中国科学: 地球科学 2020 年 第 50 卷 第 11 期: 1611 ~ 1617
SCIENTIA SINICA Terrae earthcn.scichina.com
《中国科学》杂志社 SCIENCE CHINA PRESS

论 文

基于稳定同位素分析的拉巴特墓地先民生活方式

刘柯雨[1], 赵东月[1], 梁云[1], Muttalib HASANOV[2], 王建新[1], Farhod MAKSUDOV[2], 凌雪[1*]

1. 西北大学文化遗产学院, 西安 710069;
2. Institute for Archaeological Research, Academy of Sciences, Tashkent-Samarkand 100000, Uzbekistan
* 通讯作者, E-mail: lxue@nwu.edu.cn

收稿日期: 2020-03-02; 收修改稿日期: 2020-05-30; 接受日期: 2020-06-08; 网络版发表日期: 2020-07-30
科技部国家重点研发计划战略性国际科技创新合作重点专项项目(编号: 2016YFE0203700)和国家社会科学基金项目(批准号: 18CKG027和17XKG010)资助

摘要 古代游牧民族月氏由中国西迁进入中亚是世界历史进程中的重要事件, 在丝绸之路东西方文明交流与互动中有着不可忽视的地位. 由于历史文献资料记载的匮乏, 至今对于月氏的历史文化信息知之甚少, 有关月氏文化遗存确定、生活方式研究等问题一直备受国际学术界的关注. 其中, 西迁至乌兹别克斯坦地区的月氏生活方式的有关研究成果更是少见. 利用现代科技方法揭示考古出土实物资料内涵信息为解决历史问题提供了重要的研究途径. 乌兹别克斯坦拜松市拉巴特墓地的考古发掘作为首次初步确认的月氏文化遗存, 具有重要的研究意义. 文章以其一号墓地考古出土的人骨为研究对象, 利用碳氮稳定同位素分析方法, 揭示先民的食谱特征, 进而探索其生活方式. 分析结果显示: 拉巴特墓地先民的食谱是以动物蛋白为主, 植物性食物来自麦作等C3类植物, 不同个体之间食谱特征没有明显差异. 结合其他考古资料以及历史文献可知, 拉巴特墓地居民适应当地的生存环境, 形成了牧业为主的农牧混合经济模式. 文章的研究结果为深入阐释古代月氏人的生活历史信息提供了新证据.

关键词 拉巴特墓地, 月氏, C、N同位素, 生活方式

1 引言

月氏作为古代主要游牧民族之一, 在世界历史发展中占有重要地位. 《史记·大宛列传》载: “始月氏居敦煌、祁连间, 及为匈奴所破, 乃远去, 过宛, 西击大夏而臣之, 遂都妫水北, 为王庭. ” 这支由中国境内西迁至今乌兹别克斯坦地区的大月氏, 结束了中亚的希腊化时代, 从而进入月氏时代. 月氏西迁促使中亚民族一系列大迁移, 也促进了各民族之间的信息与文化相互了解, 对丝绸之路东西方文明交流产生深刻影响. 但公元前2世纪至前1世纪的中亚游牧时代被称为“黑暗时代”, 相关文献记载十分缺乏, 诸多问题都未能解决(西北大学丝绸之路文化遗产与考古学研究中心和乌兹别克斯坦共和国科学院考古研所, 2016). 月氏西

中文引用格式: 刘柯雨, 赵东月, 梁云, Hasanov M, 王建新, Maksudov F, 凌雪. 2020. 基于稳定同位素分析的拉巴特墓地先民生活方式. 中国科学: 地球科学, 50(11): 1611–1617, doi: 10.1360/SSTe-2020-0050
英文引用格式: Liu K, Zhao D, Liang Y, Hasanov M, Wang J, Maksudov F, Ling X. 2020. Study on the life style of the ancestors buried in Rabat cemetery based on stable isotope analysis (in Chinese). Scientia Sinica Terrae, 50(11): 1611–1617, doi: 10.1360/SSTe-2020-0050

© 2020 《中国科学》杂志社

迁后的生活方式、原居地以及西迁路线、月氏文化遗存确认等尚未有定论. 因此, 古代月氏历史文化研究一直是国际学术界的热点. 其中, 居于乌兹别克斯坦地区的月氏历史文化研究更是受到重点关注.

乌兹别克斯坦位于中亚地区的核心地带, 大月氏、康居以及乌孙等都曾长期在该区域活跃(黄英湖, 2016; 梁云, 2018). 20世纪开始, 苏联、意大利、法国等国家的考古学家就在该地区开展了不同程度的考古工作(Lightfoot等, 2013; Matuzeviciute等, 2015; Frachetti和Maksudov, 2014; 皮埃尔·勒里什等, 2003; 皮埃尔·勒里什, 2007), 曾发掘了阿卡察可汗-卡拉遗址(艾莉森·贝茨和孙丹, 2016)、伊萨里特佩遗址(任萌, 2015)等. 2009年以来, 中乌两国学者也在乌兹别克斯坦境内开展了系统的考古勘查与发掘工作(艾力江等, 2017; 任萌, 2014, 2015; 西北大学丝绸之路文化遗产与考古学研究中心和乌兹别克斯坦共和国科学院考古研所, 2016; 朱岩石等, 2017), 相关的考古发掘与研究为认识该地区人群组成和社会经济结构的多样性, 以及文化变迁的基本轨迹提供了新线索, 弥补了历史文献的不足. 其中对卡尔查延遗址发现的中亚首例水稻遗存的研究, 为了解贵霜时期农业情况以及稻作农业在喜马拉雅南麓通道传播的时间和路径提供了宝贵资料(陈冠翰等, 2020). 2017年西北大学中亚考古队与乌兹别克斯坦科学院考古研究所合作, 在拉巴特村北一号墓地中东部进行的考古发掘工作为我们进一步研究西迁至乌兹别克斯坦的月氏先民生活等历史信息提供了珍贵的实物资料.

拉巴特墓地位于乌兹别克斯坦南部苏尔汗河州拜松地区的拉巴特村(38°10′N, 67°12′E), 距拜松市南约2km的拜松河西岸台地上(图1). 墓区分为一号、二号和三号墓地, 其中一号和二号墓地分布密集, 三号墓地目前已遭破坏(图1). 此次一号墓地的发掘共清理墓葬52座, 墓葬形制以偏洞室墓和竖穴洞室墓为主, 葬式皆为头向北的仰身直肢葬(图1). 随葬品种类丰富, 数量众多, 包括陶器、铁器、铜器、各种材质及形状的串珠、骨器、海贝等. 女性墓多出装饰品, 男性墓多出武器. 史载“北巴克特里亚”地区是月氏西迁后的统治地, 拉巴特墓地处“北巴克特里亚”地区, 墓地的年代、空间范围以及文化特征与西迁的大月氏较为吻合, 应为公元前2世纪末期至公元1世纪初之间的月氏文化遗存(梁云等, 2018). 《史记·大宛列传》记载: “大月氏……行国也, 随畜移徙, 与匈奴同俗”. 相关古文献记载以及学者的研究结果表明(杨富学, 2017; 郝树声, 1994; 马国荣, 1996), 西迁前的月氏人与乌孙、匈奴等游牧民族一样, 其经济生活应主要以畜牧业为主的游牧方式. 那么, 西迁至乌兹别克斯坦地区后, 月氏人的食谱、生活方式是否发生改变? 至今未见有相关研究成果.

利用自然科学方法和科技手段揭示考古出土实物资料内涵信息是当前考古学研究的重要途经和发展趋



图 1　拉巴特墓地位置示意图

乌兹别克斯坦地图的底图据自然资源部标准地图服务系统1:1亿示意地图版

势. 人骨中C、N稳定同位素分析古食谱是生物考古的重要方法之一, 可以重建先民食谱以及食物结构的演变历程(Ambrose和Norr, 1993), 还可以反映当时的生产力发展水平, 为研究农业发展演变规律以及人类对环境变迁的适应等问题提供重要依据(张雪莲, 2003). 拉巴特一号墓地的发掘以及月氏文化遗存的首次初步认定, 不仅有助于了解西迁后月氏先民的生活方式, 对月氏与土著人群、文化的融合情况等研究具有重要的意义, 也为探索大月氏故地、西迁路线等问题提供了珍贵资料. 因此, 本文基于拉巴特一号墓地出土人类遗骸中C、N同位素的测试与分析, 探讨先民的食谱特征, 为阐释该地区先民的生活方式提供证据和信息.

2　实验过程及结果

2.1　样品概况

根据考古发掘出土人骨的保存情况, 共采集了12个人骨样品, 样品编号、考古学编号、取样部位、性别等情况见表1.

2.2　骨胶原的提取与测试结果

去除样品内外污染物和疏松部分后, 超声清洗并冷冻干燥, 研磨骨样后, 收集粒度40~60目的骨粉. 将骨粉浸泡在0.1mol L^{-1}的HCl溶液中浸泡脱钙, 每隔24h更换新鲜酸液, 直至看不见明显的颗粒为止. 用去离子水多次清洗骨样直至滤液呈中性, 在0.125mol L^{-1}的NaOH溶液中浸泡20h后, 再洗至中性, 加入0.001mol L^{-1}的的HCl溶液放入温度为95℃的鼓风干燥箱中明胶化, 过夜, 次日趁热过滤, 将滤液放置干燥箱中蒸发浓缩, 最后放入冷干机中进行冷冻干燥, 48h后收集明胶化的骨胶原(Ambrose, 1990).

利用中国科学院大学的稳定同位素质谱分析仪(Isoprime 100 coupled with ElementarVario)对骨胶原样品进行测试. 采用磺胺(Sulfanilamide)作为标准物质对C、N元素含量进行测试, 样品的C、N稳定同位素比值分别以国际标准物质IAEA-600、IAEA-CH-6和IAEA-600、IAEA-N-2进行校正, 分析误差均低于±0.2‰. 此外, 每测试10个样品中插入一个实验室自制胶原蛋白标样(δ^{13}C值为−14.7±0.1‰, δ^{15}N值为7.0‰±0.1‰), 监测胶原样品测试的准确度. 数据结果见表1.

3　结果讨论

3.1　骨胶原污染鉴别与食谱分析

人骨的化学成分与食物结构之间的对应关系会因骨骼成岩作用而被打破(Price等, 1992). 如果人骨样品受到污染, 骨胶原将在各种因素的影响下发生降解, 其自身的化学组成会相应发生变化, 骨骼中的稳定同位素分析也将失去意义. 因此, 研究先民古食谱首先对人骨样品的污染程度进行鉴定, 剔除严重污染的骨样品(胡耀武等, 2001). 骨胶原中C、N含量以及C/N摩尔比值常作为辨别骨胶原污染情况的指标. 根据现代骨

表 1　人骨样品概况及其测试结果

样品编号	墓葬编号	性别	年龄	人种类型	取样部位	C含量(%)	N含量(%)	C/N(摩尔比)	δ^{13}C(‰)	δ^{15}N(‰)
LBT1	M54	女	45~50	中亚两河类型	左侧肋骨	42.9	15.5	3.2	−19.1	10.3
LBT2	M06	男	40~45	中亚两河类型	右侧股骨	2.4	1.4	1.9	−15.9	1.6
LBT3	M90	女	40~45	中亚两河类型	右侧桡骨	41.5	15.0	3.2	−18.9	10.8
LBT4	M75	女	24~26	中亚两河类型	右侧下肢	2.0	1.0	2.3	−18.5	3.4
LBT5	M86	男	45~50	中亚两河类型	右侧腓骨	43.0	15.8	3.2	−19.1	10.3
LBT6	M66	女	40±	中亚两河类型	肋骨	43.9	16.0	3.2	−18.2	10.9
LBT7	M62	男?	20~25	中亚两河类型	右侧掌骨	36.6	13.5	3.2	−18.4	10.5
LBT8	M1	女	35~40	中亚两河类型	未知	36.7	13.1	3.2	−19.1	11.0
LBT9	M82	女	25±	中亚两河类型	左侧第3跖骨	43.4	16.0	3.2	−18.7	11.0
LBT10	M24	男	20±	中亚两河类型	未知	42.0	15.4	3.2	−18.7	11.4
LBT11	M53	男	35~40	中亚两河类型	右侧距骨	41.6	15.4	3.1	−18.7	10.8
LBT12	M87	男	45~50	中亚两河类型	左侧肋骨	43.1	15.7	3.2	−19.0	11.6

骼骨胶原中C含量约为41%、N的含量为15%(Ambrose等, 1997)以及骨胶原中C/N摩尔比值(2.9~3.6)为判断标准(DeNiro, 1985), 对人骨样品进行污染判别. 由表1可见, M06和M75的C、N含量和C/N摩尔比值均处于标准之外, 表明样品受到了严重污染, 不能用于结果讨论, 其余10例人骨样品则可用于食谱分析.

以未污染样品的δ^{13}C和δ^{15}N值做散点图, 如图2所示. 由图可见, 先民的δ^{13}C值范围为−19.1~−18.2‰, δ^{15}N值在10.3~11.6‰.

根据已有研究, 光合作用途径不同的植物具有不同的δ^{13}C值. 以稻米、小麦等为代表的C3类植物δ^{13}C值位于−30~−23‰(均值−26.5‰); 粟、黍、玉米、高粱等C4类植物δ^{13}C值通常位于−9~−16‰(均值−12.5‰); 有少数植物属于CAM植物类, 其δ^{13}C均值位于−12~−23‰(O'Leary, 1981). 古代人类获取的植物性食物主要与C3和C4类植物密切相关. 当人或动物以植物为食, 植物中δ^{13}C值将沿食物链进行传递, 从食物至骨胶原的富集约为5‰(DeNiro和Epstein, 1978). 依此, 骨样δ^{13}C均值为(−18.8±0.3)‰(n=10), 表明拉巴特墓地先民的植物性食物应来源为C3类植物. 对于氮同位素, 不同的固氮方式也会产生不同的δ^{15}N值, 陆生豆科类植物δ^{15}N值偏低, 非豆类植物相对偏高, 水生的和以藻类为食的动物δ^{15}N值较高, 海生动物则具有最高的δ^{15}N值. N在不同营养级之间, 每上升一个营养级, δ^{15}N值就富集3~5‰. 营养级级别越高, 其食物中动物蛋白比例则越高(Hedges和Reynard, 2007), 故此利用δ^{15}N值可推断古代居民摄取动物蛋白的状况(胡耀武等, 2008). 虽然不同地区、不同环境条件下δ^{15}N值存在一定的变化(Drucker等, 2009), 但一般认为, 杂食类动物的δ^{15}N值约为7~9‰, 而食肉类以及各种鱼类则常在9~12‰(Ambrose和Katzenberg, 2000). 人骨样品δ^{15}N均值为(10.9±0.4)‰(n=10), 均高于9‰, 表明拉巴特墓地先民日常食物中动物蛋白的摄入占比较高, 而且δ^{15}N值的变化范围较小, 反映先民中男女性对动物蛋白食物摄取的饮食习惯基本一致.

为进一步探索拉巴特墓地先民与同时期中亚其他地区先民饮食之间是否有差异, 将拉巴特墓地与时代接近的中亚哈萨克斯坦遗址的已知人骨稳定同位素值(Matuzeviciute等, 2015)(表2)进行对比, 并做误差图(图3所示).

由图3可见, 拉巴特墓地先民与哈萨克斯坦先民在

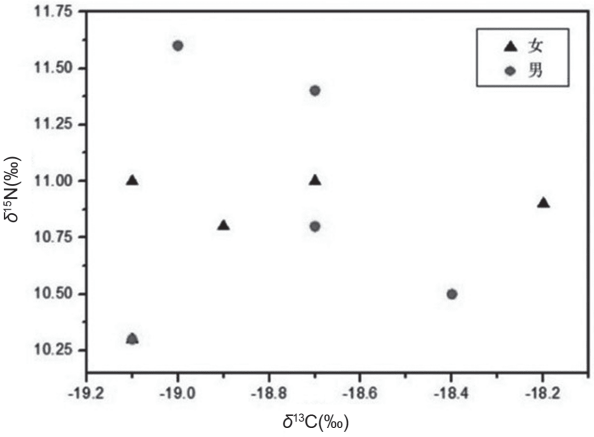


图 2　人骨样品的δ^{13}C与δ^{15}N值的散点图

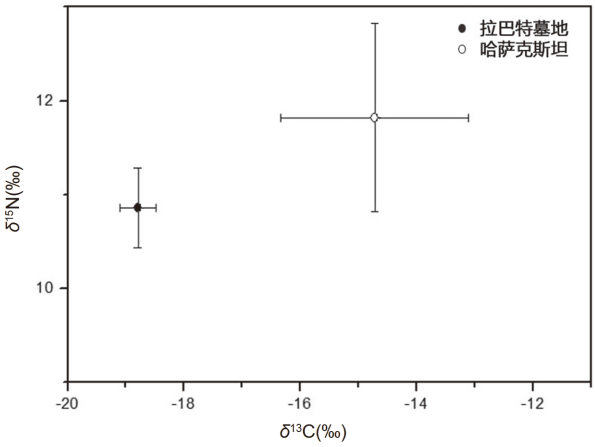


图 3　人骨同位素δ^{13}C值和δ^{15}N值误差图

动物蛋白的摄取上较为接近, 植物性食物来源则明显不同. 研究显示哈萨克斯坦6处遗址先民食谱中植物性食物含有C4类植物(Ventresca Miller等, 2014; Lightfoot等, 2015). 植物性食物来源的差异可能与遗址所处的地理环境、生活经济模式等有关. 已有研究表明, 大气中高二氧化碳、低温以及高降雨量(特别是冬季降雨)的环境更适宜于C3植物的生长(冉敏, 2012). 拜松市位于西天山南麓的山前盆地, 与苏尔汉-舍拉巴德河谷绿洲相邻, 且人骨碳同位素数据未表现出C4植物信号, 由此也可推断拉巴特墓地先民的生活环境气温偏低, 降水量多, 可能是以C3类植物为主的开阔稀树草原环境. 此外, 粟、黍等C4类植物向中亚地区传播时, 最先到达的则是哈萨克斯坦地区(董广辉等, 2017), 而且在该地区考古出土了大量的小米等作物遗存.

表 2　哈萨克斯坦人骨同位素δ^{13}C、δ^{15}N值[a)]

遗址(样品数)	碳14年代(BP)	δ^{13}C(‰)				δ^{15}N(‰)			
		最大值	最小值	平均值	标准偏差	最大值	最小值	平均值	标准偏差
Karatuma(39)	2210±33	−12.9	−17.0	−15.4	1.0	17.2	8.8	12.3	1.6
Kamenka(3)	2160±27	−15.3	−16	−15.6	0.3	12.3	9.7	10.8	1.4
Alatau-1(3)	2154±27	−15.9	−17.3	−16.5	0.7	11.6	10.0	10.8	0.8
Kargaly-1(1)	2137±27	−15.0	−15.0	–	–	15.9	15.9	–	–
KainarBulak-1(17)	1811±32	−10.5	−15.4	−12.6	1.4	14.7	10.1	12.1	1.4
Temirlanovka(4)	1766±27	−12.6	−14.6	−13.5	0.8	14.0	12.0	13.1	0.8

a) 据Matuzeviciute等(2015)

综上分析可见，居于乌兹别克斯坦的古代月氏先民食谱中动物蛋白摄取占比较大，植物性食物则来源于C3类植物.

3.2　先民的生活方式初探

拉巴特墓地所处拜松市属于温带大陆性气候，夏季干热、秋冬湿寒，适宜农作物的种植. 虽然拉巴特墓地尚发现古代植物遗存证据，但至迟从公元前3000年起，巴克特里亚地区就聚居着农耕人群，形成以农牧兼营的混合型经济(哈尔马塔, 2002; 蓝琪, 2018). 史籍中也记载，中亚的阿姆河、锡尔河流域自古就是肥沃的绿洲，盛产各种水果和农作物. 波斯统治之前(公元前6~4世纪)，巴克特里亚地区就修建了以地下水渠为主的水利灌溉系统. 古希腊历史学家希罗多德在《历史》中也有波斯统治下的中亚先民是如何重视发展农业而修筑水利系统的记载. 公元前3世纪中期，塞琉古王朝守将第奥德斯自立为王，建立独立的巴克特里亚王国，公元前2世纪之后开始修筑更大规模的水利灌溉系统，同时开垦大片绿洲，促使农业进一步发展(水天长, 1985; 焦景丹, 2018). 青铜时代后期，希腊-巴克特里亚王国就以发达的灌溉农业而闻名(黄红, 2016). 法国考古队曾在铁尔梅兹城附近的Tchingiz-Tepe I遗址中就发现了排水管道和灌溉痕迹(皮埃尔·勒里什等, 2003; 皮埃尔·勒里什, 2007)，大部分农业定居点还存在大型储水罐(庞霄骁, 2017). 以萨帕利特佩遗址命名的萨帕利文化是青铜时代晚期的北巴克特里亚地区的定居农业文化的代表(任萌, 2014)，该遗址中不仅发现了大麦、小麦等植物遗存，部分出土的陶器中还有类似麦片的遗存(兰博, 2016). 撒马尔罕市以北的考科特佩遗址也出土了大麦等粮食作物(任萌, 2014)，乌兹别克斯坦Chust文化遗址还发现了石锄、石质或青铜镰刀等农具(Spengler, 2015). 《史记·大宛列传》记载: “大夏在大宛西南二千余里妫水南. 其俗土著，有城屋，与大宛同俗”，而“大宛在匈奴西南……耕田，田稻麦”. 由上述可知，巴克特里亚地区种植稻麦的农业生产是该地原有先民的主要活动之一. 除此之外，在希腊-巴克特里亚王国时期，巴克特里亚地区的部分相对贫瘠的平原也被用作牧场，饲养牲畜.

《南州志》记: “在天竺北可七千里，地高燥而远……国中骑乘常数十万批”(苏北海, 1989)，表明月氏人迁至中亚后仍重视畜牧业的发展. 《元中记》《汉书·西域传》等文献中均详细描述了月氏人培育的优良牲畜. 此外，从相邻的康居文化中也可以找到些许线索. 文献记载“康居……与月氏同俗”，康居人放牧的牲畜有骆驼、驴、马、牛、羊等(王治来和丁笃本, 2010). 撒拉干遗址考古出土了11种动物种类，其中家养动物是主要肉类资源，野生动物是肉食的补充(刘欢等, 2019). 古代大夏境内被认为属于大月氏贵族墓地所出土的服饰具有十分浓郁的牧业文化气息，也印证了大月氏畜牧业的繁荣(杨富学, 2017). 《史记》记载: “大夏……善贾市. 及大月氏西迁，攻败之，皆臣畜大夏. 大夏民多，可百余万，其都月蓝市城，有市贩贾诸物”. 可见臣服于月氏统治的大夏人并未离开故地，依旧维持原有的生活方式和经济模式.

综上分析，进入巴克特里亚地区的月氏人并未破坏原有农业，而是依靠原有的农业基础，使得农业经济得到了继续发展. 传统的畜牧业也依靠巴克特里亚地区已有的牧场、驯养技术，以及与周边康居、乌孙等国的商业贸易交往和文化交流中得到进一步发展，牲畜的种类和品质都得到提升. 结合同位素的分析结

果可以看出，西迁后的大月氏人适应了当地的生存环境和生活方式，在乌兹别克斯坦地区形成了牧业为主的农牧混合经济模式.

需要指出的是，本文是基于人骨稳定同位素的结果分析，囿于样品和考古资料有限的客观性，今后将继续关注并深入开展研究.

4 结论

通过上述分析，得到以下认识: (1) 同位素结果分析可知，拉巴特墓地先民的食谱为动物蛋白摄取占比较大，植物性食物则来源于麦类等C3类植物；不同个体之间的食谱相同. (2) 公元前2世纪末期至公元1世纪初期，西迁至乌兹别克斯坦地区的月氏人适应了当地的生存环境，形成了以牧业为主的农牧混合的生业模式. 以上研究结果为进一步了解西迁后居于乌兹别克斯坦地区月氏的生活历史信息提供了新证据.

致谢 感谢审稿专家提出的修改意见和建议.

参考文献

艾力江, 何岁利, 刘涛, 朱岩石. 2017. 乌兹别克斯坦共和国明铁佩古城遗址考古工作综述. 考古学集刊. 224–231, 326

艾莉森·贝茨, 孙丹. 2016. 乌兹别克斯坦阿卡察可汗——卡拉遗址出土的公元前后的壁画. 南方文物, (3): 14–22

陈冠翰, 周新郢, 王建新, 马健, Khasannov M, Khasanov N, Spengler R N, Berdimurodov A, 李小强. 2020. 阿姆河流域贵霜时期的水稻遗存及喜马拉雅南麓通道的农业交流. 中国科学: 地球科学, 50: 735–747

董广辉, 杨谊时, 韩建业, 王辉, 陈发虎. 2017. 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

哈尔马塔, 编. 徐文堪, 译. 2002. 中亚文明史(第二卷). 北京: 中国对外翻译出版公司

郝树声. 1994. 论月氏在河西的几个问题. 甘肃社会科学, (6): 90–93

胡耀武, 王昌燧, 左健, 张玉忠. 2001. 古人类骨中羟磷灰石的XRD和喇曼光谱分析. 生物物理学报, 17: 621–625

胡耀武, Richards M P, 刘武, 王昌燧. 2008. 骨化学分析在古人类食物结构演化研究中的应用. 地球科学进展, 23: 228–235

黄红. 2016. 试述贵霜帝国的历史概貌. 贵州师范大学学报(社会科学版), (4): 91–98

黄英湖. 2016. 丝绸之路上的古代中国西迁民族. 八桂侨刊, (4): 3–10

焦景丹. 2018. 古丝绸之路上希腊-巴克特里亚的经济生产与对外贸易. 西安财经学院学报, 31: 49–56

兰博. 2016. 苏尔汉河流域早期贵霜遗存初步研究. 硕士学位论文. 西安: 陕西师范大学. 36–38

蓝琪. 2018. 中亚史(第一卷). 北京: 商务印书馆. 148

梁云. 2018. 康居文化刍论. 文物, (7): 71–80, 1

梁云, 李伟为, 裴建陇, 唐云鹏. 2018. 乌兹别克斯坦拜松市拉巴特墓地2017年发掘简报. 文物, (7): 4–30, 2, 1

刘欢, 王建新, 梁云, 任萌, 习通源. 2019. 乌兹别克斯坦撒马尔罕萨扎干遗址先民动物资源利用研究. 西域研究, (3): 132–141

马国荣. 1996. 秦汉时期西域羌族、车师和月氏的社会生活. 喀什师范学院学报, (2): 35–43, 48

庞霄骁. 2017. 贵霜帝国的农业布局与贵霜帝国主体文化的演变. 农业考古, (6): 208–213

皮埃尔·勒里什. 2007. 古代铁尔梅兹. 乔伊·克里布和乔治纳·赫尔曼. 从亚历山大大帝到伊斯兰征服前的中亚. 伦敦: 牛津出版社

皮埃尔·勒里什, 阿卜杜拉耶夫, 皮达耶夫. 2003. 法国-乌兹别克斯坦考古队在巴克特里亚地区的阶段性考古报告. 巴黎: 巴黎科学院图书馆

冉敏. 2012. 中亚干旱区黄土记录的过去5万年以来古气候变化历史. 博士学位论文. 兰州: 兰州大学. 71–74

任萌. 2014. 塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦考古调查——铜石并用时代至希腊化时代. 文物, (7): 54–67

任萌. 2015. 塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦考古调查——前贵霜时代至后贵霜时代. 文物, (6): 17–33

水天长. 1985. 略论大月氏贵霜帝国的建立及其族系问题. 西北师大学报(社会科学版), (4): 32–36

苏北海. 1989. 大月氏的西迁及其活动. 新疆大学学报(哲学社会科学版), (2): 31–37

王治来, 丁笃本. 2010. 中亚通史(古代卷·上). 北京: 人民出版社. 109

西北大学丝绸之路文化遗产与考古学研究中心, 乌兹别克斯坦共和国科学院考古研所. 2016. 2015年度撒马尔罕萨扎干遗址发掘报告. 西部考古, 12: 1–28

杨富学. 2017. 河西考古学文化与月氏乌孙之关系. 丝绸之路研究集刊. 29–45, 347

朱岩石, 刘涛, 艾力江, 何岁利. 2017. 乌兹别克斯坦安集延州明铁佩城址考古勘探与发掘. 考古, (9): 22–38

张雪莲. 2003. 古人类食物结构研究. 考古, (2): 62–75

Ambrose S H, Norr L. 1993. Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. In: Lambert J B, Grupe G, eds. Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level. Berlin: Springer-Verlag. 1–37

Ambrose S H. 1990. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. J Archaeol Sci, 17: 431–451

Ambrose S H, Butler B M, Hanson D B, Hunter-Anderson R L, Krueger

H W. 1997. Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, western pacific. Am J Phys Anthropol, 104: 343–361

Ambrose S H, Katzenberg M A. 2000. Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis. New York: Kluwer Academic/Plenum Publisher

DeNiro M J, Epstein S. 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. Geochim Cosmochim Acta, 42: 495–506

DeNiro M J. 1985. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. Nature, 317: 806–809

Drucker D G, Bridault A, Iacumin P, Bocherens H. 2009. Bone stable isotopic signatures (^{15}N, ^{18}O) as tracers of temperature variation during the Late-glacial and early Holocene: Case study on red deer *Cervus elaphus* from Rochedane (Jura, France). Geol J, 44: 593–604

Frachetti M D, Maksudov F. 2014. The landscape of ancient mobile pastoralism in the highlands of southeastern Uzbekistan, 2000B.C.–A.D.1400. J Field Archaeol, 39: 195–212

Hedges R E M, Reynard L M. 2007. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. J Archaeol Sci, 34: 1240–1251

Lightfoot E, Matuzeviciute G M, O'Connell T C, Kukushkin I A, Loman V, Varfolomeev V, Liu X, Jones M K. 2015. How 'pastoral'is pastoralism? Dietary diversity in Bronze Age communities in the Central Kazakhstan steppes. Archaeometry, 57: 232–249

Lightfoot E, Liu X, Jones M K. 2013. Why move starchy cereals? A review of the isotopic evidence for prehistoric millet consumption across Eurasia. World Archaeol, 45: 574–623

Matuzeviciute M G, Lightfoot E, O'Connell T C, Voyakin D, Liu X, Loman V, Svyatko S, Usmanova E, Jones M K. 2015. The extent of cereal cultivation among the Bronze Age to Turkic period societies of Kazakhstan determined using stable isotope analysis of bone collagen. J Archaeol Sci, 59: 23–34

O'Leary M H. 1981. Carbon isotope fractionation in plants. Phytochemistry, 20: 553–567

Price T D, Blitz J, Burton J, Ezzo J A. 1992. Diagenesis in prehistoric bone: Problems and solutions. J Archaeol Sci, 19: 513–529

Spengler R N. 2015. Agriculture in the central Asian bronze age. J World Prehist, 28: 215–253

Ventresca Miller A, Usmanova E, Logvin V, Kalieva S, Shevnina I, Logvin A, Kolbina A, Suslov A, Privat K, Haas K, Rosenmeier M. 2014. Subsistence and social change in central Eurasia: Stable isotope analysis of populations spanning the Bronze Age transition. J Archaeol Sci, 42: 525–538

(责任编委: 李小强)