

河南省义马县中侏罗统义马组兽脚类恐龙足印化石的发现及其意义

吕君昌¹⁾, 张兴辽²⁾, 贾松海²⁾, 胡卫勇²⁾, 吴炎华²⁾, 季强¹⁾

1) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037; 2) 河南省地质博物馆, 郑州, 450016

内容提要:本文记述了河南省义马县中侏罗世地层中首次发现的大型兽脚类恐龙足印。该足印虽然与发现于下一中侏罗统的张北足印类似, 但是又不完全相同, 从而命名为该属的一新种: 徐氏张北足印(新足迹种): *Changpeipus xuiana* inchnosp. nov.。它具有以下特征: 足印的长度与宽度的比率约为 1.9, 第 II 趾长度稍短于第 IV 趾的长度; 第 II 和第 III 趾之间的夹角约为 25°; 第 III 和第 IV 趾之间的夹角约为 32°, 足印的后部具有趾骨所留下的印痕。徐氏张北足印的发现, 不仅为我国中侏罗世恐龙足印增加了新的成员, 而且为将来在该地区中侏罗世的地层中发现大型兽脚类恐龙骨骼化石提供确凿的依据。

关键词: 徐氏张北足印; 义马组; 中侏罗统; 河南省义马县

中国恐龙足印化石研究始于 1929 年, 由德日进和杨钟健首次报道发现于中国山西和陕西的恐龙足印(Teilhard de Chardin and Young, 1929)。到目前为止, 中国的恐龙足印化石主要发现于侏罗纪和白垩纪的地层中(Yabe et al., 1940; Young, 1943, 1960; 杨钟健, 1966, 1979a, b; 甄朔南等, 1983, 1986, 1995, 1996; You and Azuma, 1995; 余心起等, 1999; Lockley et al., 2002; Li et al., 2006; Matsukawa et al., 2006; Zhang et al., 2006; 李建军等, 2006; Lü et al. 2006)。虽然三叠纪也有发现, 但是数量很少, 目前只发现一例(杨兴隆和杨代环, 1987)。中国恐龙足迹化石研究最新进展见 Chen 等(2006)。在河南省境内, 虽然发现过恐龙化石比如栾川的霸王龙牙齿(董枝明, 1979)及内乡的诸葛南阳龙(徐星等, 2000), 以及西峡、内乡、淅川等地发现大量的、种类繁多的恐龙蛋化石, 成为世界上最著名的恐龙蛋化石产地之一, 但是足印化石的发现却很少, 只报道过一例(赵资奎, 1979)。而以上的恐龙化石及恐龙蛋化石均发现于白垩纪的地层中。本文所记述的是发现于中侏罗统含煤地层中的一兽脚类恐龙足印化石。虽然化石材料较少, 只有属于同一恐龙个体留下的一个完整的足印和一个足印的前半部分, 但是它为研究恐龙的生活习性及其古地理环境

提供重要信息, 尤其是它为将来在该地区发现兽脚类恐龙骨骼化石的可能性提供确凿的依据, 因此这一兽脚类足印化石的发现, 具有重要的意义。

1 义马市北露天煤矿地质简况

兽脚类恐龙足印化石发现于豫西距离义马市东南 1.5 公里处的义马北露天煤矿(图 1)的义马组。河南省地质矿产局(1989)将义马组的时代归入早—中侏罗世, 同年, Zhou and Zhang(1989)将其时代定为中侏罗世(中国地层典编委会, 2000), 本文采用义马组的时代为中侏罗世的观点。据河南省地质矿产局(1989), 义马组的岩性、厚度变化较大。本组下部主要为灰色粉砂岩夹中细粒(长石)石英砂岩和厚煤层, 上部主要为灰黑色粘土岩夹粉砂岩和薄煤层。底部多为砂砾岩层。下面将河南省地质矿产局(1989)的剖面引用于下(图 2)。

上覆地层: 上第三系(N)砾岩

~~~~~不整合~~~~~

|                                                                |          |
|----------------------------------------------------------------|----------|
| 中—下侏罗统义马组(J <sub>2</sub> y)                                    | 厚 124.7m |
| 11. 灰白、灰绿及红色粘土岩                                                | 5.9m     |
| 10. 黑色致密块状粘土岩夹菱铁矿层。产双壳类:<br><i>Tutuella</i> sp. 及叶肢介、介形虫、鱼鳞片化石 | 18.3m    |
| 9. 中煤层夹黑褐色砂岩及粘土岩                                               | 4.6m     |

注: 本文为河南省财政厅、国土资源厅 2005 年度探矿权采矿权使用费及价款科研项目“河南省脊椎动物(恐龙、古象)化石勘查发掘”资助的成果。

收稿日期: 2006-11-17; 改回日期: 2007-01-08; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 吕君昌, 男, 1965 年生, 2004 年获得美国南方卫理公会大学(SMU) 博士。主要从事中生代爬行动物及地层的研究。通讯地址: 100037, 北京市西城区百万庄大街 26 号, 中国地质科学院地质研究所; 电话: 010—68994637; Email: Lujc2008@126.com。

8. 上部灰黑、黑色粘土岩、砂质粘土岩夹灰色厚层粉砂岩及薄煤层,下部灰黑色厚层粉砂岩和砂质粘土岩。  
含大量动、植物化石碎片7.8m
7. 灰色厚—巨厚层粉砂岩夹黑色薄层砂质粘土岩。顶部为黑色砂质粘土岩及粘土岩。富含植物化石:  
*Cladophlebis asiatica* Chou et Yeh, *Coniopteris burejensis* (Zalessky) Seward, *Nilssonina orientalis* Heer, *Ginkgoites digitata* (Brongniart), *G. magnifolius* Du Toit, *G. sibiricus* (Heer) Seward, *G. cf. orientalis* (Yabe et Oishi) Florin, *Baiera gracilis* Bean, *Elatocladus manchurica* (Yokoyama) Yabe, *Podozamites lanceolatus* (L. et H.) Braun 等  
15.4m
6. 土黄色厚层中—细粒长石石英粉砂岩,夹钙质细砂岩20.7m
5. 浅灰色薄层中—细粒砂岩,夹灰色粉砂岩。底部为灰白色中厚层细粒钙质石英砂岩6.8m
4. 浅灰色厚层细粒石英砂岩,夹薄层灰色砂质粘土岩17.7m
3. 灰色中厚层粉砂岩。含植物化石9.5m
2. 底层煤,夹炭质粘土岩、粉砂岩及炭质菱铁矿薄层13.0m
1. 砂、砾岩层,常相变为含砾粘土岩或砾岩与砂岩、粘土岩互层5.0m

-----平行不整合-----

下伏地层:上三叠统谭庄组( $T_3t$ )

2 系统古生物学

兽脚亚目 Theropoda Marsh, 1881  
肉食龙次亚目 Carnosauria Huene, 1920  
张北足迹 *Changpeipus* Young, 1960  
徐氏张北足迹 *Changpeipus xuiana* inchnosp. nov. (图版 I ; 图 3)

词源:种名赠给对河南省中生代爬行动物化石

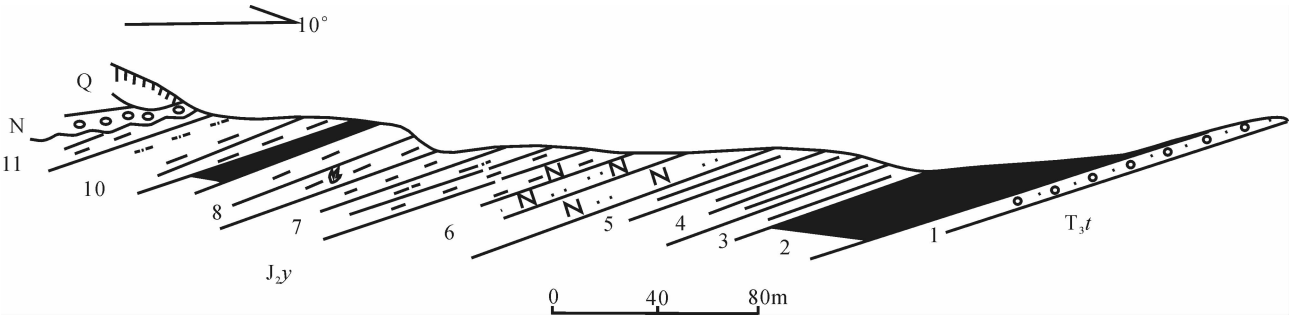


图 2 义马北露天矿西侧中侏罗统义马组( $J_2y$ )剖面图  
(改自河南省地质矿产局,1989)

Fig. 2. The geological section of the Middle Jurassic Yima Formation of the Beilutian Coal Mine of Yima  
(modified from Bureau of Geology and Mineral Resources of Henan Province, 1989)

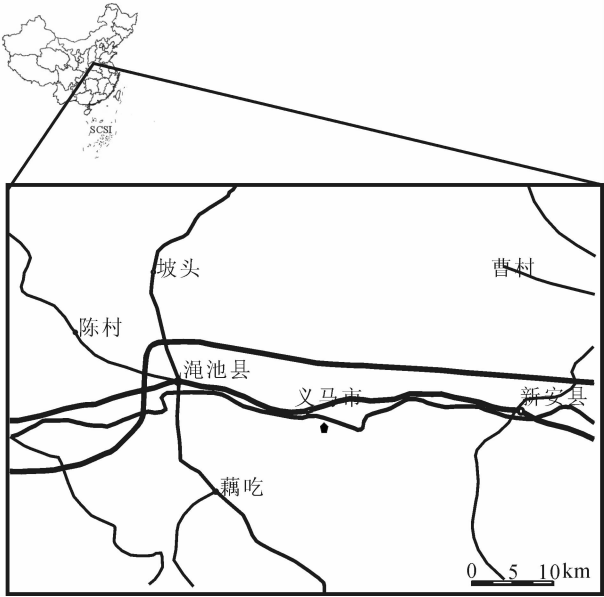


图 1 义马恐龙足印化石点的地理位置图 (实心五角形代表足印化石产地)

Fig. 1 The geographical map of the Yima dinosaur footprint (The solid pentagon represents the footprint site)

调查做出重大贡献的河南省地质博物馆副馆长徐莉博士。

正型标本: 由一个完整及不完整的足印组成的部分足迹。标本保存于河南省地质博物馆。标本登记号为 41HIII—0098。

化石地点和层位: 恐龙足印化石发现于义马县北露天煤矿。中侏罗统的义马组。

特征: 一大型兽脚类恐龙的足印, 足印的长度与宽度的比率约为 1.9; 第Ⅱ和第Ⅲ趾之间的夹角约为 25°; 第Ⅲ和第Ⅳ趾之间的夹角约为 32°。足迹的后部具有跖骨所留下的印痕。

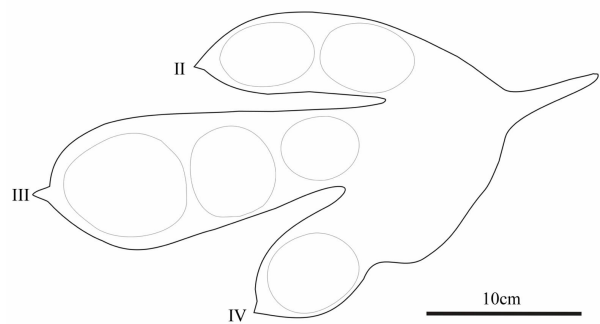


图 3 依据人工凹模绘制的徐氏张北足印的线条图  
Fig. 3 The outline drawing of *Changpeipus xuiana* based on the artificial negative print

标本描述:标本为处于同一足迹上的一个完整足印和一个足印的前半部分。为正型(凸)印迹,也就是足迹本身在上一层岩层的底面形成的铸模。该标本是在煤干石堆中发现的,因此它在剖面上的具体位置不清楚。该足迹是在巨块粉沙岩之上的薄层粉沙质泥岩中保存,从其保存的母岩的岩石特征来看,它应位于剖面上第 7 层之上或者第 8 层的底部。粉沙岩中的斜层理非常发育。从沉积环境上来看,应为湖泊相沉积。恐龙足印为三趾型,为典型的兽脚类恐龙足印。该足印较浅而较窄。其测量数据见表 1。第二趾较短,两个脚趾垫保存明显。第三趾最长,三个脚趾垫也保存明显,第三趾的趾尖的印痕指向内侧,根据 Lull (1904),在三趾型或者四趾型的恐龙足迹中,第二趾和第四趾的爪指向偏离脚轴方向,而第三趾的爪总是指向足迹的中间,因而可以推断该足印为左足。第四趾与第三趾之间的夹角大于第二趾和第三趾之间的夹角。第四趾较粗大,除了远端的脚趾垫明显外,其它的脚趾垫不明显。足印的后部有一长约 6cm 的可能为蹠骨所留下的印痕。足印长度与宽度的比率约为 1.9。该足印的第

Ⅱ趾和第Ⅳ趾之间的夹角为 57°,据 Thulborn (1990),这应是肉食龙类恐龙所留下的足印。

3 讨论

由于徐氏张北足印较窄长,三趾,无拇指印迹,一般轮廓为三角形,第Ⅳ趾比第Ⅱ趾长 (Young, 1960),第Ⅱ趾和第Ⅲ趾夹角为 25°及考虑到层位上相当(中侏罗统)等特点,将新足印归入张北足印属。除了早白垩世的一些大面积的恐龙足迹化石发现外,比如甘肃的盐锅峡(Li et al., 2006)及内蒙古的鄂尔多斯的察布苏木(李建军等, 2006; Azuma et al., 2006)。虽然我国侏罗纪的恐龙足印化石相对来说大面积出现的情形较少,且大多数数量较少,但是种类较多且分布范围较广。已报道的足印包括蹠脚龙足迹(*Grallator*) (发现于下侏罗统冯家河组底部;甄朔南等, 1986),热河足印(*Jeholosauripus*) (发现于辽宁省朝阳的早侏罗世; Yabe et al., 1940),分叉蹠脚龙足迹(*Schizograllator*)和似虚骨龙足迹(*Paracoelurosaurichus*) (发现于云南晋宁夕阳下侏罗统冯家河组的底部;甄朔南等, 1986),资中足印(*Zizhongpus*) (发现于四川资中中侏罗统新田沟组的底部;杨光隆和杨代环, 1987),巨大足迹(*Megaichnites*) (发现于四川省资中县,中侏罗统新田沟组底部;杨光隆和杨代环, 1987),重庆足印(*Chongqingpus*) (发现于重庆中侏罗统下沙溪庙组的中部;杨光隆和杨代环, 1987),莱阳足迹(*Laiyangpus*) (发现于山东莱阳的上侏罗统;杨钟健, 1960),陕西足迹(*Shensipus*) (发现于陕西铜川的下一中侏罗统直罗群下部;杨钟健, 1966),石炭张北足迹(*Changpeipus carbonicus*) (发现于吉林辉南和辽宁阜新的下一中侏罗统;杨钟健, 1960),滦平张北足印(*Changpeipus luanpingeris*) (发现于河北滦平的上侏罗统;杨钟健, 1979b),以及董氏禄丰足印(*Lufengopus dongi*) (发现于云南禄丰中侏罗统的上禄丰组; Lü et al., 2006)。在上述所提到的侏罗纪所发现兽脚类恐龙足印中,除了重庆足印、巨大足印、禄丰足印及张北足印的最大长度大于 30cm 外,其它足印的最大长度均小于 20cm。

徐氏张北足印与重庆足迹区别在于重庆足印第Ⅲ和第Ⅳ趾之间的夹角较小,第Ⅰ趾的印迹明显而徐氏张北足印的第Ⅲ和第Ⅳ趾之间的夹角较大,无第一趾印迹;徐氏张北足印与巨大足印的区别在于巨大足印的第Ⅲ和第Ⅳ趾之间的夹角较小,且趾垫宽,前部扩大,而徐氏张北足印的趾垫宽度没有巨大

表 1 徐氏张北足印(41HIII—0098)测量数据表(in cm)

Table 1 Measurements of *Changpeipus xuiana* (41HIII—0098) (in cm)

| 1 测量要素             | 数据  |
|--------------------|-----|
| 最大长度               | 34  |
| 最大宽度(第二和第四趾尖之间的距离) | 18  |
| 第Ⅱ趾的长度             | 12  |
| 第Ⅳ趾的长度             | 15  |
| 第Ⅱ和第Ⅲ趾之间的夹角        | 25° |
| 第Ⅲ和第Ⅳ趾之间的夹角        | 32° |
| 第Ⅱ和第Ⅳ趾之间的夹角        | 57° |

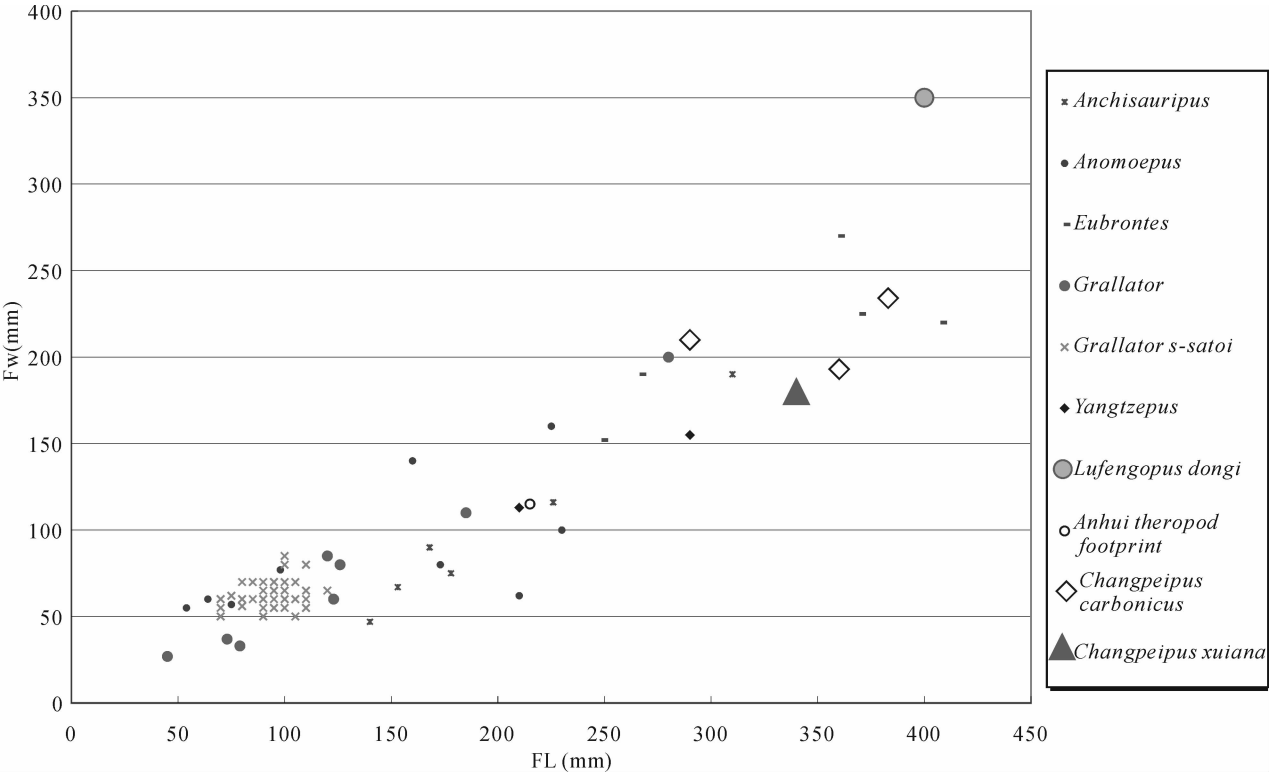


图 4 兽脚类恐龙足印的长度与宽度关系离散图

Fig. 4 The scatter diagram of width to length of theropod dinosaur footprints

足印的那么强烈,第Ⅲ和第Ⅳ趾之间的夹角较大;徐氏张北足印与禄丰足印的区别在于禄丰足印相对短宽,其足长与足宽的比率为 1.25(Lü et al., 2006),而徐氏张北足印相对较长,足印的长与宽的比率为 1.9;徐氏张北足印与张北足印的其它两个种:石炭张北足印和滦平张北足印形态相似,它们均较窄。徐氏张北足印明显大于滦平张北足印,而与石炭张北足印大小类似,但是石炭张北足印第Ⅱ和第Ⅳ趾之间的夹角(62°)大于徐氏张北足印的(57°),且徐氏张北足印的后部具有明显的蹠骨所留下的印痕,因而确立一新种以区别于石炭张北足印。

兽脚类恐龙足印的长度与宽度之间关系离散图(The scatter diagram)显示了徐氏张北足印位于张北足印的范围内(图 4),从而进一步说明了徐氏张北足印与张北足印关系密切,为张北足印的一新种。

4 结论

徐氏张北足印化石的发现,不仅使张北足印化石的分布范围由东北吉林省辉南松杉岗煤矿和辽宁省阜新煤矿(Young, 1960)向西扩展到河南省西西部的义马市的北露天煤矿,而且说明了张北足印主

要与煤层沉积有关,进而说明了这类大型兽脚类恐龙生活在植被茂盛,温暖潮湿的气候环境中。其次,徐氏张北足印的发现为将来在该地区发现大型兽脚类恐龙骨骼化石及植食性恐龙化石可能性提供了确凿依据。

**致谢:**日本福井县立恐龙博物馆的东洋一博士提出许多宝贵建议在此表示由衷的感谢。

参 考 文 献

董枝明 1979. 华南白垩系的恐龙化石. 载于《华南中\新生代红层——广东雄“华南白垩纪——早第三纪红层现场会议”论文集》. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所和南京地质古生物研究所编. 北京:科学出版社. 342~350.

河南省地质矿产局,1989. 河南省区域地质志. 北京:地质出版社,1~772.

李建军,巴特儿,张维虹,胡柏林,高立红. 2006. 内蒙古查布地区下白垩统巨齿龙足印化石. 古生物学报,45(2):221~234.

徐星,赵喜进,吕君昌,黄万坡,李占扬,董枝明. 2000. 河南内乡桑坪组一新禽龙及其地层学意义. 古脊椎动物学报,38(3):176~191.

杨兴隆,杨代环 1987. 四川盆地恐龙足印化石. 成都:四川科学技术出版社. 1~30.

杨钟健 1966. 陕西铜川的足印化石. 古脊椎动物与古人类, 10(1):

68~72.

杨钟健 1979a. 云南西双版纳傣族自治州的足印化石. 古脊椎动物与古人类, 17(2): 114~115.

杨钟健 1979b. 河北滦平县足印化石. 古脊椎动物与古人类, 17(2): 116~117.

余心起, 小林快次, 吕君昌. 1999. 安徽省黄山地区恐龙(足迹)脚印化石的初步研究. 古脊椎动物与古人类, 37(4): 285~290.

甄朔南, 李建军, 甄百鸣. 1983. 四川岳池恐龙足迹研究. 北京自然博物馆研究报告, 25: 1~19.

甄朔南, 李建军, 饶成刚, 胡绍锦. 1986. 云南晋宁夕阳的恐龙足迹. 北京自然博物馆研究报告, 33: 1~17.

甄朔南, 李建军, 张宝堃, 陈伟, 朱松林. 1995. 四川峨嵋下白垩统的恐龙及鸟类足迹研究. 北京自然博物馆研究报告, 54: 105~120.

甄朔南, 李建军, 韩兆宽, 杨兴隆. 1996. 中国恐龙足迹研究. 成都: 四川科技出版社, 1~110.

赵资奎 1979. 河南内乡新的恐龙蛋类型和恐龙脚印化石的发现及其意义. 古脊椎动物与古人类, 17(4): 304~309.

中国地层典编委会. 2000. 中国地层典侏罗系. 北京, 地质出版社: 1~154.

Azuma Y, Li Y, Currie P J, Dong Z, Shibata M and Lü J C. 2006. Dinosaur footprints from the Lower Cretaceous of Inner Mongolia, China. Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum, 5: 1~14.

Chen P J, Li J J, Matsukawa M, Zhang H C, Wang Q F, Lockley M G. 2006. Geological ages of dinosaur-track-bearing formations in China. Cretaceous Research, 27: 22~32.

Huene F Von. 1920. Bemerkungen zur systematik und stammesgeschichte einiger reptilian. Z. Indukt. Abstamm. Vererb. Lehre, 24: 162~166.

Li D Q, Azuma Y, Fujita M, Lee Y N, Arakawa Y. 2006. A preliminary report on two new vertebrate track sites including dinosaurs from the Early Cretaceous Hekou Group, Gansu Province, China Journal of the Paleontological Society of Korea, 22(1): 29~49.

Lockley M G, Wright J, White D, Matsukawa M, Li J J, Feng L, Li H. 2002. The first sauropod trackways from China. Cretaceous Research, 23(3): 363~381.

Lü J C, Azuma Y, Wang T, Li S X, Pan S G. 2006. The first discovery of dinosaur footprint from Lufeng of Yunnan Province, China. Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum, 5: 35~39.

Lull R S. 1904. Fossil footprints of the Jura-Trias of North America. Memoirs read before the Boston Society of Natural History, 5: 461~557.

Marsh O C. 1881. Principal characters of American Jurassic dinosaurs. Part IV. American Journal of Sciences, ser. 3, 21: 417~423.

Matsukawa M, Lockley M, Li J J. 2006. Cretaceous terrestrial biotas of East Asia, with special reference to dinosaur-dominated ichnofaunas: towards a synthesis. Cretaceous Research, 27: 3~21.

Teilhard De Chardin P, Young C C. 1929. On some traces of vertebrate life in the Jurassic and Triassic beds of Shansi and Shensi. Bulletin of Geological Society of China, 8(2): 131~136.

Yabe H, Y Inai, T Shikama. 1940. Discovery of Dinosaurian Footprints from the Cretaceous (?) of Yangshan, Chinchou. Preliminary Note. Proceedings of Imperial Academy of Tokyo 15: 560~563.

You H L, Azuma Y. 1995. Early Cretaceous dinosaur footprints from Luanping, Hebei Province, China. In: Sun A, Wang Y, eds. Sixth symposium on Mesozoic terrestrial ecosystems and biota, short papers, 151~156.

Young C C. 1943. Note on some fossil footprints in China. Bulletin of the Geological Society of China, 13 (3~4): 151~154.

Young C C. 1960. Fossil footprints in China. Vertebrata Palasiatica, 4: 53~66.

Zhang J P, Li D Q, Li M L, Lockley M G, Bai Z. 2006. Diverse dinosaur-, pterosaur-, and bird-track assemblages from the Hakou Formation, Lower Cretaceous of Gansu Province, northwest China. Cretaceous Research, 27: 44~55.

Zhou Z Y, Zhang B L. 1989. A middle Jurassic Ginkgo with ovule-bearing organs from Henan, China. Palaeographica Abt. B. 211: 113~133.

The Discovery of Theropod Dinosaur Footprints from the Middle Jurassic Yima Formation of Yima County, Henan Province

LÜ Junchang<sup>1)</sup>, ZHANG Xingliao<sup>2)</sup>, JIA Songhai<sup>2)</sup>, HU Weiyong<sup>2)</sup>,  
WU Yanhua<sup>2)</sup>, JI Qiang<sup>1)</sup>

1) Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037  
2) Henan Geological Museum, Zhengzhou 450016, Henan Province

Abstract

Herein described is the first discovery of large sized theropod dinosaur footprints from the Middle Jurassic deposits of Yima, Henan Province of China. Although this footprint is similar to *Changpeipus*, which was found from the lower-middle Jurassic deposits, it is not identical to *Changpeipus*. Therefore, a new species of this genus; *Changpeipus xuiana* inchnosp. nov. is erected. *Changpeipus xuiana* is characterized by the ratio of length to width of the footprint approximate 1.9, digit II slightly shorter than digit IV, the divarication of digits II -III about 25°, the divarication of digits III-IV about 32°, and the tarsal impression appearing at the back of the footprint. The discovery of *Changpeipus xuiana* not only adds the new member of the Middle Jurassic dinosaur footprints in China, but also provides the strong evidence for discovering large sized theropod dinosaur skeletons from the middle Jurassic sediments of this area in the near future.

**Key words:** *Changpeipus xuiana*; Yima Formation; Middle Jurassic; Yima County of Henan Province

