

泥河湾盆地板井子晚更新世遗址古人类 对动物资源的消费策略

王晓敏¹, 王法岗², 陈福友^{3,4}, 李锋^{3,4}, 高星^{3,4,5}

1. 中国社会科学院考古研究所, 北京 100710; 2. 河北省文物考古研究院, 石家庄 050031;
3. 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044;
4. 中国科学院生物演化与环境卓越创新中心, 北京 100044; 5. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要: 本文以泥河湾盆地板井子遗址(约 90 kaBP) 2015 年出土的动物骨骼为材料, 通过骨骼表面痕迹分析、骨骼单元出现频率研究及长骨破碎方式的统计, 辨识自然作用与人类行为对动物骨骼造成的不同影响, 讨论深海氧同位素 5 阶段(MIS 5) 中国北方古人类获取、搬运及处理动物资源的综合性策略。研究结果显示: 1) 遗址出土的动物遗存为古人类活动所遗留, 自然营力对动物骨骼有改造作用, 但并未影响我们对古人类行为的辨识; 2) 古人类在捕获马科动物之后, 将其完整地带回了遗址并肢解; 3) 在处理猎物遗骸时, 肌肉和骨髓富集的部位是古人类利用的重点。结合河南许昌灵井遗址的动物遗存研究结果, 我们认为, 在 MIS 5 阶段前后, 中国北方已经出现了可以高效利用动物资源的人类群体; 稳定、充沛的能量来源, 或是他们应对北半球中高纬度干旱草原环境气候波动的重要生存策略。

关键词: 中国北方; 板井子; 埋藏学; 动物群; 狩猎

Exploitation strategy of animal resources by ancient humans at the Late Pleistocene site of Banjingzi, Nihewan basin

WANG Xiaomin¹, WANG Fagang², CHEN Fuyou^{3,4}, LI Feng^{3,4}, GAO Xing^{3,4,5}

1. Institute of Archaeology, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100710; 2. Hebei Provincial Institute of Cultural Relics, Shijiazhuang 050031;
3. Laboratory for Vertebrate Evolution and Human Origins of CAS at the Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044; 4. CAS Center for Excellence in Life and Paleoenvironment, Beijing 100044;
5. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

Abstract: This paper provides a detailed taphonomic analysis of animal remains from the Banjingzi site dating about 90 kaBP, in the Nihewan Basin, North China. The quantification of

收稿日期: 2021-06-09; 定稿日期: 2021-08-29

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(41802022); 中国科学院战略性先导科技专项(B类)(XDB26000000); 国家重点研发计划(2020YFC1521500)

作者简介: 王晓敏, 助理研究员, 主要从事旧石器时代考古遗址的埋藏学研究。E-mail: paleowangxm@foxmail.com

Citation: Wang XM, Wang FG, Chen FY, et al. Exploitation strategy of animal resources by ancient humans at the Late Pleistocene site of Banjingzi, Nihewan basin[J]. Acta Anthropologica Sinica, 2022, 41(6): 1005-1016

bone surface modifications, skeletal profiles, and breakage patterns of long bones are presented, indicating strategies of prey acquisition, transportation, and consumption by humans during Marine Isotope Stage 5 in the northern China. The results show that 1) humans were the predominant accumulator of bones in Layer 5 as indicated by the frequency of percussion marks, cut marks and carnivore toothmarks; 2) horses were the dominant prey, with most brought back to the site completely; 3) limb bones (that is, portions with the most flesh and marrow) had the highest frequencies of cutmarks, percussion marks and fragmentation index. Combined with zooarchaeological results from the Lingjing site in Henan Province, we conclude that there were probably regular hunters of large games in steppe environment of North China around MIS5.

Keywords: North China; Banjingzi; taphonomy; fauna; hunting

1 前言

近二十年来,大量研究表明,旧石器时代中期的狩猎—采集人群(如尼安德特人、早期现代人)不仅可以狩猎,而且已经可以主动地、大规模地捕猎大型有蹄类动物;研究者们将他们称为“猎食大型动物的熟练猎手”(regular hunter of large game),这表明专业化狩猎行为出现的时间较早,而且这种狩猎行为并不只出现在解剖学意义的现代人中,它在不同时段、不同地域以及不同的人群中有不同表现,这与人工制品方面的研究结果基本吻合^[1-3]。Stiner从猎物构成、动物死亡年龄分布、骨骼单元分布角度对欧洲MP阶段狩猎者的生态位及其社会经济状况进行了综合分析^[4]。她提出,与旧石器时代早期相比,该阶段:1)古人类是猎物遗骸的首要获得者和主要消费者;2)古人类会选择大型有蹄类营养富集的部位进行系统地开发;3)有蹄类猎物的死亡年龄分布非常有规律,几乎全为壮年居优型;4)古人类对猎物的选择性获取及消费行为会以多种方式表现出来;5)在稍晚的时期,地中海地区古人类的食谱已经涵盖小型动物、大型有蹄动物及其他可以通过“采集”来获取的海洋生物资源;6)以火塘为中心形成相对长期的营地,以及群体内成员分享猎物成为社会经济的重要表现形式之一。深海氧同位素5阶段(Marine Isotope Stage 5,简称MIS 5,128~71 kaBP)是晚更新世早期一个重要的气候阶段,处于相对的暖期。对于MIS 5阶段的人群而言,其狩猎能力、方式及处理猎物的行为特征一直是学界关注的焦点,相关研究的热点区域集中在非洲与欧亚大陆西侧。

在以上相关问题上,中国的研究材料鲜有具体的研究;该阶段狩猎—采集者行为的研究缺乏系统数据,区域性的研究和对比相对困难。中国北方多尺度、多指标的气候环境研究结果显示,MIS 5阶段总体温暖湿润,但其内部各亚阶的气候又有显著的波动^[5]。许家窑—侯家窑遗址古气候的定量重建结果^[6]显示,在距今160~85 ka,该地植被以松、蒿及藜科等草原植被为主,其气温变化特点与冰芯记录基本一致;另外,从古气候变化序列可以看出,在相对较冷的冰期(如MIS 6),泥河湾盆地的气候相对稳定;而在间冰期(如MIS 5和MIS 7),

气候波动非常频繁。MIS 5 阶段泥河湾盆地的环境主要为开阔的干旱草原, 气候虽然较为适宜古人类生活, 但其年波动和季节波动都很大, 环境较为脆弱。在这样的区域气候环境背景之下, 古人类的适应行为及其具体表现是值得关注和讨论的重要问题。

泥河湾盆地板井子遗址的初步测年结果显示其文化层距今约 90 ka, 是中国北方处于 MIS 5 阶段的一处重要遗址。本文以该遗址 2015 年出土动物遗存为材料, 重点关注骨骼表面痕迹、骨骼单位出现频率及骨骼破碎方式的信息, 通过量化分析, 提取古人类选择、搬运、处理动物遗骸行为的相关信息, 为进一步复原中国北方 MIS 5 阶段古人类生存策略提供证据。

2 研究材料

板井子遗址 (40°15'32"N, 114°42'17"E, 海拔约 850 m) 是泥河湾盆地东部的一处旷野遗址, 距阳原县化稍营镇板井子村北约 300 m (图 1)。1984~1991 年, 该遗址先后历经 5 次发掘。2015 年, 我们又对该遗址进行了新的发掘, 发掘面积约 36 m²。遗址的堆积厚度达 5.9 m, 地层由上而下可分为 7 层: 第 1 层为黄土层, 第 2 层为砂砾石层, 第 3 层为砂质黏土层, 第 4 层为砂砾石头与砂质黏土互层, 第 5 层为含砂砾的砂质黏土层, 第 6 层为砂砾石层, 第 7 层为黏土质砂层^[7]。遗址的第 4、5、6 层均有遗物出土, 但第 4 层和第 6 层的遗物很少, 大多数遗物出自第 5 层, 本文的研究材料也全部来自该层。北京大学考古文博学院年代实验室曾对遗址内出土的马牙化石 (探方与层位不明) 进行过铀系法年代测定, 实验室编号 BKY-85164, 测试结果为 74~108 kaBP^[8]; 河北师范大学郭玉杰在 1988 年与 1990 年发掘探方西侧残存的堆积中取样, 测年遗址的第 5 层, 光释光测年结果约为 86±4 kaBP^[9]。综合之前的年代测试结果, 我们认为板井子遗址文化层的年代可能达到约 90 kaBP, 应形成于 MIS 5 阶段与黄土古土壤序列的 S1 阶段, 其年代晚于河北阳原许家窑—侯家窑遗址 (遗址上文化层最新测年结果集中在 200~160 kaBP^[10]), 与河南许昌灵井遗址 (125~90 kaBP^[11]) 的测年结果有部分重合。在 2015 年发掘结束之后, 我们在新发掘的剖面进行了采样, 其光释光年代学工作正在进行中。

板井子遗址第 5 层出土动物化石共 9493 件。其中, 可鉴定标本共 1025 件, 含 397 可鉴定到种属的标本和 628 件可鉴定到部位的标本, 总鉴定率仅 10.8%。与其他中国北方的旷野遗址一样, 板井子遗址出土的动物骨骼比较破碎, 几乎没有发现完整的解剖学部位 (仅见

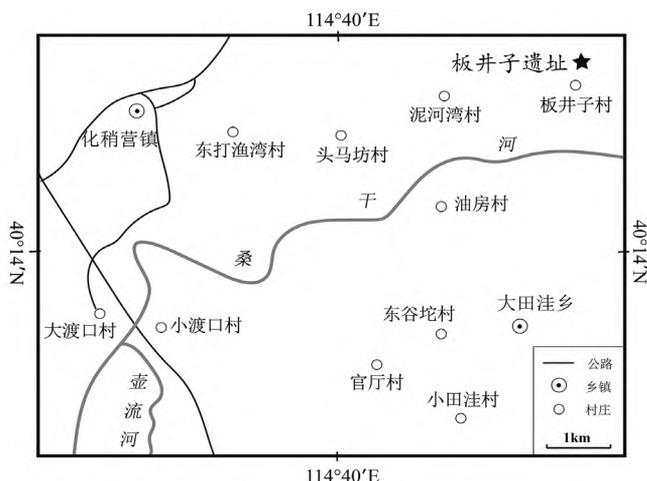


图 1 板井子遗址的地理位置

Fig.1 Geographical location of Banjingzi site

指趾骨及距骨), 单个牙齿和破碎的角心是最常见的可鉴定标本。可鉴定的化石中有鸟类和哺乳动物两大类, 鸟类以鸵鸟蛋皮遗存为代表, 哺乳动物包含鼯鼠 (*Myospalax sp.*)、狼 (*Canis lupus*)、普氏野马 (*Equus przewalskii*)、蒙古野驴 (*Equus hemionus*)、披毛犀 (*Coelodonta antiquitatis*)、马鹿 (*Cervus elaphus*)、普氏原羚 (*Procapra przewalskii*) 及野牛 (*Bison sp.*)。初步的动物遗存分析表明, 壮年的马科动物是板井子遗址第 5 层的优势动物, 马科动物占可鉴定动物的 84.94%。该层可鉴定到种属标本 332 件, 其中普氏野马 271 件、蒙古野驴 11 件。

3 骨骼经历的自然改造

3.1 自然作用在骨骼表面留下的痕迹

对遗址出土动物骨骼产生影响的自然营力有很多。除风化作用外, 啮齿类、食肉类、大型猛禽及有蹄动物等生物作用都可能对骨骼的聚集和搬运产生影响, 特别是食肉动物的改造, 最有可能导致骨骼的破碎; 在物理作用方面, 水流作用、植物根系的侵蚀及沉积后的压实作用会破坏骨骼组合的完整性; 在化学作用方面, 显色化学元素 (如铁、锰) 的浸染会改变骨骼的颜色, 酸碱环境的变化也会导致骨骼的破碎。这些自然营力, 或在骨骼表面留下痕迹, 或致使骨骼破碎, 同时也破坏骨骼组合的完整性。对板井子遗址动物遗存的初步分析显示, 第 5 层动物骨骼的风化程度不高, 7.2% 的标本表面完全没有风化裂痕, 超过 38% 的标本表面开始出现裂纹, 但骨板层 (*lamella*) 并未剥离。这表明大多数骨骼暴露在地表的时间并不算长, 骨骼表面的痕迹受风化作用的影响不大。

在板井子遗址第 5 层 (图 2) 出现频率最高的自然痕迹是化学元素的改造, 约有 24% 的标本表面都发现了小面积黑色浸染, 但是这些浸染的范围不大、颜色较浅, 表明这些改造并没有影响骨骼的保存状况, 不影响我们对其他痕迹的观察。除了化学元素的影响之外, 由植物根系、啮齿动物磨牙及有蹄动物踩踏造成的痕迹的出现频率都不高, 说明第 5 层的骨骼组合鲜少受到这些自然营力的侵扰。

食肉动物的啃咬痕迹在统计样本中所占的比例仅 3% 左右, 这些啃咬痕迹一般出现在长骨表面, 以咬痕居多, 同时, 未发现因食肉类啃咬而发生断裂的标本。因此, 可以推测, 食肉类并非第 5 层骨骼聚集的主因。

3.2 自然作用对骨骼组合保存状况的影响

水流作用是旧石器时代考古遗址形成过程中常常经受的一种自然营力。其对骨骼的改造主要体现在三个方面: 一是搬运, 一般情况下密度和尺寸较小的骨骼被搬运的可能性更大, 其搬运距离也较远, 而相对较重的骨骼留在原地的可能性更大, 其搬运距离会更短^[12]; 二是产状 (包括长轴走向、倾向和倾角), 经过水流改造的标本的长轴走向会呈现一定的规律性, 能够反映水流的强度和方向^[13]; 三是磨圆度, 被强水动力远距离搬运的骨骼其边缘的磨圆度会更高。依此, 遗址中动物骨骼是否存在分选、是否存在定向排列和其边缘是否被磨圆是界定流水作用的三个关键标准。在板井子遗址没有发现明确的被水流磨蚀过的骨骼, 大多数破碎骨骼的边缘依然较锋利, 无显著的磨圆。动物骨骼都是大小

混杂的, 既发现有小于 2 mm 的骨骼碎屑, 也发现有大于 100 mm 的长骨断块; 既有密度较小的松质骨残片, 也有马类、犀类牙齿等密度较大的标本。遗址发掘过程中, 发掘者只对大于 4 cm 且具有明显长轴的骨骼标本进行了定向, 在野外测得产状的骨骼仅 49 件。相对于整个遗址的出土物数量而言, 其所占的比例过小, 指示意义较弱, 故本文未单独提取骨骼产状信息进行分析。遗址出土石制品、砾石及动物化石空间分布及产状分析的研究结果表明, 第 5 层为近原地埋藏类型, 水流作用对小尺寸标本的保存及标本的空间集聚特征影响较大, 但基本的人类行为信息保留得较为完整^[14]。

为了进一步评估骨骼组合的完整性, 说明自然营力是否造成了大量骨骼破碎或流失, 我们利用了一系列基于骨骼密度的统计进行比较。通过比较不同密度骨骼的保存状况, 尝试说明遗址中骨骼组合的残存状况与自然作用的关系。

我们遵从 Stiner 使用的最小个体数 (Minimum number of individual, MNI) 的概念^[15] 以及她对骨骼单元的划分 (如长骨划分为近端骨骺、近端骨干、骨干、远端骨干及远端骨骺) 来计算各骨骼单元所代表的最小骨骼部位数 (Minimum number of elements, MNE)。由于牙齿标本是遗址中最易保存下来的骨骼单元, 通过比较牙齿所代表的最小个体数与头部其他骨骼部位所代表的最小个体数就能说明骨骼组合的保存状况。

在板井子遗址第 5 层, 并不是所有的动物类群都有足够的样本量来比较牙齿 MNI 和头骨 MNI (表 1)。马科动物的相关样本量最大, 而其比差值小, 说明其头骨的保存状况不好, 头骨非常破碎。一般情况下, 马科动物的头骨除了颞骨岩部之外, 均不易在破碎的状况下被识别出来; 而其牙齿则非常具有特点, 即使破碎也可以推测齿序, 这可能造成在该评估指标上的不准确。但另一方面, 大型动物的脑颅富有可食用的脑髓, 马科动物的脑髓含量很高, 古人类很可能是将马科动物的头骨敲碎以获取其能量。

而其他两类动物, 由于样本量较小, 头骨与牙齿的差异性保存状况可能不足以说明埋藏作用带来的影响。所以除了头骨以外, 头后骨骼的保存状况也需要被考察。

依照 Binford 提出的理念, 将 MNE 除以各骨骼单元在其所属动物种类的完整骨架中的数量, 获得最小骨骼单元数 (Minimum number of animal unit, MAU) 并将其标准化 (即以某类动物 MAU 的最大值为分母, 将 MAU 转换为 %MAU), 最后得到的骨骼单元出现频率 (即 %MAU) 能代表遗址中某类动物的各个骨骼单元出现的相对频率^[16]。骨骼密度 (Bone mineral density, BMD) 是影响骨骼单元在考古遗址中出现频率的重要因素。自然状况下, 骨骼密度与骨骼在

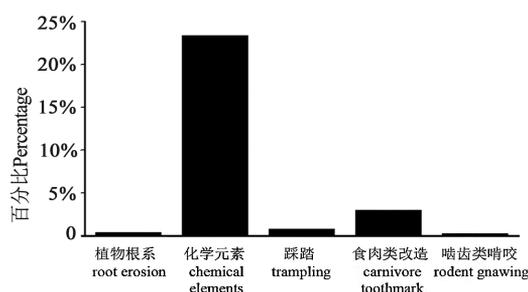


图 2 板井子遗址各类自然改造痕迹出现比例
Fig.2 Frequency of natural modifications to bone surfaces

表 1 板井子遗址头骨与牙齿的 MNI

Tab.1 Bone and tooth MNI of select large mammals

动物种类 Specimens	头骨MNI (bone)	牙齿MNI (tooth)	两者数量比 MNI(bone)/MNI (tooth)
大型鹿科Large Cervid	1	3	0.33
马 Horse	12	33	0.36
犀牛Rhinoceros	1	1	1

堆积中的出现情况呈正相关，即密度越大的骨骼越容易保存下来。多位学者直接测量了不同类别动物全身不同部位骨骼的密度，并通过研究不同骨骼单元的出现频率(%MAU)与骨密度的相关性来说明骨骼的保存状况^[17]。如果骨骼单元主要受到自然埋藏作用的影响，其骨骼单元分布应该与骨骼平均密度的分布呈正相关。依据 %MAU 的计算单元，依照 Lyman 及 Lam 等的测试结果，取不同骨骼单元骨骼密度的平均值进行相关性分析（表 2）^[18,19]。

板井子遗址的牛科动物可供比较的 %MAU 数据较少，马科动物的 %MAU 与骨骼密度(BMD)的 Spearman 相关性检测表明，对于第 5 层数量较多的马科动物而言，其骨骼单

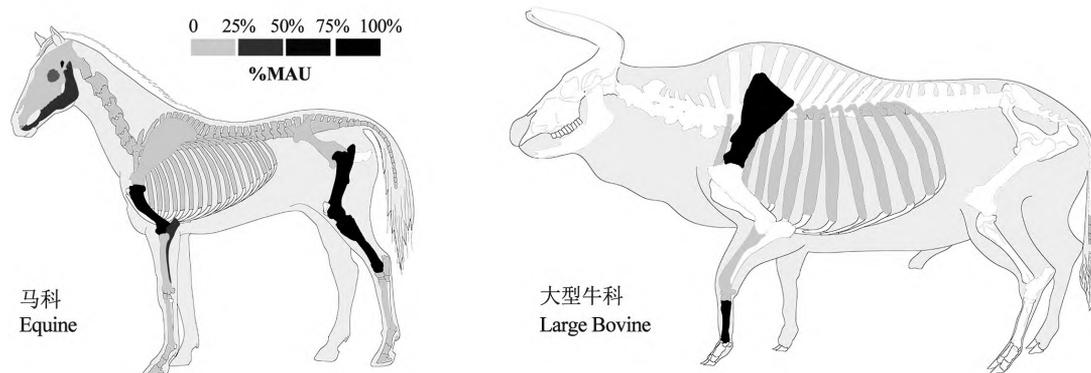


图 3 第 5 层马科与大型牛科动物的骨骼单元分布频率
Fig.3 Skeletal profiles of equine and large bovine from Layer 5

表 2 板井子遗址马类与牛科动物的骨骼单元分布及相应骨骼单元骨密度的平均值
Tab.2 Skeletal profiles and bone mineral density of the horse and bison from the Banjingzi site

	马Horse				牛Bison			
	MNE	MAU	%MAU	BMD	MNE	MAU	%MAU	BMD
头骨Skull	1	1	8.33		0	0	0	
下颌Mandible	13	6.5	54.17	0.79	0	0	0	0.53
脊椎Vertebra	16.83	0.33	2.75	0.39	0	0	0	0.378
肋骨Rib	18	0.5	4.17	0.715	5.2	0.2	10	0.57
肩胛骨Scapula	5	2.5	20.83	0.835	3	1.5	75	0.5
盆骨Innominate	1	1	8.33	0.65	0	0	0	0.53
肱骨Humerus	20.6	10.3	85.83	0.295	0	0	0	0.31
桡骨Radius	6	3	25	0.395	0.8	0.4	20	0.415
尺骨Ulna	13.4	6.7	55.83	0.675	0	0	0	0.69
掌骨Metacarpal	6	3	25	0.575	4	2	100	0.56
腕骨Carpal	32	2	16.67		0	0	0	
股骨Femur	22	11	91.67	0.3	0	0	0	0.3
髌骨Patella	2	1	8.33		0.6	0.3	15	
胫骨Tibia	24	12	100	0.375	0	0	0	0.41
跖骨Metacarpal	6	3	25	0.595	0	0	0	0.5
跗骨Carpal	36	3	25	0.68	0	0	0	0.76
第一指趾骨Proximal phalanx	2	1	8.33	0.845	0	0	0	0.46
第二指趾骨Mesial phalanx	2	1	8.33	0.59	0	0	0	0.46
第三指趾骨Distal phalanx	2	1	8.33	0.57	0	0	0	0.32

元出现频率与其相应的骨骼密度间没有显著相关性 ($r_s=-0.371$, $p=0.156$), 说明这些骨骼单元是否出现、其相互间的比例如何, 与自然作用的关系不大。

4 古人类处理猎物的行为特征

4.1 人类行为导致的骨骼单元差异性保存

要了解古人类捕获猎物之后如何进行肢解、搬运和消费, 需要依靠对遗址中不同类别动物骨骼单元分布频率的统计和分析。骨骼单元分布频率是指遗址中某类动物可以被辨识的各个骨骼单元数量的相对百分比^[20]。

板井子遗址可以进行骨骼单元出现频率研究的动物类别仅有马科动物和大型牛科动物。由于骨骼单元出现频率的研究是以动物类别为对象的, 所以在动物遗存初步分析时, 有很多无法确定到种属但可以归入不同动物类别的骨骼标本, 特别是肢骨和肋骨等标本, 在此都能被纳入研究的体系之中^[21]。

板井子遗址第5层马科动物与大型牛科动物的骨骼单元出现频率明显不同(图3)。马科动物的全身骨骼均有发现, 这说明当时的古人类在捕获马科动物之后, 将其中一些猎物的遗骸完整地带入了遗址, 之后再对其进行肢解。虽然马科动物全身的遗骸均有发现, 但其近端肢骨, 包括肱骨、股骨和胫骨的出现频率最高。这表明, 即使没有将猎物整个遗骸带回遗址, 古人类也会选择将四肢特别是肌肉量大、优质骨髓含量高的近端肢骨带回遗址。而大型牛科动物的前肢肩胛骨及掌骨更为常见, 可能说明古人类仅将前肢骨骼带回。但由于大型牛科动物的标本量远低于马科动物, 这种搬运策略的确认有待将来补充更多的证据。

与板井子遗址同处 MIS 5 阶段的河南许昌灵井遗址也出土了大量普通马及原始牛的动物骨骼。灵井动物群原始牛的后肢股骨、胫骨的出现频率较高, 但远端肢骨出现频率更高, 研究者认为这是由古人类搬运猎物的“把手”效应造成的^[22], 即古人类为了便于搬运肉量较大的前、后肢而故意保留掌跖骨以便抓握。张双权等进一步分析比较了灵井动物群中马类与牛科动物的骨骼单元分布状况^[23], 发现这两种动物各骨骼部位出现频率有明显差异, 除了下颌骨之外, 牛科动物的所有骨骼单元出现频率明显地大于马的相应值; 在排除了自然因素的影响后, 研究者认为这与古人类熟知大型动物的解剖特点及营养价值有关, 表明此地的古人类已经能依据猎获对象的不同而采取相应的猎物处理策略。板井子遗址虽然不能提供牛与马这两类动物骨骼差异性保存的相关信息, 但通过与灵井遗址普通马骨骼单元分布状况的比较, 我们发现: 一方面, 与灵井遗址一致, 马科动物的肢骨(含与后肢连接的髌部)出现频率高, 这说明两处遗址的古人类都倾向于将肉量丰富的部位带回遗址; 另一方面, 灵井遗址马科动物的远端肢骨(如掌、跖骨)出现的频率最高, 而板井子遗址近端肢骨(如肱、股骨)出现最多。如果按照“把手理论”的思路进行推演, 板井子遗址的猎物搬运距离可能并不长, 亦或者古人类采取了不同的搬运工具或者策略。总而言之, 无论在板井子遗址还是灵井遗址, 古人类对猎物的搬运都是有选择性的, 而肌肉组织富集的部位是他们选择的重点。

4.2 骨骼表面的人工痕迹

大多数情况下，古人类在获取动物遗骸之后，会对其进行剥皮、肢解、剔肉的处理，有时还会进行敲骨取髓。在这一系列的处理过程中，人类使用的工具很可能会接触骨骼表面，留下刮削、切割或砍砸的痕迹。在识别出人工痕迹之后，对它们的分布与出现频率进行统计能够说明古人类加工猎物资源的流程。对人工痕迹的研究主要针对长骨，这是因为：1) 长骨承载大量黄骨髓，是远古人类获得脂肪的重要来源，且骨干密度较大，容易保存下来，往往是遗址中发现数量最多的标本；2) 长骨所属的腿部附着大量肌肉，腿部各部分又通过关节相关联，所以是剔肉和肢解造成的切割痕迹出现的敏感部位；3) 动物考古学者开展的实验几乎都集中在长骨部分^[20]。因此，长骨痕迹的研究最能反映古人类肢解动物的行为特征。

板井子遗址第5层的人工痕迹有切割痕与砍砸痕两种。对于单个切割痕迹而言，研究者一般根据其深/宽比例、横截面形态及内表面状况来辨识^[24]。但在旧石器时代考古遗址中，这些通过实验考古研究得出的单个切割痕迹特征往往并不显著，即使借助高倍显微镜也很难将单个“切割痕”完全与其他营力（食肉类啃咬、有蹄类踩踏等）造成的条状划痕完全区分开来。现阶段，对切割痕的判定采用组合式的辨识方法，既关注痕迹本身的深度是否大于宽度、其横截面是否呈“V”形、其内表面是否有纵向破裂的细条纹，也要关注这些痕迹出现的位置、互相之间的关系，等等^[24]。另外，也有学者提出，与其他痕迹相比人工切割痕一般较为平直^[25]。张双权等在研究河南许昌灵井遗址发现的切割痕迹时提出，在切割痕中，当它们成组出现时，一般相互之间的距离较大，并且很少出现数十个以上痕迹同时出现的现象^[26]。板井子遗址的切割痕多细长且深，并且大多成组出现，这些痕迹互相之间几乎平行，但一般与骨骼的长/短轴都是相交的关系（图4: A1）。这与灵井遗址所

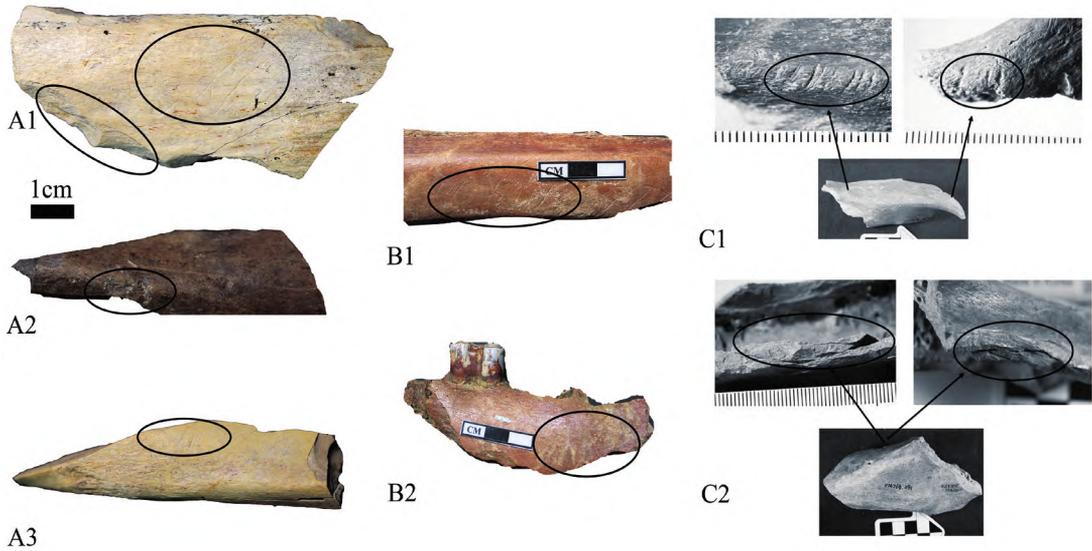


图 4 板井子、灵井与许家窑遗址骨骼表面典型痕迹

Fig.4 Representative bone surface modifications from Banjingzi, Lingjing and Xujiayao site

A1. 板井子遗址骨表面切割痕与砍砸痕；A2-A3. 板井子遗址骨表面食肉类啃咬痕迹；B1. 灵井遗址典型切割痕；B2. 灵井遗址典型食肉类咬痕；C1. 许家窑遗址典型切割痕与食肉类咬痕；C2. 许家窑遗址典型砍砸痕

(B1-2 来自参考文献 [22]；C1-2 参考文献为 [27])

报道的切割痕迹类似(图 4: B1), 但与许家窑遗址位于骨骼突起处的、连续的、粗短且深的切割痕(图 4: C1)并不相同。在板井子遗址发现的切割痕与骨骼上观察到的食肉动物牙齿咬痕有显著差别, 后者的宽度大于深度, 横截面偏“U”形; 当这些咬痕位于骨骼边缘时, 咬痕的宽度更大, 并常常在内表面出现粉碎状破裂(图 4: A2), 而这种情况在许家窑遗址也有发现(图 4: C1)。与灵井遗址报道的食肉类齿痕(图 4: B2)相比, 板井子的标本呈现出更为显著的、一侧宽一侧窄的钉子形(图 4: A3)。此外, 在板井子遗址也发现砍砸痕迹, 一般表现为弓形的敲砸疤(图 4: A1), 这与许家窑的发现(图 4: C2)也较一致。

板井子遗址第 5 层人工改造在骨骼表面留下的痕迹几乎全部发现于马科动物的四肢骨骼(图 5)。马科动物前端肢骨的切割痕迹较少且分布比较分散, 主要见于肩胛骨的近端、肱骨的远端骨干及骨骺, 这些部位有大量的肌肉附着点, 同时也是筋腱相连的部位, 指示古人类对马科动物存在取肉和肢解的行为。而后端肢骨的切割痕迹密集分布在股骨上, 股骨及与其相连的臀、腹部肌肉量大, 但其筋膜较多、处理的难度大。切割痕在此部位密集出现, 说明古人类可能对肌肉量大的近端肢骨更关注, 愿意花费更多的时间对其进行处理, 对这部分肌肉的开发较彻底。砍砸痕迹更显著地出现在近端肢骨上, 包括肱骨和股骨的两端骨骺处, 都发现有明确的、连续的砍砸痕迹。值得注意的是, 在掌跖骨这一类肉量低、骨髓少的解剖学部位上, 几乎没有发现任何人工痕迹, 说明古人类在取肉以及敲骨的部位上具有选择性, 这种选择倾向应是为了更有效地获取能量。通过对切割痕及砍砸痕出现数量的统计, 我们发现, 虽然两种痕迹在整个遗址长骨标本表面出现的频率并不算高, 但是砍砸痕的统计比例(9.85%)比切割痕(2.34%)高出许多, 推测这种现象应该与古人类有针对性地取食骨髓有关。

研究者在灵井遗址的动物骨骼表面也观察到了切割痕和砍砸痕^[26], 有 13% 的动物骨骼表面有人工切割痕迹, 4.2% 的动物骨骼表面发现了砍砸痕迹, 这与板井子遗址的情况略有不同, 可能表明两个遗址的古人类对长骨骨髓的摄取量或者摄取方式有差别。在灵井遗址具有切割痕的长骨类化石材料中, 属于食草动物上部(即近端)和中部肢骨的分别为 34% 和 41%, 属于下部(即远端)肢骨的则仅为 25%, 这一结果与板井子的情况相似, 说明割取动物长骨上的大量肌肉组织是古人类的首要目标。

4.3 骨骼破碎方式研究

Villa 和 Mahieu 通过对一处疑似食人族遗址出土人骨的观察, 提供了观察长骨断口的三个指标^[28]: 裂口轮廓(fracture outline)、裂口角度(fracture angle)和裂口质地(fracture edge texture)。Outram 在此基础上提出了裂口新鲜指数(fracture freshness index, FFI)^[29], 其具体计数标准见表 3。一件破碎长骨标本的 FFI 越低, 说明它在破裂时的状态越新鲜。对历史时期考古遗址出土马科动物的骨骼研究也证实, 使用工具对马类遗骸的长骨进行砍砸, 其裂口均为较平滑的螺旋状断口, 断口角度非常小^[30]。在遗址发现这种新鲜状况下破碎长骨的比例越高, 其破碎的原因与古人类取髓行为的相关性就越大。

板井子遗址第 5 层长骨 FFI 的计数统计分布特征显示, 该层长骨的裂口新鲜指数主要集中在 FFI=1 级, FFI 为 2-4 级也有不少标本(图 6)。虽然 FFI=0 级的值也较高, 但是绝大多数的标本在破裂之前可能经历了短时间的暴露, 导致骨骼标本脱水而未呈现完全新鲜的断口。

生态学的实证研究表明，食肉动物与古人类获得骨骼的方式并不相同。食肉类食用骨髓之后，残留的长骨周长一般超过原周长的一半，而古人类取髓后的长骨一般比较破碎^[31]。Villa 和 Mahieu 通过比较敲骨取髓造成的骨骼组合与埋藏作用造成的骨骼组合的长骨残周长发现，自然作用对长骨残周长的影响并不大^[28]。由此可知，考古遗址中周长不足原来一半的碎骨标本，在数量上占优势的骨骼组合可能是人类敲骨取髓造成的；而周长完整的骨管标本，在数量上占优势的骨骼组合则可能主要与非人类行为有关^[23]。板井子遗址骨干标本周长小于等于原周长二分之一的标本占 75%，而几乎不见周长完整的标本，据此推测这些标本的形成并不是由食肉类取髓行为造成的，而是古人类有意作用的结果。

长骨骨干破碎指数是衡量每个含有骨髓的解剖学单元破碎程度的量化指数，即实际可识别的长骨部位与根据可鉴定标本数计算出的长骨碎片数量的比值；由于不同含骨髓单元所含有的骨髓质量不同，而古人类应该倾向于更高的热量，因此长骨骨干破碎指数应该与骨髓的含量（即骨髓效用指数）成正相关^[21]。板井子遗址马科动物长骨骨干破碎指数与骨髓效用指数的 Spearman 相关性分析结果显示，骨骼的破碎与骨骼效用呈正相关 ($r=0.43$; $p \leq 0.05$)，表明古人类对马科动物长骨的骨髓进行了开发。目前，限于板井子遗址较少的长骨标本量，古人类处理骨髓的详细策略不得而知。国内其他同时段遗址也缺乏相关研究，无法进行对比。现阶段可以确认的是，板井子遗址的古人类提取了以骨髓为代表的骨内营养；从割肉到取髓，他们针对马科动物营养富集的部位进行了系统地开发。

表 3 裂口新鲜指数的计算方法
Tab.3 Counting method of the fracture freshness index, FFI

裂口新鲜指数值 FFI value	0	1	2
观测项目 item			
裂口轮廓 fracture outline	仅为螺旋状	除螺旋状还有其他	无螺旋状
裂口角度 fracture angle	不到10%为90度	10%~50%为90度	大于50%为90度
裂口质地 fracture edge texture	平滑	略粗糙	大部粗糙

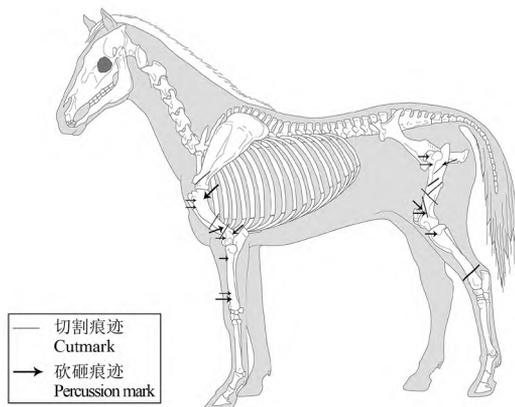


图 5 马科动物骨骼表面切割与砍砸痕迹的分布状况
Fig.5 Distribution of cut- and percussion marks in equine bone surface

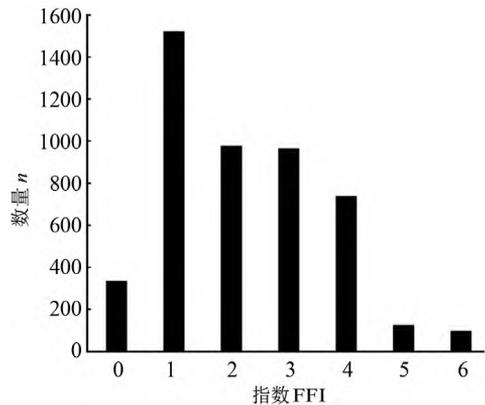


图 6 板井子遗址第 5 层长骨不同裂口新鲜指数的数量统计
Fig.6 FFI distribution of long bones from Layer 5

5 小结

从板井子遗址第 5 层出土动物骨骼表面痕迹分析的结果来看, 在骨骼表面虽然发现了一些自然改造的痕迹, 但对骨骼的破坏并不大。一方面, 没有发现确切的水流磨蚀痕迹, 而啮齿类磨牙、有蹄类踩踏及植物根系改造所留下的痕迹的出现频率较低; 另一方面, 虽然发现了一部分化学元素浸染及食肉类改造的痕迹, 但其出现的比例较低。据此可知, 古人类的活动应该是骨骼组合聚集和改造的主要营力; 在人类活动之后, 骨骼组合也受到了一定程度的自然改造, 如弱水流的影响、食肉类的侵扰以及有蹄类的踩踏等。盆地内处于 MIS 6 阶段的侯家窑 - 许家窑遗址的骨骼密度比较以及骨骼表面痕迹观察等埋藏学分析, 亦获得了类似的结果, 特别是该遗址人为痕迹与食肉类痕迹的比较表明, 许家窑人应先于食肉动物获得了马科动物等肉食资源^[27]。由于该遗址动物骨骼的数量庞大, 暂未开展详细的骨骼单元分布研究及骨骼破碎方式的分析, 区域性、时序性的对比还无法展开。

骨骼单元分布的研究表明, 曾有马科动物完整地进入到板井子遗址中, 说明在狩猎成功以后, 古人类有时会将马科动物的遗骸整体带回。与其他部位的骨骼相比, 近端肢骨的出现频率最高, 亦说明有时古人类也只会选择肉量充足的前后腿近端带回遗址。在处理猎物遗骸时, 古人类肢解、剔肉, 也有敲骨取髓的行为。切割痕多集中在肱骨和股骨上, 说明他们用工具对猎物具有肌肉和脂肪的近端腿部进行了处理, 反映他们偏爱富含更多营养的部位。砍砸痕迹大量出现在股骨上; 长骨干干破碎形态的组合反映遗址出土骨骼应该主要是在比较新鲜的状态下破碎的; 管状骨横剖面周长的组合则说明, 这个骨骼组合长骨的破碎应该都主要与古人类敲骨取髓的行为有关。据此推测, 板井子遗址的古人类倾向于在取肉之后对长骨尤其是近端长骨进行敲骨取髓的处理, 这反映了古人类对含有高热量骨髓的喜爱。

综上, 板井子遗址古人类利用动物资源策略可归纳如下: 首先, 古人类是猎物遗骸的首要获得者和主要消费者; 其次, 古人类会选择大型有蹄类营养富集的部位进行系统地开发, 包括食肉与取髓, 开发的重点部位是近端肢骨; 第三, 古人类对肉食资源的选择性会以多种方式表现出来, 包括猎物类别、体型、年龄、带回部位及摄取对象。虽然我们此次的发掘并未发现火塘, 但遗址出土动物骨骼所反映的古人类的捕猎行为和对能量的需要特征与 Stiner 所总结的同时期欧亚大陆西侧的古人类十分相似。结合纬度偏低而年代相近的河南许昌灵井遗址的动物考古学分析结果, 可以认为, 在 MIS 5 阶段前后, 中国北方的古人类不仅已经具备了成熟的狩猎能力, 并且可以重点开发营养富含的部位, 高效地从猎物身体上获取能量。这表明, 此阶段的古人类可能已经对周围的环境及他们所要猎取的动物有了较全面和系统的认识, 充足的能量或是帮助他们在北半球中高纬度地区顺利适应气候波动所带来环境变化的重要原因。

致谢: 感谢参加 2015 年板井子遗址野外发掘的所有队员。发掘工作得到了河北省文物考古研究院、河北泥河湾遗址群保护区管理委员会的支持和帮助, 毕业于中国人民大学的陈国鹏参与了化石整理及数据处理的工作, 本文第一作者得到中国社会科学院 2021 年青年科研启动项目的支持, 谨致谢意!

参考文献

- [1] Rendu W. Hunting behavior and Neanderthal adaptability in the Late Pleistocene site of Pech-de-l'Azé I[J]. *Journal of Archaeological Science*, 2010, 37(8): 1798-1810
- [2] Discamps E, Jacques J, Francois B. Human choices and environmental constraints: Deciphering the variability of large game procurement: From Mousterian to Aurignacian times (MIS 5-3) in southwestern France[J]. *Quaternary Science Reviews*, 2011, 30(19-20): 2755-2775
- [3] Morin E, Meier J, Guennouni K, et al. New evidence of broader diets for archaic *Homo* populations in the northwestern Mediterranean[J]. *Science Advances*, 2019, 5(3): 9016
- [4] Stiner MC. An unshakable Middle Paleolithic? Trends versus conservatism in the predatory niche and their social ramifications[J]. *Current Anthropology*, 2013, 54: S288-S304
- [5] 管清玉, 潘保田, 高红山, 等. 高分辨率黄土剖面记录的末次间冰期东亚季风的不稳定性特征[J]. *中国科学(D辑): 地球科学*, 2007, 37(1): 86-93
- [6] 穆会双, 许清海, 张生瑞, 等. 孢粉资料定量重建泥河湾盆地侯家窑遗址时期的古气候[J]. *第四纪研究*, 2015, 35(3): 698-711
- [7] 任进成, 李锋, 王晓敏, 等. 河北阳原县板井子旧石器时代遗址 2015 年发掘简报[J]. *考古*, 2018(11): 3-14+2
- [8] 谢飞, 李珺, 刘连强. 泥河湾旧石器文化[M]. 石家庄: 花山文艺出版社, 2006
- [9] Guo YJ, Li B, Zhang JF, et al. Luminescence ages for three 'Middle Palaeolithic' sites in the Nihewan Basin, northern China, and their archaeological and palaeoenvironmental implications[J]. *Quaternary Research*, 2016, 85: 456-470
- [10] 王法岗, 李锋. “许家窑人”埋藏地层与时代探讨[J]. *人类学学报*, 2020, 39(2): 161-172
- [11] Li ZY, Wu XJ, Zhou LP, et al. Late Pleistocene archaic human crania from Xuchang, China[J]. *Science*, 2017, 355(6328): 969-972
- [12] Voorhies M. Taphonomy and population dynamics of an Early Pliocene vertebrate fauna, Knox County, Nebraska[M]. Laramie: University of Wyoming, Contributions to Geology Special Paper, No.1, 1969
- [13] 牛东伟. 水洞沟遗址第7地点遗址成因与石器技术研究[D]. 北京: 中国科学院大学, 2014
- [14] 任进成, 王法岗, 李锋, 等. 泥河湾盆地板井子旧石器时代遗址的形成过程[J]. *人类学学报*, 2021, 40(3): 378-392
- [15] Stiner MC. Honor among Thieves: A Zooarchaeological Study of Neandertal Ecology[M]. Princeton: Princeton University Press, 1994
- [16] Binford LR. Faunal Remains from Klasies River Mouth[M]. Orlando: Academic Press, 1984
- [17] Lyman RL. Vertebrate Taphonomy[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994
- [18] Lyman RL. Bone-density and differential survivorship of fossil classes[J]. *Journal of Anthropological Archaeology*, 1984, 3(4): 259-299
- [19] Lam YM, Pearson OM, Marean CW, et al. Bone density studies in zooarchaeology[J]. *Journal of Archaeological Science*, 2003, 30: 1701-1708
- [20] 张乐. 马鞍山遗址古人类行为的动物考古学研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2008
- [21] 王晓敏, 梅惠杰. 于家沟遗址的动物考古学研究[M]. 北京: 文物出版社, 2019
- [22] 张双权. 河南许昌灵井动物群的埋藏学研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2009
- [23] 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的骨骼单元分布[J]. *中国科学(D辑): 地球科学*, 2012, 42(5): 764-772
- [24] Lupo KD, O'connell JF. Cut and tooth mark distributions on large animal bones: Ethnoarchaeological data from the Hadza and their implications for current ideas about early human carnivory[J]. *Journal of Archaeological Science*, 2002, 29(1): 85-109
- [25] Johnson E. The taphonomy of mammoth localities in southeastern Wisconsin[J]. *Quaternary International*, 2006, 142-143: 58-78
- [26] 张双权, 李占扬, 张乐, 等. 河南灵井许昌人遗址动物骨骼表面人工改造痕迹[J]. *人类学学报*, 2011, 30(3): 313-326
- [27] Norton CJ, Gao X. Hominin-carnivore interactions during the Chinese Early Paleolithic: Taphonomic perspectives from Xujiayao[J]. *Journal of Human Evolution*, 2008, 55(1): 164-178
- [28] Villa P, Mahieu E. Breakage patterns of human long bones[J]. *Journal of Human Evolution*, 1991, 21(1): 27-48
- [29] Outram AK, Rowley-Conwy P. Meat and marrow utility indices for horse (*Equus*) [J]. *Journal of Archaeological Science*, 1998, 25: 839-849
- [30] Diedrich CG. Pathologic historic mining horses from central Europe[J]. *Journal of Pathology and Disease Biology*, 2017, 1(1): 8-33
- [31] Bunn HT. Comparative analysis of modern bone assemblage from a San hunter-gatherer camp in the Kalahari Desert, Botswana, and from a spotted hyena den near Nairobi, Kenya[A]. In: Clutton-Brock J, Grigson C (Eds.). *Animals and Archaeology: Hunters and Their Prey*[C]. Oxford: BAR International Series No. 163, 1983, 143-148