

# 内蒙古察右前旗庙子沟遗址新石器时代人骨的稳定同位素分析

张全超<sup>1</sup>, Jacqueline T. ENG<sup>2</sup>, 魏 坚<sup>3</sup>, 朱 泓<sup>1</sup>

(1. 吉林大学边疆考古研究中心,长春 130012;  
2. Department of Anthropology, Western Michigan University, Kalamazoo USA 490008;  
3. 中国北京大学历史学院,北京 100872)

**摘要:** 稳定同位素分析技术近年来发展为复原古代民族食物结构、社会经济模式的有效手段。本文在应用该技术对庙子沟新石器时代遗址出土人骨中的C、N同位素比值进行了测定。结果显示,庙子沟新石器时代居民日常饮食习惯中保持着相当比例的动物性食物摄入,植物类食物的摄入中以C<sub>4</sub>类植物为主。结合其他相关资料,我们认为该组居民是以农业生产方式为主,狩猎业、采集业和渔猎业在经济生活中占据重要地位。本文的研究结果可以为复原新石器时代北方农牧交错带居民的经济模式研究提供有益的线索。

**关键词:** 新石器时代; 庙子沟遗址; 稳定同位素分析; 食物结构

中图法分类号: Q981 文献标识码: A 文章编号: 1000-3193 (2010) 03-0270-06

庙子沟遗址,位于内蒙古自治区乌兰察布市察右前旗乌拉哈乌拉乡庙子沟村南的山坡上,西北距察右前旗政府所在地—土贵乌拉镇约12.5km,北距黄旗海最近距离约7km,呼(呼和浩特)一大(大同)公路在遗址与黄旗海之间的二级台地上东西穿行。遗址所在地属于黄旗海南岸的丰镇丘陵地带,庙子沟遗址南北长约220m,东西宽约120m,发掘面积约10500m<sup>2</sup>,以南部遗址、遗物较为丰富。通过对遗址的发掘清理,共发掘出房址52座,灰坑、窖穴139个,墓葬42座,出土及复原各类陶器664件,石器518件,骨、角、蚌器81件,此外,遗址还出土了大量牛、羊、鹿、猪、狗和少量水生动物的遗骸。庙子沟遗址以布局井然的村落,制作精美的陶器和几何形彩陶图案,以及磨制精致的石器和骨制品的风格而独具特色。是目前内蒙古中南部地区发掘面积最大、遗迹保存最完整、出土遗物最为丰富的仰韶晚期阶段的遗址,庙子沟遗址地处于内蒙古东西部通过张家口南下中原的三岔路口上,由于其重要的地理位置,使得这一遗址的发掘和研究,有助于我们逐步揭示北方地区的多种文化面貌,探讨这一地区与中原的文化联系和相互影响,从而进一步研究我国多民族国家形成的历史过程<sup>[1]</sup>。

近几十年来,古代人群的食物结构研究已经成为科技考古学的一个重要组成部分,也是

收稿日期: 2008-11-27; 定稿日期: 2009-07-30

基金项目: 国家基础科学人才培养基金项目(J0030094);吉林大学基本科研业务费资助项目(2008JC004)。

作者简介: 张全超(1977-),男,辽宁省沈阳市人,吉林大学边疆考古研究中心副教授,博士,主要从事体质人类学和生物考古学研究。

通讯作者: 朱泓(1951-),男,吉林大学边疆考古研究中心教授,博士生导师。E-mail: zhuhong@bjkg.com

当前国际科技考古学研究领域的一项前沿性课题。重建古代食物结构的有效方法通常是利用人类骨骼的化学元素分析(包括稳定同位素分析和微量元素分析)。其中利用古代居民骨骼和牙齿进行稳定同位素分析的方法已经成为这项研究的一个十分有效的途径,对全面科学地复原与重建古代社会具有重要的启示作用。本文通过对庙子沟遗址出土人骨中C、N同位素比值的测定,初步探讨了该遗址古代居民的食物结构,这是对内蒙古中南部地区新石器时代遗存首次进行该方面的研究工作,将为进一步复原该时期古代人群的食物结构和经济类型积累宝贵的科学参考数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品处理

选取股骨骨干中段锯取约3cm<sup>3</sup>作样品,先用无菌刀片和毛刷去除骨样表面污垢,清洗骨样,在研钵中磨碎,过筛,收集介于0.25—0.5mm之间的粉末骨样。在天平上称取一定质量的粉末骨样,倒入事先放有玻璃丝的杀青漏斗中,使骨样较为均匀地分布于玻璃丝上。加入0.2M HCl进行脱钙,大约3天左右,每隔一天换一次溶液,直到漏斗中看不到颗粒为止。换用蒸馏水洗至中性。再加入0.125M NaOH,室温放置20小时,期间搅拌以除去骨样中掺杂的腐殖酸等。用蒸馏水洗至中性后,在0.001M HCl(PH=3)95℃浸泡10小时,趁热过滤,烘至近干后冷冻干燥,收集明胶化的骨胶原。

### 1.2 样品测试

利用锡箔杯将骨胶原包好,放在自动进样器内,通过自动进样器将样品送到元素分析仪氧化炉燃烧(1020℃),所释放出的NO<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>通过还原炉还原(650℃),经色谱柱分离、纯化后进入DELTA plus型同位素比值质谱仪(isotope-ratio mass spectrometers,IRMS)测定C和N的稳定同位素比值。C和N均以标定的钢瓶气为标准,用IAEA-N-1标定氮钢瓶气(以空气为基准),用USGS 24标定碳钢瓶气(以PDB为基准),同时与相关单位进行横向校正。C同位素的分析精度为0.11‰,N同位素的分析精度为0.12‰。C和N稳定同位素比值的计算公式为:

$$\delta^{13}C = \left\{ \frac{[(^{13}C/^{12}C)_{sample} - (^{13}C/^{12}C)_{standard}]}{(^{13}C/^{12}C)_{standard}} \right\} \times 1000\text{‰}$$

$$\delta^{15}N = \left\{ \frac{[(^{15}N/^{14}N)_{sample} - (^{15}N/^{14}N)_{standard}]}{(^{15}N/^{14}N)_{standard}} \right\} \times 1000\text{‰}$$

## 2 结果与分析

### 2.1 骨样的污染检验

判断骨样中骨胶原是否受到污染,是运用稳定同位素分析推断古代居民食物结构的前提条件。当骨样发生污染,骨胶原将在各种因素的影响下发生降解,而C和N的含量也相应随之降低。因此,骨胶原中C和N的含量,成为检验骨胶原保存状况的一个重要的指标。一般认为,现代骨骼中骨胶原的C含量约为41%,N含量为15%,C/N比值为3.20<sup>[2]</sup>。由表1可知,该组样品的骨胶原中,C的含量为43.29%—43.94%,平均值为43.56%(加上标

准方差)。N 的含量为 15.96%—16.34%, 平均值为 16.15% (加上标准方差), C 和 N 的含量均接近现代骨骼中骨胶原的含量, 并没有因为在长期的埋藏过程中而全部分解。此外, 骨胶原的 C/N 摩尔比值是判断骨样受污染程度的另一项重要指标。DeNiro 等认为, 如果 C/N 比值在 2.9—3.6 之间, 说明该样品保存较好, 测定<sup>13</sup>C 和<sup>15</sup>N 的结果也比较可靠<sup>[3]</sup>。如果 C/N 比值高于 3.6, 说明骨样中可能受到腐殖酸的污染, 如果 C/N 比值低于 2.9, 说明骨胶原中很可能掺杂了一定量的无机物质<sup>[4]</sup>。表 1 的结果显示, 该组样品的 C/N 比值均落在了未污染样品的范围之内, 且 C/N 比值的平均值为 3.15, 接近于现代骨胶原的 C/N 比值, 表明骨胶原保存较好, 可用于稳定同位素分析。

表 1 样品的分析测试值

Tab. 1 Results of C/N in bone from Miaozigou Site

墓葬编号	N%	C%	$\delta^{15}\text{N} (\text{\textperthousand})$	$\delta^{13}\text{C} (\text{\textperthousand})$	C/N
85QMM7	16.14	43.45	9.39	-7.46	3.14
86QMM17	16.34	43.94	9.04	-6.89	3.14
85QMM10:1	16.19	43.43	9.23	-7.06	3.13
86QMM16	16.05	43.50	8.97	-7.01	3.16
87QMM33	16.20	43.79	9.47	-7.08	3.15
86QMM29:2	16.19	43.64	9.00	-7.48	3.15
85QMM6	15.96	43.29	9.44	-7.48	3.16
86QMM19:2	16.22	43.70	9.30	-7.14	3.14
86QMM29:3	16.04	43.29	9.29	-7.12	3.15

## 2.2 先民食谱分析

由表 1 可知, 所有样品的  $\delta^{13}\text{C}$  值较为集中的分布在 -6.89‰—-7.48‰ 范围内, 平均值为 -7.19‰(加上标准偏差), 明显居于 C<sub>4</sub> 类食物(因为也可包括以 C<sub>4</sub> 类植物为食的动物)的范围之内。与  $\delta^{13}\text{C}$  值相同  $\delta^{15}\text{N}$  值的分布状况同样较为集中, 位于 8.97‰—9.47‰ 之间(加上标准偏差), 充分说明了动物性食物在庙子沟先民食物中的比例基本相似。

N 在不同营养级之间存在着同位素的富集现象, 按营养级的上升, 每上升一级, 大约富集了 3—4‰。即食草类动物骨胶原中的  $\delta^{15}\text{N}$  比其所吃食物富集 3—4‰, 以食草类动物为食的食肉类动物又比食草类动物富集 3—4‰<sup>[5]</sup>。其中食草类动物的  $\delta^{15}\text{N}$  值大约为 3—7‰, 一级食肉类动物以及各种鱼类  $\delta^{15}\text{N}$  值为 9—12‰, 杂食动物  $\delta^{15}\text{N}$  值则在 7—9‰ 之间(参考文献)。因此, 根据  $\delta^{15}\text{N}$  值, 我们大体可以推断先民所处的营养级级别, 庙子沟遗址新石器时代居民骨骼中的  $\delta^{15}\text{N}$  值为 8.97‰—9.47‰, 平均值为 9.23‰, 表明其生前的食物结构中动物性食物的摄入占有相当的比例。

## 3 讨论

通过对庙子沟遗址新石器时代居民骨骼中  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\delta^{15}\text{N}$  值测定, 我们对该遗址居民的食物结构有了一个初步了解, 得出了以下几点认识:

3.1 庙子沟遗址中发现有大量的农业生产工具, 如石斧、石刀、石铲, 加工粮食用的大型石磨盘、石磨棒等, 最具代表性的小口双耳罐和漏斗的大量伴出, 以及在窖穴中成批储存陶器等一系列现象, 充分反映了当时农业生产的发达程度, 农业很可能是当时经济生活中的支柱。

性产业，为庙子沟居民提供了最主要的粮食供给。此外，遗址中多数的房址内均发现有研磨、捣碎食物的地臼，表明采集业在这一时期也相当发达，是农业生产的重要补充手段，也提供了更多副食产品的选择。可见，新石器时代的庙子沟人已经学会最大限度地开发原始农业。

庙子沟遗址类遗存是内蒙古河套地区在白泥窑文化的基础上吸收了庙底沟、红山、马家窑等文化的因素，在仰韶晚期形成的一种新的考古学文化类型，具有十分明显的地域特征<sup>[6]</sup>，而关于庙子沟文化居民的种系渊源问题，严文明先生曾根据考古学文化特征的分析做出推断，认为内蒙古中南部地区富有特色的远古文化的形成是由于在中原地区仰韶文化繁荣发达时期，部分仰韶农人沿着黄河河谷北上开拓新的农田，来到富饶的河套地区安营扎寨，与当地居民混合共存的结果<sup>[7]</sup>。考古学研究结果表明：在仰韶时期中国北方地区的古代文化有了很大的发展，农业生产规模扩大，与农业相关的生产工具和生产技术趋于完善，以粟和黍为代表的旱地农作物以及饲养的家畜成为了当时人们的主要食物来源<sup>[8]</sup>！本文测试的所有样品的 $\delta^{13}\text{C}$ 值较为集中的分布，在 $-6.89\text{\textperthousand}—-7.48\text{\textperthousand}$ 之间，反映了该遗址新石器时代居民的植物性食物中以C<sub>4</sub>类植物为主，而粟和黍等北方旱作农业的代表性谷物，很可能随着人群的迁徙和文化的传播成为庙子沟人日常种植的主要农作物。

庙子沟新石器时代居民骨骼中的 $\delta^{15}\text{N}$ 值略显偏高，表明该组居民在日常饮食习惯中动物性食物摄入占有相当的比例，暗示出家畜饲养业和狩猎业在当时的经济生活中占据重要的位置。庙子沟遗址动物骨骼鉴定结果表明：该遗址中出土的动物骨骼以野生动物为主，有野猪、黄羊、马鹿、牛、野马、野驴、狐、熊等<sup>[9]</sup>，马鹿、牛以及狍子等大型的动物骨架常常出现在该遗址的窖穴和灰坑中，此外遗址中还出土相当数量的动物骨角器，水晶和燧石制作而成的石镰以及鹿角制成的箭头等，反映了狩猎经济的普遍存在。庙子沟遗址所在的黄旗海盆地地区的湖泊演化研究表明：在距今5000年左右的庙子沟遗址高出现在的湖面50—60m，原始居民完全可以开展渔猎活动充分利用黄旗海中丰富的水产资源，同时又可以躲避洪水的侵袭<sup>[10]</sup>，庙子沟遗址的软体动物的鉴定报告表明，该遗址出土有杜氏珠蚌、湖蓝蚬以及各种螺类<sup>[11]</sup>，遗址中还常常伴出使用各种蚌、螺壳制成的装饰品，反映了这些软体动物和当时人类的关系十分密切。黄旗海南岸有利的地理环境为庙子沟人提供了渔猎机会，使其成为当时居民经济生活的一项重要补充。而丰富的水产品的摄入也是造成该遗址居民骨骼中的 $\delta^{15}\text{N}$ 值略显偏高的一个重要因素。总之，庙子沟遗址所反映出的以农业为主，采集、狩猎与渔猎经济为辅的经济形态，与骨骼中的稳定同位素分析结果互相吻合。

**3.2 庙子沟遗址所在的黄旗海地区全新世以来的环境演变研究表明：**中全新世前期该地区的气候以暖湿为主，相当于全新世气候最宜期，降水充沛，自然地带相当于暖温带，植被分布是以桦、椴、榆为主的阔叶林；在中全新世后期气候转为暖干，湖面开始下降，在距今5500年前后左右湖面波动区域稳定，植被以松属、禾本科为主的森林草原，木本植物减少，干燥化明显<sup>[7]</sup>。一般来说，温暖湿润的环境更加适于人类文明的发展和繁荣，而庙子沟遗址的年代恰恰处在中全新世后期的暖干阶段，错过了文化发展的最适宜期，尽管如此，庙子沟人仍然积极地推动和丰富了原始的农业经济，还充分利用了黄旗海南岸的有利地理环境开展了采集、狩猎和渔猎经济，丰富了食物的来源，同时也促进了生产方式的多元化和文化的多元化，进而在黄旗海沿岸建立了颇具规模的聚落遗址，创造出了独具特色的庙子沟文化，也正是在气候、环境逐渐恶化的启始阶段，庙子沟人推动内蒙古中南部地区新石器时代晚期的原始文

化进入到了一个最为发达的阶段。正如魏坚先生所言“则黄旗海地区的庙子沟文化,恰恰是在环境逐步恶化的启始阶段发展到其鼎盛的。”

#### 4 结论

本文对庙子沟遗址仰韶晚期阶段出土人骨进行了 C 和 N 稳定同位素分析,并尝试对该时期古代居民的食物结构进行复原,研究结果表明:

1. 用于本次测试的 9 例人骨骨骼标本保存状况很好,全部可用于做稳定同位素测试,且获得了比较理想的测试结果。

2. 人骨中的  $\delta^{13}\text{C}$  值分布较为集中 ( $-6.89\text{\textperthousand}—7.48\text{\textperthousand}$ ),反映了庙子沟新石器时代先民食物结构以 C<sub>4</sub> 类食物为主,粟和黍等北方旱作谷物很可能是庙子沟人日常种植的主要农作物。 $\delta^{15}\text{N}$  值 ( $8.97\text{\textperthousand}—9.47\text{\textperthousand}$ ) 则表明先民在日常饮食习惯中动物性食物摄入占有相当的比例,大量野生动物骨骼以及石镰、骨角箭头的发现暗示了肉食的获取很可能来自狩猎经济。而遗址中普遍发现的各种蚌、螺壳以及用其制成的装饰品暗示了渔猎经济与庙子沟人的生活密切相关并为庙子沟人提供了丰富的水产品,而水产品的摄入也是造成该遗址居民骨骼中的  $\delta^{15}\text{N}$  值略显偏高的一个重要因素。

3. 庙子沟遗址所处的年代恰恰处在中全新世后期的暖干阶段,错过了文化发展的最适宜期。尽管如此,庙子沟人仍然积极地推动和丰富了原始的农业经济,还充分利用了黄旗海南岸的有利地理环境开展了采集、狩猎和渔猎经济,丰富了食物的来源,同时也促进了生产方式的多元化和文化的多元化。

4. 最后必须指出的是,本文分析的样品只占整个庙子沟遗址出土人骨的一部分,由于该遗址发掘时代久远,我们很难再得到更多的样品进行测试,因此,不能对整个遗址先民的食物结构进行全面的复原,这确实是一个遗憾。但我们相信,以此为契机,更多地利用人类骨骼的化学分析(包括稳定同位素分析和元素分析)在该地区持续开展研究工作,将会加深对内蒙古中南部地区新石器时代先民经济形态的更加全面的认识。

致谢:文中的试验部分是由吉林大学的金海燕先生和中国农业科学院李玉中博士协助完成的,在此一并致以衷心的感谢。

#### 参考文献:

- [1] 魏坚. 庙子沟与大坝沟 [C]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2003.
- [2] Ambrose SH, Butler BM, Hanson DH, et al. Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, western pacific. American Journal of Physical Anthropology [J]. 1997, 104: 343-361.
- [3] DeNiro MJ. Post-mortem preservation of alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. Nature [J]. 1985, 317:806-809.
- [4] Van Klinken GJ. Bone collagen quality indicators for palaeodietary and radiocarbon measurements. Journal of Archaeological Science [J]. 1999, 26: 687-695.
- [5] 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. Paleogeography, Paleoceanography, Paleoclimatology [J]. 1994, 107: 215-225.
- [6] 魏坚. 河套地区新石器时代文化研究的回顾 [A]. 庆祝张忠培先生七十岁论文集 [C]. 北京: 科学出版社, 2004,

121-137.

- [7] 严文明. 内蒙古中南部原始文化的有关问题 [A]. 内蒙古中南部原始文化研究文集 [C]. 北京: 海洋出版社, 1991, 3-12.
- [8] 赵志军. 有关农业起源和文明起源的植物考古学研究 [J]. 社会科学管理与评论 2005, 2: 82-91.
- [9] 黄蕴平. 庙子沟与大坝沟遗址动物遗骸鉴定报告 [A]. 庙子沟与大坝沟 [C]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2003, 599-611.
- [10] 王涛. 内蒙古黄旗海湖盆区全新世以来环境演变规律研究 [A]. 中国北方农牧交错带全新世环境演变及预测 [C]. 北京: 地质出版社, 1992, 128-139.
- [11] 汤卓炜. 庙子沟、大坝沟遗址软体动物鉴定报告 [A]. 庙子沟与大坝沟 [C]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2003, 612-614.

## Paleodietary Studies Using Stable Carbon and Nitrogen Isotopes from Human Bone: An Example from the Miaozigou Site, Qahar Youyi Qianqi, Inner Mongolia

ZHANG Quan-chao<sup>1</sup>, Jacqueline T. ENG<sup>2</sup>, WEI Jian<sup>3</sup>, ZHU Hong<sup>1</sup>

(1. Research Center for Chinese Frontier Archaeology, Jilin University, Changchun 130012;  
2. Department of Anthropology, Western Michigan University, Kalamazoo USA 490008;  
3. The School of History, The People's University of China, Beijing 100872)

**Abstract:** The Miaozigou site a very important Neolithic cultural site is located on the southern hillside of Miaozigou village, Uraharura township, Qahar Youyi Qianqi, Inner Mongolia. In this study, we examine Miaozigou human paleodiet using stable isotopic ratios of carbon and nitrogen in bone collagen. Nitrogen isotopic ratios show that the ancient inhabitants of Miaozigou ate both animal and plant products. Carbon isotope ratios show that most plant products came from C<sub>4</sub> plants. It is significant to note that the economy of the Miaozigou site is mainly agriculture with a considerable component of hunting and animal breeding.

**Key words:** Neolithic; Miaozigou; Stable carbon isotopes; Stable nitrogen isotopes; Paleodiet