中国科学: 地球科学 2017 年 第 47 卷 第 12 期: 1383 ~ 1394
SCIENTIA SINICA Terrae earthcn.scichina.com
《中国科学》杂志社 SCIENCE CHINA PRESS
论 文 气候环境变化与文明演化专题

不同空间尺度影响古代社会演化的环境和技术因素探讨

董广辉*, 刘峰文, 陈发虎

兰州大学西部环境教育部重点实验室, 兰州大学资源环境学院, 兰州 730000

* E-mail: ghdong@lzu.edu.cn

收稿日期: 2017-02-12; 接受日期: 2017-09-15; 网络版发表日期: 2017-11-15
国家自然科学基金项目(批准号: 41620104007和41671077)和兰州大学中央高校基本科研业务费专项资金项目(编号: LZUJBKY-2015-K09)资助

摘要 古文化兴衰和文明演化的过程及其动力是广受关注的热点科学问题, 然而, 对该问题的认识存在较多的分歧与争议. 本文对史前和历史时期遗址废弃、文化兴衰和人口变化, 及其环境和技术影响因素的研究案例进行了梳理, 提出在不同空间尺度, 影响古代人类社会演化的主导因素是不一样的. 在局地尺度上, 突发性灾害是导致大型聚落毁灭或废弃的重要影响因素. 在区域尺度上, 十年至百年时间尺度的气候干旱或寒冷事件是导致古文明衰退和人类大规模迁徙的主要诱发因素, 而持续稳定适宜的气候则促使古文明的兴盛. 在大陆-全球尺度上, 百年至千年时间尺度的重大技术革新及其扩散, 是推动人口显著增长和社会进步的主要动力. 在此基础上, 阐释了不同空间尺度下, 环境和技术因素对古代人类生存和社会演化产生影响的可能机制.

关键词 史前时代, 历史时期, 人地关系, 文化演化, 突发灾害, 气候变化, 技术革新

1 引言

人类及其社会演化的历史及其影响因素, 是学术界关注的重要科学问题, 有助于认识人地关系演化的规律和未来演化的趋势. 在史前和历史时期, 世界很多地区都曾出现了古文明的兴盛和衰退, 导致古文明兴衰的主导因素是地理学、考古学、历史学等多学科领域聚焦的热点问题. 然而, 对该问题的认识存在很多不同的观点和假说, 例如, 有学者认为突发性重大灾害事件(大洪水、地震、火山喷发等)是导致大型古聚落废弃的重要原因(Capasso, 2000; 夏正楷等, 2003; Huang等, 2010), 甚至成为诱发中华文明起源的关键因素(Wu等, 2016). 很多学者则认为气候变化是影响文明演化的关键因素(许靖华, 2014), 气候恶化导致古文明的衰亡(Weiss, 1982; Haug等, 2003; Tung等, 2016), 而适宜的气候条件则是促使古文化兴盛和人群扩张的主要动力(莫多闻等, 1996; Binford等, 1997; Cremaschi和Zerboni, 2009; Li等, 2016). 还有学者指出, 人类历史上的重大技术革命(如农业起源)是促使人群扩张和文明演进的关键因素(Finley, 1965; Price, 1995; Dow和Reed, 2015). 上述工作显示, 对人类社会演化和古文明兴衰机制的认识尚存在明显的争论, 是需要深入研

中文引用格式: 董广辉, 刘峰文, 陈发虎. 2017. 不同空间尺度影响古代社会演化的环境和技术因素探讨. 中国科学: 地球科学, 47: 1383–1304, doi: 10.1360/N072017-00046
英文引用格式: Dong G H, Liu F W, Chen F H. 2017. Environmental and technological effects on ancient social evolution at different spatial scales. Science China Earth Sciences, 60: 2067–2077, doi: 10.1007/s11430-017-9118-3

© 2017 《中国科学》杂志社

究和探讨的科学问题.

人类演化和文明演进与其所处的气候和环境背景是密切相关的. 第四纪气候变化过程与机制的研究为探讨人类社会演化与环境变化的关系奠定了重要的基础, 同时也提供了重要的启示. 例如, 在不同区域不同时间尺度, 影响气候变化的主导因素是不同的(Steinhilber等, 2012; 吴福婷和符淙斌, 2013; Haddeland等, 2014). 不同古文明存在的时间和空间范围也是不一致的, 而从不同时空尺度的角度探讨古文明兴衰影响因素的工作相对薄弱, 对其机制的阐述则更显不足. 针对这一问题, 本文通过分类总结和梳理环境考古的研究案例, 分析不同空间尺度影响古代人类社会演化的主要环境和技术因素, 并尝试阐述这些因素对古人类生存和古文明兴衰的可能影响机制, 以期推进对人地关系演变的规律与机制的深入探讨.

2 不同空间尺度影响古代社会演化的环境和技术因素分析

空间尺度的概念来源于景观生态学, 通常被理解为研究对象或过程的空间大小(Turner和Gardner, 1991; 傅伯杰等, 2001). 然而, 对空间尺度大小的分级标准较为模糊, 随意性较强, 在不同的研究中可能存在明显的差异. 例如, 肖笃宁等(1997)曾对空间尺度大小进行了量化讨论, 将小尺度、中尺度、大尺度和超大尺度分别定义为10^1~10^2、10^2~10^3、10^4~10^6和10^6~10^{14}km^2, 而杨晓燕等(2005)在探讨不同空间尺度的环境考古研究方法时, 对空间尺度大小的划分则显著不同, 其中超大尺度仅对应于区域遗址群的分布范围. 本文研究主要参照肖笃宁等(1997)对空间尺度的划分标准, 结合聚落和考古文化分布空间特点, 将古代社会发展的空间尺度分为局地尺度、区域尺度和大陆-全球尺度. 其中局地尺度对应于小尺度, 空间范围为0~10^2km^2; 区域尺度主要对应于中尺度, 空间范围为10^2~10^5km^2; 大陆-全球尺度主要对应于大尺度和超大尺度, 空间范围为10^5~10^9km^2, 上限依据全球陆地面积界定.

2.1 局地尺度上导致古代大型聚落毁灭废弃的主要环境因素

在局地尺度上, 单个地理单元(如盆地)古代大型聚落或遗址群的废弃或人类活动与环境变化的关系是环境考古研究关注的焦点. 导致史前或历史时期大型聚落废弃的因素有很多, 例如, 战争(Flannery和Marcus, 2003)、瘟疫(朱泓等, 2014)和饥荒(魏坚, 1991)等, 而环境因素方面, 突发性地质灾害被认为是导致大型聚落遗址或古城废弃的重要因素. 例如(图1), 古罗马时期(8世纪BC~AD5世纪, “BC”为“公元前年”, “AD”为“公元后年”), 意大利南部维苏威火山在AD79突然喷发, 导致庞贝古城、赫库兰尼姆古城淹没于火山灰中(Capasso, 2000; Giacomelli等, 2003). 土耳其境内的Sagalassos古城和以色列境内的Umm-EI-Qanatir大型聚落遗址分别毁于AD650和AD749的古地震(Waelkens等, 2000; Wechsler等, 2009). 中国河南省内黄县三杨庄汉代(202BC~AD220)聚落和庭院遗址, 被AD14左右泛滥的黄河洪水整体淹没(Kidder等, 2012).

在青海省官亭盆地, 齐家文化时期(4300~3500a BP, “BP”为“距公元后年20世纪50年代”)的大型聚落遗址——喇家遗址, 被认为是毁于地震、洪水等群发性地质灾害(夏正楷等, 2003). Wu等(2016)认为1920BC左右官亭盆地的古地震导致黄河上游积石峡段发生滑坡堵塞黄河河道形成巨型堰塞湖, 随后其溃决导致黄河流域出现特大洪水, 并将其与古史传说联系, 推测其诱发大禹治水和夏朝的建立. 然而, 其他研究团队的地质调查和测年工作显示, 积石峡堰塞湖在5600a BP前已经消失(Dong等, 2014; 董广辉等, 2017a; Zhang等, 2015), 与喇家遗址毁灭无关. 在官亭盆地全新世中期曾出现多次古洪水(杨晓燕等, 2004; Ma等, 2014), 其更有可能是山洪而非黄河洪水(Huang等, 2013). 官亭盆地全新世的古洪水很可能造成史前人类在盆地内的小范围迁徙(杨晓燕等, 2004; Ma等, 2014), 在黄河上游群尖盆地、黄河中游的关中盆地也出现同样的现象(黄春长等, 2011; Li等, 2014). 局地尺度古洪水造成小范围人类迁徙的现象在世界其他地区也有报道, 例如, 200BC~AD500, 意大利阿诺河与塞尔基奥河流域的多次古洪水也造成了古代先民的迁徙(Benvenuti等, 2006).

尽管古地震、火山喷发和山洪等地质灾害会导致一些大型聚落和古城的废弃, 以及局地尺度上古人类定居点的小范围反复转移, 但这些突发性地质灾害的影响范围通常是有限的, 不足以对古文明演化产生重大的影响. 例如, 庞贝古城和库兰尼姆古城的毁灭与古罗马的衰落没有直接的关系, 喇家遗址的废弃也没

有导致齐家文化的衰退. 虽然也有学者认为重大灾难事件可能成为古文明衰落的诱因. 例如, 希腊米诺斯文明衰落被认为与锡拉岛火山喷发及其引起的复合灾害紧密相关(Antonopoulos, 1992; McCoy和Heiken, 2000), 但其因果关系仍存在争议(Minoura等, 2000; Bruins等, 2008). 古文明发展需要更广阔的空间, 其兴衰被认为与气候变化有更密切的关联(例如, 莫多闻等, 2003; Wu和Liu, 2004; 吴文祥等, 2009; 许靖华, 2014).

2.2 区域尺度上导致古文明兴衰的主要环境因素

区域尺度上古代人地关系研究不再局限于对单个大型聚落或古城址废弃因素的研究, 而是以不同地理空间具有相同文化性质的遗址、聚落以及古城址所组成的文化空间为基础, 探讨史前文化和古文明的形成、发展和衰落的时空过程, 及其影响因素和可能机制, 其中全新世气候和环境变化对古文明兴衰的影响是热点科学问题.

适宜的气候条件被认为是古文化发展兴盛的重要促进因素. 例如, 中原地区是中国新石器文化最为兴盛的地区, 也是中华文明起源的核心地区. 山西公海的高分辨率古气候重建结果显示, 7500~5500a BP是全新世降水最高且稳定的时期, 很可能促进了仰韶文化(7000~5000a BP)在黄河流域的发展兴盛和广泛扩张(Chen等, 2015b; 董广辉等, 2016a). 在甘青地区, 中全

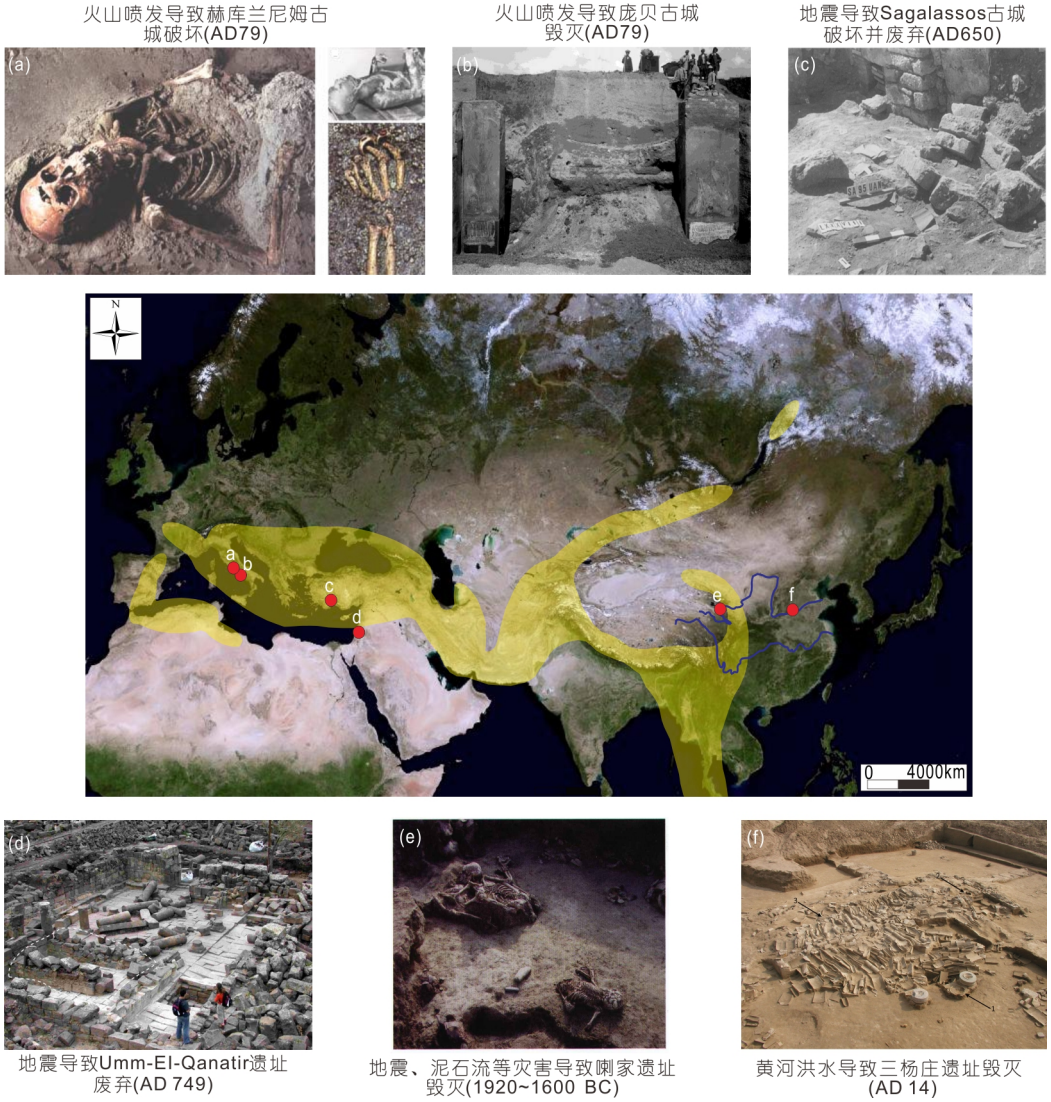

图 1 局地尺度突发地质灾害导致古大型聚落毁灭案例

新世晚段相对适宜的气候条件对马家窑文化(5300~4000a BP)和齐家文化(4300~3500a BP)的发展也起到了促进作用(An等, 2004; Dong等, 2012, 2013). 中国历史上王朝的兴盛和人口的增长与气候适宜的时期有很好的对应(Yancheva等, 2007; Lee等, 2008), 中美洲玛雅文明兴盛的时代同样处于气候湿润的时期(Medina-Elizalde和Rohling, 2012). 欧洲罗马帝国的强盛(AD96~180), 适宜的气候条件也是重要的促进因素(Büntgen等, 2011).

世界上很多地区古文明的衰退都与气候恶化事件有密切的联系. 例如(图2), 在西亚的美索不达米亚地区, 阿卡德帝国在2334~2154BC解体, 被认为是由2200BC左右的干旱气候事件导致的(Weiss等, 1993; Kerr, 1998; Cullen等, 2000); 在南亚的印度河流域, 哈拉帕文明(2600~1800BC)的衰退与2200~1900BC的干旱气候有紧密的关联(Staubwasser等, 2003); 在中美洲地区, 公元4世纪至9世纪是玛雅文明发展的全盛期, 之后突然走向衰败, 公元9世纪初开始的持续干旱事件被归为主要原因(Haug等, 2003; Medina-Elizalde和Rohling, 2012). 在东南亚地区, 吴哥城的废弃以及高棉王国的衰落与AD1300~1500发生的两次长期的气候干旱事件有关(Buckley等, 2010). 在中国, 历史时期王朝的更迭与季风降水的显著下降时期有很好的对应(Zhang等, 2008).

上述研究均显示持续的干旱气候是导致古文明衰退的重要因素, 尽管全新世中晚期的全球变冷事件也被认为对欧亚大陆的古文明衰退产生了重要的影响(吴文祥和刘东生, 2011), 但从目前的研究案例来看, 文化演化对其分布区域的降水变化的响应更为敏感. 干旱气候还导致人群的大规模迁徙, 例如, 在南美洲, AD562~594的干旱事件, 导致莫切文化先民从沿海地区向内陆高山区迁徙(deMenocal, 2001); 在欧洲, AD280~600是气候波动显著、整体冷干的时期, 也是大迁徙的时期(Büntgen等, 2011).

冷干气候对人类社会发展的影响也并非都是负面的. 面对不利的气候条件, 也有研究案例显示人类通过技术变革应对环境变化, 进而推动社会发展的现象. 例如, 1300~700BC, 地中海东部地区气候干旱, 铁器的

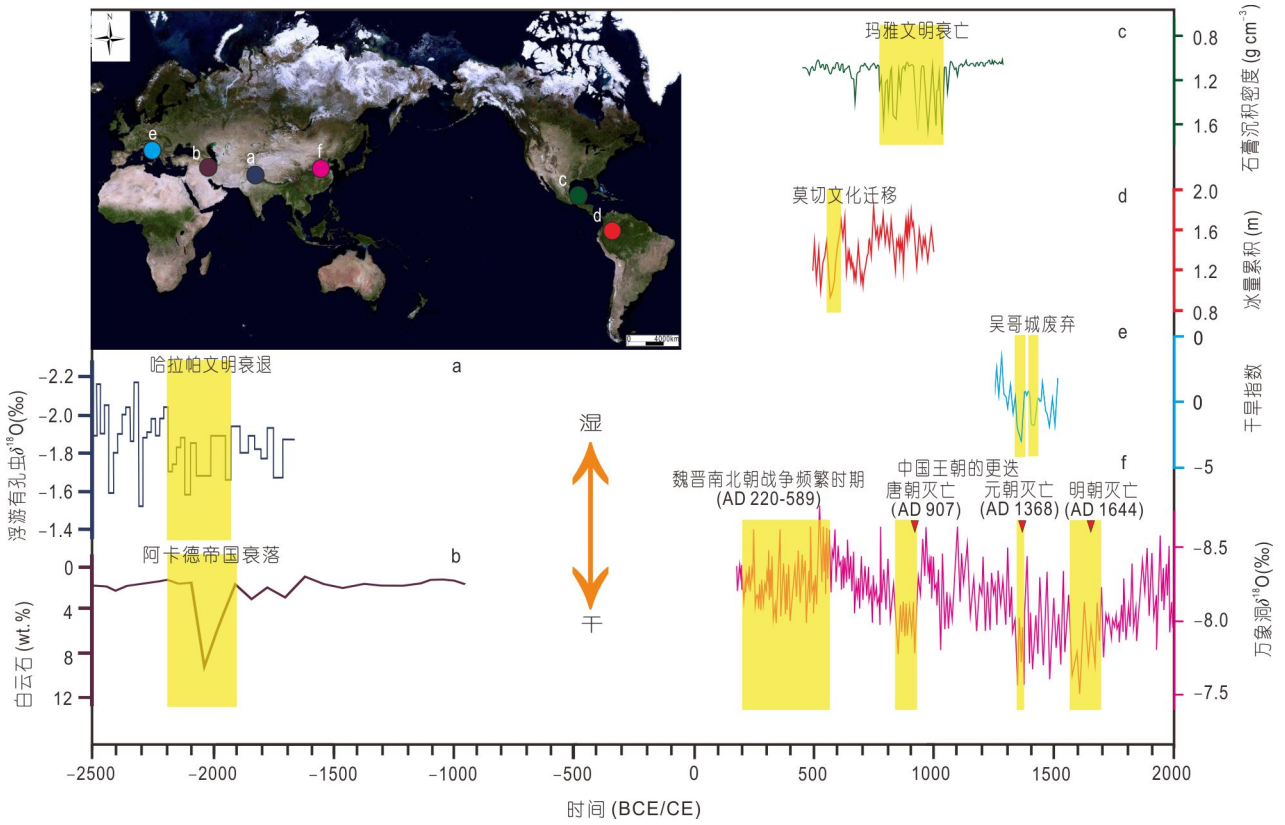

图 2　区域尺度上持续干旱事件导致古文化衰退和大规模人群迁徙案例

冶炼和广泛使用促进了该地区城邦文明的兴起(Drake, 2012; Chew和Sarabia, 2016); 1300~700BC, 欧亚草原区气候干旱, 但1000BC前后欧亚草原游牧文明兴起, 逐水草而居的游牧经济加快了欧亚草原人群迁徙、文化扩张、技术交流的进程, 推动了欧亚大陆文化的发展和社会的变革(Di Cosmo, 2002; Kuzmina, 2015).

2.3 大陆-全球尺度影响社会发展的技术因素

世界不同地区的古文明发展的历程并不同步, 例如, 约2200~1900BC是西亚地区古文明衰退的时期, 城市和聚落规模明显变小(朱龙华, 1994; 王绍武, 2005), 而该时期是中华文明起源的关键时期, 黄河流域聚落规模较此前显著增加, 早期古城集中涌现(严文明, 1999; 余介方, 2003). 因此, 在大陆至全球尺度上, 相较于区域古文明兴衰, 全球人口数量的变化更能够体现人类社会的整体发展水平. 大陆-全球尺度下, 降水的空间差异非常显著(Hulme, 1996; 马柱国和符淙斌, 2007), 例如, 西风区和季风区的降水变化趋势在不同时间尺度均存在明显的差异(Chen等, 2008, 2010; 陈发虎等, 2011), 而全球温度变化的趋势则基本一致(Marcott等, 2013). 因此, 通过近2万年的全球温度变化和人口数量的对比, 可以从一个侧面反映长时间尺度气候变化和人类社会演化的关系(图3). 结果显示, 全球人口数量变化与全球温度变化的总体趋势并不一致. 尤其是7000a BP后, 全球温度整体呈下降趋势(Marcott等, 2013), 而全球人口则整体呈现上升趋势(Biraben, 2003), 说明气候变化不是推动大陆-全球尺度社会发展的主导因素.

考古学根据工具类型的不同, 将人类社会发展的阶段大体分为旧石器时代、新石器时代、铜器时代和铁器时代等, 说明人类生产技术的进步是推动整体社会发展的重要动力. 通过将全新世早期以来的重大技术革新事件和全球人口数量变化的对比(图3), 同样显示生产技术的重大进步和广泛传播, 是促进全球人口快速增长的关键因素. 全新世早期的“农业革命”对全球人口增长的推动作用尤为明显. 目前世界最早的农业驯化的确切证据来自于西亚的肥沃新月地区, 小麦和大麦在8500BC左右驯化于这一地区(Lev-Yadun, 2000), 8000BC左右驯化的羊和牛在西亚地区也已出现(Bradley等, 1998; Zeder和Hesse, 2000). 同时期在中国的黄河流域和长江流域, 分别出现了黍和水稻驯化的迹象(Lu等, 2009; Yang等, 2012; Zhao, 2011). 8500~6500BC, 全球人口呈现出增长的趋势, 但增幅尚不显著(Biraben, 2003). 在6500BC左右, 西亚地区的麦作农业得到了强化(Tanno和Willcox, 2006), 并随后快速向周边地区扩张(Zeder, 2008; Jones等, 2011; Zohary等, 2012). 在中国的长江流域和黄河流域, 5000~4000BC是稻作农业和旱作农业强化的时期(Fuller等, 2009; 赵志军, 2014; 董广辉等, 2016b). 全球人口数量在6500BC后的增长速度明显增加(Biraben, 2003), 很可能是受到了欧亚大陆新石器时期农业强化和传播的影响.

全球温度在2000~1500BC出现了大幅度的下降(Marcott等, 2013), 该时期全球人口数量同样发生了明显的下降(Biraben, 2003), 该时期也是欧亚大陆重要的文化转型期(王绍武, 2005; Roberts等, 2011), 显示人类对环境恶化适应能力较差的时期, 剧烈的气候变化可能会对大陆-全球尺度的社会发展产生重要影响. 1500BC和500BC左右, 青铜生产工具和铁器生产工具分别在 中国和欧亚大陆的大多数地区得到了广泛运用, 全球人口数量也随之出现了显著的增长(图3). 全球人口更显著的增长出现在工业革命之后, AD1760全球人口约7.7亿人, 到二战前(AD1939)已经达到约23亿人(Mcevedy和Jones, 1985). 而在此期间, 全球温度处于全新世的低谷(Marcott等, 2013). 基于上述资料, 可推断重大技术革新及其广泛扩散, 是推动大陆-全球尺度社会发展和人口增长的主要动力.

3 不同空间尺度环境和技术因素对古代社会演化影响的机制探讨

不同空间尺度下, 环境和技术因素对古代社会演化的可能影响机制如图4所示. 在局地尺度上, 造成古大型聚落或古城毁坏和废弃的地质灾害多具有突发性和不可预测性的特征. 由于地震、山洪、火山喷发等灾害发生速度快, 灾害核心区的人类往往来不及反应, 即被快速掩埋. 近10年重大突发地质灾害造成大量人员伤亡的案例有很多, 例如, 2008年汶川地震、2010年舟曲特大泥石流、2010年青海玉树地震、2011年日本宫本县地震等. 突发性灾害主要是由地质构造运动和极端天气引起的, 例如, 2008年的汶川地震是由板块运动导致的, 而2010年舟曲特大泥石流灾害则

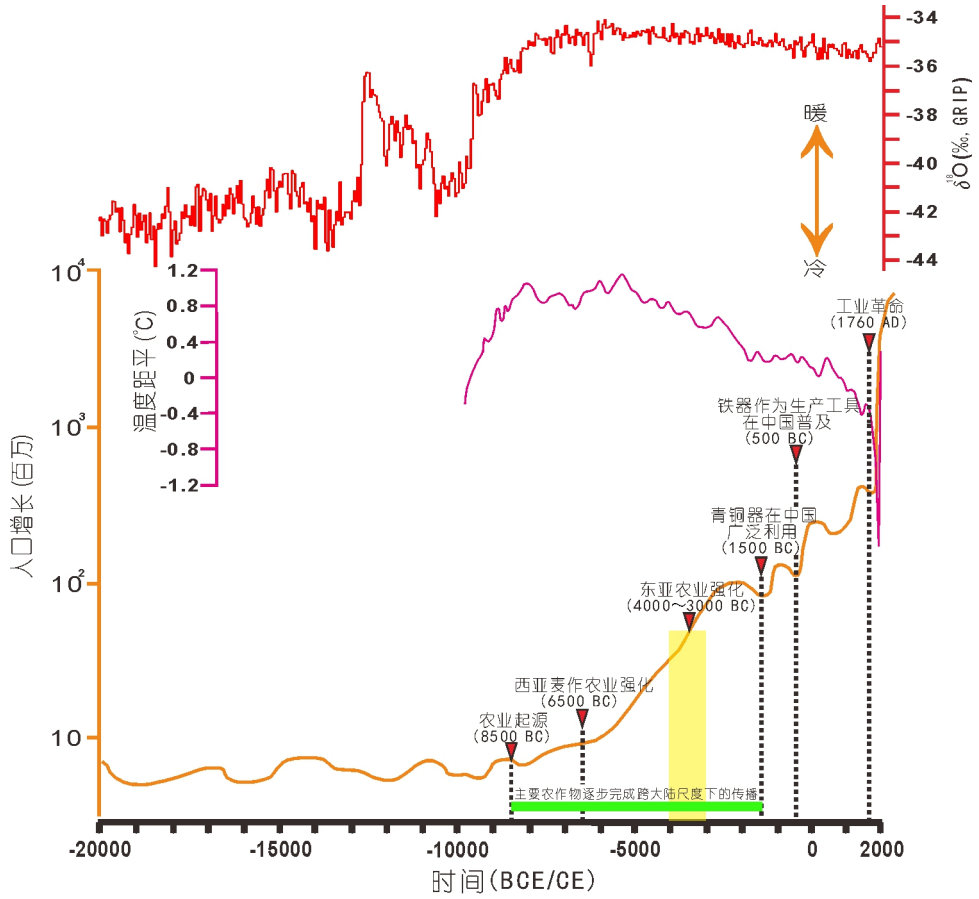

图 3　晚更新世以来全球人口变化与温度变化和重要技术革新事件的对比

是由强降雨诱发的(刘传正等, 2011; 张培震等, 2013).

在区域尺度上, 持续数十年至数百年的气候恶化, 可能会导致人类社会的农业生产受到影响, 造成粮食产量下降和资源供给不足, 诱发社会动荡风险增大、战争频率增加等重大社会问题, 进而对社会发展进程产生重要影响. 在欧洲和中国的历史时期, 都发生过这样的案例(Zhang等, 2007; 方修琦等, 2015; Dong等, 2016a). 长期冷干气候影响下的资源供应短缺, 还可能造成人口的大规模迁徙, 导致迁出区古文化的衰退(Chapdelaine, 2011), 而在迁入区则可能通过人口增长, 推进文化的快速发展. 例如, 8500~5300BC非洲撒哈拉东部地区气候温暖湿润, 文化兴盛. 5300BC后气候显著变干, 环境急剧恶化, 导致该地区的先民向尼罗河河谷地区大规模迁徙, 推动了古埃及文明的兴起(Kuper和Kröpelin, 2006). 新石器-青铜时代的显著气候冷干事件还可能通过影响人类对资源利用方式的选择, 进而影响文化演化. 例如, 4000~3600a BP的气候冷干事件导致中国西北甘青地区由粟作农业生产方式向粟作和麦作农业并存的生产方式转变(Ma等, 2016), 生产方式出现明显的空间分异, 进而导致该地区3600a BP左右文化面貌由主流的齐家文化分散为不同区域并存的数支青铜文化.

长期温暖湿润的气候条件则为史前文化和古文明的发展和扩张提供了有利条件. 稳定适宜的气候有助于增加粮食的产量和资源(包括野生动植物、树木等)的供给水平, 进而促进人口的快速增长. 人口数量的显著上升, 必然促使一部分人群寻找新的生存空间, 推动人群的扩散和文化的扩张, 技术也随之向外传播. 暖湿气候促使史前文化扩张的研究案例在世界多地均有报道, 例如, 在中国西北甘青地区, 适宜的气候条件推动马家窑文化和齐家文化从黄土高原西部向青藏高原东北部的扩散(侯光良等, 2010; Jia等, 2013);

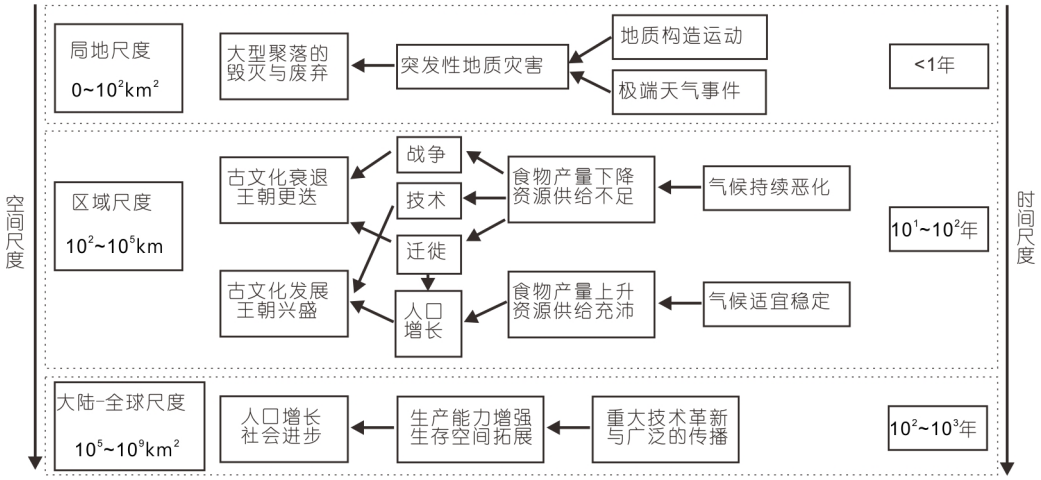

图 4　不同时空尺度环境和技术因素影响古代社会演化的可能机制

1000BC左右, 西伯利亚南部和中部气候由干转湿, 推动斯基泰文化向东扩散(Geel等, 2004); 全新世晚期, 南美洲瓜拉尼语系人群的扩张也与适宜的气候条件有直接的联系(Iriarte等, 2017). 持续暖湿气候促进食物供给的增加, 还有助于将一部分人群从食物生产环节脱离出来, 从事其他生产活动(例如, 陶器、冶金制作), 进而促进社会分工和发展.

尽管很多研究案例显示区域尺度上气候寒冷或干旱事件是导致古文明衰退的重要因素, 但二者的关系是复杂的. 古文明的兴衰很可能与气候变化的幅度和速率, 以及人类社会的调整适应能力存在重要关联. 在人类社会应对气候突变能力较弱的时期, 气候的急剧恶化很可能造成人口与资源供给失衡, 成为诱发古文明衰落和古国灭亡的重要因素. 例如, 2200BC的气候冷干事件引起西亚美索不达米亚地区土地荒漠化, 严重影响该地区的农业活动, 被认为是阿卡德帝国解体的重要因素(Weiss等, 1993). 然而, 不同区域的古文明对同一时期的气候变化的响应也可能存在着差异. 比如: 2000~1500BC, 北半球温度显著下降, 但青藏高原东北部青铜文化人群反而在1600BC后向高海拔地区扩张并永久定居(Chen等, 2015a), 中原地区二里头文化(1750~1450BC)快速发展, 并被认为是华夏王朝文明的开端(许宏, 2010), 而中国的其他地区则普遍出现文化衰退的现象(王巍, 2004). 欧亚大陆史前东西方文化交流带来的技术革新很可能是导致上述现象出现的重要原因. 2000~1500BC是西亚起源的耐寒农作物大麦和小麦传入中国的关键时期(董广辉等, 2017b), 1600BC左右成为青藏高原东北部的主要栽培作物, 是促成其后人类永久定居青藏高原高海拔地区的主要原因(Chen等, 2015a); 黄河中游地区二里头文化时期(1750~1450BC), 粟、黍、水稻、小麦和大豆以及家畜猪、狗、牛、羊都得到了利用, 多样化的生业模式成为人类应对气候环境恶化的重要方式, 并为该地区二里头文化的发展奠定了坚实的经济基础(赵志军, 2011; Lee等, 2007; 袁靖, 2015). 反观中国其他地区同时期的文化, 农作物种植品种相对单一, 对气候环境变化以及自然灾害的的抵抗能力较弱, 可能是其衰落的重要因素之一(王巍, 2004; 赵志军, 2011).

在大陆-全球尺度, 重大技术革新及其广泛传播, 对提升人类的食物生产和资源供给能力起到了显著的促进作用, 并极大拓展人类的生存空间(Price, 2000; 张东菊等, 2017; Wilmshurst等, 2011), 进而推动人口的快速增长和社会的整体发展. 例如, 10000a BP左右的农业起源, 促使人类由狩猎采集和游猎的生活方式, 逐渐转为以农业生产为主和定居的生活方式. 一方面, 农业起源以后的世界人口增长率显著提高. 另一方面, 古人类生育周期由平均约4年或更多缩短至2~3年(Diamond, 2002; Hewlett等, 2005), 存活率也明显提升. 农业起源促进全球人口增长(图3), 在基因研究中也得到了支持(Gignoux等, 2011). 农业人群随后携带技术和语言从动植物驯化中心向外扩散, 推动了欧亚大陆的新石器文化发展(Diamond和Bellwood, 2003). 技术

的进步和扩散还促使人类对不同环境的适应能力显著增强, 例如, 以耐寒的大麦、小麦和羊生产为主的农牧经济的传播, 促使人类6000~5000a BP左右大规模定居到北欧斯堪的纳维亚较寒冷的高纬度地区(Price, 2000; Zeder, 2008), 并促成史前人类在3600a BP后永久定居至青藏高原高海拔地区(Chen等, 2015a; Dong等, 2016b). AD1190~1290, 古人群占领波利尼西亚东部群岛则借助于可远距离航海的双体独木舟的出现(Wilmshurst等, 2011).

4 结论

环境变化和技术进步对古代人类社会的演化产生了重要的影响, 但在不同空间尺度下, 影响社会演化的主导的环境和技术因素有所差别. 在局地尺度上, 由地质构造运动和极端天气事件导致的突发性地质灾害可能是毁灭大型古聚落和古城的关键因素, 并可能导致人类居址的小范围迁徙. 在区域尺度上, 十年至百年时间尺度的冷干气候导致食物供给短缺和人口与资源矛盾突出, 成为诱发古文明衰退和王朝更迭的重要因素, 而稳定适宜的气候条件则促进资源供给的增加和人口的增长, 进而促使古文化的扩张和古文明的兴盛. 在大陆-全球尺度上, 百年至千年时间尺度的重大技术革新及其扩散, 显著提升古人类获得资源的能力, 并促进人类生存空间的拓展, 是推动人口快速增长和社会进步的主要动力.

参考文献

陈发虎, 黄伟, 靳立亚, 陈建徽, 王劲松. 2011. 全球变暖背景下中亚干旱区降水变化特征及其空间差异. 中国科学: 地球科学, 41: 1647–1657

董广辉, 刘峰文, 杨谊时, 王琳, 陈发虎. 2016a. 黄河流域新石器文化的空间扩张及其影响因素. 自然杂志, 38: 248–252

董广辉, 张山佳, 杨谊时, 陈建徽, 陈发虎. 2016b. 中国北方新石器时代农业强化及对环境的影响. 科学通报, 61: 2913–2925

董广辉, 杨谊时, 韩建业, 王辉, 陈发虎. 2017a. 农作物传播视角下的欧亚大陆史前东西方文化交流. 中国科学: 地球科学, 47: 530–543

董广辉, 张帆宇, 刘峰文, 张东菊, 周爱锋, 杨谊时, Wang G H. 2017b. 喇家遗址史前灾害与黄河大洪水无关. 中国科学: 地球科学, doi: 10.1360/N072017-00026

方修琦, 苏筠, 尹君, 滕静超. 2015. 冷暖-丰歉-饥荒-农民起义: 基于粮食安全的历史气候变化影响在中国社会系统中的传递. 中国科学: 地球科学, 45: 831–842

傅伯杰, 陈利顶, 马克明. 2001. 景观生态学原理及应用. 北京: 科学出版社. 1–7

侯光良, 许长军, 樊启顺. 2010. 史前人类向青藏高原东北缘的三次扩张与环境演变. 地理学报, 65: 65–72

黄春长, 庞奖励, 查小春, 周亚利. 2011. 黄河流域关中盆地史前大洪水研究: 以周原漆水河谷地为例. 中国科学: 地球科学, 41: 1658–1669

刘传正, 苗天宝, 陈红旗, 董抗甲, 黎志恒, 李海军. 2011. 甘肃舟曲2010年8月8日特大山洪泥石流灾害的基本特征及成因. 地质通报, 31: 141–150

马柱国, 符淙斌. 2007. 20世纪下半叶全球干旱化的事实及其与大尺度背景的联系. 中国科学D辑: 地球科学, 37: 222–233

莫多闻, 李非, 李水城, 孔昭宸. 1996. 甘肃葫芦河流域中全新世环境演化及其对人类活动的影响. 地理学报, 1: 59–69

莫多闻, 王辉, 李水城. 2003. 华北不同地区全新世环境演变对古文化发展的影响. 第四纪研究, 23: 200–210

王绍武. 2005. 2200~2000BC的气候突变与古文明的衰落. 自然科学进展, 9: 1094–1099

王巍. 2004. 公元前2000年前后我国大范围文化变化原因探讨. 考古, 1: 67–77

魏坚. 1991. 庙子沟与大坝沟有关问题试析. 见: 内蒙古文物考古研究所, 编. 内蒙中南部原始文化研究文集. 北京: 海洋出版社. 113–118

吴福婷, 符淙斌. 2013. 全球变暖背景下不同空间尺度降水谱的变化. 科学通报, 58: 664–673

吴文祥, 胡莹, 周扬. 2009. 气候突变与古文明衰落. 古地理学报, 11: 455–463

吴文祥, 刘东生. 2011. 4000a B.P.前后降温事件与中华文明的诞生. 第四纪研究, 5: 443–450

夏正楷, 杨晓燕, 叶茂林. 2003. 青海喇家遗址史前灾难事件. 科学通报, 48: 1200–1204

肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 1997. 生态空间理论与景观异质性. 生态学报, 17: 453–461

许宏. 2010. 二里头: 华夏王朝文明的开端. 寻根. 4–12

许靖华. 2014. 气候创造历史. 甘锡安, 译. 北京: 生活·读书·新知三联书店出版社. 11–276

严文明. 1999. 文明起源研究的回顾与思考. 文物, 10: 27–34

杨晓燕, 夏正楷, 崔之久. 2005. 第四纪科学与环境考古学. 地球科学进展, 20: 231–239

杨晓燕, 夏正楷, 崔志久, 叶茂林. 2004. 青海官亭盆地考古遗存堆积形态的环境背景. 地理学报, 59: 455–461

余介方. 2003. 从史前城址看中国文明的起源. 中原文物, 4: 39–45

袁靖. 2015. 中国动物考古学. 北京: 文物出版社. 141–142

张东菊, 董广辉, 王辉, 任晓燕, 哈比布, 强明瑞, 陈发虎. 2017. 史

前人类向青藏高原扩散的历史过程和可能驱动机制. 中国科学: 地球科学, 46: 1007–1023
张培震, 邓起东, 张竹琪, 李海兵. 2013. 中国大陆的活动断裂, 地震灾害及其动力过程. 中国科学D辑: 地球科学, 43: 1607–1620
赵志军. 2011. 中华文明形成时期的农业经济发展特点. 中国国家博物馆馆刊, (1): 19–31
赵志军. 2014. 中国古代农业形成过程——浮选出土植物遗存证据. 第四纪研究, 34: 74–84
朱泓, 周亚威, 张全超, 吉平. 2014. 哈民忙哈遗址房址内人骨的古人口学研究——史前灾难成因的法医人类学证据. 吉林大学社会科学学报, 54: 26–33
朱龙华. 1994. 世界历史. 上古部分. 北京: 北京大学出版社. 260–262
An C B, Feng Z D, Tang L Y. 2004. Environmental change and cultural response between 8000 and 4000 cal. yr BP in the western Loess Plateau, northwest China. J Quat Sci, 19: 529–535
Antonopoulos J. 1992. The great Minoan eruption of Thera volcano and the ensuing tsunami in the Greek Archipelago. Nat Hazards, 5: 153–168
Benvenuti M, Mariotti-Lippi M, Pallecchi P, Sagri M. 2006. Late-Holocene catastrophic floods in the terminal Arno River (Pisa, Central Italy) from the story of a Roman riverine harbour. Holocene, 16: 863–876
Binford M W, Kolata A L, Brenner M, Janusek J W, Seddon M T, Abbott M, Curtis J H. 1997. Climate variation and the rise and fall of an Andean civilization. Quat Res, 47: 235–248
Biraben J N. 2003. The rising numbers of humankind. Popul Soc, 394: 1–4
Bradley D G, Loftus R T, Cunningham P, MacHugh D E. 1998. Genetics and domestic cattle origins. Evol Anthropol, 6: 79–86
Bruins H J, MacGillivray J A, Synolakis C E, Benjamini C, Keller J, Kisch H J, Klügel A, van der Plicht J. 2008. Geoarchaeological tsunami deposits at Palaikastro (Crete) and the Late Minoan IA eruption of Santorini. J Archaeol Sci, 35: 191–212
Buckley B M, Anchukaitis K J, Penny D, Fletcher R, Cook E R, Sano M, Canh Nam L, Wichienkeeo A, That Minh T, Hong T M. 2010. Climate as a contributing factor in the demise of Angkor, Cambodia. Proc Natl Acad Sci USA, 107: 6748–6752
Büntgen U, Tegel W, Nicolussi K, McCormick M, Frank D, Trouet V, Kaplan J O, Herzig F, Heussner K U, Wanner H, Luterbacher J, Esper J. 2011. 2500 years of European climate variability and human susceptibility. Science, 331: 578–582
Capasso L. 2000. Herculaneum victims of the volcanic eruptions of Vesuvius in 79 AD. Lancet, 356: 1344–1346
Chapdelaine C. 2011. Recent advances in Moche archaeology. J Archaeol Res, 19: 191–231
Chen F H, Chen J H, Holmes J, Boomer I, Austin P, Gates J B, Wang N L, Brooks S J, Zhang J W. 2010. Moisture changes over the last millennium in arid central Asia: A review, synthesis and comparison with monsoon region. Quat Sci Rev, 29: 1055–1068
Chen F H, Dong G H, Zhang D J, Liu X Y, Jia X, An C B, Ma M M, Xie Y W, Barton L, Ren X Y, Zhao Z J, Wu X H, Jones M K. 2015a. Agriculture facilitated permanent human occupation of the Tibetan Plateau after 3600 B.P. Science, 347: 248–250
Chen F H, Xu Q H, Chen J H, Birks H J B, Liu J B, Zhang S R, Jin L Y, An C B, Telford R J, Cao X Y, Wang Z L, Zhang X J, Selvaraj K, Lu H Y, Li Y C, Zheng Z, Wang H P, Zhou A F, Dong G H, Zhang J W, Huang X Z, Bloemendal J, Rao Z G. 2015b. East Asian summer monsoon precipitation variability since the last deglaciation. Sci Rep, 5: 11186
Chen F H, Yu C Z, Yang M L, Ito E, Wang S M, Madsen D B, Huang X Z, Zhao Y, Sato T, Birks H J B, Boomer I, Chen J B, An C B, Wunnemann B. 2008. Holocene moisture evolution in arid central Asia and its out-of-phase relationship with Asian monsoon history. Quat Sci Rev, 27: 351–364
Chew S C, Sarabia D. 2016. Nature-culture relations: Early globalization, climate changes, and system crisis. Sustainability, 8: 78
Cremaschi M, Zerboni A. 2009. Early to Middle Holocene landscape exploitation in a drying environment: Two case studies compared from the central Sahara (SW Fezzan, Libya). C R Geosci, 341: 689–702
Cullen H M, Hemming S, Hemming G, Brown F H, Guilderson T, Sirocko F. 2000. Climate change and the collapse of the Akkadian empire: Evidence from the deep sea. Geology, 28: 379–382
deMenocal P B. 2001. Cultural responses to climate change during the late Holocene. Science, 292: 667–673
Di Cosmo N. 2002. Ancient China and its Enemies: The Rise of Nomadic Power in East Asian History. Oxford: Cambridge University Press. 44–92
Diamond J. 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. Nature, 418: 700–707
Diamond J, Bellwood P. 2003. Farmers and their languages: The first expansions. Science, 300: 597–603
Dong G H, Jia X, An C B, Chen F H, Zhao Y, Tao S C, Ma M. 2012. Mid-Holocene climate change and its effect on prehistoric cultural evolution in eastern Qinghai Province, China. Quat Res, 77: 23–30
Dong G H, Jia X, Elston R, Chen F H, Li S C, Wang L, Cai L H, An C B. 2013. Spatial and temporal variety of prehistoric human settlement and its influencing factors in the upper Yellow River valley, Qinghai Province, China. J Archaeol Sci, 40: 2538–2546
Dong G H, Liu H G, Yang Y S, Yang Y, Zhou A F, Wang Z X, Ren X Y, Chen F H. 2016a. Emergence of ancient cities in relation to geopolitical circumstances and climate change during late Holocene in northeastern Tibetan Plateau, China. Front Earth Sci, 10: 669–682

Dong G H, Ren L L, Jia X, Liu X Y, Dong S M, Li H M, Wang Z X, Xiao Y M, Chen F H. 2016b. Chronology and subsistence strategy of Nuomuhong culture in the Tibetan Plateau. Quat Int, 426: 42

Dong G H, Zhang F Y, Ma M M, Fan Y X, Zhang J W, Wang Z L, Chen F H. 2014. Ancient landslide-dam events in the Jishi Gorge, upper Yellow River valley, China. Quat Res, 81: 445–451

Dow G K, Reed C G. 2015. The origins of sedentism: Climate, population, and technology. J Econ Behav Organ, 119: 56–71

Drake B L. 2012. The influence of climatic change on the Late Bronze Age Collapse and the Greek Dark Ages. J Archaeol Sci, 39: 1862–1870

Finley M I. 1965. Technical innovation and economic progress in the ancient world. Econ History Rev, 18: 29–45

Flannery K V, Marcus J. 2003. The origin of war: New ^{14}C dates from ancient Mexico. Proc Natl Acad Sci USA, 100: 11801–11805

Fuller D Q, Qin L, Zheng Y, Zhao Z, Chen X, Hosoya L A, Sun G P. 2009. The domestication process and domestication rate in rice: Spikelet bases from the Lower Yangtze. Science, 323: 1607–1610

Geel B V, Bokovenko N A, Burova N D, Chugunov K V, Dergachev V A, Dirksen V G, Kulkova M, Nagler A, Parzinger H, Plicht J V D, Vasiliev S S, Zaitseva G I. 2004. Climate change and the expansion of the Scythian culture after 850 BC: A hypothesis. J Archaeol Sci, 31: 1735–1742

Giacomelli L, Perrotta A, Scandone R, Scarpati C. 2003. The eruption of Vesuvius of 79 AD andits impact on human environment in Pompeii. Episodes-Newsmagazine Inter Union Geol Sci, 3: 235–238

Gignoux C R, Henn B M, Mountain J L. 2011. Rapid, global demographic expansions after the origins of agriculture. Proc Natl Acad Sci USA, 108: 6044–6049

Haddeland I, Heinke J, Biemans H, Eisner S, Flörke M, Hanasaki N, Konzmann M, Ludwig F, Masaki Y, Schewe J, Stacke T, Tessler Z D, Wada Y, Wisser D. 2014. Global water resources affected by human interventions and climate change. Proc Natl Acad Sci USA, 111: 3251–3256

Haug G H, Günther D, Peterson L C, Sigman D M, Hughen K A, Aeschlimann B. 2003. Climate and the collapse of Maya civilization. Science, 299: 1731–1735

Hewlett B S, Lamb M E, Sellen D W. 2005. Hunter-Gatherer Childhoods: Evolutionary, developmental, and cultural perspectives. Hunter-gatherer childhoods: Evolutionary, developmental, and cultural perspectives. Aldine Transaction. 65–91

Huang C C, Pang J L, Zha X C, Zhou Y L, Su H X, Li Y Q. 2010. Extraordinary floods of 4100−4000 a BP recorded at the Late Neolithic Ruins in the Jinghe River Gorges, middle reach of the Yellow River, China. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol, 289: 1–9

Huang C C, Pang J L, Zhou Y L, Su H X, Zhang Y Z, Wang L S. 2013. Palaeoenvironmental implications of the prehistorical catastrophes in relation to the Lajia Ruins within the Guanting Basin along the Upper Yellow River, China. Holocene, 23: 1584–1595

Hulme M. 1996. Recent climatic change in the world's drylands. Geophys Res Lett, 23: 61–64

Iriarte J, Smith R J, Gregorio de Souza J, Mayle F E, Whitney B S, Cárdenas M L, Singarayer J, Carson J F, Roy S, Valdes P. 2017. Out of Amazonia: Late-Holocene climate change and the Tupi-Guarani trans-continental expansion. Holocene, 27: 967–975

Jia X, Dong G H, Li H, Brunson K, Chen F H, Ma M M, Wang H, An C B, Zhang K R. 2013. The development of agriculture and its impact on cultural expansion during the late Neolithic in the Western Loess Plateau, China. Holocene, 23: 85–92

Jones M, Hunt H, Lightfoot E, Lister D, Liu X Y, Motuzaite-Matuzeviciute G. 2011. Food globalization in prehistory. World Archaeol, 43: 665–675

Kerr R A. 1998. Archaeology: Sea-floor dust shows drought felled Akkadian Empire. Science, 279: 325–326

Kidder T R, Liu H W, Li M L. 2012. Sanyangzhuang: Early farming and a Han settlement preserved beneath Yellow River flood deposits. Antiquity, 86: 30–47

Kuper R, Kröpelin S. 2006. Climate-controlled Holocene occupation in the Sahara: Motor of Africa's evolution. Science, 313: 803–807

Kuzmina. 2015. The Prehistory of the Silk Road. Beijing: Science Press. 92–97

Lee G A, Crawford G W, Liu L, Chen X C. 2007. Plants and people from the Early Neolithic to Shang periods in North China. Proc Natl Acad Sci USA, 104: 1087–1092

Lee H F, Fok L, Zhang D D. 2008. Climatic change and Chinese population growth dynamics over the last millennium. Clim Change, 88: 131–156

Lev-Yadun S. 2000. The cradle of agriculture. Science, 288: 1602–1603

Li G Q, Dong G H, Wen L J, Chen F H. 2014. Overbank flooding and human occupation of the Shalongka site in the Upper Yellow River Valley, northeast Tibet Plateau in relation to climate change since the last deglaciation. Quat Res, 82: 354–365

Li Z Q, Wu Y, Liu S M, Du J Z, Zhang J. 2016. An 800-year record of terrestrial organic matter from the East China Sea shelf break: Links to climate change and human activity in the Changjiang Basin. Deep-Sea Res Part II-Top Stud Oceanogr, 124: 64–73

Lu H Y, Zhang J P, Kam-biu L, Wu N Q, Li Y M, Zhou K S, Ye M L, Zhang T Y, Zhang H J, Yang X Y, Shen L C, Xu D K, Li Q. 2009. Earliest domestication of common millet (Panicum miliaceum) in East Asia extended to 10000 years ago. Proc Natl Acad Sci USA, 106: 7367–7372

Ma M M, Dong G H, Chen F H, Meng X, Wang Z L, Elston R, Li G Q.

2014. Process of paleofloods in Guanting basin, Qinghai Province, China and possible relation to monsoon strength during the mid-Holocene. Quat Int, 321: 88–96

Ma M M, Dong G H, Jia X, Wang H, Cui Y F, Chen F H. 2016. Dietary shift after 3600 cal yr BP and its influencing factors in northwestern China: Evidence from stable isotopes. Quat Sci Rev, 145: 57–70

Marcott S A, Shakun J D, Clark P U, Mix A C. 2013. A reconstruction of regional and global temperature for the past 11300 years. Science, 339: 1198–1201

McCoy F W, Heiken G. 2000. Tsunami generated by the late bronze age eruption of thera (Santorini), Greece. Pure Appl Geophys, 157: 1227–1256

Mcevedy C, Jones R. 1985. Atlas of World Population History. England: Penguin Books Ltd. 413–423

Medina-Elizalde M, Rohling E J. 2012. Collapse of classic Maya civilization related to modest reduction in precipitation. Science, 335: 956–959

Minoura K, Imamura F, Kuran U, Nakamura T, Papadopoulos G A, Takahashi T, Yalciner A C. 2000. Discovery of Minoan tsunami deposits. Geology, 28: 59–62

Price T D. 1995. Social inequality at the origins of agriculture. In: Foundations of Social Inequality. 129–151

Price T D. 2000. Europe's First Farmers. Cambridge: Cambridge University Press. 1–18

Roberts N, Eastwood W J, Kuzucuoğlu C, Fiorentino G, Caracuta V. 2011. Climatic, vegetation and cultural change in the eastern Mediterranean during the mid-Holocene environmental transition. Holocene, 21: 147–162

Staubwasser M, Sirocko F, Grootes P M, Segl M. 2003. Climate change at the 4.2 ka BP termination of the Indus valley civilization and Holocene south Asian monsoon variability. Geophys Res Lett, 30: 1425

Steinhilber F, Abreu J A, Beer J, Brunner I, Christl M, Fischer H, Heikkilä U, Kubik P W, Mann M, McCracken K G, Miller H, Miyahara H, Oerter H, Wilhelms F. 2012. 9400 years of cosmic radiation and solar activity from ice cores and tree rings. Proc Natl Acad Sci USA, 109: 5967–5971

Tanno K I, Willcox G. 2006. How fast was wild wheat domesticated? Science, 311: 1886–1886

Tung T A, Miller M, DeSantis L, Sharp E A, Kelly J. 2016. Patterns of Violence and diet among children during a time of imperial decline and climate change in the ancient Peruvian Andes. In: The Archaeology of Food and Warfare. Berlin: Springer International Publishing. 193–228

Turner M G, Gardner R H. 1991. Quantitative Methods in Landscape Ecology. New York: Springer-Verlag. 3–14

Waelkens M, Sintubin M, Muchez P, Paulissen E. 2000. Archaeological, geomorphological and geological evidence for a major earthquake at Sagalassos (SW Turkey) around the middle of the seventh century AD. Geol Soc Lond Spec Publ, 171: 373–383

Wechsler N, Katz O, Dray Y, Gonen I, Marco S. 2009. Estimating location and size of historical earthquake by combining archaeology and geology in Umm-El-Qanatir, Dead Sea Transform. Nat hazards, 50: 27–43

Weiss B. 1982. The decline of Late Bronze Age civilization as a possible response to climatic change. Clim Change, 4: 173–198

Weiss H, Courty M A, Wetterstrom W, Guichard F, Senior L, Meadow R, Curnow A. 1993. The genesis and collapse of third millennium north Mesopotamian civilization. Science, 261: 995–1004

Wilmshurst J M, Hunt T L, Lipo C P, Anderson A J. 2011. High-precision radiocarbon dating shows recent and rapid initial human colonization of East Polynesia. Proc Natl Acad Sci USA, 108: 1815–1820

Wu Q L, Zhao Z J, Liu L, Granger D E, Wang H, Cohen D J, Wu X H, Ye M L, Bar-Yosef O, Lu B, Zhang J, Zhang P Z, Yuan D Y, Qi W Y, Cai L H, Bai S B. 2016. Outburst flood at 1920 BCE supports historicity of China's Great Flood and the Xia dynasty. Science, 353: 579–582

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. Quat Int, 117: 153–166

Yancheva G, Nowaczyk N R, Mingram J, Dulski P, Schettler G, Negendank J F W, Liu J, Sigman D M, Peterson L C, Haug G H. 2007. Influence of the intertropical convergence zone on the East Asian monsoon. Nature, 445: 74–77

Yang X Y, Wan Z W, Perry L, Lu H Y, Wang Q, Zhao C H, Li J, Xie F, Yu J C, Cui T X, Wang T, Li M Q, Ge Q S. 2012. Early millet use in northern China. Proc Natl Acad Sci USA, 109: 3726–3730

Zeder M A. 2008. Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. Proc Natl Acad Sci USA, 105: 11597–11604

Zeder M A, Hesse B. 2000. The initial domestication of goats (Capra hircus) in the Zagros Mountains 10000 years ago. Science, 287: 2254–2257

Zhang D D, Brecke P, Lee H F, He Y Q, Zhang J. 2007. Global climate change, war, and population decline in recent human history. Proc Natl Acad Sci USA, 104: 19214–19219

Zhang P Z, Cheng H, Edwards R L, Chen F H, Wang Y J, Yang X L, Liu J, Tan M, Wang X F, Liu J H, An C L, Dai Z B, Zhou J, Zhang D Z, Jia J H, Jin L Y, Johnson K R. 2008. A test of climate, sun, and culture relationships from an 1810-year Chinese cave record. Science, 322: 940–942

Zhang Y Z, Huang C C, Pang J L, Zhou Y L, Shang R Q, Zhou Q, Guo Y Q, Liu T, Hu G M. 2015. OSL dating of the massive landslide-

damming event in the Jishixia Gorge, on the upper Yellow River, NE Tibetan Plateau. Holocene, 25: 745–757

Zhao Z J. 2011. New archaeobotanic data for the study of the origins of agriculture in China. Curr Anthropol, 52: S295–S306

Zohary D, Hopf M, Weiss E. 2012. Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin. Demand: Oxford University Press. 1–17