

## 姜寨遗址先民食谱分析

郭怡<sup>1,2,3,4</sup>, 胡耀武<sup>2,3</sup>, 高强<sup>5</sup>, 王昌燧<sup>2,3</sup>, Michael P. Richards<sup>1</sup>

(1. Department of Human Evolution, Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig, Germany, D-04103;

2. 中国科学院研究生院科技史与科技考古系, 北京, 100049; 3. 中国科学院

人类演化实验室, 北京, 100044; 4. 浙江大学人文学院文物与博物馆学系, 杭州, 310028;

5. 西安半坡博物馆, 西安, 710038)

**摘要:** 尽管通过 C、N 稳定同位素分析已对陕西临潼姜寨遗址先民的食物结构和粟作农业进行了初步探索, 但研究中的一些重要问题, 如不同时期先民食物结构的演变, 姜寨与半坡、史家先民食物结构间的差异等, 依然未能深入讨论。为此, 本文对姜寨遗址出土的不同时期(一期、二期)人骨进行了 C、N 稳定同位素分析, 试图揭示先民食物结构的演变历程, 探索姜寨与半坡、史家先民食物结构间的差异, 并初步探讨产生这种差异的可能原因。人骨的  $\delta^{13}\text{C}$  平均值 ( $-9.7 \pm 1.0\text{‰}$ ) 和  $\delta^{15}\text{N}$  平均值 ( $8.5 \pm 0.5\text{‰}$ ), 表明粟类食物(包括粟类作物以及依赖于粟类作物的动物等)在姜寨先民食谱中占据主要地位, 且动物资源在食物中的比例相对较低。两期先民的  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\delta^{15}\text{N}$  值, 无显著性差异, 表明先民一直从事粟作农业以及家畜的饲养活动。食谱分析并未发现第二期先民食用更多野生动物的证据, 这可能与先民样品量相对偏少、二期先民食用的野生动物比例上升较小、动物类食物在先民食谱中所占比例较小等原因有关。对比地理位置毗邻、文化年代相近的姜寨、史家、半坡遗址先民  $\delta^{13}\text{C}$  值, 姜寨 ( $-9.7 \pm 1.0\text{‰}$ ,  $N=19$ ) 与史家 ( $-10.0 \pm 0.7\text{‰}$ ,  $N=9$ ) 接近, 而远高于半坡 ( $-14.8 \pm 1.9\text{‰}$ ,  $N=5$ ), 表明半坡遗址粟作农业的种植规模要逊于姜寨和史家遗址。我们认为, 不同遗址间先民  $\delta^{13}\text{C}$  值的差异, 可能受半坡样品量偏少、遗址间小生态环境不同等因素的影响。

**关键词:** 古食谱分析; 粟作农业; 稳定同位素分析; 古环境; 姜寨遗址

**中图分类号:** K871.13, K892.25      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3193 (2011) 02-0149-09

### 1 前言

大量出土的与粟类(粟和黍)相关的植物遗存以及微体化石, 如植物种子、果实、植硅体、淀粉粒等, 为探讨我国粟作农业的起源与发展提供了丰富的实物资料。山西下川<sup>[1]</sup>、北京东胡林<sup>[2]</sup>、北京转年<sup>[3]</sup>、河北南庄头<sup>[4]</sup>、河北于家沟<sup>[5]</sup>等新石器早期遗址发现的磨盘、磨棒等农业工具, 很可能与粟类的利用有关; 10000—7000 BP, 黄河流域和西辽河流域等遗址, 如河南沙窝李<sup>[6]</sup>、河北磁山<sup>[7]</sup>、甘肃大地湾<sup>[8]</sup>、内蒙古兴隆沟<sup>[9]</sup>等, 均发现了与粟类相关的植物遗存, 表明粟作农业很可能已得到了初步发展; 7000—5000 BP, 粟类遗存的分布更为广

**收稿日期:** 2010-03-23; **定稿日期:** 2010-06-30

**基金项目:** 中国科学院-德国马普学会伙伴小组项目(KACX1-YW-0830); 中科院知识创新工程项目(KJCX3. SYW. N12); 国家自然科学基金资助项目(批准号: 40702003)。

**作者简介:** 郭怡(1981-), 男, 汉族, 江苏丹阳人, 中国科学院研究生院-马普进化人类学研究所联合培养博士。主要从事古代食谱研究。E-mail: gy-2008@163.com

**通讯作者:** 胡耀武, E-mail: ywhu@gucas.ac.cn

泛,在陕西半坡<sup>[10]</sup>、陕西姜寨<sup>[11]</sup>、甘肃林家<sup>[12]</sup>、山东三里河<sup>[13]</sup>等大批遗址<sup>[14]</sup>中均有所发现,反映了粟作农业得到较大发展;5000—4000 BP,位于黄河流域的山西陶寺<sup>[15]</sup>、青海柳湾<sup>[16]</sup>等遗址、西藏昌都卡诺遗址以及西辽河流域的小河沿文化中都发现了粟黍,暗示粟类作物已普遍种植<sup>[5]</sup>。

发轫于上个世纪七十年代的稳定同位素分析,通过测定人(动物)骨中的 C、N 稳定同位素组成,为揭示粟作农业在先民生活方式中的地位、探索粟作农业的起源与演进提供了新的思路和证据<sup>[17]</sup>。例如,对山东小荆山遗址(8200—7500 BP)人骨<sup>[18]</sup>和甘肃大地湾遗址(7900—7200 BP)动物骨<sup>[19]</sup>的 C、N 稳定同位素分析结果表明:在前仰韶文化时期,C<sub>4</sub>类食物,包括粟类作物或以粟类为食的动物,在先民(动物)食谱中比例较小,暗示粟作农业仍处于初级阶段。

陕西临潼姜寨遗址是仰韶文化时期的一处重要遗址,不仅出土了大量农具,如石铲、骨铲等,而且还发现了粟类的植物遗存(黍),表明先民已从事粟作农业<sup>[11]</sup>。尽管 Pechenkina 等已对该遗址出土 5 例人骨以及相邻半坡遗址(1 例)和史家遗址(9 例)进行了 C、N 稳定同位素分析,对粟作农业在先民生活方式中的作用和地位进行了初步探讨<sup>[20]</sup>,但研究中存在的一些重要问题,如姜寨先民在不同文化期内食物结构的演变以及与半坡、史家先民食物结构间的差异等,未能深入展开讨论。为此,本文通过对姜寨遗址不同时期人骨进行稳定同位素分析,试图揭示先民食物结构的演变历程,探索姜寨与半坡和史家先民食物结构间的差异,并初步探讨产生这种差异的可能原因。

## 2 材料与方法

### 2.1 样品选择

选取姜寨一期(半坡类型)和二期(史家类型)未经扰动的墓葬所出人骨共 16 例。样品的墓葬编号、时代、性别及年龄,如表 1 所示。

### 2.2 骨胶原的制备

样品制备依据 M. P. Richards 和 R. E. Hedges 文中骨胶原的提取法进行<sup>[21,22]</sup>。机械加工去除骨样表面污染后,取 300—500mg 放入 0.5mol/L 的 HCl 溶液,于 5℃ 的环境下静置脱钙,每 2—3 天换新鲜酸液,直至骨样松软,溶液无明显气泡为止。去离子水清洗至中性,在 0.001mol/L 的微酸环境下 70℃ 明胶化 48 小时,热滤,经 Millipore Amicon Ultra-4 超滤后收集分子量 >30K 的溶液,冷冻干燥后获得骨胶原,称重并计算骨胶原产率(骨胶原重量/骨样重量)。

### 2.3 C、N 稳定同位素的测试

于元素分析仪-同位素比值质谱仪(EA-IRMS)上测试骨胶原 C、N 含量及同位素比值。C 同位素的分析精度为  $\pm 0.1\%$ ,N 同位素的分析精度为  $\pm 0.2\%$ 。C 同位素的分析结果以相对 V-PDB 的  $\delta^{13}\text{C}$  表示,而 N 同位素比值相对于空气或空气中的氮气以  $\delta^{15}\text{N}$ (AIR)表示。

本次实验 16 例样品皆提取出骨胶原,其骨胶原含量、C 和 N 含量、C 和 N 稳定同位素比值如表 1 所示。根据骨胶原提取率(5%)、胶原中 C 含量(15.3%—47%)、N 的含量(5.5%—17.3%)及 C/N 摩尔比值(2.9—3.6)的判断标准,我们对样品进行了污染判别<sup>[23,24]</sup>,发现样品 M162 的 C/N 摩尔比值超出正常范围,属于被污染样品,应予剔除;其余

15 例样品的骨胶原含量虽较低(均值为  $0.7 \pm 0.4\%$ ),表明大部分骨胶原在长期埋藏过程中已遭到分解,但其他指标(C 均含量  $42.3 \pm 1.2\%$ , N 均含量  $14.8 \pm 0.5\%$ , C/N 摩尔比均值为  $3.3 \pm 0.1$ )皆符合未污染样品的要求,故而认为这 15 例样品应皆为未污染样品,可用作稳定同位素分析。

表 1 样品测试值

Tab. 1 Data of Sample measurement

时代	样品号	取样部位	性别	年龄	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$	% C	% N	C/N (摩尔比)	骨胶原含量 (%)
姜寨一期	M52	股骨	女	20 岁左右	-8.5	8.1	43.2	15.5	3.3	1.7
	M96	腓骨	男	36—55	-10.7	9.7	43.3	15.1	3.3	0.8
	M149	胫骨	男	36—55	-9.1	8.2	42.8	15.3	3.3	0.7
	M150	腓骨	男	24—35	-10.9	9.0	38.8	13.6	3.3	0.2
	M151	股骨	男	36—55	-8.9	9.1	42.3	15.0	3.3	0.2
	M162	胫骨	女	20 岁左右	-9.9	8.5	42.0	13.3	3.7	0.1
	M181:1	胫骨	女	20 岁左右	-10.0	8.6	41.0	14.6	3.3	0.5
	M186	腓骨	男	24—35	-9.0	8.1	42.7	15.4	3.2	1.0
姜寨二期	M75	腓骨	不明	成年	-9.7	8.6	41.9	14.9	3.3	1.0
	M84:10	股骨	女	40 岁左右	-10.9	8.8	42.3	15.3	3.2	1.0
	M112:1	股骨	女	26 岁左右	-8.8	7.8	42.4	15.1	3.3	0.8
	M112:10	胫骨	女	30 岁左右	-8.7	8.4	42.2	14.4	3.4	0.8
	M112:11	腓骨	女	20—22	-9.8	8.1	43.3	14.9	3.4	0.9
	M198:30	胫骨	女	30	-11.5	8.3	43.2	14.5	3.5	0.4
	M202:36	胫骨	女	26—29	-8.9	8.2	43.1	14.6	3.4	0.5
	M238:1	腓骨	男	42—46	-12.7	9.9	42.5	14.0	3.5	0.2

## 2.4 数据分析

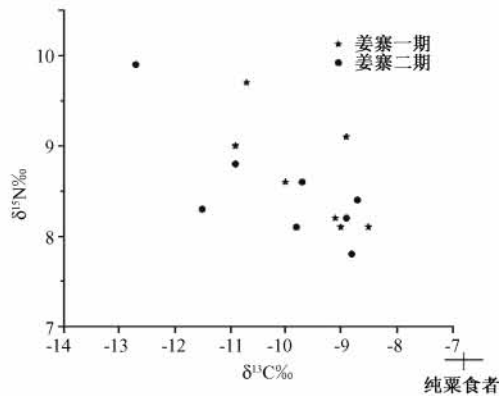
以美国 SPSS16.0 进行数据的统计分析,Origin7.0 做图。

## 3 结果与讨论

### 3.1 食谱结构分析

以未污染的 15 例样品的  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\delta^{15}\text{N}$  值做散点图,如图 1 所示。由图可以看出,先民的  $\delta^{13}\text{C}$  值,变化范围为  $-12.7\text{‰}$ — $-8.5\text{‰}$ ,平均值为  $-9.9 \pm 1.2\text{‰}$ ,表明  $\text{C}_4$  类食物在先民食谱中居主导地位; $\delta^{15}\text{N}$  值变化范围为  $7.8\text{‰}$ — $9.9\text{‰}$ ,平均值为  $8.6 \pm 0.6\text{‰}$ 。与其它样品相比,样品 M238:1 具有迥异的 C、N 同位素比值( $\delta^{13}\text{C}$  值为  $-12.7\text{‰}$ , $\delta^{15}\text{N}$  值为  $9.9\text{‰}$ ),将单独进行讨论。

姜寨遗址出土的黍,表明先民很可能业已种植黍类作物<sup>[25]</sup>。黍和粟均属粟类植物( $\text{C}_4$  类),在稳定 C 同位素上与  $\text{C}_3$  类植物存在明显差异<sup>[26]</sup>。由于目前对黍的稳定同位素值缺乏报道,故而用现代粟的  $\delta^{13}\text{C}$  值( $-11.7\text{‰}$ )近似代替<sup>[27]</sup>。考虑到化石燃烧对现代大气 C 同位素比值的影响( $1.5\text{‰}$ <sup>[28]</sup>),中国新石器时代粟类作物  $\delta^{13}\text{C}$  平均值应为  $-10.2\text{‰}$ 。若以  $-10.2\text{‰}$  和  $-26.5\text{‰}$  分别代表新石器时代粟类作物(粟、黍)和  $\text{C}_3$  类植物的  $\delta^{13}\text{C}$  值<sup>[29]</sup>,C 同位素从食物至人体骨胶原的富集约为  $5\text{‰}$ <sup>[30]</sup>,而忽略 C 同位素在营养级间的富集( $1\text{‰}$ 左右),则按照简单的二元混合模型(two-end member mixing model)<sup>[31,32]</sup>,即可大致估算粟类

图 1 人骨  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\delta^{15}\text{N}$  值散点图Fig. 1 Plot of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of human bones

食物(包括粟类作物以及依赖于粟类副产品的动物)在先民食物结构中所占比例。计算得粟类食物在先民食物结构中比例为 61.3%—80.0%,均值为  $72.6 \pm 5.8\%$  ( $N = 14$ ),表明粟类食物,包括粟类作物以及依赖于粟类副产品的动物,在姜寨先民生活方式中占主导地位。

与 C 同位素不同, N 同位素在沿营养级上升时,存在着明显的富集现象,即每上升一个营养级,  $\delta^{15}\text{N}$  值就增加 3‰—5‰<sup>[33]</sup>。虽然不同地区、不同环境条件下  $\delta^{15}\text{N}$  值有一定的变化<sup>[34]</sup>,但一般认为,杂食类动物的  $\delta^{15}\text{N}$  值约为 7—9‰,而食肉类则常大于 9‰<sup>[35]</sup>。本遗址先民的  $\delta^{15}\text{N}$  均值为  $8.5 \pm 0.5\%$  ( $N = 14$ ),表明先民属于杂食类,食物中包含了一定量的肉食资源,可能来源于以粟类产品为食的家畜。此外,先民较大的  $\delta^{15}\text{N}$  值变化范围(7.8‰—9.7‰),暗示先民的肉食来源存在一定差异。其中,  $\delta^{15}\text{N}$  值处于 7—9‰ 杂食范围内的先民有 12 例(一期 5 例,二期 7 例), 占有未污染样品的 85.7%, 表明绝大部分先民, 主要依赖于以粟作农业为基础的植物类食物, 而摄入的肉食资源相对较少。  $\delta^{15}\text{N}$  值大于 9‰ 的有 2 例样品(一期), 占有未污染样品的 14.3%, 表明依赖于粟作农业副产品的家畜在这类先民食物中所占比例较高。

研究指出,骨胶原中的 C 主要来自于食物中的蛋白质部分,而 N 同位素值主要反映了食物中的动物蛋白,因此,通过对先民  $\delta^{13}\text{C}$  值和  $\delta^{15}\text{N}$  值相关性的分析,可望进一步探索先民的食物来源:如果两者显著相关,则表明先民食物中动物类食物蛋白占大多数,暗示先民生活方式以渔猎为主;反之则说明先民以植物类食物为主,其生活方式可能以采集或农业为主<sup>[29]</sup>。去除污染样品 M162 和异常值 M238:1 后,观察图 1 可以发现其余样品中并无明显的异常值,可以进行相关分析。分析结果表明所有样品  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  值不相关( $r = -0.495$ ,  $P = 0.072 > 0.05$ ,  $N = 14$ ),暗示先民食物中含有较多的植物类食物,这很有可能与当时较为发达的粟作农业密切相关。对姜寨遗址出土原始工具的分类统计结果指出农业类工具占有生产工具的 60% 以上<sup>[36]</sup>,结合出土的黍遗物及木末痕迹等遗存,可以判断原始粟作农业在当时的经济活动中占主导地位。

样品 M238:1 具有最低的  $\delta^{13}\text{C}$  值(-12.7‰)和最高的  $\delta^{15}\text{N}$  值(9.9‰),表明其食物虽兼具  $\text{C}_3$  类和  $\text{C}_4$  类,但  $\text{C}_4$  类食物的比例(54.0%)要远远低于其他姜寨先民(72.6%);且肉食比例最高,表明该先民很可能来自异地。但考古资料显示:样品 M238:1 所属墓葬 M238,

为长方形竖穴土坑墓,墓向朝西,共出土了 19 具骨架,分上下三层叠置,属于多人—列叠压式二次合葬墓。这种埋葬习俗,在二期土坑墓中极为常见。出土的钵、罐等随葬陶器中,既包括了与史家遗址相似的鼓腹罐,也出土了具有姜寨特色的葫芦瓶等<sup>[11]</sup>。从墓葬形制、随葬品等方面,无法对样品 M238:1 是否属于移民提供依据。今后,进一步开展该墓葬出土的所有人骨稳定同位素的比较分析,将有望为解决这一问题提供更多的线索。

### 3.2 先民食物结构的演变

通过对不同时期先民  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  值的比较分析,可为揭示先民食物结构的演变及生活方式的变化提供证据。

去除污染样品 M162 和异常值 M238:1 后,二期先民( $N=7$ )的  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\delta^{15}\text{N}$  均值分别为  $-9.8 \pm 1.1\text{‰}$  和  $8.3 \pm 0.3\text{‰}$ , 相比一期先民( $N=7$ )的  $\delta^{13}\text{C}$  ( $-9.6 \pm 0.9\text{‰}$ ) 和  $\delta^{15}\text{N}$  均值 ( $8.7 \pm 0.6\text{‰}$ ), 稍有变化。先民  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  值的独立样本 T 检验显示,先民的  $\delta^{13}\text{C}$  值( $t=0.314, P=0.759 > 0.05, N=14$ ) 和  $\delta^{15}\text{N}$  值( $t=1.419, P=0.181 > 0.05, N=14$ ) 的差异,均不显著,表明两期先民的食物结构基本一致,即先民一直从事粟作农业以及家畜的饲养活动。然而,最新的动物考古研究显示,从姜寨第一期至第二期,鹿科等野生动物所占比例上升,猪等家养动物的比例下降<sup>[37]</sup>,这似乎表明先民更为依赖于狩猎活动,而减少了家畜的饲养活动。那么,如何理解稳定同位素分析与动物考古研究在探索先民食物结构上的差异呢?

我们认为,造成这种情况的原因可能有三点:1) 本研究中每期先民的个数均为 7 个,相对动物遗存来说,数量明显偏少,因而不能很好地探明不同时期内先民食物结构的变化;2) 根据最小个体数方法对各层出土动物骨骼的统计表明,史家类型层中野生动物比例较半坡类型层上升 10%<sup>[38]</sup>,两期差别较小,对先民稳定同位素比值的影响不甚明显;3) 总体上,粟类作物对先民食物的贡献所占比例较高,而动物类(包括家畜和野生动物)占的比例相对较低,家畜和野生动物比例的变化,对先民稳定同位素比值的影响较小。显然,为深入探索姜寨先民食物结构演变的过程以及其与动物比例变化的相互联系,尚需我们选取更多人和动物样品,进一步加以细致研究。

### 3.3 姜寨、史家与半坡遗址先民食物结构的差异

陕西西安半坡遗址(6800—6300 BP)<sup>[10]</sup>,陕西渭南史家遗址(6300—6000 BP)<sup>[39]</sup>和陕西临潼姜寨遗址(6900—6000 BP)<sup>[11]</sup>皆位于关中平原,地理位置邻近,文化年代均属于仰韶文化。那么,这三个遗址先民的食物结构以及粟作农业的发展水平是否存在差异呢?

图 2 为这三个遗址先民  $\delta^{13}\text{C}$  值的散点图,数据源自 Pechenkina 等<sup>[20]</sup>、蔡莲珍等<sup>[40]</sup>以及本研究。从图可以看出,姜寨遗址的先民(共 19 例,包括本研究 14 例和 Pechenkina 的 5 例)与史家遗址的先民(共 9 例)具有相似的  $\delta^{13}\text{C}$  值,而半坡遗址的先民(共 5 例,包括 Pechenkina 的 1 例和蔡莲珍的 4 例),其  $\delta^{13}\text{C}$  值明显偏负,这表明:相对于姜寨和

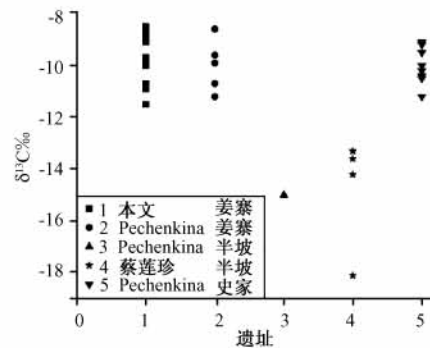


图 2 姜寨、半坡、史家先民  $\delta^{13}\text{C}$  值分布图

Fig. 2 Plot of  $\delta^{13}\text{C}$  values of human bones from Jiangzhai, Banpo, and Shijia sites

史家先民而言,半坡先民摄取了更多的 C<sub>3</sub> 类食物,可能来源于 C<sub>3</sub> 类植物、野生动物等;粟作农业在半坡遗址先民生活方式中的地位逊于姜寨和史家遗址。

姜寨、史家与半坡遗址地理位置毗邻,皆属仰韶文化且年代相近,尤其是姜寨遗址与半坡遗址相距仅 20 多公里,先民却具有迥异的  $\delta^{13}\text{C}$  值,粟作农业的发展规模也存在一定的差异。究其原因,我们认为,可能由以下两个原因所致:

1) 样品量的差异。相对姜寨(19 例)与史家(9 例)的样品量而言,半坡的样品量仅有 5 例,数量明显不足,这可能导致半坡的数据代表性不够全面,在讨论半坡总体先民食物结构及粟作农业发展时存在一定的偏差。

2) 遗址间环境的差异。研究显示,植物生长环境中因素的差异,如光照、水分状况、温度等,以及植物本身生长高度的不同(简称为冠层效应,canopy effect),都将对植物的  $\delta^{13}\text{C}$  值产生影响<sup>[41,42]</sup>,并且这种影响还可进一步在营养级中传递<sup>[43]</sup>,相应地,造成先民和动物骨胶原中  $\delta^{13}\text{C}$  值的不同。半坡和姜寨遗址的孢粉分析表明,这两个遗址主要文化层堆积形成时期气候温凉略湿,属半干旱性气候<sup>[44,45]</sup>,大环境较为相似<sup>[46]</sup>。然而,遗址的小生态环境则略有差别。通过对比半坡、史家、姜寨先民骨羟磷灰石中的 O 同位素比值<sup>[20]</sup>,发现:半坡先民具有最高的  $\delta^{18}\text{O}$  值( $-7.8\text{‰}$ ,  $N=1$ ),比姜寨( $-9.5 \pm 0.4\text{‰}$ ,  $N=5$ )和史家( $-9.4 \pm 0.1\text{‰}$ ,  $N=9$ )先民高 1.5‰ 左右,暗示半坡遗址环境可能更为温暖干燥。这种小环境的差异,很有可能对三个遗址种植的粟类作物(粟和黍)的  $\delta^{13}\text{C}$  值产生一定的影响,进而导致先民  $\delta^{13}\text{C}$  值有所不同。

综上所述,可以看出,导致三个遗址先民食物结构存在一定差异的缘由,还比较复杂。显然,为深入探索这个问题,开展更多半坡遗址人骨样品稳定同位素分析以及古环境的细致研究至关重要。

## 4 结论

对姜寨遗址第一期和第二期文化出土 16 个人骨样品进行稳定 C、N 同位素测试,结果表明:

1、先民  $\delta^{13}\text{C}$  均值为  $-9.7 \pm 1.0\text{‰}$ ,表明粟类食物(包括粟类作物以及依赖于粟类作物的动物等)在姜寨一期和二期先民的食物结构中占据绝对主导地位( $72.6 \pm 5.8\%$ );先民  $\delta^{15}\text{N}$  均值为  $8.5 \pm 0.5\text{‰}$ ,表明先民的食谱中动物资源相对较低。先民  $\delta^{15}\text{N}$  值变化范围较大( $7.8\text{‰}$ — $9.7\text{‰}$ ),暗示其肉食来源有较大差异。

2、对先民  $\delta^{13}\text{C}$  值和  $\delta^{15}\text{N}$  值相关性的分析结果表明所有样品  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  值不相关,暗示先民食物来源中含有较多的植物类食物,这很有可能与当时较为发达的粟作农业密切相关。

3、对比两期先民  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  值,发现其食谱结构并无显著性差异,表明两期先民的食物结构基本一致,即先民一直从事粟作农业以及家畜的饲养活动。食谱分析并未发现第二期先民食用更多野生动物的现象,可能原因有先民样品量偏少、第二期先民食用的野生动物比例上升较小、动物类食物在先民食谱中所占比例较小等。

4、样品 M238:1 具有与姜寨大部分先民不同的  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  比值,具体原因仍需进一步探讨。

5、对比地理位置相邻、文化年代相近的姜寨、史家、半坡遗址先民  $\delta^{13}\text{C}$  值,姜寨与史家

接近,而远高于半坡,表明半坡遗址粟作农业的种植规模要逊于姜寨和史家遗址。我们认为,不同遗址间先民  $\delta^{13}\text{C}$  值的差异,可能受半坡样品量偏少、遗址间小生态环境不同等因素的影响。

当然,本文仅就姜寨遗址同位素分析结果进行了初步探索,而囿于样品数量和种类的限制,以及半坡样品的缺乏,很多工作尚有待进一步开展,例如对两期先民肉食来源差异的讨论、不同遗址食物结构的对比、异常值的分析等等。

**致谢:**感谢两位匿名审稿专家提出的审稿意见!德国马普进化人类学研究所 Olaf Nehlich 博士、学生马颖等在实验及数据分析中给与热情帮助;文章写作过程中受到中科院研究生院科技史与科技考古系王涛等老师的关怀和指导,付巧妹、张国文、陈相龙等学生的大力支持。

### 参考文献:

- [1] 石兴邦. 下川文化的生态特点与粟作农业的起源[J]. 考古与文物, 2000, (4):17-35.
- [2] 赵朝洪, 郁金城, 王涛. 北京东胡林新石器时代早期遗址获重要发现[N]. 中国文物报, 2003年5月9日.
- [3] 郁金城, 李超荣, 杨学林, 等. 北京转年新石器时代早期遗址的发现[J]. 北京文博, 1998, (3):2-4.
- [4] 保定地区文物管理所, 徐水县文物管理所, 北京大学考古系, 等. 河北徐水县南庄头遗址试掘简报[J]. 考古, 1992, (11):961-970.
- [5] 任式楠. 中国史前农业的发生与发展[J]. 学术探索, 2005, (6):110-123.
- [6] 王吉怀. 新郑沙窝李遗址发现碳化粟粒[J]. 农业考古, 1984, (2):276.
- [7] 河北省文物管理处, 邯郸市文物保管所. 河北武安磁山遗址[J]. 考古学报, 1981, (3):303-338.
- [8] 甘肃省博物馆, 秦安县文化馆. 一九八零年秦安大地湾一期文化遗存发掘简报[J]. 考古与文物, 1982, (2):1-8.
- [9] 赵志军. 从兴隆沟遗址浮选结果谈中国北方旱作农业起源问题[C]. 见:南京师范大学编. 东亚考古. 北京:文物出版社, 2004:188-199.
- [10] 中国科学院考古研究所, 陕西省西安半坡博物馆. 西安半坡——原始氏族公社聚落遗址[M]. 北京:文物出版社, 1963:222-226.
- [11] 半坡博物馆. 姜寨——新石器时代遗址发掘报告(上、下)[M]. 北京:文物出版社, 1988:348-350.
- [12] 西北师范学院植物研究所, 甘肃省博物馆. 甘肃东乡林家马家窑文化遗址出土的粟与大麻[J]. 考古, 1984(7):654-655.
- [13] 昌潍地区艺术馆, 考古研究所山东队. 山东胶县三里河遗址发掘简报[J]. 考古, 1977, (4):262-267.
- [14] 刘军社. 黄河流域史前粟作文化遗存的发现与研究[J]. 农业考古, 2000, (3):42-44.
- [15] 中国社会科学院考古研究所山西队, 临汾地区文化局. 1978—1980年山西襄汾陶寺墓地发掘简报[J]. 考古, 1983, (1):30-42.
- [16] 黄其煦. “灰像法”在考古学中的应用[J]. 考古, 1982, (4):418-420.
- [17] 王昌燧. 蓬勃发展的科技考古学[J]. 中国科学基金, 2009, (3):139-144.
- [18] Hu Y, Wang S, Luan F, *et al.* Stable isotope analysis of humans from Xiaojingshan site: implications for understanding the origin of millet agriculture in China[J]. *J Archaeol Sci*, 2008, (35):2960-2965.
- [19] Barton L, Newsome SD, Chen FH, *et al.* Agricultural origins and the isotopic identity of domestication in northern China [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2009, 106(14):5523-5528.
- [20] Pechenkina EA, Ambrose SH, Ma XL, *et al.* Reconstructing northern Chinese Neolithic subsistence practices by isotopic analysis[J]. *J Archaeol Sci*, 2005, (32):1176-1189.
- [21] Richards MP, Hedges REM. Stable Isotope Evidence for Similarities in the Types of Marine Foods Used by Late Mesolithic Humans at Sites Along the Atlantic Coast of Europe[J]. *J Archaeol Sci*, 1999, (26):717-722.

- [22] Jay M, Fuller BT, Richards MP, *et al.* Iron Age breastfeeding practices in Britain: isotopic evidence from Wetwang Slack, East Yorkshire[J]. *Am J Phys Anthropol*, 2008, (136):327-337.
- [23] DeNiro MJ. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction[J]. *Nature*, 1985, (317):806-809.
- [24] Hedges REM. Bone diagenesis: an overview of processes[J]. *Archaeometry*, 2002, 44(3): 319-328.
- [25] 翟允祺. 姜寨遗址出土的黍粒稃壳的鉴定报告[M]. 见: 半坡博物馆. 姜寨——新石器时代遗址发掘报告(下). 北京: 文物出版社, 1988:543-544.
- [26] 张雪莲, 王金霞, 洗自强, 等. 古人类食物结构研究[J]. *考古*, 2003, (2):62-75.
- [27] McGovern PE, Zhang J, Zhang Z, *et al.* Fermented beverages of pre-and protohistoric China[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2004, (101):17593-17598.
- [28] Marino BD, McElroy MB. Isotopic composition of atmospheric CO<sub>2</sub> inferred from carbon in C<sub>4</sub> plant cellulose[J]. *Nature*, 1991, (349): 127-131.
- [29] 胡耀武, 王根富, 崔亚平, 等. 江苏金坛三星村遗址先民的食谱研究[J]. *科学通报*, 2007, 52(1):85-88.
- [30] DeNiro MJ, Epstein S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals[J]. *Geochim Cosmochim Acta*, 1978, (42):495-506.
- [31] Schwarcz HP. Some theoretical Aspects of Isotope Paleodite Studies[J]. *J Archaeol Sci*, 1991, (18):261-275.
- [32] Emery KF, Wright LE, Schwarcz H. Isotopic Analysis of Ancient Deer Bone: Biotic Stability in Collapse Period Maya Land-use[J]. *J Archaeol Sci*, 2000, (27):537-550.
- [33] Hedges REM, Reynard LM. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology[J]. *J Archaeol Sci*, 2007, (34):1240-1251.
- [34] Drucker DG, Bridault A, Iacumin Z, *et al.* Bone stable isotopic signatures(<sup>15</sup>N, <sup>18</sup>O) as tracers of temperature variation during the Late-glacial and early Holocene: case study on red deer *Cervus elaphus* from Rochedane (Jura, France)[J]. *Geol J*, 2009, (44):593-604.
- [35] Fu QM, Jin SA, Hu YW, *et al.* Agricultural development and palaeodietary study of Gouwan site, Xichuan, Henan[J]. *Chinese Sci Bull*, 2010, (7):614-620.
- [36] 高强, 张青. 姜寨史前聚落的经济类型[C]. 见: 西安半坡博物馆编. 史前研究: 西安半坡博物馆成立四十周年纪念文集. 西安: 三秦出版社, 1998:300-311.
- [37] 祈国琴. 姜寨新石器时代遗址动物群的分析[M]. 见: 半坡博物馆. 姜寨——新石器时代遗址发掘报告(下). 北京: 文物出版社, 1988:504-538.
- [38] 袁靖. 论中国新石器时代居民获取肉食资源的方式[J]. *考古学报*, 1999, (1):1-22.
- [39] 西安半坡博物馆, 渭南文化馆. 陕西渭南史家新石器时代遗址[J]. *考古*, 1978(1):41-53.
- [40] 蔡莲珍, 仇士华. 碳十三测定和古代食谱研究[J]. *考古*, 1984, (10):945-955.
- [41] Brück H, Payne WA, Sattelmacher B. Effects of Phosphorus and Water Supply on Yield, Transpirational Water-Use Efficiency, and Carbon Isotope Discrimination of Pearl Millet[J]. *Crop Sci*, 2000, (40):120-125.
- [42] Tieszen LL. Natural variations in the carbon isotope values of plants: Implications for archaeology, ecology, and paleoecology[J]. *J Archaeol Sci*, 1991, (18):227-248.
- [43] van der Merwe NJ, Medina E. The canopy effect, carbon isotope ratios and foodwebs in amazonia[J]. *J Archaeol Sci*, 1991, (18):249-259.
- [44] 王开发. 姜寨遗址孢粉分析[M]. 见: 半坡博物馆. 姜寨——新石器时代遗址发掘报告(下). 北京: 文物出版社, 1988:539-541.
- [45] 周昆叔. 西安半坡新石器时代遗址的孢粉分析[M]. 见: 中国科学院考古研究所, 陕西省西安半坡博物馆. 西安半坡——原始氏族公社聚落遗址. 北京: 文物出版社, 1963:270-272.
- [46] 张宏彦. 渭水流域全新世环境变化的初步研究[C]. 见: 周昆书, 宋豫秦主编. 环境考古研究(第二辑). 北京: 科学出版社, 2000:145-151.



## Stable Carbon and Nitrogen Isotope Evidence in Human Diets Based on Evidence from the Jiangzhai Site, China

GUO Yi<sup>1,2,3,4</sup>, HU Yao-wu<sup>2,3</sup>, GAO Qiang<sup>5</sup>, WANG Chang-sui<sup>2,3</sup>,  
Michael P. RICHARDS<sup>1</sup>

(1. *Department of Human Evolution, Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig, Germany, D-04103*; 2. *Department of Scientific History and Archaeometry, Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049*;

3. *Laboratory of Human Evolution and Archaeometry of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044*;

4. *Department of Cultural Heritage and Museology, Zhejiang University, Hangzhou 310028*;

5. *Xi'an Ban Po Museum, Xi'an 710038*)

**Abstract:** Abstract: Although human dietary evidence from the Jiangzhai site has already been investigated, there are some important issues that have not been discussed clearly, such as whether these human diets changed between periods, and whether there were any differences in human diets among the Banpo, Shijia and Jiangzhai sites. Considering these concerns, stable carbon and nitrogen isotopic analysis on ancient human bones from the Jiangzhai site was reanalyzed. The values of carbon isotopes of human bone collagen ( $-11.5‰ \sim -8.5‰$ , with a mean value of  $-9.7 \pm 1.0‰$ ,  $N = 14$ ) and the archaeological remains of millet ( $C_4$  plant) revealed that millet was the primary food resource for humans. The values of nitrogen isotope ( $7.8‰ \sim 9.7‰$ , with a mean value of  $8.5 \pm 0.5‰$ ,  $N = 14$ ) suggested that animal resources contributed a low proportion of the human diets. There was no correlation between human  $\delta^{13}C$  data and  $\delta^{15}N$  data, which suggested that the ancient human diet from this site was mainly based on highly developed millet agriculture at that time. In addition, there was no significant difference in the human diets between the two periods, which was a different result from the archaeozoological results. This result was probably because that the sample size of humans was small, the ratio of wild animal meat in human diets in the second period increased only a little, and meat was not a significant resource to human diets in both periods. Although the nearby Jiangzhai, Shijia and Banpo sites belonged to the same period, the mean  $\delta^{13}C$  value of human bones from the Jiangzhai site ( $-9.7 \pm 1.0‰$ ,  $N = 19$ ) was similar to that of the Shijia site ( $-10.0 \pm 0.7‰$ ,  $N = 9$ ), but much higher than that of the Banpo site ( $-14.8 \pm 1.9‰$ ,  $N = 5$ ). These results suggested that millet agriculture at the Banpo site was inferior to that of the Jiangzhai and Shijia sites, which might be related to the small sample size of humans at the Banpo site and the differing paleoenvironments of these three sites.

**Key words:** Paleodiet; Stable isotopes; Millet agriculture; Paleoenvironment; Jiangzhai site