

云南元谋古猿动物群化石埋藏学

张云翔¹⁾ 郑良²⁾ 吉学平²⁾ 张家华³⁾

1) 西北大学大陆动力学教育部重点实验室, 西北大学地质系, 西安, 710069

2) 云南省文物考古研究所, 昆明, 650118; 3) 云南省楚雄州博物馆, 657000

内容提要 云南元谋小河—雷老一带含古猿新近系(上第三系)是一套紫红色含砾细砂—粉砂岩, 夹有多层黄色砂砾石层。化石埋藏学研究及含化石层岩性特征、组合及沉积构造表明, 该层以山前洪积堆积为主, 并有发育的扇上河道沉积。通过30余个发掘地点化石野外埋藏资料及数千件化石标本的分析鉴定, 化石埋藏类型有两种, 埋藏Ⅰ型的化石数量稀少、保存完整, 赋存在扇体细粒沉积物中; 埋藏Ⅱ型化石保存丰富但相当残破, 赋存在粗粒沉积的扇上河道各个部位。化石埋藏类型与古气候、古生态有着密切的关系, 化石埋藏特征表明该区自然环境分带已形成。元谋古猿动物群的生存时代是一个从森林向草原—灌丛环境过渡的动荡时期。

关键词 云南元谋 新近纪(晚第三纪) 古猿层 埋藏学 生活背景

1986年以来, 在云南元谋小河等地陆续发现了古猿的头骨、上下颌骨及数以千计牙齿, 并伴生有丰富的新近纪动物化石。这些发现极大丰富了我国乃至世界新近纪古猿材料, 引起了科学界的广泛关注(Ho, 1990, 和志强, 1997; 刘武等, 1999)。在国家“九五”攀登专项“早期人类起源及生活环境背景”的资助下, 笔者等在元谋小河、雷老等地进行了大规模系统的化石发掘和地质工作, 收集到了丰富的第一手资料, 对地层的成因、划分及对比做了详尽的研究(张云翔等, 2001)。本文旨在通过野外实际化石的赋存特征及其与环境变化的关系, 提取古猿生活时代的古气候、古地理信息, 恢复沉积与生活环境。

1 古猿化石分布区地质地理背景

元谋古猿化石产自元谋盆地西北部的小河、雷老一带(图1)。区内地貌以中山为主, 最大相对高差580 m左右。山顶圆坦, 山脊平缓, 但河谷狭窄, 含古猿化石的地层分布在一些相对开阔地带。这一地区新生代地层普遍遭受侵蚀, 甚至第四纪晚期的河道堆积已被抬升到较高的位置, 反映了新近纪之前的长期风化及第四纪以来的强烈隆升。

元谋含古猿化石的地层被称为小河组(和志强, 1997), 不整合超覆于白垩系不同层位之上, 不整合面延展方向和现代地貌一致, 代表了当时古地貌的

特征, 该区现代地貌在新近纪时已基本形成。

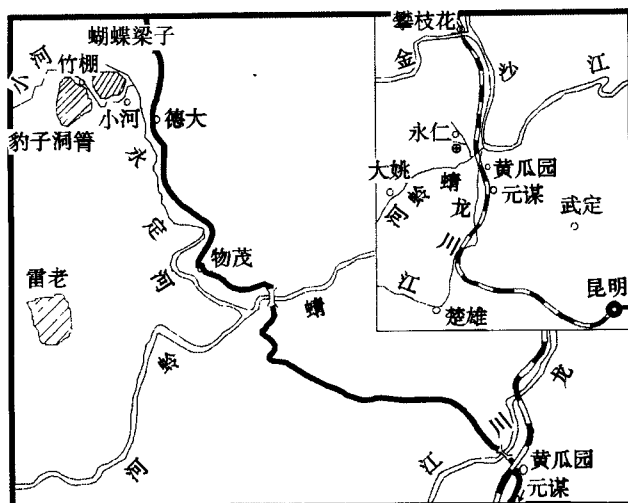


图1 云南元谋古猿化石产地位置

Fig. 1 Localities of Hominoid fossils in Yuanmou, Yunnan

小河组由一套紫红色含砾细砂—粉砂岩组成, 成分主要有石英、长石, 另有少量的岩屑, 泥质胶结, 与下伏白垩纪砂岩成分相似。个别地段中大量岩屑的出现则与当地下伏花岗岩的存在有很大关系。砂岩粒度分选中等。磨圆差, 次棱角状到次圆状, 岩石

注: 本文为国家“九五”攀登项目(编号 98-专-01)和教育部骨干教师基金资助成果。

收稿日期: 2001-02-14; 改回日期: 2001-06-27; 责任编辑: 王增吉。

作者简介: 张云翔, 男, 1957年生, 博士。现任西北大学地质学系教授, 主要从事新生代生物地层及化石埋藏学研究。通讯地址: 710069, 西安西北大学地质学系; 电话: 029-7550822; 传真: 029-8304789; Email: yxzhang@nwwu.edu.cn。

成熟度低,显示了近源堆积的特征。其组成特点是红色、块状、成层性差,层间界面不明显,在粉砂岩中有巨大漂砾的存在。个别地段可见到粒序层理及干裂现象,是高能状态下快速堆积、沉积物未能完全分异的产物。在紫红色含砾砂—粉砂岩中夹有多层浅黄色砂、砂砾层,其分选性差,粉砂、砂、砾等混杂。厚度从数十厘米到数米不等。横断面透镜状,底部一般都有明显的冲刷面。砂砾层中平行层理、大型槽状交错层等沉积构造发育。从交错层理特征及所含硅化木所指示水流方向看,表现为单向流水。

上述含古猿地层沉积物颗粒粗、分选差,规模小,同层分布海拔明显不同。在个别地区可以见到筛状沉积,构成了典型的冲积扇沉积。根据地层分布及沉积特点,沉积微相可较清楚的划分出扇首、扇中、扇缘和扇上河道沉积。扇首具有物源粒度粗,甚至出现一些巨砾,地层厚度大,分布海拔高的特点。扇中由红色含砾粉砂岩构成,扇缘处于冲积扇的远端,沉积物较细。地层结构块状。扇上河道沉积物粒级粗,砂含量较高,垂向上以河道砂坝为主,砂体具冲刷基底。砂坝展布特征表明河道摆动强烈,导致了河道间沉积不发育。垂向剖面上常呈不完整旋回、彼此叠置的砂层,平面上砂体形态呈席状,常见大型槽状交错层等,是典型辫状河沉积。

整个小河组厚度不大,小河—竹棚一带厚60余米,与其一岭之隔的雷老地区地层在厚度、层序及沉积环境和小河—竹棚的基本相同,彼此可以较好的对比。

2 化石保存特征

从1986年起小河—雷老区已多次发掘。本文统计化石以1998~1999年度在小河盆地发掘的材料为主,并参考了1999~2000年度雷老的发掘结果。1998~2000年度在小河、雷老共开挖探方32个,面积超过1000 m²,野外资料尽可能地按照埋藏学的要求收集。

小河组中的化石材料丰富,1998年在小河盆地中共得到哺乳动物化石10241件,其中可鉴定者1765件,无法鉴定的碎骨8476件。目前已发现的有哺乳类、爬行类、鱼形类及软体类等,就哺乳动物而言,材料广泛的包括了动物体的各个部位及多个分类单元,各类化石的详细情况如表1所示。

化石的形成是生物遗体在外界环境作用下变化、迁移和埋藏的过程,在这一过程中,无处不留下环境的痕迹。通过化石埋藏特点和规律研究,无疑可

表1 小河盆地哺乳动物化石材料一览表

Table 1 Elements of mammalian fossils in Xiaohe basin, Yuanmou, Yunnan

	化石 总件数	牙齿	颌骨	完整 头后骨	不完整 头后骨	最小 个体数
古猿类	142	141	0	1(?)	0	12
其他灵长类	3	3	0	0	0	3
啮齿类	42	26	2	3	11	6
食肉类	46	38	1	3	4	11
长鼻类	32	27	0	1	4	7
马科	253	220	3	16	14	18
犀科	561	437	9	43	72	31
爪兽	7	7	0	0	0	2
獾	2	2	0	0	0	1
猪类	178	153	5	3	17	26
鹿类	497	416	18	27	36	37
贫齿类	2	0	0	2	0	1
碎骨(长度)	<3cm 6098; 6~10cm 516; 3~6cm 1726; >10cm 136					

以得到大量当时古生态和古环境信息。在小河组中,化石分布普遍,但在不同层位和不同沉积环境中,富集程度变化明显,其中黄色砂砾层最为丰富。该层化石保存的特点是:材料相当残破,无法鉴定的碎骨占到整个动物群材料的83%左右,且以3cm以下的残段为主,占整个碎骨的72%左右。在可鉴定的化石材料中,以坚硬耐磨的牙齿为主,头后骨骼数量较少,并以肋骨及肢骨远端为主,大型管状骨少见。各部位骨骼分散保持,基本没有关节在一起的材料。虽然骨骼表面有一定的流水磨蚀作用痕迹,但绝大多数棱角仍明显,化石在地层中赋存具有一定的定向性(图2),属短距离搬运类型。啮齿类啃咬痕迹多见,在部分骨骼上,也可见到食肉动物咬痕、压裂等痕迹。骨骼表面风化级别差别明显,风化痕迹强烈者,其顺骨纹方向多发育有较多的裂痕,也有骨骼表面十分新鲜者,表现出了这些骨骼风化时间的差异。元谋古猿化石就主要出现在这一层位。在紫红色细砂—粉砂岩层中化石的保存特点是:数量大为降低,动物类型同步减少。目前发现的主要有象、犀等大型动物,化石比较完整,甚至会出现一些相对集中的动物骨架(图3),骨骼表面风化级别低,具有快速埋藏的特点,有时出现钙质结核包裹的现象。就整体而言,元谋古猿动物群除碎骨外,化石以牙齿为主,头后骨骼保存量很小,不同类别化石保存特点有所差异。多年发掘结果,灵长类、獾及爪兽至今无任何肢骨的发现,而其他类型或多或少有一些头后骨骼的发现。其中以犀牛、三趾马、鹿等的最多。保存部位包括脊椎、颌骨及肢骨远端等,有的保存还相当精美。从元谋古猿动

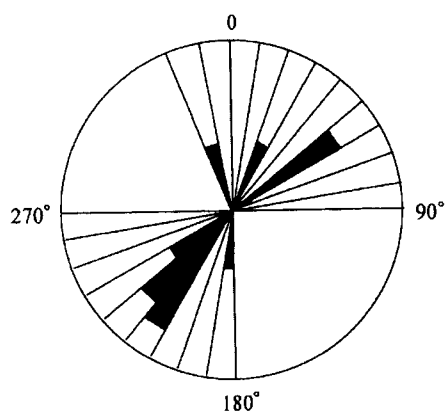


图2 元谋小河盆地长轴骨骼分布玫瑰图

Fig. 2 Rosette diagram showing orientation of the long bones in yellow sandstone in Xiahe Basin, Yuanmou

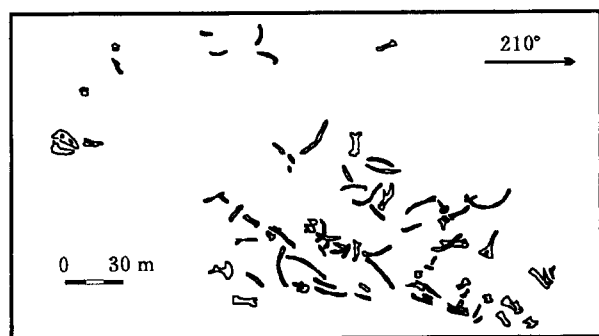


图3 元谋雷老9904地点犀牛骨架埋藏图

Fig. 3 Taphonomic map showing distribution of Rhino skeleton in red sandstone, Leilao, Yuanmou

物群化石材料所显示的整体保存特征是动物个体差异现象不明显,在动物群中既有大型的长鼻类、中型的马类,也有小型的鹿类,甚至啮齿类等。

3 古猿动物群埋藏学初步认识

3.1 化石保存类型与沉积环境

脊椎动物体内不同部位的骨骼具有不同的扩散能力,多类型动物骨骼成分在流水搬运下产生相对集中时,是因其被搬运时水动力条件的相似性为前提,即大小、形态、比重的综合反映。但对于元谋古猿动物群而言,无论动物的大小,多已破碎且比较均一,骨片的大小成为反映搬运动力条件的重要因素。

化石保存的类型和保存环境密切相关,埋藏类型的确定是指示沉积环境的良好标志。小河盆地沉积微相可划分到扇首、扇中、扇缘及扇上河道。扇首一般不含化石,偶尔发现也是一些较破碎材料。扇中

是洪积沉积的主体,其沉积速率高,埋藏迅速,化石一般保存较好,骨骼表面风化级别低,但这一时期是动物生存的不适宜期,生物遗体累计量小,因此化石数量稀少。扇缘由于沉积物较细,沉积时多有积水,是动物较好的栖息地,这一地区化石的保存类型既有搬运埋藏类型,也有原地埋藏类型,化石相对保持较好,并多有水生生物存在,如软体动物 *Pseudodon*、*Aegista*,鱼形类 *Barbodes*、*Cyprinus* 及爬行动物 *Cuora* 等。由于扇缘地带一般地下水比较丰富,在骨骼的吸附作用下,化石有时被钙质结核包裹,保存完美,以往曾发现过保持很好的古猿下颌。化石材料残破、碎骨多、分散、具其他动物啃咬痕是生物遗体长时间地表暴露、较强烈其他生物作用及较强外力作用的结果,因此扇上河道沉积中化石埋藏特点表明其是一定时限内生物遗体的累积。扇上河道沉积中的化石表面有磨蚀作用痕迹,并且具有一定的分选性,长轴骨骼有较明显的定向性,显然经过了水流搬运,但不同类别骨骼被搬运的痕迹差别较大,反映了搬运距离的不同。但需特别指出的是化石搬运和围岩颗粒的搬运所需要的水动力一致或相似,不存在二次搬运问题。扇上河道发育于洪积间隙期,也是生物生存的适宜期。扇上河道发育在冲积扇沉积体系中比较平坦地带,水草丰富,时有动物游荡其上,生物量大。在非洪水季节多呈辫状河状,水动力弱,沉积量较小,动物遗体的埋藏时限会有较大不同,必然出现骨骼表面风化级别差别明显的现象。

上述动物类型埋藏特征的差别是其不同埋藏历史、埋藏环境的表现,已构成了不同的埋藏类型。基于上述特征,元谋古猿动物群的化石埋藏类型可分为两类,埋藏Ⅰ型的化石保存较为完整,赋存于扇体沉积,埋藏Ⅱ型化石保存相当残破,赋存于扇上河道沉积。

3.2 动物群与环境的分带性

在元谋古猿动物群50余种动物中,无论是化石的数量,还是保存部位、完整程度及赋存状态都有着各自特点,是分解、风化、搬运及其他生物破坏的综合反映。在所发掘的化石中,灵长类、爪兽及獾等除了牙齿,基本未见其他部位的骨骼。而犀牛、三趾马、鹿子等不但有大量的牙齿,还有头骨、颌骨及完整的肢骨、脊椎等,这些材料在可鉴定的骨骼中尚有一定的数量,如马的为6.8%,犀的为9.3%,鹿子为6.1%。经过对骨骼风化程度的分析,上述古猿动物群各类动物风化级别基本一致,甚至犀牛、三趾马、鹿子风化更强烈一些,因风化而导致的肢骨保存量

的差别似乎对后者更不利。至少目前还没有资料证实食肉动物等对灵长类、爪兽及獾的骨骼有特殊的偏爱。因此各类动物的头后骨的差别应该是在搬运过程中产生,其偏差代表着搬运距离的远近。灵长类等是比较典型的林栖动物,化石成分单调,保存部位均为耐磨蚀的牙齿,个体大小均一等,表现出了良好的分选性,具有远距离搬运的特点。由象、犀牛、三趾马、麝子等组成的生物组合个体大小差别明显,化石材料中既有坚硬耐磨的牙齿,也有易于破损的头后骨骼,有难以搬运的头骨,也有易于搬运的脊椎等,包含了 Voorhies 沉积组合中各组成分(Voorhies, 1969),反映了较弱发分选作用,具有近源沉积的特点。

特别值得注意的现象是在化石层中,鬣狗粪化石的大量出现。在1998~1999年度共得到547件,其保存完整精美。在化石发掘现场,动物骨骼化石已经相当破碎,但相对松软的鬣狗粪化石却完美保存,且几乎处处都有,它们无疑属于原地埋藏类型。这反映了一个重要的环境信息,目前化石发掘地的附近基本处在沉积面之上,沉积层面上干裂构造的存在也证实了这一认识。在当时的盆地中分布着大片陆地,数量丰富的鬣狗及鬣狗食用对象生活在这一环境中。鬣狗的生活习性已有人做过研究,它们以群居、食腐为主,但并非完全食腐,有时也袭击一些动物,可见在当时鬣狗活动的地区有大量动物及动物尸体。证实了这些近源沉积化石的埋藏地就是其所代表动物的栖息地。

通过上述资料和分析可以得到这样的初步认识,目前发掘到的化石类型当时并不完全生活在同一生态环境中,构成了动物和植物的带状分布。以灵长类、爪兽及獾为主的林栖型动物以其良好的分选性证明了其已经历了较远距离搬运,以马、犀、麝子为主的草丛灌型组合则以个体大小混杂,多 Voorhies 沉积组合中各组成分,反映了较弱发分选作用和短距离搬运。上述化石共生但保存特点相异的特点反映了生态类型的分异。

环境的带状分异在以往发现的含灵长类动物群中生态分析也有类同的认识,肯尼亚北部 Kanapoi 地点出土的早期人类化石及伴生的哺乳动物化石分析就表明,该地是一个干燥的灌丛环境,在河流的两侧还有宽阔条带状林地(Leakey et al., 1997)。当这些哺乳动物化石和灵长类化石混为一体时,往往混淆了人们对这些关键化石生活环境的判断。元谋古猿动物群组合的划分为古猿生存环境的确定提供了

可靠的证据。

3.3 古猿动物群的埋藏特点与自然环境

元谋古猿动物群化石埋藏学研究表明,化石的埋藏状态及保存特点是当时沉积类型、沉积速率及当地生物类型共同作用的结果,受到了古气候、古地理、甚至大地构造的控制。新近纪晚期,地壳的上升导致了河床下切,构成了以剥蚀为主的自然环境,大量物理风化产物的出现为洪积的形成提供了物质条件。从其岩石红色,发育规模小,沉积类型主要由泥石流、筛状沉积,河道沉积及漫流沉积组成,特别是具有扇首沉积物分选差,缺乏内部构造,泥岩具有干裂等特点,小河盆地显然属于旱扇类型。这类洪积扇一般形成于比较干燥、雨季集中气候条件下。在洪积扇上辫状河发育,形成了小型扇上平原,生活在该环境下的动物数量众多,生物量大,丰富的食物为盆内大量食草动物存在提供了适宜生活背景。灵长动物等类别特有的埋藏学特征又强烈的提示着距盆不远处有大片森林的存在。生态与自然环境的分带现象已明显。小河组大量硅化木化石的存在是森林存在的直接证据,这也是一个值得注意的现象。

从世界各地发现的新近纪猿类化石及后期的人类化石看,它们中的绝大多数都保存在湖相地层或河流相地层中(Badgley et al., 1980; White et al., 1994;),反映了灵长类一般多生活在比较稳定、湿润环境中,元谋古猿动物群的生存时代是一个环境强烈动荡的时期,代表着从森林向草原-灌丛环境的过渡。在这一过程中林木大量死亡,导致了生活在森林中古猿的绝灭、迁移或演化。这一地区自然环境的确定有利于人们对猿类生活环境的新认识。

参 考 文 献

- 和志强. 1997. 元谋古猿. 昆明: 云南科技出版社, 1~270.
刘武, 郑良, 姜础. 1999. 元谋古猿牙齿测量的统计分析及其在分类研究上的意义. 科学通报, 44(23): 2481~2488.
张云翔, 邱占祥, 郑良, 等. 2001. 云南元谋小河盆地含古猿化石地层的对比. 沉积学报, 19(1): 85~89.

References

- Badgley C E, Behrensmeyer A K. 1980. Paleocology of middle Siwalik sediment and fauna of the Potwar Plateau. *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoeco.*, 30: 133~155.
Ho C K. 1990. A new Pliocene hominoid skull from Yuanmou, Southwest China. *Human Evolution.*, 4: 309~318.
He Zhiqiang. 1997. Yuanmou Hominoid Fauna. Kunming: Yunnan Scientific and Technological Publishing House, 1~270 (in Chinese with English abstract).
Leakey M, Walker A. 1997. Early hominoid fossils from Africa. *Sci.*

- Am., 276(6): 74~79.
- Liu Wu, Zhen Liang, Jiang Chu. 1999. Statistical analyses of metric data of hominoid teeth found in Yuanmou of China. *Chinese Science Bulletin*, 45(10): 936~942.
- Voorhies M R. 1969. Taphonomy and population dynamics of an early Pliocene vertebrate fauna. Knox. County Nebraska. Univ. Wyoming Contrib. Geol. Special Paper, 1, Laramie Wyoming, Wyoming Univ. Press, 1~69.
- White Tim D, Suwa G, Asfaw B. 1994. *Australopithecus ramidus*, a new species of early hominoid from Aramis, Ethiopia. *Nature*, 371 (6495): 306~312.
- Zhang Yunxiang, Qiu Zhanxiang, Zheng Liang, et al. 2001. Sedimentary feature and correlation of hominoid fossil stratigraphy of Xiaohe basin, Yuanmou, Yunnan. *Acta Sedimentologica Sinica*, 19(1): 85~89 (in Chinese with English abstract).

Taphonomy of the Hominoid Fauna in the Yuanmou Basin, Yunnan

ZHANG Yunxiang¹⁾, ZHENG Liang²⁾, JI Xueping²⁾, ZHANG Jiahua³⁾

1) *The Key Laboratory of Continental Dynamics, Ministry of Education of China,*

Department of Geology, Northwest University, Xi'an, 710069

2) *Yunnan Institute of Cultural Relics and Archaeology, Kunming, 650118*

3) *MSCR of Chuxiong, Chuxiong, 657000*

Abstract

The Neogene deposits with hominoid fossils in the Xiaohe—Leilao area, Yuanmou, Yunnan, are a sequence of purple pebbly fine sandstone-siltstone with several yellow gravel beds. Taphonomic study and lithological characteristics, assemblages and sedimentary structures of the fossil-bearing bed show that this fossil-bearing bed consists dominantly of piedmont diluvial deposits with well-developed fan channel deposits. On the basis of an analysis of a few thousand pieces of mammalian fossils and taphonomic data from more than 30 excavation sites, two taphonomic types are identified. Fossils of type 1 are scarce and completely preserved in fine sediments of the fan. Fossils of type 2 are abundant but rather broken and are localized in yellow coarse sediments of fan channels. The taphonomic types are closely related to the palaeoclimate and palaeoecology. The taphonomic characteristics of the fossils suggest that the environmental zonation in the area had been formed. The period when the Yuanmou hominoid fauna lived was an unrest, transitional one from the forest to bushveld environment.

Key words: Yuanmou, Yunnan; Neogene; hominoid; taphonomy; background of living