

汉江上游郧县一级阶地发育土壤 的诊断层特征及分类*

庞奖励 黄春长 查小春 周亚利 乔晶 赵艳雷

(陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062)

摘要 阐明秦岭南侧北亚热带环境中黄土母质上发育土壤的诊断层特征及其分类意义。选择位于汉江上游郧县前坊村一级河流阶地土壤剖面为研究对象, 对其粒度、磁化率、元素、矿物及结构进行了研究。结果表明, 汉江河谷分布的土壤具有 A-AB-B₁-B₂-BC-C 剖面形态特征; B₂ 层具有“黏化层”的标志, 并呈现黏磐的诊断特征, 其黏化程度与中国典型黏磐湿润淋溶土有良好的可比性; 黏土矿物以伊利石为主, 少量高岭石, 风化程度处在脱钙作用的后期阶段, 尚未出现显著的富铝化作用, 达到中等风化强度; 土壤类型可归为黏磐湿润淋溶土。

关键词 汉江上游; 黏化层; 黏磐湿润淋溶土; 风化强度

中图分类号 P904 **文献标识码** A

“淋溶土”是中国重要土壤类型之一, 在长江以北地区广泛分布, 土壤学家对其诊断特征及发生环境进行了大量研究^[1-20]。汉江上游地区属于北亚热带气候, 区内也有大量淋溶土发育(发生分类名称为黄褐土和黄棕壤), 但在不同的地貌单元(如河流阶地、不同海拔高度的山坡)的土壤特征有所不同^[1-2, 15-20]。关于这些土壤的诊断特征至今尚缺少深入地研究, 与东部地区相比, 其研究程度较低, 这使得其在系统分类中的确切地位颇具争议^[1-3, 21-23]。山坡地带的土壤侵蚀严重, 土壤剖面往往不完整。而河流阶地地形平缓, 常常发育完整的土壤剖面。本文拟对汉江上游郧县河流阶地发育的土壤剖面及其诊断层进行解析, 为进一步确立它们在系统分类中的位置提供可靠的证据, 同时阐明黄土在秦岭南侧亚热带环境中的风化规律。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

汉江上游位于秦岭南侧, 流经汉中、安康和十堰地区, 流域面积 9.5 万 km², 自西向东穿行于秦岭和大巴山之间。流域属于北亚热带湿润季风气候

区, 气候温和湿润, 降水充沛, 多年平均降水量为 873 mm, 降雨集中在 5 - 10 月。光照充足, 热量资源丰富, 无霜期长, 年均日照总时数约 20 000 h, 年平均气温 13 ~ 16 °C, 年积温 4 800 ~ 5 000 °C, 无霜期 240 d 左右^[27-28]。汉江河谷地形以盆地与峡谷交替出现为特征, 盆地地段可见 1 ~ 4 级河流阶地, 分别高出汉江平水位 10 ~ 15 m、30 ~ 40 m、60 ~ 70 m 和 90 ~ 110 m^[27-28]。区内主要土壤类型为黄褐土和黄棕壤^[1-2]。在宽缓的汉江河流阶地, 一般堆积了较厚的风成黄土, 是黄褐土的成土母质。而在山坡地带, 黄褐土和黄棕壤的成土母质一般为基岩风化残积坡积物, 土壤侵蚀明显, 土壤剖面较薄或不完整。2 ~ 4 级河流阶地的地形变化较大, 水土流失较严重, 土壤剖面一般保存不完整。一级河流阶地的地形往往比较宽缓, 水土流失很弱, 有较稳定的成土环境, 土壤剖面常常能较完整地保存下来。

1.2 供试土壤剖面

在湖北郧县前坊村一带的汉江, 当地金矿在挖掘含金砾石过程中, 一级阶地断面被极完整地暴露出来, 其中砾石层以上厚度约 8 ~ 12 m, 完整的土壤剖面也清楚地出露。因此本文选择前坊村的土壤剖面为研究对象, 剖面所在地点的地面比较平缓,

* 国家自然科学基金项目(41271108, 41030637)、中央高校基本科研费(GK201301003)、教育部博士点基金优先发展领域项目(20110202130002)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: 2013-01-13; 收到修改稿日期: 2013-05-27

侵蚀较弱,成土母质为马兰黄土,地表长期为旱作农业,外排良好、无灌溉条件。土壤剖面形态特征详见表 1。

1.3 研究方法

从地表向下每隔 2cm 连续采样,共采样品 280 个,采样深度超过 4 m。同步采集微形态样品,每个发生层至少采集 4 个样品,共采样品 28 个。在野外对土壤剖面形态描述的基础上,结合室内实验数据

对发生层界线进行校正。所有实验均在陕西师范大学所属实验室完成。颜色描述采用标准比色卡^[29];CaCO₃ 用碳酸钙测定仪测定;全有机质(TOC)采用烧失法测定;粒度用 LS1320 型激光粒度仪(仪器范围为 0.04 ~ 2 000 μm)测定;元素(Al、Fe、Ca、Na、K、Rb、Sr)用 X-Ray 荧光光谱仪(PW2403)测定^[23, 29];矿物成分采用 X 衍射法分析^[23-24];土壤薄片采用 Leica-DMRX 显微镜观察。

表 1 汉江上游河谷前坊村土壤剖面描述

Table 1 Pedological description of the soil profile at Qianfang Village, in the upper reaches of the Hanjiang River, China

发生层 Horizon	深度 Depth (cm)	剖面描述 Pedological description of the soil profile
A	0 ~ 20	<p>浊棕色(5YR 7/4,干态),粉砂黏壤土,粒状结构,疏松多孔,有大量细孔隙和植物根系,无碳酸盐反应</p> <p>Dull brown (5YR 7/4, dry), silty clay, granular structure, loose and porous, large volumes of fine and plant roots. No carbonate reaction</p>
AB	20 ~ 90	<p>浊黄橙色(7.5YR 5/4,干态),黏土粉砂壤土,团块状结构,较多细孔隙和细根,无碳酸盐反应</p> <p>Dull yellow orange (7.5YR 5/4, dry), clay silt, massive structure. Some fine pores and plant roots. No carbonate reaction</p>
Bt1	90 ~ 160	<p>亮红棕色(5.5YR 3/4,干态),黏壤土,棱块-棱柱状结构,紧实,红棕色铁锰质黏粒胶膜发育,结构体内也为红棕色,无碳酸盐反应</p> <p>Bright red-brown (5.5 YR 3/4, dry), clay loam, prismatic structure, compactness. Rich red-brown Fe-Mn clay coating and red-brown inside the structure. No carbonate reaction</p>
Bt2	160 ~ 230	<p>浊红棕色(5.5YR 3/4,干态),黏壤土,棱块状结构,极紧实,红棕色铁锰质黏粒胶膜发育,结构体内颜色浅于 Bt1,无碳酸盐反应</p> <p>Dull red-brown (5.5 YR 3/4, dry), clay loam, prismatic structure, very compactness. Rich red-brown Fe-Mn clay coating, the color inside the structure lighter than those of Bt1. No carbonate reaction</p>
BC	230 ~ 280	<p>浊黄橙色(7.5YR 5/4,干态),粉砂壤土,块状结构,裂隙面上有少量棕色黏粒胶膜,但结构体内仍为浊黄橙色,无碳酸盐反应</p> <p>Dull yellow orange (7.5YR 5/4, dry), silt loam, massive structure. Some brown clay coating at fracture surface, but Dull yellow orange inside the structure. No carbonate reaction</p>
C	280 ~ 340	<p>浊黄橙色(7.5YR 5/4,干态),粉砂壤土,均质块状结构,无黏粒胶膜,无碳酸盐反应,但剖面底部有碳酸盐结核</p> <p>Dull yellow orange (7.5YR 5/4, dry), silt loam, homogeneous massive structure, no clay coating, no carbonate reaction, but some carbonate concretions at the bottom of the profile</p>

2 结果与讨论

2.1 土壤中“黏磐”诊断层存在的证据

2.1.1 土壤剖面中“结构”的变化 在前坊村土壤剖面的中部(90 ~ 230 cm),呈现显著的黏化特点,表现为亮红棕色(5.5YR 3/4),以明显偏红色调与上部的淋溶层和下部的母质层相区别(图 1、图 2A);黏壤土质地,典型的棱块状结构,十分紧实;受力后极易沿结构面断裂形成近于等轴状的碎块(<5cm),碎块棱角十分显著;结构面均被红棕色铁锰质黏粒胶膜所覆盖,而且碎块内部也呈红棕色

(图 2A)。而上部淋溶层和下部母质层颜色一般为浊黄橙色,块状结构;有时结构面也有很薄的棕色黏粒胶膜,但结构体内部颜色一般仍呈浊黄橙色。剖面通体未见碳酸盐矿物,但在剖面底部常见到数~数十厘米不等的碳酸盐结核。这些特征表明黏粒在剖面中部(黏粒胶膜发育的位置)发生了明显聚集,经历了强烈的淋溶作用。

2.1.2 土壤剖面中粒度分布的变化 粒度数据显示(图 1 和表 2),在 90 ~ 230 cm 土层(Bt),黏粒(<2 μm)含量达 18.81%,是上部淋溶层(10.70%)的 1.76 倍,是下部母质层(7.32%)的 2.57 倍,这说明黏粒在此层次发生了明显地富集。

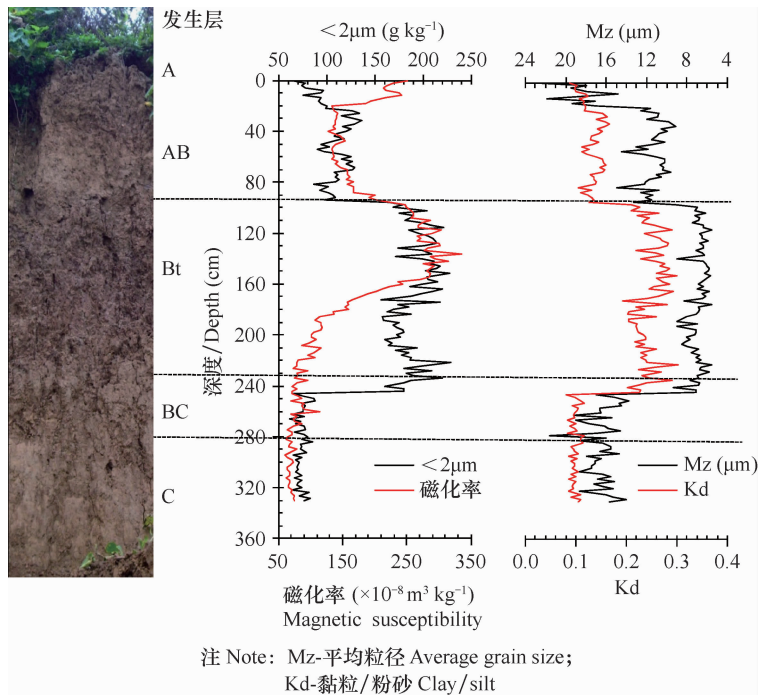
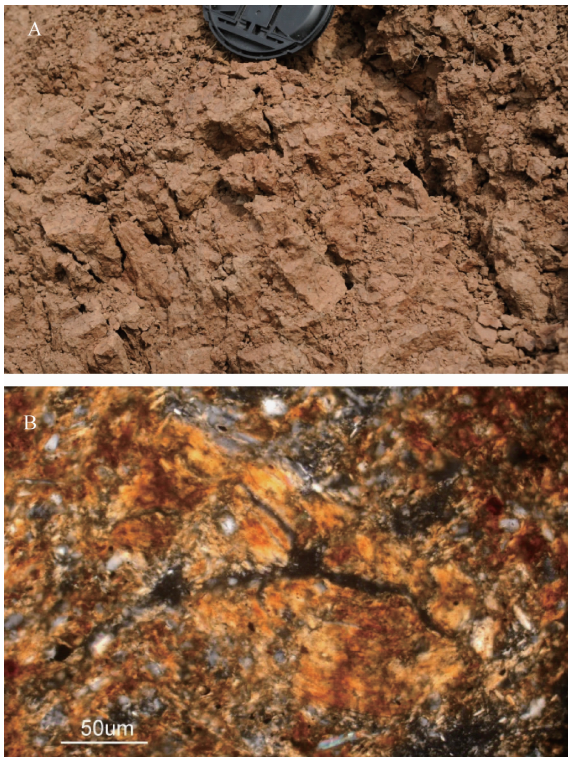


图1 汉江上游河谷前坊村土壤剖面粒度分布曲线

Fig. 1 Particle size distribution curve of the soil profile at Qianfang Village in the Hanjiang River valley, China



注 Note: 2A: 黏化层宏观结构 Structure of argillic horizon

2B: 黏化层微形态 Micromorphology of argillic horizon

图2 土壤剖面中“黏化层”特征

Fig. 1 Argillic horizon characteristic of the soil profile at Qianfang Village in the Hanjiang River Valley, China

黏粒部分所占的比例 Kd (Kd-黏粒/粉砂) 反映了土壤中黏粒富集程度, 在 90 ~ 230 cm 土层, Kd 值在 0.19 ~ 0.30 之间, 平均值为 0.24, 而上部淋溶层 Kd 值在 0.09 ~ 0.2 之间, 平均值仅为 0.13, 下部母质层 Kd 值在 0.085 ~ 0.115 之间, 平均值仅为 0.10。该层的 Kd 值分别高出上部淋溶层 85% 和下部母质层 140%, 这说明粒度分布中“黏粒部分”所占的比例在该层显著增加。平均粒径 (Mz) 反映了剖面中粒度整体分布趋势。90 ~ 230 cm 土层 Mz 仅为 7.0 μm, 显著地小于上部淋溶层 (Mz 值为 12.7 μm) 和下部母质层 (Mz 值为 16.5 μm)。在粒度频率曲线中 (图 3), 90 ~ 230 cm (黏化层 Bt) 的平均曲线与上部淋溶层和下部母质层相比, 整体显著向左移动, 黏粒区段明显抬升, 粒度分布的众值位置明显地向左移动。粒度分布的上述特征确凿地说明, 土壤剖面 90 ~ 230 cm 发生层, 与上部淋溶层和下部母质层相比, 黏粒呈现显著地富集, 黏粒含量增加超过了 50%, 符合“黏化层”诊断层的条件^[3], 因此可以确定其为“黏化层 (Bt)”。

2.1.3 土壤微形态特征 显微镜下观察到 90 ~ 230 cm 发生层的黏土矿物十分发育, 有淀积黏土和残积黏土, 其中淀积黏土占优势, 淀积黏土与残积黏土的比值 (面积比) 大致在 3 ~ 5 之间。淀积黏土多以胶膜形式存在, 黏粒胶膜十分发育, 有各种形式

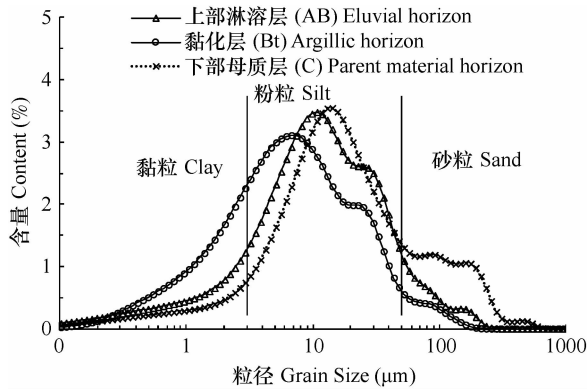


图3 土壤剖面不同发生层粒度频率曲线

Fig.3 Particle size frequency curve of the soil profile at Qianfang Village in the Hanjiang River Valley, China

的纤维状光性定向黏粒,在有些光性定向黏粒内部发育清晰的层状结构,即流胶状黏土(图2B)。铁锰质凝团普遍存在,但未见可识别的铁锰质的独立矿物,也未见显著的铁锰质结核,更多是铁锰质与黏土矿物混染在一起的现象,使黏土通常呈棕色,甚至红棕色,未见碳酸盐矿物。与90~230 cm发生层Bt相比,剖面上部的淋溶层中黏粒胶膜很少或缺失。

2.1.4 “黏磐”的存在? 在中国土壤系统分类中“黏化层”是淋溶土纲的标志性诊断层,而“黏磐”又是土类“黏磐淋溶土”的关键诊断层。“黏化层”定义为“上覆淋溶层的总黏粒(<2 μm)含量<15%时,则此层的绝对增量≥3%,细黏粒(<0.2 μm)与总黏粒(<2 μm)之比一般应至少比上覆淋溶层或下垫土层多三分之一”^[3]。对“黏磐”的定义是,若“黏化层”同时具有“紧实的棱柱状或棱块状结构,伴有铁锰胶膜和铁锰凝团、结核;黏粒含量(<2 μm)与漂白层黏粒含量之比≥2,或具有≥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”^[3]。在前坊村土壤剖面的90~230 cm层,黏粒的明显富集和较高的黏粒富集程度、以淀积黏土和次生黏土为主,典型的棱柱状结构(图3A)等特征,均指示该层具有“黏化层”的标志特征,可定义为“黏化层”。与此同时,该“黏化层”的微形态又呈现十分发育的黏粒胶膜,甚至出现流胶状黏土和较多铁锰凝团,这又符合“黏磐”诊断层的标志特征,因此该土层又可定义为“黏磐层”。

表2 汉江河谷黏磐湿润淋溶土粒度组成

Table 2 Particle size composition of the Calypani-Udic Argosols in the Hanjiang River valley, China (%)

发生层 Horizon	汉江河谷地区 Hanjiang River Valley					中国典型黏磐湿润淋溶土 ^[3] Typical Calypani-Udic Argosols in East China				
	黏粒 Clay	粉粒 Silt	砂粒 Sand	砾 Gravel	Kd ¹⁾	Mz ²⁾	黏粒 Clay	粉粒 Silt	砂粒 Sand	Kd ¹⁾
	<2 μm	2~50 μm	50~1000 μm	>1000 μm		(μm)	<2 μm	2~50 μm	50~2000 μm	
A	8.57	77.69	13.74	1.78	0.11	18.0	27.1	66.7	6.2	0.41
AB	11.37	81.74	6.89	0.17	0.14	11.2	33.1	58.2	8.7	0.57
淋溶层 Eluvial horizon	10.70	80.77	8.53	0.55	0.13	12.9				
(A + AB)										
Bt1	19.34	77.51	3.15	0.01	0.25	6.9	40.1	56.4	3.5	0.71
Bt2	18.32	77.08	4.60	0.01	0.24	7.1	37.1	57.5	5.4	0.65
黏化层 Argillic horizon	18.81	77.29	3.90	0.01	0.24	7.0	38.6	57.0	4.4	0.68
(Bt1 + Bt2)										
BC	10.67	76.58	12.75	1.12	0.14	13.9	34.5	58.7	6.8	0.59
C	7.32	74.56	18.12	2.44	0.10	16.5				
K ₁₃₎	1.76	0.96	0.46	0.02	1.85	0.54	1.17	0.98	0.51	1.19
K ₂₄₎	2.57	1.04	0.22	0.00	2.40	0.42	1.12	0.97	0.65	1.15
K ₃₅₎	7.44						5.50			

注:1) Kd - 黏粒/粉砂 Clay/Silt; 2) Mz - 平均粒径 Average particle size; 3) K₁ = 黏化层/淋溶层 Argillic horizon/ Eluvial horizon; 4) K₂ = 黏化层/母质层 Argillic horizon/ Parent material horizon; 5) K₃ = 黏化层黏粒含量 - 淋溶层黏粒含量 Argillic horizon clay content - Eluvial horizon clay content

2.2 前坊村土壤在系统分类中的位置

一种土壤在土壤系统分类中的归属位置,主要根据其诊断层特征并结合成土因素来确定。汉江上游前坊村土壤逐级向下检索,归类可根据下列证据确定。其一,上述研究证明其存在有典型的“黏化层”诊断层(90~230cm, Bt),据此可将其归入“淋溶土纲”。其二,前坊村土壤剖面的成土因素特征是:北亚热带湿润季风气候、常绿混交林植被、多年平均降水量为 873mm、冻层深度 < 15cm、年均气温 13~16℃, ≥10℃ 年积温 4 800~5 000℃。这符合湿润淋溶土亚纲的成土因素特征^[3],据此可将其进一步划分为“湿润淋溶土”亚纲。其三,土壤系统分类中,对“黏磐湿润淋溶土”的定义是:湿润淋溶土在矿质土表至 125cm 范围内有黏磐^[3]。上述讨论充分说明,在前坊村土壤剖面存在符合上述条件的“黏磐”诊断层,据此其又可划分为“黏磐湿润淋溶土”土类。

2.3 与中国典型黏磐湿润淋溶土的比较

与中国典型黏磐湿润淋溶土(本文指发育在长江中下游地区的以下蜀黄土为母质的黏磐湿润淋溶土^[3],下文相同)相比较,汉江河谷的“黏磐湿润

淋溶土”的“黏化层/黏磐”又有一定的差异(见表 3),主要表现为:(1)黏粒(< 2μm)的绝对含量较低(18.81%),明显低于中国典型黏磐湿润淋溶土(38.6%);(2)粒度组成中,黏粒部分所占的比例(K_d = 0.24)明显低于中国典型黏磐湿润淋溶土(K_d = 0.68);(3)与上部淋溶层和下部母质相比,反映黏化层黏粒相对富集程度的 K₁、K₂ 值(K₁ 和 K₂ 具体含义见表 3)在汉江河谷土壤的“黏磐湿润淋溶土”中分别为 1.65 和 2.57,而在中国典型黏磐湿润淋溶土中分别为 1.19 和 1.15,这表明前者的相对黏化程度要高一些;(4)反映成土过程中黏粒增加的绝对量 K₃ 值(K₃ 具体含义见表 3),在汉江上游的“黏磐湿润淋溶土”中为 7.44%,与中国典型黏磐湿润淋溶土(5.50%)较为接近。上述差异表明,尽管汉江河谷“黏磐湿润淋溶土”中黏化层的黏粒绝对含量较低(这应与母质的质地有关),但成土过程中该层黏粒的绝对增量并不低(与中国典型黏磐湿润淋溶土接近),且粒度组成中黏粒所占比例增加的幅度还高于后者。显然,汉江上游河谷“黏磐湿润淋溶土”的“黏化层/黏磐”不仅存在,而且其黏化程度与中国典型黏磐湿润淋溶土接近或稍低。

表 3 汉江上游河谷前坊村土壤剖面理化性质

Table 3 Physical and chemical properties of the soil profile at Qianfang Village in the Hanjiang River Valley, China

发生层 Horizon	汉江河谷地区 Hanjiang River Valley					中国东部地区 ^[3] East China			汉江地区/中国东部 Hanjiang River Valley East China				
	磁化率 Magnetic Susceptibility (10 ⁻⁸ m ³ kg ⁻¹)	烧失量 Loss on ignition (g kg ⁻¹)	CaCO ₃ (g kg ⁻¹)	全 Fe Total Fe (g kg ⁻¹)	Rb/Sr	淋溶 系数 ¹⁾ Eluviation coefficient	残积 指数 ²⁾ Residual index	全 Fe Total Fe (g kg ⁻¹)	淋溶 系数 ¹⁾ Eluviation coefficient	残积 指数 ²⁾ Residual index	K ₄ ⁵⁾	K ₅ ⁶⁾	K ₆ ⁷⁾
A	206.0	22.0	1.56	42.83	1.04	0.32	5.69	37	0.36	4.18	1.16	0.90	1.36
AB	148.5	14.5	1.23	39.07	1.03	0.33	5.54	42.40	0.29	5.18	0.92	1.11	1.07
Bt1	272.0	22.9	1.23	44.17	1.17	0.30	5.81						
Bt2	128.5	19.8	2.00	44.45	1.00	0.30	5.83						
黏化层 Argillic horizon (Bt1 + Bt2)	198.2	21.3	1.63	44.31	1.08	0.30	5.82	47.70	0.26	5.84	0.93	1.17	1.00
BC	79.2	17.6	1.95	43.23	0.90	0.31	5.35	45.00	0.28	6.01	0.96	1.13	0.05
C	68.0	8.1	1.36	40.95	0.77	0.34	4.82						
K ₁₃₎	1.22	1.31	1.32	1.13	1.13	0.92	1.05	1.13	0.88	1.13	1.01	1.29	0.82
K ₂₄₎	2.19	2.63	1.20	1.08	1.52	0.88	1.21	1.06	0.93	0.97	1.02	1.63	0.91

注 Note: 1) 淋溶系数 Eluviation coefficient = (CaO + K₂O + Na₂O)/Al₂O₃; 2) 残积指数 Residual index = (Al₂O₃ + Fe₂O₃)/(CaO + MgO + Na₂O); 3) K₁ = 黏化层/淋溶层 Argillic horizon/ Eluvial horizon; 4) K₂ = 黏化层/母质层 Argillic horizon/ Parent material horizon; 5) K₄ = 汉江河谷土壤全 Fe 量/中国东部黏磐湿润淋溶土中全 Fe 量 Total Fe content in Calypani-Udic Argosols in the Hanjiang River valley / Total Fe content in typical Calypani-Udic Argosols in East China; 6) K₅ = 汉江河谷土壤淋溶系数/中国东部黏磐湿润淋溶土中淋溶系数 Eluviation coefficient in Calypani-Udic Argosols in the Hanjiang River valley / Eluviation coefficient in typical Calypani-Udic Argosols in East China; 7) K₆ = 汉江河谷土壤残积指数/中国东部黏磐湿润淋溶土中残积指数 Residual index in Calypani-Udic Argosols in the Hanjiang River valley / Residual index in typical Calypani-Udic Argosols in East China

2.4 风化强度

次生黏土矿物组合反映成土过程的环境条件,而淋溶系数、残积系数和磁化率反映了成土过程中元素的淋溶和富集程度,它们从不同角度记录了化学风化的强度^[23-26,31]。A-CN-K图能较好地预测风化过程中主成分和矿物变化的趋势^[29](图4)。图中,汉江河谷黏磐湿润淋溶土的投影点位于蒙脱石-伊利石连线附近,指示其风化程度整体处于去Na、Ca阶段,尚未达到去K阶段,理论上其矿物应该以伊利石和蒙脱石为主。X衍射分析表明(8个样品),黏土矿物含量为11%~16%(平均为12.4%),黏土矿物种类以伊利石为主(含量为6%~10%,平均为8.0%),占黏土矿物的64.5%,其次是蒙脱石、蛭石和绿泥石,1:1型高岭石很少(<2%,平均为1.4%)。这种矿物组成证实风化程度尚处在脱钙作用的后期阶段,未出现显著的富铝化作用。而中国典型黏磐湿润淋溶土中,黏土矿物也以水云母和蛭石为主,高岭石占次要地位,成土作用处在脱钙作用的后期阶段,富铝化作用不强^[3],在A-CN-K图中与汉江河谷的土壤分布在基本相同的范围(稍微在左下方)。这些特点说明,汉江河谷土壤的成土强度相当于中等风化强度,尚未出现明显的富铝作用,与中国典型黏磐湿润淋溶土的成土强度相当或稍低。

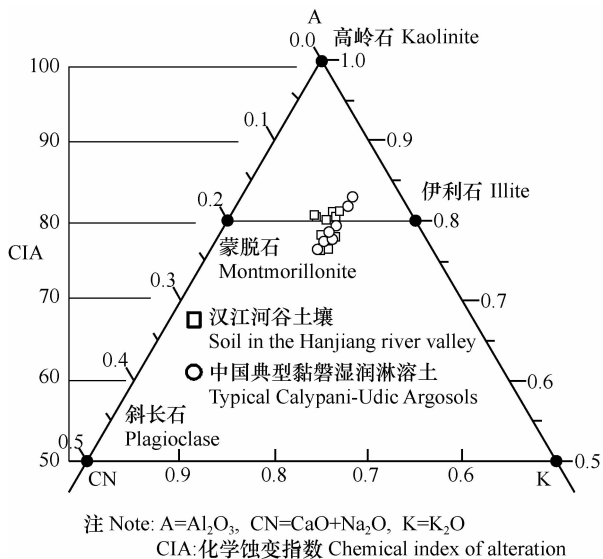


图4 A-CN-K三角图

Fig. 4 A-CN-K triangular diagram

实验数据显示(表3),汉江河谷土壤中黏化层的淋溶系数为0.30,小于上部淋溶层和下部母质层;而残积系数却高于上部淋溶层和下部的母质

层;全Fe含量高于上部淋溶层和下部的母质层。这种变化特征至少证实,在风化过程中,不仅有较多细-超细粒的次生铁磁性矿物形成,而且其随黏粒一起向“黏化层”位置淋溶富集,这不仅导致了Fe和Al在“黏化层”一定程度地富集,也使该层的磁化率显著地升高,这也佐证其具有较强的成土作用和强烈的淋溶作用。

3 结论

汉江上游河谷郧县一带一级河流阶地的土壤具有A-AB-Bt₁-Bt₂-BC-C剖面构型;其成土因素与湿润淋溶土一致,具有“黏磐”诊断层,在土壤系统分类中可归为黏磐湿润淋溶土;汉江上游河谷的黏磐湿润淋溶土的黏化程度与中国典型黏磐湿润淋溶土具有良好的可比性;其黏土矿物主要为伊利石,高岭石较少,风化程度处在脱钙作用的后期阶段,尚未出现显著的富铝化作用,仅达到中等化学风化强度。

参考文献

- [1] 熊毅,李庆逵. 中国土壤. 北京:科学出版社,1987. Xiong Y, Li Q K. Chinese soil (In Chinese). Beijing: Science Press, 1987
- [2] 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
- [3] 龚子同,陈志城. 中国土壤系统分类. 北京:科学出版社,1999:3—65, 539—544, 576—604, 表16-29(苏92-2剖面),表16-31(苏92-2剖面),表16-33. Gong Z T, Chen Z C. Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Beijing: Science Press, 1999:3—65, 539—544, 576—604, Table 16-29 (Profile Su-92-2), Table 16-31 (Profile Su-92-2), Table 16-33
- [4] 王哈俊,黄丽,洪军,等. 黄棕壤和黄褐土黏粒胶膜的元素组成特征与黏粒矿物. 华中农业大学学报,2003,22(1):30—34. Wang Y J, Huang L, Hong J, et al. Characteristics of elements and clay minerals of argillans in yellow brown soil and yellow cinnamon soil (In Chinese). Journal of Huazhong Agricultural University, 2003, 22(1): 30—34
- [5] 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
- [6] 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

- [7] 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 brown soil and yellow soil derived from loesses in northern subtropical region in China (In Chinese). Journal of Nanjing Agricultural University, 1990, 13(2): 92—95
- [8] 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
- [9] 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
- [10] 蔡方平, 胡雪峰, 杜艳, 等. 安徽郎溪黄棕色土-红土二元结构土壤剖面的成因与长江流域第四纪晚期古气候演变. 土壤学报, 2012, 49(3): 220—229. Cai F P, Hu X F, Du Y, et al. Pedogenesis of yellow-brown earth-red clay profile in Langxi County, Anhui Province and paleoclimatic change in the Yangtze River Valley, Southeast China in the late Quaternary period (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2012, 49(3): 220—229
- [11] 魏世勇, 刘茜, 刘凡, 等. Fe(II)存在条件下氧化铁-高岭石复合物的形成与转化. 土壤学报, 2010, 47(6): 1134—1143. Wei S Y, Liu Q, Liu F, et al. Formation and transformation of iron oxide-kaolinite association in the presence of Fe(II) (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2010, 47(6): 1134—1143
- [12] 顾也萍, 胡德春, 刘付程, 等. 安徽宣郎广岗丘区土壤发生分类类型在系统分类中的归属. 土壤学报, 2006, 43(1): 8—16. Gu Y P, Hu D C, Liu F C, et al. Correlation of soil taxa of hilly region of Xuanlanguang of Anhui Province between Chinese Soil Genetic Classification and Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2006, 43(1): 8—16
- [13] 陈留美, 张甘霖. 土壤时间序列的构建及其在土壤发生研究中的意义. 土壤学报, 2011, 48(2): 419—428. Chen L M, Zhang G L. Soil chronosequences and their significance in the study of pedogenesis (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2011, 48(2): 419—428
- [14] 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
- [15] 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
- [16] 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 B G, Xu S R. Study on soil genera of udic luvisols in north subtropical region (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1998, 35(3): 313—320
- [17] 吴克宁, 米清海, 李伶俐, 等. 豫西南环境变迁与土壤发生的研究. 热带亚热带土壤科学, 1994, 3(1): 35—40. Wu K N, Mi Q H, Li L L, et al. Environmental changes and pedogenesis in southwest Henan Province (In Chinese). Tropical and Subtropical Soil Science, 1994, 3(1): 35—40
- [18] 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
- [19] 常庆瑞, 冯立孝, 阎湘. 陕西汉中土壤氧化铁及其发生学意义研究. 土壤通报, 1999, 30(1): 14—16. Chang Q R, Feng L X, Yan X. Soil iron oxide and its genetic significance in Hanzhong in Shaanxi Province (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 1999, 30(1): 14—16
- [20] 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
- [21] 黄培华, 李文森. 湖北郧县曲远河口的地貌、第四纪地层和埋藏环境. 江汉考古, 1995(4): 3—86. Huang P H, Li W S. Landscape, Quaternary strata and buried environment at estuary of the Qu Yuan River in Yunxian County, Hubei Province (In Chinese). Jiangnan Archaeology, 1995(4): 3—86
- [22] 沈玉昌. 汉水河谷的地貌及其发育历史. 地理学报, 1956, 22(4): 295—321. Shen Y C. Landscape and its development history of Hanjiang River Valley (In Chinese). Acta Geographica Sinica, 1956, 22(4): 295—321
- [23] 庞奖励, 黄春长, 周亚利, 等. 汉江上游谷地全新世风成黄土及其成壤改造特征. 地理学报, 2011, 66(11): 1562—1573. Pang J L, Huang C C, Zhou Y L, et al. Holocene eolian loess and its pedogenic modification in the Upper Hanjiang River Valley, China (In Chinese). Acta Geographica Sinica, 2011, 66(11): 1562—1573
- [24] Pang J L, Huang C C. Mid-Holocene soil formation and the impact of dust input in the middle reaches of the Yellow River, Northern China. Soil Science, 2006, 171(7): 552—563
- [25] Scarciglia F F, Terribile F, Colombo C. Micromorphological evidence of paleoenvironmental changes in Northern Cilento (South Italy) during the Late Quaternary. Catena, 2003, 54(3): 515—536
- [26] Chen T H, Xu H F, Xie Q Q. Characteristics and genesis of maghemite in Chinese loess and paleosols. Earth and Planetary Science Letters, 2005, 240(3/4): 790—802
- [27] 陕西师范大学地理系. 安康地区地理志. 西安: 陕西人民出

- 版社,1981. Department of Geography, Shaanxi Normal University. Geography of Ankang Region (In Chinese). Xi'an: Shaanxi People's Publishing House, 1981
- [28] 陕西师范大学地理系. 汉中地区地理志. 西安:陕西人民出版社,1981. Department of Geography, Shaanxi Normal University. Geography of Hanzhong Region (In Chinese). Xi'an: Shaanxi People's Publishing House, 1981
- [29] 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
- [30] 乔晶,庞奖励,黄春长,等. 汉江上游郧县前坊段全新世古洪水水文学研究. 长江流域资源与环境,2012,21(5): 533—539. Qiao J, Pang J L, Huang C C, et al. Palaeoflood hydrological study in the Qianfang Section of Yunxian County in the upper reaches of the Hanjiang River (In Chinese). Resources and Environment in the Yangtze Basin,2012,21(5): 533—539
- [31] 冯连君,储雪蕾,张启锐,等. 化学蚀变指数及其在新元古代碎屑岩中的应用. 地学前缘,2003,10(4): 539—543. Feng L J, Chu X L, Zhang Q R, et al. CIA (chemical index of alteration) and its applications in the neoproterozoic clastic rocks (In Chinese). Earth Science Frontie, 2003, 10(4): 539—543

SOIL DIAGNOSTIC HORIZON CHARACTERISTICS AND ITS SIGNIFICANCE IN THE UPPER HANJIANG VALLEY, CHINA

Pang Jiangli Huang Chunchang Zha Xiaochun Zhou Yali Qiao Jing Zhao Yanlei

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

Abstract To elucidate diagnostic horizon characteristics of the soils derived from loess in subtropical environment on the southern slope of the Qinling Mountains and their significance in soil classification, a soil profile was selected on the first fluvial terrace in Qianfang Village of Yunxian County, the upper reaches of the Hanjiang River, for investigation of profile structure and analysis of particle-size distribution, magnetic susceptibility, major elements, minerals and micromorphology. Results show that the soil distributed in the Hanjiang River Valley has an A-AB-Bt1-Bt2-BC-C profile structure. The 90 ~ 230cm horizon (Bt) of the soil profile is clayey loam in texture and prismatic-blocky and compact in structure, and its structural planes are covered with red brown Fe-Mn clay cutan. Microscopic observation reveals that this horizon is dominated with illuvial clay, mostly in the form of cutan and various shapes of optically oriented fibrous clays, too. Its clay (<2 μ m) content reaches 18.81%, which is 1.76 times that in the overlying leached layer (10.70%), and 12.57 times that in the underlying parent material layer (7.32%), suggesting that the Bt horizon features an Argic horizon and the diagnostic characteristics of a clay pan and is comparable with the typical Calypani-Udic Argosols in China in argillization degree. Its clay minerals are dominated by illite and some kaolinite. The soil is still at its late decalcification stage of the weathering process, has not yet any significant sign of allitization, and is moderately weathered. The soil can be sorted as Calypani-Udic Argosol.

Key words Hanjiang River Valley; Argic Horizon; Calypani-Udic Argosols; Weathering intensity

(责任编辑:檀满枝)