

马尾松造林施肥两年生长反应*

胡炳堂 洪顺山 关志山 蔡宏明 封剑文

关键词 马尾松、生长量、造林施肥、追肥

马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)为我国特有树种,分布面广、适应性强、生长快、用途大,在我国林业生产建设中占有十分重要的地位^[1]。长期以来,我国对马尾松只注重原有资源的利用,生产经营却非常粗放,更谈不上对其进行系统的施肥研究^[2,3]。为此,笔者结合 NAP 造林项目的实施,进行了马尾松造林施肥试验。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

邵武市位于福建省西北部,地处武夷山南麓。亚热带季风湿润气候,年均温 17.7℃,年雨量 1 786.0 mm,蒸发量 1 206.5 mm,相对湿度 82%。试验林设在该市水北镇四都村林场,27°45'N、117°40'E。海拔 265 m,相对高度 10~30 m,平均坡度 24(20°~30°),坡向北,坡位中(中下~中上)。造林前为马尾松、杉木次生林,其立地条件为Ⅱ,地位指数 14。土壤为花岗岩残积物发育的低丘红壤,土层深厚达 150 cm 以上,A 层厚度 40 cm(14~66 cm),炼山前土壤理化性状见表 1、2。

表 1 试区林地土壤化学性质(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 ⁺⁺	
施肥量及配比试验	1	4.49	3.68	37.6	1.71	0.42	6.9	211.2	1.81	68.4	11.5	0.35	1.16	0.31	0.30
	2	4.12	3.35	56.8	1.86	0.41	6.7	223.9	2.00	65.9	17.7	0.32	1.19	0.24	0.19
	3	4.52	3.67	45.2	2.04	0.51	9.9	204.8	6.03	67.2	12.2	0.29	0.37	0.21	0.16
4	4.40	3.60	26.4	1.15	0.54	7.9	111.9	3.31	35.0	10.5	0.18	0.17	0.07	0.09	
施肥时间试验	1	4.26	3.36	45.4	1.54	0.37	6.7	136.8	1.50	44.9	16.3	0.23	0.32	0.07	0.13
	2	4.62	3.65	24.4	1.35	0.55	8.7	127.2	1.46	47.4	9.0	0.23	0.34	0.15	0.12
	3	4.58	3.66	33.2	1.65	0.46	8.5	180.3	1.53	60.4	10.7	0.25	0.22	0.20	0.17

注:分析方法:速效 P——0.05 N HCl—0.025 N H₂SO₄ 钼锑抗比色法;水解性酸——1N NaOAc 水解中和滴定法;其余项目均按经典方法。

1994-11-23 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);关志山,蔡宏明,封剑文(福建省邵武市林业委员会)。

* 林业部世界银行贷款国家造林(NAP)项目“主要树种丰产林施肥技术研究和推广”课题的部分内容。沙小滨、涂乐群、蔡仁和、李禄官等同志曾参加部分野外工作,邵武市水北镇林业工作站和四都村林场协助造林,并负责管理护林,谨此致谢!

表2 试区林地土壤物理性质

层次 (cm)	施肥量及配比试验					施肥时间试验						
	区组	容重 (mg/cm ³)	机械组成(%)			质地	区组	容重 (mg/cm ³)	机械组成(%)			质地
			砂粒	粉粒	粘粒				砂粒	粉粒	粘粒	
0~20		0.83	34.3	29.0	36.7	重壤		0.83	35.3	30.2	34.5	重壤
20~40	1	0.95	43.7	37.3	19.0	中壤	1	1.14	29.7	30.2	40.1	轻粘
40~60		1.00	45.7	36.3	18.0	中壤		1.29	32.1	30.1	37.8	重壤
60~80		1.15	50.7	25.6	23.7	中壤		1.23	34.3	30.0	35.7	重壤
0~20		0.76	39.8	26.9	33.3	重壤		0.87	40.1	29.9	30.3	重壤
20~40	2	1.06	51.6	16.4	32.0	中壤	2	1.01	35.4	29.0	35.6	重壤
40~60		0.98	45.5	19.4	35.1	重壤		1.20	34.5	29.4	36.1	重壤
60~80		1.03	31.4	23.8	44.8	轻粘		1.15	34.3	29.3	36.4	重壤
0~20		0.77	43.6	28.1	28.3	重壤		0.89	41.7	29.4	28.9	重壤
20~40	3	1.31	37.8	25.8	36.4	重壤		1.00	35.5	28.9	35.6	重壤
40~60		1.26	32.6	27.9	39.5	重壤	3	1.09	36.6	28.4	35.0	重壤
60~80		1.21	35.7	26.9	37.4	重壤		1.21	36.1	28.9	35.0	重壤
0~20		0.73	53.2	23.7	23.1	中壤						
20~40	4	1.07	49.3	21.5	29.2	重壤						
40~60		1.15	49.7	22.4	27.9	中壤						
60~80		1.30	47.3	24.6	28.1	中壤						

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

1.2 试验设计

随机区组设计,其因子水平见表3。包括施肥量及配比试验[设11个处理(参见表5),重复4次]和施肥时间试验[设10个处理(参见表6),重复3次]。小区长方形,面积111.1

m²,植树40(4×10)株,中间16株为生长量调查株。每区组外围设2(或1)行保护行,各小区植杉木作间隔标志。

1.3 施肥方法

供试肥料为:尿素(含N 46%),钙镁磷肥(含P₂O₅14%),氯化钾(含K₂O 60%)。植树前施肥,是在表土回穴1/3~1/2后均匀撒入;第2年(1993)4月施肥,在树穴上坡方向,于树冠投影外侧(距树干30cm)挖环形沟(弧长60cm,宽15cm,深20cm)。均匀撒入后即覆土。

1.4 苗木状况与造林、抚育管理

当地马尾松优良种源。圃地苗木调查:地径平均0.5cm、苗高平均28cm,造林前苗木抽晚秋梢率60%,梢高平均5cm。起苗后打泥浆(含0.5%钙镁磷)造林。植树后调查幼树本底值:平均地径0.43cm,平均高21.2cm(方差分析表明苗木差异不显著)。

皆伐炼山后,大穴(上口径70cm,底径40cm,深30cm)整地,密度1.67m×1.67m。植树时表土回穴,适当深栽。受1992年1月底气候等因素影响,造林成活率平均96.9%,及时进行了换苗补植,当年底调查保存率为99.7%。造林当年7月扩穴培土、扶苗除草,次年5、9月抚育。不搞间套作。试验林于1992年4月发现松梢螟*Dioryctria splendidella* Herrich-Schaeffer和松梢小卷蛾*Petrova cristata* Walsingham等害虫,1993年较严重,但未能及时防治,造成了一定程度的危害。

表3 试验因子水平

因子	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	50	25	50
2		50	100
3		100	

1.5 试验调查、统计分析

造林后及每年底生长基本停止时作生长调查, 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。

2 结果分析

2.1 造林施肥后马尾松的生长反应

2.1.1 总生长量 施肥量及配比试验 的大多数处理均为造林时施肥, 方差分析(表4)可见其差异情况。对试验调查的二树树高生长数据分析, 说明造林时施用以 P 为主的肥料, 对马尾松树高生长的肥效明显。图1可见, 施以 P 为主肥料的处理 1~3 等当年幼树全高达 0.462~0.494 m, 较 CK (高 0.403 m) 增加 15%~23%, 次年时达 1.138~1.252 m, 而 CK 仅为 0.997 m, 增幅为 14%~26%; 而地径和冠幅的差异趋势则不明显, 但亦较 CK 分别增加 8%~19%、7%~23%。

2.1.2 连(当)年生长量 这是一个较能客观地反映施肥效果的指标^[2-4], 因此对造林施肥后马尾松第 1、第 2 年的当年生长量数据进行了分析(见表4、表5)。可见, 造林时施肥当年树高生长量较 CK 增加 21%~46%; 肥效延续到第 2 年, 树高生长仍表现出明显增长势头, 其增幅为 8%~31%(见图1)。地径和冠幅的增长虽不显著, 但它们的当年生长量较 CK 的增幅, 在施肥当年地径仍为 12%~27%; 次年地径和冠幅分别有 6%~22%、0%~52%(冠幅为 SN 向数据, EW 向亦有 7%~31%)。

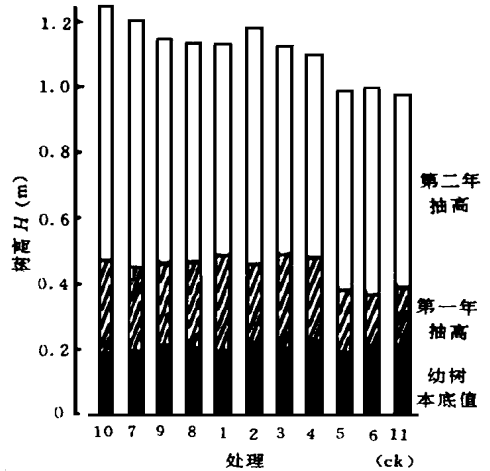


图1 马尾松造林施肥的高生长
(处理代号见表5)

表4 马尾松施肥试验方差分析结果(*Ft*)

试 验	项 目	树龄(a)	地 径	高	冠幅EW	冠幅SN
施肥量及配比试验	总生长量	0	1.479	0.877		
		1	1.156	2.626*	0.999	0.558
		2	1.883	5.199**	1.601	2.193*
	连年生长量	1	1.095	2.653*		
		2	1.362	3.315**	0.904	2.613*
	平均生长量	2	1.802	4.928**		
施肥时间试验	总生长量	0	0.332	1.114		
		1	3.532*	3.564*	1.714	3.115*
		2	2.820*	6.056**	1.254	1.051
	连年生长量	1	3.247*	2.896*		
	平均生长量	2	1.571	3.354*	1.038	0.658
	2	3.273*	6.359**			

注: 第 0 年总生长量即幼树本底。*、** 分别为 $\alpha_{0.05}$ 、 $\alpha_{0.01}$ 显著水平。

表5 施肥量及对比对马尾松当年生长量的影响

处理号	树龄(a)	1(1992年)						2(1993年,后效)									
		施肥量		地径(cm)		高(m)		地径(cm)		高(m)		冠幅(m)					
		(kg/hm ²)	均值	%	均值	差异 ^②	%	均值	%	均值	差异	%	均值	差异	%		
10	N ₃₀ P ₅₀ K ₅₀	0.66	127	0.288	a	A	144	180	122	0.780	a	A	131	0.364	a	A	152
7	N ₃₀ P ₅₀	0.64	123	0.263	ab	AB	132	1.80	122	0.757	a	AB	127	0.301	abc	AB	125
9	P ₅₀ K ₅₀	0.58	112	0.246	abc	AB	123	1.70	115	0.694	abcd	ABC	117	0.325	ab	AB	135
8	P ₂₅ K ₅₀	0.62	119	0.260	ab	AB	130	1.64	111	0.675	abcd	ABC	114	0.240	c	B	100
1	P ₂₅	0.59	113	0.292	a	A	146	1.59	107	0.646	bcd	ABC	109	0.270	bc	AB	112
2	P ₅₀	0.60	115	0.242	abc	AB	121	1.77	120	0.736	ab	ABC	124	0.312	abc	AB	130
3	P ₁₀₀	0.61	117	0.290	a	A	145	1.57	106	0.644	bcd	ABC	108	0.298	abc	AB	124
4	N ₃₀ ^①	0.68	131	0.269	ab	AB	134	1.65	111	0.631	bcd	ABC	106	0.303	abc	AB	126
5	K ₅₀ ^①	0.50	96	0.190	bc	AB	95	1.55	105	0.607	cd	BC	102	0.257	bc	B	107
6	K ₁₀₀ ^①	0.53	102	0.169	c	B	85	1.73	117	0.706	abc	ABC	119	0.292	abc	AB	122
11	(CK)	0.52	100	0.200	bc	AB	100	1.48	100	0.594	d	C	100	0.240	c	B	100
MSe		0.002 726						0.004 523						0.002 137			

注:①该处理为第2年(1993年4月)施肥。CK为无肥对照。N N₃₀;P₂O₅;K K₂O

②差异显著性为字母表示法,不同英文小写字母间为 $\alpha_{0.05}$ 水平显著;不同英文大写字母间为 $\alpha_{0.01}$ 水平极显著。

2.2 磷肥的基、追施与马尾松生长

施肥时间试验的实质,是造林时施肥(基施)与造林后各年施肥(追施)的肥效比较。表6可见,施P当年的树高生长增量(与CK相比),基施当年为43%~45%,次年(后效)为16%~32%,而追施当年仅为16%~18%,前者较后者要高27个百分点;地径生长与CK比较,则基施肥效显著,其增幅为29%~42%,而追施不显著(增幅仅为6%~9%),可见基施的增幅要高出追施30个百分点左右。 t 检验的结果表明,基、追之间的差异极显著($t=7.473^{**}$)。说明马尾松造林时施用钙镁磷肥,基施的效果远较追施为好。

表6 肥料基施与追施的马尾松当年生长量

施肥量 (kg/hm ²)	基施(1992-01,造林时)						追施(1993-04)									
	地径(cm)			高(m)			施肥量 (kg/hm ²)	地径(cm)			高(m)					
	均值	差异	%	均值	差异	%		均值	%	均值	差异	%				
P ₅₀	0.74	a	A	142	0.262	a	A	145	1.97	124	0.799	a	A	132		
P ₁₀₀	0.67	ab	AB	129	0.259	ab	AB	143	1.77	111	0.705	ab	AB	116		
	0.58	bc	ABC	111	0.189	c	ABC	104	P ₅₀	1.69	106	0.704	ab	AB	116	
	0.52	bc	BC	100	0.189	c	ABC	104	P ₁₀₀	1.73	109	0.715	ab	AB	118	
	0.45	c	C	87	0.171	c	C	94	K ₁₀₀	1.59	100	0.541	c	B	89	
	0.54	bc	ABC	104	0.206	bc	ABC	114	N ₁₀₀	1.57	99	0.561	c	B	92	
(CK)	0.52	bc	BC	100	0.181	c	BC	100	(CK)	1.59	100	0.607	bc	AB	100	
MSe	0.006 572 6						0.000 890 8						—		0.005 467 6	

注:施肥量栏空格表示该处理当年未施肥,其它同表5。

2.3 肥料对马尾松生长效应的分析

2.3.1 氮肥 单施氮(尿素)对马尾松的生长并无明显的效果。值得注意的是,施N小区在1992年末施肥时,其生长较CK略好,但在次年4月施N后即有所下降(表6),这是否说明N肥对松菌根、根系恢复产生了抑制作用^[3,4],值得进一步分析。

2.3.2 磷肥 表5、6可见,马尾松造林时单施钙镁磷肥的效果极为明显,特别是对树高的作

用, 施 P 当年树高生长量较对照增加 21% ~ 46%, 次年(后效)则增加 8% ~ 31%。但在比较不同施 P 量之间的差异时, 却并不明显, 说明在本试验条件下, 基施 P_2O_5 25 kg/hm² 即已足够。

2.3.3 钾肥 试验说明, 单施钾(氯化钾)并未引起马尾松生长的明显变化。在不同的施钾量比较时, 尽管施 K_2O 100 kg/hm² 的效果要较其一半剂量时略好, 但它们之间并无明显的差异。

2.3.4 N、P、K 的交互作用 本试验 NPK、NP、PK 配合施用后, 较单施 N 或 K 的效果有明显差异, 但与单施 P 不存在显著区别, 这一点亦可从图 1 和表 5 见到。虽然 NPK 完全肥料的效果最佳, 使树高当年生长量较 CK 的增幅为 44%, 次年后效亦增 31%。但比较可见, 它与 NP、PK 及单施 P 之间无显著差异, 说明在本试验土壤、立地条件下, 主要是 P 的因素在起作用。

3 小结与讨论

本试验为马尾松造林两年施肥阶段性结果, 因受虫害干扰, 经初步调查, 大多生长较好的小区(主要是施 P 为主的处理)受害为甚。故需进一步观测。据现有资料分析, 可以得出如下初步结论:

(1) 在花岗岩残积物发育的较肥沃低丘红壤上, 营造马尾松林时, 施用以 P 为主的肥料效果显著, 并且肥效延续到第 2 年。全高较 CK 极显著地增加 14% ~ 26%, 地径和冠幅生长差异虽未达显著水平(该施肥结果可能受马尾松初期生长缓慢的特性^[1]影响, 但亦较对照分别增加 8% ~ 19%、7% ~ 23%。结果初步说明, 造林时施用以 P 为主的肥料, 可以提高幼林的高(径)生长量, 扩大冠幅, 提早林分郁闭。

(2) 就钙镁磷肥而言, 基施的效果明显优于次年追施。基施的树高当年生长量较 CK 的增幅, 要比追施高出 27 个百分点; 地径则基施的肥效与 CK 差异显著, 而追施与 CK 的差异不显著。这可能与施肥时间、深度等^[2~4]有关。在目前营林生产上, 普遍存在实施追肥而忽略施基肥的情况^[1~3], 故该结果的意义显得尤其重要。

(3) 肥料的效应分析表明, 在各种施肥处理中, 以 NPK 完全肥料的效果最佳, 使树高当年生长量较 CK 高出 44%, 次年后效高出 31%, 但它与次之的 NP、PK 及单施不同剂量的 P 之间差异并不显著(它们都较 CK 差异显著)。而单施 N、K 未引起明显的生长反应。在本试验的立地条件下, 基施 P_2O_5 25 kg/hm² 即已足够。

参 考 文 献

- 1 秦国峰主编. 马尾松速生丰产培育技术. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.
- 2 李贻铨主编. 主要用材树种施肥技术. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.
- 3 刘寿坡, 李昌华. 林地施肥的理论与实践. 土壤学进展, 1987, (4): 1 ~ 8.
- 4 Bengtson G W. Comparative response of four southern pine species to fertilization: effects of P, N, P, and N P K Mg S applied at planting. Forest Science, 1976, 22(4): 487 ~ 494.

Growth Responses of Masson Pine Plantation to Fertilization: Two Years Results

Hu Bingtang Hong Shunshan Guan Zhishan Cai Hongming Feng Jianwen

Abstract A fertilization trial of masson pine plantation was established on the red earth developed from granite in Shaowu City of Fujian Province in 1992. Two years, investigation show: The effectiveness of fertilization is tangible in the first year of planting and last to the second year. The total growth of height (H), groundline diameter (GLD) and crown width (CW) of the treatment plots is 14% ~ 26%, 8% ~ 19% and 7% ~ 23% higher than that of the check (CK) plots, respectively. The growth response to three nutrients compound fertilizer (50 kg/hm² of N, P₂O₅, K₂O) is the best of all, with the current annual increment of H as 0.288 m (1 a), 0.780 m (2 a) promoted by 44%, 31% over CK. Next are to NP, PK and P, the H was promoted by 21% ~ 46% (1 a), 8% ~ 31% (2 a) contrasting that of CK, respectively. There was no obvious difference between various P level treatments. Compared the effects of using calcium magnesium phosphate as basal or top-dressing alone, only basal manure has significant response, there was no difference between P top-dressing and CK. There is no obvious response to N or K fertilizer. So P is the deficient nutrient in such site. The application amount of 25 kg/hm² of P₂O₅ is enough for the soil.

Key words masson pine, growth, fertilization in afforestation, top-dressing

Hu Bingtang, Assistant Professor, Hong Shunshan (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Guan Zhishan, Cai Hongming, Feng Jianwen (Forest Committee of Shaowu City of Fujian Province).