

吕泗大洋港近岸海域浮游动物生态特征及其环境评价

吴建新¹, 舒 燕², 卞志升², 李 强³, 张 晴³, 冯志华¹

(1. 淮海工学院 海洋学院, 江苏 连云港 222005; 2. 江苏省新海高级中学, 江苏 连云港 222005; 3. 连云港市海洋与渔业局, 江苏 连云港 222006)

摘要: 2010年4月在吕泗大洋港近岸海域进行了海洋浮游动物群落特征调查, 共鉴定浮游动物6大类14种。其中原生动物砂壳纤毛虫1种, 桡足类9种, 糠虾类1种, 磷虾类1种, 涟虫类1种, 毛颚类1种。浮游动物的丰度为16~1193个/m³, 平均值为422个/m³。主要优势种为克氏纺锤水蚤(*Acartia clausi*)、火腿许水蚤(*Schmackeria poplesia*)、真刺唇角水蚤(*Labidocera euchaeta*)、中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)、小拟哲水蚤(*Paracalanus parvus*)、短角长腹剑水蚤(*Oithona brevicornis*)。优势度分别为0.876、0.477、0.299、0.271、0.255、0.187。各类指数变幅较大(种类数为5~10, 丰富度指数为0.471~1.507, 多样性指数为0.847~2.130, 均匀度指数为0.282~0.759)。丰富度指数均值为0.802, 多样性指数均值为1.485, 均匀度指数均值为0.530。相关性分析表明, 春季浮游动物丰度与化学需氧量和活性磷酸盐呈显著的正相关性, 与水深之间有极显著的负相关; 浮游动物种类数与悬浮物含量呈显著的负相关; 浮游动物均匀度指数与悬浮物含量呈显著的正相关, 与锌含量呈极显著的负相关; 丰富度指数与活性磷酸盐(PO₄-P)含量和悬浮物含量(SPM)呈显著的负相关; 多样性指数与锌含量呈显著的负相关。调查海域水质状况的生物多样性指数评价显示, 目前该海域水质总体已处于中度污染。

关键词: 浮游动物; 群落结构; 相关性分析; 吕泗大洋港; 环境评价

中图分类号: Q948.1 文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2014)10-0056-07

doi: 10.11759/hyxx20120520001

坐落在江苏省启东市吕泗港镇的吕泗大洋港(32.06°N, 121.60°E)为国家二类开放口岸, 紧靠全国八大渔场之一的吕泗渔场, 处于赤道暖流的支流——黄海暖流、长江径流和苏北沿岸水团等3个不同水系的交汇处, 是多种名贵水产品繁殖和索饵的优良渔场, 曾是著名的大黄鱼产卵渔场, 是小黄鱼、银鲳、带鱼、梭子蟹、鳗鱼、海蜇、文蛤、西施舌、毛蚶等的重要产区, 是中国条斑紫菜、对虾、文蛤的重要养殖和出口基地。

海洋浮游动物是海洋重要的次级生产者, 是研究海洋环境变化对生态系统胁迫的理想对象, 也是监测海洋生态系统动态的理想指标。长江口近岸海域浮游动物群落特征及其与水环境之间的关系已有较多的研究^[1-11], 但多未涉及浮游动物具体种类之间及其与水质环境因子之间的相关性, 针对吕泗大洋港近岸小尺度海域浮游动物的研究未见报道。不同水质化学因子怎样影响浮游动物是重要的科学问题, 也是水质环境管理与环境保护的依据。本文分析了2010年4月在吕泗大洋港近岸海域特定生态环境的综合调查资料, 旨在揭示浮游动物及其与水质环

境之间的关系, 丰富海洋浮游动物生态学的研究内容, 为海洋环境保护提供理论依据。

1 研究方法

1.1 调查站位布设、采样及处理方法

2010年4月17日和4月18日在吕泗大洋港近岸海域32.04°~32.20°N, 121.56°~121.80°E, 从近岸到远岸布设5个断面(: B1-B4; : B5-B8; : B9-B12; : B13-B16; : B17-B20)共20个站位进行海洋浮游动物采样研究, 采样站位如图1所示, 各站位的水深度见表1。浮游动物采样使用浅水型浮游生物网(网长145 cm, 网口内径50 cm, 网口面积0.2 m², 网目大小505 μm)和浅水型浮游生物网(网长140 cm, 网口内径31.6 cm, 网口面积0.08 m², 网目大小160 μm)在大潮期间的落潮时段进行采样, 网

收稿日期: 2013-12-29; 修回日期: 2014-05-22

作者简介: 吴建新(1963-), 男, 江苏常州人, 副教授, 主要从事海洋生物学和生态学研究, 电话: 0518-85817487, E-mail: hgwjx2002@163.com

具从海底垂直提升至海面,采集、固定处理、计数等均按《海洋调查规范》要求执行^[12],实验室内参照相关文献[13, 14]进行种类分析鉴定,同时在各站位采集水样,并按照《海洋调查规范》测定水温、水深、盐度、无机氮含量、溶解氧、化学需氧量、悬浮物浓度、重金属含量等水质指标。分别计数 型网和 型网的浮游动物,合并数据取平均值^[15,16]。

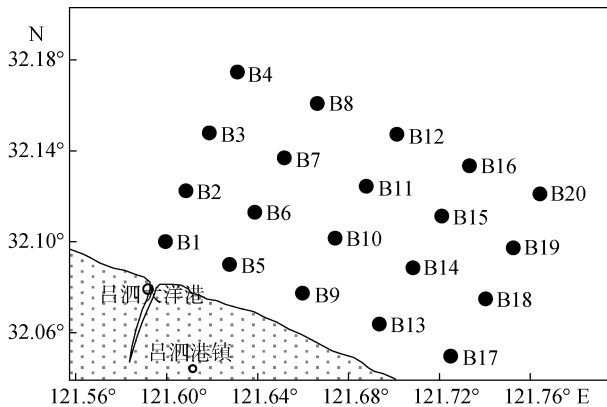


图 1 采样站位示意图

Fig.1 Map of sampling stations

表 1 采样站位水深(m)

Tab.1 Depth of water at sampling stations (m)

站位	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
水深	2.0	5.0	10.0	3.0	3.0	3.2	22.0
站位	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14
水深	10.0	3.0	10.1	15.2	16.0	5.5	6.0
站位	B15	B16	B17	B18	B19	B20	
水深	8.0	15.5	3.5	8.0	4.4	16.2	

1.2 分析方法和计算公式

根据滤水量(网口面积与垂直采样水深之积)将浮游动物计数的结果换算成浮游动物的丰度(个/m³),定量描述浮游动物群落指数采用香农-威纳指数(Shannon-Wiener index)、Margalef 丰富度指数(d)、物种均匀度 Pielou 指数(J')和优势度指数(Y),按照如下公式计算:

$$H' = -\sum P_i \times (\log_2 P_i) \quad d = (S-1)/\log_2 N$$

$$J' = H'/\log_2 S \quad Y = (n_i/N) \times f_i$$

式中, H' 为多样性指数, S 为该站位的物种数, P_i 为第 i 种的个数与该站位总个数的比值, n_i 为某个站位第 i 种的个体数, f_i 为该种在各站位出现的频率, N 为所有种的总个体数。使用 Suffer8.0 软件作图, SPSS 16.0 软件进行数据与相关性分析^[17]。

2 结果

2.1 调查海域浮游动物的种类组成和生态类型

调查海域共鉴定浮游动物 6 大类 14 种(图 2)(不包括浮游幼虫、鱼卵、仔稚鱼和偶然浮游动物等)。其中桡足类最多,共有 9 种;砂壳纤毛虫、毛颚动物、涟虫类、磷虾类、糠虾类各 1 种。由低盐近岸生态类群,如中华假磷虾(*Psudeuphausia sinica*)、强壮箭虫(*Sagitta crassa*)、小拟哲水蚤(*Paracalanus parvus*)、真刺唇角水蚤(*Labidocera euchaeta*)、无尾涟虫(*Cumacea* sp.)、盾形拟铃虫(*Tintinnopsis urnula*)等组成,尚有少量的半咸水河口生态类群,如火腿许水蚤(*Schmackeria poplesia*)、细巧华哲水蚤(*Sinocalanus tenellus*)、长额刺糠虾(*Acanthomysis longirostris*)和广温广盐生态类群,如中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)、克氏纺锤水蚤(*Acartia clausi*)、近缘大眼剑水蚤(*Corycaeus affinis*)、大同长腹剑水蚤(*Oithona similis*)、短角长腹剑水蚤(*Oithona brevicornis*)。

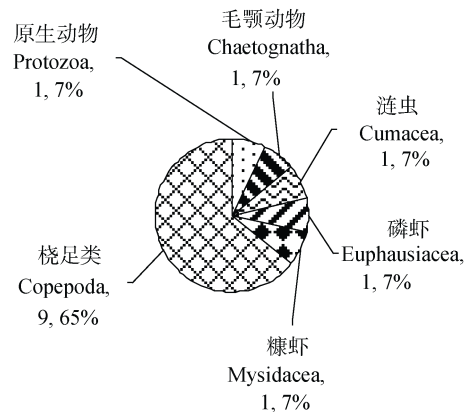


图 2 浮游动物各类群比例

Fig.2 The proportion of different groups of zooplankton

2.2 调查海域浮游动物的丰度和种类数

调查海域浮游动物的丰度范围为 16~1193 个/m³,平均值 422 个/m³。最高丰度出现在 B14; 最低丰度出现在 B16; 浮游动物丰度总的趋势是近岸丰度高,离岸远则丰度降低,丰度高值区分布在 B1、B4、B5、B6、B14, 低值区为 B7、B11、B13、B15、B16(图 3)。浮游动物种类数除 B3 站位有 10 种外,其他都不足 10 种, B9、B20 种类最少为 5 种,平均各站位有 7 种,总体表现为近岸种类少,远岸种类多的趋势(图 4)。

2.3 调查海域浮游动物的群落特征

整个调查海域浮游动物的多样性指数为 0.847~

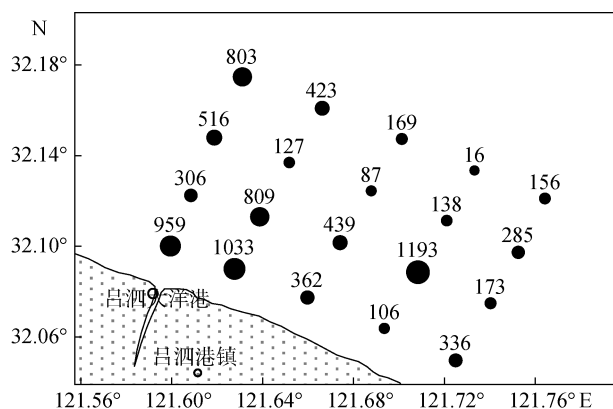


图 3 采样站位浮游动物丰度的平面分布(个/L)

Fig.3 Plane distribution of zooplankton abundance at sampling stations (ind./L)

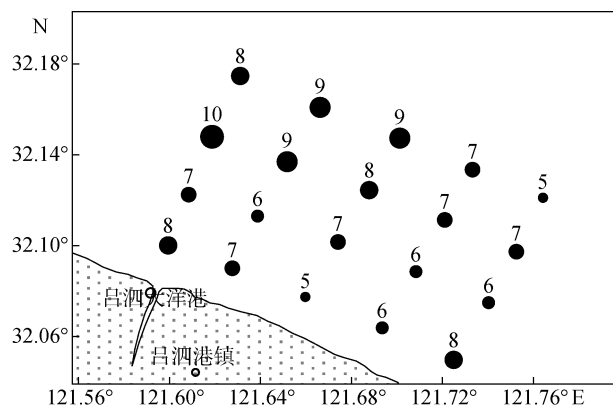


图 4 采样站位浮游动物种类数(种)

Fig.4 Species number of zooplankton at sampling stations

2.130, 均值为 1.485。最高和最低的站位是 B1 和 B16; B1、B3、B4、B20 站位多样性指数小于 1, 大于 2 的站位有 B16, 其他站位为 1 和 2(图 5)。均匀度指数为 0.282~0.759, 最大值出现在 B16 站位, 最小值出现在 B1 站位, 平均值为 0.530(图 6); 物种丰富度指数为 0.471~1.507, 最大值出现在 B16 站位, 最小值出现在 B9 站位, 平均值为 0.802(图 7)。

2.4 浮游动物优势种类

调查海域浮游动物优势种类(优势度 $Y > 0.02$)共 8 种。主要优势种类(优势度 > 0.2)为克氏纺锤水蚤、火腿许水蚤、真刺唇角水蚤、中华哲水蚤、小拟哲水蚤, 优势度分别为 0.876、0.477、0.299、0.271、0.255。克氏纺锤水蚤在各站位丰度差异极大, 为 4~900 个/ m^3 , 平均为 299 个/ m^3 (图 8)。火腿许水蚤丰度各站差异极大, 为 0~82 个/ m^3 , 平均为 26 个/ m^3 , 表现出近岸丰度低远岸丰度高的趋势(图 9); 真刺唇角水蚤丰度差异极大, 为 4~90 个/ m^3 , 平均为 28 个/ m^3

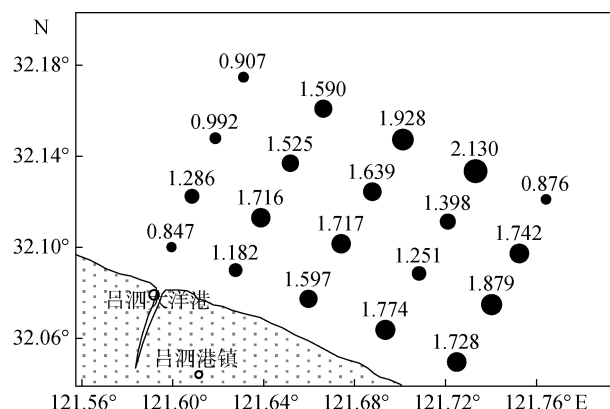


图 5 采样站位浮游动物多样性指数

Fig.5 Biodiversity indexes of zooplankton at sampling stations

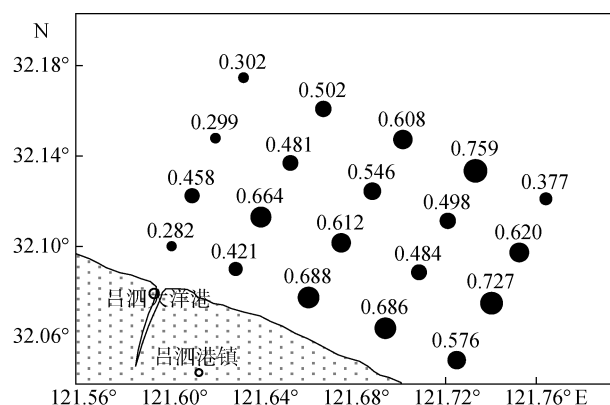


图 6 采样站位浮游动物的均匀度指数

Fig.6 Evenness index of zooplankton at sampling stations

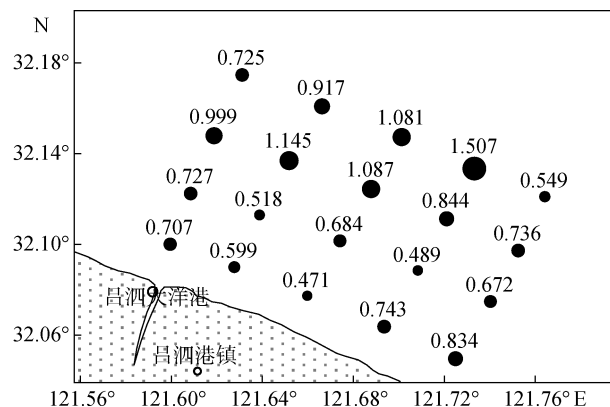


图 7 调查海域浮游动物丰富度指数的平面分布

Fig.7 Plane distribution of zooplankton richness index at sampling stations

(图 10); 中华哲水蚤丰度差异不大, 0~12.5 个/ m^3 , 平均为 4 个/ m^3 , 数量少, 有的站位甚至没有出现(图 11); 小拟哲水蚤丰度差异极大, 为 0.6~175.8 个/ m^3 , 平均为 31 个/ m^3 , 在 B6 和 B14 两站位出现密集区(图 12)。

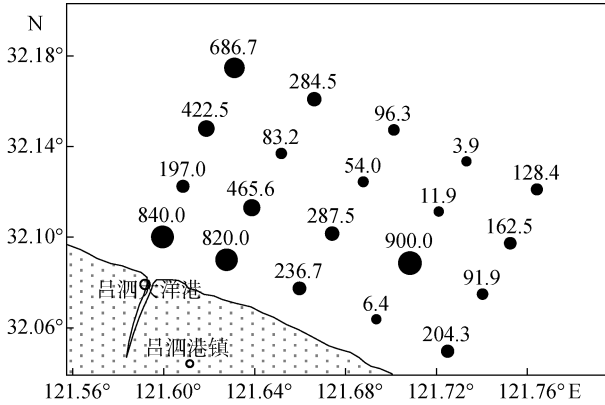


图 8 采样站位克氏纺锤水蚤丰度(个/m³)

Fig.8 Richness of *Acartia clausi* at sampling stations (ind./m³)

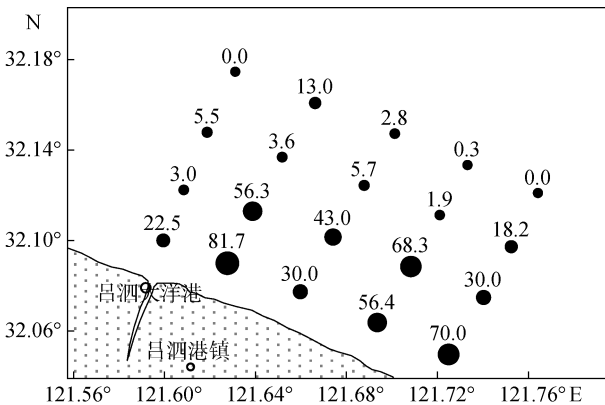


图 9 采样站位火腿许水蚤丰度(个/m³)

Fig.9 Richness of *Schmackeria poplesia* at sampling stations (ind./m³)

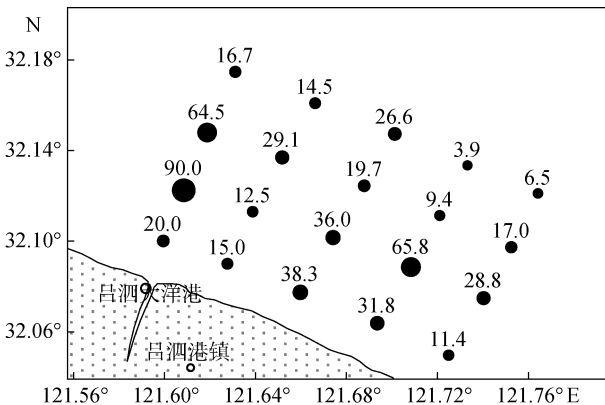


图 10 采样站位真刺唇角水蚤丰度(个/m³)

Fig.10 Richness of *Labidocera euchaeta* at sampling stations (ind./m³)

2.5 调查站位主要非生物因子

研究项目共检测了汞、砷、锌等 14 项水质化学因子特征。不同采样站位的汞含量有较大差异, 最高为 0.099 $\mu\text{g/L}$, 在大洋港口门的 B1 站位, 最低为

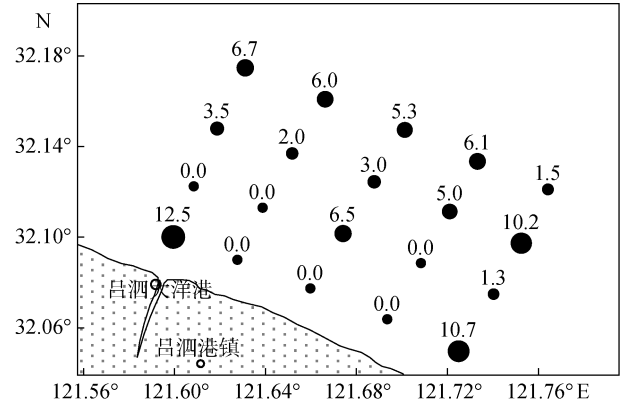


图 11 子采样站位中华哲水蚤丰度(个/m³)

Fig.11 Richness of *Calanus sinicus* at sampling stations (ind./m³)

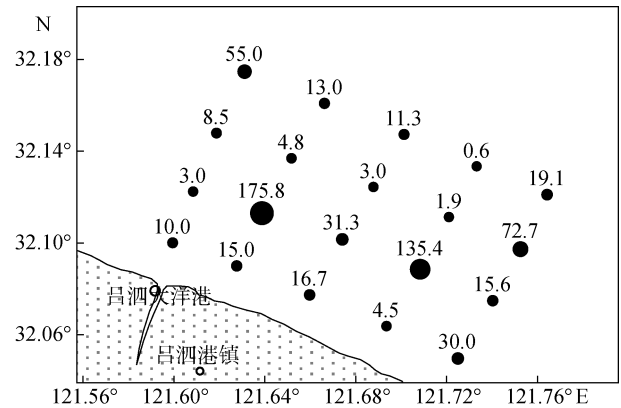


图 12 采样站位小拟哲水蚤丰度(个/m³)

Fig.12 Richness of *Paracalanus parvus* at sampling stations (ind./m³)

0.000 $\mu\text{g/L}$, 在远离口门的 B15、B16、B19 和 B20 站位, 平均值 0.033 $\mu\text{g/L}$; 砷质量浓度为 1.29~3.27 $\mu\text{g/L}$, 平均值 2.06 $\mu\text{g/L}$; 锌质量浓度为 4.76~22.60 $\mu\text{g/L}$, 平均值 7.81 $\mu\text{g/L}$; 镉质量浓度为 0.014~0.079 $\mu\text{g/L}$, 平均值 0.049 $\mu\text{g/L}$; 铜质量浓度为 1.21~3.78 $\mu\text{g/L}$, 平均值 1.88 $\mu\text{g/L}$; 铅质量浓度为 0.218~0.946 $\mu\text{g/L}$, 平均值 0.553 $\mu\text{g/L}$; 盐度为 27.65~29.42, 平均值 28.67; 溶解氧质量浓度为 7.63~9.31 mg/L , 平均值 8.96 mg/L ; COD 质量浓度为 0.87~4.20 mg/L , 平均值 2.35 mg/L ; pH 为 8.07~8.27, 平均值 8.11; 油质量浓度为 0.026~0.281 mg/L , 平均值 0.086 mg/L ; 磷酸盐质量浓度为 15.6~30.7 $\mu\text{g/L}$, 平均值 19.4 $\mu\text{g/L}$; 总无机氮质量浓度为 366.1~608.1 $\mu\text{g/L}$, 平均值 450.9 $\mu\text{g/L}$; 悬浮物质量浓度为 162~885 mg/L , 平均值 418 mg/L 。

3 分析与讨论

浮游动物是海洋生态系中一个重要类群, 其在特定海域的数量和种类的多少直接受到海洋环境条

件不同的影响,如水温、水深、无机氮含量、悬浮物含量、浮游植物、盐度、pH、重金属离子等等;在远岸大尺度的海洋环境研究其群落动态,由于水质环境因子变化极小难以分析,因此往往需要通过季节性的时间上大尺度变化导致水环境变化加以研究,而近岸海域水环境因子有丰富的变化,是研究浮游动物与水环境因子之间关系的极好海域,目前这类研究较少。

3.1 浮游动物群落特征与环境因子的相关性分析

对浮游动物丰度与水环境因子之间的相关性分析显示,浮游动物丰度与化学需氧量和活性磷酸盐呈显著的正相关性, Pearson Correlation(r)分别为 $r=0.528$, $P=0.017<0.05$ 和 $r=0.502$, $P=0.024<0.05$; 与水深之间有极显著的负相关, $r=-0.586$, $P=0.007<0.01$; 这说明春季浮游动物高丰度位于营养盐丰富的浅水处,营养状况是制约浮游动物丰度的主要因素。浮游动物种类数与悬浮物含量之间呈显著的负相关, $r=-0.509$, $P=0.022<0.05$, 这说明浮游动物不能适应高含量的悬浮物,或者由于悬浮物含量高,导致海水透明度低而影响浮游植物生长,使浮游动物饵料不足。另外,浮游动物种类数与中华哲水蚤之间呈显著的正相关, $r=0.444$, $P=0.05$, 原因尚须进一步研究。

浮游动物均匀度指数与悬浮物含量呈显著的正相关, $r=0.449$, $P=0.047<0.05$, 说明悬浮物含量升高可能使种类数与数量下降,引起均匀度指数上升;与锌含量呈极显著的负相关, $r=-0.599$, $P=0.005<0.01$, 说明海水锌含量越高则浮游动物分布越不均匀。丰富度指数与活性磷酸盐($\text{PO}_4\text{-P}$)含量和悬浮物含量呈显著的负相关,相关系数分别为 $r=-0.523$, $P=0.018<0.05$ 和 $r=-0.473$, $P=0.035<0.05$, 表明 $\text{PO}_4\text{-P}$ 和悬浮物含量越高则丰富度指数越低,这与吴建新等^[17]对田湾核电站浮游动物生态特征与水环境关系的研究相一致;多样性指数与锌含量呈显著的负相关, $r=-0.524$, $P=0.018<0.05$, 表明锌含量越高则多样性指数越低,说明锌对浮游动物多样性有明显的影响。

3.2 浮游动物主要优势种与环境因子的关系

克氏纺锤水蚤丰度与 COD 和 $\text{PO}_4\text{-P}$ 之间具有显著的正相关性,相关系数(r)分别为 0.500, $P=0.025<0.05$ 和 0.452, $P=0.046<0.05$, 表明 COD 和 $\text{PO}_4\text{-P}$ 越

高则克氏纺锤水蚤丰度越高;与 Zn 和 Hg 具有显著的正相关性,相关系数(r)为 0.455, $P=0.044<0.05$ 和 0.517, $P=0.020<0.05$;与盐度呈显著的负相关,相关系数(r)为 -0.466, $P=0.038<0.05$ 。这些相关性说明克氏纺锤水蚤在春季更适宜在营养盐丰富的近岸生活。

火腿许水蚤丰度与 $\text{PO}_4\text{-P}$ 和悬浮物含量之间具有显著和极显著的正相关性,相关系数(r)分别为 0.540, $P=0.014<0.05$ 和 0.775, $P=0.000<0.01$, 表明火腿许水蚤对 $\text{PO}_4\text{-P}$ 和悬浮物似有很好的适应性。真刺唇角水蚤与 $\text{PO}_4\text{-P}$ 和 pH 具有显著和极显著的正相关性,相关系数(r)分别为 0.474, $P=0.035<0.05$ 和 0.610, $P=0.004<0.01$, 说明相对而言真刺唇角水蚤更适合高 pH 海水。中华哲水蚤与 Zn 含量之间具有显著的正相关性, $r=0.508$, $P=0.022<0.05$, 说明中华哲水蚤对 Zn 具有高的适应能力。小拟哲水蚤与 $\text{PO}_4\text{-P}$ 具有极显著的正相关性, $r=0.570$, $P=0.009<0.01$ 。这里除了中华哲水蚤,其他 4 种桡足类与 $\text{PO}_4\text{-P}$ 都有显著或及显著的正相关性,是否与浮游植物具有某种相关性,尚须进一步研究。

3.3 浮游动物群落多样性的环境评价

调查海域浮游动物种类有些贫乏,多样性指数不高,平均值为 1.485,最高值为 3.212。郭沛涌等^[1]有关长江口海域调查中春季浮游动物多样性指数最高达 2.2499,而有关吕泗大洋港近岸海域的浮游动物多样性指数尚无历史资料可以比较;参照国内通用的生物指数评价标准^[18], $H'=0$, 为严重污染; $0<H'<1$, 重污染; $1<H'<2$, 为中污染; $2<H'<3$, 为轻污染; $H'>3$, 为清洁。可以判定,目前吕泗大洋港近岸海域水质状况总体已处于中度污染。

参考文献:

- [1] 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, 5(23): 892-900.
- [2] 徐兆礼,沈新强,马胜伟.春、夏季长江口邻近水域浮游动物优势种的生态特征[J].海洋科学,2005, 29(12): 13-19.
- [3] 徐兆礼,洪波,朱明远,等.东海赤潮高发区春季浮游动物生态特征的研究[J].应用生态学报,2003, 14(7): 1081-1085.
- [4] 高倩,徐兆礼,庄平.长江口北港和北支浮游动物群落比较[J].应用生态学报,2008, 19(9): 2049-2055.

- [5] 章飞燕, 唐静亮, 李道季, 等. 夏、秋季长江口及毗邻海域浮游动物的分布与变化[J]. 水生生物学报, 2009, 33(6): 1219-1225.
- [6] 徐韧, 李亿红, 李志恩, 等. 长江口不同水域浮游动物数量特征比较[J]. 生态学报, 2009, 29(4): 1688-1696.
- [7] 朱启琴. 长江口杭州湾浮游动物生态调查报告[J]. 水产学报, 1988, 12(2): 111-123.
- [8] 纪焕红, 叶属峰. 长江口浮游动物生态分布特征及其与环境的关系[J]. 海洋科学, 2006, 30(6): 23-30.
- [9] 徐兆礼. 长江口北支水域浮游动物的研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(7): 1341-1345.
- [10] 孟风, 毛兴华, 俞建奎, 等. 江苏海岸带水域浮游动物的种类组成和分布[J]. 生态学报, 1987, 7(3): 256-267.
- [11] 王金辉, 黄秀清, 刘阿成, 等. 长江口及邻近水域的生物多样性变化趋势分析[J]. 海洋通报, 2004, 23(1): 32-39.
- [12] 国家技术监督局. 海洋调查规范(GB/T 12763.5-2007)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [13] 郑重, 李少菁, 许振祖. 海洋浮游生物学[M]. 北京: 海洋出版社, 1984.
- [14] 郑重. 海洋浮游生物生态学文集[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1986.
- [15] 沈国英, 施并章. 海洋生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 158-162.
- [16] 郭志刚. 社会统计分析方法——SPSS 软件应用[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1999: 18-83.
- [17] 吴建新, 阎斌伦, 冯志华, 等. 田湾核电站海域浮游动物生态特征[J]. 生态学报, 2011, 31(22): 6902-6911.
- [18] 蔡晓明. 生态系统生态学[M]. 科学出版社, 2000.

Community structure of zooplankton near lvsi ocean port area and its environmental assessment

WU Jian-xin¹, SHU Yan², BIAN Zhi-sheng², LI Qiang³, ZHANG Qin³, FENG Zhi-hua¹

(1. Huaihai Institute of Technology College of Ocean, Lianyungang 222005, China; 2. Jiangsu Xinhai Senior High School, Lianyungang 222005, China; 3. Bureau of Marine and Fishery of Lianyungang Municipality, Lianyungang 222006, China)

Received: Dec., 29, 2013

Key words: zooplankton; community structure; lvsi ocean port; correlation analysis; environmental assessment

Abstract: Changes in the species assemblage or abundance of zooplankton have a direct impact on both primary productivity and the biomass of fish and other marine animal resources. Species composition, biomass, abundance and community structure of zooplankton have a close relationship with the dynamics of hydrologic environment. Zooplankton is a key member of marine food webs, so they are the focus of a number of studies in the Changjiang estuary. The majority of these studies have evaluated zooplankton population dynamics at a large scale. Herein, we evaluated the species composition, quantitative distribution, dominant species, and community structural characteristics of zooplankton at 20 inshore sites near the Lvsi Ocean Port (32.04°~32.20°N, 121.56°~121.80°E) in April 2010. We identified 14 species belonging to 6 groups, including 9 species of Copepoda, 1 species of Protozoa, 1 Chaetognath, 1 Cumacea, 1 Euphausiacea and 1 Mysidacea. The abundance of zooplankton ranged from 16 to 1193 ind./m³ (mean: 422 ind./m³). The most abundant group was the Copepoda. Eight species had a dominance index ranking of >0.02 within the study area. Among these, *Acartia clausi*, *Schmackeria poplesia*, *Labidocera euchaeta*, *Calanus sinicus* and *Paracalanus parvus* were the primary dominant species (dominance index: 0.876, 0.477, 0.299, 0.271 and 0.255, respectively). The amplitude of the index varied significantly (species: 5 to 10, richness: 0.471~1.507, diversity index: 0.847~2.130, evenness index: 0.282~0.759) suggesting the community

structure was instable. The mean diversity index of zooplankton was 1.485, the mean richness index was 0.530, and the mean evenness index was 0.587. The correlation analysis shows that the abundance of zooplankton and COD and $\text{PO}_4\text{-P}$ were significantly correlated (correlation coefficients: 0.528 and 0.502, respectively; $P < 0.05$). The abundance of zooplankton and water depth were significantly negative correlated ($P < 0.05$) (correlation coefficients: -0.586 ; $P < 0.01$). We observed a significant negative relationship between the number of species and the content of the suspended substance (correlation coefficients: -0.509 , $P < 0.01$). We found a significant correlation between the evenness indices of zooplankton and the content of the suspended substance. We observed a significant negative correlation between the evenness indices and the content of Zn. The Species richness index of zooplankton and COD and the content of the suspended substance were significantly negative correlated (correlation coefficients: -0.523 and -0.473 , respectively; $P < 0.05$). Diversity Index and the content of Zn were significantly negative correlated (correlation coefficients: -0.524 ; $P < 0.05$). The zooplankton diversity index has since been adopted to assess water quality near the Lysí Ocean Port in Jiangsu province. Monitoring results indicate that the quality of seawater is under intermediate pollution.

(本文编辑: 梁德海)