

岱山海域大型底栖动物多样性分析

章飞军¹, 柳涛¹, 应岳¹, 蒋红¹, 叶属峰²

(1. 国家海洋局东海分局舟山海洋工作站 舟山 316022; 2. 国家海洋局东海分局 上海 200137)

摘要: 文章利用 2015 年春季航次(5 月)和夏季航次(8 月)的大型底栖动物采泥调查资料,对岱山海域大型底栖动物的种类组成、丰度、生物量、优势种、多样性进行分析。主要研究结果如下:春季航次共采得大型底栖动物 15 种,夏季共采得大型底栖动物 22 种。类群涉及纽形动物、腔肠动物、环节动物多毛类、软体动物、节肢动物甲壳类、棘皮动物等。其中环节动物多毛类在两个航次中种数均为最高。岱山海域春季大型底栖动物优势种为:不倒翁虫、圆锯齿吻沙蚕、双鳃内卷齿蚕和金氏真蛇尾。夏季岱山海域大型底栖动物优势种类有:不倒翁虫、西方拟蛭虫和异足索沙蚕,其中不倒翁虫是两个调查季度月的共同优势种。岱山海域春季各站位平均丰度 22 ind./m², 丰度范围为 0~90 ind./m²。夏季各站位丰度范围 0~165 ind./m², 平均 38 ind./m²。春季各站位湿重生物量范围 0~2.65 g/m², 平均 0.81 g/m²。岱山海域夏季各站位湿重生物量范围 0~16.25 g/m², 平均 2.29 g/m²。岱山海域春季生物多样性指数(H')在 0~1.75, 平均 0.70;夏季生物多样性指数(H')在 0~1.75, 平均 0.67, 季节间差异不明显。

关键词: 岱山海域;大型底栖动物;多样性

中图分类号:P71;P735 文献标志码:A 文章编号:1005-9857(2017)09-0120-05

Biodiversity of Macrobenthos of Sea Area in Daishan

ZHANG Feijun¹, LIU Tao¹, YING Yue¹, JIANG Hong¹, YE Shufeng²

(1. Zhoushan Marine Workstation of East China Sea Branch of SOA, Zhoushan 316022, China;
2. East China Sea Branch of SOA, Shanghai 200137, China)

Abstract: Using the sampling data of Macrobenthos in spring (May) and summer (August) 2015 around the Daishan sea area, the species composition, abundance, biomass, dominant species, diversity were analyzed. The main results were listed as the follows. There were collected 15 species in Spring and 22 species in summer, which belong to Nemertean, Coelenterate, Annelid (Polychaetes), molluscs, Arthropod, echinoderm and so on. Polychaetes were the species with highest quantities in two cruises. The dominant species of macrobenthos in spring at the Daishan sea area were *Sternaspis scutata*, *Dentinephtys glabra*, *Aglaophamus dibranchis*, and *Ophiura kinbergi*. The dominant species of macrobenthos in summer at the Daishan sea area were *Sternaspis scutata*, *Amaeana occidentalis*, and *Lumbrineris heteropoda*. *sternaspis scutata* were common dominant

species in two cruises. The average abundance of all stations were 22 ind./m², abundance range were 0~90ind./m² in spring. The average abundance were 38ind./m², abundance range were 0~165 ind./m² in summer at Daishan sea area. The average biomass of all stations were 0.81 g/m², biomass range were 0~2.65g/m² in spring. The average biomass were 2.29 g/m², biomass range were 0~16.25g/m² in summer at Daishan sea area. The average biodiversity index value (H') of all stations were 0.70, range of biodiversity index value were 0~1.75 in spring. The average biodiversity index value (H') were 0.67, range of biodiversity index value were 0~1.75 in summer at Daishan sea area. There was no significant difference between seasons.

Key words: Daishan sea area, Macromenthos, Biodiversity

大型底栖动物是海洋生态系统底栖亚系统的关键组成。通过参与生物地化循环,共同维持整个海洋生态系统的结构和功能^[1]。大型底栖动物通过摄食、掘穴等活动与周围环境相互作用^[2],其群落结构及生物多样性的变化常被作为评价海域生境质量的重要指标^[3-4]。

岱山县位于舟山群岛中部,地处长江、钱塘江入海口,东濒太平洋,西临杭州湾喇叭口,南邻舟山本岛,北接嵊泗列岛,全县总面积 5 242 km²,其中海域面积 4 936.2 km²,陆域由岱山、衢山、大小长途、秀山、大鱼山等 404 个岛屿和 256 个海礁组成。特殊的地理位置和优越的自然条件使得岱山一直以来都是东海区重要的渔业资源产地以及捕捞作业重点区域,长期的高强度捕捞作业使得该海域的生态系统受到一定的破坏。另外,近年来沿岸工农业的迅猛发展,导致大量外源性污染物进入该海域,使得海域生境承受着较大的压力。由于自然和人为多种复杂动力因素相互耦合,导致岱山海域生态系统的脆弱性增强。

为此,根据 2015 年春夏季调查资料,分析了岱山海域大型底栖动物的群落结构及多样性特征,旨在为进一步研究该海域生态系统动态变化过程及其对环境变化的响应机制提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 采样方法

2015 年 5 月和 8 月,使用采样面积 0.1 m² 的抓斗进行岱山海域大型底栖动物采样调查,共设置采样站位 11 个。每个站位采样两次。调查分析方法参照《海洋调查规范第六部分 海洋生物调查》

(GBT12763.6—2007) 进行。各站位坐标如表 1 所示。

表 1 岱山海域大型底栖动物调查站位坐标

站位	经度(E)	纬度(N)
1	122.267 222	30.376 111
2	122.000 000	30.300 000
3	122.106 389	30.176 944
4	122.500 000	30.200 000
5	121.633 333	30.366 667
6	121.695 000	30.325 833
7	121.800 278	30.300 556
8	121.896 944	30.455 556
9	122.083 333	30.500 000
10	122.250 833	30.566 944
11	122.500 000	30.500 000

1.2 数据处理

(1) 优势度确定

$$Y = n_i / N_i \times f_i \tag{1}$$

式中: n_i 为该物种个体数; N_i 为生物总个体数; f_i 为该种生物出现频率; $Y > 0.02$ 为优势种。

(2) 多样性计算

采用 Shannon-weaver 多样性指数(H'),Pielou 均匀度指数(J),Margalef 丰富度指数(d)进行多样性分析。计算公式如下:

Shannon-weaver 多样性指数:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln_e P_i \tag{2}$$

式中: H' 为种类多样性指数; S 为总种类数; P_i 为第 i 种的个数(n_i)或生物量(ω_i)与总个体数(N)或总

生物量(W)比值($\frac{n_i}{N}$ 或 $\frac{\omega_i}{W}$)。

Pielou 均匀度计算公式：

$$J = H' / H_{\max} \tag{3}$$

式中： J 为均匀度； H' 为种类多样性指数值； $H_{\max}$ 为 $\ln S$ 表示多样性指数的最大值； S 为样品中总种类数。

Margalef 指数计算公式：

$$d = (S - 1) / \ln N \tag{4}$$

式中： d 为丰富度； S 为样品中的种类总数； N 为样品中的生物总个体数。

多样性指数由 PRIMER6 软件的 DIVERSE 函数计算得出。

2 结果

2.1 种类组成

春季航次共采获大型底栖动物 15 种,隶属于环节动物门、软体动物门、棘皮动物门、节肢动物门和纽形动物门 5 个门类。其中,以环节动物门种类最多,为 5 种,占总种数的 34%；其次为软体动物门、棘皮动物门各 3 种,各占总种类数的 20%；节肢动物门和纽形动物门各有 2 种,各占总种数的 13%。

夏季航次共采获大型底栖动物 22 种,同样分属环节动物门、软体动物门、棘皮动物门、节肢动物门和纽形动物门 5 个门类。以环节动物门种类最多,为 10 种,占总种数的 45%；其次为软体动物门 4 种,占总种类数 18%；节肢动物门和棘皮动物门各 3 种,各占总种类数的 14%；纽形动物门 2 种,占总种数的 9%。

结合春夏两季结果可见,环节动物多毛类是岱山海域春夏两季大型底栖动物的最主要门类。其他门类在春夏两季所占的比例大致相近,两个季度调查所得种类名录详见表 2。

表 2 岱山海域大型底栖动物种类组成

中文名	拉丁名	占比/%	
		5 月	8 月
环节动物门	Annelida	34	45
西方拟蛭虫	<i>Amaeana occidentalis</i>	—	+
日本角吻沙蚕	<i>Goniada japonica</i>	—	+
双形拟单指虫	<i>Cossurella dimorpha</i>	—	+
长吻吻沙蚕	<i>Glycera chirori</i>	—	+
中华内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>	+	+

续表

中文名	拉丁名	占比/%	
		5 月	8 月
持真节虫	<i>Euclymene annandalei</i>	—	+
异足索沙蚕	<i>Lumbrineris heteropoda</i>	+	+
圆锯齿吻沙蚕	<i>Dentinephtys glabra</i>	+	+
多齿围沙蚕	<i>Perinereis nuntia</i>	—	+
不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>	+	+
双鳃内卷齿蚕	<i>Aglaophamus dibranchis</i>	+	—
软体动物门	Mollusca	20	18
红带织纹螺	<i>Nassarius succinctus</i>	—	+
半褶织纹螺	<i>Nassarius semiplicatus</i>	+	+
圆筒原盒螺	<i>Eocylichna braunsi</i>	+	+
豆形胡桃蛤	<i>Nucula faba</i>	+	+
节肢动物门	Arthropoda	13	14
细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>	+	+
钩虾	<i>Gammarid</i> sp.	+	+
口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	—	+
棘皮动物门	Echinodermate	20	14
棘刺锚参	<i>Protankyra bidentata</i>	—	+
金氏真蛇尾	<i>Ophiura kinbergi</i>	+	+
海棒槌	<i>Paracaudina chilensis</i>	+	+
注颚倍棘蛇尾	<i>Amphioplus depressus</i>	+	—
纽形动物门	Nemertinea	13	9
纵沟纽虫	<i>Lineidae</i> sp.	+	+
纽虫	<i>Nemertinea</i> sp.	+	+

注：“+”表示出现；“—”表示未出现。

2.2 优势种

根据优势度计算结果可知,春季岱山海域大型底栖动物优势种类有:不倒翁虫、圆锯齿吻沙蚕、金氏真蛇尾、双鳃内卷齿蚕、钩虾一种和圆筒原盒螺。夏季岱山海域大型底栖动物优势种类为:不倒翁虫、西方拟蛭虫和异足索沙蚕(表 3)。由表 2 可知,春季优势种较为分散,分属环节动物门、棘皮动物门、节肢动物门和软体动物门 4 个门类。夏季优势种类较为集中,都属于环节动物门,且优势度较大。不倒翁虫是春夏两季的共同优势种。

2.3 丰度分析结果

春季岱山海域不同站位大型底栖动物丰度范围 0~90 ind./m²,平均 22 ind./m²(表 4)。其中丰度前三位的站位为:4 号、7 号和 9 号站位,其丰度分别为:90 ind./m²、45 ind./m²以及 30 ind./m²。其中 4 号站位圆筒原盒螺的丰度最高,为 30 ind./m²,

7 号站位出现了较大数量双鳃内卷齿蚕,丰度为 20 ind./m²,而 9 号站位主要以圆锯齿吻沙蚕(10 ind./m²)和钩虾一种(10 ind./m²)为主。1 号、2 号以及 8 号站位丰度最低,均为 0。

表 3 春夏季岱山海域大型底栖动物优势种组成			
春季		夏季	
优势种	优势度(Y)	优势种	优势度(Y)
不倒翁虫	0.05	不倒翁虫	0.07
圆锯齿吻沙蚕	0.03	异足索沙蚕	0.06
金氏真蛇尾	0.03	西方拟蛰虫	0.02
双鳃内卷齿蚕	0.02	—	—

表 4 春夏季岱山海域大型底栖动物丰度和生物量变化				
站位	丰度/(ind·m ⁻²)		生物量/(g·m ⁻²)	
	春季	夏季	春季	夏季
1	0	0	0.00	0.00
2	0	30	0.00	0.25
3	10	20	2.65	0.60
4	90	0	2.00	0.00
5	5	0	0.10	0.00
6	25	20	0.70	0.35
7	45	50	0.30	0.30
8	0	15	0.00	0.10
9	30	35	0.50	0.65
10	25	80	2.50	16.25
11	15	165	0.20	6.70
平均	22	38	0.81	2.29

夏季岱山海域不同站位大型底栖动物丰度范围 0~165 ind./m²,平均 38 ind./m²(表 4)。其中丰度前三位的站位为:11 号、10 号和 7 号站位,其丰度分别为:165 ind./m²、80 ind./m²以及 50 ind./m²,其中 11 号站位异足索沙蚕的丰度最高,为 75 ind./m²,10 号站位出现了较大数量金氏真蛇尾(20 ind./m²)和钩虾一种(20 ind./m²),而 7 号站位丰度最高的为不倒翁虫(35 ind./m²)。1 号、4 号以及 5 号站位丰度最低,均为 0。

从表 4 可知,1 号、3 号、5 号、6 号、7 号和 9 号站位丰度季节变化不大,2 号、4 号、8 号、10 号、11

号站位丰度变化较为明显。夏季平均丰度高于春季。

2.4 生物量分析结果

岱山海域春季(5 月)各站位湿重生物量范围 0~2.65 g/m²,平均 0.81 g/m²(表 4)。生物量前三位的站位为:3 号、10 号和 4 号站位,其生物量分别为 2.65 g/m²、2.50 g/m²和 2.00 g/m²。其中 3 号站位以汪颚倍棘蛇尾生物量最高,为 2.35 g/m²,10 号站位金氏真蛇尾生物量最高,为 2.00 g/m²,4 号站位以不倒翁虫生物量最高,为 1.05 g/m²。1 号、2 号和 8 号站位的生物量最低,均为 0。

岱山海域夏季(8 月)各站位湿重生物量范围 0~16.25 g/m²,平均 2.29 g/m²(表 4)。生物量前三位的站位为:10 号、11 号和 9 号站位,其生物量分别为 16.25 g/m²、6.70 g/m²和 0.65 g/m²。其中 10 号站位以金氏真蛇尾生物量最高,为 3.40 g/m²,11 号站位红带织纹螺生物量最高,为 1.75 g/m²,9 号站位以不倒翁虫生物量最高,为 0.30 g/m²。1 号、4 号和 5 号站位的生物量最低,均为 0。

从表 4 可知,1 号、2 号、5 号、6 号、7 号、8 号和 9 号站位生物量季节变化不大,3 号、4 号、10 号和 11 号站位生物量变化较为明显。夏季平均生物量高于春季。

2.5 多样性分析结果

岱山海域春季大型底栖动物多样性分析结果如表 5 所示。4 号站位采获生物种类最多,为 7 种,平均每个站位 2.45 种。生物多样性指数(H')在 0~1.75,平均 0.70。

表 5 岱山海域春夏季大型底栖动物多样性分析结果								
站位	春季(5 月)				夏季(8 月)			
	S	d	J'	H'	S	d	J'	H'
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	0	0
3	2	1.44	1.00	0.69	4	2.16	1.00	1.39
4	7	2.08	0.90	1.75	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0
6	3	1.24	0.87	0.95	1	0	0	0
7	5	1.82	0.89	1.43	2	0.43	0.88	0.61
8	0	0	0	0	2	0.91	0.92	0.64

续表

站位	春季(5月)				夏季(8月)			
	<i>S</i>	<i>d</i>	<i>J'</i>	<i>H'</i>	<i>S</i>	<i>d</i>	<i>J'</i>	<i>H'</i>
9	4	1.67	0.96	1.33	4	1.54	0.92	1.28
10	3	1.24	0.87	0.95	6	1.80	0.93	1.67
11	2	0.91	0.92	0.64	9	2.29	0.80	1.75
平均	2.45	0.95	0.58	0.70	2.64	0.83	0.50	0.67

夏季岱山海域大型底栖动物多样性分析结果如表 5 所示。采获生物种类最多的站位是 11 号站位,为 9 种,平均每个站位 2.64 种。生物多样性指数(H')在 0~1.75,平均 0.67。

3 讨论

多样性指数(H' , d)常被用作评价大型底栖动物群落稳定性和生境质量的指标^[6-8]。有学者将大型底栖生物群落的 H' 和 d 分成 5 个等级:高、好、中等、差和低级(表 6)^[6]。

表 6 大型底栖动物群落 H' 和 d 等级^[6]

等级	H'	d
高	>4.0	>4.0
好	3.0~4.0	>4.0
中等	2.0~3.0	2.5~4.0
差	1.0~2.0	<2.5
低	0~1.0	<2.5

岱山海域春夏季大型底栖动物种类组成及优势种分析结果表明:当前岱山海域大型底栖动物物种数相对较少,多毛类物种数较多及优势种明显,这与近期三门湾大型底栖动物研究结果相似;但其丰度生物量水平明显低于三门湾大型底栖动物研究结果^[5]。大型底栖动物群落变化在一定程度上与该海域的环境变化有关。近年来,环境变化、富营养化的加剧以及人类高强度的开发活动已经影响到岱山海域海洋生态系统健康,导致生物群落变化,大型底栖动物种类变少,优势种变为耐污能力更强的多毛类,丰度和生物量也大大降低。

岱山海域大型底栖动物春夏季的 H' 均为低级, d 也均为低级,富营养化是造成岱山海域大型底

栖动物群落多样性偏低的主要原因。岱山海域属于富氮、磷型富营养海区,造成岱山海域富营养化的因素包括陆地径流携带沿岸工农业废水及生活污水输入^[9]。长期富营养化会促使大型底栖动物的种类更替,并导致群落多样性降低^[10]。

参考文献

[1] HEIP C H R, DUINEVELD G, FLACH E, et al. The role of the benthic biota in sedimentary metabolism and sediment-water exchange processes in the Goban Spur area (NE Atlantic) [J]. Deep-Sea Research Part II, 2001, 48: 3223-3243.

[2] 覃雪波, 孙红文, 吴济舟, 等. 大型底栖动物对河口沉积物的扰动作用[J]. 应用生态学报, 2010, 21(2): 458-463.

[3] MUNIZ P, VENTURINI N, PIRES V AMS, et al. Testing the applicability of a marine biotic index (AMBI) to assessing the ecological quality of soft-bottom benthic communities, in the South America Atlantic region[J]. Marine Pollution Bulletin, 2005, 50: 624-637.

[4] PRANOVI F, DAPONTE F, TORRICELLI P. Application of biotic indices and relationship with structural and functional features of macrobenthic community in the lagoon of Venice: An example over a long time series of data [J]. Marine Pollution Bulletin, 2007, 54: 1607-1618.

[5] 廖一波, 寿鹿, 曾江宁, 等. 三门湾大型底栖动物时空分布及其与环境因子的关系[J]. 应用生态学报, 2011, 22(9): 2424-2430.

[6] CHAINHO P, COSTA J L, CHAVES M L, et al. Influence of seasonal variability in benthic invertebrate community structure on the use of biotic indices to assess the ecological status of a Portuguese estuary[J]. Marine Pollution Bulletin, 2007, 54: 1586-1597.

[7] 赵永强, 曾江宁, 高爱根, 等. 椒江口滩涂大型底栖动物群落格局与多样性[J]. 生物多样性, 2009, 17(3): 303-309.

[8] SPECCHIULLI A, RENZI M, SCIROCCO T, et al. Comparative study based on sediment characteristics and macrobenthic communities in two Italian lagoons[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2010, 160: 237-256.

[9] 岱山县海洋与渔业局. 2015 年度岱山县海洋环境公报[R]. 2016: 1-5.

[10] VILLNÄS A, PERUS J, BONSDORFF E. Structural and functional shifts in zoobenthos induced by organic enrichment: Implications for community recovery potential [J]. Journal of Sea Research, 2011, 65: 8-18.