

中等专业学校教材



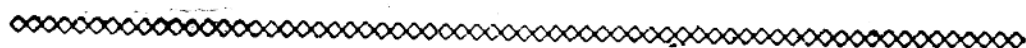
土壤与农作

第二版

陕西省水利学校 曹境云 主编



中等专业学校教材



土壤与农作

第二版

陕西省水利学校 曹境云 主编

内 容 提 要

本书系水利中等专业学校“农田水利”和“水利工程”专业通用教材。

全书分两篇。第一篇土壤, 主要介绍土壤的固相组成、土壤养分、土壤的酸碱性、土壤孔隙性与结构性、土壤水分和空气与热量状况, 以及低产田(土)的改良。第二篇农作, 主要介绍作物与水分生理和小麦、水稻、玉米、棉花等四种作物栽培的生物学基础及其需水规律。

中等专业学校教材

土壤与农作

(第二版)

陕西省水利学校 曹境云 主编

中国水利水电出版社 出版
(原水利电力出版社)

(北京三里河路6号 100044)

新华书店北京发行所发行, 各地新华书店经售

河北三河市艺苑印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 236 千字

1979 年 7 月第一版

1990 年 10 月第二版 2000 年 5 月河北第八次印刷

印数 46831—49830 册

ISBN 7-80124-291-2/TV·155

(原 ISBN 7-120-01139-1/TV·402)

定价 11.00 元

第二版前言

《土壤与农作》是水利中等专业学校“农田水利”和“水利工程”专业的一门技术基础课。

本书是根据1987年修订的教学大纲，以及水利部科教司1990~1995年中等专业学校教材出版规划的要求编写的第二版教材。

本书与1979年版本比较，作了如下的变动：第一，土壤部分增加了国内外先进的技术经验，精简了原第七章高产土壤的培育和其它章节中不必要的内容；第二，农作学部分在编写体系上与第一版教材完全不同，突出了水与作物生育的关系，增加了作物水势与田间诊断等方面的材料；第三，在每一章后增加了复习思考题；第四，在附录里介绍了有关教学实验的内容。

《土壤与农作》是“农田水利”和“水利工程”专业开设的一门技术基础课。其内容丰富，涉及面广，而且又密切联系生产实际。它以农业科学领域中的许多学科如农业气象学、植物学、植物生理学、土壤学、作物栽培学等作为理论基础和技术基础的，既有一定的理论性，又有较丰富的实践性。

我国幅员辽阔，各地自然条件不同，土壤和耕作栽培情况也有很大的差异。因此，教师在讲授时，可根据当地实际情况对教材进行取舍。

参加本书编写的有陕西省水利学校曹境云（绪论、第一章至第七章），东北水利水电专科学校赵子茹（第九、十章）和甘肃省水利学校张淑清（第八、十一章），曹境云任主编。辽宁省水利学校段佩瑜对全书进行了认真的审阅，并提出许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢！

由于水平所限，书中错误和不妥之处，谨请读者批评指正。

编 者

1989年10月

第一版前言

本书系根据1978年水利电力部制定的中等专业学校教材编写规划，编写的通用教材。

本书以辩证唯物主义和历史唯物主义为指导思想，研究土壤肥力变化规律，作物生育特性与外界环境条件及栽培措施三者之间的关系。《土壤与农作》是一门密切联系生产实际的课程，为此在编写过程中，我们力求做到：既要加强基础理论，又要理论联系实际；既要加强基本知识的阐述，又要注意基本技能的培养。

我国幅员辽阔，各地自然条件不同，土壤与作物栽培技术也有很大差异。为了满足各地区教学上的需要，本书对低产田（土）的改良与水稻、小麦、玉米和棉花栽培等五章，根据我国南方与北方的不同特点分别作了阐述，教师在讲授时，可根据当地的实际需要取舍。

本书由陕西省水利学校曹境云同志主编（绪论、第一章至第九章），扬州水利学校许闻广同志参加编写（第十章至第十三章）。陕西省水利学校崔腾明同志参加了部分章节的修改。

本书由山东省水利学校高庭和、李连清、范宽斌、姜玉美、田明华、郁椿阳等同志主审。山东农学院仲跻秀、金留福，山东省水利科学研究所刘有昌、张新华，山东省水稻研究所邓超凡，山东省泰安地区农科所章康保，辽宁省水利学校段佩瑜，内蒙古水电学校王锦兰参加审稿并提出了宝贵意见。在审编过程中，得到了山东省水利学校的大力支持和热情帮助，编者谨此致谢。

希望广大师生及本书读者对本书中的缺点给以批评指正。

编 者

1979年3月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一篇 土 壤

第一章 土壤的固相组成	2
第一节 土壤矿物质	2
第二节 土壤有机质	8
第二章 土壤养分与土壤的吸收性能	15
第一节 土壤养分	15
第二节 土壤的吸收性能	20
第三章 土壤的酸碱性及缓冲性能	27
第一节 土壤的酸碱性	27
第二节 土壤的缓冲性能	31
第四章 土壤的孔隙性与结构性	33
第一节 土壤的孔隙性	33
第二节 土壤结构性	36
第五章 土壤水分、空气与热量状况	41
第一节 土壤水分的类型及性质	41
第二节 土壤水分含量及其有效性	44
第三节 土壤水分的运动	48
第四节 土壤空气	50
第五节 土壤热量状况	52
第六章 低产田(土)的改良	54
第一节 盐碱土的改良	56
第二节 冷浸田的改良	64
第三节 白浆土的改良	67

第二篇 农 作

第七章 作物与水分	71
第一节 作物水分生理	71
第二节 作物需水规律与灌溉指标	78
第八章 小麦	86
第一节 小麦的生物学特性	86
第二节 小麦的生育期和阶段发育	93
第三节 小麦对土、肥、水的要求	96

第四节 春小麦	101
第九章 水稻	105
第一节 水稻的生物学特性	105
第二节 水稻的生育期	108
第三节 水稻对土、肥、水的要求	112
第十章 玉米	118
第一节 玉米的生物学特性	118
第二节 玉米的生育期	123
第三节 玉米对土、肥、水的要求	125
第十一章 棉花	131
第一节 棉花的生物学特性	131
第二节 棉花的生育期	136
第三节 棉花对土、肥、水的要求	141
附 录	
实验一 土壤样品的采集和制备	145
实验二 土壤有机质的测定(重铬酸钾法)	147
实验三 土壤酸碱度(pH)的测定(电位测定法)	149
实验四 土壤含水量的测定	151
实验五 土壤田间持水量的测定	152
实验六 土壤可溶盐分的测定	154
实验七 春季麦苗长势长相调查	158
实验八 棉花生育期(苗期、蕾期或花铃期)长势长相的调查	159
实验九 水稻各生育时期长势长相的诊断	160
实验十 玉米幼穗分化观察	161

第一篇 土 壤

土壤是地球陆地表面能够生长植物的疏松表层，是作物生长发育的基地，它不仅起着支持和固定植物的作用，而且供给植物生命活动所必须的生活条件。土壤不是静止不变的，而是运动发展的。土壤也不是孤立的，而是和自然环境，人为活动密切联系的。因此土壤不只是自然形成的自然历史体，而且也是人类生产劳动的产物。

土壤之所以是植物生长发育的基地，成为农业生产的基础和最基本的生产资料，是因为它具有一种独特的性质——肥力。所谓土壤肥力，就是土壤在植物生长的各个时期及时供给和协调植物所必需的水、肥、气、热等生活条件的能力。肥力是土壤的本质特性。自然界中没有肥力的土壤是不存在的，所以土壤的概念和肥力的概念是分不开的，而作物产量的高低是土壤肥力高低的最终表现。

土壤是一个独立的自然体，有其发生与发展的过程。地球表面最初只有大块的岩石。在阳光、水分、空气和生物等的作用下，使岩石崩解，并在构造、成分和性质上发生了变化，从而形成一种疏松的岩石碎屑，这就是成土母质。成土母质是岩石风化的产物，是土壤形成的基本材料。

岩石风化以后形成的一些可溶性及非溶性物质，由于雨水的淋洗和地表径流，不断流向海洋，经过长时间的淀积，形成沉积岩。以后由于地球的地质作用，海陆变迁，海底沉积岩又上升为陆地，再次进行风化、淋溶、入海沉积等过程。这种循环过程不仅周期长，而且涉及范围广，故一般称之为地质大循环。

地质大循环所形成的母质，具有通气性、透水性和较弱的保水能力，同时含有少量的钙、镁、铁、钾、磷等植物营养元素，为生物繁殖生长提供了条件。经过生物的生存与死亡，有机物质不断的合成与分解，营养元素不断被生物吸收、固定和释放的这种循环过程，时间短，速度快，涉及范围小，故一般称之为生物小循环。土壤的形成过程，也就是土壤肥力的形成与发展过程。它是地质大循环与生物小循环矛盾统一的结果。

土壤肥力的发生与发展，受到很多因素的影响，根据其产生的原因不同分为自然肥力与人为肥力。自然肥力是指在自然因素（生物、母质、气候、地形、时间）综合影响下所产生和发展起来的肥力。未经人们垦殖而只具有自然肥力的土壤，称为自然土壤。人为肥力是指在人类活动的影响下所产生的和发展起来的肥力。具有人为肥力的土壤则为农业土壤。农业土壤虽然也不同程度的受到自然因素的影响，但更重要的是受人类的生产活动，如耕作、施肥、灌溉、排水等的影响，所以农业土壤既具有自然肥力，又具有人为肥力。自然肥力与人为肥力的综合效应就成为农业生产中发挥重大经济意义的有效肥力（经济肥力）。土壤的有效肥力，是人类认识自然，改造自然劳动与智慧的结晶。马克思正确指出：“土壤是劳动的产物”。

作为农业土壤本质特性的经济肥力，已经不是一种自然特性，而是同社会生产关系和生产力密切联系着的。同时农业土壤的经济肥力是可以随着人类生产活动的发展而不断提高的。

土壤是由固相、液相、气相三种物质组成的。固相物质的体积约占50%，其中包括矿物质和有机质。固相物质所构成的孔隙中分布着液相（土壤水分包括可溶性物质）和气相（土壤空气）物质。这三项物质之间不是机械地混合在一起，而是相互联系、相互制约、不断运动的统一体。三相物质存在的比例关系及其运动发展状况都直接影响土壤肥力，因此它们是土壤肥力的物质基础。

第一章 土壤的固相组成

土壤的固相组成包括矿物质和有机质。矿物质是土壤的主要组成部分，它是岩石及矿物的风化产物，是组成土壤的“骨架”部分。土壤矿物质是植物养分的主要来源，也是影响土壤的各种物理、化学性状的基本条件。

土壤有机质也是土壤固相的重要组成部分。一般耕层含量约在1%~5%之间，它包括动植物遗体、微生物和腐殖质。土壤有机质的数量虽不多，但也是植物养分的重要来源，它对土壤物理、化学、生物性质以及土壤肥力因素均会产生深刻的影响。

第一节 土壤矿物质

一、土壤矿物组成和化学组成

矿物是地壳中各种地质作用的天然产物，它具有一定的化学成分和内部构造，因而具有一定的物理和化学性质。矿物可以是一种元素组成的，如自然硫和金等；但绝大多数矿物是由几种元素化合而成，如石英、黄铜矿等。组成地壳的矿物大约有2500多种，但常见的不过40多种。

土壤中的矿物包括原生矿物和次生矿物。原生矿物是指在原生岩风化的过程中，遗留下来的没有改变成分和结构而又遭到机械破碎的矿物，主要有石英、长石、云母、角闪石、辉石、磷灰石、方解石、赤铁矿、褐铁矿等。其中石英最稳定，不进行化学分解，所以一般土壤的原生矿物中的石英含量很高，是土壤中砂粒的主要组成物质。长石较石英易风化，最后转变成各种次生粘土矿物，甚至可以彻底分解。其它原生矿物也容易风化，是植物营养元素钾、硫、镁、铁等的来源。

次生矿物是在风化过程和成土过程中经过化学变化新产生的一些原生岩中没有的新矿物，主要有硅土、次生硅酸盐或铝（铁）硅酸盐矿物、铁铝氧化物以及简单的矿物盐类。在这些次生矿物中，数量最多且与农业生产关系最为密切的是次生硅酸盐和铝（铁）硅酸盐矿物。其中又以高岭石类，伊利石类及蒙脱石类较为重要。它们的粒子微小，构造特

殊, 具有较高的抗风化能力和各种特性, 如离子的吸收性能、多种物理机械特性等。因此它们与土壤肥力和土壤耕性等有很密切的关系。

土壤矿物质的化学组成对土壤的理化性质和土壤肥力等有很大影响。一般土壤中主要矿物的化学组成以二氧化硅 SiO_2 、三氧化铝 Al_2O_3 、三氧化二铁 Fe_2O_3 、氧化亚铁 FeO 、氧化钙 CaO 、氧化镁 MgO 、氧化钾 K_2O 、氧化钠 Na_2O 、五氧化二磷 P_2O_5 、氧化钛 TiO_2 等含量最大。其中O、Si、Al、Fe、Ca、Mg、Na、K、Ti、C等十大元素占土壤矿物质部分干重的99%以上, 其它元素总共不过1%, 尤其是作物最需要的养料元素如N、P、S等含量都很少, 见表1-1。

表 1-1 土壤中矿物的主要化学元素平均含量(质量%)

元 素	含 量	元 素	含 量	元 素	含 量
O	49.00	Ca	1.37	P	8×10^{-3}
Si	33.00	Mg	0.60	N	1×10^{-3}
Al	7.13	K	1.36	Mn	8.5×10^{-3}
Na	0.63	Ti	4.6×10^{-3}	S	8.5×10^{-3}
Fe	3.80	C	2.00	Cl	1×10^{-3}

以上矿物中所含的磷、钾、钙、镁、硫和铁等元素皆为植物所必需的养料, 经过溶解被植物吸收, 是组成植物有机体的原料。所以土壤矿物质不仅是组成土壤的骨架部分, 而且是植物养料的重要来源。

二、土壤颗粒分级

(一) 土壤颗粒分级

矿物岩石经过各种风化作用以后, 形成大小不等的矿物质颗粒, 称为土粒。由于土粒的大小很不一致, 其性质和组成成分也不相同, 为了研究方便, 把土粒按着粒径的大小划分为若干等级, 这些等级叫做粒级或粒组。粒级的分类标准较多, 现将我国及国际制和苏联制的土壤颗粒分级标准分别列表1-2、1-3、1-4。

表 1-2 我国土壤颗粒分级标准

颗 粒 名 称		粒 径 (mm)
石 块		>10
石 砾	粗 砾	10~3
	细 砾	3~1
砂 粒	粗 砂 粒	1~0.25
	细 砂 粒	0.25~0.05
粉 粒	粗 粉 粒	0.05~0.01
	细 粉 粒	0.01~0.005
粘 粒	粗 粘 粒	0.005~0.001
	粘 粒	<0.001

表 1-3 国际制土壤颗粒分级标准

粒 组 名 称	粒 径 (mm)
石 砾	>2
粗 砂 粒	2~0.2
细 砂 粒	0.2~0.02
粉 砂 粒	0.02~0.002
粘 粒	<0.002

表 1-4 苏联卡庆斯基土粒分级法

机械成分名称	粒 径 (mm)
石 砾	>3
	3~1
粗 砂	1~0.5
中 砂	0.5~0.25
细 砂	0.25~0.05
粗 粉 砂	0.05~0.01
中 粉 砂	0.01~0.005
细 粉 砂	0.005~0.001
粗 粘 粒	0.001~0.0005
细 粘 粒	0.0005~0.0001
胶 粒	<0.0001

物理性砂粒

物理性粘粒

以上三种土壤颗粒分级方法所划分的粒组,又可归纳为三个基本粒级,即石砾与砂粒、粉砂粒和粘粒。

(二) 土壤各粒组的基本特性

土粒大小不同,其化学组成和物理性状也不同。

1. 石砾与砂粒

石砾由于其粒径大,空隙大,故透水性 强,毛管水上升很低,无可塑性 与粘着性,无湿胀干缩的性质,保水能力弱,在缺水的情况下呈单粒分散状态,但易通气,排水快。

2. 粉砂粒

粉砂粒粒径中等,空隙较小,透水性不太大,毛管水上升较高,略有可塑性,微具粘着性,没有显著的湿胀干缩性质,干燥时较紧密,不呈分散状态。

3. 粘粒

粘粒粒径最小,空隙也小,故透水力弱,毛管力强,保水性好,可塑性与粘着性都强,具有强烈的湿胀干缩性质,干时收缩成为坚硬土块,湿后膨胀而粘滞。

表 1-5 不同粒径矿物质颗粒的化学组成(%)

粒 级 等 级 (mm)		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
砂 粒	1.0~0.2	93.6	1.6	1.2	0.4	0.6	0.8	0.05
	0.2~0.04	94.0	2.0	1.2	0.5	0.1	1.5	0.1
	0.04~0.01	89.4	5.0	1.5	0.8	0.3	2.3	0.2
粉 粒	0.01~0.002	74.2	13.2	5.1	1.6	0.3	4.2	0.1
粘 粒	<0.002	53.2	21.5	13.2	1.6	1.0	4.9	0.4

从表1-5数据可知,大小不同的矿物质颗粒具有不同的化学组成,颗粒愈大, SiO₂含量愈高,含其它成分愈少,颗粒细小的SiO₂含量减少,其它营养成分增多,特别是对作物来说重要的营养元素磷、钾增多,因此,一般细质的土壤较粗质土壤肥沃。

三、土壤质地分类

(一) 土壤质地的概念

自然界的任何土壤,都是由许多大小不同的土粒,以不同比例组合而成的。这种不同粒级组合的相对比例,叫土壤的机械组成。土壤质地则是根据不同机械组成所产生的特性

而划分的土类。土壤质地是土壤的重要物理性质，对土壤肥力影响较大。在生产实践中，土壤质地常常是作为认土、用土和改土的重要依据。

(二) 土壤质地分类

质地分类的标准，各国不同。新中国成立前，采用美国制和国际制，新中国建立后，则采用苏联卡庆斯基制。中国科学院南京土壤研究所等单位近年来也拟定了我国质地分类标准。现就分类制分别介绍于下：

1. 我国土壤质地分类

我国土壤质地分类制不是完全根据各粒级的相对数量划分的，而是考虑到各类型土壤中砂粒、粉砂粒和粘粒三个粒级对土壤物理性质所起的主导作用，相应地把土壤分为砂土组、壤土组和粘土组，再进一步细分为若干质地类别（表1-6）。

表 1-6 我国土壤质地分类表

质地组	质地名称	颗粒组成(粒径: mm)(%)		
		砂 粒	粗 粉 粒	粘 粒
		1~0.05	0.05~0.01	<0.001
砂土	粗砂土	>70		
	细砂土	60~70		
	面砂土	50~60		
壤土	砂粉土	>20		
	粉土	<20	>40	<30
	粉壤土	>20		
	粘壤土	<20	<40	
	砂粘土	>50		>30
粘土	粉粘土			30~35
	壤粘土			35~40
	粘土			>40

表 1-7 国际制土壤质地分类表

质地名称		所含粒组的百分数范围		
类别	名称	砂 粒 2~0.02 mm	粉砂粒 0.02~ 0.002 mm	粘 粒 <0.002 mm
砂土类	砂土及壤质砂土	85~100	0~15	0~15
壤土类	砂质壤土	55~85	0~45	0~15
	壤土	40~55	30~45	0~15
	粉砂质壤土	0~55	45~100	0~15
粘壤土类	砂质粘壤土	55~85	0~30	15~25
	粘壤土	30~55	20~45	15~25
	粉砂质粘壤土	0~40	45~85	15~25
粘土类	砂质粘土	55~75	0~20	25~45
	粉砂质粘土	0~30	45~75	25~45
	壤质粘土	10~55	0~45	25~45
	粘土	0~55	0~55	45~65
	重粘土	0~35	0~35	65~100

2. 国际制土壤质地分类

国际制土壤质地分类制是以砂粒、粉砂粒和粘粒的含量百分比并结合其特性而划分的，称为“三级分类制”。共分为四类十二级（表1-7）。

3. 苏联卡庆斯基土壤质地分类法

苏联卡庆斯基土壤质地分类包括简明分类和详细分类两种。在实际应用中多用简明方法，这是一种双级分类法，按物理性粘粒及物理性砂粒的百分组成划分砂土类、壤土类及粘土类三类，然后再按性质在量上的差别把每类分2~4级，共分九级（表1-8）。

(三) 不同质地土壤的农业生产特性

不同质地的土壤砂粘程度不同，农业生产特性不同，它直接或间接地影响土壤中水、肥、气、热的调节和供应，现将不同质地土壤的肥力特点和农业生产特性分述于下：

表 1-8

苏联卡庆斯基土壤质地分类表(简明方案)

质 地 名 称		物理性粘粒(<0.01mm) 含 量 %		物理性砂粒(>0.01mm) 含 量 %	
		灰 化 土 类	草 原 土 及红黄壤类	灰 化 土 类	草 原 土 及红黄壤类
砂 土	松 砂 土	0~5	0~5	100~95	100~95
	紧 砂 土	5~10	5~10	95~90	95~90
壤 土	砂 壤 土	10~20	10~20	90~80	90~80
	轻 壤 土	20~30	20~30	80~70	80~70
	中 壤 土	30~40	30~45	70~60	70~55
	重 壤 土	40~50	45~60	60~50	55~40
粘 土	轻 粘 土	50~65	60~75	50~35	40~25
	中 粘 土	65~80	75~85	35~20	25~15
	重 粘 土	>80	>85	<20	<15

1. 砂质土

砂质土颗粒粗, 粒间孔隙大, 比较疏松通气, 透水性好, 但蓄水能力小, 有机质容易分解, 保肥力差, 含植物养料少。砂质土昼夜温差大, 早春及白天土温易上升, 能早种早收, 群众称为热性土。

砂土易耕, 适耕期长, 播种后易出苗, 但发小苗不发老苗, 漏水漏肥不耐旱, 施化肥时一次不能过多, 否则容易造成烧苗、徒长或养分淋失。应掌握有机肥料要多施深施, 速效肥料要少施勤施。

2. 粘质土

粘质土颗粒细, 粒间孔隙小, 通气透水不良, 但蓄水能力强。有机质分解慢, 容易积累, 含植物养料比较丰富, 由于粘粒细, 保肥力强, 肥劲稳而长, 作物不易徒长或烧苗。粘质土昼夜温差小, 早春或白天土温升高慢, 群众称为冷性土。

粘质土湿时粘, 干时硬, 适耕期短, 耕作困难, 而质量也难以保证。播后不易出苗, 作物前期生长慢, 发老苗不发小苗。

3. 壤质土

壤质土砂、粘适中, 兼有砂质土和粘质土的优点, 既通气透水, 又保水保肥, 水气矛盾不突出。水、肥、气、热状况比较协调, 耕作时爽犁易耕, 耕性好, 因而是农业生产上最好的一种土壤质地。

(四) 土壤质地层次

自然界里土壤剖面各层次很少是由单一的土壤质地组成的, 一般都比较复杂, 往往是砂、壤、粘的土层交错排列, 如粘夹砂等等。土壤质地层次在剖面中的排列状况对土壤肥力有着重要的意义, 因为质地层次排列状况影响土壤水分的运行和调节, 影响土壤中的气、热状况的变化, 还影响土壤的保肥供肥性能, 从而影响土壤的肥力状况。土壤质地层次的组合方式有以下几种:

1. 砂盖粘型（上松下紧型）

砂盖粘型土其表层为30cm左右的砂质土壤，而下层为40cm以上的粘质土壤。上层土壤质地轻，疏松多孔，通透性好，能接纳较多的降水，物质转化快，能及时供应作物对养分和水分的需要。下层质地较粘，保水保肥能力强，能大量贮存水分，并不断释放养分，保证作物中、后期生长的需要。总的来说，这种质地层次排列的土壤，耕性好，肥力高，既发小苗，又发老苗，群众称为“蒙金土”。

2. 粘盖砂型（上紧下松型）

粘盖砂型土其表层为30cm左右的粘质土壤，以下为砂质土。上层土粘重紧实，小孔隙多，大孔隙少，持水保肥力强，通透性差，有机质分解缓慢，有效养分少。降雨或灌水时水分不易下渗，容易发生径流。干时龟裂板结，耕性不良，不利于土壤微生物的活动，更不利于植物种子的萌发和幼苗的生长。下层为砂土层，漏水漏肥，当植物根系伸入此层，水肥供应不足，所以这种质地层次排列的土壤，既不发小苗又不发老苗。应采取翻砂压粘的措施加以改良。

3. 夹层型

夹层型多表现为砂粘层次相间排列，即一层砂一层粘，或者是粘质夹砂，砂质夹粘。其砂层和粘层都有一定的厚度，约30~50cm，或者再薄一些，太厚则不属于夹层型。一般说来，砂粘层次适当相间既可透水通气，又可蓄水保肥，因而具有对土温、水分、养分的调节作用。如粘夹砂型，若粘土层很厚，则会表现出粘土的特性。相反，砂夹粘型，若砂土层很厚，则会表现出砂土的特性。两者对土壤肥力以及植物的生长都是不利的，应进行改良。

4. 松散型和紧实型

松散型和紧实型土壤其特点是层次分化不明显，砾质土、砂土等均属于松散型，因而具有砾质土和砂土的特点。全部剖面为粘重土壤的为紧实型，具有粘土的不良性状，在有条件的地方，都可以进行改良。

（五）土壤质地的改良

土壤质地上的问题，如过粘、过砂，是可以采取一些措施进行改良的。我国劳动人民在生产实践中积累了丰富的改良土壤质地的经验。

1. 客土改良

客土是改良土壤质地的一个比较有效的措施。客土改良时，一般就地取材，因地制宜。在砂土地附近有粘土、胶泥土、河沟淤泥，可以搬粘压砂，即在砂土中掺粘土；在粘土地附近有河沙或砂土，可采取搬砂压粘的办法，即在粘土中铺砂或直接掺砂，经过几年，逐步达到三成泥七成砂或四成泥六成砂的壤土范围。

改良方法，一般采取遍掺、条掺和点掺。遍掺是将砂土或粘土均匀地铺在粘土或砂土上，并要求有一定的厚度，然后通过耕作加以混合。这种方法效果好，但一次用土量较大，用劳力较多。条掺和点掺是将砂土或粘土掺在作物播种行或穴中，每次用土量少，费工不多，并有一定的效果，连续几年，方可使土壤质地得到全面改良。群众说：“沙土掺泥，好得出奇”，“粘土加沙，好象女儿见了妈”，生动地说明了客土改良的作用。

2. 水利改良

水利改良是在改良河滩地时，群众采用引洪漫淤、漫沙，来改良土壤质地行之有效的办法。用引洪放淤改良砂土时，要注意提高进水口，以减少砂粒进入，而漫上较细的淤泥。如用引洪漫砂改良粘土时，则应降低进水口直接引入洪水。引洪量视洪水泥沙含量而定，泥沙多则漫的时间短，反之则漫的时间长。在作物生长期，每次淤泥沙的厚度一般在8~15cm之间。引洪之前，需开好引洪渠，地块周围打起围埂，并划分畦块，按块淤漫。引洪过程中，要边灌边排，留沙留泥不留水。新疆南部在戈壁滩上采用引洪漫淤，是改沙漠为农田的良好典型。

3. 耕作改良

群众在改良夹沙地时，采用深翻的办法，翻沙压泥，翻泥压沙，使沙泥掺混，土质趋于适中，肥力得到改善。

4. 施肥改良

深耕结合施用有机肥料和种植绿肥可以增加土壤有机质，减低土壤的粘结力，提高土壤的熟化程度，对改良粘土有良好的效果。对砂土也可以增加其养分和保肥力。

用砂土、炉渣垫圈，施于粘土；用粘土压粪施于砂性土壤，几年之后可以改良土壤的砂粘性。大寨大队在红粘土上每亩施140担灰渣肥，耕耙后再施秸秆肥，当年种植作物就获得了良好的收成。

第二节 土壤有机质

一、土壤有机质的类型

1. 新鲜的有机质

新鲜有机质主要指土壤中动植物的残体，特别是植物残落在土壤上或土壤中的茎叶、枝秆、根系等，它们是土壤中多种有机物质的基本来源。

2. 半分解的有机质

半分解的有机质是由于土壤微生物的作用，有机质已经失去了原来的形态特征。

3. 腐殖质

腐殖质是有机质经微生物分解后再合成的一种褐色或黑褐色的胶体物质。一般腐殖质的含量约占土壤有机质总量的85%~90%，是土壤肥力的一个主要指标。

二、土壤有机质的成分

土壤有机质的主要成分是C、H、O和含氮化合物中的N、S以及灰分元素P、K、Ca、Mg、Fe等和其它微量元素。按其组成物质可以分为6类：

1. 单糖类和有机酸

单糖类和有机酸，如果糖、蔗糖、葡萄糖、草酸、柠檬酸等。它们皆能溶于水，易分解，故其在土壤中易被水淋洗，不易在土壤中累积。

2. 淀粉、纤维素和半纤维素

淀粉、纤维素和半纤维素是多糖类，不溶于水，纤维素和半纤维素是植物有机体的主

要部分，都能被微生物分解，是土壤微生物的重要能源和碳素来源。

3. 木质素

木质素在木本植物中含量最多，是一种复杂的化合物，难分解。

4. 单柠、树脂、脂肪、蜡质

单柠、树脂、脂肪、蜡质组成比较复杂，不溶于水，化学分解和微生物分解较慢，比较稳定。

5. 含氮化合物

含氮化合物易为微生物分解。不同的蛋白质经水解后可以生成不同的氨基酸，氨基酸再被分解放出N，被植物和微生物利用。蛋白质除含N外，还含有S、P、C、H、O、Fe等元素，与植物营养关系很大。

6. 灰分物质

植物残体中灰分物质约占干物质重的5%左右，其成分除以上所列举的P、K等五种灰分元素外，还有Na、Si、Al、Mn及Zn、B、F等微量元素。

三、土壤微生物

土壤微生物是土壤中活的有机体，它们在土壤养分转化中特别是有机物质的转化中，起着极其重要的作用。它们的种类多、数量大，1克土中可达几千万个到几十亿个。肥沃的耕层土壤一亩地可有500kg微生物活体。土壤微生物包括细菌、真菌、放线菌，此外土壤中还有各种原生动物及低等植物——藻类。细菌中靠分解有机物获得能量的腐生细菌，如氨化细菌、纤维分解细菌、自生固氮菌、硝化细菌、反硝化细菌、磷细菌、钾细菌等，对养分转化关系很大。还有长在植物体上的共生细菌，如豆科根瘤固氮菌。放线菌的作用与细菌类似，可以分解各种有机物。真菌也有分解有机物的能力，各种原生动物和藻类，它们分解有机物和无机物，也有一定作用，有的藻类还有固定氮素的能力。总之，土壤微生物的生命活动，促进了土壤有机质的转化。

土壤微生物对空气的要求是不同的，有些需要空气中的氧气，在空气流通的条件下生活，叫做好气性微生物。有些不需要空气中的氧气，在空气不流通、缺乏氧气的情况下生活，叫嫌气性微生物。土壤中的真菌、放线菌大部分属于好气性微生物。细菌则有好气细菌和嫌气细菌两类。

四、土壤有机质的转化过程

土壤有机质在微生物作用下，进行着各种化学、生物化学的分解、合成作用引起有机质的转化，这种转化可以概括为两个方面：即土壤有机质的矿质化过程和土壤有机质的腐殖化过程。

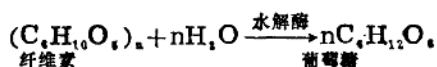
（一）土壤有机质的矿质化过程

土壤有机质的矿质化过程就是复杂的有机质经过土壤微生物一系列的分解作用，逐步变成简单的无机化合物的过程，称之为土壤有机质的矿质化过程。也是有机质中各种养分的释放过程。这一过程除能释放养分外，还为进一步合成腐殖质提供原材料。

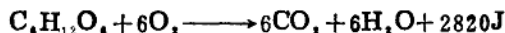
1. 碳水化合物分解

土壤有机质中的碳水化合物如淀粉、纤维素、果胶质等多糖类，在微生物分泌的糖类水

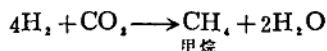
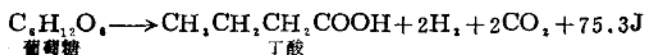
解酶的作用下，首先水解为单糖：



生成的葡萄糖由于环境条件和微生物种类的不同，进行着不同的分解过程，其最终产物也不同。如果通气良好，在好气性微生物的作用下，可迅速分解为 CO_2 和水，并放出很多热量：



如果通气不良，在嫌气性微生物的作用下，分解缓慢、产生热量少，而且形成一些氢、甲烷等还原性物质，还可能有一些有机酸的积累。以单糖丁酸发酵为例：



碳水化合物在土壤中分解，不仅供给微生物碳源和能量，而且二氧化碳扩散到近地面大气层中，供给植物光合作用所需要的碳素营养，土壤中的二氧化碳溶于水变成碳酸，有利于土壤矿物质养分的溶解和转化，植物根从土壤溶液中吸收一部分碳酸盐，补充碳素营养。在好气性分解下，才能达到这些目的。在通气不良的情况下，碳水化合物进行嫌气分解，产生有机酸和各种还原性物质，影响作物生长，特别是丁酸， H_2S 等对水稻影响较大，施用过多新鲜有机肥或绿肥翻耕过迟，都会因产生丁酸及还原物质影响秧苗生长，在土壤通气性差的情况下，大量新鲜有机物分解产生的二氧化碳，在土壤空气中积累至15%~20%时，水稻、马铃薯均会死亡，大多数作物根系受到抑制。

2. 含氮有机化合物的分解

含氮有机物是土壤中氮素的主要形态，包括蛋白质、氨基酸、腐殖质、尿素、尿酸、马尿酸等，它们不经微生物转化，多不能被植物吸收利用，其转化过程，将在第二章中讲述。

(二) 土壤有机质的腐殖质化过程

土壤有机质在被分解的过程中，所产生的简单的分解产物，在微生物作用下，又重新合成，产生新的更为复杂的而且比较稳定的有机化合物——腐殖质。这就是腐殖质化过程，是累积养分的一种形式。腐殖质的数量、类型和性质对土壤肥力有很大的影响。

1. 土壤腐殖质的形成

土壤腐殖质的形成过程是一个十分复杂的问题，一百多年来的研究工作，虽然已经取得很大的成就，但关于腐殖质的形成及其本性并没有完全搞清楚，不少问题尚待进一步研究。根据现代研究的成果，已知腐殖质的形成过程可分为两个阶段：

第一阶段是微生物将动植物残体分解成比较简单的有机化合物，一部分转化为 CO_2 、 H_2S 、 NH_3 等矿质化作用的最终产物。在这一阶段中形成了腐殖质的组成成分（结构单元）如芳香族化合物——多元酚和含氮化合物——氨基酸等。