

## 英国海洋污染研究概况

刘发义

(中国科学院海洋研究所)

### 一、从事海洋污染研究的机构

英国从事环境污染研究,主要有五个研究委员会下属的一些研究所。这五个委员会是:环境研究委员会(NERC)、农业研究委员会(ARC)、卫生研究委员会(MRC)、科学和工程研究委员会(SERC)和社会科学研究委员会(SSRC)。这五个委员会又联合成立了一个污染研究联合委员会(The Inter-Research Council Committee on Pollution Research),其目的是保持各委员会之间的联系和促进合作。该联合委员会每年编辑出版一些资料,总结、介绍各委员会所支持进行的各项污染研究的成果、进展和发展趋势。此外,还有一些大学也进行环境污染研究。

表1所列的是各研究委员会1980/1981和1981/1982年度用于海洋、河口污染研究的经费。从表中数字看出,从事海洋污染研究的,主要是环境研究委员会。1980/1981和1981/

1982年度,该委员会用于海洋、河口污染研究的经费分别占当年整个联合委员会用于所有环境污染研究经费的15%和17%。另外,一些大学从事海洋污染研究的经费,也大部分是由环境委员会给与的研究基金所支持的。根据联合委员会1981年提供的资料,有11个专门的研究所和21所大学的研究所(室)从事这项工作,其中有9个研究所是环境研究委员会的下属机构。

### 二、研究的内容及其进展

根据联合委员会的规定,污染研究包括:

- (1) 污染问题的鉴定;
- (2) 污染物的鉴定(如它们的物理化学性质、对生物的影响等);
- (3) 对暴露于污染环境下的区域的研究;
- (4) 研究与污染直接有关的主要的物理、化学和生物现象(如食物中的微量元素,海、气界面上的金属交换的物理化学过程,土壤和水体中的物质的生物降解等)。

表 1

年 度	ARC*	MRC	NERC	SERC	SSRC	总 计
1980/81	0	0	2871 (42%)**	154 (10%)	0	3025
1981/82	0	0	3723 (45%)	60 (3%)	0	3783

\* 经费单位为千镑/年；

\*\* 括号中的数字为占该委员会当年用于整个污染研究经费的比例。

污染研究的课题共分六类：（1）污染的调查、监测；（2）对人、其他生物或无生命物质的影响；（3）污染物的减少、回收和生物降解；（4）测量和分析技术；（5）资料的收集、分析和处理；（6）污染引起的社会和经济问题。每类课题又根据所研究的污染物的种类而进行分类。表 2 是 1981/1982 年度各类海洋污染研究课题的粗略统计。

表 2

研究类别	课题 数目	污染物 种类							其 他	总 计
		微 量 元 素	石 油	农 药	有 机 废 物	工 业 废 物	放 射 性	微 生 物		
调查和监测		15	1	7	2	8		4	37	
对人和生物的影响		3	1		4	2		1	13	
减少、回收和生物降解		4		2					6	
测量分析技术		2	1	1		1		1	6	
资料收集、分析和处理									6	
社会和经济问题		1							2	
总 计		20	7	14	4	9	1	26	82	

注：“其他”是指混合污染物。

从表 2 看出，污染的调查和监测，以及对人、生物和其他无生命物质影响的研究是海洋污染研究中的主要内容。下面就这两个方面的研究范围、进展情况简要地加以介绍。

### 1. 污染的调查和监测

就我所知，英国海洋生物协会（普利茅斯）曾对英国沿海重金属污染严重的区域进行过调查。苏格兰农渔食品部海洋研究所（阿伯丁）在对英国西海岸的一个排污海区进行生物和化学监测。英国水研究中心预计在 1984—

1985 年度投资 70 万英镑，用来研究和测定主要污染物在河口和近岸海水中的分布、运动、归宿，以及颗粒状污染物对水质和生物群落的影响，为建立环境水质标准提供数据；另外，该中心在该年度还将投资 21 万英镑来研究生活废水和团体废物向海中排放的影响。除此以外，其他的调查和监测工作是同海

洋化学、海洋地球化学、海洋和河口生态学的研究结合在一起进行的。其内容包括：污染物的来源，入海的途径，入海后的分布、迁移、积累、降解、归宿，化学变化及其生物学效应，微量元素间的相互作用，等等。特别值得注意的是，在过去几年中，有关放射性废物在海洋中的处理的研究，在上述研究中占有非常大的比重。它包括废物处理地址的选择和评价，与其有关的大洋沉积物性质的研究，放射性物质在海床及其表层的传递，环境中放射性物质迁移过程、路径、速度的分析方法等。此外，还涉及到有关地区的地震、热流、冰块等研究。这方面投入的人力物力都相当大，以 1981/1982 年度为例，投入的人员为 38 人，占有从事调查监测工作的研究人员的 57%；经费达 190 万镑，占 77%。

### 2. 污染物对海洋生物的影响

根据环境研究委员会历年的年度报告和几个主要的有关研究所的年度报告可以看出，这类研究的不断发展和深入的过程。

从所研究的污染物的种类来看，在 1975 年以前的十年中，主要是集中在石油污染对海洋生物影响的研究上。这是因为，1967 年在英吉利海峡发生了油船严重漏油事件，提出了许多急需解决和研究的问题。对放射性污染的研究开展得也较早。这是由于核动力电站的建立和使用，提出了一些需要研究的课题。这项工作从五十年代就已开始。以后才逐步开展了重金属、工业废物、农药、有机物等多种污染物的研究。

就其研究的内容和所使用的方法来看，

1977年以前, 主要注重于野外调查, 以了解污染物入海后的分布、迁移、积累、降解和归宿及对生物个体和群落的影响等; 室内研究则主要局限于污染物在生物体内的累积、分布、排出, 以及对生物的毒性试验 (包括急性和慢性致毒、致死及亚致死效应; 不同污染物的协同和颞抗作用等), 还有生物指示种的选择等。1977年以后, 除继续以前的一些研究以外, 出现了两个突出的特点: 一是研究向微观水平发展, 逐步开展了污染物对海洋生物的生理学、生物化学和细胞学的影响的研究, 从而有可能提供更为灵敏的探测、测试技术, 找到生物对污染物反应更加敏感的指标, 并有可能探索其在生物体内代谢、致毒、致害、致畸的机制, 以从本质上认识污染物对生物的影响。另一个显著的特点, 则是研究向综合的方向发展, 即综合研究河口和近岸生态系中的水力学、化学和生物的反应, 以评价和预测其环境质量。

污染对海洋生物生理行为影响的研究, 在海洋环境研究所 (普利茅斯) 进行得较多。他们将生活在污染和清洁环境中的贻贝互相移植, 发现在同一种环境下, 两组贻贝的繁殖力、摄食力、对食物的吸收能力有明显的不同, 但过了两个月后, 就适应了新的环境, 从而否定了这种生理行为的不同是由遗传引起的。据此, 他们认为, 可通过测定生物行为来评价环境质量。而海洋无脊椎动物研究所则利用激光技术测定贻贝每天的生长率, 以比较在不同环境中生长率的差别。

关于污染物对生物化学的影响, 有些研究机构研究了污染物对生物体内某些酶的活性以及脂类和激素的代谢的影响, 以寻找对污染物反应的敏感指标, 并探索其受毒机制。例如苏格兰海洋生物协会 (Ohen) 研究了有机物污染与沙蚕体内酶活性及能量代谢的关系, 以确定以酶活性作为环境质量指标的可靠性。该所还测定了藻类 (*Fucus serratus* L.) 中的膜脂和光合作用色素的含量, 以及脂代谢、光合作用的速率与环境变量, 特别是重金属含量的关系, 以期提出一个估价 *Fucus* 变异性的规范的

生物化学方法, 并以此对沿岸海水污染水平进行监测。

多年来, 海洋生物化学研究所 (阿伯丁) 利用生物化学分离、分析技术, 结合使用电子显微镜和X-射线微区分析技术, 研究金属在贻贝、牡蛎、扇贝、海鞘、蟹及沙蚕等海洋生物体内的代谢及其机制, 发现很多海洋无脊椎动物能把重金属固定在某些细胞内的被膜包裹着的区域内, 形成金属含量很高的泡囊或颗粒, 从而使重金属在这些生物体内能累积到很高的量, 并使之解毒。这些细胞主要是消化器官、排泄器官的细胞以及某些动物的血液细胞和体腔细胞。该所已经从贻贝、扇贝组织中分离、纯化了某些金属颗粒, 并研究了其生化特性和功能。该所还研究了金属在海洋生物体内与蛋白质、多肽及其他生物分子 (如杂氮化合物的作用), 对某些特异的金属-生物分子络合物进行分离、纯化, 研究其特性。通过这些研究, 提出了有关金属在某些生物体内的代谢模式和可能的积累贮存、解毒的机制。海洋无脊椎动物研究所、苏格兰海洋生物协会, 以及一些大学, 如Newcastle大学和Reading大学也进行了类似的细胞内金属颗粒的研究。

关于污染与细胞学、细胞遗传学的关系的研究, 做得较多的是海洋环境研究所。该所的研究人员发现, 自然的或人类活动对环境造成的污染和压力, 会引起贻贝消化细胞的形态发生变化。他们把图象分析仪与微处理机连接使用, 定量分析贻贝消化管上皮细胞的变化, 发现含有石油泵油的海水会使该细胞的高度降低, 上皮组织的厚度也减小, 说明细胞消化能力下降。这种变化容易定量地测定, 因此可以作为已有的测定环境污染指标的一个附加指标。在细胞遗传学的研究方面, 该所建立了测定和监测使基因中毒 (genetoxic) 的污染物的方法。他们根据贻贝体细胞染色体补体 (chromosomal complement), 对不同种群贻贝的体细胞进行分类。将贻贝暴露于不同浓度的诱变丝裂霉素C (mutage mitomycin C) 中, 根据其鳃细胞中姐妹染色单体互换和染色体结构

变化的频率，获得剂量-反应曲线，从而有可能建立污染物对遗传影响的指标。根据姐妹染色体单体互换来探测和监测诱变剂比根据染色体结构变异更灵敏。另外，该研究所还利用管状蠕虫 (*Pomatoceros*) 的受精卵来研究细胞分裂的速率，以及正在分裂的和未分裂细胞对环境变化的敏感性，发现暴露于芳香烃会抑制有丝分裂，并引起染色体变异频率增加。该所还把生物化学和细胞学技术相结合，用来研究污染物在生物体内的致毒和解毒过程与溶酶体的关系。上述研究的目的在于，了解动物对污染物代谢和解毒的生化过程和细胞过程，然后在野外加以验证。即通过在不同污染程度和相对干净的地点分别取样，比较有关酶的活性、溶酶体的变化、染色体的组成等，并将其与污染程度联系起来分析，而且打算进一步与动物的生长、数量和受污染后的恢复情况联系起来，以探索其对种群和群落的可能影响。

污染物对海洋环境影响的综合研究，做得比较多的也是海洋环境研究所。该所在多年对河口生态系统中的物理、化学和生物变化及其相互作用的研究，以及有关生态毒理学的研究的基础上，开展海水质量的综合研究，即综合研究河口和近岸生态系统中的水力学、化学和生物反应，通过电子计算机模拟，以建立起描述和预测其环境质量的方法，进而可估计生态系统接收工业和城市废物的能力。为此，他们建立了镭和碳氢化合物的化学状态的模型，综合考虑了这些化合物的热力学性质，以及它们在环境中化学状态变化的过程。对于碳氢化合物，其在模拟系统中的溶解、吸附、挥发、光氧化，以及细菌降解等过程，都可以用质量作用公式加以描述，并且将这些过程与其迁移的机理相联系。用这种模型，可以模拟注入河口和近岸

海水中的碳氢化合物的扩散、稀释过程及其化学行为。进而将毒理学研究中所得到的碳氢化合物对生物（贻贝）影响的结果引入贻贝生长和能量平衡的模拟系统，同时考虑到其他所有已知的环境变化对贻贝的摄食、异化作用、呼吸和繁殖的影响，建立起所谓的次级模拟系统。将其与上述的碳氢化合物的化学状态的模型，以及与已建立的水力学模型连接起来，以获得注入河口生态系统中的各种水平、各种形式的碳氢化合物对环境质量影响的综合模型。

最后还值得一提的是，英国海洋生物协会的工作。该所多年来，通过野外调查，研究重金属在多种海洋生物、特别是底栖类沙蚕体内的含量和分布等，并将其与海水、底质等周围环境中的金属含量联系起来，获得了大量的资料。然后根据野外调查所得的结果，对某些值得重视的现象，再在室内进行试验，以了解生物对污染物的吸收、累积与环境中的金属种类，金属的浓度、化学状态，环境的温度、盐度，生物年龄、个体大小、生理状态等的关系。通过这些工作，他们找出了多种可用作指示生物的种，并进行了生物对金属的耐受性的研究。

### 三、结 语

上述微观和综合两个方面的研究，构成了目前英国有关污染物对海洋生物影响研究的主要部分。根据联合研究委员会公布的资料，1981/1982年度，从事污染物对人和生物影响研究的共62人，而直接从事上述两个方面研究的就有47人，占75%；经费支出达84万英镑，占84%。此外，目前污染对海洋生物影响的研究还有一种新的特点，即与物质的细胞膜传递、溶酶体的功能、金属蛋白的结构和功能等基础生物学问题的研究联系起来。