

全国普通林业中等专业学校试用教材

土壤肥料学

《土壤肥料学》编写组编

中国林业出版社

全国普通林业中等专业学校试用教材

土壤肥料学

《土壤肥料学》编写组 编

园林、果树、经济林等专业用

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土壤肥料学/《土壤肥料学》编写组编. —北京: 中国林业出版社, 2000. 6
全国普通林业中等专业学校试用教材
ISBN 7-5038-2516-2

I. 土… II. 土… III. 土壤学: 肥料学-专业学校-教材 IV. S158

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 20893 号

中国林业出版社出版

(100009 北京市西城区刘海胡同 7 号)

三河富华印刷包装有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2000 年 6 月第 1 版 2001 年 11 月第 2 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 13

字数: 290 千字 印数: 5001~9000 册

定价: 14.00 元

《土壤肥料学》编写组

- 主 编** 颜景芝（山东省林业学校）
- 编 者** 闫成效（辽宁省林业学校）
李玉梅（湖北省宜昌市林业学校）
- 审稿人** 东野光亮（主审 山东农业大学）
崔风石（黑龙江省牡丹江市林业学校）
欧阳秀明（江西省赣州市林业学校）
侯红波（湖南省林业学校）
宋加木（山东省林业学校）

前 言

本教材是根据国家林业局人事教育司 1998 年 6 月颁布的《土壤肥料学》教学大纲的要求，为全国中等林业学校 4 年制园林专业编写的，也适用于果树、经济林等专业。

在编写中依据的原则是紧密围绕林业中等专业学校培养目标，提高教材的针对性、科学性、先进性和适应性。贯彻理论联系实际的原则，突出林业中等专业教育实践性和应用性强的特点。

教材中出现的名词基本上是国家 1998 年公布的法定名词，并按新定义解释。这对我国科技名词术语的统一和规范化将起到一定的促进作用。

编写分工如下：绪论、第一章、第二章、第三章、第六章的棕壤、褐土、潮土、紫色土、石灰土、盐土和碱土及第七章附录等由颜景芝编写；第四章、第五章、第八章、第六章的第一节及暗棕壤、黑土、黑钙土、棕钙土、栗钙土、垆土、黄棉土、黑垆土等由闫成孝编写；第七章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、第六章第三节及砖红壤、红壤、赤红壤、黄壤、黄棕壤等由李玉梅编写。

初稿写成后由颜景芝调整、修改，送交审稿人。审稿后由颜景芝、李玉梅再修改，最后由颜景芝对全稿修改定稿。

在编写过程中山东林业学校张有朋老师做了大量工作，在此致以深切的谢意。

《土壤肥料学》内容广泛，发展较快，编者学识有限，资料不足，时间紧迫，书中缺点和错误在所难免，恳请使用本教材的老师、同学及读者批评指正。

编 者

2000 年 1 月

目 录

前 言

绪 论	(1)
第一章 土壤的形成	(6)
第一节 造岩矿物	(6)
第二节 成土岩石	(9)
第三节 园林用石	(12)
第四节 岩石的风化	(15)
第五节 土壤的形成	(20)
第二章 土壤有机质	(26)
第一节 土壤有机质的来源、类型和组成	(26)
第二节 土壤生物	(28)
第三节 土壤有机质的矿化作用	(32)
第四节 土壤有机质的腐殖化作用	(34)
第五节 土壤有机质的作用和调节	(36)
第三章 土壤物理性质	(40)
第一节 土壤矿物质	(40)
第二节 土壤质地	(43)
第三节 土壤孔隙状况	(46)
第四节 土壤结构	(50)
第五节 土壤物理机械性质及耕性	(54)
第四章 土壤化学性质	(58)
第一节 土壤胶体	(58)
第二节 土壤胶体的交换作用	(63)
第三节 土壤反应	(66)
第四节 土壤缓冲性能	(73)
第五章 土壤的水、气、热状况	(75)
第一节 土壤水分	(75)
第二节 土壤空气	(83)
第三节 土壤热状况	(85)
第四节 土壤水、气、热的相互关系及其调节	(87)
第六章 我国主要土壤类型	(90)
第一节 土壤的分类和分布	(90)

2 目 录

第二节	我国主要土壤类型简述	(91)
第三节	园林土壤	(99)
第七章	土壤污染	(107)
第一节	土壤的污染与净化	(107)
第二节	土壤污染的来源	(108)
第三节	土壤污染的防治	(112)
第八章	土壤调查	(116)
第一节	园林土壤调查概述	(116)
第二节	土壤调查的野外工作	(117)
第三节	土壤调查的内业工作	(123)
第九章	土壤养分	(126)
第一节	土壤养分的来源和形态	(126)
第二节	土壤中的氮、磷、钾素	(127)
第三节	土壤中的钙、镁、硫及微量元素	(134)
第四节	土壤的保肥性与供肥性	(136)
第五节	土壤养分的调节	(139)
第十章	肥料知识	(141)
第一节	肥料概述	(141)
第二节	无机肥料	(142)
第三节	有机肥料	(157)
第四节	绿肥	(164)
第五节	微生物肥料(菌肥)	(167)
第十一章	施肥技术	(171)
第一节	植物营养与施肥原理	(171)
第二节	施肥条件与植物施肥	(173)
第三节	施肥方式与方法	(177)
第四节	肥料的配合与混合	(181)
第五节	施肥量的计算	(183)
第十二章	无土栽培	(188)
第一节	无土栽培概述	(188)
第二节	无土栽培的类型和方法	(189)
第三节	无土栽培的营养液	(190)
主要参考文献	(199)

绪 论

土壤是绿色生命的源泉，是人类赖以生产、生活和生存的物质基础。人类衣食住行需要的物质，主要来源于农业生产和林业生产，而土壤是农、林业生产的基础，是农、林业生产的基本生产资料。植物生产、动物生产和土壤管理是农业生产的3个主要的组成环节。植物生产主要是通过绿色植物的光合作用，把光能转化为化学能，贮藏在有机质中，直接供给人类植物食品和衣物原料。动物生产是人类将植物生产中一部分有机物喂养动物，以供给人类动物食品及衣物原料。土壤管理是人类把不能直接利用的动、植物产品，作为肥料返还给土壤，为植物再生产提供原料。

一、土壤肥料在园林绿化中的地位

土壤对城市居民的生活有多方面的影响。楼房及一切建筑物、道路等都以土壤为基础，对城市污染来说，土壤是一个净化系统，城市绿化更是离不开土壤。

园林绿化中最主要的材料是园林植物。植物的生长发育都以土壤为基础。植物生长发育需要的水分、养分、空气等都是土壤供给的。

园林植物的成活率、生长发育状况，能否显示出品种的优良性能，首先取决于土壤条件。

园林植物种类繁多，对土壤条件的要求差异很大。如雪松等松属植物，要求疏松的微酸性土壤。垂柳等树种虽然能在低洼潮湿的河边生长，但不耐盐碱。泡桐能耐盐碱，但不耐水湿。在花卉植物中，杜鹃、茶花等适宜在微酸性土壤中生长。菊花、牡丹等则喜在石灰性土壤中生长。总之，在园林绿化工作中只有做到“适地适树”才能达到预期的效果。对园林植物来说，真正做到“适地适树”是有较大难度的。为了达到园林设计的美学要求，还必须使园林树木、花卉等表现出品种优势。这就要求园林工作者不但要全面了解园林土壤的特性，还要掌握园林土壤的改良措施。只有具备较全面的土壤知识，才能真正把园林工作做好，给城镇居民创造更加美好的生活环境。

对园林植物的种植工作来说，除应注意土壤肥力状况及土壤肥力的相对生态性外，还必须掌握一定的施肥理论及施肥技术。因为肥料能给植物提供正常生长发育需要的养分物质，还能改善土壤理化性质，使土壤能按园林植物的需要改变有关的性质和肥力状况。肥料学的发展初期是以有机物作为肥料的。1840年德国化学家李比西批判了腐殖质营养论，提出了矿质营养学说，即土壤中的矿物质是一切绿色植物惟一的养料。有机肥料对植物起的作用不是其中的有机质，而是由于有机质分解产生的矿物质。从此为现代肥料工业奠定了理论基础。园林树木和花卉的施肥要注意有机肥料和无机肥料的配合。因有机肥料具有无机肥料所不能替代的特殊作用。同时不同的园林植物对肥料的元素含量及性质的要求也是不同的。这就要求园林工作者要熟悉肥料的性质及施用技术。

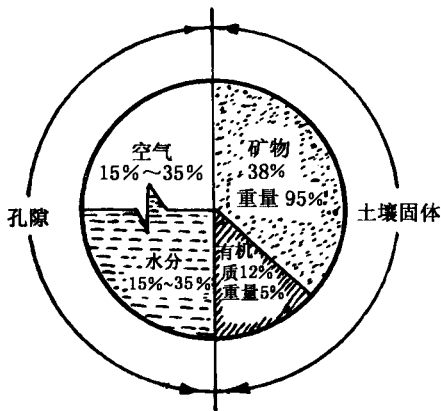
总之，土壤肥料在园林绿化中的作用是很重要的。即园林植物的生长发育状况主要是由土壤性质、肥力状况决定的，而土壤性质及肥力状况又受施肥的影响。

二、土壤和土壤肥力的概念

什么是土壤？这是一个较为复杂的问题。我们已经知道土壤与每个人都息息相关，但是真正给土壤定一个确切的概念，是不容易的。历史上在土壤学中存在着不同的土壤概念，这是因为人们从不同的出发点来研究土壤，概括土壤概念的角度不同，所以就产生了不同的土壤概念。

我国劳动人民在数千年前对土壤就有了朴素的认识。公元 121 年前我国古书《说文解字》中就记载着：“土，地之吐生万物者也。”“壤，柔土也，无块曰壤。”。古代土同吐，壤同臙，臙——肥肉也，即肥沃的土称之为壤。

地质学家认为土壤就是破碎了的陈旧岩石。植物营养学家认为土壤是植物养料的贮存库。19 世纪 70~80 年代俄罗斯学者，土壤发生学派创始人道库卡耶夫（B·B·Докучаев）把土壤作为独立的自然体，认为土壤是五大成土因素——生物、母质、气候、地形和时间综合作用的产物。



图绪-1 土壤三相物质的组成示意图

全国科学技术名词审定委员会 1998 年公布的土壤定义为：土壤是陆地表面由矿物质、有机质、水、空气和生物组成，具有肥力，能生长植物的未固结层。

土壤由固体、液体和气体三相物质组成。固体部分包括矿物质土粒和土壤有机质以及生活在土壤中的微生物和动物。土壤矿物质约占固体部分的 95% 以上，有机物质的质量百分数一般不到 5%。有机质常包被在矿物质土粒外面。固体部分含有植物需要的各种养分并构成支持植物的骨架。土壤液体和气体共同存在于土壤孔隙中。土壤液体是土壤水分，因溶解着多种养分物质，实际上是稀薄的土壤溶液。气体是土壤空气。土壤三相物质的体积比因环境条件的差异有所不同。一般情况下土壤固体占 50%；液体和气体占 50%，气体和液体不稳定，其比例为气体占 15%~35%，如图绪-1 所示。

土壤最基本的特性是具有土壤肥力。

我国目前用的土壤肥力的概念为：土壤能供应与协调植物正常生长发育所需要的养分和水、空气、热的能力。

土壤肥力可分为自然肥力和人为肥力。自然肥力是由自然因素形成的土壤具有的肥力。自然肥力的高低决定于成土过程中诸成土因素的相互作用，特别是生物的作用。人为肥力是由耕作、施肥、灌溉、改土等人为因素形成的土壤所具有的肥力。人为肥力的高低，受多种因素的影响。耕作土壤、果园土壤等已开发的土壤既有自然肥力又有人为

肥力，两者的关系是自然肥力为基础，人为肥力为主导。社会科学技术水平的高低，直接影响土壤肥力的高低。

由于受环境条件和管理水平的限制，土壤肥力往往只有部分表现出来，这部分肥力称为“有效肥力”，又称“经济肥力”，即在一定农业技术措施下反映土壤生产能力的那部分肥力，亦称自然肥力与人为肥力的总和。

另一部分肥力则没有直接表现出来称“潜在肥力”，指受环境条件和科技水平限制不能被植物利用，但在一定生产条件下可转化为有效肥力的那部分肥力。

值得注意的是土壤生产植物产量（生物产量）的高低是由土壤和环境条件共同作用的结果。因除土壤外，大气、温度、降水、日照、污染等因素也会不同程度地影响植物的生长发育。另外，即使在相同的环境条件下，不同植物对土壤提供的条件吸收利用的能力也是不同的。同一肥力的土壤可表现出两种不同的有效肥力水平。对于生态上适宜某种土壤的植物表现出有效肥力高，对于不适宜的植物，则表现出有效肥力低。例如能使侧柏生长良好的石灰性土壤，如栽种松树则会发生生长不良的现象。这就是土壤肥力的生态相对性。再如，在一些水湿的甚至是积水的泥炭沼泽土上，赤杨生长良好，而其他树种则不能良好地生长。所以只有把树种的生态要求和土壤的生态性很好地结合起来，土壤的肥力才能得到充分利用，这就是生产实践中强调的“适地适树”。

在园林绿化中，对土壤的利用应根据园林植物生物学特性所要求的土壤条件，把园林植物种植在适宜其生长的土壤中，同时对已生长园林植物的土壤，应根据园林植物对土壤条件的需要，人为地调节和改良土壤肥力因素，以满足园林植物需要的土壤条件。使树和花卉按照预期的目的生长发育。

从土壤的形成过程来讲，可分为自然土壤（自然植被下形成的未受人为活动干扰的土壤）和耕作土壤（人为耕耘、管理条件下稳定种植农作物的土壤）。由于生产不断地发展，人民的生活水平不断改善，对土壤的利用也向多方面发展，如栽种果树的果园土壤、园林绿化用的城市绿地、苗圃地等。因为改变了原来的成土条件，果园土壤不再存在耕作层、犁底层。城市绿地原来土层遭到不同程度的破坏，填充物变成了主体，加上管理的差异、不同植物的影响、污染的轻重等因素，又形成了既不同于自然土壤又不同于耕作土壤的另一类型的土壤

园林土壤 园林土壤可分为3种类型：城市绿地土壤、保护地土壤和盆栽土壤。

城市绿地土壤 主要有公园、苗圃及专用绿地的土壤。

这类土壤受城市自然因素的影响较大，降水量、气温等对土壤有一定的影响。同时还受人为因素的干扰，如：熟土层的移动、建筑、堆积、践踏、挖掘等，打破了原来的成土过程，原来的土层分布已无规律可循，土壤三相比例发生变化、侵入体增加，土壤肥力遭到不同程度的破坏。

保护地土壤 指温室和塑料大棚下的土壤。这种土壤温度高，蒸发量大，没有天然降水的淋溶作用。常造成表土盐化等不利植物生长的因素。

盆栽土壤 指盆栽花卉和盆栽盆景用的栽培土。实际上盆栽土壤是人工配制的土壤。因盆栽土层薄、土体小、干湿变化、土温变化频繁，对水、肥、气、热都有较高的要求。

三、我国土壤资源简况

土壤是不可再生的自然资源，也是不可代替的自然资源。我国土壤资源丰富，国土面积 960 万 km^2 ，约占世界陆地面积的 1/5，但是我国是个多山的国家，各种山地丘陵地面积占全部土地面积的 65%，平原区土地仅占 35%。

我国人均耕地面积为 0.13 hm^2 ，不到世界人均耕地的 1/3。人均林地面积 0.11 hm^2 ，占世界人均林地面积的 1/9。人均草地面积 0.28 hm^2 ，不到世界人均草地面积的 1/2。

四、全球土壤退化概况

当前人类面临着世界性土壤退化的威胁。

土壤退化指因自然环境因素不佳和人为利用不当引起的土壤肥力下降，植物生长条件恶化和土壤生产力减退的过程。

据统计，全球土壤退化面积已达 1 960 万 km^2 。全世界每年因土壤侵蚀所损失的土壤养分几乎等于世界商品肥料的生产量，每年土壤流失达 750 亿 t，相当于 4 000 亿美元的损失。在土壤退化总面积中约有 7 600 万 hm^2 受盐碱土的影响，占退化土壤总面积的 4% 受各种有毒化合物污染影响的面积 2 200 万 hm^2 ，占退化总面积的 1.1%。

据统计，我国目前水土流失面积达 367 万 km^2 ，占国土总面积的 38.2%。其中水蚀面积已发展至 179.4 万 km^2 ，占国土面积的 18.6%，每年流失表土约 60 亿 t。耕地中有 667 万~800 万 hm^2 ，已发生次生盐化，有 1.0 亿 hm^2 草地退化。我国现已有重金属污染耕地 2 000 万 hm^2 ，农药污染耕地 1 300 万~1 600 万 hm^2 ，受酸雨危害的耕地达 267 万 hm^2 。

作为园林绿化工作者，应了解我国土壤资源基本状况，密切关注我国及全球土壤资源发展趋势，珍视每一寸土地，做好园林绿化工作，为治理土壤退化贡献一份力量。

五、21 世纪土壤科学发展的总趋向

土壤学是研究土壤的形成、分类、分布、制图和土壤的物理、化学、生物学特性、肥力特征以及土壤利用和管理的科学。据预测 21 世纪世界人口将达到 65 亿。发展中国家缺粮将达到 2 亿 t。我国 20 世纪末人口达到 13 亿，人均粮食不到 400kg。同时全世界每年有 2 亿 hm^2 耕地被侵占，我国每年减少耕地 46.6 万~66.7 万 hm^2 ，21 世纪初我国人均耕地将约降至 0.1 hm^2 。

21 世纪土壤科学发展的总趋向是：研究土壤与地球生命作用、生物圈与人类生存条件、生物圈与自然环境、土壤圈与全球变化、土壤物质的组成、性质等。

六、土壤肥料学的教学目的

土壤肥料学是园林、经济林、果树等专业的基础课，其教学目的是：通过理论讲授、课堂实习、实验、教学实习等教学环节，掌握土壤肥料学的基本理论知识、基本操作技能；能够利用所学的土壤肥料知识发现并解决园林绿化工作和花卉生产过程中有关土壤

肥料方面的问题。

要学好土壤肥科学，首先要有明确的目的，即使自己能成为一个优秀的园林绿化工作者。

培养理论联系实际学风，认真完成实验、实习任务，积极参加有关的课外活动。同时要学好与土壤学有关的课程，如物理学、化学、气象学、植物生理学及园林植物栽培学、花卉栽培学、园林生态学等。以扩展知识面，扩展土壤肥科学知识的深度和广度，使学科之间的知识相互贯通，达到学而至用。

在学习活动中还应不断学习我国各地园林绿化和花卉生产中有关土壤肥料方面的经验，同时要积极吸收国外先进的土壤肥料技术。在学习过程中要关注土壤科学和肥料科学出现的新理论、新概念、新领域及新技术，以丰富土壤肥料方面的知识，更好地服务于社会，促进园林绿化事业的现代化。

复 习 题

1. 名词解释：土壤、土壤肥力、有效肥力、潜在肥力。
2. 土壤与人类的密切关系主要表现在哪些方面？
3. 什么是土壤肥力生态的相对性？
4. 按土壤形成过程可分为哪些土壤？

第一章 土壤的形成

土壤是由岩石转化而来的。从大块的坚硬岩石到疏松而具有肥力的土壤要经过漫长而复杂的变化过程。在这一过程中可概括为两个阶段，即岩石的风化作用和土壤的形成过程。

因为不同的因素对土壤的形成有直接或间接的影响，所以形成的土壤既有共性又有差异，我们首先讨论各种因素在土壤形成中的作用。

第一节 造岩矿物

矿物质是构成土壤的基本物质，又是植物矿质营养的源泉，是全面影响土壤肥力高低的一个重要因素。

土壤中的矿物质来自岩石的风化物。而岩石又是由矿物组成的，不同的矿物构成不同的岩石。不同的岩石经过风化作用，形成土壤中的矿物质。所以矿物能影响土壤的理化性质和土壤养分状况。

一、矿物的概念

矿物是地壳中的化学元素在各种地质作用下形成的自然产物，是岩石的组成单位。矿物可以是单一元素组成的，也可以是几种元素的化合物。矿物都具有一定的化学成分和物理性质。自然界的矿物有固态、液态和气态 3 种。绝大多数矿物为固态，少数为液态或胶体状态。

(一) 原生矿物和次生矿物

矿物按成因可分为原生矿物和次生矿物。

1. **原生矿物** 由地壳深处熔融状态的岩浆冷凝固结而形成的矿物称原生矿物。如石英、长石、云母、辉石、角闪石等。

2. **次生矿物** 原生矿物经物理、化学风化作用，组成和性质发生化学变化，形成的新矿物称次生矿物。如方解石、高岭石等。

(二) 结晶矿物和非结晶矿物

固体矿物按其内部构造不同，分为结晶质和非结晶质两种。

1. **结晶矿物** 结晶矿物指各种原子在三维空间有序地重复排列的矿物。

绝大多数矿物是结晶矿物。

2. **非结晶矿物** 非结晶矿物又称无定形矿物。原子作无序或短程有序排列，无法用 X 射线或电子衍射检测其晶体结构的矿物或其他固态物质。如蛋白石等。

已发现的矿物有 3 000 多种，而构成岩石的矿物仅二三十种，在岩石中常见的矿物只

有 10 多种。

二、主要的造岩矿物及其特性

(一) 石英 SiO_2

石英一般白色透明, 含有杂质时呈其他颜色, 含有机质呈烟灰色, 含铁时呈红色, 含锰时呈紫色。玻璃光泽、油脂光泽, 硬度 7.0。纯石英称水晶, 具有多种颜色的同心条带状构造的隐晶质石英(石髓)称玛瑙。

石英是最主要的造岩矿物, 分布最广, 为酸性岩浆的主要成分, 在沉积岩和变质岩中也常见。石英在岩石中常呈不透明或半透明晶粒状, 烟灰色, 油脂光泽。石英的伴生矿物是云母、长石。石英硬度大, 化学性质稳定, 不易风化, 岩石风化后, 石英形成砂粒, 含砂粒多的土壤, 含盐甚少, 形成的母质养分一般贫乏, 酸性也较强。

(二) 长石类

长石类是钾、钠、钙的铝硅酸盐, 也是地壳中分布最广的矿物。长石因化学成分不同, 又分成正长石和斜长石两大类。

1. **正长石 KAlSi_3O_8** 又称钾长石, 晶体短柱状, 肉红色、浅黄色、浅黄红色等, 玻璃光泽, 完全解理, 硬度 6.0。

正长石多存在于浅色岩浆岩中, 如花岗岩、正长岩。正长石在岩石中呈晶粒, 长方形的小板状, 板面具有玻璃光泽。伴生矿物为石英、云母等。正长石易风化, 风化后形成黏土矿物高岭石等, 可为土壤提供大量 K 养分。正长石一般含氧化钾 16.9%。

2. **斜长石 $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8) \cdot \text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$** 斜长石是由钠长石和钙长石以不同比例混合而成。斜长石常呈板状和柱状晶体。白色或灰白色。玻璃光泽, 完全解理, 硬度 6.0~6.5。

斜长石在自然界分布极广, 主要存在于闪长岩、辉长岩及变质岩中。在岩石中多呈晶粒, 长方形板状, 白色或灰白色, 玻璃光泽。伴生矿物主要是辉石和角闪石。斜长石比正长石容易风化, 风化产物主要是黏土矿物, 能为土壤提供 K、Na、Ca 等矿物养分。

(三) 云母类

云母类因化学成分不同而分为白云母和白云母。

1. **白云母 $\text{KH}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$** 常见片状、鳞片状。白云母无色透明或浅色(浅黄、浅绿)透明。极完全解理, 薄片具有弹性, 珍珠光泽, 硬度 2.0~3.0。

白云母是许多岩浆岩和变质岩的主要矿物, 在伟晶岩中常形成大晶体。伴生矿物为石英等。白云母较难风化, 风化产物为细小的鳞片状, 强烈风化后能形成高岭石等黏土矿物。

2. **黑云母 $\text{KH}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{12}$** 深褐色或黑色, 其他性质同白云母。

黑云母主要分布在花岗岩、片麻岩和结晶片岩中, 伴生矿物是石英、正长石等。黑云母较白云母易于风化, 风化物为碎片状。

白云母和黑云母均含 K 是土壤 K 的重要来源之一。

8 第一章 土壤的形成

(四) 普通角闪石 $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$

角闪石呈细长柱状，深绿至黑色，玻璃光泽，完全解理，硬度5.0~6.0。角闪石主要分布在岩浆岩和变质岩中的片麻岩和片岩中。在岩石中呈针状或纤维状。伴生矿物为正长石、斜长石和辉石，角闪石易风化，风化产物为黏土矿物。

(五) 辉石 $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$

呈短柱状、致密块状，棕至暗黑色，条痕灰色，中等解理，硬度5.5。辉石多分布于辉长岩和玄武岩中，在岩石中多呈晶粒状。伴生矿物为角闪石、斜长石、辉石等，较角闪石难风化，风化物为黏土矿物，富含Fe。

(六) 橄榄石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ 、蛇纹石 $\text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_{10}$

橄榄石呈粒状集合体出现，橄榄绿色，玻璃光泽或油脂光泽。橄榄石为超基性岩的主要组成矿物，伴生矿物为斜长石、辉石，不与石英共生，易风化，风化产物有蛇纹石、滑石等。

蛇纹石呈污绿色，玻璃光泽或油脂光泽，断口上有时呈蜡状光泽，比重2.5，硬度2.0~4.0。

(七) 绿泥石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

绿泥石种类多，成分变化大，结晶体呈片状、板状，一般呈鳞片状存在。暗绿色至绿黑色。完全解理，玻璃光泽至珍珠光泽。绿泥石由黑云母、角闪石、辉石变质而成。存在于变质岩中，如绿泥石片岩。较难风化，风化物为细粒。

(八) 方解石 CaCO_3

方解石为次生矿物，呈菱形，半透明，乳白色，含杂质时呈灰色、黄色、红色等，完全解理，玻璃光泽。与稀盐酸反应生成 CO_2 气泡。无色透明者称冰洲石。方解石分布很广，是大理岩、石灰岩的主要矿物，常为砂岩、砾岩的胶结物，也可在基性喷出岩气孔中出现。方解石的风化主要是受含 CO_2 的水的溶解作用，形成重碳酸盐随水流失，石灰岩地区的溶洞就是这样形成的。

(九) 白云石 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$

白云石是由方解石、菱美矿结合而成，呈弯曲的马鞍状、粒状、致密块状等，灰白色，有时带微黄色，玻璃光泽，性质与方解石相似，但较稳定，与冷酸盐反应微弱，只能与热盐酸反应，粉末遇稀盐酸起反应，这是与方解石的主要区别。白云石是组成白云岩的主要矿物，也存在于石灰岩中。风化物是土壤Ca、Mg养分的主要来源。

(十) 磷灰石 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \cdot (\text{F}, \text{Cl})$

磷灰石呈致密块状、土状等。灰白、黄绿、黄褐等色，不完全解理，硬度5.0。在矿物上加钼酸铵，再加一滴硝酸即有黄色沉淀生成，这是鉴别磷灰石的主要方法。磷灰石以次要矿物存在于岩浆岩和变质岩中。较难风化，风化产物是土壤磷养分的重要来源。

(十一) 石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

石膏呈板状、块状、无色或白色。玻璃光泽或丝绸光泽。硬度2.0，是干旱炎热气候条件下的盐湖沉积。常作土壤改良剂。

(十二) 氧化铁类

氧化铁包括赤铁矿 (Fe_2O_3)、褐铁矿 ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)、磁铁矿 (Fe_3O_4) 和黄铁矿 (FeS_2) 等。赤铁矿常将土壤染成红色, 褐铁矿为含水氧化铁, 褐色或深褐色, 可把土壤染成黄褐色。磁铁矿为黑色, 有磁性, 风化后成赤铁矿。黄铁矿金黄色似金属铜。

(十三) 黏土矿物

黏土矿物是隐晶质或非晶质含铝(或镁)硅酸盐矿物的总称。土壤中常见的次生黏土矿有: 高岭石, 是底面间距约 0.72nm 的 1:1 型层状硅酸铝矿物, 层间没有阳离子和水分子, 相邻单元晶层间通过氢键联结, 无胀缩性, 晶型较完整, 典型的呈六方片状。高岭石呈致密土状, 白色, 含杂质时呈杂色, 有泥土味和滑感。

蒙脱石, 曾称“微晶高岭石”, 二八面体蒙皂石系列中富镁的矿物。层电荷主要来自八面体内, Mg^{2+} 置换 Al^{3+} 。为细小的鳞片状, 致密块状, 白色带浅灰色。

伊利石, 是常见于泥质沉积物中的二八面体水云母, 单元晶层间常具局部胀缩性。呈片状, 由云母风化而成。

(十四) 含水氧化铝 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

含水氧化铝即铝土矿, 土状或块状白色或灰色, 含铁时呈黄褐色或淡红色, 铝硅酸盐在湿热气候条件下, 彻底分解而产生的, 我国红壤、黄壤含量较多。

第二节 成土岩石

岩石是一种或几种矿物组合而成的自然集合体。岩石都有一定的矿物组成, 结构和构造。自然界的岩石按成因可分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类。

一、岩浆岩

(一) 岩浆岩的形成和类型

岩浆岩是地球内部岩浆侵入地壳或喷出地表冷凝形成的岩石。

岩浆上升并喷出地表, 凝固而成的岩浆岩称喷出岩。

岩浆上升并未穿出地表, 在一定的深度凝固而成的岩浆岩称侵入岩。侵入岩又分为两种: 在地壳相当深处凝固而成的叫深成岩, 在接近地表面形成的叫浅成岩。

(二) 岩浆岩的结构和构造

1. 岩浆岩的结构 岩浆岩的结构指岩石中矿物的颗粒大小、结晶程度与结合方式。岩浆岩的主要结构有:

(1) 全晶质等粒结构 岩石中的矿物全部为显晶质, 颗粒大小大致相同。又可分为粗粒(颗粒直径大于 5mm)、中粒(5~1mm)和细粒(1.0~0.2mm) 3 种。

(2) 斑状结构 岩石中矿物颗粒显著不等, 大者称斑晶, 小者称基质(或石基)。基质一般为非晶质或隐晶质, 如果为显晶质, 则称似斑状结构。

(3) 隐晶质(致密状)结构 肉眼不能看见的结晶(在显微镜下才能看到的结晶)。

(4) 玻璃质结构 岩石面像玻璃表面的结构, 即使在显微镜下也不能分辨出晶体。

2. 岩浆岩的构造 指岩石各组成矿物的排列方式和填充方式所赋予岩石的外貌特征。主要构造有：

(1) 块状构造 矿物排列完全没有次序和方向，好像性质均一的大块体，如花岗岩。

(2) 流纹状构造 矿物呈似平行条状排列，形似流纹，如流纹岩。

(3) 气孔状构造 岩石有气孔孔隙，如玄武岩。

(4) 杏仁状构造 有气孔状构造的岩石，气孔被次生矿物填充后形成的构造。风化物同闪长岩的风化物。

(三) 主要的岩浆岩

1. 酸性岩 SiO_2 含量在 65% 以上。

(1) 花岗岩 为酸性深成岩，全晶质中到粗粒结构，块状构造。组成矿物为正长石、石英、黑云母、角闪石、磷灰石等，颜色为肉红色或浅灰色。风化时石英难风化形成砂粒。长石、云母形成黏粒。风化物砂黏适中，物理性质良好。

(2) 流纹岩 与花岗岩成分相当的喷出岩。灰红或灰色，流纹状构造，斑晶为长石、石英，基质隐晶质。较花岗岩难风化，风化物酸度大。

2. 中性岩 SiO_2 含量 52%~65%。

(1) 闪长岩 中性深成岩，全晶质中至粗粒结构，块状构造。主要矿物是斜长石和角闪石，含少量云母和辉石。呈灰白色或灰绿色。较易风化，风化后产生黏粒较多，能提供较多的 Ca、Mg 养分。

(2) 安山岩 与闪长岩成分相当的喷出岩。灰色、灰褐色、灰绿色。斑状结构。斑晶为斜长石。或隐晶质结构。块状或气孔、杏仁状构造。风化物同闪长岩的风化物。

(3) 正长岩 中性深成岩。全晶质中至粗粒结构，块状构造。主要组成矿物为正长石和角闪石。多为淡红色、灰色或浅黄色。易风化，风化后产生大量黏土矿物，可释放大量 K、Ca 等元素。

(4) 粗面岩 矿物成分与正长岩成分相当的喷出岩。常呈浅灰、浅黄、浅红等色。斑状结构，斑晶为透明的正长石。基质为隐晶质或玻璃质。块状构造，也有杏仁或气孔状构造。风化物同正长岩的风化物。

3. 基性岩 SiO_2 含量 45%~52%。

(1) 辉长岩 基性深成岩，全晶质中至粗粒结构，块状构造。主要组成矿物是辉石和斜长石，其次是角闪石和黑云母。深灰色或绿灰色。易风化，风化产物多为黏土矿物，产生的氧化铁、锰等使土壤呈黄棕色或红色。

(2) 玄武岩 与辉长岩成分相当的喷出岩。斑状或隐晶质结构，气孔状或杏仁状构造。深灰或黑色。风化物似辉长岩的风化物。

4. 超基性岩 SiO_2 含量小于 45%。主要是橄榄岩，组成矿物是橄榄石，深成岩，全晶质结构，深绿、绿褐或黑色，易风化，风化物铁锈色，含较多的 Fe、Ca、Mg 等元素。

5. 脉岩 在原深成岩的裂隙中，由岩浆填充而形成的岩石。常呈脉状，故称脉岩。脉岩实际上是一种浅成侵入岩。在岩石中的脉岩称岩脉。常见的脉岩是伟晶岩，由石英、长石、云母等浅色矿物组成，结晶颗粒粗大。颗粒细者称细晶岩。由辉石、角闪石等深色