

高职设施农业技术专业系列教材
国家骨干高职院校建设项目成果



农业化学应用

主 编◎龚建军



西北工业大学出版社

高职设施农业技术专业系列教材
国家骨干高职院校建设项目成果

农业化学应用

主 编 龚建军

副主编 蔡 飞

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是依据当前高等职业教育的实际需要编写的。本书吸纳了国内同类教材的精华和近几年来土壤与肥料科研及教学方面的最新研究成果,以项目引领课程内容,以具体生产任务为载体,详细介绍了土壤与肥料的基本知识。在编写过程中力求概念明确、文字简练,体现实用性、创新性,注重培养学生的实际操作能力。

本书可作为高等职业教育相关专业的教材,也可供从事农业化学应用方面的专业人员参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

农业化学应用 / 龚建军主编. —西安:西北工业大学出版社, 2015.2

ISBN 978-7-5612-4329-9

I. ①农… II. ①龚… III. ①农业化学—高等职业教育—教材 IV. ①S13

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第041407号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072

电话:(029) 88493844 88491757

网址:www.nwpup.com

印刷者:兴平市博闻印务有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:13

字数:215千字

版次:2015年4月第1版 2015年4月第1次印刷

定价:27.00元

前 言

土壤是人类最早开发利用的生产资料,是人类赖以生存的物质基础和宝贵财富的源泉。与水 and 空气一样,土壤既是生产食物、纤维及各种其他农林产品不可替代的自然资源,又是保持地球生命活性、维护整个人类社会和生物圈共同繁荣的基础。因为土壤的形成和更新速度非常缓慢,而土壤的质量却有可能在极短的时间内受到破坏。因此,合理开发、利用和保护土壤资源是全人类所面临的一项迫切而又长期的任务。

农业化学以土壤为基础,以植物营养为中心,以肥料为手段,讨论三者之间的关系。掌握土壤、肥料、植物营养的基本知识及相互关系,就可以科学地管理土壤,保持和恢复土壤生态系统的养分循环与平衡,避免人类活动对生态环境的不利影响,使植物健壮地生长发育,满足人类生存和发展的需求。

农业化学应用是高等职业教育农业、林业类专业的一门重要的岗位基础课程。本书的编写主要依据当前高等职业教育的实际需要,吸纳了国内同类教材的精华和近几年来土壤与肥料科研及教学方面的最新研究成果,以项目引领课程内容,具体生产任务为载体,详细介绍了土壤与肥料的基本知识。在编写过程中,力求概念明确、文字简练,体现实用性、创新性,注重培养学生的实际操作能力。理论教学部分主要包括土壤的物质组成、土壤的物理性质、土壤的化学性质、土壤肥力因素、我国主要土壤类型、化学肥料、有机肥料、施肥技术及施肥原理等内容。实践教学部分有教学实验和实训等内容。

因此,土壤、植物营养与施肥对于农业生产与管理工作都是十分重要的内容,为此我们编写了本书。全书分为八个项目,项目一、三、四、七、八由龚建军编写,项目二、五、六由蔡飞编写。全书由龚建军统稿。

在本书的编写过程中,参阅了不少国内外有关方面的专著和文献资料,在此,向原作者表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中错误和疏漏在所难免,敬请各使用院校和读者给予批评指正。

编 者

2014 年 10 月

目 录

项目一	土壤组成与识别	1
	任务一 土壤的形成	4
	任务二 土壤矿物质	13
	任务三 矿物质土粒的机械组成(颗粒组成)和质地分类	16
	任务四 土壤样品的采集与制备	21
	任务五 土壤有机质	23
	任务六 土壤有机质含量的测定	30
项目二	土壤物理性质测定	33
	任务一 土壤孔性	33
	任务二 土壤的结构性	37
	任务三 土壤容重的测定及土壤孔度的计算	40
	任务四 土壤的物理机械性与耕性	42
项目三	土壤的化学性质	45
	任务一 土壤胶体	46
	任务二 土壤的保肥性与供肥性	48
	任务三 土壤的酸碱性及缓冲性	52
	任务四 土壤化学性质测定	57
项目四	土壤的水、空气和热量的状况	67
	任务一 土壤水分	68
	任务二 土壤空气	76
	任务三 土壤热量	78
	任务四 土壤水分含量的测定	82

项目五	植物营养与施肥原理	85
	任务一 植物必需的营养元素	86
	任务二 植物对养分的吸收	92
	任务三 植物营养特点和施肥	96

项目六	土壤养分状况与化学肥料	107
	任务一 土壤氮素与氮肥	108
	任务二 土壤碱解氮含量的测定	119
	任务三 土壤磷素与磷肥	122
	任务四 植物的钾素营养与钾肥	132
	任务五 植物的微量元素营养与微量元素肥料	143
	任务六 复混肥料及其他肥料	151
	任务七 肥料管理	156

项目七	有机肥料	161
	任务一 认识有机肥料	162
	任务二 粪尿肥和厩肥	165
	任务三 堆、沤肥与秸秆还田	170
	任务四 绿肥	175

项目八	配方施肥技术	181
	任务一 肥料的合理分配和配合施用	182
	任务二 肥料的施用方法与混合	184
	任务三 肥料量的估算	188
	任务四 配方施肥的基本方法	195

参考文献		201
-------------	--	-----

项目一

土壤组成与识别

【任务】

掌握土壤、肥料、土壤肥力的概念；土壤组成、作用、工作内容；肥料种类。

【能力目标】

1. 能简单描述土壤、肥料、土壤肥力的概念；
2. 能正确地指出土壤组成、作用、工作内容；
3. 能指出肥料种类、工作内容；
4. 掌握岩石、矿物的概念，岩石矿物风化的方式。

【任务分析】

每4~5人为一个学习组，由一人负责，统筹安排查阅资料并整理，学习组一起讨论，围绕土壤组成与识别制作汇报材料，期间提出存在的疑问，教师引导答疑。

【工作过程】

1. 资料查阅

学习组成员根据给定的工作任务在图书馆、互联网上搜索相关概念及土壤肥料在农业生产中的应用并整理。

2. 资料汇总，制作汇报材料

- (1) 将所搜集的材料按照类别进行汇总；
- (2) 指导学生进行当地土壤类型、生产性能调查，制作完成汇报材料。

3. 汇报，交流

组织各组进行汇报，提问、交流。

一、土壤在农业生产和生态系统中的重要性

(1) 农业生产的基地和农业生产中物质与能量循环的枢纽

农业生产由植物生产(种植业)、动物生产(养殖业)、土壤管理三个环节所组成。

绿色植物的生活要素:日光(光能)、热量(热能)、空气(CO_2 和 O_2)、水分、养料,其中水分和养料主要通过植物根系从土壤中吸收,土壤是植物生长的水分、养分的提供者,同时,土壤为植物生长的机械支撑者。

动物生产以植物生产为基础。

土壤管理使得农业生产中物质与能量循环利用。

(2)土壤是生态系统的重要组成部分

生态系统:植物、动物、微生物加上它们生存的环境的集合体称之为生态系统。

地球表层系统有大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈等五个圈层组成。其中土壤圈处于其他圈层相互紧密交接的地带,构成了结合无机界和有机界的中心环节。

土壤是农业生态系统中重要组成,是生物与非生物环境的分界面,是生物与非生物体进行物质与能量移动,转化的重要介质和枢纽。

(3)土壤是自然界中最珍贵的自然资源

土壤具有再生作用,是可以再利用的资源;土壤资源数量有限;土壤资源质量可变性;土壤资源空间分布上固定。

因此把“十分珍惜,合理利用土地和切实保护耕地”作为我国的一项基本国策来抓。

二、土壤、土壤肥力和肥料的基本概念

1. 土壤的概念

土壤是指覆盖于地球表面,具有肥力特征,能够生长绿色植物的疏松表层。

内涵:“地球表面”是指土壤的位置,“疏松”是指其物理状态,以区别于坚硬整块的岩石。“生长绿色植物”是土壤的功能。

土壤之所以“能够生长绿色植物”,主要是由于有肥力。任何一种土壤均具有一定的肥力,只是高低不同,因此土壤与土壤肥力的概念密切相关,肥力是土壤的本质。

2. 土壤肥力的概念

西方土壤学家,传统地将土壤供应养料的能力称为土壤肥力。土壤肥力即包括水分、养分、空气和温度(水、肥、气、热)四个肥力因素。土壤中只有这四大肥力因素同时存在,而且处于相互协调状态时,才能保证植物“吃饱、喝足、住舒服”,从而达到高产。所以我国的土壤科学工作者认为:土壤肥力是土壤供给和调节植物生长发育的水、肥、气、热等生活因素的能力。

土壤肥力按其发生过程可分为自然肥力和人工肥力(人为肥力)。自然肥力是土壤在自然因素综合作用下发生和发展起来的肥力,纯粹的自然肥力只有在原始林地和未开垦的荒地(自然土壤)上才能见到。人工肥力是自然土壤经过开垦耕种以后,在人类生产活动影响下创造出来的肥力,也称为人为肥力。



土壤肥力按其发挥程度可分为有效肥力和潜在肥力。有效肥力是指在农业生产(当季生产)中能表现出来,产生经济效果的那部分肥力。潜在肥力是指暂时不能被植物吸收利用,在当季生产中没有直接反映出来的那部分肥力。

土壤肥力是土壤生产力的基础而不是全部,土壤的肥力只是指土壤中存在的肥料多少。包括本身存在的和人工添加的化肥、有机肥等。但有肥力的土壤不一定能有高产出,一定要好好利用才能变成生产力,只有全面合理,才能有高产出。比如,不是每种土壤都能适合每种作物。所以土壤的肥力只是土壤生产力的必要条件之一,但不是充分条件。

3. 肥料的概念

直接或间接供给植物所需养分,改善土壤性状,以提高植物产量和品质的功能物质,称为肥料。可以在土壤施用还可以喷施于植物叶面等。包括有机肥料和无机肥料。

肥料是农业高产优质的保证。是植物的粮食,在农业生产中起重要的作用。

(1) 为植物提供养分,满足作物对养分的需求。

(2) 改良土壤理化生物特性,提高土壤肥力。

(3) 增加作物单位面积的产量,改善作物品质。FAO(世界粮食和农业组织)的统计资料表明,在各项增产措施中,肥料对粮食的增产作用为 40% ~ 60%,可见肥料对农业生产的重要性。

(4) 增加作物的抗性,促进作物早熟。

三、土壤肥料科学发展概况

从国内的发展来看,几千年来,我国劳动人民在生产实践中,在认土、用土、改土及肥料的积制和使用等方面积累了丰富的经验。最远可追溯到战国时代,我国劳动人民根据土壤的性质、肥力水平,对各类土壤进行分类分级。如《禹贡》一书就记载了按土壤肥瘦、性状、生产力,把九州的土壤分为三等九级。元、明、清以来,人们对农业生产的技术措施有了更明确的分类和更详细的总结。建国以来,全国已经进行了两次土壤普查。第一次是在 1958 年编绘了“四图一志”,为我国有计划地开垦荒地,扩大耕地面积,合理利用土地,提供了科学的依据。1979 年进行的第二次土壤普查工作,利用航片或卫片绘制土壤图。查清土壤资源、普及土壤科学,培养基层土肥人员,极大地促进了农业生产的发展。

从肥料科学的发展来看,在建国初期(1953 年),政府提出了“以农家肥为主,商品肥料(化肥)为辅”的肥料工作方针。1957 年中国农科院土肥所通过全国肥料试验网 150 多个试验点获得的结果表明:我国土壤 80% 的农田土壤缺氮,50% 左右缺乏磷素,30% 缺乏钾素,这为肥料的生产和使用提供了科学依据。20 世纪 70 年代中期,根据我国的

实际情况提出“以农家肥为主,农家肥和化肥相结合”。20世纪80年代、90年代,化肥施用量猛增,大大推动了生产力的提高。目前,动态平衡配方施肥技术,喷滴灌施肥新技术,土壤肥料测试新技术等在现代农业生产中发挥了越来越大的作用。

从国外发展来看,土壤肥料科学出现了几个较有影响的学派,农业化学派,农业地质学派,土壤发生学派等,现代土壤肥料科学出现了一些新的观点。

四、土壤肥料工作的任务

土壤肥料工作的任务具体可以归纳为:

1. 加强土壤资源保护、综合治理、合理开发利用及防治土壤退化,保护农业生态,加强土、水、气、生物的协调管理和污染的修复;
2. 深入进行土壤演变规律及其调节措施的研究,注重在施肥条件下,土壤植物营养的投入、协调与平衡,充分发挥农田养分再循环的肥源潜力与不断防止土壤养分退化;
3. 深入研究土壤圈物质组成、性质、类型、时空变化及其循环规律;
4. 建立土壤肥料信息系统,重视土壤肥料数据库及其应用系统的开发,注重统计分析和模拟模型技术在生产上的应用;
5. 建立健全土壤肥料政策法规;
6. 注意提高农民土壤肥料科学水平,加强土肥技术推广和服务体系建设。

任务一 土壤的形成

我们知道,一粒农作物种子,把它播撒在土壤中,在适宜的土壤温度、水分和通气条件下,就会按照农作物本身的生命特性与生长规律,生根、发芽、开花和结实,产生下一代种子,完成整个生命周期。在作物生长的一生中,被人们喻为“万物之母”的土壤,发挥着非常重要的作用。它不仅最大限度地满足和协调了农作物生长所需要的水、肥、气、热等基本生长要素,同时还提供了农作物稳固的扎根场所,防止和抵御了各种有毒物质的侵害,保证了农作物的正常生长发育。由此可见,土壤不仅仅是泥沙组成的简单颗粒,而且是一个成分复杂,具有肥力特征的疏松的自然体,是绿色生命赖以生存的根本源泉。

土壤是岩石圈表面的疏松表层,是陆生植物生活的基质和陆生动物生活的基底。土壤不仅为植物提供必需的营养和水分,而且是土壤动物赖以生存的栖息场所。土壤的形成从开始就与生物的活动密不可分,所以土壤中总是含有多种多样的生物,如细菌、真菌、放线菌、藻类、原生动物、轮虫、线虫、蚯蚓、软体动物和各种节肢动物等,少数高等动物(如鼯鼠等)终生都生活在土壤中。据统计,在一小勺土壤里就含有亿万个细菌,25 g



森林腐植土中所包含的霉菌如果一个一个排列起来,其长度可达 11 km。可见,土壤是生物和非生物环境的一个极为复杂的复合体,土壤的概念总是包括生活在土壤里的大量生物,生物的活动促进了土壤的形成,而众多类型的生物又生活在土壤之中。

土壤无论对植物来说还是对土壤动物来说都是重要的生态因子。植物的根系与土壤有着极大的接触面,在植物和土壤之间进行着频繁的物质交换,彼此有着强烈影响,因此,通过控制土壤因素就可影响植物的生长和产量。对动物来说,土壤是比大气环境更为稳定的生活环境,其温度和湿度的变化幅度要小得多,因此,土壤常常成为动物的极好隐蔽所,在土壤中可以躲避高温、干燥、大风和阳光直射。由于在土壤中运动要比大气中和水中困难得多,所以除了少数动物(如蚯蚓、鼯鼠、竹鼠和穿山甲)能在土壤中掘穴居住外,大多数土壤动物都只能利用枯枝落叶层中的孔隙和土壤颗粒间的空隙作为自己的生存空间。

土壤是所有陆地生态系统的基底或基础,土壤中的生物活动不仅影响着土壤本身,而且影响着土壤上面的生物群落。生态系统中的很多重要过程都是在土壤中进行的,其中特别是分解和固氮过程。生物遗体只有通过分解过程才能转化为腐殖质和矿化为可被植物再利用的营养物质,而固氮过程则是土壤氮肥的主要来源。这两个过程都是整个生物圈物质循环所不可缺少的过程。

一、土壤的三相组成

土壤是由固相、液相、气相三种形态物质组成的疏松多孔的复杂自然体。

固相部分包括矿物质、有机质以及土壤生物三部分,其体积约占土壤总体积的一半左右。在固相中,占重量 95% 以上的是矿物质,它是土壤的主体,好比土壤的“骨骼”,起着为植物根系提供扎根场所,支持植物地上部分不倒伏,提供植物矿质养分的作用。占重量 5% 的有机质和生物,紧紧包裹在矿质土粒的表面,好似土壤的“肌肉”一样,对于组成土壤、充实土壤、改善土壤理化性状、供应农作物多种营养起着举足轻重的作用。

土壤液相部分指的是土壤水分。实际上它是极其稀薄的土壤溶液,它被保持并运动于土壤孔隙中,是三相物质中最活跃的部分,好似土壤的“血液”一样,起着输送养料的作用。

土壤气相部分指的是土壤空气,它充满了那些未被水分占据的土壤孔隙,其成分主要包括来自大气中的氮气(N_2)、氧气(O_2)和部分来自土壤中的二氧化碳(CO_2)气体和水气(H_2O)。在温度、气压、风、降水或灌溉等因素作用下,土壤空气被不断地吸入或排出。一般情况下,土壤总是吸进新鲜的空气、排出二氧化碳等污浊气体,好似土壤在“呼吸”。由于这种“呼吸作用”,使土壤空气得到不断更新,以适宜农作物生长。

土壤水分和土壤空气共同存在于土壤空隙中,二者在数量上互为消长,水气之间的比例主要受水分变化的制约,水多占据了孔隙,空气被挤出土壤;反之,空气在空隙中的比例必然增加(见图 1-1 土壤三相物质组成)。

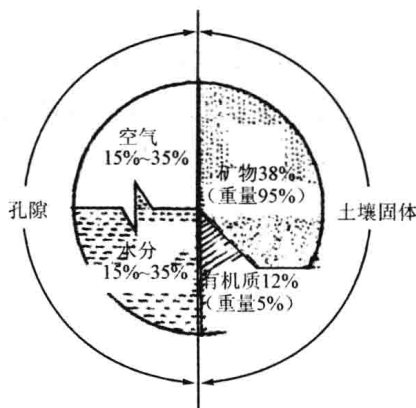


图 1-1 土壤三相物质组成

综上所述,土壤矿物质是由岩石矿物风化而来的,土壤有机质是土壤发展过程中由生物累积而成的,土壤水分主要来自于自然降水(雨、雪、冰雹等),土壤空气主要来自于大气中的气体,三相物质共同构成了一个互相联系、互相制约的运动变化着的统一体,它们的多少、比例以及运动变化直接影响着土壤肥力的高低,共同构成了土壤肥力的物质基础。

二、主要成土矿物

1. 矿物的概念

土壤矿物质是岩石经物理风化作用和化学风化作用形成的,占土壤固相部分总重量 90% 以上,是土壤的骨骼和植物营养元素的重要供给来源,见图 1-2。



图 1-2 土壤矿物质

2. 矿物的类型

土壤矿物质按成因分为原生矿物和次生矿物。



(1)原生矿物

直接来源于岩石受到不同程度的物理风化作用的碎屑,其化学成分和结晶构造未有改变。土壤原生矿物主要种类有硅酸岩和铝酸盐类、氧化物类、硫化物和磷酸盐类,以及某些特别稳定的原生矿物(如石英、石膏、方解石等)。

交流研讨

1. 蒙脱石比高岭石的吸附能力()。
A. 要强 B. 要弱
C. 差别不大 D. 完全相同
2. 砂土的砂粒质量分数一般在()。
A. 50% 以上 B. 50% 以下
C. 70% 以上 D. 70% 以下
3. 黏重的土壤一般含有()。
A. 比较多的原生矿物 B. 比较多的次生矿物
C. 比较多的有机质 D. 比较多的石英

(2)次生矿物

原生矿物风化后重新形成的新矿物。由于粒径小,多具有胶体的性质,为土壤中黏粒的主要组成物质。土壤很多物理、化学性质,如吸收性、膨胀收缩性、黏着性等都和土壤所含的次生矿物有关。主要有以下三类:简单盐类、三氧化物类、次生硅酸盐类。

简单盐类:是原生矿物经化学风化后的最终产物,结晶构造也较简单,常见于干旱和半干旱地区的土壤中。如方解石、白云石、石膏、石盐、芒硝等。

三氧化物类:它们是硅酸盐矿物彻底风化后的产物,结晶构造较简单,常见于湿热的热带和亚热带地区土壤中,特别是基性岩(玄武岩、石灰岩、安山岩)上发育的土壤中含最多。

次生硅酸盐类:这类矿物在土壤中普遍存在,种类很多,是由长石等原生硅酸盐矿物风化后形成。它们是构成土壤的主要成分,故又称为黏土矿物或黏粒矿物。土壤中次生硅酸盐可分为三大类:伊利石、蒙脱石和高岭石。

伊利石是一种风化程度较低的矿物,一般土壤中均有分布,但以温带干旱地区的土壤中含最多。其膨胀性较少,具有较高的阳离子代换量,并富含钾。

蒙脱石为伊利石进一步风化的产物,是基性岩在碱性环境条件下形成的,在温带干旱地区的土壤中含较高。其阳离子代换量极高。它所吸收的水分植物难以利用,因此富含蒙脱石的土壤,植物易感水分缺乏,同时干裂现象严重而不利于植物生长。

高岭石为风化程度极高的矿物,主要见于湿热地区的土壤中,在花岗岩残积母质上发育的土壤含量也较高。其膨胀性小,阳离子代换量亦低。富含高岭石的土壤,透水性好,植物可获得有效水分多,但供肥、保肥能力低,植物易感养分不足。

三、主要成土岩石

1. 岩石的概念与类型

岩石是一种或数种矿物组成的集合体。不同的岩石其组成有所不同,其组成在一定的范围内有所变动,因而不能以化学式表示。根据岩石的成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩。

2. 矿物岩石的风化作用与土壤母质

(1) 风化作用的概念

地壳表层的岩石在大气圈、生物圈作用下,所引起的破碎和分解,通常称为岩石的风化作用。即岩石的风化作用是在大气、水、温度变化和生物活动等外界因素作用下,使坚硬的岩石逐渐崩解破碎成碎块和细粒,同时也会使岩石的矿物成分和化学组成发生变化,形成新的矿物。

(2) 风化类型

①物理风化作用:是指岩石崩解破碎而不改变其矿物成分和化学组成的过程。

物理风化的结果,虽然岩石的矿物组成和化学组成没有改变,但它使岩石产生机械破碎,成为大小不等的石砾和碎屑,表面积增加成为疏松多孔的堆积物,产生了岩石所不具有的对水分和空气的通透性,为化学风化创造了条件。

②化学风化作用:是指岩石在水、氧、 CO_2 等风化因素的参与下,所发生的一系列化学分解作用的过程,一般包括溶解作用、水化作用、水解作用、氧化作用,重点掌握这四种作用的特点。

③生物风化作用:生物风化作用是指在生物的作用下,岩石发生机械破碎和化学分解的过程。

低等植物如地衣的菌丝和高等植物的根系对岩石的穿插;土壤中各种动物如鼠类、蚯蚓、昆虫等对岩石引起的机械破碎作用;藻类、地衣、硝化细菌等可在岩石表面生长,分泌出酸液分解岩石,从中摄取所需的养分,从而使岩石矿物遭到分解和破坏。

以上三种风化作用相互联系,相互影响,同时同地对岩石进行作用。

四、土壤母质的形成及我国的主要成土母质

裸露的岩石经过风化作用形成新的疏松的、粗细不同的风化产物,这些覆盖在地壳表面的堆积体,是形成土壤的母体,称为母质。所以土壤母质的形成过程即岩石矿物的



风化过程。

土壤母质与原来岩石相比,具有很大区别。首先,由岩石坚硬致密状态破碎为黏散多孔的状态,产生了水分与空气的通透性。其次,岩石彻底分解,形成了黏粒,黏粒之间具有毛管孔隙,产生了蓄水性,增加了表面积,使其具有胶体的性质,如吸附性能出现,可保蓄风化所释放的可溶性盐基物质,为植物所需的矿质养分提供最初来源。因此,岩石风化形成母质,使其初步具备水、气、热和养分等肥力因素,而区别于原来的岩石。但母质的这些因素常常不能满足植物的需要,如母质的通透性与蓄水性矛盾尖锐而不能协调。

成土母质类型包括:

- ①残积物。指岩石经风化后残留在原地未经搬运的风化物。
- ②坡积物。指风化物在重力或流水的作用下,被搬运到山坡的中下部的堆积物。
- ③洪积物。指山洪搬运的碎屑物在山前平原形成的沉积物。由于形状如扇,又称洪积扇。
- ④冲积物。河水中挟带的泥沙,在中下游两岸与入海口沉积而成。
- ⑤湖积物。由湖泊的静水沉积而成。
- ⑥海积物。是海边海相沉积物。由于海岸上升,海退或江河入海的回流淤积物露出水面而形成。
- ⑦风积物。是由风将其他成因的堆积物搬运沉积而成。
- ⑧黄土。是第四纪(近 100 万年以内的地质年代)沉积物。其成因可能是风力搬运堆积而成,也可能是水流搬运沉积而成,看法不一。在我国是广布的一种成土母质。

五、自然成土因素

成土因素学说的基本观点的概括:

- ①土壤是一种独立的自然体,它是在各种成土因素非常复杂的相互作用下形成的。
- ②对于土壤的形成来说,各种成土因素具有同等重要性和相互不可替代性。其中生物起着主导作用。土壤是一定时期内,在一定的气候和地形条件下,活有机体作用于成土母质而形成的。

1. 母质

母质是指裸露于地表的岩石、矿物经风化作用后残留在原地或搬运沉积后的风化产物。母质一方面是土壤固相物质的基本组成材料,是植物矿质营养物质的最初来源;另一方面母质的化学成分深刻影响土壤的特性。

风化作用使岩石破碎,理化性质改变,形成结构疏松的风化壳,其上部可称为土壤母质。如果风化壳保留在原地,形成残积物,便称为残积母质;如果在重力、流水、风力、冰

川等作用下风化物质被迁移形成崩积物、冲积物、海积物、湖积物、冰碛物和风积物等,则称为运积母质。成土母质是土壤形成的物质基础和植物矿质养分元素(氮除外)的最初来源。母质代表土壤的初始状态,它在气候与生物的作用下,经过上千年的时间,才逐渐转变成可生长植物的土壤。母质对土壤的物理性状和化学组成均产生重要的作用,这种作用在土壤形成的初期阶段最为显著。随着成土过程进行得愈久,母质与土壤间性质的差别也愈大,尽管如此,土壤中总会保存有母质的某些特征。

首先,成土母质的类型与土壤质地关系密切。不同造岩矿物的抗风化能力差别显著,其由大到小的顺序大致为石英→白云母→钾长石→黑云母→钠长石→角闪石→辉石→钙长石→橄榄石。因此,发育在基性岩母质上的土壤质地一般较细,含粉砂和黏粒较多,含砂粒较少;发育在石英含量较高的酸性岩母质上的土壤质地一般较粗,即含砂粒较多而含粉砂和黏粒较少。此外,发育在残积物和坡积物上的土壤含石块较多,而在洪积物和冲积物上发育的土壤具有明显的质地分层特征。

其次,土壤的矿物组成和化学组成深受成土母质的影响。不同岩石的矿物组成有明显的差别,其上发育的土壤的矿物组成也就不同。发育在基性岩母质上的土壤,含角闪石、辉石、黑云母等深色矿物较多;发育在酸性岩母质上的土壤,含石英、正长石和白云母等浅色矿物较多;其他如冰碛物和黄土母质上发育的土壤,含水云母和绿泥石等黏土矿物较多,河流冲积物上发育的土壤亦富含水云母,湖积物上发育的土壤中多蒙脱石和水云母等黏土矿物。从化学组成方面看,基性岩母质上的土壤一般铁、锰、镁、钙含量高于酸性岩母质上的土壤,而硅、钠、钾含量则低于酸性岩母质上的土壤,石灰岩母质上的土壤,钙的含量最高。

2. 生物

生物是土壤发生发展过程中最活跃的因素,也是土壤形成的决定因素。作用于土壤的生物主要是植物和在土壤中的各种微生物及定居在土壤中的小型动物。生物主要作用于土壤物质转化和积累过程,如有机质的分解,养分的富集,氮、硫、磷等元素的转化等。

岩石表面在适宜的日照和湿度条件下滋生出苔藓类生物,它们依靠雨水中溶解的微量岩石矿物质得以生长,同时产生大量分泌物对岩石进行化学、生物风化。随着苔藓类的大量繁殖,生物与岩石之间的相互作用日益加强,岩石表面慢慢地形成了土壤;此后,一些高等植物在年幼的土壤上逐渐发展起来,形成土体的明显分化。

在生物因素中,植物起着最为重要的作用。绿色植物有选择地吸收母质、水体和大气中的养分元素,并通过光合作用制造有机质,然后以枯枝落叶和残体的形式将有机养分归还给地表。不同植被类型的养分归还量与归还形式的差异是导致土壤有机质含量高低的根本原因。例如,森林土壤的有机质含量一般低于草地,这是因为草类根系茂密



且集中在近地表的土壤中,向下则根系的集中程度递减,从而为土壤表层提供了大量的有机质,而树木的根系分布很深,直接提供给土壤表层的有机质不多,主要是以落叶的形式将有机质归还到地表。动物除以排泄物、分泌物和残体的形式为土壤提供有机质,并通过啃食和搬运促进有机残体的转化外,有些动物如蚯蚓、白蚁还可通过对土体的搅动,改变土壤结构、孔隙度和土层排列等。微生物在成土过程中的主要功能是有机残体的分解、转化和腐殖质的合成。

3. 气候

气候对土壤发生和演化影响最大的因素是降雨和温度。这两个因素随纬度和经度及高度的不同而变化。气候因素既可直接作用于土壤形成过程,也可通过影响生物活动作用于土壤的发生发展。

气候对于土壤形成的影响,表现为直接影响和间接影响两个方面。直接影响指通过土壤与大气之间经常进行的水分和热量交换,对土壤水、热状况和土壤中物理、化学过程的性质与强度的影响。通常温度每增加 10°C , 化学反应速度平均增加 $1 \sim 2$ 倍;温度从 0°C 增加到 50°C , 化合物的解离度增加 7 倍。在寒冷的气候条件下,一年中土壤冻结达几个月之久,微生物分解作用非常缓慢,使有机质积累起来;而在常年温暖湿润的气候条件下,微生物活动旺盛,全年都能分解有机质,使有机质含量趋于减少。

气候还可以通过影响岩石风化过程以及植被类型等间接地影响土壤的形成和发育。一个显著的例子是,从干燥的荒漠地带或低温的苔原地带到高温多雨的热带雨林地带,随着温度、降水、蒸发以及不同植被生产力的变化,有机残体归还逐渐增多,化学与生物风化逐渐增强,风化壳逐渐加厚。

4. 地形

地形是指地表的起伏状态、坡向及其外貌形态。地表主要影响水热的再分配,如在坡顶、山腰及谷地等部位的水分状况的不同,南北坡的温度差异等都与地形有关。

地形对土壤形成的影响主要是通过引起物质、能量的再分配而间接地作用于土壤的。在山区,由于温度、降水和湿度随着地势升高的垂直变化,形成不同的气候和植被带,导致土壤的组成成分和理化性质均发生显著的垂直地带分化。通过对美国西南部山区土壤特性的考察发现,土壤有机质含量、总孔隙度和持水量均随海拔高度的升高而增加,而 pH 值随海拔高度的升高而降低。此外,坡度和坡向也可改变水、热条件和植被状况,从而影响土壤的发育。在陡峭的山坡上,由于重力作用和地表径流的侵蚀力往往加速疏松地表物质的迁移,所以很难发育成深厚的土壤;而在平坦的地形部位,地表疏松物质的侵蚀速率较慢,使成土母质得以在较稳定的气候、生物条件下逐渐发育成深厚的土壤。阳坡由于接受太阳辐射能多于阴坡,温度状况比阴坡好,但水分状况比阴坡差,植被的覆盖度一般是阳坡低于阴坡,从而导致土壤中物理、化学和生物过