中国科学: 地球科学 2012 年 第 42 卷 第 5 期: 764 ~ 772
www.scichina.com earth.scichina.com
《中国科学》杂志社
SCIENCE CHINA PRESS

论 文

河南灵井许昌人遗址大型食草类动物的骨骼单元分布

张双权[①], 李占扬[②], 张乐[①], 高星[①*]

① 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所人类演化实验室, 北京 100044;
② 河南省文物考古研究所, 郑州 450000
* 联系人, E-mail: gaoxing@ivpp.ac.cn

收稿日期: 2010-12-07; 接受日期: 2011-03-09
中国科学院战略性先导科技专项(编号: XDA05130302)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(编号: ZCX2-EW-QN110)和国家自然科学基金(批准号: 40602006, 40872115)资助

摘要 河南灵井许昌人遗址 2005~2006 年发掘出土了上万件动物化石. 基于遗址中两种优势动物原始牛和普通马骨骼单元的量化与统计分析, 逐次衡量了多种埋藏学营力在这一动物群形成过程中所起的作用. 相对于自然性因素而言, 古人类的狩猎行为以及由此产生的肢解、屠宰、搬运等活动才是造就这一动物群当前面貌的最主要原因. 更为重要的是, 本项研究首次确认了东亚旧石器时代记录中古人类对于原始牛和普通马骨骼单元的差异处理模式, 从而表明这一时期的古人类已经掌握了足够的狩猎技巧与生存技能, 并且熟知大型猎物的生态习性及解剖特点和营养价值, 从而能够根据猎获对象的不同而采取相应的野外处理和搬运策略.

关键词
灵井许昌人遗址
埋藏学
动物考古学
骨骼单元分布
古人类搬运行为

长期以来, 考古学家总是希冀能够从遗址发现的动物骨骼中提取远古人类行为方面的信息. 通过对现代动物的观察和解剖检验, 考古学家发现动物的不同骨骼部位(或"骨骼单元")往往有着不同的营养物质分布, 由此进一步认为史前人类在屠宰和搬运猎物时也将不可避免地受到这些因素的影响和制约[1~4]. 然而, 正如众多学者业已指出的那样, 绝大多数考古动物群都是多种自然营力和古人类文化行为综合交叉的复杂结果. 一方面, 某些动物组分可能是由于自身疾病、意外失足、流水携带、食肉动物狩猎等自然因素而进入了遗址动态的形成过程中, 它们对于古人类生计方式的意义更多地体现在古环境、古生态的恢复等背景情况方面. 但是, 另一方面, 还有一些动物种类, 尤其是一些大中型的食草动物却往往与古人类的行为方式、经济活动等有着直接或间接的联系, 它们则是我们提取史前社会文化信息、了解史前人类生存方式的重要载体. 但是, 由于古人类的活动仅仅代表了自然界诸多骨骼聚集和改造过程中的一个片段, 因此, 对于任何一个考古动物群而言, 我们在分析古人类的行为能力和生存策略之前, 都必须能够将这些自然的因素同古人类的成份相互区别, 并且能够最大程度地辨别它们在动物群形成、发展过程中的先后顺序、各自权重以及最终影响. 显然, 肇始于古生物学的埋藏学研究能够为我们提供解决上述问题的独特思路和方法, 因此, 对于旧石器时代的考古动物群研究而言, 埋藏学的介入和渗透就显

英文引用格式: Zhang S Q, Li Z Y, Zhang Y, et al. Skeletal element distributions of the large herbivores from the Lingjing site, Henan Province, China. Sci China Earth Sci, 2012, 55: 246–253, doi: 10.1007/s11430-011-4279-x

得尤为关键. 本文以新近发掘出土的河南灵井许昌人遗址动物群中的两种优势动物原始牛和普通马为研究对象, 运用现代埋藏学的研究方法和观察手段, 对其各骨骼单元进行了系统的观察鉴定和量化分析, 并试图以此为基础探求这一动物群的形成原因及埋藏学过程, 并且从中去伪存真地剥离出远古人类的生存模式及行为信息.

1 材料与方法

灵井许昌人遗址位于河南省许昌市西北约 15 km 的灵井镇西侧, 地理坐标为东经 113°41′, 北纬 34°04′, 海拔高度 117 m. 这一遗址最初发现于上世纪中叶. 2005~2007 年, 河南省文物考古研究所对该遗址进行了新的发掘与研究, 在近 300 m^2 的范围内出土人类头骨化石断块近 20 件、石制品近万件以及包括部分骨器在内的动物骨骼化石万余件[5]. 到目前为止, 灵井许昌人遗址出土的哺乳动物化石种类包括啮齿类 2 种, 食肉类 3 种, 长鼻类 1 种, 奇蹄类 4 种, 偶蹄类 8 种, 共计 18 个属种[6]. 灵井动物群的埋藏学分析表明, 原始牛(*Bos primigenius*)和普通马(*Equus caballus*)是该动物群中居于绝对数量优势的两个属种[7]. 灵井许昌人遗址考古材料的近期出土是我国古人类旧石器研究领域内的一个重要发现, 同时也为东亚地区现代人类行为起源问题的研究提供了良好的契机. 到目前为止, 该遗址出土的人类骨骼材料包括顶骨、枕骨部分、乳突等近 20 件; 与古人类头骨化石伴生的则是数量可观的旧石器文化遗物及动物化石材料. 李占扬等[6]根据生物地层学的原则判断, 这一动物群的时代应与许家窑动物群的时代相似, 为晚更新世早期, 其绝对年龄约在 100 ka 左右. 周立平等人(个人交流)完成的初步光释光测年结果表明, 埋藏古人类头骨化石层位的时代应该在 80~100 ka 之内, 甚至可能稍大于 10 万年. 在中国旧石器文化演化序列中, 这一时期属旧石器时代早期向晚期的过渡阶段[8,9]. 本项研究涉及到的动物化石基本与古人类头骨化石同层产出,属地层序列中的“下文化层”[5].

动物骨骼单元分布的研究是 20 世纪 80 年代及其更早阶段埋藏学界广泛采用的一种研究手段. 早在 20 世纪 50 年代, White[10]和 Perkins 等[1]学者先后提出, 考古遗址中骨骼单元分布的不同可以用“携带效应”(schlepp effect)来解释. 他们认为动物的个体越大、被猎杀的地点距离其被食用的位置越远, 能够被携带回营地、村落或类似区域的动物骨骼就越少. 在此之后的一段时间内, 动物骨骼单元的分布在考古研究中受到了越来越多的关注, 其中尤以 Binford[2] 在爱斯基摩营地的相关研究影响至为深远. 然而, 进入 20 世纪 90 年代之后, 随着欧美学者实验研究和现代生态学模拟研究的逐步兴起, 骨骼表面痕迹的观察与分析开始在埋藏学研究中发挥越来越重要的作用; 而相对传统的骨骼单元分布研究则是日渐式微, 甚至于因其可能导致的“等效现象”而遭到某些欧美学者的“摒弃”[11]. 与此同时, 国际上还有一批学者矢志于这一研究手段的完善和创新, 试图重塑这一传统分析手段的学科活力[12,13] .

在灵井许昌人遗址动物群的研究中, 我们采用埋藏学中的传统手段, 对遗址中出土的原始牛(*Bos primigenius*)和普通马(*Equus caballus*)两种优势动物按照其各自骨骼单元进行了观察与量化. 以原始牛为例, 我们首先依据各骨骼单元上的典型解剖学标志(即 Lyman 经典著作中的扫描点位, 如: 关节面、营养窝等)[14]统计得出原始牛各骨骼单元的最小骨骼部位数(MNE), 然后再根据各骨骼单元在该动物属种完整骨架中的相应数量计算得出了最小骨骼单元数(MAU), 并以 Binford 的经典方案将所有动物骨骼部位的最小单元数(MNE)进行了标准化处理, 从而得到了各自的%MAU(表 1)[2]. 在以后的分析中, 我们是以%MAU 作为各骨骼单元的量化标准值, 分别衡量了水流、食肉类动物、古人类以及沉积后作用等多种埋藏学营力在这一动物群形成和聚集过程中的作用. 这也是目前埋藏学领域内应用最为规范的一种量化统计和分析程序.

2 结果与讨论

2.1 骨骼单元分布中的自然因素

2.1.1 水动力及食肉类作用

流水作用是绝大多数考古动物群形成过程中都无法避免的一种埋藏学营力. 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

表 1　原始牛的骨骼单元分布

扫描点位	骨骼部位	完整骨架中的相应骨骼数目	密度值	MNE	MAU	%MAU
AC1	髂骨	2	0.53	2	1	8.97
AS1	距骨	2	0.72	7	3.5	31.39
ATl	寰椎	1	0.52	2	2	17.94
AX1	枢椎	1	0.65	2	2	17.94
DN4	下颌骨	2	0.53	7	3.5	31.39
FE1	股骨近端	2	0.31	9	4.5	40.36
FE6	股骨远端	2	0.26	5.5	2.75	24.66
HU1	肱骨近端	2	0.24	1	0.5	4.48
HU5	肱骨远端	2	0.38	11	5.5	49.33
MC1	掌骨近端	4	0.59	10.3	2.575	23.09
MC5	掌骨远端	4	0.46	26.1	6.525	58.52
MR1	跖骨近端	4	0.52	10.3	2.575	23.09
MR5	跖骨远端	4	0.4	26.1	6.525	58.52
NCl	舟一骰骨	2	0.48	6	3	26.91
P12	第一指骨(趾骨)	8	0.46	12	1.5	13.45
P23	第二指骨(趾骨)	8	0.46	7	0.875	7.85
RA1	桡骨近端	2	0.48	22.3	11.15	100
RA5	桡骨远端	2	0.35	7.3	3.65	32.74
SP1	肩胛骨	2	0.5	12.4	6.2	55.61
TI1	胫骨近端	2	0.41	0	0	0
TI5	胫骨远端	2	0.41	9	4.5	40.36
UL1	尺骨近端 1	2	0.34	2	1	8.97
UL2	尺骨近端 2	2	0.69	2	1	8.97

组成[15]. 遗址中动物骨骼的定向排列与分选情况是埋藏学界用以界定流水作用的一种传统手段. 然而, 对于河边、湖滨等生态环境而言(这里往往也是考古类遗址最常发现之处), Fiorillo[16]的实验结果表明, 大型四足类动物的践踏作用完全能够完全抹消掉流水作用产生的动物骨骼的定向排列证据. 幸运的是, 随着埋藏学研究的不断发展, 即使是在缺失了骨骼定向信息的情况之下, 我们依然具备足够的分析手段以衡量流水作用对于考古动物群的影响程度.

本项研究中, 我们根据 Voorhies[17]的水流分选组(Voorhies Groups)对原始牛的骨骼单元(MAU)进行了合并分组, 结果发现除了明显较多的下颌以及相对更少的脊椎(寰椎)之外, 三个水流分选组在灵井动物群中都有一定程度的体现(图 1). 此外, 在 Voorhies[17]的实验研究中经常出现在第一或第二分选组的肩胛骨在灵井动物群中有着比较高的数据表现, 其%MAU 值达到了 36.47, 说明即使水流搬运分选作用存在的话, 它对于灵井动物群的作用力度也是比较微弱的. 与此同时, 基于动物骨骼单元与其周边沉积物颗粒之间的对应关系[18,19], 我们能够进一步判定这一动物群形成过程中流水活动的相对缺位状态[7].

食肉类的破坏作用也是改造考古遗址中动物骨骼单元分布状况的一个主要原因, 这一作用过程又与被破坏动物属种的骨骼密度有着非常紧密的联系[14], 因此基于骨骼单元密度差异的水流分选组研究结果一定程度上也可以表明灵井动物群形成过程中食肉类活动的相对微弱, 这一结论与动物群低至5.4%的食肉类齿痕标本数量也是十分吻合的[7].

2.1.2　沉积后作用

动物骨骼在沉积之后将会经历一系列的改造过程(post-depositional process), 这其中的绝大部分都属于化学和机械作用的改造, 如生物腐蚀作用、人与四足动物的踩踏作用、沉积成岩作用甚至还包括部分的风化过程等[14]. 一般情况下, 许多动物骨骼在经历这些埋藏学营力的过程后将有可能变得更为破碎, 从而不仅降低了骨骼标本的可鉴定性, 同时也在一定程度上影响了后期的骨骼单元的量化过程以及骨骼表面痕迹的统计与解释. 因此, 对于考古动物群而言, 对于其沉积后过程的考量将是考古学解释的前提和

必要条件. 在这一研究领域, 埋藏学家已经做了大量的尝试和实验, 目前应用较广的则是 Marean[20]提出的骨骼完整系数. 尽管灵井遗址中的腕(跗)骨等化石数量较少, 但是我们依据仅有的 15 件标本依然可以发现其完整系数接近 100%(表 2), 说明沉积后作用对动物群的面貌没有产生特别明显的影响.

2.2　骨骼单元分布中的古人类行为因素

古人类的搬运行为往往也是改造遗址动物群面貌的一个主要因素, 骨骼单元分布研究则是探索古人类这一重要行为倾向以及遗址功能、社会群体组织活动的一个必不可少的分析手段[14,15].

2.2.1　相关性分析

从 20 世纪 60 年代至今, 国际埋藏学家已经先后提出了多种用以衡量古人类搬运选择的营养效用指数.在灵井动物群原始牛骨骼单元分布的研究方面, 我们依据了 Emerson[21]所建立的 BMTP(Bison Modified Total Products)指数. 这一营养指标综合衡量了大型牛科类动物骨骼单元之间的营养值差异, 因而能够相对集中地反映古人类在骨骼搬运方面的营养考虑. 这里, 我们将原始牛的 MAU 值与 Emerson 建立的野牛的%BMTP 以散点图的形式表示了出来, 并以 SPSS 软件分析了这两者之间的等级相关系数(图 2). 研究结果显示, 原始牛的骨骼单元分布与野牛营养指数之间并无显著相关性存在(r_s = 0.115, N = 24, p = 0.593).

这一结果并不令我们感到意外. 事实上, 动物骨骼单元的营养指数并不是推断古人类搬运行为存在的唯一依据. 许多情况下, 古人类获取猎物的季节、时辰、动物的体型大小、狩猎者人数、天气状况以及其他食肉动物的竞争等因素都有可能在古人类的骨骼搬运选择上施加权重, 从而影响到遗址中营养指数对于动物骨骼单元组合的解读性[22]. 但是, 通过动物考古学与埋藏学研究中的其他分析手段, 我们同样能够合理辨别动物骨骼组合中古人类行为因素的主导性地位.

2.2.2　长骨单元的表面痕迹分析

Domínguez-Rodrigo[23,24]通过大量的野外生态观察及实验研究建立了切割痕在分辨古人类行为方面的模式性理论, 其实验结果已经广泛应用于考古动物群的研究之中[25], 并被视作是解决考古动物群研究中“等效现象”的重要途径[22]. 在灵井动物群大型食草类动物的切割痕观察及其分布规律方面, 我们发现绝大多数长骨标本上的切割痕都位于其骨干部位(185 件, 占相应标本总数的 98.45%), 而位于远、近两端骨骺的相应标本数则分别仅有 2 件和 1 件(分别占相应标本总数的 1.06%和 0.53%); 同样, 在全部具切割痕的长骨单元中, 其中分别有 34%和 41%的

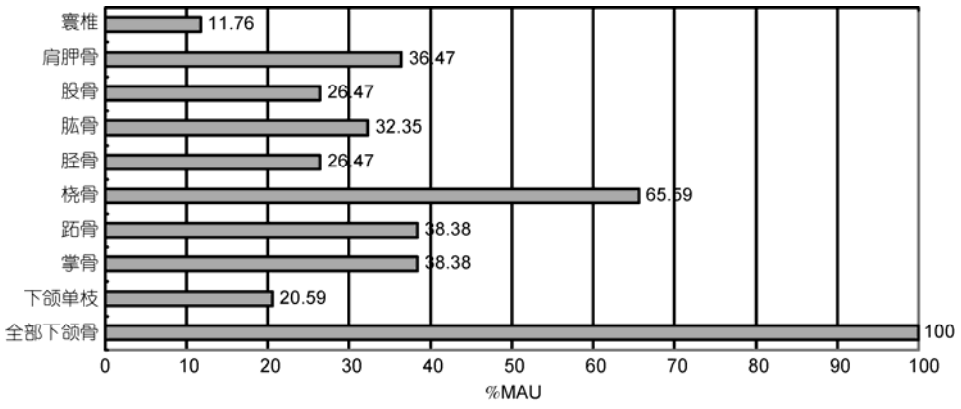

图 1　原始牛的骨骼单元分布

表 2　灵井动物群骨骼(腕跗骨)完整系数

腕跗骨种类	完整系数(%)
距骨(偶蹄类 8 件, 另含肉食类标本 2 件)	100[(9+0.5)/10]=95
舟篩骨(偶蹄类 5 件)	100[(5)/5]=100

此类标本属于食草类动物的上部和中部肢骨, 相反, 属于下部肢骨的仅有 25%的标本. 上述规律与 Domínguez-Rodrigo[23,24]的实验结果以及 Lupo 的民族学材料都较为一致, 说明古人类先于食肉动物发现了这些动物性资源并割取了其长骨上的大量肌肉组织. 这一现象有力地表明了古人类在灵井动物群形成过程中的决定性作用(图 3).

2.2.3 动物死亡年龄分布模式

考古动物群研究中, 判定动物的死亡年龄分布模式对于遗址埋藏学历史的重建以及古人类行为能力的判断等都具有非常重要的意义[13,22]. 基于灵井遗址两个优势动物属种的头部骨骼单元, 我们分别构建了其死亡年龄分布模式. 结果表明, 灵井动物群中的原始牛、普通马都是以壮年个体占据数量优势, 同时又有一定比例幼年成员的一种死亡年龄组合[26]. 这种以壮年成员为主要代表类群的动物死亡模式是古人类行为的独特体现, 反映了古人类在狩猎活动

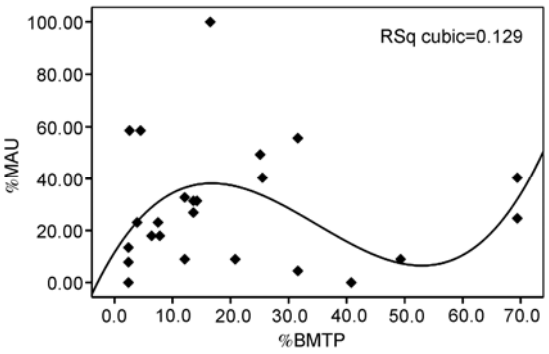

图 2 原始牛%MAU 与%BMTP 的相关性分析



图 3 大型食草类动物肋骨上的切割痕分布

中的选择性倾向[12,13]. 此外, 与欧洲和近东多个已经得到广泛认可的同期遗址中的类似动物属种死亡年龄模式一致, 灵井动物群原始牛、普通马化石的死亡个体同样落在了"壮年居优型"的年龄分类范围内, 反映了这一时期古人类相对成熟而系统的生存活动和社会组织形式.

2.2.4 骨骼圆周比及骨骼长度分布

考古动物群中的骨骼圆周比及骨骼长度分布规律都能够反映古人类或食肉动物对于动物骨骼改造方面的区别[3,27]. 一方面, 从灵井动物群食草类动物的长骨标本来看, 其绝大部分标本的骨骼圆周比都小于 25%. 这一事实与古人类遗址的情况相同, 而明显区别于食肉类动物巢穴的情况(图 4(a)). 另一方面, 从灵井遗址目前完成测量的大约 1300 件附肢骨的长度分布来看, 大都集中分布在 3~6 cm 以及 6~9 cm 的长度范围内(图 4(b)). 这一统计结果与法国 Mousterian 时期的 Jonzac 遗址以及旧石器时代中期的 Castanet, Combe Saunière 和 Cuzoul de Vers 等三个古人类遗址的情况基本相同, 后者的头后骨骼长度的峰值范围基本上是在 3~5 cm, 其次则为 5~7 cm[27]. 总之, 灵井动物群中的骨骼圆周比及骨骼长度分布规律同样较为明显地指向了古人类的行为活动结果.

3 原始牛和普通马骨骼单元的差异分布及其考古学意义

考古动物群中的不同动物属种在骨骼单元分布方面的差异是了解古人类在获取、处理、搬运乃至消费动物性资源方面信息的重要载体[28]. 在灵井动物群的研究中, 我们重点关注了原始牛和普通马这两种大型食草类动物在骨骼单元分布方面的差异保存情况.

我们以散点图的形式对比了这两种动物在骨骼单元分布(MAU)方面的差异情况(图 5). 不难发现, 原始牛和普通马这两种动物在下颌骨(以牙齿数统计)的数据表现上几近完全相同; 但是, 在其他各个骨骼单元的数量上, 原始牛的 MAU 值都要明显的大于普通马的相应值. 也就是说, 在骨骼单元的分布模式上, 这两种动物似乎有着比较明显的差异. 然而, 由于材料获取方面的原因, 我们用以进行对比的这两种动

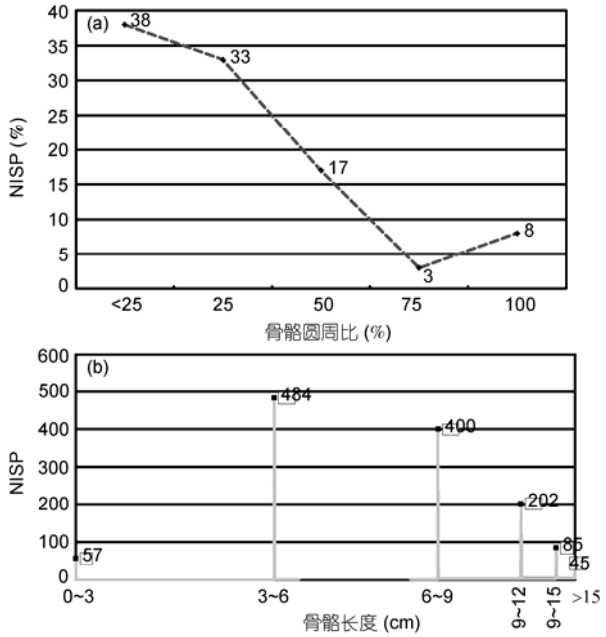

图 4　灵井动物群管状骨的度量属性

(a) 骨骼圆周比; (b) 长度分布

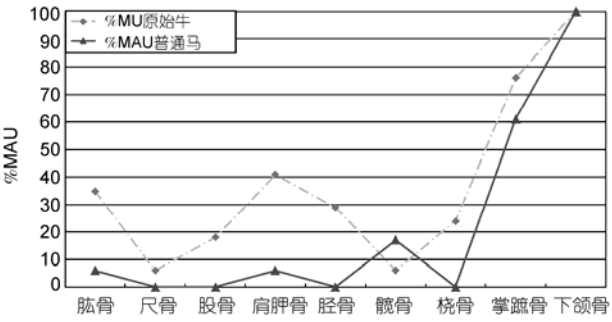

图 5　原始牛与普通马骨骼单元分布的对比

物, 它们的骨骼单元样本量都比较小. 因此我们还需对其分布模式进行统计学的分析. 卡方检验结果同样表明, 原始牛与普通马的骨骼单元分布存在显著差别($\chi^2=17.576$, $df=8$, $p<0.05$).

上述研究结果表明, 灵井动物群中的两种优势性动物属种原始牛和普通马在骨骼单元分布方面有着显著的差异. 在旧石器时代的考古动物群中, 类似灵井遗址这样的发现并不鲜见. 实际上, 在欧亚大陆的许多考古遗址中, 包括英国的 Hoxne[29]、法国的 Combe Grenal[30]、西班牙的 Torralba 及 Ambrona 等[31,32], 马科动物的骨骼单元分布总是与其他大型的偶蹄类动物有着非常明显的差别. 此外, 在法国的 Reignac 遗址, Boyle[33]发现这一遗址中的驯鹿和马鹿的骨骼单元分布反映了一种“精食者”策略(“gourmet” strategy), 即: 只有那些具有最高营养价值的骨骼单元才被搬运了回来; 但是, 对于这一遗址的马科动物材料而言, 其骨骼单元却是一种典型的“粗食者策略”(“bulk” strategy), 大量的中等营养价值的骨骼单元同样也被搬运到了这里. 在西班牙的许多遗址中, 马的骨骼材料总是以上下颌骨占据绝对数量优势; 对于鹿科动物而言, 往往则是头后骨骼材料占有较大的比重[31,32].

显而易见, 马科动物与其他大型的牛科、鹿科动物在骨骼单元分布方面的强烈反差绝非只是一种偶然. 这种现象的背后或许还隐藏着某些埋藏学或考古学方面的关键信息. 这里, 我们有理由怀疑灵井动物群中出现这一现象的导因或许只是这两类动物在骨骼密度方面的差异以及由此产生的抵抗食肉类作用、沉积后作用等埋藏学营力破坏方面的区别. 然而, Lam 等[28]学者的埋藏学研究表明, 对于原始牛和普通马这样的大中型哺乳动物而言, 它们在骨骼单元分布方面的差异应与古人类或其他食肉类动物的选择性处理或搬运过程有关, 骨骼密度则是很少成为这一现象产生的直接导因. 同样, 我们也有理由怀疑这一现象的产生或许与食肉类动物的破坏作用密切相关.或许是出于解剖特征方面的差异, 相对于偶蹄类动物而言, 马科动物的头后骨骼可能会对食肉类动物具有更大的“吸引力”, 从而导致了类似灵井遗址这样的骨骼单元分布模式的出现. 然而, 现代生态学观察及埋藏学研究却为我们排除了这一可能性的存在.在现代食肉类动物巢穴以及化石群材料中, 往往不乏马科动物与其他大型偶蹄类伴生的现象发生[34~36], 但是至今尚未有学者报道食肉类动物破坏方式或强度方面的不同. 实际上, 在抵抗风化作用方面, 马科动物往往却比其他大中型的有蹄类动物表现的更为突出一些[35,36]. 这一点或许与马科动物骨骼, 尤其是其管状骨相对更厚的骨密质层有关[37,38]. Zedda 等[39]学者研究发现, 相比于现生的家牛而言, 马科动物骨骼的骨单元由更多数量的骨板组成; 而且马的骨单元以及哈维氏管的直径、周长、面积等都比牛的要大一些.

既然目前已知的自然因素都已无法合理解释这一现象, 接下来我们当然需要从古人类的角度寻求问题的答案了. 民族学的资料或许可以为我们提供

解决这一问题的另外一条途径. 在现今非洲Hadza部落中, 斑马的骨骼通常总是被全部搬运回中心营地或者只是将其头骨丢弃在野外[40,41]. 这一搬运模式明显有别于与其体型相近的偶蹄类动物, 如: alcelaphines 等; 后者的骨骼往往都是被砸碎并取食骨髓后抛弃在野外狩猎场的. 与同等体型的大中型偶蹄类动物相比, 斑马长骨的骨髓含量要低一些[37], 但是 Hadza 成员总是更着重斑马的骨髓[40]; 不仅如此, 他们似乎也更加偏好斑马的肌肉组织[42]. Levine[43]也记载了在现代的许多狩猎采集群体中, 马科动物的肌肉和奶汁总是会受到特别的偏爱. Levine[43]将这一现象的原因归结于马科动物骨骼中相对更高的必需脂肪酸(essential fatty acids-EFA)含量, 后者对于婴幼儿的神经发育有着非常重要的作用. 由于消化系统的差异, 这些多元不饱和脂肪(polyunsaturated fats)往往在反刍类消化的过程中就被微生物氢化而很少存在了, 但却可以在马的身体包括骨骼中得以较为长期的保留. 从灵井遗址的原始牛和普通马的骨骼单元的差异分布来看, 普通马除了相对较多的头骨和下颌骨材料之外, 其他的骨骼部位, 如管状骨几乎难觅踪迹, 这一发现与现代狩猎采集部落的搬运选择是非常吻合的. 也就是说, 相对于原始牛而言, 灵井时期的古人类就如同现代人类一样, 他们总是选择将普通马的全部骨骼材料搬运回营地, 而将原始牛的大部分骨骼直接抛弃在狩猎场所. 灵井动物群的埋藏学研究表明, 这一行为很可能在旧石器时代早期向晚期过渡阶段的东亚地区即已存在. 然而, 这一选择性搬运可能并非只是出于古人类对于马科动物营养组分的认知或特殊偏好; 我们认为, 马科动物与偶蹄类动物在解剖结构方面的差异以及由此而产生的两者在营养物质残留量方面的差异应该也是导致这一行为的另一重要原因.

事实上, 实验研究和解剖学证据均已表明, 与偶蹄类动物相比, 马科动物的骨骼单元有着相对更为结实的肌肉附着点[44,45]; 即使是经过较为细致的野外处理(如剔肉等)之后, 仍然会有大量的营养组分附着在骨骼表面. 如果古人类选择将其抛掷野外的话将会造成更多的营养物质的流失; 此外, 相对于偶蹄类动物而言, 马科动物的长骨, 其骨髓腔明显的要小一些, 而且其骨髓是散布在骨骼内部的大量骨松质之内的, 这与偶蹄类骨髓几乎全部存在于长骨髓腔的情况有着较大的差别. 没有一些加热工具的辅助, 这些营养成分就如同那些肌肉附着点附近的肌肉组织一样, 古人类是根本没有办法加以利用的. 埋藏学研究表明, 灵井动物群是由多次小规模的狩猎活动相互“叠加”而形成的一个最后的综合体, 它并不是一次大规模群体狩猎活动而导致的大量猎物的极度丰富[7]. 因此, 我们有理由相信, 当古人类每次获取了比较有限的猎物资源的时候, 他们应该不会轻易浪费掉任何可能攫取的营养组分; 对于古人类而言, 或许最明智的选择就是将这些残存有相对较多资源的骨骼部位搬运回中心营地. 在那里, 他们不仅有足够的时间, 而且也有足够的技术和能力更为彻底地提取那些残存的资源. 这一点, 即使在今天的狩猎采集活动中, 也是必须加以慎重考虑和衡量的[45].

4 结论

从 20 世纪 90 年代中后期开始, 伴随着非洲草原野外生态研究和实验研究的开展, 骨骼表面痕迹的观察与统计一时风靡学界; 与此相比, 骨骼单元分布的研究则似乎因其无法有效解析“等效现象”的内在缺陷而备受冷落. 灵井动物群的埋藏学研究表明, 骨骼单元分布这一研究手段还远未到穷途末路之时, 合理的分析和对比将是其再度焕发学科活力的根源所在.

水流、食肉类动物、古人类活动等是目前埋藏学家普遍认可的能够导致考古遗址中大型食草类动物骨骼聚集的主要因素. 通过对灵井遗址中两种优势动物, 原始牛和普通马骨骼单元分布的统计分析, 我们基本明确了水流、食肉类动物、古人类以及沉积后作用等多种埋藏学营力在这一动物群形成过程中的影响与权重. 水流作用、食肉类破坏以及沉积后作用等对于灵井动物群最终面貌的形成并未产生明显的影响, 这一点是与遗址中的其他埋藏学证据, 例如保存良好的骨骼表面状况、均一而极端弱化的骨骼风化程度等相互吻合的. 相对于上述自然性因素而言, 古人类的活动应该才是导致这些大中型动物骨骼聚集和改造的主导因素. 尽管我们没有发现动物骨骼单元分布与其相应部位营养指数之间的显著相关性, 但是长骨单元的表面痕迹分析、动物死亡年龄分布模式、骨骼圆周比及骨骼长度分布规律以及原始牛和普通马在骨骼单元分布模式方面的显著差异等动物考古学证据都强烈暗示了古人类活动的主导性作用. 灵井动物群形成过程中自然营力的相对缺位状态也

在一定程度上反衬了古人类活动的强势地位. 总之, 灵井动物群大型食草类动物骨骼单元分布的研究结果表明, 古人类的狩猎行为以及由此产生的肢解、屠宰、搬运等活动才是造就这一动物群当前面貌的最主要原因.

更为重要的是, 有别于以往的考古动物群分析, 本项研究不仅关注了原始牛和普通马在上下颌牙齿等传统研究材料的数量特征, 同时基于这两种大型食草类动物所有骨骼单元的系统量化分析, 我们初步确认了上述两种动物在骨骼单元分布模式方面的显著差异, 这是目前东亚地区旧石器遗址研究中尚未得到验证的一个重要现象. 灵井遗址首次记录了东亚旧石器时代考古动物群中的这一考古发现, 并且揭示了古人类行为特征方面的重要信息, 说明这一时期的古人类已经与其周边的自然环境有了较为良好的耦合关系, 尤其是在与大型食草类动物的关系方面, 古人类不仅掌握了足够的狩猎知识与技能, 而且他们或许已经熟知了这些"邻居"的生态习性及解剖特点或/和营养价值, 从而能够根据猎获对象的不同而采取相应的野外处理和搬运策略.

致谢 吴新智先生与刘武、李超荣研究员在本文的材料准备和撰写过程中给予了有益的建议, 河南省文物考古研究所的孙新民所长至始至终关心并支持研究工作的顺利进行, 审稿人对本文提出了许多建设性的意见. 作者在此一并致谢.

参考文献

1 Perkins J D, Daly P. A hunters' village in Neolithic Turkey. Sci Am, 1968, 219: 97–106
2 Binford L R. Nunamiut Ethnoarchaeology. New York: Academic Press, 1978
3 Binford L R. Bones: Ancient Men and Modern Myths. New York: Academic Press, 1981
4 Metcalfe D, Jones K T. A reconsideration of animal body-part utility indices. Am Antiq, 1988, 53: 486–504
5 李占扬. 许昌灵井遗址 2005 年出土石制品初步研究. 人类学学报, 2007, 26: 138–153
6 李占扬, 董为. 河南许昌灵井旧石器遗址哺乳动物群的性质及时代探讨. 人类学学报, 2007, 26: 345–360
7 张双权. 河南许昌灵井动物群的埋藏学研究. 博士学位论文. 北京: 中国科学院研究生院, 2009. 1–216
8 Gao X, Norton C J. A critique of the Chinese "Middle Palaeolithic". Antiquity, 2002, 76: 397–412
9 Norton C J, Gao X, Feng X W. The East Asian Middle Paleolithic Reexamined. In: Camps M, Chauhan P R, eds. Sourcebook of Paleolithic Transitions: Methods, Theories, and Interpretations. New York: Springer, 2010. 245–254
10 White T E. Observations on the butchering technique of some aboriginal peoples, 1. Am Antiq, 1952, 17: 337–338
11 Dominguez-Rodrigo M. Hunting and scavenging by early humans: The state of the debate. J World Prehist, 2002, 16: 1–56
12 Stiner M C. Honor Among Thieves. Princeton: Princeton University Press, 1994
13 Stiner M C. The Faunas of Hayonim Cave (Israel): A 200000-Year Record of Paleolithic Diet, Demography and Society. Cambridge: Peabody Museum Press, 2005
14 Lyman R L. Vertebrate Taphonomy. Cambridge: Cambridge University Press, 1994
15 Gifford D P. Taphonomy and paleoecology: A critical review of archaeology's sister disciplines. In: Schiffer M B ed. Advances in Archaeological Method and Theory, Vol. 4. New York and London: Academic Press, 1981. 365–438
16 Fiorillo A R. An experimental study of trampling: Implications for the fossil record. In: Bonnichsen R, Sorg M H, eds. Bone Modification. Orono: University of Maine Center for the Study of the First Americans, 1989. 61–72
17 Voorhies M. Taphonomy and Population Dynamics of an Early Pliocene Vertebrate Fauna, Knox County, Nebraska. University of Wyoming Contributions to Geology, Special Paper, No. 1, Laramie, 1969
18 Behrensmeyer A K. The Taphonomy and Paleoecology of Plio-Pleistocene Vertebrate Assemblages East of Lake Rudolf, Kenya. Bull Mus Comp Zool, 1975, 145: 473–574
19 Myers T S, Storrs G W. Taphonomy of the Mother's Day Quarry, Upper Jurassic Morrison Formation, South-Central Montana, USA. Palaios, 2007, 22: 651–666
20 Marean C W. Measuring the post-depositional destruction of bone in archaeological assembalges. J Archaeol Sci, I991, 18: 677–694
21 Emerson A M. Archaeological Implications of Variability in the Economic Anatomy of Bison bison. Ph. D Dissertation. New York: Washington State University, 1990
22 Norton C J, 张双权, 张乐, 等. 上/更新世动物群中人类与食肉动物"印记"的辨识. 人类学学报, 2007, 26: 183–192

23 Dominguez-Rodrigo M. Meat-eating by early hominids at the FLK 22 Zinjanthropus site, Olduvai Gorge, Tanzania: An experimental approach using cut mark data. J Hum Evol, 2000, 1997, 33: 669–690
24 Dominguez-Rodrigo M. Flesh availability and bone modification in carcasses consumed by lions. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeocl, 1999, 149: 373–388
25 Norton C J, Gao X. Hominin-carnivore interactions during the Chinese Early Paleolithic: Taphonomic perspectives from Xujiayao. J Hum Evol, 2008, 55: 164–178
26 张双权, 李占扬, 张乐, 等. 河南灵井许昌人遗址大型食草类动物死亡年龄分析及东亚现代人类行为的早期出现. 科学通报, 2009, 54: 2857–2863
27 Paola V, Jean-Christophe C, Cédric B, et al. Human and carnivore sites in the European Middle and Upper Paleolithic: Similarities and differences in bone modification and fragmentation. Revue de Paléobiologie, 2004, 23: 705–730
28 Lam Y M, Chen X B, Pearson O M. Intertaxonomic variability in patterns of bone density and the differential representation of bovid, cervid, and equid elements in the archaeological record. Am Antiq, 1999, 64: 343–362
29 Stopp M P. Taphonomic analysis of the faunal assemblage. In: Singer R, Wymer J J, Gladfelter B G, eds. The Lower Paleolithic Site at Hoxne, England. Chicago: University of Chicago Press, 1993. 138–149
30 Chase P G. The Hunters of Combe Grenal: Approaches to Middle Paleolithic Subsistence in Europe. BAR International Series 286. Oxford: British Archaeological Reports, 1986
31 Klein R G, Cruz-Uribe K. The Paleolithic Mammalian Fauna from the 1910-14 Excavations at EI Castillo Cave (Cantabria). Museo y Centro de Investigacion de Altamira Monografias, 1994, 17: 141–158
32 Klein R G. Reconstructing How Early People Exploited Animals: Problems and Prospects. In: Nitecki M H, Nitecki D V, eds. The Evolution of Human Hunting. New York: Plenum Press, 1987. 11–45
33 Boyle K V. Upper Palaeolithic Procurement and Processing Strategies in Southwest France. In: Peterkin G L, Bricker H M, Mellars P, eds. Hunting and Animal Exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia. Archaeol Pap Am Anthropol Ass, 1993, 4: 151–162
34 Villa P, Bartram L. Flaked bone from a hyena ben. Paléo, 1996, 8: 143–159
35 Gifford-Gonzalez D P. Ethnographic analogues for interpreting modified bones: some cases from East African. In: Bonnichsen R, Sorg M H, eds. Bone Modification. Orono: Center for the Study of the First Americans, 1989. 179–246
36 Shipman R. Life History of a Fossil: An Introduction to Taphonomy and Paleoecology. Cambridge: Harvard University Press, 1981
37 Blumenschine R L, Madrigal T C. Variability in Long Bone Marrow Yields of East African Ungulates and its Zooarchaeological Implications. J Archaeol Sci, 1993, 20: 555–587
38 Outram A K. A new approach to identifying bone marrow and grease exploitation: why the “indeterminate” fragments should not be ignored. J Archaeol Sci, 2001, 28: 401–410
39 Zedda M, Lepore G, Manca P, et al. Comparative bone histology of adult horses (*Equus caballus*) and cows (*Bos taurus*). Anat Histol Embryol, 2008, 37: 442–445
40 Bunn H T. Bone assemblages at base camps: A further consideration of Carcass transport and bone destruction by the Hadza. In: Hudson L, ed. From Bones to Behavior: Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal Remains. Illinois: Center for the Study of the First Americans, 1993. 156–168
41 Monahan C M. The Hadza Carcass transport debate revisited and its archaeological implications. J Archaeol Sci, 1998, 25: 405–424
42 Oliver J S. Carcass processing by the Hadza: Bone breakage from Butchery to Consumption. In: Hudson L, ed. From Bones to Behavior: Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal Remains. Illinois: Center for the Study of the Fist Amerieans, 1993. 200–227
43 Levine M A. Eating Horses: The evolutionary significance of Hippophagy. Antiquity, 1998, 72: 90–100
44 Dominguez-Rodrigo M. Conceptual premises in experimental design and their bearing on the use of analogy: An example from experiments on cut marks. World Archaeol, 2008, 40: 67–82
45 Lupo K D. What explains the carcass field processing and transport decisions of contemporary hunter-gatherers? Measures of economic anatomy and zooarchaeological skeletal part representation. J Archaeol Method Th, 2006, 13: 19–66