

# 土壤微形态

曹升庚

(中国科学院南京土壤研究所)

## 一、土壤微形态学的建立和发展

土壤微形态, 简单地讲, 就是用显微镜方法代替肉眼研究土壤的方法, 是野外土壤剖面形态研究的延续。

首先开始土壤微形态研究的是奥地利学者库比纳(W.L.Kubiena)。他在三十年代初利用显微镜直接在土壤剖面上和在室内对土壤生物、土壤矿物、土壤新生体、土壤微结构和土壤微化学现象等进行了一系列的研究。经过系统总结, 于1938年出版了专著《微土壤学》。这本书的问世引起了许多土壤工作者的注意, 认为是在土壤学发展中首创了一种新的、极为重要的研究方向, 标志着一门土壤学的新分支——土壤微形态学的建立。

随着有更多的土壤工作者参与对土壤微形态的研究, 特别是从1950年前后起, 由于有了更为合适的浸渍剂, 能制备出较为理想的土壤薄片后, 土壤微形态研究有了相当大的发展。1958年在德意志联邦共和国不伦瑞克举行了第一届国际土壤微形态工作会议, 会议的宗旨是共同讨论有关发展土壤微形态学的可能性和途径。不过那时还只有少数欧洲国家从事这方面的工作。六十年代间, 土壤微形态研究获得了迅速的发展。1964年于荷兰召开了第二届国际土壤微形态工作会议。以后大约每隔四年召开一次国际性会议。第三届会议于1969年在波兰召开。第四届会议于1973年在加拿大召开。第五届会议于1977年在西班牙召开。目前土壤微形态研究工作做得较多的国家是澳大利亚、荷兰、比利时、西班牙、西德、美国、加拿大和苏联等国。

随着土壤微形态研究发展的需要。自六十年代末、七十年代初以来, 在微形态技术方面也有相应的发展: (1) 制备土壤薄片的自动化。目前有些国家利用自动磨片机进行切片和磨片, 我国已有一些单位正在研制这方面的仪器。(2) 微形态计量技术的改进。

在微形态研究中已越来越重视对土壤微形态特征的定量测定。最早是利用目镜方格网进行面积测定, 速度慢, 视力劳动强度大, 误差也较大。后来采用计点法进行测量, 即利用刻有25个点的积分目镜(目镜刻度中各点形成等边三角形)和计数器进行测定, 观察时按投影在薄片上各种待测成份上的点进行计数。此法比网格法精确, 速度也快。另外一种是利用投影仪将土壤薄片的图象放大, 在屏幕上直接显示出孔隙、团聚体等轮廓, 便于测量统计。至六十年代末、七十年代初, 有人尝试利用图象分析仪测量土壤薄片孔隙和矿物的数量。可把偏光显微镜所获得的图象经过光导摄像管扫描仪转换到荧光屏上。自动测量图象中主要特征的面积, 并用数字显示出来。(3) 透射电子显微镜、扫描电子显微镜和电子探针的应用。随着电镜技术的发展以及土壤微形态工作的深入, 自六十年代末、七十年代初以来, 电镜和电子探针方法已成为土壤微形态工作的重要组成部份。布雷松(1974年)把用光学显微镜方法研究土壤的叫做土壤微形态, 用电镜方法研究土壤的叫做土壤超微形态。

## 二、土壤微形态学的基本原则

土壤微形态的基本特点是用未经扰动的原状土作为研究的对象, 在土壤微形态工作者面前, 土壤永远是一个统一的整体。库比纳曾对土壤微形态研究的原则作了很好的比喻, 他说, 它可与研究不同构造的钟表机械相比拟, (1) 把表捣成粉末进行化学分析, 了解组成表的那些金属的化学成份和含量, (2) 把表的零件进行分门别类, 区分组成表的各种零件(如齿轮、螺丝、轴蕊)及其数量。(3) 不加破坏地研究表内各种零件在整体结构中的位置及其相互联系, (4) 研究正在走动中的表, 检查各种零件的运动及其在运动过程中的作用。土壤微形态方法就象上述四种方法中的后二种方法。他并指出, 不遵循微形态原则的矿物学家在矿物分析中只能测定出土壤中含有大量针铁矿和很

多无定形氢氧化铁,而采用微形态原则的矿物学家则会测定这些针铁矿晶体沉积在土壤的那些微区域中,呈何种形态。经过那几个阶段,它们是在什么样的环境条件下生成的,其形态与什么样的内部微结构状况有关。

在土壤微形态方法引入土壤研究之前,研究土壤特征和性质的各种方法多半是用扰动土样进行的,这样往往不易得到完整或正确的整体特征。当然,并不是说不要采用这些分析方法,土壤微形态研究并不排斥常规的土壤化学和土壤物理研究,它们之间是不可代替和相辅相成的。土壤微形态研究可以通过直接观察客观事实修正由这些分析结果所获得的结论。例如对于异源母质剖面,有时从野外剖面观察和室内分析往往可能将它看成同源母质剖面而得出错误的结论。相反,有时也会由于分析结果出乎预料,也会怀疑同源母质是异源母质。但通过土壤薄片观察,对比剖面各土层中矿物颗粒或岩屑在矿物组成、磨圆度和颗粒大小分布上的连续性和差异性来区分同源母质和异源母质。又如对淀积粘化层(粘粒淀积层)和变质粘化层(就地粘化层)仅根据机械分析结果往往不易确定,如果应用微形态分析就不难解决。

总之,土壤微形态研究是一种综合性很强的工作,当我们在偏光显微镜下观察土壤薄片时,要把所得到的表示二度空间的显微图象经过思考判断后,联系宏观的成土条件和微观的微环境条件,运用土壤学、地学、矿物学、化学、物理学、耕作学、生物学等知识把它转化为三度空间的概念。当然,要作最后的正确判断,还需要结合其他研究手段,即化学分析、物理分析和矿物分析的资料才能获得。

### 三、土壤微形态的研究方法

土壤微形态研究主要是指应用偏光显微镜观察土壤薄片的研究。

土壤薄片的制备方法与岩矿薄片基本相同,但由于土壤比较松散和软,并具有一定的结构,故在采样和制片方法上有其一定的特殊性。在野外进行土壤剖面观察后,自下至上按发生层选择能代表该层特征的部位采集原状土块,妥为包装并标明方向,防止在运输过程中受剧烈震动而破坏土壤的自然结构。在室内用锯条、刀子等将土样锯切成 $3.5(3) \times 2.5(2) \times 1$ 厘米<sup>3</sup>大小,于100℃左右烘干12小时。烘干后移入干燥器备用。但在烘干过程中土样会有不同程度的收缩变形,尤以水稻土耕层和沼泽土为甚,故现在有人采用冻干法以保持其原来的结构状况。制备土壤薄片首先要用一种胶(浸渍剂)将土样浸透并固结。浸渍剂种类

很多,有天然树脂(如加拿大树胶、松香等)和合成树脂(如甲基丙烯酸甲酯、聚乙二醇、环氧树脂、不饱和聚酯树脂等)。我们经过比较试验后确认不饱和聚酯树脂是一种比较理想的浸渍剂。固结土样经过切片、粗磨、细磨、粘片(即将磨块粘于载玻片上)、再粗磨、再细磨等操作,磨至厚度约0.03毫米(根据石英颗粒在正交偏光镜下的干涉色呈淡黄白、灰、白灰来确定),也可根据需要制备稍厚(0.04—0.05毫米)的土壤薄片。最后盖上盖玻片,清洗并贴上标签。土壤薄片制成后即可供在偏光显微镜下观察。

偏光显微镜与普通生物显微镜的差别在于装备有两个偏光镜(即下偏光镜和上偏光镜),勃氏镜和石英楔子、云母试板、石膏试板等附件。利用这些装置可用于在单偏光镜下、正交偏光镜下和反射光下观察土壤微形态特征。偏光显微镜的放大倍率从10—1000倍左右。

当自然光通过下偏光镜后由向各个方向的振动变成向一个方向振动的偏振光。土壤薄片许多微形态特征如颜色、结构、孔隙、土壤形成物(新生体、植物残体、以及矿物的许多光学性质)只需用一个偏光镜就可以观察。实际上其中除观察矿物的某些光学性质外,均不需偏光条件,只要放大就能观察清楚,不过由于取下偏光镜反而麻烦,有下偏光镜也没有影响,所以通常就在单偏光镜下进行观察。

所谓正交偏光镜就是除用下偏光镜外,再推入上偏光镜,使上、下偏光镜的振动方向互相垂直的装置。在正交偏光镜下,土壤孔隙和均质矿物的视域为黑暗;非均质矿物和光性定向粘粒集合体则具有干涉色和消光特性。利用斜反射光可以识别不透明矿物的种类和由不透明矿物组成的土壤形成物(新生体),以及土壤有机物质等。

### 四、土壤微形态研究中的 一些基本概念

#### (一)土壤微结构(soil fabric)

土壤微结构是指土壤物质(soil material)中骨骼颗粒(skeleton grains)、细土物质(plasma)和孔隙(voids)的空间排列。

土壤微结构是土壤微形态的重要组成部份,它综合反映土壤的重要微形态特征。一定的土壤类型有一定的微结构。同一原始物质在不同环境条件下可形成不同类型的土壤微结构,即不同的成土作用可形成不同的土壤微结构。土壤微结构类型繁多,而又相互有联系。从土壤微结构类型可以判断土壤类型和土壤

肥力状况。因此土壤微结构的研究是土壤微形态学的核心。

## (二)土壤微结构要素 (fabric elements)

### 也称土壤微结构单位

1. 骨骼颗粒:是指那些在土壤形成过程中比较稳定,不易移动、浓聚和再分配的单位,包括 $>2$ 微米,特别是 $>10$ 微米的矿物颗粒和有机物质。进一步细分时可把 $>10$ 微米的叫骨骼颗粒, $2-10$ 微米的叫微骨骼颗粒\*。

可以进一步按骨骼颗粒的特征和矿物组成细分,如斑晶骨骼、粉砂质骨骼颗粒、微晶质方解石颗粒…等。

2. 细土物质:是指在土壤形成过程中可以移动、浓聚和再分配的部份,包括所有 $<2$ 微米的矿物质和有机物质\*。

可以进一步按细土物质的成份细分,如粘粒、无定形氧化铁、腐殖质等。

3. 孔隙。

## (三)土壤微结构类型

根据土壤微结构要素的相关分布型式可对土壤微结构进行分析,划分类型。

库比纳(1938)曾把土壤微结构分为基本微结构和高级微结构类型两大类。在基本微结构中有斑晶胶凝状微结构、斑晶胶溶状微结构、交织状微结构、包膜状微结构、交织-包膜状微结构、集块状微结构、漂白砂型微结构、黑色石灰土型微结构、岩浆状微结构等。高级微结构类型是由基本微结构集合而成的微结构,又可分为:海绵状土壤微结构和紧实土壤微结构。

布鲁尔(1964)则根据土壤物质内各个细土物质、骨骼颗粒、土壤自然结构体、土壤形成物和孔隙的相关分布型式分为斑晶骨骼嵌埋状微结构、细土物质集块状微结构、交织状微结构和单粒状微结构。

库比纳后来(1970)又认为按照岩相学的方法对土壤微结构进行分类时,由于土壤微结构类型繁多,以致需要采用大量新的术语。基于每个典型的土类都有典型的微形态特征,建议改用土类或腐殖质组型的名称来命名土壤微结构,例如棕壤型微结构、红壤型微结构等。

总之,关于土壤微结构的分类和命名迄今尚未取得统一意见。

## 五、土壤微形态特征的观察和鉴定

### (一)颗粒组成、形状和排列

测量薄片中原粒的大小及其数量可获得该土样机械组成(质地)的概念,而从其排列状态可了解土壤的疏松或紧实程度,因此对于研究土壤的物理性状具有重要意义。至于颗粒的形状(棱角形、半棱角形、磨圆形和半磨圆形)及其排列则有助于识别土壤物质的来源,例如残积母质中的颗粒呈棱角形,经过远距离流水搬运的母质中的颗粒往往呈磨圆形或半磨圆形,而且颗粒排列整齐,有分选成层理的现象。静水沉积者,颗粒细小,排列紧实,其长轴方向常呈水平排列。风成母质中的颗粒或呈棱角形、或呈磨圆形,不显层理。

### (二)矿物组成及其风化状况

观察从母岩到土壤各层的薄片中原生矿物的种类、数量及其风化特征,了解矿物在成土过程中发生的变化。

根据全剖面矿物组成上的一致性 or 差异性可确认该土壤是发育于同源母质抑异源母质。

有时,根据矿物种类可以判断土壤中的物质来源,如镁质盐土常与蛇纹石的存在有关。

### (三)土壤结构体

利用薄片可以观察土壤结构体的形态、形成这些结构体的物质基础,并揭示结构体的内部性质。

土壤结构体可按其形态和形成作用分为两大类——团聚体和土块。团聚体是由土壤骨骼颗粒和细土物质互相凝聚和粘结所形成的圆形至椭圆形结构体。可细分为大团聚体( $>0.25$ 毫米)和微团聚体( $<0.25$ 毫米)。土块是由于紧实土层在干燥收缩影响下碎裂形成的棱角形碎屑。

团聚体又可分为简单团聚体和集合团聚体,后者由二个以上简单团聚体集合而成。

### (四)孔隙

在薄片观察到的孔隙是通过土壤切面的二维空

\* 一般在工作中还常常把 $<10$ 微米的微骨骼颗粒和 $<2$ 微米的细土物质一起称为土壤基质。

间图象,故同一种孔隙在不同的切面可表现为不同的形状。例如根孔在纵切面呈管道状,而在横切面近似圆形,在斜切面则呈椭圆形。

孔隙的描述一般按照布鲁尔(1964)的分类,或者略有修改。他把孔隙分为六类:(1)填集孔隙(pack-ing voids), (2)孔洞(vughs), (3)气泡状孔隙(vesicles), (4)管道状孔隙(channels), (5)囊状孔隙(chambers), (6)面状孔隙(planes), 即裂隙。

### (五)土壤有机质

狭义地说,在土壤薄片中所观察到的土壤有机质是指植物性有机物质。一般可分为新鲜植物残体、半分解植物残体、腐殖化植物残体、碳化和半碳化植物残体、腐殖质等。

新鲜植物残体有十分明显的细胞构造,由于纤维素的存在,在正交偏光镜下具有相当高的双折射率。

半分解植物残体的细胞构造尚明显,有时可残留有部份具明显细胞构造的组织。有棕色物质形成。

腐殖化植物残体的细胞构造已不明显,主要是呈棕黄、棕、棕黑色的腐殖物质,但尚保持植物残体的外形。

炭化植物残体呈黑色,有明显的细胞组织。

腐殖质有凝胶状、絮状、浸染态、胶膜态或与其他矿物质一起形成各种土壤形成物。

### (六)土壤生物活动

植物残体的机械破碎主要是由于土壤动物的作用。有些土壤动物还在有机质的循环中起着重要的作用。土壤动物活动可根据在薄片中所观察到的土壤动物粪粒的形状、数量和分布状况来判断。而动物粪粒又是土壤腐殖质的来源之一和土壤团聚体的一部份。

例如蠕类的粪粒较小,通常为50—250微米,球形或卵形。在枯枝落叶层或半分解有机质层中常呈橙棕色,略腐殖化;在腐殖质层中常呈棕至黑色,强烈腐殖化。一般不含矿物颗粒。线蚓类的粪粒一般小于250微米,亚球形、有皱纹,轻微腐殖化,常混有细小矿物颗粒。大节肢动物的粪粒较大,一般为250微米—2毫米,常呈长形,为腐殖化有机物质和矿物颗粒的混合物。蚯蚓粪粒大于1毫米,明显可见内含与邻近土体中相同的矿物颗粒和细土物质,并有不同腐解程度的植物残体和腐殖质颗粒。

至于土壤微生物常见的有真菌菌丝体、菌核、孢子 and 某些藻类。有时也可发现某些细菌,如铁细菌。在染色土壤薄片,微生物被染成蓝色,可与带棕色的土

壤基质明显区别开来。

### (七)植物岩、硅藻骨骼、海绵骨针等

在薄片中可以观察土壤中物质的生物学积累,例如蛋白石质植物岩、硅藻骨骼、海绵骨针是土壤中硅的生物学来源;胶磷矿是磷的生物学积累的一种形式;其他尚有碳酸盐、硫酸盐的生物学积累。

蛋白石质植物岩,简称植物岩,或称植物蛋白石。原形成于植物组织,当含有植物岩的这些植物残体进入土壤后,植物岩也随之成为土壤组成份的一部份。植物岩的矿物成份为蛋白石,含 $\text{SiO}_2$  85—90%,水5—6%,碳约1%。光性均质,折射率低(1.406—1.420)。在单偏光下可见明显轮廓,在正交偏光镜下全黑。形状多种多样,最常见的是棒状。其形状和数量与植物种类有关,因此由植物岩的形状可判断现代土壤或古土壤的植被类型。植物岩一般存在于土壤表层,因此也可作为古土壤埋藏A层和埋藏古老耕作层的指示矿物。

硅藻骨骼和海绵骨针的矿物成份也是蛋白石,其光学性质与植物岩同。主要见于低地土壤表层和亚表层中。它们的存在不仅有助于分析土壤中硅的来源,而且也可推断该土壤目前和过去的水文、地形条件,另外残缺的海绵骨针的存在多半是搬运而来的。

在我国南海诸岛所特有的磷质石灰土薄片中有大量鸟粪起源的胶磷矿。这是一种均质的磷酸盐矿物,在正交偏光镜下全黑,在单偏光镜下呈黄、棕黄和棕黄色,混入有机质者色较暗。形状有球粒状、团粒状、团块状、条状、胶结物状等。有时母质中生物骨骼碎屑的钙质成份可全部或部分为胶磷矿所置换,但仍保留这些生物骨骼的外形。

### (八)光性定向粘粒

由于偏光显微镜分辨能力的限制,在薄片上一般不能识别粘粒的矿物种类,但当一些土壤粘粒定向地排列在一起组成集合体时,可显示与其较大结晶颗粒相似的光学性质,如双折射和消光现象等。这种粘粒集合体称为光性定向粘粒。光性定向粘粒的存在是识别土壤中粘粒移动淀积和形成的方式、程度的良好的微形态指标。

在土壤薄片中可以观察到下列几种主要光性定向粘粒。

1. 淀积粘粒胶膜:是土壤上层的粘粒随土壤溶液(悬浊液)通过较大的孔隙或裂隙向下移动至一定深度时,在逐渐干燥的情况下,粘粒颗粒以其最大平面

平行于孔隙壁表面沉积下来,从而具有强烈的优选定向。在单偏光下常呈泉华状,颜色较周围土体鲜艳,多为亮棕黄、亮黄棕、亮棕红或亮红棕色(可能与混入有氧化铁有关),混有有机质时则色偏暗。在正交偏光镜下具高双折射率,转动载物台时可见有黑色的消光带。这种胶膜是土壤中粘粒移动淀积的指标,但其数量要超过3%(占薄片面积)才有意义。

当土壤悬浊液在较快速的向下移动情况下(例如在某些水稻土中),所形成的淀积粘粒胶膜中常含有一些粉砂大小的骨骼颗粒,光性定向程度也较弱,而且粘粒在淀积过程中多半还会进一步向基质中扩散,从而形成淀积-扩散胶膜。

2. 扩散粘粒胶膜:见于靠近土壤孔隙壁的土壤基质中,有时也见于较大骨骼颗粒的表面。扩散粘粒胶膜有的是由于土壤水分的蒸发,粘粒由基质向孔隙壁移动而形成,有的则是由于粘粒在孔隙壁淀积后进一步向基质扩散而形成。

3. 应力胶膜:是土层内干湿交替、冻融交替、机械压力等引起粘粒的应力效应的结果。多与骨骼颗粒、结构体、植物残体、土壤形成物等固体组成份和孔隙壁的表面呈平行分布。根据形态可称之为条纹状光性定向粘粒或鳞片-纤维状光性定向粘粒。

4. 风化粘粒:是由矿物颗粒风化生成的一种光性定向粘粒。或分布于矿物颗粒表面,或依矿物颗粒局部地或全部地排列成假晶。特别是由黑云母和页岩、千枚岩等岩屑风化形成的光性定向粘粒,在形貌上极类似淀积粘粒胶膜或应力胶膜,应仔细观察予以区别。

## (九)土壤形成物

在土壤微形态术语上“土壤形成物”大体相当于大形态的“新生体”。但较新生体的范围要广。关于土壤形成物的分类命名尚存在着不同程度的混乱。例如布鲁尔分为胶膜、土壤管状物、硬结物、结晶物、准胶膜性物质和动物粪粒。对于把动物粪粒归为土壤形成物可能欠妥。我们在工作中按土壤中特定成份在成土过程中由于风化、迁移、沉积等作用而形成的土壤形成物分为:粘粒形成物、铁锰浓聚物、碳酸盐浓聚物、硫酸盐浓聚物等以及因不同成土作用和时间影响而形成的复杂浓聚物等。

粘粒形成物中除了上述各种光性定向粘粒胶膜外,还有光性定向粘粒团、粘粒带等。

各种浓聚物中包括凝团、凝块、结核、盐类单晶或集合体、胶膜等。

复杂浓聚物中有铁质-粘粒复合胶膜、碳酸盐-粘粒复合胶膜、碳酸盐-粘粒混合胶膜、包裹有铁质胶膜

的碳酸盐凝团等。复杂浓聚物对于研究土壤的多元发生现象具有特别重要的意义。

## 六、土壤微形态在土壤学中的应用

当前,土壤微形态学已经渗入不同的研究领域,不仅几乎包括土壤学的各个分支,而且还被应用于第四纪地质、工程地质、水文地质、沉积学、考古学等方面的研究。现就它在土壤学中的应用择要阐述如下。

### (一)成土作用的研究

土壤微形态方法是研究各种成土作用的重要手段,有时甚至是一种不可缺少的手段。通过微形态研究可以区分用其他方法难以区分的粘粒淀积作用和土内粘化作用。薄片研究可以清楚揭示岩石在低等植物(地衣、苔藓)生长影响下的原始成土作用。在紧挨地衣体的岩面可见在地衣酸的影响下,矿物沿晶体的解理裂缝发生碎裂,并在表面的一定厚度处有游离氧化铁析出,继而变细的岩矿碎屑与腐殖化的地衣组成了薄层原始土壤物质。土壤冻融作用的微形态特征也十分明显,在多次反复冻融条件下产生了相当于干湿交替的水分状况以及土体的膨胀收缩现象,使土壤中粘粒形成特定的分布型式和使矿物颗粒的排列和孔隙特征发生变化。表现在土层中产生许多层状裂隙,粉砂大小的骨骼颗粒聚集成直径不一的环状物,骨骼颗粒堆积成近圆形的集合体,在较粗矿物颗粒周围形成由<10微米的土壤物质组成的基质胶膜,基质中有大量条纹状光性定向粘粒等。

### (二)土壤分类的研究

微形态研究对于土壤分类的意义是非常重大的。库比纳曾指出,微形态能对土壤分类提供大量具有特征性的土壤性质的知识,在很多情况下当我们对某一种土壤应如何归类发生怀疑时,微形态分析有助于作出决断。不仅每一个土类、亚类或变种,而且土壤的每一个层次都具有一定的微结构。

所以微形态可以作为鉴别土壤类型的重要根据。例如通过识别粘粒淀积层和土内粘化层可把褐土类型的土壤与别的土壤区分开。在美国的新土壤分类中,土壤诊断层是土壤分类的重要依据,有时微形态资料在确定土壤诊断层中又起着重要的作用,例如灰土(Spodosols)主要是根据有无灰化淀积层(spodic horizon)而确定,而灰化淀积层的诊断指标之一是

在微形态特征上应有碎裂的无定形铁质-腐殖质胶膜和球粒。

### (三) 研究土壤生物活动及其在土壤有机质的分解、腐殖质的形成和土壤剖面发育中的作用

借助土壤微形态研究可以获得许多关于土壤小动物生命活动及其参与土壤形成作用的知识。上面已经提到从土壤动物粪粒的形状、大小和数量可以判断土壤动物的种类及其活动强度。例如由薄片研究查明了棕色森林土中腐殖质形成的几个阶段,首先是少量厚壁细胞组织被分解,当纤维素分解时植物残体呈暗棕色,木质素最后分解。又如由薄片观察可见欧洲森林黑色石灰土腐殖质层主要是一些呈松散镶嵌状排列的粪粒性团聚体,该层的碳酸盐虽然处于不断溶解而向下淋溶的条件下,但由于土壤动物的活动使碳酸盐矿物又不断地重新分布于表层,故不致引起A层的酸性化。

关于蚯蚓活动在改善土壤物理性状、形成团聚体、和分解有机物质等方面的作用的微形态研究也有一些报导。

我国在土壤动物方面研究工作开展甚少。而土壤微形态方法将是研究土壤动物的一个有效途径。

### (四) 土壤结构和土壤水分物理特性的研究

用微形态方法可以详细研究土壤结构体的形状和大小,揭示团聚体内部的特征。结合微形态计量法可测定不同形状、不同大小结构体的数量比例。

为了研究土壤水分在孔隙系统中的移动和分布状况,可先在水中加入染料,然后将这种水溶液倒在土壤表面,待水分向下充分渗漏后采集原状土样制成染色土壤薄片进行观察。

### (五) 土壤肥力特性的诊断

薄片观察可研究耕作土壤在熟化过程中土壤肥力特性的变化。不同熟化程度、不同肥力水平和不同耕性的土壤在颗粒大小、土壤结构、孔隙、土壤形成物、土壤微结构等方面都有不同的反映。反过来我们也可以从土壤微形态特征来诊断土壤的肥力特性。

以水稻土为例,土壤微形态特征与土壤肥力和土壤耕性之间的关系,大体可从下列几方面观察到。(1) 铁质浓聚物。铁质浓聚物的种类很多,但与水稻土肥力关系较密切的主要是“锈血”扩散胶膜、铁质扩散胶膜和根际铁质环状物。“锈血”扩散胶膜仅见于高度熟

化的水稻土耕层的孔洞壁及其邻近的土壤基质中。有时也可见于犁底层。铁质扩散胶膜相当于大形态上的锈斑,可按其色调分为红棕色铁质扩散胶膜(色调为5YR)和棕色铁质扩散胶膜(色调为7.5YR—10YR)。水稻土中有红棕色铁质扩散胶膜者表示肥力水平较高。根际铁质环状物相当于大形态上的锈纹,凡其颜色呈红棕色、扩散层厚、浓聚密度大者,水稻土的肥力水平较高,而在低肥水稻土中则其颜色偏棕、扩散层薄、浓聚密度小。(2) 孔隙。不同熟化程度的水稻土耕层中,孔隙的形状、大小和数量不同。(3) 颗粒大小。骨骼颗粒过多过少都会造成水稻土耕性和肥力特性不良。(4) 土壤基质微结构。在水耕条件下,水稻土耕层往往呈无结构状态。但在高度熟化的水稻土中腐殖质与粘粒的凝聚作用可使土壤基质呈絮凝状态,因此土壤基质是否絮凝,以及基质的絮凝程度是水稻土肥力水平高低的微形态指标。(5) 光性定向粘粒。具有起浆性或烘性的水稻土(如某些重粘质紫泥田和低洼地区的沅田型水稻土等)在耕耙后耕层土壤浮而不实,容易“飘秧”,“浮秧”。由于粘粒沉降缓慢,这种土壤的薄片在正交偏光镜下可见有大量近似平行分布的条纹状光性定向粘粒。(6) 碳酸盐浓聚物。耕层土壤基质成份内含有大量隐晶质碳酸盐晶屑,并有较多碳酸盐凝团是非石灰性母质水稻土因长期过量施用石灰而形成低肥石灰板结田的微形态特征。如果在紧挨耕作层的犁底层表面见有薄层隐晶质碳酸盐浓聚带,并在裂隙、孔隙壁淀积有方解石,甚至形成晶页、晶囊者可诊断为强度石灰板结化的水稻土。(7) 母质残遗体。在弱度熟化的红壤性水稻土耕层中,往往可见有其“前身”土壤的“生土”块,一般呈半棱角形,边界明显。随着熟化程度的提高,外形逐渐变为浑圆,边界模糊,以至最后消失。

### (六) 土壤耕作、土壤改良的研究

通过在薄片中对分析土壤团聚体的数量和重量,土壤有机质的形态和数量,土壤动物的活动状况,土壤中光性定向粘粒的形成或消失,土壤形成物的特征,土壤颗粒的大小和分布等可以阐明土壤在机械耕作或集约耕作条件下以及在采取某种土壤改良措施后土壤性质的变化。

### (七) 土壤侵蚀的研究

通过薄片可以研究不同抗蚀性土壤和不同侵蚀程度土壤的微形态特征,找出侵蚀土壤发展的内在规律,为控制土壤侵蚀提供依据。(下转封3)

# SOILS

1980 No. 4

## CONTENTS

|                                                                                                                                         |                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Physical condition of paddy soils in Tai-lake basin and their regulation<br>.....                                                       | Yao Xian-liang and Yu De-fen (121)                            |
| Characteristics of the low-lying land adjacent to the Yellow river embankment<br>and the efficacy of its irrigating by river water..... | Zhang Han-jie (126)                                           |
| Attempts at automatic soil mapping by electronic computer<br>.....                                                                      | Zhou Hui-zhen and Zhao Rui (131)                              |
| Application of synergist-Triazine on the effect of nitrogen fertilizer.....                                                             | Yin Tian-shou (136)                                           |
| Effect of N-Serve on the yield of rice<br>.....                                                                                         | Zhang Shuang, Zhou Xiu-ru, Pan Ying-hua and Li Liang-mo (139) |
| Determination of urea transformation in soils by using $\text{NH}_4$ -electrode.....                                                    | Bao Xue-min (142)                                             |
| Effect of powdered rock phosphate on the reclamation of sulphate acid paddy<br>soil.....                                                | Wang Zhen-rong (145)                                          |
| Determination of parameters of macrocell for the corrosion of metals<br>in soils—A new method for evaluating soil corrosiveness.....    | Wu Jun (148)                                                  |
| Some way to recognize the hanging water gley horizon of paddy soil.....                                                                 | Feng Gopg-yan (151)                                           |
| Report on experiences of increasing soil fertility and crop productivity with<br>appropriate amelioration practices.....                | Xu Da-wen and Guo Zhong-he (153)                              |
| Soil micromorphology.....                                                                                                               | Cao Sheng-geng (155)                                          |

(上接第160页)

### (八)古土壤研究

研究古土壤对认识现代土壤的发展过程有重要意义。微形态方法可以揭示古成土过程的残遗特征,推断古地理和古气候条件,复原古土壤的发生特征,并从土壤的多元发生的微形态特征了解从古成土条件到

现代成土条件的变化和土壤发育的历史。例如对西藏高原一些包括有古土壤层的组合土壤剖面的微形态研究发现有下列一些残遗古土壤特征,即氧化铁浸染基质、水化氧化铁浸染基质、铁质化矿物颗粒碎屑、铁质凝团和凝粒、粘粒淀积胶膜等;这些微形态特征说明了西藏高原土壤曾经经历过一个温暖湿润的气候时期,为研究西藏高原土壤的多元发生提供了可靠的依据。