

珠江三角洲农田防护林立地类型研究^{*}

徐燕千 刘有美 李理^{**}

(林学系)

提 要

调查分析了珠江三角洲95个农田防护林标准地的土壤,用K—均值聚类分析法把珠江三角洲划分为四个造林立地类型,低丘淋溶型(I)、平原淡水型(II)、河网潮灌型(III)、和滨海反酸型(IV),并绘制了分布图。统计出各类型土壤性质指标,其中pH、含盐量和地下水位是立地差异的主导因子。用方差分析比较了6个防护林树种在四类土地上的生长量,差异极显著。柠檬桉在I II III IV类型都适生,池杉、落羽杉在III类型最适生,木麻黄、新垦合欢在II类型最适生,水松也在III类型比较适生。

前 言

珠江三角洲是广东最大的冲积平原、气候暖和,雨量充沛,土壤肥沃,河涌纵横,为我省最重要的商品粮产区、经济作物区和蚕桑基地。据统计,仅1963年珠江三角洲提供的商品粮、蔗糖和蔬菜占全省产量50%以上,蚕茧占95%,塘鱼占60%,水果占30%。^[1]但台风、寒露风和倒春寒等灾害性天气常导致农业减产,洲内现有的农田防护林已发挥了一定的防护效益^{[2][3]}。营造农田防护林必须因地制宜,适地适树,因而,研究珠江三角洲造林地的土壤性质已成为急切的问题之一。

珠江三角洲土壤的研究,早在1930年,我国土壤学家邓植仪等就发表过“沙田稻田的土壤碱性之初步报告”和“番禺县土壤调查报告”。1958和1960年分别发表的“广东土壤分布图”和“广东农业土壤志”,对珠江三角洲土壤也有所论述^[4]。其后龚子同等的“珠江三角洲之土壤”^[5]陆发熹等的“珠江三角洲土壤农业分区概述”,中南土壤研究室的“珠江三角洲几种主要水稻土的基本特性及其培肥土壤肥力的途径”等,都取得了不少研究成果^{[1][6]}。但这些研究都侧重农业土壤,本文试图从林业生产的角度出发,探讨珠江三角洲的土壤性质与树种之间的关系,作为农田防护林立地划分的依据。

随着计算机技术和土壤分析手段的发展,给充分利用和处理大量的土壤数据提供了有利条件,使人们能够更深刻认识成土过程和更准确区分土壤的发生学类型。近十几年来数理统计中的多元分析也已应用于土壤分类,如美国Cipra, J. E.等,英国Cuana-lodela, C. H. E.等,日本Kyuma, K.等,苏联Рожков, B. A.等和中国刘多森等都

^{*}本文承蒙何大章教授、方泽蛟副教授和卢一舟讲师审阅,谨此致谢。

^{**}1978—1981年研究生

曾用聚类分析解决有关的土壤物质分类问题^[7]。本文试用K—均值聚类分析法对珠江三角洲农田防护林造林地进行立地类型分类,用方差分析确定树种与立地之间的关系。

材 料 和 方 法

从营造防护林的需要出发,采集土壤样本的地点只限于下列地段:岗地、公路、机耕路、河堤、沟渠和滩地等可供造林的地方。为照顾不同土类和采集点分布均匀,参照有关珠江三角洲的地质图、土壤图和地形图预先图上布点,按点进行野外采样。在三水县取样14个,南海县7个,番禺县11个,斗门县16个,博罗县4个,东莞县13个,顺德县9个,中山县4个,新会县15个和珠海县、深圳市各1个,共95个样本。为了在一致的营养空间进行性质的数量化比较,除观察记录1米深或地下水层以上的土壤剖面性态外,统一挖取根系分布最密的0—50厘米土层内的土壤为分析样本。同时,调查所在林带20株树的生长量,但部分采土点还没有林带。

样本分析项目计有:pH(混合指示野外测定和25型酸度计校正),容重(环刀法),机械组成(比重计法),全盐量(电导法),氧化还原电位(电位法),有效磷(钼兰比色法),有机质(重铬酸钾—硫酸浸提比色法),以及有效钾和有效氮(电极法)共9项^[8],分析结果见表1。根据土壤剖面分布均匀、地形部位有代表性和照顾有林带三项原则,选取了40个样本参加统计分析。用pH、全盐量、有机质、机械组成和氧化还原电位5个主要因子作为分类项因子;容重、有效磷、有效钾和有效氮等因子因随生产活动的影响而经常变化,只作为参考因子,运用K—均值聚类法进行分类。

立 地 类 型 划 分

K—均值聚类分析法的基本内容是^[9]:设有M个事物 $x_1, x_2, \dots, x_M$ 。每个事物有N个变量 x_{ij} ($i=1, 2, \dots, M, j=1, 2, \dots, N$)。用一种适当的方法,把M个事物分为K类,并使每一类中诸事物之间在性质上比较接近。应用于本研究,就是将40个包含有5个因子的土壤剖面材料分为若干性质各异的立地类型。计算方法如下:

(一) **样本经验分类** 根据野外调查材料和样本化学分析结果,参考前人经验和运用专业知识将40个样本初步分为:低丘淋溶型(10个样本)、平原淡水型Ⅱ(13个样本)、河网潮灌型Ⅲ(10个样本)和滨海反酸型Ⅳ(7个样本)四个类型。以 L_1, L_2, L_3, L_4 为代号,其中第K类(L_K)含有 m_K 个变量($K=1, 2, 3, 4$)。 $m_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 40$, 其中 m_1 为10, m_2 为13, m_3 为10和 m_4 为7。

(二) **计算类平均值** 各类型每个变量的类平均值:

$$L_K: \bar{b}_K = \begin{pmatrix} b_{K1} \\ b_{K2} \\ \vdots \\ b_{KN} \end{pmatrix} \quad K = 1, 2, 3, 4.$$

$$b_{Ki} = \frac{1}{m_K} \sum_{Z \in L_K} Z_j \quad j = 1, 2, \dots, 5.$$

表 1 土壤理化性质分析表

采 样 地 点	土样 编号	经验 分类	pH	全 盐 量 (%)	氧化还 原电位 (mv)	有机 质 (%)	<0.01mm 土 粒 (%)	容 重 (g/cm ³)	有效磷 (ppm)	有效钾 (ppm)	有效氮 (ppm)	K均 值 分类
三水县大日头苗圃场	水14	I	5.5	0.02	379	2.5	49	1.41	0.76	12.6	18.7	I
三水县大日头苗圃场	水15	I	5.5	0.01	394	2.0	51	1.26	0.60	6.1	8.7	I
三水县大塘公社望岗窝	水19	I	5.0	0.02	364	1.8	36	1.56	0.76	11.2	7.9	I
三水县南边公社高家村	水20	I	5.5	0.02	454	2.5	32	1.65	1.73	8.6	12.2	I
三水县乐平公社大勒大队	水22	I	5.7	0.01	534	1.8	34	1.71	1.13	1.42	7.2	I
三水县乐平范湖分界处	水25	I	5.5	0.04	474	2.0	36	1.45	0.76	8.8	9.1	I
三水县范湖公社显联大队	水26	I	5.5	0.02	514	2.0	46	1.56	2.41	8.7	11.2	I
东莞县长安公社附近	东 2	I	5.0	0.03	385	1.8	40	1.75	1.51	15.5	8.2	I
东莞县长安公社附近	东10	I	5.5	0.03	368	2.5	10	1.50	1.13	9.8	10.1	I
博罗县铁场公社湖山大队	博 1	I	5.5	0.03	456	2.2	34	1.40	0.32	8.7	10.1	I
博罗县铁场公社湖山大队	博 4	I	5.5	0.017	464	2.6	28	1.36	0.22	9.3	15.5	I
东莞县道滘公社农科站	东12	I	5.8	0.03	364	2.0	46	1.44	11.90*	36.4*	12.3*	I
南海县里水公社河村大队	南 3	I	6.0	0.042	464	2.5	54	1.49	0.71	4.9	20.6	I
番禺县鱼涌头公社鱼涌头大队	番 5	I	6.5	0.02	484	2.0	16	1.14	0.40	5.0	9.8	I
南海县里水公社邓岗大队	南 2	I	6.0	0.034	446	2.8	44	1.41	0.22	5.2	22.6	I
番禺县鱼涌头公社东深大队	番 3	I	6.0	0.04	594	2.5	54	1.07	0.40	10.6	9.7	I
新会县礼乐公社红卫大队	新 2	I	7.0	0.04	374	2.3	32	1.29	0.54	8.8	15.1	I
新会县天马农场	新 5	I	6.8	0.20	529	2.8	44	1.13	0.68	44.1	21.1	I
顺德县均安公社沙头大队	顺 1	I	6.5	0.053	454	2.8	48	1.14	5.7	75.5	56.8	I
顺德县伦教公社农科站	顺 6	I	6.0	0.075	432	2.8	60	1.05	0.71	13.8	94.3	I
顺德县伦教公社农科站	顺 7	I	6.8	0.057	419	2.5	34	1.18	0.33	4.9	51.7	I
顺德县伦教公社农科站	顺 8	I	6.8	0.038	449	3.0	50	1.29	0.43	5.4	41.7	I
顺德县伦教公社农科站	顺 9	I	6.0	0.036	449	1.7	44	1.31	0.00	6.0	38.8	I
番禺县鱼涌头公社马克大队	番 4	I	7.5	0.03	379	2.5	20	1.26	0.50	12.4	9.7	I
番禺县万顷沙公社九冲	番 6	I	7.2	0.17	489	3.0	6	1.27	0.76	9.9	9.3	I
番禺县万顷沙公社十二冲	番 7	I	7.5	0.18	424	2.3	2	1.29	0.70	28.3	11.2	I
斗门县白藤围垦指挥部	斗 1	I	7.5	0.12	449	2.7	26	1.09	0.33	3.6	35.5	I
斗门县白藤围垦指挥部	斗 2	I	7.8	0.088	440	3.0	34	1.23	0.22	3.9	45.3	I
斗门县白藤围垦指挥部	斗 3	I	7.5	0.15	432	2.5	22	1.31	0.22	4.8	59.8	I
新会县崖南围垦指挥部	新 1	I	8.6	0.6	287	3.0	2	1.41	0.62	25.6	14.5	I
斗门县灯笼沙	斗 5	I	7.1	0.125	334	2.5	4	1.39	0.43	7.7	16.3	I
斗门县上横公社	斗 6	I	7.5	0.10	319	3.0	0	1.13	0.57	9.9	16.2	I
斗门县大沙农场	斗 7	I	7.4	0.10	379	2.7	2	1.29	0.57	8.5	15.1	I
东莞县长安公社附近	东 4	IV	4.8	0.04	378	3	38	1.50	1.03	20.3	13.1	IV
东莞县长安公社附近	东 5	IV	4.5	0.03	387	3	58	1.41	0.76	17.7	10.5	IV

* 样点接近猪舍未参加统计

续表 1

东莞县长安公社全下大队	东 6	Ⅳ	4.50	0.10	394	3	60	1.27	0.76	26.3	10.3	Ⅳ
东莞县长安公社全下大队	东 7	Ⅳ	4.50	0.095	399	3	66	1.29	0.76	46.3	16.9	Ⅳ
东莞县长安公社全下大队	东 8	Ⅳ	4.00	0.08	404	3	68	1.14	0.76	19.1	9.7	Ⅳ
东莞县长安公社全下大队	东 9	Ⅳ	4.00	0.10	409	3	54	1.48	0.81	23.4	11.5	Ⅳ
东莞县道滘公社农科站	东 11	Ⅳ	4.80	0.03	384	3	44	1.32	2.48	19.5	12.9	Ⅳ

(三) 计算距离值 按加权距离公式计算各类样本中第*i*个样本与第*k*类的距离:

$$d_{ki} = \sqrt{w_1(x_{1i} - x_{1k})^2 + \dots + w_5(x_{5i} - x_{5k})^2} \quad \dots\dots (I)$$

$$i = 1, 2, \dots, 40; K = 1, 2, 3, 4.$$

根据土壤因子在分类上所占的地位和量纲的大小提出各变量的权数(*w*):

$$W_1(\text{pH}) = 4; \quad W_2(\text{盐量}) = 100; \quad W_3(E_h) = 0.0001;$$

$$W_4(\text{有机质}) = 1; \quad W_5(\text{粘粒}) = 0.001.$$

计算出的样本每项土壤因子与类平均值的距离(值)、称为误差;同一类的距离由(I)式求得,称为类误差;所有类的误差相加,其和称为总误差,见表2。

(四) 样本误差检验 对40个样本的误差逐个检验,看是否已在距离它最近的那个类中,如果不在,则将其调整到距离它最近的类中去,以缩小分解误差。办法是考察△值:

$$\Delta = \frac{m_H}{m_{H+1}} D^2(x_i, L_H) - \frac{m_L}{m_{L-1}} D^2(x_i, L_L) \quad \dots\dots (II)$$

式中 m_H 和 m_L 分别为类 L_H 与类 L_L 的样本数, D 为样本距离值。若 $D^2(x_i, L_H) < D^2(x_i, L_L)$, 则 $\Delta < 0$, 此时样本 x_i 不在距离最近的那个类中。由于△值又是近似地代表样本 x_i 从类 L_L 归入类 L_H 时所引起的总误差的变化量,因此,对于 $\Delta < 0$ 时的样本 x_i 的归属,可选取能使△值达到最小的类(记为 L_{Hm_0}),就将样本 x_i 从类 L_L 转移到类 L_{Hm_0} 中去,此时,类 L_{Hm_0} 和类 L_L 的类均值也会随之变化,总误差也就降低。调整后该样本原先所在类的平均值和归入的类的平均值都会随之变化,因此,前已检验过的样本又要重新检验一次,循此循环,反复调整,直至所有的样本都在距离最近的类中为止,这样得到的分解误差,对于由(I)式算出的初步误差而言达到最小,为局部最佳。按上述方法调整后 m_1 的数量从10个增至12个、 m_2 从13减至11, m_3 和 m_4 不变,见表2。

(五) 土壤分类因子的平均值和标准差 求算调整后各类型土壤因子的平均值和标准差,作为立地类型划分的土壤定量指标,见表3。

其次,根据40个统计样本在珠江三角洲的位置和参考“广东土壤分布图”以及进行个别点的现场校核之后,绘制出《珠江三角洲农田防护林立地类型图》,见图1。

表 2 经验分类与 K 均值分类结果比较表

类 别		I	I	II	IV	总 和
样 本 数	经验分类	10	13	10	7	40
	K 均值分类	12	11	10	7	40
误 差	经验分类	9.7615	15.6168	14.0876	5.0199	44.4858
	K 均值分类	9.7292	12.3884	14.0876	5.0199	41.2238

表 3 各立地类型土壤因子平均值 ($\bar{X}$) 和标准差 (δ)

土 壤 因 子	I		I		II		IV	
	$\bar{X}$	δ	$\bar{X}$	δ	$\bar{X}$	δ	$\bar{X}$	δ
pH (H_2O)	5.49	0.23	6.40	0.39	7.56	0.39	4.44	0.31
含盐量 (%)	0.023	0.009	0.058	0.047	0.166	0.150	0.068	0.031
氧化还原电位 (mv)	429.2	58.2	463.1	55.2	393.2	61.3	393.6	10.4
有机质 (%)	2.14	0.29	2.52	0.37	2.72	0.25	3.00	0.00
<0.01mm 土粒 (%)	36.3	10.4	43.6	11.8			55.4	10.2
土壤容重 (g/cm ³)	1.50	0.14	1.23	0.13	1.27	0.09	1.34	0.12
有效磷 (ppm)	1.0	0.6	0.9	1.5	0.5	0.2	1.0	0.6
有效钾 (ppm)	10.0	2.4	16.8	21.5	11.5	8.2	24.7	9.2
有效氮 (ppm)	10.8	3.3	34.8	24.4	23.3	16.5	12.1	2.3
样 本 数 (N)	12		11		10		7	

立地类型区的土壤和树种

四个立地类型的环境条件和土壤特性有很大差异, 树种的适生情况也不相同, 分别阐述如下:

(一) 低丘淋溶型区〔I〕 本类型主要分布在三角洲北部、东北部 和 西南部的低丘、阶地和滨海山丘下部。如北部高要县的广利, 三水县的大部分; 东北部博罗县和东莞县的一部分; 西南部中山县的五桂山和黄扬山; 另外珠江三角洲内零星分布的残丘低岭周围也有少量出现。面积约2306平方公里, 占珠江三角洲总面积的23.1%, 主要农作物有水稻、甘蔗、荔枝和香蕉等。土壤为低丘赤红壤和河沿阶地冲积土, 由于地势较高和高温多雨, 淋溶作用强烈, 使土壤呈酸性 (pH5.0~5.7)、盐基高度不饱和, 全盐量0.023%, 有效氮11ppm, 养分缺乏, 粘粒下移明显, 质地上轻下重。区内成土母质为红色砂页岩和花岗岩的残积物、坡积物以及河流冲积土的堆叠物, 前者环境干燥, 地表有不同程度的侵蚀, 土壤瘦瘠, 可选种较耐旱耐瘠的深根树种, 如窿缘 桉、柠檬 桉、台湾相思和大叶相思等; 后者土层深厚, 比较疏松肥沃, 适合木麻黄、落羽杉, 池杉等生长。6 个主要防护林树种生长情况调查结果如表 4

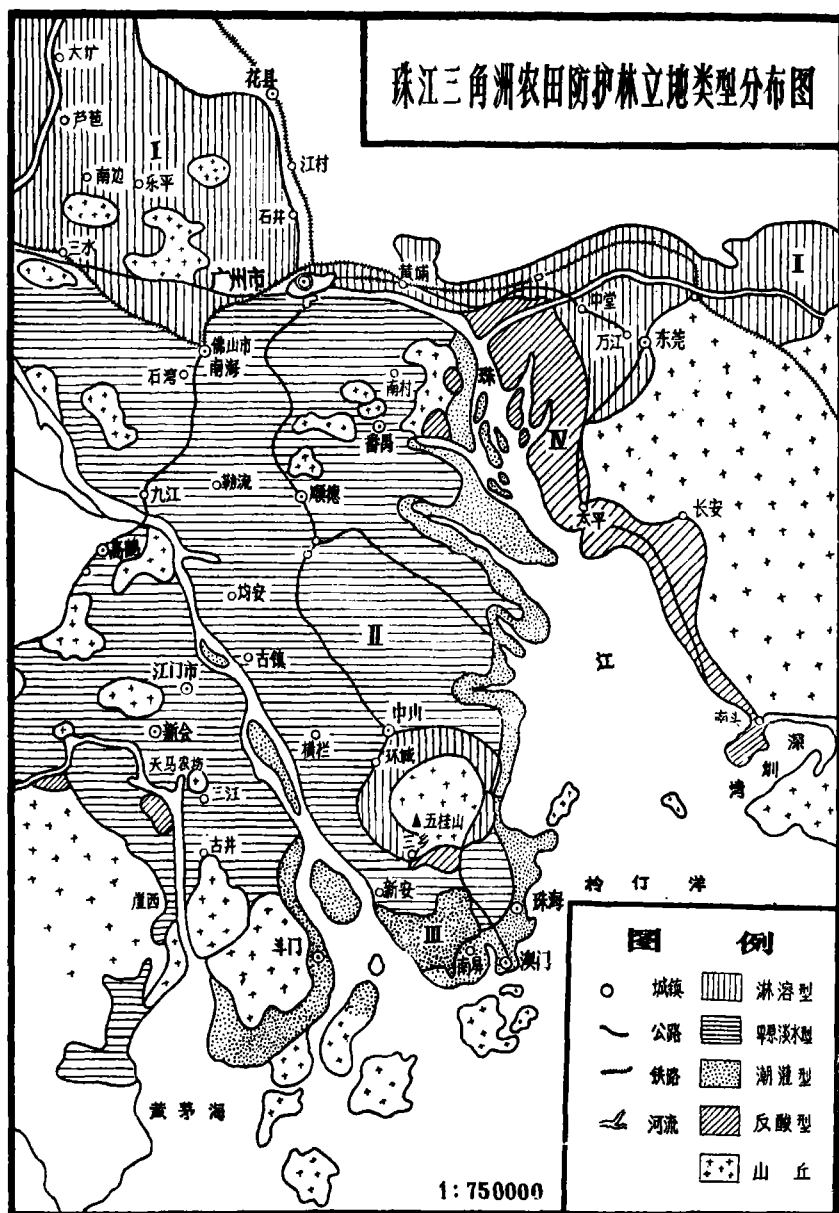


图1 珠江三角洲农田防护林立地类型图

针对土壤硬、瘦的缺点，应在造林前提早大穴整地，使土壤充分风化和改善物理性状，以利林木生长。

(二) 平原淡水型区〔Ⅱ〕 本类型主要分布在珠江三角洲中部的西江、北江冲积平原，如南海县、顺德县、新会县的全部，中山县、番禺县的大部。面积约5175平方公里，占珠江三角洲总面积的51.8%。是农业生产条件最优越的地区，主要经营水稻、蚕桑、

表 4 低丘淋溶型区树种生长调查

地 点	树 种	树 龄	树 高 (米)		胸径 (厘米)		树 种 适 生 性
			平均高	年平均 生长量	平均径	年平均 生长量	
乐平公社大勒大队	柠 檬 桉	1.25	3.44	2.75	3.36	2.69	最 适 合
南边公社高家村公路	木 麻 黄	15	19.00	1.27	22.77	1.52	一 般 适 合
乐平范湖分界公路*	落 羽 杉	4.5	5.20	1.16	7.67	1.70	一 般 适 合
范湖公社显联大队*	池 杉	4.5	5.10	1.13	9.33	2.07	一 般 适 合
乐平公社海洲大队堤围	苦 楝	1.5	3.12	2.08	3.77	2.51	有 条 件 可 种
广州石牌华南农学院	新 良 合 欢	1	1.37	1.37	1.15	1.15	有 条 件 可 种

* 造林前两年施氮肥

1980年 7 ~ 12月

塘鱼、甘蔗、蔬菜和水果等。区内地势平坦，阳光充足，水位适中。土壤为河流冲积土，土层深厚，松软肥沃，微酸至中性 (pH 6 ~ 7)，植物养分丰富，全盐量 0.058%，有机质 2.52%，有效氮 34.75ppm，物理粘粒占 43.0%。属轻壤土至重壤土，容重值小，孔隙大，结构良好，土壤中固液气三相比协调。适合栽种对肥力要求高的树种，耐瘠、耐酸、耐盐碱树种也生长良好，见表 5。

表 5 平原淡水型区内树种生长调查

地 点	树 种	树 龄	树 高 (米)		胸径 (厘米)		树 种 适 生 性
			平均高	平均年 生长量	平均径	平均年 生长量	
新会县礼乐公社红卫大队公路	池 杉	4.3	5.97	1.38	10.2	2.36	最 适 生
顺德县伦教公社农科站公路	落 羽 杉	4.7	7.50	1.61	12.1	2.59	最 适 生
番禺县鱼涌头公社马克大队大堤	水 松	14	8.24	0.59	14.2	1.01	最 适 生
新会县荷塘公社六坊大队公路	木 麻 黄	3	5.86	1.95	5.91	1.97	最 适 生
新会县天马公社天马大队公路	柠 檬 桉	3	6.3	2.10	6.09	2.03	最 适 生
中山县库充	新 良 合 欢	2	3.48	1.74	2.50	1.25	适 生

1980年 7 ~ 12月

由于条件优越，区内只需一般造林措施，但应注意造林后的抚育和保护。

(三) 河网潮湿型区〔Ⅲ〕 本类型主要分布在珠江三角洲南缘河流出口处两侧，包括番禺县、中山县、斗门县至新会县沿海一带，中间除局部出现反酸型以外，都属这一类型。面积约 1125 平方公里，占珠江三角洲总面积的 11.3%，主要种植水稻、甘蔗。本区面临海洋，地势低平，河涌纵横，在涨潮和枯水季节常遭海水浸灌，部分盐渍化明显，原土壤为滨海盐渍土和滨海草甸盐渍沼泽土，多呈微碱至碱性 (pH 7.1 ~ 8.6)，含盐量高达 0.088 ~ 0.6%，有机质丰富，含量达 2.72%，有效氮 23.29ppm，但由于地下水位较高，肥力不及平原淡水型好。适宜耐盐、耐碱、耐湿的树种生长，如木麻黄、新良合欢生长迅速，其他树种因生物学特性不同，适生表现各异，见表 6。

本类型营造防护林时可结合农田基本建设开沟排水，叠高基围，引淡洗盐，为林木生长创造条件。

表6 潮灌型区内树种生长调查

调查地点	树种	树龄	树高(米)		胸径(厘米)		树种适生性
			平均高	年平均生长量	平均径	年平均生长量	
斗门县白藤湖围垦指挥部	木麻黄	2	6.12	3.06	5.61	2.81	最适生
斗门县白藤湖围垦指挥部	新良合欢	1	4.07	4.07	4.10	4.10	最适生
番禺县万顷沙公社年丰六冲口河边	水松	5	6.03	1.21	6.16	1.23	一般适生
斗门县白藤湖围垦指挥部	柠檬桉	2	4.74	2.37	4.51	2.25	一般适生
斗门县白藤湖围垦指挥部	落羽杉	4	2.91	0.73	4.31	1.08	有条件可种
斗门县白藤湖围垦指挥部	池杉	4.25	4.77	1.12	6.42	1.51	有条件可种

1980年7~12月

(四) 滨海反酸型区〔Ⅳ〕 本类型主要分布在东江下游的东莞县,以及番禺县石楼公社,中山县坦洲公社,另外西江、北江冲积平原区上花岗岩残丘附近的洼地也有零星分布,面积约534.4平方公里,占三角洲总面积的5.3%,主要经营水稻、水果。本区主要特点是近海低湿,地下水位很高,土壤呈强酸性反应($\text{pH}4.0\sim4.8$)且自上而下酸性渐强,含盐量也高,平均为0.068%;有机质更丰富,含量 $>3\%$,但分解不良;有效氮含量低,仅12.13ppm;而钾含量比其他类型都高,达24.66ppm;质地较粘,物理粘粒含量55.4%;结构差,为大块状至柱状。由于瘦瘠、强酸和通气不良,土壤肥力较以上类型差,有两种发育不同的土壤:一为红树林潜育土,红树林残体嫌气分解形成的硫化物和有机酸使土壤酸化;一为酸性岩潜育土,由活性铝在洼地积累使土壤酸化。多数防护林树种都生长不良,唯柠檬桉用营养砖育苗和客土造林获得成功。各树种生长情况见表7。

表7 反酸型区树种生长情况调查表

调查地点	树种	树龄	树高(米)		胸径(厘米)		树种适生性
			平均高	年平均生长量	平均径	年平均生长量	
新会县荷塘公社六坊大队公路	柠檬桉	1	2.50	2.50	1.20	1.20	最适生
中山县三乡公社小温泉公路	木麻黄	3	5.76	1.92	6.91	2.30	一般适生
东莞县长安公社全下大队机耕路	落羽杉	4	2.25	0.57	2.10	0.50	有条件可种
东莞县长安公社全下大队机耕路	池杉	4	2.35	0.59	2.20	0.55	有条件可种

1980年7~12月

本区的造林可结合农田基本建设开沟排水引淡洗酸,提早全垦,大穴整地,晒透土壤,条件许可还应施用石灰和基肥,改善土壤理化性状,为林木正常生长创造条件。

(五) 立地条件与树种适生关系 综上所述,四个立地类型类的土壤有明显差异,6个主要防护林树种对四种不同立地的适生情况也不一样,它们之间的关系如图2。

从图2可以看出:

1. 各立地类型土壤因子,以pH和含盐量的差异最明显,其值由淋溶型向潮灌型迅速增高,至反酸型而急速下降。这两个因子与地下水位的变动相配合,构成了树种生

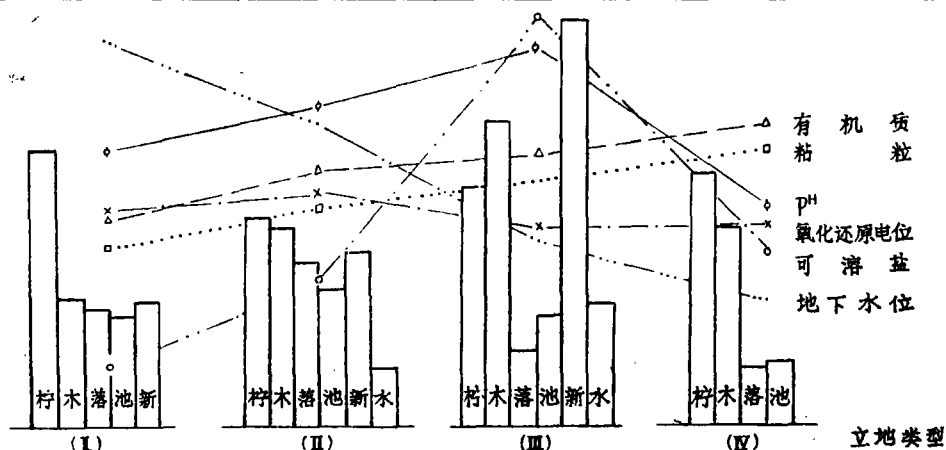


图2 各立地类型土壤条件与树种生长示意图

长良好与否的决定性因素。2. 有机质和粘粒量是养分保存与供给的基础, 其含量随地形由高至低逐渐增加, 反映出各类型的肥力基础。3. 氧化还原电位受制于地下水位和有机质, 水位高和有机质多的土壤电位低, 相反则高, 它决定了养分的供给与吸收。4. 柠檬桉适应性最强, 在四类立地上均生长良好, 但以土壤偏酸更适宜, 如 I、IV 类型。5. 木麻黄和新艮合欢在微碱性和含盐稍高的立地最适生, 如 III 类型。6. 落羽杉和池杉在中性肥沃土上最宜, 既不耐盐也不喜酸, 如 II 类型。7. 水松有喜湿偏盐的趋势, 如 III 类型。为弄清 6 个防护树种在四类不同立地上生长差异的程度和引起差异的真实原因, 对 6 个树种在四类立地上的年生长量 (H 和 D) 作方差分析^[10], 结果见表 7 和表 9。

表8 不同树种在不同立地上高、径年生长量

树种 (A)	立地类型 (B)			
	I	II	III	IV
柠檬桉	2.75, 2.69	2.10, 2.03	2.37, 2.25	2.50, 1.20
木麻黄	1.27, 1.52	1.95, 1.97	3.06, 2.81	1.92, 2.30
落羽杉	1.16, 1.70	1.61, 2.59	0.73, 1.08	0.57, 0.50
池杉	1.13, 2.07	1.38, 2.36	1.12, 1.51	0.59, 0.53
水松	— —	0.59, 1.01	1.21, 1.03	— —
新艮合欢	1.23, 1.05	1.74, 1.25	4.07, 4.10	— —

结果表明, A、B 和 A×B 三项的 F 值都大于 0.01 水准上的标准值, 说明了立地条件、树种特性和两者的交互作用, 对树种的年生长量差异都有极显著的影响, 从数学上印证了适地适树原理。

其次, 立地条件中的 pH 和含盐量对树种的影响较大, 特别是与新艮合欢和木麻黄

表9 生长差异方差分析表

方差来源	平方和	自由度	均方	F	显著性
A	10.318	$6 - 1 = 5$	2.063	11.360	* *
B	3.518	$4 - 1 = 3$	1.173	6.458	* *
A × B	14.662	$(6 - 1)(4 - 1) = 15$	0.977	5.379	* *
误差	3.814	$21(2 - 1) = 21$	0.1816		
总和	32.312	$21 \times 2 - 1 = 41$			

$$*F_{0.01}(5, 21) = 4.04 \quad F_{0.01}(3, 21) = 4.87 \quad F_{0.01}(15, 21) = 3.03$$

两个树种的关系极为密切, 新艮合欢的年生长量与土壤pH和含盐量的相关系数分别为0.9597和0.9977, 木麻黄年生长量与含盐量的相关系数为0.9891, 都大于0.05水准上的r值(0.950)见表10。

表10 pH、含盐量与树种生长相关分析表

种类	pH			含盐量		
	r	a	b	r	a	b
新艮合欢	0.9597*	-6.7336	1.4006	0.9977*	-0.03293	0.04912
木麻黄	0.7223			0.9891*	1.1058	11.9893

$$*r_{0.05}(4 - 2) = 0.950$$

结论和讨论

(一) 立地类型是在气候、地形、母质、土壤、水文和社会生产活动等因子共同作用下形成的不同质的营林地段, 只有恰当划分立地类型, 才能做到适地适树和发挥土地的生产潜力。

(二) 通过广泛的调查分析, 将珠江三角洲划分为低丘淋溶型, 平原淡水型, 河网潮灌型和滨海反酸型四个防护林立地类型区。同时, 统计出各立地类型土壤的定量指标, 绘制成类型分布图, 作为今后珠江三角洲营造防护林时立地条件划分的依据。

(三) 珠江三角洲各立地类型的土壤性质, 以pH、含盐量和地下水位差异最大, 变化有规律性, 在各类立地中都成为促进与限制树种生长的主导因子, 尤其与新艮合欢和木麻黄的关系更为密切。

(四) 6个主要防护林树种对立地条件的要求有差异: 柠檬桉在ⅠⅡⅢⅣ类立地上都适生, 但以土壤偏酸更为适宜; 木麻黄和新艮合欢在微碱性和含盐稍高的Ⅲ立地生长最好; 池杉和落羽杉只适于中性条件的Ⅱ立地; 水松则稍为喜湿偏盐, 在Ⅲ立地上比较适

生。明确了目前已有的主要树种对立地条件的要求，就可在珠江三角洲内各地因地制宜，适地适树，安排农田防护林树种。

(五) 对 6 个树种在四类立地上的年生长量作方差分析，结果表明：立地的土壤条件、树种生物学特性和两者的交互作用，对树种生长量的影响都极显著，进一步印证了适地适树的重要性。但由于珠江三角洲营造防护林为时尚短，树种不多，使研究的深度和广度都受限制。为更好发挥不同立地土壤条件在营造防护林上的作用，今后仍需进一步研究立地与树种的适应关系。

(六) 随着树种的增多，立地类型有必要再细分和续分才能满足研究工作的需要，以经验分类为前提的 K 均值聚类分析，优点是目的性强，比较易于达到分类目的，但方法本身没有续分能力是其不足，今后要做到更详细划分立地，可以改进聚类分析方法。

参 考 文 献

- [1] 陆发熹等, 1964, 珠江三角洲土壤农业分区概述, 《中南土壤学报》1: 1—75。
- [2] 徐燕千, 1980, 森林生态系统对农业生产的作用, 《广东农业科学》6: 1—6。
- [3] 广东农田林网科研协作组, 1981, 农田林网抗御寒露风及倒春寒作用研究, 《广东农业科学》1: 3—8。
- [4] 广东省土壤普查鉴定、土地利用规划委员会, 1962, 《广东农业土壤志》23—26。
- [5] 龚子同等, 1964, 《珠江三角洲之土壤》土壤月刊, 36: 69—130。
- [6] 中南土壤研究室, 1964, 珠江三角洲几种主要水稻土的特性及其培育土壤肥力的途径, 《土壤学汇刊》5: 1—40。
- [7] 刘多森等, 1980, 聚类分析在太湖地区水稻土物质分类上的应用, 《土壤学报》17 (4): 347—382。
- [8] 南京土壤研究所, 1979, 《土壤理化分析》11—256, 科学出版社。
- [9] 南京大学数学系计算机专业, 1979, 《概率统计基础和概率统计方法》309—319, 科学出版社。
- [10] 中国科学院数学研究所统计组, 1979, 《常用数理统计方法》68—78, 科学出版社。

A STUDY ON SITE TYPES OF THE FARMLAND SHELTERBELTS IN THE PEARL RIVER DELTA

Xu Yanqian Liu Youmei Li li

(Department of Forestry)

ABSTRACT

An investigation on 95 sample plots of the farmland shelterbelts in the Pearl River Delta was undertaken and the soils of the plots were tested. By means of the K equal value cluster analysis, the Pearl River Delta was classified into 4 afforestation site types. They were the lower downland leaching type (I), the plain fresh water type (II), the network tide-irrigating type (III) and the seashore acid overflowing type (IV). A distribution map was drawn. Soil index of every type was calculated, of which the main factors of site difference were pH value, salty quantity and underground water level. The differences in growthmass of 6 farmland shelterbelt species in 4 sites, compared by using variance analysis were very significant. *Eucalyptus citriodora* is adapted to type I. *I. II. III.*, *Taxodium ascendens* and *T. distichum* most adapted to type I, *Casuarina equisetifolia* and *Leucaena leucocephala* cv. *Salvador* most adapted to type II. and *Glyptostrobilus pensilis* more adapted to type III.

表11 珠江三角洲立地类型总表

立地类型区	地形和水位	面积· (KM ²) 百分比	土壤性状	土壤因子平均值				造林树种				造林措施	
				pH	可溶盐 (%)	氧化还原电位 (mv)	有机质 (%)	<0.01mm 颗粒 (%)	适地树种	适生树种	改地树种		经济树种
低丘淋溶型区(I)	低丘、阶地地下水位低(>150厘米)	$\frac{2306}{23.1}$	红色岩和花岗岩的残积,坡积和河积、洪积母质,土壤酸性,盐基缺乏,上层较松,下层粘重,比较瘦瘠。	5.49	0.023	429.2	2.14	36.3	隆橡 柠檬 大叶相思 台湾相思	木麻黄 落羽杉 池	新良合欢 苦楝	荔枝 龙眼 番石榴	全垦大穴下基肥,种后及时管理
平原淡水型区(II)	平原地带地下水位适中(100~150厘米)	$\frac{5175}{51.8}$	河流冲积母质,土层深厚,结构良好,中性。有机质多,松软肥沃	6.40	0.058	463.1	2.52	43.6	池落木 杉羽麻 杉黄棕 黄棕棕 棕棕棕	水松 水竹 青皮竹 苦竹 川麻	新良合欢 台湾相思 大叶相思	荔枝 龙眼 黄枇 杨桃 番石榴	大穴整地,种后及时管理
河网潮溲型区(III)	河涌水网地带,地下水位较高(50~100厘米)	$\frac{1125}{11.3}$	河流下游冲积母质,含盐量高,微碱性至碱性,有机质丰富,土壤松软肥沃。	7.56	0.166	393.2	2.72		木麻黄 新良合欢 水松 大叶相思 苦楝	柠檬 落羽杉 台湾相思 水竹 青皮竹	池落 杉羽	荔枝 番石榴	开沟排水引淡洗咸种后抚育管理
滨海反酸型区(IV)	旧海湾和低洼地,地下水位高(<50厘米)	$\frac{534}{5.3}$	河口冲积母质,下层有埋藏植物;另一种是低洼地聚积的酸性岩风化物。土壤强酸性、有机质多但分解不良,土质粘重。通气性差。	4.44	0.068	393.6	>3	55.4	大叶相思 柠檬 隆橡	台湾相思 木麻黄	池落 杉羽	荔枝 番石榴	开沟排水,引淡水洗酸,堆土种植,施肥管理

* 水面842KM², 占8.4%