

文章编号 1001 - 7410(2005) 06-741 - 09

夏朝前夕洪水发生的可能性及大禹治水真相^{*}

吴文祥 葛全胜

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要 文章首先根据古文献学、考古学以及天文学等多学科交叉研究的成果,分析了史前洪水可能发生的时代,然后利用高分辨率的气候代用指标重建了“大禹治水”传说时期的气候背景,推测传说中尧舜禹时期的大洪水发生于 4 200 ~ 4 000aB. P. 左右,即一次对世界许多地区早期文明发展进程产生重大影响的全球性气候异常时期;根据气候突变与东亚季风降水之间的关系论证了洪水发生的可能性,探讨了大禹治水的历史真相;认为夏朝建立前夕的史前大洪水是真实发生过的,而大禹之所以能够治水成功可能主要得益于 4 000aB. P. 以后的气候好转而非人力之所为。研究结果较好地解释了多数学者对史前发生洪水的相信但却对大禹能否成功治水的怀疑之间矛盾。

主题词 大洪水 历史真相 夏朝 气候背景 4 000aB. P. 气候事件

中图分类号 K901 **文献标识码** A

1 前言

在世界古文明社会的发展历史中广泛流传着洪水的传说,而在诸多的传说之中,东方的大禹治水和西方的诺亚方舟最具影响力。根据《尚书》、《国语》、《墨子》、《孟子》、《史记·夏本记》等大量先秦文献的记载,尧舜禹时期发生了洪水灾害,大禹由于治水成功而获得各部落的拥戴,继尧舜之后而成为虞、夏部落联盟的首领,并建立我国第一个王朝——夏朝,标志着中国古代文明的诞生。从这种传说中可以看出对大禹治水传说的求证具有重要的学术意义。首先,学术界对夏朝是否存在还有较大的争议,如果能够证实大禹治水传说的真实性,也就从一个侧面印证了夏朝的存在;其次,许多学者认为“大禹治水”为中国进入文明社会提供了重要契机,因此对大禹治水传说真实性的证实有助于理解以夏朝建立为标志的中国古代文明产生的动因。

因此,对大禹治水传说的求证一直是我国考古学、先秦史学、地质学、地理学、天文学等多个学术领域共同关注和研究的重要课题之一。较早,徐旭生^[1]从历史地理和史学的角度论证了洪水发生的真实性;后来,俞伟超^[2]注意到我国东部地区龙山晚期如良渚和山东龙山文化的衰落与史前洪水在发

生时间上的一致性这种现象,认为史前洪水不仅曾经发生,而且极可能改变了中国古代文明发展的格局和进程;较近,王青^[3]依据考古学与地质学证据论证了黄河在 4 000aB. P. 前后曾经改道,并且根据这次河流改道与传说中的史前洪水在发生时间上的一致性,认为大禹治水的传说并非仅仅是传说;夏正楷等^[4]重点分析了大禹治水的地质记录和气候背景重建;崔建新和周尚哲^[5]则从气候、地质学角度分析了 4 000 年前洪水的形成原因。总的来说,这些研究虽然或多或少地证实了大禹治水的真实性,不过,无论是对洪水遗迹的寻找还是对洪水气候背景的重建,由于受测年技术条件和气候重建序列的时间分辨率限制,同时缺乏对史前洪水发生时间的分析,其论证的说服力受到了较大影响。

近年来,尤其是随着夏商周断代工程的实施,有关夏朝始建年代的研究取得了较多的认识,我国全新世高分辨率古气候研究也取得了重要进展。本文首先根据古文献学、考古学以及天文学等多学科交叉研究的成果,分析了史前洪水发生的年代;然后利用高分辨率的气候记录(小于 50 年)重建史前洪水发生时期的气候变迁史,并与世界其他地区高分辨率气候记录对比,重建史前洪水时期的气候背景;在此基础上对史前大洪水

第一作者简介:吴文祥 男 37 岁 博士 全球变化与环境考古专业 E-mail: wwx@igsnrr.ac.cn

^{*}国家自然科学基金项目(批准号:40472095)和中国科学院知识创新工程重要方向项目(批准号:KZCX3-SW-321和 KZCX1-SW-01-09)资助

2005 - 04 - 22 收稿, 2005 - 08 - 03 收修稿

发生的可能性和大禹治水的真实性进行初步探讨。

2 史前大洪水的年代

根据文献,夏朝建立于大洪水之后,因此如果弄清夏朝的始建年代,便可对洪水结束的时间有一个比较清晰的概念。夏朝始年的说法有多种,范围大致在 2204~1989B. C. 之间^[6]。虽然是众说纷纭,但通过古文献学、考古学以及天文学等多学科交叉研究^[7~18],可以得出一个较为接近真实的年代。这些资料包括《竹书纪年》夏商周的世系、仲康日食天文现象、大禹时的五星汇聚天文现象、二里头文化(夏文化)的年代以及河南龙山文化结束的年代。

从古文献学上看,《竹书纪年》被认为是研究夏商周三代年代最为重要的文献之一。一般认为《竹书纪年》约在公元前 299 年入墓,公元 280 年出土。Shaughnessy^[7]的研究表明《竹书纪年》至少早在公元前 4 世纪既已存在,它是迄今为止最早的年表,被国内外许多学者认为是研究夏商周三代年代不可忽视的史料^[7~10]。根据今本《竹书纪年》,夏朝的始年代为 1989B. C.,陈力^[8]认为若考虑禹为舜服丧 3 年,夏禹应即位于 1992B. C.。

夏代有五星汇聚、仲康日食、禹征三苗时的日食三条天象记录,可通过对这些天文现象的推算来考察夏年。第一条天文学证据来自“五星汇聚”。《太平御览》卷七引《孝经钩命诀》有“禹时五星累累如贯珠,炳炳若连璧”等记载。美国学者 Pankenier^[11]较早注意到这条记录,并将其理解为天文学上的“五星汇聚”,并认为发生在 1953B. C.。他认为当时在黎明时分的东方地平线上,土星、木星、水星、火星和金星排成一列,这次五星会聚是迄今五千年中最难得的一次。这种奇异壮观的天象,很可能在古人记忆中流传下来。Zhang^[12]认为,由于行星运动比较复杂,古代学者不可能对其进行准确的计算,因而这次记录不可能是后世星象学家逆推出来的,更不可能是伪造的。禹元年是 1994B. C.,禹时五星汇聚是 1953B. C.,二者相差 41 年,古本《竹书纪年》记“禹立四十五年”(《太平御览》82 引),说明这次五星汇聚发生在禹的晚年。第二条天文学证据来自“仲康日食”。根据《左传》昭公十七年引《夏书》有关内容和《史记·夏本纪》所记“帝仲康时,羲和湫淫,废时乱日”。有学者认为这是发生在夏代仲康元年秋季的一次大食分日食,倍受国内外天文学史家的关注。美国学者 Pang^[6]推定仲康五年日食出现于 1876B. C.。仲康为禹的第四代,今本《竹书纪

年》记禹 45 年、启 16 年、太康 4 年、仲康在位 7 年,合计 72 年,再加上 1876B. C. 为 1948B. C.。第三条天文证据来自“禹伐三苗”的日食记载。《墨子·非攻下》在论及舜命禹征三苗时有“昔者三苗大乱,天命亟之,……日妖宵出”之语。Pang 等^[13]认为所谓“日妖宵出”可能是一次日落前发生的日全食,年代为 1912B. C.。另外,Pang^[6]曾根据夏商周三代王系分别传承了 14 代、17 代、11 代这一比较公认的数据,假定平均每代 30 年,从西周末年 771B. C. 上推,得到夏代始年为约 2000B. C.。上述几条证据表明,夏朝始年不超过但又接近于 4 000aB. P.。

考古学证据^[14~18]也能够支持上述观点。“夏商周断代工程”将夏朝始年定为 2070B. C.^[14],但该年代被认为可能存在以下几个问题。第一,未采用统一的标准。在夏商周断代工程中,夏代积年采用古本《竹书纪年》471 年之说,而于商和周二代不采,若统一标准,都采《竹书纪年》之说,则夏代始年为 1994B. C.。第二,将河南龙山文化的晚期划入夏文化的早期也存在较大的疑问。二里头文化第一、二、三、四期都是夏文化,二里头古文化遗址可能是夏朝的首都,这基本已成为学术界共识。二里头文化测年的年代范围在 1880~1520B. C.,显然,二里头文化的年龄段不足为史书上夏的积年,其始年与史书上记载的夏朝始年还差一段距离,因此有学者认为二里头文化第一期不是最早的夏文化,早期夏文化应该在早于二里头文化的相关文化遗存中去寻找。至于如何找主要有两种看法^[14]:一种认为河南新密新砦遗址的某些遗存早于二里头文化第一期,而晚于河南龙山文化晚期,正可填补其间的空白;另一种是到嵩山南北的河南龙山文化晚期去找。但若以划分考古学文化的标准,河南龙山文化从早到晚是一脉相承,很难划分为两个不同性质的考古学文化^[15]。另外,目前的考古证据表明,在龙山时代之后,中国古代文化发生了重要转变。各地龙山文化基本同步结束,标志着另一个新时代的来临^[16~18]。因此以河南龙山文化的终结年代作为夏朝始年更合情理。对河南龙山文化晚期的¹⁴C 测年数据表明,该文化的下限年代为 2030~1965B. C.,即公元前 2000 年左右,以往对黄河中下游地区其他遗址龙山文化的年代也有测定,下限与此相当^[15]。这也是我国其他地区龙山文化结束的大致年代^[16~18]。从这一方面看,夏朝的始年不超过 2000B. C.,这与上述《竹书纪年》天文记录等结果^[7~13]相符。

综上所述,夏王朝的始年(以禹之受禅为标

志)应在 2000B. C 前后,而且极有可能不超过 2000B. C^[6],但也不至于与 2000B. C 相差太远。至于这次洪水开始发生的时间,史书记载在尧时期大洪水就已经开始。今本《竹书纪年》记述尧元年为丙子年,即公元前 2145 年,如果正确,那么史前洪水泛滥的时间段大约有 150 年左右,即发生在龙山文化的晚期。

3 大禹治水的气候背景

本文从我国近年发表的大量文献中收集了有关全新世气候变化的自然代用资料,选择标准如下:测年数据可靠或 和时间分辨率较高(一般来说小于 50 年),气候指标意义明确。需要指出的是,除特别指明,本文气候重建的年代都是校正后的年龄数据。

位于我国西部祁连山的敦德冰芯(38°06'N, 96°25'E,海拔 5 325m)是我国过去 5 000 年以来分辨率最高(1%)的自然气候记录之一,其指示温度变化的¹⁸O 曲线明确显示当地气温在 4 200~4 000aB. P. 左右达到最低点^[19]。在青藏高原东缘四川省西北部红原县,泥炭沉积物提供了另一个有 15 个 AMS¹⁴C 测年数据和较高分辨率(30a)的全新世气候变迁记录^[20]。在该项研究中,泥炭沉积物中的单一植物残体苔草(*Carex muliensis*)和混合植物的纤维素的¹³C 变化被认为是反映印度洋夏季风强度变化的敏感代用指标。上述两种气候指标都记录到 4 200~4 000aB. P. 季风强度减弱事件^[19,20],其中混合植物泥炭纤维素¹³C 变化更是清楚地显示出这一时期是新仙女木事件(Younger Dryas)以来最为显著的气候变化^[20]。单一植物残体苔草所记录到的 12kaB. P. 以来 9 次印度洋夏季风千年尺度季风减弱事件^[20]与 Bond 等通过北大西洋两个深海柱状样的高分辨率研究发现全新世冰筏沉积事件(降温)^[21]相对应,显示出两个不同地区全新世气候变化遥相关,这也从一个侧面证实了该条气候记录的可靠性。

在南部地区,位于太平洋和亚洲大陆之间的冲绳海槽两个柱状样(B-3GC 和 255)较多的 AMS¹⁴C 测年数据(分别为 20 个和 28 个)提供了比较准确的年代框架。利用多种指标对全新世黑潮强度的变化研究表明,黑潮强度在全新世约 10kaB. P. 以来经历过周期为 1.5ka 的减弱事件^[22],这些突变与红原泥炭记录^[20]一样,与北大西洋全新世冰筏沉积事件(降温)相对应^[21],表明这些黑潮减弱事件与全新世降温有关^[22]。研究表明,黑潮强度在 4 200~

4 000aB. P. 左右发生显著地减弱^[22]。在南海 17940 孔通过 25 个 AMS 测年数据和高密度的采样间距得到了测年可靠和分辨率较高(15~20a)的有孔虫氧同位素记录^[23]。通过浮游有孔虫氧同位素和 UK37 法估算的海洋表明温度(SST)再造了南海北部陆坡 17940-2 孔的表层海水盐度历史,表明夏季风在 4 200~4 000aB. P. 发生了较为明显的变化^[23]。南方地区另一个高分辨率(10~15a)全新世气候记录来自于热带地区的广东湛江湖光岩玛洱湖,揭示出 4 250aB. P. 左右的降温事件^[24]。

这一时期的气候恶化事件还被一些文献所记录。《墨子·非攻上》记载:“昔者有三苗大乱,天命殛之。日妖宵出,雨血三朝,龙生于庙,犬哭乎市,夏冰,地坼及泉,五谷变化,民乃大震……。”古本《竹书纪年》也有类似的记载:“三苗将亡,天雨血,夏有冰,地坼及泉,青龙生于庙,日夜出,昼日不出。”“夏有冰”和“五谷变化”等字句表明禹伐三苗时,气候出现异常。而禹伐三苗发生在夏王朝建立前夕,亦即洪水发生时期,这与本文根据文献研究重建的 4 200~4 000aB. P. 气候降温事件在发生时间上比较吻合,可能并非偶然。

4 000aB. P. 之后气候好转也得到了考古学证据的支持。在内蒙古岱海地区,老虎山文化(4 500~4 200aB. P.)由于 4 200~4 000aB. P. 气候的影响而发生衰落,该地区的先民被迫迁徙,留下 200 余年的空白,但大约 4 000aB. P. 后,以农业为主的朱开沟文化(4 000~3 500aB. P.)重新建立^[16]。类似的考古学文化转变也发生在西拉木伦河流域,研究表明,龙山时代的小河沿文化曾发生衰落,不少地区出现文化空白,但在 4 000aB. P. 之后,以农业为主的夏家店下层文化(4 000~3 500aB. P.)开始兴起^[16]。这两种文化都位于生态环境脆弱区,其农业的重建和兴起无疑得益于 4 000aB. P. 之后气候的好转。

4 200~4 000aB. P. 气候突变事件并不仅仅局限于中国。越来越多来自世界不同地区高分辨率全新世气候记录^[25~30]证实了它至少是一次北半球普遍发生的气候突变事件。这些气候记录包括极地和热带-亚热带山地冰芯、湖泊年层沉积物、石笋以及树木年轮等高分辨率的古气候记录。

分辨率到年、误差为 1% 的格陵兰冰芯(GISP2)的 EOF1 值是气候变化的敏感性指标,通常被解释为与该地区空气环流强度变化有关。根据研究结果显示 EOF1 值在 2215~1940B. C. 间气候发生了突变,另外 GISP2 中的氦值变化被认为与气候变化的

陆地生物燃烧有关,并显示氮值在 2275B. C. 前后出现了一个钉子型异常值^[25]。但是这次气候突变在冰芯氧同位素(^{18}O)记录上并未得到较好反映。西亚的底格里斯河和幼发拉底河流域是美索不达米亚文明的发源地。两河源区的凡湖(Lake Van)沉积物提供了全新世以来具有年分辨率的古气候记录。其降水变化石英百分含量的曲线显示在 2250 ~ 2050B. C. 之间,出现 5 倍于正常值的钉子型风尘异常值(dust spike),指示一个强烈的干旱期^[26]。在以色列地区的一个洞穴(Soreq Cave),较高分辨率的 ^{18}O 记录表明该地区在 4 150aB. P. 前后突然发生干旱事件,降水量下降高达 20% ~ 30%^[27]。在阿曼海湾,海洋沉积物记录了在 2200B. C. 前后持续时间约 300 年的一个 5 倍于背景值的粉尘堆积异常值^[28]。在非洲的乞力马扎罗山(海拔 5 893m),6 个冰芯记录了 11. 7kaB. P. 以来东部非洲赤道地区全新世气候变迁,该冰芯记录年代序列是根据一定的年龄模式结合 AMS ^{14}C 年代测定建立的,其中 N IF3 冰芯在 4 000aB. P. 左右记录到一层明晰可见的厚约 30mm 的粉尘堆积层,指示一次异常干旱事件^[29]。该气候异常事件也在新大陆冰芯中也有很好的反映。在安第斯山脉地区秘鲁北部的瓦斯卡兰(Huascarán)山地,冰川岩芯记录揭示出 4 200aB. P. 前后当地发生了一次自 17kaB. P. 以来最为显著的钉子型粉尘堆积异常值,指示异常干旱事件^[30]。对具有年分辨率的美国西南部内华达州印度公园(Indian Gardens)的树木年轮宽度变化研究表明,2170B. C. 前后发生了过去 4 500 年来最为显著的一次干旱事件^[25]。总之,这些记录的分辨率比较高,像格陵兰冰芯(GISP2)和西亚地区 Van 湖的沉积物记录的误差只有 1%,即 4 000 年内的误差只有 40 年左右,至于树木年轮,其分辨率和误差更小。这些自然记录比较一致性地揭示出 4 200 ~ 4 000aB. P. 的气候异常事件。

由 Weiss 等^[31,32]为主的多位学者在 1993 年组织的国际会议的论文集比较一致性地论证了发生在 4 200 ~ 4 000aB. P. 左右的气候事件。最近 Marchant 和 Hooghiemstra^[33]对非洲和南美洲全新世气候记录进行了比较详细的梳理,稍早 Peiser^[34]则对世界各地多达 500 篇全新世相关文献进行了全面的梳理,他们的研究结果一致表明:至少在北半球,气候系统在 4 200 ~ 4 000aB. P. 发生了突变。

值得指出的是,4 000aB. P. 前后世界许多地区的古代文明发展进程也发生了巨变。其中最为显著

的标志是尼罗河流域古埃及文明、西亚两河流域古美索不达米亚文明、印度河流域古印度文明以及爱琴海地区古希腊文明发生衰落^[31],欧亚草原地带发生民族大迁徙^[35],以及整个旧大陆地区发生社会大动乱^[36]。这一时期曾被著名的考古学家 Bell^[37]称之为世界古代文明发展史上的“第一黑暗时期”(First Dark Age)。类似的社会巨变也发生在我国,其标志是中原周围地区新石器文化发生衰落和中原地区以夏朝建立为标志的中国古代文明诞生^[16,17]。至于这次古黑暗时期产生的原因,Weiss 等^[31]曾在“Science”发表了一篇极具影响力的文章,认为它们的衰落与 4 200 ~ 4 000aB. P. 左右的气候事件有关。这一结论得到了越来越多的支持^[25,28,32,34]。在我国,中原周围地区龙山时代新石器文化在 4 000aB. P. 前后的衰落也被认为与这次气候事件有关^[16,17]。因此认为,我国气候系统在 4 200 ~ 4 000aB. P. 发生突变并不是孤立的,它是全球性的一次气候突变事件在中国的反映。夏朝前夕异常洪水事件发生在这次全球性的气候异常期之中,二者在发生时间上的一致性可能并不仅仅是一种巧合,其中可能存在某种必然的联系。如果二者有关,那么气候突变是如何诱发或导致了夏朝建立前夕的那场异常洪水事件?

4 史前大洪水发生的可能性

现在是理解过去的钥匙。目前黄河流域洪水的发生与降水直接相关。黄河流域是中华文明的摇篮,也是“中国之忧患”。善淤、善决、善迁徙是黄河的鲜明特征。导致黄河中下游决溢和改道的重要原因是降水和泥沙。黄河水沙基本来自中游,而决定中游产沙、产水多少的主要因素则是与降水、植被覆盖情况和黄土高原的土质特性等有关。在气候方面,黄河流域降雨量季节分布极不均匀,全年降雨量的 70% 集中在夏季,这种降雨特点常常与暴雨有关,易导致洪涝灾害;在泥沙方面,黄河在上中游流经黄土高原,易受侵蚀的巨厚疏松黄土是黄河泥沙的主要物源。大量的泥沙堆积容易使中下游河床淤高,造成河道迁徙、河流漫流以及泛滥成灾。地质和考古学证据表明 4 000aB. P. 前后黄河发生大规模的改道,由前期的东流转向北流,改道后的黄河下游河道横穿河北平原中南部,于天津入海^[3]。黄河改道,河水在平原上漫流是导致洪水发生的重要原因之一。4 200 ~ 4 000aB. P. 气候事件可能通过以下 3 种主要方式影响黄河流域的水文状况,并继而导致

史前洪水的发生。

(1)植被的影响

植被的状况与抗侵蚀有关。由气候因子所决定的植被状况对保护地表物质和减弱土壤侵蚀强度至关重要。遗憾的是关于这一时期黄土高原植被状况的直接资料还无从知晓。但也有研究表明^[38] 4 200 ~ 4 000aB. P. 的这次气候事件发生在全新世中期的气候转型时期,如内蒙古地区湖泊水位明显降低。因此,推测这次气候事件可能是通过降低植被覆盖而增大土壤侵蚀率,从而导致河流中的泥沙量增加,进而增大了黄河决溢。

(2)季风雨带的移动变化

我国东部大部分地区处于季风气候区域,降雨是由夏季风从海上带来的大量水汽形成。东亚夏季风降水是由来自高纬大陆的干冷气团与来自热带海洋的暖湿气团相互作用的锋面系统所决定的,降雨的多寡及分布又与季风活动强度、西太平洋副高压进退等诸多因素有关^[39]。因此,中国不同区域的降水变化往往是不同的。东亚夏季风增强或减弱并不能使季风区内所有地区的降水都增加或减少,一般来说,在锋面滞留时间延长的地区降水增多,反之降水减少^[40]。

我国季风降水异常与西太平洋副热带高压强度和位置的变化存在着密切的联系。气候变冷将引起西太平洋副热带高压强度减弱、面积缩小,使东亚夏季风锋面南移,导致东亚夏季风边缘南侧黄河中游一带的降水增加。夏末秋初副高强度偏强、脊线位置偏北通常有利于黄河以北地区的降水增多。刘晓东等^[41]利用逐日历史天气图统计了冷、暖年 8 ~ 9 月黄河中游 37°N 附近 105°~115°E 范围内的地面锋面活动次数,结果表明锋面活动由暖年平均的 5.7 次增加到冷年平均的 10.7 次,锋面活动次数增加将会导致局地降水增加;并利用最近 50 年气象站观测的降水量以及根据史料和树轮重建的近 400 年来的降水量,研究了黄河流域降水与全球气温变化的关系及其可能的成因,认为全球平均气温偏高(低)与黄河中游地区年降水量偏少(多)也存在一定的对应关系^[41]。

对小冰期气候变化与黄河中下游地区湿度变化关系的研究的结果表明小冰期该地区比较湿润,研究者推测可能主要与季风雨带北撤至该地区有关^[42]。类似的机制和气候现象可能发生于 4 000aB. P. 前后,黄河中游地区降雨的增加与这一阶段季风降雨锋带的位置有关。甘(肃)青(海)地

区的龙山时代文化为齐家文化,内蒙古岱海等地区为老虎山文化。这两种文化的先民们主要从事农业,表明当时季风的雨带的北缘可以经常达到这里。

最近安芷生等^[43]通过气候模拟和地质学证据,证明了中国东部季风区在全新世轨道尺度上的季风降水峰值的穿时性。他们的研究可概述为:从轨道尺度上看,古东亚季风环流的变迁主要是对地球轨道变化引起的地球表面所吸收的太阳辐射及其季节性旋回的响应。北半球由地球轨道参数变化所决定的夏季太阳辐射强度增量在 10 000aB. P. 达到最大值,相应的东亚季风达到最强,季风锋面雨带北移。因此,我国黄河以北地区在 11 000 ~ 10 000aB. P. 出现高湖面,但随着太阳辐射的减弱,其后该区湖泊水位呈下降趋势,但纬度偏南的长江中下游湖泊开始出现高湖面,反映季风雨带的南移。

4 200 ~ 4 000aB. P. 的降温独立于全新世轨道因素变化之外,也会通过影响夏季风的强度,导致锋面降雨南移,使雨带在黄河中游地区频繁活动。这种雨带的迁移可能通过两种主要方式导致洪水的发生和黄河的改道:其一是通过降雨时间的延长而增加降雨量;其二是由于降雨带的南移,使雨水流失量减少,而直接注入黄河河道的水量增加。

(3)气候变率的影响

无论是全球还是中国都在 4 000aB. P. 前后发生了气候变化。一般认为像大旱、大水、酷暑和严冬等极端情况所表现出的气候不稳定,在冷的时期变动幅度和频率较大,超过正常情况^[44]。4 000aB. P. 前后中国各种灾害频繁,其中原因可能与冷期时气候变率增大有关。郑斯中等^[44]利用我国 15 世纪以来的历史气候资料研究表明小冰期是一个极值频繁的时期,气温和降水量年变率较大,旱涝及其他自然灾害出现的频率也远远高于其他时期。Zhang^[45]研究了我国北方暴雨频率与气候的关系,表明在中世纪温暖期 900 ~ 1250A. D. 间,暴雨发生的频率较低,而在小冰期间,暴雨发生频率明显增加。

关于气温对黄河下游决溢频率的影响,许多学者进行了探讨。王英杰^[46]对历史上黄河下游 26 次大改道发生的年份在中国气候冷暖分期中的位置进行了比较,发现黄河下游较大的改道都发生在气候冷暖转折时期和较冷的时期。许炯心^[47]以华山松树木年轮指数为气温的代用指标研究了气温变化与黄河决溢频率的关系,得到了大致类似的结果:在 50a 的时间尺度上,当气温降低时决溢频率增大,反之亦然。

洪水的发生与气候变化有关的现象亦普遍见于其他地区。对世界不同地区洪水发生的频率与气候变化的关系研究表明,洪水发生往往与气候突变,尤其是降温事件有关^[47,48],如对美国犹他州的亚利桑那地区过去 5 000年来河流古洪水发生的年代序列研究显示,最大洪水的发生在区域和全球气候突变时期^[49]。鉴于 4 000aB. P. 发生了一次全球性的降温事件,因此,可以推测 4 000aB. P. 前夕中国发生大洪水是非常可能的。

5 结语与讨论

5.1 史前洪水发生的真实性

对不同气候指标高分辨率的全新世气候记录分析表明,我国在 4 200 ~ 4 000aB. P. 气候发生了突变,这一气候巨变具有全球性,并且与世界上几大古代文明和中原周围地区龙山文化衰落有关。史前大洪水的发生与全球性的气候降温事件在发生时间上的吻合,可能表明两种之间存在一定成因上的联系。气候变化会导致季风雨带的北撤,致使降水量的增加或降水时间的延长;另外,冷期降水变率的增大提高了异常洪水发生概率;同时,由气候变化导致的植被覆盖率降低可以引起土壤抗侵蚀力减弱,增加水沙含量,从而增加黄河决溢的可能性。这几种因素共同作用,可能导致史前异常洪水的发生。

这次气候事件也给当时的先民带来极大的灾难,当时中原东南部冲积平原地区的新石器文化发生衰落证明了这一点。尽管中原地区夏朝前期的先民们可能因其地理位置的相对优越,所受的灾难可能相对较小,但也不可避免地经历了这场灾难。这场异常大灾难给先民带来的痛苦之深,可能深深地印在他们的脑海之中并且留下不可磨灭的记忆,以致于能够世代相传,并且被稍后、甚至当时已经发明的文字所记载。值得一提的是,最近发现并公之于世的西周中期铜器“遂公盨”中记载关于大禹治水事迹的记述在内容乃至用语上均与传世的《尚书》等文献惊人一致,被认为是大禹治水的证据^[50]。

英国著名哲学家和自然学家赫胥黎生前曾说过一句著名的有关洪水传说的解释:“古代的传说,如用现代严密的科学方法去检验,大都是像梦一样平凡地消失了。但奇怪的是,这种像梦一样的传说,往往是一个半醒半睡的梦,预示着真实”。一年以后,在英国皇家人类学会赫胥黎周祭纪念会上, Sir James George Frazer 针对上述赫胥黎有关洪水传说

也曾经说过,“一般认为,流传于全球的洪水传说渊源于真实发生过的水灾的记忆,或多或少包含着历史的真实”;“这种可怕的泛滥故事虽然差不多一定是虚构,但在神话的外壳下面可以包含真正的果子,这不但可能,而且是近乎真实的”^[51]。这种认识可能代表了目前我国众多学者对大洪水的一种认识,即大洪水可能是真实的,然而又不能够很好地证实。而本文的气候重建则有可能证实了史前洪水发生的可能性。

5.2 大禹治水成功的真相

虽然本研究关于大禹治水的气候背景重建从一个侧面证实了史前大洪水发生的真实性,但关于大禹治水也存在许多疑问。其中最引人关注的是对大禹是否真的能治理好洪水灾害的疑问,它直接涉及到一些学者对洪水灾害是否真实发生的怀疑。根据历史文献记载,鲧采用“堙障”法,修筑堤坝围堵洪水,而大禹成功治理洪水的关键是采取疏导的方法。但以当时人们的知识水平和物质条件(主要仍以木石为工具),无论是鲧的“堙障”还是禹的“疏导”方法都不可能治理好洪水。这种“导江”、“导河”的说法,正是当年持怀疑者重点批驳的对象。其实,早在两千多年前著名的诗人屈原就提出了类似的疑问。他在诗歌《天问》中问道:“洪泉极深,何以填之?地方九则,何以坟之?河海应龙?何尽何历?鲧何所营?禹何所成?”大致意思是说:浩荡的洪水,大禹是怎样把它制服的呢?……鲧是如何治理的(为什么没有成功),禹为什么能够治理成功?这些质疑耐人寻味,表明屈原也十分怀疑大禹和他的臣民有这么大的能力来完成这么浩大的工程。

传说中将鲧治水的失败归结于“壅防”,而将禹治水成功归结于“疏”“导”。但是,黄河每年的沉积物量如此之巨,禹根本不可能有任何办法去“疏”“导”。在大部分历史时期,人们管理和控制洪水主要是筑堤建坝,而不是疏导。黄河流域的洪水灾害即使是现代的科学技术和知识水平也很难控制,疏通九川,开辟九州是非人力所及的功业,因此很难相信在 4 000年前的大禹能够通过疏导的治理方法完成他的丰功伟绩。如果我们承认夏朝建立之前的洪水传说是历史真实,那么如何解释大禹如何实现了这种不可能的事呢?看来,我们应另辟蹊径来寻找答案。

气候重建表明 4 200 ~ 4 000aB. P. 气候事件的结束时间,亦即气候好转的开始阶段,在测年误差范围内恰好对应于夏朝的始建时期,即传说中大禹成

功治理洪水的开始。二者在发生时间上的一致性表明大禹之所以能够成功地制服洪水可能得益于气候的好转。一般认为从暖期向冷期的气候转变往往是相对缓慢、逐渐的,而从冷期向暖期的转变则是快速的、突变的,如格陵兰冰芯氧同位素记录的气温变化表明,在新仙女木事件后的快速转暖过程中,气温在短短的 20 年左右中上升了 6~7℃。Hong 等^[20]的研究也非常明显地揭示出 4 000aB. P. 事件之后的气候快速变化。古本《竹书纪年》记述禹在位 45 年,这表明 4 000aB. P. 事件之后的气候好转可能发生在禹在位时期。一旦气候好转,气候带北移,季风降雨正常化,植被恢复。洪灾灾害自然随着气候的好转而好转。但限于当时的知识水平,先民可能并不知道气候突变与洪水灾害之间的关系;相反由于饱受洪水灾害,先民可能更注重结果。大禹是当时的部落首领,领导他们治水,将功劳归功于他自然比较合情合理。这可能是鲧、禹治水传说背后的真实故事。

本文的分析结果表明史前洪水是真实发生过的,这与历史传说符合若节,也从一个侧面解释了历史传说内容所包涵的真实与想象。如果剔除神话词语的虚构情节,大禹治水的传说的确存在。后人在叙述前世之事迹时,不免添枝加叶。夏禹可能只是领导部落人民使其度过了洪水灾害,在后世的传说中,这一事迹夸大成了疏通九川、开辟九州等非人力所及的功业。尽管古代文明形成期留下的这些丰富的“传说历史”有不科学的地方,但保留了人类文明形成时期历史的重要信息。只要拨去神话的迷雾,就有可能恢复历史本来面貌。

综上所述,笔者倾向于认为夏朝建立前夕的大洪水是真实发生过的,而大禹之所以能够治水成功可能主要得益于 4 000aB. P. 以后的气候好转而非人力之能所为。研究结果较好地解释了多数学者对史前洪水发生的相信但却怀疑大禹能否治水成功之间的矛盾。

参考文献 (References)

- 徐旭生. 中国古史的传说时代. 北京:文物出版社, 2003. 1~366
Xu Xusheng. Legend Ages of Chinese Ancient History. Beijing: Cultural Relic Publishing House, 2003. 1~366
- 俞伟超. 龙山文化与良渚文化衰变的奥秘. 文物天地, 1992, (3): 9~11
Yu Weichao. The secret for the declines of Liangzhu Culture and Longshan Culture. Cultural Relic, 1992, (3): 9~11
- 王青. 大禹治水的地理背景. 中原文物, 1999, (1): 34~42

- Wang Qing. The geographical background for the Duyu's water-control project. Cultural Relics of Central China, 1999, (1): 34~42
- 夏正楷, 杨晓燕. 我国北方 4kaB. P. 前后异常洪水事件的初步研究. 第四纪研究, 2003, 23(6): 667~674
Xia Zhengkai, Yang Xiaoyan. Preliminary study on the flood events about 4kaB. P. in North China. Quaternary Sciences, 2003, 23(6): 667~674
 - 崔建新, 周尚哲. 4 000a 前中国洪水与文化的探讨. 兰州大学学报 (自然科学版), 2003, 39(3): 94~97
Cui Jianxin, Zhou Shangzhe. A study on the floods and the cultures of 4 000 years ago. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 2003, 39(3): 94~97
 - Pang K D. Extraordinary floods in early Chinese history and their absolute dates. Journal of Hydrology, 1987, 96(1~4): 139~155
 - Shaughnessy E L. On the authenticity of the Bamboo Annals. Harvard Journal of Asiatic Studies, 1986, 46: 149~180
 - 陈力. 今古本《竹书纪年》之三代积年及相关问题. 四川大学学报 (哲学社会科学版), 1997, (4): 79~85
Chen Li. The length of Three Dynasties in modern and ancient versions of annals recorded on Bamboo slips. Journal of Sichuan University (Social Science Edition), 1997, (4): 79~85
 - Nivison D S. The key to the chronology of the Three Dynasties: The "Modern text" Bamboo Annals. Sino-Platonic Papers, 1999, 93: 1~68
 - Shao Dongfang. Controversy over the "modern text" Bamboo Annals and its relation to Three Dynasties chronology. Journal of East Asian Archaeology, 2002, (4): 367~374
 - Pankenier D W. Mozi and the dates of Xia, Shang, and Zhou: A research note. Early China, 1983~1985, 9/10: 175~183
 - Zhang Peiyu. Determining Xia-Shang-Zhou chronology through astronomical records in historical texts. Journal of East Asian Archaeology, 2002, (4): 347~357
 - Pang K D, Yau K K, Chou H H. Absolute chronology of the Xia, Shang and Zhou Dynasties by dating 17 eclipses. In: Cheng K S, Chan K L eds. Proceedings of the 21st Century Chinese Astronomy Conference. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte Ltd, 1997. 523
 - 夏商周断代工程专家组. 夏商周断代工程 1996~2000 年阶段成果报告 (简本). 北京:世界图书出版公司, 2000. 1~56
Xia-Shang-Zhou Chronology Project Expert Group. Report on the Xia-Shang-Zhou Chronology Project, 1996~2000 (simplified edition). Beijing: World Publishing Co., Ltd, 2000. 1~56
 - 刘绪. 有关夏代年代和夏文化测年的几点看法. 中原文物, 2001, (2): 32~33
Liu Xu. Thoughts on the Xia chronology and the dating of Xia culture. Cultural Relics of Central China, 2001, (2): 32~33
 - 吴文祥, 刘东生. 4 000aB. P. 前后降温事件与中华文明的诞生. 第四纪研究, 2001, 21(5): 443~451
Wu Wenxiang, Liu Tungsheng. 4 000aB. P. event and its implications for the origin of ancient Chinese civilization. Quaternary Sciences, 2001, 21(5): 443~451
 - 吴文祥, 刘东生. 4 000aB. P. 前后东亚季风变迁与中原周围地区新石器文化的衰落. 第四纪研究, 2004, 24(3): 278~284
Wu Wenxiang, Liu Tungsheng. Variations in East Asian monsoon

- around 4 000a.B. P. and the collapse of Neolithic cultures around Central Plain. *Quaternary Sciences*, 2004, **24** (3): 278 ~ 284
- 18 许宏. “连续”中的“断裂”——关于中国文明与早期国家形成过程的思考. 文物, 2001, (2): 21 ~ 23
Xu Hong. “Rupture” in “continuity”: Reflection on the formation process of Chinese civilization and early state. *Cultural Relic*, 2001, (2): 21 ~ 23
 - 19 Yao T D, Thompson L G. Trend and features of climatic changes in the past 5 000 years recorded by the Dunde ice core. *Annals of Glaciology*, 1992, **16**: 21 ~ 24
 - 20 Hong Y T, Hong B, Lin Q H *et al*. Correlation between Indian Ocean summer monsoon and North Atlantic climate during the Holocene. *Earth and Planetary Science Letters*, 2003, **211** (3 ~ 4): 371 ~ 80
 - 21 Bond G, Showers W, Cheseby M *et al*. A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates. *Science*, 1997, **278** (14): 1 257 ~ 1 266
 - 22 Jian Zhimin, Wang Pinxian, Saito Yoshiki *et al*. Holocene variability of the Kuroshio Current in the Okinawa Trough, Northwestern Pacific Ocean. *Earth and Planetary Science Letters*, 2000, **184** (1): 305 ~ 319
 - 23 Wang L J, Samthein M. Holocene variations in Asian Monsoon moisture: A bi-decadal sediment record from the South China Sea. *Geophysical Research Letters*, 1999, **26** (18): 2 889 ~ 2 892
 - 24 刘嘉麒, 吕厚远, Negendank J 等. 湖光岩玛洱湖全新世气候波动的周期性. 科学通报, 2000, **45** (11): 1 190 ~ 1 195
Liu Jiaqi, Lü Houyuan, Negendank J *et al*. Periodicity of Holocene climatic variations in the Huguangyan Maar Lake. *Chinese Science Bulletin*, 2000, **45** (18): 1 712 ~ 1 717
 - 25 Weiss H. Beyond the Younger Dryas-collapse as adaptation to abrupt climate change in ancient West Asia and the eastern Mediterranean. In: Bawden G, Reyraff R eds. *Confronting Natural Disaster: Engaging the Past to Understand the Future*. Albuquerque: University of New Mexico Press, 2000. 75 ~ 98
 - 26 Lemcke G, Sturm M. ^{18}O and trace element measurements as proxy for the reconstruction of climate changes at Lake Van (Turkey): Preliminary results. In: Dalfes N, Kukla G, Weiss H eds. *Third Millennium B. C. Climate Change and Old World Collapse*. NATO ASI Series I, 49. Berlin: Springer-Verlag, 1997. 653 ~ 678
 - 27 Bar-matthews M, Ayalon A, Kaufman A *et al*. The eastern Mediterranean paleoclimate as a reflection of regional events: Soreq Cave, Israel. *Earth and Planetary Science Letters*, 1999, **166** (1 ~ 2): 85 ~ 95
 - 28 Cullen H M, deMenocal P B, Hemming S *et al*. Climate change and the collapse of the Akkadian Empire: Evidence from the deep sea. *Geology*, 2000, **28** (4): 379 ~ 382
 - 29 Thompson L G, Thompson E M, Davis M E *et al*. Kilimanjaro ice core records: Evidence of Holocene climate change in Tropical Africa. *Science*, 2002, **298**: 589 ~ 593
 - 30 Thompson L G, Thompson E M, Henderson K A. Ice-core palaeoclimate records in tropical South America since the Last Glacial Maximum. *Journal of Quaternary Science*, 2000, **15** (4): 377 ~ 394
 - 31 Weiss H, Courty M A, Wetterstrom W *et al*. The genesis and collapse of third millennium North Mesopotamian civilization. *Science*, 1993, **261** (20): 995 ~ 1 004
 - 32 Dalfes N, Kukla G, Weiss H eds. *Third Millennium B. C. Climate Change and Old World Collapse*. NATO ASI Series I, 49. Berlin: Springer-Verlag, 1997. 1 ~ 723
 - 33 Marchant R, Hooghiemstra H. Rapid environmental change in African and South American tropics around 4 000 years before present: A review. *Earth-Science Reviews*, 2004, **66**: 217 ~ 260
 - 34 Peiser B J. Comparative analysis of Late Holocene environmental and social upheaval: Evidence for global disaster in the late 3rd millennium B. C. In: Peiser B J, Palmer T, Bailey M E eds. *Natural Catastrophes During Bronze Age Civilizations: Archaeological, Geological, Astronomical and Cultural Perspectives* (BAR International Series 728). Oxford: Archaeopress, 1998. 117 ~ 139
 - 35 许靖华. 太阳、气候、饥荒与民族大迁移. 中国科学, 1998, **28** (4): 366 ~ 384
Hsu J K. Sun, climate, hunger, and mass migration. *Science in China (Series D)*, 1998, **41**: 449 ~ 472
 - 36 斯塔夫阿诺斯著. 吴象婴, 梁赤民译. 全球通史——1 500年以前的世界. 上海: 上海社会科学出版社, 1988. 49
Stavrianos L S (Translated by Wu Xiangying and Liang Chiming). *Global History-World Before 1 500 Years*. Shanghai: Shanghai Social Science Press, 1988. 49
 - 37 Bell B. The dark ages in ancient history. The first Dark Age in Egypt. *American Journal of Archaeology*, 1971, **75** (1): 1 ~ 26
 - 38 Wu Wenxiang, Liu Tungsheng. Possible role of the “Holocene Event 3” on the collapse of Neolithic Cultures around the Central Plain of China. *Quaternary International*, 2004, **117** (1): 153 ~ 166
 - 39 郭其蕴. 气候变化与东亚季风. 见: 施雅风主编. 中国气候海面变化及其趋势和影响 (1)——中国历史气候变化. 济南: 山东科学技术出版社, 1996. 468 ~ 483
Guo Qiyun. Climatic change and East Asian Monsoon. In: Shi Yafeng ed. *Historical Climatic Changes of China (1): Climatic and Sea Level Change and Their Trend and Impact*. Jinan: Shandong Science & Technology Press, 1996. 468 ~ 483
 - 40 刘晓东, 安芷生, 李小强等. 最近 18ka 中国夏季季风气候变迁的数值模拟研究. 见: 刘东生, 安芷生, 吴锡浩主编. 黄土·第四纪地质·全球变化 (第四集). 北京: 科学出版社, 1996. 142 ~ 150
Liu Xiaodong, An Zhisheng, Li Xiaoqiang *et al*. A study on numeric model of summer monsoon climatic change of China in the last 18 000 years. In: Liu Tungsheng, An Zhisheng, Wu Xihao eds. *Loess, Quaternary Geology and Global Change (Vol. 4)*. Beijing: Science Press, 1996. 142 ~ 150
 - 41 刘晓东, 安芷生, 方建刚等. 全球气候变暖条件下黄河流域降水的可能变化. 地理科学, 2002, **22** (5): 513 ~ 519
Liu Xiaodong, An Zhisheng, Fang Jiangang *et al*. Possible variations of precipitation over the Yellow River Valley under the global warming conditions. *Scientia Geographica Sinica*, 2002, **22** (5): 513 ~ 519
 - 42 施少华, 杨怀仁, 王 邨. 中原地区晚全新世以来的环境变化. 地理学报, 1992, **47** (2): 119 ~ 129
Shi Shaohua, Yang Huairan, Wang Cun. On the environmental changes over the last 2 200 years in Central North China. *Acta Geographica Sinica*, 1992, **47** (2): 119 ~ 129
 - 43 An Z S, Porter S C, Kutzbach J E *et al*. Asynchronous Holocene optimum of the East Asian monsoon. *Quaternary Science Reviews*, 2000, **19** (8): 743 ~ 762

- 44 郑斯中,冯丽文. 我国冷的时期气候超常不稳定的历史证据. 中国科学(B辑), 1985, 11: 1 038 ~ 1 044
Zheng Sizhong, Feng Liwen. Historical evidence for the abnormally climatic instability during cold period in China. *Science in China (Series B)*, 1985, 11: 1 038 ~ 1 044
- 45 Zhang D. Climate changes in recent 1 000 years in China. In: Liu Tungsheng ed. *Quaternary Geology and Environment in China*. Beijing: Science Press, 1991. 208 ~ 213
- 46 王英杰. 东汉以后黄河下游相对安流时期流域环境变迁与水沙关系的初步研究. 见:吴祥定编. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集(第二集). 北京:地质出版社, 1991. 145 ~ 154
Wang Yingjie. A preliminary study of the relationship between water-sand and environmental changes in the reaches of Yellow River during 70 ~ 870A. D. In: Wu Xiangding ed. *Collection of Researches on Environmental Changes of the Yellow River Basin and Laws of Water and Sediment Transportation (Vol 2)*. Beijing: Geological Publishing House, 1991. 145 ~ 154
- 47 许炯心. 黄河下游历史泥沙灾害的宏观特征及其与流域因素及人类活动的关系(Ⅰ)——历史气候及植被因素的影响. 自然灾害学报, 2001, 10(2): 6 ~ 11
Xu Jiongxin. Historical sediment-related disasters in the lower Yellow River in relation with drainage basin factors (Ⅰ): Influence of climate and vegetation. *Journal of Natural Disasters*, 2001, 10(2): 6 ~ 11
- 48 Knox J C. Sensitivity of modern and Holocene floods to climate change. *Quaternary Science Reviews*, 2000, 19(1 ~ 5): 439 ~ 457
- 49 Ely L L. Response of extreme floods in the southwestern United States to climatic variations in the Late Holocene. *Geomorphology*, 1997, 19(3 ~ 4): 175 ~ 201
- 50 李学勤. 论遂公盨及其重要意义. 中国历史文物, 2002, (6): 5 ~ 12
Li Xueqin. On Shuigongxu and its significance. *Journal of National Museum of Chinese History*, 2002, (6): 5 ~ 12
- 51 弗雷泽(苏秉琦译). 洪水故事的起源. 见:徐旭生著. 中国古史的传说时代. 北京:文物出版社, 2003. 306 ~ 326
Sir James George Frazer(Translated by Su Bingqi). Origins of floods story. In: Xu Xusheng. *Legend Ages of Chinese Ancient History*. Beijing: Cultural Relic Publishing House, 2003. 306 ~ 326

THE POSSIBILITY OF OCCURRING OF THE EXTRAORDINARY FLOODS ON THE EVE OF ESTABLISHMENT OF THE XIA DYNASTY AND THE HISTORICAL TRUTH OF DAYU'S SUCCESSFUL REGULATING OF FLOODWATERS

Wu Wenxiang Ge Quansheng

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract

Of all the myths and legends in ancient China, none has generated more interests and stimulated more research than the story of the Extraordinary Flood and the Dyu's successful regulation of the floodwaters. According to a surprising number of Chinese historical texts, an extraordinary flood occurred shortly before the beginning of Xia, the first hereditary dynasty in China. Yu, the founder of the Xia dynasty, is credited with having successfully controlled these floods and founding the first hereditary dynasty. It is not surprising that the proof ~ or disproof of this such extraordinary flood is a literal truth, which bears great implications for understanding the actual existence and the mechanism of the emergence of the Xia Dynasty, has proven irresistible and fascinated to researchers of a broad scientific sphere through the ages.

In this paper, the timing of the occurrence of the extraordinary floods is analysed first by historical tests, then archaeological evidence, and lastly by astronomical phenomenon. Then highly resolved and/or well dated paleoclimatic proxy data were synthesized and then compared to those palaeoclimatic records in other parts of the world with an aim to reconstruct the climatic background against which the extraordinary floods occurred. Our results indicate that the extraordinary flood occurred during a period of global climatic anomaly around 2200 ~ 2000B. C., which was widely accepted to have played an important role in the collapse of civilizations in the Old World. Based on the detailed analysis of the relationship between climatic change and the variations of monsoon related precipitations, we suggest that it is of a great possibility for the occurrence of the legendary extraordinary flood. Our climate reconstruction could also provide a good explanation for the doubts of why Yu could not conquer the extraordinary floods even with the modern technology.

Key words extraordinary floods, historical truth, Xia Dynasty, climatic background, 4 000aB. P. event