

# 甘肃灵台上新世晚期红粘土中的 哺乳动物化石<sup>1)</sup>

张云翔<sup>1</sup> 孙东怀<sup>2</sup> 安芷生<sup>2</sup> 薛祥煦<sup>1</sup>

1 西北大学地质系 西安 710069

2 中国科学院西安第四纪地质与黄土国家重点实验室 西安 710054

**摘要** 发现于甘肃灵台任家沟上第三系红粘土中的哺乳动物化石包括5目7科9种, *Nyctereutes sinensis*, *Chardinomys* sp., Gomphotheriidae, Rhinocerotidae, *Hipparion houfenense*, *Paracamelus* sp., *Gazella blacki*, *Gazella* sp.及 *Antilocapra licenti*. 化石野外的产出层位距第四系黄土底界约22m, 古地磁测定为3.4~3.5Ma, 即晚上新世早期(MN16下部).

**关键词** 甘肃灵台, 上新世, 红粘土, 哺乳动物化石

**中图法分类号** Q915.873

1996年夏, 孙东怀等对陇东一带上第三系红粘土进行野外考察时, 在甘肃灵台任家沟发现一个哺乳动物化石层。次年作者等对该化石层进行了发掘。化石在地层中保存较好, 有完整头骨、下颌及众多的肢骨等, 但由于沟底流水的浸泡, 化石相当酥松, 发掘后比较破碎。目前已采集到可供鉴定的标本百余件, 时代为上新世。我国上新世大哺乳动物化石过去多见于河湖相地层中, 如榆社、贺丰、游河等。灵台剖面是一套包含黄土-红粘土完整序列的土状堆积, 该动物群的发现对了解上新世土状堆积环境有重要的意义。

灵台剖面厚愈300m, 其中黄土厚170m, 静乐红粘土厚68m, 保德红粘土厚58m。详细地层描述已发表(孙东怀等, 1998)。任家沟地点动物组合化石产自距第四系黄土底界约22m处, 磁性地层研究显示, 其年龄为3.4~3.5Ma(图1)。

## 1 标本记述

### Canidae Gray 1821

#### *Nyctereutes sinensis* (Schlosser 1903)

(图版 II, 2, 3)

材料包括残破头骨(具右M1~2, NWUV 1201); 右上颌(具P4~M2, NWUV 1202.1); 右下颌(具c~m2, 其中c及p2上部破损, NWUV 1202.2); 残右下颌(具p2~

1) 中国科学院西安黄土与第四纪地质国家重点实验室资助。

收稿日期: 1998-10-09

m2, NWUV 1202.3); 左 m1 及少量头后骨骼 (NWUV 1202.4)

头骨顶视为不对称长卵圆形, 前部伸展。侧视顶缘较弯曲, 顶额嵴明显, 自眶后突向中后部弧状延伸, 止于矢状嵴形成处。矢状嵴无中纵沟, 发育较弱。枕区三角状。枕髁向后突出显著。顶骨膨大, 呈球状, 耳泡斜椭圆状, 长/宽为 21/13.6mm。鼻骨向后延伸较远, 达眼眶前缘之后约 10mm。眶上突粗壮。

P4 前尖发育, 前附尖已基本退化, 仅在近齿带处留下一小的平台。原尖较大, 位于前尖的前内方, 其前缘与前附尖前缘位置一致。在前尖和后附尖内侧有发育的齿带。M1~2 均为前后短、宽度大的斜三角状, 前尖与后尖等大或略大, 前附尖明显大于后尖, 原尖粗壮。M1 外侧和 M2 外、前侧齿带显著。

下颌纤细。相对而言, 犬齿较粗大, 前臼齿秀薄且无前附尖, p3~4 的后附尖明显并具齿带。m1 下前尖大而低, 长度约占 m1 长度的 1/4, 下后尖位于下原尖的后内侧。下次尖略大于下内尖, 有齿带。m2 的下原尖和下次尖几乎等大。牙齿测量数据如下(长/宽 mm):

上颊齿(NWUV 1202.1) P4 15.5/7.8; M1 11.6/14.5; M2 7.8/10.2

下颊齿(NWUV 1202.2) p3 9.1/3.8; p4 10.5/4.5; m1 16.8/6.9; m2 9.3/6.3

在我国 *Nyctereutes* 共有 3 个种, 即晚上新世 *N. tingi*, 上新世~早更新世 *N. sinensis* 和现生种 *N. procyonoides*, 另外还有中更新世的 *Nyctereutes* sp.。 *N. tingi* 头骨侧视, 顶缘较平直, m1 跟座有连接下次尖和下内尖的横嵴等, 这些特点在灵台标本上是不存在的。 *N. sinensis* 和 *N. tingi* 另一主要区别是下颌次角的发育程度(Tedford and Qiu, 1991), 而灵台的标本未保存这一部分。就目前标本所保存的情况看, 灵台标本与发现于静乐等地 *N. sinensis* 的特征一致, 如 p3 具后附尖, m1 外侧有清晰的齿带等, 个体大小也十分接近, 因此我们将其归入 *N. sinensis*。

**Muridae Gray 1821**  
***Chardinomys* sp.**

材料仅有残左下颌 1 件(具门齿及 m1~2, NWUV 1203)。其下颌较深, 门齿细长。m1 前端突出, 后端加宽明显, 使整个牙齿冠面轮廓近三角形, m1 及 m2 的冠面构造如

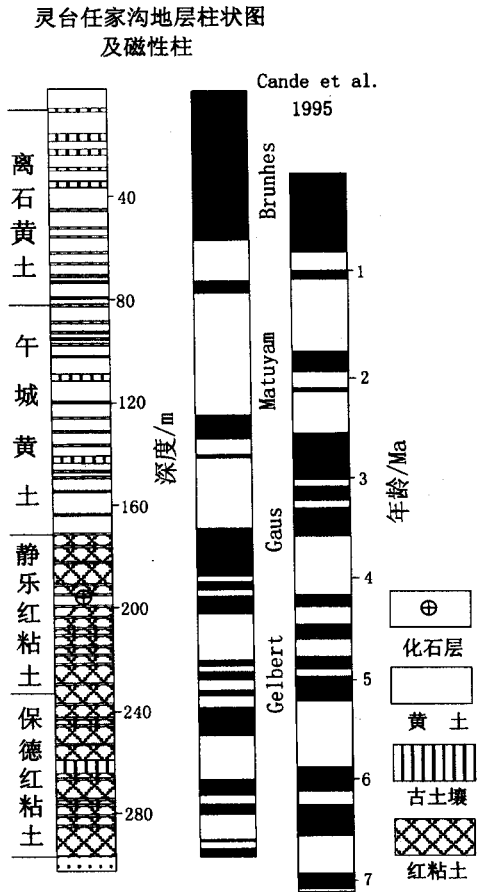


图 1 灵台任家沟地层、磁性柱及与标准磁性柱的对比

Fig.1 Stratigraphic column, magnetic polarity column of Renjiagou, Lingtai and magnetic reversal time scale of the world

*Chardinomys*。冠面长 / 宽度量为 m1: 1.25/1.90; m2: 1.45/1.30mm。

*Chardinomys* 化石最早见于榆社盆地 (Jacobs and Li, 1982), 以后在我国泥河湾、静乐等地都有发现 (郑绍华, 1981; 周晓元, 1988; 蔡保全等, 1993), 先后建立有 *C. yusheensis*, *C. louisii*, *C. nihewanicus* 及 *C. schaubi*。灵台的鼠科标本很少, 从所保存 m1 中间下前尖与后面各尖的形态特点看, 可归入 *Chardinomys* 属中。

### Gomphotheriidae gen. et sp. indet.

(图版 I, 5)

象类材料有右 m1 (或 m2) (NWUV 1204.1) 和 dp1~2 (NWUV 1204.2) 各 1 件。由于磨蚀太深, 在 m1 上已看不到太多特点, 总的来说, 其 1) 个体不大, 长 / 宽度量为 92/52mm; 2) 有 4 个齿脊; 3) 第 1~3 齿脊近等长, 20mm 左右, 第 4 齿脊长 32mm; 4) 齿谷中附突不很发育; 5) 主齿柱与副齿柱排列近一条直线上, 未见交错现象; 6) 珐琅质厚 3mm 左右。

由于象类标本太少, 加之过度磨蚀, 确切鉴定有一定难度, 从颊齿齿冠较窄, 中间臼齿 4 个齿脊, 附突不发育, 主、副齿柱直线排列等特征看, 灵台标本似乎和 *Tetralophodon* 比较接近。

### Equidae Hey 1902

#### *Hipparion (Plesiohipparion) houfenense* Teilhard and Young 1931

(图版 II, 1, 4)

*Hipparion* 是灵台化石材料中保存较好的一类, 共有: 具完整齿列的右下颌 (吻部及上颌支破损, NWUV 1205.1) 具 p2~3 左下颌 (NWUV 1205.2), 下吻部 (犬齿仅留齿根, NWUV 1205.3), 左右 DP2~4 (NWUV 1205.4) 及部分头后骨骼 (NWUV 1205.5)。

DP2~4 冠面窄而长, 特别 DP2 端附尖伸展很远。但向颊齿基部, 长宽比变化迅速, 如 DP3 冠面长 / 宽为 29/17mm, 向下 2cm 即成为 25.5/25.8mm。由于标本磨蚀较轻, 显得冠面构造简单。褶皱不甚发育, 原尖较短宽, 中附尖单峰。

下颌骨较高, p2 前缘下颌高度 76.5mm, m3 后缘下颌高度 102.6mm。下门齿磨蚀较重, i1~2 呈不规则三角状, i3 长卵圆形。i2 最大, i3 最小。门齿唇侧具中沟。i2 在中沟外侧另有一平行浅沟。齿坎前缘横贯门齿中部并褶皱, 后缘与舌侧珐琅质尚未分离。犬齿缺失, 从所留齿根看与 i3 相距仅 4.5mm。颊齿齿冠较高。p2 双叶为无柄三角形, 双叶谷浅宽, 斜“U”形。下前尖粗大。外谷较浅, 向前伸展。下马刺短小。p3~4 双叶为近对称三角状, 双叶谷浅宽, 呈典型的贺丰型。下内尖椭圆状, 下前谷与下后谷紧闭。中外谷伸向后内方。马刺和反马刺发育, 使中外谷在出口处形成一颈状收缩。下后谷紧闭细长, 前端向舌侧弯曲。m1~3 的个体明显变小, 双叶谷开阔, 几乎呈对称的“U”形。m3 下次尖双分, 下后谷没有前臼齿那样细长, 其前端分叉。中外谷在 m2~3 上膨大, 由于马刺和反马刺的存在, 形成颈状收缩。下齿列长 145.5mm。

灵台标本的特点与 Turolian 期常见的三趾马明显不同, 如个体大, 颊齿齿冠高, 门齿舌侧有清楚的纵沟, 下颊齿双叶贺丰型, 马刺和反马刺发育等, 具有 *Plesiohipparion* 亚属的特点 (邱占祥等, 1987)。就灵台标本的特点看, 与 *H. (P.) houfenense* 相似, 如双叶除在

p2 上呈斜三角状外,其余为典型贺丰型;下后谷伸长,前端向舌侧弯曲明显;m3 下内尖较圆等。但灵台标本也同时具有 *H. (P.) huangheense* 的一些特点,如下门齿唇侧近中缘有很清楚的纵沟;下马刺和反马刺发育;m3 下次尖双分等。灵台标本在外中谷内端膨大的程度上介于上述两种之间,如 p2 和 m2~3 上具有内侧膨大的特征,但在 p3 和 m1 上却表现得不十分明显,特别是 m1,连马刺都不发育。p2 的中外谷末端尖锐,指向后方。在榆社的标本也有类似的情况,如 V 3104 等。考虑到灵台三趾马标本上 *H. (P.) huangheense* 的一些特化性状表现得不特别明显,笔者倾向于将其归到贺丰种中。无论如何,这些特征是二者亲缘关系较近的表现。

#### Rhinocerotidae gen. et sp. indet.

(图版 I, 4)

犀类标本有完整左前第二掌骨(NWUV 1206.1)1 枚和桡腕骨 2 枚(NWUV 1206.2~3)。掌骨较宽扁,近端前后方向上膨大明显。远端关节面近球状,矢状嵴仅发育在后部。内结节窝明显深于外侧结节窝。最大长度 167mm;近端长/宽 55/41mm;远端长/宽 47.5/42mm;骨体最小宽/厚 39.5/23.3mm。新第三纪晚期到第四纪常见犀类的掌骨中,*Acerorhinus* 细而长,*Chilotherium* 则很短,灵台标本与 *Dicerorhinus* 比较接近。

#### Camelidae Gray 1821

##### *Paracamelus* sp.

(图版 I, 1~3)

带完整齿列的上颌(NWUV 1214.1)及肱、髌、距骨等头后骨骼多件(NWUV 1214.2)。

个体中等大小。腭部中部拱起,着齿部位较低,横断面弧状,前窄后宽,P3 前端处腭部宽 42mm,M1 次尖处宽 68mm,M3 次尖处宽 89mm。腭孔小,位于 P4 中前部。

前臼齿极度退化,P2 已完全消失。P3 原尖也已退化,在齿根部形成一些断续的小乳突,因此 P3 仅由前尖形成的单新月形组成,长而薄,外壁波状,呈肋状突起,其后均有凹槽。P4 原尖弧状,前尖平展,整个 P4 为半圆形,齿窝宽大,前附尖强烈,在外壁上形成明显的肋脊,在齿的前外角外伸。前臼齿长(P3~P4)40mm,占整个颊齿长度的 26%。臼齿内壁略斜,原尖粗大,凸度大于次尖。无底柱。前尖和后尖的前部均形成一个突出的角状,叠覆在其前部,形成一个极明显的前、中附尖和前、中附尖肋,前尖也比较发育,在外壁上亦对应有肋状突起。后附尖很不发育。臼齿齿列(M1~M3)长 111.0mm。

颊齿测量数据(长/宽 mm):

P3: 20.5/12.5; P4: 21.8/20.5; M1: 34.5/29.5; M2: 42/29.7; M3: 42/23.5

髌骨长 400mm,其近端切面较圆,后侧中凹,远端扁平,愈合较差,未愈合部分长 50mm。中隆在腹面发育,背面光滑。

骆驼化石在我国记录有限,比较常见的有河北、河南、山西等地上新世~更新世的 *Paracamelus* 及生活在西北地区晚更新世至现代的 *Camelus*。灵台标本和 *Paracamelus* 相比,二者的共同点是具 P3,上齿列附尖肋比较发育等,和 *P. gigas* 区别在于:后者个体巨大,腭孔位置靠后,髌骨较长。河北蔚县晚上新世曾发现有 *Paracamelus* sp. (汤英俊,

1980), 其个体要比 *P. gigas* 小得多, 是一类比较原始的骆驼类。而灵台标本要较蔚县标本还小一些。从灵台标本的特点看, 有可能代表着一个新种, 由于这类资料相当匮乏, 无法详细对比, 暂作未定种处理。

### Bovidae Gray 1821

#### *Gazella blacki* Teilhard and Young 1931

(图版 I, 6~8)

材料包括近于完整的左右角心各 1 件 (NWUV 1207.1~2); 左下颌 5 件 (p4~m3, p3~m3 2 件, p2~m3 2 件) (NWUV 1207.3~1211); 右下颌 2 件 (p3~m2) (NWUV 1207.4~1208.2) 及右上颌 1 件 (P3~M3) (NWUV 1207.5)。

角心位于眼眶之上, 前视直, 侧视向后略弯。角心横切面圆, 基部纵径/横径为 24.8/22.5mm, 之上 50mm 处为 19/17.5mm, 角心表面粗糙, 沟脊明显。高冠齿, p3 具封闭的后谷, p4 则有封闭的前谷。白齿上有山羊褶, 附肋和底柱都不发育。下前白齿列长/下白齿列长为 24.5/44.1mm。上白齿前肋和中肋比较明显, 基本无后肋, 前附尖肋也比较清楚。上前白齿列长/上白齿列长为 37.5/21.5mm。

*Gazella* 是晚第三纪常见的一类牛科化石, 在一定的生态环境中往往形成优势类型。陈冠芳 (1997a, b) 对贺丰及榆社的羚羊进行了系统研究, 给出了区分不同种的标志。灵台的羚羊可明显分成二类。可归于 *G. blacki* 的标本上特征比较清楚, 如 p4 有封闭的前谷, 下白齿具有山羊褶, 角心直圆, 目前除 *G. blacki* 外, 还没有那一类羚羊有如此圆的角心, 虽然目前没有头骨的发现, 但归入 *G. blacki* 似无问题。

#### *Gazella* sp.

(图版 I, 9)

包括一些不完整的角心及少量颌骨 (NWUV 1212.1~6)。

在灵台标本中, 另一类羚羊角心明显粗壮弯曲, 基部切面为椭圆状, 纵径/横径为 27.5/22mm, p4 前谷封闭。与此特点接近的有 *Gazella gaozhuangensis* 和 *G. yusheense*, 但前者角心多为次圆形, 个体也较小, 因此与后者更为接近一些。由于灵台的标本较少, 保存也不十分理想, 特别是缺乏对鉴定有意义的头骨, 只能做未定种处理。

#### *Antilospira licenti* Teilhard and Young 1931

(图版 II, 5)

材料包括带有基本完整双角的残破头骨 (NWUV 1213.1)、保存有 p2~m3 右下颌 (NWUV 1213.2) 和 m1~m3 的左下颌 (NWUV 1213.3) 各 1 件。

顶、额骨几乎成直角相交。眶上孔大, 位于双角的正前下方。角基相距较远, 约 60mm, 角的下半部分切面近圆形或略扁圆, 扭转不明显; 上半部急剧向两侧扩展, 与下半部夹角约 130°, 同时旋转明显, 横切面较扁, 前后棱清楚。颊齿高冠, 粗壮, 前白齿短, p4 前谷封闭, 附尖和肋均不发育。上述特点与德日进等 1931 年发现于贺丰的 *Antilospira licenti* 形态无异。

## 2 动物群的时代

灵台任家沟发现的哺乳动物化石共有 9 种, 即 *Chardinomys* sp., *Nyctereutes sinensis*, Gomphotheriidae, Rhinocerotidae, *Hipparion houfenense*, *Paracamelus* sp., *Gazella blacki*, *Gazella* sp., *Antilospira licenti*。从这一化石名单可以看出, 该动物组合与我国狭义三趾马动物群组成明显不同, 后者常见的典型 *Hipparion* (*Hipparion*), *Gazella gaudryi*, *G. dorcadoides*, *Samotherium* 等已不再出现, 取而代之的是相应的进步类型。

*Hipparion houfenense*, *Gazella blacki*, *Antilospira licenti* 由德日进等 1931 年首先发现于静乐, 并在我国上新世地层中分布较广, 特别是前二者, 它们的时代分布迄今基本限于上新世。*Nyctereutes sinensis* 是一类常见的食肉类化石, 主要生存于上新世和早更新世。灵台标本的 P4 原尖粗大, M1 外齿带发育, p3 后附尖发育等, 明显要比早更新世泥河湾的标本原始得多。*Chardinomys* 是上新世常见的鼠科化石, 在榆社、静乐、稻地等上新世动物群中都有发现。虽然在泥河湾等一些更新世地层也曾出现过, 但多与 *Myospalax* 等共生。灵台的骆驼标本比我国 *Paracamelus gigas* 要原始, 甚至比发现于河北蔚县晚上新世的 *Paracamelus* sp. 都要原始。它们的出现无疑指示着灵台任家沟地点化石组合的时代属上新世。

我国上新世大哺乳动物化石组合并不多见, 主要有贺丰动物群、游河动物群、东窑子头动物群及高庄组和麻则沟组中所含的地方动物群。

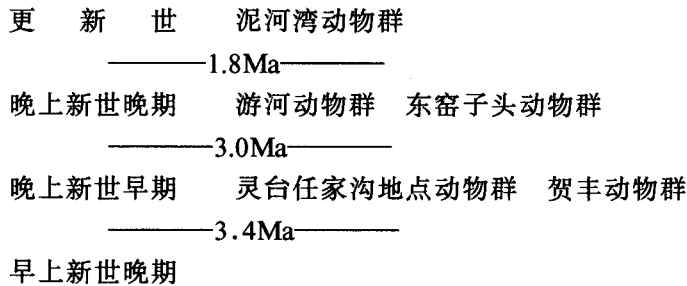
游河动物群是我国晚上新世典型代表动物群之一(薛祥煦, 1981)。该动物群中虽然有上新世的常见属种, 如 *Hipparion houfenense* 等, 但也有 *Elephas*, *Ochotonoides* 等生活在第四纪为主的类别, 游河动物群中一些主要类型的特征具有第三纪~第四纪之间各种的特征。东窑子头动物群与游河动物群有许多相似之处, 也含有较多的更新世的动物类型, 如 *Gazella sinensis*, *Coelodonta antiquitatis* 等(汤英俊等, 1983), 虽然也有上新世的类型, 但多显示出了明显的进步性。这些现象在灵台任家沟地点动物组合中是不存在的, 因而它要较游河动物群、东窑子头动物群组成面貌古老一些, 时代也更早一些。

灵台任家沟地点动物群与贺丰动物群十分相似, 二者可鉴定到种的大化石多数一致, 如 *Nyctereutes sinensis*, *Hipparion houfenense*, *Gazella blacki*, *Antilospira licenti*, 这些化石构成动物群的主体和优势种, 因此它们完全可以对比。周晓元(1988)研究贺丰动物群小哺乳动物时认为, 其时代不早于 MN16。陈晓峰(1994)在谈到静乐红粘土时, 则具体提出了其地质年龄为 3.4~2.50Ma、动物群年龄为 3.00Ma 的认识。最近岳乐平等(1998)经过更详细的古地磁测量, 提出了静乐红粘土仅记录了 Gauss 正极性世, 其中包括 Keana 负极性世亚带, 而 Mammoth 负极性世亚带未被记录。因此, 其年龄应为 3.00~2.50Ma, 贺丰动物群也对应于这一年龄。从古地磁测量数据分析, 将静乐红粘土的地质年龄对应于 2.50~3.00Ma 是合适的, 但将贺丰动物群也对应于这一年龄可能有点偏新, 静乐组的年龄和贺丰动物群的年龄是两个概念, 前者指时代为 3.0~2.5Ma 的红粘土, 后者指产自年龄为 3.00Ma 红粘土之下砂层中的贺丰动物群, 其年龄必然要大于 3.00Ma。如前述, 灵台任家沟地点动物组合赋存在距第四系黄土底界约 22m 处, 对应的古地磁年龄为 3.5~3.4Ma

左右(孙东怀等, 1998), 将其视为灵台任家沟地点化石组合的年龄, 无论从产出层位或是动物群组成, 都是可以接受的。由于灵台任家沟地点化石组合完全可以和贺丰动物群对比, 亦可将后者的地质年龄对比于 3.5~3.4Ma, 即晚上新世早期(MN16 下部)。

在榆社盆地, 上新世包括了两个地层单位, 古地磁年龄为 5.3~3.4Ma 的高庄组和古地磁年龄为 3.4~2.48Ma 的麻则沟组(Tedford *et al.*, 1991)。由于这两个地层单位中所含化石尚未完全刊出, 仅就目前已报道的类型, 如 *Nyctereutes sinensis*, *Hipparion houfenense*, *Gazella blacki* 等, 灵台任家沟地点动物群与麻则沟组中的化石组合可能为同一时代, 更详细的对比则需后者化石完全研究发表后才能作出。

综上所述, 我国晚上新世动物群可比较清楚地分为二个时代:



**致谢** 邱占祥、李传夔、吴文裕教授审阅了手稿, 并提出宝贵修改意见, 野外工作得到了西北大学赵宏伟同志协助, 图版由李立宏同志制作, 笔者向他们表示衷心的感谢。

## MAMMALIAN FOSSILS FROM LATE PLIOCENE (LOWER MN 16) OF LINGTAI, GANSU PROVINCE

ZHANG Yun-Xiang<sup>1</sup> SUN Dong-Huai<sup>2</sup> AN Zhi-Sheng<sup>2</sup> XUE Xiang-Xu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Geology, Northwest University Xi'an 710069

<sup>2</sup> Xi'an Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Chinese Academy of Sciences Xi'an 710054

**Key words** Lingtai, Gansu, Pliocene, red clay, mammals

### Summary

In summer of 1996, a mammal fossiliferous horizon was found in the Upper Tertiary red clay at Renjiagou, Lingtai, Gansu Province by Sun Donghui. The next year, the authors excavated the fossiliferous horizon and collected a quantity of specimens, representing *Chardinomys* sp., *Nyctereutes sinensis*, Gomphotheriidae, Rhinocerotidae, *Hipparion houfenense*, *Paracamelus* sp., *Gazella blacki*, *G.* sp. and *Antilospira licenti*, whose age is considered as late Pliocene. The section containing fossils in Lingtai is more than 300m in thickness, including the loess and upper Tertiary red clay.

According to the magnetostratigraphic research, the fossils found in the layer 22m below the Quaternary-Tertiary boundary are aged 3.4~3.5Ma (Fig.1)

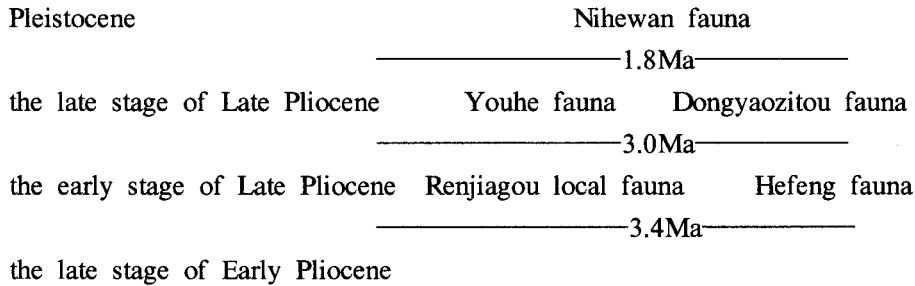
In China, the large mammal fossil assemblages of late Pliocene mainly include Hefeng fauna, Youhe fauna, Dongyaozitou fauna and the faunas of Gaozhuang and Mazegou formations. Youhe fauna is a typical fauna of late Pliocene (Xue, 1981). It includes the Quaternary-dominant fossils such as *Elephas* and *Ochotonoides*. The characteristics of the main types in Youhe fauna intervene between those of the Tertiary and the Quaternary faunas. Dongyaozitou Fauna is similar to Youhe fauna in character with some Quaternary fossils such as *Gazella sinensis* and *Coelodonta antiquitatis* (Tang and Ji, 1983). Some Pliocene forms show distinct advancement, which does not exist in Renjiagou local fauna.

Renjiagou local fauna is similar and comparable to Hefeng fauna. In both faunas, most of the large mammals are identical at species level. Based on the study of micromammal fossils of Hefeng fauna, Zhou (1988) proposed that its age is not earlier than MN16. Chen (1994) considered that the ages of the Jingle red clay and the fauna are 3.4~2.5Ma and 3.00Ma respectively. Recently Yue and Zhang (1998), according to paleomagnetic measurement, put forward that the Jingle red clay only records Gauss normal polarity chrone, which includes Keana reversed polarity subzone but fails to record Mammoth reversed polarity subzone. They considered the age of the red clay to be 3.00~2.50Ma, which is also corresponding to that of Hefeng fauna. According to the paleomagnetic results, it is reasonable to consider the age of the Jingle red clay as 3.00~2.50Ma. However, it is somewhat too young to be considered as the age of Hefeng fauna. The age of the Jingle Formation and the age of Hefeng fauna are two different concepts. The former refers to the red clay aged 3.0~2.5Ma, while the latter, referring to the fauna preserved in the sand layer below the red clay, must be older than 3.00Ma. Renjiagou local fauna is preserved in the layer 22m below the Quaternary loess and its paleomagnetic age is 3.5~3.4Ma. It may be acceptable to view it as the age of Renjiagou local fauna. As a result of the comparison between the Renjiagou local fauna and the Hefeng fauna, the age of the latter is to be assigned to 3.5~3.4Ma, which is the early stage of the late Pliocene (the lower part of MN16).

In Yushe Basin, Yushean includes two stratigraphic units: the Gaozhuang and the Mazegou formations, and their paleomagnetic ages are 5.3~3.4Ma and 3.4~2.48Ma respectively. Only based on the previous data and the released species such as *Nyctereutes sinensis*, *Hipparion houfenense* and *Gazella blacki*, the Renjiagou local fauna and the fossil assemblage of the middle~lower part of the Mazegou Formation tend to be of the same age. More accurate correlation is not available until the fossils have been totally studied and reported.



In general, the Chinese faunas in late Pliocene can be distinctively divided into two horizons:



### References

- Cai P Q (蔡保全), Qiu Z D (邱铸鼎), 1993. Murid rodents from the Late Pliocene of Yangyuan and Yuxian, Hebei. *Vert PalAsiat (古脊椎动物学报)*, **31**(4):267~293 (in Chinese with English summary)
- Cande S C, Kent D V, 1995. Revised calibration of the geomagnetic polarity times scale (GPTS) for 0-10Ma. *Geophysical Research Letters*, **22**:457
- Chen G F (陈冠芳), 1997a. *Gazella blacki* Teilhard and Young 1931 (Bovidae, Artiodactyla, Mammalia) from the late Pliocene of Hefeng, Jingle district, Shanxi Province. *Vert PalAsiat (古脊椎动物学报)*, **35**(3):189~200 (in Chinese with English summary)
- Chen G F (陈冠芳), 1997b. The genus *Gazella* Blainville, 1861 (Bovidae, Artiodactyla) from the late Neogene of Yushe Basin, Shanxi Province, China. *Vert PalAsiat (古脊椎动物学报)*, **35**(4):233~249 (in Chinese with English summary)
- Chen X F (陈晓峰), 1994. Stratigraphy and large mammals of the "Jinglean" stage, Shanxi, China. *Quat Sci (第四纪研究)*, **4**:339~353 (in Chinese with English summary)
- Jacobs L L, Li C K, 1982. A new Genus (*Chardinomys*) of murid rodent (Mammalia, Rodentia) from the Neogene of China, and comment on its biogeography. *Geobios*, **15**(2):255~259
- Qiu Z X (邱占祥), Huang W L (黄为龙), Guo Z H (郭志慧), 1987. The Chinese Hipparionine fossils. *Pal Sin (中国古生物志)*, New Ser C, **25**:1~250 (in Chinese with English summary)
- Sun D H (孙东怀), Chen M Y (陈明扬), Shaw J *et al.*, 1998. Magnetostratigraphy and palaeoclimatic records of aeolian dust accumulation sequences from China loess plateau of late Neogene. *Sci China (中国科学)*, **28**(1):79~84 (in Chinese)
- Tang Y J (汤英俊), 1980. Note on a small collection of early Pleistocene mammalian fossils from northern Hebei. *Vert PalAsiat (古脊椎动物与古人类)*, **18**(4):314~323 (in Chinese with English summary)
- Tang Y J (汤英俊), Ji H X (计宏祥), 1983. A Pliocene-Pleistocene transitional fauna from Yuxian, Northern Hebei. *Vert PalAsiat (古脊椎动物与古人类)*, **21**(3):245~254 (in Chinese with English summary)
- Tedford R H, Qiu Z X (邱占祥), 1991. Pliocene *Nyctereutes* (Carnivora, Canidae) from Yushe, Shanxi, with comments on Chinese fossil racoon-dogs. *Vert PalAsiat (古脊椎动物学报)*, **29**(3):176~189 (in Chinese with English summary)
- Tedford R H, Flynn L J, Qiu Z X (邱占祥) *et al.*, 1991. Yushe Basin, China: paleomagnetically vertebrate mammalian biostratigraphic standard for the Late Neogene of eastern Asia. *J Vert Paleont*, **11**(4):519~526
- Teilhard de Chardin P, Young C C, 1931. Fossil mammals from Northern China. *Pal Sin (中国古生物志)*, Ser C, **9**(1):1~40
- Xue X X (薛祥煦), 1981. An early Pleistocene mammalian fauna and its stratigraphy of River You, Weinan, Shensi. *Vert PalAsiat (古脊椎动物与古人类)*, **19**(1):35~44 (in Chinese with English summary)

- Yue L P(岳乐平),Zhang Y X(张云翔),1998, *Hipparion* fauna and magnetostratigraphy in Hefeng, Jingle, Shanxi Province. *Vert PalAsiat*(古脊椎动物学报), 36(1):76~80(in Chinese with English summary)
- Zheng S H(郑绍华),1981. New discovered small mammals in the Nihewan bed. *Vert PalAsiat*(古脊椎动物与古人类), 19(4):348~358 (in Chinese with English summary)
- Zhou X Y(周晓元),1988. The Pliocene micromammalian fauna from Jingle, Shanxi—a discussion of the Jingle red clay. *Vert PalAsiat*(古脊椎动物学报), 26(3):181~197 (in Chinese with English summary)

### 图版说明 (Explanations of plates)

#### 图版 I (Plate I)

##### *Paracamelus* sp.

- 1 上颌 upper jaw (NWUV 1214.1),冠视 (crown view), × 1/3
- 2 跗骨 metatarsus (NWUV 1214.2~2),2a 前视 (anterior view), 2b 后视 (ventral view), × 1/4
- 3 距骨 astragali (NWUV 1214.2~1), 前视 (anterior view), × 1/2

##### Rhinocerotidae

- 4 第二掌骨 metacarpus II (NWUV 1206.1),前视 (anterior view), × 1/4

##### Gomphotheriidae

- 5 ml (NWUV 1204.1), 冠视 (crown view), × 1/2

##### *Gazella blacki* Teilhard and Young 1931

- 6 角心 horn core (NWUV 1207.1),6a 侧视 (labial view),6b 前视 (anterior view), × 1/2
- 7 上颌 upper jaw (NWUV 1207.5), 7a 冠视 (crown view),7b 侧视 (labial view), × 1/2
- 8 下颌 lower jaw (NWUV 1208), 8a 冠视 (crown view), 8b 侧视 (labial view), × 1/2

##### *Gazella* sp.

- 9 残角心 fragment horn core (NWUV 1212.1), 9a 前视 (anterior view), 9b 侧视 (labial view) × 1/2

#### 图版 II(Plate II)

##### *Hipparion* (*Plesiohipparion*) *houfenense* Teilhard and Young 1931

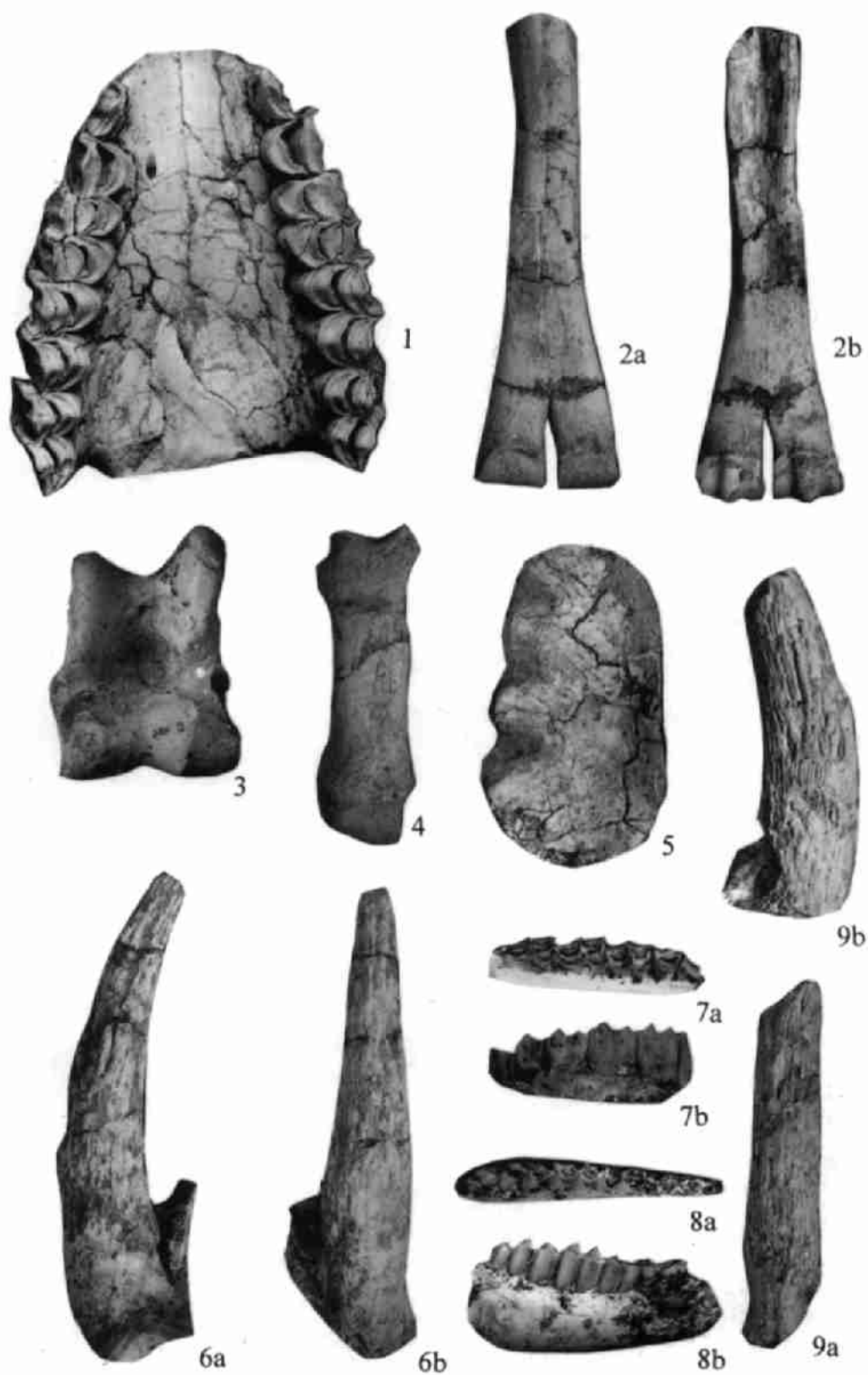
- 1 下颌 lower jaw (NWUV 1205.1),1a 冠视 (crown view), 1b 侧视 (labial view) × 1/3
- 4 第三跗骨 metatarsus III (NWUV 1205.5),前视 (anterior view), × 1/4

##### *Nyctereutes sinensis* (Schlosser 1903)

- 2 下颌 lower jaw (NWUV 1202.2), 2a 冠视 (crown view),2b,侧视 (labial view), × 1
- 3 P4~M2(NWUV 1202.1),冠视 (crown view), × 1

##### *Antilospira licenti* Teilhard and Young 1931

- 5 双角 horn cores (NWUV 1213.1),前视 (anterior view), × 1/3





1a



1b



2a



2b



3



5



4