

石岛大鱼岛村潮间带大型底栖动物生态学研究

马林^{1,2}, 李新正¹, 王洪法¹, 董栋^{1,2}, 张宝琳¹

(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 100049)

摘要: 根据 2008 年 8 月至 2009 年 5 月 4 个季度月(夏、秋、冬、春季), 对位于石岛大鱼岛村潮间带的高潮区(SD1 站)、中潮区(SD2 站)和低潮区(SD3 站)所设的 3 个站进行的大型底栖动物生态调查并分析所获得的资料, 采用 Shannon-Wiener 指数(H')、物种丰富度指数(D)和物种均匀度指数(J)分析该潮间带不同潮区大型底栖动物的物种多样性。结果表明, 石岛大鱼岛村潮间带大型底栖动物的总平均栖息密度、总平均生物量和总种数分别为 397.7 个/m², 99.874 g/m² 和 68 种。3 个潮带的平均密度(D)、平均生物量(B)和种数(S)的季节变化分别为: $D_{冬季} > D_{夏季} > D_{秋季} > D_{春季}$, $B_{夏季} > B_{冬季} > B_{秋季} > B_{春季}$, $S_{冬季} > S_{夏季} > S_{秋季} > S_{春季}$ 。多样性指数 H' 值大小顺序为低潮区 > 高潮区 > 中潮区, D 值大小顺序为低潮区 > 中潮区 > 高潮区, J 值大小顺序为高潮区 > 低潮区 > 中潮区; 大鱼岛村潮间带物种多样性指数季节性变化不明显。

关键词: 潮间带; 大型底栖动物; 生态学研究; 石岛; 山东半岛

中图分类号: P714.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2013)05-0087-07

潮间带处于陆地与海洋的过渡地带, 是沿岸带从最大高潮水面到最小低潮水面之间的区域, 由于生境的异质性较高, 生物资源极其丰富。同时该区域又受海洋与陆地两大生态系统的理化环境因子的共同影响, 底栖动物群落结构也存在受影响和生态适应的过程。近年来, 国外对于潮间带大型底栖动物的研究较多, 如 Schlacher & Thompson^[1]对澳大利亚 Noosa 南部沙滩, Walker & Schlacher^[2]对昆士兰 Burrum 河口大型底栖生物的调查研究, Sivadas 等^[3]研究了生境异质性对印度 Kalbadevi 沙滩大型底栖生物的影响。我国对山东半岛潮间带的生态调查研究从 20 世纪 30 年代即开始, 张玺等^[4]曾对胶州湾潮间带进行过多次考察, 60 年代庄启谦等^[5]对胶州湾沧口潮间带进行过连续 17 个月的生态调查, 近年来, 围绕山东半岛潮间带也相继开展了一些调查工作, 这些工作对了解该区域底栖动物群落现状积累了重要的资料。如王洪法等^[6], 李宝泉等^[7], 李新正等^[8], 张宝琳等^[9]对胶州湾周边潮间带的大型底栖动物进行了调查研究, 王晓晨等^[10]对黄河口岔尖岛、大口河岛和望子岛潮间带的大型底栖动物进行了生态调查研究, Wang 等^[11]调查研究了烟台长岛潮间带大型底栖动物的群落结构, 马林等^[12]对乳山口西村潮间带大型底栖动物生态特点进行了研究。

石岛位于山东半岛东南端, 濒临黄海。石岛港是一级渔港, 是我国北方最大的渔港, 在山东半岛东南岸渔业生产活动中占有重要地位, 捕捞季节该港的渔船停靠相当频繁, 渔船数量逐年增加, 从 2005 年的 5054 艘增长到 2009 年的 9384 艘, 2008 年的渔捕量约为 40 万吨。近年来石岛沿海的养殖面积急剧扩大, 2006 年海水增养殖面积达 31.8 万亩, 沿岸生活污水排放量增加及航运等经济活动快速发展, 使潮间带的海水富营养化程度及污染状况明显加重。大鱼岛村潮间带附近有滩涂养殖, 底质为碎石、砂, 附近有一个生活污水排放口。本研究在石岛港西南端的大鱼岛村潮间带进行了四个季度的观测(图 1), 为了解石岛港进出船只对周边海洋底栖动物的影响和今后的底栖生物比较研究以及即将兴建的石岛湾核电站建成后对该潮间带环境质量及底栖动物的栖息环境是否有潜在性的影响提供基础资料。

收稿日期: 2012-04-21; 修回日期: 2012-07-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(41176133); 中国科学院海洋研究所“一三五”专项资助项目(201210060104)

作者简介: 马林(1981-), 女, 山东德州人, 博士, 从事海洋底栖生物生态学和分类学研究, 电话: 0532-82898773, E-mail: malin@qdio.ac.cn, 李新正, 通信作者, E-mail: lixzh@qdio.ac.cn

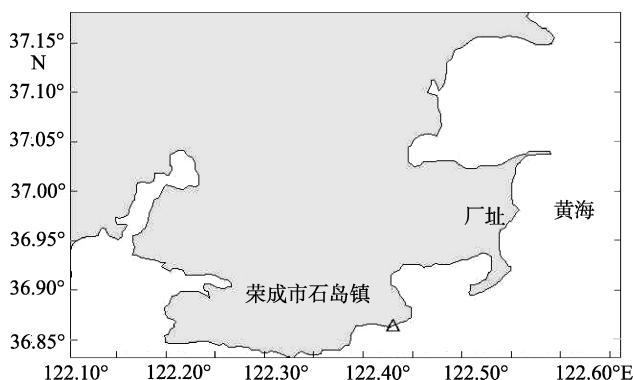


图1 石岛大鱼岛村潮间带采样站位 (表示采样地点)
Fig. 1 Sample station of the intertidal zones in Dayudao Village, Shidao Town, Shandong Peninsula (represents sample station)

1 材料与方 法

所用材料为 2008 年 8 月, 2008 年 11 月, 2009 年 2 月和 5 月 4 个季度月(夏、秋、冬、春季)在山东半岛东南岸的石岛大鱼岛村潮间带采集获得。该处潮间带高、中两个潮带底质均为沙、石块, 低潮带为岩石。在大鱼岛村南、石岛湾湾口西南侧潮间带取一垂直于海岸的断面, 从高潮的基准面下退 15 m 至低潮区附近等距离设 3 个站(高、中、低潮区分别表示为 SD1(36°51.906'N, 122°24.980'E), SD2(36°51.899'N, 122°24.966'E), SD3(36°51.898'N, 122°24.962'), 用 GPS 定位以便 4 个季度重复取样, 对大型底栖生物进行调查取样。每个取样站分别进行定量和定性采集。定量采集用 0.25 m² 的取样框重复取样 2 次(取样深度 30 cm), 用 1.0 mm 孔径的样品筛冲洗获得大型底栖生物, 重复采样两次是为了减少采样数据的偶然性。定性采集是在定量取样站附近尽可能多地采集生物样品, 以补充定量采集生物种类组成上的不足。将获得的样品用 75% 的酒精固定后带回实验室进行。在实验室对所获样品进行挑选、种类鉴定、个体计数和称质量(用精度为 0.001 g 的电子天平), 计算其生物量和栖息密度。

大型底栖动物的优势种类计算公式:

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

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。

运用物种多样性指数、物种均匀度指数和物种丰度指数对底栖动物的群落结构、组成特点及数量动态特点进行分析。

Margalef 物种丰富度指数(D): $D=(S-1) / \log_2 N$

物种多样性指数采用 Shannon-Wiener(1949)指数(H'):

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i = 1$$

物种均匀度指数(J): $J=H' / \log_2 S$

S 为采泥样品中的种类总数, P_i 为第 i 种的个体数与样品中的总个体数的比值(n_i/N)。

2 结果与讨论

2.1 种类组成及季节变化

2.1.1 种类组成及优势种

调查共采获大型底栖动物 68 种, 其中定量调查采到 59 种, 定性调查补充 24 种(表 1)。群落中的优势类群为多毛类, 达 30 种, 占总数的 44.12%; 其次为软体动物 22 种, 占总数的 32.35%; 甲壳动物 12 种, 占总数的 17.65%; 其他动物(包括腔肠动物、纽虫动物、星虫动物和曳鳃动物)4 种, 占总数的 5.88%。

在优势种组成方面, 葛氏囊须虫 *Saccocirrus gabriellae* Marcus(优势度 0.1211)和仙居虫 *Naineris laevigata* (Grube)(优势度 0.0277)具有明显的优势地位。其他常见种类还包括: 平背蜚 *Gaetice depressus* (de Haan), 菲律宾蛤仔 *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve), 短滨螺 *Littorina brevicula* (Philippi), 矮拟帽贝 *Patelloida pygmaea* (Dunker), 嫁虫戚 *Cellana toreuma* (Reeve) 和史氏背尖贝 *Notoacmea schrenckii* (Lischke)。

2.1.2 季节变化

冬季出现种数最多, 为 35 种; 其次为夏季, 为 32 种; 最后是春季和秋季, 分别为 20 种和 19 种。

种数(S)的季节变化为: $S_{冬季} > S_{夏季} > S_{春季} > S_{秋季}$ 。

表 2 为石岛大鱼岛村潮间带各站各季节的大型底栖动物种数的分布状况。从各站种数的季节变化来看, SD2 站出现的种数最多, 为 45 种, SD3 站次之, 为 33 种, SD2 站和 SD3 站种数的季节变化均为冬季 $>$ 夏季 $>$ 春季 $>$ 秋季; SD1 站出现的种数为 29 种, 种数的季节变化为夏季 $>$ 冬季 $>$ 秋季 $>$ 春季。各站种数的季节变化规律不同, 三个站共同决定种数的季节变化。

2.2 栖息密度和生物量

2.2.1 密度和生物量组成

由表 3 可以看出, 调查区潮间带大型底栖动物

表 1 石岛大鱼岛村潮间带大型底栖动物种名录及分布

Table 1 List and distribution of macrobenthic species from the intertidal zones of Dayudao Village, Shidao Town, Shandong Peninsula

动物类别	动物种名	动物分布情况		
		SD1 站	SD2 站	SD3 站
多毛类	强壮尖须虫(<i>Acrocirrus validus</i> Marenzeller)	+	-	-
多毛类	锥稚虫(<i>Aonides oxycephala</i> (Sars))	-	+	+
多毛类	红角沙蚕(<i>Ceratonereis erythraeensis</i> Fauvel)	+	+	-
多毛类	环唇沙蚕属一种(<i>Cheilonereis</i> sp.)	-	+	+
多毛类	须鳃虫(<i>Cirriformia tentaculata</i> (Montagu))	-	+	+
多毛类	长吻沙蚕(<i>Glycera chirori</i> Izuka)	+	+	-
多毛类	斑角吻沙蚕(<i>Goniada maculata</i> öersted)	-	-	+
多毛类	拟刺虫(残体)(<i>Linopherus</i> sp.)	-	-	+
多毛类	异足索沙蚕(<i>Lumbrineris heteropoda</i> Marenzeller)	-	+	+
多毛类	索沙蚕(<i>Lumbrineris latreilli</i> Aud.et M.-Edw.)	-	+	+
多毛类	索沙蚕属一种(<i>Lumbrineris</i> sp.)	-	-	+
多毛类	索沙蚕属一种(<i>Lumbrineris</i> sp1.)	-	-	+
多毛类	索沙蚕属一种(<i>Lumbrineris</i> sp2.)	-	-	+
多毛类	襟松虫(<i>Lysidice</i> sp.)	-	+	-
多毛类	岩虫(<i>Marphysa sanguinea</i> (Montagu))	-	-	+
多毛类	不定小健足虫(<i>Micropodarke dubia</i> (Hessle))	-	+	-
多毛类	仙居虫(<i>Naineris laevigata</i> (Grube))	+	+	+
多毛类	居虫属一种(<i>Naineris</i> sp.)	+	-	+
多毛类	沙蚕(<i>Nereis pelagica</i> Linnaeus)	+	-	-
多毛类	沙蚕属一种(<i>Nereis</i> sp.)	-	+	-
多毛类	枕多齿围沙蚕(<i>Perinereis nuntia vallata</i> (Grube))	+	-	-
多毛类	乳突半突虫(<i>Phyllodoce (Anaitides) papillosa</i> (Uschakov et Wu))	-	+	-
多毛类	多毛类一种(<i>Polychaeta</i> sp.)	+	-	-
多毛类	才女虫*(<i>Polydora</i> sp.)	-	+	-
多毛类	多鳞虫科(<i>Polynoidae</i> sp.)	-	+	-
多毛类	多眼虫(<i>Polyophthalmus pictus</i> (Dujardin))	+	-	-
多毛类	稚齿虫(<i>Prionospio</i> sp.)	-	+	-
多毛类	葛氏囊须虫(<i>Saccocirrus gabriellae</i> Marcus)	+	+	-
多毛类	囊须虫(<i>Saccocirrus</i> sp.)	+	+	-
多毛类	扁模裂虫(<i>Typosyllis fasciata</i> (Malmgren))	-	+	-
甲壳动物	白脊藤壶*(<i>Balanus albicostatus</i> Pilsbry)	+	+	-
甲壳动物	平背蜆*(<i>Gaetice depressus</i> (de Haan))	+	+	+
甲壳动物	钩虾科一种(<i>Gammaridae</i> sp.)	-	-	+
甲壳动物	厚蟹(<i>Helice</i> sp.)	+	-	-
甲壳动物	施氏玻璃钩虾(<i>Hyale schemidti</i> (Heller))	-	+	+
甲壳动物	玻璃钩虾(<i>Hyale</i> sp.)	+	-	-
甲壳动物	朝鲜马尔他钩虾*(<i>Melita koreana</i> Stephensen)	-	+	+
甲壳动物	螺赢蜚(<i>Corophium</i> sp.)	-	-	+
甲壳动物	圆柱水虱*(<i>Exocirolana</i> sp.)	-	+	+
甲壳动物	中华近方蟹*(<i>Hemigrapsus sinensis</i> Rathbun)	+	-	+
甲壳动物	海蟑螂*(<i>Ligia exotica</i> (Roux))	+	-	-
甲壳动物	寄居蟹*(<i>Pagurus</i> sp.)	-	+	-
腔肠动物	海葵(<i>Actiniaria</i>)	+	-	+

续表

动物类别	动物种名	动物分布情况		
		SD1 站	SD2 站	SD3 站
软体动物	红条毛肤石鳖*(<i>Acapthochiton rubrolineatus</i> (Lischke))	-	+	+
软体动物	白笠贝*(<i>Acmaea pallida</i> (Gould))	-	+	-
软体动物	嫁虫属一种(<i>Cellana</i> sp.)	+	+	-
软体动物	嫁虫(<i>Cellana toreuma</i> (Reeve))	+	+	+
软体动物	锈凹螺*(<i>Chlorostoma rustica</i> (Gmelin))	-	+	+
软体动物	花边小节贝*(<i>Collisella heroldi</i> (Dunker))	-	+	+
软体动物	小节贝属一种(<i>Collisella</i> sp.)	-	+	-
软体动物	长牡蛎*(<i>Croassostrea gigas</i> (Thunberg))	+	+	+
软体动物	牡蛎属一种*(<i>Croassostrea</i> sp.)	-	+	+
软体动物	粗异白樱蛤(<i>Heteromacoma irus</i> (Hanley) [= <i>Gastrana contabulata</i>])	-	+	-
软体动物	短滨螺*(<i>Littorina brevicula</i> (Philippi))	+	+	+
软体动物	布尔小笔螺(<i>Mitrella burchardi</i> (Dunker))	+	+	+
软体动物	单齿螺(<i>Monodonta labio</i> (Linné))	+	-	-
软体动物	彩虹明樱蛤(<i>Moerella iridescens</i> (Benson))	+	-	-
软体动物	贻贝*(<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus)	+	+	-
软体动物	厚壳贻贝(<i>Mytilus coruscus</i> Gould)	-	-	+
软体动物	史氏背尖贝*(<i>Notoacmea schrenckii</i> (Lischke))	+	+	-
软体动物	长蛸*(<i>Octopus variabilis</i> (Sasaki))	-	+	-
软体动物	矮拟帽贝*(<i>Patelloida pygmaea</i> (Dunker))	+	+	+
软体动物	江户布目蛤*(<i>Protothaca jedoenses</i> Lischke)	-	+	-
软体动物	菲律宾蛤仔*(<i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams et Reeve))	+	+	+
软体动物	托氏蝾螺*(<i>Umbonium thomasi</i> (Crosse))	-	+	-
纽虫动物	纽虫*(<i>Nemertinea</i>)	-	+	-
其他动物	曳鳃动物	-	-	+
星虫动物	星虫*(<i>Sipuncula</i>)	-	+	-

“+”表示该种在该潮区采到，“-”表示该种在该潮区未发现，“*”表示定性调查采到

表 2 石岛大鱼岛村潮间带各站各季节的大型底栖动物种数
Tab. 2 The seasonal species number of macrobenthos in sampling stations of the intertidal zones of Dayu-dao Village, Shidao Town, Shandong Peninsula

时间 (年-月)	出现种类(种)			总计
	SD1 站	SD2 站	SD3 站	
2008-08	16	17	12	32
2008-11	9	12	5	19
2009-02	12	23	14	35
2009-05	3	16	8	20
总种数	29	45	33	68

总平均密度为 397.7 个/m²，其中多毛类为 330.7 个/m²，占 83.15%；软体动物 44 个/m²，占 11.06%；甲壳动物 19 个/m²，占 4.78%；其他动物 4 个/m²，占 1.01%。调查区各站大型底栖动物的平均栖息密度以高潮带最高，为 808 个/m²，其中优势类群为多毛类，低潮带最低，为 123 个/m²。以潮带为因子相似性分

析(One-way ANOSIM 检验)表明：调查区不同潮带大型底栖动物群落间的差异不显著($R=0.056$, $P=0.314$)。

由表 4 可以看出，调查区潮间带大型底栖动物总平均生物量为 99.874 g/m²，其中软体动物为 87.772 g/m²，占 87.88%；多毛类动物为 7.251 g/m²，占 7.26%；甲壳动物为 2.902 g/m²，占 2.91%；其他动物为 1.949 g/m²，占 1.95%。大型底栖动物平均生物量则以低潮带最高，为 122.2 g/m²，其中软体动物贡献最大，占 55%；高潮带最低，为 87.4 g/m²。

2.2.2 季节变化

表 3 为石岛大鱼岛村潮间带各站大型底栖动物各类群的栖息密度的季节变化以及分布状况。石岛大鱼岛村潮间带大型底栖动物的平均密度以冬季最高，为 1 296 个/m²，其次为夏季，为 172 个/m²，秋季和春季，分别为 68 个/m²和 54.67 个/m²。平均密度

各季节比较为: $D_{冬季} > D_{夏季} > D_{秋季} > D_{春季}$, 高潮带的多毛类是冬季高栖息密度的主要贡献者, 栖息密度高达 3000 个/m² 以上。以时间为因子相似性分析 (One-way ANOSIM 检验) 表明: 调查区不同季节大型底栖动物群落间的差异不显著 ($R=0.265$, $P=0.034$)。

表 4 为石岛大鱼岛村潮间带各站大型底栖动物

各类群的生物量的季节变化以及分布状况。石岛大鱼岛村潮间带大型底栖动物的总平均生物量以夏季最高, 为 198.445 g/m², 其次为冬季, 为 109.167 g/m², 秋季和春季, 分别为 51.805 g/m² 和 40.079 g/m²。平均生物量各季节比较为: $B_{夏季} > B_{冬季} > B_{秋季} > B_{春季}$, 软体动物的生物量是夏季平均生物量的主要贡献者。

表 3 石岛大鱼岛村潮间带各站各类群大型底栖动物栖息密度的季节变化

Tab. 3 The seasonal changes of mean abundances of macrobenthos in sampling stations of the intertidal zones of Dayudao, Shidao, Shandong Peninsula

时间 (年-月)	平均密度(个/m ²)				平均密度(个/m ²)				
	SD1	SD2	SD3	平均	多毛类	软体动物	甲壳动物	其他类群	合计
2008-08	144	184	188	172	36	101.33	32	2.67	172
2008-11	64	92	48	68	29.33	22.67	9.33	6.67	68
2009-02	3008	688	192	1296	1237.33	25.33	26.67	6.67	1296
2009-05	16	84	64	54.67	20	26.67	8	0	54.67
平均	808	262	123	397.67	330.67	44	19	4	397.67

表 4 石岛大鱼岛村潮间带各站各类群大型底栖动物生物量的季节变化

Tab. 4 The seasonal changes of mean biomass of macrobenthos in sampling stations of the intertidal zones of Dayudao, Shidao, Shandong Peninsula

时间 (年-月)	平均生物量(g/m ²)				平均生物量(g/m ²)				
	SD1	SD2	SD3	平均	多毛类	软体动物	甲壳动物	其他类群	合计
2008-08	201.52	125.336	268.48	198.445	2.323	186.284	5.969	3.869	198.445
2008-11	41.692	81.212	32.512	51.805	2.16	45.72	1.416	2.509	51.805
2009-02	61.032	139.164	127.304	109.167	7.083	98.268	2.399	1.417	109.167
2009-05	45.244	14.428	60.564	40.079	17.439	20.815	1.825	0	40.079
平均	87.372	90.035	122.215	99.874	7.251	87.772	2.902	1.949	99.874

2.3 群落种类多样性

对调查区潮间带大型底栖动物的多样性指数进行分析(表 5), 结果表明, Shannon-Wiener 多样性指数(H')、均匀度指数(D)和丰富度指数(J)在三个潮区的差异不大。调查区 H' 的平均值为 2.446, 最大值出

现在低潮区, 为 2.743; 最小值出现在高潮区, 为 1.971。调查区 D 的平均值为 1.821, 最大值出现在中潮区, 为 2.13; 最小值出现在高潮区, 为 1.558; 调查区 J 的平均值为 0.779, 最大值出现在低潮区, 为 0.876; 最小值出现在高潮区, 为 0.709。

表 5 石岛大鱼岛村潮间带各站大型底栖动物物种多样性指数的季节变化

Tab. 5 The seasonal changes of three biodiversity indices including Shannon-Wiener index (H'), species richness (D) and Pielou's evenness index (J) of macrobenthos in sampling stations of the intertidal zones of Dayudao Village, Shidao Town, Shandong Peninsula

时间 (年-月)	H'				D				J			
	SD1	SD2	SD3	平均	SD1	SD2	SD3	平均	SD1	SD2	SD3	平均
2008-08	3.134	3.622	2.831	3.196	2.213	2.876	2.101	2.397	0.874	0.905	0.79	0.856
2008-11	3.031	2.368	2.126	2.508	1.924	1.548	1.033	1.502	0.956	0.789	0.916	0.887
2009-02	0.219	1.652	3.24	1.704	1.373	2.296	2.282	1.984	0.061	0.413	0.876	0.45
2009-05	1.5	2.856	2.774	2.377	0.721	1.806	1.683	1.403	0.946	0.901	0.925	0.924
平均	1.971	2.625	2.743	2.446	1.558	2.13	1.775	1.821	0.709	0.752	0.876	0.779

对生物多样性指数的季节变化进行分析(表 5), 结果表明, H' 值夏季最高, 秋、春季次之, 冬季最低; D 值夏季最高, 冬季次之, 春季最低; J 值春季最高, 秋、夏季次之, 冬季最低。

3 小结

本次石岛大鱼岛村潮间带大型底栖动物调查结果为总平均生物量、总平均密度和总种数分别为 99.874 g/m², 397.7 个/m², 68 种, 与周边潮间带相比, 有很大差别(表 6)。由表 6 可以看出, 调查时间相近的大鱼岛村潮间带与乳山口西村潮间带, 无论是种数, 还是平均密度和平均生物量, 大鱼岛

村潮间带均远高于乳山口西村潮间带, 原因与其底质类型有关, 砂石底质潮间带比砂质底生物多样性高。而与胶州湾潮间带相比, 大鱼岛村潮间带大型底栖动物的种数高于胶州湾各潮间带, 但生物量和栖息密度远低于红石崖潮间带, 原因在于大型底栖动物的种类差别较大, 红石崖潮间带软体动物是生物量和栖息密度的主要贡献者, 生境的异质性对大型底栖生物的影响较大。大鱼岛村潮间带与岔尖岛、大口河岛、望子岛和长岛潮间带在种数、生物量、栖息密度以及物种多样性指数上的差别除了与生境有关外, 还与调查时间和调查航次有关。

表 6 石岛大鱼岛村潮间带大型底栖动物种数、平均密度、生物量和物种多样性指数与周边潮间带的比较
Tab. 6 Comparison of species number, mean abundances, mean biomass and Shannon-Wiener index (H') of macrobenthos in sampling stations of the intertidal zones of Dayudao Village, Shidao Town with adjacent intertidal zones

调查地点	调查时间 (年-月)	底质类型	物种数 (种)	平均密度 (个/m ²)	平均生物量 (g/m ²)	H'
大鱼岛村	2008 ~ 2009	砂、石块、岩石	68	397.7	99.874	2.446
乳山口西村 ^[12]	2006 ~ 2007	砂、细砂	41	103.33	7.056	-
岔尖岛 ^[10]	2005-11	硬泥、粉砂	13	25.33	11.82	-
大口河岛 ^[10]	2005-11	砂、粉砂	18	339.33	39.34	-
望子岛 ^[10]	2005-11	砂、粉砂	16	127.33	132.2	-
长岛 ^[11]	2007-06	硬泥、粉砂 泥沙、砾石	68	1383	372.41	1.503
辛岛 ^[9]	2003 ~ 2004	砂	43	102.500	60.010	-
女姑口 ^[7]	2003 ~ 2004	泥	57	-	-	-
红石崖 ^[6]	2003 ~ 2004	砂	62	1765.5	342.530	-

大鱼岛村潮间带大型底栖动物的种数、生物量和栖息密度, 在不同季节差别较大, 具体为: 种数的季节变化: $S_{冬季} > S_{夏季} > S_{春季} > S_{秋季}$; 平均密度的季节变化: $D_{冬季} > D_{夏季} > D_{秋季} > D_{春季}$; 平均生物量的季节变化: $B_{夏季} > B_{冬季} > B_{秋季} > B_{春季}$ 。此潮间带三个潮区的 3 个多样性指数变化不大。

致谢: 课题组李宝泉、王金宝、韩庆喜、董超、王晓晨、蔡文倩、彭松耀、孙德海等参加了外业考察采集和实验室样品分析、数据处理工作, 在此表示衷心感谢!

参考文献:

[1] Schlacher Thomas A, Thompson Luke. Beach recreation impacts benthic invertebrates on ocean-exposed sandy shores[J]. Biological

Conservation, 2012, 147: 123-132.
[2] Walker Simon J, Schlacher Thomas A. Impact of a pulse human disturbance experiment on macrofaunal assemblages on an Australian Sandy Beach[J]. Journal of Coastal Research, 2011, 27(6A): 184-192.
[3] Sivadas S K, Ingole B, Ganesan P, et al. Role of environmental heterogeneity in structuring the macrobenthic community in a tropical sandy beach, west coast of India[J]. J Oceanogr, 2012, 68: 295-305.
[4] 张玺. 胶州湾海产动物采集团第一期采集报告[J]. 北研动物所丛刊, 1935, 11: 1-95.
[5] 庄启谦, 崔可铎. 胶州湾沧口潮间带生态学研究[C]// 中国科学院海洋研究所. 海洋科学集刊. 北京: 科学出版社, 1984: 79-95.
[6] 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,

- 9(30): 52-57.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 张宝琳, 王洪法, 李宝泉, 等. 胶州湾辛岛潮间带大型底栖动物生态学调查[J]. 海洋科学, 2007, 31(1): 60-64.
- [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.
- [11] Wang Xiaochen, Li Xinzheng, Li Baoquan, et al. Summertime community structure of intertidal macrobenthos in Changdao Archipelago, Shandong Province, China[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2009, 27(3): 425-434.
- [12] 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.

The ecology characterization of macrobenthic community from the intertidal zone of Dayudao Village, Shidao Town, Shandong Peninsula

MA Lin^{1,2}, Li Xin-zheng¹, WANG Hong-fa¹, Dong Dong^{1,2}, Zhang Bao-lin¹

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Graduate University, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Received: Apr., 21, 2012

Key words: intertidal zone; macrobenthos; ecology; Shidao; Shandong Peninsula

Abstract: Based on analysis of the benthic samples collected from August, 2008 to May, 2009 (representing spring, summer, autumn and winter, respectively) in the intertidal zones of Dayudao Village, Shidao Town, Rongcheng City, Shandong Peninsula, the macrobenthic community and its seasonal changes were characterized in the present paper. The results showed that the mean abundances, biomasses and species numbers of macrobenthos in this intertidal zone were 397.7 ind/m², 99.874 g/m² and 68 species, respectively. The mean abundances, biomasses and species numbers of the macrobenthos were different among four seasons, namely, the mean abundances: Winter > Summer > Autumn > Spring, mean biomasses Summer > Winter > Autumn > Spring, species numbers: Winter > Summer > Autumn > Spring. The sequence of biodiversity indices (H' , D , J) of the three intertidal zones were as follows: H' , low tidal zone > high tidal zone > medium tidal zone; D , low tidal zone > medium tidal zone > high tidal zone; J , high tidal zone > low tidal zone > medium tidal zone. The seasonal changes of three biodiversity indices were not significant.

(本文编辑: 张培新)