

污水与养鱼关系的初步研究

张瑞涛 姜礼潘 陈碧霞
翟良安 陆茂英 杨若青

(中国水产科学研究院长江水产研究所)

我国利用污水养鱼平均亩产量 750 斤, 最高亩产超过 2,000 斤。但污水养鱼有一定的局限性, 如果利用不当, 会引起鱼类急性中毒, 大面积死鱼; 或是慢性积蓄中毒, 毒物富集积累, 具有潜在性危害, 影响人体健康。因此, 研究利用污水养鱼的利弊, 以及能否做到科学的利用, 并在防治措施上加以解决, 是衡量各类污水可否用于养鱼和今后发展前景的关键, 为此, 我们于 1976—1978 年调查了九个省、市, 三十个重点产鱼区, 获得数据近万个。对我国利用污水养鱼现状有了基本的了解。现就下述四个问题提出讨论, 供作参考。

一、养鱼污水的来源、性质及利用

目前, 利用污水养鱼的水源大致分为三类^[5,6] (1) 城镇排出的生活污水; (2) 工业废水; (3) 地面水或径流水。对渔业的危害主要是工业废水, 亦是当前需要引起重视和有待解决的问题。由于废水毒物不同对鱼类的影响也不同, 对鱼类危害的毒物大致分为四种类型^[1,2]:

(一) **金属毒物** 主要指汞、镉、铬、铅、铜等。对鱼类的危害除表现为急性中毒外, 还引起积累中毒, 破坏饵料基础和生态平衡。均属高毒性毒物, 尤以汞、镉毒性更强, 危害亦大。

(二) **有机毒物酚** 酚对鱼类的危害主要是影响鱼体品质、有异味。食用酚污染鱼类往往有不愉快的味觉感, 主要是酚引起^[3]。

(三) **农药污染物** 主要指有机磷和有机氯。由于有机磷在水中易降解, 残效不显著, 其危害远不及有机氯农药, 特别是六六六, DDT 的大量使用, 可使鱼、贝类有较高的残毒,

而且残效期长, 鱼类及水生生物忍受能力低, 易引起急性中毒, 破坏食物链和饵料生物, 但需提及的是, 有机磷农药常易引起鱼类二次中毒, 而导致死亡^[4]。

(四) **油类污染物** 系指石油及石油产品, 这类物质, 多以油膜形式浮在养鱼水面, 一方面降低了氧气容量, 另一方面由于自然降解耗去大量溶解氧, 造成严重缺氧, 如含量达 0.1ppm 可造成嫌氧状态引起鱼类窒息死亡。并使鱼类回避、逃逸^[3]。养鱼水域, 油类污染较为普遍。

上述污染物均系工业废水所致, 亦是污水养鱼存在的主要问题。因此, 利用污水养鱼主要是指生活污水, 或含高营养盐类的污水。一旦混入有害工业废水, 应采取相应的措施, 如污水的稀释净化, 以及生化处理等。这样才可以做到化害为利, 既能发展渔业生产, 又可以净化水质, 改善环境。

二、污水养鱼的水质污染

污水养鱼, 由于多在城郊市区, 极易受工业废水污染, 就所调查的十二个渔区来看, 水质污染情况如下:

(一) 一般卫生指标

1. pH 值检出范围 6.0—8.7, 其中 7.1—8.4 值占整个样品的 95%, 说明酸碱度适中, 属正常值。

2. 溶解氧检出值范围 2.0—14.9ppm, 其中 4.85—10.4ppm 的样品占总数的 80%, 基本上符合渔业水质要求, 仅在局部污染区如排污口处或富营养化后, 溶解氧偏低, 大多数样品的溶解氧属正常范围。其饱和百分率在 50% 以上。

表 1 鱼区水质主要有害物质

(单位: ppm)

有害物质	样品数 (个)	检出值波动范围	均 值	对照均值	参考标准值	样品超标率 (%)
酚	712	0—0.40	0.007	0	0.01	11.6
汞	766	0—0.042	0.0004	0.0001	0.001	0.8
氰化物	513	0—0.18	0.002	0	0.05	0
六价铬	760	0—0.25	0.048	0.001	0.05	1
砷	760	0—0.26	0.031	0.002	0.04	0.3
镉	194	0—0.05	0.008	0.00	0.01	1.3
铅	240	0—0.9	0.041	0.022	0.1	0.8
铜	240	0—0.08	0.0011	0.0003	0.01	1.7
锌	240	0—0.03	0.017	0.011	0.1	0
丙体—666	49	0.0015	0.021	0.0075	0.2	8.1

表 2 鱼体毒物残留量

(单位: ppm)

有害物质	样品数	波动范围	均 值	对照样均值	参考标准值	超 标 率 %	备 注
总 汞	383	0.02—0.450	0.18	0.031	0.3	1.3	超标样品为鲤、乌鳢
六价铬	321	0.13—2.6	0.28	0.08	0.5	1.2	超标样品为鲤、鲫鱼
砷	305	0.03—0.82	0.32	0.015	1.1	0	积累量最高值样品、草鲫鱼
镉	48	0—0.41	0.09	0.01	<1	0	最高值样品: 草鲤鱼
铅	96	0.4—2.6	0.48	0.085			鳊鱼含量最高
铜	96	0.06—8.9	0.26	0.07	0.37		同上
锌	96	0.07—68.13	7.8	0.07			乌鳢含量最高
酚	378	0.02—8.0	0.15	0.001	0.4	8	中、上层鱼类含量较高
氰化物	271	0.01—0.74	0.06	0.007	5.0	0	残量不显著
六六六	64	0.02—3.0	0.86	0.02	2.0	3	中底层鱼类含量较高
DDT	64	0.01—7.8	0.61	0.001	1.0	2.5	同上

3. 耗氧量在所检测的样品中, 检出值 2.10—6.64ppm, 其中 3.1—4.5ppm 占样品数的 83%, 虽然检出值中有部分接近注意浓度 5ppm, 但均未达到危害浓度。

4. 氨氮 样品检出值为 0.05—2.9ppm, 平均检出值为 0.3—2.4ppm, 有部分样品超过标准 1.5ppm。但氨氮是渔业水质的主要营养元素之一, 从养鱼的效果看, 其含量可允许有较高的范围。

以上卫生指标表明, 除氨氮略有较高的含量外, 其它各项检出值, 都没有超过渔业水质标准。

(二) 有害物质的污染

调查 12 个渔区, 分析 10 项毒物, 获得数据 4,474 个, 检出结果见表 1。

1. 酚 酚的检出率 83%, 检出值小于 0.01ppm 的样品数占 46%, 超标率 4.6%, 平均

检出值在 0.03ppm 以下, 其中 5 个渔区超标数为 12—81 倍, 说明酚污染较为普遍和突出。是污水养鱼存在的主要问题。

2. 汞 样品检出率 68%, 检出值小于 0.001ppm 的样品数占 78%, 超标率 0.8%, 说明汞污染虽然普遍, 但含量不高。需引起重视的是, 往往底质汞有较高的残留量。同一渔区的水质与底质汞可相差 4 倍以上。这对水质和水生生物将会产生一定的影响, 特别是对底层鱼类危害较大。

3. 六价铬 铬的检出率 63%, 检出值在 0.05ppm 以下的样品数占 84%, 有两个渔区超过标准, 超标率 1%, 其余样品属正常值。

4. 砷 砷的检出率 71%, 超标率 0.3%, 检出值都在 0.04ppm 以下, 仅有一个渔区最高检出值达 0.26ppm, 其余均正常。

5. 镉、铅、铜、锌检出值大都在标准值之内,

对养殖鱼类的危害,尚不显著。

6. 丙体-六六六 丙体六六六的检出率100%, 检出值在0.02ppm以下的样品占78%, 有两个渔区有超标样品, 超标率8.1%。

7. 氰化物的检出率76%, 但检出值均在允许标准之内。

上述10种毒物以酚和六六六污染较为突出, 特别是酚污染最为普遍, 已明显的影响到养殖鱼类的食用价值。

三、鱼类对毒物的残留

鱼类对积累性毒物的残留量是作为评价鱼类质量的重要标准^[1]。我们调查了10个重点渔区, 测定了主要经济鱼类14个品种, 分析10项毒物, 共获数据2,122个, 结果见表2。

总汞 检出率100%, 超标样品均为底层鱼类, 最高检出值为0.45ppm, 中、上层鱼类有的接近, 但均未超过食用标准。这同鱼类的生态习性、底质汞的含量较高有关。因此, 污水养鱼消除底质汞的污染是十分重要的。

铬 鱼体六价铬的残留量, 有两个渔区的底层鱼类有超标现象, 超标率1.2%, 其它渔区均未超过食用标准。

砷、镉、铅、铜、锌 在鱼体的残留量一般均未超过食用标准。仅发现个别渔区的个别毒物有较高的残留量。其中只有一个渔区鱼体镉为0.41ppm 乌鳢锌为68.13ppm。其余样品均未超过标准。

酚和氰化物 污水养鱼区主要经济鱼类均发现有酚的残留。检出值在0.02—8.00ppm之间。其中有3个渔区的三种鱼类如白鲢、花鲢和草鱼超过标准, 超标率为8%, 最高检出值达4.0—8.0ppm, 一般认为鱼体酚积累量超过0.40ppm, 鱼体质量降低并有异味。鱼体中氰化物均未超过标准, 这是因为氰化物易降解, 残留不显著的缘故。

六六六和 DDT 鱼体中六六六和 DDT 的残留量, 六个渔区均有检出, 其中有两个渔区超过标准, 最高检出值六六六为3.0ppm, DDT 7.8ppm, 超标率分别为3%、2.5%。主要污染

源是城市下水道消毒, 防治鱼病及农田流失。

11项毒物残留量表明, 目前污染较突出的是酚、六六六、DDT、其次是汞。

四、鱼类饵料生物及污水净化

饵料生物是鱼类的主要食物源, 也是利用污水养鱼的重要条件, 其特点是组成种类少, 优势种群数量多, 主要为污水型种类。

10个渔区的调查结果

(一) 浮游植物 50属, 67种。若按污染级别划分, 多污种类 (polisaprob) 占5%, 甲型中污种类 (α -mesosaprob) 占35%, 乙型中污种类 (β -mesosaprob), 占45%, 寡污种类 (oligosaprob) 占15%, 形成优势种群的种类, 大都属于中污型种群。主要种群有:

1. 绿藻门主要有二形栅藻 (*Scenedesmus dimorphus*)、双对栅藻 (*S. bijuga*)、四角十字藻 (*Crucigenia quadrata*)、直角十字藻 (*C. rectangularis*)、镰形纤维藻 (*Ankistrodesmus falcatus*) 生物量分别为: 18.2×10^4 — 450×10^4 群体/升、 58.5×10^4 — 83.4×10^4 群体/升、 54×10^4 — 123×10^4 群体/升。

2. 兰藻门有点形平裂藻 (*Merismopedia punctata*)、优美平裂藻 (*M. elegans*)、巨颤藻 (*Oscillatoria princeps*)、泥生颤藻 (*O. limosa*)、水花束丝藻 (*Aphanizomenon flos-aquae*)、水花微囊藻 (*Microcystis flos-aquae*)、铜锈微囊藻 (*M. aeruginosa*) 生物量分别为 468×10^4 — $1,260 \times 10^4$ 、 1.1×10^4 — 43.3×10^4 、 2.7×10^4 — 13.6×10^4 群体/升。

3. 矽藻门有隐头舟形藻 (*Navicula cryptocephala*) *N. rostellata*、变异直链藻 (*Melosira varians*)、颗粒直链藻 (*M. granulata*)、肘状杆藻 (*Synedra ulna*) 尖针杆藻 (*S. acus*) 生物量分别为: 54×10^4 — 423×10^4 细胞个数/升、 39×10^4 — 128×10^4 群体/升、 38.5×10^4 — 9.20×10^4 细胞个数/升。

4. 裸藻门有梭形裸藻 (*Euglena acus*)、绿色裸藻 (*E. viridis*)、旋形扁裸藻 (*Phacus hellicoides*)、生物量为 7.5×10^4 — 153×10^4 细胞

个数/升。

(二) 浮游动物 24 属 26 种

1. 原生动物 14 属 16 种, 其中多污类型 2 种, 中污类型 2 种, 清水型 4 种。主要优势种群为肾形虫 (*Colpoda*)、慢游虫 (*Lionotus*)、肩盘虫 (*Aspidisca*) 等, 生物量为 18.5×10^4 — 213.5×10^4 个/升。

2. 轮虫类 10 属 12 种, 多污类 1 种, 中污类 9 种, 寡污类 2 种, 生物量 30—9500 个/升。

3. 枝角类 3 属 4 种, 全为中污类型。

(三) 底栖生物主要种类有颤蚓 (*Tubifex hattai*)、水丝蚓 (*Limnodrilus socialis*)、苏氏尾鳃蚓 (*Branchiura sowerbyi*) 和摇蚊幼虫 (*Chironomus plumosus*) 等, 生物量为 23—850 个/ m^2 , 多属于中污类型。

饵料生物的定性、定量分析结果表明, 污水养鱼水质基本上属于中污类型, 局部为多污类型。同时也表明, 污水养鱼不但有丰富的饵料基础, 而且可以净化水质, 改善环境。

五、讨 论

污水是否可以养鱼? 应具备什么条件? 需要解决哪些问题? 如果将这样一个复杂的问题作简单的回答, 是比较困难的, 因这关系到废水成分、毒物性质、利用方式以及生物相的组成, 养殖对象和配比等方面现概括以下几点。

(一) 污水养鱼主要指生活污水, 目的是利用肥源、增加肥效, 充分利用氮、磷、钾等营养物质, 以便为养殖鱼类提供丰富的饵料基础。因此, 一定比例的生活污水, 可以作为渔业用水。只是污水中大量的悬浮物和有机物, 最好经过沉淀、净化处理, 这样利用效果更佳。

(二) 工业废水、除少数类似生活污水性质可以利用外, 一般不作为渔业用水。因为工业废水含有有害物质和不适宜的卫生指标。

(三) 生活、工业废水合流, 是利用污水养

鱼存在的主要问题, 因此, 在利用方式上, 应视污水性质和毒物含量, 采取相应的处理措施, 处理方式通常为: 污染源→沉淀池→氧化塘→渔业用水。总的原则应使有害物质不超过污染负荷和允许标准。

(四) 污水可否用于养鱼? 鱼体对积累性毒物的残留量, 是衡量污水养鱼的重要标准, 如果养殖成商品鱼而鱼体残留量没有超过食用标准, 通常是允许养殖的, 但在毒理学方面应不产生畸形, 突变和不良的遗传效应。

(五) 利用污水养鱼与江、河、湖、库等被工业“三废”污染是两种不同的概念, 前者, 以生活污水为主, 而且人为的掌握、控制利用, 鱼类消长期短, 年龄组低。而后者, 多为自然水域不易控制, 鱼类消长期长, 年龄组高。因此, 两者对比, 往往鱼体残毒量前者低而后者高, 这说明污水养鱼只要利用适当, 鱼体质量一般不低于江河鱼类。

总之利用污水养鱼是有条件的, 决不是所有的污水都可以利用, 要作具体分析。只要有合理利用, 严格掌握, 才可以做到综合利用, 化害为利, 既可能养鱼, 又可净化水质, 改善环境。

参 考 文 献

- [1] 石油化学工业部设计院编 1976 污染环境的工业有害物 石油化学工业出版社。
- [2] 北京市环境保护科学研究所编 1977 国外城市公害及其防治 石油化学工业出版社。
- [3] 五十岚产仁著 昭和 46 年 污水化学总论, 上卷, 东京内田老鹤圃新社。
- [4] 西片武治编 昭和 46 年 上水试验方法, 大日本印刷株式会社。
- [5] Charles G. Wilber 1971. The biological aspects of water pollution. Printed the United States of America.
- [6] W. T. Edmondson 1959. Ward & Whipples fresh-water biology. Printed in the United States of America.