凌家滩与韦岗遗址出土猪牙结石的 碳稳定同位素分析*

◆ 赵春燕

(中国社会科学院考古研究所)

◆ 吕 鹏

◆ 吴卫红

(安徽大学历史系)

摘要:本文利用稳定同位素分析技术,对凌家滩与韦岗遗址出土猪牙结石进行了碳稳定同位素检测。结果表明,凌家滩与韦岗遗址出土的猪均以 C_3 类植物为主要食物来源,说明二者的食性一致。结合凌家滩与韦岗遗址出土猪牙釉质的锶同位素比值数据分析,推测凌家滩与韦岗遗址出土的猪均为本地出生。

关键词:凌家滩遗址;韦岗遗址;牙结石;碳稳定同位素

Abstract: We examine ^{13}C values of calculus samples of pig from two sites, Lingjiatan and Weigang at Hanshan County, Anhui Province. The analysis data showed that the $\delta^{13}C$ values of pig calculus samples from two sites were closed, the diet of those pigs were the C_3 plants as the main source of food. Based on the analysis of the strontium isotope ratio data of pig enamel from Lingjiatan and Weigang sites, it is speculated that the pigs from Lingjiatan and Weigang sites were born locally.

Key Words: Lingjiatan site; Weigang site; Calculus samples; $\delta^{13}C$ analysis

一、前言

牙结石通常存在于牙齿表面和牙齿的颈部,主要由有机成分加上捕获的食物颗粒以及无机矿物相构成的复合材料^①。在生物考古学领域,出土人及动物遗骸的碳氮稳定同位素分析已成为一种探讨古代人类饮食状况的常用技术手段^②。但是,由于碳氮稳定同位素分析过程中需要对样品进行分解和提取,因而用于检测的样品无法保留原状而在实验过程中被消耗掉了。基于上述原因,对于一些重要样品特别是用于展览的标本,就不适合使用该方法。而牙结石作为人类和动物牙齿表面的附属物,如果被去掉,并不会影响标本本身的完整性,所以,采集牙齿表面的牙结石进行碳氮稳定同位素分析可以算作一种无损检测手段,对于需要保留或用作展示的标本就具有重要实用价值。

除此之外,还有一些比较特殊的情况下,比如出

土的遗骸数量很少,或者保存状况不佳,无法进行骨胶原的提取等等,也可以采集牙结石进行碳氮稳定同位素分析,作为一种补充和参考。

我们在对凌家滩与韦岗遗址出土动物遗骸进行锶同位素分析的过程中,需要去除牙齿表面除牙釉质以外的一切物质,其中就包括牙结石。考虑到考古出土样品比较珍贵,应该利用一切可以利用的技术手段充分提取蕴含在样品中的信息,所以就有意识地采集了一部分动物的牙结石进行了碳氮稳定同位素分析,结合样品的锶同位素比值的分析结果,探讨凌家滩与韦岗遗址出土动物的来源与消费方式等方面的问题。

二、材料与方法

样品的预处理是在中国社会科学院考古研究所超净实验室内进行的。首先将动物牙齿放入洁净的50毫升烧杯中,加入纯净水清洗三次,以去除牙齿表面残留的土壤等污染物,清洗后的牙齿在低温下干

*本研究得到国家社会科学基金重大项目“凌家滩遗址及所在裕溪河流域调查发掘报告”(批准号:15ZDB054)的资助。

燥。用洁净的手术刀仔细刮擦除去牙结石,收集待测。

保留清洗牙齿的水溶液,过滤后得到土样,低温干燥后,加入 2mol/L 盐酸(优级纯)至无气泡产生,静置 24 小时。用纯净水洗至溶液呈中性,过滤,低温干燥后待测。

样品在中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所环境同位素质谱分析仪上测试其碳含量及同位素比值。碳稳定同位素比值以 USGS24 标定碳钢瓶气(以 PDB 为基准)为标准,分析精度为 $\pm 0.2\%$,碳同位素比值以 $\delta^{13}\text{C}$ (相对 V-PDB)表示,测试结果详见表一。

三、结果与讨论

1. 样品的去污染检验

出土动物牙齿在长期的埋藏过程中,表面往往附着土壤等污染物,经过清洗后,污染物是否被清除干净需要进行检验。目前关于牙结石的检测与分析尚处于起始阶段,样品预处理方法也正在探索,所以我们收集了从样品清洗下来的土壤样品作为对照样品,经过预处理后,与牙结石样品一同进行了碳含量及同位素比值检测。从表一所示的数值来看,两份分别来自凌家滩与韦岗遗址的土壤样品的碳含量及同位素比值比较接近,而与动物牙结石样品的碳同位素比值不同。说明牙结石样品没有受到污染或污染程度很低,数据可用。

2. 碳稳定同位素数据分析

凌家滩和韦岗遗址出土的猪牙结石的碳稳定同位素分析结果显示,4 例猪牙结石的 $\delta^{13}\text{C}$ 值的分布范围是 $-24.08\% \sim -27.92\%$, 平均值为 $-25.29 \pm 1.5\%$ 。其中包含 3 例凌家滩遗址出土的猪牙结石样品和 1 例韦岗遗址出土的猪牙结石样品。除了 1 例凌家滩遗址出土的猪牙结石样品的 $\delta^{13}\text{C}$ 值是 -27.92% 以外,其余样品的 $\delta^{13}\text{C}$ 值非常接近。而且上述 2 个遗址出土的猪牙结石样品的 $\delta^{13}\text{C}$ 值均处于 C3 植物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值($-20\% \sim -35\%$)范围内。韦岗遗址出土的猪牙结石 $\delta^{13}\text{C}$ 值与凌家滩遗址出土的猪一致,说明二者的食性一致。

此外,由于土壤有机质代表着一个从新鲜植物残体到彻底腐殖质化物质的连续体,一般来说,土壤有机

质的 $\delta^{13}\text{C}$ 值与来源植物物料的 $\delta^{13}\text{C}$ 值十分接近,因此可以根据植物的特征 $\delta^{13}\text{C}$ 值,就能判断出土壤有机质的来源^③。因为自然界植物间碳同位素组成是有差别的,可以用 $\delta^{13}\text{C}$ 值定量表示。通过对自然界数百种不同科、属、种的植物的研究发现, C₃ 类植物如稻米、小麦、豆类等,其 $\delta^{13}\text{C}$ 值范围为 $-20\% \sim -35\%$, C₄ 类植物,如玉米、小米、高粱、甘蔗等, $\delta^{13}\text{C}$ 值范围为 $-8\% \sim -14\%$, CAM 类植物如菠萝、甜菜等, $\delta^{13}\text{C}$ 值范围为 $-12\% \sim -23\%$ ^④。凌家滩和韦岗遗址土壤样品的检测结果表明,在研究区域内的环境下,植被是以 C₃ 植物为主。

3. 不足之处

由于牙结石是一种成分复杂的生物材料,如何利用现有技术更好地提取其中包含的各种信息正处于探索阶段,需要进行更多艰苦细致的工作和大量数据的支持。一般情况下,如果条件允许,首选利用骨胶原进行碳氮稳定同位素分析以探讨动物的食性,只有在某种特殊情况下,才以牙结石的检测作为参考数据。凌家滩和韦岗遗址出土动物标本数量较少且保存条件不理想是原因之一;另外一个原因是我们在研究中发现凌家滩与韦岗遗址出土猪的牙釉质锶同位素比值均在当地生物可利用的锶同位素比值范围之内,而且两地相距不远,因此想从食性分析的角度探讨二者是否相同,从而彼此构成一条证据链。显而易见,目前我们研究的样本量是远远不够的。更进一步的研究要留待考古发掘出更多的出土动物标本之后。

注释:

① Scott G R, Poulson S R: Stable carbon and nitrogen isotopes of human dental calculus: a potentially new non-destructive proxy for paleodietary analysis. *Journal of Archaeological Science*, 2012, 39, 1388 ~1393.

② Schoeninger, M.J.: Stable isotope evidence for the adoption of maize agriculture. *Current Anthropology*, 2009, 50, 633~640.

③ 朱书法、刘丛强、陶发祥:《 $\delta^{13}\text{C}$ 方法在土壤有机质研究中的应用》,《土壤学报》2005 年第 3 期。

④ Marino B D, McElroy M B. Isotopic composition of atmospheric CO₂ inferred from carbon in C₄ plant cellulose. *Nature*. 1991, 349(6305): 127~131.

(责任编辑:周广明)

表一 凌家滩与韦岗遗址出土动物牙结石及土壤的碳含量及同位素比值

序号	遗址名称	原编号	样品名称	C(%)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} \%$
1	凌家滩	2014HLTG1 西段 B42	猪牙结石	8.35	-27.92
2	凌家滩	2014HLTG1 东段 B30	猪牙结石	2.88	-24.08
3	凌家滩	2014HLTG1 东段 B60 38	猪牙结石	2.79	-24.74
4	韦岗	2013HDWTG1B-57(14)	猪牙结石	3.32	-24.4
5	韦岗		土壤	0.55	-20.35
6	凌家滩		土壤	0.57	-20.98