



宁夏隆德沙塘北塬遗址生业经济研究*

◆ 陈相龙

(中国社会科学院考古研究所)

◆ 杨 剑

◆ 侯富任

(宁夏文物考古研究所)

◆ 王晓阳

摘 要:为了深入认识公元前 2000 年前后旧大陆食物全球化背景下牛、羊、麦类作物等外来的驯化物种的传播对于宁夏南部地区生业经济的影响,本文以宁夏隆德县沙塘北塬遗址为研究对象,对遗址出土的人骨与动物骨骼开展碳氮稳定同位素分析。研究发现,沙塘北塬先民主要以粟和黍以及用粟和黍饲养的家畜为生,且动物资源在人群食物结构中的比重较低。大部分猪和狗的食物基本来自粟黍的秸秆、谷糠以及人们的残羹剩饭等生活垃圾,而牛和羊则基本呈现出 C3/C4 混合型的食物结构,且以野生的 C3 植物为主,这代表了以放养为主的饲养方式。值得注意的是,少数羊的碳同位素值显示它们基本以 C4 类食物为食,即人们用粟和黍的谷糠、秸秆对其进行饲养。由此,本文认为沙塘北塬遗址先民的生业经济以粟作农业为主体,以牛、羊为放牧对象的畜牧经济虽已出现,但在生业经济中的贡献较低。

关键词:生业经济;沙塘北塬;碳氮稳定同位素;粟作农业;畜牧业

Abstract: In order to explore impact on the subsistence around 2000 BC of the southern Ningxia by such exotic domesticates as sheep, cattle, wheat, we carried out carbon and nitrogen stable isotope analysis on the human bones and animal bones unearthed from the Shatang Beiyuan site in Longde county. The isotopic data shows that humans mainly subsisted on millet grains, supplemented by millet-related domestic animals. Pigs and dogs also display close relationship with millet agriculture, whose fodder mainly came from the millet straw, grain chaff, and human leftovers, while cattle and sheep basically present a mixed C3/C4 diet and dominated by wild C3 plants, probably grazing outside in mostly cases. Notably, the carbon isotope values of a small number of sheep indicate that they are fed mainly on C4 foods, that is, millet byproducts. Therefore, we hypothesis that subsistence in Shatang Beiyuan was dominated by millet cultivation and millet-related animal feeding, while cattle and sheep husbandry contributed much less to the human diet around 2000 BC.

Key Words: Subsistence; Shatang Beiyuan; stable carbon and nitrogen isotope analysis; millet agriculture; animal husbandry

一、前言

公元前三千纪前后,东西方文化交流的频繁发生,近东地区起源的冶铜技术、驯化的农作物小麦与大麦、驯化动物黄牛和绵羊等在欧亚大陆传播,并于公元前 2500 年~公元前 2000 年前后广泛出现于黄河流域^①,这被视为跨欧亚大陆的文化交流(Tran-Eurasia Exchange)^②,或称之为青铜时代全球化。青铜时代全球化与中国新石器时代传统核心区域的文化衰落、中国史前文化格局的改变几乎同时发生,这一现象引

起了国内学术界的关注,并对如何理解这一过程对东亚地区史前文化的考古学文化格局与社会发展进程产生的影响产生了争论^③。要想解决这一问题,除了针对人群迁徙、物品与技术传播开展系统研究之外,显然还需要分析传播对于东亚地区包括生业、文化与社会在内等各个层面的影响程度。

青铜时代全球化过程中,农作物和家畜的传播又被视为史前食物全球化(Food Globalization in Prehistory)^④,其中便包括粟和黍的西向传播、麦类作物与牛羊的东向传播。外来作物和家畜的传入会打破中国北

*本研究得到国家社科基金青年项目(批准号:16CKG018)、2020 年度中国社会科学院创新工程资助。

方地区传统的生计方式和生业经济状况,从而对石器、骨器、陶器等与食物生产、消费、存储、分配有关的考古遗存的风格乃至聚落形态产生影响,甚至会导致土地利用、人力资源配置乃至社会发展方向的调整。例如,甘青地区在公元前2000年前后牛羊畜牧业的不断发展成为导致本地考古学文化的逐渐分化与文化向心力的趋弱的主要原因之一,而中原地区在大力发展粟作农业的同时,更加充分地利用土地资源发展畜牧业,从而为早期文明的发展提供了充裕的物质基础^⑤。因此,相比粟和黍的西传,麦类作物与牛羊的东渐及其对东亚地区早期文化和社会的影响更受关注^⑥,而研究旧大陆食物全球化过程及其对我国境内不同地区文化和社会产生的影响时必须科学评估各种食物生产方式在各区域生业经济系统中的地位。

宁夏南部地区处于半湿润-半干旱过渡带,地貌上沟壑纵横,丘陵沟壑、阴湿山地、梁峁台塬、河谷川道交错并存。过渡性的气候条件、复杂的地理状况,给本地区的史前文化打下了深刻的烙印。据目前的资料,新石器时代以来本地区就成了关中地区与西北地区、北方地区考古学文化与人群交流与融合的角力场^⑦。然而,截止目前我们对公元前2000年前后东西方文化交流过程中,麦作农业、牛羊畜牧业的东渐对于本地生业经济、文化格局和社会形态影响程度的认识还是空白。鉴于此,本研究以宁夏隆德县沙塘北塬遗址为对象,系统采集近年来发掘出土的人和动物的骨骼开展碳氮稳定同位素分析,在复原先民和动物食物结构的基础上,结合遗址出土的动植物遗存等相关

信息,重建沙塘北塬遗址的生业经济,以便更深入地理解当地公元2000年前后的文化与社会。

二、材料与方法

(一) 遗址简介与样品选取

沙塘北塬遗址(35°35′21.8″N, 105°59′18.2″E),位于宁夏隆德县沙塘镇渝河北侧的塬地上,现存面积约3.5万平方米。2013年、2015年、2016年,宁夏文物考古研究所对遗址进行了三次发掘,揭露面积约2325平方米,清理出了一批房址、灰坑、陶窑、墓葬、灰沟等遗迹,出土大量陶器、骨器、石制品等遗物,以及十余具人骨和较多动植物遗存。根据对出土遗存文化特征的初步研究,发掘者认为沙塘北塬遗址遗存的地域性特征明显、文化内涵较为单纯,属于齐家文化早期阶段遗存,绝对年代大约为公元前2200~前1900年^⑧。

本研究选取沙塘北塬遗址样品84例,包括人骨(*Homo sapiens*)7例、猪(*Sus scrofa*)27例、狗(*Canis lupus familiaris*)5例、牛(*Bos sp.*)17例、羊(*Ovis aries/Capra hircus*)21例、马(*Equus sp.*)7例。其中,人骨均出土于墓葬,动物骨骼出土于灰坑、地层和陶窑填土。样品出土单位与相关信息详见表一。

(二) 实验方法

每例样品取约1g样品,机械去除样品表面的污染物后,加入0.5 mol/L盐酸于5℃下浸泡,每隔2天换新鲜酸液,直至样品酥软无气泡为止。去离子水清洗至中性,置入pH=3的溶液中,70℃下明胶化48h,浓缩并热滤,离心收集>30kd的胶原蛋白分子,冷

表一 宁夏隆德沙塘北塬遗址人与动物骨骼样品出土信息及骨胶原测试数据结果*

实验编号	单位	种属	部位	C(%)	N(%)	C:N	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$
STBY01	2016LSBM2	人	残骨片	46	16	3.4	-7.8	10
STBY02	2016LSB M3	人	残骨片	46.1	15.8	3.4	-8	9.4
STBY03	2016LSB M4 西	人	尺骨	46.6	16	3.4	-8.2	9.2
STBY04	2016LSB M4 东	人	尺骨					
STBY05	2016LSB M5	人	残骨片	46.2	16.2	3.3	-8	10.7
STBY06	2016LSB M6	人	右股骨远端					
STBY07	2016LSB M11	人	残骨片	44.7	15.3	3.4	-9.1	9.7
STBY08	T1006 ^③	猪	左胫骨	46.1	15.7	3.4	-8.9	7.5
STBY09	T0702 ^⑤ 下 H261 ^⑥	猪	左股骨远端	46	15.7	3.4	-10.6	9.8
STBY10	T0702 ^⑤ 下 H261 ^⑥	猪	右股骨远端	46.3	16.2	3.3	-8.3	7.5
STBY11	T0702 ^⑤ 下 H261 ^⑦	猪	左尺骨近段	46.4	16.1	3.4	-8.9	8.6
STBY12	T0706 H253	猪	左股骨(两端未愈)	46	15.1	3.6	-10.6	8.7
STBY13	T0706 H279 ^③	猪	左尺骨近端(未愈)	46	15.7	3.4	-9.1	7.8
STBY14	T0703 ^③	猪	左肱骨远端	46	16.2	3.3	-8.5	8.9
STBY15	T1004 F31	猪	左肩胛骨	44.5	15.5	3.3	-11.3	8.9
STBY16	T0703 ^⑤	猪	左尺骨近端(未愈)	45.7	15.5	3.4	-8.7	8.3
STBY17	T0702 ^⑤ 下 H261 ^②	猪	左肱骨远端	46.1	16	3.4	-8.1	8.8
STBY18	T0702 ^⑤ 下 H261 ^②	猪	左肱骨	46	16.1	3.3	-18.4	5.7

实验编号	单位	种属	部位	C(%)	N(%)	C:N	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$
STBY19	T0702⑤下 H261②	猪	左肱骨近端(未愈)	46.2	16.3	3.3	-18.4	6.7
STBY20	T0702⑤下 H261②	猪	左距骨	46.2	15.8	3.4	-8.9	7.5
STBY21	T0702⑤下 H261②	猪	指骨远端(未愈)	46	15.7	3.4	-9.9	9
STBY22	T0702⑤下 H261②	猪	右胫骨远端	46.3	16.1	3.4	-8.4	8.9
STBY23	T1105 H303①	猪	左下颌骨 dP4	46.4	16.1	3.4	-9.8	8.2
STBY24	T1105 Y4	猪	右下颌骨	46	13.5	4	-11.6	8.3
STBY25	T0906 H318	猪	右下颌骨 dP4					
STBY26	T0906 H318	猪	右下颌骨 dP4					
STBY27	T0706 H265②	猪	右上颌骨	46.5	15.4	3.5	-18.7	9.2
STBY28	T0702⑤下 H261②	猪	右下颌骨	46.1	16.2	3.3	-10.1	8.8
STBY29	T0903 H371	猪	左胫骨	45.9	16.1	3.3	-7.6	9.1
STBY30	T0603⑤下 H284①	猪	右下颌骨	45.9	16.2	3.3	-9.1	8.3
STBY31	T0603⑤下 H284③	猪	右下颌骨	45.9	15.2	3.5	-8.9	9.6
STBY32	T2917③下 H376③	猪	左距骨	46.3	16.1	3.3	-8.3	8.9
STBY33	T2917③下 H376⑦	猪	右尺骨	46.3	16.2	3.3	-13.3	8.2
STBY34	T2915H396	猪	右下颌骨	47.5	16.6	3.3	-8.3	7.1
STBY35	T0703⑤	马	炮骨近端	45.4	16	3.3	-20.1	5.9
STBY36	T1006⑦	马	炮骨	46.3	16.3	3.3	-19.6	5.4
STBY37	T1005⑤	马	左跗骨近端	45.9	16.3	3.3	-19.6	6.4
STBY38	T1105⑤	马	跟骨	45.7	16	3.3	-18.9	6.4
STBY40	T1004 F31	马	右肩胛骨	45.9	15.8	3.4	-19.2	6.6
STBY41	T0906 H320①	马	左距骨					
STBY42	T0702⑤下 H261⑦	羊	第一趾骨	46.2	16.2	3.3	-9.9	8.8
STBY43	T0702⑤下 H261②	羊	右桡	45.6	15.9	3.3	-15.6	8.2
STBY44	T0702⑤下 H261②	羊	第一趾骨	46.2	16	3.4	-9.1	8.7
STBY45	T0703③	绵羊	左胫骨远端	46.1	14.9	3.6	-19	8.4
STBY46	T0702⑤下 H261②	绵羊	左掌骨	46	14.2	3.8	-19.4	8.1
STBY47	T1002②下 H317②	羊	右下颌骨(幼年)	46	15	3.6	-16.9	13.3
STBY48	T1002②下 H317②	羊	右下颌骨(幼年)	46.5	15.6	3.5	-15.9	13.4
STBY49	T1002②下 H317③	羊	右下颌骨(幼年)	45.9	15.8	3.4	-15.4	12.6
STBY50	T0903 H255④	羊	右肱骨远端	45.7	16.1	3.3	-17.4	10
STBY51	T0806 H291	羊	右股骨远端	46.7	16.2	3.4	-20.6	4.8
STBY52	T0902 H312⑨	羊	右肩胛骨	46.5	16.3	3.3	-20	4.8
STBY53	T0803⑤	羊	右肩胛骨	46.2	16.4	3.3	-16.5	9.5
STBY54	T0601 H245⑧	羊	右股骨近端	46.2	16.2	3.3	-17.2	8.3
STBY55	T0906③	羊	右股骨近端	46.2	15.9	3.4	-20.4	5
STBY56	T0706 H257	羊	左胫骨远端	46.4	16.2	3.4	-16.7	10.3
STBY57	T0702⑤下 H261②	羊	左下颌骨(幼年)	45.6	16.2	3.3	-17.5	8.5
STBY58	T2915 H396	羊	左肩胛骨	46.5	15.8	3.4	-17.3	7.8
STBY59	T2917③下 H376③	羊	第一趾骨	46.4	16	3.4	-9.4	8.1
STBY60	T2917③下 H376③	羊	左尺骨	46.6	15.5	3.5	-17.3	9.6
STBY61	T2917③下 H376⑦	羊	右胫骨远端	46.4	16.2	3.3	-16.7	10.2
STBY62	T0702⑤下 H261⑧	山羊	左掌骨远端					
STBY63	T2916④	牛	右肩胛骨	46.2	16.2	3.3	-16.7	10.2
STBY64	T0806 H291	牛	掌骨远端(未愈)	46.9	15.9	3.4	-20.1	6
STBY65	T0601 H245②	牛	左跗骨	46.3	16.1	3.4	-16.8	9.5
STBY66	T0706 H253	牛	泡骨	46	15.9	3.4	-20.2	4.4
STBY67	T1006 H346	牛	头骨	46	16.4	3.3	-21	4.2

实验编号	单位	种属	部位	C(%)	N(%)	C:N	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$
STBY68	T2917③下 H376⑦	牛	第三趾骨	46.4	15.9	3.4	-18.5	10.5
STBY69	T2917③下 H376⑦	牛	第一趾骨	46.8	16.1	3.4	-16.2	9.6
STBY71	T0603⑤下 H284③	牛	左跟骨近端	46.2	15.5	3.5	-15.3	7.4
STBY72	T0702⑤下 H261⑧	牛	左肩胛骨远端	45.6	13.2	4	-17	6.6
STBY73	T0906 H320①	牛	右跖骨近端	46.1	14.7	3.7	-15.8	8.6
STBY74	T2915 H396	牛	桡骨近端	46.4	16.7	3.2	-15.6	9.4
STBY75	T0706⑤	牛	第一趾骨	45.5	15.9	3.3	-20.8	4.3
STBY76	T0906 H318①	牛	泡骨远端	46	16	3.4	-15.6	6.8
STBY77	T1105⑤	牛	右跖骨近端	46.1	13.8	3.9	-17.8	6.9
STBY78	T0906 H337①	牛	掌骨近端	47	16.3	3.4	-16.6	9.7
STBY79	T1006 H350②	牛	左上颌骨	46.1	16.1	3.3	-21.3	4.2
STBY80	T0603⑤	狗	左下颌骨	46.1	15.5	3.5	-10	8.9
STBY81	T0702⑤下 H261②	狗	右跟骨	46.6	16.3	3.3	-9.5	8.7
STBY82	T0906 H337	狗	右下颌骨	46.5	15.7	3.5	-8.5	9.9
STBY83	T0906④	狗	右下 M1	46.1	16.3	3.3	-18.7	9.2
STBY85	T0602 H266⑥	狗 2	左下颌骨					

*斜体代表未成功提取出足够的骨胶原或骨胶原污染严重无法进一步分析的样品。

冻干燥后即得胶原蛋白。最后称重,计算胶原蛋白得率(骨胶原重量/骨样重量),列于表一。

样品胶原蛋白中 C、N 元素含量和稳定同位素的测定在中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所同完成。测试仪器为 Elementar Vario 元素分析仪串联 Isoprime100 稳定同位素质谱仪。C 同位素的分析结果以相对美国南卡罗莱纳州(Caroline)白垩系皮迪组箭石 C 同位素丰度比(PDB)的 $\delta^{13}\text{C}$ 表示, N 同位素的分析结果以相对氮气(N_2 , 气态)的 $\delta^{15}\text{N}$ 表示。样品的 C、N 含量以及 C、N 稳定同位素比值皆列于表一。

三、结果

(一) 骨骼污染程度评估

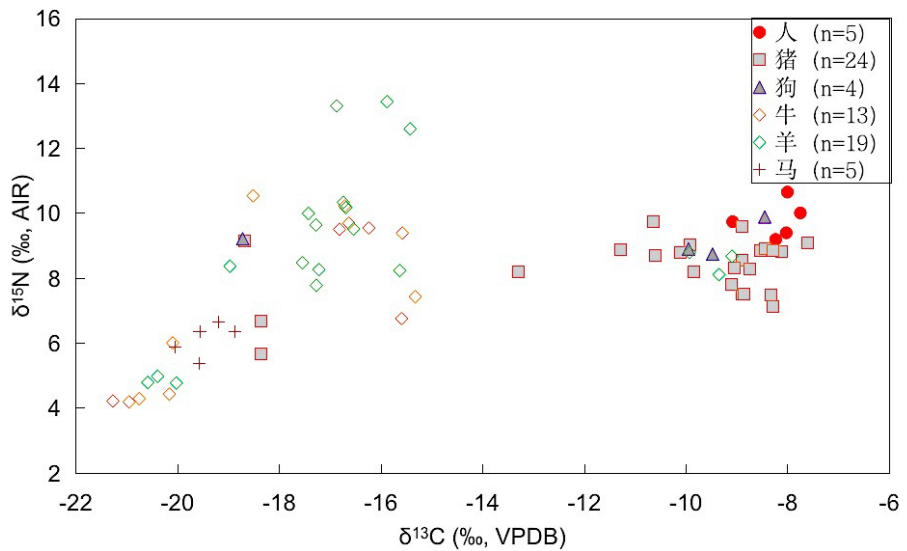
骨骼遗存埋藏过程中,由于受到土壤环境中温湿度、pH 值、微生物等物理、化学和生物因素的影响,导致骨骼原本的化学成分发生改变,从而会造成骨骼的污染。实验表明,当哺乳动物的骨胶原产率、碳含量、氮含量与碳氮摩尔比值分别介于 0.5~22%、15.3%~47.0%、5.5%~17.3%、2.9~3.6^⑨之间,可以认为骨骼胶原蛋白仍保留其原本的化学组成,可以反映个体生前的饮食信息。实验过程中,STBY04、06、25、26、41、62、85 未提取出足够的胶原蛋白,STBY24、46、72、73、77 碳氮摩尔比值超出未污染的范围。其余 70 例样品可以用于食物结构重建。为了便于观察数据分布,我们将 70 例样品的碳氮稳定同位素比值按照种属分类制作散点图(图一)。

(二) 遗址食性分析研究背景

食性分析方法自 1984 年^⑩应用于中国考古学研

究以来已有多位学者作过综述^⑪,此处仅作简单介绍。食性分析方法主要是基于生物体相关组织的稳定同位素组成,探讨个体与群体的饮食状况,并通过分析植物、动物类食物资源进入人类社会的方式来探讨先民的生业状况。通常,骨胶原 $\delta^{13}\text{C}$ 用以评估人和动物食物中 C3 与 C4 植物的大致比例,如以陕西白水河流域史前粟、黍 $\delta^{13}\text{C}$ 的均值 -9.5‰ ^⑫,以扣除 Suess 效应^⑬后 C3 植物 $\delta^{13}\text{C}$ 的均值 -25.0‰ ^⑭作为沙塘北塬粟类食物和 C3 类食物 $\delta^{13}\text{C}$ 的平均值,再考虑到从食物到骨胶原大约 5‰富集^⑮,那么分别 100%以这两类食物为食的人和动物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值应该分别为 -5.5‰ 、 -20.0‰ 左右。骨胶原 $\delta^{15}\text{N}$ 值可以用来评估个体消费动物性食物的程度,这是因为营养级每升高一级,消费者身体组织的 $\delta^{15}\text{N}$ 值会增加 3‰~5‰^⑯。需要注意的是, $\delta^{15}\text{N}$ 值还受到施肥^⑰、代谢异常^⑱、吮乳效应^⑲等因素的影响。尽管如此,将碳、氮稳定同位素比值结合起来可有效揭示古代人与动物食物结构状况,进而探讨先民生业经济与家畜驯养等一系列考古问题。

沙塘北塬所在的隆德县地处黄土高原西部,域内地势上东高西低,沟壑纵横。气候属于温带季风区半湿润向半干旱过渡性气候,东部高寒阴冷,为半湿润高山森林气候,西部温和干燥,为半干旱草原气候。年降水量 400~600 毫米,降水多发生在夏秋季节,冬春季节则低温少雨,年平均气温 5.6℃ 左右^⑳。古气候重建表明,公元前 1500 年前后六盘山地区的气候转向干冷但相对比较稳定^㉑。据研究,黄土高原地区自然环境中 C3 植物比例较低,且低温气候条件不利于 C4 植物的自然生长^㉒。因此,可以认为本地自然环境中主要生长 C3 植物,而通过 $\delta^{13}\text{C}$ 值的分析则可推断粟黍

图一 宁夏隆德沙塘北塬遗址人与动物骨胶原 $\delta^{13}\text{C}$ 值与 $\delta^{15}\text{N}$ 值散点图

这类北方地区的传统农作物对于沙塘北塬遗址先民生业经济的影响。

(三) 动物的食物结构

马 ($n=5$) 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值分布范围是 $-20.1\text{‰} \sim -18.9\text{‰}$ 、平均值是 $-19.5 \pm 0.4\text{‰}$ ，表明它们基本以 C3 植物为食。马的 $\delta^{15}\text{N}$ 值分布范围与平均值分别是 $5.4\text{‰} \sim 6.6\text{‰}$ 、 $6.1 \pm 0.5\text{‰}$ ，呈现出比较典型的温带草原食草动物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值特征。牛 ($n=13$) 和羊 ($n=19$) 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值分布范围分别为 $-21.3\text{‰} \sim -15.3\text{‰}$ 、 $-20.6\text{‰} \sim -9.1\text{‰}$ ，平均值分别是 $-18.1 \pm 2.3\text{‰}$ 、 $-16.3 \pm 3.4\text{‰}$ ，二者的 $\delta^{15}\text{N}$ 值分布范围分别为 $4.2\text{‰} \sim 10.5\text{‰}$ 、 $4.8\text{‰} \sim 13.4\text{‰}$ ，平均值分别为 $7.4 \pm 2.5\text{‰}$ 、 $9.0 \pm 2.5\text{‰}$ 。整体上看，牛和羊的食物都以 C3 植物为主，但个体间食物结构有差异，其中羊的差异更大一些。

猪 ($n=25$) 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值与 $\delta^{15}\text{N}$ 值的分布范围分别是 $-18.7\text{‰} \sim -7.6\text{‰}$ 、 $5.7\text{‰} \sim 9.8\text{‰}$ ，平均值分别为 $-10.5 \pm 3.3\text{‰}$ 、 $8.3 \pm 0.9\text{‰}$ ，说明猪群中不同个体食物结构差异比较大。结合图二并检视数据可知，大多数猪的同位素比值分布在图的右侧， $\delta^{13}\text{C}$ 值介于 $-13.3\text{‰} \sim -7.6\text{‰}$ 之间，它们应以 C4 类食物为食，如粟、黍的秸秆、谷糠等农业副产品以及人类的厨房垃圾、粪便等。其余 3 例猪的 $\delta^{13}\text{C}$ 值介于 $-18.7\text{‰} \sim -18.4\text{‰}$ 之间，说明它们应以 C3 类食物为食，如自然环境中广为分布的野生植物、昆虫等。4 例狗的 $\delta^{13}\text{C}$ 值与 $\delta^{15}\text{N}$ 值分布范围分别为 $-18.7\text{‰} \sim -9.5\text{‰}$ 、 $8.7\text{‰} \sim 9.9\text{‰}$ ，平均值分别为 $-11.7 \pm 4.8\text{‰}$ 、 $9.2 \pm 0.5\text{‰}$ 。具体来看，虽然 $\delta^{13}\text{C}$ 值分布范围较大，但除 STBY83 外，其他狗的 $\delta^{13}\text{C}$ 值则介于 $-10.0\text{‰} \sim -8.5\text{‰}$ 之间，说明它们的食物基本来自与粟作农业有关的农产品或日常生产于生活废弃物，STBY83 ($\delta^{13}\text{C}$ 值为 -18.7‰) 则基本以 C3 类食物为食。就 $\delta^{15}\text{N}$ 值而言，狗略高于猪，说明其食物中动

物性蛋白略多一些。

(四) 人的食物结构

5 例人的 $\delta^{13}\text{C}$ 均值和分布区间分别为 $-8.2 \pm 0.5\text{‰}$ 和 $-9.1\text{‰} \sim -7.8\text{‰}$ ，说明总体上粟和黍等 C4 类谷物以及与之相关的家畜是其食物的主要来源，比如 $\delta^{13}\text{C}$ 值分布特征与人类较为相近的猪等家畜，而与 $\delta^{13}\text{C}$ 值偏负的牛、羊等动物则不会被人类经常食用。人的 $\delta^{15}\text{N}$ 值的分布区间为 $9.2\text{‰} \sim 10.7\text{‰}$ ，均值为 $9.8 \pm 0.6\text{‰}$ ，整体上比同样以 C4 类食物为主食的猪和狗分别高 1.5‰ 、 0.6‰ ，比食草动物 ($n=37$ ，包括牛、羊和马) 平均值 $8.0 \pm 2.5\text{‰}$ 高 1.8‰ ，说明人类主要依赖植物性食物为食，食谱中动物性蛋白相对较少。也就是说，沙塘北塬墓葬为代表的人群主要以粟、黍等农作物为生，且食谱中的肉等动物性食物较少。

四、讨论

(一) 人群的食物来源

从沙塘北塬 5 个墓葬出土人骨的 $\delta^{13}\text{C}$ 来看，粟和黍以及用粟作农业副产品饲养的家养动物显然是人们的主要食物，包括麦类作物、野生动植物在内的 C3 类食物资源对人群食物结构的贡献极其有限。由上文的比较可知，人的 $\delta^{15}\text{N}$ 值仅略高于他们主要的肉食来源家猪 (1.5‰)。考虑到一般情况下作为人类食物的小米的 $\delta^{15}\text{N}$ 值比作为家畜主要食物的谷糠整体高 $2.2\text{‰} \sim 2.3\text{‰}$ ²³，我们认为遗址先民的肉食消费程度应较低，动物产品在人类食谱中的比例远低于谷物。由于 $\delta^{13}\text{C}$ 值与 $\delta^{15}\text{N}$ 值差异都非常小，我们认为个体间的饮食结构没有明显差异。这些推断也可以得到植物考古和动物考古资料的验证。根据尹达的研究，沙塘北塬遗址浮选出的炭化农作物遗存中，粟和黍占绝对优势，总数超过 4 万粒，炭化小麦仅发现了 4 粒，其他

植物遗存和农田杂草的数量也远远少于粟和黍²⁸。我们通过现场对沙塘北塬遗址出土动物骨骼的观察也发现了大量的猪骨,以及羊、牛、狗、鹿等动物骨骼。然而,相对于植物遗存来说,动物遗存不需要炭化即可保存下来,而且埋藏学的各种营力对其影响较植物遗存小之又小。这种保存偏差所带来的误导需要我们在今后的研究过程中多加注意,并选择适当的分析方法予以消减。当然,由于样品数量有限,这一结论仍需要今后更多的工作加以验证,尤其是不同墓葬形制和随葬品组合的个体间是否会表现出饮食结构的差异。

(二)家畜的饲养方式

就 $\delta^{13}\text{C}$ 来看,大部分猪和狗的 $\delta^{13}\text{C}$ 大于 -12.0‰ ,它们主要以与粟作农业有关的食物为食(如秸秆、谷糠,以及人们的残羹剩饭等生活垃圾),这说明这些猪和狗的饲养受到粟作农业的影响颇深。与此同时,仍有 STBY33、18、19、27 这 4 头猪和 1 只狗(STBY83)的 $\delta^{13}\text{C}$ 较低,分别是 -13.3‰ 、 -18.4‰ 、 -18.4‰ 、 -18.7‰ 与 -18.7‰ 。如果它们都是家养动物,这意味着沙塘北塬遗址先民允许猪和狗在遗址周围自由活动、自主采食,人们较少甚至基本不给这些动物提供食物。当然,我们并不排除个别猪和“狗”是野生动物的情况(比如野猪和狼等形态上很难与家养种区分的野生动物),尤其是考虑到 STBY18、19 两个个体 $\delta^{13}\text{C}$ 与 $\delta^{15}\text{N}$ 与呈现出基本以野生植物为食的饮食特征²⁹。

根据 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 的大小可以把牛分成两个组。A 组包括 8 例个体,具有较高的 $\delta^{13}\text{C}$ (-18.5‰ ~ -15.3‰) 和 $\delta^{15}\text{N}$ (6.8‰ ~ 10.5‰),呈现出 C3/C4 混合型的食物结构,并以 C3 植物为主,C4 植物的比例不同个体略有不同。我们据此认为沙塘北塬的人们主要以放养的方式饲养家牛,并为其提供粟作农业的副产品,较高的 $\delta^{15}\text{N}$ 值可能与它们经常在施肥的休耕农田里采食有关³⁰。B 组包括 5 个个体, $\delta^{13}\text{C}$ 分布范围为 -21.3‰ ~ -20.1‰ ,表明它们的食物来自 C3 植物,基本不食用 C4 植物,较低的 $\delta^{15}\text{N}$ (4.2‰ ~ 6.0‰) 与温带地区森林地带的原始牛一致³¹,暗示了这些个体可能是野生的牛亚科动物。

羊的 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 将其分为三组。A 组 3 个个体,以高 $\delta^{13}\text{C}$ 为特征 (-9.9‰ ~ -9.1‰), $\delta^{15}\text{N}$ 的分布范围是 8.1‰ ~ 8.8‰ ,与猪的平均值非常接近,说明这几个个体的食物均以粟类谷物的秸秆、谷糠等农业产品为食,代表了圈养的羊的饮食特征。B 组 13 个个体, $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 分布范围分别是 -19.0‰ ~ -15.4‰ 、 7.8‰ ~ 13.4‰ 。其中,三个羊为幼年个体,M1 尚未萌出或刚开始萌出,年龄应小于六个月龄,属于幼年个体³²,较高的 $\delta^{15}\text{N}$ (12.6‰ ~ 13.4‰) 应为母乳效应导致。其余羊

的食物结构与 A 组牛类似,即食物基本来自野生的 C3 植物,人们可能偶尔为其投食粟和黍的秸秆和谷糠,较高的 $\delta^{15}\text{N}$ 可能与经常在休耕的农田放牧有关。C 组羊包括三个个体, $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 分布范围分别是 -20.6‰ ~ -20.0‰ 、 4.8‰ ~ 5.0‰ ,呈现出明显的以 C3 植物为食的特点,考虑到宁夏南部、甘肃东部等史前考古遗址出土有较多与绵羊/山羊形态相似的野生的盘羊、岩羊、黄羊等羊亚科和羚羊亚科的动物骨骼³³,我们也不排除它们是野生食草动物的可能。

(三)沙塘北塬的生业经济

遗址的资源域分析可以通过特定遗址周边自然资源的调查,分析资源获取的方式与人群的日常活动范围,以此来考察文化行为与自然环境的关联³⁴。我们将借鉴资源域分析方法,结合上文讨论的结果与遗址的相关资料,尝试重建沙塘北塬的生业经济。

沙塘北塬遗址 2013 年植物浮选结果发现,农作物中粟和黍最多,绝对数量占炭化种子总数的 96.2%,仅发现数粒小麦。此外,还发现狗尾草、糠稷、野燕麦、牻牛儿苗、苔草、大戟科等常见的旱地杂草,以及一些藜科种子、藜、猪毛菜、野豌豆、草木樨、胡枝子、糙叶黄耆等³⁵。据现场对动物骨骼的初步观察,种属包括猪、狗、黄牛、羊、鹿科动物和马。其中,猪和羊的数量较多,狗与黄牛其次,鹿和马的骨骼和牙齿仅有零星发现。根据沙塘北塬遗址简报中公布的资料,各类石质、骨质、陶质遗物占大宗,还发现少量蚌器、玉器。由陇山沿着渝河河谷冲刷下来的砾石为人们制作石刀、石铲、石斧、石凿、石镰等各类石质工具提供了材料。玉器的出现可能代表沙塘北塬人群与外部世界的存在交流,这是遗址人群获取信息、资源的重要途径。考虑到牛和羊驯化于西亚地区,在距今 4000 年前后广泛出现于黄河流域³⁶。我们推测沙塘北塬人群与外部世界的交流过程中得到了家养的牛、羊,并学会了饲养、照料牛羊的技术。

动植物考古的研究恰好佐证了我们基于碳氮稳定同位素结果对沙塘北塬生业经济的认识,即遗址先民主要以包括粟、黍以及用粟作农业副产品和生活垃圾饲养的家畜为食,牛羊这类家养食草动物和鹿、马³⁷等野生动物仅作为人类食物的补充。由此,我们可以勾勒出这样的生业景观:生活在渝河北侧台地的沙塘北塬先民,利用周围的黄土地带作为农田;农作物耕种、收割过程中一些农田杂草会被有意无意地带入遗址,它们与农作物秸秆、谷糠等副产品,可以作为猪、狗的饲料,也可以用于饲养牛羊等草食性动物;人们在渝河河谷及沿岸放牧牛羊,而栖息于遗址北侧缓坡山地的鹿科、马、羊亚科等野生食草动物以及南侧渝河中的鱼、蚌等水产生物成为了餐桌上的肉食补充。

由此可见,就沙塘北塬遗址目前出土的遗物来看,遗址先民经济上可以实现简单的自给自足。

(四)时空背景下沙塘北塬的生业与社会

宁夏南部呈现出过渡性的气候条件和复杂的地理状况,这为不同文化和人群的生息繁衍和迁入迁出提供了舞台。自仰韶时代开始,宁夏南部地区开始受到关中地区考古学文化影响,于仰韶晚期又吸收了来自甘青地区马家窑文化的部分因素,并通过一系列文化整合发展出具有强烈自身特色菜园文化、常山下层文化,以及与甘青地区有着明显区别的齐家文化或“页河子类型”。先周和西周时期,此地曾被戎人占据,并成为戎人与周人、戎人与秦人激烈碰撞的重要战场

⑳。考古学文化的演变伴随着生业经济的发展。从隆德沙塘北塬㉑、页河子㉒、海原菜园㉓等遗址发表的相关资料表明,新石器时代以来宁夏南部生活的先民的主要生计方式为农业,粟和黍广为栽培,猪和狗被大量饲养,另兼有狩猎采集活动。公元前2000年前后,麦类作物和草食性家畜牛、羊也传入本地,沙塘北塬遗址恰处于这一重要阶段,因此该遗址生业经济的研究为认识新的食物生产方式的出现对宁夏南部生业的影响提供了参考。

为了更加深入地认识沙塘北塬遗址生业经济,我们搜集了同处于生态交错带的陕北神圪塔梁、木柱柱梁,甘肃齐家坪、磨沟、下海石、西城驿等具有代表性

表二 距今4000年前后甘青、陕北及山西部分遗址人和动物骨骼 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 统计表

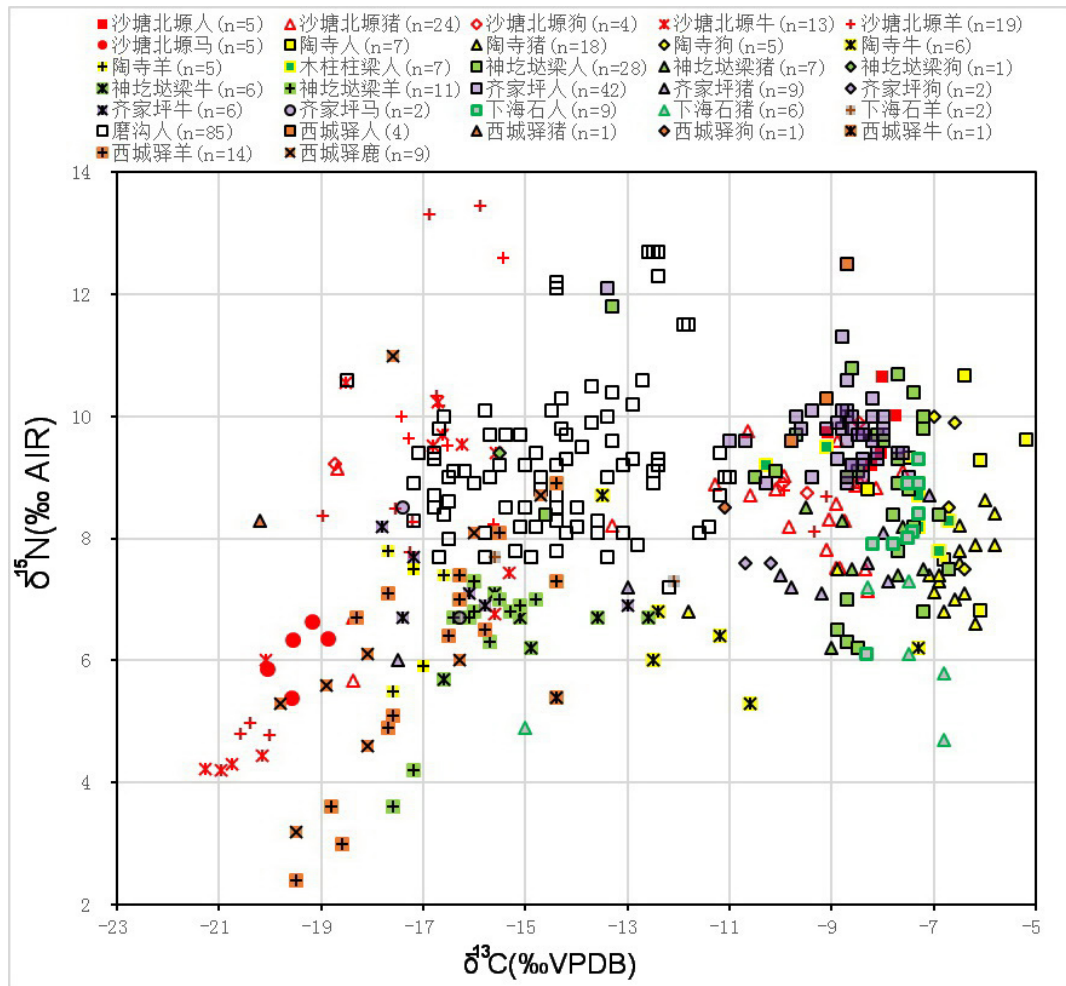
遗址	考古学文化	绝对年代	种属	$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$			参考文献
				%	SD	数量	%	SD	数量	
沙塘北塬	齐家文化	2000~1700BC	人	-8.2	0.5	5	9.8	0.6	5	本文
			猪	-10.5	3.3	24	8.3	0.9	24	
			狗	-11.7	4	5	9.2	4	1	
			牛	-18.1	2.3	13	7.4	2.5	13	
			羊	-16.3	3.4	19	9	2.5	19	
			马	-19.5	0.4	5	6.1	0.5	5	
陶寺	陶寺文化	2300~1900BC	人	-7.8	2.6	17	8.9	1.3	7	⑳
			猪	-6.9	1.4	18	7.5	0.6	18	
			狗	-6.8	0.4	5	8.8	1.1	5	
			牛	-11.3	2.2	6	6.6	1.2	6	
			羊	-17.2	0.4	5	6.8	1	5	
神圪塔梁	大口二期文化	2000~1700BC	人	-8.5	1.8	28	8.8	1.4	28	㉑
			猪	-8.3	0.8	7	7.7	0.8	7	
			狗	-15.5		1	9.4		1	
			牛	-14.7	1.4	6	6.5	0.5	6	
			羊	-16	0.9	11	6.3	1.2	11	
木柱柱梁	大口二期文化	2000~1700BC	人	-7.8	1.3	7	8.7	0.6	7	⑳
下海石	齐家文化	2200~1900BC	人	-7.6	0.4	9	8.2	0.9	9	㉒
			猪	-8.7	3.2	6	6	1.1	6	
			羊	-13.9	2.5	2	7.5	0.3	2	
齐家坪	齐家文化	1500~1250BC	人	-8.9	1.1	42	9.8	0.9	42	㉓
			猪	-10.1	3.3	9	7.4	0.7	9	
			狗	-10.5	0.4	2	7.6	0	2	
			牛	-16.2	1.8	6	7.3	0.6	6	
			马	-16.9	0.8	2	7.6	1.3	2	
磨沟	齐家文化-寺洼文化早期	1750~1100BC	人	-14.4	1.7	85	9.3	1.2	85	㉔
西城驿	马厂文化-西城驿文化-四坝文化	2000~1500BC	人	-9	0.6	4	11.7	2.1	4	㉕
			猪	-20.2		1	8.3		1	
			狗	-11.1		1	8.5		1	
			牛	-14.4		1	5.4		1	
			羊	-17	1.6	14	6	1.9	14	
			鹿	-17.7	1.7	9	6.5	2.4	9	

的遗址已经发表的同位素数据进行比较,结果如表二和图二。这些遗址与沙塘北塬时代相近、地域相邻,通过这种比较可以帮助我们认识不同环境背景和文化传统的先民在受到旧大陆食物全球化冲击时的生存方式。

从表二和图二可以看出, $\delta^{13}\text{C}$ 表现出牛和羊在沙塘北塬(牛, $-18.1\pm 2.3\text{‰}$, $n=13$;羊, $-16.3\pm 3.4\text{‰}$, $n=19$)与陕北神圪塔梁(牛, $-14.7\pm 1.4\text{‰}$, $n=6$;羊, $-16.0\pm 0.9\text{‰}$, $n=11$)、甘肃下海石(羊, $-13.9\pm 2.5\text{‰}$, $n=2$)、齐家坪(牛, $-16.2\pm 1.8\text{‰}$, $n=6$)与西城驿(牛, -14.4‰ , $n=1$;羊, $-17.0\pm 1.6\text{‰}$, $n=14$)都呈现出C3/C4混合型的食物结构,且大多数牛和羊以C3植物为主要食物来源,而这些遗址的猪和狗则基本以与粟作农业相关的食物为食,这说明这些地区人们已经开始通过放养的方式管理牛和羊,也意味着畜牧经济的出现。这种情况与处于典型的粟作核心区的陶寺遗址既有共性又有不同,共性体现在对猪、狗和羊的饲养方面,不同主要是对牛的管理,陶寺遗址可能使用圈养的方式饲养黄牛。如果我们继续比较人群的 $\delta^{13}\text{C}$ 与

$\delta^{15}\text{N}$ 会发现,沙塘北塬($-8.2\pm 0.5\text{‰}$ 、 $9.8\pm 0.6\text{‰}$, $n=5$)与粟作农业核心区的山西陶寺($-7.8\pm 2.6\text{‰}$ 、 $8.9\pm 1.3\text{‰}$, $n=17/7$)、以及同样以粟作农业为主要生计的陕北木柱柱梁($-7.8\pm 1.3\text{‰}$ 、 $8.7\pm 0.6\text{‰}$, $n=7$)和神圪塔梁($-8.5\pm 1.8\text{‰}$ 、 $8.8\pm 1.4\text{‰}$, $n=28$)、甘肃下海石($-7.6\pm 0.4\text{‰}$ 、 $8.2\pm 0.9\text{‰}$, $n=9$)、齐家坪($-8.9\pm 1.1\text{‰}$ 、 $9.8\pm 0.9\text{‰}$, $n=42$)与西城驿($-9.0\pm 0.6\text{‰}$ 、 $11.7\pm 2.1\text{‰}$, $n=4$)基本相同,这意味着齐家文化时期,整个西北地区虽然已经出现了黄牛、绵羊,宁夏与甘青地区的一些遗址中还发现了麦类作物,此时这些地方的居民仍延续着粟作农业传统。值得注意的是,年代略晚的磨沟($\delta^{13}\text{C}$ 与 $\delta^{15}\text{N}$ 平均值分别为 $-14.4\pm 1.7\text{‰}$ 、 $9.3\pm 1.2\text{‰}$, $n=85$)与其他遗址相比已经发生了比较明显的变化,先民食谱中C3类食物的重要性可与C4类食物平分秋色甚至可能还略高。考虑到磨沟的遗址多数单位已经进入半农半牧的寺洼文化,人群食物结构的变化应该是草原畜牧在生业经济中的比重逐渐升高的表现。

牛和羊作为食草动物其生理习性、饲养及开发利



图二 距今 4000 年前后甘青、陕北及山西部分遗址人和动物骨骼 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 散点图

用方式明显不同于本土驯养的猪、狗。因此,牛和羊这类草食性家养动物的出现以及牛羊畜牧经济的发展无疑将打破中国北方地区传统的食物获取方式和生业经济状况,这对于西北干旱-半干旱地区具有重要的经济、社会和文化意义。畜牧经济的出现一方面可以拓展人群的活动空间,为人们向无法开展农业活动的高原、山地等高寒区和干旱区的扩张作准备,另一方面畜牧经济对社群移动的需求还会促使人群的迁徙与文化交流的频繁发生。这些影响无疑会对聚落的分布、器物的组合、财富与地位表现的方式、人群的文化认同和宗教观念、社群的生产协作与组织结构等方面产生巨大影响,从而影响考古学文化格局和社会发展轨迹。就宁夏南部地区而言,生业经济的变化在新石器时代末期还没有发生,虽然沙塘北塬遗址已经出现了畜牧经济的萌芽,但人们仍延续着仰韶时代以来的以粟作农业为基础的农耕生活。这种情况与同时期的陕北和甘肃别无二致,即这些人群仍延续着农耕经济的传统,牛羊畜牧业作为一种生产方式还没有发展起来,仅仅是生业经济的补充。究其原因,或是文化惯性使然,或是基于生业经济基础上的文化认同不允许改变既有的生活方式,或是其他未知原因等待着我们继续探寻。当然,目前宁夏南部地区生业经济研究工作过于薄弱,我们对沙塘北塬的研究只是开始,如何认识本地公元前2000年前后生业经济的变迁及其与文化格局、社会形态的耦合关系还需要开展更多的工作予以揭示。

五、结论

公元前2000年前后,黄河流域及北方多个地区在生业、文化与社会层面上均发生了较大的变化,这些变化恰好与旧大陆青铜时代全球化事件对东亚地区的影响逐渐加深同步。如何理解全球化事件对于华夏文明早期发展过程的影响,目前已经引起学术界的关注。要深入的认识这一问题,除了系统分析人群迁徙、物品与技术传播及其影响之外,还需要从生业经济入手,探讨牛、羊、麦类作物的东传对中国北方不同地区生业经济的影响,以及生业经济的转变对于文化变迁和社会发展的影响。考虑到宁夏南部地区生业经济研究相对薄弱,本文便以宁夏隆德县沙塘北塬遗址为研究对象,对遗址出土的人骨与动物骨骼开展碳氮稳定同位素分析,在重建先民食物结构与家畜饲养方式的基础上,分析沙塘北塬先民的生业经济,为进一步研究生业、文化与社会的关系提供参照。

我们发现,沙塘北塬先民以粟和黍以及用粟和黍饲养的家畜为主要食物来源,动物资源在人群食物结构中的比重较低,人群内部食物结构可能不存在差

异。猪和狗的食物结构呈现出与粟作农业非常紧密的关系。大部分猪和狗的食物基本来自粟黍的秸秆、谷糠以及人们的残羹剩饭等生活垃圾,少数个体呈现出与野生杂食性和食草动物相似的稳定同位素特征,可能是沙塘北塬先民狩猎活动中获取的野猪。从稳定同位素比值上看,大部分牛和羊呈现出C3/C4混合型的食物结构,且以野生的C3植物为主,这代表了以放养为主的饲养方式。值得注意的是,少数羊的碳同位素值显示它们基本以C4类食物为食,即人们用粟和黍的谷糠、秸秆对其进行饲养。总结以上认识,我们认为沙塘北塬遗址人们从事着以粟作农业为主的生业经济,与此同时,以牛羊为放牧对象的畜牧经济已经萌芽。也就是说,从沙塘北塬遗址来看,青铜时代全球化对于宁夏南部公元前2000年左右生业经济的影响还非常有限。

注释:

①a. 赵志军:《小麦传入中国的研究》,《南方文物》2015年第3期;b. Dodson JR, Li X, Zhou X, et al. Origin and spread of wheat in China. *Quaternary Science Reviews*, 2013, 72: 108-111; c. Jones M, Hunt H, Kneale C, et al. Food globalisation in prehistory: the agrarian foundations of an interconnected continent. *Journal of the British Academy*. 2016, 4: 73-87; d. 吕鹏、袁靖、李志鹏:《再论中国家养黄牛的起源——商榷〈中国东北地区全新世早期管理黄牛的形态学和基因学证据〉一文》,《南方文物》2014年第3期;e. 左豪瑞:《中国家羊的动物考古学研究综述和展望》,《南方文物》2017年第1期。

② Sherratt AG. The Trans-Eurasian exchange: The prehistory of Chinese relations with the West. In: Mair VH, editor. *Contact and Exchange in the Ancient World*. Honolulu: Hawaii University Press, 2006: 32-53.

③a 韩建业:《略论中国的“青铜时代革命”》,《西域研究》2012年第3期;b 张弛:《龙山-二里头:中国史前文化格局的改变与青铜时代全球化的形成》,《文物》2017年第6期;c 李新伟:《岱宗夫如何?——在广阔背景下理解中华文明的特质》,《人民日报》2018年7月11日第22版。

④ Jones M, Hunt H, Lightfoot E, et al. Food globalization in prehistory. *World Archaeology*. 2011, 43(4): 665-675.

⑤ 陈相龙:《从家畜饲养方式看距今4000年前后中原与甘青地区生业经济的分化》,见北京联合大学考古学研究中心编:《早期中国研究》(第3辑),第69-88页,文物出版社,2018年。

⑥a 傅罗文、袁靖、李水城:《论中国甘青地区新石器时代家养动物的来源及特征》,《考古》2009年第5期;b. Liu X, Lightfoot E, O'Connell TC, et al. From necessity to choice: dietary revolutions in west China in the second millennium BC. *World Archaeology*. 2014, 46(5): 661-680.

⑦a. 罗丰:《二十世纪宁夏考古的回顾与反思》,《固原师专学报》(社会科学版)2002年第23卷第2期。b. 胡永祥、高科:《固原地区新石器时代文化遗存分布状况调查》,《宁夏师范学院学报》(社会科学版)2015年第36卷第2期。

⑧⑤a. 宁夏文物考古研究所:《宁夏隆德沙塘北塬遗址2013年发掘简报》,《文博》2017年第6期;b. 宁夏文物考古研究所、吉林大学边疆考古研究中心:《宁夏隆德县沙塘北塬遗址2015年发掘简报》,《考古》2018年第5期;c. 宁夏文物考古研究所:《宁夏隆德县沙塘北塬遗址2016年发掘简报》,《考古》2020年第4期。

⑨a. DeNiro MJ. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*. 1985, 317 (6040): 806-809; b. DeNiro MJ, Weiner S. Chemical, enzymatic and spectroscopic characterization of "collagen" and other organic fractions from prehistoric bones. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1988, 52 (9): 2197-2206; c. Ambrose SH. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*. 1990, 17 (4): 431-451; d. van Klinken GJ. Bone Collagen Quality Indicators for Palaeodietary and Radiocarbon Measurements. *Journal of Archaeological Science*. 1999, 26 (6): 687-695.

⑩蔡莲珍、仇士华:《碳十三测定和古代食谱研究》,《考古》1984年第10期。

⑪a. 陈相龙:《碳、氮稳定同位素分析方法与农业考古研究新进展》,《农业考古》2017年第6期;b. Hu Y. Thirty-Four Years of Stable Isotopic Analyses of Ancient Skeletons in China: an Overview, Progress and Prospects. *Archaeometry*. 2018, 60(1): 144-156.

⑫Wang X, Fuller BT, Zhang P, et al. Millet manuring as a driving force for the Late Neolithic agricultural expansion of north China. *Scientific reports*. 2018, 8(1): 5552.

⑬Suess HE. Radiocarbon Concentration in Modern Wood. *Science*. 1955, 122(3166): 415-417.

⑭O'Leary MH. Carbon isotope fractionation in plants. *Phytochemistry*. 1981, 20(4): 553-567.

⑮Sullivan CH, Krueger HW. Carbon isotope analysis of separate chemical phases in modern and fossil bone. *Nature*. 1981, 292(5821): 333-335.

⑯Hedges REM, Reynard LM. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science*. 2007, 34(8): 1240-1251.

⑰Bogaard A, Fraser R, Heaton TH, et al. Crop manuring and intensive land management by Europe's first farmers. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2013, 110(31): 12589-12594.

⑱Fuller BT, Fuller JL, Sage NE, et al. Nitrogen balance and $\delta^{15}\text{N}$: why you're not what you eat during nutritional stress. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2005, 19 (18): 2497-2506.

⑲Fuller BT, Fuller JL, Harris DA, et al. Detection of breastfeeding and weaning in modern human infants with carbon and nitrogen stable isotope ratios. *American Journal of Physical Anthropology*. 2006, 129(2): 279-293.

⑳a. 固原地区地方志编纂委员会编:《固原地区志》,宁夏人民出版社,1994年;b. 隆德县志编纂委员会编:《隆德县志》,宁夏人民出版社,1998年。

㉑孙慧玲:《六盘山天池岩芯记录与中晚全新世气候变化研究》,兰州大学博士论文,2011年。

㉒Bird MI, Pousai P. Variations of $\text{d}13\text{C}$ in the surface soil organic carbon pool. *Global Biogeochem Cycles*. 1997, 11 (3): 313-322.

㉓㉔王欣:《同位素视角下我国黄河中游地区新石器晚期施肥管理研究》,中国科学院大学博士论文,2018年。

㉕㉖尹达:《河套地区史前农牧交错带的植物考古学研究》,中国社会科学院研究生院博士论文,2015年。

㉗Hu Y-W, Luan F-S, Wang S-G, et al. Preliminary attempt to distinguish the domesticated pigs from wild boars by the methods of carbon and nitrogen stable isotope analysis. *Science in China D*. 2009, 52(1): 85-92.

㉘Noe-Nygaard N, Price TD, Hede SU. Diet of aurochs and early cattle in southern Scandinavia: evidence from 15N and 13C stable isotopes. *Journal of Archaeological Science*. 2005, 32 (6): 855-871.

㉙李志鹏:《晚商都城羊的消费利用与供应》,《考古》2011年第7期。

㉚左豪瑞:《中国北方先秦时期家羊的动物考古学研究》,中国社会科学院研究生院博士论文,2018年。

㉛肯特·弗兰纳利著,陈淳、陈虹、董惟妙等译:《圭拉那魁兹:墨西哥瓦哈卡的古代觅食与早期农业》,上海古籍出版社,2019年。

㉜a. 吕鹏、袁靖、李志鹏:《再论中国家养黄牛的起源——商榷〈中国东北地区全新世早期管理黄牛的形态学和基因学证据〉一文》,《南方文物》2014年第3期;b. 左豪瑞:《中国家羊的动物考古学研究综述和展望》,《南方文物》2017年第1期。

㉝承蒙赵欣博士告知,DNA分析表明沙塘北塬遗址的马为野马。

㉞a. 罗丰:《二十世纪宁夏考古的回顾与反思》,《固原师专学报》(社会科学版)2002年第23卷第2期;b. 胡永祥、高科:《固原地区新石器时代文化遗存分布状况调查》,《宁夏师范学院学报》(社会科学版)2015年第36卷第2期;c. 杨剑:《陇东地区史前文化研究》,郑州大学硕士论文,2012年;d. 陈小三:《试析宁夏海原县林子梁遗址的两类遗存》,《考古》2016年第1期;e. 杨剑、王晓阳:《宁夏新石器时代考古文献概述》,《图书馆理论与实践》2018年第4期。

㉟北京大学考古实习队、固原博物馆:《隆德页河子新石器时代遗址发掘报告》,北京大学考古系编:《考古学研究

谱》，中国地质大学出版社，1991年；b B·格罗莫娃（著），刘后贻（译）：《哺乳动物大型管状骨检索表》，科学出版社，1960年；c（英）西蒙·赫森（著），侯彦峰、马萧林（译）：《哺乳动物骨骼和牙齿鉴定方法指南》，科学出版社，2012年；d 中国社会科学院考古研究所科技中心：《考古遗址出土动物骨骼图谱》，待刊。

③ 杨杰：《古代居民肉食结构的复原》，《考古与文物》2008年第6期。

何锃宇、蒋成、陈剑：《浅论动物考古学中两种肉量估算方法——以营盘山遗址出土的动物骨骼为例》，《考古与文物》2009年第5期。

④ 双峰驼活体的平均体重的参考《阿拉善双峰驼生长发育规律的研究》，马科动物活体的平均体重取马和驴活体平均体重的平均值，羊活体的平均体重取绵羊和山羊活体平均体重的平均值。其他动物活体的平均体重参照罗运兵：《中国古代猪类驯化、饲养与仪式性使用》中的表2-4-4（考古遗址中常见动物种属平均体重与肉量标准表）。

⑤ Grant Annie. The use of tooth wear as a guide to the domestic ungulates. In: B. Wilson, C. Grigson and S. Payne (eds): *Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeological Sites*. Oxford: British Reports British Series, 1982: 91-108.

⑥ ⑩ ⑬ ⑭ Silver. I. A. The Ageing of Domestic Animals. In:

Don Brothwell, Eric Higgs (eds): *Science in Archaeology: A Survey of Progress and Research*. London: Thames and Hudson, 1969: 283-302.

⑦ 李志鹏：《殷墟孝民屯遗址出土家猪的死亡年龄与相关问题研究》，《江汉考古》2011年第4期。

⑧ 李志鹏：《晚商都城羊的消费利用与供应——殷墟出土羊骨的动物考古学研究》，《考古》2011年第7期。

⑨ Sebastian Payne. Kill-off patterns in sheep and goats: The mandibles from Asvan Kale. *Anatolian Studies*, 1973(23): 282. Sebastian Payne. Reference Code for Wear States in the Mandibular Cheek Teeth of Sheep and Goats. *Journal of Archaeological Sciences*, 1987, 14(6): 609-614.

⑩ Marie-Pierre Horard-Herbin. Dog management and use in the late iron age: the evidence from the Gallic site of Levroux. In: Susan Janet Crockford (eds): *Dogs Through Time: An Archaeological Perspective*. England: The Basingstoke Press, 2000: 115-121.

⑪ 武庄：《先秦时期家犬研究》，中国社会科学院研究生院博士学位论文，2014年。

（责任编辑：周广明）

上接 第 143 页

究》(三),第158~195页,科学出版社,1997年。

⑳ 宁夏文物考古研究所、中国历史博物馆考古部：《宁夏菜园：新石器时代遗址、墓葬发掘报告》，科学出版社，2003年。

㉑ a. 蔡莲珍、仇士华：《碳十三测定和古代食谱研究》，《考古》1984年第10期；b. 张雪莲、仇士华、薄官成等：《二里头遗址、陶寺遗址部分人骨碳十三、氮十五分析》，中国社会科学院考古研究所考古科技中心编：《科技考古》(第2辑)，第41~48页，科学出版社，2007年；c. 陈相龙、袁靖、胡耀武等：《陶寺遗址家畜饲养策略初探》，《考古》2012年第9期。

㉒ 陈相龙、郭小宁、王伟林等：《陕北神圪塔梁遗址4000a BP前后生业经济的稳定同位素记录》，《中国科学：地球科学》2017年第47卷第1期。

㉓ 陈相龙、郭小宁、胡耀武等：《陕西神木木柱柱梁遗址先民食谱研究》，《考古与文物》2015年第5期。

㉔ Ma MM, Dong GH, Lightfoot E, et al. Stable isotope analysis of human and faunal remains in the Western Loess

Plateau, approximately 2000 cal BC. *Archaeometry*. 2014, 56: 237-255.

㉕ Ma M, Dong G, Liu X, et al. Stable isotope analysis of human and animal remains at the Qijiaping site in middle Gansu, China. *International Journal of Osteoarchaeology*. 2015, 25: 923-934.

㉖ a. 同㉔ b; b. Ma M, Dong G, Jia X, et al. Dietary shift after 3600 cal yr BP and its influencing factors in northwestern China: Evidence from stable isotopes. *Quaternary Science Reviews*. 2016, 145: 57-70.

㉗ a. 张雪莲、张君、李志鹏等：《甘肃张掖市西城驿遗址先民食物状况的初步分析》，《考古》2015年第7期；b. 任乐乐：《青藏高原东北部及其周边地区新石器时代晚期至青铜时代先民利用动物资源的策略研究》，兰州大学博士论文，2017年。

（责任编辑：赵蕾）