

胶州湾女姑口潮间带大型底栖动物群落生态学研究

李宝泉¹, 张宝琳¹, 刘丹运², 王少青¹, 王洪法¹, 李新正¹

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 蓬莱市新港街道办事处水产站, 山东 蓬莱 265609)

摘要: 根据 2003 年 8 月至 2004 年 5 月间夏、秋、冬、春 4 个季度月, 对位于胶州湾内女姑口潮间带的高潮带、中潮带和低潮带所设的 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) 以及 Jaccard 的群落种类相似性指数 J_c 分析该潮间带不同潮区大型底栖动物的物种多样性和群落种类组成的相似程度。结果表明, 本次调查共采到大型底栖动物 57 种, 其中软体动物 24 种, 占 42.11%; 甲壳动物和多毛类各 15 种, 占 26.32%; 鱼类 2 种, 占 3.51%; 蠕虫 1 种; 女姑口潮间带高、中和低潮区生物种类和生物组成均差别较大, 两两群落相似性系数也比较低; 3 个多样性指数 H' , D , J 的值大小顺序为低潮区 > 中潮区 > 高潮区; 女姑口潮间带物种多样性指数季节性变化明显, H' 和 J 为春季最高、冬季最低; D 为秋季最高、春季最低。

关键词: 潮间带; 大型底栖动物; 女姑口; 胶州湾

中图分类号: Q14

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2006)10-0015-05

中国对潮间带的生态调查研究开展比较早, 20 世纪 30 年代张玺等^[1]曾就胶州湾进行过多次考察, 50 年代对黄潮间带也进行过调查, 60 年代庄启谦等^[2]对胶州湾沧口潮间带进行过连续 17 个月的生态调查, 80 年代曾进行过全国海岸带及潮间带普查, 但自 80 年代全国海岸带及潮间带调查后, 就没开展此项调查研究。

女姑口位于青岛市李沧区, 在胶州湾的东北部, 底质是典型的泥质。滩涂上主要开展底栖型贝类如缢蛏、蚶的养殖。胶州湾环海高速公路就从女姑口潮间带上通过。由于人类活动对胶州湾生境的扰动不断加强, 因此了解胶州湾潮间带大型底栖动物群落的现状, 就显得至为重要。本次对胶州湾潮间带的生态调查, 作者根据不同的生态岸相分别在红石崖、女姑口、薛家岛的辛岛湾设立 3 个断面, 以便了解栖息在胶州湾潮间带不同底质沙、泥沙、软泥内的生物组成、分布和季节变化等状况, 为保护、开发和利用潮间带海洋生物资源提供科学依据。本研究为在女姑口潮间带的调查结果。

1 材料和方法

于 2003 年 8 月、11 月和 2004 年 2 月、5 月 4 个季度月 (代表夏、秋、冬、春 4 季), 在胶州湾女姑口潮

间带的高、中、低潮线各设一个站 (3 个采样站位的底质组成见图 1), 对大型底栖动物进行调查采样。采样时用 GPS 定位, 每个取样站分别进行定量、定性采集, 定量采集用取样面积为 0.25 m² 的取样框重复取样 2 次, 取样方法为先拣取框内表面的大型生物, 然后再挖取样框内底泥至约 30 cm 深, 用孔径 1 mm 的筛子冲洗去泥; 定性采集是在定量采集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的不足。所获样品用 75 % 的酒精固定后带回实验室, 随后进行种类鉴定、个体计数、称质量、生物量计算, 并对所获定量样品的数据进行统计分析, 定性样品仅用于生物种类组成分析。

物种多样性指数采用 Shannon-Wiener (1949) 指数 (H'), 计算公式为: $H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$

物种丰富度指数 (D) 采用 Margalef (1968) 的计

收稿日期: 2005-10-08; 修回日期: 2006-07-20

基金项目: 中国科学院知识创新项目 (KZCX3-SW-214); 山东省科学技术发展计划项目 (031070119)

作者简介: 李宝泉 (1972-), 男, 山东东营人, 硕士, 助理研究员, 从事海洋底栖生物生态学研究, 电话: 0532-82898773; 李新正, 通讯作者, E-mail: lixzh@ms.qdio.ac.cn

算公式： $D = (s - 1) / \log_2 N$

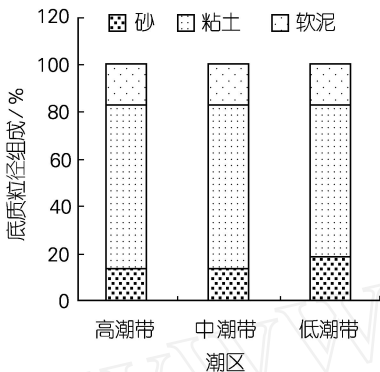


图1 胶州湾女姑口潮间带高、中、低潮带
取样站底质组成

Fig. 1 The composition of substratum in the intertidal
zones of Nugukou in Jiaozhou Bay

物种均匀度指数 (J) 采用 Pielou(1975)的计算

公式： $J = H' / \log_2 s$

物种丰度计算方法为平均出现站位的分布密度，如某站没有出现该种，则不计入。

Jaccard 的群落种类相似性指数公式： $J_a = c / (a + b - c)$

式中 N 为采泥样品中所有种类的总个体数目； 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数的比值 (N_i / N)； a, b 分别为两样地的种类数； c 为两样地的共有种数。

2 结果与讨论

2.1 生物种类组成、优势种及分布

2.1.1 生物种类组成、优势种及垂直分布

综合定性和定量采集，本次潮间带调查共采到大型底栖动物 57 种，其中软体动物 24 种占 42.11 %；甲壳动物和多毛类各 15 种，占 26.32 %；鱼类 2 种占 3.51 %；蠕虫 1 种(表 1)。

表 1 胶州湾女姑口潮间带大型底栖动物种类组成

Tab. 1 Species composition of macrobenthos in intertidal zones of Nugukou in Jiaozhou Bay

物 种		动物出现情况		
		高潮带	中潮带	低潮带
智利巢沙蚕	(<i>Diopatra chiliensis</i> Quatrefages)	+	-	+
长吻沙蚕	(<i>Glycera chirori</i> Izuka)	-	-	+
寡节甘吻沙蚕	(<i>Glycinde gurjanovae</i> Uschakov et Wu)	-	-	+
长锥虫	(<i>Haploscoloplos elongatus</i> (Johuson))	-	-	+
有齿背鳞虫	(<i>Lepidonotus dentatus</i> Okuda et Yamada)	-	-	+
扁蛰虫	(<i>Loimia medusa</i> (Savigny))	-	-	+
日本刺沙蚕	(<i>Neanthes japonica</i> (Izuka)	+	+	+
刺沙蚕	(<i>Neanthes</i> sp.)	-	+	-
锐足全刺沙蚕	(<i>Nectoneanthes oxypoda</i> (Marenzeller)	-	+	+
多鳃齿吻沙蚕	(<i>Nephtys polybranchia</i> Southern)	-	+	-
长须钩毛虫	(<i>Sigambra tentaculata</i> (Treadwell))	-	+	+
螺赢蛭	(<i>Corophium</i> sp.)	-	+	-
日本大螯蛭	(<i>Grandidierella japonica</i> Stephense)	+	-	-
伍氏厚蟹	(<i>Helice wuana</i> Rathpun)	-	+	-
绒毛近方蟹	(<i>Hemigrapsus penicillatus</i> (de Haan))	-	-	+
尖额涟虫	(<i>Hemileucon</i> sp.)	-	+	-
玻璃钩虾	(<i>Hyale</i> sp.)	+	-	-
日本大眼蟹	(<i>Macrophthalmus japonicus</i> de Haan)	+	+	+
锯齿长臂虾	(<i>Palaemon aeriifer</i> (Stimpson))	-	-	+
脊尾白虾	(<i>Palaemon carinicauda</i> Holthuis)	-	-	+
豆形拳蟹	(<i>Philyra pisum</i> de Haan)	+	-	+
蓝氏三强蟹	(<i>Tritodynamia rathbunae</i> Shen)	-	-	+

表 1 续

物 种		动物出现情况		
		高潮带	中潮带	低潮带
涟虫	(Cumacea)	-	-	+
青蛤	(<i>Cyclina sinensis</i> (Gmelin))	+	+	+
褐蚶	(<i>Didimarcia tenebrica</i> (Reeve))	-	+	-
橄榄蚶	(<i>Estellarca olivacea</i> (Reeve))	-	-	+
薄壳绿螂	(<i>Glauconome primeana</i> Cross et Debeaux)	+	-	-
短滨螺	(<i>Littorina brerica</i> (Philippi))	+	-	-
微黄镰玉螺	(<i>Lunatia gilva</i> (Philippi))	-	+	-
异白樱蛤	(<i>Macoma incongrua</i> (Martens))	+	+	+
中国蛤蜊	(<i>Macra chinensis</i> Philippi)	-	-	+
四角蛤蜊	(<i>Macra veneriformis</i> (Reeve))	-	-	+
樱蛤	(<i>Moerella</i> sp.)	+	-	+
砂海螂	(<i>Mya arenaria</i> Linnaeus)	+	-	+
秀丽织纹螺	(<i>Nassarius festivus</i> Powys)	+	+	+
红带织纹螺	(<i>Nassarius succinctus</i> (A. Adams))	-	+	+
光滑河篮蛤	(<i>Potamocorbula laevis</i> (Hinds))	-	+	+
篮蛤	(<i>Potamocorbula</i> sp.)	+	+	-
菲律宾蛤仔	(<i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams et Reeve))	+	+	+
毛蚶	(<i>Scapharca subcrenata</i> (Lischke))	+	-	-
缢蛏	(<i>Sinonovacula constricta</i> (Lamarck))	+	+	+
蛭虫	(蛭科 Echiuridae)	-	-	-
裸项栉虾虎鱼	(<i>Ctenogobius gymnauchen</i> (Bleeker))	-	-	+
*藤壶	(<i>Fistulobalanus albieostaeus</i> (Pilsbry))	+	-	-
*矮拟帽贝	(<i>Patelloida pygmaea</i> (Dunker))	+	-	-
*巨指长臂虾	(<i>Palaemon macrodactylus</i> Rathbun)	+	-	-
*截形脉海螂	(<i>Venatomya truncata</i> (Gould))	+	-	-
*朝鲜马尔他钩虾	(<i>Melita koreana</i> Stephensen)	+	-	-
*纹缢虾虎鱼	(<i>Tridentiger trigonocephalus</i> (Gill))	+	-	-
*刺螯鼓虾	(<i>Alpheus hoplocheles</i> Coutiere)	+	-	-
*宽叶沙蚕	(<i>Nereis grubei</i> (Kinberg))	+	-	-
*牡蛎	(<i>Crassostrea</i> sp.)	+	-	-
*纹斑梭蛤	(<i>Trapezium</i> (<i>Neotrapezium</i>) <i>liratum</i> (Reeve))	+	-	-
*天津厚蟹	(<i>Helice tridens tientsinensis</i> Rathbun)	+	-	-
*泥蚶	(<i>Tegillarca granosa</i> (Linnaeus))	+	-	+
*须鳃虫	(<i>Cirriiformia tentaculata</i> (Montagu))	+	-	-

注：*表示该种为定性采集样品；“+”表示该种在该潮区出现过；“-”表示该种在该潮区从未出现过

3个潮区定量采集共采到大型底栖动物 43 种，其中软体动物 18 种，占 42%；甲壳动物 12 种，占 27.9%；多毛类 11 种，占 25.6%；其余为蛭虫和鱼类各一种，占 2.3%。定性采集共采到大型底栖动物 27 种，其中软体动物 12 种，占 44.44%；甲壳动物 10 种，占 37.04%；多毛类 4 种，占 14.81%；鱼类 1 种，占 3.7%。定性采集到的 27 种生物中，与定量采集的共有种有 13 种，非共有种 14 种。优势种为缢蛏、菲律

宾蛤仔、秀丽织纹螺、异白樱蛤、青蛤、日本大眼蟹、日本刺沙蚕。

2.1.2 种类的垂直分布和群落相似性系数

高潮区种类:共采到大型底栖动物 17 种,其中软体动物 11 种,占 64.7%;甲壳动物 4 种,占 23.5%;多毛类 2 种,占 11.76%;中潮区种类:共采到大型底栖动物 19 种,其中软体动物 10 种,占 52.63%;多毛类 5 种,占 26.32%;甲壳动物 4 种,占 21.05%;低潮区种类:共采到大型底栖动物 28 种,其中软体动物 12 种,占 41.38%;多毛类 9 种,占 31.03%;甲壳动物 7 种,占 24.14%;鱼类 1 种,占 3.45%。

表 2 胶州湾女姑口 3 个潮区的 J_a

Tab. 2 Jaccard's similarity index J_a in the three intertidal zones of Nugukou in Jiaozhou Bay

	高潮带	中潮带	低潮带
高潮带	-	0.286	0.278
中潮带	0.286	-	0.297
低潮带	0.278	0.297	-

种类组成是群落最基本的特征,可以反映生物群落与环境的相互关系,不同生境栖息的生物种类和组成各不相同^[3~5]。女姑口潮间带高、中和低潮生物种类和生物组成以及优势种均差别较大,两两群落相似性系数也比较低,表示生境差异较大,栖息的相同种类较少(表 2)。低潮区栖息的生物群落在种数和物种丰富度都远远高于高潮区和中潮区,这与低潮区的生境和底质类型密切相关。

2.2 群落种类多样性

2.2.1 多样性的垂直变化

由表 3 可知,3 个多样性指数 H' , D , J 的值大小顺序为低潮区 > 中潮区 > 高潮区,说明物种数量随潮间带由上而下延伸而逐渐增多。不同种类生物由于对生境的要求不同,栖息在不同的潮区,高潮区由于环境恶劣,暴露时间较长,种类分布较少,3 个特征值都最低;中潮区海水浸没时间稍长,环境稍微改善,但 3 个特征值仍然较低;低潮区大部分时间浸在水中,暴露时间很少,栖息种类较多,多样性指数最高。

表 3 胶州湾女姑口 3 个潮区的 H' , D , J

Tab. 3 The values of H' , D , J in three intertidal zones

潮区	H'	D	J
高潮带	1.63	1.26	0.53
中潮带	1.65	1.12	0.59
低潮带	2.39	1.42	0.70

2.2.2 多样性的季节变化

表 4 为女姑口潮间带生物多样性的季节性变化。 H' 和 J 为春季最高、冬季最低; D 为秋季最高、春季最低。物种多样性的季节变化主要与水温、潮汐以及因降雨量不同而引起的盐度变化有关。因此季节不同,潮间带生物群落物种多样性和生物量都有很大变化。其中水温和盐度是决定群落物种组成的主要因素。春季由于藻类生长较好,初级生产力高,大型底栖动物因为有足够的食物供应,加之温度适宜可以进行繁殖,所以 H' , J 较高;夏季由于高温藻类生长受到抑止,同时由于降雨量较大,使潮间带盐度降低,大型底栖动物的 H' , J 有所降低,但 D 有所增加;秋季 H' , J 较低但 D 最高。

表 4 胶州湾女姑口 3 个潮区的生物多样性指数的季节变化

Tab. 4 The seasonal changes of H' , D , J in the three intertidal zones of Nugukou in Jiaozhou Bay

季节	H'	D	J
春季	2.15	1.14	0.72
夏季	2.03	1.20	0.68
秋季	2.02	1.51	0.59
冬季	1.35	1.22	0.43

李新正等^[6]认为潮下带胶州湾大型底栖动物的 H 在夏季和冬季较高,春季和秋季较低;物种均匀度指数夏季最高。这与本次调查的分析结果有些不同,可能是由于潮间带和潮下带生境差别较大引起。

物种多样性指数综合反映了群落内物种的丰富度和异质性;指数越大,群落的异质性越高。多样性指数与生态系统内各种生物和非生物因子都有关系。其中作为大型底栖动物的主要生境,尤其对于营埋栖生活的种类,不同的底质栖息的生物种类、生物量和栖息密度有较大差异,因而多样性指数也不同。大型底栖动物群落的分布同沉积物类型密切相关,泥沙等混合型沉积环境的多样性高于泥或砂等匀质的环境^[7~10]。女姑口潮间带属于典型的泥质滩涂,高、中和低潮带的底质组成相对其他潮间带来说,差别不是非常大,造成 3 个潮区生物群落组成和物种多样性差异的主要原因是因潮汐不同而引起的不同生境。

致谢:本研究受到项目组首席科学家孙松研究员、中国科学院胶州湾生态站和项目其他课题组的大力支持和协助,标本由孙道元、任先秋、廖玉麟研究员做种类鉴定。王永强、于海燕、帅莲梅、张昭、蒋维等参加了部分取样、考察工作,在此一并致谢。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 庄启谦, 崔可铎. 胶州湾沧口潮间带生态学研究[A]. 中国科学院海洋研究所. 海洋科学集刊(22) [C], 北京: 科学出版社, 1984. 79-95.
- [3] Stephenson T A, Stephenson A. Life between tide marks on rocky shores [M]. San Francisco: Freeman W H, Co, 1972. 425.
- [4] Morton B, Morton J. The Sea Shores Ecology of Hong Kong [M]. Hong Kong: Hong Kong University Press, 1983. 342.
- [5] 周时强, 郭丰, 吴荔生, 等. 福建海岛潮间带大型底栖动物群落生态的研究[J]. 海洋学报, 2001, 23 (5): 104-409.
- [6] 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.
- [7] Gray J S. Animal-sediment relationships [A]. Barnes H. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review (12) [C]. London: Allen & Unwin, 1974. 223-261.
- [8] Sanders H L. Oceanography of Long Island Sound, 195-4 X. The biology of marine bottom communities [J]. *Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection*, 1956, 15: 345-414.
- [9] 毕洪生, 冯卫. 胶州湾大型底栖动物多样性初探[J]. 海洋科学, 1996, 6: 58-62.
- [10] 李宝泉, 李新正, 于海燕, 等. 胶州湾底栖软体动物与环境因子的关系[J]. 海洋与湖沼, 2005, 36 (3): 193-198.

The ecological study of the macrobenthic community in intertidal zone of Nugukou, Jiaozhou Bay

LI Bao-quan¹, ZHANG Bao-lin¹, LIU Dan-yun², WANG Shao-qing¹, WANG Hong-fa¹, LI Xin-zheng¹

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Xingang Street Office Aquaculture Station of Penglai, Penglai 265609, China)

Received: Oct., 8, 2005

Key words intertidal zone; macrobenthos; Nugukou; Jiaozhou Bay

Abstract: Three sampling sites within intertidal zone of Nugukou, Jiaozhou Bay, Shandong were set up to explore the community of macrobenthos in four seasonal months during August 2003 to May 2004. The results showed that 57 species were found in this area, of which mollusk is the most abundant group, 24 species, and crustacean and polychaetes are 15 species respectively. Both composition of species and similarity index J_a in the three intertidal zones are obviously different, the sequence of biodiversity indices (H' , D , J) of the three intertidal zones is as follows: low tidal zone > medium tidal zone > high tidal zone. The species diversity indices were also found changing greatly in four seasons, the values of H' and J are highest in spring and lowest in winter, D is highest in fall and lowest in spring.

(本文编辑: 刘珊珊)