

应重视海洋污染生物监测新方法的研究*

刘发义 周名江

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

海洋污染生物监测是近几年才兴起的一种新方法, 现就其现状、意义和发展趋势综述如下:

一、海洋污染生物监测的意义

正如联合国科教文组织海洋污染科学问题专家组 (GESAMP) 对污染所下的定义那样, 污染意味着种种有害的影响。而这些有害影响通常是针对生物系统而进行评价的。在海洋环境监测中, 应用现代的物理、化学监测方法, 虽然可以灵敏准确地给出海洋环境各介质中污染物的浓度, 但往往确定不了这些物质是否已对海洋环境, 尤其是海洋生态环境和生物资源造成了污染, 以及污染的程度如何。这就需要不同水平 (分子、细胞、个体、直至生态系) 的生物学变量方面的资料, 即从生物监测得到的数据才能实现, 生物监测与理化监测相比, 还有其独特的优点。比如, 海洋环境中某些化学物质微不足道的含量变化, 理化的测定结果可能看不出这种变化的意义, 但通过生物监测有可能发现这种变化会给生物带来明显的影响; 有些化学物质, 本身还不致于有毒或毒性较小, 但是通过与环境因子或其它物质相互作用, 则可能对生物产生毒性或使毒性增强; 无机汞在环境中变成甲基汞, 使毒性大大增强, 就是个很典型的例子。污染物这种毒性的变化, 也只有靠对生物效应的研究才能被了解。此外, 有些性质还不十分清楚或原先未料到会存在的化学物质, 也可能对生物产生有害影响, 对这类化学物质的注意, 往往也是先从生物出现有害变化再追踪到污染物的。例如, 英、法科学家利用牡蛎的生理、形态指标对有机锡 (TBT) 进行生物

监测, 肯定了低浓度的 TBT 对海洋环境的严重污染, 导致了法国政府于 1982 年命令禁止大量的私人游艇和渔船使用 TBT 涂料。英国议会为此也几度激烈辩论, 只是最终在 TBT 生产厂家的极力活动下, 于 1985 年作出暂时只禁止毒性最大的几种 TBT 涂料销售的决定, 并于 1987 年对这一问题再作辩论。还有, 理化监测常常只反应采样瞬时的污染物浓度, 而生物监测能综合反映整个环境的变化等。因此, 在海洋环境监测中, 只有把理化监测与生物监测结合起来, 即把水体中或底质中的污染物水平与生物组织中的浓度, 进而与对生物个体的生理状态、种群、群落、以及整个生态系状况的影响联系起来, 才能对海洋环境的污染程度作出中肯的评价。

二、海洋污染生物监测研究的现状

GESAMP 于 1980 年曾对当时国际上海洋污染生物监测的理论与实践作过一次较为全面的总结, 提出了选择用于生物监测的指标原则, 并对包括生理、生化、形态、遗传、行为及生态等 36 种可能用于海洋污染监测的生物指标进行了评价 (见表 1)。建议其中 21 项可实际试用于各种监测海区, 10 项只能有选择地试用, 余下 5 项在应用前尚有一些技术问题需进一步完善, 并对如何实际实施提出了建议。

这里特别强调的是有关海洋生物对污染物的生理、生化和细胞反应, 据此而建立的生物监测新方法的研究。这些方法与传统的生物测试以及了解种群和群落结构的变化相比具有很高

* 本文在准备过程中, 承蒙吴宝铃教授和许昆灿副教授提供了宝贵的资料, 在此谨表谢意。

表 1 生物学变量及对它们的评价

变 量	评价*
生化影响	
混合功能氧化酶	2
金属硫蛋白	2
溶酶体稳定性	1
类固醇	3
能量变化	2
血化学	2
牛磺酸/甘氨酸比率	1
初级生产力	2
遗传影响	
染色体畸变	3
诱变性试验	3
生理影响	
呼吸率	3
摄食率	1
体况指数(Body Condition Index)	1
生长潜力(±生长效率)	1
氧/氮代谢率	1
形态学和病理生物学影响	
鳃畸形	3
肝结构	2
配子发生周期	2
肝占体重百分比	1
溃疡	1
鳍腐烂	1
肿瘤形成	2
不对称性	1
早期发育阶段	2
行为学影响	
力距试验 (Torque Test)	2
生态学影响	
群落生物量	1
丰度	1
多样性	1
种分布变更	1
种密度	1
生长率	1
生殖(生殖腺占体重%)	1
种群结构	1
生物试验	
双壳类或棘皮动物幼体	1
单细胞藻试验	1
水螅生物试验	1

* 1 代表可实际试用于各种监测海区; 2 代表有选择地试用; 3 代表尚有一些技术问题需进一步完善

反应,而且有的几天,几小时,甚至几分钟就能发生。生物的生理,生化和细胞反应,还可以与生物个体的生长,繁殖,代谢和存活等指标直接联系起来,从而有可能就污染对生物种群,群落、以至整个生态系的影响作出估价和预测,所以这方面的研究已成为当前国际上非常活跃的研究领域。如重金属在生物体内诱导合成金属硫蛋白 (metallo thionein)、石油碳氢化合物和有机氯化物诱导生物体内的混合功能氧化酶活性的提高,污染物引起生物生长指数以及染色体的畸变等,近些年来都得到了比较广泛深入的研究。有些研究成果已经成功地应用到了海洋污染监测中。1985 年第 16 卷第 4 期的海洋污染通报 (marine pollution Bulletin) 编辑出版的专辑——细胞毒理学与海洋污染,比较集中地反映了当前国际上这方面研究的最新动态。

国内在海洋污染生物监测方面,以前做的大部分是有关生态学指标方面的工作。近年来,深一步的关于污染物引起海洋生物生理生化和细胞反应变化的研究,也已经开始受到重视,并进行了一些研究工作。如赵学武等人对藻类金属硫蛋白、陈登勤等人就微核监测技术都进行了一些研究,海洋研究所在这方面也做了一些工作。我们对梭鱼、罗非鱼等海洋动物体内的金属硫蛋白进行了一些研究,并提出了利用梭鱼组织中的金属硫蛋白作为重金属污染监测指标的可能性。由于梭鱼是我国沿海,特别是河口,港湾常见区域性分布的鱼类、又是重要海水养殖对象之一,用它来监测海洋污染,具有实际意义。我们还建立了利用激光测距技术,研究贻贝壳的生长与污染的关系,这种技术具有很高的灵敏度,能测出低浓度污染情况下贻贝壳每天生长所受到的影响,利用这项指标进行污染监测。我们还开展了污染物对动物细胞形态结构影响的研究;对呼吸生理和神经生理影响的研究;对细胞色素氧化酶、胆碱脂酶活性、线粒体功能影响的研究等等。最近,我们又开展了石油碳氢化合物对梭鱼等海洋生物混合

的灵敏度。极低浓度的污染物就可能诱发某些

功能氧化酶活性影响的研究,初步结果表明,梭鱼在暴露于石油的情况下,其肝脏混合功能氧化酶的活性明显地高于对照鱼,并测定了该酶活性随着暴露于石油时间长短的变化规律,为用其进行海洋石油污染监测做了些基础性的工作。此外,我们还就重金属在海洋鱼类、贝类、沙蚕、对虾等海洋生物体内的积累和解毒机制做了不少研究,这些对于海洋污染的生物监测也具有重要意义。

海洋生物对污染物的生理、生化和细胞反应的研究及其在海洋污染监测中的作用,已经越来越受到人们的重视,1986年8月,国际政府间海事委员会(IOC)下属的污染物生物效应专家组(GEPP)在奥斯陆举办了一次生物效应研讨会,主要探讨的就是用海洋生物对污染物的生理、生化和细胞反应来监测海洋环境的可能性。会议一致认为,生物效应测定,对于污染评价具有很高的价值。该专家组建议于1988年和1989年分别在委内瑞拉和我国举办生物效应测定技术训练班。IOC全球海洋环境污染研究科学委员会同年9月在巴黎召开会议时,很多代表认为GEPP的工作很重要。委员会赞同GEPP在委内瑞拉和中国举办训练班的计划。

尽管利用细胞、生理和生化反应监测海洋污染的研究,已经取得了相当大的进展,但用其作为常规的监测方法还存在着不少困难,包括技术和设备条件上的困难,特别是一些基础性的工作,需作进一步的探讨。例如,如何控制或消除环境中的复杂因素,包括季节变化、温度、盐度、其它污染物或配位体的存在,以及生物的性别、年龄、不同的生理状态、个体差异等等。这些,都影响把实验室的结果应用到野外的实际监测中去。因此还需要做大量的基础性研究。但是,解决这些问题的可能性正在增加。

三、加强海洋污染生物监测新方法研究的建议

海洋污染生物监测目前我国尚未引起普

遍的重视。虽然有些单位做了一些工作,但还很不深入,很不广泛,其原因很多,有物质条件不足也有人的素质问题,但更主要的还是没有很好认识其在海洋污染研究中的意义,我们觉得应该充分重视这方面的工作,加强生物监测新方法的研究,推动我国海洋污染监测尽快赶上国际先进水平,为此,我们提出如下建议:

1. 首先,要使更多的人认识生物监测的重要意义,组织和充实进行这方面研究的科技队伍,使之相对稳定,并在经费上给以必要的支持和保证。

对海洋污染生物监测的重要意义在我国并未受到广泛的注意,很多人只相信或满足于理化监测方法,加之生物监测通常费时间又费人工,特别是应用新的、先进的生物监测方法,需要掌握生态学、分类学、生理学、生化学、细胞学等多方面的专业知识和先进的技术,有些还需要比较昂贵的仪器设备,因而使生物监测方法的推广和应用受到一定限制。因此,应使更多的人,特别是使有关决策部门认识它的重要性,使之得到支持。

2. 关于研究工作,作为第一步,要对国外的先进技术进行引进、消化吸收,即有重点地选择几项有实用价值的、较成熟的、先进的生物监测技术,组织力量引进消化,并根据我国的实际情况,加以改进,有所创新,以尽可能快地用于我国的海洋污染监测,根据我国的实际,就是要根据我国的海洋污染现状,我国的国力现状,以及生物资源情况等,选择那些我们需要的,又能办得到,并容易推广使用的方法,如金属硫蛋白监测重金属污染;混合功能氧化酶监测石油和有机氯化物等污染;激光测距技术、细胞化学技术等污染监测中的应用等。

3. 加强海洋污染生物监测中的基础研究。海洋污染生物监测工作,特别是在生理、生化和细胞水平上进行的监测方法,目前很多还停留在实验室试验阶段,到用于野外实际监测,还有很大的距离,其中有很多基础性的研究要做。作为中国的环境科学技术工作者,有责任有义

务在这方面做出自己的贡献。为此,我们建议在我国选择一些工作基础、人员素质、仪器设备和实验条件比较好的单位,给予一定的支持,在这方面进行一些探索性的工作。

4. 选择一个合适的海区,最好是污染较为严重的河口或海湾。开展野外生物监测试验,把室内的研究结果用于实际监测,使之不断改进和完善,我们认为胶州湾可以作为这样的海区之一。因为它有典型的污染区域,进行过较全面的污染调查,且有几十年的各种基础资料可供参考。

5. 鼓励和组织不同学科的研究者之间互相合作。环境污染监测,决不能仅靠生物监测,它必须和理化监测相结合。即使生物监测本身,也涉及到生理、生化、细胞、生态、免疫等不同的分支学科,还要用到分子生物学,分析电子显微镜、航空遥感等现代的方法和技术,因此必须鼓励和组织不同学科的研究技术人员互相配合,共同来进行工作。

主要参考文献

[1] 李世效、王仁美、刘发义,1984。海洋学报 6(4): 512—

- 519。
 [2] 高振洋,1987。海洋科学(3): 41—45。
 [3] 刘克强,1985。海洋科学 9(4): 36—38。
 [4] 王仁美、李世效、刘发义,1984。海洋科学(1): 31—32。
 [5] 李世效、王仁美、刘发义,1983。环境科学(4): 42—45。
 [6] 刘发义,1982。中国环境科学(3): 72—74。
 [7] 许昆灿,1987。台湾海峡 6(2): 200—205。
 [8] Liu Fayi and George, S. G., 1985. In: Marine Pollutin and Physiology: Current Advance (Vernberg, F. J. et al. eds.), University of South Carolina Press, p: 145—156。
 [9] Pirie, B. J. S., Liu Fayi and George, S. G., 1985. *Mar. Environ. Res.* 17(4): 197—198。
 [10] Pain, S., 1985. *New Scientist*, p. 20。
 [11] Klaverkamp, J. F. et al., 1985. In: Contaminant Effects on Fisheries (Eds. Cairns, V. W. et al.) John Wiley and Sons, New York pp. 99—114。
 [12] Addison, R. F., 1985. *idem.* pp. 51—60。
 [13] Livingstone, D. R., 1985. *Mar. Pollut. Bull.* 16(4): 158—164。
 [14] Widdows, J., 1985. *idem.* 140—146。
 [15] Moore, M. W., 1985. *idem* 134—140。
 [16] Lack, T. J. and Johnson, D., 1985. *idem.* 147—152。