

大清河水系保定段城市河道浮游植物群落结构及水质评价

方 慷, 刘存歧, 杨 军

(河北大学生命科学学院, 保定 071002)

摘要: 分别于2012年5、7、9、11月对大清河水系保定段城市河道的7个样点进行4次采样, 调查浮游植物的群落结构并对水质进行评价。结果表明, 在保定段城市河道中共鉴定出浮游植物7门、140种(属); 其中, 绿藻门69种, 蓝藻门15种, 硅藻门3种, 裸藻门4种, 隐藻门21种, 金藻门24种, 甲藻门4种。浮游植物种类数量变化规律为: 5月 > 7月 > 9月 > 11月, 位于上游清水桥采样点的浮游植物多样性均大于其他采样点。各点浮游植物密度均超过1 000个/mL, 水体达到富营养化程度。利用理化指标进行水质评价, 大清河水系在流入保定市之前水体处于中营养状态, 流出保定市时水体处于重度富营养状态。浮游植物密度指数评价结果与理化指标评价结果基本一致, 而 Shannon-Wiener 物种多样性指数和 Pielou 均匀度指数的评价结果与理化指标评价结果存在明显的差异。讨论了生物指数法对于城市河道水质评价的适用性。

关键词: 大清河水系; 保定段城市河道; 浮游植物; 水质评价

中图分类号: Q145 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2013)03-0025-07

浮游植物是水体生态系统中重要的生产者。水污染所引起的水体理化指标变化, 直接影响到水体中浮游植物的生长和分布, 同时浮游植物的群落结构特征也可以反映水体的健康状况。利用浮游植物来监测湖泊和大型河流的水质已得到广泛的应用, 而利用浮游植物评价城市河道水质的研究相对较少(王树功, 1998; Lisa, 1999; 姜雪芹等, 2009; 刘静等, 2004)。城市河流作为资源和环境载体, 关系到城市的生存和发展, 是影响城市风格和环境质量的重要因素, 但随着经济发展和人口密度的增加, 河流受人类活动的影响, 大多数逐渐退化成为单一泄洪纳污功能的城市河道。如何对城市河道的水质进行正确评价, 实现城市水环境安全和城市的可持续发展, 是河道生态改造亟待解决的问题(宋庆辉和杨志峰, 2002; 张升堂等, 2004)。

大清河水系是海河流域九大水系之一, 全长483 km, 流域面积45 131 km², 发源于太行山, 跨山西、河北、北京、天津4省市, 河北省境内又穿过沧州、石家庄、廊坊、保定4个市, 经过保定市以后直接流入“华北明珠”-白洋淀(姚勤龙等, 1997)。大清河水系对河北省乃至海河流域都有着重要的作用,

其污染来源以城市污水排放为主。大清河保定市区段源于保定市西部一亩泉河和大清河, 近几十年来, 由于工业废水和生活污水等直接排入河流, 大清河保定市区河流基本成为污水河。保定市作为大清河水系流入白洋淀的最后一个城市, 其水质状况也直接影响白洋淀的水质(王秀兰和张芸, 2000)。因此, 保定城市河道生态修复是减低白洋淀富营养化的重要措施之一。本文选择了大清河水系保定段的城市河道作为调查对象, 对其浮游植物群落结构进行了调查, 并利用理化指标和生物指数分别评估了水体的营养化程度和污染程度, 为该河道的生态修复提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 采样时间与地点

分别于2012年5、7、9、11月进行4次采样。采样点沿大清河水系保定段自西向东依次为清水桥、侯河桥、建华北桥、红旗大桥、保新桥、红光桥、焦庄, 共计7个样点。各样点分布见图1, 各样点详细信息见表1。大清河水系由清水河流入保定市区, 与侯河和一亩泉河汇合后经焦庄流出保定城区。由于气候干旱和河道改建, 侯河在2012年5月出现断流现象, 一亩泉河则全年断流, 其河水主要来自于城市生活污水排放。

1.2 样品的采集与处理

由于大清河水系保定段城市河道水深较浅, 所以先用标杆测定水深, 然后用有机玻璃采水器分别

收稿日期: 2013-03-12

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07209-008)。

通讯作者: 刘存歧, 教授。E-mail: liucunqi@sina.com

作者简介: 方慷, 1988年生, 男, 硕士研究生, 研究方向为水生态学。E-mail: fangkang23293122@163.com

采取水体上(离水面约20 cm)、下层(离底质约20 cm)的水样各1 L,经混合后取1 L,加入鲁格试剂及甲醛溶液固定,带回实验室沉淀24~48 h,沉淀后弃去大部分上清液,余液进行第二次自然沉淀后浓缩至50 mL(饶钦止,1956)。将样品置入0.1 mL计数框内,在显微镜 Olympus (10×40)下进行镜检计数。同时进行定性和定量分析。

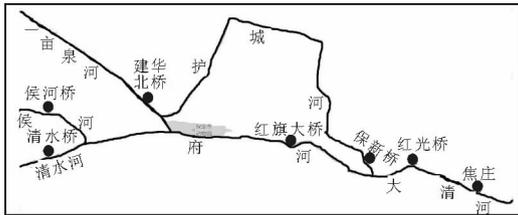


图1 保定城市河道采样点的布设

Fig. 1 Distribution of sampling sites in Baoding city watercourse

表1 保定城市河道采样点信息

Tab. 1 Information of sampling sites in Baoding city watercourse

| 样点 | 纬度 | 经度 | 河宽/m | 水深/m |
|------|--------------|---------------|-------|-----------|
| 清水桥 | 38°50'47.92" | 115°26'41.59" | 13.31 | 0.62~0.75 |
| 侯河桥 | 38°51'20.49" | 115°26'38.71" | 10.96 | 0.89~1.01 |
| 建华北桥 | 38°51'23.07" | 115°28'18.88" | 13.94 | 0.49~0.64 |
| 红旗大桥 | 38°50'54.50" | 115°30'23.02" | 21.13 | 0.83~1.19 |
| 保新桥 | 38°50'48.89" | 115°30'49.43" | 8.92 | 1.08~1.24 |
| 红光桥 | 38°50'49.48" | 115°31'16.29" | 15.92 | 0.98~1.13 |
| 焦庄 | 38°50'35.33" | 115°31'57.55" | 5.89 | 0.45~0.54 |

在采集浮游植物样品的同时,现场测定物理指标,化学指标 TN、TP、COD_{Mn}、Chl-a 等指标的测定参照《湖泊生态系统观测方法》(程伟明和黄祥飞,2005)。水体营养状态评价参照《湖泊富营养化评价方法及分级标准》(王明翠等,2002)。

1.3 数据处理

综合营养状态指数公式:

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j)$$

式中:TLI(Σ)表示综合营养状态指数;TLI(j)代表第j种参数的营养状态指数;W_j为第j种参数营养状态指数的相关权重。本方法采用0~100的系列数值对湖泊营养状态进行分级,同一营养状态下,数值越高,其营养程度越高。TLI(Σ)≤30为贫营养;30<TLI(Σ)≤50为中营养;50<TLI(Σ)≤60为轻度富营养;60<TLI(Σ)≤70为中度富营养;TLI(Σ)>70为重度富营养。

Shannon-Wiener 多样性指数:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \times \ln P_i \quad (P_i = n/N)$$

Pielou 均匀度指数: $J = H' / \ln S$

式中:S为种类数,N为同一种样品中的个体总数,n为第i种的个体数。

浮游植物密度根据下列公式进行计算:

$$N = \frac{C_s}{F_s \times F_n} \times \frac{V}{U} \times P_n$$

式中:N为每1 L水中的浮游植物的数量;C_s为计数框面积(mm²);F_s为一个视野的面积(mm²);F_n为计数过得视野数;V为1 L水样沉淀后的体积(mL);U为计数框的容积,一般为0.1 mL;P_n为一个视野下所记得浮游植物的个数。

2 结果与分析

2.1 理化指标与水质状况

从表2可以看出,大清河保定段城市河道2012年的水体营养化程度较高,其顺序依次为:5月>9月>7月>11月。由于5月气候干旱,侯河桥上游断流,水体中污染物堆积,藻类大量繁殖,Chl-a含量为251.85 mg/L,从而导致大清河水系保定段城市河道5月的综合营养指数为81,水体富营养化最为严重。7月雨水充沛,上游水库多次放水,而9月雨水相对较少,所以7月的水体营养化程度较9月低,由于大量城市污水被排入河道,水体仍处于重度富营养的状态。11月水体营养状态相对其他3个季节最低,处于中度富营养状态,这主要是受到11月水体温度较低的影响。

通过对比各样点各月的综合营养指数可以看出,保新桥综合营养指数得分均最高,属于重度富营养。这主要是由于该点位于护城河下游,人类干扰严重所致。通过表2分析各样点的水体营养化程度可以看出,清水桥全年处于中度营养状态,综合污染指数均小于50,污染程度较低;可见大清河水系在进入保定城区之前水体健康状况良好,但仍处于中度污染状态。焦庄样点5月、7月以及9月的综合营养指数均大于70,处于重度富营养状态,表明大清河水系流经保定城区以后污染变得更严重。

2.2 浮游植物种类组成及优势种

大清河水系保定段城市河道中浮游植物共鉴定出7门、140种(属);其中,绿藻门(Chlorophyta)69种,蓝藻门(Cyanophyta)15种,硅藻门(Bacillariophyta)3种,裸藻门(Euglenophyta)4种,隐藻门(Cryptophyta)21种,金藻门(Chrysophyta)24种,甲藻门(Pyrophyta)4种(图2)。绿藻门种类数目所占比例最高,甲藻门所占比例最少。

表 2 保定段城市河道各样点理化指标及污染程度

Tab. 2 The physicochemical index and polluted level of each sampling site in Baoding city watercourse

| 时间 | 样点 | SD/ m | TN/ mg · L ⁻¹ | TP/ mg · L ⁻¹ | Chl-a/ mg · m ⁻³ | COD/ mg · L ⁻¹ | TLI(Σ) | 营养 状况 | 污染 状况 |
|-----|------|----------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------|----------|----------|
| 5月 | 清水桥 | 2.60 | 4.83 | 0.36 | 5.00 | 1.87 | 50 | 中营养 | 轻度 |
| | 侯河桥 | 0.42 | 7.20 | 1.02 | 251.85 | 14.21 | 79 | 重度富营养 | 严重 |
| | 建华北桥 | 2.00 | 29.90 | 9.84 | 27.43 | 2.81 | 76 | 重度富营养 | 严重 |
| | 保新桥 | 0.48 | 26.51 | 10.42 | 60.07 | 7.32 | 84 | 重度富营养 | 严重 |
| | 红旗大桥 | 0.25 | 20.46 | 9.98 | 9.49 | 5.56 | 76 | 重度富营养 | 严重 |
| | 红光桥 | 0.83 | 25.18 | 11.94 | 43.82 | 6.93 | 83 | 重度富营养 | 严重 |
| | 焦庄 | 0.63 | 24.13 | 9.60 | 19.96 | 6.23 | 79 | 重度富营养 | 严重 |
| | 平均 | 0.66 | 19.05 | 7.59 | 59.66 | 6.42 | 81 | 重度富营养 | 严重 |
| 7月 | 清水桥 | 1.32 | 7.12 | 0.12 | 3.00 | 0.99 | 43 | 中营养 | 轻度 |
| | 侯河桥 | 0.68 | 11.10 | 2.88 | 8.44 | 1.35 | 60 | 轻度富营养 | 中度 |
| | 建华北桥 | 0.92 | 25.46 | 5.56 | 24.39 | 4.14 | 76 | 重度富营养 | 严重 |
| | 保新桥 | 0.47 | 16.45 | 11.74 | 37.74 | 3.58 | 77 | 重度富营养 | 严重 |
| | 红旗大桥 | 0.35 | 13.70 | 6.72 | 12.68 | 2.83 | 70 | 重度富营养 | 严重 |
| | 红光桥 | 0.53 | 13.65 | 7.02 | 12.70 | 2.36 | 69 | 中度富营养 | 严重 |
| | 焦庄 | 0.51 | 12.61 | 6.08 | 20.04 | 5.11 | 74 | 重度富营养 | 严重 |
| | 平均 | 0.49 | 13.28 | 5.73 | 16.99 | 2.85 | 70 | 重度富营养 | 严重 |
| 9月 | 清水桥 | 1.82 | 4.92 | 0.02 | 1.76 | 2.06 | 37 | 中营养 | 轻度 |
| | 侯河桥 | 0.27 | 12.95 | 6.06 | 7.06 | 8.31 | 74 | 重度富营养 | 严重 |
| | 建华北桥 | 0.46 | 30.00 | 11.16 | 67.48 | 7.66 | 85 | 重度富营养 | 严重 |
| | 保新桥 | 0.32 | 22.41 | 9.12 | 99.58 | 7.91 | 85 | 重度富营养 | 严重 |
| | 红旗大桥 | 0.53 | 13.95 | 7.60 | 7.57 | 4.28 | 71 | 重度富营养 | 严重 |
| | 红光桥 | 0.67 | 19.08 | 8.22 | 57.17 | 5.33 | 80 | 重度富营养 | 严重 |
| | 焦庄 | 0.45 | 21.38 | 8.96 | 20.03 | 5.89 | 78 | 重度富营养 | 严重 |
| | 平均 | 0.39 | 17.11 | 7.31 | 37.24 | 5.92 | 78 | 重度富营养 | 严重 |
| 11月 | 清水桥 | 1.88 | 5.76 | 0.02 | 1.92 | 0.54 | 30 | 中营养 | 轻度 |
| | 侯河桥 | 0.16 | 9.52 | 3.30 | 30.22 | 2.21 | 67 | 中度富营养 | 严重 |
| | 建华北桥 | 0.14 | 14.92 | 18.62 | 4.07 | 1.54 | 67 | 中度富营养 | 严重 |
| | 保新桥 | 0.76 | 10.26 | 11.32 | 1.85 | 1.02 | 59 | 轻度富营养 | 中度 |
| | 红旗大桥 | 0.21 | 13.92 | 19.38 | 9.26 | 1.73 | 70 | 中度富营养 | 严重 |
| | 红光桥 | 0.65 | 9.46 | 9.74 | 2.74 | 1.11 | 60 | 轻度富营养 | 中度 |
| | 焦庄 | 0.83 | 9.92 | 10.14 | 3.16 | 1.24 | 61 | 中度富营养 | 严重 |
| | 平均 | 0.39 | 9.71 | 10.36 | 7.60 | 1.32 | 64 | 中度富营养 | 严重 |

表 3 大清水系保定段城市河道浮游植物分布

Tab. 3 Distribution of phytoplankton of Baoding city watercourse in Daqinghe basin

| 月份 | 绿藻门 | 蓝藻门 | 硅藻门 | 裸藻门 | 隐藻门 | 金藻门 | 甲藻门 | 总数 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 5 | 43 | 11 | 16 | 14 | 2 | 4 | 1 | 91 |
| 7 | 31 | 8 | 14 | 17 | 3 | 3 | 0 | 76 |
| 9 | 19 | 11 | 14 | 14 | 4 | 2 | 0 | 64 |
| 11 | 20 | 7 | 12 | 12 | 3 | 4 | 0 | 58 |

表 3 可见,浮游植物种类总数的顺序为:5月 > 7月 > 9月 > 11月,这主要是由于5月河道堵塞,浮游植物大量出现,营养的输入、温度、降雨量等因素综合影响所致。绿藻门的种类数在各个季节均最多,甲藻门仅在5月出现1种,其他月份没有出现。

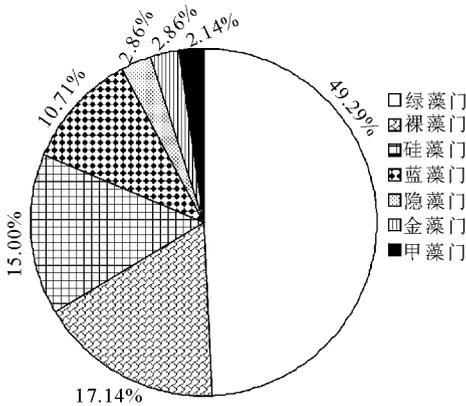


图 2 大清水系保定段城市河道浮游植物群落组成
Fig. 2 Composition of phytoplankton community of Baoding city watercourse in Daqinghe basin

依据优势种在各采样点的优势度 $y > 0.02$ 的标准(徐兆礼和陈亚瞿, 1989), 大清河水系保定段城市河道浮游植物的优势种主要包括绿藻门的小球藻属(*Chlorella*)、衣藻属(*Chamydomonas*)、小空星藻(*Coelastrum microporum*)和双对栅藻(*Scenedesmus bijuga*), 蓝藻门的伪鱼腥藻属(*Pseudanabaena*)、大螺旋藻(*Spirulina major*)和弱细颤藻(*Oscillatoria tenuis*), 硅藻门的钝脆杆藻(*Fragilaria capucina*)和小环藻属(*Cyclotella*)。11月优势度最高的是大螺旋藻, 5、7、9月优势度最高的均为伪鱼腥藻属, 并且伪鱼腥藻属藻的年均优势度也最高(图3)。

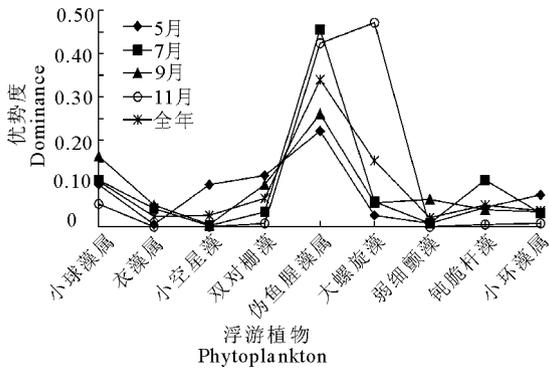


图3 大清河水系保定段城市河道浮游植物优势种的变动情况

Fig. 3 Seasonal changes of dominant species of phytoplankton of Baoding city watercourse in Daqinghe basin

2.3 水体营养状态的生物指数评价

2.3.1 浮游植物密度比较与水质评价 浮游植物密度是水体中藻类个体数的直观体现, 根据相关浮游植物密度划分水体营养等级的研究(Shen et al, 1997; 刘建康, 1990; 姜雪芹等, 2009)。藻类细胞数量小于300个/mL为贫营养型, 300~1000个/mL为中营养型, 大于1000个/mL为富营养型。

表4列出了各样点、各月的浮游植物密度和营养状态。清水桥点藻类密度最低, 但也达到了富营养水平, 侯河桥点最高。5月浮游植物密度大于9月和7月, 而9月浮游植物密度又明显大于7月; 主要原因是5月和9月保定城区雨量过少, 河道不够通畅; 7月雨量充沛, 河道内水流速度较快。11月由于水温较低, 浮游植物生长受阻, 所以密度最低。可见河道的通畅程度对水体营养状态有很大影响。通过与表2对比, 浮游植物密度的评价结果与理化指标评价结果基本一致。

表4 大清河保定城区河道采样点浮游植物密度及营养状态

Tab. 4 Phytoplankton density and nutrition state of Baoding city watercourse in Daqinghe basin

| 样点 | 不同时间的浮游植物密度/ $\times 10^4$ 个·L ⁻¹ | | | | | 营养状态 |
|------|--|-------|-------|-------|-------|------|
| | 5月 | 7月 | 9月 | 11月 | 年均 | |
| 清水桥 | 0.42 | 0.38 | 0.30 | 0.26 | 0.34 | 富营养 |
| 侯河桥 | 153.00 | 2.28 | 3.19 | 12.90 | 42.84 | 富营养 |
| 建华北桥 | 5.67 | 4.49 | 24.4 | 1.40 | 8.99 | 富营养 |
| 保新桥 | 1.32 | 17.50 | 85.20 | 0.26 | 26.10 | 富营养 |
| 红旗大桥 | 1.49 | 2.69 | 3.40 | 4.39 | 2.99 | 富营养 |
| 红光桥 | 9.01 | 2.73 | 24.10 | 1.33 | 9.29 | 富营养 |
| 焦庄 | 4.75 | 1.83 | 4.85 | 1.96 | 3.35 | 富营养 |
| 平均 | 25.10 | 4.56 | 20.78 | 3.21 | | |
| 营养状态 | 富营养 | 富营养 | 富营养 | 富营养 | 富营养 | |

2.3.2 Shannon-Wiener 物种多样性指数和 Pielou 均匀度指数 Shannon-Wiener 多样性指数能够反映水体中浮游植物种类多少, 水体污染越严重, 浮游植物种类就越少, Shannon-Wiener 物种多样性指数就越低。Pielou 均匀度指数则是根据浮游植物种类的个体数之间的差异来评价水质的, 个体数差异与 Pielou 均匀度指数成负相关(尚玉昌, 2002; 况琪军等, 2005; Gao & Song, 2005)。H' > 3 为无污染, 2~3 为轻污染, 1~2 为中污染, 0~1 为重污染。J > 0.8 为无污染, 0.5~0.8 为轻污染, 0.3~0.5 为中污染, 小于 0.3 为重污染, 依此标准对大清河水系保定段城市河道水质进行评价。

表5 大清河水系保定段城市河道浮游植物 Shannon-Wiener 指数及污染状况

Tab. 5 Shannon-Wiener index of phytoplankton and polluted level of Baoding city watercourse in Daqinghe basin

| 采样点 | 5月 | 7月 | 9月 | 11月 | 月均 | 污染状况 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 清水桥 | 2.6 | 2.4 | 2.4 | 2.2 | 2.4 | 轻度 |
| 侯河桥 | 1.0 | 1.4 | 1.8 | 1.0 | 1.3 | 中度 |
| 建华北桥 | 2.3 | 1.3 | 2.0 | 0.9 | 1.6 | 中度 |
| 保新桥 | 2.3 | 1.5 | 2.3 | 0.8 | 1.7 | 中度 |
| 红旗大桥 | 1.2 | 2.1 | 1.7 | 0.6 | 1.4 | 中度 |
| 红光桥 | 2.0 | 1.4 | 2.1 | 0.5 | 1.5 | 中度 |
| 焦庄 | 2.5 | 1.5 | 2.3 | 0.7 | 1.8 | 中度 |
| 点平均 | 2.0 | 1.7 | 2.1 | 1.0 | | |
| 污染状况 | 轻度 | 中度 | 轻度 | 中度 | | |

对比表5和表6, 清水桥点全年各月 Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数均为最高, 水质污染程度最低; 侯河桥的指数最低, 这主要是由于侯河桥5月断流所致。大清河水系保定段城市河道在9月 Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数最高, 水质为轻度污染。在11月最低, 水质评价结果均为

中度污染。通过 Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数所评价的水质状况基本一致,但与理化指标评价和浮游植物密度评价结果有很大差别。

表 6 大清水系保定段城市河道浮游植物

Pielou 均匀度指数以及污染状况

Tab.6 Pielou Evenness of phytoplankton and polluted level of Baoding city watercourse in Daqinghe basin

| 采样点 | 5月 | 7月 | 9月 | 11月 | 月均 | 污染状况 |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 清水桥 | 0.81 | 0.80 | 0.87 | 0.78 | 0.82 | 无 |
| 侯河桥 | 0.26 | 0.45 | 0.59 | 0.33 | 0.41 | 中度 |
| 建华北桥 | 0.72 | 0.41 | 0.56 | 0.33 | 0.51 | 轻度 |
| 保新桥 | 0.65 | 0.44 | 0.60 | 0.32 | 0.50 | 中度 |
| 红旗大桥 | 0.47 | 0.71 | 0.64 | 0.19 | 0.50 | 中度 |
| 红光桥 | 0.55 | 0.40 | 0.64 | 0.18 | 0.44 | 中度 |
| 焦庄 | 0.70 | 0.42 | 0.68 | 0.24 | 0.51 | 轻度 |
| 点平均 | 0.59 | 0.52 | 0.65 | 0.34 | | |
| 污染状况 | 轻度 | 轻度 | 轻度 | 中度 | | |

3 讨论

3.1 浮游植物与水环境的关系

浮游植物是构成食物链的基础,营养物的可获得性对浮游植物的生长至关重要;其爆发性生长主要原因是氮、磷输入引起的水体富营养化(张俊逸等,2011),而水体如果有充足的氮磷等营养盐、缓慢的水流、适宜的气候条件才能导致浮游植物的疯长(雷欢等,2010)。根据对大清水系保定段城市河流的调查结果可以看出,水体氮、磷含量较高,5月和11月处于枯水期,水流缓慢,推测大清河保定段城市河流最有可能在5月爆发“水华”;而11月的水温较低,温度成为限制浮游植物生长的主要环境因子,所以11月发生“水华”的可能性不大。

在没有人为污染的自然淡水水体中,水生生态系统完善,水环境相对较好,浮游植物季节性变化比较明显时,一般规律是5月和9月以喜低温的硅藻、金藻为主;7月以喜高温的蓝藻和硅藻为主,11月浮游植物种类和数量很少(杜桂森等,2001)。本次调查结果均以绿藻为主,可见大清水系保定段城市河道水体营养水平较高,但不难看出,富营养化的水体抑制了硅藻的生长,促进绿藻的生长。

3.2 保定城区河道对大清水系的影响

严重的水体富营养化不仅影响了保定市生态城市建设,还影响着市区居民的日常生活;保定市作为大清水系上重要的城市之一,其河道水质状况也会直接影响大清水系的水质。本文利用多种方法对大清水系保定段城市河道水质进行了全面的评价,从结果可以看出,大清水系在流入保定市区之

前水质相对较好,而经过城区之后污染较为严重。王秀兰和张芸(2000)曾报道,大清水系的污染源主要来自于保定城市污水的排放。因此,为了提高大清河以及白洋淀水质,确保海河流域水体质量,提高城市生态形象,保定市必须加强城市河道管理,减少点源污染。

3.3 生物指数对于城市河道水质评价的适用性

浮游植物作为河流污染程度的指示生物,在一定程度上能够反映其营养状况。本文利用多个生物指数对大清水系保定段城市河道水质进行了分析和比较。综合分析生物指标和理化指标可见,利用 Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数法来评价水质与理化指标所评价的结果相悖,但是浮游植物密度的评价结果却与理化指标评价结果基本一致,这一结果与姜雪芹等(2009)和刘冬燕(2003)的有关报道相符。河道改造、植被的种植、营养盐的输入属于中度干扰,浮游植物多样性增高,从而导致利用生物指数评价水质的结果偏低。

很多关于利用生物指数法评价大型河流、水库水质的研究显示,生物指数评价方法适用性较高(李利强和张建波,1999;刘金殿等,2012);但城市河道与大型河流的特点区别明显,城市河道水流量小、生态系统不完善、人为干扰严重,而大型河流水流量较大、生态系相对完善、人为干扰较少。浮游植物在相对稳定的生态系统中可以反映水体的营养状况,但是城市河道水体状况变化较快,浮游植物群落结构特征能否准确反映水质状况还有待商榷。饶钦止和章宗涉(1980)认为用于评价富营养状态的指标很多,一般适用于天然水域的评价,但不适用于人为富营养状态的水体。可见对于城市河道水体营养状况的评价不能简单地使用生物指标,如何完善针对城市河道水体污染程度评价的生物指数方法还有待研究。

参考文献

- 程伟明,黄祥飞,周万平. 2005. 湖泊生态系统观测方法 [M]. 北京:中国环境科学出版社.
- 杜桂森,王建厅,武殿伟,等. 2001. 密云水库的浮游植物群落结构与密度[J]. 植物生态学报,25(4):501-504.
- 姜雪芹,禹娜,毛开云,等. 2009. 11月上海市城区河道中浮游植物群落结构及水质的生物评价[J]. 华东师范大学学报:自然科学版,(2):78-87.
- 况琪军,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[J]. 安全与环境学报,5(2):87-91.

- 雷欢,梁银铨,朱爱民,等. 2010. 三峡水库童庄河浮游植物及其与水质的关系[J]. 湖泊科学, 22(2): 195-200.
- 李利强, 张建波. 1999. 洞庭湖浮游植物调查与水质评价[J]. 江苏环境科技, 12(4): 14-16.
- 刘冬燕. 2003. 苏州河生态恢复过程中浮游植物群落的生态学研究[D]. 上海: 华东师范大学.
- 刘建康. 1990. 东湖生态学研究[M]. 北京: 科学出版社: 407.
- 刘金殿, 顾志敏, 杨元杰, 等. 2012. 长诏水库浮游植物群落结构及水质评价[J]. 生态学杂志, 31(11): 2865-2871.
- 刘静, 杜桂森, 刘晓端, 等. 2004. 密云水库的浮游生物群落[J]. 西北植物学报, 24(8): 1485-1488.
- 饶钦止, 章宗涉. 1980. 武汉东湖浮游植物的演变(1959-1975)和富营养化问题[J]. 水生生物学集刊, 7(1): 1-16.
- 饶钦止. 1956. 湖泊调查基础知识[M]. 北京: 科学出版社: 295-297.
- 尚玉昌. 2002. 普通生态学(第2版)[M]. 北京: 北京大学出版社.
- 宋庆辉, 杨志峰. 2002. 对我国城市河流综合管理的思考[J]. 水科学进展, 13(3): 377-382.
- 王明翠, 刘雪芹, 张建辉. 2002. 湖泊富营养化评价方法及分级标准[J]. 中国环境监测, 18(5): 47-49.
- 王树功. 1998. 藻类污染生态学研究进展[J]. 环境科学进展, 6(4): 75-80.
- 王秀兰, 张芸. 2000. 大清河水系水环境状况及其防治措施[J]. 水资源保护, (2): 33-35.
- 徐兆礼, 陈亚瞿. 1989. 东黄海秋季浮游动物优势种聚集强度与鲈鲶渔场的关系[J]. 生态学杂志, 8(4): 13-15.
- 姚勤龙, 王裕玮, 何杉, 等. 1997. 大清河流域水污染控制和治理规划研究[J]. 海河水利, (4): 13-17.
- 张俊逸, 蒋江峦, 刘擎, 等. 2011. 珠江广州段微生物和浮游植物群落与水质特征研究[J]. 水生态学杂志, 32(2): 38-45.
- 张升堂, 拜存有, 万三强, 等. 2004. 人类活动的水文效应研究综述[J]. 水土保持研究, 11(3): 317-319.
- Gao X L, Song J M. 2005. Phytoplankton distributions and their relationship with the environment in the Changjiang Estuary, China[J]. Marine Pollution Bulletin, 50: 327-335.
- Lisa L. 1999. Phytoplankton assemblages as a criterion in the ecological classification of lakes in Finland[J]. Monographs of the Boreal Environment Research, 16: 1-43.
- Shen Z R, Bian X H, Zhao Y, et al. 1997. Taiping lake in Xuyuan park. Nanjing; eutrophication. treatment & prevention[J]. Journal of Lake Sciences, 12(4): 377-380.

(责任编辑 万月华)

关于论文补充基金项目的说明

2013年第2期论文《亚热带水库浮游植物群落结构季节演替及其春季水华分析——以浙江汤浦水库为例》补充基金项目,具体如下:

基金项目:国家自然科学基金项目(51209148);绍兴市重点社会发展科研项目(2011A23005)。

特此说明。

《水生态学杂志》编辑部

Assessment on Phytoplankton Community Structure and Water Quality of Baoding City Watercourse in Daqinghe Basin

FANG Kang, LIU Cun-qi, YANG Jun

(College of Life Sciences, Hebei University, Baoding 071002, P. R. China)

Abstract: In order to investigate the phytoplankton community structure and assess the water quality, the 7 sampling sites in Baoding city watercourse of Daqinghe basin was sampled 4 times in 2012 May, July, September and November, respectively. The results showed that 140 species of 7 phylum of phytoplankton were identified, including 69 species of Chlorophyceae, 15 species of Cyanophyta, 3 species of Bacillariophyta, 4 species of Euglenophyta, 21 species of Cryptophyta, 24 species of Chrysophyta and 4 species of Dinophyta. The regularity of number changing of phytoplankton species was May > July > September > November. The diversity of phytoplankton, which was located in the upstream of Qingshui Bridge, was greater than other sampling sites. The density of phytoplankton in all sampling sites was not less than 1 000 ind/mL, and the water body reached the level of eutrophication. By using the phytoplankton index to assess the water quality, the water body was in mesotropher before Daqinghe basin flowed into Baoding city, and it was in hypereutropher when Daqinghe basin flowed out of Baoding city. The assessment result of water quality due to density index of phytoplankton was in accordance with that due to physicochemical index, but the result due to Shannon-Wiener biodiversity index and Pielou evenness index was obviously different from that due to physicochemical index. The applicability of biotic index for assessing water quality of city watercourse was discussed.

Key words: Daqinghe basin; Baoding city watercourse; phytoplankton; water quality