

福建滨海盐土客土改良效果研究*

高 志 强

(福建农业大学, 350002)

EFFECTIVENESS OF FOREIGN SOIL IN IMPROVING AND UTILIZING COASTAL SALINE SOIL OF FUJIAN PROVINCE

Gao Zhiqiang

(Fujian Agricultural University, 350002)

关键词 滨海盐土, 客土改良, 堆垫层, 赤沙土, 红粘土

开发利用改良海涂土壤, 扩大耕地面积, 发展农业生产, 是缓和沿海地区人地矛盾的基本途径。莆田县人民围海造田, 利用改良盐土, 有着悠久历史和丰富经验。客土造地法是沿海旱作区利用改良盐土的有效途径。它是因地制宜, 就地取材, 在重盐土地上, 客人 150—250t/ha 非盐化土壤物质, 人工创造 25—35cm 厚的堆垫耕作层, 做到当年实施, 当年收成。本文研究了不同客土物质的改良效果, 土壤形态、盐分和理化性质的变化, 并提出了巩固改良效果的一些措施。

福建省海岸线绵延曲折, 曲折率达 1:5.7, 居全国首位。大陆岸线长达 3051 公里, 居全国第三位。港湾岛屿众多, 海涂资源丰富, 海涂土壤面积达 24.56 万公顷, 盐渍旱地 5240 公顷¹⁾。

我们调查研究了莆田县(有盐土面积 27469 公顷)的平海湾地区。据统计, 平海湾地区有海涂土壤面积 4178 公顷, 其中盐渍旱地 2030 公顷, 已经客沙质土改良的沙垫盐土面积 1267 公顷(群众称沙咸土), 客人红粘土改良的红垫盐土面积为 133 公顷(群众称红咸土)占 69%²⁾。

平海湾地区的农民群众, 因地制宜, 就地取材, 创造了客土造地法, 就是采取一次性的客人 150—250 吨/公顷的物质(风沙、赤沙或红粘土)于盐土表面, 形成 25—35cm 的人工堆垫耕层, 这种客土堆垫法可做到当年改良利用, 当年获得好收成。但是不同的客土物质的改土效果有明显的差异, 因此研究客土改良盐土技术, 并对不同客土物质的改土效果进行研究评价, 对加快开发, 利用海涂土壤资源, 扩大耕地面积, 缓解人增地减矛盾, 实施沿海地区农业发展战略, 具有重要意义。

这次重点调查研究了平海湾于 1960 年、1973 年和 1980 年三次较大规模围海造地后

* 本文承蒙黎立群先生审阅斧正, 特致谢意。

1) 莆田土壤。

客土造地技术及改良效果,观察研究了 11 个土壤剖面,采集 24 个土壤样品,进行分析,现阐述于后。

一、平海湾滨海盐土及客土物质的原始理化性状

(一) 滨海盐土的理化性状和肥力特征

平海湾海涂土壤质地粘重,粉砂和粘粒含量高,土体物理性粘粒高达 70%—84%,有机质含量高,矿质养分丰富、保肥性强,潜在肥力高,但是含易溶盐量高,土体含盐为 2%—3%,以 NaCl 为主,pH8.0 左右,呈碱性,围垦利用前的滨海盐土因质地粘重,地下水位矿化度高,旱季盐分表聚明显,呈“T”型盐分剖面分布^[1](表 1 和表 2)。

(二) 客土物质的理化性状和肥力特征

就地取材的三种客土物质的理化性状有明显差异(表 3),其中红粘土是一种角闪辉长岩的风化物,粘粒(<0.001mm)含量高达 35.1%,质地粘重,有机质含量极低,pH5.4,酸性较强,保肥性较好;赤沙土和风沙土物质都是以砂粒为主,粘粒极少,质地为砂壤土—紧砂土,有机质含量低,养分贫乏,保肥性差,代换量分别为 1.02,0.75cmol(+)/kg,它们的理化性状见表 3。

表 1 供试滨海盐土的基本理化特性

地 点	深度 (cm)	pH (H ₂ O)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	代 换 量 (cmol(+)/kg)	物理性粘粒 <0.01mm(%)	质 地
莆田 平海湾	0—20	8.0	23.4	0.84	1.28	28.9	15.21	82.2	中粘土
	20—40	7.9	20.1	0.53	0.68	30.7	16.39	81.7	中粘土
	40—60	8.2	22.3	0.94	1.32	30.4	13.95	83.6	中粘土
	60—80	8.2	26.4	0.97	1.19	30.2	13.77	82.6	中粘土

表 2 供试滨海盐土的含盐量和离子组成

地 点	深度 (cm)	阳 离 子 cmol(+)/kg				阴 离 子 cmol(-)/kg				总盐量 (%)
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	
莆田平海湾	0—20	2.03	4.63	1.30	30.34	痕迹	0.03	4.98	33.73	2.26
	20—40	1.36	3.11	1.54	30.5		0.40	4.25	33.11	2.11
	40—60	1.36	2.37	1.41	32.98		0.26	2.66	34.70	2.10
	60—80	1.07	3.19	1.63	32.45		0.39	4.03	31.83	1.91

表 3 不同客土物质的理化性状

客土 物质	pH H ₂ O	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	代 换 量 (cmol(+)/ kg)	颗粒组成 (mm)(%)					质 地
							1— 0.05	0.05— 0.01	0.01— 0.001	<0.01	<0.001	
风沙土	6.0	5.9	0.60	0.10	16.8	0.75	89.7	3.6	1.0	6.7	4.7	紧沙土
赤沙土	5.5	5.6	0.35	0.38	18.5	1.02	85.4	2.8	1.9	11.8	7.5	沙壤土
红粘土	5.4	5.5	0.23	0.18	20.2	7.25	4.3	26.6	6.7	55.1	35.1	重壤土

二、滨海盐土客土改良后的明显变化

(一) 客土后土壤的剖面形态特征发生很大变化

通过客土创造一个人工堆垫层^[2,3], 既改善了土壤质地和结构又创造了人工淡化层, 为作物生长创造良好条件。

客土后土壤表层形态特征的变化, 因客土物质和客土改良时间而异, 客风沙土和赤沙土的沙垫盐土, 堆垫层中物理性粘粒含量极少, 质地一般为紧沙土至砂壤土, 而盐土层中物理性粘粒含量高, 质地为重壤土至粘土, 形成上沙下粘的良好土体构型, 表层疏松通气, 底层托水托肥。随客土时间的增长, 耕作施肥的作用, 耕作层的物理性粘粒含量有提高的趋势, 并逐步形成一个过渡层, 客红粘土的红咸土整个土体质地粘重(表 4)。

表 4 客土后土壤剖面形态特征的变化

土壤名称	改土年限(年)	诊断层	深度(cm)	土壤颜色(风干土)	质地	结构	松紧度	根系
沙质堆垫盐土	2	堆垫层	0—35	浊黄棕 10YR7/3	紧沙土	无	疏松	少根
		盐土层	35—60	橄榄棕 2.5Y4/3	重壤土	块状	紧实	无根
	5	堆垫层	0—25	亮黄棕 10YR6/6	紧沙土	无	疏松	中量根
		盐土层	25—60	黑棕 2.5Y3/2	轻粘土	块状	紧实	无
	18	堆垫层	0—30	浊黄 2.5Y6/4	砂壤土	无	疏松	多量根
		过渡层 盐土层	30—40 40—70	橄榄棕 2.5Y4/3 橄榄黑 5Y4/3	中壤土 轻粘土	无 块状	稍紧实 极紧实	少根 无
红粘堆垫盐土	2	堆垫层	0—25	红 7.5R4/5	重壤土	棱柱状	稍紧实	少根
		盐土层	25—60	暗棕 10YR3/4	重壤土	块状	紧实	无
	5	堆垫层	0—30	浊黄橙 10YR7/4	重壤土	粒状	稍紧实	少根
		盐土层	30—60	黑棕 7.5YR3/2	轻粘土	块状	松紧实	无
	21	堆垫层	0—35	浊橙 7.5YR4/3	重壤土	块状	稍紧实	中量根
		过渡层 盐土层	35—45 45—70	棕色 7.5YR4/3 黑棕 7.5YR3/2	重壤土 轻粘土	粒状 块状	紧实 极紧实	少根 无

沙盖咸土的堆垫层一般结构性差, 疏松, 而红咸土的堆垫层结构以块状为主, 较紧实, 不管是沙盖咸土和红咸土下层的盐土层都为块状结构, 无根系, 紧实。

客土后土壤剖面的颜色发生显著变化。心土层(盐土层)的颜色以橄榄棕、黑棕色和橄榄黑为主, 而堆垫层颜色差别大, 沙盖土的堆垫层主色调以黄(Y)为主, 而红咸土的堆垫层主色调以(R)红为主, 不管是沙盖土或红咸土, 土壤剖面中由堆垫层到盐土层, 土壤的亮度都是由白到黑, 而彩度变化不明显, 表明通过改土培肥土壤熟化度都有不同程度的提高。

(二) 客土改良培肥对土壤理化性状的影响

客土培肥后, 土壤肥力都有明显的提高, 特别是堆垫耕作层的土壤有机质含量较原客

表 5 客土改良不同年限主要理化性状的变化

土壤名称	改土年限 (年)	诊断层	深度 (cm)	有机质 (g/kg)	总盐量 (%)	pH (H ₂ O)	颗粒组成 (粒径: mm) (%)						质地
							1—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	<0.01	
风沙堆垫盐土	2	堆垫层	0—35	6.0	0.024	6.77	50.09	3.11	2.63	1.20	2.39	6.22	紧砂土
		盐土层	35—60	17.8	2.25	8.98	23.53	30.57	26.18	2.59	8.81	81.58	中粘土
	5	堆垫层	0—30	9.7	0.025	6.18	42.56	6.72	1.12	2.80	2.24	6.16	紧砂土
		盐土层	30—60	15.6	1.23	8.79	2.87	2.76	27.21	23.03	18.63	82.87	中粘土
	18	堆垫层	0—30	11.1	0.54	7.56	52.16	12.70	5.08	8.64	5.08	18.62	砂壤土
		盐土层	40—70	15.8	0.87	8.81	4.86	26.17	20.15	15.58	33.24	80.97	中粘土
红粘堆垫盐土	2	堆垫层	0—25	8.4	0.031	6.64	26.10	20.38	18.65	30.46	4.50	53.61	重壤土
		盐土层	25—60	14.8	2.38	8.86	13.96	39.78	10.29	17.23	18.74	82.26	中粘土
	5	堆垫层	0—30	9.6	0.18	7.39	14.26	40.21	25.75	9.95	9.83	45.53	重壤土
		盐土层	30—60	14.5	1.83	8.88	3.53	29.33	28.70	19.06	22.42	80.18	中粘土
	21	堆垫层	0—35	10.3	0.033	6.61	37.15	23.63	15.70	16.19	7.33	39.22	中壤土
		盐土层	45—70	13.0	0.171	8.95	4.90	25.73	38.59	15.63	15.15	80.37	中粘土
赤沙堆垫盐土	2	堆垫层	0—20	7.7	0.025	6.52	33.03	54.68	4.35	5.11	2.83	12.29	砂壤土
		盐土层	20—60	1.53	2.34	8.76	0.10	30.17	21.45	43.25	5.03	80.73	中粘土
	5	堆垫层	0—25	8.9	0.082	7.58	40.15	44.93	4.07	4.34	6.51	14.92	砂壤土
		盐土层	25—60	14.0	0.75	9.03	1.04	28.42	28.63	18.67	23.21	80.54	中粘土
	20	堆垫层	0—30	10.9	0.070	7.57	38.66	14.29	4.29	4.81	1.95	11.05	砂壤土
		盐土层	60—80	13.5	0.68	8.91	14.76	18.71	7.07	25.99	33.47	86.53	重粘土

土物质都有不同程度的增加,且随耕作培肥年限的延长,都有较大幅度的提高,其中客风沙土培肥 2 年、5 年和 18 年的风沙堆垫盐土,耕作层有机质含量较原风沙土分别提高了 1.7%,64.6%,88.14%;客赤沙土培肥 2 年、5 年、20 年的赤沙堆垫盐土,堆垫耕作层的有机层含量较原赤沙土分别提高了 37.5%,58.82% 和 94.64%;客红粘土培肥 2 年、5 年、21 年的红粘堆垫盐土,堆垫耕作层的有机质含量较原红粘土分别提高了 52.73%,74.55% 和 87.27%。堆垫耕作层的质地也随耕作培肥年限而变化,风沙堆垫层由于常年耕翻扰动底层粘土的混合,而使堆垫耕作层粘粒增加,改良培肥 18 年的物理性粘粒从初期的 6.2% 提高到 18.62%,增加了 12.42 个百分点;而红粘堆垫盐土由于质地偏粘,需要逐年掺沙改良,则堆垫层的物理性粘粒呈下降趋势,改良 21 年的物理粘粒含量降低了 14.39 个百分点,质地由重壤土变为中壤土(表 5)才有利于旱作物生长。

(三) 客土培肥后土壤盐分的变化

客土培肥 1—2 年的耕作层含量极低,一般在 0.02% 左右,不会对农作物产生危害。随着常年耕作和培肥,特别是高矿化度地下水上升及部分盐土层的混合,耕作层的含盐量有

表 6 客土培肥后堆垫盐土的盐分组成变化

土壤名称	改土年限(年)	土层	深度(cm)	盐分(%)	阴离子 cmol(-)/kg/占%				阳离子 cmol(+)/kg/占%				
					CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	合计	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
风沙堆垫盐土	5	堆垫层	0—30	0.025	0.04	0.73	0.38	1.15	0.038	0.049	0.080	0.131	0.236
					3.48	63.48	33.04	100	16.11	20.77	7.59	55.53	100
	盐土层	30—60	1.23	0.38	0.98	2.56	3.92	0.503	0.325	0.004	2.774	3.606	
				9.69	25.00	65.31	100	13.95	9.01	0.11	76.93	100	
红粘堆垫盐土	3	堆垫层	0—28	0.14	0.55	0.88	0.40	1.83	0.073	0.058	0.013	0.371	0.515
					30.05	48.09	21.86	100	14.18	11.27	2.49	72.06	100
	盐土层	28—65	2.21	0.09	1.73	2.81	4.63	0.351	0.274	0.044	1.974	2.643	
				1.54	37.37	61.09	100	13.28	10.37	1.65	74.70	100	
21	堆垫层	0—35	0.033	0.54	0.73	0.38	1.65	0.076	0.154	0.006	0.435	0.671	
				32.73	53.29	13.98	100	11.32	22.94	0.95	64.79	100	
盐土层	45—70	0.171	0.31	0.88	2.00	3.19	0.137	0.162	0.045	1.991	2.335		
			1.72	27.59	62.69	100	5.87	6.94	1.92	85.27	100		
赤沙堆垫盐土	2	堆垫层	0—20	0.025	0.33	1.03	1.75	3.11	0.661	0.204	0.019	1.400	2.284
					10.61	33.12	56.27	100	28.94	8.53	0.84	61.29	100
	盐土层	20—60	2.34	1.17	0.61	4.61	6.39	0.196	0.205	0.053	2.974	3.428	
				19.31	9.58	72.11	100	5.72	5.99	1.55	86.74	100	
5	堆垫层	0—25	0.082	0.21	0.86	1.06	2.13	0.168	0.105	0.008	0.652	0.934	
				9.86	40.24	49.76	100	18.01	11.26	0.83	69.90	100	
盐土层	25—60	0.75	1.09	1.72	2.98	5.79	0.264	0.262	0.028	3.384	3.937		
			18.82	29.71	51.47	100	6.69	6.65	0.72	85.94	100		

增加趋势,红咸土尤为明显。客土后 3—5 年的提高 0.14%—0.18%,对农作物生长会产生一定盐害,产量会降低,心土层(盐土层)的盐分随毛管上升水聚集表层,而影响作物生长,因此客红粘土改良的田块,特别要注意防治下层盐分上升和改善堆垫层的结构性以及改善田间灌排工程是十分必要的。

从盐分割面上看,表层含盐量低,而心土层含量高,但盐土层的含盐量随改土培肥年限的延长,其含盐量都有降低的趋势。特别是风沙土、赤沙土改良的沙咸土,心土层的含盐量都是成倍的降低。改土培肥 15 年以上的心土层的含盐量已从 2% 以上降到 0.5% 以下,这是因为沙性改土材料的堆垫层结构疏松,有利天然降水渗透淋洗盐分,红粘土改良的红咸土土体含盐量已有所降低,但不如沙咸土(表 6)。

从盐分离子组成看,由于培肥和洗盐的结果,堆垫耕作层的 Cl^- 含量一般占阴离子总量的 35%—60%,较盐土层(50%—75%)低,而 SO_4^{2-} 离子较盐土层高;阳离子组成中, Na^+ 含量一般占阳离子总量的 55%—72%,也较盐土层(73%—88%)低,而 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 有增加趋势。

(四) 客土造田的经济效益

客土造田的经济效益是由多种因素决定的。比如造田物质来源不同、运程不同、资金投入、耕作管理精细程度等等,都影响其经济效益。根据我们调查地区来看,赤沙土高于风沙土,而风沙土又高于红粘土(见表 7)。

表 7 不同客土物质对作物产量的影响*

土壤名称	客土物质	客入量 (t/ha)	投入资金 (元/ha)	年均作物产量 (t/ha)			
				2 年	3 年	5 年	18 年
风沙堆垫盐土	风沙土	2250	1000	7.50	8.25	9.75	13.50
赤沙堆垫盐土	赤沙土	2250	750	7.80	9.00	11.25	12.45
红粘堆垫盐土	红粘土	1800	800	6.75	6.00	7.50	10.50

* 各调查 5 点平均。

不管客人那种物质都随改土培肥进程的延长,其产量却有较大幅度的提高,特别是风沙堆垫层和赤沙堆垫层,经过长期的耕作和培肥熟化为肥沃的暗色表层,而成为滨海平原的高产旱地。

三、为了持续提高客土改良的效果要注意的问题

客土造地形成的沙质堆垫层或红粘堆垫层,各存在一些不良性状和土壤障碍因素,为了防止底层盐分上升,提高客土改良的效果,建设高优农田,必须配套以下技术:

1. 营造海岸防风林带和农田防护林体系,改善和稳定田间小气候,创造一个良好抑盐改土的生态环境^[4]。

2. 健全排灌系统,特别要疏通排水体系,做到排灌沟间隔配套,深沟条地沟沟相通,有利于降低地下水位,保证抗旱灌溉和排水,防止返盐。

3. 培肥堆垫层应增施有机肥, 种植绿肥, 秸秆回田, 提高土壤肥力, 改良土壤结构, 抑制返盐。

4. 增加化肥投入, 增施氮磷钾肥料, 不施或少施含 Cl^- 的化肥。

据调查统计, 目前我省沿海尚有围而未垦的盐土滩地约 8 万公顷, 需要进一步改良的盐渍型旱地约 15 万公顷左右, 实践证明, 从实际出发, 因地制宜, 就地取材, 采用客土堆垫法, 是快速改良利用盐土的有效措施, 它虽然是一项费工和费能的措施, 但它能立即解决“旱、粘、盐、涝”的危害, 做到当年改良利用, 当年获得好收成, 是滨海平原建设高产稳产农田的基础, 具有持久的效益, 何况当地劳力充裕, 交通方便, 客土材料丰富, 群众又有客土改良盐土的经验。因此, 只要采取有利于调动群众客土造地的积极性的政策措施, 并从耕地开发专项基金给予适当补助, 群众是肯投资投劳的。尤其, 目前在大量占用耕地进行非农业建设中, 如能实行“卖地不卖土”和“占一造一”的政策, 用耕地开发专项基金, 把被占用耕地的良田沃土开发出来, 运送到滨海改良滨海盐土, 创造具有肥沃耕作层的高优良田, 将是缓和 high 农田递减而中低产田扩大的一项重要战略决策。

参 考 文 献

1. 林景亮等, 1990: 福建省海岸带和海涂资源综合调查报告。2—7页, 254—259页, 海洋出版社。
2. 曹升庚, 1987: 中国土壤系统分类(二稿)简要说明, I. 诊断层和诊断特性。土壤学进展, 土壤系统分类研讨会特刊, 113—115页。
3. 朱鹤健、何宜庚编著, 1991: 土壤地理学。98—102页, 高等教育出版社。
4. 高志强, 1988: 建立良好滨海生态系统的战略设想, 论福建海洋开发。469—472页, 福建科学技术出版社。