



青岛、北戴河

现代潮间带

底内动物及其遗迹

王珍如 杨式溥 李福新 李嘉泳 编著

中国地质大学出版社



青岛、北戴河

现代潮间带

底内动物及其遗迹

王树枏 阮元周 李福新 李福沛 编著

(地质出版社出版)

Q91
7

青岛、北戴河现代潮间带底内 动物及其遗迹

王珍如
李福新

杨式溥
李嘉泳

编著

中国地质大学出版社

青岛、北戴河现代潮间带底内动物及其遗迹

王珍如 杨式溥 编著
李福新 李嘉泳
责任编辑 周碧芬

*

中国地质大学出版社出版

湘地四〇二队印刷厂印刷

湖北省新华书店经销

*

开本787×1092 1/32 印张5.25 插页1 字数114千字

1988年12月第1版

1988年12月第1次印刷

印数1—1000册

ISBN 7-5625-0137-8/Q·2

定价:1.80元

前 言

遗迹学是研究现代生物和古代生物痕迹的科学，是生态学和地质学中一门新兴的边缘学科。它是随着能源矿产资源的勘探开发中对沉积环境分析的急需应用而兴起，并得到迅速发展。研究古代生物痕迹的遗迹化石在弥补缺乏实体化石的地层划分上、在重塑古地理和古环境方面具特有的功效。但是，要能准确地了解遗迹化石的古生态学和古沉积学的含义，必须借助于现代遗迹的直接观察和实验研究。

我国有丰富的遗迹化石，然而，我国遗迹学尚属空白。为此，我们从1982—1985年对我国的青岛、北戴河现代潮间带泥滩、沙滩和泥沙滩三种底质的9个潮区常见的底内动物遗迹特点，进行了野外观察和模拟实验观察，并参考了青岛海洋大学生物系和青岛海产博物馆等单位的有关标本。本书共描述50种动物遗迹，附插图59幅，图版22个。望本书在深入研究遗迹化石和生物沉积构造以及在填补我国遗迹空白的工作中作出微薄贡献。

全书由中国地质大学王珍如、杨式溥，青岛海洋大学李福新、李嘉泳合作完成，王珍如执笔，经全体作者讨论定稿。此外，参加过本书部分野外工作的有青岛海洋大学的陈根兴，中国地质大学的郑淑娇及中国地质大学(北京)81—84级地层古生物专业的研究生。

国家海洋局第一海洋研究所吴宝铃教授始终给予热情帮助，并精心审阅了全文，提出宝贵意见。北京大学的杨守仁、中国地质大学的孙永传、胡益成等审阅了全文并提出修改意

见。文中部分多毛类动物标本由国家海洋局第一海洋研究所赵晶协助鉴定。照片主要由中国地质大学（北京）照相室王树元、青岛海洋大学闫虹等摄制。插图由中国地质大学（北京）绘图室清绘。在整个工作过程中，青岛海洋大学生产处给予了大力的协助，在此一并致以衷心感谢。

由于我们的学识所限，难免有错误和不妥之处，热诚希望读者指正。

目 录

第一章 绪论.....	(1)
一、遗迹学简介.....	(1)
二、青岛、北戴河的自然环境.....	(4)
三、潮间带底内动物生活遗迹的观察方法.....	(6)
第二章 青岛、北戴河潮间带常见底内动物 及其生活遗迹.....	(11)
一、珊瑚类动物.....	(11)
二、多毛类动物.....	(21)
三、蠕虫类动物.....	(51)
四、瓣鳃类动物.....	(54)
五、甲壳类动物.....	(74)
六、无铰类腕足动物.....	(102)
七、棘皮动物.....	(105)
八、半索动物.....	(112)
第三章 总结.....	(114)
主要参考文献.....	(125)
附录 动物分类系统表.....	(129)
图版说明.....	(133)

第一章 绪 论

一、遗迹学简介

遗迹学 (Ichnology) 是研究生物生活期间在环境中所留痕迹的一门科学。生物遗迹特别是动物遗迹的形成与其运动、觅食、居住、生殖、排泄等活动都有直接联系。可以认为遗迹就是生物在调整机体对环境的依存关系时, 在环境中留下的一种含有生命信息的痕迹。反过来, 这种痕迹又可被古生态学家和生态学家作为判定历史年代和现代某种生物习性及其所在生活环境的可靠依据。

1. 研究内容 遗迹学研究的内容, 主要是在遗迹分类和形态描述的基础上, 一方面根据生物的生活习性来理解遗迹形成过程; 另一方面依据各种遗迹类型与环境间的关系, 作生态学分析。从具体研究对象出发, 遗迹学可分为两个部分: 只研究现代生物活动痕迹的, 称新遗迹学 (Neoichnology); 专门从事研究古代生物活动所形成的遗迹化石 (trace fossils) 的, 称古遗迹学 (palaeoichnology)。后一学科对于地层 (尤其是缺少实体化石的地层) 对比、古环境分析和古地理再造等地质学问题起着较重要的作用, 故近年来古遗迹学的研究受到极大的重视并有迅速发展。由于在仅有遗迹化石时, 往往却不知其造迹者, 因而, 给建立遗迹化石的自然分类造成很大困难。在这种情形下, 通过新遗迹学对生物形态结构、活动行为

及其与环境之间所形成关系的具体了解，就会对深入研究古遗迹学有很大帮助。例如自本世纪30年代以来，德国学者对北海和波罗的海的现代生物遗迹的研究，就对遗迹学的发展起到显著的推动作用。此外，美国和苏联等国家，在浅海乃至深海的现代动物群及其生活遗迹方面进行了大规模研究工作。至于我国，尽管海疆辽阔，海岸线长，对从事现代遗迹学和古遗迹学的研究提供了得天独厚的条件，但是，目前我国仅对古遗迹学的研究发展较快，而对新遗迹学的研究工作尚处于落后状态，故很有必要在新遗迹学方面及早起步并加速前进。

2. 遗迹学的分类 在古遗迹学的研究中，由于对遗迹化石的造迹者缺乏了解，故无法进行自然分类。通常只能依据遗迹化石保存类型（依保存状态）、生态类型（依行为特征）和形态类型（依形态特征）进行分类。然而，本书中所描述的现代动物遗迹，是对现代造迹者进行直接的野外观察和实验成果而得出的，所以，可谓自然分类；亦即以对各种底内动物形态、生活习性和运动方式的了解为基础，重点就生态型遗迹的形态、形成过程及其与沉积环境间的关系进行较详细描述。

3. 遗迹学中常用的术语 为尽可能地使现代遗迹学与古遗迹学研究相互统一，本书在描述现代遗迹特征时，尽量采用遗迹化石研究中常用的术语。

拖迹（移迹）(trail) 动物移动时以身体的一部分或全部同沉积物表层接触所造成的连续性沟垅。

停迹 (cubichnia) 在水底表面活动或底游动物暂时停息时形成的痕迹。停迹能反映造迹者的外部形态，但当动物离开时，也能破坏其停息迹。

足迹 (track) 动物足在沉积物表面留下的单一印痕。

行迹 (trackway) 动物作连续线形运动时遗留下的连

续足迹。

潜穴 (burrow) 动物在防护或觅食活动时, 在尚未固结的沉积物中挖掘成的各种穴道。

潜穴系统 (burrow system) 由多次分枝的潜穴或由多次分枝穴道相互联结形成网状的潜穴系统。

竖形穴 (shaft) 与沉积物表面成垂直的潜穴。可以是单独的, 也可指复杂潜穴系统中的垂直部分。

横形穴 (tunnel) 在沉积物内部呈水平方向的潜穴或是潜穴系统中的水平部分。

居住迹 (dwelling trail) 由动物潜穴、钻孔或栖管等所构成的遗迹。是动物防护、繁殖或觅食等活动之场所。

摄食迹 (feeding trail) 以沉积物为食的动物摄食时, 在沉积物表面或内部造成的痕迹。

食迹 (grazing traces) 动物在寻找食物期间, 在沉积物表面或内部造成的痕迹。研究遗迹化石时, 视牧食迹为留在底表的摄食痕迹, 其成因是出于“露天剥离”。摄(进)食迹则是在底内摄食活动的痕迹, 其成因是出于“井下挖掘”。以上两种情形仅意味着在摄食的具体位置上有所不同。这与作者野外直接观察和实验结果有所不同。如潮间带底内动物的摄食行为, 不仅见于底内, 也常活跃在底表, 并造成明显的摄食迹(见图版Ⅱ, 图3-11)。实际上两者形成的痕迹有时难以区别。主要在含义上有些差别, 觅食迹包含有寻找之意。

生物成因沉积构造 (biogenic sedimentary structure) 即经动物活动在沉积物表面或内部形成的各种痕迹构造。这类构造, 可以被看成是造迹者生态习性和其结构功能的反映。

生物扰动构造 (bioturbation structure) 沉积物受到由动物活动引起的扰动时, 即发生改造, 使原生沉积构造层理受到破坏和变形, 同时沉积颗粒得到分选并有所改变, 终致形成此扰动构造。

主动充填 (active fill = backfill) 痕迹形成后又被动物在以后活动中形成的产物所充填, 称为主动充填。该构造是由动物的行为所造成的。

被动充填 (passive fill) 痕迹形成后, 又被沉积物重新充填的现象, 称被动充填。

二、青岛、北戴河的自然环境

风景秀丽, 气候宜人的青岛、北戴河海滨, 不仅是我国驰名中外的著名的旅游胜地, 而且还是观察海洋动物及其生活遗迹的理想场所。

青岛位于山东半岛胶州湾口, 面临黄海; 北戴河位于河北省秦皇岛市的西南部, 是秦皇岛市的一个独立行政区, 其西界为戴河, 东界为新河, 它面临渤海。它们在地理位置、水文条件上是有一些差别(见表1)。但是, 它们同属北温带海洋性气候, 季风明显, 而且夏季水温均可高达 25°C 以上, 都具亚热带海岸性质, 这对于两海区的底内动物中, 起源于热带的广温性暖水种和起源于北方的冷水种, 均可借底内栖息的方式渡过寒冬和炎夏。

青岛北戴河海岸曲折、复杂, 形成众多内湾, 砂、泥砂和泥等软相底质发育, 滩涂平坦、潮差较大, 尤其青岛最大潮可达4.9m。所以, 退潮后潮间带露出的面积可达数公里。为潮间动物提供了良好的栖息场所。潮汐运动增加了氧气的吸收和溶解, 随潮流而来的有机碎屑又为动物提供了丰富的营养物质, 故两地潮间带底内动物种类多样, 其生活遗迹丰富。

青岛、北戴河环境要素参数

表1

地点	地理位置			气 温		水 温		潮间带	风		雨 量	潮汐类型
	东 经	北 纬	平均温	最高温	最低温	周年变化幅度	最低温	结冰期	夏 风	冬 风		
青 岛	120°	35°		28.5°C	-4.1°C							
	121°	37°	12.1°C	(夏季)	(冬季)	28.8°C	2°C	无	东 西	北 风	平均为646.6mm 7、8月最多	正规半日潮
北 戴 河	119°27'	39°47'		37.9°C	-23.7°C							
	119°32'	39°51'	10.5°C	(1972年 7月13日)	(1973年 1月26日)	29.8°C	-0.8°C	2个月	南、东北 西南 风		平均为654.9mm 7、8月	全日型

三、潮间带底内动物生活遗迹的观察方法

潮间带底内动物生活遗迹的观察和记录工作极为重要，它直接关系到资料的可靠性和科学性的程度。此工作大体分为以下几方面。

(一) 滩区的选定 是以底质类型为主要依据。在青岛有6个滩区(A—F)、北戴河有3个滩区(G—I)(图1)。各滩区底质类型如下：

A滩区 泥滩——薛家岛鹿角湾。

B滩区 泥沙滩，间有部分砂泥滩和沙滩——薛家岛安子湾。

C滩区 泥沙滩，间有部分沙滩——薛家岛辛岛湾。

D滩区 净沙滩——薛家岛烟台前湾。

E滩区 沙滩——沙子口湾。

F滩区 沙滩间有泥沙滩——汇泉湾。

G滩区 泥沙滩，间有沙滩——新河口。

H滩区 泥沙滩，间有沙滩——游览码头西侧。

I滩区 泥沙滩间有泥滩——北戴河口葫芦湾。

(二) 动物的选定 书中被选定描述的50种底内动物的原则是：

1. 多数为潮间带常见的种类。
2. 系统分类上有代表性的种类。
3. 主要环境因素——不同底质类型、潮区类型中的代表种类。

在上述原则的指导下，多年来经过反复的定性定量观察和实验观察对所累积的资料，进行分析、筛选，而逐渐选定。

(三) 观察时间 根据动物活动季节和不同潮期，自1982

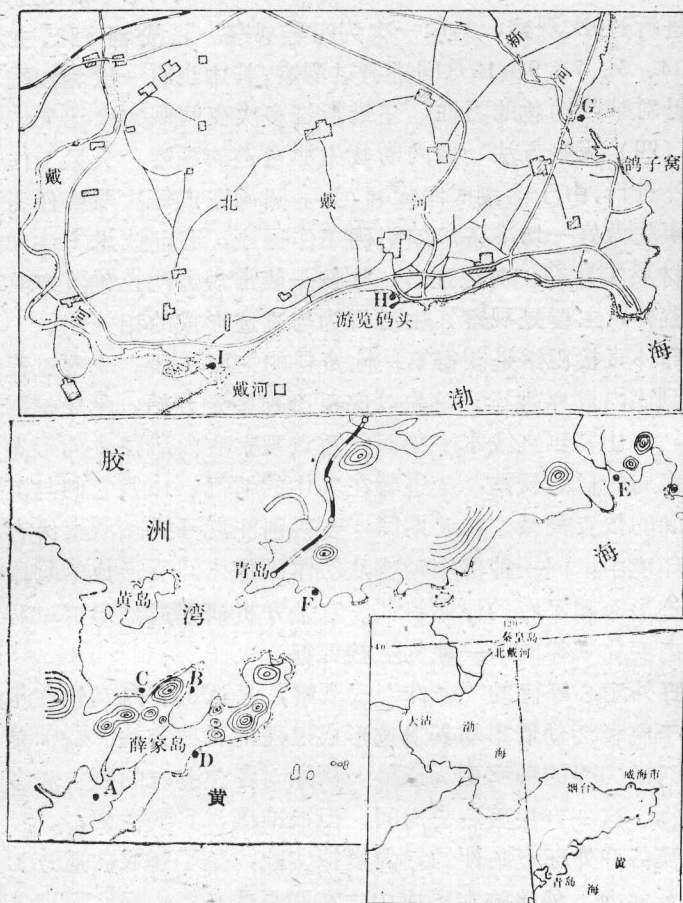


图1 青岛、北戴河工作滩区图示A—I

年至1985年期间，依具体情况和需要，分别先后在所选定的九个潮区进行观察和记录。青岛潮区在3、4、6、7、8和10月，先后进行过9次观察，其中一次为四季观察。北戴河潮区主要在2、4、5、7、9和10月间进行过观察，其中也有一次为四季观察。针对某些动物的习性，还进行过多次夜间观察和记录。

(四) 观察方法 底内动物生活遗迹的观察，大量工作是在野外进行，由于落潮时间短暂，为了圆满完成每次观察任务，必须事先做好一切准备。如明确工作程序，选定技术方法和备齐器材及工具等。对造迹者，除按一般常规方法正确鉴定其分类位置外，主要是观察其生活行为与遗迹形成的相关性。

野外直接观察是获得第一性资料的主要手段。观察过程由底表到底内顺序进行。首先以底表遗迹鉴定开始，然后挖掘沉积层，作出其垂直或水平剖面。重点观察底内居住迹的形态和空间格局的自然状态，造迹者在其中的情况，以及它们与沉积物之间的依存关系。在此期间，要特别注意寻找和观察保存在自然环境中，同一种群中动物从幼体到成体间所形成的阶段性居住迹形态和保存的原始特征。它是分析研究遗迹形成过程中其形态变化规律的第一性的直接证据。

野外耐心等待的“守株”式观察，是认识底内动物在干潮期，于底表活动情形与其遗迹形成过程的重要方法。特别是对外出活动力强的种类更为通用。例如对各种潜穴的蟹类和多毛类动物，这一方法虽然费时间，但很准确，真实性强。

模仿野外环境条件的室内模拟实验，是了解底内遗迹形成过程及底内、外遗迹在形成中内在联系的必要手段。所取方法是把采得的动物和当地沉积物（泥砂）一起带到室内，及时将沉积物装入适当大的玻璃器皿（或其他合适的容器）中再加入新鲜海水，待存水清澈后，把动物移入该器皿中，即可开始观

察，同时，可模拟各种环境条件，对动物进行实验观察。

据观察，一般多毛类动物和节肢动物大多数是沿着容器壁进入底内，这为直接观察提供良好机会。还发现双壳类和棘皮动物在进入底内沉积物时，无上述选择，为此，有必要把动物直接放置在容器壁附近，以利从壁外观察其活动及造迹规律。

室内实验观察中发现，动物居住迹的造成，一般历时并不太长，同时遗迹的形态基本上与野外者相似，所不同处是由于容器的限制或其他因素的影响，遗迹的大小有些变化，一般都较野外者缩小。从总体来看，室内实验观察方法，只要在保证基本条件下，多半都能得到比较满意的效果。

室内模拟实验和野外“守株”式观察，是揭示遗迹特征与造迹者形态结构、生活行为之间内在关系的有效手段。同时，在识别某些生活遗迹与其造迹者是否具一致性中，它们能起到排除以假乱真的作用。尤其对活动能力强的动物最为重要。

对每种动物的生活遗迹作一定数量的观察，以求观察结果的可靠。本书中，对一些分布量较多的动物遗迹的观察，一般以10个左右标本为准，而对数量较少的种类来说，分别就其3—5个标本作较详细观察。凡确定对某种动物进行室内实验观察时，一般也都经多次重复验证。

（五）记录方法 记录现代遗迹的方法，主要是野外观察活动并及时的进行速写（素描）、测量和照像等，其中，尤以照像，则是保证遗迹特征于自然环境中呈自然状态的真实记录。例如书中全部遗迹插图和照片就是例证。

为了便于以后保存野外原始潜穴形状的完整性，曾先后试用石膏和水泥浆液分别灌注动物潜穴，来获得其铸模。其效果因穴道形态及动物行为不同而异。用于短小无水竖形穴效果较好。对一些既具分枝又有积水的较深穴道来说，由于潜穴内动

物的有力活动，对灌注产生保护性的反馈作用，则不易形成铸模。以上两种原料，水泥液凝固块，经一个潮期后，一般就可以取出铸模。而石膏液在短期内不易固结，效果较差。

在条件允许的情况下，采用录像应为最佳记录方法，特别是对研究现代动物生活遗迹的形成与其动物的行为、沉积物之间的相关性，更为重要，既真实易懂，又生动活泼。

值得特别注意的问题是，不论采用哪种记录方式，都必须要有生活遗迹与其造迹者同时出现的整体的可靠记录。