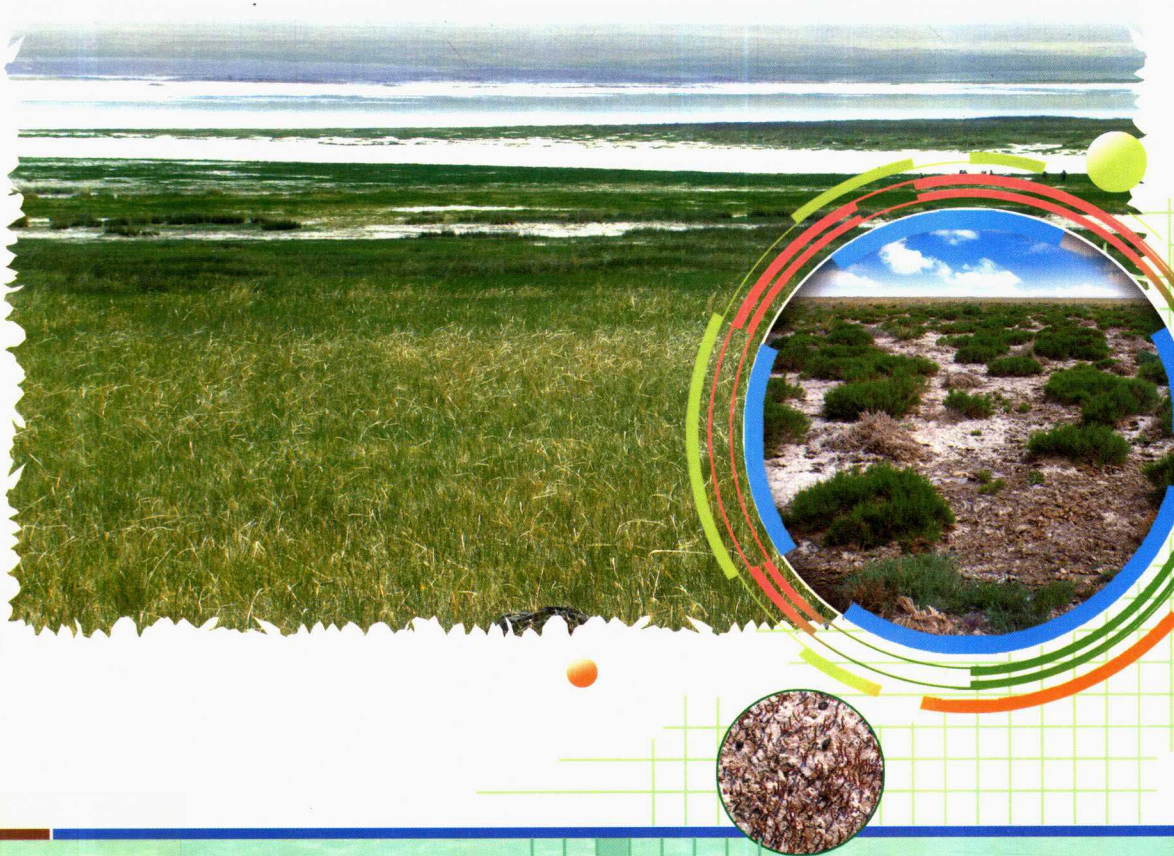




牧区 半牧区 草牧业
科普系列丛书

盐渍化草地 综合治理技术

韩文军 编著



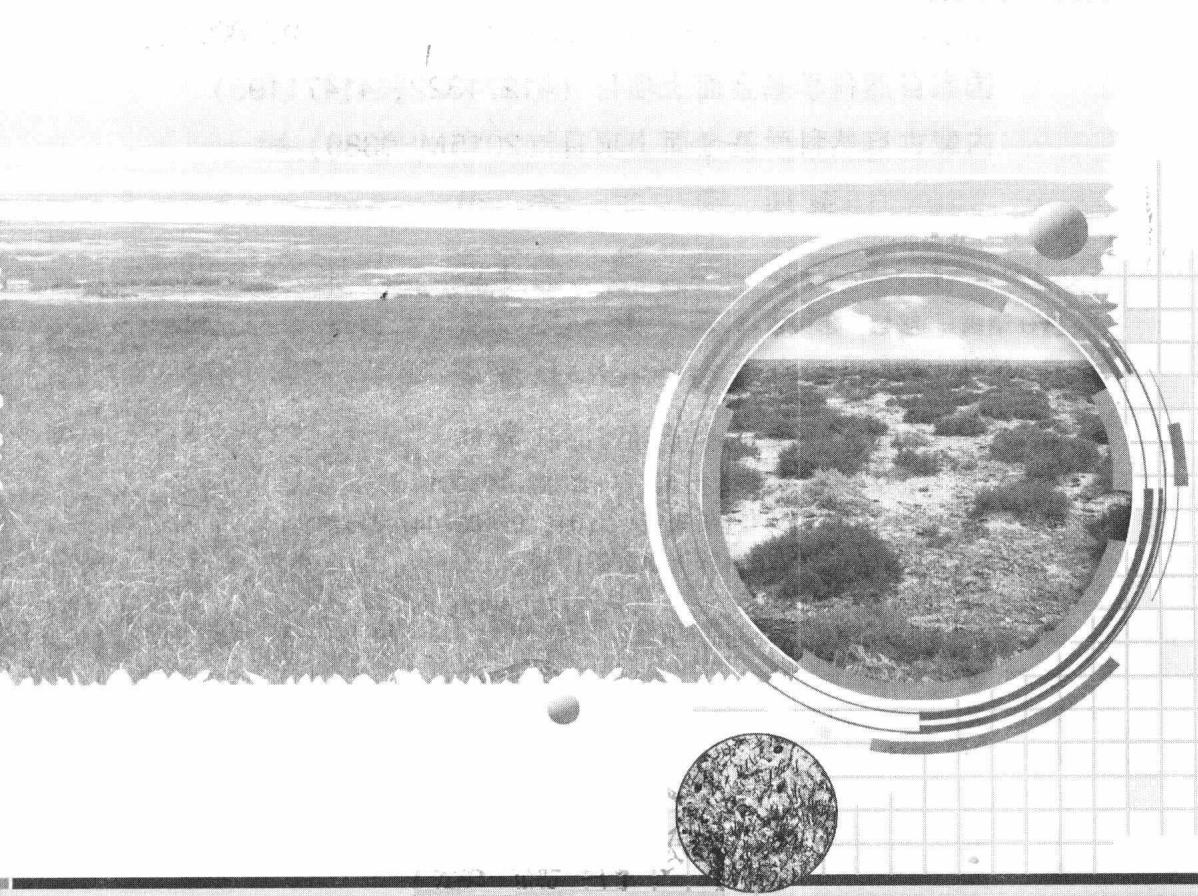
中国农业科学技术出版社



牧区 半牧区 草牧业
科普系列丛书

盐渍化草地 综合治理技术

韩文军 编著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

盐渍化草地综合治理技术 / 韩文军编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2016. 5

ISBN 978 - 7 - 5116 - 2465 - 9

I. ①盐… II. ①韩… III. ①盐渍化 - 草地 - 综合治理 IV. ①S812

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 317756 号

国家重点基础研究发展计划 (973 计划) (2014CB138806)

国家自然科学基金面上项目 (41271322; 41471198)

内蒙古自然科学基金面上项目 (2015MS0389)

责任编辑 张敏洁 宋家祥

责任校对 李向荣

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82106632 (编辑室) (010)82109704 (发行部)
(010)82109709 (读者服务部)

传 真 (010)82106625

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京华正印刷有限公司

开 本 710mm × 1 000mm 1/16

印 张 7.25

字 数 130 千字

版 次 2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

定 价 23.00 元

—— 版权所有 · 翻印必究 ——

《牧区半牧区草牧业科普系列丛书》

编委会

主 编：	侯向阳	王育青	
副主 编：	李志勇	刘雅学	任卫波
编 委：	布 库	常 春	陈立波
	德 英	丁 勇	杜建材
	高书晶	韩 冰	韩文军
	黄 帆	焦 巍	解继红
	李鸿雁	李 俊	李彦忠
	刘爱萍	刘桂香	秦 艳
	萨茹拉	孙启忠	塔 娜
	陶 雅	田青松	万东莉
	万其号	王 海	王照兰
	王 珍	吴新宏	武自念
	徐春波	徐林波	闫志坚
	杨婷婷	杨玉平	于林清
	张福顺	张文静	张晓庆
	张 勇	赵海霞	赵来喜

序

我国牧区半牧区面积广袤，主要分布在北方干旱和半干旱地区，覆被以草原为主，自然环境比较恶劣。自古以来，牧区半牧区都是我国北方重要的生态屏障，是草原畜牧业的重要发展基地，是边疆少数民族农牧民赖以繁衍生息的绿色家园，在保障国家生态安全、食物安全、边疆少数民族地区稳定繁荣中发挥着不可替代的重要作用。

近几十年来，由于牧区半牧区人口增加、气候变化以及不合理利用，导致大面积草地退化、沙化、盐渍化。

党和国家高度重视草原生态保护和可持续利用问题，2011年出台了《国务院关于促进牧区又好又快发展的若干意见》，确立了牧区半牧区“生产生态有机结合、生态优先”的发展战略，启动实施“草原生态保护补助奖励机制”，2015年中央1号文件提出“加快发展草牧业”，2016年中央1号文件进一步提出“扩大粮改饲试点、加快建设现代饲草料产业体系”，为牧区半牧区草牧业的发展带来难得的历史机遇。牧区半牧区草牧业已成为推动我国农业转型升级、促进农牧民脱贫致富、加快实现现代化的重要突破口和关键着力点。然而，长期以来，牧区半牧区农牧民接受科技信息渠道不畅，科技成果应用和普及率不高，草牧业生产经营方式落后，生态和生产不能很好兼顾等因素，制约着草牧业的可持续发展，迫切需要加强草牧业科技创新和技术推广，引领支撑牧区半牧区草牧业现代化。

在农业科技创新工程大力支持下，中国农业科学院草原研究所组织一批中青年专家，编写了“牧区半牧区草牧业科普系列丛书”。该丛书贯彻“顶天立地”的发展战略，以草原生态保护与可持续利用为主线，面向广大农牧民和基层农技人员，以通俗易懂的语言、图文并茂的形式，系统深入地介绍我国草原科技领域的新知识、新技术和新成果，帮助大家认识 and 解决牧区



盐渍化草地综合治理技术

半牧区生态、生产、生活中的问题。

该丛书编写人员长期扎根牧区半牧区科研一线，具有丰富的科学知识和实践经验。相信这套丛书的出版发行，对于普及草原科学知识，推广草原科技成果，提升牧区半牧区草牧业科技支撑能力和科技贡献率，推动草牧业健康快速发展和农牧民增收，必将起到重要的促进作用。

欣喜之余，撰写此文，以示祝贺，是为序。

中国农业科学院党组书记

陈萌山

2016年1月

《牧区半牧区草牧业科普系列丛书》

前 言

牧区半牧区覆盖我国 23 个省（区）的 268 个旗市，其面积占全国国土面积的 40% 以上，从远古农耕文明开始，各个阶段对我国经济社会发展均具有重要战略地位。牧区半牧区主要集中分布在内蒙古自治区、四川省、新疆维吾尔自治区、西藏自治区、青海省和甘肃省等自然经济落后的省区，草原作为牧区半牧区生产、生活、生态最基本的生产力，直接关系到我国生态安全的全局，在防风固沙、涵养水源、保持水土、维护生物多样性等方面具有不可替代的重要作用，同时也是我国畜牧业发展的重要基础资源，在区域的生态环境和社会经济中扮演着关键的角色。然而，随着牧区人口增加、牲畜数量增长、畜牧业需求加大，天然草原超载过牧问题日益严重。2000—2008 年的数据显示，牧区合理载畜量为 1.2 亿个羊单位，实际载畜量近 1.8 亿个羊单位，超载率近 50%。长期超载过牧以及不合理利用使草原不堪重负，草畜矛盾不断加剧，草原退化面积持续扩大。从 20 世纪 70 年代中期约 15% 的可利用天然草原出现退化，80 年代中期的 30%，90 年代中期的 50%，持续增长到目前约 90% 的可利用天然草原出现不同程度的退化，导致草原生产力大幅下降、水土流失严重、沙尘暴频发、畜牧业发展举步维艰，草原生态、经济形势十分严峻，可持续发展面临严重威胁。

2011 年，国务院发布的《国务院关于促进牧区又好又快发展的若干意见》明确指出，牧区在我国经济社会发展大局中具有重要的战略地位。同时，2011 年也开始实施草原生态保护补助奖励机制，包括实施禁牧补助、草畜平衡奖励、针对牧民的生产性补贴、加大牧区教育发展和牧民培训支持力度、促进牧民转移就业等举措，把提高广大牧民的物质文化生活水平摆在更加突出的重要位置，着力解决人民群众最现实、最直接、最紧迫的民生问



盐渍化草地综合治理技术

题，大力改善牧区群众生产生活条件，加快推进基本公共服务均等化。

“草牧业”是个新词，源于2014年10月汪洋副总理主持召开专题会议听取农业部汇报草原保护建设和草原畜牧业发展情况时，汪洋副总理凝练提出了“草牧业”一词。随即2015年中央1号文件中特别强调“加快发展草牧业”，对于经济新常态下草业和草食畜牧业迈入新阶段、谱写新篇章是前所未有强有力的刺激和鼓舞。草牧业是一个综合性的概念，其核心是强调草畜并重、草牧结合，推进一二三产业融合。草牧业的提出无疑是对我国草业和牧业的鼓励，发展草牧业正是十八大以来大国崛起的重大步骤。发展草牧业是我国农业结构调整的重要内容，是“调方式、转结构”农业现代化转型发展的重要组成部分，是我国牧区半牧区及农区优质生态产品产业和现代畜牧业发展的重要组成部分，是变革过去粮、草、畜松散生产格局、有效解决资源环境约束日益趋紧、生产效率低及生态成本高等问题的关键突破口，是保障国家食物安全和生态安全的重要途径。

中国农业科学院草原研究所自建所52年来，坚持立足草原，针对草原生产能力、草原生态环境及制约草原畜牧业可持续发展的重大科技问题，瞄准世界科技发展前沿，以改善草原生态环境，促进草原畜牧业发展的基础、应用基础性研究为主线，围绕我国草原资源、生态、经济、社会等科学和技术问题，系统开展牧草种质资源搜集鉴定与评价、多抗高产牧草良种培育与种质创新、草原生态保护与可持续利用、草原生态监测与灾害预警防控、牧草栽培与加工利用、草业机械设备研制等科研工作。在2015年实施中国农业科学院科技创新工程以后，恰逢加快发展草牧业的契机，中国农业科学院草原研究所组织全所精英，把老、中、青草牧业科研工作者组织起来，共同努力，针对目前牧区半牧区草牧业发展的薄弱技术环节，制约牧区半牧区农牧民生产生活的关键技术，以为农牧民提供技术支撑，解决农牧业农村问题为目的，特编著《牧区半牧区草牧业科普系列丛书》，该套丛书内容丰富翔实，结构通俗易懂，可为牧区半牧区草原退化防治、人工草地栽培、家庭牧场生产经营、家畜养殖技术、牧草病虫鼠害防治等问题提供全面的技术服务，真正的把科研成果留给大地，走进农户。

编者

2016年1月

内容提要

本书以野外调查数据和广泛的文献资料为基础，主要介绍了干旱半干旱区盐渍化草地的综合治理技术。全书共分4章：第一章对盐渍化草地概念、分布范围、形成过程、土壤与水质的盐害等级划分以及主要盐生植物资源与盐碱地环境问题进行梳理。第二章介绍了利用植物生理特点进行环境治理的方法，归纳整理了耐盐及盐生植物在治理盐碱地方面的实践经验和具体案例。第三章对治理盐渍化草地过程中经常使用的工程技术，包括松土、起垄、围封、滴灌、暗管排盐等治理措施进行总结。第四章介绍了目前在盐碱地治理中主要使用的物理和化学技术措施。

本书力求实用性，可供草地生态学，环境科学等领域的科研技术人员参考，也可作为广大农牧民科学普及读物。

目 录

第一章 盐渍化草地概述	(1)
第一节 什么是盐渍化草地	(1)
第二节 盐渍化草地的气候	(3)
第三节 盐渍化草地的分布	(5)
第四节 草地盐化过程	(8)
第五节 草地碱化过程	(10)
第六节 盐碱土性状及水质的分类	(12)
第七节 人类活动与草原盐碱化问题	(14)
第八节 盐渍化草地的植物	(21)
第二章 盐渍化草地生物治理技术	(39)
第一节 盐渍化草地农业生态治理技术	(41)
第二节 盐渍化草地林业生态治理技术	(59)
第三章 盐渍化草地工程治理技术	(68)
第一节 羊草苏打盐碱土的震动深松与生化制剂相结合的治理 技术	(69)
第二节 重度盐渍碱化草地的起垄治理措施	(70)
第三节 山前冲积扇盐渍化草地综合改良技术	(72)
第四节 科尔沁碱化草地综合治理技术	(74)
第五节 沙质盐渍化草地的重耙加补播禾本科及豆科牧草治理 技术	(75)
第六节 滴灌与盐生植物相结合的盐碱地脱盐技术	(77)



盐渍化草地综合治理技术

第七节	暗管排盐对苏打盐碱地治理效果	(78)
第八节	草场封育对松嫩盐渍化草原土壤性状的恢复效果	(79)
第九节	机械沙障对查干淖尔碱湖植被恢复的效果	(80)
第四章	盐碱化草地理化治理技术	(82)
第一节	脱硫石膏对盐渍化土壤的改良效果	(83)
第二节	BGA 土壤调理剂在治理盐渍化土壤中的应用	(85)
第三节	泥炭对沙质苏打盐碱化土壤改良效果	(87)
第四节	堆肥对苏打草甸碱土改良治理效果	(88)
第五节	风化煤制剂对盐渍化草地改良效果	(90)
第六节	松嫩盐碱草原混播及不同施肥组合的改良效果	(91)
参考文献		(93)

第一章

盐渍化草地概述

第一节 什么是盐渍化草地

提到盐渍化草地，人们往往联想到农田因盐碱化弃耕后形成的草地，也有人把滨海滩涂的植被说成是盐渍化草地，还有人认为干旱、半干旱草原区过度放牧形成盐碱裸地，把盐碱湖周边的草地当成盐渍化草地等。笔者认为这些答案都是正确的。盐渍化草地在陆地植被类型中属于非地带性植被，也就是隐域性植被，在全球分布十分广泛，其中许多天然盐渍化草地正处于濒临消失的边缘，所以人们对盐渍化草地的认识也各不相同。那么，什么是盐渍化草地？这里应首先梳理草地的基本概念。在生态学辞典和草业辞典中把草地定义为主要生长草本植物，或兼有灌木和稀疏乔木，可以为家畜和野生动物提供食物和生产场所，并可为人类提供优良生活环境及牧草和其他多种生物产品，是多功能的土地—生物资源和草业生产基地。在一般情况下，草地是草原的同义语，草地是隐含较多人工管理成分并有所认指的某些具体草地，草原则泛指大面积和大范围的天然草地。一般认为，盐渍化草地则是盐化栗钙土、盐化灰钙土、盐化棕钙土、盐化碱土等盐碱土壤上分布的草地。盐渍化草地又可分为天然盐渍化草地、次生盐渍化草地。天然盐渍化草地分布于欧亚及北美等草原区，是草原区的隐域植被，大多分布在低洼地上（图1-1，图1-2），也有位于山坡前的洪积地。低洼地的盐土草原中央部分为盐土荒漠及盐化草甸，边缘盐化程度较轻的地带生长有耐盐植物和草原植物的混合植被，属于非地带性生境所发育的群落类型。次生盐渍化草地是由于人类活动，历史上的洪涝灾害、河道变迁，以及土地利用、灌溉等原因导致草原区土壤含盐量过高，使正常的草原植物不能生长，只能形成耐盐性



盐渍化草地综合治理技术

植被（图1-3）。什么是盐碱化土壤？它是指可溶性盐类在土壤中，特别是土壤表层积累后形成的，含盐量高，呈碱性，除盐生植物以外，其他植物和作物不宜生长的土壤。它是地球上分布广泛的土壤类型之一，在中国主要分布于内陆地区，也有一部分分布于滨海地区。中国天然盐渍化草原主要是由多年生盐生草本植物为主构成的植物群落。主要分布在草原和荒漠地区的盐碱化低地、宽谷、湖盆边缘和河岸，此外，在落叶阔叶林的盐化低地和海滩也有分布。

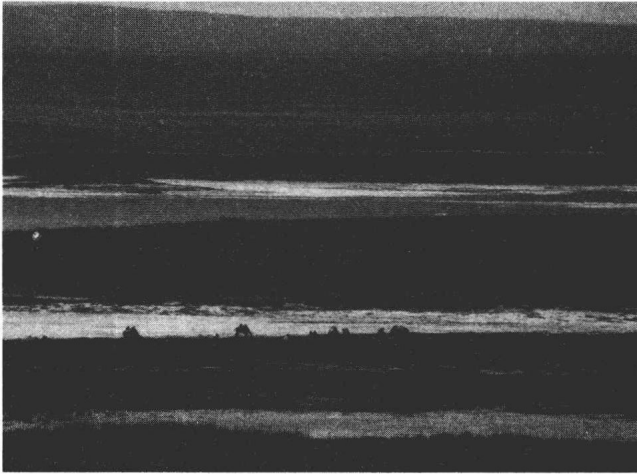


图1-1 天然盐渍化草地（蒙古）

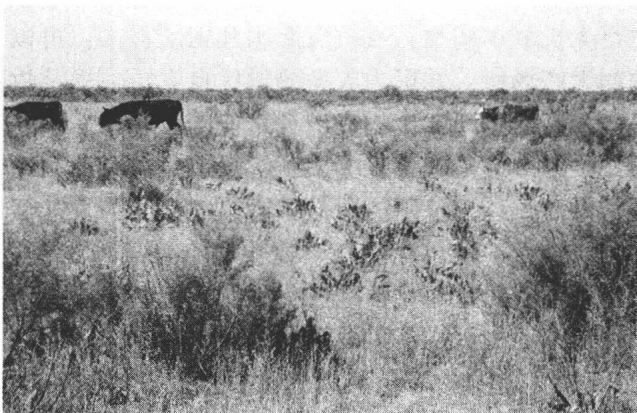


图1-2 天然盐渍化草地（中国）

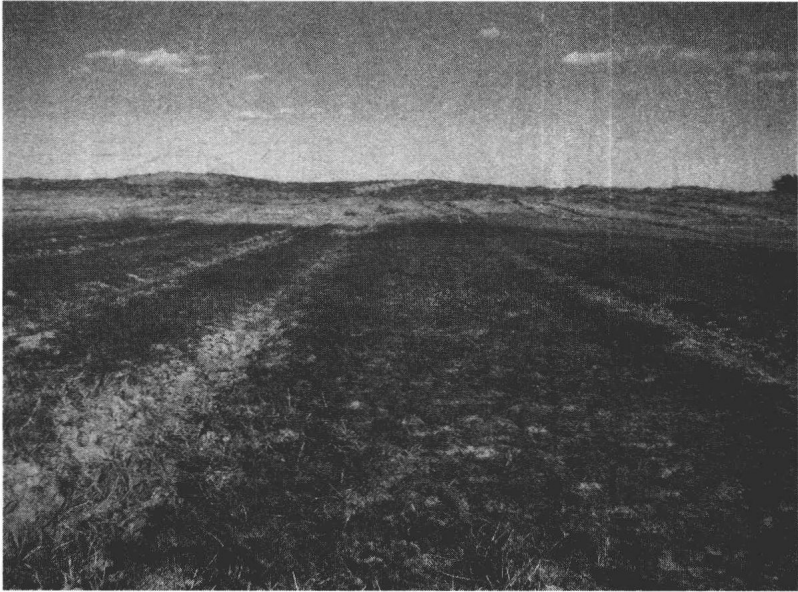


图 1-3 次生盐渍化草地 (中国)

第二节 盐渍化草地的气候

盐渍化草地主要集中于干旱、半干旱及半湿润地区的草原和荒漠地带,在这三个地带气候都是以降水量少、蒸发量大为特征,如温带草原、热带草原及荒漠地带。盐渍化草地的气候特点与世界草原区气候一致。所以,在此简要介绍草原带的气候特点。

地球上能够形成草原的地区分布面积非常广。地球陆地面积的 $1/3$,被称为草原地带,这里指的草原地区是以草本植物为优势的稳定的植物群落。草原带是分布于降水稀少的沙漠和森林之间的过渡带。草原带的分布区一般具备以下几个特点:远离海洋的内陆地区;被高山遮断的季风背风侧;中高纬度高气压控制地带。如欧亚大陆内陆地区,北美落基山脉东侧,非洲大陆南北纬 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 之间,澳大利亚中部及周边地区。无论哪个草原地区都与戈壁,阿塔卡玛沙漠,撒哈拉沙漠等著名的沙漠毗邻,即沙漠地带的附近分布着天然草原带,从热带到温带分布范围极为广泛。图 1-4 所示的是世界干旱及半干旱地区的植被分布,图的纵轴是年均降水量,横轴为年均气温(林,1997)。

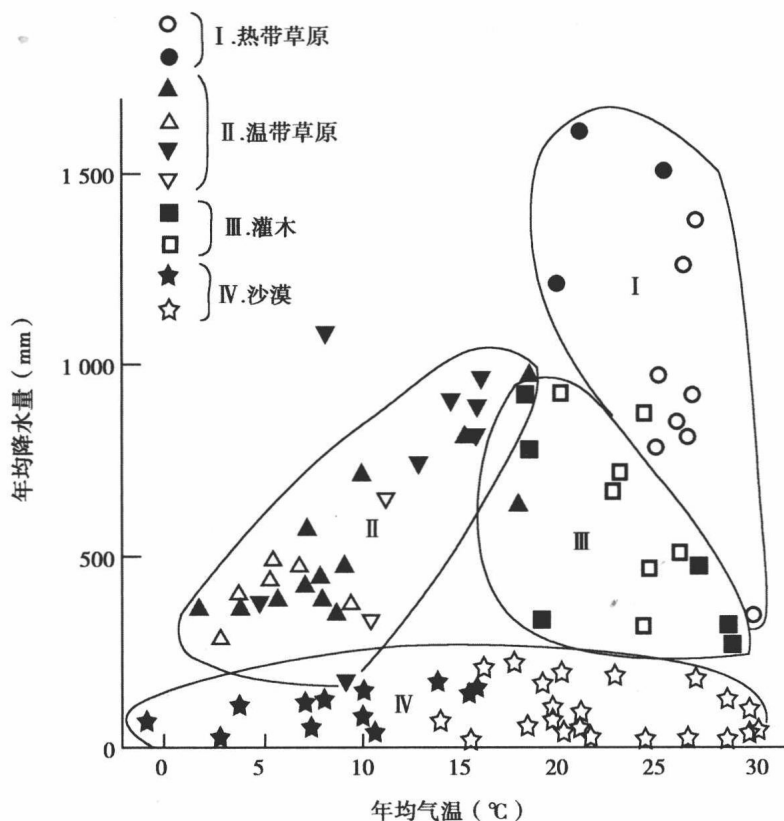


图 1-4 世界草原及沙漠的形成条件与降水量和气温之间关系 (林, 1977)

从图 1-4 可以看出：①世界干旱及半干旱地区大多分布于年均降水量低于 1 500mm 的地方。相反，如果年均降水量大于 1 500mm 的地区则形成森林；②年均降水量 1 500mm 不是草原形成的临界条件，因为草原形成也受年均气温的影响。如在气温高的地区即使是年均降水量达到 1 500mm 也只能形成草原，但气温低的地区在 500mm 的年均降水量条件下也可发育成为草原。③年均降水量在 250mm 以下的地区（无论热带还是温带），荒漠和沙漠占主导地位，在草原和沙漠之间较温暖的地区可以看到有刺灌木林。

热带草原区的年均气温一般为 20℃ 左右，在非洲东部及巴西高海拔地区其年均气温低于 20℃。夏季来临、雨季之后，气温可达 30℃ 以上，

即使是最寒冷的月份,气温也在 13°C 以上。

欧亚温带草原的年均气温 $4\sim 10^{\circ}\text{C}$,年均降水量在 350mm 左右,较为稳定,北美温带草原的气温具有较大的地区差异,年均降水量在 $300\sim 800\text{mm}$,南美温带草原,如阿根廷中部草原年均气温 $14\sim 19^{\circ}\text{C}$,年均降水量在 $600\sim 1\,000\text{mm}$,而巴西南部草原年均降水量可达 $700\sim 1\,300\text{mm}$ 。

这种草原带降水年内分配不均,冬、春及早季降水少,夏季及雨季多,春季升温快等是造成草原带局部形成盐渍化草地的主要气候原因。

第三节 盐渍化草地的分布

世界干旱、半干旱、半湿润草原地区的低洼盆地、弃耕地正是盐渍化草地的主要分布地区。作为盐渍化草地的基质盐碱土的形成条件有如下几个方面:①气候因素,在干旱、半干旱及半湿润草原,当蒸发量远大于降水量时,土壤水分运动以上升为主,土壤中的可溶性盐分随水分在土壤表层浓缩,积累。气候愈干旱,水分蒸发愈强烈,则积盐就愈强烈。②地形是影响土壤盐渍化的形成条件之一,地形的高低和物质组成的不同影响地表径流及地下径流的运动,从而影响土壤盐分在土体中的运动。在封闭的盆地、半封闭的河谷、泛滥冲积平原、滨海低地、平原及河流三角洲等不同地貌环境中都能形成不同类型的盐渍土,也就形成具有不同植被类型的盐渍化草地。③水文地质条件与土壤盐碱化关系密切,地表径流的运动和化学特性,影响土壤盐渍化的发生与分布。河水的灌溉和泛滥使河水中的盐分残留于土壤中。河水的渗漏补给抬升地下水位,有助于地下水中的盐分上行积累于地表。地表径流影响土壤盐碱化程度的强弱取决于河水的含盐量和矿化度。在高原湖盆低地边缘是地面径流与地下径流的汇集之地,从上游到下游地下水位与水的矿化度相对增高,盐渍化土壤的化学组成也发生时空差异,形成不同类型的盐渍化土壤。在地形相对高的地方以碳酸钙、碳酸镁和重碳酸盐为主,中部以硫酸盐为主,到水盐汇集末端的滨海低地及闭锁盆地多为氯化物盐类。④土壤母质沉积类型及其沉积特点与土壤盐碱化也有密切的关系。河湖沉积物、海相沉积物、洪积物和风积物等多含有一定的可溶性盐分。

地球上能够形成盐渍化草地的地区分布面积非常广和盐渍化土壤的分布具有十分密切的关系,盐渍化草地是盐渍化土壤上发育的特殊的植被,分布于干旱、半干旱地区和滨海盐碱地上的植物群落。由于土壤含盐量高,且呈



盐渍化草地综合治理技术

碱性导致中旱生植物和农作物难以发育，而耐盐植物可以正常发育。盐碱化土壤分布范围遍及澳大利亚、北美、南美、非洲、欧洲、中亚等地区的 100 个国家（图 1-5）。由于盐碱化土壤可分为稳定出现区域和季节性出现区域，所以很难对世界盐渍化土壤的面积做出准确的统计。根据统计，全世界盐渍化土壤约 $9.5 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，是地球上广泛分布的土壤类型之一。如果不把

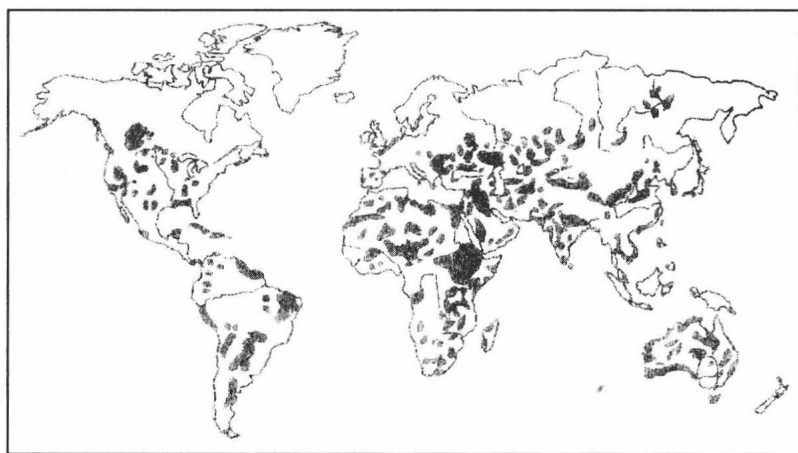


图 1-5 世界盐碱化土壤分布 (Szabolcs, 1989)

次生化盐渍土壤计算在内，世界盐渍化土壤约 840 万 km^2 ，主要集中于亚洲、非洲和南美洲等地。随着全球灌溉农业的发展，土壤的次生盐渍化问题已成为世界性的资源与环境问题。来自联合国粮食与农业组织和联合国教育、科学及文化组织的统计表明，全球每年约有 10 万 km^2 的灌溉农地因盐渍化而弃耕，导致世界盐渍化土地面积仍在不断增加。从分布规律上看世界盐渍化土壤分布干旱、半干旱及沿海地区。以下为世界主要盐渍土壤分布国家及其盐渍土壤面积（表 1-1）。

中国的盐渍化土壤主要分布区有：内陆干旱盐渍土壤区、东北平原半干旱盐渍土壤区、黄淮海平原半干旱半湿润盐渍土壤区、青藏高原干旱盐渍土壤区、还有小面积的滨海盐渍土壤区（图 1-6）。