

蒋建飞,袁林,刘艳,等. 长江口北支水域浮游动物季节变化[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):370-373.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.118

长江口北支水域浮游动物季节变化

蒋建飞,袁林,刘艳,吴惠仙

(上海海洋大学水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室,上海 201306)

摘要:2011—2013年,在长江口北支设立5个采样点,对浮游动物进行了2年的生态调查,共采集到浮游动物50种,其中节肢动物43种,占种类总数的86%;环节动物4种,占8%;腔肠动物、线虫动物和软体动物各1种。2011—2012年,共采集到浮游动物4门35种,其中节肢动物29种,环节动物4种,腔肠动物和线虫动物各1种;2012—2013年,共采集到浮游动物3门27种,其中节肢动物24种,环节动物2种,软体动物1种。2011年、2012年周年密度分别为11.75、11.52 ind./L。密度最高出现在2011年夏季和2012年秋季,分别为28.21、20.88 ind./L;最低均出现在2011年和2012年冬季,密度分别为0.9、4.17 ind./L。中华哲水蚤(*Sinocalanus sinensis*)在4个季度中均采到且均能为优势种。

关键词:长江口北支;浮游动物;周年变化;冗余分析(RDA)

中图分类号:S917.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)09-0370-04

河口是河流与海洋的过渡地带,生态环境敏感脆弱^[1-2]。浮游动物是河口水域重要的生物类群,在河口生态系统的物质循环和能量流动过程中具有重要的作用^[3-6],因而是河口生态系统的重要研究对象。有关河口浮游动物的时空分布^[6-8]、群落特征^[9-10]、环境因子对其群落结构的影响^[11-12]等方面已有相关研究报道。长江口是中国最大的河口,近年来由于长江流域水利工程的建设、长江口港口和航道的建设造成长江口环境改变^[13],因此长江口生态环境也受到越来越多学者的关注^[14-20]。近年来,长江口北支由于受长江流域水利工程的影响,入支长江径流流量和时间都发生了变化^[4,19],泥沙含量也发生了改变^[18,21],影响了长江口北支水域的环境特征及变化规律,并对浮游动物产生一定影响^[19]。为了探讨三峡水库175 m蓄水完成后,规律性的水利调度对长江口生态环境的影响,通过定位和每月1次的连续采样和分析,以期阐明长江口北支浮游动物生物群落变化趋势以及种类、密度与环境因子之间的关系,为长江口生态环境、水生生物资源和生物多样性保护提供科学依据。

1 材料与与方法

1.1 采样地点与样品处理

2011—2013年,对长江口北支的浮游动物进行季度采集,共设有5个采样点:S1、S2、S3、S4、S5(图1),采样方法完

全按照《海洋生态环境监测技术规程》^[22]中浮游生物的采集方法进行。用50 μm的浮游动物网过滤采集30 L水样,并在现场将所过滤到的样品用浓度为5%的福尔马林进行固定,带回实验室后进行分类分析。水化指标包括总氮含量、总磷含量、硝态氮含量、亚硝态氮含量以及氨态氮含量等的测定则根据《水环境监测标准分析方法》相关内容进行,水温、盐度、pH值、电导率、溶氧量以及溶氧饱和度等指标则在现场通过YSI 85型手持式野外水质检测仪进行测定。叶绿素和浊度指标的测定则是通过采集1 L水样带回实验室进行测定。

1.2 数据处理

数据处理采用Canoco 4.5进行RDA分析,浮游动物的优势种由每个种的优势度值(y)来确定^[23-24]。

$$y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$$

式中: N 为样品中所有种类的总个体数; n_i 为第 i 种的个体数; f_i 为该种在各站位出现的频率。

2 结果与分析

2.1 种类组成与分布

共采集到浮游动物50种(表1),其中节肢动物43种,占种类总数的86%;环节动物4种,占8%;腔肠动物、线虫动物和软体动物各1种。2011—2012年共采集到浮游动物4门35种,其中节肢动物29种,环节动物4种,腔肠动物和线虫动物各1种;2012—2013年共采集到浮游动物3门27种,其中节肢动物24种,环节动物2种,软体动物1种。

不同年份不同季节其优势种组成有所差异,2011—2012年春季的优势种为中华哲水蚤(*Sinocalanus sinensis*, $y = 0.834$)、火腿许水蚤(*Schmackeria poplesia*, $y = 0.025$),夏季的优势种为中华窄腹剑水蚤(*Limnoithona sinensis*, $y = 0.449$)、四刺窄腹剑水蚤(*L. tetraspina*, $Y = 0.069$)、中华哲水蚤($y = 0.054$),秋季的优势种为汤匙华哲水蚤(*S. dorrii*)($y = 0.183$)、中华哲水蚤($y = 0.160$)、中华窄腹剑水蚤

收稿日期:2014-09-09

基金项目:国家海洋局海洋公益项目(编号:2010418013);上海市科学技术委员会项目(编号:11dz1205000);上海市教育委员会重点学科建设项目(编号:J50701);国家质检总局科技计划(编号:2013lk280)。

作者简介:蒋建飞(1990—),男,山东烟台人,硕士研究生,主要从事海洋生态学研究。E-mail:jiangjianfei1990@126.com。

通信作者:吴惠仙,副教授,主要从事海洋生态学研究。E-mail:hxwu@shou.edu.cn。

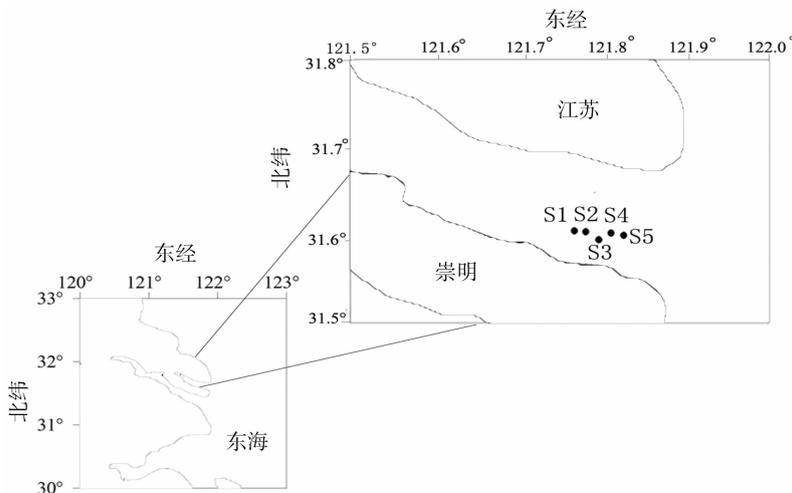


图1 长江口北支采样点分布情况

($y=0.065$)、球状许水蚤 (*S. forbesi*, $y=0.049$)、捷氏歪水蚤 (*Tortanus derjugini*, $y=0.048$)、长腹纺锤镖水蚤 (*Acartia negligens*, $y=0.035$), 冬季的优势种为中华窄腹剑水蚤 ($y=0.326$)、中华哲水蚤 ($y=0.267$)。2012—2013年, 优势种种类发生一些改变, 其中春季的优势种为中华哲水蚤 ($y=0.243$)、双毛纺锤水蚤 (*A. bifilosa*, $y=0.231$)、克氏纺锤水蚤 (*A. clausi*, $y=0.164$)、中华咸水剑水蚤 (*Halicyclops sinensis*, $y=0.055$), 夏季的优势种为四刺窄腹剑水蚤 ($y=0.387$)、球状伪镖水蚤 (*Pseudodiaptomus forbesi*, $y=0.184$)、中华哲水蚤 ($y=0.177$), 秋季的优势种为小拟哲水蚤 (*Pavocalanus parvus*, $y=0.027$), 冬季的优势种为中华哲水蚤 ($y=0.249$)、四刺窄腹剑水蚤 ($y=0.248$)、小毛猛水蚤 (*Microsetella norvegica*, $y=0.171$)、长日华哲水蚤 (*Sinocalanus solstitialis*, $y=0.035$)。

2.2 浮游动物密度变化

2011—2012年, 长江口北支浮游动物年平均密度为 11.75 ind./L, 其中冬季密度最低, 为 0.90 ind./L, 夏季最高, 为 28.21 ind./L, 密度季节变化为夏季 > 春季 > 秋季 > 冬季。2012—2013年, 浮游动物平均密度为 11.52 ind./L, 冬季密度最低, 为 4.17 ind./L, 秋季最高, 为 20.88 ind./L, 密度季节变化为秋季 > 夏季 > 春季 > 冬季 (图2)。

2.3 环境因子与浮游动物密度的相关性分析

将采集到的长江口北支浮游动物的优势种密度与溶氧量、悬浮物、浊度、水温、pH值、三态氮含量、总氮含量、总磷含量、盐度和叶绿素含量等环境因素进行相关性分析 (图3、图4), 2011—2012年中华哲水蚤与火腿许水蚤主要与溶氧量呈正相关, 而与温度呈负相关; 汤匙华哲水蚤、捷氏歪水蚤和长腹纺锤镖水蚤与盐度呈正相关; 中华窄腹剑水蚤、四刺窄腹剑水蚤和球状许水蚤与盐度呈负相关, 与温度呈现一定的正相关。2012—2013年, 双毛纺锤水蚤、克氏纺锤水蚤和中华咸水剑水蚤与盐度呈正相关, 与温度呈现一定的负相关; 中华哲水蚤与溶氧量呈正相关。

3 结论与讨论

盐度影响浮游动物的优势种及种类数。在长江口夏、秋

季由于受到长江冲淡水的影响^[25], 盐度较低, 浮游动物多以剑水蚤为优势种的低盐类群为主^[26]; 而春、冬季节由于海水倒灌以及雨量减少等原因^[18], 盐度升高, 浮游动物多以纺锤水蚤为主的广盐类群为主^[26]; 说明盐度对浮游生物具有一定的影响, 这在对黄河口^[27]以及珠江口^[28]的调查中均有体现。而近些年随着工程建设的增多, 北支分流从1958年的8.7%减至1999年的4.3%^[29], 再到目前的不足1%^[4], 造成北支盐度逐年升高^[20], 对北支浮游动物群落造成的影响进一步加深。此次调查发现, 浮游动物优势种与种类数较以往均发生了变化, 这与盐度变化有着密切的关系。潘海洪等在1990年对长江口北支的调查测得盐度在5%~18%之间^[30]。孙亚珍等在2003年时对北支的枯水期与洪水期分别作过调查, 在他们的调查中盐度一般维持在5.40%~19.25%之间, 洪水期时的盐度最低, 为0.3%^[31]。2005年胡菊香等也对北支盐度进行过测定, 测得盐度为13%~26%之间^[32], 这之前潘海洪等的调查结果^[30-31]相差较大, 盐度有明显的升高。而此次调查的盐度范围也明显高于之前, 为8.03%~25.66%之间, 说明长江口北支盐度正在逐渐升高。而随着盐度增大, 浮游动物的优势种也发生了变化, 郭冲涌等曾在1999年对长江口北支浮游动物进行过调查, 当时其优势种主要为虫肢歪水蚤 (*T. vermiculus*), 且生物密度在79.07~300.89 ind./L之间^[14]。而徐兆礼在2003年进行调查时发现, 其优势种变成火腿许水蚤, 生物密度也有所降低^[19]。本次调查发现, 上述物种均有出现, 但已不是主要优势种, 且生物密度在11.52~11.75 ind./L之间, 较以往有明显降低, 一些广盐物种如纺锤水蚤成为优势种^[26]。由此可见, 盐度是影响长江口浮游动物群落结构最主要的环境因子之一。造成盐度发生变化一方面可能与气候变化有关, 另一方面也可能与工程建设以及人类进行大范围的人工养殖有关, 在今后的人工养殖期间要进行适当的生态修复, 提高其生物多样性, 以便维持其生态稳定。

参考文献:

- [1] 杨宇峰, 王庆, 陈菊芳, 等. 河口浮游动物生态学研究进展[J]. 生态学报, 2006, 26(2): 576-585.
- [2] 孙涛, 杨志峰, 刘静玲. 海河流域典型河口生态环境需水量[J].

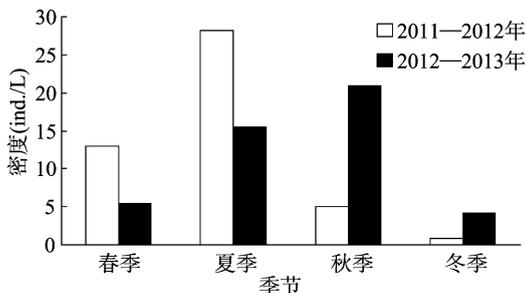


图2 长江口北支浮游动物密度的2周年变化

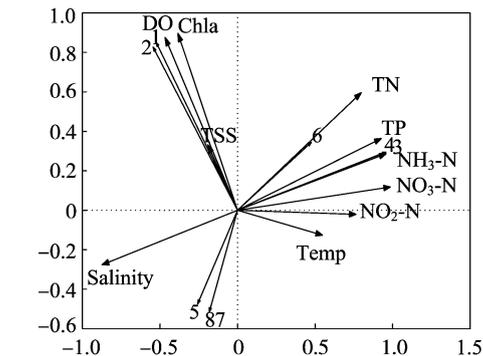
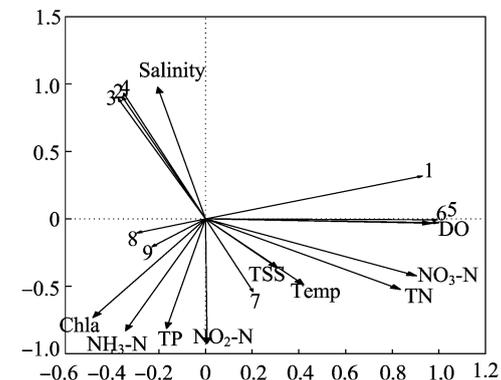


图3 长江口北支 2011—2012 年浮游动物密度与环境因子的 RDA 分析



1—中华哲水蚤；2—双毛纺锤水蚤；3—克氏纺锤水蚤；4—中华咸水剑水蚤；5—四刺窄腹剑水蚤；6—球状伪镖水蚤；7—小拟哲水蚤；8—小毛猛水蚤；9—长日华哲水蚤

图4 长江口北支 2012—2013 年浮游动物密度与环境因子的 RDA 分析结果

生态学报, 2004, 24(12): 2707-2715.

[3] 郑重. 河口浮游生物研究[J]. 自然杂志, 1982, 5(3): 218-221.

[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] 张宇, 钟俊生, 蒋日进, 等. 长江口沿岸碎波带浮游动物种类组成及季节性变化[J]. 上海海洋大学学报, 2011, 20(2): 252-259.

[6] 朱延忠, 刘录三, 郑丙辉, 等. 春季长江口及毗邻海域浮游动物空间分布及与环境因子的关系[J]. 海洋科学, 2011, 35(1): 59-65.

[7] Muha T P, Chiaro L. The effect of distinct hydrologic conditions on the zooplankton community in an estuary under mediterranean climate influence[J]. *Ecology and Hydrobiology*, 2012, 12(4): 327-335.

[8] Vieira L, Azeiteiro U, Ré P, et al. Zooplankton distribution in a

temperate estuary (Mondego estuary southern arm; Western Portugal) [J]. *Acta Oecologica*, 2003, 24: S163-S173.

[9] Moderan J, Bouvais P, David V, et al. Zooplankton community structure in a highly turbid environment (Charente estuary, France): spatio-temporal patterns and environmental control [J]. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 2010, 88(2): 219-232.

[10] Froneman P W. Zooplankton community structure and biomass in a southern African temporarily open/closed estuary [J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2004, 60: 125-132.

[11] Das K, Ray S. Effect of delay on nutrient cycling in phytoplankton-zooplankton interactions in estuarine system [J]. *Ecological Modelling*, 2008, 215(1/2/3): 69-76.

[12] 吴玲玲, 朱艾嘉, 郭娟, 等. 珠江口夏季中、小型浮游动物生态特征研究[J]. 海洋通报, 2012, 31(6): 689-694.

[13] 胡菊香, 郑金秀, 方艳红, 等. 南水北调工程对长江口轮虫的影响研究[J]. 环境科学与技术, 2008, 31(10): 39-42.

[14] 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, 23(5): 892-900.

[15] 郭沛涌, 沈焕庭, 刘阿成, 等. 长江河口中小型浮游动物数量分布、变动及主要影响因素[J]. 生态学报, 2008, 28(8): 3517-3526.

[16] 徐轲, 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.

[17] 徐兆礼. 长江口邻近水域浮游动物群落特征及变动趋势[J]. 生态学杂志, 2005, 24(7): 780-784.

[18] 陈吉余, 陈沈良. 长江口生态环境变化及对河口治理的意见[J]. 水利水电技术, 2003, 34(1): 19-25.

[19] 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.

[20] 郑金秀, 胡菊香, 彭建华, 等. 长江口南北支浮游动物群落生态学研究[J]. 生态环境学报, 2011, 20(6): 1102-1106.

[21] 赵德招, 刘杰, 张俊勇, 等. 新形势下长江口泥沙资源的供需关系及优化配置初探[J]. 泥沙研究, 2011(6): 69-74.

[22] 国家质量技术监督局. 海洋监测规范[S]. 2007.

[23] 徐兆礼, 王云龙, 陈亚瞿, 等. 长江口最大浑浊带区浮游动物的生态研究[J]. 中国水产科学, 1995, 2(1): 39-48.

[24] 陈亚瞿, 徐兆礼, 王云龙, 等. 长江口河口锋区浮游动物生态研究 I. 生物量及优势种的平面分布[J]. 中国水产科学, 1995, 2(1): 49-58.

[25] 黄备, 吴健平, 唐静亮, 等. 杭州湾浮游动物群落与水团的相关性研究[J]. 海洋学报: 中文版, 2010, 32(1): 170-175.

[26] 王琼, 陈辰, 吴惠仙, 等. 洋山港浮游桡足类群落的周年变化特征[J]. 海洋科学, 2013, 37(2): 61-69.

[27] 马静, 陈洪举, 刘光兴. 2007年夏季黄河口及其邻近水域浮游动物的群落特征[J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2012, 42(5): 74-80.

[28] 吴玲玲, 朱艾嘉, 郭娟, 等. 珠江口夏季中、小型浮游动物生态特征研究[J]. 海洋通报, 2012, 31(6): 689-694.

[29] 罗秉征, 沈焕庭. 三峡工程与河口生态环境[M]. 北京: 科学出版社, 1994.

[30] 潘海洪, 杨和荃. 长江口的轮虫分布及其在环境监测中的意义[J]. 海洋环境科学, 1993, 12(2): 40-43.

[31] 孔亚珍, 贺松林, 丁平兴, 等. 长江口盐度的时空变化特征及其指示意义[J]. 海洋学报, 2004, 26(4): 9-18.

[32] 胡菊香, 郑金秀, 方艳红, 等. 南水北调工程对长江口轮虫的影响研究[J]. 环境科学与技术, 2008, 31(10): 39-42.