

胶州湾大型底栖动物的物种多样性现状

李新正 于海燕 王永强 帅莲梅 张宝琳 刘瑞玉

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

摘要:自 1998 年 2 月至 1999 年 11 月对胶州湾的 10 个站进行了大型底栖动物分布状况调查,目的在于为进一步的胶州湾生物多样性变化及其保护研究,为胶州湾底栖生物资源的合理开发和持续利用提供科学依据和积累资料。初步分析结果显示,位于沧口污染区附近的 2、3 号站,湾口内黄岛东北近岸的 7 号站和位于湾口中部进出海水通道的 9 号站的物种多样性指数明显偏低。而底质均为软泥碎壳且环境因子稳定的 1 号站和 6 号站的多样性指数较高,两年内各站春季和秋季的生物多样性指数偏低,冬季和夏季的指数较高,物种均匀度指数夏季最高,春季最低,种类丰度以夏季最高,春季和冬季略同,秋季最低。1999 年各站出现的种数明显高于 1998 年,差异显著,生物多样性平均指数较 1998 年有所下降。

关键词:胶州湾,大型底栖动物,物种多样性

中图分类号: 文献标识码:

Study on the species diversity of macrobenthic fauna in Jiaozhou Bay

LI Xin-zheng, YU Hai-Yan, WANG Yong-Qiang, SHUAI Lian-Mei, ZHANG Bao-Lin, and LIU Rui-Yu

Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071

Abstract: Field research of macrobenthic fauna at 10 stations in Jiaozhou Bay was carried out seasonally from February of 1998 to November of 1999. There were fewer species and the indices of biodiversity (Shannon-Wiener index) were lower in Stations 2, 3, 7 and 9 than in other stations. Stations 2 and 3 were situated in the inner area near Cangkou, a heavily polluted area. Stations 7 and 9 were situated at the mouth of the bay, where the bottom sediment was coarse sand. The indices in Stations 1 and 6, where the bottom sediment was soft mud, were high. The average Shannon-Wiener index of all the 10 stations was lower in 1999 than in 1998, although the difference was not remarkable. In both of the two years, the average Shannon-Wiener indices were lower in spring and autumn than in winter and summer; Pielou's evenness index was highest in summer and lowest in spring; and the species richness index was slightly higher in winter and slightly lower in autumn. The relationship between biodiversity of the macrobenthos in Jiaozhou Bay and human activities should be studied further.

Key words: jiaozhou bay, macrobenthic fauna, biodiversity

1 引言

胶州湾位于北纬 35°38' - 36°18', 东经 120°04' - 120°23'E 之间,在山东半岛南岸的西部,是黄海伸入内陆的天然海湾。由于其周围海域环境和地理

位置优越,底栖生物组成复杂,种类丰富,其底栖生物研究在湾内外的渔业资源补充和海洋生态研究中有重要意义。胶州湾也是我国最早开展海湾生态学研究的海湾之一和典型代表,其研究成果对于我国海洋生态学研究具有重要意义。

系统的胶州湾生态学研究早在 20 世纪 50 年代

即已开始,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潮间带作了较详细的研究(古丽亚诺娃等,1958),以后陆续开展湾内的研究。60年代后期至70年代胶州湾的生态学研究曾一度

中断。从1980年起,中国科学院海洋研究所对胶州湾进行了全面的调查,近20年来发表了大量文章(刘瑞玉等,1992;孙滨等1992)。

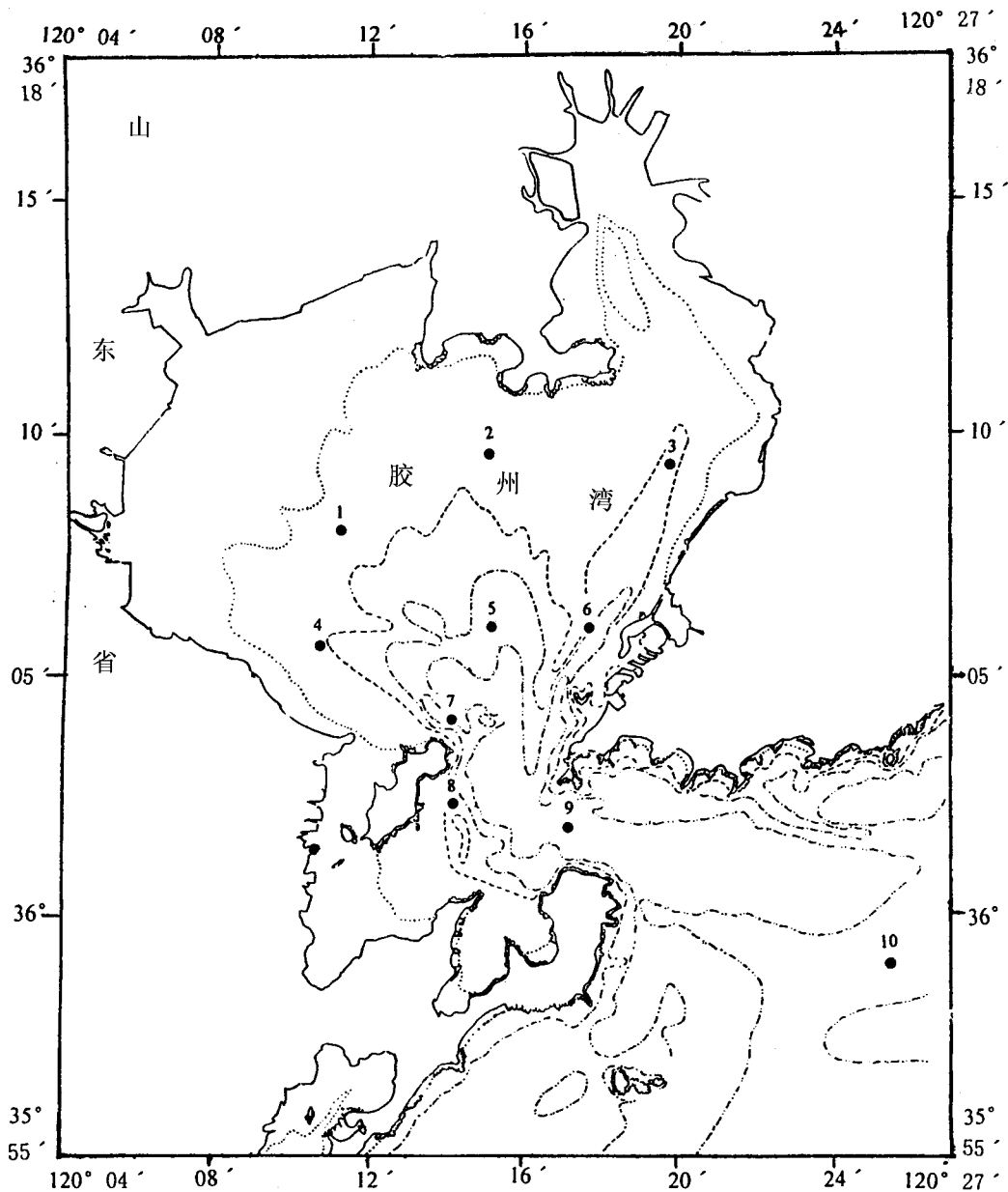


图1. 胶州湾取样站位示意图

Fig. 1. The distribution of sampling stations during monitoring period.

由于胶州湾周边环境在近20年变化较大,尤其是20世纪90年代以来,周边工业发展迅速,旅游和城市开发力度逐年加大,人类活动对胶州湾生态环境的影响日益加剧,湾内外的生物种类、群落发生了和

正在发生着急剧的变化。多年来的研究虽然使人们对湾内的底栖生物状况有了大致的了解,但由于影响湾内底栖生物多样性的因素极为复杂,人们仍然对其变化规律没有充分掌握。及时对湾内外生物多样性

的变化进行调查,不但可为其生态环境的保护提供依据,而且也可为海湾生物多样性研究提供典型的基础资料。李新正等^①自 1998 年 2 月开始对胶州湾的大型底栖动物进行数量变动和分布的调查研究,以期对胶州湾底栖生物资源的合理开发和持续利用提供科学依据。本文根据 1998 年 2 月至 1999 年 11 月共 8 个季度月进行的综合调查所获底栖生物海底表层采泥定量资料完成。

2 材料和方法

湾内共设 10 个取样站,各站的底质和水文理化特点见刘瑞玉(1992)主编的《胶州湾生态学和生物资源》及董金海、焦念志(1995)主编的《胶州湾生态学研究》,各站的站位分布见图 1。每季度调查 1 次,取样用面积为 0.1m² 的表面采泥器重复取样两次。具体操作按全国海岸带和海涂资源综合调查规程实施。取样同时记录各站底质情况、水温等参数。运用生物多样性指数、种类均度和物种丰度指数对底栖动物的群落结构、组成特点、优势种及数量动态特点进行分析。

生物多样性的计算采用 Shonnon - Weaver (1949) 指数 (H') 其计算公式为:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

物种丰富度指数 (D) 采用 Margalef (1968) 的计算公式:

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

种类均度指数 (J) 采用 Pielou (1975) 的计算公式:

$$J = H' / \log_2 S$$

其中 N 为采泥样品中所有种类的总个体数; 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)。

3 结果

3.1 种类组成

采泥样品经分析、鉴定,底栖动物共 1597 号, 195 种,其中多毛类 79 种(占 40.51%),软体动物 39 种(占 20.00%),甲壳类 52 种(占 26.67%),棘皮动物 8 种(占 4.10%),其他 17 种(占 8.72%)。调查中的优势种或常见种有 40 种(见表 1),其中多毛类最多 22 种,其次是甲壳类和软体动物,分别为

11 种和 6 种。各站各季度月出现的物种数见表 1。

表 1 胶州湾底栖动物优势种或常见种名录

Table 1 Dominant species of macrobenthic fauna in Jiaozhou Bay

强鳞虫 <i>Sthenolepis japonica</i>
乳突半突虫 <i>Anaitides papillosa</i>
拟特须虫 <i>Paralacydonia paradoxa</i>
花冈钩毛虫 <i>Sigambra hamaokai</i>
寡腮齿吻沙蚕 <i>Nephtys oligobranchia</i>
长吻沙蚕 <i>Glycera chirori</i>
异足索沙蚕 <i>Lumbrineris heteropoda</i>
索沙蚕 <i>Lumbrineris latreilli</i>
<i>Lumbrineris longitoli</i>
<i>Aanides oxycephala</i>
尖叶长手沙蚕 <i>Magelona cincta</i>
蛇形杂毛虫 <i>Poecilochaetus serpens</i>
多丝独毛虫 <i>Tharyx multifilis</i>
斑纹独毛虫 <i>Tharyx tessellata</i>
不倒翁虫 <i>Sternaspis scutata</i>
丝异蚓虫 <i>Heteromastus filiformis</i>
中蚓虫 <i>Mediomastus californiensis</i>
扇双栉虫 <i>Ampharete arctica</i>
单足似蛭虫 <i>Amaeana antipoda</i>
梳腮虫 <i>Terebellides stroemii</i>
光滑管纓虫 <i>Chone teres</i>
克氏角海蛹 <i>Ophelina kinbergi</i>
圆筒原盒螺 <i>Eocylichna cylindrella</i>
灰小猫蛤 <i>Felaniella usta</i> 函馆道雪铍蛤 <i>Limaria habodotensis</i>
鸟嘴波纹蛤 <i>Raetellops pulchella</i>
脆壳理蛤 <i>Theora fragilis</i>
菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>
日本游泳水虱 <i>Natatolana japonensis</i>
日本拟花尾水虱 <i>Paranthura japonica</i>
博氏双眼钩虾 <i>Ampelisca bocki</i>
轮双眼钩虾 <i>Ampelisca cyclops</i>
弯指伊氏钩虾 <i>Idunella curvirectyla</i>
<i>Eropisella sechellensis</i>
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>
日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>
绒毛细足蟹 <i>Raphidopus ciliatus</i>
豆形短眼蟹 <i>Xenophthalmus pinnotheroides</i>
异足倒颚蟹 <i>Asthenognathus inaequipes</i>
青岛文昌鱼 <i>Branchiostoma belcher</i>

表 2 胶州湾各站出现的种类数*(1998~1999)

李新正、于海燕、王永强、帅莲梅、张宝琳(待刊,2001)。胶州湾大型底栖动物数量动态的研究。海洋科学集刊, vol. 43。

Table 2 The number of macrobenthic fauna species in samples taken from Jiaozhou Bay (1998 - 1999)

月 份	站 号										平 均	总 种数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1998/2	28	34	18	28	21	27	29	29	6	16	23.0	108
1998/4	31	29	28	24	23	35	41	9	9	28	24.0	112
1998/8	25	29	32	38	14	37	9	29	18	20	26.9	115
1998/11	24	18	26	22	18	18	12	22	8	15	19.0	84
1999/2	18	28	23	23	18	20	8	28	/	35	24.1	85
1999/5	17	24	15	20	9	25	3	14	14	23	17.9	81
1999/8	18	20	25	17	24	10	6	6	4	10	14.9	78
1999/11	14	12	26	21	21	16	7	13	/	18	17.6	76
平均	21.924	324.124	118.523	514.418	89.820	620.9	195					

* 因7号站的数据为异常数据,计算总种数时采用了此数据,但计算平均值时未采用。总种数不包括每个站重复出现的物种。

从表1中可以看出,8个季度月的各站平均出现种数变幅较大。在1998年4月黄岛东北的7号站出现种数最多,达41种,同期6号站35种。从表2中

也可看出,各站在同一季节的底栖生物分布是不均匀的,沉积物的斑块状分布造成了底栖生物的斑块状分布。同时可以看出,1998年各站出现的种数明显高于1999年,经单因子方差检验,除2月份外1998年和1999年其它月份各站出现的种数之间差异显著(ANOVA, $P < 0.05$)。在温度较低的1998年2月份9号站出现种数最低,仅6种;1999年9号站在2月份和11月份未采样。

3.2 群落多样性和种类丰度的变化

1998年2月至1999年11月间物种多样性指数(H')、种类丰度(D)和均匀度指数(J)见表3,各站底栖物种多样性指数平均值及标准差见图2。从表2中可以看出,1998年2、7、9号站和1999年3、7、9号站各月份的多样性指数较低。

表3 底栖生物群落多样性指数(H')、种类丰度(D)及均匀度指数(J)

Table 3 The distribution of Shannon - Wiener, species richness and Pielous evenness indices of macrobenthic fauna in Jiaozhou Bay from February 1998 to November 1999

月 份	站 号	站 号										综合 值
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1998/2	H'	4.43	2.13	3.06	4.08	4.08	4.28	4.76	4.23	2.35	2.14	4.95
	D	4.80	4.4	2.86	4.62	3.77	4.46	4.78	4.61	1.22	2.63	8.83
	J	0.92	0.42	0.73	0.85	0.93	0.90	0.98	0.87	0.91	0.54	0.73
1998/4	H'	4.08	1.21	2.61	3.42	4.01	4.04	3.38	2.86	2.68	4.29	4.52
	D	4.57	3.51	4.04	3.67	4.03	5.26	6.33	1.85	1.75	4.33	8.66
	J	0.82	0.25	0.54	0.75	0.89	0.79	0.63	0.90	0.85	0.89	0.66
1998/8	H'	4.23	4.16	4.40	4.8	3.38	4.25	3.17	3.25	3.33	4.11	5.70
	D	4.25	4.53	5.04	6.12	2.58	5.74	2.11	3.96	3.16	3.74	9.56
	J	0.91	0.86	0.88	0.91	0.89	0.82	1.00	0.67	0.80	0.95	0.83
1998/11	H'	3.01	1.86	2.89	3.76	3.86	4.01	2.77	4.23	2.79	3.55P	4.85
	D	3.63	2.47	4.01	3.86	3.22	3.44	2.15	4.02	1.71	2.95	7.16
	J	0.66	0.45	0.61	0.84	0.93	0.96	0.77	0.95	0.93	0.91	0.76
1999/2	H'	3.65	3.87	3.03	3.97	3.87	3.74	1.83	4.60	/	4.39	4.79
	D	3.11	4.34	2.80	3.84	3.37	3.42	1.29	4.69	/	5.40	6.81
	J	0.88	0.80	0.67	0.88	0.93	0.86	0.61	0.96	/	0.86	0.75
1999/5	H'	3.67	3.45	1.29	3.76	2.74	4.18	1.49	3.41	3.48	3.90	4.65
	D	3.10	3.88	1.97	3.47	1.85	4.11	0.51	2.61	2.65	3.81	6.87
	J	0.90	0.75	0.33	0.87	0.86	0.90	0.94	0.90	0.91	0.86	0.73
1999/8	H'	4.01	2.91	4.40	3.89	4.29	3.99	2.06	2.29	1.72	3.11	5.57
	D	3.44	3.24	4.49	3.34	4.14	3.37	1.16	1.20	0.77	2.08	7.34
	J	0.96	0.67	0.95	0.95	0.94	0.96	0.80	0.89	0.86	0.94	0.89
1999/11	H'	3.50	3.25	1.72	3.73	4.23	3.84	2.50	3.36	/	3.23	4.66
	D	2.47	2.34	3.75	3.65	3.94	3.52	1.41	2.26	/	3.08	6.82
	J	0.92	0.91	0.37	0.85	0.96	0.96	0.89	0.91	/	0.77	0.75

* 综合值的计算仍采用生物多样性的计算公式,但其中的 N 为10个站采泥样品中所有种类的总个体数; S 为10个站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)

从表2可以看出,2、3、7、9号站物种多样性指数明显偏低,其两年平均值分别为2.86、3.28、2.

75、2.73,经单因子方差检验,这4个站与其他站多样性指数差异显著(ANOVA, $P < 0.05$),且其多样性指数波动幅度较大。究其原因,2号站位于湾底,红岛外,该区域为胶州湾主要的养殖区,对虾、贝类养殖的废水常年排放,墨河等河流夹带的陆地生活和工业污染物直接对该站形成污染;3号站位于沧口区附近,附近工厂较多,如炼油厂、化肥厂、钢厂、碱厂等,其废水、污物直接或通过附近河流排入湾内,致使该站及附近底质污染较重,而李村河、弯头河、北沙河等河流也将陆地的生活和工业垃圾带入湾内,加之该站紧靠青岛港最大的8号码头,船舶和码头的油污、垃圾对水质也形成很大污染,故记录到的种数较少,多样性指数偏低;7号站位于湾口的沉积区内,底质为粗砂碎壳;9号站位于湾口为海湾进出海水的通道,水流湍急,底质为粗砂,记录的种数较少,1999年2月和11月竟未采到样品。另从表2中可知,这四个站的均匀度也较低。1号站和6号站的底质均为软泥碎壳,生物种类较多,多样性指数也偏高。毕洪生等(1996)对胶州湾10个站的底质进行了分析,其结论与本文一致。

另外,从表2中可知,1998年胶州湾各站物种多样性指数平均为3.50,而1999年各站生物多样性指数则有所下降,平均为3.33。但经单因子方差检验二者之间差异不显著(ANOVA, $P = 0.42 > 0.05$)。

3.3 季节变化

2、4、8、11月分别代表冬、春、夏、秋四个季节,综合这两年的数据,胶州湾生物多样性、种类均匀度和物种丰度的季节变化见图3、4、5。

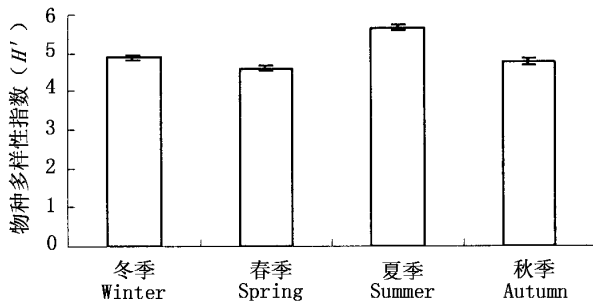


图2 胶州湾底栖物种多样性指数的季节变化
Fig. 2 Seasonal variation in Shannon - Wiener index of macrobenthic fauna in Jiaozhou Bay

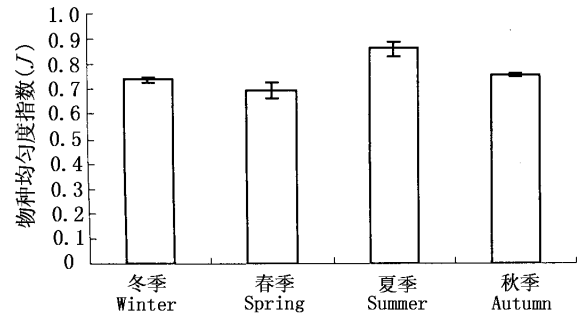


图3 胶州湾底栖生物种类均匀度指数的季节变化
Fig. 3 Season variation in Pielous evenness index of macrobenthic fauna of Jiaozhou Bay

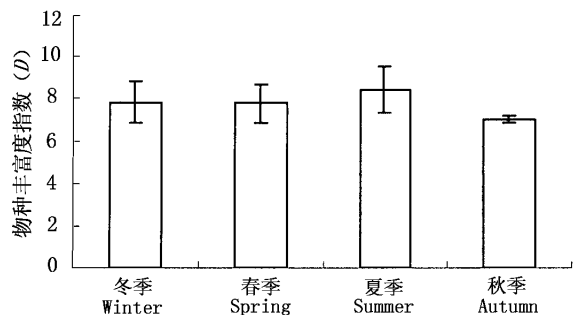


图4 胶州湾底栖生物种类丰度的季节变化
Fig. 4. Seasonal variation in species richness index of macrobenthic fauna of Jiaozhou Bay

从图2、3中可知春季和秋季的物种多样性指数偏低,平均值分别为4.59和4.76,冬季和夏季的指数较高,平均值分别为4.87和5.64。物种均匀度指数夏季最高,为0.86,秋、冬、春三季差别不大,分别为0.76、0.74、0.70,春季最低。冬季虽然水温偏低,采集到的样品种数类不多,但各物种间数量较均衡,故多样性指数较高。从采集到的样品可知,底栖动物种数较多,数量较大,多样性较高。春季由于人工养殖使某些优势种种类大量繁殖,如菲律宾蛤仔,导致多样性指数和均匀度指数降低。秋季因为大量捕捞的原因,菲律宾蛤仔等经济种数急剧减少,从而导致生物多样性的下降。从图4可以看出,夏季种类丰度最高为8.45,秋季最低为6.99,冬季和春季差别不大,分别为7.82和7.77。

4 讨论

本调查发现胶州湾大型底栖动物的总种数与5年前(1991年~1994年)的调查结果基本持平,大型底栖动物平均生物量高达 151.18 g/m^2 ,比5年前调查时的平均生物量高了一倍,秋季生物量最高,为 240.32 g/m^2 ,春季生物量最低,为 62.97 g/

m^2 , 平均栖息密度为 $386.3 \text{ 个}/\text{m}^2$, 是 5 年前的 2.9 倍, 平均栖息密度以春季最高为 $515.1 \text{ 个}/\text{m}^2$, 夏季最低为 $270.8 \text{ 个}/\text{m}^2$ 。

胶州湾大型底栖生物以菲律宾蛤仔为主要优势种(吴耀泉等, 1992), 春季, 由于环境条件适宜菲律宾蛤仔大量繁殖, 加上近几年来人工养殖的结果, 使其种群数量在胶州湾处于一种优势地位, 在个别站点甚至是绝对优势地位, 导致了生物多样性的降低。

生物多样性除了受种量及其个体密度的影响外, 还与多种环境因素有关, 如水温, 底质情况等。朱鑫华等(1994)曾报道两者之间的相似度为 0.9873。本文提到的季节变化, 很大程度上是受温度变化的影响, 各季节温度的变化导致了其他因子的一系列变化, 从而影响了个体分布范围, 因而使生物多样性发生变化。1999 年采到的物种数比 1998 年采到的物种数明显减少, 生物多样性差异虽然不显著, 但有所减少, 这需要我们应密切注意胶州湾底栖生物多样性的变化, 作进一步研究, 加强其生态环境的保护。

致谢 中国科学院海洋研究所孙道元研究员、任先秋研究员帮助鉴定部分标本并提供文献, 徐凤山研究员修改初稿, 特此致谢。

参考文献

- 毕洪生, 冯卫, 1996. 胶州湾底栖生物多样性初探. 海洋科学, **108**(6): 58 ~ 62
- 古古丽亚诺娃, E. Ф., 刘瑞玉等, 1958. 黄海潮间带生态学. 中国科学院海洋生物研究所丛刊, **1**(2): 1 ~ 41
- 董金海, 焦念志(主编), 1995. 胶州湾生态学研究. 科学出版社(北京), pp205
- 刘瑞玉(主编), 1992. 胶州湾生态学和生物资源. 科学出版社(北京), pp460
- 刘瑞玉, 徐凤山, 崔玉珩, 1992. 大型底栖生物生态学. 刘瑞玉主编, 胶州湾生态学和生物资源. 科学出版社(北京), 220 ~ 229
- 孙滨, 刘瑞玉, 崔玉珩, 1992. 软底动物数量的季节变化. 刘瑞玉主编, 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 238 ~ 256
- 吴耀泉, 吕锡缙, 孙道元等, 1992. 菲律宾蛤仔生物学与资源. 刘瑞玉主编, 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 339 ~ 351
- 朱鑫华, 吴鹤洲, 徐凤山等, 1994. 黄渤海沿岸水域游泳动物群落多样性及其相关因素的研究. 海洋学报, **16**(3): 101 ~ 112
- Margalef R, 1968. Perspective In Ecological Theory. Univ. Chicago Press, pp111
- Pielou E C, 1975. Ecological Diversity, Wiley - Inters (New York), pp163
- Shannon C E and Weaver W, 1949. The Mathematical Theory of Communication. Urbanna: University of Illinois Press, pp117

(责任编辑: 时意专)