

海涂垦区暗管排水条件下水盐运移规律初探

张 华¹, 陈 凤¹, 代文君², 沈 达³

(1. 江苏省水利科学研究院, 江苏 南京 210017; 2. 湖南省水利水电勘测设计研究总院, 湖南 长沙 410012; 3. 河海大学, 江苏 南京 210098)

摘要: 针对江苏海涂垦区滩涂盐碱地成陆时间短、土壤贫瘠、含盐量高、地下水埋深浅等特点, 开展在暗管控制排水条件下沿海垦区土壤盐分运移规律的研究。通过不同间距暗管布设及排水控制, 对土壤盐分变化、作物产量及水、盐运移规律进行了分析研究, 初步探明了海涂垦区土壤水盐运移的规律。结果表明: 暗管间距、测点至暗管的水平距离 2 个变量与土壤含盐量变化的速率呈负相关; 暗管排水能有效地控制地下水埋深, 降低土壤表层盐分, 增加作物产量。

关键词: 暗管排水; 土壤盐分; 运移规律; 海涂垦区

中图分类号: S157

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2018) 03-0024-05

Research of water and salt transport regularity based on under drainage in coastal reclamation area

ZHANG Hua¹, CHEN Feng¹, DAI Wenjun², SHEN Da³

(1. *Jiangsu Water Conservancy Research Institute, Nanjing 210017, Jiangsu;*

2. Hunan Hydro&Power Design Institute, Changsha 410012, Hunan;

3. Hohai University, Nanjing 210098, Jiangsu)

Abstract: The saline-alkali land soil in the coastal reclamation area is poor, high salt content, short time of continent formation and shallow groundwater, According to the characteristics above, the soil salinity movement regularity in coastal reclamation area under subsurface pipe drainage was studied. By way of the layout on underground pipes with different spacing and drainage control, the changes of soil salinity, crop yield and water and salt transport regularity was researched, the water and salt movement regularity of the soil in coastal reclamation area was ascertained preliminarily. The results indicated that the under subsurface pipe distance and the horizontal distance between the measure point to the pipe are negatively correlated with the change rate of soil salt content, and subsurface drainage can effectively control groundwater depth, reduce soil surface salinity, and increase crop yield.

Key words: Drainage of dark tube; soil salinity; migration law

收稿日期: 2017-11-10

基金项目: 江苏省水利科技项目(2015038); 国家自然科学基金项目(31400617)

作者简介: 张华(1979-), 男, 硕士, 主要研究方向为水资源与水土保持研究。

0 引言

随着社会经济的发展和土地需求量的快速增长,沿海滩涂作为潜在的最具开发价值的土地资源,将成为我国经济发展新的增长点。2009年6月10日,国务院常务会议通过了《江苏沿海地区发展规划》,首次将江苏沿海开发列入国家发展战略。沿海开发战略下,江苏将围垦13.33万 hm^2 (200万亩)滩涂并治理成耕地,此举可有效促进江苏耕地总量实现动态平衡。滩涂围垦为耕地,关键措施在于治理其盐碱性。新围垦区土壤盐分含量不适宜农作物生长,土体发育弱,理化性状差,有机质含量低,地力薄;同时由于滨海区地下水位较低,盐分随水分蒸发容易回至土壤表层,造成土壤返盐^[1-2]。

为了进一步开发沿海滩涂,使沿海滩涂土壤尽早适应农作物生长的需要,变滩涂土壤为适宜农业种植的土地,开展海涂垦区盐碱化改良技术研究,进行土壤水、盐运移试验,研究暗管排水条件下土壤水分、盐分的运移规律,可为沿海滩涂盐渍土快速改良提供理论和实践的依据。本文以江苏省东台市弶港镇沿海滩涂作为研究区域,布置试验场地,开展暗管排水条件下的滩涂土壤水分、盐分运移规律研究,探讨该技术改良滩涂盐碱土的适用性,为海涂垦区土壤改良技术提供借鉴和参考。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于江苏省盐城市东台市弶港镇江苏省水利科学研究院沿海试验基地,北纬 $32^{\circ}33' \sim 32^{\circ}57'$,东经 $120^{\circ}07' \sim 120^{\circ}53'$,是长江三角洲平原的一部分。

试验场地呈长方形布局,西侧紧临沿海高等级公路,东南侧靠近梁垛河,北部紧贴新东河,南部为通往X203段的公路,东西长约400 m,南北宽约177 m左右,总面积约6.67 hm^2 (100亩)。试验区地势平坦,地面高程一般为3.3 m~4.77 m(黄海高程,下同)。区域土壤为受海潮顶托及盐分凝聚作用回溯沉降的浅海泥沙,质地为砂壤土。

1.2 试验设计

1.2.1 暗管参数设计

试验暗管布置形式采用单壁波纹吸水管吸水、

集水管汇流的两级暗降管网布置。根据《灌溉与排水工程设计规范》(GB50288-99)规定,试验采取在同一埋深(0.9 m)条件下,3种不同间距(6 m、10 m、17 m)的组合试验,共3种处理,每处理3个重复,同时设置空白对照。暗管管径吸水管选用的内径为55 mm,集水管选用的内径为80 mm。管内半径 $r < 100$ mm,暗管管道比降1/100,暗管末端埋深85 cm,出水口埋深95 cm。

1.2.2 试验小区设计

(1) 暗管布置

试验区在同一范围内沿农沟方向选取田块长300 m、宽50 m,作为暗管控制排水试验。试区做成50 m \times 50 m标准格田,分4个试区,每个试区宽50 m,占一格田。靠农沟一侧设1条地下集水管,与农沟平行,距田埂1~2 m。与集水管垂直另设一小段排水管,排水管一端垂直进入集水管,另一端从农沟引出,并带有一可控制出水量的阀门,用以控制试区地下水位。

暗管平均埋深统一控制在90 cm左右,按照1/1000的坡降确定,暗管末端埋深85 cm,出水口埋深95 cm。试区A布置3条暗管,暗管间距为17 m,试区B布置5条暗管,暗管间距为10 m,试区C布置8条暗管,暗管间距为6 m,试区D为无暗管对照区^[3]。A、B、C、D试验区两根暗管中间沿着暗管方向布置3个地下水位观测井,并按照观测井于排水口的距离,将相应的观测井序号依次列为T1~T12。地下水位观测井井深均为350 cm。试验小区暗管布置方案如表1所示,试验小区平面布置示意图见图1所示。

(2) 控制排水设施布置

为了能够对比不同的排水出口埋深对土壤盐分的影响,每根排水暗管的出口处均设置有相应的排水控制设施,在试验过程中,利用控制排水设施中的暗管控制出口开关控制试验区出口埋深,开关出口埋深分别设置有20 cm、40 cm、60 cm、80 cm。

(3) 作物布置

为了对比不同暗管间距作用下土壤盐分变化对作物产量的影响,在整个试验区内种植作物,对作物进行测产分析。主栽作物为田菁^[4-7]。

1.3 测定项目及方法

(1) 土壤中含盐量测定:采用DDB-2型电导率仪测定土壤各层电导率,根据电导值换算成土

化,取相同横向位置(测点到排水口 25 m 距离处,即测点 T2、T5、T8、T11)进行分析,试验期间的 6 m、10 m、17 m 间距区以及无暗管对照区土壤剖面观测层 0 ~ 20 cm、60 ~ 80 cm 的含盐量动态变化过程分别如图 2(a)、2(b)所示。

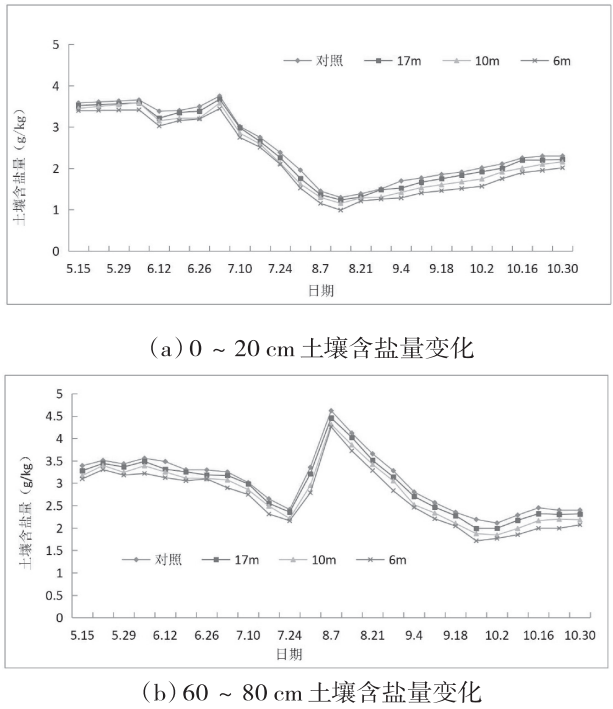


图 2 各处理区分层土壤含盐量变化

从图 2 中可以看出,无暗管对照区各层土壤含盐量均比其他 3 种不同间距暗管排水处理高出 0.2 g/kg 左右。无暗管对照区和其他 3 种不同间距暗管排水 4 种处理,从 5 月~7 月下旬,0 ~ 20 cm 土层中土壤含盐量均呈明显下降趋势,相对来说 20 ~ 80 cm 处土壤含盐量变化则表现得比较平缓,且 3 种不同间距暗管排水土壤含盐量相差较小。

由于 8 月降雨相对较多,0 ~ 20 cm 土壤含盐量都有较大的脱减现象,相反 20 ~ 80 cm 土壤含盐量则有较大程度的增加,主要是由于通过降雨使盐分进入深层土壤或地下水中而形成的表层土壤盐分骤降现象;到了 9 月、10 月份,随着降雨次数的减少,加上作物腾发的影响,造成深层的土壤以及地下水中的盐分,又随着水分的上移,逐渐地积累在表层土壤上,引起 4 种处理 0 ~ 20 cm 中土壤含盐量有所增加,形成表层积聚现象。

2.2 暗管排水条件下对作物产量的影响分析

为了验证土壤在暗管排水条件下排盐效果对

作物产量的影响,取试验区表层(0 ~ 20 cm)土样带回实验室对土壤盐分进行分析。表层(0 ~ 20 cm)盐分变化如表 2 和图 3 所示。

表 2 试验区表层土 0 ~ 20cm 月平均盐分
单位: g/kg

月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
对照	3.633	3.385	3.014	1.385	1.852	2.252
17m	3.565	3.215	2.985	1.306	1.75	2.2
10m	3.544	3.152	2.856	1.285	1.605	2.005
6m	3.412	3.025	2.751	1.209	1.46	1.896

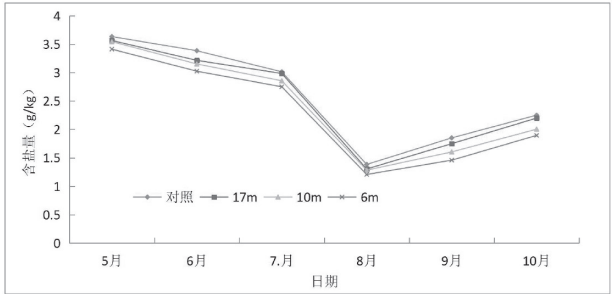


图 3 试验区表层土盐分变化

田菁的产量通过测产得出,如表 3 所示。

表 3 田菁分区产量分析

试验区	对照	17 m	10 m	6 m
产量 (kg)	118.6	130.5	136.8	140.1
	/	10.0	15.3	18.1
增长率 (%)	/	/	4.8	7.4
	/	/	/	2.4

由表 3 可知,田菁产量从大到小依次排为: 6 m > 10 m > 17 m > 对照。间距 17 m、10 m、6 m 区比对照区产量各增长了 10.0%、15.3%、18.1%; 间距 10 m、6 m 区比间距 17 m 区产量各增长了 4.8%、7.4%; 间距 6 m 区比间距 10 m 区产量增长了 4.8%、2.4%。暗管排水区产量比对照区均增长了 10% 以上,间距 17 m、10 m、6 m 区间产量增减较不明显。

由此得知,暗管排水有效降低了土壤表层盐分,增加了作物产量。暗管排水通过地下暗管以及控制农田排水,在降雨情况下能更好的保留农田氮在土壤中,减少因地表径流和地下渗漏造成流失,为植物生长提供充足的养分,从而达到增产的

效果。

2.3 暗管控制排水条件下土壤盐分运移规律分析

为了更好的分析试验期间 0 ~ 80 cm 土壤盐分总体变化, 对各试验小区 3 个测点盐分平均值进行分析。试验区 4 种处理 0 ~ 80 cm 土壤盐分的动态变化过程如图 4 所示^[8]。

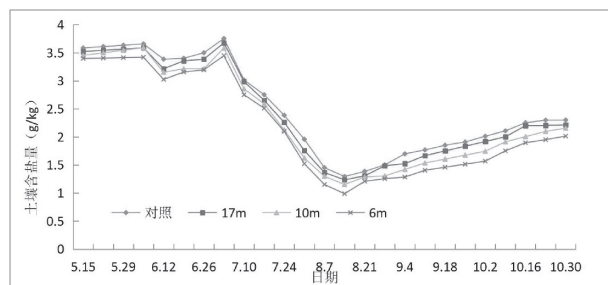


图 4 试验区 4 种处理 0 ~ 80 cm 土壤盐分变化

从图 4 中可以看出, 4 种处理的土壤全盐量动态变化趋势基本一致, 从作物田菁种植开始到种植末期, 土壤全盐量均减少了 0.5 ~ 1 g/kg, 土壤总全盐量从大到小依次排为: 无暗管对照区 > 17 m > 10 m > 6 m, 从而说明了暗管排水有效地加大了土壤的排盐。

4 种处理土壤全盐量方面, 无暗管对照区土壤全盐量是从中度盐化水平过渡到轻度盐化水平, 而其他 3 种暗管控制排水情况下, 土壤全盐量一直都处于轻度盐化水平, 从作物种植开始到结束, 土壤全盐量均呈现逐渐减小的趋势, 最终趋于稳定盐化水平。

3 结论

(1) 与无暗管对照区相比, 有暗管试验区均能有效地减缓土壤盐分的累积, 降低盐碱化程度。不同暗管间距排盐效果不同, 暗管间距越小, 排盐效果越明显。暗管的间距、测点至暗管的水平距离两个变量与土壤含盐量变化的速率呈负相关, 暗管之间水平距离越小、测点与暗管的水平距离越小, 则该测点的含盐量变化越快; 不同的埋深对土壤含盐量的影响主要体现在深层的土壤含盐量

变化较晚于浅层的土壤, 同时存在深层土壤的含盐量受到浅层土壤盐分随降雨淋洗作用而上升, 及深层土壤中盐分随下层土壤水分补充上层导致土壤含盐量增加的现象。

(2) 通过控制排水装置对试区出口埋深进行调控, 对同一排水区, 暗管出口深度的加大可以降低地下水位, 从而有效地减缓土壤盐分的累积。

(3) 通过分析试验区作物条件下对土壤盐分的影响, 对试验区作物田菁进行了测产。结论表明暗管排水能有效地控制地下水埋深, 降低土壤表层盐分, 增加作物产量。

(4) 暗管排水能有效地控制地下水位, 调节土壤的蒸散发和入渗, 改变水盐运移, 从而影响土壤盐分的变化, 有效地改良海涂垦区盐碱地。

参考文献:

- [1] 郝树荣, 郭相平, 朱成立, 等. 江苏省沿海滩涂开发模式和建设标准研究 [J]. 水利经济, 2009 (7): 14-16.
- [2] 周和平, 张立新. 我国盐碱地改良技术综述及展望 [J]. 现代农业科技, 2007 (11): 13-15.
- [3] 邵孝侯, 俞双恩, 金斌斌. 麦田塑料暗管排水的埋深和间距优化模式探讨 [J]. 中国农村水利水电, 2000 (12): 12-13.
- [4] 刘春华, 张文淑. 六十九个苜蓿品种耐盐性及其耐盐生理指标的研究 [J]. 作物学报, 2002, 28 (4): 461-467.
- [5] 王玉珍, 刘永信, 魏春兰, 等. 6 种盐生植物对盐碱地土壤改良情况的研究 [J]. 安徽农业科学, 2006, 34 (5): 951-952.
- [6] 许开华, 茅孝仁, 蔡娜丹, 等. 大棚轮作田菁对土壤降盐效果试验 [J]. 资源与环境科学, 2010 (23): 257-258.
- [7] 刘兆普, 沈其荣, 邓力群, 等. 滨海盐土水、旱生境下田菁生长及其对盐土肥力的影响 [J]. 土壤学报, 1999, 36 (2): 267-275.
- [8] 张蕾娜, 冯永军, 张红, 等. 滨海盐渍土水盐运动规律模拟研究 [J]. 山东农业大学学报 (自然科学版), 2000, 31 (4): 381-384.