

Comparative Study on the Phytoplankton in the Middle and Lower Reaches of Yalu River, Liaohe and Dalinghe Valley

Xin Xu¹, Zhaohui Ni², Yunfeng Li², Ziwei Shen², Shenwen Cai², Yan Zhang²

¹Tianjin Research Institute for Water Transport Engineering, M.O.T., Tianjin, China

²Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuhan, China

Email: xuxinsimon@163.com

Received: Jan. 12th, 2014

Abstract

The current species composition, standing crop and distribution, ect. on the phytoplankton were investigated and studied in the waters of the Northwest of Liaoning Province water supply project, during May to June in 2010. The water supply project consists of the water supply (the middle and lower reaches of Yalu River) and water benefited areas (Liaohe and Dalinghe River). There were 241 species of phytoplankton, which belonged to 91 genera of 8 phyla. The overall evaluation suggested that the water supply area could be delimited to os-β-ms level and the water was polluted slightly. However, the water benefited area could be delimited to β-α-ms level; the water was medium-polluted; and the eutrophication was more serious in some regional water.

Keywords

Phytoplankton; Community Structure; Water Quality Assessment; Eutrophication

鸭绿江中下游、辽河、大凌河流域 浮游植物比较研究

徐鑫¹, 倪朝辉², 李云峰², 沈子伟², 蔡深文², 张燕²

¹交通运输部天津水运工程科学研究所, 天津, 中国

²中国水产科学研究院长江水产研究所, 武汉, 中国

Email: xuxinsimon@163.com

收稿日期: 2014年1月12日

摘要

2010年5~6月,通过对辽西北供水工程供水区(鸭绿江中下游)和受水区(辽河、大凌河)流域浮游植物种类区系组成、现存量及分布等内容的调查研究,共鉴定出浮游植物8门,91属,241种。综合评价:供水区水域呈贫-中营养型,水质受轻微污染;受水区水域呈中-富营养型,水质受中度污染,部分区域富营养化较严重。

关键词

浮游植物; 群落结构; 水质评价; 富营养化

1. 引言

浮游植物是水域的初级生产者,也是水体中溶解氧的主要来源。浮游植物的群落组成、优势种、污染指示种和多样性以及现存量是水质污染状况和营养水平的重要标志[1,2]。

本文主要是基于对辽西北供水工程前期的水生生态调查。辽西北供水工程是一项为解决辽西北及辽河干流地区城乡生活、生产和生态缺水问题,从辽宁省东部水量丰沛的鸭绿江流域进行输水的大型跨流域调水工程。辽西北供水工程主要涉及三大流域,分别为鸭绿江中下游(供水区)、辽河流域和大凌河流域(受水区)。

目前有关三大流域的水生生态调查,主要是集中于流域个别河段以及相关水库的鱼类资源、浮游生物、着生藻类、底栖动物、细菌、水质监测等[3-5],而对三大流域比较完整的浮游植物的调查相对比较少。本文旨在全面调查辽西北供水工程所涉及流域的浮游植物群落结构状况,探讨三大流域浮游植物的种群特征、生态意义,一方面结合理化指标综合评价水质情况,另一方面为供水工程环境规划提供参考。

2. 材料与方法

2.1. 采样点设置

2010年5~6月,根据供水工程水域(鸭绿江流域、辽河流域、大凌河流域)主要水系组成,布置浮游植物采样点。共7大水系,32个采样断面(图1)。

2.2. 样品采集及分析鉴定

浮游植物定性样品:用25#浮游生物网(网孔直径0.064 mm)在水体表面拖取采集,并用4%福尔马林液固定,室内镜检鉴定,将浮游植物鉴定到属或种[6]。

定量样品:用5 L采水器按常规方法分层采取水样1 L,现场加10 mL鲁哥氏液固定,经沉降48 h后浓缩定容至30 mL保存。计数前,摇匀样品取0.1 mL,在400倍镜下计数100个视野,然后换算成每升水样中藻类的细胞个数。

2.3. 数据分析

浮游植物数量计算主要按照 $N = [V_0/V_1] \times n$ 计算,其中N为1升水中浮游植物个数(个/L);n为计数所得浮游植物个数; V_0 为1升水样沉淀浓缩后的体积(mL); V_1 为计数的标本水量(mL)。浮游植物生物量的计算参照有关种类的湿重计算,即浮游植物的生物量换算公式为:生物量(mg/L) = 个体(细胞)平均湿

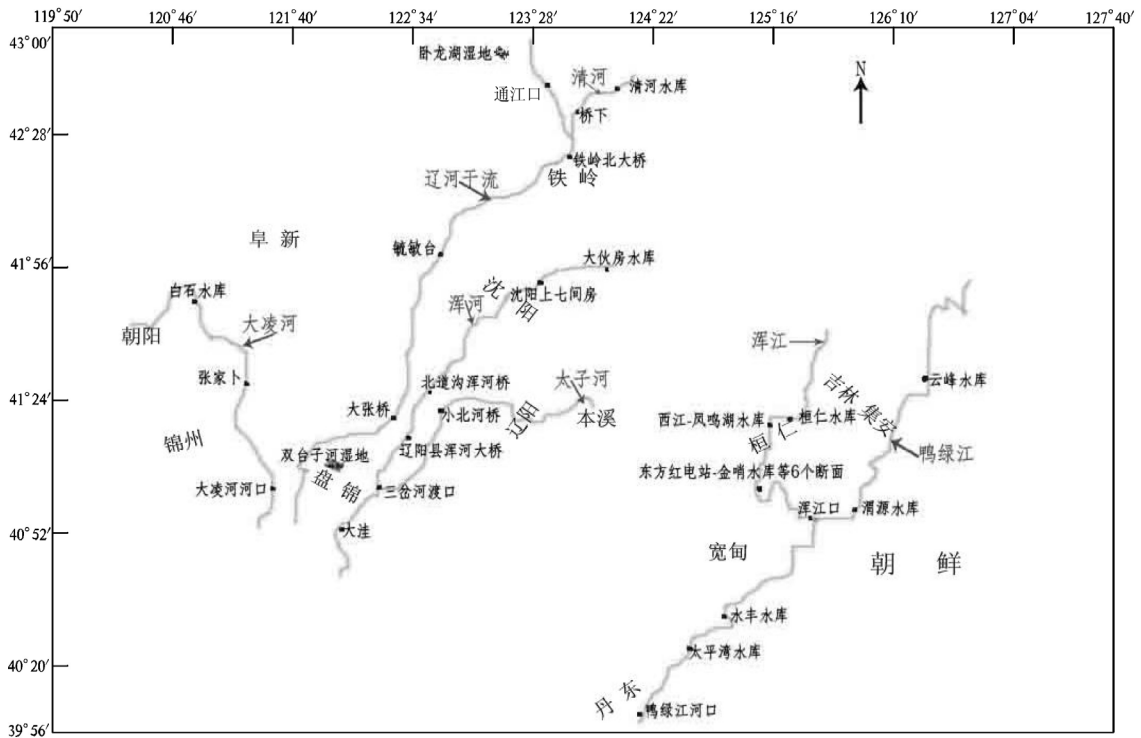


Figure 1. Sampling sites
图 1. 调查水域采样点设置

重(mg/个) × ind/L。

多样性指数[7]计算, 选择两种通用性指标, Shannon-Wiener 指数(H')、Pielou 指数(J)。Shannon-Wiener 指数对物种的种类数目和种类中个体分配的均匀性依赖程度较高, Pielou 指数则能很好地反映物种的均匀度。计算公式如下:

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, \quad P_i = n_i/N, \quad J = H' / \log_2 S$$

式中, S 为物种总数, N 为总个体数, n_i 为群落中第 i 个种的个体数。

3. 结果与分析

3.1. 浮游植物种类组成与分布

共检出浮游植物 8 门, 91 属, 241 种。其中种类最多的为硅藻门和绿藻门, 分别为 119 种和 74 种, 其次为蓝藻门 22 种。供水区鸭绿江中下游浮游植物 8 门, 68 属, 180 种, 其中硅藻门 104 种, 绿藻门 43 种, 蓝藻门 14 种, 其它各门均有分布但较少。受水区辽河流域浮游植物 7 门, 65 属, 143 种, 其中硅藻门 66 种, 绿藻门 50 种, 蓝藻门 14 种; 大凌河流域浮游植物 6 门, 36 属, 60 种, 其中硅藻门 24 种, 绿藻门 26 种, 蓝藻和裸藻各 4 种。

从浮游植物种类构成上看, 总体上为硅藻-绿藻型, 这与洪松[8]等总结的东北水域藻类结构比较一致。其中鸭绿江中下游和辽河流域均为硅藻-绿藻型, 大凌河为绿藻-硅藻型。三大流域种类组成分布变化比较明显, 鸭绿江流域主要是以河流型水体为主, 而辽河、大凌河流域逐渐转化为以湖泊型水体为主。鸭绿江流域优势种类主要是以硅藻为主, 即美丽星杆藻(*Asterionella formosa*)、钝脆杆藻(*Fragilaria capucina*)

等；辽河流域优势种主要是以绿藻为主，即小球藻(*Chlorella vulgaris*)、四刺顶棘藻(*Chodatella quadriseta*)等；大凌河优势种主要为尖针杆藻(*Synedra acus*)、纤维藻(*Ankistrodesmus*)等。三大流域污染指示种比例以中富营养型和富营养型居多。

3.2. 浮游植物细胞丰度

三大流域浮游植物细胞丰度不同站位分布如图 2 所示。供水区域鸭绿江流域浮游植物细胞丰度介于 22.95×10^4 个/L~ 621×10^4 个/L，平均值为 184.14×10^4 个/L。包含 7 个门类，硅藻数量最多，平均值达 105.14×10^4 个/L，占总丰度的 57.1%；其次为绿藻 42.57×10^4 个/L(占 23.1%)；再其次为隐藻和蓝藻，分别为 19.68×10^4 个/L(占 8.2%)和 15.05×10^4 个/L(占 10.7%)；而裸藻，金藻，甲藻个别站点分布但均较少。

受水区域辽河流域浮游植物细胞丰度介于 55.8×10^4 个/L~ 2597.1×10^4 个/L，其中辽阳县浑河大桥细胞丰度最大为 2597.1×10^4 个/L，平均值为 885.49×10^4 个/L。包含 5 个门类，绿藻数量最多，平均值达 618.7×10^4 个/L，占总丰度的 69.9%；其次为硅藻 170.32×10^4 个/L(占 19.2%)和蓝藻 73.83×10^4 个/L(占 8.3%)；隐藻各站位分布均匀但比较少；裸藻中位于浑河沈阳上七间房站点丰度最大，达 162×10^4 个/L，其他水体含量较少。

受水区域大凌河干流浮游植物细胞丰度介于 $310.5 \sim 1335 \times 10^4$ 个/L，平均值为 757.17×10^4 个/L，包含 6 个门类。硅藻数量最多，达 360.83×10^4 个/L，占总丰度的 47.7%；其次为绿藻 241.08×10^4 个/L(占 31.8%)和蓝藻 152.43×10^4 个/L(20.1%)；隐藻、裸藻、金藻较少。

从浮游植物细胞丰度来看，参考评价标准[9]，鸭绿江流域主要为贫中营养型，其中隐藻生物量所占比例高达 37%，主要是因为处于浑江上游的桓仁水库隐藻生物量高达 4.87 mg/L ，呈中富营养化；辽河流域主要为中营养型，其中浑河断沈阳上七间房为裸藻-绿藻型，为极富营养化，污染比较严重，可能与上游抚顺市区沿岸城镇工业和生活污水排放污染有关[10]。双台子河湿地主要为中富营养型，卧龙湖湿地为贫中营养型。大凌河干流主要为中营养型，其中大凌河口为中富营养型。综合水质评价结果：鸭绿江流域水质优于辽河和大凌河流域。

3.3. 浮游植物多样性指数

浮游植物 Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数在三大流域 32 个不同站点分布如图 3 所示。参考评价标

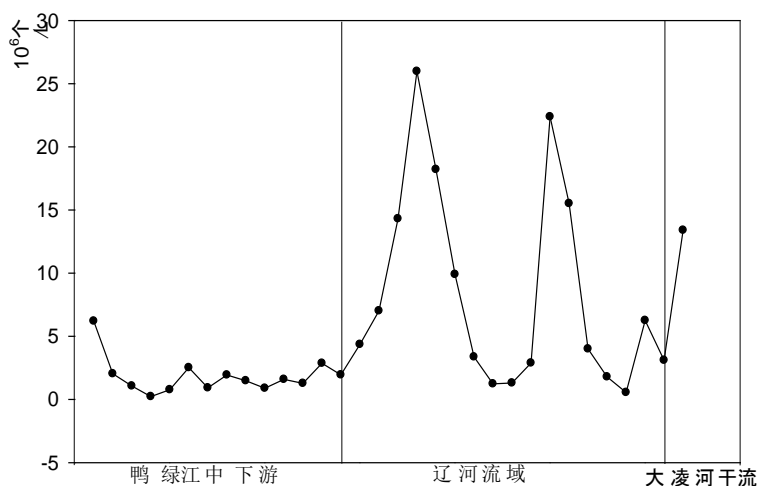


Figure 2. Curve: horizontal distribution of phytoplankton abundance

图 2. 浮游植物细胞丰度水平分布曲线

准[11], 应用 Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数评价三大流域水质状况。Shannon-Wiener 和 Pielou 指数情况如下: 鸭绿江中下游干流-浑江段分别为 1.28~3.82, 0.34~0.81; 辽河流域分别为 0.17~4.02, 0.066~0.84; 大凌河干流分别为 2.28~2.69, 0.59~0.64。综合水质评价结果: 鸭绿江流域为清洁-寡污- β -中污型, 其中鸭绿江中下游干流和浑江中游水库主要为 β -中污型, 浑江中下游水质较好主要为清洁-寡污型。辽河流域为清洁型- α -中污型, 其中双台子河和卧龙湖湿地主要为清洁-寡污型; 清河主要为 β -中污型- α -中污型, 水质较差; 浑河、太子河、辽河干流主要为清洁-寡污型- β -中污型。大凌河为 β -中污型。

3.4. 水质参数

各断面水质参数, 如表 1 所示。按国家地表水质标准, 数据显示鸭绿江流域水质为 III-IV 水, N/P 范围为 25.2~91.4, 大于 20, 表现为磷限制[12], 因此藻类大量繁殖的可能性不大。辽河流域和大凌河流域水质为 IV-V 水, 其中浑河中下游-大辽河 N/P 范围为 8.0~17.6, 细胞丰度最高达 2597.1×10^4 个/L, 富营养化趋势明显。总体来看, 供水区域水质要明显好于受水区域。

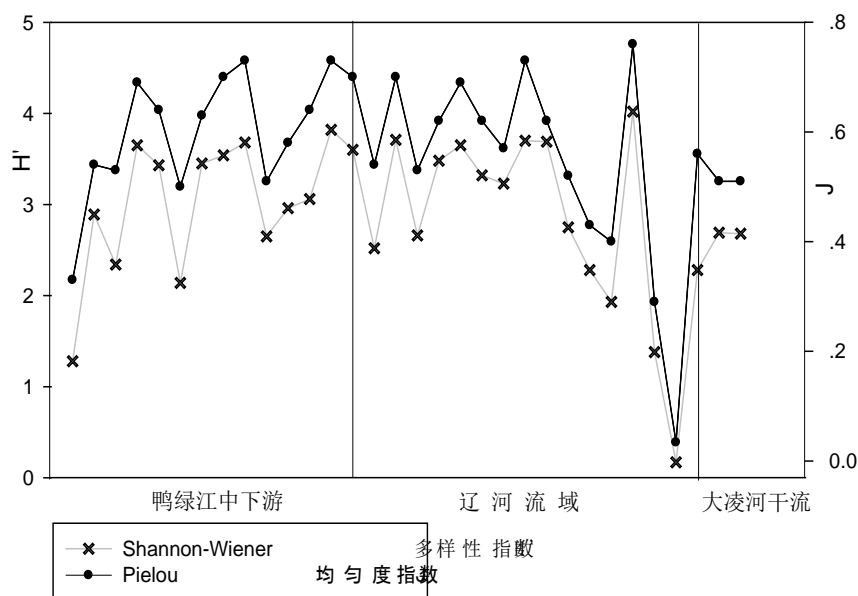


Figure 3. Curve: horizontal distribution of phytoplankton diversity index
图 3. 浮游植物多样性指数水平分布曲线

Table 1. The mass concentration of water nutrients
表 1. 调查水域营养元素的质量浓度 mg/L

水系	鸭绿江流域		辽河流域		大凌河流域
	鸭绿江干流	浑江	浑河-大辽河-太子河	辽河干流-清河	
总氮	0.87~1.97	0.83~1.97	2.09~4.05	1.87~2.47	2.0~2.72
均值	1.55	1.41	3.206	2.07	2.65
总磷	0.02~0.077	0.005~0.0174	0.036~0.354	0.03~0.16	0.0137~0.143
均值	0.0355	0.0129	0.179	0.092	0.132
氮/磷	25.2~91.4	63.8~372	8.0~70	11.7~62.4	16~146.5
均值	52.1	127.3	28.8	33.6	37.2

4. 结论

从浮游植物种类组成、优势种、细胞丰度、多样性指数以及相关的理化指标综合分析来看,鸭绿江中下游主要是硅藻-绿藻型,为贫中营养型,个别水体有富营养化趋势。辽河流域和大凌河干流浮游植物群落结构主要为绿藻-硅藻型,呈中富营养,为湖泊型水体。

综上所述,鸭绿江中下游水系水质整体上优于辽河和大凌河水域。因此,从缓解辽西北地区干旱缺水以及改善水质来看,辽西北供水工程是有必要的。但是,从长远来看,要从根本上解决辽西北地区干旱缺水,水环境恶化,湿地恢复等问题,应该加强对供水区或者受水区水环境保护与治理的措施,从源头上杜绝污染。

参考文献 (References)

- [1] 张乃群,杜敏华,庞振凌,等 (2006) 南水北调中线水源区浮游植物与水质评价. *植物生态学报*, **4**, 650-654.
- [2] Lepistö, L. and Rosenström, U. (1998) The most typical phytoplankton taxa in four types of boreal lakes. *Hydrobiologia*, **369/370**, 89-97.
- [3] 刘利,张梅 (2007) 鸭绿江流域辽宁段生物多样性及保护研究现状. *安徽农业科学*, **2**, 497-498.
- [4] 徐成斌 (2006) 辽河流域河流水质生物评价研究. *辽宁大学*, 56-57.
- [5] 于军,李之富,李宁 (2002) 大凌河流域水质污染状况与评价. *沈阳建筑工程学院学报*, **4**, 295-297.
- [6] 韩茂森 (1980) 淡水浮游生物图谱. 农业出版社,北京.
- [7] 孙军,刘东艳 (2004) 多样性指数在海洋浮游植物研究中的应用. *海洋学报*, **1**, 62-75.
- [8] 洪松,陈静生 (2002) 中国河流水生生物群落结构特征探讨. *水生生物学报*, **3**, 295-305.
- [9] 况其军,马沛明,胡征宇,等 (2005) 湖泊富营养化的藻类生物学评价与治理研究进展. *安全与环境学报*, **2**, 87-91.
- [10] 张鸿龄,孙丽娜,罗庆,等 (2011) 浑河流域水体污染的季节性变化及来源. *生态学杂志*, **1**, 119-125.
- [11] 高远,慈海鑫,亓树财,等 (2009) 沂河 4 条支流浮游植物多样性季节动态与水质评价. *环境科学研究*, **2**, 176-180.
- [12] 王朝晖,陈菊芳,杞桑,等 (2000) 肇庆星湖浮游植物状况及其富营养化评价. *武汉植物学研究*, **5**, 405-411.