

全国高等农业院校试用教材

土 壤 学

(南方本)

西南农学院主编

农学类专业用

农业出版社

用教材

土 壤 学

(南 方 本)

西南农学院主编

农学类各专业用

农 业 出 版 社

前 言

本书是我国南方地区高等农业院校农学类专业的土壤学试用教材。

全书着重联系生产实际，揭示土壤肥力发生和演变的规律。书中论述土壤一般性部分，主要是讲认识和提高土壤肥力的基本理论和技术。在此基础上，专章讲授土壤肥力，作为前几章的小结，也为后几章学习土壤类型、土壤改良打下基础。在介绍南方土壤时，着重地叙述了我国亚热带地区各种主要土壤类型的土宜、时宜以及利用改良技术要点，并指明了因地制宜改土培肥的途径。

由于南北方自然条件差异较大，本书各章题材、体系和北方本有所出入，建议在教学中，多多参考北方本教材，以便对土壤学基本理论与我国土壤分布情况有比较全面的了解。

编 者

一九七八年十一月

目 录

绪 论	(1)
第一章 土壤的形成与演变	(6)
第一节 土壤母质的形成	(6)
一、土壤母质的基本概念	(7)
二、土壤母质的来源	(7)
三、土壤母质的形成过程	(10)
四、风化产物的搬运和堆积	(14)
第二节 土壤发育的自然土阶段	(16)
一、自然土壤的形成过程	(16)
二、各种自然因素在土壤形成过程中的作用	(18)
三、自然界主要的成土过程	(20)
四、自然土壤的形态特征、性质及其发展速度	(21)
第三节 土壤发育的农业土阶段	(22)
一、人类生产活动在农业土壤形成中的作用	(22)
二、农业土壤形成过程的特点	(23)
三、农业土壤的形态特征、性质及其发展速度	(26)
第二章 土壤肥力的物质基础	(28)
第一节 土壤矿物质	(28)
一、土壤的矿物质组成	(28)
二、土壤矿物质的化学组成	(31)
三、土壤的机械组成	(33)
第二节 土壤微生物	(37)
一、微生物在土层中的分布特点	(37)
二、土壤微生物在土壤中的作用	(40)
第三节 土壤有机质和腐殖质	(41)
一、土壤有机质的来源和性质	(41)
二、土壤有机质的转化过程	(42)
三、土壤腐殖质	(46)
四、土壤有机质在土壤肥力中的作用	(48)
五、土壤有机质的调节	(50)
第四节 土壤胶体复合体	(51)
一、土壤胶体的概念	(51)
二、土壤复合胶体的组成	(55)
三、土壤复合胶体在土壤肥力中的作用	(56)

第三章 土壤的基本性质	(58)
第一节 土壤吸收性能	(58)
一、土壤吸收性能的类型	(58)
二、土壤的离子代换吸收作用	(59)
三、土壤吸收性能的作用与调节途径	(64)
第二节 土壤反应	(65)
一、土壤酸度的类型及来源	(66)
二、土壤碱度	(68)
三、影响土壤酸碱度的因素	(68)
四、土壤的缓冲性	(69)
五、土壤反应对土壤肥力及作物生长的影响	(70)
六、土壤酸碱度的调节	(71)
第三节 土壤孔隙性与结构性	(72)
一、土壤孔隙性	(72)
二、土壤结构性	(74)
第四节 土壤层次性	(81)
一、土壤层次性的概念	(81)
二、土壤的质地层次	(81)
三、土壤的结构层次	(83)
第五节 土壤的物理机械性和耕性	(84)
一、粘结性与粘着性	(84)
二、土壤的膨胀性与收缩性	(85)
三、土壤的可塑性	(86)
四、土壤的耕性	(87)
第四章 土壤热、水、气、肥及其相互关系	(90)
第一节 土壤热状况	(90)
一、土壤热的来源	(90)
二、土壤热特性	(91)
三、土温变化规律及其影响因素	(93)
四、土壤温度状况对作物生长与土壤肥力的影响	(95)
五、土壤热状况的调节	(96)
第二节 土壤水分状况	(97)
一、土壤水分类型与性质	(97)
二、土壤持水量与吸水力的关系	(99)
三、土壤水分的有效性	(101)
四、毛管水的运动与土壤供水性能	(102)
五、土壤水分的渗漏与蒸发	(104)
六、土壤水分对土壤肥力和作物生长的影响	(106)
七、土壤水分的调节	(107)
第三节 土壤空气状况	(108)
一、土壤空气组成	(108)
二、土壤的通气性	(109)

三、土壤通气性与土壤氧化还原状况	(110)
四、土壤通气性对作物生长和土壤肥力的影响及其调节途径	(111)
第四节 土壤养分状况	(112)
一、土壤养分的种类与数量	(112)
二、土壤养分的形态及其转化	(114)
三、影响土壤养分转化的因素	(117)
四、土壤保肥、供肥性能与植物营养	(119)
第五节 土壤中热、水、气、肥的相互关系	(122)
一、土壤肥力因素的同等重要性	(122)
二、土壤肥力因素的相互关系	(123)
三、土壤调节热、水、气、肥的功能	(124)
第五章 土壤生产性能与土壤肥力	(127)
第一节 土壤肥力研究工作的过去与现在	(127)
第二节 土壤生产性能	(130)
一、土壤生产性能的概念	(130)
二、土壤生产性能分述	(131)
第三节 土壤肥力生物热力学观点	(142)
一、我国农民认识土壤肥力的经验	(142)
二、土壤肥瘦的实质	(143)
三、提高土壤肥力的基本途径	(147)
第六章 南方土壤类型与土宜时宜	(149)
第一节 概述	(149)
一、南方土壤类型特点	(149)
二、土宜与时宜	(150)
第二节 旱作土	(151)
一、紫泥土	(151)
二、红泥土	(160)
三、黄泥土	(168)
四、潮砂泥土	(171)
五、黄刚土	(173)
六、黑泡土	(178)
第三节 水稻土	(180)
一、水稻土的形成条件	(181)
二、水稻土的基本性质	(184)
三、水稻土的发育层段	(186)
四、双季稻的土宜与稻田土壤侵蚀的防止	(187)
五、紫泥田	(188)
六、红黄泥田	(191)
七、潮砂泥田	(196)
八、马肝泥田	(197)
九、黑泡泥田	(199)
第七章 高产稳产土壤的特征及其培育	(202)

第一节 高产稳产水稻土的特征及其培育	(202)
一、高产稳产水稻土的肥力特征	(202)
二、高产稳产水稻土的建设和培育	(211)
第二节 因地制宜建设和培育高产稳产旱作土	(215)
一、狠抓造林,绿化荒山	(216)
二、沟坡兼治,做好水土保持工作	(216)
三、发展小型水利,扩大水浇地面积	(216)
四、深耕改土,增施肥料,加速土壤熟化	(216)
第八章 南方主要低产田土的利用改良	(218)
第一节 旱作土的利用改良	(218)
一、红泥土的利用改良	(218)
二、飞砂土和海成砂土的利用改良	(230)
三、盐潮土(盐土、咸田)的利用改良	(231)
第二节 低产水田土壤的利用改良	(234)
一、冷浸类低产田的改良	(234)
二、粘瘦类低产田的改良	(240)
三、毒质类低产田的利用改良	(247)
四、碱性类低产田	(251)
五、漏水类低产田	(254)
附录 土壤普查	(256)

绪 论

一

土壤是农业的基础。它不但为人类提供了生活资料,还为工业生产提供了大量的原料。现代科学的发展,虽然创造了进行水培或所谓无土栽培的技术,但要因此改变目前依靠土地进行农业生产的现实,至少在最近的将来,还是不可能的。

植物生长需要光、热、水、气、肥五大因素。不同植物在不同的生长阶段,对这五项因素的要求,是各不相同的。五因素中,光与热是宇宙因素,是植物生长发育与土壤肥力发生发展的动力,是人类至今无法直接控制的农业生产因素。其余,水、气和肥三者则都是地球因素,是人们在利用土地过程中,控制、调整和改变的对象。对土地进行光、热、水、气、肥的全面控制,是一切耕作技术的中心目标。土地有肥瘦的区别。良好的耕作法可以变瘦为肥,变低产为高产。为了更好地利用自然因素,发挥土地的生产潜力,必须因地制宜地配置农、林、牧三者,使地尽其力,物尽其宜。森林配置得宜,可以涵蓄水源,改良气候,并提供肥料、饲料、燃料及木料。作物产量的提高反过来可以为畜牧业的发展奠定巩固的基础。后者又可为农作物增辟大量的肥料来源,从而更好地促进农业生产的发展。

我国土壤种类繁多,地区气候差异更大,各地区农、林、牧的合理配置,是土壤研究工作的主要课题,不可不给予高度的重视。

二

土壤科学的发生与发展,随着生产的发展,由简单的认识和被动的适应,到深入的理解和有意识地改造。在原始社会里,人类以狩猎为生,谈不上对土壤的认识。奴隶社会开始了农业生产,逐步积累了有关土壤和耕作的知识。公元前1066—771年,西周《禹贡》一书有下列的记载,距今四千年前大禹治平水土,分天下为九州,按颜色将土壤分类,每类土壤都有一定的肥力等级,这是世界最早的土壤分类体系,也可以说是农业土壤学的萌芽。但在当时,奴隶的劳动是被迫的,生产不可能发展。在生产落后的情况下,对土壤的认识也是很简单的。

到了封建社会,由于重视农耕,大兴水利,生产有了较大的进展。公元前645年,《管子》将我国土壤分为十八类,叙述了各类土壤性状、土宜和植物生长状况,并作了土壤肥力的比较。公元六世纪贾思勰著《齐民要术》,进一步引用了前人著作一百五十多种,搜集民间农谚三千余条,系统地总结了调配水、土、肥的经验,提出了许多科学观点,例如种植绿肥,提高土壤肥力,就是当时的一个重要贡献。公元前206—8年,西汉赵过在总结群众实践经验的基础上,提倡沟垄深耕轮作,在耕作管理技术方面,又开始有了重要的发展。由此可

见,我国作为一个古老的农业国,由于亿万农民的生产实践,对于认土、用土和改土方面很早就积累了极为宝贵的经验。其后历代有关农业的著作,不断出现,诸如建筑梯田,实行轮栽、大窝种植、粮肥间作,以及许多精耕细作的技术,不仅至今在生产中仍起着重要的作用,而且对于世界农业的发展也有一定的影响。但在长期封建统治的情况下,此等久经实践考验的宝贵经验始终未能及时加以研究整理。因此,延迟了土壤学的发展,这是令人惋惜的。

当前,随着理化、生物科学的进步,欧美土壤学的理论研究日趋深入,在“洋为中用”的前提下,自应虚心学习,取长补短,并从历史发展的角度,全面总结当前国内高产经验,为建立具有我国特色的农业土壤学作出应有的贡献。

土壤科学在国外只有百余年的历史,研究的中心内容始终是认识和提高土壤肥力的问题。在十九世纪,德国就已产生了农业化学和农业地质学两种不同的学派。以李比希为代表的农业化学派,认为无机矿物才是植物的营养物质,土壤中的矿质养分,在长期种植作物的过程中,必须不时补充,才能免于衰竭。以法罗为代表的农业地质学派,则认为土壤形成只是岩石风化的结果。养分在风化过程中,不断受到淋洗,土壤肥力不可避免地日趋衰退。这两种理论的实质,曾经被苏联土壤学家加以批驳,认为它们都是肥力递减论学说的支持者,他们在思想方法上有错误。按照苏联学者的看法,土壤生长植物的全部历史过程,都是生物小循环和地质大循环矛盾斗争的过程。以植被为主导因素而引伸的土壤腐殖质的积累和它的强大保肥力,是生物小循环战胜地质大循环的表现。因此,土壤肥力的发展方向,总的来说是上升的。肥力递减是不符合客观实际的。

由于重视了这一点,苏联学者柯斯狄切夫首先建立而由威廉斯加以充分发展的土壤结构学说,就开辟了根据热、水、气、肥矛盾分析,动态的研究土壤结构和肥力间关系的领域。这样就使得只从土壤和植物在养分供求关系上探讨土壤肥力的农业化学派作法,得到了有力的补充。进一步还使得土壤中热、水、气三因素的动态研究成为直接沟通微观与宏观各项肥力因素的枢纽。因而就把气候、植被、地形、母质和地球年龄等成土五因素,有机地联系起来了。

基于上述种种考虑,道库查耶夫关于土壤是独立历史自然体的定义,以成土五因素为对象,解释土壤肥力形成过程的土壤发生学概念,乃成为现代土壤学新水平的一个划时代的标志。

土壤发生学的创立,为土壤养分动态和植物营养机理的研究开辟了探讨热水气条件如何支配养分动态的一个新的领域。使成土五因素的综合性研究,成为规划因地制宜施肥管理、稳夺高产的一个必不可少的基础工作。现代化的研究工具,正在稳步前进地走上农业科学和土壤发生学相互渗透、相互推进的康庄大道。

科学的发展,既有时代条件的限制,也有地理条件的限制。通过生产实践与科学实践,科学可以在学习和继承中,不断纠正错误,填补空白。一个新学说的成立,多是千万群众实践经验的总结,现代土壤科学的进步,也并不例外。以土壤肥力理论为例,从缺啥补啥的归还论,到依据土壤供应水肥稳定程度,判别肥瘦的土壤肥力理论,是一个飞跃。但威廉斯土壤肥力理论的确立,在目前还是一个开端,这里还有很多空白有待填补。例如所谓稳、匀、

足、适地供应养分的机制是什么？动力又是什么？对不同植物的要求如何满足？又如何结合气候、地形、作物植被、农林植物群体结构等宏观条件的水热动态实质，定向培肥土壤？这些都有待于长期实践作出答案，使土壤学的研究能真正有助于农业生产的发展。我们现在的态度是虚心学习国外先进科学技术，认真总结本国的经验，务必做到“洋为中用”、“古为今用”、“百花齐放”、“百家争鸣”。

我国农民看天、看地、看庄稼定耕作措施的三看经验是十分丰富的。仍就土壤肥力理论来说，在三看经验中，看天是看气候的变化。看地、看庄稼是看气候变化，如何影响到作物的长势长相和土壤的生产性能，依此决定耕作管理的措施。科学地总结这三看经验的结果，就初步形成了土壤肥力的“生物热力学”概念，启发了今后具体解答上述一系列有关土壤肥力实质问题的途径。例如，进行土壤胶体热力学性质的研究，有可能使研究植物光合作用的结果和土壤肥力研究的结果紧密联系起来，为作物产量的预测预报铺平道路，并正确答复了土壤肥力机制和动力的问题。除此以外，借助于土壤胶体的研究，也可以把土壤从理化运动的形式，提高到类生物体的高度来考虑。这样做，土壤和植物之间的一切内在联系，都变成了在同一气候因素下，土壤和植物间生理协调的问题，大大简化了研究农业生产这个多因子体系的困难。综上所述，可以明白地看出，作为自然体的土壤，实质上是具有代谢、调节、抗逆等生理功能的类生物体。土壤肥力则是在太阳辐射热直接和间接作用于土壤胶体的情况下，土壤稳、匀、足、适地供应植物养分和水分的能力。

三

我国地域辽阔，自然条件多样，成土五因素的组合方式千变万化。即使在同一地区内，由于土壤类型不同，阻碍土壤肥力发展的主要矛盾性质有差异，而有各异的土宜和时宜。土壤学研究工作的主要任务，是在针对不同土壤类型的土宜和时宜，拟定作物布局和施肥、耕作、管理等旨在实现大面积平衡高产的规划方案。因此土宜和时宜的研究，就成为农业科学工作者义不容辞的职责。

土宜和时宜的研究包括两个方面：一个是从植物生理的角度确定不同农林植物种类和品种对气候、土质的要求；另一个是从土壤宜种性、宜肥性、宜耕性的角度，确定土壤对不同农林植物的适应范围。两者必须同时兼顾，做到土壤、植物双方在生理、生态以及对气候的适应方面完全协调一致，才能取得高产优质的结果。举几个例子来说，北方的盐碱土，在开垦初期，种耐盐性较强而经济价值较低的各种先锋作物，比直接种小麦或玉米可以得到较高的产量。南方红壤初垦时，种绿肥作物也比种玉米、棉花等作物有利于高产。同理，把杂交水稻种在瘦瘠的土壤里，即使多施肥料也不易高产。良种大胡豆从肥沃冲积土移种到低硅性的嘉定层红紫泥上，不但由于缺乏磷质，加水不易煮烂，而且产量也低。近来，各地大搞农田基本建设运动，新改的田土肥力大大提高，原有的轮作复种制度已不能适应，必须改种经济价值较高的作物，改变耕作制度或提高复种指数，才能收到大幅度增产的效果。至于因硬性规定作物种植面积，从而导致大面积减产的事实，更是处处可以见到。在时宜方面，同样可以见到在大面积区域内，不管平原、山区、阳坡、阴坡，也不管土壤是潮砂或黄泥、暗紫

泥或红紫泥，硬性规定同一期限内完成某一作物的播种任务，其结果也必然导致一些地区的严重减产。我国古农书中，很早就有这样的记载：“不违农时，五谷不可胜食也”。可见认识时宜的必要性。

土宜时宜的科学内容是非常丰富的，国外科学往往把有关这一类的知识内容，列入农学、园艺、森林等专业学科范围以内。在土壤学基础理论中很少系统地陈述，即使有所论述，也往往语而不详。但在实际上，我国千百万劳动人民的经验几乎件件都是不同地区、不同季节条件下，土宜和时宜的生动描述。现在摆在我们面前的问题是，遵从国际土壤科学体系，对这些经验置诸不问不闻呢，还是努力学习辨别成土五因素的基本知识，根据自然条件的实质，认真总结我国农民经验和国外农学各专业刊物中有关土宜和时宜的宝贵内容呢？回答是肯定的。那就是要在当前进行全国性土壤普查和农业区划等工作中，广泛总结群众经验，严格区分土壤类型，逐步积累按土改良、按土种植、按土施肥、按土灌排、按土耕作的调查研究成果，独创性地为我国土壤学开辟论述土宜和时宜的新领域，使之为规划工作服务，这将是历史赋予我国农业科学工作者的光荣任务。

四

农业生产是一个多因子体系。在这个体系中，植物和土壤都是生物运动形式，气候、地形、母质、水文等自然条件都属于理化运动形式，由于植物较动物为低级，所以对环境因素的变化比较敏感。作为类生物体的土壤，尤其是如此。因此不论是农作物或是土壤，对其生理、生态方面的变异，我们都必须具备物理学、化学、生物学、微生物学、地质学、气象学等学科的基本知识，进行深入细致的研究，才能获得正确的认识。在进行这些研究的过程中，尤其要始终抓住以下几个重要关键，才能把土壤学真正学到手。

（一）从了解当前生产问题入手，运用各项自然科学基础知识和农学各专业的基本理论及技术，全面地分析地区自然条件，对作物生理、生态及土壤肥力的影响。以此认识土壤，改造土壤，利用土壤。

这里要特别强调的是认识自然条件的重要性。因为无数惨痛的教训，已经充分说明，不注意辨别自然条件，盲目地指导农业生产，就难免要受到自然的惩罚，减产欠收都是必然的结果。相反，无数农业高产典型的成功经验，也同样充分地说明：严格按照土性所宜，不失时机地抢栽、抢管，大面积平衡高产稳产也是必然的结果。实践是检验真理的唯一标准，生产问题的存在就是大自然对人们不按客观规律进行农事操作的最好的答复，学习土壤学一定要有这样的认识。

（二）唯物辩证的思想方法是认识、分析农业生产这一个多因子体系的有力工具。这一工具之所以重要，是因为土壤科学研究的最终目标是针对土壤肥力发生发展中的主要矛盾，对症下药，开列改造自然条件，改造土质，改革耕作制度，以求稳夺高产的方案。为了正确分析矛盾，又必须深入了解气候、土壤、作物、耕作，即天、地、人、物四者，在相互作用、相互制约过程中所涉及的全部因子。遗漏了一个因子，矛盾分析就容易陷入片面性。矛盾分析不准确，就无法作到因地制宜，对症开方。这是土壤学的特殊性所决定的，也是农业

科学的特殊性所决定的。这种特殊性表现在农业生产体系的组成成分和医学工程相比，它包含的因子数目多，范围广，变化快，性质差异大。土壤发生学思想的出现，所以能改变旧土壤学迟迟不进步的状态，就是原因于成土五因素地发现，有效地扩大了土壤学和农业科学的研究领域，促成了天、地、人、物四者的结合。不明白这一点，片面地认为科学是科学，哲学是哲学，那么，主观上想要使土壤学为农业生产服务，还是比较困难的。

（三）土壤类型的变异，实质上是天、地、人、物组合方式的变异。这就决定了在野外实地调查研究土壤及其环境的必要性。近年来，土壤定位研究的结果，不但使人们了解到单纯进行土壤标本的实验室研究，难以反映自然环境下，土性随气候、地质、水文等因素而变化的客观现实。也是土壤科学无法与其他农业科学及基础科学相互渗透、相互启发的原因所在。其结果，只能是自己在生产中显得软弱无力。相反，如果重视在野外实地调查研究土壤，拜贫下中农为师，共同总结生产成败的经验，切实掌握土宜时宜的知识。那末，它在土壤科学上的造诣，又将会是丰富多彩的。

本书编写时间较短，收集资料不够完备。为适应学习需要而试写的土壤肥力、土壤类型及其土宜时宜、高产土壤的培育等章，内容更显不足。凡此种种，都有待再版时补充改正。

第一章 土壤的形成与演变

土壤的形成与演变，一般说来，大致可分三个阶段。第一，没有生长植被阶段（母质阶段）；第二，开始生长植被但还没有人类的生产活动阶段（自然土阶段）；第三，在自然土（或母质）的基础上开始有人类的耕作活动的阶段（农业土阶段）。因此，土壤形成方式可分为下列基本形式：

母质—自然土壤

母质—自然土壤—农业土壤

母质—农业土壤

上述几种形式中，母质是土壤形成的基础。从坚硬的岩石风化成松散的母质，产生了矿质胶体，开始具有透水通气、保水保肥能力。其缺点是没有腐殖质，但可开始产生微生物胶体和酶胶体，故有的母质可以直接开垦利用，形成农业土壤。如四川的紫色砂页岩风化形成的紫色红石骨土稍加耕作就可种植作物，並可获得较好收成。

自然土壤是在母质的基础上，有了植被，产生了有机胶体，同时土壤复合胶体也已形成，其肥力特性比母质表现得更为清楚和完整，并具有调节能力。而农业土壤是在人类耕作后，人们对母质或自然土壤进行改造的阶段。从土壤肥力发展的方向速度来看，农业土壤与母质和自然土壤不同的地方，就是可通过人力使母质或自然土壤在短期内完全改变。因此，只有在农业土壤阶段才有在人们发挥主观能动性的前提下，使用科学方法来定向加速培肥土壤的可能。特别是在我们优越的社会主义制度下显得更为容易、土壤越种越肥，越种越高产。因此，土壤的形成和演变过程也就是土壤肥力的形成、演变和发展过程。而随着肥力的形成、演变和发展，土壤表现出一定的形态特征，即具有一定的剖面形态。这种剖面形态是土壤内在肥力特征的外在表现，因此，根据土壤的剖面形态，可以判断土壤的肥力性状。母质既是自然土壤和农业土壤的基础，就应在论述母质形成过程的同时，说明其形态特征在土壤肥力形成上的意义。

下面就土壤母质的形成、土壤发育的自然土阶段和土壤发育的农业土阶段分别进行讨论。

第一节 土壤母质的形成

土壤母质的类型和分布，因气候、地形和岩石种类而异。我国南方与北方以及北欧、北美等地区不同，气候高温多湿，地形多丘陵、山地，水文变化频繁，岩石、矿物的风化度高，土壤母质中胶体数量一般较多。由于地形对母质的重新分配，现在可以看到在砂质土、壤质土、粘质土交错出现时，粘质土的分布面积往往较大。而胶体品质不同的土壤交错出现时，

品质较差的土壤(指低硅性土)比品质较好的土壤(指高硅性土)分布的面积也较广。明确了这一点,对于了解我国南方土壤与母质的关系和不同土壤的肥力特性有重要意义。

一、土壤母质的基本概念

裸露在地表的岩石,经风化作用破坏成疏松大小不等的矿物质颗粒,产生了形成土壤的材料,即母质或成土母质。母质与原来岩石有质的区别,不但形状大小改变,而且产生了许多新的特性。但母质本身并不是土壤,因为它还没有完整的肥力因素。母质作为形成土壤的原料,只有在生物风化开始的同时才开始了土壤的形成过程,在以生物为主导的作用下,母质经过成土作用才转变成有肥力的土壤。在土壤这个复杂的多相物质里,矿物质为土壤的主要组成部分。土壤中矿物质颗粒一般占土壤固体部分重量的95%左右,它犹如土壤的“骨架”。由于土壤是在成土母质的基础上发展起来的,故母质的某些性质可能长期保留在土壤性质中,并将继续不断地影响土壤的肥力。母质对土壤的影响视土壤发育程度而异,一般说,土壤发育得越深,母质的影响就越不显著,土壤与母质的差异也就越大。反之,土壤发育得越浅,则母质的物理性、化学性保留得越多,母质的影响也就愈深刻愈显著,土壤与母质的差异也就愈小。这对研究土壤具有重要意义,尤其是在耕作土壤上,天然植被破坏,土壤的许多性质显著地受母质的支配。往往在一个大范围内甚至小范围内,土壤的生产性能常有很大的差异,这就需从地质方面充分了解母质的特性,才能更好地掌握土壤生产性能差异的原因。

二、土壤母质的来源

土壤由母质形成,母质由岩石风化而来,岩石又是由一种或数种矿物所组成的。所以地壳的成分与母质及土壤的成分有一定的关系。

(一)地壳物质的元素组成 岩石是构成整个地壳的基本物质。就整个地壳来说,其化学组成极为复杂,几乎包括所有的已知化学元素,但这些元素的含量却有很大的不同。根据维尔纳特斯基的材料,地壳中主要元素的平均组成如表1—1。

由表1—1可知,地壳的主要成分是由氧与硅两种元素组成,两者占地壳元素组成的75%以上,而氧却几乎占全部组成的一半。事实上,各种元素大部均以氧化物的状态存在于地壳中。另一方面,作为植物所需要的某些营养元素不仅含量很少,而且都以难溶的化合物封闭在坚硬的岩石中,处于极其分散状态。由此可知,地壳要从它原来的状态

1—1 地壳中主要元素含量

元 素	重 量 (%)	元 素	重 量 (%)
氧 O	49.13	碳 C	0.35
硅 Si	26.00	氯 Cl	0.20
铝 Al	7.45	磷 P	0.12
铁 Fe	4.20	硫 S	0.10
钙 Ca	3.25	锰 Mn	0.10
钠 Na	2.40	氟 F	0.08
镁 Mg	2.35	钡 Ba	0.05
钾 K	2.35	氮 N	0.04
氢 H	1.00	其他	0.22
钛 Ti	0.61		

变成具有肥沃性的土壤，必须经过一个质变过程。首先，坚硬的岩石必须通过破碎分解而成为母质，植物营养元素才可能被释放，被集中，水分与空气才可能被通过，肥力才可能发展，土壤才可能形成。

(二) 成土的主要矿物 矿物是指自然产出的具有一定化学组成和物理特性的单质或化合物。组成土壤的矿物叫做成土矿物，可以说，一切矿物都是成土矿物，但与土壤组成有关的主要有以下各类：

1. 长石：为地壳中分布最广的矿物，是构成火成岩及部分变质岩的主要成分，属含钾、钠、钙的铝硅酸盐，因成分不同可分为正长石 $[\text{KAlSi}_3\text{O}_8]$ 、斜长石，包括钠长石 $[\text{NaAlSi}_3\text{O}_8]$ 和钙长石 $[\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ ，为浅色矿物，常呈乳白色、肉红色、灰色等。长石化学稳定性较低，风化较易，化学风化后产生高岭土，为土壤中粘粒的主要来源。另外正长石含氧化钾16.9%，它也是土壤中钾素的主要来源。

2. 角闪石 $[\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}\cdot\text{Fe})_4(\text{Al}\cdot\text{Fe})(\text{Si}\cdot\text{Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$ 和辉石 $[\text{Ca}(\text{Mg}\cdot\text{Fe}\cdot\text{Al})(\text{Si}\cdot\text{Al})_2\text{O}_6]$ ：二者均为含铁、钙、镁的复杂铝硅酸盐，化学成分相似，但结晶形态不同。角闪石呈细长柱状或纤维针状，而辉石呈粗短的柱状，是暗色矿物，一般为黑色或绿色，主要为构成盐基性火成岩的成分。由于该类矿物所含盐基丰富，化学稳定性低，很易受化学风化而分解，生成各种次生铝硅酸盐并析出可溶性盐基物质，故为土壤中粘粒和有效性养分来源之一。

3. 石英 (SiO_2) ：在地壳中分布甚广，常参与各种岩石和矿体的组成，主要为酸性火成岩的成分，在沉积岩和变质岩中也经常存在。一般为无色、乳白色，混入杂质后呈各种颜色。质坚硬不易粉碎，更难分解，故具有相当强的机械稳定性和化学稳定性。岩石因风化作用破碎后，石英常以固有的较粗大的粒状保存，为土壤中砂粒的主要来源。

4. 云母：也是铝硅酸盐类，为各种火成岩的成分之一。因化学成分不同，可分为白云母 $[\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2]$ 和黑云母 $[\text{K}(\text{Mg}\cdot\text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}\cdot\text{F})_2]$ ，两者化学成分相差较大，物理性质却很一致，均呈片状，有弹性，显珍珠光泽。均易遭机械破碎，但化学稳定性不同。黑云母含盐基物质丰富，化学稳定性低，易受化学风化作用而分解，分解后生成黄色粘土物质，并游离出钾素，为土壤中钾素营养来源之一。白云母盐基含量少，抗化学分解能力较强，由于易受机械破碎，故常呈细小的薄片状散布于土壤中。

5. 方解石 (CaCO_3) ：分布甚广，为石灰岩和大理岩的主要成分，一般呈白色或米黄色的菱面斜方体。化学性质不稳定，易溶于酸，在常温下即能和稀盐酸作用而产生二氧化碳的气泡。自然界中含二氧化碳的水都能使其溶解与移动，成为母质和土壤中碳酸盐的主要来源。

6. 白云石 $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ ：为白云岩的主要成分，也有存在于石灰岩中。呈灰色，有时稍带黄褐。性质与方解石相似，但比方解石稳定。在碳酸水中溶解较慢，与稀盐酸作用也能产生气泡，但必须加热或把它研成粉末。风化过程中可逐渐溶解而碎裂成疏松的细粒，为土壤中钙镁营养元素的来源。

7. 磷灰石 $[\text{Ca}_5\text{FCl}(\text{PO}_4)_3]$ ：为含磷矿物，主要见于沉积岩中，火成岩及变质岩亦有分

布,但较不普遍。风化后游离出磷酸,是土壤中磷素营养的主要来源。

8. 铁矿: 主要包括赤铁矿(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)、菱铁矿(FeCO_3)等。这类矿物机械稳定性较强,但易氧化,在土壤中含量较多,分布很广,是土壤中铁质营养元素的主要来源。在风化过程中,可形成含水氧化铁类的胶体物质,使土壤染成红色、褐色或黄色,这在热带和亚热带土壤最为常见。

9. 粘土矿物: 是原生矿物经风化作用后产生的,又称次生粘土矿物。粘土矿物依其结构特性主要有高岭土 $[(\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8)]$ 、蒙脱土(微晶高岭土) $[(\text{AlFe})_2(\text{Si}_8\text{O}_{20})(\text{HO})_2]$ 和水化云母。它们是土壤中最活跃的部分,具有许多原生矿物所没有的特性,表现出各种胶体行为,对土壤中物理、化学和物理化学过程有极其深刻的影响,对土壤的肥力具有重要意义。

(三) 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。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,可分为岩浆岩(火成岩)、沉积岩(水成岩)、变质岩三大类。

1. 岩浆岩(火成岩): 由岩浆冷凝而成的岩石统称为岩浆岩。岩浆在地壳深处冷凝形成的叫深成岩,在地壳浅处冷凝形成的叫浅成岩,岩浆流出地面冷凝而成的叫喷出岩。深成岩和浅成岩又合称侵入岩。岩浆岩根据二氧化硅的含量又可分为酸性岩、中性岩、基性岩和超基性岩四种。

酸性岩 二氧化硅含量在65%以上。如花岗岩(侵入岩)、流纹岩(喷出岩),两者成分相似,主要含有石英、长石、云母及角闪石等矿物。其中花岗岩分布最广,风化后石英变成砂粒,长石成为粘粒,故形成的土壤母质砂粘配合适中,物理性良好,且钾素来源不缺,因而可能形成良好的土壤。

中性岩 含二氧化硅50—65%。如安山岩(喷出岩)、闪长岩(侵入岩),矿物成分以斜长石、角闪石为主,生成的母质都具粉砂。又如正长岩(侵入岩)、粗面岩(喷出岩),所含矿物以正长石为主。

基性岩 含二氧化硅45—50%。如辉长岩(侵入岩)、玄武岩(喷出岩),以斜长石和辉石为主,含盐基丰富,易于风化,生成的母质富含养分,粘性较重。

超基性岩 含二氧化硅少于45%。如橄榄岩(侵入岩),以橄榄石为主要矿物成分,风化较易。

2. 沉积岩: 各种岩石经风化、搬运重新沉积、胶结而成的岩石叫沉积岩。它的重量仅占地壳总量的5%,但在地表分布的面积很广,约占75%,可见沉积岩在形成土壤上具有重要的意义。主要的成土沉积岩有如下几种:

砾岩 由直径大于2毫米的各种岩石碎片、石砾沉积后与硅质、钙质、铁质等胶结物胶结而成。风化后常形成富于砂质及砾质的土壤母质。

砂岩 由直径为2—0.5毫米范围内的砂粒所组成,成因与砾岩同。风化的难易视胶结物而定,硅质胶结的最难风化,铁质胶结的次之,石灰质胶结的最易风化。所成的土壤母质

砂粒含量多,粘粒少,作物养分的含量也较少。

粘土岩与页岩 是由小于0.01毫米的泥质粘粒经挤压作用脱水后胶结而成的岩石。易于风化,形成的母质,养分含量较高,质地比较粘重。

石灰岩 主要由碳酸钙组成,由化学和生物化学作用沉积而成。易受碳酸水的溶解而风化,风化产物往往非常粘重,并富含钙质。

3.变质岩:由岩浆岩、沉积岩与原来的变质岩经高温高压或受岩浆接触的影响而使岩石内部发生重大改变,如矿物重新结晶或重新排列,甚至化学成分改变,而生成新的岩石称为变质岩。常见变质岩有:

片岩 主要由石英、长石、云母、角闪石、绿泥石等矿物组成,矿物肉眼可识别出来。

片麻岩 多由花岗岩变质而成,由于压力的影响,使其中浅色矿物和深色矿物呈黑白相间排列的带状。风化后形成的母质与花岗岩类似。

千枚岩 由页岩变质而成,含云母较多,有绢丝光泽。所形成的母质较粘重,含钾素多。

板岩 由泥质页岩变质而来。性质比页岩坚强,较难风化,风化后生成较粘重的母质。

石英岩 由砂岩变质而成,极为坚硬,机械稳定性和化学稳定性均强,不易风化,风化后生成砂性母质。

大理岩 由石灰岩在高温高压下碳酸钙重新结晶而形成的变质岩,质硬色白,如果含杂质则生成各种花纹,外表美观,为建筑与雕刻材料,易受化学风化,风化后生成粘性母质。

三、土壤母质的形成过程

土壤是由岩石变化而来的。当地球还未出现生物的时候,土壤是不存在的。坚硬的岩石变成今天的土壤,需要通过两个过程,即风化过程和成土过程,这种变化很复杂,需要经过很长的年代。

(一)岩石风化与土壤母质的形成 风化作用是指坚硬巨大的岩石,在外界因素作用下逐渐崩解破碎,大的石头变成小块,小块再变成细粒(细砂与粘粒),同时改变了它原来的化学组成和性质而成为土壤母质的过程。

风化作用产生的原因,是由于岩石的内部矛盾,在外界因素的影响下所引起的。这里所指的内因是指岩石本身的成分与性质,如矿物颗粒不一,组成不一,性质不一,颜色不一。不一致就有差异,有差异就有矛盾,有矛盾就有斗争。影响岩石风化的外界因素虽然很复杂,但主要的因素是温度、水、氧气、二氧化碳和生物的作用,以及人类的活动。这些因素同时对岩石起着作用,其中每个因素的作用又都是和其他因素相联系的。根据风化作用的特点,可分为以下三种类型:

1.物理风化作用:指岩石受物理作用而逐渐崩解破碎的过程。其特点是只有岩石形状大小的改变,成分性质不变。引起物理风化的主要原因是地球表面温度的变化。地球表面四季温度变化可达40—50℃,昼夜温度变化在大陆内部常达20—30℃。干旱地带昼夜温差更为悬殊。如我国内蒙中部,七月中旬日间温度达57.2—62.8℃,夜间降为14.4—18.3℃,昼夜温差达42.8—44.5℃。大气温度的这种变化对岩石的影响很大。因为岩石为热的不良导体,吸热散