

# 同一立地营造不同树种林木生长 与土壤理化性质变化的研究\*

汪炳根 卢立华

关键词 造林树种、立地条件、林木生长、土壤理化性质

为了研究不同树种在同一立地上的生长状况,以及在同一立地上营造不同树种对土壤物理、化学性质的影响,能更好地使营林工作做到“因树选地,因地适树”,并为林木施肥提供科学依据,于1984年开始了本项研究,现将5a试验结果报道如下<sup>[1], [2]</sup>。

## 1 试验地概况与试验方法

### 1.1 试验地概况

试验于1984年2月铺设于中国林科院热带林业实验中心夏石那造大山,该地位于21°57'47"~22°19'27" N, 106°39'50"~106°59'30" E;海拔350 m,年均温21.5℃;≥10℃积温7500℃;年降雨量1220~1380 mm;年蒸发量1370~1390 mm;蒸发量略大于降水量,干湿季节明显,雨季(4~9月)占年总雨量85%左右,旱季(10月至翌年3月)仅占降雨量15%左右,土壤为花岗岩母质发育的红壤。

### 1.2 试验方法

在同一地点,选择同一坡面、相同立地的土壤,随机排列,同时营造:米老排(*Mytilaria laosensis* Lecomte)、石梓(*Gmelina arborea* Roxb.)、火力楠(*Michelia macclurei* Dandy)、柚木(*Tectona grandis* L. f.)、红椎(*Castanopsis hystrix* A. DC.)、湿地松(*Pinus elliotii* Engelm.) 6个树种,定植时米老排、石梓、湿地松的苗龄为1a,其它为2a,每年树种的面积为0.33 hm<sup>2</sup>,造林密度为1.67 m×1.67 m,另留一块荒地作对照(主要生长1年生草灌),1987年4月开始把不同树种,按坡的上、中、下三个部位各设定一个观测标地,每一标地固定30株,分别对各树种的生长状况进行测定,同时采集土样,对其土壤的物理、化学性质进行分析化验。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 在同一立地上各树种林木生长状况

在所种植的树种中,除柚木外,均能成林,但树高、胸径生长有较明显的差异;同一树种,生长在不同坡位,其差异也非常明显。现选择各树种下坡部位标地生长量的平均值进行比较,结

1994—06—13 收稿。

汪炳根高级工程师,卢立华(中国林业科学研究院热带林业实验中心 广西凭祥 532600)。

\* 本课题为1984~1990年中国林业科学研究院热带林业实验中心结合生产自筹经费开设的应用性研究项目。参加工作的还有陈彩月同志,在此致谢。

1) 王克俭. 大青山实验基地资源综合调查报告. 见:中国林业科学研究院广西大青山实验基地综合考察报告. 1980. 1~6.

2) 杨继镛, 唐俊, 汪炳根, 等. 广西大青山实验局土壤调查报告. 青山基地科技, 1981, (1): 65~121.

果见表 1,由于定植时苗木大小不一,故将第一次测定值作为本底数据。

从表 1 可以清楚地看到:不同树种在同一立地、相同的时间间隔内树高、胸径增量的差异是很大的,同一树种在不同的生长期、不同的生长年度,其生长速度差异也非常显著。在上述 5 个树种中,树高增长总趋势依次是:石梓、米老排、红椎、火力楠、湿地松;胸径增长,以米老排、火力楠的增幅比较明显,而石梓在 1988 年 10 月以后已落后于红椎,这与石梓在幼林期速生之特点相吻合,湿地松胸径的增长比较平稳。

表 1 不同树种林木生长随时间增长状况 (单位:cm、m)

树 种	1987-04		1987-11		1987-11		1988-05		1988-10		1989-04		1989-10		1991-04	
	$D_1$	$H_1$	$D_2$	$H_2$	$\Delta D_1$	$\Delta H_1$	$\Delta D_2$	$\Delta H_2$	$\Delta D_3$	$\Delta H_3$	$\Delta D_4$	$\Delta H_4$	$\Delta D_5$	$\Delta H_5$	$\Delta D_6$	$\Delta H_6$
米老排	4.28	4.34	6.56	6.29	2.28	1.95	0.46	0.52	0.86	0.62	1.12	0.52	0.82	2.29	2.47	1.93
石梓	6.90	5.94	8.48	7.95	1.58	2.01	0.30	0.55	0.61	0.68	0.71	0.43	0.35	1.06	1.98	2.91
火力楠	1.50	2.30	3.40	3.57	1.90	1.27	0.38	0.40	0.90	0.44	0.90	0.25	1.09	1.12	2.67	1.81
红椎	2.56	3.43	3.46	4.29	0.90	0.86	0.24	0.42	0.48	0.48	1.26	0.28	0.76	1.64	2.51	1.37
湿地松	2.23	1.92	3.35	2.48	1.12	0.56	0.67	0.40	0.75	0.45	0.46	0.40	0.80	0.52	1.18	1.36

柚木 1987-11 发现大部分枯顶,随后不断死亡,至 1991-04 时仅山脚下有少量仍能生长

注: $\Delta D$ 、 $\Delta H$  分别为后一阶段胸径、树高观测值减去前一阶段相应观测值所得到的增长量。如: $\Delta D_1$ 、 $\Delta H_1$  分别为 1987-11 的胸径、树高观测值减去 1987-04 相应观测值所得的增长量; $\Delta D_2$ 、 $\Delta H_2$  为 1988-05 胸径、树高观测值减去 1987-11 相应观测值所得到的增长量;其它类推。

在同一年度中,所有树种的树高和胸径增长量基本上是 10 月大于 4 月,这与气候特点是相一致的,因为 5~10 月,雨、热同季,更有利于林木的生长。从林木增量随年度变化的情况看:所有树种基本都是出现一个生长高峰后,紧接着出现生长低谷,然后生长又逐渐回升,这种现象阔叶树种尤为明显。

表 2 可见,林木的生长受坡位影响极为显著,4 个阔叶树种林木的生长量都随坡位上升而明显下降,上坡与下坡比,降幅最大的是红椎,胸径、树高分别下降了 51.94% 和 37.65%;其次是石梓,分别下降了 33.63%, 48.64%;火力楠下降了 35.07%, 35.54%;米老排、湿地松受坡位的影响相对较小,米老排树高、胸径的降幅皆不足 10.0%;湿地松树高下降小于 1.0%,而胸径的生长量却随坡位上升略有增长,增量达 7.43%。虽然湿地松的生长在坡下部位远不如阔叶树,可在坡上部位,胸径超过了火力楠 50%、红椎

70%、石梓 10%;树高仅超过了火力楠 6%,与另外几个树种比,尚不能及,但差距已大大缩小。林木生长的差异从各树种的材积更能说明,在坡下部以石梓材积为最高,是湿地松的 5.02 倍,红椎的 3.00 倍,火力楠的 1.78 倍,米老排的 1.12 倍;在坡的中部和上部则以米老排为最高,分别是红椎的 5.83 倍和 8.09 倍,火力楠的 5.48 倍和 7.35 倍,湿地松的 4.09 倍和 3.1 倍,石梓的 1.32 倍和 2.64 倍。

表 2 不同树种在不同坡位 7 年生时的生长状况 (1991-04)

坡位	项 目	湿地松	火力楠	红椎	米老排	石梓
		上	8.82	5.87	5.19	10.96
	胸径(cm)	8.82	5.87	5.19	10.96	8.07
	树高(m)	5.27	4.97	5.78	11.29	6.80
	材积(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	62.48	18.35	16.63	134.96	51.10
中	胸径(cm)	8.32	6.85	6.44	11.70	10.88
	树高(m)	5.29	5.92	6.25	11.85	10.29
	材积(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	56.27	29.23	27.48	160.19	121.33
下	胸径(cm)	8.21	9.04	10.80	12.02	12.16
	树高(m)	5.31	7.71	9.27	12.11	13.24
	材积(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	55.09	64.16	107.80	172.23	192.44

注:材积按全国立木材积表公式计算,①阔叶树种  $V = 0.527 64 \times 10^{-4} \times D^{1.882 16} \times H^{0.999 32}$ ;②针叶树种  $V = 0.623 42 \times 10^{-4} \times D^{1.855 15} \times H^{0.956 82}$ 。

在不同坡位,同一树种的材积差异也非常明显,阔叶树种都随坡位上升而明显下降,上坡部位与下坡部位相比,红椎降幅为最大,达1/6弱,火力楠、石梓为1/4强,米老排最小,仅22%,湿地松却增加了13%,这与它属强阳性树种,较耐干旱、瘠薄,而阔叶树则比较喜肥土、地湿,只有在肥水条件比较优越的土壤上种植,才能发挥其速生特性。

## 2.2 不同树种林下土壤物理性质的变化

据实测,荒山造林后土壤物理性状得到了改良,表现在:土壤容重下降,孔隙度增加,持水量提高;说明荒山造林后,林下土壤的保水、保肥能力不断提高,土壤的通透性亦得到改善;6个树种中,红椎、火力楠改良土壤的能力最强,其次,米老排、石梓、柚木,湿地松相对较弱。

不同树种林下0~100 cm土层内土壤的总水量差异也较大,在同一时间里,土壤水的含量都以有林地高于无林荒山地,石梓林下土壤含水量为最高,与荒山比,总量高出38%~54%,其次是火力楠,高20%~40%,另外三个树种的相近,最大增幅尚不足20%。

在同一年度中,尽管本区4~10月为雨季,10~4月为旱季,但测得0~100 cm土层内土壤的总水量却以后者多于前者,这是因为4~10月总雨量虽占全年85%左右,但地表径流强,林木生长快,树木蒸腾与土壤蒸发都较大;而10~4月,雨量虽只占全年15%左右,但雨水均能被土壤吸收保存,林木生长相对减慢,树木蒸腾减弱,枯枝落叶覆盖于土表,也减少了土壤水的蒸发。

## 2.3 不同树种林下土壤化学性质的变化

表3、4明显看到:不同树种林下土壤速效P、速效K、有机质、全N的含量是有明显差异的,而同一树种,在不同的采样时间,其土壤养分含量亦不同。

相同的采样时间,5个树种林下土壤有机质、全氮含量以火力楠、石梓为最高,分别比其它树种高12%~50%和10%~67%;比荒山高10%~30%和10%~60%。米老排、红椎、湿地松林下土壤有机质、全N的含量,在1988年10月之前都比荒山的含量低,降幅分别为15%~30%和5%~30%,但10月之后,却比荒山高出了5%~40%和2%~25%。

在同一年度中,阔叶树种林下土壤的有机质、全N量以4月高于10月,因为10~4月,树木越冬,枯枝落叶多,容易被分解;这一时段林木生长慢,养分消耗减少;雨水少,养分淋失也少。相反,湿地松林下土壤的有机质以4月低于10月,因为,湿地松的枯枝落叶含硅多,10~4月低温、少雨,其枯枝落叶很难分解,4~10月高温、多雨,有利于枯枝落叶的分解。湿地松林下土壤全N量的变化与阔叶树种亦不同,从1987年4月~1988年10月,全N量逐渐上升,到了1989年后其变化是4月小于10月,说明湿地松对N的吸收与归还达到相对平衡后,土壤全N量的变化也将与其它树种一样,与有机质的变化一致。

在相同的采样时间,不同年度内,有林地土壤有机质、全N量的变幅不大,但荒山地却随年度的增加不断下降,说明荒山造林绿化不仅能保持水土,也能起到维护地力的作用。

林下土壤速效P的含量,5个树种都低于荒地,其中火力楠林下土壤的含量为最低,少于4 ppm;其次是石梓,少于4.1 ppm;另外三个树种则比较接近。在相同年度不同的采样时间,测得有林地与无林地速效P含量都是4月高于10月,这与林木的生长特点和气候特点相适应;在不同年度中,速效P的变幅不大,这与P的移动性差有关。

林下土壤速效K的含量,各树种都低于荒山地,且不同树种之间差异明显,米老排比其它树种低1~2倍,比荒山地低2~3倍;其次是火力楠,比荒山地低1~2倍;红椎、石梓、湿地松

表 3 不同树种、不同测定时间土壤速效 P、速效 K 数量 (单位:ppm)

树种	土层厚度 (cm)	速 效 P								速 效 K							
		1987		1988		1989		1991		1987		1988		1989		1991	
		-04	-11	-05	-10	-04	-10	-04	-04	-11	-04	-10	-04	-10	-04	-10	-04
火力楠	0~20	2.78	2.52	3.36	2.32	3.67	2.49	3.69	95.29	133.64	87.17	127.87	72.99	89.15	67.00		
	20~40	1.47	1.75	2.17	1.99	1.50	2.47	2.51	30.96	34.12	43.69	66.75	42.98	45.00	48.80		
	40~100	1.21	1.67	1.21	1.12	1.36	1.78	1.96	51.67	29.88	26.29	42.30	28.98	41.23	41.80		
红椎	0~20	4.87	3.47	4.47	3.50	3.10	4.26	6.35	80.10	216.94	174.35	237.72	205.01	237.00	223.40		
	20~40	1.67	1.56	3.09	2.48	1.60	3.53	4.79	72.89	144.23	143.04	198.10	157.00	200.15	224.60		
	40~100	1.40	1.02	1.38	1.86	2.05	1.92	3.59	74.27	204.24	146.52	241.98	181.01	235.19	287.60		
石 梓	0~20	3.52	2.86	3.72	3.32	3.94	3.77	4.09	129.30	238.12	184.79	221.60	157.00	230.12	219.50		
	20~40	2.21	2.77	1.87	1.32	2.87	2.60	3.15	126.67	139.99	162.18	185.01	185.01	186.75	179.70		
	40~100	1.68	1.52	1.77	2.00	1.16	1.45	1.76	109.35	238.12	128.93	229.75	181.10	182.30	203.80		
米老排	0~20	4.04	3.50	4.38	3.59	3.77	3.63	4.84	65.40	93.42	65.26	74.90	61.06	71.52	58.50		
	20~40	1.90	1.41	2.32	1.99	2.18	1.63	2.49	30.77	67.99	45.61	95.10	57.00	60.00	47.30		
	40~100	1.36	1.10	1.47	1.22	2.00	1.80	1.96	19.30	27.76	42.11	66.75	40.98	58.13	21.90		
湿地松	0~20	4.15	3.24	4.52	3.90	4.70	3.86	4.48	188.94	246.58	205.88	238.41	217.99	240.15	202.50		
	20~40	2.16	1.13	1.97	1.26	2.67	2.39	2.49	114.83	127.29	120.24	189.00	137.00	131.00	120.70		
	40~100	1.68	1.07	1.34	1.15	1.30	1.96	2.07	107.67	67.99	54.12	127.87	96.99	91.48	93.60		
荒 山	0~20	5.26	4.44	4.48	3.92	5.20	4.33	6.40	205.56	256.70	193.69	257.53	241.99	258.60	206.10		
	20~40	3.15	2.60	2.46	3.05	4.10	3.00	3.52	94.26	215.06	148.46	221.29	193.99	200.10	138.50		
	40~100	2.04	1.37	1.78	1.46	4.00	2.60	3.11	79.64	144.23	129.13	197.15	153.98	189.00	92.10		

表 4 不同树种、不同测定时间土壤有机质、全 N 含量 (单位:%)

树种	土层厚度 (cm)	有 机 质								全 N							
		1987		1988		1989		1991		1987		1988		1989		1991	
		-04	-11	-05	-10	-04	-10	-04	-04	-11	-04	-10	-04	-10	-04	-10	-04
火力楠	0~20	3.36	3.09	3.19	2.83	3.24	2.86	2.64	0.186 0	0.128 6	0.131 0	0.120 3	0.145 8	0.161 8	0.133 8		
	20~40	2.62	2.38	2.36	2.08	2.20	2.16	2.13	0.121 6	0.078 9	0.097 0	0.103 6	0.104 1	0.110 3	0.100 5		
	40~100	1.40	1.43	1.60	1.51	1.56	1.24	1.50	0.110 2	0.075 7	0.085 4	0.099 0	0.096 0	0.067 6	0.058 9		
红椎	0~20	2.44	2.21	2.32	1.97	2.47	2.25	2.62	0.138 4	0.107 7	0.130 3	0.109 3	0.138 8	0.118 2	0.130 5		
	20~40	1.91	1.22	1.05	1.35	1.61	2.19	1.38	0.127 9	0.081 6	0.071 4	0.080 6	0.102 1	0.090 5	0.098 7		
	40~100	1.13	0.54	0.48	1.14	1.24	0.90	0.98	0.100 1	0.061 6	0.060 8	0.063 7	0.052 3	0.061 2	0.070 7		
石 梓	0~20	3.10	3.12	2.96	2.65	2.65	2.72	2.83	0.170 0	0.147 8	0.124 7	0.135 3	0.124 8	0.138 8	0.151 0		
	20~40	2.09	1.61	1.64	1.71	1.49	1.89	1.67	0.137 8	0.098 2	0.075 7	0.097 2	0.101 5	0.100 9	0.106 4		
	40~100	1.42	1.10	1.27	1.20	1.23	1.02	1.29	0.100 7	0.080 3	0.067 5	0.078 0	0.093 2	0.078 4	0.100 7		
米老排	0~20	2.75	2.30	2.52	2.38	2.68	2.11	2.89	0.140 1	0.098 4	0.114 3	0.116 6	0.092 0	0.109 8	0.118 6		
	20~40	1.88	1.83	1.75	1.74	2.01	1.63	1.55	0.098 3	0.071 2	0.088 5	0.093 3	0.087 5	0.090 3	0.083 5		
	40~100	1.27	1.12	1.06	0.97	1.38	0.96	1.29	0.096 6	0.070 2	0.075 6	0.079 5	0.081 7	0.089 6	0.062 2		
湿地松	0~20	2.24	2.50	2.23	2.73	2.28	2.41	2.36	0.111 1	0.132 2	0.137 8	0.141 1	0.122 7	0.130 0	0.116 3		
	20~40	1.55	1.89	1.93	1.53	1.92	1.61	1.65	0.091 5	0.102 2	0.081 2	0.082 8	0.094 8	0.091 6	0.085 1		
	40~100	1.49	1.29	1.44	1.13	1.44	1.27	1.31	0.087 0	0.089 2	0.080 9	0.072 9	0.092 1	0.078 9	0.079 1		
荒 山	0~20	3.04	2.31	2.54	2.36	2.41	2.22	2.70	0.147 8	0.112 6	0.127 4	0.114 3	0.120 8	0.101 5	0.106 6		
	20~40	2.01	1.65	1.79	1.63	1.70	1.42	1.84	0.121 3	0.093 3	0.116 2	0.091 9	0.083 6	0.090 5	0.087 7		
	40~100	1.54	1.23	1.24	1.17	1.36	1.10	1.18	0.088 4	0.080 4	0.063 0	0.065 7	0.081 7	0.086 0	0.073 3		

含量相近,比荒山地低 20%~30%。在同一年度中,土壤速效钾含量,都以 4 月低于 10 月,但在不同年度中,荒山地和石梓林下土壤的速效 K 含量都比较稳定;红椎、湿地松林下土壤速效 K 含量随年度的增加略有增加,而米老排、火力楠则随年度增加而减少。

### 3 结语与讨论

(1)在同一立地上营造不同树种,会得到差异明显的林木产量,6 个树种林木蓄积量依次为:米老排、石梓、红椎、湿地松、火力楠、柚木。在同一坡面的不同坡位种植同一阔叶树种,其林木蓄积量随坡位的上升而下降,以本试验的 6 个树种为例,将阔叶树栽种在山坡下部为优,湿地松在山坡的上部能良好生长;而柚木仅适生于土壤 pH5.5~7.5 的疏松壤质土和避风小环境,栽种在坡脚、阶地、谷地和沟边皆能成材,因此,实行“因树选地,因地适树”原则,科学地造林是充分发挥立地生产潜力、取得良好经济效益的关键。

(2)荒山造林绿化后林地土壤的物理性状能得到较好的改善,土壤容重降低,孔隙度增大,持水量增加;改土性能以阔叶树优于针叶树,特别是红椎、火力楠为最好。土壤涵养水源的能力,以有林地高于无林荒地;同一年度中林下土壤水量以 10~4 月旱季高于 4~10 月雨季。因此,荒山造林绿化既能提高土壤的保水、透水、保肥、通气等能力又可减少荒山地的水土流失。

(3)在同一立地营造不同树种,林下土壤的有机质、全 N、速效 P、速效 K 有明显的下降,但林下土壤有机质、全 N 的含量随林龄的增加逐渐回升,当林木郁闭,枯枝落叶增多,即可恢复或超过荒山地。而土壤速效 P、速效 K 含量随林龄的增加不断减少,如本试验中的米老排、火力楠林下土壤的速效 K 含量,4 a 间比荒山降低了 1~3 倍;因此,在南方荒山造林绿化后应给林木有计划、适量地施些磷、钾肥,这样,既可促进林木生长,也有利于维持土壤地力。

林下土壤养分在同一年度中的变化,有机质、全 N、速效 P 以 10 月低于 4 月,而速效 K 则以 4 月低于 10 月,根据林下土壤养分这一变化规律,可为林下施肥的肥种选择及确定施肥时间提供依据。

### 参 考 文 献

- 1 杨继镛,汪炳根. 广西大青山森林植物分布立地适宜性与土壤关系的研究. 林业科学,1990,26(3):209~218.

## Effect of Cultivation of Different Tree Species on the Tree Increment and Soil Physical and Chemical Properties in the Same Site Condition

Wang Binggen Lu Lihua

**Abstract** 6 tree species (including *Mytilaria laosensis*, *Gmelina arborea*, *Michelia macclurei*, *Castanopsis hystrix*, *Tectona grandis* and *Pinus elliottii*) have been planted in the same site in Xiashinazhao Mountain, Guangxi Province. Through a successive observation for 5 years, the results were as follows:

1. Except *T. grandis*, the other 5 species can grow well there. But the increment volume of the trees are different when they are growing on different parts of the slope, for example, the growing volume of *G. arborea* (7-year-old) at the lower part of the slope is 192.44 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, while those at the middle and the upper part are 121.33, 51.10 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> respectively. The increment of broadleaf trees decreases with the raising of the location of the slope. The order for the reduced volume from the biggest to the smallest is *C. hystrix*, *M. macclurei*, *G. arborea* and *M. laosensis*. As for *P. elliottii*, the effect is not obvious.

2. The effect of cultivation of different tree species on the soil properties varied. The volume weights of soil at the places where *G. arborea*, *M. laosensis* or *P. elliottii* was planted are heavier than those where *C. hystrix* or *M. macclurei* was planted, while the porosity and water holding capacity of soil are on the contrary to the above result. The organic nutrient of soil at the places where *M. macclurei* or *G. arborea* was planted is 10%~67% higher than those of the others. The content of soil available phosphorous at the place where *G. arborea* was planted is the lowest while the content of soil available potassium where *M. laosensis* was planted is the lowest.

3. The soil volume weight and content of mineral elements of the barren hills are bigger than those of the afforested land. The content of organic nutrient is being increased with the increase of looseness of canopy.

**Key words** planting tree species, site condition, increment, soil physical and chemical property

---

Wang Binggen, Senior Engineer, Lu Lihua (The Experimental Centre of Tropical Forestry CAF Pingxiang, Guangxi 532600).