

紫色土造林树种苗期生态条件的研究 I*

邓 廷 秀

(中国科学院成都分院土壤研究室)

紫色土是四川盆地最主要的土壤类型,约占盆地山丘总面积的70%。杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、柏木(*Cupressus funebris*)、湿地松(*Pinus elliottii*)、大叶桉(*Eucalyptus robusta*)、香椿(*Toona sinensis*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、喜树(*Camptotheca acuminata*)和桤木(*Alnus cremastogyne*),是盆地内的常见造林树种,具有生长迅速、适应性较强和用途广泛等特点。由于紫色土性质及肥力条件的差异,不同树种又有生态要求的区别,为了使植物和土壤相互协调与合理统一,我们采用盆栽试验的方法,进行树种生长条件的研究,力求从根本上阐明土壤与树种、树种与树种间的规律性问题。为适地适树、林业区划和规划、以及育苗技术措施提供科学依据。

一、供试材料和方法

1. 盆土来源及装盆

我们选择四种紫色土作试验土壤。即:长宁县,夹关组母质上发育的中壤质酸性紫色土(代号A);江安县,沙溪庙组母质上发育的中壤质中性紫色土(代号B);盐亭县,蓬莱镇组母质上发育的重壤质钙质紫色土(代号C);盐亭县,蓬莱镇组母质上发育的轻壤质钙质紫色土(代号D)均于1981年春,采自宜林山坡的表层土,经打碎过筛(3—5毫米孔径)装盆。陶瓷盆内径及高为15×14厘米,每盆均匀分布5个0.4厘米的底孔,并垫两层纱布后装土5—6斤。

2. 种子、播种及管理

种子由省种子公司等单位提供,除湿地松采自广东省外,余均省内各地采得,当年种子,品质较好。先经浸种催芽,并选裂嘴露芽健壮的种子3月座水点播(仅柏木系6月1日移栽1980年10月播种的苗木,大叶桉直接播种),每盆用压孔板压穴10个,播种覆土。每种处理5次重复,每一树种均4种土壤,总计9个树种(杉木分米德杉和红心杉两种类型),共180个钵。

试验于1981年进行,钵安置在成都科分院花园内之露天场地,四周稀疏树木早晚略有侧方庇荫。管理中,除幼苗前期对杉木在烈日天进行遮荫外,其余主要注意适当浇水保持土壤湿度,没有施肥和接种。随着幼苗的生长,分次间苗(杉木未间)最后每盆留苗一株。随时观察和定期调查植株的生育状况。

* 本项工作得到侯光炯教授的热情支持和指导,李仲明副研究员对文稿亦提出宝贵意见,罗友芳、毛建华、孙德江同志协助土壤分析,生物所吕云森同志摄影,特此一并致谢。

3. 土壤基本性质

采集过筛的土样进行农化分析：颗粒分析——吸管法，pH——电极法， CaCO_3 ——气量法，全氮——凯氏法，全磷——钼蓝比色法，腐殖质——丘林法（表1、2）。

表 1 土壤化学成分

土 号	pH	CaCO_3 (%)	腐 殖 质 (%)	全 氮 (N%)	全 磷 ($\text{P}_2\text{O}_5\%$)	C/N
A	4.60	无	1.47	0.083	0.017	10.3
B	7.51	0.58	2.16	0.137	0.069	9.2
C	8.12	13.50	0.40	0.039	0.043	6.0
D	7.90	8.89	1.03	0.061	0.043	9.3

表 2 土壤颗粒分析

土号 \ 含量(%) \ 粒级	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	质地名称
A	7.87	40.02	9.84	6.57	15.46	20.24	中 壤
B	3.34	26.15	26.54	7.21	14.74	22.02	中 壤
C	7.64	6.94	27.11	12.19	27.89	18.26	重 壤
D	0.66	55.15	21.10	4.31	8.08	10.69	轻 壤

可见，四种土壤的化学性质有明显的差异，颗粒组成亦不相同。

就一般生产性能而言，夹关组紫色土偏酸瘦，土性冷，作物产量较低；沙溪庙组紫色土胶体品质较好，保水保肥力强，宜种性较广；蓬莱镇组紫色土碳酸盐反应较强烈，保水性亦较差。

夹关组和沙溪庙组紫色土在盆地南部，蓬莱镇组紫色土在盆地北部，均具有广泛的代表性。

二、试 验 结 果

1. 出苗

3月下旬播种，4月中旬，A、B、C、D 3种土的各树种均已大量出苗¹⁾，且以Ⅰ级子苗居多，湿地松最整齐，唯有沙溪庙(B)土的所有树种出苗均慢且少，Ⅰ级苗<10%。4月27日，其余三种土壤的9个树种，出苗率都>90%，而B土出苗率低，且盆间差异较大，成苗率亦有同样规律（出苗后死亡率亦较高）（见图1）

分析B土发芽数量和品质低的原因，可能与土壤物理性质有关。据观察，该土干时板结和龟裂，湿时泥泞。由于粘粒含量略多，砂粒含量较低，胶体持水力高，播种时压穴加大了土壤紧实度，容易通气不良，影响种子发芽和幼嫩的根端伸展。

1) 标准：Ⅰ级苗健壮；Ⅱ级苗正常；Ⅲ级苗较弱；Ⅳ级苗未出土和死亡。

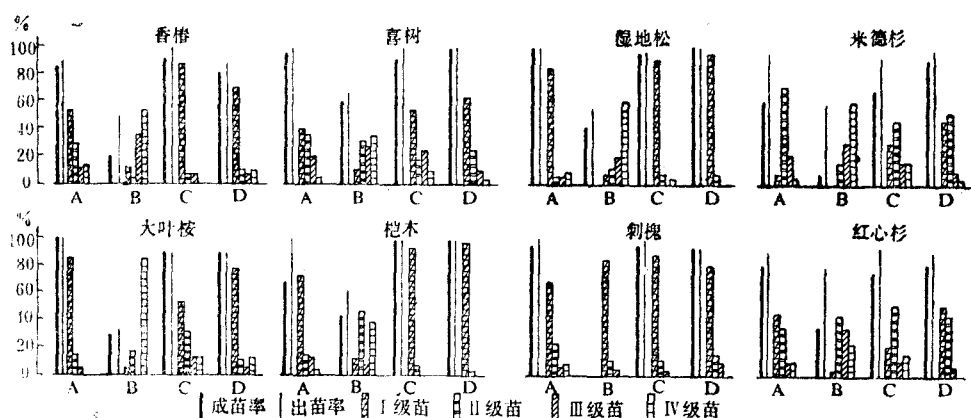


图 1 4种紫色土上各种树种出苗率特征

辅助试验 1: 5月14日于10个B土盆中轻挖小穴而不压实, 每盆播种桉木5穴, 6月8日有49穴即98%出苗, 且生长发育正常。

辅助试验 2: 8月21日用口径9厘米的培养皿分a、b两组, 每组3个重复, 分别加入B土, a组呈自然疏松状态, b组压实, 每皿播种桉木100粒, 保湿但不覆土(表3)。

表 3 土壤紧实度对桉木发芽和初期生长的影响

苗 级	占 有 %	8月26日		9月1日		9月8日	
		松	紧	松	紧	松	紧
1 (苗直立, 根入土)		38.7	10.0	70.0	5.7	71.0	2.0
2 (苗直立, 根裸露土表)		26.5*	40.0*	0.0	25.7	0.0	39.0
3 (歪斜, 矮小弱苗)				3.0	25.6	0.7	16.0
4 (未出苗或死亡)		35.0	50.0	27.0	43.0	28.3	43.0

* 8月26日2、3级苗未分别调查。

经特制小容重环测定土壤容重: 疏松的a组为 1.05 ± 0.07 ; 紧实的b组 1.26 ± 0.06 (各取6个样本)。看来, 紧实度是影响B种类型土壤出苗的限制性因素。若整地育苗技术适当, 亦能很好的出苗。

2. 苗高生长与生物量

不同树种年生活周期中的生长节律有所差别, 但亦呈现共同性, 苗高生长进程如图2。

图2看出, 幼苗初期高生长速度缓慢, 6月逐渐加速并出现分化, 但差异不太明显, 7、8月份为普遍的速生阶段。幼苗从速生期开始, 不同树种间、同一树种不同土壤间的差异日益明显, 9、10月高生长逐渐减慢, 10月末基本停止。其中刺槐和湿地松的速生期来临和终结提前一个月, 而桉木和杉木则滞后约半月 (香椿早期生长停滞, 可能受短期渍水影响, 属特殊情况)。

生长量和生物量是树苗生态适应的综合反应, 体现了在该种条件下物质和能量的最大积累。总观一年生苗高以大叶桉、刺槐、喜树、桉木生长较速, 香椿、柏木次之, 松、杉较慢。

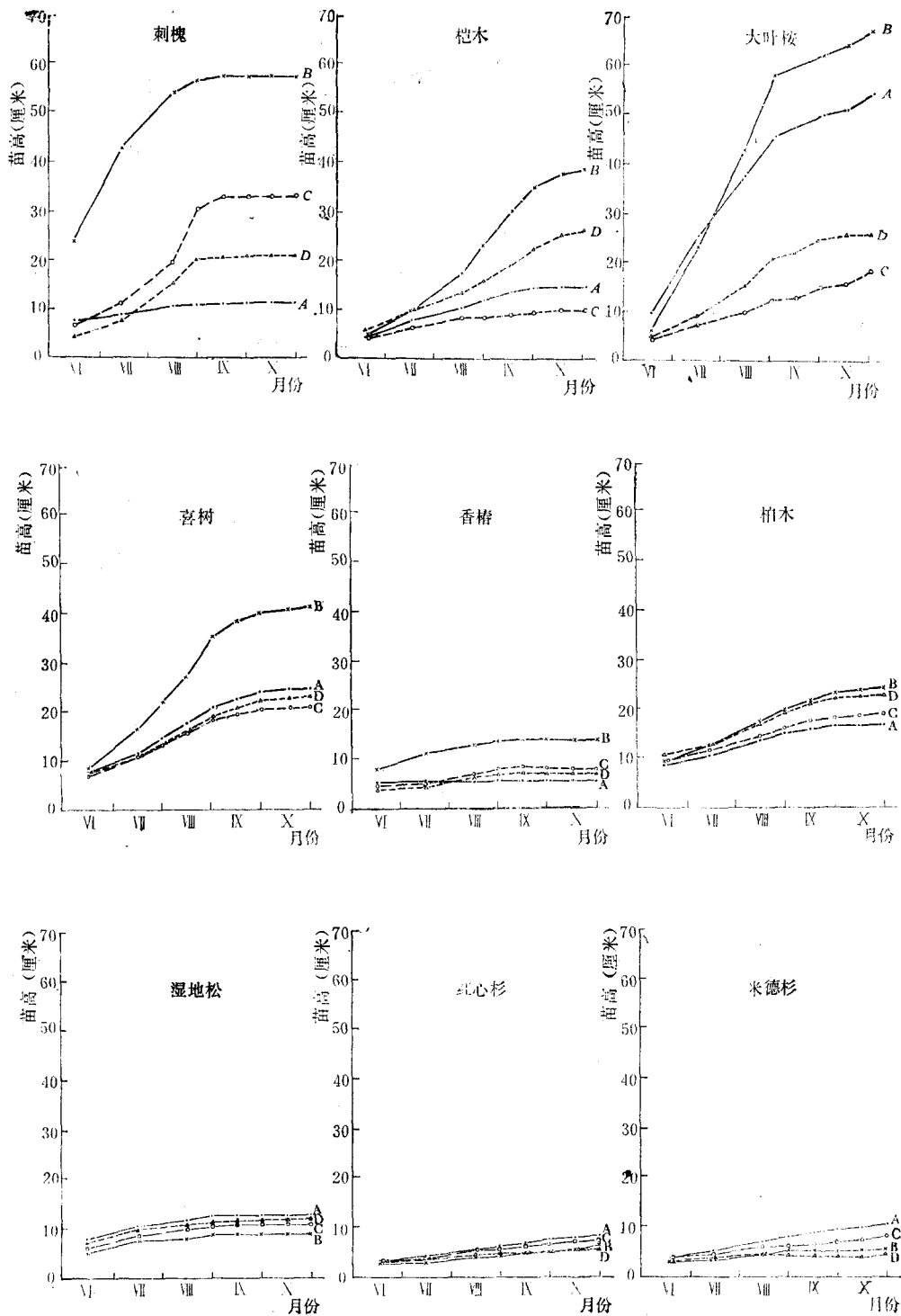


图 2 4 种紫色土上苗高生长进程

不同土壤对苗高生长有显著影响。根据秋季生长量的调查资料进行方差分析: 各树种(除香椿外)的自由度在土间为 3, 土内为 16, F 表中值为, $F_{0.05} = 3.24$, $F_{0.01} = 5.29$; 香椿自由度土间为 3, 土内 13, $F_{0.05} = 3.41$, $F_{0.01} = 5.74$ 。各树种在四种土壤上计算的 F 值分别为: 大叶桉 32.95、米德杉 24.49、喜树 24.47、刺槐 24.30、柏木 16.70、桤木 15.28、红心杉 4.51、湿地松 2.51, 香椿 5.09。可见, 大叶桉、喜树、刺槐、米德杉、柏木、桤木的土间差异极显著, 红心杉、香椿亦属显著, 而湿地松高生长差异不显著。将 F 检验显著者进行“多重比较”, 经 Q 检验(采用最小显著极差法—— L 、 S 、 R 法)结果见表 4-1-8。

表 4 看出, 各树种对 4 种土壤的反应很不相同: 刺槐、喜树、香椿、桤木在 B 土生长最好, 与其它三种土壤相比, 差异性达到极显著和显著水准; 柏木和大叶桉在 B 土亦属最好, 此外, 柏木在 D 土又比其余两种土壤达到较好的显著水平, 大叶桉在 A 土又较 C 和 D 土生长

表 4-1 刺槐高生长比较

单位: 厘米

土 号	平 均 苗 高 ($\bar{H}$)	$\bar{H}-A$	$\bar{H}-D$	$\bar{H}-C$	显 著 水 准
B	56.6	46.3**	35.9**	24.2**	$Q_{0.05}=16.36$ $Q_{0.01}=20.97$
C	32.4	22.1**	11.7		
D	20.7	10.4			
A	10.3				

** 极显著

表 4-2 桤木高生长比较

土 号	平 均 苗 高 ($\bar{H}$)	$\bar{H}-C$	$\bar{H}-A$	$\bar{H}-D$	显 著 水 准
B	38.1	28.1**	23.0**	12.5*	$Q_{0.05}=12.89$ $Q_{0.01}=16.51$
D	25.6	15.6*	10.5		
A	15.1	5.1			
C	10.0				

* 显著

表 4-3 柏木高生长比较

土 号	平 均 苗 高 ($\bar{H}$)	$\bar{H}-A$	$\bar{H}-C$	$\bar{H}-D$	显 著 水 准
B	23.9	7.1**	4.9**	1.0	$Q_{0.05}=3.30$ $Q_{0.01}=4.22$
D	22.9	6.1**	3.9*		
C	19.0	2.2			
A	16.8				

表 4-4 喜树高生长比较

土 号	平 均 苗 高 ($\bar{H}$)	$\bar{H}-C$	$\bar{H}-D$	$\bar{H}-A$	显 著 水 准
B	40.7	19.8**	18.3**	16.4**	$Q_{0.05}=7.53$ $Q_{0.01}=9.65$
A	24.3	3.4	1.9		
D	22.4	1.5			
C	20.9				

表 4-5 大叶桉高生长比较

土 号	平 均 苗 高 ($\bar{H}$)	$\bar{H}-C$	$\bar{H}-D$	$\bar{H}-A$	显 著 水 准
B	63.9	48.4**	38.3**	13.1	$Q_{0.05}=15.71$
A	50.8	35.3**	25.2**		$Q_{0.01}=20.14$
D	25.6	10.1			
C	15.5				

表 4-6 红心杉高生长比较

土 号	平 均 苗 高 ($\bar{H}$)	$\bar{H}-D$	$\bar{H}-B$	$\bar{H}-C$	显 著 水 准
A	8.3	2.4*	2.3*	0.7	$Q_{0.05}=2.27$
C	7.6	1.7	1.6		$Q_{0.01}=2.91$
B	6.0	0.1			
D	5.9				

表 4-7 米德杉高生长比较

土 号	平 均 苗 高 ($\bar{H}$)	$\bar{H}-D$	$\bar{H}-B$	$\bar{H}-C$	显 著 水 准
A	10.5	6.6**	4.7**	2.3	$Q_{0.05}=2.35$
C	8.3	4.4**	2.5*		$Q_{0.01}=3.01$
B	5.8	1.9			
D	3.9				

表 4-8 香椿高生长比较

土 号	平 均 苗 高 ($\bar{H}$)	$\bar{H}-A$	$\bar{H}-D$	$\bar{H}-C$	显 著 水 准
B	14.5	8.6**	6.8**	6.1**	$Q_{0.05}=3.65$
C	8.4	2.5	0.7		$Q_{0.01}=4.75$
D	7.7	1.8			
A	5.9				

好, 有极显著差异, 米德杉和红心杉在 A 土生长最好, 其次 C 土, 米德杉比红心杉土间差异明显。

对照 4 种土壤的基本性质, 探讨产生以上差异的主要原因, 可能是 B 土养分含量较丰富, 且酸碱度较适中, 于该 5 种阔叶树种和柏木生长都较有利; A 土强酸性, 养分含量中等, 较有利于杉木生长, 于大叶桉和湿地松亦生长较好, 说明这几个树种对土壤酸度的要求, 而刺槐和柏木在 A 土生长最差, 说明它们对土壤过酸的不适应; 桉木、柏木在 D 土又优于 C 土, 也许是喜欢轻度钙质且土壤疏松通气性好的表现。

苗高是幼苗生长量的重要指标, 而生物量更能现体生长量的全部综合。年终与苗高同时测定了生物量(地上、下部衡重)并经统计分析, 证明各树种苗高与生物量之间均存在线性相关, $\hat{W} = a + bH$ ($\hat{W}$ ——生物量, H ——苗高) (表 5)。

表 5 可见, 5 种阔叶树苗高与生物量的相关关系均极端紧密, 4 种针叶树亦属紧密或显著。根据苗高可以估测相应苗木的生物量, 同时苗高易于观察和量度, 且无需损伤树苗, 用于研究树种比较生态学的鉴定性指标是适宜的。但由于几种针叶树种个别植株的个体变异较

表 5 各树种苗高与生物量的相关关系

树 种	回 归 方 程	相关系数	树 种	回 归 方 程	相关系数
桤 木	$\hat{W} = -4.384 + 0.476H$	0.97	米 德 杉	$\hat{W} = -0.513 + 0.199H$	0.88
喜 树	$\hat{W} = -18.925 + 1.372H$	0.97	红 心 杉	$\hat{W} = -1.541 + 0.386H$	0.85
香 椿	$\hat{W} = -6.434 + 1.208H$	0.96	柏 木	$\hat{W} = -1.997 + 0.243H$	0.84
刺 槐	$\hat{W} = -13.589 + 1.229H$	0.94	湿 地 松	$\hat{W} = -0.398 + 0.165H$	0.62
大 叶 桉	$\hat{W} = -7.829 + 0.544H$	0.93			

大, 相关系数未达“极紧密”的程度。湿地松比较特殊, 如 A 土苗木健壮、色绿, D 土苗木细高、色黄, 苗高与生物量的关系随土壤类型而有别, 苗高的土间差异也不太明显。因此对这类树种应根据苗高、生物量和叶色进行综合分析。

3. 叶色的生态反应

用“叶片色谱”研究植物和土壤营养关系, 已在园艺、农业, 以及监测大气污染方面应用较广。树木营养诊断资料亦较多。树木系多年生、个体大, 据本试验观察, 苗期反应灵敏, 且便于相对比较。

杉木在 A 土上, 从春到秋一直保持全苗正常绿色和叶片大小, 而在 B、C、D 三种土壤上均色浅, 甚至由黄绿变黄白, 逐渐出现枯梢和死亡。年终调查枯梢率: 红心杉 B 土 17%、C 土 11%、D 土 50%、米德杉 B 土 21%、C 土 0%、D 土 18%。死亡率: 红心杉 C 土 7%、D 土 25%, 米德杉 B 土 16%、C 土 17%、D 土 77%; 湿地松从 5 月下旬开始叶色分化, 直至 9 月末, A 土正常绿色; B、C、D 土明显的黄绿或浅绿, 10 月以后出现秋色, 加入褐、棕色成分; 喜树、刺槐、香椿、大叶桉、桤木在 B 土多保持正常绿色, A 土暗绿或稍黄, C、D 土多黄绿或浅绿, 斑点较多, 叶形小, 个别叶缘卷曲; 柏木差异不明显。可见, 就大多数树种而论, 叶色的生态反应十分灵敏。松、杉在酸性土, 其余均以中性且养分较充足的 B 土上叶色和大小正常。由于土壤性质和养分, 状况有差别, 特别是 pH 和 CaCO_3 含量的极端条件, 积累过多的 Al^{+++} 或 Ca^{++} 对某些树种可能产生直接毒害, 同时又会影响到某些营养成分的有效性, 导致树苗吸收的困难。例如失绿症状, 有可能是缺 N, 或缺微量元素 Zn、Mg、Fe、Mo 等引起; 有的树种在 A 土色暗, 可能 Al 毒所致; 桤木和刺槐的根瘤菌在中性(B 土)和弱碱性钙质土(D 土)上发育很好, 在过酸(A 土)、过碱(C 土)的土壤上则很差; 而松、杉的菌根几乎只有在酸性的 A 土上才适宜生长。

叶色反应与树苗的生长和生物量基本一致。

三、讨 论

1. 实验表明, 由于树种的生物学和生态学特性不同, 不同树种形成最高生产力的土壤条件是不同的, 同一土壤不是对所有树种都同样适宜, 都对其生长发育生产同样影响。如松, 杉在夹关组酸性土生长最好, 而刺槐、喜树、桤木等则在沙溪庙中性土壤生长最好, 桉树在酸性土上的生产力又较碱性土为高, 而柏木在钙质轻壤土又较酸性和碱性重壤土上高等

等。因此如果以土壤生产力来判断土壤肥力高低,这一客观规律说明,土壤肥力高低在生态上具有相对性,就是说要针对一定的树种或者生态特性大体相同的树种而言的,而不是抽象的泛指。应从比较生态学的角度,根据土壤和植物间的生理协调关系来认识和评价土壤肥力。在生产实践上必须适地适树,只有把植物对土壤的要求和土壤内在的物质及能量的供应能力结合起来,才能取得最佳的效果。本研究正力图在这方面提供依据

2. 实验表明,沙溪庙土壤对本试验的多数树种能形成较高的生物量、夹关组土壤对部分树种亦能形成较高的生物量,说明有的土壤宜种的植物多,有的则少,土宜范围和程度有差别。不同树种在其不适应的土壤上表现生长抑制和病征,以至杉木在D、C、B土上的后期枯梢、死亡,表明土壤肥力因素中,存在着相互联系而又性质不同的两类肥力因素,即限制性的生存因素(如极端pH和土壤紧实度;非限制性的增长因素(如在一定范围内的养分含量高低)。通过树种比较生态学研究,有利于鉴别不同树种的生态类别、土壤肥力因素的性质和作用,为合理利用并采取适当的技术措施提供依据。

3. 实验表明,各树种在出苗和不同生长发育阶段,对土壤条件的要求和反应也不相同。如经压穴的B土出苗较难,而该土对多数树种生长最好;大叶桉幼苗前期在A土生长较好,后期B土胜之。表明树苗与土壤的关系具有阶段差异性。我们在1982年春季盆栽试验时,对B土实行不压穴播种,普遍出苗良好且提前和加速了幼苗的初期生长,充分体现了掌握这种阶段差异性的重要意义和实用价值。

4. 本文仅就试验树种在该4种土壤上的“表征”进行论述和初步探讨,至于产生诸多差异的复杂原因,土壤与树苗之间的供求关系,即各树种在不同生长发育阶段与土壤的生理协调过程,还有待下一步的工作加以分析和阐明。

四、结 论

1. 试验树种在A、C、D土上出苗和幼苗初期生长均良好,B土不压实亦很好。

2. 幼苗高生长从6月开始加速,7—8月为普遍生长迅速期,9月减缓。其中湿地松和刺槐的生长与停滞期提前,桉木杉木则稍滞后。方差分析表明,苗期生长量和生物量以刺槐、大叶桉最大,杉木、湿地松最小。树种的遗传优势在相对适应的土壤条件下才得以较充分体现。

3. 四种紫色土中,沙溪庙中性紫色土(B土)土性和土宜条件最佳,5种阔叶树和柏木的生长和生物量最大,与其它土壤差异显著;夹关组酸性紫色土(A土)较适杉木,以及湿地松和大叶桉生长,对其余树种均有不同程度的抑制作用;蓬莱镇钙质轻壤土(D土)对桉木、柏木生长亦较有利,其余树种不正常;蓬莱镇钙质重壤土(C土)对多数树种生长发育不良。

4. 苗高和叶色是对土壤生态反应的灵敏指标,直观且便于度量。速生期,树种间、树种与土壤类型的差异显著性最大。

参 考 文 献

西北农学院、华南农学院主编 1980 农业化学研究法。农业出版社。

- 克累默尔 P. J. 考兹洛夫斯基 T. T. (汪振儒等译) 1965 树木生理学。253—292页 农业出版社。
- Leaf, A. L. 1973 Plant analysis as an aid in fertilizing forests, In Soil Testing and plant Analysis.
- Radwan, M. A. *et al.* 1980 Site index, growth, and foliar chemical composition relationships in western hemlock. *For. Sci.* 26(2):283—290.
- Zoheir, M. A., E. R. Robert 1979 Germination and early seedling growth of four conifers on acidic alkaline substrates. *For. Sci.* 25(2):358—360.

A STUDY ON THE ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE SEEDLING STAGE OF SEVERAL TREE SPECIES ON THE PURPLISH SOILS OF THE SHICHUAN RED BASIN¹.

Deng Tingshou

(Department of Pedology, Chengdu Branch, Academia Sinica)

The growth in the seedling stage of nine tree species on four different purplish soils was evaluated by the method of pot experiment. The variance analysis of the data obtained indicates that the two *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus elliottii* are growing at their best on an acid purplish soil formed on a Jiaguanzhu parent material. Meanwhile *Robinia pseudoacacia*, *Eucalyptus robusta*, *Alnus cremastogyne*, *Cupressus funebris*, *Camptotheca acuminata* and *Toona sinensis* are also growing at their best on a neutral purplish soil formed on a Shaqimiao parent material. All these species when planted on calcareous light loam and clay loam soils formed on a Penlaizheng Parent material are showing a distinctive difference in growth to some extent. The data show clearly that the difference in property as well as fertility of soils give obvious influence on the growth of the tree species. The optimum soil condition ensuring the best growth of various tree species is different and it is an expression of the mutual coordination between the plants and soils. The foliar colour of seedlings shows obvious difference as planted on different soils. Consequently the foliar colour as well as the height of seedlings of the different tree species are important indicators reflecting the ecological conditions. Compaction of Shaqimiao purplish soil influences to some extent the rate of seed germination of the different tree species.