

河南地区全新世环境考古研究进展及未来趋势

李开封^{1,2}, 马春梅³, 高文华¹, 李溯源⁴, 李中轩⁵, 潘燕芳¹

(1. 河南大学环境与规划学院, 河南 开封 475004; 2. 中国地质科学院年轻沉积物年代学与环境变化重点实验室, 石家庄 050061; 3. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210023; 4. 河南大学历史文化学院, 河南 开封 475001; 5. 许昌学院城乡规划与园林学院, 河南 许昌 461000)

摘要:河南地区是中国文明起源的核心区域之一, 史前文明璀璨发达, 是开展全新世环境考古研究的理想区域。近二十年来, 河南地区环境考古研究中, 文化演化的环境背景分析成果突出, 灾变事件影响及人类对环境变化的响应研究亦有涉及, 数字环境考古工作也开始逐渐起步。但在河南地区仍缺少高分辨率古环境重建方面的研究, 且已有环境考古研究多关注环境变化对文明演化的影响, 而在人类活动对环境变化响应及其环境效应方面研究尚显不足。此外, 随着RS、GIS等技术应用的不断深入以及对景观考古的不断关注, 考古遗址预测模型以及史前人与自然关系的定量和模拟研究已成为当前国际环境考古研究的热点。

关键词:河南地区; 全新世; 环境考古; 人类响应; 环境效应; 数字环境考古

1 引言

河南地处中国黄河中下游地区, 秦岭—淮河线从省境穿过, 是中部亚热带常绿阔叶林和暖温带落叶阔叶林之间的过渡地带, 其气候、植被、土壤等自然要素具有东西过渡、南北兼具的特征(王文楷等, 1990)。优越的地理位置和适宜的农业条件孕育了本区繁荣的新石器文化和青铜器文化, 具有从裴李岗文化(8500–7000 cal a BP)至殷商文化(3600–3000 cal a BP)一脉相承的文化序列。目前, 越来越多的证据表明(Weiss et al, 1993; Cullen et al, 2000; Wu et al, 2004; Mo et al, 2010): 环境因素在人类文明演化过程中扮演着十分重要的角色, 气候波动(Wu et al, 2004; 吴文祥等, 2005a), 尤其是异常洪水(夏正楷等, 2003; 朱诚, 2005)、地震(Xia et al, 2010)等灾变事件, 被认为是导致区域文明面貌转变的主要因素。

作为世界上唯一未中断、延绵至今的文明, 中原文明是中华民族的肇始之源, 而河南地区是中国

早期人类文明的中心——中原地区的核心区域之一。虽然在河南地区新石器文化发展一直未中断, 但仍存在文化的繁荣和衰落变化(李中轩等, 2013)。史前时期人类的生存和发展基本依赖周围生态系统(朱艳等, 2001), 尽管人类在新石器时代已经开始有了农耕, 但农业的发展受制于气候条件的好坏。除了农业提供部分食物和其他生活资料外, 仍有相当大一部分生活资料直接取之于自然界, 采集和渔猎仍是史前先民重要的经济活动(朱艳等, 2001; 秦岭等, 2010)。新石器时代和青铜器时代所处的全新世, 世界范围内气候环境都经历了多次干湿冷暖波动变化(Alley et al, 2002; Wang et al, 2013), 气候的波动变化不可避免地影响到史前人类赖以生存的生态系统。因此, 探究人类文明的发展演化, 除人类发展的内在因素外, 外在的环境要素也不可忽视。

环境考古就是通过对人类的文化堆积、遗迹、遗存及相关的自然沉积物研究, 寻觅古环境信息, 并探讨与人类文化发展的互动关系(周昆叔, 2007;

收稿日期: 2015-01; 修订日期: 2015-03。

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2013BAK08B02); 中国地质科学院水文地质环境地质研究所联合开放基金项目(KF201509); 河南大学引进博士科研启动基金项目(B2014142)。

作者简介: 李开封(1985-), 男, 河南虞城人, 讲师, 主要从事第四纪地质与环境考古研究, E-mail: henanlkf@163.com。

引用格式: 李开封, 马春梅, 高文华, 等. 2015. 河南地区全新世环境考古研究进展及未来趋势[J]. 地理科学进展, 34(7): 883-897. [Li K F, Ma C M, Gao W H, et al. 2015. Progress and trend of Holocene environmental archaeology in Henan Province[J]. Progress in Geography, 34(7): 883-897.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2015.07.010

夏正楷, 2012)。河南地区作为中国中原文明地区的重要组成部分之一,其新石器时代和青铜器时代文明璀璨发达,且全新世以来的气候经历了多次波动变化(张本昫等, 1997; 王晓岚等, 2004; Cai et al, 2008; 许清海等, 2010; 翟秋敏等, 2011; 刘耀亮等, 2013),是开展环境考古且用之解决区域文明发展与环境变化之间关系的理想研究地。早在20世纪初,Andersson(1923)就在渑池仰韶村考古发掘中对其所处的地貌、气候等自然环境进行了调查;70年代,Chu(1973)应用考古、动植物和古文献资料,对中国近5000年来的古环境与古气候进行了分析;贾兰坡等(1977)则根据浙川下王岗遗址鉴定的动物群变化特征,对仰韶文化时期至西周时期当地的自然环境情况进行了探讨。但直到80年代之后,本区环境考古才普遍展开(严富华等, 1986)。经过几十年的发展,特别是80年代以来20年左右的发展,在河南地区已取得一系列十分有意义的环境考古研究发现和成果。为更好地理解 and 探讨河南地区中

华文明起源和演化与过去环境演变之间的互动关系,本文将通过总结过去河南地区环境考古研究的总体状况,评价和展望未来环境考古工作需开展的重点领域和方向,以期对河南地区未来环境考古工作提供思路。

2 河南地区全新世环境考古的研究现状

根据河南地区现有考古发掘及相关研究(魏书亚等, 1997; 夏商周断代工程专家组, 2000; 王幼平等, 2013),河南地区全新世环境考古时代主要包括:新石器时代的裴李岗文化时期(10500-8600 cal a BP)、裴李岗文化时期(8500-7000 cal a BP)、仰韶文化时期(7000-5000 cal a BP)和龙山文化时期(5000-4000 cal a BP),以及青铜器时代的二里头文化时期(4000-3600 cal a BP)和殷商文化时期(3600-3000 cal a BP)(图1)。经过几十年的发展,河南地区环境考古取得了较多有意义的发现,主要有以下

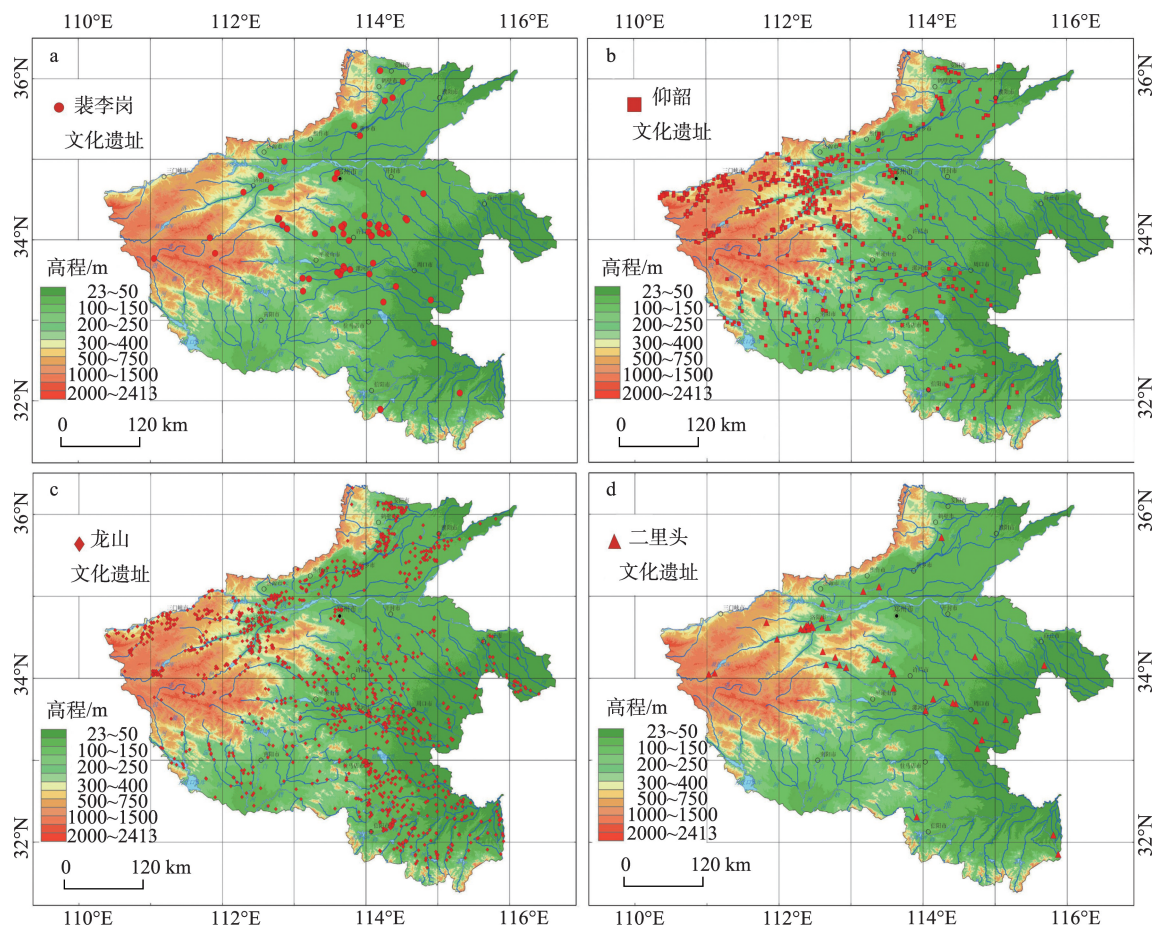


图1 河南省裴李岗至二里头时期遗址分布图(李中轩等, 2013)

Fig.1 Distribution of archaeological sites from the Peiligang period to the Erlitou period in Henan Province (Li et al, 2013)

几个方面:

2.1 全新世文化发展的环境背景研究

2.1.1 李家沟文化时期

李家沟文化时期目前发现遗址较少,有关环境考古方面的研究也只有零星报道。在李家沟遗址出土的动物骨骼超过了400件(王幼平, 2014),可供鉴定的骨骼遗存分析发现主要有鹿、马、牛、猪、兔和鸟类,其中鹿类标本最多。动物群组合以食草类动物为主,反映人类生活周边可能为草原环境。而对李家沟遗址剖面的孢粉分析也证实了这一点。李家沟文化层10500-10000 cal a BP的孢粉组合中(夏正楷, 2012)以菊科、蒿属和禾本科为主,之上10000-9000 cal a BP的地层中菊科植物含量变化不大,禾本科和藜科植物略呈下降趋势,反映气候条件略有改善,但植被中仍以草本植物为主。同时在豫西南10000-9000 cal a BP的坑南遗址(李文成等, 2014),从出土石器上残留淀粉粒的鉴定也发现,当时先民利用石器加工的植物资源主要为禾本科植物。这些发现说明在李家沟文化时期河南地区整体应属于比较温和干燥的温带草原环境。

2.1.2 裴李岗文化时期

河南地区目前已发现约160处裴李岗文化遗址,主要集中分布在豫中嵩山周围地区(魏兴涛, 2012),其中在舞阳贾湖遗址进行了系统的环境考古研究。根据遗址地层中的孢粉鉴定发现(河南省文物考古研究所, 1999),在先民到来之前本区植被组成中包括草本植物、灌木植物、落叶阔叶树、常绿阔叶树及水生环纹藻等,特别是发现了生于亚热带的枫香、水青冈花粉及水蕨孢子,反映本区整体已为亚热带气候,气温和降水都稍高于现今,并在周边存在较大面积水域。进入裴李岗文化时期,植硅体组合中(陈报章, 2001),暖热地区及缘于芦苇的盾形植硅体比例较高,而分布于相对干冷地区、寒冷地区及高海拔地区的植硅体发现较少或甚微,反映裴李岗文化时期整体气候温暖湿润,降水量和水域面积较大。而对文化层沉积物进行的粒度分析显示(凡小盼等, 2011),贾湖地区裴李岗文化时期沉积物为河漫滩相沉积及局部洼地沼泽沉积,且地球化学元素分析发现裴李岗文化时期淋溶作用强烈。此外,在文化层中还鉴定出鹿、扬子鳄等喜暖动物及鹤类、鱼类、蚌类等水生、沼泽生动物骨骼,并且在考古发掘中还发现水稻遗存和相关农业生产工具,表明当时气候条件较好,遗址周围有大面积水

域,适宜水稻种植(河南省文物考古研究所, 1999)。另外,在同一时期的裴李岗遗址和沙窝李遗址也出土了鹿的骨骼(中国社会科学院考古研究所河南一队, 1983),以及现生长在长江以南的梅核(李庆卫等, 2007)。而在豫北洹河流域多个剖面研究也发现(张振卿等, 2007; 许清海等, 2010),裴李岗文化时期该区域植被景观为落叶阔叶林,但同时在近一半的孢粉样品中都发现了枫香等亚热带植物花粉。以上发现和研究都说明:在裴李岗文化时期,不仅贾湖地区,而且在其以北到安阳地区也表现出比现在要好的气候条件。虽在裴李岗文化时期河南地区整体气候条件已好于现在,但气候条件仍存在波动变化,其中在贾湖遗址考古地层中就记录了裴李岗文化晚期气候干凉的变化趋势,并导致当地洪水频发,造成贾湖遗址最终废弃(凡小盼等, 2011)。

2.1.3 仰韶文化时期

仰韶文化时期是中国全新世气候适宜期(施雅风等, 1992, 1993; 图2-3),特别是7000-6000 cal a BP是中国全新世气候大暖期的鼎盛阶段(施雅风等, 1993)。郑州大河村遗址文化层孢粉分析发现(严富华等, 1986),仰韶时期木本花粉占优势,喜暖湿植物孢粉含量较多;豫北安阳地区(许清海等, 2010; 刘耀亮等, 2013)也表现为乔木花粉含量的急剧上升,草本花粉和蕨类孢子比重下降,并在一半的鉴定样品中发现亚热带植物花粉,且含量升高。该孢粉组合特征反映这一时期气温较今高约2~3℃,降水高50~100 mm(施雅风等, 1993; 周昆叔, 2012),气候温暖湿润,为森林植被景观。郑州西山地层研究(王晓岚等, 2004)也证明仰韶时期气候以暖湿为主,并达到全新世气候温暖湿润的鼎盛阶段。在其他遗址(贾兰坡等, 1977; 马萧林, 2007)仰韶文化层中也出土了很多喜暖动物骨骼(如貂、鹿、竹鼠等)以及反映暖湿环境的竹和鱼类遗存;同时在豫东椅圈马遗址(郑州大学文博学院等, 2000)仰韶文化层中也发现喜温暖潮湿环境的冬青和栎,且地球化学元素测试发现沉积物淋溶作用强烈,有机碳含量高。不仅在河南地区偏南的沟湾遗址(王育茜等, 2011)发现稻谷遗存,而且在黄河沿线伊洛河地区多处遗址(Lee et al, 2007)的仰韶文化层中都浮选出稻谷遗存。以上发现都说明:仰韶时期河南地区整体为亚热带气候条件,气温和降水都显著优于现在。因气候条件温暖湿润,这一时期,河南地区在豫西(董广辉等, 2006; 翟秋敏等, 2011)、豫中(李永飞等, 2014)

和豫北(许青海等, 2010)等地区普遍发育湖泊,在豫北太行山东麓的山前地带也有湖沼发育(曹兵武, 1994)。特别是在豫中的郑州地区湖泊发育面积广阔(李永飞等, 2014),仰韶时期先民受广阔湖域的限制,只能在湖泊周边高地上生活。良好的气候环境条件,为古文化的发展提供了优越的自然条件,使这一时期成为仰韶文化发展的鼎盛期(施雅风等, 1992)。世界范围内的气候在全新世大暖期的背景下都存在波动变化(图2),河南地区同样如此(图3)。豫西南地区6115-4544 cal a BP高分辨率石笋记录研究发现(任晓辉等, 2006),中全新世当地存在3次季风减弱事件,其中在仰韶时期就有2次,分别是5830-5720和5350-5080 cal a BP。洛阳地区的研究也反映仰韶文化时期寺河南地区(孙雄伟等, 2005; 董广辉等, 2006)在5625-4580 cal a BP间气候

条件曾经恶化,乔木植被减少,湖泊面积缩小,湖水咸化,水生蜗牛稀少,陆生蜗牛增多;邻近的大阳河剖面古土壤发育中断(董广辉等, 2006)。洛阳皂角树剖面(张本昀等, 1997)和郑州西山自然地层(王晓岚等, 2004)都揭示了5300 cal a BP左右气候的冷干波动;并且双洎河流域(张震宇等, 2007)、洹河流域(许青海等, 2010)和溱水流域(许俊杰等, 2013)等地的沉积物性质在5000 cal a BP左右发生转变。这些发现可能是当地环境对气候突变事件的响应(朱艳等, 2001; Wang et al, 2013),且气候突变事件可能影响了仰韶文化的发展,造成仰韶文化遗址的 ^{14}C 测年数据在5500-5000 cal a BP出现明显的低值(施雅风等, 1992)。

2.1.4 龙山文化时期

自仰韶文化后期的气候恶化事件后,河南地区新石器文化进入龙山时期,气候条件又开始明显改善,但已不如全新世大暖期鼎盛时期(施雅风等, 1992; 许青海等, 2010)。在溱水流域(许俊杰等, 2013),5000-4100 cal a BP之间木本植物含量较高,以松为主,同时还有栎、桦、胡桃等阔叶树种,草本植物藜科含量低,并发现喜暖湿的水生草本和蕨类孢子,反映龙山文化时期气候仍较为暖湿。同时,在寺河南地区重新发育湖泊,乔木植被增多,但喜暖树种较少(孙雄伟等, 2005),大阳河剖面古土壤重新发育(董广辉等, 2006)。驻马店杨庄龙山文化层中(姜钦华等, 1998),发现木本植物花粉较多,主要有松、赤杨、栎、鹅耳枥、栎、桦、胡桃,水生植物花粉和真菌孢子的含量亦相对较高,草本植物花粉的含量则相对较低;且在龙山文化早期孢粉中木本植物花粉含量高于龙山时期中晚期。郑州大河村遗址地层孢粉中也发现类似的变化(严富华等, 1986)。表明在整个龙山时期当地气候以暖湿为主,但木本植物花粉在龙山时期的分布变化仍反映龙山时期早期的气候较中晚期更为温暖湿润(姜钦华等, 1998)。豫东段岗遗址龙山文化层孢粉及地球化学元素分析(郑州大学文博学院等, 2000)也表明,在龙山时期整体属较暖湿气候,但龙山时期早期的气候较中晚期水热条件较优越。此外,在驻马店杨庄遗址(姜钦华等, 1998)和新密新砦遗址(姚政权等, 2007)等处都发现了龙山时期水稻遗存,也表明龙山时期气候暖湿的特点。但龙山时期的气候条件也存在波动变化,如在豫西南地区高分辨率石笋记录中(任晓辉等, 2006)发现了4770-4640 cal a BP的

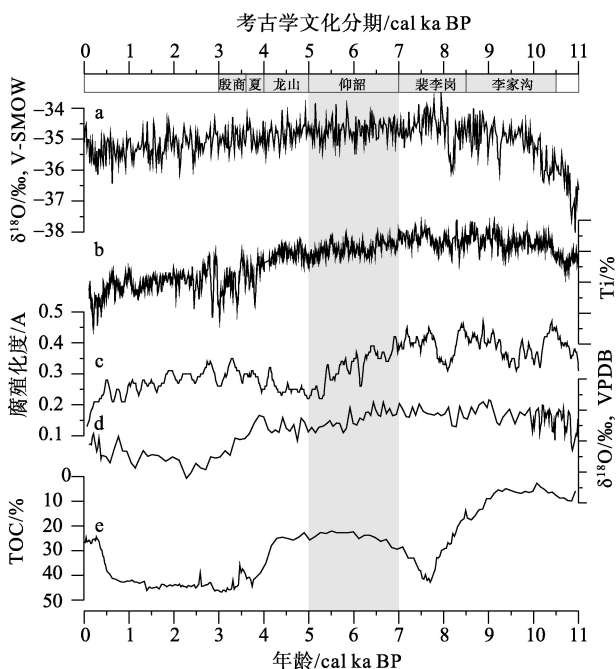


图2 国内外全新世以来高分辨率气候环境波动变化
(a. NGRIP2冰芯氧同位素记录(Rasmussen et al, 2006; Vinther et al, 2006); b. ODP1002海洋沉积物Ti元素百分含量(Haug et al, 2001); c. 红原泥炭腐殖化度(Yu et al, 2006); d. 董哥洞石笋氧同位素记录(Yuan et al, 2004); e. 大九湖泥炭TOC(Ma et al, 2009))

Fig.2 High-resolution climate and environment change records in the Holocene around the globe

(a. oxygen isotope record in the ice core of NGRIP2 (Rasmussen et al, 2006; Vinther et al, 2006); b. percentage of Ti in the sediment of ODP1002 (Haug et al, 2001); c. humification in Hongyuan peat (Yu et al, 2006); d. oxygen isotope record of stalagmite in Dongge cave (Yuan et al, 2004); e. TOC in Dajiuhu peat (Ma et al, 2009))

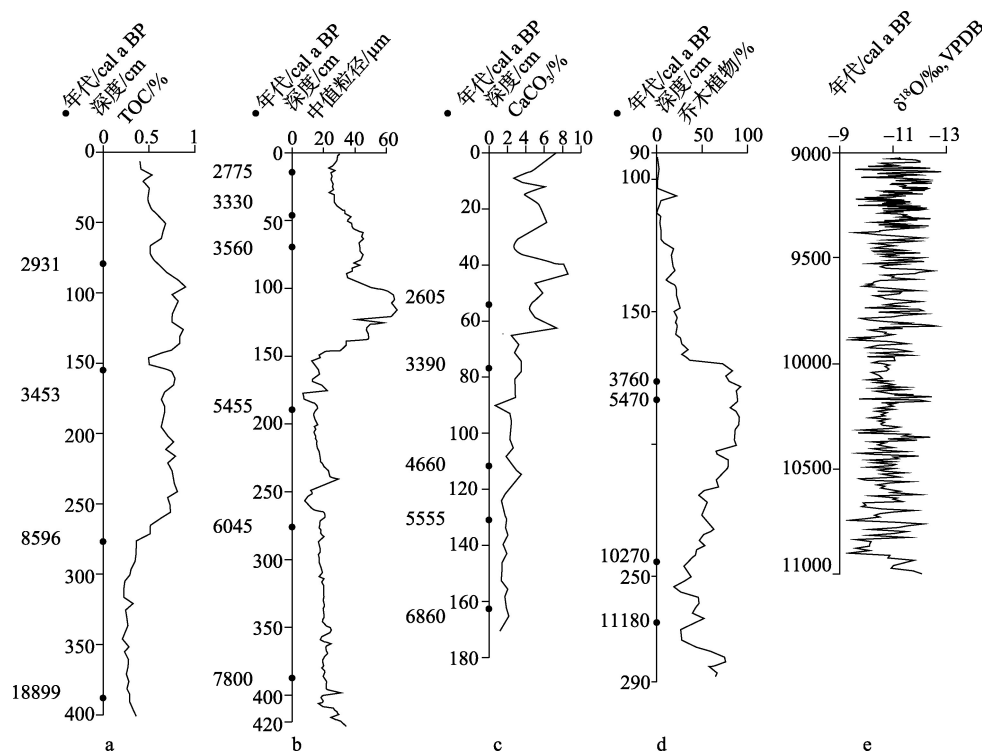


图3 河南地区全新世气候环境变化沉积记录

(a. 豫西湖泊沉积物 TOC(翟秋敏等, 2011); b. 柿园剖面沉积物中值粒径(许俊杰等, 2013); c. 西山剖面 CaCO_3 含量(王晓岚等, 2004); d. 豫北汪家店剖面乔木植物花粉含量(许清海等, 2010); e. 东石崖洞石笋氧同位素记录(Cai et al, 2008))

Fig.3 Climate and environment change records in sediments from Henan Province during the Holocene

(a. TOC of lacustrine sediment in western Henan Province (Zhai et al, 2011); b. median grain size of the Shiyuan profile (Xu et al, 2013); c. percentage of CaCO_3 in the Xishan profile (Wang et al, 2004); d. pollen percentage of Arbors of the Wangjiadian profile (Xu et al, 2010); e. oxygen isotope record of stalagmite in Dongshiya cave (Cai et al, 2008))

季风减弱事件。特别是在约 4000 cal a BP 前后, 气候突变更为明显。溱水流域(许俊杰等, 2013)木本植物花粉减少, 藜科花粉显著增多, 且明显多于蒿属花粉, 反映 4000 cal a BP 前后当地气候有变干变凉的趋势。同时在偃师二里头龙山文化末期文化层中(宋豫秦等, 2002), 发现当地是以落叶阔叶林为主的针阔混交林草原植被, 且在洛阳皂角树剖面也发现了约 4300 cal a BP 的气候变冷事件(张本昀等, 1997)。因气候条件的恶化, 此时在驻马店北部的西平上坡遗址(魏兴涛等, 2007)及其以北豫东杞县地区(郑州大学文博学院等, 2000)已表现为暖温带气候, 而驻马店中南部龙山文化层(魏兴涛等, 2007)中仍可见少量的杨梅和栲, 应为暖温带和亚热带过渡气候区。龙山时期气候条件整体较为温湿, 但早期要明显好于中晚期, 特别是在龙山时期末期 4000 cal a BP 左右因气候条件的恶化, 导致当地洪水频发(夏正楷等, 2003; 吴文祥等, 2005b)。

2.1.5 二里头文化时期

龙山文化之后河南地区进入二里头文化时期, 也就是夏文化时期。这一时期, 溱水流域(许俊杰等, 2013)木本植物比例整体低于草本植物, 阔叶树种与龙山时期相似, 但蒿/藜比值略有逐渐降低的趋势, 反映气候暖湿程度比龙山文化末期略有好转; 但仍有一些喜温湿的蕨类植物孢子, 反映局地存在湿润的生态环境。在二里头遗址(宋豫秦等, 2002)对二里头一至四期文化层孢粉鉴定发现, 二里头文化时期当地气候条件从早期的温和湿润逐渐变凉变干。这一时期河南地区气候正处在全新世大暖期后期气候趋于凉干的阶段(施雅风等, 1992)。在豫西寺河南发育的湖泊也在 3700 cal a BP 左右开始萎缩(董广辉等, 2006)。尽管二里头时期处在全新世大暖期后期趋于凉干的阶段, 但通过在杨庄遗址(姜钦华等, 1998)、新砦遗址(姚政权等, 2007)和上坡遗址(魏兴涛等, 2007)等处发现水稻遗存, 仍说

明二里头文化时期的气候条件可能要好于现在。

2.1.6 殷商时期

对殷商时期的环境考古进行了多角度的研究。在安阳地区数个剖面研究发现(张振卿等, 2007; 许清海等, 2010; 刘耀亮等, 2013), 约3400 cal a BP以后, 植被中乔木花粉急剧减少, 草本花粉比重升高, 且再未发现亚热带植物花粉。在姬家屯遗址(唐际根等, 2005)发现这一时期的植被为落叶阔叶林, 且到殷商后期, 喜干凉的蒿、藜增多。滦水流域(许俊杰等, 2013)植被也显示, 在约3600 cal a BP以后, 蒿/藜比值的变化反映气候有少许变干趋势。对郑州商城和小双桥遗址二里岗时期文化层孢粉和植硅体分析发现(宋国定等, 2000), 在殷商早期, 植被以草本植物为主, 但在该期文化层中同时也发现水稻植硅体。同时, 在登封王城岗遗址二里岗文化层中也浮选出稻谷遗存(赵志军等, 2007), 说明殷商早期的二里岗文化时期气候条件仍较为适宜。到殷商中期地层中孢粉数量和种类都较多(宋国定等, 2000), 乔木花粉中除落叶阔叶树种外, 还发现有亚热带常见的枫香。此外, 在郑州小双桥遗址中还出土了象和鳄鱼遗存(河南省文物考古研究所等, 1996), 以及在殷墟早期地层中发现的亚热带气候性质的动物骨骼(郭睿姬, 1999)等, 都说明这一时期气候有一定的亚热带性质, 比二里岗时期更加温和湿润。到殷商晚期的殷墟时代, 考古发掘发现这一时期水井所记录的地下水位不断下降(周伟, 1999), 反映气候不断趋于干凉。豫西(董广辉等, 2006; 翟秋敏等, 2011)、豫北(许清海等, 2010)和豫中(李永飞等, 2014)地区的湖泊及太行山东麓的湖沼(曹兵武, 1994)等都随气候趋于干凉在约3000 cal a BP前后干涸。

2.2 灾变事件的环境考古研究

史前先民生产力水平低下, 对自然只能被动适应。史前文化的演化受制于史前人类的生存环境(朱艳等, 2001)。适宜的环境能促进古文化的兴盛, 而环境的恶化则会在文化发展中断或文化面貌转变中起到关键作用。尤其是史前灾变事件往往会造成先民迁出居住地, 对史前人类的生产生活方式和活动范围产生重要影响(夏正楷等, 2003; 吴文祥等, 2005 a; 朱诚, 2005; 许俊杰等, 2013)。

2.2.1 洪水事件

河南地区环境考古所揭示的史前灾害事件主要为气候事件引起的洪水与干旱事件。目前河南

地区环境考古发现, 洪水事件对史前先民具有明显影响的是裴李岗文化末期和龙山文化末期(图4), 尤其是龙山文化末期洪水事件的环境考古发现较多。处于裴李岗文化时期的贾湖遗址考古地层(凡小盼等, 2011)沉积物主要为河漫滩相沉积物, 其文化层之上的自然沉积为洪水堆积, 且贾湖地区在裴李岗文化晚期气候有干冷变化的趋势, 贾湖遗址的废弃可能与裴李岗文化晚期气候干冷波动引起的洪水有关。不仅在贾湖地区, 在豫北洹河流域地层中也发现了7200-7000 cal a BP的一次降温事件和厚度达96 cm的洪水堆积层(刘耀亮等, 2013)。龙山文化末期的4000 cal a BP左右, 在中国北方普遍发现异常洪水记录(夏正楷等, 2003), 与中国古代文献记载中“大禹治水”相一致(吴文祥等, 2005b)。相关研究发现, 在偃师二里头遗址、焦作西金城遗址(张俊娜等, 2011)和新密新砦遗址(Xia et al, 2004)都存在异常洪水沉积记录; 此外, 在豫北洹河流域的三杨庄剖面也发现了这一时段的洪水沉积物(刘耀亮等, 2013)。该洪水频发期发生在龙山文化晚期, 对河南地区龙山文化产生很大的冲击, 如辉县孟庄龙山城址和登封王城岗古城的毁灭就是此次洪水造成的(袁广阔, 2000)。

2.2.2 干旱事件

干旱事件的具体研究发现较少, 环境记录方面发现了豫西南地区在5350-5080 cal a BP历时达270 a的持续干旱(任晓辉等, 2006)。但根据代用指标恢复的古气候记录, 有研究认为(Wu et al, 2004): 4000 cal a BP气候事件造成北方降温的同时, 也造成东亚夏季风北撤南迁, 形成中国南涝北旱的格局。在3000 cal a BP, 因气候条件恶化, 在土壤地层堆积中生物化学淋溶作用减弱(王晓岚等, 2004), 木本植物花粉减少, 草本植物中耐干旱的藜科植物增多(严富华等, 1986), 反映整体气候具凉干化趋势; 由此造成豫西(董广辉等, 2006; 翟秋敏等, 2011)、豫北(许清海等, 2010)和豫中(李永飞等, 2014)等地的湖泊相继萎缩消失, 豫北辉县泥炭沉积中断, 湖沼干涸(曹兵武, 1994)。另外, 尚有依据文献记载并参照第四纪地质记录发现的干旱事件(侯甬坚等, 2000), 如发生在3570-3540 cal a BP的“伊洛竭一成汤大旱”及3150-3106 cal a BP的“(洹)河竭”等干旱事件。

2.2.3 地震和其他灾害事件

在全新世影响先民生产生活的灾变事件除洪

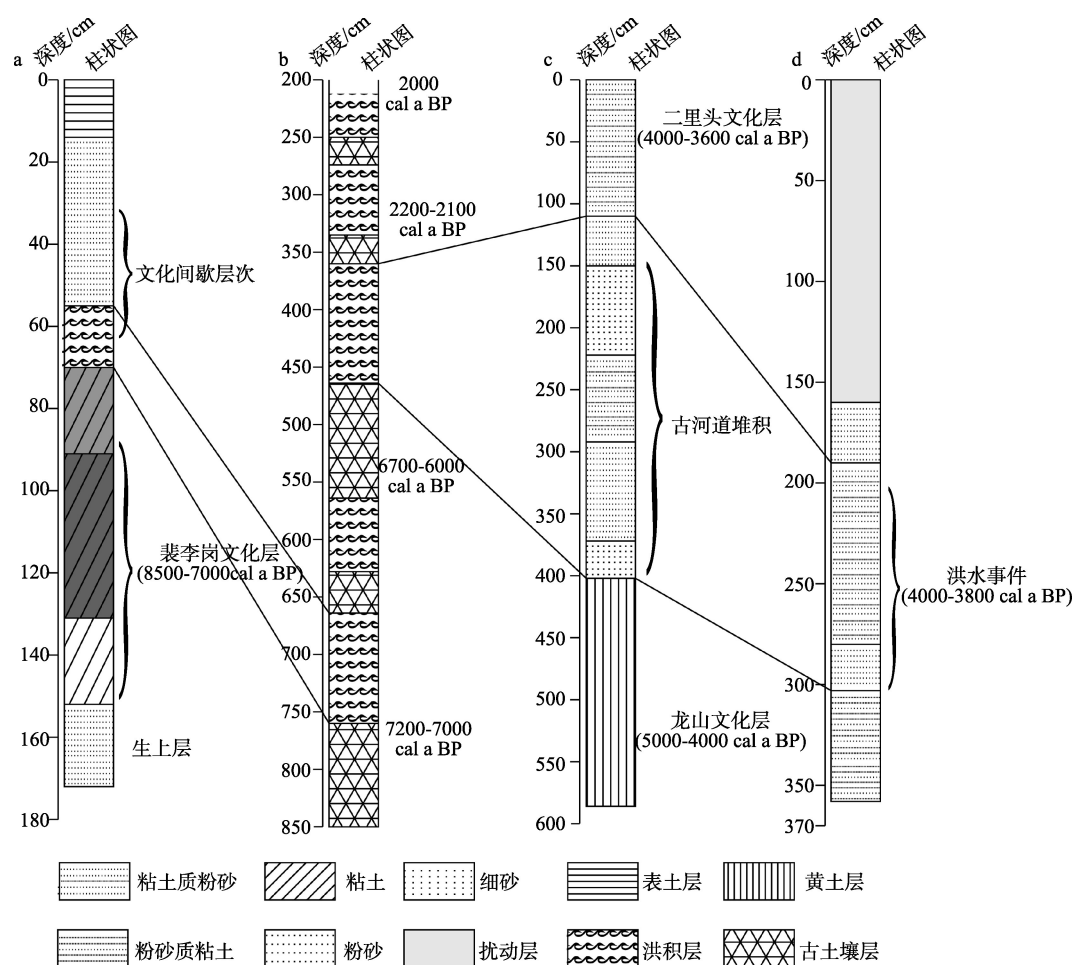


图4 河南地区全新世洪水事件地层记录

(a. 贾湖遗址剖面(凡小盼等, 2011); b. 三杨庄剖面(刘耀亮等, 2013); c. 新砦遗址剖面(Xia et al, 2004); d. 二里头遗址剖面(张俊娜等, 2011))

Fig. 4 Holocene stratigraphic record of flood events in Henan Province

(a. flood event identified in the Jiahu site profile (Fan et al, 2011); b. flood events identified in the Sanyangzhuang profile (Liu et al, 2013); c. flood event identified in the Xinzhai site profile (Xia et al, 2004); d. flood event identified in the Erlitou site profile (Zhang et al, 2011))

水和干旱外,地震等突发事件也不可忽视。在荥阳薛村遗址的环境考古研究中发现了3450-3210 cal a BP的古地震(Xia et al, 2010),其中不仅找到了地堑、地裂缝等古地震痕迹,而且从发掘出的错位灰坑、古水井和错断的人骨等证明了此次突发地震。其他灾害事件还包括3150-3106 cal a BP“雨土于亳”的沙尘暴事件(侯甬坚等, 2000)等。

2.3 数字环境考古研究

近年来,河南地区数字环境考古工作逐步展开并取得了一定成果。以遗址空间分布为基础,李中轩等(2013)分析了河南地区史前人类遗址时空变化与自然地理环境之间的关系,且发现环嵩山地区是河南史前文化的肇源地区;在南阳盆地则根据遗址时空分布,对区域新石器时代文化的传播路径进行了分析研究(李中轩等, 2015);张震宇等(2007)分析

了双洎河流域遗址空间分布与变化的地质地貌基础;同样通过遗址的时空分布变化,鲁鹏等(2014)调查分析了环嵩山地区遗址空间分布与区域构造之间的关系,发现地质构造所产生的地貌空间差异性决定了史前先民营造聚落的选择。

在其他方面,杨瑞霞等(2004)指出了中原地区遥感考古在不同阶段所应关注的内容,同时应用空间模型分析了裴李岗时期河南地区聚落的分布情况(杨瑞霞等, 2012),发现了这一时期聚落的双中心集聚结构。而仰韶文化晚期中原地区的聚落形态存在两种不同的基本模式(张海, 2004),且聚落呈现自北向南的扩张过程。而对郑洛地区裴李岗至龙山文化时期聚落地貌位置的空间分析发现(毕硕本等, 2008),史前先民居住在沿河4 km、海拔100~400 m之间的空间范围内。除上述研究外,杨瑞霞

(2009)针对中原地区典型区域分别开展了遥感环境考古研究、环境考古数据库系统研究、史前聚落空间分析及虚拟现实等方面的综合数字环境考古研究;并提出了黄河中下游地区数字环境考古应注意的若干问题等(杨瑞霞等, 2005)。

3 未来河南地区环境考古研究趋势

地处中原文明区的河南地区是环境考古开展的理想地,经数十年以来的发展,在环境考古工作中,文化演化的环境背景研究成果突出,并逐渐涉及灾变事件影响及人类的环境响应方面的研究,且数字环境考古工作亦逐渐起步。但本区缺少高分辨率古环境重建方面的研究,对气候突变的人为响应研究亦不足。但目前在国际上,景观考古受到诸多关注(Ucko et al, 1999),并强调在人与自然相互关系的研究中要同时兼顾自然环境与人类活动在景观形成中的作用。另外,随着RS、GIS等技术在环境考古研究中的不断深入应用,在国际上又将产生新的研究热点。

3.1 高分辨率古环境记录重建研究

古环境重建是环境考古的基本内容之一(朱诚, 2005; 周昆叔, 2012),是分析探讨过去人类活动与自然环境之间互动关系的前提(Li, 2013)。而作为中原文明核心区域的河南地区,地处中国地理环境南北过渡位置,对气候环境波动变化反应敏感。因此,波动的全新世气候会在本区自然环境中保留记录(图3),且对本区文明发展产生不可忽视的影响(吴文祥等, 2005 a)。然而,目前河南地区的古环境重建受研究材料限制,分辨率普遍不高(孙雄伟等, 2005; 许清海等, 2010; 翟秋敏等, 2011; 许俊杰等, 2013)。虽然近几年已有相关高分辨率研究成果报道,但这些石笋高分辨率古环境重建研究的时间段有局限,目前仅见早全新世(Cai et al, 2008)及中全新世的部分时段(任晓辉等, 2006)的研究成果。此外,河南地区北部山前地带及西南地区都发育有可进行高分辨率古环境重建的泥炭堆积,据调查^①,这些泥炭发育时代都处在全新世。但本区泥炭沉积的古环境重建研究较少,目前仅有一篇豫北太行山山前地带发育泥炭的研究报道(曹兵武, 1994),依据¹⁴C测年与孢粉鉴定结果推断其发育时段是11300 cal a BP至全新世中晚期,但采样间隔

大,测年数据少,分辨率不高。因此,开展高分辨率古环境重建仍然是本区环境考古研究未来一段时间内需开展的基础工作。

3.2 气候突变影响与史前先民的适应研究

作为中原文明起源的核心区域之一,河南地区史前文化虽然源远流长,延绵不息,但文化仍存在繁荣与衰落的变化。全新世气候存在波动变化(图3),气候的波动变化、尤其是气候突变事件对史前文明产生过较大的影响(Wu et al, 2004; 吴文祥等, 2005 a)。目前,气候突变事件对本区的影响的研究较少,仅限于对7000 cal a BP(凡小盼等, 2011)和4.2 ka BP气候突变事件(吴文祥等, 2001; Xia et al, 2004; 张小虎等, 2008; 许俊杰等, 2013)等少数报道。另外,先民对气候变化及气候突变事件的适应研究也较少,仅有少部分在探讨环境变化对人类活动影响的报道中稍有涉及(许俊杰等, 2013; 李永飞等, 2014),专门进行史前先民的适应研究成果十分有限(吴文祥等, 2001; 张小虎等, 2008)。环境考古学不仅包括文化发生的环境条件及其对文化进程制约的研究,还应包括古代人类对周围环境的适应研究(夏正楷, 2012)。河南地区拥有璀璨发达的史前文化,以及地处对全新世气候变化敏感的过渡区域位置,气候变化对史前先民的影响以及史前先民对气候变化的适应将是未来中原地区文明起源发展与区域环境演变互动关系研究的核心内容。

3.3 史前先民活动环境效应方面的研究

河南地区现有的环境考古工作以研究环境变化对于人类活动的影响居多,而人类活动对周边环境的影响研究则较少。然而,人类活动已成为认识地球系统变化过程中必须考虑的重要营力(Crutzen, 2002)。近年来,环境考古研究中也越来越重视研究过去人类活动及其对地球系统干涉和驱动的过程和机理,并探讨过去人与自然的相互作用规律(Ucko et al, 1999; Li, 2013)。这方面的研究在国内尚处在起步阶段,但在河南地区已有少量这一方面的研究报道。如Zhang等(2010)分析了颍河上游地区仰韶至二里头文化时期史前先民从周边环境中所获得的生物资源、农业生产策略选择及与周边环境之间的关系。王青(2011)通过对西金城遗址的资源域分析,重建了龙山时期西金城聚落小区及其所在徐堡聚落区的控制网络。秦岭等(2010)则应用遗址资源域分析对长江下游和中原地区的农业聚落

^①河南省地质局地质2队. 1986. 河南省泥炭资源远景调查报告(内部资料)。

进行研究,发现这一时期长江下游地区的水稻栽培长期伴生于采集经济模式中,而中原地区先民生业活动已集中在更小空间范围的作物栽培上,人类活动只对小范围内景观进行改造,反映了不同生业社会与周边景观的互动关系上。乔玉(2010)则根据考古发掘资料对伊洛地区裴李岗至二里头文化时期的人口和土地利用情况进行了估算,并研究了各时期人口数量变化与资源的再分配情况。Yu 等(2012)通过模型模拟了伊洛地区 8-4 ka BP 每千年土地利用面积与时空分布特征,发现在 5 ka BP 前后土地利用的空间分布模式已与现代基本相似。并对仰韶文化前期流域内史前土地利用造成的碳流失进行了定量估算(于严等, 2010)。同时,相关研究(Ruddiman et al, 2008)也发现 5 ka BP 以来农业扩散和人口增长,增强和扩展了人类影响的强度和范围,具有广泛的区域影响特征。在当前全球气候变化背景下,过去人类活动对环境的适应和改造研究,可为评估未来气候变化效应以及人类的影响与适应提供理想的“相似型”(Li, 2013)。因此,研究评估过去人类活动的环境效应已成为当前国际上学术研究的热点之一。同时,景观考古目前在国际上受到诸多关注(Ucko et al, 1999),尤其强调在人与自然相互关系的研究中要同时兼顾自然环境与人类活动在景观形成中的作用。因此,史前先民活动环境效应方面的研究已成为当前国际环境考古研究的前沿之一。

3.4 考古遗址预测模型及史前人地关系的定量和模拟研究

数字环境考古作为数字技术在环境考古中的应用,早在 20 世纪 80 年代调查和寻找沙漠遗迹的研究中得到应用(McCauley et al, 1982),至今仍广泛应用于考古遗迹的遥感识别(Luo et al, 2014)。此外,GIS 预测模型作为目前国外应用的热点方向(Mehrer et al, 2006; Daron et al, 2014),其基本方法是:通过建立研究区域的数学模型,对研究区域任意给定位置的一些环境变量可根据数学模型对该位置存在考古遗址的概率进行计算。在中国,有关考古遗址的预测模型研究近年才有少数报道(倪金生, 2009),而在河南地区已有部分研究成果(毕硕本等, 2013; 乔文文等, 2013),但总体仍处在探索阶段。

GIS 空间分析技术广泛应用于环境考古中人与环境的互动关系研究。一方面是通过 GIS 技术研究遗址的时空分布变化与周围环境的关系,如研究

遗址时空分布变化与自然环境变化(李中轩等, 2013; Li et al, 2014)或与地质地貌的关系(鲁鹏等, 2014)等;另一方面是使用 GIS 空间分析技术定量分析或模拟研究过去人类的环境效应。如 Morehart (2012)应用 RS、GIS 相结合的方法分析了墨西哥盆地北部先民特定土地利用类型(人工草坪)的空间分布与建设面积;Arkan(2012)则应用 GIS 技术分析了约旦中西部先民对当地景观的影响和改造。国内侯光良等(2013)根据已有考古资料,运用 GIS 技术,重建了史前青海东部地区的人口—耕地变化;王琳等(2014)则应用 GIS 技术结合区域地貌环境与水文条件,对甘青地区马家窑文化时期的土地利用情况进行了探讨分析。但整体来看,目前国内利用 GIS 技术对过去人地关系的定量和模拟研究仍较少,因此,史前人地关系的定量和模拟研究仍将是本区环境考古未来发展的趋势之一。

4 结语

河南地区环境考古工作经历最初在考古发掘中对遗址周围地质地貌等自然要素调查的起步阶段,到根据出土动物群反映的古环境分析,再到孢粉学、第四纪地质学等多学科的引入,得到广泛开展,并取得显著成果。但这些研究大多关注环境在人类文明演化过程的影响作用上,而对于过去人类活动对环境的适应方面关注较少。作为环境考古研究的基本研究内容,气候变化影响以及人类活动对气候变化的响应研究未来需要引起重视。在当前国际以景观考古研究为前沿的背景下,过去人类活动对环境的改造研究受到越来越多学者的关注,然而这一研究是建立在对过去气候变化高分辨率重建的基础之上。在河南地区恰恰就缺少这方面的基础研究,且本区地处亚热带和暖温带过渡地带,气候波动变化反映明显,因此,加强本区高分辨率古环境重建工作仍是未来环境考古工作的基本内容之一。而且,随着 RS、GIS 等数字技术的引入,数字环境考古方面的研究也显得越来越重要,但相关工作在河南地区还处在起步阶段,数字环境考古工作还需进一步的拓展和加强。伴随着 GIS 等数字技术在环境考古研究中的不断深入和拓展,为宏观上定量和模拟分析提供了有力工具。因此,定量化和模型化研究过去人类活动的环境效应也将是未来河南地区环境考古工作的重点方向。

参考文献(References)

- 毕硕本, 计晗, 梁静涛, 等. 2013. 基于指数模型的郑州: 洛阳地区史前聚落遗址空间分布[J]. 地理科学进展, 32(10): 1454-1462. [Bi S B, Ji H, Liang J T, et al. 2013. Spatial distribution of prehistoric settlement sites in Zhengzhou-Luoyang region based on index model[J]. Progress in Geography, 32(10): 1454-1462.]
- 毕硕本, 闫国年, 陈济民. 2008. 基于空间分析的史前郑洛地区连续文化聚落研究[J]. 地理科学, 28(5): 649-655. [Bi S B, Lü G N, Chen J M. 2008. Prehistoric continuous culture settlements about Zhengzhou-Luoyang region based on spatial analysis[J]. Scientia Geographica Sinica, 28(5): 649-655.]
- 曹兵武. 1994. 河南辉县及其附近地区环境考古研究[J]. 华夏考古, (3): 61-67, 78. [Cao B W. 1994. Environmental archaeology in the Huixian City and surrounding areas [J]. Huaxia Archaeology, (3): 61-67, 78.]
- 陈报章. 2001. 河南贾湖遗址植硅石组合及其在环境考古学上的意义[J]. 微体古生物学报, 18(2): 211-216. [Chen B Z. 2001. Phytolith assemblages of the Neolithic site at Jiahu, Henan Province and its significance in environmental archaeology[J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 18(2): 211-216.]
- 董广辉, 夏正楷, 刘德成, 等. 2006. 河南孟津地区中全新世环境变化及其对人类活动的影响[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 42(2): 238-243. [Dong G H, Xia Z K, Liu D C, et al. 2006. Environmental change and its impact on human activities in Middle Holocene at Mengjin, Henan Province[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 42(2): 238-243.]
- 凡小盼, 秦颖, 姚政权. 2011. 河南贾湖遗址考古地层分析[J]. 江汉考古, (1): 101-108. [Fan X P, Qin Y, Yao Z Q. 2011. Archaeological stratum study on the Jiahu Neolithic site in Henan Province[J]. Jiangnan Archaeology, (1): 101-108.]
- 郭睿姬. 1999. 殷墟的自然环境与殷王朝的关系试探[J]. 华夏考古, (3): 87-90. [Guo R J. 1999. Preliminary research on the relationship between physical environment and late Shang Dynasty[J]. Huaxia Archaeology, (3): 87-90.]
- 河南省文物考古研究所, 郑州大学文博学院考古系, 南开大学历史系博物馆学专业. 1996. 1995年郑州小双桥遗址的发掘[J]. 华夏考古, (3): 1-23. [Henan Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Archaeology department in History College of Zhengzhou University, Department of History in Nankai University. 1996. Excavation of Zhengzhou Xiaoshuangqiao site in 1995[J]. Huaxia Archaeology, (3): 1-23.]
- 河南省文物考古研究所. 1999. 舞阳贾湖[M]. 北京: 科学出版社: 805-817. [Henan Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology. 1999. Jiahu site in Wuyang[M]. Beijing, China: Science Press: 805-817.]
- 侯光良, 魏海成, 鄂崇毅, 等. 2013. 青海东部史前人口耕地变化及其对植被演变的影响[J]. 地理科学, 33(3): 299-306. [Hou G L, Wei H C, E C Y, et al. 2013. Prehistoric population and cultivated land change in the eastern Qinghai Province and its environmental effects[J]. Scientia Geographica Sinica, 33(3): 299-306.]
- 侯甬坚, 祝一志. 2000. 历史记录提取的近5-2.7 ka黄河中下游平原重要气候事件及其环境意义[J]. 海洋地质与第四纪地质, 20(4): 23-29. [Hou Y J, Zhu Y Z. 2000. Important climatic events showed by historical records from middle and lower reach plain of the Yellow River during 5-2.7 ka and their environmental significance[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 20(4): 23-29.]
- 贾兰坡, 张振标. 1977. 河南淅川县下王岗遗址中的动物群[J]. 文物, (6): 41-49. [Jia L P, Zhang Z B. 1977. The faunal remains from Xiawanggang site in Xichuan County, Henan Province[J]. Cultural Relics, (6): 41-49.]
- 姜钦华, 宋豫秦, 李亚东, 等. 1998. 河南驻马店杨庄遗址龙山时代环境考古[J]. 考古与文物, (2): 34-40. [Jiang Q H, Song Y Q, Li Y D, et al. 1998. Environmental archaeology of Longshan Period at Yangzhuang site, Zhumadian, Henan Province[J]. Archaeology and Cultural Relics, (2): 34-40.]
- 李庆卫, 陈俊愉, 张启翔. 2007. 河南新郑裴李岗遗址地下发掘炭化果核的研究[J]. 北京林业大学学报, 29(增刊1): 59-61. [Li Q W, Chen J Y, Zhang Q X. 2007. Carbonated stone fruit from underground at Peiligang historical site in Xinzheng, Henan Province[J]. Journal of Beijing Forestry University, 29(S1): 59-61.]
- 李文成, 宋国定, 吴妍. 2014. 河南淅川坑南遗址石制品表面残留淀粉粒的初步分析[J]. 人类学学报, 33(1): 70-81. [Li W C, Song G D, Wu Y. 2014. A preliminary analysis of starch grains on the surface of stone artifacts from the Kengnan site[J]. Acta Anthropologica Sinica, 33(1): 70-81.]
- 李永飞, 于革, 李春海, 等. 2014. 郑州—荥阳附近全新世湖沼沉积环境及对人类文化发展的意义[J]. 海洋地质与第四纪地质, 34(3): 143-154. [Li Y F, Yu G, Li C H, et al. 2014. Environment reconstruction of Mid-Holocene paleo-lakes in Zhengzhou and surrounding regions and the significance for human cultural development in Central China[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 34(3): 143-154.]
- 李中轩, 朱诚, 吴国玺, 等. 2013. 河南省史前人类遗址的时空分布及其驱动因子[J]. 地理学报, 68(11): 1527-1537.

- [Li Z X, Zhu C, Wu G X, et al. 2013. Spatial and temporal distribution of prehistoric human sites and its driving factors in Henan Province[J]. *Acta Geographica Sinica*, 68 (11): 1527-1537.]
- 李中轩, 朱诚, 袁胜元, 等. 2015. 南阳盆地新石器文化的地理分布、传播路径及生业模式[J]. *地理学报*, 70(1): 143-156. [Li Z X, Zhu C, Yuan S Y, et al. 2015. Geographical distribution, diffusion and subsistence variation of prehistoric cultures in Nanyang Basin, Henan Province[J]. *Acta Geographica Sinica*, 70(1): 143-156.]
- 刘耀亮, 许清海, 李曼玥, 等. 2013. 河南省内黄县三杨庄全新世以来的孢粉学记录[J]. *第四纪研究*, 33(3): 536-544. [Liu Y L, Xu Q H, Li M Y, et al. 2013. Holocene pollen record of the Sanyangzhuang site in Neihuang County, Henan Province[J]. *Quaternary Sciences*, 33(3): 536-544.]
- 鲁鹏, 田燕, 陈盼盼, 等. 2014. 环嵩山地区9000-3000 a BP聚落分布与区域构造的关系[J]. *地理学报*, 69(6): 738-746. [Lu P, Tian Y, Chen P P, et al. 2014. The relationship between settlements distribution and regional tectonics around the Songshan Mountain during 9000-3000 a BP [J]. *Acta Geographica Sinica*, 69(6): 738-746.]
- 马萧林. 2007. 河南灵宝西坡遗址动物群及相关问题[J]. *中原文物*, (4): 48-61. [Ma X L. 2007. On the relative problems of animal group at Xipo site in Lingbao, Henan Province [J]. *Cultural Relics of Central China*, (4): 48-61.]
- 倪金生. 2009. 山东沭河上游流域考古遗址预测模型[J]. *地理科学进展*, 28(4): 489-493. [Ni J S. 2009. Predictive model of archaeological sites in the upper reaches of the Shuhe River in Shandong[J]. *Progress in Geography*, 28 (4): 489-493.]
- 乔文文, 毕硕本, 王启富, 等. 2013. 郑洛地区龙山文化遗址预测模型[J]. *测绘科学*, 38(6): 172-174, 181. [Qiao W W, Bi S B, Wang Q F, et al. 2013. Predictive model of archaeological sites of Longshan Culture in Zhengzhou-Luoyang area[J]. *Science of Surveying and Mapping*, 38 (6): 172-174, 181.]
- 乔玉. 2010. 伊洛地区裴李岗至二里头文化时期复杂社会的演变: 地理信息系统基础上人口和农业可耕地分析[J]. *考古学报*, (4): 423-454. [Qiao Y. 2010. Development of complex societies in the Liluo region: a GIS based population and agricultural area analysis[J]. *Acta Archaeologica Sinica*, (4): 423-454.]
- 秦岭, 傅稻镰, 张海. 2010. 早期农业聚落的野生食物资源域研究: 以长江下游和中原地区为例[J]. *第四纪研究*, 30 (2): 245-261. [Qin L, Fuller D Q, Zhang H. 2010. Modelling wild food resource catchments amongst early farmers: case studies from the lower Yangtze and central China [J]. *Quaternary Sciences*, 30(2): 245-261.]
- 任晓辉, 董进国, 陈昌海. 2006. 中全新世河南南阳石笋记录的百年季风干旱事件[J]. *中国岩溶*, 25(4): 269-273. [Ren X H, Dong J G, Chen C H. 2006. Centennial-scale Asian monsoonal aridity events during the Mid-Holocene inferred by stalagmite record from Nanyang Cave, Henan Province[J]. *Carsologica Sinica*, 25(4): 269-273.]
- 施雅风, 孔昭宸, 王苏民, 等. 1992. 中国全新世大暖期的气候波动与重要事件[J]. *中国科学: 化学, 生命科学, 地学*, 22(12): 1300-1308. [Shi Y F, Kong Z C, Wang S M, et al. 1992. Climate changes and abrupt climate change events during the Holocene Megathermal in China[J]. *Scientia Sinica Chimica: Chemistry, Life Sciences, Earth Sciences*, 22(12): 1300-1308.]
- 施雅风, 孔昭宸, 王苏民, 等. 1993. 中国全新世大暖期鼎盛阶段的气候与环境[J]. *中国科学: 化学, 生命科学, 地学*, 23(8): 865-873. [Shi Y F, Kong Z C, Wang S M, et al. 1993. Climate and environment during the Holocene Megathermal Maximum in China[J]. *Scientia Sinica Chimica: Chemistry, Life Sciences, Earth Sciences*, 23(8): 865-873.]
- 宋国定, 姜钦华. 2000. 郑州商代遗址孢粉与硅酸体分析报告[R]//周昆叔, 宋豫秦. 环境考古研究(第二辑). 北京: 科学出版社: 180-187. [Song G D, Jiang Q H. 2000. Report of pollen and phytolith in the sites of Shang Dynasty, Zhengzhou City[R]//Zhou K S, Song Y Q. *Environmental Archaeology* (2nd series). Beijing, China: Science Press: 180-187.]
- 宋豫秦, 郑光, 韩玉玲, 等. 2002. 河南偃师市二里头遗址的环境信息[J]. *考古*, (12): 75-79. [Song Y Q, Zheng G, Han Y L, et al. 2002. Information on the environments of the Erlitou site in Yanshi City, Henan Province[J]. *Archaeology*, (12): 75-79.]
- 孙雄伟, 夏正楷. 2005. 河南洛阳寺河南剖面中全新世以来的孢粉分析及环境变化[J]. *北京大学学报: 自然科学版*, 41(2): 289-294. [Sun X W, Xia Z K. 2005. Paleoenvironment changes since Mid-Holocene revealed by a palynological sequence from Sihenan profile in Luoyang, Henan Province[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 41(2): 289-294.]
- 唐际根, 周昆叔. 2005. 姬家屯遗址西周文化层下伏生土与商代安阳地区的气候变化[J]. *殷都学刊*, (3): 18-22. [Tang J G, Zhou K S. 2005. The secondary mud in Xijiatun Remains and the weather changes in Anyang in Shang Dynasty[J]. *Yindu Journal*, (3): 18-22.]
- 王琳, 崔一付, 刘晓芳. 2014. 甘青地区马家窑文化遗址的地貌环境分析及其土地利用研究[J]. *第四纪研究*, 34(1): 224-233. [Wang L, Cui Y F, Liu X F. 2014. Spatial analy-

- sis on topographic features of Majiayao sites in Gansu-Qinghai region and its indication on ancient land use pattern[J]. *Quaternary Sciences*, 34(1): 224-233.]
- 王青. 2011. 豫西北地区龙山文化时代聚落的控制网络与模式[J]. *考古*, (1): 60-70. [Wang Q. 2011. The control network and model of settlement community of Longshan Culture in northwest Henan[J]. *Archaeology*, (1): 60-70.]
- 王文楷, 毛继周, 陈代光, 等. 1990. 河南地理志[M]. 郑州: 河南人民出版社. [Wang W K, Mao J Z, Chen D G, et al. 1990. *Geography of Henan Province*[M]. Zhengzhou, China: Henan People's Publishing House.]
- 王晓岚, 何雨. 2004. 郑州西山 7000 年来磁化率所反映的气候变化[J]. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 40(1): 133-136. [Wang X L, He Y. 2004. Climate change from 7000 a B. P. in Xishan Mountain of Zhengzhou by analysis of magnetic susceptibility[J]. *Journal of Beijing Normal University: Natural Science*, 40(1): 133-136.]
- 王幼平. 2014. 新密李家沟遗址研究进展及相关问题[J]. *中原文物*, (1): 20-24. [Wang Y P. 2014. On the research progress of Lijiagou site in Xinmi City and other related problems[J]. *Cultural Relics of Central China*, (1): 20-24.]
- 王幼平, 张松林, 顾万发, 等. 2013. 李家沟遗址的石器工业[J]. *人类学学报*, 32(4): 411-420. [Wang Y P, Zhang S L, Gu W F, et al. 2013. The lithic assemblage of the Lijiagou site[J]. *Acta Anthropologica Sinica*, 32(4): 411-420.]
- 王育茜, 张萍, 靳桂云, 等. 2011. 河南淅川沟湾遗址 2007 年度植物浮选结果与分析[J]. *四川文物*, (2): 80-92. [Wang Y Q, Zhang P, Jin G Y, et al. 2011. 2007 floatation results and analysis of Gouwan site of Henan Xichuan[J]. *Sichuan Cultural Relics*, (2): 80-92.]
- 魏书亚, 宋国定. 1997. 从放射性碳素断代看中原地区新石器文化的几个问题[J]. *中原文物*, (2): 100-103, 112. [Wei S Y, Song G D. 1997. Some problems of the Neolithic Culture in Central China from the radiocarbon dating [J]. *Cultural Relics of Central China*, (2): 100-103, 112.]
- 魏兴涛. 2012. 新中国成立以来河南新石器时代考古发现与研究[J]. *华夏考古*, (2): 25-46. [Wei X T. 2012. Archaeological discoveries and studies on the Neolithic cultures in Henan Province since the founding of New China[J]. *Huaxia Archaeology*, (2): 25-46.]
- 魏兴涛, 孔昭宸, 余新红. 2007. 河南西平上坡遗址植物遗存试探[J]. *华夏考古*, (3): 75-82. [Wei X T, Kong Z C, Yu X H. 2007. A preliminary study of the floral remains from the Shangpo site in Xiping, Henan Province [J]. *Huaxia Archaeology*, (3): 75-82.]
- 吴文祥, 葛全胜. 2005a. 全新世气候事件及其对古文化发展的影响[J]. *华夏考古*, (3): 60-67. [Wu W X, Ge Q S. 2005. Climate events of the recent epoch and their influence upon the development of ancient culture[J]. *Huaxia Archaeology*, (3): 60-67.]
- 吴文祥, 葛全胜. 2005b. 夏朝前夕洪水发生的可能性及大禹治水真相[J]. *第四纪研究*, 25(6): 741-749. [Wu W X, Ge Q S. 2005. 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[J]. *Quaternary Sciences*, 25(6): 741-749.]
- 吴文祥, 刘东生. 2001. 4000 a B. P. 前后降温事件与中华文明的诞生[J]. *第四纪研究*, 21(5): 443-451. [Wu W X, Liu T S. 2001. 4000 a BP event and its implications for the origin of ancient Chinese civilization[J]. *Quaternary Sciences*, 21(5): 443-451.]
- 夏商周断代工程专家组. 2000. 夏商周断代工程 1996-2000 年阶段成果概要[J]. *文物*, (12): 49-62. [Expert Group of the Xia-Shang-Zhou Project. 2000. Results from the Xia-Shang-Zhou Projects from 1996 to 2000[J]. *Cultural Relics*, (12): 49-62.]
- 夏正楷. 2012. 环境考古学: 理论与实践[M]. 北京: 北京大学出版社: 256-259. [Xia Z K. 2012. *Environmental Archaeology: principles and practice*[M]. Beijing, China: Peking University Press: 256-259.]
- 夏正楷, 杨晓燕. 2003. 我国北方 4 ka BP 前后异常洪水事件的初步研究[J]. *第四纪研究*, 23(6): 667-674. [Xia Z K, Yang X Y. 2003. Preliminary study on the flood events about 4 ka B.P. in North China[J]. *Quaternary Sciences*, 23(6): 667-674.]
- 许俊杰, 莫多闻, 王辉, 等. 2013. 河南新密溱水流域全新世人类文化演化的环境背景研究[J]. *第四纪研究*, 33(5): 954-964. [Xu J J, Mo D W, Wang H, et al. 2013. Preliminary research of environment archaeology in Zhenshui River, Xinmi City, Henan[J]. *Quaternary Sciences*, 33(5): 954-964.]
- 许清海, 曹现勇, 王学丽, 等. 2010. 殷墟文化发生的环境背景及人类活动的影响[J]. *第四纪研究*, 30(2): 273-286. [Xu Q H, Cao X Y, Wang X L, et al. 2010. Generation of Yinxu Culture: environmental background and impacts of human activities[J]. *Quaternary Sciences*, 30(2): 273-286.]
- 严富华, 麦学舜, 叶永英. 1986. 据花粉分析试论郑州大河村遗址的地质时代和形成环境[J]. *地震地质*, 8(1): 69-74. [Yan F H, Mai X S, Ye Y Y. 1986. Geological age and environment of the Dahocun site, Zhengzhou, from spore-pollen data[J]. *Seismology and Geology*, 8(1): 69-74.]
- 杨瑞霞. 2009. 中原地区数字环境考古研究[D]. 上海: 华东师范大学. [Yang R X. 2009. Study on the digital environmental archaeology in Central China area[D]. Shanghai, China: East China Normal University.]

- 杨瑞霞, 郭迎山, 王超, 等. 2004. 中原地区遥感考古研究与实践[J]. 地域研究与开发, 23(2): 92-96. [Yang R X, Guo Y S, Wang C, et al. 2004. Study and practice of remote sensing archaeology in Center China[J]. Areal Research and Development, 23(2): 92-96.]
- 杨瑞霞, 鲁鹏, 武慧华. 2012. 河南裴李岗文化聚落空间集聚分析[J]. 地域开发域研究, 31(1): 150-155. [Yang R X, Lu P, Wu H H. 2012. The analysis of spacial centralized character of settlements at Peiligang Culture period in Henan Province[J]. Areal Research and Development, 31(1): 150-155.]
- 杨瑞霞, 张震宇, 鲁鹏, 等. 2005. 黄河中下游数字环境考古研究[J]. 地域研究与开发, 24(2): 106-111. [Yang R X, Zhang Z Y, Lu P, et al. 2005. Discussions about digital environmental archaeology in the mid- and- down Yellow River[J]. Areal Research and Development, 24(2): 106-111.]
- 姚政权, 吴妍, 王昌燧, 等. 2007. 河南新密市新砦遗址的植硅石分析[J]. 考古, (3): 90-96. [Yao Z Q, Wu Y, Wang C S, et al. 2007. Analysis of the phytoliths from the Xinzhai site in Xinmi City, Henan Province[J]. Archaeology, (3): 90-96.]
- 于严, 吴海斌, 郭正堂. 2010. 史前土地利用碳循环模型构建及应用: 以伊洛河流域为例[J]. 第四纪研究, 30(3): 540-549. [Yu Y Y, Wu H B, Guo Z T. 2010. A new simulation model for prehistoric land use and carbon storage (PLCM): an application in Yiluo Valleys[J]. Quaternary Sciences, 30(3): 540-549.]
- 袁广阔. 2000. 关于孟庄龙山城址毁因的思考[J]. 考古, (3): 39-44. [Yuan G K. 2000. Thoughts on the ruin of Longshan Culture city- site at Mengzhuang[J]. Archaeology, (3): 39-44.]
- 翟秋敏, 郭志永, 沈娟. 2011. 豫西浍池盆地湖泊沉积特征与古环境[J]. 地理科学, 31(8): 922-928. [Zhai Q M, Guo Z Y, Shen J. 2011. Sedimentary characteristics of lacustrine sediment profile and paleoenvironment in Mianchi Basin, Western Henan Province[J]. Scientia Geographica Sinica, 31(8): 922-928.]
- 张本昀, 李容全. 1997. 洛阳盆地全新世气候环境[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 33(2): 275-280. [Zhang B Y, Li R Q. 1997. The environmental changes of Luoyang Basin in Holocene[J]. Journal of Beijing Normal University: Natural Science, 33(2): 275-280.]
- 张海. 2004. ArcView 地理信息系统在中原地区聚落考古研究中的应用[J]. 华夏考古, (1): 98-106. [Zhang H. 2004. The application of ArcView on the study of settlement archaeology in Central China area[J]. Huaxia Archaeology, (1): 98-106.]
- 张俊娜, 夏正楷. 2011. 中原地区 4 ka B. P. 前后异常洪水事件的沉积证据[J]. 地理学报, 66(5): 685-697. [Zhang J N, Xia Z K. 2011. Deposition evidences of the 4 ka B.P. flood events in Central China Plains[J]. Acta Geographica Sinica, 66(5): 685-697.]
- 张小虎, 夏正楷, 杨晓燕, 等. 2008. 黄河流域史前经济形态对 4 ka B.P. 气候事件的响应[J]. 第四纪研究, 28(6): 1061-1069. [Zhang X H, Xia Z K, Yang X Y, et al. 2008. Different response models of prehistoric economy to 4 ka B. P. climate event in the reaches of Huanghe River[J]. Quaternary Sciences, 28(6): 1061-1069.]
- 张振卿, 许清海, 李月丛, 等. 2007. 殷墟地区土壤剖面孢粉组合特征及环境意义[J]. 第四纪研究, 27(3): 461-468. [Zhang Z Q, Xu Q H, Li Y C, et al. 2007. Environmental changes of the Yin ruins area based on pollen analysis[J]. Quaternary Sciences, 27(3): 461-468.]
- 张震宇, 周昆叔, 杨瑞霞, 等. 2007. 双洎河流域环境考古[J]. 第四纪研究, 27(3): 453-460. [Zhang Z Y, Zhou K S, Yang R X, et al. 2007. Environmental archaeology in the Shuangji River Basin[J]. Quaternary Sciences, 27(3): 453-460.]
- 赵志军, 方燕明. 2007. 登封王城岗遗址浮选结果及分析[J]. 华夏考古, (2): 78-89. [Zhao Z J, Fang Y M. 2007. Identification and analysis of the objects floatation- selected from the soil samples collected to the Wangchenggang site of Dengfeng[J]. Huaxia Archaeology, (2): 78-89.]
- 郑州大学文博学院, 开封市文物工作队. 2000. 豫东杞县发掘报告[R]. 北京: 科学出版社: 19-22, 185-186. [History College of Zhengzhou University, Kaifeng work team of cultural Relics. 2000. Excavation report in Qixian County, east Henan Province[R]. Beijing, China: Science Press: 19-22, 185-186.]
- 中国社会科学院考古研究所河南一队. 1983. 河南新郑沙窝李新石器时代遗址[J]. 考古, (12): 1057-1065. [Henan Working Team No. 1 of the Institute of Archaeology, Chinese Academy of Social Sciences. 1983. Shawoli Neolithic site at Xinzheng, Henan[J]. Archaeology, (12): 1057-1065.]
- 周昆叔. 2007. 上宅新石器文化遗址环境考古[J]. 中原文物, (2): 19-24. [Zhou K S. 2007. On the environmental archaeology at Shangzhai Neolithic site[J]. Cultural Relics of Central China, (2): 19-24.]
- 周昆叔. 2012. 自然与人文[M]. 北京: 科学出版社: 201-227. [Zhou K S. 2012. Nature and humanity[M]. Beijing, China: Science Press: 201-227.]
- 周伟. 1999. 商代后期殷墟气候探索[J]. 中国历史地理论丛, (1): 185-196. [Zhou W. 1999. A research on the palae climate of the Yin times[J]. Collections of Essays on Chi-

- nese Historical Geography, (1): 185-196.]
- 朱诚. 2005. 对长江流域新石器时代以来环境考古研究问题的思考[J]. 自然科学进展, 15(2): 149-153. [Zhu C. 2005. The analysis of environmental archaeology since Neolithic age in the Yangtze River Basin[J]. Progress in Natural Science, 15(2): 149-153.]
- 朱艳, 陈发虎, 张家武, 等. 2001. 距今五千年左右环境恶化事件对我国新石器文化的影响及其原因的初步探讨[J]. 地理科学进展, 20(2): 111-121. [Zhu Y, Chen F H, Zhang J W, et al. 2001. A discussion on the effects of deteriorated environment event on the Neolithic Culture of China, around 5000 a BP[J]. Progress in Geography, 20(2): 111-121.]
- Alley R B, Marotzke J, Nordhaus W, et al. 2002. Abrupt climate change: inevitable surprises[M]. Washington DC: National Academy Press.
- Andersson J G. 1923. Chinese cultures during ancient times [J]. Geology Report, (5): 11-12.
- Arikan B. 2012. Don't abhor your neighbor for he is a pastoralist: the GIS-based modeling of the past human-environment interactions and landscape changes in the Wadi el-Hasa, west-central Jordan[J]. Journal of Archaeological Science, 39(9): 2908-2920.
- Cai B G, Edwards R L, Cheng H, et al. 2008. A dry episode during the Younger Dryas and centennial-scale weak monsoon events during the early Holocene: a high-resolution stalagmite record from southeast of the Loess Plateau, China[J]. Geophysical Research Letters, 35(2), L02705, doi: 10.1029/2007GL030986.
- Chu K-C. 1973. A preliminary study on the climatic fluctuations during the last 5000 years in China[J]. Science China: Mathematics, 16(2): 226-256.
- Crutzen P J. 2002. Geology of mankind[J]. Nature, 415: 23.
- Cullen H M, deMenocal P B, Hemming S, et al. 2000. Climate change and the collapse of the Akkadian empire: evidence from the deep sea[J]. Geology, 28(4): 379-382.
- Daron D, Jerome K. 2014. A GIS model for predicting wetland habitat in the Great Basin at the Pleistocene-Holocene transition and implications for Paleoindian archaeology [J]. Journal of Archaeological Science, 49: 276-291.
- Haug G H, Hughen K A, Sigman D M, et al. 2001. Southward migration of the Intertropical Convergence Zone through the Holocene[J]. Science, 293: 1304-1308.
- Lee G A, Crawford G W, Liu L, et al. 2007. Plants and people from the Early Neolithic to Shang periods in North China [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104(3): 1087-1092.
- Li K F, Zhu C, Jiang F Q, et al. 2014. Archaeological sites distribution and its physical environmental settings between ca 260-2.2 ka BP in Guizhou, Southwest China[J]. Journal of Geographical Sciences, 24(3): 526-538.
- Li X Q. 2013. New progress in the Holocene climate and agriculture research in China[J]. Science China: Earth Sciences, 56(12): 2027-2036.
- Luo L, Wang X Y, Liu C S, et al. 2014. Integrated RS, GIS and GPS approaches to archaeological prospecting in the Hexi Corridor, NW China: a case study of the royal road to ancient Dunhuang[J]. Journal of Archaeological Science, 50: 178-190.
- Ma C M, Zhu C, Zheng C G, et al. 2009. Climate changes in East China since the Late-glacial inferred from high-resolution mountain peat humification records[J]. Science in China: Earth Sciences, 52(1): 118-131.
- McCauley J F, Schaber G G, Breed C S, et al. 1982. Subsurface valleys and geoarchaeology of the eastern Sahara revealed by Shuttle radar[J]. Science, 218: 1004-1020.
- Mehrer M W, Wescott K L. 2006. GIS and archaeological site location modeling[M]. New York: Taylor & Francis Group.
- Mo D W, Zhao Z J, Xu J J, et al. 2010. Holocene environmental changes and the evolution of the Neolithic cultures in China[C]//Martine I P, Chesworth W. Landscapes and Societies. Heidelberg, Germany: Springer Science: 299-319.
- Morehart C T. 2012. Mapping ancient chinampa landscapes in the Basin of Mexico: a remote sensing and GIS approach [J]. Journal of archaeological Science, 39(7): 2541-2551.
- Rasmussen S O, Anderson K K, Svensson A M, et al. 2006. A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination[J]. Journal of Geophysical Research, 111(D6), D06102, doi: 10.1029/2005JD006079.
- Ruddiman W F, Guo Z T, Zhou X, et al. 2008. Early rice farming and anomalous methane trends[J]. Quaternary Science Reviews, 27(13-14): 1291-1295.
- Ucko P J, Layton R. 1999. The archaeology and anthropology of landscape: shaping your landscape[M]. London, UK: Routledge.
- Vinther B M, Clausen H B, Johnsen S J, et al. 2006. A synchronized dating of three Greenland ice cores throughout the Holocene[J]. Journal of Geophysical Research, 111(D13), D13102, doi: 10.1029/2005JD006921.
- Wang S W, Ge Q S, Wang F, et al. 2013. Abrupt climate changes of Holocene[J]. Chinese Geographical Science, 23(1): 1-12.
- Weiss H, Courty M A, Wetterstrom W, et al. 1993. The genesis and collapse of third millennium North Mesopotamian civilization[J]. Science, 261: 995-1004.

- 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[J]. *Quaternary International*, 117(1): 153-166.
- Xia Z K, Wang Z H, Zhao Q C. 2004. Extreme flood events and climate change around 3500 a BP in the Central Plains of China[J]. *Science in China: Earth Sciences*, 47(7): 599-606.
- Xia Z K, Zhang X H, Chu X L, et al. 2010. Discovery and significance of buried paleoearthquake of the early Shang Dynasty (1260-1520 BC) in Xuecun, Xingyang, Henan Province, China[J]. *Chinese Science Bulletin*, 55(12): 1186-1192.
- Yu X F, Zhou W J, Franzen L G, et al. 2006. High-resolution peat records for Holocene monsoon history in the eastern Tibetan Plateau[J]. *Science in China: Earth Sciences*, 49(6): 615-621.
- Yu Y Y, Guo Z T, Wu H B, et al. 2012. Reconstructing prehistoric land use change from archeological data: validation and application of a new model in Yiluo Valley, Northern China[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 156: 99-107.
- Yuan D X, Cheng H, Edwards R L, et al. 2004. Timing, duration, and transitions of the last interglacial Asian monsoon [J]. *Science*, 304: 575-578.
- Zhang H, Beban A, Fuller D, et al. 2010. Archaeobotanical and GIS-based approaches to prehistoric agriculture in the upper Ying River Valley, Henan, China[J]. *Journal of archaeological Science*, 37(7): 1480-1489.

Progress and trend of Holocene environmental archaeology in Henan Province

LI Kaifeng^{1,2}, MA Chunmei³, GAO Wenhua¹, LI Suyuan⁴, LI Zhongxuan⁵, PAN Yanfang¹

(1. College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475004, Henan, China; 2. Key Laboratory of Quaternary Chronology and Environment Evolution, Chinese Academy of Geological Sciences, Shijiazhuang 050061, China; 3. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China; 4. College of History and Culture, Henan University, Kaifeng 475001, Henan, China; 5. School of Urban-rural Planning and Architecture, Xuchang University, Xuchang 461000, Henan, China)

Abstract: As one of the core areas of origin of the Chinese civilization, Henan Province is an ideal place for Holocene environmental archaeological research. In the past two decades, the majority of studies of environmental archaeology in Henan Province focused on the environmental background analysis of the evolution of culture. A small number of these studies was on the impact of catastrophic events and human responses to climate change. Digital environmental archaeology also began to develop. But the region still lacks relevant research on high-resolution paleoenvironment reconstruction. Although great attention was paid to the research of environmental impacts on culture development, human responses to environment change and the environmental effects of past human activities were rarely examined. With the broader application of remote sensing, GIS, and other technologies and constant attention to landscape archaeology, archaeological site location modeling and quantitative studies of prehistoric human-nature relationship have become the focus of international environmental archaeology.

Key words: Henan Province; Holocene; environmental archaeology; human responses; environmental effects; digital environmental archaeology