

# 广东湛江鲤鱼墩遗址人骨的 C、N 稳定同位素分析: 华南新石器时代先民生活方式初探

胡耀武<sup>1 2</sup>, 李法军<sup>3</sup>, 王昌燧<sup>1</sup>, Michael P. Richards<sup>4</sup>

(1. 中国科学院研究生院科技史与科技考古系, 北京 100049;

2. 中国科学院人类演化实验室, 北京 100044; 3. 中山大学人类学系, 广州 510275;

4. Department of Human Evolution, Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig, Germany, 04103)

摘要: 相对于长江流域和黄河流域而言, 华南地区先民生活方式的了解一直较为缺乏。广东湛江鲤鱼墩遗址人骨的 C 和 N 稳定同位素分析, 显示此遗址的先民主要以海生类资源为食, 陆生资源(包括可能的块茎类原始农业和动物)只占次要地位。通过与约同时代黄河流域、长江流域先民的稳定同位素数据比较, 可以看出, 早在 6000 年前, 我国先民的生活方式就已出现 3 大类型。

关键词: 先民生活方式; 华南地区; 长江流域; 黄河流域; C、N 稳定同位素分析

中图分类号: K871.13 文献标识码: A 文章编号: 1000-3193 (2010) 03-0264-06

## 1 前言

考古资料研究表明, 早在 8000 年以前, 我国长江流域和黄河流域的先民, 就已各自开始种植稻和粟以及驯化家畜; 6000 多年前, “南稻北粟”的格局基本形成, 稻作农业和粟作农业以及家畜的饲养成为先民主要的生活方式<sup>[1]</sup>。然而, 与两大流域相比, 华南地区先民生活方式发展的脉络, 迄今为止, 仍然存在较大争议。

万年前广东英德牛栏洞遗址水稻植硅体的发现, 曾经一度使得学者们认为华南地区是中国栽培稻的起源地之一。但是, 该遗址植硅体形态“在水稻演化序列上处于一种原始状态”, 其究竟是否为栽培稻的雏形仍然缺乏科学的判断<sup>[2]</sup>。此外, 在广西桂林甑皮岩遗址(约万年前)开展的系统浮选, 也没有发现任何与稻作农业相关的植物遗存, 而直到 6000 年前的广西资源晓锦遗址二、三期和广西顶螺山遗址的第四期, 栽培稻的植硅体才开始出现。由此, 赵志军认为, 距今 6000 年以前, 华南地区的先民, 并没有从事原始稻作农业。相反, 根据甑皮岩遗址一定量碳化块茎类植物的出土, 赵志军推测, 华南地区可能存在着种植块茎类植物的原始农业<sup>[3]</sup>。此外, 虽然在华南地区不少遗址中均发现了大量的动物骨骼, 但这些动物是否已处于家养状态, 即先民是否已经开始家畜的饲养, 仍然不甚明朗。对出土于贝丘遗址的先民, 人们也仅仅简单地将他们归结为以渔猎为生, 而缺乏对先民食物结构的细致解

收稿日期: 2009-08-31; 定稿日期: 2009-10-19

基金项目: 中国科学院知识创新工程(KJ CX3. SYW. N12); 国家自然科学基金(40702003); 中国科学院-德国马普学会伙伴小组项目; 中科院规划局项目(KACX1-YW-0830); 中山大学青年教师桐山基金项目(11400-9350094)资助。

作者简介: 胡耀武, 中国科学院研究生院科技史与科技考古系教授, 主要从事生物考古学研究。E-mail: ywhu@gucas.ac.cn

读。无疑,我国华南地区先民的食物结构和生活方式,仍需进一步探索。

通过古代人骨中 C、N 稳定同位素的分析,揭示先民的食物结构,探索先民的生活方式,是目前国际生物考古界的主要研究方法之一。因骨骼保存情况的差异,我国先民食物结构的研究工作,还主要集中在黄河流域<sup>[4-6]</sup>,长江流域也偶有涉及<sup>[7]</sup>,但华南地区尚属空白。近些年来,华南地区发现了一批保存相对较为完好的人骨,为我们提供了宝贵的研究资料。为此,本文拟通过对广东湛江鲤鱼墩遗址中出土人骨的 C、N 同位素分析,在揭示其食物结构的基础上,了解华南地区先民的生活方式,并通过与黄河流域和长江流域人骨(约同时代)稳定同位素数据的比较,初步探讨三大地区之间先民生活方式的差异。

鲤鱼墩遗址位于广东省北部湾东岸的遂溪县江洪镇北草村委会东边角村东南之鲤鱼墩<sup>[8]</sup>。文化堆积分为 6 层,除表土外,第 2—6 层为新石器文化层。其中,第 2—5 层为贝壳堆积,第 6 层为黄色沙土层。就文化风格而言,鲤鱼墩的 4—6 层与广西邕宁顶蛳山三期有较多相似处,3 层与顶蛳山四期和广东曲江石峡遗址一期有较多共同因素。目前,<sup>14</sup>C 测年数据有两个:4 层为  $5050 \pm 100$ ,2 层为  $3120 \pm 90$ ,估计最早距今 6、7 千年。共发现墓葬 8 座,其中 M6、M7 和 M8 地层关系最明确,都开口于 5 层下,打破 6 层,其余的地层已被扰乱。遗址中出土物主要有贝类、鱼骨和兽骨等。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料的选择

样品全部选自鲤鱼墩遗址,从 8 个墓葬中挑选 7 个相对保存较好的个体,以墓葬号代表样品号。

### 2.2 骨胶原的制备

骨样的处理程序,主要依据 Jay 等<sup>[9]</sup>。机械去除骨样内外表面的污染物,取少许骨样,称重后,4℃下置于 0.5M HCl 中浸泡,每隔 3—4 天换新鲜酸液,直至骨样变松软、无明显气泡为止。离心,弃去酸液,蒸馏水清洗至中性。加入 pH=3 的 HCl 酸液,70℃加热 48 h,使其完全明胶化。初步过滤后,再使用 Millipore Amicon Ultra-4 过滤器离心过滤,收集分子量大于 30KD 的溶液,冷冻过夜,次日冷冻干燥得骨胶原,称重,计算骨胶原得率(骨胶原重量/骨样重量)。

表 1 样品出土地点、骨胶原得率、C 和 N 含量及稳定同位素比值

Tab. 1 Locations, collagen contents of bones, C and N contents and stable isotope ratios in bone collagen

人骨出土地点	骨胶原得率 /%	C 含量 /%	N 含量 /%	C: N	$\delta^{13}\text{C}$ /‰	$\delta^{15}\text{N}$ /‰
M3						
M7	1.1	17.4	6.3	3.2	-17.9	12.8
M2	1.2	5.3	1.4	4.5	-20.0	13.2
M8	0.8					
M4	0.3					
M5	0.4					
M6	1.1	16.8	6.0	3.3	-16.1	14.8

注:①表中空白表明提取出的“骨胶原”皆不是骨中原始的骨胶原,无 C 和 N。

②斜体表示样品的骨胶原已经受到污染,不能用作食谱分析。

7 个样品中 6 个样品可提取出骨胶原,骨胶原的得率均很低。各样品的出土地点和骨胶原得率,如表 1 所示。

### 2.3 C、N 稳定同位素的测试

取少许骨胶原,称重,于元素分析仪联用的稳定同位素质谱仪(Thermo Finnigan DELTA plus XL)上测试其 C、N 含量及同位素比值。C、N 同位素比值分别以  $\delta^{13}\text{C}$ (相对 V-PDB)、 $\delta^{15}\text{N}$ (相对 AIR)表示,分析精度各为 0.1‰和 0.2‰(表 1)。

## 3 结果与讨论

### 3.1 骨骼的污染

人体死亡掩埋后,埋藏环境的湿度、温度以及微生物等诸因素,都将影响骨骼的保存,破坏其完整结构,改变其化学组成,这就是所谓的骨骼污染(Bone contamination),也称为骨骼的成岩作用(Bone diagenesis)<sup>[10]</sup>。一旦骨骼发生污染,其化学成分与食物化学成分间的对应关系将不复存在,古食谱的重建也就无从谈起。

骨胶原属于胶原蛋白,必然含有 C 和 N。然而,鲤鱼墩遗址的 4 个样品(M3、M8、M4 和 M5)提取出的骨胶原皆不含 C 和 N,表明这些样品在长期的掩埋过程中,骨胶原已经全部降解。此外,剩余的 3 个样品(M7、M2、M6),其 C、N 含量也显著低于现代样品(41% C 和 15% N<sup>[11]</sup>),反映了该 3 个样品中的骨胶原,也已发生较大程度的降解。然而,判断骨胶原是否污染的最重要指标,当属骨胶原的 C/N 摩尔比值。DeNiro 等<sup>[12]</sup>认为,比值在 2.9—3.6 之间,可认为骨胶原保存较好,而小于 2.9 或大约 3.6 表明骨胶原中的 C 或 N 已受到污染,不宜进行食谱分析。不难发现,剩余 3 个样品中,只有 M7、M6 的 C/N 摩尔比值,落于未污染样品范围内,表明这两个样品的骨胶原虽已发生较大程度的降解,但仍然保持了其起初的生物学和化学特性,可视为未污染样品。

### 3.2 先民的食物结构分析

根据光合作用途径的不同,陆生绿色植物可基本分为两类,即 C<sub>3</sub> 植物和 C<sub>4</sub> 植物。C<sub>3</sub> 植物,如稻、麦、大部分树木、灌木等,具有低的  $\delta^{13}\text{C}$  值,平均值为为 -26.5‰;而 C<sub>4</sub> 类植物,如粟、玉米、高粱、大部分草类等,其  $\delta^{13}\text{C}$  值通常较高,平均值为 -12.5‰<sup>[13]</sup>。与陆生植物利用大气中的 CO<sub>2</sub> 不同,海生植物以溶解在海水中的 CO<sub>2</sub> 作为碳源,其  $\delta^{13}\text{C}$  值位于 C<sub>3</sub> 类植物与 C<sub>4</sub> 类植物之间<sup>[14]</sup>。当植物被动物所食,这种差异将贯穿整个食物链。在植物的 C 经消化吸收转化为动物骨胶原中的 C 过程中,  $\delta^{13}\text{C}$  值将发生约 5‰的富集<sup>[15]</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% C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub> 类为食的动物,其  $\delta^{13}\text{C}$  值分别为 -21.5‰和 -7.5‰。那么,以海生物为食的动物,其  $\delta^{13}\text{C}$  值理应落于 -21.5‰和 -7.5‰范围内。鲤鱼墩遗址未污染样品(M6 和 M7),其  $\delta^{13}\text{C}$  值分别为 -16.1‰和 -17.9‰,反映了他们食物中的 C 可能存在两种来源:1)兼具 C<sub>3</sub> 类和 C<sub>4</sub> 类;2)海生类。

与 C 同位素主要反映食物的种类相比, N 同位素更多地用以确定动物在食物链中的营养级。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‰,这意味着植食动物比其所食的植物  $\delta^{15}\text{N}$  值约富集 3‰—5‰,而肉食动物又比植食动物  $\delta^{15}\text{N}$  值富集 3‰—5‰<sup>[16]</sup>。故此,若以 3‰作为区分营养级的标准,通常在陆生环境中,杂食类动物的  $\delta^{15}\text{N}$  值

为 7‰—9‰, 肉食类动物的  $\delta^{15}\text{N}$  值则大于 9‰。对于以淡水类为主的动物, 其  $\delta^{15}\text{N}$  值略高于陆生环境下同营养级的动物, 而以海生类食物为主的动物, 其  $\delta^{15}\text{N}$  值则最高<sup>[17]</sup>。鲤鱼墩遗址样品 M6 和 M7, 其  $\delta^{15}\text{N}$  值分别高达 14.8‰ 和 12.8‰, 远远高于 9‰, 且其  $\delta^{13}\text{C}$  值介于  $\text{C}_3$  和  $\text{C}_4$  类之间, 进一步表明其食物中包含了大量的海生类资源。

虽然遗址中出土了不少陆生动物骨, 表明狩猎活动当为先民的谋生手段之一, 但大量的贝类和鱼骨, 则暗示先民可能更多地以渔业为生。人骨的稳定同位素分析, 更加清晰地显示出先民的食物以海生类为主, 可能来源于海中的贝类及鱼类, 而陆生动物在人们的食物结构中只处于辅助地位。

众所周知, 华南地区水系纵横, 自然条件十分优越, 可为先民提供极为丰富的动植物资源。虽然以种植块茎类植物的原始农业在华南地区早在万年前就有可能出现<sup>[3]</sup>, 但显然不可能成为先民主要的生活方式。鲤鱼墩遗址人骨的稳定同位素分析显示, 其先民主要以海生类作为主要食物来源, 陆生食物在人类的食物中只居次要地位。

### 3.3 我国不同地区先民生活方式的差异

我国黄河流域新石器若干遗址人及动物的稳定同位素分析, 表明虽然早在 8000 年前先民就已开始种植粟类(包括粟和黍)作物和驯养家畜, 但直至 1000 年后, 粟作农业和家畜才真正发展起来<sup>[5, 18, 19]</sup>。反观我国的长江流域, 尽管稻作农业发展较早, 但人骨的稳定同位素分析表明, 先民更多地依赖于渔猎活动, 家畜的饲养并不普遍<sup>[7]</sup>。

表 2 为已发表的黄河流域仰韶文化若干遗址<sup>[20]</sup>、长江流域江苏金坛三星村遗址<sup>[7]</sup>以及本研究中的稳定同位素数据, 图 1 为这些数据的误差图。总体而言, 这些遗址所处年代均位于距今 6000 年前前后。通过对这些遗址人骨稳定同位素的比较分析, 可望进一步揭示先民生活方式的差异, 了解我国先民生活方式的多元性。

从图 1 可以明显看出, 黄河流域的先民, 其  $\delta^{13}\text{C}$  值最高, 体现出显著的  $\text{C}_4$  类特征, 当与先民从事粟作农业密切相关。长江流域先民的  $\delta^{13}\text{C}$  最低, 表明其食物以  $\text{C}_3$  类为主, 显然, 与先民种植水稻紧密相关。华南地区先民的  $\delta^{13}\text{C}$  值则居于两者之间。此外, 三个地区先民的  $\delta^{15}\text{N}$  值也同样表现出明显的差异。华南地区的先民, 具有最高的  $\delta^{15}\text{N}$  值, 其食物中包含了大量的海生类资源。长江流域的先民, 其  $\delta^{15}\text{N}$  值次之, 其食物主要来源于陆生环境下的动物类资源。黄河流域的先民, 其  $\delta^{15}\text{N}$  值最低, 显现出杂食类特征, 表明动物类食物在其食物结构中不占主导地位, 农业则是他们主要的生活方式。

通过黄河流域、长江流域和华南地区遗址中出土人骨的稳定同位素比较分析, 可以清晰地看出, 早在 6000 年以前, 我国先民的生活方式, 就已存在三种类型, 即: 1) 黄河流域的先民, 广泛地种植粟类作物和饲养家畜, 粟作农业在其生活方式中占据主导地位; 2) 在长江流

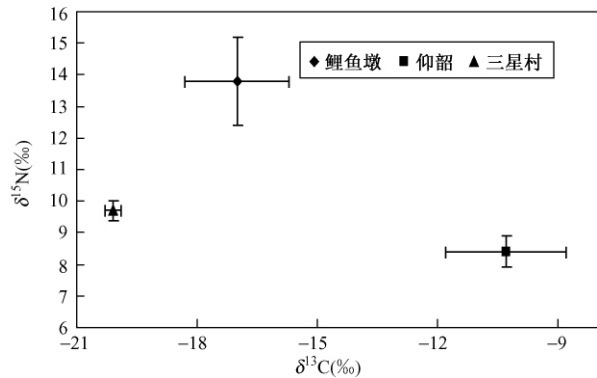


图 1 华南地区、黄河流域和长江流域先民  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  值的差异

Fig. 1 The differences of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values in South China, Yellow River Valley and Yangtze River Valley

域,先民虽已普遍种植水稻,但由于自然条件较为优越,更倾向于通过渔猎活动获取动物类资源,家畜的饲养尚不普遍;3) 华南地区,与海毗邻,先民的食物来源,以海生类食物为主,陆生资源在其生活方式中只处于辅助地位。

表 2 我国不同地区在新石器时代稳定同位素数据的差异

Tab. 2 The difference of stable isotope data from the sites in Chinese Neolithic

遗址名称	地区	年代(距今)	样品数量	$\delta^{13}\text{C}/\text{‰}$ (平均值 ± 标准偏差)	$\delta^{15}\text{N}/\text{‰}$ (平均值 ± 标准偏差)	数据来源
鲤鱼墩	华南地区	6000—7000	2	-17.0 ± 1.3	13.8 ± 1.4	本研究
半坡、姜寨、石家	黄河流域	6900—6000	15	-10.3 ± 1.5	8.4 ± 0.5	参 20
三星村	长江流域	6500—5500	19	-20.1 ± 0.2	9.7 ± 0.3	参 7

## 4 结 论

鲤鱼墩遗址人骨的 C、N 稳定同位素分析表明,先民的食物以海生类为主,陆生资源在其食物结构中不占主要地位。此外,通过与其它遗址先民稳定同位素的比较,发现 6000 年以前,华南地区、黄河流域和长江流域的先民,其生活方式就已呈现出显著的差异。

最后,需要指出的是,由于华南地区先民食物结构分析的研究工作,尚属盲区,而本研究中人骨样品的保存又较差,进一步妨碍了我们对华南地区先民食物结构和生活方式的了解。故此,在今后的工作中,需要在华南地区选取更多的人骨样品,系统开展先民的食物结构分析,更好地探明华南地区先民生活方式的发展过程。

### 参考文献:

- [ 1 ] 王星光,徐栩.新石器时代粟稻混作区初探[J].中国农史,2003,(3):3-9.
- [ 2 ] 李宁利.珠江流域稻作农业起源的再思考[J].四川文物,2005,6:33-37.
- [ 3 ] 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.
- [ 4 ] Hu Y, Ambrose S, Wang C. Stable isotope analysis of human bones from Jiahu site, Henan, China: implications for the transition to agriculture [J]. Journal of Archaeological Science, 2006, 33:1319-1330.
- [ 5 ] 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]. Journal of Archaeological Science, 2008, 35:2960-2965.
- [ 6 ] 张雪莲,王金霞,冼自强,等.古人类食物结构研究[J].考古,2003,(2):62-75.
- [ 7 ] 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.
- [ 8 ] 李法军,冯孟钦.鲤鱼墩新石器时代贝丘遗址出土人骨的研究意义[A].见:王仁湘主编:边疆民族考古与民族考古学集刊[C].文物出版社,2008,待刊.
- [ 9 ] Mandy J, Richards M. Diet in the Iron Age cemetery population at Wetwang Slack, East Yorkshire, UK: carbon and nitrogen stable isotope evidence [J]. Journal of Archaeological Science, 2006, 33:653-662.
- [ 10 ] Hedges R. Bone diagenesis: an overview of processes [J]. Archaeometry, 2002, 44: 319-328.
- [ 11 ] Ambrose S. Preparation and characterization bone and tooth collagen for stable carbon and nitrogen isotope analysis [J]. Journal of Archaeological Science, 1990, 17:431-451.
- [ 12 ] DeNiro M. Post-mortem preservation of alteration of *in vivo* bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction [J]. Nature, 1985, 317:806-809.
- [ 13 ] O'Leary M. Carbon isotope fractionation in plants [J]. Photochemistry, 1981, 20(4):553-567.
- [ 14 ] Chisholm B, Nelson D, Schwarcz H. Stable carbon isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in

- ancient diets [J]. *Science* ,1982 ,216(4550) : 1131-1132.
- [15] Ambrose S ,Norr L. Isotopic composition of dietary protein and energy versus bone collagen and apatite :purified diet growth experiments[A]. In: Lambert JB , *et al.* ( eds. ) *Molecular Archaeology of Prehistoric Human Bone* [C]. Berlin: Springer ,1993 :1-37.
- [16] Hedges R ,Reynard L. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology [J]. *Journal of Archaeological Science* 2007 ,34:1240-1251.
- [17] Richards M ,Jacoby R ,Cook J ,*et al.* Isotopic evidence for the intensive use of marine foods by late Upper Palaeolithic humans [J]. *Journal of Human Evolution* 2005 ,49:390-394.
- [18] 胡耀武 梁丰实 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 [J]. *中国科学 D 辑: 地球科学* 2008 ,38(6) :693-700.
- [19] Barton L ,Newsome S ,Chen F , *et al.* Agricultural origins and the isotopic identity of domestication in northern China [J]. *PNAS* 2009 ,106(14) :5523-5524.
- [20] Pechenkina E ,Ambrose S ,Ma X , *et al.* Reconstructing northern Chinese Neolithic subsistence practices by isotopic analysis [J]. *Journal of Archaeological Science* 2005 ,32:1176-1189.

## Carbon and Nitrogen Stable Isotope Analysis of the Human Bones from the Liyudun Site , Zhanjiang , Guangdong: A Preliminary Exploration of the Neolithic Human Lifestyle in South China

HU Yao-wu<sup>1 2</sup> , LI Fa-jun<sup>3</sup> , WANG Chang-sui<sup>1</sup> , RICHARDS Michael P. <sup>4</sup>

(1. *Department of Scientific History and Archaeometry , Graduate University of Chinese Academy of Sciences , Beijing 100049*; 2. *Lab of Human Evolution , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100044*;  
3. *Department of Anthropology , Sun Yat-Sen University , Guangzhou 510275*; 4. *Department of Human Evolution , Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology , Leipzig , Germany 04103*)

**Abstract:** Compared with that in Yangtze River Valley and Yellow River Valley , human lifestyle in South China has been little known. In this paper , An analysis of the carbon and nitrogen stable isotope of the human bones from the Liyudun site , Zhanjiang , Guangdong , indicates that the humans mainly lived on marine resources , and that the terrestrial resources , including the possible tuber agriculture and animals , only played a minor role in human diets. Through comparising with the stable isotopic data from those almost contemporary sites located in Yellow River Valley and Yangtze River Valley , there exists three categories of human lifestyle before 6000 years in South China.

**Key words:** Human lifestyle; South China; Yangtze River Valley; Yellow River Valley; C and N stable isotope analysis