

内蒙古巴彦淖尔市纳林套海汉墓出土 人骨的稳定同位素分析

张全超¹, 胡延春², 魏 坚³, 朱 泓¹

(1. 吉林大学边疆考古研究中心, 长春 130012; 2. 内蒙古巴彦淖尔市文物站, 巴彦淖尔 015000;
3. 中国人民大学历史学院, 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。本文应用该技术对内蒙古自治区纳林套海汉代墓葬出土人骨中的 C、N 同位素比值进行了测定。结果表明, 纳林套海汉代居民日常饮食结构中保持着非常高的动物性食物摄入, 植物类食物的摄入中以 C₄ 类植物为主。结合其他相关研究结果, 我们认为西汉王朝通过实施移民屯垦和属国等政策, 大力推动了河套地区的农业和畜牧业生产, 改变了河套地区原有的经济模式和人们的饮食结构。本文的研究结果可以为复原汉代北部边疆的经济模式研究提供有益的线索和证据。

关键词: 河套地区; 汉代; 人骨; 稳定同位素; C 和 N

中图分类号: Q981; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1000-3193(2012)04-0407-07

巴彦淖尔市地属鄂尔多斯高原西北侧的河套地区, 与鄂尔多斯市隔黄河相望, 东、西分别与包头市和阿拉善盟交界, 北部与蒙古国接壤。境内拥有蜿蜒曲折的狼山山脉、开阔平坦的后套平原和广阔无垠的乌拉特草原。河套地区位于我国的北部边疆, 在秦汉时期一直是中原王朝抗击匈奴的战略前沿地带, 被中原王朝视为“灭胡之本也”, 河套地区作为农业文化和游牧文化相互碰撞、融合的交错区域, 具有重要的历史地位, 同时也是秦汉两朝统治者在北部边疆的重要经济开发区, 秦汉王朝相继向河套地区大规模移民, 并多次采取军屯、民屯等经营手段, 对该地区进行持续的深度开发。秦汉两代中央政府的开发促进了河套地区的农业发展和畜牧业生产水平力的不断提高, 并最终实现了河套地区农牧业发展共同繁荣的局面, 同时也加速了中原民族与北方诸少数民族之间的民族融合和文化交流。目前的考古发现和相关历史文献记录了汉代河套地区民族交流与文化融合现象, 并间接地提供了当时居民的饮食状况^[1-4], 但这些资料较为零散且多来自于壁画、随葬品及出土文献, 缺乏当时河套地区居民食物构成方面的直接证据, 不足以全面科学地复原和揭示当时居民的食物结构。利用 C、N 等稳定同位素探讨古代人群的食物结构研究已经成为考古学研究的一个重要组成部分, 对全面科学地复原与重建古代社会具有重要的启示作用, 因此, 本研究拟通过对河套地区纳林套海汉墓出土人骨中 C、N 同位素比值的测定, 结合考古发现及历史文献探讨汉代河套地区居民的食物结构, 尝试复原汉王朝统治下的河套地区政治、军事、经济以及中原民族与北方少数民族之间的民族交流及融合状况。

收稿日期: 2011-11-27; 定稿日期: 2012-05-30

基金项目: 国家文物局文物保护科学和技术研究课题(20070115); 国家社科基金重大项目(11&ZD182); 2010 年度吉林大学基本科研业务费资助项目(教育部重点实验室平台基地建设项目); 2010 年度吉林大学基本科研业务费资助项目(吉林大学杰出青年基金 B 类项目 2010JQB27)

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

纳林套海汉墓群位于内蒙古巴彦淖尔市磴口县纳林套海农场二分厂的东部和东南部,墓群西北距包尔陶勒盖古城约 11km。墓地地处丘状沙漠地带,除墓地保护区外,周围已经开辟为耕地,墓地较周围地区地势高。为配合巴彦淖尔盟开发乌兰布和沙漠工程,1992~1993 年,内蒙古自治区文物考古研究所与巴彦淖尔盟文物工作站对该墓群进行了抢救性发掘工作,两次共发掘墓葬 45 座,纳林套海汉墓是以砖壁木椁墓和小砖墓为主,墓葬均为长方形单室墓,墓道有斜坡和台阶式及斜坡、台阶结合式三种,以斜坡式为最多。墓葬方向有向北和向东两种,棺内人骨头向墓门,多为仰身直肢葬,随葬品当中以陶器为大宗,辅以铜、骨、玉、石料器,从纳林套海汉墓的整体文化特征分析,其时代应从西汉晚期—东汉初年,纳林套海汉墓又分为二期,第一期的年代相当于宣帝之后至王莽之前,第二期的年代相当于王莽至东汉初,纳林套海汉墓群是目前河套地区考古发掘规模最大、保存最为完好的一处汉代墓群,出土了大量的珍贵文物,对科学复原两汉时期河套地区汉王朝与匈奴的历史关系及汉王朝对河套地区的移民屯垦史实具有重要的历史价值^[5],也为我们尝试利用稳定同位素分析技术复原当时居民的饮食结构提供了珍贵的标本。内蒙古巴彦淖尔市文物工作站站长胡延春先生将纳林套海汉墓出土的部分人骨材料交予吉林大学边疆考古研究中心人类学研究室,由我们进行生物考古学的综合性研究,本文是综合性研究的稳定同位素分析测试部分,由于田野发掘收集的人骨样本仅限于纳林套海汉墓的第一期,因此用于本文研究的人骨标本均来自第一期。

1 材料与方法

1.1 骨胶原的制备

选取股骨骨干中段锯取约 3cm³ 作样品,机械去除骨样内外表面污染物质,超声清洗并干燥。骨样约 2g,加入 0.5mol/L HCl 于 5℃ 下浸泡,每隔三、四天换新鲜酸液,直至骨样酥软、无气泡。去离子水清洗至中性,0.125mol/L NaOH 室温下浸泡 20 小时,再洗至中性。0.001mol/L HCl 在 70℃ 下明胶化 48 小时,浓缩并热滤,冷冻干燥得骨胶原。

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(1120℃),所释放出的 NO₂ 和 CO₂ 通过还原炉还原(850℃)成为 N₂ 和 CO₂,经色谱柱分离、纯化后进入 Isoprime100 型同位素比值质谱仪测定 C 和 N 的稳定同位素比值。利用国际原子能机构 IEAE-N-1 (N 同位素标准物质,δ¹⁵N 值为 0.4±0.2) 的和美国地质局 USGS24 (¹³C 同位素标准物质,δ¹³C 值为 -16±0.1) 这两个标准物质标定 CO₂ 和 N₂ 钢瓶气,以标定的钢瓶气作为标准气体,测定骨胶原 C、N 同位素 δ 值。10 个样品测试中插入一个实验室自制胶原蛋白标样(δ¹⁵N 值为 6.88±0.2, δ¹³C 值为 -14.7±0.1),N 同位素的分析精度为 0.2‰,C 同位素的分析精度为 0.15‰。C 和 N 稳定同位素比值的计算公式为:

$$\delta^8 C = \left\{ \frac{\left[\left(\frac{{}^3 C / {}^2 C}{({}^3 C / {}^2 C)_{\text{standard}}} \right)_{\text{sample}} - 1 \right]}{\left(\frac{{}^3 C / {}^2 C}{({}^3 C / {}^2 C)_{\text{standard}}} \right)_{\text{standard}}} \right\} \times 1000\% \quad \text{和} \quad \delta^5 N = \left\{ \frac{\left[\left(\frac{{}^5 N / {}^4 N}{({}^5 N / {}^4 N)_{\text{standard}}} \right)_{\text{sample}} - 1 \right]}{\left(\frac{{}^5 N / {}^4 N}{({}^5 N / {}^4 N)_{\text{standard}}} \right)_{\text{standard}}} \right\} \times 1000\%$$

1.3 数据统计分析

运用 Origin8.0, SPSS11.5 软件对所测数据进行统计分析。

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 3.2^[6]。由表 1 可知,该组样品的骨胶原中,C 的含量为 37.8%~48.7%,平均值为 42.2%。N 的含量为 13.9%~17.8%,平均值为 15.4%,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 ^{13}C 和 ^{15}N 的结果也比较可靠^[7]。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^[8]。表 1 的结果显示,纳林套海组全部样品的 C/N 比值均落在了未污染样品的范围之内,表明该组样品骨胶原保存状态较好,可用于稳定同位素的分析与测试。

2.2 先民食谱分析

由于植物光合作用的途径不同,从而导致了最终产物的不同,而不同最终产物的植物又具有彼此不同的 $\delta^{13}\text{C}$ 值。因此,陆生的绿色植物基本可以分为两类,即 C_3 类植物和 C_4 类植物。 C_3 类植物通常包括一些适于温和或荫凉环境的植物,如乔木树木、大多数灌木、大豆、小麦、稻米等,其 $\delta^{13}\text{C}$ 值的范围大约为 -23‰~-30‰,平均值为 -26‰^[9]。 C_4 类植物通常包括一些适于高温和太阳辐射较强地区生长的植物,如牧草、小米、玉米、高粱等,其 $\delta^{13}\text{C}$ 值的范围大约为 -8‰~-14‰,平均值为 -11‰^[10]。由表 1 可知,纳林套海组样品 $\delta^{13}\text{C}$ 值较为集中的分布在 -10.9‰~-8.8‰ 范围内,平均值为 -10.0‰±0.8‰,明显

表 1 样品的分析测试值
Table 1 Results of C/N in bone from Nalintaohai Site

墓葬编号	墓葬形制	性别	年龄	部位	N%	C%	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$	C/N
M3-1	小砖墓	男	成年	股骨	14.7	40.3	11.9	-10.7	3.2
M8-2	小砖墓	女	成年	胫骨	13.9	37.8	14.8	-10.1	3.2
M10东	砖壁木椁墓	男	成年	胫骨	17.8	48.7	14.0	-10.9	3.2
M23西	砖壁木椁墓	男	成年	股骨	15.2	41.3	11.9	-9.5	3.2
M13西	砖壁木椁墓	女	成年	肱骨	16.0	43.7	13.4	-8.8	3.2
M12-1	小砖墓	女	成年	股骨	15.4	42.3	12.6	-10.5	3.2
M8-1	小砖墓	男	成年	胫骨	15.1	41.2	14.4	-9.2	3.2

居于 C_4 类植物的范围之内,反映了汉代纳林套海人食物来源应以 C_4 类植物为主体,包括 C_4 类植物以及以 C_4 类植物为食的动物。

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 3~5‰,即食草类动物骨胶原中的 $\delta^{15}\text{N}$ 比其所吃食物富集 3~5‰,以食草类动物为食的食肉类动物又比食草类动物富集 3~5‰^[11]。通常陆生杂食草类动物的 $\delta^{15}\text{N}$ 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,而以海生类食物为主的动物则具有最高的 $\delta^{15}\text{N}$ 值^[12]。因此,根据 $\delta^{15}\text{N}$ 值,我们大体可以推断古代先民所处的营养级级别,纳林套海汉代居民骨骼中的 $\delta^{15}\text{N}$ 值为 11.9‰~14.8‰,平均值为 $13.3\text{‰} \pm 1.2\text{‰}$,表明其生前的食物结构中动物性食物的摄入占有相当大的比例。

2.3 不同墓葬形制先民饮食结构的比较

纳林套海汉墓是以砖壁木椁墓和小砖墓为主,本文的测试样品中包含了来自这两类墓葬类型的人骨标本,为了进一步分析不同墓葬形制先民在饮食结构上的差异,我们又比较了不同墓葬形制先民之间的 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 比值,其结果见表 2。

通过表 2 的比较分析我们发现,纳林套海墓地砖壁木椁墓和小砖墓先民在 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 比值上略有差异,在 $\delta^{13}\text{C}$ 比值方面砖壁木椁墓类型先民要略高于小砖墓类型先民,在 $\delta^{15}\text{N}$ 比值方面砖壁木椁墓类型先民要略低于小砖墓类型先民,通过 T 检验我们发现, $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 比值方面两种墓葬类型的先民不存在显著性差异,反映了尽管纳林套海墓地墓葬存在不同类型,但不同墓葬形制居民之间在饮食结构上并不存在明显的差异,即墓葬形制与先民的饮食结构之间没有相关联系,这一现象在汉代内蒙古中南部地区是否是一个普遍现象,有待于更多的研究积累来证明。

2.4 内蒙古中南部地区不同时期先民饮食结构的差异

为了更加全面地了解和揭示内蒙古中南部地区新石器时代—汉代居民饮食变化的整体规律,我们选择了内蒙古中南部地区新石器时代的庙子沟组^[13],青铜时代的新店子组^[14]和早期铁器时代的土城子组^[15]作为对比组进行比较分析,具体的比较数据见表 3,为了更加直观的比较内蒙古中南部地区不同时期居民饮食结构的变化情况,我们根据表 3 的比较结果又绘制了图 1。

图 1 较为直观地反映了内蒙古中南部地区新石器时代—汉代居民饮食结构的整体变化情况,从 $\delta^{13}\text{C}$ 值上分析,从新石器时代的庙子沟组到汉代的纳林套海组,内蒙古中南部地区古代居民饮食结构中的植物类食物一直是以 C_4 类植物为主体。粟、黍类作物在很长的一段时间内都是该地区古代居民种植的主要农作物,为该地区居民提供了主要的口粮,

表 2 纳林套海不同墓葬形制标本的稳定同位素数据
Table 2 Stable isotope data from different burial types in Nalintaohai

稳定同位素	小砖墓		砖壁木椁墓		T 检验	
	平均值	标准差	平均值	标准差	t 值	显著性
$^{13}\text{C}\text{‰}$	-10.1	0.7	-9.7	1.1	-0.603	-
$^{15}\text{N}\text{‰}$	13.4	1.4	13.1	1.1	0.333	-

注:“-”代表未见显著性差异

这一方面与当地的气候条件有着密切关系，另一方面与早期考古学文化的特征及来源有关，严文明曾根据考古学文化特征的分析做出推断，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^[16]，也正是由于仰韶农人在北上迁徙融合的过程中把粟作农业的种子撒播到内蒙古中南部的这片土地上，以至于到了该地区农业大发展的繁荣期——汉代，粟、黍类作物依然还是人们日常饮食结构中的主体，但同时我们也发现新石器时代的庙子沟人对粟、黍类作物的依赖程度最高，随着农业生产规模的扩大和生产力水平的提高，加之与农业相关的生产工具和生产技术趋于完善，青铜时代—汉代居民对粮食作物的选择上似乎更加丰富，对粟、黍等 C_4 类作物的依赖程度也相对有所下降。

而 $\delta^{15}N$ 值的变化情况则较为复杂，这与该地区不同居民的生产生活方式密切相关，内蒙古中南部地区自古以来就是一个中原农耕文化与北方草原文化相互交汇、融合、碰撞的重要区域，先后经历了从新石器时代——早期青铜时代的农耕文明，到青铜时代——早期铁器时代的农牧交错文明和匈奴时期的游牧文明。该地区纷繁复杂的文化变化、环境变更以及农耕文化居民与草原文化居民在经济生活方式上的差异共同造成了各个时期居民在动物性食物摄入方面的不同。因此，在 $\delta^{15}N$ 值的变化方面呈现出多元化的趋势，而汉代的纳林套海人保持着最高的 $\delta^{15}N$ 值。

3 讨论

通过对纳林套海汉代居民骨骼中 $\delta^{13}C$ 和 $\delta^{15}N$ 值测定，我们对汉代河套地区居民的食物结构有了一个初步了解，得出了以下几点认识：纳林套海汉代墓葬规模形制整齐划一，用材讲究，同时还出土成套的随葬品和大量仓储器，如圆仓、方仓、长方形仓等，特别是出土有持戟武士把守仓门图案的长方形粮仓，充分体现出当时农业生产水平发达程度，且粮食储备充足，发达的农业生产为纳林套海居民提供了最主要的粮食供给。本文测试的所有样品的 $\delta^{13}C$ 值较为集中的分布在 -10.9% ~ -8.8% 之间，反映了纳林套海汉代居民的植物性食物来源以 C_4 类植物和以 C_4 类植物为食的动物为主。出土于内蒙古自治区额济纳旗的《居延汉简》中记述了汉代北部边疆地区的作物种植情况，当时主要的粮食作物有粟、麦、大麦、黍、稷、秫、糜、胡豆等等^[17]，且“出粟”、“入粟”、“出糜”、“入糜”、“出麦”、“出秫”等记载也屡次出现在《居延汉简》当中^[18]，而河套地区考古发现的

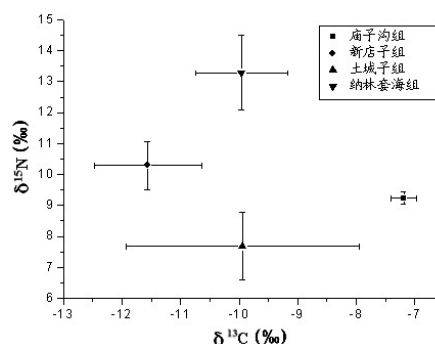


图1 内蒙古中南部地区不同时期 C、N 稳定同位素比值的差异

Figure 1 The difference of stable isotope data from different times in the south central Inner Mongolia

表 3 内蒙古中南部地区不同时代人骨稳定同位素数据
Table 3 Stable isotope data from different times in the south central Inner Mongolia

遗址名称	时代	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
庙子沟遗址	新石器时代	9	-7.2±0.2	9.2±0.2	参[13]
新店子墓地	青铜时代	20	-11.6±0.9	10.3±0.8	参[14]
土城子遗址	早期铁器时代	20	-9.9±2.0	7.7±1.1	参[15]
纳林套海墓地	汉代	7	-10.0±0.8	13.3±1.2	本文

汉代墓葬中也出土有大量的粟、黍、稷等植物类遗存^[19], 表明了汉代河套地区的农作物品种很可能仍以种植粟和黍等北方旱作农业的代表性谷物为主, 而麦、稷(即粘高粱)等农作物品种的出现, 进一步丰富了当地粮食生产的种植种类, 使汉代河套地区居民在日常饮食的选择方面更加趋于多样化。

目前发现的距离纳林套海汉墓最近的汉代古城是包尔陶勒盖古城, 古城位于墓地西北约 10km, 据侯仁之、俞伟超两位先生考证, 该古城是汉代朔方郡三封县城^[20]。朔方郡是汉王朝在河套地区设置的主要郡县之一, 元朔二年(公元前 127 年)开置, 其分布在北向流动的黄河东西两岸, 辖地的范围主要包括鄂尔多斯高原西北部、乌兰布和沙漠地区、河套平原和狼山以北的部分地区, 今分属巴彦淖尔市和鄂尔多斯市。朔方郡享有“朔方地肥饶, 外阻河”的美誉, 是一处得天独厚的粮食生产基地, 因此, 朔方郡建郡始就一直作为抵御北方匈奴入侵的一处重要边郡来经营, 汉王朝在朔方郡曾先后设有十县, 为了抵御北方匈奴的不断滋扰, 稳定边塞, 西汉王朝采用了向河套地区大规模移民屯垦的政策, 不断扩充和巩固整个河套地区的边塞规模和战略地位。西汉武帝辖领河套地区之后, 通过设立“属国”的形式安置管理归降的匈奴人, 使该地区的社会经济格局发生了重大的转变, 改变了以往单一农业生产或是纯粹游牧经济的结构, 进而转变为农业和畜牧业并重发展的经济模式, 《史记·卫将军骠骑列传》载, 元狩二年, 匈奴昆邪王率 4 万余众降汉, 武帝“乃分徙降者边五郡故塞外, 而皆在河南, 因其故俗, 为属国”, 即河套地区的上郡、西河、朔方、五原等郡安置前来归降的匈奴部众, 并要求归降的匈奴人依旧保持他们原有的传统生活习惯, 从事狩猎业和畜牧业生产。在西汉政府相关政策的鼓励下, 北归的匈奴人在河套地区的各个郡县内仍然保持着“宽则随畜, 因射猎禽兽为生业”的传统经济模式, 进一步改变和丰富了河套地区原有的经济模式, 加之与当地汉民间不断进行的经济文化交流, 极大地促进了河套地区畜牧业的发展, 出现了“长城以南, 滨塞之郡, 马牛放纵, 蓄积布于野”的局面。此外, 纳林套海先民的体质人类学研究结果表明, 在体质特征方面纳林套海人基本上介于古代东亚族群和古代北亚族群两者之间, 体现了一种混合体质性状的趋势^[21], 暗示了西汉中期汉匈战争结束以后, 进入到一个相对和平繁荣时期, 匈汉人群的杂居现象开始出现, 纳林套海居民很有可能是汉匈民族不断融合的结果, 这与西汉王朝当时推行的民族政策密切相关, 而这种民族杂居现象势必加剧了匈汉之间的经济融合和民族融合进程, 起到了稳定边塞的重要作用。

汉武帝以后, 塞外战事逐渐平息, 昭宣时代保持了近六十余年的和平时期。《汉书·匈奴传》载“北边至宣帝以来, 数世不见烟火之警, 人民炽盛, 牛马布野”, 在这六十余年

的和平时期里, 整个河套地区的人口规模空前繁盛, 农业和畜牧业水平也得到了极大的发展。纳林套海汉代居民的稳定同位素分析结果与这一时期的文献记载基本吻合, 发达的畜牧业使得这一时期居民的饮食结构中保持了较高比例的肉类食物摄入。

4 结 论

本文对纳林套海汉代墓葬出土人骨进行了 C 和 N 稳定同位素分析, 并尝试对该时期河套地区居民的食物结构进行初步地复原, 研究结果表明:

1) 用于本次测试的 7 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 ($-10.9\text{‰} \sim -8.8\text{‰}$), 反映了纳林套海汉代居民植物性食物结构以 C_4 类植物和以 C_4 类植物为食的动物为主。尽管汉代河套地区的粮食种植种类更加丰富, 但粟和黍等北方旱作谷物仍然是当地居民日常种植的主要农作物。 $\delta^{15}\text{N}$ 值 ($11.9\text{‰} \sim 14.8\text{‰}$), 则表明汉代先民在日常饮食结构中动物性食物摄入具有相当高的比例, 西汉政府在河套地区安置大量前来归降的匈奴人, 并让他们保持传统的畜牧狩猎的生产方式, 这一举措极大地促进了汉、匈两族间人群、经济和文化间的交流以及当地畜牧业的长足发展, 加之河套地区汉墓中大量出土陶制的猪圈、鹅舍、鸭池塘等模型, 暗示当地的家畜饲养业也极其发达, 为河套地区汉代居民提供了丰富的肉食来源, 从而造成纳林套海汉代居民骨骼中的 $\delta^{15}\text{N}$ 值偏高。

3) 用于纳林套海汉代墓葬稳定同位素测试标本的年代都处于宣帝之后至王莽之前这段时期, 正好处于昭宣时代的和平时期, 是河套地区人口繁盛、农业和畜牧业生产的大发展时期, 而纳林套海汉代居民稳定同位素的测试结果也与当时社会安定、经济繁荣的社会整体状况相互印证。

参考文献

- [1] 刘磐修. 汉代河套开发中的政府行为 [J]. 内蒙古社会科学 (汉文版), 2003, (4): 31-34.
- [2] 朱宏斌. 秦汉时期区域农业开发研究 [D]. 西北农林科技大学, 博士学位论文, 2007.
- [3] 魏坚. 汉代河套地区塞防研究 [C]. 边疆考古研究 (第 6 辑), 北京: 科学出版社, 2007.
- [4] 张苏, 李三谋. 汉唐之间曲折行进的河套畜牧业 [J]. 中国农史, 2009, (3): 3-11.
- [5] 魏坚. 内蒙古中南部汉代墓葬 [C]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1998.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] Van Klinken GJ. Bone collagen quality indicators for palaeodietary and radiocarbon measurements. *Journal of Archaeological Science* [J]. 1999, 26: 687-695.
- [9] Calvin M, Basshan JA, *The Photosynthesis of Carbon Compounds* [M]. New York, Benjamin, 1962.
- [10] Hatch MD, Slack CR. Photosynthetic carbon dioxide fixation pathways. *Annual Review of plant Physiology* [J]. 1970, 21: 141-142.
- [11] Hedges R, Reynard L. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology [J]. *Journal of Archaeological Science*,

- 2007, 34: 1240-1251.
- [12] 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.
- [13] 张全超, Jacqueline T. ENG, 魏坚等. 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[J]. *人类学学报*, 2010, 29(3): 270-275.
- [14] 张全超. 内蒙古和林格尔县新店子墓地人骨研究[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [15] 顾玉才. 内蒙古和林格尔县土城子遗址战国时期人骨研究[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [16] 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.
- [17] 何双全. 居延汉简所见汉代农作物小考[J]. *农业考古*, 1986, (2): 252-266.
- [18] 郑承燕. 秦皇汉武时期的北方边政对内蒙古地区的影响[D]. 内蒙古大学硕士学位论文, 2005.
- [19] 王子忠. 秦汉时期的内蒙古农业(上)[J]. *内蒙古农业科技*, 1992, (5): 38-40.
- [20] 侯仁之, 俞伟超, 李宝田. 乌兰布和沙漠北部的汉代垦区[C]. *治沙研究* (第7号), 北京: 科学出版社, 1965.
- [21] 张全超, 胡延春, 朱泓. 磴口县纳林套海汉墓人骨研究[J]. *内蒙古文物考古*, 2010, (2): 136-142.

Stable Isotope Analysis of Human Bones from Nalintaohai Cemetery, Baiyanaoer, Inner Mongolia

ZHANG Quan-chao¹, HU Yan-chun², WEI Jian³, ZHU Hong¹

(1. Research Center for Chinese Frontier Archaeology, Jilin University, Changchun, 130012; 2. Institute of Cultural Relics of Baiyanaoer, Baiyanaoer, 015000; 3. The School of History, the People's University of China, Beijing 100872)

Abstract: The Nalintaohai ancient site, located along a bend in the Yellow River in Baiyanaoer, Inner Mongolia, is very important site of the Han Dynasty. In this study, we examine Nalintaohai human paleodiet using stable isotope ratios of carbon and nitrogen found in bone collagen. Nitrogen isotopic ratios of bone collagen show that the Nalintaohai inhabitants ate plenty of animal products and some plants. Carbon isotopic ratios show that the human diet is composed of C₄ plants. It is clear that these inhabitants tried to establish stock raising and farming, which created a large degree of social wealth. By comparing stable isotopic data from different times and sites throughout the southern part of central Inner Mongolia, C₄ consumption still played a minor role in human diets, while Han Dynasty human $\delta^{15}\text{N}$ values are higher than from other periods.

Keywords: Hetao area; Han Dynasty; Human skeleton; Stable isotope; Carbon and nitrogen