

辽宁省葭窝水库水质现状与渔业性能评价

齐 鹤, 于伟君, 石俊艳, 王晓光, 寇凌霄, 魏洪祥, 宣明春, 刘 勇

(辽宁省淡水水产科学研究院, 辽宁 辽阳 111000)

摘要:近年来,葭窝水库流域综合管理提高了水库水质状况,为了给下一步的渔业生产提供科学依据,在2008-2009年对葭窝水库6个代表性断面进行了4次采样调查和实验室分析,并采用水质综合评价方法对葭窝水库水质进行评价。检测结果表明水质状况总体有所好转,主要污染物为非离子氨和重金属铜,其他指标正常。采用流域综合水质指数法对水库总体水质状况进行评价,水库水质指数为4.33,为Ⅳ类水质;综合考虑水库理化特征、库龄和形态等,评价葭窝水库属中营养类型。通过对葭窝水库进行渔业水质分析发现,库区大部分地区符合水产养殖基本要求,建议在局部科学发展渔业生产。

关键词:葭窝水库;水质;综合评价;渔业水质分析

中图分类号:X824 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2011)01-0129-05

葭窝水库位于辽宁省辽阳市与本溪市之间的太子河干流上,是以防洪、灌溉和城市供水为主,并结合发电的大(Ⅱ)型水利枢纽工程,是辽宁省重要的大型水库之一。有细河、兰河2支流汇入,库区面积约52 km²,控制流域面积6 175 km²,总库容7.91亿 m³。

葭窝水库自1972年截流以来,长期接纳本溪市的工业废水和生活污水,水体受到严重污染,基本丧失了水产养殖功能。鱼类生长在被污染的水体中,重者能引起急性中毒,导致鱼类大批死亡;轻者则在鱼体内富集,通过食物链传递危及人类健康。近几年,随着社会关注和环保意识地增强,上游的排污控制和水库管理均得到加强,水库的水质逐渐好转,使进行规模化水产养殖成为可能。本文以2008~2009年为典型年,对水库水质和饵料生物进行了调查,并对水质状况进行分析和评价,为今后葭窝水库的流域治理和水产养殖业发展提供基础资料和科学依据。

1 材料与方法

1.1 采样时间与站位设置

2008-2009年对葭窝水库进行了4次采样,分别是2008年11月(冬)、2009年5月(春)、7月(夏)和9月(秋)。根据入流(太子河、细河和兰河)和库区状况(上、中和下游),设置了6个采样点,即瓦石

峪、细河、兰河后达子、兰家崴子、细河与太子河交汇处和坝前,分别记为1~6,见图1。

1.2 调查内容及评价方法

为了系统考察葭窝水库渔业水质状况,根据《养殖水环境化学》(雷衍之,2004)将调查内容设置为透明度、水温、溶解氧、高锰酸钾指数、pH、总碱度、总硬度、钙、镁、氯度、非离子氨、亚硝态氮、硫酸盐、磷酸盐、石油类、挥发酚、汞、铜、锌、镉和铅等指标。采用《水和废水监测分析方法》(国家环境保护局,2002)对各指标进行实验室分析检测。

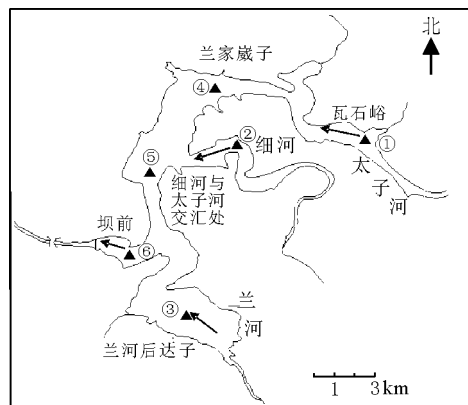


图1 采样点分布

Fig.1 The sampling sections of Shenwo Reservoir

评价标准依据《渔业水质标准 GB11607-89》(国家环境保护局,1990)及《地表水环境质量标准 GB3838-2002》(国家环境保护局,2002),方法为单项指数法与河流水质综合评价方法(蒋火华等1999;梁德华等,2002)。

断面综合水质指数计算公式:

$$P_j = q_j + \rho \times \frac{\sum_{i=1}^n w_i P_{ij}}{\sum w_i}$$

流域综合水质指数计算公式:

$$P = \sum_{j=1}^m \frac{1}{m} \text{int}(P_j)$$

式中: q_j 为第 j 个断面综合水质类别, I、II、III、IV、V 及劣 V 类的取值分别对应 1、2、3、4、5、6。 w_i 为第 i 项污染指数的权重; P_{ij} 为 j 断面第 i 项污染指标的分指数; P 为流域综合水质指数; m 为监测断面数; P_j 为 j 断面综合水质指数,整数部分代表断面水质功能类别,小数部分为各污染指数的加权平均,用以区别水质的优劣,提高分辨率; ρ 为系数,当水质类别 I 类时, $\rho = 1$;水质类别 II 类时, $\rho = 0.47$;水

质类别 III 类时, $\rho = 0.45$;水质类别 IV 类时, $\rho = 0.41$;水质类别 V 类时, $\rho = 0.18$;水质类别劣 V 类时, $\rho = 0.17$ 。

实验数据进行单因素方差分析和 Duncan 多重比较,显著性水平为 0.05。

2 结果分析与水质评价

2.1 理化指标

根据茭窝水库水体特征和水产养殖特点,将水质指标分为物理指标、氧平衡指标、常规化学指标和有毒化学指标等 4 方面进行分析,详细的检测结果见表 1。

表 1 茭窝水库主要理化指标

Tab.1 Chief physic-chemical indices of Shenwo Reservoir

站点	项目	透明度/ m	水温/ ℃	溶解氧/ mg · L ⁻¹	高锰酸钾指数/ mg · L ⁻¹	pH	总碱度/ mg · L ⁻¹	总硬度/ mg · L ⁻¹
1	平均	0.7 ± 0.05	18.0 ± 3.51	7.73 ± 0.94	7.26 ± 1.72	8.1 ± 0.35	100.6 ± 7.87	154.3 ± 18.00 ^a
	变幅	0.6 ~ 0.8	6.6 ~ 21.4	5.37 ~ 9.79	3.28 ~ 11.67	7.1 ~ 8.7	83.1 ~ 115.1	124.6 ~ 202.2
2	平均	0.5 ± 0.22	18.5 ± 3.59	7.55 ± 1.56	6.28 ± 1.93	8.0 ± 0.12	105.6 ± 9.44	200.4 ± 14.81 ^b
	变幅	0.12 ~ 1.0	8.2 ~ 24.8	3.81 ~ 11.08	3.56 ~ 11.97	7.7 ~ 8.2	83.1 ~ 129.1	165.7 ~ 236.7
3	平均	2.2 ± 0.82	18.5 ± 3.62	8.55 ± 0.78	4.46 ± 0.90	8.0 ± 0.10	94.8 ± 3.90	175.3 ± 3.57 ^{ab}
	变幅	0.9 ~ 4.5	8.3 ~ 25.4	7.07 ~ 10.42	2.71 ~ 6.93	7.7 ~ 8.2	85.6 ~ 103.1	165.7 ~ 182.7
4	平均	2.0 ± 0.88	19.0 ± 3.32	7.57 ± 1.50	5.21 ± 1.29	7.9 ± 0.20	96.2 ± 5.00	179.8 ± 4.39 ^{ab}
	变幅	0.6 ~ 2.0	9.7 ~ 25.5	3.70 ~ 10.36	3.42 ~ 8.95	7.6 ~ 8.5	83.1 ~ 107.1	169.7 ~ 190.1
5	平均	2.1 ± 0.73	19.0 ± 3.33	7.38 ± 1.23	4.79 ± 1.23	7.8 ± 0.08	96.2 ± 5.00	197.5 ± 21.60 ^b
	变幅	1.0 ~ 4.2	9.6 ~ 25.3	4.22 ~ 10.24	2.78 ~ 8.34	7.8 ~ 7.9	83.1 ~ 107.1	169.2 ~ 260.8
6	平均	2.2 ± 0.65	18.9 ± 3.18	7.70 ± 1.36	4.94 ± 1.42	8.0 ± 0.08	96.3 ± 5.06	172.4 ± 2.49 ^{ab}
	变幅	1.0 ~ 4.0	10 ~ 25.1	3.91 ~ 10.11	2.92 ~ 9.15	7.8 ~ 8.2	83.1 ~ 107.1	165.7 ~ 177.7

站点	项目	钙/ mg · L ⁻¹	镁/ mg · L ⁻¹	氯化物/ mg · L ⁻¹	非离子氨/ mg · L ⁻¹	亚硝态氮/ mg · L ⁻¹	硫酸盐/ mg · L ⁻¹	磷酸盐/ mg · L ⁻¹
1	平均	47.8 ± 5.55 ^a	8.5 ± 1.22	24.6 ± 5.11	0.188 ± 0.09 ^a	0.196 ± 0.05	58.6 ± 10.62 ^a	0.082 ± 0.02 ^a
	变幅	37.5 ~ 62.3	5.4 ~ 11.3	13.6 ~ 35.6	0.006 ~ 0.433	0.101 ~ 0.322	34.5 ~ 86.1	0.045 ~ 0.128
2	平均	58.6 ± 3.15 ^b	13.1 ± 1.72	27.0 ± 4.83	0.121 ± 0.07 ^{ab}	0.312 ± 0.08	83.1 ± 13.25 ^{ab}	0.032 ± 0.00 ^b
	变幅	50.5 ~ 65.5	9.6 ~ 17.7	17.0 ~ 40.0	0.017 ~ 0.121	0.132 ~ 0.480	51.5 ~ 116	0.023 ~ 0.038
3	平均	54.5 ± 1.50 ^{ab}	9.5 ± 1.42	24.6 ± 0.85	0.041 ± 0.03 ^{ab}	0.149 ± 0.04	58.1 ± 5.09 ^a	0.016 ± 0.01 ^b
	变幅	50.5 ~ 57.7	6.7 ~ 12.5	23.7 ~ 27.1	0.005 ~ 0.130	0.079 ~ 0.260	47.8 ~ 69.5	0.006 ~ 0.033
4	平均	54.1 ± 1.82 ^{ab}	10.8 ± 0.98	25.0 ± 0.81	0.035 ± 0.02 ^b	0.274 ± 0.08	78.4 ± 5.96 ^{ab}	0.017 ± 0.00 ^b
	变幅	50.5 ~ 59.1	8.6 ~ 13.4	23.7 ~ 27.1	0.009 ~ 0.080	0.114 ~ 0.460	66.7 ~ 93.2	0.010 ~ 0.028
5	平均	55.4 ± 1.96 ^{ab}	14.4 ± 5.02	25.0 ± 0.81	0.033 ± 0.02 ^b	0.196 ± 0.04	91.7 ± 18.18 ^b	0.016 ± 0.00 ^b
	变幅	49.7 ~ 58.7	5.6 ~ 28.8	23.7 ~ 27.1	0.008 ~ 0.104	0.109 ~ 0.284	71.4 ~ 146.2	0.010 ~ 0.030
6	平均	53.4 ± 3.28 ^{ab}	10.6 ± 2.04	25.4 ± 0.98	0.040 ± 0.03 ^{ab}	0.166 ± 0.04	66.2 ± 3.41 ^{ab}	0.022 ± 0.00 ^b
	变幅	43.7 ~ 57.7	5.7 ~ 15.6	23.7 ~ 27.1	0.004 ~ 0.136	0.086 ~ 0.270	59.1 ~ 74.9	0.010 ~ 0.028

站点	项目	石油类/ mg · L ⁻¹	挥发酚/ mg · L ⁻¹	汞/ mg · L ⁻¹	铜/ mg · L ⁻¹	锌/ mg · L ⁻¹	镉/ mg · L ⁻¹	铅/ mg · L ⁻¹
1	平均	0.056 ± 0.05	0.003 ± 0.00	0.0002 ± 0.00	0.040 ± 0.01 ^a	0.020 ± 0.00 ^{ab}	0.003 ± 0.00	0.001 ± 0.00
	变幅	0.000 ~ 0.160	0.000 ~ 0.005	0.0000 ~ 0.0003	0.015 ~ 0.076	0.008 ~ 0.030	0.001 ~ 0.005	0.000 ~ 0.001
2	平均	0.044 ± 0.00	0.008 ± 0.00	0.0001 ± 0.00	0.019 ± 0.01 ^b	0.030 ± 0.01 ^a	0.003 ± 0.00	0.001 ± 0.00
	变幅	0.000 ~ 0.044	0.000 ~ 0.008	0.0000 ~ 0.0001	0.004 ~ 0.030	0.000 ~ 0.042	0.002 ~ 0.006	0.000 ~ 0.002
3	平均	0.108 ± 0.10	0.003 ± 0.00	0.0001 ± 0.00	0.012 ± 0.00 ^b	0.014 ± 0.00 ^b	0.005 ± 0.00	0.002 ± 0.00
	变幅	0.000 ~ 0.211	0.000 ~ 0.006	0.0000 ~ 0.0001	0.009 ~ 0.020	0.000 ~ 0.020	0.001 ~ 0.006	0.000 ~ 0.003
4	平均	0.003 ± 0.00	0.002 ± 0.00	0.0004 ± 0.00	0.015 ± 0.00 ^b	0.009 ± 0.00 ^b	0.002 ± 0.00	0.001 ± 0.00
	变幅	0.000 ~ 0.003	0.000 ~ 0.003	0.0000 ~ 0.0004	0.005 ~ 0.021	0.007 ~ 0.012	0.001 ~ 0.002	0.000 ~ 0.001
5	平均	0.132 ± 0.10	0.002 ± 0.00	0.0001 ± 0.00	0.013 ± 0.00 ^b	0.007 ± 0.00 ^b	0.002 ± 0.00	0.001 ± 0.00
	变幅	0.000 ~ 0.035	0.000 ~ 0.002	0.0000 ~ 0.0001	0.005 ~ 0.020	0.000 ~ 0.011	0.001 ~ 0.003	0.000 ~ 0.001
6	平均	0.017 ± 0.00	0.002 ± 0.00	0.0001 ± 0.00	0.013 ± 0.00 ^b	0.010 ± 0.00 ^b	0.006 ± 0.00	0.002 ± 0.00
	变幅	0.000 ~ 0.017	0.000 ~ 0.003	0.0000 ~ 0.0001	0.005 ~ 0.022	0.000 ~ 0.018	0.001 ~ 0.010	0.000 ~ 0.006

注:同列中标有不同小写字母者表示组间差异显著($P < 0.05$),标有相同小写字母者表示组间差异不显著($P > 0.05$)。

2.1.1 物理指标 库区水温随季节更替变化,各采样点水平变化差异不明显。透明度均值变幅在0.5~2.2 m,平均1.6 m,夏季明显高于其它季节。

2.1.2 氧平衡指标 溶解氧基本呈饱和或过饱和状态,平均值冬季最高,秋季最低,上、中层溶解氧无明显差异,下层溶解氧偏低,但也在3 mg/L以上。高锰酸钾指数平均值为4.46~7.26 mg/L,极值为2.71和11.97 mg/L,水平波动不大,但随季节变化比较明显,9月最高,平均值为9.50 mg/L,7月最低,平均值为3.11 mg/L。

2.1.3 常规化学指标 库区pH均值为7.8~8.1,水平变化不大,比较稳定;季节变化较明显,夏季高于其它季节。库水总硬度均值为154.3~200.4 mg/L,总碱度均值为94.8~105.6 mg/L,钙均值为47.8~58.6 mg/L,镁均值为8.5~14.4 mg/L,无季节和地点差异,比较稳定。氯化物各点平均值为24.6~27.0 mg/L,极值为13.6和40.0 mg/L,水平差异不大。监测期间库区非离子氨变化幅度较大,各点平均值为0.033~0.188 mg/L,随着春、夏、秋季变化而递减;各点含量除兰家崴子外,都较高。亚硝酸盐平均值为0.149~0.312 mg/L,亚硝酸盐含量各点差异较大,夏、秋季高于春季。磷酸盐各点平均值为0.016~0.082 mg/L,磷酸盐含量上游高下游低,随季节变化明显,秋、冬季高于春、夏季。硫酸盐各点平均值为58.1~91.7 mg/L,变幅较大,极值为34.5和146.2 mg/L,最高值出现在9月。

2.1.4 有毒化学指标 库区石油类各点平均值为0.003~0.132 mg/L,只有细河与太子河交汇处11月的值超标,其它季节含量均很低。库区各点的挥发酚均未超标。

除铜外,库区各点其他重金属含量均未超标,符合渔业水质标准。铜各点平均值为0.012~0.040 mg/L,均超出或接近渔业水质标准0.01 mg/L,水平变化比较稳定,且只有11月未超标。

2.2 水质评价

长期以来,由于库水污染严重,一直未能进行渔业生产,使得葭窝水库的渔业养殖功能完全丧失。但近年来,水库加大了对上游的点源污染(污水排放企业)的管理力度,减少污水排放,促使水库水质呈现很大改观。根据水质分析结果,应用综合污染指数法对葭窝水库进行水质评价。从各断面水质状况分析,入流和库区水质存在一定差异,其中由于非离子氨超标导致太子河(瓦石峪)和细河入库水质等级为V类,综合水质污染指数分别为5.44和

5.41。这是由于太子河、细河长期接纳上游城市的排污导致的。库区内水质为Ⅳ类,从上游到坝前的3个断面综合水质污染指数依次为4.84、4.84和4.92,其中坝前的指数偏高,分析原因主要是由于重金属镉、铅浓度较高引起,可能是坝前淤积了大量的含有重金属的底泥所致。由于库区具有较强的污染物稀释和自净能力,促使库区水质相比于入流有所好转。

采用流域综合水质指数法对水库总体水质状况进行评价,水库水质指数(P)为4.33,为Ⅳ类水质,这与刘丹等(2009)的评价结果相符。贾秀丽(2007)研究发现2002-2006年葭窝水库部分污染物浓度(高锰酸钾指数、总磷和石油类)呈逐年大幅递减趋势。伴随着近几年上游点源污染治理和流域综合治理的加强,水库的整体水质已经逐渐转好,水环境质量总体良好。

2.2.1 渔业水质分析 葭窝水库属山谷型水库,库区平均水深10.8 m。透明度主要受浮游生物影响,库区除了瓦石峪和细河2个监测点外,其它点透明度都较大。渔业用水pH为6.5~8.5,库区基本在标准范围内,也表明库区的缓冲性能良好。溶解氧上、中层差异不大,底层由于透光率差、光合作用小溶解氧略低,但也能达到3 mg/L,说明水域氧化环境好,有利于有机物的分解和营养盐类的再生。库区的总硬度大于总碱度,接近于本地区其它水库,有永久硬度存在,属中等软水。总硬度和总碱度均高于辽宁省另一山谷型水库——观音阁(石俊艳等,2006),无明显季节和水平变化,一般认为渔业水域总硬度和总碱度的适宜范围为1~3 mmol/L(万成炎等,2003),即50.05~150.15 mg/L,该水库各点都在此范围内。这些指标表明葭窝水库具备水产养殖的基本条件。

氨氮是水产养殖中最重要水质指标之一,其中铵态氮中 NH_4^+ 无毒,而非离子氨(NH_3)对鱼类有极强的毒性,当非离子氨浓度在0.020~0.050 mg/L,就会和其它造成疾病的因素共同作用,加速鱼类死亡;非离子氨浓度在0.200~0.500 mg/L,鱼类会急性中毒而迅速死亡(柯清水,1998)。因此,我国《渔业水质标准》把非离子氨作为评价渔业水质的一项重要指标,规定小于0.02 mg/L。葭窝水库非离子氨各点差异明显,其中瓦石峪平均值超标8.4倍,兰家崴子、细河与太子河交汇处2点平均值都较低,没有超标或接近标准,与瓦石峪成显著性差异;随季节变化明显,5月份各点均超标,11月各点均未超标。

经过对蓼窝水库流域污染源调查发现氨氮超标主要是由于面源污染(农田、生活污水和畜禽养殖)造成的,春季农田内大量施用的化肥,伴随着降雨和径流过程进入水库中,导致5月非离子氨各断面均超标。

亚硝酸盐作为氮能循环系统中的中间产物,同样对鱼类具有毒性,虽然与氨相比要小得多,但其在较低浓度下也经常引起鱼类因抵抗能力下降而罹患各种疾病。亚硝酸盐对鱼类的致死浓度很高,为10~20 mg/L(柯清水,1998),一般水体中很难达到此浓度,但与氨并存时,亚硝酸盐会降低氨的致死浓度,而且这种情况会随着亚硝酸盐浓度的增加而恶化。虽然蓼窝水库亚硝酸盐平均值为0.216 mg/L,远小于致死浓度,但与氨的相互作用不可忽视。

硫是藻类必需的一种营养元素。而 SO_4^{2-} 是天然水中主要阴离子之一,该库区瓦石峪、兰河后达子2点含量较低,细河与太子河交汇处含量较高,它们之间呈显著性差异。一般认为氯化物对淡水生物的毒性很小,该库各点氯化物含量比较稳定,差异不大。高锰酸钾指数反映出水体中有机物质的含量,该库区高锰酸钾指数基本符合渔业水质标准。

石油类和挥发酚是水产养殖的重要指标,蓼窝水库的石油类只有细河与太子河交汇处超标,其它点含量都很低。而我站曾在1988年对蓼窝水库进行水质监测,当时各断面的石油类均超标,表明经过近些年的流域综合治理,石油类污染已经得到有效控制。酚、汞含量不高,均在《渔业水质标准》之内。

重金属铜是生物必需元素,而目前蓼窝水库重金属铜含量超标,可能影响鱼类的生长、繁殖和抗病能力。通过对蓼窝水库汇水区污染调查发现,在水库周边有很多采矿作业,很多尾矿露天放置,伴随着降雨和径流过程的发生,大量铜离子进入水体中,最终汇入水库。

2.2.2 水库营养类型 库区的磷酸盐含量正常,符合大水面养殖水体适宜的有效磷质量浓度(0.02~0.03 mg/L),只有瓦石峪磷酸盐浓度为0.08 mg/L,超出此范围,与其它各点成显著性差异。国内外研究表明:氮、磷常是水体中藻类生长的主要限制型营养元素,因而常用来作为划分水体营养类型的标准。根据日本学者对调和型水域的划分标准,贫营养型的氮、磷质量浓度分别为0.02~0.2和0.002~0.02 mg/L,中营养型的氮、磷质量浓度为0.1~0.7和0.01~0.03 mg/L(何志辉等,2001)。蓼窝水库的氮元素浓度处于富营养类型,而磷元素浓度属中营养类型。蓼窝水库库龄较长,土壤肥沃,营养物质

丰富。从营养元素含量、电导率、耗氧量、透明度等理化特征看应属中营养类型;从水库形态学(山谷河川型、水深较大等)、库龄较长(有机物质和营养元素积累相对较少)等综合考虑,蓼窝水库属中营养类型。

3 讨论

3.1 蓼窝水库水质现状

蓼窝水库水质出现好转,目前主要的污染物为非离子氨和重金属铜离子。太子河和细河入库区域为V类水质,兰河入库区域和库区内上、中、下3个断面(兰家崴子、细河与太子河交汇处和坝前)水质为IV。采用流域综合水质指数法对水库总体水质状况进行评价,水库水质指数为4.33,为IV类水质。综合考虑水库理化特征、库龄和形态等,评价蓼窝水库属中营养类型。

3.2 蓼窝水库渔业发展对策

水库渔业是淡水渔业的重要组成部分。蓼窝水库作为辽宁地区重要水库发挥着巨大的作用,如能科学的发展渔业生产,必将成为库区水域资源和水生生物资源利用的重要措施。而影响渔业发展的重要水质指标为溶解氧、pH、高锰酸钾指数、非离子氨和亚硝态氮等,通过监测发现水库局部地区指标大部分在标准范围之内,满足发展渔业的基本要求。建议利用丰富的水库资源,科学合理地发展水库渔业,以满足人民群众日益增加的水产品需求;局部地区适度开展投饵网箱养殖,科学调查和评估水库资源,根据环境容量,合理调整养殖规划,科学确定养殖密度,优化养殖生产结构;同时,为了降低水库渔业对水质的负面影响,促进水库渔业的可持续发展,必须重视水库的生态管理与生态控制。

志谢:感谢朴笑平高级工程师在水质评价和论文修改中给予的指导。

参考文献

- 国家环境保护局. 1990. GB 11607-89, 渔业水质标准[S]. 北京:中国标准出版社.
- 国家环境保护总局. 2002. GB 3838-2002, 地表水环境质量标准[S]. 北京:中国环境科学出版社.
- 国家环境保护总局. 2002. 水和废水监测分析方法[M]. 北京:中国环境科学出版社.
- 何志辉, 赵文. 2001. 养殖水域生态学[M]. 大连:大连出版社: 150-160.
- 贾秀丽. 2007. 蓼窝水库水质变化原因及防治建议[J]. 科技信息, (10): 227-228.

蒋火华,朱建平,梁德华,等. 1999. 综合污染指数与水质类别判定的关系[J]. 中国环境监测,15(6):46-48.

柯清水. 1998. 水产养殖的头号隐形杀手——氨[J]. 养鱼世界,(8):14-16.

柯清水. 1998. 水产养殖的致病根源——亚硝酸盐[J]. 养鱼世界,(9):24-26.

雷衍之. 2004. 养殖水环境化学[M]. 北京:中国农业出版社.

梁德华,蒋火华. 2002. 河流水质综合评价方法的统一和改进[J]. 中国环境监测,18(2):63-66.

刘丹,胡娜. 2009. 应用模糊可变综合评价方法评价葭窝水库的水质[J]. 河北农业科学,13(9):72-74.

石俊艳,于伟君,解涵,等. 2006. 观音阁水库渔业资源调查报告[J]. 水利渔业,26(3):109-112.

万成炎,吴晓辉,朱爱民,等. 2003. 江苏省大中型水库水质的理化特性及其渔业评价[J]. 水利渔业,23(1):43-46.

(责任编辑 杨春艳)

Survey on Water Quality and Evaluation of Fishery Performance
in Shenwo Reservoir, Liaoning Province

QI He, YU Wei-jun, SHI Jun-yan, WANG Xiao-guang, KOU Ling-xiao,
WEI Hong-xiang, XUAN Ming-chun, LIU Yong

(Liaoning Fresh Water Fishery Science Research Institute, Liaoyang 111000, China)

Abstract: In recent years, the water quality of Shenwo Reservoir was improved as the integrated management of the Reservoir. In order to provide scientific basis for the next step of the fishery production, six representative cross-section of Shenwo Reservoir was proceeded to sampling survey and laboratory analysis from 2008 to 2009. The comprehensive evaluation method was used for the evaluation of the water quality of Shenwo Reservoir. The results show that the water quality of the reservoir has been improved. Currently, the main pollutants were non-ionic ammonia and heavy metal copper, while other indicators are normal. Watershed water quality index was used to evaluate the reservoir water quality in general, the water quality index is 4.33(IV-type). Based on fishery water quality analysis, the most area of Shenwo Reservoir could meet the basic requirements of aquaculture. Therefore, local scientific development of fishery production was suggested.

Key words: Shenwo Reservoir; water quality; comprehensive assessment; fishery water quality analysis