

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

内蒙古宁城道虎沟地区首次发现 中侏罗世蝌蚪化石

袁崇喜¹⁾ 张鸿斌²⁾ 李 明³⁾ 季鑫鑫³⁾

1) 中国地质大学,北京,100083; 2) 常州中华恐龙园,213022

3) 南京大学,210008

内容提要 中国中生代的两栖类化石十分稀少,已报道的有尾两栖类仅见于河北丰宁县凤山炮樟沟晚侏罗世的东方塘蟾(*Laccotriton subsolanus*)、凤山中华蟾(*Sinerpeton fengshanensis*)、辽宁葫芦岛市水口子早白垩世的钟健辽西蟾(*Liaoxitriton zhongjiani*)、内蒙古宁城道虎沟地区中侏罗世的天义初蟾(*Chunerpeton tianyiensis*)和奇异热河蟾(*Jeholotriton paradoxus*),以及辽西早白垩世热河生物群中的无尾两栖类葛氏辽蟾(*Liaobatrachus grabau*)、三燕丽蟾(*Callobatrachus sanyanensis*)、北票中蟾(*Mesophryme beipiaoensis*)。本文记述了一件采自内蒙古宁城道虎沟地区中侏罗世的蝌蚪化石,这在中国乃至亚洲尚属首次报道,不仅填补了中国中侏罗世无尾两栖类化石分布的空白,而且进一步丰富了燕辽生物群的内容,对早期蛙类的地理分布、形态发生、生存环境等研究具有重要的科学价值。

关键词 内蒙古 中侏罗世 无尾两栖类 蝌蚪化石

内蒙古宁城道虎沟地区近几年来发现了一个内容十分丰富的中生代生物化石群,如翼龙(季强等,2002;汪筱林等,2002; Stephen et al., 2002)、有尾两栖类(王原,2000;Gao et al., 2003)、叶肢介、腹足类、昆虫(任东等,2002;张俊峰,2002)、植物等,日渐引起中国地层古生物工作者的重视。本文记述了一块产自宁城道虎沟地区的蝌蚪化石,这是中国宁城地区中生代无尾两栖类化石的首次记录,对于早期蛙类的地理分布、形态变化、生态环境等研究具有重要的科学价值。

1 生物群时代

关于道虎沟生物群的时代,中国地层古生物学者的意见分歧颇大。汪筱林等人报道,在道虎沟地区发现了大量“热河生物群”的化石(如 *Lycoptera* sp., *Peipiaosteus pani*, *Protopsephurus liui*, *Yanosteus longidorsalis*, *Jeholotriton paradoxus*, *Monjurosuchus splendens* 等),认为其地层应归于“义县组”,时代为早白垩世(汪筱林等,2000)。季强等人根据野外工作,并没有在道虎沟地区发现任何“热河生物群”的化石。他们依据长尾型翼龙和短尾型翼龙的共生特

点,认为其时代为晚侏罗世(季强等,2002; Stephen et al., 2002)。任东等人根据道虎沟地区产有 *Mesobaetis sibirica*, *Mesoneta*, *Brunneus haifanggouensis*, *Palaeontinodes haifanggouensis* 等昆虫化石,认为其地层应归于九龙山组,时代为中侏罗世(任东等,2002)。张俊峰根据新发现的动、植物化石,认为道虎沟地区属于“前热河生物群”,其时代大体相当于晚侏罗世牛津期(Oxfordian)到基末利期(Kimmeridgian),并暂称“道虎沟组”(张俊峰,2002)。最近,据中国地质科学院陈文研究员面告,道虎沟地区覆盖于化石层之上的流纹岩、粗面岩及侵入的花岗岩的测年结果均为 162~164 Ma,大致与蓝旗火山岩或髫髻山火山岩同期。综上所述,笔者倾向于将道虎沟生物群归于燕辽生物群,时代为中侏罗世。

2 标本描述

两栖纲 Class Amphibia Linnaeus, 1758

滑体两栖亚纲 Subclass Lissamphibia
Haeckel, 1866

无尾目 Order Anura Rafinesque, 1815

注:本文是《辽西中生代热河生物群综合研究》项目成果之一。

收稿日期:2003-03-12;改回日期:2003-08-11;责任编辑:王思恩。

作者简介:袁崇喜,男,1978年生,中国地质大学在读博士生,主要从事地层古生物研究工作。通讯地址:100083,中国地质大学(北京)地球科学与资源学院;电话:010-82320996;Email:yuanchongxi@163.com。

未定属种 Gen. et sp. indet.

(图版 I)

标本:一件保存较完整的蝌蚪个体的印痕化石, 编号为: CAGS-IG01-705。

产地和层位:内蒙古宁城道虎沟村, 中侏罗统道虎沟组。

描述:一件较完整的蝌蚪印痕化石, 呈背-腹向压扁保存, 头部、躯体和部分后肢, 尾部清晰可见。

头和躯体(head and body):长约 23.4 mm, 最大宽度约 20.5 mm。由于标本背-腹向压扁, 其实际大小应小于此值。

后肢(hindlimb):保存总长约 20 mm, 可清楚地观察到后肢的股部(长约 7.8 mm)、胫部(长约 8.5 mm)、掌部(保存长 2.9 mm)的形态, 掌部末端缺失。

尾(tail):细长, 保存长约 6.75 mm, 末端缺失。

3 比较与讨论

在脊椎动物的进化历程中, 曾经历了一次从水生向陆生转变的重要发展阶段。这一演化阶段的代表性动物就是两栖类动物(Amphibians), 包括了繁盛于古生代的迷齿两栖类(Labyrinthodonts)和壳椎两栖类(Lepospondyls), 以及始现于中生代并仍有现生代表的滑体两栖类(Lissamphibians)。

滑体两栖类又可分为无足两栖类(Gymnophiona)、有尾两栖类(Caudata)和无尾两栖类(Salientia)。总体而言, 两栖动物的化石是十分稀少的, 特别是在探讨起源和演化方面具有重要科学意义的两栖动物化石显得格外罕见。自 1936 年杨钟健首次报道了产于山东山旺中新世无尾两栖类化石-玄武蛙以来, 中国北方相继发现了约 10 种两栖动物化石(Wang, 2001), 其中有尾两栖类包括产于同一地层的中新原螈(杨钟健, 1965)、河北凤山炮樟沟晚侏罗世的东方塘螈(*Laccotriton subsolanus*) (高克勤等, 1998)、凤山中华螈(*Sinerpeton fengshanensis*) (Gao et al., 2001)、辽宁葫芦岛市水口子早白垩世的钟健辽西螈(*Liaoxitriton zhongjian*) (董枝明等, 1998)、内蒙古宁城道虎沟地区中侏罗世的奇异热河螈(*Jeholotriton paradoxus*) (王原, 2000)和天义初螈(*Chunerpeton tianyiensis*) (Gao et al., 2003); 而发现于辽西地区早白垩世的三燕丽蟾(*Callobatrachus sanyanensis*) (王原等, 1999)、葛氏辽蟾(*Liaobatrachus grabau*) (姬书安等, 1998)和北票中蟾(*Mesophryne beipiaoensis*) (Gao et al., 2001)则是

无尾两栖类的代表分子。根据形态结构, 本文描述的发现于宁城道虎沟地区的蝌蚪化石也应是无尾两栖类的分子。

中国的蝌蚪化石曾见报道于山东山旺中新统地层(Young, 1936; 孙博, 1995)。山旺中新统地层为典型的静水湖相沉积, 硅藻土页岩发育, 其中保存有丰富的昆虫、蜘蛛、鱼类、两栖类(玄武蛙、蝌蚪、中新原螈)、鸟类、哺乳动物和大量的植物化石。山旺的蝌蚪化石保存比较丰富, 颜色为黑褐色, 轮廓清晰, 为碳质膜保存, 尾长, 后肢尚未出现, 骨骼特征无法鉴定(Young, 1936)。本文报道的产于宁城道虎沟地区的蝌蚪化石长约 23.4 mm, 颜色较浅, 呈灰黄色, 后肢和长尾同时保存, 明显与山旺的蝌蚪化石处于变态期的不同阶段。

变态作用(Metamorphosis)是指动物在发育过程中, 其身体的‘外表和形态’发生了很大的变化, 一生中从幼年期到成年期一般要经历数个变态阶段, 并伴随有生活方式和生活习性的变化。两栖类是唯一经历了变态过程的陆生脊椎动物。

根据现代生物学的研究结果, 无尾两栖类(蛙类)从新孵出的蝌蚪到完全变为成年期个体大约需要 12~16 周的时间, 但变态时间的长短受水温和食物源的影响很大。在寒冷和高纬度地区, 蛙类的蝌蚪能以蝌蚪的形态度过冬天, 直到次年的春天或夏天温度回升后才发育为成年期个体。一般来讲, 蛙类的抱合(Amplexus)可能要持续数天, 雄性蛙使卵受精。受精卵的数目不等, 可能只有一枚卵, 也可能超过 20000 枚。受精卵的孵化大约需要 6 天, 逐次发生分裂, 发育中的胚胎(或称雏蛙)渐渐变长并开始扭动。此后, 幼小的蝌蚪以体内的残留卵黄为食, 它的尾、嘴和外鳃很不发育。大约 7~10 天后, 蝌蚪开始以水藻为食并可以在水中游动。四周后, 蝌蚪的外鳃逐渐消失, 代之以内鳃, 并被皮肤掩盖。此时的蝌蚪主要利用口内的细齿摄取藻类和植物颗粒为食。它们是群居动物, 有时它们的行为有些像鱼。在 6~9 周期间, 蝌蚪长得又大又长, 不仅产生了头与身体的分异, 而且还长出了后肢。此时的蝌蚪不仅可以利用后肢和尾巴在水中自由游动, 而且食性也有了很大变化。它们不仅以植物和藻类为食, 而且还吃死亡的昆虫甚至死亡的蝌蚪。9 周后, 蝌蚪长出了前肢, 看上去很像一只长有尾巴的雏蛙。大约 12~13 周后, 蝌蚪的尾巴逐渐变短, 消失, 而成为可以在陆地上生活的雏蛙(Barry, 1993)。

通过对当前标本的详细研究, 并将其与现生蛙

类个体发育各个阶段进行比较,笔者推测当前的研究标本是一件处于6~9周变态期的无尾两栖类(蛙类)的蝌蚪化石,最明显的特点在于其产生了头与躯体的分异,长有尾巴和后肢。

与宁城道虎沟的蝌蚪化石共生在一起的还有个体细小,壳饰简单的叶肢介化石。一般来讲,叶肢介生活于水体温暖,营养丰富,水深几厘米至几十厘米的浅水池塘和湖近岸水域(陈丕基,沈炎彬,1985)。另外,化石标本的岩性为灰黄-灰白色薄层凝灰质粉砂岩或粉砂质泥岩,表明当时的沉积环境为湖近岸浅水环境。综合考虑以往发现的其他化石,笔者认为在中侏罗世时期,内蒙古宁城道虎沟地区、辽西地区和冀北地区气候温暖,雨水充裕,河流交错,湖泊众多(任东等,1996),这为生物的生存发展提供了很好的生态条件。此外火山活动的频繁发生喷泄出大量的火山灰、有害元素和有毒气体,频频使生态环境突然恶化,导致生物非正常集群死亡(汪筱林等,1999)。生物死亡后,遗体在原地或被短距离搬运至湖泊内,快速沉积于湖底并被大量火山灰和沉积物覆盖埋藏。这种特殊的沉积环境和埋葬条件是内蒙古宁城道虎沟地区及相邻地区大量化石(包括当前研究的蝌蚪化石)得以精美保存下来的主要原因。

致谢 在化石研究和成文过程中,笔者得到了中国地质科学院地质研究所季强研究员和中国地质大学(北京)万晓樵、李凤麟、张建平教授的指导和帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 陈丕基,沈炎彬. 1985. 叶肢介化石. 北京:科学技术出版社,1~124.
- 董枝明,王原. 1998. 辽宁西部早白垩世一新的有尾两栖类(*Liaoxitriton zhongjiani*). 古脊椎动物学报,36(2):159~172.
- 高克勤,程政武,徐星. 1998. 中国中生代有尾两栖类化石的首次报道. 中国地质,(1):40~41.
- 季强,袁崇喜. 2002. 宁城中生代道虎沟生物群中两类具原始羽毛翼龙的发现及其地层学和生物学意义. 地质评论,48(2):221~224.
- 姬书安,季强. 1998. 中国首次发现中生代蛙类化石(两栖纲:无尾目). 中国地质,(3):39~42.
- 任东,高克勤,郭子光,姬书安,等. 2002. 内蒙古宁城道虎沟地区侏罗纪地层划分及时代探讨. 地质通报,21(8~9):584~591.
- 任东,卢立五,姬书安,等. 1996. 燕辽地区晚中生代动物群及其古生态和古地理意义. 地球学报,(17):148~154.
- 孙博. 1995. 山旺古生物图鉴. 北京:科学出版社,46~50.
- 王原. 2000. 早白垩世热河生物群一新的有尾两栖类. 古脊椎动物学报,38(2):100~103.
- 王原,高克勤. 1999. 亚洲最早的盘舌蟾类化石. 科学通报,44(4):407~412.
- 汪筱林,王元青,张福成,张江永,周忠和,金帆,胡耀明,顾昱,张海春. 2000. 辽宁凌源及内蒙古宁城地区下白垩统义县组脊椎动物生物地层. 古脊椎动物学报,38(2):81~99.
- 汪筱林,王元青,金帆,徐星,王原,张江永,张福成,唐治路,李淳,顾昱. 1999. 辽西北票四合屯脊椎动物化石组合及其地质背景. Palaeoworld (II), 310~327.
- 汪筱林,周忠和,张福成,徐星. 2002. 热河生物群发现带“毛”的翼龙化石. 科学通报,47(1):54~58.
- 杨钟健. 1965. 中国中新统蝶螺化石的首次发现. 古生物学报,13(3):455~459.
- 张俊峰. 2002. 道虎沟生物群(前热河生物群)的发现及其地质时代. 地层学杂志,26(3):173~177.

References

- Barry Clarke. 1993. Amphibian. The United States; Dorling Kindersley Publishing, Inc., 38~39.
- Chen Piji, Shen Yanbin. 1985. Conchostracans Fossil. Beijing: Science and Technology Press, 1~124 (in Chinese).
- Dong Zhiming, Wang Yuan. 1998. A new urodele (*Liaoxitriton zhongjiani* gen. et sp. nov.) from the early Cretaceous of Western Liaoning province, China. Vertebrata Palasiatica, 36(2): 159~172 (in Chinese with English abstract).
- Ji Qiang, Yuan Chongxi. 2002. Discovery of two kinds of protofeathered pterosaurs in the Mesozoic Daohugou Biota in the Ningcheng region and its stratigraphic and biologic significances. Geological Review, 48(2):221~224 (in Chinese with English abstract).
- Ji Shu'an, Ji Qiang. 1998. The first Mesozoic fossil frog from China (Amphibia: Anura). Geology in China, 3: 39~42 (in Chinese with English abstract).
- Gao Keqin, Cheng Zhenwu, Xu Xing. 1998. First report of Mesozoic urodeles of China. Geology in China, 1: 40~41 (in Chinese).
- Gao Keqin, Neil H Shubin. 2001. Late Jurassic salamanders from northern China. Nature, 410: 574~576.
- Gao Keqin, Neil H Shubin. 2003. Earliest known crown-group salamanders. Nature, 422: 424~428.
- Gao Keqin, Wang Yuan. 2001. Mesozoic anurans from Liaoning Province, China, and phylogenetic relationships of archaebatrachian anuran clades. Journal of Vertebrate Paleontology, 21(3):460~476.
- Ren Dong, Gao Keqin, Guo Ziguang, Ji Shu'an. 2002. On the biostratigraphy of the Jurassic fossil beds at Daohugou near Ningcheng, Inner Mongolia. Geological Bulletin of China, 21(8~9): 584~591 (in Chinese with English abstract).
- Ren Dong, Lu Liwu, Ji Shu'an, et al. 1996. Late Mesozoic Fauna assemblages of Yanliao Area, North China, and its paleoecological and paleogeographical significance. Acta Geoscientia Sinica, 17: 148~154 (in Chinese with English abstract).
- Stephen A Czerkas, Ji Qiang. 2002. A New Rhamphorhynchoid with a Head Crest and Complex Integumentary Structures. Feathered Dinosaurs and The Origin of Flight. (The Dinosaur Museum Journal Volume 1) Blanding Utah USA, 15~41.
- Sun Bo. 1995. Shanwang Fossils. Beijing: Science Press, 46~50 (in Chinese).
- Wang Xiaolin, Zhou Zhonghe, Zhang Fucheng, Xu Xing. 2002. A nearly completely articulated rhamphorhynchoid pterosaur with exceptionally well-preserved wing membranes and "Hairs" from Inner Mongolia, Northeast China: Chinese Science Bulletin, 47(3):226~232.

- Wang Xiaolin, Wang Yuanqing, Jin Fan, Xu Xing, Wang Yuan, Zhang Jiangyong, Zhang Fucheng, Tang Zhilu, Li Chun, Gu Gang. 1999. The Sihetun fossil vertebrate assemblage and its geological setting of western Liaoning, China. *Palaeoworld* (II), 310~327 (in Chinese with English abstract).
- Wang Xiaolin, Wang Yuanqing, Zhang Fucheng, Zhang Jiangyong, Zhou Zhonghe, Jin Fan, Hu Yaoming, Gu Gang, Zhang Haichun. 2000. Vertebrate biostratigraphy of the lower Cretaceous Yixian Formation in Lingyuan, western Liaoning and its neighboring southern Nei Mongol (Inner Mongolia), China. *Vertebrata Palasiatica*. 38(2): 81~99 (in Chinese with English abstract).
- Wang Yuan, Gao Keqin. 1999. Earliest Asian discoglossid frog fossil from western Liaoning. *Chinese Science Bulletin*, 44: 636~641.
- Wang Yuan. 2000. A new salamander (Amphibia; Caudata) from the Early Cretaceous Jehol Biota. *Vertebrata Palasiatica*. 38(2): 100~103 (in Chinese with English abstract).
- Wang Yuan. 2001. Advance in the study of Mesozoic lissamphibians from China. In: Deng Tao and Wang Yuan, eds. *Proceedings of the Eighth Annual Meeting of the Chinese Society of Vertebrate Paleontology*. Beijing: China Ocean Press, 9~19 (in English with Chinese abstract).
- Young Chungchien. 1936. On the Cenozoic Geology of Itu, Changlo and Linchu Districts (Shantung). *Bulletin of Geological Society of China*, 15(2): 171~188.
- Young Chungchien. 1965. On the First Occurrence of the Fossil Salamanders from the Upper Miocene of Shantung, China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 13(3): 455~459 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Junfeng. 2002. Discovery of Daohugou Biota (Pre-Jehol Biota) with a Discussion on its Geological Age. *Journal of Stratigraphy*, 26(3): 173~177 (in Chinese with English abstract).

图版说明

- 1~5. 现生蛙类个体发育过程中几个变态阶段。
6. 宁城道虎沟蝌蚪化石。

Discovery of a Middle Jurassic Fossil Tadpole from Daohugou Region, Ningcheng, Inner Mongolia, China

YUAN Chongxi¹⁾, ZHANG Hongbin²⁾, LI Ming³⁾, JI Xinxin³⁾

1) *China University of Geosciences, Beijing, 100083*; 2) *China Dinosaur Park in Changzhou, Changzhou, 213022*

3) *Nanjing University, Nanjing, 210008*

Abstract

Mesozoic fossil amphibians are very rare in China, to name a few, Late Jurassic *Laccotriton subsolanus*, and *Sinerpeton fengshanensis* from the Fengshan area, Fengning County, Hebei Province, Early Cretaceous *Liaoxitriton zhongjiani* from Shuikouzi, Huludao, Liaoning Province, Middle Jurassic *Chunerpeton tianyiensis* and *Jeholotriton paradoxus* (Caudata) from the Daohugou area, Ningcheng, Inner Mongolia, and Early Cretaceous *Liaobatrachus grabaui*, *Callobatrachus sanyanensis* (Salientia) and *Mesophryne beipiaoensis* from the Jehol Biota in western Liaoning. This paper reports for the first time a fossil tadpole (Salientia) from the Middle Jurassic in the Daohugou area, Ningcheng, Inner Mongolia. It not only fills in the gap of the distribution of the Anura Amphibians in the Middle Jurassic in China, but also enriches the content of the Yanliao Biota. Therefore, it is of great value for studying the geographic distribution, the morphogeny and the living conditions of early frogs.

Key words: Inner Mongolia; Middle Jurassic; Anura Amphibian; fossil tadpole

