

泾河泾阳段高河漫滩沉积元素与化合物指示的洪水事件

顾静^{1,2}, 周杰¹, 赵景波^{3,1}

(1. 中国科学院 地球环境研究所 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100000; 3. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 根据泾阳泾河高漫滩沉积剖面中 128 个样品的元素、化合物含量与粒度分析, 研究了泾阳泾河高漫滩剖面沉积特征与洪水变化。结果表明, 元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Ba, Rb, V 和化合物 Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O 含量在剖面各层中变化明显, 分辨率高, 能够清晰地指示洪水以及降水量的变化。JY_a 剖面分为 18 个沉积层, 指示了 18 次大小不同的洪水和 18 个降水较多的年份。沉积物粒度细, 元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O 含量高, 元素 Ba 含量低, 指示沉积时洪水强度小, 洪水水位低, 降雨量少。沉积物粒度粗, 元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O 含量低; 元素 Ba 含量高, 指示沉积时洪水强度大, 洪水水位高, 降雨量多。在这 18 次洪水事件中, 在同一次洪水沉积层内形成了两个以上薄层的元素和化合物含量、粒度成分的微小变化, 指示多数期次的洪水发生时期常有两个以上洪峰出现。泾阳泾河高漫滩第 14, 12, 13, 8, 5, 1 层洪水沉积反映了泾河泾阳段全流域性的年降水量增加, 且年降水量至少达到约 800 mm。

关键词: 河漫滩沉积; 洪水规模; 洪水事件; 气候意义; 泾河

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)02-0009-06

中图分类号: P534.632, P331.1

Flood Events Indicated by Elements and Compounds of Sediment in the Jingyang Reach of Jinghe River

GU Jing^{1,2}, ZHOU Jie¹, ZHAO Jing-bo^{3,1}

(1. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences,

Xi'an, Shaanxi 710075, China; 2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100000, China;

3. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: According to the analysis of elements, compounds, and grain size of 128 samples, we study the flood variation indicated by sediment in floodplain in the Jingyang reach of Jinghe River during deposit of floodplain. Results show that the contents of Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Ba, Rb, V, Al₂O₃, Fe₂O₃, and K₂O change obviously in the profile. Each component changes obviously in the entire profile, which can clearly reflect the variations of flood and precipitation with high resolving power. The profile may be divided into 18 sediment layers, indicating 18 flood events at different scales and 18 years with much precipitation. The finer grain size is, the higher contents of Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V, Al₂O₃, Fe₂O₃, and K₂O are and the lower content of Ba is, which indicates small flood intensity, low flood level, and less precipitation in deposition. In contrast, the coarser grain size is, the lower contents of Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V, Al₂O₃, Fe₂O₃, and K₂O are and the higher content of Ba is, which indicates high flood intensity, high flood level, and more precipitation at deposition. The small changes of two or more elements, compounds, and grain size in the thin layer formed in the same sediment layer in the 18 floods indicate two or more flood peaks frequently appeared in the period of most floods. Sediment in the 14th, 12th, 13th, 8th, 5th, and 1st layers in floodplain in the Jingyang reach of Jinghe River reflects that annual precipitation increases in the whole basin and annual rainfall is greater than 800 mm.

Keywords: sediment in floodplain; flood scale; flood event; climatic significance; Jinghe River

收稿日期: 2009-09-04

修回日期: 2009-11-20

资助项目: 中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室项目(SK LLQG0820); 黄土与第四纪地质国家重点实验室自主课题(LQ0705); 国家自然科学基金项目(40672108)

作者简介: 顾静(1981—), 女(汉族), 陕西省西安市人, 博士研究生, 研究方向为环境演变与可持续发展。E-mail: gujing@ieecas.cn.

古洪水是指第四纪全新世以来的大洪水。研究古洪水有助于反演古气候变化的历史,重建流域洪水发生的序列,分析洪水发生的周期,从而对预测气候变化提供佐证。泾河是黄河的二级支流,发源于宁夏六盘山东麓,在泾阳县张家山界入关中平原,于高陵陈家滩与渭河汇合。泾河以洪水猛烈、输沙量大著称,是渭河和黄河的主要洪水、泥沙来源之一。关中泾河段地处新构造运动微弱上升区,与华北平原区的河流相比,该区河流阶地与多级河漫滩发育很好,是研究泾河洪水演变的非常理想的河段。此外,该区历史文献记载资料较为丰富,可为定量研究洪水发生的年代、洪水发生规模提供宝贵资料。因此,研究泾河流域洪水对查明黄土高原泾河流域历史时期气候变化、土壤与植被演变有重要作用。国内人们对现代洪水进行了大量的研究,认识到洪水发生的原因、类型、特点和造成的危害^[1-5],并注意到了人类活动对河道变化和洪水发生的影响^[6-7]。国内对历史时期的洪水研究较少,主要对长江、黄河与渭河历史时期洪水进行了一定研究^[8-12],以历史文献为依据较多,对洪水沉积物研究相当少。国外对河流洪水变化开展了许多研究,近年来得到了广泛的重视。国外目前关于洪水研究的主要内容是洪水和气候变化的关系^[13-15],洪水量和人类活动对河流泥沙含量及洪水的影响等^[16-18]。河流搬运、堆积与河道变迁主要发生在洪水期,所以河流洪水演变的研究具有重要的理论意义。洪水发生时常造成严重灾害,并导致经济上的巨大损失,危及人们的财产和生命安全,所以对它的研究又具有重要的实际意义。本研究根据野外考察和元素含量、室内颗粒分析资料及历史文献,探讨了泾阳泾河段洪水的特点、发生频次及其发生原因。

1 研究区概况、剖面选择与样品采集

1.1 研究区自然地理概况

泾阳县地处陕西省关中平原中部,泾河下游。县境介于东经 $108^{\circ}29'40''$ — $108^{\circ}58'23''$,北纬 $34^{\circ}26'37''$ — $34^{\circ}44'57''$,总面积 780 km^2 。境内地势西北高、东南低,海拔 $361 \sim 1\ 614 \text{ m}$,属暖温带大陆性季风气候,四季冷暖、干湿分明。年平均气温 $13 \text{ }^{\circ}\text{C}$,冬季(1月)最冷为 $-20.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$,夏季最热(7月)为 $41.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。年均降水量 548.7 mm ,最多降水量 829.7 mm ,最少为 349.2 mm 。

1.2 泾阳 JYa 剖面选择与样品采集

泾河在泾阳县内自西向东流,水深约 $1 \sim 1.7 \text{ m}$,

河宽约 50 m 。受泾河南移的影响,在其北侧发育了宽广的河漫滩,漫滩宽约 $0.5 \sim 1 \text{ km}$ 。在泾河泾阳段距泾河大桥东侧大约 500 m 处的高漫滩选择 JYa 剖面作为研究对象,该剖面顶部高出水面约 4.56 m ,具有明显的二元结构,剖面下部为河床相砂砾石沉积,出露厚度约为 1.5 m ,其底部基座为第三纪泥岩,出露水面厚度为 0.5 m ,剖面为河漫滩相粉砂沉积,厚约 2.56 m 。剖面顶部是该地区 2003 年形成的洪水沉积,顶部之下的其它各层为过去洪水形成的沉积。对剖面进行全断面刻槽和施行连续取样,取样间隔为 2 cm ,共采集样品 128 个,每样约 100 g 左右。所采样品装在塑料袋中,密封,带回实验室,在通风条件好的实验室经自然风干后,元素含量采用荷兰帕纳科公司生产的 X-Ray 荧光光谱仪 P(W2403)测定。取 4 g 在玛瑙研钵中研至 200 目以下的样品,加入硼酸在 YY60 型压力机上压成用于测量的圆片。

2 泾阳 JYa 剖面的元素、化合物含量和分布特征

对实验结果进行整理分析可知,所采剖面元素和化合物含量变化明显,可分为 18 层,各层中元素和化合物含量有较大波动(图 1—2),剖面中元素 Mn, Ni, Cu 平均含量分别为 $516, 23.3$ 和 17 mg/kg ,含量变化范围分别为 $410.5 \sim 715 \text{ mg/kg}$, $14.7 \sim 34.3 \text{ mg/kg}$, $12 \sim 24.7 \text{ mg/kg}$;元素 Zn, Ga, Pb 平均含量分别为 $47.7, 11.6$ 和 16.8 mg/kg ,含量变化范围分别为 $29.6 \sim 75.2 \text{ mg/kg}$, $8.1 \sim 15.3 \text{ mg/kg}$, $11 \sim 24.8 \text{ mg/kg}$;元素 Rb, V, Ba 的平均含量分别为 $74.9, 62.3$ 和 522 mg/kg ,含量变化范围分别为 $57.4 \sim 100.8 \text{ mg/kg}$, $48 \sim 87.6 \text{ mg/kg}$, $440.1 \sim 662.7 \text{ mg/kg}$;化合物 $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{O}$ 平均含量分别为 $9.9, 3.4$ 和 2.0 mg/kg ,含量变化范围分别为 $7.4 \sim 12.4 \text{ mg/kg}$, $2.3 \sim 4.9 \text{ mg/kg}$, $1.8 \sim 2.4 \text{ mg/kg}$ 。

根据剖面各层中的元素和化合物含量分析结果(图 1—2),可以看出各元素和化合物含量在剖面的 18 层中变化明显。元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3$ 平均含量都在剖面的第 16 层中最高,而在剖面的第 12 层中最低。化合物 K_2O 平均含量在剖面的 15 和 16 层中最高,在剖面的 12 和 14 层中最低。元素 Ba 平均含量在剖面的第 1 层中最高,在剖面的第 17 层中最低,其它各层中元素和化合物平均含量均有明显波动。

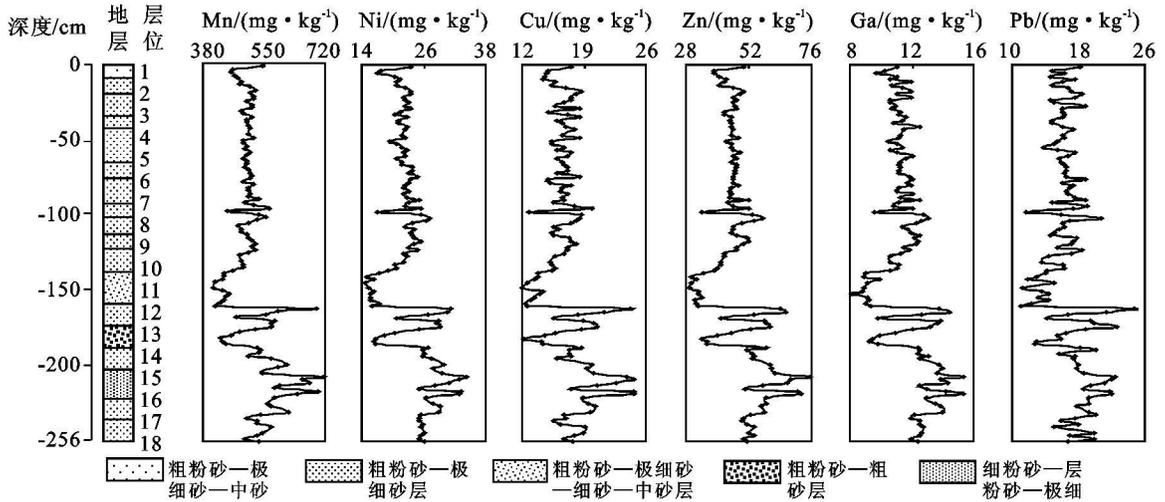


图 1 泾阳泾河 JYa 剖面元素含量变化

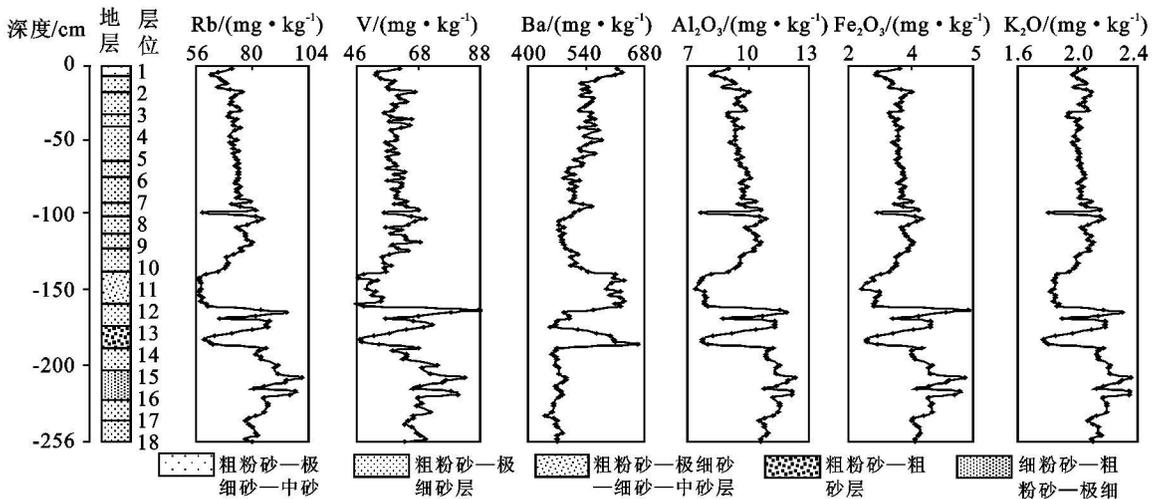


图 2 泾阳泾河 JYa 剖面元素与化合物含量变化

3 泾阳 JYa 剖面的粒度组成与分布特征

为查明元素与粒度组成的关系,在该剖面中同样以 2 cm 的间距,采集了 128 个样品,利用 Mastersize-S 型激光粒度仪进行了粒度分析。根据泾阳泾河高漫滩沉积物粒度数据分析可知(图 3),泾阳 JYa 剖面粒度组成以粗粉砂(0.01~0.05 mm)和极细砂(0.05~0.1 mm)含量占首位,其中粗粉砂含量最高,平均含量为 45.83%,是泾阳 JYa 剖面的众数粒级,变化规律明显。极细砂含量较高,平均含量为 18.45%,是泾阳 JYa 剖面的次众数粒级。胶粒(< 0.002 mm)、细砂(0.1~0.25 mm)、黏粒(0.002~0.005 mm)、细粉砂(0.005~0.01 mm)含量占第二位,平均含量分别为 6.27%, 6.42%, 7.13%, 7.74%;其中胶粒、黏粒、细粉砂这 3 个粒级的变化趋势基本一致;中砂(0.25~0.5 mm)含量占第 3 位,平均含量为

4.95%;剖面中砾石(> 2 mm)和粗砂(0.5~2 mm)的含量最少,平均含量分别为 0.1%和 2.91%,其缺失的层位也较多。剖面上部和中部细砂、中砂等粗颗粒物含量较多,下部最少,各层粒度成分也有明显不同,具有粗细变化的规律。JYa 剖面这些粒度成分的分布特征,与元素和化合物的分布特征类似,也可分为 18 层。其中,剖面第 1 层以中砂、极细砂和粗粉砂为主;第 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 18 层以极细砂和粗粉砂为主;第 12 层以中砂、细砂、极细砂和粗粉砂为主;第 14 层以粗粉砂和粗砂为主;第 16 层以极细砂、细粉砂和粗粉砂为主。粒度成分的这种分布特征能够反映洪水变化的多阶段性。

4 讨论

4.1 泾河洪水沉积物元素、化合物与粒度关系分析
将样品的粒度成分与元素含量做分析后发现二者有一定的关系,体现为沉积物粒度越细,元素 Mn, Ni,

Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量越高, 元素 Ba 含量越低; 沉积物粒度越粗, 元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量越低, Ba 含量越高。JYa 剖面第 14, 12 阶段粒度成分最粗, 以粗粉砂和粗砂为主, 对应该阶段元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量低, 元素 Ba 含量高。剖面第 16, 17 阶段粒度成分最细, 以粗粉砂和极细砂为主, 对应该阶段元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量高, 元素 Ba 含量低。剖面粒度成分与元素含量呈这种分布趋势的原因可能是泾阳泾河段洪水沉积物主要来自于泾河上游黄土高原的黄土, 由于黄土的矿物组成主要是石英、长石、黏土矿物和碳酸盐^[19], 其化学风化过程主要是碳酸盐的淋失, 硅酸盐矿物没有发生明显的迁移^[20]。Al 是硅酸盐矿物的主要组成部分, 在风化过程中属于相对稳定的元素。Al 在表生环境中,

即使经风化作用被解析出来, 大部分 Al 也只是转变为次生的黏土矿物而不会淋失^[21], 因此 Al 主要以 Al_2O_3 的胶体形式存在于细粒的沉积物中, 粗粒沉积物中含量较少。Fe 在黄土形成过程中表现出稳定的表生行为, 它只有在酸性条件下, 才发生淋溶迁移^[21], 而黄土高原黄土堆积环境基本处于弱碱性氧化环境, 不利于 Fe 的迁移, 所以 Fe 也主要以 Fe_2O_3 的胶体形式存在于细粒的沉积物中, 粗粒沉积物中含量较少。K 不仅是黄土中主要黏土矿物伊利石的组成元素之一, 也更易于被黏粒吸附^[22], 其变化趋势受到黏粒含量的影响, 因此粒度细的洪水沉积层中, K_2O 含量高, 粒度粗的层位, K_2O 含量低。Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 易被黏土矿物和有机质吸附, 因此它们富集于粒度偏细的沉积物中, 在粒度偏粗的沉积物中含量较少。因为元素 Ba 的载体矿物为钾长石和黑云母等粗粒矿物, 因此它富集于粗粒的沉积物中。

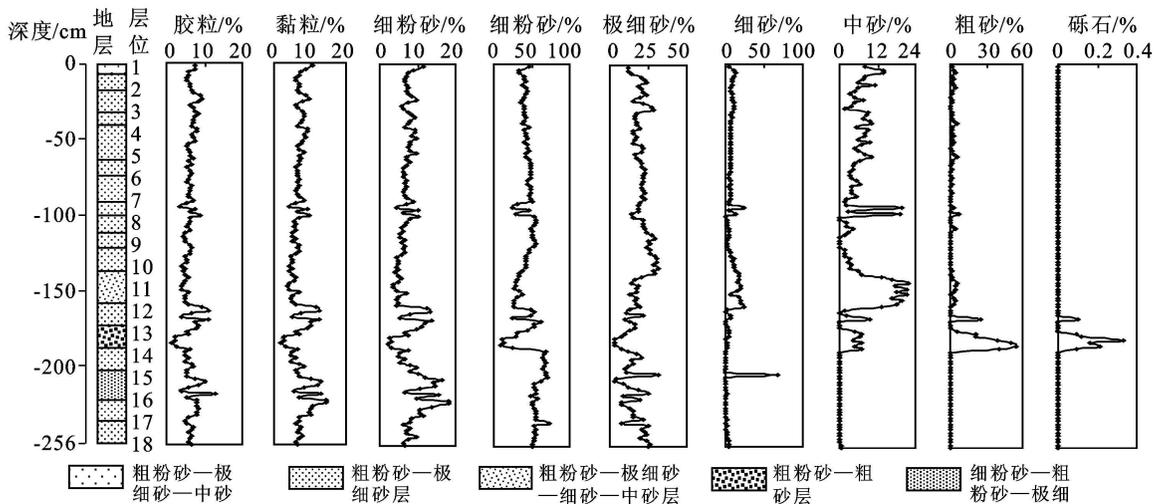


图 3 泾阳泾河 JYa 剖面粒度各级百分含量变化

4.2 元素与化合物反映的洪水变化

由于河漫滩沉积物的元素含量变化主要取决于沉积时洪水规模的大小, 因此元素含量的变化可以反映当时洪水的大小。研究发现, 元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量高, 元素 Ba 含量低的层位, 对应为细粒沉积物, 指示沉积时洪水强度小, 洪水位低, 降雨量小。元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量低, 元素 Ba 含量高的层位, 指示沉积时洪水强度大, 洪水位高, 降雨量大。本研究剖面元素含量分为 18 层, 说明沉积过程中可能发生过 18 次大的洪水, 18 层元素和化合物含量的节律变化反映这 18 次大的洪水在规模、强弱上有较大差异。剖面第 16 层以极细砂、细粉砂和粗粉砂为主, 这一层是整个剖面中粒度最细的层位, 该

层中元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量普遍达到最高, 元素 Ba 含量也近于最低值, 指示该层沉积时洪水动力最弱、洪水规模和流量最小。剖面第 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 15, 17, 18 层以极细砂和粗粉砂为主, 粒度成分较细, 元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量较高, 仅个别元素在剖面第 13 层偏低, 元素 Ba 含量较低, 指示沉积时洪水动力较弱、洪水规模和流量较小。剖面第 1 层以中砂、极细砂和粗粉砂为主, 对应元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量较低, 元素 Ba 含量较高, 指示沉积时洪水动力较强、规模大、洪水流量较大。剖面第 12 层以中砂、极细砂和粗粉砂为主, 是剖面中粒度比较粗的层位, 仅次于粒度最粗的第 14 层, 该层中元素

Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量很多达到最低, 元素 Ba 含量很高, 指示该层沉积时洪水动力很强, 洪水规模和流量很大。剖面第 14 层以粗粉砂和粗砂为主, 是整个剖面中粒度最粗的层位, 该层中元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量接近最低, 元素 Ba 含量接近最高, 指示该层沉积时洪水动力最强、洪水规模和流量最大的层位。

4.3 不同期次洪水的识别与洪峰的变化

本研究划分洪水期次是根据洪水沉积层分界面的变化、结构与构造的差异。不同期次的洪水常有明显的分界面, 原因是该区不同期次的洪水发生的时间间隔较长。根据历史时期洪水的统计^[23], 该区较大的洪水发生周期一般为 10~20 a, 较长时间的间断和植物的生长等造成了各期次洪水沉积层之间具有明显的分界, 主要表现为各层之间颜色的差别, 层面的存在, 层间缝隙的存在, 有机物与矿物含量的不同等。不同期次的洪水还存在层理构造的不同, 如有的是水平层理, 有的是波状层理。这些是确定不同期次洪水的可靠证据。然而在上下分层界面之间的同一次洪水沉积层内的变化显然是不同洪峰的沉积, 代表了不同的洪峰阶段。根据 JYa 剖面各层内元素、化合物和粒度含量的变化(图 1—3)可知, 除剖面的个别层位外, 大部分层位内存在不同元素、化合物和粒度含量微小变化, 这代表了不同洪水阶段内不同洪峰的变化, 其中第 5, 12, 14, 15, 16 层内洪峰次数最多, 可达 3~5 次, 反映了当时各次洪水内洪峰是不同的。

4.4 泾河洪水沉积物指示的沉积年代

根据史料记载^[24-25], 明清民国时期是泾河流域洪涝最多, 河道变迁最为频繁的时期, 河道涨溢冲崩, 下切侵蚀, 其规模和程度是前代少有的。清道光二十一年(公元 1841 年), 泾河流域发生了历史上有记载的最大洪水。暴雨中心位于蒲河、马莲河及泾河中游一带, 洪水主要发生在这 3 条河及其支流范围。根据调查资料记载^[26], 蒲河巴家咀站洪峰流量为 $13\ 900\ m^3/s$, 马莲河雨落坪站洪峰流量为 $19\ 500\ m^3/s$, 泾河张家山站洪峰流量为 $18\ 700\ m^3/s$, 这是蒲河、马莲河、泾河的最大历史洪水, 从发生到现在已有约 160 a。从整个剖面的粒度特征可知, 剖面第 14 层粒度最粗, 且含有其他层位没有的较多的粗砂和砾石组分, 由此我们推测剖面第 14 层为 1841 年形成的洪水沉积, 第 14 层以上层位代表 1841 年至 2003 年的洪水沉积。2003 年黄河支流泾河发生了近年来最大的洪水, 泾河下游泾阳县张家山水文站流量达到 $4\ 010\ m^3/s$ 。比较剖面第 14 层以上层位和以下层位的剖面

粒度组成特征, 考虑河漫滩增高的影响, 可以推测剖面第 15, 16, 17, 18 层洪水规模都要小于 2003 年。根据《泾阳县志》^[27] 和《西北灾荒史》^[25] 中对泾阳泾河洪水的记录, 在 1841 年前发生的洪水中, 从剖面第 14 层向前核查, 剖面底部第 15, 16, 17, 18 层大约对应 1823, 1821, 1806, 1751 年的洪水, 由此我们可以初步确定研究剖面沉积开始时间可能为距今约 250 a。另外, 从关中泾河大洪水发生时间为 10~20 a 左右分析, 研究剖面开始沉积的年代大致为距今约 200 a。当然准确的年代需要测定后确定。

4.5 泾河泾河洪水与气候变化的关系

泾阳县的洪水灾害, 有的属于泾河流域洪水灾害的一部分, 有的与关中渭河流域的洪水灾害相关联, 有的局限于咸阳市所辖范围内。例如 2003 年泾河流域发生的洪水灾害^[29], 2003 年 8 月黄河流域山陕区间、北洛河、泾河普降大到暴雨, 其中庆阳水文站 24 日日降水量达到 182 mm, 贾桥水文站 196 mm, 分别超过该站历史最大降水量。马莲河庆阳水文站 26 日 01:06 出现 $4\ 010\ m^3/s$ 的洪峰流量, 为该站设站以来第 3 大洪水, 26 日 08:42 雨落坪水文站出现 $4\ 280\ m^3/s$ 洪峰流量, 为设站以来第二大洪峰, 26 日 14:48 泾河景村站出现 $5\ 220\ m^3/s$ 洪峰流量, 为设站以来第 4 大洪峰流量。陕西省泾河段 26 日也出现了继 1977 年以来的最大洪水, 泾阳县张家山水文站 8 月 26 日出现流量 $4\ 010\ m^3/s$ 的洪峰, 超过警戒流量 $1\ 010\ m^3/s$ 。由于泾河流域属于大陆性季风气候, 冬季干燥寒冷, 夏季高温多雨, 降水量分配不均, 在年降水量不增加甚至略有减少的情况下偶尔也会有洪水灾害发生, 这种洪水灾害规模较小, 仅限于咸阳市所辖范围内。在天气过程和下垫面因素综合影响下, 泾阳地区洪水灾害可分为暴雨型和连阴雨型两个基本类型, 但有时这两个类型迭加出现。即连阴雨天气中加有强度很大的暴雨过程, 或是暴雨之后又伴有连阴雨天气。现代洪水发生时的降水条件表明, 较低等级的中小规模的洪水的发生一般是由短时间的大雨或短时间暴雨造成的, 而大洪水和特大洪水的发生一般都不是短暂的降雨造成的, 而是由于这两种类型的降雨迭加, 造成夏秋季降雨持续较长, 甚至在春季也出现霖雨而导致全年降水量明显增加造成的。例如, 2003 年渭河流域与泾河流域均发生特大洪水, 关中平原几次大的降雨过程共持续了近 50 d, 这一年关中平原的降水量由正常的 600 mm 左右增加到了 880 mm。历史记载中持续降雨达 50 d 或更长的年份, 当年的降水量至少达到 $800\ mm$ ^[28]。由于泾河高漫滩第 14, 12, 13, 8, 5 层洪水沉积物元素和化合物含

量、粒度、洪水规模以及沉积厚度都大于剖面第 1 层的 2003 年洪水沉积,因此我们可以推断,泾阳泾河高漫滩第 14, 12, 13, 8, 5, 1 层洪水沉积反映了泾河泾阳段全流域性的年降水增加,且年降水量至少达到约 800mm。

5 结 论

(1) 泾阳泾河高漫滩沉积物中元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V, Ba 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量在剖面各层中变化明显,分辨率高,能够清晰地指示洪水以及降水量的变化。

(2) JYa 剖面分为 18 个沉积层,指示了 18 次大小不同的洪水和 18 个降水增多或暴雨发生的年份。

(3) 泾阳泾河高漫滩沉积物粒度细,元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量高,元素 Ba 含量低,能够指示沉积时洪水强度小,洪水位低,降雨量小。沉积物粒度粗,元素 Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Rb, V 和化合物 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 含量越低,元素 Ba 含量越高,能够指示沉积时洪水强度大,降雨量大,洪水水位高。

(4) 在这 18 次洪水中,在同一次洪水沉积层内形成了两个以上薄层的粒度成分的微小变化,指示多数期次的洪水发生时期常有两个以上洪峰出现。

(5) 泾阳泾河高漫滩第 14, 12, 13, 8, 5, 1 层洪水沉积反映了泾河泾阳段全流域性的年降水增加,且年降水量至少达到 800 mm。

[参 考 文 献]

- [1] 王春丽,邢俊江,王明洁. 暴雨山洪灾害成因及预报方法[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(4): 65-70.
- [2] 王旭仙,杜继稳,武麦凤,等. “03.08”渭河下游特大洪涝灾害的“三情”分析[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(3): 44-50.
- [3] 杨晓燕,夏正楷,崔之久. 黄河上游全新世特大洪水及其沉积特征[J]. 第四纪研究, 2005, 25(1): 80-85.
- [4] 周魁一. 大规模人类活动与洪水灾害:从历史到现在[J]. 第四纪研究, 1999, 19(5): 423-427.
- [5] 朱诚,马春梅,王慧麟,等. 长江三峡库区玉溪遗址 T0403 探方古洪水沉积特征研究[J]. 科学通报, 2008, 53(S): 1-16.
- [6] 王若柏. 黄河北流河道变迁与史前的灾害事件[J]. 地理科学, 2005, 25(3): 294-298.
- [7] 李茂田,丁霞,陈中原. 40 年来长江九江河段河道演变及其趋势预测[J]. 地理科学, 2004, 24(1): 76-82.
- [8] 夏正楷,王赞红,赵青春. 我国中原地区 3500 aBP 前后的异常洪水事件及其气候背景[J]. 中国科学(D 辑), 2003, 33(9): 881-888.
- [9] 张强,杨达源,施雅风,等. 川江中坝遗址 5000 年来洪水事件研究[J]. 地理科学, 2004, 24(6): 715-720.
- [10] 朱诚,于世永,卢春成. 三峡及汉江平原地区全新世环境考古与异常洪水灾害研究[J]. 地理学报, 1997, 52(3): 268-278.
- [11] 甘枝茂,桑广书,甘瑞. 晚全新世渭河西安段河道变迁与土壤侵蚀[J]. 水土保持学报, 2002, 16(2): 129-132.
- [12] 赵景波,李胜利. 西安高陵马坊滩渭河洪水变化研究[J]. 沉积学报, 2006, 24(6): 857-863.
- [13] Laio J. Particle size characterization of Holocene back-barrier sequences from North Atlantic coasts(SW Spain and SE England)[J]. Geomorphology, 2002, 42: 25-42.
- [14] Trnstrum N. Page M. Palaeoenvironmental signals of land use and climate change in the lake Tutira and Waipaoa sedimentary system, New Zealand[M]. Germany Bonn; LUCIFS Workshop, 2000; 20-22.
- [15] Syvitski J P M. Principles, Methods and Application of Particle Size Analysis[M]. Cambridge; Cambridge University Press, 1991; 368.
- [16] Michael J. Large floods and climatic change during the Holocene on the Ara River, Central Japan[J]. Geomorphology, 2001, 39: 21-37.
- [17] James C. Sensitivity of modern and Holocene floods to climate change[J]. Quaternary Science Review, 2000, 19: 439-457.
- [18] Macklin M G, Benito G, Gregory K J, et al. Past hydrological events reflected in the Holocene fluvial record of Europe[J]. Catena, 2006, 66: 145-154.
- [19] Pecs M. Loess is not just the accumulation of the dust[J]. Quaternary International, 1990(7/8): 1-21.
- [20] 陈骏,李骏峰,仇纲,等. 陕西洛川黄土化学风化程度的地球化学研究[J]. 中国科学(D 辑), 1997, 27(5): 531-536.
- [21] 刘英俊. 元素地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1984: 12-19, 50-101.
- [22] 赵锦慧,王丹. 延安地区黄土堆积的地球化学特征与最近 13 万年东亚夏季季风气候的波动[J]. 地球化学, 2004, 33(5): 495-500.
- [23] 赵景波,郁耀闯,周旗. 渭河渭南段高漫滩沉积记录的洪水研究[J]. 地质论评, 55(2): 231-241.
- [24] 王元林. 泾河流域自然环境变迁研究[M]. 北京: 中华书局, 120-130.
- [25] 袁林. 西北灾荒史[M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1994: 676-951.
- [26] 郑自宽. 泾河流域暴雨洪水特征[J]. 水文, 2003, 23(5): 57-60.
- [27] 中国地方志丛书. 陕西省泾阳县志[M]. 中国台湾: 成文出版社, 1969: 137-142.
- [28] 赵景波,王娜,龙腾文. 唐代泾河流域洪涝灾害研究[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2008, 28(3): 109-113.