

咸水结冰灌溉对围海吹填海沙地盐分分布及植被构建的影响*

王文成¹ 郭艳超¹ 孙昌禹¹ 刘小京^{2**} 薛志忠¹ 王玉华¹ 赵秉军³

(1. 河北省农林科学院滨海农业研究所 唐海 063200; 2. 中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心
石家庄 050022; 3. 唐山市乐亭县农业局 乐亭 063600)

中图分类号: S156.4 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2012)10-1409-03

Effect of saline ice irrigation on the soil salt distribution and vegetation restoration in the marine reclamation land

WANG Wen-Cheng¹, GUO Yan-Chao¹, SUN Chang-Yu¹, LIU Xiao-Jing²,
XUE Zhi-Zhong¹, WANG Yu-Hua¹, ZHAO Bing-Jun³

(1. Institute of Coastal Agriculture, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Tanghai 063200, China; 2. Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences, Shijiazhuang 050022, China; 3. Agricultural Bureau of Laoting County, Laoting 063600, China)

(Received Mar. 12, 2012; accepted Jun. 28, 2012)

全世界有 1/3 的土地是盐碱地, 我国约有盐碱地 3 000 万 hm², 主要分布在东北、华北和西北^[1]。随着社会经济的高速发展和城市化进程的快速推进, 优良耕地资源日益缩减, 盐碱荒地将逐步演化为耕地资源和各类经济开发区、甚至是城市建设的立足地, 盐碱地利用越来越引起人们的重视^[2]。盐碱地改良是一个复杂的系统工程, 需要水利、土壤、农艺等多项措施的综合应用才能取得成效^[3]。但最根本的措施是淡水淋洗, 需耗费大量淡水。冀东滨海地区随着曹妃甸工业区、唐山湾国际生态城及其他开发区的建设, 淡水资源日益匮乏^[4], 靠耗费大量淡水改良盐碱地已难以实现。而该地区具有丰富的地下浅层咸水资源。冬季咸水结冰灌溉是一种新兴的盐碱地改良方法^[5-6], 该方法是将冬季自然冷资源与滨海盐碱地区丰富的咸水资源相结合, 通过自然结冰, 使咸淡分离, 再利用结冰融化时咸水先流出, 淡水后流出的原理, 对土壤起到一定的洗盐作用。冬季咸水结冰灌溉改良盐碱地对于滨海盐碱地的报道较多, 但对于围海吹填海沙地的应用效果及技术

尚少见报道。本研究在河北省曹妃甸围海吹填的沙地进行咸水结冰灌溉后土壤盐分变化和植物生长情况调查, 探讨围海吹填海沙质盐碱地冬季咸水结冰灌溉的土壤盐分运移规律和植被构建技术, 为围海吹填海沙地快速建立植被提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况及试验材料

试验设在河北省曹妃甸工业区(38°55'N、118°30'E)^[7], 原为近岸滩涂, 2007 年围海吹填为建设用地。该区属大陆性季风气候, 具有明显的暖温带半湿润季风气候特征。极端最高气温 36.3 °C, 极端最低气温 -20.9 °C, 多年平均气温 11.4 °C。多年平均降水量 554.9 mm, 降水多集中在夏季, 6—9 月的降水量约占全年降水量的 74%。冬季盛行偏西北风, 春、夏季盛行偏南和东南风, 秋季多偏西南风, 特别是春季多风干燥。曹妃甸工业区是在潮间带滩涂通过围海吹填造地和排水疏干而成, 质地多为海沙质壤土, 土壤含盐量高, 植被稀疏或无, 冬春风沙严重。该区地下水埋深

* 国家科技支撑计划项目(2009BADA3B04)、中国科学院知识创新方向性项目(KZCX2-YW-359-4, KZCX2-YW-447)和国家自然科学基金项目(51179188)资助

** 通讯作者: 刘小京(1966—), 男, 博士, 研究员, 主要从事盐碱区水土资源高效利用研究。E-mail: xjliu@sjziam.ac.cn

王文成(1961—), 男, 研究员, 主要从事盐土资源开发与咸水利用研究。E-mail: bhswwc@163.com

收稿日期: 2012-03-12 接受日期: 2012-06-28

90~100 cm(地面标高 4.0 m 时), 矿化度一般为 40.0~50.0 g·L⁻¹, 高者达 80.0~100.0 g·L⁻¹, 地下水化学性质与海水基本一致, NaCl 占 70%~75%^[8]。

试验所用咸水取自试验地南侧的排水沟, 矿化度为 7.53 g·L⁻¹。盐地碱蓬[Suaeda salsa (L.) Pall]种子于 2010 年秋季采自河北省唐海县八里滩海水养殖场。过磷酸钙为河北省矾山磷矿有限公司生产的“黄帝城”牌, 有效磷含量 ≥12.0%, 稀土含量 0.2%~0.3%。

1.2 试验设计与实施

采用裂区设计, 咸水结冰灌溉与不灌水对照为主区, 播种后覆膜与裸地为副区, 小区面积 200 m², 重复两次。2010 年 12 月 8 日修筑小区, 围埝高 40 cm。小区筑好后撒施过磷酸钙 150 g·m⁻², 随后用锹翻入 0~20 cm 土层混匀。咸水结冰灌溉处理 2011 年 1 月 12 日灌咸水 20 cm, 当晚结冰 8 cm, 第 2 d 灌至 30 cm, 3 d 后结冰厚度 20 cm 左右; 2011 年 3 月 13 日结冰融水入渗完。2011 年 3 月 13 日所有处理均做成宽 1.3 m、长 12.0 m、高 12 cm 的梯形床面, 立即播种, 播种量 3.0 g·m⁻²。覆膜处理于播种后立即覆膜, 4 月 26 日撤膜。

1.3 调查项目及方法

小区筑好后施过磷酸钙前、播种前对角线五点取样法取土样, 分 5 层(0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~80 cm 和 80~100 cm)采集土壤样品, 播种后及生长期分别于 4 月 26 日、5 月 16 日、6 月 8 日、8 月 5 日、9 月 16 日、9 月 30 日分 4 层(0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 和 60~80 cm)取样, 分析土壤全盐含量和 pH 的变化。全盐含量采用电导法测定^[9], pH 采用玻璃电极法测定^[9]。4 月 26 日撤膜后, 每个处理随机定 3 个调查点, 每点 50 cm² 调查出苗数。5 月 16 日、6 月 8 日、7 月 30 日、8 月 10 日调查苗数和株高。

1.4 数据处理

应用 SPSS 12.0 软件分析试验数据, Excel 程序绘图。

2 结果与分析

2.1 冬季咸水结冰灌溉对土壤盐分和 pH 的影响

由表 1 可知, 结冰融化入渗后(播种前), 0~20 cm 表层土壤全盐含量较灌水前大幅下降 65.34%, 20~40 cm

土层下降 10.22%, 0~40 cm 主根系层平均下降 41.21%。40 cm 以下土层土壤全盐含量有不同程度上升, 但 0~100 cm 土体平均土壤全盐含量仍较灌水前下降 3.17%。而对照处理 0~20 cm 表层土壤全盐含量较冬前大幅升高 68.97%, 20~40 cm 土层升高 18.69%, 0~40 cm 主根系层平均升高 47.61%, 0~100 cm 土体平均土壤全盐含量较冬前升高 34.51%。咸水结冰灌溉对降低表层土壤盐分具有显著作用。各处理 pH 变化不显著。

2.2 生育期间覆膜与裸地处理盐分变化趋势

如图 1 所示, 咸水结冰灌溉处理 4 月 26 日撤膜前, 0~20 cm 表层全盐含量覆膜处理为 0.56%, 裸地处理为 0.86%, 比覆膜处理高 53.57%。20~40 cm 土层全盐含量覆膜处理为 1.03%, 裸地处理为 1.35%, 比覆膜处理高 31.07%。0~80 cm 土层全盐含量平均值覆膜处理为 0.96%, 裸地处理为 1.12%, 比覆膜处理高 16.67%。说明在出苗期覆膜具有较显著的抑制返盐效果。但在对照区覆膜抑盐的效果不明显。撤膜后各处理表层盐分积累, 6 月 8 日达到最高值, 进入雨季后逐步下降。8 月 5 日雨季结束后表层盐分又逐步上升。各取样时间, 对照区土壤全盐含量均显著高于结冰区。

各取样时期、各土层的 pH 变化不大, 在 8.0~8.5 之间。土壤全盐含量与 pH 之间也没有表现出壤土和黏壤土所呈现的负相关关系^[10], 故在此不再列图表详述。

2.3 冬季咸水结冰灌溉对盐地碱蓬出苗及长势的影响

从表 2 可以看出, 对照区无论覆膜和裸地基本没有出苗。咸水结冰处理区, 在撤膜之前, 覆盖地膜处理的平均苗数是裸地的近 15 倍, 说明覆盖地膜具有提温、保湿、促进发芽出苗的显著效果。但到后期两者差异不显著, 主要是试验年较常年降雨早、降雨次数多, 随着温度的提高, 促进了裸地处理发芽。依据冀东地区常年 5、6 月份的降雨情况, 覆膜应具有明显的提早出苗、形成植被景观的优势。

3 结论

冬季咸水结冰灌溉是一种新兴的盐碱地改良方法, 它是将冬季自然冷资源与滨海盐碱地区丰富的咸水

表 1 冬季咸水结冰试验处理前后土壤全盐含量和 pH
Table 1 Salt contents and pH before and after saline ice irrigation

处理 Treatment	时间 Date	项目 Item	土层深度 Soil depth (cm)					平均 Average
			0~20	20~40	40~60	60~80	80~100	
咸水结冰 灌溉 Saline ice irrigation	灌水前 Before irrigation (1 月 10 日 Jan. 10)	全盐 Total salt (%)	1.76±0.29	1.37±0.15	1.05±0.11	1.13±0.09	0.99±0.03	1.26
		pH	7.90±0.01	7.94±0.04	7.98±0.05	7.96±0.04	7.99±0.04	7.95
对照 Control	播种前 Before sowing (3 月 13 日 Mar. 13)	全盐 Total salt (%)	0.61±0.04	1.23±0.06	1.55±0.26	1.34±0.27	1.39±0.63	1.22
		pH	8.07±0.06	7.94±0.07	7.88±0.08	7.91±0.08	7.93±0.11	7.95
对照 Control	冬前 Before winter (1 月 10 日 Jan. 10)	全盐 Total salt (%)	1.45±0.14	1.07±0.12	0.76±0.09	0.92±0.08	0.90±0.03	1.02
	冬后 After winter (3 月 13 日 Mar. 13)	pH	7.84±0.16	7.89±0.16	7.94±0.04	7.98±0.06	8.07±0.21	7.94
		全盐 Total salt (%)	2.45±0.03	1.27±0.11	1.00±0.10	1.11±0.14	1.03±0.09	1.37
		pH	7.73±0.07	7.81±0.11	7.95±0.05	7.91±0.11	8.07±0.16	7.89

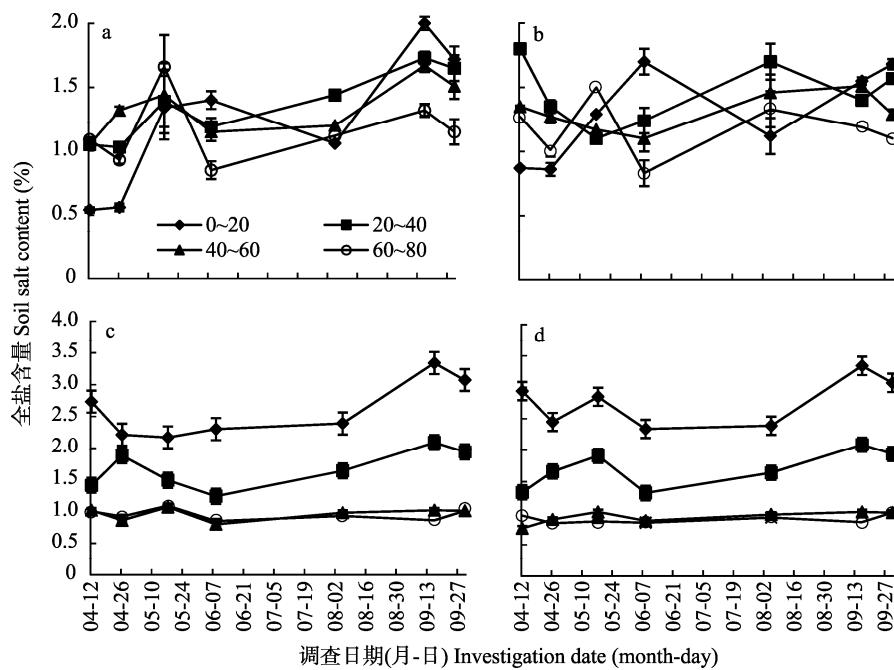


图1 不同处理土壤全盐含量动态变化

Fig. 1 Dynamics of soil salt content under different treatments

a: 咸水结冰灌溉覆膜 Saline ice irrigation with film mulching; b: 咸水结冰灌溉裸地 Saline ice irrigation without film mulching; c: 对照覆膜 No irrigation with film mulching; d: 对照裸地 No irrigation and no mulching.

表2 咸水结冰试验盐地碱蓬出苗及长势情况
Table 2 Emergency and seedling height of *S. salsa* under different treatments

处理 Treatment		调查日期(月-日) Investigation date (month-day)									
		04-26		05-16		06-08		07-30		08-10	
		株数 Plant number	株高 Plant height (cm)	株数 Plant number	株高 Plant height (cm)	株数 Plant number	株高 Plant height (cm)	株数 Plant number	株高 Plant height (cm)	株数 Plant number	株高 Plant height (cm)
结冰区	覆膜 Film mulching	152.4	—	120.9	11.3	128.0	18.5	134.4	24.6	136.7	48.3
Saline ice irrigation	裸地 Bare soil	10.5	—	115.3	7.3	126.1	18.6	123.0	26.5	111.4	51.6
对照	Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

“—”表示未取样调查 “—” means no investigating.

资源相结合,通过自然结冰融化,使咸淡水分离,再利用结冰融化时咸水先流出,淡水后流出的原理,对土壤起到洗盐的作用。该方法不但提高了咸水的利用率,节约了淡水资源,还增加了土壤含水量^[10]。曹妃甸工业海沙地由于渗水性好,咸水结冰洗盐的效果更好,0~20 cm 表层土壤全盐含量较灌水前下降65.34%,0~40 cm 主根系层平均下降41.21%。

冬季咸水结冰灌溉不仅大幅降低了根系层土壤盐分,还起到早春造墒的作用,化冻后趁墒播种,通过地膜覆盖防止水分散失和集水分与表层,为种子萌发提供了非常适宜的温、湿环境,与曹妃甸工业区2009年大面积春季直播相比,可提早50 d左右形成植被景观,是淡水资源缺乏、咸水资源丰富的曹妃甸工业区及相似类型区迅速建立植被的可行途径。

参考文献

[1] 刘行, 张彦广, 安军超, 等. 金露梅耐盐生理特性的研究

- [J]. 河北农业大学学报, 2009, 32(2): 34–41
- [2] 黄遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993
- [3] 杨建国, 樊丽琴, 许兴, 等. 盐碱地改良技术集成示范区水土环境变化研究初报[J]. 中国农学通报, 2011, 27(1): 279–285
- [4] 王文成, 郭艳超, 刘海涛, 等. 冀东滨海稻区稻改旱的必要性与可行性分析[J]. 现代农业科技, 2011(4): 262–263
- [5] 李志刚, 刘小京, 张秀梅, 等. 冬季咸水结冰灌溉后土壤水盐运移规律的初步研究[J]. 华北农学报, 2008, 23(S1): 187–192
- [6] Li Z G, Liu X J, Zhang X M, et al. Infiltration of melting saline ice water in soil columns: Consequences on soil moisture and salt content[J]. Agricultural Water Management, 2008, 95(4): 498–502
- [7] 马博, 马履一, 刘太祥, 等. 曹妃甸盐土快速高效改良效果初探[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(1): 161–162
- [8] 毛建华, 刘太祥. 曹妃甸填海造地新陆地的土壤及其改良与绿化[J]. 天津农业科学, 2010, 16(2): 1–4
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 183
- [10] 肖辉, 潘洁, 程文娟, 等. 咸水结冰灌溉与覆膜对滨海盐土水盐动态的影响[J]. 水土保持学报, 2011, 25(1): 180–183