

贾湖遗址人骨的元素分析

胡耀武^{1,2}, James H. Burton², 王昌燧¹

(1. 中国科学院研究生院人文学院社科系, 北京 100049;

2. Lab for Archaeological Chemistry, Department of Anthropology, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI, USA, 53706)

摘要: 古代人类食谱分析是生物考古重要组成部分,我国在此方面尚缺乏较为系统的研究。本文利用微量元素分析方法,对河南舞阳贾湖遗址人骨进行了元素分析,根据骨中 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 、 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 的变化,揭示了贾湖先民生活方式从狩猎、采集至稻作农业和家畜驯养的发展过程。同时指出,样品 249 的 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 、 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 异常,当与其迁徙活动相关。

关键词: 古食谱分析; 微量元素分析; 稻作农业; 家畜饲养; 迁徙活动; 贾湖

中图分类号: O656.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3193 (2005) 02-0158-08

1 前 言

古代人类食谱研究是生物考古的重要组成部分,也是当前国际科技考古领域的研究前沿之一。重建古代先民食谱,不仅可望揭示他们的生活方式、探索古环境和人类的迁徙活动,而且可为古代动植物的变迁、农业的起源和传播以及动物的驯养等重要研究领域提供极有价值的信息^[1,2]。

微量元素分析是古代人类食谱的主要研究方法之一。研究指出,动物消化吸收食物时,其吸收效果与成分有关。一般说来,Sr 的吸收远不如 Ca 吸收有效,由此导致骨中 Sr/Ca 的显著降低,通常食草动物骨中积淀的 Sr/Ca 约为原食物的 1/5,而食肉动物骨中积淀的 Sr/Ca 应为食草动物的 1/5。这就是所谓的生物纯化(Biopurification)^[3]。除 Sr 外,元素 Ba 也有生物纯化现象。这样,根据古人类骨中 Sr/Ca、Ba/Ca 的分析,原则上可揭示原个体的食谱信息,即其以植物类食物为主抑或以肉类食物为主。这方面的探索始于 20 世纪 70 年代末,经过 30 余年的发展,国外学者对于古代先民的生活方式、社会结构和生存环境的研究,已经产生了质的飞跃,大大加深了人们对于消逝世界的了解。

然而,长期以来,我国对于古代人类食谱的研究,还主要依赖于遗址中出土的动物骨骼、植物种子的辨析来探索古代先民的食谱。对于发掘出土的大量古代人类硬组织,也常常限于从体质人类学角度,依据形态学方法,考察人体硬组织的特征,进行人种判别和病理学等方面的分析。尽管也分析了若干遗址出土人骨的微量元素^[4-8],但有关古代人类食谱和生

收稿日期: 2004-08-16; 定稿日期: 2005-01-06

基金项目: 中国科学院知识创新工程(KJ CX- No4)、国家自然科学基金(40343021)、美国 Wenner-Gren 基金会、中国科学技术大学校青年基金资助项目

作者简介: 胡耀武,男,33岁,博士,讲师,研究方向为科技考古。

活方式等方面的研究仍不够深入,未能充分利用微量元素方法揭示古代人骨中蕴含的丰富潜信息。鉴于此,本文拟利用等离子体-发射光谱(ICP-AES),分析贾湖遗址西区出土人类骨骼的微量元素,尝试探索该遗址先民的食谱进步过程及其与农业起源、人类迁徙活动的关系。

2 贾湖遗址的考古背景^[9]

贾湖遗址位于河南省中部偏南的舞阳县北舞渡镇的贾湖村,其经纬度为东经 113°40', 北纬 33°36'。该遗址地处伏牛山东麓、黄淮海大平原的西南部边缘,其地貌形态为波状起伏的平原,海拔高度为 40—100m。遗址总面积大约 55 000m²,遗址平面呈不规则圆型。1983 年到 1987 年进行了 6 次科学发掘,发掘面积达 2 300m²,清理出房址 45 座,陶窑 9 座,灰坑 370 座,墓葬 349 座,瓮棺葬 32 座,埋狗坑 10 座,以及一些濠沟、小坑和柱洞等。

根据地层关系、文化的多元特征及¹⁴C年代的测定,贾湖文化可分为三期九段。第一期,其树轮校正年代为 B.C. 7000—6600 年;第二期为 B.C. 6600—6200 年;第三期为 B.C. 6200—5800 年。总的来说,贾湖遗址的年代跨度约为距今 9000 至 7800 年。

贾湖遗址在中国考古学文化上占有重要的地位,被列为二十世纪中国一百项考古大发现之一。由于贾湖一期文化的上限年代距今 9000 年,不仅将中原地区新石器文化的研究向前推进了重要一步,而且对研究中原地区新石器文化的早期起源也具有重要意义。贾湖遗址出土的大量炭化稻和稻壳印痕,表明那里已存在着颇为发达的稻作农业,很可能是中国稻作农业的发祥地之一。贾湖制骨工艺发达,骨器种类繁多,制作精致而规整,其中最值得一提的是贾湖骨笛。《9000 年前可吹奏骨笛》一文发表在“Nature”后^[10],在国际上引起了强烈的反响。各种骨笛的制作工艺和吹奏技巧,令人叹为观止^[11]。此外,其出土的龟甲、骨、石、陶器上契刻符号的发现表明,在 8000—9000 年前的贾湖文化业已出现了具有原始文字性质的符号,它们很可能是中国汉字的雏形^[12]。

贾湖遗址出土的大量生产工具,如农作、狩猎、捕捞、生活用具等,表明贾湖人已经采用多种方式,获取生存所需的食物来源。发掘出土的野生稻、栎果、野菱和野大豆等,反映了贾湖遗址存在着较为发达的采集业,作为人们植物类食物的重要来源或重要补充来源。大量出土的动物骨骼,经鉴定为梅花鹿、四不像鹿、小鹿、獐、貉、狗獾、豹猫、野猪、野兔、紫貂等野生动物,均为人们狩猎的收获。而居址遗迹中出土的大量猪骨残骸,则反映了猪可能已得到一定程度上的驯化,成为人们主要的肉食来源之一。如果确实如此,其应为中国最早驯化的家猪^[13]。另外,灰坑中发现的相当数量龟甲以及大量鱼的肋骨、脊椎骨和喉齿等,表明捕捞业在贾湖的经济结构中同样占有一定的地位。

总而言之,贾湖遗址的社会结构已经高度发达,是中国新石器时代前期的重要遗址之一。分析贾湖遗址先民的食谱,可望了解当时人类社会的生活方式、社会结构等方面的发展脉络,并为揭示人类社会的发展提供有价值的信息。

3 样品的处理与分析

样品的处理、测试以及元素分析等过程,均在美国威斯康星大学麦迪逊分校人类学系考

古化学实验室进行。

3.1 样品的选取

本文测试分析的人骨标本全部取自贾湖遗址,分布于贾湖遗址的不同期段,其具体信息见表 1。

表 1 贾湖遗址的样品信息

The information for the samples from Jiahu

墓葬编号	期段	类型	数量	墓葬编号	期段	类型	数量
303	I - 1	人骨	1	107	I - 1	人骨	1
341	I - 1	人骨	1	109	I - 2	人骨	1
126	I - 2	人骨	1	318	I - 2	人骨	2
125	I - 2	人骨	1	243	I - 3	人骨	1
249	I - 3	人骨	1	380 甲	II - 4	人骨	1
381	II - 4	人骨	1	106 甲	II - 5	人骨	1
282 甲	II - 5	人骨	1	335	II - 5	人骨	1
344	II - 5	人骨	1	394 甲	II - 5	人骨	1
233	II - 6	人骨	1	277 丙	II - 6	人骨	1
319	II - 6	人骨	1	253 甲	III - 7	人骨	1
263	III - 7	人骨	1	207	III - 8	人骨	1
210	III - 8	人骨	1	211	III - 8	人骨	1
205	III - 9	人骨	1	206	III - 9	人骨	1
208	III - 9	人骨	1	223	III - 9	人骨	1

注:简单起见,以墓葬编号代表样品编号。

3.2 样品的预处理

去除样品上的褪色物质、皮质及骨髓,以清除附在骨样表面上的污染。称取大约 0.2g 的骨样,经去离子水浸泡后,置于超声波水浴中反复清洗至清洗液无色为止。换用 5% 乙酸在超声波水浴中继续清洗 30 分钟,倒去洗液后,再重复清洗一次,然后,换上 5% 乙酸新液浸泡过夜(15 小时以上)。取出样品,用去离子水清洗 20 分钟,弃去洗液,将样品置于马福炉中加温至 725℃ 灰化 8 小时。冷却后置于玛瑙研钵中研磨成粉末,装入称量瓶,密封,置于干燥器中备用。

3.3 样品的 ICP-AES 分析

用电子天平精确称取大约 0.02g 的骨粉,加入 1mlHNO₃,在试管中加热,于 100—110℃ 温度下消化 1 小时。用微量注射器注入 19ml 去离子水,使其总体积达 20ml,上 ICP-AES 分析仪,测试其所含有的元素组成,ICP-AES 的仪器型号为 ARL 3520 B。选用 B0126 作为实验室标准,并以该实验室制备的参考溶液校正测定数据。各样品的元素含量见表 2。

3.4 数据的处理

应用美国 SPSS10.0 软件对所测元素作多元统计分析。

4 结果和讨论

4.1 骨样的污染

分析古代人类骨骼的微量元素,探索先民的食谱,通常基于一个重要的假设前提,即长期的埋葬,不影响人骨的原初化学组成和生物学特性。然而研究表明,人骨在长期埋葬过程

表 2 贾湖样品的元素成分

		Trace elemental contents for the samples from Jiahu (ug/g)						
期段	墓葬标号	Al	Ca	Ba	Fe	P	Sr	Mn
I - 1	303	2228.56	369760.1	191.32	1917.50	171854.6	354.41	199.13
I - 1	107	1575.96	365708.9	306.35	6885.58	171579.2	413.72	183.30
I - 1	341	1080.85	376596.3	249.18	786.59	170671.3	402.65	261.26
I - 2	109	548.29	380490.1	216.56	800.44	175704.2	375.59	52.72
I - 2	126	1132.08	367088.2	643.03	2486.59	166754.1	453.60	3503.00
I - 2	318	851.66	382110.6	314.69	1012.09	171091.7	449.81	368.17
I - 2	125	2327.46	371489.2	440.99	5503.79	174320.7	455.88	2699.10
I - 3	243	884.39	378649.2	400.21	898.88	164286.3	585.81	656.74
I - 3	249	1272.82	362052.0	159.72	1321.82	170142.1	402.10	214.13
II - 4	380	689.50	381240.0	341.71	1348.16	172889.1	521.10	230.62
II - 4	381	1136.91	366961.4	244.53	877.44	167595.5	431.50	228.86
II - 5	106	2719.40	373547.8	204.85	3954.20	175171.4	395.19	378.94
II - 5	282	1689.47	370396.7	360.42	2853.66	169977.0	507.18	1282.70
II - 5	335	774.66	375243.9	271.75	708.88	172464.9	450.68	78.82
II - 5	344	1462.43	368260.9	210.01	2534.87	173044.8	381.53	253.41
II - 5	394	1127.11	365266.7	296.88	2997.16	168718.4	487.96	438.33
II - 6	233	2585.28	362907.9	178.57	2012.47	174562.8	311.38	994.42
II - 6	277	1460.02	363859.5	180.56	1773.76	171506.8	354.68	195.02
II - 6	319	1332.68	366154.0	254.76	2539.44	167799.0	401.40	154.36
III - 7	253	747.70	376258.2	199.89	1338.17	178014.8	355.20	398.96
III - 7	263	764.28	375361.4	229.25	1061.70	172831.8	381.40	244.84
III - 8	207	3126.17	357740.4	163.60	7392.51	173436.1	313.24	153.11
III - 8	210	1402.07	368622.1	196.63	3996.37	170577.7	385.81	235.50
III - 8	211	2877.10	360939.2	124.16	4614.64	177800.0	254.84	337.38
III - 9	205	693.57	373609.8	221.16	2219.38	176999.7	359.65	685.94
III - 9	206	3176.81	362632.7	180.25	6029.06	173227.8	346.93	148.60
III - 9	208	1769.42	370987.1	136.06	1710.31	178014.4	278.12	167.25
III - 9	223	1415.26	382221.8	495.25	3966.90	172944.3	483.24	1902.80

中,将受到土壤 pH、湿度、温度以及微生物等影响或作用,化学组成随之改变,结构也逐渐遭到破坏,从而丧失其原本的生物学特性。这一过程称作骨骼的污染,也称为骨骼的成岩作用 (bone diagenesis)^[14]。古代人骨的污染,给古代人类食谱的研究带来了极大的困难。于是,鉴别古代人骨样品的污染程度,筛选出未经污染或污染甚轻的样品,则成为古代食谱研究的必要的前期工作。

一般认为,骨样的污染,可分为物理污染和化学污染两种^[15]。物理污染主要指侵入骨中的外来物质,如碳酸钙、长石、石英等,它们皆来自土壤;化学污染较为复杂,但主要为骨样中羟磷灰石的污染。当羟磷灰石与外界环境作用时,因离子交换等反应,导致元素的富集或流失,其晶格也随之畸变,严重时,晶体结构都可能破坏。按照目前通用的骨骼污染判别方法,不难发现,骨样 243、106、211、125、206、207、107、126、223,在埋藏过程中已遭受污染,不再保留其个体生前食谱有关信息。故此,在以下的食谱分析过程中,须将它们剔除在外。

4.2 贾湖遗址中食物结构的变化

贾湖遗址处于新石器时代前期,系旧石器时代向新石器时代过渡的阶段。这一时期,人们的生活方式通常发生着重要的转变,即由采集、渔猎逐步转向农耕和动物饲养。分析贾湖

先民的食物结构演变,可望揭示其生活方式的转变过程,为探索贾湖聚落、社会的发展提供有价值的信息。

人骨的 Sr/Ca 和 Ba/Ca 分析,曾作为探索食物中肉类/植物比例的重要方法。但近来的研究表明,该方法的应用颇为复杂,需考虑多种因素的影响。Burton 等^[16,17]发现,骨中 Ca 来源与食物的类别密切相关。一般说来,食物中的 Ca 主要来自植物类食物,肉类食物对 Ca 的贡献较少。这样,少量富 Ca 植物对食物 Sr/Ca、Ba/Ca 的贡献,有可能掩盖大量肉类食物的贡献。然而,骨中 Sr/Ca、Ba/Ca 的降低,除与肉食资源的增加相关外,还可能与低含量 Ca 类植物在食物中的比例增加有关。贾湖遗址出土有大量稻壳和碳化稻,表明稻作农业应为贾湖先民的主要谋生手段^[9],而植硅石分析也支持这一观点。我们知道,稻米是一种低含量 Ca 类植物,因此,分析贾湖不同文化期段出土人骨的 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 值,不仅能揭示贾湖先民食物结构的转变过程,还可为探索其稻作农业的发展提供重要信息。

图 1 是以上述未污染样品的 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 所作的盒氏图,该图指出,整个贾湖文化的 9 个发展期段,其 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 值的明显变化,直接反映着贾湖先民食谱的转化过程。这里需要指出的是,样品 249 颇为特殊,它与其他样品相比,具有异常的 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 值,其具体原因,拟在后面单独讨论。

从图 1 不难看出, $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 值的变化趋势相似,但前者的变化幅度明显大于后者。在贾湖遗址发展早期,两者的数值都较高,之后缓慢增加,于第四和第五段达到最高值,再往后,便逐渐降低,其最低值出现在最晚的第九段。如前所述,骨中 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 的变化,除与贾湖先民肉类食物比例的改变有关外,还主要反映了食物中不同 Ca 量植物类之间的差异。这样,根据不同期段内人群骨中 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 的变化趋势,就可推测贾湖先民生活方式的转变过程如下:第一段,贾湖先民当以狩猎为主,采集为辅。之后,采集富含 Ca 植物的比例逐渐增加,至第四、五段达到高峰。随后,稻作农业的产生与发展,使得水稻逐渐成为人们食物中植物类的主体。与此同时,家畜也随之开始驯养,并成为人们较为稳定的肉食来源。应该说,稻作农业和家畜为先民们创造光辉灿烂的史前文化奠定了坚实的物质基础。

4.3 人类迁徙活动的探索

近年来,人类迁徙路线的探索越来越受到重视,业已成为国际生物考古的研究热点。迄今为止,这一研究仍主要依赖于牙齿珐琅质和骨骼中的 Sr 同位素比值分析^[18]。一般认为,第一颗恒牙珐琅质的 Sr 同位素比值,主要与人出生地区的地质环境相关,而人骨的 Sr 同位素比值,则取决于其死前 7—10 年间所生活地区的地质环境。若两者的 Sr 同位素比值显著不同,则表明此人生前至少曾经历过一次迁徙。

然而,最近的研究还表明,生态环境相同的土壤、植物和动物,各自的 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 通常皆线性相关。即便同一种生物,若其所处的生态环境不同,它们的 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 也将产生较大的差异^[19]。由此可知,不同的生态环境,上述线性相关关系也有所不同。这样,根据人骨的微量元素分析,便可望攫取先民生前环境的信息,进而揭示他们的迁徙记录。

图 2 为未污染样品的 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 散点图。该图显示,除样品 249 外,其余所有样品的 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 之间皆明显线性关系。这一结果表明,除样品 249 所代表的个体外,其余个体生前所处的生态环境皆相同,即都是贾湖当地的居民。与此同时,这

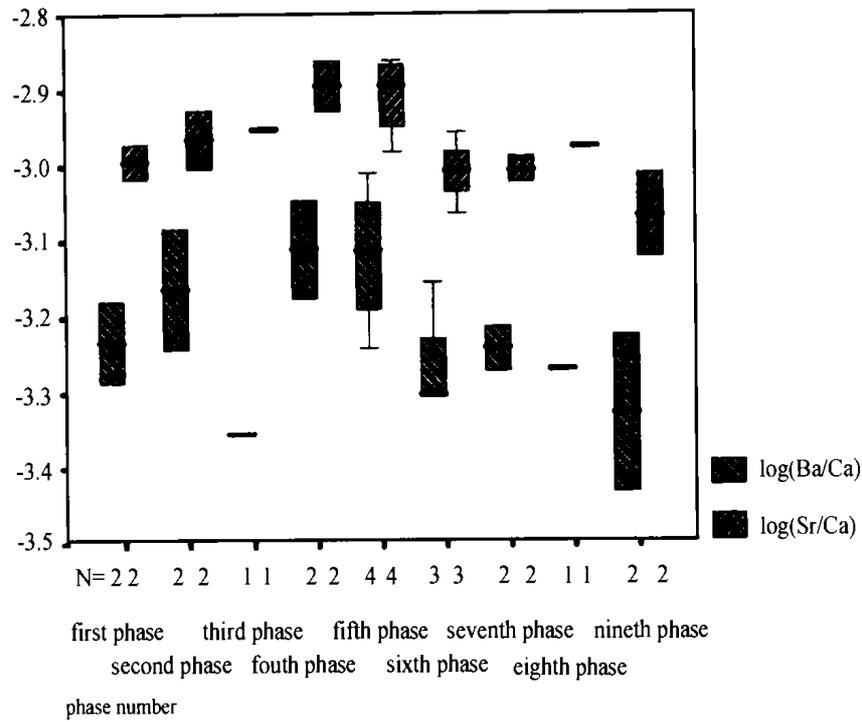


图 1 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 在文化段的变化
The change of $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ and $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ in the phases

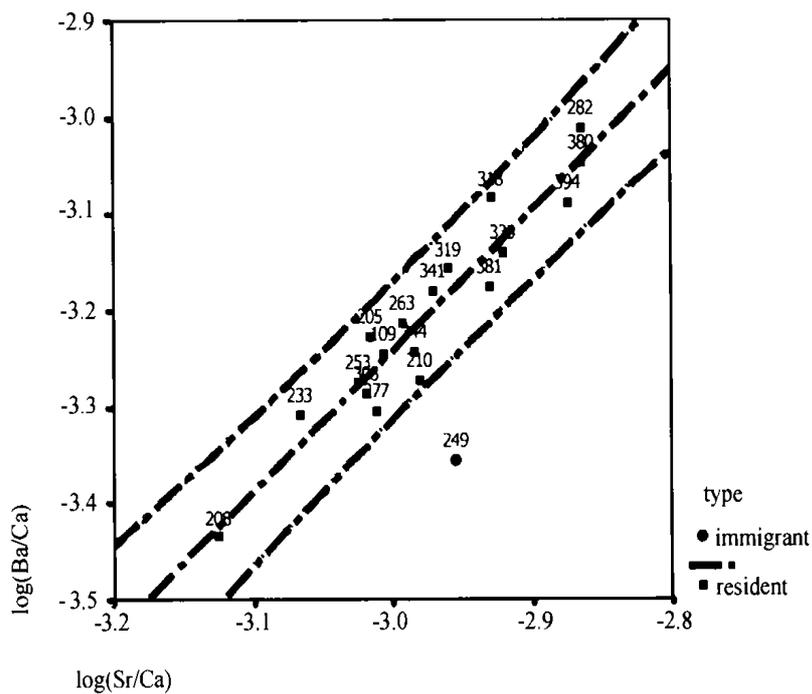


图 2 未污染样品的 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 散点图
The $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ and $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ plot of uncontaminated samples

种颇为稳定的线性相关关系,还反映了延续约 1200 年的贾湖遗址,其生态环境自始至终基本保持不变。如此稳定的生态环境,很可能是贾湖文化高度发达的主要原因。

图 2 中,若以样品散点的回归线为基准,以 95% 概率为置信区间,不难画出其回归线区域。显然,这一回归线区域代表着贾湖遗址的生态环境,此区域内的个体,应为生长于贾湖的居民;而样品 249 落在此区域之外,其所代表的个体,则可能来自生态环境不同的异乡,是一个“移民”。相对于贾湖而言,这一“异乡”的生态环境较为富 Sr 而贫 Ba。如前所述,骨化学分析主要反映人死前 7—10 年间所处的环境,而样品 249 所代表的个体,根据体质人类学分析,其年龄仅 15 岁左右^[9],说明其迁入后不久,便不幸猝死于贾湖。

5 结 论

贾湖遗址是我国重要的新石器时代遗址之一,它记录着我国新石器时代前期的先民活动和有关生态环境的丰富信息。通过分析该遗址出土人骨的微量元素,根据不同期段非污染样品的 $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ 和 $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ 数据,揭示了贾湖先民生活方式的转变过程。即,贾湖先民最初以狩猎、捕鱼为主,采集为辅。之后,采集食物的比例逐渐增加,至第四、五段达到高峰。自第六段始,稻作农业得以逐步推广,家畜饲养也随之得到发展。

利用微量元素分析方法,还首次探讨了古代先民的迁徙活动,指出样品 249 所代表的个体,可能是来自异乡的“移民”。

最后,需要指出的是,本次分析的样品尚不够多,且某些因素的影响也未能充分考虑,如各个体之间贫富差别的影响等,因此,这里的讨论仅仅是初步的,其所得结论也难免有“以偏盖全”之嫌。尽管如此,本工作毕竟是一次有益的尝试,它为探索古代先民的食谱提供了一个全新的思路。相信随着研究的不断深入,古代人类食谱及其所反映的先民生活方式,将有力地推动考古学的发展。

致谢: 在本文的数据分析和撰写过程中,始终受到中国科学技术大学科技史与科技考古系张居中教授和美国威斯康星大学人类学系考古化学实验室 T. Douglas Price 教授的帮助,在此表示万分感谢!

参考文献:

- [1] 胡耀武,杨学明,王昌燧. 古代人类食谱研究现状[A]. 见:王昌燧,左键主编. 科技考古论丛. 合肥:中国科学技术出版社,第二辑,51—58.
- [2] 张雪莲. 应用古人骨的元素、同位素分析研究其食物结构[J]. 人类学学报,2003,22(1):75—85.
- [3] Elias RW, Hirao Y, Patterson CC. The circumvention of the natural biopurification of calcium along nutrient pathways by atmospheric inputs of industrial lead[J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1982, 46: 2561—2580.
- [4] 郑晓瑛. 中国甘肃酒泉青铜时代人类股骨化学元素含量分析[J]. 人类学学报, 1993, 12: 241—249.
- [5] 魏博源,朱文,钟耳顺,等. 广西崇左显冲塘新石器时代人骨微量元素的初步研究[J]. 人类学学报, 1994, 13(3): 260—265.
- [6] 刘壮,张志红,胡鹏程,等. 安阳殷墟出土动物和人体骨骼中微量元素分析[J]. 分析化学, 2001, 7: 860.
- [7] 金海燕,张全超,宇博. 新疆青铜时代古代人骨中痕量元素的 ICP-AES 法测定[J]. 吉林大学学报(理学版), 2003, 4: 228—230.
- [8] 金海燕,张全超,朱泓. ICP-AES 测定古代车师人肋骨中的痕量元素[J]. 光谱学与光谱分析, 2004, 24(2): 223—225.
- [9] 张居中. 舞阳贾湖[M]. 北京:科学出版社, 1999.
- [10] Zhang J, Harbottle G, Wang C, et al. Oldest playable musical instrument found at Jiahu, early Neolithic site in China[J]. *Nature*.

- 1999, 366—368.
- [11] 夏季, 徐飞, 王昌燧. 新石器时期中国先民音乐调音技术水平的乐律数理分析——贾湖骨笛特殊小孔的调音功能与测音结果研究[J]. 音乐研究, 2003, 1: 3—11.
- [12] Li X, Harbottle G, Zhang J *et al.* The earliest writing? Sign use in the seventh millennium BC at Jiahu, Henan Province, China [J]. *Antiquity*, 2003, 77: 31—44
- [13] 袁靖. 中国新石器时代家畜起源的几个问题[J]. 农业考古, 2001, 3: 26—28.
- [14] Price TD, Blitz J, Burton JH. Diagenesis in prehistoric bone: problems and solutions[J]. *Journal of Archaeological Science*, 1992, 19: 513—530.
- [15] 胡耀武. 古人类骨中羟磷灰石的 XRD 和喇曼光谱分析[J]. 生物物理学报, 2001, 17(4): 621—627.
- [16] Burton JH, Wright LE. Nonlinearity in the relationship between bone Sr/Ca and diet: palaeodietary implications[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1995, 96: 273—282.
- [17] Burton JH. 1996. Trace-elements in bone as paleodietary indicators [A]. In: Orna MV ed. *Archaeological Chemistry American Chemical Society Symposium Series No 625*, Washington D.C.: ACA, 625. p 327—333.
- [18] Price TD, Burton JH, Bentley RA. The characterization of biologically available strontium isotope ratios for the study of prehistoric migration[J]. *Archaeometry*, 2002, 44(1): 117—135.
- [19] Burton JH, Price TD, Middleton WD. Correlation of bone Ba/Ca and Sr/Ca due to biological purification of calcium[J]. *Journal of Archaeological Science*, 1999, 26: 609—616.

Elemental Analysis of Ancient Human Bones from the Jiahu Site

HU Yao-wu^{1,2}, James H. Burton², WANG Chang-sui¹

(1. *Department of Social Sciences, School of Humanities, Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049;*

2. *Laboratory for Archaeological Chemistry, Department of Anthropology, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI, USA, 53706)*

Abstract: Palaeodietary analysis is one of important fields in bioarchaeology, but there has been a lack of systematic studies on this topic in China. Elemental analysis of ancient human bones from the Jiahu Site, Henan, was undertaken to investigate details on palaeodiet. The change of $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ and $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ during the whole phases indicated a lifestyle transition from hunting and gathering to rice agriculture and animal domestication. Abnormality in the results of $\log(\text{Sr}/\text{Ca})$ and $\log(\text{Ba}/\text{Ca})$ in sample 249 was probably relevant to immigration to this region.

Key words: Palaeodietary analysis; Elemental analysis; Rice agriculture; Animal domestication; Immigration; Jiahu