

青岛近海春季大型底栖动物群落特征*

王宗兴^{1,2}, 范士亮^{1,2}, 徐勤增^{1,2}, 王守强^{1,2}, 韦钦胜^{1,2}, 臧家业^{1,2}

(1. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061;

2. 海洋生态环境科学与工程国家海洋局重点实验室, 山东 青岛 266061)

摘要:分析 2007 年 4 月在青岛近海进行的大型底栖动物定量采集样品资料, 研究了该海域大型底栖动物群落的优势种组成和物种多样性、生物量、丰度和群落等级聚类分析(CLUSTER)以及群落受污染扰动情况。本次调查中共获得青岛近海大型底栖动物 89 种, 其中多毛类 41 种, 甲壳动物 32 种, 软体动物 5 种, 棘皮动物 6 种, 其它类群动物 5 种。群落中优势种以日本美人虾(*Callinassa japonica*)和日本信棘蛇尾(*Amphipplus japonicus*)贡献率较高。平均生物量和丰度空间分布高值区均出现在近岸海域。群落结构聚类分析表明, 15 个取样站的群落结构相似性程度都非常低, 为 10%~30%, 仅有 S10 站和 S13 站、S3 站和 S9 站 Bray-Curtis 相似性系数达到 40%。ABC 曲线表明, S6, S7, S12, S13 站的底栖动物群落已受到中度扰动, 其它各站 ABC 曲线状态正常, 表明底栖动物群落基本未受干扰, 处于较稳定状态。

关键词:大型底栖动物; 群落结构; 生物多样性; 青岛近海

中图分类号: Q178.53

文献标识码: A

文章编号: 1671-6647(2010)01-0050-07

近年来, 沿岸水域生态系统作为海洋与陆地相互作用和海洋生物多样性保护研究的重要区域, 受到国内外生态学界学者的高度重视。青岛近海位于山东半岛南部, 属南黄海西北部海域, 为我国重要的养殖和港口海域, 该海域生物资源的开发利用以及海洋生物科学的研究十分重要。底栖动物是重要生态类群, 可指示环境的长期变化。关于青岛近海底栖生物研究多集中于胶州湾^[1-6], 其它区域研究较少, 仅在南黄海底栖动物研究中提及^[7-11]。为此, 本文根据 2007 年春季的调查资料研究青岛近海春季大型底栖动物的种类组成、分布现状和群落特征, 为该海域海洋生物多样性保护提供依据, 也可为青岛近海生态环境保护和海陆相互作用研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 取样站位与样品采集

于 2007 年 4 月在青岛近海海域 15 个取样站(图 1)调查大型底栖动物, 每站用取样面积 0.25 m² 的抓斗式采泥器采集沉积物样品, 泥样用底层筛为 0.5 mm 网目的套筛冲洗, 获得样品用体积分数为 75% 酒精固定, 样品带回实验室后进行种类鉴定、个体计数、生物量计算, 丰度单位为个/m², 生物量单位是 g/m², 样品的处理、保存、计数、称重等均按《海洋调查规范》^[12]进行。

1.2 数据处理

采用 Margalef 丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数对底栖动物的群落结构、组

* 收稿日期: 2008-12-09

资助项目: 我国近海海洋综合调查与评价专项——ST03 区块水体环境调查与研究(908-01-ST03)和乳山湾外海低氧区调查与研究(908-01-BC14)

作者简介: 王宗兴(1980-), 男, 山东青岛人, 助理研究员, 主要从事底栖生物分类与生态学方面研究。

E-mail: zongxingwang@fio.org.cn

(高峻 编辑)

成特点、优势种及数量动态特点进行分析。

Margalef 丰富度指数 (D) 的计算公式, $D = (S - 1) / \log_2 N$, N 为动物丰度 (单位: 个/ m^2), S 为采泥样品中的种类总数。

Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 的计算公式, $H' = -\sum(P_i) (\log_2 P_i)$, 其中, P_i 为样品中 i 种的丰度比例, $P_i = N_i / N$, N 为样品总丰度, N_i 为第 i 种的丰度。

Pielou 均匀度指数 (J') 的计算公式, $J' = H' / \log_2 S$ 。

采用 PRIMER 5.0 软件进行 3 种指数计算。用 Surfer 8.0 软件分别做出丰度、生物量及 3 项多样性指数的空间分布等值线图。

采用丰度/生物量比较曲线 (ABC 曲线) 分析大型底栖动物群落受污染或其他因素扰动的状况。

2 结果

2.1 种类组成与优势种

采泥样品经分析鉴定, 共采到底栖动物 89 种, 其中多毛类 41 种, 占 46.07%, 甲壳动物 32 种, 占 35.96%, 软体动物 5 种, 占 5.62%, 棘皮动物 6 种, 占 6.74%, 其它类群 5 种, 占 5.61%。表 1 列出了青岛近

表 1 青岛近海大型底栖生物优势种及贡献率

Table 1 Dominant species of macrobenthic fauna and their accumulated percentage in the coastal waters of Qingdao

种 类	贡献率	累计贡献率
日本美人虾 (<i>Callinassa japonica</i>)	38.30	38.30
日本倍棘蛇尾 (<i>Amphipilus japonicus</i>)	10.85	49.15
细螯虾 (<i>Leptochela gracilis</i>)	7.50	56.64
日本浪漂水虱 (<i>Cirralana japonica</i>)	4.67	61.32
锥唇吻沙蚕 (<i>Glycera anomichiensis</i>)	3.96	65.28
日本鼓虾 (<i>Alpheus japonicus</i>)	3.72	69.00
持真节虫 (<i>Euclymene annandalei</i>)	3.04	72.05
棘刺锚参 (<i>Protankyra bidentata</i>)	2.81	74.86
长吻沙蚕 (<i>Glycera chirari</i>)	2.52	77.37
树螯虫属 (<i>Pista</i> sp.)	2.20	79.57
拳螺素沙蚕 (<i>Ninon palmata</i>)	2.19	81.76
紫臭海蛸 (<i>Travisia pupa</i>)	1.99	83.75
青岛文昌鱼 (<i>Branchiostoma belcheri tsingtauense</i>)	1.75	85.50
美原双眼钩虾 (<i>Ampelisca miharaensis</i>)	1.61	87.11
曲蛭真节虫 (<i>Euclymene lombricoides</i>)	1.28	88.40
短叶素沙蚕 (<i>Lumbrineris latreilli</i>)	1.02	89.42

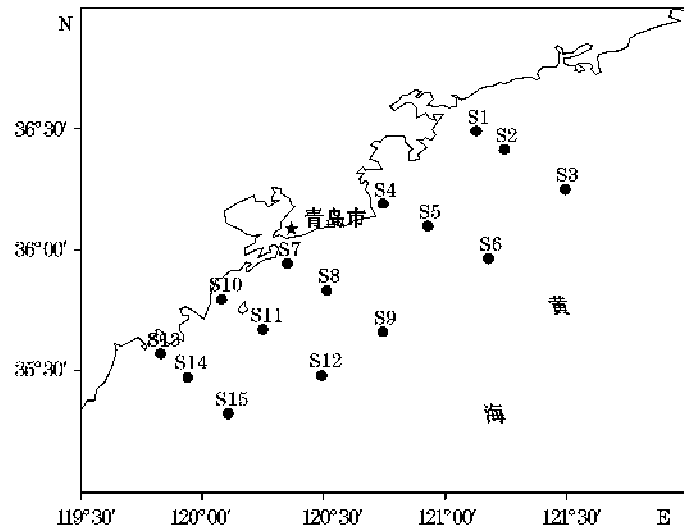


图 1 青岛近海底栖动物取样站位图

Fig. 1 Sampling stations in the coastal waters of Qingdao

海大型底栖生物优势种。可以看出,以日本美人虾(*Callinassa japonica*)和日本倍棘蛇尾(*Amphipus japonicus*)贡献率较高,二者累积丰度贡献率达到49.15%。

2.2 生物量和丰度

青岛近海春季底栖动物平均生物量为 18.11 g/m^2 ,其中多毛类 5.32 g/m^2 (占29%),软体动物 1.02 g/m^2 (占6%),甲壳类 6.12 g/m^2 (占34%),棘皮动物 3.42 g/m^2 (占19%)。生物量分布很不均匀,最低值出现在S5站(5.05 g/m^2),自S5站向近岸海域及东北部海域逐步递增(图2),生物量最高值出现在位于胶州湾口附近的S7站(50.32 g/m^2),该站分布有大量多毛类的锥毛似帚毛虫(*Lygdamis giardi*)和棘皮动物的日本倍棘蛇尾。

春季底栖动物丰度为 119.07 个/m^2 ,其中多毛类 64.67 个/m^2 (占54%),软体动物 2.27 个/m^2 (占2%),甲壳类 37.6 个/m^2 (占32%),棘皮动物 9.6 个/m^2 (占8%)。春季的丰度等值线(图3)与生物量等值线分布趋势基本一致,高值区出现在近岸海域,最高值出现在S7站(900 个/m^2),与生物量最高值一致。最低值出现在东北部的S2站(8 个/m^2),这与生物量的分布相差较大,该站主要分布甲壳动物日本美人虾和鱼类红狼牙鰕虎鱼(*Odontamblyopus rubicundus*),个体都较大,故而丰度虽低,生物量却很高。

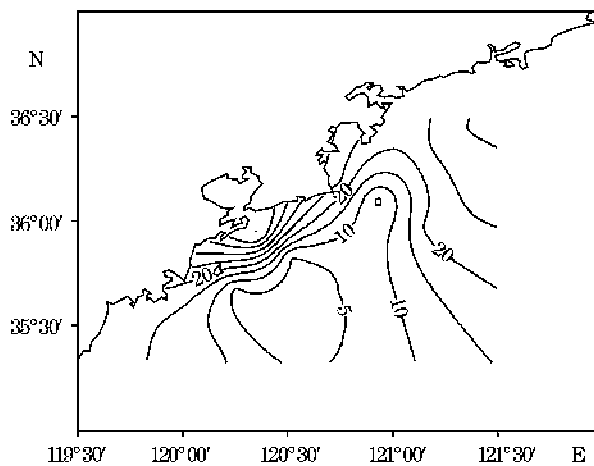


图2 青岛近海大型底栖动物生物量水平分布($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)
Fig. 2 The horizontal distributions of macrobenthos biomass in the coastal waters of Qingdao ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)

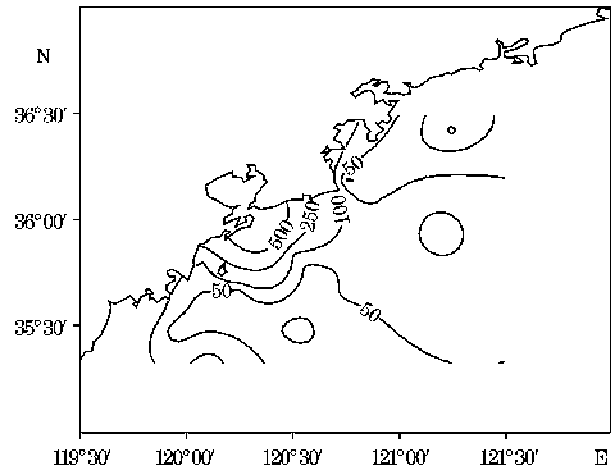


图3 青岛近海大型底栖动物丰度空间分布($\text{个} \cdot \text{m}^{-2}$)
Fig. 3 The spatial distributions of macrobenthos abundance in the coastal waters of Qingdao ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$)

2.3 物种多样性

15个取样站大型底栖动物群落物种多样性分析结果见图4~6。3项多样性指数在各站差别较大,形成一定的空间分布格局。

Margalef 丰富度指数(D)最高值出现在S7站,为4.56,该站共采到32种底栖动物,多样性指数较高,但由于该站锥毛似帚毛虫数量特别多,造成其均匀度指数很低,最低值出现在S2站,仅为0.48,主要因为该站只采到2种底栖动物使得物种丰富度指数偏低,物种多样性指数和均匀度指数也很低。

Pielou 均匀度指数(J')平均值为0.89,最高值出现在S2站,为1.00,最低值出现在S7站,为0.56, Shannon-Wiener 多样性指数(H')平均值为2.75,最高值出现在S5站,为3.98,最低值出现在S2站,为1.00。

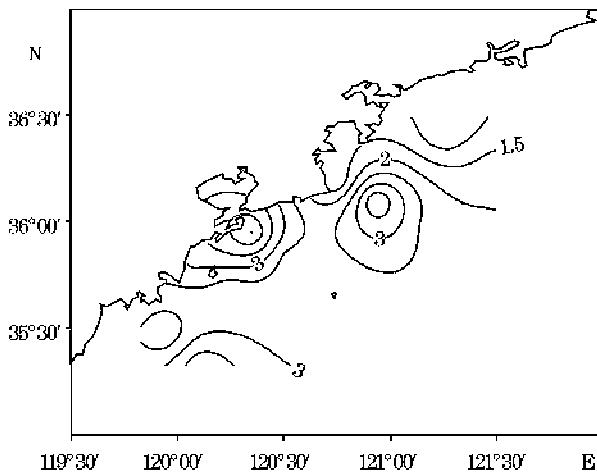


图 4 青岛近海大型底栖动物 Margalef 丰富度指数空间分布
Fig. 4 The spatial distributions of Margalef Abundance Index of macrobenthos in coastal waters of Qingdao

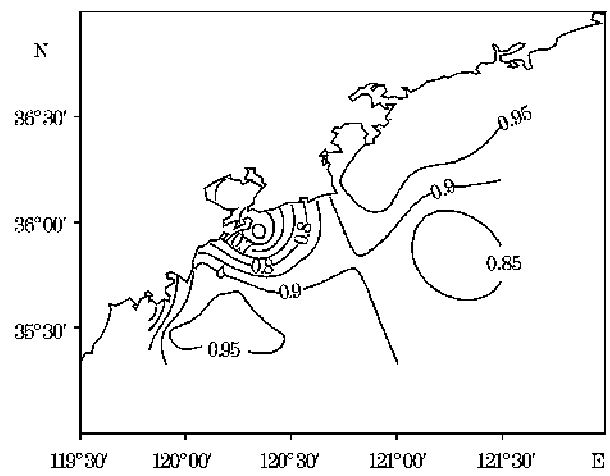


图 5 青岛近海大型底栖动物 Pielou 均匀度指数空间分布
Fig. 5 The spatial distributions of Pielou Evenness Index of macrobenthos in the coastal waters of Qingdao

2.4 群落结构聚类分析

15 个取样站群落等级聚类树枝图见图 7。图中取样站生物群落的种类组成根据 Bray-Curtis 相似性系数关联起来。

由图 7 可以看出,青岛近海 15 个取样站栖息的大型底栖动物群落之间的相似性都非常低,仅有 2 组 4 个站的两两相似性达到 40%,分别是 S10 站和 S13 站、S3 站和 S9 站,并首先聚合在一起,但这 2 个组之间的相似性却不及 20%,其余各站的相似性都低于 30%。各站之间相似性低可能是因为各站之间底质情况差异较大,造成底栖生物分布差异较大。各站受人为扰动程度不同也是造成相似性低的原因之一。

2.5 丰度/生物量比较曲线分析(ABC 曲线)

从曲线情况看(图 8),青岛近海多数大型底栖动物取样站的丰度曲线位于生物量曲线下方,表明底栖动物群落处于较稳定状态。S6, S7, S12, S13 站的丰度曲线与生物量曲线相互交叉,表明这 4 个站位的底栖动物群落受到中度扰动。此外, S2 站底栖动物物种数少于 3 种,未进行丰度生物量比较。

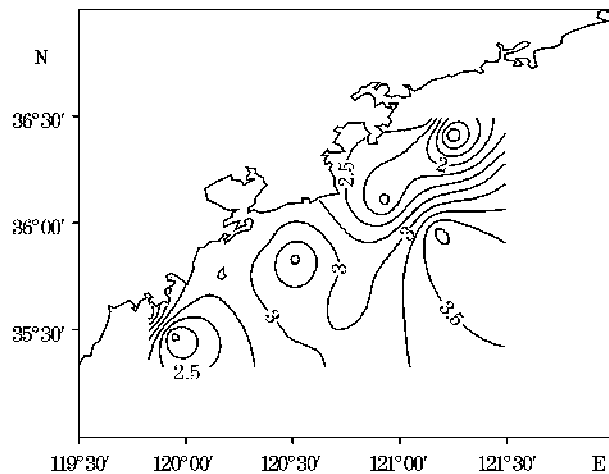


图 6 青岛近海大型底栖动物 Shannon-Wiener 多样性指数空间分布

Fig. 6 The spatial distributions of Shannon-Wiener Diversity Index of macrobenthos in the coastal waters of Qingdao

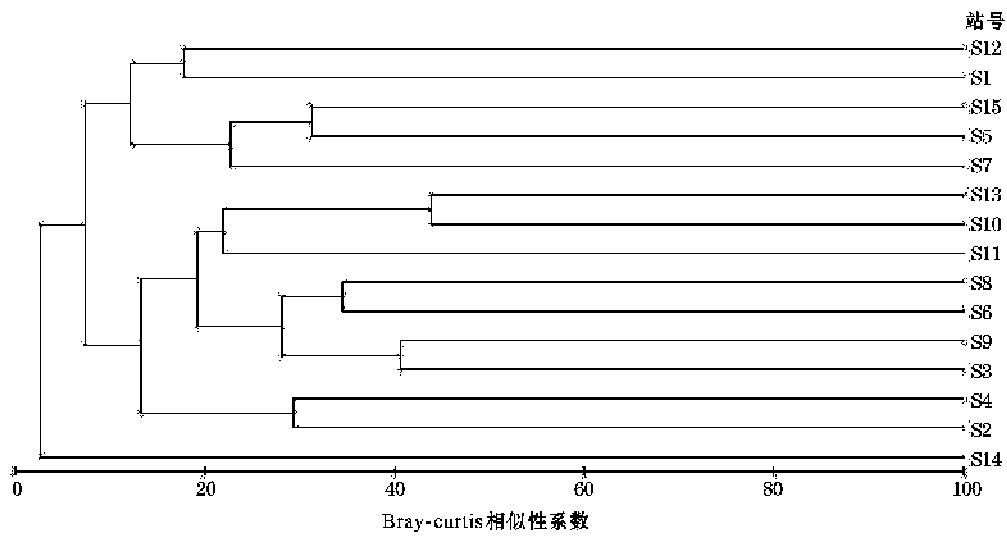


图7 青岛近海 15 个取样站大型底栖动物群落种类组成的等级聚类树枝图

Fig. 7 The dendrogram derived from the classification of CLUSTER for the macrobenthos communities at the 15 sampling stations in the coastal waters of Qingdao

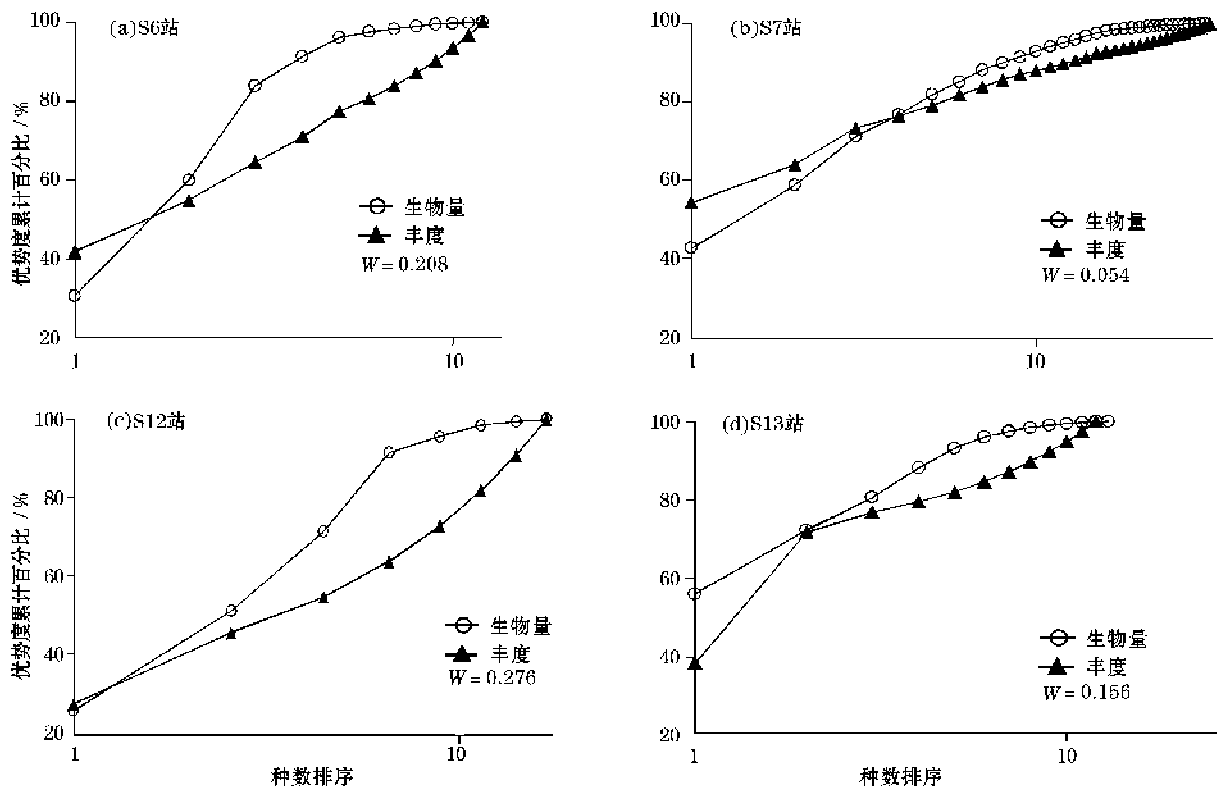


图8 青岛近海受扰动站位大型底栖动物 ABC 曲线

Fig. 8 ABC plots of macrobenthos from the disturbed stations in the coastal water of Qingdao

3 讨论

3.1 种类组成

本调查共采到底栖动物 89 种,其中多毛类 41 种,甲壳动物 32 种,软体动物 5 种,棘皮动物 6 种,其它类群 5 种。各类群所占的比例不同于胶州湾^[6]和南黄海^[11]的比例,但各类群所占比例的大小顺序基本相同。本次调查所获优势种甲壳动物较多,以日本美人虾优势度最高,而胶州湾^[3]的优势种则多为强鳞虫、乳突半突虫等多毛类。

3.2 生物量和丰度分布

青岛近海春季底栖动物平均生物量和丰度均远低于 20 世纪 90 年代及 2004 年春季胶州湾^[3-6]的调查结果,与 2000 年春季南黄海^[11]的调查结果相比较,平均生物量略高于南黄海,丰度略低于南黄海。

3.3 多样性

由于青岛近海不同区域间底质状况,营养水平差别较大,不同站分布的物种多样性也差别较大。与胶州湾的调查结果相比,本次调查所获底栖动物群落多样性指数中 Shannon-Wiener 多样性指数较低,丰富度指数和均匀度指数相差不大。

物种多样性除了受种的数量及个体密度的影响外,还与多种环境因素有关,如水温、盐度、初级生产力、底质类型等。泥沙等混合沉积环境的多样性高于泥或砂等均匀的环境^[13],本次调查中,S7 和 S5 站的底质类型相同,都是软泥-粉砂底质,大型底栖动物的多样性明显高也证明了此结论。

3.4 大型底栖动物群落受扰动情况

ABC 曲线分析表明青岛近海底栖生物群落受到干扰的程度不明显,但已有部分海域受到中度程度污染扰动。位于胶州湾口附近的 S7 站受扰动影响最大,该污染扰动的成因可能比较复杂,如污染、渔业活动、过往船只对生态和环境的影响等,这些因素都会直接或间接地影响到胶州湾口附近海域大型底栖动物的群落结构。

参考文献(References):

- [1] LIU R Y. Ecology and living resources of Jiaozhou Bay[M]. Beijing: Science Press, 1992. 刘瑞玉. 胶州湾生态学和生物资源[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [2] BI H S, FENG W. The diversity of macrobenthos in Jiaozhou Bay[J]. Marine Sciences, 1996, 108(6): 58-62. 毕洪生,冯卫. 胶州湾底栖生物多样性初探[J]. 海洋科学, 1996, 108(6):58-62.
- [3] LI X Z, YU H Y, WANG Y Q, et al. Study on biodiversity of macrobenthic fauna in Jiaozhou Bay[J]. Biodiversity Science, 2001, 9(1): 80-84. 李新正,于海燕,王永强,等. 胶州湾大型底栖动物的物种多样性现状[J]. 生物多样性, 2001, 9(1):80-84.
- [4] LIU R Y, HUANG B, XU F S, et al. Prediction of long term change of abundance of large invertebrates in the Jiaozhou Bay[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2001, 32(3): 274-279. 刘瑞玉,黄勃,徐凤山,等. 胶州湾大型无脊椎动物数量的多年变化与趋势预测[J]. 海洋与湖沼,2001,32(3): 274-279.
- [5] BI H S, SUN S, SUN D Y. Changes of macrobenthic communities in Jiaozhou Bay[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2001, 32(2): 132-138. 毕洪生,孙松,孙道元. 胶州湾大型底栖生物群落的变化[J]. 海洋与湖沼,2001,32(2):132-138.
- [6] LI X Z, YU H Y, WANG Y Q, et al. Study on quantitative dynamics of macrobenthic fauna in Jiaozhou Bay[J]. Studia Marina Sinica, 2002, 44: 66-73. 李新正,于海燕,王永强,等. 胶州湾大型底栖动物数量动态的研究[J]. 海洋科学集刊,2002,44:66-73.
- [7] LIU R Y, XU F S. Preliminary studies on the benthic fauna of the Yellow Sea and the East China Sea[J]. Oceanologia et Limnologia Sini-

- ca, 1963, 5(4): 306-321. 刘瑞玉,徐凤山. 黄东海底栖动物区系的特点[J]. 海洋与湖沼,1963,5(4):306-321.
- [8] LIU R Y, CUI Y H, XU F S, et al. Ecological characteristics of macrobenthos of the Yellow Sea and the East China Sea[J]. *Studia Marina Sinica*, 1986,27:154-173. 刘瑞玉,崔玉娟,徐凤山,等. 黄海、东海底栖生物的生态特点[J]. 海洋科学集刊,1986,27:154-173.
- [9] CUI Y H, TANG Z C, XU F S. The benthic fauna in the Yellow Sea[J]. *Transaction of Oceanology and Limnology*, 1979, (2) :56-58. 崔玉娟,唐质旭,徐凤山. 黄海的温度状况和底栖动物的某些特点[J]. 海洋湖沼通报,1979,(2):56-58.
- [10] LI R G. Macrobenthos on the continental shelves and adjacent waters, China Sea[M]. Beijing: Ocean Press, 2003. 李荣冠. 中国海陆架及邻近海域大型底栖动物[M]. 北京:海洋出版社, 2003.
- [11] LIU L S, LI X Z. Distribution of macrobenthos in spring and autumn in the southern Yellow Sea[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2003,34(1):26-30. 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):26-30.
- [12] State Bureau of Quality and Technical Supervision. GB12763. 6-2007 Specifications of oceanographic survey; Part 6 Marine Biological Survey[S]. Beijing: China Standard Press, 2008. 国家质量技术监督局. GB 12763. 6-2007 海洋调查规范;第6部分 海洋生物调查[S]. 北京:中国标准出版社, 2008.
- [13] GRAY J S. Animal sediment relationships[M]//BARNES H. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. London: Allen & Unwin,1974:223-261.

Characteristics of Macrobenthic Community in Spring in the Coastal Waters of Qingdao

WANG Zong-xing^{1,2}, FAN Shi-liang^{1,2}, XU Qin-zeng^{1,2}, WANG Shou-qi^{1,2},
WEI Qin-sheng^{1,2}, ZANG Jia-ye^{1,2}

(1. First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China;

2. Key Lab of Science and Engineering for Marine Ecological Environment, SOA, Qingdao 266061, China)

Abstract, The macrobenthic samples were collected in the coastal Waters of Qingdao in the survey in April, 2007. The characteristics of the macrobenthic population are analyzed to study the dominant species, biomass, abundance, and the species diversity, and to conduct the CLUSTER analysis for the population classification and to learn the pollutional impacts on the population. 89 species are found in the area, including 41 species of Polychaeta, 32 of Crustacea, 5 of Mollusca, 6 of Echinodermata and 5 of the others. The dominant species are *Callinassa japonica* and *Amphioplus japonicus*. High values of the average biomass and the abundance are located in the near-shore region. It is learnt from the CLUSTER analysis that the values of Bray-Curtis similarity in the macrobenthic community structure are very low at the 15 stations, ranging from 10% to 30%. The values are above 4% at the S10, S13, S3 and S9 stations. The macrobenthic communities are impacted by the pollutions at the S6, S7, S12, and S13 stations, as the ABC curves show. They are normal without any pollution impact at the other stations.

Key words, macrobenthos; community; biodiversity; coastal waters of Qingdao

Received, December 9, 2008