

增殖放流对大宁调蓄水库氮磷的影响

孙昊苏

(北京市南水北调大宁管理处,北京 102442)

摘要:分析了大宁调蓄水库近3年水质指标中总氮和总磷的变化趋势,结合水库3龄及以上鱼类体内氮磷含量调查以及产鱼潜力分析,探究增殖放流对大宁调蓄水库水质指标尤其是氮磷的影响,提出了改善水质及水生态现状的增殖放流建议.对消除大宁调蓄水库富营养化风险,提升北京城市供水安全保障率具有重要意义.

关键词:增殖放流;大宁调蓄水库;氮;磷;产鱼潜力

中图分类号:R123.1

文献标识码:A

文章编号:1004-4701(2018)04-0297-05

0 引言

南水北调中线一期工程于2014年12月27日通水进京,截至2017年12月19日,进京水量累计超过30亿 m^3 ,水质始终稳定在地表水环境质量标准Ⅱ类以上,保障了首都的高品质用水需求,极大缓解了首都水资源紧缺现状,直接受益人口超过1 100万。南水进京改变了北京城市供水格局,逐渐成为北京城市供水主力水源。

大宁调蓄水库是南水北调中线工程进入北京的首个调蓄水库,其水质状况优劣关系到北京市城市用水安全和社会稳定^[1]。大宁调蓄水库为中型水库,总库容4 611.00万 m^3 ,调蓄库容3 753.00万 m^3 ,水域面积约220.00 hm^2 。水库位于永定河中段右岸,北至京周路卢沟新桥,东临永定河河道,西至京石高速,南接稻田水库。大宁水库与稻田水库、马厂水库共同组成了永定河蓄滞洪区,当永定河卢沟桥断面洪水流量2 500.00~6 200.00 m^3/s 时,卢沟桥拦洪闸控泄2 500.00 m^3/s ,3座水库共同滞蓄超过2 500.00 m^3/s 的洪水^[2]。

湖库的水质问题主要是总氮和总磷超标,进而演变为藻类增殖和水华爆发^[3]。氮磷浓度倍增往往是藻类爆发和水质下降等一系列问题的先兆^[4]。北京市南水北调工程正式通水后的水质连续监测结果表明,供水沿

线水质变化不大,均保持在地表水Ⅱ~Ⅲ类水平,但部分站点抗水华能力较弱,易爆发水华^[5]。由于鲢摄食水体中的浮游植物,常作为增殖放流的主要鱼种,用以控制蓝藻水华爆发^[6]、去除水体氮磷。通过捕捞成鱼,测定鱼类体内的氮磷含量,以评估放流鱼类的净水效果研究已较为成熟^[7]。因此,有必要分析大宁调蓄水库水质变化情况,明确增殖放流对水体中氮磷的影响效果,总结出适宜大宁调蓄水库移除氮磷的增殖放流方法。加强大宁调蓄水库的水质与水环境保护,对保障首都居民生活用水安全具有重大的社会意义。

1 材料与方法

1.1 增殖放流鱼类品种

大宁调蓄水库2015年未实施增殖放流,2016年5月、9月和2017年5月、10月分别向水库投放鱼苗约5 500.00 kg、6 000.00 kg、10 036.00 kg、17 000.00 kg,鱼种分别为鲢、鳙、青鱼、草鱼,鱼类规格为50.00~250.00 g(表1)。

1.2 水质监测点位设置

大宁调蓄水库水质由北京市南水北调水质监测中心负责监测,水质分析严格按照《水和废水监测分析方法》(第4版)进行,每月取样1次,监测及评价依据为

收稿日期:2018-04-02

作者简介:孙昊苏(1985-),男,硕士,工程师。

GB 3838 - 2002《地表水环境质量标准》。大宁调蓄水库水生态监测工作由北京市水科学技术研究院负责实施。根据大宁调蓄水库水域地形情况,布置了 4 处监测位、共 10 个监测点,以监测浮游植物定性定量、浮游动物定性定量指标。其中 1、2、3 号位分别取表层、中层、底层 3 个监测点水样(见图 1)。

表 1 大宁调蓄水库鱼类增殖放流统计 kg

投鱼时间	鲢	鳙	青鱼	草鱼	合计
2016-05	3 600.00	1 400.00	0	500.00	5 500.00
2016-09	3 600.00	1 400.00	500.00	500.00	6 000.00
2017-05	9 036.00	1 000.00	0	0	10 036.00
2017-10	11 000.00	4 000.00	1 000.00	1 000.00	17 000.00



图 1 大宁调蓄水库监测点位

2 结果与分析

2.1 氮磷指标变化

分析近 3 年的水质监测数据,发现大宁调蓄水库总氮指标逐年下降,2016 年 8 ~ 9 月及 2017 年 9 月数值上升均是由于外水入库引起的^[8],鱼苗投放对于水库总氮指标的影响是长效的,显著改善了水库水质情况(见图 2)。

大宁调蓄水库总磷指标波动较大,但 2016 年的指

标较 2015 年有明显改善,投鱼后有效控制了水库的总磷水平,由于 2016 年和 2017 年水库北端均出现了外水入库,一定量的有机污染物随外水流入水库,对水质有一定的影响,总磷指标发生了相应的波动,鱼苗投放短期改善了水库的总磷水平,但没能形成长效机制(见图 3)。

2.2 浮游生物变化

大宁调蓄水库 2017 年 3 ~ 11 月(12 月至次年 2 月冰冻无法监测)浮游动植物生物量平均值如表 2。

2.3 渔获物统计与鱼类体成分分析

大宁调蓄水库中的鱼类在生态系统中占据着重要的生态位,主要以藻类和水草为食,水中的氮磷通过营养转化,最终以渔获物的形式得到固定并移出水体。2017 年进行了 2 次调查,采用网目内径 16.00 cm 大网眼渔网捕捞,目标鱼类为 3 龄及以上成鱼,共捕捞鱼类 13 种约 6 700.00 kg;其中,鲢 2 907.00 kg、1 881 尾,鳙 3 447.00 kg、917 尾,草鱼 193.00 kg、97 尾,其他鱼类约 153.00 kg、143 尾。将部分放流鱼类送专业实验室进行成分分析,结果折算到每 100.00 g 试样成分占比(见表 3)。

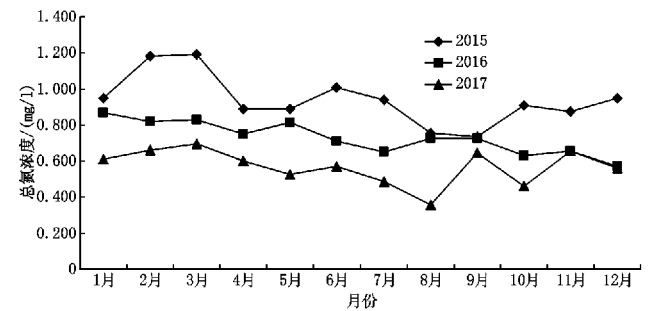


图 2 大宁调蓄水库总氮指标变化

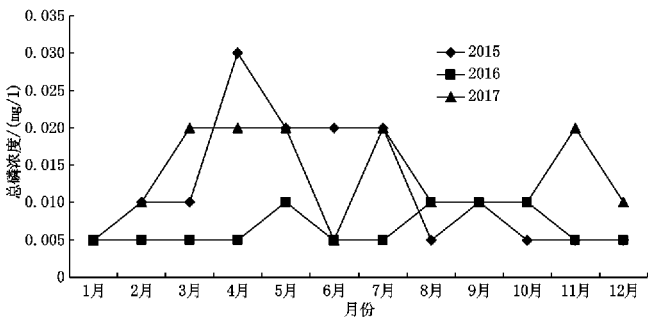


图 3 大宁调蓄水库总磷指标变化

表 2 大宁调蓄水库浮游动植物生物量平均值

μg/L

监测时间	2017-03	2017-04	2017-05	2017-06	2017-07	2017-08	2017-09	2017-10	2017-11	2017-12
浮游植物	4.00	383.00	161.00	200.00	160.00	1 272.00	900.00	270.00	480.00	0.50
浮游动物	55.00	664.00	53.00	157.00	707.00	778.00	1 325.00	376.00	4 194.00	1 379.00

表 3 大宁调蓄水库部分放流鱼类成分分析

%

鱼名	总有机碳	总氮	总磷	全钠	全钾	全钙	全镁
鲢	44.71	5.04	2.73	0.16	2.69	0.15	0.27
鳙	45.13	5.35	2.82	0.15	2.73	0.16	0.29
草鱼	50.07	5.92	3.74	0.15	2.61	0.21	0.25

根据渔获物数量及重量统计,结合表 3,计算出本次部分捕捞放流鱼类为大宁调蓄水库去除氮磷的总量(表 4)。

表 4 大宁调蓄水库部分放流鱼类去除氮磷量估算

kg

鱼名	重量	去除氮	去除磷
鲢	2 907.00	146.40	79.30
鳙	3 447.00	184.39	97.19
草鱼	193.00	11.42	7.21

2.4 大宁调蓄水库产鱼潜力估算

参考《水库鱼产力评价标准》^[9](SL563-2011),根据表 2 估算浮游植物提供的产鱼潜力,所测的浮游植物平均生物量约为 0.40 mg/L,水库平均水深约 8.00 m,则单位面积浮游植物生物量为 31.50 kg/hm²。浮游植物 P/B 系数取 90,利用率取 30%,饵料系数取 100,则浮游植物可提供以鲢为主的产鱼潜力约为 8.50 kg/hm²,计 1 870.00 kg。

估算浮游动物提供的产鱼潜力,所测的浮游动物平均生物量约为 1.00 mg/L,水库平均水深约 8.00 m,则单位面积浮游动物生物量为 79.50 kg/hm²。浮游动物 P/B 系数取 20,利用率取 40%,饵料系数取 10,则浮游动物可提供以鳙为主的产鱼潜力为 63.60 kg/hm²,计 13 992.00 kg。

腐屑、细菌等提供的产鱼潜力取浮游生物产鱼潜力的 50%^[10],即 36.10 kg/hm²,计 7 931.00 kg。

监测过程中未检测到底栖生物且水库水生维管束植物较少。因此,大宁调蓄水库所能提供的产鱼总潜力约为 124.10 kg/hm²。水库水域面积约 220.00 hm²,由此估算出大宁调蓄水库年产鱼潜力约为 23 793.00 kg,其中鲢最大产鱼潜力约为 1 870.00 kg,鳙最大产鱼潜力约为 13 992.00 kg。

3 讨 论

3.1 鲢鳙对水库氮磷营养盐去除差异

鲢鳙作为水库增殖放流的常用鱼种,对水库总氮、总磷有一定的去除效果,且投放密度越高,去除效果越好^[11]。大宁调蓄水库鱼类对氮磷去除重量符合这个规律。结合近 3 年大宁调蓄水库水质监测结果,尤其是总氮和总磷指标来看,现有的放流模式和鱼类配比对于总氮的去除效果较好,具有长效去除效果。对于总磷的去除,短期效果较为明显,但没能形成长效去除机制。水库北端小哑叭河是潜在的有机物污染源,汛期多次发生洪水入库,威胁水库水质安全。现状工程措施较难解决这一问题,可以考虑采用有针对性的增殖放流手段,改善和消除洪水入库影响。

3.2 鱼类投放品种与比例调整

鲤、乌鳢为水库原有鱼类,数量较少,但它们是维持水库稳定的生态系统必不可少的组成部分,应予保留。草鱼以水草等水生植物为食,由于水库中的水草已极为稀少,可不再投放草鱼。近年投放数量较大的鲢鳙也对水库水质改善起到了较好的作用。在两次捕捞过程中

均未发现青鱼,且水生态监测未检测到底栖生物,说明主要以软体动物螺、蚬为食的青鱼不适宜在本水库投放。将实际投鱼量和产鱼潜力进行对比,水库投放较多的鲢已超出了水库的产鱼潜力,应在未来投放鱼种时予以减少。产鱼潜力分析也说明了本年捕捞的鳊数量较多、生长迅速且体型较大的原因,且本次捕捞鳊的重量已超过历史投放鳊总重的40%,下次投放应当适当提高鳊的比例。经检验分析,鲤的单位重量含磷量更大,对于磷的去除和转化效果好于鳊,对水库磷的去除作用更大,应考虑适当投放鲤鱼苗。由于水库存在一定量的腐屑等物质,能够提供部分产鱼潜力,可考虑适当投放鲢亚科鱼类。

3.3 年度鳊鳙最佳投放量估算

大宁调蓄水库采用24 h封闭管理模式,捕捞仅由管理单位实施,按照本年打捞量计算,鳊的回捕率约为2%,鳙的回捕率约为3%;以实际放鱼过程及其后一周的鱼苗损失量计算,鳊鳙放鱼损失率约为5%;大宁调蓄水库年度向稻田水库退水总量约为总库容的4%,按照4%计算鳊鳙损失,则鳊最佳投放量约为2 100 kg,鳙最佳投放量约为15 600 kg。

4 结论及建议

南水北调水已成为北京城市供水必不可少的一部分。大宁调蓄水库作为北京市区内的饮用水备用水源地,其水质、水生态保护工作越来越受到各方重视。大宁调蓄水库蓄水主要来源于南水北调水源以及自然降雨,现阶段水质状况稳定。水库增殖放流工作已成为水生态、水环境保护的重要手段,后期应加强以下几个方面的工作:

(1)应继续科学组织和实施增殖放流工作,优化鱼类投放品种和比例,减少鳊鱼苗投放,建议鳊鱼苗年投

放量为2 100 kg,适当提高鳙鱼苗比例,建议鳙鱼苗年投放量为15 600 kg,适当增加投放鲤、鲮鱼苗,以提升水体中磷的去除效果;

(2)采用更适合规格的渔网合理捕捞成鱼,以跟踪监测氮磷的转移效果;

(3)加强外源污染控制,减少汛期强降雨过程中的污染物入库;

(4)完善生态系统构建,充分利用库底丰富的泥沙,恢复性地种植水草及沉水植物,有计划地收割沉水植物,转移水体中过量的氮磷以净化水质。

参考文献:

- [1] 孙昊苏.城市备用水源地保护方法刍议——以大宁调蓄水库为例[A].中国水利学会.中国水利学会2014学术会议论文集[C].南京:河海大学出版社,2014:1193~1197.
- [2] 北京市水利规划设计研究院.北京市南水北调配套工程大宁调蓄水库工程初步设计报告[R].2016.
- [3] 李恒鹏,朱广伟,陈伟民,等.中国东南丘陵山区水质良好水库现状与天目湖保护实践[J].湖泊科学,2013,25(6):775~784.
- [4] 马腾飞,黄莹波.高州水库氮磷营养盐变化特征及水质管理对策[J].生态科学,2015,34(1):31~37.
- [5] 陶亮,黄振芳,陆玉娇.南水北调进京水营养化态势及对策研究[J].北京水务,2017(6):15~21.
- [6] 王嵩,王启山,张丽彬,等.水库大型围隔放养鳊鱼、鳙鱼控藻的研究[J].中国环境科学,2009,29(11):1190~1195.
- [7] 贾成霞,张清靖,曲疆奇,等.北京地区增殖放流鳊、鳙的净水效果评估[J].水产科技情报,2015,42(1):11~19.
- [8] 孙昊苏,王昕然,马寅男,等.大宁调蓄水库“7·20”洪水入库影响分析[J].北京水务,2017(5):30~33.
- [9] 中华人民共和国水利部.水库鱼产力评价标准(SL 563-2011)[S].
- [10] 赵文,夏艳洁,曲宪成,等.太平池水库水生生物调查及鱼产力估计[J].吉林农业大学学报,1990(1):108~111.
- [11] 李元鹏,于惠莉,顾学林,等.鳊鳙鱼原位修复水库水质的试验[J].净水技术,2017(10):52~56.

编辑:张绍付

Effect of fishery enhancement and releasing on the N/P in Daning Regulating Reservoir

SUN Haosu

(Daning Management Office of the Beijing South – North Water Diversion, Beijing 102442, China)

Abstract: First, this study analyzed the trend of TN and TP in water according to the water quality indexes of Daning regulating reservoir for the past three years. Secondly, this study discussed the effect of enhancement and releasing on water quality indexes (especially N/P) based on the result of investigation of N/P contents in fish over three years old in the Daning regulating reservoir. Finally, some suggestions about enhancement and releasing were made in order to improve the water quality and aquatic ecology status. This study may be used to provide some reference to eliminate the risk of eutrophication in Daning regulating reservoirs and improve the safety protection of urban water supply in Beijing.

Key words: Fishery enhancement and releasing; Daning regulating reservoir; Nitrogen; Phosphorus; Potential for fish production

翻译: 孙昊苏

《水利建设工程质量监督规程》地方标准颁布

2018年7月3日,江西省质量技术监督局以江西省地方标准公告2018年第5号正式颁布了《水利建设工程质量监督规程》,标准号为DB36/T1039-2018,将于2019年1月4日正式实施。该地方标准在总结我省水利工程建设质量监督工作实践成果基础上,按照质量监督工作新要求,对水利工程建设质量监督工作行为作出系统规范。其条文内容体现了创新原则和依法履职原则,具有操作性和适用性强的特点,将为推进我省水利工程建设质量监督工作制度化规范化建设、提升质量监督工作实效发挥重要作用。

(江西省水利工程质量安全监督局 陈建)