

安徽南陵下三叠统青龙组鲎类足迹化石的发现

毕德昌 郭佩霞 钱迈平

(地质矿产部南京地质矿产研究所, 南京 210016)

内 容 提 要

这是在我国首次发现的鲎类足迹化石, 标本采自安徽南陵下三叠统青龙组薄层灰岩。除对它们的形态特征加以描述、分析和比较外, 还就其形成环境及保存特点作了初步的探讨。

关键词 鲎类 足迹 灰岩 三叠系 青龙组

人们在观察沉积岩层时不难发现, 在岩层的层面上或岩层中往往保存着各种各样的遗迹化石, 诸如拖迹(trail)、潜穴(burrow)、钻孔(boring)和足迹(track)等。1987年, 笔者在观察长江中下游一带下三叠统青龙组剖面时, 曾在安徽南陵地区首次发现一枚小型具四趾的足印化石。1993年, 笔者等再度赴化石产地并于同一层位中采获数量稍多且形态不同的足迹化石。经研究认为, 这些异形足迹化石系属节肢动物中的鲎类所造成。据国外有关文献记载, 这类化石曾见于美国、德国及英国等地三叠系红色砂页岩中, 另在美国泥盆系和英国石炭系砂岩层以及德国侏罗系石灰岩(石印石灰岩)中也有分布。然而, 值得提出的是, 鲎类足迹化石在国内地层中迄今尚未见有报道。为此, 本文特将我们发现的鲎类足迹化石以及对它们研究的初步结果作一粗略的介绍。

一、产地与层位

我们发现的鲎类足迹化石产自安徽省南陵县西南约40km的丫山镇西北边的丫山(插图1)。该处青龙组发育齐全, 出露完好, 其岩性以薄层泥状灰岩为主。在丫山沿上山的简易公路旁所见该组地层层序如下:

南陵湖段 >98m

14. 灰色厚层泥状灰岩

>41m

13. 灰色薄层泥状灰岩, 具瘤状构造

22m

12. 灰色厚层泥状灰岩

13m

11. 灰色、灰黄色薄层泥状灰岩, 具瘤状构造, 产菊

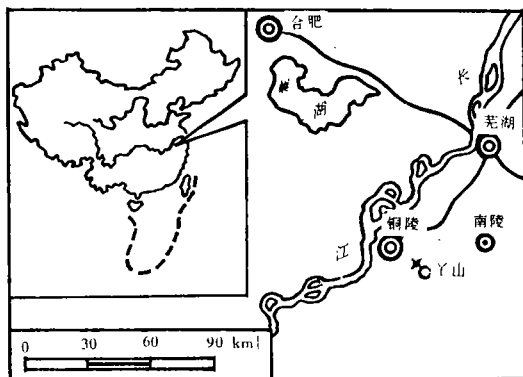


插图1 鲎类足迹化石产地位置示意图

Sketch map showing the locality of limulid track fossils

石 <i>Columbites</i> sp. 等	22m
—————整合—————	
和龙山段 297m	
10. 灰色中薄层含白云质泥状灰岩	36m
9. 灰色薄层夹中厚层泥状灰岩	12m
8. 灰色中厚层具生物扰动构造泥状灰岩夹薄层泥状灰岩	34m
7. 灰色中一薄层泥状灰岩夹钙质泥岩,产菊石 <i>Anasibirites</i> sp. , <i>Meekoceras</i> sp. 等	27m
6. 灰色、灰黄色薄层含白云质泥状灰岩,具石膏假晶,底部夹黄绿色钙质泥岩	162m
5. 灰色中一薄层泥状灰岩,下部含白云质	26m
—————整合—————	
殷坑段 134m	
4. 黄绿色钙质泥岩与灰色中一厚层泥粒灰岩、粒灰岩及泥状灰岩互层,产菊石 <i>Flemingites</i> sp. 等	43m
3. 灰色厚层泥状灰岩类中一薄层粒泥灰岩及黄绿色泥岩,产菊石 <i>Prionolobus</i> sp. 等	37m
2. 灰色厚层含白云质泥状灰岩夹黄绿色钙质泥岩,底部厚层泥粒灰岩,产菊石 <i>Gyronites</i> sp. 等	20m
1. 灰黄色薄层泥状灰岩夹黄绿色钙质泥岩,产菊石 <i>Ophiceras</i> sp. 等	34m
—————整合—————	
下伏地层 上二叠统大隆组,灰黑色薄层硅质泥岩夹灰色薄层泥状灰岩,产腕足类	
文中鲎类足迹化石采自上述剖面的第 8 层薄层泥状灰岩中。其所伏的第 7 层即见菊石 <i>Anasibirites</i> 及 <i>Meekoceras</i> 赋存。前者广泛分布于巴基斯坦、阿富汗、珠峰地区、日本、帝汶岛及北美等地。此外在我国的广西、贵州、四川、湖北、安徽以及江苏一带分布也很普遍。它是奥伦尼克早期的重要菊石分子,并作为国际三叠系奥伦尼克阶下部的带化石。另据徐代民等(1992)报道,在该剖面相当第 6 和第 9 层中均发现丰富的牙形类化石 <i>Diplododella magdmentata</i> Tatge, <i>Neohindeodella triassica</i> Müller 及 <i>Ozarkodina tortilis</i> Tatge 等,大体相当于 <i>Neospathodus waageni</i> 带,亦属奥伦尼克早期(或斯密斯期)。由此可见,这里的鲎类足迹化石层位应为下三叠统奥伦尼克阶的 <i>Anasibirites</i> 带或 <i>Neospathodus waageni</i> 带当无庸置疑。	

二、形态类型与特征

- 在采得的鲎类足迹化石中,有以下几种形态不同的痕迹类型,其特征为:
1. 叉状痕迹 呈“V”字形或“Y”字形,一端较粗壮,有时在末端出现一椭圆形隆起(插图 2,C、D),另一端分叉渐趋细弱而且指向外侧前方。这是鲎类各种形态足印中出现最多的一种,通常成行排列构成行迹(trackway)。同一行内足迹大小及间距基本相等(图版Ⅰ,图 2;图版Ⅲ,图 1)。
2. 扇状痕迹 4 个趾状印痕向前张开呈扇形,聚拢一方之后有一短条状印痕(如足之踵),其近趾一端渐变细弱,远趾一端较粗壮并于末端二分呈叉状(插图 2,E)。这是鲎类各类足迹中构造较复杂,形态亦较特殊的一种。它们经常成串排作两行夹杂于其它类型的足印间,甚至叠加于其上。痕迹大小及其间距在同一行中亦基本相同(图版Ⅰ,图 2;图版Ⅲ,图

1)。

3. 钉状痕迹 印痕直,一端尖并向另一端逐渐变粗.末端有时可见一卵形隆起(插图 2,B)。此类痕迹常作边幕式排成大小及间距略等的一串行迹,痕迹尖端均指向外前方(图版 I,图 4;图版 II,图 2)。

4. 孔状痕迹 呈圆孔形,孔的周围有时具环状隆起(插图 2,A)。此类痕迹较少,偶见几个圆孔连续排列呈短行,或作零星分布(图版 I,图 1)

除上述各种足迹外,尚见有:

5. 沟槽状痕迹 印痕直或略弯曲,呈连续或断续的凹沟,沟底较缓且圆,宽与深一般较均匀,断续的沟则两端变浅(插图 2,F)。此类痕迹时见于两侧对称的行迹中部,沿对称轴线方向展布呈一条纵向槽沟(图版 I,图 1,3;图版 II,图 1,2)。

6. 弧形痕迹 印痕呈圆弧状(插图 2.G),较少见(图版 I,图 1;图版 II,图 1)。

7. 其它痕迹 形态不同的点和线状印痕,且时与上述几种痕迹出现于同一层面。

以上所述各种不同类型的足迹以及其它各种痕迹尽管彼此形态特征存在较大差异,但它们却往往相互有机地组合在一起,甚至形成有序分布,这便给人们以启示:它们可能属于同一造迹动物不同器官(或同一器官以不同的方式)进行活动时所造成的结果。

三、对照与分析

“将今论古”仍然是当前地质学许多领域较普遍适用的法则。对古遗迹学来说也不例外,而且一些著名的古遗迹学者在其研究工作中成功地运用它,取得了良好的效果。

现代鲎(又称马蹄蟹)的躯体由头胸部(前体)和腹部(后体)组成,末端体节伸出长刺状剑尾。前体背甲宽阔呈马蹄形并有一对颊刺伸向后侧方;后体腹甲两侧各具 6 个凹缺,并各有 1 根短刺向外伸出。前体腹面围绕口部四周有 6 对附肢,起运动和探寻食物双重作用。口前一对(即螯肢)较小。其余 5 对中的前 4 对,除它们的长度及大小向后依次递增外,构造亦较简单且基本相似,然而最后一对(即颚肢)在其倒数第 2 肢节末稍具有 4 个叶片状而且能动的骨片共同组成主要的推进器官,即所谓推进器(pushers),构造与其它附肢比相对较复杂(插图 3)。从岩层面上所见的各种类型的足印等痕迹特征,结合鲎类有关器官的构造分析可以认为:当这类动物走动或边走边探寻食物时,前面几对构造较简单的附肢着地时,往往将前端的螯张开插入基底沉积物,然后随着身体前移和足的收缩,螯亦逐渐并拢,完成一次动作,从而在沉积层面上留下“V”形或“Y”形的足印(插图 4)。如螯以闭合状态着地,则由此形成的足印即呈钉状(插图 4),有时因戳进底面沉积物的角度较陡即可造成圆或椭圆形孔状戳迹(prod-mark)(插图 4)。并且于螯在沉积面上划动或插入时将沉积物推向一端或挤向四周故在痕迹的终端或周围往往分别出现椭圆形或环形隆起。

当最后一对附肢着地以推动躯体向前运动时,组成推进器的叶状骨片即伸展开来覆在

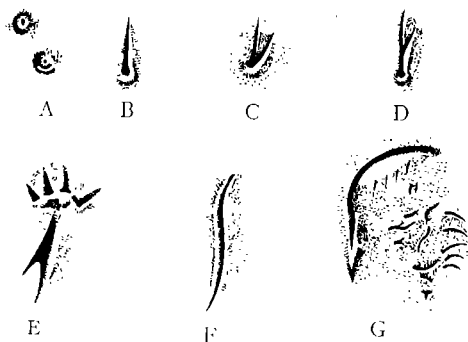


插图 2 鲎类足迹及其它痕迹的类型
Patterns of tracks and other impressions of limulids
A. 孔状, B. 钉状, C. V 形, D. Y 形,
E. 扇状, F. 沟槽状, G. 弧形

沉积物表面或插入沉积物中就像雪鞋作用一样以防止向下沉陷,于是推进器常留下较深的趾状印痕,而附肢的末节及其终端的鳌压印出一头分叉的棒形印迹(插图 4)。

至于两侧对称的行迹中间所出现的纵沟乃系鲎类沿沉积底面走动时由身后的剑尾拖地而留下的拖迹(drag-mark),一旦将剑尾抬离地面则纵沟即行终断。

层面上偶尔出现的孤立的弧状痕迹可能是鲎类低头或挖穴时由背甲外前缘触地所留下的印记。

此外,Caster(1938,1944)还曾描述过鲎类背甲两侧的颊刺可在足迹的最外侧各形成一条平行的纵沟;鲎类后体腹面的书鳃(book gill)造成的平行的横脊等等,由于我们尚未见及故不在此赘述。不过,对鲎类所造成的种种痕迹来说,最为特征而又常见的,还是其前体腹面围绕口部而生的异形足在沉积层面上留下的二态性足迹,即简单的前足和有推进器的后足两种基本类型的,形状可变的(包括“V”形、“Y”形,扇形等等的)足印以及由它们组成的行迹。

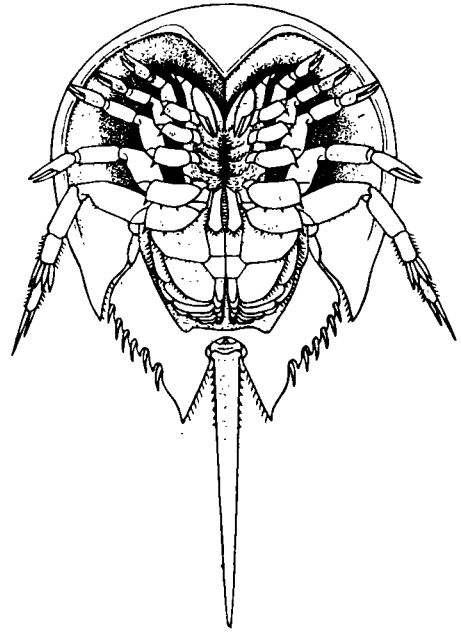


插图 3 鲎的腹视图
Ventral view of *Limulus*

四、形成环境及保存特点

现代的鲎主要生活于近岸紊流浅海地带。它们白天将躯体浅埋于泥砂中,夜晚外出活动,或在水中游泳或在海底爬行,有时还到海滩上走动与产卵。

南陵的鲎类足迹化石存在于水平纹层十分发育的薄层灰岩层面上,其纹层系由物质成分(钙泥比)差异引起的,其单层厚自<1mm至6mm,呈不等厚的互层。分界面上往往泥质成分较高,甚至形成泥质薄片,有时微显起伏的小波痕。种种特征暗示,这里的鲎类足迹形成于水动力较弱,底层水中保持一定的氧含量,水的混浊度存在某种周期性变化的沉积环境。看起来,这种沉积环境与现代鲎的生活环境似乎不甚吻合。然而据悉国外已知的鲎类足迹化石的围岩沉积环境和现代鲎的生境也很不一致(Seilacher,1971),是否意味着鲎类动物在漫长的地质

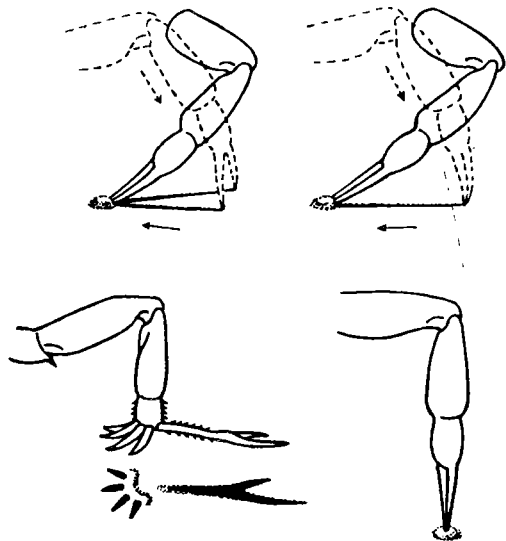


插图 4 鲎类不同类型足迹的形成
Schematic diagram showing forming of different tracks of limulids

历史中由于生态习性改变的原因所致,是个有待进一步研讨的问题。

在正常情况下,蜚类留在沉积物表面的痕迹一般是最全的,即除了各种足印之外尚应有其它器官,诸如颊刺、剑尾、书鳃及前后体甲壳边缘等,触地时所造出的种种痕迹。从南陵发现的蜚类足迹化石来看,主要为前腿简单足和后腿推进器造成的足印以及少量剑尾拖出的纵向沟痕,显然是不完全的。由此推断,这些足迹并非造迹者直接留在沉积表面的表面足迹(surface track),而属表层以下保存的所谓“伏迹”(undertrack)。^{*}

表面足迹(表迹)由于受水流及塌陷作用影响常变得模糊不清,甚至被彻底破坏而完全消失,因此很难保存。但是在一些纹层连续发育的岩层中,当造迹者在沉积表层层面上踩踏出足印和压印出其它印痕的同时,还会透过表层使其下

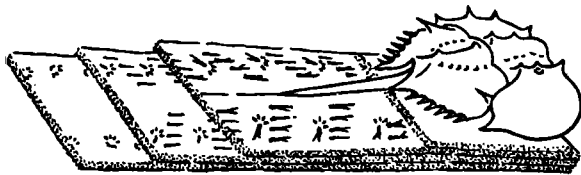


插图 5 蜚类造迹器官刺穿沉积表面以下不同位置所形成的伏迹
Undertracks formed by limulid track-producing organs penetrating at different level below the sedimentary surface

伏在一定深度范围内的纹层面上像复写作用那样也会印出与表迹大小、形状和位置相等的伏迹并被保存下来。由此可见,这类纹理发育的岩石可为伏迹提供良好的形成条件和理想的保存场所。另一方面也提示了人们,在这类岩层中出现的一些轮廓明显但类型并不完全的足迹,往往很有可能属于伏迹。

实际情况表明,距表层最接近的纹层面上伏迹保存得最完全也最清晰。依次向下的各纹层面上伏迹的轮廓便渐趋模糊(图版Ⅲ,图4),保留下的足迹等成分也逐渐减少,愈趋残缺不全,直至一定深度的纹层面上终因表层压印无力达到时伏迹即全部消失(插图5)。根据这一特点和规律使人们可从层面上伏迹成分保留的多少以及它们的清晰程度大体推测出它们当时埋藏于表层之下的相对深度。又据此特点,联系于南陵所见有的岩层面上呈现的行行蜚类足迹轮廓十分清晰,似表明在印上痕迹时极近表层,但所留的痕迹成分仅有“V”形及扇形足迹而无其它器官触地的印痕,由此推测当时蜚类可能只是从这里昂首阔步地匆匆经过并未从事其它活动或稍事停息。

五、遗迹属描述

趾形迹遗迹属 *Ichnogenus Kouphichnium* Nopsca, 1923

模式种 *Ichnites lithographicus* Oppel, 1862

特征 可变性大的异形足的足迹。完整的足迹由两类印痕组成:一类是排成人字形两边,每边4个V字或Y字形的叉状印痕或抓痕,分开一端指向前方,或为4个椭圆或圆形孔状戳痕;另一类是一对对掌形或扇形的趾(指)状印痕,或其它可变的印痕。在两行足迹中具有或无中间拖痕。

* 伏迹一词系由笔者根据 undertrack 的含义试译,另表面足迹拟简称“表迹”以与“伏迹”对应。

讨论 此遗迹属最初被人们认为是脊椎动物的足迹,许多著名的古生物学家们曾推测其造迹者为翼足龙类、双足型恐龙、古老的鸟类、始祖鸟、原鸟,甚至是跳跃的哺乳动物,同时还创建过许多遗迹属名,如:*Ichnites* Oppel, 1862; *Kouphichnium* Nopsca, 1923; *Micrichnium* Abel, 1926; *Micrichnus* Abel, 1926; *Artiodactylus* Abel, 1926; *Hypornithes* Jackel, 1929; *Ornithinites* Jackel, 1929; *Protornis* Jackel, 1929 等。Willard(1935)根据美国宾夕法尼亚上泥盆统契蒙阶(Chemungian)的页岩内发现的足迹,设想其造迹者是一种介于鱼类和一般两栖类之间,前足呈鳍状,后足为五趾型的一种鱼形两栖类动物,归属于他为此而建的鱼足目(Ichthyopoda),称此足迹为拟两栖迹遗迹属(*Paramphibius*)。嗣后,Caster(1938)根据采自典型地点的新材料,与现代鲎的足迹进行比较研究,明确地指出了 *Paramphibius* 并非两栖类足迹而是节肢动物肢口类(merostome)的鲎类足迹,并且提出可能与泥盆纪剑尾类(xiphosuran)中的原鲎(*Protolimulus*)有密切关系。德国的索伦霍芬上侏罗统石印石灰岩中还发现实体化石中生鲎(*Mesolimulus*)保存在这类足迹形成的成串的行迹的终点,显示它在行走的途中突然死去而且随即被埋入沉积物中,致在身后留下清晰的足迹。凡此种有力证据使人们确信此类足迹系属鲎类造成的,故后来又有 *Limulodichnulus* Linck, 1943 以及 *Limulodichnus* Linck, 1949 等遗迹属名发表。以上各遗迹属名经 Häntzschel(1975)整理和厘定后建议启用 *Kouphichnium* 一名,余者除少数无效者外均作为其同物异名给予保留。

时代与分布 泥盆纪—侏罗纪;欧洲、北美、格陵兰及我国。

主要参考文献

- 丁梅华,1983: 安徽巢县马家山早三叠世牙形石及其地质意义。地球科学,(2):37—48。
- 段金英,1987: 苏南及邻区二叠—三叠系牙形刺及其变色指标。微体古生物学报,12(4):351—368。
- 徐代良、邢砚平,1992: 安徽省南陵县丫山地区早三叠世牙形刺动物群。中国区域地质,(4):335—343。
- 郭佩霞,1982: 苏、皖早三叠世晚期菊石的发现。古生物学报,21(5):560—568。
- 郭佩霞,1982: 安徽青龙群地层特征与菊石。中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊,3(3):92—110。
- 郭佩霞、毕德昌、钱迈平、孙万铨,1992: 长江中下游海相三叠系古生态古地理及其有关矿产。中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊,增刊 13:1—106。
- Caster, K. E., 1938: A restudy of the tracks of *Paramphibius*. Jour. Paleont., 12: 3—60。
- Caster, K. E., 1939: Were *Micrichnus scotti* Abel and *Artiodactylus sinclairi* Abel of the Newark series (Triassic) made by vertebrates or limulids? Amer. Jour. Sci., 237:786—797。
- Caster, K. E., 1944: Limuloid trails from the Upper Triassic (Chinle) of the Petrified Forest National Monument, Arizona. Amer. Jour. Sci., 242: 74—84。
- Goldring, R. and Seilacher, A., 1971: Limulid undertracks and their sedimentological implications. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 137(3):422—442。
- Häntzschel, W., 1975: Trace fossils and Problematica. In Teichert, C. ed., Treatise on Invertebrate Paleontology, Pt. W, Miscellanea, Supp. 1: 1—269. Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas press。
- Willard, B., 1935: Chemung tracks and trails from Pennsylvania. Jour. Paleont., 9: 43—56。

[1994年12月16日收到]

DISCOVERY OF LIMULID TRACKS FROM QINGLONG FORMATION (LOWER TRIASSIC) IN NANLING, ANHUI*

Bi De-chang, Guo Pei-xia and Qian Mai-ping

(Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing 210016)

Key words: limulid, tracks, limestone, Lower Triassic, Nanling

Summary

The limulid tracks (ichnogenus *Kouphichnium*) dealt with in the present paper were found on the road side of the simply-built highway leading up the hill northwest of the Yashan village about 40km southwest of Nanling County in Anhui, China, from the thin-bedded limestone of the Qinglong Formation corresponding to the *Anasibirites* Zone of Smithian or early Olenekian of Lower Triassic in age.

These tracks are heteropodous; some of them are preserved with a clear outline, mainly including several patterns as follows:

1. V-shaped or Y-shaped, occasionally nail-like and round-hole impressions, made by front legs (simple feet), commonly distributed in bilaterally symmetrical series of foot prints to constitute trackways;

2. Tetradactylous fan-like impressions followed by a bar imprint with bifid marks at the distal end, made by pushers on the hind legs (sixth pair of appendages), and distributed in two series mingled with, and sometimes possibly overstepping the simple foot impressions;

3. Groove impression, a median groove made by telson, parallel to bilaterally symmetrical foot prints and close to the symmetrical axis between trackways; and

4. Arc impression, probably made by front margin of the head (digging ridge).

The thin-bedded limestone yielding limulid tracks shows a well-laminated structure. According to facies analysis, it seems that the tracks may be formed and preserved in the depositional environment with slow currents to maintain adequate oxygen in the bottom water and periodical variations in the turbidity of the water.

The limulid tracks of Nanling preserved with a clear outline or with incomplete elements belong to the incomplete pattern. From this in combination with the lithological

* A project supported by National Natural Science Foundation of China (No. 49272072).

characters of their surrounding rocks, it might be inferred that they should be undertracks preserved by way of duplication in substrata below the sediment surface just like those in many localities of the world.

图 版 说 明

所有标本保存在南京地质矿产研究所。

图 版 I

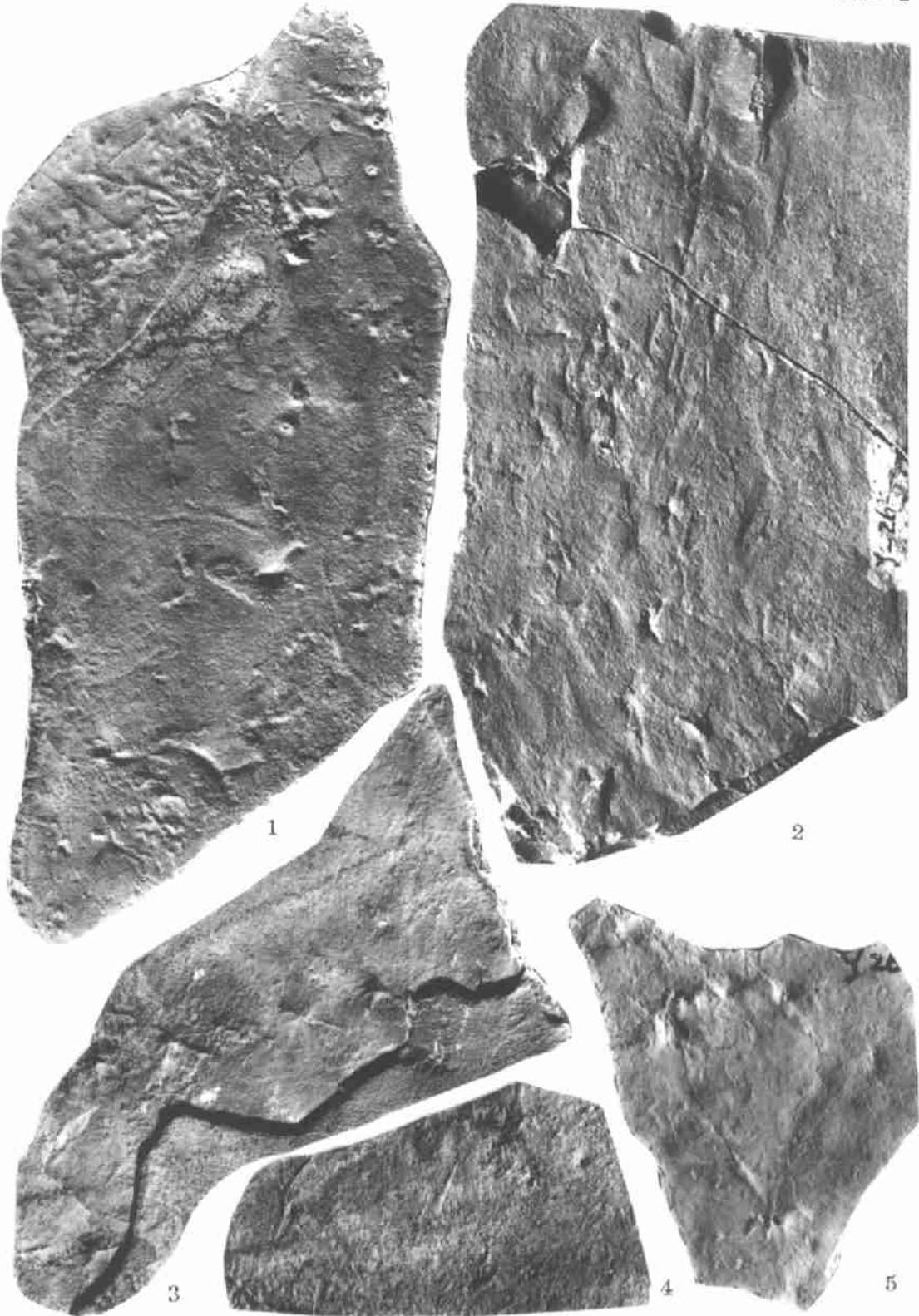
- 1. 孔状足迹(略可见呈行排列), 沟状痕迹及弧状痕迹, $\times 1$ 。
- 2. 由多行足迹组成的行迹, $\times 1$ 。
- 3. 两行扇状足迹, 下一行仅左侧个别足迹可见, $\times 1$ 。
- 4. 钉状足迹, $\times 1$ 。
- 5. 扇状足迹, $\times 1$ 。

图 版 I

- 1. 略显成行排列的足迹, 左侧有弧状及沟状痕迹, $\times 1$ 。
- 2. 成行排列的鲎类行迹, 左侧以不甚清晰的扇状足迹为主, 右侧多 Y 形及 V 形足迹; 左下方尚见弧状及沟状痕迹, $\times 1$ 。
- 3. 两行足迹组成的行迹, 左侧一行略显扇状, 右侧一行较模糊, $\times 1$ 。

图 版 II

- 1. 鲎类行迹, 左侧 Y 形及 V 形足迹清晰; 右侧多扇形并与其它类型的足迹叠加, $\times 1$ 。
- 2. 扇状足迹, $\times 1$ 。
- 3. 两行足迹组成的行迹, $\times 1$ 。
- 4. 由鲎类附肢刺穿作用的结果在距沉积表面愈深的层位显示的伏迹愈模糊, $\times 1$ 。

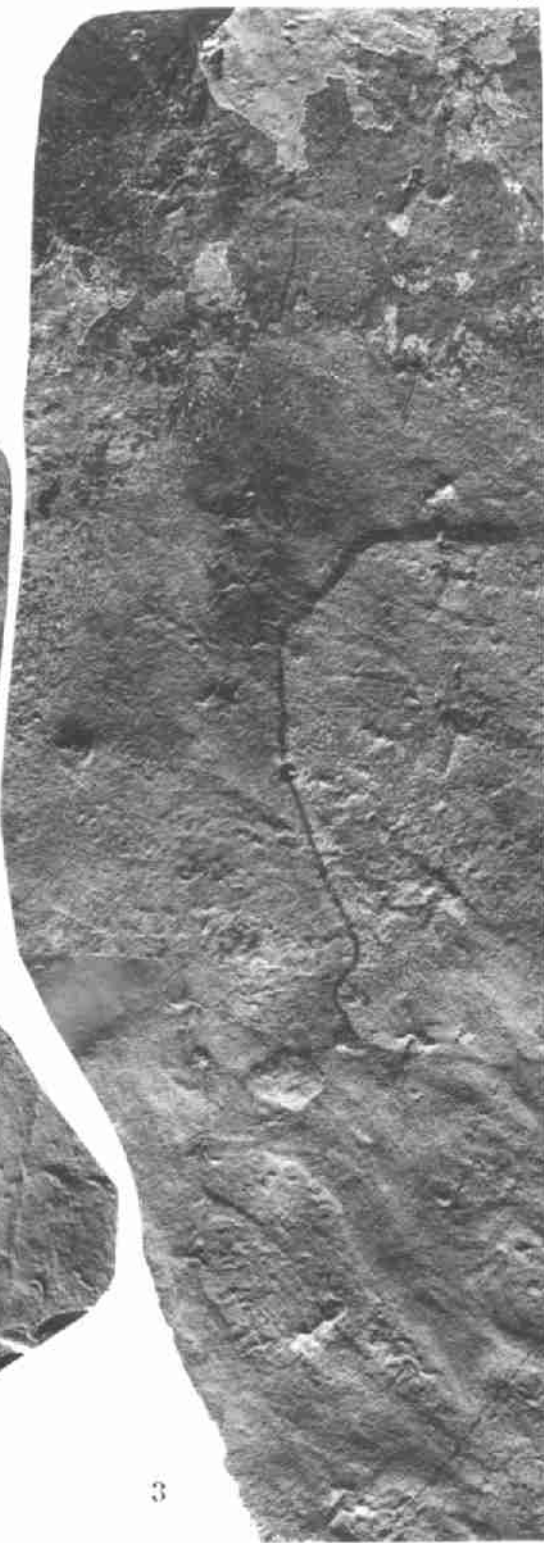




1



2



3

