



渔业水域环境保护

陈达森 编著

海洋出版社

渔业水域环境保护

陈达森 编著

海洋出版社
1996年·北京

内 容 简 介

本书首先对渔业水域环境污染的形成原因、机制和现状进行了探讨和简述,然后介绍了渔业环境监测、分析及评价的具体方法,最后提出了渔业水域环境保护的具体措施。

本书可供渔业管理人员,特别是从事渔业水域环境保护的渔政工作者自学考试用书,也可作为水产院校有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

渔业水域环境保护/陈达森编著. —北京:海洋出版社,1996.10

ISBN 7-5027-4416-3

I. 渔… II. 陈… III. 渔区—天然水域—环境保护 IV. X52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 11102 号

责任编辑:阎世尊

责任校对:俞丽华

海洋出版社 出版发行

(100860 北京市复兴门外大街 1 号)

北京兰空印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1996 年 10 月第一版 1996 年 10 月北京第一次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:6.375

字数:160 千字 印数:1000

定价:15 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

长期以来,由于对渔业水域环境管理不完善,管理措施不力,加上法制不健全,执法不严以及人们缺乏保护意识等原因,导致了现在部分渔业水域出现了不同程度的污染,水域生态系统受到一定的破坏。近年来,由于加强了渔业管理和渔业法制宣传,特别是明确了渔业水域环境保护由渔政管理部门负责主管,采取了一些切实可行的措施,使一些渔业水域环境污染现象有所缓解,但还没有根本改变污染现状。因此,进一步加强渔业水域环境保护已是一项十分紧迫的工作任务。为此,必须提高渔业管理人员对这方面工作的认识和管理水平,这本书正是为了配合做好这项工作而编写的。

本书是受高等教育自学考试主管机关和农业部南海区渔政渔港务监督管理局的委托,由湛江水产学院组织为南海三省(区)高等教育自学考试渔业管理专业(专科)所编写的教材。此教材的编成得到农业部渔业局的指导和支持,金送笛和肖亚同志审阅了本书书稿并提出了宝贵意见;另外,在编写过程中还得到了不少老师和同事的指导 and 关心,编者在此一并表示感谢。

由于涉及渔业水域环保方面的研究资料不多,现场观测资料也极少,加上编者水平有限,因此,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

陈达森

1995年11月30日于湛江水产学院

目 录

绪论	(1)
第一章 渔业水域环境概论	(3)
一、有关渔业环境的基本知识	(3)
二、渔业水域环境中水体的水质特征	(4)
三、水质与水生生物	(6)
第二章 水污染的发生和过程	(10)
一、水污染的发生	(10)
二、水污染作用过程	(15)
第三章 几种典型水污染及其对渔业的危害	(17)
一、油污染	(17)
二、有机物污染	(19)
三、重金属污染	(21)
四、农药污染	(24)
五、酸、碱、盐的污染	(25)
六、放射性水污染	(26)
七、热污染	(27)
八、其他污染类型	(29)
第四章 渔业环境现状与潜在危机	(31)
一、我国渔业水域污染现状	(31)
二、水域环境污染的预测	(35)
三、渔业资源面临的威胁和保护意识	(36)
第五章 渔业环境监测与分析	(40)
一、渔业环境监测概述	(40)
二、渔业水质监测与分析	(46)
三、非水体类监测方法	(50)
第六章 渔业水域环境评价	(55)
一、环境监测分析数据的处理	(55)
二、环境标准简介	(65)
三、渔业水域环境质量评价	(68)
第七章 渔业水域环境污染防治对策	(80)
一、水环境保护概况	(80)
二、水污染防治原则	(82)
三、水环境防治措施	(84)
四、渔业环境污染事故的处理	(93)
附录	(98)
参考文献	(108)

绪 论

自然环境是人类赖以生存的物质基础。人要生存,就得呼吸空气、喝水、吃食物,与外界进行物质和能量的交换,因而人一刻也不能离开环境。但是,人类并不像动物那样仅仅利用外部自然界单纯地为了自己的生存来适应自然界或使自然界改变,而是通过他所做出的改变来使自然界为自己的目的服务,来支配自然界;也就是说,人类目前生活的环境是历史发展过程中经人类改造过的自然环境。然而值得注意的是,人类由于独特的智慧和伟大的劳动,对于生活的自然环境既能适应又能影响,既会破坏又会改造。在过去几千年里,人类在生产活动中不断向自然界抛出废物,但由于数量较少,大自然有足够的时间和容量将其分解、稀释、净化,因而没有造成什么危害。可是,自从工业革命以来,特别是本世纪以来的几十年,由于科学技术的飞跃进步,工农业生产的迅猛发展,人类征服自然的能力空前提高,每年都有数以亿吨计的各种废物抛到自然中,日积月累,终于达到大自然再也消化吸收不了的程度,于是出现了环境污染。换句话讲,就是当自然环境及其组成要素受到人类生产和生活活动所产生的有害物质、放射性物质、病原体、废热、噪声等影响以致危害人体健康,影响生物的正常生命活动,这种现象称为环境污染。

环境污染引起人们注意是从煤开始的。17世纪,随着工场手工业的发展,煤烟污染严重,但仅限于局部地区;18世纪下半叶到19世纪实现了产业革命,此后伴随着资本主义大工业的发展,进入自然环境的废气、废水、废渣等有害物质不断增加,这些有害物质的数量往往又超出自然界的稀释和自净能力,从而破坏了生态平衡,危害人体健康。这一时期,污染物的种类和数量急剧增加,以致到本世纪40年代,震惊世界的公害事件(见附表1)屡屡发生,使人类的生存和发展受到更大的威胁,这就引起了人们的普遍关心和注意,因而有较多的、不同学科的科学工作者投入到了环境污染的研究领域。经过较长时间的孕育过程,一门崭新的独立学科——环境科学,在人类同污染的长期斗争中逐渐发展起来。这一学科的研究和发展为人类更好地合理利用和管理好环境提供了科学的方法。

我国是发展中的国家,工农业生产都处于较落后的状态,一直到60年代末,还没有认识到我国环境问题的严重性。其实,我国自然资源破坏和环境污染已到了相当严重的地步。以水域环境为例,据1979年对82条河流(河段)监测资料统计,其中有45条河流(河段)受到污染,特别是处在一些城市附近的河段,基本上变成了污水沟。改革开放十几年来,尽管政府在环保方面做了大量工作,使环境状况恶化的势头有所控制,但总体趋势还是不容乐观的。据环保资料显示,1994年全国各大江河段均受到不同程度的污染,并呈上升趋势。全国七大水系和内陆河流110个重点河段统计,符合《地面水环境质量标准》一、二类的占32%,三类的占29%,属于四、五类的占39%;近海海域中,莱州湾、舟山渔场等局部海域渔业生态环境恶化较为明显,部分水生生物濒危。目前,大洋沿岸,河流、湖泊等污染已引起世界各国的重视,环境科学界正在广泛开展有关水环境污染发生、水环境污染机制、水环境质量评价、水环境污染预测、水环境污染综合防治及水环境规划等的研究工作。

我国地大物博,人口众多,国土总面积约 $9.6 \times 10^6 \text{ km}^2$,东西距5000km,南北距5500km;南北跨约 50° 的纬度,东西跨经度约 62° ;全国内陆水域面积(包括江河、湖泊、水库等)约 $0.17594 \times 10^6 \text{ km}^2$,具有经济价值的淡水鱼种250多种,兼有寒、温、热三带类型;我国又地处太平洋西岸,大

陆海岸线长达 18000 多 km,主要岛屿有 5000 多个,我国濒临的渤海、黄海、东海和南海,有极其辽阔的大陆架,四个海的面积达 $4.727 \times 10^8 \text{ km}^2$,大陆架渔场面积达 $1.357 \times 10^8 \text{ km}^2$,经济鱼种南海最多可达 800 多种。因此,我国无论是发展淡水渔业还是海洋渔业,都有极为优越的条件。渔业从生产角度来看它是一个国家,特别是沿海国家国民经济基础的一个重要组成部分,在国民经济收入中占有十分重要的地位。然而,渔业的依托是水域,水是渔业生产不可缺少又不能代替的基本生产资料和形成生产力的基本条件,没有水就没有鱼,有什么性质的水,就有什么性质的鱼。不过,水是带区域性的,不同的自然地理环境(如形态、面积、水文地质、地形地貌、地面植被、纬度高低、地温热量、光热条件等),决定了不同的、不可移动的水域,形成不同的渔业生产的基本条件。此外,水域还受到其周围环境情况的影响,这一点从造成环境污染的角度看危害是很大的。渔业环境污染的许多因素是人为造成的,人们将江、河、湖、海当成天然垃圾箱,倾倒工业废水、污染物和生活污水,日积月累污染了水域,使渔业受到破坏,而且潜在危害威胁到人类的生存。

渔业水域环境是水产资源赖以生存和发展的基础。搞好渔业水域生态环境保护,是发展渔业不可缺少的条件。在改革开放的大潮中,我国渔业取得了令人瞩目的发展,水产品总产量跃居世界榜首。然而,长期以来,由于人类只求发展,不重视环境保护、生态平衡和资源增殖保护,导致严重的环境污染和生态破坏。因此,渔业资源衰退、渔业水域环境恶化,是当前制约渔业发展不可忽视的严重问题。不过,现实中造成渔业水域生态环境变化的原因,主要的因素并非在渔业部门,目前的主要问题是:国家颁布了一些环境法规,但是有法不依,执法不严,违法不究的现象普遍存在。有些地方形成了工厂排污,有关部门收费、渔业受害的局面;一些工矿企业宁可交排污费或超标排污费而不愿去治理,花钱买个污染权,这样形成了长期污染得不到解决的局面;一些开发区建设,不经过省级政府批准,不进行必要的环境生态评价论证,盲目地填海、填湖造地,这些只顾本企业本地区的局部利益,不顾环境生态的变化和损害渔业资源的现象屡见不鲜。因此,保护渔业环境已是刻不容缓的一项重要任务。为了保护渔业生态环境,防止污染和生态环境破坏,我们必须进一步加强渔业生态环境保护工作。工作重点要放在强化监督管理上,一方面要认真贯彻执行《环境保护法》、《渔业法》等法律法规,同时进一步健全和制定新的法规、标准。要运用法律法规手段来保护渔业生态环境,维护生产者的合法权益,真正做到以管促治、促保护,控制或减轻对渔业的危害。另一方面要抓好渔业环境监测网的建设,在巩固提高现有渔业环境监测站的监测水平和完善更新仪器设备的基础上,不断提高监测效益。不过最关键的一点还是应该首先加强渔业管理人员、从业人员的环保意识,提高他们的管理水平、业务素质;在这方面,渔政管理人员作为渔业水域环境保护的主要实施者,更应负起这项重任,并将这项工作列为当前重点抓的内容。

现在,保护地球、保护人类生存的环境,已成为世界人民的共识。我国已将保护环境列为一项基本国策,国家坚持经济建设、城乡建设、环境建设同步规划、同步发展以及经济效益、环境效益相统一的方针,采取了一系列措施,使环保工作逐步进入正轨,以确保我国经济建设的顺利发展。而保护渔业生态环境,涉及到社会各个行业各个部门,并非一个部门所能解决的。因此,我们呼吁全社会都来关心渔业生态环境保护问题,要求有关部门采取坚决有效措施,消除对环境生态的污染和破坏,挽救鱼虾贝藻,为人民提供更多更好的健康食品,使我国的渔业资源得以永续利用,造福子孙后代,使水产业得以持续稳定地发展。

第一章 渔业水域环境概论

作为一名渔业管理人员,首先应对自己管理的对象有个清楚的认识。本章主要介绍与渔业环境有关的概念、各类水体的水质特征以及水质与渔业生态的关系等。

一、有关渔业环境的基本知识

1. 水

水是地球上分布最广泛的一种物质,它存在于大气、地表和地壳中,是动植物生命的重要组成部分。化学概念所指的水(即所谓的纯水)是由两个氢原子和一个氧原子结合而形成的氢氧化合物;其分子结构的形状是以氧原子为顶点的等腰三角形,夹角为 105° 。由于分子结构不对称,正负电荷的中心不重合,两个化学键的极性不能互相抵消,形成正负电极,所以水分子是极性分子。由于水分子呈现很强的极性,因此水有很强的溶解能力;一般由极性分子组成的物质,大都比较容易溶于水中,原因是溶质表面的分子或离子受水极性分子吸引,克服;溶质内部分子或者离子的吸引力,离开溶质的表面,并通过扩散作用分散到水中,形成均匀的溶液。自然界的水通过蒸发、凝结、降水、渗透和径流等作用,不断进行着循环。水以它那特有的溶解性能,在水分循环过程中,特别是陆地循环途径中富集了大量的离子和胶体颗粒,使纯洁的水成为真溶液状态,同时水流又以它那动力作用,冲刷地表非溶解性物质,如粘土、粉砂以及细菌、藻类等生物。因此,天然水不是化学上的纯水,乃是含有许多溶解性物质和非溶解性物质的极其复杂的综合体。这些物质可以是固态的、液态的或是气态的,当其进入水中则将呈现均匀或非均匀混合状态。强电解质在水中多呈离子状态,弱电解质和非电解质在水中多呈分子状态,由于水是极性分子,这些分子、离子及水分子相互作用,使水溶液处于极度分散状态。这里我们所指的水,亦即渔业水环境中的水是含有各种物质的水,如海水、河水、湖泊水、污水等等。

2. 水体(或水域)

水体,一般的含义是指河流、湖泊、沼泽、水库、地下水、海洋的总称;而环境学领域中水体是指包括水中的悬浮物、溶解物质、底泥和水生生物等完整的生态系统或完整的综合自然体。

水体还可按类型和区域划分。按类型可分为:

1) 海洋水体。

2) 陆地水体

{ 地表水体——河流、湖泊等。
地下水体。

按区域是指按某一具体的被水覆盖的地段而言的。如太湖、洞庭湖、鄱阳湖;按类型划分,它们同属于陆地水体中的地表水体内的湖泊;按区域划分,它们是三个区域的三个不同的水体。

对于水环境污染而言,区分“水”与“水体”的概念是十分重要的。例如重金属污染物易从水中转移到底泥中,水中重金属的含量一般都不高,仅仅着眼于水,似乎未受到污染,但如果着眼于水体,则很可能该水体已受到较严重的污染,而且是水体中不易净化的、长期的次生污染源,其危害是不可忽视的。

3. 渔业水域

凡适宜捕捞、养殖的水生经济动植物生长、繁殖、索饵、越冬及洄游的水域,统称为渔业水域。具体有:海、淡水天然渔场,人工增殖区,幼鱼、幼虾保护区,水产资源自然保护区(即珍贵濒危水生、野生动物自然保护区)等等;另外,根据生产习惯,一般我们习惯把渔业水域划分为海洋、淡水及咸淡水,或天然、人工及半人工等水域类型。

4. 渔业水域环境

渔业水域环境是指经济水生动植物生存所需的周围的、外部各种自然条件,它是各种经济水生动植物产卵繁殖、生长育成、越冬、洄游所需的诸环境条件的统称;它由相互联系的非生物性环境(包括水的物理特性、化学特性、气象、底质、径流等)和生物性环境(包括藻类、浮游植物、饵料生物、底栖生物等)所组成的。

经济动植物与非生物性及生物性环境因子的条件联系不是孤立的,而是相互作用,相互依赖,相互制约,相互渗透,相互转化的对立统一的关系,因而联系中的一个体系改变必然引起另一体系的变化。

各种水产经济动植物所需的生存条件各自不同,各有其特定要求的环境条件。如有的栖息于淡水,有的栖息于海水,有的栖息于咸淡水交汇处;有的则需洄游,有的只能定居。各种水产经济动植物的每一个生活阶段,对环境的要求也有所不同。如鱼、虾有索饵、产卵、越冬等各个生活阶段,并洄游到适合索饵、产卵、越冬环境条件的场所。说明它们在各个生活阶段对环境条件需求是不同的。就形成渔场的环境而言,有流隔渔场,上升流渔场,涡动渔场等不同海洋环境条件所形成的渔场,因此,渔业水域环境具有多样性、综合性等特点。

二、渔业水域环境中水体的水质特征

前面提过,渔业水域环境中的水不是化学上的纯水,而是含有各种溶解性与非溶解性物质的复杂的综合体。水域所处的地理位置及周围环境不同会直接影响其水的物理、化学、生物等特性,即水质的优劣。因为各类水体是自然界水分循环的基本环节,水中化学物组成成分的迁移化又是自然界物质循环不可分割的部分,由于各类水体有其自身的形态特征及其环境条件,影响水质形成过程及其时间和空间变化规律。因此,自然界各类水体之间有一定的水质联系,又各有各的特色,这对拟订水质保护,防止污染,控制、改造和利用水资源的规划和措施有密切关系。自然界中,适合水生动植物养殖生长的水域不外乎存在于江河、湖泊(包括池塘、水库等)、海洋及河口咸淡水交汇区中。因此,有必要对它们各自水体的水质特征进行了解。

1. 江河水水质特征

1)水体更新快。江河水长年保持流动,水流不断更替,其更新期较其他陆地水体短。水流与地表物质接触时间不长,水面蒸发小,因此与其他陆地水体相比江河水矿化度较低,一旦遭受污染,易于恢复,是水源保护的有利因素。

2)受流域内水文气象条件影响,水的化学组成成分变化快。江河水的成分在流动过程中随着水量增减及支流或坡面水流汇入而变化,气象条件影响下的大气降水,不仅改变河流水文动态,也为河水增补大气中的溶解物,江河水与大气的良好接触使江河水经常溶有大气的气体成分。

3)水化学成分与水生生物活动强弱及水流补给来源有关。水生生物生命活动过程为河水提供大量的有机物及大气中不含有的极微量的气体成分,但生物过程对水中离子和气体成分作用比较弱,气体成分多以分子形式存在。此外,水中化学组成沿水流过程、变化及时间变化强烈。原因是江

河水不仅与地表水之间有交换过程,而且与地下水有着水力联系,因而致使江河水化学成分复杂多样。

4)人类活动频繁的河段易受污染。江河流域是人类社会主要供水源,也是人类生产活动较多的场所,它被污染的机会多,污染的途径多,污染物来源广,种类复杂,一旦遭受到污染就会严重影响人类生活和生产活动。

2. 湖泊水质特征

1)水流迟缓,水更新期长。湖泊内的水一般流动性是较差的,这有降低浑浊度,提高透明度的优点,但水流不易混合,会出现水质成分分布的不均一性,尤其深水湖泊或容量大的湖泊更为显著,同时也会减弱大气的充氧作用。

2)水对底质的溶蚀作用较强,加上湖面水蒸发,一般湖水矿化度较河流高。由于水在湖泊中停留时间较长,这就会增强湖水对湖盆中岩石、土壤的溶蚀作用,同时湖泊水面较宽广,在强烈水面蒸发作用下,而提高了湖水矿化度。最终导致水质成分的变化。

3)水质成分变化受湖泊面积大小影响。湖泊面积大小不单会影响其水量调节性质,也会导致水质成分变化,就一般而言,大湖比小湖泊稳定,同时小湖泊水质具有强烈的区域特征,而大湖水水质相当于大区域中水质的平均状态。

4)水生生物因素对水中气体及生物生成物质影响大。一般受热条件好,矿化度低的小湖泊中生物活动繁盛,往往成为水质动态变化的最重要因素之一,对大湖或矿化度高的湖泊,生物作用减弱。

另外人工湖泊——水库多是由河道修坝构成的。自水库上端向下水深变浑呈长条形,其水文及水质条件从河流变成湖泊而发生剧烈变化。尤其在建库初期,由于大片土地被淹没,其上的有机物及可溶性无机盐类大量进入库内,同时库内水温增高,蒸发加剧,透明度提高,浮游生物及高级水生生物将急剧繁殖起来,因此水质随水库环境条件而发生不同程度的变化。

3. 海水水质特征

1)海水不同于一般的淡水,它是复杂的盐溶液,含有多种溶解气体以及大量的、各种粒度的有机和无机悬浮物质,故盐度高。海洋是地表溶质径流最终归宿场所,聚积了所有风化壳中的化学元素。据估计在5亿年以前海水含盐量为 25×10^{-3} ,原始海水几乎完全为淡水,但现在除近岸海区,特别是河口区由于大陆径流的影响,海水盐度低些外,开阔洋中海水盐度一般为33到38,平均为35。虽然盐度增加速度是缓慢的,但在今后地质年代中,海水的盐度会进一步提高。

2)海水交替条件好,加上水体积大,局部水域水质变化不会对整个海洋发生影响。海洋占整个地球面积的70.8%,水体积约 $13.2 \times 10^8 \text{ km}^3$,占全球总贮水量的97.3%。如此宏大的水体,再加上海洋特有的形态,气候条件等,使得海洋中存在着各种各样的海水运动,如潮波运动、海浪运动、海水混合等等。这些运动使得海水得到很好的交替更换、混合;此外海水复杂的化学组成,也使海洋能容纳、分解各种污染物质,并通过海水各种运动扩散到整个海洋中。正由于这些运动,加上海水容量大,故从海洋整体上讲是不易被污染的;然而,随着现代大工业的迅速发展,人类的各种活动规模越来越大,其结果使海洋发生了很大的变化,尤其是向海洋中排放的各种废弃物质和热,给沿岸海域带来了明显的污染,而且现在已扩散到广大的海洋,使污染成为全球规模的大问题。

3)海水化学成分随地理纬度、离陆地远近不同变化较大。众所周知,太阳与地球的特定位置关系,使得太阳光照在地球上不同位置强弱不一样,导致地球上不同纬度太阳辐射能量分布不均匀,进而使不同纬度的海水温度分布不同以及海水化学成分,水生动植物的不同组成和分布。在同一纬度上,由于大陆径流携带的陆源物质的加入,使得海洋近岸海域水化学组成较复杂,生物种群增多,因此,一般大洋海水的透明度大,而近岸海水透明度相对要小。

4)大陆溶质径流及生物沉淀作用直接影响着海水中化学物质的平衡关系。海水盐度几乎全部决定于几种主要离子。这些主要离子有一个固定程序:即 $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$, $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$,而且各离子间数量比例关系近似恒定,这种恒定关系在不同海区或同一海区不同深度是有所变化的。在远离陆地,不受大陆径流影响的大洋中,这种恒定性较好;但在近岸海区,这种海水化学组成的恒定性会由于大陆径流带入大量的有机、无机物质、生物作用加强而不同程度发生变化。

4. 咸淡交汇区中水质特征

1)水运动复杂,混合作用大,水体更新期短。咸淡水交汇的河口处。由于入海河口一般都受到海洋潮汐的影响,加上江河水流的影响,河口咸淡水能充分混合交换,最终随潮流或海区近岸流进入到海洋中。

2)水化学组成成分主要取决于水源物质、径流沿程冲刷。河口区既然是江河水与近海海水的交汇区,则混合后的水其化学组成显然与这两种水原有的化学成分有关。而江河水在流入海洋前,在陆地上经历了漫长的流程,在此期间由于水流的冲刷作用,沿程的各种物质会有不少被水流带走,进而影响江河水的化学成分。

3)水化学成分变化受咸淡水混合激烈程度影响较大。现实中,河口区中咸淡水混合是有一个过程的。由于海水密度大于淡水,故交汇时河水一般在上,海水在下。当河流水文形势为主时,水流表现为向海洋的单一流向但也受海洋潮汐影响,此时交汇区水化学组成偏近于江河水质;当河流与海洋的水文形势相当时,既有河流的下泻,也有潮流的上溯,此时交汇区水质较复杂,而且不稳定;当以海洋水文形势占主导地位时,即海洋潮汐对河口区影响大时,海水可上溯到河口内很深的距离,此时交汇区中水的化学组成偏近于海水特征。

4)水生生物的限制生长,影响交汇区水的理化特性。在不同盐度下,淡水、半咸水和海水种生物的相对数量是变化的。河口的盐度变化很大,仅有少数广盐性的生物种类能忍受这种变化。河口区独特的水文状况,导致了有限数量的本地种生物,也阻碍了许多淡水和海水种的移动。尤其是盐度低,密度小,对于海水鱼类的许多浮性卵是致命的。而在许多河口,大量的淡水带来丰富的营养盐类,因此,某些适应这些生活条件的生物,其个体数量就获很大的发展。

三、水质与水生生物

渔业水域中水的物理化学性能对水生生物的生长、繁殖、发育等生命活动有着直接或间接的影响;反过来,水生生物的生命活动也会影响水体的水质情况。

(一)水的理化性能的作用和影响

水的物理化学性能——水温、含氧量、硬度以及 pH 值,对许多无机化合物的毒性均有影响。

1. 温度

水的许多物理特性,水中进行的化学过程和微生物过程都同温度有关。水温的升高能使水本身产生某些物理变化和化学变化,它可影响矿物的溶解速度和溶解度、化合物的沉淀、pH 值和大气气体的溶解(其中最重要的是氧);水中的溶解氧随温度的升高而减少,而且,倘若存在有机污染物,生化需氧量(BOD)的增加会进一步降低氧浓度。此外,随水温的增高,水生物的新陈代谢作用也加快,吸收的毒物增多,毒物作用也增大。鱼在热水中,呼吸急促,食欲减退,消化不良,繁殖率下降。

藻类生长也受温度影响。硅藻类是鱼的食饵,还有防止水体生味发臭作用。在水温 5.6~24℃

时,硅藻生长占优势;温度高到 26.7℃时,绿藻类生长占优势,硅藻减少;温度达到 32.2℃以上时,蓝藻占优势,而蓝藻类能产生臭味,使水质变差。放线菌纲类水生植物,在高温下迅速繁殖而使水生臭。水中根生植物随温度升高而增殖。

2. 溶解氧

水中的溶解氧对鱼类及其他水生生物是极为重要的。溶解氧浓度在 5mg/L 以上有利于浮游生物生长;溶解氧浓度在 0.3~2.9mg/L 不适于鱼生存;浓度在 3.0~4.9mg/L 鱼可生存,但不充分,浓度大于 5.0mg/L 适于鱼类生存。为了确保鱼类及有关生物群正常生存繁殖,充分生长,水中溶解氧以不小于 5~7mg/L 为宜。此外,为了防止水体老化,保持水质清新,就必须避免水体出现厌气发臭过程(水体在缺氧状态时,有机物便在厌气性细菌为主体的微生物作用下分解产生具有强烈毒性和恶臭的甲烷、硫化氢、氨气等,导致水体发臭),底层水中溶解氧就应高于 2mg/L。

3. 硬度

各种有害物质在不同硬度的水中(软水的碳酸钙含量为 20mg/L,硬水为 260mg/L),对鱼类的生存影响是不同的,且同一浓度的有害物质对不同的鱼类影响也不同,也就是说,鱼类的承受力是不一样的。表 1-1 列举了有害物质在软水和硬水中的平均致死浓度(鱼类在水中持续 96h)。

表 1-1 有害物质在不同硬度水中对鱼类的平均致死浓度 (mg/L)

化合物	鱼类	平均致死浓度		化合物	鱼类	平均致死浓度	
		软水	硬水			软水	硬水
氯化镉	鲑鱼	0.63	73.5	氯化铅	鲑鱼	5.58	482.0
硫酸铜	鲑鱼	0.022	1.76	硫酸铍	淡水鱼	0.19	20.3
硫酸银	鲑鱼	0.78	33.4	锌	虹鳟鱼	0.4	7.2

4. pH 值

pH 值变化可使鱼类的血液发生变化,进而影响到内脏,或使鱼鳃外皮溶解、凝缩,甚至影响到器官的机能。水域 pH 值增高到 11 以上或降低到 4 以下时,都会导致鱼类死亡。受害的鱼类体表粘膜被溶解,失去了控制水分渗透压的能力,严重还会出现鳃出血。对鱼类生长来说,pH 值在 5~9 之间是适应范围,但也有的鱼类能经受 pH4 以下或 10 以上的值。据美国俄亥俄河卫生委员会水生生物咨询委员会报道,在 pH=5~9.5 的范围内,没有发生 pH 值直接危害鱼类的现象,但以 pH=6.5~8.2 的水域适合鱼类生长。淡水鱼可以生活在 pH=6.5~8.4 的水中,而对鱼卵的发育,则以 pH=6.0~7.2 最为适宜。浮游生物在 pH=7.5~8.4 的水中繁殖最旺。

5. 水中悬浮物

水体中悬浮物危害水生生物主要是由物理作用造成的。首先,由于水中大量的悬浮物阻碍光线的通过,从而抑制正常的光合作用,降低水生植物的生长和繁殖能力,大量减少水生动物的食物。其次,泥沙的沉积会破坏和危害鱼类及其他水生动物的栖息,并改变水生生物的自然运动;有些水生生物,即使水中有足够的溶解氧,由于机械堵塞作用,也会窒息死亡。再有,泥沙会妨碍水生动物的卵和幼体的正常发育。

(二)水环境生态系统

一个生物物种在一定范围内所有个体的总和在生态学中称为种群;在一定的自然区域中各种群的集体则称为群落。任何一个生物群落与其周围非生物环境的综合体就是生态系统。其由必要

的和非必要的两部分组成。

1)必要的部分又分为非生物成分和生物成分两种。前者包括阳光和养分,供生产者合成有机物之用。后者包括生产者、分解者和转变者:生产者又称自养者,以绿色植物为主,还有一些能借光合作用营生的菌类。分解者包括一部分细菌和真菌,能使生物体分解成为无机物质。转变者也是细菌,其作用是将分解后的无机物转变为可供植物利用的营养分。细菌的分解和转变作用在生态系统中非常重要,没有它,生产者则缺乏养分,无法自养,不能生存。

2)非必要的部分主要是各级消费者,它是靠生产者的有机物质为生的,故又称为他养者或异养者。按其食性,消费者可分为草食动物、肉食动物、寄生生物和腐食动植物等。它们在生态系统中只能消费不能生产,所以是非必要的部分。归纳起来,生产者、消费者、分解者和转变者以及无机养分是生态系统的四个基本组成部分。生态系统中能量和物质的流动都是通过这四部分来实现的。

根据生态系统的环境性质和形态特征,可分为下列类型:

1)陆地生态系统:又可分自然生态系统和人工生态系统。前者如森林生态系统、草原生态系统等;后者如农田、城市、工矿区等。

2)淡水生态系统,包括湖泊、河流、水库等。

3)海洋生态系统,包括海岸、河口、浅海、大洋、海底等。

这里淡水和海洋两个生态系统即构成我们水域环境中的生态系统。

生物圈中的各种生物基于生产者和各级消费者间的营养关系,构成了生态系统中的食物链。所谓食物链,就是一种生物以另一种生物为食,彼此形成一个以食物连接起来的链锁关系。

在一个生态系统中,食物关系往往很复杂,各种食物互相交错,形成食物网。能量的流动、物质的迁移和转化,就是通过食物链和食物网进行的。如在一个小池塘生态系统中,浮游植物借叶绿素的细胞利用太阳能将水和空气中的二氧化碳转变为有机物质,同时将产生的氧释入水和空气中。作为生产者,它在生物圈中执行了非常重要的功能:为自身准备了需用的能源;为生物呼吸提供了必要的氧气;为较高级营养层次如浮游动物、小鱼、大鱼等供应食物。鱼类死后,水里的微生物将它分解转变为基本元素和化合物,供作浮游植物的养分。此时所消耗水中的氧气则由浮游植物光合作用产生的氧气补充。各营养层次的生物在呼吸过程中将摄取的有机物质氧化而获得热量,供各种生命活动和合成生物量之用。同时将产生的二氧化碳送回空气中。这样,浮游植物→浮游动物→小鱼→大鱼便构成了一个食物链;其中除了浮游植物为生产者外,其余都是消费者。

研究食物链的组成及其量的调节,是非常重要的,有很大的经济价值。例如鱼类和野生动物的保护,就必须明确该环境内动物、植物间的营养关系,而且还须注意食物链中量的调节,才能使该项自然资源获得稳定和保存。否则会破坏自然界的平衡和协调,使该地区生物群落发生改变,对社会经济产生严重影响。同时物质流在食物链中有一个突出特性就是生物放大作用。某些自然界不能降解的重金属元素或其他有毒物质,在环境中的起始浓度并不高,但经过食物链逐渐放大,进入人体后,可能提高到数百倍甚至数百万倍,对机体构成危害。

(三)水质与水生生物的关系

水是水生生物的介质,其化学成分影响生物生存及发展。其实,各种水生生物的习性都是长期在水域环境影响下,通过进化、遗传、变异的结果。就以自然界的鱼类为例,按进化论的观点应统属一祖,随着生物进行演变,有的定居在海洋,有的定居在大陆淡水水体,它们对水中盐分浓度的适应能力就有很大差异,人们通常习惯于依此将鱼类粗略地划分为咸水鱼(海鱼)及淡水鱼。实际上,其中有的对盐分浓度适应性较强,即在盐分浓度变幅比较大的范围内均能生存,也有的较弱,仅能在

很狭小的范围内生存。那么鱼类对其他水域环境指标,如水温、溶解氧等也均有一定的要求和适应能力。因此鱼类在自然地理环境中是有其区域特点的,特别在广阔的海洋世界,深水水域还有垂直分异规律,也就是说鱼类的生存和发展依附于水域环境,实际上不仅鱼类如此,其他水生生物也是如此。

水体理化性质影响水生生物之间相互依存、相互制约关系。如在生物养料贫乏的水体中,自养型生物合成的有机质就比较少,远远满足不了异养型生物的需要,有机质很少积累;而且这些有限的有机质主要是被水生动物所食用,而不是为微生物所分解,所以异养生物反过来对自养型生物的供应也很少,它们之间互为抑制。反之在富营养水体中,自养型生物合成的有机质超过异养型生物的需要,因而水体中有机质大量积累,而且损失掉的一部分主要被微生物分解,把营养物质分解出来,再供给自养型生物的需要。所以它们之间存在着互相促进作用。

水生生物在生命过程中和水环境之间不断进行物质和能量交换,影响水的物理、化学及生物性质。各种类型生物之间及其与水域环境之间形成一个既矛盾又统一的自然生态系统,在天然条件下,某特定水体中生物群落的组成结构具有其相应的特定模式,生物与生物之间,生物与环境之间的物质循环与能量循环交换,也是有相应的平衡关系。也就是说,任何一个正常的生态系统中,能量流动和物质循环总是不断地进行着,但在一定时期内,生产者、消费者和还原者之间都保持着一种动态的平衡,这种平衡状态就叫生态平衡。在自然生态系统中,平衡还表现为生物种类和数量的相对稳定。

不过,水域生态平衡关系不是一成不变的,而是处于不断变化之中,但在天然条件下,这种变化是缓慢的,往往不为人们察觉,若在人类活动影响下,就有可能加剧其变化过程,而产生种种不良后果。例如营养盐类本是水生生物生长发育各个阶段所必需的,如果养分不足,显然会影响经济鱼类。加入适量营养盐可以促进生物繁殖,但若养分过多,就会引起自养型生物大量繁殖,大量消耗水中的溶解氧,从而使水中溶解氧降低,影响鱼类的正常生长;再者,在缺氧的条件下有机质被分解产生甲烷、硫化氢等有毒气体,有些有毒的藻类也会排出毒素,这不仅影响有食用价值或工业用途的水产品的产量,也会影响其质量,同时还会引起细菌和病毒的大量繁殖。

不恰当的人类活动不仅能破坏自然生态平衡关系,同时向水体中投放大量的对生物有害的物质,这些物质中有些是天然水域中早已存在的,从而提高了其含量水平,有些在天然水域中原来是不存在的,从而增加了化学物质品种致使水质恶化。水质恶化对生物体造成危害的机理,目前还不清楚,还有待研究。

第二章 水污染的发生和过程

渔业水域环境保护是一项十分艰巨的工作,而这项工作首先要解决的问题是水环境污染问题。因此,了解水污染的发生原因和机制是十分必要的。

一、水污染的发生

(一)水体自净作用

生态系统之所以能保持动态平衡,主要是由于内部具有自动调节的能力,例如对污染物质来说,就是环境的自净能力。天然水体对排入其中的某些物质有一定的容纳程度,在这个限度范围内,天然水体能通过物理的、化学的和生物的作用过程,使排入的物质浓度自然降低,不致引起危害,这叫做水体的自净作用。其中污染物在水中发生稀释、混合、挥发、沉淀过程是物理净化作用;污染物在水中发生氧化、还原、酸碱反应、分解化合、凝聚等化学过程是化学净化作用;水中微生物对有机物的氧化、还原、分解的过程则是生物净化作用。

水生态系统的组成成分越多样,能量流动和物质循环的途径越复杂,系统内部具有的调节能力也越强。相反,成分越单纯,结构越简单,其调节能力也越小。但是,一个生态系统的调节能力再强,也是有一定限度的,超出了这个限度,调节就不再起作用,生态平衡就会遭到破坏。如果现代人类的活动使自然环境剧烈变化,或进入自然生态系统中的有害物质数量过大,超过自然系统的调节功能或生物与人类可以忍受的程度,那就会破坏生态平衡,使人类和生物受损害。对水环境来讲,当污染物排放到水体中的量太大,超过水体的自净能力,从而使水质恶化,就会发生所谓的水体污染。

(二)水污染

水体受到人类或自然因素或因子(物质或能量)的影响,使水的感观性状(色、嗅、味、浊)、物理化学性能(温度、酸碱度、电导率、氧化还原反应、放射性)、化学成分(无机、有机)、生物组成(种类、数量、形态、品质)及底质情况等产生了恶化称为“水污染”。一般说,正常水体内,总是自净作用超过污染过程。相反,若由于某些自然或人为的原因,使大量有害物质进入水体,超过水体的自净能力,不能及时分解转化为无害形式,反而在水体或生物体内积累下来,破坏水环境的正常机能,造成水体污染。这对水生生物妨碍极大。轻则抑制生长,产量下降。重则水体荒废,妨碍水体正常的功能,破坏人类经济、合理地利用,造成环境质量、资源质量、生物质量、人体质量和经济的巨大危害和损失,甚至形成国际间、全球性的污染危害,又称为水污染公害。

(三)污水的水质指标

被污染的水体,有时可以直观,有时是直观不出来的。为了说明水体被污染的程度,要用污水的水质指标来表示。污水水质指标主要有下列几项:

- 1)悬浮物,或称悬游物,是污水中呈固体状的不溶解物质。它是水体污染基本指标之一。
- 2)废水中有机物也是一个重要的水质指标。水体中存在的有机物很多,主要来源于工农业生产

活动中排放到水中的大量有机物和水生动植物体的残骸。水体受有机物污染的一个重要特征是消耗水体中的溶解氧。加上有机物的组成比较复杂,要测定各种有机物的含量比较困难,因此,一般采用化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)、总有机碳(TOC)和总需氧量(TOD)来表示有机物的浓度。

所谓化学需氧量是指在规定条件下用化学氧化剂来氧化水中有机物等还原性物质时所消耗的氧化剂相当于氧的量。单位为 mg/L。化学需氧量越高,水体中有机物的含量相对也越高。

生化需氧量是生物化学需氧量的简称,是表示水体中有机物在微生物作用下进行生物氧化时所消耗的溶解氧的数量。以 mg/L 为单位。不过,水中各种有机物的完全氧化分解时间共约需 100 天。为了较快地得出测定结果,使水样中的有机物在 20℃ 下 5 日内被微生物氧化时所消耗的溶解氧的数量,称为五日生化需氧量(BOD₅),它约等于完全氧化分解时生化需氧量的 70%。水体的生化需氧量越高,则表示水中存在的需氧有机物越多。

总有机碳是表示水体中有机物的总含量。这个指标只是表示水中有机物的总含碳量,并没有反映水体中有机物的真实含量。

总需氧量是表示水体有机物中的碳、氢、氮、硫全部被氧化时,即生成二氧化碳、水、一氧化氮和二氧化硫时所需要的氧气量。

3) pH 值:污水的 pH 值对污水处理及综合利用,对水中生物的生长繁殖,对排水管道等都有很大影响,所以被列为检验污水水质的重要指标之一。

4) 污水的细菌污染指标:1mL 污水中的细菌数要以千万计。其中大部分是寄生在已丧失生活机能的机体上,另一部分细菌,如霍乱菌、伤寒菌、痢疾菌等则寄生在活的有机体上。对污水进行细菌分析是一项复杂的工作,在水处理工程中,用毫升水中细菌(杂菌)的总数和水中大肠菌的多少这两种指标表示水体被细菌污染的程度。

5) 污水中有毒物质指标:我国在制定的“地面水中有毒物质的最高容许浓度”标准中列出了 40 种有毒物质。水中含有毒物质的多少,反映水被污染的程度。

以上 5 个指标是表示水体污染情况的重要指标,此外还有温度、颜色、放射性物质浓度等。也是反映水体污染情况的指标。

(四) 水体污染物

1. 水体污染物的定义

造成水体的水质、生物、底质质量恶化的各种物质和能量都可称为水体污染物。第一届联合国人类环境会议指出的 28 类环境主要污染物中,就有 19 类属于水体污染物,它们是:二氧化硫、氮的氧化物、氟化物、汞、铅、镉、磷酸盐、硝酸盐和亚硝酸盐、烷基磺酸盐、氯化烃、多氯化联苯、石棉、多环芳香烃类、油、可降解的有机物质、固体废料、致病机体、电离辐射、热等。从环境质量保护观点出发,可以认为任何物质若以不恰当的数量(超过环境容量)、浓度(超过本底、生物忍耐限度)、形态(有机汞比无机汞毒害大得多)、途径(酚、氰等易生物净化的毒物进入大气、地下水比进入地面水、土壤危害要大得多)、速率(超过自净)进入水体环境,均可造成水体污染。

2. 水体污染物的分类

从不同角度可将水体污染物分成多种不同的类型。如按性质分(物理、化学、生物、综合);按形态分(阳离子、阴离子、分子态、简单有机物、复杂有机物、颗粒态等);按制订标准的依据分(感官、卫生、毒理、综合)等。从环境保护角度我们将水体污染物分成 15 大类(表 2-1),各类均在表中突出了其主要危害。

表 2-1 水体主要污染物的分类及主要危害特征

编 号	分 类	标 志 物 (因子)	主要危害特征(· 存在危害 ⊙严重危害)													
			浊度	色度	恶臭	传染病	耗氧	富营养	硬度	毒性	油污	热污染	放射性	酸化	易积累	易富集
1	致浊物	尘、泥、土、砂、灰、渣、屑、漂浮物	⊙	·	·	·	·	·	·	·	·	·	⊙			
2	致色物	色素、染料		⊙						·						·
3	致嗅物	胺、硫醇、硫化氢、氨			⊙		·	·	·							·
4	病原微生物	病菌、病虫卵、病毒		·		⊙	·	·	·							⊙(病毒)
5	需氧有机物	碳水化合物、蛋白质、油脂、氨基酸、木质素	·	⊙	⊙	·	⊙	·	⊙							
6	植物营养	硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、磷酸盐、有机氮、有机磷化合物(洗涤剂)		·	⊙			·	⊙					⊙		⊙
7	无机有害物	酸、碱、盐							⊙				·	·		⊙(盐)
8	无机有毒物	氰、氟、硫的化合物								⊙						
9	重金属	汞、镉、铬、铅、(砷)		·						⊙				⊙	⊙	⊙
10	易分解有机有毒物	酚、苯、醛、有机磷农药		·			⊙			⊙						
11	难分解有机有毒物	有机氯农药(DDT、六六六、狄氏剂、艾氏剂)、多氯联苯、多环芳烃、芳香烃					·			⊙				⊙	⊙	⊙
12	油	石油	·	⊙			·			·	⊙	·				⊙
13	热	热										⊙				
14	放射性	铀、钚、镭、铯								⊙		⊙		⊙	⊙	⊙
15	硫、氮氧化物	二氧化硫、氮氧化物											⊙			⊙

3. 水体污染物的特征

上表所列的 15 类水体污染物按性质归纳为生物性(如病原微生物)、化学性(包括:致浊物、致色物、致嗅物、需氧有机物、植物营养素、无机有害物、无机有毒物、重金属、易分解有机毒物、难分解有机有毒物、油及硫、氮氧化物)、物理性(包括:热、放射性)及综合性(如致浊物)4 类。各类污染物的特征如下:

生物性:病原微生物所致瘟疫是最早对人类形成全球性危害的一大类,至今在经济、文化、卫生、医药条件落后的国家仍是最主要的一类污染;在先进的国家,瘟疫得到控制,但病毒至今仍威胁着人类。

化学性:化学性污染物是当代最突出的一大类,其种类多、数量大、毒性强,有许多能致急性、亚急性、慢性中毒,有一些是致敏、致突、致畸、促癌、致癌物,它们长期地、微量而复合作用于生态系统,危及生物和人类的生存与发展。

物理性:能量污染从长远来看,将有一个较大发展,所以不可忽视。

(五)水体污染源

1. 水体污染源的定義

向水体排放或释放污染物的来源和场所都称为水体污染源。各种水体及其循环过程中几乎涉及各种污染源。污染源的类型很多。