

上海浦东东滩土壤盐碱分布特点及排盐降碱效果分析

徐春花¹，陆利民²，周超英²，杨业凤²，石磊²，朱恩¹，林天杰¹

(1 上海市农业技术推广服务中心，上海 201101；

2 上海市浦东新区农业技术推广中心，上海 200135)

【摘要】以排盐降碱治理一年期的上海东滩滩涂土壤为研究对象，测定分析滩涂不同区域、不同层次的土壤盐分、酸碱度和养分状况。结果表明：东滩土壤盐碱分布表现为表层低于下层、东部高于西部的特点；短期灌水洗盐，对 0—40 cm 表层土壤盐分下降有明显作用，但会增加 40—100 cm 土层盐分，而对降低土壤碱性作用较小；短期内洗盐培肥综合农艺措施能明显降低土壤盐分、提高土壤有机质，但对降低土壤碱度、提升土壤水解氮和有效磷等养分作用不明显；因此，东滩土壤整体要达到当地五级耕地地力标准，尚需较长的土壤脱盐降碱、培育熟化过程。

【关键词】滩涂；土壤盐分；酸碱度；分布特点；土壤培育

【中图分类号】 S156.4

【文献标识码】 A

【文章编号】 1000 — 3924 (2016) 04 — 122 — 04

上海浦东东滩项目区农田是多年以来多次围场造田而成。由于围好成土母质来源于长江中的泥沙，江水中泥沙在含盐量为 15—209/L 的海水中下沉堆积，通过虹吸吹泥或围埝促淤，形成滩涂；加上田块的地下水是受海水影响的矿化度较高的咸水，因此开发前期，滩涂土壤和地下水的 pH 均在 8.5 以上，表土盐分平均高达 7g/kg 以上，浅层地下水矿化度一般也在 6g/L 以上。盐分组成与海水化学组成以氯化物为主，故也称氯化物盐土，在分布和发生上属于滨海盐土类型。对寸土寸金的上海而言，滩涂资源垦殖利用可弥补上海耕地资源的不足，因此如何尽快培育好滩涂农田有着十分重要的意义。由滩涂垦殖改造高产粮田，其间必然经历盐碱地—脱盐土—耕作土壤的进化过程。前人就不同农艺措施对洗盐效果已经进行了较多的研究^[1]，也积累了大量的工作经验和数据。在此基础上，本课题旨在研究分析短期综合农艺措施下滩涂土壤盐碱的分布特点和排盐降碱的效果。

1 材料与方 法

1.1 供试土壤

本项目选取上海浦东东滩一期的 667hm² 农田为研究对象，综合实施排盐降碱工作。该区域农田地力条件和平整度都较差，故在前期先开展了土地整理和沟渠配套工程，完成“两沟一埂”灌溉系统构建，即“田—沟—埂—沟—埂”结构。项目实施期间（2010 年 5 月—2011 年 3 月）开展综合农艺措施，具体为：种植茬口为“水稻—绿肥”水旱轮作模式，7 月初种植水稻，种植前泡田洗盐并施人化学土壤改良剂 15kg/hm²、基施商品有机肥 12t/hm²、土壤调理微生物制剂 0.15t/hm²，水稻生育期引入淡水高灌低排（用水量在 13.5 万 t/hm² 左右），10 月下旬种植绿肥黑麦草，翌年 3 月底收获还田；整个实施期间，实行秸秆全

收稿日期： 2015—09—14

基金项目： 上海市浦东新区《A 类农田土壤修复与安全生态农业》科技项目

作者简介： 徐春花（1981—），女，本科，农艺师，主要从事耕地质量监测工作。E—mail: eliaxu@163.com

量还田、深耕（20—25cm）翻压与催腐菌剂（75kg/hm²）相结合，以实现排盐降碱的目标。

1.2 基本方法

1.2.1 土样采集

项目实施前，在东滩一期667h时农田内随机采集基础混合样进行调查；后期分阶段、区域采集土样进行调查。（1）在绿肥收获还田前，根据滩涂形成和垦殖先后的特点，在项目区的东西向断面上开挖土壤剖面，采集剖面层段土样；（2）在水稻种植前后采集二次洗盐后的剖面土样；（3）在项目实施后期，根据滩涂围垦先后在各生产大队和不同区域采集土样。

1.2.2 检测方法

所有土壤样品的检测均采用最新版国家标准方法，没有现有国标方法的则按照最新行业技术规范^[2]，如表1所示。

表1 土壤理化性状指标的检测方法
Table 1 Soil physical and chemical properties index detection methods

检测项目	检测仪器	检测方法	检测项目	检测仪器	检测方法
pH值	酸度计	玻璃电极法	水解氮	恒温箱、扩散皿	碱解扩散法
全盐量	离心机	质量法	有效磷	分光光度计	钼锑抗比色法
有机质	电炉	重铬酸钾容量法	速效钾	火焰光度计	乙酸铵浸提-火焰光度法

2 结果与分析

2.1 滩涂土壤盐碱分布特点

2.1.1 项目区土壤盐碱的垂直分布特点

在综合洗盐措施下，项目区农田土体表层开始脱盐，如表2所示，0—20cm 3个剖面点的土壤全盐量分别为2.999/kg、2.639/kg和2.739/kg，与实施前3.409/kg的盐分相比有了明显的下降；但40cm以下土体的盐分含量仍较高，大部分都在3.09/kg以上。由此说明，短期的灌水洗盐对土壤表层盐分下降有明显作用，但下层土壤盐分增加，出现明显的底聚特征^[3]。这对于未来粮食生产仍有一定的抑制作用。

治理之初，项目区土壤pH普遍在8.5之上，平均8.69，呈现盐碱地的明显特征。经短期治理后，从3个典型剖面洗盐后的数据观察，土壤表层0—20cm的pH均降低至8.5以下，在8.32—8.46，但下部土体大多仍在8.5以上，表明土体碱性依然较大，说明短期的排盐降碱措施对土壤pH的影响较小。这主要是由于土壤和地下水中盐分离子含有大量的HCO₃⁻及Ca²⁺、Na⁺（碱金属元素）所致^[4]。

2.1.2 项目区土壤盐碱的水平分布特点

2.1.2.1 盐分水平分布特点

由于滩涂形成有先后，其成土母质和改造时段有差异，本区域内盐分总体呈现出东高西低、由东向西依次递减的特点：从各大队土壤盐分水平分布来看（表3），东部土壤盐分普遍较高，土壤平均全盐量达2.999/kg，其中以东部一大队最高，平均达

3.049/kg; 中部土壤平均全盐量十分接近于东部; 而垦殖较早的西部田块盐分相对较低, 平均为 2.519/kg, “东高西低”的特点较为明显。

从采样检测过程中还发现, 滩涂土壤个别地块盐分表现出一定的不均衡性, 主要表现为高中有低、低中有高, 呈条带状不规则分布。如接近或高达 3.09/kg 盐分的田块, 在一大队东部和中部、三大队东部都有出现。这主要跟滩涂土壤发育过程中的潮汐作用有关^[5]。

表 2 土壤盐碱垂直分布状况
Table 2 Vertical distribution of soil salinity

采样时期	剖面(层次,cm)	全盐量/g·kg ⁻¹	pH
实施前	总体平均	3.40	8.69
实施后	(东)剖面 24# 0—20	2.73	8.38
	剖面 24# 20—40	2.95	8.48
	剖面 24# 40—70	6.30	8.48
	剖面 24# 70—100	7.52	8.53
	(中)剖面 5# 0—20	2.63	8.46
	剖面 5# 20—40	2.79	8.63
	剖面 5# 40—70	3.39	8.73
	剖面 5# 70—100	3.56	8.70
	(西)剖面 13# 0—20	2.99	8.32
	剖面 13# 20—40	3.04	8.54
	剖面 13# 40—70	4.18	8.51
	剖面 13# 70—100	5.76	8.43

2.1.2.2 碱度水平分布特点

浦东滩涂土壤成土年限较短, 经短期综合排盐降碱治理, 土壤 pH 由 8.69 降到 8.44, 土壤碱度依然较大。从项目区不同区域土壤 pH 值来看(表 3), 各大队东至西部土壤碱度水平分布较平稳, pH 值平均都在 8.4 左右; 其中, 东部与中部的土壤碱度十分接近, 分别为 8.47、8.49, 均略高于西部仅约 0.1 个单位, 可见滩涂土壤碱度由东向西基本处于同一水平。由于土壤盐分结构改变是一个循序渐进的过程, 因此要明显降低土壤碱性, 还需继续实施综合降碱措施, 通过促进土壤熟化来降低碱性。

表 3 项目区土壤盐碱水平分布状况
Table 3 Distribution of soil salinity levels

区域范围	西部		中部		东部		平均	
	pH	全盐量/g·kg ⁻¹	pH	全盐量/g·kg ⁻¹	pH	全盐量/g·kg ⁻¹	pH	全盐量/g·kg ⁻¹
一大队	8.34	2.60	8.42	3.10	8.43	3.04	8.40	2.91
二大队	8.41	2.44	8.51	2.91	8.49	2.95	8.47	2.77
三大队	8.40	2.48	8.49	2.80	8.56	2.97	8.48	2.75
3 个大队平均	8.38	2.51	8.47	2.94	8.49	2.99	8.45	2.81

2.2 短期灌水洗盐对土壤盐分的影响

在水稻收获前后进行短期灌水洗盐, 之后在东部原剖面附近再次采集剖面样品。如表 4 所示, 通过对前后二次采集样品的盐分含量测定发现, 0—20cm 和 20—40cm 剖面的盐分分别由原来的 3.569/kg、4.969/kg 降低到 2.739/kg、2.959/kg, 分别降低了 23.3%和 40.5%; 而 40—70cm 和 70—100cm 剖面的盐分却分别增加了 2.3%、14.5%。由此表明, 经过短期灌水洗盐能

够洗去一部分的土壤盐分，而大部分盐分只是从表层土壤中淋洗至下层土壤中。通过项目实施还发现，由于土体中的盐分含量总体较高，随着冬春季水分的蒸发易造成“返盐”现象，对后茬绿肥的正常生长仍会造成一定的影响。

表 4 土壤剖面二次洗盐前后盐分变化
Table 4 Salt change of soil profile before and after secondary salt-leaching

剖面(层次,cm)	盐分/g·kg ⁻¹		比较/g·kg ⁻¹	变幅/%
	一次洗盐(2010年9月)	二次洗盐(2010年11月)		
剖面 24# 0—20	3.56	2.73	-0.83	-23.3
剖面 24# 20—40	4.96	2.95	-2.01	-40.5
剖面 24# 40—70	6.16	6.30	0.14	2.3
剖面 24# 70—100	6.57	7.52	0.95	14.5

2.3 综合农艺措施下滩涂土壤的培育状况

经一系列排盐降碱和培肥改良农艺措施组合应用,通过测定不同区域表层土壤理化指标显示(表 5),滩涂土壤盐分由 3.49/kg 降至 2.789/kg,降幅达 22.30%;而土壤 pH 仅下降近 3%,降幅不明显;土壤各养分指标中有机质含量提高最为明显,由实施前的 10.49/kg 上升到 15.09/kg,提高了 30.67%,而水解氮、有效磷和速效钾等速效养分相比实施前,仅相差 2%—3%,变幅不明显。

由于滩涂本身成土母质决定了土壤本底各有效养分含量水平,加上东滩滩涂西部垦殖早于东部的原因,比较各大队土壤养分含量可以明显看到(表 5),整个东滩滩涂区域的土壤速效钾含量总体较丰富,平均含量均在 300mg/kg 以上;东滩各大队不同区域土壤有机质、水解氮和有效磷等养分含量分布也呈现出西高东低的趋势,这说明土壤养分的积累与垦殖超限密切相关^[6]。

参照上海市浦东新区五级耕地地力平均水平(表 5),项目区内滩涂垦殖时间最早、土壤熟化度较高的三大队西部区域、其土壤理化指标中仅有机质、全盐量、速效钾接近或达到内陆熟化耕地的五级地力标准,而有效磷和 pH 等指标仍未达标。相比之下,其他区域距离土壤熟化更需要一个较长的培育过程。

表 5 土壤理化性状指标变化
Table 5 Changes of soil physical and chemical properties

区域	pH	全盐量/g·kg ⁻¹	有机质/g·kg ⁻¹	水解氮/mg·kg ⁻¹	有效磷/mg·kg ⁻¹	速效钾/mg·kg ⁻¹	
实施前	8.69	3.40	10.4	70.30	15.40	370.00	
实施后 一大队	平均	8.39	2.91	16.3	64.09	13.92	358.48
	东部	8.42	3.10	13.2	52.79	12.46	386.79
二大队	西部	8.34	2.60	21.2	81.67	16.20	314.44
	平均	8.49	2.80	11.6	59.00	12.08	347.72
三大队	东部	8.51	2.91	9.5	49.50	10.78	339.71
	西部	8.41	2.44	19.0	92.25	16.65	375.75
项目区总体平均	平均	8.45	2.65	16.1	89.38	14.57	376.46
	东部	8.49	2.80	10.2	62.57	13.26	379.29
西部	8.40	2.48	23.0	120.67	16.08	373.17	
相比实施前/%	-2.96	-22.30	30.67	3.09	2.05	-2.05	
五级耕地地力平均 ^[7]	7.56	<2.9	22.3	-	24.8	135	

3 结论与讨论

通过农田土壤剖面分段采样调查和检测证实，短期内通过水旱轮作、灌水洗盐、增施有机肥、深耕、秸秆还田等一系列综合农艺措施组合实施，能起到土壤脱盐降碱的效果。

经综合治理，东滩土壤盐碱垂直分布表现为表层低于下层的特点，水平分布表现为东部高于西部的特点。短期的灌水洗盐对土壤表层盐分下降有明显作用，但会增加下层土壤盐分；而对降低土壤碱度作用较小。

滩涂经短期综合农艺措施洗盐垦殖培育，能明显降低表层土壤盐分、提高土壤有机质，但对土壤碱度下降和土壤水解氮、有效磷等养分提高的作用效果有限；参照标准，东滩滩涂土壤各项理化指标尚未达内陆熟化耕地的五级地力标准。由此可见，在短期内采取一系列综合农艺措施，对土壤排盐降碱、提高土壤养分含量有一定的积极作用，一定程度上加快了滩涂土壤的熟化进程，但要实现滩涂土壤培育成高产粮田，还需要更长时间的推进脱盐降碱、培肥改良的综合农艺措施。

参考文献:

- [1] 金海洋, 末恩, 林大杰, 等. 不同农艺措施对浦东滨海滩涂垦区土壤熟化的影响[J]. 上海农业学报, 2012, 28(4):93—6.
- [2] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000:3045.
- [3] 李鹏, 璞励杰, 未明, 等. 江苏沿海不同时期滩涂围垦区土壤剖面盐分特征分析[J]. 资源科学, 2013, 35(4):764—772.
- [4] 陈巍, 陈邦本, 沈其荣. 滨海盐土脱盐过程中 pH 变化及碱化问题研究[J]. 土壤学报, 2000, 4(4):521—528.
- [5] 冯义. 沿海滩涂土壤的盐分分布特征[J]. 江苏农业科学, 1989(9):15—17.
- [6] 姚艳平, 叶玫. 如东沿海滩涂土壤形成与垦区土壤改良 [J]. 土壤, 1996(6):316—318.
- [7] 朱恩, 朱建华. 上海耕地地力与环境质量 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2011:108—111.