

【发现与进展】

doi: 10.12029/gc20190117

# 山东海阳发现早白垩世小型兽脚类恐龙足迹

李日辉<sup>1</sup>, 孟元库<sup>2</sup>, 陈晓辉<sup>1</sup>

(1. 青岛海洋地质研究所, 山东 青岛 266071; 2. 山东科技大学地球科学与工程学院, 山东 青岛 266590)

First report of Early Cretaceous diminutive theropod tracks from Haiyang, Shandong Province

LI Rihui<sup>1</sup>, MENG Yuanku<sup>2</sup>, CHEN Xiaohui<sup>1</sup>

(1. Qingdao Institute of Marine Geology, Qingdao 266071, Shandong, China; 2. Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, Shandong, China)

## 1 研究目的(Objective)

莱阳是我国著名的恐龙之乡,晚白垩世鸭嘴龙类的骨骼化石十分丰富,但早白垩世恐龙则发现不多,仅有少量鸚鵡嘴龙类。2000年,曾在莱阳早白垩世龙旺庄组发现过兽脚类足迹化石。最近,我们在海阳凤城镇凤翔路附近(36°43'17"N, 121°14'40"E)发现了一个新的小型兽脚类恐龙足迹化石点。本研究的目的,是确定造迹恐龙的类型,并探讨其足迹分类意义,为早白垩世胶莱盆地恐龙群面貌恢复提供重要化石依据。

## 2 研究方法(Methods)

采用传统的地层学、古生态学研究方法。首先,野外测制含化石层位的地层剖面,分层并进行岩性描述,标注足迹化石的产出层位,测量足迹大小等参数、绘制足迹产出状态图、采集有关的足迹标本等;其次,根据区域地质资料确定足迹的产出层位,室内绘制地层剖面图和足迹平面分布图等;最后,开展恐龙足迹的古生态学研究,查明造迹恐龙的种类,探讨其行为习性及其生活环境等。

## 3 研究结果(Results)

恐龙足迹产于中层灰绿色、灰紫色粉砂岩、细砂岩中。根据岩性组合、沉积特征及与区域地层对比,确认其产出层位为早白垩世莱阳群杨家庄组,为一套河湖相沉积。该组与以往报道的莱阳地区产兽脚类足迹拟蹠脚龙足迹 *Paragrallator* 的龙旺庄组及下伏的水南组时代相当。

此次共发现较清晰的恐龙足迹化石 26 个。其

中,15 个产于层面上,为正常凹型足迹,未能采集(图 1);7 个位于岩层底面,为凸型足迹,分布于 2 块标本上,已被采集(图 2)。足迹均为小的三趾型,最大的长 10.0 cm,宽 5.3 cm;最小的长 5.0 cm,宽 4.0 cm。因为足长大于宽,足迹较窄且爪迹明显,应为小型兽脚类恐龙的足迹。根据足迹大小、长宽比值以及 II、IV 趾间角的大小,可将这些足迹分为 a、b、c 3 个形态类群(表 1)。类型 a:长略大于宽,足长和宽均值分别为 6.0 cm 和 4.7 cm;类型 b:长远大于宽,长和宽均值为 7.3 cm 和 3.6 cm(图 2b);类型 c:只有一个足迹,长 10.0 cm,宽 5.3 cm。研究认为,类型 a 类似于山东诸城黄龙沟同时期的兽脚类足迹强壮足迹 *Corpulentapus*,但后者个体要大得多,几乎是其 2 倍;类型 b 与山东莒南后左山早白垩世田家楼组的甄朔南小龙足迹 *Minisauripus zhenshuonani* 大小相似,但后者的长宽比值较小,特别是类型 b 的 III 趾更



图 1 海阳凤城镇层野外层面凹型保存的部分恐龙足迹照片  
Fig.1 Photograph showing part of diminutive dinosaur tracks in concave epireliefs in Fengcheng Town of Haiyang

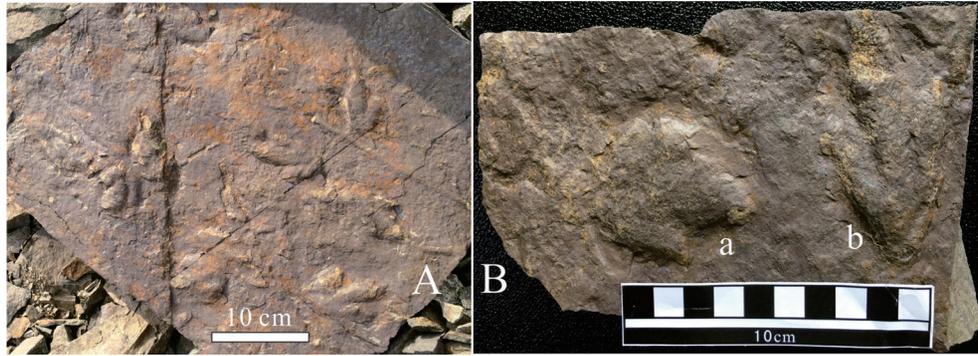


图2 海阳凤城镇采集到的两块足迹标本照片

足迹均呈层底凸型保存:A—较清晰的6个足迹;B—两种主要的恐龙足迹类型a和b

Fig.2 Photograph of two collected track specimens from Fengcheng Town of Haiyang

Tracks preserved as natural cast, with 6 tracks in A and two major dinosaur track types (a and b) in B

表1 海阳恐龙足迹主要特征

Table 1 Main characteristics of dinosaur footprints in Haiyang

类型	足迹长/cm	足迹宽/cm	长/宽	II-IV趾间角(°)	足迹数目
a	6.0	4.7	1.3	53.0	8
b	7.3	3.6	2.0	38.7	17
c	10.0	5.3	1.9	55.0	1

长直、粗壮,这点又与后左山的蹠脚龙足迹 *Grallator isp.* 相似,因此,其应为二者之间的过渡类型;类型c根据形态、大小等则可归入 *Grallator isp.*。*Grallator* 是最早被命名的恐龙足迹属之一,足迹长一般不超过15 cm,三趾型,两侧趾间夹角较小,中趾较两侧趾前伸明显(大于 *Eubrontes* 或 *Anchisauripus*),足迹狭窄,长宽比值大于或等于2。以往足长小于15 cm的三趾型兽脚类足迹往往归于该足迹属。需要指出的是,恐龙足迹的分类主要是根据形态,受底质等环境因素影响很大,往往同一个恐龙个体可以形成不同的足迹属。因此,研究者对于对于足迹的分类比较谨慎,本文也对类型a和b进行进一步的分类归并。需要指出,这些小型足迹的层面分布相对密集、方向性较为杂乱,可能意味着它们的造迹恐龙具有群居特征,起码足迹的产地是一个小型恐龙经常聚会的地区。此外,根据有关的经验公式,可以推测造迹恐龙的大小,一般身高是足长的4倍,而身长是身高的3倍。据此推测这批足迹的造迹恐龙体长约为80~90 cm,高近30 cm。但由于这些足迹杂乱,加之出露局限,难以识别出完整的行迹(trackway),因此,步长及运动速度

等参数暂时无法获取。

## 4 结论(Conclusions)

(1)凤城镇的足迹三趾型,由小型兽脚类恐龙形成,它们是海阳地区恐龙足迹的首次发现,时代为早白垩世中晚期,产出地层层位是下白垩统莱阳群杨家庄组。

(2)可以识别出26个恐龙足迹,采集的两块标本含8个足迹,另外18个足迹仍然保持在野外。这些足迹可分为3个形态类型。类型a类似于 *Corpulentapus*,但个体偏小;类型b应为足迹属 *Minisauripus* 与 *Grallator* 之间的过渡类型,将在小型兽脚类恐龙足迹的分类中占据重要位置;类型c则可归入 *Grallator isp.*

(3)尽管该地没有发现兽脚类骨骼化石,但此次恐龙足迹的发现表明,在早白垩世,胶莱盆地东南部的海阳为河湖相环境,生活着体长80~90 cm 群居的小型肉食性兽脚类恐龙群。因此,恐龙足迹是恐龙研究的重要内容,特别在缺乏恐龙骨骼化石的情况下,足迹化石是研究恐龙的绝佳材料。

## 5 致谢(Acknowledgement)

本文为国家自然科学基金项目(41741008)和中国地质调查局项目“1:100万天津幅海洋区域地质调查”(1212011220113)资助的成果。

作者简介:李日辉,男,1961年生,研究员,博士,主要从事古生物和海洋地质研究;E-mail: rihuilidq@qq.com。