

珠江三角洲滨海低地土壤的特性 及其改良利用途径

程 国 佩

(中山大学)

珠江三角洲是我国重要粮食基地之一,也是广东的“粮仓”,这里水分充足,热量丰富,土壤肥沃,有利于各种作物生长。滨海地区,每年都有大面积海滩地形成和发展,据调查统计,已具有围垦、扩垦条件的海滩地约有三十多万亩。充分利用海滩地,扩大耕地面积,对发展粮食作物(水稻)和经济作物(甘蔗)具有重大意义。但滨海地区,地势低洼,河网纵横,地表及地下径流排出不畅,地下水位高,同时,由于受潮水浸渍,使土壤和地下水都含有大量可溶性盐分,妨碍作物生长。因此,采取有效的土壤改良措施,加速土壤脱盐和排水是合理利用海滩地的重要关键。

一、土壤形成条件和类型

珠江三角洲分布于湿润热带北缘向亚热带过渡的地区,高温多雨,但干湿季节交替明显。年平均气温21—23℃,年降雨量达1,600—2,000毫米,有75—85%的雨量多以暴雨形式集中于4—9月降落,夏秋期间,台风频繁,带来暴雨,使潮水雍高顶托洪水,助长三角洲地区的洪患;春冬季节,雨量相对稀少,风力较为强劲,作物易遭旱害。

珠江三角洲系由东、西、北三江冲积而成,河网交错,水道达千余条之多,水量丰富,相互灌注,分别从八个口门出海,构成本区所特有的潮汐水文状况。

由于洪水期和枯水期河流的流量有很大差异,而影响当地海潮入侵区的幅度具有季节性的变化。枯水期(10月至翌年3月),上游来水量小,潮水能深及内河;洪水期(4—9月),上游来水量增大逼迫潮水不能近岸。当潮水进入三角洲内河时期,受咸潮波及地区的土壤遭到强烈的盐渍。一般年份受咸潮威胁的农田可达百余万亩。

珠江三角洲滨海地区属华南古地块一部分,原系古海湾,第四纪以来,河流侵蚀活动盛行,加上地壳上升,浅海湾被河相和滨海相沉积所填充,形成低平的现代三角洲,与此同时,还残留有大面积的丘陵和台地。此外,两列东北—西南向的花岗岩岛屿直立海口,对减缓各河口水流的流速和海潮入侵,促成浅海沉积具有一定的作用。

滨海地区的植被类型有红树林,其主要组成有秋茄(*Kandelia candel*)、桐花树(*Aegiceras corniculatum*)和老鼠簕(*Acanthus ilicifolius*)。此外,还有芦苇(*Phragmites communis*)和茭草(*Cyperus malacensis*)。这些植物群落由于其所具有的生态特征对沉积物的沉积和海滩地区的发展具有一定的影响,特别是对经常处于淹水情况下的盐渍沼泽土的形成过程具有重大的意义。

这里的沉积作用相当强,东、西、北三江携带来大量泥沙,在入海地方受到海潮和东南

季风的顶托而沉积下来。

由于河流携带的泥沙不断沉积,滨海低地土壤也随之迅速形成,并且进一步的发展和演变。在滨海沉积淤泥的原始土壤基础上,生长了红树林及其它耐盐草本植物。土壤形成土过程处在重度盐渍化和沼泽化阶段,随着三角洲的发展,土体受潮水浸渍时间减短,形盐生植物逐渐为耐盐植物所更替。最后三角洲淤积到一定高程,可人为筑堤围垦,种植作物。由于长期引淡洗盐和排水入泥一系列的农业措施,促进土壤脱盐和脱沼泽,而产生新的成土过程。

根据土壤形成过程和演变,从滨海至沙围田地区,分布有下列几个主要土壤类型:

1. 滨海淤泥 分布于海滩地最前缘,没有植物生长,终年被水淹没,仅最低潮时,始露出水面,除表层有薄层黄棕色的浮泥外,全剖面为蓝灰色的潜育层,尚未具有发生层次。还原性物质总量每百克土含有 6.48—9.53 毫克当量,土壤含盐量达 1.39%,由于珠江中、上游地表径流带来的沉积物和水生动物残体的累积,土体中含有较多的有机物质和养分,有机质的含量达 2.27%。

2. 红树林沼泽盐土 分布于红树林植被下,所处地形部位较高,低潮时露出水面,高潮时为水淹没。每年红树林供给大量残落物,在嫌气分解条件下,表土积累有较多的有机质,土壤呈暗棕灰色,有机质含量达 2.90%。从 20—30 厘米以下出现潜育层,在 1 米厚的土体中,还原性物质总量每百克含 4.09—12.64 毫克当量,土壤含盐量达 1.53—1.89%。

3. 草甸沼泽盐土 分布于堤边芦苇植被下,高潮时仍被水淹没,但低潮时露出水面时间较长,有机残体较易分解,表土层有机质含量为 2.37%。发生层次稍明显,土体中含盐量达 1.21—1.70%。

4. 重度盐化水稻土 分布于堤内,围垦时间不久,仅有 10—30 年左右。种植水稻后,形成耕作层、心土层和底土层,发生层次不明显,在 30—40 厘米以下出现潜育层。还原性物质含量较堤外土壤显著减少,1 米土体内每百克土含有 0.60—1.21 毫克当量的还原性物质。这类土壤虽已杜绝潮水浸渍影响,但地势低洼,排水不畅,土体中仍残留有较多的可溶性盐。旱季地表强烈蒸发,引起盐分聚积,表土含盐量可达 1.03%,水稻易遭盐害减产,甚至失收。

5. 中度盐化水稻土 分布于堤内较高的地形部位,耕作时间较长,形成明显的水稻土发生层次(耕作层、犁底层、潜育层和潜育层)。由于长期种稻洗盐,土体中盐分减少,旱季表土层盐分含量为 0.61%。

6. 轻度盐化耕作草甸土 分布于堤内高沙田地区,地下水位低,一般在 80 厘米以下。以旱作为主,种植甘蔗,土壤结构明显,有铁、锰氧化物的聚积,结构表面有明显的胶膜。土壤含盐量较上述几种土壤为低,旱季表土层含盐量为 0.27%。

二、土壤的理化性质

滨海低地土壤的有机质、全氮以及全磷的含量都较高。没有生长植物的滨海淤泥也含有一定量的养分。土壤的机械组成多属粉砂质粘土或壤质粘土,代换量较高,一般超过 15 毫克当量(表 1),因此土壤潜在肥力很高。

滨海低地土壤经常受潮水浸渍,土体中含有较多的盐分。同时,土壤水分经常处于饱

表 1 滨海低地主要类型土壤物理化学性质

土 壤	植 被	深 度 (厘米)	pH	有机质 (%)	全 氮 (%)	C/N	全 磷 (%)	代换量 (毫克当量/ 100克土)	机 械 组 成						
									各级颗粒含量百分数(粒径单位: 毫米)						
									1—0.05	0.05— 0.02	0.02— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.002	0.002— 0.001	<0.001
滨海淤泥 (中山-1)	无	0—20 20—50	7.5 7.5	2.27 2.04	0.098 0.076	13.6 15.5	0.123 0.108	15.33 12.44	0.60 6.6	12.0 6.0	8.0 17.0	25.0 13.0	18.6 11.6	6.0 11.0	29.8 34.8
红树林沼泽盐土 (中山-2)	红树林	0—20 20—50 50—80	7.4 7.4 7.4	2.90 2.37 2.41	0.110 0.086 0.088	15.6 16.1 14.5	0.080 0.157 0.138	17.88 16.42 16.06	9.6 3.6 1.6	12.0 12.0 4.0	20.0 20.0 28.0	12.0 8.0 22.0	15.0 16.0 16.0	9.6 8.6 8.6	21.8 31.8 19.8
草甸沼泽盐土 (中山-5)	芦苇	0—20 20—40 40—80	7.5 7.5 7.5	2.36 2.77 2.17	0.109 0.098 0.128	12.6 16.5 9.9	0.129 0.078 0.123	18.03 20.08 16.12	13.6 3.6 2.6	15.0 7.0 9.0	10.0 10.0 9.0	27.0 25.0 22.0	13.0 15.0 19.0	7.0 14.0 14.0	14.4 25.4 24.4
重度盐化水稻土 (中山-4)	水稻	0—20 20—40 40—80	6.5 6.8 7.5	2.84 1.67 2.27	0.154 0.099 0.082	10.4 14.0 9.4	0.118 0.105 0.139	18.00 18.43 11.04	14.6 16.6 0.6	10.0 11.0 9.0	10.0 14.0 15.0	17.0 22.0 19.0	13.0 12.0 16.0	10.8 8.8 13.8	24.6 15.6 26.6
中度盐化水稻土 (中山-5)	水稻	0—20 20—45 45—80	6.5 7.0 7.0	2.41 3.05 3.29	0.096 0.082 0.078	14.6 21.6 24.4	0.060 0.056 0.051	18.93 17.83 17.06	9.2 4.2 3.2	4.0 1.0 5.0	5.0 7.0 10.0	12.0 12.0 14.0	18.0 16.2 20.0	29.0 28.0 26.0	22.8 31.8 21.8
轻度盐化耕作草甸土 (中山-6)	甘蔗	0—20 20—50 50—80	6.2 6.5 6.5	2.87 2.09 2.71	0.111 0.091 0.094	13.4 13.5 16.8	0.048 0.060 0.070	20.07 18.24 20.80							

注: 有机质用丘林法, 全氮用重铬酸钾法, 全磷用钼兰比色法, 代换量用醋酸铵淋洗法, 机械组成用比重计法。
采样地点: 广东中山县平沙农场。

和状态,致使土壤通气性不良,有机质分解缓慢,铁、锰、氮、硫等元素都处于还原状态,这些物质对作物往往产生毒害作用。

沼泽盐土,自然含水率高达 40—50% 左右,还原性物质总量每百克土可达 4.1—12.6 毫克当量(表 2)。活性还原性物质为 3.5—11.9 毫克当量,其中低铁占绝对优势,占活性还原性物质的 80% 左右。这些还原性物质随渗透水向下淋溶,而低铁在还原性物质总量中所占的百分率,随土层深度有递减趋势。

表 2 滨海低地土壤还原性物质状况

土 壤	深度 (厘米)	自然含水率 (%)	还原性物质(毫克当量/100克土)					低 锰 (毫克当量/ 100克土)	$\frac{A}{A+B+C}$ (%)
			活 性			非活性 (C)	总 量 (A+B+C)		
			低 铁 (A)	有机物 (B)	总 量 (A+B)				
滨海淤泥 (中山-1)	0—20	43.78	5.60	0.28	5.88	0.60	6.48	1.29	86
	20—50	41.67	7.32	0.85	8.17	0.50	8.67	0.95	84
	50以下	40.83	7.46	0.71	9.17	0.36	9.53	1.22	78
红树林沼泽盐土 (中山-2)	0—20	47.17	3.41	0.04	3.45	0.64	4.09	1.03	83
	20—50	44.90	3.76	1.27	4.03	0.10	4.13	0.82	91
	50—80	53.09	9.59	2.31	11.90	0.74	12.64	1.13	75
重度盐化水稻土 (中山-4)	0—20	19.83	0.34	0.01	0.35	0.25	0.60	0.56	58
	20—40	29.95	0.64	0.05	0.69	0.77	1.46	0.27	43
	40—80	35.99	0.21	0.01	0.31	0.90	1.21	0.14	17
中度盐化水稻土 (中山-5)	0—20	36.02	0.21	0.04	0.25	1.05	1.30	—	16
	20—45	31.85	0.13	0.10	0.14	0.02	0.22	—	59
	45—80	39.65	—	0.27	0.27	0.05	0.32	0.15	—

注:测定方法采用土壤学报 10 卷 1 期刘志光、于天仁“还原性物质的测定”一文中的方法。

堤内水稻土及其它耕种土壤杜绝了潮水浸渍,开沟排除土体中过多水分,地下水位降低,因而还原性物质显著减少,不论活性还原性物质或低铁、低锰都比堤外沼泽盐土的含量低得多(表 2)。

滨海低地土壤经排水洗盐后,有效肥力显著提高。初垦滩地种植作物可数年不施肥。第一年种植甘蔗,亩产可达 7,000 斤以上,种稻每亩也可收 200—300 斤左右。

三、土壤盐分状况

滨海低地土壤盐分主要来源于潮水和海相沉积物(表 3)。当潮水浸没土壤或补给河水和地下水时,土壤含盐量显著增加。潮水含盐量与河流上游流量大小、降雨量多寡以及风向、风力有着密切的关系。汛期,雨量丰富,上游来水量增大,咸潮压缩至河口以外,潮水被河水淡化,因而矿化度降低,可溶性盐含量仅 2.49 克/升(表 4)。枯水期,上游来水量减少,咸潮可直向三角洲扩展,潮水含盐量显著增高,达 24.08 克/升。

风向与风力对潮水的含盐量也有影响。风向与河口方向相一致时,加快咸潮推进速度,尤其是风力强时,咸潮持续时间长,影响的范围广,土壤盐渍化程度加重。

滨海地区不论是潮水、地下水和土壤,可溶性盐的组成都是以氯化物占绝对优势,硫

表3 滨海相沉积物和河相沉积物的盐分组成

采样地点	沉积物类型	深度 (厘米)	全盐量 (%)	各种离子含量(毫克当量/100克土)						
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺ (差值)
广东中山 平沙农场梅堤外	滨海相沉积物	0—20	1.32	0.00	0.56	19.44	2.19	1.81	0.94	19.44
		20—40	1.12	0.00	0.63	16.20	1.50	1.37	0.88	16.08
		40—60	0.53	0.00	0.78	6.48	1.25	0.50	0.44	7.57
广东中山 斗门公社大葵涌	河相沉积物	0—20	0.22	0.00	0.69	0.95	2.88	0.40	0.85	3.27
		20—40	0.31	0.00	0.86	1.14	2.26	0.05	0.80	3.41
		40—60	0.26	0.00	0.86	1.04	1.72	0.07	0.53	3.02

表4 不同季节潮水的矿化度及其盐分组成

采样时间	矿化度 (克/升)	盐分组成(毫克当量/升)					
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺ (差值)
雨季(1962年7月)	2.49	0.00	5.19	1.40	35.35	2.35	6.65
旱季(1963年2月)	24.08	0.29	2.15	28.60	409.97	17.50	78.0
							345.51

表5 潮水、河水、地下水、土壤的盐分组成状况

样品	盐分组成(各离子毫克当量占阴离子总量%)	
	阴离子	阳离子
潮水	Cl ⁻ (93—98) > SO ₄ ²⁻ (1.9—6.3) > HCO ₃ ⁻ (0.2—0.5)	Na ⁺ + K ⁺ (78) > Mg ⁺⁺ (17—18) > Ca ⁺⁺ (3—5)
河水	HCO ₃ ⁻ (86—90) > SO ₄ ²⁻ (10—12) > Cl ⁻ (1.8—2.6)	Ca ⁺⁺ (71—77.8) > Mg ⁺⁺ (19.6—20.4) > Na ⁺ + K ⁺ (2.4—4.1)
地下水	Cl ⁻ (76—92) > SO ₄ ²⁻ (3—14) > HCO ₃ ⁻ (2—4)	Na ⁺ + K ⁺ (72—76) > Mg ⁺⁺ (18—20) > Ca ⁺⁺ (4—5)
土壤	Cl ⁻ (85—90) > SO ₄ ²⁻ (7—12) > HCO ₃ ⁻ (1—2)	Na ⁺ + K ⁺ (70—87) > Mg ⁺⁺ (6—11) > Ca ⁺⁺ (3—5)

表6 滨海低地主要类型土壤的盐分状况

土 壤 (编号)	深 度 (厘米)	pH (水浸液)		蒸干残渣 (%)		盐分组成 (毫克当量/100克土)													
		旱季	雨季	旱季	雨季	CO ₃ ²⁻		HCO ₃ ⁻		Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺ + K ⁺ (差值)	
						旱季	雨季	旱季	雨季	旱季	雨季	旱季	雨季	旱季	雨季	旱季	雨季	旱季	雨季
滨海淤泥 (中山-1)	0—20	7.28	7.24	1.39	0.45	0.00	0.00	0.43	0.73	19.17	4.71	1.73	1.61	0.95	0.28	2.26	0.46	18.12	6.31
	20—50	7.50	7.25	0.96	0.75	0.00	0.00	0.48	0.61	12.64	9.65	1.00	1.42	0.48	0.49	1.53	0.62	12.11	10.57
红树林沼泽盐土 (中山-2)	0—20	7.62	7.45	1.89	0.50	0.00	0.00	0.49	0.38	25.25	4.95	3.58	0.86	1.82	0.20	2.89	0.27	24.61	5.72
	20—50	7.18	7.36	1.53	0.78	0.00	0.00	0.49	0.61	22.59	9.79	2.41	1.32	1.85	0.36	1.18	0.63	22.46	10.73
	50—80	7.20	7.10	1.56	1.03	0.00	0.00	0.45	0.55	22.67	14.06	2.43	1.40	1.32	0.82	2.75	0.61	21.48	14.58
	80—120	7.42	7.34	1.54	1.07	0.00	0.00	0.45	0.55	23.27	14.45	1.92	1.59	0.91	0.75	1.45	1.01	23.28	14.83
单旬沼泽盐土 (中山-3)	0—20	7.22	7.45	1.70	0.78	0.00	0.00	0.43	0.61	25.84	9.79	2.48	1.24	1.51	0.60	1.84	0.88	25.40	10.16
	20—40	7.12	7.34	1.54	0.88	0.00	0.00	0.39	0.67	18.69	13.09	3.87	0.78	1.40	0.60	2.79	0.60	18.76	13.34
	40—80	7.35	7.32	1.28	1.08	0.00	0.00	0.44	0.54	16.76	16.37	2.73	0.25	1.27	0.85	1.64	1.26	17.02	15.05
	80—110	7.68	7.40	1.21	0.90	0.00	0.00	0.43	0.61	16.43	13.79	2.22	0.11	2.01	0.55	5.28	0.93	11.79	13.03
重度盐化水稻土 (中山-4)	0—20	7.46	6.85	1.03	0.39	0.00	0.00	0.16	0.38	13.70	2.65	1.86	1.10	1.06	0.19	2.91	0.34	11.75	3.60
	20—40	7.40	7.30	0.46	0.49	0.00	0.00	0.52	0.33	5.15	4.94	2.15	1.85	0.58	0.82	0.90	0.91	6.34	5.39
	40—80	7.75	7.76	0.77	0.57	0.00	0.00	0.65	0.58	9.67	4.81	1.68	1.65	0.32	0.79	0.69	0.57	10.99	5.68
	80—120	7.60	7.60	0.67	0.67	0.00	0.00	0.64	0.64	5.99	5.99	1.27	1.27	0.88	0.88	0.52	0.52	6.50	6.50
中度盐化水稻土 (中山-5)	0—20	6.65	7.40	0.61	0.17	0.00	0.00	0.11	0.43	5.72	0.72	3.72	1.03	0.95	0.18	2.02	0.09	6.58	1.91
	20—45	5.41	6.55	0.65	0.29	0.00	0.00	0.14	0.54	6.03	2.38	4.35	1.49	2.55	0.27	4.52	0.38	3.45	3.76
	45—80	7.22	6.15	0.98	0.56	0.00	0.00	0.25	0.40	6.66	4.92	4.17	3.28	2.76	0.83	3.05	1.38	5.27	6.39
	80—110	8.04	7.20	1.02	0.73	0.00	0.00	0.41	0.69	7.83	5.32	3.15	3.16	0.85	3.08	1.12	3.76	9.42	2.33
	110—150	7.60	7.60	0.44	0.44	0.00	0.00	0.43	0.43	5.53	5.53	1.04	1.04	1.06	1.06	1.02	1.02	4.92	4.92
	0—20	7.08	7.00	0.27	0.18	0.00	0.00	0.41	0.75	2.30	0.36	1.47	1.00	0.32	0.30	0.79	0.13	3.07	1.68
轻度盐化耕作草甸土 (中山-6)	20—50	7.15	6.95	0.58	0.19	0.00	0.00	0.67	0.72	4.13	0.75	3.51	1.24	0.91	0.37	1.75	0.28	5.65	2.06
	50—80	7.45	7.40	0.65	0.22	0.00	0.00	0.32	0.74	5.11	1.43	4.12	3.22	1.16	1.84	4.54	1.42	3.85	2.13
	80—110	7.18	7.40	0.72	0.70	0.00	0.00	0.35	1.13	7.05	5.70	4.96	4.18	3.35	1.06	2.49	2.57	6.52	7.38
	110—150	7.35	7.50	0.69	0.66	0.00	0.00	0.32	0.88	8.97	6.48	2.13	2.84	0.63	1.38	0.93	1.70	9.86	7.12

注: 标本采自中山市平沙农场。CO₃²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻ 用容量法。Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, SO₄²⁻ 用 EDTA 滴定。

酸盐次之，重碳酸盐最少，与河水盐分组成恰好相反(表5)。这说明盐分主要来源于潮水，而潮水、地下水和土壤之间有着密切联系，而土壤中盐分组成变化主要决定于潮水活动状况。

土壤盐分具有明显的季节性变化。雨季，由于潮水被淡化，地下水与土壤的盐分显著降低，同时，大气降水强烈淋洗土体中的盐分，而使土壤处于脱盐过程。旱季，潮水含盐量高，河水及地下水矿化度也增大，地表强烈蒸发，因此盐分不断向表土迁移和聚积，土壤处于积盐过程(表6)。

滨海低地经围垦利用后，水盐运动受到人为活动的控制与调节，土壤盐分含量显著减少，盐分组成有所变化， Cl^-/SO_4^{2-} 和 $(Na^+ + K^+)/ (Ca^{++} + Mg^{++})$ 的比值相应的减少，因此在人为围垦防盐和引淡灌溉条件下，促进了土壤脱盐过程。

四、自然因素和不同利用改良措施对土壤盐分状况的影响

滨海低地土壤在生产上存在的问题，是水分和盐分过多，限制了土壤养分对植物营养的有效性。水是土壤盐分累积的载体，而且又是影响土壤理化性质和生物学特性的主要因素。因此，应充分利用当地有利于土壤脱盐的自然因素和克服不利因素的影响，采取水利与农业相结合的综合措施，防治土壤的盐渍化与沼泽化。

滨海地区有利于土壤脱盐的自然因素是：(1)高温多雨，丰富的雨量可使土体中的盐分向下淋溶，加强土壤的脱盐过程；雨季，土壤脱盐率可达40%左右(表7)。(2)河网交错，低山丘陵广布，天然河网与人工渠道配合，组成排灌系统，引淡水洗盐。低山丘陵修建山塘水库，储蓄淡水，既可供旱季农田用水，又是引淡洗盐的水源。(3)土壤盐分组成以氯化物为主，氯化物溶解度大，只要有足够的水源和良好水利条件，任何时期都可洗盐，加速土壤的脱盐过程。

表7 红树林沼澤盐土季节性脱盐状况

深度 (厘米)	全盐量(%)		Cl ⁻ (毫克当量/百克土)		脱盐率(%)
	旱季	雨季	旱季	雨季	
0—20	1.89	0.50	25.25	4.95	73.5
20—50	1.53	0.78	22.59	9.79	42.4
50—80	1.56	1.03	22.67	14.06	34.0
80—120	1.54	1.07	23.27	14.45	43.8

不利于土壤脱盐的因素是：(1)地势低平，排水不畅，影响土壤脱盐效率；(2)土壤质地粘重，粘粒含量占30—50%左右，粉砂粒占40%。粘质土壤的粒径和孔隙都很小，存在于粘粒吸附薄膜水中和土壤闭塞部分的盐分多，水分和盐分移动和排除较困难；同时，粘质土壤的透水性差，地面水层不易下渗而易蒸发，降低了洗盐效果，因此粘质土壤脱盐速度较慢。

劳动人民与海争地，发展生产，积累了许多的丰富经验，根据水、盐运动的相互关系，采取各种措施，杜绝土壤盐分的来源和排除过多的盐分，改良了大面积的盐渍土。

1. 修筑围堤，防止潮水浸渍 潮水是这个地区盐分的主要来源，修筑堤围可防止潮

表 8 堤内外草甸沼泽盐土的盐分状况

深 度 (厘米)	季 节	全 盐 量 (%)		盐 分 组 成 (毫克当量/100克土)											
		堤 外	堤 内	HCO ₃ ⁻		Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺ + K ⁺ (差值)	
				堤 外	堤 内	堤 外	堤 内	堤 外	堤 内	堤 外	堤 内	堤 外	堤 内	堤 外	堤 内
0—20	旱 季	1.70	1.31	0.43	0.49	25.84	19.70	2.48	2.13	1.51	1.01	1.84	1.53	25.40	19.78
	雨 季	0.78	0.65	0.61	0.83	9.79	7.31	1.24	2.11	0.60	0.86	0.88	0.58	10.16	8.81
20—40	旱 季	1.54	1.11	0.39	0.44	18.69	15.83	3.87	2.65	1.40	1.27	2.19	1.54	19.36	16.11
	雨 季	0.88	0.67	0.67	0.88	13.09	7.50	0.78	2.36	0.60	0.74	0.60	0.74	13.34	9.26
40—80	旱 季	1.28	1.00	0.44	0.45	16.76	14.48	2.73	1.88	1.27	1.19	1.64	1.29	17.02	14.33
	雨 季	1.08	0.68	0.54	0.89	16.37	7.62	0.25	1.67	0.85	0.65	1.26	0.65	15.05	8.88
80—100	旱 季	1.21	0.81	0.43	0.49	16.43	10.84	2.22	1.88	2.01	0.53	5.28	1.32	11.79	11.36
	雨 季	0.90	0.61	0.61	0.61	13.79	0.11	0.11	0.11	0.55	0.55	0.93	0.93	13.03	13.03

采样地点：中山县平沙农场海堤外和棉堤内。采样时间：雨季为1962年7月，旱季为1963年2月。

表 9 不同排灌条件对水稻土盐分组成变化的影响

排 灌 条 件	采 样 时 间	全 盐 量 (%)	盐 分 组 成 (毫克当量/100克土)									
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺ (差值)		Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻	
									堤 外	堤 内		
水源不足 排灌条件差	雨 季	0.27	0.00	0.53	3.24	0.88	0.93	3.07	3.68			
	旱 季	0.77	0.00	0.12	12.73	0.85	3.45	9.12	14.95			
水源充足 排灌条件好	雨 季	0.12	0.00	0.19	0.85	0.83	0.38	1.11	1.05			
	旱 季	0.47	0.00	0.12	5.82	2.23	2.88	4.16	2.61			

水入侵,杜絕土壤的盐分来源,雨水的天然淋洗与合理的开沟排水,排出高矿化地下水,加速土壤脱盐过程。根据分析結果,堤内外同一类型土壤的含盐量不同(表 8),堤内草甸沼泽盐土的全盐量不論是旱季或雨季都較堤外草甸沼泽盐土为低。

2. 合理排灌,种稻洗盐 在滨海盐渍区,种植水稻是改良和利用密切相结合的好办法。在种稻过程中,引河水或水库淡水灌溉,可使土壤中的盐分不断的随稻田渗漏水和田面换水排出,因而土壤可在利用过程中逐渐得到改良。

在种稻过程中,土壤脱盐速度主要决定于溶解盐分的灌水技术和控制水分运动的排水措施。在水源充足、排灌条件較好的土壤,不論旱季或雨季土壤中的含盐量都比排灌条件差的土壤少 50%—67% (表 9)。

3. 精耕細作,促进土壤脱盐 滨海低地土壤質地粘重,透水性和通气性不良,土壤脱盐較慢。在水稻收割后,进行犁冬晒垡,可切断毛管水上升运动,减少土壤水分蒸发,防止底土盐分上升和聚积;同时,翻耕土壤又可促进土壤疏松,并将含盐高的表土翻到下面,增加土壤与水分之间的接触面,使可溶性盐充分溶于水,泡田洗盐时,随水排出,加速土壤的脱盐过程。

根据观测結果,即使在旱季同样气候条件下(气温 12—15℃,雨量 1.4—11.0 毫米,相对湿度 70—73%)翻耕前后的土壤含盐量也有很大的变化(表 10)。

表 10 翻耕前后土壤含盐量及盐分组成的变化

深度 (厘米)	全盐量 (%)		盐分组成(毫克当量/100 克土)												脱盐率 (%)
			HCO ₃ ⁻		Cl ⁻		SO ₄ ⁻		Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺ + K ⁺ (差值)		
	翻耕前	翻耕后	翻耕前	翻耕后	翻耕前	翻耕后	翻耕前	翻耕后	翻耕前	翻耕后	翻耕前	翻耕后	翻耕前	翻耕后	
0—20	1.03	0.28	0.16	0.16	13.70	2.42	1.86	1.68	1.06	0.32	2.91	0.33	11.75	3.61	69.56
20—40	0.47	0.42	0.52	0.39	5.15	4.06	2.15	2.10	0.58	0.16	0.90	0.91	6.34	5.48	10.64
40—80	0.79	0.78	0.65	0.54	9.67	9.64	1.68	2.53	0.32	0.47	0.69	0.57	10.99	11.67	1.29

注:翻耕前采样时间为 1963 年 1 月 18 日;翻耕后采样为同年 2 月 19 日。

翻耕后,土壤含盐量显著降低。表土层脱盐率达 69.56%,心土层则在 10% 左右,因此犁冬晒垡是改良滨海盐渍土行之有效的土壤耕作制度。

4. 合理輪作、种蔗排盐 甘蔗是珠江三角洲主要的经济作物,稻蔗輪作相当普遍。甘蔗的耐盐性較之水稻为高,尤其是初垦滩地,土壤中盐分、养分过高,不宜种稻,但适于甘蔗生长。甘蔗植株茂密,地表复盖度大,减少土壤水分蒸发,防止底土盐分上升,同时,甘蔗生长量很大,每年每亩收获量(包括蔗叶)可达 7,000—10,000 斤。由于生物吸收作用,可从土体中带走大量盐分。根据分析結果証明,蔗叶每百克干物质中氯离子含量达 1.03—1.63 克,每百克蔗根中含 1.61 克氯离子,因此,可以估計每年随甘蔗收获而被带走的盐分数量是非常可观的,所以,种蔗排盐也是利用改良滨海盐渍土的有效途径。

参 考 文 献

- [1] 沈灿燊:珠江三角洲的水文地理。中山大学油印稿,1962。
 [2] F. N. 彭拉姆帕鲁玛(刘志光、刘芷宇译):渍水土壤的化学与水稻生长关系。24—33 页,科学出版社,1959。
 [3] 黄荣翰、魏水纯等:盐碱地改良。129,215 页,中国工业出版社,1962。

ON THE CHARACTERISTICS AND UTILIZATION OF LOWLAND SOILS OF CHUKIANG DELTA

CHEN KUO-PEI

(Sun Yat-sen University, Kwangtung)

(Summary)

Lowland soils derived from marine deposit along the coastal areas of Chukiang Delta are usually salinized due to frequent flood. The present paper gives the composition and seasonal variation of the salt content of the soils. Lowland soils have been subjected for cultivation after diking. Intensive farming provided with good irrigation and drainage system accelerated the desalinization of the soils. Sugar-cane showed good endurance on saline soils and was planted in rotation with rice.