

沙颍河阜阳段浮游甲壳动物的群落结构与季节变化

王魏根, 张双双

(阜阳师范学院生命科学学院, 安徽 阜阳 236037)

摘要:从2011年4月至2012年1月,分季节在3个采样点对沙颍河阜阳段的浮游甲壳动物进行了调查。结果表明,沙颍河阜阳段共记录浮游甲壳动物20种,其中枝角类11种,桡足类9种;枝角类中各季节均为优势种的有蚤状溞(*Daphnia pulex*)和大型溞(*D. magna*);桡足类中各季节均为优势种的有近邻剑水蚤(*Cyclops vicinus*)和广布中剑水蚤(*Mesocyclops leuckarti*);浮游甲壳动物密度在春季(4月)最高,冬季(1月)最低。Shannon-Wiener多样性指数在1.30~2.13,初步评价表明沙颍河阜阳段水质处于轻度-中度污染状态。

关键词:沙颍河;浮游甲壳动物;群落结构;季节变化

中图分类号:Q145 文献标志码:A 文章编号:1674-3075(2014)01-0034-05

浮游甲壳动物主要包括枝角类和桡足类,是水域生态系统的重要生物组成部分;它们是鱼类的天然饵料,同时还对水体中浮游植物和其它小型浮游动物的发生与发展起着调控作用(鲁敏和谢平,2002;柯志新等,2012)。浮游甲壳动物种类组成和群落结构变化也可以反映水体的营养水平,因而可作为水环境变化的指示生物(杨桂军等,2008)。

沙颍河是淮河最大的支流,发源于河南省伏牛山区,在安徽省阜阳市颍上县沫河口汇入淮河。沙颍河在阜阳市域内全长约207 km,河道比降约为1/11 000,河槽宽100~180 m,水深8~12 m,阜阳闸处平均径流量 $163 \text{ m}^3/\text{s}$,为半静止河流(安徽省水利志,2010)。沙颍河流域人口密度大,随着工农业的发展,地表水环境污染日趋严重,总体水质为V类或劣V类(王兵,2012)。对沙颍河水域阜阳段浮游甲壳动物多样性及群落结构特征研究,有助于了解该水域的污染状况及其对生物多样性的影响,为环境污染治理提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 采样时间和地点

选择沙颍河阜阳段3个断面进行采样,分别位于沙颍河阜阳节制闸上游、新颍河大桥上游附近(S1: N32°92', E115°84')、支流泉河汇入口处(S2: N32°91', E115°84')、阜阳节制闸下游、阜裕大桥下游附近(S3: N32°89', E115°86'),采样点分布见图

1。采样时间分别为2011年4月下旬(春季),2011年7月下旬(夏季),2011年10月下旬(秋季)和2012年1月上旬(冬季)。

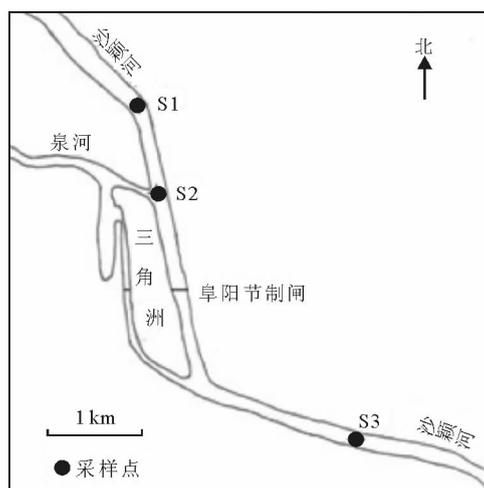


图1 沙颍河阜阳段浮游甲壳动物采样点

Fig. 1 Location of the sampling sites in Fuyang Section of the Shaying River

1.2 标本采集与鉴定

定量样品用2.5 L采水器采集,分别在表层(离水面0.5 m)、底层(离水底0.5 m)及中层(透明度层)采集等量水样,混合后取水样5~10 L,用25号浮游生物网过滤。定性样品采用13号浮游生物网在水中捞取,样品置于100 mL广口瓶中,均用5%福尔马林固定。

定性标本通过显微镜鉴定,种类鉴定参照相关资料(蒋燮治和堵南山,1979;中国科学院动物研究所甲壳动物研究组,1979;韩茂森和束蕴芳,1995)。定量样品用1 mL浮游生物计数框在解剖镜下计数,每个样品计数2次,秋季和冬季样品则全部计数,计

收稿日期:2013-07-26

基金项目:国家自然科学基金重点项目子课题(31061160187)。

作者简介:王魏根,1975年生,男,讲师,主要从事水生生物学研究。E-mail: wweigen@163.com

数方法参照章宗涉和黄祥飞(1991)。计算结果最后换算成密度(个/L)。

采集浮游甲壳动物的同时,用温度计测定水温,用萨氏圆盘测定透明度,用便携式酸度计测定 pH 值,以便了解当时主要的水环境因子。

1.3 数据分析

数据分析处理采用 Excel 完成,计算浮游甲壳动物香农-威纳(Shannon-Wiener)生物多样性指数(H)和物种优势度(D),方法参考相关文献(杨威等,2011):

$$H = - \sum_{i=1}^s (n_i/N) \ln(n_i/N)$$

$$D = n_i \times f_i / N$$

式中: n_i 为第 i 种的个体数, N 为所有种的个体数, f_i 为第 i 种出现的频率。 $D > 0.02$ 为优势种。

表1 沙颍河阜阳段水体主要环境因子

Tab.1 Environmental factors of the water body in Fuyang Section of the Shaying River

采样点	水温/℃				透明度/cm				pH 值			
	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
S1	19.0	29.5	16.0	2.0	120	70	30	110	7.5	8.3	8.5	8.3
S2	19.5	29.5	15.0	2.0	130	110	75	130	7.2	8.4	8.4	8.4
S3	20.0	28.0	17.5	2.0	125	75	30	110	7.5	8.0	8.4	8.3

2.2 种类组成

根据调查,共鉴定出枝角类 5 科、7 属、11 种,桡足类 3 科、8 属、9 种(表 2)。枝角类包括仙达溞科(Sididae)2 种、溞科(Daphniidae)3 种、象鼻溞科(Bosminidae)3 种、盘肠溞科(Chydoridae)2 种和裸腹溞科(Moinidae)1 种;枝角类中各季节均为优势种的包括蚤状溞(*Daphnia pulex*)和大型溞(*D. magna*)。桡足类包括胸刺水蚤科(Centropagidae)1 种、镖水蚤科(Diaptomidae)1 种、剑水蚤科(Cyclopidae)7 种;桡足类中各季节均为优势种的包括近邻剑水蚤(*Cyclops vicinus*)和广布中剑水蚤(*Mesocyclops leuckarti*)。

从不同季节来看,在春季(4 月)发现枝角类 5 种、桡足类 3 种;夏季(7 月)发现枝角类 10 种、桡足类 9 种;秋季(10 月)发现枝角类 5 种、桡足类 6 种;冬季(1 月)发现枝角类 2 种、桡足类 2 种。浮游甲壳动物组成表现出季节差异,夏季的种类最多,冬季的种类最少。

2.3 密度变化

浮游甲壳动物不同采样位点和时间的密度变化见图 2。从不同季节来看,春季(4 月)的平均密度最高,为 34.8 个/L,其中 S2 采样点达 51.8 个/L;冬季(1 月)的平均密度最低,为 5.3 个/L,其中 S3 采

2 结果与分析

2.1 环境因子

沙颍河阜阳段水体主要环境因子见表 1。水温季节变化明显,趋势与阜阳当地自然气候一致。透明度在不同季节也表现出差异,春季(4 月)平均透明度最大,其次是冬季(1 月),秋季(10 月)的透明度最小,可能与采样前上游降雨导致水体流量增大、水中泥沙含量增加有关,因为沙颍河具有“大水大沙”的特点(安徽省水利志,2010)。沙颍河阜阳段水体 pH 值总体上属于弱碱性,春季的 pH 均值低于其它 3 个季节。单因素方差分析以及 F 检验表明,3 个采样点在水温、透明度、pH 值上差异不显著($P > 0.05$)。

样点仅 4.5 个/L。从全年不同采样位点来看,S2 采样的点年均密度最高,为 23.6 个/L,S3 的年均密度最低,为 11.2 个/L。从浮游甲壳动物不同类群来看,桡足类平均密度高于枝角类,但差异并不显著($P > 0.05$)。

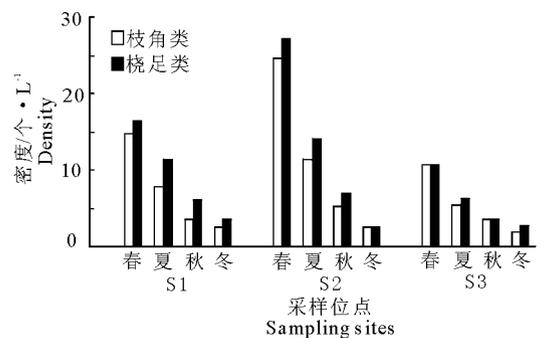


图2 沙颍河阜阳段浮游甲壳动物密度不同采样位点和季节变化

Fig.2 Spatial and seasonal variations of the density of the crustacean zooplankton in Fuyang Section of the Shaying River

2.4 Shannon-Wiener 多样性指数

沙颍河阜阳段浮游甲壳动物 Shannon-Wiener 多样性指数见图 3。以夏季(7 月)的生物多样性指数均值最大,为 1.97,其中 S2 夏季采样点为 2.13;以冬季(1 月)的生物多样性指数均值最小,为 1.33,其

中 S2 冬季采样点仅 1.30。

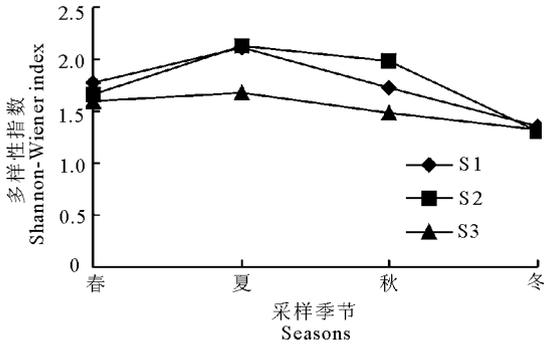


图3 沙颍河阜阳段浮游甲壳动物 Shannon-Wiener 多样性指数

Fig.3 Shannon-Wiener diversity index of the crustacean zooplankton in Fuyang Section of the Shaying River

3 讨论

3.1 浮游甲壳动物种类

本次调查共鉴定出浮游甲壳动物 20 种,各采样点在浮游甲壳动物种类组成上没有差异,可能因为这 3 个采样点相距不太远(图 1),是一个连续水域整体的缘故。虽然阜阳节制闸对沙颍河水流速度有一定影响,但由于河道总体比较平缓,节制闸上下游水流速度差异不大,水文环境比较相似。

浮游甲壳动物种类组成有明显的季节变化,但变化规律在不同水域有所差异(姚建良等,2007;吴惠仙等 2009;俞建等,2010;冯坤等 2012)。沙颍河阜阳段浮游甲壳动物夏季最多,为 19 种;冬季最少,

表 2 沙颍河阜阳段浮游甲壳动物种类组成及优势度

Tab.2 Species composition and dominance index of crustacean zooplankton in Fuyang Section of the Shaying River

种 类	春季	夏季	秋季	冬季
枝角类(枝角目) Cladocera				
仙达溞科 Sididae				
短尾秀体溞 <i>Diaphanosoma brachyurum</i>		0.03		
长肢秀体溞 <i>Diaphanosoma leuchtenbergianum</i>		+		
溞科 Daphniidae				
蚤状溞 <i>Daphnia pulex</i>	0.19	0.11	0.12	0.17
大型溞 <i>Daphnia magna</i>	0.18	0.11	0.21	0.27
僧帽溞 <i>Daphnia cucullata</i>		0.03		
象鼻溞科 Bosminidae				
长额象鼻溞 <i>Bosmina longirostris</i>	0.07	0.06		
筒弧象鼻溞 <i>Bosmina coregoni</i>	+			
颈沟基合溞 <i>Bosminopsis deitersi</i>		+	0.04	
盘肠溞科 Chydoridae				
矩形尖额溞 <i>Alona rectangula</i>		+	+	
圆形盘肠溞 <i>Chydorus sphaericus</i>	0.05	0.03		
裸腹溞科 Moimidae				
微型裸腹溞 <i>Moina micrura</i>		+	+	
桡足类(桡足亚纲) Copepoda				
胸刺水蚤科 Centropagidae				
汤匙华哲水蚤 <i>Sinocalanus dorrii</i>	+	+	0.04	
镖水蚤科 Diaptomidae				
大型中镖水蚤 <i>Sinodiaptomus sarsi</i>		+	0.06	
剑水蚤科 Cyclopidae				
近亲拟剑水蚤 <i>Paracyclops affinis</i>		+	+	
英勇剑水蚤 <i>Cyclops strenuus</i>		+		
近邻剑水蚤 <i>Cyclops vicinus</i>	0.26	0.22	0.24	0.28
胸饰外剑水蚤 <i>Ectocyclops phaleratus</i>		+	+	
台湾温剑水蚤 <i>Thermocyclops taihokuensis</i>		+		
跨立小剑水蚤 <i>Microcyclops varicans</i>		+		
广布中剑水蚤 <i>Mesocyclops leuckarti</i>	0.26	0.27	0.18	0.28

注：“+”表示出现但非优势种。

Note: The symbol “+” means the species appeared but not dominated.

仅 4 种,影响其季节变化的主要因素是水温。夏季和秋季水温一直维持在较高状态,因而满足多数甲壳动物的生长、发育和繁殖要求;而冬季和早春水温

较低,只能满足一些广温性或嗜寒性种类的要求。

邓道贵和许忠浩(2006)报道了淮河蚌埠段水域春季浮游甲壳动物种类共 8 种,其中枝角类 3 种,

桡足类5种。二者同一季节相比较,春季淮河蚌埠段枝角类种类数少于沙颍河,桡足类种类多于沙颍河。此次报道的淮河蚌埠段浮游甲壳动物总的种类少于沙颍河,可能是因为前者对淮河蚌埠段水域只进行了春季调查,次数较少。

3.2 浮游甲壳动物密度

沙颍河阜阳段浮游甲壳动物密度分布也表现出季节差异,变化趋势是春季(34.8个/L) > 夏季(18.7个/L) > 秋季(9.7个/L) > 冬季(5.3个/L)。可能原因是春季水温逐渐升高,沉积在水底的大量休眠卵孵化而使整个水体出现很高的浮游动物密度;同时春季浮游植物已具有较高的密度(袁家辉和孙常乐,2004),可以维持较高的浮游动物丰度;夏季则可能是由于体型较大的浮游甲壳动物面临着更大的被捕食压力而导致密度下降;秋季密度进一步下降可能还和水文环境变化有关,主要是因为前期沙颍河上游降雨导致河流水量增加,水流速度变大,泥沙含量增加,不利于浮游动物生存。浮游甲壳动物密度在河流水量比较小而且稳定时期达到较高值(Laurent Viroux,2002)。

河道沿岸的形态特征对河流浮游动物密度也有影响(Cs Vadadi-Fülöp,2009)。采样点S2的浮甲壳动物平均密度(23.6个/L)要高于其它2个干流采样点的平均密度(S1为16.5个/L;S3为11.2个/L)。这可能与其支流泉河的河道沿岸异质性较大、有较多水草分布相关。水生植被为浮游甲壳动物提供了庇护场所,繁育出的个体不断地补充到沙颍河干流中。

众多研究表明,不同河流中浮游甲壳动物密度的季节变化规律呈现不同。钱塘江流域枝角类夏季和秋季密度较高,其中夏季最高,桡足类密度呈现秋季单高峰(俞建等,2010);三峡库区26条支流浮游甲壳动物春季的密度最高,其次为秋季(冯坤等,2012);赣江下游浮游甲壳动物最大密度出现在6月,最小出现在4月(杨威等,2011)。原因可能是河流水文变化较快,某一季节、某一河段影响浮游甲壳动物群落的主要理化因子和生物因子有可能不同,河流浮游动物群落时空变化规律要依赖更长期、更系统的研究。

3.3 浮游甲壳动物群落变化与水质评价

浮游甲壳动物与水体营养盐水平具有相关性(陈菊芳等,2001;邓道贵等,2010;郭匿春等,2013)。沙颍河阜阳段浮游甲壳动物枝角类中的大型蚤、蚤状蚤、长额象鼻蚤和桡足类中的剑水蚤类均

为典型的富营养水域种类,为 α -中污性水域或 β -中污性水域的指示生物(日本生态学会环境问题专门委员会,1987);此外,在调查时也发现S1采样点夏季沿岸水面出现了蓝藻水华,表明沙颍河水质可能因受到有机污染而呈现富营养化状态。化学监测结果也表明,沙颍河的TP和 NH_4^+ -N污染指标达到劣V类标准(孟晓辰等,2011)。

利用Shannon-Wiener生物多样性指数对沙颍河水质进行评价,结果表明水质处在轻度-中度污染状态。与化学监测评价相比较,Shannon-Wiener生物多样性指数污染评价结果程度偏轻,原因可能是该指数对均匀度变化敏感;在沙颍河中,浮游甲壳动物各种类均未能形成绝对优势的种群密度,因而均匀度较好,使得该指数计算值偏高,所以将生物监测和化学监测结合起来有助于对沙颍河水质作出更准确的评价。

参考文献

- 安徽省水利志. 2010. 安徽河湖概览[M]. 武汉:长江出版社:47-50.
- 陈菊芳,江天久,杞桑,等. 2001. 广东肇庆星湖浮游甲壳类的生态调查[J]. 动物学杂志,36(6):29-33.
- 邓道贵,邢荣龙,马睿,等. 2010. 淮北采煤塌陷区小型湖泊浮游甲壳动物群落结构的季节变化[J]. 湖泊科学,22(4):591-597.
- 邓道贵,许忠浩. 2006. 淮河蚌埠段水域浮游甲壳动物的初步研究[J]. 淮北煤炭师范学院学报,27(1):40-43.
- 冯坤,万成炎,彭建华,等. 2012. 三峡库区26条支流浮游甲壳动物的群落结构[J]. 水生态学杂志,33(4):40-48.
- 郭匿春,马友华,李堃,等. 2013. 农田生态拦截沟中浮游甲壳动物群落结构研究[J]. 水生态学杂志,34(1):50-58.
- 韩茂森,束蕴芳. 1995. 中国淡水生物图谱[M]. 北京:海洋出版社:220-297.
- 蒋楚治,堵南山. 1979. 中国动物志·节肢动物门·甲壳纲·淡水枝角类[M]. 北京:科学出版社.
- 柯志新,谢平,过龙根,等. 2012. 太湖梅梁湾大型控藻围栏对浮游甲壳动物群落结构的影响[J]. 应用生态学报,23(8):2270-2276.
- 鲁敏,谢平. 2002. 武汉东湖不同湖区浮游甲壳动物群落结构的比较[J]. 海洋与湖沼,33(2):174-181.
- 孟晓辰,陶月赞,李晖. 2011. 基于突变理论的颍河阜颍区段水质评价[J]. 水电能源科学,29(9):38-41.
- 日本生态学会环境问题专门委员会. 卢全章译. 1987. 环境和指示生物水域分册[M]. 北京:中国环境科学出版社:137-149.
- 王兵. 2012. 阜阳市河流生态修复技术探讨[J]. 江淮水利

- 科技,(4):15-18.
- 吴惠仙,姚建良,刘艳,等. 2009. 三峡水库初次蓄水后干流库区枝角类的空间分布与季节变化[J]. 生物多样性, 17(5):512-517.
- 杨桂军,潘宏凯,刘正文,等. 2008. 太湖不同湖区浮游甲壳动物季节变化的比较[J]. 中国环境科学,28(1):27-32.
- 杨威,邓道贵,孟小丽,等. 2011. 赣江下游及其支流浮游甲壳动物的群落结构[J]. 生态科学,30(5):547-552.
- 姚建良,薛俊增,王登元,等. 2007. 三峡水库初次蓄水后干流库区桡足类的纵向分布与季节变化[J]. 生物多样性, 15(3):300-305.
- 俞建,于海燕,姚建良,等. 2010. 钱塘江流域浮游甲壳动物的分布与季节变化[J]. 海洋湖沼通报,(4):61-71.
- 袁家辉,孙常乐. 2004. 浮游植物评价颍河水质污染研究[J]. 阜阳师范学院学报:自然科学版, 21(3):46-49.
- 章宗涉,黄祥飞. 1991. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京:科学出版社:358-387.
- 中国科学院动物研究所甲壳动物研究组. 1979. 中国动物志·节肢动物门·甲壳纲·淡水桡足类[M]. 北京:科学出版社.
- Cs Vadadi-Fülöp. 2009. Zooplankton (Cladocera, Copepoda) dynamics in the River Danube upstream and downstream of Budapest, Hungary[J]. Opusc Zool Budapest, 40(2): 87-98.
- Laurent Viroux. 2002. Seasonal and longitudinal aspects of microcrustacean (Cladocera, Copepoda) dynamics in a lowland river[J]. Journal of Plankton Research, 24(4):281-292.

(责任编辑 万月华)

Community Structure and Seasonal Variations of Crustacean Zooplankton (Cladocera, Copepoda) in Fuyang Section of the Shaying River

WANG Wei-gen, ZHANG Shuang-shuang

(Life Science School of Fuyang Normal College, Fuyang 236037, P. R. China)

Abstract: Crustacean zooplankton (Cladocera, Copepoda) were investigated seasonally at three sampling sites in Fuyang Section of the Shaying River from April 2011 to January 2012. A total of 20 species were recorded including 11 Cladocera species and 9 Copepoda species. *Daphnia pulex*, *Daphnia magna*, *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti* were the most dominant species during the all seasons. The density of crustacean zooplankton showed seasonal differences with the highest value in spring and the lowest value in winter. The Shannon-Wiener index ranged from 1.30-2.13 and indicated that the water quality of this section was at the level of light to moderate pollution.

Key words: Shaying River; crustacean zooplankton; community structure; seasonal variations