

# 中国盐渍土

王遵亲 祝寿泉 俞仁培 等 主编

科学出版社出版

(京)新登字 092 号

## 内 容 简 介

《中国盐渍土》是以大量的实地科学调查和试验资料为依据,较全面和系统地阐述中国盐渍土形成及其防治的专著。本书以土壤发生学和地球化学观点贯穿全书。内容包括土壤盐渍化的条件,土壤盐渍过程,盐土和碱土分类及特性,地球化学特征,盐分与植物生长关系,土壤盐渍化监测预报,土壤盐渍化综合防治等。本书资料翔实丰富,覆盖面广,融理论性、资料性和生产性于一体,为合理开发利用盐渍土资源和国土整治,改善生态环境等方面提供科学依据。

本书可供从事农、林、牧生产的科技人员,以及生态环境、地学、水利等学科专业人员和大专院校师生参考。

## 中 国 盐 渍 土

王遵亲 祝寿泉 俞仁培 黎立群 单光宗 著  
尤文瑞 曾宪修 张梓雯 张丽君 宋荣华

责任编辑 陈培林

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

石油工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1993年12月第 一 版 开本: 787×1092 1/16  
1993年12月第一次印刷 印张: 36 3/4 插页: 36  
印数: 1-700 字数: 849 000

ISBN 7-03-003794-4/S·116

定价: 65.00 元

照片1 我国温带长江口以北泥质海岸潮间带石灰性海滩景观。紫红色为一年生海蓬子群落（抽苔菜）

（山东东营市，山东农业大学，陈介福提供）



照片2 发育于石灰性盐渍泥母质上的滨海盐土。其上生长的盐生植物群落为盐蒿（红色），碱蓬刺（白花），马蜂草（锦茅，淡草绿色），及柃柳（深草绿色）等

（山东东营市）

照片3 我国亚热带闽江口以南潮间带生长红树林群落（如老鼠簕，桐花树，木榄，等）的海滩景观。

（广东珠海市）





照片 4 亚热带海涂红树林沼泽剖面  
(广东珠海市)



照片 5 反酸田(酸性硫酸盐土)剖面, 30厘米以下暗灰色土层为“木屑层”(即, 埋藏红树林腐质化残体, pH为4—5.5)  
(广东珠海市)



照片 6 反酸田锈色田面水 pH可降低至2—3  
(广东湛江)



照片7 我国半干旱地带华北平原  
耕地中插花分布的潮盐土  
景观

(山东聊城)



照片8 我国半荒漠,即荒漠—草  
原地带典型盐土中以氯化  
物为主的潮湿盐土地表景  
观,植被为盐穗木等

(宁夏银川平原,中国科学院南京  
土壤研究所,陈志诚提供)

照片9 我国半荒漠地带典型盐土  
中以硫酸盐为主的结壳蓬  
松盐土地表景观,植被为  
盐穗木等

(宁夏银川平原,中国科学院南京  
土壤研究所,陈志诚提供)





照片10 在漠境地带干燥的闭流湖泊沉积物上发育的结壳型典型盐土地表景观，植被为多年生盐穗木  
(甘肃民勤)



照片11 结壳型典型盐土的剖面  
(甘肃民勤)



照片12 半干旱—干旱地区苏打草甸盐土的地表景观，植被为：芦苇、羊角果、剪刀股、碱蓬、盐蒿、灰绿藜（碱灰菜）、怪柳等。棕色斑块苏打含量较高，酚酞反应明显，pH达9左右  
(华北平原)

照片13 漠境地带山前洪积盐土及戈壁景观  
(新疆吐鲁番, 中国科学院南京土壤研究所, 陈志诚提供)



照片14 漠境地带残余盐土地表景观和其剖面。  
植被为怪柳, 盐爪爪, 盐须须和盐穗木等  
(新疆塔里木盆地)

照片15 漠境地带石膏盐盘残余盐土  
(新疆吐鲁番盆地, 中国科学院南京土壤研究所, 陈志诚提供)







照片16 漠境地区底层盐化灰钙  
土灌溉后引起的次生盐渍  
化景象  
(甘肃景泰)



照片17 黄淮海平原耕地中抽花分  
布的瓦碱(潮碱土)地表  
景观。植被为稀疏的剪刀  
股,骆驼蓬,碱蓬,茵陈蒿  
等  
(河南封丘)



照片18 瓦碱的结壳和其上的指示  
植物剪刀股  
(河南封丘)





照片19 我国草原地带分布的结皮  
草甸碱土景观，白色为碱  
斑，绿色为草原-草甸，  
植被主要为碱草（羊草）  
（内蒙古呼伦贝尔盟）



照片20 草原地带分布的草原-草  
甸柱状碱土剖面。  
（吉林通榆，吉林省农业科学院土  
壤肥料研究所，杨国荣，吕跃双  
提供）



照片21 草原-草甸柱状碱土的柱  
状结构碱化层。  
（吉林通榆，吉林省农业科学院土  
壤肥料研究所，杨国荣，吕跃双提  
供）

照片22 漠境—草原地带(半漠境)分布的龟裂碱土(荒漠碱土)与低矮固定砂丘呈复城存在的景状,砂丘上主要植物为白茨,芨芨草。砂丘受盐碱化作用和水蚀而逐渐夷平演变为龟裂碱土(宁夏银川平原西大滩)



照片23 龟裂碱土地表呈现的龟裂状结构  
(宁夏银川平原西大滩)

照片24 龟裂碱土的短柱状构造层(高约5—6厘米)  
(宁夏银川平原西大滩)



照片25 镁质碱化土（包括镁质碱土和碱化盐土）的地表景观。植被为青碱草（冰草）、芦苇、及芨芨草  
（甘肃酒泉边湾）



照片26 镁质碱土剖面及其大棱块状构造碱化层  
（甘肃酒泉边湾）

照片27 江苏北部海涂利用种植大米草促进加速成土过程  
（江苏盐城）







照片28 引黄灌溉排水淋盐，结合农林生物措施加强地面覆盖和培肥土壤，综合改良利用滨海盐土的景观

（山东东营市，山东农业大学，陈介福提供）



照片29 中国科学院封丘农业生态试验站采取井、沟、渠水利工程措施和农业生物措施相结合，综合治理旱、涝、盐碱等自然灾害，获得显著成效

（河南封丘）



照片30 井、沟结合提灌抗旱淋盐,调控地下水位,综合防治土壤盐渍化,成效显著  
(河南延津)



照片31 在具有排水设施条件下,引黄河灌淋盐改良利用盐碱地,取得显著效益  
(宁夏银川平原,中国科学院南京土壤研究所,陈志诚提供)



照片32 引黄淤灌，排水种稻压盐，改良利用盐碱地，效果显著  
(宁夏银川平原，中国科学院南京土壤研究所，陈志诚提供)



照片33 开凿坎儿井建成暗渠，引取地下水发展灌溉，改良利用盐碱地  
(新疆吐鲁番，中国科学院南京土壤研究所，陈志诚提供)



## 序

《中国水稻土》、《中国土壤氮素》和《中国盐渍土》三本专著,是自中国科学院 1987 年开始试行所长任期目标责任制以来,南京土壤研究所首次制定的所长任期目标的内容之一。四年来,在专家们的积极努力下,克服了任务重、时间紧的困难,现在都如期地完成了任务。

盐渍土是一系列受盐碱作用的,包括各种盐土、碱土及其他不同程度盐化和碱化土壤的统称。据联合国教科文组织和粮农组织的不完全统计,全世界盐渍土面积近 10 亿公顷。我国盐渍土分布甚广,类型也多,据最新的统计资料,我国有各类盐渍土约 8 180 万公顷,还有 1 733 万公顷的土壤,存在着潜在盐碱化威胁。改造和利用这些土地资源,是我国农业发展的重要途径之一。

我国劳动人民在长期生产实践中,已经积累了丰富的改良利用盐碱地的经验;我国科技工作者也在长期的研究工作中,取得了大量科学资料 and 一系列重要成果。及时地总结这些经验和分析研究已经获得的各种资料,从而更好地推动我国盐渍化土壤的改良利用,并进而对世界盐渍土的综合治理提供经验,即是我们编写《中国盐渍土》的目的所在。

从 50 年代开始,我们便在我国滨海和内陆开展了广泛的调查研究和科学实验,特别是在黄淮海平原,老中青科学工作者坚持进行了长达 30 余年的研究工作,对盐渍土的形成条件、类型、特征、特性以及改良利用等都有较深入的认识。

本书汇集了我们长期积累的资料和经验,是集体劳动的结晶。全书共分八章,分别从土壤盐碱化的条件、土壤的盐渍过程、盐渍土的类型、特性和分区、土壤盐分与植物生长的关系、土壤水盐运动规律及土壤盐碱化的预测预报与土壤盐碱化防治等多方面进行科学论述;最后用较大的篇幅介绍我国各盐渍区具有代表性的试区综合防治土壤盐碱化的成功经验,从而反映出本书的科学性和生产实践性。

土壤盐碱化是一个十分复杂的问题,我们的认识和实践还有待不断充实、不断深化。如何根据不同的情况,因地制宜地制定综合防治的方案,需要通过各地的生产实践和科学试验予以总结。此外,对土壤的潜在盐渍化威胁,必须予以足够的重视,从而尽可能地减少在改造和利用自然过程中的失误。

赵其国

1991 年 12 月于南京

## 作者序

盐渍土分布很广,涉及世界五大洲,从热带到寒带的近百个国家和地区,在各生物气候带的干旱、半干旱地区,分布面积尤为广大。在世界土地资源总量中,盐渍土占有相当大的份额,据联合国教科文组织和粮农组织的不完全统计,全世界盐渍土面积约近 10 亿公顷,对发展综合性农业具有很大潜力。然而,在干旱、半干旱地区要充分开发利用土地资源,就必须发展灌溉,尤其是大规模的自流灌溉,但往往因水文和水文地质条件恶化,排水情况不良,导致土壤普遍发生次生盐碱化,因而防治土壤盐碱化问题早已成为一个世界性的重大课题。为此,有关各国的土壤科学工作者进行了大量科学试验研究,并从长期的科学研究实践中,认识到盐渍土中的盐碱成分是构成干旱、半干旱地区土壤不可分割的重要组成部分,它们具有与土壤其他组成成分不同的活跃而复杂的地球化学运动特点和规律,因而在土壤学中正在逐渐形成一个需要采取多学科有关理论和综合手段进行研究的特定领域——土壤盐渍地球化学分支。赋予土壤盐渍地球化学分支的科学研究任务就是:以土壤发生学和地球化学的观点与理论,紧密联系水文和水文地质条件,研究土体和水体中的盐类来源、在不同自然条件和人类活动影响下盐类的水平和垂直向的迁移和累积规律,及其与盐渍土形成和属性的内在联系,研究植物耐盐碱性及其机理,研究防治土壤盐碱化的对策、措施和其理论依据等。

40 多年来,由我国老一辈土壤学家开创奠基的盐渍土研究工作,密切结合各时期的国家经济建设任务,在广度和深度两方面都取得了长足进展,概括起来主要有以下几方面:

(1) 盐渍土形成研究方面:目前国际上将盐渍土形成过程概分为现代积盐过程、残余积盐过程、碱化过程和脱碱化过程。对现代积盐过程的研究,多侧重于地下水导致土壤积盐的作用。美国还十分重视灌溉水质对土壤盐碱化的影响。少部分研究涉及海水浸渍和生物积盐的作用。

我国以土壤发生学与地球化学的观点和理论,紧密联系水文和水文地质条件,研究盐渍土的形成,取得了显著的进展。对土壤现代积盐过程的研究,以大量丰富的研究资料为依据,将其细分为:①受海水浸渍影响的;②受地下水影响的;③受地下水和地面水(主要是渍涝水)双重影响的;④受地面矿化径流影响的,并阐明其各自的主要盐渍特征。对发展灌溉(主要是指发展大型自流灌溉)引起土壤发生次生盐渍化原因的研究,也取得了新的进展。认为在地面强烈蒸发影响下,其主要原因有三:①引起浅层地下水位升高超过其临界深度,导致土体和地下水中的盐分向地表富集;②土壤心底土存在积盐层,其中的盐分为灌溉下渗水流溶解活化,转向地表累积;③采用高矿化地面水或地下水灌溉,而又无调控措施,致使盐分在土壤表层累积。此外,有些工矿企业排放的含盐弃渣和废水,作为环境污染源也能使局部地段的土壤发生次生盐碱化。研究证明,微域盐斑形成的原因也有其三:①主要是由于微域地面高低不平,使相邻近的两层表层土壤出现温度和湿度梯度差,

发生土壤水盐藉毛管侧向水平运动而重新分配所致;②部分是由于在层状沉积土体结构中存在埋藏不深的滞水托盐层所致;③局部存在高矿化浅层地下水穹所致。

对残余积盐过程研究方面,除了首次明确地阐述其主要积盐特征和其分布规律与气候、地形因素的相关性外,还注意到残余积盐有成土过程产物和地质过程(地球化学过程)产物之别,以及有表层残余积盐和底层残余积盐之分。

在碱化过程研究方面,发现在我国黄淮海平原发展大规模机井灌溉情况下,利用低矿化和淡质碱性地下水灌溉,当其中含有残余碳酸钠(RSC)时,而又不采取预防措施,就有可能导致土壤发生次生碱化过程。在地下水参与现代成土过程的苏打盐渍区,草甸草原的超载过度放牧,也会加剧土壤次生碱化过程的发展。初步研究认为,在草原和漠境草原干旱生物气候条件下,鉴于地下水埋藏深而不参与现代成土过程,因而草原碱土和某些地带性土壤的碱化特征似应属残余性的,而非现代成土过程的产物。

(2)盐渍土分类和分级研究方面:国际上迄今还没有令人较为满意和公认的盐渍土分类分级原则和系统。目前以美国为代表的一些国家把电导率 $>4$ 毫西/厘米的土壤划为盐渍土范畴,并将其中电导率 $>4$ 毫西/厘米、碱化度(ESP) $<15\%$ 、 $\text{pH}<8.5$ 的划为盐土类;将电导率 $<4$ 毫西/厘米、碱化度 $>15\%$ 、 $\text{pH}>8.5$ 者划为碱土类;将电导率 $>4$ 毫西/厘米、碱化度 $>15\%$ 、 $\text{pH}>8.5$ 的划为盐碱土类。而以前苏联为代表的一些国家则将表土含盐量大于 $0.1\%$ 的土壤划为盐渍土范畴,以表土含盐量大于 $1\%$ 、 $\text{pH}<8.5$ 者划为盐土类;将表土含盐量小于 $0.5\%$ 、碱化层碱化度大于 $20\%$ 、 $\text{pH}>9.0$ 的划为碱土类。近30多年来,我国在盐渍土分类分级研究方面取得了很好的进展。中国土壤学会盐渍土专业委员会于1987年10月,在山东省烟台市召开了我国第一次盐渍土分类分级学术研讨会。与会代表一致认为盐渍土分类是全国土壤分类系统的组成部分,其分类原则和依据应与全国土壤分类系统相一致,要将成土条件、成土过程和土壤属性统一起来考虑,并贯穿于分类系统的各层次中。至于命名,应尽量沿用国内外已为人公认熟知的一些命名,最好不要轻易更改,以便于形成一个全国公认的统一盐渍土分类系统,进行国内外学术交流。但也可根据研究资料和发展,创立具有严谨科学内涵的新名称。绝大多数盐渍土研究科学工作者认为,按我国分类原则和依据,在盐渍土中分出盐土及碱土两个独立土类是适合的。未达盐土或碱土指标的各种盐化或碱化土壤,则应分属其他有关土类中的亚类或土属。确认当土壤表层含盐量达 $0.6\sim 2\%$ 时,即应属盐土类,氯化物盐土含盐下限一般为 $0.6\%$ ,氯化物-硫酸盐和硫酸盐-氯化物盐土其含盐下限为 $1\%$ ,含有较多石膏的硫酸盐盐土下限为 $2\%$ ;当100克土壤的水溶性盐类组成中含苏打在 $0.5$ 毫克当量以上者,即属苏打盐土范畴,其表土层含盐下限为 $0.5\%$ 左右。当土壤碱化层的碱化度大于 $30\%$ <sup>①</sup>(草原碱土大于 $25\%$ )、 $\text{pH}$ 为 $9.0$ 左右或以上,表土层含盐量一般不超过 $0.5\%$ 者为碱土类。

土壤盐碱化分级应以植物耐盐碱的程度和各种盐类对植物的毒害程度为依据。确定土壤盐化等级应以植物根系主要活动层或耕作层(一般厚度为 $0\sim 20$ 或 $30$ 厘米)的含盐量为准;确定土壤碱化等级主要根据碱化层的碱化度来划分。目前我国已有不少研究者采用综合数值分析或主组元聚类分析的方法,进行土壤碱化分级;在半湿润、半干旱地区,表土含盐量小于 $0.1\%$ 者为非盐化土壤, $0.1\sim 0.2\%$ 为轻度盐化, $0.2\sim 0.4\%$ 为中度盐化,

① 有人认为应大于 $40\%$ 。