

稳定同位素视角下小麦对汉代以前黄河流域 先民主食结构的影响

侯亮亮¹ 贺霞霞² 张国华²

(1.山西大学 考古文博学院, 山西 太原 030006; 2.山西大学 生命科学学院, 山西 太原 030006)

【摘要】小麦何时成为我国先民主食结构的重要组成日益成为学术界广泛关注的重要课题。在植物考古和历史文献证据的基础上,本文对黄河流域小麦传入的关键时段——新石器时代晚期至两汉时期——人骨的C、N稳定同位素数据进行了综合分析,初步勾勒出小麦在具体时空范围内对先民食物结构的影响。结果显示,距今4000年至3800年前后,小麦开始对河西走廊地区先民食物结构产生冲击。距今3600年前后,小麦开始对甘肃、河湟及其毗邻地区先民的主食结构产生影响。然而,东周至两汉时期,小麦才对黄河中游地区先民的主食结构产生影响。具体而言,西汉至东汉时期,小麦开始对关中地区先民的主食结构产生明显影响。东周至两汉时期,小麦在今山西和今河南地区先民主食结构中的比重明显上升,显然,本时期是小麦推广的关键时期。这可能与冬小麦和石磨等的出现及利农政策和人口的飞速增长等因素相关。然而,今内蒙古中南部地区和今山东地区的相关情况还有待进一步研究。未来如何精准判断小麦在先民主食结构中的比重,可能依然是研究中的重点和难点。

【关键词】稳定同位素;小麦的消费;黄河流域;东周至两汉

【中图分类号】S-09;K207 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1000-4459(2024)04-0087-14

Wheat Contribution to the Dietary Pattern of the Past Populations (c. 2000 BC–220 AD) in the Yellow River Valley by Stable Isotope Evidence

HOU Liangliang¹ HE Xiaxia² ZHANG Guohua²

(1.Department of Archaeology, Shanxi University, Taiyuan 030006; 2.College of Life Science, Shanxi University, Taiyuan 030006)

Abstract: The extent consumption of wheat in the diet of the past populations in China has been increasingly discussed and debated in recent years. Based on archaeobotanical evidences and historical records, here we review the stable carbon and nitrogen isotopic data of the past populations in the Yellow River valley from c. 4000 BP to the Han Dynasties (202 BC–220 AD), focusing on the temporal-spatial consumption of wheat in human dietary pattern. Results show that wheat had been consumed in the Hexi Corridor from c. 4000 BP to 3800 BP. And wheat had been consumed in the Hehuang and its contiguous region during 3600

【收稿日期】 2021-07-14

【基金项目】 国家自然科学基金面上项目“基于多组学技术解析酸面团的微生物群落合成机制研究”(32172179); 国家社会科学基金一般项目“稳定同位素视角下北魏平城地区的生业变迁及人群融合研究”(19BKG044); 吉林大学生物考古实验室开放基金“稳定同位素视角下距今4000年前后黄土高原西北边缘的生业经济研究”(2022KFG03); 山西大学杏花村学院(山西酿造产业研究院[筹])开放基金“高粱酿酒与古法(谷子)酿酒工艺及产品品质比较研究”(XCSXU-KF-202023); 山西大学文瀛青年学者基金

【作者简介】 侯亮亮(1983–), 男, 山西大学考古文博学院教授, 研究方向为科技考古和稳定同位素生物考古; 贺霞霞(1998–), 女, 山西大学生命科学学院硕士研究生, 研究方向食品科学; 张国华(1984–), 女, 山西大学生命科学学院教授, 研究方向为传统发酵食品微生物群落合成机制及菌种互作关系。

BP. However, wheat had not been consumed abundantly in the Central Plain until the Eastern Zhou Dynasty. Concretely speaking, the dietary pattern with gradient wheat consumption for the most humans in the Guanzhong area, Middle Shaanxi were presented during the Han Dynasties. And a similar dietary pattern was also appeared in Shanxi and Henan from the Eastern Zhou Dynasty to the Han Dynasties. Obviously, the period from the Eastern Zhou Dynasty to the Han Dynasties is a turning point for the expansion of wheat in the Yellow River valley, which might relate to reasons of the emergence of winter wheat and the rotary mill, the carryout of new agricultural policies, and the population explosion. However, the related questions about wheat in central-south of Inner Mongolia, and Shandong should be researched further. In the future, we should still focus on the questions of distinguishing the extent of wheat consumption in human dietary pattern accurately.

Key words: stable isotopes; consumption of wheat; the Yellow River valley; from the Western Zhou Dynasty to the Han Dynasties

一、研究背景

黄河流域是小麦的重要产地,也是面食(以小麦粉加工的食物)的重要起源地和传播区。近年来,小麦何时在黄河流域开始种植和推广,并何时走进先民的食谱,何时改变先民的主食结构,日益成为相关研究的重要课题。

目前,考古及文献视角下探索外来农作物小麦在中国出现、利用和发展的历程,已经取得了丰硕的成果。植物考古证据显示,至迟在距今5200年前后,普通小麦(*Triticum aestivum*)开始在中国新疆北部阿尔泰地区的通天洞遗址出现^①。其后,小麦遗存开始零星在黄河流域出现,但相关年代均集中在距今4000~3200年的范围内^②。进入历史时期,不仅小麦的实物遗存被大量发现,而且还发现了专门加工小麦的工具^③。特别值得一提的是,从东周开始,石转磨被发明^④。它可以将小麦粒加工为面粉,促使更多可口面食出现^⑤。同时,东周时期的历史文献也开始反复强调小麦的重要性。如《左传·成公十八年》载,“周子有兄而无慧,不能辨菽麦,故不可立”^⑥;又如《礼记·月令》载,“仲秋之月,……乃劝种麦,毋或失时;其有失时,行罪无疑”^⑦。

显然,新石器时代晚期至东周时期可能是小麦被引入、重视和推广的关键时期,也是小麦逐渐改变粟黍农业格局的重要时期。因此,梳理和分析该时间段内小麦对先民主食结构的影响,可以揭示小麦推广的重要线索。然而,小麦何时开始改变黄河流域先民的主食结构,特别是麦类食物在先民食物结构中的比重等问题,却依然无法得到有效的解决。

随着现代科学技术的发展,骨骼日益成为还原先民主食结构的宝贵研究材料。20世纪70年代末,据“人如其食(you are what you eat)”的原理,生物考古学家发现人骨中的C、N稳定同位素比值能够直接真实地反映古人生前的主食结构^⑧。目前,C、N稳定同位素分析不断完善,已经成为重建先民食物结构

① Zhou, X., Yu, J., Spengler, R. N., et al., 5,200-year-old cereal grains from the eastern Altai Mountains redate the trans-Eurasian crop exchange, *Nature Plants*, 2020, 6(2), pp. 78–87.

② 赵志军:《小麦传入中国的研究——植物考古资料》,《南方文物》2015年第3期。

③ 傅文彬、赵志军:《中国转磨起源与传播诸问题初探》,《中国农史》2022年第1期。

④ 同上。

⑤ 曾雄生:《从麦饭到馒头——小麦在中国》,《生命世界》2007年第9期。

⑥ 杨伯峻:《春秋左传注》,中华书局,1990年,第311页。

⑦ 陈戌国:《礼记校注》,岳麓书社,2004年,第120–121页。

⑧ Kohn, M. J., You are what you eat, *Science*, 1999, 283(5400), pp. 335–336.

最常规的方法之一^①。随着黄河流域不同时期人骨稳定同位素数据的积累和丰富,稳定同位素视角下该地区先民食物结构的轮廓日益清晰。本文拟以黄河流域汉代以前多个遗址先民的C、N稳定同位素数据为基础,重建不同时空框架下麦类对先民食物结构和生业经济的影响,勾勒出小麦在先民主食结构中的时空特征和演变规律,并展望相关工作未来的方向。

二、C、N稳定同位素分析原理

据光合作途径的不同,陆生绿色植物基本可分三类,即C₃植物、C₄植物和CAM类植物^②。其中,C₃植物和C₄植物与古代先民的生产和生活密切相关。C₃植物,如稻、麦、豆类及大部分树木和一些草类等,具有低的 $\delta^{13}\text{C}$ 值,均值为 -26.5‰ ;而C₄类植物,如粟、黍、玉米、甘蔗和一些草类等,其 $\delta^{13}\text{C}$ 值通常较高,均值为 -12.5‰ ^③。当植物被动物所食,这种差异将贯穿在整个食物链。相关研究显示^④,食物向生物体骨胶原的转变过程中, $\delta^{13}\text{C}$ 值将富集 5‰ ,以100%的C₃类植物或以100%的C₄类植物为食的生物体,其骨胶原 $\delta^{13}\text{C}$ 值分别提高至 -21.5‰ 和 -7.5‰ 。与C同位素主要反映食物的种类相比, $\delta^{15}\text{N}$ 值在营养级间传递时存在明显的富集,营养级每上升一级,生物体骨胶原的 $\delta^{15}\text{N}$ 值将富集 $3\text{‰}\sim 5\text{‰}$ ^⑤,这被用来确定肉食消费的情况和动物在食物链中的地位。研究显示^⑥,大部分植物的N含量较低,对先民骨胶原中的N贡献较少;但动物类食物的N含量较高,即使先民消费的比例不大,也会成为先民整个骨胶原中N的主要来源。一般认为,豆科植物(C₃类植物)的 $\delta^{15}\text{N}$ 值为 $0\text{‰}\sim 1\text{‰}$,非豆科植物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值为 3‰ 左右,植食类动物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值为 $3\text{‰}\sim 7\text{‰}$,杂食类动物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值为 $7\text{‰}\sim 9\text{‰}$,肉食动物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值一般高于 9‰ ^⑦。因此,分析先民骨胶原中的C和N稳定同位素值,可还原先民食物来源的类型和肉食资源的含量。

在中国古代北方地区,野生植被大部分为C₃类植物,而先民栽培和种植的粟黍则为C₄类植物^⑧。因此,先民和家畜长期大量食用粟黍及其副产品时,其骨胶原中的 $\delta^{13}\text{C}$ 值就会相对较高。研究显示^⑨,在几乎整个新石器时代,先民骨胶原中较高的 $\delta^{13}\text{C}$ 值成为指示粟黍被大量食用和发达粟黍农业的标志。新石器时代晚期,随着小麦东传,小麦逐渐被我国先民食用,导致他们的 $\delta^{13}\text{C}$ 值出现下降的趋势^⑩。结合植物考古和古文献的记载及C、N稳定同位素分析的原理,认为C₃类食物主要来源于小麦。具体而言,两汉以前我国北方的粮食作物主要是粟、黍、麦、稻、豆、麻等^⑪。其中,水稻(C₃类植物)在北方地区的种植十分有限,且被认为是一种奢侈品,不太可能被先民大量食用;豆科等C₃类植物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值大约等于 0‰ ,几乎不会对先民的 $\delta^{15}\text{N}$ 值产生相应的影响,但本文大部分先民的 $\delta^{15}\text{N}$ 值都相对较高,因此豆类植物也没

① Hu. Y., Thirty-four years of stable isotopic analyses of ancient skeletons in China: An overview, progress and prospects, *Archaeometry*, 2018, 60(1), pp. 144–156.

② 林光辉:《稳定同位素生态学》,高等教育出版社,2013年,第89–94页。

③ Hatch M. D., Slack C. R., Johnson Hilary S., Further studies on a new pathway of photosynthetic carbon dioxide fixation in sugar-cane and its occurrence in other plant species, *Biochemical Journal*, 1967, 102 (2), pp. 417–422.

④ O'Leary M. H., Carbon isotope fractionation in plants, *Photochemistry*, 1981, 20 (4), pp. 553–567.

⑤ DeNiro M. J., Epstein S., Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1978, 42, pp. 495–506.

⑥ Ambrose S. H., Butler B. M., Hanson D. H., et al., Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific, *American Journal of Physical Anthropology*, 1997, 104(3), pp. 343–361.

⑦ 胡耀武:《古代人类食谱及相关研究》,中国科学技术大学博士学位论文,2002年,第13–18页。

⑧ 刘恋、周鑫、于严严等:《黄土高原自然植被的土壤有机碳同位素证据》,《第四纪研究》2011年第3期。

⑨ 侯亮亮:《稳定同位素视角下重建先民生业经济的替代性指标》,《南方文物》2019年第2期。

⑩ Liu X., Lister D. L., Zhao Z., et al., Journey to the east: Diverse routes and variable flowering times for wheat and barley en route to prehistoric China, *PLOS ONE*, 2017, 12(11), pp. e0187405.

⑪ 张波、樊志民:《中国农业通史——战国秦汉卷》,中国农业出版社,2007年,第1–175页。

有被先民大量食用;麻等经济作物或油料作物对先民食物结构的贡献也极其有限^①。然而,新石器时代晚期牛和羊被传播到中国境内,成为先民重要的肉食来源之一^②。牛和羊(尤其是羊)主要在野外放养,表现出 C_3/C_4 食物混合的特征^③。因此,当先民呈现出较高 $\delta^{15}N$ 值和较低的 $\delta^{13}C$ 值时,特别是 $\delta^{15}N$ 值大于 12‰ 的群体,基本可以认定他们可能主要从事游牧或畜牧经济,这与小麦等的消费关系不大^④。

鉴于此,本文系统收集黄河流域汉代以前已发表的先民稳定同位素数据。为防止数据偏差,文中讨论仅涉及先民 $\delta^{13}C$ 值和 $\delta^{15}N$ 值,数据量大于等于 3 组的个体。同时,依据先民的 $\delta^{13}C$ 值及植物考古的研究成果,参考先民的 $\delta^{15}N$ 值(小于 12‰),判断小麦对先民食物结构的影响。

三、黄河流域先民稳定同位素研究

结合目前先民 C、N 稳定同位素数据的分布情况,本文将黄河流域划分为 7 个区域,即河西走廊、河湟及其毗邻地区、今陕西、今内蒙古中南部地区、今山西、今河南和今山东来分别进行讨论,尝试揭示小麦对各个地区先民主食结构的影响。

(一)河西走廊

表 1 河西走廊汉代以前先民的稳定同位素数据

文化类型	年代(BP)	遗址	个体数	$\delta^{13}C$ 均值(‰)	$\delta^{15}N$ 均值(‰)	数据来源
半山至马厂文化	4450~3950	五坝	55	-7.4 ± 0.9	9.1 ± 1.1	[1]
马厂文化	4350~4000	磨咀子 A	14	-7.2 ± 0.4	8.3 ± 0.4	
四坝文化	3900~3400	西城驿	4	-8.9 ± 0.6	11.7 ± 2.1	[2]
四坝文化	3750~3300	火烧沟	30	-12.0 ± 1.9	12.2 ± 1.9	[3]
四坝文化	3350~2950	干骨崖	30	-15.3 ± 1.5	11.6 ± 0.9	
齐家至寺洼文化	3750~3100	磨沟	37	-13.9 ± 1.6	10.2 ± 1.2	
寺洼文化	3200~2900	占旗	35	-16.0 ± 1.6	9.2 ± 2.1	
历史时期	2900~350	磨咀子 B	5	-15.7 ± 1.4	10.5 ± 0.8	

注释:

[1] Liu, X., Lightfoot E., O'Connell T. C., et al., From necessity to choice: Dietary revolutions in west China in the second millennium BC, *World Archaeology*, 2014, 46(5), pp. 661–680.

[2] 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。

[3] Liu, X., Lightfoot E., O'Connell T. C., et al., From necessity to choice: Dietary revolutions in west China in the second millennium BC, *World Archaeology*, 2014, 46(5), pp. 661–680.

由表 1 和图 1 可见,距今 4000 年左右的五坝、磨咀子和西城驿遗址先民的稳定同位素值呈现完全的 C_4 信号,说明先民主要以 C_4 食物为主,进一步说明先民主要以中国北方传统的粟黍食物为食。

距今 4000 年之后,从火烧沟遗址开始,先民的 C 稳定同位素值明显下降,说明 C_3 食物在先民食物结构中的比重开始逐步增加。后期的磨沟、占旗遗址和历史时期磨咀子遗址先民的 C 稳定同位素值持续下降,说明 C_3 类食物在先民食物结构中的比重开始持续增加。

河西走廊从距今 4000 年前左右到距今 3800 年前左右,先民的 C 稳定同位素值开始明显的下降。结

① Zhou, L., *From State to Empire: Human Dietary Change on the Central Plains of China from 770 BC to 220 AD*, A PhD paper of University of Alberta, Canada, 2016, pp. 1–41.

② 袁靖:《中国古代家养动物的动物考古学研究》,《第四纪研究》2010年第2期。

③ 陈相龙、袁靖、胡耀武等:《陶寺遗址家畜饲养策略初探:来自碳、氮稳定同位素的证据》,《考古》2012年第9期。

④ 孙语泽、侯亮亮:《稳定同位素视角下中国北方长城地带先民的食物结构和生业经济》,《北方文物》2020年第3期。

合植物考古的证据^①,这和麦类在该地区的推广和种植密切相关,相关影响在漫长的历史长河中都有深刻的体现。

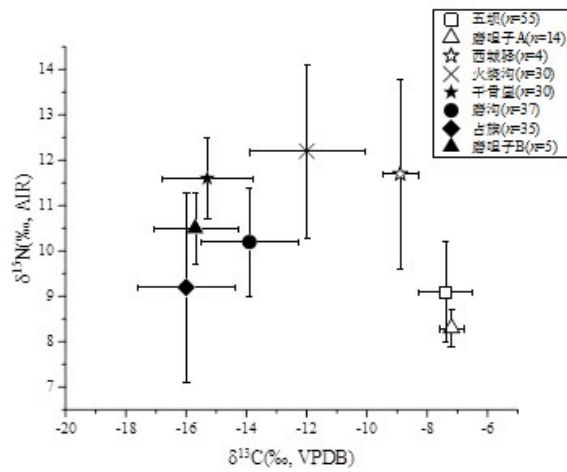


图1 河西走廊汉代以前先民的稳定同位素值的分布图

(二)河湟及其毗邻地区

表2 河湟及其毗邻地区汉代以前先民的稳定同位素数据						
文化类型	年代(BP)	遗址	个体数	δ ¹³ C 均值(‰)	δ ¹⁵ N 均值(‰)	数据来源
宗日文化	5200~4100	宗日	24	-10.1 ± 1.1	8.3 ± 0.5	[1]
齐家文化	4300~3770	喇家	4	-7.9 ± 0.4	10.0 ± 0.2	[2]
马厂文化	4200~3900	下海石	9	-7.6 ± 0.4	8.2 ± 0.9	[3]
半山至马厂文化	约4000	护坡	6	-8.7 ± 0.4	7.6 ± 0.3	[4]
齐家文化	约4000	三合乙	5	-9.1 ± 0.5	8.1 ± 1.5	
齐家文化	3500~3250	齐家坪	42	-8.9 ± 1.1	9.8 ± 0.9	[5]
齐家至寺洼文化	3750~3100	磨沟	44	-14.7 ± 1.8	8.6 ± 0.7	[6]
东周	2770~2256	西山	41	-13.4 ± 4.0	7.9 ± 1.8	[7]

注释:

[1] 崔亚平、胡耀武、陈洪海等:《宗日遗址人骨的稳定同位素分析》,《第四纪研究》2006年第4期。

[2] 张雪莲、叶茂林、仇士华:《喇家遗址先民食物的初步探讨——喇家遗址灾难现场出土人骨的碳氮稳定同位素分析》,《南方文物》2016年第4期。

[3] Ma, M. M., Dong G. H., Lightfoot E., et al., Stable isotope analysis of human and faunal remains in the Western Loess Plateau, approximately 2000 cal BC, *Archaeometry*, 2014, 56(S1), pp. 237–255.

[4] 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, pp. 57–70.

[5] 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(6), pp. 923–934.

[6] 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, pp. 57–70.

① Liu, X., Lightfoot E., O’Connell T. C., et al., From necessity to choice: Dietary revolutions in west China in the second millennium BC, *World Archaeology*, 2014, 46(5), pp. 661–680. 赵志军:《小麦传入中国的研究——植物考古资料》,《南方文物》2015年第3期。

[7] Ma, Y., Fuller, B. T., Chen L., et al., Reconstructing diet of the early Qin (ca.700–400BC) at Xishan, Gansu province, China, *International Journal of Osteoarchaeology*, 2015, 26(6), pp. 959–973.

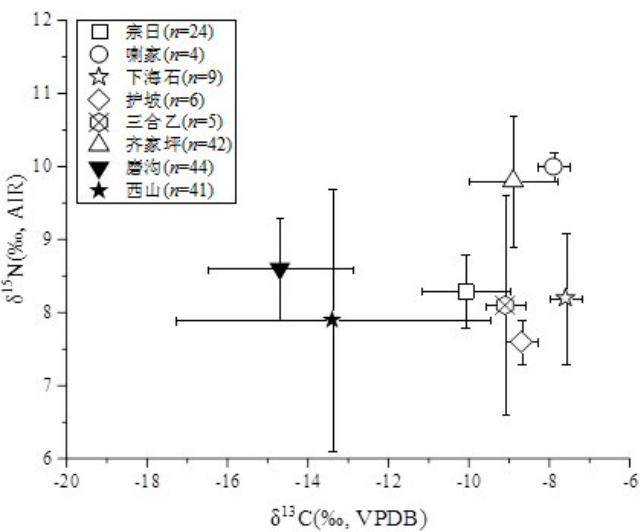


图2 河湟及其毗邻地区汉代以前先民的稳定同位素值的分布图

由表2和图2可见,青海宗日和喇家遗址先民的稳定同位素数据均呈现出较强的C₄信号。然而,略早的宗日遗址先民的C稳定同位素值略低于喇家遗址,这说明粟黍在宗日遗址先民食物结构中的比重低于喇家遗址。究其原因,一方面可能是因为宗日遗址年代(5200~4100 BP)相对较早,粟黍农业的逐渐发展促使后期喇家遗址粟黍农业在先民食物结构中的比重增加;另一方面,可能是喇家遗址所在的官亭盆地更适宜进行粟黍农业生产^①,致使后者粟黍农业在先民食物结构中的比重较大。

由表2和图2可见,甘肃下海石、护坡、三合乙和齐家坪遗址先民也呈现出较强的C₄信号,说明这些遗址先民也主要以粟黍等C₄食物为食。然而,从齐家文化向寺洼文化的过渡时期开始,先民的C稳定同位素值明显下降。例如,甘肃磨沟遗址先民($-14.7 \pm 1.8\text{‰}$, $8.6 \pm 0.7\text{‰}$, $n=44$)的C同位素值处于C₃和C₄混合结构的特征,显示食物结构中明显添加了较大比例的C₃食物,这与小麦等的推广和种植相关^②。这种对麦类作物利用的情况一直延续到历史时期,如西山遗址(东周)先民的稳定同位素值也依然有一定的C₃信号(表2和图2)。

(三)今内蒙古中南部地区

表3 今内蒙古汉代以前先民的稳定同位素数据

时代	遗址	个体数	δ ¹³ C 均值(‰)	δ ¹⁵ N 均值(‰)	数据来源
春秋晚期至战国早期	新店子	20	-11.6 ± 0.9	10.3 ± 0.8	[1]
战国中晚期	土城子	17	-9.9 ± 2.0	7.7 ± 1.1	[2]
战国晚期	大堡山	40	-9.0 ± 1.4	9.6 ± 0.9	[3]
战国晚期至西汉早期	福路塔	29	-8.5 ± 0.4	9.2 ± 0.5	[4]
汉代	呼和乌素	5	-9.1 ± 0.6	9.1 ± 0.6	[5]

注释:

[1] 张全超、朱泓、胡耀武等:《内蒙古和林格尔县新店子墓地古代居民的食谱分析》,《文物》2006年第1期。

① 崔红庆、王树芝、张小虎等:《青海民和官亭盆地青铜时代遗址木炭遗存指示的生态环境与木材利用》,《第四纪研究》2022年第1期。

② 赵志军:《小麦传入中国的研究——植物考古资料》,《南方文物》2015年第3期。

- [2] 顾玉才:《内蒙古和林格尔县土城子遗址战国时期人骨研究》,科学出版社,2010年,第37-42页。
- [3] 张昕煜、张旭、索明杰等:《东周时期内蒙古中南部人群和文化融合进程中的农业经济——以和林格尔大堡山墓地人骨C、N稳定同位素分析为例》,《中国科学:地球科学》2018年第2期。
- [4] Hou L., Hu C., Wu T., et al., Human subsistence strategy in Ordos Plateau, Inner Mongolia during Qin-Han Dynasties by stable isotope analysis, *International Journal of Osteoarchaeology*, 2021, 31(5), pp. 833 - 845.
- [5] 张全超、郭林、朱泓:《内蒙古察右前旗呼和乌素汉代墓地出土人骨的稳定同位素分析》,《草原文物》2012年第2期。

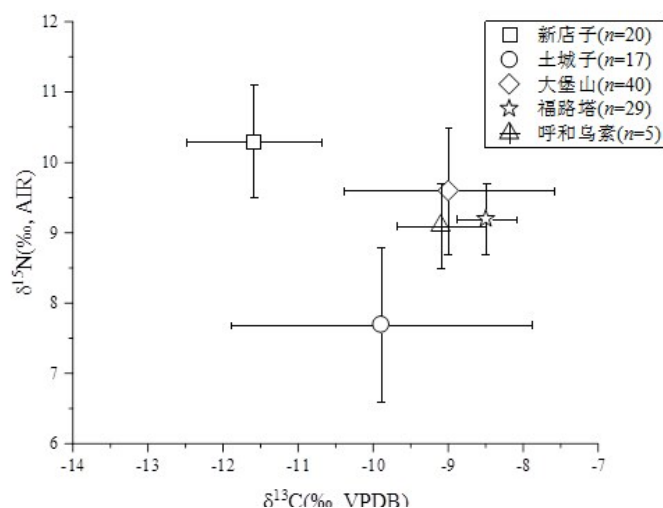


图3 今内蒙古汉代以前先民的稳定同位素值的分布图

东周前后,农耕经济不断北进至内蒙古南部地区^①。如表3和图3所示,新店子、土城子、大堡山、福路塔遗址先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 值均呈现出较强的 C_4 信号,说明粟黍农业对其食物结构的影响。然而,需要指出的是,年代稍早的新店子墓地先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 值相对较低,但 $\delta^{15}\text{N}$ 值较高,这可能与当地发达的畜牧经济有关^②。当然,这也可能是受到小麦等 C_3 农作物的影响,但目前还缺乏相关植物考古证据的支持。

到了西汉中晚期,汉王朝已经完全控制了阴山山脉以南的广大区域,这使得相关区域的粟黍农业继续发展。例如,汉代内蒙古中南部的呼和乌素先民主要以粟黍为食(图3)。然而,在阴山山脉西段河套平原边缘的纳林套海遗址,汉朝的势力已经完全控制了该地区,先民($-10.0 \pm 0.8\text{‰}$, $13.3 \pm 1.2\text{‰}$, $n=7$)却依然以畜牧经济为主,这主要与相关人群为投降的匈奴人有关^③。这说明汉王朝为了实现北方边地的稳定和安宁,不仅积极向北推进传统的粟黍农业,而且也尊重当地传统的生业经济,因地制宜发展畜牧经济。

今天的内蒙古中南部地区,特别是河套地区是小麦的重要产区,东周时期似乎也发现小麦推广和种植的线索,但有待进一步研究。

(四)今陕西

表4 今陕西汉代以前先民的稳定同位素数据

时代	遗址	个体数	$\delta^{13}\text{C}$ 均值(‰)	$\delta^{15}\text{N}$ 均值(‰)	数据来源
约4000 BP	木柱柱梁	7	-8.2 ± 1.5	8.8 ± 0.6	[1]
约4000 BP	神圪塔梁	28	-8.5 ± 1.8	8.8 ± 1.4	[2]

- ① 张昕煜、张旭、索明杰等:《东周时期内蒙古中南部人群和文化融合进程中的农业经济——以和林格尔大堡山墓地人骨C、N稳定同位素分析为例》,《中国科学:地球科学》2018年第2期。
- ② 张全超、朱泓、胡耀武等:《内蒙古和林格尔县新店子墓地古代居民的食谱分析》,《文物》2006年第1期。
- ③ 张全超、胡延春、魏坚等:《内蒙古巴彦淖尔市纳林套海汉墓出土人骨的稳定同位素分析》,《人类学学报》2012年第4期。

续表4

西周	周原	13	-9.1 ± 0.9	9.1 ± 1.2	[3]
西周	梁带村	7	-8.5 ± 0.6	9.7 ± 0.7	
东周	孙家南头	25	-10.8 ± 1.3	8.5 ± 1.0	[4]
东周	建河	14	-9.2 ± 0.7	8.7 ± 0.5	[5]
秦	丽邑	146	-8.7 ± 1.5	10.3 ± 0.7	[6]
秦	山任	14	-15.4 ± 2.9	8.0 ± 0.6	
西汉	光明	7	-9.8 ± 0.9	11.0 ± 0.8	[7]
西汉晚期至东汉早期	官道	5	-10.7 ± 0.8	10.4 ± 0.3	
东汉	机场	30	-12.0 ± 1.2	9.0 ± 0.9	

注释：

[1] 陈相龙、郭小宁、胡耀武等：《陕西神木木柱柱梁遗址先民的食谱分析》，《考古与文物》2015年第5期。

[2] 陈相龙、郭小宁、王炜林等：《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1期。

[3] 凌雪：《秦人食谱研究》，西北大学博士学位论文，2010年，第45-88页。

[4] 凌雪、陈靓、田亚岐等：《陕西凤翔孙家南头秦墓出土人骨中C和N同位素分析》，《人类学学报》2010年第1期。

[5] 凌雪、王望生、陈靓等：《宝鸡建河墓地出土战国时期秦人骨的稳定同位素分析》，《考古与文物》2010年第1期。

[6] Ma, Y., Fuller, B. T., Sun, W., et al., Tracing the locality of prisoners and workers at the Mausoleum of Qin Shi Huang: First emperor of China (259 BC ~ 210 BC), *Scientific Reports*, 2016, 6, pp. 26731.

[7] 张国文、胡耀武、Nehlich O 等：《关中两汉先民生业模式及与北方游牧民族间差异的稳定同位素分析》，《华夏考古》2013年第3期。

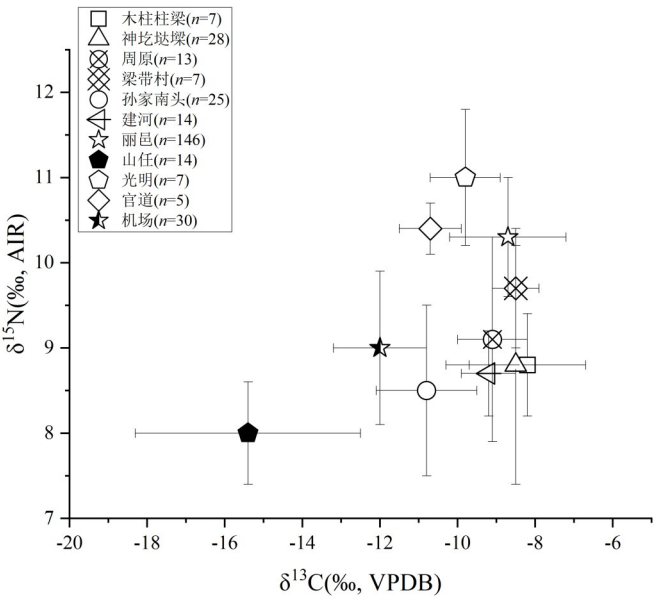


图4 今陕西汉代以前先民的稳定同位素值的分布图

如表4和图4所示，龙山文化晚期的木柱柱梁和神圪塔梁遗址，西周时期的周原和梁带村遗址，东周时期的建河遗址，秦代的丽邑遗址先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 均值则略高，说明他们食物主要以 C_4 食物为主，也说明小麦等作物对其食物结构的影响相对有限。与上述遗址相比，东周的孙家南头遗址、西汉至东汉时期的光明、官道和机场墓地大部分先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 均值开始呈现出下降趋势，说明小麦等作物在部分关中地区得到

广泛推广。植物考古研究也显示^①,东周至两汉时期小麦的出土概率不断提高。

需要特别指出的是,秦代山任遗址的相关人群可能是从南方地区迁徙到当地的劳工,因此其食物结构和大部分南方地区先民的食物结构较为一致,这可能源于该遗址先民长期稳定大量食用稻米^②。

(五)今山西

表 5 今山西汉代以前先民的稳定同位素数据

时代	遗址	个体数	$\delta^{13}\text{C}$ 均值(‰)	$\delta^{15}\text{N}$ 均值(‰)	数据来源
4300~3900 BP	陶寺	7	-6.6 ± 1.0	8.9 ± 1.3	[1]
约 4000 BP	清凉寺	14	-7.9 ± 0.6	8.8 ± 1.0	[2]
西周	西南呈	62	-8.4 ± 0.7	9.0 ± 0.7	[3]
西周	横水墓地	82	-8.2 ± 0.8	7.5 ± 0.8	[4]
西周	浮山桥北 A	5	-7.7 ± 0.2	8.2 ± 0.8	[5]
东周	浮山桥北 B	7	-8.0 ± 0.6	9.2 ± 0.8	
春秋	内阳垣	21	-8.7 ± 1.6	10.6 ± 1.3	[6]
东周	小南庄 A	5	-7.7 ± 0.2	9.3 ± 0.3	[7]
东周	小南庄 B	11	-8.1 ± 0.4	11.0 ± 0.4	
东周晚期	屯留余吾 A	6	-9.8 ± 1.6	8.8 ± 0.6	[8]
汉代	屯留余吾 B	15	-10.4 ± 1.3	9.1 ± 1.5	

注释:

- [1] 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》,见:中国社会科学院考古研究所科技中心编,《科技考古(第二辑)》,科学出版社,2007年,第41-48页。
- [2] 凌雪、陈靓、薛新明等:《山西芮城清凉寺墓地出土人骨的稳定同位素分析》,《第四纪研究》2010年第2期。
- [3] Li, X., Zhang S., Lu M., et al., Dietary shift and social hierarchy from the Proto-Shang to Zhou Dynasty in the Central Plains of China, *Environmental Research Letters*, 2020. 15(3), pp. 035002.
- [4] 孙语泽:《横水墓地人和动物骨骼的C、N稳定同位素分析》,山西大学硕士学位论文,2019年,第9-39页。
- [5] 王洋:《社会等级相近或不同居民的生活方式差异研究》,中国科学院大学硕士学位论文,2013年,第15-35页。
- [6] 裴德明、胡耀武、杨益民等:《山西乡宁内阳垣遗址先民食物结构分析》,《人类学学报》2008年第4期。
- [7] 唐森、王晓毅、侯侃等:《山西晋中小南庄墓地人骨的C、N稳定同位素——试析小麦在山西的推广》,《人类学学报》2018年第2期。
- [8] 薛鹏锦:《屯留余吾战国至两汉时期人骨的C、N稳定同位素分析》,山西大学硕士学位论文,2015年,第17-33页。

如表5和图5所示,4000 BP前后的陶寺、清凉寺遗址先民C稳定同位素值依然较高,说明先民主要以粟黍及其副产品喂食的家畜为生。历史时期,先民依然主要以粟黍为食物。例如,西南呈(西周)、横水墓地(西周)、浮山桥北(西周)、浮山桥北(东周)、内阳垣(春秋)、小南庄(东周)先民的C稳定同位素值都比较高,说明当时先民的生业主要以粟黍农业为主。然而,相较上述遗址先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 均值(表5和图5),屯留余吾先民各时期的 $\delta^{13}\text{C}$ 值均较低,表明东周晚期至两汉时期屯留余吾先民的食物结构发生了改变,即小麦在先民食物结构中的重要性日趋体现。目前,山西境内发现的炭化小麦的测年结果均集中在东周至两汉时期^③,这也说明小麦在该时段大规模推广。

- ① 李成:《试论中国北方龙山时代至两汉的小麦栽培》,《考古与文物》2014年第5期。
- ② Ma, Y., Fuller, B. T., Sun, W., et al., Tracing the locality of prisoners and workers at the Mausoleum of Qin Shi Huang: First emperor of China (259 BC ~ 210 BC), *Scientific Reports*, 2016, 6, pp. 26731.
- ③ Deng Z., Fuller D. Q., Chu X., et al., Assessing the occurrence and status of wheat in late Neolithic central China: The importance of direct AMS radiocarbon dates from Xiazhai, *Vegetation History and Archaeobotany*, 2020, 29(1), pp. 61-73.

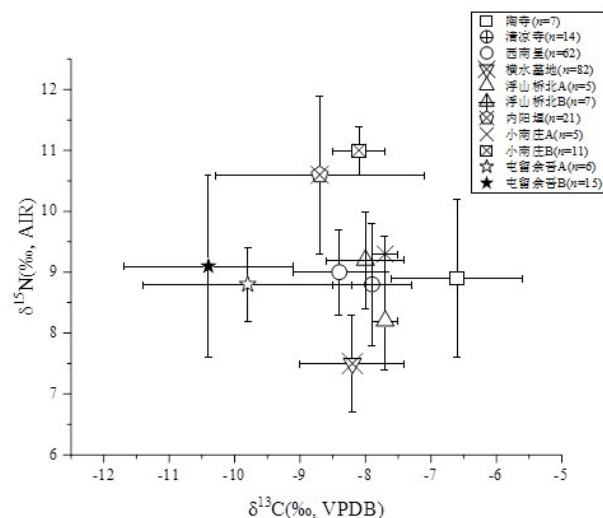


图5 今西汉代以前先民的稳定同位素值的分布图

相关研究表明^①,东周时期晋中小南庄墓地居民已经开始种植和推广小麦,但规模十分有限。较小麦类食物在晋中小南庄墓地居民食物结构中的比例(约12.1%)而言,屯留余吾先民对小麦的种植和推广程度有所加强。例如,东周晚期屯留余吾先民食物结构中小麦类食物的比例约为26.4%,东汉时期相应的比例增至32.9%。因此,东周至两汉时期是山西地区粟黍农业向粟黍麦农业转变的关键时段。

(六)今河南

表6		今河南汉代以前先民的稳定同位素数据				
文化类型	年代(BP)	遗址	个体数	δ ¹³ C 均值(‰)	δ ¹⁵ N 均值(‰)	数据来源
龙山文化	4600~4000	东营	5	-8.0 ± 1.3	9.4 ± 0.3	[1]
先商文化	约4000~3600	南城	74	-6.8 ± 0.4	9.4 ± 0.6	[2]
先商文化	约4000~3600	刘庄	19	-7.6 ± 0.6	9.6 ± 1.0	[3]
龙山晚期至二里头早期	4600~3900	新砦	8	-9.6 ± 1.4	9.0 ± 1.0	[4]
龙山晚期至二里头早期	4050~3750	瓦店A	9	-9.9 ± 0.7	7.5 ± 0.5	[5]
龙山晚期至二里头早期	4050~3750	瓦店B	3	-14.3 ± 0.8	10.2 ± 0.3	
二里头文化	3750~3500	二里头	4	-8.0 ± 0.3	10.2 ± 1.8	[6]
东周	2770~2256	畅馨园	15	-10.3 ± 1.4	7.7 ± 1.0	[7]
东周	2770~2256	西亚斯	30	-11.9 ± 2.2	8.1 ± 0.9	
东周	2770~2256	郑韩故城	75	-11.0 ± 1.6	8.8 ± 0.8	[8]
东周	2770~2256	宋庄	26	-11.2 ± 2.0	8.6 ± 1.3	[9]
东周	2770~2256	打绳赵	82	-13.6 ± 1.3	9.5 ± 0.8	[10]
东周	2770~2256	申明铺A	14	-12.7 ± 0.8	8.7 ± 1.2	[11]
西汉	2202~1780	薛村	53	-13.7 ± 1.2	10.6 ± 1.2	[12]
两汉	2202~1780	申明铺B	15	-16.7 ± 0.8	8.2 ± 0.6	[13]

注释:
[1] Chen, X., Fang Y., Hu Y., et al., Isotopic reconstruction of the Late Longshan Period (ca. 4200 – 3900 BP) dietary complexity before the onset of state-level societies at the Wadian site in the Ying River Valley, Central Plains, China, *International Journal of Osteoarchaeology*, 2016, 26(5), pp. 808–817.

① 唐森、王晓毅、侯侃等:《山西晋中小南庄墓地人骨的C、N稳定同位素——试析小麦在山西的推广》,《人类学学报》2018年第2期。

- [2] Ma, Y., Fuller, B. T., Wei, D., et al., Isotopic perspectives ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{34}\text{S}$) of diet, social complexity, and animal husbandry during the proto-shang period (ca. 2000 – 1600 BC) of China, *American Journal of Physical Anthropology*, 2016, 160(3), pp. 433–445.
- [3] Hou, L., Hu Y., Zhao X., et al., Human subsistence strategy at Liuzhuang site, Henan, China during the proto-Shang culture (~2000 – 1600 BC) by stable isotopic analysis, *Journal of Archaeological Science*, 2013, 40(5), pp. 2344–2351.
- [4] 吴小红、肖怀德、魏彩云等:《河南新砦遗址人、猪食物结构与农业形态和家猪驯养的稳定同位素证据》,《科技考古(第二辑)》,中国社会科学院考古研究所科技中心,科学出版社,2007年,第49–58页。
- [5] Chen, X., Hu S., Hu Y., et al., Raising practices of Neolithic livestock evidenced by stable isotope analysis in the Wei River Valley, North China, *International Journal of Osteoarchaeology*, 2016, 26(1), pp. 42–52.
- [6] 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》,《科技考古(第二辑)》,中国社会科学院考古研究所科技中心,科学出版社,2007年,第41–48页。
- [7] Dong, Y., Morgan C., Chinenov Y., et al., Shifting diets and the rise of male-biased inequality on the Central Plains of China during Eastern Zhou, *Proceedings of the National Academy of sciences of the United States of America*, 2017, 114(5), pp. 932–937.
- [8] Zhou, L., Garvie-Lok, S. J., Fan, W., et al., Human diets during the social transition from territorial states to empire: Stable isotope analysis of human and animal remains from 770 BCE to 220 CE on the Central Plains of China, *Journal of Archaeological science: Reports*, 2017, 11, pp. 211–223.
- [9] 周立刚、韩朝会、孙蕾等:《河南淇县宋庄东周墓地人骨稳定同位素分析——东周贵族与殉人食谱初探》,《人类学学报》2019年第1期。
- [10] 张娜娜:《长葛打绳赵墓地出土战国人骨的稳定同位素分析》,郑州大学硕士学位论文,2019年,第23–43页。
- [11] 侯亮亮、王宁、吕鹏等:《申明铺遗址战国至两汉先民食物结构和农业经济的转变》,《中国科学:地球科学》2012年第7期。
- [12] Zhou, L., Garvie-Lok, S. J., Fan, W., et al., Human diets during the social transition from territorial states to empire: Stable isotope analysis of human and animal remains from 770 BCE to 220 CE on the Central Plains of China, *Journal of Archaeological science: Reports*, 2017, 11, pp. 211–223.
- [13] 侯亮亮、王宁、吕鹏等:《申明铺遗址战国至两汉先民食物结构和农业经济的转变》,《中国科学:地球科学》2012年第7期。

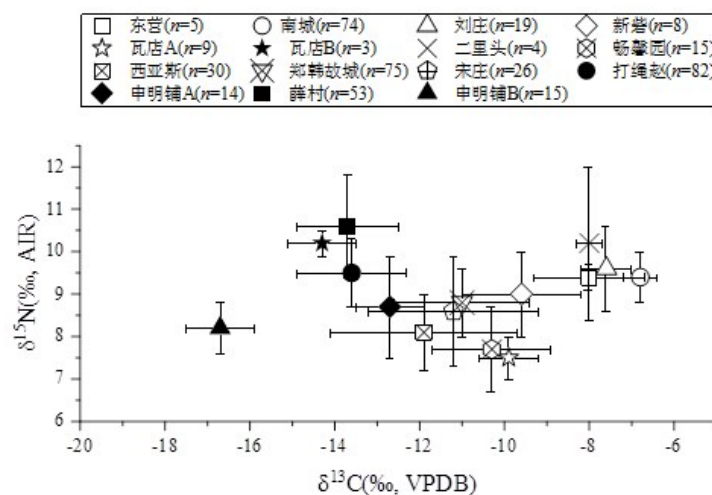


图6 今河南汉代以前先民的稳定同位素值的分布图

如表6和图6所示,河南地区大部分龙山文化晚期至二里头文化时期的遗址,如东营、南城、刘庄、新砦、瓦店和二里头遗址先民的稳定同位素数据均表现出强烈的 C_4 信号,表明他们基本都以粟黍等农作物为基础的摄食特征。与之不同,河南瓦店遗址的部分先民表现出较低的 $\delta^{13}\text{C}$ 值($-14.3 \pm 0.8\text{‰}$, $n=3$),

结合植物考古结果,认为该遗址先民的生业结构包含部分水稻种植^①,这可能是部分先民C稳定同位素偏低的原因。

然而,从东周时期开始,传统的粟黍农业开始受到冲击^②。先民的稳定同位素数据也有具体表现,东周时期畅馨园、西亚斯、郑韩故城、宋庄、打绳赵、申明铺和汉代的薛村、申明铺等遗址先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 均值和 $\delta^{15}\text{N}$ 均值都较低,说明小麦等 C_3 作物在其食物结构中的比重明显增加,进一步说明东周至两汉时期是小麦在中原地区推广的关键时期。

值得特别提出的是,Dong等通过对今郑州地区东周时期畅馨园和西亚斯墓地出土人骨的C、N稳定同位素分析^③,发现大部分女性先民也开始大量食用小麦,而大部分男性先民则食用传统粟黍食物,这也反映了东周时期女性地位的下降、男权制社会的出现。

(七)今山东及其他地区

表 7		今山东汉代以前先民的稳定同位素数据			
时代	遗址	个体数	$\delta^{13}\text{C}$ 均值(‰)	$\delta^{15}\text{N}$ 均值(‰)	数据来源
龙山文化时期	两城镇	14	-10.0 ± 1.8	/	[1]
商代	刘家庄	20	-8.4 ± 0.6	10.0 ± 0.7	[2]
商末至周初	前掌大	35	-8.9 ± 1.4	10.0 ± 1.3	[3]
周代	北阡	4	-9.2 ± 0.8	10.5 ± 0.5	[4]

注释:

- [1] Lanehart Rheta E., Tykot Robert H., 方辉等:《山东日照市两城镇遗址龙山文化先民食谱的稳定同位素分析》,《考古》2008年第8期。
- [2] 宫玮:《济南大辛庄、刘家庄商代先民食物结构研究》,山东大学硕士学位论文,2016年,第85页。
- [3] 张雪莲、仇士华、钟建等:《山东滕州市前掌大墓地出土人骨的碳、氮稳定同位素分析》,《考古》2012年第9期。
- [4] 王芬、宋艳波、李宝硕等:《北阡遗址人和动物骨的C、N稳定同位素分析》,《中国科学:地球科学》2013年第12期。

如表7和图7所示,黄河下游地区两城镇遗址先民从龙山文化早期到龙山文化晚期的 $\delta^{13}\text{C}$ 值有逐渐增加的变化趋势,说明先民从早到晚摄入的 C_4 食物也有增加的趋势,应该和当地粟黍农业的加强和推广有关。西周时期,山东前掌大和北阡遗址先民的C稳定同位素值和两城镇遗址先民的相应值相比而言,几乎没有变化,说明山东地区粟黍农业比较稳定,也说明小麦对当地的生业经济产生的影响有限。需要特别指出的是,目前山东地区还缺乏两汉时期先民的稳定同位素数据,无法判断小麦对先民食物结构的影响程度。

早在距今4500年前,山东胶州赵家庄遗址就发现了炭化小麦,并且进行了AMS- ^{14}C 年代测定,这是除新疆通天洞遗址外,目前已知有明确出土层位的最早的小麦遗存^④。其后,小麦遗存就一直在海岱地区有所发现,但出土概率都不高^⑤,这也说明小麦可能并没有成为当地先民的主要食物来源。

① 刘昶、赵志军、方燕明:《河南禹州瓦店遗址2007、2009年度植物遗存浮现结果分析》,《华夏考古》2018年第1期。
刘昶、方燕明:《河南禹州瓦店遗址出土植物遗存分析》,《南方文物》2010年第4期。

② 张波、樊志民:《中国农业通史——战国秦汉卷》,中国农业出版社,2007年,第1-173页。郭荣臻、靳桂云:《中原地区先秦时期麦遗存的考古学研究》,《江汉考古》2019年第3期。

③ Dong, Y., Morgan C., Chinenov Y., et al., Shifting diets and the rise of male-biased inequality on the Central Plains of China during Eastern Zhou, *Proceedings of the National Academy of sciences of the United States of America*, 2017, 114 (5), pp. 932-937.

④ 靳桂云、王海玉、燕生东等:《山东胶州赵家庄遗址龙山文化炭化植物遗存研究》,《科技考古(第三辑)》,中国社会科学院考古研究所科技古中心,科学出版社,2011年,第36-53页。

⑤ 陈雪香:《海岱地区新石器时代晚期至青铜时代农业稳定性考察——植物考古个案分析》,山东大学博士学位论文,2007年。

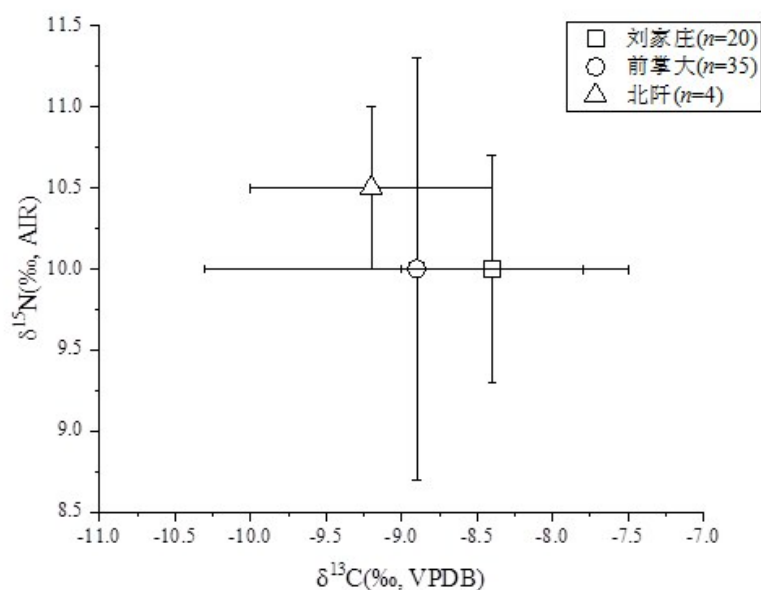


图7 今山东汉代以前先民的稳定同位素值的分布图

此外,西汉时期江苏盱眙东阳军庄遗址先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 均值也较低,这可能和当地传统的稻作农业有关,也可能和小麦在该地区的种植和推广有关。例如,西汉时期盱眙先民主要以稻、麦等 C_3 类植物为食,已经不再将粟黍作为主要粮食,结合该地区西汉以前的农业格局^①,可推测西汉时期苏北淮河流域已经开始由传统的稻粟混作模式向稻麦混作模式转变。这也说明本时期小麦的种植范围进一步扩大。

四、东周至两汉小麦在黄河流域的大规模推广

上述黄河流域汉代以前先民的稳定同位素数据初步勾勒出小麦在距今4000年前后开始进入先民的食谱之中,并率先对河西走廊地区先民的主食结构产生影响。其后,小麦从西向东开始对黄河流域先民的主食结构产生影响。东周至两汉时期是小麦在黄河流域大规模推广的关键时期,也是北方粟黍农业格局向粟黍麦农业格局转变的重要时期。其后,小麦逐渐成为黄河流域先民的主食之一。

相关研究表明,小麦在黄河流域的推广和种植经历了三个阶段,即试种阶段、劝种阶段和广种阶段,东周时期是劝种阶段的起始期^②。曾雄生对古文献进行梳理,发现公元前第二千纪和第一千纪小麦在我国种植和收获的时间存在多样性^③。在长达1000多年的时间内,小麦逐步由“旋麦(春小麦)”转变为“宿麦(冬小麦)”,具有季节差异的互补优势,也更适宜黄河中下游地区的气候环境^④。鉴于小麦高产与夏初收获等特性,小麦开始被大规模地推广和种植,政府也开始劝民种麦。

东周至两汉时期铁农具的使用及灌溉技术取得进展,特别是石转磨的发明和使用,缓慢有序地改变了先民传统的“粒食”习惯,使得小麦可口宜食,为小麦种植普遍化起到了积极的推动作用^⑤。例如,两汉

① 张波、樊志民:《中国农业通史——战国秦汉卷》,中国农业出版社,2007年,第1-173页。

② 李成:《试论中国北方龙山时代至两汉的小麦栽培》,《考古与文物》2014年第5期。

③ 曾雄生:《论小麦在古代中国之扩张》,《中国饮食文化》2005年第1期。

④ 同上。

⑤ 曾雄生:《从麦饭到馒头——小麦在中国》,《生命世界》2007年第9期。傅文彬、赵志军:《中国转磨起源与传播诸问题初探》,《中国农史》2022年第1期。

时期河北满城刘胜墓^①、山东济南^②、山西襄汾赵康“古城”^③、河南洛阳汉河^④、淇县^⑤和安阳三杨庄^⑥、甘肃古浪陈家河台子^⑦等考古遗址,均普遍出土了大量的石转磨等明器,同时也有一些石转磨实物被发现,这都为小麦的利用和加工提供了更为重要的实物证据。

此外,两汉时期稳定的社会环境及人口的日益增长,高产的小麦自然逐渐成为最主要的农作物。两汉时期,政府推行“休养生息”和“重农抑商”的政策,实行“编民齐户”和严密的户籍制度,出台相应的法律政策以加强对农民的控制和管理,将农民和土地紧密地捆绑在一起,重视农业发展,逐步确立了农业至高无上的地位^⑧。相对粟类作物而言,小麦的诸多特性,更能满足人口日益增长的需要,逐渐成为了最重要的农作物。

综上,小麦自西向东传播到中原地区后,上述因素促使东周至两汉时期小麦在中原地区乃至整个北方地区大规模推广和种植。

五、结论及展望

结合植物考古及历史文献的证据,通过对新石器时代晚期至历史时期黄河流域先民的C、N稳定同位素数据的梳理和分析,可以发现距今4000~3600年左右,小麦在河西走廊和今甘肃河湟地区对先民的主食结构产生影响。直到东周时期及其后,小麦才对中原地区先民的主食结构产生明显影响。具体而言,东周至两汉时期是小麦在黄河流域推广的重要节点,即小麦对甘肃东部、陕西中部及河南中部先民的主食结构产生了明显影响。其中,冬小麦的出现、石转磨的发明、稳定的社会环境及人口的增长使得高产的小麦在东周至两汉时期成为中国先民重要的农作物。然而,小麦在山东地区的影响却有限。

如何直接确定小麦的消费程度和先民骨胶原C、N稳定同位素数据的关系还有很多不确定的因素,特别是仅以二元混合模型来确定小麦消费的比例问题还存在很大误差,因此更完善的系列样品的采集^⑨以及更精准的骨胶原单体氨基酸方法的应用^⑩势在必行。

(责任编辑:徐定懿、黎海明)

① 中国社会科学院考古研究所、河北省文物管理处:《满城汉墓发掘报告》,文物出版社,1980年第143(上册)页,第106(下册)页。

② 中国历史博物馆:《简明中国历史图册(第四册)》,天津人民美术出版社,1979年,第80页。

③ 襄汾县文化馆:《山西襄汾发现汉代铁器》,《考古与文物》1978年第2期。

④ 黄展岳:《一九五五年春洛阳汉河南县城东区发掘报告》,《考古学报》1956年第4期。

⑤ 耿青岩、蔡学文:《河南淇县发现西汉石磨》,《考古》1983年第10期。

⑥ Kidder, T., Liu, H., Li, M., Sanyangzhuang: Early farming and a Han settlement preserved beneath Yellow River flood deposits, *Antiquity*, 2012, 86(331), pp. 30–47.

⑦ 甘肃文管会:《兰新铁路文物清理组在古浪黑松驿发现重要文物》,《文物参考资料》1954年第2期。

⑧ 许倬云:《汉代农业:早期中国农业经济的形成》,江苏人民出版社,1998年,第3–268页。马新:《编户齐民与两汉王朝的人口控制》,《东岳论丛》1996年第5期。

⑨ 如:Yi, B., Liu, X., Yan, X., et al., Dietary shifts and diversities of individual life histories reveal cultural dynamics and interplay of millets and rice in the Chengdu Plain, China during the Late Neolithic (2500–2000 cal. BC), *American Journal of Physical Anthropology*, 2021, 175, pp. 762–776.

⑩ 如:Choy K., Yun H. Y., Lee J., et al., Direct isotopic evidence for human millet consumption in the Middle Mumun period: Implication and importance of millets in early agriculture on the Korean Peninsula, *Journal of Archaeological Science*, 2021, 129, pp. 105372.