

◆ 生物科学 ◆

围填海工程对日照岚山港附近海域浮游动物群落影响研究^{*}张亮^{1,2},王尽文^{1,2},纪莹璐^{1,2},宿凯^{1,2},张乃星^{1,2},刘莹莹^{1,2}

(1. 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室, 山东青岛 266061; 2. 国家海洋局北海预报中心, 山东青岛 266061)

摘要:以 2005—2019 年秋季在日照岚山港附近海域 6 次浮游动物的调查资料为基础,结合该海域同期悬浮物监测结果,分析其浮游动物种类结构组成、种类数量、丰度、生物量以及香浓-威纳指数的变化,并初步探讨日照岚山港围填海工程对邻近海域浮游动物群落的影响。结果表明:2005—2019 年日照岚山港附近海域秋季浮游动物种类组成比例和其他各项指数在一定范围内波动,其中,种类数和丰度呈先升高后降低再升高的趋势,生物量和多样性指数呈先升高后降低的趋势。浮游动物优势类群比例、种类数量和丰度与围填海工程进展存在一定的响应关系,生物量和香浓-威纳指数与围填海工程进展关系不明显。日照岚山港围填海工程会造成附近海域浮游动物优势类群改变,种类数量和丰度减少,围填海停止后优势类群、种类数量和丰度均有所恢复。

关键词:浮游动物 种类数量 丰度 生物量 香浓-威纳指数 日照岚山港 群落结构

中图分类号: X834 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2022)01-0185-07

DOI: 10.13656/j.cnki.gxkx.20220311.008

日照岚山港位于山东省日照市岚山区,是国家一类对外开放口岸,是一个以岚山港、岚北港、岚桥港、童海港、钢铁港区为主体的港口集群,拥有万吨以上泊位 22 个,现已发展成为全国沿海港口最大的木材进出口和加工物流基地、长江以北最大的液化品集散地、区域性重要的钢铁原材料和产成品进出口通道。随着港口发展的需要,2004 年以来日照岚山港一直在进行围填海工程建设。日照市 2008 年人工岸线长度为 70.02 km,2017 年增长至 115.33 km,主要原因是岚山港、岚桥港和日照钢厂开发建设占用原砂质岸

线,产生新的人工岸线^[1]。

围填海工程建设中,通常有基槽挖泥、疏浚、抛石、炸礁等海上施工作业。施工产生的泥沙与海水混合造成工程区海域海水中悬浮物质含量增加^[2,3],导致水体的透明度和真光层厚度下降,降低了海洋的初级生产力,使浮游植物生物量下降^[4],进而导致以浮游植物为饵料的浮游动物生物量也相应减少。同时,悬浮物的增加,对浮游动物的存活和繁殖有着明显的抑制作用,过量的悬浮物会堵塞浮游动物的食物过滤系统和消化器官^[4],对浮游动物的繁殖和生长造成影

收稿日期: 2021-03-11

^{*} 国家重点研发计划项目(2017YFC1405003,2017YFC1404000)资助。

【作者简介】

张亮(1982—),男,硕士,高级工程师,主要从事海洋环境监测和评价研究,E-mail:36302162@qq.com。

【引用本文】

张亮,王尽文,纪莹璐,等. 围填海工程对日照岚山港附近海域浮游动物群落影响研究[J]. 广西科学,2022,29(1):185-191.

ZHANG L, WANG J W, JI Y L, et al. Study on Influence of Reclamation Project on Zooplankton Community in the Sea Area Near Lanshan Port of Rizhao [J]. Guangxi Sciences, 2022, 29(1): 185-191.

响。另外,围填海工程建成投产后,靠港停泊及在航道航行的各种船舶增多,船舶停靠排污和航行的海水扰动对附近的浮游动物也会造成一定影响。徐光汉等^[5]研究发现,船舶含油污水的排放造成附近海域海水中石油类物质增加,干扰了中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)的趋光性,表现为中华哲水蚤的死亡率随着测试时间的延长和测试液浓度的增加而增加。

浮游动物是海洋生态系统的重要组成部分,在海洋生态系统中起承上启下的作用^[6];浮游动物群落结构调查还与海洋资源开发、生态环境维护有密切关系,分析浮游动物群落结构及其变化是了解相应海区生态系统功能的重要方法^[7]。许多学者就围填海工程对周边海洋生态环境的影响进行了不同方向的研究:何荣等^[8]在2014年水质调查成果和收集资料的基础上,分析了天津近岸海域水质状况,并结合近几年大规模海洋开发活动,探讨海洋工程对天津近岸海域的影响。张秋丰等^[9]从近海海域地形地貌、水动力环境以及海洋生态环境等方面综述了围填海工程对近海海洋环境的影响。在围填海工程对浮游动物的影响方面,陈华等^[10]基于2001年以及2003-2007年杭州湾附近水域两个季节12个航次的海洋调查资料,对浮游动物生物量平面分布和年际变化、优势种对总丰度的回归贡献,及其与洋山工程群施工建设的关系进行了研究。黄备等^[11]收集并分析了2005-2012年间椒江口围填海工程的前、中、后期对浮游动物生态的影响。刘光兴等^[12]分析了2009年和2010年11月筑坝工程对甌江口及其邻近水域浮游动物群落的影响。

目前未见关于围填海工程对日照岚山港邻近海域浮游动物群落结构变化影响的报道。本研究分析2005-2019年秋季在日照岚山港附近海域6次浮游动物的调查资料,并结合该海域围填海年度变化情况,探讨浮游动物群落结构变化情况,为及时了解和析围填海工程建设对环境的影响,以及研究浮游动物在围填海工程活动影响下的响应机制提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 采样与分析

浮游动物样品为2005年11月、2007年9月、2010年9月、2013年9月、2016年11月和2019年11月在日照岚山港附近海域监测站所采集的样品。2005年11月设5个调查站位,2007年9月设12个

调查站位,2010年9月设20个调查站位,2013年9月设19个调查站位,2016年11月设23个调查站位,2019年11月设18个调查站位,各年度设置的调查站位有部分重叠。调查及采样站位分布见图1。

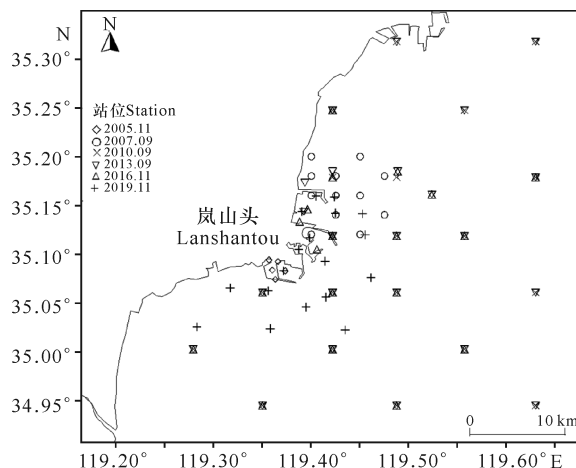


图1 日照岚山港附近海域浮游动物采样站位分布

Fig. 1 Distribution of zooplankton sampling stations in the sea area near Lanshan Port of Rizhao

样品采用浅水I型浮游生物网(网口部内径50 cm,网口面积0.20 m²,CQ14筛绢)自底(距海底2 m)至表垂直拖网取得。样品用体积分数为5%的福尔马林海水溶液固定保存,采用个体计数法进行种类鉴定、计数和湿质量生物量的测定,具体方法按照国家标准《海洋监测规范 第7部分:近海污染生态调查和生物监测》(GB 17378.7-2007)^[13]要求进行,滤水量根据绳长计算,即滤水量=网口面积×绳长,其中绳长=水深-2 m。悬浮物样品与浮游动物样品为同时期采集和分析,具体按照《海洋监测规范 第4部分:海水分析》^[14]要求进行。

1.2 数据处理与分析

1.2.1 丰度和生物量

浮游动物种类丰度采用每立方米水体中的个体数(ind./m³)表示,生物量采用每立方米水体中的浮游动物湿质量(mg/m³)表示。

1.2.2 生物多样性

根据各站位浮游动物的丰度,对浮游动物样品的多样性指数进行统计学评价分析。本研究采用香农-威纳指数(Shannon-Wiener index)^[15]分析浮游动物生物群落结构:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i,$$

式中, H' 为香农-威纳指数 Shannon-Wiener; S 为样品中的种类总数; P_i 为第*i*种的个体数(n_i)与总个

体数(N)的比值(n_i/N)。

香农-威纳指数在国内外普遍被用来描述生物群落的生态学特征,也常用来监测淡水、海水生物群落结构的变化,被认为是一个较好的评价污染程度的工具^[16]。王立俊等^[17]也认为生物种群的基础结构,尤其多样性指数,是评价环境质量的重要指标之一。一般认为,正常环境下,该指数值高;反之,环境受到污染,该指数值低,但是评价标准不尽相同。本文参考国家环境保护标准《近岸海域环境监测规范》(HJ 442-2008)^[18]中规定的评价指标(表1),对所在海域的生境质量等级进行表述。

表1 生物多样性指数评价指标

Table 1 Evaluation indicators of biodiversity index

H'	生境质量等级 Habitat quality grade
$H' \geq 3.0$	优良 Excellent
$2.0 \leq H' < 3.0$	一般 Common
$1.0 \leq H' < 2.0$	差 Poor
$H' < 1.0$	极差 Range

1.3 浮游动物变化趋势分析

比较2005-2019年日照岚山港附近海域6次浮游动物的种类结构组成、种类数量、丰度、生物量和多样性指数,分析该海域浮游动物群落变化趋势。

2 结果与分析

2.1 浮游动物种类结构组成变化

分析2005-2019年日照岚山港附近海域6次浮游动物调查资料,得出其生物种类结构组成,见图2。除2016年外,节肢动物在调查海域浮游动物群落中占比最大,其次是其他浮游幼虫。2005-2016年,节肢动物占比逐年下降(从60%下降至17%),2019年回升至2010年水平;2005和2007年未发现腔肠动物,2010-2016年腔肠动物占比逐年上升,2019年占比下降。结合调查海域历年卫星遥感影像和同期悬浮物监测结果,2016年调查海域围填海工程基本达到顶峰,6次调查中悬浮物含量最高值也出现在2016年。

2.2 浮游动物种类数量变化趋势分析

分析2005-2019年日照岚山港附近海域6次调查资料,发现浮游动物的种类数量呈现一定的波动,变化趋势为先升高后降低再升高(2005-2010年持续上升,2010-2016年下降,2016-2019年上升),种类数量最高值出现在2010年9月,最低值出现在

2005年11月(图3)。分析调查海域历年卫星遥感影像及同期悬浮物监测结果发现:2004-2010年,调查海域主要进行防波堤及围堰建设,围填海强度不大,悬浮物含量先升高后降低,未对周边海域浮游动物种类造成影响,浮游动物种类呈上升趋势;2010-2016年,围填海工程数量快速增长,悬浮物含量逐年增加,造成调查海域浮游动物种类逐年下降;2018年7月以后,围填海工程全部停止,2019年的悬浮物含量较2016年有所降低,同时浮游动物种类数量较2016年有明显增加。

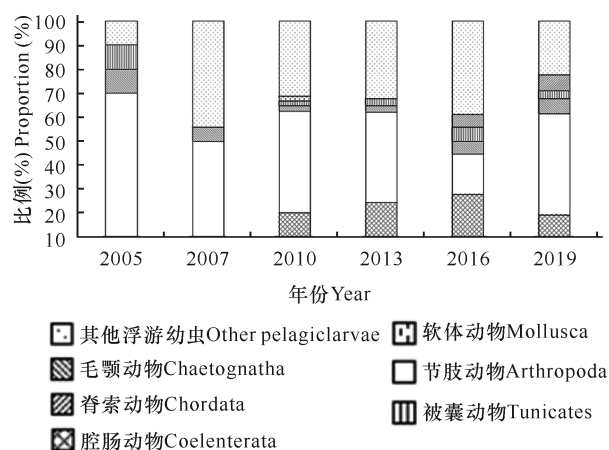


图2 日照岚山港附近海域浮游动物各种类比例年际变化
Fig. 2 Interannual variation of zooplankton species proportion in the sea area near Lanshan Port of Rizhao

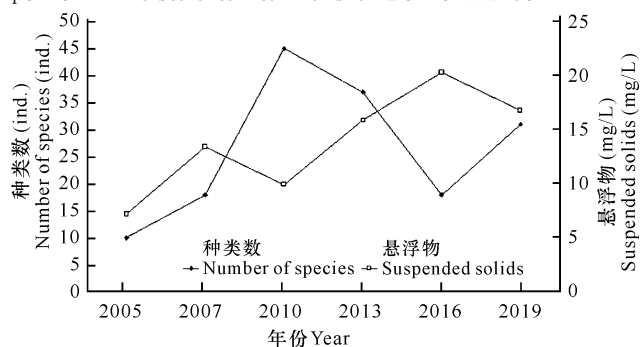


图3 日照港岚山港附近海域浮游动物种类数量及悬浮物含量年际变化

Fig. 3 Interannual variation of zooplankton species number and suspended matter content in the sea area near Lanshan Port of Rizhao

2.3 浮游动物丰度变化趋势分析

2005-2019年日照岚山港附近海域6次调查中,浮游动物平均丰度变化趋势为先升高后降低再升高(图4):2005-2010年、2013-2019年浮游动物丰度为持续上升趋势,而2010-2013年陡然下降;平均丰度最高值出现在2010年9月,最低值出现在2013年9月。根据调查海域历年卫星遥感影像及同期悬

浮物监测结果分析:2010年之前,围填海强度较小,未对周边海域浮游动物丰度造成影响;2010-2016年,随着围填海强度增加,浮游动物丰度陡然下降;2018年7月围填海工程停止后,悬浮物含量降低的同时,浮游动物丰度略有升高。

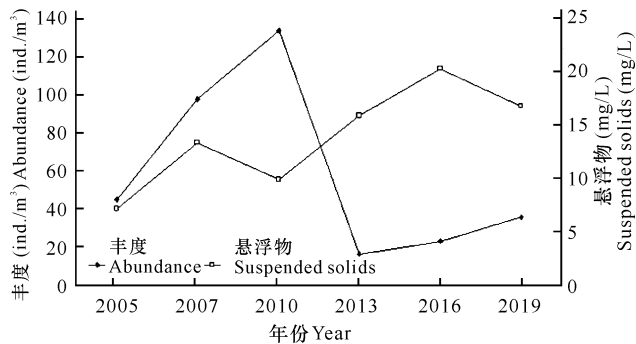


图4 日照港岚山港附近海域浮游动物丰度及悬浮物含量年际变化

Fig. 4 Interannual variation of zooplankton abundance and suspended matter content in the sea area near Lanshan Port of Rizhao

2.4 浮游动物生物量变化趋势分析

2005-2019年日照岚山港附近海域6次调查中,浮游动物平均生物量变化趋势为先降低后升高再降低(图5):2005-2010年浮游动物平均生物量略有下降,2010-2016年为持续上升,2016-2019年则急剧下降;平均生物量最高值出现在2016年11月,最低值出现在2010年9月。分析调查海域历年卫星遥感影像及同期悬浮物监测结果发现:2010年之前,围填海未对周边海域浮游动物生物量造成明显影响;2010-2016年,围填海工程数量快速增长,而调查海域浮游动物生物量却持续上升,其中2013年9月和2016年11月生物量远高于其他年度调查结果。

2.5 浮游动物多样性指数变化趋势分析

对2005-2019年日照岚山港附近海域6次调查获得的浮游动物多样性指数进行统计学评价分析,结果见图6。分析发现,2005-2019年6次调查中浮游动物平均多样性指数为1.60-2.93,最高值出现在2016年11月,最低值出现在2005年11月。参考《近岸海域环境监测规范》(HJ442-2008)^[18]中规定的评价指标值,2005年、2007年、2019年调查海域生境质量等级为差,2010年、2013年、2016年的等级为一般。

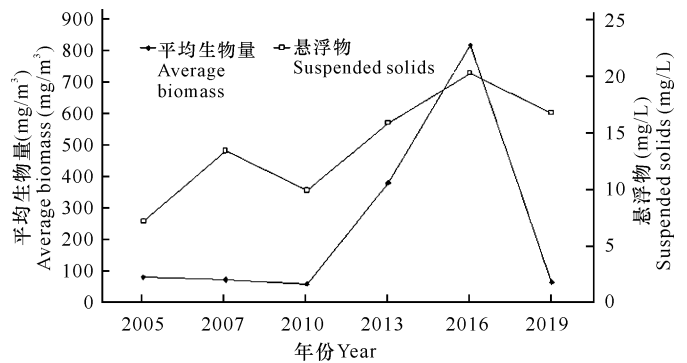


图5 日照港岚山港附近海域浮游动物平均生物量及悬浮物含量年际变化

Fig. 5 Interannual variation of zooplankton average biomass and suspended matter content in the sea area near Lanshan Port of Rizhao

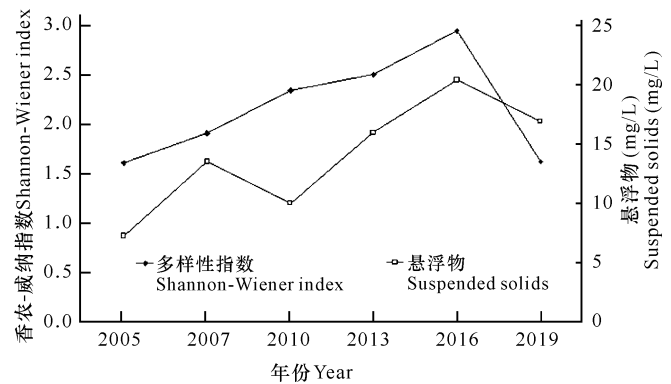


图6 日照港岚山港附近海域浮游动物丰度香农-威纳指数及悬浮物含量年际变化

Fig. 6 Interannual variation of zooplankton Shannon-Wiener index and suspended matter content in the sea area near Lanshan Port of Rizhao

分析调查海域历年卫星遥感影像及同期悬浮物监测结果,发现调查海域浮游动物香农-威纳指数与同期悬浮物监测结果变化趋势基本一致,即随着围填海工程的推进,2005-2016年悬浮物含量呈先升高后降低(2010年)再升高的趋势,浮游动物香农-威纳指数则持续升高,2016-2019年下降。2018年7月围填海全面停工,2019年11月的调查结果显示悬浮物含量降低,同时浮游动物香农-威纳指数也降低。本研究2019年11月浮游动物调查结果显示,强壮箭虫的站位出现率为100%,平均密度为23.1 ind./m³,优势度达到0.66,优势度非常明显,这可能是造成2019年度调查浮游动物香农-威纳指数较低的原因。

3 讨论

3.1 围填海工程施工对浮游动物优势类群的影响

围填海工程施工会造成附近海域悬浮物含量增加,对浮游动物中桡足类的存活和繁殖有明显的抑制作用^[3],而桡足类是节肢动物的主要组成部分,2016年调查海域发现节肢动物3种,其中桡足类仅1种,相比2010年、2013年的12种明显降低。黄备等^[11]研究发现,椒江口围填海工程造成浮游动物群落结构显著变化——工程开始前浮游动物以桡足类为主要优势群落,工程进行期间被水母替代,直到工程结束后才慢慢恢复到桡足类占据优势类群。李强等^[19]对崇明东滩围垦前后的大中型浮游动物群落结构进行研究,发现围垦后浮游动物主要优势种桡足类的种类数减少(围垦前以桡足类为主要优势种,围垦后不再是优势种)。崔磊等^[20]研究结果表明,围填海工程降低了当地水域生物群落的稳定性,群落种类较围填海之前有所减少,浮游动物优势种完全改变,种类数量降低。本研究中日照岚山港围填海工程造成了邻近海域浮游动物优势类群(节肢动物)的减少,与上述研究结果一致。

3.2 围填海工程施工对浮游动物种类数量和丰度的影响

本研究发现,浮游动物种类数量和丰度的波动趋势与所在海域围填海工程建设进展存在一定的响应关系——围填海工程期间附近海域浮游动物种类数量和丰度减少,围填海工程结束后,浮游动物的种类数量和丰度有所回升。于杰等^[21]的研究结果表明珠江口南沙湿地围填海造成南沙湿地浮游动物的种类数明显减少,栖息密度明显降低;王璐等^[22]研究表明围填海造成芝罘湾浮游动物物种数量下降近43.3%;黄备等^[11]发现,随着围填海工程的推进,椒江口浮游动物密度一直处于下降趋势;刘端辉^[23]发现宁德核电厂填海造地工程施工后附近海域浮游动物密度降低;刘春琳等^[24]发现,围填海施工造成天津大沽口附近海域悬浮物浓度升高,当悬浮物浓度较高时会对浮游动物的数量产生抑制作用。本研究结果与这些研究结论一致。

综上所述,日照岚山港围填海期间浮游动物种类数减少。然而不同于本研究结果,黄备等^[11]发现椒江口围填海工程没有引起浮游动物种类数的明显变化。究其原因,一是可能与围填海的强度不同有关。椒江口围填海工程主要以围海为主,围填海强度较日

照岚山港围填海的小;二是可能与调查季节不同有一定关系。黄备等^[11]的调查时间为8-10月,跨越夏秋两季,季节不同,种类数量亦有明显变化。

3.3 围填海工程施工对浮游动物生物量的影响

2010-2016年日照岚山港围填海工程数量快速增长,悬浮物含量逐年增加,而调查海域浮游动物生物量却持续上升,其中2013年9月和2016年11月调查生物量远高于其他年度调查结果,其原因可能是调查结果中2013年出现大量强壮箭虫,2016年出现大量的软拟海樽(*Dolioletta gegenbauri*)。强壮箭虫的数量变动及空间分布往往直接影响浮游动物总生物量的分布^[25],强壮箭虫丰度的增加是某一海域生物量增大的主要原因^[26]。软拟海樽属被囊动物,被囊动物海樽类数量多、分布广,是浮游动物总生物量的重要组成部分^[27]。大量出现的强壮箭虫和软拟海樽是造成2013年和2016年调查浮游动物生物量高的原因。总体来看,调查海域浮游动物生物量与该海域围填海工程持续建设响应关系不明显。

3.4 围填海工程施工对浮游动物香农-威纳指数的影响

本研究结果显示浮游动物香农-威纳指数与调查海域围填海建设进展不存在明显的关系,即浮游动物多样性指数不能很好地指示围填海工程对生态环境的影响^[11],单从生物多样性指数值尚不足以全面评价围垦对浮游动物多样性的影响^[28]。

4 结论

围填海工程造成日照岚山港邻近海域浮游动物群落结构发生一定的改变,节肢动物占比降低,腔肠动物占比增加。随着围填海强度的增加,浮游动物种类数量和丰度减少,未对生物量和香农-威纳指数造成明显影响。围填海结束后邻近海域浮游动物群落结构、种类数量和丰度均有所恢复。

参考文献

- [1] 种晴晴. 基于遥感的日照海岸线变迁分析[D]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2016.
- [2] 范学平, 曾德付. 沿江施工产生悬浮物对环境的影响分析[J]. 交通环保, 2004, 25(6): 10-12.
- [3] FILIPSSON H L, BJÖRKA G, HARLAND R, et al. A major change in the phytoplankton of a Swedish sill fjord—A consequence of engineering work? [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2005, 63(4): 551-560.
- [4] 徐兆礼, 张凤英, 陈渊泉. 悬浮物和冲击波造成的渔业资

- 源损失量估算[J]. 水产学报, 2006, 30(6): 778-784.
- [5] 徐汉光, 杨波, 王真良, 等. 原油和成品油对浮游桡足类中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)存活的影响[J]. 海洋环境科学, 1983, 2(2): 55-59.
- [6] 沈国英, 施并章. 海洋生态学[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2008.
- [7] 陈学超, 朱丽岩, 黄瑛, 等. 南黄海浮游动物群落结构研究[J]. 海洋科学, 2017, 41(10): 41-48.
- [8] 何荣, 石海明, 屠建波, 等. 海洋工程对天津近岸海域环境的影响研究[J]. 海洋开发与管理, 2019, 36(5): 63-66.
- [9] 张秋丰, 靳玉丹, 李希彬, 等. 围填海工程对近岸海域海洋环境影响的研究进展[J]. 海洋科学进展, 2017, 35(4): 454-461.
- [10] 陈华, 徐兆礼. 杭州湾洋山工程群对邻近水域浮游动物数量分布的影响[J]. 中国水产科学, 2010, 17(6): 1319-1326.
- [11] 黄备, 邵君波, 周斌, 等. 椒江口围填海工程对浮游动物的影响[J]. 生态科学, 2015, 34(4): 86-92.
- [12] 刘光兴, 李自尚, 陈洪举. 筑坝工程对瓯江口及其邻近水域浮游动物群落的影响研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2013, 43(5): 82-87.
- [13] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 海洋监测规范: 第7部分 近海污染生态调查和生物监测: GB 17378. 7 - 2007 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [14] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 海洋监测规范: 第4部分 海水分析: GB 17378. 4 - 2007 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [15] SHANNON C E, WEAVER W. The mathematical theory of communication [M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949: 125.
- [16] 蔡立哲, 马丽, 高阳, 等. 海洋底栖动物多样性指数污染程度评价标准的分析[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2002, 41(5): 641-646.
- [17] 王立俊, 陈伟斌, 李崇德. 黄骅港一期工程疏浚物倾倒区及邻近海域的底栖动物[J]. 海洋湖沼通报, 2000(1): 13-18.
- [18] 中华人民共和国环境保护部. 近岸海域环境监测规范: HJ 442 - 2008 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.
- [19] 李强, 马长安, 吕巍巍, 等. 围垦对崇明东滩潮沟大中型浮游动物群落结构的影响[J]. 复旦大学学报(自然科学版), 2012, 51(4): 515-522.
- [20] 崔磊, 吕颂辉, 董悦镭, 等. 围填海工程对淇澳岛附近水域环境因子与生物群落的影响[J]. 热带海洋学报, 2017, 36(2): 96-105.
- [21] 于杰, 陈作志, 徐姗楠. 围填海对珠江口南沙湿地资源与生物资源的影响[J]. 中国水产科学, 2016, 23(3): 661-671.
- [22] 王璐, 夏瑞, 陈焰, 等. 围填海对芝罘湾生态环境的影响[J]. 环境科学研究, 2021, 34(2): 389-398.
- [23] 刘端辉. 宁德核电站填海造地后的海域环境现状研究[D]. 厦门: 集美大学, 2013.
- [24] 刘春琳, 孙艺. 填海造陆对天津大沽口海洋环境影响分析研究[J]. 盐科学与化工, 2019, 48(5): 28-32.
- [25] 毕洪生, 孙松, 高尚武, 等. 渤海浮游动物群落生态特点Ⅲ. 部分浮游动物数量分布和季节变动[J]. 生态学报, 2001, 21(4): 513-521.
- [26] 宁璇璇, 夏炳训, 伯云台, 等. 烟台西港倾倒区海域浮游生物的群落特征[J]. 中国环境监测, 2014, 30(4): 123-128.
- [27] 徐兆礼, 崔雪森, 黄洪亮. 北太平洋柔鱼渔场浮游动物数量分布及与渔场的关系[J]. 水产学报, 2004, 28(5): 515-521.
- [28] 李强, 马长安, 吕巍巍, 等. 南汇东滩湿地围垦水域内浮游动物群落结构的变化[J]. 应用生态学报, 2012, 23(8): 2287-2294.

Study on Influence of Reclamation Project on Zooplankton Community in the Sea Area Near Lanshan Port of Rizhao

ZHANG Liang^{1,2}, WANG Jinwen^{1,2}, JI Yinglu^{1,2}, SU Kai^{1,2}, ZHANG Naixing^{1,2},
LIU Yingying^{1,2}

(1. Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Ecology and Environment & Disaster Prevention and Mitigation, Qingdao, Shandong, 266061, China; 2. North China Sea Marine Forecasting Center of State Oceanic Administration, Qingdao, Shandong, 266061, China)

Abstract: Based on the data of six zooplankton surveys in the sea area near Lanshan Port of Rizhao in the autumn of 2005 – 2019, combined with the monitoring results of suspended matter in the same period, the changes of zooplankton species structure, species number, abundance, biomass and Shannon-Wiener index were analyzed to preliminarily explore the influence of reclamation project at Lanshan Port in Rizhao on the zooplankton community in the adjacent sea area. The results showed that the proportion of zooplankton species and other indexes fluctuated in a certain range in the autumn from 2005 to 2019 near Rizhao Lanshan Port, in which the species number and abundance increased first, then decreased, then increased, and the biomass and Shannon-Wiener index increased first and then decreased. The proportion, species number and abundance of zooplankton have a certain response to the progress of reclamation projects, while the relationship between biomass and Shannon-Wiener index and the progress of reclamation projects is not obvious. The reclamation project in Lanshan Port of Rizhao has resulted in the change of dominant zooplankton groups in the nearby waters and the decrease of species number and abundance. After the reclamation is stopped, the dominant zooplankton groups, species number and abundance have a certain recovery.

Key words: zooplankton; species number; abundance; biomass; Shannon - Wiener index; Lanshan Port of Rizhao; community structure

责任编辑:陆 雁



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxxk@gxas.cn

投稿系统网址:<http://gxxk.ijournal.cn/gxxk/ch>