

2.5 Ma B. P. 真马快速扩散事件在中国的表现*

邓涛¹, 薛祥煦²

(1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044; 2. 西北大学地质学系, 陕西 西安 710069)

摘要:通过对甘肃庆阳巴家嘴第四系底部地层中发现的2种真马化石研究得出,其地质年龄为2.5 Ma B. P., 是欧亚大陆发现最早真马化石的地点之一。认为:第四纪初真马从北美向欧亚大陆快速扩散的背景,是全球冰期气候的出现;中国与整个欧亚大陆一样,在一系列年龄为2.5 Ma B. P. 的地点发现了最早的真马;这些化石显示出种级单元丰富的多样性,即在同一生态区域内常常同时有2种真马共同生活,还有三趾马共生;这是在气候突变条件下动物快速扩散事件产生的适应辐射,为区域叠覆成种理论提供了大型动物成种的证据。

关键词:真马;扩散事件;2.5 Ma. B. P.;第四纪;中国

中图分类号:Q915.87 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274X(1999)06-0557-03

新生代陆生哺乳动物以在各大陆间的扩散事件为特点,其中,真马(*Equus* 属)的扩散事件相当典型。真马在3.4 Ma B. P. 起源于北美,在2.5 Ma B. P. 气候转寒事件中,通过由于海平面下降而形成的白令陆桥扩散到欧亚大陆^[1,2]。最近,我们在中国发现真马扩散事件的新证据,对进一步深刻地认识这一事件的背景和现象有着重要的意义。

1 庆阳巴家嘴地点的马属化石

甘肃庆阳巴家嘴动物群是一个典型的早更新世早期动物群(其中化石种类非常丰富)产于河湖相砂层中,相当于三门组底部,上覆午城黄土,据古地磁测定年龄为2.5 Ma B. P.^[3]。巴家嘴动物群含有丰富的马科化石,包括长鼻三趾马(*Hipparion sinensis*)和真马。我们在真马中发现了2个新种,即庆阳马(*Equus qingyangensis*)^[4]和王氏马(*E. wangi*)^[5]。这2个种具有相当独特的性状,明显不同于其他马属化石。庆阳马和王氏马都具有V形的内谷,因此属于stenonid型真马。庆阳马的肢骨纤细,在已发现的所有早期马属中,它的肢骨是最纤细的。从进化趋势看,这是一个进步的特征,但庆阳马仍然保留了一些原始的性状。如微弱的眶前窝、沿鼻骨中缝的深沟和

波状起伏的脑颅横切面等。王氏马尺寸硕大,具有相当圆润的双叶、强烈的釉质褶皱和不伸入双叶颈的短外谷。它的圆润双叶与北美最早的真马(*E. simplicidens*)一致,代表一个原始的特征;另一方面,它的短外谷在早期马属中相当独特,显示了其进步性。

通过食草有蹄类的牙齿釉质碳同位素分析,巴家嘴动物群生活时代的气候环境特征为以C₃草本植物占优势的冷湿气候,是第四纪初全球气候转寒事件的反映,代表冰期气候开始的特征,与真马扩散事件的气候背景相吻合。^[6]

2 第四纪初真马在欧亚大陆及中国的分布

在欧亚大陆许多地点发现的真马首次出现在2.5 Ma B. P. 的第四纪底界上,中国也有相当丰富的剖面反映了这一特点。中国北方代表性的早更新世地层泥河湾组,底界年龄为2.5 Ma B. P., 含三门马(*E. sanmeniensis*)和德氏马(*E. teilhardi*),下伏的东窑子头组只含贺丰三趾马(*Hipparion cf. houfense*)而不含真马。华南地区的早更新世沉积以元谋盆地为代表。元谋组的底界(在古地磁高斯期和松山期的界线处)约2.5 Ma B. P. 开始出现大量的云南马(*E. yunnanensis*)化石。中国早更新世其他地点

收稿日期:1999-01-04

基金项目:国家基础科学人才培养基金资助项目(No. 990308)

作者简介:邓涛(1963-),男,四川宜宾人,中国科学院古脊椎与古人类研究所博士后,从事新生代古哺乳动物研究。

也以真马在 2.5 Ma B.P. 的首次出现为特征。如山西榆社 R 红土底砾岩的 *Equus* sp、临猗动物群的黄河马 (*E. huanghoensis*)、天镇辛窑子动物群的古马 (*E. stenonis*)、陕西大荔后河动物群的三门马 (*E. sanmeniensis*) 等^[7]。第四纪以来在 2.5 Ma 内发现 12 个中国真马化石有效种,而在 2.5 Ma B.P. 出现的就有 7 个种,超过总数的一半。

欧洲最早的真马化石层位发现于俄罗斯南部,在 Khapry 和 Livenzovka 地点发现了一些马属的破碎头骨、牙齿和肢骨材料,代表一个真马的新种 *E. livenzovensis*。在意大利的 Montopoli 和西班牙东部

的 Rincon I 也发现了相同的马属化石。这些地点的年龄均为 2.5 Ma B.P.^[8]。与此相当的层位还有法国 Issoire 附近的 Mt Perrier 剖面上部和 Loubieres de Pardines 地点、西班牙 Logvona 的 Villaroya 剖面 and Huelago 地点,以及土耳其的 Sinap Sup 地点,在这些含真马化石层下伏的地层中都只含三趾马化石^[9]。在中亚地区塔吉克斯坦的 Kuruksaj 地点,发现了 2.5 Ma B.P. 的马属新种 *E. pamirensis*^[8]。在印度西瓦立克的 Jhil 剖面中, *E. sivalensis* 和 *E. namadicus* 首次出现的年龄亦为 2.5 Ma B.P.^[10](图 1)。

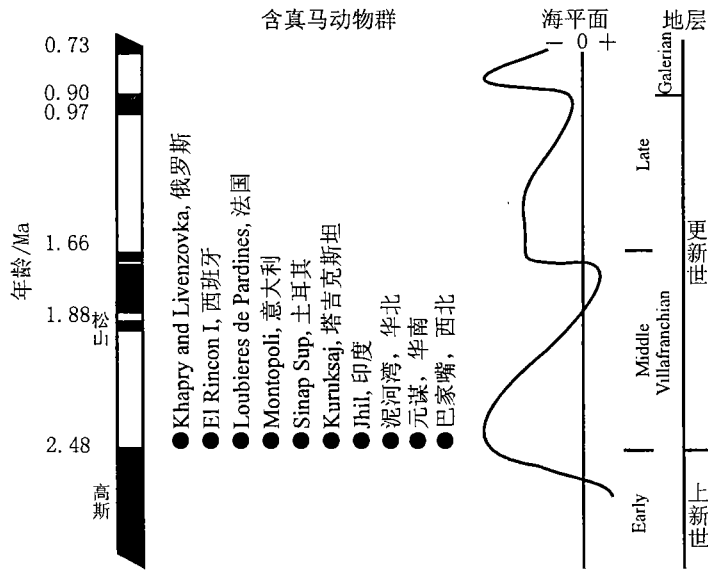


图 1 真马在欧亚大陆首次出现的地点及其年龄和环境背景

Fig. 1 The advent localities of the horse *Equus* in Eurasia as well as their ages and environmental backgrounds

3 真马扩散事件的环境背景和进化的意义

2.5 Ma B.P. 真马在欧亚大陆的快速扩散事件与第四纪初的气候转寒事件密切相关,中新世以来全球气温开始出现冷暖的周期性波动,到 2.5 Ma B.P. 前不久第一次下降到低于今天的温度。低温导致海水大量结冰,北极冰盖出现,并引起海平面下降,白令海峡在那时得以露出海面,成为北美与欧亚大陆连通的陆桥^[11]。东西伯利亚 Kolyma 低地 Krestovka 剖面显示冰楔和永久冻土在剖面的 Kutuyakh 层上部首次出现,经 K-Ar 法测定其年龄约 2.5 Ma B.P.,与大陆冰量的第一次重要聚集吻合。与此对应,这一时期阿拉斯加与东西伯利亚的动物群非常相似,表明白令陆桥已经开通^[12],在进化上已取得成功的真马通过白令陆桥,从北美大陆向欧

亚大陆迅速扩散。

在 2.5 Ma B.P. 时期,马类的生态区域内可能同时有 2 至 3 种马共同生存。如在庆阳巴家嘴和阳原泥河湾,三趾马 (*Hipparion*) 和真马 (*Equus*) 常常完全同时共生,几乎所有更新世早期含真马的地层中同时都有三趾马存在^[13]。在真马中,2 种 stenonid 型马的共生,在体型上会有差别,如巴家嘴中型的庆阳马和大型的王氏马、泥河湾小型的德氏马和大型的三门马。区域叠覆成种在解释马类化石的生态叠覆前就已经提出^[14]。在早更新世同一环境中 2 种,甚至 3 种马类共生是完全正常的,不同的种占有不同的生态位,取食互不干扰的不同草类。这种现象的原因在于,当 2.5 Ma B.P. 真马第一次经白令陆桥迁徙到欧亚大陆时,真马尚未占领整个生态区域,在新的环境中表现出迅速的成种和辐射,种间差别主要表现在身体尺寸和肢骨比例上。真马在北美出

现后到 2.5 Ma B. P., 种的分异度非常低, 白令陆桥的开通为真马提供了欧亚大陆这一广阔的空间, 使其种的分异度突然增高。区域叠覆成种理论原来只

有小型动物成种的证据, 真马在欧亚大陆的扩散事件为这一理论提供了大型动物成种的证据。

参考文献:

- [1] Lindsay E H, Opdyke N D, Johnson N M. Pliocene dispersal of the horse *Equus* and late Cenozoic mammalian dispersal events[J]. *Nature*, 1980, 287:135-138.
- [2] 邓涛, 薛祥煦. 重论真马(*Equus* 属)首次出现可作为第四纪下界的标志[J]. *地层学杂志*, 1997, 21(2):109-116.
- [3] Heller F, Liu T. Magnetostratigraphical dating of loess deposits in China[J]. *Nature*, 1982, 300:431-439.
- [4] 邓涛, 薛祥煦. 甘肃庆阳早更新世马属(奇蹄目, 马科)一新种[J]. *古脊椎动物学报*, 1999, 37(1):62-74.
- [5] 邓涛, 薛祥煦. 中国早期古马型真马化石的新发现[A]. 见:王元青, 邓涛主编. 第七届中国古脊椎动物学学术年会论文集[C]. 北京:海洋出版社, 1999. 189-200.
- [6] 邓涛, 薛祥煦, 董军社. 第四纪初气候转寒事件的化石稳定碳同位素证据[J]. *科学通报*, 1998, 43(17):1 897-1 900.
- [7] 徐钦琦. 华北晚新生代哺乳动物的进化事件及其与欧美的对比[J]. *古脊椎动物学报*, 1989, 27(2):117-127.
- [8] Azzaroli A. The genus *Equus* in Europe [A]. In :Lindsay E H, Fahlbusch V, Mein P. *European Neogene Mammal Chronology*[C]. New York: Plenum Press, 1990. 339-356.
- [9] Eisenmann V. Origins, dispersals, and migrations of *Equus* (Mammalia, Perissodactyla)[J]. *Courier Forsch Inst Senckenberg*, 1992, 153:161-170.
- [10] Azzaroli A, Napoleone G. Magnetostratigraphic investigation of the Upper Sivaliks near Pinjor, India[J]. *Riv Ital paleontol Stratigr*, 1982, 87:739-762.
- [11] 邓涛. 新生代陆桥的动物迁移与气候变化[J]. *大自然探索*, 1995, 14(4):71-76.
- [12] Repenning C A. Quaternary rodent biochronology and its correlation with climatic and magnetic stratigraphies[A]. In:Mahaney W C (ed.). *Correlation of Quaternary Chronologies*[C]. Norwich: Geo Books Reg House, 1984. 105-118.
- [13] Forsten A. Chinese fossil horses of the genus *Equus*[J]. *Acta Zool Fen*, 1986, 181:1-40.
- [14] Futuyma D J, Mayer G C. Non-allopatric speciation in animals[J]. *Syst Zool*, 1980, 29:254-271.

(编辑 张银玲)

Expression of the rapid dispersal event of the horse *Equus* at 2.5 Ma B. P. in China

DENG Tao¹, XUE Xiang-xu²

(1. Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China;
2. Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China)

Abstract: Two fossil species of *Equus* are discovered from the bottom of the Quaternary strata at Bajiazui in Qingyang, Gansu. Their geological age was 2.5 Ma B. P. It is one of the earliest localities of *Equus* in Eurasia. The background of the rapid dispersal of *Equus* from North America to Eurasia at the Quaternary beginning was the advent of the glacial climate. As in the whole Eurasia, the earliest species of *Equus* were discovered from a lot of localities at 2.5 Ma B. P. in China. These fossils showed various diversity of species. In the same ecological regions, two species of *Equus* usually lived together as well as *Hipparion* lived in the regions at the same time, which was the adaptive radiation caused by the rapid dispersal event under the sudden climatic change and provided the evidence of large animals for the theory of sympatric speciation.

Key words: *Equus*; dispersal event; 2.5 Ma B. P.; Quaternary; China