

支媛, 景明, 汪洪, 等. 甘肃环县楼房子遗址 2012 年发掘的披毛犀死亡年龄研究[J]. 第四纪研究, 2024, 44(2):466-479.

ZHI Yuan, JING Ming, WANG Hong, et al. A study on the mortality of woolly rhinoceros excavated in 2012 at the Loufangzi site, Huan County, Gansu Province[J]. Quaternary Sciences, 2024, 44(2):466-479.

doi:10.11928/j.issn.1001-7410.2024.02.16

文章编号: 1001-7410(2024)02-466-14

甘肃环县楼房子遗址 2012 年发掘的 披毛犀死亡年龄研究*

支媛¹, 景明¹, 汪洪¹, 王辉², 陈国科³, 杜水生^{1,4}

(1. 北京师范大学历史学院, 北京 100875; 2. 复旦大学科技考古研究院, 上海 200433; 3. 甘肃省文物考古研究所, 甘肃 兰州 730050;
4. 中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学和地层学国家重点实验室, 江苏 南京 210008)

摘要: 现代人在 MIS 3 成功扩散到全球各地, 研究该阶段人类在不同气候环境下的生计行为有助于理解他们殖民成功的原因。目前在中国西北的黄土高原地区发现了一批出土化石的遗址, 但其中大多数保存不佳, 缺少科学发掘和绝对测年。甘肃环县楼房子遗址位于黄土高原腹地, 在 2012 年的考古发掘中出土了大量动物遗存。对楼房子遗址 2012 年发掘获得的披毛犀牙齿进行研究, 并结合其他地区已发表的关于古人类和犀牛之间的互动关系分析, 探讨晚更新世黄土高原地区狩猎采集人群的生计策略, 结果表明, 披毛犀是楼房子遗址先民的重要肉食来源, 他们一直维持着稳定且合理的开发策略, 重点关注成年个体, 这种偏好披毛犀的传统一直延续到遗址被废弃。结合周边发现来看, 在这一阶段, 生活在黄土高原地区的古人类很可能对当地环境发展出了特殊的适应模式, 披毛犀在他们的生计策略中占有重要地位。

关键词: 楼房子遗址; 披毛犀; 死亡年龄模式; 巨型动物; 中国西北地区; 黄土高原; 动物考古学

中图分类号: Q915.877

文献标识码: A

开放科学标识码 (OSID)



0 引言

晚更新世是现代人类 (*Homo sapiens*) 出现和扩散的关键时期, 而肉食生计则在这一阶段的人类演化中起到重要作用, 除了为人类提供个体发展所需的特殊营养物质外, 盈余的食物成为额外的资源, 加速了群体复杂化进程^[1]。目前学界普遍认为, 晚更新世的人类是专业的猎人^[2], 不管是尼安德特人还是早期现代人, 包括东亚地区的古人类^[3-6], 他们的狩猎能力毋庸置疑, 大中型有蹄类动物是他们的首要目标, 此外还会捕捉一些小型动物作为生计补充^[7]。在这一阶段, 狩猎是人类获取肉食资源的主要途径。

进入旧石器时代晚期后, 全球气候变化加剧^[8], 人类需要适应更复杂、甚至更极端的环境。在这种背景下, 现代人在全球的扩散^[9]加剧了各地

的资源紧张, 为了生存, 生活在不同环境的古人类不约而同地根据当地情况调整了生计策略。比如, 地中海沿岸的先民加大了对快速移动的小型动物的开发^[10-12]; 西欧地区不断变冷的环境促使当地驯鹿和马鹿种群兴盛, 人类的狩猎重点也从之前莫斯特时期的大中型牛科和马科动物转向这些体型中等的鹿群^[13]; 而东欧地区的生计策略也由 MIS 3 对大中型有蹄类动物的狩猎, 出现了更多开发非有蹄类动物的证据, 比如野兔、北极狐和狼^[14]。这一时期, 与其他地区一样, 东亚大陆北方的古人类也对当地环境发展出了不同于以往的适应行为, 比如在水洞沟第 7 地点发现了对小型食肉动物加工的证据^[15]。

然而, 对东亚古人类在 MIS 5 被确认为有能力狩猎大中型有蹄类动物的专业猎人, 到 MIS 3 结束时发现他们因资源紧张而转向开发快速移动的小型动物的这一过程的研究, 仍存在一定空白, 尤其在

2023-11-20 收稿, 2024-01-20 收修稿

* 中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学和地层学国家重点实验室自主项目 (批准号: 193108) 资助

第一作者简介: 支媛, 女, 27 岁, 博士研究生, 旧石器时代考古研究, E-mail: adelez@qq.com

通讯作者: 杜水生, E-mail: ssdu@bnu.edu.cn

MIS 3 刚开始时,这正是现代人扩散至东亚大陆北方的至关重要的阶段^[9];与此同时的西欧地区已经提供了人类在气候波动的大背景下对当地环境的特殊适应,表明尼安德特人和现代人的生计行为在类似环境中没有本质区别^[13];东欧地区的证据则表明,在更加恶劣的气候条件下,尼安德特人的适应策略似乎没有现代人那么灵活^[14]。那么在气候变化复杂的中国北方,这一地区的古人类对当地的特殊环境有因地制宜的生计适应吗?

本文将对甘肃环县楼房子遗址 2012 年发掘的动物遗存进行初步报道,以牙齿材料为主。通过对遗址出土披毛犀(*Coelodonta antiquitatis*)死亡年龄的研究,抛砖引玉,提供一个来自中国西北地区黄土高原背景下的洞察视角。本文尝试探讨从 MIS 5 至 MIS 3 这一东亚古人类生计策略空白阶段的中国西北地区古人类的行为,是否与之前和之后的阶段有所变化,以及是否与同时期其他地区的尼安德特人和现代人的适应策略有所差异。

1 遗址概况

楼房子遗址(36°20'47"N, 107°20'54"E;海拔 1290 m)位于甘肃省庆阳市环县曲子镇楼房子村柏林沟内 1 km 处,是一处旧石器时代旷野遗址。遗址周围沟壑遍布,丘陵起伏,地势总体北高南低;紧邻遗址的柏林沟终年水流细小,向东南汇入合道川,成为环江的一级支流。由于河流下切作用,在环江及其支流两岸形成两级阶地,楼房子遗址便位于柏林沟东侧的二级阶地上。该阶地以下白垩统志丹群为基底,阶地上部堆积物以晚更新世黄土为主,下部为河湖相沉积^[16]。

1963 年,西北大学地质系在陇东发现楼房子遗址,发掘出土大量哺乳动物化石和文化遗物^[17];1974 年,甘肃省博物馆等单位在庆阳地区调查,同时考察了楼房子遗址^[18];2010 年,北京师范大学历史学院和甘肃省文物考古研究所合作在陇东进行旧石器时代考古调查后,决定重启楼房子遗址的发掘^[19];经过 2012 和 2018 年两次发掘,完整揭露了楼房子遗址的地层序列^[20]。

2012 年的发掘探方长 8.2 m、宽 3.5 m,由于探方位于断崖处,从上至下发掘面积逐步增大,至下部已增至 40 m²。发掘前受地形限制,以遗址东南方某点为基点,按照象限法以 1 m×1 m 布方。发掘过程中严格按照水平层开展工作;在划分地层时,以自然层为一大层、每 10 cm 为一小层,逐层下挖;

每清理完一个水平层,即对所有出土遗物进行编号、照相、绘图、测量三维坐标和产状,并详细记录各种迹象和地层堆积状况^[21]。

根据 2012 年的发掘,楼房子遗址的地层总厚度达 14.9 m,可分为 15 小层(图 1):

第 1 层:厚 0.2 m,耕土层,棕黄色土,粘性大,土质疏松;

第 2 层:厚 0~3 m,扰土层,为现代人活动形成的坑状堆积,打破下部第 3 层堆积。发现史前陶片及晚至近现代的遗物;

第 3 层:厚 3.6 m,黄土层,由 7 层偏红色的条带和 6 层偏黄色的条带组成;

第 4 层:厚 1.7 m,粉砂层,浅黄色,土质疏松,层理发育。该层垂直节理发育,节理填充物中有新石器时代遗物。在距探方基点 4.5 m 深处发现动物化石 4 件;

第 5 层:厚 2.3 m,粘土层,为灰绿色粘土中夹灰黑色条带,最多可见 8 条,每个黑色条带厚约 0.05 m。出土动物化石 15 件;

第 6 层:厚 1.3 m,灰色粘土质粉砂层。出土动物化石 16 件,石制品 1 件;

第 7 层:厚 0.7 m,灰黄色粘土质粉砂层,南部稍发灰,部分夹杂铁锈斑,北部则有大量砾石,砾径 0~0.1 m;出土动物化石 74 件,石制品 111 件;

第 8 层:厚 0.4~0.5 m,灰绿色亚粘土夹少量粉砂层,部分夹杂黄褐色铁锈斑,在偏东北部含有红砂岩透镜体。出土动物化石 69 件,石制品 121 件;

第 9 层:厚度 0.6 m,灰黄色粉砂土层,东南部夹红色砂砾透镜体。出土动物化石 309 件,石制品 1208 件;

第 10 层:厚约 0.8 m,红色粘土层,夹杂砂砾透镜体。出土动物化石 110 件,石制品 192 件;

第 11 层:厚 0.3~0.5 m,可分为两小层,上部为灰色粉砂,厚 0.1~0.2 m;下部为偏黄色亚粘土,厚度 0.2~0.3 m;底部有一层黄色铁锈斑。出土动物化石 208 件,石制品 130 件;

第 12 层:厚 0.5~0.6 m,黑灰色粘土,颜色由上到下逐渐加深,向南延伸过程中逐渐淡化,下层夹杂大量炭屑,底部有少量铁锈斑。出土动物化石 215 件,石制品 52 件;

第 13 层:厚 0.7 m,黄色粘土,东北厚,西南薄。出土动物化石 474 件,石制品 194 件;

第 14 层:厚 1.5 m,含砾石灰黑色、黑色粘土层。砾石成分主要为石英砂岩和硅质灰岩,磨圆分选差,最大的可达 30 cm,最小的小于 5 cm。出土动物化石 1042 件,石制品 128 件;

第 15 层:厚 0.3 m,灰绿、蓝绿色含砾石粘土层。和上一层相比,砾石含量更高,磨圆分选较好,小于 5 cm 的砾石占主要地位。砾石成分主要为石英砂岩,其次为硅质灰岩,底部有胶结现象。出土动物化石 588 件,还有尚未登记的采集品;

第 16 层:底部砾岩层,白垩纪灰色泥岩。

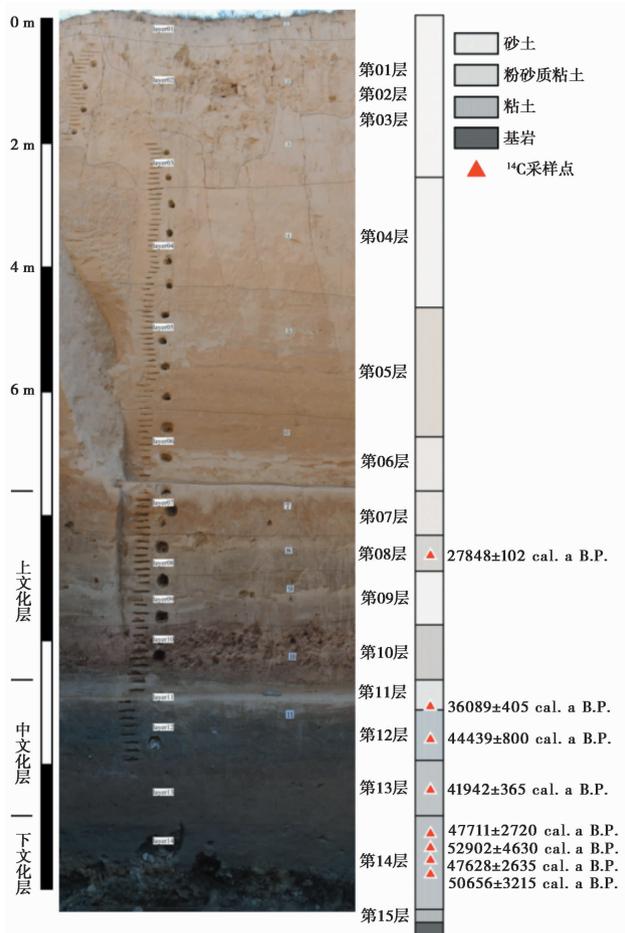


图1 楼房子遗址地层剖面图

Fig. 1 Stratigraphic section of the Loufangzi site

杜水生等^[19]根据2012年发掘的地层堆积特点,初步将遗址地层划分为4个单元,本文综合2012和2018年发掘的地层和文化遗产,将地层划分为5个单元(图1):

第一单元(第1~3层):黄土,厚3.8 m,没有发现旧石器时代文化遗产,但有新石器时代灰坑打破此层。灰坑中有大量齐家文化的红色陶片;

第二单元(第4~7层):黄土,灰黄色粉砂夹多层灰绿色粘土质粉砂条带,厚4.7 m,每个条带厚0.1 m,局部有小砾石层,砾石一般小于1 cm。从第4层开始出现动物遗存,第5层开始出现石制品;

第三单元(第8~10层):黄土,灰黄色粘土和粉砂交互层,层理发育。有非常明显的倾斜层理和波浪层理,还发现包含大量砾石的红褐色粘土细砂透镜体。砾石为尺寸0.01~0.1 m的红色砂岩或灰绿色泥灰岩,磨圆分选较好。透镜体胶结坚硬,最大的透镜体厚0.3 m、长1.5~2 m。本单元石制品极为丰富,为上文化层;

第四单元(第11~13层):湖相堆积。粉砂质粘土层,厚1.5 m,上部灰绿色,下部灰黄色。在第12层发现大量炭屑,局部成层,应为用火遗迹。本单元出土大量化石,也有一定数量的石制品,为中文化层;

第五单元(第14~15层):湖沼相堆积。含砾石层,厚1.8 m,上部黑色,下部蓝绿色。含大量石英砂岩砾石,上部磨圆分选较差,下部磨圆分选好,砾石成分主要为硅质灰岩和石英砂岩。本单元含丰富的石制品和动物化石,为下文化层;

基岩(第16层):白垩纪泥灰岩,未见底。

Peng等^[22]对2010~2012年发掘的剖面进行了粒度与磁化率研究,并对第一、二单元(深1~8 m,第⑦层及以上)进行了光释光测年,结果距今约40~65 ka,据此将文化层的年代向前推至MIS 5~MIS 4,但该结果与当年发掘者对第8层进行的 ^{14}C 测年结果¹⁾(距今约23 ka)(表1)相悖。2022年本研究团队又对楼房子遗址第三、四单元(第11~14层)采样,在北京师范大学碳十四实验室重新进行 ^{14}C 测年,初步结果表明下文化层和中文化层的年代距今约50~30 ka(表1)。同样位于黄土高原、渭河三级支流的二级阶地上的徐家城遗址^[23],其文化层的光释光测年结果距今约80~60 ka,远早于 ^{14}C 测年结果(距今约47~23 ka)。综合参考本区域内二级阶地底部的年代和遗址的粒度、磁化率与孢粉分析,徐家城遗址的研究者认为, ^{14}C 测年结果更加合理^[23]。楼房子遗址和徐家城遗址相距仅200 km,这样小范围内二级阶地的年代不会有太大出入,因此笔者更倾向于采信 ^{14}C 测年结果,暂将楼房子遗址的年代定在MIS 3,约50~30 ka。

2 材料和方法

2.1 研究对象

2012年发掘出土动物遗存3000余件,初步鉴定出10种有蹄类动物:披毛犀、普氏野马(*Equus przewalskyi*)、蒙古野驴(*Equus hemionus*)、原始牛(*Bos primigenius*)、盘羊(*Ovis ammon*)、普氏原羚(*Gazella przewalskyi*)、河套大角鹿(*Megaloceros ordosianus*)、马鹿(*Cervus elaphus*)、梅花鹿(*Cervus nippon*)、野猪(*Sus scrofa*)。将这些有蹄类动物按照体型大小分为5级:第5级,巨型动物(megafauna),披毛犀;第4级,原始牛;第3级,马科动物和河套大角鹿、马鹿;第2级,盘羊、梅花鹿和野猪;第1

1)2012年发掘后送样至西安加速器质谱中心进行 ^{14}C 测年,本文为该测年结果的首次公开发表

表 1 楼房子遗址 ^{14}C 年代数据Table 1 ^{14}C dating results of the Loufangzi site

采样地层	原始编号	实验室编号	材料	^{14}C 年代(a. B. P.)		校正年代(cal. a. B. P.)	
				^{14}C 年代	1 σ	校正年代	1 σ
第 14 层	LFZ 15.48-15.44	BNU 37	动物蛋白碳	47830	730	50656	3215
	LFZ 15.40-15.36	BNU 39	动物蛋白碳	45360	560	47628	2635
	LFZ 15.36-15.32	BNU 40	动物蛋白碳	49520	910	52902	4630
	LFZ 15.28-15.24	BNU 41	动物蛋白碳	45440	560	47711	2720
第 13 层	LFZ 14.36-14.40	BNU 43	植物/动物蛋白碳	37210	270	41942	365
第 12 层	LFZ 14.04-14.00	BNU 42	动物蛋白碳	41540	370	44439	800
第 11 层	LFZ 13.20-13.71	BNU 44	植物	31730	170	36089	405
第 8 层	2012HL8; TN2W4 8	XA9348	动物骨骼	23751	85	27848	102

级, 普氏原羚。

2012 年发掘出土的游离齿和附牙下颌共 341 件, 以游离齿为主, 其中披毛犀牙齿标本占近七成 (67.45%); 在 3 个文化层的牙齿材料中, 披毛犀的数量一直有绝对优势 (表 2), 总计 230 件。

2.2 披毛犀牙齿年龄鉴定方法

披毛犀的齿式为:

$$\text{乳齿: } I \frac{0}{0}, C \frac{0}{0}, P \frac{4}{4}, M \frac{0}{0}$$

$$\text{恒齿: } I \frac{0}{0}, C \frac{0}{0}, P \frac{4}{4}, M \frac{0}{0}$$

披毛犀的牙齿萌出顺序为: 乳齿: DP1—DP2—DP3—DP4; 恒齿: M1—P2—P3/M2—P4/M3, DP1 随机脱落^[24]。

参考现生犀科动物牙齿个体发育的研究成果^[25-26], 黑犀和白犀的牙齿发育、萌出和更新时间基本相似, 虽然前者是叶食者 (browser)、后者是草食者 (grazer)。D2 和 P2 的更换发生在 2.5~3 岁, D3 和 P3 的更换发生在 3~4 岁, 时间上的差异不超

过 6~12 个月; D2 和 D3 的使用时间很短, 不超过 4~6 年; D4 的使用时间较长, 一般萌发于 1 岁, 和 P4 的更换发生在 8~15 岁; M3 则会在 15 岁之前萌出。

虽然黑犀和白犀的牙齿发育、萌出和更新时间基本相似, 但就算是同一物种的个体, 牙齿萌出和更新时间也不是一成不变的。它因个体而异, 取决于栖息环境和营养条件等。在现生犀牛的实际观察中, 常使用牙骨质线计数确定其实际年龄 (=M1 的牙骨质层数+3)^[27-28], 这种方法相对准确。但在考古研究中, 对每一件牙齿标本进行切片观察并不现实, 这会破坏珍贵的文物资源; 此外, 受限于遗址的保存情况, 有相当数量的游离齿标本并不完整, 未保留有能观察牙骨质线的部分。在不破坏标本的前提下, 多通过观察牙齿咬合面的磨耗情况来判断犀科动物的大致死亡阶段^[26, 28-30]。

在对考古遗址中动物死亡年龄进行研究时, 常见 3 种分析方法: 寿命年龄直方图、牙冠高度箱线图 and 年龄组三角图^[31]。直方图分析^[32-33] 要求研究对象的最小个体数 (Minimum Number of Individuals,

表 2 楼房子遗址 2012 年发掘的动物牙齿鉴定结果 (包括附牙下颌)

Table 2 Identification results of animal teeth (including mandibles) excavated from the Loufangzi site in 2012

种属	下文化层 NISP*		中文化层 NISP			上文化层 NISP					总计 (不包括采集)
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	采集	
披毛犀	46	39	33	9	22	13	46	21	1	2	230
马科动物	14	15	23	7	11	3	1			3	74
原始牛	5	2	1	1	4						13
马鹿	1	4	3	3		1	1				13
普氏原羚			1			1	2				4
河套大角鹿	1						2				3
盘羊		1			1						2
梅花鹿							1				1
第 2 级有蹄类			1								1

* 可鉴定标本数 (Number of Identified Specimens, 简称 NISP)

简称 MNI) 达到 30~40, 楼房子遗址的披毛犀数量 (MNI=41) 符合要求; 但该方法的另一个要求是有用于鉴定相对准确的死亡年龄的方法, 而楼房子遗址暂时无法开展牙骨质线观察。箱线图^[31]分析更适用于多个样本组的比较, 难以解释单独遗址; 并且要求样本保留完整牙冠, 不适用于楼房子遗址牙齿材料保存不佳的情况。三角图^[34-36]则是将鉴定结果进行初步的年龄分组, 这不仅能大大降低个体差异下不同牙齿磨耗程度带来的误差, 还能在研究范围内解释考古学问题。综上所述, 本文将观察牙齿咬合面的磨耗情况来鉴定楼房子遗址中披毛犀的死亡年龄, 并使用三角图对其进行分组分析。

一般来说, 犀科动物下颌颊齿的萌发和磨耗通常早于上颌^[28]。通常更推荐观察上颌颊齿判断披毛犀的个体年龄, 因为上颌臼齿显示的年龄变化最明显^[30]。由于不同个体的牙齿萌出和更换的差异性, 只能大致框定一个年龄范围。结合上文提及的现生犀牛的生活习性和牙齿萌出和更换顺序, 本文将保留 DP2、DP3 的个体分到幼年组; 恒齿正在萌出且尚未磨耗的个体, 以及 P2、P3 和 M1、M2 轻度磨耗的个体, 分到青年组; 牙冠严重磨耗, 牙本质大面积暴露并且成片连接的个体, 分到老年组; 其余分到壮年组。鉴于遗址中披毛犀的牙齿材料主要是游离齿, 严重磨耗的牙齿可能是个体在生长过程正常脱落替换的, 因此不考虑严重磨耗的单个乳齿。由于目前没有一套统一对披毛犀进行描述和测量的方法, 在参考 Garutt^[30]的鉴定标准下, 牙齿解剖结构术语尽可能采用《中国新近纪犀牛》^[37]中的用法, 披毛犀牙齿磨耗程度描述见表 3 和图 2(1)~2(7)。当牙齿处于两种磨耗之间的程度时, 如图 2(6)和 2(7), 则需要综合其位置进行判断。如果是较早萌出的牙齿, 比如 P2、P3、M1、M2, 则将其归入较年轻的阶段; 如果是较晚萌出的牙齿, 比如 P4、M3, 则将其归入较年老的阶段。由于下牙磨耗程度会比上牙严重一些, 更倾向与将下牙归入

较年轻的阶段, 将上牙归入较年老的阶段。一般来说, 乳齿的牙釉质较薄, 比恒齿的牙釉质纤细。

最后讨论披毛犀生命史的划分阶段。根据对现生犀科动物的研究^[26,38-39], 一般情况下幼崽在出生后随母亲生活, 于 3~4 岁时亲子分离。雌性于 6~8 岁首次分娩^[26]; 而雄性则有一些差异, 在动物园中, 6 岁已经性成熟, 而在野外, 大约 10~12 岁时获得领地占有后才会变得性活跃^[38]。在关于南白犀的研究中, 多将小于 6~7 岁的个体分到未成年组^[26,39], 而对亚成年组的定义则有不同方案: Hillman-Smith 等^[26]认为这一阶段可持续到 10 岁左右; Tichagwa 等^[39]则认为大于 7 岁即可视为成年。本文将幼崽离开母亲直到完全适应独居生活的这一时期定为青年阶段。这一阶段的雌性很可能生产头胎, 而雄性则寻找自己的领地。但考虑到从生理上讲二者都已经进入性成熟阶段, 体型和成年个体没有太大差异, 故在进行三角图分析时将该组与壮年组合并。因此, 将披毛犀的幼年和青壮年的分界线定在最大寿命的 15% (约 6 岁)。

根据对黑犀^[28,40]和白犀^[26]牙骨质线的计算, 获得的最大牙骨质线数表明它们至少有 40 年的寿命。对现生犀牛的观察也表明, 它们的最长寿命一般在 40~45 岁; 而牙冠高度的稳步下降一直到约 25 岁停止, 此后牙骨质垫的生长部分抵消了牙齿磨耗^[26]。在 Stiner^[34-36]的年龄分组中, 将有蹄类动物的壮年和老年的分界线定在最大寿命的 65%。如果将披毛犀的最大寿命定在 40 岁, 那么它们会在 26 岁左右步入老年, 这与现生犀牛牙齿的记录相近。因此, 将披毛犀的壮年和老年的分界线定在最大寿命的 65%。

2.3 披毛犀的生态习性

披毛犀起源于上新世中期的青藏高原^[41], 之后向周围扩散, 直到晚更新世广泛分布于欧亚大陆北方。披毛犀的体型大于现生犀牛, 目前体型最大的

表 3 披毛犀牙齿磨耗程度描述

Table 3 Description for tooth wear of woolly rhinoceros

磨耗程度	描述	参考图
未磨耗	牙齿已经萌出但未使用, 新鲜完整	图 2(1, 4)
轻度磨耗	上牙: 牙尖开始磨耗, 中凹未明显变形 下牙: 牙尖开始磨耗, 前谷和后谷未明显变形	图 2(7-dp4)
中度磨耗	上牙: 中凹、中谷和后凹正在闭合或已闭合; 近中侧和外侧边缘未被挤压 下牙: 可见前谷和后谷, 原脊、后脊和次脊正在磨耗; 近中侧和外侧边缘未被挤压	图 2(2, 5, 7-dp3)
重度磨耗	上牙: 中凹、中谷和后凹深度极浅; 牙冠高度较低, 近中侧和外侧边缘被挤压成直线 下牙: 前谷和后谷消失, 咬合面几乎全是牙本质; 牙冠高度较低, 近中侧和外侧边缘被挤压成直线	图 2(3, 6-m2)

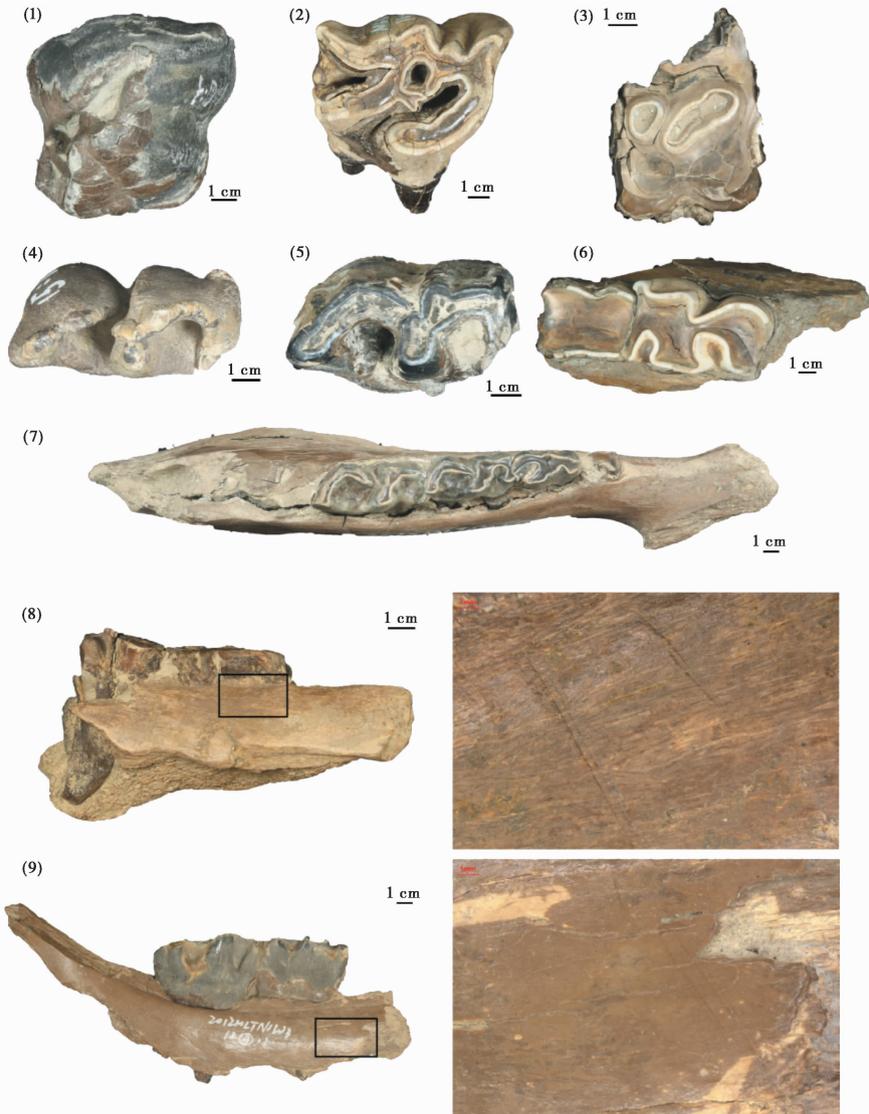


图 2 楼房子遗址 2012 年出土的典型披毛犀牙齿标本

(1)~(7): 披毛犀牙齿磨损程度; (8)和(9): 披毛犀下颌骨表面的切割痕

Fig. 2 Typical woolly rhinoceros teeth specimen excavated from the Loufangzi site in 2012. (1)~(7): Tooth wear stage of woolly rhinoceros; (8) and (9): Cutmarks on the surface of the mandibular of woolly rhinoceros

犀牛是白犀, 体重可达 2 吨^[42]。披毛犀两性异形不明显, 雄性和雌性的体型在相当范围内重叠^[24]。与现生犀牛相比, 披毛犀骨盆尺寸较大, 坐骨变形明显, 不易附着肌肉, 这表明它们并不适合快速奔跑^[24]。作为巨型食草动物, 披毛犀庞大的体型意味着高能量需求, 它们必须花费大量时间用于觅食^[43-44]。现生犀牛生活在热带, 很少迁徙, 但披毛犀的生存环境四季分明, 可能会有季节性觅食压力, 从而出现迁徙行为^[45]。

犀科动物习惯独居, 种群内部接近无等级结构^[26, 28, 38]。雄性仅在发情期内和雌性结对。雌性单独分娩、哺乳和养育幼崽, 一般一次一胎。只观察到没有幼崽的成年和亚成年雌性南白犀会形成临

时或半稳定的小规模群体^[46-47]。在资源紧张的情况下, 成年个体会聚集在泥坑、水源、觅食区附近活动, 结束后又各自分散^[38-39, 46-51]。犀科动物的唯一天敌是人类, 除了幼崽会面临被狮子 (*Panthera leo*) 和斑点鬣狗 (*Crocuta crocuta*) 捕食的风险^[51-52]。雌性犀牛会保护她们的幼崽, 并对靠得太近的捕食者和同类表现出攻击性^[52]。

3 结果

首先, 对每颗牙齿进行鉴定, 判断其来自上颌/下颌和左侧/右侧, 并确定具体是哪一颗牙齿, 无法完全鉴定的标本只标记可鉴定出的信息; 其次, 按照上文罗列的标准, 根据牙齿咬合面磨损程

度确定每颗牙齿所属的年龄组；然后，按照年龄组单独统计每一层的最小个体数(MNI)；最后，进行文化层的合并。这里需要说明的是，在对楼房子遗址披毛犀牙齿实际鉴定的过程中，出现同一层中最大值的某颗牙齿全部来自壮年个体、而非最大值的某颗牙齿中又有来自老年个体的计数情况，如果不考虑年龄组鉴定情况只考虑最大值的话最终结果和实际观察情况之间会出现偏差，因此分年龄组单独统计 MNI。

在楼房子遗址 2012 年发掘的披毛犀材料中，共鉴定出 212 件游离齿，20 件附牙下颌。可鉴定标本数(NISP)为 230 件，最小个体数(MNI)为 41 头。排除采集获得的 2 件标本，上文化层的 NISP 为 81 件，MNI 为 9 头；中文化层的 NISP 为 64 件，MNI 为 14 头；下文化层的 NISP 为 85 件，MNI 为 18 头。根据本文的鉴定标准，详细结果见表 4。可以看出，楼房子遗址 2012 年出土的披毛犀以青壮年个

体为主，其次为老年个体，幼年个体最少。虽然从早到晚，狩猎披毛犀的数量有所下降，但 3 个文化层的死亡年龄模式均落入壮年居优型的范围，青壮年个体占半数以上。

4 讨论

4.1 与不同地区遗址的比较

将楼房子遗址披毛犀的死亡年龄结果与其他犀牛动物考古研究的遗址^[4,28,53-68]进行比较(表 5)，讨论不同地区的古人类开发犀牛这种巨型动物的行为差异。

目前国外考古遗址中对犀牛的死亡年龄分析多采用寿命年龄直方图：因为幼年和青少年居多，能更详细地确定每颗牙齿的具体年龄。但楼房子遗址中的犀牛牙齿以恒齿为主，并不适用于寿命年龄直方图。因此根据 Stiner^[34]的三角图原则，借鉴

表 4 楼房子遗址 2012 年发掘出土的披毛犀死亡年龄结果

Table 4 Mortality profile of woolly rhinoceros excavated from the Loufangzi site in 2012

地层	幼年个体		青壮年个体		老年个体		无法鉴定	
	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	
下文化层	15	4	2	24	6	14	3	4
	14	3	1	25	5	6	1	5
中文化层	13			19	3	8	2	6
	12	2	1	4	2	3	1	
	11	5	2	9	2	3	1	5
上文化层	10	2	1	7	1	4	1	
	9			19	3	3	1	24
	8			8	1			13
	7							1
	采集			1	1			1

表 5 本文参考对比的遗址

Table 5 Referred sites for comparison

遗址	年代	国家	文化类型	犀牛种属(如有占比)	参考文献
山神庙咀	1.2 Ma	中国	无人类活动	披毛犀	[53]
Caune de l'Arago	MIS 12	法国	阿舍利文化	草原犀牛(5.22%)	[54]
Payre	MIS 8/7	法国	莫斯特文化	梅氏犀、草原犀牛(≤20%)	[55~56]
Biache-Saint-Vaast	MIS 7	法国	莫斯特文化	梅氏犀、草原犀牛(14.94%)	[57~59]
盘县大洞	MIS 6	中国	旧石器时代早期	中国犀(24%)	[60~61]
La Cotte de St Brelade	MIS 6	英国	莫斯特文化	披毛犀(11.8%)	[62]
Taubach	MIS 5e	德国		梅氏犀	[63]
乌兰木伦	MIS 4	中国	小石器工业	披毛犀(39.51%)	[64]
Érd	MIS 3	匈牙利	莫斯特文化	披毛犀(3%)	[65~66]
Vogelherd	MIS 3	德国	莫斯特/奥瑞纳文化	披毛犀(11%→0.51%)	[67]
马鞍山	MIS 3~2	中国	小石器工业	中国犀(25.66%)	[4]
Hofstade	MIS 2	比利时	无人类活动	披毛犀	[68]
Tsavo	现代	肯尼亚	无人类活动	黑犀	[28]

Discamps^[69]的修正原则, 制作死亡年龄三角图(图 3)。参考现生犀牛的生命史, 幼年阶段占最大寿命的前 15% (约 6 岁), 老年阶段占最大寿命的后 35% (约 26 岁), 其余为青壮年。

在旧石器时代早期遗址中, 只有 Payre 遗址的犀牛群体落入磨耗型死亡年龄模式^[55-56]。Payre 遗址中的犀牛被认为是人兽交替活动留下的遗存, 研究者观察到遗址中的犀牛牙齿被故意打碎, 很可能涉及特殊的人类行为。其他遗址均落入修正比例“幼年>壮年>老年”的死亡年龄区间, 老年个体占比极低, 多数遗址中没有发现老年个体, 而幼年个体的占比至少超过三分之一, 甚至表现出非常明显的幼年居优型的死亡年龄模式。

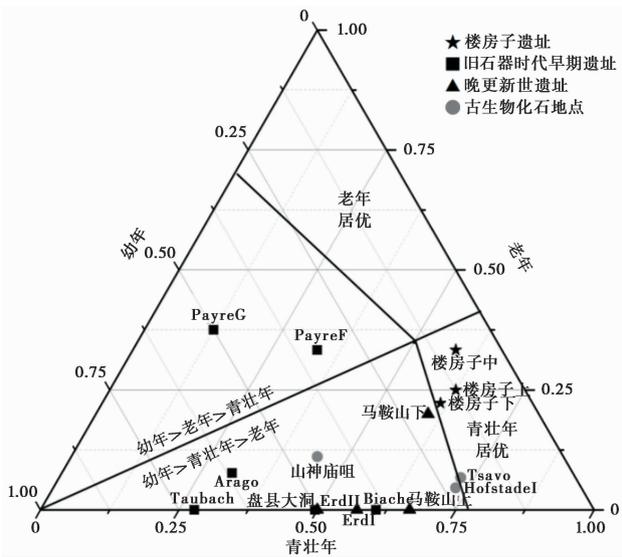


图 3 比较不同遗址出土的犀牛牙齿的死亡年龄三角图
不同遗址犀牛牙齿数据来源于文献[4, 28, 53~68]

Fig. 3 A modified triangular graph displaying the age structure data of rhinoceros from different sites. Data of rhinoceros from different sites are cited from references [4, 28, 53~68]

虽然死亡年龄结构落入幼年居优型区间, 但 Biache-Saint-Vaast 遗址^[57-58] (MNI = 107) 和 Taubach 遗址^[63] (MNI = 76) 中发现了绝对的数量多的犀牛个体, 这种数量无法用自然死亡来解释; 以及明确的、有一定比例的人类加工痕迹。这些证据使得研究者可以确认在这两个遗址中存在人类主动开发犀牛资源的行为。除了这两个遗址外, 其他遗址中犀牛遗存的聚集都无法排除相当程度的食肉动物活动。

Biache-Saint-Vaast 遗址中的犀牛是草原犀牛 (*Stephanorhinus hemitoechus*), 体型小于披毛犀^[57-58]; Taubach 遗址中的犀牛是梅氏犀

(*Stephanorhinus kirchbergensis*), 常出没于森林环境, 是更新世最大的犀牛, 体型接近大象^[70]。Taubach 遗址^[63]并未经过科学发掘, 很多讨论无法深入, 只能确认旧石器时代早期的人类已经有了明确的食用梅氏犀幼崽的行为; 而在 Biache-Saint-Vaast 遗址中^[57-58]极有可能以狩猎母子组合为主。Louguet-Lefebvre^[59]对该遗址出土遗物最丰富的第 IIa 层的草原犀牛死亡年龄研究表明, 死亡个体以 6~9 岁的刚成年个体和小于 3 岁的幼年个体为主。这是相对取巧的行为, 这一年龄段的雌性刚刚独立, 还需要独自照料出生不久的头胎幼崽。青年个体对于独自生活和哺育幼崽方面不如壮年个体熟练, 很可能提高了人类狩猎的成功率。不过在 Auguste^[58]的文章中, 他对遗址整体的草原犀牛群体的死亡年龄进行研究, 认为 Biache-Saint-Vaast 遗址的草原犀牛以壮年个体和幼年个体为主, 说明当时人类也会狩猎独居的成年个体。

在旧石器时代中晚期遗址中, Érd 遗址提供了关于披毛犀的死亡年龄研究^[65-66]。这是一处尼安德特人反复进行短期活动的遗址, 动物遗存以洞熊为主 (NISP > 80%), 披毛犀只占 3%。该遗址中没有发现老年个体, 幼年个体的数量最多, 青年个体其次, 壮年个体较少。由于该地点披毛犀骨骼表面发现了明确的食肉动物咬痕, 并且尼安德特人并未在此长期活动, 推测幼年个体和部分青年个体由鬣狗聚集, 人类活动只带来了少量青年和壮年个体。

在楼房子遗址中, 披毛犀幼年个体占比较低, 成年个体一直具有绝对优势。这说明楼房子遗址的古人类的重点关注独居的成年个体, 并且这种偏好贯穿了整个遗址序列。与容易被食肉动物觊觎的幼年个体和步入生命尾声的老年个体不同, 除了天灾人祸, 壮年个体很难像这样大规模死亡。虽然很难完美复原披毛犀的生活习性, 但参考现生犀牛来说, 成年个体除了人类没有天敌。这种死亡年龄模式在其他同类型开发犀牛的遗址中是非常罕见的。

在图 3 的死亡年龄三角图分析中, 落入壮年居优型的遗址除了楼房子遗址外, 其余皆为未发现人类活动的地点。值得注意的是 Hofstade I 遗址和 Tsavo 国家公园, 分布于壮年居优型区间和“幼年>壮年>老年”区间的边界。Hofstade I 遗址^[68]的年代和旧石器时代晚期相当 (Weichselian 冰期), 环境背景异常寒冷; Tsavo 国家公园^[28]中的黑犀群体在十年间的极端干旱中集体死亡, 虽然并非同一次死亡事件但累积时间相对短暂且数量足够多, 也能提供

一定的参考。在以上这两个自然遗址中,虽然壮年个体的比例非常明显,但老年个体的比例明显低于楼房子遗址。由于死亡年龄三角图区间是按照理论上的犀牛生命史划分,生活在野外的个体受环境变化和资源压力的影响,能活到老年阶段的数量有限,因此灾难型群体死亡案例里老年组的低比例并不奇怪。落入“幼年>壮年>老年”区间但分布在壮年居优型区间边界的还有马鞍山遗址下文化层,不过很显然,与楼房子遗址一样,马鞍山遗址中的老年个体比例也不像自然遗址中那么低^[4]。总而言之,可以看出楼房子遗址中不同于其他考古遗址中犀牛的死亡年龄模式,并且该死亡年龄组合的分布和遭受干旱、火灾或严冬导致的灾难型死亡年龄分布有明显差异。

除了死亡年龄的分析外,笔者对本文分析下颌材料进行了骨表痕迹观察。在20件附牙下颌上,有13件样本发现了人工切割痕迹(如图2(8)和2(9))。披毛犀属于厚皮动物,屠宰留下的切割痕迹比例会远低于其他常见的大中型有蹄类动物。不像幼年个体皮薄肉嫩,壮年个体上的切割痕迹更难留下。但在楼房子遗址中,下颌部位的切割痕迹主要来自成年个体。食肉动物在楼房子遗址的活动非常有限,在2012年的发掘中甚至没有出土食肉动物遗存。2022年研究团队又对楼房子遗址第11~14层重新采样,进行ZooMS分析(由中国科学院古脊椎动物与古人类研究所饶慧芸副研究员提供),结果表明除了披毛犀、普氏野马等遗址中的典型物种外,还有几种啮齿动物的存在,但仍未发现食肉动物。据此初步推测,楼房子遗址中的披毛犀遗存主要由人类聚集。

虽然对于2012年发掘动物遗存的头后骨骼研究仍在进行中,但目前研究结果表明,当时的古人类深度参与了楼房子遗址的披毛犀开发。从下文化层到上文化层,老年个体在楼房子遗址的披毛犀遗存中占有一定比例,这说明当地一直生活着一定数量的披毛犀群体,楼房子先民的披毛犀开发并未对

该种群造成毁灭性打击;除此之外,楼房子遗址中的披毛犀青年个体的比例并不如壮年个体明显,每层中的数量均不多于老年个体的数量。在自然灾害导致的犀牛群体死亡事件的遗址中,比如Hofstade I^[68]和Tsavo^[28],6~12岁的青年个体的死亡数量是最多的(表6)。虽然不同遗址的年龄分组和称呼不同,但这个阶段的披毛犀尚未完成所有的乳齿-恒齿更换,可以与本文中的青年个体对应比较。在楼房子遗址中,并未观察到灾难型死亡遗址中那样青年个体的数量最多,反而是非常典型的壮年个体一直保持着相对优势。此外,老年个体占比明显高于两个自然死亡遗址。因此我们认为,楼房子遗址中的披毛犀主要由人类聚集。它们并非自然死亡,而是人类主动狩猎的结果。在获取到披毛犀后,人类在野外进行了屠宰活动,楼房子遗址便是当时非常重要的屠宰营地。

4.2 与东亚大陆遗址的比较

在中国旧石器时代的生计研究中,关于犀牛的研究主要集中在云贵高原,盘县大洞^[61,71]和马鞍山遗址^[4]提供了非常详实的记录。这是两处洞穴遗址,当地古人类面对的犀牛是中国犀(*Rhinoceros sinensis*),这是一种体型较小的犀牛,常见于中晚更新世的中国南方地区^[72]。盘县大洞发现的中国犀遗存以牙齿为主,缺少头后骨骼,很可能用于制作牙器;马鞍山遗址中,虽然中国犀是当时人类重要的肉食来源之一,但以头部和脚部骨骼为主,附肉量多的部位较为少见。中国犀只是当地考古动物群中的组成部分之一,它们的数量和开发强度都不至于成为优势种。

披毛犀在晚更新世遍布中国北方^[64,73-76],像楼房子遗址这样以披毛犀为优势种的考古动物群在中国西北也并非个例。比如位于河套地区的乌兰木伦遗址^[64],披毛犀遗存以牙齿和肋骨为主,遗址中的绝对数量和相对常见的切割痕迹(与楼房子一样都少见砍砸痕)共同指向了人类对披毛犀积极狩猎的

表6 与其他犀牛死亡年龄模式同为壮年居优型的遗址/地点比较

Table 6 Comparison with other sites which mortality pattern of rhinoceros is prime-adult mortality from the Loufangzi site in 2012

	幼年 MNI(占比)	青年 MNI(占比)	壮年 MNI(占比)	老年 MNI(占比)
楼房子上文化层	1(12.5%)	1(12.5%)	4(50%)	2(25%)
楼房子中文化层	3(21.4%)	3(21.4%)	4(28.6%)	4(28.6%)
楼房子下文化层	3(16.7%)	4(22.2%)	7(38.9%)	4(22.2%)
Hofstade I ^[68]	5(22.7%)	14(63.6%)	2(9.1%)	1(4.6%)
Tsavo ^[28]	99(20.8%)	186(39.0%)	160(33.5%)	32(6.7%)

推断;而在差不多同时代的黄土高原腹地,除了楼房子遗址外,萨拉乌苏遗址^[73]、刘家岔遗址^[74]、巨家塬遗址^[75]等都发现了以巨型动物和大中型有蹄类动物为主的动物群与人工制品同出的情况。在这些动物群中,披毛犀是非常常见的典型种属。

在楼房子遗址中,考虑到头后骨骼的分布,下文化层反映了当时古人类积极开发披毛犀的行为。该阶段和乌兰木伦遗址的年代接近^[64],都在 MIS 4~3 的过渡阶段。这一时期气候尚未转暖^[77],人类需要大量肉食资源以维持热量和生存,因此当时人类的狩猎重心在巨型动物上。他们选择的对象是在晚更新世广布于东亚北方的披毛犀,并对壮年个体进行了专门狩猎。到了中文化层,气候恢复、周围环境变好,更多常见的有蹄类动物进入人类食谱,比如普氏野马、蒙古野驴和马鹿等;虽然仍延续上一阶段狩猎披毛犀的传统,并且保留对青壮年个体的偏好,但狩猎巨型动物的强度不像之前那么大,对马科和鹿科动物的狩猎呈上升趋势。值得一提的是,楼房子遗址下文化层和中文化层的普氏野马和原始牛的死亡年龄也都是壮年居优型。到了上文化层,湖泊萎缩,转变成黄土堆积,楼房子遗址的人类活动频率明显降低,但是还没到 MIS 3 末段狩猎快速移动的小型动物的资源紧张的阶段。人类仍然会到该地点狩猎披毛犀,但不再以此为重要的狩猎-屠宰营地,可能人群规模变小或活动中心转移,之后楼房子遗址逐渐废弃。

在西欧地区,犀牛的开发记录主要来自旧石器时代早期^[54-57,62]。MIS 4 之后的记录很少,犀牛(比如披毛犀和草原犀牛)在当地古人类的生计策略中处于边缘地位。到了这一阶段,古人类的狩猎能力毋庸置疑,不存在哪一群人能狩猎某种动物而另一群人没有能力狩猎的问题。但令人困扰的是为什么尼安德特人和西欧的现代人维持了“常见”的食谱,即便在气候恶劣的阶段,当地动物组合的构成受到影响,但他们仍主要开发常见的有蹄类动物诸如马科、牛科和鹿科或快速移动的小型动物^[13],而中国西北地区的古人类却在 MIS 4~3 把披毛犀作为其肉食生计的重点?受恶劣环境和寒冷气候影响加强对巨型动物开发的观点和东欧地区尼安德特人对猛犸象狩猎的情况很接近^[14],但其后远道而来的现代人又恢复了所谓“常见”的生计。而在楼房子遗址中,哪怕到了环境逐渐恢复的中文化层和上文化层,披毛犀仍然保持了相当数量。目前可以肯定的是,在 MIS 4 结束到 MIS 3 开始的阶段,披毛犀是黄土高

原上古人类非常重要的生计资源。但很难说到了 MIS 3 晚期这种生计策略是否还像上一阶段那么流行,这一阶段的楼房子遗址堆积有限,虽然上文化层的动物遗存仍以披毛犀为主,但整体数量(包括头后骨骼)与中、下文化层相比锐减,而本阶段西北地区的动物考古工作,除了水洞沟第 7 地点外^[15],也没有更多可靠的证据。

5 结语

楼房子遗址 2012 年发掘的考古动物群组成以披毛犀为主,其次是马科动物(普氏野马和蒙古野驴)、马鹿和原始牛,其他有蹄类动物数量有限。本文对这批材料中的披毛犀牙齿(包括附牙下颌)进行研究,发现从下文化层到上文化层,楼房子遗址先民主要狩猎、屠宰和利用青壮年披毛犀,其死亡年龄模式为壮年居优型,但有一定比例的老年个体。在披毛犀下颌上还发现了明确的切割痕迹,而食肉动物在遗址中的活动非常有限。此外,遗址中还发现了大量同出的石制品。因此初步判断楼房子遗址中的披毛犀遗存主要由人类聚集。

楼房子遗址的古人类以获取独居的披毛犀成年个体(包括壮年个体和老年个体)为主,有时也会关注母子组合。虽然披毛犀是他们主要的开发对象,但他们一直维持着稳定且合理的利用策略,并没有对当地披毛犀群体造成生存压力。这种狩猎披毛犀的传统始于 MIS 3 早段,一直延续到楼房子遗址被废弃。结合周边地区的发现来看, MIS 3 的古人类很可能对当时黄土高原的环境发展出了特殊的适应模式,在其他地区古人类生计策略中非常罕见的犀牛成为了当地居民主要的肉食来源。

致谢:在本文的研究和写作过程中,作者曾多次与 Trent University 的 Eugène Morin 教授、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的同号文研究员、张双权研究员、张乐副研究员、孙丹辉博士后和标本馆的李东升工程师、北京师范大学生命科学学院标本馆的王宁工程师、西北师范大学历史文化学院的慕占雄副教授进行有益交流,谨致谢忱!

参考文献 (References):

- [1] Marean C W. The origins and significance of coastal resource use in Africa and Western Eurasia [J]. *Journal of Human Evolution*, 2014, 77:17-40. doi: 10.1016/j.jhevol.2014.02.025.
- [2] Outram A K. A new approach to identifying bone marrow and grease exploitation: Why the 'indeterminate' fragments should not

- be ignored[J]. *Journal of Archaeological Science*, 2001, 28(4): 401-410.
- [3] 栗静舒. 许家窑遗址马科动物的死亡年龄与季节研究[D]. 北京: 中国科学院大学博士学位论文, 2016:1-144.
Li Jingshu. Determining Mortality and Seasonality of the Equid Fauna of Xujiayao Site, China [D]. Beijing: The Doctor Dissertation of University of Chinese Academy of Sciences, 2016:1-144.
- [4] 张乐. 马鞍山遗址古人类行为的动物考古学研究[D]. 北京: 中国科学院大学博士学位论文, 2008:1-190.
Zhang Yue. A Zooarchaeological Study of Bone Assemblages from the Ma'anshan Site and the Interpretations of Hominid Behaviors [D]. Beijing: The Doctor Dissertation of University of Chinese Academy of Sciences, 2008:1-190.
- [5] 张双权. 河南许昌灵井动物群的埋藏学研究[D]. 北京: 中国科学院大学博士学位论文, 2009:1-216.
Zhang Shuangquan. Taphonomic Study of the Faunal Remains from the Lingjing Site, Xuchang, Henan Province [D]. Beijing: The Doctor Dissertation of University of Chinese Academy of Sciences, 2009:1-216.
- [6] 王晓敏, 王法岗, 陈福友, 等. 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[J]. *人类学学报*, 2022, 41(6):1005-1016.
Wang Xiaomin, Wang Fagang, Chen Fuyou, 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.
- [7] Stiner M C. Small animal exploitation and its relation to hunting, scavenging, and gathering in the Italian Mousterian [J]. *Archeological Papers of the American Anthropological Association*, 1993, 4(1): 107-125.
- [8] Timmermann A, Friedrich T. Late Pleistocene climate drivers of early human migration [J]. *Nature*, 2016, 538:92-95. doi: 10.1038/nature19365.
- [9] Bae C J, Douka K, Petraglia M D. On the origin of modern humans: Asian perspectives [J]. *Science*, 2017, 358(6368): eaai9067. doi: 10.1126/science.aai9067.
- [10] Marom N, Bar-Oz G. 'Measure for measure': A taphonomic reconsideration of the Kebaran site of Ein Gev I, Israel [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2008, 35(2):214-227.
- [11] Stiner M C. Small game use and expanding diet breadth in the Eastern Mediterranean Basin during the Palaeolithic [M] // Brugal J P, Desse J. *Petits Animaux et Sociétés Humaines: Du Complément Alimentaire Aux Ressources Utilitaires: XXIVe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Antibes: APDCA, 2004:499-513.
- [12] Stiner M C, Munro N, Surovell T. The tortoise and the hare: Small-game use, the broad-spectrum revolution, and Paleolithic demography [J]. *Current Anthropology*, 2000, 41:39-73. doi: 10.2307/3596428.
- [13] Morin E. Reassessing Paleolithic Subsistence: The Neandertal and Modern Human Foragers of Saint-Césaire [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2012:1-358.
- [14] Hoffeecker J F. Neanderthal and modern human diet in Eastern Europe [M] // Hublin J-J, Richards M P. *The Evolution of Hominin Diets*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009:87-98.
- [15] Zhang S Q, Zhang Y, Pei S W, et al. Human exploitation of carnivores in Pleistocene China: A case study of the faunal remains from Shuidonggou Locality 7 [J]. *Science China: Earth Sciences*, 2020, 63(1):132-144.
- [16] 薛祥煦. 甘肃环县楼房子晚更新世哺乳动物化石及古文化遗物 [M] // 王永炎. *黄土与第四纪地质*. 西安: 陕西人民出版社, 1982:108-137.
Xue Xiangxu. Late Pleistocene mammalian fossils and Palaeolithic artifacts of Loufangzi, Gansu Province [M] // Wang Yongyan. *Losse and Quaternary Geology*. Xi'an: Shaanxi People Publishing, 1982:108-137.
- [17] 何汝昌. 甘肃环县楼房子晚更新世孢粉组合 [J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 1977,(1):31-39.
He Ruchang. Late Pleistocene pollen assemblage of Loufangzi, Huan County, Gansu Province [J]. *Journal of Northwest University (Natural Science Edition)*, 1977,(1):31-39.
- [18] 谢骏义, 张鲁章. 甘肃庆阳地区的旧石器 [J]. *古脊椎动物与古人类*, 1977,(3):211-222+241-244.
Xie Junyi, Zhang Luzhang. Paleolithic in Qingyang, Gansu Province [J]. *Vertebrata Palasiatica*, 1977,(3):211-222+241,244.
- [19] 杜水生, 杨宇霞, 王辉. 文化交流或适应趋同: 甘肃环县楼房子遗址 2011-2012 年发掘的新材料 [J]. *第四纪研究*, 2019, 39(6):1443-1456.
Du Shuisheng, Yang Yuxia, Wang Hui. Cultural communication or convergent adaptation: New materials from Loufangzi site at Huanxian County, Gansu Province in 2011-2012 [J]. *Quaternary Sciences*, 2019, 39(6):1443-1456.
- [20] 慕占雄, 陈国科, 杜水生, 等. 甘肃环县楼房子遗址 2018 年发掘简报 [J]. *人类学学报*, 2022, 41(1):121-134.
Mu Zhanxiong, Chen Guoke, Du Shuisheng, et al. A preliminary report of the 2018 excavation at the Loufangzi site in Huan County, Gansu Province [J]. *Acta Anthropologica Sinica*, 2022, 41(1): 121-134.
- [21] 景明. 甘肃环县楼房子遗址动物群的年龄结构 [D]. 北京: 北京师范大学硕士学位论文, 2014:1-57.
Jing Ming. Mortality Patterns of the Faunal Remains from the Loufangzi Site, Huanxian, Gansu Province [D]. Beijing: The Master's Dissertation of Beijing Normal University, 2014:1-57.
- [22] Peng W, Huang X Z, Storozum M J, et al. An updated chronology and paleoenvironmental background for the Paleolithic Loufangzi site, North China [J]. *Journal of Human Evolution*, 2021, 152: 102948. doi: 10.1016/j.jhevol.2020.102948.
- [23] 甘肃省文物考古研究所, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所. 甘肃徐家城旧石器时代遗址 2009 年发掘与研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2020:1-146.
Gansu Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology of the Chinese Academy of Sciences. *Research on 2009 Excavation of Xujiacheng Paleolithic Site* [M]. Beijing: Science Press, 2020:

- 1-146.
- [24] Borsuk-Bia-Ynicka M. Studies on the Pleistocene Rhinoceros *Coelodonta antiquitatis* (Blumenbach) [M]. Warsaw: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1973:1-94.
- [25] Dittrich L. Breeding the black rhinoceros *Diceros bicornis* at Hanover Zoo[J]. International Zoo Yearbook, 1967, 7(1):161-162.
- [26] Hillman-Smith A K K, Owen-Smith N, Anderson J L, et al. Age estimation of the white rhinoceros (*Ceratotherium simum*) [J]. Journal of Zoology, 1986, 210(3):355-377.
- [27] Morris P. A review of mammalian age determination methods[J]. Mammal Review, 1972, 2(3):69-104.
- [28] Hitchins P M. Age determination of the black rhinoceros (*Diceros bicornis* Linn.) in Zululand[J]. South African Journal of Wildlife Research, 1978, 8(2):71-80.
- [29] Louguet-Lefebvre S. Les Mégaherbivores (Éléphantidés et Rhinocérotydés) au Paléolithique Moyen en Europe du Nord-Ouest: Paléoécologie, Taphonomie et Aspects Palethnographiques: Paléoécologie, Taphonomie et Aspects Palethnographiques [M]. Ann Arbor:University of Michigan Press, 2005:1-359.
- [30] Garutt N V. Dental ontogeny of the woolly rhinoceros *Coelodonta antiquitatis* (Blumenbach, 1799) [J]. Cranium, 1994, 11(1):37-48.
- [31] Steele T E. Comparing methods for analysing mortality profiles in zooarchaeological and palaeontological samples [J]. International Journal of Osteoarchaeology, 2005, 15(6):404-420.
- [32] Shipman P. Life History of A Fossil: An Introduction to Taphonomy and Paleoecology [M]. Cambridge: Harvard University Press, 1981:1-222.
- [33] Klein R G, Cruz-Urbe K. The Analysis of Animal Bones from Archeological Sites [M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1984:1-266.
- [34] Stiner M C. The use of mortality patterns in archaeological studies of hominid predatory adaptations [J]. Journal of Anthropological Archaeology, 1990, 9(4):305-351.
- [35] Stiner M C. Honor among Thieves: A Zooarchaeological Study of Neandertal Ecology [M]. Princeton: Princeton University Press, 1994:1-447.
- [36] Stiner M C. The Faunas of Hayonim Cave, Israel: A 200,000-Year Record of Paleolithic Diet, Demography, and Society [M]. Cambridge: Harvard University Press, 2005:1-330.
- [37] 邓涛. 中国新近纪犀牛 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2016:1-156.
- Deng Tao. Chinese Neogene Rhinoceros [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 2016:1-156.
- [38] Owen-Smith R N. The social ethology of the white rhinoceros *Ceratotherium simum* (Burchell 1817) [J]. Zeitschrift für Tierpsychologie, 1975, 38(4):337-384.
- [39] Tichagwa T, Pegg N, Ndagurwa H G T, et al. Factors influencing the diurnal behaviour of white rhino (*Ceratotherium simum*) in Matobo National Park, Zimbabwe[J]. African Journal of Ecology, 2020, 58(4):766-777.
- [40] Goddard J. Age criteria and vital statistics of a black rhinoceros population [J]. African Journal of Ecology, 1970, 8(1):105-121.
- [41] Deng T, Wang X M, Fortelius M, et al. Out of Tibet: Pliocene woolly rhino suggests high-plateau origin of Ice Age megaherbivores [J]. Science, 2011, 333(6047):1285-1288.
- [42] Alexander R, Pond C. Locomotion and bone strength of the white rhinoceros, *Ceratotherium simum* [J]. Journal of Zoology, 1992, 227:63-69. doi: 10.1111/j.1469-7998.1992.tb04344.x.
- [43] du Toit J, Yetman C. Effects of body size on the diurnal activity budgets of African browsing ruminants [J]. Oecologia, 2005, 143:317-325. doi: 10.1007/s00442-004-1789-7.
- [44] Field C R. The food habits of some wild ungulates in relation to land use and management [J]. East African Agricultural and Forestry Journal, 1968, 33(Sup1.):159-162.
- [45] Fortelius M. The morphology and paleobiological significance of the horns of *Coelodonta antiquitatis* (Mammalia: Rhinocerotidae) [J]. Journal of Vertebrate Paleontology, 1983, 3:125-135. doi: 10.1080/02724634.1983.10011964.
- [46] Hutchins M, Kreeger M D. Rhinoceros behaviour: Implications for captive management and conservation [J]. International Zoo Yearbook, 2006, 40(1):150-173.
- [47] Metrione L C, Penfold L M, Waring G H. Social and spatial relationships in captive southern white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*) [J]. Zoo Biology, 2007, 26(6):487-502.
- [48] Estes R D, Otte D, Wilson E O. The Behavior Guide to African Mammals: Including Hoofed Mammals, Carnivores, Primates [M]. Oakland: University of California Press, 2012:1-611.
- [49] Groves C P. *Ceratotherium simum* [J]. Mammalian Species, 1972, (8):1. doi: 10.2307/3503966.
- [50] Patton F, Campbell P, Genade A. The development of white rhino social organisation at Ziwa Rhino Sanctuary, Uganda [J]. Pachyderm, 2016, 57:112-113.
- [51] Goddard J. Home range, behaviour, and recruitment rates of two black rhinoceros populations [J]. African Journal of Ecology, 1967, 5(1):133-150.
- [52] Kruuk H. The Spotted Hyena: A Study of Predation and Social Behavior [M]. Chicago: University of Chicago Press, 1972:1-335.
- [53] 陈曦. 泥河湾盆地早更新世山神庙咀化石地点埋藏学研究 [D]. 北京: 中国科学院大学博士学位论文, 2018:1-140.
- Chen Xi. Taphonomic Study of Early Pleistocene Shanshenmiaozui Fossil Site in Nihewan Basin, North China [D]. Beijing: The Doctor Dissertation of University of Chinese Academy of Sciences, 2018:1-140.
- [54] Chen X, Moigne A M. Rhinoceros (*Stephanorhinus hemitoechus*) exploitation in Level F at the Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales, France) during MIS 12 [J]. International Journal of Osteoarchaeology, 2018, 28(6):669-680.
- [55] Daujeard C, Daschek E J, Patou-Mathis M, et al. Les néandertaliens de Payre (Ardèche, France) ont-ils chassé le rhinocéros? [J]. Quaternaire, 2018, 29(3):217-231.
- [56] Daujeard C, Moncel M H, Rivals F, et al. Quel type d'occupation pour l'ensemble F de Payre (Ardèche, France)? Halte de chasse spécialisée ou campement de courte durée? Un exemple d'approche

- multi disciplinaire[J]. *Palethnologie*, 2011, 3:79-101. doi: 10.4000/palethnologie.6866.
- [57] Auguste P. Étude archéozoologique des grands mammifères du site Pléistocène moyen de Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais, France): Apports biostratigraphiques et paléothnographiques [J]. *L'Anthropologie*, 1992, 96(1):49-69.
- [58] Auguste P. Révision préliminaire des grands mammifères des gisements du Paléolithique inférieur et moyen de la vallée de la Somme[J]. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 1995, 92(2):143-154.
- [59] Louguet-Lefebvre S. Determining the age of death of Proboscids and Rhinocerotids from dental attrition[M]//Ruscillo D. *Recent Advances in Ageing and Sexing Animal Bones*. Durham: Oxbow Books, 2002:179-188.
- [60] Schepartz L A, Stoutamire S, Bekken D A. *Stegodon orientalis* from Panxian Dadong, a Middle Pleistocene archaeological site in Guizhou, South China: Taphonomy, population structure and evidence for human interactions [J]. *Quaternary International*, 2005, 126:271-282. doi: 10.1016/j.quaint.2004.04.026.
- [61] Schepartz L A, Miller-Antonio S. Taphonomy, life history, and human exploitation of *Rhinoceros sinensis* at the Middle Pleistocene site of Panxian Dadong, Guizhou, China[J]. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2008, 20(3):253-268.
- [62] Smith G M. Neanderthal megafaunal exploitation in Western Europe and its dietary implications: A contextual reassessment of La Cotte de St Brelade (Jersey) [J]. *Journal of Human Evolution*, 2015, 78:181-201. doi: 10.1016/j.jhevol.2014.10.007.
- [63] Bratlund B. Taubach revisited [J]. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz*, 1999, 46(1):61-174.
- [64] Zhang L M, Griggo C, Dong W, et al. Preliminary taphonomic analyses on the mammalian remains from Wulanmulun Paleolithic site, Nei Mongol, China [J]. *Quaternary International*, 2016, 400:158-165. doi: 10.1016/j.quaint.2015.10.024.
- [65] Daschek É J, Mester Z. A site with mixed occupation: Neanderthals and carnivores at Érd (Hungary) [J]. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2020, 29:102116. doi: 10.1016/j.jasrep.2019.102116.
- [66] Daschek É J. Rhinoceros exploitation at Érd (Hungary). What a place for the megaherbivores in the Neanderthal diet in Hungary? [J]. *Acta Archaeologica Carpathica*, 2021, 56:13-66. doi:10.4467/00015229AAC.21.002.15343.
- [67] Niven L B. The role of woolly rhinoceros and woolly mammoth in Palaeolithic economies at Vogelherd cave, Germany[M]//Haws J A, Hockett B S, Brugal J P. *Paleolithic Zooarchaeology in Practice*. Oxford: Archaeopress, 2006:73-86.
- [68] Germonpré M. Taphonomy of Pleistocene mammal assemblages of the Flemish Valley, Belgium [J]. *Bulletin-Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de La Terre*, 1993, 63:271-309.
- [69] Discamps E. Improving mortality profile analysis in zooarchaeology: A revised zoning for ternary diagrams [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2015, 58:62-76. doi: 10.1016/j.jas.2015.03.021.
- [70] Guerin O, Faure M. Les hommes du Paléolithique Européen ont-ils chassé le rhinocéros? [M]//Bouchud J, Poplin F. *La Faune et l'Homme Préhistorique*. Paris: Mémoires de La Société Préhistorique Française, 1983,29-36.
- [71] Schepartz L A, Miller-Antonio S. Large mammal exploitation in late Middle Pleistocene China: A comparison of *Rhinoceros* & *Stegodonts* at Panxian Dadong [J]. *Before Farming*, 2010, 4:1-14. doi: 10.3828/bfarm.2010.4.2.
- [72] 严亚玲, 王元, 朱敏, 等. 广西崇左中晚更新世的犀类化石: 兼论华南地区第四纪独角犀的系统演化[J]. *第四纪研究*, 2023, 43(3):777-792.
- Yan Yaling, Wang Yuan, Zhu Min, et al. New rhino remains from Middle to Late Pleistocene of Chongzuo, Guangxi with discussion on Quaternary Rhinoceros evolution in Southern China [J]. *Quaternary Sciences*, 2023, 43(3):777-792.
- [73] 董光荣, 李保生, 陈永志. 萨拉乌苏河晚第四纪地质与古人类综合研究[M]. 北京: 科学出版社, 2017:1-400.
- Dong Guangrong, Li Baosheng, Chen Yongzhi. *A Comprehensive Study of Late Quaternary Geology and Paleoanthropology on the Sarasu River*[M]. Beijing: Science Press, 2017:1-400.
- [74] 谢骏义. 甘肃环县刘家岔旧石器时代遗址[J]. *考古学报*, 1982, (1):35-48+139-140.
- Xie Junyi. LiuJiaCha Paleolithic site in Huan County, Gansu Province [J]. *Acta Archaeologica Sinica*, 1982, (1):35-48+139-140.
- [75] 丁梦麟, 高福清, 安芷生, 等. 甘肃庆阳更新世晚期哺乳动物化石[J]. *古脊椎动物与古人类*, 1965(1):89-108.
- Ding Menglin, Gao Fuqing, An Zhisheng, et al. Late Pleistocene mammalian fossils of Kingyang, Kansu [J]. *Vertebrata Palasiatica*, 1965,(1):89-108.
- [76] 陈曦, 杨淼燃, 赵海龙. 泥河湾盆地牛圈沟地点早更新世哺乳动物化石[J]. *第四纪研究*, 2023, 43(3):763-776.
- Chen Xi, Yang Miaoran, Zhao Hailong. Early Pleistocene mammal fossils from Nijuangou locality, Nihewan Basin, Hebei Province [J]. *Quaternary Sciences*, 2023, 43(3):763-776.
- [77] Viehberg F A, Just J, Dean J R, et al. Environmental change during MIS 4 and MIS 3 opened corridors in the Horn of Africa for *Homo sapiens* expansion [J]. *Quaternary Science Reviews*, 2018, 202:139-153. doi: 10.1016/j.quascirev.2018.09.008.

A STUDY ON THE MORTALITY OF WOOLLY RHINOCEROS EXCAVATED IN 2012 AT THE LOUFANGZI SITE, HUAN COUNTY, GANSU PROVINCE

ZHI Yuan¹, JING Ming¹, WANG Hong¹, WANG Hui², CHEN GuoKe³, Du ShuiSheng^{1, 4}

(1. School of History, Beijing Normal University, Beijing 100875; 2. The Institute of Scientific Archaeology, Fudan University, Shanghai 200433; 3. Gansu Provincial Institute of Cultural Heritage and Archaeology, Lanzhou 730050, Gansu; 4. State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Jiangsu)

Abstract

Located in the hinterland of the Chinese Loess Plateau, the site of Loufangzi (36°20'47"N, 107°20'54"E; altitude: 1290 m) is one of the few scientifically excavated Late Pleistocene sites in east Gansu. Two meticulous archaeological excavations conducted in 2012 and 2018 yielded a stratigraphic sequence consisting of three cultural layers. These cultural assemblages contain numerous animal remains such as *Coelodonta antiquitatis*, *Equus* sp., *Cervus elaphus* and *Bos primigenius*, all associated with stone artifacts. According to the tooth sample, the woolly rhinoceros accounts for 67.45% of total NISP (MNI = 41). The relative abundance of the woolly rhinoceros decreases from the lower cultural layer to the upper cultural layer. The mortality profile for this taxon is dominated in all three layers by prime adults followed by senile and juvenile individuals. In contrast to most Pleistocene archaeological sites comprising rhinoceros remains, the Loufangzi sample shows a relatively low proportion of juveniles. Moreover, the sample shows a higher proportion of prime than young adults and has a relatively low proportion of old individuals. This contrasts with the catastrophic mortality pattern typically observed in natural sites where old individuals tend to be poorly represented (often less than 10%). In combination with the presence of cutmarks on several mandible specimens and the relative absence of carnivore marks on the remains, the mortality pattern suggests that the rhinoceros carcasses were accumulated by humans. This animal would have offered a significant source of meat and fat. The occupants of the Loufangzi site appear to have maintained an efficient strategy of animal exploitation as the practice of hunting adult woolly rhinoceros seems to have persisted until the site was abandoned. Overall, the humans that occupied the Chinese Loess Plateau during the Late Pleistocene show a distinctive adaptive pattern that included the woolly rhinoceros as an essential food source.

Key words: Loufangzi site; woolly rhinoceros; mortality; megafauna; NW China; Chinese Loess Plateau; zooarchaeology