

全国农民中等专业学校试用教材

土壤肥料学

(全国通用本)

黑龙江省工农教育委员会办公室 主编



吉林科学技术出版社

全国农民中等专业学校试用教材

土 壤 肥 料 学

(全国通用本)

黑龙江省工农教育委员会办公室 主编

吉林科学技术出版社

全国农民中等专业学校试用教材

土 壤 肥 料 学

(全国通用本)

黑龙江省工农教育委员会办公室 主编

责任编辑: 卢光园

*

吉林科学技术出版社出版 吉林省新华书店发行

长春新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米16开本 19.75印张 465,000字

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数: 1—12,000册

统一书号: 16376·59 定价: 2.70元

前 言

1984年教育部委托河南、湖南、湖北、广东、山东、四川、辽宁、吉林、黑龙江省教育、高教厅（局）和北京市成人教育局负责组织编写的农民中等专业学校农学、果林、畜牧兽医三个专业的教材，共31科，除供全国农民中等专业（技术）学校使用外，也可作为同类专业中级技术人员培训班的课本，还可供农业中学、农村中级职业技术学校 and 普通高中及自学者选用。

我国农村正处在一个历史性的转变时期。农村经济开始向专业化、商品化、现代化转变，迫切需要培养各种专业技术人才和管理人才。目前全国已有农民中等专业（技术）学校和各类培训学校三千多所，随着农业经济的发展，各种农民职业技术学校还将会不断增多。这套教材就是为适应这一新形势的需要而编写的。

编写这套教材，以教育部颁发的全国农民中等专业学校农学、果林、畜牧兽医三个专业的各科教学大纲为依据。教材的内容符合农民中等专业（技术）学校的办学方向及培养目标，与现行普通农业中等学校同类专业的教材基本保持同等水平。为使这套教材具有农民中等专业学校的特色，符合成人学习的特点，在编写时突出了理论联系实际，学以致用原则，着重对具有实用与推广价值的专业基本理论和基础知识作了较为系统的阐述，并在此基础上，加强基本技能的训练，以增强学员在实际生产中分析问题和解决问题的能力。每章后面编有复习思考题，教材最后一般都附有实验、实习指导。为了配合教学，四川省教育厅根据三个专业的教学大纲绘制了一套教学挂图，可供选用。

我国地域辽阔，各地的生产条件和生产情况不相同，所以农学、果林专业课分南、北方两种版本，其余基础课、专业基础课和专业课教材为全国通用。希望各地、各单位在使用教材时，从实际出发，因地制宜，补充一些符合当地生产实用的科学技术知识。

编写全国农民中等专业学校教材，还是初次尝试，尚缺乏经验。各地在使用教材时，请及时提出批评和建议，以便今后修改完善。

全国农民中等专业学校
教材编写领导小组

主 审 何万云 余容扬

主 编 付英杰

编 者 付英杰 (绪论、第一、二、四章, 附录一, 实习指导一至十三, 全书插图)

陈汉杰 (第三、九、十、十一章, 实习指导十七、十八)

刘淑坤 (第五、六、七、八章, 实习指导十四、十五、十六)

目 录

绪 论

第一篇 土壤学	3
第一章 土壤的形成及固相组成	3
第一节 土壤和土壤肥力的概念	3
第二节 土壤的形成过程	4
第三节 土壤矿物质	13
第四节 土壤微生物	15
第五节 土壤有机质	17
第二章 土壤肥力因素	22
第一节 土壤水分	22
第二节 土壤空气	32
第三节 土壤热量状况	34
第四节 土壤养分	38
第五节 土壤肥力因素的综合分析	47
第三章 土壤的性质	50
第一节 土壤颜色	50
第二节 土壤质地	51
第三节 土壤孔隙状况	57
第四节 土壤结构	60
第五节 土壤物理机械性与耕性	65
第六节 土壤层次构造	67
第七节 土壤吸收性能	69
第八节 土壤酸碱性	76
第九节 土壤的氧化还原作用	80
第四章 我国主要土壤类型及其利用改良	82
第一节 土壤分类和分布	82
第二节 土壤的培肥	90
第三节 主要土壤的利用改良	96
第二篇 肥料学	139
第五章 化肥科学	140
第一节 概述	140
第二节 氮肥	142
第三节 磷肥	151
第四节 钾肥	157
第五节 复合肥料	161
第六节 石灰、石膏肥料	163
第七节 微量元素肥料	165
第六章 农家肥料	170

第一节	概述	170
第二节	人粪尿	171
第三节	家畜粪尿和厩肥	173
第四节	堆肥和沤肥	177
第七章	绿肥、泥炭及土杂肥	185
第一节	绿肥	185
第二节	泥炭及腐殖酸类肥料	200
第三节	土杂肥	204
第八章	微生物肥料	210
第一节	概述	210
第二节	根瘤菌肥料	211
第三节	其它微生物肥料	213
第九章	合理施肥	215
第一节	合理施肥的意义及基本环节	215
第二节	肥料的配合施用	217
第三节	施肥量的估算	222
第四节	肥料的合理分配	225
第十章	土壤与作物营养诊断	227
第一节	土壤和作物营养诊断的概述	227
第二节	土壤速测	231
第三节	作物营养诊断	232
第四节	诊断结果的分析 and 应用	235
第十一章	土壤肥料试验	238
第一节	概述	238
第二节	土壤肥料田间试验	239
第三节	盆栽试验	243
附一	土壤普查知识	248
附二	实习指导	255
实习一	岩石矿物的识别	255
实习二	土壤样品的采集与制备	258
实习三	土壤含水量的测定	260
实习四	田间持水量的测定	262
实习五	土壤有机质的测定	263
实习六	土壤全氮量的测定	266
实习七	土壤水解性氮的测定	269
实习八	土壤速效磷和速效钾的测定	270
实习九	土壤质地的测定	275
实习十	土壤比重、容重、孔隙的测定	281
实习十一	土壤层次构造的观察	283
实习十二	土壤酸碱度的测定	285
实习十三	土壤盐基饱和度的测定	289

实习十四	化肥的简易鉴定方法	293
实习十五	堆肥和沤肥的制造	295
实习十六	绿肥品种及生长情况的田间观察	298
实习十七	土壤养分速测与作物营养诊断	299
实习十八	水稻土中硫化氢和亚铁的速测	305

绪 论

一、土壤和肥料在农业生产中的意义

人类的生命以及生命过程中的各种活动都需要能来维持，地球上能的直接来源是日光，但是人体本身不能直接利用太阳的辐射光能，光能必须转为潜在化学能——食物之后，方能被人体所利用。这一任务在自然界中是由含有叶绿素的绿色植物来完成。绿色植物通过自身细胞内所含的叶绿素进行光合作用，把太阳光能变成化学能贮藏在植物体中，人再利用这些植物产品作为食物，从而将食物中的潜在能变成动能来完成人类生命的各种活动。由此可见，农业生产的实质是人类通过栽培绿色植物的方法间接地获得能量的一种手段。所以，植物栽培是农业生产的基础。但植物和任何其它有机体一样，在其生命过程中，要求有一定的外界条件。一般来讲，作物生长发育所必须的条件大致有五个因子，即光、热、空气、水分与养分。在这五个必不可少而又不能互相代替的因子中，除光、热是来源于太阳的辐射外，其余绝大部分是取自于土壤，靠土壤提供（空气：植物地上部分取之于大气，地下部分取之于土壤）。因此土壤在保证作物正常生长发育的过程中，有着决定性的特殊意义。

马克思指出：“土地——那是共同的永久的财富，是世代相传的人类所不能出让的生存条件和再生产条件。”

“土者，吐也，能吐生万物也”。我国古人对土壤的认识也说明土壤是作物生长的基地。

“肥料是植物的粮食。”肥料不仅提供作物所需的各种养分，满足作物生长发育的要求，而且有机肥料还有改良土壤、提高土壤肥力的作用。所以肥料是作物丰收的物质基础。

二、我国土壤肥料科学发展的概况

我国有着悠久的农业历史。历代劳动人民通过长期的农业生产实践，积累了丰富的认识土壤、利用土壤和改良土壤以及对肥料积、造、保、用的宝贵经验。

早在战国时期，据古书“禹贡”记载，已经对各类土壤的形成、性质、肥力及利用状况提出明确的概念，在土壤颜色方面分为白、黑、赤、青、黄等色，这些基本概念都对当时的生产起了推动作用。《管子·地员篇》按土性、肥力分十八类、九十种，采用的是续分法的土壤分类系统。后魏《齐民要术》一书中也有关于旱田耕作和利用绿肥肥田记载。农学家贾思勰总结了土壤好坏与播种时间的关系等，明显地反映了当时对土壤的认识具有很强的科学性与生产性。

近百年来，国外的近代土壤科学逐渐传到我国，对我国土壤科学产生了很大的影响。比如：西欧十九世纪初泰伊尔提出的植物腐殖质营养学说；1840年李比希提出的植物矿质营养学说；十九世纪下叶弗斯克、法鲁提出的“土壤矿质淋溶学说”等，他们都从不同侧面进行探索，并促进了土壤及农业的发展。例如：泰伊尔的腐殖质营养学说主张大量施用厩肥和实行轮作，使农业产量大增；李比希在阐明矿质营养元素作用的基础上，极力主张施用无机

肥料和氮肥，不但使农业增产而且促进了氮、磷等肥料工业的发展。

苏联，瓦·瓦·道库恰耶夫、巴·安·柯斯特切夫和瓦·罗·威廉斯建立了发生土壤学和土壤学的生物学路线，揭示了自然土壤的形成和土壤地理分布规律以及肥力发生演变的规律，为认识自然土壤的本质和进行分类奠定了理论基础，也为农业生产提供了科学依据。

我国土壤科学工作者的辛勤劳动也为祖国的土壤科学积累了相当数量的宝贵资料。随着国民经济发展的需要，我国的土壤与肥料科学有了空前的发展，在国土资源调查、开荒建场考察农业规划以及农业生产上起了很大的作用。在发展土壤肥料科学方面，早在1953年，党中央就提出了“以农家肥料为主，商品肥料为辅”的肥料工作方针。1956年春《全国农业发展纲要》(草案)中明确指出兴修水利，保持水土，增加肥料，改进施肥方法，改良土壤，改进耕作方法，开垦荒地、扩大耕地面积等是增加农业生产的主要措施，要求用各种办法把瘠薄的土地改造成肥沃的良田好地。1957年开展了全国肥料试验网工作。1973年又第二次开展了以土壤肥力为中心的全国土壤普查、土壤和植物营养诊断、土壤改良、土壤培肥工作。党的十一届三中全会后，建立了拥有现代化分析仪器的土壤肥料测验中心，这必将使我国土壤肥料的科研工作以及整个农业科研工作的测试质量和数量大大提高一步。

三、土壤肥料科学在实现农业现代化中的任务

土壤学的基本任务就是为开拓社会主义现代化建设新局面服务，为山、水、林、田、路综合治理和农、林、牧、副、渔全面发展做出贡献。

在肥料方面，“肥料是植物的粮食”。把粮食搞上去是十亿人民吃饭与建设的大事。为此，在广辟肥源、增施有机肥料的基础上，大力发展和施用化学肥料。根据不同土壤、不同作物生长发育的规律，合理施用肥料，满足作物各个生长发育阶段对养分的需要，获得优质高产。

土壤学的具体任务是：

1. 深入研究与掌握土壤的演变规律，从而不断改良不利因素，充分合理利用土壤等各种资源。
2. 开展土壤分类和各地主要土壤基本属性、生产性能的研究，为培肥高产土壤、改良低产土壤，使地越种越肥，为作物持续高产稳产创造条件。
3. 研究土壤的调查方法和土壤测试、诊断技术，建立土壤档案和因地制宜采取提高土壤肥力、改善土壤条件做出贡献。
4. 从耕作、施肥、灌溉、排水等方面研究各类土壤提高肥力的综合措施。
5. 土壤学也要赶上世界科学技术前进的步伐，在服务过程中搞好本身的建设。

肥料学的基本任务是：

1. 开展广辟肥源的途径和方法的研究。
2. 根据土壤类型和作物种类，进行合理施肥，提高肥料利用率的研究。
3. 开展植物营养规律的研究。
4. 开展施肥机械的研究。

第一篇 土 壤 学

第一章 土壤的形成及固相组成

土壤能生长植物，是因为它具有肥力。土壤肥力是来源于土壤形成过程中的风化作用和生物作用。

地球上的土壤都是由岩石经过风化作用变成成土母质，再经生物作用而形成的。

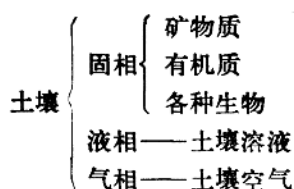
第一节 土壤和土壤肥力的概念

土壤是人类生产和生活中的一项重要资源，也是农业生产重要的生产资料。土壤是在五种自然因素影响下发育的，这五种因素是：母质、生物、气候、地形和时间。用发生学观点来看，土壤可以通过人类正确的生产活动，完全可以定向培育和改良，从而提高其肥力，以达到增加植物产量的目的。土壤是有机物与无机物、有生命与无生命相结合的独立的历史自然体。土壤的概念是：土壤是具有肥力、能生长植物，而且可以通过人类生产活动所能改变的陆地疏松表层。

土壤是在岩石风化的产物上形成的。植物所需要的大多数矿物质营养元素，最初包含在岩石之中，还不能被植物吸收，随土壤形成发育生物作用，矿质元素才被植物吸收利用。

地球出现生命以前，岩石就逐渐风化破碎，变成细小的颗粒，含在其中的矿质养分也被部分地释放出来，变成可溶性的化合物。如钙、镁、钾、钠的碳酸盐、硫酸盐等，并产生了岩石所没有的透过性。同时，开始有了一些保持水分和养分的能力，但它并不完全具备植物生长所必须的协调的水、肥、气、热和松紧的条件，所以，只能称之为成土母质。只有在最原始的生命——自养微生物出现以后，母质才开始产生本质上的变化，在它们的作用下，矿质养分不断被释放出来，空气中的氮素也不断被固定到土壤中来，开始有了有机物质和生命，这时才形成了最初的土壤。随着生物的不断进化，植物的出现，土壤的形成便加速了。植物用其根吸收有效养分，并变成自身组成成分，植株体死亡后又分解成为土壤中的养分，植物根分泌有机酸有利于土壤中矿物的转化。所以，随着植物的成长繁衍，不断进化，加之腐殖质的积累，表层土壤就变得深厚松软、颜色发暗了。

形成的土壤必须是由固相、液相和气相三相物质组成的一个独立的历史自然体。可以供给植物需要的营养元素、水分和空气，也可以说是土壤肥力的物质基础。



土壤区别于任何其它自然体的最本质特征是它具有肥力。所谓土壤肥力主要是指土壤提供水分与养分等条件以满足植物生长与发育要求的能力。实践证明，影响作物生长发育的不仅有水分与养分两个因素，其它如土壤温度的高低、通气性能如何、土壤理化性状的好坏、是否含有不利于作物生长的有毒物质等，都与土壤肥力相互联系，从而影响作物的正常生长与发育。所以，土壤肥力应该是：土壤能为植物同时提供水、肥、气、热等生活必需因素的能力。

土壤肥力有自然肥力与人为肥力的区别。土壤在尚未被人类开垦利用时，它所具有的肥力称为自然肥力。它是在自然因素影响下产生与发展的，它是自然成土过程的产物。这种肥力的发展是缓慢的，它可以是肥力的提高过程，也可以是肥力的降低过程，这要看自然因素的综合作用而定。

土壤由于人类开垦利用以及人类生产活动——耕种、施肥、灌溉、改良及其它农业措施干预了自然土壤的发育过程，产生了人为肥力。人为肥力是在自然肥力的基础上发展起来的。两种肥力难以截然划分，我们所能了解到的，只是人为肥力与自然肥力二者的综合表现。因为这种肥力的高低，直接表现在作物的产量上，故又称为“经济肥力”。“经济肥力”是自然因素与人类生产措施综合的产物，既受自然因素的影响，更受人为因素所制约，它的发展是迅速的。

第二节 土壤的形成过程

一、成土的主要矿物和岩石

(一) 主要成土矿物 岩石是由各种矿物组成的，这些矿物是自然界中具有—定化学成分、物理特性和内部构造的自然物质。它们大多数是无机物，少数是有机物（如煤），多数是固体，也有气体和液体的（如可燃气体和石油），一般是由两种以上的元素构成的化合物，但也有只由一种单一元素所构成的（如金刚石、金、银、自然铜等）。

形成土壤的主要成土矿物有石英、长石、云母、角闪石、辉石、橄榄石、方解石、白云石、石膏、磷灰石、铁矿等。它们的成分特点见表1-1。

(二) 成土的主要岩石 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。

只含有一种矿物的称单质岩，如大理岩即为一种矿物方解石的集合体。含有两种以上矿物称复成岩，如花岗岩是由石英、长石、云母等多种矿物组成的复成岩。

所有岩石按其成因分为三类：岩浆岩（或火成岩）、沉积岩（或水成岩）、变质岩（或变成岩）。

表1-1

几种主要成土矿物的成分、特点

种 类	化 学 成 分	风化特点和分解产物
石 英	SiO_2	质坚硬, 物理性质和化学性质稳定, 不易风化, 风化后形成沙粒, 成为沙粒的主要来源
斜长石	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	较易分解, 风化后形成粘粒, 为粘粒的主要来源, 除供给钾、钙元素外, 在保肥上有重要作用
正长石	KAlSi_3O_8	
角闪石	$\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}\cdot\text{Fe})_4(\text{Al}\cdot\text{Fe})(\text{SiAl})_3\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	易风化、形成粘粒, 提供钙、镁、铁等元素
辉 石	$\text{Ca}(\text{Mg}\cdot\text{Fe}\cdot\text{Al})(\text{Si}\cdot\text{Al})_2\text{O}_6$	
白云母	$\text{KAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	较易风化, 风化后形成粘粒, 为土壤中钾素来源, 在保肥上有重要作用
黑云母	$\text{K}(\text{Mg}\cdot\text{Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH}\cdot\text{F})_2$	
橄榄石	$(\text{Mg}\cdot\text{Fe})_2\text{SiO}_4$	易风化, 形成粘粒
蛇纹石	$\text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_{10}$	
方解石	CaCO_3	易受碳酸作用而溶解流失, 是母质和土壤中碳酸盐的主要来源
白云石	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	
石 膏	$\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}\cdot\text{CaSO}_4$	溶解度比方解石大, 在岩石中存在较少
磷灰石	$\text{Ca}_5(\text{F}\cdot\text{Cl})(\text{PO}_4)_3$	风化后游离出磷酸, 为土壤中磷素的主要来源
赤铁矿	Fe_2O_3	易风化, 是土壤红色和铁的来源
磁铁矿	$\text{Fe}_3\text{O}_4\cdot\text{FeO}$	难于风化分解, 长时间可氧化成赤铁矿, 土壤中铁元素的来源
褐铁矿	$2\text{FeO}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$	易风化, 是土壤棕黄色和铁元素的来源
黄铁矿	FeS_2	分解氧化为硫酸盐, 为土壤中硫的来源

1. 岩浆岩 岩浆岩是由熔融的、含有硅酸和特别稀少的氧化物、硫化物、碳酸盐等的岩浆并受某些地质构造作用的影响, 从地壳深处上升, 在各种不同条件下凝结而成的。

根据岩浆凝结的环境可分为: 深成岩(或侵入岩)——是由地壳深处的岩浆凝结而成; 喷出岩——是由喷出到地面的熔岩凝结而成; 浅成岩——介于前两者之间, 是由靠近地壳上层的岩浆凝结而成。

岩浆岩是最原始的岩石, 其共同的特点是绝大部分岩浆岩都是块状结构。根据成岩条件有的喷出岩还呈流纹状构造、气孔状构造和杏仁状构造(古代熔岩其中气孔填满了新形成的矿物体, 类似杏仁状)。此外, 岩浆岩中没有化石。

岩浆岩可根据矿物成分、产生状况和化学成分分成若干类, 如表1-2。

表1-2

岩 浆 岩 分 类 表

主要矿物成分			正 长 石		斜 长 石		辉石、橄榄石
			有 石 英	无 石 英	黑云母角闪石	辉 石	
产生状况	喷出岩		流纹岩	粗面岩	安山岩	玄武岩	
	侵入岩	浅成岩	流纹斑岩	粗面斑岩	安山斑岩	辉绿岩	
			花岗斑岩	正长斑岩	闪长斑岩		
		深成岩	花岗岩	正长岩	闪长岩	辉长岩	橄榄岩、辉岩
化 学 成 分			SiO ₂ 占65% 以上(酸性)	SiO ₂ 占55~65% (中性)	SiO ₂ 占45~ 55% (基性)	SiO ₂ 占45%以下 (超基性)	

含(SiO₂)量(酸性或基性的变化) 多(酸性)→少(基性);深色矿物质的含量(颜色的变化)少(色浅)→多(色深);比重的变化(轻重的变化) 小(轻)→大(重)。

表1-3 主要成土岩石的矿物组成、风化特性和分解产物

名 称	矿 石 成 分	风化特点和分解产物
花岗岩	以石英、正长岩为主,其次有云母、角闪石等	难风化,分解慢,生成的土壤土层厚,粗沙多,酸性或中性反应
流纹岩	与花岗岩相似	与花岗岩相似
正长岩	几乎全部由正长岩组成,有少量云母和角闪石,不含石英	较易风化,风化后形成大量的粘土矿物
闪长岩	主要为斜长石、角闪石,有少量黑云母和辉石	易风化,生成土壤母质多含粘粒和盐基成分
安山岩	与闪长岩相似	与闪长岩相似
辉长岩	主要由辉石与斜长石组成,也有少量角闪石与黑云母等	易风化,生成土壤母质多含粘粒和盐基成分
玄武岩	与辉长岩相似	与辉长岩相似
砾 岩	由直径大于2毫米的砾石胶结而成	圆形砾石不易细碎,角砾较易风化,风化后土壤母质多含沙粒及石砾
沙 岩	由粒径为0.1~2毫米的沙粒组成,主要成分是石英	不易风化,风化后形成的土壤土层薄,多沙粒
页 岩	粘土经压实、脱水和胶结作用,即硬化形成页岩	易风化,形成的土壤母质多含粘粒,养分含量较多
石灰岩	由碳酸钙沉积胶结而成	易风化,形成的土壤土层薄,质地粘重,有石灰性反应
辉 岩	不含长石,由辉石构成	易风化,生成土壤母质多含粘粒和盐基成分
片麻岩	与花岗岩相似	与花岗岩相似
板 岩	由泥质页岩变质而来	难风化,生成土壤母质多含粘粒
石英岩	与沙岩相似	难风化,风化后土壤母质多含沙粒

2. 沉积岩 沉积岩是在地表低温、低压的环境下，主要由各种外力及有机质生命活动破坏已有的岩石，随后再沉积而形成的。

由于沉积环境的改变或沉积过程的间断，往往使沉积岩形成层理，沿层理很容易裂开，从外观上看是层状结构，有时在层理面上还可以找到化石、泥裂、雨痕、足痕、波痕等。沉积岩可因其成因分为三类：碎屑沉积岩——岩石经机械破坏，再经过堆积而成。如页岩、砂岩、砾岩等；化学沉积岩——化学物质从溶液中（海水、湖水等）沉淀而成。如石膏、盐岩及一部分石灰岩；生物沉积岩——由于有机体生命活动而成（即由水中无数微小的介壳类遗体的堆积而成）。如石灰岩、白云岩等。

主要沉积盐有以下几种：页岩、砂岩、砾岩、石灰岩、白云岩。

3. 变质岩 沉积岩或岩浆岩经过地质作用，下沉到地壳的深处，处于与其生成时完全不同的高温、高压条件下，迫使这些岩石原有的矿物成分发生变化，重新结晶，重新排列或组合形成新的矿物，改变了原有的化学成分、结构和构造，而形成新的岩石，这种经过变质作用所形成的新岩石称变质岩。

变质岩一般具有片理，是变质过程中单方面的压力作用的结果。主要的变质岩有以下几种：板岩、片岩、片麻岩、石英岩、大理岩等，见表1-3。

二、岩石的风化过程

从岩石到形成土壤需要两个过程：即风化过程和成土过程。这两个过程在一般情况下是同时同地进行的。但风化过程总是开始于成土过程之前，土壤是这两个不可代替过程的产物。

所谓风化就是岩石和矿物在大气的影响和外力作用破坏下，在成分、构造和性质上起了根本的变化。风化过程就是矿物和岩石经过一系列多种复杂破坏作用，使之变成散碎、疏松的过程。疏松、散碎的物质便是形成土壤的基础物质——成土母质。在风化、剥蚀作用下，仍残留覆盖在原地母岩之上的风化产物，称为残积物或残积风化壳。

岩石的风化分三种主要类型：

（一）物理风化 物理风化又称机械崩解作用。它只是使岩石的形状发生改变，体积由大变小，而化学组成基本上没有多大改变的机械破坏作用。引起物理风化的主要因素是：

1. 温热（热力学）的作用 这是温度变化引起岩石热胀冷缩的现象。岩石是不良的导体，白天外层升温很高，内层温度低，这样白天受热的岩石表面与其内部之间产生了不均等的张力，促使表层形成了很多与岩石表面平行的小裂缝，久而久之成片状剥落。但到夜间冷却时，外层收缩大，内层收缩小，这样就促使岩层表层生成与表面垂直方向的放射状裂缝，发生页状剥落。由于相互交错的裂缝网的产生或层状与页状的剥落，岩石表层就逐渐变得疏松了（图1-1）。

温度变化使岩石破坏的另一个原因是：岩石由各种膨胀系数、颜色、热容量和



图1-1 在温度变化下岩石表面剥落阶段示意图

内部构造不同的矿物组成，在一热一冷、一胀一缩的时候，组成岩石的矿物胀缩程度不一，而在彼此间又会发生相互顶挤的现象，从而加速了岩石破坏作用的进行。

2. 其它因子的作用

(1) 水的冻结作用 寒冷多湿地方渗入岩石缝隙中的水，当冻结时产生极大压力(960公斤/厘米²)，使岩石破碎。

(2) 盐类结晶粒的撑胀作用 干旱地带，岩石所含的盐分夜间吸水潮解渗入岩石内部，白天烈日暴晒，水分向上蒸发，水中盐类结晶，对岩石有一种撑胀作用，使岩石崩裂。

(3) 碎石的劈裂作用 碎石落在岩块的裂隙中，如同楔子一样，随岩石的一胀一缩，岩块在裂隙中不断下落，有劈裂岩块作用。此外，风的作用，冰川的作用等对岩石都有程度不同的机械破坏作用。



图1-2 岩石机械分解的几个阶段示意图

物理风化的结果，岩石由大块变碎块，由粗粒变为细粒，为化学风化创造有利的条件(图1-2)。

(二) 化学风化 化学风化是组成岩石的矿物与大气元素相互之间所引起的化学作用，不仅使岩石改变体

积和形状，更主要的是改变了它的成分和性质。引起化学风化的主要因素是：

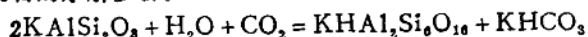
1. 水的溶解作用 自然界没有绝对不溶于水的岩石或矿物，如含有二氧化碳及其它酸类的水，便大大地增加了它对矿物的溶解能力。溶解作用的结果使岩石中易溶物质进入水中被带走，使岩石孔隙度增加。

2. 水化作用 矿物和水接触后，其离子与水分子互相吸引结合得相当牢固，形成新的含水矿物，称为水化。岩石水化后容积增加，使岩石成为易于崩溃的疏松状态。

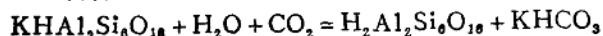
3. 水解作用 当水中的H⁺和OH⁻离子进入矿物晶格和组分之间，原生岩便发生彻底地分解和改变，常常一直到把矿物分解成简单的氧化物时为止。

在水中溶有二氧化碳生成碳酸时，就使水中的H⁺大大增加，对矿物进行加速分解。

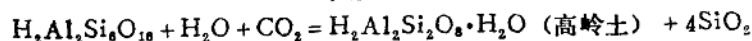
正长石的水解步骤：



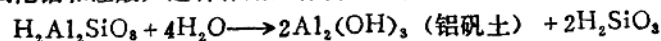
(正长石) (云母类酸性铝硅酸盐) (重碳酸钾)



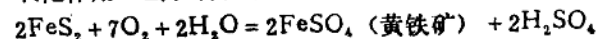
(不稳定游离的铝硅酸)

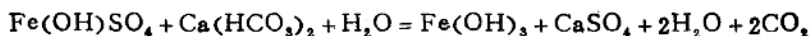


长石转变为高岭土，称高岭土化作用。经常处于高温多雨情况下，高岭土可以进一步分解成氢氧化铝和硅酸，这种作用又称富铝化作用。



4. 氧化作用 当矿物接触含氧的水，则矿物成分便被氧化。





(稳定氢氧化铁)

(三) 生物风化 岩石在生物生命活动影响下, 所进行的机械破坏和化学分解的过程称生物风化。

1. 生物的化学分解作用 微生物和植物在其生命活动过程中, 往往利用它们的分泌物, 分解岩石中的矿物质以取得生命活动所需要的物质, 同时, 对岩石起着化学的破坏作用。

2. 生物的机械破坏作用 植物根系伸入岩石裂隙, 在其生长过程中, 使岩石崩解。

总括起来说, 这三种风化是同时同地对岩石起着作用, 它们之间是相互联系和相互影响的。风化的产物有了一定的透水性和透气性, 把原来包含在岩石中的矿质元素变成植物可以直接利用的可溶性盐类, 但还不具备土壤的基本特征——肥力, 而只能叫做成土母质。

三、成土母质的类型、分布及特点

岩石风化的产物——母质, 有的生成后原地没动; 有的在自然因素(水、风、冰和重力)作用下, 被运到很远的地方沉积, 从而产生了各种不同类型的成土母质。其对土壤的影响也就各不相同。

(一) 定积(残积)类母质 岩石风化后, 未经搬运就堆积在原处而成的母质均属于定积或残积母质。它们的颗粒成分极不均匀, 是大块碎石、沙粒、粘土无层次的杂乱堆积体, 表层容易被水、风带走而留下大碎块。

(二) 运积类母质 经过流水搬运再沉积的母质, 常按成因不同又分为坡积、洪积和冲积母质。

1. 坡积母质 它是雨水和融雪水以及重力将堆积在山坡上的矿物碎屑搬运到坡脚形成的。也是各种各样未磨圆的、未分选的、无层理或层理不明显的疏松物质的堆积物。

2. 洪积母质 它是山洪、暴雨在短期内沿陡坡夹带大量土粒和石砾, 下冲至山前坡度较小的平缓地带堆积而成。洪积母质的外形多以山谷出口为尖端, 呈向四处分散状的扇形堆积物。扇形下部易形成“尿坑地”。

3. 冲积母质 它是在河流中下游或河流两岸沉积而成。以沉积形式的不同又分为:

(1) 河漫滩 河流形成河曲时, 所有凸岸部分都要因河水冲击的泥沙堆积而成平滩, 彼此交错排列的平滩叫做河漫滩(也叫河滩地、江湾地、河套地)。

(2) 淤积平原(冲积平原) 河水泛滥、泥沙随着河水漫出河床, 水退时, 这些泥沙便沉积在河漫滩上, 久而久之, 就造成了淤积平原。

(3) 堆积阶地 谷地成淤积平原, 经地壳上升, 河流重新下切出现新河床, 通过沉积再出现新淤平原, 地壳再上升, 经过几个相互更替的侵蚀阶段和沉积阶段, 就造成了堆积阶地。

(4) 三角洲 河水将较细的泥沙搬运到河口, 由于河水入海, 受到海水阻力顶托, 流速稍减慢, 泥沙长期而大量沉积, 形成露出水面的三角地带叫做三角洲。

(三) 静水沉积母质