

# 海底有机体-沉积物关系的研究 与剖面照相技术

王自馨

(国家海洋局第二海洋研究所)

对海底的系统研究虽然在十九世纪早期业已开始,但是,关于现代生态学的生态连续性及其对生产率的关系的理论只是到本世纪的六十年代才有了较快发展。美国在这些方面作了大量的工作,对有机体-沉积物-水体三者从动力学关系进行了研究,并取得了积极的成果。

1980年中美两国科学家共同对长江口及其毗邻陆架海区进行“海洋沉积作用过程”的联合调查和研究,这对有机体-沉积物关系的研究尚处于初期发展阶段的我国将会起推动促进作用。下面就海底有机体-沉积物关系的研究及沉积海层剖面照相技术有关情况作一简单介绍。

在海底生态系中,沉积物的类型和营养物质的含量对底栖生物的分布和消长影响极大。特别是底内生物,因生活习性和食性的不同而栖于不同底质,或穴居于淤泥,或钻入砂中。这些生物以泥砂为食,摄取泥砂中的营养物质,如有机碎屑,微生物颗粒等。有的生物则以别的生物排出的废物(粪便等)为食料。例如,有一种芋海参(*Molpadia oolitica*),头尾倒竖,穴居泥中,吞食较深层(沉积物-水体界面以下20cm)的沉积物,粪便排至海底表面,形成圆锥小堆(高为2—3cm,底直径约10—30cm)。这实际上等于将深处沉积物经生物过程运移至表层。在这种经过“生物过程”的沉积物上,又大量生活着一种管栖多毛类(*Euchone incolor*)<sup>[1]</sup>。

此外,各类生物对沉积物表层稳定度也各有所求。有些滤食性种类需要表面稳定,以免其滤器被堵塞;有些却要从不被扰动的海底中获得漂来之食。

海底有机体不时地吞食沉积物,同时不断排废。这些废物一部分重新加入沉积物,一部分作为其他生物的营养源被摄取。微生物在对沉积物和生物粪便利用的同时,将其加以改造(如吸收无机盐,提高沉积物中含氮量等),使之重新能被大型动物所利用。如此周而复始,海底营养物质经各种生物过程得到再循环,沉积物不断被更新。有机体对海底的这种作用,被称为生物扰动(bioturbation)。

根据美国D. K. Young(1971)的研究得知,美国Buzzards湾每年进入的沉积物,表层2—3cm内有98.0—99.5%受生物扰动而重新加入悬浮和沉积物的循环(图1)。

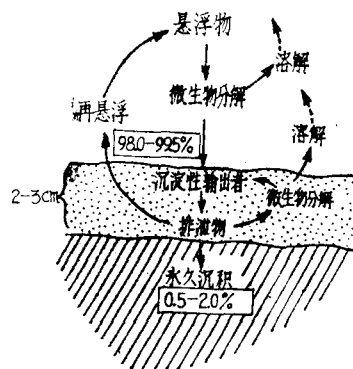


图1 美国Buzzards湾浅层沉积物的再悬浮和循环

有机体相互之间通过上述关系得以互相依赖,互相制约,构成特定的群落关系。一些生物的存在或消长可能招致另外相应的生物的存在或消长。海底食物链中这种反馈可造成海底的生态反馈(ecological feedback)。生物扰动在自然条件下维持着海底生态系的动态平衡。它在形成海底生物群落结构上有着重要的生态学意义。

1969年, Buzzards湾因油溢引起污染, 海底沉积物颗粒因吸附柴油变硬, 受污染的海区局部生态被破坏, 大量底栖生物死亡, 一些食泥砂的生物 (deposit-feeder), 如双壳类, 几乎绝迹。在污染消除后的很长时间内, 除了死壳, 采不到活的双壳类标本。当一种喜栖表层较硬和较稳定的底质的管栖多毛类小头虫 (Capitellid) 大量生长后, 至1970年7月底即发现有少量胡桃蛤 (*Nucula annulata*) 和云母蛤 (*Yoldia limatula*) 的幼体。一个月以后, 出现很多樱蛤 (*Macoma tenta*) 幼体。到十月份差不多原来有过的 deposit-feeder 都重新大量生长。与此同时, 底质逐步复原。由于扰动的加剧, 沉积物表层重新变得不稳定, 最先的小头虫逐步消失<sup>[2]</sup>。显然, 这种生态的恢复, 与小头虫的先驱“拓荒”是分不开的。这个例子不仅说明有机体与底层稳定度、营养结构的关系, 也反映出生物扰动的生态反馈在局部生态遭破坏时, 对生态系的修复所起的重要作用。

生物扰动仅仅是海底扰动诸因子之一。与生物扰动一样, 其它对海底的扰动, 如风暴浪、海底采矿、施工、疏浚、拖网捕捞等, 都会造成海底地形、底质结构的变化, 引起海底生态系的局部改变, 从而影响有机体生产力的波动。

美国D. C. Rhoads等, 曾在长岛做过以下观察, 他们将近海潮下带按不同水深分成A、B两个部分, A区水深约10—20m, B区为20m以下。A区因水深较浅其海底较B区易受到风浪等影响而被扰动。A区与B区的生物群落有明显的不同。在A区, 底栖生物以某些管栖多毛类和一些端足类为优势, 种类不多, 但密度很大, 栖于表层1—2cm处。B区生物群落主要是不同于A区的多毛类以及棘皮动物等, 且密度很小, 但种类多, 穴居深度为10—20cm。A区由于扰动频率高, 生物生长周期短, 繁殖与死亡速率都快, 也就是说, 有较高的生产率。反之, B区较低。D. C. Rhoads等认为, 增加海底扰动程度, 例如扰动B区, 使B区转变成具有A区的特征, 能增加有机体生产力, 使

之充分为鱼类、甲壳类所利用, 最终为人类所利用。但是, 人类如何控制海底扰动, 又怎样来提高渔获量, 这些问题尚在继续探索。这是海底有机体-沉积物关系研究的又一重要方面。

## 二

海底有机体-沉积物相互关系的研究, 需要对潮下带沉积层的结构、表层泥、营养物质、水体等内含物的变化, 以及有机体对沉积物的作用过程进行一定的观察和实验, 因而特别要求研究对象尽量保留在原封不动的状态, 这就需要一种现场观察和取样技术。

传统的取样法, 如表层取样和柱状取样, 都因为取样器下沉时产生的水压力波, 以及器械本身对海底的撞击、挤压等, 不可能使样品保持原状。而且往往在样品到手前, 最表层水和泥的混合层早已被冲刷掉。这种取样器显然是不能适用的。

由于海底的一切都隐匿在茫茫海水之下, 人们想避开海水到海底去做些什么, 或者想逃过“海关”而将海底的“宝贝”取上岸, 这在目前来说都是十分困难的。虽然水下电视和海底照相机已能为人们从事海底作业提供了帮助, 但这些设备仅能作表面的观察和摄像。

D. C. Rhoads等人, 专门研制了一种沉积浅层剖面照相装置 (或称O-S界面摄影机), 如图2所示。

整个装置由一个四脚框架支撑。主体工作部分由防水摄影机和一个楔形有机玻璃盒构成。在主体部分两侧各有一根不锈钢管, 与框架中部二个竖立支架上的滑轮紧密配合, 使之能上下活动。工作部分可以加重到58公斤。其

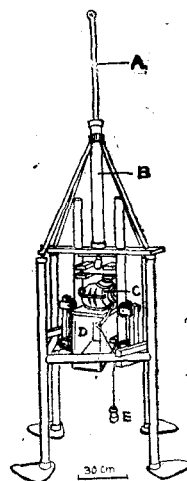


图2 沉积浅层剖面摄影装置略图

- A. 活塞杆,
- B. 油缸,
- C. 照相机,
- D. 楔形有机玻璃盒,
- E. 自拍机构重物。

工作程序如下：(1) 整个装置从船上由绞车吊起，此时因钢缆的拉力，工作部分保持在上面的位置（如图 1），再缓缓放入海底。(2) 框架着底，钢缆松弛，工作部分即下滑，下降速度由上端连接钢缆的圆柱形油缸和活塞控制。活塞上的小孔使油液上下相通。适当选油，使速率控制在  $\leq 7 \text{ cm/sec.}$ 。(3) 楔形有机玻璃盒，因重力作用插入泥层。相机快门自拍机构系有一重物，垂于下方，它比工作部分先着底，使自拍器失去拉力而打开，见图 3。延迟时间 10 秒。(4) 10 秒钟后，照片摄制完毕，自动卷片。钢缆重新将装置吊起，工作部分即回到上部位置。快门自动上好。整个装置可连续工作。灯具直接装在楔形盒内。楔形盒斜面反光镜成  $45^\circ$  角。

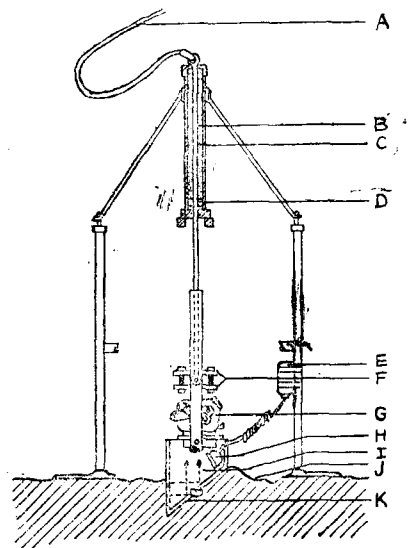


图 3 沉积浅层剖面摄影装置操作示意图

A. 钢缆， B. 活塞杆， C. 油缸和油， D. 活塞(上有小孔)， E. 电源， F. 加重用铅板， G. 照相机， H. 灯光， I. 楔形有机玻璃盒(盒内充满蒸馏水)， J. 沉积物-水体界面， K. 反光镜( $45^\circ$ 角)。

这种剖面摄影机还可同时进行采样，以得到同一观察点底质实样。在两根不锈钢管内安上塑料芯管，芯管上端有出水孔，各有橡皮瓣封盖，当插入泥层时，水从上孔排出，管子抽出泥层时，橡皮瓣紧闭。采获的泥样长度为 20

—30 cm。

### 三

剖面摄影机研制成功后，一直是 D. C. Rhoads 等人研究工作的主要设备之一。从几年来在美国长岛、Buzzards 湾及 Cape Cod 湾等港湾的实际使用来看，是符合现场观测要求的。装置在着底后，海底需拍摄的部位不受扰动。仪器采用高分辨率的摄影器材，使图片不仅清晰地反映出在小范围内的剖面地形、有机体粪便圆锥小堆、沉积物、水体及其界面混合层的结构，甚至可测量出颗粒大小，沉积物氧化层和还原层在照片上呈现为浅和深不同色泽。由此可估算出沉积物氧化作用的深度。从照片上还能看到沉积物-水体界面下 0—25cm 的生物浅层结构，各种底内生物对沉积物的作用过程，见图 4。

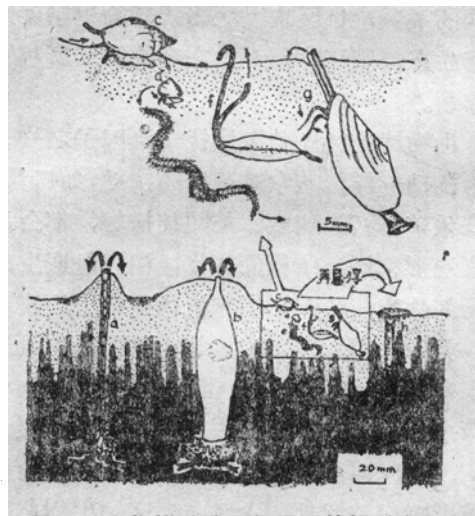


图 4 生物扰动及生物浅层结构示意图

a. 缩头虫(多毛类)， b. 海参，  
c. 织纹螺(Nassarius)， d. 胡桃蛤(Nucula sp.)，  
e. 多毛类， f. 樱蛤(Macoma sp.)，  
g. 六母蛤(Yoldia sp.)， h. 海葵(Cerianthus sp.)。

在有关这方面的研究中还可采用箱式采样器，采样所受到的扰动也极小，本文暂不作介绍。

不能认为剖面摄影机已是完善无缺，但是实践证明它有许多优点，并且已对海洋沉积学，底层海洋学和海洋生态学的研究作出了贡献。



## 为什么提出海洋环境污染学

中国科学院南海海洋研究所何悦强同志在“海洋环境污染研究的发展趋势”一文中，从发展学科的角度，提出“海洋环境污染学”这一概念，及其研究的对象和内容。作者的观点可供讨论，欢迎读者广泛发表意见。

——编者

### 一、为什么提出海洋环境污染学这个概念？

作者在文章中之所以提出海洋环境污染学这一术语，理由有三：其一是，目前国内关于海洋环境科学的研究内容，主要是包括海洋环境污染有关问题，所以，提出海洋环境污染学这门分支学科是研究实践过程的客观需要，也更符合实际。其二是，对海洋环境学的含义，有两种不同的见解，一种认为，海洋环境学除研究海洋环境污染外，还研究整个海洋环境问题，这是一种广义的理解；另一种认为，海洋环境学仅是研究海洋环境污染有关问题，这是一种狭义的见解。前者的见解，实际上是把海洋学研究的环境问题，全部装入海洋环境学这个新的大口袋，这样海洋学就没有它独特的研究对象与内容了；后者认为，称海洋环境学还不如称海洋环境污染学更为确切。因此，用海洋环境学这个术语难免使它与海洋学

在研究对象和内容上产生混淆。所以，用海洋环境污染学这个术语，就有别于海洋学，但同时，它又是环境学的一个分支。它研究的对象是海洋环境污染问题，而不是研究整个海洋环境问题。其三是，对海洋生物的保护，防止港湾回淤、航道淤塞，风浪，海雾，风暴潮等海洋环境问题的研究，在海洋环境学这个术语提出之前，已是海洋学各分支学科研究的内容。如用海洋环境学这个术语，就与海洋学研究的内容难以区别。海洋环境污染问题，是人类生产和生活发展过程与海洋环境保护之间出现的新矛盾，在我国，七十年代才普遍引起人们的重视，过去没有任何海洋学科研究过这个问题。由此可见，应用海洋环境污染学这个术语，既有利于与海洋学的区分，使它具有独特的研究对象和内容，也有利于海洋环境污染学系统理论和研究方法的发展。这就是提出海洋环境污染学以及使它能发展成为一门学科的主要依据。

### 二、海洋环境污染学研究的对象与内容是什么？

海洋环境污染学，是研究海洋环境（大气、海水、生物、表层沉积物）污染物质来源，含量分布、稀释、扩散、交换、吸附、凝聚、沉降、自净等迁移转化过程的规律，及其对海洋环境质量的影响作用，并对海洋环境受污染的程度作出现状和预测评价，从而为治理和控制海洋环境污染提出保护海洋环境的规划。基于这一思想，作者认为海洋环境污染学研究范围的上限是海洋上空对流层的顶部，下限是表层沉积物，包括上下限之间的海水和生物。它以海洋学与地球化学为主要基础理论，广泛运用生物学、化学、地理学、物理学、数学、医学、工程学等学科的知识和技术。海洋环境污染学研究的主要内容可以归纳为以下十点：1. 海洋污染物的来源和输入量的研究；2. 海洋环境污染物之间及其与海洋环境理化条件之间相关性的研究；3. 污染物在海洋环境中迁移转化、自净过程机制的研究；4. 海洋环境污染与海洋生物资源、人体健康之间关系的研究；5. 海洋环境污染与生态系的研究；6. 海洋环境污染现状和预测评价的研究；7. 海洋环境污染防治系统工程的研究；8. 海洋环境污染预报的研究；9. 海洋污染物监测分析方法的研究；10. 海洋环境污染分类规划和管理方法的研究。

（何悦强）

### 参 考 文 献

[1] Rhoads, D. C. and D. K. Young, 1971. Animal-sediment Relations in Cape Cod Bay, Massachusetts II. Reworking by

Molpedia Oolitic (Holothuroidea). pp. 1257—258.

[2] Rhoads, D. C., 1974. Organism-sediment Relations on the Muddy Sea Floor. pp. 281—283.