

# 甘肃灵台雷家河新第三纪晚期的大哺乳动物组合及其时代<sup>1)</sup>

陈冠芳

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 北京 100044)

**摘要** 讨论的大哺乳动物化石出自甘肃灵台雷家河村东南小石沟[72074(1)、72074(4)]和文王沟(93002)等地的新第三纪晚期地层。它们包括15种,分属8属、9科、4目,可能代表两个不同时代的组合。第一组合所在的地层层位是72074(4)剖面的L5~L3层和72074(1)剖面的第3层,主要由 *Hipparion pater*、*Acerorhinus* sp.、*Nyctereutes* sp.、*Hyaeninae* gen. et sp. indet. 和 *Gazella niheensis* 等类型组成,其性质与山西榆社高庄组南庄沟段和醋柳沟段产出的大哺乳动物的接近,时代可能为中上新世。第二组合所在的地层层位是72074(1)剖面的第2层,以 *Anancus sinensis* 和 *Cervidae* gen. et sp. indet. 为代表,其性质与榆社麻则沟组动物群的相近,时代为晚上新世。

**关键词** 甘肃灵台雷家河,上新世,大哺乳动物组合

**中图法分类号** Q915.873

甘肃灵台雷家河村附近发育了一套较完整的新第三纪晚期地层。从20世纪70年代初期以来,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的古生物学者先后约7次前往该地进行野外考察和发掘。在一套以河湖相沉积为主体的堆积中,他们收集到大量的哺乳动物化石,尤其是小哺乳动物化石,和一定数量的孢子花粉,并逐渐认识到这套沉积的地质时代为晚中新世至早更新世,可以与山西榆社云簇盆地的一套河湖相沉积的时代对比。无疑,雷家河村附近和榆社云簇盆地是我国北方目前已知新第三纪晚期地层发育最全、哺乳动物化石最为丰富的地区。它们的对比研究,对探讨新第三纪晚期哺乳动物和植物各门类的分布和演化规律、校正新第三纪晚期的生物地层层序、建立我国的新生代地层年表以及恢复我国北方这一时期的生态环境面貌具有相当重要的意义。至今,许多古生物学者(Tedford et al., 1991; Flynn et al., 1991)已经发表了一系列有关榆社云簇盆地地层、哺乳动物和生物地层等论文,至于哺乳动物各门类在该盆地地层中的分布、进化、生物事件以及生态环境等有关方面的问题正在研究中。近两年来,郑绍华和张兆群(2000、2001),以及吴玉书(2001)也分别依据小哺乳动物和孢子花粉对灵台雷家河村附近新第三纪晚期地层和生物地层进行了划分。本文是从大哺乳动物组合角度讨论有关这些方面的问题。

## 1 大哺乳动物化石的地层分布

在甘肃灵台雷家河村附近收集到的大哺乳动物化石收藏于中国科学院古脊椎动物与

1) 国家自然科学基金项目(编号:49772090)资助;  
收稿日期:2001-06-08

古人类研究所中。它们主要是由该所的古生物学者经过 3 个阶段的野外考察和发掘获得的。

第一阶段(1972 年),黄万波、宗冠福和郑绍华等发现了几个化石地点。其中主要的有雷家河村东南的小石沟[野外编号:72074(1~5,7)]和文王沟[野外编号:72074(6)]。他们在 72074(1)地点进行了发掘,并在第 2 和第 3 层中采集到大哺乳动物化石。

第二阶段(1992~1993),中日科考队在小石沟 72074(4)地点进行了发掘。他们在 2~5 层,特别是在第 5 层中采集到较多的大哺乳动物化石。此外,他们在文王沟又发现 2 个化石点,野外编号为 93001 和 93002。

第三阶段(1997~1999),郑绍华、张兆群和周伟发掘了小石沟 72074(4)、文王沟 93001 和 93002 等化石点,并在一些层位中采集到少量的大哺乳动物化石。

收集到的大哺乳动物化石多为单个牙齿、破碎肢骨和骨片。其中,部分化石取自小石沟和文王沟等地的地表、部分购自灵台医药公司和从村民手中获得。这些化石的真正层位或产地不清楚。尽管它们代表了晚中新世至早更新世各个不同时期的哺乳动物类型,如上新世至早更新世的 *Elasmotherium* 和 *Mammuthus*, 上新世的 *Hipparion pater*、*Stegodon zdanskyi* 和个体大于 *Gazella gaudryi* 和 *G. dorcadoides* 的 *Gazella* 类型,以及晚中新世的 *Sinootherium*、*Chilotherium* 和 *Oioceros* 等,但是在地层层位的划分和确定中,它们不能起任何作用。因此,本文研究的系来自地层中的化石,更确切地说,主要是出自 72074(1)和 72074(4)剖面中的标本。

近年来,郑绍华和张兆群(2000,2001)在前人(黄万波等,1993)工作的基础上,对灵台雷家河 72074(4)剖面的层位再次进行了划分。他们以一个完整的沉积旋回为一层,把白垩系之上、马兰黄土之下的一套沉积分成 11 层(从上至下:L1~L11),分属 4 个大的沉积旋回,其中 L11~L10 层和 L1~L2 层为风尘的土状堆积,L9~L3 层为河湖相沉积。依据小哺乳动物组合确定的地质时代分别是:L1~L2 层,上上新统;L3~L5 层,中上新统;L6~L7 层,下上新统;L8~L11 层,上中新统。

按照他们划分地层的观点,灵台新第三纪晚期大哺乳动物在其地层中的分布有下列特征:

1) 富集于 1 或 2 个层位中(表 1)。

经几次发掘,古生物学者在小石沟 72074(4)、72074(1)和文王沟 93002 剖面的下列层位中已经采集到 100 多件大哺乳动物化石。它们主要集中在下面几个层位:

a. 72074(4)剖面的 L3~L5 和 L8 层。其中,L4 层,一套灰绿色泥岩或相变为棕黄色、灰褐色泥质粉砂岩,夹钙质结核为主的砂砾石透镜体,是目前已知收集到大哺乳动物化石最多的层位。

b. 72074(1)剖面的第 2 层和第 3 层。其中,第 3 层,一套杂色粉砂质粘土、细砾钙质结核透镜体,含有相对较多的大哺乳动物化石。

c. 93002 剖面的 CL4 和 CL5 层。收集到的大哺乳动物化石量极少,共有 2 件。在 CL4 层,一套砂岩透镜体中,只采集到一个破损的羚羊(*Gazella*)下颌骨;在 CL5 层中,仅有一枚旋转的可能为 *Oioceros* 的角心。

与出自同一剖面的小哺乳动物化石相比,其分布特征至少有 2 点不同:第 1,小哺乳动物化石从上中新统至上上新统的每一层位中均可获得,而大哺乳动物化石仅在少数的



## 2 大哺乳动物组合及其时代

经初步鉴定,大哺乳动物化石包含有 15 种,分属 8 属、9 科、4 目(表 2)。它们是食肉类(Carnivora)的 *Nyctereutes* sp.、Caninae gen. et sp. indet.、*Martes* sp.、Hyaeninae gen. et sp. indet. 和 *Felis* sp.,长鼻类(Proboscidea)的 *Anancus sinensis* 和 Proboscidea gen. et sp. indet.,奇蹄类(Perissodactyla)的 *Hipparion pater*、*H. houfenense*、*Hipparion* sp. 和 *Acerorhinus* sp.,以及偶蹄类(Artiodactyla)的 Cervidae gen. et sp. indet.、*Gazella niheensis*、*Gazella* sp. 和 *Oioceros* sp. 等。其中,主要类型有下列 8 种。

表 2 灵台大哺乳动物类型与我国北方上新世哺乳动物群的比较

Table 2 Comparisons of macromammalian species from Lingtai with those of the Pliocene localities in Northern China

Species	Localities										
	72074 (1)	72074 (4)	93002 CL	榆社 <sup>1</sup>	榆社 <sup>1</sup> 高庄组	榆社 <sup>1</sup> 南庄沟	榆社 <sup>1</sup> 麻则 沟组	山西 贺丰 <sup>2</sup>	河北 东窑 子头 <sup>3</sup>	灵台 任家 坡 <sup>4</sup>	
	2	3	3~5	8	4	5	桃杨段				
<i>Nyctereutes sinensis</i>								+	+	+	
<i>Nyctereutes tingi</i>										+	
<i>Nyctereutes</i> sp.			+								
Caninae gen. et sp. indet.			+								
<i>Canis</i> sp.										+	
<i>Martes</i> sp.			+								
Hyaeninae gen. et sp. indet.			+	+							
<i>Pliohyaena</i>							+	+	+		
<i>Croucuta</i>										+	
<i>Homotherium</i>										+	
<i>Lynx</i>									+		
<i>Felis</i> sp.				+						+	
<i>Anancus sinensis</i>	+									+	
Proboscidea gen. et sp. indet.									+		
<i>Acerorhinus</i> sp.		+	+				+	+			
<i>Dicerorhinus</i> sp.							+	+			
<i>Hipparion pater</i>		+	+				+	+			
<i>Hipparion houfenense</i>				+			+	+	+	+	
<i>Hipparion</i> sp.		+	+	+			+	+			
<i>Paracamelus</i> sp.							+	+		+	
Cervidae gen. et sp. indet.	+			+					+		
<i>Gazella niheensis</i>		+	+					+			
<i>Gazella blacki</i>								+		+	
<i>Gazella</i> sp.		+	+		+		+	+	+	+	
<i>Oioceros</i> sp.						+					
<i>Antilopira</i>								+	+	+	

注:1) Flynn et al., 1991; 2) 陈晓峰, 1994; 3) 汤英俊等, 1983; 4) 张云翔等, 1999。

1) *Nyctereutes* sp., 以一个破损的右上颌骨带 P4 ~ M2 为代表。牙齿磨蚀深。P4 的前尖发育, 前附尖退化, 原尖小, 位于前尖的前内方, 具内侧齿缘。M1 呈三角形, 宽大于长, 前尖稍大于后尖, 原尖粗壮, 外侧齿缘存在。在大小上, 它与榆社上新世 *Nyctereutes tingi* (Tedford and Qiu, 1991) 的接近。在中国, *Nyctereutes* 最早出现在榆社高庄组南庄沟段和醋柳沟段, 时代为上新世早期。它包括两种 *N. tingi* 和 *N. sinensis*, 前者在上新世末绝灭, 后者可残存至中更新世。

2) *Felis* sp., 以一个不完整的右下颌骨带 p3 ~ m1 为代表。在大小上, 它与我国北方上新世晚期至更新世早期 *Lynx shansius* 和 *Felis teilhardi* (Teilhard de Chardin and Leroy, 1945) 的接近。与 *Lynx* 不同在于 p3 和 p4 的主尖比后者更为尖利, p3 的前、后附尖更小, 相对不发育, m1 的下后尖痕迹几乎不存在等。

3) *Hyaeninae* gen. et sp. indet., 材料包括一个不完整的右下颌骨带 p2、p4、一右 M1 和一犬齿。从牙齿大小看, 它与榆社早上新世 *Pliohyena pyrenaica orientalis* (邱占祥, 1987) 的相近。

4) *Hipparion pater*, 材料包括一个不完整的、受挤压的未成年头骨和下颌, 10 余枚单个牙齿和一些破损肢骨和指(趾)骨。其主要特征是个体小, 鼻颌切迹位于 M1 后缘之后, 无眶前窝, 上门齿无中纵沟, 颊齿高冠, 上臼齿原尖呈半圆形, 舌面平, 唇面稍凸, 中窝珐琅质褶曲明显, 有两个马刺; 下颊齿具‘贺丰型’结构等。这些性状与榆社盆地上新世的 *Hipparion pater* 接近。据邱占祥等(1987)和 Bernor et al. (1989) 报道, 此种分布上新世时期(5 ~ 2Ma)的东亚。在我国, 它最早出现在榆社盆地高庄组的桃杨沟段, 到南庄沟段和醋柳沟段时繁盛, 持续进入麻则沟组。

5) *Hipparion houfenense*, 材料包括几枚单个的上、下牙齿。与 *H. pater* 的主要不同在于牙齿相对大而粗壮, 上颊齿原尖为伸长的椭圆形, 下颊齿宽, 具典型的‘贺丰型’结构等。Bernor et al. (1989) 认为此种在东亚出现的时代是晚中新世至上新世(约 6 ~ 2.5Ma)。邱占祥等(1987)记载, 在我国北方, 它生存的时代是保德期末至泥河湾早期(?), 即晚中新世晚期至更新世早期。

6) *Acerorhinus* sp., 材料为一个破损下颌骨带左 p2 和右 p2 ~ p4, 以及几个上臼齿。其主要的特征是颊齿冠低, 上臼齿外壁较平, 前附尖褶和前尖外肋存在, 前刺发育, 反前刺相对弱, 下犬齿缺失等。它们可能代表一个进步的类型。邱占祥等(1982)认为该属在我国北方出现的时代是晚中新世。Tedford et al. (1991) 指出它在榆社盆地残存到早上新世(高庄组的南庄沟段和醋柳沟段)。

7) *Gazella niheensis*, 材料包括 10 余枚不完整的角心、两件破碎上颌骨、20 多件破损下颌骨, 以及一些破损肢骨等。其角心和牙齿的大小和形状均与 *Gazella niheensis* 的一致。陈冠芳(1999)认为目前该种出现在榆社盆地高庄组的南庄沟段和醋柳沟段, 进入麻则沟组, 时代为上新世。

8) *Anancus sinensis*, 以一枚 M3 和一个破损下颌骨带 m3 为代表。它们分别有 5 个半和 6 个半齿脊组成, 主、副齿柱呈交错排列, 其牙齿大小落入中国北方 *Anancus sinensis* 的变异范围中。

从属种数目和标本数量看, 草食动物, 尤其是 *Hipparion* 和 *Gazella*, 占据绝对优势。从类型和它们所在的层位(表 1)看, 雷家河大哺乳动物似乎包含了两个以上不同时代的组

合。但是,可确定时代的似乎只有两个。第一组合,所在的地层层位是 72074(4)剖面的 L5 ~ L3 层和 72074(1)剖面的第 3 层,它们产出的相同类型构成了这一组合的主体。这些类型是 *Hipparion pater*、*Acerorhinus* sp.、*Nyctereutes* sp.、*Hyaeninae* gen. et sp. indet. 和 *Gazella niheensis* 等等。第二组合,所在的地层层位是 72074(1)剖面的第 2 层;*Anancus sinensis* 成为这一组合的优势种。

第一组合的主要成员(*Hipparion pater*、*H. houfenense*、*Gazella niheensis* 和 *Nyctereutes* sp.)是我国北方上新世时期大哺乳动物群重要的组成部分。它们首次出现的时间是上新世早期。同时,这一组合缺失最后出现在我国北方晚中新世保德期三趾马动物群中的典型类型:*Hipparion dermatorhinum*、*H. platyodus*、*Chilotherium*、*Sinotherium*、*Adcrocuta*、*Ictitherium*、*Indarctos*、*Chleuastochoerus*、*Cervavitus novorossiae*、*Gazella gaudryi* 和 *Gazella dorcadoides* 等,也缺失首次出现在更新世早期的大哺乳动物类型,如 *Equus*、*Bison*、*Budorcas* 和 *Euccladoceros* 等。因此,第一组合的时代无疑为上新世。

榆社期作为代表我国北方上新世哺乳动物群这一时限的名词,近年来已为我国古生物学者所使用(邱占祥,1990;邱占祥等,1995;童永生等,1995)。它包括两个不同时期的哺乳动物群:早上新世动物群和晚上新世动物群。前者以山西榆社云簇盆地的高庄动物群为代表,其时代相当于欧洲的 MN 14 + 15。与其相近时代的我国北方动物群有内蒙古比例克动物群和哈尔阿博动物群。它们属于小哺乳动物群。晚上新世地方动物群包括山西榆社云簇盆地的麻则沟动物群和静乐贺丰动物群(陈晓峰,1994)、陕西渭南游河动物群(薛祥煦,1981)、河北尉县东窑子头动物群(汤英俊等,1983)、甘肃灵台任家沟动物群(张云翔等,1999)、和属于小哺乳动物群的河北稻地动物群。麻则沟动物群被选作为晚上新世动物群的典型代表,与欧洲 MN 16 的时代相当。在上新世早、晚动物群之间,大哺乳动物组合的不同主要表现在:*Acerorhinus* 在高庄组上部南庄沟段和醋柳沟段动物群的最后出现和 *Anancus sinensis*、*Antilospira licenti*、*Lynx shansius*、*Homotherium*、*Gazella sinensis* 和 *Mammuthus* 等类型在麻则沟动物群中的首次出现。在 72074(4)剖面的 L5 ~ L3 层和 72074(1)剖面第 3 层中,缺失了上述首次出现在我国北方晚上新世的大哺乳动物,而存在 *Acerorhinus*。这使灵台大哺乳动物第一组合的性质与高庄组上部动物群的相近,而与晚上新世麻则沟动物群的不同。由此,可以进一步确认这一组合的时代为早上新世。

最近,张兆群和郑绍华(2001)认为在我国北方,至少在甘肃灵台雷家河村附近,上新世可以三分,即早上新世、中上新世和晚上新世。他们以小哺乳动物化石类型为基础,把灵台 72074(4)剖面划分成 4 个生物地层带。其中,Ⅱ带,地层层位从 L7 至 L6 层,时代为早上新世,相当于我国北方榆社期的早期,可与欧洲的 MN 14 对比,以 *Chodisgoa*、*Pliosiphneus lyratus*、*Apodemus* sp. n.、*Chardinomys yusheensis* 等类型的首次出现为特征;Ⅲ带,地层层位为 L5 ~ L3 层,时代为中上新世,相当于榆社期的中期,可与欧洲的 MN 15 对比,以 *Aratomys*、*Allocricetus bursae*、*Chardina truncatus*、*Huaxiamys downsi* 等类型的首次出现为特征;Ⅳ带,地层层位为 L1 ~ L2 层,时代为晚上新世,相当于榆社期的晚期,可与欧洲的 MN 16 对比,以 *Ochotonoides complicidens*、*Mesosiphneus*、*Youngia omegodon*、*Cromeromys gansunicus*、*Borsodia*、*Bahomys*、*Pseudomeriones complicidens*、*Chardinomys lousi* 等类型的首次出现为特征。按这一观点,大哺乳动物第一组合的所在层位与他们划分的生物地层Ⅲ带的层位一致,其时代也应为中上新世,与欧洲 MN 15 的相当。

事实上,在旧大陆,上新世的三分是以小哺乳动物为基础进行的。目前,大哺乳动物还很难作为划分早上新世和中上新世的主要依据。其原因有二:一是已知含上新世大哺乳动物化石的地点少,尤其是上新世早期的地点。在我国,除本文讨论的灵台雷家河村附近地点外,只在山西榆社云簇盆地桃杨、高庄、南庄沟和醋柳沟等地发现有这一早期的化石点。第二,能采集到的大哺乳动物化石数量比小哺乳动物的要少得多,能鉴定到属种的类型不是属于新的类型,就是进化速率相对较慢,生存时期相对较长的类型。如 *Hipparion pater*、*H. houfenense*、*Nyctereutes*、*Pachyrocata* 和 *Paracamelus* 等类型。在我国,它们首次出现在上新世早期,以后则成为上新世动物群的重要成员,有的类型甚至可进入早更新世或更晚,如 *Pachyrocata licenti* 和 *Nyctereute sinensis* 等。因此,至少目前在大哺乳动物材料还不充分的条件下,人们很难依据它们来划分其地层和生物地层,并确定它们的时代。同样缘由,要从雷家河村附近可识别的大哺乳动物类型来确认它们究竟属于早上新世还是中上新世时期生存的类型,这是不易的。但是,在雷家河附近的新第三纪晚期地层中,大、小哺乳动物共生。假若张兆群和郑绍华(2000, 2001)以小哺乳动物作为划分上新世三分的观点可取,那么,大哺乳动物第一组合的时代无疑为中上新世。*Hipparion pater*、*Acerorhinus*、*Gazella niheensis* 和 *Nyctereutes* 的同时出现,或者说,*Acerorhinus* 的最后出现,*Gazella niheensis* 和 *Nyctereutes* 的首次出现,以及优势种 *Hipparion pater* 的存在则成为这一时期大哺乳动物组合的主要特征。它也成为我国北方第一个中上新世的大哺乳动物组合。榆社高庄组南庄沟段和醋柳沟段的动物群性质与之相近,也存在有 *Hipparion pater*、*Acerorhinus*、*Gazella niheensis* 和 *Nyctereutes* 等类型,推测它们的生存时代可能也是中上新世。由此,问题产生了。我国北方早上新世大哺乳动物群的面貌如何? 尽管这不是本文讨论的问题,但是笔者认为要以大哺乳动物为基础划分早、中上新世,似乎还需要找到更多的化石和进行更深入的对比研究。

第二组合的时代似乎是很容易确定的。根据最新资料(陈冠芳,1999),*Anancus sinensis* 是我国北方上新世晚期动物群的常见分子。它首次出现在山西榆社云簇盆地的麻则沟组(晚上新世)。因此,以 *Anancus sinensis* 为代表的这一组合的时代无疑为上新世晚期(相当 MN16)。

至于文王沟 93002 剖面的 CL4~CL5 层和 72074(4)剖面 L8 层的地质时代,要依据已知的大哺乳动物类型来确定是困难的。一方面是因为从这些层中产出的化石数量和种类少。前者仅以 *Gazella* sp. 的一个不完整下颌骨和? *Oiocerus* sp. 的一不完整角心为代表,后者只有一枚三趾马的下牙。它们不能被鉴定到种。另一方面的理由是 *Gazella* 和 *Hipparion* 在我国北方生存时期相对较长。前者从中中新世至今,后者从晚中新世出现至早更新世绝灭。但是,由于它们所在层位分别落入 93002 剖面的生物地层 III 带和 72074(4)剖面的生物地层 I 带,依据郑绍华和张兆群(2000, 2001)的观点,它们的时代应该分别为早上新世和晚中新世。

### 3 生态环境

上述的上新世大哺乳动物类型能够提供的生态信息是,代表森林环境生活的鹿科和猪科动物化石在灵台剖面中出现的极少;草原生活的三趾马和羚羊类型构成大哺乳动物

的主体;其他的大哺乳动物类型 *Acerorhinus*、*Nyctereutes*、*Felis* 和 *Anancus* 等也是生活在疏林草原和草原的动物。由此推测,地处青藏高原之东北的甘肃灵台地区在上新世时期,气候可能变得更为干旱,生态环境属疏林草原和草原。这与灵台上新世时期小哺乳动物几次扩散事件(张兆群和郑绍华,2000,2001)和灵台任家坡附近厚达 100 多米的风尘红粘土堆积(安芷生等,2000)所反映出的气候和生境是一致的。

**致谢** 本文研究的标本由中科院古脊椎动物与古人类研究所黄万波、宗冠福、郑绍华、刘金毅和张兆群等先生提供,郑绍华先生允许阅读他在 1972 年记录的野外日志,并介绍有关灵台新第三纪晚期地层剖面情况,作者在此表示衷心感谢。

## THE LATE NEOGENE MACROMAMMALIAN ASSEMBLAGES FROM LINGTAI, GANSU PROVINCE, CHINA

CHEN Guan-Fang

(*Institute of Vertebrate Palaeontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Science Beijing 100044*)

**Key words** Lingtai, Gansu, Pliocene, macromammalian assemblage

### Summary

A series of Late Neogene deposits are well developed in the area near the Leijiahe Village, Lingtai County, Gansu Province.

Since 1972s, a great amount of mammalian fossils have been collected at 72074(1), 72074(4), 93001 and 93002 sections of the area. Among them, the micromammalian remains were identified by Zheng and Zhang (2000 and 2001) and according to them, 4 biostratigraphic zones are recognized at the 72074(4) section. The ages of the I ~ IV zones are from Late Miocene to Late Pliocene.

The macromammalian remains, mostly represented by teeth and fragmentary limbs, are obtained from the L3 ~ L5 and L8 of the section 72074(4), the 2 ~ 3 layers of the section 72074(1) and the CL4 ~ CL5 of the section 93002. However, the amount of the specimens are much less than those of the micromammals, even in the same section and in the same layer. Up to now, 15 species, assigned to 8 genera and 9 families of Carnivora, Proboscidea, Perissodactyla and Artiodactyla have been identified. They are *Nyctereutes* sp., Caninae gen. et sp. indet., Hyeninae gen. et sp. indet., *Martes* sp., *Felis* sp., *Hipparion pater*, *H. houfenense*, *Hipparion* sp., *Acerorhinus* sp., *Anancus sinensis*, Proboscidea gen. et sp. indet., Cervidae gen. et sp. indet., *Gazella niheensis*, *Gazella* sp. and *Oioceros* sp. etc. Their distribution in the sections 72074(1), 72074(4) and 93002 is given in the table 1.

The macromammals are dominated by the herbivores, especially *Hipparion* and *Gazella*. They may contain more than two assemblages belonging to the different ages. The first assemblage,



yielding from the L3 ~ L5 of 72074(4) section and the 3rd of 72074(1) section, consists of Hyaeonidae gen. et sp. indet., *Hipparion pater*, *Acerorhinus* sp. and *Gazella niheensis*. Besides, it contains *Nyctereutes* sp., *Felis* sp., *Hipparion houfenense*, Proboscidea gen. et sp. indet. and Cervidae gen. et sp. indet., which are known from the 72074(4) section, and Caninae gen. et sp. indet. and *Martes* sp. from 72074(1). It is characterized by the last occurrence of *Acerorhinus*, the first appearance of *Nyctereutes* and *Gazella niheensis*, the absence of *Homotherium*, *Lynx shansius*, *Anancus sinensis*, *Mammuthus* sp., *Antilospira licenti*, and *Gazella sinensis* etc., which are first appeared in the Late Pliocene in Northern China, and the absence of *Indarctos*, *Ictitherium*, *Adcrocuta*, *Hipparion dermatorhinus*, *Chilotherium*, *Sinotherium*, *Chleuastochoerus*, *Cervavitus novarossiae*, *Gazella gaudryi* and *G. dorcadoides* etc., which are the last occurrence in the Late Miocene of Northern China. Therefore, it is comparable with the assemblage from Nanzhuanggou Member and Culiugou Member of Gaozhuang Formation of Yushe basin, Shanxi Province. Its age may be Middle Pliocene.

The second assemblage, yielding from the 2 layer of 72074(1), consists of *Anancus sinensis* and Cervidae gen. et sp. indet. *Anancus sinensis* is one of the typical forms in the late Pliocene fauna of Northern China. Its first occurrence is in the Mazegou Formation of the Yushe basin, Shanxi Province. The age of the assemblage is Late Pliocene and may be comparable with the Mazegou one.

The materials yielding from the L8 of 72074(4) section and CL 5 ~ CL4 of 93002 section are too rare to form assemblages. Zheng and Zhang (2000, 2001) considered the layers are of late Miocene and the Early Pliocene respectively according to the micromammals.

### References

- An Z S (安芷生), Sun D H (孙东怀), Chen M Y (陈明扬) et al., 2000. Red clay sequences in Chinese loess plateau and recorded paleoclimate events of the late Tertiary. *Quat Sci (第四纪研究)*, **20**(5):435 ~ 446 (in Chinese with English summary)
- Bernor R L, Tobien H, Woodburne M, 1989. Patterns of Old World hipparionine evolutionary diversification and biogeographic extension. In: Lindsay E H, Fahlbusch V, Mein P eds. *European Neogene Mammal Chronology*. New York: Plenum Press. 263 ~ 320
- Chen G F (陈冠芳), 1997. 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 G F (陈冠芳), 1999. The genus *Anancus* Aymard, 1855 (Proboscidea, Mammalia) from the Late Neogene of Northern China. *Vert Palasiat (古脊椎动物学报)*, **37**(3):175 ~ 189 (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)
- Flynn L J, Tedford R H, Qiu Z X et al., 1991. Enrichment and stability in the Pliocene mammalian fauna of North China. *Palaeobiology*, **17**(3):246 ~ 265
- Huang W P, Zheng S H, Zong G F et al., 1993. Pliocene mammals from the Leijiahe Formation of Lingtai, Gansu, China. - Preliminary report on field work in 1972 and 1992. *Northern Hemisphere Geo-Bio Traverse*, **1**:29 ~ 37
- Qiu Z X, 1987. Die Hyaeoniden aus dem Rusciniun und Villafranchium Chinas. *Münchner Geowiss Abh, Reihe A*, **9**:1 ~ 109
- Qiu Z X, 1990. The Chinese Neogene mammalian biochronology - its correlation with the European Neogene mammalian zonation. In: Lindsay E H, Fahlbusch V, Mein P eds. *European Neogene Mammal Chronology*. New York: Plenum Press. 527 ~ 556
- 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)
- Qiu Z X, Qiu Z D, 1995. Chronological sequence and subdivision of Chinese Neogene mammalian faunas. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol*, **116**:41 ~ 70
- Qiu Z X(邱占祥), Yan D F(阎德发), 1982. A horned *Chilotherium* skull from Yushe, Shansi. *Vert PalAsiat(古脊椎动物学报)*, **20**(2):122 ~ 132(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(古脊椎动物学报)*, **21**(3):245 ~ 254 (in Chinese with English summary)
- Tedford R H, Flynn L J, Qiu Z X et al., 1991. Yushe basin, China: Palaeomagnetically calibrated mammalian biostratigraphic standard for the Late Neogene of Eastern Asia. *J Vert Paleont*, **11**(4):519 ~ 526
- Tedford R H, Qiu Z X, 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
- Teilhard de Chardin P, Leroy P, 1945. Les Felides de Chine. *Public Instit Geobiol Peking*, **11**:1 ~ 58
- Tong Y S(童永生), Zheng S H(郑绍华), Qiu Z D(邱铸鼎), 1995. Cenozoic mammal ages of China. *Vert PalAsiat(古脊椎动物学报)*, **33**(4):290 ~ 314 (in Chinese with English summary)
- Wu Y S(吴玉书), 2001. Palynoflora at the Late Miocene-Early Pliocene from Leijiahe of Lingtai, Gansu Province, China. *Acta Botanica Sinica(植物学报)*, **43**(7):750 ~ 756 (in Chinese with English abstract)
- Xue X X(薛祥熙), 1981. An Early Pleistocene mammalian fauna and its stratigraphy of River You, Weinan, Shenxi. *Vert PalAsiat(古脊椎动物学报)*, **19**(1):35 ~ 44 (in Chinese with English summary)
- Zhang Y X(张云翔), Sun D H(孙东怀), An Z S(安芷生) et al., 1999. Mammalian fossils from late Pliocene (Lower MN 16) of Lingtai, Gansu Province. *Vert PalAsiat(古脊椎动物学报)*, **37**(3):190 ~ 199 (in Chinese with English summary)
- Zhang Z Q(张兆群), Zheng S H(郑绍华), 2000. Late Miocene-Early Pliocene biostratigraphy of Loc. 93002 section, Lingtai, Gansu. *Vert PalAsiat(古脊椎动物学报)*, **38**(4):274 ~ 286 (in Chinese with English summary)
- Zhang Z Q(张兆群), Zheng S H(郑绍华), 2001. Late Miocene-Pliocene biostratigraphy of Xiaoshigou section, Lingtai, Gansu. *Vert PalAsiat(古脊椎动物学报)*, **39**(1):54 ~ 66 (in Chinese with English summary)
- Zheng S H(郑绍华), Zhang Z Q(张兆群), 2000. Late Miocene-Early Pleistocene micromammals from Wenwanggou of Lingtai, Gansu, China. *Vert PalAsiat(古脊椎动物学报)*, **38**(1):58 ~ 71 (in Chinese with English summary)