

黄河兰州段浮游植物群落结构的研究

白海锋¹, 沈红保^{1,2*}, 问思恩^{1,2}, 李瑞娇¹, 贾秋红¹, 余斌¹, 陈媛媛¹, 李晓春²

(1. 中国水产科学研究院黄河水产研究所, 陕西西安 710068; 2. 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)

摘要 通过对黄河兰州市区段 21 个采样点位的浮游植物进行调查研究, 并利用多样性指数对该区段水质进行初步评价。结果表明, 调查期间共检出浮游植物 8 个门类 87 种属, 其中硅藻和绿藻在种类组成中占主导地位。浮游植物密度范围为 $3.76 \times 10^5 \sim 7.65 \times 10^5$ ind./L, 平均密度为 5.54×10^7 ind./L, 生物量变化范围为 0.38 ~ 1.03 mg/L, 平均生物量为 0.66 mg/L。在浮游植物种类中, 以帽状菱形藻(*Nitzschia palea*)、美丽星杆藻(*Asterionella formosa*)、普通等片藻(*Diatoma vulgare*)和长等片藻(*Diatoma elongatum*)为绝对优势种。Shannon-Wiener 指数的变化范围为 2.03 ~ 2.97, 平均值为 2.43。通过综合分析, 认为黄河兰州市区段水质整体受到中度污染, 需加大力度保护。

关键词 黄河兰州段; 浮游植物; 群落结构

中图分类号 S181 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)16-243-02

浮游植物 (phytoplankton) 是一个生态学单位, 是指所有在水中营浮游生活的具有叶绿素, 营自养生活的微小植物, 通常特指浮游藻类^[1]。浮游植物具有种类多、世代时间短、对环境敏感和方便采集等特点, 是指示河流水环境质量特征的极佳类群。浮游植物是天然水域食物链中最低一级营养级, 也是重要的一个环节, 其种类和数量的变化通过上行效应直接影响着初级消费者和次级消费者, 在生态链中起着重要的营养供给作用。

兰州市位于黄河兰州段中部的河谷盆地中, 市区河道全长 78 km, 流经四区一镇, 沿途接纳很多支流^[2]。针对黄河流域兰州段的浮游生物的研究目前多集中在 20 世纪的河段浮游动物上^[3-4], 对浮游植物的相关研究较少, 并且这么多年的区域经济建设和人类活动对该河段水质的污染程度报道也较少。为此, 笔者通过对黄河兰州市区段浮游植物群落结构进行调查来初步评价目前的水污染状况, 希望为黄河兰州段水生态环境保护提供理论参考。

1 研究方法

1.1 设置采样点位 根据黄河流经兰州市的走向、地势地貌特征以及人类活动的影响范围, 于 2014 年 11 月, 在调查区段共设置 7 个采样断面。每个断面设置左右岸和中间 3 个采样点, 其中, 市区中上游设置 6 个断面 (共 18 个采样点), 市区下游设置 1 个断面 (共 3 个采样点), 断面具体地理位置见图 1。

1.2 样品采集与观察 根据黄河水质透明度小、含沙量高的特点, 浮游植物样品用有机玻璃采水器在水面下 30 cm 处取水样 5 000 ml, 加入 1.0% ~ 1.5% 体积分数的鲁哥试液固定, 固定样本在室内静置 24 ~ 36 h, 用细小虹吸管浓缩定容至 30 ml。混匀浓缩样品, 依据相关文献^[5-6], 在生物显微镜

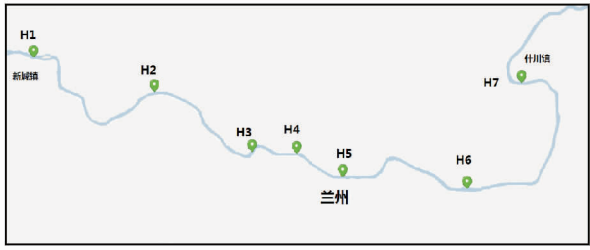


图 1 采样断面示意图

下鉴定种类并计数。

1.3 数据处理与分析 密度计算公式: $N = (V_s \times n) / (V \times V_a)$ 。式中, N 为 1 L 水中浮游植物个体数 (ind./L), V 为采样体积 (L), V_s 为沉淀体积 (ml), V_a 为计数体积 (ml), n 为计数所得的个体数。生物量依据文献^[5]中各种类个体湿重换算。Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、Pielou 均匀度指数 (J')、Margalef 丰富度指数 (D') 采用 Biodiversity Profession 2.0 计算。

2 结果与分析

2.1 浮游植物种类组成 在调查区域 21 个采样点位共检出浮游植物 87 种, 隶属 8 个门。其中硅藻门 (Bacillariophyta) 45 个种, 绿藻门 (Chlorophyta) 16 个种, 蓝藻门 (Cyanophyta) 12 个种, 裸藻门 (Euglenophyta) 6 个种, 金藻门 (Chrysophyta) 3 个种, 甲藻门 (Pyrrophyta) 2 个种, 隐藻门 (Cryptophyta) 2 个种, 黄藻门 (Xanthophyta) 1 个种。从浮游植物的种类上来看, 硅藻门的种类数最多, 占种类总数的 51.7%, 其次是绿藻门和蓝藻门, 分别占种类总数的 18.4% 和 13.8% (图 2)。从空间分布来看, H5 和 H7 两个采样断面种类数显著小于其他断面, 其他采样断面的浮游植物种类数差别不大, 均多于 50 个种 (图 3)。

2.2 浮游植物现存量 调查区域浮游植物密度变化范围为 $3.76 \times 10^5 \sim 7.65 \times 10^5$ ind./L, 平均密度为 5.54×10^7 ind./L。生物量变化范围为 0.38 ~ 1.03 mg/L, 平均生物量为 0.66 mg/L (表 1)。各采样断面浮游植物的密度和生物量的变化趋势大体相同, 均在 H3 断面达到最大值。浮游植物密度在 H7 断面最低, 生物量在 H4 断面最低。

基金项目 国家科技基础条件平台建设项目 (2015DKA30470-011); 公益性行业 (农业) 科技专项 (201303050-06)。

作者简介 白海锋 (1977 -), 男, 陕西扶风人, 工程师, 硕士, 从事流域生态学研究。* 通讯作者, 高级工程师, 硕士, 从事水生态环境保护研究。

收稿日期 2015-04-20

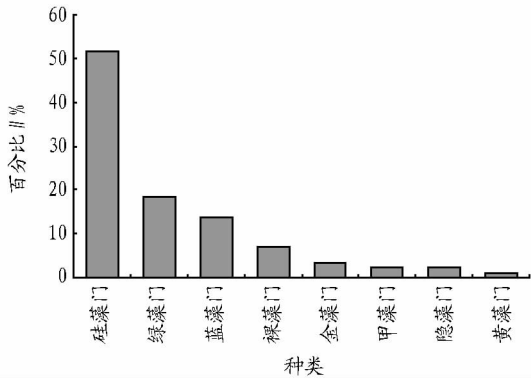


图2 浮游植物种类组成

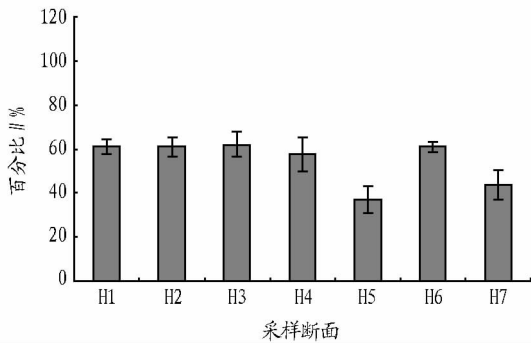


图3 浮游植物种类在空间上的分布

表1 浮游植物密度和生物量

采样断面	密度//ind./L	生物量//mg/L
H1	5.35×10^5	0.60
H2	4.42×10^5	0.67
H3	7.65×10^5	1.03
H4	4.53×10^5	0.38
H5	6.58×10^5	0.55
H6	6.53×10^5	0.98
H7	3.76×10^5	0.44
平均	5.54×10^5	0.66

2.3 浮游植物多样性 经数据处理和分析,调查区域浮游植物 Shannon-Wiener 多样性指数的变化范围为 2.03~2.97, Margalef 丰富度指数变化范围为 1.37~2.38, Pielou 均匀度指数变化范围为 0.45~0.61。其中,Shannon-Wiener 多样性指数和 Margalef 丰富度指数拟合得较好,Pielou 均匀度指数则变化很小。一般来说,多样性指数越高,水质越好。调查发现,黄河兰州段 H4 采样断面的多样性指数呈现最低值,表明此处水质受污染相对较严重。根据浮游生物多样性指数水质评价标准^[7],综合多样性指数结果,可初步评价出黄河兰州市区段水质受到中度污染,需要加强污染治理力度。

3 结论与讨论

此次调查发现,黄河兰州段采集到 87 种浮游植物,硅藻种类最多,占 51.7%,绿藻次之,占 18.4%。这种以硅藻和绿藻为主的种类组成与国内许多河流的浮游植物种类组成相一致。袁永锋等^[8]对黄河干流中上游水生生物资源调查结

果与该研究的结果相似,而该研究与张军燕等^[9]对黄河上游玛曲段的浮游植物调查结果相比较存在差异,种类数有所增加,种类组成较为多样。从现存量来看,黄河兰州段的浮游植物生物量大于袁永锋等^[8]调查的浮游植物生物量,也大于张军燕等^[10]调查的同流域泾河宁夏段的浮游植物的生物量。这说明黄河兰州市区段浮游植物群落结构不但具有典型河流的群落特征,而且随着时间的变化浮游植物群落结构不断变化,另外受自身所处的自然环境条件(含沙量、透明度、流速等)的影响,群落结构存在水平分布差异。

一般认为,Shannon-Wiener 指数是一种能较好反映生物个体密度、群落结构、生境状况差异的指数。当 H 值处于 0~1 时,水质受到严重污染;当 H 值处于 1~3 时,水质受到中度污染,当 H 值 >3 时,水质被认为轻或无污染。而且,水环境受到污染,物种的分布范围差异较大时, J 值降低。当 J 值在 0~0.3 时,水体受到严重污染;当 J 值处于 0.3~0.5 时,水质受到中度污染;当 J 值处于 0.5~0.8 时,水质受到轻度污染。此外,丰富度越高,水质状况越好,反之水质越差。当 D 值处于 0~3 时,水质处于重污染, D 值处于 3~4 时,水质处于中污染, D 值处于 4~5 时,水质处于寡污染, D 值 >5 时,水质无污染。

兰州是我国重要的石油化工生产基地,但是其所处的地理位置严重阻碍了其工业生产的“三废”排放,大量的有毒有机物与无机物未经严格处理直接排入流经该城市的黄河,加之河道频繁的采砂,给水生生物的栖息、繁殖和生长造成影响。因此,对黄河兰州段进行生态调查及水质健康评价迫在眉睫。根据浮游生物多样性指数水质评价标准对黄河兰州市区段水质评价发现,Shannon-Wiener 多样性指数显示水环境质量为中污染。这与同流域的渭河水系和泾河水系水质评价结果较相似^[11-12]。因此,黄河兰州市区段水质同样受人为活动影响严重,需相关部门加大治污力度,保护和恢复黄河流域水域生态平衡。

参考文献

[1] 刘建康. 高级水生生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
[2] 李州英, 黄方明, 安国林. 黄河兰州段水污染现状与防治对策[J]. 甘肃环境研究与监测, 2002, 15(4): 3112-3114.
[3] 宋玉珍, 马正学, 金德美. 黄河兰州段浮游动物调查[J]. 甘肃科学学报, 1997, 9(2): 78-81.
[4] 孙胜利, 冯琳, 杜彩, 等. 黄河兰州段浮游动物种类构成及水质评价[J]. 甘肃科学学报, 2000, 12(1): 80-83.
[5] 赵文. 水生生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
[6] 韩茂森, 束蕴芳. 中国淡水生物图谱[M]. 北京: 海洋出版社, 1995.
[7] 郑丙辉, 田自强, 张摇雷, 等. 太湖西岸湖滨带水生生物分布特征及水质营养状况[J]. 生态学报, 2007, 27(10): 4214-4223.
[8] 袁永锋, 李引娣, 张林林, 等. 黄河干流中上游水生生物资源调查研究[J]. 水生态学杂志, 2009, 2(6): 15-19.
[9] 张军燕, 张建军, 杨兴中, 等. 黄河上游玛曲段春季浮游生物群落结构特征[J]. 生态学报, 2009, 28(5): 983-987.
[10] 张军燕, 张建军, 沈红保, 等. 泾河宁夏段夏季浮游生物群落结构特征[J]. 水生态学杂志, 2011, 32(6): 72-77.
[11] 宋菊梅, 白海锋, 鲁媛媛, 等. 北洛河丰水期浮游动物群落结构调查及水质初步评价[J]. 河北渔业, 2014, 7(1): 163-172.
[12] 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.