

# 淮河上游全新世风成黄土与成壤环境变化研究

李新艳，黄春长，庞奖励，王利军，何忠

(陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

**摘要：**在野外考察研究的基础上, 在河南禹州全新世黄土-古土壤剖面系统采样, 利用X-荧光光谱仪测定了常量元素的含量, 并与磁化率、粘粒含量及碳酸钙含量变化曲线对比发现: 常量元素氧化物( $Al_2O_3$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $K_2O$ 、 $MgO$ )含量随土壤地层呈现有规律变化, 即在古土壤层( $S_0$ )中含量最高, 表土层(MS)中次之, 在黄土层( $L_1$ 、 $L_t$ 、 $L_0$ )中最低;  $Na_2O$ 在古土壤层淋失, 在黄土层相对富集。深入分析表明, 淮河上游全新世黄土为风力沉积物, 来源于黄河下游泛滥平原的风沙活动和沙尘暴沉积。在古土壤层和表土层形成时期, 气候温暖湿润, 虽然仍然有沙尘暴发生, 但是成壤作用和次生粘化作用较强; 在黄土层堆积时期, 气候干旱寒冷, 黄河下游泛滥平原植被稀疏, 风沙活动和沙尘暴强烈, 风化成壤作用极其微弱。这些化学成分含量与磁化率相关性很强, 表明它们主要受全新世气候与成壤环境变化的控制。

**关键词：**黄土 古土壤 氧化物 磁化率 全新世 淮河上游

**中图分类号：**X142; S153 **文献标识码：**A **文章编号：**1000-6060(2007)03-0392-08(392~399)

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<sup>[1-7]</sup>。学者们利用一系列的环境替代指标如磁化率、粒度成分、游离铁/全铁比值<sup>[8]</sup>、 $Rb/Sr$ 值<sup>[9,10]</sup>、碳酸盐含量<sup>[11]</sup>、有机碳总量<sup>[11]</sup>和各种成分比率参数<sup>[8,12]</sup>等, 揭示出黄土高原季风气候与成壤环境的变化。但是截至目前, 对淮河上游地区黄土-古土壤缺乏深入的研究, 仅有的少量研究工作也主要在磁性地层学、农业土壤的肥力和有机碳及工程地质的土层力学性质方面<sup>[13-27]</sup>, 对于该区域全新世以来黄土与土壤化学元素含量的动态变化研究较少。本文研究了河南禹州YPC黄土-古土壤剖面全新世各个时期化学元素含量的动态演变, 以揭示淮河上游地区全新世成壤环境变化, 对于阐明该区域过去一万年来成壤演变对全球变化的响应具有重大意义。

## 1 研究地点和剖面特征

研究区域位于淮河支流颍河上游地区的禹州市北部黄土丘陵台地。禹州市属暖温带半湿润大陆性季风气候, 夏季炎热多雨, 冬季寒冷干燥, 年平均气

温为14.4℃, 最冷月1月平均气温0.2℃, 极端最低气温-13.9℃, 最热月7月均温27.7℃, 极端最高气温42.9℃; 生长期259.2天, 无霜期218天; 年平均日照2422小时; 年平均降水量为680mm。经过长期的野外调查研究, 选择全新世黄土-古土壤剖面层次清楚、发育完整、人类活动影响很少的YPC剖面进行深入细致的研究。并且自地表向下按2cm间距连续取样, 共采集样品118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: (1)0~40cm为发育良好的现代表土层(MS), 浊橙色, 团块状结构, 粉沙质地, 含有碳酸盐粉霜; (2)40~86cm为典型的全新世黄土( $L_0$ ), 浊黄橙, 块状结构, 沙质粉沙土质地, 疏松, 含有碳酸盐粉霜; (3)86~146cm为发育成熟的全新世古土壤( $S_0$ ), 浊棕色, 团状结构, 较坚硬, 其表层偶含个别细小木炭屑; (4)146~186cm为黄土质过渡层( $L_t$ ), 浊橙色, 块状结构, 沙质粉沙土质地, 含有细小的钙结核; (5)186cm以下为晚更新世黄土层( $L_1$ ), 浊黄色, 沙质粉沙土质地, 均质块状结构, 很疏松, 含

收稿日期: 2006-09-12; 修订日期: 2006-12-16

基金项目: 国家自然基金项目(40571154, 40471119)和国家社科基金(04BZS022)资助

作者简介: 李新艳(1978-), 女, 山东泰安人, 陕西师范大学硕士研究生

有细沙、细小钙结核和个别蜗牛壳,相当于黄土高原的马兰黄土。

通过观察分析,发现该地区黄土-古土壤层序结构与黄土高原相同,所以通过土壤地层对比研究<sup>[3-6]</sup>:发现从186 cm深度成壤改造开始出现,故确定为全新世起点,根据目前国际上通用的全新世起始时间<sup>[28]</sup>,确定其年代为11 500 a BP,146 cm开始出现强烈的成壤改造作用,故确定为全新世大暖期的起点,年代为8 500 a BP,86 cm深度古土壤S<sub>0</sub>成壤终止,气候恶化<sup>[28]</sup>,确定为3 100 a BP,40 cm深度以上为1 500 a BP以来形成的现代耕作土壤。这样就获得了YPC剖面的基本年代框架。

## 2 研究方法

分析测定之前先将采集的样品在室内自然风干。

磁化率的测量:称取10 g样品粗研磨至土粒在2 mm以下,置于小塑料盒,使用英国Batington公司生产的MS-2B型磁化率仪,对每个样品均进行低频磁化率(0.47Hz)和高频磁化率(4.7Hz)的测定,连续测量5次,取其平均值。

粒度的测量:取0.5 g风干土样置于250 ml的烧杯中,加入适量H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(10%)和HCl(10%)进行预处理,分别除去有机质和碳酸盐;给烧杯注满蒸馏水

后静置48小时,再抽去蒸馏水,重复几次直至溶液呈中性为止;加入5 ml 0.05N的(Na<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>进行分散;采用英国Malvern公司生产的Mastersize-S型激光粒度仪在超声波量为12.50单位条件下进行测量,待遮光度稳定在20%左右后重复测量5次,取最后一次测量值为最后测量结果。

化学元素分析:称取并研磨样品4 g,过200目筛后,在压样机上压片编号按顺序放入样杯中,利用荷兰Panalytical公司生产的PW2403X-射线荧光光谱仪进行测定。

碳酸钙的测定:使用气量法计算碳酸钙的百分含量<sup>[29]</sup>,即加盐酸于土样,将产生的CO<sub>2</sub>收集在量气管中测量其体积,根据当时的气压和温度计算碳酸钙的百分含量。

数据处理使用MS-Excel软件和SPSS软件。

## 3 分析结果及解释

### 3.1 磁化率

磁化率是反映风化成壤强度的指标,被认为与当地受夏季风控制的降水量变化密切相关<sup>[30-32]</sup>。磁化率的高低主要与黄土-古土壤中所含铁磁性矿物含量的种类及颗粒大小有关<sup>[33,34]</sup>。YPC剖面的高频和低频磁化率都较低,几乎呈现完全相同的变化趋势(图1)。整个剖面中,古土壤(S<sub>0</sub>)磁化率最

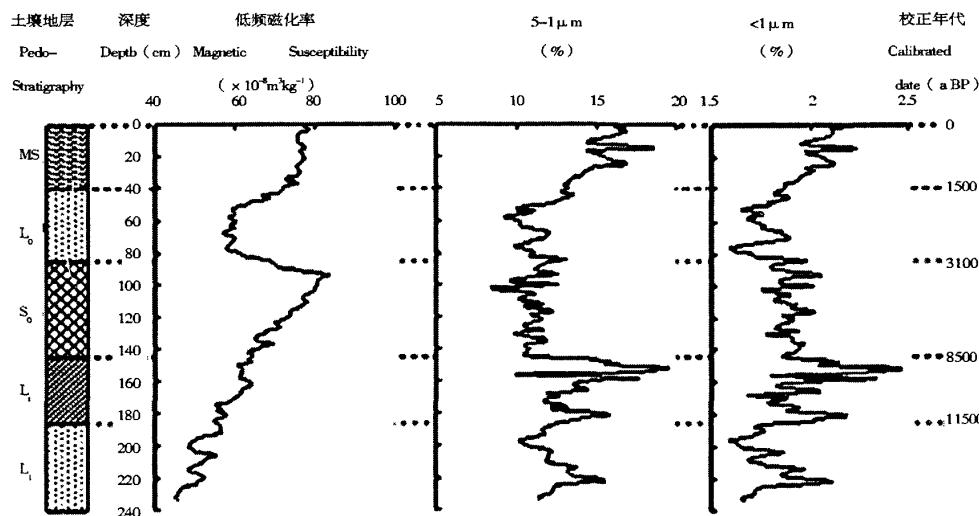


图1 河南禹州YPC黄土-古土壤剖面全新世地层划分、磁化率、粘粒(5-1 μm)和胶粒(<1 μm)含量曲线图

Fig. 1 Diagrams of the stratigraphy, magnetic susceptibility, content of clay grain and colloid grain in the Holocene loess-paleosol profile at the YPC site, Yuzhou County, Henan Province

高,低频磁化率变化范围为  $63 \sim 83.7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ,平均值为  $73 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ,高频磁化率变化范围为  $58.2 \sim 75.4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ,平均值  $66.6 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ;晚更新世黄土层( $L_1$ )磁化率最低,低频磁化率变化范围为  $44.7 \sim 56.5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ,平均值为  $50.3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ,高频磁化率变化范围为  $41.8 \sim 54 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ,平均值为  $47.2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ;过渡层( $L_t$ )、全新世黄土( $L_0$ )和表土层(MS)介于二者之间,但前两者大体相当,表土层(MS)磁化率略高于前两者。

### 3.2 粘粒

由于沉积后的风化和成壤作用与气候密切相关,土层中  $<5 \mu\text{m}$  的粘粒含量被用来反映与夏季风控制的降水量密切相关的成壤作用强度的变化<sup>[6]</sup>。YPC 剖面粒径在  $5 \sim 1 \mu\text{m}$  的土壤粘粒含量变化范围在  $7.6\% \sim 23.4\%$ ,在古土壤层( $S_0$ )的平均含量为  $19.14\%$ ,在晚更新世黄土层( $L_1$ )的平均含量为  $10.6\%$ ,变化幅度为  $45\%$ ;粒径  $<1 \mu\text{m}$  的土壤胶体颗粒含量变化在  $1.6\% \sim 3.6\%$ ,在古土壤层的平均含量为  $3.07\%$ ,在晚更新世黄土层的平均含量为  $1.88\%$ ,变化幅度为  $39\%$ 。粘粒含量与磁化率呈良好的线性变化关系(图 1)。

### 3.3 常量元素(以氧化物的形式表示)

利用 SPSS 软件对氧化物进行 R 型层次聚类分析,可以将氧化物分为 3 类。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  为一类, $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  各为一类。从图 2 和表 1

可以看出: $\text{SiO}_2$  含量变化范围在  $58.9 \sim 66.4\%$ ,最高值出现在全新世黄土层( $L_0$ )和古土壤层( $S_0$ ),平均含量分别达到  $66\%$  和  $65\%$ ,表土层(MS)次之( $64\%$ ),在晚更新世黄土层( $L_1$ )和过渡层( $L_t$ )中平均含量最低,分别为  $61\%$  和  $60\%$ ,但仍比洛川黄土略高; $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  和  $\text{MgO}$  的含量随地层呈现几乎相同的变化规律,以  $\text{Al}_2\text{O}_3$  为代表,其平均含量在古土壤层( $S_0$ )和表土层(MS)中最高,都接近  $14\%$ ,在黄土层( $L_0$ 、 $L_1$ )中及过渡层( $L_t$ )中最低,在晚更新世黄土层( $L_1$ )为  $11.4\%$ ,与过渡层相差不大。 $\text{Na}_2\text{O}$  含量在地层中的变化趋势与  $\text{Al}_2\text{O}_3$  相反,其最高值出现在晚更新世黄土层( $L_1$ ),平均含量为  $1.9\%$ ,在全新世黄土层( $L_0$ )和过渡层( $L_t$ )平均含量分别为  $1.8\%$ 、 $1.7\%$ ,在古土壤和表土层中含量最低,平均含量均为  $1.5\%$ 。

### 3.4 碳酸钙

黄土和古土壤剖面的  $\text{CaCO}_3$  含量能够指示黄土堆积和成壤过程中降水量和土壤湿度的变化<sup>[6,11,35]</sup>。YPC 全新世剖面  $\text{CaCO}_3$  含量发生显著的变化,变化范围在  $0.02\% \sim 8.8\%$  之间(图 2)。在古土壤层含量最低,几乎接近于零,在全新世黄土层和表土层含量稍有增加,但增加幅度很小,不超过  $1\%$ ,在过渡层和晚更新世黄土层突然增加到平均含量为  $5.8\%$  (图 2),含量变化幅度达  $83\%$ ,远远高于洛川黄土( $37\%$ ),表现出显著的剖面层次分异。

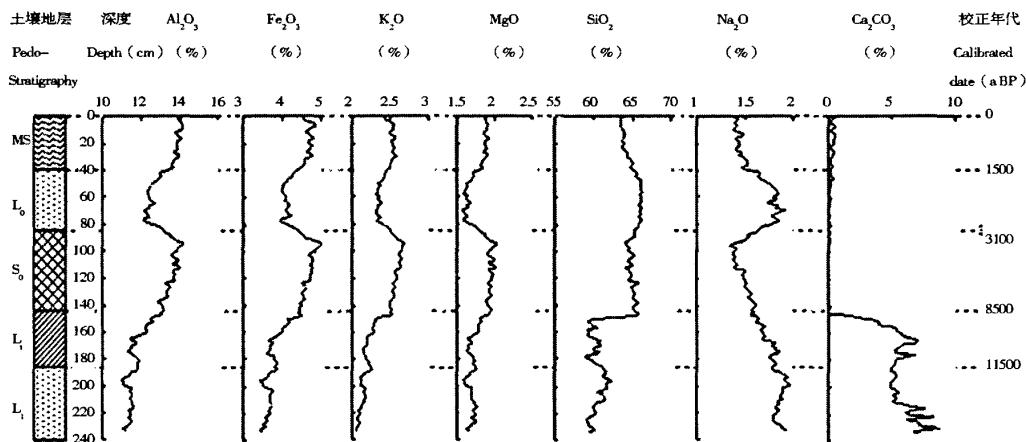


图 2 河南禹州 YPC 黄土-古土壤剖面全新世土壤地层划分、氧化物和碳酸钙含量曲线图

Fig2 Diagrams of the stratigraphy and the content of oxides and calcium carbonate in the Holocene

loess-paleosol profile at the YPC site, Yuzhou County, Henan Province

表1 禹州扒村 YPC 黄土-古土壤剖面全新世地层氧化物平均含量比较

Tab.1 Contrast of oxide average content in the Holocene loess-paleosol profile at YPC site in Yuzhou County, Henan Province

地层	样数	SiO <sub>2</sub> /%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /%	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /%	K <sub>2</sub> O/%	MgO/%	Na <sub>2</sub> O/%	CaCO <sub>3</sub> /%
表土层 MS	21	64	14	4.7	2.5	1.9	1.5	1.6
黄土层 L <sub>0</sub>	23	66	13	4.2	2.4	1.7	1.8	1.3
古土壤层 S <sub>0</sub>	30	65	14	4.7	2.6	2	1.5	1.2
过渡层 L <sub>t</sub>	20	60	12	3.9	2.2	1.7	1.7	5.4
黄土层 L <sub>1</sub>	24	61	11	3.6	2.1	1.7	1.9	5.7
洛川剖面 S <sub>0</sub>		57	11.6	3.3	2.1	2	1.7	9.8
洛川剖面 L <sub>1</sub>		57.6	11.9	3.5	2.1	2.1	1.5	15.6

洛川剖面的 S<sub>0</sub>、L<sub>1</sub> 数据来源于刘东生等编写的《黄土与环境》

## 4 结果与讨论

磁化率高值反映古土壤(S<sub>0</sub>)形成时期夏季风强盛,气候暖湿,降雨量增大,生物成壤作用强烈,铁磁性矿物浓度增加;磁化率低值反映黄土(L<sub>1</sub>, L<sub>t</sub>, L<sub>0</sub>)堆积时期气候干旱,黄河下游泛滥平原地区风沙活动强盛,沙尘暴频繁,淮河上游地区黄土堆积加速,成壤极弱,铁磁性矿物没有发现富集。现代表土层(MS)中较高的磁化率值表明现代成壤改造作用较强。

晚更新世黄土层(L<sub>1</sub>)当中<5 μm的粘粒含量最低,反映出在黄土堆积时期风力作用和沙尘暴活动强烈,成壤作用微弱;在过渡层(L<sub>t</sub>)粘粒含量比在L<sub>1</sub>中稍有增加,反映了微弱的成壤作用;古土壤层(S<sub>0</sub>)中粘粒含量最高,土壤粘粒和胶体颗粒的累积含量达到22%,反映出8 500 a BP以来气候条件改善,黄河下游泛滥平原风沙作用和沙尘暴活动减弱,降水量增加,成壤作用和次生粘化作用强烈;在全新世黄土层(L<sub>0</sub>)粘粒含量较古土壤层明显减少,减少幅度达47%,但仍略高于L<sub>1</sub>,结合S<sub>0</sub>/L<sub>0</sub>界面粘粒含量突然减少(图1),揭示在距今3 100年前,气候急剧恶化,降水量减少,风沙活动和沙尘暴再次增强,风尘堆积作用远远超过了风化成壤作用,但气候状况要比晚更新世好些;表土层粘土含量再次增加,反映全新世后期气候趋向温暖湿润,成壤作用增强。

SiO<sub>2</sub>和磁化率相关性不强,相关系数为0.558,说明不受全新世成壤环境的控制, SiO<sub>2</sub>在土层中富集主要与其矿物学性质及其物源有关。矿物学研究表明,以粉沙为主、结构均匀的黄土中,石英含量40%~80%,长石和各类粘土矿物含量为5%~20%,碳酸盐1%~20%<sup>[36]</sup>。YPC剖面 SiO<sub>2</sub>含量在

晚更新世黄土层(L<sub>1</sub>)和古土壤层(S<sub>0</sub>)中分别达到61%和65%,说明SiO<sub>2</sub>主要以石英的形式存在。石英是各种矿物中最不容易淋溶迁移的,在其他大量元素经水土流失、淋溶等作用向下迁移的过程中, SiO<sub>2</sub>却以石英的形式大量保存在土层中。古土壤层 SiO<sub>2</sub>含量的增高是因为碳酸盐的强烈淋溶而相对富集的结果<sup>[1]</sup>。在过渡层(L<sub>t</sub>)和晚更新世黄土层(L<sub>1</sub>)中因碳酸盐淀积, SiO<sub>2</sub>含量(61%)相对降低,但仍高于洛川黄土(57.6%),反映出淮河上游地区晚更新世和全新世早期的气候要比黄土高原地区好些。

Al的化学性质比较稳定,在湿热的成壤环境中主要以铝的氧化物、铝硅酸盐矿物的形式存在,不容易迁移,在碱性环境中形成的两性胶体 Al(OH)<sub>3</sub>带负电荷而吸附K<sup>+</sup>、Ba<sup>2+</sup>和Mg<sup>2+</sup>等阳离子<sup>[37]</sup>。在晚更新世黄土层(L<sub>1</sub>)中, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量比较低,过渡层(L<sub>t</sub>)中, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量有所增加,但增幅不大,表明此期气候依然干冷,成壤作用微弱,生物活动性不强;在古土壤层(S<sub>0</sub>)中, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量最高,在90~120 cm层位出现最高值,与磁化率峰值相对应,表明8 500~3 100 a BP时期气候温暖湿润,降水量大增,生物成壤作用最强;在全新世黄土层(L<sub>0</sub>)中, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量明显降低,与磁化率低值相对应,但仍略高于在L<sub>1</sub>中的平均含量,表明3 100 a BP以来气候恶化,降水量减少,加之在黄河下游平原人类活动影响加强,风沙活动和沙尘暴增强,成壤作用减弱,但其干旱程度不如晚更新世时期强烈;在表土层(MS)中, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量明显升高,平均值略低于古土壤层,表明全新世后期在最近1 500年来气候趋于温暖湿润。

土壤环境中钠元素的含量高低主要取决于气候条件,即降水量、蒸发量和排水状况<sup>[37]</sup>,在温暖湿润

的气候条件下,土壤中的钠元素多被水流带离原地而进行迁移,但在干旱的土壤环境中钠盐易在原地及其附近累积。 $\text{Na}_2\text{O}$ 含量在全新世黄土层( $L_0$ )和晚更新世黄土层( $L_1$ )相对淀积,与磁化率低值相对应,表明黄土堆积时期气候干旱,土壤水分状况和植被条件较差,限制了钠元素的活性;在古土壤层中的含量最低,且在96 cm处出现最低值,与磁化率峰值相对应,表明 $S_0$ 形成时期,降水量丰沛,生物作用强烈, $\text{Na}_2\text{O}$ 发生迁移转化,并出现淋溶。从过渡层( $L_t$ )到古土壤层( $S_0$ ) $\text{Na}_2\text{O}$ 含量逐渐减少,表明从 $L_t$ 到 $S_0$ 成壤时期气候的转暖转湿是渐变过程,这一点从 $\text{Fe}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{K}$ 在剖面中的含量变化也可以得到印证(图2)。

$\text{CaCO}_3$ 含量在古土壤层( $S_0$ )几乎接近于零,在黄土层( $L_1$ 、 $L_t$ )出现峰值。表明在 $S_0$ 成壤时期,气候温暖湿润,降水量较大,土壤湿润,风化淋溶作用强烈, $\text{CaCO}_3$ 容易淋失,因为 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 而随水迁移。在黄土层( $L_1$ 、 $L_t$ )中 $\text{CaCO}_3$ 含量急剧升高,反映黄土堆积时期气候冷干,植被和降水稀少,淋溶作用弱,同时反映出由于气候干旱,土壤水分蒸发强烈, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 脱水在土壤中形成 $\text{CaCO}_3$ 结核或形成 $\text{Ca}^{2+}$ 与 $\text{SO}_4^{2-}$ 结合为 $\text{CaSO}_4$ 而淀积<sup>[37]</sup>。表土层(MS) $\text{CaCO}_3$ 含量较晚更新世黄土低得多,说明表土具有一定的风化成壤。在全新世黄土层( $L_0$ ) $\text{CaCO}_3$ 含量很低,与该层 $\text{SiO}_2$ 富集有关。YPC剖面 $\text{CaCO}_3$ 在晚更新世黄土层( $L_1$ )的平均含量(6.14%)远远低于洛川黄土(15.6%),反映出淮河上游地区晚更新世时期气候不如黄土高原地区干旱;并且 $\text{CaCO}_3$ 含量在晚更新世黄土层和古土壤层的变幅(83%)远远大于洛川黄土(37%)<sup>[1]</sup>,反映出在晚更新世和全新世大暖期这两个时期淮河上游地区的降水量变幅要比黄土高原地区大得多。

## 5 结 论

(1)淮河上游禹州地区全新世黄土-古土壤中常量元素氧化物( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO}$ )含量和粘粒含量随土壤地层呈现有规律性变化,即在古土壤层( $S_0$ )中含量最高,表土层(MS)中次之,在黄土层( $L_1$ 、 $L_t$ 、 $L_0$ )中最低。这些化学成分含量与磁化率、粘粒含量间的相关性很强,表明它们的迁移转化

受全新世以来气候变化、沙尘暴活动和成壤环境变化的控制。

(2)与黄土高原腹地的洛川剖面相比,淮河上游全新世黄土剖面成壤环境呈现以下特征:

①晚更新世黄土( $L_1$ )形成的末次冰期(>11,500 a BP),气候干旱寒冷,黄河下游泛滥平原,植被覆盖稀疏,风沙活动盛行,沙尘暴强烈,土壤湿度很低,几乎没有淋溶和粘化作用。但气候干冷程度不如黄土高原地区强烈。

②全新世早期(11 500-8 500 a BP),气候从干冷的末次冰期向温暖的冰后期过渡,气温回升,降水量增加,植被开始恢复,沙尘暴有所减弱,地表微弱的成壤改造开始出现,粉尘在堆积过程中经受了微弱的粘化作用和淋溶作用。

③全新世中期气候适宜期(8 500-3 100 a BP),气候最为温暖湿润,土壤湿度大,植被繁茂,黄河下游平原风沙活动较弱,淮河上游地区风成沉积物的成壤改造作用强烈,伴随强烈淋溶和粘化作用发生,降水量及其增加幅度远远大于黄土高原地区,生态环境更加适宜。

④全新世晚期(3 100 a BP-现今)对应的土壤深度为86-0 cm,40-0 cm,此阶段季风转变,气候急剧恶化,降水量减少,加上人类活动的强烈干扰,黄河下游泛滥平原风沙活动十分盛行,沙尘暴活动再次增强,淮河上游地区粉尘沉积加速,成壤作用显著减弱,但其干旱程度不如晚更新世时期强烈。最近1 500 a BP以来,气候条件有所改善,但是因为人类活动对于黄河下游泛滥平原土地开发大大增强,风沙活动仍然强烈,沙尘暴频繁,沉积速率增加,但是在农业耕作扰动之下,现代成壤改造作用仍然比较强。

## 参考文献(References)

- [1] Liu Donsheng, Lu Yanchou, Zheng Honghan. Loess and Environment[M]. Beijing: Science Press, 1985. 1-481. [刘东生, 卢演俦, 郑洪汉. 黄土与环境[M]. 北京: 科学出版社, 1985. 1-481.]
- [2] Huang Chunchang. Environmental Changes[M]. Beijing: Science Press, 1998. 121-151. [黄春长. 环境变迁[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 121-151.]
- [3] Huang Chunchang. The deterioration of land resources and the change in human-earth relationships in the Weihe River Basin at

- 3100 aB. P. [J]. *Geographic Science*, 2001, 21(2): 30–35. [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. ]
- [4] Huang Chunchang, Pang Jiangli, Chen Baoqun, et al. Land degradation and its social impact in the Weihe River Drainage Basin during the Pre-dynastic Zhou-Western Zhou Dynasty [J]. *Quaternary Sciences*, 2003, 23(4): 404–414. [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. ]
- [5] Huang C C, Pang J L, Chen S E, et al. Holocene dust accumulation and the formation of polycyclic cinnamon soils in the Chinese Loess Plateau [J]. *Earth Surface Processes and Landforms*, 2003, 28, 1259–1270.
- [6] 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, 2525–2535.
- [7] Pang Jiangli, Huang Chunchang, Zhang Zhanping, et al. Rb, Sr elements and high resolution climatic records in the loess-paleosol profile at Qishan, Shaanxi [J]. *ACTA Sedimentologica Sinica*, 2001, 19(4): 638–641. [庞奖励, 黄春长, 张占平, 等. 陕西岐山黄土剖面Rb, Sr组成与高分辨率气候变化[J]. 沉积学报, 2001, 19(4): 638–641. ]
- [8] Guo Z T, Liu D S, Guiot J, et al. High frequency pulses of East Asian monsoon climate in the last two glaciations: Link with the North Atlantic [J]. *Climate Dynamics*, 1996, 12, 701–709.
- [9] Chen Jun, Wang Yongjin, Ji Junfeng, et al. Rb/Sr variations and its climatic stratigraphical significance of a loess-paleosol profile from Luochuan, Shaanxi Province [J]. *Quaternary Sciences*, 1999, 7(4): 350–356. [陈骏, 汪永进, 季峻峰, 等. 陕西洛川黄土剖面的Rb/Sr值及其气候地层学意义[J]. 第四纪研究, 1999, 7(4): 350–356. ]
- [10] Chen Jun, An Zhisheng, Wang Yongjin, et al. Distribution of Rb and Sr in the Luochuan loess-paleosol sequence of China during the last 800 ka – implications for paleomonsoon variations [J]. *Science in China: series D*, 1998, 128(6): 498–504. [陈骏, 安芷生, 汪永进, 等. 最近800ka洛川黄土剖面中Rb, Sr分布和古季风变迁[J]. 中国科学(D辑), 1998, 128(6): 498–504. ]
- [11] Wen Qizhong, Diao Guiyi, Jia Rongfen, et al. Geochemical indicators and their significance in paleoclimatic changes in Weinan loess section since the last interglacial [J]. *Geochimica*, 1996, 25(6): 529–535. [文启忠, 刁桂仪, 贾蓉芬, 等. 末次间冰期以来渭南黄土剖面地球化学指标所反映的古气候变化[J]. 地球化学, 1996, 25(6): 529–535. ]
- [12] Liu T S, Guo Z T, Liu J Q, et al. Variation of eastern Asian monsoon over the last 140000 years [J]. *Bulletin Socie geologique France*, 1995, 166, 221–229.
- [13] Yue Leping. A study on paleo-magnetic stratigraphy of the loess profile in Zhangbian Yuan, Shaan Xian, Henan province [J]. *Journal of Northwest University (Natural Science Edition)*, 1984(4): 79–85. [岳乐平. 陕县张汴塬黄土剖面的古地磁研究[J]. 西北大学学报, 1984(4): 79–85. ]
- [14] Jiang Fuchu, Wu Xihao, Xiao Huaguo, et al. The high resolution late Pleistocene loess stratigraphy in Taohuayu, Mangshan, Zhengzhou [J]. *Journal of Geomechanics*, 1997, 3(2): 11–17. [蒋复初, 吴锡浩, 肖华国, 等. 郑州邙山桃花峪高分辨率晚更新世黄土地层[J]. 地质力学学报, 1997, 3(2): 11–17. ]
- [15] Jiang Fuchu, Wu Xihao, Xiao Huaguo, et al. The loess in Mangshan and the era of Sanmen Gorge transfixion [A]. In: *An Zhisheng. Loess, the Yellow River and Culture of the Yellow River* [C]. Zhengzhou: Yellow River and Water Conservancy Press, 1998. 13–19. [蒋复初, 吴锡浩, 肖华国, 等. 邯山黄土及三门峡贯通的时代[A]. 见: 安芷生. 黄土·黄河·黄河文化[C]. 郑州: 黄河水利出版社, 1998. 13–19. ]
- [16] Wu Xihao, Jiang Fuchu, Wang Sumin, et al. On problem of the Yellow River passing through the Sanmen Gorge and flowing east into sea [J]. *Quaternary Sciences*, 1998, 5(2): 118. [吴锡浩, 蒋复初, 王苏民, 等. 关于黄河贯通三门峡东流入海问题[J]. 第四纪研究, 1998, 5(2): 118. ]
- [17] Jiang Fuchu, Wu Xihao, Sun Donghuai, et al. On Mangshan Loess Stratigraphy in China Central Plains [J]. *Journal of Geomechanics*, 1998, 4(4): 12–18. [蒋复初, 吴锡浩, 孙东怀, 等. 中原邙山黄土地层[J]. 地质力学学报, 1998, 4(4): 12–18. ]
- [18] Wu Xihao, Jiang Fuchu, Xiao Huaguo, et al. Mangshan loess in China Central Plains and constructional campaign and climatic change in recent 200 ka [J]. *Science in China: series D*, 1999, 29(1): 75–81. [吴锡浩, 蒋复初, 肖华国, 等. 中原邙山黄土及最近200ka构造运动与气候变化[J]. 中国科学(D辑), 1999, 29(1): 75–81. ]
- [19] Jiang Fuchu, Wu Xihao, Xiao Huaguo, et al. Mangshan loess in China Central Plains and the coupling effect between tectonics and climate [J]. *Marine Geology and Quaternary Geology*, 1999, 19(1): 45–51. [蒋复初, 吴锡浩, 肖华国, 等. 中原邙山黄土及构造与气候耦合作用[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(1): 45–51. ]
- [20] Zhao Zhizhong, Wu Xihao, Jiang Fuchu, et al. Loess in Sanmen Gorge area and paleo-monsoon [J]. *Journal of Geological Mechanics*, 2000, 6(4): 19–26. [赵志中, 吴锡浩, 蒋复初, 等. 三门峡地区黄土与古季风[J]. 地质力学学报, 2000, 6(4): 19–26. ]
- [21] Lei Quankui, Yang Xiaolan, Guo Jianqiu, et al. The state of available potassium and effect of applying Kon winter wheat in western Henan [J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2003, 34(2): 158–159. [雷全奎, 杨小兰, 郭建秋, 等. 豫西耕地土壤速效钾现况与冬小麦施肥效果[J]. 土壤通报, 2003, 34(2): 158–159. ]
- [22] Tan Jinfang. Studies of potassium status in soil of Henan Province [J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 1996, 27(4): 166–167.

- [谭金芳.河南省土壤钾素状况研究[J].土壤通报,1996,27(4):166-167.]
- [23] Teng Zhihong. Two loess strata and two loess profiles in west Henan Province[J]. Journal of Stratigraphy, 1998, 12(4): 209-297. [滕志宏.豫西两个黄土剖面及其它层划分[J].地层学杂志,1998,12(4):209-297.]
- [24] Xiao Huaguo, Jiang Fuchu, Wu Xihao, et al. Loess stratigraphy in Sanmen Gorge area [A]. In: An Zhisheng. Loess, the Yellow River and Culture of the Yellow River [C]. Zhengzhou: Yellow River and Water Conservancy Press, 1998. 1-7. [肖华国,蒋复初,吴锡浩,等.三门峡地区的黄土地层[A].见:安芷生.黄土·黄河·黄河文化[C].郑州:黄河水利出版社,1998. 1-7.]
- [25] Teng Zhihong. An analysis on the loess stratum and Pleistocene environment in south bank of the Yellow River between Zhengzhou and Luoyang [A]. In: An Zhisheng. Loess, the Yellow River and Culture of the Yellow River [C]. Zhengzhou: Yellow River and Water Conservancy Press, 1998. 8-12. [滕志宏.郑州至洛阳间黄河南岸黄土地层及更新世环境分析[A].见:安芷生.黄土·黄河·黄河文化[C].郑州:黄河水利出版社,1998. 8-12.]
- [26] Xie Fengchun, Jiang Zefan. Basic features of the loess in western Henan [J]. Geology in Henan, 1987, 5(3): 42-48. [谢封春,姜泽泛.豫西黄土的基本特征[J].河南地质,1987,5(3):42-48.]
- [27] Li Yongle. Research on basic features and geotechnical engineering properties of west Henan's loess[J]. Journal of North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, 1995, 16(2): 42-49. [李永乐.豫西黄土的基本特征及其工程性质研究[J].华北水利水电学院学报,1995,16(2):42-49.]
- [28] Paul A Mayewskia, Eelco E Rohlingb, Curt Stagerc J, et al. Holocene climate variability[J]. Quaternary Research. 2004, 62, 243-255.
- [29] Nanjing Agricultural University. Agricultural and chemistry analysis of soil [M]. Beijing: Agriculture Press, 1988. 201-205. [南京农业大学主编.土壤农化分析[M].北京:农业出版社,1988. 201-205.]
- [30] Maher B A. Magnetic properties of modern soil and Quaternary loessic paleosols: Palaeoclimatic implications, Palaeo-geography, Palaeoclimatology [J]. Palaeoecology. 1998, 137, 25-54.
- [31] Huang Chunchang, Pang Jiangli, Zhao Jingbo. Chinese loess and the evolution of the East Asia monsoon [J]. Progress in Physical Geography. 2000, 24, 75-96.
- [32] Han J M, L H Y, Wu N Q, et al. Magnetic susceptibility of modern soils in China and climate conditions [J]. Studio Geophysica et Geodetica, 1996, 40, 262-275.
- [33] Liu Xiuming, Liu Dongsheng. Study on Chinese loessial magnetic mineral features and paleo-climate [J]. Quaternary Research, 1993, (3): 281-287. [刘秀铭,刘东生.中国黄土磁性矿物特征及其古气候研究[J].第四纪研究,1993, 3,281-287.]
- [34] Deng Chenglong, Yuan Baoyin, Hu Shouyun, et al. Environmental magnetism: a review [J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 2000, 20(2): 93-101. [邓成龙,袁宝印,胡守云,等.环境磁学的某些研究进展[J].海洋地质与第四纪地质,2000,20(2):93-101.]
- [35] An Z S, Wu X H, Wang P X, et al. Changes in the monsoon and associated environmental changes in China since the last interglacial. In: Liu T S ed. Loess, environmental and global change [M]. Beijing: Science Press, 1990. 1-29.
- [36] Pecsi M. Loess is not just the accumulation of the dust [J]. Quaternary International. 1990, 7, 1-21.
- [37] Wang Yun, Wei Fusheng. Chemistry of environmental elements in the soil [M]. Beijing: Environment and Science Press in China, 1995. 362-379, 75-86, 180-192. [王云,魏复盛.土壤环境元素化学[M].北京:中国环境科学出版社,1995. 362-379, 75-86, 180-192. ]

## Holocene aeolian loess and pedogenic environmental change in the upper-reaches of the Huaihe River

LI Xin-yan, HUANG Chun-chang, PANG Jiang-li, WANG Li-jun, HE Zhong  
(College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, Shaanxi, China)

**Abstract:** On the basis of field exploration and research, the content and changes of constant element oxides have been measured by XRF at the YPC loess-paleosol profile, Yuzhou County, Henan Province. Comparing with magnetic susceptibility, the content of clay grain and  $\text{CaCO}_3$ , we found that the content of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  and  $\text{MgO}$  varied regularly in the Holocene Aeolian loess-paleosol profile, that is, the content of these oxides reached the highest in the paleosol ( $S_0$ ), moderate in the topsoil (MS), and the lowest in the loess ( $L_1, L_2, L_0$ ).  $\text{Na}_2\text{O}$  eluviation

ted in the paleosol but congregated relatively in the loess. The content of these oxides correlated with magnetic susceptibility remarkably, which showed that the transference of these constant elements was controlled mainly by the Holocene climate. Deep analysis showed that the Holocene loess in the upper reaches of Huaihe River was wind blown dust sediment which came from the Yellow River inundant alluvial deposition and then reconstructed by Aeolian sand and dust storms aggradations. It indicated that the climate was warm and humid in the stage of the paleosol and the modern topsoil formation, the pedogenesis and secondary argillification was stronger although dust storms still occurred occasionally. In the stage of the loess accumulation, the climate was arid and cold, the vegetation was sparse in the lower-reaches of Yellow River inundant plain, the intensity of wind power and dust-fall was stronger, so the efflorescent pedogenic effect was exceedingly weak. The above revealed the Holocene pedogenic environmental change in the upper reaches of the Huaihe River. The results would help to understand the regional response to global change in the upper reaches of the Huaihe River in semi-humid zone.

**Key Words:** loess; paleosol; oxide; magnetic susceptibility; Holocene; upper reaches of Huaihe River

### 中国科学院新疆生态与地理研究所徐新文研究员 被评为中国科学院创新文化建设先进个人

2007年3月21日,在中国科学院2007年度工作会议上,中国科学院党组副书记方新代表中国科学院党组宣读了中国科学院《关于表彰第三届中国科学院创新文化建设先进团队和先进个人的决定》。中国科学院新疆生态与地理研究所徐新文研究员荣获“第三届中国科学院创新文化建设先进个人”的荣誉称号。

徐新文研究员一直从事沙漠化防治和工程风沙灾害治理等方面的工作。严酷的自然条件造就了徐新文同志艰苦创业、不畏困难的乐观人生;1992年徐新文同志作为科研骨干,参加了世界上最长和自然条件最为恶劣的塔里木沙漠公路进行勘察和选线,面对茫茫的塔克拉玛干沙漠,他毫不畏惧,欣然接受,并以惊人的毅力,在沙漠公路上一干就是15年。在整个工作过程中,他经历了塔克拉玛干沙漠的严寒、酷热、风沙、荒芜以及无人的寂寞。他先后参加了沙漠公路选线、机械防沙体系设计、生物防沙先导试验研究、示范工程建设和塔里木沙漠公路防沙与绿色走廊建设关键技术开发等项目。取得的研究成果目前已广泛应用于沙漠公路防护林生态工程建设之中,取得了明显的经济效益和防沙效果。

为表彰先进,弘扬科学精神,中科院党组决定,授予上海药物研究所药物发现与设计中心等10个团队“第三届中国科学院创新文化建设先进团队”荣誉称号;授予顾国彪院士等21人“第三届中国科学院创新文化建设先进个人”荣誉称号。

希望受表彰的先进团队和先进个人进一步总结经验,再接再厉;希望全院广大干部职工以先进团队和先进个人为榜样,更加积极地投身于科技创新的伟大实践,营造激励创新、竞争合作、和谐奋进的文化氛围,为建设改革创新和谐奋进的中国科学院不断作出新贡献。

(中国科学院新疆生态与地理研究所综合办公室)