

渭河下游全新世古洪水滞流沉积物研究

王娟, 黄春长, 庞奖励, 查小春, 周亚利, 张玉柱

(陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 通过广泛的野外考察, 在渭河下游发现了全新世古洪水滞流沉积物, 对其进行了深入观察、地层划分和系统采样。在实验室内进行磁化率、烧失量、碳酸钙和粒度成分等多指标的分析测试。结果表明, 这些古洪水沉积物以细粉沙为主, 性质为粉沙质亚黏土, 致密坚硬, 具有水平或波状层理, 与覆盖在河流阶地表面的风成黄土和古土壤有着显著的区别。通过 OSL 测年断代, 发现它们与渭河上游固川镇剖面的古洪水 SWD 为同一期特大洪水的沉积物。这表明渭河流域在 3200—3000 a BP 发生了一组 3 次特大洪水事件。这个时期正是全新世大暖期结束之际, 也就是中国历史上商代末期。渭河流域特大洪水事件的发生与全球性气候恶化转折密切相关。

关键词: 渭河流域; 古洪水; 滞流沉积物; 气候变化; 全新世

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)05-0032-06

中图分类号: P539.6

Holocene Paleoflood Slackwater Deposit in Lower Reaches of Weihe River

WANG Juan, HUANG Chun-chang, PANG Jiang-li, ZHA Xiao-chun, ZHOU Ya-li, ZHANG Yu-zhu

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

Abstract: The Holocene palaeoflood slackwater deposit (SWD) was found in the lower reaches of the Weihe river by field investigations. Sedimentary samples were taken after detailed observations and pedo-stratigraphic subdivisions. Grain-size distribution, magnetic susceptibility, loss-on-ignition and CaCO₃ content were measured in the laboratory. The results show that these bedded palaeoflood slackwater deposits are silty clay, very dense and hard, with blocky structure and low magnetic susceptibility, which are very different from the aeolian loess and soils overlying on the river terraces. Optically stimulated luminescence (OSL) dating shows that these palaeoflood events occurred between 3200 and 3000 a B. P., exactly the same time as that documented in the upper reaches of the Weihe river. This time was the ending of the mid-Holocene climatic optimum, and also the ending of the Shang Dynasty in Chinese history. These palaeofloods are closely related with the global climatic decline at about 3100 a B. P. The results are of great significance in understanding the response of hydro-climatic system to global change.

Keywords: Weihe river; palaeoflood; slackwater deposit; climatic change; Holocene

在全球变暖的大背景下, 随着人类对流域生态环境破坏的不断加剧, 洪涝灾害时有发生, 对人类生命财产造成了严重的威胁。渭河作为黄河的第一大支流, 流域属于大陆性半干旱—半湿润气候, 夏秋季暴雨洪水灾害, 严重影响到关中地区的经济和社会发展^[1]。掌握超长尺度暴雨和河流洪水发生规律, 对于防治洪水灾害有着十分重要的意义。国内外已有许多学者从沉积学、水文学等角度对全新

世古洪水滞流沉积物做过研究, 取得了一系列的重要成果^[2-4]。美国学者 Baker V R^[5] 对于古洪水沉积物沉积学和水文学研究作出了重要贡献。杨达源等^[6]、詹道江等^[7] 在我国一些河流开展了古洪水水文学研究。黄春长等^[8-10] 在黄河中游系统地开展了古洪水沉积学、年代学和水文学研究, 并且总结提出了全新世古洪水滞流沉积物的基本鉴别特征。本文主要通过渭河下游全新世古洪水滞流沉积物与现代洪水

收稿日期: 2011-01-07

修回日期: 2011-01-24

资助项目: 国家自然科学基金重点项目“汉江上游(南水北调水源区)万年尺度古洪水水文学研究”(41030637); 中央高校基本科研业务费专项基金项目“渭河下游全新世洪水与风沙活动对季风气候变化响应研究”和“毛乌素沙地石英释光信号示踪物源探索”(GK200901007, GK200902020)

作者简介: 王娟(1986—), 女(汉族), 四川省成都市人, 硕士研究生, 主要从事土地资源开发与环境演变研究。E-mail: wj2waiwj@stu.snnu.edu.cn.

通信作者: 黄春长(1954—), 男(汉族), 陕西省彬县人, 教授, 博士生导师, 主要从事土地资源开发与环境演变研究。E-mail: cchuang@snnu.edu.cn.

滞流沉积的对比研究,深刻揭示渭河下游特大洪水滞流沉积物(SWD)的基本特征,渭河流域超长尺度洪水水文学研究、为水资源开发、防洪减灾和水土流失的防治提供科学依据。

1 研究河段概况

渭河是黄河中游地区最重要的支流,其干流全长 818 km,流域面积 $1.35 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。流域包括黄土高原和六盘山、子午岭和秦岭北坡等基岩山地,年平均气温 $6 \sim 14 \text{ }^\circ\text{C}$,年平均降水量 $450 \sim 700 \text{ mm}$ 。每年 6—10 月为汛期,多暴雨,降水强度大,渭河干流及其主要支流泾河、洛河均易形成洪水。渭河河源至宝鸡峡出口为上游,河长为 430 km,河道狭窄,水流湍急,平均比降为 $1/260$ 。宝鸡峡至咸阳铁桥为中游,河长 180 km,河床宽浅,沙洲较多,水流分散,比降由 $1/500$ 逐渐变缓为 $1/1500$ 。咸阳铁桥至潼关河口为下游,河长为 208 km,河道蜿蜒曲折,水流缓慢,淤积严重^[11]。1956—2000 年,渭河流域多年平均天然径流量为 $1.00 \times 10^{10} \text{ m}^3$,其中渭河干流林家村以上 $2.53 \times 10^9 \text{ m}^3$,咸阳以上 $5.41 \times 10^9 \text{ m}^3$,临潼以上 $6.49 \times 10^9 \text{ m}^3$,华县以上 $8.81 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。林家村站多年平均流量为 $80.07 \text{ m}^3/\text{s}$,咸阳站为 $176.30 \text{ m}^3/\text{s}$,临潼站为 $205.80 \text{ m}^3/\text{s}$ 。渭河径流年内分配不均匀,汛期 7—10 月份来水量约占全年的 60%。渭河天然径流量年际变化大, C_v 值高达 $0.30 \sim 0.60$,1964 年最大年径流量为 $2.18 \times 10^{10} \text{ m}^3$,是 1995 年最小年径流量 $4.30 \times 10^9 \text{ m}^3$ 的 5 倍以上。历史上渭河曾发生过多次大洪水,1898 年(光绪 24 年),渭河特大洪水,咸阳和华县站洪峰流量分别为 11600 和 $11500 \text{ m}^3/\text{s}$ 。1911 年泾河发生特大洪水,张家山站洪峰流量 $14700 \text{ m}^3/\text{s}$ 。1933 年渭河洪水华县站洪峰流量

$8340 \text{ m}^3/\text{s}$ 。1954 年渭河洪水临潼站最大洪峰流量 $7660 \text{ m}^3/\text{s}$ 。1981 年 8 月洪水华县站洪峰流量 $5380 \text{ m}^3/\text{s}$ 。2003 年夏秋渭河下游相继发生了 6 次长历时、高水位、大洪量的洪水过程,咸阳站最大洪峰流量为 $5170 \text{ m}^3/\text{s}$,在渭河下游造成严重灾害。2005 年秋季渭河流域出现大范围连续降雨,渭河干流和区间支流发生较大洪水,临潼站以下洪水大漫滩,洪水演进速度缓慢,临潼至华县洪峰传播时间长达 42.3 h,华县站洪峰流量为 $4820 \text{ m}^3/\text{s}$ 。渭河流域多年平均天然来沙量 $6.09 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中泾河 $3.06 \times 10^8 \text{ m}^3$,北洛河 $1.06 \times 10^8 \text{ m}^3$,干流咸阳站 $1.97 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。据 1961—2005 年资料统计,渭河流域咸阳站多年平均含沙量为 $26.8 \text{ kg}/\text{m}^3$,华县站为 $48.3 \text{ kg}/\text{m}^3$,其中 1965 年咸阳站实测最大含沙量 $588 \text{ kg}/\text{m}^3$,1977 年华县站最大含沙量为 $795 \text{ kg}/\text{m}^3$,受到黄河倒灌顶托,渭河下游泥沙淤积严重,到 2009 年,渭河下游共淤积泥沙量为 $1.27 \times 10^9 \text{ m}^3$ ^[12-13]。

2 地层剖面与研究方法

我们对渭河下游进行了全面的野外考察,在渭河北岸临潼陈东村段第一级阶地全新世黄土土壤层序当中发现全新世古洪水滞流沉积物夹层(SWD)。该段渭河平水位河宽 $100 \sim 120 \text{ m}$,河槽宽度 $150 \sim 200 \text{ m}$,左岸为一级阶地前沿陡坎,高程 $352 \sim 357 \text{ m}$,右岸为河漫滩堆积。

目前,由于渭河下游河床泥沙淤积抬升,一级阶地面高出平水位只有 $8 \sim 10 \text{ m}$,阶地二元结构沉积层被掩盖,而阶地顶面全新世风成黄土和土壤覆盖层剖面地层完整,层次清晰。在野外详细观察其宏观特征后,对该剖面进行了土壤学和沉积学描述和地层划分(表 1)。

表 1 渭河下游陈东村全新世地层划分及沉积学特征描述

深度/cm	地层	沉积学特征
30—0	表土层(MS)	浊棕色,粉沙质地,团粒结构极很发育,疏松,多大孔隙和植物根系
55—30	风成黄土层(L ₀)	浊黄橙色,粉沙质地,块状—团块结构,成壤改造微弱
90—55	古洪水滞流沉积层(SWD)	浊橙色和浊棕色,黏土质地,致密坚硬,具有水平或者波状层理,碎块具有贝壳状断口,为 3 次古洪水沉积形成
170—90	古土壤层(S ₀)	浊棕色,黏土质粉沙质地,柱状—团块结构,含有大量竖直状的蚯蚓孔和蚯蚓粪颗粒,含有少量的钙质假菌丝体,成壤强度大
210—170	过渡层(L ₁)	浊黄橙色,粉沙质地,团块—块状结构,成壤微弱,一些蚯蚓孔洞被来自上部的土壤物质充填
?—210	马兰黄土层(L ₁)	浊黄橙色,粉沙质地,均质块状结构,疏松多细小孔隙

就渭河下游陈东村剖面来看,其土壤地层学结构,与黄土高原全新世黄土土壤序列完全相同^[14]。

尤其是在剖面 55—90 cm 深度,发现一组 3 层全新世古洪水滞流沉积层。它们为黏土质地,坚硬致密,具

有水平或者波状层理,与风成黄土和古土壤区别显著(图 1)。其层位恰好处于全新世晚期风成黄土(L₀)与全新世中期褐色土(S₀)的界限,利用 OSL 技术测年获得的年龄值在 3200—3000 a BP 之间,与渭河上游固川镇剖面全新世特大洪水 SWD 层位和年代完全相同^[10]。确定它们是 3200—3000 a BP 渭河流域特大暴雨洪水的沉积物(图 2)。而这些洪水事件恰恰发生在全新世中期大暖期结束之际。当时洪水漫溢出河槽,第一级河流阶地被淹没,阶地面形成了滞流环境,悬移质泥沙沉积在阶地表面形成滞流沉积层,覆盖了全新世中期古土壤(S₀),洪水之后全新世晚期风成黄土(L₀)堆积,将这一组 SWD 覆盖埋藏而保存下来。



图 1 渭河陈东村剖面及其所夹古洪水滞流沉积层

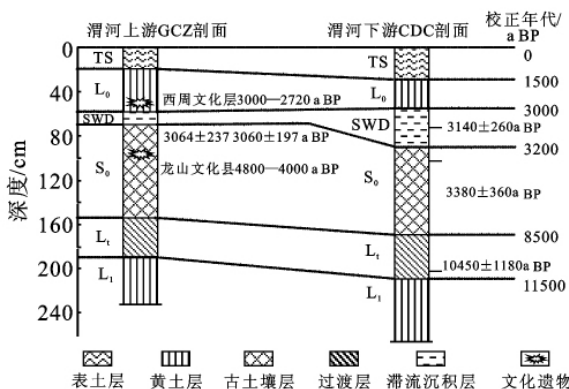


图 2 渭河下游陈东村剖面与上游固川镇剖面地层年代对比

在野外对陈东村全新世剖面的宏观特征进行观察分析和地层划分的基础上,从上向下以每 5 cm 连续采样,共采集沉积学样品 50 个。同时在河槽内对 2010 年夏季洪水的滞流沉积物进行采样,以便作对

比分析研究。

野外所采样品经室内风干,在验室内对其进行了磁化率、烧失量、碳酸钙和粒度成分的测定。样品磁化率采用英国 Bartington 公司制造的 MS-2 型磁化率仪分别测定高频和低频磁化率,每个样品测 3 次,取其平均值。烧失量测量采用燃烧失重法,先将研磨 200 目以下的土样在烘箱 105 °C 条件下烘干,取 1 g (精确至 0.000 1 g) 样品置于马弗炉中,以 550 °C 灼烧 4 h,冷却后精确称重,计算各个样品的损失率。CaCO₃ 含量采用荷兰 Eijkelkamp 公司生产的 Calcimeter 测定。其原理为通过测量 CaCO₃ 与盐酸反应所产生的 CO₂ 体积,来计算出样品中所含的 CaCO₃ 含量。粒度成分测定先用 10% 的 H₂O₂ 和 10% 的 HCl 除去样品中的有机质和碳酸钙,再加入适量 (NaPO₃)₆ 充分分散后,用英国生产的 Mastersizer-S 型粒度仪进行测定。

3 分析结果与讨论

磁化率可以反映土壤和沉积物中铁磁性矿物的含量,通常用来揭示黄土地区风化成壤作用和气候变化过程^[15](图 3)。

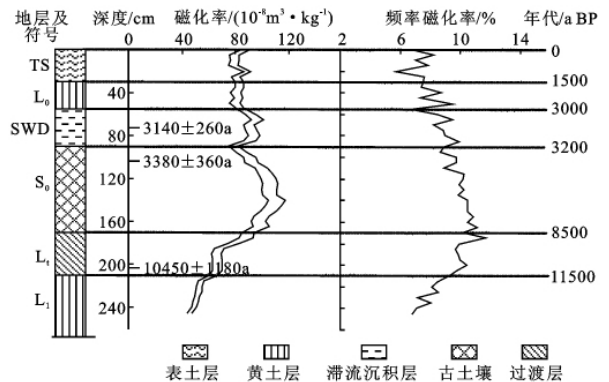


图 3 渭河下游陈东村全新世剖面磁化率曲线

从图 3 可以看出,CDC 剖面中低频磁化率与高频磁化率显示出相同的变化趋势,其最小值出现在马兰黄土层,最大值出现在古土壤层。频率磁化率也可以反映由于气候变化导致风化成壤强度的变化规律。渭河 CDC 剖面低频磁化率变化范围介于 $47.0 \times 10^{-8} \sim 117.0 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 之间。堆积于末次冰期的马兰黄土(L₁),磁化率较低,介于 $47.0 \times 10^{-8} \sim 66.0 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$,均值为 $54.7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$,表明其堆积时期气候干旱寒冷,冬季风盛行,沙尘暴频繁,黄土堆积之后很少受到风化成壤作用改造。全新世早期堆积的过渡性黄土(L₁),磁化率表现出增加的趋势,表明该阶段气候逐渐变暖,降水量逐步增加。全新世中

期古土壤(S_0)磁化率较高,介于 $82.0 \times 10^{-8} \sim 117.0 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 之间,均值为 $104.6 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$,表明古土壤形成时期气候温暖湿润,降水量比较多,生物风化成壤作用强烈,淋溶和黏化作用强烈。全新世晚期堆积的近代黄土(L_0)磁化率均值为 $85.1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$,反映成壤强度减弱,气候变得干旱。夹在古土壤(S_0)与近代黄土(L_0)之间的黏土质古洪水 SWD,磁化率变化范围在 $86.0 \times 10^{-8} \sim 101.0 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 之间,均值为 $95.4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 。渭河下游现代洪水 SWD 的磁化率值为 $50.7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 。渭河全新世古洪水 SWD 来源于 3200—3000 a BP 特大洪水事件。由于当时人类活动影响轻微,流域植被覆盖较好,暴雨洪水携带泥沙较少,颗粒较细,含铁磁性矿物较多,故其磁化率比较高。在现代人类活动严重影响之下,渭河流域暴雨洪水携带粗颗粒泥沙丰富,铁磁性矿物相对较少,故其磁化率较低。

烧失量反映的是土壤和沉积物中有机质(和结晶水)的含量,被用以揭示剖面风化成壤过程中生物活动强度的变化和黏粒含量变化^[16]。由表 2 可知,渭河 CDC 剖面古洪水 SWD 的烧失量均值为 1.36%,高于马兰黄土(0.69%)和近代黄土(1.06%),低于全新世古土壤(1.54%)。现代洪水 SWD 烧失量值低于古洪水 SWD,仅为 0.72%。说明古土壤中有机质含量最高,生物活动作用强。全新世古洪水 SWD 含有来自古表土的成分,故其磁化率较高,有机质和结晶水含量也较高。目前渭河流域广泛的城镇和新农村工程、交通和水利工程建设开挖,水土流失导致洪水悬移质含有较多黄土成分,故现代洪水 SWD 颗粒粗大,有机质含量低,磁化率也很低,与马兰黄土相当。

土壤剖面 CaCO_3 含量对降水量和土壤水分变化

比较敏感,能够反映淋溶和淀积作用的强弱变化^[17]。渭河下游 CDC 剖面全新世古土壤(S_0)和马兰黄土(L_1) CaCO_3 含量均值分别为 7.92%和 19.87%,说明在古土壤形成时期气候温暖湿润,降水较多,淋溶作用强烈。马兰黄土形成时期气候干旱,降水很少,淋溶作用微弱。全新世古洪水 SWD 的 CaCO_3 含量均值为 11.19%,介于古土壤和马兰黄土之间,与现代洪水 SWD 的差别不大。

表 2 渭河下游陈东村全新世剖面磁化率、烧失量、 CaCO_3 含量和黏粒/粉沙比值对比

样品名	磁化率/ ($10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)	烧失量/ %	CaCO_3 / %	黏粒/ 粉沙
现代洪水 SWD	50.70	0.72	11.00	0.057
古洪水 SWD	95.36	1.36	11.19	0.085
近代黄土 L_0	85.14	1.06	9.60	0.101
古土壤 S_0	104.64	1.54	7.91	0.093
马兰黄土 L_1	54.71	0.69	19.87	0.086

粒度分析可以揭示沉积物的性质、物质来源和搬运沉积的动力条件^[18]。渭河下游 CDC 剖面粒度分析的结果(表 3)显示出全新世古洪水 SWD 以粉沙($2 \sim 63 \mu\text{m}$)为主,其含量高达 91.03%。其中细粉沙($2 \sim 16 \mu\text{m}$)含量多达 57.36%,粗粉沙($16 \sim 63 \mu\text{m}$)含量 33.67%,其次为黏粒含量 7.71%,细沙($63 \sim 125 \mu\text{m}$)含量很少,仅为 1.26%。由此可将古洪水 SWD 的性质确定为粉沙质亚黏土。近代黄土(L_0)和马兰黄土(L_1)均以粗粉沙成分为主,细粉沙次之,沉积学性质为粉沙。全新世中期古土壤(S_0)的成分以细粉沙为主,粗粉沙次之,确定为黏土质粉沙。渭河现代洪水 SWD 样品的粗粉沙含量高达 63.56%,其性质为粉沙。

表 3 渭河下游陈东村全新世剖面洪水滞流沉积物和黄土—古土壤粒度特征参数对比

样品名	不同粒度含量/%				Md/ μm	Mz/ μm	σ / Φ	SK/ Φ	Kg/ Φ	S/ Φ
	$<2 \mu\text{m}$	$2 \sim 16 \mu\text{m}$	$16 \sim 63 \mu\text{m}$	$63 \sim 125 \mu\text{m}$						
现代洪水 SWD	4.66	17.49	63.56	14.29	32.55	34.59	1.43	0.38	1.46	0.74
古洪水 SWD	7.71	57.36	33.67	1.26	10.54	13.97	1.51	0.11	0.94	1.06
近代黄土 L_0	8.78	40.63	45.96	4.63	16.32	20.32	1.74	0.28	0.89	1.27
古土壤 S_0	8.32	47.26	41.81	2.60	13.54	17.41	1.63	0.21	0.95	1.14
马兰黄土 L_1	7.49	40.08	47.02	5.41	17.19	21.18	1.67	0.27	1.00	1.13

注:表中 Md 为中值粒径; Mz 为平均粒径; Q 为标准离差; SK 为偏度; Kg 为峰态; S 为分选系数; $\Phi = -\log_2 d$ (d 为颗粒直径, mm)。

各项粒度参数也反映出上述粒度成分特征。同时,古洪水 SWD 标准离差(σ)和分选系数(S)均值分别为 1.51 和 1.06,两指标都低于古土壤层、马兰黄土层和近代黄土层,表明其分选性较好,属于河流悬移质沉积物。现代洪水 SWD 的标准离差(σ)和分选系

数(S)分别为 1.43 和 0.74,其值小于古洪水 SWD,表明其分选性最好,也属于河流悬移质性质。峰态(Kg)反映粒度自然分布频率曲线的尖锐程度。CDC 剖面古洪水 SWD、马兰黄土、近代黄土和古土壤的 Kg 值介于 0.89~1.00 之间,峰态为中等,现代洪水

SWD 的 K_g 值为 1.46, 峰态为尖窄型。偏度 (SK) 表示沉积物粒度自然分布频率曲线的对称程度, 是偏态的定量描述。根据 Folk 和 Ward 提出的 SK 五级分类法, CDC 剖面古洪水 SWD、近代黄土、马兰黄土和古土壤均为正偏态; 现代洪水 SWD 的 SK 值为 0.38, 属于极正偏态, 粒度集中在粗粉沙颗粒一侧^[19]。

沉积物的粒度分布特征还可以通过粒度自然分布频率曲线直观地体现出来。如图 4 所示, 风力堆积形成的马兰黄土 (L_1)、古土壤 (S_0) 和近代黄土 (L_0) 以粗粉沙为主, 峰值出现在 $20 \sim 40 \mu\text{m}$, 为偏态分布, 其分选性比之古今洪水沉积略差。渭河 CDC 剖面古洪水 SWD 细粉沙含量最高, 峰值出现在 $8 \sim 16 \mu\text{m}$, 且接近正态分布。这表明在 3200—3000 a BP 古洪水发生的时期, 渭河流域人类活动影响较少, 水土流失轻微, 河流悬移质泥沙含量较少, 且比较细腻。相比较而言, 渭河下游现代洪水 SWD 则以粗粉沙含量最多, 峰值出现在 $30 \sim 40 \mu\text{m}$, 为极正偏态, 且主峰高而狭窄, 显示出良好的分选性。CDC 剖面古洪水 SWD 粒度自然分布频率曲线的形态与渭河上游固川镇剖面记录的全新世特大洪水 SWD 完全相同, 更进一步证明它们是同一期古洪水事件的沉积物。

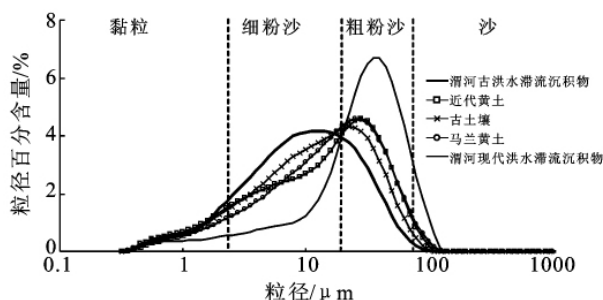


图 4 渭河下游陈东村全新世剖面粒度分布频率对比曲线

研究表明, 在渭河上游宝鸡峡谷内的固川镇, 第一级阶地剖面上部的黄土覆盖层内同样的层位, 也保存着一组 3 层古洪水滞流沉积层。其基岩峡谷河槽断面在长时期内都比较稳定, 有利于采用古水文学技术方法恢复古洪水洪峰水位, 进而推求其洪峰流量。根据分析计算结果, 确定渭河上游在 3200—3000 a BP 发生的洪水事件, 洪峰流量在 $22\ 560 \sim 25\ 960 \text{ m}^3/\text{s}$ 之间^[10]。显然, 该期特大洪水到达渭河下游, 在今陈东村附近溢出河槽, 漫上了第一级河流阶地, 洪水悬移质泥沙沉积, 覆盖了阶地面上的全新世中期古土壤 (S_0)。在洪水之后, 全新世晚期沙尘暴堆积形成近代黄土 (L_0), 覆盖了古洪水 SWD, 使其完好地保存下来, 成为古洪水事件的可靠记录。这个时期正好是全

新世大暖期结束之际, 气候多变, 干旱和特大暴雨洪水灾害频发。

4 结论

古洪水指的是全新世以来至可考证的历史洪水期以前这一时段内发生的大洪水和特大洪水, 故其涉及的时间尺度为 10 000 a 左右, 在水文学领域属于超长时间尺度。这些洪水事件的信息主要来自于洪水在高水位滞流情况之下悬移质泥沙沉积物记录。所以古洪水水文学研究的前提就是要能够通过广泛的野外考察, 从河谷全新世沉积物剖面找到古洪水滞流沉积层。由于各个河流流域内地形、地质、土壤、气候和植被覆盖条件的不同, 以及暴雨区域和洪水流量、流速大小的差异, 不同河流甚至同一河流的不同河段、不同时期的洪水, 其滞流沉积物的性质特征都会有所不同。

我们通过在渭河下游普遍的野外考察, 在临潼县境渭河北岸第一级阶地顶面的风成黄土覆盖层之中, 发现了全新世特大古洪水事件的沉积层。通过野外详细的观察和室内实验测试, OSL 测年断代, 深入对比分析, 揭示出渭河下游古洪水沉积物的基本特征。

(1) 渭河下游一组 3 层古洪水滞流沉积物, 出现在近代黄土 (L_0) 与古土壤 (S_0) 之间界面。在黄土高原地区的诸多剖面该界限年代被确定为 3100 a BP^[14,20]。这表明这些古洪水事件发生在距今 3000 a 前后, 全新世中期大暖期向着晚期的干旱期转折的时期。也就是我国历史上商代的末期, 在渭河流域则为先周时期。通过 OSL 测年断代, 和与渭河上游古洪水事件的对比, 将其发生年代细化为 3200—3000 a BP。这充分表明这一期古洪水事件与渭河上游固川镇剖面记录的古洪水事件发生时代相同, 为渭河流域同一期特大暴雨洪水的客观记录。

(2) 结合野外考察宏观特征和沉积学分析数据, 表明渭河下游全新世古洪水滞流沉积物的性质为粉沙质亚黏土, 质地细腻, 具有水平或波状层理, 块状结构, 致密坚硬, 破裂后显示典型的贝壳状断口。其细粉沙和黏粒含量高, 磁化率较低。它们与全新世时期覆盖在阶地表面的风成黄土和古土壤的结构、构造和成分, 有着十分显著的区别。

(3) 渭河下游现代洪水沉积物的性质为细沙质粉沙, 粗粉沙含量高, 磁化率很低, 与马兰黄土相当。显示出渭河流域广泛深刻的人类活动, 尤其是各类工程建设, 严重扰动了黄土地层, 在暴雨发生时有严重的水土流失, 河流洪水悬移质泥沙主要来源于黄土层。渭河下游古洪水与现代洪水滞流沉积物的性质

差异,表明在 3200—3000 a BP 古洪水悬移质泥沙含量较低,且其颗粒比较细小,分选性较好,一次洪水悬移质泥沙沉积厚度在 10 cm 左右。而现代洪水悬移质泥沙含量大,且其颗粒也比较粗大,一次洪水悬移质沉积物厚度可达 50~100 cm。但是由于其来源于黄土高原地区,长距离搬运分选,现代洪水滞流沉积物的分选性很好。

这个研究结果对于揭示全球变化的区域响应规律,对于渭河流域水资源开发、防洪减灾和水土流失治理具有重要的科学意义。

[参 考 文 献]

- [1] 张行南,罗健,陈雷,等. 中国洪水灾害危险程度区划[J]. 水利学报,2000(3):1-7.
- [2] Bake V R. Paleoflood hydrology and extraordinary flood events[J]. Journal of Hydrology, 1987,96:79-99.
- [3] 谢悦波,姜洪涛. 古洪水研究:挖掘河流大洪水的编年史[J]. 南京大学学报:自然科学,2001,37(3):390-394.
- [4] 朱诚,郑朝贵,马春梅,等. 长江三峡区中坝遗址地层古洪水沉积判别研究[J]. 科学通报,2005,50(20):2240-2250.
- [5] Baker V R. Palaeoflood hydrology in a global context [J]. Catena, 2006,66:161-168.
- [6] 杨达源,谢悦波. 黄河小浪底段古洪水沉积与古洪水水位的初步研究[J]. 河海大学学报,1997,25(3):86-89.
- [7] 詹道江,谢悦波. 洪水计算的新进展:古洪水研究[J]. 水文,1997(1):1-5.
- [8] Huang C C, Pang J L, Zha X C, et al. Extraordinary floods of 4100—4000 a BP recorded at the late Neolithic Ruins in the Jinghe river gorges, middle reach of the Yellow River, China[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2010,289:1-9.
- [9] 查小春,黄春长,庞奖励. 关中西部漆水河全新世特大洪水与环境演变[J]. 地理学报,2007,62(3):291-300.
- [10] 万红莲,黄春长,庞奖励,等. 渭河宝鸡峡全新世特大洪水水文学研究[J]. 第四纪研究,2010,30(2):430-440.
- [11] 陕西师范大学地理系《西安市地理志》编写组. 西安市地理志[M]. 西安:陕西人民出版社,1991:140-150.
- [12] 陈富民. 渭河下游水沙演进特性分析[J]. 陕西水利,2010(1):29-32.
- [13] 蒲锐. 渭河下游径流量变化初步分析[J]. 陕西水利,2010(5):113-114.
- [14] Huang C C, Pang J L, Su H X, et al. The Ustic Isohumisol(Chernozem) distributed over the Chinese Loess Plateau: modern soil or palaeosol? [J]. Geoderma, 2009,150:344-358.
- [15] An Z S, Kukla G J, Porter S C. Magnetic susceptibility evidence of monsoon variation on the Loess Plateau of central China during the last 130 000 years[J]. Quaternary Research, 1991,36(1):29-36.
- [16] 黄春长,庞奖励,黄萍,等. 关中盆地西部黄土台塬全新世气候事件研究[J]. 干旱区地理,2002,25(1):10-15.
- [17] 赵景波. 淀积理论与黄土高原环境演变[M]. 北京:科学出版社,2002:17-42.
- [18] 鹿化煜,安芷生. 洛川黄土粒度组成的古气候意义[J]. 科学通报,1997,42(1):66-69.
- [19] 刘东生. 黄土与环境[M]. 北京:科学出版社,1982:62-81.
- [20] 黄春长,庞奖励,陈宝群,等. 渭河流域先周一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):404-413.

欢迎订阅 2012 年《中国水土保持》

《中国水土保持》是水利部主管、黄河水利委员会主办的全国性水土保持业务与技术综合性期刊,全国中文核心期刊、全国水利系统优秀科技期刊、河南省第一届自然科学二十佳期刊、《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊。本刊紧密围绕全国水土保持中心工作,贯彻水土保持方针政策,报道水土保持科技成果,推广生态建设新鲜经验,剖析监督执法案例,介绍开发建设项目生态恢复技术,探讨水土保持监测方法,普及水土保持基础知识,提供水土保持动态信息。近 30 年来,本杂志形成了融政策性、技术性、新闻性和实用性为一体的独特风格,开设了 20 多个栏目,深受读者欢迎。读者对象为从事水土保持管理、规划、设计、施工与科研的业务人员,有关农、林、水、牧、地理、生态行业的管理者与科研、教学人员,以及关心我国水土保持生态建设的社会各界人士。

本刊为大 16 开,每月 5 日在郑州出版,每册定价 8.00 元,全年定价 96.00 元。本刊为杂志社自办发行(请直接汇款到杂志社),订阅款可电汇也可邮汇。

电汇开户行:郑州交行政二街支行

银行户名:黄河水利委员会新闻宣传出版中心

账号:411060200010149028852

邮汇地址:郑州市金水路 11 号

收款人:《中国水土保持》杂志社

邮政编码:450003

联系电话:0371-66022619,66022338(含传真) E-mail:swcc2000@sina.com QQ:838347450