

北运河水系春季浮游动物群落与环境因子的关系

王汨¹, 杨柏贺¹, 马思琦¹, 殷旭旺¹, 徐宗学²

(1.大连海洋大学 水产与生命学院;辽宁省水生生物学重点实验室,辽宁 大连 116023;

2.北京师范大学 水科学研究院;水沙科学教育部重点实验室,北京 100875)

摘要:为了解春季北京地区浮游动物群落结构特征,于 2015 年对流经北京地区的北运河水系的 39 个采样点位进行了调查.运用浮游动物香农威纳指数以及典范对应分析对浮游动物群落结构进行评价.结果表明,共鉴定出浮游动物 4 类 83 种,各采样点位平均密度为 169.27 ind./L,香农威纳指数平均值为 0.66,均匀度平均值为 0.17.典范对应分析表明:影响北运河浮游动物群落结构的主要环境因子为溶解氧和总磷.综合分析得出结论,北运河水系浮游动物群落多样性指数较低,水体为重度污染.

关键词:北京地区;北运河水系;浮游动物;香农威纳指数

中图分类号:Q17

文献标志码:A

浮游动物群落的生活史在水生态系统中有着很特殊的意义与地位^[1-3],其在水生态系统中的能量流动和信息传递等生态过程中起着更加重要的作用^[4-5].近些年来,浮游动物早已成为了水域生态系统中评价水体的指示生物之一,浮游动物群落特征,如:密度和香农威纳指数等数值的变化,能够很直观地反映出水生态系统中水质好坏^[6-8].

本次调查研究以浮游动物群落为主要的研究对象,研究了 2015 年春季北京的北运河水系浮游动物的种类数、密度、香农威纳指数以及均匀度指示群落特征动态^[4-8],从浮游动物群落特征等角度评价了北京地区北运河水质情况,分析了春季北运河水系浮游动物的时空分布,并分析浮游动物群落结构与水环境因子之间的相关性,期望为北京的北运河水系水体评价提供有利数据支持.

1 材料与方法

1.1 北运河水系采样点位设置

北运河属于海河水系,是海河干流的组成部分,对引滦输水起着十分重要的作用,其在历史上是一条十分重要漕运河道.根据北运河水系在北京流经地区的自然状况,共设置 39 个采样点位(图 1).

1.2 样品采集与处理

采样人员用浮游生物采水器在采样点位的不同的水层采集 100 L 的水样,用浮游生物网过滤,过滤后的样本倒入 100 mL 的浮游动物的样品瓶中,加入体积分数 4% 的甲醛溶液保存,浮游动物样品在实验室中静置 48 h 之后吸取样品上清液,并且将水样浓缩为 30 mL.浮游动物样品鉴定根据文献,在显微镜下鉴定并记录数据^[9-13].

在每一个采样点位用水质分析仪现场测定水温(Temp)和溶解氧(DO),使用酸度计测定 pH 值,采取水样在实验室中测定以下指标:氟化物、总氮、总磷、叶绿素、高锰酸盐指数和氨氮^[14-15].

1.3 数据分析和处理

(1) 处理数据并且计算北运河水系浮游动物香农威纳指数(H')以及均匀度指数(J)^[14-15].

收稿日期:2018-01-17;修回日期:2018-05-26.

基金项目:国家重大科技专项(2015ZX07202012);辽宁省优秀人才培养计划项目(LR201509).

作者简介(通信作者):王汨(1984-),女,山东青岛人,大连海洋大学讲师,博士,研究方向为:水域生态学,E-mail:wangmi@dlou.edu.cn.

利用 WPS 2012 制作浮游动物群落特征柱状图, 浮游动物香农威纳指数计算用 Biodiversity Profession2.0 完成, 采样图在 ArcMap 9.3 上完成, PCA 和 CCA 在 Canoco 4.5 上进行^[2].

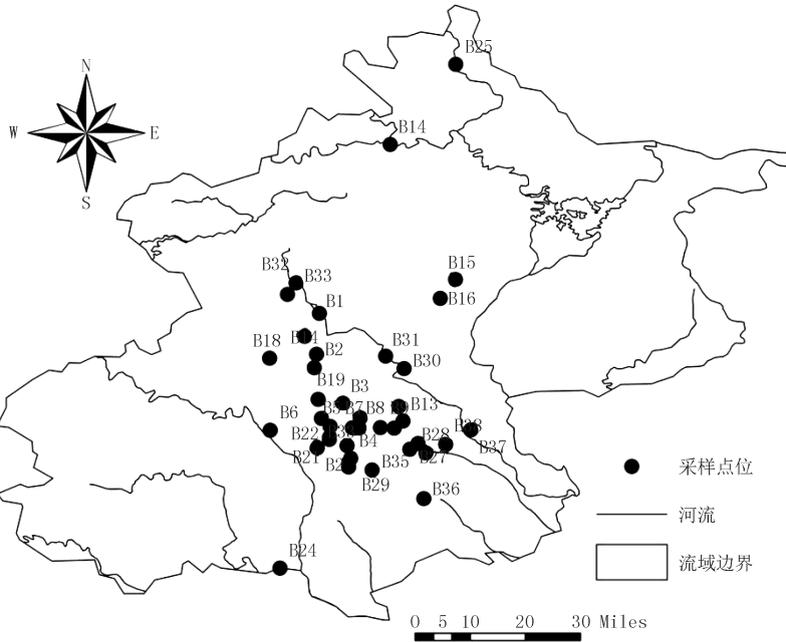


图 1 北运河春季采样分布点

2 结果及分析

2.1 浮游动物群落结构特征

北运河春季水系鉴定出浮游动物共 4 类 83 种, 其中轮虫物种数最高, 为 43 种, 占浮游动物物种总数的 51.81%; 其次为原生动物, 为 23 种, 占浮游动物物种总数的 27.71%, 枝角类和桡足类物种数相对较少, 分别为 12 种和 5 种, 分别占浮游动物物种总数的 14.46% 和 6.02%; 浮游动物中, 轮虫密度最高, 占总密度的 62.45%; 其次为原生动物, 占总密度的 26.60%, 枝角类和桡足类密度较低, 分别占总密度的 2.43% 和 8.52% (图 2).

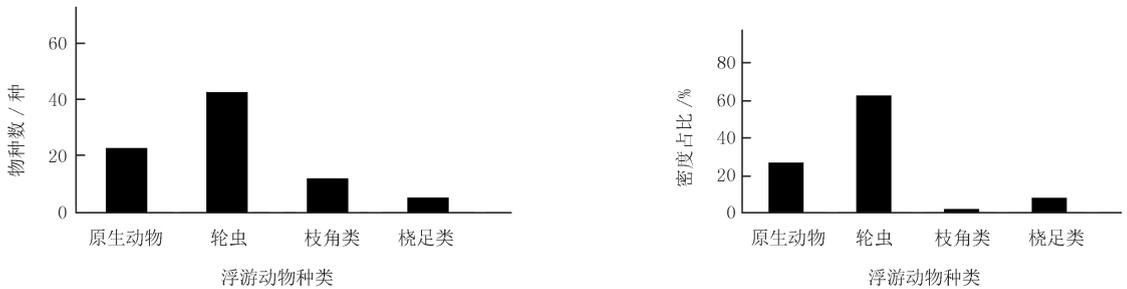


图 2 北运河浮游动物的种类组成及其所占比例

北运河水系春季各采样点物种平均值为 16.41 种, 物种数最高点位于 B11, 物种数为 30 种, 最低点位于 B39; 各采样点密度平均值为 169.27 ind./L, 密度最高点位于 B10, 密度为 1 523.00 ind./L; 各采样点的香农威纳指数平均值为 0.66, 香农威纳指数相对较低, 各采样点位的均匀度指数平均值为 0.17, 均匀度指数最高点位于 B4, 均匀度指数为 0.85, 最低点位于 B2. (图 3).

2.2 浮游动物群落结构与环境因子关系

采集到的水环境因子数值如表 1 所示, 结果显示, 北运河水系水温平均值 24.50 °C, 北运河水系水体呈

弱碱性水体, pH 值平均值为 7.80, 水中高锰酸钾及总氮的含量平均值较高, 分别为 8.00 mg/L 和 2.14 mg/L, 溶解氧含量为 6.10 mg/L.

表 1 北京地区春季北运河水系水环境因子

环境因子	$t/^\circ\text{C}$	pH	$\rho(\text{F}^-)/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{DO})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{NH}_3-\text{N})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TN})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho\text{Chl}/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
北运河水系	24.50 ± 10.38	7.80 ± 0.40	0.48 ± 0.18	6.10 ± 2.84	10.40 ± 6.40	8.00 ± 4.37	2.14 ± 0.92	11.60 ± 8.19	0.01 ± 0.03

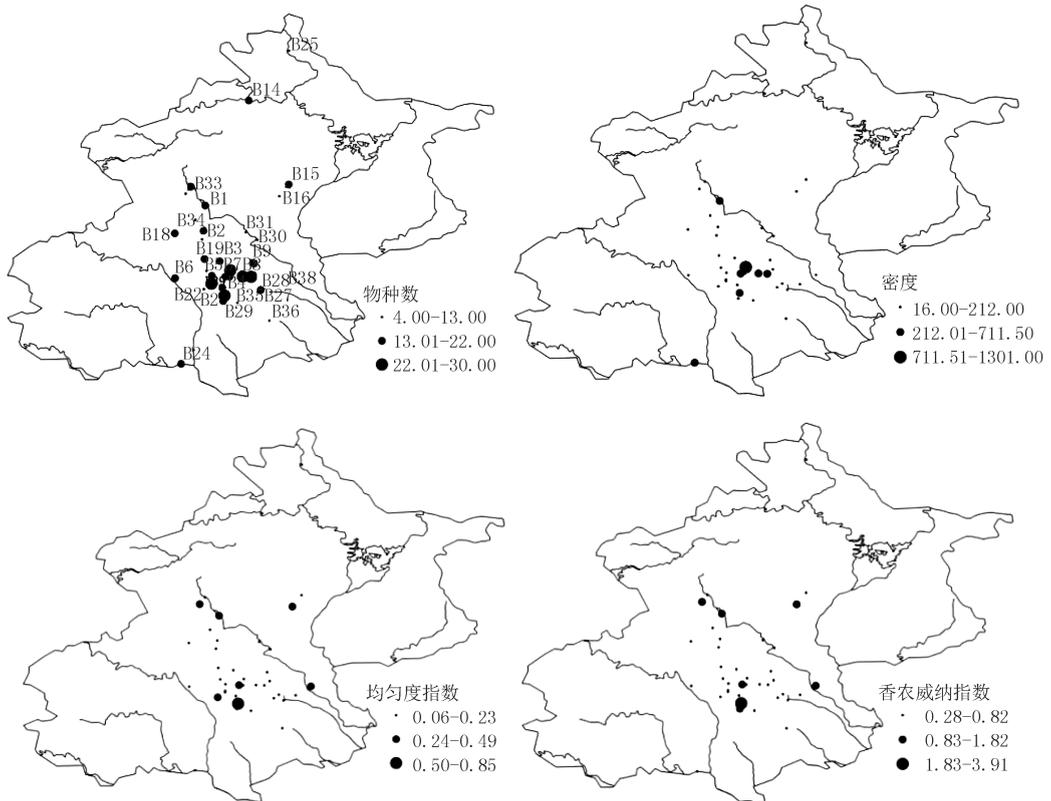


图 3 春季北运河浮游动物群落结构

春季北运河水系水环境因子主成分分析显示, 选择出横纵两个主轴变化分数大于 0.7 的水环境因子为 Temp, pH, DO, NH_3-N 和 COD_{Mn} (图 4).

通过 CCA 与浮游动物群落分析, 结果表明(见图 5): 北运河水系春季主要影响浮游动物群落结构的环境因子是溶解氧($P=0.03, F=2.32$)和总磷($P=0.04, F=2.14$), 溶解氧对第二轴影响较大, 总磷对第一轴影响较大, 水温 and pH 对第二轴影响较大, 高锰酸钾指数对第一轴影响较大. 5 个环境因子均对浮游动物群落结构均呈正相关性.

3 讨论

本次野外调查北京地区北运河水系共鉴定出浮游动物 4 类 983 种, 其中轮虫最多, 为 43 种, 其次为原生动物, 共 23 种. 轮虫密度最高, 占总密度的 62.45%. 浮游动物平均密度为 169.827 ind./L, 北运河水体受到人为影响较为严重, 甚至出现部分采样点位出现臭水和臭泥. 水体中出现多种富营养化物种, 如臂尾轮虫、晶囊轮虫和水轮虫等等^[16-19], 这些种类的密度占比较高, 说明北京地区水体已经受到了污染.

越来越多的国内外专家学者研究表明, 浮游动物群落的香农威纳指数可以鉴定水质状况^[18-23]. 通过数据计算得出: 北运河浮游动物香农威纳指数平均值为 0.66, 通过对比香农威纳指数评价标准^[19-23], 得出结论: 北京北运河水系受到了重度污染.

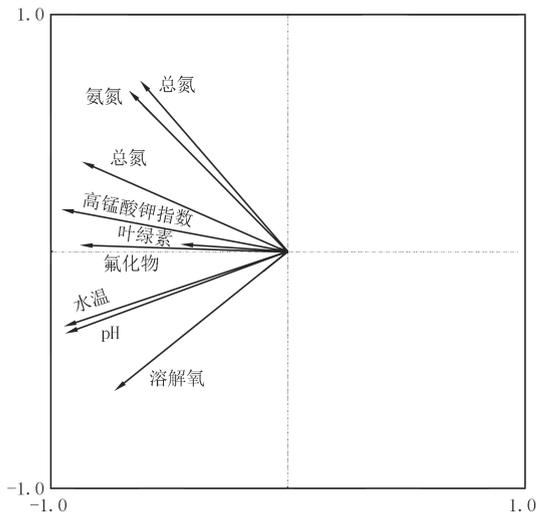


图 4 北运河水系水环境因子主成分分析

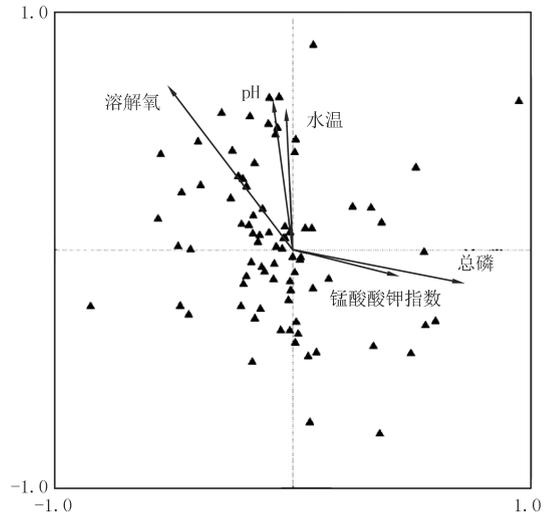


图 5 春季北运河水系浮游动物典范对应性分析

北运河水系春季主要影响浮游动物群落结构的环境因子为总磷和溶解氧,高锰酸钾指数和 pH 对浮游动物群落结构也有十分重要的影响.水中溶解氧含量的多少,直接影响到水生生物的存活,北运河水系春季溶解氧平均含量为 6.10 mg/L,相对较低,一定程度上影响了浮游动物群落的密度和种类.总磷在水中,对浮游动物群落分布起着重要作用.水体中的总磷含量较高时,富营养化状态明显,对浮游动物群落生长、繁殖起到重要作用^[24].溶解氧、总磷、水温、pH 和高锰酸钾指数对浮游动物群落结构均呈正相关性,对浮游动物的群落分布也有一定影响.春季北运河水系高锰酸钾指数含量平均值为 6.46 mg/L,已经超过了国家标准含量指标,说明北运河水体中的有机物污染对浮游动物群落的影响较为严重^[25-29].

北京是祖国首都,生态文明建设是重中之重,下一步我们会加大采集次数,更加系统的对北京地区北运河水系就行研究.

参 考 文 献

- [1] 梁建国,陈文祥.河流生态系统的典型特征和服务功能[J].人民长江,2004,35(9):41-43.
- [2] Datta T.Zooplankton diversity and physicochemical condition of tJo Jetlands of Jalpaiguri District, India[J].J App Biol and Pharma Tech, 2001,2(3):576-583.
- [3] Park K S,Shin H J.Studies on phyto and zooplankton composition and its relation to fish productivity in a Jest cost fish pond ecosystem [J].J Envi Biol,2007,28:415-422.
- [4] 陈光荣,钟萍,张修峰,等.惠州西湖浮游动物及其与水质的关系[J].湖泊科学,2008,20(2)351-356.
- [5] Ren L P,Zhang Z,Zeng X,et al.Community structure of zooplank ton and water quality assessment of Jialing River in Nanchong [J].Proccedia Environmental Sciences,2011,10:1321-1326
- [8] Blancher C E.Zooplankton-trophic relationship in some north and central Florida lakes[J].Hydrobiologia,1984,109 (3):251-263.
- [7] 殷旭旺,李庆南,朱美桦,等.渭河丰水期和枯水期底栖动物群落特征及综合健康评价[J].生态学报,2015,35(14):4784-4796.
- [8] 刘麟菲,谭冰冰,殷旭旺,等.在种与属两个级别评价太子河硅藻群落与环境因子的关系[J].生态学报,2014,34(22):6613-6621
- [9] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法[M].第4版.北京:中国环境科学出版社,2002.
- [10] 赵文.水生生物学[M].北京:中国农业出版社,2005.
- [11] 孟伟,张远,渠晓东,等.河流生态调查技术方法[M].北京:科学出版社,2011.
- [12] 王家楫.中国淡水轮虫志[M].北京:科学出版社,1961:21-283.
- [13] 韩茂森,束蕴芳.中国淡水生物图谱[M].北京:海洋出版社.1995.
- [14] 王博涵,李文香,项珍龙等.济南地区河流浮游植物功能群与环境因子的关系[J].大连海洋大学学报,2015,30(5):524-530.
- [15] 殷旭旺,徐宗学,高欣,等.渭河流域大型底栖动物群落结构及其与环境因子的关系[J].应用生态学报,2013,24(1):218-226
- [16] 金相灿.中国湖泊富营养化[M].北京:中国环境科学出版社,1990.
- [17] 王明翠,刘雪芹,张建辉.湖泊富营养化评价方法及分级标准[J].中国环境监测,2002,18(5):47-50.

- [18] 王凤娟,胡子全,汤洁,刘连生,赵海泉.用浮游动物评价巢湖东湖区的水质和营养类型.生态科学,2006,25(6):551-552.
- [19] 陈光荣,雷泽湘,谭镇,等.环境因子对广东城市湖泊后生浮游动物的影响[J].水生态学杂志,2010,3(4):28-32.
- [20] 龚迎春,冯伟松,余育和,等.西藏尼洋河流域浮游动物群落结构研究[J].水生态学杂志,2012,33(6):35-42.
- [21] Wei F S,Water Blancher C E.Zooplankton-trophic relationship in some north and central Florida lakes[J].Hydrobiologia,1984,109(3):251-263.
- [22] 王凤娟,胡子全,汤洁,刘连生,赵海泉.用浮游动物评价巢湖东湖区的水质和营养类型[J].生态科学,2006,25(6):551-552.
- [23] 郭沛涌,沈焕庭,刘阿成,等.长江河口浮游动物的种类组成群落结构及多样性[J].生态学报,2003,23(5):892-900.
- [24] 徐兆礼,王云龙,陈亚瞿,等.长江口最大浑浊带区浮游动物的生态研究[J].中国水产科学,1995,2(1):39~48.
- [25] 王凤娟.巢湖东半湖浮游生物与水质状况及营养类型评价[D].合肥:安徽农业大学,2007.
- [26] 夏品华,马健荣,李存雄,等.红枫湖水库冬春季浮游生物群落与环境因子的典范对应分析[J].环境科学研究,2011,24(4):378-386.
- [27] 白海锋,赵乃锡,殷旭旺,等.渭河流域浮游动物的群落结构及其与环境因子的关系[J].大连海洋大学学报,2014,29(3):260-266.
- [28] 张奇志.旅游干扰对南湾国家森林公园植物组成特征的影响[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2017,30(1):105-108.
- [29] 蒋秀丽,王光军,杨家党,等.东安紫水国家湿地公园植物多样性评价[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2016,29(3):398-404.

Relationship of zooplankton and environmental factors in spring in North Canal in Beijing

Wang Mi¹, Yang Baihe¹, Ma Siqu¹, Yin Xuwang¹, Xu Zongxue²

(1.Liaoning Provincial Key Laboratory for Hydrobiology, College of Fisheries and Life Science, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China; 2.College of Water Science, Beijing Normal University, Beijing 110875, China)

Abstract: To examine the community structure characteristics of zooplankton, 39 sampling sites of Jinan river basin was investigated in 2015. The results showed that 90 species of zooplankton of summer were identified, with an average density of 169.27 ind./L, and Shannon-Wiener-diversity index, Pieiouevenness index was 0.66 and 0.17; Canonical correspondence analysis results show that TP and DO are important environmental factors affecting of zooplankton community structure of two basin respectively. Comprehensive analysis concluded that North Canal zooplankton diversity index was relatively low, and the water were in a state of heavy pollution.

Keywords: Beijing; North Canal; zooplankton; Shannon-Wiener-diversity index

[责任编辑 王凤娟]