

中国烟草总公司云南省公司  
云南省玉溪烟草栽培学校



# 土壤肥料

中等专业学校烟草栽培系列教

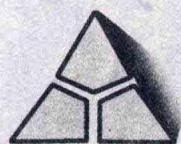


云南科技出版社

# 土 壤 肥 料

中等专业学校烟草栽培系列教材

中国烟草总公司云南省公司  
云南省玉溪烟草栽培学校



云南科技出版社

责任编辑：陆秀华

封面设计：鞠洪深

插图绘制：李楠

中等学校烟草栽培教材

**土壤肥料**

---

云南科技出版社出版发行

(昆明市书林街100号)

滇黔桂石油勘探局昆明印刷厂印装

---

开本：787×1092 1/16

印张：23.375 字数：514千字

1996年8月第1版

1996年8月第1次印刷

印数：0—5000

---

ISBN 7-5416-0863-7/S·155 定价：27.40元

## 绪 论

土壤的概念。在土壤学的发展过程中，对土壤一词的概念有众多的解释。如：“土壤是人们脚底下的土地”。原始人已经意识到，“土壤就是支撑他们活动和居住的土地”。当然早期的人类，对于不同地区，在生产植物和动物的能力上有所不同是有所认识的，但他们未必已把生产能力上的差异与土壤的差异联系起来，认识到土壤是生产植物的介质。

其二，土壤是植物生产的介质：大约在1万年前，人类开始从事农业生产时起，人们就把土壤当作植物生长的介质了。

其三，土壤是风化岩石的覆盖层：地质学家把土壤看做是岩石风化的产物。虽然承认风化层的上部有有机质的加入，但是仍然把土壤看作风化覆盖层即疏松物质层的同义语。既然疏松物质层因受侵蚀最终被搬运到海洋，所以，人们把土壤又视为去“海洋途中的岩石”，然而在途中，土壤主要起着植物生长介质的作用。

还有人认为“土壤是物质的混合物”。也有人认为“土壤是有机体”等等。

地球表面上的土壤，是不停地变化着的，对土壤进行的临时研究，察觉不到这种变化。以地质时期来说，每种土壤都有其生活史。下面的土壤定义是否体现了这种动态的和进化的本质：

土壤是地球表面的疏松矿物质在经受发生因素和环境因素，即母质、气候（包括温度和湿度作用）、大生物和微生物、地形以及时间的长期作用后的产物。它在许多物理、化学、生物和形态学上的性质和特性都不同于其所由生的原来物质。

近代研究认为，土壤是人类生产和生活中的一项重要资源。人类为了生存下去，所必须的大部分农产品，都直接或间接地依赖于土壤。因为农业是在土壤上经营的。在自然界中，土壤是生物世界的一项重要环境因素，或称为生态系统的一个重要环节。土壤又有其自身的发生发展规律，是自然界中一个独立的个体——自然体。

据考证，约在公元前6000—7000年，我国便有了稻、粟等的种植。同古籍中“天雨粟，神农遂耕而种之”的传说大体相符合。这也许是人类有意识地将绿色植物种子播种于土壤，以获得收成的有关原始农业生产过程的最早记述。其后，东汉郑玄对《周礼地官司徒》的注释里写道：“万物自生焉，则曰土；以人所耕而树艺焉，则曰壤”。许慎所著的《说文解字》中对土和壤的解释是：“土，地之吐生万物也；壤，柔土也，无块曰壤”。说明了我国古代不仅认识了“万物土中生”的道理，而且把未经人为耕作的土地（自然土）与经过人为耕作的土壤（耕作土壤或农业土壤）作出了明确的区分。并认识到后者是人类生产活动积极干预的结果。以上简单的叙述，充分说明了我们的祖先对土壤科学的认识和伟大的贡献。

农业生产的基本特点是生产具有生命的有机物，包括植物生产（种植业）和动物生

产(养殖业)。其中植物生产是基本的生产,因为植物的绿色部分,能以太阳能为能量来源,把从空气中吸收的二氧化碳和从土壤中吸收的水分与无机盐类制造成各种各样的有机质,而把太阳能转变为化学潜能,贮藏在有机物中。植物生产的有机物不仅是人类衣食等生活资料的来源,也是动物食料的来源。动物生产必须以植物生产为基础,所以说植物生产是最基本的农业生产。

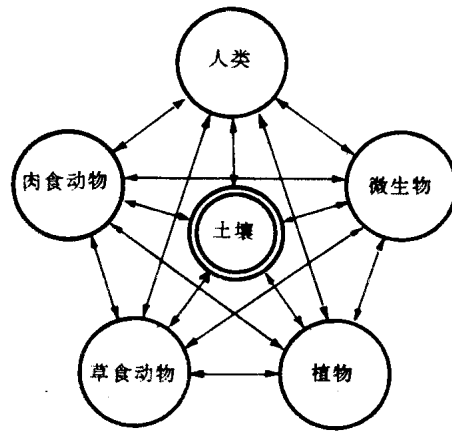
植物生产的产量和品质,一个是取决于植物本身的特性,另一个是取决于植物生活的外界条件。植物生产过程中,需要阳光、热量、水分、空气和无机养分等。在这些外界条件中,光和热主要来自太阳辐射;水和无机养分基本上是植物从土壤中吸取的;植物茎、叶所需要的氧气和二氧化碳来自大气,而根系呼吸所需要的氧气则主要是由土壤供应的;此外,土壤还为植物根系的生长提供热量;也是植物扎根立足的场所。

农业生产上的许多增产措施,如耕作、灌溉、施肥等都是作用于土壤而影响植物的,这说明研究植物生长的土壤条件的重要了。俄国土壤学家威廉斯把土壤管理、植物生产和动物生产称为农业生产的“三个环节”。只有把三者结合起来,以植物所提供的有机收获物来保证动物生产所需要的饲料,又以不能利用的植物残体和动物生产中所获得的粪尿等废液为肥料,通过各种管理措施,培肥土壤,提高地力,才能把农业生产稳步地、不断地推向前进。

土壤不但是基本的生产资料,也是生态系统的重要组成部分,人类生活在自然环境中,并不断地对自然环境进行干预和改造,使之有利于人类的生产和生活,建立起生态系统的新的动态平衡。与此同时,人们的活动,也会有意无意地破坏自然环境中的生态平衡,给人类带来难以弥补的损失,如水土流失,土壤污染,土壤砂化等等。由于生态环境的恶化,会给人类带来灾害,有时甚至是毁灭性的。从环境科学出发,今后对土壤资源的利用,不但要考虑国民经济和农业生产发展的要求,还要考虑整个自然环境中生态平衡的问题。宜农则农,宜林则林,宜牧则牧。在农田土壤管理中应注意防止“三废”及农药的污染,并应防止过多或滥施化学肥料。对林地的开发,特别要注意水土流失,促使生态系统不断地向有利于人类生存的方向发展。

肥料是植物的“粮食”,是提高农业生产的重要物质基础之一。施肥是增产的有效措施。合理施用有机肥料和化学肥料,对于提高产量和提高土壤肥力都有着重要作用,因为肥料不仅能营养植物,具有“肥肥苗”的作用,而且能改良土壤,提高土壤肥力,有利于植物生长发育,又具有“肥肥土、土肥苗”的作用。当今各国农业生产的提高与增施肥料以及扩大施肥面积是密切相关的。世界银行的报告认为全世界平均40%的增产是来自增施肥料。由此可见,肥料用量的增加和施肥技术的改进,对于提高农业生产水平,起了很大的作用。

无论土壤学知识或肥料学知识都是很广泛的范畴,现代的发展也很迅速,正确地应用土壤与肥料知识,在我国农业现代化和科学技术现代化中的作用,就必须按照它们本身的客观规律,深入探讨研究,才能充分利用,加速“四化”建设。本着叙述中在于说清有关的科学道理为主,介绍、探讨、研究和解决问题的途径,只有学习了一些原理原则后,因地制宜结合各地的具体情况和问题,创造性地运用,才能解决实际问题。当然对一些通用的基本方法和技能也尽可能地加以介绍。



土壤是生态系统的中枢，相互间构成复杂的因果关系

## 编 委 会

主 任 何兆寿

副主任 詹金华 陈士益 杨继君

主 编 詹金华

副主编 任 炜 阮培贵 袁林泽 雷永和 杨继君

编 委 苏国治 解铭有 陈志良 熊家耕 罗在远

董志明

## 撰 稿

董绍辉 熊家耕

## 审 稿

詹金华 阮培贵 雷永和 罗在远 熊家耕

任 炜 马德儒 王文富 杨 铭 张崇范

冉邦定 郭建德 杨仕福 郭其菲

# 前 言

云南烟草种植历史悠久，由于具有得天独厚的自然气候和土壤条件，加之科学种植和管理，所产烟叶色桔黄、味纯正、香浓郁、油润足、光泽好，化学成分协调，外观及内在品质优良，在国内外享有盛誉。

改革开放以来，云南烟叶生产得到长足发展，种植面积、总产量、单产和质量均居全国之冠，已成为云南省的优势产业和经济支柱。

但是，由于种种原因，作为培养烟草科技人才，提高烟草生产力主要手段的烟草科学知识教育（特别是教材）却与云南烟草生产发展的形势很不适应。为了改变这种状况，玉溪农业学校于1984年开办了烟草专业，1993年又经云南省政府批准，正式成立了玉溪烟草栽培学校。该校在收集积累大量资料编写成的讲义基础上，又参阅大量国内外有关书籍和科研成果，紧密联系云南烟叶生产实际，编写出版了《中等专业学校烟草栽培系列教材》。该套教材在编写过程中，几经有关专家、学者修改、审定，是集体智慧的结晶。

《中等专业学校烟草栽培系列教材》由《烟草栽培》、《烟草遗传育种》、《烟叶调制》、《烟叶分级》、《烟叶化学成分分析》、《烟草病虫害及防治》、《土壤肥料》7本书组成，约有200多万字，较全面系统地论述了烟草植物学特征和生物学特性、烟草育苗和大田栽培管理、烟草营养与土壤肥料的关系、烟草遗传原理和育种方法、烟草病虫害发生发展规律及防治、烟叶采收与烘烤、烟叶分级标准以及烟叶化学成分分析等方面的知识。

《中等专业学校烟草栽培系列教材》理论联系实际，内容丰富，论据充分，观点鲜明，具有较强的科学性、综合性和实用性。该套教材既适用于作为农业中专烟草专业教材，也可作烟草生产技术培训教材和烟草科技工作者的参考书。

唐金华

# 目 录

|                              |      |
|------------------------------|------|
| 绪 论 .....                    | (1)  |
| 第一章 土壤的物质组成 .....            | (1)  |
| 第一节 土壤矿物质 .....              | (1)  |
| 一、土壤的矿物质组成 .....             | (1)  |
| 二、矿物质土粒的分级 .....             | (6)  |
| 三、土壤质地 .....                 | (10) |
| 第二节 土壤生物与土壤酶 .....           | (13) |
| 一、土壤生物概况 .....               | (13) |
| 二、土壤微生物的生理类群 .....           | (13) |
| 三、土壤动物 .....                 | (17) |
| 四、土壤生物在土壤生态系统中的作用 .....      | (18) |
| 五、土壤酶 .....                  | (18) |
| 第三节 土壤有机质 .....              | (20) |
| 一、土壤有机质的来源和组成 .....          | (21) |
| 二、土壤有机质的转化及其影响因素 .....       | (21) |
| 三、土壤腐殖质 .....                | (27) |
| 四、土壤有机质的作用与调节 .....          | (29) |
| 第四节 土壤胶体 .....               | (31) |
| 一、土壤胶体的构造 .....              | (31) |
| 二、土壤胶体的种类 .....              | (32) |
| 三、土壤有机—无机复合胶体在土壤肥力中的作用 ..... | (33) |
| 第二章 土壤的基本性质 .....            | (37) |
| 第一节 土壤颜色 .....               | (37) |
| 一、土壤的基本颜色与土壤组成的关系 .....      | (37) |
| 二、土壤颜色同某些成土过程的关系 .....       | (38) |
| 三、土壤颜色的判读与命名 .....           | (39) |
| 第二节 土壤的交换吸附性能 .....          | (39) |
| 一、土壤阳离子交换吸附作用 .....          | (40) |
| 二、土壤阴离子交换吸附作用 .....          | (43) |
| 三、离子交换吸附对土壤肥力的影响 .....       | (44) |
| 四、土壤交换吸附性能的调节 .....          | (45) |

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| 第三节 土壤溶液 .....              | (45) |
| 一、土壤溶液的组成和浓度 .....          | (45) |
| 二、土壤溶液的反应 .....             | (46) |
| 三、土壤的缓冲性 .....              | (52) |
| 四、土壤的氧化还原作用 .....           | (53) |
| 第四节 土体构造 .....              | (55) |
| 一、土壤的空隙性 .....              | (55) |
| 二、土壤的结构性 .....              | (58) |
| 第五节 土壤的耕性 .....             | (62) |
| 一、土壤耕性的标准与类型 .....          | (62) |
| 二、决定土壤耕性的物理机械性质 .....       | (63) |
| 三、土壤的耕性 .....               | (65) |
| 四、土壤耕性的改良 .....             | (66) |
| 第三章 土壤肥力 .....              | (68) |
| 第一节 土壤水分 .....              | (69) |
| 一、土壤水分的类型与性质 .....          | (69) |
| 二、土壤水分常数与土壤水分的有效性 .....     | (71) |
| 三、土壤含水量的表示方法 .....          | (71) |
| 四、土壤水分的能量状态 .....           | (72) |
| 五、土壤水分运动 .....              | (76) |
| 第二节 土壤养分 .....              | (80) |
| 一、土壤养分的种类 .....             | (80) |
| 二、土壤养分的含量 .....             | (81) |
| 三、土壤养分的形态 .....             | (82) |
| 四、土壤养分的转化 .....             | (83) |
| 五、土壤的保肥供肥性能 .....           | (86) |
| 六、土壤养分含量丰缺的参考指标 .....       | (87) |
| 第三节 土壤热量 .....              | (88) |
| 一、土壤热量的来源 .....             | (88) |
| 二、土壤热性质 .....               | (89) |
| 三、土温变化规律及其影响因素 .....        | (91) |
| 四、土壤热量状况对作物生长及土壤肥力的影响 ..... | (92) |
| 第四节 土壤空气 .....              | (93) |
| 一、土壤空气的组成和特性 .....          | (93) |
| 二、土壤空气的更新和通气性 .....         | (93) |
| 三、土壤通气性的表示方法 .....          | (94) |
| 四、土壤通气性对作物生长和土壤肥力的影响 .....  | (95) |
| 第五节 土壤肥力因素的相互关系 .....       | (95) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 一、土壤肥力因素的相互关系 .....          | (96)  |
| 二、土壤肥力因素的调节 .....            | (97)  |
| <b>第四章 土壤的形成、分类与分布</b> ..... | (101) |
| 第一节 土壤母质的形成 .....            | (101) |
| 一、成土的主要岩石与矿物 .....           | (101) |
| 二、土壤母质的形成——岩石风化 .....        | (104) |
| 三、土壤母质的类型 .....              | (105) |
| 第二节 土壤的形成因素与主要成土过程 .....     | (106) |
| 一、土壤形成因素 .....               | (106) |
| 二、自然土壤的主要形成过程 .....          | (108) |
| 三、农业土壤的形成过程 .....            | (109) |
| 四、土壤剖面特征 .....               | (109) |
| 第三节 土壤分类 .....               | (110) |
| 一、土壤分类的原则 .....              | (110) |
| 二、我国现行的土壤分类系统 .....          | (111) |
| 三、土壤命名 .....                 | (111) |
| 第四节 土壤的分布 .....              | (113) |
| 一、土壤的纬度地带性分布 .....           | (113) |
| 二、土壤的经度地带性分布 .....           | (113) |
| 三、土壤的垂直地带性分布 .....           | (113) |
| 四、地域性土壤 .....                | (114) |
| <b>第五章 云南的主要土壤</b> .....     | (117) |
| 第一节 云南的自然概况 .....            | (117) |
| 一、概 况 .....                  | (117) |
| 二、地形、地貌概况 .....              | (117) |
| 三、主要成土母质 .....               | (118) |
| 第二节 云南的土壤分布 .....            | (121) |
| 一、土壤的水平地带性分布 .....           | (122) |
| 二、不同土壤带中经向位置对土壤分布的影响 .....   | (123) |
| 三、土壤的垂直分布 .....              | (123) |
| 四、土壤水平分布带中的地域性土壤分布 .....     | (125) |
| 第三节 云南的主要土壤类型 .....          | (126) |
| 一、砖红壤 .....                  | (126) |
| 二、赤红壤 .....                  | (128) |
| 三、红 壤 .....                  | (129) |
| 四、黄 壤 .....                  | (133) |
| 五、黄棕壤 .....                  | (134) |
| 六、棕 壤 .....                  | (135) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 七、棕色针叶林土.....               | (136) |
| 八、亚高山草甸土.....               | (137) |
| 九、紫色土.....                  | (138) |
| 十、石灰(岩)土.....               | (139) |
| 十一、燥红土.....                 | (140) |
| 十二、水稻土.....                 | (141) |
| 第四节 烟草土宜.....               | (162) |
| 一、烤烟对土壤条件的要求.....           | (162) |
| 二、我省烤烟种植适宜区的划分.....         | (167) |
| <b>第六章 土壤的合理利用与保护</b> ..... | (169) |
| 第一节 建设高产稳产的基本农田.....        | (169) |
| 一、合理利用土壤资源.....             | (169) |
| 二、建设高产稳产的基本农田.....          | (170) |
| 第二节 土壤侵蚀与水土保持.....          | (174) |
| 一、土壤侵蚀的危害.....              | (174) |
| 二、水土保持的作用.....              | (175) |
| 三、引起水土流失的原因.....            | (175) |
| 四、水土流失的防治.....              | (175) |
| 第三节 土壤污染与防治.....            | (177) |
| 一、土壤污染的危害性.....             | (177) |
| 二、土壤污染与土壤净化.....            | (178) |
| 三、土壤污染的防治.....              | (180) |
| <b>第七章 作物营养与施肥</b> .....    | (182) |
| 第一节 作物的营养成分.....            | (182) |
| 一、作物生长发育所必需的营养元素.....       | (182) |
| 二、作物必需营养元素的同等重要和不可代替性.....  | (184) |
| 三、作物营养的选择性.....             | (184) |
| 第二节 作物对养分的吸收.....           | (185) |
| 一、作物的根部营养.....              | (185) |
| 二、作物的叶部营养.....              | (191) |
| 第三节 作物吸收养分的关键时期.....        | (193) |
| 一、作物营养的阶段性和.....            | (193) |
| 二、作物营养临界期.....              | (195) |
| 三、作物营养的最大效率期.....           | (196) |
| <b>第八章 化学肥料</b> .....       | (198) |
| 第一节 概 述.....                | (198) |
| 一、化学肥料的概念和种类.....           | (198) |
| 二、化学肥料的特点.....              | (199) |

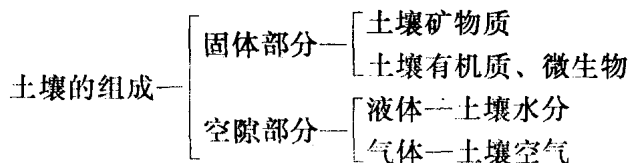
|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 三、化学肥料的增产效应和存在问题      | (199) |
| 第二节 氮素化学肥料            | (200) |
| 一、作物的氮素营养             | (200) |
| 二、氮肥的种类及特点            | (201) |
| 三、常用的几种氮素化学肥料的性质和施用方法 | (202) |
| 四、提高氮肥利用率的途径          | (209) |
| 第三节 磷素化学肥料            | (211) |
| 一、作物的磷素营养             | (211) |
| 二、磷肥的种类及特点            | (214) |
| 三、几种常用磷肥的性质和施用方法      | (214) |
| 四、提高磷肥利用率的途径          | (217) |
| 第四节 钾素化学肥料            | (221) |
| 一、作物的钾素营养             | (221) |
| 二、常用的几种钾肥的性质和施用方法     | (223) |
| 三、钾肥有效施用的条件           | (226) |
| 第五节 复合肥料              | (227) |
| 一、复合肥料的定义和表示方法        | (227) |
| 二、复合肥料的优缺点            | (228) |
| 三、几种常用复合肥料的性质和施用方法    | (228) |
| 四、施用复合肥料应注意的问题        | (232) |
| 第六节 微量元素肥料            | (233) |
| 一、微量元素肥料的生理功能及缺乏症状    | (233) |
| 二、影响土壤微量元素肥料有效性的因素    | (234) |
| 三、微量元素肥料的种类、性质和施用     | (235) |
| 四、施用微量元素肥料应注意的事项      | (237) |
| 五、稀土微肥                | (238) |
| 第七节 烟草吸收的各种无机成分之间的关系  | (238) |
| 一、氮肥与其他无机成分的关系        | (238) |
| 二、其他元素之间的相互关系         | (239) |
| 三、全正离子与全负离子的吸收关系      | (240) |
| 第九章 有机肥料              | (242) |
| 第一节 概 述               | (242) |
| 一、有机肥料的分类             | (242) |
| 二、有机肥料在农业生产中的作用       | (242) |
| 三、有机肥料与化学肥料的特点比较      | (243) |
| 四、有机肥料的腐熟和管理          | (243) |
| 第二节 粪尿肥               | (246) |
| 一、人粪尿                 | (246) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 二、家畜粪尿和厩肥·····           | (248) |
| 第三节 堆肥与沤肥·····           | (251) |
| 一、堆 肥·····               | (251) |
| 二、沤 肥·····               | (253) |
| 三、沼气发酵肥料·····            | (253) |
| 四、秸秆直接还田·····            | (256) |
| 第四节 绿 肥·····             | (260) |
| 一、绿肥在农业生产上的作用·····       | (260) |
| 二、云南省主要绿肥作物的栽培和利用·····   | (261) |
| 三、绿肥的利用技术·····           | (265) |
| 第五节 其他肥料·····            | (268) |
| 一、饼 肥·····               | (268) |
| 二、泥 炭·····               | (269) |
| 三、菌 肥·····               | (270) |
| 四、“三废”的农业利用 ·····        | (273) |
| <b>第十章 肥料的合理使用</b> ····· | (279) |
| 第一节 合理施肥的基本原理·····       | (279) |
| 一、合理施肥的原理·····           | (279) |
| 二、合理施肥的依据·····           | (282) |
| 第二节 肥料的施用方法·····         | (285) |
| 一、基 肥·····               | (286) |
| 二、种 肥·····               | (286) |
| 三、追 肥·····               | (287) |
| 第三节 作物施肥量的估算·····        | (287) |
| 一、肥料利用率·····             | (287) |
| 二、作物计划施肥量的估算·····        | (288) |
| 第四节 肥料的经济效益与合理施肥·····    | (290) |
| 一、作物产量与施肥的关系·····        | (290) |
| 二、肥料效应的经济分析·····         | (291) |
| 第五节 肥料的混合与贮存·····        | (294) |
| 一、肥料的混合·····             | (294) |
| 二、化学肥料的贮存·····           | (298) |
| <b>实验实习</b> ·····        | (301) |
| 一、土壤样品的采集和制备·····        | (303) |
| 二、土壤质地的测定·····           | (305) |
| 三、土壤有机质的测定·····          | (311) |
| 四、土壤容重和空隙度的测定·····       | (315) |
| 五、土壤阳离子交换量的测定·····       | (318) |

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| 六、土壤酸碱度的测定·····                     | (320) |
| 七、土壤含水量的测定·····                     | (323) |
| 八、土壤田间持水量的测定·····                   | (326) |
| 九、土壤全氮量的测定·····                     | (328) |
| 十、土壤水解性氮的测定·····                    | (332) |
| 十一、土壤有效磷的测定·····                    | (334) |
| 十二、土壤全磷的测定·····                     | (338) |
| 十三、土壤速效钾的测定·····                    | (340) |
| 十四、土壤全钾的测定·····                     | (344) |
| 十五、土壤剖面的观察记载·····                   | (347) |
| 十六、本地区主要成土岩石与母质的识别·····             | (349) |
| 十七、化学肥料的定性鉴定·····                   | (350) |
| 十八、土壤对不同形态化学氮肥的吸持能力·····            | (353) |
| 十九、土壤对水溶性磷酸盐的固定·····                | (355) |
| 二十、有机肥料样品的采集、制备和水分、粗有机质含量的测定·····   | (356) |
| 二十一、当地主要绿肥品种的识别与生长状况的观察记载·····      | (358) |
| 二十二、施肥量的估算·····                     | (361) |
| 附录一：pH 值标准缓冲溶液的配制和标准酸碱溶液的标定方法 ····· | (362) |
| 附录二：地质年代简表·····                     | (364) |

# 第一章 土壤的物质组成

土壤是由固体、液体和气体三相物质组成的疏松多孔体。固体物质包括粗细不同的矿物质颗粒、有机质和微生物，它们是组成土壤的基本成分。有机质主要是腐殖质，是土壤肥力的精华。微生物是土壤中活的有机体，是土壤肥力不可缺少的活性物质。在土壤固体物质之间，是形状和大小都不相同的空隙，在空隙中充满着水分和空气。土壤水分实际上是含有多种成分的、稀薄的土壤溶液。土壤空气与大气基本相似，它们之间不断地进行气体交换。



土壤中固、液、气三相物质的比例，称为土壤的三相比。这种比例关系即土壤的三相分布，影响着土壤的肥力状况。究竟什么样的关系对作物的生长才最好呢？以旱地土壤为例，大体上固体部分，约占土壤总容积的 1/2，水和空气各占 1/4 左右（图 1—1）。

土壤的三相物质共同构成了一个相互联系、相互制约、不断运动的统一体，经常处于变动过程中，这些物质的比例关系及其运动变化对土壤肥力有直接影响，它们是土壤肥力的物质基础。

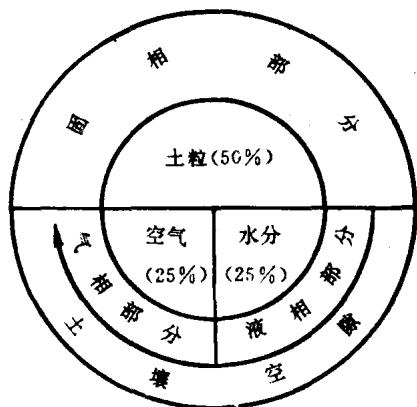


图 1—1 旱地土壤物质组成示意图

## 第一节 土壤矿物质

### 一、土壤的矿物质组成

土壤矿物质是土壤的主要组成部分，构成土壤的骨架。土壤中的矿物按成因可分为原生矿物和次生矿物两大类。

## (一) 原生矿物

原生矿物是指那些由岩浆冷凝所形成的，在风化过程中化学组成未经改变的原始成岩矿物（表 1—1）。

表 1—1 主要原生矿物的化学成分，风化特点和分解产物

| 矿物名称  |     | 化学组成                                                                                             | 风化特点                     | 分解产物                  |
|-------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 石 英   |     | $\text{SiO}_2$                                                                                   | 物理和化学性质稳定，不易风化           | 砂粒的主要来源               |
| 长石类   | 正长石 | $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$                                                                       | 稳定性低于石英，较易化学风化，其中正长石风化较难 | 化学风化后形成粘粒矿物，是粘粒和钾素的来源 |
|       | 钠长石 | $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$                                                                      |                          |                       |
|       | 钙长石 | $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$                                                             |                          |                       |
| 云母类   | 白云母 | $\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})$                                                | 白云母较稳定，不易风化，黑云母易风化       | 粘粒及钾素等矿物质养分           |
|       | 黑云母 | $\text{K}(\text{Mg Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH F})_2$                            |                          |                       |
| 角 闪 石 |     | $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg Fe})_4(\text{Al, Fe})(\text{Si, Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ | 易风化                      | 粘粒及各种矿物质养分            |
| 辉 石   |     | $\text{Ca}(\text{Mg, Fe, Al})(\text{Si, Al})_2\text{O}_6$                                        |                          |                       |
| 磷 灰 石 |     | $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$                                                             | 风化缓慢                     | 磷素养分                  |

原生矿物种类繁多，主要有石英、长石类、云母、角闪石、辉石等。据克拉克分析，岩浆岩中各矿物的平均组成：长石类占 59.5%、角闪石和辉石占 16.8%、石英占 12%、云母类占 3.8%，其他矿物占 7.9%。各种原生矿物在土壤中的含量和存在状况，一方面与母岩中各种原生矿物的含量有关；另一方面还决定于在各种因素影响下矿物风化的强度。从表 1—1 可知，在原生矿物中含有作物生长发育需要的各种矿物质营养元素。原生矿物抗风化作用的强度其顺序大致是：石英>白云母>正长石>钠长石>钙长石>黑云母>辉石>角闪石>橄榄石。一般说，浅色矿物不易风化，含矿质养分少；深色矿物容易风化，含矿质养分多。原生矿物对土壤肥力的贡献是：①构成土壤的骨骼——土粒；②通过风化作用提供矿质养料。

## (二) 次生矿物

次生矿物是原生矿物在风化和成土过程中改变了化学成分和性质而形成的一类新矿物。铁铝氧化物和次生铝硅酸盐类，是土壤矿物中的最细小部分，一般常称之为次生粘土矿物或粘粒矿物。粘粒矿物大体上可分为两类：一类是层状铝硅酸盐，如高岭石、蒙脱石和伊利石等；另一类是铁、铝、硅等的含水氧化物。还有一些简单盐类，如旱地土壤中的碳酸盐、硫酸盐和氧化物。积水土壤中的蓝铁矿和菱铁矿等也属于次生矿物，这些次生矿物，是耕层土壤粘粒部分的主体。是土壤中最重要矿物，它和土壤腐殖质形成了土壤中最活跃的部分——土壤胶体。因此，研究和鉴定土壤中次生矿物质的种类、数