

# 于桥水库的水质保护与渔业生产

王 洪 起

(天津市环境保护科学研究所, 天津 300191)

**提要** 大水面增养殖将水体中的氮、磷、有机物转化成鱼产品,并以渔获物的形式输出水体,从而加大水体氮、磷、有机物的输出量,有减缓水体富营养化、净化饮水水质的作用;同时鱼类的摄食、消化、排泄等新陈代谢活动可加速水中氮、磷等物质循环,使藻类繁衍,如果大量放养草鱼还会导致水草资源破坏、生态失衡,对饮水卫生、安全不利;网箱养鱼投入饲料,直接增加了水源有机污染。围网养殖对局部水域生态平衡有破坏作用,放养密度过大,投入饲料也会直接增加有机污染。库周鱼塘排水会增加水库氮、磷输入量。为保护水库水质和生态平衡,不要盲目在于桥水库中大量投放草鱼,禁止或限制网箱投饵养鱼和围网养殖。同时建议:保护现有鲤、鲫鱼资源,引进能利用腐屑资源的鲮类鱼,加大鲢、鳊放养规格,适度增殖鳊鱼,利用库中水草和库周鱼塘养殖草鱼,防治库中水草对水库水质的二次污染,同时发展了池塘渔业。

**关键词** 饮水水源 水质保护 渔业生产 于桥水库

于桥水库是引滦入津工程的重要调蓄水库,是天津市几百万居民的重要饮水水源,同时也是天津市重要淡水鱼生产基地之一。在这样一个城市集中供水水源中,如何在破坏现有生态结构、不加重水体富营养化、确保天津市供水卫生安全的前提下发展渔业生产,是水资源保护和水产部门都急待解决的问题。本文从于桥水库渔业生产现状及对水库水质、生态的影响入手,对水源保护与渔业生产持续协调发展途径作初步探讨。

## 1 渔业生产现状及对水库水质和生态的影响

目前在于桥水库和库周主要有大水面增养殖、网箱养鱼、围网养殖及库周池塘养鱼四种渔业生产方式,现就这四种不同渔业生产方式的现状及对水库水质、生态的影响分述如下。

### 1.1 大水面增养殖

于桥水库位于天津蓟县燕山山脉边缘地带的州河盆地,是一座山谷型盆地水库。水面面积  $8.68 \times 10^3 \text{hm}^2$ , 平均水深 4.6m, 4~11 月份水体透明度平均为 2.01m, 水中溶解氧全年都保持在 6mg/L 以上。年均离子总量为 201.95mg/L, 属  $\text{C}_1^+$ 型水。7~9 月份藻类生物量为 6.70mg/L。水草资源丰富, 8 月份水草现存量  $4.23 \text{kg/m}^2$ , 其面积占水库面积的 1/3。全库水草现存量达  $11.5 \times 10^4 \text{t}$  (鲜重) (1987 年 8 月), 大水面增养殖条件十分优越。

- 收稿日期: 1994 年 7 月; 接受日期: 1995 年 3 月 16 日。  
作者简介: 王洪起, 男, 1958 年生, 高级工程师。1987 年上海水产大学养殖系毕业。主要从事水产养殖和环境保护工作, 发表“高产鱼塘分子氮变化规律的研究”等论文。

由于投资和管理诸多方面的原因,每年只向水库中投放少量的鲢、鳙和草鱼鱼种(表1),渔获物主要是鲫、鲤,草鱼只占1.19%,鲢、鳙占0.71%(表2)。1980~1987年平均每年产鱼(渔获量)1436t,单位面积产量164.85kg/hm<sup>2</sup>(表2)。捕鱼网具主要为挂网。渔民2000人,捕鱼船只上千条。

表1 鱼种投放量和大水面增养殖鱼产量

Tab. 1 The fingerling quantities put into the reservoir and the catch

| 年 份                         | 1980  | 1981  | 1982  | 1983 | 1984  | 1985  | 1986  | 1987  |
|-----------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 鱼种投放量(10 <sup>4</sup> 尾)    | 65    | 50    | 40    | 22   | 50    | 70    | 35    | 30    |
| 总产量(t)                      | 1270  | 1250  | 1750  | 封    | 1250  | 1400  | 1500  | 1600  |
| 单位面积产量(kg/hm <sup>2</sup> ) | 146.3 | 144.0 | 201.6 | 库    | 144.0 | 161.3 | 172.8 | 184.4 |

表2 各种鱼在渔获物中的比例(1988年)

Tab. 2 The proportions of the various fish in the catch in 1988

| 鱼 类     | 鲫鱼    | 鲤鱼    | 乌鳢   | 黄颡   | 鳊    | 鲂鱼   | 草鱼   | 鲢鳙   | 鳊鱼   | 其他   |
|---------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 所占比例(%) | 66.60 | 14.76 | 5.95 | 4.76 | 1.43 | 1.43 | 1.19 | 0.71 | 0.72 | 2.38 |

大水面增养殖对水库水质和生态具有重要且十分复杂的作用。根据于桥水库鱼、虾体内氮、磷含量(表3)推算,通过捕鱼,1987年从库中输出氮47.45t、磷7.32t,分别占全年输入水库氮、磷的2.15%和18.3%;占全年氮、磷输出总量的4.6%和28.8%,减少了水库中氮、磷和有机物的负荷。从物质守恒的观点来看,大水面增养殖对饮水水源的保护是有利的。

表3 于桥水库鱼、虾体内氮、磷含量百分比(湿重)

Tab. 3 N, P content of the fish and the shrimp in the reservoir(%, wet)

| 种 类  | 鲤 鱼  | 鲫 鱼  | 白 鲢  | 青 虾  |
|------|------|------|------|------|
| N(%) | 2.3  | 2.6  | 2.0  | 2.3  |
| P(%) | 0.39 | 0.41 | 0.25 | 0.28 |

另一方面,鱼类摄食、消化和排泄、游动等活动,使藻类、水草不能直接利用或需很长时间才能矿化的有机物,很快转化成了藻类、水草能吸收利用的无机物,加速了水体中氮、磷循环速度<sup>[1]</sup>。尤其是草鱼的存在,不仅能像其他鱼类一样可以加速水体的氮、磷循环,而且更为严重的是还会破坏水草资源和生态平衡,加重水体富营养化。

水草是水体生态系统中的重要组成部分,它吸收水中的氮、磷和拦截吸附水中的营养盐和颗粒物,还可以抑制藻类的生长。自引滦通水以来,该水库的水质一直保持良好的,其中水草的存在起了很关键的作用<sup>[2]</sup>。然而,库中11.5×10<sup>5</sup>t的水草资源一直没有充分利用,而且水草量目前又有所增加,致使人们试图像以往开发草型湖泊(水库)一样,采用直接投放草鱼的方式利用库中水草。在水草资源丰富的水体内,这一方式在短期(1~2年)内确实能提高草鱼产量。但国内一些湖泊水库直接投放草鱼的实践和天津市环保研究所近3年在尔王庄水库及天津水上公园水体内放养草鱼的研究结果表明,往往由于水体面积较大,对草鱼群体量难以控制,丰富的饵料资源使其群体迅速增大。迅速增大了的草鱼群体需要更多水草作为饵料,放养草鱼的当年,水草生产量、现存量就会比上一年有所减少。经过一年的生长,放养的草鱼群体可以增加5~8倍,第二年或第三年水草生产量和现存量就会急剧减少,最终水草

资源枯竭,生态平衡被破坏,鱼产量下降,此时来水中的营养盐和泥沙使水体营养盐含量升高。另外水草消失,藻类缺少了竞争者,在这些因素的作用下,藻类就会大量繁殖,水体进一步富营养化,饮用水质量下降<sup>[2]</sup>。

目前,在于桥水库中,鱼类提高氮、磷循环速度和利用效率的作用尚不明显,草鱼群体较小,尚未对水草资源构成威胁。现有的大水面增殖方式对饮水水源保护是有利的。在今后大水面增殖生产中,应充分考虑和利用水库优越的渔业生产条件,多开发对水质保护有利或无害的渔业生产方式,提高鱼产量,加大水库氮、磷输出量。同时要保护水草资源,维护水体生态平衡,不盲目直接往于桥水库中投放大量草鱼<sup>[2]</sup>。

### 1.2 网箱养鱼

自 1986 年以来,该水库开始了网箱养鱼,现有网箱总面积近 1hm<sup>2</sup>。

网箱养鱼是一种高密度、高投入和高产出的养殖方式,在养鱼过程中需投入大量饵料。其中,部分饵料被鱼类摄食,转化成鱼产品,而大部分饵料则以鱼粪或残饵的形式滞留在水体中,从而加重了水体的富营养化和有机污染。

依据 1988 年 8 月对大坝下网箱区和大坝北岸网箱区 TP、TN、COD<sub>Mn</sub> 和藻类含量的测定结果(表 4),网箱区总磷浓度分别是库中心区的 7.56 倍和 8.53 倍。藻类含量是库中心区的 4 倍和 4.6 倍,水质明显比库中心区差,网箱下底泥厚 20cm 以上,呈黑色,多为残余饵料和鱼类粪便,并伴有恶臭味。

表 4 1988 年库中心区和网箱区水质比较

Tab. 4 Water quality of the centre area in the reservoir and the net case area in 1988

| 水质参数   | TP(mg/L) | TN(mg/L) | COD(mg/L) | 藻类(mg/L) |
|--------|----------|----------|-----------|----------|
| 大坝下网箱区 | 0.234    | 5.14     | 6.62      | 22.95    |
| 北岸边网箱区 | 0.264    | 4.44     | 5.67      | 25.47    |
| 库中心区   | 0.031    | 1.15     | 3.78      | 6.97     |

据密云水库网箱养鱼情况调查,网箱区 COD、BOD、NH<sub>4</sub>-N、TP 的含量分别是主库区的 1.3、6.9、7.3 和 10.9 倍。底泥中总氮、总磷含量分别是非网箱区的 5 倍和 9 倍。

国外网箱养鱼,每生产 1t 鱼,所投入的饵料就要向水体排入 80~90kg 的氮,12~13kg 磷。而且 85% 以上的氮,20% 的磷是以溶解态形式排入水体。同时每生产 1t 鱼将有 1t 以上的固体颗粒物(残饵、排泄物等)沉于水底<sup>[3]</sup>。

对渔业水体而言,网箱养鱼所带入的氮、磷和有机物等,能促进藻类生长,提高水体初级生产力和渔业潜力,其作用是积极的。而对像于桥水库这样以城市居民饮水为首要功能的水体来说,水中氮、磷和藻类的增加会给自来水厂水处理造成困难,使饮水带有难闻的气味,会降低饮水质量。可见,对饮水水源,网箱投饵养鱼的作用是消极的、有害的。

为保护于桥水库水质,确保天津居民饮水安全,根据国家的有关规定,应禁止在于桥水库这样重要饮水水源中从事网箱投饵养鱼生产活动。

### 1.3 围网养殖

1993 年于桥水库围网养殖水面仅数公顷,1994 年发展到数十公顷。由于养殖对象、放养密度的不同及是否投饵等,不同围网养殖对水库水质、生态的影响也有所区别。

围网养殖鲤鱼、鲫鱼、鳊鱼,在养殖过程中,需投入大量合成饵料,致使其对水库水质、

生态环境的影响类似于网箱投饵养鱼。

围网养殖草鱼、河蟹,放养密度低,并主要利用围网内水草为饵料时,草鱼、河蟹对水草的摄食具有选择性,它们先摄食其喜爱的水草,如微齿眼子菜、菹草等,而保留了狐尾藻、大茨藻等不喜爱或难于摄食的水草。来年狐尾藻、大茨藻快速繁殖生长,成为水域中的优势种类,而微齿眼子菜、菹草这类水草从此在水域中消失,并难于恢复。从而导致围网区域内不利于生态环境的水生植被的演替。如果草鱼、河蟹放养密度大,它们就将围网内的水草全部吃光,使围网区形成无水草的“空穴”,导致围网及周围水域藻类繁生,透明度降低,环境恶化,水质下降。围网内水草消失以后,天然饵料不足,在后续的养殖时间里,也就需人工投入饲料,对水体形成直接的有机污染。

显而易见,现有围网养殖方式对水库水质和生态平衡都有不良影响。在目前围网养鱼、养蟹面积比较小,还处在试验阶段,其示范作用不明显。还没形成大规模群众自发围网养殖高潮的情况下,有关部门应乘此良机,痛下决心,严格限制甚至禁止在桥水库内从事对水库水质和生态平衡有害的围网养殖生产活动。

#### 1.4 库周池塘养鱼

于桥水库库周堤埝两侧已建 710hm<sup>2</sup> 养鱼池塘(1988年),有的鱼塘利用库区浅滩深挖堆埝而成,有的利用堤外低洼地修建而成。鱼塘面积、形状,随当地地形而变化,小的 1hm<sup>2</sup> 左右,大的 10hm<sup>2</sup>,甚至近 100hm<sup>2</sup>。水位一般 2.5m 左右。

库周鱼塘主要养殖鲤、鲫、鲢、鳙。在生产过程中投入大量饵料、肥料等。如马伸桥乡某 1.4hm<sup>2</sup> 鱼塘,1992年投入氮肥(碳酸氢铵)、尿素等、磷肥(过磷酸钙等)各 6t,鸡粪 45m<sup>3</sup>,合成饵料 3t,小麦 1.75t,生石灰 1t,硫酸铜 10kg,池水常为豆绿色,透明度仅 15cm 左右。鱼池水中氮、磷、有机物和藻类含量明显高于水库。池水中磷含量为 0.25~1.34mg/L,是水库磷浓度的 8.06~43.2 倍。在夏秋季节和捕鱼时,富含氮、磷、有机物和藻类的鱼塘废水被直接或间接排入水库,在水库周边水域形成明显的污染带。目前天津市居民饮水中 15%的氮、40%的磷是来自于桥水库周边鱼塘的排水。

于桥水库库区农村是天津市最贫穷的地区,库周池塘养鱼在扶贫、发展库周农业经济中起着很大作用。从安定团结的大局出发,不能也不可能因鱼塘排水而完全禁止库周鱼塘养鱼,断了库周农民的经济来源。

因此,妥善处理库周池塘养鱼与水源保护的矛盾,将随意无序的鱼塘排水规划为有序合理的鱼塘排水,开发有利于水源保护的池塘养鱼生产方式,减少污染物的入库量。这是保护于桥水库水质和发展库周池塘渔业的重要问题。

## 2 水源保护和渔业生产持续协调发展的途径

于桥水库的最主要功能是用于城市居民的饮水水源。在这样一个水库中从事各种渔业生产活动时,都必须以不损害水库水质污染为前提。任何对水库生态平衡和供水卫生有害的渔业生产方式都应被禁止或受到严格限制。然而该库区是天津市最不发达地区之一,从事养鱼业是库区农民脱贫致富和政府扶贫的重要手段之一。所以,在禁止和限制对饮水水源、生态平衡有害的渔业生产方式的同时,妥善开发对渔业生产和水源保护都有利的渔业生产方

式,是缓解渔业生产与水源保护的矛盾和实现库区渔业与水源保护持续协调发展的最佳选择,为此,就库区渔业发展途径提出以下建议。

### 2.1 保护鲤、鲫鱼

鲤、鲫鱼食物组成为水草、碎屑、底栖生物、浮游生物等。它们可以把对水体有害的物质转化为可被人类利用的鱼产品。加强鲤、鲫鱼增殖管理,提高鱼产量,可以减轻水体的营养负荷,有利于水质保护。于桥水库的鲤、鲫鱼肉质鲜美、营养丰富,具有较高的商品价值。因此,要严格渔政管理,严禁在库区滥捕、炸鱼、毒鱼。确定好禁渔区、禁渔期,保护好鲤、鲫鱼的产卵场,维持足够的鲤、鲫鱼繁殖群体。鲤鱼是该水库的名贵品种,要保护其优良遗传性状,严禁从其它地区引入鲤鱼品种或杂交种。

### 2.2 提高鲢、鳙鱼的放养规格

把鲢、鳙鱼的放养规格提高到 17cm 以上,以提高其成活率,充分利用水库的中上层水域,提高水体利用率和水库鱼产量。

### 2.3 积极引进银鲴、细鳞斜颌鲴等以碎屑为主要食物的鱼类

库中  $11.5 \times 10^4$ t 水草秋后枯萎死亡,腐烂变成碎屑,污染水体。于桥水库具备银鲴、细鳞斜颌鲴繁殖生长的生态条件,它们可以形成天然增殖群体。引入鲴类鱼可以充分利用库中的碎屑资源,减轻水体污染,提高鱼产量,而不会危及水草资源和生态平衡。

### 2.4 适度开展鳊鱼的增殖工作

鳊鱼为凶猛鱼类,它可以利用库内的一些小杂鱼为饵料。其营养价值和商业价值均高,是重要的名贵鱼类。于桥水库具有鳊鱼自然繁殖生长的条件,目前水库中鳊鱼群体比较小,在渔获物中的比例较低,因此,适当地开展鳊鱼增殖工作,可提高水库鱼类质量,提高养鱼的经济效益。

### 2.5 利用库中水草和库周鱼塘养殖草鱼

于桥水库内生长的  $11.5 \times 10^4$ t 水草,是草鱼喜食的饵料,但目前利用率很低,大部分水草秋后枯萎沉积在库底,对水库形成二次污染。如果利用库中水草和库周鱼塘养殖草鱼(或其他食草水产养殖对象,如河蟹等),可减少水草的沉积,减轻对水库的二次污染,同时可以节约大量合成饲料和化肥。在鱼塘生态系统中,草鱼吃剩的残饵可以被鲤、鲫等杂食性鱼类再次利用,鱼类的粪便可以肥水再促使藻类繁殖生长,大量的藻类又成为鲢、鳙鱼的食物。水草的营养成分被分级利用,提高了水草的利用率和利用价值,也提高了鱼塘鱼产量。因此,有计划地从库中捞取水草并在库周鱼塘中养殖草鱼等,从而避免了因往水库中投放草鱼而引起对水质、生态的不良影响。

用库中水草在库周鱼塘养殖草鱼,还会有一些池塘废水进入水库,输入氮、磷等。但水库输出水草带走的氮、磷、有机物的量往往大于鱼塘排水输入量。总体而言,利用库中水草、库周鱼塘养殖草鱼这种养殖方式对水库水质起到净化作用,减轻了水草的二次污染。在这种养殖机制下,库周鱼塘对水库水质的影响和作用发生了根本的转变,库周鱼塘由水库的污染源变成了水库水的净化器。这种将治理水草二次污染与发展库周鱼塘渔业有机结合的渔业生产方式,不失为科学有效利用库中水草资源,发展库区渔业,提高养鱼经济效益,库区农民脱贫致富和防治水库进一步富营养化、确保天津市居民饮水卫生安全的最佳途径。

**致谢** 于锡忱高级工程师审阅了本文并提出了修改意见,在此表示衷心感谢。

## 参 考 文 献

- 1 陈少选等. 鲢、鳙在东湖生态系统的氮、磷循环中的作用. 水生生物学报, 1991, 15(1): 8~25
- 2 王洪起. 于桥水库中大型水生植物的作用及管理. 城市环境与城市生态, 1993, 6(2): 42~45
- 3 S-O Ryding & W Rast. The control of eutrophication of lakes and reservoirs. The Parthenon Publishing Group, 1989

## WATER QUALITY PROTECTION AND AQUACULTURE IN YUQIAO RESERVOIR

Wang Hongqi

(Tianjin Research Institute of Environmental Protection, Tianjin 300191)

### Abstract

The aquaculture can lighten water eutrophication and improve drinking water quality. But on the other hand, the fish metabolism activities as eating, digest and drain can speed up the cycle velocity of the N, P and organic matter in the waters and accelerate reproduction of algae. If a large number of the grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) are put in the reservoir, the fish will destroy the ecological balance and the macrophytes which can improve the drinking water quality. Farming fish in net cases with composite food can increase organic pollution to the reservoir. Farming fish in the waters enclosed with the purse seine can also destroy the local macrophyte and ecological balance, and when a great number of the fish are put in the purse seine, the composite food must be thrown into the purse seine in the later culture period. So farming fish in the purse seine also increases organic pollution by the food to the waters. The waste water discharged from the reservoir-side fishponds may increase N, P to the reservoir.

The proposals for how to develop the aquaculture and protect the drinking water quality and ecological balance are as follows: 1) A great number of grass carps should not be put blindly in the reservoir; 2) Farming fish in the net case and purse seine should be stopped or limited; 3) The carp (*Cyprinus carpio*) and crucian carp (*Carassius auratus*) should be protected; 4) The *Xenocypris argentea* Gunther and *Platypharodon microlepis* (Bleeker) which feed chiefly on decomposed macrophytes should be introduced into the reservoir; 5) Put bigger fingerlings of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and bighead carp (*Aristichthys nobilis*) to the reservoir, and breed the mandarin fish (*Siniperca chuatsi*) in the reservoir; 6) The grass carp should be farmed in the reservoir-side fishponds with the macrophytes gathered from the reservoir.

**Key Words** Drinking watersource, water quality protection, aquaculture, Yuqiao Reservoir