

湖北天门谭家岭遗址全新世中晚期气候变化及其对人类活动的影响

毛欣^{1,2}, 李长安^{1*}, 张玉芬³, 陈旭¹, 刘辉⁴

1. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074

2. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北石家庄 050061

3. 中国地质大学地球物理与空间信息学院, 湖北武汉 430074

4. 湖北省文物考古研究所, 湖北武汉 430077

摘要: 石家河文化是长江中游地区早期文明演化进程中的重要阶段, 然而目前对于石家河文化的绝对年代尚存有分歧, 对该时期环境特征与人类文明相互关系的研究也较少。选择石家河文化典型遗址——谭家岭遗址为研究对象, 经美国 NSF-Arizona AMS 实验室对该遗址剖面 AMS ¹⁴C 年龄的测定, 并结合石家河文化的相对年代, 可知石家河文化的绝对年代定在 4 800~4 100 cal. a BP 比较合适; 通过对该遗址剖面的地球化学元素分析, 借助主成分分析、环境 C 值等统计分析方法, 结果表明: 本区在 4 850~4 300 cal. a BP 间, 元素的第二主成分、环境 C 值和 Mg/Ca 比值处于高值段, 反映气候相对温暖湿润, 同时反映人类活动的指标 F_1 和 F_3 得分也处于高值段, 表明人类活动较强; 在 4 300~4 124 cal. a BP 间, 元素的第二主成分、环境 C 值和 Mg/Ca 比值处于低值段, 揭示气候进入相对寒冷干旱时期, 同时 F_1 和 F_3 得分显著降低, 指示人类活动减弱, 石家河文化走向衰败。本文研究结果表明距今 4300a 暖湿转为干冷气候背景下的洪水事件可能促使石家河文化走向衰败。

关键词: 谭家岭遗址; 石家河文化绝对年代; 地球化学; 环境演变; 古人类活动; 气候变化。

中图分类号: P534.63+2; P595

文章编号: 1000-2383(2014)10-1445-09

收稿日期: 2014-01-03

Impact of Middle to Late Holocene Climate Changes on Human Activities at Tanjialing Site, Tianmen, Hubei Province

Mao Xin^{1,2}, Li Chang'an^{1*}, Zhang Yufen³, Chen Xu¹, Liu Hui⁴

1. School of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Shijiazhuang 050061, China

3. Institute of Geophysics & Geomatics, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

4. Hubei Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Wuhan 430077, China

Abstract: The Shijiahe culture is a milestone in Chinese civilization development. However, there are still disputes as to the absolute age of the Shijiahe culture and the interaction between climate changes and human activities during this epoch. Sample profile from the Tanjialing site, i.e. a typical site of Shijiahe culture, was analyzed based on AMS ¹⁴C dating and geochemical elements, combined with the methods of principle component analysis (PCA) and ratio of elements (C value). The results show that the absolute age of the Shijiahe culture is around 4 800—4 100 cal. a BP based on three AMS ¹⁴C dating measured in the America NSF-Arizona AMS Laboratory, consistent with the relative age of Shijiahe culture. Between 4 850 and 4 300 cal. a BP, high value of the second principle component (F_2), C value and Mg/Ca ratio indicate that the environment might be relatively warm and wet. Meanwhile, high values of the first and third principle components (F_1 and F_3) reflect strong human disturbances. For the period from 4 300 to 4 124 cal. a BP, low value of F_2 , C value and Mg/Ca ratio are indicative of cold and drought conditions. Meanwhile, low values of F_1 and F_3 might be related to weak human disturbances and the collapse of the Shijiahe culture. This study reveals that the flood events in the climate changes from warm and wet to cold and drought back-

基金项目: 国家自然科学基金项目(No.40971008)。

作者简介: 毛欣(1989—), 男, 硕士研究生, 主要从事第四纪地质学方面的研究。E-mail: maoxin02@gmail.com

* **通讯作者:** 李长安, E-mail: chanli@cug.edu.cn

ground could be one potential trigger of the collapse of the Shijiahe Culture.

Key words: Tanjialing Site; absolute age of Shijiahe Culture; geochemistry; environmental change; human activity; climate change.

长江中游地区是新石器中晚期人类文化高度繁荣、活动强度较大的区域,是中华文明诞生地之一(何弩,2004).石家河文化作为长江中游新石器文化发展的顶峰,以巨大的城址、丰富的出土文物和浓厚的宗教遗存(王洪领,2013)成为长江中游地区新石器时代晚期文化的代表,并在2001年被评为“中国20世纪100项考古重大发现”之一(田雨,2002).

然而在4 ka BP前后,一度繁荣、遍及长江中游地区的石家河文化,逐渐走向衰落,这从根本上改变了长江中游的古文明发展格局(何弩,2004).而导致其衰落的原因是气候变化,还是战争或者是疾病,目前尚无定论.很多学者从不同角度对其进行了分析,如中原文化南下(樊力,1998)、生态危机(何弩,1999)、社会生产和社会组织发展呆滞(童恩正,1994)等方面.值得注意的是,在全新世中后期长江中游地区气候明显趋于干旱,这可能是影响人类文明迁徙或衰落的重要因素(Yasuda *et al.*, 2004; 史威等, 2009; Li *et al.*, 2013).而人类文明演化对气候变化的响应往往与区域自然环境背景以及文化特征紧密相关(Dearing, 2006; Dearing *et al.*, 2006).发育于洪涝灾害频繁的长江中游地区的人类文明在石家河文化时期高度发展,对其演化历史进行研究将有助于深入认识人类活动与气候变化的相互作用机制.

但就目前研究来看,一方面考虑到古遗址附近人为活动可能导致沉积间断,使得过去大多数环境

考古研究通常基于古遗址点外围的沉积记录进行分析(Xie *et al.*, 2013),无法准确反映遗址点局地环境变化特征;另一方面由于石家河文化绝对年代尚存有分歧,无法为石家河文化提供一个准确的年代框架.为此,2011年在湖北省文物考古研究所的配合下,笔者在石家河文化谭家岭遗址发现了一套沉积连续且具有准确¹⁴C定年的剖面,这为深入了解石家河文化发展提供了理想的材料.本文通过对该遗址剖面的地球化学元素记录,试图探讨该地区全新世中晚期的环境演化及其对古人类活动的影响.

1 区域概况

石家河遗址群位于湖北省西北部,总面积约8 km².该区域以低缓岗丘平原为主,北部是大洪山南脉自西北向东南延伸形成的虎爪山、太子山两列低山,南部是发育在汉水和天门河两岸面积广大的冲积平原,河流水系众多(史辰羲等,2009).谭家岭遗址(30°46′24″N, 113°04′41″E)位于石家河古城内的中心部分,为古人生活居住区(图1).遗址所处的区域为中纬度内陆,属亚热带季风性湿润气候,兼有南北过渡性的气候特征.区域内四季分明,光照充足,雨量较多,但季节分布不均,常有旱涝发生,年均降水1050 mm,其中3月到8月占60%~70%,气

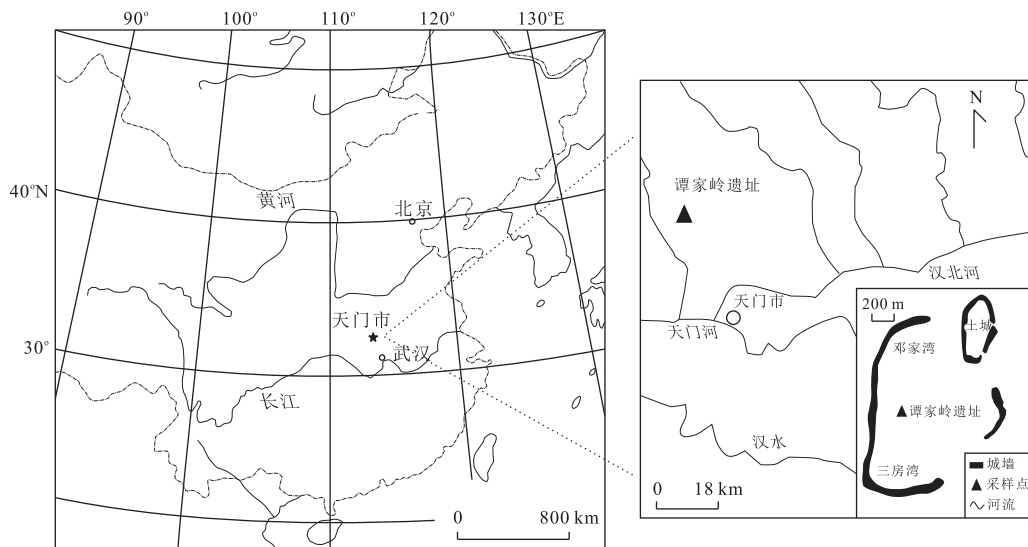


图1 谭家岭遗址位置图

Fig.1 Location of the profile of Tanjialing site

温年际差大,多年平均气温为 16.2 °C(史辰羲等, 2010).地表植被为人工植被和自然次生植被,人工植被主要是农作物和人工林,自然次生植被主要是草地和水生植被.总体构成了一个自然条件优越而相对封闭的适宜人类生活的环境(孟华平等,2009).

2 材料与方 法

2.1 剖面特征及样品采集

笔者在包含自然信息和文化特征较多的 T0620 探方南壁取样,该剖面厚约 280 cm,未见底.从上至下可分为 8 层,分层具体情况见图 2.以 10 cm 等间距系统采样 26 个,用于地球化学元素指标的测试.在 0.35 m 和 1.95 m 处取泥炭,2.8 m 处取古木,并分别对其进行 AMS ¹⁴C 测年.

2.2 样品的分析与测试

地球化学元素测试在中国地质大学(武汉)生物地质与环境地质重点实验室完成.在原样中取适量样品研磨至 200 目以下,从中取 3 g 粉末样品采用 HF-HCl-HNO₃-HClO₄ 消解法处理后,用 ICP-AES(IRIS Intrepid II XSP 型)进行测试,每测定 10 个样品后插入一个标样,误差控制在 10% 以内.

AMS ¹⁴C 测试在美国 NSF-Arizona AMS 实验室完成,并利用最新的 IntCal09 校正曲线(Reimer *et al.*,2009)进行了日历年龄校正,其测试结果和校正结果见表 1.根据测年结果,剖面底部 280 ~ 195 cm 平均沉积速率为 0.20 cm/a,顶部 195 ~

35 cm 平均沉积速率为 0.52 cm/a.

3 结果与讨论

3.1 谭家岭遗址地层年龄与石家河文化的绝对年代

对石家河文化绝对年代的测定直接关系到对该时期内文化、环境、社会和产业等方面的了解,为此国内学者做了大量的研究工作.然而从已经发表的 15 个 ¹⁴C 年龄来看(中国社会科学院考古研究所, 1987;原思训等,1994;北京大学考古学系碳十四实验室,1996;石家河考古队,1999,2003),其结果尚存有较大分歧,例如在房县七里河遗址中,¹⁴C 年龄表明石家河文化的绝对年代为 4 800~5 300 cal. a BP(中国社会科学院考古研究所, 1987),而在肖家屋脊遗址中,所测得其绝对年代为 4 100 ~ 4 600 cal. a BP(石家河考古队,1999).前人总结了这 15 个石家河文化 ¹⁴C 年龄,结合周边的文化因素,认为石家河文化大约在 3 000~2 300 BC 之间(刘俊男,2013).肖家屋脊遗址、邓家湾遗址明确的层位关系表明(石家河考古队,1999,2003),石家河文化遗存的相对年代其上限应晚于屈家岭文化(绝对年代在 5 550~4 700 cal. a BP(原思训等,1994;北京大学考古学系碳十四实验室,1996)),下限与煤山二期文化的时代相当(绝对年代在 4 130 cal. a BP 左右(中国社会科学院考古研究所实验室,1992;方燕明,2005)).该结果与石家河相对年代对比发现,其上限与屈家岭文化存在 100~200a 的交叉,而下

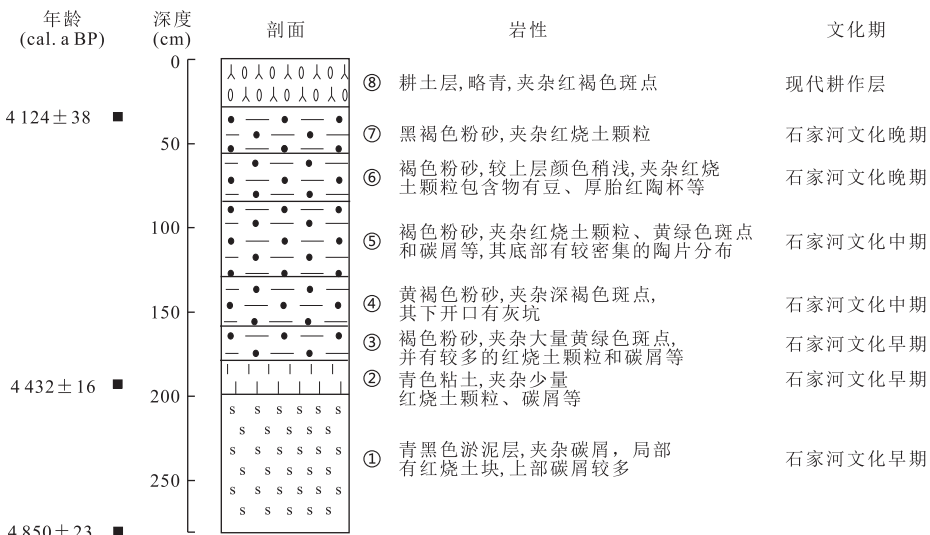


图 2 谭家岭遗址 T0620 剖面地层特征

Fig.2 Stratigraphic characteristics of the profile T0620 on the Tanjialing site

表 1 谭家岭遗址文化层 AMS ^{14}C 测年及日历年龄校正Table 1 AMS ^{14}C dating and calendar calibration of chronology in the Tanjialing cultural layers

样品	深度 (m)	测定物质	^{14}C 年龄 (a BP)	日历年龄 (cal. a BP)
TJL-2- ^{14}C -3	0.35	泥炭	3 769 ± 39	4 124 ± 38
TJL-2- ^{14}C -1	1.95	泥炭	3 977 ± 40	4 432 ± 16
TJL-1- ^{14}C -wood	2.80	古木	4 284 ± 41	4 850 ± 23

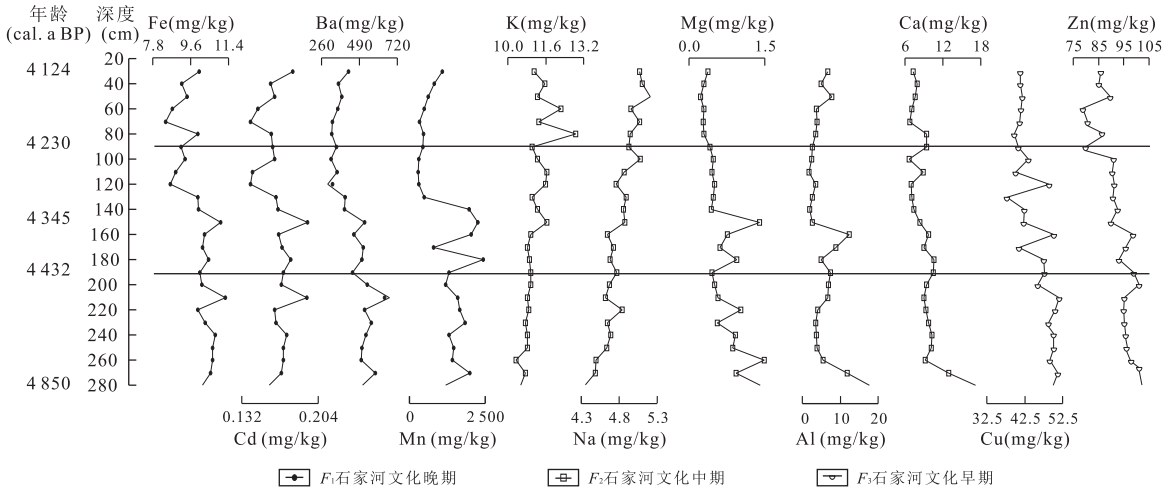


图 3 谭家岭遗址 T0620 探方东壁剖面地球化学元素含量随深度变化曲线

Fig.3 Geochemistry element contents of the profile T0620 in the Tanjialing site

限早于煤山二期文化,因此,3 000~2 300 BC 作为石家河文化的绝对年代也是有待商榷的。

谭家岭遗址剖面是石家河文化命名遗址的重要剖面,野外实地出土的器物表明该剖面文化层属于石家河文化堆积,底部的年代相当于石家河文化早期,考虑到已有的 ^{14}C 年龄多采用的是常规 ^{14}C 测年方法,由于该方法精度较低或者有些测试结果没有经过树轮校正,可能会对年龄结果带来一定的误差。本文送往美国 NSF-Arizona AMS ^{14}C 实验室的 3 个测年结果经 IntCal09 校正曲线 (Reimer *et al.*, 2009)校正后的结果为 4 850~4 124 cal. a BP (表 1),3 个测年结果与地层层序有很好的一致性,无倒置现象,并且与石家河文化相对年代一致。因此可以认为石家河文化的绝对年代定在 4 800~4 100 cal. a BP 比较合适。

3.2 元素地球化学特征与人类活动强度

石家河遗址地层中铜块的发现,证明其已进入铜石并用时代(丝绸之路编辑部,2010),人类已经开始了冶炼活动。谭家岭遗址剖面元素分析结果表明(图 3),在石家河文化早中期(距今 4 850~4 300 年),Fe、Cd、Ba、Mn、Cu 和 Zn 等重金属元素相对含量较高,平均值分别为 10.5、0.172、568、1 607、48.26 和 95 mg/kg。在工业化之前,Fe、Cd、Mn、Cu 和 Zn

等重金属元素的富集通常来自于人类的冶炼活动或耕种活动引起母岩侵蚀输入。例如在云南洱海流域,距今 2470 年汉族的迁入后耕作和冶炼活动导致湖泊沉积物中 Cu 含量的快速增加 (Dearing *et al.*, 2008)。Ba 和 Mn 元素还可以指示当地的生活垃圾堆积、用火痕迹以及工具器物的制作等活动 (Wilson *et al.*, 2008)。因此,该时期重金属元素的富集揭示了人类活动增强,输入物源较多。在石家河文化中晚期(距今 4 300~4 124 年),元素平均值分别为 9.3、0.157、436、643、41.7 和 87.8 mg/kg,比前一阶段分别降低了 13%、10%、30%、150%、16% 和 8%,说明该时期人类活动显著减弱。

为了更加全面准确地分析谭家岭遗址地区物质来源变化,本文采用 SPSS 11.5 对谭家岭遗址剖面中 11 种元素进行主成分分析,设置公因子最小方差贡献值为 1,经方差极大正交旋转后,提取了 3 个主成分,捕获了原始数据方差的 74.4%,因此 3 个主成分得分能反映原始数据的主要变化特征。主成分 1 (F_1)具有较高载荷的变量有 Cd、Fe、Mn 和 Ba;主成分 2 (F_2)具有较高载荷的变量有 Ca、Al、Na、Mg 和 K;主成分 3 (F_3)具有较高载荷的变量有 Cu 和 Zn。 F_1 和 F_3 上载荷高的元素均与人类活动相关,因

此样品在 F_1 和 F_3 得分主要反映人类活动强度变化,其高、低值分别反映人类活动强、弱时期。距今 4 850~4 300 年, F_1 、 F_3 得分高值反映人类活动强,而距今 4 300~4 124 年的低值反映人类活动弱(图 4)。

3.3 谭家岭遗址石家河文化时期的气候变化特征

在 F_2 主成分中 Ca、Al、Na、Mg 和 K 五种元素中,大部分变量两两之间显著相关($P < 0.01$) (表 2),说明这些元素可能具有相同来源,或者被同一种因素所控制。 F_2 中的元素主要由碱金属和碱土金属组成,这些金属元素对风化作用敏感,雨热条件的变化直接决定其迁移过程,因此能敏感指示气候变化,可以推测 F_2 主要反映气候变化特征。

F_2 主成分中 Na、K 元素在石家河文化早中期(4 850~4 300 cal. a BP)含量相对较低,Al、Mg 元素相对较高, F_2 得分位于高值(图 3,4)。通常,在温暖潮湿的气候条件下,沉积物淋滤作用强,加之有机质分解后形成的酸性物质的侵蚀作用,导致 Na、K 等碱金属元素大量流失,而 Al、Mg 等元素从岩矿中风化出来后在沉积物中相对富集。因此这一时期的低 Na、K 和高 Al、Mg 以及 F_2 因子高得分表明该时期外界环境风化作用强烈,处于相对湿热的环境。进入中晚期后(4 300~4 124 cal. a BP),Al、Mg 元素含量明显降低,Na、K 元素含量相对增加, F_2 得分位于低值,反映冷干气候条件下淋滤作用减弱,碱金属元素流失减少。

环境 C 值((Fe + Al + Mn + Cr + Co + Ni)/(K + Na + Ca + Mg + Sr + Ba))是迁移能力弱与迁移能力强的元素的比值,其值高、低分别对应于暖湿和冷干的气候条件(陈克造等,1990)。Mg 与 Ca 同

属于碱土金属元素,但 Ca 的迁移能力比 Mg 强,Mg/Ca 比值越大,气候越湿润,反之则干燥。在石家河文化早中晚期中的两个比值规律同样反映气候在 4 300 cal. a BP 暖湿程度有所降低。

Hu *et al.* (2008) 通过对湖北清和尚洞 HS-4 号石笋的沉积特征及氧同位素特征进行分析(图 4),认为 4 300 cal. a BP 左右气候由温湿逐渐转为干凉。相关分析表明,反映气候变化的 3 个指标与 HS-4 石笋的 $\delta^{18}O$ 记录之间呈显著相关关系(表 2),上述分析表明这些指标共同反映了石家河文化气候变化特征,即早期温暖潮湿;中期暖湿程度逐渐降低;晚期变干变凉。同时,该遗址另一剖面(南壁)孢粉分析显示(Li *et al.*, 2013),石家河文化晚期蒿属比重升高,证实晚期气候呈明显干化趋势。

研究区附近的古气候研究也揭示了类似的气候变化特征。例如,荆州 JZ-2010 湖相沉积物中 Rb/Sr 比值、Ti 元素含量以及磁化率等多项指标记录表明,江汉平原在 4 402~4 200 cal. a BP 之间经历了十分显著的干旱事件(王晓翠等,2012)。沔城 M1 湖泊沉积物中粒度 and 孢粉分析表明江汉平原在 4 400~4 200 cal. a BP 之间经历了降温事件(朱育新等,1997)。同样,湖北神农架山宝洞 SB10 石笋氧同位素记录也反映 4 400~2 100 cal. a BP 之间为降水较少的干旱期(邵晓华等,2006)。

3.4 石家河文化时期的气候变化与人类文明关系

谭家岭遗址地层中记录的距今 4 300 年前后由暖湿转为干凉的气候事件正处于“Bond 事件 3”时期(Bond *et al.*, 1997),该事件被认为是全球或者至少是北半球的气候异常事件,标志着气候适宜期的结束和晚全新世的开始(Wu and Liu, 2004)。然而由

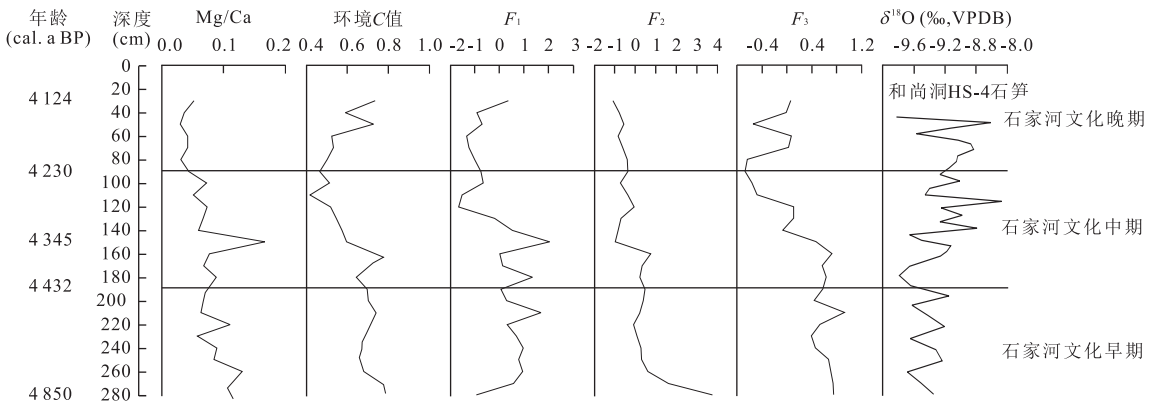


图 4 谭家岭遗址剖面 Mg/Ca、环境 C 值、PCA 因子得分以及 HS-4 石笋的 $\delta^{18}O$ 记录(Hu *et al.*, 2008)

Fig.4 The indexes of Mg/Ca, C value of the environment and the scores in PCA axes in the Tanjialing site and the record of $\delta^{18}O$ for HS-4

表 2 主要环境参数 Pearson 相关分析

Table 2 The Pearson correlation analyses between main environmental parameters

	Ca	K	Na	Al	Mg	Mg/Ca	C 值	F_1	F_2	F_3	$\delta^{18}\text{O}$
Ca	1										
K	-0.427*	1									
Na	-0.757**	0.578**	1								
Al	0.728**	-0.413**	-0.529**	1							
Mg	0.590**	-0.512**	-0.699**	0.346	1						
Mg/Ca	0.172	-0.378	-0.451**	0.001	0.893**	1					
C 值	0.524**	-0.526**	-0.506**	0.899**	0.357**	0.138	1				
F_1	0.156	-0.430**	-0.378	0.001	0.156	0.580**	0.449**	1			
F_2	-0.921**	-0.499**	-0.787**	0.803**	0.893**	0.200	0.586**	0.002	1		
F_3	0.501**	-0.621**	-0.776**	0.506**	0.645**	0.512**	0.658**	0.586**	0.521**	1	
$\delta^{18}\text{O}$	-0.306	-0.478**	-0.461**	-0.413**	-0.578**	-0.230	-0.454**	-0.404**	-0.282	-0.456**	1

注: ** 相关性显著水平 $P < 0.01$ (双尾检验); * 相关性显著水平 $P < 0.05$ (双尾检验)。

于地理位置和所属气候系统的不同,该事件在不同地区的环境效应也不尽相同(吴文祥和刘东升, 2004)。因而到目前为止,究竟是异常洪水还是干旱或者降温导致了距今 4 300 年前后各地文化(尤其是南方文化)的衰落,还存在较大的争议。

在 4 000 多年前基于传统农耕活动发展的原始氏族社会,人类对气候灾害的抵抗力差,气候变化制约着粮食作物的产量,从而决定区域人口生存条件。反映人类活动的指标 F_1 和 F_3 得分与和尚洞 HS-4 号石笋的 $\delta^{18}\text{O}$ 记录显著负相关(表 2),表明发育于岗状平原的石家庄文化,在温湿气候背景下(4 800~4 300 cal. a BP),农业增收,人口数量相应增加;在相对干冷的气候条件下(4 300~4 100 cal. a BP),农业减产,人口数量相应减少。然而长江中游地区处于亚热带河泛平原,全新世时期小幅的降温和干旱事件可能不足以导致该地区文化的衰败,反而偶发性洪水一直是影响文化衰落的主要因素(Xie *et al.*, 2013)。

4 300 cal. a BP 前后气候由暖湿转为冷干,在气候快速或突然变化时段,气候环境的变率增大,时常伴有极端大洪水频繁发生的现象(Wu and Liu, 2004; Li *et al.*, 2011)。此外,在此干旱气候背景下,由于 ENSO 活动增强等因素影响,极端降水事件也会增多(Johnson *et al.*, 2002)。和尚洞 HS-4 号石笋的 $\delta^{18}\text{O}$ 值在 4 100 cal. a BP 左右快速变轻(图 4),表现为降水突然增多。谢远云等(2004)通过对江汉平原全新世河湖相江陵剖面的研究,发现在 4 000 cal. a BP 前后气候表现得尤其不稳定,江汉平原湖群也处于不稳定或持续变动期(周凤琴, 1994; 史威等, 2009),中原地区在 4 000 cal. a BP 前后也出现了异常的洪水事件(张俊娜和夏正楷, 2011)。从

研究区周边多点沉积记录来看,沔阳月洲湖(姚高悟, 1986)、江陵太湖港(王从礼和何万年, 1988)、秭归柳林溪(王凤竹等, 2000)和宜昌中堡岛(史威等, 2009)在 4 100~3 800 cal. a BP 时期都普遍发育古洪水沉积层。长江三峡及江汉平原地区新石器文化遗址的分布、文化间断、埋藏古树和历史资料也显示在 4 700~3 500 cal. a BP 之间至少发生了 9 次洪水(朱诚等, 1997)。

到石家庄中晚期(4 300~4 100 cal. a BP),气候干旱,人类往靠近河道的河谷低地迁徙以获取充足的水资源,但是人类在低地定居之后,将面临严重的洪涝灾害风险。相对于之前高地定居点处于安全水位的洪水就可能造成低地定居点的灭顶之灾。加之构造沉陷、泥沙淤积等因素导致江湖水位波动上升,人类所面对的洪水威胁也越来越大(史辰羲等, 2010)。因而,4 300 cal. a BP 前后气候由暖湿转为冷干引发的洪水事件可能是促使石家庄文化衰败的重要诱因。

4 结论

通过对江汉平原谭家岭遗址 T1620 剖面年代学和地球化学元素分析,笔者揭示了石家庄文化时期的气候变化与古人类活动相互作用特征。谭家岭遗址地层 AMS ^{14}C 年龄的测定,结合石家庄文化的相对年代,表明其绝对年代定在 4 800~4 100 cal. a BP 之间比较合适。T1620 剖面中指示人类活动的 F_1 和 F_3 得分与反映气候变化的 F_2 、环境 C 值和 Mg/Ca 等指标记录了环境变化的两个主要阶段,即 4 800~4 300 cal. a BP,温暖湿润的气候条件下,农业增收,人口数量相应的增加;4 300~

4 100 cal.a BP,寒冷干旱时期,农业减产,人类活动呈减弱趋势,加之频发的洪水事件加速了石家河文化走向衰败.4 300 cal. a BP气候转型期引发的极端水文事件可能是导致石家河文化衰败的主要原因.

References

- Archaeological Research Institute, Chinese Academy of Social Sciences, 1987. ^{14}C in the Chinese Archaeology Data Sets (1965—1981). Cultural Relics Press, Beijing, 286—287, 282 (in Chinese).
- Archaeological Research Institute, Chinese Academy of Social Sciences, 1992. AMS ^{14}C Dating Report (Nineteenth). *Archaeology*, (7): 655—662 (in Chinese).
- Bond, G., Showers, W., Cheseby, M., et al., 1997. A Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene and Glacial Climates. *Science*, 278 (5341): 1257—1266. doi: 10.1126/science.278.5341.1257
- Chen, K. Z., Bowler, J. M., Kelts, K., 1990. Palaeoclimatic Evolution within the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau in the Last 40 000 Years. *Quaternary Sciences*, 11(1): 21—31 (in Chinese with English abstract).
- Dearing, J. A., 2006. Climate-Human-Environment Interactions: Resolving Our Past. *Climate of the Past*, 2(2): 563—604.
- Dearing, J. A., Battarbee, R. W., Dikau, R., et al., 2006. Human-Environment Interactions: Towards Synthesis and Simulation. *Regional Environmental Change*, 6(1—2): 115—123. doi: 10.1007/s10113—005—0012—7
- Dearing, J. A., Jones, R. T., Shen, J., et al., 2008. Using Multiple Archives to Understand Past and Present Climate-Human-Environment Interactions: The Lake Erhai Catchment, Yunnan Province, China. *Journal of Paleolimnology*, 40(1): 3—31. doi: 10.1007/s10933—007—9182—2
- Department of ^{14}C Archaeology Laboratory, Peking University, 1996. ^{14}C Dating Report (Tenth). *Cultural Relics*, (6): 91—95 (in Chinese).
- Editorial Department of The Silk Road, 2010. One Hundred Major Archaeological Discoveries are the Most of the Chinese Cultural Significance (Forth). *The Silk Road*, (19): 16—19 (in Chinese).
- Fan, L., 1998. Study on the Status and Role of Sanmiao and Its Culture in the Process of Civilization. *Cultural Relics of Central China*, (1): 49—59 (in Chinese).
- Fang, Y. M., 2005. Discussion on ^{14}C Data of Longshan Culture and Erlitou Culture. *Cultural Relics of Central China*, (2): 18—32 (in Chinese).
- He, N., 1999. Sustainable Development Strategy Determines the Universe—Comparative Analysis of the Root Causing the Collapse of Shijiahe Chiefdom and the Rise of Central China. *Cultural Relics of Central China*, (1): 52—58 (in Chinese).
- He, N., 2004. Brief Discussion on Stage and Characteristics of Civilizations in Middle Yangtze River Region. *Jiangnan Archaeology*, (1): 52—58 (in Chinese with English abstract).
- Hu, C., Henderson, G. M., Huang, J., et al., 2008. Quantification of Holocene Asian Monsoon Rainfall from Spatially Separated Cave Records. *Earth and Planetary Science Letters*, 266 (3): 221—232. doi: 10.1016/j.epsl.2007.10.015
- Johnson, T. C., Brown, E. T., McManus, J., et al., 2002. A High-Resolution Paleoclimate Record Spanning the Past 25 000 Years in Southern East Africa. *Science*, 296 (5565): 113—132. doi: 10.1126/science.1070057
- Li, B., Zhu, C., Li, W., et al., 2013. Relationship between Environmental Change and Human Activities in the Period of the Shijiahe Culture, Tanjialing Site, Jiangnan Plain, China. *Quaternary International*, 308: 45—52. doi: 10.1016/j.quaint.2013.05.041
- Li, L., Wu, L., Zhu, C., et al., 2011. Relationship between Archaeological Sites Distribution and Environment from 1. 15 Ma BP to 278 BC in Hubei Province. *Journal of Geographical Sciences*, 21 (5): 909—925. doi: 10.1007/s11442—011—088p—7
- Liu, J. N., 2013. Shijiahe Culture Spread Northward and Impact of the Middle and West Areas of Henan Province. *Cultural Relics of Central China*, (1): 23—62 (in Chinese).
- Meng, H. P., Huang, W. X., Zhang, C. M., 2009. A Survey of Prehistoric Settlements Surrounding the Shijiahe Center in Southern Dahongshan Mount. *Jiangnan Archaeology*, (110): 3—23 (in Chinese with English abstract).
- Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., et al., 2009. Intcal09 and Marine09 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0—50 000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 51(4): 1111—1150.
- Shao, X. H., Wang, Y. J., Chen, H., et al., 2006. The Holocene Monsoon Climate Evolution and Drought Events from Stalagmite Records in Shengnongjia, Hubei Province. *Chinese Science Bulletin*, 51(1): 80—86 (in Chinese).
- Shi, C. X., Mo, D. W., Liu, H., et al., 2010. Late Neolithic Cultural Evolution and Environmental Changes in Northern Jiangnan Plain, East of Hanjiang River. *Quaternary Sciences*, 30 (2): 335—343 (in Chinese with English abstract).
- Shi, C. X., Mo, D. W., Mao, L. J., et al., 2009. The Impact of Middle to Late Holocene Environmental Changes on

- Human Activities in the Qujialing Region, Jingshan, Hubei Province. *Earth Science Frontiers*, 16(6): 120—128 (in Chinese with English abstract).
- Shi, W., Zhu, C., Li, S. J., et al., 2009. Climatic and Environmental Changes as Well as Ancient Culture Response in the Yangtze Gorges Region. *Acta Geographica Sinica*, 64(11): 1303—1318 (in Chinese with English abstract).
- Shijiahe Archaeological Team, 1999. Shijiahe Archaeological Report • Xiaojiauwuji. Cultural Relics Press, Beijing, 51 (in Chinese).
- Shijiahe Archaeological Team, 2003. Shijiahe Archaeological Report • Dengjiawan. Cultural Relics Press, Beijing, 281—289 (in Chinese).
- Tian, Y., 2002. One Hundred Major Archaeological Discoveries in China in the 20th Century. *Archaeology*, (7): 48 (in Chinese with English abstract).
- Tong, N. Z., 1994. Similarities and Differences of the Development between China Northern and Southern Ancient Civilization. *Social Sciences in China*, (5): 164—181 (in Chinese).
- Wang, C. L., He, W. N., 1988. Investigation of Ancient Ruins and Tombs in Taihu Port, Jiangling. *Jiangnan Archaeology*, (2): 12—22, 131—133 (in Chinese).
- Wang, F. Z., Huang, W. X., Luo, Y. B., 2000. Excavation Bulletin of Liulinxu Site in Zigui, Hubei Province, in 1988. *Archaeology*, (8): 13—22, 98 (in Chinese with English abstract).
- Wang, H. L., 2013. The Collapse of the Sanmiao Culture from the Perspective of Archaeological Remains in the Hinterland of the Shijiahe Culture. *Jintian*, (1): 120—121 (in Chinese).
- Wang, X. C., Zhu, C., Wu, L., et al., 2012. Grain-Size Characteristics and Sedimentary Environment Change of JZ-2010 Section in Jiangnan Plain, Hubei Province. *Journal of Lake Sci.*, 24(3): 480—486 (in Chinese with English abstract).
- Wilson, C. A., Davidson, D. A., Cresser, M. S., 2008. Multi-Element Soil Analysis: An Assessment of Its Potential as an Aid to Archaeological Interpretation. *Journal of Archaeological Sciences*, 35(2): 412—424. doi: 10/1016/j.jas.2007.04.006
- Wu, W. X., Liu, T. S., 2004. Variations in East Asia Monsoon around 4 000 a B.P. and the Collapse of Neolithic Cultures around Central Plain. *Quaternary Sciences*, 24(3): 278—284 (in Chinese with English abstract).
- Wu, W. X., Liu, T. S., 2004. Possible Role of the “Holocene Event 3” on the Collapse of Neolithic Cultures around the Central Plain of China. *Quaternary International*, 117: 153—166. doi: 10.1016/s1040—6182(03)00125—3
- Xie, S. C., Evershed, R. P., Huang, X. Y., et al., 2013. Concordant Monsoon-Driven Postglacial Hydrological Changes in Peat and Stalagmite Records and Their Impacts on Prehistoric Cultures in Central China. *Geology*, 41(8): 827—830. doi: 10.1130/G34318.1
- Xie, Y. Y., Wang, Q. L., Li, C. A., et al., 2004. Climatic Implication of Grain Size from Lacustrine Sediments: A Case Study of Jiangling Section, Jiangnan Plain, China. *Geological Science and Technology Information*, 23(4): 41—43 (in Chinese with English abstract).
- Yao, G. W., 1986. Investigation of Yuezhou Lake Site in Mianyang. *Jiangnan Archaeology*, (3): 5—8 (in Chinese).
- Yasuda, Y., Fujiki, T., Nasu, H., et al., 2004. Environmental Archaeology at the Chengtoushan Site, Hunan Province, China, and Implications for the Environmental Change and the Rise and Fall of the Yangtze River Civilization. *Quaternary International*, 123: 149—158. doi: 10.1016/j.quaint.2004.02.016
- Yuan, S. X., Chen, T. M., Hu, Y. Q., 1994. ¹⁴C Dating Report (Ninth). *Cultural Relics*, (4): 89—95 (in Chinese).
- Zhang, J. N., Xia, Z. K., 2011. Deposition Evidences of the 4 ka BP Flood Events in Central China Plains. *Acta Geographica Sinica*, 66(5): 685—697 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, F. Q., 1994. Historical Evolution of Yunmeng Marsh and Jingjiang Delta. *Journal of Lake Sci.*, 6(1): 22—32 (in Chinese with English abstract).
- Zhu, C., Yu, S. Y., Lu, C. C., 1997. The Study of Holocene Environmental Archaeology and Extreme Flood Disaster in the Three Gorges of the Changjiang River and the Jiangnan Plain. *Acta Geographica Sinica*, 52(3): 268—278 (in Chinese with English abstract).
- Zhu, Y. X., Xue, B., Yang, X. D., et al., 1997. Characteristic Features of the Sedimentary Samples from the Borehole M₁ in Jiangnan Plain and Reconstruction of Palaeoenvironment. *Journal of Geomechanics*, 3(4): 77—84, 83—86 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 中国社会科学院考古研究所, 1987. 中国考古学中碳十四年代数据集(1965—1981). 北京: 文物出版社, 286—287, 282.
- 中国社会科学院考古研究所, 1992. 放射性碳素测定年代报告(一九). 考古, (7): 655—662.
- 陈克造, Bowler, J. M., Kelts, K., 1990. 四万年来青藏高原的气候变迁. 第四纪研究, 11(1): 21—31.

- 樊力,1998.略论三苗族及其文化在中华文明进程中的地位和作用.中原文物,(1):49-59.
- 方燕明,2005.河南龙山文化和二里头文化碳十四测年的若干问题讨论.中原文物,(2):18-32.
- 何弩,1999.可持续发展定乾坤——石家河酋邦崩溃与中原崛起的根本原因之对比分析.中原文物,(4):34-40.
- 何弩,2004.长江中游文明进程的阶段与特点简论.江汉考古,(1):52-58.
- 刘俊男,2013.石家河文化的北渐及其对豫中西地区的影响.中原文物,(1):23-62.
- 孟华平,黄文新,张成明,2009.大洪山南麓史前聚落调查——以石家河为中心.江汉考古,(110):3-23.
- 北京大学考古学系碳十四实验室,1996.碳十四年代测定报告(十).文物,(6):91-95.
- 邵晓华,汪永进,程海,等,2006.全新世季风气候演化与干旱事件的湖北神农架石笋记录.科学通报,51(1):80-86.
- 石家河考古队,1999.天门石家河考古报告之一·肖家屋脊.北京:文物出版社,51.
- 石家河考古队,2003.天门石家河考古报告之二·邓家湾.北京:文物出版社,281-289.
- 史辰羲,莫多闻,刘辉,等,2010.江汉平原北部汉水以东地区新石器晚期文化兴衰与环境的关系.第四纪研究,30(2):335-343.
- 史辰羲,莫多闻,毛龙江,等,2009.京山屈家岭地区全新世中晚期环境变化及其对人类活动的影响.地学前缘,16(6):120-128.
- 史威,朱诚,李世杰,等,2009.长江三峡地区全新世环境演变及其古文化响应.地理学报,64(11):1303-1318.
- 丝绸之路编辑部,2010.最具中华文明意义的百大考古发现(四).丝绸之路,(19):16-19.
- 田雨,2002.《二十世纪中国百项考古大发现》简介.考古,(7):48.
- 童恩正,1994.中国北方与南方古代文明发展轨迹之异同.中国社会科学,(5):164-181.
- 王从礼,何万年,1988.江陵太湖港古遗址与墓葬调查清理简报.江汉考古,(2):12-22,131-133.
- 王凤竹,黄文新,罗运兵,2000.湖北秭归县柳林溪遗址1998年发掘简报.考古,(8):13-22,98.
- 王洪领,2013.从石家河文化腹地地带考古学遗存看三苗文化的衰落.金田,(1):120-121.
- 王晓翠,朱诚,吴立,等,2012.湖北江汉平原JZ-2010剖面沉积物粒度特征与环境演变.湖泊科学,24(3):480-486.
- 吴文祥,刘东生,2004.4 000 a B.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,24(3):278-284.
- 谢远云,王秋良,李长安,等,2004.湖泊沉积物粒度的气候指示意义——以江汉平原江陵剖面为例.地质科技情报,23(4):41-43.
- 姚高悟,1986.沔阳月洲湖遗址调查.江汉考古,(3):5-8.
- 原思训,陈铁梅,胡艳秋,等,1994.碳十四年代测定报告(九).文物,(4):89-95.
- 张俊娜,夏正楷,2011.中原地区4 ka BP前后异常洪水事件的沉积证据.地理学报,66(5):685-697.
- 周凤琴,1994.云梦泽与荆江三角洲的历史变迁.湖泊科学,6(1):22-32.
- 朱诚,于世永,卢春成,1997.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,52(3):268-278.
- 朱育新,薛滨,羊向东,等,1997.江汉平原沔城M1孔的沉积特征与古环境重建.地质力学学报,3(4):77-84,83-86.