

考古动物群中的偏移现象——埋藏学的视角

张双权^{1,2}, Christopher J. Norton¹, 张 乐^{1,2}

(1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 考古动物群是由古代生物群经过死亡群、埋藏群、化石群的逐次“过滤”而形成的一个“采集群”^[1]。在这一漫长而复杂的地质历史过程中,不同来源、不同规模、不同作用方式的多种埋藏学因素都在其中打上了自己的深刻“烙印”,并在各自的层面上改变了考古动物群的最终面貌,从而导致了化石记录与原始生物群之间的客观偏移。因此,在对考古遗址发掘出土的大量动物化石进行合理解释之前,有必要了解和研究那些可能影响考古动物群最终组成的埋藏学过程或动因。本文以东亚地区的几项埋藏学研究为例,重点阐释了一些可能导致考古动物群偏移的埋藏学过程。

关键词: 埋藏学偏移; 河流搬运; 风化作用; 螺旋状断骨; 生物或化学腐蚀

中图分类号: K871.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3193 (2007) 04-0379-10

1 前 言

考古学家研究的动物群往往与其所代表的原始生活群之间存在着相当大的差异。在考古遗址的形成过程中,许多自然因素,如:风化、分解、溶解、压实、石化以及动物搬运、啃咬等都会对其中的动物骨骼产生程度不同的影响;化石采集、修理过程中所造成的动物骨骼的破碎或丢失也是影响考古动物群最终面貌的因素之一。此外,古人类的行为能力,如:对动物性资源的获取方式、搬运方式、加工方式等更是在考古动物群的形成过程中起到了独特而重要的作用。需要特别指出的是,古生物学家和考古学家有时可能会对动物群组成中的不同种属或不同解剖单元根据各自的学科特点加以取舍,例如对于许多 20 世纪 70 年代之前发掘出土的考古动物群而言,遗址中的长骨,尤其是那些没有保留骨骺部位的碎骨通常都会被发掘者有意无意地忽视或丢弃。但是,最近 20 多年的埋藏学研究证明,考古动物群中的这些看似无足轻重的碎骨往往却是埋藏学家推断遗址形成过程及古人类行为能力的不可或缺的重要材料^[2-3],是衡量考古动物群偏移程度大小的一个重要指标,并将最终影响考古遗址埋藏学解释的准确性与合理性。

2 考古动物群中偏移现象的埋藏学研究

本文结合国内外近期部分埋藏学研究的成果,以考古遗址中最为常见的几种能够导致

收稿日期: 2006-04-30; 定稿日期: 2007-06-08

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(2006CB806400); 国家自然科学基金项目(40602006; 40372015)。

作者简介: 张双权(1972-),男,陕西铜川人,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所助理研究员,在读博士生,主要从事埋藏学及动物考古学研究。E-mail: zhangshq@ivpp.ac.cn

考古动物群偏移的埋藏学过程为重点,分析讨论了它们在动物群形成过程中所起的作用及其可能的影响方式。

2.1 流水搬运与磨蚀过程

水流以筛选方式作用于动物骨骼,较轻的骨骼单元可以搬运至更远的地方,而那些相对较重的骨骼则会留在原地或者仅仅运移较短的距离,从而改造了考古动物群的结构与组成。流水搬运作用的研究不仅能够古生态的恢复提供许多有价值的资料,比如:古水流的方向与速度的大小等,而且也有助于我们获取水流对考古动物群的作用方式、影响程度等方面的信息,从而为遗址历史的重建提供直接的科学依据^[4]。上世纪 60 年代末,美国古生物学家 Voorhies 进行了动物骨骼的流水搬运实验,并且依据实验结果成功建立了动物骨骼在搬运作用下形成的三个不同的分选组合^[5]。一般情况下,在水流相对平稳时,Voorhies 的实验结果将会具有较为广泛的指导意义^[1]。但是,由于不同考古遗址形成时水动力条件方面存在的差异,动物骨骼的最终堆积面貌可能与 Voorhies 创立的水流分选组不尽一致,甚至有时会产生较大程度的偏离。例如,当水流的速度特别大,或者为粘滞性流体(如泥石流)的时候,骨骼的搬运方式可能会表现为同时运动、混杂堆积,从而形成完全有别于正常情况下的搬运组合,这时我们需要借助沉积物的粒度分析、动物骨骼的产状及排列方式的观察等对水流的影响程度加以衡量,进而判定 Voorhies 建立的水流分选组是否继续适用。

在日本晚更新世 Hanaizumi 动物群的埋藏学分析中,研究者首先根据 Voorhies 的水流分选组(Voorhies Groups)对遗址中的野牛骨骼单元(%MAU)进行了合并分组(图 1),结果发现除了明显较多的肋骨之外,野牛骨骼单元的分布与 Voorhie 建立的水流分选组的特征并不吻合,似乎表明这是一个未曾接受流水改造的动物群。但是,进一步的研究分析却为我们提供了另外一个完全不同的结论——由于野牛的体型大小与斑马较为接近,因此研究者又将野

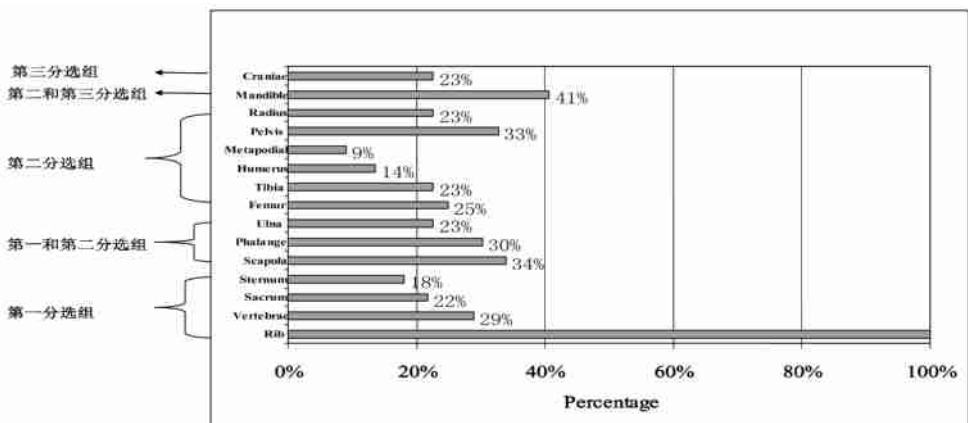


图 1 Hanaizumi 遗址——野牛的 %MAU (Minimum Animal Unit) (分别归入 Voorhies 的水流分选组)
Hanaizumi bison %MAU counts grouped into Voorhies Groups

Norton CJ, Hasegawa Y, Kohno N, Tomida Y. Distinguishing archaeological and paleontological faunal collections from Pleistocene Japan: Taphonomic perspectives from Hanaizumi. Anthropological Science (2007).

牛的骨骼单元分布与斑马的饱和重量指数 (Saturated Weight Index) 重新进行了对比分析 (图 2), 结果发现这两者之间存在显著的负相关性 ($r_s = -0.499$, $N = 18$, $P = 0.035$), 说明水流的搬运作用是遗址中野牛骨骼堆积的主导因素。Hanaizumi 动物群中高达 38% 的具磨蚀痕的骨骼比例同样验证了这一结论的可靠性。

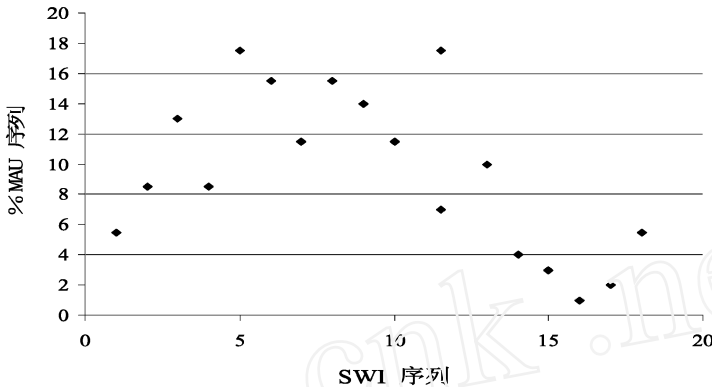


图 2 Hanaizumi 遗址——斑马的饱和重量指数 (SWI) 与野牛 %MAU (Minimum Animal Unit) 的散点图
Scatterplot of rank orders for Saturated Weight Index (SWI) for zebra and Hanaizumi bison %MAU

在周口店第一地点用火问题的研究方面, 水流搬运作用的分析同样起到了非常重要的作用。在 Weiner 等人发表的研究报告中, 他们承认了北京猿人遗址中烧骨的存在, 但是却坚持认为这些烧骨是在洞外燃烧后由低能量的流水作用带入洞内的^[6]。有意思的是, Weiner 等人从遗址堆积物中采集到的大型和小型动物骨骼中的烧骨比例分别为 12% 和 5%, 这一特点和有确切人工用火记录的洞穴遗址中的相应比例一致, 而不是低能量流水分选后洞内可能具有的小型动物的烧骨比例相对较大的组合特点 (因为微弱的水动力条件很难将大型动物的骨骼搬运入洞)^[7]。显然, Weiner 等人在专注于堆积物理化特征研究的同时却有意无意地“忽视”了最基本的水流搬运作用的分析。

在搬运分选之外, 较长期的水流作用还可以在动物骨骼表面产生明显的磨蚀痕迹。尽管另外的一些埋藏学过程如植物的根系、土壤的化学作用以及哺乳动物的践踏或啃咬等都能够能够在骨骼表面造成与流水作用较为相似的沟槽状的痕迹, 但是, 借助现代埋藏学的研究成果, 我们依然能够较为准确地判断不同埋藏过程的各自特点。以流水作用为例, 它所产生的改造痕迹往往散布于骨骼的整个表面, 而其他埋藏学过程所造成的影响却大都局限于骨骼的某些特定部位^[8]。此外, 流水作用产生的磨蚀痕迹, 在其轮廓、横截面形态等方面也明显有别于其他埋藏过程。本文第二作者等人在近期完成的一项研究中发现, 日本 Hanaizumi 遗址中的野牛骨骼上分布有大量浅而散漫分布的条纹状痕迹, 显示了水流磨蚀的典型特点, 说明这些动物骨骼曾经沿着 Kinryu 河的砂质河床被搬运了一定的距离 (图 3—4)。

在上述例子中, 流水搬运作用的研究为我们提供了充足的考古学证据, 表明 Hanaizumi 是一个异地埋藏的动物群。因此, 在对这一动物群进行其他考古学研究时 (例如: 骨骼表面痕迹及骨骼单元分布的研究) 就必须考虑到这一因素所导致的古人类行为信息的相应缺失, 比如人工切割痕比例的降低以及部分骨骼单元统计数的减小 (MNE 或 MAU) 等, 因为这些因流水搬运而不同程度缺失的原始信息往往是反映古人类对肉食性资源的获取、加工及搬

运方式的重要来源。

在考古动物群的偏移研究中,水流作用的另一可能方式同样具有十分重要的考古学意义。埋藏学的实验研究发现,水流的磨蚀作用有时甚至能够抹消掉骨骼表面的许多早期改造痕迹。在水中经历了5个小时的翻滚之后,骨骼表面的所有可鉴定的痕迹(例如:食肉动物的咬痕、人工砸击痕、切割痕等),无论是在宏观或微观的水平上都可能被流水作用消磨殆尽^[9]。这一现象表明,考古动物群中具切割痕的标本比例往往会明显低于肢解实验或民族学调查中的相应数值。因此,在进行考古动物群骨骼表面痕迹研究的时候,我们应当尽量避免考古遗址与实验数据的简单类比。在这一方面,国外部分学者似乎还没有足够充分的认识,他们往往依据考古动物群与实验数据或民族考古学研究中的相应比例的对比而对考古遗址的形成过程、古人类的行为能力等做出过于简单的解释与推断,如 Binford 等人对周口店第一地点及 Klaiser River Mouth 的研究等^[10-11]。

2.2 风化作用

风化作用是考古遗址中能够经常观察到的另外一种埋藏过程,是导致考古动物群产生偏移的另一常见因素。20世纪70年代,Behrensmeyer 曾经在非洲的肯尼亚等地对动物尸体的风化过程进行了长期的跟踪观察,并据此建立了动物骨骼的6个风化阶段^[12]。Behrensmeyer 的这一方案依然是现在考古动物群研究中最常用的埋藏学准则之一。

目前,动物骨骼风化程度的观察与研究已经发展成为埋藏学研究中的一个基本研究手段,它不仅能够为我们提供考古遗址使用强度和持续占有时间等方面的分析依据,而且也有助于古人类行为能力及生存模式的进一步分析。比如,Gifford 及 Behrensmeyer 等学者认为,如果某一考古遗址中的所有动物骨骼都显示了较为一致的风化特征,那么这一动物群可能就是一个灾难性的死亡事件所致;相反,如果遗址中的动物骨骼的风化程度存在较为显著的差异,那么这一动物群则有可能是损耗性死亡的结果,因为逐渐发生的死亡事件(如饥饿、疾病、意外事件、古人类或食肉动物的猎捕等)相对缓慢地将一个又一个的动物骨骼带入了考古遗址中,从而造成了不同动物骨骼风化程度的明显差异^[4,12]。因此,在考古遗址的研究中,骨骼风化程度与某些动物种类(如古人类猎取的鹿、牛、马等草食类动物)死亡年龄分布

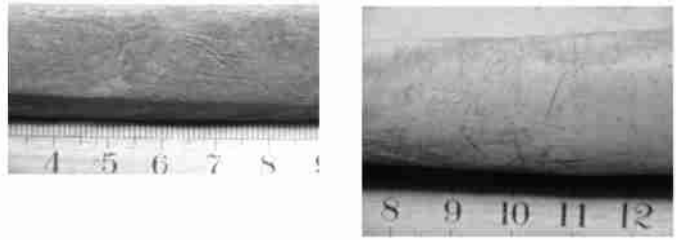


图3 Hanaizumi 遗址——野牛肋骨上的摩擦痕
Examples of abrasion on bison rib bone from Hanaizumi

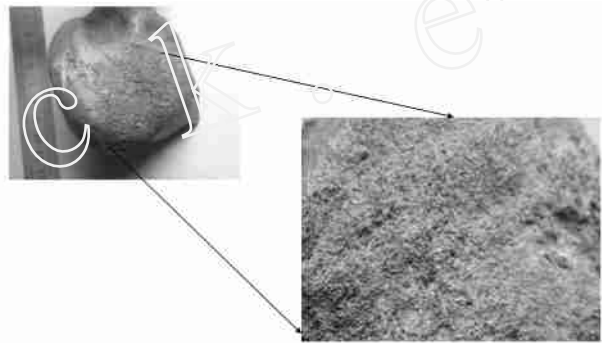


图4 Hanaizumi 遗址——砂粒和粘土深植于野牛骨骼之中
Example of sand and silt deeply embedded in bison bone from Hanaizumi

情况的结合就可以更为准确地反映出遗址中该类别动物的原始死亡群特征(灾难性死亡事件或损耗性死亡事件),进而也将有利于古人类行为能力与狩猎策略的分析研究(即狩猎能力、方式的差异以及对于不同年龄段猎物的选择策略等)。

当然,考古动物群的形成原因是相当复杂的,因此对其风化程度的观察与解释也就需要更为谨慎的态度。Potts 曾经列举了四种能够造成考古遗址中动物骨骼出现差异性风化的可能原因:1)由于不同骨骼单元风化速率的不同所致;2)由于不同的埋藏情况所致;3)由于骨骼在被搬运至聚集区域之前的原始风化程度的差异所致;4)由于新鲜的骨骼被后期带入遗址所致^[13]。这几种情况都是我们研究骨骼风化作用时必须加以考虑的问题。Shipman 研究发现,体积较小的骨骼更易于被四足动物踩压至地面之下;对于那些体积相对较大的骨骼单元而言,动物的踩踏行为则仅仅局限于能够将其推移至旁边的较近位置。因此,她认为,对于同一个体而言,头骨等较大的骨骼单元应该表现出更为强烈的风化特征,因为它们相对而言难以在短期内就被堆积物所掩埋^[14]。此外,在鬣狗等食肉动物的巢穴中,由于洞穴的相对封闭环境有效地抑制了骨骼的风化过程,因此从中发现的较为新鲜的动物骨骼有可能是洞穴的主人在数年甚至更长的时间内逐渐聚集的^[14]。

上述学者的研究结果不仅证明了风化过程的复杂性与多样性,同时也提醒我们,在进行考古动物群研究时,骨骼风化程度分析与其他埋藏学手段的结合可以产生更为可靠的考古学结论。

最近我们完成的山顶洞遗址的埋藏学分析清楚地显示了骨骼风化程度的观察及对比在考古动物群研究中的重要作用。在这一研究中,通过对下窖和下室动物骨骼风化程度的对比观察、分析,我们发现从下窖出土的动物化石,无论是肉食类还是鹿类其风化程度都要明显小于下室的相应种类,因此可以推断下窖的动物骨骼要比下室的埋藏速度更快一些(图 5—7)。这一结论与我们得到的其他埋藏学证据相结合,表明下窖可能确如裴文中先生早年所推测的那样只是一个天然的陷阱。



图 5 周口店山顶洞遗址不同风化程度的动物骨骼

Examples of weathered bones from the ZKD UC faunal assemblage

2.3 螺旋状断骨与假工具

20 世纪 40 ~ 60 年代, Dart 在其发表的一系列有关南方古猿的文章中都提到了螺旋状断骨的问题^[15—16]。Dart 认为,断面形态为螺旋状的动物骨骼是古人类有意识地进行砍砸

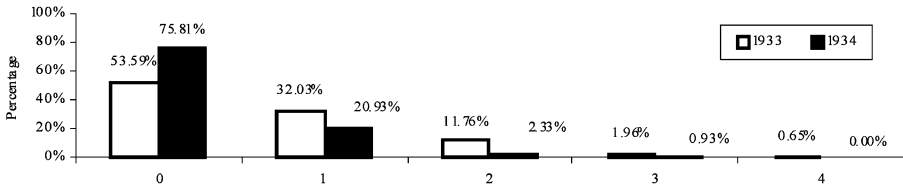


图 6 周口店山顶洞遗址鹿类动物的风化程度分析(1933 代表上文化层,1934 代表下窖)

Weathering analysis of cervid remains from Zhoukoudian Upper Cave

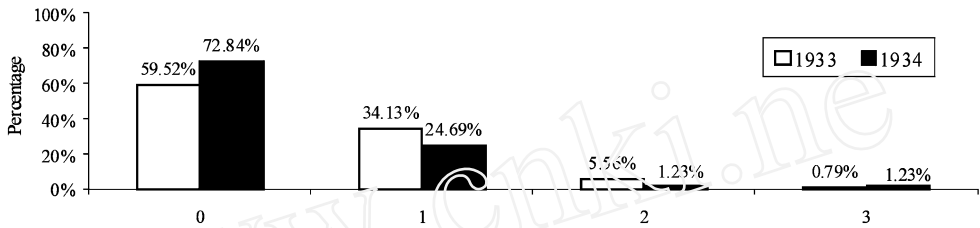


图 7 周口店山顶洞遗址食肉动物的风化程度分析

Weathering analysis of carnivore remains from Zhoukoudian Upper Cave

以取食骨髓或制作“骨器”的结果。此后,越来越多的学者开始致力于动物骨骼在不同埋藏条件下的破裂特征的研究。埋藏学界目前已经广泛认同,除了人类行为之外,还有许多其他的埋藏学过程(如食肉动物的撕咬、四足动物的践踏、沉积物的压实以及自然条件下的风化等)都可以在考古动物群中产生类似的改造痕迹^[4,8,12]。

本文第一作者发现,辽宁朝阳马山洞出土的部分动物骨骼表现出了典型螺旋状断裂的特点。但是,从上述骨骼断面极为新鲜的颜色判断,毫无疑问它们是在发掘的过程中由于人工踩踏或发掘工具的碰击而发生断裂的。由此可见,即便是部分石化的动物骨骼同样也能产生螺旋状的断裂面。显然,对于孤立的螺旋状断骨而言,我们不仅无法确认其“工具”的属性,甚至也不能由此而简单判定其发生断裂时的自然状态(新鲜、干燥或已石化)。

实际上,早在上世纪 30 年代,作为我国埋藏学研究先驱的裴文中先生就已明确指出,骨骼遭受偶然的撞击或地层中的重力挤压,必然会失去其最脆弱的部分,而且“这种种断裂不可避免地会产生形状相似的碎骨”,因此,“在确认骨化石上的史前人类的加工痕迹之前,一定要非常谨慎”^[17]。可惜的是,此后部分考古遗址的碎骨研究者并没有充分意识到这一问题的复杂性,从而人为地造成了一些不必要的混乱。

在螺旋状断骨的研究方面,还有一个需要注意的问题——Shipman 等人研究发现,此前埋藏学家所描述的“螺旋状断骨”中至少包含了两种不同性质的断裂^[18]。Johnson 同样注意到了这两种断裂形式之间的重要差别,并将第一种类型称为“水平张性断裂”,认为它是在骨骼已经干燥的情况下产生的,另外一种 Johnson 则称之为“真正的螺旋状断裂”,认为这是骨骼处于新鲜状态时才可以产生的一种断裂特征^[19]。埋藏学的实验研究同样证明了上述学者的观点:在外界压力超过骨骼自身弹性极限的条件下,湿的或新鲜的骨骼会发生断裂,并且往往能够产生“真正的螺旋状断裂”,而那些已经干燥或石化的动物骨骼则更多地表现为横向或纵向的断裂,尽管它们偶尔也会形成螺旋状的断面。

在研究法国 Fontbregoua、Bezouze、Sarians 等史前遗址中的人类骨骼时, Villa 和 Mahieu 仔细观察并对比了骨骼的断裂面形状(横向、螺旋状等)、骨骼表面与断裂面之间的夹角(垂直或倾斜)、骨干的圆周指数(最大圆周大于或小于原始骨干圆周长的 1/2 等)、断裂面质地(光滑或呈锯齿状)等多个形态指征在各遗址中的分布情况。Villa 和 Mahieu 认为, 仅仅依据骨骼的某一个断裂特征很难得出具有说服力的结论; 但是若干此类特征的结合就可以判断骨骼断裂时的自然属性(新鲜或已干燥)^[20]。Johnson 等同样认为, 确定骨骼的破裂动因需要研究骨骼破裂面的一系列特征, 而不仅仅是依据“螺旋状断裂”这样的孤立性状^[19]。

简而言之, 对于考古遗址中的大量碎骨而言, 某些孤立的观察属性, 如“螺旋状断裂面”的存在并不能表明古人类行为的存在, 但是, 多个破裂特征的综合观察和统计研究却能够为我们提供完整动物骨骼可能永远都无法提供的埋藏学、考古学方面的许多重要信息(如: 古人类的敲骨吸髓行为、制作骨质工具的能力等)。在我国旧石器时代的许多遗址(如金牛山、许家窑、马鞍山、王府井等)中, 动物碎骨的大量存在都是十分引人注目的一个现象。但是, 这些碎骨的具体成因却可能存在着较大的差异, 它们或是古人类制造工具、敲骨吸髓的行为所致, 或是食肉动物、啮齿类动物的破坏而成, 甚至也不排除风化作用、成岩作用的后期影响。对于上述考古动物群而言, 碎骨特征的全面观察与研究将是解决遗址形成过程乃至古人类行为方式的一个必不可少的重要手段。

2.4 生物或化学腐蚀

现代埋藏学研究发现, 许多植物的根系都可以分泌腐殖酸, 从而在动物骨骼表面产生树枝状或蠕虫状的腐蚀沟痕。具有类似特征的浅沟也可以由那些与植物根系分解相联系的微生物而产生, 后者所分泌的酸性物质同样能够对动物骨骼产生腐蚀作用^[21]。

早在上世纪 30 年代, 裴文中先生就已指出, 植物根系造成的骨骼的腐蚀痕迹别有特色, 因此不会同人类的加工痕迹相混淆^[17]。国外学者对植物根系腐蚀特征的微观研究同样表明, 这些痕迹一般都呈宽而弯曲、底部平坦而截面呈“U”形的沟槽^[22], 显然有别于相对窄而直且横截面为“V”形的人工切割痕。此外, 植物根系的腐蚀痕迹也可以同酸性围岩以及消化道的腐蚀痕迹加以区别, 因为它们产生的往往是明显有别于后者的较为孤立的浅沟或凹槽^[23]。

在动物骨骼埋藏之后, 周围堆积物中的多种化学物质同样会对骨骼施加影响, 从而使其沾染上其他的颜色。在较为强烈的化学腐蚀作用下, 某些骨骼的表面也能够产生一些沟槽状的侵蚀痕迹, 有时甚至可能被误认为远古人类的绘画艺术^[17]。

需要特别注意的是, 生物或化学腐蚀作用能够在骨骼表面形成类似肉食类动物齿痕的改造特点, 从而可能导致对考古动物群认知的较大偏移。非洲早期人类遗址的埋藏学研究是一个很好的例子。在早期人类行为能力的研究上, 狩猎与食腐的争论是最近几十年埋藏学界的焦点性问题之一。目前比较流行的一种假说就是 Blumenschine 等人所倡导的“三阶段模式”。在这一模式中, 肉食动物如大型猫科动物等是遗址中草食性动物资源的最早获取者和利用者, 紧随其后的是早期人类, 在古人类之后对这些动物骨骼再次进行利用和改造的则是另外一些肉食类动物如鬣狗等^[3, 24]。显然, 它将人类放在了食腐这一生态位, 其依据主要源于 Blumenschine 等人对 FLK Zinj 遗址中动物骨骼上的肉食类动物齿痕分布情况的统计结果。但是, 由于埋藏环境的干扰, 动物骨骼上的齿痕往往可能包含了一些生物或化学作用的成份。国外埋藏学家最近完成的一项研究较好地说明了这一问题的复杂性。Domínguez

Rodrigo 和 Barba 发现,在扫描电镜下观察时,生物或化学腐蚀痕与动物齿痕之间具有相当明显的差别,无疑是可以区分的。同时,他们据此重新观察统计后的齿痕比例以及其他方面的研究结论将 FLK Zinj 遗址中的古人类行为能力提升到了狩猎这一新的生态位^[25](表 1)。

可见,由于生物或化学作用的影响,考古动物群中的某些重要信息或多或少会产生偏移,从而可能影响到埋藏学家对遗址形成过程及人类行为方式的解释。对于考古学家而言,关键在于能否意识到这一现象并且找到一些

有效的手段以最大程度地消除偏移的影响。Domínguez-Rodrigo 和 Barba 的研究工作可以看作是这方面的一个良好开端。

表 1 FLK Zinj 遗址中的动物齿痕统计
Analysis of the tooth marked specimens of FLK Zinj site

研究者 \ 项目	齿痕标本数	具齿痕标本的百分比
Blumenschine	255	70.1
Domínguez-Rodrigo 和 Barba	61	16.8

3 结 论

考古动物群中的偏移现象是普遍存在的,它是多种埋藏学过程相互作用的综合结果,同时它也真实反映了考古遗址复杂多样的演替过程。本文简单介绍了考古动物群中最常见的几种偏移现象,并结合一些研究实例进行了一定程度的探讨。当然,在考古动物群的研究过程中,我们能够遇到的偏移现象还远不止这几种,其他一些埋藏学过程,例如四足动物的践踏作用、堆积物的压实作用以及后期成岩作用等都有可能在考古遗址中留下自己的独特印记。因此,埋藏学家在解释遗址及考古动物群形成过程之前必须对此加以充分考虑,并采取适当手段对其作用方式及效应加以厘定,以免产生较为严重的偏差或错误。或许,考古动物群研究的意义所在就是要从上述诸多能够导致考古动物群偏移的因素中去伪存真地分辨出“人工”和“非人工”的组分,从而为推断考古遗址的形成过程以及古人类行为能力、生存方式的演变提供更为可靠的考古学依据。

致谢: 高星研究员审阅了本文初稿并提出宝贵修改意见;吴新智院士及审稿人对改进稿件提出了许多建设性的意见。作者在此深表谢意!

参考文献:

- [1] 张云翔,薛祥煦. 甘肃武都龙家沟三趾马动物群埋藏学[M]. 北京:地质出版社,1991:1-96.
- [2] Marean CW, Kim SY. Mousterian large-mammal remains from Kôbeh Cave: behavioral implications for Neanderthals and early modern humans[J]. *Current Anthropology*, 1998, 39: 79-113.
- [3] Blumenschine RJ. Percussion marks, tooth marks, and experimental determinations of the timing of hominid and carnivore access to long bones at FLK Zinjanthropus, Olduvai Gorge, Tanzania[J]. *Journal of Human Evolution*, 1995, 29(1): 21-51.
- [4] Gifford DP. Taphonomy and paleoecology: A critical review of archaeology's sister disciplines[A]. In: Schiffer MB ed. *Advances in Archaeological Method and Theory*, Vol. 4. New York and London: Academic Press, 1981, 365-438.
- [5] Voorhies M. Taphonomy and population dynamics of an Early Pliocene vertebrate fauna, Knox County, Nebraska[A]. *University of Wyoming Contributions to Geology Special Paper*, No. 1, Laramie, 1969.
- [6] Weiner S, Xu QQ, Goldberg P, Liu J Y, Bar-Yosef O. Evidence for the use of fire at Zhoukoudian, China[J]. *Science*, 1998, 281:251-253.

- [7] Xinzhi Wu. Investigating the possible use of fire at Zhoukoudian, China[J]. *Science*, 1999, 283:299.
- [8] Lyman RL. *Vertebrate Taphonomy*[M]. London: Cambridge University Press, 1994.
- [9] Shipman P, Rose J. Early hominid hunting, butchering, and carcass-processing behaviors: Approaches to the fossil record[J]. *Journal of Anthropological Archaeology*, 1983, 2:57-98.
- [10] Binford LR, Stone NM. Zhoukoudian: A closer look[J]. *Current Anthropology*, 1986, 27(15):453-468.
- [11] Binford LR. Faunal Remains from Klasies River Mouth[M]. New York: Academic Press, 1984.
- [12] Behrensmeier AK. Taphonomic and ecologic information from bone weathering[J]. *Paleobiology*, 1978, 4(2):150-162.
- [13] Potts R. Early Hominid Activities at Olduvai[M]. New York: Aldine De Gruyter, 1988.
- [14] Shipman R. *Life History of a Fossil: An Introduction to Taphonomy and Paleoecology*[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1981.
- [15] Dart RA. The predatory implemental technique of the Australopithecines[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1949, 7:1-16.
- [16] Dart RA. The bone tool manufacturing ability of Australopithecus Prometheus[J]. *American Anthropologist*, 1960, 62:134-138.
- [17] 裴文中. 非人工破碎之骨化石[A]. 见:《裴文中科学论文集》编辑组. 裴文中科学论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1990: 78-86.
- [18] Shipman P, Bosler W, Davis KL. Butchering of giant geladas at an Acheulian site[J]. *Current Anthropology*, 1981, 22:257-268.
- [19] Johnson E. Current developments in bone technology[A]. In: Schiffer MB ed. *Advances in Archaeological Method and Theory*, Vol. 8. New York and London: Academic Press, 1985, 157-235.
- [20] Villa P, Mahieu E. Breakage patterns of human long bones[J]. *Journal of Human Evolution*, 1991, 21:27-48.
- [21] Grayson DK. Danger Cave, Last Supper Cave, and Hanging Rock Shelter: the faunas[J]. *American Museum of Natural History Anthropological Papers*, 1988, 66(1):1-130.
- [22] Andrews P, Cook J. Natural modifications to bones in a temperate setting[J]. *Man*, 1985, 20:675-691.
- [23] Andrews P. *Owls, Caves and Fossils*[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1990.
- [24] Selvaggio MM. Carnivore tooth marks and stone tool butchery marks on scavenged bone: archaeological implications[J]. *Journal of Human Evolution*, 1994, 27:215-227.
- [25] Domínguez-Rodrigo M, Barba R. New estimates of tooth mark and percussion mark frequencies at the FLK Zinj site: the carnivore-hominid-carnivore hypothesis falsified[J]. *Journal of Human Evolution*, 2006, 50:170-194.

Biases in the Archaeofaunal Record : Taphonomic Perspectives

ZHANG Shuang-quan^{1,2}, Christopher J. Norton¹, ZHANG Yue^{1,2}

(1. *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Beijing 100044;*

2. *Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049*)

Abstract: The faunal collection excavated by the archaeologist or paleontologist almost never resembles the original death assemblage exactly (exceptions to this fact may be catastrophic mortality situations, such as volcanic eruptions). Nevertheless, before any interpretations can be confidently derived regarding the excavated bone collection, understanding the processes that affect the formation of an archaeofaunal assemblage is critical. This job is primarily the responsibility of taphonomists, who examine the biostratigraphic (e. g., fluvial transport and abrasion) and diagenetic processes (e. g., sediment compaction, biochemical etching) that affect faunal remains during accumulation and burial. The primary goal of this paper is to review these various taphonomic processes and provide examples from ongoing taphonomic research conducted in East Asia.

Key words: Taphonomic biases; Fluvial transport; Weathering; Spirally fractured bones; Biochemical marks