

12132

水利技术丛书

盐碱地改良

（修订本）

山东省水利科学研究所 编
山东科学技术出版社

水利技术丛书

盐碱地改良

(修订本)

山东省水利科学研究所编

山东科学技术出版社

一九七九年·济南

水利技术丛书

盐碱地改良

(修订本)

山东省水利科学研究所编

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂德州厂印刷

*

787×1092毫米32开本 3.625印张 73千字

1979年1月新1版 1979年1月第1次印刷

印数: 1—4,700

书号 16195·14 定价 0.27元

出版者的话

“水利是农业的命脉”。现代化的农田水利应当不断地改变农业生产条件，提高抗御旱涝灾害的能力，科学调配水利资源，改良土壤，建设旱涝保收高产稳产田，运用先进科学技术进行水利建设，是农业现代化的一个重要方面。为了促进农田水利化建设，我们请山东省革命委员会水利局规划和组织编写了这套“水利技术丛书”。供给具有高小以上文化水平的农村干部、公社社员、知识青年等阅读，也可供水利技术人员参考。

这套书共计20多种，陆续出版。

欢迎广大读者对这套书提出改进意见，帮助我们进一步搞好这套书的编辑出版工作。

目 录

一、盐碱土的基本知识	(1)
(一) 什么叫盐碱土	(1)
(二) 盐碱土的形成	(1)
(三) 盐碱土的种类和特点	(3)
(四) 盐碱土的盐碱成分	(6)
(五) 盐碱对作物生长的危害	(8)
(六) 土壤盐分的活动规律	(10)
二、盐碱地的排水技术	(15)
(一) 排水形式	(15)
(二) 排水沟的深度	(17)
(三) 排水沟的间距	(19)
(四) 排水沟应满足排涝的要求	(20)
(五) 防止排水沟边坡坍塌和淤积	(21)
(六) 合理规划布置排水系统	(23)
三、盐碱地的洗盐和灌溉	(27)
(一) 盐碱地的冲洗	(27)
(二) 围埝平种, 蓄淡压盐	(34)
(三) 盐碱地的灌溉	(35)
四、盐碱地区的井灌井排	(40)
(一) 井灌井排对改良盐碱地的作用	(40)
(二) 井灌井排的水文地质条件	(44)
(三) 井灌井排的合理布局	(48)
(四) 井沟渠联合运用, 旱涝碱综合治理	(49)

(五) 浅层地下咸水的改造与利用	(51)
------------------------	------

五、放淤改良盐碱地	(54)
------------------------	-------------

(一) 放淤的作用和方式	(54)
(二) 放淤季节	(55)
(三) 放淤的厚度和水量	(56)
(四) 淤区的田间工程	(57)
(五) 掌握泥沙运行规律, 保证放淤质量	(61)

六、种稻改良盐碱地	(65)
------------------------	-------------

(一) 种稻改良盐碱地的好处和条件	(65)
(二) 种稻改良盐碱地的田间工程	(66)
(三) 泡田洗盐	(69)
(四) 稻田的灌溉和排水技术	(71)
(五) 水旱轮作应注意的问题	(73)

七、平地深翻改良盐碱地	(74)
--------------------------	-------------

(一) 盐碱地的平整	(74)
(二) 深翻改良盐碱地	(76)

八、盐碱地的耕作与保苗	(78)
--------------------------	-------------

(一) 耕作技术	(78)
(二) 保苗措施	(81)

九、盐碱地的培肥	(84)
-----------------------	-------------

(一) 增施农家肥料, 大搞秸秆还田	(85)
(二) 盐碱地的主要绿肥品种	(87)
(三) 盐碱地种好绿肥的技术经验	(92)
(四) 间套复种绿肥作物, 养用结合	(94)

十、盐碱地的植树造林	(97)
-------------------------	-------------

(一) 选择适宜树种	(97)
------------------	------

（二）造林地的土壤改良 (97)

（三）苗木栽植 (99)

十一、防治灌区土壤次生盐碱化 (101)

（一）灌区土壤次生盐碱化的发生原因和特点 (101)

（二）灌区工程配套 (102)

（三）灌溉渠道的防渗工程 (104)

（四）合理灌溉 (106)

（五）实行井、渠并用 (107)

（六）灌区管理 (109)

二、盐碱土的基本知识

(一) 什么叫盐碱土

盐碱土也叫盐渍土，包括盐土和碱土两种性质不同的土壤。

盐土是指含有过量水溶性盐分的土壤。它的盐分多属中性盐，如氯化钠（食盐）、硫酸钠（皮硝）等。盐土仅呈微碱性反应，酸碱度在7~8之间。盐土由于含有过多的水溶性盐，提高了土壤溶液的浓度，使作物难于吸取土壤中的水分，造成作物黄萎、枯死。

碱土中所含的水溶性盐分，多属碱性盐，如碳酸钠（碱面）、碳酸氢钠（小苏打）等，呈现较高的碱性反应，酸碱度在8.5以上。土壤胶体（指土壤中的粘粒和腐殖质）中吸附有很多钠离子，造成土壤的结构很坏，湿时分散泥泞，干时龟裂板结，致使作物出苗困难；同时由于碱有腐蚀性，能破坏根的细胞组织，危害作物生长。

我省内陆和滨海盐碱地区多是盐土，典型的碱土很少，多零星分布的碱化盐土，例如“瓦碱”地。本书中介绍的盐碱土的种类、性质以及各项改良措施，多系指盐土而言。

(二) 盐碱土的形成

我省现有的原生盐碱土（老碱地）产生的原因有两种：

一是海岸外伸或海潮内侵。海水退却后，在沿海地区土壤中残留下大量盐分，使土壤发生盐碱化。如惠民、昌潍等地区滨海地带的盐碱地即属此种原因造成；二是由于岩石地质风化释放出易溶性盐分，随地表水、地下水向海洋运动过程中，在陆地上发生停滞聚积，从而使土壤发生盐碱化。如我省内陆黄泛平原广泛分布的老盐碱地即属此种原因产生。

易溶性盐分之所以会在陆地上停滞聚积起来，其主要因素有以下3点：

1. 蒸发大于降雨

含有盐分的地下水和土壤水，由于水分蒸发，盐分结晶留在地表，这叫做土壤返盐；持续不断地返盐就会使土壤盐碱化。

蒸发量大，主要是指蒸发量大于降雨量。这是土壤盐碱化发生的气候因素。我国淮河以北一般年蒸发量都大于年降雨量，因而我国盐碱土的分布基本上以淮河为界。我省属半干旱气候，平均年降雨量500~700毫米，而平均年蒸发量高达1500毫米左右，在自然情况下，返盐作用超过脱盐作用，因此，造成我省的盐碱化土壤。

2. 盐分来大于去

盐是随水而来，如果不随水而去，就会产生盐分积聚。在冲积平原地区地形越向下越平缓，地上水、地下水的运动也越来越缓慢，所以盐分往往来大于去。因此盐碱地一般都分布在冲积平原上。

鲁西北、鲁西南黄泛平原，地势平缓，地表水和地下水径流排泄微弱，在海河、淮河工程治理前，河道排水出水量还不到总降水量的10%，90%以上水主要靠蒸发和植物蒸

腾，地下径流速度不足1米/昼夜。因此我省平原地区，越向东，地下水、土壤中含盐量也越高，一般所谓好地、好水也在0.1%左右。所以鲁西北黄泛平原是一个盐碱和易盐碱的地区。

3. 地下水位高

所谓地下水位高，是指地下水埋藏深度小于地下水临界深度。

地下水位的高低与地下水的蒸发量、土壤返盐速度有密切的关系。据测定：在粉砂壤土地区，当地下水埋藏深度为2.5米时，地下水每天平均蒸发量为0.34毫米；1.8米时为1.18毫米；1米时为1.69毫米。地下水越浅，蒸发量就越大，土壤就愈易盐碱化。我省黄泛平原地区，地下水埋藏深度一般为2~3米，所以说它是一个盐碱和易碱平原。

地下水位高、蒸发量大、有盐分来源，这是土壤发生盐碱化的3个基本因素，缺少任何一个都不会发生土壤盐碱化。蒸发量大和有盐分来源这两个自然条件，在现阶段还很难进行根本性的改变，但是地下水位的高低，则可以通过各种措施加以控制，因此在改良盐碱土和预防土壤盐碱化时，应从降低地下水位和改善地下水出流条件入手，大力修建排水工程。近年来我省广大群众响应毛主席“一定要把淮河修好”、“一定要根治海河”的伟大号召，大力整治了徒骇、马颊、红卫、万福等骨干排水河道，这就为治碱、防碱创造了有利条件。

（三） 盐碱土的种类和特点

盐碱土的种类，有的按地区分，如滨海盐土、内陆盐

土；有的按盐碱成分分，如氯化物盐土、硫酸盐盐土；有的按形态特征分，如油碱、瓦碱。

按地区分，我省的盐碱土分为滨海盐土和内陆盐土两大类。

1. 滨海盐土

主要分布于泥质海岸的渤海湾和莱州湾一带，南自胶莱河口，北至马颊河口，与河北省的滨海盐土区相接，包括惠民地区的无棣、阳信、滨县、沾化、利津、垦利、广饶和昌潍地区的寿光、潍县、昌邑等县。

滨海盐碱地区均为退海之地，加上现代海潮的不断侵袭，就形成了滨海盐土。我省滨海地区受大潮侵袭非常频繁，近30多年来渤海湾沿岸就经历了7次大潮的侵袭。据调查：1938年大潮入侵的地面高程为5.2米（大沽零点，下同），1964年大潮入侵的地面高程为4.7米。又据历史资料记载，近百年最大的一次海潮为1890年，入侵范围约40~50公里，相当于目前地面高程7~7.5米。现在大面积的盐碱荒地，主要分布于1890年大潮的入侵范围之内。

我省滨海盐土的基本特点是地下水埋藏浅，约1~3米；水面坡降非常平缓，约0.01%左右；矿化度很高，一般为20~35克/升，在地面高程低于4米的地区，地下水矿化度高达70~80克/升，远远超过海水的含盐量。深层淡水一般埋藏在400~500米以下，矿化度1克/升左右，多为碳酸氢盐盐水，酸碱度在9左右。土壤盐分在剖面上的分布呈现上下都重，在耕地中也仅有一层不厚的淡水耕作层。土壤与浅层地下水的盐分，以氯化钠为主，约占全盐量的70%。

依据上述特点，滨海盐土的改良与利用应该是修筑防潮

堤，防御海潮侵袭；搞好排水工程，排出土壤和地下水中过多的盐分；充分利用黄河水沙资源，通过灌溉、冲洗、放淤，逐步形成较厚的淡土层和较淡的表层地下水；在有条件的地区，开发深层地下淡水；搞好平地整畦，加强对作物的田间管理，并大力发展绿肥作物，用地和养地相结合，培肥地力，以达改良土壤目的。

2. 内陆盐土

主要分布于菏泽、聊城、德州地区和济宁、惠民两地区的西部，大部分为斑状的盐碱耕地，盐碱荒地多为撩荒地，有零星分布。

内陆盐土按形态特征主要有3种：

(1)油碱：盐分中以氯化镁、氯化钙、氯化钠为主，占全盐量的50~70%，其次是硫酸盐类，属硫酸盐氯化物盐土。由于含有吸湿性强的氯化镁和氯化钙，形成常年潮湿，土色灰暗，所以又叫“万年湿”、“黑油碱”。群众以“管出不管长”形容油碱地难保苗的特点。油碱一般分布于地下水位长期过高的砂壤土地区，是一种处于强烈盐化的土壤。

(2)白碱：以硫酸钠为主，氯化钠次之。硫酸盐约占全盐量的50~60%，属氯化物硫酸盐盐土。白碱地区较油碱地区的地下水出流条件略好，未形成氯化镁和氯化钙等盐类的大量聚积。由于硫酸钠、氯化钠在表土聚积，而形成表土的白色盐结皮或白色盐霜。

(3)瓦碱：以碳酸氢钠为主，并含有少量的碳酸钠，总盐量较油碱和白碱都低，属碳酸氢盐盐土。瓦碱表土有厚约1厘米，呈薄片状或层状的密实硬壳层，土色浅而带白色，透水性极弱，溶液呈强碱反应。群众以“管长不管出”来形容

容瓦碱地出苗困难，但出苗后容易保苗。

内陆盐碱地的基本特点：大片的盐碱多分布于黄河或黄河故道两侧的背河槽状洼地，如聊城县的放马场，平原县及陵县北部的平陵大洼，在耕地中多呈斑状零星分布。土壤盐分垂直分布上重下轻，呈“T”形，表层含盐量一般在0.4%以上。70米以内的地下水大多可以开采利用，但地区差异很大。水文地质条件好的地区，单井出水量一般每小时70立方米左右，矿化度一般小于2克/升。少数水文地质条件差的地区，地下水矿化度在2~5克/升左右，一般不能用于灌溉。

依据上述情况，内陆盐碱土都与洼涝相关联，因而在治理途径上，首先要建立完整的排水系统，排出涝水和控制地下水位，以改善水文状况；在宜井地区，积极开发利用浅层地下水，实现井灌、井排；在沿黄洼碱地和不打井的地区，合理引用黄河水，进行种稻、冲洗和放淤；根据不同的具体条件，合理实行井灌、渠灌相结合，达到控制地下水位和防碱、改碱的目的；同时要整平土地，加强田间管理，多施有机肥料，广种绿肥，改良土壤。

无论滨海盐碱地区，还是内陆盐碱地区，都应大搞植树造林，这对调节小气候，加强林木排水和广开肥源都有重要意义。

(四) 盐碱土的盐碱成分

盐碱土里含有的盐分种类很多，最主要的有以下7种：

氯化钠 (NaCl)：就是食盐。

硫酸钠 (Na_2SO_4)：也叫皮硝。

碳酸钠 (Na_2CO_3) : 就是日常用的碱面。

碳酸氢钠 (NaHCO_3) : 也叫小苏打。

氯化钙 (CaCl_2) : 一种能吸湿的防潮剂。

氯化镁 (MgCl_2) : 即点豆腐的盐卤。

硫酸镁 (MgSO_4) : 也叫泻盐。

上述盐分都是由强碱和强酸中和后产生的盐类, 它们的共同特点是:

第一, 在水中有很大的溶解度, 20°C 时, 一升纯水能溶解 96~700 多克的盐分。所以我们在化验土壤中的含盐量时, 用 5 倍于土的蒸馏水, 就可以把土壤中的盐分完全浸提出来。

表 1 土壤中主要盐类的溶解度 (20°C 纯水)

盐类名称	CaCl_2	MgCl_2	NaCl	MgSO_4	Na_2CO_3	Na_2SO_4	NaHCO_3
溶解度 (克/升)	744	545	360	360	225	189	96

第二, 这些盐分在水中离解后产生阴离子和阳离子, 如氯化钠在水中离解后产生氯离子和钠离子。上述 7 种盐类在水中离解后就产生 4 种阴离子和 3 种阳离子。4 种阴离子是 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 。3 种阳离子是 Na^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 。了解土壤中的盐碱成分时, 只需测定所含离子的种类就可以确定。

第三, 这些盐分在水中都有很强的导电能力, 它的电导率 (毫欧姆/厘米) 与盐分含量成正比, 即水中含盐愈多, 电导率数值愈大。在土壤盐分测定方法中有一种简单而快速的方法叫做电导法, 就是根据这种性质设计的。

第四, 它们的水溶液都能形成较高的渗透压, 当土壤糖

液中含盐过多时，就可以使作物根毛吸不进水去。

第五，它们的水溶液冰点比较低，含盐多的土壤在冬季不容易结冰，随着土壤水分的活动，仍然返盐。

这些盐分，在不同类型的土壤中，它们之间的含量比例是不一样的，同一类型的土壤由于总含盐量不同，各种盐分组成比例也不同。如滨海盐土中主要含氯化钠，约占总盐量的70~80%。当总盐量大于1%时，阴离子中以氯根为主，约占阴离子总量的80%，硫酸根和碳酸氢根约占阴离子总量的20%，阳离子中则以钠离子为主，约占阳离子总量的80%，其余为镁、钙离子。当总盐量减少至0.2%左右时，阴离子中氯根下降到占阴离子总量的50%左右，而硫酸根和碳酸氢根分别增高到30%和20%，阳离子中钠离子下降到占阳离子总量的50%左右，而镁、钙离子增高到50%左右。掌握了这种盐分组成变化规律，在测定出一种主要离子的含量后，即可推算出总盐量，或者在测定了总盐量后，就可以了解它的各种离子的大概数量。内陆盐土的成分比较复杂，依其类型的不同，有的以硫酸盐为主，有的以氯化物为主，还有的以碳酸氢盐为主。

（五）盐碱对作物生长的危害

1. 盐分过多，土壤水就变为无效

空气、阳光、温度、养分、水分是作物生长不可缺少的5个基本条件。作物依靠它的根吸收土壤水分和养分，通过叶子的光合作用，制造成作物生长所需要的各种物质。作物根吸收土壤水分，主要是靠根毛的细胞液渗透压高于土壤溶液

的渗透压。当土壤里盐分太多时，土壤溶液的浓度就相应的增大，渗透压随之增高，如果土壤溶液的渗透压超过根毛细胞液渗透压时，水分就不能被根吸收，相反根毛里的水会倒渗出来。用盐腌制咸菜时，水从萝卜中渗出来就是这个道理。所以当土壤里含盐太多时，土壤水就变为无效，群众常把这种情况叫“假墒”。

2. 盐分多了，离子产生毒害作用

作物根在吸收水分的同时，还要吸收氮、磷、钾以及一些微量元素，如钙、镁、铁、锰、硫、硼等。但作物对这些东西的需要量都是有一定限度的，超过了需要的限度，作物就会中毒。土壤可溶盐分中的氯化镁毒性最大，其次是碳酸钠、碳酸氢钠、氯化钠、硫酸钠。

有些野生植物对盐碱有很强的适应性，甚至喜欢在盐碱地里生长，如黄须、马绊草等。这些野生植物在生理上都有其特殊机能，如植株本身含有盐分；细胞液渗透压很高，或叶子结构特殊，蒸腾量很小；有的叶子还能分泌盐分。这种适应在盐碱地生长的植物叫做“盐生植物”。各种盐生植物都有自己的耐盐范围，根据它们的分布情况，就可以知道土壤盐碱化的程度，所以又叫“指示植物”。

农作物的抗盐性一般都比较低，一般在土壤含盐量小于0.2%或0.3%时才能正常发芽出苗。几种主要作物，根据其耐盐性的强弱，依次为田菁、棉花、高粱、小麦、玉米、谷子。

同一种作物在不同生长期耐盐性也不同，一般在苗期都较弱，所以防碱主要在苗期。

土壤含盐量和土壤盐碱化程度，在滨海盐碱地区，是根

据自然植被的生长和分布情况分级的。据调查资料，我省滨海盐土分级如表 2。

表 2 滨海盐碱地盐碱化程度分级

盐碱化等级	耕层或作物根系主要活动层含盐量%	作物生长情况或生长的野生植物
非盐碱化(一)	小于0.2	耕地。各种作物正常生长。
轻度盐碱化(二)	0.2~0.4	耕地。小麦、玉米生长受抑制，田菁、棉花等可正常生长。荒地中生长茅草、芦苇、青鞭草等。
中度盐碱化(三)	0.4~0.7	作物不能生长，野生植物以马绊草为主，或马绊草中混生蒿子、白花等。
重度盐碱化(四)	1.0左右	以黄须菜为主，或稀疏的马绊草。
光板地(五)	大于1.5	光板地或稀疏的黄须、地枣。

在内陆盐碱地区，由于大部为盐碱耕地，土壤盐分的水平分布很不均匀，不能依土壤含盐量的多少直接划分土壤盐碱化的程度，一般按作物拿苗和盐斑的多少进行分级。

表 3 内陆盐碱地盐碱化程度分级

盐碱化程度	作物拿苗及盐斑成数
非盐碱化(一)	作物拿苗齐全，路边、沟旁、畦埂不见盐霜。
轻度盐碱化(二)	作物拿苗约8成或盐斑占2成左右，路沟、畦边有明显的盐霜。
中度盐碱化(三)	作物拿苗5~7成或盐斑占3~5成，有的盐斑连片。
重度盐碱化(四)	作物拿苗不足5成或盐斑占5成以上，大区中有零星盐荒地。
盐碱荒地(五)	以大片盐碱荒地为主，耕地零星分布。

(六) 土壤盐分的活动规律

土壤中盐分是溶解于水的，要了解土壤盐分的活动规