

华北晚新生代哺乳动物的进化事件 及其与欧美的对比

徐 钦 琦

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所)

关键词 华北 晚新生代 哺乳动物 进化事件

内 容 提 要

本文记述了过去 300 万年内华北地区所发生的 9 次哺乳动物的进化事件: 1. 真象最低层位(距今约 300 万年); 2. 真马最低层位(距今约 250 万年); 3. 狼的最低层位(距今 185—190 万年); 4. 葛氏斑鹿最低层位(距今约 140 万年); 5. 丽牛最高层位(距今约 90 万年); 6. 丁氏麝鼠最高层位(距今约 62 万年); 7. 中国鬣狗最高层位(距今约 24 万年); 8. 原始牛最低层位(距今约 12.7 万年); 9. 更新世末绝灭事件(距今约 1.1 万年)。本文将它们与欧美的进化事件进行了初步的对比。

Repenning (1984) 在深入地研究了哺乳动物的进化与气候变迁的关系的基础上, 根据生物地层学、气候地层学及古地磁地层学等方面所提供的资料, 把欧美的晚新生代哺乳动物的进化事件进行了相互的对比。参考了 Repenning, Azzaroli, Lindsay 等人的观点, 本文把华北晚新生代哺乳动物的进化事件与欧美的相应事件进行了初步的对比 (Fig. 1, 2) 希望能起到抛砖引玉的作用。

1. 真象最低层位 (*Elephas youheensis* LSD)¹⁾, 距今约 300 万年。游河象是薛祥煦 (1981) 命名的。张玉萍等 (1983) 认为, 游河象应归入古菱齿象属 (*Palaeoloxodon*); 但也有人主张归入猛犸象属 (*Mammuthus*)。我们认为, 无论游河象归入上述哪一个属, 它都是真象亚科 (*Elephantinae*) 在东亚的最早代表。游河象产于陕西渭南的游河组地层中, 与它共生的有 *Ochotonoides* sp.; *Spermophilus* sp.; *Cricetulus* spp.; *Mimomys youhe-nicus*; *M. orientalis*; *Chardinomys* sp.; *Rattus* sp.; *Nyctereutes sinensis*; *Hipparion houfenense*; *Rhinocerotid* sp.; *Sus subtriquetra*; *Sus* sp.; *Cervavitus* sp.; *Cervus* sp. 等动物 (Table 1)。薛祥煦 (1981) 认为, 游河动物群的时代相当于欧洲的早维拉方期。Repenning (1984) 称它为 Late Villafranchian (Rebielice) 期 (Fig. 2)。对于薛祥煦的这个观点, 目前没有异议。汤英俊、计宏祥、(1983) 认为, 河北蔚县的东窰子头动物群与游河动物群相当。蔡保全 (1987) 进一步提出, 河北蔚县的稻地动物群中的 *Mimomys orientalis* 是游河动物群中的重要分子, 它的演化水平大致相当于欧洲的 *M. stehlini*, 因此

1) LSD: the lowest stratigraphic occurrence, 最低层位。

稻地动物群与游河动物群应当同时,都相当于欧洲的早维拉方期。Azzaroli (1983) 指出,欧洲的早维拉方期包括 2 个动物群,早期为 Triversa 动物群;晚期为 Montopoli 动物群。在 Triversa 动物群中既不存在真象 (*Archidiskodon gromovi*), 也不存在真马 (*Equus livenzovensis*)。所以按照生物地层学的观点,游河或稻地动物群应晚于意大利的 Triversa 动物群,因为欧洲的真象、真马等动物都是在 Montopoli 动物群中才开始出现的。Lindsay 等(1980)和 Azzaroli (1983) 把这批动物在欧洲的首次出现命名为“象马事件”(the Elephant-Equus event)。Lindsay 等(1980)认为,欧洲的象马事件距今约 260 万年,但 Azzaroli (1983) 根据意大利的许多实际资料提出该事件距今约 300 万年。本文采用 Azzaroli (1983) 的观点。根据现有的资料,真象似乎在华北出现较早,距今约 300 万年。

欧美的学者对生物进化与环境变迁的关系十分关注。据薛祥煦研究,“游河组沉积时,这一带地区的气候较现在的要潮湿温热,湖中鱼、龟及软体动物繁盛;湖边植物茂密,以温带植物为主并有少量亚热带植物;在森林及林中草原里居住着象、三趾马、鹿、猪、犀、貉、兔及多种鼠类哺乳动物”。她的观点与 Bonifay (1980), Repenning (1984) 等人对欧美早维拉方期的气候状况的描述大体上是一致的,即当时的气候比较温暖和湿润,植被以森林为主体。当然,比起更早出现的 Astian 期或 Ruscinian 期来,早维拉方期的气候已显得比较寒冷和干燥了。

2. 真马首次出现 (*Equus LSD*), 距今约 250 万年。真马是华北早更新世地层中最常见的化石种类之一。1988 年汪洪在陕西大荔的后河村组中发现了真马的化石,整个哺乳动物群包括 9 个种类: *Miomys cf. youhenicus*; *Myospalax omegodon*; *Kowalskia dalinica*; *Ochotonoides complicidens*; *Ochotona* sp.; *Lepus* sp.; *Palaeoloxodon planifrons*; *Equus cf. sanmeniensis*; *Elaphurus cf. bifurcatus*。据研究,这个动物群有下述特点:

(1) 后河村动物群中的游河僂鼠相似种 (*Miomys cf. youhenicus*) 较游河动物群中的游河僂鼠在进化阶段上为晚,但比中华僂鼠和甘肃僂鼠原始。

(2) 后河村动物群中产有较原始的奥米加鼯鼠 (*Myospalax omegodon*), 而泥河湾动物群和临漪动物群中所含鼯鼠是较进步的丁氏鼯鼠 (*M. tingi*) 及方氏鼯鼠 (*M. fontanieri*)。

(3) 后河村动物群中的复齿鼠兔 (*Ochotonoides complicidens*) 要比泥河湾动物群中产出的复齿鼠兔个体小,这也是一种较为原始的特征。

(4) 后河村动物群中的平额象 (*Palaeoloxodon planifrons*) 齿板后方的附柱融合于齿板形成初期的中间突 (Median Sinus), 釉质层厚度大部分在 4 毫米以上,部分达到 5 毫米。釉质层褶皱微弱,仅在第 2、3 齿板上可见。与泥河湾动物群中的釉质层薄并且褶皱强烈的真象相比显然原始;与临漪动物群中的德永象 (*P. tokunagai*) 相比同样不失原始的性质;而与游河象 (*Elephas youheensis*) 相比较为进步。

(5) 后河村动物群的三门马 (*Equus cf. sanmeniensis*) 下颊齿双叶圆三角形,与泥河湾动物群中的三门马的椭圆形不同,很可能为一种原始特征。西侯度与临漪动物群中的三门马无下颊齿,且后者的黄河马 (*E. huangheensis*) 没有下颊齿的描述,不易直接进

行对比,而游河、稻地、或东窑子头动物群中没有发现三门马。

(6) 后河村动物群中除了象类以树叶及干草类为食外,其余均以草食为主。某些学者认为三门马牙齿釉质层不形成褶皱乃是一种食干草的特征。该动物群中,小型哺乳动物喜干冷;大型哺乳动物中三门马、麋鹿 (*Elaphurus cf. bifurcatus*) 亦可能如此。结合动物群中所发现的干燥草原产物的鸵鸟蛋化石 (*Struthiolithus*), 可知当时该地区气候较现在要干冷,属于干冷型草原生态环境。它与薛祥煦 (1981) 论述的游河动物群的潮湿温热的生态环境是完全不同的。

(7) 不同时代的地层往往在沉积地层中表现出不同的性质。后河村组的地层主要为一套河流相沉积,以浅黄色砂层、粉砂层为主,被称为“黄三门”;而游河组为一套湖相沉积,以灰绿色泥岩、沙质泥岩为主,富含有机质,被称为“绿三门”。后河村组(浅黄色砂层)位于游河组的灰绿色泥岩之上(汪洪,1988)。

根据上述 7 项特点,可以得到这样的认识: 后河村动物群的地质时代为晚于游河动物群,而早于泥河湾动物群。如前所述,游河动物群相当于欧洲早维拉方期晚期的 Montopoli 动物群,所以按照汪洪的观点,后河村动物群相当于欧洲的 Villanyian 期,即中维拉方期。欧洲的一些学者认为,中维拉方期相当于意大利的 Acquatraversan 侵蚀期,或法国的 Saint Vallier 动物群。按照这样的对比,真马首次出现距今约 250 万年 (Fig. 1,2)。关于山西屯留的西村动物群的地质时代目前有不同的见解,有人认为相当于泥河湾期(宗冠福等,1982),也有人认为相当于游河期(李传夔等,1984),还有人认为它早于游河期(郑绍华等,1986)。笔者以为,西村动物群中的多数种类都是泥河湾期的典型属种,如 *Lutra cf. licenti*, *Stegodon cf. chiai*, *Proboscoidipparion sinense*, *Axis shan-sius*, *Cervus (Rusa) elegans*, *Gazella sinensis*; *Bison* sp. 等,因此它的地质时代不会比泥河湾期早得太多,可能介于泥河湾期和游河期之间,即相当于后河村动物群,即与欧洲的 Villanyian 期同时。

根据气候地层学研究,在距今 250 万年的前后,在大洋中,在欧洲、北美、非洲、亚洲等陆地上都曾发生过极其明显的气候变迁事件。据 Shackleton and Opdyke (1977) 研究,在距今 250 万年,在大洋的气候地层记录中曾发现过新生代以来的第一次重要的冰量的积聚。类似的现象也曾发生在北美的 Iowa (Boellstoff, 1978) 及西欧的德国等地 (Brunnacker, et al., 1982)。所以 Repenning (1984) 提出,在距今 250 万年前后,北半球发生了新生代以来大陆冰盖的第一次重要的积聚。据 Vrba (1985) 研究,在距今 250 万年左右,在非洲发生了一次特别明显的和规模巨大的环境变迁,表现为开阔的草地面积的迅速扩展及闭塞的森林面积的急剧减少,从而导致动物群面貌的重大改变。正是在这个时期,南方古猿 (*Australopithecus*) 中的粗壮种 (*A. robustus*) 和鲍氏种 (*A. boisei*) 取代了非洲种 (*A. africanus*)。人属 (*Homo*) 中的能人 (*H. habilis*) 也从这时开始出现了。据刘东生等(1985)研究,“距今 240 万年的午城黄土/红粘土界线,标志着黄土粉尘堆积的开始”。正如刘东生等(1985)、安芷生(1985)所阐明的,华北地区“此时由较温暖向干冷急剧恶化”。对游河组及后河村组的沉积物的分析,可以大体上看到沉积环境的转变。据薛祥煦 (1981) 研究,游河组发育于陕西“谓河南游河下游绿色地层的中上部”。沉积物“是一套以灰绿、青灰色砂质泥岩和砂岩(邻沟的剖面中含泥灰岩层)为主的

湖相(及湖滨相)沉积”。当地的地质工作者称这套地层为“绿三门”反映了以森林为主体的环境(薛祥煦,1981)。据汪洪(1988)研究,后河村动物群产于“以黄色砂层、粉砂层为主”的“河流相沉积”中,相当于“黄三门”。在陕西省大荔县的后河村一带,“黄三门”的后河村组正好位于“绿三门”的游河组之上(汪洪,1988)。所以,从游河组向后河村组的转化很可能反映了刘东生等(1985)所讲的“黄土粉尘堆积的开始”。据刘东生等研究,这一事件距今约 240 万年,与外国学者对这一事件的年龄的估计(250 万年)相吻合。

据王乃文、何希贤(1983)对北京地区微体化石的研究,“新生代第一次气候恶化发生于中新世中间,它以南极冰盖形成为标志;第二次恶化即真正冰期的到来,发生于 220—240 万年前,北京海侵即发生于这一时期中”。王乃文等认为,“当时北京平原处于亚寒带的可能性大些。这样,与现代同纬度的海洋生物群相比,生物地理上错动一个至两个带左右”。综上所述,距今 250 万年前后的全球性的气候恶化事件必定会导致华北地区的哺乳动物群发生变革。在我们看来,真马等一大批第四纪典型种类的首次出现很可能是这次气候恶化事件的产物。因为一般认为,新兴的第四纪大冰期的哺乳动物对于干冷等恶化了的环境具有比较顽强的适应能力,更何况后河村动物群中“小型哺乳动物喜干冷;大型哺乳动物中三门马、麋鹿亦可能如此。结合动物群中所发现的干燥草原产物鸵鸟蛋化石,可知当时该地区气候较现在要干冷,属于干冷型草原生态环境”(汪洪,1988)。所以,从游河动物群向后河村动物群的转化,不但从沉积物的分析可以看出环境的变化,反映了“黄土粉尘堆积的开始”;而且从动物群的分析也可以看出,它反映了以森林为主体的环境向以草原为主体的环境的转化。Vrba (1985)认为,“生物进化事件乃是环境变迁(主要是全球性温度变化)的直接函数”。看来正是这场全球性的气候恶化事件导致了真马等一大批第四纪典型种类在华北地区的首次出现。

总之,根据生物地层学、气候地层学及沉积地层学等所提供的资料,真马在华北的最低层位很可能距今约 250 万年 (Fig. 2)。

3. 狼的最低层位 (*Canis LSD*), 距今约 185—190 万年。这次事件是以泥河湾(狭义)动物群的出现为标志的。许多种类,如 *Lutra licenti*, *Proboscideipparion sinense*, *Stegodon chiai*, *Axis shansiensis*, *Rusa elegans*, *Gazella sinensis* 等可能都是从前一时期延续下来的,但此时有一些旧的种类,如 *Miomys banchiaonicus*, *Gazella cf. blacki* 等则从华北各地消失了,它们被一些新出现的种类所取代了,如 *Myospalax tingi*, *Microtus (Allophiomys)*, *Ochotonoides complicidens*, *Hyaena licenti*, *Ursus etruscus*, *Canis variabilis*, *Palaeoloxodon tokunagai*, *Elaphurus bifurcatus*, *Euctenoceros boulei*, *Bison palaeosinensis* 等 (Table 1)。

这里需要指出的是,我国过去常把泥河湾地层中的直齿象真象化石归入纳玛象 (*Palaeoloxodon namadicus*)。周明镇等(1974)对中国的象化石进行了系统的整理和总结。他们认为,纳玛象“的分布限于我国南方长江和淮河流域,相当大熊猫剑齿象动物群分布的范围”。“其它我国过去发现的认为是纳玛象化石,我们认为在古北区范围内发现的都可归入德永象(早、中更新世)和诺氏象(晚更新世)两个种”。所以泥河湾动物群中的直齿象真象化石应归入德永象 (*Palaeoloxodon tokunagai*)。

Azzaroli (1983) 称欧洲的这一相应事件为“狼事件”(“Wolf” event), 距今约 170

万年; Lindsay 等(1980)及 Repenning (1984) 认为, 这次事件距今约 185—190 万年。本文采用后者的观点。我们认为, 欧亚大陆的狼可能是同时出现的 (Fig. 1,2)。

4. 葛氏斑鹿最低层位 (*Pseudaxis grayi* LSD), 距今约 140 万年。这次事件的标志是一批泥河湾期的种类的消失, 如 *Hyaena licenti*, *Canis chihliensis*, *Proboscidepparion sinense*, *Elaphurus bifurcatus*, *Euctenoceros bouli* 等, 同时又涌现出一批新的种类, 如 *Hyaena sinensis*, *Bahomys*, *Dicerorhinus cf. merckii*, *D. lantianensis*, *Megaceros kongwanlinensis*, *Pseudaxis grayi* 等 (Table 1)。这些新出现的种类都是中国北方早、中更新世的常见种类, 有的甚至可延续到晚更新世。这次事件可能距今约 140 万年, 它导致一批南方型动物向南退缩, 意味着华北地区在当时发生了降温事件(徐钦琦, 1986)。据 Repenning (1984) 研究, 正是在距今 140 万年前后, 在北美、欧洲等地也曾发生过明显的气候变迁。从此以后, 更新世的寒冷期与温暖期的反复交替变得更频繁了 (Fig. 1,2)。

以上论述的基础是把公王岭动物群与欧洲的 Middle Biharian 动物群进行对比 (Fig. 1)。实际上 Middle Biharian 动物群可进一步划分为早期的 Eburonian 冷期与晚期的 Waalian 暖期。公王岭动物群中拥有大批南方的大熊猫剑齿象动物群的典型成员, 所以它与 Waalian 暖期相对比更为合理些。按照这样的对比方案, 葛氏斑鹿首次出现应距今约 110 万年 (Fig. 1)。可惜的是我国尚未发现与 Eburonian 冷期相当的动物群。

5. 丽牛最高层位 (*Leptobos* HSD)¹⁾, 距今约 90 万年。这一事件的标志是又一批泥河湾期的典型种类在中国北方地区的绝灭, 如 *Leptobos*, *Nestoritherium*, *Ursus cf. etruscus* 等。与此相伴随的是一大批具南方色彩的种类退出中国北方地区, 如 *Ailuropoda*, *Sivapanthera*, *Stegodon*, *Tapirus*, *Megatapirus*, *Nestoritherium*, *Elaphodus-Capricornis* 等 (Table 1)。据 Kukla and Nakagawa (1977) 研究, 原来在贾拉米洛 (Jaramillo) 事件与布容 (Brunhes) 期之间, 世界上曾发生过一次影响很大的全球性的降温事件。它在阿尔卑斯地区被称为恭兹冰期 (Günz), 在荷兰被称做 Menapian, 在日本叫做 Gokenya age, 在意大利被名为 Cassian, 而在深海氧同位素记录中相当于第 22 阶段, 距今约 90 万年, 据 Kukla 等研究, 这次降温事件波及的范围很广, 引起了日本和西欧这些地区植物群的重大变化 (Kukla and Nakagawa, 1977)。我们认为, 正是这场全球性的降温事件才导致“丽牛末次出现”事件的发生, 才导致一大批具南方色彩的种类退出了中国的北方地区。据 Leinders 等研究, 在 Kedung Brubus 动物群中, 突然出现了一大批新兴的种类, 如 *Tapirus*, *Hyaena*, *Epileptobos*, *Elephas hysudrindicus*, *Sus macrognathus*, *Stegodon hypsilophus* 等等。Leinders 等认为, 这一大批种类是在距今 80 万年左右从亚洲大陆迁到印尼诸岛的 (Leinders *et al.*, 1985)。在时间上, 它与上述的全球性降温事件(距今约 90 万年)是大体上同时的。按照古气候学家的观点, 海平面在冰期曾大幅度地下降。据 Schwarzbach (1974) 估算, 一般可下降 90—100 米, 最大的下降幅度可达 140 米。这样的情况正好有利于这一大批哺乳动物从亚洲大陆迁向印尼诸岛。

1) HSD: the highest stratigraphic occurrence, 最高层位。

据 Azzaroli (1983) 研究,这次事件在欧洲哺乳动物的进化史上具有重大影响,他称之为维拉方终止事件 (the "end-Villafranchian" event)。据他研究,经过这次事件后,广布于欧洲各地的小型野牛(如 *Leptobos*) 绝灭了,取而代之的是各种大型的牛类,如 *Bos primigenius*, *Bison schoetensacki*, *Ovibos*, *Bubalus* 等。Azzaroli 认为,这种大型动物取代小型动物的方式在犀、马、熊、狼等属中也同样存在,如 *Dicerorhinus etruscus* 被 *D. hemitoechus* 取代了; *Equus stenonis* 进化为 *E. sussenbornensis*; *Cervalces gallicus* 个体增大后演变成 *C. latifrons*; *Ursus etruscus* 转变为 *U. deningeri*, 最后变成 *U. spelaeus*; *Canis etruscus* 可能是后来的狼(如 *C. lupus mosbachensis* 及以后的 *C. lupus lupus*) 的祖先。在我们看来,这样的情况在华北地区也同样存在。由于降温,使一大批具南方色彩的动物在中国北方消失了。在上述事件发生之前的公王岭动物群中,不仅存在着小型的牛类 *Leptobos*, 而且还存在着小型的大角鹿 *Megaceros konwalinensis*, 以及小型的熊类 *Ursus cf. etruscus*, 但是在这次事件之后,上述 3 种小型动物则分别被大型动物,如 *Bubalus teilhardi*, *Megaceros pachyosteus*, *Ursus arctos* 等所取代了。系统科学把这种现象称之为动物群的自组织现象。根据已经揭示的事实,欧亚的哺乳动物群的自组织现象不仅十分相似,而且几乎是同时发生的。综上所述,无论从生物地层学,还是从气候地层学的观点看,华北的丽牛末次出现与欧洲的维拉方终止事件是相当的。据 Azzaroli (1983) 研究,这次事件距今约 90 万年。所以公王岭动物群的年龄距今约 90—140 万年。据《史前研究》(1987 年第 2 期)报道,有关科研单位对公王岭动物群的所在地层进行了古地磁地层学研究,他们的结论是: 公王岭动物群距今约 110—115 万年,与我们的结论大体上是一致的 (Fig. 1,2)。

在以后还发生过几次生物的进化事件,如 6. 丁氏鼯鼠最高层位 (*Myospalax tingi* HSD), 距今约 62 万年; 7. 中国鬣狗最高层位 (*Hyaena sinensis* HSD), 距今约 24 万年; 8. 原始牛最低层位 (*Bos primigenius* LSD), 距今约 12.7 万年; 9. 更新世末绝灭事件 (the terminal Pleistocene extinction), 距今约 1.1 万年 (Table 1; Fig. 1,2)。因为这些事件已在另文中描述过了(徐钦琦, 1987), 故这里不再赘述。在以上工作的基础上,华北晚新生代哺乳动物群可以与欧美的动物群进行粗略的对比 (Fig. 1,2)。

在本文的写作过程中与邱占祥、李传夔等同志进行了有益的讨论,蒙陈瑄为本文清绘插图,作者谨致谢意。

(1988 年 4 月 27 日收稿)

参 考 文 献

- 王乃文、何希贤, 1983: 北京平原第四纪钙质超微化石的初步研究。中国科学 (B 辑), 3 期, 258—269。
 刘东生等, 1985: 黄土与环境。科学出版社。
 安芷生, 1985: 中国北方第四纪下界的研究——松山期初一个重要的气候、地质事件。海洋地质与第四纪地质, 5(4), 95—103。
 李传夔等, 1984: 中国陆相新第三系的初步划分与对比。古脊椎动物学报, 22(3), 163—178。
 汤英俊、计宏祥, 1983: 河北蔚县上新世—早更新世的一个过渡哺乳动物群。古脊椎动物与古人类, 21(3), 245—254。
 汪洪, 1988: 陕西大荔—早更新世哺乳动物群。古脊椎动物学报, 26(1), 59—72。
 宗冠福等, 1982: 山西屯留西村早更新世地层。古脊椎动物与古人类, 20(3), 236—247。
 周明镇, 1965: 蓝田猿人动物群的性质和时代。科学通报, 16(6), 482—487。

- 周明镇、张玉萍, 1974: 中国的象化石。科学出版社。
- 郑绍华、李传夔, 1986: 中国的倭鼠 *Miomys* 化石。古脊椎动物学报, **24**(2), 81—109。
- 张玉萍、宗冠福, 1983: 中国的古菱齿象属。古脊椎动物与古人类, **21**(4), 301—312。
- 徐钦琦、尤玉柱, 1982: 华北四个古人类遗址的哺乳动物群及其与深海沉积物的对比。人类学学报, **1**(2), 180—190。
- 徐钦琦, 1986: 东亚更新世哺乳动物的南迁活动及其与气候演变的关系。中国古生物学会第十三、十四届学术年会论文集, 271—278, 安徽科学技术出版社。
- 徐钦琦, 1987a: 论地球轨道变化对生物进化的影响。大自然探索, **6**(3), 48—52。
- 徐钦琦, 1987b: 中国北方更新世哺乳动物的进化与气候变迁。太平洋, 第1期, 94—100。
- 新华社西安3月14日电(通讯员高兴学), 1987: 史前研究, 第2期, 94页。
- 裴文中, 1958: 山西襄汾县丁村旧石器时代遗址发堀报告。中国科学院古脊椎动物研究所甲种专刊第2号, 21—74, 科学出版社。
- 蔡保全, 1987: 河北阳原—蔚县晚上新世小哺乳动物化石。古脊椎动物学报, **25**(2), 124—136。
- 薛祥煦, 1981: 陕西渭南一早更新世哺乳动物群及其层位。古脊椎动物与古人类, **19**(1), 35—44。
- Azzaroli, A., 1983: Quaternary mammals and the "End-Villafranchian" dispersal event—a turning point in the history of Eurasia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **44**, 117—139。
- Boellstorff, J., 1978: North American Pleistocene stages reconsidered in the light of probable Pliocene-Pleistocene continental glaciation. *Science*, **202**, 305—307。
- Bonifay, M. F., 1980: Relations entre les données isotopiques et l'histoire des grandes européennes plio-pléistocènes. *Quaternary Research*, **14**, 251—262。
- Brunnacker, K., et al., 1982: Correlation of the Quaternary terrace sequence in the Lower Rhine Valley and northern Alpine foothills of central Europe. *Quaternary*, **18**, 152—173。
- Kukla, G. J., and H. Nakagawa, 1977: Late-Cenozoic magnetostratigraphy comparisons with bio-climato- and lithozones. *Quaternary Research*, **7**, 283—293。
- Leinders, J. J. M., et al., 1985: The age of the hominid-bearing deposits of Java: state of the art. In *Geologie en Mijnbouw 64* Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Netherlands. 167—173。
- Lindsay, E. H., et al., 1980: Pliocene dispersal of the horse *Equus* and late Cenozoic mammalian dispersal events. *Nature*, **287**, 135—138。
- Repenning, C. A., 1980: Faunal exchanges between Siberia and North America. *Canadian Journal of Anthropology*, **1**, 37—44。
- Repenning, C. A., 1984: Quaternary rodent biochronology and its correlation with climatic and magnetic stratigraphies. In "Correlation of Quaternary Chronologies" (Mahaney, W. C., Ed.). Geo Books, England. 105—118。
- Schwarzbach, M., 1974: *Das Klima der Vorzeit*. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart。
- Shackleton, N. J. and N. D. Opdyke, 1977: Oxygen-isotope and paleomagnetic evidence for early northern hemisphere glaciation. *Nature*, **270**, 216—219。
- Vrba, E. S., 1985: Ecological and adaptive changes associated with early hominid evolution. In "Ancestors: the Hard Evidence" (Delson, E., Ed.). Alan R. Liss, Inc. New York. 63—71。

LATE CENOZOIC MAMMALIAN EVENTS IN NORTH CHINA AND CORRELATION WITH THOSE IN NORTH AMERICA AND EUROPE

Xu Qinqi

(Institute of Vertebrate Palaeontology and Palaeoanthropology, Academia Sinica)

Key words North China; Late Cenozoic; Mammals; Evolutionary Events

Abstract

There are nine mammalian evolutionary events in North China during the late Cenozoic (Table 1): 1. the *Elephas youheensis* LSD (3.00my.); 2. the *Equus* LSD (2.50my.); 3. the *Canis* LSD (1.85—1.90my.); 4. the *Pseudaxis grayi* LSD (1.40 my.); 5. the *Leptobos* HSD (0.90 my.); 6. the *Myospalax tingi* HSD (0.62 my.); 7. the *Hyaena sinensis* HSD (0.24my.); 8. the *Bos primigenius* LSD (0.127 my.); 9. the terminal Pleistocene extinction (0.01 my.).

Table 1 Stratigraphic distribution of late Cenozoic mammals in North China

	Y	H	N	G	C	Z	Da	Di	S	M
<i>Elephas youheensis</i>	+									
<i>Miomys youhenicus</i>	+	cf.								
<i>M. orientalis</i>	+									
<i>Hipparion houfenense</i>	+	sp.	sp.							
<i>Ochotonoides complicidens</i>	sp.	+	+	+	+					
<i>Nyctereutes sinensis</i>	+	-	+	-	-	+				
<i>Equus sanmeniensis</i>		cf.	+	+	+	+				
<i>Myospalax omegodon</i>		+								
<i>Kowalskia dalinica</i>		+								
<i>Palaeoloxodon planifrons</i>		+								
<i>Elaphurus bifurcatus</i>		cf.	+							
<i>Lutra licenti</i>		cf.	+							
<i>Proboscidihipparion sinense</i>		+	+							
<i>Axis shansius</i>		+	+							
<i>Rusa elegans</i>		+	+							
<i>Gazella sinensis</i>		+	+	+						
<i>Coelodonta antiquitatis</i>		?	+	-	-	+	+	+	+	
<i>Hyaena licenti</i>			+							
<i>Megantereon nihowanensis</i>			+							
<i>Euctenoceros boulei</i>			+							
<i>Ursus euriscus</i>			+	+						
<i>Nestoritherium</i>			+	+						
<i>Leptobos</i>			+	+						
<i>Myospalax tingi</i>			+	+	+					
<i>Canis variabilis</i>			+	+	+	+				
<i>Sus lydekkeri</i>			+	+	+	+				
<i>Microtus</i>			+	-	-	+	+	-	-	+
<i>Palaeoloxodon tokunagai</i>			+	-	-	+	-	+		
<i>Myospalax fontanieri</i>			+	+	+	-	-	-	+	+
<i>Megantereon lantianensis</i>				+						
<i>Stegodon orientalis</i>				+						
<i>Dicerorhinus lantianensis</i>				+						
<i>Megatapirus augustus</i>				+						
<i>Tapirus sinensis</i>				+						
<i>Elaphodus cephalaphus</i>				+						
<i>Megaceros konwanlinensis</i>				+						

Table 1 (continued)

	Y	H	N	G	C	Z	Da	Di	S	M
<i>Capricornis sumatraensis</i>				+						
<i>Bahomys</i>				+	+					
<i>Apodemus sylvaticus</i>				sp.	+					
<i>Hyaena sinensis</i>				+	+	+				
<i>Meles leucurus</i>				+	+	+				
<i>Pseudaxis grayi</i>				+	+	+	+	+		
<i>Lepus wongi</i>					+	+				
<i>Myospalax wongi</i>						+				
<i>Ochotona koslowi</i>						+				
<i>Megantereon inexpectatus</i>						+				
<i>Megaceros pachyosteus</i>						+	+			
<i>Crocota crocuta</i>						+	+	+	+	
<i>Ursus thibetanus</i>						+	+	+	+	+
<i>Equus hemionus</i>							sp.	+	+	+
<i>Palaeoloxodon naumanni</i>								+	+	
<i>Megaceros ordosianus</i>								+	+	
<i>Bos primigenius</i>								+	+	
<i>Gazella przewalskyi</i>								+	+	
<i>Canis lupus</i>								+	+	+
<i>Cervus elaphus</i>								+	+	+
<i>Camelus knoblochi</i>									+	
<i>Ochotona daurica</i>									+	+
<i>Gazella subgutturosa</i>									+	+

Y = Youhe faunal unit; H = Houhecun faunal unit; N = Nihewan faunal unit; G = Gongwangling faunal unit; C = Chenjiawo faunal unit; Z = Zhoukoudian faunal unit; Da = Dali faunal unit; Di = Dingcun faunal unit; S = Salawusu faunal unit; M = Modern fauna

These events can be correlated with those in Europe and North America. The preliminary correlation of the faunas between Europe, North America and North China is shown in Fig. 1 and Fig. 2.

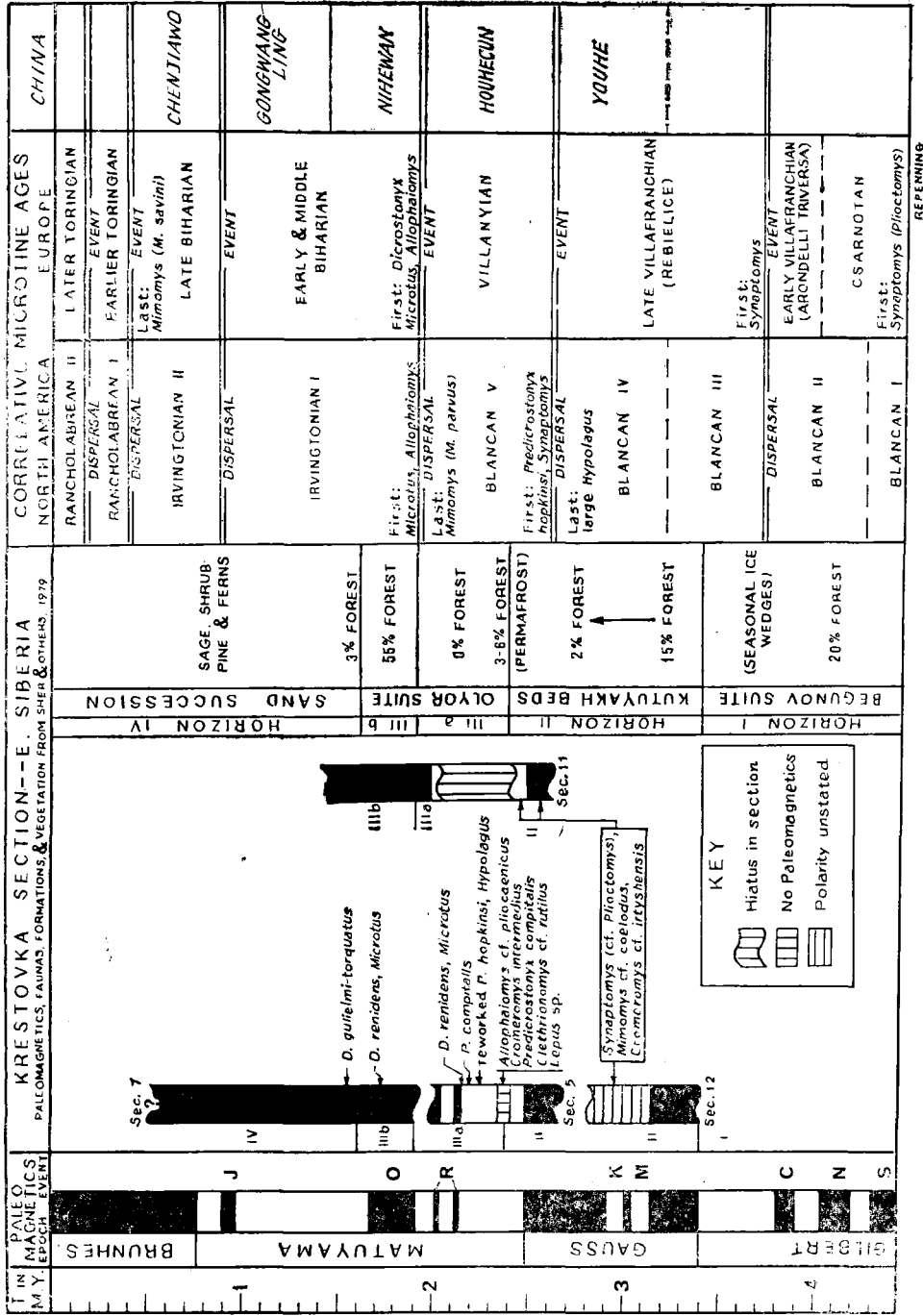


Fig. 2. Correlation of the Krestovka River section (Kolyma Lowlands, N. E. Siberia) with those of North America, Europe and North China