

紫色土造林树种苗期生态条件的研究Ⅲ. 土壤理化特性与桉木生长的关系*

邓廷秀 刘国凡

(中国科学院成都分院土壤研究室)

摘 要

根据36种土壤上桉木 (*Alnus cremastogyne*) 盆栽试验的结果, 用多元二次回归方程拟合, 通过微电脑运算, 探讨了幼苗生长与13项土壤理化因素的关系。阐明影响桉苗生长的主要因素是有效磷和酸度, 其次是全氮、有机质和碳酸钙三因素分别与有效铝的联合效应。根据苗高对土壤生产性的预测, 多数黄壤、潮土和飞仙关母质紫色土上桉苗生长最佳, 沙溪庙母质紫色土亦普遍良好, 而酸性和强碱性、强钙质土则生产力低。

前两篇文章着重探讨了不同土壤种类对树苗生长的显著性影响、树种的生态分类、按苗高生长指数评定土壤的生产性等(邓廷秀, 1982、1985)。本文进一步探讨土壤理化性质与树苗生长的关系。长期以来, 人们进行单因素实验多, 进行土壤整体多因素的综合分析、和各因素间交互作用的研究则少(E.W. 腊塞尔等, 1979; Kramer等, 1979)。我们所作的实验是在综合条件下的析因实验, 以桉木作为代表树种, 寻找影响植株生长的主导因素和限制因素、以及各因素间的交互作用对植株生长所作的贡献。利用数理统计多元二次方程和逐步回归法, 通过微电脑运算建立最佳方程, 以阐明植株生长与土壤理化因素的生态关系, 并预测不同土壤的生产潜力, 为合理利用土地和提高土壤肥力提供科学依据。

一、研究对象和工作方法

采集36种不同母质的宜林土壤, 代表本区林木生长的主要土壤条件, 在成都盆栽桉木(速生且能固氮的树种)试验。原有工作实践表明, 不同土壤盆栽试验树苗的生长具有显著差异, 较好地反映了土壤的生产潜力。本项实验于1984年2月中旬播种, 1985年6月上旬结束。实验的布置和管理前文已有叙述, 此不重复, 实验结束时测定了植株的生长和生物量。

土壤理化性质的分析共13项, 测定方法如下(中国科学院南京土壤所, 1978): CaCO_3 气量法; pH值电位测定法; 有机质重铬酸钾法; 全氮 硫酸铜-硫酸消化法; 有效氮 扩散吸收法; 全磷 NaOH 碱熔-钼锑抗比色法; 有效磷 NaHCO_3 法; 全钾和速效钾 火焰光度法; 颗粒分析 比重计法; 阳离子交换量 酪酸铵法; 有效铝 示波极谱法; CO_2 容量测定法(郑洪元等, 1982)。分析结果见表1。

* 兹凌参加工作, 王天行、唐时嘉、王光明、李同阳、陈铀曾给予帮助, 在此一并致谢。

由于土壤中各种成分含量的数值变动范围差异较大, 将数据进行了规格化的变换。其方法是:

$$x_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{j(\min)}}{X_{j(\max)} - X_{j(\min)}}$$

x'_{ij} ——变换的数值 x_{ij} ——实测数值 $x_{j(\max)}$ 与 $x_{j(\min)}$ 分别为第 j 个成分变量的最大值和最小值。

规格化的变换使各变量处于相同的量级, 每个变量内部数值的相对关系并未变化。

过去的工作表明, 树苗高生长不仅具重要生产价值, 而且对土壤条件也是最直观而敏感的指标。本实验还表明, 桉木的高生长与植株的生物量成幂函数相关。 $\hat{y} = 0.0163x^{1.7130}$ 相关系数 $R = 0.9673$ F 值 = 493.7395 估计标准误 $S_{e_i} = 3.9151$ 相关是极显著的。因此我们以土壤各因素为自变量, 苗高为因变量进行回归分析。首先分析各因子的简单相关关系, 进一步作多元二次逐步回归分析。回归分析的基本思想和实施步骤在有关的数理统计书上均有阐述 (中国科学院数学所数理统计组, 1974)。

我们所用方程的一般式为:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1^2 + b_4x_2^2 + \dots$$

各变量对 $\hat{y}$ 值作用的大小, 用偏回归平方和衡量。由大到小逐个将变量引入方程, 在预定水平下进行 F 检验, 对已引入方程的因子, 可能由于新因子进入而变得对 y 的作用不显著时, 则从方程中剔除。逐次剔除偏回归平方和最小的变量, 剔除不显著变量后, 对不在方程中的变量, 偏回归和有较大增加, 经 F 检验显著时再将它引入。继续此过程直到方程中变量均不能剔除、引入变量均达显著水平, 不在方程中的变量已不能引入, 至此逐步回归宣布结束, 此方程为“最佳方程”。各变量 F 值的大小, 作为衡量各自变量对 y 值所作出的贡献, 值大则贡献大, 反之则小。

根据实验要求, 参考有关资料 (毛宗秀, 1983), 编制了计算机程序。

二、实验结果

1. 单因素对生长的影响

各土壤的13项理化因素与生长的关系, 分别拟合回归方程包括线性和非线性方程。

通过相关系数和 F 值检验, 其中 9 个因素达到极显著和显著水平。按其显著性从大到小排序如下: 有效磷; pH; 有机质; 全氮; CaCO_3 ; CO_2 ; 有效铝; 全钾; 有效钾。可以估计起主要作用的因素是在其中。以此作为综合分析时因子选择的依据和基础。

我们注意到这是综合条件下的简单相关, 它不同于单因素的控制实验 (其它因子相对固定, 一元回归方程可靠的表达了变量之间的关系)。多个变量处在相互联系、相互影响的复杂条件下, 简单相关关系是不稳定的, 有时是不可靠的。所以需进一步作多因素的综合分析。

2. 综合因素对生长的影响

多元二次方程因子的选择, 是在简单相关的基础上进行的。因微机的内存有限, 不能将所有变量同时引入运算。在简单相关基础上所作的选择, 一般说避免了起重要作用因素的遗漏。这里选出的 7 个因子是: CaCO_3 —— x_1 ; pH—— x_2 ; CO_2 —— x_4 ; 有机质—— x_5 ; 全

表 1 土壤理化性质¹⁾
table 1 soil physical and chemical property

土壤地点及代号		理化因子及代号												
		CaCO ₃ (%)	pH	粘粒 <0.01 mm	CO ₂ (mg/g)	有机质 (%)	全N (%)	有效N (ppm)	有效 P ₂ O ₅ (ppm)	全 P ₂ O ₅ (%)	全 K ₂ O (%)	有效 K ₂ O (ppm)	交换量 (me/ 100g)	有效粗 Mo (ppm)
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
自流井组钙质紫色土	云县													
	自-1	13.72	8.0	48.93	0.2445	0.63	0.052	47	4.6	0.197	2.14	84.7	22.32	0.123
	飞-2	0.05	6.6	25.46	0.1347	0.59	0.027	24	6.8	0.269	2.17	87.9	30.03	0.150
巴东组碱性紫色土	云阳	0.78	8.2	38.04	0.1940	1.13	0.057	41	5.7	0.154	2.40	100.6	14.47	0.180
沙溪庙组酸性紫色土	长宁	0	5.0	50.55	0.1216	1.23	0.065	66	4.6	0.048	1.60	90.0	16.88	0.065
	沙-1													
	沙-2	0.02	5.7	24.01	0.1766	1.34	0.065	68	13.0	0.108	1.44	99.0	15.79	0.108
	沙-3	0.01	6.7	28.52	0.2786	1.02	0.047	63	1.7	0.094	1.74	42.5	13.68	0.085
	沙-4	1.97	8.0	38.98	0.2202	0.88	0.051	25	3.2	0.164	1.19	98.5	24.03	0.040
	沙-5	0.45	8.1	41.34	0.4980	2.03	0.094	88	5.2	0.165	1.89	137.7	20.56	0.110
	沙-6	0	8.1	41.31	0.2189	1.01	0.052	46	7.9	0.167	2.02	111.4	20.67	0.085
沙溪庙组中性紫色土	内江	0.01	7.8	45.03	0.2078	1.06	0.065	72	4.4	0.132	1.83	72.2	23.43	0.095
遂宁组钙质紫色土	江津	4.71	8.3	44.54	0.1746	0.80	0.063	37	2.9	0.151	2.28	118.8	25.39	0.058
	遂-1													
	遂-2	14.01	8.3	49.48	0.0967	0.44	0.033	21	2.5	0.164	2.15	122.5	24.34	0.078
	遂-3	12.17	8.0	45.73	0.2393	0.69	0.059	41	4.4	0.152	2.28	113.4	25.80	0.113
遂宁组钙质紫色土	井研	12.54	8.3	47.50	0.2238	1.04	0.070	27	3.0	0.154	2.22	71.5	17.04	0.073
蓬莱镇组钙质紫色土	乐至	8.32	8.1	26.38	0.3601	1.94	0.084	80	3.3	0.128	1.57	38.8	14.75	0.058
	遂-1													
	遂-2	9.18	8.2	27.90	0.2224	1.01	0.043	49	2.0	0.117	1.70	43.8	16.02	0.045
蓬莱镇组钙质紫色土	盐亭	4.18	8.0	31.86	0.2184	1.53	0.076	35	3.5	0.084	1.94	48.6	16.90	0.048

蓬菜镇组钙质紫色土	盐亭	蓬-4	12.58	8.3	57.39	0.1525	0.46	0.026	23	1.4	0.139	2.23	113.8	23.23	0.058
蓬菜镇组钙质紫色土	蓬溪	蓬-5	6.72	8.1	53.34	0.2738	0.90	0.062	50	3.4	0.148	2.13	116.9	24.62	0.155
蓬菜镇组钙质紫色土	仁寿	蓬-6	3.89	8.2	64.25	0.2597	0.85	0.059	56	5.5	0.162	2.35	77.2	20.86	0.063
城壕岩群钙质紫色土	简阳	城-1	1.72	8.0	27.83	0.3400	1.34	0.068	42	4.0	0.086	1.59	75.6	21.08	0.050
城壕岩群钙质紫色土	梓潼	城-2	13.15	8.2	56.12	0.2188	1.23	0.071	46	1.7	0.138	2.18	84.1	20.39	0.045
城壕岩群钙质紫色土	梓潼	城-3	7.58	8.4	52.9	0.0866	0.35	0.020	20	2.2	0.133	2.14	33.7	19.39	0.055
夹关组酸性紫色土	乐山	夹-1	0	4.8	28.73	0.0569	0.69	0.032	23	2.0	0.025	1.11	21.1	8.40	0.038
夹关组酸性紫色土	宜宾	夹-2	0	5.1	44.05	0.1979	1.20	0.072	57	2.0	0.045	2.16	105.7	16.42	0.083
夹关组酸性紫色土	云县	夹-3	0.04	5.2	53.72	0.0937	0.26	0.022	64	2.2	0.195	1.75	50.6	25.75	0.100
灌口组中性紫色土	峨眉	灌-4	0	7.3	35.30	0.2941	1.68	0.075	52	2.8	0.053	1.67	65.0	17.93	0.073
全新统中性潮土	蒲江	潮-1	0	7.0	27.94	0.2528	1.24	0.087	48	13.0	0.143	1.30	45.7	9.29	0.103
全新统钙质潮土	金堂	潮-2	2.66	8.2	17.57	0.1019	1.34	0.060	14	4.0	0.149	1.39	34.0	4.35	0.078
嘉陵江灰岩钙质黄壤	峨眉	黄-1	1.54	8.0	68.75	0.3193	1.66	0.119	48	2.8	0.154	2.98	167.9	24.1	0.440
嘉陵江灰岩钙质黄壤	云阳	黄-2	1.43	8.1	69.51	0.3099	1.75	0.170	72	2.2	0.118	1.46	125.8	28.35	0.130
城壕岩群中性黄壤	金堂	黄-3	0	7.1	48.96	0.2298	0.93	0.052	32	6.2	0.055	1.17	104.7	24.39	0.078
雅安期酸性黄壤	蒲江	黄-4	0	5.5	57.57	0.1869	1.09	0.071	81	8.2	0.081	1.14	47.5	11.63	0.175
雅安期微酸性黄壤	蒲江	黄-5	0.03	6.2	43.86	0.3151	1.58	0.071	54	12.2	0.090	0.99	48.4	8.51	0.225
雅安期微酸性黄壤	眉山	黄-6	0	5.8	53.01	0.1548	1.02	0.068	59	3.4	0.055	1.13	85.3	19.28	0.273
云南微酸性红壤	勐腊	红-1	0.40	5.6	34.80	0.2589	2.33	0.115	59	5.2	0.083	1.68	157.6	15.18	0.073

1) $x_3, \dots, x_{12}$ 张洪仪等测定
 x_{13} 杨德荣等测定

表 2 不同土壤的苗高和生物量

(单位: 克(干重)/盆)

table 2 Seedling height and biomass of the alder in different soils

(Unit: g(dry weight)/pot)

土 壤	苗高 (cm)	生 物 量	土 壤	苗高 (cm)	生 物 量	土 壤	苗高 (cm)	生 物 量
自-1	40.8	7.54	遂-3	34.9	4.77	夹-2	28.0	8.09
飞-2	79.3	25.04	遂-4	30.9	6.06	夹-3	3.2	0.05
巴-3	64.3	26.56	蓬-1	28.6	6.38	灌-4	76.3	19.10
沙-1	54.8	15.72	蓬-2	17.9	3.96	潮-1	83.5	34.87
沙-2	54.1	21.04	蓬-3	28.7	9.15	潮-2	63.5	16.53
沙-3	55.6	16.46	蓬-4	16.3	3.34	黄-1	19.8	3.02
沙-4	61.8	18.02	蓬-5	66.5	16.31	黄-2	38.8	6.76
沙-5	60.8	23.87	蓬-6	53.5	11.45	黄-3	85.8	27.71
沙-6	52.2	15.90	城-1	48.8	15.50	黄-4	76.0	23.73
沙-7	59.4	17.09	城-2	16.9	3.03	黄-5	85.6	29.77
遂-1	54.0	15.79	城-3	13.7	2.02	黄-6	57.3	16.88
遂-2	21.0	2.81	夹-1	9.8	0.53	红-1	84.3	19.69

表 3 土壤理化因子与苗高的关系

table 3. relation between soil physical-chemical factors and seedling heights

理 化 因 子	回 归 方 程	R^2	F 值	$S(e)^2$
CaCO_3 (%)	$\hat{y} = 57.7845 - 36.4664x$	-0.5290 ⁽⁵⁾	13.2137**	20.7988
pH	$\hat{y} = 23.3872 + 254.1571x - 222.9624x^2$	0.6850 ⁽²⁾	14.5858**	18.1250
粘粒 (%) < 0.01mm	$\hat{y} = 59.4548 - 23.4255x$	-0.2450	2.1715	23.7624
CO_2 (mg/g)	$\hat{y} = 67.9417x^{0.4414}$	0.5205 ⁽⁶⁾	12.6367**	23.9731
有机质 (%)	$\hat{y} = 71.8458x^{0.5277}$	0.6559 ⁽³⁾	25.6750**	23.2365
全 N (%)	$\hat{y} = 64.3354x^{0.4282}$	0.5935 ⁽⁴⁾	18.4909**	23.5787
有效 N (ppm)	$\hat{y} = 42.7136 + 11.8362x$	0.1205	0.5007	24.3309
有效 P_2O_5 (ppm)	$\hat{y} = 76.5104 + 37.1922\log x$	0.7078 ⁽¹⁾	34.1337**	17.3138
全 P_2O_5 (%)	$\hat{y} = 42.8042e^{-0.119/x}$	0.2958	3.2605	25.2733
全 K_2O (%)	$\hat{y} = 64.9754 - 41.2707x$	-0.3949 ⁽⁸⁾	6.2804*	22.5178
有效 K_2O (ppm)	$\hat{y} = 45.2282e^{-0.0146/x}$	0.3678 ⁽⁹⁾	5.3189*	24.6508
代换量 (me/100g)	$\hat{y} = 73.3514 - 90.1117x + 68.7777x^2$	0.2602	1.1979	24.0213
有效 Mo (ppm)	$\hat{y} = 30.8660 + 170.5640x - 182.4846x^2$	0.5152 ⁽⁷⁾	5.9612*	21.3227

1) R : 相关系数2) $S(e)$: 估计标准误差

** 极显著

* 显著

号 (1—9): 按显著性排序

氮—— x_6 ; 有效磷—— x_8 ; 有效钼—— x_{13} 。拟合的多元二次回归方程为:

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -50.2551x_1 - 190.1274x_1x_8 + 433.8024x_1x_{13} \\ & + 147.6909x_2 - 95.2869x_2^2 - 37.6413x_2x_5 \\ & - 110.5905x_2x_8 - 341.6552x_5x_8 + 824.6327x_5x_{13} \\ & + 67.4278x_6 + 261.9101x_6x_8 - 851.8490x_6x_{13} \\ & + 210.7736x_8 - 115.8837x_8^2 - 109.3012x_{13} \\ & + 275.0397x_{13}^2 - 9.3165 \end{aligned}$$

总相关系数 $R = 0.9706$ 总 F 值 $= 19.3204$

估计标准误 $S(e) = 7.8896$ 剩余自由度 $d \cdot f = 19$

$Fx_1 = 18.0211$	$Fx_1x_8 = 8.8757$	$Fx_1x_{13} = 17.7043$
$Fx_2 = 25.4225$	$Fx_2^2 = 10.6961$	$Fx_2x_5 = 5.1609$
$Fx_2x_8 = 10.5531$	$Fx_5x_8 = 13.2097$	$Fx_5x_{13} = 18.7548$
$Fx_6 = 14.1123$	$Fx_6x_8 = 15.4179$	$Fx_6x_{13} = 22.9654$
$Fx_8 = 29.2522$	$Fx_8^2 = 21.4839$	$Fx_{13} = 6.3918$
$Fx_{13}^2 = 10.0677$		

逐步回归表明: 对 y 值贡献最大的, 亦即 F 值最大的因素是有效磷 ($Fx_8 = 29.2522$); 接着是 pH ($Fx_2 = 25.4225$)。这与单因素的相关分析结果是完全一致的。说明本区土壤的有效磷和酸碱度是影响桉木生长的主要因素。有效磷在简单相关中呈对数曲线, 随着它含量的增加植株生长增高。从表 1 看出, 实验土壤的有效磷含量普遍偏低。严重缺磷的土壤, 例如几种夹关组母质紫色土上的幼苗, 根系和根瘤发育不良, 植株生长停滞。pH 值与苗高成抛物线关系。一般以中性土壤生长较好。土壤反应影响多种营养元素的有效性、微生物的分布和有机物的矿质化等, 从而影响植株生长。

其次是氮和钼 ($Fx_6x_{13} = 22.9654$)、有机质和钼 ($Fx_5x_{13} = 18.7548$)、碳酸钙和钼 ($Fx_1x_{13} = 17.7043$) 的双因素搭配, 以及碳酸钙的作用 ($Fx_1 = 18.0211$)。钼在交互作用中和单因素情况下都显出重要性。土壤中的钼是硝酸还原酶和固氮酶的组成成分, 有助于氨基酸的合成和桉木根瘤的固氮。土壤的含氮量一般随有机质含量的增加而增高, 钼也常和有机质结合在一起, 随着有机质的矿质化被释放出来, 为植物吸收和利用。 F 检验表明, 这些因素与钼的配合, 显示出较高的生物效应。这是电脑分析所提供的重要信息。

3. 土壤肥力的生产性预测和评价

回归方程为土壤条件的划分提供了一定科学依据。利用上述方程, 根据 7 因素可对本区土壤的桉木生长进行预测。桉木生长规律对相当一部分树种也是有代表性的。我们以苗高的预测值作为评价土壤生产力的指标。根据苗高将实验土壤划分为 5 个等级。即: I 级 苗高 65cm 以上; II 级 65—50cm; III 级 50—35cm; IV 级 35—20cm; V 级 20cm 以下。

从实验土壤可以看出, 土壤生产力与土壤类型和成土母质有一定关系。总的看来, 黄壤 (灰岩母质又缺磷者除外)、潮土和飞仙关、沙溪庙母质的紫色土生产力较高, 多属 I、II 级。其生产性较好与这些土壤的酸碱度对桉木较适宜、有效磷含量较高、以及氮和钼的较佳配合等原因有关; 夹关组母质者多 IV、V 级。主要是土壤酸度大, 有效磷含量亦低, 限制了根瘤菌的发育和植株生长; 蓬莱镇、城墙岩、遂宁组的紫色土, 在母质相同范围内, 生产性能

表 4 不同土壤的苗高预测和评价

table 4 calculation of seedling height in different soils and evaluation of soil

土 壤	预测值 (cm)	误差 ¹⁾ (cm)	评价 (级)	土 壤	预测值 (cm)	误 差	评价 (级)
自-1	41.78	-0.98	Ⅲ	蓬-5	61.94	4.57	Ⅰ
飞-2	84.02	-4.72	Ⅰ	蓬-6	49.05	4.45	Ⅲ
巴-3	70.04	-5.74	Ⅰ	城-1	57.36	-8.56	Ⅰ
沙-1	58.59	-3.79	Ⅰ	城-2	18.49	-1.59	V
沙-2	51.64	2.46	Ⅰ	城-3	19.50	-5.80	V
沙-3	55.67	-0.07	Ⅰ	夹-1	7.01	2.79	V
沙-4	57.19	4.62	Ⅰ	夹-2	27.79	0.21	Ⅳ
沙-5	58.76	2.04	Ⅰ	夹-3	8.06	-4.86	V
沙-6	51.55	0.65	Ⅰ	灌-4	71.51	4.79	Ⅰ
沙-7	66.33	-6.93	Ⅰ	潮-1	84.21	-0.71	Ⅰ
遂-1	47.89	6.11	Ⅲ	潮-2	47.12	16.38	Ⅲ
遂-2	22.62	-1.62	Ⅳ	黄-1	20.98	-1.18	Ⅳ
遂-3	39.12	-4.22	Ⅲ	黄-2	43.47	-4.67	Ⅲ
遂-4	24.99	5.91	Ⅳ	黄-3	78.45	7.35	Ⅰ
蓬-1	25.26	3.34	Ⅳ	黄-4	75.03	0.97	Ⅰ
蓬-2	16.23	1.67	V	黄-5	87.69	-2.09	Ⅰ
蓬-3	46.53	-17.83	Ⅲ	黄-6	50.16	7.14	Ⅰ
蓬-4	15.76	0.54	V	红-1	84.94	-0.64	Ⅰ

1) 误差 = 实测值 - 预测值 实测值见表 2。

都差别较大。而这些土壤一般多为钙质土, pH和 CaCO_3 含量高, 磷营养供应的不足成为植株生长的限制因素。

三、讨 论

1. 在拟合多元回归方程中, 常见的是采用多元线性回归方程(沈国舫等, 1985)。而从植物生长与土壤因素的相关分析说明, 存在大量非线性关系。如果用多元线性方程, 就不能准确地反映客观实际, 方程的可靠性差, 也不能反映因子间的交互作用。我们所拟合的多元二次方程, 达到了很高的精确度。可以认为它是一个好的数学模式。

2. 回归方程反映了土壤多因素对植株生长所作出的贡献。方程表明, 影响桉木生长的主要因素是有效磷和 pH 值。从生产性能评定亦可看出, 植株生长较好者, 都是有效磷含量较高和 pH 较为适中的土壤。两个因素亦相互有着密切的联系, 无机磷在碱性土中易为钙、镁所固定, 在酸性土中易为铁、铝氧化物固定(袁可能, 1983), 降低了磷的有效性。本区宜林土壤中, pH 值呈中性者不太多。另一方面, 土壤有机质又较缺乏, 有机磷的含量不可能太高,

而它的释放又决定于有机质的分解速度, 因此磷素是本区多种土壤的一个限制因素。这一点应该引起人们的重视。

3. 在简单相关中作用显著的因子, 在综合方程中一般也起显著作用。但有的因子相对位置发生变化, 甚至未能选入。如 CO_2 则为综合方程所淘汰。这是因为简单相关系数是在不理睬其他因素影响的情况下去研究两变量的关系。而在综合条件下, 由于因素之间相互联系, 该因素的作用可能被选入的因素所代替了, 剔除了该因素对 y 值不会带来多大影响。这点在回归分析方面都有明确的论述(中国科学院数学所数理统计组, 1974)。多元回归分析存在信息的可代替性, 由于统计检验提供了概率保证, 电脑筛选因子代表了本区的土壤条件。实践上对植株生长的预测是可靠的, 植株生长的理论值更具有代表性, 并为评定土壤肥力提供科学依据。

4. 方程所选出的“配合”变量, 体现了因子间的交互作用。它们的生物学意义究竟如何? 这些变量“配合”是否是植物-土壤物质交换的反映, 能否达到方程所表达的效果, 或者只是纯数学关系, 尚有待进一步实验研究。因子交互作用至少可以看作一种信息, 还是值得重视的, 把统计分析和专业实验研究相结合, 可能会找到一些规律性的东西。

四、结 论

桉木幼苗生长与土壤理化性质的关系, 可用多元二次回归方程来表达。所配合的最佳方程表明: 影响树苗生长的主要因素是有效磷和酸碱度。其次是全氮、有机质和碳酸钙三因素分别与有效钼的联合效应。

方程用于对植株生长的预测, 以苗高预测值作为评价土壤生产性的指标表明: 多数黄壤和潮土、飞仙关母质紫色土桉木生长良好; 沙溪庙母质的紫色土亦普遍较好; 酸性和强碱性、强钙质紫色土则生产力低。

参 考 文 献

- 邓廷秀 1982 紫色土造林树种苗期生态条件的研究 I. 生态学报 2(4): 353—361.
邓廷秀 1985 紫色土造林树种苗期生态条件的研究 II. 生态学报 5(2): 126—135.
中国科学院南京土壤所 1978 土壤理化分析. 上海科技出版社.
郑洪元等 1982 土壤动态生物化学研究法. 第152—154页, 科学出版社
中国科学院数学所数理统计组 1974 回归分析法. 科学出版社.
毛宗秀编 1983 Basic语言常用数理统计方法程序汇编. 第155—172页. 浙江科技出版社.
袁可能编著 1983 植物营养元素的土壤化学. 科学出版社.
E.W. 腊塞尔著 (谭世文等译) 1979 土壤条件与植物生长. 第24—46页. 科学出版社.
Paul J. Kramer et al. 1979 physiology of woody plants. P.334—361. Academic press New York.

A STUDY ON THE ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE SEEDLINGS OF SEVERAL TREE SPECIES ON THE PURPLISH SOILS OF THE SICHUAN RED BASIN Ⅲ.

RELATION OF SOIL PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES TO SEEDLING GROWTH OF THE ALDER

Deng Tingxiu Liu Guofan

(Department of pedology, Chengdu Branch, Academia Sinica)

The fitted multivariate quadratic regression equation can better express the relation of seedling growth of the alder to physical-chemical factor of the soils. The best mathematical model indicates that the available phosphorus and pH are main factor of influence on the seedling growth. Its secondary factors are associative effect of total N, organic matter and CaCO_3 with available molybdenum respectively. The regression equation can be applied to calculation of the seedling growth. Its regression as index of land evaluation shows that the splended growth occurs on most yellow soils, alluvial soil and feixianguan purplish soil, and higher on the purplish soil of shaqimiao parent material generally, but low productivity on the acid, strong alkaline or strong calcium purplish soil.