

河北昌黎生态监控区 8 月份大型底栖动物 多样性研究^{*}

赵志楠¹, 梁晓林¹, 张月明¹, 韩晓庆², 张鉴达¹, 高伟明^{1*}

(1. 河北师范大学 资源与环境科学学院 河北省环境演变与生态建设实验室, 河北 石家庄, 050024;

2. 河北省国土资源利用规划院, 石家庄 河北, 050051)

摘 要:根据 2011—2013 年每年 8 月昌黎生态监控区大型底栖动物监测数据, 以 Simpson 优势度为指标分析了研究区大型底栖动物的物种组成及群落结构年际变化。运用物种多样性指数(H')、均匀度指数(J)、丰富度指数(d_{Mn})深入探究了监控区底栖动物的多样性变化趋势。研究结果显示: 1) 多毛类、甲壳类、软体类动物是该海域大型底栖动物的主要类群; 2) 2011-08 监控区平均密度为 43 个/ m^2 , 平均生物量为 3.14 g/ m^2 ; 2012-08 监控区平均密度为 41 个/ m^2 , 平均生物量为 3.21 g/ m^2 ; 2013-08 监控区平均密度为 28.74 个/ m^2 , 平均生物量为 7.72 g/ m^2 ; 3) 2013 年监控区 19 个站位多样性指标均值远高于前两年; 4) 2011-08 监控区第一优势种为绒毛细足蟹其 Y 值为 0.029 4; 2012-08 监控区第一优势种为裸盲蟹其 Y 值为 0.007 3; 2013-08 监控区第一优势种为长吻沙蚕其 Y 值为 0.007 0。

关键词:大型底栖动物; 密度; 生物量; 多样性; 优势度

中图分类号: P735; Q959.1

文献标识码: A

文章编号: 1671-6647(2014)03-0363-11

大型底栖动物是由生活在海洋基底表层或沉积物中动物组成的, 一般指在分选时能被 0.5 mm 或 1.0 mm 孔径的网筛子留住的, 生活在海洋沉积物中的底内或底上的动物^[1]。常见的海洋大型底栖动物主要包括多毛类、软体动物类、甲壳类等三大类^[2], 此外, 还有棘皮动物、腔肠动物、长腕类和底栖鱼类等^[3-4]。昌黎生态监控区是我国大型底栖动物物种较丰富的区域之一。近年关于渤海海域大型底栖动物生态学和多样性的研究有很多^[5-8], 王瑜等^[5]就渤海湾近岸海域春季大型底栖动物群落进行了研究; 蔡文倩等^[6]就渤海湾大型底栖动物群落优势种的长期变化进行了研究; 王海博等^[7]对环渤海秋季潮间带大型底栖动物进行了生态学研究; 韩洁等^[8]就渤海中、南部大型底栖生物多样性、丰度和生物量进行了研究。关于河口区生物种类组成和数量分布的研究也有很多^[9-13]。本研究就底栖动物种类、数量及其多样性变化趋势两方面, 运用 2011-08, 2012-08 和 2013-08 三期大型底栖动物的监测数据, 对昌黎监控区大型底栖动物的密度、生物量及多样性变化趋势进行了分析。

1 研究区概况

河北昌黎国家海洋生态监控区位于 20 m 等深线以内的滦河口, 大蒲河口浅海海区, 总面积约为 350 km²。监控区在 119°12'~119°42'E, 39°24'~39°42'N 均匀布设了 19 个监测站位。研究区属暖温带湿润大陆性季风气候, 阳光充足, 降水丰沛。

* 收稿日期: 2013-12-19

资助项目: 河北省科技支撑计划项目——昌黎黄金海岸国家级自然保护区主要保护对象演变特征及环境效应研究(14273303D)

作者简介: 赵志楠(1990-), 女, 河北广宗人, 硕士研究生, 主要从事资源评价与可持续利用方面研究. E-mail: zhaozhinan1990@163.com

* 通讯作者, E-mail: gaowmd@263.net

2 研究数据与方法

2.1 采样站位

监控区位于高潮线至 20 m 等深线的滦河口以北 39°26′30″ N 至大蒲河口以南 39°39′00″ N 区域内 350 km² 的海域。结合研究区域的形状及周围环境,共设置了 19 个站位(图 1)。采用了 2011-08、2012-08 和 2013-08 三年间 3 期大型底栖动物监测数据。

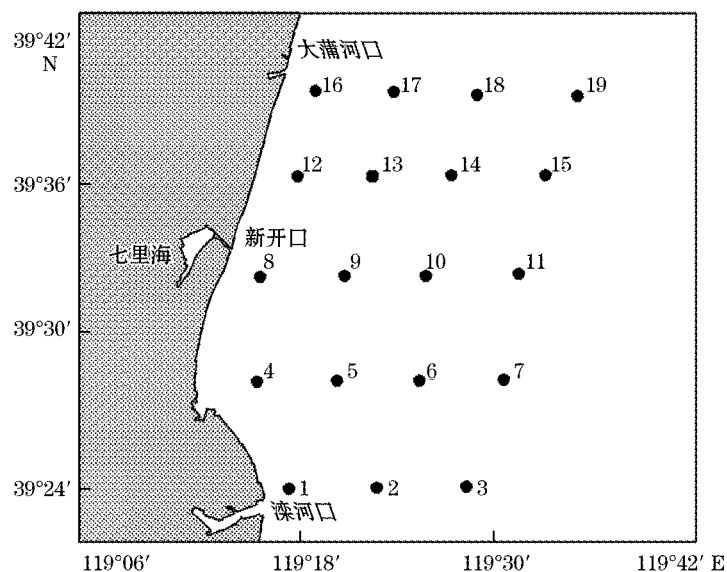


图 1 监测站位分布图

Fig. 1 Locations of the survey positions

2.2 采样方法

分别于 2011-08-04, 2012-08-04 和 2013-08-01 利用 0.05 m² 抓斗式采泥器, 进行大型底栖动物采集。每个采样点采集 2 次泥样, 样品分选使用 0.5 mm 孔径网筛冲洗, 标本用 75% 酒精现场固定。样品的处理、保存技术以及称重按照 GB/T12763.6—2007《海洋调查规范》^[14] 进行。

2.3 数据处理

运用生物多样性指标对底栖生物多样性水平进行计算, 本研究选取的指标包括物种多样性指数 (H')、均匀度指数 (J)、丰富度指数 (d_{Me}) 和优势度指数 (Y), 计算公式如下:

$$\text{物种多样性指数 } H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

$$d_{Me} = \frac{(S-1)}{\ln N} \quad (1)$$

$$J = \frac{H'}{\log_2 S} \quad (2)$$

$$Y = \frac{n_i}{N} f_i \quad (3)$$

式中, S 为样品中物种的总数; P_i 为第 i 种个体数(n)与总体个数(N)的比值; f_i 为该物种在样品中出现的频率。

3 结果分析

3.1 种类分布

2011-08 共监测到 46 种大型底栖动物:多毛类 25 种,占 54.35%;甲壳类 11 种,占 23.91%;软体类 7 种,占 15.22%;棘皮类 1 种,占 2.17%;长腕类 1 种,占 2.17%;底栖鱼类 1 种,占 2.17%(图 2)。

2012-08 共监测到 45 种大型底栖动物:多毛类 29 种,占 64.44%;甲壳类 9 种,占 20.00%;软体类 4 种,占 8.89%;棘皮类 2 种,占 4.44%;底栖鱼类 1 种,占 2.22%(图 2)。

2013-08 共监测到 80 种大型底栖动物:多毛类 44 种,占 55.00%;甲壳动物 16 种,占 20.00%;软体动物 14 种,占 17.50%;棘皮动物 3 种,占 3.75%;长腕动物 1 种,占 1.25%;腔肠动物 1 种,占 1.25%;底栖鱼类 1 种,占 1.25%(图 2)。

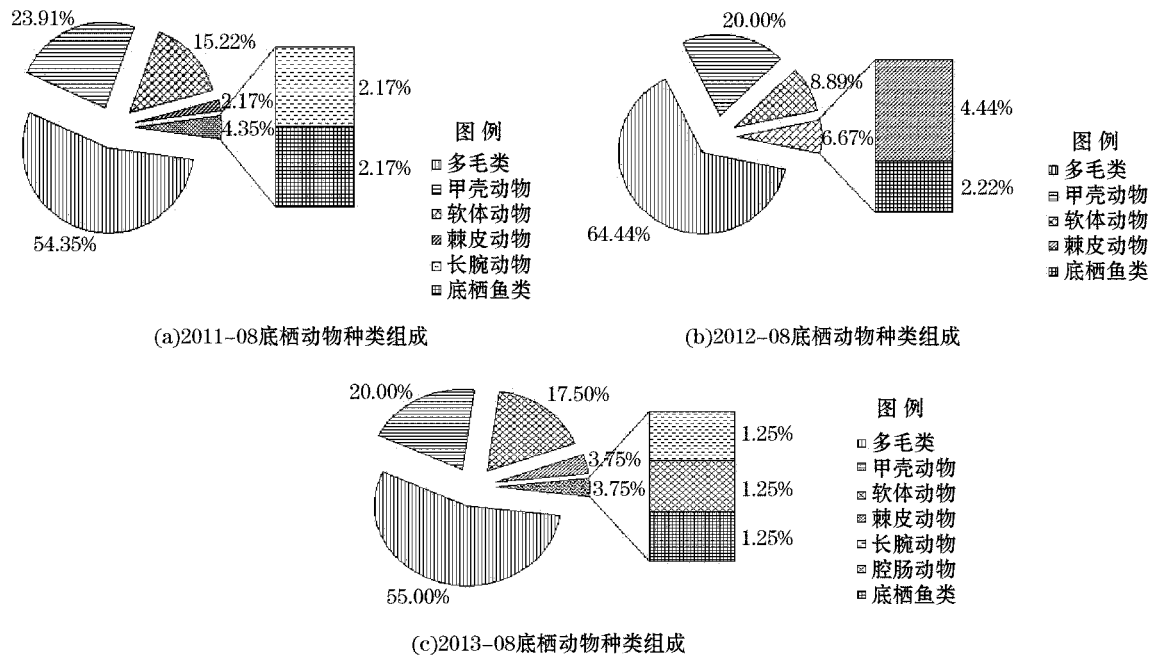


图 2 大型底栖动物物种组成分类

Fig. 2 Species composition of the macrozoobenthos

3.2 密度和生物量分析

3.2.1 密度变化分析

2011-08 调查海域物种密度范围为 10~970 个/ m^2 , 平均栖息密度为 43 个/ m^2 , 各站位的平均密度为 297 个/ m^2 , 11 号、15 号、18 号站位的密度明显高于其他站位, 主要是由于这 3 个站位绒毛细足蟹分布密度较高, 特别是 18 号站位, 密度高达 1 140 个/ m^2 , 在该站位的密度组成中绒毛细足蟹占绝对优势, 该物种的密度为 970 个/ m^2 , 占该站位总密度的 85%; 密度较低的为 14 号和 17 号站位, 这 2 个站位均监测到 1 种底栖生物(图 3)。

2012-08 调查海域物种密度范围为 0~2 040 个/ m^2 , 平均栖息密度为 41 个/ m^2 , 各站位的平均密度为 283 个/ m^2 , 6 号、8 号、12 号站位密度明显高于其他站位, 这 3 个站位的大眼幼蟹、丝鳃虫等栖息动物密度较

高,特别是6号站位,密度高达2 040个/ m^2 ,在该站位的密度组成中大眼幼蟹占绝对优势,该物种的密度为1 680个/ m^2 ,占该站位总密度的82.35%,密度最低为3号站位,该站位密度为0(图3)。

2013-08调查海域物种密度范围为0~1 190个/ m^2 ,平均栖息密度为28.74个/ m^2 ,各站位底栖动物的密度平均为337个/ m^2 ,6号、9号、12号这3个站位密度明显高于其他16个站位,主要是由于这3个站位中多毛类生物分布密度较高,特别是9号站位,密度高达1 190个/ m^2 ,在该站位的密度组成中锥稚虫、长吻沙蚕等多毛类动物占绝对优势,特别是锥稚虫的密度为630个/ m^2 ,占该站位总密度的53%;密度最低为11号站位,该站位只监测到文昌鱼这一底栖生物物种,其它底栖物种均未监测到,该站位的生物密度远低于2011-08的密度(图3)。

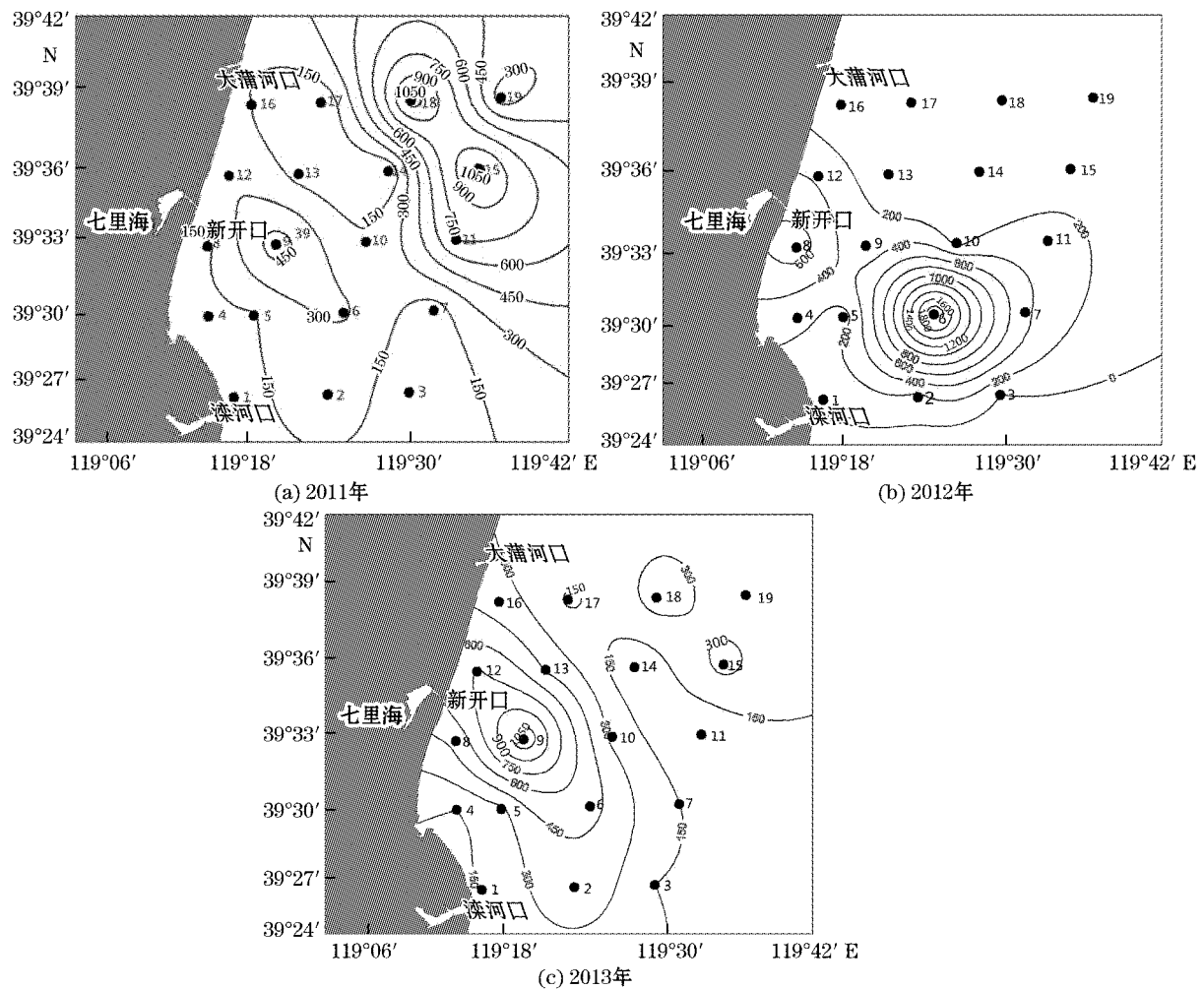


图3 监控区内各站位大型底栖动物密度分布图(个· m^{-2})

Fig. 3 Sketch map of macrozoobenthos density in the stations of monitoring area(ind · m^{-2})

3.2.2 生物量变化分析

2011-08调查海域生物的生物量值范围是0.2~110.1 g/ m^2 ,平均生物量为3.14 g/ m^2 ,各站位的平均生物量为21.5 g/ m^2 。其中以11号站位最高,生物量为110.1 g/ m^2 ,在该站位的生物量组成中澳洲鳞沙蚕、绒毛细足蟹占绝对优势;生物量最低的为14号站位,该站位的生物量为0.2 g/ m^2 (图4)。

2012-08调查海域大型底栖动物的生物量值范围是0~124.8 g/ m^2 ,平均生物量为3.21 g/ m^2 ,各站位的平均生物量为21.80 g/ m^2 。其中以19号站位最高,生物量为124.8 g/ m^2 ,在该站位的生物量组成中砂海

星占绝对优势;生物量最低的为 3 号站位,该站位的生物量为 0,本年在该站位并未监测到底栖生物物种(图 4)。

2013-08 调查海域大型底栖动物的生物量值范围是 $2.2 \sim 1\,238.3 \text{ g/m}^2$,平均生物量为 7.72 g/m^2 ,各站位平均生物量为 90.6 g/m^2 。其中以 12 号站位最高,生物量为 $1\,238.3 \text{ g/m}^2$,在该站位生物量组成中,菲律宾蛤仔、中国蛤蜊和文蛤等软体动物占绝对优势;生物量最低的为 4 号站位,该站位物种生物量为 2.2 g/m^2 (图 4)。

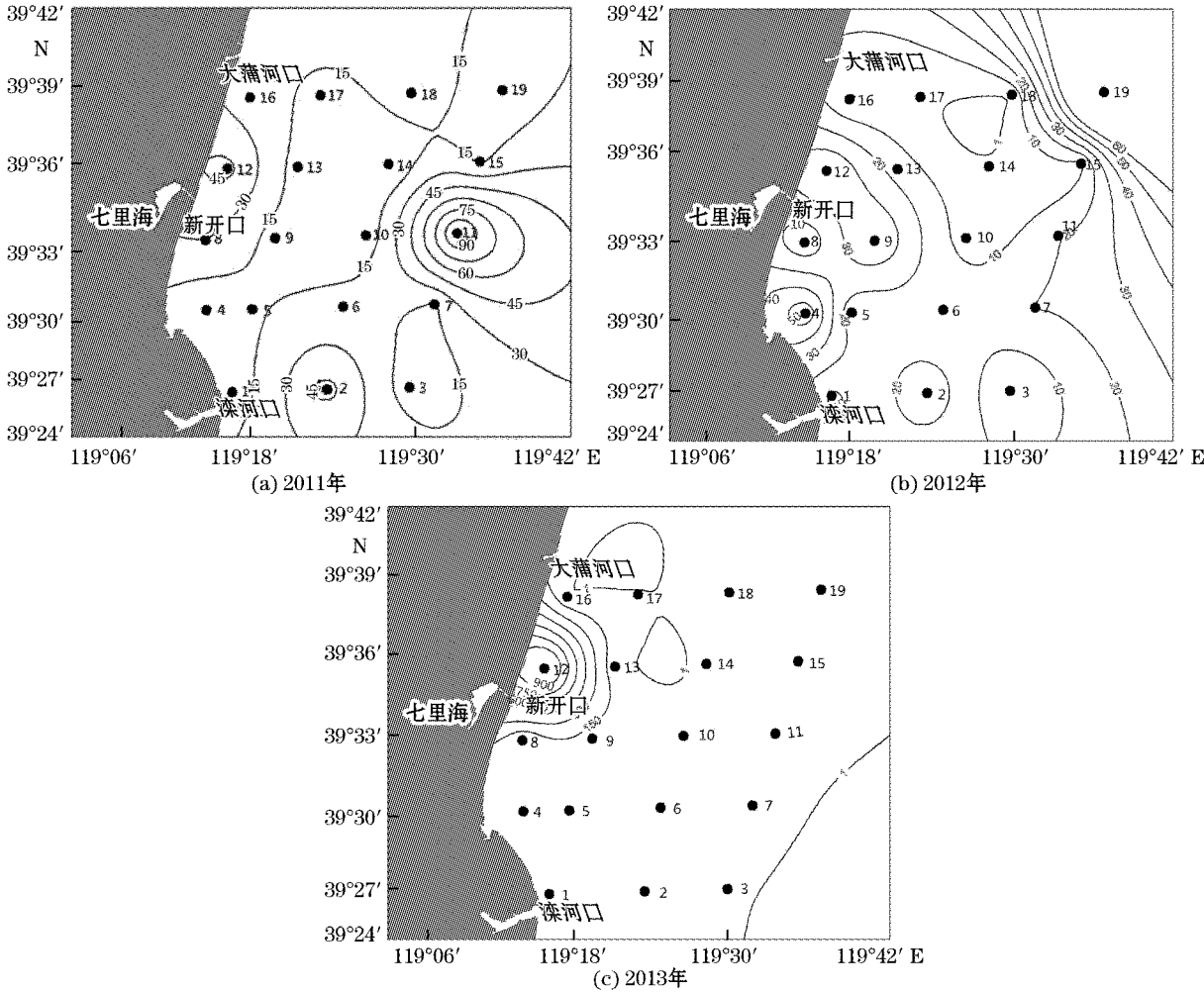


图 4 监控区内各站位大型底栖动物生物量分布图($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)
Fig. 4 Sketch map of macrozoobenthos biomass in the station of monitoring area($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)

3.3 多样性指标的站位分析

对监控区 19 个站位监测到的底栖生物进行多样性指标计算(表 1),得出物种多样性指数(H')、均匀度指数(J)和丰富度指数(d_{Mk}),用来探究这 3 种指标在不同站位的变化趋势。

从表 1 中可以发现,调查区海域 2011 年物种多样性指数 H' 平均值为 1.82,均匀度指数 J 的平均值为 0.71,丰富度指数(d_{Mk})的平均值为 1.90;2012 年物种多样性指数 H' 平均值为 1.85,均匀度指数 J 的平均值为 0.76,丰富度指数(d_{Mk})的平均值为 1.92;2013 年物种多样性指数 H' 平均值为 2.74,均匀度指数 J 的平均值为 0.80,丰富度指数(d_{Mk})的平均值为 3.15。

表 1 监控区大型底栖动物多样性指数

Table 1 Diversity index of the macrozoobenthos in monitoring area

站 位	2011 年			2012 年			2013 年		
	H'	J	d_{Me}	H'	J	d_{Me}	H'	J	d_{Me}
1	0.76	0.76	0.46	2.71	1.71	1.44	3.15	0.95	3.25
2	2.65	0.88	2.20	2.01	0.71	2.22	4.05	0.95	4.79
3	2.25	0.98	2.57	0.00	0.00	0.00	3.00	0.90	3.32
4	2.60	0.93	2.50	0.95	0.47	0.91	1.60	0.80	1.11
5	2.41	0.93	1.90	2.60	0.93	2.50	2.64	0.79	3.03
6	3.07	0.86	3.17	1.32	0.32	3.01	4.14	0.93	5.34
7	1.84	0.92	1.54	3.73	0.88	4.76	3.51	0.98	4.06
8	3.24	0.98	3.50	2.49	0.62	3.51	2.18	0.66	2.31
9	0.14	0.14	0.25	1.18	0.59	0.93	2.69	0.60	4.39
10	2.58	0.92	2.16	1.09	0.55	1.14	3.59	0.94	4.04
11	0.89	0.30	1.62	0.93	0.40	1.29	0.00	0.00	0.00
12	3.49	0.92	3.82	2.38	0.79	1.94	2.09	0.63	2.54
13	0.92	0.58	0.87	1.92	0.96	1.67	3.05	0.88	2.66
14	0.00	0.00	0.00	1.45	0.91	1.03	0.92	0.92	0.91
15	1.29	0.37	2.13	2.99	0.94	2.82	3.81	0.91	4.78
16	3.06	0.92	3.32	1.59	1.00	1.82	2.36	0.68	2.77
17	0.00	0.00	0.00	1.50	0.95	1.44	2.87	0.98	2.73
18	1.05	0.32	1.90	2.25	0.97	1.92	3.07	0.75	4.43
19	2.36	1.86	2.27	2.17	0.77	2.22	3.27	0.94	3.40
均值	1.82	0.71	1.90	1.85	0.76	1.92	2.74	0.80	3.15

3.3.1 Shannon-Wiener 多样性指数(H')

2011-08 监控区 19 个站位底栖动物的 H' 值变化范围为 0~3.49, 由于 14 号站位和 17 号站位只有一个物种出现, 所以这 2 个站位的 H' 值较低均为 0, 19 个站位 H' 值平均值为 1.82。最大值出现在 12 号站位, 该站位共监测到 14 种大型底栖动物, 其中多毛类 10 种、软体类 1 种、甲壳类 2 种; 2012-08 监控区 19 个站位底栖动物的 H' 值变化范围为 0~3.73, 3 号站位由于没有监测到物种出现, 所以该站位 H' 为 0; 19 个站位的 H' 值平均值为 1.85。最大值出现在 7 号站位, 该站位共监测到 17 种大型底栖动物, 其中多毛类 14 种, 甲壳类 3 种, 软体类 2 种; 2013-08 监测区大型底栖动物的 H' 值变化范围为 0~4.14, 19 个站位的均值为 2.74, 最大值出现在 6 号站位, 该站位共监测出 22 种大型底栖动物, 其中多毛类 16 种, 软体类 2 种、甲壳类 2 种、棘皮类 2 种, 最小值出现在 11 号站位, 该站位只监测到文昌鱼这一物种, 生物多样性指数远低于 2011 年的监测数据(图 5)。

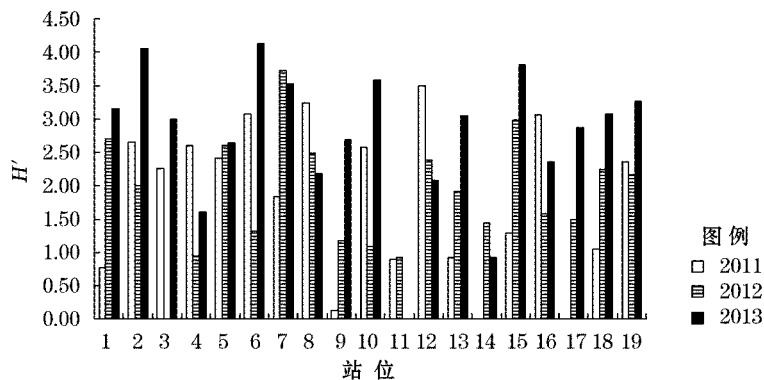
图 5 多样性指数(H')变化趋势

Fig. 5 Variation trend of the Shannon-Wiener index

3.3.2 Pielou 均匀度指数(J)

2011-08 监控区底栖动物的 J 值变化范围为 0~1.86,最大值出现在 19 号站位,最小值出现在 14 号和 17 号站位,19 个站位 J 值的均值为 0.71;2012-08 监控区底栖动物的 J 值变化范围为 0~1.71,最大值出现在 1 号站位,最小值出现在 3 号站位,19 个站位 J 值的均值为 0.76;2013-08 监控区底栖动物的 J 值变化范围为 0~0.98,最大值出现在 7 号和 17 号站位,最小值出现在 11 号站位,19 个站位 J 值的均值为 0.80,2013 年 J 值总体水平要高于 2011 年和 2012 年(图 6)。

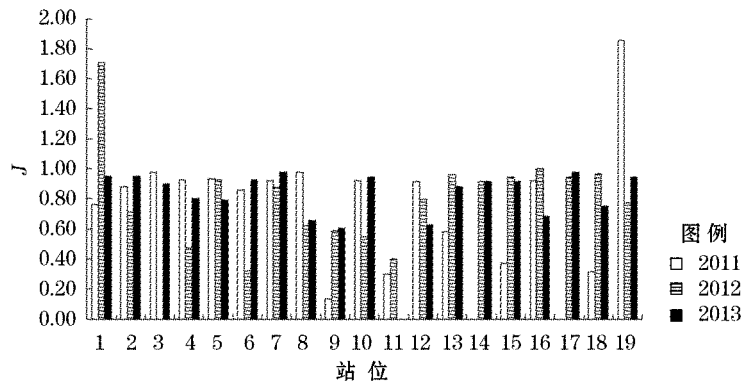


图 6 均匀度指数(J)变化趋势

Fig. 6 Variation trend of the evenness index

3.3.3 丰富度指数(d_{Me})

2011-08 监控区大型底栖动物 d_{Me} 值变化范围为 0~3.82,最大值出现在 12 号站位,这跟多样性指数 H' 呈正相关,最低值出现在 14 号和 17 号站位,19 个站位的 d_{Me} 均值是 1.90;2012-08 监控区大型底栖动物 d_{Me} 值变化范围为 0~3.01,最大值出现在 6 号站位,最小值出现在 3 号站位,19 个站位的 d_{Me} 均值为 1.92;2013-08 监控区大型底栖动物 d_{Me} 值变化范围为 0~5.34,最大值出现在 6 号站位,这也与该站位的多样性指数值 H' 呈正相关,最低值出现在 11 号站位,19 个站位的 d_{Me} 均值为 3.15(图 7)。

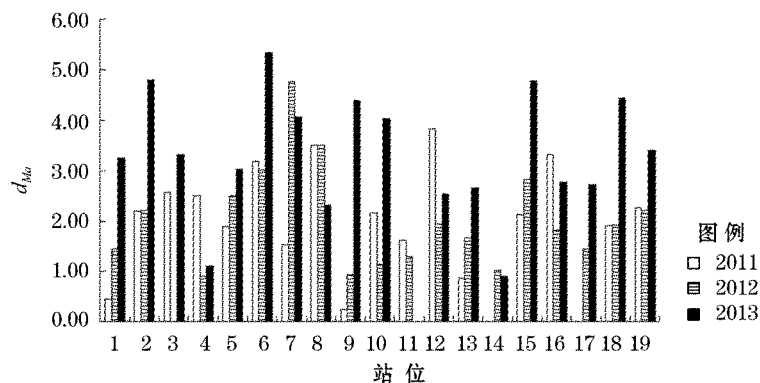


图 7 丰富度指数(d_{Me})变化趋势

Fig. 7 Variation trend of the species richness index

3.3.4 多样性变化与环境因子的关系

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^[15]。此外,沉积物粉砂—粘土含量升高,含沙量较低等都会对物种多样性产生影响。人为因素对大型底栖动物的影响也非常大。

与前两年监测数据相比,2013 年监控区 19 个站位的平均温度与盐度较高,适宜的温度、盐度以及较好的底质为大型底栖动物的生存繁殖提供了良好的环境,物种生物多样性水平也相应提高。

监控区大型底栖动物多样性水平在时间和空间上都表现出一定变化。根据三期监测数据发现 2013-08 监控区的多样性水平要高于前两年,该年份监控区水质较好,各站位受污染物的影响较小,温度与盐度适合底栖动物的生存繁殖^[16],故该年大型底栖动物的多样性水平较高。2012-08 监控区降水量高于其他两年,随河流入海的陆域污染物较多,当年大型底栖动物的多样性水平较低。

除在时间上表现出较大差别外,3 a 间监控区 19 个站位的多样性水平在空间上也表现出巨大差异。2011-08 监控区生物多样性水平较高的站位是 6 号、8 号、12 号和 16 号站位。孙鲁峰等^[17]研究表明,营养物质与底栖动物的多样性水平有密切关系。这四个站位除 6 号站位外均位于河口区,吸收的营养物质较多,有利于大型底栖动物的生存。2012-08 监控区降水较多^[17],随河流入海的陆域污染物增多,污染加重、水质变差,致使靠近海岸的几个站位生物量不断减少,相反距海岸较远的 5 号、7 号和 15 号站位生物多样性水平较高。2013-08 监控区生物多样性水平较高的站位是 2 号、6 号、10 号和 15 号站位。这几个站位远离陆地,受陆域污染物影响较小且该年份监控区水质较好,利于生物生存。特别是 6 号站位远离海湾进出海水通道,水流平缓,底质为粉砂质砂(TS)适合大型底栖动物的生存,故 3 a 间监控区 19 个站位中多样性指标最高值出现在该 6 号站位。3 a 中监控区 19 个站位 3 项多样性指标最低值均为 0。2011-08 监控区 14 号和 17 号站位的三项多样性指标最低,由于这两个站位底质为粒径较粗的砂(S),不利于生物生存,监测到的物种数较少,多样性水平较低;2012-08 监控区 3 项多样性指标值最低的为 3 号站位,由于该年份降水较多,随河流入海的污染物较多^[18],监控区水质差,且 3 号站位的水温和盐度低于其他年份,在该站位并未监测到任何物种,因此该站位多样性水平较低;2013-08 监控区多样性指标最低的为 11 号站位主要是由于该站位底质为砂(S),不适合其他大型底栖动物的生存,只监测到文昌鱼一种物种。

3.3.5 优势度指数(Y)

优势种结构的变化体现了物种群落结构的变化,本研究运用 Simpson 优势度指数公式对 3 a 间监控区内的大型底栖动物进行指标计算,得到各物种的优势度指数(Y)。徐兆礼等^[19]把 $Y>0.02$ 的物种视为优势种。为把大型底栖动物的优势种数目控制在一定范围内,本研究规定当 $Y>0.001$ 时,该物种即为优势种(表 2)。

表 2 监控区大型底栖动物优势种及优势度
Table 2 Dominant species and dominance degree of the macrozoobenthos in monitoring area

主要类群	物种名	Y		
		2011	2012	2013
多毛类	不倒翁虫	0.0016	—	0.0030
	长吻沙蚕	—	0.0016	0.0070
	副栉虫	—	0.0016	0.0070
	西方似蛭虫	0.0014	—	0.0020
甲壳类	裸盲蟹	0.0011	0.0073	—
	双眼钩虾	0.0014	—	—
	中国蛤蜊	—	—	0.0011
	日本美人虾	—	—	0.0011
	绒毛细足蟹	0.0294	—	—
软体类	古明圆蛤	0.0013	—	0.0030
底栖鱼类	文昌鱼	0.0011	0.0048	—

注:—表示监测物种该年的 Y 值<0.001

3 a 内大型底栖动物主要优势种的变化,表明多毛类物种优势远高于其他底栖类群。2011-08 甲壳类在密度和出现频率上占绝对优势,第一优势种绒毛细足蟹的优势度甚至达到了 0.029,远远高于其他物种的优势度,表明群落结构比较单一;2012-08 甲壳类优势明显下降,特别是绒毛细足蟹在该年未被监测到,第一优势种转变为裸盲蟹,此外古明圆蛤的优势度明显下降,多毛类和底栖鱼类动物在密度和出现频率上占绝对优势,底栖鱼类的优势度明显上升;2013-08 多毛类动物在密度和出现频率上占绝对优势,19 个站位的第一优势种转变为多毛类的长吻沙蚕,但其 Y 值下降为 0.007 0,甲壳类生物优势种转为中国蛤蜊和日本美人虾。此外,其他类群的优势种构成中保留了甲壳类和软体类动物,但优势作用甚微,各物种的 Y 值除多毛类外,其他类群优势度明显低于前两年,这也侧面反映出该年度物种多样性水平相对较高。

优势度指数作为衡量多样性水平的指标之一,反映了大型底栖动物处于何种状态,及其在群落中的地位和作用。 Y 值越大,表明群落内物种数量及其分布越不均匀,优势种地位越突出,越不利于生物多样性水平的提高。2013-08 监控区大型底栖动物第一优势种的 Y 值较前两年略低,表明该年物种生物多样性水平较高。

4 结 论

1) 监控区大型底栖动物主要类群为多毛类,甲壳类和软体类。监控数据表明 2013-08 监控区监测到的大型底栖动物的物种总数远高于前两年,与前两年的监测数据相比,2013-08 除监测到多毛类,甲壳类和软体类等生物外,还监测到了腔肠动物。

2) 2013 年监控区大型底栖动物的物种多样性指数、丰度和生物量均高于前两年同期。主要是由于 2013-08 监控区的水质状况要好于前两年同期水质。由于海洋生态系统的复杂性,大型底栖动物的密度、生物量和多样性指数是许多环境和生物因子相互作用的结果。在这一影响过程中,大型底栖动物本身也逐渐在慢慢适应这种变化,并作出相应反映。

3) 通过调查研究发现监控区大型底栖动物第一优势种每年都在变化,且每个物种的优势指数值相对较小。这表明了该区域的物种群落结构相对比较丰富,物种多样性水平较高。

致谢:河北省昌黎黄金海岸国家级自然保护区管理处为本研究提供相关数据,在此表示衷心感谢。

参考文献(References):

- [1] LI Y Q, LI J, LIU H L, et al. The abundance and biomass of macrobenthos in Haizhou Bay[J]. Marine Sciences, 2013, 37(4): 6-12. 李永强, 李捷, 刘会莲, 等. 海州湾大型底栖动物丰度和生物量的研究[J]. 海洋科学, 2013, 37(3): 6-12.
- [2] SHOU L, ZENG J N, LIAO Y B, et al. Seasonal distribution of macrobenthos in relation to environmental factors in Hangzhou Bay[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2013, 34(8): 151-159. 寿鹿, 曾江宁, 廖一波, 等. 杭州湾大型底栖动物季节分布及环境相关性分析[J]. 海洋学报, 2013, 34(8): 151-159.
- [3] Gray J S. The ecology of marine sediments; an introduction to the structure and function of benthic communities[M]. Cambridge: Cambridge University, 1981.
- [4] SHEN G Y, SHI B Z. Marine Ecology[M]. 2nd ed Beijing: Science, 2002. 沈国英, 施并章. 海洋生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [5] WANG Y, LIU L S, LIU C Q, et al. Community structure characteristics of macrobenthos in the coastal seawaters of Bohai Bay in spring[J]. Research of Environmental Sciences, 2010, 23(4): 430-436. 王瑜, 刘录三, 刘存歧, 等. 渤海湾近岸海域春季大型底栖动物群落特征[J]. 环境科学研究, 2010, 23(4): 430-436.
- [6] CAI W Q, MENG W, LIU L S, et al. Long-term trends of the dominant macrozoobenthos in Bohai Bay[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2013, 33(8): 2332-2340. 蔡文倩, 孟伟, 刘录三, 等. 渤海湾大型底栖动物群落优势种长期变化研究[J]. 环境科学学报, 2013, 33(8): 2332-2340.
- [7] WANG H B, CAI W Q, LIN K X, et al. Ecological studies on the macrobenthos community in the intertidal zones of Bohai Sea in autumn

- [J]. Research of Environmental Sciences, 2011, 24(12): 1339-1345. 王海博, 蔡文倩, 林岩璇, 等. 环渤海潮间带秋季大型底栖动物生态学[J]. 环境科学研究, 2011, 24(12): 1339-1345.
- [8] HAN J, ZHANG Z N, YU Z S, et al. Macrobenthic species diversity in southern and central Bohai Sea, China[J]. Biodiversity Science, 2003, 11(1): 20-27. 韩洁, 张志楠, 于子山. 渤海中、南部大型底栖动物物种多样性的研究[J]. 生物多样性, 2003, 11(1): 20-27.
- [9] LI B Q, LI X Z. Characters of a macrobenthic community off the Changjiang River Estuary[J]. Acta Zoologica Sinica, 2007, 53(1): 76-82. 李宝泉, 李新正. 长江口附近海域大型底栖动物群落特征[J]. 动物学报, 2007, 53(1): 76-82.
- [10] WANG J H, XU R. The basic biological resources and variation during the last decades in the Changjiang estuary[J]. Journal Periodical of Ocean University of China, 2006, 36(5): 821-828. 王金辉, 徐韧. 长江口基础生物资源现状及年际变化趋势分析[J]. 中国海洋大学学报, 2006, 36(5): 821-828.
- [11] SUN Y W, CAO L, QIN Y T, et al. Analysis of macrobenthos community structure in the adjacent sea area of Changjiang river eastuary[J]. Marine Science Bulletin, 2007, 26(2): 66-70. 孙亚伟, 曹恋, 秦玉涛, 等. 长江口临近海域大型底栖生物群落结构分析[J]. 海洋通报, 2007, 26(2): 66-70.
- [12] HUANG H H, LIN Y T, LI C H, et al. Ecology study on the benthic animals of pearl river estuary[J]. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(4): 603-607. 黄洪辉, 林燕棠, 李纯厚, 等. 珠江口底栖动物生态学研究[J]. 生态学报, 2002, 22(4): 603-607.
- [13] YE S F, JI H H, CAO L, et al. Studies on the impacts of large-scale estuarine engineering on species composition and biomass of benthos in the Yangtze river estuary[J]. Marine Science Bulletin, 2004, 23(4): 32-37. 叶属峰, 纪焕红, 曹恋, 等. 河口大型工程对长江河口底栖动物种类组成及生物量的影响研究[J]. 海洋通报, 2004, 23(4): 32-37.
- [14] GB/T 12763. 6—2007 The specification for oceanographic survey Part 6: Marine biological survey[S]. Beijing: Standards Press of China, 2007. 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.
- [15] WANG Z X, FAN S L, XU Q Z. Characteristics of macrobenthic community in spring in the coastal waters of Qingdao[J]. Advances In Marine Science, 2010, 28(1): 50-56. 王宗兴, 范士亮, 徐勤增. 青岛近海春季大型底栖动物群落特征[J]. 海洋科学进展, 2010, 28(1): 50-56.
- [16] Hebei Province Ocean Bureau. The state of the marine environment bulletin of Hebei Province in 2013[EB/OL]. [2014-04] <http://www.hebgt.gov.cn/apps/cms/docforward.do?id=13745>. 河北省海洋局. 2013 年河北省海洋环境状况公报[EB/OL]. [2014-04] <http://www.hebgt.gov.cn/apps/cms/docforward.do?id=13745>.
- [17] SUN L F, SUN Y, XU Z L. The study on seasonal variations of zooplankton community in Jiaojiang coastal waters[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2014, 23(1): 131-138. 孙鲁峰, 孙岳, 徐兆礼. 椒江口海域浮游动物群落季节变化特征[J]. 上海海洋大学学报, 2014, 23(1): 131-138.
- [18] Hebei Province Ocean Bureau. The state of the marine environment bulletin of Hebei Province in 2012[EB/OL]. [2013-03]. <http://www.hebgt.gov.cn/apps/cms/docforward.do?id=13745>. 河北省海洋局. 2012 年河北省海洋环境状况公报[EB/OL]. [2013-03]. <http://www.hebgt.gov.cn/apps/cms/docforward.do?id=13745>.
- [19] XU Z L, CHEN Y Q. Aggregated intensity of dominant species of zoo plankton in autumn in the east China sea and Yellow sea[J]. Journal of Ecology, 1989, 8(4): 13-15. 徐兆礼, 陈亚瞿. 东黄海秋季浮游动物优势种聚集强度与蛤蜊渔场的关系[J]. 生态学杂志, 1989, 8(4): 13-15.

Studies on the Biodiversity of Macrozoobenthos in August in Changli Ecological Monitoring Area of Hebei Province

ZHAO Zhi-nan¹, LIANG Xiao-lin¹, ZHANG Yue-ming¹, HAN Xiao-qing²,
ZHANG Jian-da¹, GAO Wei-ming¹

(1. Hebei Key Laboratory of Environmental Change and Ecological Construction, College of Resources and Environmental Sciences, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China;

2. Land and Resource Using and Planning Institute of Hebei Province, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: According to the data of Cangli ecological monitoring area collected in every August from year 2011 to 2013, this article analyzed the annual variation of macrozoobenthos species composition and community structure by using Simpson dominance index (Y) as an indicator, and discussed the variation trend of macrozoobenthos by using Shannon—Wiener's index (H'), Peilou's evenness index (J) and Margalef's richness index (d_{Ma}). Results showed that: 1) *Aglaophamus dibranchis*, *Amaeana occidentalis* and *Nephtys polybranchia* were the dominant species in this area; 2) The average density of macrozoobenthos in this area was 43 ind/m² and average biomass is 3.14 g/m² in August, 2011; they were 41 ind/m² and 3.21 g/m² in August, 2012; and 28.74 ind/m² and 7.72 gm² in August, 2013, respectively; 3) The mean value of the diversity index in August, 2013 was much higher than those in two other years; 4) The dominant species in August, 2011 was *Raphidopus ciliatus* with a Simpson dominance index (Y) of 0.029 4; It was *Typhlocarcinus villosus* with a Y value of 0.007 3 in August, 2012 and *Glycera chirori* with a Y value of 0.007 0 in August, 2013.

Key words: macrozoobenthos; density; biomass; diversity; dominance index

Received: December 19, 2013