

文章编号: 1000-0550(2007) 02-0261-06

# 长江三峡库区中坝遗址地层洪水沉积粒度特征及其沉积环境

田晓四<sup>1,2</sup> 朱 诚<sup>1</sup> 尹 茜<sup>1</sup> 孙智彬<sup>3</sup>

(1 南京大学城市与资源学系 南京 210093; 2 池州学院 安徽池州 247100

3 四川省文物考古研究院 成都 610041)

**摘 要** 通过对三峡库区中坝遗址 1981 年洪水沉积和疑似古洪水沉积的粒度对比分析,发现它们的平均粒径、分选系数、偏度、峰度和众值粒径都在同一值域范围内;频率分布曲线相似,呈单峰态;概率累积曲线都呈明显的三段式。从而推断出中坝遗址的文化间隙层为古洪水沉积。在考古断代和  $AM S^{14}C$  测年基础上,对洪水沉积环境研究发现,中坝遗址洪水沉积大多发生在我国的暖期,但周朝和宋代的洪水沉积发生在我国冷期,这与我国气候小循环和当地独特的地貌特征有关。清代以后,沉积物平均粒径明显变大,表明当地植被已经退化;沉积物平均粒径和峰度变化幅度大,说明人类活动使当地生态系统变得脆弱,气候多变。

**关键词** 中坝遗址 古洪水沉积 粒度特征 环境变迁

**第一作者简介** 田晓四 男 1970 年出生 博士研究生 第四纪地质 E-mail: tianxiaos i@ 163. com

**通讯作者** 朱诚 男 1954 年出生 教授 博士生导师 第四纪地质

**中图分类号** P512. 2 **文献标识码** A

由于不同的侵蚀、搬运和沉积的方式不同,在不同的沉积环境中的沉积物有不同的粒度分布,测定这些粒度的分布可以推测过去沉积环境,因此通过这种方法可以对过去的环境进行恢复<sup>[1~4]</sup>。朱诚等<sup>[1]</sup>已利用“将今论古”法则对中坝遗址疑似古洪水层和该遗址现代洪水沉积物粒度、重砂矿物成分形态、锆石微形态、Rb/Sr 磁化率、TOC 等多指标相似性比较研究,论证了该遗址存在 6 期古洪水沉积物。本文在考古断代和  $AM S^{14}C$  测年基础上,对中坝遗址地层的洪水沉积粒度特征作了进一步研究;结合文献记载和地貌学,对洪水沉积的环境演变进行分析。

## 1 自然地理背景

中坝遗址位于长江三峡库区重庆市忠县县城正北  $\frac{1}{2}$  井河主流线左侧,面积约 50 000  $m^2$ ,遗址中心地理坐标为东经  $108^{\circ}1'38''$ ,北纬  $30^{\circ}20'43''$ ,表面高程 148m,呈西北东南向横列由三级阶状地形组成。由于河流的长期冲刷,该遗址已成一座孤岛,其地形如图 1。井河发源于梁平县老龙洞,曲折南流 100 km 到达中坝,再向东南流 3 km 与长江汇合。中坝向上

游 200 m 后井河变窄,两边有几百米的悬崖,河流落差较大。人类遗址文化层厚度高达 10 m,从下到上依次为新石器时代、夏商时期、周代、汉代、南朝、唐、宋、明清,被称为“通史式”遗址。三峡三期工程以后,库区水位高程将达到 170 m,2006 年 6 月以后中坝遗址将被水淹没。本课题组于 2002 至 2003 年参与由四川省文物考古研究院主持的忠县中坝遗址的抢救性考古发掘工作。

## 2 剖面特征与研究方法

中坝遗址探方 T0102 有较全的文化层,在文化层之间还有不含任何器物的 6 处文化间隙层,分别在清代、宋代中期、战国早期、西周时期、夏代和新石器时期(图 2)。这些自然沉积层特征从上到下依次为:1981 年洪水层(2B),棕红色夹砂土层,质松,水平沉积层理,无器物;清代文化间隙层(5),黄褐色粉砂土层,质松,夹有黏土,水平沉积层理,无器物;宋代文化间隙层(11C),红色淤泥层,水平沉积层理,无器物;战国文化间隙层(21),浅红色黏土,质紧,纯净,水平沉积层理,无器物;西周文化间隙层(37),暗

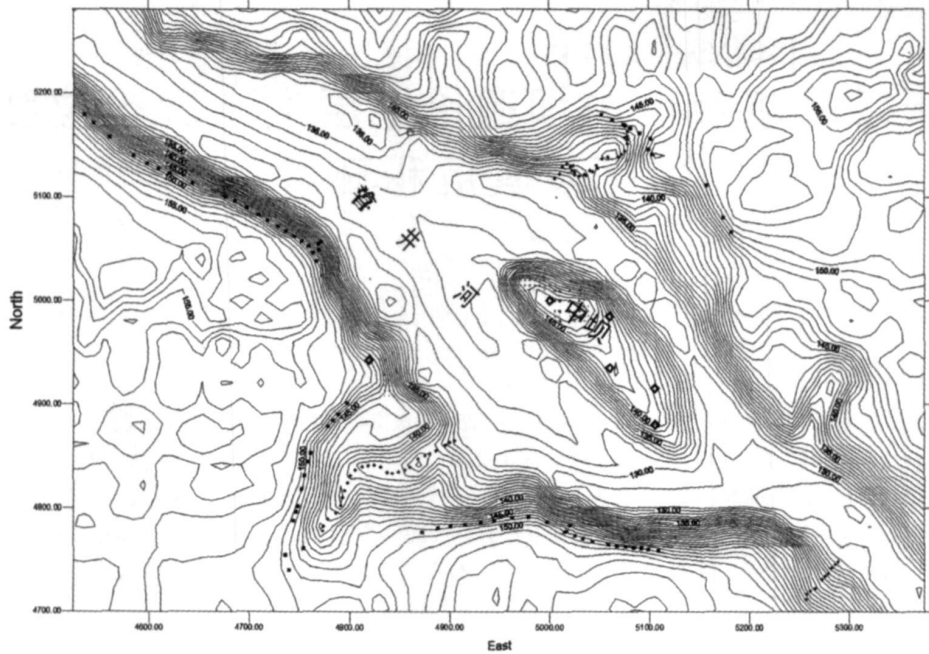


图 1 研究区地形图

Fig 1 Topography map of the study area

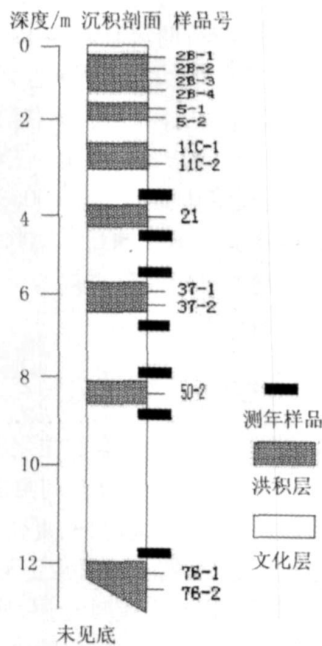


图 2 中坝遗址剖面图

Fig 2 The profile of Zhongba site

物。以上各层都具有暗红色粉砂质黏土, 质地紧密细腻, 黏性大, 纯净, 有明显的水平沉积层理, 与表层 1981 的洪水沉积层相似, 为自然沉积层。

首先根据有无文化器物等特点来确定非文化层, 将遗址地层非文化层的沉积层理、沉积质地和颜色与 1981 年的洪水沉积进行比对, 判断是否为疑似古洪水层。根据洪水沉积机理, 每次洪水形成由粗到细的两个亚层, 底层是洪水携带的平流沉积物, 顶层是洪水携带的树枝、树叶等有机质含量高的沉积物, 顶层容易被下次洪水或雨水带走而不明显或缺失<sup>[5-6]</sup>。根据情况, 每个疑似古洪水层采集 1~2 个样本, 共采集 10 个疑似古洪水沉积样本; 1981 年现代洪水沉积样本采集 4 个。每个样品取 1 g 左右, 用稀盐酸 (5%) 和双氧水分别去除钙和有机质, 加入六偏磷酸钠分散剂后冷却, 在南京师范大学地理科学院英国 Malvern Mastersizer 2000 型激光粒度仪上进行粒度分析。在每个疑似洪水层上下紧邻的文化层采集树木和骨头在北京大学重离子物理研究所做 AMS<sup>14</sup>C 测年, 确定疑似洪水沉积年代 (清代和宋代的洪水层根据上下文化层的考古断代确定)。共 15 个测年样品, 测年代号依次为: BA001424 (骨头)、BA01368 (骨头)、BA04419 (炭屑)、BK2002045 (骨头)、BA04421 (炭屑)、BK2002046 (木头)、BA04422 (炭屑)、

红色粉砂层, 质紧, 细腻, 水平层理, 无器物; 夏代文化间隙层 (50), 暗红色粉砂层, 质紧, 黏性大, 纯净, 有水平层理, 无器物; 新石器文化间隙层 (76), 暗红色胶泥层, 含黑色水锈, 质紧, 纯净, 水平沉积层理, 无器

BK2002047(木头)、BA04423(炭屑)、BA01390(骨头)、BA01398(骨头)、BA04424(炭屑)、BK2002048(木头)、BA04425(炭屑)<sup>[11]</sup>。

### 3 古洪水沉积的确定及洪水粒度特征

根据测试结果, 选取平均粒径、分选系数、偏度和尖度四个粒度参数进行计算, 并总结 15 个测年样品的年代来确定疑似洪水层的年代, 结果如表 1。

从表 1 可知沉积物粒度的平均粒径都在 3.37 $\Phi$ 和 5.97 $\Phi$ 之间, 总体上反映它们沉积环境的动力相同。疑似古洪水层沉积物的分选系数在 2.12 和 2.57 之间, 和 1981 年洪水层沉积物分选系数 1.58~2.84 在同一值域范围。沉积物粒度的粗端和细端对沉积环境的反映比较灵敏, 偏度和尖度反映粒度粗端和细端的变化<sup>[7]</sup>, 疑似古洪水层粒度的偏度系数和尖度

系数分别在 -0.41 到 0.42 之间和 0.63 到 1.01 之间, 和 1981 年洪水层粒度的偏度系数 (-0.36 到 0.41 之间) 和尖度系数 (0.78 到 1.61 之间) 的范围基本一致。因此从文化间隙层和 1981 年洪水层粒度的平均粒径、分选系数、偏度和尖度的对比分析, 初步判断中坝的文化间隙层为古洪水沉积层。

从图 3 粒度频率分布曲线可看出, 1981 年洪水层和疑似古洪水层的粒度分布曲线相似, 呈单峰状粗; 普遍缺乏推移总体, 如果有也比 1.0 $\Phi$ 粗; 众数粒径在 3~6 $\Phi$ 之间, 这些是古河流和当代河流沉积的极为相似的地方<sup>[8]</sup>。悬移总体达到 50% 以上, 基本在 3~11 $\Phi$ 之间, 这不仅符合河流沉积特点, 也和长江流域河流沉积特征相一致<sup>[9]</sup>。因此, 从粒度频率分布曲线可判断中坝遗址文化间隙层为洪水沉积。

沉积物的粒度特征主要决定于沉积物的物源和

表 1 中坝遗址自然沉积层年代及其粒度特征<sup>[11]</sup>

Table 1 The age and particle size parameters of sediment samples of Zhongba

编号	距地表深度 /cm	样品号	考古断代和 AMS <sup>14</sup> C 测年	平均粒径 ( $\Phi$ )	分选系数 ( $S_0$ )	偏度 (SK)	尖度 (KG)
1	10	2B-1	1981AD	3.37	1.58	0.30	1.61
2	20	2B-2	1981AD	4.20	1.88	0.25	1.12
3	25	2B-3	1981AD	5.63	2.16	-0.36	0.78
4	30	2B-4	1981AD	4.10	2.84	0.41	1.11
5	60	5-1	清代(考古断代)	3.97	2.57	0.42	0.93
6	70	5-2	5.13	2.38	0.21	1.01	
7	210	11C-1	宋代中期(考古断代)	5.97	2.37	-0.06	0.86
8	215	11C-2	5.47	2.12	-0.41	0.94	
9	410	21	战国早期(400~350BC)	5.25	2.36	0.23	0.91
10	620	37-1	西周时期(920~900BC)	5.78	2.51	0.44	0.63
11	630	37-2	5.87	2.49	0.45	0.65	
12	81	50-2	夏代(2070~1600BC)	5.87	2.47	-0.02	0.89
13	1220	76-1	新石器时代(3000~2300BC)	5.77	2.47	-0.29	0.72
14	1230	76-2	5.77	2.54	-0.32	0.72	

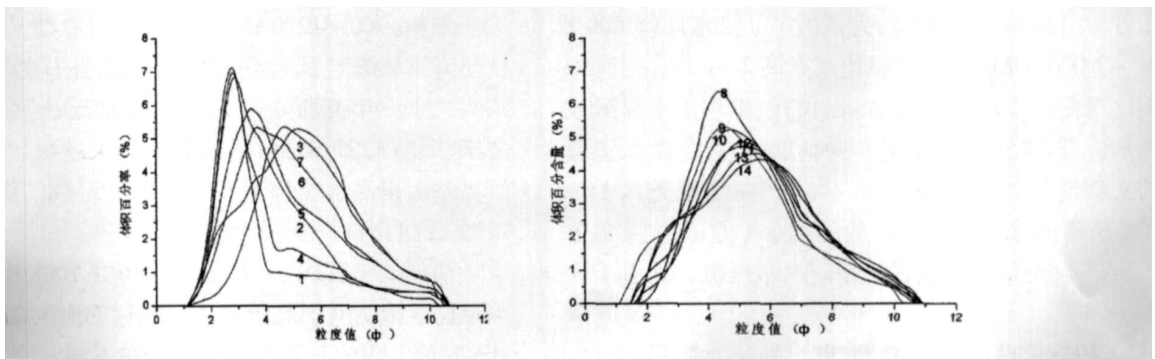


图 3 粒度频率曲线

Fig 3 Frequency curves of the grain size

沉积环境。概率累积曲线可以反映沉积物的搬运方式,而搬运方式与一定的沉积环境相联系<sup>[8]</sup>。将 1981 年洪水沉积和疑似古洪水沉积的累积曲线对比(图 4)可看出现代洪水沉积(1~4)和疑似古洪水沉积(5~14)的概率累积曲线都呈明显的上三段式,即上下两段斜率大,中间斜率小,上段斜率 70°左右,中

段斜率约 45°,斜率下段约 55°,这与长江下游的粒度概率曲线的 3 至 4 段分布基本相似<sup>[10]</sup>。推移质、悬移质和跃移质的截点基本相同,这说明文化间隙层沉积物与现代洪水沉积物有相似的搬运动力和沉积环境。概率累积曲线进一步确证中坝遗址文化间隙层为古洪水沉积。

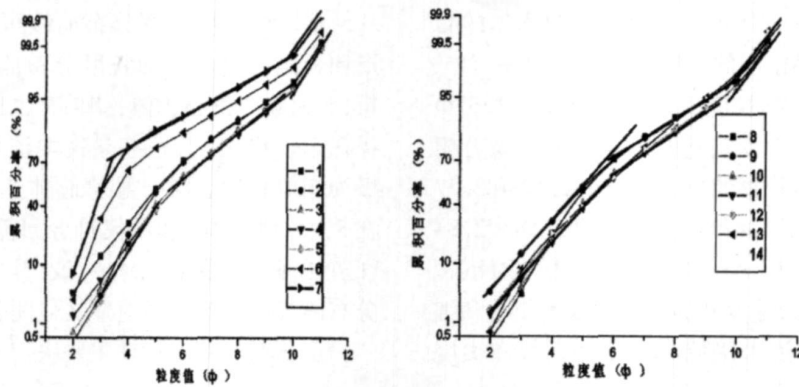


图 4 现代洪水沉积层和疑似古洪水层粒度概率累积曲线

Fig 4 Probability cumulative curves of modern flood and possible paleoflood

## 4 古洪水与环境

将文化间隙层沉积物粒度和 1981 年洪水层沉积物的粒度进行对比分析,并结合考古断代和 AMS<sup>14</sup>C 测年,确定中坝遗址有六次大的古洪水沉积,分别在新石器时期(3000~2300BC)、夏代(2070~1600BC)、西周时期(920~900BC)、战国早期(400~350BC)、宋代中期和清代。

竺可桢将我国分为 4 个暖期和 4 个冷期<sup>[11]</sup>。新石器时期(3000~2300BC)和夏代(2070~1600BC)洪水沉积发生在第一个暖期(约公元前 3000~1100 年),处于中国温和气候的仰韶时代(5600~6080BC)和殷墟(1400~1100BC),为该区第 一洪水期(5 000 a BP~3 000 a BP)<sup>[12]</sup>,气温比现在高 2~3℃。当时海面比现在高 2 m<sup>[13]</sup>,受高海面顶托,中坝洪水易形成高水位,形成文化间隙层。到尧夏时,有关洪水记载的文献较多。《史记·五帝本纪》中有“帝尧六十一年,荡荡洪水滔天……”的记载。《孟子·滕文公上》载“当尧元时天下犹未平,洪水横流,泛滥于天下……”。

从周朝起(约公元前 11 世纪到公元前 770 年),我国持续了大约一、二个世纪的冷期,但中坝遗址却记载了有一次大的洪水沉积。原因之一是我国在每一个冷暖周期里,可分出五十到一百年为周期的小循

环,温度变化可达到 1℃。该区北有秦岭、大巴山,西北和西面有青藏高原,东南部有巫山遮挡,地势中间低而四周高,这一特殊的地貌特征使该区受北方来的冷空气影响较小,而主要受夏季风的影响<sup>[14~15]</sup>。这些因素的结合使中坝遗址在西周时期(920~900BC)出现了一个短期的暖湿气候特征,与我国当时其他地方的冷气候出现不一致性。

战国时期(475~221BC),我国又处于暖期且处于该区第 一洪水期。地方志没有洪水记载,但荀子(313~238BC)在《富国篇》记载北方种植业时“一岁而再获之”,当时北方种植业一年两季,现在北方是两年三季,证明当时比现在温度要高<sup>[11]</sup>。

宋朝(960~1279AD)我国又进入冷期,历史记载杭州降雪频繁且延迟到暮春。但忠县石刻记述“宋绍兴二十三年癸酉六月二十六日水泛涨”。宋理宗宝庆三年(1227AD)宜昌站发生特大洪水,洪水位居宜昌站历史洪水水位第二。宋朝历史记载的洪水就有 17 次,说明当时气候变化频繁<sup>[12]</sup>。

清朝处于我国小冰期(700aBP~100aBP),长江流域已经成为我国经济文化最发达的地区之一,人口比较密集,洪水灾害非常频繁。在不到一百年里,宜昌站就发生了 1788 年、1860 年和 1870 年三次百年一遇的洪水。近现代(1911AD~1996AD)长江流域洪水频繁,特大洪水有 18 次,1981 年的中坝洪水就是

其中一例<sup>[1]</sup>。

## 5 结论与讨论

通过中坝遗址 1981 年现代洪水沉积与文化间隙层的粒度特征对比分析, 确定中坝遗址记载了新石器时期 (3000~ 2300BC)、夏代 (2070~ 1600BC)、西周时期 (920~ 900BC)、战国早期 (400~ 350BC)、宋代中期和清代六次洪水沉积。它们的尖度、偏度和分选系数都在同一值域范围内, 平均粒径在  $3.37\phi$  和  $5.97\phi$  之间, 普遍缺乏推移总体, 频率曲线显示它们的众值粒径在  $3\sim 6\phi$  之间, 概率累积曲线呈明显的上三段式。这些特征既符合河流沉积的基本特征, 又和长江下游的洪水沉积的粒度特征相一致, 从而确证中坝遗址文化间隙层为洪水沉积层。中坝古洪水沉积大多发生在我国暖期, 但西周和宋朝的洪水沉积发生在冷期, 与我国历史气候变化不同期, 这与我国的气候小循环和中坝地区的独特地貌有关。

与黄河上游的洪水沉积相比<sup>[6]</sup>, 中坝粒度概率曲线呈三段式, 而黄河上游粒度呈不规则的两段式; 黄河上游洪水沉积众值粒径比较一致, 在  $8\phi$  左右, 长江上游的中坝洪水沉积粒径在  $3\sim 6\phi$  之间, 变化较大; 黄河上游洪水沉积的尖度 ( $0.8\sim 1$ ) 比中坝的 ( $0.6\sim 1.7$ ) 的变化要小。这可能是长江上游和黄河上游的气候、水动力和沉积物源不同, 导致不同水系不同河段的洪水沉积的几项标志的特征值可能有较大的差别<sup>[16]</sup>。还有待进一步研究。

平均粒径代表粒度的集中趋势, 代表沉积介质的平均动力能, 但同时一定程度上取决于源区物质的粒度分布。新石器时期、夏周时期的洪水沉积平均粒径  $\phi$  较大, 沉积物颗粒较细, 且粒径和尖度值变化范围小, 当时气候暖湿, 稳定, 植被茂密, 生态系统较好。经过隋、唐、宋、元代以来的长期开发, 明清代和现代长江流域已成为我国经济文化最发达的地区之一, 人类活动使植被退化, 沉积动力变大, 物源粒度越来越大, 清代和现代洪水沉积粒度和尖度值变化幅度大, 中坝地区生态环境已变得脆弱, 气候多变, 人地关系紧张。这与波兰维斯瓦河近 1000 年来河流的粒度由于人类活动和土壤侵蚀而变粗的情况相似<sup>[17]</sup>。

从考古发掘的文化层看出, 新石器和夏代文化层为黏土, 含炭屑、石斧、罐、兽骨等, 西周和战国文化层为粉砂质黏土, 含灰烬、兽骨、陶、罐等, 宋代以后的文化层为砂质黏土, 灰黑色至褐灰色, 相继出现陶、瓦、

瓷器等, 但兽骨已少见。中坝遗址早期有炭屑, 西周和战国时期有灰烬, 到宋代以后灰烬缺失, 反映中坝遗址先民以茂密的森林为后盾的木本能源越来越贫乏<sup>[18]</sup>。从石器到罐、陶、瓦、瓷的依次出现, 器物越来越精致, 说明人类的生产力提高和对自然开发力度加大。中坝遗址文化层的兽骨从有到无, 也说明该地区的生态系统退化, 宋代以后, 大型野生动物已失去栖息地。

从中坝遗址 5000 年来洪水沉积粒度特征及其环境演变中, 我们可以得到启示: 虽然环境变迁是人类活动规模和文化特征的重要因素<sup>[19]</sup>, 但人类活动加强, 超过环境的承载力时, 会引起植被退化, 水土流失, 破坏生态平衡, 洪涝灾害频繁发生。

## 参考文献 (References)

- Zhu Cheng, Zheng Chaogui, Ma Chumei, *et al.* Identifying paleoflood deposits archived in Zhongba Site, the Three Gorges reservoir region of the Yangtze River, China. *Chinese Science Bulletin*, 2005, 50(21): 2493-2504
- Lario J. Particle size characterization of Holocene back-barrier sequences from North Atlantic coasts (SW Spain and SE England). *Geomorphology* 2002, 42: 25-42
- Syviski J.P.M. Principles, Methods and Application of Particle Size Analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, 368
- Nicola Rinington, *et al.* Amazon Fan sands: implications for provenance. *Marine and Petroleum Geology*, 2000, 17: 267-284
- Kochel R.C., Baker V.C. Paleoflood hydrology. *Science*, 1982, 215: 353-361
- 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. 第四纪研究, 2005, 25(1): 80-85 [Yang Xiaoyan, Xia Zhengkai, Cui Zhijiu. Holocene extreme floods and its sedimentary characteristic in the upper reaches of the Yellow River. *Quaternary Sciences*, 2005, 25(1): 80-85]
- 张强, 杨达源, 施雅风, 等. 川江中坝 5000 年来的洪水事件研究. 地理科学, 2004, 24(6): 715-720 [Zhang Qiang, Yang Dayuan, Shi Yafeng, *et al.* Flood events since 5000 a.B.P. recorded in natural sediments of Zhongba Site, Chuanjiang River. *Scientia Geographica Sinica* 2004(6): 715-720]
- 徐馨, 何才华, 沈志达, 等. 第四纪环境研究方法. 贵阳: 贵州科技出版社, 1992, 76-89 [Xu Xin, He Caifua, Shen Zhida, *et al.* The Method of Quaternary Environment Research. Guiyang: Guizhou Technological Press, 1992, 76-89]
- 朱诚, 于世永, 史威, 等. 南京江北地区全新世沉积与古洪水研究. 地理研究, 1997, 16(4): 23-31 [Zhu Cheng, Yu Shiyong, Shi Wei, *et al.* Holocene deposits and paleofloods on the bank of the Yangtze River, Nanjing area. *Geographical Research*, 1997, 16(4): 23-31]
- 张强, 朱诚, 姜丹, 等. 江苏海安青墩地区新石器时代环境考古. 地理研究, 2004, 23(4): 513-520 [Zhang Qiang, Zhu Cheng, Jiang

- Tong *et al.* Environmental archaeological study on the Qingdun site Hai'an, Jiangsu province, during the Neolithic cultural period. *Geographical Research* 2004, 23(4): 513-520]
- 11 竺可桢. 中国近五千年来的气候变迁的初步研究. *中国科学*, 1973 (2): 291-296 [Zhu Kezhen. Preliminary study on the climate changes since 5000 years in China. *Science in China* 1973 (2): 168-189]
- 12 朱诚, 于世永, 卢春成. 长江三峡及江汉平原地区全新世环境考古与异常洪涝灾害研究. *地理学报*, 1997, 52(3): 268-278 [Zhu Cheng Yu Shiyong Lu Chuncheng. Archaeology and extreme flood disaster in the Three Gorges of the Yangtze River. *Acta Geographica Sinica*, 1997, 52(3): 268-278]
- 13 谢志仁. 海面变化与环境变迁. 贵阳: 贵州科技出版社, 1995 60-66 [Xie Zhiren. Sea Level Variation and Environmental Evolution. Guiyang: Guizhou Technological Press, 1995 60-66]
- 14 张强, 朱诚, 姜逢清, 等. 重庆巫山张家湾遗址 2000 年来的环境考古. *地理学报*, 2001, 56(3): 353-362 [Zhang Qiang Zhu Cheng Jiang Fengqing *et al.* Environmental archaeological exploration in Zhangjiawan Site, Chongqing since 2 ka BP. *Acta Geographica Sinica* 2001, 56(3): 353-362]
- 15 任美铎. 中国自然地理纲要. 北京: 商务印书馆, 1999. 29-32 [Ren Meie. Outline for Physical Geography in China. Beijing: The Commercial Press, 1999. 29-32]
- 16 杨达源, 谢悦波. 古洪水平流沉积. *沉积学报*, 1997, 15(3): 29-32 [Yang Dayuan, Xie Yuebo. Paleoflood slackwater deposits. *Acta Sedimentologica Sinica* 1997, 15(3): 29-32]
- 17 Tomasz Kalicki. Grain size of the overbank deposits as carriers of paleogeographical information. *Quaternary International* 2000, 72: 107-114
- 18 班武奇. 印度河文明兴衰和地理环境变迁. *地理研究*, 1998, 17(3): 249-256 [Ban Wuqi. Rise and fall of India River civilization and the geographical environment evolution. *Geographical Research* 1998, 17(3): 249-256]
- 19 莫多闻, 李非, 李水城, 等. 甘肃葫芦河流域中的全新世环境演化及其对人类活动的影响. *地理学报*, 1996, 51(1): 59-69 [Mo Duowen, Li Fei, Li Shuicheng *et al.* Holocene environment changes in the Huluhu drainage basin, Gansu Province and its influence on the human activities. *Acta Geographica Sinica* 1996, 51(1): 59-69]

## Grain Size Characteristics of Flood Sedimentary Environment in Zhongba Site the Three Gorges Reservoir, Changjiang River

TIAN Xiao-si<sup>1,2</sup> ZHU Cheng<sup>1</sup> YIN Qian<sup>1</sup> SUN Zhibin<sup>3</sup>

(1 Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093

2. Chizhou Normal University, Chizhou Anhui 247100, 3. Institute of Cultural Relics and Archaeology, Chengdu 610041)

**Abstract** The grain size analysis of sediments from 1981 flood and possible paleoflood in Zhongba Site, the Three Gorges reservoir, Changjiang river shows that their average diameters, sorting coefficients, skew coefficients and kurtosis coefficients are all in the same style, and they bear similar frequency curve of grain size with one crest and similar probability cumulative curve with an obvious pattern of three segments. So it is reasonable to infer that the culture interruption layers are paleoflood deposits. The study on the sedimentary environment based on the AMS14C dating and the age judged by cultural relics reveals that most paleoflood sediments occurred during the warm and wet period, but the paleofloods of the Zhou Dynasty and the middle Song Dynasty occurred during the cold period, possibly, due to the climate hypocoercion of our country and the particular topography of the place. After the Qing Dynasty, the average diameters of grain size became much bigger, which suggests the local environment was degraded. The wider range of diameters of grain size and kurtosis coefficients after the Qing Dynasty, especially in modern age, indicates that human activities have made the local ecosystem fragile and the climate volatile.

**Key words** Zhongba Site, paleoflood sediments, characteristic of grain size, environmental evolution