太行山东麓井陉首次发现三趾马动物群

Pre-pub. on line: www.geojournals.cn/georev

陈少坤[1,2],仝永涛[1],齐海燕[1],张彤[1],庞丽波[1,2],刘傲然[1,2]
1)河北地质大学地球科学学院,石家庄,050031;
2)河北地质大学河北省古人类形态与演化国际联合研究中心,石家庄,050031

内容提要:在太行山东麓井陉县首次发现了三趾马动物群,该动物群至少包括食肉目(猫科 Felidae gen. et sp. indet. 和鬣狗科 Hyaenidae gen. et sp. indet.)、奇蹄目(林氏列角犀 *Dihoplus ringstroemi* 和平齿三趾马 *Sivalhippus platyodus*)、偶蹄目(原河猪 *Propotamochoerus* sp.、弓颌猪 *Chleuastochoerus* sp.、山西兽 *Schansitherium* sp.、古麟 *Palaeotragus* sp.、羊羚 *Dorcadoryx* sp.、高庄羚羊 *Gazella gaozhuangensis* 和似葛氏羚羊 *G.* cf. *gaudryi*)等,显示其时代可与山西榆社盆地高庄组桃阳段相对比,为晚中新世晚期至上新世最早期,约6.0~5.2 Ma,大致对应于MN(欧洲哺乳动物分期)13后段。由于该化石地点覆于唐县期夷平面上,显示了该夷平面的隆升时段当不早于上新世。另一方面,动物群面貌指示了一个与现代迥异的开放的、温暖湿润的森林草原环境。

关键词:三趾马动物群;太行山东麓;太行山隆升;晚中新世—早上新世

太行山是中国地质学的摇篮,它北衔燕山,南至王屋山,西接黄土高原,东临华北平原,总体上呈NNE向展布,绵延近700 km(牛树银等,1994[1, 56~61];王辉等,2018),是我国地貌第二阶梯与第三阶梯的天然界线(李炳元等,2013)。对太行山隆升的研究不仅能更好地阐明华北现代地形地貌的演化过程,对更大尺度的构造与沉积历史也有很好的指示意义。

以往对太行山隆升的研究主要集中在夷平面、河流阶地等地貌学方面(吴忱等,1999[25~232];马寅生等,2007;吴忱,2008[421~463])。近年来以裂变径迹技术为代表的低温热年代学方法理论和技术均获得了突破(Herman et al., 2013;周祖翼,2014[82~103];郑德文等,2016;杨莉等,2022),为高原构造地貌研究提供了新的绝对年代学手段(王修喜,2017)。虽然在不同区域所得数据略有不同,但热年代学基本上都指示了太行山在中—新生代经历了三幕阶段式隆升,分别发生在晚白垩世、古新世—始新世和渐新世—中新世以来(Cao Xianzhi et al., 2015;Chang Jianqiu et al., 2019;Wu Lin et al., 2020;Clinkscales et al., 2020;Su Peng et al., 2021;Zhang Jin et al., 2021)。这些热年代学数据并没有准确记录新近纪以来太行山的隆升历史。

李吉均等(2015)指出在高原隆升研究中,地质地貌和古生物方面的综合证据具有不可替代的核心地位。这一观点同样适用于山地的隆升,但在太行山隆升的研究中至今缺乏古生物学,尤其是新生代古脊椎动物学方面的可靠证据,太行山东麓井陉三趾马动物群的发现填补了这一空白。

1 化石点概况

区域地质资料显示,太行山东麓与华北平原接壤的山地和丘陵地区常有一套零散分布的砾岩、黏土(或疏松砂层夹薄层泥灰岩)的新近系沉积(河北省地质矿产局,1989[241~321];1996[109~130];河北省区域地质矿产调查研究所,2017[204~250]),但其中的古生物化石发现则是极少的。2022年5月,笔者等在河北省石家庄市井陉县测鱼镇进行地质古生物调查时,于石门村(图1a)发现了丰富的三趾马动物群化石,使这一动物群的分布范围首次扩展至太行山东麓。

化石地点(图1b)发现于唐县期夷平面上,海拔660 m左右,此处新生代地层出露较薄,不整合于中元古代常州沟组石英质粉砂页岩之上,主要分为两个部分:

(1)上部主体为红色—红黄色含钙质结核半固

注:本文为国家重点研发计划(编号:2023YFF0804501)和河北地质大学科技创新团队项目(编号:KJCXTD-2021-01)的成果。
收稿日期:2023-10-26;改回日期:2024-01-26;网络首发:2024-07-20;责任编辑:李明。Doi: 10.16509/j.georeview.2024.07.002
作者简介:陈少坤,男,1984年生,研究馆员,主要从事晚新生代古哺乳动物学研究;Email:cskcsk2000@163.com。通讯作者:刘傲然,男,1986年生,副教授,主要从事地史古生物学与古生态学研究;Email:Aoranliu@cug.edu.cn。

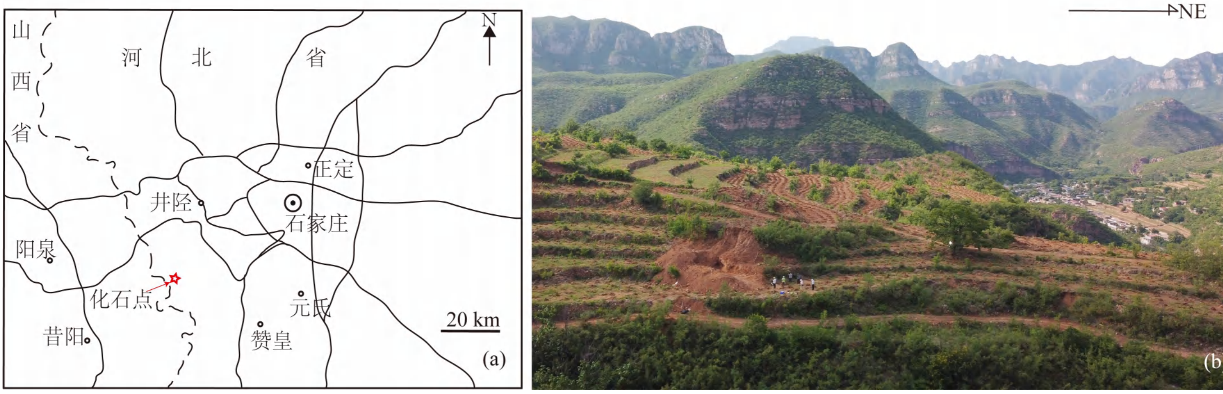

图 1 太行山东麓井陉三趾马动物群化石点的地理位置(a)与地形地貌(b)

Fig. 1 Location (a) of Jingxing *Hipparion* fauna from the east piedmont of the Taihang Mountains, and its landscape (b)

结粉砂质泥岩,出露厚度约 20 m,可见较薄石膏层,上未见顶。化石层位于该红色—红黄色泥岩的底部,化石层含角砾、粗砂,垂直层理发育,化石大多完整,部分肢骨标本仍呈关节状态,厚约 1.5 m。

(2)下部为灰色固结—半固结砾石层,植被覆盖严重,出露厚度约 10 m,砾石以灰岩为主,砾径以 5~10 cm 居多,也可至 20 cm 以上。

2 哺乳动物化石

在井陉化石地点进行了一些采集工作,据已修复标本,此地点的哺乳动物化石至少包括食肉目、奇蹄目、偶蹄目。

2.1 食肉目

食肉目标本中缺少有鉴定意义者,两件破损的裂齿依尺寸和釉质的褶皱状况可以分别鉴定为猫科(图 2a)和鬣狗科(图 2b),但属种尚不可知。

2.2 奇蹄目

奇蹄目中可见马科和犀科化石,其中马科化石较多,犀科化石较少。

马科以平齿三趾马 *Sivalhippus platyodus* 为主(图 2c),其个体偏小,齿冠高度中等,下颊齿的典型特征包括双叶次角形、下内尖前外角较尖、m3 下次小尖不两分等。*S. platyodus* 是山西榆社—武乡地区最常见的三趾马种类之一,时代为晚中新世晚期至上新世早期(邱占祥等,1987[74~80]),末现于高庄组桃阳段,古地磁年龄约为 5.2 Ma(邓涛等,2010)。

犀科化石(图 2d)以头后骨骼为主,其肢骨粗壮,明显不同于相对纤细的无角犀亚科 Aceratheriinae,与真犀亚科 Rhinocerotinae 中的林氏列角犀 *Dihoplus ringstroemi* 接近。*D. ringstroemi* 化石见于甘肃临夏、河南新安、山西保德、榆社和沁县(Ringström, 1924[5~25]; Deng Tao et al., 2013; Shi Baozhong et al., 2023),时代为晚中新世晚期至上新世早期。

2.3 偶蹄目

偶蹄类化石数量最多,分属于猪科、长颈鹿科和牛科。

猪科化石依个体尺寸来看有大、小两类,个体小者(图 2e)与保德期三趾马动物群中常见的弓颌猪 *Chleuastochoerus* 相似,以显著的"犬齿盖"为典型特征(Hou Sukuan et al., 2014),个体大者(图 2f)与山西榆社、云南元谋的原河猪 *Propotamochoerus* 基本一致(Hou Sukuan et al., 2019)。

长颈鹿科化石也有大、小两种。个体大者(图 2g)M1 长 33.4 mm,臼齿构造简单,釉质褶皱弱,前尖和后尖只在磨蚀很深的 M3 上愈合,底柱很小,齿带近于无,与山西兽 *Schansitherium* 的特征基本一致。*Schansitherium* 仅见于华北晚中新世保德期(Bohlin,1926[80~81];Hou Sukuan et al., 2019)。个体小者(图 2h)应为古麟 *Palaeotragus*,其 M1 长约 26.0 mm,介于 *P. microdon* 和 *P. progressus* 之间,与 Bohlin(1926[21~30])所述的 *P.* cf. *coelophrys* 接近,但标本的限制使之不能更进一步鉴定,此处将之作为未定种处理。

牛科化石标本很多,主要有两类,其一是羊羚 *Dorcadoryx* sp.(图 2i),个体较瞪羚 *Gazella* 更大,齿冠高度中等,上齿列长 65~65.5 mm。*Dorcadoryx* 首现于陕西蓝田灞河组中部,在山西榆社盆地产自马会组至高庄组桃阳段,是中国北方和蒙古地区晚中新世至早上新世的特有类群(陈冠芳,2005)。另一个主要类群为 *Gazella*,虽然该类化石数量多,但没有头骨同时保存角心和牙齿者。依角心粗壮程度、

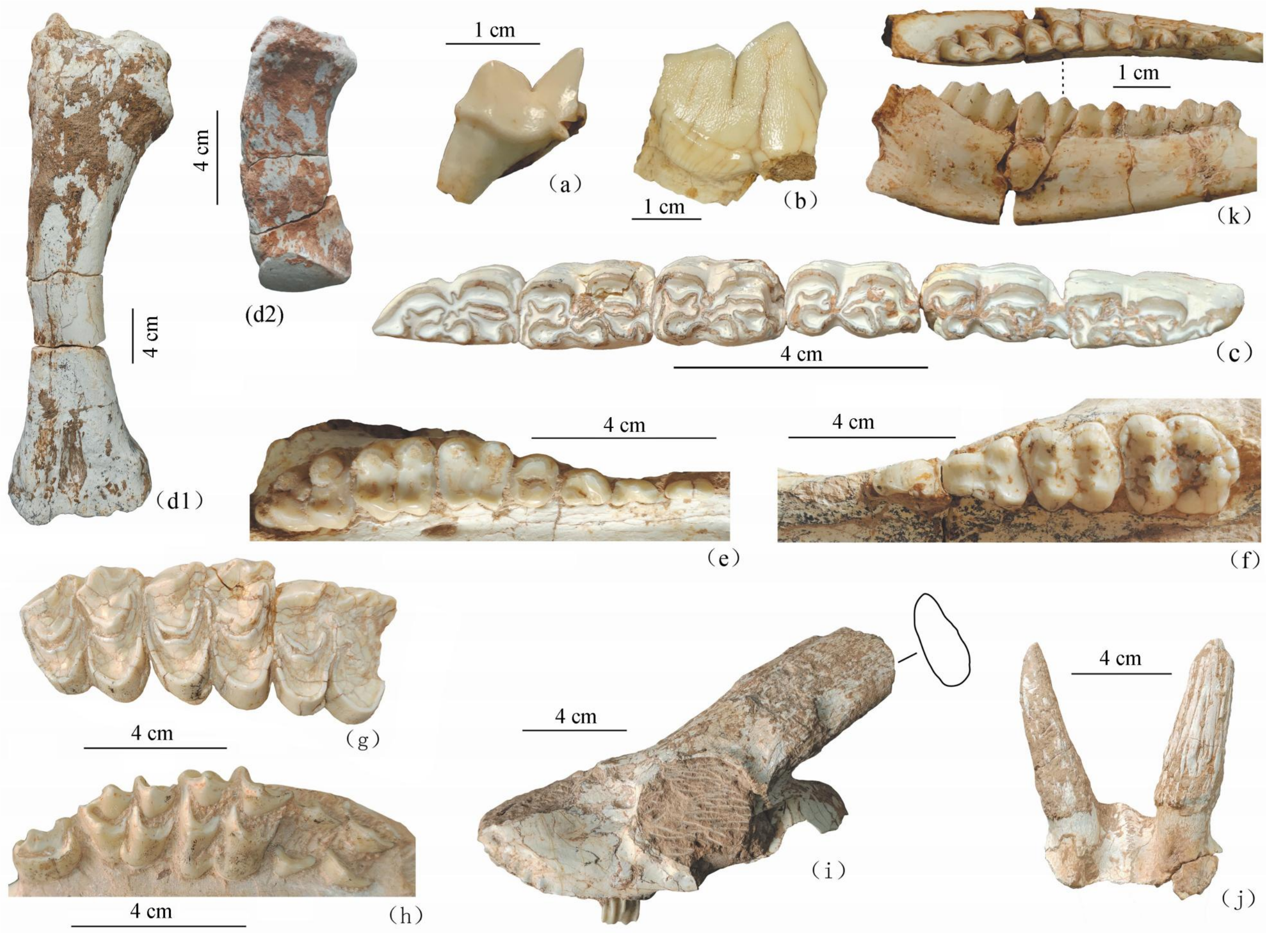

图 2 太行山东麓井陉三趾马动物群中的部分代表性化石

Fig. 2 Representative fossils from the Jingxing *Hipparion* fauna from the east piedmont of the Taihang Mountains

(a)猫科第一下臼齿；(b)鬣狗科第四上前臼齿；(c)平齿三趾马下颊齿列；(d)林氏列角犀桡骨(d1)和第四掌骨(d2)；(e)弓颌猪上颊齿列；(f)原河猪上颊齿列；(g)山西兽上臼齿；(h)古麟上颊齿列；(i)羊羚头骨；(j)高庄羚羊角心；(k)似葛氏羚羊下颌骨

(a) m1 of Felidae; (b) P4 of Hyaenidae; (c) lower cheek teeth of *Sivalhippus platyodus*; (d) radius (d1) and Mc IV (d2) of *Dihoplus ringstroemi*; (e) upper cheek teeth of *Chleuastochoerus* sp.; (f) upper cheek teeth of *Propotamochoerus* sp.; (g) upper molars of *Schansitherium* sp.; (h) upper cheek teeth of *Palaeotragus* sp.; (i) skull of *Dorcadoryx* sp.; (j) horn core of *Gazella gaozhuangensis*; (k) mandible of *G.* cf. *Gaudryi*

基部截面轮廓、表面沟棱、牙齿尺寸和臼齿的底柱发育状况，可将之分别鉴定为高庄羚羊 *Gazella gaozhuangensis*（图 2j）和葛氏羚羊（相似种）*G.* cf. *gaudryi*（图 2k）。*G. gaozhuangensis* 仅见于山西榆社盆地的高庄组桃阳段（陈冠芳，1997；邓涛等，2010）中，为晚中新世晚期至早上新世，古地磁年龄约为 6.0～5.2 Ma。*G. gaudryi* 一般被认为是晚中新世保德期的代表种之一，此处的标本与之虽稍有形态差异，但其时代应不会有大的差异。

从可鉴定种类来看，这一动物群与榆社盆地同期的高庄组桃阳段动物群可对比，二者的时代应该是一致或接近的。高庄组桃阳段动物群已知的化石种类稀少，以 *Sivalhippus platyodus* 和 *Gazella gaozhuangensis* 为代表性物种（邓涛等，2010），属典型的晚中新世保德期的三趾马动物群，时代约为中新世最晚期至上新世最早期（约 6.0～5.2 Ma），对应于 MN 13 的后段。

3　化石发现的地质意义

作为新近纪晚期最具代表性的动物群之一，三趾马动物群广泛分布于旧大陆和北美洲，但在太行山东侧尚未有明确的报导。除西藏吉隆、沃马等喜马拉雅山中段的几个化石地点（黄万波等，1979；陈万勇，1982）外，井陉化石点是三趾马动物群在"高山"上的第二次发现，是在太行山东麓的首次发现，扩展了其分布范围。

从动物生活习性来看，此处的 *Sivalhippus platyodus* 在三趾马中属齿冠较低者（邱占祥等，

1987[74~80])，属嫩食者；长颈鹿科 *Schansitherium* 和 *Palaeotragus* 主要为食叶者和混食者(Danowitz et al.，2016)；猪科的 *Chleuastochoerus* 生境为相对潮湿的森林边缘或开阔的温带草原环境(Hou Sukuan et al.，2014)；牛科的 *Gazella* 均为低冠齿，显示其食性较为柔软，不同于高冠的 *G. dorcadoides*(Kurtén，1952)；*Dorcadoryx* 的颊齿中等高冠，显示其可能为食草类型。可见，此处动物群中以善奔跑的食草动物为主，食叶者也占一定比例，显示了一个开放的、温暖湿润的森林草原环境，这与现代太行山的山地环境完全不同。

新发现的井陉三趾马化石地点显示，保德期堆积确实存在于太行山东麓，是该区域唐县期夷平面上的最老地层。从动物群面貌来看，它与太行山西侧的榆社盆地高庄组桃阳段并没有明显的不同，说明在晚中新世末—上新世之初，太行山的主体(至少在中南段)还没有大范围的隆升，从而在实质上影响太行山东西两侧的气候环境。

由于正式发掘工作尚未开展，笔者等对动物群面貌的认识仍显不足，绝对年代、古环境指标等测试工作也未完成，太行山隆升历史、区域生物演化、古环境变迁等方面的深入研究还有待时日。

参 考 文 献 / References

(The literature whose publishing year followed by a "**&**" is in Chinese with English abstract; The literature whose publishing year followed by a "**#**" is in Chinese without English abstract)

陈冠芳. 1997. 榆社盆地新第三纪晚期的 *Gazella* 羚羊. 古脊椎动物学报, 35(4)：233~249.

陈冠芳. 2005. 陕西蓝田灞河组的小羚羊. 古脊椎动物学报, 43(4)：272~282.

陈万勇. 1982. 喜马拉雅山中段上新世三趾马动物群生活环境的探讨. 古脊椎动物与古人类, 20(1)：45~53+94.

邓涛, 侯素宽, 王太明, 穆永清. 2010. 中国陆相上新统高庄阶. 地层学杂志, 34(4)：225~240.

河北省地质矿产局. 1989. 河北省、北京市、天津市区域地质志. 北京：地质出版社：1~741.

河北省地质矿产局. 1996. 河北省岩石地层. 武汉：中国地质大学出版社：1~146.

河北省区域地质矿产调查研究所. 2017. 中国区域地质志：河北志. 北京：地质出版社：1~1090.

黄万波, 计宏祥. 1979. 西藏三趾马动物群的首次发现及其对高原隆起的意义. 科学通报, 24(19)：885~888.

李炳元, 潘保田, 程维明, 韩嘉福, 齐德利, 朱澈. 2013. 中国地貌区划新论. 地理学报, 68(3)：91~306.

李吉均, 周尚哲, 赵志军, 张军. 2015. 论青藏运动主幕. 中国科学：地球科学, 45(10)：1597~1608.

牛树银, 陈路, 许传诗. 1994. 太行山区地壳演化及成矿规律. 北京：地震出版社：1~203.

邱占祥, 黄为龙, 郭志慧. 1987. 中国的三趾马化石. 中国古生物志, 新丙种, 第 25 号. 北京：科学出版社：1~250.

王辉, 李江海, 吴桐雯. 2018. 太行山地质遗迹特征与成因分析. 北京大学学报(自然科学版), 54(3)：546~554.

王修喜. 2017. 低温热年代学在青藏高原构造地貌发育过程研究中的应用. 地球科学进展, 32(3)：234~244.

吴忱. 2008. 华北地貌环境及其形成演化. 北京：科学出版社：1~551.

吴忱, 马永红, 张秀清, 吴金祥, 赵明轩. 1999. 华北山地地形面、地文期与地貌发育史. 石家庄：河北科学技术出版社：1~232.

杨莉, 袁万明, 洪树炯, 冯子睿. 2022. 裂变径迹技术及其地质应用. 中国地质调查, 9(3)：104~112.

郑德文, 武颖, 庞建章, 李又娟, 王一舟, 马严, 俞晶星, 王英. 2016. U—Th/He 热年代学原理、测试及应用. 第四纪研究, 36(5)：1027~1036.

周祖翼. 2014. 低温年代学：原理与应用. 北京：科学出版社：1~230.

Bohlin B. 1926. Die Familie Giraffidae. Palaeontologia Sinica, Series C, 4 (1)：1~178.

Cao Xianzhi, Li Sanzhong, Xu liqing, Guo Lingli, Liu Liping, Zhao Shujuan, Liu Xin, Dai Liming. 2015. Mesozoic—Cenozoic evolution and mechanism of tectonic geomorphology in the central North China Block: constraint from apatite fission track thermochronology. Journal of Asian Earth Sciences, 114: 41~53.

Chang Jian, Qiu Nansheng, Liu Shuai, Cai Chang´e, Xu Qiuchen, Liu Nian. 2019. Post-Triassic multiple exhumation of the Taihang Mountains revealed via Low-T Thermochronology: implications for the paleo-geomorphologic reconstruction of the North China Craton. Gondwana Research, 68: 34~49.

Chen Guanfang. 1997**&**. The Genus *Gazella* Blainville, 1986 (Bovidae Artiodactyla) from the Late Neogene of Yushe Basin, Shanxi Province, China. Vertebrata PalAsiatica, 35(4)：233~249.

Chen Guanfang. 2005**&**. *Dorcadoryx* Teilhard et Trassaert, 1938 (Bovidae, Artiodactyla) from the Bahe Formation of Lantian, Shanxi Province, China. Vertebrata PalAsiatica, 43 (4)：272~282.

Chen Wanyong. 1982**&**. Pliocene environment of *Hipparion* fauna of middle Himalaya range. Vertebrata PalAsiatica, 20(1)：45~53+94.

Clinkscales C, Kapp P, Wang Houqi. 2020. Exhumation history of the north—central Shanxi Rift, North China, revealed by low-temperature thermochronology. Earth and Planetary Science Letters, 536: 116146.

Danowitz M, Hou Sukuan, Mihlbachler M, Hastings V, Solounias N. 2016. A combined-mesowear analysis of Late Miocene giraffids from North Chinese and Greek localities of the Pikermian Biome. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 449: 194~204.

Deng Tao, Hou Sukuan, Wang Taiming, Mu Yongqing. 2010**&**. The Gaozhuangian Stage of the continental Pliocene series in China. Journal of Stratigraphy, 34(3)：225~240.

Deng Tao, Qiu Zhanxiang, Wang Banyue, Wang Xiaoming, Hou Sukuan. 2013. Late Cenozoic biostratigraphy of the Linxia Basin, northwestern China. In: Wang Xiaoming, Flynn L J, Fortelius M, eds. Fossil Mammals of Asia: Neogene Biostratigraphy and Chronology. Cambridge: Columbia University Press: 243~273.

Hebei Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources. 1989**&**. Regional Geology of Hebei Province, Beijing and Tianjin. Beijing: Geological Publishing House: 1~741.

Hebei Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources. 1996#. The Rock Strata of Hebei Province. Wuhan: China University of Geosciences Press: 1～146.

Hebei Regional geological and mineral Survey Institute. 2017&. The Regional Geology of China, Hebei Province. Beijing: Geological Publishing House: 1～1090.

Herman F, Seward D, Valla P G, Carter A, Kohn B, Willett S D, Ehlers T A. 2013. Worldwide acceleration of mountain erosion under a cooling climate. Nature, 504: 423～426.

Hou Sukuan, Cydylo M, Danowitz M, Solounias N. 2019. Comparisons of *Schansitherium tafeli* with *Samotherium boissieri* (Giraffidae, Mammalia) from the Late Miocene of Gansu Province, China. PLoS ONE, 14(2): e0211797.

Hou Sukuan, Deng Tao, He Wen, Chen Shanqin. 2014. Foraging behavior of *Chleuastochoerus* (Suidae, Artiodactyla): a case study of skull and mandible morpho-functional analysis. Science China: Earth Sciences, 57(5): 988～998.

Hou Sukuan, Deng Tao. 2014. A new species of *Chleuastochoerus* (Artiodactyla: Suidae) from the Linxia Basin, Gansu Province, China. Zootaxa, 3872(5): 401～439.

Hou Sukuan, Su D F, Kelley J, Deng Tao, Jablonski N G, Flynn L J, Ji Xueping, Cao Jiayong, Yang Xin. 2019. New fossil suid specimens from the terminal Miocene hominoid locality of Shuitangba, Zhaotong, Yunnan Province, China. Journal of Mammalian Evolution, 26: 557～571.

Huang Wanpo, Ji Hongxiang. 1979&. The first discovery of the three-toed horse fauna in Tibet and its significance to the plateau uplift. Science Bulletin, 24(19): 885～888.

Kurtén B. 1952. The Chinese *Hipparion* fauna——A quantitative survey with comments on the ecology of the machairodonts and hyaenids and the taxonomy of the gazelles. Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Biologicae, 13: 1～82.

Li Bingyuan, Pan Baotian, Cheng Weiming, Han Jiafu, Qi Deli, Zhu Che. 2013&. Research on geomorphological regionalization of China. Acta Geographica Sinica. 68(3): 91～306.

Li Jijun, Zhou Shangzhe, Zhao Zhijun, Zhang Jun. 2015. The Qingzang Movement: The major uplift of the Qinghai—Tibetan Plateau. Science China: Earth Sciences, 58: 2113～2122.

Niu Shuyin, Chen Lu, Xu Chuanshi. 1994#. Crustal evolution and metallogenic regularity in Taihang Mountain area. Beijing: Seismological Press: 1～203.

Qiu Zhanxiang, Huang Weilong, Guo Zhihui. 1987&. The Chinese hipparionine fossils. Palaeontologia Sinica, new Series C, 25: 1～250.

Ringström T. 1924. Nashorner des*Hipparion* fauna Nord Chinas. Palaeontologia Sinica, Series C, 1(4): 1～156.

Shi Baozhong, Chen Shaokun, Lu Xiaokang, Deng Tao. 2023. First report on rhinoceros from the late Neogene Qin Basin of Shanxi, China. The anatomical record: 1～9.

Su Peng, He Honglin, Tan Xibin, Liu Yiduo, Shi Feng Kirby E. 2021. Initiation and evolution of the Shanxi Rift System in North China: Evidence from low-temperature thermochronology in a plate reconstruction framework. Tectonics, 40(3): e2020TC006298.

Wang Hui, Li Jianghai, Wu Tongwen. 2018. Characteristics and genesis of geoheritage resources of Taihang Mountain. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 54(3): 546～554.

Wang Xiuxi. 2017. Applications of low temperature thermochronology in the tectonogeomorphology evolution of the Tibetan Plateau. Advance in Earth Science, 32(3): 234～244.

Wu Chen, Ma Yonghong, Zhang Xiuqing, Wu Jinxiang, Zhao Mingxuan. 1999 #. Geomorphic Period and Geomorphic Development History of Mountain Topographic Surface in North China. Shijiazhuang: Hebei Science & Technology Press: 1～232.

Wu Chen. 2008 #. Geomorphic Environment and Its Formation and Evolution in North China. Beijing: Science Press: 1～551.

Wu Lin, Wang Fei, Yang Jinhui, Wang Yinzhi, Zhang Weibin, Yang Liekun, Shi Wenbin. 2020. Meso—Cenozoic uplift of the Taihang Mountains, North China: Evidence from zircon and apatite thermochronology. Geological Magazine, 157(7): 1097～1111.

Yang Li, Yuan Wanming, Hong Shujiong, Feng Zirui. 2022. Fission track technology and its geological applications. Geological Survey of China, 9(3): 104～112.

Zhang Jin, Wang Yannan, Zhang Beihang, Qu Junfeng, Li Jinyi, Long Yun, Niu Pengfei, Zhao Heng, Hui Jie. 2021. Tectonothermal events in the central North China Craton since the Mesozoic and their tectonic implications: Constraints from low-temperature thermochronology. Tectonophysics, 804: 228769.

Zheng Dewen, Wu Ying, Pang Jianzhang, Li Youjuan, Wang Yizhou, Ma Yan, Yu Jingxing, Wang Ying. 2016&. Fundamentals, dating and application of U—Th/He thermochronology. Quaternary Sciences, 36(5): 1027～1036.

Zhou Zuyi. 2014&. Low Temperature Thermochronology: Principles & Applications. Beijing: Science Press: 1～230.

First discovery of *Hipparion* fauna from the east piedmont of the Taihang Mountains

CHEN Shaokun[1, 2], QUAN Yongtao[1)], QI Haiyan[1)], ZHANG Tong[1)], PANG Libo[1, 2], LIU Aoran[1, 2]

1) *College of Geoscience*, *Hebei GEO University*, *Shijiazhuang*, 050031;

2) *Hebei International Joint Research Center for Paleoanthropology*, *Hebei GEO University*, *Shijiazhuang*, 050031

Objectives: The uplift of the Taihang Mountains in the late Cenozoic signals the primary formation of modern landforms in North China, but there are still many different opinions on its development. Paleontological evidence can play an essential role in the study of the uplift of the Taihang Mountains.

Methods: The newly discovered Jingxing *Hipparion* fauna was excavated from the alluvial—fluvial fan on the

Tangxian planation surface at the east piedmont of the Taihang Mountains, including Felidae gen. et sp. indet., Hyaenidae gen. et sp. indet., *Dihoplus ringstroemi*, *Sivalhippus platyodus*, *Propotamochoerus* sp., *Chleuastochoerus* sp., *Schansitherium* sp., *Palaeotragus* sp., *Dorcadoryx* sp., *Gazella gaozhuangensis* and *G.* cf. *gaudryi*.

Results: The *Hipparion* fauna was discovered firstly in the east piedmont of the Taihang Mountains. Biochronological observation of this fauna implies an age of latest Miocene to earliest Pliocene (about 6.0~5.2 Ma) or late MN 13, correlated to Taoyang member of Gaozhuang Formation in the Yushe Basin of Shanxi Province.

Conclusions: Since the fauna was excavated from the redclay on the Tangxian planation surface, it is concluded that the uplift of this surface was not earlier than Early Pliocene. Additionally, the fauna composition indicates an open forest and grassland environment which is entirely different from nowadays.

Keywords: *Hipparion* Fauna; east piedmont of the Taihang Mountains; uplift of the Taihang Mountains; Late Miocene — Early Pliocene

Acknowledgements: This study is supported by National Key Research and Development Program of China (No. 2023YFF0804501) and Hebei GEO University (No. KJCXTD-2021-01)

First author: CHEN Shaokun, male, born in 1984, research professor, is major in late Cenozoic mammalogy; Email: cskcsk2000@163.com

Corresponding author: LIU Aoran, male, born in 1986, associate professor, is major in geohistory and paleoecology; Email: Aoranliu@cug.edu.cn

Manuscript received on: 2023-10-26; Accepted on: 2024-01-26; Published online on: 2024-07-20

Doi: 10.16509/j.georeview.2024.07.002 **Edited by**: LI Ming