

北京妙峰山优质玫瑰生产基地的土壤微形态特征*

刘颖 王数[†] 张凤荣 杨震 王瑞

(中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193)

摘要 通过对北京妙峰山优质玫瑰生产基地土壤薄片的观察, 利用土壤切片图像处理分析系统和image-pro plus 6.0等软件对图像进行处理和分析, 从土壤微结构、有机物质、粗骨颗粒和孔隙等方面进行定性和定量研究, 并选择北京凤凰岭林地土壤剖面进行对比分析。结果表明: 土壤微形态特征主要受下伏基岩岩性和地质构造的影响; 与凤凰岭剖面相比, 北京妙峰山玫瑰生产基地的土壤结构发育良好, 以黏结型基质和中度分离亚棱角块状微结构为主; 妙峰山剖面有机物质来源丰富, 其各个土层的有机物质频率均高于凤凰岭剖面, 生物活动剧烈; 妙峰山剖面土壤的粗骨颗粒平均粒径较小, 在17 μm 以下, 磨圆程度较高; 妙峰山剖面各个土层总孔隙百分比虽然小于凤凰岭剖面对应的土层, 但堆叠型孔隙较多, 孔隙间相互连通性好, 土层储水保水效果更好, 有利于妙峰山玫瑰独特品质的形成。

关键词 土壤微形态; 玫瑰; 妙峰山; 北京

中图分类号 S152 **文献标识码** A

北京市门头沟区妙峰山地区生产红玫瑰已有500多年的历史, 其玫瑰花以色艳、味浓、含油量高、品质优异和经济价值高而驰名中外, 多年来一直是优质玫瑰花生产基地。目前其玫瑰花种植面积达460 hm^2 左右, 年产量约10万kg, 所采摘的鲜花主要用于提炼玫瑰精油和制造“玫瑰露”供应出口^[1]。

从植物生长发育的适宜性来看, 妙峰山优质玫瑰的形成与当地的地质条件密切相关^[2], 无疑, 地质条件会通过成土母质影响土壤发育, 进而影响植物生长, 这种影响可通过其微形态特征反映出来。土壤微形态学自1938年建立以来, 其研究内容已从纯土壤学扩展到土地利用^[3-10]、土壤侵蚀^[11]和环境演变^[12-14]等领域。庞奖励等^[4-5]研究了陕西省不同土地利用和管理方式下的土壤微形态特征; 贺秀斌等^[15]介绍了土壤微形态研究方法及其在农业生态与土地退化研究中的应用; Scarcigliaa等^[16]研究了意大利南部古土壤的微形态特征,

还原了该地区于第四纪时期的环境演变历史; Khormali等^[17]研究了伊朗高原石灰质土壤中方解石微形态特征来说明其对气候的指示意义; 张晓娜^[18]尝试从土壤微形态角度对土壤肥力进行评价。但目前国内外学者对于名特优作物生长的土壤微形态研究尚未见报道。

本文选择北京市门头沟区妙峰山优质玫瑰生产基地土壤剖面为主要研究对象, 并结合凤凰岭土壤剖面进行对比分析, 旨在通过研究土壤微结构、有机物质、粗骨颗粒和孔隙等土壤微形态特征, 分析影响玫瑰品质的土壤性状, 以期在北京地区优质玫瑰推广提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区域与典型土壤剖面概况

妙峰山位于北京市门头沟区妙峰山镇涧沟村, 距市中心约50 km, 面积20 km^2 , 为北京西山

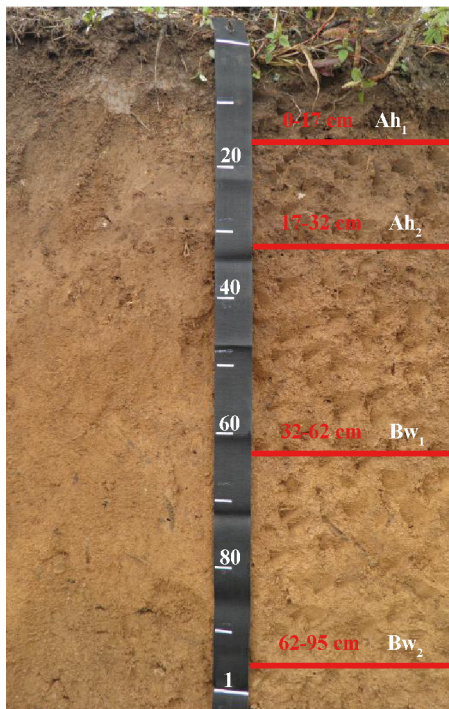
* 国家科技基础性工作专项项目(2008FY110600)和中国农业大学自选课题(G203033)资助 Supported by the National Science and Technology Basic Work Project of China (No. 2008FY110600) and the Optional Subject of China Agricultural University (No. G203033)

[†] 通讯作者 Corresponding author, E-mail: wangshu@cau.edu.cn

作者简介: 刘颖(1991—), 女, 河北唐山人, 硕士研究生, 主要研究土壤微形态。E-mail: kaixuan14419@126.com

收稿日期: 2015-09-09; 收到修改稿日期: 2016-01-08

范畴, 属太行山余脉, 其主峰海拔1 291 m。典型土壤剖面 (M) 位于妙峰山镇涧沟村东坨玫瑰园 (40°03'56"N, 116°03'08"E, 海拔993 m), 地处山体上部, 发育于坡残积物上, 基岩岩性主要为安山岩和安山质熔岩砾岩等火山碎屑岩。剖面具有淡色表层、锥形层、温性土壤温度状况和半干润水分状况等诊断层和诊断特性。调查采样于6月玫瑰花开末期进行, 选择玫瑰枝粗壮、长势旺盛的地块开挖土壤剖面 and 取样。



调查得知, 在北京市海淀区凤凰岭山前一带也曾种过玫瑰, 但品质欠佳。为了探索导致妙峰山和凤凰岭玫瑰品质差异产生的原因, 本文选取凤凰岭剖面 (F, 40°06'30"N, 116°05'22"E, 海拔77 m) 作为对比。该剖面现有土地利用类型为林地, 地处山体下部, 发育于坡积物上, 其基岩岩性为燕山期花岗岩。剖面具有淡色表层、锥形层、温性土壤温度状况和半干润水分状况等诊断层和诊断特性。两地土壤系统分类类型均为普通筒育干润锥形土, 剖

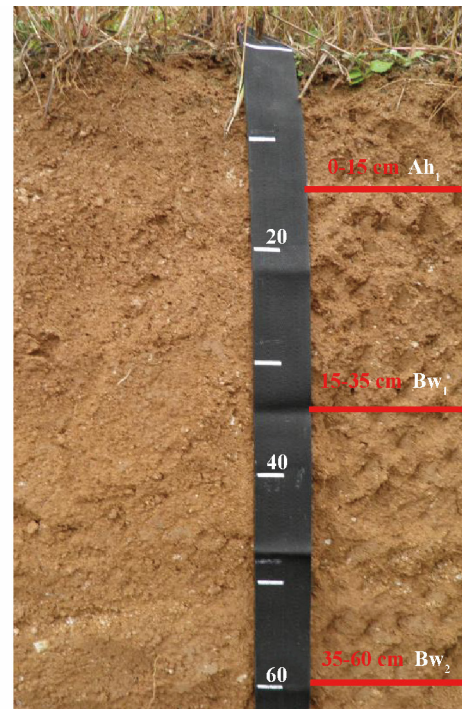


图1 妙峰山 (左图) 和凤凰岭 (右图) 土壤剖面

Fig. 1 Soil profiles in Miaofeng Mountain (left) and Phoenix Hill (right)

面土壤发生层分层见图1。

1.2 研究方法

将采集的原状土烘干后用不饱和聚酯树脂—丙酮溶液进行浸渍, 在烘箱中升温 (最高温度至80℃) 固化, 再经切片、磨片 (粗、中和细磨)、粘载玻片, 制成30 mm×60 mm、标准厚度0.03 mm的土壤薄片, 该工作在北京大学地质实验室完成。采用Nikon LV100POL型偏光显微镜观察土壤薄片, 图像经CCD传感器传至Nikon digital sight显微镜数码相机, 通过USB数据线将显微镜数码相机连接至已安装配套NIS-Elements-F 3.0软件的计算机, 拍摄得到放大50倍后单偏光和正交偏光下的土壤微形态照片。利用土壤切片图像处理分析系统对图像进行处理, 将土壤微结构图转化成能够直观反

映土壤孔隙特征的孔隙二值图, 之后利用image-pro plus 6.0软件中的count/size工具便可统计出总孔隙面积百分比和不同类型孔隙分布情况。粗骨颗粒特征利用image-pro plus 6.0软件进行提取, 首先根据微形态照片自动选取亮对象, 再利用AOI工具进行手动补充和剔除, 直至全部选中粗骨颗粒对象, 同样利用count/size工具对粗骨颗粒直径和磨圆度等特征进行统计。有机物质频率的统计方法与粗骨颗粒特征的提取方法类似。文中对土壤微形态特征的描述和分析参照Stoops^[19]术语。

由于显微镜的拍照视野较小, 在统计总孔隙百分比和粗骨颗粒百分比等指标时选取薄片6个样本点进行拍摄, 6个拍摄点呈“S”形分布, 统计后取平均值作为最终结果。

2 结果与讨论

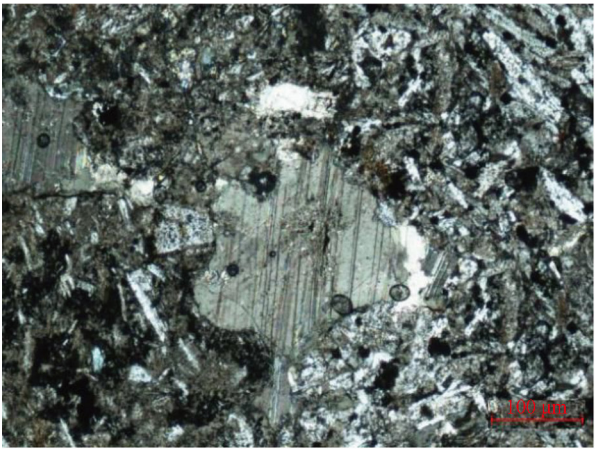
地质要素中以基岩岩性、地质构造最为重要，两者对土壤的形成有很大影响，本文选取土壤微结构、有机物质、粗骨颗粒和孔隙等土壤微形态指标，既能指示妙峰山和凤凰岭两个剖面原始土壤发育情况，显示两地母岩岩性、地质构造对粗骨颗粒和孔隙等土壤微形态指标的影响，又能在一定程度上反映人类活动对土壤结构的影响。

2.1 地质要素特征

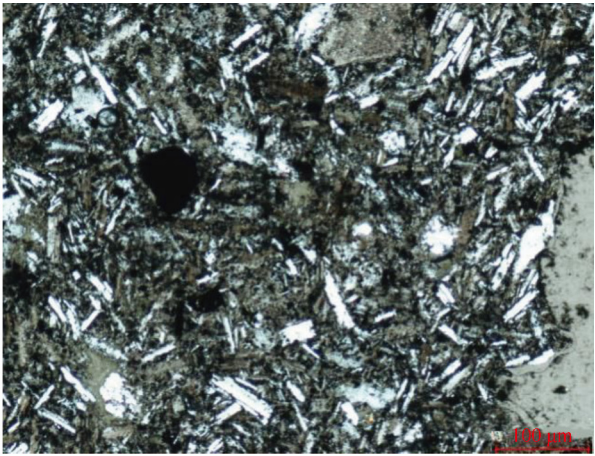
基岩岩性、地质构造与土壤形成密切相关，尤

其基岩是土壤母质形成的基础，其组成成分、结构等因素必然会对土壤性质产生显著影响^[20]。北京妙峰山的基岩主要为安山岩及安山质火山碎屑岩。通过对妙峰山岩石薄片的观察，发现其主要矿物为斜长石和角闪石，其中斜长石含量较大（图2a和图2b），可见板状斜长石斑晶，部分斜长石呈轻微绢云母化，还可见呈圆形或椭圆形的岩屑。此外，薄片中还发现少量方解石（图2c），是由于构造运动使得妙峰山脚下的石灰岩以岩屑成分作为火山碎屑岩的组分出现。凤凰岭岩石薄片则多见粗粒石英和钾长石以及具有明显聚片双晶的斜长石（图2d）。

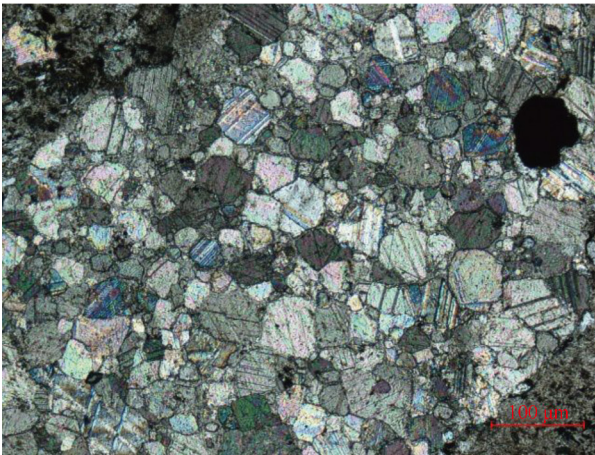
从岩石微形态可以看出，妙峰山基岩中的矿



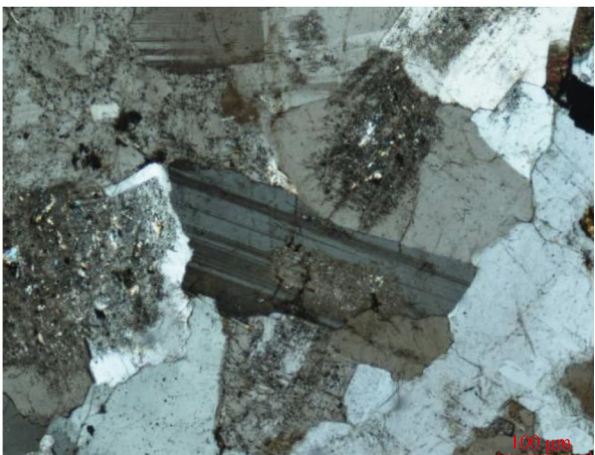
a. 妙峰山基岩中的斜长石（斑状结构）、岩屑（×50，正交偏光）
a. Plagioclase (porphyritic texture) and debris in the bedrock of the Miaofeng Mountain (×50, XPL)



b. 妙峰山基岩中的大量针条状斜长石（×50，正交偏光）
b. Massive acicular plagioclases in the bedrock of the Miaofeng Mountain (×50, XPL)



c. 妙峰山基岩中的细晶石灰岩岩屑（×50，正交偏光）
c. Finely crystalline limestone debris in the bedrock of the Miaofeng Mountain (×50, XPL)



d. 凤凰岭花岗岩中的石英、钾长石及具有聚片双晶的斜长石（粗粒结构）（×50，正交偏光）
d. Quartz, potassium feldspar and plagioclase with polysynthetic twin (coarse granules) in the granite of the Phoenix Hill (×50, XPL)

图2 妙峰山和凤凰岭基岩微形态特征

Fig. 2 Micromorphological characteristics of the bedrock in Miaofeng Mountain and Phoenix Hill

物成分与凤凰岭不同。相对于凤凰岭矿物的粗粒结构, 妙峰山矿物颗粒细小, 为斑状结构、角砾状结构, 部分岩屑呈细晶结构, 使得其基岩相对凤凰岭更容易风化。经北京大学地学实验室测试, 妙峰山基岩中Fe、Ca、Mg、Zn、B和Sr等元素含量远远高于凤凰岭基岩(数据未列出), 所以由妙峰山火山岩发育形成的土壤中, 上述元素含量也相对较高, 而Mg、Fe和B等元素可以促进植物生长过程中所需各类酶的合成^[21], 这些均使得妙峰山玫瑰具有得天独厚的自然优势。

构造运动和地质构造会对物质运移、地貌形成以及岩石风化产生影响。燕山运动奠定了妙峰山所属北京西山地区地质构造的基础, 西山地区剧烈的构造运动使妙峰山隆起成为向斜山, 一方面向斜构造演化而成的地貌提高了岩层的蓄水性, 另一方面山体隆起导致海拔升高(妙峰山主峰海拔达1 291 m), 形成山体局部小气候。再加之构造运动所形成的大量断裂^[2], 大大加速了妙峰山岩石风化, 进而对土壤形成和发育以至土壤性质(包括土壤结构、孔隙等微形态特征)产生极为重要的影响。

2.2 土壤微结构及有机物质特征

土壤微结构是指土壤物质中粗骨颗粒、细粒物质和孔隙的空间排列^[22], 其中土壤团聚体的数量、类型及其稳定性影响着土壤的抗侵蚀能力和养分供应能力。依据外部轮廓、与母体连接状况等特征, 土壤团聚体可分为雏形团聚体(隐约可见彼此紧密相连的团聚体形状, 个体轮廓不清晰, 这些初现的“团聚体”间仅有少量空隙, 依附于母体存在)、连生团聚体(发育程度稍高, 形状不规则, 一般有两个或两个以上的个体连在一起, 基部未脱离)以及游离团聚体(团聚体发育较好的类型, 彼此互相独立, 表面光滑且形状较规则)三种类型, 以游离团聚体发育程度最高。土壤有机物质不同于土壤有机质, 多指动物排泄物及植物组织, 新鲜有机物质在团聚体形成过程中具有重要作用^[23], 有机物质在微生物活动和化学转化下最终变为可供植物吸收利用的稳定有机质^[24], 可以指示土壤肥力的高低。妙峰山、凤凰岭剖面不同土层土壤微结构及有机物质特征详见表1, 其中有机物质频率是指有机物质所占整个薄片的面积比例。

妙峰山剖面土壤以黏结型基质为主, 甚至出现了肥沃土壤中可见的絮凝基质。土壤基质颜色除受

基岩岩性的影响外, 还与有机物质频率有关, 妙峰山剖面植物残体来源丰富, 生物活动剧烈, 有机物质频率较高, 所以相对于凤凰岭土壤, 其土壤基质颜色较深(以暗褐色为主)。妙峰山剖面土壤微结构主要为中度分离的亚棱角块状, 土壤团聚体较凤凰岭发育良好, 多见游离团聚体和连生团聚体, 提高了妙峰山土壤的通气、保水保肥能力。上述土壤微结构及有机物质特征一定程度上说明妙峰山土壤肥力高于凤凰岭, 更有利于植物生长。

2.3 土壤粗骨颗粒分布及特征

粗骨颗粒是土壤基本组成中颗粒直径 $> 10 \mu\text{m}$ 的矿物颗粒和岩屑, 在土壤形成过程中比较稳定, 不易移动、聚集和再分配, 是较强物理风化作用的产物^[18]。妙峰山和凤凰岭两个剖面各个土层粗骨颗粒均以石英、斜长石为主。妙峰山基岩安山岩、安山质砾岩相对容易风化, 薄片中能观察到的角闪石等暗色矿物基本风化殆尽, 石英以风成为主, 斜长石颗粒较为细小, 而凤凰岭剖面中还可可见中度风化的大块斜长石。相比凤凰岭剖面, 妙峰山剖面粗骨颗粒平均粒径较小, 均不超过 $17 \mu\text{m}$ (表2), 磨圆指数^[5]较低(磨圆指数越低, 磨圆程度越高)。两个剖面表层粗骨颗粒平均粒径及所占面积百分比均高于剖面其他土层。

华北地区发育的土壤受到风成黄土降尘的影响, 土壤中多粉砂颗粒。凤凰岭剖面粗骨颗粒主要组分石英除与降尘中的粉砂相关外, 还与其呈粗粒结构(图2d)的花岗岩基岩中存在较多难以风化的石英有关, 因此相比于妙峰山剖面, 凤凰岭剖面的粗骨颗粒(图3j)平均粒径较大(分布在 $20 \mu\text{m}$ 左右), 并且磨圆程度较低。另外, 每年春季前后玫瑰管理者会对表层土壤进行适当翻耕、疏松土壤以利于养分、水分和空气的迁移^[4], 耕作活动使得妙峰山、凤凰岭剖面表层粗骨颗粒磨圆程度高于其他土层。

2.4 土壤孔隙特征

土壤孔隙由孔径大小不同的连续孔隙组成, 在土壤结构形成、土壤水分和养分保持、微生物多样性的保护方面起着重要作用^[25]。根据孔径大小, 一般将孔隙分为三类^[23]: 孔径大于 0.1 mm 的孔隙为通气孔隙, 小于 0.03 mm 的孔隙为存储孔隙, 两者之间的孔隙为毛管孔隙, 毛管孔隙的增加有利于作物生长发育。本研究中的孔隙百分比是指孔隙面积与所在薄片面积的比值。

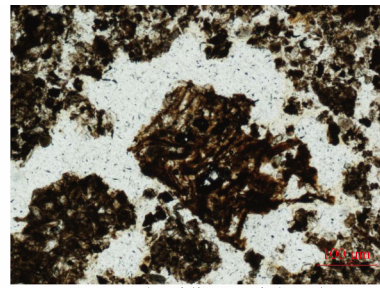
表1 妙峰山和凤凰岭剖面土壤微结构及有机物质特征

Table 1 Soil microstructure and characteristics of organic matter of profiles in Miaofeng Mountain and Phoenix Hill							
剖面 Profile	土层 Soil layer (cm)	基质类型 Type of matrix	基质颜色 Colour of matrix	土壤微结构 Soil microstructure	团聚体 Aggregate	有机物质类型 Type of organic matter	有机物质频率 Frequency of organic matter
妙峰山 Miaofeng Mountain	0 ~ 17	以黏结基质 为主，部分 絮凝基质	7.5YR3/4	中度分离亚棱角块 状微结构和轻度分 离团粒状微结构	大量连生团聚体和 部分游离团聚体， 还发现生物活动形 成的团聚体（图 3a）	大量轻度分解和半 分解的植物残体 （图3b），只有少 量新鲜的植物组织	5.19%（生物活动 剧烈，发现大量生 物排泄物）
	17 ~ 32	黏结基质 （图3c）和 少部分絮凝 基质	7.5YR3/4	中度分离棱角块状 微结构	雏形团聚体发育， 少量连生和游离团 聚体，有少量岩屑 （图3d）	以轻度分解和半分 解的植物残体为 主，少部分被强烈 分解，残体结构基 本消失	4.69%
	32 ~ 62	黏结基质和 絮凝基质	7.5YR4/6	中度分离亚棱角块 状微结构和中度分 离团粒结构	大量连生和游离团 聚体（图3e）	轻度分解和半分解 的植物残体（图 3f）	3.86%（少量动物 活动痕迹）
	62 ~ 95	黏结基质	7.5YR4/4	整块状结构（图 3g）和弱分离亚棱 角块状结构	雏形团聚体和少量 连生团聚体	少量轻度分解的植 物残体	2.54%
凤凰岭 Phoenix Hill	0 ~ 15	黏结型基 质，部分絮 凝基质	7.5R5/4	中度分离的亚棱角 块状微结构为主， 少部分轻度分离的 团粒状微结构	发育良好的游离团 聚体和大量雏形团 聚体	轻度分解和半分解 的植物残体	3.91%（生物排泄 物较多，见图3h）
	15 ~ 35	黏结型基质	7.5YR5/6	弱分离亚棱角块状 微结构和整块状微 结构	少量连生团聚体和 雏形团聚体（图 3i）	少量轻度分解的植 物残体	1.97%
	35 ~ 60	浊松型基质	7.5YR5/6	整块状微结构和部 分弱分离的亚棱角 块状微结构	团聚体不发育	几乎无植物残体	0.85%

表2 妙峰山和凤凰岭土壤粗骨颗粒特征

Table 2 Characteristics of skeleton grains in the soils of the Miaofeng Mountain and Phoenix Hill				
剖面 Profile	土层 Soil layer (cm)	平均粒径 Average diameter (μ m)	磨圆指数 ¹⁾ Roundness	面积百分比 ²⁾ Area percentage (%)
妙峰山 Miaofeng Mountain	0 ~ 17	16.44	0.11	16.62
	17 ~ 32	15.50	0.14	13.13
	32 ~ 62	15.78	0.13	13.39
	62 ~ 95	15.15	0.13	10.95
凤凰岭 Phoenix Hill	0 ~ 15	20.79	0.19	16.47
	15 ~ 35	20.21	0.19	14.96
	35 ~ 60	19.04	0.20	12.04

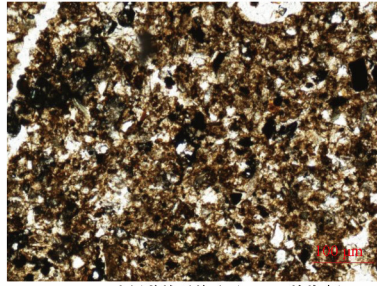
注：1）磨圆指数=4×π×面积/周长²；2）面积百分比=粗骨颗粒总面积/整个薄片的面积 Note: 1）Roundness=4×π×area/perimeter²；2）Area percentage=total area of skeleton grains/area of the slice



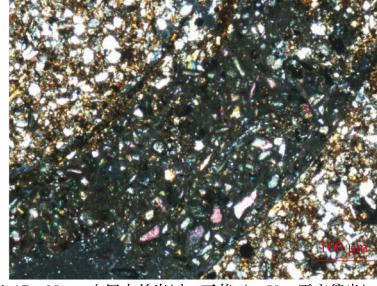
a. 0 ~ 17 cm 上层生物活动形成的团聚体 (×50, 正交偏光) M
a. Aggregates formed through biological activities in the 0 ~ 17 cm soil layer (×50, PPL) M



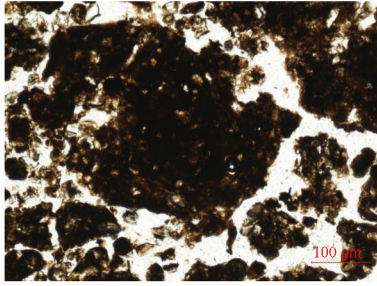
b. 0 ~ 17 cm 上层有机质分解 (×50, 单偏光) M
b. Decomposition of organic matter in the 0 ~ 17 cm soil layer (×50, PPL) M



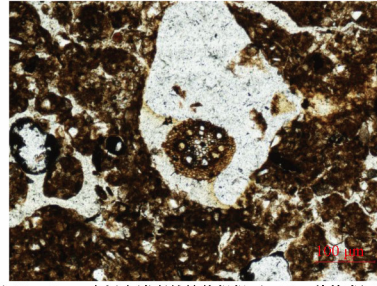
c. 17 ~ 32 cm 上层黏结型基质 (×50, 单偏光) M
c. Bonded matrix in the 17 ~ 32 cm soil layer (×50, PPL) M



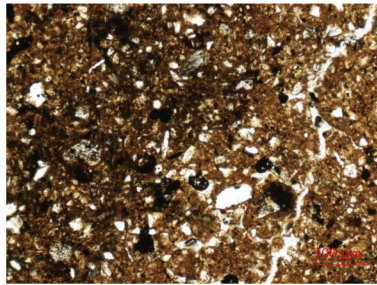
d. 17 ~ 32 cm 上层中的岩屑、石英 (×50, 正交偏光) M
d. Debris and quartz in the 17 ~ 32 cm soil layer (×50, XPL) M



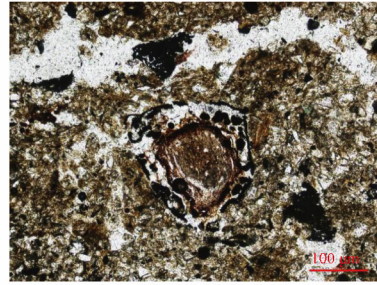
e. 32 ~ 62 cm 土层中的游离团聚体 (×50, 单偏光) M
e. Free aggregate in the 32 ~ 62 cm soil layer (×50, PPL) M



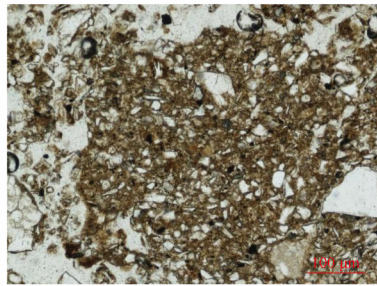
f. 32 ~ 62 cm 土层中清晰的植物组织 (×50, 单偏光) F
f. Plant tissue in the 32 ~ 62 cm soil layer (×50, PPL) M



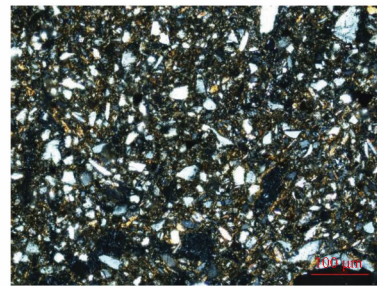
g. 62 ~ 95 cm 土层整块状微结构 (×50, 单偏光) M
g. Massive microstructure of the 62 ~ 95 cm soil layer (×50, PPL) M



h. 0 ~ 15 cm 土层中的生物排泄物 (×50, 单偏光) F
h. Waste of organisms in the 0 ~ 15 cm soil layer (×50, PPL) F



i. 15 ~ 35 cm 土层中的锥形团聚体 (×50, 单偏光) F
i. Cambic aggregate in the 15 ~ 35 cm soil layer (×50, PPL) F



j. 35 ~ 60 cm 土层中的粗骨颗粒石英 (×50, 正交偏光) F
j. Quartz skeleton grains in the 35 ~ 60 cm soil layer (×50, XPL) F

注：M：妙峰山，F：凤凰岭，下同 Note: M: Miaofeng Mountain, F: Phoenix Hill, the same below

图3 妙峰山和凤凰岭土壤剖面土壤微形态特征

Fig. 3 Micromorphological characteristics of the soil profiles in Miaofeng Mountain and Phoenix Hill

通过对土壤薄片的观察,发现妙峰山剖面以树枝状和堆叠型孔隙为主,可见少量孔洞以及有机物质分解形成的孔隙。凤凰岭剖面中多见简单的堆叠型孔隙,但是孔隙间连通性较差。凤凰岭剖面0~15 cm土层和30~60 cm土层总孔隙百分比虽

高于妙峰山剖面对应土层(图4),但毛管孔隙与妙峰山剖面相比发育较差(图5)。两个剖面均以存储孔隙所占比重最大(妙峰山50.15%,凤凰岭50.77%)。

除0~17 cm土层外,妙峰山剖面其他三个土层

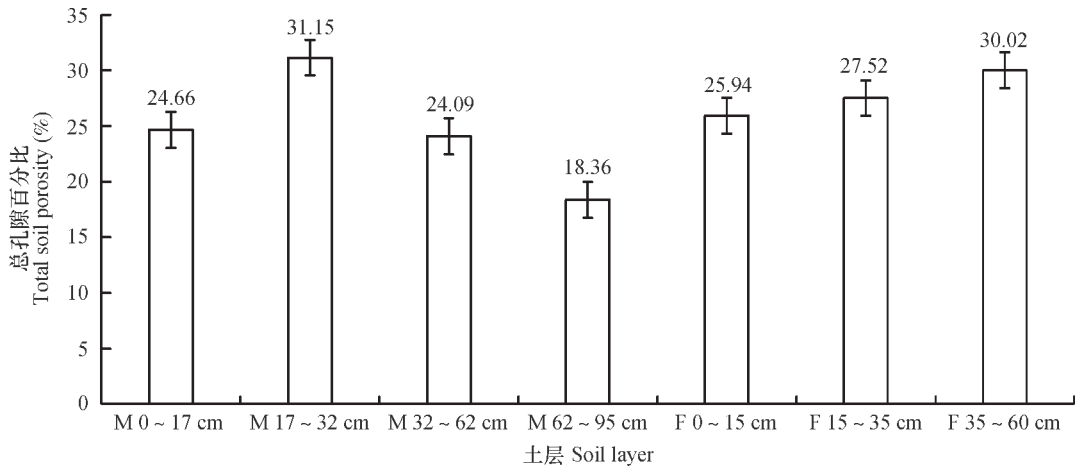


图4 妙峰山和凤凰岭土壤剖面各土层总孔隙百分比

Fig.4 Total soil porosity in different soil layers of the soil profiles of Miaofeng Mountain and Phoenix Hill

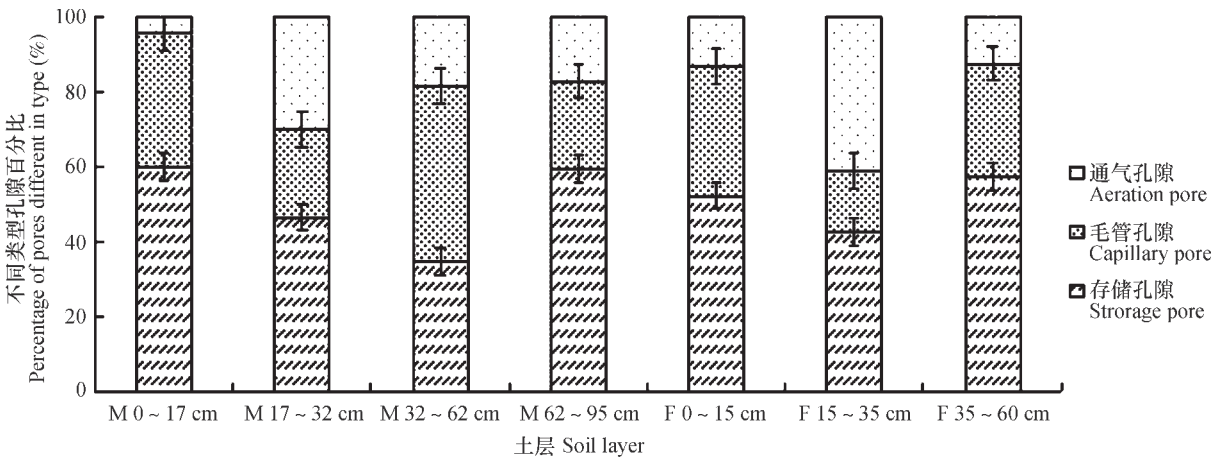


图5 妙峰山和凤凰岭土壤剖面不同类型孔隙分布百分比

Fig.5 Distribution and percentage of pores different in type in the soil profiles of Miaofeng Mountain and Phoenix Hill

的总孔隙百分比随深度增加而逐渐下降(图4),通气孔隙所占比例均大于10%(图5)。耕作活动使得上层土壤的孔隙形态、数量和空间位置不断变动^[4],主要表现为通气孔隙向存储孔隙转变,因此造成了表层土壤通气孔隙所占比例较小、存储孔隙所占比例较大。62~95 cm土层位于剖面最底层,上层土壤的压实作用使得该层存储孔隙所占百分比也相对较大。32~62 cm土层的孔隙发育状态、毛管孔隙所占百分比均优于其他土层,土壤结

构也较17~32 cm土层疏松,应该与该土层玫瑰根系较多、根系活动强烈有关。凤凰岭剖面孔隙同样以存储孔隙为主,其各个土层的总孔隙百分比相对高于与之对应的妙峰山剖面土层,但是其孔隙间连通性较差,不利于水肥的保持和运移。表层的耕作活动破坏了该土层中的通气孔隙,使得凤凰岭剖面表层土壤总孔隙百分比略低于下面两个土层。35~60 cm土层孔隙发育最好,孔隙多呈连通状态,同样与植物根系活动有关。

妙峰山、凤凰岭剖面各个土层的总孔隙百分比、有机物质频率和粗骨颗粒磨圆性等均呈类似的变化规律。耕作活动使得两个剖面表层土壤总孔隙百分比相对较小, 存储孔隙所占比例变大。由此可见, 人类活动对于两个区域的影响基本相似, 妙峰山和凤凰岭区域间地学条件的差异是两地土壤发育程度不同的主要原因。因此, 在优质玫瑰推广上可以选择与妙峰山岩性、地质构造和地形地貌相似的山区进行规划种植。

3 结 论

较凤凰岭地区而言, 北京妙峰山玫瑰基地土壤发育更好, 有机物质频率更高, 生物活动更剧烈; 土壤中粗骨颗粒的平均粒径较小, 磨圆程度更高; 妙峰山剖面各个土层总孔隙百分比虽小于凤凰岭剖面的对应土层, 但以堆叠型孔隙为主, 孔隙间连通性好, 有利于水肥保持和运移。上述特点直接影响妙峰山玫瑰独特品质的形成。妙峰山玫瑰基地下伏基岩中丰富的矿质元素, 同样有利于优质玫瑰的形成。人类活动对于两个区域土壤影响相似, 两地土壤结构、发育程度和粗骨颗粒成分很大程度上受基岩岩性、地形地貌和地质构造因素的影响。北京地区优质玫瑰的推广, 可以考虑选择在类似妙峰山的安山岩或安山质火山碎屑岩(或其他相似岩石类型)分布区以及海拔较高的谷地进行规划种植, 而不宜在花岗岩类及海拔过低的地区种植。

参 考 文 献

- [1] 孙江, 李玲, 高景红, 等. 北京妙峰山玫瑰花种植生产特征及精油分析. 中国园艺文摘, 2012, 28 (2) : 27—29, 24
Sun J, Li L, Gao J H, et al. Survey of the rose planting at Beijing's Miaofengshan Mountain and its essential oil analysis (In Chinese). Chinese Horticulture Abstract, 2012, 28 (2) : 27—29, 24
- [2] 石莹, 起晓星, 王数. 北京小西山及周边地区地质条件对土地利用的影响. 城市地质, 2013, 8 (3) : 14—21
Shi Y, Qi X X, Wang S. Geological and geomorphological conditions in Xiaoxishan Mountain of Beijing and the surrounding areas and their influence on land use (In Chinese). Urban Geology, 2013, 8 (3) : 14—21
- [3] 石莹, 王数, 张晓娜, 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. 中国农业大学学报, 2014, 19 (2) : 118—124
Shi Y, Wang S, Zhang X N, et al. Soil micromorphological features in different land use patterns on the proluvial fans in front of Xiaoxishan Mountain of Beijing (In Chinese). Journal of China Agricultural University, 2014, 19 (2) : 118—124
- [4] 庞奖励, 黄春长, 张旭, 等. 白鹿原人工果树林地土壤和农耕地土壤微形态对比研究. 土壤学报, 2007, 44 (5) : 792—800
Pang J L, Huang C C, Zhang X, et al. Micromorphological features of the cultivated soil and anthropogenic forest soil at Bailuyuan site, Shaanxi province (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2007, 44 (5) : 792—800
- [5] 庞奖励, 黄春长, 查小春, 等. 关中地区两种不同农业管理方式下土壤微形态特征. 中国农业科学, 2007, 40 (11) : 2518—2526
Pang J L, Huang C C, Cha X C, et al. Comparison to the micromorphological features of cultivated soil with different farming time in Guanzhong area (In Chinese). Scientia Agricultura Sinica, 2007, 40 (11) : 2518—2526
- [6] 秦鱼生, 涂仕华, 王正银, 等. 长期定位施肥下紫色土土壤微形态特征. 生态环境学报, 2009, 18 (1) : 352—356
Qin Y S, Tu S H, Wang Z Y, et al. Micromorphological features of a purple soil under different long-term fertilizer treatments (In Chinese). Ecology and Environmental Sciences, 2009, 18 (1) : 352—356
- [7] 刘中良, 宇万太, 周桦, 等. 长期施肥对土壤团聚体分布和养分含量的影响. 土壤, 2011, 43 (5) : 720—728
Liu Z L, Yu W T, Zhou H, et al. Effects of long-term fertilization on aggregate size distribution and nutrient content (In Chinese). Soils, 2011, 43 (5) : 720—728
- [8] Nagarajarao Y, Jayasree G. Effect of different long-term soil management practices on strength and swell-shrink characteristics, voids and microstructure//Transactions of 15th Word Congress of Soil Science. Acapulco, Mexico. 1994: 308—318
- [9] 姚贤良, 于德芬. 关于集约农作制下的土壤结构问题——不同培育条件下土壤结构的微形态特征. 土壤学报, 1988, 25 (1) : 55—58
Yao X L, Yu D F. On the soil structure under intensive farming system—micromorphological characteristics of soil structure under different conditions of incubation (In Chinese). Acta Pedologica

- Sinica, 1988, 25 (1): 55—58
- [10] Zhou H, Li B G, Lu Y Z. Micromorphological analysis of soil structure under no tillage management in the black soil zone of Northeast China. *Journal of Mountain Science*, 2009, 6 (2): 173—180
- [11] 何毓蓉. 四川盆地丘陵区侵蚀紫色土微形态特征及水土保持意义. *中国水土保持*, 1985 (3): 2—6, 62
- He Y R. Microstructure of erodible purple soils in rolling area of Sichuan basin and its relation to soil and water conservation (In Chinese). *Soil and Water Conservation in China*, 1985 (3): 2—6, 62
- [12] 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. *土壤学报*, 2009, 46 (4): 578—585
- Pan M H, Song C H, Li J J, et al. Micromorphological characteristics of miocenepalaeosol and their paleoenvironment significances in Tianshui Gansu (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2009, 46 (4): 578—585
- [13] 庞奖励, 黄春长. 一万年以来西安地区古土壤特征与气候波动变化研究. *高原气象*, 2003, 22 (1): 79—83
- Pang J L, Huang C C. Study on palaeosol features in Xi'an area and climatic change during the last 10000 years (In Chinese). *Plateau Meteorology*, 2003, 22 (1): 79—83
- [14] 申朝瑞, 庞奖励, 黄春长. 泾河中游古耕作土壤的微形态特征研究. *中国沙漠*, 2007, 27 (2): 273—277
- Shen C R, Pang J L, Huang C C. Micromorphological features of palaeocultivated soil in middle reaches of Jinghe river (In Chinese). *Journal of Desert Research*, 2007, 27 (2): 273—277
- [15] 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. *土壤与环境*, 2001, 10 (3): 234—237
- He X B, Tang K L, Zhang C E, et al. Soil micromorphological study on agro-ecology and land degradation (In Chinese). *Soil and Environmental Sciences*, 2001, 10 (3): 234—237
- [16] Scarciglia F, Terribile F, Colombo C. Micromorphological evidence of paleoenvironmental changes in northern Giletto (south Italy) during the Late Quaternary. *Catena*, 2003, 54 (3): 515—536
- [17] Khormali F, Abtahi A, Stoops G. Micromorphology of calcitic features in highly calcareous soils of Fars province, southern Iran. *Geoderma*, 2006, 132 (1/2): 31—46
- [18] 张晓娜. 不同培肥措施下耕地土壤肥力的微形态评价. 北京: 中国农业大学, 2014
- Zhang X N. Soil fertility evaluation of farmland on different fertilization based on micromorphological feature of soil (In Chinese). Beijing: China Agricultural University, 2014
- [19] Stoops G. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin section. Wisconsin, USA: Soil Science Society of America Incorporation Madison, 2003
- [20] 周俊, 邹德炜, 朱江, 等. 关于农业地质背景及其开发利用. *安徽地质*, 2000, 10 (2): 155—160
- Zhou J, Zhou D W, Zhu J, et al. On the agro-geological setting and its development and utilization (In Chinese). *Geology of Anhui*, 2000, 10 (2): 155—160
- [21] 毕坤, 王尚彦, 李跃荣, 等. 农业生态地质环境与贵州优质农产品. 北京: 地质出版社, 2003
- Bi K, Wang S Y, Li Y R, et al. Agricultural ecological geology environment and high quality agricultural products in Guizhou (In Chinese). Beijing: Geology Press, 2003
- [22] 曹升旗. 土壤微形态. *土壤*, 1980, 12 (4): 155—160
- Cao S G. Soil micromorphology (In Chinese). *Soils*, 1980, 12 (4): 155—160
- [23] Six J, Bossuyt H, Degryze S, et al. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil & Tillage Research*, 2004, 79 (1): 7—31
- [24] 吕贻忠, 李保国. 土壤学. 北京: 中国农业大学出版社, 2006
- Lü Y Z, Li B G. Soil Science (In Chinese). Beijing: China Agricultural University Press, 2006
- [25] 李江涛, 钟晓兰, 刘勤, 等. 长期施用畜禽粪便对土壤生物化学质量指标的影响. *土壤*, 2010, 42 (4): 526—535
- Li J T, Zhong X L, Liu Q, et al. Effects of long-term application of livestock manures on soil biochemical quality indicators (In Chinese). *Soils*, 2010, 42 (4): 526—535

Micromorphological Characteristics of Soil for Production Base of High Quality Rose in Miaofeng Mountain of Beijing

LIU Ying WANG Shu[†] ZHANG Fengrong YANG Zhen WANG Rui

(College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract Farmers in Miaofeng Mountain, Mentougou District of Beijing have been growing red rose for over 500 years. The red rose growing there is famous the world over for its bright color, strong flavor taste, high oil content, excellent quality and high economic value. Currently, the area has a total of about 460 hm² dedicated to rose cultivation and produces about 100 000 kg of roses annually. Fresh roses are used for extraction of rose essential oil and production of rose syrup cordial for export. However, it is very hard to extend control of the rose, because roses were once cultivated in Phoenix Hill, not so high in quality. To explore differences between the soils in Miaofeng Mountain and Phoenix Hill in soil morphological feature, soil slices were prepared out of the soils of the two areas for comparison and analysis with the soil slice image processing and analysis system and the software of image-pro plus 6.0, qualitatively and quantitatively from the aspects of soil microstructure, organic matter, skeleton particles and soil pores. Results show that the soil of the rose gardens in Miaofeng Mountain is better developed in soil structure than that in Phoenix Hill, dominated with bonded matrix and microstructure of moderately separated subangular blocks; The former has rich sources of organic matter and is higher than the latter in distribution frequency of organic matter in all layers, and hence much higher in bio-activity; comparison of the soil profile in Miaofeng Mountain with that in Phoenix Hill shows that the skeleton particles in the former were smaller in particle size, on average $< 17 \mu\text{m}$, but higher in pseplicity than those in the latter; Though the total porosity in the former was lower than the latter in all layers, the former has more stack pores that are well connected and facilitate to storage of water in the soil. Comparison of the two also shows that human activities do not have much effect on soil micromorphology. It is the differentiation between the two areas in geological condition that makes the two different in soil development degree. The bedrock in Miaofeng Mountain is much higher than that in Phoenix Hill in content of Fe, Ca, Mg, Cu, Zn, B and Sr. Consequently, the soil derived from andesite and andesitic volcanoclastic rock is also quite higher in these elements. Researches have shown that elements like Mg, Fe and B can promote synthesis of various enzymes needed for plant growth. In addition, Miaofeng Mountain is a synclinal mountain formed by tectonic movement. The landform, on the one hand, evolved out of the synclinal structure of the mountain improves water holding property of its terrane, and on the other hand, the outstanding mountain facilitates formation of a micrometeorology that favors growth of red roses. All the above-described form a unique natural advantage that gives the red roses in the Miaofeng Mountain unique properties. In order to expand the scale of rose cultivation in Beijing, it is advisable to choose areas similar to Miaofeng Mountain in lithology, geologic structure and landform for cultivation of red roses.

Key words Soil micromorphology; Rose; Miaofeng Mountain; Beijing

(责任编辑：陈荣府)