

上海市青浦区河道浮游动物群落特征调查

黄春霞¹, 邹丽敏^{2*}, 赵慧慧² (1. 上海市青浦区赵巷水务管理所, 上海 201799; 2. 上海市排水管理处, 上海 200001)

摘要 [目的]研究青浦区河流浮游动物的群落特征。[方法]对青浦区5条河流浮游动物进行采样调查,并采用Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数、Margalef丰富度指数、物种优势度及多样性阈值对其进行评价。[结果]青浦区5条河流浮游动物共18种,优势种为广布多肢轮虫、长肢多肢轮虫及裂足臂尾轮虫,丰度组成以广布多肢轮虫、长足轮虫为主。Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数、Margalef丰富度指数及多样性阈值评价结果表明,青浦区河流处于轻~中污染水平,河流浮游动物多样性较好。[结论]研究结果可为青浦区水环境保护和污染治理提供参考。

关键词 青浦区;河道;浮游动物;群落特征
中图分类号 S917.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)19-0076-03

Investigation on the Community Characteristics of Zooplankton in the Rivers of Qingpu District in Shanghai
HUANG Chun-xia¹, ZOU Li-min², ZHAO Hui-hui² (1. Zhaoxiang Water Services Regulation Office of Qingpu District, Shanghai 201799; 2. Shanghai Municipal Drainage Administration, Shanghai 200001)

Abstract [Objective] To study the community characteristics of zooplankton in the rivers of Qingpu District. [Method] Zooplankton in 5 rivers of Qingpu District were sampled and evaluated by using Shannon-Wiener diversity index, Pielou evenness index, Margalef richness index, the species dominance and diversity threshold. [Result] 18 kinds of zooplankton in total were found in 5 rivers of Qingpu District, and *Polyarthra trigla*, *Polyarthra dolichoptera* and *Brachionus diversicornis* were the dominant species, while *P. trigla* and *Rolatoria neplunia* were the high-abundance communities. The evaluation results of Shannon-Wiener diversity index, Pielou evenness index, Margalef richness index and diversity threshold showed that the rivers of Qingpu District were at light-medium pollution level and had a rich diversity of zooplankton. [Conclusion] The research results could provide reference for the water environment protection and pollution treatment in Qingpu District.

Key words Qingpu District; River; Zooplankton; Community characteristics

青浦区位于上海西郊,境内湖泊棋布,河道纵横,水面积占比16.65%^[1],是上海水面率最高,生态环境保护较好的地区。近年来,随着社会经济的发展,青浦区河道的水质受到一定程度影响。浮游生物的生长与水质密切相关,它们对环境变化的反应很敏感,水质的任何变化都可能引起其生理功能、种类丰度、群落结构和功能的改变。目前,袁政涛等^[2]和李伟^[3]对青浦区河道水质进行了报道,但尚缺乏对青浦区河流浮游生物的研究和评价。笔者选取青浦区不同区域的5条河流,采集浮游动物进行定量及定性分析,研究了青浦区5条河流浮游动物群落结构特征,以期为青浦区水环境保护和污染治理提供参考。

1 材料与方法

1.1 采样时间及断面布设 2017年7月对青浦区5条河道浮游动物进行调查,在青浦区东部布设采样点2个,中部布设采样点1个,西部布设采样点2个。其中,东部位于徐泾镇及华新镇,近年来经济发展及人员集聚较为快速;中部位于青浦老城区,为主要的居住区;西部位于朱家角及金泽镇,注重生态保护。采样断面布设如图1所示。

1.2 样品采集与测定 浮游动物定性样品用25#浮游生物网,在距水面0.5 m处做“∞”型缓慢拖拉5 min,将收集样品置于10 mL标本瓶内,用4%福尔马林溶液固定,带回实验室置于显微镜10×40倍下观察,进行种属鉴定。浮游动物定量样品用有机玻璃采水器在水下0.5和1.5 m处采集,等量混合后取1 L,加入鲁哥试剂固定,带回实验室静置沉淀24 h

后,浓缩至50 mL,置于显微镜10×40倍下鉴定并计数。

浮游动物定性样品的采集和处理方法参照文献[4-5],浮游动物种类鉴定参照文献[6-7]。

1.3 数据处理及评价

(1)物种多样性指数采用Shannon-Wiener多样性指数(H')^[8],其计算公式为:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 P_i \quad (1)$$

式中, P_i 为第*i*种浮游动物个体数与样品中总个数的比值, S 为群落中的总物种数。Shannon-Wiener多样性指数(H')的评价标准如下:若 $0 < H' < 1$,则为多污型;若 $1 < H' < 2$,则为 α 中污型;若 $2 < H' < 3$,则为 β 中污型;若 $3 < H' < 4$,则为寡污型;若 $H' > 4$,则为清洁水体^[9]。

(2)Pielou均匀度指数(J)^[10]的计算公式如下:

$$J = \frac{H'}{\log_2 S} \quad (2)$$

Pielou均匀度指数的评价标准如下:若 J 为0.5~0.8,则为轻污染或无污染;若 J 为0.3~0.5,则为中污型;若 J 为0~0.3,则为重污染^[11]。

(3)Margalef丰富度指数(d)^[11]的计算公式如下:

$$d = \frac{(S-1)}{\log_2 N} \quad (3)$$

式中, N 为浮游动物总个体数。Margalef丰富度指数的评价标准如下:若 $d > 3$,则为轻污染或无污染;若 d 为1~3,则为中污型;若 d 为0~1,则为重污染。

(4)物种优势度(Y)采用McNaughton指数^[12],表示动物群落中某一物种在其中所占优势的程度,计算公式如下:

$$Y = \frac{n_i}{N} \times f_i \quad (4)$$

作者简介 黄春霞(1975—),女,上海人,工程师,从事水务规划和水生生态长效管理工作。*通讯作者,高级工程师,博士,从事水务规划及水污染控制工作。

收稿日期 2018-03-07

式中, n_i 为第 i 种浮游动物个体数, f_i 为第 i 种浮游动物在各 站点出现的频率。当 $Y>0.02$ 时, 该物种为群落中的优势种。

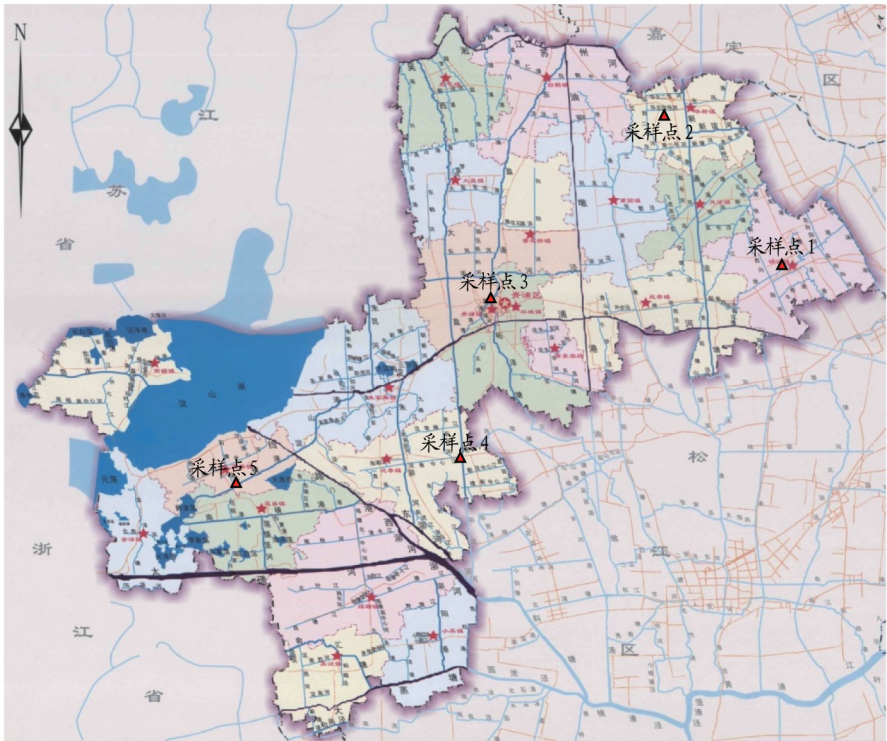


图 1 采样点布设

Fig. 1 The layout of sampling sites

(5)按以下公式计算多样性阈值:多样性阈值 = $H' \times J$ 。陈清潮等^[13]提出的生物多样性阈值评价标准见表 1。

表 1 生物多样性阈值的分级评价标准

Table 1 The grading evaluation standards of biodiversity threshold description

评价等级 Evaluation level	阈值 Threshold	分级描述 Grading
I	<0.6	多样性差
II	0.6~1.5	多样性一般
III	1.6~2.5	多样性较好
IV	2.6~3.5	多样性丰富
V	>3.5	多样性非常丰富

2 结果与分析

2.1 种类组成 此次调查共检出浮游动物 3 类 26 种,其中轮虫类最多 19 种,占比 73%;枝角类 4 种,占比 15%;桡足类 3 种,占比 12%。由表 2 可知,青浦区 5 个采样点的第一优势种类均为轮虫类,其次为枝角类,出现率较高的是广布多肢轮虫 (*Polyarthratrigla*)、隆线蚤 (*Daphniacarinata*) 和广布中剑水蚤 (*Mesocyclopsleuckarti*),广泛分布在调查河道,其他物

表 2 青浦区浮游动物各种群所占比例

Table 2 The proportion of each group of zooplankton in Qingpu District %

种类 Species	采样点 Sampling sites				
	1	2	3	4	5
轮虫类 Rotifer	78	64	72	64	76
枝角类 Cladocera	11	18	17	18	18
桡足类 Copepods	11	18	11	18	6

种仅在个别点位出现。以优势度指数 $Y>0.02$ 确定的优势种有 3 种(表 3),分别为广布多肢轮虫 (*Polyarthra trigla*)、长肢多肢轮虫 (*P. dolichoptera*) 及裂足臂尾轮虫 (*B. diversicornis*)。

表 3 青浦区浮游动物的优势种和优势度

Table 3 The dominant species and dominance of zooplankton in Qingpu

优势种 Dominant species	采样点 Sampling sites				
	1	2	3	4	5
懒轮虫 <i>Rotaria tardigrada</i>		0.09		0.04	
转轮虫 <i>R. ratatoria</i>			0.08		
长足轮虫 <i>R. neptunia</i>		0.11		0.11	
囊形单趾轮虫 <i>Monostyla bulla</i>			0.02		
针簇多肢轮虫 <i>P. trigla</i>					0.17
广布多肢轮虫 <i>Polyarthra trigla</i>	0.06	0.04	0.06	0.03	0.10
长肢多肢轮虫 <i>P. dolichoptera</i>			0.02	0.03	0.02
小多肢轮虫 <i>P. minor</i>			0.02		0.03
长三肢轮虫 <i>Filinia longiseta</i>		0.10		0.07	
顶生三肢轮虫 <i>F. terminalis</i>			0.02		0.05
吕氏猪吻轮虫 <i>Dicranophorus lutkeni</i>	0.02				
裂足臂尾轮虫 <i>B. diversicornis</i>	0.03		0.04		0.06
萼花臂尾轮虫 <i>B. calyciflorus</i>		0.05		0.05	
剪形臂尾轮虫 <i>B. forficula</i>					0.02
壶状臂尾轮虫 <i>B. urceus</i>					0.04
矩形臂尾轮虫 <i>B. leydigi</i>	0.02				0.02
螺形龟甲轮虫 <i>Keratella cochle- aris</i>		0.04		0.05	
椎尾水轮虫 <i>Epiphanes senta</i>					0.02

浮游动物丰度范围为 452~1 192 ind./L,平均值为

833 ind./L,最大值出现在采样点 5,最小值出现在采样点 1,该排序与采样点位所在地的经济社会发展程度成反比。从浮游动物的种群结构来看,轮虫类占优,平均丰度为 810 ind./L,占比 97%。轮虫的优势种为广布多肢轮虫(*Pol-yarthravulgaris*)、长足轮虫(*R. neptunia*),分别占总优势种数的 27%和 11%。

2.2 浮游动物的群落特征

2.2.1 Shannon-Wiener 多样性指数。青浦区河流浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数平均值为 3.10,说明青浦区河流处于寡污染水平。从图 2 可以看出, H' 的变化范围为 2.65~3.36,说明青浦区的河流多样性指数介于寡污型~ β 中污型。

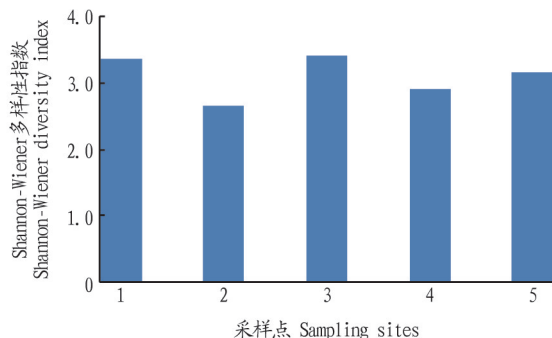


图 2 青浦区河流浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数

Fig. 2 Shannon-Wiener diversity index of zooplankton in Qingpu District

2.2.2 Pielou 均匀度指数。此次调查结果表明,青浦区 5 条河流浮游动物均匀度指数为 0.76~0.82,平均值为 0.78。根据黄祥飞^[11]提出的评价标准,可判断青浦区河流处于轻污染或无污染。

2.2.3 Margalef 丰富度指数。此次调查结果表明,浮游动物 Margalef 丰富度指数为 1.01~1.93,平均值为 1.47。根据黄祥飞^[11]提出的评价标准,可判断青浦区河流为中污型。

综合考虑生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数,可判定青浦区河流处于轻~中污型。此外,采用多样性阈值对青浦区河流浮游动物进行计算,多样性阈值为 2.03~

2.57,平均值为 2.41。根据陈清潮等^[13]提出的多样性阈值评价标准,青浦区河流整体属于 III 型,浮游动物的多样性较好。

3 结论

(1)此次调查发现,青浦区 5 条河流浮游动物共 18 种,优势种为广布多肢轮虫、长肢多肢轮虫及裂足臂尾轮虫。浮游动物丰度平均值为 833 ind./L,丰度组成以广布多肢轮虫、长足轮虫为主。

(2)采用 Shannon-Wiener 生物多样性指数、Pielou 均匀度指数和 Margalef 丰富度指数对浮游动物进行评价,结果表明青浦区河流处于轻~中污染水平。根据多样性阈值结果,青浦区河流浮游动物的多样性较好。

(3)此次野外调查仅采集了 7 月份的样品,所获得的数据仅代表这一阶段的生境现状,无法全面反映青浦区浮游动物群落结构的季节、年际变化趋势。在今后的研究中应在不同季节进行现场采样调查,从而使评价结果更为全面。

参考文献

- [1] 朱宏进,邹丽敏,李祥.以《条例》为指引 推进省市合作治水[J].中国水利,2012(8):29-30.
- [2] 袁政涛,金少格,张舒,等.青浦区镇村级河道水质综合污染指数评价[J].农业灾害研究,2016,6(2):58-60.
- [3] 李伟.主成分分析法在青浦河道水质评价中的应用[J].环境与发展,2017(5):49,51.
- [4] 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.
- [5] 张觉民,何志辉.内陆水域渔业自然资源调查手册[M].北京:农业出版社,1991:12-169.
- [6] 韩茂森,束蕴芳.中国淡水生物图谱[M].北京:海洋出版社,1995:2-134.
- [7] 胡鸿钧,魏印心.中国淡水藻类:系统、分类及生态[M].北京:科学出版社,2006:1-915.
- [8] SHANNON C E,WEAVER W. The mathematical theory of communication [M]. Urbana:University of Illinois Press,1949:11-13.
- [9] 林青,由文辉,徐凤洁,等.滴水湖浮游动物群落结构及其与环境因子的关系[J].生态学报,2014,34(23):6918-6929.
- [10] PIELOU E C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession[J]. Theoret Biol,1996,10(2):370-383.
- [11] 黄祥飞.湖泊生态调查观测与分析[M].北京:中国标准出版社,2000:72-79.
- [12] MCHAUGHTON S J. Relationships among functional properties of Californian grassland[J]. Nature,1967,216(5111):168-169.
- [13] 陈清潮,黄良民,尹建强.南沙群岛海区浮游动物多样性研究[M].北京:海洋出版社,1994:42-50.

(上接第 69 页)

效生态农业,形成以种植业为主导,包含生态养殖、粮蔬产业示范园。②较适宜区、中等适宜区。较适宜区和中等适宜区的限制因素主要是表层土壤,部分地区则是交通条件较差、水资源相对缺乏等因素共同作用的结果。该区主要发展果林业、无公害蔬菜基地,紧紧围绕现代农业发展目标,以设施农业、生态农业、有机绿色农业和旅游观光农业为主的特色农业发展。③不适宜区。该区主要限制因素为地形坡度,发展农业的基础较差,可以根据具体的情况,选择性地实行“退耕还林还草”。还可以结合该区农业发展的外在条件,充分发挥地缘优势,走农、林、牧、休闲农业相结合的立体发展模式。

参考文献

- [1] 武强,陈萍,董东林,等.基于 GIS 技术的农业土地适宜性综合评价

- [J].工程勘察,2001(4):44-47.
- [2] 黄波.基于 GIS 的土地适宜性评价模型的改进[J].遥感技术与应用,1997,12(1):14-18.
- [3] 肖燕,陈明文. ArcGIS9 空间分析建模工具在农业用地适宜性评价中的应用[J].农业网络信息,2010(2):10-14.
- [4] 许信慎,周勇,李冀云.基于 GIS 的耕地多目标适宜性评价在土地利用规划中的应用:以湖北省老河口市为例[J].华中师范大学学报(自然科学版),2008,42(2):286-290.
- [5] 李蓉蓉,王学雷.基于 GIS 的江汉平原湖区农业用地适宜性评价[J].华中师范大学学报(自然科学版),2000,34(2):237-240.
- [6] 张成刚,王卫.基于 GIS/RS 的冀北地区农用地适宜性评价[J].安徽农业科学,2006,34(16):3911-3913.
- [7] 方大春,刘国林,王芳,等.基于 GIS 的土地适宜性评价模型研究[J].测绘与空间地理信息,2004,27(1):35-36.
- [8] 《三都县空间规划》编写组.三都县空间规划[R].国家发展改革委城市和小城镇改革发展中心、南京大学规划院北京分院、贵州省第一测绘院等,2016.