

颖河上游全新世黄土—古土壤物质来源研究

李胜利, 黄春长, 庞奖励, 葛本伟

(陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要:淮河支流颍河上游嵩山东麓丘陵台地与河流阶地—典型全新世黄土—古土壤剖面磁化率、粒度成分和 $>0.1\text{ mm}$ 粒级百分比含量分析结果显示, 该地黄土磁化率明显偏低, 粒度比黄土高原地区粗, 表明该地黄土具有不同的粉尘源区, 由不同风力系统形成。深入论证分析揭示出颍河上游黄土是近源风尘沉积物, 粉尘主要来源于孟津以东黄河冲积、洪积扇的松散河流沉积物。黄河下游的频繁决口、改道、泛滥沉积为风沙活动提供了丰富的物源, 形成风沙活动的动力是东北风。3 100 a B. P. 以后气候趋于干旱, 黄河下游泛滥频率增加, 风沙活动范围扩大, 沙尘暴活动强烈。

关 键 词: 颖河上游; 全新世; 黄土; 沙尘暴活动

中图分类号: P531 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2008)04-0559-06

前人对黄土高原的黄土—古土壤进行了大量的研究, 取得了丰硕的成果^[1-7], 但是对颍河上游地区黄土—古土壤物质成因及分布特征未深入分析。颍河上游地处中国地貌第二阶梯向第三阶梯的过渡带, 被考古界认为是探索夏先民活动主要区域之一^[8]。本文对淮河支流颍河上游嵩山东麓—典型全新世黄土—古土壤剖面进行研究, 探讨颍河上游地区全新世黄土—古土壤粒度特征及其与黄土高原中部地区的异同, 揭示该区域全新世黄土—古土壤物质来源及其形成机制。

1 研究剖面与分析

研究地点 GDZ 剖面($113^{\circ}44'24''\text{E}, 34^{\circ}30'26''\text{N}$)位于淮河支流颍河上游河南新郑县北部的黄土台地(图 1)。典型的黄土—古土壤剖面完整地出露在一个砖场取土坑, 土壤学层次与地层学层次都很清晰。从上向下每 4 cm 连续采样, 共采样 75 个。根据野外观察并结合室内分析, 对该剖面进行土壤—地层学划分, 剖面特征描述如表 1。通过观察分析, 发现该地区黄土层序结构与黄土高原相同, 所以本文通过与黄春长等人在黄土高原地区的研究剖面进行地层对比^[1, 9-11], 获得了 GDZ 剖面的基本年代框架。由于黄土堆积和气候变化在大范围内具有一致性, 所以剖面各层位的对比和年代

的确定是可信的, 这个年代数据与施雅风先生等的研究结果一致^[12]。在河南中牟贾庄村(JZC)、彦张村(YZC), 新郑裴里岗(PLG)采集了部分地表土样品(图 1), 深度为地表土 0~10 cm。所有采集样品经室内风干后, 对其进行了磁化率、粒度分布、 $>0.1\text{ mm}$ 的颗粒的分析测试。磁化率用 Bartington 公司生产的 MS2B 型磁化率仪测定, 粒度采用英国 Malvern 公司生产的 Mastersizer-S 型激光粒度仪进行分析, $>0.1\text{ mm}$ 的颗粒用过筛法进行分离。

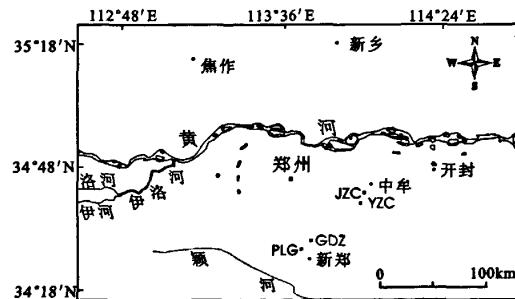


图 1 河南新郑格大张(GDZ)剖面位置示意图

Fig. 1 Location of GDZ soil profile in Xinzheng County, Henan Province

2 分析结果

黄土剖面磁化率变化被认为与当地受东南季

收稿日期: 2007-07-09; 修订日期: 2007-11-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(40571154)、国家自然科学基金项目(40471119)、教育部高校博士点基金(20050718008)资助。

作者简介: 李胜利(1977-), 陕西榆林人, 讲师, 博士, 主要从事环境变迁研究。E-mail: lishengli@snnu.edu.cn

表 1 河南新郑 GDZ 全新世黄土—土壤剖面地层学和土壤学特征描述

Table 1 Pedological and stratigraphic description of the soil and sediment in the Holocene loess-soil profile at the GDZ site, Xinzheng County, Henan Province

深度 (cm)	地层划分和地层符号	土壤质地和结构特征	地层校正年代 (a B. P.)
25~0	表土 (T_s)	现代表土层, 浊橙色, 细砂质粉砂土, 团粒结构	1 500~0
75~25	近代黄土层 (L_0)	典型的全新世黄土, 浊黄橙色, 细砂质粉砂土, 结构疏松均质	3 100~1 500
165~75	古土壤 (S_0)	全新世古土壤, 浊红棕色, 粘土质粉砂土, 块状-棱柱状结构, 坚硬	8 500~3 100
200~165	过渡层黄土 (L_t)	早全新世黄土质过渡层, 浊橙色, 结构疏松	11 500~8 500
?~200	马兰黄土层 (L_m)	马兰黄土, 浊黄橙色, 细砂质粉砂土, 结构疏松均质, 290 cm 处见细小钙结核 (直径 2~3 cm)	>11 500

风控制的降水量变化密切相关^[13,14]。图 2 显示, GDZ 剖面低频磁化率变化于 $45 \times 10^{-8} \sim 126 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 之间, 平均为 $78 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 。马兰黄土磁化率值最低, 低频磁化率变化于 $45 \times 10^{-8} \sim 77 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 之间, 平均为 $63 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 。在古土壤层 S_0 磁化率值出现最大值, 低频磁化率变化于 $85 \times 10^{-8} \sim 126 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 之间, 平均 $110 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 。剖面上低频磁化率和高频磁化率几乎呈现完全相同的变化趋势。

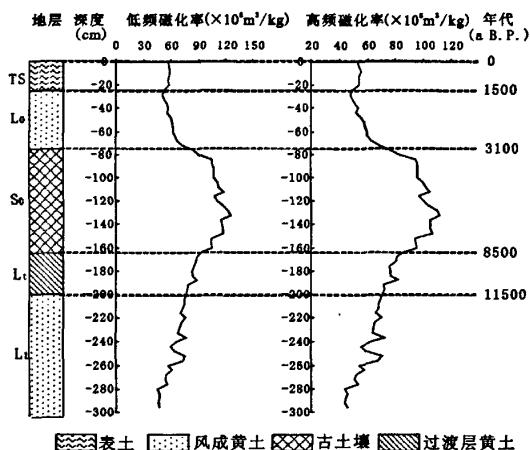


图 2 河南新郑 GDZ 全新世黄土—土壤剖面
地层划分与磁化率变化曲线

Fig. 2 Curves showing the stratigraphy and magnetic susceptibility in the Holocene loess-soil profile at the GDZ site, Xinzheng County, Henan Province

粒度是人们研究判断风成沉积的重要指标^[14]。图 3 显示, 剖面颗粒成分总体上偏粗, 平均粒径集中分布在 $20.3 \sim 50.4 \mu\text{m}$ 之间, 最主要的组分为粉沙和极细沙。图 4 显示, 平均粒径 M_z 变

化于 $20.3 \sim 50.4 \mu\text{m}$ 之间, 平均为 $40.4 \mu\text{m}$; 标准偏差 σ_d 变化于 $1.5 \sim 2.0 \Phi$ 之间, 平均为 1.7Φ ; 偏度值 SK_d 变化于 $0.17 \sim 0.37 \Phi$ 之间, 其平均值为 0.25Φ ; 峰态值 K_d 变化于 $1.0 \sim 1.3$ 之间, 平均为 1.1 ; 众数粒径介于 $27 \sim 107 \mu\text{m}$ 之间, 平均为 $48.4 \mu\text{m}$ 。GDZ 剖面样品总体属分选较差、正偏态、窄峰态的粒度分布。

3 分析与讨论

3.1 黄河上游全新世黄土—土壤的物质来源

图 5 为河南新郑 GDZ 剖面和甘肃合水 MJY 剖面的粒度分布频率对比图。MJY 剖面位于黄土高原中部地区, 是课题组 2004 年分析过的剖面^[11]。总体来看, GDZ 剖面 L_0, S_0 层粒径范围明显比 MJY 剖面偏宽和偏粗, 似乎是 MJY 剖面粒径分布向粗粒方向整体拉伸后的结果。GDZ 剖面所在地位于黄土高原外围的东南方, 如果粉尘来源与甘肃合水 MJY 相同, 即来自西北的沙漠、戈壁, 根据黄土形成的风积理论^[14], 黄土的粒度应该比位于黄土高原东南部的关中盆地还细, 但实验结果正好相反, 表明该剖面堆积的黄土并非来自西北沙漠的远源物质, 而是来自附近的近源物质。自黄河贯通以来, 黄土高原由侵蚀所产生的泥沙, 经黄河支、干流搬运, 在通过三门峡进入沉降中的华北平原后, 由于河床比降减小, 水流分散, 搬运能力急剧下降, 所携带的泥沙迅速沉积, 天长日久, 河槽被淤积抬高成为地上河, 洪水期间, 常常溃决成灾。黄河频繁的迁徙、泛滥、溃决, 给平原带来了丰富的沙源, 为黄河上游风成黄土的形成提供了物质条件。

3.2 黄河上游全新世黄土—土壤物质的沉积动力

黄河泛滥的结果是在孟津以东形成巨大的黄河冲积扇和广阔的华北平原, 在气候干旱, 植被

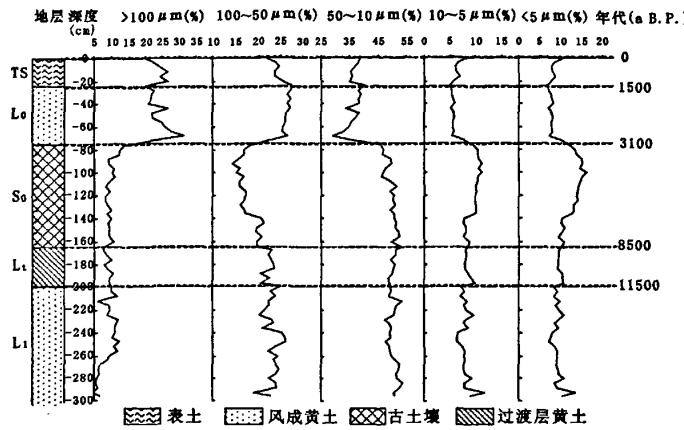


图3 河南新郑GDZ全新世黄土—土壤剖面粒级含量变化

Fig. 3 Curves showing the stratigraphy and grain-size distribution in the Holocene loess-soil profile at the GDZ site, Xinzheng County, Henan Province

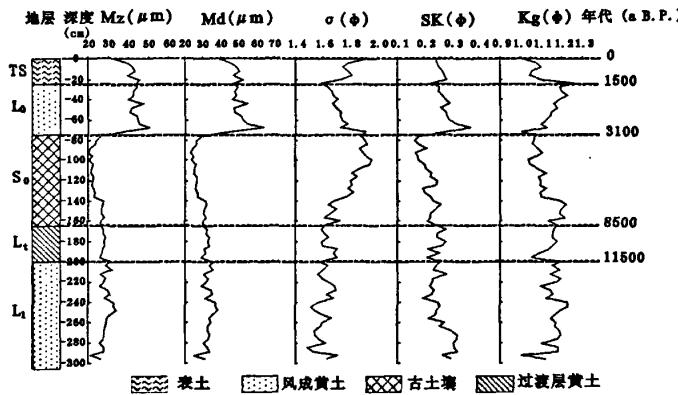


图4 河南新郑GDZ全新世黄土—古土壤剖面粒度参数变化曲线

Fig. 4 Curves showing the stratigraphy and grain-size parameters in the Holocene loess-soil profile at the GDZ site, Xinzheng County, Henan Province

缺乏的情况下,就成为风沙活动区,形成了大面积的流动沙丘和沙地,成为沙尘暴和黄土的物源。郑州到开封地区近地面风向以季节变换型风向为主,冬季吹东北风,夏季吹偏南,冬、春季由东北风驱动形成频繁沙尘暴^[15],这些沙尘暴物质在颍河上游地区沉降堆积,这正是全新世黄土堆积过程的延续。遍布河南省东、北部及山东平原的风沙地正是黄河频繁泛滥冲积物和洪积物由风力作用塑造而成。从表2可以看出,由中牟到新郑沿东北—西南方向的主风向上从风沙地到黄土区,粒度由粗变细,呈明显的带状分布,表明黄河泛滥过程形成的冲积物和洪积物的细颗粒物质被风力搬运,沉积在下风方向,形成黄土,而粗颗粒物质留在原地形成

各种风沙地貌^[16~19]。由此可以确定淮河上游黄土和土壤的物源主要来自黄河冲积扇的松散冲积物和洪积物,产生和搬运堆积的动力是东北风。

3.3 颍河上游3 100 a B. P.以来黄河泛滥特征

分析GDZ剖面各个粒级分布状况和粒度参数的变化曲线,图4显示剖面L₁、L_t、S₀层逐渐变细,到了L₀层突然变粗,平均粒径和中值粒径出现整个剖面的最高值。由图3可知,L₀层突然变粗是由于剖面中沙(>100 μm)和极细沙(50~100 μm)含量迅速升高造成的,因为粗粉沙(10~50 μm)和细粉沙(5~10 μm)含量反而降低了。分析GDZ剖面沙(>100 μm)百分含量变化,发现在L₁、L_t、S₀中,这个粒级含量在10%左右,平均含量

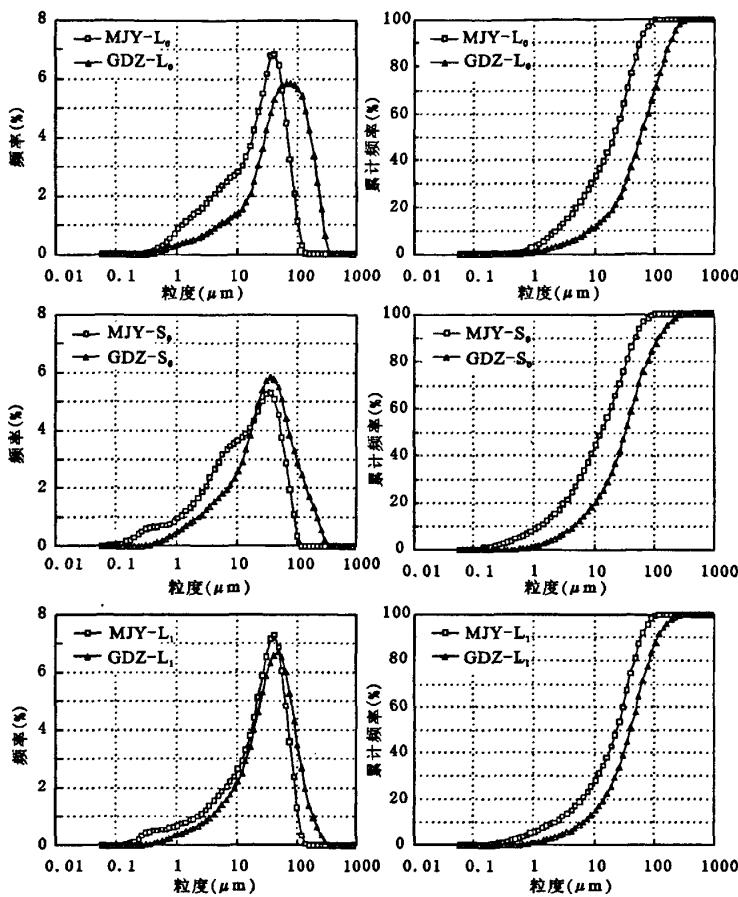


图 5 河南新郑 CDZ 剖面与甘肃合水 MJY 剖面 L_0 、 S_0
和 L_1 粒度分布频率曲线和累积频率曲线对比

Fig. 5 Curves showing the grain-size distribution and grain-size accumulation of L_0 , S_0
and L_1 in the Holocene loess-soil profile at the GDZ site, Xinzheng County, Henan Province
and at the MJY site, Heshui County, Gansu Province

表 2 中牟到新郑沿东北—西南方向冬春季的主风向上表土粒度

Table 2 Grain-size distribution of surface soil between Zhongmou and Xinzheng

地点	Mz (μm)	Md (μm)	<5 μm (%)	5~10 μm (%)	10~50 μm (%)	50~100 μm (%)	100~250 μm (%)	>250 μm (%)
中牟贾庄村	88.5	85.9	6.3	2.1	22.8	23.0	26.8	18.9
中牟彦张村	62.6	77.1	9.9	4.0	27.3	13.3	32.3	13.2
新郑格大张	40.4	47.4	8.6	6.6	36.8	23.9	22.9	1.2
新郑裴李岗	17.7	22.6	18.9	12.0	46.9	18.4	3.8	0

分别为 8.8%、8.9% 和 9.9%。而在 L_0 层, 它波动在 20%~32% 之间, 平均含量为 23.9%, 即这个粒级在样品中占有相当大的比例。100 μm 是极细沙与沙的分界线, >100 μm 的颗粒, 一般说来不易被风作长距离的搬运, 因此, 在 L_0 层中沙粒的大量出

现, 指示了最近 3 100 年来风沙源逼近淮河上游黄土堆积区, 也就是说黄河泛滥沉积区和风沙活动区范围扩大, 风沙活动强度大大增加。

已有研究^[10,20]表明, 全新世晚期(3 100~0 a B. P.) 黄土高原气候向着干旱化发展, 降水量减

少,植被退化,土壤生物活动减弱。由于气候突变,黄土高原植被退化,水土资源恶化,降水变率大,加之人类活动的影响不断增强,水土流失导致黄河泥沙大增,黄河下游泛滥频率增加,范围扩大。进而导致颍河上游 GDZ 剖面 L_0 层中沙粒级含量剧增,河南新郑等地堆积古风沙层。

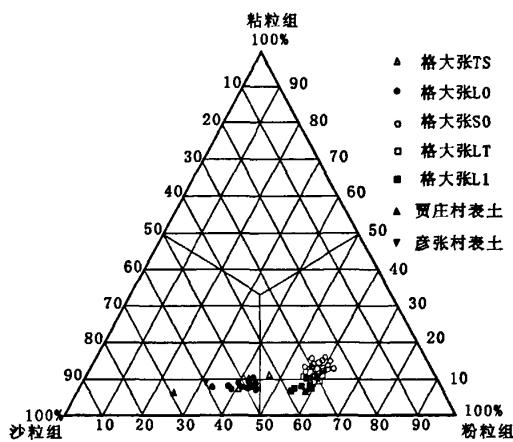


图 6 新郑格大张、中牟贾庄村、中牟彦张村
岩性三角图

Fig. 6 Diagrams showing the clay-silt-sand triangular plot of L_0 , S_0 , L_T , L_1 , T_S in the Holocene loess-soil profile at the GDZ site, Xinzheng County and surface soil at the Jiaozhuangcun site and Yiezhangcun site, Zhongmou County

4 结 论

1) 颍河上游地区黄土物质主要来源于黄河在华北平原泛滥沉积的泥沙。黄河频繁的改道、决口、泛滥,在豫北、豫东平原上沉积了大量的泥沙,在冬、春两季,干燥、松散的泥沙在平原强劲的东北风吹扬下,形成沙尘暴。沙尘暴运动过程搬运、分选,沉积在嵩山东麓颍河上游地区。在成壤改造作用下最终形成沙质黄土—土壤剖面。

2) 颍河上游全新世黄土—土壤物质是近源堆积,产生和搬运堆积的动力是东北风。

3) 3 100 a B. P. 以后气候趋于干旱,由于气候突变,黄土高原植被退化,水土资源恶化,降水变率大,人类活动增强,水土流失增强,黄河泥沙含量大大增加,黄河下游泛滥频率增加,风沙活动范围扩大,沙尘暴活动强烈。

参 考 文 献:

- [1] 黄春长. 渭河流域 3100 年前资源退化与人地关系演变 [J]. 地理科学, 2001, 21(2): 30~35.
- [2] 毛龙江, 黄春长, 庞奖励. 泾河中游地区全新世成壤环境演变研究 [J]. 地理科学, 2005, 25(4): 478~483.
- [3] 周群英, 黄春长. 西周沣镐遗址全新世土壤研究 [J]. 地理科学, 2003, 23(3): 310~315.
- [4] 胡雪峰, 周杰, 孙有斌. 黄土高原古土壤形态特征的差异及成因探讨 [J]. 地理科学, 2000, 20(1): 39~44.
- [5] 贾蓉芬, 彭先芝. 西峰剖面有机质记录的黄土高原 $L_6 - L_1$ 古湿度演变 [J]. 地理科学, 24(6): 693~697.
- [6] 赵景波. 西安和宝鸡第 5 层古土壤铁质粘土结核的发现与研究 [J]. 地理科学, 2002, 22(4): 420~425.
- [7] 庞奖励, 黄春长. 关中地区新石器文化发展与环境演变耦合关系研究 [J]. 地理科学, 2003, 23(4): 448~453.
- [8] 宋豫秦, 虞琰. 夏文明崛起的生境优化与中国城市文明的肇始 [J]. 中原文物, 2006, (3): 41~51.
- [9] 黄春长, 庞奖励, 陈宝群, 等. 渭河流域先周—西周时代环境和水土资源退化及其社会影响 [J]. 第四纪研究, 2003, 23(4): 404~414.
- [10] Huang C C, Pang J L, Chen S E. Holocene Dust Accumulation and the Formation of Polyyclic Cinnamon Soils in the Chinese Loess Plateau [J]. Earth Surface Processes and Landforms, 2003, 28(12): 1259~1270.
- [11] Huang C C, Pang J L, Zhou Q Y, et al. Holocene Pedogenic Change and the Emergence and Decline of Rain-fed Cereal Agriculture on the Chinese Loess Plateau [J]. Quaternary Science Reviews, 2004, 23(23~24): 2525~2535.
- [12] 施雅风, 孔昭宸, 王苏民, 等. 中国全新世大暖期气候与环境的基本特征 [M]. // 见: 施雅风. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京: 海洋出版社, 1992: 1~18.
- [13] 黄润, 朱诚, 王升堂. 天堂寨泥炭地层的磁化率、Rb/Sr 值及其反映的古气候意义 [J]. 地理科学, 2007, 27(3): 385~389.
- [14] 刘东生. 黄土与环境 [M]. 北京: 科学出版社, 1985: 1~412.
- [15] 河南省地方史志办公室. 河南省地理志(第三卷) [M]. 郑州: 河南人民出版社, 1992: 63~73.
- [16] 马程远. 豫东、豫北风沙问题的初步分析 [J]. 中国沙漠, 1982, (2): 17~25.
- [17] 朱江玲, 刘鸿雁, 王红亚. 河北坝上地区湖泊沉积物记录的中全新世干旱气候 [J]. 地理科学, 2007, 27(3): 380~384.
- [18] 史威, 朱诚, 王富葆, 等. 宁镇及宜溧地区全新世中晚期典型沉积相与 5 700 a B. P. 前后的气候突变事件 [J]. 地理科学, 2007, 27(4): 512~518.
- [19] 叶玮, 杨立辉, 朱丽东, 等. 中亚热带网纹红土的稀土元素特征与成因分析 [J]. 地理科学, 2008, 28(1): 40~44.
- [20] Huang C C, Zhao S C, Pang J L, et al. Climatic aridity and the dislocations of the Zhou Culture in the Southern Loess Plateau of China [J]. Climatic Change, 2003, 61(3): 361~378.

Material Source of the Holocene Aeolian Loess-Paleosol in the Upper Reaches of the Yinghe River

LI Sheng-Li, HUANG Chun-Chang, PANG Jiang-Li, GE Ben-Wei

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

Abstract: A Holocene loess-paleosol profile is studied on the river terraces, hills and plateau of the east piedmont of the Songshan Mountain in the upper reaches of the Yinghe River as a tributary of the Huaihe River. Higher resolution proxy data of magnetic susceptibility, particle-size distribution and $>0.1\text{mm}$ grain-size percentage were obtained from the profile. The results indicate that the magnetic susceptibility of loess-soil sequences in the upper reaches of the Yinghe River was obviously lower than that on the Loess Plateau, but the grain-size was much coarser than that on the middle of the Loess Plateau. It revealed that they were from different dust sources, which belong to different dust transporting systems. On the deep analysis, it is revealed that the loess in the upper reaches of the Yinghe River was dust accumulation mainly from near source, while the coarser dust mainly come from the loose alluvial deposits of alluvial and proluvial fans of the Huanghe(Yellow) River to the east of Mengjin. A rich source of sandstorms were provided by the frequent breaching, diverging and flooding sediments of the Huanghe River. The north-east wind was the driving force of the sandstorm activity. During the late Holocene (3100 – 0 a B. P.) when the climate was tended to arid, the flooding frequency in the lower riches of the Huanghe River was increasing, the area of dust activity was extending and the sandstorm activity intensity was very strong.

Key words: upper reaches of the Yinghe River; Holocene; loess; sandstorm activity