

水体污染与水生动物

谢建春 (安徽师范大学生命科学学院 安徽芜湖 241000)

摘要 水体污染必然影响水生生态系统的结构和功能,揭示水体污染与水生动物的相互关系具有十分重要的意义。本文从3个方面论述了国内研究的新进展,介绍和讨论了有关利用水生动物进行生物监测、生态评价、生态毒理学的进展和废水处理及污水净化时对水生动物的作用等问题。

关键词 水生动物 生态评价 生态毒理学 净化

随着工农业生产的快速发展和人口的急剧增长,生物多样性急剧减少,人类赖以生存的环境受到越来越严重的干扰和破坏,环境污染问题日益突出,已成为严峻的社会问题。在各种形式的污染中,水体污染是危害最大、最广泛的污染。水生动物包括浮游动物、底栖动物和水生脊椎动物。每类包括的动物种类也有多种,它们与水生维管植物、藻类和非生物环境组成了1个水生生态系统。水体污染必然对水生生态系统的结构、功能产生影响,使其不能进行正常的物质循环和能量流动。开展水生动物的污染生态学研究已引起了国内外学者的普遍关注。这方面的研究无论在生态学基本理论还是在环境保护及实际生产上都具有极其重要的意义。

1 利用水生动物进行生物监测和生态评价

水生生物与它们的生存环境是相互依存、相互影响的统一体。水体污染对生物产生影响,生物也对此作出不同的反应和变化,其反应和变化是水环境评价的良好指标,又是水环境质量评价的基本原理和依据。

1.1 用污水生物系统中生物种类的变化确定水体受污染的程度 某些水生动物能够在污染的水体下生存,且对水体环境质量的变化有较敏感的反应,这些动物可作为水污染指示生物,如颤蚓(*Tubifex* sp.)、螯类(*Ceratopogonidae* sp.)和细长摇蚊(*Tendipes attenuatus*)的幼虫等,因为它们均有在低溶解氧条件下生存的能力。人们常把污水带分为多污带、 α -中污带、 β -中污带和寡污带,各带的指示生物有明显不同。

1.2 利用浮游动物评价水质 浮游动物包括原生动物、轮虫、枝角类和桡足类,它们在水生生态系统中起着重要的作用。原因是浮游动物与水体质量关系密切,其中不少种类对环境变化比较敏感,有些种类本身能积累和代谢一定量的污染物,发挥“水质净化器”的作

用。通过采样、处理和定量分析后,可知种类组成差异、数目变化、个体数量变动和生物量分布,从而确定出常见种和优势种、生物污染指数(BPI)和生物多样性指数,可以评价水体污染的程度。另外用PFU(聚氨酯泡沫塑料块)法采集水域中微生物(主要为原生动物)和测定其群集速度来评价污染程度和自净效果。

1.3 利用底栖动物评价水质 底栖动物包括淡水寡毛类、软体动物、甲壳动物和水生昆虫类。其中大型底栖动物因为其行动能力差,寿命长,体型相对较大,易于辨认和分布广泛,已成为水体污染指示生物的主要选择对象。在污染水体的监测中,摇蚊幼虫得到了广泛的应用,它是双翅目昆虫摇蚊科幼虫的总称。摇蚊幼虫对各类污染物的耐受能力不同,如摇蚊属(*Chironomus*)的种类耐有机污染,前突摇蚊属(*Procladius*)的种类耐重金属污染。

1.4 必须注意的问题 利用藻类的生物学特性进行水环境生态评价是目前最常用、最成熟的方法,这是因为藻类在整个水生生态系统中起着独特的作用,它能为系统提供物质和能量的基础,而它与水污染密切相关。生物监测与评价和物理、化学监测相比具有明显的优点,但也不能完全代替理化监测,应该把它们结合起来,采用数学模型和系统分析的方法,进行综合评价。

2 水生动物与生态毒理学

生态毒理学是70年代发展起来的一门新兴边缘学科,主要是研究污染物-环境-有机体三者之间的关系以及有毒物质对生物体在个体、种群、群落和生态系统水平上的毒性效应,生物体对毒性的反应有快有慢,可分为急性毒性、亚急性毒性和慢性毒性。

2.1 常用的材料和方法 枝角类动物因为其生命周期短、生活史有孤雌生殖现象、对污染物敏感和实验室中易培养,已成为毒性试验的理想材料,如大型蚤

有反应。

6)用探针捣毁脊髓,再观察有无反射活动。

上述观察搔扒反射实验中的2)、3)都可引起搔扒反射,证明脊蛙反射弧完整时,可以完成反射活动。

上述的4)、5)、6)由于分别破坏了感受器、传入、传出(坐骨神经)神经,破坏了反射弧的完整性,故无反射活动。上述实验约需30min。

(BF)

(*Daphnia magna*)已广泛运用于分析测定各种污染物的毒性。方法是采用毒物的不同实验浓度作用于同一生物体,经过一段时间以后,测定半效应浓度(EC50)、半致死浓度(LC50),然后运用生物统计的方法,计算实验结果与实验浓度是否相关。

2.2 常用的两种思路

1)采用不同毒性的同一实验浓度,作用于同一生物体,测定它们的联合毒性,是加重还是减轻,同时对协同、相加与拮抗作用进行生理生化机制的研究。

2)采用同一毒物的不同试验浓度作用于水生生态系统中不同营养级的生物,因为毒物有通过水生食物链生物富集的能力,这样就可以判别污染可能产生的生态效应,建立适宜的水生态基准,从而制定科学的水质标准。

2.3 遗传生态毒理学 微核试验(MCNT)是根据在细胞内产生额外核小体的现象来检测某些理化因素诱导染色体损伤的原理,测定微核细胞率是否与试验浓度相关。最常用的为蚕豆(*Vicia faba*)根尖微核测试,现在已有人把这种方法应用于鱼类。由于微核测定取材方便、操作简单、观察迅速和效果明显,已成为一种理想的监测手段。

非程序DNA合成(UDS),即S期外的DNA合成,是指处于非S期细胞DNA受到损伤时,随着DNA损伤的修复将发生DNA合成的现象。它能检测水体的遗传毒性和潜在的致癌性,成为检测环境中“三致”(致畸、致变、致癌)物质的短期测试的一种方法。

2.4 分子生态毒理学 由于生态毒理学实验一般耗时长、花费大,而生物死亡、生长受阻或繁殖受到影响及最终导致生态系统的破坏,这些已是污染物造成的晚期影响。同时由于不了解污染物作用的早期反应及作用的真正靶位,作为参数的试验结果移推到野外时,二者之间存在着很大的距离。因此生态毒理学迫切需要能反映污染物作用本质及对生物早期影响进行监测的指标,这样有可能对污染物环境影响作出更为准确的预测或早期警报。近年来,随着生物技术的发展,分子生态毒理学正逐步形成,即采用现代分子生物学方法与技术,研究污染物及代谢产物与细胞内大分子,包括蛋白质、核酸、酶的相互作用,找出作用的靶位或靶分子,并揭示其作用机理,从而对在个体、种群、群落或生态系统水平上的影响作出预报,达到了微观水平与宏观水平的完美结合,具有很大的预测价值。目前最常用的是把腺三磷酸酶作为生物学标志,方法是测定体内ATPase的活性,并以其活性强弱作为多种污染物胁迫的指标。

3 废水处理及污水净化时水生动物的作用

3.1 具污染净化作用的动物类群 在水污染控制工程中,常见的微型动物可分为原生动物和后生动物,原

生动物主要有肉足纲、鞭毛纲、纤毛纲和吸管纲。后生动物主要有轮虫纲、线虫纲和寡毛纲。它们的生境、营养特性有很大的不同。微型动物对污水净化作用的机理可分为四大类:直接净化作用、絮凝作用、澄清作用和指示作用。

3.2 废水生物处理中水生动物的作用 废水的处理方法很多,可以分为物理法、化学法、物理化学法、生物法。而生物处理法是最关键、最有效和最常用的方法。它实际上是水体的生物净化原理在水污染治理中的应用,可以说是模拟天然水体自净作用的一种生物工程。

在生物处理中,活性污泥法以其适用范围广、净化效率高等优点,广泛运用于污水处理。微型动物可以作为指示生物来推测废水处理的效果和系统运行是否正常。随着污水净化和水体自净程度增高,相应出现了多种水生动物,先后次序为细菌→植物性鞭毛虫→动物性鞭毛虫→肉足类(变形虫)→游泳型纤毛虫、吸管虫→固着型纤毛虫→轮虫。但这种次序由于受到许多因素的制约,情况可能很复杂,要结合系统运行工艺、物化指标进行综合评价。

另外采用生态工程处理废水,如污水土地处理系统、生物塘和人工湿地处理系统,它们内含的微型动物在不同程度上有调节和改善水质的作用。

3.3 鱼类放养、大型浮游动物对水质的净化作用 鱼类属于水生生态系统中食物网的顶级消费者,放养大型不同食性的鱼类,势必影响鱼类的群落结构,并对其他生物群落,特别对饵料生物群落产生极大的影响,进而影响整个生态系统的结构和功能。如放养滤食性的鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*),它能有效地滤食某些浮游动物的幼体,减少它们的种群数量,能够明显限制浮游植物的现存生物量,同时能降低水体中的COD、TP、DO和pH值,说明它对水质有净化作用,这就是所谓的“下行效应”。

最近有人通过受控生态系统(即围隔实验)研究了大型浮游动物对浮游植物的控制作用。结果表明,在适当的富营养条件下,通过合理的生物操纵,使得浮游动物在种类、密度、配比处于适当的状态下,能有效地控制藻类的过量生长,达到改善水质的作用。

4 参考文献

- 1 许木启,王子健.利用浮游动物群落结构与功能监测乐安江鄱阳湖口重金属污染.应用与环境生物学报,1996,2(2):169—174.
- 2 严国安.论环境生物学.中国环境科学,1997,17(4):289—292.
- 3 徐立红,张勇元,陈宜瑜.分子生态毒理学研究进展及其在水环境保护中的意义.水生生物学报,1995,19(2):171—183.
- 4 张国华,曹文宣,陈宜瑜.湖泊放养渔业对我国湖泊生态系统的影响.水生生物学报,1997,21(3):271—280.

(BH)