

山东长岛潮间带大型底栖动物生态特征研究

王金宝^{1,2,3}, 李新正^{1,2,3,4}, 王洪法^{1,2}, 徐勇^{1,2,3}

(1. 中国科学院海洋研究所 海洋生物分类与系统演化实验室, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院海洋大科学研究中心, 山东 青岛 266071; 3. 青岛海洋科学与技术国家实验室 海洋生物与生物技术功能实验室, 山东青岛 266237; 4. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 2015年11月(秋季)、2016年2月(冬季)、2016年6月(春季)、2016年9月(夏季)大潮期间对山东长岛列岛中南长山岛和北长山岛的3个不同底质类型的潮间带采样点进行了系统的大型底栖动物调查,研究了其数量特征和季节变化,包括群落种类组成、密度和生物量、优势种、物种多样性等,结果表明:本次调查共鉴定出大型底栖动物隶属7个门,共81种。其中环节动物门多毛类动物25种,软体动物门25种,节肢动物门22种,棘皮动物门6种,其他类群共3种(包括纽虫、腔肠动物和鱼类各1种)。潮间带大型底栖动物平均密度为118.97 ind./m²,软体动物和甲壳动物占据了研究区域底栖群落的密度主要成分,两者分别占比为39.58%和36.68%。各采样点平均密度为北长山岛(BCS)(141.17 ind./m²)>避险角(NCS1)(122.33 ind./m²)>明珠广场东(NCS2)(93.42 ind./m²);各采样点平均生物量为128.03 g/m²,软体动物和甲壳动物占据了研究区域底栖群落的生物量主要成分,两者分别占比为58.56%和35.32%。平均生物量北长山岛(BCS)(234.95 g/m²)>避险角(NCS1)(99.99 g/m²)>明珠广场东(NCS2)(49.13 g/m²)。从季节来看,各站点的物种数、平均密度和生物量季节变化的规律性不明显,总体为秋、春季较多,夏、冬季较少。3个站点物种多样性指数(*H'*)、丰富度指数(*D*)和均匀度指数(*J'*)平均值分别为2.30、1.99和0.79,各潮区中,均为中潮带>低潮带>高潮带,各季节变化不明显。优势种受底质类型和季节变化的影响明显,没有在各站点和季节均为优势种的种类,主要的优势种有平背蜆(*Gaeteice depressus*)、绒螯近方蟹(*Hemigrapsus penicillatus*)、短滨螺(*Littorina brevicula*)等。与以往历史资料相比,长岛潮间带生物出现了一定变化,种类和数量减少,与烟台近岸潮间带大型底栖动物种类组成差别很大。

关键词: 大型底栖动物; 物种多样性; 生态特征; 潮间带; 山东长岛

中图分类号: P717 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2018)10-0041-12

DOI: 10.11759/hyqx20180803002

潮间带地处海陆交界处,环境变化剧烈,物种多样性丰富,生产力较高,是重要的海洋湿地生态系统之一。潮间带受海浪、潮汐、海流、海面变化、地质地貌条件、河流和生物等因素影响,形成错综复杂的海岸类型,主要包括泥滩、沙滩、岩相和红树林等。大型底栖动物是潮间带生态系统的重要组成部分,对生态系统的稳定和平衡起着重要作用。同时,大型底栖动物的群落组成和结构变化对自然环境和人类扰动极为敏感,是监测海岸带环境变化的良好指示生物^[1]。对潮间带大型底栖动物的调查及其群落结构、生物多样性、能流、物流的研究,对了解他们在局部区域起的作用,促进和加强海洋生物资源的保护利用有十分重要的意义^[2]。

我国对潮间带大型底栖动物的调查起步较早,

早期的调查主要集中在大陆潮间带区域,在20世纪30年代,张玺^[3]就对胶州湾区域的潮间带底栖动物进行了调查;20世纪50年代古丽亚诺娃和刘瑞玉^[4]对黄海海域潮间带也进行了考察。其后比较大型的海岸带和海岛调查有1980年开始的全国海岸带调

收稿日期: 2018-08-03; 修回日期: 2018-09-30

基金项目: 海洋公益性行业科研专项经费项目(201505004-1); 国家自然科学基金项目(31872194)

[Foundation: Public Science and Technology Research Funds Projects of Ocean, No. 201505004; National Natural Science Foundation of China, No. 31872194]

作者简介: 王金宝(1970-),男,山东潍坊人,汉族,博士,助理研究员,从事底栖生物生态学研究,电话: 0532-82898905, E-mail: wjb@qdio.ac.cn; 李新正(1963-),通信作者,山东潍坊人,研究员,博士生导师,从事海洋底栖生物生态学研究,电话: 0532-82898771, E-mail: lixzh@qdio.ac.cn

查、1990年开始的全国海岛调查以及2005年启动近海海洋综合调查与评价专项(即908专项,包括海岛调查),对我国潮间带大型底栖动物种类组成和生态特性有了较系统的了解。最近我国潮间带生态系统研究有了较大发展,如针对山东青岛胶州湾周边潮间带^[5-7]和烟台周边区域潮间带^[1, 8-9]进行了许多调查;对黄河口岛屿潮间带的调查也有研究报告^[10];针对山东长岛列岛及附近獐子岛海域潮间带和海区也进行了大型底栖动物调查^[11-15]。

长岛列岛位于渤海、黄海交汇处,由32个岛屿组成,面积为56平方公里,海岸线长146公里,以基岩类型为主。岛屿纵列于渤海海峡中,主要岛屿为南、北长山岛,南长山岛地势平缓,多沙滩、砾石滩;北长山岛地势高陡,多岩岸。随着长岛经济的发展,尤其是海水养殖业和旅游业的迅速发展,对该岛潮间带生境的扰动不断增加,潮间带生态系统也受到了较大的压力,大型底栖动物群落结构不断变化,因此,通过对大型底栖动物的生态特性开展研究对了解潮间带生态系统的变化趋势具有重要意义。为使研究更全面和有代表性,本次调查在南、北长山岛选取了有不同底质类型的3个潮间带为研究对象,完成了1周年4次季度月调查。通过调查研究,为观察和了解该区域潮间带底栖动物的组成和演变规律以及人类活动对海岛潮间带生物的影响提供基础资料,为潮间带海洋生物资源和海岸带的保护开发及可持续利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查站位和时间

本研究分别于2015年11月(秋季)、2016年2月(冬季)、2016年6月(春季)、2016年9月(夏季)的大潮期间进行,在山东长岛列岛中的南长山岛和北长山岛选取3个不同底质类型的潮间带采样点进行大型底栖动物定量和定性调查。南长山岛选取了避险角(NCS1)和明珠广场东(NCS2)两个采样地点,北长山岛为长岛县海水养殖所附近潮间带(BCS)(图1)。

在各采样区取一条垂直于海岸的断面,在每一断面的高、中、低潮区各设一个采样站点,共计9个站位。底质类型和水温如表1所示。

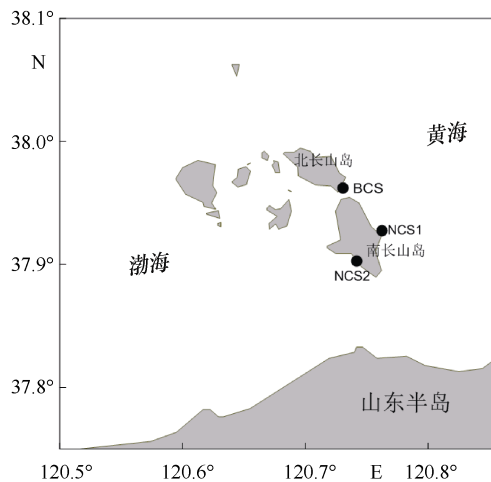


图1 长岛潮间带取样站点示意图

Fig. 1 Sampling stations in the intertidal zones around Changdao Islands

1.2 采样和样品处理方法

采样时根据潮间带现场状况用GPS精确定位确定站位,以后的采集站位根据首次的经纬度确定。定量采集用面积为0.15 m²的采样框确定采样范围,捡取框内范围的所有大型底栖动物,包括砾石表面的动物;挖取框内底泥用孔径0.1 mm的筛子冲洗去泥,获取大型底栖动物,挖掘深度约30 cm。每站重复采样两次,获得样品合并为一个,作为该站样品。定性采集是在采集点附近尽可能多地采集生物样品种类,补充定量采集生物种数的不足。所获生物样品用95%的酒精固定后带回实验室。在实验室内对所获样品进行挑选、种类鉴定、个体计数和称重(YUEPING牌JA2003,精度为0.001 g的电子天平,中国上海),统计并计算种数、栖息密度、生物量。样品采集和实验室内处理均按照《海洋调查规范》(GB/T12763.6-2007)进行。在生物取样的同时,利用温度计对采样点的间隙水温度进行现场精确测量并记录。

表1 采样站点底质类型和潮间带水温

Tab. 1 The type of sediments and average temperatures in the intertidal zones

采样站点	断面	底质类型	秋季	冬季	春季	夏季
			平均水温/°C	平均水温/°C	平均水温/°C	平均水温/°C
南长山岛	避险角(NCS1)	砾石、沙	13.4	0	20.3	21.7
南长山岛	明珠广场东(NCS2)	岩石、砾石	12.8	-0.4	23.0	无
北长山岛	海水养殖所(BCS)	砾石、沙	13.2	3.0	20.3	20.0

1.3 数据处理

本研究的数据处理和分析主要通过 EXCEL、PRIMER 5.0、SURFER 12 等软件完成。运用物种多样性指数、物种均匀度指数和物种丰富度指数对底栖动物物种多样性特点进行分析。

1.3.1 优势种

大型底栖动物的优势种类计算公式:

$$Y=(n_i/N)\times f_i, \quad (1)$$

式中, N 为采泥样品中所有种类的总个体数目, n_i 为第 i 种的个体数; f_i 为该种在各站位出现的频率; 当物种优势度 $Y>0.02$ 时, 该种即为优势种。

1.3.2 物种多样性指数

运用物种多样性指数、物种均匀度指数和物种丰富度指数对底栖动物数量动态特点进行分析。

物种多样性指数采用 Shannon-Wiener 指数(H')^[16]:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i. \quad (2)$$

Margalef 物种丰富度指数(D)计算公式^[17]为

$$D=(S-1)/\log_2 N. \quad (3)$$

物种均匀度指数(J')^[18]:

$$J'=H'/\log_2 S, \quad (4)$$

公式(2)~(4)中, S 为样品中的种类总数, N 为样品中个体总数, P_i 为第 i 种底栖动物的个体数与样品中底栖动物总个体数的比值(n_i/N)。

2 结果

2.1 生物种类组成和季节变化

本研究在南、北长山岛 3 个站点潮间带进行了 4 个季度月调查, 每季度月在 3 个采样点的高、中、低潮区各设一站, 共取样 36 站次。定量、定性采集到的大型底栖动物经鉴定隶属于 7 个门类, 共有 81 种(见附录)。其中环节动物门的多毛类动物 25 种, 软体动物门动物 25 种, 节肢动物门动物 22 种, 棘皮动物门动物 6 种(各季度月的棘皮动物均为定性采集), 其他类群共 3 种(鱼类、腔肠动物和纽虫各 1 种)。多毛类动物、软体动物和节肢动物种数相差不大。

不同季节底栖动物的种类组成如图 2 所示。秋季共采集到 40 种, 包括定量样品 31 种, 定性样品 21 种; 其中多毛类动物 10 种, 软体动物门动物 16 种, 节肢动物门动物 8 种, 棘皮动物门动物 3 种, 其他类群共 3 种。冬季共采集到 32 种, 包括定量样品 26 种, 定性样品 19 种; 其中多毛类动物 11 种, 软体动物门动物 12 种, 节肢动物门动物 6 种, 棘皮动物门动物 2 种, 其他类群共 1 种。春季共采集到 38 种, 包括定量样品 31 种, 定性样品 24 种; 其中多毛类动物 6 种, 软体动物门动物 14 种, 节肢动物门动物 13 种, 棘皮动物门动物 2 种, 其他类群共 3 种。夏季共采集到

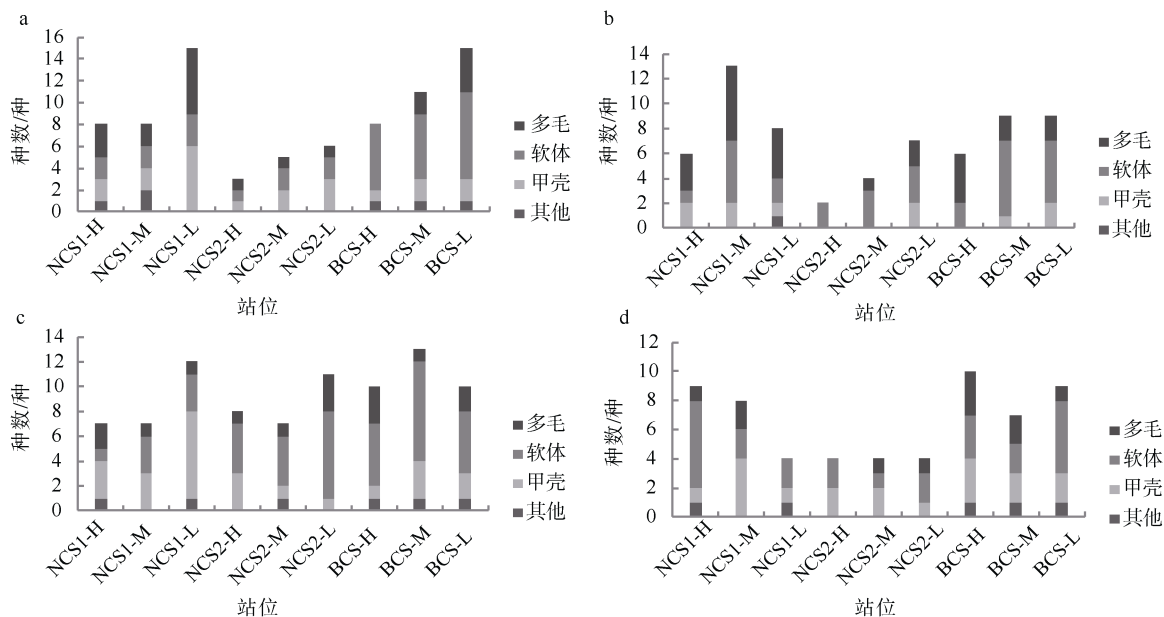


图 2 各季度月各站位大型底栖动物种类组成

Fig. 2 Species numbers of macrobenthic groups in each station in four seasons

注: a: 秋季; b: 冬季; c: 春季; d: 夏季

29种,包括定量样品22种,定性样品18种;其中多毛类动物5种,软体动物门动物11种,节肢动物门动物9种,棘皮动物门动物3种,其他类群共1种。

2.2 优势种的组成和变化

不同站位和季节的优势种组成有较大变化(表2)。软体动物的短滨螺(*Littorina brevicula*)在冬、春、夏季为优势种,菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)在秋、冬季为优势种,甲壳动物的平背蜆(*Gaetice depressus*)在秋、春、夏季的3个季度月为优势种;软体动物的紫贻贝(*Mytilus galloprovincialis*)在秋、夏季2个季度月为优势种;其余12种仅在1个季度月为优势种;不存在各季度月调查中均为优势种的种类。不同的站点优势种也因其底质不同有较大的变化。秋季南长山岛避险角(NCS1)主要有长锥虫(*Leitoscoloplos pugettensis*)、双齿围沙蚕(*Perinereis aibuhitensis*),

南长山岛明珠广场东(NCS2)主要有平背蜆,北长山岛海水养殖所(BCS)主要有菲律宾蛤仔、寇氏小节贝(*Collisella kolarovai*)、紫贻贝等;冬季避险角(NCS1)主要有膜囊尖锥虫(*Scoloplos marsupialis*)、扁平岩虫(*Marphysa depressa*)、菲律宾蛤仔等,南长山岛明珠广场东(NCS2)主要有短滨螺,北长山岛海水养殖所(BCS)主要有长牡蛎(*Magallana gigas*)、菲律宾蛤仔等;春季避险角(NCS1)主要有朝鲜马尔他钩虾(*Melita koreana*)、平背蜆等,南长山岛明珠广场东(NCS2)主要有平背蜆,北长山岛海水养殖所(BCS)主要有仙居虫(*Naineris laevigata*)等;夏季避险角(NCS1)主要有绒螯近方蟹、紫贻贝等,南长山岛明珠广场东(NCS2)主要有平背蜆、短滨螺,北长山岛海水养殖所(BCS)主要有绒螯近方蟹、短滨螺、平背蜆等。

表2 不同季节优势种及其优势度

Tab. 2 The dominant species and its values in different seasons

类别	种中文名	种拉丁名	秋季	冬季	春季	夏季
多毛	长锥虫	<i>Haploscoloplos elongatus</i>	0.065			
多毛	双齿围沙蚕	<i>Perinereis aibuhitensis</i>	0.033			
多毛	多齿围沙蚕	<i>Perinereis nuntia</i>			0.030	
多毛	仙居虫	<i>Naineris laevigata</i>			0.076	
多毛	膜囊尖锥虫	<i>Scoloplos marsupialis</i>		0.052		
多毛	扁平岩虫	<i>Marphysa depressa</i>		0.049		
软体	短滨螺	<i>Littorina brevicula</i>		0.049	0.061	0.136
软体	菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>	0.076	0.063	0.016	
软体	寇氏小节贝	<i>Collisella kolarovai</i>	0.036			
软体	锈凹螺	<i>Chlorostoma rustica</i>		0.020		
软体	紫贻贝	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0.022			0.035
软体	牡蛎一种	<i>Crassostrea</i> sp.		0.062		
甲壳	平背蜆	<i>Gaetice depressus</i>	0.063		0.166	0.154
甲壳	中华近方蟹	<i>Hemigrapsus sinensis</i>	0.060			
甲壳	绒螯近方蟹	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>			0.019	0.207
甲壳	肉球近方蟹	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>				0.022

2.3 密度时空变化

长岛3个典型潮间带大型底栖动物不同季节和类群组成如表3所示。3个调查点各站年平均密度为118.97 ind./m²。软体动物和甲壳动物占据了研究区域底栖群落密度的主要成分,两者占比分别为38.34%和35.30%,多毛类占比为23.93%。各主要大型底栖动物类群的时空差异都很明显。不同采集点的密度差别也较大。避险角(NCS1)平均密度为122.33 ind./m²,

甲壳动物密度最大为47.67 ind./m²,其次为多毛类动物(40.06 ind./m²)和软体动物(24.75 ind./m²),其他类群最低,仅3.83 ind./m²;从季节分布看,秋季密度最大为170.34 ind./m²,夏季最小为91.00 ind./m²,其他两季节相差不大。明珠广场东(NCS2)平均密度为93.42 ind./m²,密度相对较小,主要类群为甲壳动物(46.67 ind./m²)和软体动物(33.17 ind./m²),多毛类较少(13.33 ind./m²)。各季节中密度以春季最大为

136.00 ind./m², 夏季次之为 105.33 ind./m², 秋、冬季较小, 分别为 62.00 ind./m² 和 70.33 ind./m²; 北长山岛(BCS)平均密度为 141.17 ind./m², 在三个站点中密度最高。主要类群密度分别为软体动物(78.92 ind./m²)、

甲壳动物(78.92 ind./m²)、多毛类动物(26.00 ind./m²)。各季节分布中, 秋、春季较大, 夏、冬季相对较少。在定量采集中均没有棘皮动物, 这主要因为棘皮动物个体大且栖息于表面, 一般不作为定量统计。

表 3 各季节不同类群的密度组成(单位: ind./m²)

Tab. 3 The densities of macrobenthic groups in different seasons (unit: ind./m²)

站点	季节	多毛类		软体动物		甲壳动物		其他类群		总密度
		密度	百分比/%	密度	百分比/%	密度	百分比/%	密度	百分比/%	
NCS1	秋	96.67	56.75	23.67	13.90	47.00	27.59	3.00	1.76	170.34
	冬	66.67	60.06	31.00	27.93	12.33	11.11	1.00	0.90	111.00
	春	15.67	13.39	15.67	13.39	79.00	67.52	6.67	5.70	117.01
	夏	5.33	5.86	28.67	31.51	52.33	57.51	4.67	5.13	91.00
	平均值	46.08	37.67	24.75	20.23	47.67	38.97	3.83	3.13	122.33
NCS2	秋	3.00	4.84	31.33	50.53	27.67	44.63	0.00	0.00	62.00
	冬	10.33	14.69	42.33	60.19	17.67	25.12	0.00	0.00	70.33
	春	34.67	25.49	29.00	21.32	71.33	52.45	1.00	0.74	136.00
	夏	5.33	5.06	30.00	28.48	70.00	66.46	0.00	0.00	105.33
	平均值	13.33	14.27	33.17	35.51	46.67	49.96	0.25	0.27	93.42
BCS	秋	11.33	5.61	152.00	75.25	28.67	14.19	10.00	4.95	202.00
	冬	21.33	23.10	61.00	66.07	10.00	10.83	0.00	0.00	92.33
	春	58.00	34.19	82.00	48.33	24.33	14.34	5.33	3.14	169.66
	夏	13.33	13.24	20.67	20.53	63.67	63.25	3.00	2.98	100.67
	平均值	26.00	18.42	78.92	55.90	31.67	22.43	4.58	3.24	141.17
总平均值		28.47	23.93	45.61	38.34	42.00	35.30	2.89	2.43	118.97

2.4 生物量的时空变化

长岛 3 个调查站位大型底栖动物不同季节各类群的生物量组成如表 4 所示。3 个调查站年平均生物量为 128.03 g/m²。根据其平均生物量的大小依次为软体动物(100.83 g/m², 占比 78.76%)、甲壳动物(21.81 g/m², 占比 17.04%)、多毛类动物(3.41 g/m², 占比 2.67%)和其他类群动物(1.97 g/m², 占比仅 1.54%)。可以看出, 软体动物占据了研究区域底栖群落生物量的主要成分。避险角(NCS1)平均生物量为 100.00 g/m², 软体动物最高为 73.96 g/m², 占比达 73.96%, 其次为甲壳动物(21.81 g/m², 占比 17.04%)和多毛类动物(3.41 g/m², 占比 2.67%), 最低为其他类群动物(1.97 g/m², 占比 1.54%); 分季节看, 冬季生物量最大, 为 194.98 g/m², 春季最小, 为 42.55 g/m²。明珠广场东(NCS2)平均生物量为 49.14 g/m², 生物量较小, 其主要原因与该采样点的底质为比较大的岩石, 很少泥沙, 高、中、低潮区相距很近有关; 其主要类群为甲壳动物, 生物量为 31.25 g/m², 占比达 63.59%, 其他类群动物的生物量很低, 仅 0.01 g/m², 占比仅

0.02%; 各季节中生物量夏、春季高, 分别为 77.86 g/m² 和 70.48 g/m², 冬、秋季较低, 分别为 33.44 g/m² 和 14.73 g/m²。北长山岛(BCS)平均生物量为 234.95 g/m², 在所调查的三个断面中最高; 其主要类群为软体动物, 生物量达 212.62 g/m², 占比达 90.50%, 甲壳动物为 16.68 g/m², 占比 7.10%, 多毛类动物最低, 仅 2.07 g/m², 占比 0.88%; 各季节中秋、冬季较高, 分别为 389.33 g/m²、279.21 g/m², 夏季最低, 仅 75.02 g/m²。

2.5 群落物种多样性

三个站点的不同潮区和季节的物种 Shannon-Wiener 多样性指数(H')、丰富度指数(D)和均匀度指数(J')数值如表 5 所示。

调查区域内 3 个站点大型底栖动物物种多样性指数平均值为 2.30, 避险角(NCS1)多样性指数平均值为 2.53, 明珠广场东(NCS2)平均值为 1.67, 北长山岛(BCS)平均值为 2.70, 北长山岛最高, 明珠广场东最低。各潮区中, 中潮带(2.46)>低潮带(2.37)>高潮带(2.08)。各站季节变化规律不明显, 总体为秋、春季大于夏、冬季。

表 4 不同季节各类群的生物量组成(单位: g/m²)

Tab. 4 The biomasses of macrobenthic groups in different seasons(unit: g/m²)

站点	季节	多毛类		软体动物		甲壳动物		其他类群		总生物量
		生物量	百分比/%	生物量	百分比/%	生物量	百分比/%	生物量	百分比/%	
NCS1	秋	5.64	5.38	71.09	67.80	21.44	20.45	6.68	6.37	104.85
	冬	15.19	7.79	176.37	90.46	1.43	0.73	1.99	1.02	194.98
	春	3.39	7.97	14.95	35.14	23.95	56.29	0.26	0.61	42.55
	夏	0.60	1.04	33.44	58.07	23.21	40.30	0.34	0.59	57.59
	平均值	6.21	6.21	73.96	73.96	17.51	17.51	2.32	2.32	100.00
NSC2	秋	0.41	2.78	0.41	2.78	13.93	94.44	0.00	0.00	14.75
	冬	0.99	2.96	32.33	96.65	0.13	0.39	0.00	0.00	33.45
	春	5.60	7.95	18.88	26.79	45.97	65.22	0.03	0.04	70.48
	夏	0.83	1.07	12.06	15.49	64.97	83.44	0.00	0.00	77.86
	平均值	1.96	3.99	15.92	32.40	31.25	63.59	0.01	0.02	49.14
BCS	秋	1.22	0.31	358.23	92.01	17.41	4.47	12.47	3.20	389.33
	冬	2.83	1.01	274.11	98.17	2.27	0.81	0.00	0.00	279.21
	春	3.26	1.66	169.27	86.25	22.05	11.24	1.67	0.85	196.25
	夏	0.96	1.28	48.88	65.16	24.98	33.30	0.20	0.27	75.02
	平均值	2.07	0.88	212.62	90.50	16.68	7.10	3.58	1.52	234.95
合计	10.24		302.50		65.44		5.91		384.09	
总平均生物量	3.41	2.67	100.83	78.76	21.81	17.04	1.97	1.54	128.03	

表 5 不同季节和湖区各站物种多样性指数、丰富度指数和均匀度指数

Tab. 5 The indices of biodiversity(D , J' , H') in different seasons and zones

站点	季节	物种多样性指数(H')				丰富度指数(D)				均匀度指数(J')			
		高湖区	中湖区	低湖区	站平均值	高湖区	中湖区	低湖区	站平均值	高湖区	中湖区	低湖区	站平均值
NCS1	秋	2.37	3.12	2.78	2.76	1.68	3.24	2.73	2.55	0.79	0.80	0.93	0.84
	冬	2.22	2.46	3.06	2.58	2.09	2.02	2.97	2.36	0.86	0.82	0.83	0.83
	春	2.36	3.40	2.40	2.72	1.59	3.27	1.73	2.19	0.84	0.95	0.85	0.88
	夏	1.99	1.49	2.78	2.09	2.00	1.25	2.53	1.92	0.63	0.75	0.93	0.77
	平均值	2.23	2.62	2.75	2.53	1.84	2.45	2.49	2.26	0.78	0.83	0.88	0.83
NSC2	秋	0.87	2.15	2.06	1.69	0.83	1.77	1.20	1.27	0.55	0.83	0.89	0.75
	冬	0.81	2.12	1.02	1.32	0.48	1.69	1.00	1.06	0.81	0.75	0.51	0.69
	春	2.58	2.20	1.94	2.24	1.91	2.52	1.76	2.06	0.86	0.64	0.69	0.73
	夏	1.73	1.12	1.46	1.43	0.84	0.91	0.86	0.87	0.86	0.56	0.73	0.72
	平均值	1.49	1.90	1.62	1.67	1.02	1.72	1.21	1.31	0.77	0.70	0.70	0.72
BCS	秋	2.62	3.40	2.97	2.99	1.81	3.37	2.35	2.51	0.87	0.87	0.86	0.87
	冬	1.93	2.62	2.87	2.47	1.49	2.52	2.35	2.12	0.75	0.83	0.91	0.83
	春	2.93	2.44	3.05	2.81	2.22	2.42	3.01	2.55	0.88	0.73	0.82	0.81
	夏	2.53	3.02	2.05	2.54	2.35	3.22	1.72	2.43	0.76	0.95	0.73	0.82
	平均值	2.50	2.87	2.74	2.70	1.97	2.88	2.36	2.40	0.82	0.85	0.83	0.83

丰富度指数在 3 个站点的平均值为 1.99。避险角(NCS1)丰富度指数平均值为 2.26, 明珠广场东(NCS2)平均值为 1.31, 北长山岛(BCS)平均值为 2.36。各湖区中, 中湖带(2.35)>低湖带(2.02)>高湖带

(1.61)。各季节变化不明显。

物种均匀度指数在 3 个站点的平均值为 0.79。避险角(NCS1)物种均匀度指数平均值为 0.83, 明珠广场东(NCS2)平均值为 0.72, 北长山岛(BCS)平均

为 0.83。各潮区中,中潮带(0.81)>低潮带(0.79)和高潮带(0.79)。各季节变化不明显。

3 讨论

3.1 环境因素与种类组成、数量分布的关系

潮间带底质特性是控制底栖动物分布的主要环境因子,底质的组成状况直接影响种类组成和数量分布^[19]。底栖动物的分布与底质的类型密切相关。砾石区域主要分布有固着、附着、凿穴居及自由生活的种类,粗砂区域主要有自由生活的甲壳类、捕食生活的多毛类等,泥沙滩和沙滩主要有埋栖生活的软体动物、穴居生活的甲壳类、多毛类等。棘皮动物一般栖息于潮间带表面,可能是被海流冲击到岸边。长岛调查区潮间带底质主要以岩相、砾石和粗砂为主,生物主要营自由生活或捕食生活,因此,其底栖动物的种类和数量相对较小,高、中、低不同潮区底栖动物的组成也有差别。高潮区环境变化剧烈,主要为对失水耐受力强的生物,如短滨螺等;中潮区则是绒螯近方蟹、平背蜆等活动力强的生物,低潮区则有海葵、麦杆虫、钩虾类等对失水耐受力差的生物。

3 个调查站点中,北长山岛为大面积的砾石滩,底质以砾石和粗砂为主,调查滩涂为保护区域,有人看守,受人为因素影响相对较小,生物量和密度最高;避险角为砾石和砂质硬底,并且受周围渔民作业影响,生物量和密度次之;明珠广场以东岸边以较大的砾石为主,靠近人流密集区域,并受周围工程施工影响,底栖生物最少。

季节变化对底栖动物的组成和数量有一定影响,采样点间隙水的温度变化从 0℃左右到 20℃以上不等。各季节中,物种数和密度总体表现为春、秋季大于夏、冬季,而生物量规律性不明显。大多数潮间带底栖动物对温度的耐受力较强,像短滨螺等活动力较差,对环境的耐受力强,主要分布在高潮区及潮上带,附着在砾石上面,各个季节均能采集到。夏季温度较高时,部分底栖动物种类可隐匿在砾石下面以及粗砂中,夏季采集到的多毛类动物种类较少,可能是由于被其他生物捕食较多所致,而像平背蜆等活动力强的生物则可随时逃匿。各站点的主要种类也有差别,季节变化较大,如避险角各季节中的主要优势种变化很大,多毛类优势种较多;明珠广场东侧则主要有平背蜆、短滨螺等;北长山岛则有菲律宾滨蛤仔、绒螯近方蟹、短滨螺、平背蜆等。

3.2 与本区域的历史资料及周边区域潮间带调查对比

本次在 3 个潮间带 4 个季度月的底栖动物生态调查中,共发现 81 种底栖动物,其中包括多毛类动物 25 种,软体动物 25 种,甲壳类 22 种,棘皮动物 6 种,其他类群共 3 种。Wang 等^[11]于 2007 年 6 月对长岛列岛的调查共采集到 68 种大型底栖动物,其中多毛类动物 14 种,软体动物 32 种,节肢动物 19 种,其他类群共 3 种。相比于 Wang 等^[11]的调查,本次调查种数较大,主要是多毛类种数较多,而软体动物种数大幅减少。可能是 Wang 等 2007 年的调查包括庙岛等受人为干扰较小的岛屿潮间带,导致软体动物种类较多。赵瑞^[15]于 2012 年在南、北长山岛进行了 4 个季度月的调查,共鉴定出 87 种大型底栖动物,其中软体动物 35 种,多毛类 27 种,甲壳类 18 种,扁形动物、纽形动物、棘皮动物、腔肠动物、寡毛类、节肢昆虫纲和节肢蛛形纲各 1 种。与 2012 年的调查相比,调查区域基本相同,均位于南、北长山岛,其中 1 个站位重合。总种数相差不大,但各类群占比变化较大,本调查软体动物种数明显减小,可能是调查站位比赵瑞^[15]的调查少,仅为 3 个潮间带,而 2012 年的调查为 6 个潮间带。因为棘皮动物均为定性采集,所以种数增加较多。本调查大型底栖动物平均密度为 118.97 ind./m²。Wang 等^[11]在 2007 年的调查中发现大型底栖动物平均密度为 1 383 ind./m²,变化范围为 2~6 848 ind./m²。本调查平均密度较小,可能是不同岛屿和底质类型的潮间带种类组成差别较大的原因,主要表现为多毛类数量较小。赵瑞^[15]的调查发现大型底栖动物平均密度为 1 499 ind./m²,其中主要为多毛类,为 1 170 ind./m²,软体动物密度为 53 ind./m²,甲壳类密度为 23 ind./m²;而本调查软体动物平均密度为 45.61 ind./m²,甲壳类动物平均密度为 42.00 ind./m²,软体动物差别不明显,而甲壳动物则少于本调查,本调查密度小主要因为多毛类的数量少。由于本调查的底质以岩相、砾石和粗砂为主,多毛类数量少,密度较低。本调查大型底栖动物平均生物量为 128.03 g/m²。Wang 等^[11]2007 年的调查显示平均生物量为 372.41 g/m²但各站位间生物量变化较大,本调查生物量明显较小。而赵瑞等^[15]调查的生物量较小,仅为 1.01 g/m²,主要贡献者为多毛类。可能与底栖动物群落结构不同有关,赵瑞等^[15]的调查多毛类密度显著较高,而本调查多毛类较少。

韩庆喜等^[1] 2009年在烟台附近鱼人码头、新安河口和养马岛几个潮间带进行了大型底栖动物调查,对不同泥沙底质类型(沙质底质、泥沙底质和泥质滩涂)潮间带生物类型和季节变化进行了分析。共鉴定出大型底栖动物 111 种,其中多毛类动物 40 种,甲壳动物 37 种,软体动物 29 种,棘皮动物 1 种,鱼类 2 种,其他动物 2 种(包括纽虫和腔肠动物各 1 种)。本调查的物种数量明显小于韩庆喜等^[1]的调查,主要是多毛类和甲壳类种数少,泥沙底质和泥质底质更利于小型多毛类和甲壳类生存,而本调查主要为岩相和粗砂砾石,不利于个体较小的生物生存。本调查与韩庆喜等^[1]的三个采样点比较,表现为密度小但生物量大的特征。优势种的比较可以发现,除菲律宾蛤仔外,其他种类均不相同,表现出了不同的种类组成,说明了底质对底栖动物的重要性,影响了其群落的组成。

獐子岛位于黄海北部,与长山列岛相距不远。王全超等^[12]在 2011 年 11 月份对獐子岛马牙湾潮间带大型底栖动物进行了调查,共鉴定大型底栖动物 39 种,其中多毛类 24 种,甲壳动物 9 种,软体动物 5 种,纽虫 1 种,潮间带的平均生物量为 25.76 g/m²,平均大型底栖生物密度为 315.11 ind./m²。与本调查比较,单个航次的物种数差别不大,长山岛则软体动物为主,而獐子岛以多毛类为主;长山岛潮间带大型底栖动物密度较小而生物量则相对较高。这说明了在长山岛以砾石、粗砂为主的潮间带,其大型底栖生物以软体动物为主,个体较大而数量较少。

4 结论

长山岛潮间带大型底栖动物隶属 7 个门,共 81 种。其中环节动物门多毛类动物 25 种,软体动物门 25 种,节肢动物门 22 种,棘皮动物门 6 种,其他类群共 3 种。相对于相邻地区潮间带,软体动物种数较少,而多毛类数量较少。

大型底栖动物平均密度为 118.97 ind./m²,软体动物和甲壳动物分别占比为 39.58%和 36.68%。各采样点平均密度为北长山岛(BCS)(141.17 ind./m²)>避险角(NCS1)(122.33 ind./m²)>明珠广场东(NCS2)(93.42 ind./m²);各采样点平均生物量为 128.03 g/m²,软体动物和甲壳动物分别占比为 58.56%和 35.32%。平均生物量北长山岛(BCS)(234.95 g/m²)>避险角(NCS1)(99.99 g/m²)>明珠广场东(NCS2)(49.13 g/m²)。大型底栖动物平均密度较小而平均生物量较大,说

明了底栖动物个体相对较大。

各站点的物种数、平均密度和生物量季节变化的规律性不明显,总体为秋、春季较多,夏、冬季较少。大型底栖动物物种多样性较低,表现为中潮带>低潮带>高潮带。

主要的优势种有平背蜆、绒螯近方蟹、短滨螺等。对底栖动物的群落组成起主要作用的是潮间带底质特性。

随着长岛县经济的发展,来长岛休闲度假的游客越来越多。人类活动对潮间带大型底栖动物群落的扰动越来越剧烈,对底栖动物的群落结构产生深远影响。底栖生物对生态环境起重要的指示作用,因此,对该区域的潮间带生物进行长期调查观测,了解底栖生物的变化规律及对人类活动的响应,对海岛保护和海洋生态服务功能的实现有重要作用。

致谢: 本研究是在中科院海洋所黄海军课题组的支持下完成的。阎立文等对底栖生态野外考察工作进行了大力协助。本研究组张宝琳、董栋、马林、龚琳、王跃云、甘志彬、寇琦、隋吉星等参与或部分参与了本研究的野外出海和实验室样品处理工作。谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 韩庆喜,袁泽轶,陈丙见,等.烟台潮间带大型底栖动物群落组成和结构研究[J].海洋科学,2014,38(9):59-68.
Han Qingxi, Yuan Zeyi, Chen Bingjian, et al. The community structure and distribution pattern of intertidal macrobenthos in the intertidal zone of Yantai[J]. Marine Sciences, 2014, 38(9): 59-68.
- [2] Herman P M J, Middelburg J J, van de Koppel J, et al. Ecology of estuarine macrobenthos[J]. Advances in Ecological Research, 1999, 29: 195-240.
- [3] 张玺. 胶州湾海产动物采集团第一期采集报告[M]. 北京: 国立北平研究院, 1935.
Zhang Xi. A Report on the Marine Animal of Jiaozhou Bay[M]. Beijing: Institute of Zoology, National Academy of Peiking, 1935.
- [4] 古丽亚诺娃,刘瑞玉. 黄海潮间带生态学研究[J]. 中国科学院海洋生物研究所丛刊, 1958: 1(2): 1-43.
Gurjanova, Liu Ruiyu. A short report on the intertidal zone of the Shandong Peninsula (Yellow Sea)[J]. Bulletin of Institute of Marine Biology, Academia Sinica, 1958, 1(2): 1-43.
- [5] 王洪法,李宝泉,张宝琳,等. 胶州湾红石崖潮间带大型底栖动物群落生态学研究[J]. 海洋科学, 2006, 30(9): 52-57.
Wang Hongfa, Li Baoquan, Zhang Baolin, et al. The

- ecological research of the macrobenthic community in intertidal zone of Hongshiya, Jiaozhou Bay[J]. *Marine Sciences*, 2006, 30(9): 52-57.
- [6] 李宝泉, 张宝琳, 刘丹运, 等. 胶州湾女姑口潮间带大型底栖动物群落生态学研究[J]. *海洋科学*, 2006, 30(10): 15-19.
Li Baoquan, Zhang Baolin, Liu Danyun, et al. The ecological study of the macrobenthic community in intertidal zone of Nugukou, Jiaozhou Bay[J]. *Marine Sciences*, 2006, 30(10): 15-19.
- [7] 李新正, 李宝泉, 王洪法, 等. 胶州湾潮间带大型底栖动物的群落生态[J]. *动物学报*, 2006, 52(3): 612-618.
Li Xinzheng, Li Baoquan, Wang Hongfa, et al. Macrobenthic community of the intertidal zone of Jiaozhou Bay[J]. *Current Zoology*, 2006, 52(3): 612-618.
- [8] 马林, 王洪法, 帅莲梅. 乳山口西村潮间带大型底栖动物生态学研究[J]. *海洋科学*, 2009, 33(6): 29-34.
Ma Lin, Wang Hongfa, Shuai Lianmei. The ecological report of the macrobenthic community in the intertidal zone of Xicun village, Rushan County, Shandong Peninsula[J]. *Marine Sciences*, 2009, 33(6): 29-34.
- [9] 黄慧, 李新正, 王洪法, 等. 山东半岛馒头岛潮间带大型底栖动物群落特征[J]. *海洋科学*, 2012, 36(11): 90-97.
Huang Hui, Li Xinzheng, Wang Hongfa, et al. Characteristics of macrobenthos community from the intertidal zones of Moye Island, Shandong Peninsula[J]. *Marine Sciences*, 2012, 36(11): 90-97.
- [10] 王晓晨, 李新正, 王洪法, 等. 黄河口岔尖岛、大口河岛和望子岛潮间带秋季大型底栖动物生态学调查[J]. *动物学杂志*, 2008, 43(6): 77-82.
Wang Xiaochen, Li Xinzheng, Wang Hongfa, et al. Macrobenthic ecology of the intertidal zones of Chajiaodao, Dakouhedao and Wangzidao of Yellow River Estuary in autumn[J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2008, 43(6): 77-82.
- [11] Wang X C, Li X Z, Li B Q, et al. Summertime community structure of intertidal macrobenthos in Changdao Archipelago, Shandong Province, China. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*[J], 2009, 27(3): 425-434.
- [12] 王金超, 韩庆喜, 李宝泉. 辽宁獐子岛马牙滩潮间带及近岸海区大型底栖动物群落特征[J]. *生物多样性*, 2013, 21(1): 11-18.
Wang Quanchao, Han Qingxi, Li Baoquan. Macrobenthic fauna in the intertidal and offshore areas of Zhangzi Island[J]. *Biodiversity Science*, 2013, 21(1): 11-18.
- [13] 王金宝, 李新正, 王洪法. 北黄海獐子岛附近海域大型底栖动物数量分布和季节变化[J]. *海洋科学集刊*, 2016, 51: 258-268.
Wang Jinbao, Li Xinzheng, Wang Hongfa. The quantitative distribution of macrobenthos and seasonal variation of Zhangzidao Island waters in the Northern Yellow Sea[J]. *Studia Marina Sinica*, 2016, 51: 258-268.
- [14] 李新正, 王金宝, 王洪法. 北黄海獐子岛邻近海域大型底栖动物群落结构和季节变化[J]. *海洋科学集刊*, 2016, 51: 245-257.
Li Xinzheng, Wang Jinbao, Wang Hongfa. Community structure of macrobenthos and seasonal variation in the Zhangzidao Island waters of the Northern Yellow Sea[J]. *Studia Marina Sinica*, 2016, 51: 245-257.
- [15] 赵瑞. 长岛海域大型底栖动物生态学研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014, 1-68.
Zhao Rui. The ecological study of macrobenthos in the waters around Changdao Islands[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2014, 1-68.
- [16] Shannon C E, Weaver W. *The Mathematical Theory of Communication*[M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949, 1-144.
- [17] Margalef R. *Perspectives in Ecological Theory*[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1968, 1-111.
- [18] Pielou E C. *Ecological Diversity*[M]. New York: John Wiley, 1975, 1-163.
- [19] Sanders H L. The biology of marine bottom communities[J]. *Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection*, 1956, 15: 345-414.

Macrobenthic ecology in the intertidal zones of Changdao Islands in Shandong Province

WANG Jin-bao^{1, 2, 3}, LI Xin-zheng^{1, 2, 3, 4}, WANG Hong-fa^{1, 2}, XU Yong^{1, 2, 3}

(1. Department of Marine Organism Taxonomy and Phylogeny, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Center for Ocean Mega-Science, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 3. Laboratory for Marine Biology and Biotechnology, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266237, China; 4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Received: Aug. 3, 2018

Key words: macrobenthos; biodiversity; ecological characteristics; intertidal zones; Changdao Islands

Abstract: Macrobenthic samples were collected from three intertidal zones of Changdao Islands during November 2015 and February, June and September 2016, representing autumn, winter, spring, and summer, respectively. The species composition, abundance, biomass, dominant species, and biodiversity of macrobenthic community were analyzed. A total of 81 macrobenthic species were identified, consisting of 25 species of Polychaeta, 22 species of Crustacea, 25 species of Mollusca, 6 species of Echinodermata, and 3 species of other groups. The average abundance in the three intertidal zones was 118.97 ind./m², and Mollusca (39.58% of the total abundance) and Crustacea (36.68%) were the primary contributors to the total abundance. An abundance ranking of Beichangshan Island (BCS, 141.17 ind./m²) > Bixianjiao (NCS1, 122.33 ind./m²) > Mingzhu Square (NCS2, 93.42 ind./m²) was detected among the three intertidal zones. The average biomass was 128.03 g/m², with Mollusca (58.56%) and Crustacea (35.32%) being the primary contributors to the total biomass. The seasonal variations of macrobenthic species number, abundance and biomass were not obvious among the three intertidal zones. In general, the abundance and biomass in autumn and spring were higher than those in winter and summer. The mean values of diversity index, richness index and evenness index were 2.30, 1.99 and 0.79, respectively. A ranking of middle intertidal zone > low intertidal zone > high intertidal zone was detected for the three indices. A total of 16 dominant species were identified in the three intertidal zones, however, none of these species dominated in every sampling site or season. *Gaetice depressus*, *Hemigrapsus penicillatus*, and *Littorina brevicula* were the major dominant species. Compared with previous research, the species number and abundance of macrobenthos had decreased to some extent in the intertidal zones of Changdao Islands. The species composition and the community structure of the intertidal macrobenthos in Changdao Islands were different from those in Yantai. The species number and the average abundance were less than those in Yantai, whereas the biomass was higher than that in Yantai.

附录：各季度大型底栖动物种名录

Appendix: The species checklist of macrobenthos in the intertidal zones of Changdao islands

类别	中文名	拉丁名	秋季	冬季	春季	夏季
腔肠动物	海葵	Actiniaria	√	√	√	√
纽形动物	纽虫	Nemertinea			√	√
多毛类 动物	中华内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i> (Fauvel, 1918)		√		
	锥稚虫	<i>Aonides oxycephala</i> (Sars, 1862)	√			
	红角沙蚕	<i>Simplisetia erythraeensis</i> (Fauvel, 1918)	√			
	金毛原丝鳃虫	<i>Protocirrinieris chrysoderma</i> (Claparède, 1868)				√
	丝鳃虫	<i>Cirratulus cirratus</i> (Müller, 1776)	√			
	须鳃虫	<i>Cirriformia tentaculata</i> (Montagu, 1808)	√	√		
	矾沙蚕	<i>Eunice aphroditois</i> (Pallas, 1788)		√		
	渤海格鳞虫	<i>Gattyana pohaiensis</i> Uschakov&Wu, 1959		√		
	锥唇吻沙蚕	<i>Glycera onomichiensis</i> Izuka, 1912	√			
	短毛海鳞虫	<i>Halosydna brevisetosa</i> Kinberg, 1856			√	√
	长锥虫	<i>Leitoscoloplos pugettensis</i> (Pettibone, 1957)	√			
	复瓦哈鳞虫	<i>Harmothoë imbricata</i> (Linnaeus, 1767)				√
	长突半足沙蚕	<i>Hemipodia yenourensis</i> (Izuka, 1912)	√		√	
	异足科索沙蚕	<i>Kuwaita heteropoda</i> (Marenzeller, 1879)		√		
	日本索沙蚕	<i>Lumbrineris japonica</i> (Marenzeller, 1879)	√			
	扁平岩虫	<i>Marphysa depressa</i> (Schmarda, 1861)		√		
	岩虫	<i>Marphysa sanguinea</i> (Montagu, 1813)	√		√	
	仙居虫	<i>Naineris laevigata</i> (Grube, 1855)			√	√
	日本沙蚕	<i>Hediste japonica</i> (Izuka, 1908)		√		
	多齿沙蚕	<i>Nereis multignatha</i> Imajima et Hartman, 1964			√	
	双齿围沙蚕	<i>Perinereis aibuhitensis</i> (Grube, 1878)	√			
	独齿围沙蚕	<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)		√		
	多齿围沙蚕	<i>Perinereis nuntia</i> (Lamarck, 1818)		√	√	√
	平衡囊尖锥虫	<i>Scoloplos acmeiceps</i> Chamberlin, 1919			√	
	膜囊尖锥虫	<i>Scoloplos marsupialis</i> (Southern, 1921)			√	
	软体动物	红条毛肤石鳖	<i>Acanthochiton rubrolineatus</i> (Lischke, 1873)	√	√	√
笠贝属一种		<i>Acmaea</i> sp.	√			
蚶属一种		<i>Arca</i> sp.		√		
嫁蛾		<i>Cellana toreuma</i> (Reeve, 1854)	√		√	
润泽角口螺		<i>Ceratostoma rorifluum</i> (Adams and Reeve, 1849)	√	√		
栉孔扇贝		<i>Chlamys farreri</i> (Jones and Preston, 1904)				√
锈凹螺		<i>Omphalius rustica</i> (Gmelin, 1791)	√	√	√	√
寇氏小节贝		<i>Collisella kolarovai</i> (Grabar et King, 1928)	√		√	
长牡蛎		<i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793)				√
牡蛎属一种		<i>Crassostrea</i> sp.	√	√	√	√
朝鲜鳞带石鳖		<i>Lepidozona coreanica</i> (Reeve, 1847)		√		
短滨螺		<i>Littorina brevicula</i> (Philippi, 1844)	√	√	√	√
核螺属一种		<i>Mitrella</i> sp.			√	√
带偏顶蛤	<i>Modiolus comptus</i> (Sowerby, 1915)				√	

续表

类别	中文名	拉丁名	秋季	冬季	春季	夏季
软体动物	单齿螺	<i>Monodonta labio</i> (Linnaeus, 1758)		√	√	
	紫贻贝	<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	√	√	√	√
	粒结节滨螺	<i>Nodilittorina radiata</i> (Dunker, 1860)	√			
	滨螺属一种	<i>Nodilittorina</i> sp.	√			
	内饰台秣螺	<i>Ocenebrellus inornata</i> (Recluz, 1851)		√		
	矮拟帽贝	<i>Patelloida pygmaea</i> (Dunker, 1860)	√		√	√
	江戸布目蛤	<i>Leukoma jedoenses</i> (Lischke, 1874)	√	√	√	
	脉红螺	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)	√		√	
	菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams et Reeve, 1850)	√	√	√	√
	疣荔枝螺	<i>Reishia clavigera</i> (Küster, 1860)			√	
	笠贝科一种	Acmaeidae	√			
甲壳动物	麦秆虫属一种	<i>Caprella</i> sp.	√		√	
	日本螯	<i>Charybdis japonica</i> (Milne-Edwards, 1861)			√	
	近似拟棒鞭水虱	<i>Cleantiella isopus</i> (Miers, 1881)		√		
	中华原钩虾	<i>Eogammarus possjeticus</i> (Tzvetkova, 1967)		√	√	
	隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i> (de Haan, 1895)				√
	平背螯	<i>Gaetice depressus</i> (de Haan, 1835)	√	√	√	√
	拟钩虾属一种	<i>Gammaropsis</i> sp.	√			
	绒螯近方蟹	<i>Hemigrapsus penicillatus</i> (de Haan, 1835)		√	√	√
	肉球近方蟹	<i>Hemigrapsus sanguineus</i> (de Haan, 1835)			√	√
	中华近方蟹	<i>Hemigrapsus sinensis</i> Rathbun, 1931	√	√	√	
	近方蟹属一种	<i>Hemigrapsus</i> sp.			√	
	直额七腕虾	<i>Heptacarpus rectirastris</i> (Stimpson, 1860)	√			
	绿钩虾属一种	<i>Hyale</i> sp.	√	√		
	寡尾肢钩虾属一种	<i>Leipsuropus</i> sp.	√			
	海蟑螂	<i>Ligia exotica</i> Roux, 1828			√	
	朝鲜马尔他钩虾	<i>Melita koreana</i> Stephensen, 1944	√		√	√
	毛刺蟹属一种	<i>Pilumnus</i> sp.				√
	锯额豆瓷蟹	<i>Pisidia serratifrons</i> (Stimpson, 1858)				√
	海钩虾属一种	<i>Pontogeneia</i> sp.			√	
	四齿矶蟹	<i>Pugettia quadridens</i> (De Haan, 1839)				√
茗荷属一种	<i>Smilium</i> sp.			√		
钩虾科一种	Podoceridae			√	√	
棘皮动物	仿刺参	<i>Apostichopus japonicus</i> (Selenka, 1867)	√			
	多棘海盘车	<i>Asterias amurensis</i> Lütken, 1871				√
	海盘车属一种	<i>Asterias</i> sp.	√	√		
	海燕	<i>Patiria pectinifera</i> (Muller et Troschel, 1842)	√	√	√	√
	砂海星属一种	<i>Luidia</i> sp.			√	
	细雕刻肋海胆	<i>Temnopleurus toreumaticus</i> (Leske, 1778)				√
鱼类	方氏锦鲷	<i>Pholis fangi</i> (Wang and Wang, 1935)	√		√	

(本文编辑: 罗 璇 丛培秀)