



农业土壤改良与保护

吕军 编著

浙江大学出版社

农业土壤改良与保护

吕 军 编著

浙 江 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书介绍土壤改良和保护的系统理论和方法。全书由绪论和上、中、下三篇组成。上篇水利土壤改良,围绕土壤水分平衡和土、水、作物之间的关系,讨论灌溉与排水的基本理论和方法,重点介绍节水灌溉技术;中篇区域土壤改良,介绍我国土壤资源的区域性差异特征及其改良利用问题;下篇水土保持与农田保护,讨论水土保持基本原理和方法,并对农田和耕地保护的法律法规作了简介。

本书可作为高等院校农业资源与环境专业教材,也可供有关专业的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

农业土壤改良与保护/吕军编著. —杭州:浙江大学出版社,2001.1
ISBN 7-308-02603-5

I. 农... II. 吕... III. ①耕作土壤改良②水土保持 IV. S156

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 72659 号

出版发行 浙江大学出版社
(杭州市浙大路38号 邮政编码 310027)
(E-mail:zupress@mail.hz.zj.cn)
(网址:http://www.zjupress.com)

责任编辑 阮海潮

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江大学印刷厂

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 15

字 数 366 千

印 数 001—500

版 印 次 2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-308-02603-5/S·010

定 价 23.00 元

前 言

改良和保护土壤资源,维持和提高土壤肥力,是研究农业土壤学的基本目的。在全球范围内,可用作农业生产的土地和土壤资源数量递减,质量降低,而人口却逐年增加,人口与土地、粮食之间的矛盾将日趋尖锐,而且会长期持续并发展下去。中国人多地少,这种矛盾将会更趋突出。因此,土壤改良与保护,是土壤科学工作者所必须承担的艰巨而光荣的职责。

人类社会随着科技的进步和经济的发展,农业生产水平在不断地提高,因而对土壤的改良和保护工作也将不断地提出新的要求;在不同时期,由于社会经济和技术条件的不同,低产土壤的主要矛盾也将会不断地转变;无论其他农业技术怎样进步,相对低产的田(地)总是存在的,这就要求对这些土壤作进一步的改良和培肥。因此,土壤改良是一项不尽的事业。

土壤改良与保护涉及的内容十分广泛,它是运用土壤学、农业生物学、农田水利学、农业工程学、生态学等学科的理论和技术,排除和防治影响农作物生长和引起土壤退化的各种不利因素,提高土壤肥力和创造良好土壤生态环境条件的一系列技术措施。在我国传统的土壤农化专业的课程设置中,通常将土壤改良和保护分成几门课程,如区域土壤学、农田水利学、生态学、水土保持学等。经过多年的教学实践和反复讨论,针对本专业和学科的特点,根据教育部最新颁布的高校本科专业目录要求和专业改造精神,我们将几门课程合并,为新的“农业资源与环境”专业开设《农业土壤改良与保护》课程,主要基于以下几个方面的考虑:

(1)建立土壤改良和保护的系统理论和方法,使本专业的专业课设置更具有系统性和连贯性;使所包含的相关内容(如《农田水利学》等)更紧密结合本专业的特点。

(2)土壤改良和保护是同一个命题的两个方面,在不同的地区或不同的条件下,两方面的工作各有侧重,却又互为条件、互相补充。在同一门课程中,更有利于体现两者之间的这种密切关系,加深对改善土地生态系统的功能这一共同的高层次目标的理解。

(3)压缩专业课的课程门数和时数,有利于协调“加强基础、拓宽知识面”和保证专业知识的系统性之间的关系,有利于贯彻落实教育部有关专业改造的精神。

基于这些认识和新专业课程设置的需要,在数年教学实践的基础上,经过较大幅度的修订,编著成本书。本书除了绪论以外,分上、中、下三篇。在绪论中,作者尝试性地提出和讨论了关于土壤改良和保护的一些辩证思考。上篇,即水利土壤改良,共分四章(第二章至第五章),以解决土壤旱、涝、渍等问题为目标,介绍了农田水利学的基本内容;针对本专业的特点,注重土壤水平衡,以及土、水、作物之间的关系的讨论;同时,以较大的篇幅论述了节水农业与节水灌溉技术。中篇,即区域土壤改良,共分五章(第六章至第十章),大量引用了全国第二次土壤普查的成果,并重点讨论了红壤、盐土和低产田的改良利用问题。下篇,即水土保持和农田保护,共分三章(第十一章至第十三章),在讨论土壤侵蚀和水土保持基本原理的基础上,介绍了地理信息系统的应用,并对农田和耕地保护的一些法律法规作了概略的介绍。

虽然没有在书中进行专门的讨论,但希望读者能注意到当今土壤改良的两大发展新趋势:①从单项或几项技术措施的应用,向综合的、以改善土壤生态功能为目标的指导思想上的发展;②从以高产土壤为惟一目的,向优质、高产、高效和绿色生产的方向的发展。这或许就是可持续发展所要求的土壤改良和保护的核心问题。

限于作者的学识水平,也由于编著的时间仓促,差错与不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2000年8月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 土壤改良和利用简史	(1)
第二节 土壤改良与保护方法论	(5)
第三节 土壤改良与保护基本内容	(7)

上篇 水利土壤改良

第二章 农业水资源与水文学基础	(11)
第一节 农业水资源基础	(11)
第二节 降雨和径流的经验频率计算	(19)
第三节 农田水分平衡	(22)
第三章 灌溉原理和地面灌溉系统	(29)
第一节 作物生产与水分的关系	(29)
第二节 作物需水量的测算	(33)
第三节 农田灌溉制度	(37)
第四节 地面灌溉渠系	(42)
第四章 节水农业与节水灌溉技术	(53)
第一节 节水农业概述	(53)
第二节 渠道防渗技术	(56)
第三节 低压管道输水灌溉	(59)
第四节 喷灌	(60)
第五节 滴灌	(68)
第六节 间歇灌	(73)
第七节 膜上灌技术	(76)
第八节 地下灌溉技术	(78)
第九节 其他节水灌溉方法	(81)
第五章 农田排水	(85)
第一节 排水与作物生长	(85)
第二节 农田排水系统的设计	(89)
第三节 排水方法	(94)

中篇 区域土壤改良

第六章 我国土壤和耕地资源及其区域性差异特征	(105)
------------------------------	-------

第一节	土壤资源概况	(105)
第二节	我国土壤资源的区域性差异特征	(111)
第三节	土壤改良利用分区	(114)
第七章	红壤的改良利用	(120)
第一节	红壤改良利用历史简述	(120)
第二节	红壤肥力的特点	(122)
第三节	丘陵红壤改良利用技术	(127)
第四节	问题和对策	(135)
第八章	盐碱地改良利用	(142)
第一节	作物盐害和耐盐力	(142)
第二节	土壤盐分运动规律	(143)
第三节	盐渍土的改良利用技术	(146)
第四节	滨海盐土与海涂围垦简述	(153)
第九章	低产田改良	(158)
第一节	概述	(158)
第二节	冷浸田的改良	(159)
第三节	粘结田的改良	(162)
第四节	沉板田的改良	(164)
第五节	浅瘦田的改良	(166)
第六节	酸瘦田、盐渍田和污染田的改良	(168)
第十章	风沙土、紫色土和黄土的改良利用	(169)
第一节	风沙土的开发利用	(169)
第二节	紫色土的改良利用	(175)
第三节	黄土的改良利用	(178)

下篇 水土保持与农田保护

第十一章	土壤侵蚀机理	(183)
第一节	土壤侵蚀过程	(183)
第二节	土壤侵蚀的类型和危害	(191)
第三节	土壤侵蚀信息系统	(199)
第十二章	水土保持	(205)
第一节	水土保持的主要措施	(205)
第二节	我国水土流失现状与动态	(215)
第三节	水土流失分区治理对策	(220)
第十三章	基本农田保护和复垦	(224)
第一节	基本农田保护	(224)
第二节	土地复垦和闲置土地的处置	(229)
参考文献		(233)

第一章 绪 论

土壤是地球上能够产生植物收获的疏松表层。土壤上所产生的植物收获量的不同,与土壤以外的环境条件和人类干涉的方式与程度有着十分密切的关系,同时也向人们披露了土壤本身存在着优劣之别。土壤学家把农业土壤的这种优劣性归结为土壤肥力状况的差别,即土壤向植物不断地供应和协调水、肥、气、热的能力的差别。千百年来,人类祖祖辈辈在利用土壤的同时,逐渐认识了土壤肥力这一实质,于是就试图不断地改善土壤肥力,以增加植物收获量。

当今,人口与耕地的矛盾已赫然摆在全世界人们的面前,联合国粮农组织在《Protect and Produce》一书中指出,地球表面只有很少的土地适合农业生产,仅有 11%(约 1.5×10^9 hm^2)的土地为农用耕地,另有 89%为非宜农土地(其中 22%太干旱,23%有化学问题,10%太湿,22%土层太浅,6%为永久冻土,另外 6%为其他类非宜农土地)。另一方面,现有的 1.5×10^9 hm^2 农用耕地中,低产土壤占有相当可观的比重,并且还在不断地退化和丧失,“即使设想目前的土地退化率不再增加,在 20 年里也要丧失 $1 \times 10^8 \sim 1.4 \times 10^8$ hm^2 的土地。这个数字与建议在同期内开垦的新耕地面积相近”^①。耕地的现状和人口的不断增长,使得土壤保护和土壤改良,已不再仅仅是农业土壤工作者的口号,而已成为每一个依赖土壤所生产的植物而活着的地球公民所必须正视的重要问题。

第一节 土壤改良和利用简史

一、我国古代的土壤改良

我国古代农业文明博大精深。就土壤利用、改良和保护而言,有许多技术和理论至今仍有十分重要的借鉴和指导意义,它们集中表现在以下几个方面:

1. 精耕细作

我国早在春秋战国时期就进入了传统农业时期,走上了精耕细作、提高单产的道路,逐步形成了优良的农作传统。狭义地说,传统的精耕细作主要包括:①以轮作复种和间作套种为主要内容的种植制度;②以深耕细作,因地、因时、因物耕作,以及北方旱地保墒防旱,南方稻麦两熟,整地排水技术为主要内容的一整套耕作技术;③以中耕除草、追肥灌溉、整枝摘心为主要内容的田间管理技术等。另外,在土壤耕作中充分利用干湿、冻融、曝晒、生物等自然力,省力省时,提高耕作质量的经验,也是精耕细作优良传统的重要组成部分。早期传统农学理论的重要发展,集中表现在《吕氏春秋·任地》一书中,即以后稷的名义所提出的有关农业生产基本目标和措施的十大问题。这些问题是:“子能以注为突乎?子能藏其恶而揖之以阴

^① UFO. Protect and Produce, 1978.

乎？子能使吾土靖而驯浴土乎？子能使（吾土）保湿安地而处乎？子能使藿蕒毋谣乎？子能使子之野尽为冷风乎？子能使藁数节而茎坚乎？子能使穗大而坚均乎？子能使粟圆而糠薄乎？子能使米多沃而食之疆乎？”^①这十大问题是战国时期的农学家对传统农学理论的高度概括，带有纲领性，它牵涉到传统农学的几个最基本的问题，而前六个问题都是直接的土壤改良技术问题。

2. 充分用地，积极养地，用养结合的“地力常新”理论

国外对我国长期保持土壤肥力经常新壮的业绩，有很高的评价。我国早在战国时期就产生了自然土壤和农业土壤的概念，把“万物自生”的地称作“土”，把“人所耕而树艺”的地称作“壤”。区别“土”和“壤”，不仅把自然成土因素与人为成壤因素作为形成土壤的综合因素来看待，而且强调了人为因素在成壤方面的主导作用，为人工培肥土壤奠定了理论基础。我国还提出了“地可使肥，又可使棘”的土壤肥力辩证观念。汉代，强调了人工肥力观，认为土壤的肥瘠虽然是土壤的自然特性，但是它不是固定不变的，性美的肥沃土壤，固然庄稼丰茂，但是，性恶的瘠薄土壤，只要“深耕细锄，厚加粪壤，勉致人功，以助地力”^②，就会和肥沃的土壤一样长出好庄稼。在此基础上，在南宋时期，又将战国、秦汉以来的土壤肥力观念发展为杰出的“地力常新”理论。

宋代著名农学家陈旉在其《农书·粪田之宜》篇中提出了“地力常新”论。其主要内容可以归纳为三个方面：第一，“土壤气脉，其类不一，肥沃美恶不同，治之各有宜也。且黑壤之地信美矣、然肥沃之过，或苗茂而实不坚、当取生新之土、以解利之、即疏爽得宜也、之土信瘠恶矣、然粪沃滋培、即其苗茂盛而实坚栗也。虽土壤异宜，顾治之如何耳？治之得宜，皆可成就。”^③第二，“周礼草人掌土化之法，以物地相其宜而为之种、别土之等差而用粪治。……皆相视其土之种类，以所宜之粪而粪之，斯得其理矣，俚言谓之‘粪药’以言用粪犹用药也。”^④第三，“或谓土敝则草木不长、气衰则生物不遂。凡田土种三五年，其力已乏。斯语殆不然也，是未深思也！若能时加新沃之土壤，以粪治之，则益精熟肥美、其力当常新壮矣！抑何敝何衰之有。”^⑤

在上述土壤肥力观和“地力常新”论的指导之下，我国在土地连种、轮作复种、间作套种、多熟种植、充分用地的同时，采取豆谷轮作、粮肥轮作复种；因地、因时、因物制宜精耕细作；增施有机肥料，合理施肥等生物的、物理的、化学的综合措施积极养地，保持了土壤肥力的经常新壮。我国在保持土壤肥力经久不衰方面的业绩是极其辉煌的，完全可以视为当代可持续发展理论在土壤学中的早期思想和杰出贡献。

3. 十分重视农田水利

我国古代的农业是在“平治水土”的基础上发展起来的。《管子·水地》中说：“民之所生，衣与食也；食之所生，水与土也。”可见，以水促土，水土并重，是我国农业的古老传统。水害变水利，治水又治田；有水之处，皆可兴水利，是我国古代在农田水利方面的指导思想。水利和农业紧密结合，把水利作为生产工具来发挥作用。大、中、小型结合，官民并举，因地、因水制宜，形式多种多样等，是我国在农田水利建设上的传统经验。从远古的“大禹治水”，春秋战国

① 郭文韬等编著. 中国农业科技发展史略. 北京: 中国科学技术出版社, 1988. 99

② 梁家勉主编. 中国农业科学技术史稿. 北京: 农业出版社, 1989. 198

③④⑤ 郭文韬等编著. 中国农业科技发展史略. 北京: 中国科学技术出版社, 1988. 302~303

时期李冰变岷江水害为水利的无坝引水工程都江堰,隋文帝引渭河自长安到潼关的广通渠,到唐代全国不计其数的大小水利工程的兴建和划时代的灌溉工具水车的发明,以及稍后太湖的吴越治水规划的实施,等等。因此,水利事业的发展,毫无疑问是我国农业文明史中极为浓重的一笔。

4. 因地制宜,农牧结合,多种经营的优良传统

我国的传统农业结构是以农为主的小而全,其中,既有五谷,又有六畜,桑麻、瓜果、蔬菜等也不可或缺。战国时期,孟轲的理想是:“五亩之宅,树之以桑,五十者可以衣帛矣;鸡豚狗彘之畜,无失其时,七十者可以食肉矣;百亩之田,勿夺其时,数口之家可以无饥矣。”^①这充分体现了农牧结合、农桑并举的精神。前汉时期,我国的思想家则强调了因地制宜发展农林牧渔生产。所谓“水处者渔,山处者木,谷处者牧,陆处者农”^②,就是宜农则农,宜林则林,宜牧则牧,宜渔则渔的农业经营思想;延续到清代,则发展为“勤农丰谷,田土不荒芜;桑肥棉茂,麻芝勃郁;山林多材,池沼多鱼;园多果蔬,栏多羊豚”^③,并以此作为从政者的“善政”加以倡导。在这些传统的农业经营思想的指导之下,我国早在战国乃至秦汉之际就逐渐形成了农牧分区和牧农结合的格局。其后,历代由于各种因素的影响,虽然就某一地区、某一时代来说,农牧有消长,各业有增缩,但就其总的趋势来说,并没有太大的变化。这是我国人民长期探索自然奥秘所取得的成果,值得特别珍视。

5. 保护自然资源,注意生态平衡的优良传统

自古以来,我们的先人就很重视保护自然资源的再生能力。战国时期的孟轲就曾经提倡过“数罟不入垮池,鱼鳖不可胜食”和“斧斤以时入山林,材木不可胜用”的主张。《吕氏春秋》则反对“竭泽而渔”和“焚树而田”的错误做法:“竭泽而鱼,岂不获得,而明年无鱼;焚树而田,岂不获得,而明年无兽。”^④前汉时期的政治家和思想家对保护自然资源再生能力的措施,又作了进一步的阐述:“豺未祭兽,置军不得布于野;獾未祭鱼,网罟不得入于水;鹰未挚,罗网不得张于溪谷;草木未落,斤斧不得入山林;昆虫未蛰,不得以火烧田”,并且提出了“孕育不得杀,鸟卵不得探,鱼不长尺不得取,彘不期年不得食”^⑤的要求。这种保护自然资源再生能力,反对“竭泽而渔”、“焚树而田”的思想,也正是可持续发展理论的基本原理。从维持生态平衡的角度来看,我国古代既有乱砍滥伐森林、破坏草原的教训,也有维护互养关系、保持生态平衡的丰富经验,如杭嘉湖地区的农牧桑蚕鱼结合,珠江三角洲地区的“桑基鱼塘”模式,太湖地区放养“三水一萍”的经验。这些经验都是应当认真总结、继承和发扬的。

二、国外土壤改良事业的发展

土壤改良是伴随着种植业的发展而发展起来的,既有很强的地域特征,也有很多共性;在改良手段上既与科学技术的发展密切相关,也受到社会经济发展水平的高度制约。因而,国外土壤改良事业的发展也因各国土壤地理环境、科技水平和经济条件的不同显得十分丰富多彩。就近年来的一些比较有共性的方面来说,大致有以下几个方面:

1. 灌溉与排水

1987年全世界灌溉面积约 $2.97 \times 10^8 \text{ hm}^2$,比50年代初的 $1 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 扩大1倍多。灌溉地占世界总耕地的比重为15.4%,能提供的农业产量占世界农业总产量的一半左右;灌

①②③④⑤ 郭文韬等编著. 中国农业科技发展史略. 北京:中国科学技术出版社,1988. 7~11

溉农业占世界农业增产量的份额为 33%。对年降雨量在 250 mm 以下的地区,一般地说,无灌溉即无农业;对年降水量在 250~650 mm 的地区,合理灌溉往往也可使农作物产量成倍增长;其他地区也往往需施行补充灌溉。

在节水灌溉技术方面,随着 60 年代时针式自动喷灌机的研制成功,使喷灌在欧美、大洋洲国家迅速推广。另外,也尚有悬臂直走式、拖拉机牵引软管引水喷灌等多种喷灌类型。西欧国家喷灌占 90%以上,前苏联占 47%,美国占 37%。从 1960 年到 1980 年,世界喷灌面积由 $2.5 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 扩大为 $9 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 以上。法国地中海沿岸下罗纳河地区夏季干旱炎热,过去农作物难以生长,自 70 年代建成喷灌工程体系后,已开发成为葡萄、水果、蔬菜的重要产区,使当地农民收入水平增长 2 倍以上,赶上了北方发达地区水平。在水源更为欠缺、蒸发量大的沙漠地区,滴灌具有更大的优越性。80 年代初世界滴灌面积已超过 $3 \times 10^5 \text{ hm}^2$,其中,美国西南部诸州占一半以上。近年来,意大利、美国、法国等研制成功的自控脉冲滴灌、大流量局部灌溉等滴灌系统已大面积应用,使许多干旱沙漠地区开发成为高产农区;以色列和埃及在沙漠开发上主要采用滴灌系统。

为节约能源,80 年代以来地面灌溉又受重视。地面灌溉的节水技术,如由美国研究成功并已被广泛应用的激光平土水平畦灌、间歇灌、波涌灌等。为了获得新水源,咸水灌溉、污水利用、冰山拖拽技术也正在发展之中。

为防止盐渍化,修筑和完善排水系统、淋洗排盐、种植牧草或水稻施行生物排盐等为世界各国共用的主要措施。近年来,地下排水的陶瓷管、混凝土管等已多被塑料管所取代。荷兰、前苏联、日本等国的暗管排水面积已占 55%以上。埃及在世界银行的资助下,70 年代以来已将尼罗河三角洲 $2 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 耕地全部改用暗管排水。垂直井排在前苏联、中亚、巴基斯坦和印度应用很多,巴基斯坦到 1985 年已在印度河平原打井 19.3 万眼。

2. 土壤盐碱化的防治与改良

地球陆地总面积的 10%为不同类型的盐渍土所覆盖。耕地中约有 $4 \times 10^7 \text{ hm}^2$ (占灌溉总面积的 20%)的土壤含盐分过高。根据联合国粮农组织、教科文组织编制的土壤图和国际土壤学会盐碱土分会编制的各大洲盐碱土分布图统计,全世界盐渍土的总面积为 $9.55 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 。大洋洲的澳大利亚是盐渍土最多的国家,约有 $3.5 \times 10^8 \text{ hm}^2$,其中 80%以上是原生盐渍土。欧洲大陆的前苏联有各种盐碱土 $1.7 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 。南亚的印度、伊朗、巴基斯坦分别有 2.3×10^7 、 2.7×10^7 、 $1 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 以上的盐碱土。北美洲的美国和加拿大各有 $8.5 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 和 $7.24 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 的盐碱土。南美洲的阿根廷、巴拉圭各有 $8.5 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 和 $2.2 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 的盐碱土。非洲的埃塞俄比亚有 $1.9 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 以上,埃及有 $7.36 \times 10^6 \text{ hm}^2$,索马里有 $5.6 \times 10^6 \text{ hm}^2$,尼日利亚有 $6.5 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 以上的盐碱土。因此,盐碱土改良利用问题是一个全球性的问题。

3. 酸性热带土壤的改良利用

全世界有 72 个发展中国家有这类土壤存在,其总面积约为 $1.875 \times 10^9 \text{ hm}^2$ 。这类土壤主要的障碍因素是:土壤呈酸性,养分含量少,缺乏氮、磷、钾、硫、钙、镁和锌;此外,还有铝毒和磷素的强烈固定作用。在改良利用技术上,主要有:①选择耐酸和耐铝毒的作物;②使用石灰改良土壤的 pH 值;③地面覆盖物的培育和保持;④磷肥和其他肥料的合理使用。在澳大利亚和拉丁美洲,对于耐酸性土壤条件的禾本科和豆科牧草进行了广泛的筛选。

4. 水土保持

全世界至少有 1/5 以上的耕地存在着较严重的侵蚀问题。美国的 $1.72 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 耕地中有 $7.2 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 发生水蚀,有 $3.2 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 发生风蚀,每年侵蚀造成的损失为 31 亿美元。前苏联土壤侵蚀面积达 $1.5 \times 10^8 \sim 1.6 \times 10^8 \text{ hm}^2$,占耕地面积的 65.3%~69.7%。加拿大全国重度侵蚀面积为 $6 \times 10^6 \text{ hm}^2$,占耕地面积的 7.4%,超过改良地面积的 12%,由于作物减产和投入增高而造成的经济损失,估计每年为 2.66 亿~4.22 亿加元。欧洲其他国家土壤遭受侵蚀的情况也很严重:法国有 $4.5 \times 10^6 \text{ hm}^2$,意大利有 4/5 的丘陵地区(约 $2.7 \times 10^7 \text{ hm}^2$),西班牙有 $5.2 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 的土地遭受侵蚀。捷克斯洛伐克的水蚀面积为 $2.9 \times 10^6 \text{ hm}^2$,风蚀面积为 $1.8 \times 10^6 \text{ hm}^2$;罗马尼亚受到强度侵蚀的面积有 $3 \times 10^6 \text{ hm}^2$,其中有 $8 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 不能利用。在亚洲,中国有 $1.5 \times 10^6 \text{ km}^2$ 的水蚀地;印度全国土地面积 $3.28 \times 10^8 \text{ hm}^2$,遭受严重水蚀和风蚀的有 $1.5 \times 10^8 \text{ hm}^2$,其中侵蚀退化到临界阶段的有 $6.8 \times 10^7 \text{ hm}^2$;森林覆盖率达 68% 的日本,受侵蚀的土壤也占旱田土壤的 12.8%,最高的爱媛县已达 69%。非洲南部,因为风蚀和水蚀,每年要损失 $1.7 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 的农田。地中海地区、阿拉斯加山脉、伊朗、高加索和阿尔卑斯山地有 60.8% 的山区牧场被侵蚀。

解决土壤侵蚀的途径,首先是政府的职责化。由于土壤侵蚀对农业生产的严重危害,许多国家都采取立法和行政措施来保护土壤,防治侵蚀。美国于 1930 年制订了《国家水土保持法》,1935 年成立了“水土保持局”。政府根据立法,让各州制订州法,承担土壤保护的义务。第三世界的许多国家,为减少土壤侵蚀也采取了行政立法措施。一些国际组织也加入了与土壤侵蚀作斗争的行列。例如,世界银行正在支持萨赫勒(Sahel)地区的造林计划;联合国粮农组织的水土保持处已帮助一些国家制订了侵蚀控制计划。1983 年成立了世界水土保持协会,旨在促进各国政府、国际机构和社会组织之间在水土保持方面的协作。

在防治侵蚀的农业技术中,保护性耕作发展得比较快。据统计,1983 年美国 38% 的耕地采用保护性耕作,而且,应用面积还在不断扩大。保护性耕作是一种播种后作物残体至少覆盖地面 30% 的耕作体系。目前,最常用的保护性耕作有少耕法、免耕法、生态休闲法、覆盖耕作法、垄作法等。它们的共同之处为:不用有壁犁耕地;留下部分秸秆在土壤表面,以保持水土;主要依靠除草剂来控制杂草。其他技术包括土壤侵蚀量的预测预报、垦种保土技术、修筑梯田、控制侵蚀等。

此外,土壤污染的防治,也随着全球污染问题的日益严重而备受重视。

第二节 土壤改良与保护方法论

一、土壤改良方法的辩证关系

(一) 土壤肥力演变与改良的关系

简略地说,土壤改良包括两个方面,即对非宜农土地的改造和低产土壤的改良。土壤的形成及其肥力的演变是一定自然条件下的必然结果,而人类活动的参与,则是影响土壤发育最重要的因素。作为逻辑上的第一步,探讨土壤改良应先了解土壤肥力的演变规律,因为一般来说,人的劳动代替自然界的力是不可能的,只有在研究自然界规律的基础上利用自然力量,才能把自然力量引向我们所需要的方向。土壤改良,就是在利用土壤的同时,根据土壤肥力的演变规律,人为地改变某些环境条件,并利用自然界的力,使土壤肥力的演变向着

有利于农业生产的方向发展。在丘陵红壤地区,我们不是试图改变有机质在高温湿润条件下高矿化速率这一自然规律,而是通过旱地改水田,造成淹水条件,并通过一定的途径形成良好的生物循环,增加土壤有机质的积累。对于高含盐量、高地下水位的滨海盐土,我们也不可能改变盐随水走的基本过程,而是更集中地利用淡水并建立良好的排水体系,加速土壤脱盐。

(二) 低产土壤的改良和高产田的培育工作是无止境的事业

所谓低产田,通常指农作物产量在类似条件下低于当地平均水平 20% 的农田。农业生产水平总是随着科技的进步和经济的发展而不断提高的,因而对土壤的改良和培肥工作也将不断地提出新要求。无论其他农业技术怎样进步,相对低产的田(地)总是存在的,这就要求对土壤进行进一步的改良和培肥。从这个意义上说,低产田的改良是一项不尽的事业。在不同时期,由于社会经济和技术条件的不同,低产田的主要矛盾将会不断地转变。例如,在农田生产中,人们最早注意到施氮的增产作用而普遍大量施用氮肥,在高氮条件下,人们又认识了磷肥的增产作用,随后,由于不断增加农田产出量,人们又发现了施用钾肥的重要性。目前,在许多地区发现粮作缺硅、锌,以及缺铜、镁、硼、锰等等。因此,从这个意义上说,低产田的改良又是一项需要不断探索和发展的无止境的事业。

(三) 根本性的改良与非根本性的改良之间的关系

土壤改良措施常被分为根本性的改良措施和非根本性的改良措施。所谓根本性的改良,是指对环境条件进行根本的、永久性的改良,例如,区域水资源的重新调度,土地生态系统中良性生物循环的建立等,所用措施往往需要花费较大的资本,具有一定的时间周期。而非根本性的改良常指暂时改变土壤的某些性质,所用措施的效果往往不能持久,因而需要经常地、反复地使用。然而,根本性的改良与非根本性的改良在实际工作中有时是难以区分的,而且是可以转化的,非根本性的改良措施促进了作物的生长,有利于良性生物循环的建立,而良性生物循环的建成将对土地生态系统具有持久的作用。另一方面,根本性的改良措施总是要与许多临时性的措施结合使用才能发挥更大、更迅速的效果。换言之,土壤改良需要“长短结合”,外部条件的改造和内部因素的调节相结合。

(四) 土壤改良与大农业的相互关系

毫无疑问,土壤改良还需要与其他农业措施配套实施。土壤作为土地生态系统的重要组成部分,与建立在这一系统上的农、林、牧、副、渔各业有着不可分割的联系,农业生产方式,林带的屏障和调节农田小气候的作用,其他行业的原料、饲料和废弃物的来源、归宿等,都将不断地与土壤进行着能量和物质的交换。而且土壤改良往往还应是一项与山、水、田、林、路总体规划相结合的一体化工程,实行区域综合治理才能最大限度地发挥土壤改良的生态效益、经济效益和社会效益。

二、土壤改良和保护的关系

作为农业生产不可缺少的土壤资源,改良和保护是同一个目标的两个方面,即提高和保持土壤肥力,增加作物收获。在不同的地区或不同的条件下,两方面的工作各有侧重。应该着重指出的是,土壤退化以至土壤侵蚀,有时并不表现为十分剧烈的行为,而往往需要在土地生态系统受到破坏后经过长时间的缓慢演变。人们看到的许多荒凉的土地,或许过去曾有过繁荣的时代。因此,从这一意义上说,“防重于治”不失为土地利用的明智之举。在土壤侵

蚀严重的地区,水土保持工作是艰难的,大量的工程投资是必要的。但更值得提倡的是,土石工程和农业生物措施相结合,以改善土地生态系统的功能为目标,通过工程措施加速良性生态循环系统的建设,从根本上改变土壤侵蚀的环境条件。

第三节 土壤改良与保护基本内容

土壤改良和保护的内容十分丰富,人们的实践和研究也非常广泛而深入,其所涉及的学科有土壤学、水利学、水文学、农学、林学等等。本课程中的许多章节,均有专门的著作和文集,为许多问题的进一步研习提供了良好的条件。本教材的基本内容分为以下三个方面:

一、水利土壤改良

水利土壤改良以田间土壤水分调节为中心,主要讨论农田水利基本原理,包括两个方面的基本内容,即区域水资源的调度和农田水分状况的调节。区域水资源的调度,主要通过蓄水、引水、调水等措施,改良和调节区域水资源不平衡的状况。这一部分的内容更多地偏重于水利工程措施。农田水分状况的调节则主要对农田水分平衡及其与土壤肥力状况关系进行分析,通过农田排灌措施改变田间土壤水分的过多或不足状况,以促使作物的正常生长和保证作物产量。根据学科的侧重和课程的衔接,本课程偏重于后者,研究内容的重点为:

(1)水资源的合理开发和供需平衡的研究 包括水资源的调查与评价;水资源时空分布规律和可能的用量;农业需水规律、用水预测和供需平衡等。

(2)农田水利工程技术 主要讨论排灌渠道的设计等,以提高水资源的农业利用效率为主要目标。

(3)节水、节能、省地、增产的灌溉和排水技术 着重分析土壤水分条件与作物生长的关系以及目前广泛利用的灌溉和排水技术。

二、区域农业土壤改良

土壤是一个既开放又相对独立的自然体,也是人类劳动的产物。土壤的形成和演变深受自然条件和社会条件的影响。土壤与外界环境条件中的各个因素不是独立存在的,而是互相作用、互相制约的。因此,环境条件和土壤母质本身的区域性变化(如气候、地貌、地质历史等),使得土壤的分布具有显著的区域性差异。我国地域辽阔,各地自然条件复杂,限制土壤肥力提高的障碍因素很多,主要有盐、碱、酸、粘、毒、涝、冷、烂、板、瘦、薄、沙等等,因而低产土壤的种类也很多。低产土壤往往同时存在多种限制因素,但其中常有一两个主要矛盾,这种影响土壤生产力的主要矛盾是区域自然条件的产物。因此,低产土壤的主要类型又常常呈区域性分布,如南方的红黄壤,华北和西北的内陆盐碱地、滨海盐土,西北的黄土高原,西南的紫色土和全国各地的涝洼地、低产水稻土等。环境条件的区域性变化,造就了土壤的区域性分布。而不同区域的土壤往往存在着不同的环境条件、开发利用历史和肥力,从而也决定了土壤改良主攻目标的区域适应性和改良利用方法的区域针对性。

低产土壤的概念是相对的,一般以低于本地区平均产量 20% 为低产田。当然在不同时期、不同地区各有其特定的产量指标。以浙江省为例,新中国成立 50 年来,低产田改良经历了以下几个阶段:50 年代中期,在农业合作化和农业发展纲要 40 条的鼓舞下,广大农民开

展了以治水、改土为中心的低产田改造;平原区推广绍兴东湖农场的“五改”,即小田改大田、歪田改直田、瘦田改肥田、杂地改水田、畈心田改河沿田,有效地改造了畈心田和烂泥田的低产面貌。从1949年至1959年,全省累计改造低产田 $8.73 \times 10^5 \text{ hm}^2$,全省有效灌溉面积由 $8.67 \times 10^5 \text{ hm}^2$ (1949年)增加到 $1.345 \times 10^6 \text{ hm}^2$ (1959年),低产田的粮食产量由改良前的 $1500 \sim 2250 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 提高到 $4500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 左右。60年代至70年代是低产田土壤改良的兴盛期。通过全省第一次土壤普查,查清了低产田类型以及病根,制订了较切实可行的措施。其重点是培肥土壤,大力扩种豆科绿肥,增施磷肥,收到“以磷增氮”的显著效果;同时,发展养猪积肥,并提出“水利先行,肥料紧跟,相应改制,精耕细作”改造低产畈的成套技术方案,首先在金衢河谷盆地普遍推广应用,继而向全省扩展。历年冬播绿肥面积和磷肥销售量的增加说明了“以磷增氮”的实施情况。全省绿肥播种面积由1959年的 $5.9 \times 10^5 \text{ hm}^2$,扩大到1979年的 $9.43 \times 10^5 \text{ hm}^2$,磷肥销售量由 $9 \times 10^3 \text{ t}$ (1959年)增加到 $4.93 \times 10^5 \text{ t}$ (1979年)。这一时期,全省 $4.67 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 以上低产田土壤得到了不同程度的改良,粮食年产量一般由改良前的 $2250 \sim 3750 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 提高到 $6000 \sim 7500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。80年代以来,通过第二次土壤普查,进一步查明低产田成因及其性状,促进了低产田土壤改良工作向纵深发展。近年来,典型低产畈改良试验资料表明,凡采用完整的农田排灌渠系,因土、因作物配施氮、磷、钾肥,采用综合农艺耕作措施改良后,低产田的粮食产量可在 $6000 \sim 7500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的基础上再增产二成左右。

本课程在概要阐述我国土壤资源区域性差异特征的基础上,着重讨论红黄壤、盐碱土、低产水稻土、风沙土、紫色土、黄土等土壤的改良与利用。

三、水土保持与农田保护

本部分主要讨论以下两个方面的内容:

(1)水土保持 着重讨论水土流失的基本规律、主要影响因素以及水土保持基本技术措施,同时也简要讨论了近年在水土流失通用方程以及地理信息系统在水土保持中的应用等方面研究的新进展。

(2)基本农田保护和土壤复垦 基本农田保护、复垦和对闲置土壤的处置是近年土地管理制度改革后,针对我国耕地与建设用地的严重矛盾而提出来的耕地保护措施。相对而言,这一部分工作更有赖于政策和法律措施,但其中也有许多农业土壤的技术问题。作为农业土壤工作者,了解和掌握有关耕地的政策也是十分有益和必要的。

上 篇

水利土壤改良

