

盐碱地土壤改良

盐碱地土壤改良

姜 岩 编著



盐碱地土壤改良

姜 岩 编著

吉林人民出版社

盐碱地土壤改良

姜岩 编著

*

吉林人民出版社出版

通辽新华印刷厂印刷

吉林省新华书店发行

*

787×1092毫米 32开本 印张： $3\frac{1}{4}$ 69,000字

1978年12月第1版 1979年1月第1次印刷

印数：1—2,700册

书号：16091·308 定价：0.25元

前 言

建国二十八年来，在毛主席的革命路线指引下，我省广大贫下中农和农业技术人员在同盐碱土作斗争中，积累了丰富经验；土壤工作者又作了许多有成果的研究工作。本书是在总结我省改土治盐碱的群众经验和科学研究成果的基础上写出来的。

本书共分五章，前四章中介绍了有关盐碱土及其改良的一些基本知识，以及改良盐碱土的理论基础，后一章为改良技术措施。供作土壤工作者及农业院校学生的参考读物。为了便于农村社、队干部、知识青年及非专业人员的阅读，在编写上尽量使文字通俗易懂，理论上深入浅出。

在编写过程中，得到沈阳林业土壤研究所、吉林省农业科学院土壤耕作研究所、白城地区农业科学研究所、白城地区及哲里木盟的农业部门、农安县新刘家公社、开鲁县麦新大队、长岭县拉拉街大队、前郭县碱巴拉大队和吉林农业大学土壤教研室等有关部门和同志以及杨国荣、刘兆荣、尚庆昌等同志的积极支持和帮助，并提出许多宝贵意见，在此谨致谢意。

为了丰富本书的内容，虽尽力搜集了有关资料，但因编写时间紧迫，特别是作者思想、业务水平所限，还难免有错误之处，希望读者给予指正。

编著者

一九七八年一月

目 录

第一章 土壤为什么会盐碱化	(1)
一、土壤中的盐碱是从哪里来的?	(1)
二、形成盐碱土的自然条件	(6)
三、土壤的次生盐渍化	(8)
四、吉林省盐碱土形成的特点	(9)
第二章 盐碱地影响作物生育的原因	(12)
一、土壤中含有水溶性盐过多	(12)
二、钠离子的为害	(18)
三、恶化土壤的性状	(21)
四、低洼内涝	(22)
第三章 盐碱地土壤中水盐运动的规律	(23)
一、气候的影响及盐分的季节性变动	(23)
二、土壤质地对水盐运动的影响	(27)
三、地形对水盐运动的影响	(28)
四、地下水与土壤中水盐运动的关系	(30)
五、人类生产活动对土壤中水盐运动的影响	(34)
第四章 吉林省盐碱地土壤的类型	(35)
一、盐碱地土壤的分类	(35)
二、吉林省盐碱地土壤的类型	(40)
三、吉林省盐碱土的分布概况	(46)
第五章 盐碱地土壤的改良	(48)
第一节 盐碱土改良的一般原则与措施	(48)
第二节 修造台条田 治涝改盐碱	(50)

一、内涝、盐碱、瘠薄——盐碱地的三个主要问题·····	(50)
二、治涝、治碱、提高地力——改良盐碱地的三条基本经验	(52)
三、台、条田的修筑·····	(53)
四、修造台、条田,治涝改盐碱举例·····	(56)
第三节 拉沙压碱 落淤改碱·····	(58)
一、拉沙压碱改良轻碱土·····	(58)
二、拉沙压碱的几个作法·····	(61)
三、落淤改碱·····	(62)
第四节 挖治碱斑 清除碱害·····	(63)
一、挖治碱斑改土效果好·····	(63)
二、苏打碱斑的特点·····	(65)
三、挖碱斑换土的作用·····	(66)
四、挖治碱斑中的几个问题·····	(71)
第五节 种植绿肥 深耕施肥 改碱肥田·····	(73)
一、种植绿肥改碱·····	(73)
二、深耕改碱·····	(76)
三、施肥改碱肥田·····	(77)
四、施用腐植酸类肥料改碱·····	(79)
第六节 灌溉种稻 洗盐改碱·····	(83)
一、要有丰富的水源,修建完善的灌排系统·····	(84)
二、大搞农田基本建设,建立标准条田·····	(85)
三、平整土地,深翻晒垡·····	(86)
四、肥田改土,提高地力·····	(87)
五、掌握灌溉技术,注意冲洗盐碱·····	(88)
第七节 植树造林 护田改碱·····	(91)
一、林业改碱的作用·····	(91)
二、盐碱地的造林·····	(93)
第八节 防止土壤的次生盐渍化·····	(94)
第九节 全面规划 综合治理·····	(97)

第一章 土壤为什么会盐碱化

伟大领袖和导师毛主席教导我们：“不论做什么事，不懂得那件事的情形，它的性质，它和它以外的事情的关联，就不知道那件事的规律，就不知道如何去做，就不能做好那件事。”我们要改良盐碱地，就得先对盐碱地的土壤有个认识，知道土壤为什么会盐碱化，懂得盐碱地形成的自然条件，摸清盐碱地土壤中盐碱的运动规律，才能做好改良盐碱土这件事。为此，我们就先从土壤为什么会盐碱化说起。

一、土壤中的盐碱是从哪里来的？

通常说的盐碱土包含着广泛的概念，包括盐土（盐渍土）和碱土，以及这两者之间的各种过渡类型的土壤。就吉林省分布的盐碱土来说，因为含有的苏打较多，既有盐土性质又有碱土性质。

那么，是不是土壤里一旦含有“盐”或“碱”，就成了盐碱土了呢？不能那么说，土壤里总是含有或多或少的“盐”或“碱”的。拿“盐”来说，自然界里的“盐”是多种多样的，而土壤里总是含有一些这样或那样的“盐”，某些盐类正是作物所需要的养分。例如，硝酸铵就是一种“盐”，但我们每年把相当数量的硝酸铵施入土壤，这是因为硝酸铵里含有大量的作物所需要的氮素养料。但是，如果我们在局部的土壤里施入过量的硝酸铵，也会把作物“烧”死。这就是

说，尽管对作物有用的盐类，在土壤中的含量也不可以超过一定的限度，特别是那些在水中能够溶解的可溶性的盐类决不可以过多。

另一方面，有些“盐”对作物本来就没有多大用处，多了一点就会对作物产生毒害作用，例如苏打（碳酸钠）和小苏打（碳酸氢钠）就是属于这种盐类。

那么，我们所说的盐土是指什么样的土壤呢？主要是指那些水溶性的盐类，特别是那些对作物有毒害作用的盐类，在土壤中积聚起来，致使作物长不好，甚至长不了作物的土壤来说的。在土壤中这些水溶性盐类（群众通常说的“碱”主要也是指的这些盐类）积聚起来的过程，叫做土壤的“盐渍化”。从农业生产的角度来看，凡是土壤中含有水溶性盐类的数量达到妨害作物的正常生育的土壤，统称为盐渍土。

一般说来，在化学上把金属阳离子与酸根阴离子结合的化合物统称为“盐”，就盐碱土来说，其水溶性盐类绝大多数情况下是由三种金属阳离子和四种酸根阴离子组成的。三种阳离子是： Na^+ （钠离子）、 Mg^{++} （镁离子）和 Ca^{++} （钙离子）；四种阴离子是： Cl^- （氯离子）、 SO_4^- （硫酸根离子）、 CO_3^- （碳酸根离子）和 HCO_3^- （碳酸氢根离子）。这些离子可能形成下列十二种盐：

NaCl （氯化钠、食盐） MgCO_3 （碳酸镁）

Na_2SO_4 （硫酸钠、芒硝） $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ （碳酸氢镁、重碳酸镁）

Na_2CO_3 （碳酸钠、苏打） CaCl_2 （氯化钙）

NaHCO_3 （碳酸氢钠、小苏打） CaSO_4 （硫酸钙、石膏）

MgCl_2 （氯化镁） CaCO_3 （碳酸钙）

MgSO₄ (硫酸镁、泻盐) Ca(HCO₃)₂ (碳酸氢钙、重碳酸钙)

这些盐类，在水中的溶解度和对作物的生理毒性是各不相同的。在盐碱地土壤中的水溶性盐类包括氯化钠(NaCl)、硫酸钠(Na₂SO₄)、碳酸钠(Na₂CO₃)、碳酸氢钠(NaHCO₃)、氯化镁(MgCl₂)、硫酸镁(MgSO₄)及氯化钙(CaCl₂)等。盐碱土中主要是钠盐为多，钙、镁盐一般含量较少。至于难溶性盐如硫酸钙(CaSO₄)、碳酸钙(CaCO₃)、碳酸镁(MgCO₃)等，即或在土壤中含含量较多也基本无害。

水溶性盐类，当其中有一种盐的含量或它们的总含量在土壤中超过了一定的限度的时候，就对作物的生育有害，土壤就成了盐渍土或盐土。许多研究资料表明：土壤的总含盐量大约占干土重的0.5—1%（即每百公斤烘干土中含有水溶性盐0.5—1公斤）时，对于作物的生育就有明显的毒害作用；而对作物的产品的质量数量的有害影响，常常在大约是0.1%时就开始表现出来。

那么，土壤中这些水溶性盐类是从哪里来的呢？

在讨论土壤中盐分的来源时，首先了解土壤是在岩石风化后形成的母质上发育起来的，成土母质是由岩石、矿物风化而来。在岩石、矿物风化过程中，形成了各种可溶性盐，在一定的自然条件下，这些水溶性盐，或者聚积在成土母质中，形成原生的盐渍化的土壤；或者聚积在地下水中，通过毛管上升水达到地面，使表土发生盐渍化；或者顺着地面由高处流向洼处而发生土壤的盐渍化。

认真研究土壤中盐分的来源，是一个复杂的问题，造成土壤的盐渍化也是由于多种原因。陆地上的岩石风化物中的水溶性盐经过江河流入大海，在漫长的岁月中，海水里积蓄了

大量的盐分。如渤海湾的海水中每公升含盐 36.46 克，其中氯 (Cl) 16.54 克，硫酸根 (SO_4) 6.76 克，钙 (Ca) 0.62 克，镁 (Mg) 1.50 克，钾 (K) 0.10 克，钠 (Na) 10.57 克。在海水中积累起来的盐分又进入陆地，如沿海地区海潮淹没土地，海潮退后把盐类留在土壤中，使土壤发生盐渍化。浅海湾及残存海洋（增高了盐分的蓄水盆地）干涸时，是海洋中所积累的水溶性盐进入陆地的主要原因，于是在沿海地带形成大面积的滨海盐土。

在特殊的其形成原因还不十分清楚的高度矿化的蓄水盆地的情况下，造成了大量纯岩盐积累的环境，或者形成“盐穹”，或者形成盐湖（盐池）。我国是一个盐湖众多的国家，在西藏、青海、新疆、宁夏、内蒙古等省区，分布着数以千计的盐湖，山西运城盆地有硝池、盐池。此外，还有不少干涸了的盐湖。盐湖里积累了大量的盐分，如青海察尔汗盐湖，面积 50 多平方公里，仅其中食盐的储量，就可以供现在世界人口食用 1000 年。这样大量的盐分，影响周围土壤的盐渍化。新疆一些地区还有含盐地层，对土壤盐渍化也起了很大的作用。

溶有盐分的盐水由地下向地表喷出，如官厅水库附近有些泉水造成土壤的盐渍化。当火山喷发时，喷出的泥浆体中含有盐分溶液。在人类工业生产活动（石油水、矿井水及其它排水）的影响下，含盐多的地下深层的水被带到地表及用含盐多的污水灌溉也是造成土壤盐渍化的原因之一。

风对盐类的搬运也是造成土壤盐渍化的一个原因，如风对盐土上的盐结皮的吹扬作用，把盐类带到土壤里。在盐湖和大海的表面就有含可溶盐的水滴卷入大气中，例如，渤海湾沿岸发生海啸时，海水内浸可达 20—25 公里，因而能造成盐荒。

河流对土壤的盐渍化也有很大影响，估计内陆河流（流不到大海里去的河流）的流域面积约占全球面积的五分之一，而每一平方公里每年所流失的盐分为 26.4 吨，则全世界内流区范围内由于地表径流每年将有 8 亿吨的盐分沉积在该区内。我国黄河流域在黄河两岸（如河南新乡一带、后套等地）的盐渍化土壤多是泛滥地区或黄河古河道。

威廉斯发展了生物在土壤中积累可溶性盐的学说，根据这个学说，根系深长的干旱草原植物，每年把大量的易溶性盐类由土壤深层吸收到土壤表层，这些盐类在植物残体分解（矿化）后就留在土壤中。这些水溶性盐往往沿着倾斜的地表随地表径流而集中到低洼的地方，造成低洼地方的土壤盐渍化。

实际上，我们可以看到很多这种情况：当可溶性盐被水流或地表潜水由高处带往低处去的过程中，如果地下水距地面很近，沿途水分随着蒸发而各种盐类就先后分离出来。在地势较高的地方，较不易溶解的碳酸钙（ CaCO_3 ）和其它一些难溶性盐就沉淀下来；之后，在地势较低处硫酸钙（ CaSO_4 ）又沉淀下来，接近低处时硫酸钠（ Na_2SO_4 ）开始沉淀；最易溶解的氯化钠（ NaCl ）、硫酸镁（ MgSO_4 ）、氯化镁（ MgCl_2 ）和氯化钙（ CaCl_2 ）等则流到最低处而形成盐渍土或盐土（图 1）。

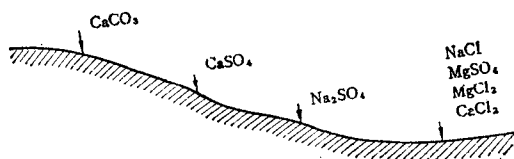


图 1 地形与盐类沉淀的顺序

二、形成盐碱土的自然条件

我们知道了盐碱土的主要特征就是土壤里积累了多量的可溶性盐类，上边我们一般地说了一下土壤中盐分的来源，但这还不足以说明盐碱土的形成原因。一块盐碱土的形成是由当地的气候、地质、地形、植被、地下水状况等自然地理条件综合作用的结果所决定的。可以说盐碱土的形成过程就是可溶性盐类在土壤中的消长过程，而这个过程是非常复杂而多样化的过程。

世界上的一切物质运动尽管是千变万化，但都是遵循一定的规律运动的。科学就是研究和掌握这些规律的，并且根据这些规律来能动地改造世界。我们了解土壤中可溶性盐类的来源及其在地下水和土壤中的移动、转化、积累的规律，是认识和改良盐碱地土壤的理论上的根据。

就吉林省西部平原盐碱土的形成来说，有这样几个自然条件的特点：一是，半干旱的气候，年蒸发量比年降雨量要大的多；二是，地质条件有利于可溶性盐类的补给；三是，地形低洼平坦，闭流区面积分布广，排水有困难；四是，地下水位高，经常会沿着毛细管上升到地面而由地面蒸发。

在大多数的情况下，含有盐分的地下水是引起土壤盐碱化的最广泛的原因。含有盐分的地下水沿着土壤毛细管孔隙上升到地表，然后由于水分的蒸发，土壤的表层就积聚起盐分来，这种过程在干旱的气候条件下进行的很普遍。

当我们把干毛巾的一端放在水盆里，水就会沿着毛巾逐渐向上浸润，使毛巾在水面以上的那部分也湿了，这叫做毛管现象。这是因为毛巾的细缝连成了毛细管，水由于毛管力的作用而上升。同样，我们把一块干土的一端放在水盆里，水

也会把水面上的干土浸湿，这也是由于土壤中有连接着的毛细管孔隙，水在毛管力的作用下而上升。在土壤学里把它叫做毛管上升水。毛管上升水上升的高度也是在各种条件下有一定的限度的，不是多高都能升上去。一般的土壤中毛管上升水能升到1.5—3.5米，只有在个别的情况下才能升到7—9米。土壤学上把地下水开始能够升到地面的深度叫做地下水的临界深度，就是说地下水位在临界深度以上时土壤就有可能盐渍化，当地下水位降到临界深度以下时土壤就不致于盐渍化。地下水的临界深度受气候的干旱程度、土壤的机械组成（沙粘程度）及土壤结构状况（如团粒的多少等）的影响而不同。一般说来粘性大的土壤比沙性大的土壤的临界深度距地面可能远些。

盐碱土分布的地方多是洼地和低平地，它的沉积层厚薄不一，土质也不一样，而地下水距地面情况也不都相同，因此，一片土地上各处盐渍化的程度也不会都是一致的。有时盐渍化的块斑地可能分布在比较肥沃的大片地段中，也有时大部分地面是盐渍土长不好作物而有小块土地作物生育良好的“狗肉地”，这种情况在我省西部是常见的现象。“碱巴拉”的形成往往是由于地面高低不平，在透水性较好的土壤上，雨后高处蒸发量大，低处蒸发量较小，因之土壤水由潮湿的低处向干燥的高处移动，这样盐分向高处集中而形成盐斑。在透水不良的土壤上，洼处集水易与地下水相连，盐分上升，干时也易形成盐斑。

土壤的盐渍化程度还由于地下水的矿化度的增加而增大。盐分在地下水中的积累过程叫地下水的矿化过程，地下水中积累的盐分的多少称为矿化度。矿化度用克/升来表示，就是一公升（1000CC）的水中含有多少克的盐分。

地下水的矿化过程也是一个复杂的过程。地下水中盐分含量的多少及含有什么盐分，这既和盐分本身在水中的溶解度有关，也和气候等自然条件有关。一般来讲，在降雨量大而蒸发量小的地方，地下水的矿化度也比较小，地下水中溶解的盐分碳酸盐也会相对的比硫酸盐和氯化物多一些。随着地下水矿化度的增大，地下水中硫酸盐开始增多。在地下水矿化度很大的情况下，氯化物要比其它盐类都多。地下水的矿化度及其含有盐分状况也受当地地质条件的影响。由于地下水矿化度的不同及其含有盐分不同，在盐碱土形成过程中，就会分别形成为碳酸盐盐土、硫酸盐盐土及氯化物盐土。实际上，往往由于形成盐碱土的自然条件的复杂影响，在自然界中常常可以看到的不是只被一种盐类盐渍化而是由两、三种盐类盐渍化了的土壤。

三、土壤的次生盐渍化

土壤除了自然发生的盐渍化以外，还可能由于人工灌溉而引起的土壤盐渍化，这一种盐渍化我们就称之为土壤的次生盐渍化。

发生土壤的次生盐渍化的原因，主要是因为渠道的渗漏、灌溉不当或灌水过多时排水不良而引起地下水位升高。本来地下水位是在临界深度以下的，由于灌水而引起地下水位升到临界深度以上，造成土壤的盐渍化。所以，在原来地下水位较高容易引起土壤盐渍化的地方进行灌溉时，特别要注意土壤的次生盐渍化问题。在灌区由于地下水流动缓慢或不流动时也会使地下水位升高而发生次生盐渍化。土壤中有紧密的不透水层，也会由于灌溉而引起土壤的次生盐渍化。

其次，是因为灌溉水深入土壤下面的盐渍层，就是说土

壤的下层原来就有含盐分较多的土层，当灌溉后由于强烈蒸发，下层的盐分随毛管水上升到土壤表层而发生次生盐渍化。再有一种情况，可能是直接由于灌溉水中含盐过多所造成的土壤盐渍化，通常灌溉水中都有一定数量的水溶性盐类，长期灌溉会在土壤中积聚起来盐分。所以灌溉用水应当先化验它的矿化度，通常灌溉用水的矿化度不应当超过1克/升，苏打含量多的地下水，其矿化度最好不要超过0.7克/升。

当开垦土地种水稻或旱田改为水田时，在我省西部地区，特别是易引起土壤盐渍化的地段，应当持非常慎重的态度。种稻可以洗盐改良盐碱土，但要有流畅的排水系统，否则排水不良，给水稻灌水就会引起周围土地由于地下水位上升而发生土壤的次生盐渍化。据调查材料，种3垧水稻可能造成20垧土地的次生盐渍化。因此，在计划种水稻的地方，一定要先调查一下土壤及地下水位等有否产生次生盐渍化的可能，避免造成不好收拾的后果。

此外，由于耕作技术不当，破坏土壤的团粒结构，加强地面蒸发，引起盐分上升地表，也会助长土壤的次生盐渍化。

总之，在世界各国的历史上，特别是上世纪末和本世纪初，由于灌溉造成的土壤次生盐渍化，带来的惨重后果和教训是很多的，应当引起我们的注意。所以在新开灌区和进行灌溉时，应当事先进行周密的调查研究和设计，避免和防止土壤的次生盐渍化。

四、吉林省盐碱土形成的特点

我省西部平原地区的盐碱土，属于苏打盐碱土区。苏打盐碱土是一种盐化又碱化的土壤，多呈斑状分布，地下水矿

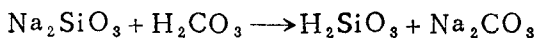
化度低，但具有较强的碱性反应。土壤中的盐分是以碳酸氢钠（ NaHCO_3 ）和碳酸钠（ Na_2CO_3 ）为主，其次为硫酸盐，氯化物很少。

我省西部地区属于松辽平原，四周为缓慢上升的大兴安岭、小兴安岭及长白山所环绕，岩石风化后形成的水溶性盐，容易流向这个低平地区。这里的成土母质比较粘重，地形平坦，排水困难，还有封闭地形。由于古老河道的存在及地表径流的作用，平原地区中，也有广阔的低洼地、湖泊（碱泡子）及河流泛滥地，这些都有利于形成盐碱土。

一般说来，这里地下水的矿化度低。但在不同的地形部位和不同的沉积物上，地下水的性质也不完全相同。在丘陵地和台地上，地下水矿化度很低，主要盐分为钙质重碳酸盐。在平原地区的地下水距地面2—4米或更深，矿化度为1克/升或更低，主要为钠质重碳酸盐。在洼地及泛滥地上，地下水位在0—1—2米，矿化度可达1—3克/升，或3—5克/升，主要为钠质重碳酸盐、镁质重碳酸盐、钠质硫酸盐或钠质氯化物。在个别碱泡子中矿化度可达8克/升以上。

半干旱气候又有旱风，蒸发量大而降水量小，春旱秋涝，低洼地排水不畅，和弱矿化度的地下水及地表水，是松辽平原土壤盐渍化的主要形成条件。

我省西部的盐碱土中含有较多的碳酸钠（苏打）和重碳酸钠（小苏打）。关于苏打的来源问题，目前看法尚不一致。主要有两种看法，一种看法认为是由周围山区火成岩的风化产物——硅酸钠同碳酸相互作用而产生的，即：



硅酸钠 碳酸 硅酸 碳酸钠

生成的碳酸钠是稳定的，如再与碳酸（ H_2CO_3 ）作用则生

成重碳酸钠 (NaHCO_3)。

另一种看法则认为这是由于地壳深层含有苏打的承压水涌向地表而产生。深层地下水中的含盐量达0.3—0.8%以上，主要为碳酸钠与重碳酸钠。

也有人认为在草甸状况的条件下，通过生物化学作用也会形成碳酸钠。就是说硫酸钠在嫌气条件下，并有大量有机质存在时，借助于还原硫酸盐的细菌作用，还原成为硫化钠，而后硫化钠在水和碳酸的参与下，水解而形成碳酸钠（苏打）。

我省盐碱土分布在松辽平原上，由于平原在上升，河流下切，地下水在逐渐下降，因而有脱盐化的情况存在。近年来，由于降水量小，治涝排水及农田基本建设，不少地方地下水位下降，土壤脱盐的现象是存在的。但由于盐分移动，受地形及灌溉的影响，或由于植被的破坏，也有不少地方土壤产生积盐现象，盐碱地的面积在逐渐扩大。