

## 论文

# 申明铺遗址战国至两汉先民食物结构和农业经济的转变

侯亮亮<sup>①②</sup>, 王宁<sup>①②</sup>, 吕鹏<sup>③</sup>, 胡耀武<sup>①②\*</sup>, 宋国定<sup>①②</sup>, 王昌燧<sup>①②</sup>

① 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所人类演化实验室, 北京 100044;

② 中国科学院研究生院科技史与科技考古系, 北京 100049;

③ 中国社会科学院考古研究所, 北京 100710

\* 联系人, E-mail: ywhu@gucas.ac.cn

收稿日期: 2011-09-23; 接受日期: 2012-01-12

中国科学院-德国马普学会伙伴小组项目(编号: KACX1-YW-0830)、中国科学院知识创新工程方向项目(编号: KZCX2-YW-Q1-04)、中国科学院战略性先导科技专项(编号: XDA05130303, XDA05130501)、国家科技支撑计划课题(编号: 2010BAK67B03)和河南省文物管理局南水北调文物保护项目科研课题资助

**摘要** 历史文献和考古资料显示, 战国(475~221 BC)至两汉(206 BC~220 AD)时期, 我国农业经济的基本格局发生了明显改变, 即以稻粟农业为主转为稻粟麦农业. 然而, 在此阶段先民食物结构的演变及其与农业经济转型之间的内在联系, 却缺乏相应的认识. 为此, 我们对河南淅川申明铺遗址出土的人骨和兽骨进行了C和N稳定同位素分析. 在排除异常的 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 值后, 两汉先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 均值( $-16.7\pm 0.8\%$ ,  $n=15$ )明显低于战国先民的相应值( $-12.7\pm 0.8\%$ ,  $n=14$ ), 两者差异极其显著, 这与两汉时期的先民普遍种植水稻和小麦, 尤其是小麦的大量推广, 密切相关; 两汉时期先民 $\delta^{15}\text{N}$ 值的变异范围(6.6‰~9.3‰), 也小于战国先民(6.2‰~10.4‰), 暗示两汉先民较战国先民的肉食来源更为接近. 战国至两汉时期先民食物结构的变化, 当为两汉时期更为稳定的社会环境、利农政策的实施及新农业工具的出现所致.

**关键词**申明铺遗址  
战国至两汉  
C和N稳定同位素  
食物结构  
农业经济  
社会环境

战国至两汉时期是中国古代农业发展史上的第一个高峰期<sup>[1]</sup>, 在此阶段形成了我国传统的农业经济<sup>[2]</sup>. 历史文献表明, 战国时期的粮食作物, 主要为黍、稷(粟)、稻、麦、菽(大豆)和麻, 与三代(夏、商、周)相比, 黍、稷在农作物的地位有所下降, 菽显著上升, 如《墨子·尚贤》中的“耕稼树艺聚菽粟, 是以菽粟多而民足乎食”<sup>[3]</sup>以及《孟子·尽心上》中的“圣人治天下, 使有菽粟如水火”<sup>[4]</sup>, 都显示菽与粟一样, 成

为重要的粮食作物. 同时, 小麦的种植, 业已增加<sup>[1]</sup>, 如《诗经·邶风·载驰》中的“我行其野, 芃芃其麦”<sup>[5]</sup>. 而至两汉时期, 麦的种植更为普遍, 稻米的产量也开始显著提高, 麦和稻的地位日益重要<sup>[1]</sup>, 几乎与当时被誉为“五谷之长”<sup>[6]</sup>的“稷(粟)”并重. 如《淮南子·时则训》中的“乃命有司, 趣民收敛畜采, 多积聚, 劝种宿麦. 若或失时, 行罪无疑”<sup>[7]</sup>以及《汉书·沟洫志》中的“若有渠溉, 则盐卤下湿, 填淤加肥; 故种禾麦, 更

英文引用格式: Hou L L, Wang N, Lü P, et al. Transition of human diets and agricultural economy in Shenmingpu Site, Henan, from the Warring States to Han Dynasties. *Sci China Earth Sci*, 2012, 55: 975–982, doi: 10.1007/s11430-012-4409-0

为粳稻, 高田五倍, 下田十倍; 转漕舟船之便”<sup>[8]</sup>, 显示出麦和稻的重要性. 至此, 我国以种植粟、麦、稻等农作物为主的农业经济格局开始形成.

此外, 层出不穷的考古发掘, 为了解该阶段农业经济的发展提供了更为丰富的实物资料. 战国时期, 河南洛阳战国粮仓遗址<sup>[9]</sup>、新郑郑韩故城<sup>[10]</sup>、江西新干县界埠<sup>[11,12]</sup>、纪南城陈家台<sup>[13]</sup>、云梦睡虎地秦墓<sup>[14]</sup>、侯马晋国城址<sup>[15]</sup>等遗址, 出土的植物遗存中以粟、稻、菽等为主, 也有少量的麦等, 表明粟、稻、菽为当时主要的农作物. 两汉时期, 洛阳老城西郊汉墓<sup>[16]</sup>和金谷园车站汉墓<sup>[17]</sup>、江陵凤凰山汉墓<sup>[18]</sup>、长沙马王堆汉墓<sup>[19]</sup>、江苏邗江西汉墓<sup>[1]</sup>等遗址发现的农作物遗存以及居延汉简<sup>[20]</sup>、江苏东海县尹湾村汉牍<sup>[20]</sup>和陶仓上的文字<sup>[21]</sup>, 均表明当时主要的农作物仍为黍、粟、麦、稻、豆等. 然而, 值得注意的是, 麦粒、麦穗及其秸秆的大量出土以及画像石和画像砖上较多反映小麦耕种和收割的场景<sup>[20,22]</sup>, 可以明显看出小麦已被广泛推广和种植. 此外, 两汉时期, 还大量出现专门针对麦类作物的新型加工工具——石转磨, 它可将麦粒加工为面粉, 这才有更多可口面食的出现<sup>[23]</sup>. 例如, 河北满城刘胜墓<sup>[24]</sup>、山东济南<sup>[25]</sup>、山西襄汾赵康“古城”<sup>[26]</sup>、河南洛阳汉河<sup>[27]</sup>和淇县<sup>[28]</sup>、甘肃古浪陈家河台子<sup>[29]</sup>等考古遗址, 均出土了大量石转磨的明器, 同时还发现了一些石转磨的实物, 这为小麦的利用和加工提供了更为重要的实物证据.

毋庸置疑, 通过历史文献及考古资料的研究, 探索战国至两汉时期农业经济的发展, 业已取得丰硕的成果. 然而, 研究中的一些重要问题, 例如, 此阶段先民食物结构的转变和农业经济的改变对先民生活方式的影响以及产生这种改变的内在动因等, 依然缺乏深入探讨.

通过对古代人骨和动物骨的 C 和 N 稳定同位素分析, 揭示先民的食物结构, 探索农业的起源、传播及发展, 进而了解农业的产生和发展对先民生活方式的影响, 已成为农业考古的重要研究方法之一<sup>[30-33]</sup>. 因此, 本文拟对河南淅川申明铺遗址战国至两汉时期人骨和动物骨进行 C 和 N 稳定同位素分析, 在揭示其食物结构的基础上了解先民生活方式的演变, 探索农业经济的变化对先民生活方式的影响, 并对其动因进行探讨.

## 1 C 和 N 稳定同位素分析原理简介

据光合作途径的不同, 陆生绿色植物基本可分三类, 即 C<sub>3</sub> 植物、C<sub>4</sub> 植物和 CAM 类植物. C<sub>3</sub> 植物和 C<sub>4</sub> 植物与人类生产和生活关系密切, 而 CAM 类植物较少, 基本与人类无关. C<sub>3</sub> 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, 平均值为  $-26.5\text{‰}$ ; 而 C<sub>4</sub> 类植物, 如粟、玉米、甘蔗和一些草类等, 其  $\delta^{13}\text{C}$  值通常较高, 平均值为  $-12.5\text{‰}$ <sup>[34]</sup>. 当植物被动物所食, 这种差异将贯穿在整个食物链. 在植物的 C 经动物消化吸收转化为骨胶原中 C 的过程中,  $\delta^{13}\text{C}$  值将发生约 5‰ 的富集<sup>[35]</sup>. 若不考虑 C 同位素在营养级的分馏效应(约富集 1‰~1.5‰, 常忽略不计), 以 100% 的 C<sub>3</sub> 和 C<sub>4</sub> 类食物为食的动物, 其骨胶原中的  $\delta^{13}\text{C}$  值应分别约为  $-21.5\text{‰}$  和  $-7.5\text{‰}$ <sup>[34]</sup>. 因此, 通过分析人骨和动物骨中的  $\delta^{13}\text{C}$  值, 即可了解其食物类型<sup>[36]</sup>.

与 C 同位素主要反映食物的种类相比, N 同位素比值在营养级间传递时存在明显的富集, 因此更多地用以确定动物在食物链中的地位. 研究表明, 沿食物链的营养级每上升一级,  $\delta^{15}\text{N}$  值将富集 3‰~5‰, 这意味着植食类动物比其所食的植物的  $\delta^{15}\text{N}$  值约富集 3‰~5‰, 而肉食类动物又比其摄取植食类动物的  $\delta^{15}\text{N}$  值富集约 3‰~5‰<sup>[37-39]</sup>. 一般认为, 植食类动物的  $\delta^{15}\text{N}$  值约为 3‰~7‰, 杂食类约为 7‰~9‰, 而食肉类则常大于 9‰<sup>[40]</sup>. 显然, 通过人和动物骨中的  $\delta^{15}\text{N}$  值, 就可判断其肉食资源和营养级.

## 2 材料与方法

### 2.1 遗址背景

申明铺遗址位于河南省南阳市淅川县滔河乡申明铺村北. 遗址处于伏牛山南麓, 丹江南岸, 秦岭与淮河的交接地带, 同时也是豫、鄂、陕三省以及南北方经济和文化的交汇地区. 发掘和整理结果<sup>1)</sup>表明, 整个遗址以战国至两汉时期的墓葬为主. 墓葬分为四个时期: 春秋(770~476 BC)、战国(475~221 BC)、两汉(206 BC~220 AD)、清代(1644~1840 AD).

### 2.2 材料选择

样品采自申明铺遗址, 分属于战国至两汉时期

1) 中国科学院研究生院科技史与科技考古系. 河南淅川申明铺遗址发掘报告. 2008

的 32 例人和 9 例动物, 共 41 例。其出土位置及编号, 见表 1。然而, 需要指出的是, 由于两汉时期动物样品的出土数量极其有限, 故仅取得 3 例动物骨进行分析。

### 2.3 样品处理

样品的处理, 依据 Jay 等<sup>[41]</sup>的文章, 略作修改。机械去除骨样内外表面的污染物, 称取 2 g 左右, 0.5

mol/L HCl 溶液 4℃浸泡, 每隔两天更换酸液, 直至骨样松软, 无明显气泡, 去离子水清洗至中性。0.125 mol/L NaOH 溶液 4℃浸泡 20 小时, 去离子水洗至中性, 浸于 0.001 mol/L HCl 溶液 70℃下加热 48 小时, 趁热过滤, -20℃冷冻, 次日冷冻干燥 48 小时得骨胶原, 称重, 计算骨胶原得率(骨胶原重量/骨样重量), 见表 1。

表 1 申明铺遗址骨样信息及测试分析结果

样品编号	单位号	时代	种属	C(%)	N(%)	C/N	骨胶原得率 (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
SMP20	M2	战国	人	41.6	14.9	3.3	8.2	-14.0	7.8
SMP22	M152	战国	人	43.5	15.7	3.2	11.9	-11.5	9.6
SMP23	M122	战国	人	42.6	15.3	3.3	12.9	-12.3	9.3
SMP26	M145	战国	人	44.1	15.9	3.2	11.6	-13.3	10.4
SMP29	M93	战国	人	43.4	16.0	3.2	4.4	-12.8	7.4
SMP30	M94	战国	人	45.4	16.6	3.2	9.8	-12.5	6.8
SMP32	M43	战国	人	43.5	15.8	3.2	11.0	-13.3	9.2
SMP1	M101	战国	人	45.2	16.4	3.2	3.8	-12.7	10.2
SMP2	M49	战国	人	43.2	15.8	3.2	2.1	-13.1	9.2
SMP3	M159	战国	人	43.8	15.7	3.3	1.3	-11.7	8.7
SMP10	M137	战国	人	40.8	14.7	3.3	1.6	-13.5	6.2
SMP11	M48	战国	人	44.8	16.3	3.2	6.9	-13.4	9.2
SMP13	M20	战国	人	46.4	16.9	3.2	6.0	-12.0	8.7
SMP14	M123	战国	人	43.4	15.7	3.2	1.4	-11.6	9.6
SMP36	M122	战国	牛	43.7	15.8	3.2	8.4	-18.3	8.6
SMP37	M84	战国	牛	42.8	15.2	3.3	3.6	-14.2	8.5
SMP41	M145	战国	牛	40.2	15.9	3.0	13.8	-14.5	6.7
SMP38	M84	战国	猪	42.0	15.8	3.1	4.2	-13.4	7.2
SMP34	M104	战国	猪	40.8	15.2	3.1	3.1	-15.3	4.8
SMP35	M93	战国	羊	43.7	16.1	3.2	10.6	-18.2	6.8
SMP18	M25	西汉	人	43.5	15.9	3.2	7.6	-18.1	9.3
SMP15	M51	西汉	人	45.3	16.5	3.2	7.4	-16.1	8.2
SMP27	M50	西汉	人	45.6	16.5	3.2	12.7	-15.8	8.2
SMP9	M34	西汉	人	45.4	16.5	3.2	4.1	-12.1	10.2
SMP16	M36	西汉	人	43.2	15.9	3.2	6.5	-12.4	10.2
SMP8	M18	西汉	人	40.5	14.8	3.2	0.5	-17.2	8.0
SMP17	M158a <sup>a)</sup>	西汉	人	41.6	15.4	3.2	3.2	-17.0	7.8
SMP12	M158b <sup>a)</sup>	西汉	人	39.5	14.0	3.3	0.5	-15.6	8.6
SMP19	M91	西汉	人	44.7	16.3	3.2	7.1	-16.4	6.6
SMP21	M42	西汉	人	42.2	15.1	3.3	2.3	-16.6	8.1
SMP4	M83	西汉	人	45.1	16.4	3.2	5.8	-16.3	8.1
SMP5	M136	西汉	人	43.0	15.9	3.2	0.7	-15.8	8.5
SMP6	M37	西汉	人	44.6	16.3	3.2	4.4	-17.1	8.0
SMP7	M143	西汉	人	43.7	15.9	3.2	4.8	-16.8	8.0
SMP40	T22 <sup>③</sup>	西汉	马	45.1	14.8	3.6	0.9	-14.2	4.0
SMP24	M39	东汉	人	42.1	15.6	3.2	3.2	-17.3	8.3
SMP25	M24	东汉	人	47.3	17.2	3.2	9.3	-16.8	8.1
SMP28	M102	东汉	人	44.8	16.3	3.2	13.1	-13.7	7.3
SMP31	M4	东汉	人	43.6	16.0	3.2	4.8	-18.0	8.9
SMP39	M67	东汉	猪	43.0	16.5	3.1	10.1	-21.4	5.1
SMP33	M132	东汉	鸡	42.8	15.7	3.2	12.8	-11.0	9.2

a) M158 为东西向的合葬墓, 其中, M158a 葬于南边; M158b 葬于北边

## 2.4 测试分析

骨胶原中 C 和 N 元素含量及 C 和 N 稳定同位素比值的测定, 在中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所测试中心进行. 取少量骨胶原, 称重, 于 Elementar Vario-Isoprime100 型稳定同位素质谱分析仪(Isoprime 100 IRMS coupled with Elementar Vario) 测试其 C 和 N 含量及同位素比值. 测试 C 和 N 含量所用的标准物质为磺胺(Sulfanilamide). C 和 N 稳定同位素比值分别以 USGS 24 标定碳钢瓶气(以 PDB 为基准)和 IEAE-N-1 标定氮钢瓶气(以 AIR 为基准)为标准, 每测试 10 个样品中插入一个实验室自制胶原蛋白白标样( $\delta^{13}\text{C}$  值为 $(-14.7\pm 0.2)\%$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  值为 $(6.88\pm 0.2)\%$ ). 分析精度都为 $\pm 0.2\%$ , 测试结果以 $\delta^{13}\text{C}$ (相对于 PDB),  $\delta^{15}\text{N}$ (相对于 AIR)表示, 详见表 1.

## 2.5 数据处理

运用 Origin7.5, SPSS15.0 软件对所测数据进行处理.

## 3 结果与讨论

### 3.1 骨骼污染的鉴别

骨骼在埋藏过程中, 受到湿度、温度及微生物等因素的影响, 其结构和化学组成将发生改变<sup>[42]</sup>. 判断骨样是否被污染, 是 C 和 N 稳定同位素分析的前提.

由表 1 可知, 所有样品的骨胶原提取率在 0.5%~13.8% 之间, 均值为 $(6.3\pm 4.1)\%$ ( $n=41$ ), 和现代样品(约含 20% 骨胶原)<sup>[43]</sup>仍有较大差距, 表明骨胶原在埋藏过程已发生不同程度的降解. 然而, 判断骨胶原是否污染的最重要指标, 当属骨胶原的 C 和 N 含量和 C/N 摩尔比值. 样品 C 和 N 含量分别在 39.5%~47.3% 和 14%~17.2% 之间, 接近于现代样品(C 和 N 分别约含 41% 和 15%)<sup>[44]</sup>; 样品的 C/N 摩尔比值在 3.0~3.6 之间, 也落于未受污染样品的范围内(2.9~3.6)<sup>[45]</sup>. 由此可以看出, 全部样品提取出的骨胶原, 均可用作稳定同位素分析.

### 3.2 战国时期先民和动物的食物结构

图 1 为战国时期人和动物骨胶原的 $\delta^{13}\text{C}$  和 $\delta^{15}\text{N}$  散点图. 由图 1 可见, 先民的 $\delta^{13}\text{C}$  值和 $\delta^{15}\text{N}$  值, 较为离散, 表明他们的食物结构存在较大差异. 动物的数

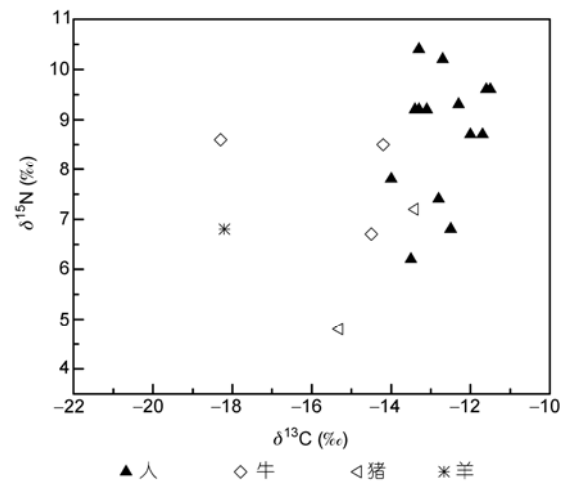


图 1 战国时期人和动物骨胶原的 $\delta^{13}\text{C}$  和 $\delta^{15}\text{N}$  散点图

据, 也是如此. 据 C 和 N 稳定同位素在食物链中的分馏效应(在不同营养级间 C 富集 1‰~1.5‰, N 富集 3‰~5‰)<sup>[35,37]</sup>, 可以看出猪和部分牛的数据与先民的关系十分密切, 很可能为先民的主要肉食来源. 此外, 猪、牛在墓葬出土动物骨骼中占多数, 且多发现于陶鼎和陶豆中(同脚注 1)), 暗示这两种动物与先民的关系最为相近.

羊的 $\delta^{13}\text{C}$  值为 $-18.2\%$ , 表明其食物主要为 $\text{C}_3$  类植物, 辅以少量 $\text{C}_4$  类植物. 其 $\delta^{15}\text{N}$  值为 6.8‰, 显现出典型食草类动物的特征<sup>[40]</sup>. 3 例牛中, 1 例的 $\delta^{13}\text{C}$  值( $-18.3\%$ )与羊相似, 但其 $\delta^{15}\text{N}$  值(8.6‰)却高于羊, 表明相对羊而言, 此例牛的食物中包含了 $\delta^{15}\text{N}$  值较高的植物. 另两例牛, 其 $\delta^{13}\text{C}$  值( $-14.2\%$ 和 $-14.5\%$ )却明显高于羊, 暗示其食物包含了更多的 $\text{C}_4$  类植物. 猪的 $\delta^{13}\text{C}$  平均值为 $(-14.4\pm 1.3)\%$ ( $n=2$ ), 显示其食物兼具 $\text{C}_3$  类和 $\text{C}_4$  类. 尽管猪作为杂食类动物, 但其 $\delta^{15}\text{N}$  平均值( $(6\pm 1.7)\%$ ,  $n=2$ )与羊相近, 表明其食物以植物类为主.

先民的 $\delta^{13}\text{C}$  平均值为 $(-12.7\pm 0.8)\%$ ( $n=14$ ), 表明先民的食物兼具 $\text{C}_3$  类和 $\text{C}_4$  类. 但较大的 $\delta^{15}\text{N}$  值差异(6.2‰~10.4‰), 显示先民在肉食资源获取的方式上明显不同. 其中, M101 和 M145 的 $\delta^{15}\text{N}$  值, 分别高达 10.2‰和 10.4‰, 表明他们的营养级最高, 其食物中肉食比例最多; M43, M48, M49, M122, M123 和 M152 样品, 其 $\delta^{15}\text{N}$  值平均值为 $(9.4\pm 0.2)\%$ ( $n=6$ ), 稍逊于 M101 和 M145, 表明其食物中也包含较多的肉类; 其余样品的 $\delta^{15}\text{N}$  值, 皆低于 8.7‰, 显示先民的食物中

植物类资源相对较多。

自新石器时代, 浙川地区就处于典型的稻粟混作区范围内<sup>[46]</sup>, 稻和粟为该区典型的农作物。如浙川沟湾遗址<sup>[47]</sup>(5000~2600 BC)和黄棟树遗址<sup>[48]</sup>(5000~2000 BC)、郧县青龙泉遗址<sup>[49]</sup>(5000~2200 BC)等都同时发现稻粟遗存, 申明铺遗址的植物浮选(同脚注 1)), 也发现了粟类(粟和黍)和水稻以及小麦和大豆。相较沟湾遗址先民的 $\delta^{13}\text{C}$  均值( $-14.3\pm 1.9\%$ ,  $n=41$ )<sup>[32]</sup>及青龙泉遗址先民的 $\delta^{13}\text{C}$  均值( $-14.6\pm 1.3\%$ ,  $n=24$ )<sup>[33]</sup>而言, 申明铺遗址先民的 $\delta^{13}\text{C}$  均值( $-12.7\pm 0.8\%$ ,  $n=14$ )比它们略高, 但基本无明显改变, 表明浙川地区从新石器时代至战国时期先民的食物结构没有发生较大变化, 农业格局依然为稻粟混作为主。此外, 猪和部分牛的 $\delta^{13}\text{C}$  值与先民相似, 当与先民饲养了大量的农作物副产品密切相关。

考古资料显示(同脚注 1)), 墓葬的形制、随葬器物的组合和多寡, 特别是有无随葬鹿角和陶鼎等身份象征物, 是区分先民社会地位的重要指标。那么, 先民不同的社会地位是否与其肉食资源的差异密切相关呢? 结合考古资料(同脚注 1)), 不难发现, 先民 $\delta^{15}\text{N}$  值大于 $9\%$ 的墓葬中( $n=8$ ), 均随葬数件陶鼎, 几乎都随葬了鹿角(M122 和 M123 除外); 而 $\delta^{15}\text{N}$  值小于 $9\%$ 的先民( $n=6$ ), 其墓葬都没有随葬鹿角, 且随葬的陶鼎也较少。显然, 先民肉食资源的占有率越高, 其社会阶层也就越高。

### 3.3 两汉先民和动物的食物结构

图 2 为两汉时期人和动物骨胶原的 $\delta^{13}\text{C}$  和 $\delta^{15}\text{N}$  散点图。由图可见, 动物的数据的 $\delta^{13}\text{C}$  值和 $\delta^{15}\text{N}$  值较为离散, 表明它们的食物结构存在较大差异。先民数据却相对比较集中, 表明他们的食物结构比较相似。

作为食草类的马, 其 $\delta^{13}\text{C}$  值为 $-14.2\%$ , 表明其食物中兼有 $\text{C}_3$ 类和 $\text{C}_4$ 类植物。在所有动物中, 其 $\delta^{15}\text{N}$  值( $4.0\%$ )最低, 显现出食草类动物的特征。作为杂食类动物的猪, 其 $\delta^{13}\text{C}$  值最小( $-21.4\%$ ), 表明其食物来源于 $\text{C}_3$ 类。此外, 其 $\delta^{15}\text{N}$  值为 $5.1\%$ , 稍大于马, 暗示该猪的食物当以植物类居多。在所有动物中, 鸡的 $\delta^{13}\text{C}$  值( $-10.9\%$ )最大, 表明其食物主要以 $\text{C}_4$ 类为主。其高 $\delta^{15}\text{N}$  值( $9.2\%$ ), 则表明食物中存在大量的动物蛋白。由此可以看出, 此鸡生前很可能摄入了大量以 $\text{C}_4$ 类植物为食的虫, 如米虫等。

在所有先民中, M34 和 M36 具有最高的 $\delta^{13}\text{C}$  值

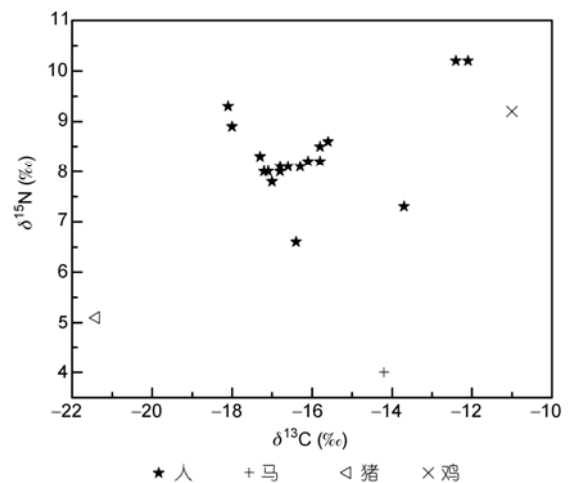


图 2 两汉时期人和动物骨胶原的 $\delta^{13}\text{C}$  和 $\delta^{15}\text{N}$  散点图

和 $\delta^{15}\text{N}$  值, 平均值各为 $-12.3\%$ 和 $10.2\%$ , 表明其食物中以 $\text{C}_4$ 类植物为食的动物资源所占比例较高。样品 M102, 其具有较高的 $\delta^{13}\text{C}$  值( $-13.7\%$ )和较低的 $\delta^{15}\text{N}$  值( $7.3\%$ ), 暗示该先民食物中包含了大量的 $\text{C}_4$ 类植物资源。除这三个样品外, 其余样品的 $\delta^{13}\text{C}$  值处于 $-18.1\%$ ~ $-15.6\%$ 范围内, 均值为( $-16.7\pm 0.8\%$ ) $(n=15)$ , 显然, 其食物以 $\text{C}_3$ 类为主并兼具 $\text{C}_4$ 类。同时, 这些先民的 $\delta^{15}\text{N}$  均值为( $8.2\pm 0.6\%$ ) $(n=15)$ , 表明先民总体上以杂食为主, 但 $\delta^{15}\text{N}$  值相差较大( $6.6\%$ ~ $9.3\%$ ), 暗示先民在肉食资源上仍然存在较大差异。其中, M4 和 M25 的 $\delta^{15}\text{N}$  值, 分别高达 $8.9\%$ 和 $9.3\%$ , 表明其食物中肉食比例最高; M91 的 $\delta^{15}\text{N}$  值为 $6.6\%$ , 显示该先民的食物包含了大量的植物类; 余者的 $\delta^{15}\text{N}$  值皆在 $7.3\%$ ~ $8.6\%$ 之间, 为典型的杂食类。

文献和考古资料显示: 两汉时期小麦的种植更加普遍, 成为人们重要的农作物<sup>[50]</sup>; 水稻和大豆的种植, 也日益普及<sup>[1]</sup>。申明铺遗址出土的植物遗存数量上以小麦居首, 大豆次之(同脚注 1))。虽然没有发现水稻遗存, 但随葬品中大量模型米杵(加工水稻的工具)的出土(同脚注 1)), 显示水稻依然是当时主要的农作物之一。由此可以看出, 绝大多数先民的 $\delta^{13}\text{C}$  值, 显现出较为明显的 $\text{C}_3$ 类特征, 当与其种植小麦、水稻和大豆密切相关。而其他三个样品(M34, M36, M102), 则明显依赖于粟作农业, 他们的食物主要源于粟类作物及以粟类作物的副产品为饲料的家畜。与这三个先民 $\delta^{13}\text{C}$  值相似的鸡, 显然也与粟作农业副产品的饲养密切相关。马的 $\delta^{13}\text{C}$  值, 大于绝大多数先民

的 $\delta^{13}\text{C}$ 值,表明其食物中包含了更多 $\text{C}_4$ 类植物,可能也缘于粟类的副产品.而猪的 $\delta^{13}\text{C}$ 值明显小于先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 值,且具有低 $\delta^{15}\text{N}$ 值,显然当为野猪<sup>[51]</sup>,与先民关系最为疏远.根据C, N稳定同位素在食物链中的分馏效应(在不同营养级间C富集1‰~1.5‰, N富集3‰~5‰)<sup>[35,37]</sup>,此处分析的三种动物(猪、马、鸡),皆不是绝大部分先民的主要肉食资源,而来源于我们未能分析的动物.

### 3.4 战国至两汉时期先民食物结构及农业经济的转变

为进一步探索战国至两汉时期先民食物结构及农业经济的转变,对战国和两汉时期(去除M34, M36和M102等3个异常值)先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 值和 $\delta^{15}\text{N}$ 值,作标准误差棒图分析,如图3所示.

由图3可以看出,从战国到两汉,先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 值(战国:  $(-12.7 \pm 0.8)\text{‰}$ ,  $n=14$ ; 两汉:  $(-16.7 \pm 0.8)\text{‰}$ ,  $n=15$ )减小显著,明显偏向于 $\text{C}_3$ 类方向,说明 $\text{C}_3$ 类在先民食物中的比例增加.通过对两者 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值的独立样本T检验统计分析进一步显示,两者差异显著( $t=14.072$ ,  $P<0.05$ ),这表明先民的食物结构已经发生了明显的改变.显然, $\text{C}_3$ 类食物在先民的食物中比例有大幅度的增加.这表明小麦、水稻等 $\text{C}_3$ 类农作物对先民生活方式和食物结构的影响逐步增强,人们更侧重于种植 $\text{C}_3$ 类农作物,而粟等 $\text{C}_4$ 类农作物的种植逐渐处于次要的地位.

图3还表明, $\delta^{15}\text{N}$ 值(战国:  $(8.7 \pm 1.2)\text{‰}$ ,  $n=14$ ; 两汉:  $(8.2 \pm 0.6)\text{‰}$ ,  $n=15$ )变化相对较小.通过对两者 $\delta^{15}\text{N}$ 平均值的独立样本T检验统计分析显示,二者

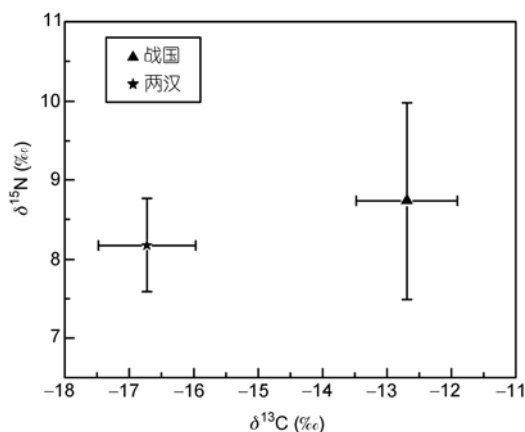


图3 人骨 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 标准误差棒图

差异较小( $t=1.553$ ,  $P=0.132$ ),也表明先民的肉食消费没有明显改变.但战国时期的标准差( $1.2\text{‰}$ ,  $n=14$ )要远大于两汉时期的标准差( $0.6\text{‰}$ ,  $n=15$ ).由此可见,战国时期先民个体间的营养级差异比两汉时期大.结合上文分析可知,战国时期不同阶层对肉食的占有量不同,阶层的高低和肉食量的多少有正相关性;而到了两汉时期,绝大部分先民主要从事农业生产,营养级相对统一,肉食占有量日趋一致.

### 3.5 先民食物结构和农业经济改变的原因

如前文所述,先民的食物结构及农业经济在不同阶段内发生了较为明显的转变,而这种变化显然与先民对农作物种植的选择密切相关.那么,其发生改变原因究竟如何,这种改变是否与古气候的变迁以及社会环境的不同密切相关呢?

古气候的研究显示,战国和西汉均为暖期,东汉时才偶有冷期,南北气候较现在更为温暖湿润且相对稳定<sup>[52]</sup>.由此可以看出,先民食物结构和农业经济的变化,应与古气候的变迁无明显相关关系,而更应该源于社会环境的巨变.

战国时期,浙川地区为秦、韩、楚三国争夺之地,其归属因各国实力的此消彼长而不断更迭<sup>[53]</sup>.显然,该地区的农业生产受到战乱的严重影响,发展较为缓慢,稻粟混作的传统农业格局没有发生根本改变,先民的食物结构也显现出 $\text{C}_3$ 类和 $\text{C}_4$ 类兼具的特征.此时,小麦的种植,仅是农作物的一种补充.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<sup>[54]</sup>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.相对粟类作物而言,由于小麦和水稻比较高产,尤其是小麦,可满足日益增长的人口需要,逐渐成为最重要的农作物.此外,新的耕作技术和农业加工工具的出现,为小麦种植普遍化起了积极的推动作用.从先民的食物结构中可以看出,其食物以 $\text{C}_3$ 类为主,明显缘于这两种作物的种植与推广.也就是从两汉起,小麦成为先民不可或缺的粮食作物.

## 4 结论

申明铺遗址人骨和动物骨的C, N稳定同位素分析表明:

(1) 去除 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 异常值(两汉: M34, M36, M102)后, 战国时期先民食物兼具 $\text{C}_3$ 类和 $\text{C}_4$ 类, 食物来源多种多样, 动物资源所占比例相对较高, 先民身份的高低和其肉食量的多少有一定的相关性; 两汉时期则以 $\text{C}_3$ 类为主, 食物来源较为一致。

(2) 战国至两汉时期先民 $\delta^{13}\text{C}$ 均值的变化, 缘于其不同的农业经济所致, 即战国先民依然遵循稻粟混作的传统农业格局, 而两汉时期小麦和水稻的种植则更为盛行。

(3) 先民食物结构和农业经济的转变, 与社会环境的变化密切相关。战国时期, 社会动荡, 先民遵循

传统的农业格局, 多种植适应能力强的作物。两汉时候, 社会稳定, 农业发展的社会环境优越, 利农政策的实施及新农业工具的出现, 高产但需精耕细作的小麦、水稻等被普遍种植和食用。

最后, 需要指出的是, 战国至两汉时期我国的疆域辽阔, 不同地区的先民对农作物, 特别是对小麦等 $\text{C}_3$ 的选择和种植也可能存在一定的差异。因此, 选取更多同一时期内的遗址进一步开展先民食物结构研究, 积极探讨小麦等对这一阶段先民的食物结构和生活方式的影响, 才能更有效更深入的探索社会环境与农业及农作物的选择的相互关系。

**致谢** 感谢张国文在样品选择及实验过程给予的帮助; 感谢中国科学院研究生院人文学院科技史与科技考古系方晓阳等老师在历史文献阅读中的指导; 感谢李涛、马颖、陶大卫、陈相龙、鲍佩佩、宋宪坤、司艺、屈亚婷、明朝方等同学以及浙江大学人文学院文物与博物馆学系郭怡在论文写作过程中的大力支持。并对匿名专家审稿时所提的宝贵意见亦表示衷心感谢。

## 参考文献

- 1 张波, 樊志民. 中国农业通史——战国秦汉卷. 北京: 中国农业出版社, 2007. 1-173
- 2 许倬云. 汉代农业——早期中国农业经济的形成. 南京: 江苏人民出版社, 1998. 1-12
- 3 周才珠, 齐瑞端. 墨子全译. 贵阳: 贵州人民出版社, 1995. 60
- 4 杨伯峻. 孟子译注. 北京: 中华书局, 1960. 311
- 5 周振甫. 诗经译注. 北京: 中华书局, 2002. 76
- 6 王利器. 风俗通义校注. 北京: 中华书局, 1981. 356
- 7 张双棣. 淮南子校释. 北京: 北京大学出版社, 1997. 580
- 8 (汉)班固. 汉书. 北京: 中华书局, 1962. 1695
- 9 洛阳博物馆. 洛阳战国粮仓试掘纪略. 文物, 1981, (11): 55-65
- 10 河南省博物馆新郑工作站, 新郑县文化馆. 河南新郑郑韩故城的钻探和试掘. 见: 文物编辑委员会编. 文物资料丛刊(第三辑). 北京: 文物出版社, 1980. 56-66
- 11 查瑞珍. 战国秦汉考古. 南京: 南京大学出版社, 1990. 21-32
- 12 李发林. 战国秦汉考古. 济南: 山东大学出版社, 1990. 10-11
- 13 湖北省博物馆. 纪南城的勘探与发掘. 考古学报, 1982, (4): 477-508
- 14 《云梦睡虎地秦墓》编写组. 云梦睡虎地秦墓. 北京: 文物出版社, 1981. 58-62
- 15 侯马市考古发掘委员会. 侯马牛村古城东南周遗址发掘简报. 考古, 1962, (2): 55-62
- 16 贺官保. 洛阳老城西郊 81 号汉墓. 考古, 1964, (8): 403-406
- 17 洛阳文物工作队. 洛阳金谷园车站 11 号汉墓发掘简报. 文物, 1983, (4): 15-28
- 18 湖北省考古研究所. 江陵凤凰山一六八号汉墓. 考古学报, 1993, (4): 455-513
- 19 湖南省博物馆, 中国科学院考古研究所. 长沙马王堆一号汉墓. 北京: 文物出版社, 1973. 111-112
- 20 陈文华, 张忠宽. 中国古代农业考古资料索引农作物. 农业考古, 1987, (1): 413-425
- 21 陈定荣. 谷仓罐概述. 农业考古, 1987, (2): 279-285
- 22 林正同. 从画像砖、石看汉代农业经济特点. 农业考古, 1996, (1): 38-42
- 23 李发林. 古代旋转磨试探. 农业考古, 1986, (2): 146-167
- 24 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. 北京: 文物出版社, 1980. 143(上册), 106(下册)
- 25 中国历史博物馆. 简明中国历史图册(第四册). 天津: 天津人民美术出版社出版, 1979. 80
- 26 襄汾县文化馆. 山西襄汾发现汉代铁器. 考古, 1978, (2): 141-142

- 27 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, (4): 21-54
- 28 耿青岩, 蔡学文. 河南洪县发现西汉石磨. 考古, 1983, (10): 949
- 29 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, (2): 105-106
- 30 Richards M P. A brief review of the archaeological evidence for Palaeolithic and Neolithic subsistence. *Eur J Clin Nutr*, 2002, 56: 1270-1278
- 31 张雪莲, 王金霞, 洗自强, 等. 古人类食物结构研究. 考古, 2003, (2): 62-75
- 32 付巧妹, 靳松安, 胡耀武, 等. 河南浙川沟湾遗址农业发展方式和先民食物结构变化. 科学通报, 2010, 55: 589-595
- 33 郭怡, 胡耀武, 朱俊英, 等. 青龙泉遗址人和猪骨的 C, N 稳定同位素分析. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2011, 41: 52-60
- 34 O'Leary M H. Carbon isotope fractionation in plants. *Photochemistry*, 1981, 20: 553-567
- 35 Ambrose S H, Norr L. Isotopic composition of dietary protein and energy versus bone collagen and apatite: Purified diet growth experiments. In: Lambert J B, Grupe G, eds. *Molecular Archaeology of Prehistoric Human Bone (Prehistoric Human Bone-Archaeology at the Molecular Level)*. Berlin: Springer, 1993. 1-37
- 36 张雪莲. 碳十三和氮十五分析与古代人类食物结构研究及其新进展. 考古, 2006, (7): 50-56
- 37 Hedges R E M, Reynard L M. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *J Archaeol Sci*, 2007, 34: 1240-1251
- 38 Bocherens H, Fizet M, Mariotti A. Diet, physiology and ecology of fossil mammals as inferred from stable carbon and nitrogen isotope biogeochemistry: Implications for Pleistocene bears. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Paleoecol*, 1994, 107: 215-225
- 39 胡耀武. 古代人类食谱及相关研究. 博士学位论文. 合肥: 中国科学技术大学, 2002. 15-16
- 40 Ambrose S H. Effects of diet, climate and physiology on nitrogen isotope abundances in terrestrial foodwebs. *J Archaeol Sci*, 1991, 18: 293-317
- 41 Jay M, Richards M P. Diet in the Iron Age cemetery population at Wetwang Slack, East Yorkshire, UK: Carbon and nitrogen stable isotope evidence. *J Archaeol Sci*, 2006, 33: 653-662
- 42 Hedges R E M. Bone diagenesis: An overview of processes. *Archaeometry*, 2002, 44: 319-328
- 43 Ambrose S H, Butler B M, Hanson D H, et al. Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific. *Am J Phys Anthropol*, 1997, 104: 343-361
- 44 Ambrose S H. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *J Archaeol Sci*, 1990, 17: 431-451
- 45 DeNiro M J. Post-mortem preservation of alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*, 1985, 317: 806-809
- 46 王星光, 徐栩. 新石器时代粟稻混作区初探. 中国农史, 2003, 22: 3-9
- 47 靳松安, 郑万泉, 曹艳朋, 等. 河南南阳浙川沟湾遗址考古发掘取得重要收获. 中国文物报, 2009, 2月4日
- 48 长江流域规划办公室考古队河南分队. 河南浙川黄楝树遗址发掘报告. 华夏考古, 1990, (3): 1-69
- 49 中国社会科学院考古研究所. 青龙泉与大寺. 北京: 科学出版社, 1991. 201-205
- 50 李璠. 中国普通小麦的起源与传播. 世界农业, 1980, (10): 44-62
- 51 胡耀武, 栾丰实, 王守功, 等. 利用 C, N 稳定同位素分析法鉴别家猪与野猪的初步尝试. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2008, 38: 693-700
- 52 竺可桢. 中国近五千年来气候变化的初步研究. 考古学报, 1972, (1): 20-21
- 53 浙川县地方志编纂委员会. 浙川县志. 郑州: 河南人民出版社, 1990. 60
- 54 马新. 编户齐民与两汉王朝的人口控制. 东岳论丛, 1996, (5): 82-88