

湖北秭归沙镇溪剖面的巫山黄土地层结构与特征

李长安^{1,2)}, 张玉芬³⁾, 李亚伟¹⁾, 苏建超¹⁾, 胡绪龙³⁾

1) 中国地质大学(武汉)地理与信息工程学院, 武汉, 430074;

2) 中国地质大学(武汉)关键带演化湖北省重点实验室, 武汉, 430074;

3) 中国地质大学(武汉)地球物理与空间信息学院, 武汉, 430074

内容提要:长江流域是中国粉尘堆积黄土的南界。分布于长江三峡河谷的巫山黄土是长江流域的代表性黄土,具有重要的科学意义。巫山黄土由于受峡谷地形影响及堆积之后边坡地质作用改造,在空间上零星分布于不同地貌位置,其厚度和完整程度常依其地形的不同而差异较大。已有研究也大多拘于对巫山县城一带的某一剖面的某一具体问题的讨论,尚缺乏对巫山黄土地层的总体认识。巫山黄土完整地层结构和黄土—古土壤序列特征,已成为制约其深入研究的基础地质问题。本文根据最近发现秭归沙镇溪黄土剖面,基于其代表性和完整性特点,首次对巫山黄土进行了地层划分,并与北方黄土进行了对比。研究认为,巫山黄土共有4层黄土、2层弱发育古土壤(钙质结核)和1层古土壤组成,大致相当于黄土高原的马兰黄土及离石黄土的顶部(L_1-L_2),4层黄土分别相对于渭南黄土剖面的 L_{1-1} 、 L_{1-3} 、 L_{1-5} 和 L_2 ,2层钙质结核分别相对于 L_{1-2} 和 L_{1-4} ,古土壤层即为 S_1 。相比于北方黄土地层巫山黄土的黄土层颜色更加偏深、稍红,古土壤层 S_1 裂隙面上见有明显的铁锰质薄膜,成壤作用较北方黄土更强。这可能是由于巫山黄土的地理分布更加靠近夏季风控制区,气候环境有所不同。

关键词:巫山黄土;黄土地层;古土壤;钙质结核;湖北秭归

黄土是古大气粉尘活动的记录,其空间分布对认识过去的大气环流格局有着极其重要的意义。大气粉尘对海陆生态系统的影响日益受到古全球变化研究的重视(安芷生等,2017)。黄土除了在半干旱区分布以外,在干旱区甚至在夏季风控制区均有广泛分布,开展这些地区的黄土的调查研究有助于深入理解粉尘源区干旱化和冬季风—西风的活动范围和强度以及过去大气环流格局的时空变迁。长江流域是中国风成黄土的南界,相对于黄土高原该地区的黄土厚度小,空间分布的连续性和完整性差。对于这些地区黄土剖面的发现及地层学研究是揭示其古环境意义的前提,具有基础性意义。

“巫山黄土”是指分布于长江三峡河谷的黄土状堆积,早已引起学者的注意(刘兴诗,1983;沈玉昌,1985)。由于受峡谷地形影响及堆积之后边坡地质作用改造,巫山黄土的空间分布的连续性较差,呈零星分布于不同地貌位置;其厚度和完整程度常依其地貌位置的不同而差异较大。因此,需要更多剖面的发现和研究,才能掌握巫山黄土地层的全貌。

目前,前人所有的“巫山黄土”研究剖面几乎全部位于巫山县城及其周边一带(谢明,1988;张芸等,2001;石纲等,2005;柯于义等,2007;王建明等,2009;何永峰等,2009;黄臻等,2010;李长安等,2010;张玉芬等,2013;吴可等,2014),且剖面大都厚度较小(一般可见厚度仅数米)。此外,就关于巫山黄土的已有研究来看,大多拘于对某一发现剖面的样品采集和分析,对某一具体问题的讨论。尚缺少对巫山黄土空间分布和地层组成的整体认识,特别是缺少对巫山黄土岩性、结构、沉积学特征以及黄土古土壤序列构成等研究。而这些恰恰是巫山黄土研究最重要、最基础的研究。最近,笔者在三峡地区进行巫山黄土野外调查时,在位于西陵峡西段兵书宝剑峡上游的秭归县沙镇溪一带新发现一处发育较完整的巫山黄土沉积剖面(张玉芬等,2019)。该剖面是除巫山县城一带之外的一处重要的巫山黄土剖面。该剖面出露良好,黄土—古土壤结构清楚,是目前三峡地区开展巫山黄土地层学研究的最佳剖面。本文基于秭归沙镇溪剖面对巫山黄土进行了地层划

注:本文为国家自然科学基金项目(编号:41877292, 41671011)和中国地质大学(武汉)“地学长江计划”项目(编号:CUGCJ1801)的成果。

收稿日期:2019-07-17;改回日期:2019-11-05;责任编辑:刘志强。10.16509/j.georeview.2020.01.015

作者简介:李长安,男,1956年生,教授,博士生导师,主要从事第四纪地质与地貌方面的教学和研究, Email:1002858465@qq.com。

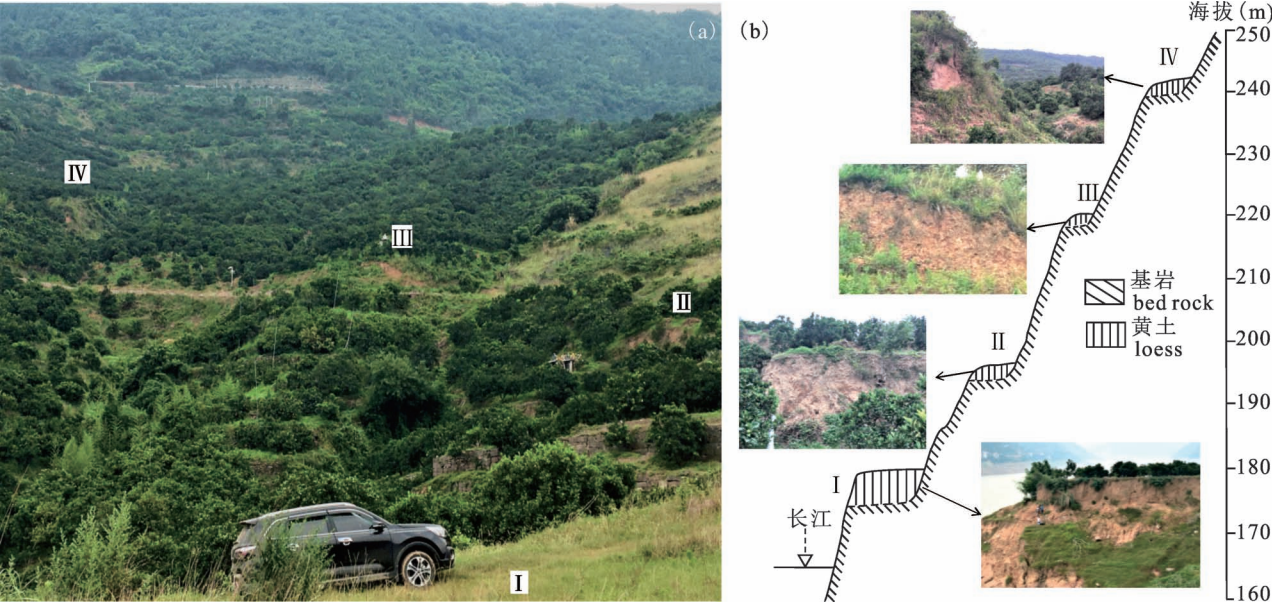


图 1 湖北秭归沙镇溪黄土剖面的组成与地貌分布

Fig. 1 Composition and geomorphologic distribution of the loess section in Shazhenxi, Zigui County, Hubei Province

分,并与北方黄土进行了对比。

1 沙镇溪黄土剖面的组成与分布

巫山黄土分布三峡于河谷区,常不连续地分布于谷坡之上。沙镇溪黄土剖面位于西陵峡西段的兵书宝剑峡之西的长江南岸,共有 4 处黄土堆积剖面组成(图 1),分布高度分别为 175 m、195 m、220 m、240 m。其中以分布位置最低的剖面 I 发育最好,其余也分布在谷坡地形相对较缓的位置,黄土在地貌上组成一个小型的相对平缓的平台。

2 沙镇溪剖面的巫山黄土地层特征

现以出露最好、厚度较大的沙镇溪剖面 I 为例对沙镇溪剖面的巫山黄土的基本特征概述如下。

2.1 地层组成

大量前人的研究表明,巫山黄土的形成于晚更新世,和马兰黄土相当。按照黄土地层的划分原则,沙镇溪剖面 I 的地层组成见图 2。

2.2 岩性特征

岩性是地层学研究的基础。沙镇溪剖面黄土黄土层的岩性均一(图 3),主体由褐黄色、棕黄色的粉砂和砂质黏土组成。在干燥状态下质地较坚硬;孔隙较发育,见有大孔隙;剖面无明显的层理,垂直节理发育,所出露的剖面即为沿节理发育而成的陡峻崖壁。总的来看,沙镇溪黄土的岩性与巫山一带的

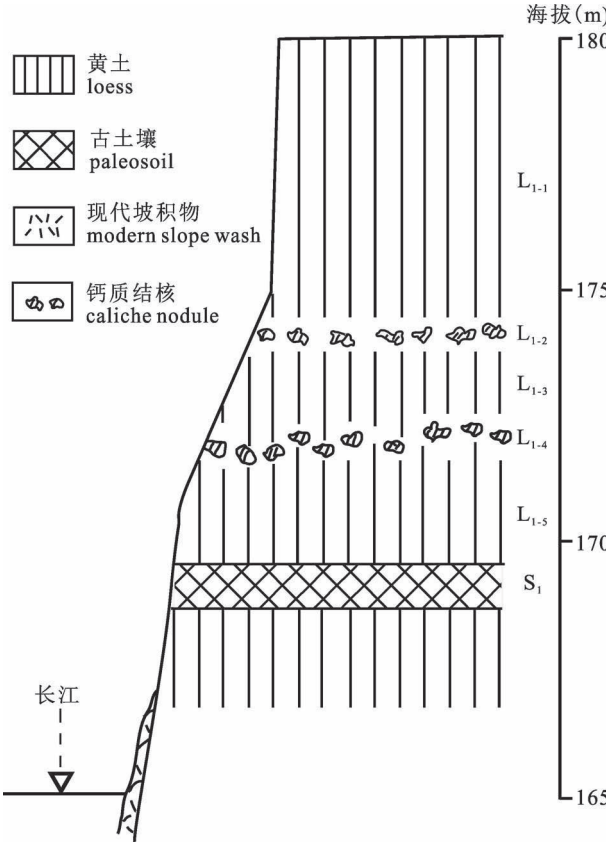


图 2 湖北秭归沙镇溪黄土剖面 I 地层结构剖面

Fig. 2 Stratigraphic structure of the loess profile I in Shazhenxi, Zigui, Hubei



图 3 湖北秭归沙镇溪剖面 I 的黄土岩性特征
Fig. 3 Lithologic characteristics of the loess profile I in Shazhenxi, Zigui, Hubei

黄土基本一致(何永峰等,2009;王建明等,2009;黄臻等,2010;李长安等,2010,2013;张玉芬等,2010,2013;吴可等,2014)。相比于北方马兰黄土颜色偏深、稍红。

2.3 古土壤

古土壤是我国北方黄土剖面的重要组成部分,具有重要的古地理与古环境意义。在剖面 I 距顶面约 11 m 处发育有一层古土壤(图 4)。古土壤呈暗红棕色,上部颜色较深,与上部黄土层颜色相差较明显;下部颜色渐浅,逐步过渡到下层黄土层。具团粒状结构,含有大量的黏粒胶膜,在裂隙面上见有黑红色铁锰质胶膜,但未见钙质菌丝和钙质结核等碳酸盐沉积。层内见有植物根系和生物潜穴等。古土壤



图 4 湖北秭归沙镇溪黄土剖面 I 中的古土壤
Fig. 4 Paleosol in the loess profile I in Shazhenxi, Zigui, Hubei

层厚约 95 cm。按照土壤分类,应属于棕红壤(中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组,1991),相对于北方黄土中的 S_1 (刘东生,1985;郭正堂等,1994)。

2.4 钙质结核

黄土结核是北方黄土中常见的由碳酸钙形成的淀积产物(滕志宏等,1991)。在剖面 I 中部发育有两层钙质结核(图 5)。上层钙质结核相对较小,一般在 5~10 cm,个别达 15 cm 以上;结核的形态以团块状、不规则球形居多,部分为生姜状或不规则状。下结核层中的结核个体相对较大,一般可达 10~15 cm,个别可达 25 cm,相当于北方离石黄土上部钙质结核的大小(刘东生,1985;李长安等,1995);下层结核的形状与上层正相反,个体的形状以不规则的姜状多见,部分呈不规则的球形和团块状。



图 5 湖北秭归沙镇溪黄土剖面 I 中的钙质结核分布及特征

Fig. 5 Characteristics and distribution of the caliche nodule in the loess profile I in Shazhenxi, Zigui, Hubei

结核体的内部可见同心结构或核状结构,断面参差不齐,一般由 2 个不同色调和结构的圈层构成。内圈颜色较深,呈暗紫色,外圈的颜色较浅,为褐黄色,内圈层较外圈层致密、坚硬(图 6)。内外核之间可见被环状裂隙分割。该 $CaCO_3$ 结核的形成代表年降水量较多时期(赵景波等,2015)。

钙质结核是风成黄土中常见的一种淀积产物,如灵台剖面晚第三纪以来厚约 290 m 的黄土—古土壤—红黏土堆积序列中,离石黄土厚约 82 m,包含



图 6 湖北秭归沙镇溪黄土剖面 I 中的钙质结核的内部结构
Fig. 6 Inner structure of the caliche nodule in the loess profile I in Shazhenxi, Zigui, Hubei

有 14 层钙质结核;午城黄土厚约 80 m,发育有 27 层钙结核;红黏土厚约 120 m,包含约 120 层钙结核(孙有斌等,2000;Sun et al.,1998)。大量研究表明,黄土中的钙质结核层是粉尘在沉积之后经历了不同程度的成壤改造作用使其中氧化钙物质的淋溶和积聚过程的产物(文启忠等,1981;刘东生,1985;孙有斌等,2000)。因此钙质结核层代表了一次成壤作用。

3 巫山黄土与北方黄土的地层对比

已有研究表明,巫山黄土为末次冰期粉尘堆积。从沙镇溪黄土剖面 I 的地层特征,大致相当于黄土高原的马兰黄土及离石黄土的顶部(L₁—L₂),可与黄土高原 15 万年以来的典型黄土地层剖面甘肃会宁、山西吉县、陕西渭南等对比(图 7)。现将各层特征对比如下:

(1)S₀ 层:沙镇溪黄土剖面与其他巫山黄土剖面一样 S₀ 不发育,或因处于河谷区遭受后期侵蚀未保留。

(2)L₁ 层:沙镇溪黄土剖面 L₁ 与北方马兰黄土 L₁ 的特征基本相同,只是颜色较典型马兰黄土稍偏红色或褐色,这可能是由于巫山黄土已靠近夏季风控制区,干旱程度可能要弱一些。北方马兰黄土 L₁ 中发育有不含钙质结核层,但存在一层(如会宁、吉县)或两层弱发育古土壤(渭南剖面 L₁₋₂ 和 L₁₋₄),其内发育钙质菌丝体,但未见钙质结核(郭正堂等,

1994)。沙镇溪剖面未见明显的弱发育古土壤层,但与之相对应的是两层钙质结核层,且钙质结核较粗大,成层性好。由于钙质结核层是粉尘黄土在成壤过程中氧化钙遭受淋溶—淀积作用的结果(文启忠等,1984),表明其成壤过程经历了更强的淋溶—淀积作用。

(3)S₁ 层:沙镇溪黄土剖面 S₁ 古土壤宏观特征与北方黄土 S₁ 大致相同,均属棕红壤。其差别是:A、北方黄土 S₁ 中发育有钙质结核层(刘东生,1985),有些剖面虽未发育钙质结核层但有大量的碳酸盐菌丝和零散分布的小钙质结核(郭正堂等,

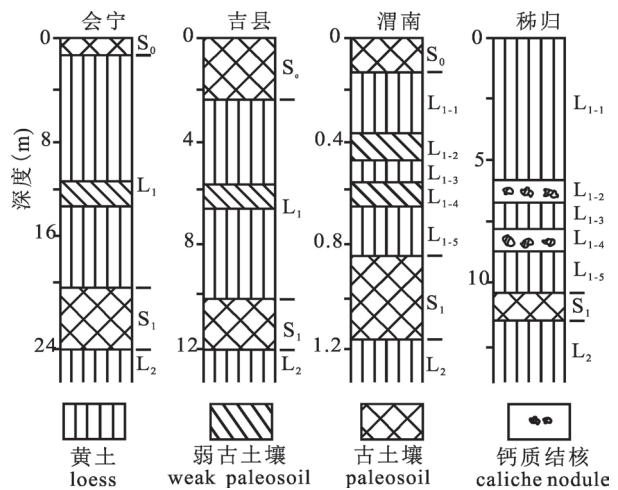


图 7 湖北秭归巫山黄土与北方典型黄土对比

Fig. 7 Comparison between Wushan loess in Zigui County and typical loess in north China

1994);而沙镇溪黄土剖面 S_1 未见钙质结核和明显的碳酸盐菌丝,表明巫山黄土 S_1 较北方黄土 S_1 经历了更完全的脱钙作用。B、沙镇溪黄土剖面 S_1 裂隙面上见有明显的铁锰质薄膜,而北方黄土的 S_1 仅见极少量铁质沉淀,并具有自西北向东南逐渐增加的趋势(郭正堂等,1996),在黄土高原南部关中地区可发育为铁锰质斑点(郭正堂等,1994;赵景波等,2015)。这表明巫山黄土 S_1 较北方黄土 S_1 的风化成壤作用更强,气候更加湿热。

总得来看,沙镇溪巫山黄土地层可与北方黄土地层 L_1 — S_1 对比,但黄土层的颜色较北方黄土稍深,古土壤层的成壤作用较北方黄土更强。这可能是由于巫山黄土的地理分布更加靠南,气候环境有所不同。

4 结论

新发现秭归巫山黄土共有不连续分布的 4 个剖面组成,其中以剖面 I 厚度最大,出露最好。本文重点对剖面 I 进行地层划分和区域对比,从秭归剖面得到巫山黄土的地层特征如下:

(1)地层序列:巫山黄土共有 4 层黄土、2 层钙质结核和 1 层古土壤组成,大致相当于黄土高原的马兰黄土及离石黄土的顶部(L_1 — L_2),可与黄土高原 15 万年以来的典型黄土地层剖面甘肃会宁、山西吉县、陕西渭南等对比。4 层黄土分别对应于渭南黄土剖面的 L_{1-1} 、 L_{1-3} 、 L_{1-5} 和 L_2 ,2 层钙质结核分别相对于 L_{1-2} 和 L_{1-4} ,古土壤层即为 S_1 。

(2)黄土层特征:巫山黄土 L_1 与北方马兰黄土 L_1 的特征基本相同,只是颜色较典型马兰黄土稍偏红色或褐色。巫山黄土 L_1 未见渭南剖面 L_1 中发育的两层弱发育古土壤(L_{1-2} 和 L_{1-4}),与之相对应的是两层钙质结核层,且钙质结核较粗大,成层性好。由于钙质结核层是粉尘黄土在成壤过程中氧化钙遭受淋溶—淀积作用的结果(文启忠等,1984),表明其成壤作用经历了更强的碳酸钙淋溶—淀积。

(3)古土壤层特征:巫山黄土剖面的 S_0 不发育,或因处于河谷区遭受后期侵蚀未保留。巫山黄土古土壤 S_1 的宏观特征与北方黄土 S_1 大致相同,均属棕红壤型。其主要差别:一是北方黄土 S_1 中发育有钙质结核层(刘东生,1985),有些剖面虽未发育钙质结核层但有大量的碳酸盐菌丝和零散分布的小钙质结核(郭正堂等,1994)。而沙镇溪黄土剖面 S_1 未见钙质结核和明显的碳酸盐菌丝。二是巫山黄土 S_1 裂隙面上见有少量铁锰质薄膜,而北方黄土

的 S_1 未见发育铁锰质沉淀,仅在黄土高原南部一些剖面中有少量的铁锰质斑点。该差别可能表明古土壤层 S_1 形成时三峡地区较黄土高原更加温暖和潮湿。

致谢:赖忠平教授、喻建新教授、季军良副教授参与了野外调查,特此致谢!

参 考 文 献 / References

(The literature whose publishing year followed by a “&” is in Chinese with English abstract; The literature whose publishing year followed by a “#” is in Chinese without English abstract)

安芷生,孙有斌,蔡演军,周卫健,沈吉. 2017. 亚洲季风变迁与全球气候的联系. 地球环境学报, 8(1): 1~5.

郭正堂,刘东生,安芷生. 1994. 渭南黄土沉积中十五万年来的古土壤及其形成时的古环境. 第四纪研究, 14: 256~269.

郭正堂, N. Fedoroff, 刘东生. 1996. 130ka 来黄土—古土壤序列的典型微形态特征与古气候事件. 中国科学(D 辑: 地球科学), (5): 392~398.

何永峰,王建力,王勇. 2009. 长江三峡巫山地区第四纪沉积物元素. 地球化学特征. 太原师范学院学报(自然科学版), 8(4): 94~100.

黄臻,王建力,王勇. 2010. 长江三峡巫山第四纪沉积物粒度分布特征. 热带地理, 30(1): 30~33.

柯于义,尹华刚,郭峰,杨汉良. 2007. 三峡库区“巫山黄土”成因研究. 人民长江, 38(9): 72~73.

李长安,吴金平,曹江雄. 1995. 冀西北黄土钙质结核形态及其成因动力学特征与地层环境意义. 地球科学, (5): 511~514.

李长安,张玉芬,袁胜元,邵磊,江华军,周耀,牛志军,赵小明,涂兵. 2010. “巫山黄土”粒度特征及其对成因的指示. 地球科学—中国地质大学学报, 35(5): 879~884.

李长安,张玉芬,熊德强,周耀,郭洁. 2013. “巫山黄土”常量元素地球化学特征. 地球科学, 38(5): 916~922.

刘东生. 1985. 黄土与环境. 北京: 科学出版社, 45~61.

刘东生. 2009. 黄土与干旱环境. 合肥: 安徽科技出版社, 63~71.

刘俊峰,滕志宏. 1993. 黄土地层钙质结核的孢粉组合及其意义. 西北大学学报(自然科学版), (2): 159~167.

刘兴诗. 1983. 四川盆地的第四系. 成都: 四川科学技术出版社: 95~97.

石纲,曾锋. 2005. 三峡库区巫山客运港区黄土类土研究. 人民长江, (3): 38~39.

孙有斌,周杰,安芷生. 2000. 灵台风尘堆积中钙质结核的地球化学研究. 地球化学, (3): 277~282.

滕志宏,刘荣谟,陈岑,谭桂声. 1990. 中国黄土地层中的钙质结核研究. 科学通报, (13): 1008~1011.

王建明,王勇,王建力. 2009. 巫山第四纪沉积物粒度特征研究. 人民长江, 40(13): 13~15.

吴可,彭红霞,时冉. 2014. 长江三峡地区黄土粒度特征及其成因分析. 华中师范大学学报(自然科学版), 48(2): 284~289.

文启忠,孙福庆,刁桂仪,余素华. 1981. 黄土剖面中氧化物的比值和相对淋溶、积聚值在地质上的意义. 地球化学, (4): 381~387.

谢明. 1991. 长江三峡地区的黄土状堆积物. 地球化学, 3: 292~300.

赵景波,罗小庆,刘瑞,陈宝群,岳应利. 2015. 关中平原黄土中第 1 层古土壤发育时的土壤水分研究. 地质学报, 89(12): 2389~2399.

- 张玉芬, 李长安, 邵磊, 罗昊, 蒋维杰, 牛志军, 赵小明, 涂兵. 2010. “巫山黄土”磁组构特征及对成因的指示. *地球科学*, 35(5): 885~890.
- 张玉芬, 李长安, 邵磊, 周耀, 刘引迪. 2013. “巫山黄土”的稀土元素特征及成因. *地球科学—中国地质大学学报*, 38(1): 181~187.
- 张玉芬, 李长安, 孙习林, 毛欣, 高孟秋, 熊德强, 王金鑫. 2016. 江汉平原东北缘麻城剖面磁化率特征及气候环境意义. *地球科学*, 41(7): 1225~1230.
- 张玉芬, 李长安, 孙习林, 魏传义, 李亚伟. 2019. 长江三峡屈原镇土状堆积的成因及地质环境意义. *地质学报*, (待刊).
- 张芸, 朱诚, 张强, 郑若葵. 2001. 长江三峡大宁河流域 3000 年来的沉积环境和风尘堆积. *海洋地质与第四纪地质*, 21(4): 83~88.
- 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组、中国土壤系统分类课题研究协作组. 1991. 中国土壤系统分类 (首次方案). 北京: 科学出版社: 112.
- An Zhisheng, Sun Youbin, Cai Yajun, Zhou Weijian, Shen Jie. 2017&. Asian monsoon change and its links to global climate. *Journal of Earth Environment*, 8(1): 1~5.
- Guo Zhengtang, Liu Dongsheng, An Zhisheng. 1994&. Paleosols of the last 0.15Ma in the Weinan loess section and their paleoclimatic significance. *Quaternary Sciences*, 3(8): 256~269.
- Guo Zhengtang, N. Fedoroff, Liu Dongsheng. 1996#. Typical micromorphological characteristics of the last 130ka loess—paleosol sequence and their paleoclimatic significance. *Scientia Sinica Terrae*, 26(5): 392~398.
- He Yongfeng, Wang Jianli, Wang Yong. 2009&. Geochemistry characteristics of Quaternary sediments from Wushan district in three gorges. *Journal of Taiyuan Normal University*, 8(4): 194~100.
- Huang Zhen, Wang Jianli, Wang Yong. 2010&. Grain-size features of Quaternary sediments in Changjiang Three Gorge reservoir of the Wushan area, *Tropical Geography*, 30(1): 30~33.
- Ke Yuyi, Yin Huagang, Guo feng, Yang Hanliang. 2007#. Genetic research of “Wushan loess” in TGP reservoir area. *Yangtze River*, 38(9): 72~73.
- Li Changan, Wu Jinping, Cao Jiangxiong. 1995&. Form and genetic dynamics characteristics of calcareous concretion in the loess of Northwestern Hebei province and it's stratigraphy significance. *Earth Science*, 20(5): 511~514.
- Li Changan, Zhang Yufen, Yuan Shengyuan, Shao Lei, Jiang Huajun, Zhou Yao, Niu Zhijun, Zhao Xiaoming, Tu Bing. 2010&. Grain size characteristics and origin of the “Wushan loess” at Wushan area. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 35(5): 879~884.
- Li Changan, Zhang Yufen, Xiong Deqiang, Zhou Yao, Guo Jie. 2013&. Major element compositions of the “Wushan loess”. *Earth Science*, 38(5): 916~922.
- Liu Junfeng, Teng Zhihong. 1993&. The spore-pollen assemblages and their significance of calcareous concretions in the loess strata. *Journal of Northwest University (Natural Science Edition)*, 23(2): 159~167.
- Liu, Xingshi, 1983#. *Quaternary System of the Sichuan Basin*. Chengdu: Sichuan Science and Technology Publishing House: 95~97.
- Shi Gang, Zeng Feng. 2005#. Research on loessial soil in the area of Wushan passenger terminal in the Three Gorges reservoir area. *Yangtze River*, 36(3): 38~39.
- Sun Donghuai, An Zhisheng, J. Shaw, J. Bloemendal, Sun Youbin. 1998&. Magneto-stratigraphy and paleoclimatic significance of Late Tertiary sequences in the Chinese Loess Plateau. *Geophys J. Int.*, 134: 207~212.
- Sun Youbin, Zhou Jie, An Zhisheng. 2000&. Geochemical characteristics of calcareous nodules in Lingtai eolian deposits. *Geochimica*, 29(3): 277~282.
- Teng Zhihong, Liu Rongmo, Chen Ling, Tan Guisheng. 1990#. Study on calcic concretion in loess strata of China. *Chinese Science Bulletin*, (13): 1008~1011.
- Wang Jianming, Wang Yong, Wang Jianli. 2009&. Study on grain size characteristics of quaternary sediments Quaternary sediments in Wushan, Yangtze River, 40(13): 13~15.
- Wen Qizhong, Sun Fuqing, Diao Guiyi, Yu Shuhua. 1981&. Ratios of oxides and relative values of weathering leaching or accumulation in Luochuan loess section Shanxi province and their geological significance. *Geochimica*, (4): 381~387.
- Wu Ke, Peng Hongxia, Shi Ran. 2014&. Analysis of loess grain size and its genesis in the three gorges area of the Yangtze river, *Journal of Huazhong Normal University*, 48(2): 284~289.
- Xie Ming. 1991&. Loessal deposits in the Three Gorge Area of the Changjiang (Yangtze) river. *Geochimica*, 3292~300.
- Zhang Yufen, Li Changan, Shao Lei, Luo Hao, Jiang Weijie, Niu Zhijun, Zhao Xiaoming, Tu Bing. 2010&. Magnetic fabric characteristics of “Wushan Loess” and its indication of genesis. *Earth science*, 35(5): 885~890.
- Zhang Yufen, Li Changan, Shao Lei, Zhou Yao, Liu Yindi. 2013&. REE compositions of the “Wushan Loess” and It's origin. *Earth Science*, 38(1): 181~187.
- Zhang Yufen, Li Changan, Sun X L, Mao Xin, Gao Mengqiu, Xiong Deqiang, Wang Jinxin. 2016&. Sediment magnetism characteristics and its climatic environment significance of northeast margin of Jiangnan Plain. *Earth Science*, 41(7): 1225~1230.
- Zhang Yufen, Li Changan, Sun Xilin, Wei Chuanyi, Li Yawei. 2019&. Sediment formation of Quyan town in the Three Gorges Valley and its implications for the geo-environment division. *Acta Geographica Sinica*(in press).
- Zhang Yun, Zhu Cheng, Zhang Qiang, Zheng Ruokui. 2001&. Sedimentary environment and eolian deposits in past 3000a in Daning valley of the three gorges of the Yangtze river. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 21(4): 83~88.
- Zhao Jinbo, Luo Xiaoqing, Liu Rui, Chen Baoqun, Yue Yingli. 2015&. Research in soil moisture during development of S1 paleosol in Guanzhong plain. *Acta Geologica Sinica*, 89(12): 2389~2399.

Stratigraphic characteristics of the Wushan loess in
Shazhenxi section, Zigui, Hubei

LI Chang'an^{1, 2)}, ZHANG Yufen³⁾, LI Yawei¹⁾, SU Jianchao¹⁾, HU Xulong³⁾

1) School of Geography and Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan, 430074;

2) Hubei Key Laboratory of Critical Zone Evolution, China University of Geosciences, Wuhan, 430074;

3) Institute of Geophysics and Geomatics, China University of Geosciences, Wuhan, 430074

Objectives: Yangtze River basin is the southern boundary of dust and loess deposition in China. Wushan Loess distributed along the Three Gorges valley in Yangtze River is the representative loess profile in Yangtze River basin and has crucial scientific significance. It is significant not only to the supplement distribution region of loess, but also to the comparison with the north loess.

Methods: Based on detailed field observation of Wushan loess profile in Shazhenxi section, Zigui, Hubei province, we have studied its features of petrology, stratigraphic structure. The division of the Wushan loess was initially proposed and comparison with the north loess was discussed.

Results: Previous studies of the Wuhan Loess focus on the specific issue in a individual section in Wushan County, and the overall understanding of stratigraphic characteristics and Loess—paleosol sequence characteristics of Wushan Loess is still lacking, which has become a basic geological problem and seriously restrict its further development. In this paper, stratigraphic division of the Wushan Loess was carried out initially and comparison with the northern loess was performed according to the representative and integrated loess profile in Shazhenxi, Zigui County. The result showed that Wushan Loess has 4 layers of loess, 2 layers of caliche nodules and 1 paleosol layer, which were roughly equivalent to the top (L_1 — L_2) of Malan loess and Lishi loess in the Loess Plateau. 4 layers of loess correspond to the L_{1-1} 、 L_{1-3} 、 L_{1-5} and L_2 respectively in Weinan Loess Profile and 2 layers of caliche nodules correspond to the L_{1-2} and L_{1-4} respectively, and the paleosol correspond to S_1 .

Conclusions: Comparison with the northern loess, the loess of Wushan Loess was darker and slightly red in color and the paleosol had more intense pedogenesis, which may be ascribed to different climate environment that Wushan Loess distributed in the south region of the Summer Monsoon control with stronger weathering.

Keywords: Wushan loess; loess strata; paleosol; caliche nodule; Zigui County, Hubei Province

Acknowledgements: Professor LAI Zhongping, YU Jianxin and associate professor JI Junliang participated in the field survey. Thanks for your cooperation and revision for the paper. Yonghui Leng participated drawing of the manuscript and this research is supported by National Science Foundation(Nos. 41877292, 41671011) and Project of Geology study of Yangtze river plan(No. CUGCJ1801)

First author: LI Chang'an, male, born in 1956, Professor, Ph. D. of Quaternary Geology, mainly engaged in Quaternary Geology and Geomorphology teaching and researching; Email: 1002858465@qq. com

Manuscript received on: 2019-07-17; Accepted on: 2019-10-20; Edited by: LIU Zhiqiang

Doi: 10.16509/j. georeview. 2020. 01. 015