

北京地区不同土纲典型剖面的土壤微形态特征^①

张晓娜^{1,2}, 王 数^{1*}, 王秀丽^{1,3}, 王 瑞¹, 刘 颖¹, 杨 震¹

(1 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193; 2 河南省新郑市龙湖镇政府, 郑州 451100; 3 河南农业大学资源与环境学院, 郑州 450002)

摘 要:以北京地区不同土纲典型剖面为例,通过观察土壤薄片,利用 ENVI 图像统计分析功能,从土壤微结构、粗骨颗粒、土壤形成物与孔隙几个方面研究其微形态特征。结果表明:北京地区不同土纲典型剖面土壤之间微形态差异明显。淋溶土典型剖面土壤发育完全,Bt 层常见到黏粒淀积胶膜;雏形土与新成土土壤微结构发育程度较低,没有淀积黏粒存在,但雏形土形成了 B 层,存在孔洞状结构,钙积现象明显,土壤发育较新成土成熟。人为土明显表现出大量人类活动的痕迹,侵入物、动植物遗迹多见,土壤发育最为成熟。

关键词:土壤微形态特征;土纲;典型剖面;北京地区

中图分类号:S152

土壤微形态特征主要是借助偏光显微镜来研究原状土壤的微观形态,包括土壤粗骨骼颗粒、细粒物质、土壤形成物、土壤孔隙等,以及其形态、空间分布和结构,它能反映土壤形成发育特征、土壤组成、物质迁移转化过程及土壤的发育演变与环境之间的关系,是野外土壤剖面研究的延续^[1-3]。因此,土壤微形态研究在土地利用^[4-5]、土壤培肥^[6-7]、土壤侵蚀和退化^[8-9]、古土壤与古环境^[10-11]及土壤发生与分类^[12-13]等领域中都有着不可替代的优势,在理论和实践的研究上也具有十分重要的意义。土壤微形态对于土壤系统分类的意义尤其显著,它为系统分类提供了大量的土壤特征性状,揭示了土壤本质的崭新面貌,可对土壤的归类提出决断。本文通过对北京地区不同土纲典型剖面的土壤微形态特征研究,为对土壤系统分类的理论与实践有所充实。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区地处 39°23′~41°03′N, 115°20′~117°30′E, 位于华北平原西北边缘,地势大体为西北高、东南低。气候为典型的暖温带半湿润大陆性季风气候,夏季高温多雨,冬季寒冷干燥,春、秋短促,年平均降雨量大多在 500~700 mm;年平均气温约 12℃;无霜期 180~205 天,南部多于北部。北京地区河流

多,但受季风气候年内降水不均的影响,多是季节性河流。

山地丘陵区的成土母质为各类基岩经风化形成的残积、坡积物。因其母岩不同,矿物组成各异,故成土母质特性亦不相同。山地坡麓多为含砾石堆积物及第四系黄土性母质,也有少部分红黏土母质出露;洪积扇主要由洪积物组成,平原地区多为冲积母质组成。湖泊、洼地为静水沉积物,其周围经常出现埋藏有机质层。

在山区,以自然植被为主,但在平原地区,基本上为人工植被。山区自高而低分布着山地草甸、落叶阔叶林、针阔叶混交林和灌木植被;平原地区,由于农业生产历史悠久,对植被影响深刻,目前绝大部分地区已成为农田和城镇。

人类耕作过程中的翻耕、堆垫对土壤形成也有很大的影响,形成了堆垫表层、肥熟表层等诊断表上层。在北京,由于深翻、平整土地和大量施用土杂肥,加之很多河道干涸,当地为增加耕地数量,在河道上堆垫土壤进行开发,堆垫厚度多大于 50 cm,形成人为土土纲或其他土纲的堆垫亚类,同时改善了耕层土壤的肥力和物理性状,如典型的菜园土^[9]。

1.2 研究方法

1.2.1 野外调查 依据本课题组所承担的国家科技基础性工作“我国土系调查与‘中国土系志·北京天津卷’编制”的成果,北京地区土壤分为淋溶土、

基金项目:国家科技基础性工作专项(12008FY110600)资助。

* 通讯作者(wangshu@cau.edu.cn)

作者简介:张晓娜(1988—),女,河南平顶山人,硕士,研究方向为土壤微形态。E-mail: zhangxiaone@126.com

雏形土、人为土和新成土 4 个土纲。分别选取各个土纲中的典型剖面,以反映各土纲典型特征的层次进行库比纳盒原状土样采集,其中淋溶土和雏形土,选取最能反映该土纲土壤特征的 B 层采集土样,人为土选择 Ap 层,新成土选择 AB 层。

1.2.2 室内分析 首先,将采集的原状土样自然风干后用不饱和聚酯树脂——丙酮溶液浸渍,再进行切片、磨片,进而制成大小约 50 mm × 25 mm,标准厚度 0.03 mm 的土壤薄片。其次,使用 Nikon 偏光显微镜(NikonLV100POL)进行土壤微形态观察。图像经

CCD 传感器传至 Nikon digital sight 显微镜数码相机,再用 USB 数据线把显微镜数码相机连接至计算机,在计算机上安装显微镜配套的 NIS-Elements-F 3.0 软件,拍摄得到土壤微形态照片,并用 ENVI 等图像处理软件进行图像转换及统计分析。

2 结果与讨论

2.1 不同土纲典型剖面的特征

经过野外实地踏勘及挖取剖面,选出了北京地区不同土纲的 6 个典型剖面(图 1 ~ 图 6),特征见表 1。

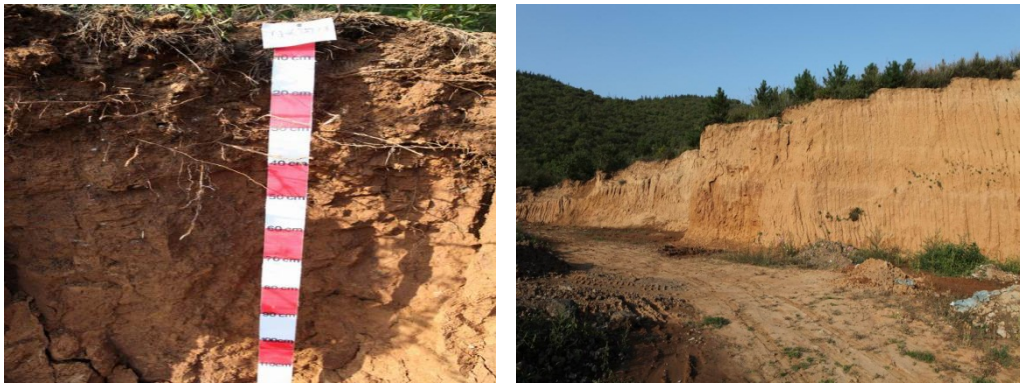


图 1 淋溶土纲 MTG18 剖面及景观
Fig. 1 MTG18 profile and landscape of Alfisol order

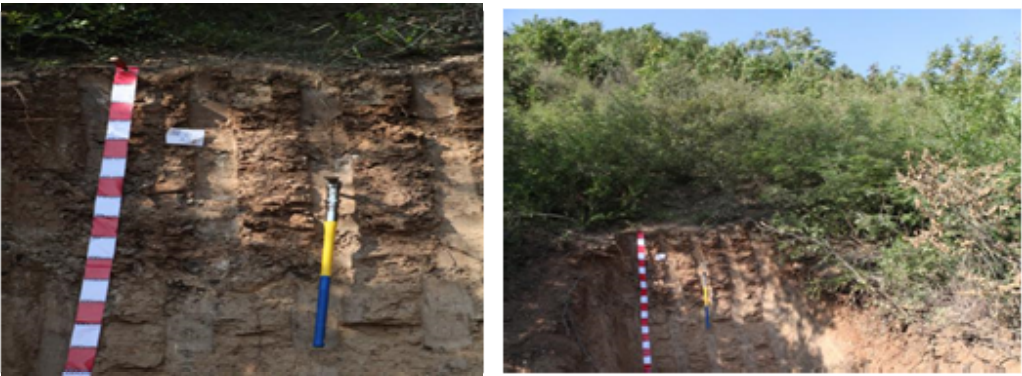


图 2 淋溶土纲 MY2 剖面及景观
Fig. 2 MY2 profile and landscape of Alfisol order



图 3 雏形土纲 MTG12 剖面及景观
Fig. 3 MTG12 profile and landscape of Cambisol order



图 4 雏形土纲 MTG17 剖面及景观
Fig. 4 MTG17 profile and landscape of Cambisol order



图 5 人为土纲 MTG15 剖面及景观
Fig. 5 MTG15 profile landscape of Anthropic soil order



图 6 新成土纲 MTG13 剖面及景观
Fig. 6 MTG13 profile and landscape of Entisol order

2.2 不同土纲典型剖面土壤的微形态特征

从上述典型剖面取原状土样进行制片观察,并拍摄显微照片(如表 2 中所指)得出北京地区不同土纲典型各剖面土壤的微形态特征(表 2)。

2.3 典型剖面土壤微形态特征差异分析

2.3.1 土壤微结构 土壤微结构是指土壤各成分相互间的配置,是土壤固相颗粒及其伴随孔隙的空间排列所表现出的土壤基本物质的物理性构成^[14],土壤组成成分(包括固、液、气)的空间配置和排列,并在形状、大小及出现频度等方面表现其基本特征,对

土壤的水肥气热的保持和移动具有决定作用。北京地区不同土纲典型剖面的微结构存在较大的差异。

淋溶土典型剖面 B 层多呈孔洞状、迷宫状结构等多孔结构,土壤微结构较好,土壤团聚体发育。孔道状孔隙比例大,连通性好,土壤孔隙度较高。雏形土典型剖面土壤结构未完全发育,多呈整块状结构或孔洞结构,土壤孔隙度低,且多为不连续孔隙,无淀积黏粒。人为土典型剖面表层土壤团聚体发育完整,土壤微结构相对于雏形土发育较好,熟化程度高,多连续性较好的孔隙。常见到未腐殖质化的动植物组

表 1 北京地区不同土纲典型剖面特征
Table 1 Characteristics of typical profiles in different soil orders in Beijing area

土纲名称	典型剖面	剖面特征
淋溶土纲	剖面 MTG18	该剖面为黏壤质、混合型、冷性-普通筒育湿润淋溶土，发育在深厚均匀的老黄土母质上，剖面有 Ah、Bt1、Bt2 和 BC 共 4 层，母岩为花岗岩，草本根系较多，黏化层裂隙部位胶膜显著，丰度为 5% 左右。质地较黏重，没有石灰反应。
	剖面 MY2	该剖面为黏壤质、混合型、温性-普通筒育干润淋溶土，有 Ah、Bt1 和 2Bt2 共 3 层，成土母质为黄土状物，基岩为紫色砂岩，黏土矿物类型主要是伊利石、水云母、蒙脱石和绿泥石等，少量灌草根系，黏化层有少量光亮黏粒胶膜，无石灰反应。
锥形土纲	剖面 MTG12	该剖面为黏壤质、混合型、石灰性、温性-普通筒育干润锥形土，成土母质为黄土，少见砾石，基本为风成，有 Ap、Bwk1 和 Bwk2 共 3 层，细土物质为粉砂壤土；发育较弱的细小屑粒，三层都可见体积<5% 的砂姜，30 mm 大小，下两层(钙积锥形层)，石灰反应强。
	剖面 MTG17	此剖面为黏壤质、混合型、石灰性、普通冷凉湿润锥形土，剖面发育于深厚均匀的马兰黄土母质上，有 Ah、Bk1 和 Bk2 共 3 层。整个剖面有不成连续菌丝状的细小白色碳酸盐结晶，发育微弱，土壤结构为典型的黄土大块状，通体强石灰性反应。
人为土纲	剖面 MTG15	此剖面为壤质、混合型、石灰性、温性-普通土垫旱耕人为土。有 Ap1、Ap2、Ap3 和 AB 共 4 层，剖面的有效土层至少 1.5 m 厚，上部有 90 cm 左右厚的堆垫的含有大量侵入体的堆垫层，底土即为阶地沉积物质河滩卵石层。该堆垫层中土壤动物活动迹象明显，疏松多孔；有机质含量高，颜色黑暗。富含大量人工侵入物(煤渣、碎陶片等)，土壤动物活动明显，有大量动物粪便；石灰反应强。
新成土纲	剖面 MTG13	该剖面为黏壤质、混合型、温性-石灰扰动人为新成土。位于清水河河道上，原本为砾质河滩。剖面仅一层：AB 层，细土物质为粉砂质黏壤土；发育较弱的细小屑粒；干时松散，湿时松脆，无黏着性；少量(每平方米 5 条左右)草本根系，1~2 mm 粗；大量细小孔隙；石灰反应强。

表 2 北京地区不同土纲典型剖面土壤的微形态特征
Table 2 Micromorphological characteristics of typical profiles in different soil orders in Beijing area

土纲名称	典型剖面	土壤微形态特征			
		发生层	微结构与孔隙	物质组成	土壤形成物
淋溶土纲	剖面 MTG18	Bt2 层，深度：70~128 cm (图 7)	团粒状团聚体，具有圆形、椭圆形孔隙，其大小不一，还有孔道，孔隙发育较好，为迷宫状微结构。	粗颗粒：主要为棱角状、次棱角状颗粒，粒径一般在 20~60 μm；细粒物质：较多黄棕色黏土，呈高度平行定向集结状。	95% 以上的孔洞、孔道内都有黏粒胶膜，常见到非清晰的叠层状淀积黏粒胶膜。此外还有扩散状铁质凝团、凝块。
	剖面 MY2	Bt 层，深度：10~90 cm(图 8)	发育良好的圆形或近于圆形的微团聚体，土壤结构体内见大量孔道及树枝状孔隙，占薄片百分比为 90%，连通性较好，呈孔道状微结构。	粗颗粒：由大量(40%~50%薄片区域)次棱角状、次圆状石英碎屑、少量砂岩岩屑组；细粒物质：黄色黏土，呈高度平行定向集结状。	有较多非常明显的叠层状铁质黏粒胶膜，在大部分孔洞内可见非常清晰的叠层状铁质淀积黏粒胶膜。
锥形土纲	剖面 MTG12	Bwk2 层，深度：70~160 cm(图 9)	孔隙较少，多为不连续孔隙，连通性差，形状不规则，为孔洞状结构。	粗颗粒：见大量 50%~60% 左右(薄片区域)的次棱角状、次圆状石英颗粒，此外还有微少的白云母、斜长石碎屑，粒径多在 10~70 μm。细粒物质：少量黄棕色黏土。	见少许铁质凝粒、方解石胶膜，未见到黏粒胶膜。
	剖面 MTG17	Bk1 层，深度：60~80 cm(图 10)	孔隙不多，连通性差，孔隙为圆形、椭圆形，接近整块状结构。	粗颗粒：粗颗粒占 40%~50% 左右(薄片区域)，次棱角状、次圆状，此外还有少量斜长石碎屑；细粒物质：见浅黄色黏土。	见到少许铁质凝粒，方解石胶膜，无黏粒胶膜。
人为土纲	剖面 MTG15	Ap1 层，深度：0~26 cm(图 11)	团粒状微结构，发育完整的土壤自然结构体，表面光滑，团粒直径约 5~10 mm。多连续性孔隙，土壤结构体内部缺少不连续孔隙。	粗颗粒：常见花岗岩、黏土岩岩屑，圆状、半圆状为主。细粒物质：多为高度褐铁矿化细粒黏土。	可见到未腐殖质化的植物细根，多见煤渣等侵入体。
新成土纲	剖面 MTG13	AB 层，深度：0~60 cm(图 12)	整块状微结构，大量岩屑，未发育成土壤团粒结构，极少见孔隙。	粗颗粒：大量尖棱角状的石英、泥岩碎屑，粒径大于 0.6 mm。细粒物质：大量细粒黄土。	可见铁锰结核颗粒。

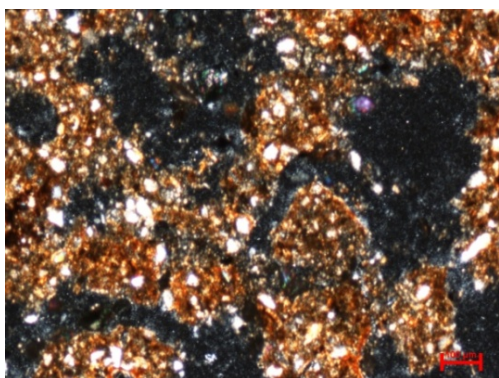


图7 剖面 MTG18 迷宫状微结构($\times 50$, 正交偏光)
Fig. 7 Labyrinthine microstructure of MTG18($\times 50$, XPL)

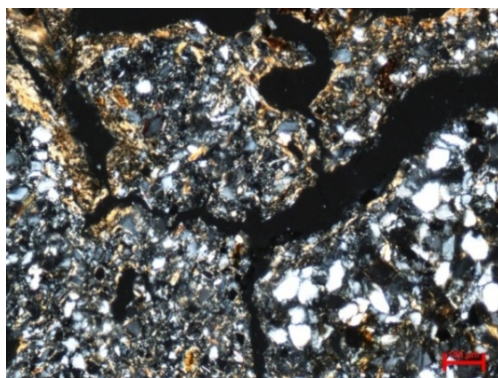


图8 剖面 MY2 孔道状微结构($\times 50$, 正交偏光)
Fig. 8 Channel microstructure of MY2($\times 50$, XPL)

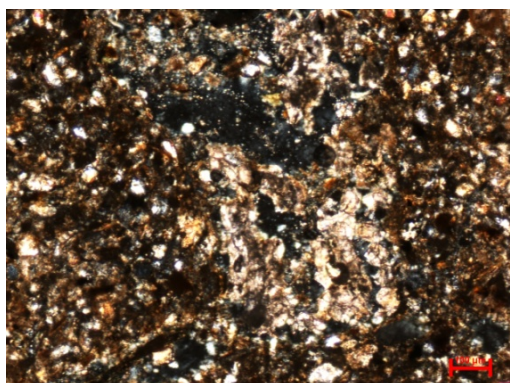


图9 剖面 MTG12 孔洞状微结构($\times 50$, 正交偏光)
Fig. 9 Vugh microstructure of MTG12($\times 50$, XPL)

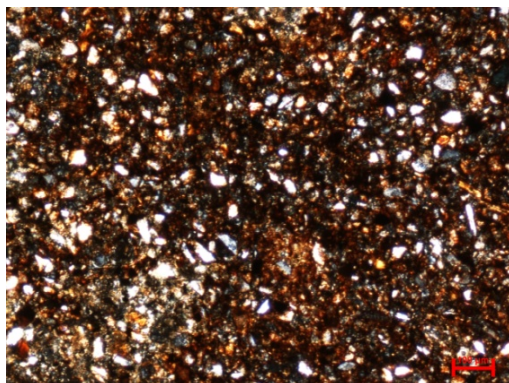


图10 剖面 MTG17 整块状微结构($\times 50$, 正交偏光)
Fig. 10 Massive microstructure of MTG17($\times 50$, XPL)

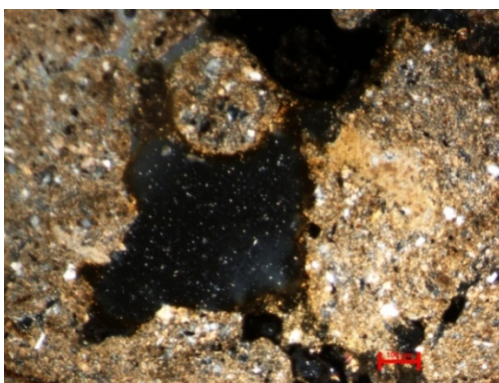


图11 剖面 MTG15 团粒状微结构($\times 50$, 正交偏光)
Fig. 11 Granular microstructure of MTG15($\times 50$, XPL)

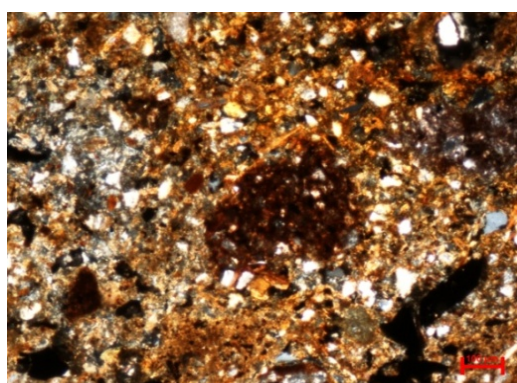


图12 剖面 MTG13 整块状微结构($\times 50$, 正交偏光)
Fig. 12 Massive microstructure of MTG13($\times 50$, XPL)

织,且混入了大量的煤渣等外来人为侵入物。新成土典型剖面为整块状结构,未发育为土壤团聚体,几乎无孔隙,土壤结构性差。

2.3.2 粗骨颗粒 粗骨颗粒是土壤基本组成中颗粒直径 $>10\ \mu\text{m}$ 的颗粒,其在土壤形成过程中比较稳定、不易移动、聚集和再分配,多是较强的物理风化作用的产物,含有较多的风化物。其主要来源于母质,对土壤的性质、结构和功能影响较大。

北京地区不同土纲土壤粗颗粒形状有明显差异,

新成土、雏形土粗颗粒常为棱角状、次棱角状,人为土多呈圆状、次圆状。此外,新成土岩屑粒径差异较大,薄片中能見到大量未风化的岩屑(图13),粒径达 $0.6\ \text{mm}$,明显大于其他土纲土壤,这说明相对于人为土,新成土和雏形土受物理风化作用影响微弱,土层薄,土壤熟化程度低。

四大土纲典型剖面土壤粗颗粒的矿物组成差异较小,以石英为主,少量长石、云母(图14)。其中,雏形土中见到明显聚集的方解石凝块(图15),直径约

为 400 ~ 800 μm , 钙积现象明显。此外, 存在方解石粗晶还显示了该层土壤形成时期耕作活动较少, 土壤环境稳定, 使雏晶有时间形成完整的方解石晶粒^[15]。

2.3.3 细粒物质 土壤细粒物质是相对于粗颗粒来定义的, 指 <2 μm 的颗粒。北京地区典型剖面土壤

细粒物质主要为黏土, 其中淋溶土典型剖面较多黏土多围绕孔隙, 呈高度平行定向集结状, 其形成主要为土壤细粒物质随水沿孔隙淋洗, 在孔隙周围形成环绕孔隙壁定向黏粒。此外, 剖面 MTG15 土壤细粒物质多为褐铁矿化的黏粒(图 16)。

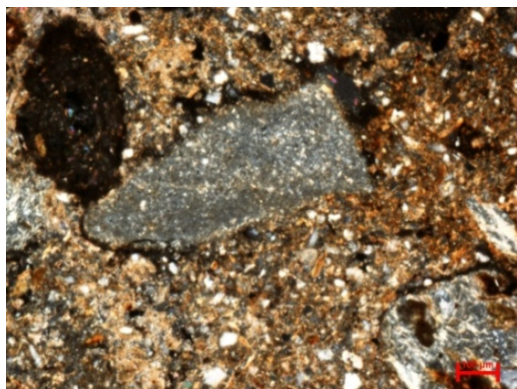


图 13 剖面 MTG13 大块未风化的岩屑
($\times 50$, 正交偏光)

Fig. 13 Unweathered debris of MTG13($\times 50$, XPL)

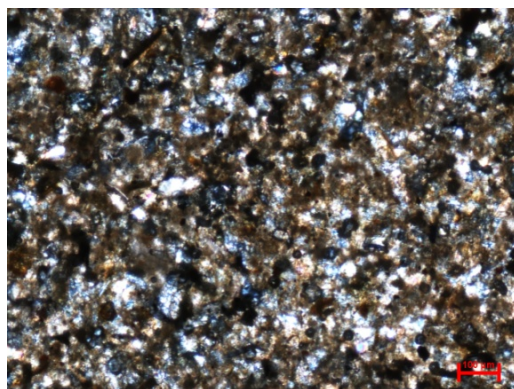


图 14 剖面 MTG12 中均匀的石英颗粒
($\times 50$, 正交偏光)

Fig. 14 Uniform quartz grains MTG12($\times 50$, XPL)

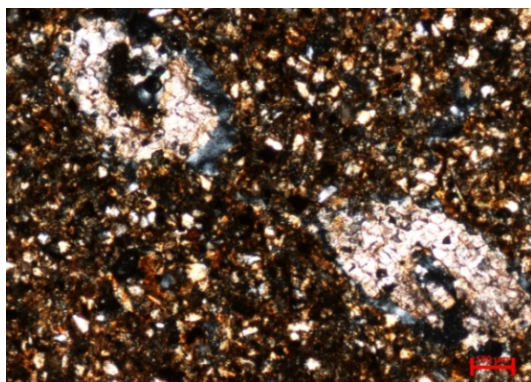


图 15 剖面 MTG17 大量的方解石凝块
($\times 50$, 正交偏光)

Fig. 15 Plenty of irregular calcite nodules of MTG17($\times 50$, XPL)

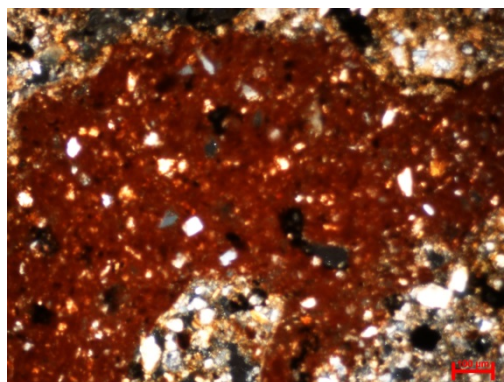


图 16 剖面 MTG15 褐铁矿化的黏土
($\times 50$, 正交偏光)

Fig. 16 Ferritic clay of MTG15($\times 50$, XPL)

2.3.4 土壤形成物 土壤形成物指成土过程中生成的黏粒胶膜、腐殖质胶膜、结晶形成物、土壤团聚物、生物代谢产物、铁铝等元素的化合物等, 土壤形成物作为独立的土壤垒结单位, 与其周围的其他垒结在形态上有明显不同的特征、有明晰的界限, 可与相邻的土壤物质相区别, 是土壤成熟的标志, 能够反映土壤内部元素的移动与积聚。其中残积、淀积黏土的数量指示环境蓄水保水、黏化作用的强弱^[16]。

淋溶土典型剖面中, B 层土壤孔隙壁存在大量淀积黏粒胶膜, 其围绕孔隙边缘呈平行定向聚集, 说明淋溶土黏粒移动和淀积现象存在, 土壤淋溶作用强烈(图 17)。在人为土典型剖面表土中可见到大量侵入物, 如煤渣(图 18)等, 这是因为表层土壤是人为堆垫而成, 土壤组成受堆垫来源物的影响大。人为土典型

剖面中常见到新鲜的及半腐殖质化的动植物残体(图 19), 这体现了人为土受耕作、灌溉和种植等人类作用强烈的特性。

2.3.5 土壤孔隙度 土壤孔隙的发育程度反映土壤发育环境的稳定程度。北京地区不同土纲土壤在孔隙度方面存在较大差异。本文用 ENVI 软件处理图像, 把土壤结构图转化成能够直观反映土壤孔隙特征的孔隙二值图(图 20 ~ 图 22), 并统计出孔隙面积百分比^[17-18], 见表 3。

人为土典型剖面表层的孔隙百分比最大, 达 12.43%, 且孔隙规则, 多为圆状或次圆状孔隙, 孔径多在 50 ~ 200 μm 。原因是人为土受耕作、培肥等人类影响较大, 使熟土层增厚, 土壤结构较好, 形成较大而规则的孔隙, 这样的孔隙有利于植物根系深扎

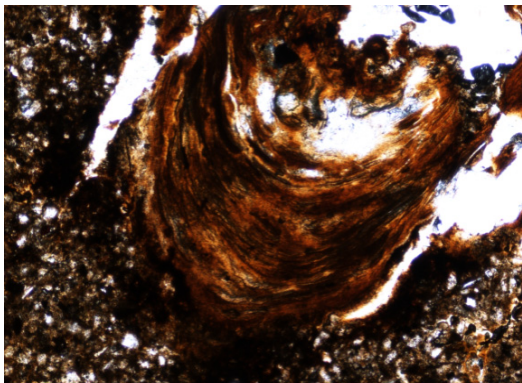


图 17 剖面 MTG18 的 Bt 层叠层状淀积黏粒胶膜
(×50, 单偏光)
Fig. 17 Laminated illuviation argillan in Bt horizon of MTG18
(×50, PPL)

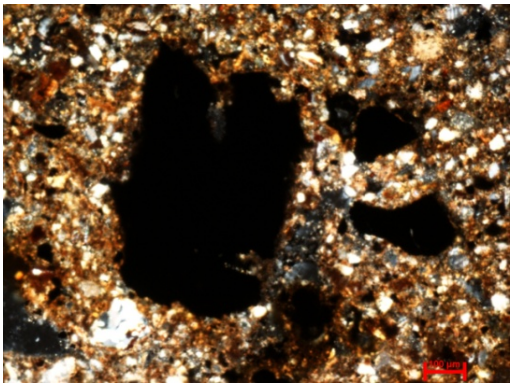


图 18 剖面 MTG15 中黑色侵入物
(×50, 正交偏光)
Fig. 18 Black invader in MTG15 (×50, XPL)

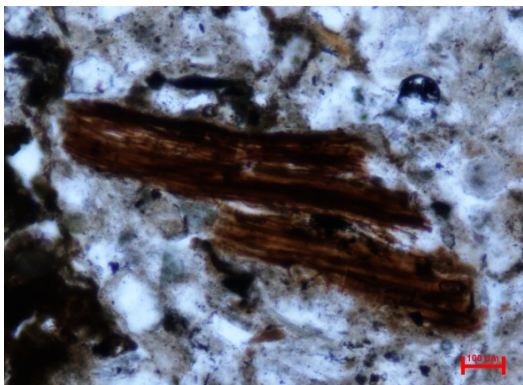


图 19 剖面 MTG15 的植物残体(×50, 正交偏光)
Fig. 19 Plant residue in MTG15(×50, XPL)



图 20 剖面 MY2 Bt 层土壤孔隙二值图(×50)
Fig. 20 Pore image of Bt horizon of MY2(×50)

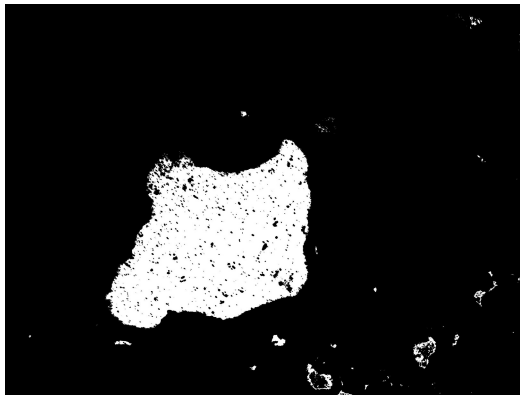


图 21 剖面 MTG15Ap 层孔隙二值图(×50)
Fig. 21 Pore image of Ap horizon of MTG15(×50)



图 22 剖面 MTG13AB 层孔隙二值图(×50)
Fig. 22 Pore image of AB horizon of MTG13(×50)

表 3 不同剖面的孔隙面积百分比(%)

Table 3 Percentages of pore areas of different soil profiles

土纲 名称	典型 剖面	孔隙面积百分比 (%)
淋溶土纲	MTG18	5.96
	MY2	10.11
锥形土纲	剖 MTG12	1.16
	MTG17	3.40
人为土纲	MTG15	12.43
新成土纲	MTG13	0.97

注：孔隙面积百分比指孔隙面积占整个薄片面积的百分比。

及土壤通气透水功能的发挥。以剖面 MTG13 为代表的
新成土，孔隙百分比仅占薄片面积的 0.97%，孔隙直径大多小于 20 μm。该土体为黄土堆垫不久，土壤发生层还没有形成。淋溶土典型剖面 B 层的孔隙百分比高于锥形土，且孔径一般大于 100 μm，剖面 MY2 多为树枝状孔隙，连通性较好。而锥形土孔隙百分比低于 4%，且无连续孔隙，导致土壤的通透性差。

3 结论

北京地区不同土纲典型剖面的土壤微形态特征具有显著差异：

1) 淋溶土典型剖面土壤团聚体发育相对完整，孔隙多呈圆形或孔道状，连通性好，孔隙度相对较高，常为迷宫状或孔道状土壤微结构，土壤粗颗粒多为不易风化的石英、长石等，粒径相对较均匀。Bt 层孔隙周围明显存在大量的淀积黏粒胶膜，这是淋溶土区别于其他土壤的典型特征。

2) 雏形土典型剖面 B 层土壤微结构未发育完全，粗颗粒多呈棱角状和次棱角状，孔洞状或整块状结构，孔隙度低，且常为不连续孔隙，未见到淀积黏粒胶膜；可见到明显的方解石凝块，这表明了雏形土的钙积现象明显。同时，完整的方解石晶粒也显示了该层土壤形成时期，土壤环境相对稳定的特征。

3) 新成土典型剖面土壤团聚体未发育，粗颗粒多为棱角状和次棱角状，明显见到大量未风化的岩屑。土壤结构性较差，微结构多属整块状结构，孔隙度极低，未见到生物遗迹等有机质形成物。说明该土壤风化发育程度较低，且其土层较薄，有机质含量低，土壤肥力低。与雏形土有较大不同，从微形态上看，雏形土土壤结构发育较新成土成熟，孔洞结构超过薄片总面积的 50%，整块状结构较少，而雏形土整个薄片几乎都是沉积物或岩石构造，结合土壤剖面构型看，雏形土有完整的剖面结构，形成了 B 层，而新成土发生层尚未形成，且无钙积现象发生。

4) 人为土典型剖面团粒结构发育完整，土壤孔隙度高，且多为连续孔隙，土壤通气透水性能好。粗颗粒大多为石英、长石等不易风化的矿物，圆状、次圆状形状，相对于其他土纲，土壤发育最为成熟。薄片多中见煤渣等人工侵入物，新鲜的及半腐殖质化动植物遗迹，均体现了人为土相较于其他土纲土壤受长期农业活动如灌溉、堆积、施肥和耕作等作用明显。

参考文献：

[1] Stoops G. Achievements in micromorphology[J]. Catena,

2003, 54: 317-318

- [2] 何毓蓉, 贺秀斌. 土壤微形态学的发展及我国研究现状[C]//中国土壤学会编. 中国土壤科学的现状与展望. 南京: 河海大学出版社, 2007: 41-63
- [3] 乔永, 孙向阳, 李素艳, 等. 北京西山地区森林土壤微形态的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2010(10): 29-33
- [4] Sageidet B M. Late Holocene land use at Orstad, Jæren, southwestern Norway, evidence from pollen analysis and soil micromorphology[J]. Catena, 2009, 78(3): 198-217
- [5] 石莹, 王数, 张凤荣, 等. 北京小西山山前洪积扇不同土地利用方式下的土壤微形态特征[J]. 中国农业大学学报(自然科学版), 2014, 19(2): 118-124
- [6] Qin Y, Tu S, Feng W. Effects of long-term fertilization on micromorphological features in purple soil[J]. Soil and Fertilizer, 2012, 13(5): 1 050-1 054
- [7] 何毓蓉. 四川盆地紫色土分区分肥的土壤微形态研究[J]. 土壤通报, 1984(6): 263-266
- [8] 东野光亮, 齐伟, 王璦玲. 黄河三角洲土壤抗蚀性的微观研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(1): 100-102
- [9] 贺秀斌, 唐克丽, 张成娥, 等. 农业生态与土地退化的土壤微形态研究[J]. 土壤与环境, 2001, 10(3): 234-237
- [10] 潘美慧, 宋春晖, 李吉均, 等. 甘肃天水地区中新世古土壤的微形态特征及其古环境意义[J]. 土壤学报, 2009, 46(4): 578-585
- [11] 郭正堂. 土壤微形态学及其在古土壤学中的应用[M]//中国第四纪地质与环境. 北京: 海洋出版社, 1997: 188-194
- [12] 曹升庚. 土壤微形态在土壤发生、分类研究中的应用[J]. 土壤专报, 1980, 37: 25-50
- [13] 曹升庚, 高以信. 西藏高原土壤多元发生的微形态研究[J]. 土壤学报, 1981, 18(1): 38-39
- [14] Brewer R. Fabric and mineral analysis of soils[M]. New York: Willey, 1964: 302-342
- [15] 庞奖励, 张旭, 黄春长, 等. 黄土高原南缘风尘堆积与现代土壤发育的关系研究[J]. 沉积学报, 2007, 25(3): 417-423
- [16] 庞奖励, 郭美娟, 邱海燕, 郭国龙. 关中地区退耕还林对土壤微形态的影响研究[J]. 土壤学报, 2009, 46(2): 210-217
- [17] 李德成, Velde B, 张桃林. 利用土壤切片的数字图像定量评价土壤孔隙变异度和复杂度[J]. 土壤学报, 2003, 40(5): 678-682
- [18] Zhou H, Li B G, Lv Y Z. Micromorphological analysis of soil structure under no tillage management in the black soil zone of northeast China[J]. Journal of Mountain Science, 2009, 6(2): 173-180

Micromorphological Characteristics of Typical Profiles in Different Soil Orders in Beijing Area

ZHANG Xiaona^{1,2}, WANG Shu^{1*}, WANG Xiuli^{1,3}, WANG Rui¹, LIU Ying¹, YANG Zhen¹

(1 College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2 Longhu Town Government of Xinzheng City, Zhengzhou 451100, China; 3 College of Resources and Environmental Sciences, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Typical profiles in different soil orders in Beijing area were selected to be used for studying micromorphological characteristics, such as soil microstructure, skeleton grain, Pedological characteristics and pores through soil section observation and pictures analyzation in ENVI. Results showed that the differences of micromorphological characteristics among different soil profiles in Beijing were apparent. Alfisol developed fully, illuviation argillan were common in Bt horizon; Microstructure of Cambisol and Entisol were not developed well, no illuviation argillan was found, but B horizon was formed, hole structures appeared, and calcic evidence also could be found in Cambisol, indicating it developed better than Entisol. Anthropic soil showed a large number of traces of human activities, and more visible invaders, animal and plant remains, showing it more mature than the other three soil orders.

Key words: Micromorphological characteristics of soil; Soil order; Typical soil profiles; Beijing area