

水体污染对水生生物的影响分析

高颖华

内蒙古自治区环境监测总站兴安分站 内蒙古兴安 137400

摘要: 水体污染对水生生物危害显著。化学污染里, 重金属、有机污染物等具毒性、难降解, 在生物体内富集, 损害生理机能、阻碍繁殖, 引发畸形与疾病; 物理污染如温度异常、悬浮颗粒物等, 破坏生存环境, 干扰行为活动; 生物污染传播病原微生物、引入入侵物种, 威胁健康与生态。这致使生物多样性降低, 群落结构失衡, 生态系统服务功能退化, 渔业资源减少, 严重影响水生生态平衡与人类可持续发展。

关键词: 水体污染; 水生生物; 影响

引言

水是生命之源, 滋养着地球上的万千生灵, 水生生态系统作为其中重要一环, 承载着无数生物的生存与繁衍。然而, 随着工业飞速发展、农业大规模扩张以及人类生活方式的改变, 大量污染物排入水体, 水体污染问题日益严峻。污染物类型繁多、来源广泛, 对水生生物的生存构成直接威胁, 从个体生理到群体生态, 均产生着复杂且深远的影响。深入探究水体污染对水生生物的影响, 成为当下环境保护的迫切需求。

一、水体污染物的类型与污染途径

(一) 污染物核心分类及特征

(1) 物理性污染物: 以悬浮物(SS)、热污染、放射性污染物为核心。悬浮物多源于土壤流失与垃圾倾倒, 会降低水体透明度、阻塞河道并影响水生生物滤食; 热污染主要来自工业冷却水, 导致水温升高、溶解氧下降, 加剧生物代谢紊乱; 放射性污染物如铯、铀等, 通过核工业排放积累, 对生物产生长期辐射危害。(2) 化学性污染物: 包含无机与有机两类。无机毒物中氰化物、汞、铬等重金属, 兼具急性毒性与生物蓄积性, 可破坏鱼类肝肾组织; 酸碱盐类则改变水体pH值, 破坏生物生存环境。有机污染物里, 耗氧有机物会耗尽水中溶解氧致生物窒息, 农药、石油及POPs等有毒有机物易在生物体内富集, 干扰内分泌系统。(3) 生物性污染物: 涵盖病原微生物、寄生虫及藻类毒素。病原微生物与寄生虫可通过污水排放传播痢疾、血吸虫病等疾病, 藻类毒素则由富营养化引发的藻类爆发产生, 对鱼类及哺乳动物毒性显著^[1]。

(二) 主要污染途径与扩散特征

(1) 点源污染: 以工业废水、生活污水排放口为核心, 呈集中排放特征。污染物排放规律与生产生活节律一致, 易在排放口周边形成3公里内的高浓度核心区, 扩散范围受排放源高度影响, 每升高10米扩散范围扩大15%, 对局部水域造成直接冲击。(2) 面源污染: 主要通过农业径流与城市雨水冲刷扩散。农田化肥农药经地表径流形成“导流通道”, 迁移距离达15-25公里, 雨季扩散范围较旱季增加3-5倍; 城市雨水冲刷则携带污染物, 在交通干道两侧500米形成高浓度带, 受热岛效应影响扩散效率下降20%。(3) 污染物在水体-沉积物-生物界面的迁移转化规律: 污染物先在水体中扩散, 随后沉降于沉积物形成蓄积库, 底栖生物通过摄食富集重金属等污染物, 再经食物链向上传递放大, 如甲基汞沿营养级浓度递增, 最终威胁顶级生物与人类健康。

二、水体污染对水生生物的直接影响

(一) 生理机能损伤

(1) 重金属对鱼类鳃部、肝脏的毒性作用显著。当鱼类接触汞、铅等重金属时, 鳃部黏膜会先受损, 导致气体交换功能下降, 鱼类出现呼吸困难; 同时重金属会随血液进入肝脏, 破坏肝细胞结构, 影响解毒功能, 长期积累会使肝脏肿大、坏死, 最终导致鱼类死亡。(2) 有机污染物(如DDT)具有生物累积性和致癌性。DDT进入水体后, 会先被浮游生物吸收, 随后通过食物链逐级传递, 浓度不断放大, 到鱼类体内时浓度可达到初始浓度的数千倍; 这些污染物会干扰鱼类细胞分裂, 损伤DNA, 增加肝癌、皮肤癌等癌症的发病概率, 同时还会破坏内分泌系统, 影响激素平衡^[2]。(3) 微塑料在生物

体内滞留易引发炎症反应。水生生物误食微塑料后，其难以被消化分解，会长期滞留在消化道、鳃部等器官中，物理摩擦会损伤组织黏膜；同时微塑料表面吸附的重金属、有机污染物会缓慢释放，刺激免疫细胞活化，引发持续性炎症，导致生物免疫力下降，易感染病菌。

（二）行为与繁殖障碍

（1）污染物会干扰鱼类洄游、觅食行为。如石油泄漏产生的油膜会遮蔽水面，影响鱼类对光照的感知，导致洄游路线偏离；农药残留会损伤鱼类嗅觉神经，使其无法准确识别食物气味，觅食效率大幅降低，长期可能导致营养不良。（2）化学物质会导致两栖动物畸形率上升。杀虫剂、除草剂等化学污染物进入水体后，会干扰两栖动物（如青蛙）的胚胎发育，导致肢体发育异常，出现多腿、缺腿、脊柱弯曲等畸形症状，畸形个体生存能力弱，难以躲避天敌，种群数量随之下降。（3）富营养化引发的藻类繁殖会抑制鱼类产卵。水体中氮、磷过量导致蓝藻、绿藻大量繁殖，形成水华，不仅消耗水中氧气，还会释放毒素；同时藻类覆盖在水面和水底，会破坏鱼类产卵所需的洁净环境，导致鱼卵无法正常孵化，繁殖成功率显著降低。

（三）急性与慢性毒性效应

（1）短期高浓度污染会导致水生生物急性死亡，常见于化学泄漏事件。如化工厂废水管道破裂，大量高浓度重金属废水或有毒有机物（如氰化物）流入河流，短时间内水体毒性骤升，水生生物（如鱼类、虾类）会迅速出现抽搐、昏迷，数小时内大规模死亡，形成“死亡带”，严重时可导致局部水域生态系统崩溃^[1]。（2）长期低剂量暴露会产生亚致死效应。当水体中污染物浓度较低时，虽不会立即导致生物死亡，但长期暴露会引发一系列亚致死症状：如鱼类生长迟缓，体长、体重增长速度比正常个体慢30%–50%；同时免疫系统功能下降，抗体生成减少，对病菌的抵抗力减弱，易爆发大规模疫病，导致种群数量缓慢衰退。

三、水体污染对水生生态系统的间接影响

（一）食物链传递与生物放大

（1）污染物会通过浮游生物→小鱼→大鱼的食物链逐级富集。当水体受重金属、有机污染物污染时，浮游生物会通过体表吸附或摄食将污染物摄入体内，由于无法完全代谢排出，污染物会在体内积累；随后小鱼捕食浮游生物，污染物随之转移并浓度升高，比如浮游生物体内汞浓度为0.01mg/kg时，小鱼体内浓度可达到0.1mg/

kg；当大鱼捕食小鱼后，污染物进一步富集，浓度可能升至1mg/kg甚至更高，形成“污染物金字塔”，使高营养级生物体内污染物浓度远高于水体初始浓度。（2）顶级捕食者（如鸟类、人类）面临显著暴露风险。以鸟类为例，鸬鹚、白鹭等水鸟以鱼类为食，鱼类体内富集的DDT、重金属等污染物会进入鸟类体内，导致鸟类产卵蛋壳变薄，孵化成功率大幅下降，甚至出现种群衰退；对人类而言，食用受污染的鱼类后，体内会累积污染物，如长期摄入含汞鱼类，可能引发神经系统损伤，儿童智力发育受影响，成人出现记忆力下降、肢体麻木等症状，严重威胁健康^[4]。

（二）生物多样性下降

（1）敏感物种灭绝与耐污物种优势化现象明显。水体污染后，对污染物敏感的物种（如鲑鱼、石蛙）因生理机能脆弱，难以适应污染环境，会逐渐死亡甚至灭绝；而耐污物种（如食腐性水蚤、耐污藻类）凭借较强的抗污染能力，在竞争中占据优势，数量不断增加，导致生态系统中物种种类减少，群落结构单一化。（2）生态位空缺引发群落结构失衡。敏感物种灭绝后，其原有的生态位（如捕食、分解、生产者角色）出现空缺，耐污物种虽能部分填补，但无法完全替代原有物种的生态功能。例如，以藻类为食的敏感鱼类消失后，藻类缺乏天敌控制，会过度繁殖，而以鱼类为食的鸟类因食物减少数量下降，形成连锁反应，导致整个水生群落结构紊乱，生态平衡被打破。

（三）生态系统服务功能退化

（1）水体自净能力降低，核心原因是微生物分解受阻。水体中的好氧微生物是分解污染物、净化水质的关键力量，当水体受高浓度有机污染或重金属污染时，好氧微生物会因缺氧或重金属毒性作用大量死亡，分解能力显著下降；同时，污染物还会抑制微生物的代谢活动，导致有机污染物、营养盐等无法及时分解，水体自净周期延长，污染状况持续恶化，形成“污染–自净能力下降–更严重污染”的恶性循环^[5]。（2）渔业资源减少并造成经济价值损失。水体污染导致鱼类、虾类、贝类等水生生物生存环境恶化，出现死亡、畸形、生长迟缓等问题，渔业资源总量大幅减少，如某受重金属污染的河流，渔业产量较污染前下降60%以上；同时，受污染的水产品因不符合安全标准，无法上市销售，渔民收入锐减，相关水产品加工、销售产业也受到冲击，造成巨大的经济损失，甚至影响区域经济发展。

四、水体污染的防控策略与未来研究方向

(一) 污染源头控制

(1) 工业废水处理技术方面,膜分离技术凭借高效截留特性,可精准过滤废水中的重金属离子、有机大分子等污染物,通过优化膜材料孔径与抗污染性能,能进一步提升废水净化效率与处理稳定性;高级氧化技术则利用羟基自由基等强氧化性物质,快速降解难分解有机污染物,将其转化为无害的小分子物质,该技术可通过组合不同氧化工艺,增强对复杂工业废水的处理能力,减少污染物排放。(2) 农业面源污染减量措施中,精准施肥依托土壤检测与作物营养需求分析,按需定量施用化肥,避免氮、磷等营养元素过量流失,同时结合缓释肥料的应用,延长养分供应周期,降低肥料浪费与污染风险;生态沟渠通过在沟渠内种植水生植物、设置拦截基质等方式,拦截农田径流中的化肥、农药残留,利用植物吸收与微生物转化作用,减少污染物进入水体的总量。

(二) 生态修复技术

(1) 人工湿地构建通过模拟自然湿地生态系统,利用水生植物、微生物、基质构成的复合体系,对受污染水体进行净化,植物吸收水体中的营养盐与污染物,微生物降解有机物质,基质拦截悬浮颗粒物,可根据污染水体特性优化湿地结构与物种配置,提升修复效果;微生物修复则是筛选并投放具有特定降解能力的微生物菌群,增强水体中污染物的分解转化速率,通过改善微生物生存环境,提高其在水体中的定植能力与降解效率。(2) 濒危物种保护与种群重建需针对受污染影响的水生濒危物种,建立专属保护区域,减少外界干扰,同时开展人工繁育技术研究,提高物种繁殖成功率,待繁育个体达到一定数量后,逐步放归自然水体,通过监测放归个体的生存状况,调整保护策略,促进濒危物种自然种群的恢复与稳定。

(三) 政策与管理建议

(1) 完善水环境质量标准需结合当前污染现状与生态保护需求,细化不同水体类型的污染物限值,增加新兴污染物的管控指标;同时优化监测体系,整合自动监测、手工监测与遥感监测技术,实现对水体质量的实时、全面监控,及时掌握污染动态,为污染防控提供数据支撑。(2) 跨区域协作需建立统一的水环境管理协调机制,

打破行政区域界限,统筹推进跨流域污染治理,实现污染信息共享与防控措施协同;公众参与机制则通过加强环保宣传教育,提升公众水环境保护意识,搭建公众监督与意见反馈平台,鼓励公众参与污染举报、环保项目监督等活动,形成多元共治的污染防控格局。

(四) 未来研究热点

(1) 新兴污染物(如药品、纳米材料)的生态风险研究需重点分析这类污染物在水体中的迁移转化规律,明确其对不同营养级水生生物的毒性作用机制,评估长期低剂量暴露对水生生态系统的潜在影响,为制定新兴污染物的管控标准提供科学依据。(2) 气候变化与污染的复合效应研究需探讨温度升高、降水模式改变等气候变化因素,如何影响污染物在水体中的扩散、降解过程,以及气候变化与污染物共同作用时,对水生生物生理机能、群落结构及生态系统稳定性的叠加影响,为应对气候变化背景下的水体污染防控提供理论支持。

结束语

水体污染对水生生物的影响是多维度且深远的,从个体生理机能的损伤、行为与繁殖的障碍,到生态系统层面的食物链失衡、生物多样性锐减和服务功能退化,无一不警示着我们问题的严峻性。为守护水生生物的家园,需从源头控制污染、运用生态修复技术,并强化政策管理。唯有如此,才能逐步改善水体环境,让水生生物重焕生机,维持水生态系统的稳定与平衡,为地球的可持续发展筑牢根基。

参考文献

- [1] 王昊邗. 微塑料污染对淡水生态系统的影响及治理方法[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(04): 37-39.
- [2] 朱爱民. 淡水生态系统监测评价指标体系初步研究[J]. 人民长江, 2020, 51(02): 35-37.
- [3] 李周园, 叶小洲, 王少鹏. 生态系统稳定性及其与生物多样性的关系[J]. 植物生态学报, 2021, (10): 127-129.
- [4] 张蒙, 殷培红. 生态系统稳定性的生态学理论与评估方法[J]. 环境生态学, 2023, 5(02): 33-34.
- [5] 马俊霞. 浅谈生物多样性和生态系统的稳定性[J]. 天津教育, 2021, (07): 163-165.