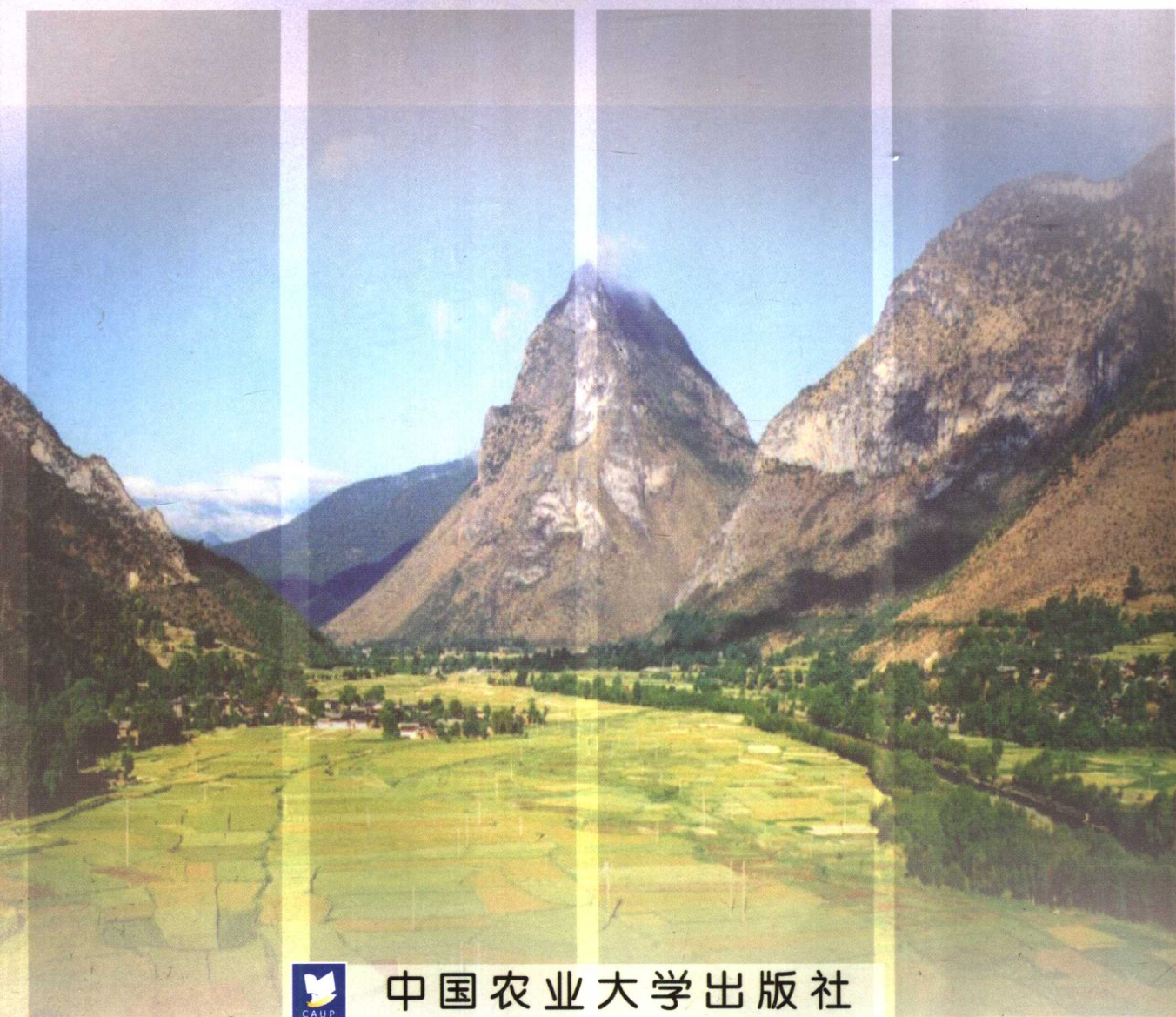


高等院校资源与环境系列精品课程建设教材

# 普通土壤学

关连珠 主编



中国农业大学出版社

高等院校资源与环境系列精品课程建设教材

# 普通土壤学

关连珠 主编

(农学、园艺、园林、林学、植保、气象等专业用)

中国农业大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

普通土壤学/关连珠主编. —北京:中国农业大学出版社, 2007. 3

高等院校资源与环境系列精品课程建设教材

ISBN 978-7-81117-131-0

I. 普… II. 关… III. 土壤学 IV. S15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 142951 号

书 名 普通土壤学

作 者 关连珠 主编

|      |                                                                     |        |                     |
|------|---------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| 策划编辑 | 孙 勇                                                                 | 责任编辑   | 孟 梅                 |
| 封面设计 | 郑 川                                                                 | 责任校对   | 陈 莹 王晓凤             |
| 出版发行 | 中国农业大学出版社                                                           |        |                     |
| 社 址  | 北京市海淀区圆明园西路 2 号                                                     | 邮政编码   | 100094              |
| 电 话  | 发行部 010-62731190, 2620                                              | 读者服务部  | 010-62732336        |
|      | 编辑部 010-62732617, 2618                                              | 出 版 部  | 010-62733440        |
| 网 址  | <a href="http://www.cau.edu.cn/caup">http://www.cau.edu.cn/caup</a> | e-mail | cbsszs @ cau.edu.cn |
| 经 销  | 新华书店                                                                |        |                     |
| 印 刷  | 北京时代华都印刷有限公司                                                        |        |                     |
| 版 次  | 2007 年 3 月第 1 版                                                     |        | 2007 年 3 月第 1 次印刷   |
| 规 格  | 787×1 092 16 开本                                                     |        | 18.25 印张 452 千字     |
| 印 数  | 1~3 000                                                             |        |                     |
| 定 价  | 24.00 元                                                             |        |                     |

图书如有质量问题本社发行部负责调换

**主 编** 关连珠(沈阳农业大学)

**副主编** (按姓氏笔画顺序排列)

李惠卓(河北农业大学)

窦 森(吉林农业大学)

樊文华(山西农业大学)

颜 丽(沈阳农业大学)

**编 委** (按姓氏笔画顺序排列)

卢志红(江西农业大学)

关连珠(沈阳农业大学)

刘世亮(河南农业大学)

李惠卓(河北农业大学)

辛 刚(黑龙江八一农垦大学)

陈翠玲(河南科技学院)

余 雕(西北农林科技大学)

张电学(河北科技师范学院)

张锡洲(四川农业大学)

张广才(沈阳农业大学)

诸葛玉平(山东农业大学)

耿增超(西北农林科技大学)

梁运江(延边大学)

窦 森(吉林农业大学)

樊文华(山西农业大学)

颜 丽(沈阳农业大学)

**主 审** 须湘成(沈阳农业大学)

张伯泉(沈阳农业大学)

# 前 言

普通土壤学是面对高等农业院校农学、园艺、林学、园林、植保、气象等专业以及非农业院校资源与环境等专业所编写的基础教材,也是高等院校资源与环境系列精品课程建设教材。

该教材除绪论外共十一章,分别介绍了组成土壤的矿物质和有机质、土壤的基本物理性质、土壤的水汽热状况及其调节、土壤的基本化学性质、土壤养分、土壤的形成与分类、全国各地主要土壤类型的形成过程、基本性状和开发利用途径、土壤调查以及土壤质量和土壤资源保护等内容。该教材在保持传统土壤学基本内容的基础上,着重突出了土壤在自然环境和陆地生态系统中的作用,将资源与环境的理念贯穿整个教材之中。

参加该教材编写的有全国十三家高等农业院校的十六位编写人员,其中绪论由沈阳农业大学的关连珠负责编写,第一章由河北农业大学的李惠卓负责编写,第二章由吉林农业大学的窦森负责编写,第三章由河南科技学院的陈翠玲负责编写,第四章由山东农业大学的诸葛玉平负责编写,第五章由四川农业大学的张锡洲和沈阳农业大学的颜丽负责编写,第六章由延边大学的梁运江负责编写,第七章由沈阳农业大学的张广才负责编写,第八章由黑龙江八一农垦大学的辛刚负责编写,第九章由山西农业大学的樊文华、沈阳农业大学的颜丽、江西农业大学的卢志红、西北农林科技大学的耿增超和余雕、四川农业大学的张锡洲负责编写,第十章由河北科技师范学院的张电学负责编写,第十一章由河南农业大学的刘世亮和西北农林科技大学的耿增超负责编写。

该教材在编写过程中得到了各个参编院校的大力支持,并在定稿过程中得到了沈阳农业大学张伯泉教授和须湘成教授的审阅,在此一并表示感谢。同时在本教材编写过程中,各位参编人员查阅了国内外大量的参考文献,并引用了国内外一些重要的文献资料,由于篇幅限制,在此不能一一列出,仅代表所有参编人员在此一并表示谢意。

土壤是自然环境的重要组成部分,是人类赖以生存的重要资源。土壤学作为应用基础学科,不但可以广泛服务于农业、环境生态建设、区域治理、资源利用与保护等方面。所以本教材不仅可以作为农业院校的基础教材,也可以作为资源与环境、自然地理及其他相关院校和学科参考使用。

由于编者学识有限,书中难免有错误和不妥之处,真诚欢迎各位同仁和使用本教材的各位老师 and 同学们给予批评指正。

作 者

2006 年 10 月

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 绪论                          | 1  |
| 第一节 土壤在农林生产和陆地生态系统中的地位      | 1  |
| 一、土壤是植物生长繁育的基地,是农林生产的基本生产资料 | 1  |
| 二、土壤是制定农林业生产措施的基础和依据        | 1  |
| 三、土壤是人类社会最宝贵的自然资源           | 2  |
| 四、土壤是陆地生态系统的主要组成部分          | 2  |
| 五、土壤是影响人类生存的重要环境要素          | 2  |
| 第二节 土壤与土壤肥力的基本概念            | 3  |
| 一、土壤的基本概念和重要功能              | 3  |
| 二、土壤的基本物质组成                 | 4  |
| 三、土壤沿垂直方向和水平方向上的异质性         | 5  |
| 四、土壤肥力的基本概念                 | 5  |
| 第三节 土壤科学的发展及其面临的任务          | 7  |
| 一、土壤科学的发展                   | 7  |
| 二、土壤科学的任务                   | 8  |
| 第一章 成土母质与土壤矿物质              | 9  |
| 第一节 形成土壤母质的矿物和岩石            | 9  |
| 一、矿物和岩石的概念及基本特征             | 9  |
| 二、主要成土矿物                    | 12 |
| 三、主要成土岩石                    | 14 |
| 第二节 岩石风化与母质类型               | 17 |
| 一、岩石的风化作用                   | 17 |
| 二、土壤母质的组成与常见类型              | 20 |
| 第三节 土壤矿物质                   | 23 |
| 一、土壤矿物质粒级                   | 23 |
| 二、土壤质地                      | 28 |
| 第二章 土壤有机质                   | 37 |
| 第一节 土壤有机质的来源及其构成            | 37 |
| 一、土壤有机质的概念                  | 37 |
| 二、土壤有机质的来源和组成               | 38 |
| 三、土壤有机质的存在状态                | 39 |
| 第二节 土壤微生物                   | 39 |
| 一、土壤微生物的种类                  | 40 |
| 二、土壤微生物的营养类型                | 41 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 三、土壤微生物的呼吸类型·····              | 42  |
| 第三节 土壤有机质的分解与周转·····           | 42  |
| 一、土壤有机质的矿质化过程·····             | 43  |
| 二、土壤有机质的腐殖化过程·····             | 44  |
| 三、影响土壤有机质分解和周转的因素·····         | 46  |
| 第四节 土壤有机质的主要组分及其特征·····        | 48  |
| 一、非腐殖物质·····                   | 48  |
| 二、腐殖物质·····                    | 49  |
| 第五节 土壤有机质在土壤肥力上的作用及其调节·····    | 53  |
| 一、土壤有机质在土壤肥力上的作用·····          | 53  |
| 二、耕地土壤有机质的保持与提高·····           | 54  |
| 第三章 土壤的孔性、结构性与耕性·····          | 58  |
| 第一节 土壤孔性·····                  | 58  |
| 一、土壤孔隙的数量·····                 | 58  |
| 二、土壤孔隙的类型·····                 | 60  |
| 三、影响土壤孔性的因素·····               | 62  |
| 第二节 土壤结构(soil structure)性····· | 63  |
| 一、土壤结构体的类型、特征及其改良·····         | 63  |
| 二、土壤结构[性]的评价·····              | 65  |
| 三、团粒结构的形成·····                 | 67  |
| 四、团聚体的崩解·····                  | 69  |
| 五、创造团粒结构的措施·····               | 69  |
| 第三节 土壤耕性(soil tilth)·····      | 70  |
| 一、土壤耕性的含义·····                 | 70  |
| 二、影响耕性的因素·····                 | 71  |
| 三、改良土壤耕性的措施·····               | 74  |
| 四、免耕和少耕法·····                  | 75  |
| 第四章 土壤水分、空气与热量状况·····          | 79  |
| 第一节 土壤水分·····                  | 79  |
| 一、土壤水分含量及表示方法·····             | 80  |
| 二、土壤水分类型与水分常数·····             | 83  |
| 三、土壤水分能量状态·····                | 87  |
| 四、土壤水运动及田间循环·····              | 93  |
| 五、土壤水分状况及其调节·····              | 99  |
| 第二节 土壤空气·····                  | 101 |
| 一、土壤空气的来源及组成特点·····            | 101 |
| 二、土壤通气性及其调节·····               | 102 |
| 第三节 土壤热量·····                  | 106 |
| 一、土壤热量的来源和平衡·····              | 106 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 二、土壤的热特性及其调节 .....       | 109 |
| 第四节 土壤水、气、热的关系及其调节 ..... | 113 |
| 一、土壤水、气、热的关系及其相互影响 ..... | 113 |
| 二、土壤水、气、热的调节 .....       | 114 |
| 第五章 土壤胶体与土壤吸收性能 .....    | 118 |
| 第一节 土壤胶体的概念与基本性质 .....   | 118 |
| 一、土壤胶体的概念与作用 .....       | 118 |
| 二、土壤胶体的基本性质 .....        | 123 |
| 第二节 土壤的吸收性能 .....        | 128 |
| 一、土壤吸收性能的类型 .....        | 128 |
| 二、土壤对阳离子的吸附与交换 .....     | 129 |
| 三、土壤对阴离子的吸附与交换 .....     | 131 |
| 第六章 土壤溶液与土壤反应 .....      | 133 |
| 第一节 土壤溶液及其组成 .....       | 133 |
| 一、土壤溶液的概念与作用 .....       | 133 |
| 二、土壤溶液的组成和浓度 .....       | 133 |
| 三、影响土壤溶液变化的因素 .....      | 134 |
| 第二节 土壤溶液中的酸碱反应及其调节 ..... | 136 |
| 一、土壤中酸碱的来源及影响因素 .....    | 136 |
| 二、土壤中酸碱的存在形式与表示方法 .....  | 139 |
| 三、土壤酸碱性与土壤质量的关系 .....    | 142 |
| 四、土壤的酸碱缓冲性及其调节 .....     | 144 |
| 第三节 土壤溶液中的氧化还原反应 .....   | 146 |
| 一、土壤中的氧化还原体系 .....       | 146 |
| 二、土壤的氧化还原状况 .....        | 149 |
| 三、影响氧化还原状况的因素及其调节 .....  | 151 |
| 第七章 土壤养分 .....           | 153 |
| 第一节 土壤氮素养分 .....         | 153 |
| 一、土壤中氮素的含量及其影响因素 .....   | 153 |
| 二、土壤中氮素的存在形态及其有效性 .....  | 154 |
| 三、土壤中氮素的循环转化及其调节 .....   | 155 |
| 第二节 土壤磷素养分 .....         | 159 |
| 一、土壤中磷素的含量及其影响因素 .....   | 159 |
| 二、土壤中磷素的存在形态及其有效性 .....  | 160 |
| 三、土壤中磷素循环转化及其调节 .....    | 162 |
| 第三节 土壤钾素养分 .....         | 164 |
| 一、土壤中钾素的含量及存在形态 .....    | 164 |
| 二、土壤中钾的固定与释放 .....       | 164 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第四节 土壤中的钙、镁、硫·····        | 167 |
| 一、土壤中钙、镁、硫的数量及其影响因素·····  | 167 |
| 二、土壤中钙、镁、硫的存在形态及其有效性····· | 167 |
| 第五节 土壤中的微量元素·····         | 169 |
| 一、土壤中微量元素的数量及其影响因素·····   | 169 |
| 二、土壤中微量元素的存在形态及其有效性·····  | 169 |
| 三、土壤中微量元素有效性的调节·····      | 173 |
| 第八章 土壤的形成、分类与分布·····      | 175 |
| 第一节 土壤的形成发育过程及影响因素·····   | 175 |
| 一、自然土壤的形成发育过程·····        | 175 |
| 二、土壤剖面的发育·····            | 176 |
| 三、影响土壤形成的因素·····          | 178 |
| 四、土壤的基本成土过程·····          | 183 |
| 第二节 土壤分类·····             | 186 |
| 一、土壤分类的概念·····            | 186 |
| 二、我国现行的土壤分类系统·····        | 186 |
| 第三节 土壤分布规律性·····          | 191 |
| 一、水平地带性·····              | 191 |
| 二、垂直地带性·····              | 191 |
| 三、土壤分布的区域规律·····          | 192 |
| 第九章 主要土壤类型·····           | 194 |
| 第一节 主要森林土壤·····           | 194 |
| 一、森林土壤类型和分布·····          | 194 |
| 二、森林土壤的共同特征·····          | 194 |
| 三、主要森林土壤类型简介·····         | 194 |
| 第二节 主要草原土壤·····           | 205 |
| 一、草原土壤类型和分布·····          | 205 |
| 二、草原土壤的共同特征·····          | 205 |
| 三、主要草原土壤类型简介·····         | 205 |
| 第三节 主要荒漠土壤·····           | 213 |
| 一、荒漠土壤类型和分布·····          | 213 |
| 二、荒漠土壤的共同特征·····          | 213 |
| 三、主要荒漠土壤类型简介·····         | 213 |
| 四、荒漠土壤的利用与改良·····         | 217 |
| 第四节 主要水成土壤·····           | 218 |
| 一、水成土壤的形成和主要类型·····       | 218 |
| 二、水成土壤的共同特征·····          | 218 |
| 三、主要水成土壤类型简介·····         | 218 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第五节 盐成土壤          | 222 |
| 一、盐渍土的分布及对农业生产的危害 | 223 |
| 二、盐渍土的形成条件        | 223 |
| 三、盐渍土的特征          | 225 |
| 四、盐渍土的利用和改良       | 226 |
| 第六节 水稻土           | 226 |
| 一、水稻土的分布和成土条件     | 226 |
| 二、水稻土的形成过程        | 228 |
| 三、水稻土的特征          | 229 |
| 四、水稻土的利用和改良       | 229 |
| 第七节 初育土壤          | 230 |
| 一、初育土壤的特点和主要类型    | 230 |
| 二、主要土壤类型简介        | 230 |
| 第八节 高山土壤          | 237 |
| 一、高山土壤的分布与类型      | 237 |
| 二、高山土壤的共同特征       | 238 |
| 三、主要高山土壤类型简介      | 238 |
| 第十章 土壤调查          | 241 |
| 第一节 土壤调查概述        | 241 |
| 一、土壤调查的目的和任务      | 241 |
| 二、野外土壤调查的准备和实施    | 241 |
| 三、土壤调查的室内资料整理     | 246 |
| 四、航片和卫片在土壤调查中的应用  | 247 |
| 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          | 255 |
| 六、城市土壤调查          | 256 |
| 七、工矿区土壤调查         | 257 |
| 第十一章 土壤质量与土壤资源保护  | 261 |
| 第一节 土壤质量与土壤退化     | 261 |
| 一、土壤质量的概念与评价      | 261 |
| 二、土壤退化的概念与生态影响    | 264 |
| 第二节 土壤污染与防治       | 267 |
| 一、土壤污染的概念与污染类型    | 267 |
| 二、土壤污染的特点与危害      | 271 |
| 三、污染土壤的修复         | 273 |

---

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 第三节 土壤资源的保护与合理利用.....             | 274 |
| 一、土壤资源的含义和特点 .....                | 274 |
| 二、我国土壤资源特点 .....                  | 276 |
| 三、我国土壤资源利用过程中存在的问题与合理开发利用对策 ..... | 277 |

# 绪 论

**[本章导读]:**本章主要内容包括土壤在农林业生产和陆地生态系统中的地位;土壤及土壤肥力的基本概念;土壤科学的发展及面临的任务。本章重点内容是了解土壤在农业生产和陆地生态系统中的地位和作用,了解土壤学的发展过程,掌握土壤及土壤肥力的基本概念,理解土壤的重要功能和土壤学所面临的任务。

## 第一节 土壤在农林生产和陆地生态系统中的地位

### 一、土壤是植物生长繁育的基地,是农林生产的基本生产资料

众所周知,农林业生产的基本特点是生产出具有生命的生物有机体,而这种生物有机体主要是植物和动物。生产植物除利用太阳能和空气以外,还必须有土壤因素的参与。土壤可以提供植物生长所必需的水分和养分以及机械支持。动物生产是在植物生长的基础上的次级生产,是通过食物链繁育衍生而来的。因此,土壤不仅是植物生产的基础,而且也是动物生产的基础,如果没有植物的繁茂,就不可能有畜牧上的高度发展,两者都必须以土壤作为基本生产资料(图1)。

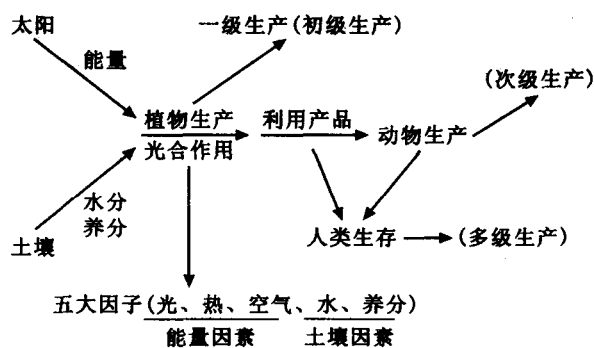


图1 植物生产和动物生产之间的关系

### 二、土壤是制定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、稳产、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。一般来讲,在植物栽培技术上的八大基本要

素(土、肥、水、种、密、保、工、管)中土壤是基础,土壤类型、土壤性质以及土壤的肥力状况是决定施肥、灌溉、品种选择、栽培、植物保护、农业机械配套以及生产管理的依据,忽视了土壤也就谈不上其他措施的科学合理。因此在制定和采取各项技术措施的同时,必须首先考虑土壤的因素,在整个农林业生产过程中一定要坚持“因地制宜”的基本原则,包括因土施肥、因土灌溉、因土种植、因土管理等一系列技术措施。

### 三、土壤是人类社会最宝贵的自然资源

土壤作为一种资源,它不同于其他的资源(煤、油),虽然从数量上来看是有限的,但是从质量上来讲是无限的,只要人们利用合理,就可以不断为人类服务,也就是说只要“治之得宜,地力常新”,因此就要求我们必须合理利用土壤资源,合理利用每一寸土地,十分珍惜每一寸土地,否则一旦土壤资源遇到严重破坏,就需要很长时间方能再生,毁之容易成之难。

在人类历史上,土壤资源由于利用上的不合理和不科学,遭到破坏的例子也是很多的,由此所造成的恶果,就世界范围来说主要有5大问题:土壤侵蚀、土壤沙化、土壤盐渍化、土壤肥力下降和土壤污染。这些问题在我国也有不同程度的存在,因此启示我们,在土壤资源的开发利用上必须合理,按自然规律办事,因地制宜,只有这样才能充分发挥土壤的永续利用性,为我们的子孙后代造福。

### 四、土壤是陆地生态系统的主要组成部分

在一定地区,生物群落与环境所构成的物质循环系统和能量循环系统,这个动态的系统就叫生态系统。每个生态系统都有其独特的生物组合,在一个地区的自然环境中,植物-动物-微生物-土壤就可以作为一个完整的生态系统。

绿色植物吸收光能进行光合作用而生长,食草动物消耗部分绿色植物,使绿色植物的一部分能量和组成物质传给食草动物,而食草动物在其生长过程中,一部分物质和能量又传给了食肉动物或者人,食肉动物的排泄物或者是死亡残体,又留于土壤,而其他二者的剩余部分也残留于土壤,在土壤中又被微生物分解利用,释放物质和能量于土壤,通过土壤又传回绿色植物,进行新的循环。可见在这个循环过程中土壤是主要环节,没有土壤则无从循环。

从这个意义上看,土壤不仅仅是农业生产的基本资料而是农田生态系统,而且是以人类社会为主体的整个陆地生态系统的主要组成部分,它和大气、水、生物和矿藏一样对人类社会具有同等重要的意义。

### 五、土壤是影响人类生存的重要环境要素

在影响人类生存的3大环境要素(大气、水、土壤)中,土壤是处于地球各大圈层的界面上,是自然环境要素的中心环节,处于水圈、大气圈、生物圈和岩石圈的中心位置,是地球各圈层中最活跃、最富生命力的圈层之一。

土壤作为一种重要的自然资源,是人类赖以生存的基础。土壤作为作物的载体,它的环境质量最直接关系到农产品的安全,对人民的身体健康有着最深刻的影响。由于土壤承担着50%~90%的来自不同污染源的污染负荷,保护好土壤资源,了解和掌握土壤的污染状况,有效地调控土壤中的污染物质,对保证大气和水体质量,调控整体环境和保证人类健康具有重要的意义。

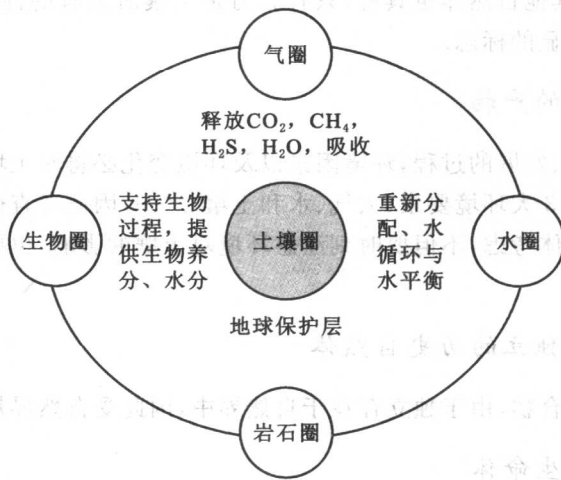


图2 土壤与其他自然圈层之间的物质交换示意图

## 第二节 土壤与土壤肥力的基本概念

### 一、土壤的基本概念和重要功能

土壤可以说对任何人都不陌生,人们几乎天天与之打交道,但是由于人们利用它的角度不同,方法不同因而对它产生的认识也就不同,也就相应地出现了许多定义。

各国学者曾对土壤下过很多不同的定义,例如,抱有地质学观点的学者把土壤看成是陆地表面由岩石风化产生的表土层;抱化学观点的人则认为土壤是含有有机质及矿物质养料的风化层;而抱物理学观点的人却认为土壤是具有一定形态、颜色及层次分明的固体、液体及气体的混合物等等,这些定义都是非常片面的,他们只提到了土壤的部分性质,而没有接触到土壤的实质。

前苏联土壤学家道库恰耶夫(1846—1906)对土壤的发生、发育经过仔细研究后,首先提出土壤是自然成土因素共同影响下发育起来的“历史自然体”、所谓历史自然体的意思,即指土壤是客观存在于自然界并有其发育历史过程的自然物体。

前苏联近代土壤学家,威廉斯(1865—1939)在总结了前人研究成果的基础上,对土壤下了一个较精确的定义,他说,土壤是地球陆地上能够产生植物收获物的疏松表层。肥力是土壤及其重要的性质,是土壤的本质特征。这个定义不但说明土壤在自然界的位置,而且说明土壤的本质是肥力,正是由于土壤具有其肥力,因此才能在其上生长植物。

正确认识土壤,掌握土壤的功能,首先应认识以下几个基本观点。

#### (一) 肥力是土壤特有的本质

土壤既然是存在于自然界中的物体,必然具有很多性质,如颜色、比重、质地等。但是这些

性质不仅土壤所具有,其他自然体也具有,只有肥力是土壤所独有的性质。因此,肥力是土壤和其他自然体区别最明显的标志。

## (二)土壤是环境的产物

土壤有它自己发生、发展的过程,环境因素以及环境变化必将对土壤产生深刻的影响。土壤也是影响人类生存的3大环境要素(大气、水和土壤)之一,因此考查研究土壤一定要把土壤与周围环境当作一个整体考虑,不但要时刻注意环境对土壤的影响,也要注意土壤对环境的可能影响。

## (三)土壤是一个独立的历史自然体

土壤不是简单的混合物,由于独立存在于自然界中,因此受自然界规律的支配。

## (四)土壤是一个生命体

土壤不但具有同化和代谢功能,也具有自动调节能力。土壤的这种净化能力和自动调节功能,是维持土壤生态系统相对平衡的基础,是人们在利用土壤过程中不可忽视的基本属性。

# 二、土壤的基本物质组成

土壤是一个存在于地表的自然体,不论其为农地、林地、草地甚至荒地,其基本物质组成都不外乎包括以下几个部分。

## (一)土壤的固体部分

包括颗粒大小不同的矿物质颗粒及无定形的有机质颗粒。

①矿物质颗粒是土壤的骨骼,主要来源于岩石矿物的风化,占整个固体部分的95%以上。各土粒的直径的差异很大,大的粗沙,直径达3 mm,小的为直径数万分之一毫米的胶体。就整个土体容积而言,约占38%以上。

②有机质仅占固体部分的百分之几甚至千分之几,主要由生物残体及其腐败物质组成,它对土壤性质与肥力起着极大的作用,土壤中如果没有这一部分,就不能成为土壤。就土体容积而言,约占12%。

## (二)液体部分

存在于土壤孔隙中或土粒的周围,主要是水分,但是土壤中的水并非纯粹的水分,而是含有溶解物质(包括多种养料)的土壤溶液。

## (三)气体部分

这部分中一部分是由地上大气层进入,主要为 $O_2$ 、 $N_2$ 等,另一部分则是由土壤内部产生的,它在组成上和大气成分不同。

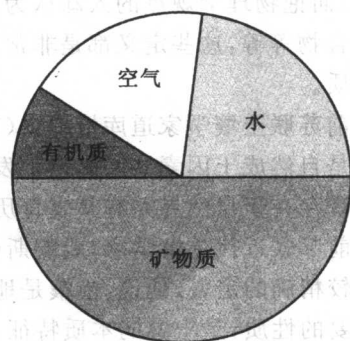


图3 土壤基本物质组成示意图

#### (四)各种生物

包括各种原生动物和微生物,尤其是微生物。

一般来讲,土壤主要是由固体、液体、气体这3相物质组成,但是这3部分并不是孤立存在的,它们在土壤中并不是混合物的关系,而是构成了一个极其复杂的生物物理化学的体系,土壤中的一切物理化学的,生物化学的变化,土壤和大气圈、水圈、岩石圈、生物圈之间物质和能量的转换都与这个体系有关。

### 三、土壤沿垂直方向和水平方向上的异质性

土壤的垂直断面——土壤剖面。在土壤剖面中往往可以发现从上到下并不是同质的,它是由几个在物质组成上、性质上、形态上都不相同的水平层次组合而成,这些层次组合的产生是在土壤形成过程中,由于物质的淋溶、淀积和再合成这样一些作用分化而来的。土壤剖面层次的划分依据主要是根据土壤剖面的外部形态特征,包括质地、结构、颜色、新生体等。

不同的土壤在土层的数目上、组合上、土层间区别的明显程度上,各层次间的特征差异上都不相同,由此人们可根据土层的特征,来划分出土类,确定土壤的肥力状态,适度发育的土壤一般有以下3个层次。

腐殖质层(淋溶层):处在土壤的最表面,是植物根系活动的主要区域,有机质积累比较多,颜色比较深暗,同时由于降雨的作用,一些物质向下淋移。对于耕作土壤此层又叫做耕作层。

淀积层:在淋溶层之下,承受由淋溶层淋洗下来的一些物质,同时它又是一个具有承上启下作用的层次,因此有时也叫它过渡层,其特点是比较黏重,结构体表面常常覆有各种胶膜。对于耕作土壤来讲,这种层次也叫心土层。

母质层:此层与母质相比没有什么改变,基本保留原来母质的特征,对于耕作土壤则叫它底土层。

以上是一般土壤具备的3个层次,并不是所有土壤都有这3个层次,有的可以多一些,有的则少一些。对于岩石风化物上发育的土壤往往只有淋溶层和母质层,没有淀积层。在水土流失比较严重的地方,有时只有母质层(死黄土),河流两岸的冲积母质上,层次划分则很不明显。

在水平方向上(从南向北或从东向西),由于土壤与环境是统一的,是在外界环境综合作用下形成的一个历史自然体,由于不同地区的自然条件组合并不一致,特别是生物气候条件的差异,往往导致土壤在水平上也存在着很大的异质性。正是这种水平上异质性的存在,为进一步的土壤分类提供了重要的分类依据。在生产实践中农民常用“一步三换土”的说法来形容土壤的这种水平异质性。

### 四、土壤肥力的基本概念

土壤肥力(soil fertility)是土壤的基本性质所在,研究土壤必须研究土壤肥力的变化状况,然而关于土壤肥力的概念到现在为止意见很不一致,主要是因为它本身太复杂,现在介绍一些基本观点。

①欧美的土壤学家认为土壤肥力就是土壤供给植物养分的能力。土壤肥力只包含一个因素。

②前苏联土壤学家威廉斯则认为土壤肥力是土壤在植物生活的全过程中,同时而又不间断地供给植物以最大量的有效养分和水分的能力。从这个定义看起来,肥力因素至少包括养分和水分两个因素。

③我国土壤学家对土壤肥力的认识也存在着几种不同的看法。

其一是“侯光炯”在中国农业土壤概论中认为,土壤肥力的实质是土壤的生命力,是指土壤持久稳定和主动地满足植物对养分和水分需要的能力,是土壤能够自动调节,抵抗外界不良环境的能力。

他把土壤比作类生物体,有它自己的生理功能,即代谢功能(呼吸和物质循环)和自动调节功能(pH 值、离子浓度),而土壤的这一种功能主要来自于土壤里面的有机-无机复合胶体。

简而言之,土壤肥力就是在一定自然条件下,土壤能够稳、匀、足、适地供给植物水分和养分的能力。按照这种见解土壤肥力的主要因素是养分和水分,肥力高低的标志是稳、匀、足、适的程度。

其二是以熊毅为代表的中国科学院南京土壤研究所的科学工作者对中国土壤认为,肥力是土壤的本质,是土壤为植物生长供应和协调营养条件和环境条件的能力,其中营养条件是水分和养分,环境条件则是指影响植物生长的物理、化学和生物环境条件。

其三是陈恩凤认为,土壤肥力的基础是土壤的有机无机复合体,研究土壤肥力即要研究土壤的体质又要研究土壤的体型。所谓体质是土壤的性质所在,体型则是土壤的良好土体构造。

然而对于我国大多数土壤工作者来讲,普遍认为土壤肥力至少包括水、肥、气、热 4 个因素,它们各自的作用是不同的,其中水、肥、气是物质基础,热是能量条件,这 4 种因素之间是相互联系,相互制约的,它们是土壤肥力的 4 个指标。具体地讲,土壤肥力是指在植物生长的各个阶段,土壤满足植物生长对水、肥、气、热的供应能力。简单地讲,就是土壤满足植物生长吃饱、喝足、住的舒服的能力。

为了进一步理解土壤肥力还仍了解以下几个基本概念。

### (一)土壤肥力与土壤生产力的关系问题

土壤肥力是土壤的本质属性,土壤生产力则是指土壤在外界环境条件影响下,土壤表现出来的实际生产植物产量的能力,它是由土壤本身的肥力属性和发挥肥力作用的外界条件所决定的,从这个意义来看,土壤肥力只是土壤生产力的基础,而不是生产力的全部。要提高作物产量,必须从两方面着手,一方面要改变土壤本身的属性即肥力状况;另一方面要改善土壤的外界环境条件。

### (二)土壤肥力的自然和社会属性

土壤肥力按其产生的原因,可分为自然肥力和人工肥力,前者是指土壤在自然因素综合作用下发展起来的肥力,后者则是指在耕作熟化过程中发展起来的肥力。在耕作土壤上既有其自然肥力,也具有人工肥力,在生产上是很难把二者加以区分。尽管如此,还是可以肯定在不同生产水平下它们所占的比重不同。在生产落后的情况下,农业生产主要依靠自然肥力,而在农业高度发展条件下,则人工肥力占有重要地位。

无论自然肥力或人工肥力,它们在一定时间内皆只能有一部分在生产上表现出来,因此根据能否直接产生经济效果,土壤肥力又可分为有效肥力(经济肥力)和潜在肥力,直接生产经济