

【史前考古】

史前人类探索、适应和 定居青藏高原的历程及其阶段性讨论

陈发虎 夏 欢 高 玉 张东菊 杨晓燕 董广辉

【摘 要】系统梳理了近年来的考古发现与研究成果,总结出人类向青藏高原扩散直至定居的5个阶段性发展过程:古老型智人自中更新世晚期就开始了高原的适应;现代智人于40~30 ka前已经开启了对高原腹地的探索;末次冰消期以来的气候转暖时段,细石器人群向高原大范围扩散,并在全新世早中期的活动更为频繁;粟作农业人群至少在5.2 ka前进入高原东部低海拔的河谷地带,在4.8 ka以后开始定居在高原东部3000 m以上海拔的区域;3.5 ka以来麦作的传入和牧业经济的发展助力人群大规模定居高海拔区域。人类在向高原扩散和定居的过程中经历了漫长的生理与文化适应,但受限于当前考古发现与研究材料,史前狩猎采集、农业和牧业等人群在高原的时空分布、对高海拔环境的生理与行为适应、与低海拔人群和以藏族为主的现代高原人群之间的联系,以及高寒地区河谷农业和山地高原面游牧双重经济活动对高寒文明形成的支撑作用和高寒文明的普适性等问题仍需要深入研究,期待未来多学科交叉融合共同推动对这些问题的理解。

【关键词】青藏高原;极端环境;人类适应;环境考古;人类活动历史

【作者简介】陈发虎、高玉、杨晓燕,中国科学院青藏高原研究所古生态与人类适应团队(北京 100101);陈发虎、高玉、张东菊、杨晓燕、董广辉,青藏高原地球系统与资源环境国家重点实验室(北京 100101);陈发虎、夏欢、张东菊、杨晓燕、董广辉,兰州大学西部环境教育部重点实验室(甘肃 兰州 730000);陈发虎(1962-),男,陕西丹凤人,研究员,博导,中国科学院院士,主要从事环境变化和史前人类-环境相互作用研究,E-mail: fhchen@itpcas.ac.cn。

【原文出处】《地理科学》(长春),2022.1.1~14

【基金项目】国家自然科学基金项目(41988101)、中国科学院战略性先导科技专项(XDA20040000)资助。

青藏高原面积约 $308\times 10^4\text{km}^2$,人口约1200万人,平均海拔4320m¹,是世界上平均海拔最高、面积最大的高原,具有寒冷低氧、紫外线辐射强烈、动植物资源单一等特殊自然条件,是开展生物和人类对极端环境适应研究的典型区域。青藏高原史前人类活动历史是在人类全球扩散与跨大陆交流的背景下发生的,体现了人类对高寒缺氧这一极端环境的适应和资源利用过程。近年来,青藏高原考古调查与研究逐步深入,突破性成果陆续产出,史前人类向青藏高原扩散的主要历史过程也逐渐清晰。中更新世晚期,以夏河丹尼索瓦人(后文简称“夏河人”)为代表的

古老型智人已经开始探索青藏高原^[2],并可能晚至约45ka³。其后,在40~30 ka前的末次冰期相对暖湿间冰段——MIS3阶段(Marine Isotope Stage 3,深海氧同位素3阶段),携带石叶技术的古人类,很有可能是早期现代智人(后文简称“现代人”),抵达了青藏高原海拔4000 m以上的腹部地区^[4]。末次冰消期至全新世早中期,随着整体气候环境的逐步改善,以细石器技术为主的狩猎采集人群高频率、高强度地活动在高原面上,甚至包括在现代无人居住的高海拔区域^[5~9]。全新世中晚期,农牧人群逐步定居高原^[10]。需要指出的是,本文所说的定居青藏高原,不是考古

学语境中通常所指的全年都生活在某个特定的地点^[11-13],而是指古人类长期地生活在高原面上,不会规律性地在特定季节或情境下迁移到青藏高原以外的低海拔地区生活,既包括古人类全年固定地在同一个地点的生活,也包括在高原内部的流动性活动,即同时包括了高原上的移动性极低的农业人群和移动性较高的牧业人群。这一系列成果极大地促进了对现代藏族起源以及史前人类对高海拔环境适应的认识。本文将基于研究团队的主要成果,并结合已经发表的国内外最新考古发现,阐述史前人类占据青藏高原的阶段历程,提出我们对人类探索、适应、定居以及青藏高原史前人-环境相互作用的想法,为进一步深入理解高原史前人类活动与高海拔环境适应机制奠定基础。

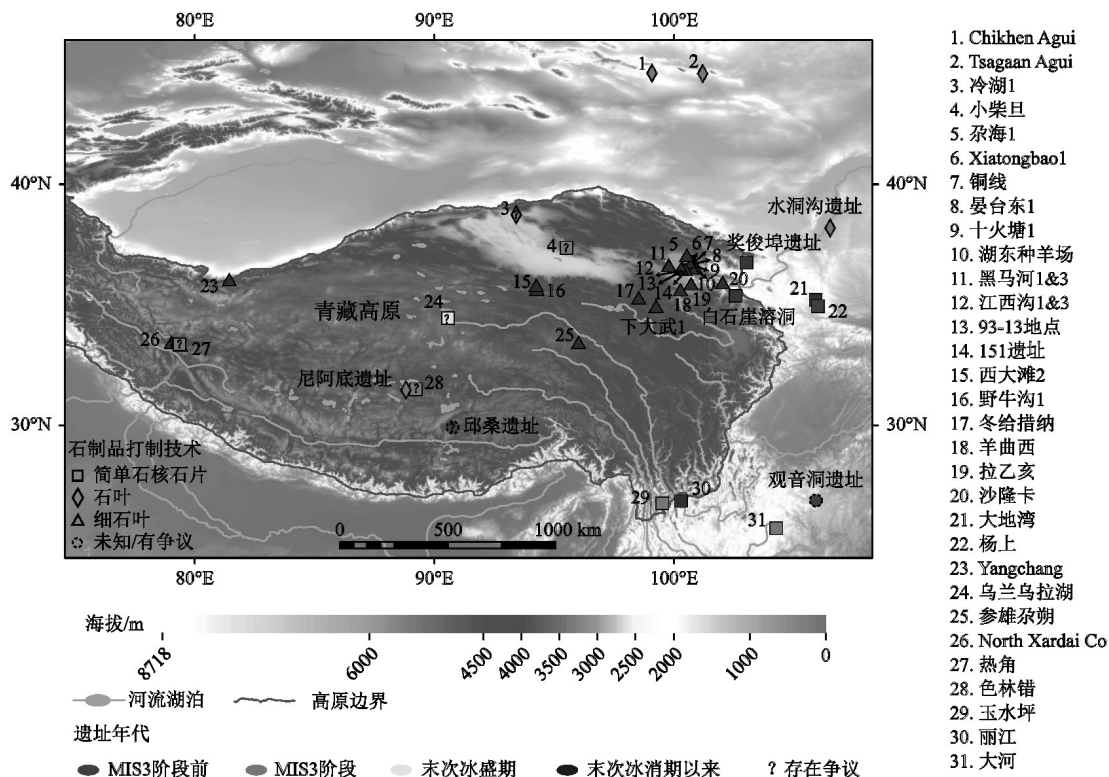
1 古老型智人的探索与适应

人类自非洲起源以来,经历了漫长的演化过程。约2000ka前,直立人首先走出非洲到达欧亚大陆生活,并延续至中更新世晚期^[14];中更新世,一些形态学上介于直立人与现代人之间的多支古老型智人在非洲、欧洲和亚洲兴起,其中,在欧亚大陆西部广泛分布的尼安德特人(后文简称“尼人”)和主要生活于欧亚大陆东侧的丹尼索瓦人(后文简称“丹人”)就是其中典型代表,我们将在现代人之前的古人类也统称为古老型人类^[15]。而解剖学上现代人的出现可追溯至300ka前非洲摩洛哥的Jebel Irhoud遗址^[16]。基于目前的化石发现,研究学者推测现代人曾在不同时期多次在全球扩散^[17],由非洲到欧亚大陆再至大洋洲、美洲乃至欧亚大陆的高纬度和高海拔等极端区域。迄今除在南极洲无永久居民外,现代人已占据了全球不同自然环境,创造出丰富多样的现代文明并通过改造自然,形成独特的生存环境。史前人类探索、适应、定居青藏高原及其发展出的高寒文明的出现是在人类演化、扩散和适应这一大背景下发生的,是以地球表面人类生存环境的空间分异、时间演化及人与环境的相互作用为主要研究内容的地理科学的重要研究方向之一^[18,19]。

旧石器考古遗址与人骨化石的发现是推动青藏

高原早期人类活动历史研究的关键。青藏高原及其边缘区域目前已发现或发掘并具有测年结果的旧石器考古遗址地点仅20余处(图1),除白石崖溶洞遗址^[2,3]、奖俊埠遗址^[20]以及邱桑遗址^[21]外,其他遗址的测年结果年代均在50 ka以内。白石崖溶洞遗址(102°34'13.31"E, 35°26'54.44"N,海拔3280m),位于甘肃省甘南藏族自治州夏河县甘加盆地达里加山的南侧石崖上(图1)。20世纪80年代,当地人在洞穴内发现一件古人类右侧下颌骨化石。研究显示^[2],化石外附着的碳酸盐钙结核的铀系测年结果显示其形成于至少160ka前,揭示古人类在倒数第二次冰期寒冷气候条件下已经开始生活在青藏高原东北边缘,并可能已经适应了高寒缺氧的极端环境;古蛋白组学研究表明,该化石属于丹人或其近亲种,即早在现代人抵达之前,以丹人为代表的古老型智人已经开始探索高原^[2]。该下颌骨代表的古人类即“夏河人”^[2,22]。

丹人是一支已灭绝古老型智人,2010年被首次报道发现于西伯利亚丹尼索瓦洞^[23]。2019年之前,仅发现了丹人的一节手指骨和3件不完整牙齿等零星人类化石遗存,但他们却保存了良好的丹人遗传信息^[22]。从而,丹人成为目前已知仅有的两支兼具遗传信息与形态特征的古老型智人之一,并与其中另一支古老型智人——尼人为姐妹群关系^[24]。遗传学研究显示,丹人对现代大洋洲、东亚和南亚等现生人群及美洲土著人群有基因贡献,且群体内部也存在深度分化,种种证据表明丹人与早期现代人之间存在频繁的基因交流并可能广泛分布于亚洲东侧^[22]。因此,丹人的研究对理解人类演化历史具有重要意义。夏河人是除阿尔泰山丹尼索瓦洞以外发现的首件丹人化石,将丹人化石分布区域首次从西伯利亚扩展至青藏高原,乃至东亚地区,验证了此前有关丹人曾在东亚分布的推测,也为深入研究丹人的体质形态特征、时空分布提供了关键证据。从现有资料来看,丹人可能主要以东亚为核心分布区,向北扩散到西伯利亚阿尔泰山的丹尼索瓦洞,这一区域也成为丹人和以欧洲为核心分布区的尼人的共同



图中遗址点经纬度信息来源于文献[2,4,9,10,20]
图1 青藏高原及周边主要旧石器和中石器遗址分布

活动区域,因而两者能够在此发生基因交流。

为了进一步揭示丹人在青藏高原的活动历史,兰州大学环境考古团队联合甘肃省文物考古研究所于2018~2019年开启了对白石崖溶洞遗址的考古发掘工作,发现该遗址中埋藏有丰富的动物骨骼遗存与石制品。2020年,兰州大学环境考古团队与国内多个合作单位联合发表了围绕该遗址开展的年代学、沉积学、考古学以及沉积物古DNA的综合分析结果^[3],构建了白石崖溶洞大约190ka以来准确的地层年代框架,并在遗址的晚更新世文化层中成功提取到丹人线粒体DNA,进一步拓展了丹人在青藏高原的活动历史,发现丹人在青藏高原的生存年代由至少160ka前延续到100ka前及60ka前,甚至可能晚至45ka。尽管遗址下部文化层沉积物中并未获得古人类DNA信息,但出土的大量石制品与保留有古人类切割等痕迹的动物骨骼遗存说明,古人类(最大可能仍是丹人)至少在190ka前就开始生活在这一区域,揭示丹人在青藏高原并非偶然性探险,而是长期活

动于此,再次说明丹人应该已经适应了高海拔环境^[3],为理解早期人类对高海拔环境的适应过程与机制问题提供了重要材料和信息。需要说明的是,由于此前发掘工作并未见底,其下仍有保存有石制品与动物骨骼的地层,因而,白石崖溶洞遗址最早的人类活动应当早于190ka。

遗址出土的石制品与动物骨骼遗存的初步分析结果,进一步揭示丹人的文化内涵。白石崖溶洞出土的石制品主要由简单石核-石片技术打制而成,主要石制品包括简单石核、石片、工具以及大量断块和碎屑等。其中,有较多未经修整的使用石片,少量修整工具;石料以洞穴附近河滩常见的变质石英砂岩、角页岩为主,石制品上保留较高比例的砾石面,显示石料搬运距离不远,应该为就近取材;动物组合在上下部文化层间有明显差异,晚更新世地层以羚羊(*Procapra* sp.)、旱獭(*Marmota himalayana*)、藏狐(*Vulpes* sp.)、鸟类等中小型动物为主,中更新世晚期地层则是以犀牛(*Rhinocerotidae*)、鬣狗(*Crocuta* sp.)、

野牦牛(*Bos cf. mutus*)等大中型动物为主,并在动物骨骼表面发现有较多砍砸、切割等人类加工痕迹^[9],显示自中更新世晚期至晚更新世白石崖溶洞遗址所在的区域生物资源相对丰富,为丹人长期活动于物质相对匮乏的高海拔区域提供了重要食物资源,相关研究成果还在进一步整理分析中。

奖俊埠遗址(103°00'45.69"E, 36°49'0.00"N, 海拔2763m)是一处旷野遗址,距白石崖溶洞遗址的直线距离约200km,位于兰州市永登县奖俊埠村西南约2km处(图1)。2016年,兰州大学环境考古团队调查发现该遗址,并在2018年对遗址剖面再次进行清理。遗址剖面厚约8m,为典型的黄土-古土壤沉积,其中文化层位于剖面底部的古土壤层中,出土了丰富的石制品、动物骨骼和炭屑等。团队成员系统采集测年和环境重建样品。初步光释光测年结果显示,该遗址主要形成于约120~90ka的末次间冰期,石制品包括简单石核、石片、碎屑、断块以及少量工具,石料以附近河床和古砾石层中常见的石英与石英岩为主,生产技术同样是中国传统的简单石核-石片技术^[18]。邱桑遗址(90°46'07"E, 30°00'25"N, 海拔4269m)是一处在泉华沉积层中保留有古人类手脚印遗迹的史前遗址,位于拉萨西北方向约80km处(图1),最早发现于20世纪80年代,测年结果显示该组手脚印形成于全新世早期或者晚更新世晚期^[10]。近期,Zhang等在《Science Bulletin》期刊报道了在邱桑遗址发现的另一组手脚印遗迹,年代为226~169ka,与夏河人生存年代较为接近;这是目前青藏高原高海拔区域发现最早的古人类活动遗迹,此外,Zhang等认为这些由古人类有意识压制而成的岩面艺术也代表了迄今最早的艺术行为^[21]。从两处遗址形成时代看,在此时期,现代人并未扩散至甘青区域及高原腹地,活动在奖俊埠遗址与邱桑遗址的旧石器人群应为古老型人类,并很有可能是夏河人中的一支,然而,由于两处遗址中均未发现人骨遗存与古人类遗传信息,此番推测有待进一步的考证。

白石崖溶洞遗址、奖俊埠遗址以及邱桑遗址的研究结果显示,史前人类对高海拔环境的探索历史

远远超出此前的认识。尽管同一时期在东亚地区出土过丰富的古人类遗骸,但由于其体质特征难以系统分类并缺乏遗传信息,其种属归属问题以及其与现代人之间的遗传联系等问题仍饱受争议。青藏高原高寒的特殊环境有利于遗址中生物分子信息的保存,为深入探索东亚古人类演化历史提供了可能。此外,这些少数获得人群种属信息的遗址所出土的文化遗存,也可以为探讨不同人群的行为特征提供重要线索。大约200~50ka,东亚地区发现多个旧石器考古遗址,除白石崖溶洞遗址外,均缺乏人群准确的生物分子学信息,而这些遗址出土的石制品主要也是由简单石核-石片技术制作而成,尽管目前尚未明确石器制作技术与古人群之间的对应关系。近期Ni等^[25]报道了在黑龙江发现的309~146ka的完整古人类头盖骨——龙人(*Homo longgi* sp.nov.)的研究成果,通过形态特征进行系统发育分析,认为夏河人、龙人与此前归属于东亚古老型智人的大荔人、华龙洞人、金牛山人属于同一支系^[25~27]。这一从大数据出发的形态分类,恰恰说明,中国传统上归到东亚古老型智人的这一类人群在遗传学上很有可能也与夏河人有着密切关系,甚至可能本质上与夏河人属于同一人种。

2 现代智人对高原的探索和资源利用

2.1 早期现代智人对高原的探索

现代人起源与扩散是学术界广泛关注的热点科学问题,大约100ka前出现在非洲以外地区具备现代人形态特征的古人类化石,成了“近期出非洲说”与“多地区进化说”两派系争论的关键。然而,尽管存在种种争议,但不同派系对早期现代人与其他古老型人类存在过基因交流这一事实已达成共识。事实上,学术界对非非洲大陆的现代人于100ka前后兴起、扩散并在不同时间逐步占据全球的认识并无太多争论,无非是“走出非洲附带杂交”还是“多地进化附带杂交”的区别而已。现代人又是在何时何地开始探索青藏高原?是否曾在青藏高原上与丹人产生过交集?

石叶作为旧石器时代晚期初段(Initial Upper Pa-

leolithic, IUP)文化遗存中的特征石制品^[28],其生产技术被认为与早期现代人密切相关。而位于藏北羌塘高原的尼阿底遗址是目前在青藏高原上具有明确地层与年代并发现石叶的唯一旧石器遗址(图1)。光释光年代结果显示古人类主要于40~30ka在此活动,代表了青藏高原上的最早现代人活动^[4]。而尼阿底遗址出土的棱柱状石核-石叶技术与白石崖溶洞遗址和奖俊埠遗址出土的简单石核-石片技术以及在末次冰消期开始盛行于高原上的细石叶技术之间具有明显差异,但却与广泛分布在西亚、中亚、西伯利亚以及中国北方水洞沟遗址的IUP文化遗存有着密切联系(图1),反映了探索高原的早期现代人与中国北方早期现代人之间可能属于同一人群在不同区域的迁徙扩散^[29]。除尼阿底外,冷湖1号地点、色林错等遗址也可能形成于40~30ka前^[30, 31],但在这些遗址发现的石制品均采自地表,未发现埋藏文化层,缺乏直接测年结果,因而遗址的准确年代有待进一步考证。

基于目前发现的尼阿底遗址与水洞沟及更北的多个IUP遗址之间的石器技术和文化联系,可以推测早期现代人可能从中国北方扩散进入高原,最早探索高原的早期现代人有可能与丹人有基因交流。而丹人在高原上的最晚生存时间是准确解答以上问题的关键。

2.2 细石器人群对青藏高原广大范围资源的利用

末次冰盛期结束以后,随着温度上升与亚洲季风的加强,高原环境相较于末次冰盛期得到极大改善。15ka以来,在中国北方地区盛行的细石器工业也开始出现在高原上,史前人类频繁活动于青藏高原海拔3000 m左右区域,在青海湖盆地发现了诸多年代位于15~12ka的旧石器考古遗址,如151遗址^[32]、江西沟1^[33]、黑马河1^[34]、湖东种羊场^[35]、93-13地点^[30]等。151遗址下文化层(约15~14ka)的动物骨骼遗存分析显示,在此时期史前人群在高原采用的是小规模群体的短期狩猎采集活动,并通过高移动的迁徙策略和对有蹄类动物的随机狩猎策略以适应高原这一生物资源相对匮乏的自然环境^[32],同时也会

偶尔在4000m左右的高海拔区域活动,如约11ka的下大武遗址(海拔3988 m)^[36]。进入全新世早中期,尤其是9~6ka左右,青藏高原狩猎采集人群活动更为频繁且强度明显增加,遗址数量明显增多,并更高频率地活动于海拔4000m左右及以上区域,如西大滩2遗址(海拔4300m)^[37]、参雄杂朔(海拔4030m)^[38]、野牛沟1遗址(海拔3800 m)^[39],以及晚期手脚印年代存在争议的邱桑遗址(海拔4269m)等^[10, 40, 41]。此时期狩猎采集人群在高原的高强度活动引发了这些狩猎采集人群是季节性活动于高原还是全年定居高原的讨论。2017年,Meyer等^[10]通过对邱桑遗址首次发现的手脚印遗迹进行重新测年,认为该遗址形成年代不晚于 7.4 ± 0.1 ka,最老年龄尚不确定,最大可能是8.5~8.2ka,抑或是12.7ka前后,总体上属于现代间冰期(即全新世),并通过建立迁移成本模型分析认为该遗址并非季节性、短期的人类活动遗迹,而是代表了狩猎采集人群在青藏高原的定居活动。然而,此篇文章一经发表即受到其他学者的质疑,Zhang和Li^[40]认为Meyer等^[9]测年样品的采样地层与手脚印所处层位存在出入,年代上有所低估;Zhang等^[41]则指出Meyer等^[9]的迁移成本模型的假设前提不合理,导致计算所得迁移距离过长,从而得到无法实现高低海拔间季节性迁徙的错误结论。因而,尚没有确凿证据能证实史前狩猎采集人群在农业人群抵达之前已常年定居青藏高原。

以上研究揭示了狩猎采集人群在高原长期生存及适应的历史。遗传学研究显示,EPAS1(Endothelial PAS domain-containing protein 1)、EGLN1(Eglamine homolog 1)等基因的适应性突变对现代藏族人群的环境适应具有重要贡献^[42, 43],帮助他们能够在高寒低氧的极端环境下正常生存繁衍。而在藏族人群中高频率的EPAS1变异性基因也在丹人基因组中存在^[44],夏河人化石及沉积物丹人线粒体DNA的发现则进一步加强了丹人与高海拔环境适应基因之间的联系。可以推测,丹人在青藏高原长期生存的过程中,形成了对高海拔环境的生理适应,并可能通过基因交流将适应性基因流入后来抵达高原的早期现代

人。然而,丹人和早期现代人占据高原的时间目前尚未发现重叠,他们是何时何地曾发生过基因交流目前仍未可知。此外,整体而言,青藏高原旧石器研究仍较为薄弱,多数遗址仅基于调查,缺乏人骨化石和动植物遗存等研究材料,石器类型和技术也缺少系统性研究,这些限制了我们对狩猎采集人群在高原上的扩散历史与行为模式的认识。未来对高原广泛的考古调查、重要性遗址如白石崖溶洞遗址的系统性发掘以及考古遗存所蕴含古人类生存信息的深入解析,将会填补以上认识的不足。

3 农业和牧业人群定居高原过程

3.1 新石器晚期粟作农业人群扩散到高原东部河谷地带

末次盛冰期欧亚大陆东部环境严酷,气候寒冷且干旱,史前狩猎采集人群从捕猎大型动物转向使用细石器捕获小型动物,细石器技术从西伯利亚扩散到中国北方^[45],并被持续使用^[46]。中国北方的细石器人群在经过气候转暖 and 大幅度波动时期,逐步驯化了粟(*Setaria italica*)和黍(*Panicum miliaceum*)^[47~49],在仰韶文化中期,约6ka前发展出成熟的粟作农业^[50~52]并向外传播。起源于西亚的大麦(*Hordeum vulgare*)和小麦(*Triticum* spp.),驯化后很快向四周扩散^[53]。新石器时代晚期颜那亚文化农牧人群广泛扩张,在距今6千纪后期向东扩散至南西伯利亚和阿尔

泰山地区,阿凡纳溪沃文化兴起,小麦和大麦在约5.2ka前被传入阿尔泰山地区^[54,55],在4.5ka前继续向东传入中国的山东地区^[56]。但目前中国西北地区麦作遗存的直接测年结果均未早于4.0ka。在青铜时代早期,安德罗诺沃文化综合体在中亚地区兴起发展,进一步推动了农作物和家畜的传播。粟类作物向西传入中亚、西亚和欧洲,麦类作物向东进入东亚,在3.5ka前主要农作物就已完成跨欧亚非大陆的传播^[57](图2)。根据目前的考古资料,最早驯化于西亚的绵羊、山羊、黄牛等家养动物至迟在4.3ka前已传入中国北方地区^[58]。青藏高原的农业和牧业就是在这一大背景下发生的。

青藏高原早期粟作农业的传入与北方黄河流域新石器文化和粟作农业的发展密切相关,一般认为青藏高原的新石器时代开始于6.0~5.0ka前^[59],这也是高原东部史前农业出现和人类定居高原的开端。最显著的表现是粟作农业人群迁徙推动仰韶晚期文化(距今5.5~5.0ka)与马家窑文化(距今5.3~4.3ka)的西渐和南下^[60](图3)。西渐是指粟作农业人群沿着黄河及其支流向西南扩张进入高原东北边缘的河湟谷地和向西北扩散到河西走廊^[61,62]。大规模的植物考古和作物遗存直接测年结果表明,约6.0ka前黄土高原西部以种植粟黍为主要生业的农业社会出现^[50],此后随着仰韶晚期和马家窑早期文化的西渐,在5.2

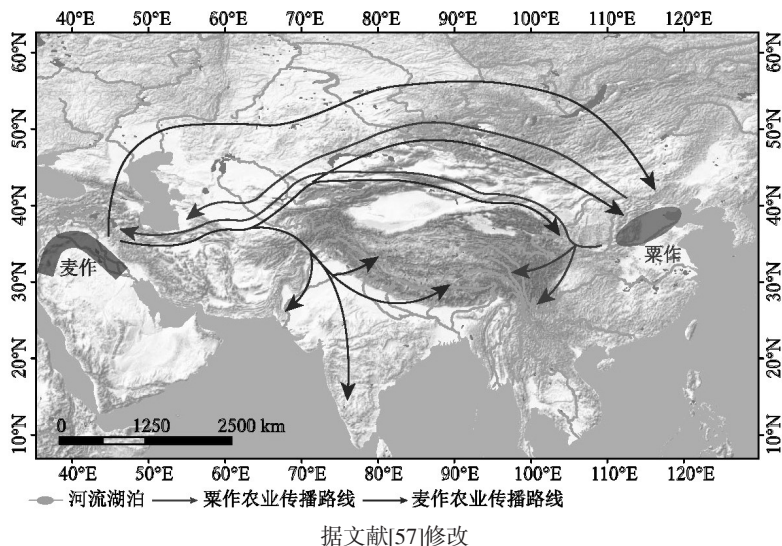
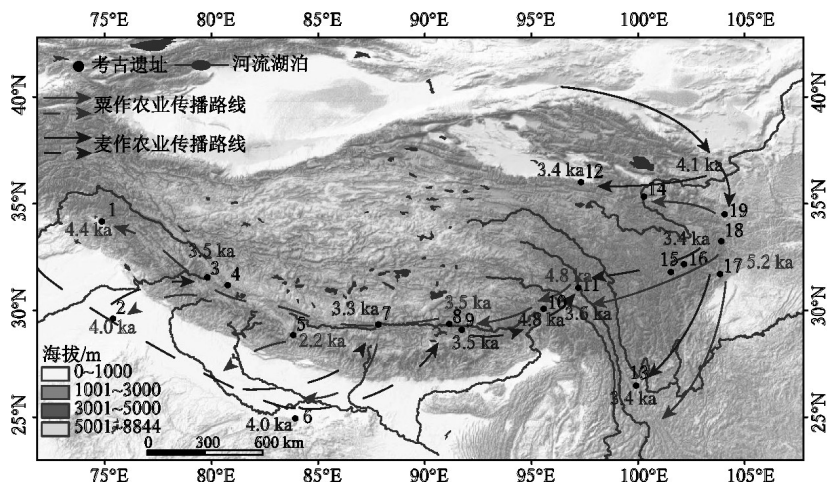


图2 3.5ka前欧亚大陆农作物跨大陆传播示意图



1. Burzahom/Pethpuran Teng; 2. Banawali; 3. 格布赛鲁/丁东; 4. 加嘎子; 5. Mebrak/Phudzeling; 6. Senuwar; 7. 廓雄; 8. 曲贡/昌果沟; 9. 邦嘎/邦塘布; 10. 拉颇; 11. 卡若; 12. 塔温塔里哈; 13. 海门口; 14. 宗日; 15. 刘家寨; 16. 哈休/孔龙村; 17. 营盘山; 18. 阿梢埡; 19. 山那树扎

实线箭头表示相对可靠的传播路线,虚线表示可能的路线;修改自文献[60]

图3 史前农业跨喜马拉雅山脉的双向传播

ka前粟作农业人群开始大规模占据青藏高原东缘海拔2500m以下的河谷地带^[9]。该时期这些粟作农业人群的肉食资源更多是来自于野生动物狩猎,虽然家猪也是重要的动物资源^[9, 63]。在马家窑文化的影响下,海拔2600m以上的共和盆地形成了一支新的地域性文化——宗日文化(距今5.6~4.0ka)^[64]。

宗日文化先民被认为是青藏高原狩猎采集者的后代,在继续依赖野生动物作为肉食资源的同时,还摄入了大量的黍和粟。关于宗日文化粟类作物的来源,学术界有不同的意见。一说认为东部的马家窑人群带着自己的农业经济和陶器进入共和盆地内的黄河河谷地带,逐步融入当地狩猎采集集中,形成了一个以土著民为主体的农业人群^[65]。宗日遗址出土的石刀等农业工具^[64]、人骨稳定同位素表现出越来越依赖小米类食物的倾向^[66],都可以作为本地种植的佐证。近期, Ren等^[67]根据作物类遗存在宗日遗址植物组合中的超高比例及其所在海拔位置高于现代粟、黍种植上限等现象,认为当地的粟类作物是与低海拔地区的农业人群交换来的,代表了一种新的看法和观点,有待未来更深入研究来进一步检验。

粟类作物以及可能的人群南下是指仰韶晚期以来,特别是马家窑文化从黄河上游向南扩张进入横断山区,并一直影响到云贵高原东北部的过程^[68, 69]。

南下的粟作农业人群有一分支向西进入昌都的河谷地带形成了卡若文化(距今4.8~4.0ka)^[70],由此开启了青藏高原南部的新石器文化进程。有研究显示卡若文化与克什米尔地区Burzahom遗址的一期乙段(距今4.8~4.5ka)遗存有着密切的联系,可能与卡若文化传统的长距离西向渗透有关^[71]。虽然目前尚未发现两地文化交流的中间环节,但是在雅江支流的波堆藏布流域发现了与Burzahom一期乙段年代部分重叠的拉颇遗址(距今4.9~4.6ka)^[72],表明雅江及其支流很可能是史前文化交流的重要通道。植物考古分析和出土遗物研究显示,在5.5~4.5ka前,川西地区的营盘山、哈休和刘家寨等都是粟作农业聚落;不同的是,海拔位置越高,野生动物在遗址出土动物组合中的比重越大^[73]。卡若文化遗址主要分布在昌都海拔3100m以上地区,其先民与宗日文化有着近似的食谱:主要依赖粟类作物和野生动物资源^[70, 74]。关于粟、黍作物的来源问题学术界也有着与宗日文化类似的争议。前人根据生态位模型,认为当地的水热条件不能满足粟作农业需求,提出粟类应当是与低地农业人群交换来的^[75~77],但这与出土了石刀等农业工具是矛盾的,另外模型还掩盖了高原上河谷等局地水热条件较好的小生境的存在^[69, 78]。不论粟类作物是否是本地种植的,可以确定的是粟类作物

在新石机器人群开发青藏高原东部地区的过程中发挥了重要作用。根据我们的野外考察、考虑到横断山区交通的可达性,昌都卡若遗址出土的粟类作物本地种植的可能性最大,今后可以结合诸如遗址文化堆积物DNA开展深入探讨。

仰韶晚期和马家窑文化的西渐与南下就是高原东部新石器化的过程,使得以粟作农业为主要生业模式的人群大规模定居到青藏高原东缘的河谷地带,并通过东北部河湟谷地和东南部横断山区两条通道带动了高海拔区域原先狩猎采集人群的后代也接受了粟黍作物。不同于中国北方大部分地区新石器时代的粟作农业通常与家猪饲养配套出现,高原东部高地的新石机器人群主要依赖粟黍作物和野生动物资源。这是在当地自然环境和文化传统的基础上,同时在外来文化和移民的影响下,探索出来的独特的新石器化道路。

此外,定居青藏高原东部这一阶段的考古记录不乏与其他研究的矛盾之处。例如,虽然目前东部尤其是海拔2000m以上遗址的材料都指向野生动物主导的肉食资源利用,但是湖泊等自然沉积物的粪生菌孢研究显示,6~5ka高原东北部就可能出现了较大规模的食草动物活动^[79,80],可能指示出史前人类已经利用天然草场开始了牧业经济活动。虽然考古学界一般认为仰韶文化晚期和马家窑文化的扩散伴随着人口的迁徙,也观察到高原东部在这一阶段遗址数量骤增^[81],但是基于宗日等遗址的古DNA分析结果并不支持大量人口从低地迁徙到高地^[82]。不同证据之间的矛盾,恰恰指示了多学科交叉融合的必要性和未来研究的工作空间。

3.2 青铜时代麦作和牧业助力大规模定居青藏高原

高原东北部是中国境内最早出现冶铜手工业的区域之一,齐家文化晚期(距今4.0~3.5ka)已经步入青铜时代。以西藏为核心的高原南部在3.5ka以后各地也开始出现小件铜器,一般称之为“早期金属时代”^[83]。除了铜器,另一种新的文化因素——麦作农业几乎同一时间开始出现在高原各地。

在青藏高原东北部,齐家文化主要分布在低海拔的河湟谷地。齐家文化之后,高原东北部出现了辛店(距今3.5~2.9ka)、卡约(距今3.5~2.7ka)和诺木洪(距今3.4~2.7ka)等地域性青铜文化^[61],遗址数量明显增加,并向青海湖盆地、柴达木盆地等地扩展,一些遗址海拔分布超过了4000m^[6]。植物考古和骨骼稳定同位素分析显示,齐家文化之后也是麦作农业迅速扩张的时期^[84],尤其是在高海拔区域,基本形成了大麦主导的农业^[9]。与此同时牧业经济兴起,尤其是主要在海拔2500m以上生活的卡约和诺木洪文化人群,肉食来源主要依赖绵羊、山羊、黄牛和家养牦牛^[85],说明史前人群已经能够充分利用不可耕种的草地资源来获取生存需要的肉食食品。

在高原南部地区(主要包括西藏和川西、滇西北地区),由于材料的限制,大部分区域考古学文化面貌都不甚明了。不过与前一阶段相比,还是能看出公元前2千纪后期高原南部遗址数量和分布范围显著增加,人类活动遗迹点的分布超过了海拔4500m。在昌都地区,卡若遗址在公元前2千纪后半叶被重新占据,文化面貌迥异于该遗址的早期文化遗存^[70]。雅江河谷地带,从拉孜到林芝都有遗址发现,测年结果大多落入3.6~2.0ka的范围^[60,72,86]。西部象泉河流域还发现了这一时期的墓葬——格布赛鲁遗址^①。在新石器时代发挥了重要作用的粟作农业在这一阶段仍然占据一席之地,分布范围从昌都向西扩展到拉萨地区^[60,70,73]。在晚期阶段阿里地区的加嘎子墓地也发现了粟类食物,因该遗址的位置(海拔4600m)远超出粟类作物的分布极限,因此被认为是交换而来的^[87]。这个阶段生业经济更突出的变化是麦作农业广泛出现。从川西-滇西北到昌都、从雅江到象泉河流域,麦作农业几乎是在3.5ka前后同时出现在各个区域^[60,76,88,89]。牧业经济几乎也是同一时间出现在雅江中游和象泉河流域,并且甫一出现,就是相当成熟的状态:曲贡遗址出土的动物骨骼中,绵羊和牦牛几乎各占1/3^[90];格布赛鲁一期墓葬中也随葬了大量的绵羊、山羊和黄牛^①。在高原东南部,卡若遗址房屋结构、工具组合和陶器面貌等方面的变化,被认为

是向游牧经济转变的表现^[91],不过还需要更多动物考古等领域的证据支持。根据现有资料来看,欧亚大陆跨大陆的作物和农业技术交流,可能是推动青藏高原麦作农业和以牛、绵羊为主的牧业经济发展的最主要因素^[9],只有在大陆尺度来理解青藏高原的史前人类活动,才能更好地理解高原农业、牧业和文明的发展历史。

总体来看,在距今3.5ka以来,青藏高原东北部和南部的大麦(青稞)农业都逐渐取代了早期的粟作农业,加之牧业经济的发展,推动了人群大规模定居到高海拔区域。随着农牧经济的进一步发展,高原上的农牧业生产可能开始出现区域分化:在河谷地带发展农业生产,山地农业资源匮乏地带则充分利用草地资源进行游牧活动。高原面上的二元经济体系及其之间的贸易交换,奠定了青藏高原近现代食物生产的基调。然而,应当看到,还有更多的科学问题需要深入研究,可概括如下:

1)家养牦牛的起源。牦牛作为青藏高原的符号之一,在藏族人们的生产生活和精神生活中都扮演了重要角色。然而我们对牦牛的驯化过程几乎一无所知^[92]。现代基因分析认为家养牦牛起源于7.3ka前,并且在3.5ka前有一次显著的种群扩张^[93]。而目前最早的家养牦牛的考古学记录来自诺木洪文化和曲贡遗址,其年代均未超过3.5ka。高原东部更早的遗址中尚未发现家养牦牛遗存,虽然另一项基因学研究认为牦牛驯化恰恰起源于高原的东南部^[94]。这一问题的解决仍有待关键证据的获取和方法上的突破,例如分辨文化堆积中的牦牛粪便遗存^[95]、应用古DNA和生物标志物等分析手段,文化堆积物DNA和牦牛骨骼的古DNA研究应当是今后最有希望取得突破的方向。

2)牧业的发展过程和游牧的出现。如前所述,高原南部的牧业经济一出现就是相对成熟的状态,缺少牧业发展早期阶段的证据,尤其是缺乏绵羊等家养动物向高地扩散的生理适应过程研究。游牧一般被认为是畜牧经济发展到一定阶段的产物。《后汉书·西羌传》、新旧唐书《吐蕃传》等^[96-98]历史文献记

载生活在河湟地区的羌人、高原腹地的吐蕃,都是随畜牧而居的生活方式。这种流动性的牧业经济起源于何时,是高原考古的一个关键问题。雅江中游邦嘎遗址(3.0~2.1 ka B.P.)的证据表明在公元前1千纪当地文化开始转型,人口的流动性趋于增强^[99, 100]。霍巍^[101]认为象泉河流域在2.0ka前后开始出现游牧,丁东遗址即是游牧人群季节性的聚落。但高原游牧经济究竟起源于何时?经历了怎样的发展过程?尚需开展深入的研究。

3)麦作农业的传播路线。在3.6~2.5ka前,麦作农业几乎是同时出现在高原各个区域(图3),而且作物结构也各不相同,这表明青藏高原各地的麦作农业可能有着不同的来源和路径^[60]。高原东部的麦作农业从河湟地区向高海拔区域扩散和沿着横断山区向南传播的路线是清晰的。现代遗传学研究显示,这次传播事件仍然是源自中国北方粟作人群的贡献^[102]。高原南部的麦作农业很可能是来自南亚地区,跨喜马拉雅进入高原腹地,并且穿越喜马拉雅的通道可能也不止一条。同样,这些通道可能也是粟作农业从横断山区跨越高原向南亚的传播路径。所以在高原南部,高地与低地农业跨越喜马拉雅的交流应该是双向的,文化交流的形式和路线尚需在未来的研究中加以检验。

4)青藏高原独特的高寒文明形成和发展问题。史前农牧经济在人类逐步开发青藏高原的过程中发挥了巨大作用。作为一种新的生活方式,农业和牧业的出现和发展深刻地改变了高原的文化生态,并由此开启了高原的文明化进程。在象泉河流域,考古工作者已经发现了一批2.0ka前后以墓葬为主的遗存,与游牧经济的出现相耦合。根据丧葬习俗表现出来的制度性来看,象泉河流域此时已经进入复杂社会,“可能是政治实体形成初期”^[103],与汉藏史籍记载的象雄文明相对应,可视作高寒文明的开端。发现的“王侯”锦、黄金面具、箱式木棺、茶叶等因素,无一不显示着跨区域的远距离的贸易与交流。高寒文明迈入成熟阶段的标志当属一统青藏高原的吐蕃政权的兴起,它一度与中古世界的唐王朝和阿拉伯

帝国形成三足鼎立之势。在这个阶段,以青藏高原为重心的形成了多条国际通道和与之相互交织的交通网络,即吐蕃丝绸之路^[104],把东亚、中亚和南亚紧密地联系在一起。可见,积极对外交流是高寒文明一以贯之的发展路线,这种开放的态度甚至可以追溯至史前阶段。继续追寻高寒文明的特征、探索其在多元一体的中华文明中的作用将是高原考古一个新的学术增长点。今后需要在全球视野下,对美洲、亚洲和非洲的高寒地区发展起来的文明系统研究,认识高寒文明的内涵、基本概念、发展过程的异同,推动高寒文明成为国际公认的一种特殊环境具有的文明形式。

4 初步认识和展望

本文主要依据研究团队的研究结果,结合现有材料和近年来的最新研究成果,总结了青藏高原史前人类活动从生理适应到文化适应,从狩猎采集到农牧经济,从流动到定居的历史过程。青藏高原史前人类活动的可以概括成5个阶段:①至少在190ka到可能晚至末次冰期中的45ka前,夏河人在青藏高原东北部长期生存;②40~30ka前的末次冰期温暖阶段,现代智人已经能够到高原腹地如色林错区域活动,开始了现代智人对高原面的占据过程;③至少从15ka前的末次冰消期到温暖的全新世早中期,使用细石器技术的狩猎采集人群在包括现代无人区的广大高原面上生活;④全新世中晚期约5.5ka前,粟作农业人群从黄土高原西部向高原东部地区扩散,5.2ka前已经定居在高原东北的低海拔河湟谷地,4.8ka前定居到高原南部横断山区的海拔3000m的河谷地带;⑤约3.5ka前后,麦作农业人群大规模定居至高原东北部高海拔区域,高原南部几乎在同一时期经过了麦作-粟作混合农业再到大麦主导农业的过程,而且牧业经济成为重要的经济形式,青藏高原地区形成了自给自足的农牧混合经济。农业技术和人群除了从高原东部向高原南部扩散外,穿越喜马拉雅也可能是麦类-粟类作物的扩散路线。

依托第二次青藏高原综合科学考察与研究,未来对高原史前人类活动会有更多新发现,通过关键

证据的获取、技术的发展和多学科交叉方法的融汇将会提供更多新的证据与突破性成果。我们认为,今后需要开展丹人在高原的活动范围、生存历史、生计模式以及生理适应和文化适应过程研究,认识丹人对现代人获得适应高原基因的贡献;开展使用石叶技术和细石器技术的狩猎采集人群对高原动植物资源的利用过程、文化适应和对环境的影响;开展高原独有的家养牦牛起源、驯化及其在人群定居高原的作用研究,认识麦作农业从东沿河谷向高原南部传播和跨喜马拉雅的传播过程,高原南部河谷粟作-麦作混合农业到麦作主导农业转换过程和决定因素,探索牧业的发展过程和游牧的出现及其对环境的影响;探索高寒文明的发展过程和影响因素,开展高原河谷农业-山地/高原面游牧这一二元混合经济对高寒文明发展的作用,认识过去高原人类活动、文明演化与气候环境变化的相互作用。

致谢:在我1987-1990年跟随李吉均老师攻读博士学位期间,李老师的广博知识和始终保持在科学前沿开展研究的学术理念深深地影响了我的科学研究和此后研究方向的选取。李老师出野外期间海阔天空地谈论人与环境的关系,尤其是风趣地谈论历史典故和历史时期人类与环境的相互作用,这些深深地影响了我的研究,促使我对过去人地关系,特别是文明演化与自然环境关系,始终保持着极高的兴趣,研究方向也从博士论文开展的黄土记录与第四纪冰期-间冰期旋回变化,转为毕业后20世纪90年代后期开展的以湖泊记录为主的全新世西风和季风变化,并进一步拓展到当前聚焦到过去人-环境相互作用、环境考古和文明演化研究。本文是我在兰州大学工作期间建立的环境考古团队和2017年以来在青藏高原研究所建立的“古生态与人类适应”团队在青藏高原开展工作的总结,主要是关于史前人类探索、适应和定居青藏高原的历程及其阶段性等问题的一些认识,借此纪念于2020年8月21日逝世的恩师李吉均院士。本文代表兰州大学环境考古团队和中国科学院青藏高原研究所古生态与人类适应团队对史前人类探索、适应和定居高原历史过程的最新

认识,许多研究生曾参与相关研究,在此一并致谢。

注释:

①胡松梅.西藏阿里札达格布赛鲁动物考古研究及思考.青藏高原动物考古进展——亚洲山地考古联合实验室学术工作坊(二).2019年12月8日,成都.

参考文献:

[1]张德铨,李炳元,刘林山,等.再论青藏高原范围[J].地理研究,2021,40(6):1543–1553.[Zhang Yili, Li Bingyuan, Liu Linshan et al. Redetermine the region and boundaries of Tibetan Plateau. Geographical Research, 2021, 40(6): 1543–1553.]

[2]Chen F H, Welker F, Shen C C et al. A late Middle Pleistocene Denisovan mandible from the Tibetan Plateau[J]. Nature, 2019, 569(7756): 409–412.

[3]Zhang D J, Xia H, Chen, F H et al. Denisovan DNA in Late Pleistocene sediments from Baishiya Karst Cave on the Tibetan Plateau[J]. Science, 2020, 370(6516): 584–587.

[4]Zhang X L, Ha B B, Wang S J et al. The earliest human occupation of the high-altitude Tibetan Plateau 40thousand to 30 thousand years ago[J]. Science, 2018, 362(6418): 1049–1051.

[5]Madsen D B, Ma H, Brantingham P J et al. The Late Upper Paleolithic occupation of the northern Tibetan Plateau margin[J]. Journal of Archaeological Science, 2006, 33(10): 1433–1444.

[6]Zhang D J, Dong G H, Wang H et al. History and possible mechanisms of prehistoric human migration to the Tibetan Plateau[J]. Science China: Earth Sciences, 2016, 59(9): 1765–1778.

[7]Chen Y, Hou G L, Chen X L et al. New perspectives on the Late Pleistocene peopling of the Tibetan Plateau: The core-and-flake industry from the Tongtian River valley[J]. Antiquity, 2021, 95(381): 587–604.

[8]Han F, He Y H, Du W et al. Technological strategy and mobility of Middle Holocene hunter-gatherers in the high-altitude Qinghai-Tibetan Plateau: A case study from Tshem gzhung kha thog[J]. Archaeological and Anthropological Sciences, 2020, 12(10): 242.

[9]Meyer M C, Aldenderfer M S, Wang Z et al. Permanent human occupation of the central Tibetan Plateau in the early Holocene[J]. Science, 2017, 355(6320): 64–67.

[10]Chen F H, Dong G H, Zhang D J et al. Agriculture facili-

tated permanent human occupation of the Tibetan Plateau after 3600 BP[J]. Science, 2015, 347(6219): 248–250.

[11]Conkey M W. To find ourselves: Art and social geography of prehistoric hunter-gatherers[M]//Schrire C. Past and present in hunter gatherer studies. New York: Routledge, 1984.

[12]Rafferty J E. The archaeological record of sedentariness: Recognition, development, and implications[M]//Schiffer M B. Advances in archaeological method and theory. San Diego: Academic Press, 1985.

[13]Kelly R L. Mobility/sedentism: concepts, archaeological measures, and effects[J]. Annual Review of Anthropology, 1992, 21(1): 43–66.

[14]Zhu Z, Dennell R, Huang W W et al. Hominin occupation of the Chinese Loess Plateau since about 2.1 million years ago[J]. Nature, 2018, 559: 608–612.

[15]吴秀杰.中国古人类演化研究进展及相关热点问题探讨[J].科学通报,2018,63(21):2148–2155.

[16]Hublin J J, Benninger A, Bailey S E et al. New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of Homo sapiens[J]. Nature, 2017, 546(7657): 289–292.

[17]Bae C J, Douka K, Petraglia M D. On the origin of modern humans: Asian perspectives[J]. Science, 2017, 358(6368): eaai9067.

[18]Chen F H, Fu B J, Xia J et al. Major advances in studies of the physical geography and living environment of China during the past 70 years and future prospects[J]. Science China: Earth Sciences, 2019, 62(11): 1665–1701.

[19]陈发虎,吴绍洪,刘鸿雁,等.自然地理学学科体系与发展战略要点[J].地理学报,2021,76(9):2074–2082.

[20]Cheng T, Zhang D J, Smith G F et al. Hominin occupation of the Tibetan Plateau during the Last Interglacial Complex[J]. Quaternary Science Reviews, 2021, 265: 107047.

[21]Zhang D D, Bennett M R, Cheng H et al. Earliest parietal art: Deliberately placed hominin hand and foot traces from the middle Pleistocene of Tibet[J]. Science Bulletin, 2021, 29(5): 1072.

[22]夏欢,张东菊,陈发虎.丹尼索瓦人及其研究进展[J].科学通报,2020,65(25):2763–2774.

[23]Krause J, Fu Q M, Good J M et al. The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Si-

beria[J]. Nature, 2010, 464(7290): 894–897.

[24]Reich D, Green R E, Kircher M et al. Genetic history of an archaic hominin group from Denisova Cave in Siberia[J]. Nature, 2010, 468(7327): 1053–1060.

[25]Ni X J, Ji Q, Wu W S et al. Massive cranium from Harbin in northeastern China establishes a new Middle Pleistocene human lineage[J]. The Innovation, 2021, 2(3): 100130.

[26]Ji Q, Wu W S, Ji Y N et al. Late Middle Pleistocene Harbin cranium represents a new Homo species[J]. The Innovation, 2021, 2(3): 100132.

[27]Shao Q F, Ge J Y, Ji Q et al. Geochemical provenancing and direct dating of the Harbin archaic human cranium[J]. The Innovation, 2021, 2(3): 100131.

[28]Kuhn S L, Zwyns N. Rethinking the initial Upper Paleolithic[J]. Quaternary International, 2014, 347: 29–38.

[29]Zhang D J, Xia H, Chen F H. Early human occupation of the Tibetan Plateau[J]. Science Bulletin, 2018, 63(24): 1598–600.

[30]Brantingham P J, Gao X, Olsen J W et al. A short chronology for the peopling of the Tibetan Plateau[J]. Developments in Quaternary Sciences, 2007, 9(7): 129–150.

[31]袁宝印, 黄慰文, 章典. 藏北高原晚更新世人类活动的新证据[J]. 科学通报, 2007, 52(19): 1567–1571.

[32]Wang J, Xia H, Yao J T et al. Subsistence strategies of prehistoric hunter-gatherers on the Tibetan Plateau during the Last Deglaciation[J]. Science China: Earth Sciences, 2019, 63(3): 395–404.

[33]Sun Y J, Lai Z P, Madsen D B et al. Luminescence dating of a hearth from the archaeological site of Jiangxigou in the Qinghai Lake area of the northeastern Qinghai-Tibetan Plateau[J]. Quaternary Geochronology, 2012, 12: 107–110.

[34]Brantingham P J, Gao X. Peopling of the northern Tibetan Plateau[J]. World Archaeology, 2006, 38(3): 387–414.

[35]Rhode D, Brantingham P J, Perreault C et al. Mind the gaps: Testing for hiatuses in regional radiocarbon date sequences[J]. Journal of Archaeological Science, 2014, 52: 567–577.

[36]侯光良, 曹广超, 鄂崇毅, 等. 青藏高原海拔4000 m区域人类活动的新证据[J]. 地理学报, 2016, 71(7): 1231–1240.

[37]Brantingham P J, Xing G, Madsen D B et al. Late occupation of the high-elevation Northern Tibetan Plateau based on Cosmogenic, Luminescence, and Radiocarbon ages[J]. Geoarchae-

ology, 2013, 28(5): 413–431.

[38]韩芳, 蔡林海, 杜玮, 等. 青藏高原登额曲流域的细石叶工艺[J]. 人类学学报, 2018, 37(1): 53–69.

[39]汤惠生, 周春林, 李一全, 等. 青海昆仑山山口发现的细石器考古新材料[J]. 科学通报, 2013, 58(3): 247–253.

[40]Zhang D D, Li S H. Comment on "Permanent human occupation of the central Tibetan Plateau in the early Holocene"[J]. Science, 2017, 357: eaam9231.

[41]Zhang D J, Zhang N M, Wang J et al. Comment on "Permanent human occupation of the central Tibetan Plateau in the early Holocene"[J]. Science, 2017, 357: eaam8273.

[42]Yi X, Liang Y, Huerta-Sanchez E et al. Sequencing of 50 human exomes reveals adaptation to high altitude[J]. Science, 2010, 329: 75–78.

[43]Bigham A W, Wilson M J, Julian C G et al. Andean and Tibetan patterns of adaptation to high altitude[J]. American Journal of Human Biology, 2013, 25(2): 190–197.

[44]Huerta-Sánchez E, Jin X, Asan et al. Altitude adaptation in Tibetans caused by introgression of Denisovan-like DNA[J]. Nature, 2014, 512(7513): 194–197.

[45]吉笃学, 陈发虎, Bettinger R L, 等. 末次盛冰期环境恶化对中国北方旧石器文化的影响[J]. 人类学学报, 2005, 24(4): 270–282.

[46]Zhang D J, Chen F H, Bettinger R L et al. Archaeological records of Dadiwan in the past 60 ka and the origin of millet agriculture[J]. Chinese Science Bulletin, 2010, 55(16): 1636–1642.

[47]Lu H Y, Zhang J P, Liu K B et al. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2009, 106(18): 7367–7372.

[48]Yang X Y, Wan Z W, Perry L et al. Early millet use in northern China[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012, 109(10): 3726–3730.

[49]赵志军, 赵朝洪, 郁金城, 等. 北京东胡林遗址植物遗存浮选结果及分析[J]. 考古, 2020(7): 99–106.

[50]Barton L, Newsome S D, Chen F H et al. Agricultural origins and the isotopic identity of domestication in northern China[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2009, 106(14): 5523–5528.

- [51]董广辉,张山佳,杨谊时,等.中国北方新石器时代农业强化及对环境的影响[J].科学通报,2016,61(26):2913-2925.
- [52]赵志军.中国农业起源概述[J].遗产与保护研究,2019,4(1):1-7.
- [53]Zohary D, Hopf M, Weiss E. Domestication of plants in the old world: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin[M]. New York: Oxford University Press on Demand, 2012.
- [54]Allentoft M E, Sikora M, Sjögren K G et al. Population genomics of bronze age Eurasia[J]. Nature, 2015, 522: 167-172.
- [55]Zhou X Y, Yu J J, Spengler R N et al. 5, 200-year-old cereal grains from the eastern Altai Mountains redate the trans-Eurasian crop exchange[J]. Nature Plants, 2020, 6(2): 78-87.
- [56]Long T W, Leipe C, Jin G Y et al. The early history of wheat in China from ¹⁴C dating and Bayesian chronological modeling[J]. Nature Plants, 2018, 4(5): 272-279.
- [57]Liu X Y, Jones P J, Matuzeviciute G M et al. From ecological opportunism to multi-cropping: Mapping food globalisation in prehistory[J]. Quaternary Science Reviews, 2019, 206: 21-28.
- [58]胡松梅,杨苗苗,孙周勇,等.2012-2013年度陕西神木石峁遗址出土动物遗存研究[J].考古与文物,2016(4):109-121.
- [59]吕红亮.更新世晚期至全新世中期青藏高原的狩猎采集者[J].藏学学刊,2014(2):1-27.
- [60]Gao Y, Yang J S, Ma Z K et al. New evidence from the Qugong site in the central Tibetan Plateau for the prehistoric Highland Silk Road[J]. The Holocene, 2021, 31(2): 230-239.
- [61]谢端琚.甘青地区史前考古[M].北京:文物出版社,2002.
- [62]贾鑫.青海省东北部地区新石器-青铜时代文化演化过程与植物遗存研究[D].兰州:兰州大学,2012.
- [63]Wang Y R. Identifying the beginning of sheep husbandry in western China[D]. Cambridge: University of Cambridge, 2017.
- [64]陈洪海,格桑本,李国林.试论宗日遗址的文化性质[J].考古,1998(5):15-26.
- [65]陈洪海.宗日遗存研究[D].北京:北京大学,2002.
- [66]崔亚平,胡耀武,陈洪海,等.宗日遗址人骨的稳定同位素分析[J].第四纪研究,2006,26(4):604-611.
- [67]Ren L L, Dong G H, Liu F E et al. Foraging and farming: Archaeobotanical and Zooarchaeological evidence for Neolithic exchange on the Tibetan Plateau[J]. Antiquity, 2020, 94(375): 637-652.
- [68]江章华.岷江上游新石器时代遗存新发现的几点思考[J].四川文物,2014(3):10-14.
- [69]韩建业.“彩陶之路”与早期中西文化交流[J].考古与文物,2013(1):28-37.
- [70]Song J X, Gao Y Y, Tang L et al. Farming and multi-resource subsistence in the third and second millennium BC: Archaeobotanical evidence from Karuo[J]. Archaeological and Anthropological Sciences, 2021, 13(3): 47.
- [71]韩建业.5000年前的中西文化交流南道[J].社会科学战线,2012(6):102-106.
- [72]Wang Y R, Gao Y, Yang J S et al. New evidence for early human habitation in the Nyingchi Region, Southeast Tibetan Plateau[J]. The Holocene, 2021, 31(2): 240-246.
- [73]李映福.川西高原区新石器时代至早期铁器时代生业经济的考古学观察[J].西南民族大学学报(人文社会科学版),2014(11):14-20.
- [74]Zhang Z W, Chen Z J, Marshall F et al. The importance of localized hunting of diverse animals to early inhabitants of the Eastern Tibetan Plateau at the Neolithic site of Xiaoenda[J]. Quaternary International, 2019, 529: 38-46.
- [75]d'alpoim Guedes J, Butler E E. Modeling constraints on the spread of agriculture to Southwest China with thermal niche models[J]. Quaternary International, 2014, 349: 29-41.
- [76]d'Alpoim Guedes J, Lu H L, Hein A M et al. Early evidence for the use of wheat and barley as staple crops on the margins of the Tibetan Plateau[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2015, 112(18): 5625-5630.
- [77]d'alpoim Guedes J. Rethinking the spread of agriculture to the Tibetan Plateau[J]. The Holocene, 2015, 25(9): 1498-1510.
- [78]Lu H L. Colonization of the Tibetan Plateau, permanent settlement, and the spread of agriculture: Reflection on current debates on the prehistoric archeology of the Tibetan Plateau[J]. Archaeological Research in Asia, 2016, 5: 12-15.
- [79]Wei H C, Hou G L, Fan Q S et al. Using coprophilous fungi to reconstruct the history of pastoralism in the Qinghai Lake Basin, Northeastern Qinghai-Tibetan Plateau[J]. Prog. Phys. Geogr. Earth Environ, 2019, 44(1): 70-93.
- [80]Huang X, Zhang J, Storozum M et al. Long-term herbivore population dynamics in the northeastern Qinghai-Tibetan

Plateau and its implications for early human impacts[J]. Review of Palaeobotany and Palynology, 2020, 275: 104171.

[81]Dong G H, Jia X, Elston R et al. Spatial and temporal variety of prehistoric human settlement and its influencing factors in the upper Yellow River valley, Qinghai Province, China[J]. Journal of Archaeological Science, 2013, 40(5): 2538-2546.

[82]Ding M Y, Wang T Y, Min-Shan Ko et al. Ancient mitogenomes show plateau populations from last 5200years partially contributed to present-day Tibetans[J]. Proceedings of the Royal Society B, 2020, 287(1923): 20192968.

[83]童恩正. 西藏考古综述[J]. 文物, 1985(9): 9-19.

[84]董广辉, 杨谊时, 韩建业, 等. 农作物传播视角下的欧亚大陆史前东西方文化交流[J]. 中国科学: 地球科学, 2017, 47(5): 530-543.

[85]任乐乐. 青藏高原东北部及其周边地区新石器晚期至青铜时代先民利用动物资源的策略研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2017.

[86]Liu X Y, Lister D L, Zhao Z J et al. Journey to the east: Diverse routes and variable flowering times for wheat and barley en route to prehistoric China[J]. PloSone, 2017, 12(11): e0187405.

[87]任萌, 杨益民, 全涛, 等. 西藏阿里曲踏墓地及加嘎子墓地可见残留物的科技分析[J]. 考古与文物, 2020(1): 122-128.

[88]d'Alpoim Guedes J, Lu H, Li Y et al. Moving agriculture onto the Tibetan plateau: the archaeobotanical evidence[J]. Archaeological and Anthropological Sciences, 2014, 6(3): 255-269.

[89]Liu X Y, Lister D L, Zhao Z J et al. The virtues of small grain size: Potential pathways to a distinguishing feature of Asian wheats[J]. Quaternary International, 2016, 426: 107-119.

[90]中国社会科学院考古研究所, 西藏自治区文物局. 拉萨曲贡[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1999.

[91]霍巍. 论卡若遗址经济文化类型的发展演变[J]. 中国藏学, 1993(3): 93-106.

[92]Flad R K, Yuan J, Li S C. Zooarcheological evidence for

animal domestication in northwest China[J]. Developments in Quaternary Sciences, 2007, 9: 167-203.

[93]Qiu Q, Wang L Z, Wang K et al. Yak whole-genome resequencing reveals domestication signatures and prehistoric population expansions[J]. Nature Communications, 2015, 6(1): 1-7.

[94]Chai X X, Xin J W, Zhang C F et al. Whole-genome resequencing provides insights into the evolution and divergence of the native domestic yaks of the Qinghai-Tibet Plateau[J]. BMC Evolutionary Biology, 2020, 20(1): 1-10.

[95]Rhode D, Madsen D B, Brantingham P J et al. Yaks, yak dung, and prehistoric human habitation of the Tibetan Plateau[J]. Developments in Quaternary Sciences, 2007, 9: 205-224.

[96]欧阳修, 宋祁, 范镇, 等. 新唐书[M]. 北京: 中华书局, 1975.

[97]范晔. 后汉书[M]. 北京: 中华书局, 1965.

[98]刘昫. 旧唐书[M]. 北京: 中华书局, 1975.

[99]Lu H L, Chen X Z, Zhang Z W et al. Early agropastoral settlement and cultural change in central Tibet in the first millennium BC: Excavations at Bangga[J]. Antiquity, 2021: 1-18.

[100]Tang L, Lu H, Song J et al. The transition to a barley-dominant cultivation system in Tibet: First millennium BC archaeobotanical evidence from Bangga[J]. Journal of Anthropological Archaeology, 2021, 61: 101242.

[101]霍巍. 西藏早期游牧文化聚落的考古学探索[J]. 考古, 2013(4): 57-67.

[102]Li Y C, Tian J Y, Liu F W et al. Neolithic millet farmers contributed to the permanent settlement of the Tibetan Plateau by adopting barley agriculture[J]. National Science Review, 2019, 6: 1005-1013.

[103]何伟. 西藏桑达隆果墓地考古工作取得重要成果[N]. 中国文物报, 2020-12-04.

[104]张云. 吐蕃丝绸之路[M]. 南京: 江苏人民出版社, 2017.