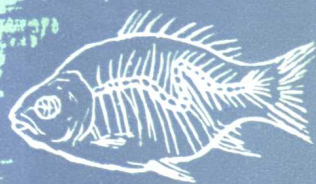




环境保护科普丛书

水生生物与 环境保护



周永欣
王士达 编著
夏宜琤

科学出版社

水生生物与环境保护

周永欣 王士达 夏宜璋 编著

C

人民社

1983

内 容 简 介

本书通俗地向读者介绍了水体受到污染或生态平衡受到破坏后,水生生物所遇到的影响以及水生生物在水体环境中所起的作用,对水生生物的种类、习性等作了较全面的介绍。本书共分五部分:一、水和水污染;二、水生生物和水生态系统;三、水体污染对水生生物的影响;四、水生生物在废水生化处理中的作用;五、水生生物在水质评价及水质监测上的应用。

本书文字简朴易懂,附有较多的水生生物插图,既有丰富的实践成果,又有一般的基础知识。可供具有中等文化程度的广大中青年、干部以及从事农、渔业生产的广大社员阅读,也可供从事环境保护的科技人员参考。

水生生物与环境保护

周永欣·王士达·夏宜琚 编著

责任编辑 张锡声

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1983 年 4 月第 一 版 开本:787×1092 1/32

1983 年 4 月第一次印刷 印张:4 3/4

印数:0001—5,900 字数:90,000

统一书号:13031·2205

本社书号:3015·13—18

定 价: 0.62 元

前 言

人类在利用环境、开发环境以及改造环境时,打破了人与环境之间的动态平衡,引起了环境一系列的连锁反应,使环境的质量发生了变化,特别是大工业、集约农业和大城市的发展。由于工业布局的不合理,土地使用过度强化,人口在少数居住点剧烈增加,再加上乱采滥用自然资源,以及大型工程引起的不良后果等,使环境的质量降低甚至恶化,超过了各类生态系统的负荷量或代谢机能,造成了环境污染和破坏,威胁着生存的人和生物。

水污染由于量大面广,在我国环境保护工作中已被列为治理重点之一。它不仅来自工业废水和生活污水,还有农田、森林、果园、菜地施用的农药和肥料,随着迳流进入水体,此外大气污染物的降落,海上、内陆水体航行船舶的废油和船舶航行事故的溢油,投放入海的固体垃圾和放射性物质等,都造成了水生生物的大量死亡,破坏了生物资源和渔业生产,很多水生生物遭受危害,而且某些毒物最终将进入人体,危害人体的健康。

编写本书的目的在于向读者介绍水体受污染或生态平衡受破坏后,水生生物受到的影响,以及水生生物在水体环境保护中能够起到的作用,使能对这方面的知识有一概括的了解。

本书在草拟提纲、酝酿初稿的过程中,得到全室很多同志的关心。最后由夏宜琤、王士达和周永欣三位同志负责写成。插图由陈磊同志复墨。由于水平有限,难免存在缺点和错误,恳切希望读者批评指正。

中国科学院水生生物研究所六室

目 录

前言	iii
一 水和水污染	1
(一) 水——生命的摇篮	1
(二) 水——宝贵的自然资源	2
(三) “水荒”四伏	4
(四) 水量和水质	7
(五) 水污染	9
二 水生生物和水生态系统	13
(一) 水生生物的生态类群	13
(二) 水中的细菌和病毒	22
(三) 水蚯蚓及其生活习性	25
(四) 漫话水生昆虫	28
(五) 蚌类和螺类	37
(六) 水中的花和草	39
(七) 鱼类及其在水中的生活	42
(八) 食物链	45
(九) 水生态系统	47
三 水体污染对水生生物的影响	54
(一) 水污染对水生生物的影响	55
(二) 水体富营养化对水生生物的影响	68
四 水生生物在废水生化处理中的作用	73
(一) 水体的自净作用	73

(二) 废水的生化处理	75
(三) 废水的生化处理方法	93
五 水生生物在水质评价及水质监测上的应用	99
(一) 生态学方法	101
(二) 毒理学方法	110
(三) 残毒测定方法	141

一 水和水污染

古今中外的文人墨客，常常用最动人的词藻，来颂吟大海的浩渺，江河的磅礴和湖水的绚丽。可是，人们在领略水的诗情画意时，切莫忘记，地球上干净的水，尤其是人类能直接利用的淡水，越来越少了，水生生物首当其冲地遭受到水污染的戕害，世界上很多地方“水荒”四起，人类正日益受到水源不足和水源污染的困扰。所以，自然科学家用另外的语言来唤起人们对水的珍惜，他们说，水是生命的摇篮，水是人类赖以生存的必要条件和进行各种生产活动的极其重要的资源；我们应当保护好江河湖海，保护好水源。

（一）水——生命的摇篮

自从 35 亿年以前，地球上出现了有生命物质以来，生命就和水结下了不解之缘。地球上的生物，最初起源于水中。唯有在水的环境中，经太阳紫外辐射的促进作用，地球上才开始产生大分子有机化合物，经过大自然的长期孕育，逐渐演化、发展成为以蛋白质形式存在的生命物质，从此地球上才出现了生命。所以说，水是生命起源的发祥地。水又是生命的保护者。我们知道，过强的紫外线会使生物受到杀害，而水具有

吸收、减弱紫外线的能力，保护了原始水生生物免受其害而得以生存和发展，一直到地球上这些生物产生了足够的二氧化碳，才开始衍生出能利用二氧化碳并放出氧气的生物（原始的藻类植物），产生出大量的氧气，这些气体上升到大气上层，在紫外线作用下转变成能阻挡太阳紫外线的屏障臭氧层。于是，大约在3亿五千多万年以前，首批水生生物才开始离开水，大规模地向陆地迁移，逐渐演化成了形形色色的陆生生物世界。由此可见，在生命起源和进化的历史长河中，水又起到了保护者的作用。

水是最优良的溶剂，又具有许多其他有利的理化性质，是各种生命活动的最好媒介。生物的吸收、消化、输导、排泄、生殖、体温调节以及光合作用等等各种功能，各种复杂的生物化学反应，无一不需要水的参与。离开了水，所有的生命活动都将停止。总之，没有水的世界是不堪想像的：如果没有水，就不会有万千的生物世界，整个地球就会成为沙漠和岩石的王国。

（二）水——宝贵的自然资源

早在公元前6世纪，就有人说过“万物由水组成”。虽然这不是真理，但是却反映了水是生物体内含量最多物质的这一客观事实。生物体内，水所占的份量，一般为体重的70—90%，有的生物甚至达到体重的95%。人体中水的重量为体重的 $\frac{2}{3}$ ，也就是说，一个体重为100斤的人，有70多斤是

水。一个人在饥饿时，可以损失 40% 的体重（相当人体内一半的蛋白质，全部的肝糖及脂肪）而不致毙命，但是如果损失了 20% 的水分，就将濒于死亡。一个成年人每天至少要补充 2 升水，其中 1,800 毫升来自饮食，200 毫升来自体内代谢水。

居民生活用水需要耗费大量的水资源。国外一些大城市，每人每天生活用水 400 至 800 立升。我国规定城市每人每天生活用水量为 150 立升，实际用量少则 70—80 立升，多则高达 300 立升以上。一个百万人口的城市，以每人每天 100 立升计算，每天单是供应居民生活用水就需要 10 万立方米，数量之大，十分可观。现在我国许多大中城市，自来水的质与量普遍不能满足人们日益增长的要求。开源节流，千方百计满足居民生活用水，已经成为许多城市供水部门的十分棘手的问题。

水利是农业的命脉，农业生产一向是用水量最大的部门。利用传统灌溉办法，每生产 1 公斤干重的枝叶或果实，需耗水 300 至 500 公斤。一株玉米，从发芽，结实到枯萎，需要吸收和蒸腾 400 斤的水，以一亩 3,000 株计算，种一亩地的玉米，就需要耗费 600 吨水。生产一吨小麦和一吨棉花，分别需水 1,500 吨和 10,000 吨水。

虽然人类已经从核子时代进入了空间时代，但是现代人类的食物，仍然都是取之于别的生物或其产物。此外，像纸张、木材、羊毛、棉花等各种生活、生产资料，也都来自生物。即使是石油、煤、天然气等这类支配着现代物质文明的能源，也

都是由古代生物的遗体转化而来的。所有这些古代的或当代的生物,也都离不开水。

各项工业生产,虽然产品本身不含水份或水份很少,但是在生产过程中,都需要耗费大量的水(见表 1.1),而且工艺越落后,在生产过程中耗费的水越多。

表 1.1 生产几种工业产品所耗水量

产 品	耗 水 量
电(一千度)	3 吨
炼钢并加工成钢材(1 吨)	300 吨
化肥(1 吨)	600 吨
合成纤维(1 吨)	5,000 吨

由此可见,水不仅是生物起源、存在和发展的必要条件,也是人类赖以生存和进行生产活动的极其重要的自然资源。

(三) “水荒”四伏

以往,人们常常用“取之不尽,用之不竭”来形容水域的广袤,可是,80 年代的今天,水的供应情况,已经是今不如昔了。不少国家和地区,已经出现了“水比油贵”的困境。“水荒”已经成为当今世界的严重问题。

1980 年,世界卫生组织专门为饮水问题举行了会议,发出了“世界性饮水问题严重”的警告。该组织调查过的 53 个国家中,有 14 个国家只有 65% 的居民能喝到可饮用水,有 25 个国家只有 30% 至 60% 的居民能喝到可饮用水,在非洲

和亚洲的 14 个国家中,只有 1/4 的居民能喝到可饮用水;至于世界上广大的农村地区,问题尤其突出,只有 15% 的农村居民能获得可饮用水。在非洲一些地方工人要用 1/10 时间为自己买水,妇女要用 1/3 的时间运水,拉丁美洲一些农业区,一个人每天需要花 3 个小时为自己供水。在发展中国家里,每五个人中就有 3 人缺乏干净的饮用水。全世界有 13 亿多人得不到清洁的饮用水。

水荒已经严重地威胁着人类的健康。现在世界上每天平均有 25,000 人由于水污染引起疾病或由于缺水而死亡。地球上 80% 的疾病是由于水的污染或其他卫生条件不良所引起。第三世界、每年要在水的供应和水的净化方面花费 100 亿美元,但是其中许多国家每年夭折的婴儿中,有 3/5—4/5 是死于和水污染有关的痢疾,霍乱和疟疾等疾病。联合国针对上述情形,想在 1980 到 1990 年间,执行“水的十年”计划(即饮用水十年计划)使地球上所有的人能得到干净的饮水,这项饮用水十年计划,每年需耗资 300—400 亿美元。由于问题复杂,耗资巨大,在执行中必将遇到极大的困难。

“水荒”波及全世界,在各工业发达国家也无一幸免。以美国为例,它的缺水情况也日益严重,据美国有关部门预断,“下一阶段可能是水源枯竭,使广阔地区的河流、地下水、湖泊和水库的水位发生严重的下降”。美国政府的有关部门不断收到美国各地水定量供应,鱼类死亡和鸭子中毒等方面的报告,个别地方的居民只能靠外地的瓶装水(水罐头)来维持生活了。

我国水资源的供需矛盾，近几年来也日趋尖锐。北方地区，由于水源不足，农田灌溉用水缺乏，工业用水和城乡居民生活用水也比较紧张，常常因为用水纠纷引起工农之间的矛盾。不少地区，由于水源问题，导致一些工厂企业产量下降，质量降低，废品增多，有的则停产待水，甚至被迫关闭，拆迁。一些大中城市的供水问题，也处于紧张状态。天津市由于水源得不到可靠的保障，工农业生产和居民生活都受到严重困扰，每逢天旱，不仅忍痛停止对农业灌溉用水的供应，而且许多工厂也只好因缺水而处于停产或半停产状态，城市人民生活用水也十分困难，闻名全国的天津小站稻，过去曾发展到百万亩，1972年以后，由于连年缺水，种植面积曾一度缩减到一、二十万亩。我国首都北京，自来水供水量，解放后虽然增加了近50倍，但仍然供不应求，北京地下水处于超量开采补给不足的状况，市区地下水位逐年显著下降，局部地区，地面出现下沉现象，加之水污染的影响，水质开始恶化，全市的工农业生产和首都人民的生活均受到严重影响，有关部门已经发出了北京地区“水贵如油”的信号。“家家泉水，户户垂杨”的著名泉城济南，也已面临水资源不足的困境，由于超量开采地下水，使地下水位逐年下降，泉水大量减少，有的泉眼甚至已经枯竭。京津地区曾一度水源严重不足，国务院于1981年8月中旬召开京津用水紧急会议，制订开源节流应急措施。

我国广大农村地区，许多地方是山青水秀，水源丰富，但也有不少农村，农业灌溉用水和生活用水都十分紧张，往往一

口小塘堰，人畜共之，饮用、洗濯均在其中，水量既不足，水质也不卫生。某些边远山区，用水更为困难，有的甚至要翻山越岭到远处去背水，那真是“水比油贵”了。

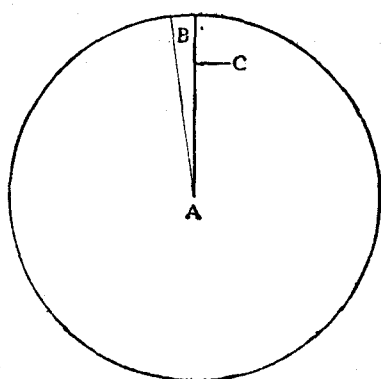
(四) 水量和水质

本来以为是“用之不尽”的水到哪里去了？地球上到底有多少水，有些什么样的水？

地球表面，水域占 70.8%，陆地占 29.2%。如果把海洋，冰帽、湖泊、江河以及土壤、岩石和大气中的水统统加起来，地球上的总水量是 32,600 万立方英里。其中含盐量高(35‰)的海水占 94.2—97.2%，陆地水占 2.8—5.8%，在陆地水中，只有 1/3 是淡水，即地球总水量的 1—2% 是淡水。而这 1—2% 的淡水中又有 85%—96% 是冰川(绝大部分冰结在 600 万平方英里的南极冰帽中)。所以，算到最后，地球上目前可供人类生活和生产直接利用的淡水资源，也就是我们经常所说的水资源，包括江河湖库和浅层地下水，仅占地球总水量的千分之一、二、三而已(图 1.1)。而且这有限的水资源在地球上的分布又不平衡，有些地区水资源相对丰富，有些地区即较为贫乏，有时干涸有时洪涝，在时空分布上又极不均匀。

水除了量的问题外，还有一个质的问题。由于水是最佳的溶剂，所以自然界不存在真正纯净的水。表 1.2 是几种自然的自然水所含盐类的主要成分。

由于水中含盐量不同，水体可分为：



A-人类不能直接饮用的海(咸)水 B-地球上的淡水
C-目前能直接利用的淡水

图 1.1 地球上人类能直接利用的淡水所占的比例

表 1.2 几种自然水的组成(%)

组分 \ 自然水种类	软淡水	硬淡水	海水
K ⁺	—	0.016	0.39
Ca ⁺⁺	0.01	0.065	0.42
Mg ⁺⁺	0.0005	0.014	1.3
Na ⁺	0.016	0.021	10.7
Cl ⁻	0.019	0.041	19.3
SO ₄ ⁼	0.007	0.025	2.7
CO ₃ ⁼	0.012	0.12	0.073
全量(盐度)	0.065	0.3	34.9

1) 咸水水体：海洋，含盐量 16—47‰，一般是 33—38‰，生长在海洋中的生物称为海洋生物。

2) 淡水水体：含盐量为 0.01—0.5‰，即陆地上的江河湖堰塘库，其中的生物称为淡水生物。

3) 半咸水水体: 含盐量为 0.5—16‰, 是江河入海处(河口), 内陆咸水湖泊(如里海和我国的青海湖)和有大量淡水排入的近海区。生长在这里的生物称为咸淡水生物, 能适应水中盐度的变化, 是介于以上两类生物之间的过渡类型。

我们在这本书中要讨论的主要是淡水水生生物和环境保护之间的相互关系。

除了根据含盐量的不同将水体划分为以上几种以外, 一个水体的水质是指水的状态(静滞水或流动水), 水的物理性质(如温度、密度)、化学性质和生物性质。化学性质是指水的导电度、氧化-还原电位、悬浮物、酸碱度、pH、化学耗氧量(COD)、生物耗氧量(BOD)以及水中溶解的无机、有机物质的种类和数量等。生物性质是指水中包涵的细菌以及其他动植物的情况。所以, 一个水体水质的优劣, 是由许多因素来决定的, 需要综合各方面的情况才能给予评价。外界的物质或能量自然地或人为地进入水体, 使构成水质的某种(或几种)因素发生了变化, 就有可能引起水的污染。

(五) 水 污 染

人类可以直接利用的淡水日益供不应求, 除了地球上的水资源分布不均和人类用水量猛增等原因之外, 水体不断地遭到污染, 也是一个极其重要的原因。

什么叫做水污染? 由于人类的活动, 使水质发生变化, 以致损害水的某种有益的利用, 这就叫做水污染。或者说, 自然

水体本身不存在或极少存在的物质(或能量——热能),被人为地进入了水体,以致产生了对水生生物和人类不利的水质变化,这就是水污染。水污染除了人为的以外,还有自然界本身造成的,比如水体地下矿藏对水的污染以及火山爆发引起的污染等,这是人类目前尚无法加以控制的。

图 1.2 是造成和防治水污染的示意图。

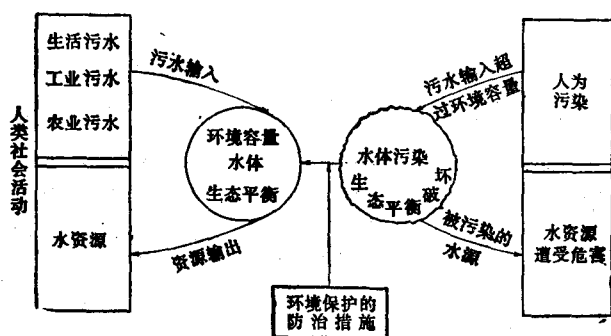


图 1.2 水污染示意图

水污染可能是物理的(如热能的污染)和化学的(各种有毒有害物质的污染),也可以是生物的(如细菌和其他生物的污染)。水体容纳污染的能力具有一定的界限,超过了这个界限,就会引起相应的生物学效应,破坏原来的生态平衡,造成污染的后果。这个界限叫做环境容量。

水污染,古来有之。人类一开始就习惯于把污水污物倾入水中。但那时污染物质数量少,种类单纯,都是自然界原本就有的东西,在水中容易得到分解和自净。但是,自从人类脱离了刀耕火种的田园生活以后,尤其是进入新的城市和工业