

文章编号 :1003-8701(2012)02-0020-04

# 盐碱土改良与利用技术研究进展

刘 宏<sup>1</sup>,刘剑钊<sup>2</sup>,闫孝贡<sup>2</sup>,蔡红光<sup>2</sup>,任 军<sup>2\*</sup>

(1.长春市土壤肥料工作站,长春 130022;2.吉林省农业科学院农业环境与资源研究中心,长春 130033)

**摘 要:**本文在总结了诸多学者研究成果的基础上,介绍了盐碱地资源与利用现状,详细论述了盐碱地改良的主要技术措施,遵循可持续发展的原则,提出了盐碱地利用技术,针对苏打盐碱地改良与利用领域存在的热点问题进行了说明,并提出了需要进一步研究的学术问题。

**关键词:**盐碱土;改良;利用

中图分类号:S156.4

文献标识码:A

## Progress of Researches on Technology of Saline Soil Improvement and Utilization

LIU Hong<sup>1</sup>, LIU Jian-zhao<sup>2</sup>, YAN Xiao-gong<sup>2</sup>, CAI Hong-guang<sup>2</sup>, REN Jun<sup>2\*</sup>

(1. Soil and Fertilizer Work Station of Changchun City, Changchun 130022; 2. Research center of Agricultural Environment and Resource, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Changchun 130033, China)

**Abstract:** The recent progress of resource and utilization of saline soil was introduced in the paper. The main technologies of improvement on saline soil discussed in great detail, and the utilization technology of saline soil proposed according to principle of sustainable development. The hot topics of improvement and utilization field on saline soil were evaluated and the science questions needing more research were proposed.

**Keywords:** Saline soils; Improvement; Utilization

### 1 盐碱地资源与利用现状

当前,全球盐碱地面积已达 9.5 亿  $\text{hm}^2$ ,分布在从寒带、温带至热带的各个地区,从美洲、欧洲、亚洲到澳洲,遍及各个大陆及亚大陆地区<sup>[1-2]</sup>。

我国盐渍土面积约 3 460 万  $\text{hm}^2$ ,耕地盐碱化 760 万  $\text{hm}^2$ ,近 1/5 耕地发生盐碱化,其中原生盐化型、次生盐化型和各种碱化型分布分别占总面积的 52%、40%和 8%<sup>[3]</sup>。

松辽平原苏打盐碱土的面积约为 500 万  $\text{hm}^2$ ,是全球三大苏打盐碱土区域之一。在吉林省西部境内苏打盐碱土的面积约 170 万  $\text{hm}^2$ ,占西部

总面积的 28%,是该区重要的具有开发潜力的土地资源。其中草原盐碱土为 140 万  $\text{hm}^2$ ,耕地盐碱土 30 万  $\text{hm}^2$ 。从行政区域来看,盐碱土集中分布在吉林省西部的白城市和松原市所属的 9 个县(市、区),长春市西部和四平市北部的 5 个县有零星分布<sup>[4-6]</sup>。

各种盐碱化土壤的利用现状是:轻度盐碱化土壤大部分已开垦为农田,种植向日葵、玉米、甜菜、高粱和糜子等旱田作物;在地表水和地下水资源丰富地带开发种植水稻。中度和强度盐碱化土壤,少部分开垦种稻,大部分为草地或荒地。盐土和碱土多为光板地,或生长盐生和抗盐植物。

### 2 改良技术

在盐碱化土地的治理和恢复中,要坚持因地制宜和可持续的原则,根据盐碱化的程度、特征及当地的经济和社会状况,选择切实可行的措施。对于轻度和中度盐碱土,以自然恢复为主。对于重度

收稿日期:2011-12-22

基金项目:公益性行业(农业)科研专项经费项目(200903001-6)

作者简介:刘 宏(1962-),女,高级农艺师,主要从事土壤改良技术研究。

通讯作者:任 军,男,研究员,博士,E-mail:renjun557@163.com

盐碱化土地,施加生物质调节剂改善土壤的理化性质是一种经济有效的措施。

### 2.1 工程措施

在改良盐碱土的各项措施中,灌溉排水是一项根本性的、最有效的关键措施和前提,只有健全灌溉排水设施,其它措施才能充分发挥作用。

在改良盐碱地的措施中,20世纪50年代末到60年代,在盐碱地治理上侧重水利工程措施,以排为主,重视灌溉冲洗。60年代在山东禹城和河南封丘采用“井灌井排”的方法,70年代在我国北方部分地区采用“抽咸换淡”的方法。在上述两种方法的基础上,80年代末期,根据禹城市北丘洼的具体条件,采用了“强排强灌”的方法改良重盐碱地,在强灌前预先施用磷石膏等含钙物质以便于置换更多的钠离子和防止碱化,然后耕翻、耙平,强灌后要加以农业措施维持系统稳定。后来陈恩凤教授提出了“以排水为基础,培肥为根本”的观点,实行综合治理<sup>[7]</sup>。

建立作物水盐动态模型与合理的灌溉制度是十分必要的。水盐模型及灌溉制度等研究是盐碱土管理利用研究的主要内容之一。根据作物水盐动态响应函数分析<sup>[3]</sup>,可把握作物生长与土壤水盐运动关系,从而建立节水、控盐、高产灌溉制度优化设计模型,为节水灌溉和微咸水利用提供决策依据。赵丹、邵东国等人建立相应的水盐动态模拟模型,经数值模拟计算,得出在一定灌水方案下的土壤盐分分布及脱盐状况,并对适宜本地区特点的水盐调控措施进行了初步探讨<sup>[8]</sup>。

### 2.2 化学改良

盐碱土中含有大量苏打及交换性钠,致使土粒高度分散,物理性状恶化,作物难以正常生长。要改良这类土壤,除了消除多余的盐分外,主要应降低土壤胶体上过多的交换性钠和碱性。这样,施用化学改良剂可以收到较好的改良效果<sup>[9]</sup>。大量的研究表明:将硫酸铝、磷石膏、绿矾、盐酸等化学改良剂施加到盐碱土上,可以明显改变土壤的理化性状及土壤结构,达到作物增产、改善环境的目的。在众多化学改良剂中,以硫酸铝的效果最佳<sup>[7]</sup>。

孙毅等人的研究表明:施用石膏可降低土壤pH值,降低土壤硬度,增加土壤总孔隙度,增加旱田保苗数,促进水稻分蘖,促进玉米生长发育,使玉米及水稻明显增产。田间试验认为,石膏用量以2.0 kg/hm<sup>2</sup>为最佳,玉米、水稻单产增加最多<sup>[10]</sup>。

赵兰坡等人在硫酸铝改良苏打盐碱土的改良

机理与改良技术方面做了大量研究,研究结果表明:硫酸铝施入土壤后,Al<sup>3+</sup>发生水解作用,生成单体铝或多聚体铝,产生大量的H<sup>+</sup>,中和土壤中的OH<sup>-</sup>,从而使土壤的pH值降低,并促进了土壤中碱土金属碳酸盐的溶解,使交换性Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>等二价阳离子与Na<sup>+</sup>产生交换作用,降低了土壤的碱化度;同时,硫酸铝水解后生成的单体铝或多聚体铝离子,促进了土壤胶体凝聚和微团聚体的形成,从而改善了土壤的结构性,降低了土壤容重,增加了土壤孔隙度和膨胀度,增强了土壤的渗透性能及持水能力,提高了土壤的保水保肥性能,为盐分淋洗与作物生长创造了良好的土壤环境<sup>[11]</sup>。

赵兰坡等人通过盆栽及田间生物试验,结合室内分析,研究了改良剂(主要是硫酸铝)和地膜覆盖对盐碱地旱田的改良效果:强碱性苏打盐碱土中添加改良剂硫酸铝后,土壤平衡溶液的pH值明显下降,Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>及Na<sup>+</sup>离子浓度明显增加;苏打盐碱土施用硫酸铝后,土壤中大粒径(0.05~0.25 mm)微团聚体数量明显增多,小粒径(<0.001、0.001~0.005 mm)微团聚体数量明显减少,土壤容重变小,孔隙度增大。

王宇等人的研究表明,硫酸铝对土壤化学性质的改良作用显著。硫酸铝施入土壤后,Al<sup>3+</sup>发生水解作用,生成单体铝或多聚体铝,产生大量的H<sup>+</sup>,中和土壤中的OH<sup>-</sup>,从而使土壤的pH值降低<sup>[12]</sup>。

### 2.3 生物改良

虽然工程措施和化学改良措施是盐碱地改良的主要技术措施,生物改良措施仍是十分有效的改良措施,且具有改良效果与生态效益俱佳的特点。生物改良措施主要包括盐碱地种稻、种植耐盐植物、植树造林和种植绿肥等。

在种稻、养鱼的淹水条件下,有机物分解产生大量有机酸及其中间产物中和土壤碱性,加之排水洗盐的降碱作用,这是土壤pH值下降和有机质增加的主要原因。苇塘和蒲塘产生的大量枯枝落叶等有机物料还田腐烂后,使土壤表面形成腐殖质层,阻隔土壤深处返盐返碱,对减缓土壤pH值上升,降低含盐量和增加有机质均有一定的作用。

种植聚盐植物进行植物修复。聚盐植物主要有碱蓬属(*Suaeda*)和滨藜属(*Atriplex*)植物,它们体内可以大量吸收Na<sup>+</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>和CO<sub>3</sub><sup>2-</sup><sup>[9]</sup>。

### 2.4 耕作措施

针对盐碱土的特点,在农业生产中采取一切必要措施,降低土壤盐分含量(短时间的或持续的)

是盐碱地改良利用的要务。为了达到这一目标,实行有效的耕作措施是其中之一。它包括深耕细耙、增施绿肥和发展节水农业。主要包括深耕细耙、水旱轮作等措施。

平整土地、深耕深翻、适时耕耙、增施有机肥等农业技术措施对改良盐碱土均有明显的效果<sup>[13]</sup>。平整土地可以消除局部洼坡积盐的不利因素,使水分均匀下渗,提高冲洗脱盐的效果,防止土壤斑状盐渍化。深耕深翻具有疏松耕作层,破除犁底层,降低毛管作用的效果,并能提高土壤透水保水性能。盐碱地经深耕后可以加速土壤淋盐,防止表土返盐。适宜耕耙可疏松耕作层,抑制土壤水和地下水蒸发,阻止底层盐分向上运行,防止表层积盐。增施有机肥可改善土壤结构,提高通透性和保蓄性,减少蒸发,促进淋盐,抑制返盐,加速脱盐。有机酸可中和土壤碱性,活化土壤钙质,减轻或消除碱害。

深松措施能够有效地降低土壤容重,显著提高作物产量。土壤深松可加厚耕作层,改善深层土壤的物理性状,可使盐碱土壤中固体、液体、气体“三相”得以改善,土壤孔隙度增加 5%~10%,固相减少 5%~10%。此外,深松对作物根系活力和植株抗逆能力也有积极作用<sup>[14,15]</sup>。

草原切耙后人工播撒草种是苏打盐碱土草原复壮的有效措施<sup>[16-18]</sup>。在草原切耙约 1 个月后,对土壤容重、孔隙度及田间持水量进行了测定。结果为未切耙土壤的容重是 1.51 g/cm<sup>3</sup>,孔隙度是 41.9%,田间持水量是 215.0 g/kg;切耙土壤的容重是 1.25 g/cm<sup>3</sup>,孔隙度是 52.3%,田间持水量是 293.0 g/kg。由此可以看出,切耙后,容重明显下降,孔隙度和田间持水量明显增大。说明切耙后土壤性质得到了明显改善。

## 2.5 有机改良剂

大量研究结果表明,施用有机物料(绿肥、秸秆、泥炭、风化煤)对改良盐碱土具有较好的效果。

田间试验结果表明,在大量施用泥炭的条件下,无论是重度苏打盐渍土甚至是结皮碱土,均呈现为良好的土壤改良效果,其不良的理化性质获得改善,可溶性盐分、pH 值及交换性钠等有害的化学因素均呈现为明显的下降过程,向着有利于土壤钙、镁离子与交换性盐基总量增加的趋势转变,正在逐渐地演变为非盐渍化土壤。泥炭改良盐渍土较未施泥炭的对照区玉米增产约 1.3~1.8 倍,表明增产效果极为显著,而且其持续后效第三年尚呈现为良好的增产效益<sup>[19]</sup>。

有机物料草炭和风化煤的使用增加了盐碱土的速效养分 N、P、K 的含量,降低了盐碱土的 pH 值,从而改善了盐碱土养分供应状况。交换性阳离子随草炭和风化煤的施用量的增加而略有上升。

在植物生物量和土壤理化性质方面,玉米秸秆改良盐碱地取得了较满意的效果。施用玉米秸秆改良盐碱地取得了较好的效果,明显降低了土壤表层的各种可溶性离子含量,降低了土壤表层的 pH 值,增加了土壤表层的有机质。

增施绿肥可以增加土壤有机质含量,改善土壤结构和根际微环境,有利于土壤微生物的活动,从而提高土壤肥力,抑制盐分积累<sup>[20]</sup>。

## 2.6 覆盖措施

在干旱区土壤水分蒸发损失引起土壤盐分表聚是土壤次生盐碱化的一个重要原因。在夏季高温时节,采用塑料薄膜、麦草和沙子覆盖盐碱地表面,具有较好地改良盐碱地的作用。

“盐随水来,盐随水去”是水盐运动的特点,只要能控制土壤水分蒸发就可以减轻盐分在地表积聚,达到改良的目的。研究显示在盐碱地上覆盖作物秸秆后,可明显减少土壤水分蒸发,抑制盐分在地表积聚,它阻止水分与大气间直接交流,对土表水分上行起到阻隔作用,同时还增加光的反射率和热量传递,降低土表温度,从而降低蒸发耗水<sup>[21-22]</sup>。王久志在中度盐碱地上使用沥青乳剂作地面覆盖进行盐碱地改良,表明其可抑制水分蒸发、提高土温、改善土壤结构、降低土壤含盐量、提高出苗率及产量<sup>[23]</sup>。

除利用秸秆覆盖外,还有利用地膜覆盖<sup>[24]</sup>、水泥硬壳覆盖<sup>[25]</sup>进行盐碱地改良。它们在减少农田土壤无效蒸发、调节盐分在土体中的分布、促进春播作物出苗、提高产量等方面皆有一定的作用。从减少水分蒸耗的角度,施用土壤改良剂亦能起到同等的效果<sup>[26]</sup>。

## 3 利用技术

轻度盐碱地及重度盐碱地在实施改良措施之后,采用合理的利用方式可以防止和减轻盐碱化趋势,同时获得较好的经济效益。主要利用途径如下<sup>[4]</sup>。

### 3.1 盐碱土种稻

生产实践证明,苏打盐碱土开发种稻是一项成功的土壤改良措施。中度苏打盐碱化草甸土,种稻当年,经过灌溉冲洗,耕层明显脱盐,水稻可以正常生长。3~4 年后,耕层即可稳定脱盐,形成淡

化耕作层,在正常田间管理下,产量可达 7.0~8.0 t/hm<sup>2</sup>。

苏打盐碱土种稻改良要综合运用一系列技术措施,主要包括:(1)建立完善的灌溉和排水工程系统;(2)建立沟网条田;(3)耕翻晒垫和平整土地;(4)增施有机肥和改良剂;(5)灌溉冲洗;(6)抗盐栽培。

### 3.2 盐碱土种植旱田作物

在旱作条件下,因地制宜采用综合措施改良盐碱土,具有一定成效。主要措施有:(1)修筑条田能够起到排出渍涝和排除盐碱的作用;(2)增施有机肥和有机物料具有明显的改土培肥作用;(3)旱田井灌可以降低地下水位,具有调节土壤水盐状况的作用;(4)施用改良剂具有较明显的改土作用;(5)碱斑换土可获得较为持久的改良效果;(6)在耕作方法上,采用抗盐栽培技术。

### 3.3 盐碱化沼泽和积水洼地养苇养鱼

利用盐碱化沼泽土壤人工养苇是盐碱地改良利用的特色性措施,同时也是保护湿地生态环境,维持生物多样性的有效途径。由于盐碱土区种稻面积迅速扩大,排水承泄区还将扩大沼泽和芦苇塘的面积。若管理得当,可获较好的芦苇产量与效益。

盐碱土区积水洼地养鱼是增加农民经济收入的有效措施,但由于苏打盐碱土区积水洼地土质及水质盐碱较重,致使鱼类生长缓慢,甚至死亡。因此,盐碱性池塘一般采取换水、施用厩肥和氮、磷化肥等措施,降低水体碱性,增加水体养分,增多浮游生物,改良水质,进而达到提高鱼成活率和产量的目的。

参考文献:

- [1] Malcolm E, Sumner R N. Sodic soils- distribution, properties, management, and environmental consequences[M]. New York: Oxford University Press, 1998.
- [2] 张建锋, 张旭东, 周金星, 等. 世界盐碱地资源及其改良利用的基本措施[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 28- 31.
- [3] 周和平, 张立新, 禹 峰, 等. 我国盐碱地改良技术综述及展望[J]. 现代农业科技, 2005, 12(6): 28- 31.
- [4] 赵兰坡, 尚庆昌, 李春林. 松辽平原苏打盐碱土改良利用研究现状及问题[J]. 吉林农业大学学报, 2000(22): 79- 89.
- [5] 雒鹏飞, 高 勇. 吉林省西部盐碱土资源开发利用中的若干

- 问题[J]. 吉林农业大学学报, 2004, 26(6): 659- 663.
- [6] 吉林省土地管理局编. 吉林省土地资源[M]. 北京: 地质出版社, 1994: 192- 208.
- [7] 王春娜, 宫伟光. 盐碱地改良的研究进展 [J]. 防护林科技, 2004(5): 38- 41.
- [8] 赵 丹, 邵东国, 代 涛. 干旱灌区水盐动态模拟与实验研究[J]. 灌溉排水学报, 2004(2): 43- 46.
- [9] 谢晓蓉, 刘金荣, 金自学, 等. 黑河灌区盐碱化土地的修复与调控研究[J]. 水土保持通报, 2006, 26(2): 107- 110.
- [10] 孙 毅, 高玉山, 闫孝贡. 石膏改良苏打盐碱土研究[J]. 土壤通报, 2001(32): 97- 101.
- [11] 王 宇, 韩 兴, 赵兰坡. 硫酸铝对苏打盐碱土的改良作用研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(4): 50- 53.
- [12] 王 宇, 韩 兴, 赵兰坡, 等. 硫酸铝对苏打盐碱土化学性质及水稻产量的影响 [J]. 吉林农业大学学报, 2006, 28(6): 652- 659.
- [13] 马少华. 浅析甘肃省疏勒河项目新开垦灌区盐碱土的改良措施[J]. 环境保护, 发展专辑, 2001(9): 62- 64.
- [14] 宋 日, 吴春胜, 牟金明, 等. 深松对玉米根系生长发育的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22(4): 73- 75, 80.
- [15] 白广明, 富 刚, 周 宙. 深松促进农作物丰产机理综述[J]. 黑龙江水专学报, 2001, 28(1): 14- 15.
- [16] 赵兰坡, 王 宇, 郝瑞卿, 等. 苏打盐碱土草原退化防治技术研究[J]. 吉林农业大学学报, 1999, 21(3): 64- 67.
- [17] 郑慧莹, 李建东. 松嫩平原的草地植被及其利用保护 [M]. 北京: 科学出版社, 1993: 60- 65.
- [18] 汪佩芳, 等. 松嫩平原大安试验区草场资源及其退化的防治措施[A]. 裘善文. 松嫩平原盐碱地与风沙地农业综合发展研究[C]. 北京: 科学出版社, 1997: 27- 35.
- [19] 王春裕, 武志杰. 内蒙古科尔沁左翼后旗的泥炭资源及其改良苏打盐渍土的研究[J]. 土壤通报, 2001(1): 35- 40.
- [20] Mainguet M. Aridity drought and human development [M]. Berlin, Heidelberg: Springer- verlag, 1999.
- [21] 王途庄, 徐树贞. 麦田秸秆覆盖的作用及其节水效应的初步研究[J]. 干旱地区农业研究, 1989(2): 7- 15.
- [22] 李新举, 张志国. 秸秆覆盖对盐渍土水分状况影响的模拟研究[J]. 土壤通报, 1999, 30(4): 176- 177.
- [23] 王久志. 沥青乳剂改良盐碱地的效果 [J]. 山西农业科学, 1986(5): 13- 14.
- [24] 樊润威, 崔志祥, 张三粉, 等. 内蒙古河套灌区盐碱土覆膜对土壤生态环境及作物生长的影响 [J]. 土壤肥料, 1996(3): 10- 12.
- [25] 毛学森. 水泥硬壳覆盖对盐渍土水盐运动及作物生长发育的影响[J]. 中国农业气象, 1998, 19(1): 26- 29.
- [26] 赵炳梓, 徐富安. 结构改良剂及麦秆覆盖对麦地蒸散的影响 [J]. 土壤, 1992, 24(3): 120- 124.