

高等农业院校試用教材

土壤学附地质学基础

上 册

西南农学院编

农学类各专业用

农 业 出 版 社

高等农业院校試用教材

土壤学附地质学基础

上 册

西南农学院編

农学类各专业用

农业出版社

高等农业院校试用教材
土壤学附地质学基础
上册
西南农学院编

农业出版社出版

北京老馆局一号

(北京市书刊出版业营业许可出字第 106 号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

中华书局上海印刷厂印刷装订

统一书号 16144.1188

1961 年 8 月上海制型

1961 年 9 月初版

1961 年 9 月上海第一次印刷

印数 1—6,270 册

开本 787×1092 毫米

十六分之一

字数 190 千字

印张 九

定价 (9) 八角八分

序 言

一九五九年八月，华东、华中和西南地区的几所农学院，为了解决土壤学教材问题，曾经编写了“土壤学附地质学基础”一本讲义。本书便是以这本讲义为基础，重新审编而成的。

土壤学是一门地区性较强的科学。目前我国社会主义农业生产各部门，都要求土壤学解决各种地区性的问题，以便提高农业产量。为了满足生产上这一要求，同时也使教者易教，学者易学，本书特在土类部分的叙述中，添加了本国土壤类型的利用和改良资料，力求内容充实，重点突出，使土壤与农业生产能密切地联系起来。

土壤学也是一门综合性的科学。我国农民看天看地看庄稼，进行耕作栽培，就是这种综合性的具体表现。最近我们深入研究这些经验的结果，对“土壤是动的”这一概念，提供了具体的内容，并作出了一些因时、因地、因作物制宜的原则。在这种思想指导下，本书对土壤学原有的一些章节，如土壤水分、土壤养分、土壤空气、土壤温度等，都作了适当的归并与删节。对一些基本观点如土壤胶体组成，吸收性能等，也作了原则性的修改。最后，还根据土壤特性和变化对于土壤形成过程中的“暂时静止”的观念作了必要的解说。

由于我们水平低，取材也不够完备，书中错误和遗漏的地方在所难免。希望读者在教学和研究工作中，多多提出批评，并希望在公社从事生产的干部尽量提出宝贵的意见，以便再版时修订补充，使这一本书，能逐渐臻于完善。

編 者

1961年7月

結 論

第一节 土壤在农业生产中的作用

一、土壤是农业生产最基本的生产资料 土壤和人类的关系极为密切，我們生活上所需要的物质，絕大部分都是从土壤中生长出来的。研究农业生产必須要研究土壤。

农业生产是利用植物和动物的生长繁殖来获得产品的，也就是指的植物与动物的生产。在农业生产中，最基本的是植物生产，而动物生产也是在植物生产提供必要的飼料基础上发展起来的。

植物生产又必須滿足其生活条件，其中水分和养分是直接取之于土壤，热和空气也有一部分是通过土壤再供給植物，所以土壤便成为植物生产必須的条件，必須的生产资料，也是整个农业生产的生产资料。尽管在科学发达的今天，人类創造了作物的水耕，沙培与气培等方法来培育植物，但并不因此而否定了土壤是最普遍的生产资料。所以，馬克思說：“土壤是人类共同的，永久的财产，是人类永久不可缺乏的生存条件和生殖条件”。

二、土壤是农业生产的三大环节之一 农业生产不仅是植物生产，而是由三大环节綜合組成的，即植物生产、动物生产及土壤管理。社会主义的农业，为了要达到人类对于宇宙能量最高和最有效的利用率，提供人类以最高的物质創造，这三个环节必須要密切配合。如单靠植物生产和动物生产，人类对植物所固定下来的能量的利用，只不过占总数的 43.8%，其余的 56.2% 則以“廢物”的形式排泄和廢弃了。如能把家畜的粪便与作物的茎秆沤制成有机肥料施在土壤中，可以丰富土壤养分，供給植物与微生物的生长繁殖所需食料和能量的来源，同时还可以改善土壤物理性质，促进土壤的团粒結構，从而提高土壤的生产特性，使其成为更有利于作物生长的基地。因此积极的利用这些“廢物”，發揮它的經濟价值，便构成农业生产中又一重要的环节——土壤管理。

农业生产是一个綜合的总体，沒有土壤，植物和动物便不能生存。但是，如果沒有土壤管理，植物和动物的生产就不能得到应有的提高。所以植物生产、动物生产和土壤管理是农业生产中三个重要的环节。

三、我国农业生产中土壤科学的任务 1958 年大跃进以来，人們揭开了农业增产的秘密，用事实证明了农作物单位面积产量还可以大大提高，党正确地总结了农业增产的經驗，貫徹执行了农业增产的八字宪法，系統地进行农田基本建設。农民的丰产經驗必須在了解土壤的基础上提高，根据不同的土壤，采取不同的措施，尤其是灌溉、排水、深耕、施肥等关键措施，与土壤有密切的关系。要使作物按照人的意志生长，要获得高额而稳定的产量，就必

須研究作物的特性和需要的环境,尤其重要的是摸清土壤底細。

土壤工作的任务是进一步摸清土壤底細,提高土壤的生产力,充分利用土地资源,达到农业連續跃进,不断增产的目的。

第二节 土壤和土壤肥力的概念

一、什么是土壤 我国的劳动人民,在几千年以前,通过他們的辛勤劳动、实践,对土壤下了不同的定义。例如《說文解字》中說,土者“土生万物”壤,柔和之貌。管子《水地篇》中說,土者,万物之本源,諸生之根菴。我們的祖先,很早就把土壤和生产联系起起了,而且認識到土壤是植物生产的基础物质,也是人类生活的根本物质源泉。

苏联的土壤科学家威廉斯,对土壤下了一个确切的定义:“土壤是地球陆地上能够生长植物的疏松表层”。土壤能够生长作物,是土壤最基本的性质,也就是說它具有生产特性——肥力。威廉斯指出,肥力是土壤基本的特性,是土壤质的特征,不管其量的表現程度如何。所以一提到土壤时,就必須結合它的特性肥力来考虑,即是說土壤和肥力的概念是不可分割的。

土壤是一个独立的历史自然体,他不附属于其他任何科学,它本身有他自己发展的方向,发展的过程和独特的性质。

从經济学观点看,土壤是人类的生产資料和劳动产物,也是劳动的对象。人类必須在土壤上劳动才能取得产品。土壤具有肥力,要使这种特性肥力为人类服务时,就必須通过人类劳动才能得以控制和提高。

二、什么是肥力 肥力是土壤在某种程度上滿足植物对于土壤因子(水分和养分)的要求的能力。它的具体表現是,土壤应当在植物生活的全部時間中,不断地供給植物以最大量的有效养料及水分。从这个定义中可以看出,肥力的問題,不仅在于土壤含有最高量的水分和养料,更重要的是要使这些养料和水分有效地不間断地滿足植物生活的需要。农民的經驗“有收无收在于水,收多收少在于肥”,就是反映了这一問題。

为达这个目的,必須在滿足水分和养料的同时,滿足空气和热量状况。空气和热量是發揮肥力作用的基本条件。我們称为肥力条件。

关于土壤肥力的認識,革命导师馬克思有精辟的闡述,他把土壤肥力区分为自然肥力和人为肥力。

自然肥力——不受人類干涉的情况下,在土壤形成过程中生产与发展起来的,純粹的自然肥力只有在未开垦的处女地上才能見到。

人为肥力——是在自然肥力的基础上,受人類耕作栽培和其他农业技术措施的影响下形成的。

从发生学观点来看,自然肥力和人为肥力可以区分,它們的形成原因是不同的。从农业生产上看,自然肥力与人为肥力,二者不可区分。現在我們的耕作土壤中,都是兼有这两种

肥力的。它們具有綜合的效应,这种綜合的效应,我們称謂有效肥力或經濟肥。

有效肥力的高低,很大程度上反映在作物产量上,但也不完全如此。由于农业生产措施是极其复杂的,它和各种农业技术措施以及八字宪法均有极密切的关系。有效肥力的高低,最主要的是取决于社会經濟制度。

第三节 土壤学发展簡史

土壤科学的发展与其他的科学一样,是由簡單到复杂,由片面到全面地認識土壤,掌握土壤与控制土壤肥力的过程。由于社会制度的影响,土壤科学的发展,也具有緩速进退的时期,使其在每一种社会制度下都具有相应的发展状况。

在原始共产主义时期,人类以狩猎为生,沒有农业,因此也沒有对土壤的認識。

奴隶社会开始了农业生产活动,农民在土壤上劳动,累积了許多認識土壤的經驗。例如两千多年前(即公元一世紀左右),在农学家与詩人的著作里,就反映了当时对土性的正确認識。羅馬的詩人与哲学家季德·魯克列齐在他的“物质自然界頌”的长詩里写道:“假如营养不能逐渐地、不断地由土地輸送到树干,以达到树冠来供給每一个小枝,那末,树木頂部的小枝就不能发綠”。羅馬的农作学家中,当代的卓越詩人維尔吉里曾經表示了一些非常重要的关于土性方面的思想。他在农事詩中写道:“我告訴你一个方法:利用这个方法,你們就可以了解这些性质的区别了。你应当研究研究土壤是疏松的,还是过渡紧实的。因为一种适于种谷类,另一种适于酒神(即其他作物)。在地上挖一深坑,然后将挖出的土重新填进坑内,再用脚在上面踏紧。如果挖出的土还不够填滿所挖的坑,那末这种土壤是疏松的,这种土壤对于牲畜与蔓生植物是比較适合的。如果坑已經填滿,不能再填,但土还有多余,这种土壤就是一种坚实的”。他也記述过鉴别碱土的方法与碱土的土性說明等。这些古代的农业科学的萌芽与先进的农业思想,由于奴隶制度生产关系阻碍,便沒有有可能在农业中实际运用起来。

封建制度的中世紀,科学的发展是一个低落的时期,在解釋各种自然現象的过程中,充滿了各种宗教的偏見和幻想,用“不可知”的思想代替了对于自然界客观唯物的解釋。反映当代学术思想的有泰伊尔及其“植物腐殖质营养学說”。

随着科学的发展,生产力水平的提高,社会进入資本主义时期。这对于土壤和肥力的認識在某些方面有了科学的发展,特别是在揭露前一时期的科学虛伪性具有卓越的成就。在土壤科学方面,以德国化学家李比西为代表。在他的“植物矿质营养学說”中证明了唯有土壤中的一些矿质才可以作为植物营养,从而批判了农业科学中一切关于控制植物营养的“生活力”的論点。由于矿质营养学說的創建推动了当时的工业(化学工业)的发展,因而資本主义国家称他为农业化学的始祖。

从植物营养上,認識了土壤肥力的意义,并且从成分的观点出发,李比西建立了“归还学說”。基于單純用养分来代替土壤肥力,因而在不断进行“归还”土壤营养物质的过程中,增

产率在不断地下降,所以他得出了“肥力递减”的概念。他把土壤看作是植物营养的仓库,植物与土壤的关系就好像粮食与粮仓的关系一样,土壤则是一个静止的东西,仅是暂时保存养分的岩石风化体。他是根据植物的全量分析与土壤的全量化学分析结果的对照,来确定施肥的种类与数量,未能从生产实践中考察复杂的影响土壤肥力和植物营养的因素。这个学派便是土壤科学上的农业化学派。

十九世纪末期,又出现一个土壤学派便是农业地质学派。他们对土壤的认识是:“土壤过去某个时期曾是岩石,而现在正在重新形成岩石”。这种认为土壤是岩石的风化产物的观点,终究得出了:“土壤的形成过程是岩石的风化过程,它不可改变地要遭受淋洗,损失植物灰分养料,也就是说土壤形成是沿着肥力递减的曲线进行的”论点。在这一论点上,与农业化学派是一致的。

十八世纪的下半叶初期,俄罗斯学者罗蒙诺索夫(М. В. Ломоносов),正确地对土壤下了这样的定义:“在光秃的岩石山上,时常出现一层新的青苔,后来,这些青苔就变黑了,成了土壤,土壤在长时间内累积起来,为以后大的苔类和其他植物准备了条件”。从这里可以看出他是把土壤看成是地质与生物共同作用的形成物。这一观点在十九世纪末叶道库查也夫的著作中得到了完全的体现。道库查也夫是在巨大的广泛的土壤研究实践中确定了“土壤是一个独立的历史自然体”。道库查也夫使土壤由一个单纯作为获取农业利润的资源,而不当做是自然体来研究的地位,提高到建立一门独立的“土壤学”。建立这一门科学的基础,乃是他所确定的“土壤是五种成土因素(即气候、母质、动植物有机体、随地的年龄与地形)共同作用下发展起来的独立的自然体”的概念。这便是发生土壤学。道库查也夫把土壤的发生作为研究土壤的主要目标,从五因子影响下产生的特殊自然体的概念,代替了对土壤个别性质的单凭经验的研究。从而根本地揭发了土壤的发生发展规律,把土壤科学引向了正确的道路。很明显,道库查也夫就是在辩证法的立场上来认识自然的,他不是把自然界看作是彼此隔离、彼此不相依赖的各个现象的偶然堆积,而是把它看作是有内在联系的统一整体。其中各个对象或各个现象是相互密切联系着,互相依赖着,互相制约着。因此,建立了伟大的发生土壤学,地带性学说,从而为农业的进一步发展建立了稳固的基础。此后,俄国的土壤科学便沿着这一光辉的道路前进,特别是在十月革命以后,一切科学的理想都变成现实,而苏联的土壤科学成为世界上最先进的土壤科学。其中最杰出的代表和土壤科学的奠基人要算是威廉斯和科斯狄且夫。

以上的发展简史,说明了人类对于土壤的认识,是由最早对土壤的表现开始了一些粗浅认识,逐渐深入到生产土性——肥力的原因上。经过了漫长的科学研究与经验的累积,也经历了科学上的曲折道路,最终达到了揭示土壤的本质,认识它的发生和发展规律,从而为人类控制它的特性找到了明确的方向。在整个的发展当中也体现了经济基础——社会制度与人们的思想方法和工作方法在促进科学发展上的重大作用。

在我国古书的记载。中主要的表现在土壤分类、鉴定土性、改良土壤与提高土壤肥力等方面。禹贡一书(战国或汉朝的作品)记载,当时全国土壤按其性状与肥力区分为九等,是根

据土壤的颜色、质地、水分状况等性质进行的分类,这可算是世界上最早的土壤分类。管子一书(2600年前,春秋战国管仲所作)中的“地員篇”曾谈到地下水的情况,土壤质地与适于种植的作物(土宜)等,并将土壤分为十八类,叙述其性状、土宜和植物生长情况以及其生产力的比较。直到现在,我国各地农民,都有他们自己的土壤分类方法。根据这些分类来确定作物的栽种、耕作与施肥的制度。例如他们用“油土”来代表肥沃丰厚的土壤,用“白散泥”代表淋溶深、分散强、粘重而又贫瘠、处在经常性的水分影响下的土壤等;不仅有静的概念,而且有动的概念。在左丘明《国语》上记载“松柏之地,其土不肥”可见当时人们已知道运用植物生长来推断土壤,直到现在农民仍有相当丰富经验,根据土壤动物与土壤植物等来鉴别土性的肥瘠。在土壤改良与增肥方面,那时最卓越的成就要算是“梯田”的构筑,绿肥的利用与休闲轮作间作的实施了。在周宣王时(公元前827—782年)农民已经知道用休闲的办法来恢复土壤的肥力。汉朝时就由易田法(轮闲)走向了代田法(换垄间作)。后魏贾思勰所著《齐民要术》曾记载了“凡美田之法,绿豆为上,小豆胡麻次之”。说明了当时的农民对土壤的认识是体现了土壤与生物之间的关系。不仅懂得利用土壤的肥力,还知道怎样去培养肥力,而且利用生物的作用培肥,这就是早期我国农民的对土壤的正确认识和伟大发现。现在有机肥料的应用与绿肥的栽培仍然是我国农业增产关键之一。

近百年来,我国外受帝国主义的侵略,内遭封建反动统治的压迫,致使我国土壤科学无法研究土壤的本质,为农业生产服务,但在爱国的科学工作者努力下也曾完成了全国土壤的分布概测(1930—1949),积累了土壤资料。这些仍然是局限于经验式的研究总结。建国以来,在党和人民政府的领导下,土壤科学也得到了解放,配合社会主义建设,完成了全国土壤的重新调查(荒地勘测,特用作物的土宜调查,国营农场的土地调查等),进行了红壤的改良利用及沿海盐碱地的改良利用等研究工作,完成了治黄、治淮及长江流域等的流域规划调查工作,为农业生产作出了较大的贡献。特别是党提出建设社会主义的总路线以后,在党中央的深耕和改良土壤的指示与号召下,大搞深耕改土,全面进行土壤普查鉴定,提高了土壤肥力,进一步摸清了土壤底细,为改良土壤作好了准备,使土壤科学成为具有广泛而普遍的群众性的科学。

我国土壤科学工作者应该在现有的科学成就和经验的基础上,迅速改变我国土壤科学面貌,努力赶上和超过世界科学理论先进水平。

第四节 土壤学的任务、内容与其他科学的联系

土壤学的任务就是在于揭发土壤肥力发生发展的规律,提供不断提高土壤肥力的理论基础,服务于农业生产。土壤学是农业技术,特别是耕作、施肥等技术的理论基础,是农业学校各专业的基础课。

土壤学的内容包括土壤的发生、组成与性质(包括一般性与特殊性)的知识,通过实验掌握一些认识土性的方法。就土壤学课程内容来讲,它是具备物理、化学、生物、地质与哲学的

科学基础,并且直接服务于耕作学、农业化学与作物栽培学等等。

土壤学还必须要在馬列主义、毛泽东思想的指导下,以辩证唯物主义的观点,总结我国农民丰富的科学經驗,进行科学研究活动,为我国农业生产服务。

目 录

序言	
緒論	1
第一章 土壤母质的形成	1
第一节 土壤母质的基本概念	1
第二节 母质的来源	2
第三节 母质的形成过程	8
第四节 母质层次的形成及分布	19
第五节 地质水文层次的形成	30
第二章 土壤的形成过程	35
第一节 土壤形成的基本概念	35
第二节 土壤形成过程与土壤地带性	45
第三节 土壤形成过程与土壤微生物区系	56
第三章 土壤的有机质及腐殖质	69
第一节 土壤中有机质的来源成分和性质	69
第二节 土壤有机质的转化过程	73
第三节 土壤腐殖质	78
第四节 有机质与土壤肥力	82
第五节 耕地土壤有机质的调节	85
第四章 土壤的吸收性复合体	91
第一节 土壤吸收性复合体的一般概念	91
第二节 土壤吸收性复合体的组成与构造	92
第三节 土壤吸收性复合体的电化学特性	104
第五章 土壤的吸收性能与植物营养	119
第一节 土壤吸收性能的一般概念	119
第二节 植物吸收土壤养分的方法	120
第三节 土壤供给养分的方法	123

第一章 土壤母质的形成

第一节 土壤母质的基本概念

裸露在地表的岩石，經风化作用的破坏成疏松的大小不等的矿物质顆粒，产生了形成土壤的材料，即母质或成土母质，它們有的殘留在原地，有的被搬运到其他地方再沉积下来。母质与原来的岩石有质的差异，不但形状大小改变，而且发展了許多新的特性。但单是母质是不能形成土壤的，因为它还不能經常保证与調节植物生活所需要的养分和水分等全部条件。

母质是形成土壤的原料，是形成土壤物质的基础。在生物风化的同时便开始了土壤的成土过程，在以生物为主导方面的作用下，母质經過一系列的成土作用轉变成有生物活动的有肥力的土层。在土壤这复杂的多相物质里，母质是土壤的主要組成部分，是組成土壤的骨架部分。在土壤中一般矿物质顆粒的含量(按重量)均在80—90%之間，它們不是死的矿物质土粒，而是与土壤中的有机质及液态气态間經常演变着的、活的自然体中的一个重要組成部分。母质的某些性质可能长期保留于土壤性质中，并将繼續不断的影响土壤的肥力。土壤矿物不仅决定了土壤无机胶体的数量，而且也决定了土壤无机胶体的品质，同时也决定着土壤中矿质养分含量，它影响着土壤一系列的性质，因此母质也是指土壤矿物质組成部分的一切性质。

土壤既然是在成土母质的基础上发展起来的，那末土壤和母质之間有它一定的过渡过程，但并无截然划分的界綫。风化过程——母质的形成过程——是土壤形成过程中的一个方面，而土壤形成过程中另一个重要方面是生物活动的成土过程。这二个过程是同时同地在进行着的，永无止境。因此从統一的土壤形成的过程来看，母质也是指組成土壤发育层次的物质而言。土壤发育得越深，母质的影响就越不显著，与母质的差异也越大。反之，土壤发育得越浅，則母质的物理性化学性保留得越多，母质的影响也就愈深刻愈显著，与母质的差异也就愈小。

岩石风化的产物——母质，很少殘留在原地，而是在不同的地质动力的作用下搬运到其他地方再沉积下来。从整个土体来看，上层土壤的母质与它的疏松基层母质在有些地方来源是相同的，在有些地方是不同的。因此，为了避免混淆，我們把土壤发生层次中的母质称为土壤母质，而把土壤下层的疏松基层称为底层母质。底层母质的性质对上层土壤的生产性能也起很大的影响。

母质是直接参加土壤形成作用的物质，研究母质是有重大实践意义。格拉西莫夫认为：

“土壤就是活有机体生活于母岩上,它們相互作用,母岩得到改造而起质变的产物(自然体)。”母岩的許多性质对土壤的生产性能有很大影响,尤其是在耕作土上,天然植被被破坏,土壤的許多性质显著的受母质的支配。在一个大範圍內甚至小範圍內,土壤的生产性能常有很大的差异,我們只有从地质方面充分了解母质的特性才能更好的掌握土壤生产性能差异的原因。

母质形成的全部过程是地质作用的过程,母质的一切性质无一不受各种地质动力的影响。因此,我們必須学习作为土壤生成、性质等有关的地质学基础知识。

第二节 母质的来源

母质是岩石风化而来,而岩石又由一种或数种矿物所組成。矿物的化学成分,物理性质等对母质及土壤的肥瘦有一定的影响。地球的外圈是由岩石組成的,因此地壳的成分与母质及土壤的成分有一定的关系。

一、地壳物质的元素組成 岩石是构成整个地壳的基本物质,其中元素組成与存在状态都直接影响到土壤母质的特性与形成速度和方式。就整个地壳來說,几乎是由所有的化学元素構成的。根据維尔納茨基的材料,地壳元素的平均組成如表1。

表 1

元 素	重 量 %	元 素	重 量 %
氧 O	49.13	碳 C	0.35
硅 Si	26.00	氯 Cl	0.20
鋁 Al	7.45	磷 P	0.13
铁 Fe	4.20	硫 S	0.10
鈣 Ca	3.25	錳 Mn	0.10
鈉 Na	2.40	氟 F	0.08
鎂 Mg	2.35	鋇 Ba	0.05
鉀 K	2.35	氮 N	0.04
氫 H	1.00	其 他	0.22
鈦 Ti	0.61		

从表中数字可以看出:氧和硅占地壳元素組成的75%以上,而氧却几乎占全部組成的一半。事实上,各种元素大部分都是以氧化物的状态存在于地壳中,而植物所需要的某些营养元素不仅很少,而且都以难溶的化合物状态分散在地壳中。这些物质全部都以矿物的状态成为构成地壳的物质单元。

二、成土的主要矿物 矿物是指自然产出的具有一定化学組成和物理特性的元素或化合物。組成土壤的矿物叫做成土矿物,可以說,一切的矿物都是成土矿物。不过,当在轉变

成母质及土壤的过程中,受到一定自然条件的影响时,有些矿物必然地要遭到破坏,改变其原有的組成特性而成为新的矿物并相对稳定地保存下来。同时,在一定条件下,組成土壤的矿物是有一定的,不同的土壤含有不同的矿物,而所有的土壤也有一些共同的矿物組成。就目前所知的,地壳中矿物有二千余种,其中硅酸盐类約占1/3。由于它在地表的稳定性较强,因而是一般土壤的主要矿物。其次如碳酸盐、磷酸盐、硫酸盐等,都含有植物必需的营养元素,所以也是重要的成土矿物。

地壳中原始的矿物是在岩浆冷却时所形成的結晶物质,通常叫做原生矿物。当其受到地表水、热条件的影响之后,便会遭到不同程度的风化而变成为更简单的矿物或由简单的再合成为复杂的新矿物。这些由原生矿物經過一度变化而形成的矿物就叫做次生矿物。一切次生矿物的共同特征是大多以胶体分散的状态存在着的。它們是組成土壤細粒与胶体的矿物。从表2可以看出,在原生的岩石中各种矿物的含量,在轉变到次生岩时都有很大的差別。

表 2

矿物类别	組成 (重量%)		
	原生岩	次生 (沉积) 岩	
		頁岩	砂岩
长石	59.5	30.0	11.0
角閃石及輝石	16.8	—	—
石英	12.0	22.3	66.0
云母	3.8	—	—
粘土	—	25.0	6.6
褐铁矿	—	5.6	1.8
碳酸盐	—	5.7	11.1
其他矿物	7.9	11.4	2.2

表中材料說明,构成原生岩石的矿物中,长石,角閃石与輝石,石英和云母就占总重的92%以上。当其原生岩风化沉积所形成次生岩以后,除了石英有积累的现象之外,角閃石、輝石和云母大大减少,长石含量也有显著降低。由此可見,各种矿物在风化、搬运和沉积的过程中,随着矿物的組成性质的不同,其消长的情形有显著的不同。茲就成土的几种主要矿物之組成特性概述如下:

长石 通常色淡,硬度大(6.0—6.5),比重2.5—2.7,为斜方柱状的結晶体,条痕白色,属铝硅酸的盐类,风化后产生次生云母和高岭土,是土壤母质中粘土物质之重要来源。根据其成分又可分为正长石 KAlSi_3O_8 、斜长石 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 及鈣长石 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$,后者化学稳定性較低,易于风化。

角閃石和輝石 二者均属硅酸盐类,色綠或黑,硬度5.5—6.0,比重3.1—3.3,輝石成

分为 $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$, 結晶呈短而粗之柱状。角閃石成分是 $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Al}, \text{Fe})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$, 結晶呈細而长之柱状。由于該类矿物所含盐基丰富, 化学稳定性低, 容易轉变成次生矿物并析出可溶之盐基物质, 为植物有效养分的来源, 所以在次生的岩石或土壤母质中几乎没有原生的該类矿物存在。

石英 (SiO_2) 质純者无色, 含杂质时呈白色, 灰, 黄, 紅, 綠, 天藍及紫色等, 为两端錐形的六方柱状晶体或呈块状, 具有貝状断口, 比重 2.65, 硬度大(7), 除氟酸外, 不与任何酸类起作用, 因此具有相当强的机械稳定性和化学稳定性。在通常的次生岩石或土壤母质中石英大都是原生的矿物, 且常以固有的較粗大的粒状保存, 成为砂粒的主要来源, 虽然不含养分, 但能促进土壤母质的孔隙性与渗透性。

云母 属硅鋁酸的盐类, 比重 2.7—3.1, 硬度 2—3, 且有完全解理, 所以易碎或有彈性薄片, 根据組成与顏色又可分为两类:

黑云母 $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$ 含盐基物质丰富, 化学稳定性低, 分解后生成褐色黄色粘土, 并游离出鉀素, 为植物鉀素营养的重要来源。

白云母 $\text{KAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ 盐基含量少难分解, 易受机械破碎, 常呈閃光細片散布于母质中。

方解石 CaCO_3 是解理完全的菱面体, 也有呈柱状、纖維状結晶。硬度 3, 一般呈白色或米黄色, 具玻璃光泽, 易溶于酸, 所以自然界中含 CO_2 的水都能使其溶解与移动, 分布甚广, 成为母质和土壤中碳酸盐的主要来源, 为供給土壤中的 Ca^{++} 形成平衡溶液之重要因素。

磷灰石 $\text{Ca}_{10}\text{R}_2(\text{PO}_4)_6$ 其中 R 代表 F, C 或 OH, 呈綠色褐色等。硬度 5, 比重 3.17—3.23, 在火成岩中約占 1%, 风化后游离出磷酸, 为植物的磷素来源。

赤铁矿 Fe_2O_3 色紅至黑, 条痕赤紅色, 硬度 5.5—6.5, 比重 5.6, 在土壤和母质中常成染色剂, 使土壤和母质染成紅色。

褐铁矿 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 一般为棕色, 赭色或黑色, 条痕褐色, 是氧化铁水化而来, 故硬度較氧化铁低(5), 这种矿物都在湿润热带地区大量产生, 因而使土壤染成棕色或黄色。

粘土矿物 所有的矿物当其顆粒大小达到粒徑在 <0.001 毫米时均表現粘土的性质, 因而統称为粘土矿物, 也可称为胶体分散矿物。粘土矿物之表現各种胶体行为, 一方面是由于其表面积增大所致, 另一方面, 也因矿物之結構特性而制約着粘土行为的差异。大多数粘土矿物(主要是鋁硅酸盐类), 其結構特性主要有高岭土型与蒙脫土(微晶高岭土)型。高岭土型, 是由一个水鋁石片 $[\text{Al}_2(\text{OH})_6]$ 与一层硅四面体片迭合而成, 称为 1:1 型, 晶片层間联系結坚实, 不易移动, 水分不易滲入, 故膨脹性很弱, 吸收力低。而微晶高岭土型是由二层硅四面体片之間夹一层水鋁石片而成, 称为 2:1 型, 晶片間相互联系薄弱, 因此水分子常易进入层間而使之膨脹, 除水分子外, 其他极性分子包括有机分子在內也能进入上下单位夹层中。这一点决定了該类矿物具有很大的吸着量和膨脹性, 对于土壤的肥力具有重要的意义。在第五章土壤的吸收性复合体中将对粘土矿物詳細討論。

三、成土的主要岩石 以上所述各种矿物经常是以集合体的形态存在于地壳中, 这种矿物的集合体就叫做岩石。不同的岩石具有不同的矿物组成与结构形态, 但其组成在一定的范围内有些变动, 因而不能以化学式表其组成。根据岩石的成因, 可以分为三大类:

(一) **火成岩(岩浆岩)** 岩浆冷凝而成的岩石统称为火成岩。在地壳深处冷凝的火成岩又叫侵入岩; 岩浆流出地表形成的又称喷出岩。这类岩石占地壳总量的 95%。按照火成岩所含 SiO_2 成分的多少, 可分为以下四种:

超基性岩 含 $\text{SiO}_2 < 40\%$, 如橄辉岩(属侵入岩)。

基性岩 含 $\text{SiO}_2 40-52\%$, 如辉长岩(侵入岩)、玄武岩(喷出岩), 含盐基丰富, 无游离的 SiO_2 , 生成的母质富于养分, 粘性较重。

中性岩 含 $\text{SiO}_2 59-65\%$, 如正长岩(侵入岩)、粗面岩(喷出岩), 所含矿物, 以石英、长石为主。又如闪长岩(侵入岩)、安山岩(喷出岩)主要含斜长石、角闪石, 生成的母质都具粉砂。

酸性岩 含 $\text{SiO}_2 65-80\%$, 如花岗岩(侵入岩)、流纹岩(喷出岩), 主要含石英、长石等难于风化的矿物, 故使形成的母质含粗粒度高, 且缺乏养分。

火成岩共同的特点是: 不具层理, 不含化石, 侵入岩多具大形的矿物结晶, 喷出岩则具玻璃质结晶与气孔构造。它们是地壳上唯一的原生岩石。

(二) **沉积岩** 原生岩石经过风化、搬运、沉积而成的岩石叫沉积岩, 也叫次生岩。它的重量, 占地壳总量的 5%, 但是它在地表分布的面积很广, 约占 75% (火成岩仅占 25%), 可见沉积岩在形成土壤上的重要意义。根据岩石风化物受外力搬运的分选作用以及地壳变迁等原因, 使沉积的物质具有分选性或混杂的情形, 最主要的成土沉积岩有以下几种:

砾岩 由大小不同的石砾沉积而成。砾石粒径一般大于 2 毫米, 圆形石砾不易细碎, 角砾较易风化。

砂岩 由粒径为 2—0.5 毫米范围内的砂粒组成, 因主要成分是石英, 所以不易风化, 风化后乃生成疏松多孔的母质, 整个砂岩重量占地壳总量 0.75%。

頁岩 是由粒径很小 < 0.01 毫米的粒子胶结而成的。其矿物成分极为复杂, 一般说来所含盐基比砂岩多, 风化较迅速, 形成的母质, 养分含量常较高, 风化后产生大量粘土, 是使母质表现吸收能力及其他胶体行为的重要物质。总重量占地壳重量的 4%, 它广泛地分布于我国各地。

石灰岩 主要由 CaCO_3 组成, 它可以是化学沉积的, 也可以由生物遗体堆积而成(主要在海洋)。它的特性是由很细的矿物质组成, 在水分较多的条件下容易因 CaCO_3 的溶解而风化。在干燥的区域, 它往往是很坚硬的。总重量占地壳重量的 0.25%, 风化产物往往是非常粘重, 不易透水透气的粘土堆积体, 也是母质的粘土矿物之重要来源。

总的说来, 沉积岩的共同特征是有明显的层理, 含有化石, 同时由于沉积物质来源很广, 因而所含矿物成分极其复杂。

沉积岩的产生标志了地壳物质的变化和发展, 当火成岩一露出地表便开始了风化与物

质的搬运、沉积作用,随着地壳物质的风化和搬运沉积使地壳元素参与了永恒不休的物质循环,威廉斯把这一现象称做物质的地质大循环。当物质循环在地球上开始的时候,不断地形成了一定数量的营养元素,在水、热条件适当的情形下便合成了有生命的物质,生物便在地质大循环的基础上发生和进化起来,而且,每一个生物的进化都反映在它们的种类的变更上,而且每一个进化类型的生物残体都留在当代沉积岩石中。因而依据岩石中生物来进行地质年代的分期,为人类认识地质的历史更提供了可靠的资料。地质年代的单位分代,纪,世,期。与之相当的地层单位为界,系,统,层。它们有统一通用的代表符号。根据它们划分的地质(史)年代和地层系统如表3。

表 3 地质年代划分表

代		紀		世		主要生物	距离現在的大約年数 (百万年)	
新 生 代	第四紀(Q)		全 新 世		人 类 时 代	0.025		
			更 新 世					
	第三紀 (Tr)	新 第 三 紀	上 新 世		兽 类 时 代	1		
			中 新 世			12		
		老 第 三 紀	漸 新 世			26		
始 新 世			38					
中 生 代		白 垩 紀 (Cr)		各 紀 年 数 (百 万 年)		69	58	
侏 罗 紀 (J)		25	127					
三 叠 紀 (T)		30	152					
古 生 代	上古生代	二 叠 紀 (P)		21	两栖动物与 造煤植物	182		
		石 炭 紀 (C)				52	203	
		泥 盆 紀 (D)					58	255
		志 留 紀 (S)						37
	中古生代	奥 陶 紀 (O)		80	350			
		寒 武 紀 (Cm)			80	430		
							510	
太古代和元古代	震旦紀(H) (上元古代的后期)							原始单細胞生物时代
	震 旦 紀 前	溱沱紀 (上元古代早时)			沒有生物的时代, 沒 有化石证明生物的存			
		五台紀 (下元古代)						
		泰山紀 (太古代)						
		地 壳 局 部 分 异, 大 陆 开 始 形 成				1980		
						3350		