Duncan 测验比较。

3 结果分析

3.1 湿地松幼林施肥三年总生长量

图 1 可见,分别在造林时和第 3 年单施 P 或施 P 配合 N、K 处理,使湿地松幼林树高 H 、地径断面积 GBA 、胸高断面积 BA 、冠幅直径 CW 的总生长量分别较对照增长 35%~45%、52%~109%、119%~195%、29%~49%。Duncan 测验比较,P、PK、NP、NPK 等 7 个处理较 N、K、CK 等 4 个处理有极显著差异,而 N、K、CK 之间无差异;同时可见,NPK 混施与单施 P 之间除 GBA 指标存在极显著差异外,居于其间的 NP、PK 则既与 NPK,也与 P 无显著差异。从而说明,在湿地松幼林施肥试验的各处理中,以 NPK 完全肥料的效果最佳,上述 4 项总生长量指标,在 3 年生时分别达到:2.705 m、11.589 m^2/hm^2 (即地径 7.68 cm)、3.722 m^2/hm^2 (即胸径 4.35 cm)、1.737 m;NP 配合较 NPK 略低或不相上下,PK 配合与单施 P 基本一致或前者略高。综合表 4 分析说明单施 P,使湿地松 H 、 GBA 、 BA 、 CW 总生长量分别较 CK 增长 30%~40%、52%~79%、117%~157%、29%~34%。单从冠幅生长看,施 P 或配合 N、K 的处理分别达到了 1.523~1.756 m(EW 向)、1.508~1.737 m(SN 向),良好的施肥处理在第 3 年生时林分已近郁闭(最好的处理小区平均冠幅 1.929 m×1.957 m,而林分株行距为 2 m×2 m),而 CK 的平均冠幅仅 1.069 m×1.069 m(最小的平均冠幅出现在施 N 小区,仅 0.931 m×0.915 m)。

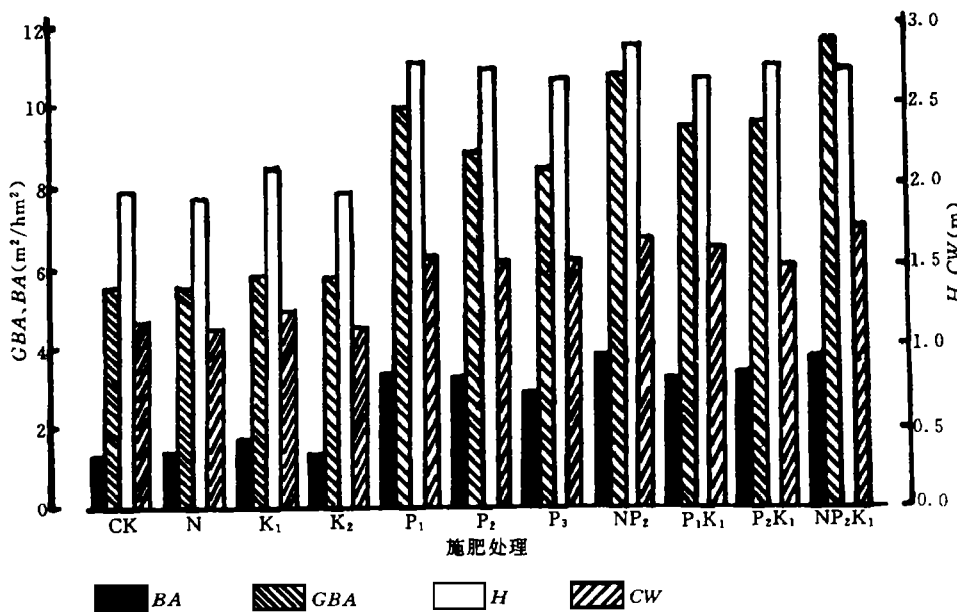


图 1 湿地松施肥量及配比试验三年总生长量
(处理各水平施肥量见表 3)

3.2 湿地松幼林施肥的连年生长

3.2.1 单施氮肥的连年生长 表 4 是施 N(尿素)当年及其以后(第 3 年)幼林生长与不施肥(CK)的比较。表明在同等施 N 量(100 kg/hm² N)时,尿素在第 2 年一次施用使湿地松当年生长量明显减少,仅为 CK 的 70%左右,并且其负效应还延续到下一年;而在第 3 年时(迟 1 a)一次施用,尽管仍可见其负效应,但与 CK 比除树高外其余无明显差异;而将等量 N 的尿素分两次施用,则其负效应就很小了,其生长与 CK 基本一致。

表 4 单施 N(尿素)的湿地松生长与不施肥(CK)的比较 (单位:%)

水平(kg/hm ²)	施氮次数	处 理	0		100				
			(CK)		2		1		
树 龄 (a)	H	GBA	100	N50	+	N50	N100	1	1
				2	3	2	3(后效)	3	
总生长量	H	GBA	100	95	98	78**	80**	86*	
	BA	CW	100	101	100	77	74**	84	
	BA	CW	100	67	107	8	45*	64	
	CW	CW	100	95	96	80*	84**	92	
当年生长	H	GBA	100	84	102	67**	81*	84*	
	BA	CW	100	100	98	71*	72*	87	
	BA	CW	100		108		46*	66	
	CW	CW	100	79	97	64*	89	98	

注:有关说明见表 5。

3.2.2 单施磷肥的连年生长 图 2 可见,湿地松造林时单施 P₁,其当年生长 H 达 0.414~0.492 m、GBA 达 1.203~1.237 m²/hm²,而 CK 仅分别为 0.328 m、0.549 m²/hm²,经 Duncan 测验其差异极显著,较 CK 分别增长 H 26%~50%,GBA 110%~125%。肥效延续的第 2 年生长,较对照分别增长 H 74%~79%,GBA 95%~121%,CW 62%~85%。而到第 3 年追施另一半剂量的 P 后,湿地松第 3 年生长(参考表 5 及进行 Duncan 测验),H、GBA 较 CK 仍有极显著差异,当年 H 生长较 CK 增长 17%~24%,GBA 增 26%~57%,而冠幅的连年生长呈明显下降,以致与 CK 相近,说明林分已近郁闭后,当年 CW 生长与尚未郁闭的 CK 相同。对单施 P 不同剂量(P₂O₅ 25 或 50~200 kg/hm²)间生长差异的分析,经 Duncan 测验无明显区别(见表 5)。

表 5 单施磷肥的湿地松生长与不施肥(CK)的比较 (单位:%)

水 平	0	50		100						200					
		2		2		2		1		1		2			
施磷次数	0	处理 (CK)		P25+P25		P50+P50		P50+P50		P100		P100		P100+P100	
		1	3	1	3	2	3	1	3(后效)	2	3(后效)	3	1	3	
总生长量	H	100	131**	140**	123**	130**	118**	115**	129**	131**	104	103	93	122**	135**
	GBA	100	212**	179**	198**	156**	127	127**	198**	169**	105	98	92	211**	152**
	BA	100		257**		217**	21	156*		218**	52	113	83		219**
	CW	100	139**	134**	124**	129**	120*	112*	125	131**	109	102	96	142**	132**
当年生长	H	100	150**	124**	146**	111	133**	111	146**	108	118*	103	89	126*	117
	GBA	100	225**	157**	213**	135**	139**	128**	210**	147**	119	94	93	223**	126
	BA	100		221**		188**		154**		178**		116	85		181**
	CW	100		106		92	150**	100		112	118	91	93		95

注:P≈P₂O₅。*、**指生长量经 Duncan 测验与 CK 的差异分别达 α=0.05 为显著、α=0.01 为极显著。本文数据均用小区测试标准株(中心 14 株)计算,与以完整小区(36 株)和次级样本(每木)计算的结果基本一致。冠幅东西向与南北向结果相一致,故以南北向结果示意。

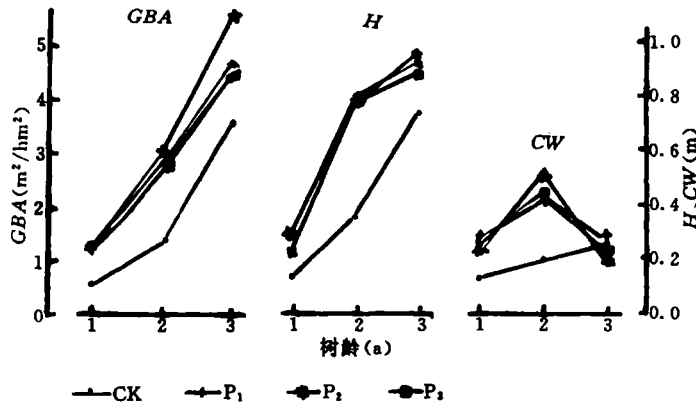


图2 单施磷肥的湿地松连年生长
(处理各水平施肥量见表3)

3.2.3 单施钾肥的连年生长 试验说明,随施K量水平及肥料分配方式的变化,其生长没有出现明显反应,与CK的相差均在±10%,Duncan测验不显著。

3.2.4 N、P、K配施的湿地松连年生长 在同等施P(100 kg/hm² P₂O₅)状况下,配合N、K的连年生长情况是,第1年时,NP₂K₁、NP₂、P₂K₁的H、GBA较CK增长的幅度分别比P₂多3%~10%、16%~76%,经Duncan测验比较,NP₂K₁与P₂的GBA差异显著;第2年时3种配合处理的H、GBA、CW分别较单施P₂多增长4%~12%、19%~88%、13%~20%(P₂K₁处理的CW较P₂略小),经对GBA比较,NP₂K₁与P₂差异极显著,NP₂与P₂、NP₂K₁与NP₂之间差异显著;第3年时,NP₂K₁、NP₂、P₂K₁与P₂间无差异。

对N、P、K配合效果的分析说明,PK与单施P的各项指标当年生长均无明显差异,NPK与NP除第2年GBA生长有差异外,其余亦无明显区别,说明在施P或NP时再配施K并无明显效应;对NPK与PK、NP与P的差异分别比较可见,在第1、2年的GBA生长均有明显差异,而其它指标(包括第3年的GBA)无明显区别,说明在施P或PK时再配施N仅对GBA有交互作用。

3.3 肥料基施与追施对湿地松生长效果的比较

3.3.1 基肥与追肥的3a总生长量比较 结合表5可见,造林时基施钙镁磷肥(处理A、D)的效果极显著地优于CK,其H、GBA、BA、CW分别较CK增长24%、52%、92%、28%以上。施用等量磷(100 kg/hm² P₂O₅)时,(1)一次施用,基施(处理A)的效果极显著地优于在第2年(处理B)、第3年(处理C)时追施的,前者与CK有极显著差异,而后者无差异,在H、GBA(BA)、CW总生长量指标上,前者较后者分别要高出30%以上;(2)分两次各半施用(处理D、E),均与CK有极显著差异,但基施+第3年追施的组合(处理D)与第2年+第3年追施的组合(处理E)相比,H、BA相差不大,CW则差异极显著,GBA差异显著,可见处理D略优于处理E;(3)一次基施(A)的效果极明显地优于分两次追施(E),略优于基施与第3年时各施一半(D)。结合表4分析,N肥(尿素)在同等施用量时,一次施用对湿地松生长有明显负效应,其H、GBA(BA)、CW总生长量分别仅为CK的80%、74%(45%)、84%;而在第2年施(F)和第3年施(G)的效果之间无明显差异。对K肥在不同时间追施(处理H、I)的效果比较中没有发

表 6 湿地松施肥时间试验的当年生长量

处理号	基施(造林时 1991-01)			追肥(第 2 年 1992-04)			追肥(第 3 年 1993-04)									
	施肥量 (kg/hm ²)	H(m)	GBA(m ² /hm ²)	施肥量 (kg/hm ²)	H(m)	GBA(m ² /hm ²)	施肥量 (kg/hm ²)	H(m)	GBA(m ² /hm ²)	CW(m)						
	均值	差异	差异	均值	差异	差异	均值	差异	差异	均值	差异					
A	P100	0.478	a A	1.370	a A	3.241	A	0.624	a AB	1.106	a A	5.635	a A	2.723	a A	0.530
B		0.301	b B	0.471	b B	1.855	cd BC	0.461	b BC	1.053	ab AB	3.598	b CD	1.771	b BCD	0.431
C		0.322	b B	0.562	b B	1.442	def CD	0.380	bc CD	0.917	bc AB	3.568	b CD	1.303	bc DE	0.440
D	P50	0.484	a A	1.357	a A	2.767	A	0.674	a A	1.041	ab AB	5.090	a A	2.529	a AB	0.459
E		0.344	b B	0.656	b B	2.159	c B	0.585	a AB	1.135	a A	4.900	a AB	2.352	a ABC	0.475
F		0.322	b B	0.579	b B	1.105	f D	0.251	c D	0.834	c B	2.749	c D	0.706	d E	0.423
G		0.301	b B	0.497	b B	1.269	ef CD	0.334	bc CD	0.864	c B	3.321	bc CD	1.018	cd DE	0.465
H		0.337	b B	0.583	b B	1.801	cd BC	0.358	bc CD	0.915	bc AB	3.995	b BC	1.456	bc DE	0.477
I		0.328	b B	0.611	b B	1.594	de BCD	0.412	b CD	1.031	ab AB	3.845	b CD	1.639	b CD	0.474
J	(CK)	0.328	b B	0.653	b B	1.556	de BCD	0.391	b CD	1.025	ab AB	3.833	b CD	1.532	bc D	0.473
Fr		10.29**		22.14**		41.78**		22.08**		10.36**		12.30**		11.72**		0.50
MSe		0.001 803		0.020 505 261		0.003 684		0.082 086 155		0.007 177		0.010 451		0.255 481 858		0.146 713 225

注:①N≈N, P≈P₂O₅, K≈K₂O, ②表中不同英文小写字母为 $\alpha=0.05$ 显著, 不同大写字母则为 $\alpha=0.01$ 极显著。有关说明见表 5。

现它们之间, 及它们与 CK 之间的差异。

3.3.2 基肥与追肥的湿地松连年生长比较

表 6 显示了施肥时间试验的湿地松当年生长量。可见磷肥基施(处理 A、D)的效果最好, 当年 H、GBA 较 CK 增长 46%~48%、108%~110%; 在第 2 年追施 P(处理 B、E), 虽然与 CK 差异也显著或极显著, 但其较 CK 的增幅没有基施在第 2 年的后效大; 在第 3 年追施 P(处理 C、D、E), 则由于湿地松根系已深, 追施的深度不足以使肥料被树体吸收^[2,3], 故施 P 基本无效, 而基施 P(处理 A)的后效在第 3 年仍较 CK 有显著的增长; 上述不同施磷时间的后效因施用量不同而产生的差别, 已有初步体现(尽管检验不显著), 基施在第 2 年时的后效 P100 比 P50 约大 25%, 第 3 年则约大 15%。表 6 还可见, 氮肥在第 2 年施用前, 其生长与 CK 大体相同, 但施尿素(处理 F)后其当年生长即较 CK 显著减少 29%~36%, 且有明显的负向后效; 而在第 3 年施尿素(处理 G), 除当年树高生长明显减少 16%外, 其余项目与 CK 无差异, 说明其负效应明显要小。对基、追钾肥的连年生长比较(表 6)可见, 无论是第 2 年还是第 3 年施 K, 它们之间无明显区别。

4 结论与讨论

(1) 在江西省永丰县贫瘠的第四纪红壤上, 湿地松幼林施用以磷为主的肥料效果显著, 使 H、GBA、BA、CW 等 3 年总生长量较对照增长 35%~45%、52%~109%、119%~195%、29%~49%, 说明能极大地提高湿地松幼林的高、径生长量, 并明显扩大冠幅, 提早林分的郁闭。本试验结果较罗莲香等^[4]施 50~250 g/株复合肥料作基肥的效果要好, 其区别可能与土壤养分水平有关, 本试验的土壤速效磷含量仅为其 1/2~1/3。

(2) 湿地松幼林施肥的连年生长比较可见, 造林时单施磷肥的当年即有明显肥效, 其

H 较对照增长 26%~50%, *GBA* 为 119%~125%; 肥效延续到第 2 年后, 仍表现出明显的增长势头, *H* 74%~79%, *GBA* 95%~121%, *CW* 62%~85%; 在第 3 年追施 P(含后效), 其树高仍较 CK 增长 17%~24%, *GBA* 的增幅为 26%~57%, *CW* 则不显著, 说明林分已近郁闭。对单施 N 的比较反映出, 在 1 年生湿地松林单施剂量较大的尿素对其当年生长有极明显的负作用, 其各项指标均减少到只有 CK 的 70% 左右; 在 2 年生林施尿素虽同样有负作用, 但其当年生长除树高仅为 CK 的 84% 外, 其余与 CK 无明显差异; 而分别在第 2 年和第 3 年两次各施一半则负效应就明显地很小了, 但仍未表现正效应。其原因可能是 N 影响了松菌根的正常形成与功能发挥, 或是尿素对根系有毒害或抑制作用^[1], 但 Wells 等^[5]对 5 年生火炬松林施 N 0~672 kg/hm² (尿素), 不但未发现负效应, 而且其增长效果是(极)显著的, 由此分析, 尿素对湿地松的效应与施肥时的树龄(实际是树体根系或松菌根的承受能力)^[1,5,6]和一次施 N 量有关, 有必要继续研究。

连年生长分析结果反映出, 在本试验中 N(尿素)有一定的负效应或无效; K 对生长无显著影响; 而 P 则是极有效的, 并且不同的施 P 量间无明显差异, 同等施 K 量下配合不同剂量的 P 也无差异, NP_K、NP 和 PK 又与等水平的 P(除前两年 *GBA* 外)无明显差异(尽管前两者生长较单施 P 要好), 但 Broerman^[6]对湿地松施 NP 较单施 N、P 的效果差异在 *H*、*BA* 上是显著的。说明在本试验土壤立地条件下, 施 P₂O₅ 25~50 kg/hm² 时, 对目前的湿地松幼林生长, 剂量暂时是足够的。超过此剂量的施 P 及配合 N、K, 没有表现出明显的区别, 可能是树体对磷素尚没有完全吸收所致^[4,6], 需进一步研究其后效。

(3)对基肥与追肥效果的比较, 在总生长量上, 钙镁磷肥作基肥的效果, 在同等剂量下, 基施的效果极显著地优于后两年追施或两年各半的处理, 略优于基施+第 3 年追施各半的处理; 而且基施+第 3 年追施组合其 *CW* 极显著、*GBA* 显著地优于第 2 年+第 3 年追施组合。由于基肥与追肥效果差异的比较研究甚少, 因此本分析结果对当前营林生产中普遍实施追肥而忽略基肥的现状^[7], 尤其具有重要的指导意义。

参 考 文 献

- 1 朱志淞, 丁衍畴. 湿地松. 广州: 广东科技出版社, 1993.
- 2 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.
- 3 林葆, 林继雄. 磷肥不同分配方式与后效. 土壤肥料, 1988, (2): 6~10.
- 4 罗莲香, 林书蓉, 胡梓汲, 等. 湿地松施肥效应研究初报. 林业科技通讯, 1990, (7): 21~23.
- 5 Wells C G, Crutchfield D M, Trew I F. Five-year volume increment from nitrogen fertilization in thinned plantations of pole-size loblolly pine. Forest Sci., 1976, 22(1): 85~90.
- 6 Broerman F S. Nitrogen-phosphorus fertilization of slash pine. Union Camp Corp Woodlands Res. Note, 1967, (18): 4.
- 7 李贻铨. 主要用材树种施肥技术. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.

The Response of Fertilization on the Young Slash Pine Plantation

Hu Bingtang Hong Shunshan Xiao Qixu Li Zuxun

Abstract The fertilization trial of *Pinus elliottii* plantation was established on the Quaternary red earth in Yongfeng County of Jiangxi Province. Three year's results show that: (1)The effectiveness of P application alone or combination application of NP, PK, NPK was tangible in this young plantation. The total growth of tree height (H), groundline basal area (GBA), basal area of breast-height (BA) and crown width (CW) of trial plots were higher than those of the control by 35%~45%, 52%~109%, 119%~195%, 29%~49% respectively. (2)The current annual increment of H , GBA of various P treatments (P, NP, PK, NPK) over CK was obvious higher than those of the control by 26%~55% and 119%~195%, respectively in the first year after the basal fertilization, and so it was the similar for those of H , GBA in the second year. Meanwhile, the increase of H , GBA and BA of P treatments after another top dressing was still favorable in the third year. The effect of NPK combined application was the best, but there was no significant difference between the effect of NP, PK, P application. There was no obvious difference between various P level treatments. The effect of the P application with same amount as basal fertilization was better than the application of top dressing, or the application of half the amount of the basal fertilization and half of the amount of the top dressing. Excess application of N fertilizer (Urea) with the amount of 100 kg/hm² N showed obvious negative effects to the growth of slash pine. (3)The final results show that according to the response of young slash pine plantation to fertilization, 25~50 kg/hm² of P₂O₅ as basal fertilization is enough in the soil type of this test.

Key words young slash pine plantation, test of fertilization, young growth

Hu Bingtang, Assistant Professor, Hong Shunshan (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Xiao Qixu, Li Zuxun (Forest Bureau of Yongfeng County, Jiangxi Province).