

官厅水库浮游动物调查与水质评价

高思佳, 陈 卫

(首都师范大学生命科学学院, 北京 100037)

摘要 通过调查官厅水库不同样站浮游动物的生态状况, 对官厅水库的水质污染进行评价。本次调查共检测到浮游动物 105 种, 隶属于 67 个属。其中原生动物最多, 共计 59 种, 其次是轮虫 35 种, 枝角类 6 种, 桡足类及其无节幼虫 5 种。浮游动物在数量上具有原生动物占绝对优势, 轮虫次之, 枝角类与桡足类数量较少的特点。浮游动物的优势种群有急游虫 *Strombidium*、螺形龟甲轮虫 *Keratella cohlearis*、矩形龟甲轮虫 *Keratella quadrata*、沟渠异足猛水蚤 *Canthocamptus staphylinus* 等。官厅水库浮游动物较丰富, 大部分库区水体为中等污染, 野鸭湖水体水质要优于官厅水库水体水质。

关键词 官厅水库 浮游动物 水质评价

中图分类号 X824 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2007)S1-0017-03

淡水浮游生物的调查研究在我国从 20 世纪 20 年代即已开始, 1949 年以后更有蓬勃发展。浮游动物是浮游生物的一部分, 悬浮在水体中, 在水域生态系统中起着重要的作用。淡水浮游动物主要包括原生动物、轮虫、枝角类和桡足类 4 大类, 它们多数个体小, 对环境变化敏感, 水环境的变化直接影响其群落结构和功能。水污染的生态效应归根到底为生物效应, 水生生物群落结构特征的变化与水体质量关系密切, 因此利用浮游动物群落能够确切反映水体质量。目前应用浮游动物群落结构特征的变化监测和评价河流、湖泊等水体污染程度和自净作用, 在国内外应用较为广泛^[1]。

官厅水库位于北京市西北约 80 km 的永定河官厅山峡入口处, 水库坝址位于河北省怀来县境内。库区跨河北省怀来和北京延庆两县, 由永定河库区和奶水河库区组成, 控制流域面积 47 000 km², 多年平均流量 44.6 m³/s, 设计洪水流量 11 450 m³/s, 总库容 21.9 亿 m³, 设计灌溉面积 10 万 hm², 装机容量 3.0 万 kW, 水库枢纽由拦河坝、输水泄洪洞、溢洪道、水电站组成, 运行 40 多年来, 发挥了巨大的防洪和兴利效益。截止 2000 年, 水库累计向下游供水 398 亿 m³, 其中供京、津、冀地区农业用水 84 亿 m³, 灌溉面积达 9.2 万 hm², 北京工业用水 173 亿 m³, 城市地下补水及生活环境用水 25 亿 m³。为促进首都

工农业发展, 改善首都城市环境发挥了重要作用^[2]。

1 材料与方法

1.1 采样点设置

采样期间在官厅水库奶河库区共设置 3 个采样点, 其中 1 号、2 号采样点位于官厅水库, 1 号采样点 (40°26.672', 115°50.344') 位于库区岸边, 为官厅水库岸表层; 2 号采样点 (40°25.108', 115°49.188') 位于库心区, 水位较深, 故分 3 层采样, 分别为官厅水库深处表层、中层和深层; 3 号采样点 (40°24.641', 115°50.724') 位于野鸭湖湖区中心, 3 号点位于湖心区分两层采样, 分别在野鸭湖表层和底层。

1.2 样品的采集与计算

定性样品采集 : 使用 25 号网孔 0.064 mm 浮游生物网采集原生动物和轮虫, 使用 13 号网孔 0.112 mm 浮游生物网采集枝角类和桡足类浮游动物, 现场以 7% 甲醛固定。在实验室里, 定性水样在显微镜下检出, 并记录。浮游动物 4 大类的鉴定参见文献 [3-10]。

定量样品采集与计算 : 用 2 500 mL 81 型有机玻璃采水器采集水样, 当水域中心水深未过 4 m, 在距水底 0.5 m 处和距水面 0.5 m 处采样; 当水深超过 4 m, 分别在距水面 0.5 m 深的表层处、中层及距水底 0.5 m 深的底层, 现场加 7% 甲醛固定, 样品带回实

验室沉淀 48 h 后虹吸上清液,余下 20 ~ 25 mL 沉淀物移入 30 mL 容量瓶定容。鉴定时把 30 mL 水样混合均匀,吸取 1 mL 于计数框中在 10 × 10 的放大倍数下全部计数 3 次样品,取其平均值。然后按下列公式^[11] 换算出单位体积中浮游动物的个体数量:

$$N = V_s \cdot n / (V \cdot V_a)$$

式中: N 为 1 L 水中浮游动物的个体数, ind./L; V 为采样体积, L; V_s 为沉淀体积, mL; V_a 为计算体积, mL; n 为计数所得的个体数。

1.3 评价方法及标准

1.3.1 评价方法

应用 Shannon-Willam 多样性指数法评价^[12]:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (n_i/N') \log_2 (n_i/N')$$

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

$$E = H' / H'_{\max}$$

式中: N' 为生物样品群体总数; n_i 为第 i 种生物样品个体数; S 为种类群数; $H'_{\max}$ 为最大理论值, 即假定群落内各类群以相同比例 ($1/S$) 存在时的 H' 值; E 为均匀性系数。

1.3.2 评价标准

水库水生生物评价标准见参考文献^[13]。

2 结果与分析

2.1 浮游动物的群落结构分析

本次调查中共检测到浮游动物 105 种, 隶属于 67 个属。其中原生动物最多, 共计 59 种, 隶属于 38 个属, 占种类组成的 56.19%; 其次是轮虫 35 种, 隶属于 18 个属, 占 33.33%; 枝角类 6 种, 隶属于 6 个属, 占 5.71%; 挠足类及其无节幼虫 5 种, 隶属于 5 个属, 占 4.76%。从中可看出浮游动物种类组成以原生动物为主, 其次是轮虫, 枝角类和挠足类最少 (见表 1)。

表 1 官厅水库浮游动物密度 ind./L

站点名称	原生动物	轮虫	淡水枝角类	淡水挠足类及无节幼虫	合计
1 表层	1 187	370	0	133	1 690
比例/%	70.24	21.89	0	7.87	100
表层	340	317	7	393	1 057
中层	1 043	377	21	623	2 064
2 深层	783	220	3	530	1 536
平均	722	304.67	10.33	515.33	1 552.3
比例/%	46.50	19.63	0.67	33.20	100
表层	513	783	0	230	1 526
深层	210	413	3	403	1 029
3 平均	361.5	598	1.5	316.5	1 277.5
比例/%	28.30	46.81	0.12	24.77	100

2.2 浮游动物物种多样性分析及水质评价

浮游动物物种多样性分析及水质评价, 见表 2。

表 2 官厅水库浮游动物多样性和均匀度值

站点名称	Shannon-Wiener 多样性指数 H	均匀度系数 J
1 表层	2.6543	0.6963
表层	2.4711	0.7006
2 中层	2.6479	0.6431
深层	2.4149	0.6959
平均	2.5113	0.6799
表层	2.7144	0.6687
3 深层	2.8116	0.7263
平均	2.7630	0.6975

根据浮游动物种类组成、密度、分布以及多样性指数 (H) 和均匀度系数 (J), 对官厅水库各采样点的水质状况进行分析。结论如下:

官厅水库库区分为 2 个采样点, 水库中水速较慢, 营养丰富, 为浮游动物提供了大量食饵, 因而浮游动物种类多, 综合分析官厅水库水质为中等污染。

1 号采样点位于官厅水库北京段靠近岸边的地段, 分布 38 种浮游动物, 原生动物优势种群为 旋转拟急游虫 *Strombidinopsis gyrans*、轮虫类优势种群为 螺形龟甲轮虫 *Keratella cohlearis*, 淡水挠足类无明显优势种群, 淡水枝角类没有出现。原生动物是该水体的主要浮游动物, 占该采样点总体浮游动物的 70.24%, 根据多样性指数评价标准评价该水体水质为中等污染。

2 号采样点位于库心区, 水位较深, 分布 77 种浮游动物, 原生动物优势种群为 旋回侠盗虫 *Strobilidium gyrans*、旋转拟急游虫 *Strombidinopsis gyrans*、轮虫类优势种群为 螺形龟甲轮虫 *Keratella cohlearis*; 淡水枝角类优势种群为 沟渠异足猛水蚤 *Canthocamptus staphylinus*、淡水挠足类无明显优势种群, 但有大量的无节幼虫存在。该采样点较深, 分三层采样, 原生动物是该水体主要浮游动物, 而且中层采样点的浮游动物总量最多, 这与中层水体的环境有关, 该水体中层温度、食物均适宜浮游动物生存。根据多样性指数评价标准评价该水体水质为中等污染。

3 号采样点位于野鸭湖湖心区, 水体较深, 分 2 个层面采样, 分布 66 种浮游动物, 原生动物优势种群为 旋转拟急游虫 *Strombidinopsis gyrans*、轮虫类优势种群为 针簇多肢轮虫 *Polyarthra trigr*、矩形龟甲轮虫 *Keratella quadrata*、淡水枝角类优势种群为 沟渠异足猛水蚤 *Canthocamptus staphylinus*、淡水挠足类无明显优势种群, 但有大量的无节幼虫存在。轮虫是该水体主要的浮游动物, 且表层水体的浮游动物总数较多。根据多样性指数评价标准评价该水体水质为中等污染。官厅水库实行禁渔, 延庆县进行生态治理, 使野鸭湖的水质也有了明显的改善, 根据多样性指数评价标准评价该水体水质为中等污染。

3 结果与讨论

综合以上结果,野鸭湖较官厅水库水质清洁,原因可能是野鸭湖湿地保护区生态系统保护较为完善,水草丰富的库区生境多样,水生植物死亡后为细菌提供有机碎屑,引起浮游动物的大量滋生,因而浮游动物多样性较高 而官厅水库库区水草少,生境简单,因而浮游动物多样性较低。其次,污染物的来源也存在差异,库区的污染来源较多,库区上游奶水河河流两岸排入的工农业废水、生活污水,倾倒的固体废物(含生活垃圾)及库区旅游、娱乐项目排出的污水是水库的主要污染源。近年来进行的大规模治理,使官厅水库的水质有所改善,但官厅水库的水质仍有轻微污染。

随着北京城市建设和居民生活用水不断增加,官厅水库在进行一系列的整治工作,有望在 2010 年达到饮用水的标准,解决首都人民的生活用水问题。

参考文献：

[1] 钟贻诚,李玉和,张蛮光,等.北塘河口浮游动物生态的初步研究[J].生态学报,1984,4(4) 393-400.
[2] 马登军,张凤娥,高云霞,等.官厅水库及其水域的现状

[J].河北建筑工程学院学报,2001,19(3) 1.
[3] 沈韞芬.原生动物学[M].北京:科学出版社,1999:129-482.
[4] 韩茂森等.淡水浮游生物图谱[M].北京:农业出版社.1980 45-85.
[5] 王家辑.中国淡水轮虫志[M].北京:科学出版社,1961.
[6] 沈嘉瑞.中国动物图谱-甲壳动物-第一册[M].北京:科学出版社.1962 12-44.
[7] 蒋燮治,堵南山.中国动物志-节肢动物门-甲壳纲-淡水枝角类[M].北京:科学出版社,1979.
[8] 中国科学院动物研究所甲壳动物研究组.中国动物志-淡水桡足类[M].北京:科学出版社,1979.
[9] 大连水产学院.淡水生物学[M].北京:农业出版社,1987 124-346.
[10] 国家环保总局《水生生物监测手册》编委会.水生生物监测手册[M].南京:东南大学出版社,1993 428-535.
[11] 章宗涉,黄祥飞.淡水浮游生物研究方法[M].北京:科学出版社,1991 3-4.
[12] SHANNNON C E,WEAVER W.THE mathematical theory of communication[M].Univ. of Illinois Press,Urbana,1949 213-216.
[13] 卢雁.大伙房水库输水工程水生生物水质生态评价[J].环境保护科学,2004,30(124) 39-41.

(收稿日期 2007-01-25 编辑 徐 娟)

(上接第 16 页)

d. 加强近岸海域水环境保护,与相邻省市密切配合,逐步实现渤海海域水环境保护的一体化管理。落实国家《渤海碧海行动计划‘十一五’规划》,全面加强渤海潮间带、汉沽浅海生态系统、大港滨海湿地和北塘河口海洋保护区建设,把近岸海域和滨海新区作为海洋环境保护的重点,严禁直接向河流和海域排放超标废水。

e. 以强化水污染防治为重点,加强城市环境保护。继续加强城市基础设施建设,完善城市污水处理厂建设。城市建设应注重自然和生态环境特点,尽可能保留天然林草、河湖水系、滩涂湿地,河道改造要避免过度人工化,努力维护城市生态平衡。

f. 经济社会发展要与水资源条件相适应,统筹生活、生产和生态用水,开发多种水源如海水淡化等,提高中水利用率,建设节水型社会,水资源开发利用活动要充分考虑生态用水。加强生态功能保护区和湿地自然保护区的建设与管理。加强海岸带典型生态系统的保护。

g. 加大环境保护投入资金,减少历史欠账,完

善环境保护投入机制。争取将改善水环境质量及污染治理的投入列入区域财政支出的重点内容并逐年增加。加大对水污染防治、生态保护、环保监管能力建设的资金投入,完善政府、企业、社会多元化环保投融资机制。

参考文献：

[1] 中国自然资源丛书编撰委员会.中国自然资源丛书—天津卷[M].北京:中国环境科学出版社,1996 18-26.
[2] 中国科学院可持续发展战略研究组.2005 中国可持续发展战略报告[M].北京:科学出版社,2005 23-25.
[3] 天津市统计局.2006 年天津市国民经济统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2006 3-6.
[4] 中国科学院可持续发展战略研究组.2006 中国现代化报告[M].北京:科学出版社,2006.
[5] 天津市统计局.天津五十年 1949-1999[M].北京:中国统计出版社,1999 41-45.
[6] 中国社会科学院环境与发展研究中心.中国环境与发展评论[M].北京:社会科学文献出版社,2004 60-67.

(收稿日期 2005-11-29 编辑 徐 娟)