

《农村水利技术》丛书

盐碱地改良

戈敢 编著



——《农村水利技术》丛书——

盐碱地改良

戈敢 编著

水利电力出版社

内 容 提 要

本书全面地介绍了盐碱地的形成、类型、危害和盐渍活动规律等基本知识以及改良利用措施等。

其特点除对水利改良措施作了介绍外，在农、林、牧等综合改良利用措施方面作了较为详尽的介绍。所述内容许多是作者在生产实践中的直接经验，同时也包括有我国各地的一些成功经验和科研成果。

本书文字通俗易懂，是从事基层水利、土壤改良以及农村工作者的普及读物。

《农村水利技术》丛书

盐 碱 地 改 良

戈 敢 编 著

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 3.75印张 80千字

1987年6月第一版 1987年6月北京第一次印刷

印数0001—1800册 定价0.70元

书号 15143·6271

序

水是人类生存和社会生产必不可少的物质资源。水利工作的基本任务是除水害、兴水利，开发、利用和保护水资源，为工农业生产和人们的物质、文化生活创造必要的条件。普及水利科学技术知识，让更多的人了解和掌握水利科学技术，也是两个文明建设的内容之一。为此，针对水利战线职工和社会上不同文化程度读者的需要，分层次地编写出版水利科普读物是十分必要的。

为了帮助水利科技人员的知识更新，掌握一些现代科技知识，并使水利科技成果更广泛地得到推广应用，尽快地形成生产力；为了使广大农村水利工作人员，掌握一些实用的水利基础知识，并应用于生产实际；为了总结和宣传我国水利建设的伟大成就和悠久历史，介绍水利在四化建设和人民生活等方面的重要作用，激发广大人民群众和青少年热爱祖国江河、关心水利事业，我们组织编写了七套水利科普丛书。包括：《现代科技》丛书、《水利科技成果》丛书、《水利水电施工》丛书、《小水电技术》丛书、《农村水利技术》丛书、《中国水利史》小丛书、《水与人类》丛书。这些科普丛书将由水利电力出版社陆续出版。

编写和审定这些丛书时，力求做到以思想性和科学性为前提，同时注意通俗性、适用性和趣味性。由于我们工作经验不足，书中可能存在某些不妥和错误之处，敬请广大读者给予批评指正。

中国水利学会科普工作委员会

一九八四年七月

前 言

盐碱地在我国西北、华北、东北西部以及海滨地区分布较为广泛。

建国以来，党和人民政府虽然在领导广大人民群众改良盐碱地工作上取得了较大成就，但在盐碱化比较严重而又比较集中的地方，长期以来农业生产水平仍然较低，农村经济发展仍然较缓慢。还有不少地区由于不合理灌溉，导致了耕地土壤次生盐渍化的发展。

因此，帮助盐碱化地区的广大人民群众来认识盐碱，掌握规律，有效地改造盐碱地，挖掘生产潜力，建设商品生产基地，发展农村经济，是当前进行“四化”建设的需要。

国内外改良盐碱地的实践和科学实验表明：只有坚持改良与利用相结合；坚持水利改良措施与农业、生物改良措施相结合；坚持因地和因时制宜的原则，抓住要害，从解决主要矛盾入手，实行综合治理，才能取得良好效果。

本着上述指导思想，作者从各地大量科学研究数据和文献资料中吸取了有益营养，经过消化吸收和加工，编写成这本小册子。第一、二章简单扼要地介绍了盐碱地的基本知识和水肥盐运动规律，其它各章比较系统地介绍了各地水利改良和农业、生物改良的措施和应用方法。

本书脱稿后承蒙山东水利专科学校林守福同志审稿并给予了指正，特表感谢！

编著者

水利科普丛书编审委员会名单

主任委员 史梦熊

副主任委员 董其林

委 员

| | | |
|-----|-----------|-----|
| 丁联臻 | 王万治 | 史梦熊 |
| 田 园 | 李文治 | 邴凤山 |
| 杨启声 | 张宏全 | 张林祥 |
| 沈堪卿 | 陈祖安 | 陈春槐 |
| 汪景琦 | 郑连第 | 郭之章 |
| 赵珂经 | 茆 智 | 陶芳轩 |
| 谈国良 | 徐曾衍 | 蒋元骝 |
| 曹述互 | 曹松润 | 董其林 |
| 颜振元 | (以姓氏笔划为序) | |

目 录

序

前 言

| | |
|----------------------------------|----|
| 第一章 盐碱地基本知识 | 1 |
| 第一节 盐碱地概念..... | 1 |
| 第二节 盐碱对农作物的危害..... | 4 |
| 第三节 盐碱土的形成和种类..... | 6 |
| 第二章 盐碱地的水肥盐运动 | 11 |
| 第一节 盐碱地的水盐运动..... | 11 |
| 第二节 肥盐关系..... | 14 |
| 第三章 排水 | 16 |
| 第一节 明沟排水..... | 16 |
| 第二节 生物排水..... | 28 |
| 第三节 竖井排水(灌)..... | 31 |
| 第四节 暗沟排水..... | 35 |
| 第四章 盐碱地的冲洗、蓄淡、放淤、灌溉 | 40 |
| 第一节 冲洗..... | 40 |
| 第二节 蓄淡养青..... | 48 |
| 第三节 放淤..... | 49 |
| 第四节 盐碱地的灌溉..... | 52 |
| 第五章 种稻洗盐与水旱轮作 | 55 |
| 第一节 种稻洗盐效果与条件..... | 55 |
| 第二节 种稻洗盐的田间工程..... | 58 |
| 第三节 盐碱地水稻栽培技术..... | 59 |
| 第四节 水旱轮作..... | 64 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 第六章 平田与耕作 | 70 |
| 第一节 平整土地..... | 70 |
| 第二节 合理耕作..... | 72 |
| 第七章 培肥地力 | 80 |
| 第一节 培肥对改良盐碱地的作用..... | 80 |
| 第二节 培肥的标准..... | 81 |
| 第三节 增加土壤有机质的措施..... | 82 |
| 第八章 统一规划、全面治理、综合利用 | 90 |
| 第一节 统一规划、全面治理..... | 90 |
| 第二节 因地制宜，综合利用..... | 92 |
| 第九章 土壤次生盐渍化的发生与防治 | 99 |
| 第一节 发生原因..... | 99 |
| 第二节 防治措施..... | 102 |
| 第十章 碱土的化学与农业改良 | 107 |
| 第一节 化学改良与农业改良必须相结合..... | 107 |
| 第二节 化学改良..... | 109 |

第一章 盐碱地基本知识

要改造盐碱，必先认识盐碱。只有充分认识盐碱，才能掌握其规律，提高治理效果。

第一节 盐碱地概念

一、盐碱土与盐碱地的含义

盐土、碱土以及各种盐化、碱化土壤一般都统称为盐碱土（有的书本上也写成盐渍土）。所谓盐碱土，是指对作物生长有害的水溶性盐类[●]在土壤中的积累超过一定限度，达到对作物正常生长产生危害的土壤。

在我国土壤分类上，把盐碱土列为十四种土类中的一种土类。

盐碱地，则是指含盐碱的土壤及影响其利用潜力的各种自然因素所组成的一个自然综合体（包括地形、气候、植被、土壤、地下水等三维空间位置），是一个完整的生态系统。因此，严格地讲盐碱土和盐碱地是有区别的。

我们讲盐碱地改良，是指一个生态系统的改造。本书在使用盐碱地和盐碱土这两个词时，其含意是不同的。前者指

[●] 土壤中的盐类有两种，一类是作物所需要的，称之为土壤养分，如各种无机化学肥料；一类是能对作物产生毒害的，如氯化钠、碳酸钠等，称之为有害盐类。

一个生态系统，后者只涉及一个单独的方面。

二、盐土与碱土的区别

盐土和碱土，就像我们日常生活中使用的食盐和碱面一样，是两种性质不同的土壤。

1. 盐土

土壤中含有的过量水溶性盐，达到使一般植物致死的程度称为盐土，水溶性盐还没有达到致死程度而有抑制作用的称为盐化土。其所含盐分一般属中性盐，如氯化钠（食盐）硫酸钠（皮硝）。呈微碱性反应，pH值（酸碱度）在7~8之间。

2. 碱土

土壤胶体（指粒径为百万分之一至万分之一mm的细小粘粒和腐殖质的粘结物体）中吸附的过多代换性钠[●]达到了一定的标准，使土粒高度分散，物理结构变坏，呈强碱性反应的土壤称为碱土。代换性钠没有达到碱土标准的称为碱化土。其所含盐分多为碱性盐，如碳酸钠（苏打）、碳酸氢钠（小苏打），pH值在8.5以上。

土壤中代换性钠的含量，一般用碱化度来表示，它是区分盐土与碱土的重要依据。

所谓碱化度，即土壤中代换性钠占代换性阳离子总量的百分率（用ESP表示）。

苏联把ESP大于20%的土壤划为碱土，美国标准ESP大于15%即为碱土（但黑土带例外，其碱化度指标为30%）。

● 带有负电荷的土壤胶体，能吸做土壤溶液中带有正电荷的阳离子，这些阳离子可以被另一些阳离子所代换，被土壤胶体吸收或代换的钠离子叫收性钠或代换性钠。

我国目前一般采用下列指标作为划分标准：

土壤饱和浸提液电导度大于4毫姆欧/cm[●]，土壤代换性钠小于15%，pH值小于8.5，划为盐土。

土壤饱和浸提液电导度小于4毫姆欧/cm，土壤代换性钠大于15%，pH值大于8.5，划为碱土。

土壤饱和浸提液电导度大于4毫姆欧/cm，土壤代换性钠大于15%，pH值小于8.5，划为碱化土或盐化碱土。

个别也有采用ESP大于20%作为划分碱土的标准。

三、原生盐土与次生盐渍化

土壤盐分的原生来源，是岩石风化过程中形成的各种可溶性盐直接聚积在成土母质中，或者溶解在地下水中，在水盐垂直运动中上升到地表，使土壤盐渍化。次生来源：一是海潮侵袭陆地时，海水中的盐分留在滨海地区；二是含有可溶性盐的地下水，在水平运动中使洼地发生盐渍化；三是内陆河流把盐从流域的上游带到中下游，形成盐土。由以上自然因素形成的盐土称为原生盐土，群众叫老盐碱地。其土壤剖面没有发育层次，有机质含量低，不表现明显结构。

在灌区，由于不利的自然条件、大水漫灌、有灌无排等人为因素，引起含有可溶性盐的地下水位上升，使本来为非盐渍化的土壤或已经改良为非盐渍化土壤，经过盐渍过程演变为盐渍化土壤，称为次生盐渍化。前者其土壤剖面保持有明显的原土类的特征，同时具有盐渍化土壤特征。次生盐渍化与原生盐土有一个显著的不同点：即碳酸盐含量增加，如措施不当，有向碱化方向发展的趋势。

● 毫姆欧/cm是用电导仪测定土壤盐分的电导度单位，4毫姆欧/cm相当于土壤含量0.2%。

第二节 盐碱对农作物的危害

一、产生危害的原因

水、肥、气、热、光是植物生长的基本条件。物植通过根系吸收土壤水分和养分，再通过叶片进行光合作用制造养料，保证植物的正常生长发育。从这个意义上说，如果土壤中缺乏矿物营养元素，植物离开了盐类，也就不能生长。

那么，为什么盐类又会对作物产生危害呢？

1. 抑制根系吸水

植物根吸收矿物营养是靠根毛细胞液的渗透压（即与土壤溶液浓度的渗透压差）。当根毛细胞液浓度大于土壤溶液浓度时，土壤水和溶液中的盐类就渗入根毛细胞液中被吸收。反之，土壤溶液浓度大于根毛细胞液浓度时，就发生反渗透作用（即根毛细胞液中的水分往土壤中渗透）。

在盐碱地上，由于土壤中的水溶性盐分多，溶液浓度随之增高。其渗透压也增高。当土壤溶液浓度和渗透压高于植物根毛细胞液浓度和渗透压时，植物根毛不但不能吸收土壤中的水分，而且要往体外渗水。就像腌咸菜一样。主要表现有：

（1）种子吸水困难，降低发芽率，甚至种子里的水分外渗变成咸籽。

（2）生理干旱。当土壤溶液的渗透压（吸力）高于1个大气压（ 10^5Pa ）时根系吸水发生困难，超过6~8个大气压时根系几乎不能吸水；植物形态表现为根短，少根毛，茎叶细小、老化。

（3）反渗透。土壤溶液渗透压达到15个大气压（15

$\times 10^5 \text{ Pa}$), 植物便因反渗透作用而萎蔫、枯死。

但也有人认为, 植物本身具有能增高体内渗透压以抵御外界渗透压的本能, 但必须是在生理平衡的溶液中。植物处在多盐类平衡溶液中要比处在单一盐类或不平衡的混合盐溶液中能承受高得多的渗透压力。因此, 在一定的浓度与渗透压力范围内, 适当平衡各种离子的比例, 在高得近乎出奇的含盐度内作物也能生长。如世界许多地区用可溶性固体总量高达 3g/L 以上的水进行灌溉, 作物仍能生长, 产量也令人满意。在改良盐碱土时应注意不要使盐类向单一化方向发展。

2. 离子的毒害

(1) 对作物的生理毒害。无论哪种盐类, 不管是有益的还是有害的, 作物吸收超过了一定的限量都会受到毒害。如钠离子含量过多, 不仅恶化土壤物理性, 而且产生生理毒害, 影响作物对养分的吸收与转化。造成作物体内养分失调, 出现缺磷、缺铁、缺钙等病症。碱性盐使土壤溶液 PH 值增高, 能破坏作物根系。氯离子过多, 会影响淀粉水解, 使叶子制造的养料不能输送到其它器官中去。

(2) 对土壤结构的破坏。碱性盐除了直接危害作物外, 还因大量的钠离子进入土壤胶体表面, 它能把土壤胶体吸附的钙离子代换出来, 致使土粒分散, 破坏结构, 使土壤通透性降低, 并影响微生物的活性。

二、不同的盐类其危害有明显差异

在总含盐量相等的情况下, 不同的离子和含量, 对作物的危害差异很大。如碱性盐比中性盐危害力强, 中性盐中溶解度大的比溶解度小的危害力强。各类盐中碳酸钠的危害力最强, 其次是氯化镁、碳酸氢钠, 再次是氯化钠、氯化钙、

硫酸镁，硫酸钠危害力最轻。以碳酸钠与硫酸钠相比，前者的危害力是后者的10倍。当土壤中碳酸盐含量达到5/10万时即可抑制作物生长。因此，在总含盐量相等的情况下，对作物是否造成危害，还要看以什么盐类为主。

第三节 盐碱土的形成和种类

一、盐碱土的形成

盐碱土的形成除了有盐分来源外，还要有一定的条件才能使盐分在土壤表面聚积起来。

1. 地形条件

一般低洼地区，地下水的出流条件不好，成为地表水、地下水的汇集之处。盐随水来，不能随水而去，便逐渐积盐。

2. 水文条件

地下水位埋藏深度浅于3m，而且矿化度高是形成盐渍化的重要条件。如果地下水位在10m左右，就不会发生盐渍化。

3. 气候条件

在我国北方干旱半干旱地区或季节性干旱地区降水量小于蒸发量，在高温低湿条件下，蒸发强烈，易于积盐，而在降水量大于蒸发量的南方地区，盐分被不断淋洗，一般无盐渍化问题。

4. 生物条件

地表植被稠密，地面受到生物掩护的可减少土壤蒸发和土壤积盐，植被稀疏或光板地则因蒸发强烈而极易积盐。

5. 人为因素

如无计划引水，大水漫灌，有灌无排，无沟种稻，插花种稻，土地不平，有机肥料不足，耕作不善等等，都会造成或加剧盐渍化。我们了解了盐碱土形成的原因，就可以有针对性的采取措施，切断盐碱的来路，改变发生盐碱化的条件，使土壤向非盐渍化方向发展。

二、盐碱土的种类

1. 按地区生态条件分类

土壤盐碱是在一定地形、土质、水分等生态条件下形成的。因此，按生态条件全国可划分为五个盐碱土区。

(1) 滨海盐碱土区：主要是长江以北沿海冲积平原及南方沿海地带。其特点是地势低平，地下水受海水顶托，出流不畅。盐分来自于海潮浸渍，盐分组成以氯化物为主。根据离海的距离及海潮浸渍的程度，可分为浅色草甸盐土和滩地盐土。

(2) 华北盐碱土区：主要是黄河下游，海河流域中下游低洼地区。该区特点，地势低平，地下水位高，河道集水区域大，面积广，排泄不畅，一到雨季，常常构成地面积水，形成涝灾。雨季一过，又出现旱灾，一般多涝旱交错。春季干旱多风，蒸发强烈，地面积盐。根据地势可分为轻度盐化浅色草甸土，中轻度盐化、沼泽化浅色草甸土、浅色草甸盐土及次生盐渍土。

(3) 西北半干旱、干旱盐碱土区：主要是内蒙、宁夏、新疆、甘肃、青海等省区，是我国盐碱土面积最大的地区。这些地区荒地资源丰富，开垦利用潜力很大。其特点是降雨量少、蒸发强烈、气候干燥，多为荒漠与荒漠草原碱土。其类型有：盐化草甸土、盐化荒漠土、碱化荒漠盐土、沼泽化

盐土。以氯化物、硫酸盐土或硫酸盐、氯化物盐土为主，地面有较厚的盐结皮。草甸、沼泽和荒漠，是指盐碱土分布的三个地貌类型。盐化草甸土，一般分布于河谷平原和内陆盆地，地下水位较浅，土壤有机质含量较高，地面植被较密。沼泽化盐土，既有强烈积盐又具有沼泽化过程，一般分布于洼地边缘，地下水位常常接近地表，地面植被多为芦草、牛毛草和三棱草。盐化荒漠土一般分布于气候更为干旱的荒漠地带，土壤质地为砂性和石砾，地表植被稀疏，多为强旱生喜盐的小半灌木。

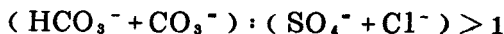
(4) 东北盐碱土区：主要指东北的东部三江平原、北部平原及南部平原的北边，大兴安岭西麓黑土区和内蒙的东北部。该区多为冲积平原，地下水位低，有不少苏打盐土和碱土

(5) 灌溉地区的次生盐土区：灌区局部地区由于灌溉管理不善，渠道渗漏大，缺少排水系统等原因形成次生盐渍土。其特点是盐分多集中在土壤剖面的上层。

2. 按盐碱成分分类

无论哪种盐碱土，都不是以单一盐分存在的，一般多由1~2种主要盐类组成。按照盐碱成分和阴离子的当量比可划分为：

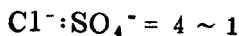
(1) 苏打盐土：土壤盐类以碳酸盐和重碳酸盐为主。



(2) 氯化物盐土：土壤盐类绝大部分为氯化物。



(3) 硫酸盐-氯化物盐土：土壤盐类以氯化物为主，硫酸盐次之。



(4) 氯化物-硫酸盐土：土壤盐类以硫酸盐为主，氯化物次之。

$$\text{Cl}^-:\text{SO}_4^{2-} = 1 \sim 0.5$$

(5) 硫酸盐土：土壤盐类绝大部分为硫酸盐。

$$\text{Cl}^-:\text{SO}_4^{2-} \leq 0.5$$

以上盐类由于其组成成分不同，土壤的理化性，脱盐的难易程度以及对作物的危害度也不同。因此，了解上述盐土类型对土壤改良具有一定的现实意义。

3. 按形态特征分类

各种不同的盐碱土，往往有不同的特征。因此，群众根据不同的特征，把它区分为：

(1) 结皮(壳)盐土：以氯化钠为主，地表有灰白色的盐结皮(壳)。

(2) 潮湿盐土：以氯化钙、氯化镁为主，由于它具有较强的吸湿性，地表常呈潮湿状态。

(3) 蓬松盐土：以硫酸钠为主，地表有一层薄薄的白色盐结皮，构成一层陷脚的疏松层，可从中找到细微的硫酸钠($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)结晶。

(4) 苏打盐土(马尿碱)：碳酸钠、重碳酸钠含量较多，地表有马尿色的盐斑。

4. 按土壤系统分类

全国土壤普查技术顾问组1974年7月22日修订的土壤工作分类系统，把盐土和碱土划分为两个土类。

在盐土土类下，分为草甸盐土、沼泽盐土、苏打盐土、干旱盐土、潮盐土、滨海盐土等亚类。

在亚类下按地形、地貌、水文地质、盐分组成等条件划分土属。