



论文

气候变化背景下人类的演化与适应专题

史前人类向青藏高原扩散的历史过程和可能驱动机制

张东菊^{①*}, 董广辉^①, 王辉^②, 任晓燕^③, 哈比布^④, 强明瑞^①, 陈发虎^{①†}^① 兰州大学资源环境学院西部环境教育部重点实验室, 兰州 730000;^② 甘肃省文物考古研究所, 兰州 730000;^③ 青海省文物考古研究所, 西宁 810007;^④ 西藏自治区文物保护研究所, 拉萨 850000

* 通讯作者, E-mail: djzhang@lzu.edu.cn;

† 同等贡献, E-mail: fhchen@lzu.edu.cn

收稿日期: 2016-01-08; 接受日期: 2016-07-01; 网络版发表日期: 2016-08-04

国家自然科学基金项目(批准号: 41101087, 41171168)、文明探源项目(编号: 2013BAK08B02)和兰州大学中央高校基本科研业务费项目(编号: LZUJBKY-2014-121, LZUJBKY-2015-K09, LZUJBKY-2014-120)资助

摘要 青藏高原史前人类的活动历史历来是国际学术界广泛关注的热点科学问题。近年来相关研究取得明显进展, 提供了梳理史前人类向青藏高原扩散和定居的过程与驱动机制的可能。本文通过整理和总结在青藏高原已开展的考古工作, 提出史前人类主要通过河湟谷地扩散到青藏高原东北部再进一步扩散到整个青藏高原, 其扩散过程可概括为四个阶段, 分别为末次冰消期的旧石器时代晚期(距今 1.5~1.16 万年)、全新世早中期的中石器时代(距今 11600~6000 年)、全新世中晚期的新石器时代(距今 6000~4000 年)和全新世晚期的青铜时代(距今 4000~2300 年), 而曾报道的青藏高原末次盛冰期及其以前的旧石器遗址的年代需要重新厘定。末次冰消期的人类扩散主要与盛冰期之后的气候转暖转湿事件和细石器文化的盛行有关, 全新世早中期的扩散则受到温暖湿润的气候条件的驱动和黄土高原粟作农业发展的压迫, 这两个时段高原上的史前人类均以季节性的狩猎采集为主; 黄土高原粟作农业的传播推动史前人类于距今 6000~4000 年进入青藏高原东北和东南部的低海拔河谷地带并定居, 从事以粟作农业为主的经济活动, 而麦作农业的传入推动史前人类距今 3600 年前开始常年定居到青藏高原高海拔地区。

关键词 青藏高原, 史前考古, 人类扩散, 驱动机制

中文引用格式: 张东菊, 董广辉, 王辉, 任晓燕, 哈比布, 强明瑞, 陈发虎. 2016. 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, doi: 10.1360/N072015-00482

英文引用格式: Zhang D J, Dong G H, Wang H, Ren X Y, Ha P, Qiang M R, Chen F H. 2016. History and possible mechanisms of prehistoric human migration to the Tibetan Plateau. Science China Earth Sciences, 59: 1765-1778, doi: 10.1007/s11430-015-5482-x

1 引言

青藏高原平均海拔超过4000masl(meters above sea level), 面积达 $250 \times 10^4 \text{ km}^2$ (张镜铨等, 2002), 是世界上最高最大的高原, 被学术界称为世界第三极(Yao等, 2012; Yao和Greenwood, 2009), 其四周为高山环绕, 海拔从2000masl左右快速升高到4000masl以上, 成为人类定居青藏高原的天然屏障. 高原面上山地和山间盆地交错分布, 湖泊、水系广布, 多数高原面为永久冻土. 高原植被矮小、稀疏、单一, 除周边山地局部存在森林植被外, 青藏高原主体为高山草甸、草原和荒漠植被(郑度, 1996), 生物产量低, 为动物提供的食料和栖息条件有限, 导致高原动物种属单一(张荣祖, 2004). 总体来讲, 青藏高原动植物资源贫乏, 紫外线辐射强烈, 氧气稀薄, 对多数生物(尤其是人类)而言, 是特殊而严酷的生存环境(Beall, 2001), 是生物学界研究生物演化和适应的重要地区(Qiu等, 2012), 也是人类学界、考古学界和遗传学界研究人类生理适应和行为适应的重要区域(Aldenderfer和Zhang, 2004; Moore等, 1998; Yi等, 2010).

已有研究表明, 古人类在末次冰期晚期开始扩散到青藏高原, 经过对高原环境较为漫长的生理适应(Moore等, 1998; Yi等, 2010)和行为适应(Aldenderfer和Zhang, 2004; Brantingham等, 2010; 高星等, 2008), 最终于全新世中晚期成功定居青藏高原的高海拔地区(3000masl以上)(Chen等, 2015b). 在气候剧烈波动的末次冰期和相对稳定的全新世, 古人类向青藏高原的扩散直至永久定居, 不仅是对高海拔缺氧环境的生理适应过程, 包括通过肺和血液系统调整抵消缺氧问题(Lenfant和Sullivan, 1971), 也是对极端寒冷和食物资源缺乏环境的文化技术适应过程, 包括高效利用野生食物资源、引进驯化动植物、利用动物粪便取暖和炊煮(Rhode等, 2007b)、建造房屋等生存技能(Baker, 1969). 因此, 认识史前人类向青藏高原扩散定居的过程及其驱动机制, 是考古学、人类学和遗传学等多学科关注的重要科学问题. 我们曾报道了由于麦作农业在青藏高原的传播和发展, 史前人类于距今3600年前开始常年定居到青藏高原的高海拔地区(Chen等, 2015b). 然而, 限于篇幅, 对于高原上的早期人类活动历史(距今6000年前)研究

涉及较少, 对史前人类从最初到达青藏高原直至定居的过程未详细讨论, 许多相关问题仍有待深入探讨. 本文通过对青藏高原已开展的考古工作进行梳理, 尝试理清古人类向青藏高原扩散和定居过程的历史脉络, 并结合古环境变化研究成果, 探讨古人类向青藏高原扩散的可能驱动机制.

2 青藏高原上的考古遗存

2.1 末次冰期的旧石器晚期文化(距今 3.5~1.16 万年)

青藏高原主体至今没有发现早于末次冰期的旧石器遗址. 已报道最早的旧石器遗址之一, 位于拉萨附近的曲桑(Quesang或Chusang)遗址(图1), 发现了史前人类的手脚印遗迹, 石灰华中石英颗粒的光释光测年结果为距今2.1万年(Zhang和Li, 2002). 但是, 曲桑遗址由于火塘和手脚印均暴露在地表, 没有埋藏地层, 也未出土共存关系明确的文化遗物, 其较老的人类活动性质还有待进一步验证(Brantingham等, 2007). 长期作为青藏高原旧石器时代晚期文化代表, 位于青藏高原北部、海拔较低的柴达木盆地的小柴旦遗址(黄慰文等, 1987), 根据对地表采集的小石片石器工业石制品进行类型对比, 推测该遗址年代为距今3.0万年左右, 而最新的光释光测年结果则显示小柴旦遗址形成时间不早于距今1.1万年(Sun等, 2010). 位于柴达木盆地西北侧的冷湖遗址(Brantingham等, 2007)(图1), 包含石叶技术的石制品均采自地表, 石制品所在湖岸阶地测年结果显示人类活动不晚于距今3.0万年. 但此年龄为间接年龄, 该遗址的确切年龄仍需要进一步验证. 高原腹地的色林错遗址(袁宝印等, 2007)(图1)也采集到一批小石片工业制品, 其距今4.0万年的测年结果同样来自湖岸阶地而不是遗址本身, 其可靠性也有待进一步考证.

青藏高原上最早的有可靠测年结果的旧石器晚期遗址是位于青海湖盆地南部的江西沟1 (Jiangxigou 1)和黑马河1(Heimahe 1)遗址(Madsen等, 2006)(图1), 其AMS¹⁴C与光释光测年结果显示, 两个遗址的年龄为距今约1.5~1.2万年(本文提到的¹⁴C年龄均为日历年, “距今”指距1950年的时间). 同时期的还有湖东种羊场(HZYC1)、十火塘1(10HTHS1)和93-13(已被破

坏消失)等遗址(Madsen等, 2006; Rhode等, 2014; 仪明洁等, 2011), 这些遗址全部集中在青藏高原东北部的青海湖盆地(图1), 海拔在3200masl左右. 这些遗址出土的石制品主要为北方小石片石器工业制品和少量细石叶技术制品, 包括石核、石片、细石核、细石叶、刮削器、残片和碎屑等. 另外多处遗址保存有火塘遗迹和少量中小型动物骨骼, 属于季节性短期野外营地(Madsen等, 2006; 仪明洁等, 2011), 目前没有证据显示这一时期古人类常年定居在青藏高原高海拔地区. 青藏高原东南部至今没有旧石器遗址的报道, 尽管相邻的四川盆地和云南地区分布着资阳人、鲤鱼桥、丽江和玉水坪等多处旧石器遗址(图1).

上述青藏高原旧石器晚期文化与中国北方同期旧石器文化面貌基本一致(高星等, 2008). 晚更新世晚期, 伴随着现代人在世界各地的陆续出现, 欧亚大陆旧石器晚期文化发生了一系列重大变革. 象征现代人行为的石叶技术于距今4.8万年在欧洲出现(Hoffecker, 2009), 4.1万年前后始见于西伯利亚南部(Goebel等, 1993)和中国西北地区(Li等, 2013). 更

为先进的细石叶技术于距今2.3万年在西伯利亚(Kuzmin和Orlova, 1998)和中国北方地区(Lu, 1998)出现, 并于2.0~1.0万年间得到快速发展, 紧靠青藏高原东北部的陇西黄土高原也发现几处细石器文化遗址(吉笃学等, 2005; 张东菊等, 2010). 盛行了百万年之久的小石片石器工业, 仍是中国北方地区旧石器晚期考古学文化的主流(张森水, 1999), 甚至在中国典型的石叶技术遗址-水洞沟遗址(宁夏文物考古研究所, 2003; 宁夏文物考古研究所和中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 2013)和部分重要细石叶技术遗址也占主体地位(石金鸣和宋艳花, 2010). 但是, 此时期的北方小石片石器工业经历了显著的变化(Qu等, 2013): 远源优质石料比例增高、石制品数量和工具种类增加、单个工具加工程度提高和加工精细化、骨角工具和装饰品开始出现等. 这些变化反映了古人类工具制作技术的进步, 环境适应能力的提高, 进而可能推动了人口数量的增加, 表现在遗址数量的增加、遗址空间分布范围的扩展和考古遗存丰富程度的增加. 具有相同文化面貌的考古遗址在青藏高原东北部甚至高原东南缘的出现, 是中国北方旧石器晚期

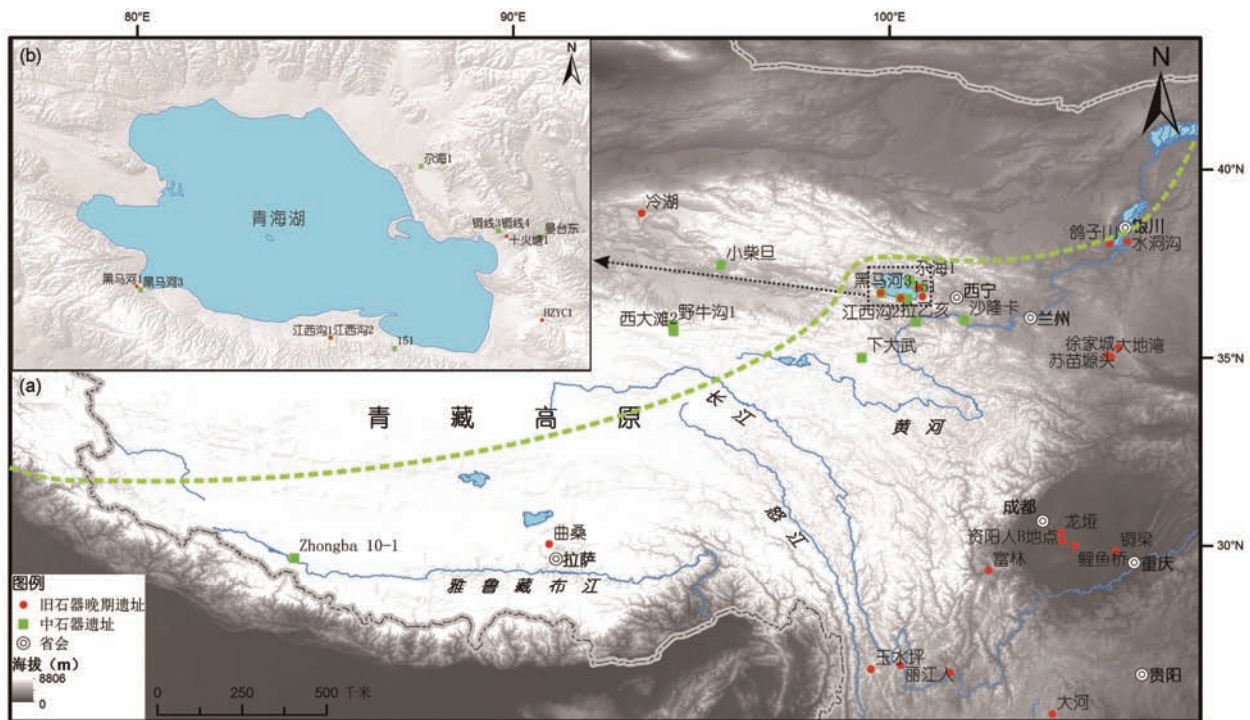


图1 青藏高原地形、水系及青藏高原与其周边地区的旧石器(红色圆)和中石器(绿色方框)遗址分布图
(a) 青藏高原及周边地区; (b) 青海湖盆地. 绿色虚线为现代亚洲夏季风边界线. 据 Chen 等(2010, 2008)

考古学文化扩张的表现。

2.2 全新世早中期的中石器文化(距今 11600~6000 年)

全新世早期至中期早段, 青藏高原上的考古学文化依然呈现为旧石器文化面貌, 而与之相邻的低海拔黄土高原和华北平原地区已经进入到新石器文化时代(中国社会科学院考古研究所, 2010)。采用张森水先生对中国中石器文化的定义, 即将时处全新世但呈现旧石器文化面貌的遗址称为“中石器文化”(Zhang, 2000), 本文将青藏高原上此类遗址归类为中石器文化。此时期经可靠定年的遗址数量明显增多, 由此前的5个增加至14个, 大部分集中分布于3200masl左右的青海湖盆地, 少量分布至4000masl左右的高原腹地, 2000~3000masl的黄河谷地也有两处遗址(图2)。大部分遗址文化层较薄, 保存少量石制品、动物骨骼和个别独立火塘, 例如铜线3(BWC3)、黑马河3(Heimahe 3)和野牛沟1(Yeniugou 1)等遗址(Rhode等, 2007a; 汤惠生等, 2013; 仪明洁等, 2011)。少数遗址文化层较厚, 出土丰富的文化遗存, 例如江西沟2(Jiangxigou 2)(Hou等, 2015)和拉乙亥遗址(盖培和王国道, 1983)。此时期石制品数量和类型均有增加, 石制品主要为由硅质岩和玉髓打制而成的细石叶技术制品, 细石核有楔形石核和铅笔头状石核, 工具以刮削器为主, 有较多的拇指盖型端刮器, 总体上工具加工程度高且修整规整(Rhode等, 2007a; 汤惠生, 1999)。江西沟2遗址出土大量野生动物骨骼, 保存大量用火遗迹, 出土距今7000年左右的陶片(Hou等, 2015; Rhode等, 2007a), 显示其与低海拔地区的新石器文化存在联系。江西沟2出土的几件燧石质石制品原料来自羌塘高原, 同样的石料在西大滩2和羌塘高原的地表采集标本中都曾见到(Brantingham等, 2007), 显示同时期高原腹地的人群与青海湖盆地的人群具有密切联系。我们2014年对青海湖南岸151遗址的发掘发现, 该遗址包含两个文化层, 除了末次冰消期下文化层外, 在早全新世古土壤中发现大量用火遗迹和石制品、动物骨骼等遗物, 前人对此上文化层测得距今8500年的结果(Rhode等, 2014)。高原腹地, 雅鲁藏布江流域的中坝10-1遗址的¹⁴C测年结果显示(Hudson等, 2014), 该区域的细石器文化遗存可早至距今6600年, 其余报道的遗址多为地表发现, 没

有测年数据参考(汤惠生, 1999; 李永宪, 1992)。高原东南部尽管有中石器遗址报道(李永宪, 1996), 但也多无可靠测年结果。

青藏高原的中石器文化与同期中国北方地区的新石器早中期文化形成鲜明对比。全新世早期, 中国北方地区细石叶技术盛行, 在少数遗址与最早的磨制石器和陶器共存(Elston等, 2011), 例如李家沟、转年和东胡林等遗址, 旧石器文化逐渐向新石器文化过渡, 初显社会复杂化迹象(陈宥成和曲彤丽, 2012)。全新世初, 中国北方分布在山前冲积扇上的个别遗址开始出现粟黍等驯化植物遗存(Liu等, 2009; Lu等, 2009), 而中国南方长江下游地区则开始出现驯化水稻遗存, 狩猎采集经济开始向农业经济过渡(Zhao, 2011)。距今7000年开始, 仰韶文化在黄河中下游地区蓬勃发展, 到距今6000年前后粟黍农业已经发展成熟(Barton等, 2009), 文化影响延至黄河上游的青藏高原东北缘地区(王辉, 2012)。磨制石器、陶器和驯化动植物等文化因素成为这时期考古遗址的文化主体, 是中国北方新石器早中期文化的代表。全新世早中期, 青藏高原上细石器技术盛行, 文化独立性凸显, 基本未见磨制石器、陶器和驯化动植物遗存, 与低海拔地区农业人群间文化交流有限, 农业发展和社会复杂化方面明显滞后。

2.3 全新世中期晚段的粟作农业新石器文化(距今 6000~4000 年)

全新世中期晚段, 新石器文化在青藏高原东北部、东部及东南部陆续出现, 考古遗址数量骤然增加, 空间分布范围明显扩展, 青藏高原东北部河湟谷地遗址密度最高(图2)。受黄河中游发达的仰韶文化影响(中国社会科学院考古研究所, 2010), 马家窑文化继承庙底沟类型在渭河上游兴起, 中期马家窑类型分布中心西移至兰州、永靖境内的黄河沿岸, 晚期半山、马厂类型中心西迁至青藏高原东北部的河湟谷地, 最高可达3000masl以上的共和盆地, 沿青藏高原东部边缘在甘肃南部和四川西部也有分布(图2)。马家窑文化在青藏高原影响深远, 其典型文化因素-彩陶和粟作农业经济模式普遍见于川西高原的新石器时代中晚期遗址(D'Alpoim Guedes和Butler, 2014; 洪玲玉等, 2011; 赵志军和陈剑, 2011), 甚至西藏境内的昌都卡若遗址(D'Alpoim Guedes等, 2014; 西藏自

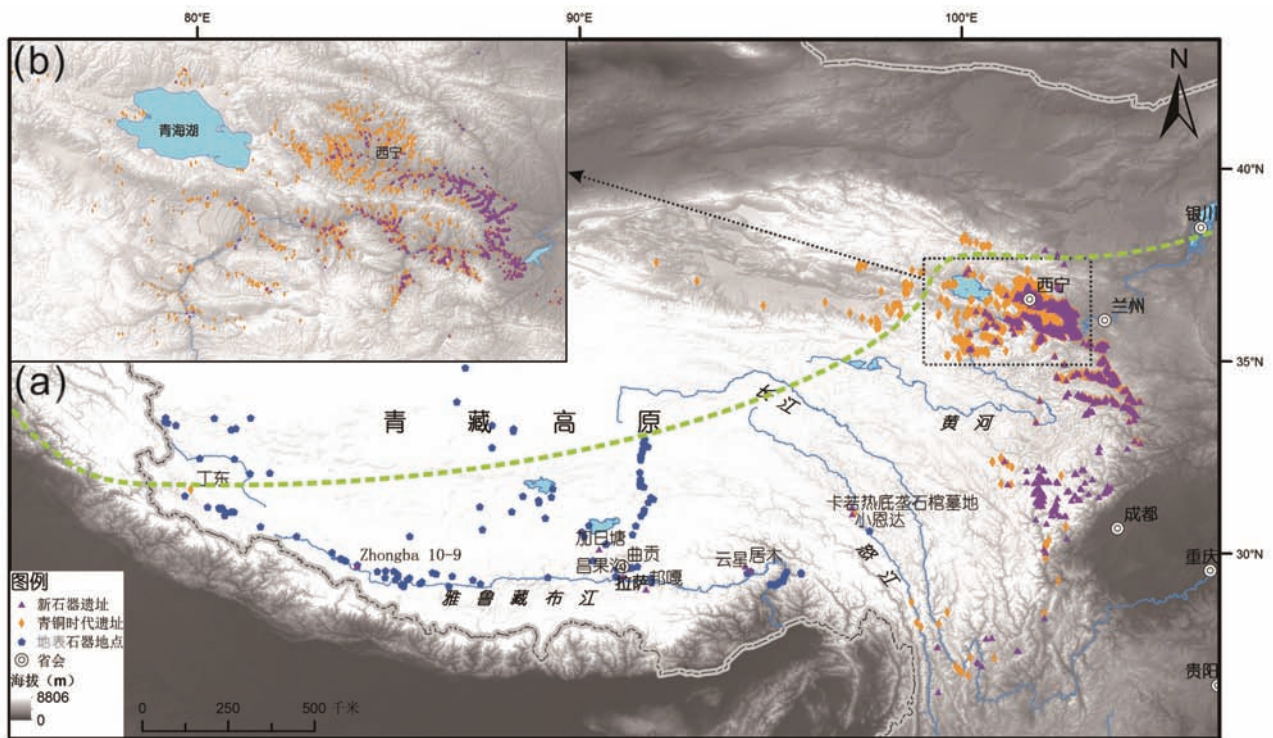


图2 青藏高原新石器(紫色三角)和青铜时代(黄色菱形)遗址分布图

(a) 青藏高原; (b) 河湟谷地及青海湖盆地; 据 Chen 等(2015b); 国家文物局(1996, 2001, 2009, 2010, 2011). 绿色虚线为现代亚洲夏季风边界线. 据 Chen 等(2010, 2008)

治区文物管理委员会和四川大学历史系, 1985). 西藏新石器时代遗址年龄较晚, 仅卡若遗址可能早至距今5900年, 但其出土炭化粟黍种子的测年结果为距今4650~4250年(D'Alpoim Guedes等, 2014), 可能反映了该遗址的真实年龄, 我们的研究显示, 炭屑相较于种子, 测年结果偏老可达1000年(Dong等, 2014); 其他遗址, 如昌果沟(D'Alpoim Guedes等, 2014; 傅大雄, 2001)、曲贡(中国社会科学院考古研究所和西藏自治区文物局, 1999)和加日塘(西藏自治区文物局等, 2005)等多在距今4000~3000年间. 此外, 文物普查(或考古调查)发现若干处新石器时代石器地点(图2), 均为地表采集(国家文物局, 2010), 标本以细石器为主, 共存的经常有普通打制石器、磨制石器、陶器和骨器等(李永宪, 1992), 其时代很难确定, 推测其主要为距今4000~3000年. 云南境内的新石器遗址年龄一般都晚于距今4000年, 少数较早的遗址在文化和农业经济方面也与甘青地区存在联系(闵锐, 2009), 只是其文化复杂性更强. 总体来看, 青藏高原低海拔地区在此时期首次出现专门建造的房屋、用于储藏粮

食的窖穴、集中排列的墓葬等遗迹, 出土精美的陶器、精致的石骨生产工具、多彩的装饰品、最早的红铜制品等遗物, 保存大量黍、粟、大麻等植物遗存, 狗、猪、鸡等驯化动物遗存和鹿、野猪、羚羊等野生动物遗存, 显示社会经济以粟作农业和家畜饲养为主, 兼有渔猎活动, 进行定居生活(Aldenderfer, 2011), 以陶器制作为主的手工业非常发达(中国社会科学院考古研究所, 2010).

青藏高原新石器文化的出现源于黄河中游地区发达的考古学文化的辐射和影响. 全新世中期晚段, 仰韶文化中晚期和龙山文化在与青藏高原相邻的黄土高原盛行(安志敏, 1960). 此时期, 锄耕农具数量、种类和炭化农作物种子出土概率的增加反映了发达的粟作农业; 多级聚落和墓葬级别的出现暗示了社会阶级分化的开始; 龙山时代陆续出现的城址显示了邦国型国家的诞生, 开始进入初级文明社会(刘莉, 2007; 中国社会科学院考古研究所, 2010). 仰韶文化以关中和中原地区为中心, 对周边地区影响强烈, 甘青地区的马家窑文化在其影响下产生, 始终与其保

持密切的文化交流, 逐渐发展出其自身地域特色的文化类型(王辉, 2012), 并进一步向青藏高原东南部扩散。

2.4 全新世晚期早段的麦作农业青铜文化(距今4000~2300年)

全新世晚期早段, 青铜文化和农牧经济在青藏高原兴起并繁荣发展。高原东北部, 距今4000年前后, 齐家文化继马家窑文化出现在甘青地区, 距今3600年之后齐家文化演化为多个特点鲜明的地方性文化, 包括辛店、寺洼、卡约、四坝和诺木洪等文化(谢端琚, 2002)。齐家文化在青藏高原上的分布中心仍然是河湟谷地, 但是已经向西扩散至青海湖盆地(图2)。此后的卡约文化分布范围从河湟谷地大规模扩散至青海湖盆地、祁连山区、共和盆地和果洛地区, 海拔上升至近4000masl, 而诺木洪文化则集中分布在柴达木盆地及其周围的高山地区(图2)。距今4000年前后麦类作物传入中国, 在青藏高原周边地区零星分布(Dodson等, 2013; Flad等, 2010)。齐家文化房屋建造考究, 墓地规模宏大, 出土大量石骨质农用生产工具和渔猎工具, 植物遗存有粟、黍、大麦和小麦等(Chen等, 2015b), 动物遗存有猪、狗、羊等驯化动物和鹿、鱼等野生动物, 显示出古人类以农业为主、畜牧和渔猎为辅的定居生活方式(中国社会科学院考古研究所, 2010)。后续的辛店文化主要分布在河湟地区, 农业发达, 同期的卡约和诺木洪文化则农牧兼具, 牧业在海拔越高地区所占比例越大, 但是农业经济仍是不可或缺的重要食物来源。

高原东南部, 青铜时代遗址数量相对较少(Aldenderfer和Zhang, 2004), 川西高原上的青铜文化主要受到成都平原的三星堆文化的影响, 云南西部的青铜文化主要受分别以滇池和洱海为中心发展的青铜文化的影响, 具有鲜明的地域特色, 但不乏中原夏商周文化的影响(中国社会科学院考古研究所, 2003)。西藏的青铜时代遗址尽管测年数据较少, 但考古遗存体现出与云南境内考古学文化之间的密切联系(霍巍, 1990; 吕红亮, 2012)。研究显示, 青藏高原东南部这一时期小麦和大麦也成为当地人类的主要粮食作物(D'Alpoim Guedes和Butler, 2014; D'Alpoim Guedes等, 2015)。

全新世晚期早段, 中国境内的考古学文化进入

青铜时代(张光直, 2014), 红铜小件器物陆续在齐家文化和夏家店下层文化出现, 黄河中游地区的二里头文化开始出土青铜礼器和兵器, 社会复杂化程度进一步加剧。中原地区率先进入国家文明阶段(刘莉, 2007), 全新世晚期早段为夏商周文化, 商代开始有文字记录。此时的农业已经非常发达, 农作物种类丰富, 产量增加, 是社会发展和国家维持的基础(Lee等, 2007; 赵志军, 2011)。此时期, 中国北方地区广泛种植粟黍作物, 但其主体地位开始受到麦类作物和稻谷的冲击(靳桂云, 2007; 赵志军, 2005)。黄土高原发达的社会文明和锄耕农业对周边地区依然影响强烈, 但在甘青地区与之并存的齐家文化及之后的多支青铜文化表现出更鲜明的自身特色, 发展更趋独立(王辉, 2012), 在粟作和麦作农业发展的同时(赵志军, 2004), 畜牧经济可能有所增加。

3 古人类向青藏高原迁移的路径探讨

青藏高原通过周边山地与相邻低海拔地区截然分开, 形成一个相对独立的自然地理单元, 仅通过一些河流谷地与其他地区相连, 这种自然地理特点对于古人类向青藏高原扩散影响深远。从地形上看(图1), 青藏高原西北最高, 并以帕米尔-天山-昆仑山-祁连山与低海拔干旱盆地形成巨大高差和天然屏障, 南部高耸的喜马拉雅山脉和深切河谷与南亚形成天然樊篱, 东部陡直的龙门山和多条深切峡谷形成交通阻碍。相对而言, 青藏高原东北部地形相对和缓, 从黄土高原西缘缓缓抬升, 通过河湟谷地、青海湖盆地、共和盆地逐步进入到青藏高原面, 形成古人类进入高原的最佳通道, 也是历史时期人类进入青藏高原腹地的主要通道(唐蕃古道)(陈小平, 1987), 以及农牧业文化交流的主要通道。从晚更新世以来高原上的史前考古遗址分布状况(图1和2)来看, 已经发现的史前遗址有72.4%位于这一地区(Chen等, 2015b), 且从旧石器到青铜时代文化连续、类型多样(图3a), 粟黍和麦作农业发达(图3b), 显示青藏高原东北部始终是古人类在高原活动的主要区域, 在古人类向高原扩散过程中起到重要作用。研究还显示, 自旧石器时代到中石器时代、新石器时代, 甚至青铜时代, 高原东北部的考古学文化或直接源于黄土高原西部地区, 或受其强烈影响, 与中国北方在文化和人群上始终

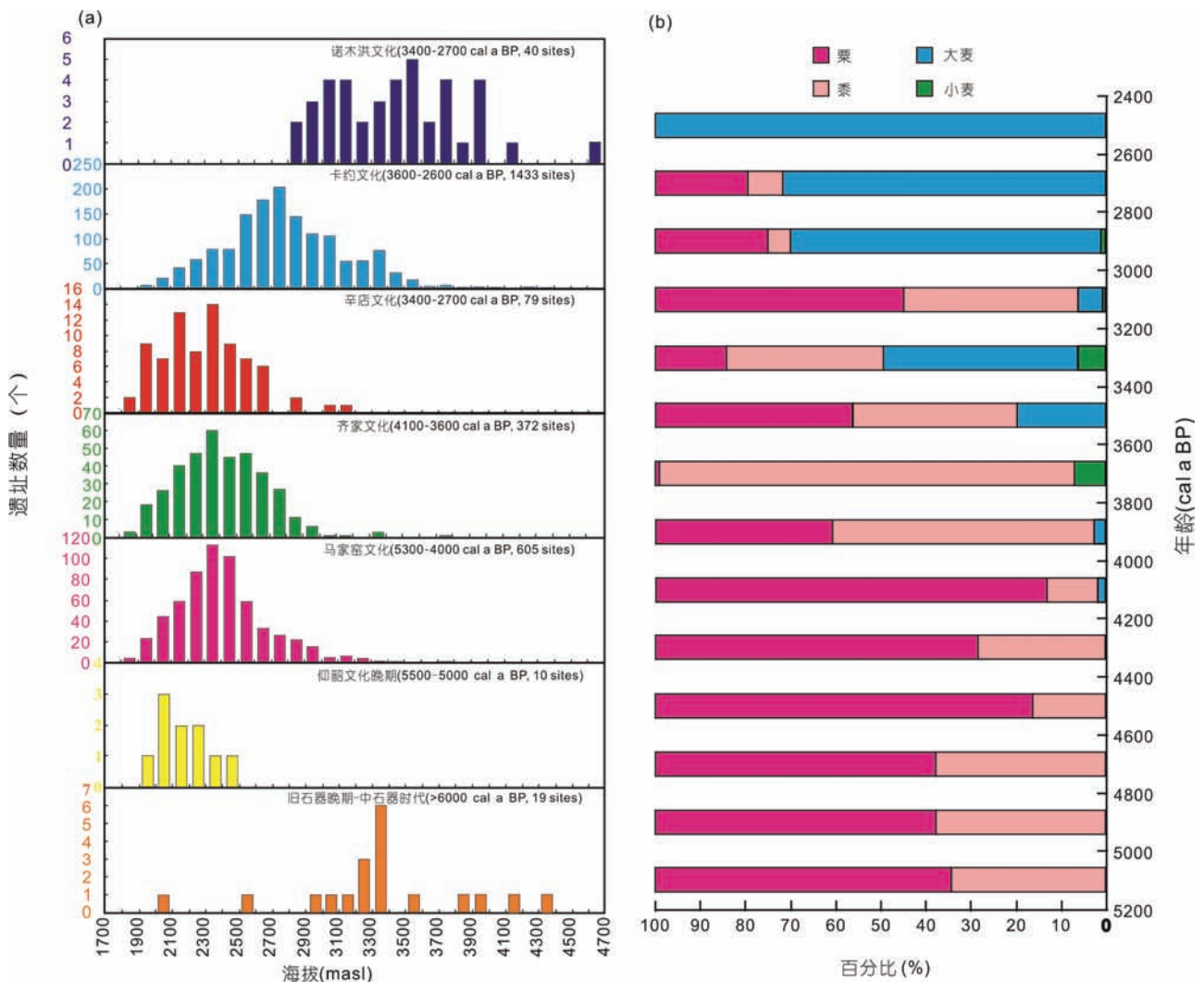


图3 青藏高原东北部考古学文化演变与农作物出土百分比变化

(a) 不同考古学文化遗址数量随海拔变化; (b) 考古遗址出土农作物种属百分比随时间变化。据 Chen 等(2015b)附图 1 和 6 修改

保持密切联系。高原南部和东南部的文化则在青铜时代之前受到甘青地区的强烈影响,起源于中国北方的粟黍作物传播到高原南部的河谷地带,青铜时代则呈现出明显的地方文化色彩。

以上研究显示,中国北方可能是古人类向青藏高原扩散的主要人群来源地,而海拔相对较低、通过河湟谷地与黄土高原相连的青藏高原东北部,在人群扩散的几个阶段中,扮演了重要角色。此外,高原周围可能还存在其他人群扩散路线,例如西藏考古学文化与印度次大陆和克什米尔地区联系密切(吕红亮, 2011, 2014),高原南部和西部也有人群扩散的通道(Qiu, 2015)。尽管大量地表采集的考古遗存显示,

在青铜时代甚或新石器时代,雅鲁藏布江谷地也有大规模的人类活动,但由于缺乏具有可靠层位和测年的考古遗存研究,我们无法对此未知南线进行评估。但是,卡若、曲贡和昌果沟等遗址至少肯定了新石器晚期和青铜时代青藏高原南部人类活动的存在(刘景芝和赵慧民, 1999; 西藏自治区文物管理委员会等, 1985),其出土的丰富文化遗存和粟黍及麦类作物遗存(D'Alpoim Guedes等, 2014; 傅大雄, 2001)显示,该区域受到黄土高西部地区同期考古学文化的强烈影响,很可能是青藏高原东北部人群南下迁移的结果。

除从考古学文化上追踪青藏高原人群来源问题,

遗传学研究也为之提供了更为直接的证据。现代生活在青藏高原上的人群主要属于藏缅语系人群,其中以藏族为主(王钟翰, 1994)。反映母系遗传谱系的线粒体DNA分析显示,藏缅语系人群与亚洲蒙古人种有着较早的共同祖先(Torroni等, 1994),于距今6000前后分化出来(Qin等, 2010; Zhao等, 2009),甚至发现,汉藏分离的时间晚到距今2750年(Yi等, 2010)。反映父系遗传谱系的Y染色体DNA也得出了相似结论(Gayden等, 2007; Su等, 2000),并且将来源群体缩小为分布在中国黄河中上游地区的仰韶文化人群(Qi等, 2013; Su等, 2000);全面记录人类遗传信息的常染色体DNA研究,也证实了藏缅语系人群与东北亚人群更密切的亲缘关系(Gayden等, 2009; Kang等, 2010)。除了藏族主体来自北方外,Wen等(2004)还追踪到来自高原南部较老的母系来源,Zhao等(2009)、Qin等(2010)和Qi等(2013)不仅验证了这一结果,而且将其来源时间追踪至LGM前后。遗传学上追踪到的青藏高原上晚更新世和全新世中期两次人口扩张和人群来源(图4g),与以上所述考古学材料基本相符,只是高原上晚更新世人类活动问题还有待进一步研究确认。

4 史前人类向青藏高原扩散的可能驱动机制

4.1 末次冰消期温湿气候吸引扩张中的现代人首次造访青藏高原

末次冰期,现代人在全球范围大规模扩散,距今5.0万年到达澳大利亚(Roberts等, 1990),距今2.7万年前后占据西伯利亚北部北极圈地区(Pitulko等, 2004),距今1.5万年跨过白令海峡到达美洲大陆(Goebel等, 2008),并在距今1.2万年出现在南美高海拔的安第斯山(Rademaker等, 2014)。中国北方距今3.5万年前后发生的一系列考古学文化变化(Qu等, 2013),暗示了现代人的出现(Shang等, 2007),其多样化的考古遗存和繁荣的发展景象显示现代人突出的环境适应能力和强劲的扩张势头,青藏高原早期考古遗存应该为此时段现代人向高海拔地区扩散留下的痕迹。目前青藏高原早期考古遗存可分为两部分,一部分是海拔较高且测年结果有争议的老于距今2.0万年的三处

遗址,另一部分是位于海拔较低的青海湖盆地且有精确测年和考古地层的距今1.5~1.2万年的遗址(图1和4f)。

冰消期之前的末次冰期(距今7.2~1.8万年),青藏高原自然环境恶劣,人类生存面临巨大挑战。而高原上已知早于距今2.0万年的考古遗存均存在一定争议(见2.1讨论),史前人类在青藏高原上活动的可能性较小。距今4.0万年,恰好位于末次冰期千年尺度变化中最冷的时段(图4a),青藏高原面植被显著退化,目前植被较好的多数区域,如青海湖、若尔盖盆地等均变为荒漠草原或荒漠等植被类型(Shen等, 2005; Yan等, 1999),风沙活动盛行(Lai等, 2009; Qiang等, 2013),不适合人类生存。而当时低海拔地区遗址数量不多,人口压力不大,古人类没有向高原迁移的直接动力和压力,因此位于4600masl的色林错遗址存在的可能性很低。距今4.0~3.0万年间的末次冰期中存在四次大幅度的千年尺度气候冷暖事件(图4a),高原面上温暖时期接近全新世(Thompson等, 1997; 姚檀栋等, 1997),处于强烈扩张势头的现代人可能会尝试在气候相对温暖且湿润时期到达青藏高原低海拔地区,例如位于柴达木盆地的冷湖遗址(2800masl)(Brantingham等, 2007)。末次盛冰期(LGM, 距今2.4~1.8万年),气候远较现今寒冷(Clark等, 2009),青藏高原自然环境更为严酷,植被更为稀少,动物资源更为匮乏,而同期相邻的黄土高原西部地区遗址数量和人类活动强度也明显下降(Morgan等, 2011; Zhang等, 2010; 吉笃学等, 2005)。因此,末次盛冰期古人类在青藏高原活动的可能性较小,位于4200masl的Quesang遗址的年代值得商榷。考虑到末次冰期青藏高原上的自然环境和周围地区的人类活动情况,我们认为,青藏高原早期人类活动证据均需谨慎对待,即使遗址的测年可靠,其所反映的人类活动也可能仅限于短期探险性活动。而现代遗传学研究所追踪到的青藏高原上末次盛冰期之前的古人类遗传信息(Qi等, 2013; Qin等, 2010; Zhao等, 2009)(图4g),可能来自这些最早的高原探险者。

末次冰消期(距今11.6~1.8万年),全球气候转暖,并出现B/A暖事件(图4a),具可靠地层和测年结果的遗址在此时期集中出现在青海湖盆地(图1)。格棱兰冰芯氧同位素曲线显示,北半球中高纬度地区在B/A暖事件阶段其温暖程度已经接近全新世(图4a),而在

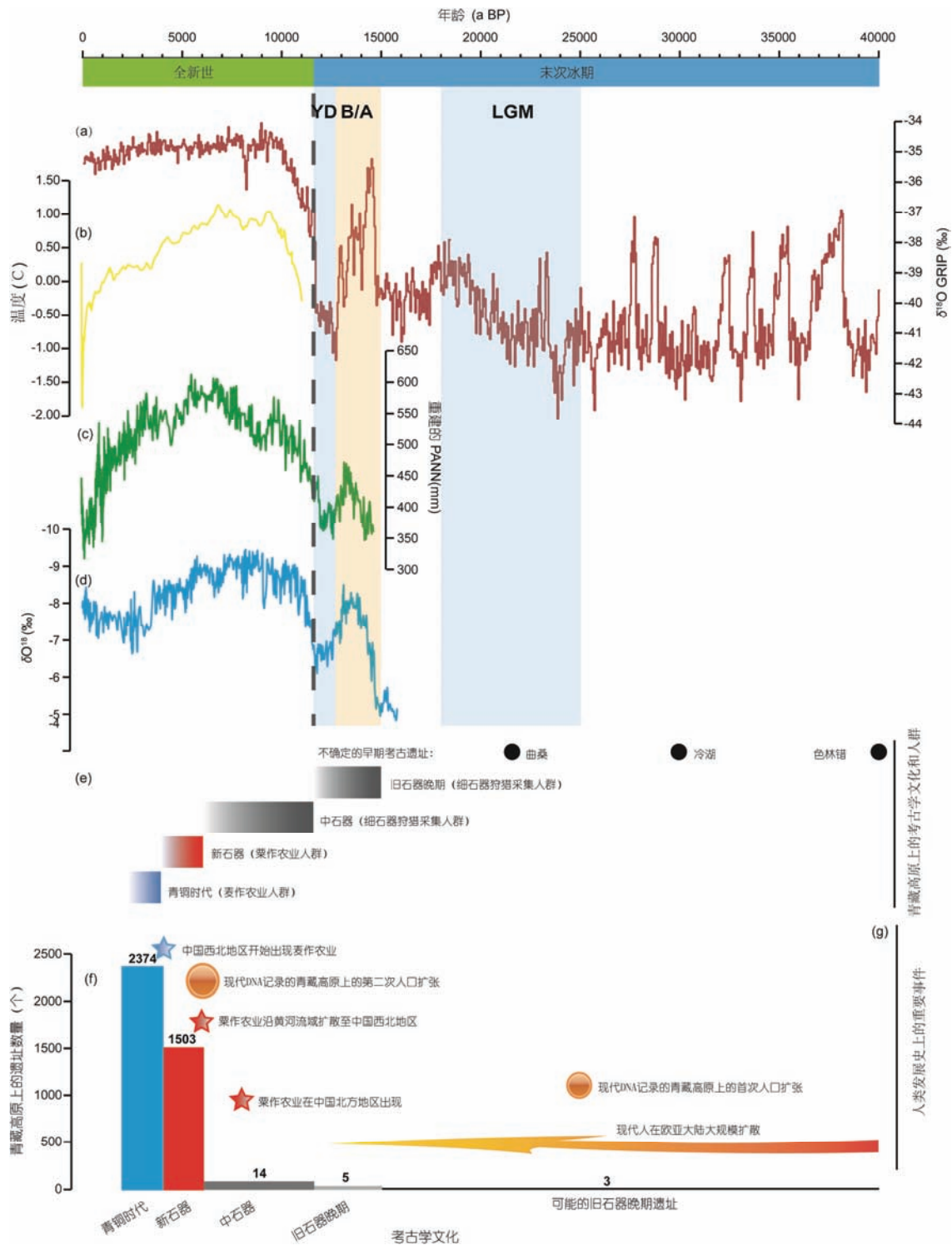


图 4 北半球距今 4.0 万年来的气候变化记录与青藏高原上的考古记录

(a) 指示全球温度变化的格陵兰冰芯氧同位素记录(Greenland Ice-core Project, 1993); (b) 定量重建的北半球全新世温度变化(Marcott 等, 2013); (c) 代表东亚夏季风强度的公海定量重建的降水变化曲线(Chen 等, 2015a); (d) 指示印度季风强度的石笋氧同位素曲线(Dykoski 等, 2005); (e) 青藏高原上的考古记录; (f) 青藏高原上史前考古遗址数量变化, Chen 等(2015b), 国家文物局(1996, 2001, 2009, 2010, 2011); (g) 人类发展史上的重要事件

青藏高原地区可能被放大(姚檀栋等, 2000), 其温度与现在没有太大差别(姚檀栋等, 1997). 这一时期亚洲季风强度也接近现代(图4c和d), 降水相对丰沛, 高原上较低海拔地区(如青海湖盆地)食物资源相对黄土高原西部地区及其北部沙漠地区应当更为丰富, 较高的海拔差异也给旧石器人群提供了更长季节(时间)的狩猎采集资源. 此时期, 中国北方地区细石器盛行, 其所代表的高流动性人群于温暖湿润的距今1.5~1.2万年间到达青海湖盆地, 代表了青藏高原上首次具有一定规模的史前人类活动(图4e和5a). 但是, 由于高原上季节差异大, 冬季更为寒冷, 食物也会减少. 考古证据显示, 这一时期的人类活动为季节性的(Brantingham等, 2010), 古人类很可能只是夏季生活在青藏高原, 冬季会经河湟谷地回到低海拔的黄土高原. 在显著的地理环境差异和气候波动背景下, 自旧石器时代晚期开始在世界范围内发生的“广谱革命”, 在促成早期古人类登上青藏高原并逐渐适应高原环境中起到了重要作用(汤惠生, 2011a, 2011b).

4.2 全新世早中期粟作农业发展和温暖湿润气候促使更多狩猎采集人群进入青藏高原

末次冰消期经历了温暖的B/A温暖阶段和寒冷的新仙女木冷事件(YD)的剧烈波动, 之后全球气候进入到相对温暖且稳定的全新世间冰期(图4a~d), 古人类开始尝试对部分动植物进行驯化, 由食物采集阶段逐渐步入食物生产阶段(Diamond, 2002). 粟黍是古人类在中国北方最先驯化的植物, 距今1.0万年前后可能已经开始被驯化(Lu等, 2009; Zhao, 2011). 同时或更早, 水稻也在水分条件极其充足的中国南方被栽培(Jiang和Liu, 2006). 中国北方的磁山、兴隆沟、裴李岗、月庄和大地湾等遗址发现的全新世早期驯化粟黍遗存显示, 古人类最先选择进退便利、水热条件较好的山前冲积扇进行早期植物栽培(Liu等, 2009). 距今7000年开始, 粟黍作物在黄河中下游地区得到广泛种植, 逐步代替狩猎采集经济成为古人类的主要食物来源(Liu等, 2014), 稳定丰富的食物来源进一步促进了人口的增长, 粟黍农业从黄河中游向西扩散到青藏高原东北边缘地区(图5b).

我们认为, 史前农业的发展与温暖湿润的全新世气候两种因素可能共同促进了狩猎采集人群向青藏高原的扩散, 形成青藏高原地区的中石器文化. 一

方面, 青藏高原地处中国早期农业起源中心之外, 黄河中游地区的农业人群向西北地区的扩散必然会迫使此地区原狩猎采集人群向广袤无垠、人烟稀少和环境尚可的青藏高原迁移(图5b). 另一方面, 在YD事件之后, 全新世气候快速转暖(图4a), 东亚夏季风和印度夏季风均显著增强(图4c和d), 受亚洲夏季风影响的青藏高原大部分地区降水显著增加, 温暖湿润的气候环境必然促使青藏高原生态环境的改善(Cheng等, 2013; Herzsuh等, 2010; Shen等, 2005), 从而吸引更多狩猎采集人群的到来(图4f), 并且其在高原上的活动范围明显增加, 南至雅鲁藏布江谷地(图5b), 持续时间也逐渐增长. 青海湖盆地发现多处中石器遗址, 其中江西沟2和151遗址文化堆积厚, 使用时间长, 显示为区域中心营地, 与周围零星分布的短期狩猎营地构成一个聚落系统(图1b). 随着人群适应能力的增加, 人口增加对更多资源的需求, 在全新世早中期温暖湿润的自然环境条件下, 部分人群开始到高原腹地进行狩猎活动(Brantingham等, 2013; 汤惠生等, 2013). 考古材料显示, 这些高海拔地区的人类活动依然为短暂的季节性活动, 并且与中低海拔的青海湖盆地有密切联系. 青海湖盆地可能作为中间站或补给站, 密切联系着高原腹地的人群和低海拔的农业人群. 此时期古人类在高原上停留的时间增长, 但尚缺乏其在高原常年生活的考古证据. 中石器文化在全新世早中期在高原中低海拔地区的繁荣发展, 部分因为优越的生态环境提供了丰富的食物资源, 但更多的可能是受到了低海拔农业人群的挤压和排斥(Brantingham等, 2007).

4.3 全新世中期晚段粟作农业的繁荣推动史前人类大规模定居青藏高原低海拔地区

全新世中期晚段, 青藏高原上考古遗址数量急剧增加(图4), 反映了新石器时代人群向青藏高原的大规模扩散(图5c), 与遗传学研究追踪到的距今6000年前后青藏高原人口扩张事件相符(图4g). 此次人群扩散, 与粟黍农业发展密切相关. 此时期, 东亚季风持续强盛(图4c和d), 丰沛的降水可能促进了中国北方新石器文化的繁荣发展(Chen等, 2015a)和粟黍农业的建立和扩张(Jia等, 2013). 粟黍农业发展引起人口增加, 聚落规模增大和社会结构复杂化, 食物需求进一步增强, 进而导致粟黍农业在空间上向周边地区

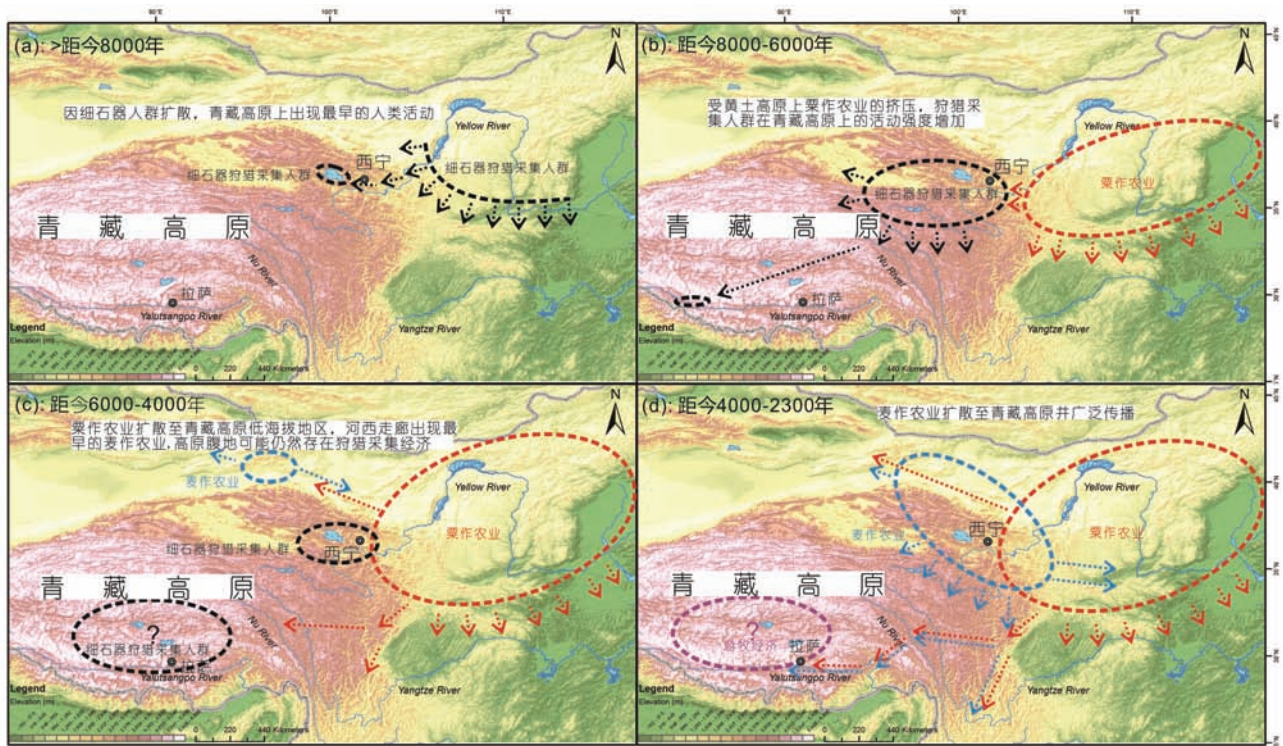


图5 古人类向青藏高原迁移的四个阶段

大规模扩张(图5c). 黄土高原西部地区, 粟黍农业伴随马家窑文化, 向河西走廊(Dong等, 2013a)、青藏高原东北部(Chen等, 2015b; Dong等, 2013b, 2014)和东南部强势扩散(D'Alpoim Guedes和Butler, 2014; D'Alpoim Guedes等, 2014; 洪玲玉等, 2011; 西藏自治区文物管理委员会等, 1985; 赵志军和陈剑, 2011)(图2). 这一时期, 尽管新石器文化因素已经出现在4000masl以上的青藏高原地区, 但是由于粟黍对水热条件特别是霜冻的敏感反应(柴岩, 1999; 王星玉, 1996), 使其不能在青藏高原东北部2500masl以上的地区种植, 所以青藏高原东北部地区出土粟黍农作物的遗址均分布在2500masl以下的河湟谷地(Chen等, 2015b), 但是在相对暖湿的高原南部粟黍种植高度则可到达3100masl(卡若遗址)(D'Alpoim Guedes等, 2014). 然而, 在适应高寒环境的麦类作物传入之前, 高原腹地活动的人群在全新世中晚期可能仍然依赖狩猎采集经济(图5c). 农业可为古人类的长年生活提供稳定食物来源, 促使全新世中晚期的粟黍农业人群大规模在青藏高原低海拔地区进行定居(Chen等, 2015b), 考古发掘发现的大量建造精致的房址、墓葬

和大量驯化的动物(猪)遗存进一步印证了该时期人类的定居生活. 全新世中晚期季风区水热条件已不及全新世早中期优越(图4), 但此时人类首次大规模定居至青藏高原东部边缘地带, 说明粟黍农业的扩散是最主要的促进因素(Chen等, 2015b), 较为适宜的气候条件则对粟黍农业的扩散起到了促进作用(Dong等, 2012; Jia等, 2013).

4.4 全新世晚期麦类作物的引入推动史前人类大规模定居到青藏高原高海拔地区

距今4000年开始, 麦类作物遗存在中国北方遗址陆续出现(Chen等, 2015b; Dodson等, 2013; Flad等, 2010; 靳桂云, 2007), 主要发现于西北地区. 研究显示, 麦类作物于距今10000年前后在西亚地区最早驯化(Tanno和Willcox, 2012), 根据中国及周边地区现已发现的小麦、大麦遗存推测, 在西亚驯化的麦类作物在距今4000年前经中亚、蒙古高原从北部传入中国西北地区(Spengler等, 2014), 随后沿河西走廊向东传入中国黄河中下游地区, 向西传入新疆地区(Dodson等, 2013)(图5c和d).

距今4000年前后, 北半球气温降低(图2b), 亚洲季风减弱(图2c和d), 但是恶化的气候环境并未阻止史前人类向青藏高原高海拔地区迁移的步伐, 麦类作物的引入在其中起到了关键作用. 青藏高原东北部53个遗址的浮选植物遗存和AMS¹⁴C测年结果显示, 距今4000年前后麦类作物已进入河湟谷地, 尽管粟黍作物仍占主体地位, 但麦类作物所占比例逐渐增加(图3b); 距今3600年之后, 麦类作物比例显著增加, 并迅速传播到2500masl以上的地区, 最高至3400masl, 且在2500masl以上的地区成为主要作物(图3b). 此时期青藏高原东北部的考古遗址明显突破了前期遗址集中分布在海拔较低的河湟谷地的格局, 广泛分布于3000masl以上的青海湖盆地、柴达木盆地和共和盆地, 以及海拔接近4000masl的果洛地区(Chen等, 2015b)(图2). 沿青藏高原东缘, 麦作农业到达四川、云南和西藏雅鲁藏布江谷地(D'Alpoim Guedes等, 2015)(图5d), 成为高原农业的主体. 麦类作物中大麦(青稞)的耐寒耐霜冻特性(D'Alpoim Guedes和Butler, 2014; 赵志军, 2004), 使其成为古人类在青藏高原高海拔地区生活的主要食物来源, 是古人类成功定居青藏高原的关键文化因素. 可能与麦类作物一起传入东亚的驯化羊(Zhao, 2009), 以及在此时已经驯化的牦牛(Qiu等, 2015), 也是史前人类在青藏高原高海拔地区生活的重要食物来源, 此时在海拔4000masl以上高原腹地活动的狩猎采集者可能已经向游牧经济过渡(图5d). 正如Chen等(2015b)指出的, 距今3600年开始, 史前人类大规模定居青藏高原, 当时的气候趋于转冷转干, 耐高寒麦类作物在青藏高原的种植对古人类最终常年定居青藏高原高海拔地区起着关键作用.

5 结论与展望

现有的考古学和遗传学研究结果显示, 史前人类向青藏高原扩散的历史过程和可能驱动机制已显示出较为清晰的轮廓(图4和5). 扩散过程主要分为四个阶段, 不同时期的扩散动力不同, 与气候变化和人口增长, 特别是农业发展关系密切.

冰消期之前的末次冰期(距今7.2~1.8万年), 青藏高原自然环境恶劣, 不适宜人类生存, 可能偶有少数人群短暂到高原上进行狩猎探险. 末次冰消期(距今

1.8~1.16万年), 在相对温暖湿润的B/A暖事件阶段, 首次有一定规模的狩猎采集人群活跃在高原东北边缘的青海湖盆地, 为中国北方此时兴盛发达的高流动性细石器人群向周边地区扩散的结果. 全新世早中期(距今11600~6000年), 气候最为温暖湿润, 青藏高原生态环境改善, 毗邻的黄土高原粟作农业快速发展并向周边地区扩散, 迫使较大规模的狩猎采集人群向资源相对丰富、人口稀少的青藏高原扩散, 部分人群甚至到达高原腹地, 季节性生活在高原上. 距今6000~4000年, 粟作农业由黄河中游扩散至青藏高原东北部低海拔河谷地带, 并沿高原东缘南下到川西及西藏地区, 受粟黍种植海拔高度限制, 农业人群只生活在2500masl以下的河湟谷地. 距今4000~2300年, 特别是距今3600年以来, 气候转冷, 在中国北方总体资源压力增大的背景下, 麦类作物、家畜羊的传入和适应高寒环境农牧经济的出现, 促使人类向更高海拔扩散, 并最终大规模常年定居在青藏高原高海拔地区.

根据现有研究, 我们认为史前人类定居青藏高原的历史过程还是框架性的, 其更确切的驱动机制尚有待进一步深入探讨, 还有更多重要研究工作需要开展. 这些包括:

(1) 旧石器时代青藏高原上古人类的空间分布和生存模式: 青藏高原上至今还未发现具可靠测年的早于距今1.5万年的遗址, 需要有针对性地核查并寻找更早的旧石器遗址, 开展系统年代学研究和正式考古发掘, 获得史前人类最早在青藏高原活动的时空框架和生存方式信息, 验证或检验现代DNA研究所追踪到的青藏高原上较老的遗传信号.

(2) 古人类在高原上活动的季节性问题: 现有考古证据, 只能说明距今3600年麦作农业在青藏高原种植以来, 史前人类开始在青藏高原2500masl以上地区常年定居. 但是, 此前狩猎采集人群和粟作农业人群已经到达青藏高原东北部, 那么这些早期人群在高海拔地区是以何种方式在移动呢? 大范围固定区域频繁移动、季节性高低海拔定向移动还是常年定居(相对温湿的藏南地区)? 目前的考古材料远不足以回答以上问题, 特定区域的系统考古调查和重要遗址的正式发掘是将来亟需开展的工作.

(3) 人群迁移还是文化传播: 考古学文化变化由人群迁移还是文化传播引起的, 是考古学研究中的

难点. 本文根据现有研究总结的史前人类向高原扩散的四个阶段, 事实上均是考古学文化的变迁事件, 尽管本文倾向于认为史前人类是从黄土高原西部经河湟谷地到达青藏高原东北部并沿东缘南迁, 但从遗址数量、年龄和考古遗存信息很难解决其创造者来源问题. 人群的直接迁移和文化的传播, 均可以导致一个遗址或一个地区考古遗存组成的变化. 为解决这一问题, 将来必须开展大量的古人骨DNA分析, 从而获得考古遗存制造者的直接信息.

(4) 高原腹地的考古研究亟待加强: 高原腹地, 主要是西藏地区, 考古研究开展的相对较少, 严重限制了我们对青藏高原作为一个独立地理单元上的完整人类活动历史研究. 目前, 西藏地区从旧石器到青铜时代有明确文化层和可靠测年的遗址数量很少, 史前人类活动历史基本还处于空白状态. 所以, 高原腹地特别是西藏地区的考古需要特别加强.

参考文献

- 安志敏. 1960. 我国新石器时代的仰韶文化和龙山文化. 历史教学, 8: 7-13
- 柴岩. 1999. 糜子. 北京: 中国农业出版社
- 陈小平. 1987. “唐蕃古道”的走向和路线. 青海社会科学, 3: 70-76
- 陈宥成, 曲彤丽. 2012. 试析华北地区距今1万年左右的社会复杂现象. 中原文物, 3: 20-26
- 傅大雄. 2001. 西藏昌果沟遗址新石器时代农作物遗存的发现、鉴定与研究. 考古, 3: 66-74
- 盖培, 王国道. 1983. 黄河上游拉乙亥中石器时代遗址发掘报告. 人类学学报, 2: 49-59
- 高星, 周振宇, 关莹. 2008. 青藏高原边缘地区晚更新世人类遗存与生存模式. 第四纪研究, 28: 969-977
- 国家文物局. 1996. 中国文物地图集青海分册. 北京: 中国地图出版社
- 国家文物局. 2001. 中国文物地图集云南分册. 昆明: 云南科技出版社
- 国家文物局. 2009. 中国文物地图集四川分册. 北京: 文物出版社
- 国家文物局. 2010. 中国文物地图集西藏自治区分册. 北京: 文物出版社
- 国家文物局. 2011. 中国文物地图集甘肃分册. 北京: 测绘出版社
- 洪玲玉, 崔剑锋, 王辉, 陈剑. 2011. 川西马家窑类型彩陶产源分析与探讨. 南方民族考古, 7: 1-58
- 黄慰文, 陈克造, 袁宝印. 1987. 青海小柴达湖的旧石器. 见: 中国-澳大利亚第四纪学术讨论会论文集. 北京: 科学出版社. 168-175
- 霍巍. 1990. 喜马拉雅山南麓与澜沧江流域的新石器时代农业村落——兼论克什米尔布鲁扎霍姆遗址与我国西南地区新石器时代农业文化的联系. 农业考古, 2: 101-107
- 吉笃学, 陈发虎, Bettinger R L, Elston R G, 耿志强, Barton L, 王辉, 安成邦, 张东菊. 2005. 末次盛冰期环境恶化对中国北方旧石器文化的影响. 人类学学报, 24: 270-282
- 靳桂云. 2007. 中国早期小麦的考古发现与研究. 农业考古, 4: 11-20
- 李永宪. 1992. 略论西藏的细石器遗存. 西藏研究, 1: 126-132
- 李永宪. 1996. 略论四川地区的细石器. 见: 四川省文物考古研究所, 主编. 四川考古论文集. 北京: 文物出版社. 6-18
- 刘景芝, 赵慧民. 1999. 西藏贡嘎县昌果沟新石器时代遗址. 考古, 4: 1-10
- 刘莉. 2007. 中国新石器时代-迈向早期国家之路. 北京: 文物出版社
- 吕红亮. 2011. 西藏旧石器时代的再认识——以阿里日土县夏达错东北岸地点为中心. 考古, 3: 59-68
- 吕红亮. 2012. 西喜马拉雅早期青铜器初论. 中国国家博物馆馆刊, 12: 49-58
- 吕红亮. 2014. 跨喜马拉雅视角下的西藏西部新石器时代. 考古, 12: 77-89
- 闵锐. 2009. 云南剑川县海门口遗址第三次发掘. 考古, 8: 3-22
- 宁夏文物考古研究所. 2003. 水洞沟——1980年发掘报告. 北京: 科学出版社
- 宁夏文物考古研究所, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所. 2013. 水洞沟——2003~2007年度考古发掘与研究报告. 北京: 科学出版社
- 石金鸣, 宋艳花. 2010. 山西吉县柿子滩遗址第九地点发掘简报. 考古, 10: 7-17
- 汤惠生, 周春林, 李一全, 梁中. 2013. 青海昆仑山山口发现的细石器考古新材料. 科学通报, 58: 247-253
- 汤惠生. 2011a. 青藏高原旧石器时代晚期至新石器时代初期的考古学文化及经济形态. 考古学报, (4): 443-466
- 汤惠生. 2011b. 青藏高原史前的“广谱革命”. 青海民族大学学报(社会科学版), (1): 91-96
- 汤惠生. 1999. 略论青藏高原的旧石器 and 细石器. 考古, (5): 44-54
- 王辉. 2012. 甘青地区新石器-青铜时代考古学文化的谱系与格局. 见: 北京大学考古文博学院和北京大学中国考古学研究中心, 主编. 考古学研究. 北京: 文物出版社. 210-243
- 王星玉. 1996. 中国黍稷. 北京: 中国农业出版社
- 王钟翰. 1994. 中国民族史. 北京: 中国社会科学出版社
- 西藏自治区文物管理委员会, 四川大学历史系. 1985. 昌都卡若. 北京: 文物出版社
- 西藏自治区文物局, 四川大学考古系, 陕西省考古研究所. 2005. 青藏铁路西藏段田野考古报告. 北京: 科学出版社
- 谢端琚. 2002. 甘青地区史前考古. 北京: 文物出版社
- 姚檀栋, 刘晓东, 王宁练. 2000. 青藏高原地区的气候变化幅度问题. 科学通报, 45: 98-114

- 姚檀栋, 施雅风, 秦大河, 焦克勤, 杨志红, 田立德, Thompson LG, Mosley-Thompson E. 1997. 古里雅冰芯中末次间冰期以来气候变化记录研究. 中国科学D辑: 地球科学, 27: 447–452
- 仪明洁, 高星, 张晓凌, 孙永娟. 2011. 青藏高原边缘地区史前遗址2009年调查试掘报告. 人类学学报, 30: 124–136
- 袁宝印, 黄慰文, 章典. 2007. 藏北高原晚更新世人类活动的新证据. 科学通报, 52: 1567–1571
- 张东菊, 陈发虎, Bettinger R L, Barton L, 吉笃学, MORGAN C, 王辉, 程晓钟, 董广辉, Guilderson T P, 赵晖. 2010. 甘肃大地湾遗址距今6万年来的考古记录与旱作农业起源. 科学通报, 55: 883–890
- 张光直. 2014. 中国青铜时代. 北京: 三联书店
- 张荣祖. 2004. 中国动物地理. 北京: 中国科学出版社
- 张森水. 1999. 管窥新中国旧石器考古学的重大发展. 人类学学报, 18: 193–214
- 张懿铨, 李炳元, 郑度. 2002. 论青藏高原范围与面积. 地理研究, 21: 1–8
- 赵志军. 2004. 青海互助丰台卡约文化遗址浮选结果分析报告. 考古与文物, 2: 85–91
- 赵志军. 2005. 关于夏商周文明形成时期农业经济特点的一些思考. 华夏考古, 1: 75–81–101
- 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, 陈剑. 2011. 四川茂县营盘山遗址浮选结果及分析. 南方文物, 3: 60–67
- 郑度. 1996. 青藏高原自然地域系统研究. 中国科学D辑: 地球科学, 26: 336–341
- 中国社会科学院考古研究所. 2003. 中国考古学——夏商卷. 北京: 中国社会科学出版社
- 中国社会科学院考古研究所. 2010. 中国考古学——新石器时代卷. 北京: 中国社会科学出版社
- 中国社会科学院考古研究所, 西藏自治区文物局. 1999. 拉萨曲贡. 北京: 中国大百科全书出版社
- Aldenderfer M. 2011. Peopling the Tibetan plateau: Insights from archaeology. High Alt Med Biol, 12: 141–147
- Aldenderfer M, Zhang Y. 2004. The prehistory of the Tibetan Plateau to the seventh century AD: Perspectives and research from China and the West since 1950. J World Prehist, 18: 1–55
- Baker P T. 1969. Human adaptation to high altitude. Science, 163: 1149–1156
- Barton L, Newsome S D, Chen F H, Wang H, Guilderson T P, Bettinger R L. 2009. Agricultural origins and the isotopic identity of domestication in northern China. Proc Natl Acad Sci USA, 106: 5523–5528
- Beall C M. 2001. Adaptations to altitude: A current assessment. Annu Rev Anthropol, 30: 423–456
- Brantingham P J, Gao X, Olsen J W, Ma H, Rhode D, Zhang H, Madsen D B. 2007. A short chronology for the peopling of the Tibetan Plateau. In: Madsen D B, Chen F H, Gao X, eds. Developments in Quaternary Science. Amsterdam: Elsevier. 129–150
- Brantingham P J, Rhode D, Madsen D B. 2010. Archaeology augments Tibet's genetic history. Science, 329: 1467–1467
- Brantingham P J, Gao X, Madsen D B, Rhode D, Perreault C, Woerd J, Olsen J W. 2013. Late Occupation of the high-elevation northern Tibetan Plateau based on cosmogenic, luminescence, and radiocarbon ages. Geoarchaeology, 28: 413–431
- 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. 2015b. 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. 2015a. East Asian summer monsoon precipitation variability since the last deglaciation. Sci Rep, 5: 11186
- Chen F H, Yu Z C, 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 H, 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
- Cheng B, Chen F H, Zhang J W. 2013. Palaeovegetational and palaeoenvironmental changes since the last deglacial in Gonghe Basin, northeast Tibetan Plateau. J Geogr Sci, 23: 136–146
- Clark P U, Dyke A S, Shakun J D, Carlson A E, Clark J, Wohlfarth B, Mitrovica J X, Hostetler S W, McCabe A M. 2009. The Last Glacial Maximum. Science, 325: 710–714
- D'Alpoim Guedes J, Lu H, Hein A M, Schmidt A H. 2015. Early evidence for the use of wheat and barley as staple crops on the margins of the Tibetan Plateau. Proc Natl Acad Sci USA, 112: 5625–5630
- D'Alpoim Guedes J, Butler E E. 2014. Modeling constraints on the spread of agriculture to Southwest China with thermal niche models. Quat Int, 349: 29–41
- D'Alpoim Guedes J, Lu H, Li Y, Spengler R, Wu X, Aldenderfer M. 2014. Moving agriculture onto the Tibetan Plateau: The archaeobotanical evidence. Archaeol Anthropol Sci, 6: 255–269
- Diamond J. 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. Nature, 418: 700–707
- Dodson J R, Li X Q, Zhou X Y, Zhao K L, Sun N, Atahan P. 2013. Origin and spread of wheat in China. Quat Sci Rev, 72: 108–111
- Dong G H, Jia X, An C B, Chen F H, Zhao Y, Tao S C, Ma M 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, Wang L, Cui Y F, Elsto R, Chen F H. 2013a. The spatiotemporal pattern of the Majiayao cultural evolution and its relation to climate change and variety of subsistence strategy during late Neolithic period in Gansu and Qinghai Regions, northwest China. *Quat Int*, 316: 155–161
- Dong G H, Jia X, Elston R, Chen F H, Li S C, Wang L, Cai L H, An C B. 2013b. Spatial and temporal variety of prehistoric sites and its influencing factors in the upper Yellow River valley, Qinghai Province, China. *J Archaeol Sci*, 40: 2538–2546
- Dong G H, Wang Z L, Ren L L, Matuzeviciute G M, Wang H, Ren X Y, Chen F H. 2014. A comparative study of radiocarbon dating on charcoal and charred seeds from the same flotation samples in the late Neolithic and Bronze age sites in Gansu and Qinghai Provinces, northern China. *Radiocarbon*, 56: 157–163
- Dykoski C A, Edwards R L, Cheng H, Yuan D X, Cai Y J, Zhang M L, Lin Y S, Qing J M, An Z S, Revenaugh J. 2005. A high-resolution, absolute-dated Holocene and deglacial Asian monsoon record from Dongge Cave, China. *Earth Planet Sci Lett*, 233: 71–86
- Elston R G, Guanghui D, Dongju Z. 2011. Late Pleistocene intensification technologies in Northern China. *Quat Int*, 242: 401–415
- Flad R, Li S C, Wu X H, Zhao Z J. 2010. Early wheat in China: Results from new studies at Donghuishan in the Hexi Corridor. *Holocene*, 20: 955–965
- Gayden T, Cadenas A M, Regueiro M, Singh N B, Zhivotovsky L A, Underhill P A, Cavalli-Sforza L L, Herrera R J. 2007. The Himalayas as a directional barrier to gene flow. *Am J Hum Genet*, 80: 884–894
- Gayden T, Mirabal S, Cadenas A M, Lacau H, Simms T M, Morlote D, Chennakrishnaiah S, Herrera R J. 2009. Genetic insights into the origins of Tibeto-Burman populations in the Himalayas. *J Hum Genet*, 54: 216–223
- Goebel T, Derevianko A P, Petrin V T. 1993. Dating the Middle-to-Upper-Paleolithic transition at Kara-Bom. *Curr Anthropol*, 34: 452–458
- Goebel T, Waters M R, O'Rourke D H. 2008. The late Pleistocene dispersal of modern humans in the Americas. *Science*, 319: 1497–1502
- Greenland Ice-core Project Members. 1993. Climate instability during the last interglacial period recorded in the GRIP ice core. *Nature*, 364: 203–207
- Herzschuh U, Birks H J B, Liu X, Kubatzki C, Lohmann G. 2010. This article has been retracted: What caused the mid-Holocene forest decline on the eastern Tibet-Qinghai Plateau? *Glob Ecol Biogeogr*, 19: 278–286
- Hoffecker J F. 2009. The spread of modern humans in Europe. *Proc Natl Acad Sci USA*, 106: 16040–16045
- Hou G, Lai Z, Cao G, E C, Sun Y, Rhode D, James F. 2015. The earliest prehistoric pottery in the Qinghai-Tibetan Plateau and its archaeological implications. *Quat Geochronol*, 30: 431–437
- Hudson A M, Olsen J W, Quade J. 2014. Radiocarbon dating of interdune Paleo-Wetland deposits to constrain the age of Mid-to-Late Holocene microlithic artifacts from the Zhongba site, Southwestern Qinghai-Tibet Plateau. *Geoarchaeology*, 29: 33–46
- Jia X, Dong G H, Li H, Brunson K, Chen F H, Ma M M, 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
- Jiang L P, Liu L. 2006. New evidence for the origins of sedentism and rice domestication in the Lower Yangzi River, China. *Antiquity*, 80: 355–361
- Kang L, Li S, Gupta S, Zhang Y, Liu K, Zhao J, Jin L, Li H. 2010. Genetic structures of the Tibetans and the Deng people in the Himalayas viewed from autosomal STRs. *J Hum Genet*, 55: 270–277
- Kuzmin Y, Orlova L. 1998. Radiocarbon chronology of the Siberian paleolithic. *J World Prehist*, 12: 1–53
- Lai Z P, Kaiser K, Bruckner H. 2009. Luminescence-dated aeolian deposits of late Quaternary age in the southern Tibetan Plateau and their implications for landscape history. *Quat Res*, 72: 421–430
- Lenfant C, Sullivan K. 1971. Adaptation to high altitude. *New Engl J Med*, 284: 1298–1309
- Li F, Gao X, Chen F Y, Pei S W, Zhang Y, Zhang X L, Liu D C, Zhang S Q, Guan Y, Wang H M, Kuhn S L. 2013. The development of Upper Palaeolithic China: New results from the Shuidonggou site. *Antiquity*, 87: 368–383
- Liu X Y, Hunt Harriet V, Jones Martin K. 2009. River valleys and foothills: Changing archaeological perceptions of North China's earliest farms. *Antiquity*, 83: 82–95
- Liu X Y, Lightfoot E, O'Connell T C, Wang H, Li S C, Zhou L P, Hu Y W, Motuzaite-Matuzeviciute G, Jones M K. 2014. From necessity to choice: Dietary revolutions in west China in the second millennium BC. *World Archaeol*, 46: 661–680
- 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
- Lu H Y, Zhang J P, Liu K-B, 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
- Lu L D. 1998. The Microblade tradition in China: Regional chronologies and significance in the transition to neolithic. *Asian*

- Perspect, 37: 84–112
- Madsen D B, Ma H Z, Brantingham P J, Gao X, Rhode D, Zhang H Y, Olsen J W. 2006. The Late Upper Paleolithic occupation of the Northern Tibetan Plateau margin. *J Archaeol Sci*, 33: 1433–1444
- 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
- Moore L G, Niermeyer S, Zamudio S. 1998. Human adaptation to high altitude: Regional and life-cycle perspectives. *Am J Phys Anthropol*, 107: 25–64
- Morgan C, Barton L, Bettinger R, Chen F, Zhang D. 2011. Glacial cycles and Palaeolithic adaptive variability on China's Western Loess Plateau. *Antiquity*, 85: 365–379
- Pitulko V V, Nikolsky P A, Giryay E Y, Basilyan A E, Tumskey V E, Koulakov S A, Astakhov S N, Pavlova E Y, Anisimov M A. 2004. The Yana RHS site: Humans in the Arctic before the last glacial maximum. *Science*, 303: 52–56
- Qi X, Cui C, Peng Y, Zhang X, Yang Z, Zhong H, Zhang H, Xiang K, Cao X, Wang Y, Ouzhuluobu, Basang, Ciwangsangbu, Bianba, Gonggalanzi, Wu T, Chen H, Shi H, Su B. 2013. Genetic evidence of paleolithic colonization and neolithic expansion of modern humans on the Tibetan Plateau. *Mol Biol Evol*, 30: 1761–1778
- Qiang M R, Chen F H, Song L, Liu X X, Li M Z, Wang Q. 2013. Late Quaternary aeolian activity in Gonghe Basin, northeastern Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Quat Res*, 79: 403–412
- Qin Z, Yang Y, Kang L, Yan S, Cho K, Cai X, Lu Y, Zheng H, Zhu D, Fei D, Li S, Jin L, Li H. 2010. A mitochondrial revelation of early human migrations to the Tibetan Plateau before and after the last glacial maximum. *Am J Phys Anthropol*, 143: 555–569
- Qiu J. 2015. Who are the Tibetans? *Science*, 347: 708–711
- Qiu Q, Wang L, Wang K, Yang Y, Ma T, Wang Z, Zhang X, Ni Z, Hou F, Long R, Abbott R, Lenstra J, Liu J. 2015. Yak whole-genome resequencing reveals domestication signatures and prehistoric population expansions. *Nat Commun*, 6: 10283
- Qiu Q, Zhang G J, Ma T, Qian W B, Wang J Y, Ye Z Q, Cao C C, Hu Q J, Kim J, Larkin D M, Auvil L, Capitanu B, Ma J, Lewin H A, Qian X J, Lang Y S, Zhou R, Wang L Z, Wang K, Xia J Q, Liao S G, Pan S K, Lu X, Hou H L, Wang Y, Zang X T, Yin Y, Ma H, Zhang J, Wang Z F, Zhang Y M, Zhang D W, Yonezawa T, Hasegawa M, Zhong Y, Liu W B, Zhang Y, Huang Z Y, Zhang S X, Long R J, Yang H M, Wang J, Lenstra J A, Cooper D N, Wu Y, Wang J, Shi P, Wang J, Liu J Q. 2012. The yak genome and adaptation to life at high altitude. *Nature Genet*, 44: 946–949
- Qu T L, Bar-Yosef O, Wang Y P, Wu X H. 2013. The Chinese Upper Paleolithic: Geography, chronology, and techno-typology. *J Archaeol Res*, 21: 1–73
- Rademaker K, Hodgins G, Moore K, Zarrillo S, Miller C, Bromley G R M, Leach P, Reid D A, Álvarez W Y, Sandweiss D H. 2014. Paleoindian settlement of the high-altitude Peruvian Andes. *Science*, 346: 466–469
- Rhode D, Brantingham P J, Perreault C, Madsen D B. 2014. Mind the gaps: Testing for hiatuses in regional radiocarbon date sequences. *J Archaeol Sci*, 52: 567–577
- Rhode D, Zhang H Y, Madsen D B, Gao X, Brantingham J P, Ma H Z, Olsen J W. 2007a. Epipaleolithic/early Neolithic settlements at Qinghai Lake, western China. *J Archaeol Sci*, 34: 600–612
- Rhode D, Madsen D B, Brantingham J P, Dargye T. 2007b. Yaks, yak dung, and prehistoric human habitation of the Tibetan Plateau. In: Madsen D B, Chen F H, Gao X, eds. *Developments in Quaternary Science*. Amsterdam: Elsevier. 205–224
- Roberts R G, Jones R, Smith M A. 1990. Thermoluminescence dating of a 50000-year-old human occupation site in northern Australia. *Nature*, 345: 153–156
- Shang H, Tong H W, Zhang S Q, Chen F Y, Trinkaus E. 2007. An early modern human from Tianyuan cave, Zhoukoudian, China. *Proc Natl Acad Sci USA*, 104: 6573–6578
- Shen J, Liu X Q, Wang S M, Matsumoto R. 2005. Palaeoclimatic changes in the Qinghai Lake area during the last 18000 years. *Quat Int*, 136: 131–140
- Spengler R, Frachetti M, Doumani P, Rouse L, Cerasetti B, Bullion E, Mar'yashev A. 2014. Early agriculture and crop transmission among Bronze Age mobile pastoralists of Central Eurasia. *Proc R Soc B-Biol Sci*, 281: 3382–3390
- Su B, Xiao C, Deka R, Seielstad M T, Kangwanpong D, Xiao J, Lu D, Underhill P, Cavalli-Sforza L, Chakraborty R. 2000. Y chromosome haplotypes reveal prehistorical migrations to the Himalayas. *Hum Genet*, 107: 582–590
- Sun Y, Lai Z, Long H, Liu X, Fan Q. 2010. Quartz OSL dating of archaeological sites in Xiao Qaidam Lake of the NE Qinghai-Tibetan Plateau and its implications for palaeoenvironmental changes. *Quat Geochronol*, 5: 360–364
- Tanno K, Willcox G. 2012. Distinguishing wild and domestic wheat and barley spikelets from early Holocene sites in the Near East. *Veg Hist Archaeobot*, 21: 107–115
- Thompson L G, Yao T, Davis M E, Henderson K A, Mosley-Thompson E, Lin P N, Beer J, Synal H A, ColeDai J, Bolzan J F. 1997. Tropical climate instability: The last glacial cycle from a Qinghai-Tibetan ice core. *Science*, 276: 1821–1825
- Torroni A, Miller J A, Moore L G, Zamudio S, Zhuang J, Droma T, Wallace D C. 1994. Mitochondrial DNA analysis in Tibet: Implications for the origin of the Tibetan population and its adaptation to high altitude. *Am J Phys Anthropol*, 93: 189–199
- Wen B, Xie X, Gao S, Li H, Shi H, Song X, Qian T, Xiao C, Jin J, Su B, Lu D, Chakraborty R, Jin L. 2004. Analyses of genetic structure of Tibeto-Burman populations reveals sex-biased

- admixture in Southern Tibeto-Burmans. *Am J Hum Genet*, 74: 856–865
- Yan G, Wang F B, Shi G R, Li S F. 1999. Palynological and stable isotopic study of palaeoenvironmental changes on the northeastern Tibetan plateau in the last 30000 years. *Paleogeogr Paleoclimatol Paleoecol*, 153: 147–159
- Yao T D, Greenwood G. 2009. A New “Polar” Program: Third Pole Environment (TPE) Workshop. *Transactions American Geophysical Union*, 90: 515–515
- Yao T D, Thompson L G, Mosbrugger V, Zhang F, Ma Y, Luo T, Xu B, Yang X, Joswiak D R, Wang W, Joswiak M E, Devkota L P, Tayal S, Jilani R, Fayziev R. 2012. Third Pole Environment (TPE). *Environ Develop*, 3: 52–64
- Yi X, Liang Y, Huerta-Sanchez E, Jin X, Cuo Z X P, Pool J E, Xu X, Jiang H, Vinckenbosch N, Korneliussen T S, Zheng H C, Liu T, He W M, Li K, Luo R B, Nie X F, Wu H L, Zhao M R, Cao H Z, Zou J, Shan Y, Li S Z, Yang Q, Asan, Ni P X, Tian G, Xu J M, Liu X A, Jiang T, Wu R H, Zhou G Y, Tang M F, Qin J J, Wang T, Feng S J, Li G H, Huasang, Luosang J B, Wang W, Chen F, Wang Y D, Zheng X G, Li Z, Bianba Z M, Yang G, Wang X P, Tang S H, Gao G Y, Chen Y, Luo Z, Gusang L, Cao Z, Zhang Q H, Ouyang W H, Ren X L, Liang H Q, Zheng H S, Huang Y B, Li J X, Bolund L, Kristiansen K, Li Y R, Zhang Y, Zhang X Q, Li R Q, Li S G, Yang H M, Nielsen R, Wang J, Wang J A. 2010. Sequencing of 50 human exomes reveals adaptation to high altitude. *Science*, 329: 75–78
- Zhang D D, Li S H. 2002. Optical dating of Tibetan human hand-and footprints: An implication for the palaeoenvironment of the last glaciation of the Tibetan Plateau. *Geophys Res Lett*, 29: 1072, doi: 10.1029/2001GL013749
- Zhang D J, Chen F H, Bettinger R L, Barton L, Ji D X, Morgan C, Wang H, Cheng X Z, Dong G H, Guiderson T P, Zhao H. 2010. Archaeological records of Dadiwan in the past 60 ka and the origin of millet agriculture. *Chin Sci Bull*, 55: 1636–1642
- Zhang S S. 2000. The Epipaleolithic in China. *J East Asian Archaeol*, 2: 51–66
- Zhao M, Kong Q P, Wang H W, Peng M S, Xie X D, Wang W Z, Jiayang, Duan J G, Cai M C, Zhao S N, Cidanpingcuo, Tu Y Q, Wu S F, Yao Y G, Bandelt H J, Zhang Y P. 2009. Mitochondrial genome evidence reveals successful Late Paleolithic settlement on the Tibetan Plateau. *Proc Natl Acad Sci USA*, 106: 21230–21235
- Zhao Z J. 2011. New Archaeobotanic data for the study of the origins of agriculture in China. *Curr Anthropol*, 52: 295–306
- Zhao Z J. 2009. Eastward spread of wheat into China—New data and new issues. *Chin Archaeol*, 9: 1–9