

# 石岛海域大型底栖生物群落特征

隋吉星<sup>1,2</sup>, 李新正<sup>1</sup>, 王洪法<sup>1</sup>, 张宝琳<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

**摘要:** 2008年8月~2009年5月分4个航次对石岛海域进行大型底栖生物调查, 共发现大型底栖生物164种, 整个调查海域内大型底栖生物的优势种明显; 调查海域大型底栖生物平均密度和平均生物量分别为279个/m<sup>2</sup>和11.00g/m<sup>2</sup>; 调查海域大型底栖生物初步分为近岸的粗砂底质群落和离岸较远的泥沙底质群落。本调查结果与其他海域调查资料做了对比, 并初步分析了与其他调查海域结果不同的原因。

**关键词:** 大型底栖生物; 群落特征; 石岛

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2013)03-0017-05

石岛海域位于山东半岛最东端, 属于南黄海海区。这里有中国北方最大的渔港石岛港, 石岛湾核电站也在建设中。大型底栖生物是海洋生态系统的重要组成部分, 它们通过摄食、掘穴等活动与周围环境互相影响, 共同维持着海洋生态系统的结构和功能<sup>[1-3]</sup>。因此, 大型底栖生物的群落特征与海域环境息息相关<sup>[4-5]</sup>。早在20世纪50年代, 我国就对山东省沿岸海域资源环境做过详细调查, 如中国科学院海洋研究所与苏联科学院动物研究所合作对胶州湾大型底栖生物做了比较详细的调查研究<sup>[6]</sup>。1980年以后关于胶州湾、渤海湾、辽东湾等海域的大型底栖生物的生态学研究更是持续不断<sup>[7-11]</sup>, 但石岛海域的调查却较少。本文报道了近期在石岛海域进行的大型底栖生物调查的种类组成、数量分布与群落特征等成果, 以期为进一步对该海域进行群落和多样性分析、次级生产力估算等研究提供参考, 并为相关部门的管理决策提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 站位布设和样品处理

于2008年8月、11月、2009年2月和5月分4个航次(以下简称夏季、秋季、冬季和春季航次), 对石岛海域的大型底栖生物进行了取样分析, 共设6个站位, 为比较石岛湾和桑沟湾大型底栖生物的不同, 特将调查站位分为两个小组, 其中SM1、SM2、SM3、SM4位于石岛湾, SN1和SN2位于桑沟湾(图1)。样品的采集、保存、计数和称量(生物量为湿质

量)均按照《海洋调查规范》<sup>[12]</sup>进行, 大型底栖生物的采样工具为面积0.1m<sup>2</sup>的抓斗式采泥器, 每站成功取样2次合并为1个样品。使用0.5mm孔径的网筛分选底栖生物样品, 所得样品用75%酒精现场固定。

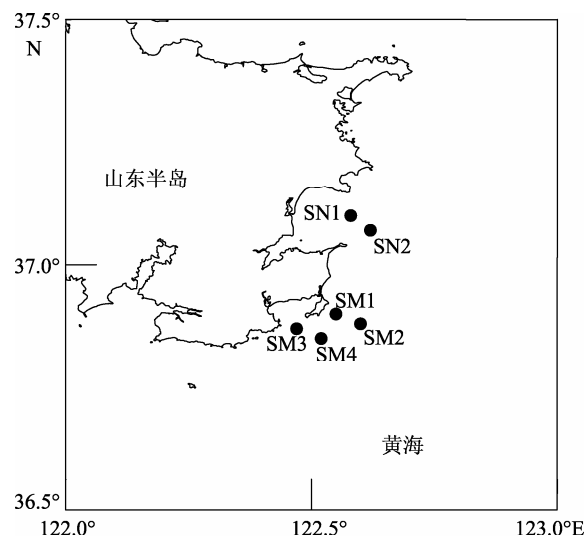


图1 调查海区站位图

Fig. 1 Map of sampling stations in Shidao sea area

收稿日期: 2012-06-22; 修回日期: 2012-08-29

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(41176133)

作者简介: 隋吉星(1984-), 男, 山东潍坊人, 博士研究生, 研究方向为海洋无脊椎动物分类学和底栖生物生态学, E-mail: sui-jixing@hotmail.com; 李新正, 通信作者, 电话: 0532-82898771, E-mail: lixzh@qdio.ac.cn

## 1.2 数据处理

大型底栖生物群落结构分析采用 PRIMER5.0 软件包中的相关程序进行数据资料的分析处理; 除计算大型底栖生物种数、栖息密度与生物量外, 还估算了底栖生物优势度指数。公式如下:

$$Y=(n_i / N)f_i$$

式中,  $Y$  为底栖生物优势度指数;  $n_i$  为第  $i$  种的总个体数;  $N$  为在所有站位采集的底栖生物总个体数;  $f_i$  为该物种在各调查站位中的出现频率。通常情况下, 当  $Y>0.02$  时, 该种为优势种<sup>[13]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 大型底栖生物种类组成

在 4 个航次的调查中, 共采集鉴定大型底栖生物 164 种, 其中多毛类 90 种, 占总数的 54.88%; 甲壳动物 35 种, 占总数的 21.34%; 软体动物 17 种, 占总数的 10.37%; 棘皮动物 8 种, 占总数的 4.88%; 其他类群 14 种包括腔肠动物门、纽形动物门、腕足动物门等, 占总数的 8.54%。

其中, 优势度较高的有多毛类的拟特须虫 (*Paralacydonia paradoxa*)、叉毛卷须虫 (*Cirrophorus*

*furcatus*)、索沙蚕 (*Lumbrineris* sp.)、长吻沙蚕 (*Glycera chirori*)、背蚓虫 (*Notomastus latericeus*); 甲壳动物有镰形叶钩虾 (*Jassa falcata*)、美原双眼钩虾 (*Ampelisca miharaensis*); 棘皮动物有日本倍棘蛇尾 (*Amphioplus japonicus*) 等, 4 个季节调查中优势种见表 1。

### 2.2 大型底栖生物的密度与生物量

表 2 和表 3 为各站位不同季节大型底栖生物密度与生物量。6 个站位的总平均密度为 280 个/m<sup>2</sup>, 总平均生物量为 11.00 g/m<sup>2</sup>。密度的最高值出现在夏季航次中的 SN1 站, 为 1 605 个/m<sup>2</sup>, 该站采集到的镰形叶钩虾 (*Jassa falcata*) 密度达到了 1040 个/m<sup>2</sup>; 生物量的最高值出现在秋季航次中的 SM2 站, 为 81.12 g/m<sup>2</sup>。该站采集到的心形海胆 (*Echinocardium cordatum*) 生物量达到了 65.72 g/m<sup>2</sup>。

从季节看, 平均密度以夏季最高, 春季和秋季相差不大, 冬季最低; 平均生物量则秋季最高, 夏季次之, 冬季和春季较低。从站位看, SM1 站密度与生物量明显偏低, 这与该站位粗砂的底质类型有关, 这种底质底栖生物食物匮乏, 难以生存。位于石岛湾的 SM1~SM4 四个站位平均密度 (167 个/m<sup>2</sup>) 远低于位于桑沟湾的 SN1、SN2 站的平均密度 (504 个/m<sup>2</sup>), 而

表 1 石岛大型底栖生物各季节优势种及其优势度

Tab. 1 The seasonal dominant species and their Y-values of macrobenthos from Shidao area

种名	夏季	秋季	冬季	春季
拟特须虫 ( <i>Paralacydonia paradoxa</i> )	0.045	0.153	0.025	0.062
叉毛卷须虫 ( <i>Cirrophorus furcatus</i> )	0.031	0.135	0.044	0.084
索沙蚕一种 ( <i>Lumbrineris</i> sp.)			0.165	
日本倍棘蛇尾 ( <i>Amphioplus japonicus</i> )	0.051	0.040		
镰形叶钩虾 ( <i>Jassa falcata</i> )	0.063			
长吻沙蚕 ( <i>Glycera chirori</i> )			0.034	0.070
美原双眼钩虾 ( <i>Ampelisca miharaensis</i> )		0.027		
麦杆虫一种 ( <i>Caprella</i> sp.)	0.021			
黄海埃刺梳鳞虫 ( <i>Ehersileanira incisa hwanghaiensis</i> )			0.025	
背蚓虫 ( <i>Notomastus latericeus</i> )				0.021
不倒翁虫 ( <i>Sternaspis scutata</i> )				0.020

表 2 石岛海域大型底栖生物密度

Tab. 2 The density of macrobenthos in Shidao area

季节	SM1	SM2	SM3	SM4	SN1	SN2	平均
夏季	10	430	105	270	1605	330	458
秋季	-	420	95	110	315	365	261
冬季	-	170	200	170	180	245	193
春季	15	340	165	150	370	625	278
平均	13	340	141	175	618	391	280

表 3 石岛海域大型底栖生物生物量

Tab. 3 The biomass of macrobenthos in Shidao area

季节	SM1	SM2	SM3	SM4	SN1	SN2	平均
夏季	0.13	13.66	24.21	34.08	5.92	11.68	14.94
秋季	-	81.12	0.35	0.53	4.61	3.62	18.04
冬季	-	21.01	17.07	1.90	2.81	2.61	9.08
春季	0.07	13.76	3.57	13.57	6.13	1.44	6.42
平均	0.10	32.39	11.30	12.52	4.87	4.84	11.00

注: -表示该站未采集到样品

平均生物量(14.08 g/m<sup>2</sup>)却远高于桑沟湾的平均生物量(4.86 g/m<sup>2</sup>)。这表明, 石岛湾的大型底栖生物以大个体保守种占优势, 而桑沟湾大型底栖生物则以小个体的机会种占优势, 由 Connell 的中度扰动假说和 Huston 的种类多样性假说可以推测, 桑沟湾大型底栖生物群落的受干扰程度大于石岛湾底栖生物群落<sup>[14-15]</sup>。

### 2.3 站位分组

群落结构分析旨在阐明特定生物群落的物种组成特征, 探讨群落中不同物种间的生态地位及其相互作用。本文选取春季航次密度数据的相似性矩阵进行聚类分析(图 2)。结果表明, 调查海域大型底栖生物调查站可以明显地分为两组: SM1 站为站组, 其他 5 个站位为站组。利用 SIMPER 程序进一步分析各站组的特征种, 结果表明: 站组以多毛类动物的长锥虫(*Haploscoloplos elongatus*)和软体动物的双纹须蚶(*Barbatia bistrigata*)为特征种; 站组 5 个站的物种平均相似性为 27.06%, 以多毛类动物拟特须虫(*Paralacydonia paradoxa*)、不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)、软体动物的壳蛞蝓(*Philine* sp.)和甲壳动物的美原双眼钩虾(*Ampelisca miharaensis*)为特征种, 它们对站组特征累积贡献率为 40.46%。

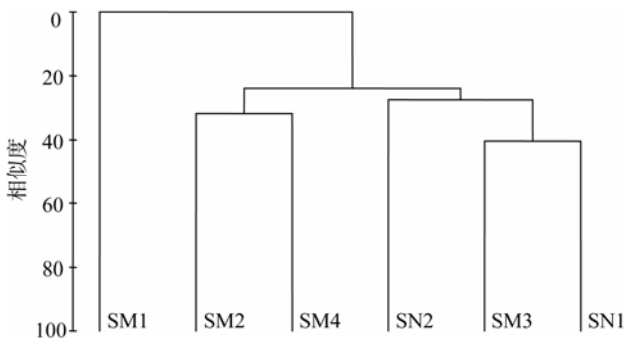


图 2 石岛海域大型底栖生物聚类分析

Fig. 2 Hierarchical cluster of the macrobenthos in Shidao area

## 3 讨论

### 3.1 种类组成

从种类组成结果可以看出, 调查海域大型底栖生物优势度非常明显。优势种多为多毛类, 优势度最高的多毛类索沙蚕(*Lumbrineris* sp.)优势度最高, 达到 0.165。该种在污染较严重的海域密度常常较大。一般来说, 生物群落的物种优势度越高, 说明群落内各物种的生态地位越不平衡, 生物群落也就更加脆弱; 反之, 物种优势度越低, 则群落内各物种的生态地位更加趋于平衡, 生物群落就越稳定<sup>[11]</sup>。从本调查可以看出, 优势种优势度明显, 反应了该海域大型底栖生物群落的不稳定性较强。

### 3.2 与其他海域大型底栖生物群落对比

本文研究海域位于山东半岛东端, 属于黄海海域。为了更完整地认识调查海域大型底栖生物群落的生态状况, 将本次调查大型底栖生物结果与以往山东沿岸和黄海海域大型底栖生物研究成果进行了比较<sup>[16-18]</sup>(表 4)。由表 4 可以看出, 本次调查海域大型底栖生物生物量较山东南岸、南黄海和北黄海海域明显偏低。这可能是由于以下两个原因造成的: (1)本次调查海域更加靠近陆地, 陆源污染对该海域影响显著<sup>[19]</sup>, 如工业废水经车脚河、张家河等河流入海, 加深了对海域环境的污染; (2)石岛港是北方最大的渔港, 来来往往的渔船对该海域大型底栖生物群落有较强的干扰。

### 3.3 群落结构

从调查海域大型底栖生物聚类分析结果来看, 离岸最近的 SM1 站被单独划分为一个组, 而相对离岸较远的 5 个站位划分为一个组, 这表明陆源因素可能是该海域影响大型底栖生物分布的重要因素。

表 4 石岛及邻近海域大型底栖动物生物量比较

Tab. 4 The comparison of biomass of macrobenthos in different waters

调查海域	调查时间	采泥器类型	网筛口径(mm)	生物量(g/m <sup>2</sup> )	参考文献
石岛海域	2008~2009	0.1m <sup>2</sup> 抓斗式	0.5	11.44	本调查
山东南岸	2006~2007	0.05m <sup>2</sup> 抓斗式	0.5	20.75	[8]
南黄海	2000~2001	0.1m <sup>2</sup> 箱式	0.5	30.35	[17]
北黄海	2007	0.1m <sup>2</sup> 箱式	0.5	58.47	[18]

另外,从底质类型来看,SM1 站为粗砂,底栖生物种类较少,栖息密度和生物量均较低,而其他 5 个站位底质类型相似,为软泥细沙,大型底栖生物种类丰富,栖息密度和生物量也较高。这与目前普遍认为的泥沙等混合型沉积环境的底栖生物多样性高于泥或砂等匀质的沉积环境相符合<sup>[20]</sup>。

致谢: 本项目组李宝泉、王金宝、韩庆喜、蔡文倩等分别鉴定了标本,李宝泉、王金宝、韩庆喜、董栋、董超、马林、王晓晨、蔡文倩、孙德海等参与野外采样调查、样品初步分析等工作,中国科学院海洋生物标本馆人员为本研究的样品分析给予大力协助,在此一并致谢。

参考文献:

[1] Somerfield P J, Cochrane S J, Dable S, et al. Free-living nematodes and macrobenthos in a high-latitude glacial fjord [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2006, 330: 284-296 .

[2] Blanchard A L, Feder H M . Adjustment of benthic fauna following sediment disposal at a site with multiple stressors in Port Valdez, Alaska[J]. *Mar Pollut Bull*, 2003, 46: 1500-1590 .

[3] Holte B, Dahle S, Gulliksen B, et al .Some macrofaunal effects of local pollution and glacier-induced sedimentation with indicative chemical analyses in the sediments of two Arctic fjords [J] .*Polar Biology*, 1996, 16: 549-557 .

[4] Böhmer J, Zenker A, Ackermann B, et al. Macrozoobenthos communities and biocoenotic assessment of ecological status in relation to degree of human impact in small streams in southwest Germany[J] . *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*, 2001, 8: 407-419 .

[5] Salas F, Neto J M, Borja A, et al . Evaluation of the applicability of a marine biotic index to characterize the status of estuarine ecosystems: the case of *Mondego estuary* (Portugal)[J] . *Ecological Indicators*, 2004, 4:

215-225 .

[6] 古丽娅诺娃, 吴宝铃. 胶州湾底栖生物群落[C]//中国科学院海洋研究所. 海洋科学集刊, 北京: 科学出版社, 1963: 3: 51-61.

[7] 刘瑞玉. 胶州湾生态学和生物资源[M].北京: 科学出版社, 1992.

[8] 隋吉星, 于子山, 曲方圆等. 胶州湾中部海域大型底栖生物生态学初步研究[J]. *海洋科学*, 2010,34(5): 1-6.

[9] 孙道元, 张宝琳, 吴耀泉. 胶州湾底栖生物动态的研究[C]//中国科学院海洋研究所. 海洋科学集刊, 北京: 科学出版社, 1996: 37: 103-114.

[10] 韩洁, 张志南, 于子山. 渤海中、南部大型底栖动物的群落结构[J]. *生态学报*, 2004, 24(3): 531-537.

[11] 刘录三, 孟伟, 郑丙辉, 等. 辽东湾北部海域大型底栖动物研究:I.种类组成与数量分布[J]. *环境科学研究*, 2008, 21(6): 118-123.

[12] 国家技术监督局 . GB\T12763.6-1991 海洋调查规范-海洋生物调查[S] . 北京: 中国标准出版社, 1991.

[13] 沈国英, 施并章. 海洋生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 55-161.

[14] Connell J H.Diversity in tropical rain forests and coral reefs[J]. *Science*, 1978, 199: 1302-1310.

[15] Huston M.A general hypothesis of species diversity[J]. *Am Nat*, 1979, 113: 81-101.

[16] 隋吉星. 山东省沿岸大型底栖生物生态学研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011.

[17] 刘录三, 李新正 .南黄海春秋大型底栖动物分布现状[J] . *海洋与湖沼*, 2003, 34(1): 26-32 .

[18] 曲方圆, 于子山, 刘卫霞, 等. 北黄海春季大型底栖生物群落结构[J]. *中国海洋大学学报*, 2009, 39: 109-114.

[19] 赵可胜, 王丽霞, 孙长青. 石岛湾海域排污口位置优选[J]. *青岛海洋大学学报*, 1994, 8: 98-104.

[20] Gray J S. Animal-sediment relationships[J]. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev*,1974, 12: 223-261.

# Characters of marine macrobenthic community in Shidao area, Shandong Peninsula

SUI Ji-xing<sup>1,2</sup>, LI Xin-zheng<sup>1</sup>, WANG Hong-fa<sup>1</sup>, ZHANG Bao-lin<sup>1</sup>

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

**Received:** Jun.,22,2012

**Key words:** macrobenthos; community structure; Shidao

**Abstract:** Based on the material collected during August 2008 to May 2009 in the Shidao area, eastern end of the Shandong Peninsula, the species composition, distribution and community structure of marine macrobenthos were studied and reported in the present paper. In total, 164 macrobenthic species were found from the research area, and the dominant species were obvious. The mean density and biomass were 279 ind./m<sup>2</sup> and 11.00 g/m<sup>2</sup> respectively. The macrobenthic community of the research area can be classified as two kinds of type: the seashore rough sandy community and the offshore mud sandy community. These results from the research area were compared with those from the adjacent areas, and the differences among them were discussed.

(本文编辑: 梁德海)