

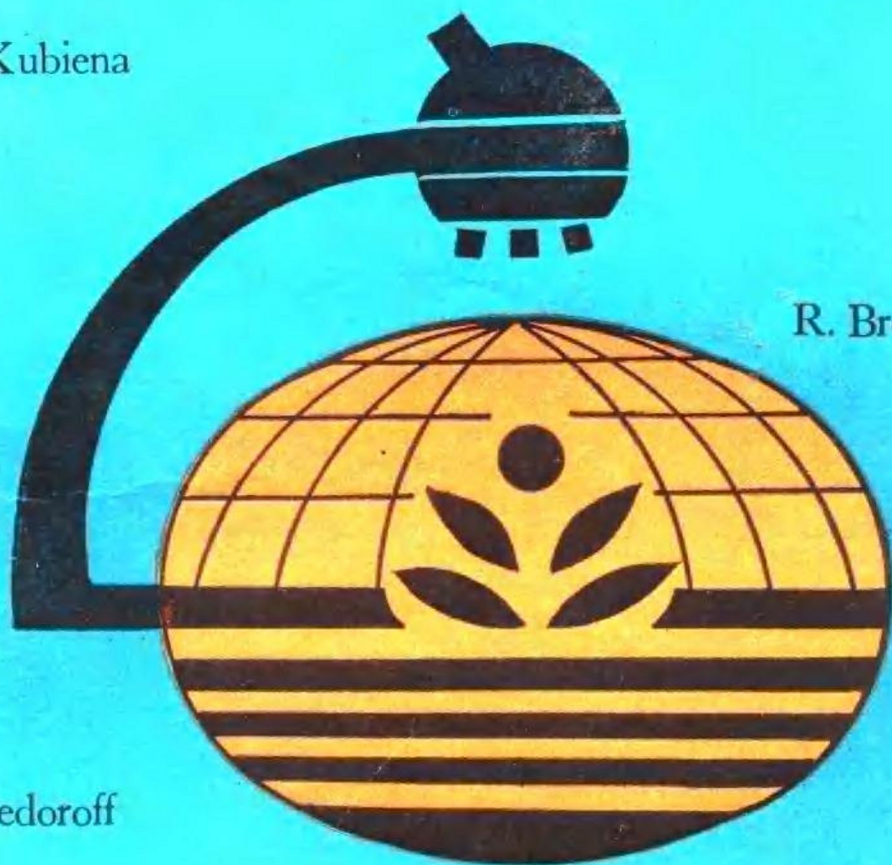
高等学校教学用书

土壤微形态学

发展及应用

黄瑞采 编著

W. L. Kubiena



R. Brewer

N. Fedoroff

L.P. Wilding

高等教育出版社

高等学校教学用书

土壤微形态学

发展及应用

黄瑞采 编著

高等教育出版社

1990年

内 容 提 要

本书共 10 章,系统地介绍了十几年来国际上土壤微形态学的最新发展及土壤微形态的薄片研究,主要包括薄片描述标准、薄片
中物像的描述和判读以及有关土壤组成分的研究;土壤微形态研究的技术、方法和应用实例。本书体系完整,内容翔实,图文并茂。
可作土壤、地理、地质等专业的教科书,亦可作为农、林、牧及国土
整治、环保、海洋、生物管理与研究的参考书。

高等学校教学用书

土壤微形态学

发展及应用

黄瑞采 编著

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

四川省金堂新华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 330 000

1991年4月第1版 1991年4月第1次印刷

印数 0 001—1 640

ISBN 7-04-003299-6/Q·175

定价 5.30 元

前 言

根据农业部教育司文件,毛达如教授主持评选农林牧高等院校教材,本教材属优先出版的教科书,后经联系被高教出版社接受出版。

本书由黄瑞采主编,全书共十章及附录。其中第一章由黄瑞采编写,第十章由博士青年教师潘根兴编写,第二至九章及附录,由黄瑞采口述,郝建军整理二至三章,李闽整理五至九章及附录。全书由黄瑞采与潘根兴共同校对、补正。博士生仇荣亮与黄瑞采进一步审阅定稿,最后由熊德祥副教授总校。

国际土壤学会土壤微形态专业分委员会主席 N. Fedoroff 1986 年专门访问了南京农业大学土壤微形态实验室,对我室工作很感兴趣,并赠送有关专著两本。潘根兴同志在 1988 年参加国际第 8 届土壤微形态工作会议期间,与许多原著者广泛接触,他们对中国出版这本土壤微形态教科书寄予厚望和热情鼓励。

本书编写过程中,除了土壤微形态学语外,其它术语的翻译均参考英汉综合地质学词汇(科学出版社,1973)、英汉矿物种名称(科学出版社,1984)和生物学词汇等。

土壤微形态牵涉的图幅、照片繁多,本书编写和印刷过程中,高等教育出版社张月娥同志为该书内容作了诸多加工和文字润色,耗费大量精力,章美钰为全书精绘了全部插图。南京农业大学校、系领导及土壤地理、土壤教研组的所有同志经常关心和大力支持作者的编写工作,由于人数众多,恕不一一提名,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,编者业务和理论水平有限,内容上难免有疏漏不妥之处,希望采用本教材的教师和同学以及科研工作者不吝指正,以便再版时修订。

黄瑞采

一九九〇年六月

编者的话

土壤是农林牧业不可缺少的生产资料，是人类赖以生存的最基本的生活条件。从当前及今后的形势看，“人口、粮食、环境”是全球性的重大课题。正如第十二届国际土壤学会所指出的那样，我们应“保护土壤资源，迎接土壤和粮食向人类提出的挑战”。我国有960万平方公里的土地，土壤资源十分丰富，但到本世纪末，我国人口将近13亿，粮食问题将更为突出，而粮食又依附于土壤，这就向土壤科学提出了艰巨的任务。国务院和国家科委一直相当重视农业区划和土壤资源调查、土壤普查、水土保持等方面的工作，并取得了相当显著的成就，在国民经济的发展中起了相当重要的作用。

我国农业耕作历史非常悠久，自古以来，劳动人民勤劳耕作，在识土、用土、改土过程中积累了丰富的知识。我国古籍《说文解字》中，对土壤的解说为“土者，吐也，吐生万物”。《周礼》中指出：“万物自生则曰‘土’，以人所耕而树艺高则曰‘壤’”，把“土”和“壤”两字结合为“土壤”，说明了自然土壤和耕种土壤的发生与联系，近代科学也有人（如威廉斯）从农业土壤概念来理解“土壤是陆地上能生长植物的疏松表层”。

土壤形态学是土壤学的一个独立分支，但又与其它土壤分支学科相互渗透、相互联系。土壤形态是土壤发生发展历史的集中反映，根据对土壤形态的研究，就能对土壤的组成、土壤中发生的各种过程的化学本质以及影响成土作用发展的各种条件，得出论据充足的概念。俄国著名土壤学家道库恰耶夫相当重视土壤形态学的研究工作，1899年强调了恢复黑土团粒结构对农业生产的重要性。在此基础上，威廉斯于1936年建立了完整的土壤团粒结构学说，后又相继出现了结构形成的团聚体多级形成学说和粘团学说，促进了土壤结构形成机制的研究。

50年代以后，土壤微形态研究发展迅速，我国一些土壤科学工作者对土壤微形态问题特别关注，充分认识到这一新的土壤分支学科研究的意义。目前，土壤微形态研究已与在野外和实验室进行土壤大、中形态观察一样，成为土壤形态学中研究自然原状土壤的一个必不可少的环节。同时，经微形态工作者的共同努力，已使之广泛应用于其它学科、其它领域。

我国有一支庞大的土壤学研究队伍，有多种多样的土壤，有十分复杂的第四纪地质背景和农业利用的影响，理应为世界提供丰富多彩的土壤微形态研究资料。但从第八届国际土壤微形态工作会议上看来，我国土壤微形态教学、科研和学术交流与应起作用相比，尚有不足之感。编著者研究和关注土壤微形态良久，为推进这一学科的发展，此书在大量文献资料的基础上结合我国实际情况及国内各方面多年的研究成果而成，期望为土壤工作者和自然地理、第四纪地质、工程地质、国土整治、考古学、环保科学以及生态学等多种学科的科技人员提供一本具相当参考价值的工具书。

目 录

第一章 绪论	1
第二章 土壤薄片描述方法概论	9
一、描述的目的.....	9
二、野外观察、光学显微镜观察和电子 显微镜观察间的关系.....	9
三、土壤的均一性与非均一性.....	10
四、采样.....	12
五、薄片的大小与质量.....	13
六、描述与解释.....	15
七、术语.....	16
八、薄片描述程序.....	16
九、二维与三维.....	17
十、量化与分析化.....	17
十一、资料贮存.....	18
第三章 土壤微形态学的基本概念	19
一、垒结.....	19
二、结构.....	20
三、粗物质与细物质(C/E 的概念).....	20
四、基本组成成分.....	21
五、基质和微基质.....	21
六、土壤物像.....	21
第四章 一般描述标准	22
一、大小.....	22
二、厚度.....	24
三、分布频率.....	25
四、分选性.....	26
五、颜色.....	27
六、形状.....	27
七、表面粗糙度与平滑度.....	31
八、边界.....	33
九、一类组分中的变异性.....	33
十、光性定向格式.....	34
十一、分布格式.....	35
第五章 土壤微结构	39

一、微结构的描述.....	39
二、微结构的主要类型.....	45
三、微结构描述的顺序.....	50
第六章 基本矿质组成成分	51
一、粗组分的描述.....	51
二、细物质的描述.....	70
三、基本矿质组成成分的描述顺序.....	79
第七章 基本有机组成成分	80
一、土壤有机质的一般形态.....	81
二、分类和描述.....	85
三、有机组成成分的产状和排列.....	92
四、基本有机组成成分描述的顺序.....	92
第八章 土壤基质	93
一、土壤基质的垒结.....	93
二、土壤基质描述的顺序.....	100
第九章 土壤物像	101
第一节 概论.....	101
一、土壤物像的种类.....	101
二、复合土壤物像.....	102
三、分类.....	103
四、土壤物像描述途径.....	113
五、土壤物像研究的应用范围.....	115
第二节 质地性土壤物像.....	117
一、一般概念.....	117
二、描述.....	119
三、分类.....	125
四、质地性土壤物像与石油工程.....	127
第三节 物质淋失性土壤物像.....	128
一、一般概念.....	128
二、描述.....	128
三、物质淋失性土壤物像举例.....	129
第四节 晶质性土壤物像.....	130
一、一般概念.....	130
二、新生粘土除外的晶质性土壤物像的描述.....	131

三、新生粘土物像的描述·····	132
四、晶质性土壤物像分类·····	133
第五节 无定形和隐晶质土壤物像·····	141
一、一般概念·····	141
二、描述方法·····	141
三、铁质和锰质土壤物像举例·····	145
四、有机无定形土壤物像举例·····	148
第六节 垒结性土壤物像·····	149
一、一般概念·····	149
二、描述·····	149
三、垒结性土壤物像举例·····	149
第七节 排泄物土壤物像·····	151
一、一般概念·····	151
二、原始排泄物·····	152
三、老化的排泄物·····	155
第八节 碳素物质的形态转换·····	156
第九节 土壤物像描述顺序·····	157
一、质地性土壤物像·····	157

二、物质淋失性土壤物像·····	157
三、晶质性土壤物像·····	157
四、无定形和隐晶质土壤物像·····	158
五、垒结性土壤物像·····	158
六、排泄物土壤物像·····	158
七、复合土壤物像·····	159

第十章 土壤超微技术及其应用····· 160

一、导言·····	160
二、土壤超微技术·····	161
三、土壤超微研究技术方法·····	171
四、土壤超微技术之应用·····	176
五、小结·····	184

附录 I 土壤微形态资料的电子计算机

贮存·····	188
---------	-----

附录 II 工作实例····· 193

术语索引····· 203

参考文献····· 211

第一章 绪 论

土壤微形态学的历史可以追溯到奥地利学者 W.L. 库比纳, 他在本世纪 30 年代初, 使用生物显微镜、偏光显微镜和双目体视镜, 借助于微生物学和岩相学的方法, 独自一人在野外和实验室内研究土壤生物、土壤中的结晶形成物、土壤的结构和孔隙, 因而形成了一种崭新的土壤学研究方向。他长期的、执著的研究成果反映在 1938 年于美国衣阿华州立大学出版社出版的《微土壤学》(Micropedology) 一书上。库比纳在此书中介绍了土壤显微研究的原理、原则与例子; 报道了其尝试研究的土壤薄片制作技术和显微镜观察、描述的程序、项目和术语。不仅是由于其新颖的研究方法和引人注目的成果, 而且是由于他不懈的工作干劲, 热忱细致的治学精神, 使土壤微形态研究获得了广泛的传播。到了 50 年代末, 库比纳能够在联邦德国不伦瑞克组织起第一届国际土壤微形态学工作会议时, 在西欧、澳大利亚、北美以及苏联, 有许多土壤学者致力于此种研究, 且相继设立了专门研究机构, 有相当多的土壤微形态方面的论文发表于各国专业文献中, 并有一批土壤微形态学专家的涌现。库比纳的功绩在于创立了一门新的土壤学分支学科, 奠定了土壤微形态学的基本原则——保持原状的土壤样品和显微镜检, 首先研究建立了土壤薄片的制备技术, 指出了土壤微形态研究的基本任务是将所观察、描述的土壤微形态形象应用到说明土壤生成、发育的演变规律上。库比纳一生致力于土壤微形态研究, 在 1948 年和 1953 年分别出版的《论土壤发育》(Entwick lungslehre des Bodens) 和《欧洲土壤》(Soils of Europe) 两书中, 他主要将土壤微形态特征应用于土壤发生特征的鉴别和制定土壤的自然分类体系中, 如首次提出了水下土 (Unterwasserböden)。在他后期的著作《土壤地理的微形态特征》(Micromorphological Features of Soil Geography) 中, 他力图将显微镜下的土壤微形态与土壤类型的生成条件、土壤发育特征对应起来。

库比纳为其研究所需, 撰造了许多专门术语用以描述镜下的土壤微形态特征。这些术语经过澳大利亚学者 R. 布鲁尔的数年精心研究而加以系统化。布鲁尔擅长于土壤矿物学研究和岩相分析, 他提出了土壤垒结分析的系统 and 垒结单位的分类系统, 将土壤垒结分为土壤基质、土壤结构体、土壤形成物和孔隙, 然后按形态和组配关系进一步细分。他所著的《土壤的矿物和垒结分析》(Mineral and Fabric Analysis of Soils) (1964) 一书是土壤微形态学发展的一个里程碑。过去 20 年中, 一直采用布鲁尔的术语体系, 以便在世界同行们中交流其研究成果。以后又有人对土壤的有机组分进行了显微镜研究, 拟订了适于显微镜下有机物质及其分解物质形态的术语系统, 这就构成了一个庞大的土壤微形态的术语体系。然而, 名词的繁多, 术语的深奥以及理解上的不一致, 又在某种程度上限制了土壤微形态学研究的推广和成果的引用。因此, 在国际土壤学会支持下, 包括 P. Bullock, N. Federoff, G. Stoops, A. Jongerius 等专家在内的一个国际工作组, 经过 15 年的精心对比、琢磨推敲, 终于在集思广益、博采众长, 吸取

已有术语体系精华的基础上,撰写出版了《土壤薄片描述手册》(Handbook of Thin Section Description),于1985年出版,据国际上权威人士评论,这是一本迄今为止最完整和最富有说服力的土壤微形态学教科书。书中的土壤微形态术语体系完整,简明扼要,通俗易懂,易于理解和接受,且便于计算机处理,不愧为现代土壤微形态学教学和研究的指导性著作,将作为土壤微形态描述的国际标准,已被翻译成德、俄、法、西、葡等语种并推广。

国际土壤微形态学术活动发展很快。第一个国际土壤微形态学国际工作组于1969年,在波兰召开的第三届国际土壤微形态学工作会议上成立。10年后,它已成为国际土壤学会下设的独立的专业分委员会,容纳了世界各地的约200名土壤微形态学工作者,国际土壤微形态学工作会议至今已召开了8次,如果说,土壤微形态学研究在其初期主要为土壤发生分类服务的话,那末,现在它已在土壤发生分类方面有系统专著,如土壤微形态学与土壤发生专著,分上、下册,土壤发生(Bullock & Murphy, 1985)为上册,《土壤微形态与土壤系统分类》(1986)为下册,并已在土壤矿物学、土壤物理、土壤化学、植物根际营养以及土壤侵蚀、土壤灌溉与排水等土壤科学领域中显露身手,而且还渗透到第四纪地质学、石油、海洋、工矿(如坑道支撑)、土建(土壤工程力学)、公、铁路选线、公安侦察直至细胞学、基因工程等学科和经济部门。从最近一次会议上看,土壤微形态学已由定性描述向定量分析发展,由静态解剖向动态跟踪发展,由微观向超微观发展,结合电子束、离子束、激光束和X光束技术的发展,正在深入到矿物结构水平和元素、同位素微区检测上,已形成了一个包括显微镜(体视镜、偏光显微镜)研究和超微技术(扫描电镜、透射电镜、超微分析技术)研究的完整体系(图1-1 a, b)。每届国际土壤学会大会上都有相当篇幅的土壤微形态学研究报告、土壤微形态学专著和教科书,如最近的《土壤微形态学》(Fitz Patrick, 1980)也多有出版。因此,正如国际土壤学会秘书长G. Sombroek最近指出的一样,土壤微形态学正处于一个令人鼓舞的发展时期(《土壤薄片描述手册》一书前言,1985)。

国际土壤学会 ISSS (International Soil Science Society) 最近10年来企图就全世界和各个国家的具体情况,拟定一种可以通用的描述土壤微形态的标准项目和方法。

土壤微形态学引入我国和得以发展是经过许多学者艰辛努力的。早在1939年,作者在金陵大学农学院的科学报告会上介绍过库比纳所著《微土壤学》。1956年,作者出席第六届国际土壤学会大会期间,有幸与库比纳一起考察了法国西南部到波尔多方向石灰岩地区的红色石灰土(terra rossa)、棕色石灰土(terra fusca)及白色石灰土(terra alba)。1964年,作者出席在罗马尼亚举行的第11届国际土壤学会大会,听取并参加了库比纳在会上所作的有关土壤微形态与某些特殊土壤的发生问题,他用野外土壤剖面中就地灌渍剥制的薄片片段——对照说明微形态内容的报告。作者本人在会上宣读了江淮平原几种主要土壤的微形态特征(与马同生合作)一文,引起同行们对中国土壤微形态发展的兴趣。自20世纪60年代开始,我国相继设立了土壤微形态研究机构,著文介绍了土壤微形态学,翻译出版了《土壤学中的矿物学研究》(方明、熊德祥译),并相继发表了土壤制片技术和土壤结构性磨片观察的研究,例如陈清硕(1962)试图用石蜡浸渍的土壤切片来研究土壤微形态,樊润成用岩相偏光镜对红壤结构性

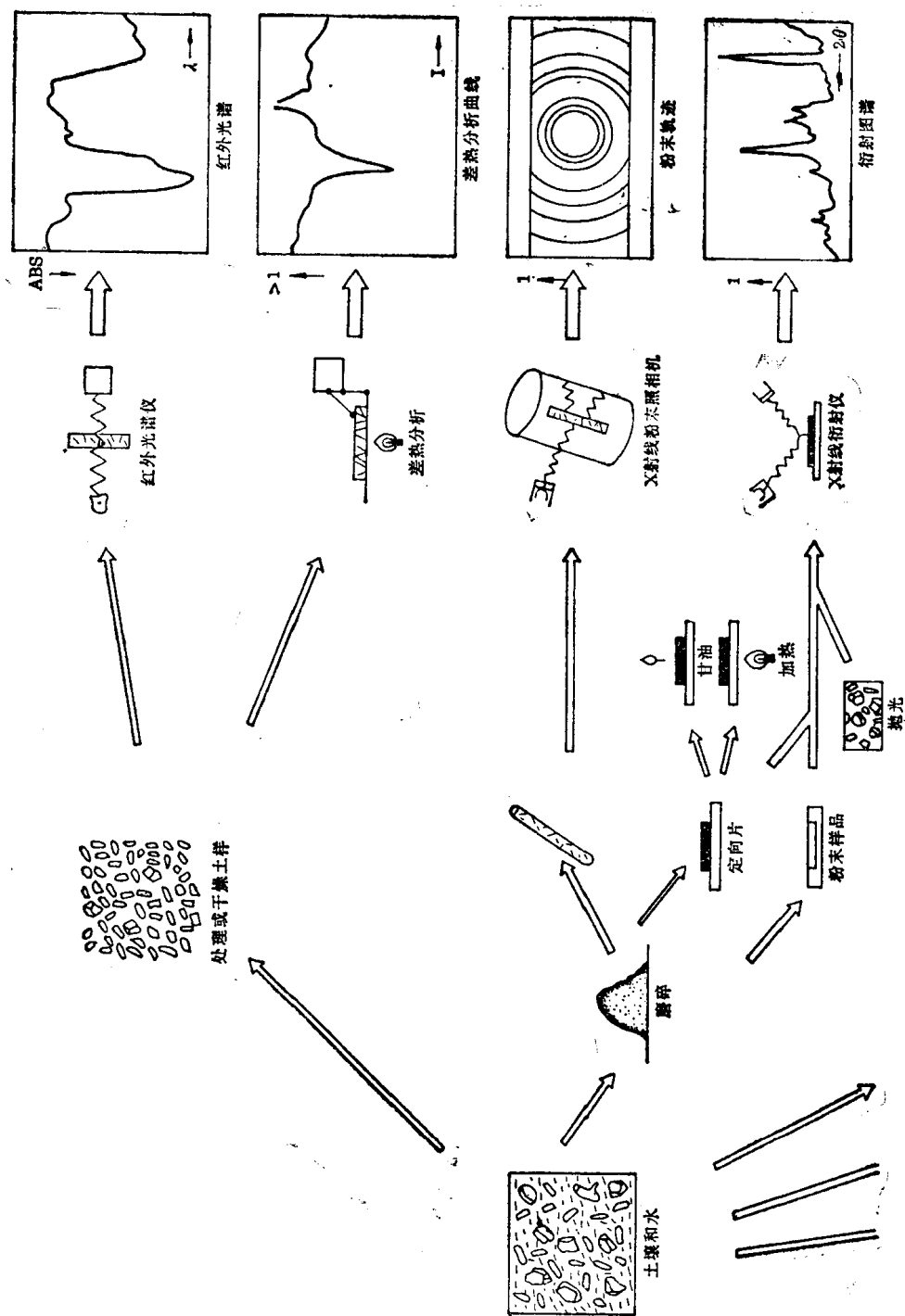


图 1-1 a 探测土壤矿物、垒结和结构的系统技术 (据(R. N. Young))

图 1-1 a 透射电镜和扫描电镜系统技术 (据 R. N. Young)

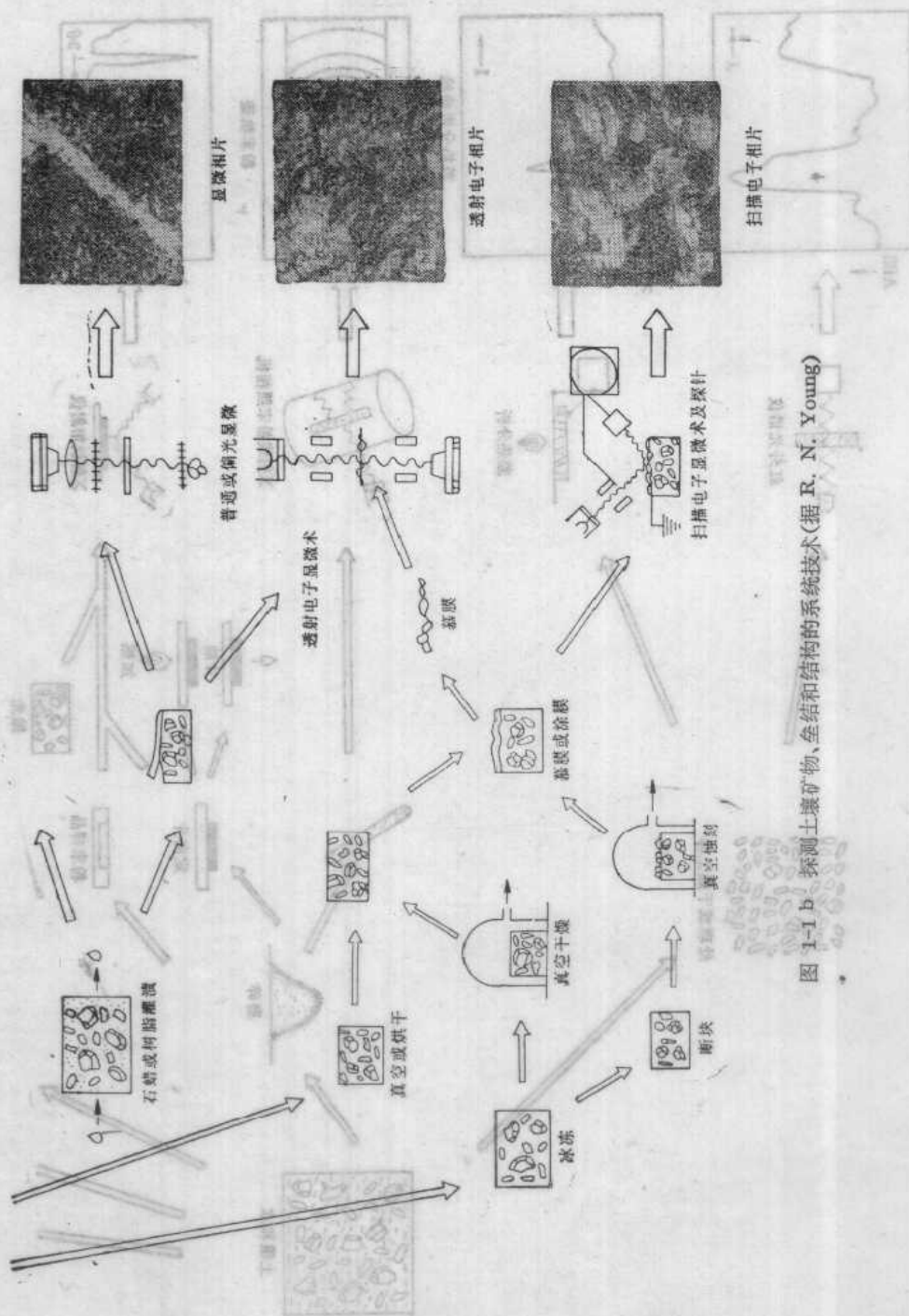


图 1-1 b 探测土壤矿物、金结和结构的系统技术 (据 R. N. Young)

的研究,熊德祥用土壤薄片对江淮平原沱改旱土壤结构变化的研究(硕士论文)等。进入70年代,发表了多篇土壤分类、土壤地理的微形态特征研究报告(曹升旗等),对于黄土及黄土发育的土壤的微形态研究(唐克丽)、东北耕种土壤的微形态研究(高子勤)均见诸于土壤学刊物中。这期间,将土壤微形态学术语翻译成中文(曹升旗),并将土壤发生分类中微形态学的应用资料加以总结(曹升旗);一些代表性土壤微形态幻灯片也曾制作交流(唐克丽)。作者著文介绍了土壤微形态学的概念、原理及其发展沿革,翻译介绍了继布鲁尔以后对土壤有机组分的微形态研究报告,库比纳后期著作《土壤地理的微形态特征》也译成中文出版(李连捷),最近又翻译出版了苏联土壤微形态学专家帕尔芬诺娃和雅里洛娃的新作《土壤微形态研究指南》(曹升旗译)。恢复研究生招生后,在南京农业大学首先建立了农业院校土壤微形态实验室,添制了LeitzPOL-BK型高级偏光显微镜,开设了土壤微形态学研究生课程。已有20多名研究生和进修教师接受了训练,并且,着重对中国东部变性土微形态进行了广泛的研究(作者早在1925年就注意到这种土壤的特殊性,当时在无砂姜和粘盘层的黑土上出产了中国樱桃,如安徽阜阳曹老集砂姜黑土,如同印度、苏丹、印尼的变性土一样,作为一种大面积农业土壤,自从50年代起,治淮委员会就一直十分注意对其生产利用的研究。最近在世界银行贷款的支持下,正在进行卓有成效地生产、开发和改良试验工作)。在1989年7月于美国德克萨斯州San Antonio市举行的第8届国际土壤微形态学专业会议上,作者的学生潘根兴博士得到国际土壤学会的资助,能够与南京土壤研究所曹升旗副研究员一起应邀出席并宣读土壤微形态研究报告。

从1988年的国际土壤微形态学工作会议上获悉,土壤微形态学作为一门土壤学分支学科和研究方法,已在欧美国家中开设本科生课程,力图做到使土壤学工作者如能运用化学分析方法一样学会运用土壤微形态研究方法,国际土壤学会授权土壤微形态学专业分委员会将举办国际土壤微形态学培训班,以培养素质良好的一代土壤微形态学后继者。目前我国土壤微形态学研究与国际水平相比较还存在着一定的差距。我们的任务不但是要推广、深化土壤微形态研究,而且要造就一大批后起之秀。编者编写本教科书,企望能为此贡献自己微薄的力量,同时,1989年是库比纳出版《微土壤学》50周年,谨此献礼,以表达对这位开创者的深切怀念之情。

本书吸收了《土壤薄片描述手册》的主要内容,同时,在第十章以较大篇幅介绍了近十几年来来的土壤超微研究,以便构成一个完整的土壤微形态学的系统介绍,并推动我国的土壤超微研究。这里介绍土壤微形态实验室所需的仪器物品以及微形态观察研究的项目供参考(见表1-1,2)。作者竭诚希望全国土壤微形态学工作者能有经常的交流、切磋的机会,共同推进我国土壤微形态教学和研究,争取为土壤微形态学发展贡献更大的力量。

我国的土壤学界也非常重视土壤微形态工作的研究。在国务院的领导下,成立了土地开发利用计划管理局。土壤微形态的理论和有关知识被用作认土识土、用土改土培土和进行土地区划的必要参考资料。

我国幅员广大,地形、气候非常复杂,大农业生产有五千年的历史,农民有丰富的经验。

表 1-2 土壤薄片描述项目记载表

剖面号	土壤分类名	层次深度 (cm)	采样时间
经纬度	采样地点	薄片号码	采样, 描述者
微	团聚体类型	团聚体大小	团聚化程度
结	孔隙大小	各类孔隙比例	微结构类型与比例
构			
粗细界限	粗细比	分选性	
总量	有机的(%)	无机的(%)	

粗		中		细	
矿物	主要类型	岩石	主要类型	有机	主要类型
颗粒	大小	碎石	大小	机	大小
	各类(%)		各类(%)	碎	各类(%)
	蚀变程度		蚀变程度	屑	破碎或保存度

无		机		残		留		物	
主要类型	人	主要类型	人	主要类型	人	主要类型	人	主要类型	人
大小	为	大小	为	大小	为	大小	为	大小	为
各类(%)	制	各类(%)	制	各类(%)	制	各类(%)	制	各类(%)	制
蚀变程度	品	蚀变程度	品	蚀变程度	品	蚀变程度	品	蚀变程度	品

细 物 质	矿质的(%) _____	有机的(%) _____	主要类型 _____	各类% _____	_____
土 壤 地 类	型/亚型 大小 成层性 质地 颜色 丰度	物 质 淋 失 类 淋失成分 颜色 大小 对比度 丰度	晶 质 类 型/亚型 物质本质 大小 内部结构 丰度	无 定 形 类 物质本质 大小 内部结构 丰度	型/亚型 物质本质 大小 内部结构 丰度
物 像 结 类	结构/b-垒结 大小 形状 丰度 边界清晰度	排 泄 物 类 形状 组成 大小 比例 老化性	复 合 类 代势型 组合型式 物质本质 大小 丰度	变 形 类 代势型 主要组分 大小 变形程度 丰度	代势型 主要组分 大小 变形程度 丰度

1949年新中国成立以后,农业的发展虽有起伏,但由于进行了全国性第一次土壤普查,把最新的农业科学技术与农民经验结合起来,使农业生产仍然是稳步提高的。近10年来,随着农业生产体制的改革,农民更需要农业科学知识,为解决人口多、耕地有限的矛盾,并使国民总收入在本世纪末达到翻两番的伟大目标,更需要合理地利用土地在我们编写土壤微形态学的指导思想是为了更好地服务于我国的农业生产。因此,我们取材尽量从全国有关单位进行过广泛地研究和开发试验的土壤类型中搜集资料。例如,东北沿海地区的暗棕壤、白浆土,三江平原的黑土,长白山密林的沼泽湿土;大连港附近的红褐土、红棕色土,山东威海市的白淌土,崂山脚下的白浆化棕壤,高密县中生代砂岩盆地中的砂姜黑土(变性土)以及郯城—新沂—东海等县市的低洼地带的变性土。福建漳浦县玄武岩上发育的艳色变性土、雷州半岛河海相沉积物发育的有滑擦面的变性土以及海南岛莺歌嘴到三亚市一带花岗岩地区海相沉积物发育的暗色变性土;东部的地带性土壤,如砖红壤,红壤、赤红壤、燥红土和黄壤;西南部石灰岩盆地变性土和紫色土;新疆、甘肃丝绸之路沿线的干旱土壤,艾丁湖沉积物与盐土,塔里木盆地的漠土和灌淤土,库尔勒与吐鲁番等地的灰漠土与棕漠土,等等。作者注意到土壤农业利用带来的变化,如石河子垦区坎儿井灌溉下的土壤,江南丘陵土壤性状与次生林恢复,西南(如广西百色)的梯田化茶园,陕甘的环山坎埂式水平梯田,土壤侵蚀相当严重,如江西兴国的红色沙漠、已出露白色风化砂层,黄土高原农地的沟壑状地形,长江上游的水土流失等。作者期望土壤微形态学能在农业区划、环境规划、森林恢复和国土整治上发挥重要作用。

第二章 土壤薄片描述方法概论

一、描述的目的

微形态学是关于显微水平上(即肉眼不能清楚揭示下)的土壤的组分、物像及垒结的描述、判读和日益重要的定量化的一门土壤科学的分支学科,它是了解一般自然力量或人为因素造成的土壤形成过程的基础。

② 很难想象,如果不借助于微形态学,就能进行土壤发生学的深入研究。有许多土壤发生过程通常可以代表任何一种土壤类型,而所发育的土壤类型通常又是这些过程平衡的反映。有些过程是不能足以在宏观形态上表达出来的。微形态学是鉴定所有涉及过程的最可靠的方法。对于土壤发生学用微形态方法描述、判读和测量的应用例子是土壤中粘粒胶膜(argillans)的研究。过去20年中愈来愈强调土壤中粘粒胶膜的鉴定。这种辨认在野外可能很难办到,但通常在微形态学可能解决如下问题:(1)鉴定初始的粘粒移位;(2)鉴定粘粒胶膜(即使扰动将它们从空隙边缘向基质内部移动时);(3)将许多不同类型粘粒胶膜分门别类,且与特定成土环境下的不同类型相联系;(4)测量粘粒胶膜的厚度,更重要地是测定特定发生层沉积粘粒的总量。

尽管微形态学历史上和土壤发生学有密切联系,但它被日益应用于土壤科学的许多领域,包括土壤物理学、土壤化学和土壤生物学。它不仅被广泛应用于农业科学,而且在考古学、生态学、地质学、土壤工程力学上也愈来愈予以重视。

微形态学的描述是很重要的,这是因为:

1. 它详细地记录了土壤的各种特性,如无论是在一个石英粘粒、结构排列单位或特定过程产生的土壤物像(features)的水平上,都有较详细的记录。
2. 构成土壤中已经发生的或正在发生的过程的重建(reconstruction)。
3. 能提供通用的或专用的土壤分类的基础。
4. 可用以比较土纲、亚纲或土类,甚至诸如土系等比较低级的分类单元范围内土壤的性质(某些土纲,如早成土、氧化土和有机土的微形态描述资料相对较少)。
5. 佐证其它分析方法的结果,以作为矿物学、化学和物理学分析选择的参考。

二、野外观察、光学显微镜观察和电子显微镜观察间的关系

将野外肉眼观察与室内显微、超显微观察紧密联系起来是很重要的。过去,野外观察与显微镜观察研究之间是脱节的,也很少有人注意到去消除这种脱节。土壤形态的野外描述比微

形态描述早几十年,然而,只有在极少数情况下是用微形态工作来佐证这些野外观察的(当然,这种情况正在改善之中,有些土壤调查机构已设有专门的微形态研究组),单单依靠野外观察的分类常常会发生错误,而微形态资料提供了土壤分类的更准确资料。

许多构成野外描述内容的形态特征,如粒径分布、结构、胶膜、斑纹,土壤发生起源的物像,可以在薄片上详加观察,因而可得到很多的补充信息。举例说,斑纹的大小及丰度虽然在野外能非常清楚地观察到,但对其对比度及清晰度的评价可以用薄片来鉴定。并且,某些在野外不能评定的斑纹性质经常能够在薄片上描述,如斑纹的化学成分、内部垒结及与所在基质的关系等等。因此,对特定土壤发生层中斑纹的野外和微形态综合研究能够提供下列信息:丰度、大小、对比度、清晰度、形状、内部垒结和起源。所以说,野外和微形态的综合描述是应提倡的。

有多种办法来保持及改善野外肉眼观察和显微镜观察间的联系。理想的情况是,详细的野外肉眼描述应由采样时在场的微形态工作者进行,以便得到对土壤剖面、野外描述及景观的清楚了解。当然,并不总能做到这一点。这就要求土壤微形态工作者作薄片鉴定时,应该掌握对于采样地点和土壤剖面,包括其发育历史的野外描述(或者反映质地、水分状况及地下水动态的基本资料)及其它分析辅助材料。这极为重要。摄像技术的推广应用,有助于野外观察和显微镜观察间的联系。未能参与野外采样的微形态工作者可通过录像了解土壤景观和采样情况。

显微镜下待观察物的肉眼观察,可通过野外无镜与薄片显微镜检的最低放大倍数间的中间放大倍率下的(即 $20\times$ 左右)观察和鉴定来加强联系。这种中等放大倍率下的观察包括使用一个手持放大镜(hand lens)和用可变放大倍率的体视镜(stereo microscope)下鉴定和解剖。这个方面在苏联已进行了多年,并且引入中形态(mesomorphology)来表示这一放大倍率范围的观察。

光学显微镜和电子显微镜间同样要加强联系。最近几年在土壤微形态学鉴定上使用电子显微镜已有显著进步。鉴于仪器的多样性、复杂性和超微技术的日益增多和功能增强,在选择样品作详细超微技术镜检之前进行详细的光学显微镜描述是必需的。这些超微技术包括装配有能量分辨或波长分辨X射线分析系统的电子显微镜、电子探针微分析仪、离子显微镜和离子微分析仪等等(详见第十章)。

总之,微形态学应该在野外观察和超微技术研究之中占据一个重要的位置。理想的土壤发生学研究将包括所有这三方面。

三、土壤的均一性与非均一性

在微形态调查采样前,应尽量估测土壤物质的均一性和非均一性。均一性的概念是土壤研究中最重要概念。绝对均一性在自然界是不存在的,因为物质本身是不连续的,只有统计学意义上的均一体和均一区存在。

可考虑在不同地方随机采取大小相同的样品,来确定一定物质的均一性。如果样品完全