

黄河上游末次冰盛期古洪水事件的初步研究

李长安, 黄俊华, 张玉芬, 郭广猛

(中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074)

摘要: 洪水的发生规律是洪灾预报的前提, 已有的人类洪水记录时间尺度, 不足以认识和把握洪水的出现规律. 因此, 利用地质记录延长洪水序列, 探讨地球特征气候期的洪水特点, 就显得非常重要和必要. 黄河上游兰州—银川段的洪水地质记录表明, 在末次冰盛期的 20~18 ka, 该区共发生了 106 次大洪水漫滩事件, 其中有 18 次为多次洪峰叠加的复合型大洪水, 洪水的发生频率达 53 次/ka. 发生于末次冰盛期的大洪水可能属冰凌洪水, 与末次冰盛期强烈的气候波动和不稳定有关. 这些大洪水的频发与中国西部的末次冰盛期出现的高湖面相对应, 既不符合一般的季风气候理论, 也不同于我国东部广大地区末次冰盛期以冷干为主的气候特点, 表明中国西部气候的独特性和复杂性.

关键词: 末次冰盛期; 古洪水; 古气候.

中图分类号: P534.63 文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2002)04-0456-03

作者简介: 李长安(1956—), 男, 教授, 主要从事第四纪地质学与流域资源环境方面的教学与研究工作.

洪水灾害自古乃中华民族的心腹大患, 洪水的发生规律一直是防洪减灾的中心课题. “欲知大道, 必先为史”, 尽管我国有着丰富的历史洪水记录, 但最早的记载也不过千年, 而连续的记录也只有百余年, 无法满足认识洪水发生规律的需要. 因此, 如何从地质记录中认识洪水的历史发生规律, 研究特征气候时段(如大暖期、冰盛期等)的洪水发生特点, 在“由历史看未来”进行防洪减灾研究中就有着十分重要的意义. 本文在大量野外调查的基础上, 通过第四纪沉积学和年代地层学的研究, 经与长江中游 1998 年大洪水沉积记录的类比, 发现和研究了黄河上游兰州—银川段末次冰盛期(约 20~18 ka)所发生的 106 次特大洪水漫滩事件.

1 古洪水事件的特征

黄河上游兰州—银川段河型为由一系列峡谷与宽谷相间构成, 宽谷段的河谷宽度数倍于峡谷段. 由于宽谷河段两岸有大量支流的汇入和峡谷段排洪的

严重不畅, 一旦洪水爆发极易发生漫滩. 因此, 宽谷河段就成了大洪水沉积记录发育, 且能良好保存下来的河段. 本文所讨论的末次冰盛期的大洪水记录剖面, 就位于白银市水川宽谷河段的河流二级阶地上.

水川宽谷的上游为大峡(也称下峡)峡谷, 下游为乌金峡峡谷. 水川二级阶地剖面厚约 20 m, 其岩性组成可分为 3 套(图 1), 下部为冲积砂砾石层, 上部为含砾石透镜体的灰黄色亚砂土. 中部即为末次冰盛期古洪水事件沉积, 它由一系列中、薄层的粉、细砂和亚粘土、粘土互层构成, 厚约 14 m, 共由 236 个自然岩性层组成. 其中, 单层粉、细砂层的厚度一般为 3~8 cm, 以水平层理为主, 有 5 层厚度超过 10 cm, 且其内发育有小型交错层理; 粘土、亚粘土的单层厚度一般为 1~4 cm, 发育微细水平层理. 从沉积结构上看, 可划分出 106 个沉积单元, 其中 88 个单元层为二元结构, 即下层为含粘土粉砂、细砂层, 粗细混杂, 分选较差; 上层为粘土或亚粘土层, 含有大量呈水平排列的片状白云母. 单元上下层之间为连续沉积, 在单元层与单元层之间为短暂的沉积间断, 在某些单元层的顶面, 发育有雨痕或小型龟裂构造; 在粉、细砂层厚度较大的单元层的底面, 有时可见明显的冲刷面. 除二元结构的单元层外, 还有三元结

收稿日期: 2002-02-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(No. 49972057); 中国地调局区调项目

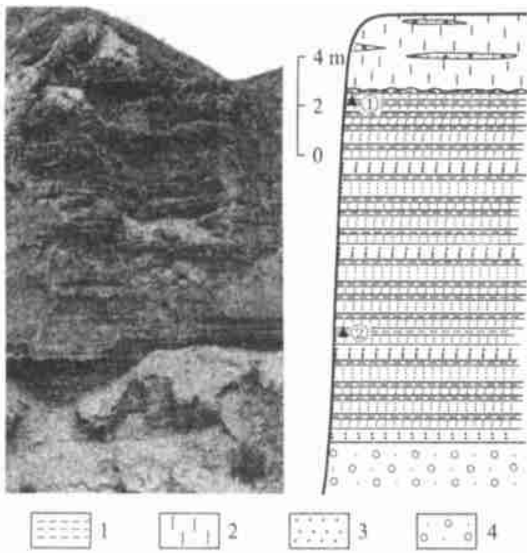


图1 黄河上游末次冰盛期大洪水漫滩沉积记录

Fig. 1 Paleoflood sediment of upper Yellow River during the last glacial maximum

1. 粘土、亚粘土; 2. 亚砂土; 3. 含粘土粉砂、细砂; 4. 砂砾石; ①点¹⁴C测年为(18 370±350) a; ②点¹⁴C测年为(19 630±370) a

构、四元结构的单元层 18 个, 其大部分由二至三层含粘土粉砂、细砂层和一层粘土或亚粘土构成, 有时在砂层之间夹有极薄粘土层. 与 1998 年汛期长江中游洪水的漫滩沉积对比, 发现每一个单元层就是一次大洪水漫滩事件记录. 其形成机理是: 洪水发生时, 河水猛涨而漫滩, 因水面拓宽, 流速突然变缓, 洪流挟带泥沙发生迅速沉积, 形成为含粘土粉砂、细砂层沉积. 而到达满滩至退水时, 流态变得稳定, 相当于静水环境, 沉积下具有水平层理的薄层粘土或亚粘土. 如洪水异常迅猛, 漫滩后仍可保持一定流速, 可将粒度较粗的细砂带到河漫滩上, 形成厚度较大、粒度较粗, 有时发育小型斜层理构造, 甚至底部有冲刷面的砂层. 三元结构、四元结构单元层则是一次大的洪水期多次洪峰相继发生, 叠加沉积之产物.

在二阶地砂砾层之上 4.3 m 和 13.06 m 处分别采取有机¹⁴C 样品测定年龄^①并经树木年轮校正, 其年龄分别为 19 630 a 和 18 370 a, 其沉积速率大致为 7 m/ka. 按此沉积速率推算, 末次冰盛期洪水沉积层底部的年龄大致为 20.3 ka, 顶部年龄大致为 18.2 ka.

由上述分析可见, 黄河上游的兰州—银川段, 在末次冰盛期的 20.3~18.2 ka 共发生了 106 次特大

型洪水漫滩事件, 平均发生频率为 53 次/ka. 在这 106 次特大型洪水漫滩事件中有 18 次为多次洪峰叠加的复合型大洪水.

2 结论与讨论

(1) 在末次冰盛期(20~18 ka)黄河上游兰州—银川段共发生了 106 次大洪水漫滩事件, 大致平均 53 次/ka. 这表明寒冷的盛冰期是黄河上游洪水的多发期. 该洪水可能属于冰凌洪水^[1]. 目前的大量古气候研究表明, 末次冰期气候处于强烈的不稳定状态^[2~4], 冷暖变动快速且幅度大, 尤其是强烈、高频和不稳定的夏季风活动^[3], 这样的气候特点非常有利于冰凌洪水的发生. (2) 末次冰盛期的洪水频发与我国西部距今 21~17 ka 的高湖面相对应^[6]. 这似乎表明在气候极端寒冷的盛冰期, 中国西部地区的气候并不表现出干旱, 而是一种湿冷的气候环境. 这不符合一般的季风气候理论, 也不同于我国东部广大地区末次冰盛期的气候特点——冷干为主. 可能与末次盛冰期西部地区独特的与西风带强度和位置变化有关^[6,7]. (3) 我国西部末次冰盛期的大洪水和高湖面的产生, 也可能表明低气温更有利于西部干旱区的降水. 现在中国西部地区的降水量在 0~300 mm/a, 而潜在蒸发量达到 1 200 mm/a, 蒸发量数倍于降水量, 全年 $P-E$ 为负值^[8], 这是造成西部干旱的直接原因. 尤其在一些盆地内(如塔里木盆地), 强烈的蒸发常常使大气的降水还没有到达地面就被蒸掉了. 因此, 西部地区的降水主要发生在气温较低, 蒸发量小的高山区, 对此还有待于进一步研究.

参考文献:

- [1] 陈霖巍, 徐明权, 姚传江. 黄河治理与水资源开发利用 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1998.
CHEN J W, XU M Q, YAO C J. The Yellow River harness and utilization of water resources development [M]. Zhengzhou: Yellow River Water Conservancy Press, 1998.
- [2] Dansgaard W, Johnsen S J, Clausen H B, et al. Evidence for general instability of past climate from a 250 ka ice-core record [J]. Nature, 1993, 364: 218—220.
- [3] Bond G, Broecker W, Johnsen S, et al. Correlation between climate records from North Atlantic sediments and Greenland ice [J]. Nature, 1993, 365: 143—147.
- [4] Porter S C, AN Z S. Correlation between climate event in

①¹⁴C 样品由中国地震局地质所¹⁴C 年代实验室测定.

- the North Atlantic and China during the last glaciation [J]. *Nature*, 1995, 375: 305—308.
- [5] FANG X M, PAN B T, GUAN D H, et al. A 60 000-year loess-paleosol record of millennial-scale summer monsoon instability from Lanzhou, China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1999, 44(24): 2264—2267.
- [6] 于革, 薛滨, 王苏民, 等. 末次盛冰期中国湖泊记录及其气候意义[J]. *科学通报*, 2000, 45(3): 250—255.
- YU G, XUE B, WANG S M, et al. The lake record of last glacial maximum and climate in China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(3): 250—255.
- [7] 王文远, 刘嘉麒, 潘懋, 等. 末次间冰期以来渭南黄土剖面高分辨率古气候时间标尺[J]. *地球科学——中国地质大学学报*, 2000, 25(1): 98—102.
- WANG W Y, LIU J Q, PAN M, et al. Reconstruction of the high resolution timescale in the Weinan loess section of the Late Quaternary [J]. *Earth Science — Journal of China University of Geosciences*, 2000, 25(1): 98—102.
- [8] 陆渝蓉, 高国栋. *中国水气气候分布图集* [M]. 北京: 气象出版社, 1984.
- LU Y R, GAO G D. *The atlas of steam climate distribution in China* [M]. Beijing: Meteorological Press, 1984.

Preliminary Study of Paleoflood of Last Glacial Maximum in Upper Reaches of the Yellow River

LI Chang-an, HUANG Jun-hua, ZHANG Yu-fen, GUO Guang-meng

(Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: It is well known that paleoflood predictions must base on its occurrence. But our available records do not provide long enough temporal scale for identification and grasp the emergence law of flood events. So it is very important and necessary to discuss the characters of floods during the characteristic climatic period using geological records. The flood record of Lanzhou-Yinchuan reach in upper Yellow River reveals 106 flood events, with a frequency of 53 per ka during 20 to 18 ka including 18 complex floods superposed by multiple flood peaks. These paleoflood probably belonging to ice slush floods are associated with abrupt and extreme climatic oscillation and instability of this stage. The high frequency of these paleoflood is consistent with high lake surface of western China in course of last glacial maximum. It is neither in accordance with the monsoon theory nor different from the climatic feature of eastern areas typical of cold and dry climate. This indicates the climate complexity and particularity of western China.

Key words: last glacial maximum; paleoflood; paleoclimate.