

# 土壤性状与林木生长关系的研究

孙 广 云

聂 燕

(山东省农业干部学院 济南 250100)

(山东省农科院)

**摘 要** 利用大量的野外调查和室内样品分析资料,在单因子相关分析的基础上,采用多元逐步回归分析方法,筛选出了影响当地林木生长的主导因子,建立了土壤性状——林木生长模型,从而为当地的适地适树提供了科学的理论依据。

**关键词** 土壤性状;林木生长;主导因子;逐步回归分析

土壤因子既是立地条件的基础,又是林木赖以生存的载体,它不仅是光、热、水、植物等因子的直接承受者,而且是各生态因子的综合反映者,土壤因子与林木生长密切相关。采用多种数学方法,从质和量上找到影响林木生长的主要土壤性状,将有助于当地正确地选择树种和合理进行良种推广,做到适地适树,充分利用土地资源,提高造林质量。

## 1 研究区概况、资料来源及研究方法

为便于问题分析,选择“三北”防护林遥感调查的实验县——农安县作为研究地区,该县属于季风区中温带半湿润气候,平均年降水量 517.9mm,并由东南向西北逐渐减少,全年蒸发量是降水量的 3.3 倍。春季大风频繁,使农牧业生产受到严重威胁。在县区内,东南部台地上分布着黑土和黑钙土;西北部沙地和高台地上分布着风沙土和质地较粗的黑钙土;在中部广大的河谷地区,土壤普遍发生盐渍化。在上述地区,由于土壤理化性状的差异,给该县林木生长造成明显的影响。因此,适地适树是该县植树造林的关键技术环节。

在全面收集资料和实地调查的基础上,野外工作采用典型抽样调查方法,根据土壤类型的不同,在有代表性的典型地段上,选取临时标准地 32 块(其分布情况见图 1),每块样地大小为 1 亩,记录样地的平均树高、林龄等测树因子,同时在每块样地内挖土壤剖面,进行常规野外记录,并分层采样,用于室内分析,采样深度统一为 0—20cm, 20—50cm。

土壤理化分析方法:有机质用丘林法;全 N、全 P 用联合消煮法,开氏法定氮、钼兰比色法测磷;pH 值用酸度计法;水分用烘干法;机械组成用比重计法;可溶性总盐:  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  用双指示剂法,  $\text{Cl}^-$  用  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  滴定法,  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  均采用 EDTA 滴定法,  $\text{Na}^+$  用差减法。

数据处理方法:把所得各种数据整理后,首先在 IBM/PC 机上用 DBASEIV 建立数据库,然后利用编制的一元回归及多元逐步回归分析程序进行统计运算。

## 2 结果与分析

首先根据气候、植被和土壤等条件,将全县划分为两大区,即中南部黑土、黑钙土及盐土区和西北部风沙土、黑钙土区,然后分区讨论土壤与林木生长间的关系。另外,由于杨树 90% 以

上根系集中分布于0—50cm土层中<sup>[1]</sup>,该层内的土壤水分、养分、含盐量等决定杨树生长的好坏,因此土壤分析数据取0—20cm,20—50cm两层数据的平均值作为统计数据。同时为消除林龄对树高的影响,按公式  $1/H = 0.00614 + 0.8812A$  ( $H$ ——树高,  $A$ ——林龄)<sup>[2]</sup>,将各标准地上测得的平均树高统一化为基准年龄14年(由解析木资料求得)的树高,然后,以此树高为因变量,土壤理化性状为自变量,进行单因子及多元逐步回归分析,从而确定各土壤性状对杨树生长量的影响程度及决定杨树生长的主要土壤因子。32块样地的杨树生长情况(树高)及对应的土壤理化分析结果见表1和表2。

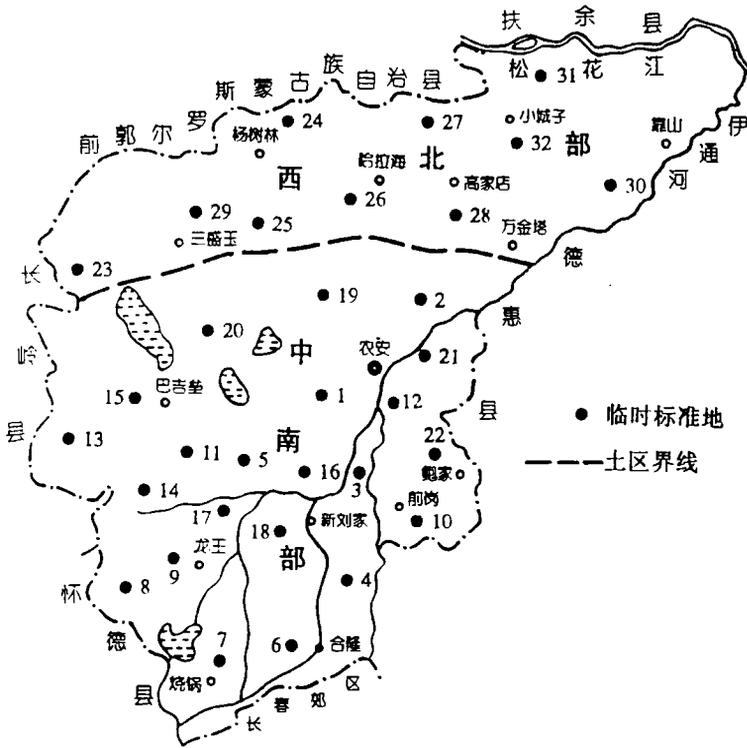


图1 32块标准地分布图

### 2.1 单因子相关分析

在不考虑自变量间相互影响的情况下,分析土壤性状对双阳快杨生长的影响,表3为单因子分析结果,其中  $r$  为简单相关系数。

由表3可知,在中南部地区,与双阳快杨的生长呈极显著负相关的因子为可溶性总盐和pH值,二者成为本区林木生长的主要限制因子,在质地的4个粒级中,树高与0.25—0.01mm粒级含量呈显著正相关,而与<0.001mm粘粒含量呈负相关,说明本区中轻质地的土壤有利于双阳快杨的生长。而在西北部地区,土壤养分含量(有机质、全氮)、水分、0.25—0.01mm及<0.01mm(0.01—0.001mm, <0.001mm)粒级含量均与树高呈极显著相关,是决定林木生长的主要因子,这与本区土壤贫瘠、干旱、质地较粗的特点是密切相关的。

表1 中南部地区土壤理化性状分析与杨树生长情况表

编号	有机质 (g/kg)	全N (g/kg)	全P (g/kg)	可溶性 总盐 (g/kg)	pH	含水量 (%)	机械组成 (%)				14年生 平均树高 (m)
							1-0.25mm	0.25-0.01mm	0.01-0.001mm	<0.001mm	
1	21.79	0.99	1.06	0.69	8.26	/	0.78	51.10	37.46	10.66	12.20
2	23.67	1.31	1.23	1.02	8.62	/	0.67	38.12	34.41	26.80	9.42
3	24.36	1.08	1.16	1.10	8.90	/	0.45	46.40	18.69	34.46	7.62
4	21.16	1.03	1.00	0.56	7.95	/	1.07	47.56	21.91	29.46	15.42
5	27.62	1.18	0.93	0.35	7.50	/	0.57	49.53	24.91	24.99	16.72
6	13.22	0.90	0.71	0.58	8.47	/	1.84	55.25	23.65	19.26	15.89
7	20.57	1.37	0.91	0.95	8.57	/	7.05	46.61	24.13	22.21	14.02
8	12.10	0.80	0.92	0.47	8.21	/	0.78	68.54	11.77	18.91	14.82
9	19.08	1.29	0.71	0.56	8.03	/	5.61	64.12	12.75	17.52	15.82
10	19.47	1.08	0.32	0.44	8.15	/	5.53	57.32	13.99	23.34	15.67
11	19.65	1.18	0.89	1.19	8.69	/	1.98	51.20	23.22	23.60	7.42
12	23.16	1.31	0.96	0.58	8.27	/	1.94	51.09	18.81	28.16	15.39
13	24.15	1.44	1.07	0.54	8.36	18.11	5.48	52.37	20.90	21.25	14.00
14	19.58	0.91	0.90	1.34	8.86	26.98	1.53	48.07	25.03	25.37	7.29
15	23.60	1.40	1.67	0.69	8.51	24.86	1.55	51.26	22.63	24.56	13.06
16	34.92	1.94	0.87	0.90	8.63	36.15	2.17	46.21	19.95	31.67	11.65
17	22.38	1.20	0.93	0.54	8.47	/	3.25	61.77	16.27	18.71	15.23
18	19.76	0.93	0.85	0.68	8.50	19.86	0.94	67.37	18.81	12.88	15.89
19	17.54	1.06	0.97	0.75	8.59	20.57	0.40	67.66	18.64	13.30	15.40
20	28.10	1.79	1.12	1.07	8.66	30.41	2.52	54.92	17.81	24.75	9.11
21	16.29	0.61	1.31	0.36	6.75	/	4.33	62.24	18.47	14.96	15.01
22	14.64	0.75	1.25	0.51	7.60	/	0.73	55.78	29.24	14.25	13.71

表2 西北部地区土壤理化性状分析与杨树生长情况表

编号	有机质 (g/kg)	全N (g/kg)	全P (g/kg)	可溶性 总盐 (g/kg)	pH	含水量 (%)	机械组成 (%)				14年生 平均树高 (m)
							1-0.25mm	0.25-0.01mm	0.01-0.001mm	<0.001mm	
23	3.73	0.17	0.19	0.21	7.01	5.62	4.50	95.50	0	0	9.46
24	10.03	0.53	0.46	0.41	8.01	10.82	4.28	78.96	6.13	10.63	11.60
25	11.27	0.61	0.38	0.27	7.63	10.03	6.52	81.93	4.59	6.96	11.17
26	19.32	1.24	0.70	0.42	7.72	17.16	2.47	71.80	12.95	12.78	15.21
27	11.34	0.58	0.45	0.41	7.86	10.32	5.61	80.75	5.63	8.01	11.96
28	11.11	0.56	0.46	0.55	8.08	11.82	7.18	76.10	6.65	10.07	12.42
29	11.31	0.62	0.36	0.31	8.03	10.98	5.45	84.87	2.54	7.14	12.07
30	19.08	1.04	0.56	0.24	7.46	13.18	5.78	77.59	7.16	9.47	14.74
31	6.60	0.44	0.28	0.43	6.56	9.39	12.85	77.47	2.45	7.23	10.85
32	10.30	0.62	0.28	0.40	6.44	11.05	9.41	71.96	5.88	12.75	13.75

表3 单因子相关分析结果\*

地区	有机质	全N	全P	pH	可溶性 总盐	含水量	机械组成			
							1-0.25	0.25-0.01	0.01-0.001	<0.001(mm)
中南部	-0.2158	-0.2468	-0.2650	-0.5533	-0.8946	-	0.1892	0.5353	-0.3114	-0.4368
西北部	0.9103	0.8659	0.1735	-0.045	0.1735	0.9086	-0.1714	-0.7678	0.7995	0.8041

\* 中南部(n=22) $r_{0.05}=0.423$ ;  $r_{0.01}=0.537$ ; 西北部(n=10) $r_{0.05}=0.623$ ;  $r_{0.01}=0.765$ 。

以上结果说明,同一因子在不同的地区,对林木生长的影响是不同的,不同地区其主导因子不同,即主导因子由其所处的生态环境决定。对于中南部地区,土壤大都受到不同程度盐渍化的影响,土壤中含有大量盐分,导致林木根系吸水困难,造成“生理干旱”及细胞质壁分离,从而限制林木的生长;另外,土壤盐分含量又决定pH值,而当土壤反应为强碱性时,同样会影响林木的生长,因此,该区土壤的含盐量和pH值,构成林木生长的主要限制因子。同时本区土壤的粘粒含量普遍较高,有的质地过于粘重,造成通气、透水不良,不利于根系的伸展<sup>[3]</sup>,从而抑制林木的生长,这就是本区林木生长与>0.01mm物理性砂粒含量呈正相关,而与<0.01mm尤其是<0.001mm粘粒含量呈负相关的原因所在。

在西北部地区,土壤多为风沙土,部份为有机质层较薄的黑钙土,这些土壤的养分含量普

遍较低;另外,由于本区毗邻内蒙古半干旱草原,降水量少,土壤含水量较低,再加上质地较粗,极易跑水漏肥,而林木要良好生长,就需要有足够的养分和水分,因此,本区的土壤养分和水分状况成为影响林木生长的主要因子。在质地的四个粒级中,以粘粒含量对土壤肥力和水分影响最大,一般随粘粒含量的增多,土壤保持养分和水分也越多,从而促进林木生长<sup>[3]</sup>。这就是本区林木生长与<0.01mm 物理性粘粒含量,尤其是与<0.001mm 粘粒含量呈极显著正相关的原因。

## 2.2 多元逐步回归分析

自然界中的各种生态因子,都是相互联系和相互影响的,即因子具有非独立性,土壤因子也是如此,各因子相互影响,综合地作用于林木。例如树种的耐盐性因质地而异,质地较轻的土壤,其耐盐程度高于质地粘重的土壤,即质地轻者能相对减轻盐分对林木的影响。

总之,简单相关系数不包括自变量之间的相互作用,不能客观地反映它们与因变量之间的实际关系,因此,在单因子分析的基础上,需要进行多元逐步回归分析<sup>[4]</sup>。

据单因子分析结果,选用的自变量如下:中南部地区选用可溶性总盐含量( $X_1$ )、pH 值( $X_2$ )、0.25—0.01mm 粒级含量( $X_3$ )、<0.001mm 粘粒含量( $X_4$ );西北部地区选择有机质含量( $X_1$ )、含水量( $X_2$ )、0.25—0.01mm 粒级含量( $X_3$ )、<0.01mm 物理性粘粒含量( $X_4$ ),因变量仍为双阳快杨 14 年生平均树高。

自变量选定后,选用编制的多元逐步回归分析程序,在 IBM/PC 微机上进行运算,置信度选择为 90% 水平。

逐步回归分析结果表明,在中南部地区,最后选入两个因子即可溶性总盐( $X_1$ )和 pH 值( $X_2$ ),其它两个因子被筛掉。因此,可溶性总盐和 pH 值是影响本区林木生长的主导因子,得到的回归方程为:

$$Y = 8.432 - 11.970X_1 - 1.617X_2$$

其中  $F = 46.547 >> F_{(2,10)}^{0.01} = 5.93$ , 方程达高度显著水平。

在西北部地区,最后选入的因子为有机质含量( $X_1$ )和 0.25—0.01mm 粒级含量( $X_3$ ),说明二者为影响本区林木生长的主导因子,得到的回归方程为:

$$Y = 16.421 + 0.262X_1 - 0.089X_3$$

其中  $F = 32.820 >> F_{(2,7)}^{0.01} = 9.95$ , 方程达高度显著水平。

总之,通过逐步回归分析,一方面筛选出了影响双阳快杨生长的主导因子,另一方面,回归方程的建立,可用于进行林木生长预测,即如果测得某地土壤的属性,就可按其所在的地区,代入相应的回归方程,求得林木的理论树高值,然后根据预测树高值,可确定该地是否适宜栽种此树种,进而为当地的适地适树提供理论依据。

## 参 考 文 献

- 1 向开霞. 东北海防林地区土壤与林木生长. 东北林学院学报, 1983, 11(1): 12—81
- 2 徐文铎等. 松辽平原中部地区农田防护林立地分类及质量评价的研究. 农业系统科学与综合研究, 1994, 10(1): 4—8
- 3 东北林学院主编. 森林生态学. 中国林业出版社, 1984, 52
- 4 徐燕千, 龙文彬. 珠江三角洲农田防护林主要造林树种的适生特性与树种选择研究. 林业科学, 1983, 19(3): 225—234