

2年12月

N505.105

全国高等农业院校试用教材

土 壤 学

上 册

朱祖祥 主编

土壤农化专业用

农业出版社

主 编 朱祖祥

副主编 林成谷 段孟联

编 者 (依姓氏笔划为序)

亓毓吉 叶和才 华 孟 朱祖祥

刘树基 何万云 李学垣 吴珊眉

段孟联 尉庆丰 俞震豫 童永忠

全国高等农业院校试用教材

土 壤 学 (上册)

朱祖祥 主编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 张掖河西印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 17印张 378千字

1983年5月第1版 1985年5月甘肃第2次印刷

印数 10,001—18,500册

统一书号 16144·2644 定价 2.65 元

编辑说明

1977年11月全国各高等农业院校的土壤农化专业代表,根据农业部指示,在山西农学院召开了专业教学计划会议,会上决定根据新的统一教学计划,组织本专业《土壤学》试用教材编写小组。1978年1月编写小组在浙江农业大学召开了第一次会议,拟定了教材编写提纲和分工编写名单。嗣后一年,编写小组在征集全国有关兄弟院校意见的基础上,对提纲、编写的初稿和修改稿进行了集体讨论和分工修改,最后于1979年4月完成了集体定稿工作。当时为了能及时供应各院校教学急需,特商请河北农业大学印刷厂突击排印,并于1979年秋季起,由全国各农业院校土化专业内部订购试用。试用本的编写人员有:

浙江农业大学:朱祖祥(第一、十章),俞震豫(第十三章);北京农业大学:华孟、叶和才、段孟联(第七章);南京农学院:黄瑞采(第十五章),吴珊眉(第五、十二章);东北农学院:何万云(第十四章);华中农学院:李学垣(第三、九章);华南农学院:刘树基(第二、八章);西北农学院:尉庆丰(第六、十一章);山西农学院:行毓吉(第四章)。

参加修改书稿工作的有:

朱祖祥:第一、二、三、十各章;俞震豫:第四、五、十二、十三、十四、十五各章;华孟、段孟联及童永忠:第六、七、八、九、十一各章;何万云、林景亮:第四、五、十二各章。

本书就是在试用本的基础上,对部分章节再次作了一些修改后形成的。参加这次修稿工作的除初稿编写人员外,还有浙江农业大学的胡景赓、俞劲炎和童永忠等同志。

本书虽经一再修改,但在试用过程中,不少老师反映仍存在着不少问题。如某些章节过于冗长等,这将有待于今后修改时解决。此外,全书在系统、内容、文字、图表使用以及编排等方面,也都存在着不少缺点和不妥之处,希望大家提出批评和意见。书中关于土壤污染一章,是否宜于作为基础土壤学中必须讲授的内容,可根据各自情况决定取舍。

在编写初稿时,福建农学院的吴德斌老师和浙江农业大学的莫慧明老师,参加了稿件的校阅工作,并提供了宝贵意见。而在教材最后交付出版之前,莫慧明老师对稿件的文字和图表再次作了整理和校阅,浙江农业大学的薛紫华老师重绘了全部图版,对此,我们表示十分感谢。

为使用方便起见,全书分上、下两册出版,上册由1—12章组成为土性部分,下册由13—15章组成为土壤形成发育和土类资源部分。

土化专业《土壤学》教材编写组

1982年1月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 土壤在农业生产和生态系统中的重要性	1
一、土壤是植物生长繁育的自然基地，是农业的基本生产资料	1
二、植物生产、动物生产和土壤利用管理三者之间的关系	1
三、土壤和农业栽培技术上的因土制宜问题	2
四、土壤作为有再生作用的自然资源及其意义	3
五、土壤是生态系统的重要组成部分	3
第二节 土壤和土壤肥力的概念	4
一、正确认识土壤应用的几个重要观点	4
二、土壤的基本物质组成	5
三、土壤肥力的基本概念	6
四、肥力和社会经济制度和科学技术的关系	8
第三节 土壤科学的发展简史	8
一、世界土壤科学发展史中的主要代表性学派及其基本观点	8
二、土壤科学在我国的发展	9
第二章 土壤矿物质	11
第一节 矿物质土粒的粗细分级	11
一、土粒的大小分级——粒级	11
二、粒级的基本特征	12
第二节 土壤的颗粒组成和质地分类	13
一、颗粒组成和质地的概念	13
二、质地的分类标准	14
第三节 土壤质地和肥力的关系及其改良途径	17
一、土壤质地和肥力的关系	17
二、土壤质地的层次性	19
三、不同质地土壤的利用和改良	20
第四节 土壤矿物质部分的矿物学组成和化学组成	22
一、土粒的原生矿物组成	22
二、土粒的次生矿物组成	23
三、土壤矿物质的主要元素组成和硅铝铁率	23
第五节 粘粒矿物	25
一、铝硅酸盐粘粒矿物的构造特征	25
二、粘粒矿物的种类及一般特性	30
三、粘粒矿物的形成和分布规律	33
第三章 土壤有机质	36
第一节 土壤有机质的来源及其组成的特点	36
第二节 土壤中动植物残体的分解	38
第三节 土壤中腐殖物质的形成	39

第四节 影响土壤中有机质分解和周转的因素	41
第五节 土壤中有有机物质的性质	43
一、非腐殖物质	43
二、腐殖物质	44
第六节 有机质在土壤肥力上的作用	47
一、提供作物需要的养分	47
二、增强土壤的保肥性能	47
三、促进团粒结构的形成, 改善物理性质	48
四、其它方面的作用	48
第七节 土壤有机质的动态平衡	48
一、提高土壤有机质的积累	48
二、调节土壤有机质分解速率	50
第四章 土壤的离子交换	51
第一节 土壤胶体的带电性	51
一、土壤电荷的种类和来源	51
二、土壤电荷的数量和密度	53
第二节 土壤的阳离子交换	54
一、交换性阳离子和阳离子交换作用	54
二、阳离子交换作用的特征	54
三、影响阳离子交换能力的因素	55
四、土壤阳离子交换量	55
五、土壤的盐基饱和度	57
第三节 交换性阳离子的有效度	57
一、盐基饱和度	58
二、土壤中的互补离子效应	59
三、粘粒矿物类型的影响	59
四、由交换性离子变为非交换性离子的有效度问题	60
第四节 土壤中的阴离子吸附	60
一、土壤阴离子的吸附力	61
二、阴离子的负吸附	61
第五章 土壤酸碱性反应	62
第一节 土壤酸度	62
一、土壤酸的类型	62
二、交换性酸度和水解性酸度	65
三、酸性土的成因	66
第二节 土壤碱度	67
一、衡量土壤碱度的指标	67
二、碱性土的成因	69
第三节 影响土壤pH值的因素	70
一、土壤胶体类型和性质对pH值的影响	70
二、土壤吸附性阳离子组成和盐基饱和度对pH值的影响	71
三、土壤空气的CO ₂ 偏压对pH值的影响	71

四、土壤水分含量对pH值的影响	72
五、土壤氧化还原条件对pH值的影响	72
第四节 土壤的缓冲作用	73
一、土壤具有缓冲作用的原因	73
二、土壤缓冲量与滴定曲线	74
三、影响土壤缓冲能力的因素	74
第五节 土壤反应和肥力的关系	75
一、土壤反应和养分的有效度	75
二、土壤反应对土壤微生物的影响	75
三、土壤反应对植物及农作物生长的关系	76
四、土壤酸度的调节	76
五、改良土壤的碱性反应	79
第六章 土壤的孔性和结构性	80
第一节 土壤孔性	80
一、土壤的比重和容重	80
二、土壤的孔性	82
第二节 土壤结构体的类型和作用	86
一、土壤结构性的概念	86
二、土壤结构体的种类	87
三、土壤结构性的评价	88
第三节 土壤团粒的形成	91
一、胶体凝聚作用	92
二、水膜的粘结作用	93
三、胶结作用	94
四、根系及掘土动物的作用	97
五、干湿交替和冻融交替	97
六、耕作	98
第四节 土壤结构性的改善	98
一、精耕细作, 增施有机肥料	98
二、注意灌水方法	99
三、扩种绿肥或牧草, 实行合理轮作	99
四、石灰、石膏等的施用	100
五、土壤结构改良剂的应用	100
第七章 土壤水	104
第一节 土壤水的能态	104
一、土壤水含量	104
二、土壤水的保持和分类	107
三、土水势	109
四、土壤水分特征曲线	114
五、滞后现象	115
第二节 土壤水运动和田间循环	118
一、液态水运动	118
二、水汽运动	123

三、水进入土壤	124
四、田间持水量	130
五、土面蒸发	132
第三节 土壤对植物供水	138
一、植物吸水	138
二、土壤向植物供水	141
三、土壤水热条件和根生长	143
四、土壤水的有效性	143
第四节 土壤水状况和调节	148
一、土壤水平衡	148
二、土壤水状况	149
三、土壤水状况的调节和合理用水	154
四、水田土壤水状况的调节	157
五、水土保持	158
第八章 土壤空气	159
第一节 土壤空气状况	159
一、土壤空气的组成和含量	159
二、土壤空气与作物生长	160
第二节 土壤通气性	161
一、土壤通气性的重要意义	161
二、土壤通气性的机制	161
三、土壤通气性的指标	163
第三节 土壤氧化还原状况	164
一、土壤通气性与土壤溶液的氧化还原平衡和氧化还原电位	164
二、影响土壤氧化还原电位的因素	165
三、土壤氧化还原电位在判断土壤肥力上的应用	166
第四节 土壤通气性的调节	168
第九章 土壤热量状况	169
第一节 土壤温度的重要性	169
一、土温对作物生长发育的影响	169
二、土温对土壤肥力的影响	170
第二节 土壤热量的来源及土壤与大气间的辐射平衡	171
一、土壤热量的来源	171
二、土壤表面的辐射平衡	172
三、影响地表辐射平衡的因素	173
第三节 土壤表面的热量平衡	175
一、活动面的概念	175
二、活动面及土壤的热量平衡	175
三、影响土壤表面热平衡的因素	177
四、土壤中的热量交换	178
第四节 土壤热性质	179
一、土壤热容量	179

二、土壤导热率	180
三、土壤的导温率	181
第五节 土壤温度状况	182
一、土壤温度的年变化	182
二、土壤温度的日变化	183
三、土地位置和土壤性质对土温状况的影响	185
四、土壤及近地层大气热状况的调节	186
第十章 土壤养分	190
第一节 土壤中的氮	190
一、土壤中氮的含量和影响含量的因素	190
二、土壤中氮的形态	192
三、土壤中氮的来源和氮素循环	194
四、土壤氮素形态的转化及影响转化的因素	195
五、土壤氮素状况的调节原理	199
六、水田土壤氮素形态转化的若干特点及其意义	201
第二节 土壤中的磷	202
一、土壤全磷的含量和影响含量的因素	202
二、土壤磷素的形态	203
三、土壤中的有效磷	206
四、土壤中磷的固定及其机制	207
五、影响土壤固磷作用因素及减少固磷作用的途径	211
第三节 土壤中的钾	213
一、土壤中钾的含量和影响含量的因素	213
二、土壤中钾的形态及其有效度	214
三、土壤中钾的释放(有效化过程)	215
四、土壤中钾的固定	216
五、土壤中各种钾素形态的平衡及其调节途径	218
第四节 土壤中的硫、钙、镁	219
一、土壤中硫的含量和形态	219
二、土壤中硫的形态转化及影响其有效化的因素	219
三、土壤中的钙和镁	221
第五节 土壤中的微量元素	221
一、土壤中微量元素含量和影响含量的因素	221
二、土壤中微量元素的形态	223
三、影响各种微量元素有效量的因素及增加其有效度的途径	224
第十一章 土壤物理机械性和耕性	227
第一节 土壤物理机械性	227
一、土壤粘结性	227
二、土壤粘着性	230
三、土壤塑性	230
第二节 土壤耕性与耕作	231
一、土壤结持状态	231
二、土壤耕作阻力	232

三、土壤的宜耕性	234
第三节 耕作对土壤的影响	235
一、土壤耕作的要求	235
二、土壤耕作的基本作业	235
第四节 土壤压板问题和少耕法	238
一、土壤压板问题	238
二、少耕法和免耕法	242
第十二章 土壤污染	245
第一节 土壤污染物的外部来源	245
一、工业“三废”对土壤的污染	246
二、农药、肥料对土壤的污染	246
三、放射性物质对土壤的污染	247
第二节 重金属污染物的毒性及其在土壤中的变化	248
一、砷	248
二、镉	249
三、铬	250
四、铅	251
五、汞	251
六、锌、铜、镍、锰	252
七、氟	253
第三节 土壤中农药的残留及其变化	253
一、农药在土壤中的残留	254
二、农药在土壤中的变化	255
第四节 土壤污染的防治途径	258
一、土壤质量调查与监测	258
二、消除污染源	259
三、发挥土壤的净化作用	260
四、换土、客土、翻土	260
五、改种和利用生物吸收	260

第一章 绪 论

第一节 土壤在农业生产和生态系统中的重要性

一、土壤是植物生长繁育的自然基地，是农业的基本生产资料

农业生产的基本特点是生产出具有生命的生物有机体，其中最基本的任务首先是发展人类赖以生存的绿色植物的生产。绿色植物在生活上所需要的基本因素有五，即：日光（光能），热量（热能），空气（主要为氧及二氧化碳）、水分和养料。其中养料和水分是通过植物根系从土壤中吸收的，而植物之所以能立足于自然界中，使自己能经受风雨的侵袭而不致倾倒，则是由于其根系伸展在土壤之中，从而获得了土壤的机械支持之故。这一切都说明，在自然界里，植物的生长繁育必须以土壤为其基地，一种良好的土壤应该使植物能“吃得饱（指养料供应充分），喝得足（指水分供应充分），住得好（指土壤空气流通，温度适宜），而且站得稳（指根系能伸展得开，机械支持牢固）”。

农业生产包括植物生产（种植业）和动物生产（饲养业）两大部分。大家都知道，从能量和有机质的来源来看，如果没有绿色植物通过其光合作用把太阳的辐射能转变为植物有机质中的化学能，同时从土壤中吸收养料，那末动物为维持其生命活动所需要的能量和某些营养物质，也就没有来源。因此，在生态学中，人们把陆地生产事业中的植物生产称做初级生产（也叫一级生产），而动物生产则由于其最终都不能不以植物产品作为其饲料，所以人们又把它称为次级生产。从食物链的关系来看，次级生产中又可再分为几级，如二级、三级等。每低一级的生产都以其前一级生产的有机质作为其食料，整个动物界就是通过食物链繁育衍生而来。由此可见，土壤不仅是植物生产的基地，而且也是动物生产的基础。如果没有植物的繁茂，就不可能有畜牧业的高度发展。两者都必须以土壤作为其基本生产资料。

二、植物生产、动物生产和土壤利用管理三者之间的关系

农业既然以土壤为其基本生产资料，所以要发展农业生产，就必须十分重视土壤资源的开发、利用、改良和保护。我们不仅要因地制宜地利用土壤资源，在农、林、牧全面规划的基础上，把开垦荒地，建设良田、合理灌排、培肥土壤、提高肥力等一系列土壤利用和管理的工作抓起来，作为保证农业生产不断发展的基本措施来对待，而且还要考虑“植物——动物——微生物——土壤”生态系中能量和养料的循环周转和平衡关系，来促进土壤肥力的不断提高和农业生产的持续发展，建立起所谓“用田养田”的观点。这就首先要求把植物生产、动物生产和土壤的利用管理三个环节结合起来，以植物生产

所提供的有机质收获物来保证动物生产所需要的饲料，又以不能利用的植物残体有机质和从动物生产中所获得的粪尿等废物作为肥料，通过合理的利用和土壤管理措施，来培肥土壤，提高肥力。这样，就循着群众所说的“粮多，猪多；猪多，肥多；肥多，粮多”的链琐关系，通过种植（植物生产）、饲养（动物生产）和施肥（土壤利用管理）三个环节的紧密结合，把社会主义农业生产迅速不断地推向前进。

从农田的生态学关系来看，把土壤管理和植物生产、动物生产并列地纳入于农业生产体系中，也是有其科学的理论依据的。因为土壤中存在大量微生物，从生态学中的食物链关系来看，土壤微生物中的绝大部分都是以动植物的残体有机质作为其食料，来取得能量和大部养料的。因此，人们称它们为有机质的消费者和分解者。但从土壤肥力来看，它们又是对土壤提供有效养料，促进肥力的发挥和发展，以保证动植物生产必不可少的因素。把动植物生产的废物，通过土壤管理还诸于土壤，其目的就在于充分发挥作为消费者和分解者的土壤微生物的积极作用。由此可见，把植物生产、动物生产和土壤管理三个环节结合起来，不仅对于维护和发展农田生态中的能量和养料循环有着极大的意义，而且对持续发展整个农业生产，使之永绵不绝，也是必要的。

三、土壤和农业栽培技术上的因土制宜问题

在农作物栽培技术上至少有八个基本因素需要考虑，这就是“土、肥、水、种、密、保、工、管”，它们分别代表土壤和耕作管理、施肥、农地水分管理、品种选择及种子处理、种植密度、植物保护、田间工机具的使用以及日常田间栽培管理等。

由八个字所概括的各项技术措施，各有其重要性。它们相互联系，相互制约，彼此不能替代。但土壤在这八个字中是基础。因为在采取各项技术措施时，都有一个因土制宜的原则问题。例如，为了充分发挥土壤资源的生产潜力，首先就应该在土壤普查的基础上，根据地区自然条件和土壤类型特征，注意保护或建立一个地区的合理的生态平衡，本着用地养地的原则，对一个区域的土壤作出因地制宜、合理利用的规划，实施因土耕作和种植。又如，在合理施肥时，对肥料的种类、用量、施肥时期和施肥方法的选择，不仅要根据作物的要求和季节气候的变化，还要考虑土壤的性质和肥力水平。酸性土与碱性土，沙土与粘土，肥土与瘦土，旱地与水田它们的施肥制度和施肥技术，均各不相同，要因土而异。在水利方面，从开辟水源、整理田块、配制沟渠水系、改造农田环境、进行农田基本建设开始，一直到田间灌排的调节和地下水位的控制，也都应有因地因土制宜的考虑。

在作物栽培中其它各项先进技术措施的采用，包括作物种类和品种的选择，密植程度的制定，农业机械和工具的运用，植物保护措施的实施以及栽培管理的改进，也都要结合考虑土壤的原来性质以及它们对土壤可能产生的影响，做到因土制宜。

总之，土壤与农业生产的各项措施都有关系。脱离土壤条件来谈农业技术措施，即使有了良种良法，也往往不能发挥高产效果。我们在总结和推广群众经验以及研究高产栽培技术时，也必须有这种因土制宜的观点。

四、土壤作为有再生作用的自然资源及其意义

我国古籍《说文解字》中，对土壤的解说为“土者，吐也，吐生万物”。管子中则说：“有土斯有财”。至于“土壤孕育万物”，“土为万物之母”等的概念则不论中外都古已有之。马克思曾经说过“土壤是世代相传的，人类所不能出让的生存条件和再生产条件”（资本论，第三卷，1061页）。这句话的意思，就是说土壤作为资源，不同于其它资源，它在农业生产上发挥其资源作用是不应有时间限制的。矿藏资源经过开采利用，总有枯竭之时，而土壤资源虽经开垦种植，只要“治之得宜，地力常新”。我们的祖国已有数千年的农业历史，我们广阔富饶的土壤资源曾为我们的祖祖辈辈提供了无数财富，现在又为我们的社会主义建设提供着丰富多采的动植物产品，将来还要为我们子子孙孙的社会主义和共产主义事业的发展，创造出更多的物质。但要使我们肥沃的土壤能传之万代，而不毁于一旦，我们必须深刻理解土壤作为资源的特殊意义，珍视它作为农业基本生产资料而具有再生作用的特点，从而充分意识到自己的责任，把土壤看做是社会的财富，它不仅属于国家，属于全体劳动人民，而且也属于子孙万代。任何人只有合理使用它、保养它和不断提高它肥力的义务，而没有任意破坏和污染它的权利。

在人类历史上，土壤资源遭到严重破坏的例子是很多的。由此所造成的恶果，就世界范围来说主要有五大问题。第一是土壤侵蚀，第二是土壤的砂化（沙漠化），第三是土壤的盐碱化，第四是土壤的变质退化，第五是土壤的污染。这些问题在我国也都早有不同程度的存在。例如黄土高原和南方红土丘陵地带的严重水土流失，东北、西北和内蒙古某些严重风蚀区的土壤砂化，华北平原地区农地的次生盐渍化，东北垦区黑土的变质退化，以及各地工矿区附近土壤的严重污染等等，这些都是早已众所周知的历史事实。解放以来，由于社会制度的改变，土壤资源的保护工作日益受到党和国家的重视，不少地方穷山恶水的旧日面貌，已经有了很大改变。但也应该指出：在土壤资源的开发和利用上，我们还存在很多不合理现象，不符合因地制宜、农林牧各得其所的原则。不少地区，片面强调以粮为纲的农业生产，不根据土壤特点而盲目毁林开荒，不管土壤条件而滥垦草原，对肥沃原野，只求眼前收获，而不注意维护其肥力，致使水土流失，风沙漫延，土壤走向贫脊化。其结果不但使土壤失去了其再生产的作用，而且还会使河道淤塞、尘沙飞扬，增加了灾害性气候的威胁。在这方面，旧中国所留给我们的灾难，对我们应是很好的教训，而近年来各地因地制宜地利用土壤资源、进行农田基本建设的经验和成就，则对我们又是很好的启发。

五、土壤是生态系统的重要组成部分

生态学是研究生物系统与环境之间相互关系的科学。地球上无数生命物质，这些生命物质及其环境，共同组成了生态圈。生态圈由很多生态系所构成。每个生态系有其独特的生物组合，它是由这种生物组合连同其无机环境和能量及养料资源所构成的。在一个地区的自然环境中，植物——动物——微生物——土壤作为一个生态系，就是地区生态系统中的一个极为重要的组成部分。另一方面，一个地区的土壤情况又和构成这一地

区生态系的各种因素互相联系,互相制约的。它们彼此之间,有着调节平衡的关系。因此,在七十年代才蓬勃兴起的环境科学中,土壤不仅仅单纯地被看做是农业生产的基本资料或农田生态系统中的组成部分,而且还被看做是以人类社会为主体的整个地区生态系统的重要组成部分,它和大气、水、生物和矿藏等一样对于人类社会具有同等重要意义。

人类生活在自然环境之中,对其周围的自然环境在不断地进行干预改造,使之有利于人类的生产和生活,建立起生态系统的新的动态平衡。但同时,人们的活动,在有意或无意之间也会破坏自然环境中的生态平衡,而生态关系失调的后果,往往会给人类带来难以弥补的损失。例如土壤污染的结果,不仅会使农田荒芜,土壤生物区系改变,从而改变了农田生态系的素质,甚至还会导致某种地区生物灭种绝迹。土壤污染还会对人体健康造成严重影响。近年来,在有些工农业均很发达的国家里,已有过不少这方面的惨痛教训。因此,近年来,环境科学的发展已对土壤工作提出了新的课题——土壤污染的监测防止、处理措施以及净化标准的制订等等。由此可见,近代的土壤学已有了新的发展,它已成了新兴的环境科学中重要的组成部分。

从这个意义上来看,今后对于土壤资源的利用,不但要根据国民经济和农业生产发展的要求,结合考虑土壤的本身的性质特点,还应从环境科学的角度,考虑整个自然环境中生态系统的动态平衡问题。宜农则农,宜林则林,宜牧则牧;污染严重的地区,则禁种粮食及其它食用作物,如有必要也应禁止放牧,但可改种工艺作物,或辟为林场、苗圃。对于农田的土壤管理,则应着眼于防止农药或工矿废水、废渣的污染,防止过多或滥用化肥,对于林地的开发,特别要注意防止水土流失,水源枯竭和气候向不利方向的变化,以致影响整个自然环境和生态系统的协调。

第二节 土壤和土壤肥力的概念

一、正确认识土壤应用的几个重要观点

土壤对任何人都不陌生。人们从不同的利用角度,用不同的方法,对它进行了大量研究,积累了很多知识,也产生了不同的认识。例如:在土建、水利等工程建设中,土壤是承重受压的基础,堤坝的材料,水边的围床。因此,工程技术人员常常把土壤作为一种物质材料来对待。他们认识和区别土壤的主要依据是它的组成和性质,特别是它的力学性质和物理性质。

在农业生产中,土壤是植物生长的基地。而其所以能生长植物,则是由于它具有肥力。土壤的肥力及其发挥,既有土壤本身内在的因素,包括土壤的物质组成和一系列性质,也有外界的条件。其内在因素由土壤本身的物质部分决定,而外界条件则涉及地区的自然环境及土地的基本建设标准和耕作栽培管理等措施的质量。因此,认识土壤时应和土地的概念连在一起,把它周围的自然环境和它的历史经历,连同作为物质的土壤及其一系列的性质表现,统一起来进行考虑。在农业生产上,这种土壤和土地不可分,以及土壤有它自己生成发展过程的概念,是正确认识土壤的基本观点之一。从这一基本观点出发,在认识和鉴别土壤时,必须观察分析影响土壤生成发展和决定土壤性质的全部

主要因素。这些因素概括起来，共有五个，即母质（指未形成土壤前存在于地壳表面的碎屑物质）、生物、气候、地形及成土的年龄。此外，就农业土壤来说，还必须十分重视耕作劳动和生产技术措施等各种人为因素对土壤所产生的影响。为了对这些成土因素和对土壤本身的形态性质作出现场的全面了解，土壤工作者应善于学习和运用野外调查观察土壤的近代方法，其中应特别注意土壤整体（土体）在垂直方向上的变异（即所谓土壤剖面变异），以及识别土壤性质类型用的最小立体型土体单元的三向特征。（矿物）

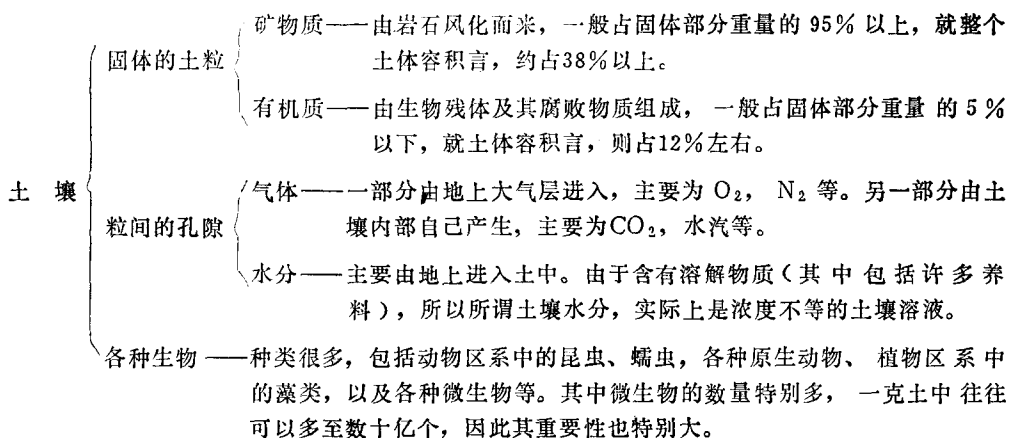
《矛盾论》告诉我们“人的认识物质世界，就是认识物质的运动形式”；“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。因此，对于某一现象的领域所持有的某一种矛盾的研究，就构成某一门科学的对象。”据此，要正确认识和鉴别土壤，也必须从土壤这一客体所具有的运动形式着手，研究和识别它们共同的和各别的特殊矛盾性，也就是说，只有注意了土壤和其它运动形式的质的区别，才有可能区别事物，正确认识和鉴别土壤。土壤之所以被认为是一种“独立自然体”，不同于其它自然体（包括矿物、岩石以及有生命现象的生物有机体），就是因为它有自己的运动形式和规律。在土壤形成学说中，有的认为生物是主导因素，是发展土壤的动力，但对此也有不同学派的争议。不可否认的事实是土壤里有种类繁多，数量巨大的生物，所以土壤在它生成发展过程中，自始至终都有生物运动的内容。生物运动是一种高级的运动形式。它本身就包括了机械、物理、化学等各种运动形式，但土壤作为一独立的自然体，生物只是其整体组成中的一部分。所以土壤的运动，就整体来说，除一般生物运动中包括的这些运动形式外，还有它自己的、独立于生物体之外的、独特的机械运动，物理运动和化学运动。我们认为土壤作为一个整体，兼具多种运动形式，这样一种综合观点也是正确认识土壤的基本观点之一，从这一基本观点出发，我们在研究土壤时所采用的方法，所依据的科学知识，应该是多方面的，包括物理、化学、生物、地学……等等，而不应该是单一的。在土壤学发展史上，地质学家、化学家、物理学家、矿物学家、胶体化学家、生物学家等等，都曾作出过很多贡献，这就是研究土壤学需要各方面科学知识的明证。但土壤学历史的教训也告诉我们，要真正认识土壤的本质，不能单凭由一个学科所衍生的学派来解决复杂的肥力问题，而必须汇集各学科知识，来共同努力。

要正确认识土壤，还必须掌握住以肥力为中心的又一基本观点，土壤之所以成为植物繁育的自然基地，农业的基本生产资料，人类耕作劳动的对象，就是因为它具有肥力。中外古今，多少有名诗人和作家以美好动人的文字歌颂了大地和泥土的伟大，把它们比喻为母亲，也正是因为土壤有这种被称为肥力的孕育力。从土壤的本质是肥力这一基本观点出发，农业上认识土壤必须最后要以阐释肥力为目的。但土壤肥力本身是一个十分综合的概念，它是土壤各方面性质的综合反映，因此，尽管我们研究土壤所用的方法和运用的基础知识，可以而且应该有各种的不同（不仅有学科的不同，而且还可有微观和宏观的区别），但最后都应该对肥力有所说明。

二、土壤的基本物质组成

自然界里的土壤不论其为农地、林地、草地甚至荒地，其基本物质组成都不外下面

这一些：



以上各种组成成分，在数量配合上可以有很大变异。有机质土壤，如泥炭土，其有机质含量可以高达百分之七、八十以上，反之，很多沙质土壤以及某些侵蚀严重或荒瘠无植被的土壤，其有机质含量可以低至千分之几。至于土壤组成中水和空气的变化则更大，因为它们同时并存于土壤的孔隙里，不但因土壤的松紧密实程度不同而有很大变化，而且还随着土壤的干湿变化而互相消长。在一般情况下两者的容积合计，约占土体总容积的50%上下。应该特别引起注意的是土壤中生物组成而尤其是微生物组成的重要意义，因为土壤中的许多复杂变化，都是通过微生物的作用才产生的。鉴于有关土壤微生物的基本知识，已在微生物课程中有专题的讨论，所以在本教材里，我们将只一般地讨论微生物对土壤肥力所起的作用，而不另立专门章节，来具体介绍土壤微生物的种类、性质和作用。

土壤的物质组成不同，显然会在很大程度上影响土壤肥力。

三、土壤肥力的基本概念

关于肥力的概念，有几种很不相同的认识。一般西方土壤学家，传统地把土壤供应养料的能力看做是肥力。苏联的土壤学家威廉士对肥力曾经下过一个定义，他认为所谓肥力即是“土壤在植物生活的全过程中，同时而又不断地供给植物以最大量的有效养分及水分的能力”。从这个定义看起来，肥力因素至少包括有效养分和水分。

我国土壤科学工作者，目前对肥力存在着几种不同看法。《中国农业土壤概论》（1978年农业出版社印行的初稿）认为“土壤的肥力，就是土壤的体质和生命力”（下册，第4页）。在介绍肥力的定义时，书中写道“所谓肥力，扼要地说，就是在一定自然环境条件下，土壤稳、匀、足、适地对植物供应水分、养分的能力”（上册，第160页），又说“土壤肥力是指土壤在与气候等地理因子经常进行相互协调和物质交换的过程中，逐步加强其生理机制，以保证它同时、不断、适量地供应植物水分和养分的能力”（下册，第5页）。由此可见，按照《中国农业土壤概论》的见解，土壤肥力的主

要因素是养分和水分；肥力高低的标志是“稳、匀、足、适”的程度；产生肥力的条件是由“气候等地理因子”构成的“自然环境”；发挥肥力的机制是土壤“和外界条件进行生理协调和物质交换的过程（机制）”。

《中国土壤》（1978，科学出版社出版）对肥力的论述认为：“肥力是土壤的本质”，“土壤肥力的概念是：土壤为植物生长供应和协调营养条件和环境条件的能力。”对于定义中所说的营养条件和环境条件，书中所作的具体说明为：“水分和养分是营养因素，温度和空气是环境因素，水既是环境因素又是营养因素。”对定义中所说的“协调”，书中的阐释为：“土壤中各种肥力因素不是孤立的，而是相互联系和相互制约的。良好的作物生长不仅要求诸肥力因素同时存在，而且必须处于相互协调状态。”（以上均引自第3页）。

我国土壤学界的一般认识认为：不论从农民群众对土壤肥力（包括水田和旱地）评价的经验来看，或者从影响植物生长的土壤因素的论证分析来看，土壤的肥力因素应该至少包括水分、养分、空气和温度四者。一般即把它们简称为水、肥、气、热四大肥力因素。其中水、肥、气是物质基础，热是能量条件。四大因素之间，互有制约作用，综合起来，就构成肥力。任何一种土壤的肥力特征都无非是水、肥、气、热各肥力因素的综合反映。困难之处在于如何用土壤物理学、土壤化学、土壤生物学（特别是微生物学）、土壤物理化学……等等的方法、性质、指标等把它们量度和表达出来。这也就是土壤学在现代化过程中需要共同努力的重要方向之一。

肥力是土壤的属性。但各种土壤的肥力还有性质特征之差和高低肥瘦之分。显然，这是区分肥力类型特征和水平等级的概念。一般农民群众所说的“发小苗”或“发老苗”，“粳性”或“糯性”，“淀浆”或“起浆”，“口紧”或“口松”，“冷浆”或“热燥”，都是对肥力类型特征的区分，但同一或相似肥力类型中，还可以有相对的“肥土”与“瘦土”，“好土”与“坏土”等等级水平的分别。遗憾的是土壤学里直到现在还没有描述肥力类型特征的统一指标，也没有划分肥力等级的共同标准。

最后，还应说明土壤肥力和土壤生产力的关系。肥力和生产力的概念互有联系，但并不相等。土壤的生产力是由土壤本身的肥力属性和发挥肥力作用的外界条件所决定的，从这个意义上来看，肥力只是生产力的基础，而不是生产力的全部。所谓发挥肥力作用的外界条件指的就是土壤所处的环境，包括气候日照状况、地形及其相关连的排水和供水条件，有无毒质或污染物质的侵入等等。也包括人为耕作、栽培等土壤管理措施。例如：高寒的环境常常“半天云雾半天晴，半天太阳半天阴”属“山高一丈，土凉三寸”之地，阴湿的环境常常是冷浸迟发之地。处在以上这种环境条件下，即使土壤本身内在有关肥力的各因素很为优越，也不能充分发挥其应有作用，因此其生产力也必然不高。实际的调查也证明，肥力因素状况基本相同的土壤，如果处在迥然不同的环境条件下，其表现出来的生产力彼此可能相差很大。土壤内在的影响肥力因素的各种性质和土壤的环境条件，在生产力上互相连系和制约的关系，启示人们：为了高产，就必须十分强调农田基本建设，以改造土壤环境，其中包括平整土地，整理地块，保证水源，修建渠道，开沟撇泉，筑堤防洪等等的农业工程项目。