

基于生态健康评估的底栖动物群落变化监测与分析

齐晓晨

伊犁生态环境监测站

DOI:10.12238/eep.v8i4.2640

[摘要] 淡水生态系统的稳定性与生物群落动态变化密切相关,底栖动物作为水体生态系统的重要指示类群,其群落结构特征能够有效反映环境质量的时空演变。近年来随着人类活动强度持续增强,流域开发、农业面源污染等复合型环境压力对水生生态系统产生叠加影响。在生态健康评估体系中,底栖动物群落的物种组成、功能多样性及空间分布模式等指标,为诊断生态系统状态提供了多维度视角。这类生物不仅通过摄食关系参与物质循环,其特殊的生理适应性更使其成为环境变化的敏感指示者。

[关键词] 生态健康; 评估; 底栖; 动物群落

中图分类号: Q132.6 文献标识码: A

Monitoring and analysis of changes in benthic animal communities based on ecological health assessment

Xiaochen Qi

Ili Ecological Environment Monitoring Station

[Abstract] The stability of freshwater ecosystems is closely related to the dynamic changes of biological communities. As an important indicator group of aquatic ecosystems, benthic animals have community structure characteristics that can effectively reflect the spatiotemporal evolution of environmental quality. In recent years, with the continuous increase in human activity intensity, compound environmental pressures such as watershed development and agricultural non-point source pollution have had a cumulative impact on aquatic ecosystems. In the ecological health assessment system, indicators such as species composition, functional diversity, and spatial distribution patterns of benthic animal communities provide a multidimensional perspective for diagnosing ecosystem status. These organisms not only participate in the material cycle through feeding relationships, but their special physiological adaptability also makes them sensitive indicators of environmental changes.

[Key words] ecological health; assessment; Benthic; fauna

引言

水环境质量退化引发的生态问题日益受到关注,底栖无脊椎动物因其独特的生活史特征,成为评估水生生态系统健康状况的关键生物指标。这类生物在生命周期中经历不同发育阶段,对环境变化的响应具有时间累积效应和空间异质性特征。特别是在城市化进程加快的背景下,水体物理化学参数的瞬时波动与生物群落的长期演变存在复杂的非线性关系。

1 底栖动物群落变化生态健康评估的必要性

1.1 反映水生态系统整体健康状况

底栖动物身为水生态系统里的关键构成部分,它的群落变化好似一面镜子,可敏锐且全面地呈现水生态系统的整体健康状况,水生态系统是一个复杂且精密的网络,囊括生产者、消费者以及分解者等多个营养级,各个生物类群之间相互依存、相互制约,共同维系着生态平衡,底栖动物处在食物链的中间位置,

它们以藻类、有机碎屑等当作食物,同时又是鱼类、鸟类等高等生物的食物来源,在物质循环以及能量流动中发挥着不可替代的作用。当水生态系统遭受如污染、富营养化以及栖息地破坏等外界因素干扰的时候,底栖动物的群落结构便会快速出现改变,比如说,在遭受有机污染的水体当中,耐污性比较强的寡毛类、摇蚊幼虫等种类的数量会明显增多,然而一些对水质有着较高要求的敏感类群,像蜉蝣目、襀翅目昆虫的幼虫就会渐渐减少甚至走向消失^[1]。

1.2 预警环境风险与生态危机

在水体之中,当某些污染物的浓度开始逐渐升高,不过还没有达到对人类健康或者水生生物造成明显急性毒性的程度时,底栖动物群落一般就已经可以察觉到这些细微的变化并且做出相应反应,比如说,一些重金属污染物在水体里的积累,有可能会对底栖动物的呼吸、代谢以及繁殖等生理过程产生影响,使得

其种群数量出现下降、物种多样性有所降低或者群落结构失去平衡。借助对底栖动物群落变化展开定期的监测与分析,可捕捉到这些早期预警信号,及时辨别出可能存在的环境风险源,像是周边有没有新的污染企业进行排放、农田化肥农药的使用是不是过量等情况^[2]。

1.3 为生态保护与修复提供科学依据

生态保护以及修复属于一项繁杂且险阻的任务,这就需要有科学合理的规划以及有效的实施策略才行,底栖动物群落变化生态健康评估可为生态保护与修复工作给予关键的科学依据,以此来保证保护和修复措施有针对性以及有效性,于制定生态保护规划期间,了解底栖动物群落的当前状况以及变化趋势是不能缺少的环节。借助评估不同水域底栖动物的物种构成、丰富程度、均匀程度等指标,可确定哪些区域是底栖动物的栖息热点或者关键栖息地,这些区域对维持生物多样性以及生态系统的稳定有着关键价值,应当作为重点保护对象给予保护^[3]。

2 基于生态健康评估的底栖动物群落变化监测要点

2.1 设置监测样点

监测样点合理设置乃是准确把握底栖动物群落变化特征以及评估生态健康状况的根基所在,水生态系统有十分突出的异质性特点,不同区域于物理、化学以及生物环境层面存有差别,而这些差别会直接对底栖动物的分布和群落结构产生影响,在设置监测样点的时候,要充分考量生态系统的空间异质性,运用科学的方式来进行布局^[4]。

针对大型河流生态系统而言需要综合考量诸多因素,涉及河流的流域特征、水文条件以及污染源分布等,于河流的上游、中游以及下游分别布置样点,上游区域一般受人类活动干扰程度较低,可当作生态系统健康的参照点,用以对比分析中下游区域底栖动物群落的变化情形,中游区域或许因接纳了沿岸的工业废水、生活污水以及农业面源污染等缘故,生态环境状况相对复杂,属于监测的重点区域,要适当加大样点密度。下游区域因长期遭受上游来水和各类污染物的累积影响,其生态健康状况或许更为糟糕,同样需要设置充足样点以全面呈现底栖动物群落的响应,另外在河流的不同河段像干流与支流交汇处、弯道、深潭与浅滩等有特殊水文和地质条件的地方,也应当设置样点,捕捉不同微生境下底栖动物群落的差异。

依据湖泊的形态、水深以及营养状态分区等诸多因素来确定样点的设置,对于大型浅水湖泊而言,可依据不同的功能区域,像进水区、出水区、湖心区以及沿岸带等加以划分,并且在每个功能区域内设置多个样点,进水区由于受到外源水体的作用,底栖动物群落或许对外来物质的输入比较敏感,湖心区水体交换相对迟缓,营养盐和污染物的累积可能会对底栖动物造成长期影响,沿岸带因为水生植物丰富且底质条件多样,为底栖动物提供了多样的栖息环境,其群落结构大多时候与其他区域存在差异。在湖泊的不同深度层次也应当设置样点,这是因为不同水深的光照、溶解氧、温度等环境因子差异较大,会对底栖动物的垂直分布产生影响^[5]。

2.2 选择采样方法

采样方法若能正确挑选,会直接关联到所获取的底栖动物群落数据的精确程度以及全面状况,不同的底栖动物类别有着不一样的生活习性以及栖息环境,并且水体的物理化学性质也彼此各异,要依照具体情形来挑选适宜的采样方法,有时还需将多种方法结合运用^[6]。

在研究栖息于底质表面的底栖动物时,像摇蚊幼虫、寡毛类动物这类底栖动物,彼得森采泥器是经常会用到的采样工具,彼得森采泥器借助机械操作把一定面积的底质以及里面的生物一同采集起来,可比较准确地呈现底质表面底栖动物的种类和数量情况,使用彼得森采泥器的时候,要依据水体的底质类型,比如淤泥、沙质、砾石等,来调整采样的力度以及操作方式,以此保证采集到有代表性的样品。对于淤泥底质而言,因为其质地比较软,采样时需要适当加大采泥器的闭合压力,防止样品流失,而对于砾石底质,要避免采泥器在操作过程中被砾石卡住或者损坏,采样面积的大小也得依据研究目的以及水体特征来确定,一般情况下,对于物种丰富度较高的水体,采样面积应该适当扩大,提高检测到稀有物种的概率^[7]。

生活在水生植物附着基上的底栖动物,像某些水生昆虫幼虫、软体动物之类,有两种采集方法,人工摘取法和网兜扫描法,人工摘取法适用于水生植物分布集中且容易操作的情形,直接把附着底栖动物的水生植物部分摘取下来,带回实验室做分离和鉴定,网兜扫描法是用有一定孔径的网兜,在水生植物丛里来回扫动,把附着在植物上的底栖动物捕获到网兜里。该方法操作比较简便,能快速采集大量样品,不过扫描时可能会损伤一些脆弱的底栖动物,影响物种鉴定准确性,用网兜扫描法时,要控制扫描力度和频率,尽量降低对底栖动物的损伤。

2.3 物种鉴定与数据分析

针对常见的底栖动物类群而言,像环节动物门当中的寡毛类,节肢动物门里的昆虫幼虫,例如蜉蝣目,襁翅目,蜻蜓目等,以及软体动物门的腹足类以及双壳类等,可依据它们的形态特征来开展初步鉴定,形态特征囊括了体型,体色,附肢结构,刚毛分布以及鳃的结构等诸多方面,举例来说。在鉴定摇蚊幼虫的时候,可以借助观察其头部形状,口器结构以及呼吸管特征等,把它区分到属甚至种的层面,对于蜉蝣目昆虫幼虫来讲,其尾丝的数量,形态以及腹部背板的图案等都是关键的鉴定依据,不过,鉴于一些底栖动物物种形态相近,仅仅凭借形态特征进行鉴定或许会存在险阻。这个时候就需要结合分子生物学技术来实施辅助鉴定,分子生物学技术如DNA条形码技术,借助提取底栖动物样品的DNA 针对特定的基因片段,像是线粒体COI基因进行测序和分析,再将其与已知物种的基因序列加以比对,准确鉴定物种,这种方式可突破形态鉴定的限制,提升物种鉴定的准确性与效率。对于一些微小,难以观察形态特征的底栖动物以及新物种的发现有着意义^[8]。

2.4 分析环境因子关联

水温属于影响底栖动物生理活动以及新陈代谢速率的关键

要素,不一样种类的底栖动物对于水温的适应范围存在差异,部分冷水性物种在水温升高之际有可能会受到抑制,然而一些广温性或者暖水性物种则可能在水温适宜之时繁殖速度以及生长速度加快。溶解氧含量与底栖动物的呼吸作用直接相关联,对于那些对溶解氧需求比较高的物种而言,当水体当中溶解氧过低的时候,会致使底栖动物缺氧而死亡。pH值出现变化会对底栖动物的生理机能以及体内酶的活性产生影响,过酸或者过碱的环境都有可对底栖动物造成不好的影响。透明度体现了水体中悬浮颗粒物的含量,它会对底栖动物的光照条件产生影响,影响到水生植物的光合作用以及底栖动物的视觉觅食行为。

在化学环境因子层面,当营养盐浓度处于过高状态时,会致使水体出现富营养化现象,引发藻类大规模繁殖,最终形成水华或者赤潮,这会改变水体的生态结构,对底栖动物的生存空间以及食物来源产生影响,举例来说,藻类大量繁殖时有可能会覆盖底质,使得底栖动物与底质的接触受到妨碍,影响到它们的呼吸以及摄食,藻类死亡之后的分解过程会消耗大量溶解氧,致使底栖动物因缺氧而死亡。像重金属以及有机污染物这类有毒物质会在底栖动物体内不断积累,对其生理功能造成损害,甚至会导致其死亡,不同种类的底栖动物对于污染物的耐受性存在差异,一些较为敏感的物种或许会在污染初期就消失不见,而耐污性相对较强的物种则有可能逐渐占据优势,如此便会改变底栖动物群落的结构。

在生物环境因子中,水生植物的分布状况给底栖动物造就了栖息的地方、食物的来源以及庇护的场所,不一样类型的水生植物会吸引不一样种类的底栖动物前来栖息,比如说,沉水植物所在区域或许更适宜某些以藻类作为食物的底栖动物存活,而挺水植物所在区域则有可能为一些杂食性或者肉食性底栖动物给予丰富的食物资源。底栖动物相互之间存在着繁杂的竞争与捕食关系,不同物种彼此之间为了争抢食物、空间等资源会产生竞争,并且一些肉食性底栖动物会捕食其他底栖动物,这些生物之间的相互作用也会对底栖动物群落的结构以及动态变化产生

影响。

3 结束语

通过本次对基于生态健康评估的底栖动物群落变化监测与分析的探讨,我们深入了解了其在生态系统健康评价中的关键作用。监测底栖动物群落动态,能敏锐捕捉环境变化信号,为生态保护提供科学依据。未来,应持续完善监测方法、拓展研究维度,以更精准地守护生态健康,实现人与自然的和谐共生。

[参考文献]

- [1]李松忆,郑珊,周雄冬.石亭江底栖动物群落结构季节变化与生态评价[J].人民长江,2025,56(01):67-73.
- [2]解成杰,谢浩,宁中华,等.近20年黄河三角洲潮滩湿地大型底栖动物群落特征变化[J].环境工程,2024,42(09):42-50.
- [3]尹连政,秦永强,苏园园,等.退塘还林红树林大型底栖动物群落结构变化及影响因素[J].热带生物学报,2024,15(06):780-790.
- [4]纪莹璐,衣帆,曲琳,等.庙岛群岛海域大型底栖动物生态特征及季节变化[J].应用生态学报,2024,35(04):1131-1140.
- [5]陈学杨,丁东生,崔正国,等.靖海湾富营养化海域浮游动物群落变化及其影响因素[J].渔业科学进展,2024,45(2):14-27.
- [6]王汨,张玥彤,汪冰,等.基于底栖动物群落季节性变化的北运河水环境监测评价[J].宜宾学院学报,2022,22(06):95-99.
- [7]胡小红,左德鹏,刘波,等.北京市北运河水系底栖动物群落与水环境驱动因子的关系及水生态健康评价[J].环境科学,2022,43(01):247-255.
- [8]张嵩,张崇良,徐宾铎,等.基于大型底栖动物群落特征的黄河口及邻近水域健康度评价[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2017,47(05):65-71.

作者简介:

齐晓晨(1994--),女,汉族,河北省吴桥县人,硕士研究生,研究生,工程师,伊犁生态环境监测站,研究方向:环境监测。