

珠江三角洲水稻土的形成发育*

刘 腾 辉

(华南农业大学)

摘 要

珠江三角洲是华南最大的三角洲平原,全国著名的水稻生产基地,其土壤的形成发育是与三角洲的形成发展密切相关,并随其演变而不断演化。即泥滩生草或长红树林后,围垦种稻初期,形成沼泽型或酸性盐渍型、盐渍型水稻土,随着种稻时间的延伸,脱沼泽化、脱酸化、脱盐化作用的不断进行,发育成潜育型和潜育型水稻土。在此发育过程,肥力自然趋于下降,但人为的耕作、施肥水平是影响其肥力和发育方向的关键因素。

本文是作者在近几年参与珠江口岸海涂土壤资源调查及全国水稻土基层分类研究的基础上撰写而成,为今后珠江三角洲经济开发区规划提供科学依据。

一、珠江三角洲成土物质的形成

(一) 沉积物堆积期 据研究^{1,2)},珠江三角洲在第三纪末因新构造运动,断裂下陷成红色砂页岩沉积盆地,晚第四纪开始由西、北、东江带来的泥沙沉积成港湾式复合三角洲。从卫星照片的图象证实³⁾,珠江三角洲向偏西发展,除因西江输沙量最大(占珠江86.9%)外,还与东南季风和地球自转影响泥沙偏西沉积有关。

(二) 海水淹没期 (1) 沉积物盐渍化、沼泽化:珠江上游的泥沙输至各口门外沉积,因常受海水淹没,富含盐分,一般在10—20‰之间。含盐量的高低是与距河口远近和迳流量大小密切相关的(表1)。迳流量大的干流和靠近河口的含盐量较低,反之则高。珠江三角洲以磨刀门为中心,东向深圳湾,西向崖门口含盐量递增,相应出现轻度、中度和强度盐渍泥滩分布。其次,沉积物因长期处于海水淹没,矿物质被还原,活性铁含量高,氧化还原电位低,呈蓝灰色、糊烂,具沼泽化特征。(2) 有机物累积:沉积物露出海面(间歇性淹没),耐盐水生植物(咸水草、芦苇)生长繁殖,为有机质累积创造了条件,并促进淤积,其沉积量比无植被的大3—31倍(表2)⁴⁾。

(三) 筑围时期 沉积物淤积至水深—1.5—1.0米时的间歇性淹没期,建基筑围,3—5年滩面达到—0.4米时,表层通气状况日趋改善,造田种稻,开始水稻土发育——低

* 本文土壤理化常规分析由华南农业大学土化系、省土壤所、省土肥所承担;差热和X衍射分析、电镜扫描由省地质局和华南农业大学中心实验室承担;微量元素由省环保所、省测试所、南海海洋所分析。

1) 1973年12月25日卫片,广州幅 M55 5。

2) 唐从剑等:沼泽化草甸土沉积。

表 1 珠江三角洲沉积物的含盐量
Table 1 Salt content of deposits in the Zhujiang Delta

沉积类型 Deposit type	地 点 Locality	深度 (cm) Depth	含盐量 (%) Salt content	高程 (m) Altitude
西江中游运积物	郁南南江口 西江北缘	0—20	0.37	11.0
		20—40	0.34	
		40—60	0.43	
西江下游运积物	三水河口 西江东缘	0—20	0.42	4.0
		20—40	0.44	
		40—60	0.33	
西江出海口沉积物	中山民众保家围外	0—20	1.40	-2.5
		20—40	1.30	
		80—100	1.10	
	珠海大横琴	0—20	6.57	-3.0
		20—40	4.20	
		40—60	3.93	
		80—100	7.0	
	珠海高栏	0—20	14.50	-3.0

表 2 不同植被类型滩涂的沉积量
Table 2 Deposition capacity of seabeach under different vegetation

滩涂类型 Seabeach type	地 点 Locality	植被类型 Vegetation type	沉积量 Deposition capacity		有机质含量 (%) O. M.
			(g/plant)*	(kg/mu)	
泥滩	平沙农场堤外 1200m	无	2.70	14.15	2.014
林滩	平沙农场堤外 1500m	红树林	7.30	38.26	2.074
草滩	平沙农场堤外 200m	芦苇	11.0	57.65	2.144
	元围尾	咸水草	63.58	333.19	1.524

* 采样单位系用直径为 40cm 圆形采样器。

沙田的沼泽型水稻土(油泥田)。此时田面高程为 20—30cm。仍可利用潮水继续淤高田面。

二、水稻土形成的特点

(一) 脱盐 围垦种稻后,隔绝海水侵袭,并经降水和灌排淋溶,土壤脱盐,种稻愈久,脱盐愈显著(表 3)。

(二) 脱沼泽 种稻因引潮淤灌和大量施泥肥,田面增高、地下水位降低和脱沼泽过程加速,土壤中低价铁含量降低,氧化还原电位增高。种稻愈久,脱沼泽的特征愈明显(表 4)。

(三) 脱盐脱沼泽后的变化 (1) 土层分化: 伴随脱盐脱沼泽过程进行的同时,产生淋溶、淀积过程。种稻初期因潜水位高 (20—30cm), 耕层仅具干湿交替和氧化还原作

表 3 珠江三角洲水稻土脱盐状况

Table 3 Desalinization of paddy soil on the Zhujiang Delta

土 壤 Soil	深度 (cm) Depth	全盐量(%) Total salt content	离子组成 (me/100g 土) Ionic component						
			HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
泥 滩	0—20	2.70	0.158	2.499	—	3.238	0.134	0.337	0.383
	20—40	2.60	0.196	2.273	—	3.090	0.083	0.711	0.350
	60—80	4.0	0.190	3.632	—	4.837	0.167	0.348	0.290
沼泽型水稻土 (油泥田)	0—22	1.30	0.269	1.032	0.216	1.112	0.036	0.096	0.153
	22—43	2.06	0.269	1.728	0.103	1.796	0.057	1.70	0.183
	43—55	2.15	0.479	1.380	0.327	1.572	0.071	0.353	0.179
	55—90	2.40	0.790	2.196	0.458	1.839	0.094	0.785	0.122
潜育型水稻土 (油格田)	0—17	0.57	0.365	0.702	0.144	0.117	0.011	0.506	0.183
	17—28	0.68	0.420	1.760	0.212	0.261	0.011	0.384	0.275
	28—74	0.47	0.252	1.065	0.129	0.253	0.011	0.270	0.131
潜育型水稻土 (泥田)	0—21	0.21	0.134	0.195	0.004	0.076	0.081	0.028	0.024
	21—34	0.69	0.153	0.072	—	0.075	0.027	0.048	0.055

表 4 珠江三角洲水稻土低铁含量和 Eh 值

Table 4 Iron content and Eh value of paddy soil on the Zhujiang Delta

土 壤 Soil	深度 (cm) Depth	游离铁(%) Free iron	代换性铁 (mg/100g 土) Exchange iron	水溶性铁 (mg/100g 土) Hydro-iron	活性铁 (mg/100g 土) Active iron	Eh 值(mV) Eh value
泥 滩	0—20	1.42	1081.5	痕迹	4117.6	24
沼泽型水稻土 (油泥田)	0—25	1.41	947.0	0.71	1200.0	199
	33—90	1.35	1079.6	1.51	4136.7	193
潜育型水稻土 (油格田)	0—16	1.31	43.1	痕迹	1061.2	192
	16—25	1.35	228.2	痕迹	550.3	396
	25—90	1.23	934.2	0.54	2393.6	170
潜育型水稻土 (泥田)	0—18	1.46	3.47	痕迹	884.4	279
	18—28	1.26	3.37	痕迹	606.1	274
	28—47	1.53	3.46	痕迹	726.4	464
	47—90	0.31	59.2	1.79	769.2	451

用,其下层仍保持沼泽化的特征,形成具 A—G 剖面的沼泽型水稻土(油泥田)。随着时间推移,长期施泥肥堆积和频繁的耕作管理活动,出现犁底层,形成具 A—P—G 剖面的

潜育型水稻土(油格田)。种稻愈久,潜育层下移,淋溶淀积作用增强(表 5),沿着根隙出现铁锰斑纹或胶膜和粘粒的淀积,出现潜育层,形成具 A—P—W—G 剖面的潜育型水稻土,如泥田、泥肉田或泥骨田等(图 1)。(2)耕层和犁底层的变化:由于种稻耕作频繁,表土土粒逐渐沉实,有机质不断分解,耕层变薄,犁底层增厚,其紧实度和容重增大(表 6)。(3)土壤养分下降:围垦前及种稻初期土壤肥力一般较高,但连续长期种稻后,土壤有机

表 5 珠江三角洲水稻土粘粒 (<0.002 mm) 全量分析(%)

Table 5 Chemical composition of clay fraction of paddy soil on the Zhujiang Delta

土 壤 Soil	深度 (cm) Depth	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
泥 滩	0—25	46.21	11.2	28.27	1.47	0.063	0.68	1.33	2.86	0.345
	30—50	45.65	10.56	29.05	1.40	0.065	0.62	1.77	2.88	0.313
	70—100	46.16	12.26	28.57	1.58	0.068	0.91	1.47	2.96	0.321
沼泽型水稻土 (油泥田)	0—22	40.84	12.10	27.63	1.44	0.56	0.31	2.02	2.64	0.299
	22—47	41.3	12.47	28.16	1.41	0.64	0.20	2.27	2.75	0.247
	47—100	42.17	12.53	27.61	1.32	0.95	0.24	2.15	2.63	0.243
潜育型水稻土 (油格田)	0—20	40.1	13.2	27.17	1.40	0.103	0.19	2.20	2.52	0.231
	20—40	39.71	14.21	27.41	1.39	0.114	0.20	2.33	2.63	0.244
	40—80	39.83	14.26	26.95	1.34	0.120	0.23	2.12	2.55	0.206
潜育型水稻土 (泥田)	0—16	40.58	12.42	26.61	1.17	0.093	0.60	1.71	2.18	0.193
	16—26	40.01	13.17	27.19	1.09	0.098	0.61	1.90	2.25	0.194
	26—62	40.4	14.17	27.62	1.05	0.110	0.72	1.95	2.01	2.03
	62—90	42.72	11.41	27.52	1.16	0.087	0.52	1.98	2.42	1.98
(泥骨田)	0—10	40.15	10.73	28.32	1.26	0.077	0.64	1.32	1.96	0.150
	10—20	39.4	11.37	29.33	1.36	0.080	0.58	1.46	1.93	0.099
	20—60	41.52	13.43	29.55	1.21	0.090	0.97	1.80	2.01	0.219
	60—100	40.81	9.93	27.80	0.94	0.041	0.83	1.56	2.26	0.149

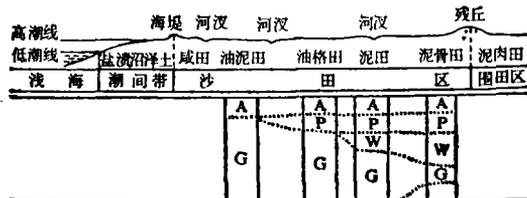


图 1 珠江三角洲水稻土的剖面发育

Fig. 1 The profile development of paddy soils on the Zhujiang Delta

表 6 珠江三角洲水稻土耕层和犁底层的变化

Table 6 Changes of plow layer and plowpan of paddy soils on the Zhujiang Delta

土 壤 Soil		深度 (cm) Depth	紧实度 (kg/cm ³) Compactness	容重 (g/cm ³) Volumic weight	孔隙度 (%) Porosity
泥 滩		0—25	0.04	1.0	24.5
		25—35	1.65	1.35	49.1
		40—80	1.65	1.18	55.5
沼泽型水稻土 (油泥田)		0—22	0.7	1.08	59.2
		22—43	1.76	1.35	49.1
		43—55	1.46	1.0	24.5
潜育型水稻土 (油格田)		0—20	0.52	1.27	52.7
		22—34	2.23	1.33	49.8
		34—86	1.71	1.32	50.2
潜育型水稻土	泥 田	0—17	0.14	1.02	6.15
		17—28	2.62	1.62	38.9
		29—94	1.78	1.49	43.8
	泥肉田	0—16	0.46	1.17	55.8
		16—28	4.10	1.65	37.7
		28—56	3.60	1.51	43.0
		56—100	3.22	1.41	46.8

表 7 珠江三角洲水稻土的养分消长

Table 7 Fluctuation of nutrients of paddy soils on the Zhujiang Delta

土 壤 Soil	深度 (cm) Depth	有机质 (%) O. M.	全氮 (%) Tot. N	全磷 (%) Tot. P ₂ O ₅	全钾 (%) K ₂ O	速效性养分 (ppm) Available nutrient			
						Hyd. N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
泥 滩	0—22	3.64	0.169	0.078	2.79	88	42	246	
	22—42	2.78	0.134	0.183	2.36	71	22	115	
	42—62	2.98	0.119	0.169	2.35	72	24	156	
沼泽型水稻土 (油泥田)	0—22	3.22	0.183	0.152	2.27	111	8	200	
	22—43	2.49	0.143	0.173	2.24	86	13	265	
	43—55	2.31	0.125	0.172	2.71	—	—	—	
潜育型水稻土 (油格田)	0—20	2.65	0.148	0.149	2.09	94	9	94	
	32—60	2.31	0.141	0.132	1.95	93	7	72	
潜育型水稻土	(泥田)	0—16	2.49	0.110	0.090	1.94	114	15	40
		30—80	0.78	0.067	0.040	2.25	26	6	46
	(泥肉田)	0—16	2.80	0.181	0.094	2.39	139	20.4	130
		16—28	2.59	0.174	0.087	2.43	131	18.2	79
		28—56	0.95	0.086	0.085	2.78	40	8.2	84
	(泥骨田)	0—16	2.08	0.143	0.102	1.79	43	10.7	78.6
		16—25	2.0	0.140	0.099	2.47	92	12	63
		25—50	1.48	0.100	0.084	2.47	105	—	—

质不断分解,释放的养分被水稻吸收和遭受淋失,除钾外,均有从上向下递减趋势,种稻愈久愈明显(表7)。故当地历来有引潮淤灌、入泥和增施有机肥等措施来培肥土壤,促使其向泥肉田发育,不然就会退化成泥骨田。

三、水稻土形成的一些问题

(一) 沉积过程的影响 (1)物理性质: 三角洲沉积过程的分选性及沉积物粗细直接影响土壤粒级分布的规律性和质地状况。除河流沿岸及其口门外,一般从三角洲顶部至前缘,土壤颗粒由粗变细,质地变粘。东江三角洲因河流流程较短,质地较轻,多属中壤—轻粘土;西北江三角洲从黄埔—市桥—顺德—江门一线为界^[4],其北及西北大部分地区砾石、砂粒(1—0.05 mm)比中部、南部的东南前缘和西南前缘高,粉粒(0.05—0.001mm)和粘粒(<0.001mm)则低,质地多属轻壤—中壤土;中部(中、高沙田区)砾石极少,砂粒和粉粒则比东南前缘高,质地主为重壤—轻粘土;古井—石岐—横门以南磨刀门以东低沙田区以粘粒为主,质地多为中—重粘土(表8)。(2)矿物组成: 据分析,珠江三角洲水稻土粘土矿物组成基本与沉积物一致。如差热分析结果表明以伊利石、高岭石为主(540℃

表8 珠江三角洲水稻土的质地状况

Table 8 Texture regime of paddy soils on the Zhujiang Delta

土壤 Soil	地点 Locality	深度 (cm) Depth	各粒级含量 (mm, %) Content of different particle				物理粘粒 (mm, %) Physical clay <0.01	质地命名 Texture name
			3—1	1—0.05	0.05—0.01	<0.001		
潜育型水稻土 (砂泥田) (泥肉田)	东江三角洲							
	北部东莞石排	0—17		14.13	72.84	13.03	45.51	中壤土
	中部东莞万江	0—16		20.5	51.50	28.0	53.5	重壤土
潜育型水稻土 (油泥田)	西南部东莞沙田	0—14		20.5	58.5	31.0	62.0	轻粘土
潜育型水稻土 (砂泥田) (泥骨田) (泥肉田)	西北江三角洲							
	西北部四会大沙	0—12	3.92	43.43	37.28	15.37	36.51	中壤土
	北部南海平洲	0—13		14.42	70.39	15.18	66.07	轻粘土
	中部中山坦背	0—17		7.5	65.5	27.0	68.0	轻粘土
潜育型水稻土 (油泥田)	南部中山坦洲	0—15	0.7	6.10	64.4	29.4	75.7	中粘土

吸热谷, 970—990℃ 放热峰, 伊利石还有 <100℃ 小谷), 次有三水铝石 (289—302℃ 小谷); X 衍射分析结果也一致, 主有伊利石 (9.8—10.0 Å, 4.78—4.98 Å, 3.32—3.34 Å, 2.56 Å) 和高岭石 (7.78 Å, 3.56—3.58 Å, 2.34 Å), 次有三水铝石 (2.45 Å), 埃洛石 (2.63 Å), 蛭石 (3.53 Å), 绿泥石 (2.98 Å) 等。电镜表明伊利石呈直边片状层状结构, 高岭石呈假六角形, 三水铝石为豆状隐晶集合体, 埃洛石为长条卷曲管状, 蛭石为薄片状。

(3) 化学性质: 三角洲沉积物肥沃, 其水稻土的肥力一般也较高。如有机质平均值变幅为 2.0—3.31%、全氮 0.095—0.22%、全磷 0.121—0.152%、全钾 2.19—2.49%、碱解氮 83—152ppm、速效磷 12—20ppm、速效钾 111—208 ppm、代换量 15—20me/100g 土、代换性盐基以钙 (11.9—12.9me/100g 土) 为主, 镁 (2.56—3.56me/100g 土) 次之, 除钼外, 全量硼、铜、锌、锰微量元素含量较高。一般从泥滩发育至潜育型水稻土, 有机质、全氮、碱解氮含量增加, 但发育至潜育型水稻土, 除泥肉田外, 则有明显的下降, 尤其速效磷、钾(表 9), 微量元素除锰外也有下降(表 10)。

表 9 珠江三角洲水稻土的化学特性(耕层, 平均值)

Table 9 Chemical properties of paddy soils on the Zhujiang Delta (plow layer, average value)

土 壤 Soil	样本数 Sample	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷	速效钾	代换性盐基组成 (me/100g土) E. b.			代换量 (me/ 100g土) CEC	
		O. M.	Tot. N	Tot. P ₂ O ₅	Tot. K ₂ O	(ppm) Hyd.N	(ppm) P ₂ O ₅	(ppm) K ₂ O	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺⁺ +Na ⁺		
泥 滩	49	2.42	0.132	0.166	2.18	86.7	27.2	670.8	16.5	5.12	0.51	25.1	
草 滩	9	3.19	0.168	0.173	2.48	102	25.2	407.2	12.9	6.07	0.44	20.2	
沼泽型水稻土(油泥田)	16	2.84	0.180	0.132	2.34	95	18.4	194.4	13.2	6.37	0.41	20.4	
潜育型水稻土(油格田)	8	2.58	0.131	0.128	2.32	89.7	20.4	177.3	12.9	3.65	0.20	18.0	
潜育型水稻土	(泥田)	31	2.27	0.128	0.127	2.19	83	13.0	133.0	12.6	2.56	0.36	16.12
	(泥肉田)	5	3.9	0.22	0.152	2.49	152	16.0	208.0	14.3	3.47	0.62	18.9
	(泥骨田)	5	2.01	0.095	0.121	2.28	72	12.0	111.0	11.9	3.75	0.56	15.0

表 10 珠江三角洲水稻土微量元素含量(全量, ppm)

Table 10 Microelement content of paddy soils on the Zhujiang Delta (Total, ppm)

土 壤 Soil	样本数 Sample no.	B	Cu	Mn	Zn	Mo
泥 滩	14	205.64	93.94	535.78	217.28	1.18
草 滩	3	256.0	53.33	684.17	241.67	0.93
沼泽型水稻土(油泥田)	6	109.3	72.0	776.5	154.83	0.73
潜育型水稻土(油格田)	6	98.7	89.2	709.5	142.33	0.84
潜育型水稻土(泥田)	18	96.45	54.91	553.39	131.69	0.63

由此, 水稻土成土时间愈久, 愈需增施磷钾肥。(4) 地理分布与演化: 三角洲水稻土的地理分布与演化是与三角洲沉积演变密切相关。即泥滩生草成草滩后, 围垦种稻, 因地处低沙田(标高 -0.7—0.2m, 每月潮灌 >25 天), 地下水位高(20—30cm), 成土过程沼泽化, 形成沼泽型水稻土(油泥田)分布; 随着时间延伸, 长期人泥和潮灌(每月 12—14 天), 田面增高至 -0.2—0.4m (即中沙田), 地下水位降至 40—60cm, 成土过程潜育化, 形成潜育型水稻土(油格田)分布; 更长期人泥和潮灌(每月 <12 天), 田面堆高至 0.4—1.2m 以上

(即至高沙围田), 地下水位降至 70—100cm, 土壤淋溶淀积日甚, 形成潜育型水稻土(泥田、泥肉田、泥骨田等)分布。除此, 在滨海受咸潮影响或红树林残体埋藏地区, 还有盐渍型水稻土(咸田)或酸性盐渍型水稻土(咸酸田)出现。可见, 三角洲水稻土随着三角洲由低、中、高沙围田的演变而不断演化。其具体演化模式如图 2。

(二) 人为活动的影响 (1) 施用泥肥: 三角洲河网密布, 泥肥来源丰富, 富含养分(表 11), 并可起到代替氮磷钾肥的作用^[2]; 同时肥效长、肥劲足(一般 2—3 年每亩入泥 3000—7000 斤, 可维持 2—3 年正常产量); 并填高田面 0.3—0.5cm, 降低地下水位, 加速脱盐脱沼泽过程, 促进土壤演化; 在咸酸田可借此加深红树残体埋藏深度, 减轻其为害。

(2) 施用矿物肥和有机肥: 三角洲中、高沙及围田地区除化肥外, 施用人畜粪尿、蔗渣、垃圾、泥肥、稻秆等有机肥较普遍, 部分种植田菁、苕子绿肥, 并以水稻套种田菁为主。但在地多人少边远地区, 耕作粗放, 施有机肥少, 多以化肥为主, 土壤粘重, 肥力下降。因此, 增施有机肥和合理施用化肥仍是培肥三角洲水稻土的主要措施。(3) 污染问题: 三角洲水稻土污染物质主要来源于不同时期的沉积物, 其成土历史虽长短不一, 但土壤淋溶、生物累积及元素迁移作用影响甚微。据测定¹⁾, 围垦前泥滩与其发育的各种水稻土的重金属元素种类相似, 而且含量高。如 Cr, Cd, Ni 和 Hg 等皆高于赤红壤及其发育的水稻土。在土层中的含量一般是表层高于底土。在围田区因长期施含汞农药的影响, 表土汞的含量明显增高。

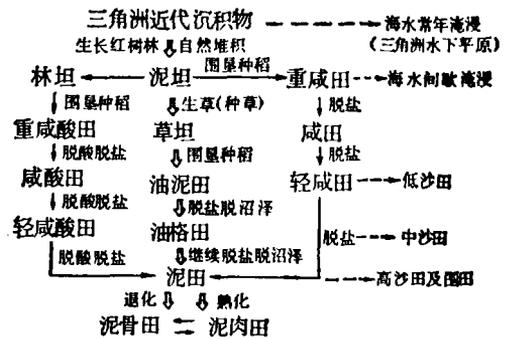


图 2 珠江三角洲水稻土演化图式
Fig. 2 Sketch diagram for the evolution of paddy soils on the Zhujiang Delta

表 11 珠江三角洲泥肥分析

Table 11 Chemical composition of muck used as manure for paddy soils on the Zhujiang Delta

种 类 Type	地 点 Locality	有机质 (%) O. M.	全氮 (%) Tot. N	全磷 (%) Tot. P ₂ O ₅	全钾 (%) Tot. K ₂ O	碱解氮 (ppm) Hyd. N	速效磷 (ppm) P ₂ O ₅	速效钾 (ppm) K ₂ O
扩泥 涌泥	东莞茶山	6.01	0.281	0.142				
	宝安沙井	1.91	0.115	0.272	2.0	55	24	597
	南海平洲 ^[2]	2.78	0.114	0.110	1.27			
	中山民众 ^[2]	3.81	0.091	0.136	2.07			
	斗门六乡	3.11	0.153	0.126	1.88	90	20.5	84

(三) 水稻土形成的时间 典型水稻土发育的时间: 据 ¹⁴C 和考古资料推断^[1], 2500 年来西北江三角洲中部每年平均沉积 5.64mm。泥滩在 -0.6 米时围垦成田, 形成具

1) 省海岸带环保专业队: 珠江口海岸带污染调查报告, 1984。

A—P—W—G 典型剖面(厚 60—100cm), 约需 200—250 年左右。这与明代海滩浮露极盛, 并集中围垦于中山北部、新会南部, 及清代围垦由河岸平原发展至河网地带(漏斗湾内部)—顺德、新会、中山、东莞等地的时间(276 和 286 年)¹⁾大致接近。

按上述沉积率推算, 从沼泽型水稻土发育成潜育型水稻土, 田面标高由 -0.2m 增高至 0.4m, 形成犁底层约需 120 年左右。这与中山三角、板夹沙和港口、大坳沙等小圩筑围时间分别为 127, 115 和 112 年¹⁾颇为接近。

参 考 文 献

- [1] 黄镇国等, 1982: 珠江三角洲形成发育演变。科普出版社广州分社。
- [2] 龚子同等, 1964: 珠江三角洲之土壤。土壤专刊 36 号, 科学出版社。
- [3] 侯晖昌, 1980: 珠江三角洲演变规律初探。人民珠江, 第 1 期。
- [4] 张秉刚等, 1984: 珠江三角洲土壤颗粒的区域分布及理化性状。热带地理, 第 4 卷 1 期。

THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF PADDY SOILS ON ZHUJIANG DELTA

Liu Tenghui

(South China Agricultural University)

Summary

The formation and development of paddy soils in Zhujiang Delta is close related with the deposition and formation of the delta; with the embankment beach land for planting rice, the soils is still under the condition of salinization and swamping, due to high salty ground-water table, and the swamping paddy soils are formed. Following the raising of land surface of polder fields and the lowering of the ground-water table, the eluviation-illuviation processes are weaker and plowpan is formed; thus the gelyed paddy soils are formed. Through long term warping and applying muddy manure, the soil surface is further raised and the ground-water table is greatly lowered, the eluviation-illuviation processes are intensified; the periodicaly submergic paddy soils are formed. Of course, this is only the rough description of the formation processes on the delta, the human activity and cultivation practice are greatly affect the formation and fertility of the soils.

1) 广东省佛山地区《珠江三角洲农业志》编写组: 珠江三角洲农业志(初稿)第一、二册, 珠江三角洲形成发育和开发史、珠江三角洲围堤和围垦发展史, 1976。