

文章编号: 1006-6616 (2009) 01-0095-10

江西九江红土堆积的粒度特征及成因研究

李敬卫¹, 乔彦松^{1,2}, 王 燕^{1,2}, 彭莎莎^{1,3}

- (1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;
2. 国土资源部新构造运动与地质灾害重点实验室, 北京 100081;
3. 中国海洋大学海洋地球科学学院, 山东 青岛 266003)

摘要: 在南方红土的研究中, 区分不同地区红土地层的成因类型是研究区域古环境演化的关键。以江西九江红土剖面为例, 通过系统的粒度分析, 并与西峰黄土、古土壤样品及代表性河、湖相沉积的粒度特征进行对比, 结果表明, 九江红土与西峰黄土、古土壤样品具有相似的粒度分布特征, 而与河、湖相沉积有较大区别。其中, 九江剖面上部的下蜀土与西峰黄土粒度特征相近, 而剖面下部的网纹红土与西峰古土壤样品更为相似, 表明江西九江红土堆积与中国北方黄土一样属于风尘堆积。研究成果为古环境信息的进一步提取奠定了基础。

关键词: 江西九江; 网纹红土; 下蜀土; 粒度特征; 成因

中图分类号: P534.63

文献标识码: A

0 引言

广泛分布于长江中下游地区的红土堆积记录了中国北亚热带地区重要的古环境信息, 是研究中国南方古气候演化以及进行南北古气候对比的理想地质材料。目前, 通过多个剖面的系统研究, 在该区红土堆积的形成时代^[1-4]、沉积成因^[5-8]及古环境状况^[5-16]等方面都取得了重要认识。其中, 关于沉积成因的研究, 通过沉积学^[5-8]、地球化学特征^[5-8]的分析表明长江中下游地区的部分红土堆积属于风成成因, 而最新的研究结果则显示南方红土具有多元成因的特点^[17]。因此, 在南方红土的研究中, 区分不同地区红土地层成因类型的差异是进一步研究古环境演化的关键。

江西九江是我国南方红土研究程度较高的地区之一, 有的学者通过典型样品沉积学、地球化学特征的分析证明该区的红土堆积属于风成成因^[8]。然而, 要准确地判断其成因类型, 还需要对整个序列进行系统研究。沉积物的粒度特征与沉积环境密切相关, 常被用于不同沉积物成因类型的判别及搬运动力条件的研究^[18-21], 也是提取古气候信息的常用指标^[22-25]。

本文对九江红土剖面样品进行了系统的粒度分析, 并与西峰黄土、古土壤样品及典型

收稿日期: 2008-10-07

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40472088); 中国地质调查局地质调查项目 (1212010741403); 地质力学研究所基本科研业务费项目 (DZLXJK200711)。

作者简介: 李敬卫 (1970-), 男, 硕士研究生, 主要从事第四纪地质环境等方面研究工作。E-mail: lijingwei605@

河、湖相沉积的粒度特征进行了对比,系统研究该区红土堆积的沉积成因。

1 样品采集与测试

九江剖面(118°52'E, 30°52'N)位于江西省九江市北约2 km的九庐公路道边,剖面厚度23 m。其中,0~9.7 m为下蜀土层,9.7~23 m为网纹红土层,网纹红土层之下为河流相砾石层。本次研究以10 cm间距对该剖面采取了231个样品进行粒度测试。同时,为了进行对比,在甘肃庆阳西峰剖面选取第四纪黄土样品10个、古土壤样品9个;在四川泸定海子坪剖面^[26]选取湖相样品5个;在安徽宣城剖面下部^[4]取得河流相样品8个。在样品的前处理过程中,首先加入10 mL 30%的H₂O₂,加热至140 ℃去除有机质;然后加入10 mL 10%的盐酸,加热至200 ℃去除碳酸盐;最后加入10 mL 0.05 mol/L的(NaPO₃)₆分散剂,并用超声波清洗机振荡10 min后上机测量。样品测量在英国Marvern仪器有限公司生产的Mastersizer 2000上完成,重复测量的相对误差小于1%。

2 九江红土的粒度特征及其与第四纪黄土及河湖相样品的对比

2.1 粒度分布特征

图1a、1b分别为九江剖面上部下蜀土和中、下部网纹红土样品粒度分布的频率曲线。其中,下蜀土的样品编号分别为JJ1、2、3、4,网纹红土的样品编号分别为JJ150、151、152、153。它们与西峰黄土(图1c)、古土壤(图1d)样品一样,都呈双峰分布,以粉砂颗粒(5~50 μm)为主,缺少粗尾,大于63 μm颗粒的含量很少,与泸定湖相(图1e)、宣城河流相(图1f)样品的多峰分布特征有很大区别。另外,进一步对比可以发现,九江下蜀土样品(图1a)的频率曲线与西峰黄土(图1c)更为接近,含有较多的粗粒级组分;九江网纹红土(图1b)与西峰古土壤(图1d)更为相似,含有较多的细粒级组分,进一步证明九江网纹红土是在极端湿热气候条件下形成的古土壤^[4]。

2.2 粒度参数

沉积物的粒度参数与形成环境及搬运动力条件具有密切关系。常用的粒度参数统计分析方法包括矩法^[27]和图解法^[28]两种,本文采用了矩法计算粒度参数的方法,计算公式如下^[27]:

$$\text{平均粒径: } \bar{X} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n f_i X_i \quad (1)$$

$$\text{标准偏差: } \sigma = \sqrt{\frac{1}{100} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 f_i} \quad (2)$$

$$\text{偏度: } S = \sigma^{-3} \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 f_i \quad (3)$$

$$\text{峰度: } K = \sigma^{-4} \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 f_i \quad (4)$$

上述公式中, X_i 为第*i*个粒级的中点粒径, f_i 为第*i*个粒级的百分含量。图2为九江剖面不同深度的典型下蜀土(10个)、网纹红土(10个)样品与西峰黄土、古土壤以及河湖相沉积粒度参数的对比。从图中可以看出,下蜀土的平均粒径一般在6.4~6.8φ(9.0~

11.8 μm) 之间, 网纹红土的平均粒径一般在 $7.1 \sim 7.2\phi$ ($6.8 \sim 7.3 \mu\text{m}$) 之间, 与西峰黄土、古土壤相比总体偏细, 但九江红土的标准偏差与西峰黄土、古土壤非常接近, 分选程度明显高于泸定湖相及宣城河流相沉积, 表明其搬运动力的相对稳定性。九江剖面下蜀土与网纹红土样品均呈正偏态, 与西峰黄土、古土壤比较接近, 虽然泸定湖相样品也为正偏态, 但其偏度明显大的多。九江红土与西峰黄土、古土壤以及宣城河流相样品的峰度比较接近, 明显比泸定湖相样品的峰度值小。

由以上分析可以看出, 每个粒度参数都具有一定的成因及沉积环境的判别意义。但是, 沉积环境的各种条件非常复杂, 用单一的粒度参数有时难以严格区分两种不同类型的沉积物, 常常需要对各种粒度参数进行综合分析, 才能得出比较合理的结论。对已知环境的当代沉积物粒度结构参数散点图^[29]的研究表明, 不同类型沉积物的某些点子虽然可以互相穿插, 但成因环境的界线则非常明显。鹿化煜等^[20, 21]对三趾马红土与第四纪黄土、古土壤以及河、湖相沉积的粒度结构参数的对比研究结果显示, 三趾马红土的粒度结构参数散点图与第四纪黄土、古土壤非常相似, 而与河、湖相沉积有很大区别。在本文粒度结构参数散点图(见图3)中, 九江红土与西峰黄土、古土壤具有非常相近的投影区域, 而与河流相、湖相样品存在很大区别。反映了九江红土与西峰黄土一样, 属于风成成因。

2.3 粒度指数特征

四分位值 (Q_1 、 Q_3) 和中位数 (M_d) 也是反映沉积物特征的重要参数, 综合利用这些参数可以直接看出四分位标准差、偏度等的变化, 从而判别不同的沉积物类型^[29]。从图4可以看出, 九江不同深度的红土样品与西峰黄土、古土壤的粒度指数图非常相似, 而与河流相、湖相沉积有很大区别。

2.4 综合 C-M 图

C-M 图是一种综合性的成因图解^[29]。在沉积物成因研究中, 主要是通过未知样品在 C-M 图中的投影区域与已知成因样品的投影区域进行比较来确定其成因及沉积环境^[20, 21]。九江剖面不同深度的下蜀土、网纹红土与西峰黄土、古土壤样品在 C-M 图中的投影呈带状分布

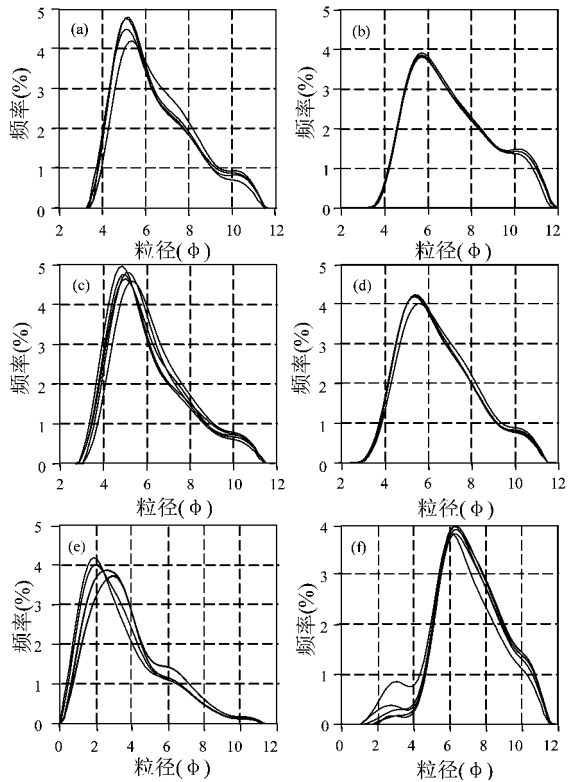


图1 九江红土与西峰黄土、古土壤及河、湖相沉积粒度分布的频率曲线

Fig.1 Grain-size distribution curves of the Jiujiang Red Earth, Xifeng loess and soil, lacustrine and fluvial sediment samples

图中 (a)、(b) 分别为九江剖面上部下部蜀土和中、下部网纹红土样品; (c)、(d) 分别为西峰黄土、古土壤样品; (e) 为泸定湖相样品; (f) 为宣城河流相样品

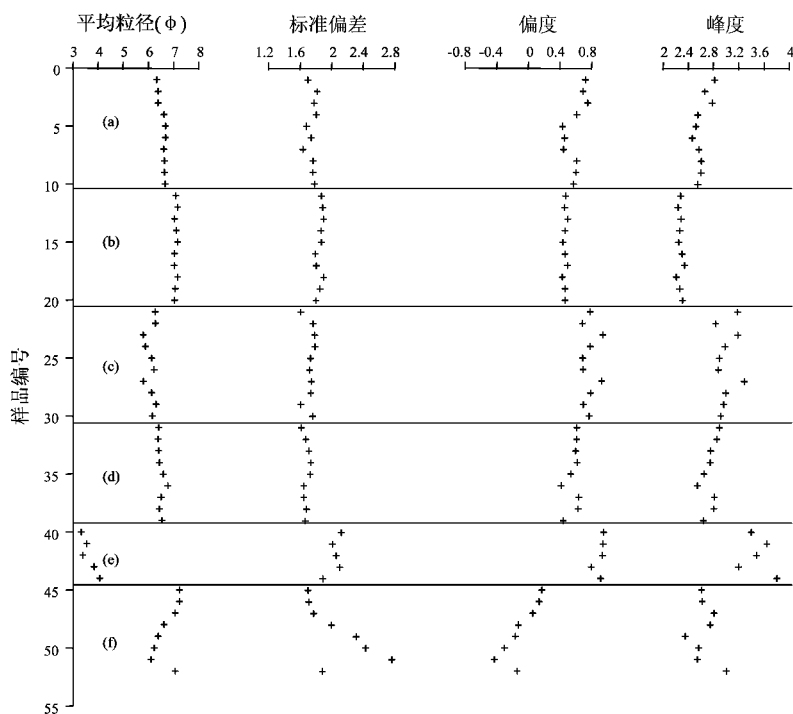


图 2 九江红土与西峰黄土、古土壤及河、湖相样品的粒度参数对比

Fig.2 Comparison of grain-size parameters among of the Jiujiang red earth,

Xifeng loess, lacustrine and fluvial sediments

(a), (b) 九江剖面下蜀土及网纹红土样品; (c), (d) 西峰黄土、古土壤样品;

(e) 一泸定湖相样品; (f) 一宣城河流相样品

(见图 5)。在该带中，西峰黄土样品的中值粒径偏粗，位于 C-M 图的右上方，九江网纹红土样品的粒度偏细，位于 C-M 图的左下方。泸定湖相和宣城河流相样品的投影区域与上述样品明显不同。

2.5 判别分析

判别分析是一种多元统计分析方法，用来寻找适当的统计值以判断不同的沉积作用和沉积环境，通过对沉积物粒度参数的统计分析，可以找出判别不同沉积类型的指标值。本文用下面的公式^[30]来计算样品的判别值：

$$Y = -3.5688M_z + 3.7016\sigma_1^2 - 2.0766K_z + 3.1135K_c \quad (5)$$

式中 Y 为判别参数， M_z 、 σ_1^2 、 K_z 、 K_c 分别为平均粒径、标准偏差、偏度、峰度，计算结果见图 6。从图中可以看出，泸定湖相沉积的判别参数为正值，其余的全为负值。九江红土剖面不同深度的下蜀土、网纹红土与西峰黄土、古土壤的判别参数比较接近，而且其判别参数值也相对比较稳定，而宣城河流相与泸定湖相样品的判别参数变化较大。根据 Sahu 的研究^[30]，上式计算的风尘堆积的判别值应该小于 -2.7411 ，上述所有下蜀土、网纹红土样品的判别值全部在该范围之内。鹿化煜等^[20, 21]用同样的方法计算了不同地区河流相、湖相样品的判别参数，计算结果均为负值，且不同时间、地点的河、湖相样品的判别参数也有较大的变化范围。九江红土剖面下蜀土、网纹红土样品的判别参数范围非常集中，需要十分稳定的动力条件和沉积环境。以上判别分析的结果也反映出九江红土与西峰黄土、古土壤具有相同

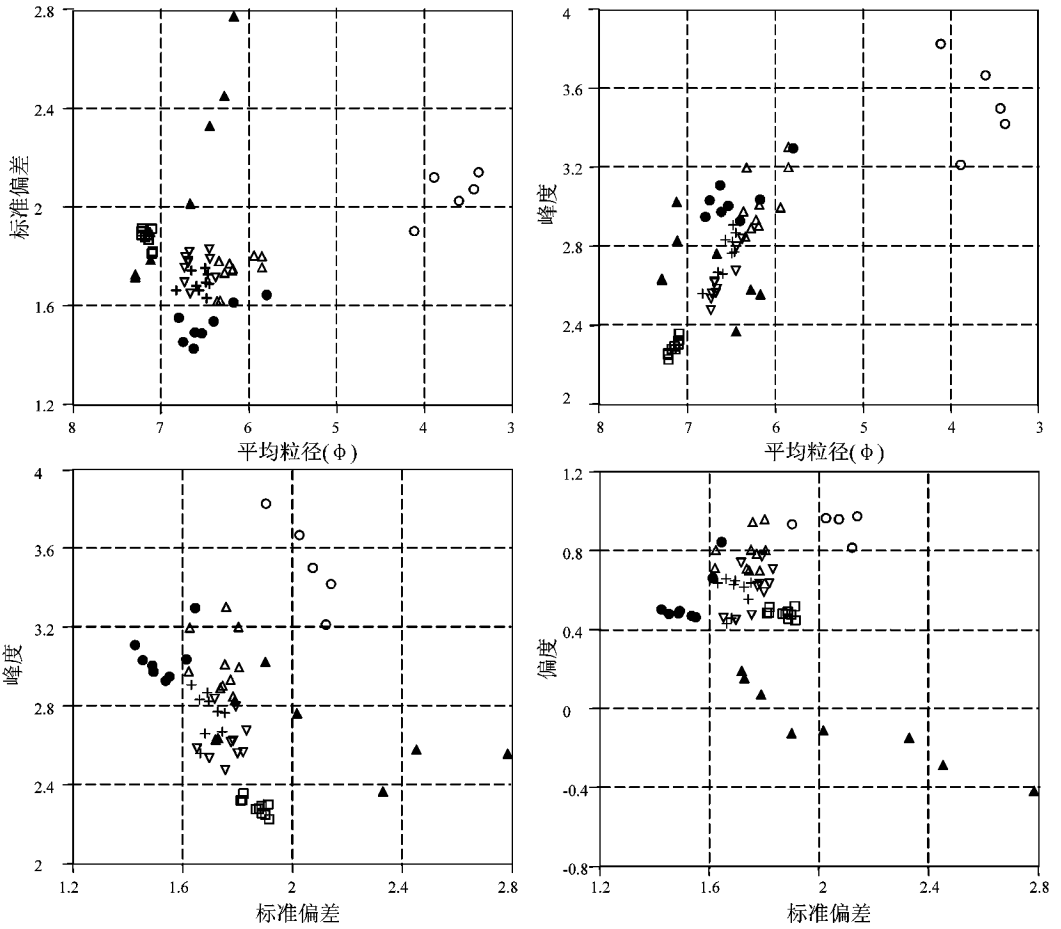


图 3 九江红土与西峰黄土、古土壤以及河、湖相样品的粒度结构参数散点图

Fig.3 Statistical parameters of grain-size distribution plots of the Jiujiang Red Earth,

Xifeng loess and soil, lacustrine and fluvial sediments

▽九江下蜀土；□九江网纹红土；△西峰黄土；+西峰古土壤；○泸定湖相沉积；▲宣城河流相沉积

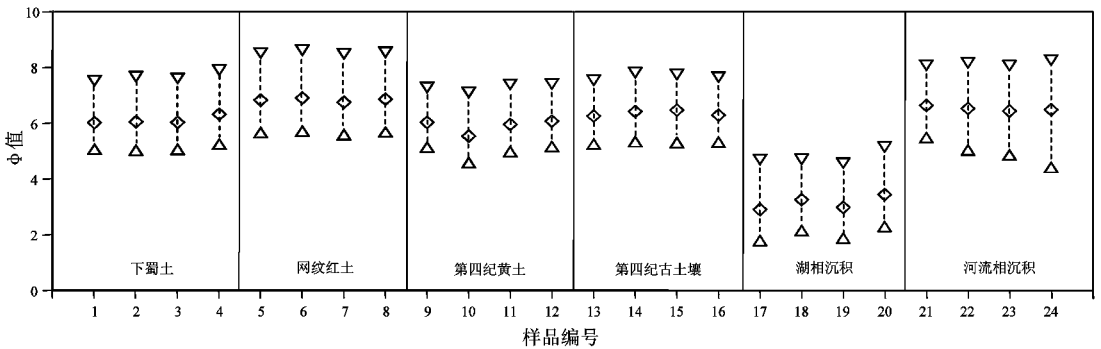


图 4 九江红土与西峰黄土、古土壤以及河、湖相样品的粒度指数图

Fig.4 Q_1 - M_4 - Q_3 plots of the Jiujiang Red Earth, Xifeng loess and soil,

lacustrine and fluvial sediments

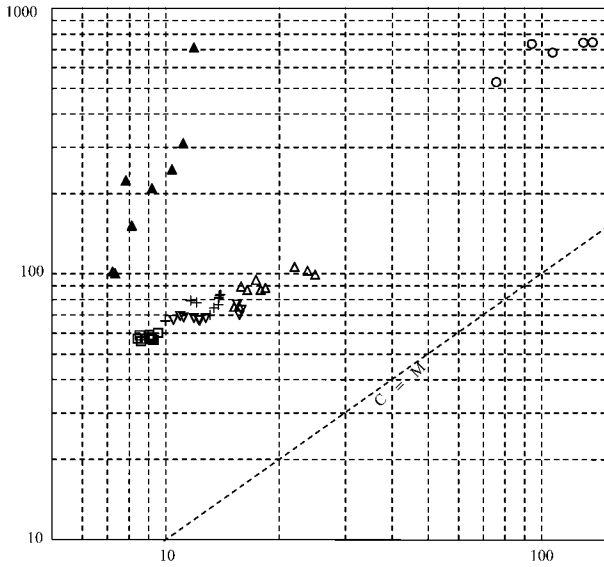


图 5 九江红土与西峰黄土、古土壤以及河、湖相样品的综合 C-M 图

Fig.5 C-M plots of the Jiujiang Red Earth, Xifeng loess and soil, lacustrine and fluvial sediments

▽九江下蜀土；□九江网纹红土；△西峰黄土；+西峰古土壤；○泸定湖相沉积；▲宣城河流相沉积

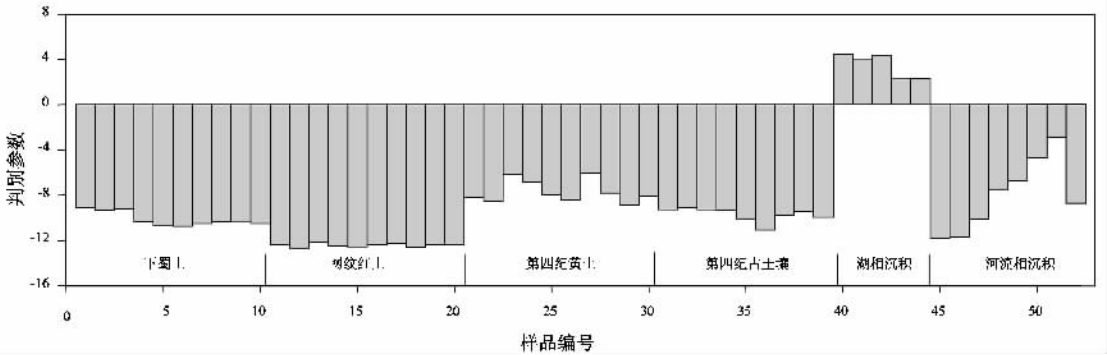


图 6 九江红土与西峰黄土、古土壤以及河、湖相样品的判别参数

Fig.6 Y-values of grain-size distribution of the Jiujiang Red Earth,

Xifeng loess and soil, lacustrine and fluvial sediments

的成因。

2.6 九江剖面粒度中值粒径及各粒级组分在剖面上的变化

对九江剖面 231 个样品的粒度分析结果 (见图 7) 表明, 所有下蜀土及网纹红土样品都以粉砂颗粒为主, 中值粒径变化范围在 5.8 ~ 15.8 μm 之间, 大于 63 μm 的粗颗粒含量最大值为 4.3%, 平均值为 1.1% (见图 7)。九江红土这种稳定的细粒沉积是风尘堆积的典型特征。

3 结论

对位于江西九江的红土剖面系统的粒度分析表明, 该区的下蜀土及网纹红土层以均匀的细颗粒为主, 并且具有与中国北方典型风成黄土相似的粒度分布及粒度参数特征。其中, 剖

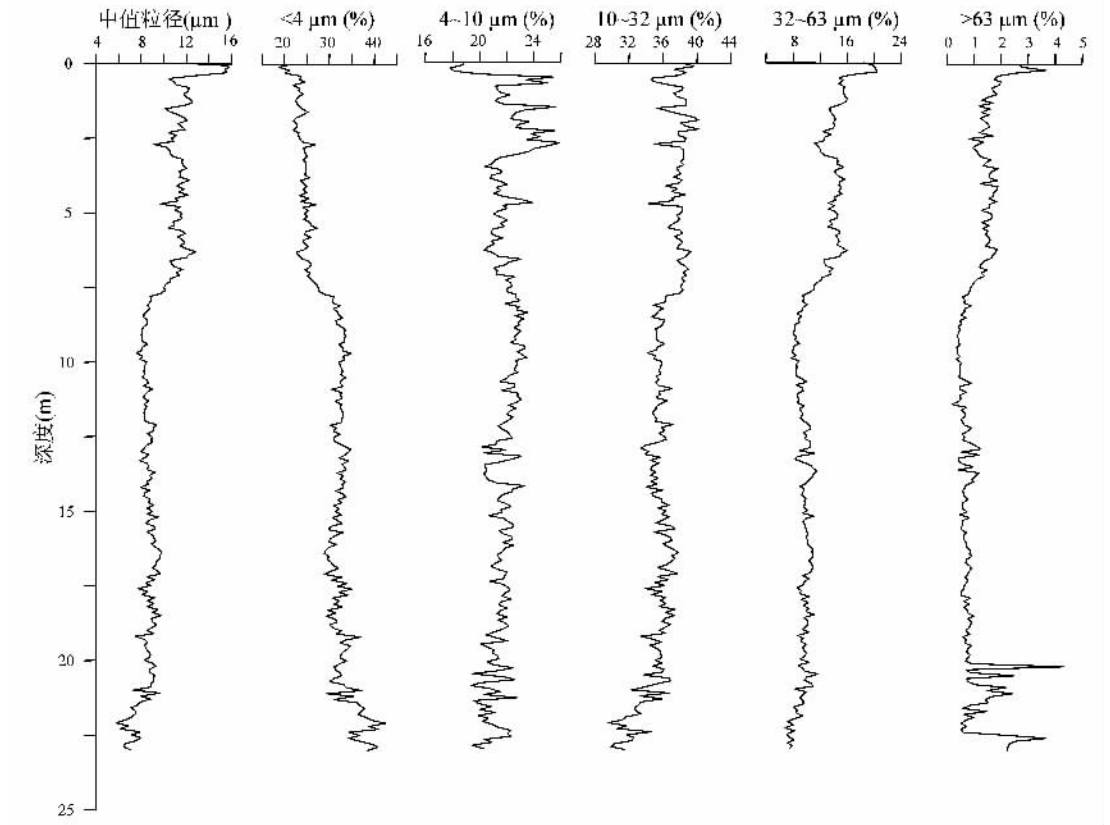


图 7 九江剖面粒度中值粒径及各粒级组分变化

Fig.7 Variations of median grain-size and some grain fractions content in Jiujiang section

面上部的下蜀土与西峰黄土粒度特征相近，而剖面下部的网纹红土与西峰古土壤更为相近。上述研究结果表明，江西九江的红土堆积与中国北方的第四纪黄土、古土壤一样属于风尘堆积。

参 考 文 献

- [1] 吴锡浩, 徐和聆, 蒋复初, 等. 长江中下游地区网纹红土中撞击事件记录的首次发现与初步研究 [J]. 地质地球化学, 1995, 4: 83~86.
WU Xi-hao, XU He-ling, JIANG Fu-chu, et al. First discovery and preliminary study on impact event record in reticulate red earth in the middle-lower reach of Yangtze River [J]. Geology-Geochemistry, 1995, 4: 83~86.
- [2] 杨浩, 赵其国, 李小平, 等. 安徽宣城风成沉积-红土系列剖面 ESR 年代学研究 [J]. 土壤学报, 1996, 33 (3): 293~300.
YANG Hao, ZHAO Qi-guo, LI Xiao-ping, et al. ESR dating of aeolian sediment and red earth series from Xuancheng profile in Anhui Province [J]. Acta Pedologica Sinica, 1996, 33 (3): 293~300.
- [3] 蒋复初, 吴锡浩, 肖华国, 等. 九江地区网纹红土的时代 [J]. 地质力学学报, 1997, 3 (4): 27~32.
JIANG Fu-chu, WU Xi-hao, XIAO Hua-guo, et al. Age of the vermiculated red soil in Jiujiang area, central China [J]. Journal of Geomechanics, 1997, 3 (4): 27~32.
- [4] 乔彦松, 郭正堂, 郝青振, 等. 皖南风尘堆积-土壤序列的磁性地层学研究及其古气候意义 [J]. 科学通报, 2003, 48 (13): 1465~1469.

- QIAO Yan-song, GUO Zheng-tang, HAO Qing-zhen, et al. Magnetostratigraphy and its paleoclimatic significance of the aeolian dust deposition-soil sequence in southern Anhui [J]. Chinese Science Bulletin, 2003, 48 (13): 1465 ~ 1469.
- [5] 李徐生, 杨达源, 鹿化煜, 等. 皖南第四纪风尘堆积序列的粒度特征及其意义 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1997, 17 (4): 73 ~ 81.
- LI Xu-sheng, YANG Da-yuan, LU Hua-yu, et al. The grain size features of Quaternary aeolian dust deposition sequence in south Anhui and their significance [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 1997, 17 (4): 73 ~ 81.
- [6] 熊尚发, 丁仲礼, 刘东生. 赣北红土与北京邻区黄土及沙漠砂的粒度特征对比 [J]. 科学通报, 1999, 44 (11): 1216 ~ 1219.
- XIONG Shang-fa, DING Zhong-li, LIU Dong-sheng. Comparison of grain-size characteristics of red earth in north Jiangxi and loess and desert sand in Beijing [J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44 (11): 1216 ~ 1219.
- [7] 胡雪峰, 沈铭能, 方圣琼. 皖南网纹红土的粒度分布特征及古环境意义 [J]. 第四纪研究, 2004, 24 (2): 160 ~ 166.
- HU Xue-feng, SHEN Ming-neng, FANG Sheng-qiong. Grain-size distribution of the reticulate red clay in southern Anhui Province and its paleo-environmental significance [J]. Quaternary Sciences, 2004, 24 (2): 160 ~ 166.
- [8] XIONG Shang-fa, SUN Dong-huai, DING Zhong-li. Aeolian origin of the red earth in southeast China [J]. Journal of Quaternary Science, 2002, 17 (2): 181 ~ 191.
- [9] 杨达源, 韩辉友, 周旅复, 等. 安徽宣城地区中晚更新世风成沉积与环境变迁 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1991, 22 (3): 97 ~ 104.
- YANG Da-yuan, HAN Hui-you, ZHOU Li-fu, et al. Eolian deposit and environmental change of Middle-Late Pleistocene in Xuancheng, Anhui Province south of the lower reaches of the Yangtze River [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 1991, 22 (3): 97 ~ 104.
- [10] 袁国栋, 龚子同. 第四纪红土的土壤发生及其古地理意义 [J]. 土壤学报, 1990, 27 (1): 54 ~ 62.
- YUAN Guo-dong, GONG Zi-tong. Soil genesis of Quaternary red earth and its paleogeographic implication [J]. Acta Pedologica Sinica, 1990, 27 (1): 54 ~ 62.
- [11] 熊尚发, 丁仲礼, 刘东生. 南方红土元素迁移特征及其古气候意义 [J]. 土壤学报, 2001, 38 (1): 25 ~ 31.
- XIONG Shang-fa, DING Zhong-li, LIU Dong-sheng. Mass balance geochemistry of the red earth in southern China and its environmental implications [J]. Acta Pedologica Sinica, 2001, 38 (1): 25 ~ 31.
- [12] 杨元根, 刘丛强, 袁可能, 等. 南方红土形成过程及其稀土元素地球化学 [J]. 第四纪研究, 2000, 20 (5): 469 ~ 480.
- YANG Yuan-gen, LIU Cong-qiang, YUAN Ke-neng, et al. Laterite formation process in southern China and its rare earth element (REE) geochemistry [J]. Quaternary Sciences, 2000, 20 (5): 469 ~ 480.
- [13] 熊尚发, 刘东生, 丁仲礼. 南方红土的剖面风化特征 [J]. 山地学报, 2000, 18 (1): 7 ~ 12.
- XIONG Shang-fa, LIU Dong-sheng, DING Zhong-li. The weathering sequence of the red earth over southern China [J]. Journal of Mountain Research, 2000, 18 (1): 7 ~ 12.
- [14] 熊尚发, 丁仲礼, 刘东生, 等. 南方红土网纹: 古森林植物根系的土壤学证据 [J]. 科学通报, 2000, 45 (12): 1317 ~ 1321.
- XIONG Shang-fa, DING Zhong-li, LIU Dong-sheng, et al. Reticulate red earth in the south: A pedologic evidence of plant root system in ancient forest [J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 45 (12): 1317 ~ 1321.
- [15] 李长安, 顾延生. 网纹红土的植硅石组合及其环境意义的初步研究 [J]. 地球科学 - 中国地质大学学报, 1997, 22 (2): 195 ~ 198.
- LI Chang-an, GU Yan-sheng. A preliminary study on phytolith assemblages and its paleoenvironmental indication of the vermicular red earth [J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 1997, 22 (2): 195 ~ 198.
- [16] 谢树成, 易铁, 刘育燕, 等. 中国南方更新世网纹红土对全球气候变化的响应: 分子化石记录 [J]. 中国科学 (D 辑), 2003, 33 (5): 411 ~ 417.
- XIE Shu-cheng, YI Tie, LIU Yu-yan, et al. Response of Pleistocene reticulate red earth in southern China to global climate change: Records of molecular fossil [J]. Science in China (Series D), 2003, 33 (5): 411 ~ 417.
- [17] 胡雪峰, 朱煜, 沈铭能. 南方网纹红土多元成因的粒度证据 [J]. 科学通报, 2005, 50 (9): 918 ~ 925.

- HU Xue-feng, ZHU Yu, SHEN Ming-neng. Grain-size evidence of multi-genesis of reticulate red earth in south China [J]. Chinese Science Bulletin, 2005, 50 (9): 918 ~ 925.
- [18] Doeglas D J. Grain-size indices, classifications and environment [J]. Sedimentology, 1968, 10: 132 ~ 152.
- [19] Visher G S. Grain size distribution and depositional process [J]. Journal of Sedimentary Research, 1969, 39 (3): 1074 ~ 1106.
- [20] Lu H Y, Vandenberghe Jef, An Z S. Aeolian origin and paleoclimatic implications of the 'Red Clay' (north China) as evidenced by grain-size distribution [J]. Journal of Quaternary Science, 2001, 16 (1): 89 ~ 97.
- [21] 鹿化煜, 安芷生. 黄土高原红黏土与黄土古土壤粒度特征对比——红黏土风成成因的新证据 [J]. 沉积学报, 1999, 17 (2): 226 ~ 232.
- LU Hua-yu, AN Zhi-sheng. Comparison of grain-size distribution of red clay and loess-paleosol deposits in Chinese loess plateau [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17 (2): 226 ~ 232.
- [22] An Z S, Kukla G, Porter J L, et al. Late Quaternary dust flow on the Chinese loess plateau [J]. Catena, 1991, 18: 125 ~ 132.
- [23] An Z S. The history and variability of the East Asian paleomonsoon climate [J]. Quaternary Science Reviews, 2000, 19 (1-5): 171 ~ 187.
- [24] Ding Z L, Yu Z W, Rutter N W, et al. Towards an orbital time scale for Chinese Loess deposits [J]. Quaternary Science Reviews, 1994, 13 (1): 39 ~ 70.
- [25] Xiao J L, Poter S C, An Z S, et al. Grain size of quartz as an indicator of winter monsoon strength on the Loess Plateau of central China during the last 130, 000Yr [J]. Quaternary Research, 1995, 43: 22 ~ 29.
- [26] 蒋复初, 吴锡浩. 青藏高原东南部地貌边界带晚新生代新构造运动 [J]. 成都理工学院学报, 1998, 25 (2): 162 ~ 168.
- JIANG Fu-chu, WU Xi-hao. Late Cenozoic tectonic movement in geomorphologic boundary belt of southeastern Qinghai-Xizang Plateau [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 1998, 25 (2): 162 ~ 168.
- [27] riedman G M, Sanders J E. Principles of sedimentology [M]. New York: John Wiley & Sons, 1978. 792.
- [28] Folk R L, Ward W C. Brazos river bar: A study in significance of grain size parameters [J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1957, 27 (1): 3 ~ 26.
- [29] Passega R. Grain size representation by CM pattern as a geologic tool [J]. Journal of Petrology, 1964, 34: 830 ~ 847.
- [30] Sahu B K. Depositional mechanism from the size analysis of clastic sediments [J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1964, 34: 337 ~ 343.

AEOLIAN ORIGIN OF THE RED EARTH FORMATION IN JIUJIANG CITY OF JIANGXI PROVINCE, CHINA: EVIDENCE FROM GRAIN-SIZE ANALYSIS

LI Jing-wei¹, QIAO Yan-song^{1,2}, WANG Yan^{1,2}, PENG Sha-sha^{1,3}

(1. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China;

2. Key Laboratory of Neotectonic Movement & Geohazard, Beijing 100081, China;

3. College of Marine Geo-science, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: The Red Earth Formation in the middle-lower Yangtze River is an important pedostratigraphical unit in southern China. This formation is among the best geological records of Quaternary environment that bear information of climate changes for the subtropical zone of China. The study on the origin of this formation is the basis for further investigation of the paleoclimatic information. In this study, grain-size was analyzed on the samples from Jiujiang section at Jiujiang city of Jiangxi Province, and the result was compared with that of the typical Quaternary eolian deposit, as well as the lacustrine and

fluvial sediments. Grain-size distribution was determined with a Malvern Mastersizer 2000 particle analyzer with a precision less than 1%. The analysis on grain-size indicates that the Xiashu loess and vermiculated red soil (VRS) in Jiujiang section consist of uniform fine particles. The particles display a bimodal distribution, with grain-size fraction of 5 ~ 50 μm dominantly, and > 63 μm in a small part. The distribution is essentially similar to that in the Xifeng loess samples, but differ from the multimodal patterns of the lacustrine and fluvial deposits. The Xiashu loess and VRS are also similar to the Xifeng loess samples in grain-size parameter. The mean grain-sizes of the Xiashu loess and VRS are about 6.4 ~ 6.8 ϕ (9.0 ~ 11.8 μm) and 7.1 ~ 7.2 ϕ (6.8 ~ 7.3 μm) respectively, somewhat finer than those of the Xifeng loess samples. The Xiashu loess, VRS and Xifeng loess have a smaller mean square deviation value than the fluvial samples, indicating a much better sorting and relatively stable depositional dynamics. The Xiashu loess, VRS and Xifeng loess samples show a positive skewness, but the fluvial samples a negative one. The lacustrine samples also show a positive, but obviously larger skewness. In kurtosis value, the Xiashu loess and VRS samples are close to the Xifeng loess, and the fluvial sediments are obviously smaller than the lacustrine samples. All these indicate that the Red Earth Formation in Jiujiang area have the same origin as the Quaternary loess in northern China.

Key words: Jiujiang city of Jiangxi Province; vermiculated red soil; grain-size; origin

(上接第 94 页)

DISCUSSION ON THE FURTHER RESEARCH IN LOESS HYDROCOMPACTION

XU Ling, DAI Fu-chu

(*Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China*)

Abstract: Loess hydrocompaction has been discussed for a long time. During the 1960s ~ 1980s, with the application of SEM and mineral analysis, the micro-structure theory of loess hydrocompaction was developed and improved, but it has rarely been used in engineering numerical analysis because it failed to supply related force/stress parameters. Progress in soil engineering and soil mechanics makes it possible to find a new way to study the loess hydrocompaction. This paper discusses mechanical attribute of loess hydrocompaction and proposes a concept of generalized loess hydrocompaction. An analysis is made on some issues about study on hydrocompaction from the viewpoint of unsaturated soil mechanics, and finally a case study is given.

Key words: loess hydrocompaction mechanisms; micro-structure; broad-hydrocompaction; unsaturated soil mechanics