



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

土壤学

第 2 版

林大仪 谢英荷 主编

黄昌勇 主审



非外借

中国林业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

土 壤 学

第2版

林大仪 谢英荷 主编
黄昌勇 主审

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

土壤学/林大仪,谢英荷主编. -2版. -北京:中国林业出版社,2011.4(2018.8重印)
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-5038-6140-6

I. ①土… II. ①林… ②谢… III. ①土壤学-高等学校-教材 IV. ①S15

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第060342号

国家林业和草原局生态文明教材及林业高校教材建设项目

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)
网址 <http://lycb.forestry.gov.cn>
E-mail: forestbook@163.com 电话 010-83143516
发行 中国林业出版社
印刷 三河市祥达印刷包装有限公司
版次 2005年9月第1版(共印4次)
2011年4月第2版
印次 2018年8月第8次
开本 787mm×1092mm 1/16
印张 18.5
字数 450千字
印数 15001~18000册
定价 38.00元

第2版编写人员

主 编 林大仪 谢英荷

副主编 王秋兵 白中科 樊文华

参 编 (以姓氏笔画为序)

马红梅 (山西农业大学)
王旭东 (西北农林科技大学)
王改玲 (山西农业大学)
王秋兵 (沈阳农业大学)
东野光亮 (山东农业大学)
白中科 (中国地质大学)
刘秀珍 (山西农业大学)
李惠卓 (河北农业大学)
林大仪 (山西农业大学)
赵竟英 (河南农业大学)
贾树海 (沈阳农业大学)
黄运湘 (湖南农业大学)
程红艳 (山西农业大学)
谢英荷 (山西农业大学)
樊文华 (山西农业大学)

主 审 黄昌勇 (浙江大学)

第1版编写人员

主 编 林大仪

副主编 王秋兵 白中科 谢英荷

参 编 (以姓氏笔画为序)

王旭东 (西北农林科技大学)

王秋兵 (沈阳农业大学)

白中科 (山西农业大学)

东野光亮 (山东农业大学)

刘秀珍 (山西农业大学)

张桂银 (河北农业大学)

林大仪 (山西农业大学)

赵竟英 (河南农业大学)

贾树海 (沈阳农业大学)

谢英荷 (山西农业大学)

樊文华 (山西农业大学)

主 审 黄昌勇 (浙江大学)

第2版前言

本教材是在林大仪教授2002年主编的面向21世纪课程教材《土壤学》的基础上,根据全国“十一五”规划教材的建设精神,由山西农业大学、沈阳农业大学、中国地质大学、西北农林科技大学、山东农业大学、湖南农业大学、河南农业大学联合修订的。2002年版《土壤学》经过近10年的使用,得到全国广大使用单位的大力支持与肯定。本次修订继承了原教材理论紧密结合生产实践的特色,吸纳了近年来国内外本学科研究发展的新动态、新成果、新知识、新方法,在充分注重教学适应性、启发性和结构完整性的基础上,在内容结构安排上做了适当调整、缩减和精练。全书各章内容力求符合新时期培养创新和复合型人才的需求。

本教材不仅适用于各高等农林院校农学、林学、水土保持及荒漠化防治、植保、农业气象、土地资源管理、生态学、环境科学、草业科学、园林等专业的本科生使用,也可供农、林、水利、生态以及有关科技人员参考使用。

本教材除绪论外共计十七章,编写分工如下:绪论由山西农业大学谢英荷与林大仪编写,第一章由河北农业大学李惠卓编写,第二章由湖南农业大学黄运湘编写,第三章、第六章三、四节由山西农业大学刘秀珍编写,第四章由谢英荷编写,第五章由山西农业大学马红梅编写,第六章一、二节、第十三章由山西农业大学王改玲编写,第七章由山西农业大学程红艳编写,第八章、第十一章第二节和第一节中的栗钙土、第十四章第三节由山西农业大学樊文华编写,第九章第一节、第十一章第一节中黑钙土、第十四章第一、二节由沈阳农业大学贾树海编写,第九章第二节、第十章、第十五章第一节由山东农业大学东野光亮编写,第九章第三节由河南农业大学赵竟英编写,第十二章、第十五章第二节由西北农林科技大学王旭东编写,第十六章由中国地质大学白中科编写,第十七章由沈阳农业大学王秋兵编写。在大家编写的基础上,第一、二、三、八、十七章由白中科统稿,四、五、六、七、九、十六章由樊文华统稿,十、十一、十二、十三、十四章由王秋兵统稿,最后由谢英荷、林大仪对全稿进行润色、修订与定稿。

本书承蒙浙江大学黄昌勇教授主审,山西农业大学以及全体编写老师所在院校都给予了极大的支持帮助,同时本书在编写过程中参阅了国内外同行大量的有关论著与文献,在此一并致以诚挚的谢意。

由于土壤科学发展日新月异,加之编者水平有限,时间短促,书中定有许多错误与不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2010年10月

第1版前言

本教材是在林成谷教授1983年主编的《土壤学（北方本）》和1992年修订的《土壤学（北方本）》基础上，根据“面向21世纪课程教材”建设的精神再次修订的。前两版从1983年发行到1998年共印刷12次，得到广大使用单位的大力支持与肯定。

新版《土壤学》共十九章，继承了原教材理论紧密结合生产实际的特色，对原有土壤地学基础知识、土壤物理性状、土壤化学性状、土壤生物性状、土壤保肥与供肥性、土壤发生分类及利用改良等内容进行了重组，拓宽部分章节内容，并增加了土壤退化、土壤质量、土壤资源利用及城市绿地和工矿区等土壤调查内容。

新编《土壤学》结合近10年农业资源利用中存在的实际问题，吸纳了本学科国内外科学研究和教学研究的先进成果，在内容结构安排上做了较大调整，每章增加了内容提要、思考题和参考资料，使其尽量符合21世纪创造性、复合型人材培养的要求。

本教材在原主编单位、参编单位基础上重组了参编人员。编写分工如下：山西农业大学林大仪教授（绪论，第一章）；沈阳农业大学王秋兵教授（第十四章第二、三、四节，第十八章第三节，第十九章）；山西农业大学白中科教授（第十七章、第十八章第一节、第三节）；山西农业大学谢英荷教授（第五章、第七章）；山东农业大学东野光亮教授（第九章第二节、第十五章、第十章）；河北农业大学张桂银教授（第六章第一、二节、第十八章第一节，第十九章第二节）；山西农业大学樊文华教授（第八章，第十一章第二节，第十三章，第十四章第一节、第十八章第二节）；山西农业大学刘秀珍副教授（第二章，第三章，第四章，第六章第三、四节）；沈阳农业大学贾树海副教授（第九章第一、四节，第十一章第一节）；西北农林科技大学王旭东副教授（第十二章、第十六章）；河南农业大学赵竟英副教授（第九章第三节）。全书由林大仪教授修订与统稿，王秋兵教授、白中科教授、谢英荷教授协助修改统稿。

本书承蒙浙江大学黄昌勇教授主审。中国农业大学毛达如教授、北京林业大学王礼先教授对本教材的出版给予了极大的关注与支持。中国科学院南京土壤研究所史学正研究员、中国农业大学张凤荣教授、河南农业大学吴克宁教授也提出了宝贵意见与建议。中国林业出版社徐小英编审等为本书出版付出了大量的心血。山西农业大学学校领导以及教务处、教材科和资源环境学院等单位都给予了极大的支持帮助，在此一并表示诚挚谢意。

由于土壤科学发展较快，我国土壤类型又复杂多样，加之编者水平有限，时间短促，书中定有许多疏漏与错误之处，恳请广大读者批评指正，以便在重印、修订时及时更正。

编者

2002年7月

目 录

第2版前言

第1版前言

绪 论	(1)
第一节 土壤在农林业及生态环境中的地位及作用	(1)
一、土壤在农林业生产中的重要意义	(1)
二、土壤是地球上最宝贵的自然资源	(2)
三、土壤是地球陆地生态系统的重要组成部分	(3)
第二节 土壤与土壤圈	(3)
一、土壤及其组成	(3)
二、土壤肥力与生产力	(4)
三、土壤圈及其与地球各圈层的关系	(5)
第三节 土壤科学的发展及今后的任务	(6)
一、土壤科学的发展历史	(6)
二、我国土壤科学的发展	(8)
三、土壤学今后发展的主要任务	(9)
第一章 土壤矿物质	(12)
第一节 主要成土矿物及成土岩石	(12)
一、矿物的概念及主要性质	(12)
二、主要成土矿物	(14)
三、主要成土岩石	(15)
第二节 岩石的风化作用与土壤母质	(19)
一、岩石的风化作用	(19)
二、风化作用的类型	(19)
三、土壤母质的物质组成和常见类型	(20)
第三节 土壤矿质土粒的粒级和质地	(22)
一、土壤矿质土粒的粒级	(22)
二、土壤质地	(25)
第二章 土壤有机质	(32)
第一节 土壤生物	(32)
一、土壤生物类型的多样性	(32)
二、土壤酶	(35)
第二节 土壤有机质	(37)
一、土壤有机质的来源、形态及组成	(37)

二、土壤有机质的转化	(37)
三、影响土壤有机质分解转化的因素	(40)
第三节 土壤腐殖质	(41)
一、土壤腐殖质分离提取和组分	(41)
二、土壤腐殖质的存在形态	(42)
三、土壤腐殖质的性质	(42)
四、我国主要土壤中腐殖质的组成和性质变化	(43)
第四节 土壤有机质的作用与调节	(44)
一、土壤有机质的作用	(44)
二、土壤有机质的调节	(46)
第三章 土壤孔性、结构性与耕性	(49)
第一节 土壤孔性	(49)
一、土粒密度和土壤容重	(49)
二、土壤孔隙的数量与类型	(50)
三、影响土壤孔隙状况的因素	(52)
四、土壤孔隙状况与土壤肥力及植物生长	(53)
第二节 土壤结构性	(54)
一、土壤结构体与结构性	(54)
二、土壤结构体的类型	(54)
三、团粒结构与土壤肥力	(55)
四、团粒结构的形成	(56)
五、土壤结构的改善	(57)
第三节 土壤耕性	(58)
一、土壤耕性的含义	(58)
二、土壤的物理机械性	(59)
三、土壤宜耕状态	(61)
四、土壤耕性的改良	(62)
第四章 土壤水	(64)
第一节 土壤水分的类型、含量及有效性	(64)
一、土壤水分类及性质	(64)
二、土壤水分的有效性	(67)
三、土壤水分含量的表示方法	(68)
四、土壤水分含量的测定	(69)
第二节 土壤水分能量状态	(70)
一、土水势及其分势	(70)
二、土壤水吸力	(72)
三、土水势的测定	(72)
四、土壤水分特征曲线	(73)
第三节 土壤水分运动	(74)
一、液态水运动	(74)
二、气态水运动	(75)
三、土壤水的入渗和再分布	(75)

四、土面蒸发	(77)
五、土壤—植物—大气连续系统 (SPAC)	(78)
六、田间土壤水分平衡	(78)
七、土壤水分状况的调节	(79)
第五章 土壤空气和热量状况	(82)
第一节 土壤空气	(82)
一、土壤空气的组成和特点	(82)
二、土壤通气性	(83)
三、土壤空气与植物生长及土壤肥力的关系	(84)
第二节 土壤热量	(85)
一、土壤热量的来源和平衡	(85)
二、土壤的热性质	(86)
三、土壤温度状况	(87)
四、土壤温度与植物生长及土壤肥力的关系	(88)
第六章 土壤胶体与土壤保肥供肥性	(90)
第一节 土壤胶体及性质	(90)
一、土壤胶体的种类	(90)
二、土壤胶体的性质	(93)
第二节 土壤胶体的吸附保肥性	(96)
一、土壤吸附性能的一般概念	(96)
二、土壤胶体对阳离子的吸附作用	(96)
三、土壤胶体对阴离子的吸附与交换	(99)
第三节 土壤养分状况	(100)
一、土壤中的大量元素	(100)
二、土壤中的中量元素	(104)
三、土壤中的微量元素	(106)
第四节 土壤的供肥性	(107)
一、土壤的供肥能力的表现	(107)
二、土壤养分的有效化过程	(109)
三、影响土壤供肥性的因素	(110)
第七章 土壤酸碱性和氧化还原反应	(113)
第一节 土壤酸性	(113)
一、土壤酸性反应	(113)
二、土壤碱性反应	(115)
三、影响土壤酸碱性的因素	(116)
四、土壤酸碱性对土壤肥力和植物生长的影响	(118)
五、土壤酸碱性的调节与改良	(119)
第二节 土壤氧化还原反应	(121)
一、土壤中的氧化还原体系	(121)
二、土壤氧化还原电位	(122)
三、氧化还原状况对土壤肥力和植物生长的影响	(123)
四、影响土壤氧化还原的因素及其调节	(124)

第三节 土壤的缓冲性	(125)
一、土壤缓冲性的概念	(125)
二、土壤酸碱缓冲性	(125)
三、土壤氧化还原缓冲性	(127)
第八章 土壤的形成、分布与分类	(129)
第一节 土壤形成因素	(129)
一、土壤形成因素学说	(129)
二、成土因素	(130)
第二节 土壤形成过程	(134)
一、物质的地质大循环与生物小循环	(135)
二、主要成土过程	(136)
第三节 土壤剖面形态	(138)
一、土壤剖面、发生层和土体构型	(138)
二、基本的土壤发生层	(139)
三、土壤剖面形态要素及其描述	(142)
第四节 土壤分类	(143)
一、土壤分类的基本概念	(143)
二、中国土壤分类系统	(143)
三、中国土壤系统分类简介	(151)
第五节 土壤分布	(157)
一、土壤分布的水平地带性	(157)
二、土壤分布的垂直地带性	(158)
三、土壤的区域性分布	(159)
第九章 淋溶土、半淋溶土	(161)
第一节 棕色针叶林土、暗棕壤、白浆土与黑土	(161)
一、棕色针叶林土	(161)
二、暗棕壤	(163)
三、白浆土	(166)
四、黑土	(169)
第二节 棕壤与褐土	(172)
一、棕壤	(172)
二、褐土	(174)
第三节 黄棕壤与黄褐土	(177)
一、黄棕壤	(177)
二、黄褐土	(178)
第十章 铁铝土	(181)
第一节 铁铝土的成土条件和成土过程	(181)
一、铁铝土的形成条件	(181)
二、铁铝土的形成过程	(182)
第二节 红壤与黄壤	(183)
一、红壤与黄壤的地理分布	(183)
二、红壤与黄壤的土壤特性	(183)

三、红壤与黄壤的分类	(184)
第三节 砖红壤与赤红壤	(185)
一、砖红壤和赤红壤的地理分布	(185)
二、砖红壤与赤红壤的土壤特性	(185)
三、砖红壤与赤红壤的分类	(185)
第十一章 钙层土	(188)
第一节 黑钙土与栗钙土	(188)
一、黑钙土	(188)
二、栗钙土	(191)
第二节 栗褐土与黑垆土	(193)
一、栗褐土	(193)
二、黑垆土	(194)
第十二章 干旱土与漠土	(197)
第一节 棕钙土与灰钙土	(197)
一、棕钙土	(197)
二、灰钙土	(198)
第二节 灰漠土、灰棕漠土与棕漠土	(200)
一、灰漠土	(200)
二、灰棕漠土	(201)
三、棕漠土	(203)
第十三章 初育土	(206)
第一节 黄绵土、风沙土与新积土	(206)
一、黄绵土	(206)
二、风沙土	(207)
三、新积土	(209)
第二节 紫色土、火山灰土与石灰(岩)土	(210)
一、紫色土	(210)
二、火山灰土	(211)
三、石灰(岩)土	(212)
第三节 石质土与粗骨土	(213)
一、石质土	(213)
二、粗骨土	(214)
第十四章 半水成土、水成土与盐碱土	(216)
第一节 潮土与草甸土	(216)
一、潮土	(216)
二、草甸土	(219)
第二节 沼泽土与泥炭土	(221)
一、沼泽土与泥炭土的分布与成土条件	(221)
二、沼泽土与泥炭土的形成过程和基本性状	(222)
三、沼泽土、泥炭土亚类的划分	(223)
第三节 盐碱土	(224)
一、盐碱土的分布与形成条件	(224)

二、盐碱化土壤的危害及作物的耐盐度	(225)
三、盐碱土的特征	(227)
四、盐碱土的类型划分	(228)
第十五章 人为土与高山土壤	(229)
第一节 水稻土、灌淤土与菜园土	(229)
一、水稻土	(229)
二、灌淤土	(231)
三、菜园土	(233)
第二节 高山寒漠土、亚高山草甸土与山地草甸土	(235)
一、高山寒漠土	(235)
二、亚高山草甸土	(236)
三、山地草甸土	(237)
第十六章 土壤调查	(240)
第一节 土壤调查概述	(240)
一、准备阶段	(240)
二、野外调查	(241)
三、内业工作	(244)
四、航片在土壤调查中的应用	(247)
五、卫片在土壤调查中的应用	(248)
第二节 特殊任务的土壤调查	(249)
一、林地土壤调查	(249)
二、草地土壤调查	(251)
三、盐渍土壤调查	(252)
四、侵蚀土壤调查	(253)
五、风蚀土壤调查	(256)
六、城市绿地土壤调查	(258)
七、工矿区土壤调查	(260)
第十七章 土壤质量、土壤退化与土壤资源利用改良	(264)
第一节 土壤质量及评价	(264)
一、土壤质量的概念	(264)
二、土壤质量指标	(264)
三、土壤质量评价方法	(266)
第二节 土壤退化与防治	(267)
一、土壤退化的概念	(267)
二、土壤退化的分类	(267)
三、土壤退化的驱动因素	(269)
四、土壤退化的危害	(269)
五、土壤退化的防治	(269)
第三节 土壤资源利用与改良	(271)
一、我国土壤资源的特点	(271)
二、土壤资源利用中存在的主要问题	(273)
三、我国土壤存在的主要障碍因素及其利用改良	(273)

第一节 土壤在农林业及生态环境中的地位及作用

一、土壤在农林业生产中的重要意义

(一)土壤是农林业生产的基地

土壤是农业、林业及牧业生产的基地，也是农林牧业生产的基本生产资料。广义的农业生产包括种植业、林业和畜牧业，一般称为大农业生产。它们是由植物生产、动物生产和土壤管理三个不可分割的环节组成的。

植物生产就是指绿色植物的生产。绿色植物生长需要阳光、热量、空气、水分和养料等五大基本要素。其中除光能来自于太阳辐射外，其余均主要由土壤提供。水分、养分主要通过根部自土壤中吸收，而热量和空气则主要依靠人类通过土壤管理来直接控制和调节。此外，土壤还为植物提供了根系伸展的空间和机械支撑作用，即植物生长的立足之地，这些都充分表明了：土壤为植物生长繁育提供了吃(养分供应的营养库的作用)、喝(水分供应)、住(空气流通、温度适宜)、站(根系伸展、机械支撑)等必需生活条件。归纳起来，土壤在植物生长繁育中具有营养库、养分转化和循环、涵养水分、生物的机械支撑、稳定和缓冲环境变化等任何资源都不可取代的特殊作用，因此，植物生产必须以土壤为其基地。

动物生产是把一部分植物产品和残体作为饲料来喂养家禽家畜，生产肉、蛋、奶等动物性食物以及毛皮、畜力和有机肥等产品。动物生产是以植物生产为基础的，因此，土壤不仅是植物生产的基地，而且也是动物生产的基础。两者都必须以土壤作为基本生产资料，离开了土壤这一环节，农业生产就无法循环往复进行。可以说没有土壤就没有农业。

(二)土壤是农业生产链环中，能量和营养物质循环转化的场所

从自然界物质和能量的循环、周转和平衡的关系来看，在植物生产、动物生产和土壤管理这三个环节中，首先绿色植物从土壤中吸收各种营养物质，经过光合作用，将日光能转变为植物有机体中的化学能，经过人类和动物利用转化为热能和动能，其余人类和动物不能利用的以及排泄物最终以肥料的形式归还于土壤，经微生物的分解转化，成为土壤中的化学能，从而培肥土壤，提高土壤肥力，进一步促进下一周期的植物生产和动物生产的发展，使营养物质和能量通过土壤这个转化场所以得而复始的循环利用，充分体现了土壤在农业生产链环及自然界中物质和能量循环的枢纽地位(图1)。

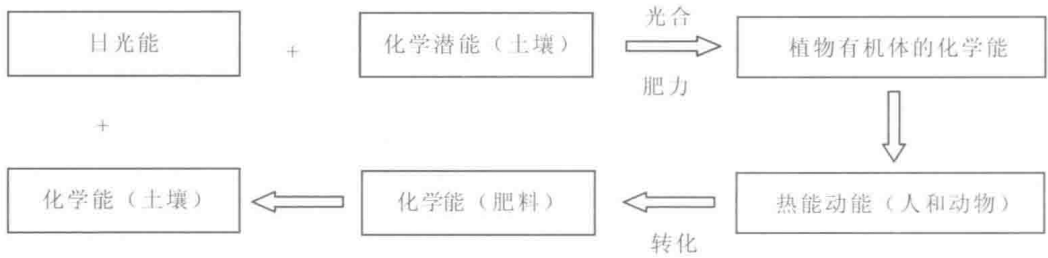


图1 自然界物质和能量的循环转化

(三)土壤是制定持续高效发展农林业生产技术措施的基础和依据

农林业生产是一项极其复杂的系统工程，高产、高效、优质、可持续发展是农林业生产的基本要求，这一目标的实现决定于多种因素的最优协调与综合作用。

农业生产受控因素主要是自然因素和人为因素，如何充分利用外界自然环境条件，采取相应的人为调控措施达到植物生长发育最适的状况，这是农业生产中必须解决的关键问题。生产过程中作物品种的选择、栽培、施肥、灌溉、植物保护、农业机械配套等一系列技术管理措施的实施，必须在充分研究土壤性质基础上进行选择，即根据土壤的物理化学性质采取适合植物生长发育需要的相应措施，或者根据植物生长发育的需要对土壤的性质进行调控。总之，只有根据土壤条件采取相应的农业技术措施才能达到高产优质高效、持续发展的要求，因此土壤是实施各项农业生产技术措施的基础。

二、土壤是地球上最宝贵的自然资源

土壤资源和水资源、大气资源一样，是维持人类生存与发展的必要条件，是社会经济发展最基本的物质基础。“民以食为天，食以土为本。”在人类赖以生存的物质资料中，人类消耗的约80%以上的热量、75%以上的蛋白质和大部分的纤维都直接来自于土壤。尽管设施农业发展迅速，但要大规模地进行粮食工厂化生产是不太可能的，人类对粮食的需求仍必须通过土壤这个载体来实现。土壤资源不像煤炭、石油及其他矿产资源那样，在开发和利用后就会逐渐减少以至枯竭，它是具有再生能力的，只要对其科学地投入与补偿，善于用养结合，使土壤肥力得以保持与提高，土壤资源就可永续使用。

土壤资源虽可永续使用，但数量上却是有限的。因为土壤是陆地的表层物质，而陆地的面积是有限的。我国的土壤资源十分短缺，耕地总量仅占世界耕地面积的7.8%，却要养活占世界22%的人口，而且适宜开垦的土壤后备资源十分有限，在我国尚未利用的 $2.71 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 的土地中，适宜开垦的荒地只有 $1.3 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ，即使全部开垦也只能增加 $7 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 的耕地，且主要分布在三北边远地区，开垦难度大。我国土壤资源的缺乏使土壤资源数量的有限性更为突出，未来有限的土壤资源供应能力与人类对土壤(地)总需求之间的矛盾将日趋尖锐。土壤资源的有限性已成为制约经济和社会可持续发展的重要因素。因此，“十分珍惜每一寸土地，合理利用每一寸土地，应该是我们的国策”。

三、土壤是地球陆地生态系统的重要组成部分

自然界中,由任何生物群体与其所处的环境组成的统一体形成了多种多样、大小不一的生态系统,小到一块农田、一片森林,大到陆地乃至地球,而土壤是这些生态系统中最活跃的生命层,即重要组成部分,同时也是一个相对独立的生态系统。

在土壤生态系统中,绿色植物吸收光能进行光合作用而生长,是主要有机物的生产者。而草食或肉食动物,如土壤中的原生动物、蚯蚓、昆虫类、脊椎动物和啮齿类动物等是土壤生态系统的主要消费者,它们以现有的有机物为原料,经机械破碎与生物转化,除少部分损耗外,大部分物质与能量仍以有机态存在于土壤动物及其残体与排泄物中。作为土壤生态系统有机物的分解者,主要是土壤中的微生物与低等动物,有细菌、真菌、放线菌、鞭毛虫、纤毛虫等,它们以绿色植物与动物残留的有机体及排泄物为原料,从中吸取养分与能量,并将它们分解为无机化合物供植物再度利用,或合成土壤腐殖质。

土壤生态系统既是自然生态系统,也是人类智慧与劳动可以支配的人工生态系统,或复合生态系统,在陆地生态系统中起着极其重要的作用,主要有以下几个方面:①是生物的栖息地,保持了生物活性、多样性和生产性。②对水体和溶质流动起调节作用。③是陆地与大气界面上气体与能量的调节器,如温室气体的排放与温室效应和土壤生物化学过程密不可分。④对有机、无机化合物具有过滤、缓冲、降解、固定和解毒作用,是环境中巨大的自然缓冲介质。⑤具有贮存并循环生物圈及地表养分的功能。

从这个意义上看,土壤不仅仅是农业生产的基本资料,而且是农田生态系统以及人类社会为主体的整个陆地生态系统的重要组成部分。

第二节 土壤与土壤圈

一、土壤及其组成

(一)土壤的概念

土壤(soil)是一个复杂的自然体,世界各国不同学科的学者对土壤的概念有不同的认识,生物学家认为:“土壤是地球表层系统中,生物多样性最丰富,生物地球化学的能量交换、物质循环(转化)最活跃的生命层。”环境学家认为:“土壤是重要的环境要素,环境污染物的缓冲带和过滤器。”而土壤学家与农学家则认为:“土壤是发育于地球陆地表面能生长绿色植物的疏松多孔结构表层。”土壤的本质特征是具有土壤肥力。

近几十年来,随着环境科学和水产事业的发展,对水体和 underwater 资源的研究与开发进行了大量的工作,国内外许多学者趋向于把浅水域底的疏松层纳入土壤的范畴。20世纪70年代以来,航天事业的发展,提出了探索研究其他星球的疏松浮土。由此可见,从农业生产来看,土壤的概念应是指地球陆地上能够生长绿色植物收获物包括浅水域底的疏松表层。

(二)土壤的物质组成

土壤是由固相、液相和气相三相物质组成的。固相包括矿物质、有机质和土壤生物,按重量计,矿物质可占固相部分的95%以上,有机质占1%~5%;液相包括水分和溶解于水中的矿物质和有机物质;气相包括各种气体,主要由氮气(N_2)和氧气(O_2)组成,并含有比

大气中高得多的二氧化碳(CO_2)和某些微量气体。其中固相部分占总体积的45%~50%，孔隙占总体积的50%~55%。气体和液体共同存在于粒间空隙之中呈互为消长的关系，进而影响到土壤温度状况，因此，固、液、气三相之间是相互联系、相互转化、相互制约、不可分割的有机整体，是构成土壤肥力的物质基础。不同土壤物质组成的比率不同，则体现不同的肥力水平，使土壤表现出许多不同的性质，从而为植物生长提供不同的生活条件。其具体组成概况如图2所示。

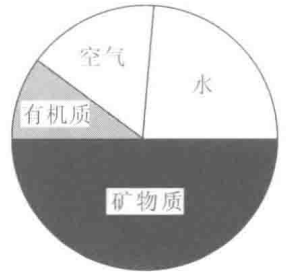


图2 土壤三相组成
(容积比)

二、土壤肥力与生产力

(一) 土壤肥力的概念

关于土壤肥力的概念，目前各国尚未有完全统一的认识。一般西方土壤学家，传统地将土壤供应养料的能力看做是肥力。而前苏联土壤学家威廉斯则认为：肥力是“土壤在植物生活的全过程中，同时不断地供给植物以最大量的有效养料和水分的能力。”我国土壤科学工作者对土壤肥力也有不尽相同的认识，目前较统一于《中国土壤》(1987版)对肥力的阐述：“肥力是土壤的基本属性和质的特征，是土壤从营养条件和环境条件方面，供应和协调植物生长的能力。”土壤肥力是土壤物理、化学和生物学性质的综合反映。其中，“养分是营养因素，温度和空气是环境因素，水既是环境因素又是营养因素”。所谓“协调”是指各种肥力因素同时存在、相互联系、相互制约。因此，归纳起来可定义为：“土壤肥力是土壤具有的能同时和持续不断地供给和调节植物生长发育所需的水、肥、气、热等生活因素的能力。”

肥沃的土壤能够充足、全面、持续地供给植物所需的各种生活因素，而且能调节和抗拒各种不良自然条件的影响，还能调节各肥力因素之间存在的矛盾，以达到适应和满足植物生长的要求。

(二) 自然肥力和人工肥力

土壤肥力是自然的属性，但又受到社会经济的影响，因此有自然肥力和人工肥力的区别。自然肥力是指土壤在自然因子即五大成土因素(气候、生物、母质、地形和时间)的综合作用下发育而来的肥力，它是自然成土过程的产物。由于人类尚未干预，所以这种肥力还不能得到充分开发利用，它的发展是很缓慢的。可见，只有从来不受人类影响的自然土壤才仅具有自然肥力。

人工肥力是在人类耕作、施肥、灌溉及其他技术措施等人为因素影响作用下发育起来的肥力，它使不能利用的潜在肥力转变为有效状态，土壤肥力得以迅速提高，从而提高了农业生产的水平。人工肥力是在认识自然规律的基础上充分利用科学技术的成就而获得的。随着人类对农业生产活动的影响越来越大，人工肥力则越来越上升至主导地位。

(三) 潜在肥力与有效肥力

就植物的有效性而言，从理论上讲，肥力在生产上都可以发挥出来而产生经济效果，但事实上在农业实践中，由于土壤性质、环境条件和技术水平的限制，只有其中的一部分在当季生产中能表现出来，产生经济效益，这一部分肥力叫“有效肥力”或“经济肥力”，而没有直接反映出来的叫做“潜在肥力”。有效肥力和潜在肥力是可以相互转化的，两者之间没有截然的界限。人类在利用土壤资源过程中的干预正确与否(即土壤管理的技术水平)，是导