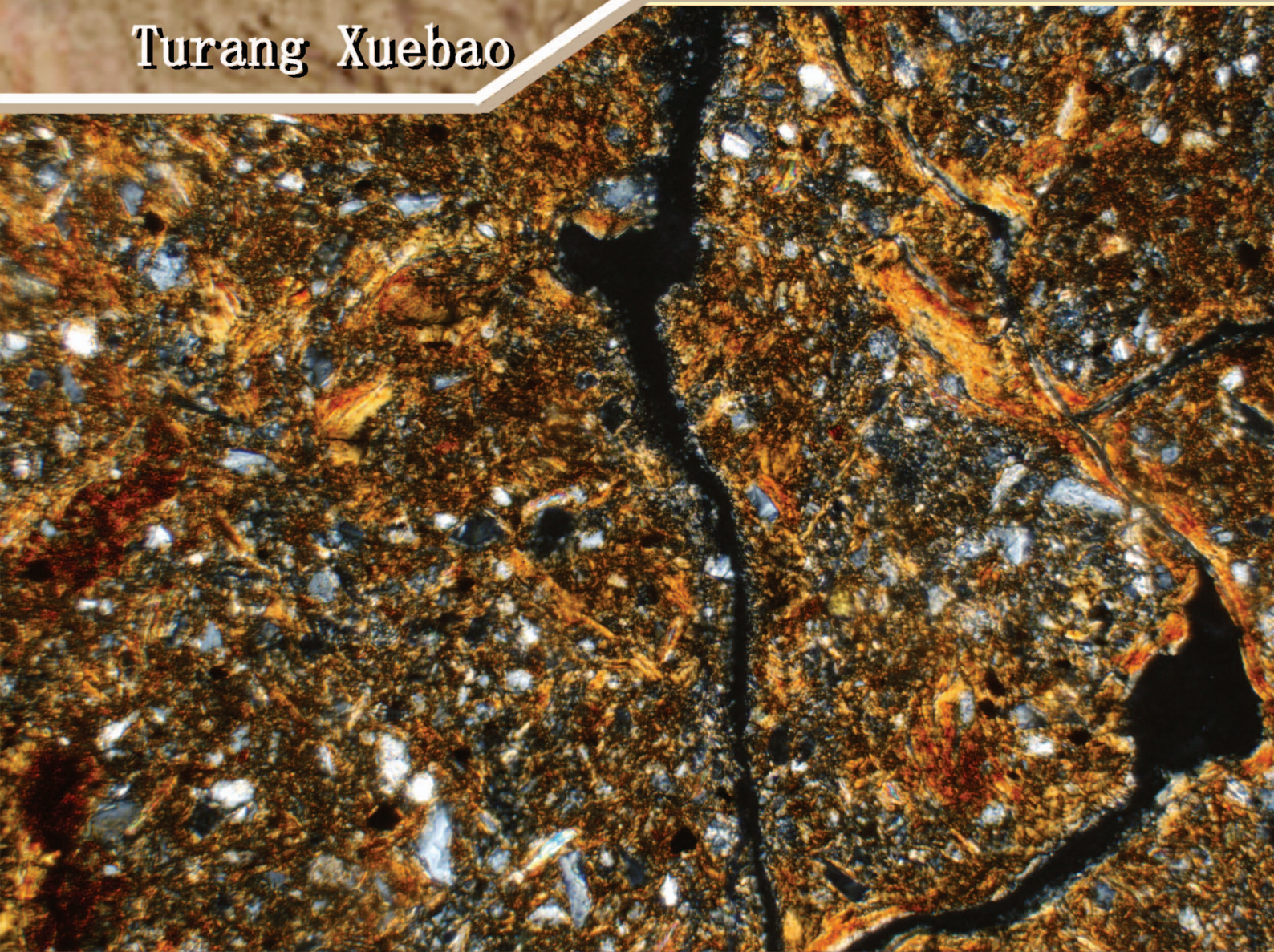


ISSN 0564-3929

Acta Pedologica Sinica 土壤学报

Turang Xuebao



中国土壤学会 主办
科学出版社 出版

2015

第 52 卷 第 2 期

Vol.52 No.2

《土壤学报》编辑委员会

主 编: 史学正

执行编委: (按姓氏笔画为序)

丁维新	巨晓棠	王敬国	王朝辉	史 舟	宇万太	朱永官
李永涛	李芳柏	李保国	李 航	吴金水	沈其荣	张玉龙
张甘霖	张福锁	陈德明	邵明安	杨劲松	杨明义	杨林章
林先贵	依艳丽	周东美	周健民	金继运	逢焕成	胡 锋
施卫明	骆永明	赵小敏	贾仲君	徐国华	徐明岗	徐建明
崔中利	常志州	黄巧云	章明奎	蒋 新	彭新华	雷 梅
窦 森	廖宗文	蔡祖聪	蔡崇法	潘根兴	魏朝富	

编辑部主任: 陈德明

责任编辑: 汪枏生 卢 萍 檀满枝

土 壤 学 报

Turang Xuebao

(双月刊, 1948年创刊)

第52卷 第2期 2015年3月

ACTA PEDOLOGICA SINICA

(Bimonthly, Started in 1948)

Vol. 52 No. 2 Mar., 2015

编 辑 《土壤学报》编辑委员会
地址: 南京市北京东路71号 邮政编码: 210008
电话: 025 - 86881237
E-mail: actapedo@issas.ac.cn

Edited by Editorial Board of Acta Pedologica Sinica
Add: 71 East Beijing Road, Nanjing 210008, China
Tel: 025 - 86881237
E-mail: actapedo@issas.ac.cn

主 编 史学正
主 管 中国科学院
主 办 中国土壤学会
承 办 中国科学院南京土壤研究所

Editor-in-Chief Shi Xuezheng
Superintended by Chinese Academy of Sciences
Sponsored by Soil Science Society of China
Undertaken by Institute of Soil Science,
Chinese Academy of Sciences

出 版 科 学 出 版 社
地址: 北京东黄城根北街16号 邮政编码: 100717

Published by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

印刷装订 北京中科印刷有限公司
总 发 行 科 学 出 版 社
地址: 北京东黄城根北街16号 邮政编码: 100717
电话: 010 - 64017032
E-mail: journal@mail.sciencep.com

Printed by Beijing Zhongke Printing Limited Company
Distributed by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China
Tel: 010 - 64017032
E-mail: journal@mail.sciencep.com

国外发行 中国国际图书贸易总公司
地址: 北京399信箱 邮政编码: 100044

Foreign China International Book Trading Corporation
Add: P. O. Box 399, Beijing 100044, China

国内统一刊号: CN 32-1119/P

国内邮发代号: 2-560

国外发行代号: BM45

定价: 60.00元

国 内 外 公 开 发 行



ISSN 0564-3929



9 770564 392156

DOI: 10.11766/trxb201404010141

商丹盆地黄土母质发育土壤的微形态特征 及其诊断意义*

庞奖励 黄春长 查小春 周亚利 高鹏坤 王蕾彬

(陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062)

摘 要 阐明商丹盆地黄土母质发育土壤的微形态特征及其诊断意义。以茶房村土壤剖面为研究对象,在 Lical 偏光显微镜下对土壤形成物、粗颗粒、孔隙等微形态单元的类型、空间分布及变化进行了研究。结果表明,与上部淋溶层和下部母质层相比,Bt 层(110~230 cm)黏土大量聚集且淀积黏土含量/残积黏土含量的比值($K_{v/r}$)很高,但黏土胶膜不发育,粗颗粒数量减少、粒径降低,孔隙个体增大及边沿更加平滑;矿物成分趋于单一。这些微形态特征证实了 Bt 属于典型的“黏化层”,结合成土因素检索,此土壤可归为简育湿润淋溶土。

关键词 微形态;黏化层;简育湿润淋溶土;商丹盆地;黄土母质

中图分类号 P904 **文献标识码** A

土壤微形态是成土过程中物质迁移转化结果的直观表现,它记录了土壤形成过程中物质变化的信息,例如,矿物的变化(种类、形态、大小及含量等)、物质迁移特征(类型、迁移形式、赋存形态及空间分布等)、不同物质之间的排列关系、生物活动等^[1-2]。因此,土壤微形态不仅作为土地评估、土壤生态、环境演变、土壤侵蚀等研究的重要手段,也作为土壤分类的重要指标之一^[3-10]。中国土壤系统分类中土壤微形态被列为多种土壤类型的诊断标志、多种诊断层的判断指标^[3]。黄土母质发育的“淋溶土”是中国重要的土壤类型之一,在长江以北地区广泛分布,“黏化层”是此类土壤的标志性诊断层,有关它的发生环境及其相关诊断层的理化性质参数土壤学家进行了大量研究^[3,11-19]。在土壤系统分类中虽然理论上定义了“黏化层”的微形态标志,但关于此类土壤的微形态实例并不多。丹江中上游地区分布着大量黄土母质发育的土壤,被归为黄褐土或者淋溶褐土(发生分类),但长期以来陕西典型的黄褐土被认为主要分布在汉江上游一带^[20-25]。尽管这些土壤被归为“淋溶土”(系统分类^[3]),但一直缺少从系统分类角度对这些土壤的诊断特征进行直接地研究,尚缺少第一手的证据来论述其在土壤系统分类中的确切地位。本文通过对丹凤县

茶房村典型土壤剖面的研究,阐述此类土壤的微形态特征,结合土壤理化性质讨论其诊断意义。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

商(州)-丹(凤)盆地位于丹江中上游地区,属北亚热带与暖温带过渡性季风气候区,四季分明、气候温和湿润,降雨集中在 6—9 月,年均降水 690 mm,干燥度为 1.0 左右。多年平均气温为 14.1℃,≥10℃年积温为 3 500~4 500℃。区内丹江穿流而过,可见 1~4 级河流阶地,阶地面分别高出丹江平水位 5~10 m、7~20 m、30~65 m、70~110 m,其中第 4 级阶地难以辨识,而第 1~3 级河流阶地较普遍,多覆盖有厚层黄土。第 2~3 级河流阶地上的厚层黄土多为面积不等的黄土台地,侵蚀明显,且地形变化较大,土壤剖面一般保存不完整;而第 1 级阶地往往比较宽缓,水土流失较弱,有较稳定的成土环境,土壤剖面一般保存较完整。区内主要土壤类型为“黄褐土”和“淋溶褐土”^[20,26-27]。

1.2 供试土壤剖面

选择丹凤县茶房村土壤剖面为研究对象。当地修建公路过程中形成的断面在多处切穿了一级

* 国家自然科学基金项目(41271108,41030637,41371029)、国家社科基金项目(14BZS070)、中央高校基本科研费(GK201301003)资助

† 作者简介:庞奖励(1963—),博士,教授,主要从事土地利用与土壤演变的研究。E-mail: jlpang@snnu.edu.cn

收稿日期:2014-04-01;收到修改稿日期:2014-09-21

阶地,使阶地上沉积物断面完整地出露,黄土清晰地直接覆盖在河流相砾石层上。茶房村土壤剖面正是这样的断面,砾石层上黄土厚约 6 m,母质为马

兰黄土,土壤剖面完整(详见表 1)。剖面所在地点地面平缓,侵蚀较弱,为长期旱作农业,外排水良好、无灌溉条件。

表 1 茶房村土壤剖面形态特征

Table 1 Morphological description of the soil profile at Chafangcun, China

发生层 Horizon	深度 Depth (cm)	色度 Chroma			颜色(干态) Colour (dry)	结构 Structure
		亮度 Lightness	红度 Redness	黄度 Yellowness		
A	0 ~ 36	57.33	6.65	16.72	浊棕色 7.5YR 6/3	粉壤土,粒状—团粒状结构,疏松多孔,大量植物根系,无碳酸盐反应,侵入物较多
AB	36 ~ 110	58.31	7.28	17.74	浊黄橙色 7.5YR 5/4	粉土,较均匀团块状结构,无碳酸盐反应
Bt	110 ~ 230	52.39	9.07	17.16	红棕色 5.0YR 3/4	黏壤土,棱块状结构,致密紧实,结构面常见黏粒胶膜,无碳酸盐反应
BC	230 ~ 270	54.33	8.00	17.34	浊黄橙色 7.5YR 7/4	粉壤土,块状结构。部分裂隙面见黏粒胶膜,无碳酸盐反应
C	270 ~ 350	57.76	7.29	17.79	浊黄橙色 7.5YR 5/4	粉土,均匀块状结构,无碳酸盐反应,向下为厚层黄土,黄土底部见零星碳酸盐结核

1.3 研究方法

野外分别采集原状土样和全样用于土壤微形态研究和理化性质分析。从剖面顶部向下连续采样,原状土样每隔 10 cm 采样(其中 A 层 3 个、AB 层 7 个);全样每隔 2 cm 采样,采样深度为 350 cm。原状土样采用真空换气法进行固化,然后送西安地质矿产研究所完成土壤薄片制作。文中所涉实验在陕西师范大学所属实验室完成。土壤微形态观察和(粗颗粒)矿物种类的鉴定在 Leica-DMRX 研究级偏光显微镜下完成,微形态影像的采集和有关微形态参数的测量采用 Nis-Elements BR 3.2 图像分析软件完成,黏土面积采用目估法获得。文中对薄片的描述与参考文献[2]一致。颜色定性描述采用标准比色卡^[28]。颜色定量描述采用 CIE-1976 表色系统,将样品风干研磨至 200 目后制成圆片,用非接触分光光度计(VS450)进行测量。粒度采用 LS1320 型激光粒度仪测定。全铁含量采用 X-Ray 荧光光谱仪(PW2403)测定,游离铁和非晶形铁采用美国热电公司生产的 ZL5100 型原子吸收仪测量。磁化率采用英国 Bartington 公司生产的 MS-2B 型磁化率仪测量。重矿物分析在河北省区域地质矿产调查研究所完成。

2 结果

2.1 次生黏土

次生黏土是茶房村土壤剖面中最重要的微形态单元,可分为残积黏土和淀积黏土,前者指在成土过程中主要在原地发生扩散和重新聚集的黏土,空间上仅进行了小范围的移动,是土壤受到弱淋溶的指标,而后者指那些在扩散和重新聚集过程中其空间位置发生了显著的移动的黏土,往往有一定的“假光性”,是土壤受到强烈淋溶作用的标志^[1,13,19,29]。因此,次生黏土的含量(微形态单元的“含量”指面积比,全文同)和淀积黏土含量/残积黏土含量的比值(K_{iv})是衡量成土过程中黏粒淋溶淀积强度(即黏化作用)的重要指标,其含量和 K_{iv} 值越高说明黏化作用愈强,指示气候愈温暖湿润,淋溶作用愈强烈。Bt 层(110 ~ 230 cm)次生黏土不仅含量高(含量为 15% ~ 30%),而且以淀积黏土为主(K_{iv} 值在 4 ~ 9 之间,见图 1c ~ 图 1f)。次生黏土普遍被无定形 Fe 不同程度地混染而呈棕色—红棕色。淀积黏土与周围基质界线一般比较清楚,主要以不规则团块状和胶膜状出现,前者是最主要的存在形

式,在薄片中大面积出现(图 1e、图 1f),而胶膜状黏土的数量较少,其厚度也较薄(一般小于 0.15 mm,图 1c、图 1d)。上部淋溶层(A + AB 层)中次生黏土明显较少(小于 5%),以浓聚物状的残积黏土为主,少量不规则团块状淀积黏土(图 1a 和图 1b),且从 A→B 层,次生黏土总量和 K_{vr} 值增加。下部母质层中次生黏土很少(一般小于 3%),且多以薄胶膜状稀疏地出现在孔隙边沿。次生黏土在空间上的上述分布特征说明在成土过程中黏粒向 Bt 层移动并在该层进行富集。

2.2 无定形铁

含铁的原生不稳定矿物在分解过程中不仅形

成了次生黏土,同时 Fe 也被游离出来进行迁移,无定形铁的赋存形式和数量与成土强度密切相关,也是土壤分类的重要诊断标志^[14,6,19,29]。茶房村土壤剖面中无定形铁的结晶程度很低,呈隐晶或微晶状,常与次生黏土混合在一起共生出现,使黏土随铁质混染程度增强而颜色加深,因而颜色就成为无定形铁含量的标志。无定形铁大量地出现于 Bt 层中,几乎所有的次生黏土均被其混染而呈棕色(图 1c ~ 图 1f),全铁和游离铁的含量在 Bt 层也最高(表 2)。上部淋溶层中无定形铁含量远远低于 Bt 层(图 1a ~ 图 1b)。下部母质层中无定形铁含量也极少(图 1g ~ 图 1h)。

表 2 茶房村土壤剖面理化性质

Table 2 Physical and chemical properties of the soil profile at Chafangcun, China

发生层 Horizon	粒度 Grain size (%)				黏粒/粉砂 Clay/Silt Kd	磁化率 Magnetic susceptibility ($\times 10^{-8}$ $m^3 kg^{-1}$)	全铁 Total Fe ($g kg^{-1}$)	游离铁 Free Fe ($g kg^{-1}$)	非晶形铁 Amorphous Fe ($g kg^{-1}$)
	黏粒 Clay <2 μm	粉粒 Silt 2 ~ 50 μm	砂粒 Sand 50 ~ 1 000 μm	砾 Gravel > 1 000 μm					
A	8.37	70.10	21.60	0.00	0.119	159.5	57.9	12.0	1.7
AB	11.38	77.73	10.89	0.00	0.146	181.2	53.1	10.5	2.4
Bt	14.38	77.70	7.88	0.00	0.185	279.6	70.4	15.5	3.0
BC	9.80	79.70	10.90	0.00	0.123	220.2	67.1	13.9	2.5
C	9.02	75.14	16.01	0.00	0.120	144.6	62.7	12.2	2.3

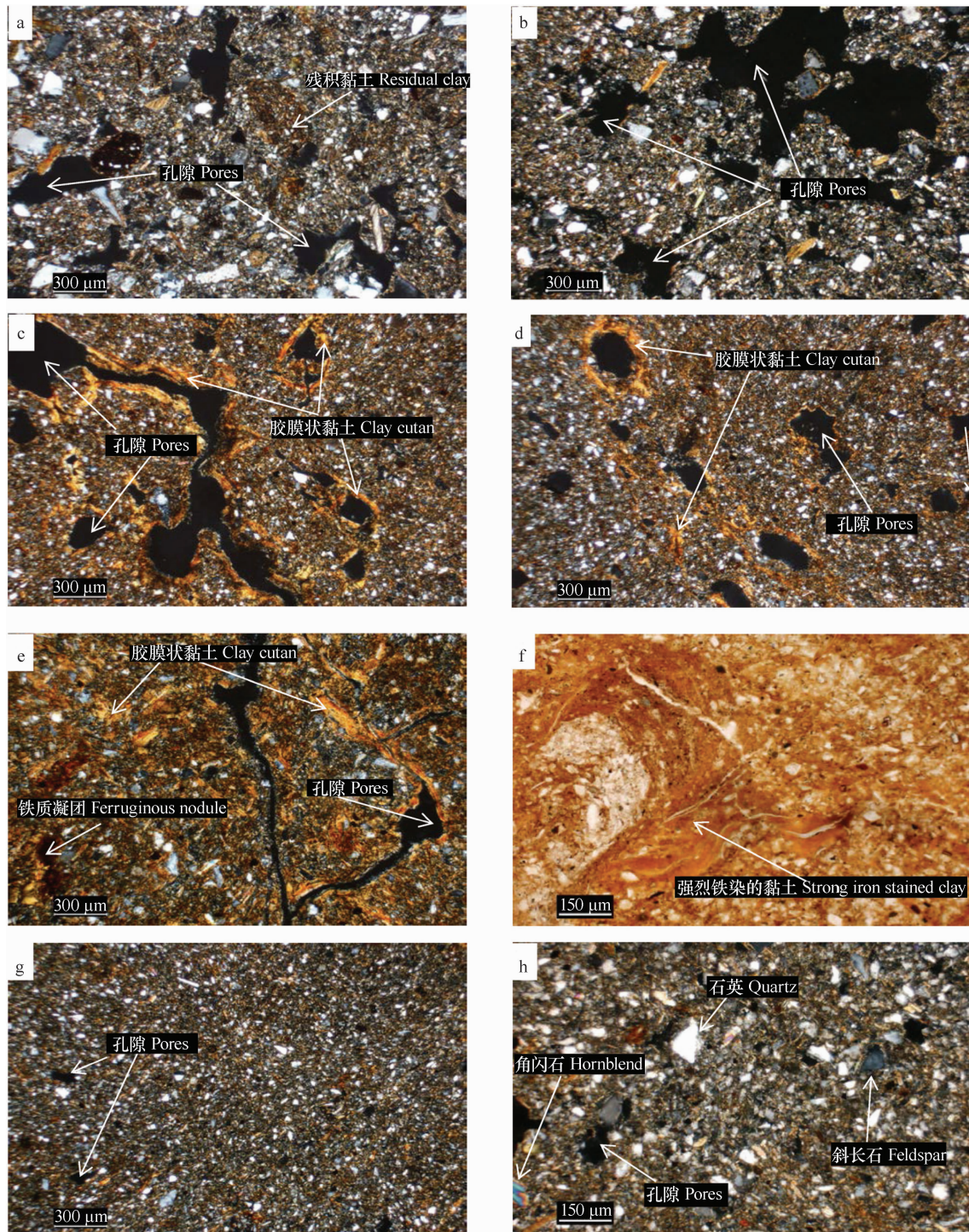
尽管在土壤薄片中未见到任何形式的碳酸盐矿物,但有关研究已证实马兰黄土(成土母质)一般含有较丰富的碳酸盐矿物^[6,27,29],结合在剖面深处见到的零星碳酸盐结核现象,说明茶房村土壤剖面中碳酸盐缺失是成土过程中原生碳酸盐矿物受到了强烈地分解和完全淋失,间接地说明该剖面具有土壤水分充足的强烈淋溶特征。

土壤形成物空间分布特征说明:(1)茶房村土壤剖面在成土过程中不仅形成了大量黏土和一定数量的游离铁,而且一起向 Bt 层进行迁移并发生显著富集,与上部淋溶层相比黏粒含量增加幅度在 20% 以上。(2)淀积黏土和游离铁的富集是 Bt 层在宏观上呈红棕色和具棱块状结构的根本原因。(3)茶房村土壤剖面具有土壤水分充足的强烈淋溶的特征。

2.3 粗颗粒特征

粗颗粒(仅指大于 10 μm 的颗粒)不仅仅构成了

土壤的基本骨架,其大小、形状、空间分布、数量及矿物成分也反映了原生矿物的风化程度^[5-6,19,27,29]。上部淋溶层中粗颗粒多呈次棱角一次圆状,空间分布不均匀,含量中等(10.4%),平均粒径为 30.0 μm (图 1a 和图 1b、图 2a 和表 3),主要是石英,少量钾长石和少量斜长石。下部母质层中粗颗粒呈显著的次棱角一棱角状,分布较均匀(与黄土的沉积特征有关),平均粒径为 32.0 μm ,且含量达到 24.6%(图 1g ~ 图 1h,图 2c 和表 3),主要为石英、钾长石、斜长石,少量黑云母、白云母、角闪石、绿帘石、磷灰石等(图 1h、表 4)。而黏化层 Bt 中,粗颗粒呈圆状一次圆状,呈稀疏斑状分布,粒径最小(25.4 μm),含量最低(4.6%)(图 1c ~ 图 1f,图 2b 和表 3),其大小和含量明显低于上部淋溶层和下部母质层,矿物成分主要为石英,说明原生矿物受到了强烈的风化,铝硅酸盐类基本上完全分解。



注:图 a(20 ~ 30 cm)、图 b(10 ~ 20 cm),正交偏光(10 × 5), A 层中孔隙、残积黏土、粗颗粒;图 c(140 ~ 150 cm)、图 d(190 ~ 200 cm)、图 e(150 ~ 160 cm),正交偏光(10 × 5),图 f(160 ~ 170 cm,单偏光(10 × 10)), Bt 层中孔隙、胶膜状黏土、铁质凝团;图 g(270 ~ 280 cm,10 × 5,正交偏光)、图 h(310 ~ 320 cm,10 × 10,正交偏光), C 层中孔隙、粗颗粒和矿物
 Note: Fig. a at 20 ~ 30 cm and Fig. b at 10 ~ 20 cm in depth, crossed polarised light (10 × 5). Pores, residual clay and coarse particles in Horizon A; Fig. c at 140 ~ 150 cm, Fig. d at 190 ~ 200 cm and Fig. e at 150 ~ 160 cm in depth, crossed polarised light (10 × 5), Fig. f at 160 ~ 170 cm in depth and single polarised light (10 × 10). Pores, clay cutan and ferruginous nodule in Horizon Bt; Fig. g at 270 ~ 280 cm in depth and crossed polarised light 10 × 5, Fig. h at 310 ~ 320 cm in depth and crossed polarised light 10 × 10). Pores, coarse particles and minerals

图 1 茶房村土壤剖面不同发生层的微形态照片

Fig. 1 Micromorphological photos of different genetic horizons of the soil profile at Chafangcun, China

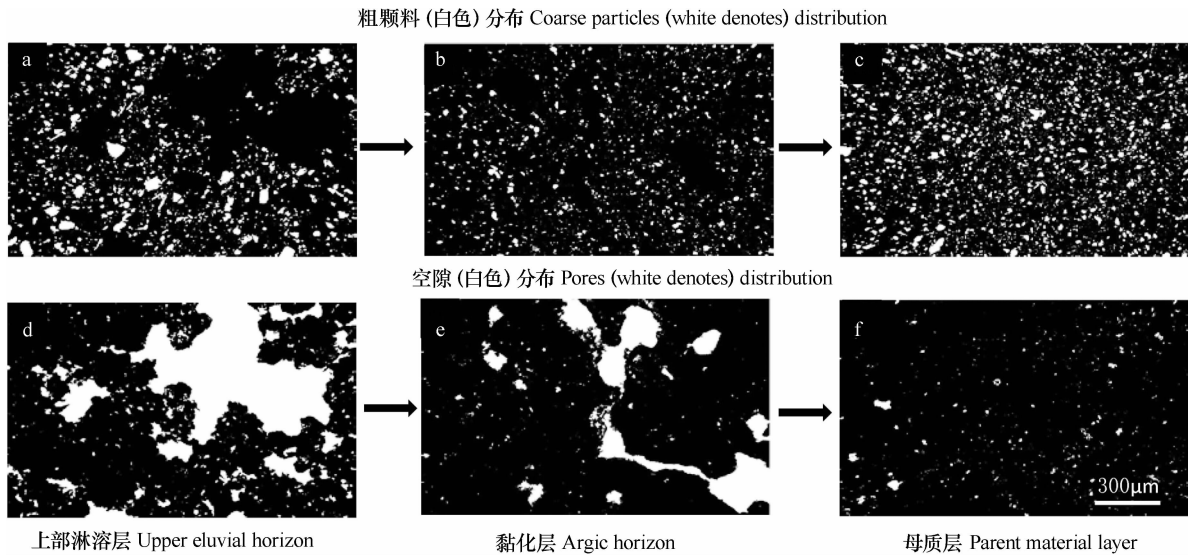


图 2 茶房村土壤剖面不同发生层粗颗粒和孔隙分布特征

Fig. 2 Distributions of coarse particles and pores in different genetic horizons of the soil profile at Chafangcun, China

表 3 茶房村土壤剖面不同发生层微形态特征

Table 3 Micromorphological characteristic of different genetic horizons of the soil profile at Chafangcun, China

发生层 Horizon	c/f 相对分布式 c/f-relative distribution	微结构 Elementary fabric	孔隙 Pore	粗颗粒含量/大小 Content of coarse particles/size	土壤形成物 Pedofeatures
A	双空间填隙型	中等分离的团块状微结构	简单填充孔隙和孔道, 边沿锯齿状, 形态个体大小变化大	30.0 μm/ 10.4%	中等数量黏土, 以残积黏土为主; 无碳酸盐
AB	单空间填隙型	中等分离的团粒状微结构	简单填充孔隙, 少量孔道孔隙	—	中等数量黏土, 以残积黏土为主; 无碳酸盐
Bt	双空间斑状	弱分离的海绵微结构	主要是通道孔隙, 孔隙壁平滑, 数量少但单个面积大	25.4 μm/ 4.6%	大量黏土, 以淀积黏土为主, 常见胶膜状; 少量铁质凝团; 无碳酸盐
BC	双空间斑状	弱分离的海绵微结构	简单填充孔隙, 少量通道孔隙, 孔壁较粗糙	—	少量黏土, 可见很薄的胶膜黏土; 无碳酸盐
C	单空间填隙型	中等分离的团粒状微结构	简单填充孔隙, 孔隙较粗糙, 数量多但单个面积小	32.0 μm/ 24.6%	少量黏土, 主要为残积黏土; 无碳酸盐

2.4 孔隙和微结构

孔隙是茶房村土壤剖面变化最为明显的微形态单元。A 层是耕作活动发生的主要位置, 该层内团聚体发育。而 A 层中孔隙形状复杂、大小差异大、空间分布极不均匀, 形态整体上趋于等轴状, 孔隙边界十分粗糙 (呈锯齿状), 位于团聚体之间的孔隙往往较大 (一般 $> 500 \mu\text{m}$) 且形态十分复杂, 而团聚体内部的孔隙往往较小、形态和大小相对变化不大 (图 1a ~ 图 1b, 图 2d), c/f 分布式为双空间填隙型, 中等分离的团块状微结构 (表 3), 这些正是耕作

活动的结果。下部母质层中, 孔隙个体小, 且变化范围小, 整体形态趋于等轴状, 在整个剖面中孔隙的长宽接近程度最高, 空间分布均匀 (图 1g ~ 图 1h, 图 2f), c/f 分布式为单空间填隙型, 中等分离的团粒状微结构 (表 3)。而 Bt 层中孔隙以数量少和单个孔隙大为特征, 与上部淋溶层和下部母质层相比, 其形状变得比较简单, 主要形态为细长的裂隙型, 孔隙长宽比在 10 ~ 30 之间, 宽度在 30 ~ 200 μm , 呈透镜状、椭圆状和圆状 (大小多在 200 ~ 400 μm), 孔隙边界往往十分平滑并常常分布黏土胶膜

(图 1c ~ 图 1f, 图 2e), c/f 分布式为双空间斑状, 弱分离的海绵微结构(表 3)。Bt 层的这些特征与上

部淋溶层和下部母质层显著不同, 它是成土发生过程中土壤水分充分和强烈淋溶的微形态印记。

表 4 茶房村土壤剖面黄土母质重砂分析结果(质量含量)

Table 4 Heavy mineral composition of the parent material of loess of the soil profile at Chafangcun, China (weight percentage)

重矿物 Heavy mineral	含量 Content (%)	重矿物 Heavy mineral	含量 Content (%)	轻矿物 Light mineral	含量 Content (%)
锆石 Zircon	1.97	阳起石 Actinolite	1.45	长石 Feldspar	4.23
磷灰石 Magnetite	1.03	钛铁矿 Ilmenite	5.79	石英 Quartz	23.45
石榴子石 Garnet	5.62	赤褐铁矿 Limonite	16.11	黑云母 Biotite	0.12
绿帘石 Epidote	7.97	电气石 Tourmaline	1.48	白云母 Muscovite	0.63
透闪石 Tremolite	1.45	磁铁矿 Magnetite	30.08	绿泥石 Chlorite	0.15
普通角闪石 Hornblende	14.56	其他 Other	12.22	土屑 Soil crumbs	71.42

注: 原始样品质量为 1.257 kg; 分析用量为 1.074 kg, 其中重矿物占 1.000 kg, 轻矿物占 0.074 kg Note: Original sample weight 1.257 kg; Weight of the sample used for analysis 1.074 kg, weight of heavy mineral 1.000 kg, weight of light mineral 0.074 kg

3 讨 论

“黏化层”是淋溶土的标志性诊断层, 系统分类中^[3]对“黏化层”的粒度组成和理化性质有明确的规定, 而对微形态并没有明确要求, 而“黏磐”对粒度组成和微形态均有明确的要求(具有 ≥ 0.5 mm 的淀积黏粒胶膜, 或在薄片除有铁锰形成物外并有大量黏粒形成物)。茶房村土壤剖面的 110 ~ 230 cm, 不仅出现了大量的次生黏土且以淀积黏粒为主, 而上部淋溶层和下部母质层中次生黏土数量较少, 且以残积黏土为主(图 1a ~ 图 1h)。与上部淋溶层和下部母质层相比, 该层次生黏土的数量和 $K_{v,r}$ 值大幅度增加, 粗颗粒的数量和粒径却显著降低(图 2a ~ 图 2c), c/f 分布式也从单空间填隙型变为双空间斑状(表 3), 这些微形态标志说明黏粒向 110 ~ 230 cm 深度发生了显著迁移并在此层发生了强烈地聚集, 其聚集程度达到了“黏化层”的要求。但这些淀积黏土主要以聚集状、云雾状形态出现, 胶膜状的数量较少且厚度较薄(≥ 0.5 mm 的很少), 铁锰质主要以隐晶态与次生黏土混染在一起(有时呈铁质凝团, 图 1e), 很少出现结核形态, 黏土的这些微形态标志显然不符合“黏磐层”的微形态要求。与郟县一带的黏磐湿润淋溶土^[6]相比较, 其胶膜状黏土的数量明显较少, 且厚度较薄, 铁质凝团数量也少, 黏化程度较低, 这说明其指示的黏土聚集程度尚未达到黏磐的程度。与此同时, 粒度分析数据也证实黏粒在 110 ~ 230 cm 层发生显著地富集, 宏观上呈典型的棱柱状结构, 游离铁和磁化率

增高(表 1 和表 2), 这符合“黏化层”的定义要求。结合土壤理化性质参数, 上述微形态分析证明茶房村土壤剖面在 110 ~ 230 cm 深度存在典型的“黏化层”, 但未形成“黏磐”, 可作为判断土壤类型的标志诊断层。

在土壤系统分类中进行检索, 茶房村土壤剖面发育“黏化层”诊断层, 据此可将其归入“淋溶土纲”。发育在北亚热带湿润季风气候, 植被为常绿混交林, 多年平均降水量为 690 mm、年均气温为 13.9 °C, ≥ 10 °C 年积温为 3 500 ~ 4 500 °C, 微形态指示具有湿润土壤水分状况, 这与湿润淋溶土亚纲的成土因素相当, 据此可将其进一步划分“湿润淋溶土”亚纲。与湿润淋溶土的 7 个土类逐一比较, 茶房村土壤剖面的黏化层缺少漂白层、没有黏磐、无钙积、无富铝或富铁现象, 而以棕色为特征, 这与“筒育湿润淋溶土”的诊断特征^[3]基本一致, 据此又可将其归入“筒育湿润淋溶土”土类。

4 结 论

商丹盆地一带黄土母质发育的土壤具有 A-AB-Bt-BC-C 剖面构型。与上部淋溶层和下部母质层相比, Bt 层内黏土大量聚集且以淀积黏土为主, 但黏土胶膜不发育, 粗颗粒数量减少、粒径降低和矿物成分趋于单一, 孔隙个体增大和边沿更加平滑, 这些特征可作为“黏化层”的微形态诊断标志。微形态证明茶房村土壤剖面的 110 ~ 230 cm 层(Bt)属于典型的“黏化层”, 可作为土壤类型的标志性诊断层。结合成土因素检索, 商丹盆地一带黄土母质发

育的土壤可归为筒育湿润淋溶土。

参考文献

- [1] 黄瑞采. 土壤微形态学. 北京: 高等教育出版社, 1990. Huang R C. Soil micromorphology (In Chinese). Beijing: Higher Education Press, 1990
- [2] Stoops G. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. Soil Science Society of America, Inc Madison, Wisconsin, 2003
- [3] 龚子同, 陈志诚. 中国土壤系统分类. 北京: 科学出版社, 1999. Gong Z T, Chen Z C. Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Beijing: Science Press, 1999
- [4] 龚子同, 张甘霖, 陈志诚. 土壤发生与系统分类. 北京: 科学出版社, 2007. Gong Z T, Zhang G L, Chen Z C. Pedogenesis and Soil Taxonomy (In Chinese). Beijing: Science Press, 2007
- [5] 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
- [6] 庞奖励, 黄春长, 查小春, 等. 汉江上游郧县一级阶地发育土壤的诊断层特征及分类. 土壤学报, 2013, 50(6): 1082—1089. Pang J L, Huang C C, Zha X C, et al. Soil diagnostic horizon characteristics and its significance in the Upper Hanjiang Valley, China (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2013, 50(6): 1082—1089
- [7] Lebedeva-Verba M P, Gerasimova M I. Micromorphology of diagnostic horizons in aridic soils (complementary to the new classification system of soils of Russia. Eurasian Soil Science, 2009, 42(13): 1427—1434
- [8] Mermut K H. Micromorphology and classification of Argids and associated gypsiferous Aridisols from central Iran. Catena, 2003, 54(3): 439—455
- [9] 何毓蓉, 黄成敏, 周红艺, 等. 成都平原水耕人为土诊断层的微形态特征与土壤基层分类. 山地学报, 2002, 20(2): 157—163. He Y R, Huang C M, Zhou H Y, et al. Features of microstructure of diagnostic horizons and lower categorical classification of Stagnic Anthrosols in Chengdu Plain (In Chinese). Journal of Mountain Science, 2002, 20(2): 157—163
- [10] 赵其国. 我国富铝化土壤诊断层的初步研究及其在分类上的应用. 土壤学报, 1984, 21(2): 171—181. Zhao Q G. Preliminary studies on diagnostic horizon of Allitic soil in China and their application to soil classification (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1984, 21(2): 171—181
- [11] 李玲, 吕巧灵, 路婕, 等. 豫南白浆化黄褐土分类参比研究. 土壤通报, 2006, 37(4): 625—629. Li L, Lü Q L, Lu J, et al. Soil classification reference of the former Albic Yellow-Cinnamon soils in the southern region of Henan Province (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 2006, 37(4): 625—629
- [12] 吴克宁, 李贵宝, 徐盛荣. 北亚热带湿润淋溶土的土属划分研究. 土壤学报, 1998, 35(3): 313—320. Wu K N, Li G B, Xu S R. Study on soil genera of Udic Luvisols in north subtropical region (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1998, 35(3): 313—320
- [13] 肖笃宁, 谢志霄. 试论中国淋溶土的成土过程与基本特性. 土壤学报, 1994, 31(4): 403—412. Xiao D N, Xie Z X. Pedogenic processes and characteristics of Alfisols in China (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1994, 31(4): 403—412
- [14] 徐盛荣, 吴克宁, 刘友兆. 对建立淋溶土纲的几点认识. 土壤通报, 1994, 25(6): 241—244. Xu S R, Wu K N, Liu Y Z. Views on establishing Alfisol order (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 1994, 25(6): 241—244
- [15] 于东升, 史学正, 王洪杰, 等. 发生分类淋溶土与系统分类参比特征研究. 土壤学报, 2004, 41(6): 845—853. Yu D S, Shi X Z, Wang H J, et al. Characteristics of references between GSCC and CST for GSCC-luvisols (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2004, 41(6): 845—853
- [16] 张甘霖, 王秋兵, 张凤荣, 等. 中国土壤系统分类土族和土系划分标准. 土壤学报, 2013, 50(4): 826—834. Zhang G L, Wang Q B, Zhang F R, et al. Criteria for establishment of soil family and soil series in Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2013, 50(4): 826—834
- [17] 张俊民. 南阳盆地黄土母质发育土壤的特性和系统分类. 土壤, 1997, 29(2): 70—75. Zhang J M. Soil properties of loess parent material in Nanyang Basin and soil taxonomy (In Chinese). Soils, 1997, 29(2): 70—75
- [18] 周华茂, 徐盛荣, 朱克贵. 我国北亚热带黄土母质发育的黄棕壤和黄褐土的黏粒及矿物学特性研究. 南京农业大学学报, 1990, 13(2): 92—95. Zhou H M, Xu S R, Zhu K G. The properties of the clay and mineral of Yellow Brow Soil and Yellow Korichnevyi Soil derived from loesses in northern subtropical region in China (In Chinese). Journal of Nanjing Agricultural University, 1990, 13(2): 92—95
- [19] 周华茂, 徐盛荣, 朱克贵. 我国北亚热带黄土母质发育的土壤成土过程特点. 南京农业大学学报, 1991, 14(1): 47—53. Zhou H M, Xu S R, Zhu K G. The features of the forming process of soils derived from loesses in the northern subtropical zone of China (In Chinese). Journal of Nanjing Agricultural University, 1991, 14(1): 47—53
- [20] 郭兆元. 陕西土壤. 北京: 科学出版社, 1992: 68—110. Guo Z Y. Shaanxi soil (In Chinese). Beijing: Science Press, 1992: 68—110
- [21] 常庆瑞, 冯立孝, 安韶山, 等. 陕西省南部地区土壤黏粒特性研究. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 1998, 26(4): 54—59. Chang Q R, Feng L X, An S S, et al. Soil clay characteristics in Hanzhong area of Shaanxi Province (In Chinese). Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 1998, 26(4): 54—59
- [22] 常庆瑞, 尚浩博, 阎湘, 等. 大巴山北坡土壤研究中几个有关问题的探讨. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 1997, 25(6): 89—93. Chang Q R, Shang H B, Yan X, et al. Discussion on the relevant problems existing in the study of the soil on the north slope of Daba Mountain (In Chinese). Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 1997, 25

- (6):89—93
- [23] 崔英,常庆瑞,李芸,等. 太白山南坡低山区土壤特性与系统分类. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2003, 31(3): 112—116. Cui Y, Chang Q R, Li Y, et al. Genetic characteristics and taxonomy of low zone soils on the southern slope of the Taibai Mountain (In Chinese). Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2003, 31(3): 112—116
- [24] 张俊民, 徐盛荣, 吴克宁. 汉中盆地主要土壤的诊断特征和系统分类//中国土壤系统分类新论. 北京: 科学出版社, 1994: 268—275. Zhang J M, Xu S R, Wu K N. The diagnostic features and classification of main soils in Hanzhong basin//A new discussion of Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Beijing: Science Press, 1994: 268—275
- [25] 张俊民. 黄棕壤和黄褐土在土壤系统分类中的地位//中国土壤系统分类讨论. 北京: 科学出版社, 1992: 182—189. Zhang J M. Status of Yellow Brown Soil and Yellow Cinnamon Soil in Chinese Soil Taxonomy//A discussion of Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Beijing: Science Press, 1992: 182—189
- [26] 陕西师范大学地理系. 商洛地区地理志. 西安: 陕西人民出版社, 1981. Department of Geography, Shaanxi Normal University. Geography of Shangluo Region (In Chinese). Xi'an: Shaanxi People's Publishing House, 1981
- [27] 雷祥义. 商州黄土记录的最近六十万年来东秦岭古环境变迁. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(1): 63—73. Lei X Y. Paleoenvironmental changes recorded by Shangzhou loess-paleosol sequences on the eastern Qinling MTS. During the last 0.6 Ma (In Chinese). Marine Geology & Quaternary Geology, 1999, 19(1): 63—73
- [28] 中国科学院南京土壤研究所/中国科学院西安光学精密机械研究所. 中国标准土壤色卡. 南京: 南京出版社, 1989. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences and Xi'an Institute of Optics and Precision Mechanic. Chinese standard soil color charts (In Chinese). Nanjing: Nanjing Press, 1989
- [29] Liu D S. Loess in China, 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag, 1988

MICROMORPHOLOGICAL FEATURES OF SOILS DERIVED FROM LOESS IN SHANGDAN BASIN AND THEIR SIGNIFICANCE IN SOIL DIAGNOSIS

Pang Jiangli Huang Chunchang Zha Xiaochun Zhou Yali Gao Pengkun Wang Leibin

(College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract Investigations were done of micromorphological features of the soils derived from loess, with a view to revealing diagnostic significance of these features and providing reliable micromorphological basis so as to define positions of these soils in the Chinese Soil Taxonomy. A soil profile at Chafangcun, Shaanxi Province, China was selected as object of the study. Soil samples were collected from the profile for analysis of relevant soil physical and chemical properties (including chroma, magnetic susceptibility, particle-size composition, total iron and free iron content, etc.) in laboratory. The soil was prepared into thin slices, which were put under a Leica-DMRX petrographic microscope for observation of soil micromorphology and the images were processed with the Nis-Elements BR 3.2 image analysis software for extraction of micromorphologic unit images and quantitative measurement of relevant parameters. Results show that the Chafangcun soil profile has an A-AB-Bt-BC-C profile structure, with a large volume of secondary illuvial clay accumulated in Bt Horizon (110 ~ 230 cm in depth), reaching to 15% ~ 30% in content and making the illuvial clay/residual clay ratio ($K_{i/r}$) varying between 4 and 9. The illuvial clay minerals exist mainly in the form of irregular lumps, and then in the form of clay cutan, mostly < 0.15mm in thickness. Compared with Bt Horizon, the upper eluvial horizon is apparently lower in secondary clay mineral (< 5%), dominated with residual clay mostly in the form of concentrate; and the lower parent material layer is much lower in secondary clay (generally > 3%), mostly in the form of very thin clay cutan, sparsely present on edges of the pores. In the upper eluvial horizon coarse particles (> 10 μm) are generally in the form of subangular-subround lumps, 30.0 μm in average particle size, moderate in content (10.4%), and unevenly distributed in the horizon. In the parent material layer, coarse particles are in the form of apparent sub-angular-angular lumps, 32.0 μm in average particle size, 24.6% in content and very evenly distributed in the horizon. But in Bt Horizon (110 ~ 230 cm in depth), they are in the form of round-subround lumps, 25.4 μm or the smallest in average particle size, 4.6% or the lowest in content in the profile and sparsely distributed patches in the horizon. The differences are obvious in mean particle size and content of clay particles between Bt horizon, the upper leached layer and the lower parent material layer. Pores in A horizon are very complex in shape with jigsaw like boundary, varied in pore size, and very unevenly distributed, appearing

ring on the whole like an equiaxe. In the parent material layer, pores are small in size and limited in range of verification and evenly distributed, appearing on the whole like an equiaxe. But, pores in Bt horizon are small in number but big in size of single pores, appearing in the form of elongated fractures, with an average aspect ratio between 10 to 30. The pores have smooth edges coated with clay cutan. The above-described micromorphological features indicate that the soil profile at Chafangcun is characterized by vigorous leaching with plenty of water, and large volumes of secondary clay was formed in soil forming process, releasing a certain amount of free irons. Both of them keep migrating into Bt horizon and accumulating therein. These micromorphological features can be used as micromorphological index of the diagnostic horizon, "Argic horizon", which reliably demonstrates that the Bt horizon (110 ~ 23cm in depth) of the Chafangcun soil profile is a typical "Argic horizon". Hence, by taking into account of other soil forming factors, the soil can be sorted as Hapli-Udic Argosol.

Key words Micromorphology; Argic Horizon; Hapli-Udic Argosol; Shangdan basin; Loess

(责任编辑:檀满枝)



土壤学报

(Turang Xuebao)



第 52 卷 第 2 期 2015 年 3 月

目 次

综述与评论

- 理论施氮量的改进及验证——兼论确定作物氮肥推荐量的方法 巨晓棠(249)
- 森林土壤氧化亚氮排放对大气氮沉降增加的响应研究进展 方华军 程淑兰 于贵瑞等(262)

研究论文

- 商丹盆地黄土母质发育土壤的微形态特征及其诊断意义 庞奖励 黄春长 查小春等(272)
- 基于土壤氮素平衡的氮肥推荐方法——以水稻为例 宁运旺 张永春(281)
- 三峡库区紫色土的碎石分布特征 王小燕 王天魏 蔡崇法等(293)
- 黄土区坡耕地土壤结皮对入渗的影响 吴秋菊 吴 佳 王林华等(303)
- 基于局部加权回归的土壤全氮含量可见-近红外光谱反演 陈颂超 冯来磊 李 硕等(312)
- 五价砷在中国南方两类典型土壤中的迁移特征 李璐璐 张 华 周世伟等(321)
- 柠檬酸盐对黑云母表面溶解及微结构变化的影响 李继福 张文君 鲁剑巍等(329)
- 活化过硫酸钠氧化土壤对挥发性有机污染物吸附特性的影响 丁浩然 王 磊 龙 涛等(336)
- 退化喀斯特森林植被自然恢复中土壤有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 值特征 黄宗胜 喻理飞 符裕红等(345)
- 缓释复合肥对茄子产量和不同采果期品质的影响 王 菲 李银科 王正银等(355)
- 氮肥和秸秆施用对稻麦轮作体系下土壤剖面 N_2O 时空分布的影响 潘晓健 刘平丽 李 露等(364)
- 应用 ^{15}N 示踪法研究咸水滴灌棉田氮肥去向 张 文 周广威 闵 伟等(372)
- 中国南方基础工程建设中土壤生态修复技术体系与实践 徐国钢 程 睿 赖庆旺等(381)
- 黑土农田施加 AM 菌剂对大豆根际菌群结构的影响 宋福强 程 蛟 常 伟等(390)
- 自生固氮菌对土壤钾的活化作用 张 亮 袁 玲 黄建国(399)
- 长期保护性耕作对纤维素降解基因 *cbh 1* 多样性的影响 陈 坤 李传海 朱安宁等(406)
- 模拟条件下土壤硝化作用及硝化微生物对不同水分梯度的响应 刘若萱 张丽梅 白 刃等(415)
- 水力侵蚀影响下土壤有机碳和微生物数量动态变化特征 喻 为 李忠武 黄金权等(423)

研究简报

- 土壤制图中土壤类型配色模型构建与应用 徐爱国 张维理 张怀志等(431)
- 土壤专题图中采样点点位标识模型的构建 张怀志 张维理 徐爱国等(440)
- 非对称混合电解质体系中恒电荷颗粒表面与 Stern 电位的测定 樊会敏 赵 艳 刘新敏等(446)
- 植被重建下露天煤矿排土场边坡土壤碳储量变化 李俊超 党廷辉 薛 江等(453)
- 滨海盐渍化土壤理化性质与小麦生产间的关系 谢文军 张衍鹏 张 森等(461)

信息

- 第 20 届国际土壤与耕作研究组织大会 (414)
- 《土壤学报》2014 年度审稿专家名录 (467)

封面图片: 陕西丹凤盆地土壤黏化层典型微形态(由庞奖励提供)

CONTENTS

Reviews and Comments

- Improvement and validation of theoretical N rate (TNR)—Discussing the methods for N fertilizer recommendation Ju Xiaotang(261)
- Study on the responses of nitrous oxide emission to increased nitrogen deposition in forest soils; A review Fang Huajun, Cheng Shulan, Yu Guirui, et al. (270)

Research Articles

- Micromorphological features of soils derived from loess in Shangdan Basin and their significance in soil diagnosis Pang Jiangli, Huang Chunchang, Zha Xiaochun, et al. (279)
- Soil nitrogen balance based recommendation of nitrogen fertilization; A case study of rice ... Ning Yunwang, Zhang Yongchun(292)
- Spatial distribution of rock fragments in purple soil in Three Gorges Reservoir Area Wang Xiaoyan, Wang Tianwei, Cai Chongfa, et al. (301)
- Effects of soil crusts on infiltration in slope land in the Loess Area Wu Qiuju, Wu Jia, Wang Linhua, et al. (311)
- Vis-NIR spectral inversion for prediction of soil total nitrogen content in laboratory based on locally weighted regression Chen Songchao, Feng Lailei, Li Shuo, et al. (319)
- Migration of pentavalent antimony in two types of soils typical to South China Li Lulu, Zhang Hua, Zhou Shiwei, et al. (327)
- Effects of citrate dissolving surface and altering microstructure of biotite Li Jifu, Zhang Wenjun, Lu Jianwei, et al. (335)
- Effect of soil oxidation with reactivated sodium persulfate on sorption of volatile organic contaminants Ding Haoran, Wang Lei, Long Tao, et al. (343)
- Characteristics of $\delta^{13}\text{C}$ value of soil organic carbon under naturally restoring degenerative karst forest Huang Zongsheng, Yu Lifei, Fu Yuhong, et al. (353)
- Effects of slow-release compound fertilizer on yield and quality of eggplant relative to timing of harvest Wang Fei, Li Yinke, Wang Zhengyin, et al. (362)
- Spatial and temporal distributions of soil profile N_2O as affected by N fertilization and straw incorporation in the rice-wheat rotation system Pan Xiaojian, Liu Pingli, Li Lu, et al. (371)
- Fate of fertilizer N in saline water drip-irrigated cotton field using ^{15}N tracing method Zhang Wen, Zhou Guangwei, Min Wei, et al. (379)
- Soil ecology remediation technical system and its practice in infrastructure construction in South China Xu Guogang, Cheng Rui, Lai Qingwang, et al. (389)
- Impact of inoculation with AM fungi on microbial community structure in soybean rhizosphere in farmland of black soil Song Fuqiang, Cheng Jiao, Chang Wei, et al. (397)
- Mobilization of potassium in soils by *Azotobacter* Zhang Liang, Yuan Ling, Huang Jianguo(404)
- Effects of long-term conservation tillage on diversity of cellulose degradating gene *cbh I* in Fluvo-aquic soil Chen Kun, Li Chuanhai, Zhu Anning, et al. (413)
- Response of nitrification and nitrifier to change in soil moisture content under simulated conditions Liu Ruoxuan, Zhang Limei, Bai Ren, et al. (421)
- Dynamics of soil microbial population and organic carbon under water erosion Yu Wei, Li Zhongwu, Huang Jinquan, et al. (430)

Research Notes

- Construction of a color matching model for soil types and its application to soil mapping Xu Aiguo, Zhang Weili, Zhang Huaizhi, et al. (439)
- Development of soil sampling point labeling model for the matic soil maps Zhang Huaizhi, Zhang Weili, Xu Aiguo, et al. (445)
- Principle for determination of surface potential and Stern plane potential of constant charged particles in asymmetric mixed electrolyte solutions Fan Huimin, Zhao Yan, Liu Xinmin, et al. (452)
- Variability of soil organic carbon storage in dump slope of opencast coal mine under revegetation Li Junchao, Dang Tinghui, Xue Jiang, et al. (460)
- Relationships between soil physicochemical properties and wheat production in coastal saline soil Xie Wenjun, Zhang Yanpeng, Zhang Miao, et al. (466)

Cover Picture: Typical micromorphological photos in Horizon Bt of the soil profile in Danfeng Basin, Shaanxi Province, China (by Pang Jiangli)