

## 日照近海大型底栖动物群落结构

齐磊磊<sup>1,2</sup> 王其翔<sup>2</sup> 官曙光<sup>2</sup> 高翔<sup>2</sup> 刘洪军<sup>2\*</sup>

(<sup>1</sup>中国海洋大学生态学实验室, 青岛 266003)

(<sup>2</sup>山东省海水养殖研究所, 青岛 266002)

**摘要** 2007 年 4 月和 10 月, 在山东日照临近海域进行了大型底栖动物春季和秋季两个航次的调查, 对采集到的大型底栖动物进行分类鉴定。结果显示: 1) 全海域共鉴定底栖动物 141 种, 其中多毛类、甲壳动物、软体动物分别占总种数的 38.30%、34.75% 和 17.73%, 三者构成大型底栖动物的主要类群。2) 大型底栖动物的总平均丰度为 1 885 ind/m<sup>2</sup>, 总平均生物量为 39.82 g/m<sup>2</sup>。3) 大型底栖动物种类多样性, 春季高于秋季。4) 优势种随季节变化不大, 生物群落结构稳定性较好。

**关键词** 大型底栖动物 种类组成 丰度 生物量 优势种 日照近海  
中图分类号 S963 文献标识码 A 文章编号 1000-7075(2013)01-0097-06

## Community structure of macrobenthos in coastal waters of Rizhao

QI Lei-lei<sup>1,2</sup> WANG Qi-xiang<sup>2</sup> GUAN Shu-guang<sup>2</sup>

GAO Xiang<sup>2</sup> LIU Hong-jun<sup>2\*</sup>

(<sup>1</sup>Laboratory of Ecology, Ocean University of China, Qingdao 266003)

(<sup>2</sup>Mariculture Institute of Shandong Province, Qingdao 266002)

**ABSTRACT** Two surveys on macrobenthos along the coastal waters of Rizhao were carried out in April and October 2007, and all the collected samples were classified. A total of 141 species were identified in the two surveys and the number of Polychaete, Crustacea and Mollusca, which were the dominant species, accounted for 38.30%, 34.75% and 17.73% of the total number of species. The total mean abundance and biomass were 1 885 ind/m<sup>2</sup> and 39.82 g/m<sup>2</sup> at the 7 stations. Biodiversity of macrobenthos was higher in spring than that in autumn. Dominant species slightly changed in different seasons, and biological community structure was stable, except that station SR001 in spring and station SR003 and SR005 in autumn were disturbed moderately.

**KEY WORDS** Macrobenthos Species composition Abundance  
Biomass Dominant species Coastal waters of Rizhao

底栖生物在整个海洋生物资源中占有极其重要的地位, 许多种类因其营养价值高, 成为餐桌美食, 还有许多种类具有十分重要的药用价值和工业价值。随着人类对海洋认识的逐步提高, 底栖生物在渔业生产、底播养殖及新资源的开发利用等方面具有越来越深远的意义(余方平等 2006)。底栖生物作为海洋生物群落食物链

国家海洋公益性行业科研专项(201005007)资助

\* 通讯作者。E-mail: hongjunl@126.com, Tel: (0532)82655167

收稿日期: 2012-06-30; 接受日期: 2012-11-13

作者简介: 齐磊磊(1985-), 男, 博士研究生, 主要从事海洋生态毒理学方面的研究。E-mail: oucqilei@163.com, Tel: (0532)82031640

和食物网中的重要环节,在一定程度上决定了海洋生物群落的稳定性,在海洋生态系统的物质循环和能量流动中起着较为重要的作用(张志南 2000),而且某些大型底栖动物因其耐污性被作为监测环境状况的指示生物(蔡立哲等 2002),因此对海洋底栖生物进行调查显得十分必要。

20世纪80年代初期,山东日照近海潮间带滩涂广阔,生物多样性高,无脊椎动物多达140余种,是当地经济的重要来源(高翔 1989a)。90年代,由于日照市加大对沿海区域的开发利用,环境的巨变导致底栖生物群落结构的重大变化,生物种类与数量也逐年减少(高翔等 2002)。除此之外,未见该海域的其他报道,这使得本研究具有极其显著的意义。作者对日照近海大型底栖动物的种类组成、数量分布进行了研究,并分析了该海域大型底栖动物的群落结构和生物多样性,为研究该海域生态环境演变提供了新的基础资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查海域及站位设置

2007年4月和10月,在日照近海对大型底栖动物进行了两个航次的调查,范围为:119°24'14"~119°39'14"E,35°06'51"~35°26'34"N。其中,设7个调查站位(图1)。

### 1.2 取样方法及样品处理

采泥取样使用抓斗式采泥器,其面积为0.05 m<sup>2</sup>,每站连续采泥4次。现场分选泥样,所用筛网的孔径为0.5 mm,筛子上的标本全部装样品瓶,用5%福尔马林溶液固定,带回实验室分析鉴定。样品在运输过程中低温保存。样品的处理、保存、计数与称量等均按照《海洋调查规范》中相关规定进行。

### 1.3 数据处理

1)底栖动物群落受干扰程度采用丰度生物量比较法(ABC曲线)(Beukema 1988; Dauer *et al.* 1993; 曲方圆等 2009)。

2)优势种的确定根据物种的优势度判断,优势度( $Y$ )采用以下公式(沈国英等 2002):

$$Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i \quad (1)$$

式中, $n_i$ 为群落中第*i*种的丰度, $f_i$ 为该种的出现频率, $N$ 为总丰度。当 $Y > 0.02$ 时,该种为优势种。

3)生物多样性采用香农-威纳指数(Shannon-Wiener)( $H'$ )、种类均匀度指数( $J'$ )和种类的丰富度指数( $D$ )分析。计算公式如下:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 p_i \quad (2)$$

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S} \quad (3)$$

$$D = \frac{S-1}{\log_2 N} \quad (4)$$

式中, $P_i$ 为第*i*种的丰度与样品总丰度的比值, $S$ 为样品的总种类数, $N$ 为样品的总丰度。

## 2 结果

### 2.1 大型底栖动物的种类组成及分布

两个航次调查共鉴定底栖动物141种。其中,多毛类54种,占总种数的38.30%;甲壳动物49种,占

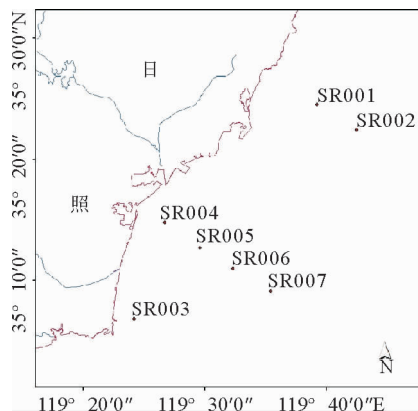


图1 调查站位分布

Fig. 1 Distribution of investigated stations

34.75%；软体动物 25 种，占 17.73%；棘皮动物 5 种；其他动物 8 种，包括腔肠动物两种，蠕虫动物、纽形动物、扁形动物、毛颚动物、鱼类及半索动物各 1 种。多毛类、软体动物和甲壳动物合计占总种数的 90.78%，三者构成底栖动物的主要类群(图 2)。

春季调查中，底栖动物种类分布最多的是 SR003 站和 SR007 站，有 38 种；其次是 SR006 站，有 30 种；种类最少的为 SR005 站，仅有 4 种。

秋季调查中，底栖动物种类分布最多的是 SR005 站，有 29 种；其次是 SR006 站和 SR007 站，各 26 种；种类最少的为 SR001 站，仅有 7 种。

比较春季、秋季两次调查结果发现，底栖动物种类数量随季节变化较小的是 SR006 站和 SR007 站，SR001 站和 SR005 站变化较大。详见表 1。

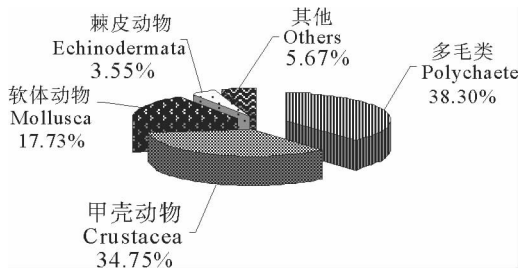


图 2 大型底栖动物种类组成

Fig. 2 Species composition of macrobenthos

表 1 春、秋季大型底栖动物种类数

Table 1 The number of species sampled in spring and autumn

站位 Station	春季 Spring	秋季 Autumn
SR001	27	7
SR002	7	16
SR003	38	13
SR004	11	25
SR005	4	29
SR006	30	26
SR007	38	26

## 2.2 常见种及优势种

两个季节中均出现的常见种有寡鳃齿吻沙蚕 *Nephtys oligobranchia*、不倒翁虫 *Sternaspis scutata*、中蚓虫 *Mediomastus californiensis*、乳突叶须虫 *Prionospio pinnata* Ehlers、拟特须虫 *Paralacydonia paradoxa*、哈鳞虫 *Phyllodoce papillosa* Uschakov、异足索沙蚕 *Lumbriconereis heteropoda*、长须沙蚕 *Nereis longior*、丝线沙蚕 *Audouinia* sp.、秀丽波纹蛤 *Raetellops pulchella*、深钩毛虫 *Sigambra bassi*、背尾水虱 *Ogyrides orientalis*、角突麦秆虫 *Gammarus* sp.、宽古甲涟虫 *Acetes chinensis*、棘刺锚参 *Protankyra bidentata*、日本鳞缘蛇尾 *Ophiophragmus japonicus* 等。

春季的优势种为拟特须虫、寡鳃齿吻沙蚕、深钩毛虫和中蚓虫，共 4 种；秋季优势种为拟特须虫、寡鳃齿吻沙蚕、半尖额涟虫 *Hemileucon* sp.、不倒翁虫、独指虫 *Aricidea fragilis*、深钩毛虫，共 6 种(表 2)。

表 2 主要大型底栖动物的优势度

Table 2 Dominance of the main macrobenthos

春季 Spring		秋季 Autumn	
种类 Species	优势度 Dominance(Y)	种类 Species	优势度 Dominance(Y)
拟特须虫 <i>P. paradoxa</i>	0.063	拟特须虫 <i>P. paradoxa</i>	0.084
寡鳃齿吻沙蚕 <i>N. oligobranchia</i>	0.038	寡鳃齿吻沙蚕 <i>N. oligobranchia</i>	0.059
深钩毛虫 <i>S. bassi</i>	0.032	深钩毛虫 <i>S. bassi</i>	0.021
中蚓虫 <i>M. californiensis</i>	0.021	半尖额涟虫 <i>Hemileucon</i> sp.	0.038
背尾水虱 <i>O. orientalis</i>	0.015	不倒翁虫 <i>S. scutata</i>	0.021
江户明樱蛤 <i>M. jedoensis</i>	0.011	独指虫 <i>A. fragilis</i>	0.021
指节扇毛虫 <i>A. anobothrusi formis</i>	0.010	背尾水虱 <i>O. orientalis</i>	0.018
背蚓虫 <i>N. latericeus</i>	0.010	脆壳理蛤 <i>T. fragilis</i>	0.018
不倒翁虫 <i>S. scutata</i>	0.007	中蚓虫 <i>M. californiensis</i>	0.015

### 2.3 大型底栖动物的丰度与生物量

就丰度而言,春季调查以 SR001 站最高,其次是 SR007 站,SR005 站最低;秋季调查以 SR007 站最高,其次是 SR005 站,SR002 站最低。就生物量而言,春季调查,以 SR005 站最高,其次是 SR007 站,SR002 站最低;秋季调查中,以 SR006 站最高,其次是 SR007 站,SR003 站最低(表 3)。

表 3 春、秋季大型底栖动物丰度和生物量  
Table 3 Abundance and biomass of macrobenthos in spring and autumn

站位 Station		SR001	SR002	SR003	SR004	SR005	SR006	SR007
春季 Spring	丰度 Abundance (ind/m <sup>2</sup> )	2 065	65	1 210	220	35	365	1 555
	生物量 Biomass (g/m <sup>2</sup> )	5.27	2.10	5.63	3.34	58.58	2.46	18.15
秋季 Autumn	丰度 Abundance (ind/m <sup>2</sup> )	610	520	800	1 250	1 881	710	1 907
	生物量 Biomass (g/m <sup>2</sup> )	4.97	9.50	1.07	11.38	4.14	107.23	44.95

对春、秋季大型底栖动物的丰度进行对比,日照临近海域大型底栖动物在站位 SR002、SR003、SR006、SR007 的丰度随春、秋季节的变化不明显,其余站位变化较大。

对春、秋季大型底栖动物的生物量进行对比,该海域大型底栖动物在站位 SR001、SR002、SR003、SR004 的生物量随春、秋季节的变化不明显,SR005、SR006、SR007 站位的变化较大。

本次调查,总平均丰度为 1 885 ind/m<sup>2</sup>,其中多毛类最高,占总平均丰度的 59.04%,其次是甲壳动物,占 25.09%,棘皮动物最低,仅占 1.80%;总平均生物量为 39.82g/m<sup>2</sup>,其中软体动物最高,占总平均生物量的 39.85%,其次是棘皮动物,占 33.56%,甲壳动物最低,仅占 5.81%(表 4)。

表 4 大型底栖动物总平均丰度与总平均生物量  
Table 4 The total mean abundance and biomass of the macrobenthos

生物类群 Biological community	多毛类 Polychaete	甲壳动物 Crustacea	软体动物 Mollusca	棘皮动物 Echinodermata	其他 Others	合计 Total
总平均丰度 Total mean abundance(ind/m <sup>2</sup> )	1 113	473	227	34	39	1 885
总平均生物量 Total mean biomass(g/m <sup>2</sup> )	4.03	2.31	15.87	13.36	4.24	39.82

### 2.4 大型底栖动物多样性

由表 5 可知,大型底栖动物的香农-威纳指数在春季的变化范围为 1.95~4.65,最低值位于 SR005 站,该站种类均匀度较高,但种类丰富度较低,说明影响该站位生物多样性指数的主要因素是生物种类数较少;种类均匀度指数变换范围为 0.76~0.98,最低值位于 SR001 站,与该站出现大量的背蚓虫和拟特须虫有关;种类丰富度指数的变化范围为 0.58~3.61,最低值位于 SR005 站。

大型底栖动物的香农-威纳指数在秋季的变化范围为 2.24~3.79,最低值位于 SR001 站,该站只采到 7 种,且个体数不均匀;种类均匀度指数的变化范围为 0.59~0.89,最低值位于 SR007 站,与该站出现大量半尖额涟虫有直接关系;种类丰富度指数的变化范围为 0.65~2.64,最低值位于 SR001 站。

春季调查站大型底栖动物的香农-威纳指数、均匀度指数以及种丰度指数的平均值均高于秋季,说明日照近海大型底栖动物多样性春季好于秋季。

表 5 春、秋季大型底栖动物多样性

Table 5 Biodiversity of macrobenthos investigated in spring and autumn

航次 Survey	指数 Index	站位 Station							平均值 Average
		SR001	SR002	SR003	SR004	SR005	SR006	SR007	
春季 Spring	$H'$	3.61	2.72	4.65	2.84	1.95	4.13	4.52	3.49
	$J'$	0.76	0.97	0.89	0.82	0.98	0.79	0.92	0.88
	$D$	2.36	1.00	3.61	1.29	0.58	3.49	3.41	2.25
秋季 Autumn	$H'$	2.24	3.54	3.07	3.44	3.63	2.78	3.79	3.21
	$J'$	0.80	0.89	0.83	0.74	0.75	0.59	0.81	0.77
	$D$	0.65	1.66	1.24	2.33	2.57	2.29	2.64	1.91

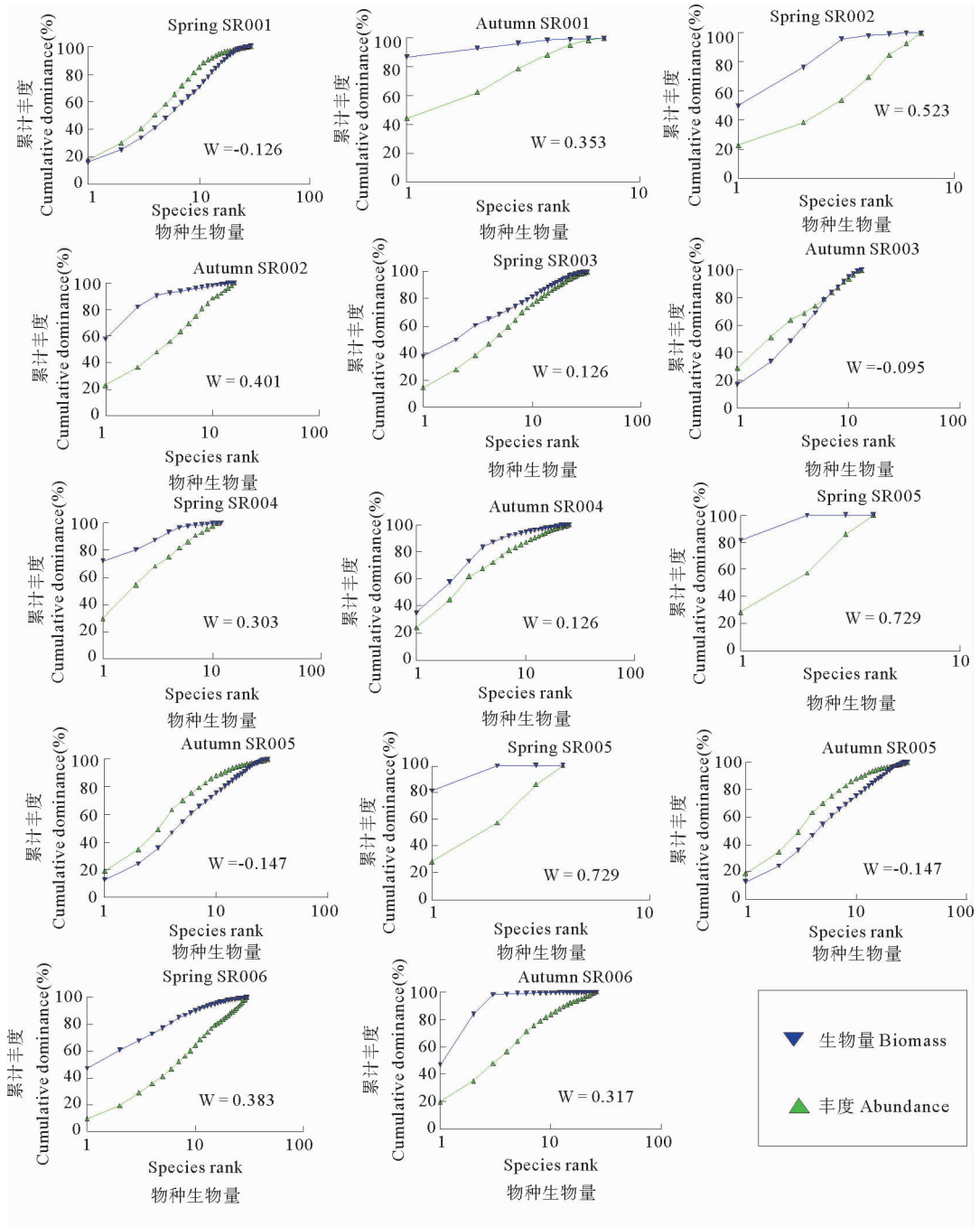


图 3 7 个站位的大型底栖动物丰度/生物量比较曲线

Fig. 3 Abundance/biomass comparison of macrobenthos in 7 stations

## 2.5 生物群落结构的稳定性

用 ABC 方法对 7 个站大型底栖动物群落进行分析(图 3)。总体而言,日照近海大型底栖动物群落结构稳定性较好,春季仅 SR001 站,秋季 SR003 站和 SR005 站的生物群落受到中度扰动。春季 SR001 站出现了大量的背蛔虫和拟特须虫,秋季 SR003 站有大量的寡鳃齿吻沙蚕出现,而秋季 SR005 站的寡鳃齿吻沙蚕和异蚓虫的数量也非常多,这可能是导致这些站位出现中度扰动的原因。

## 3 讨论

### 3.1 与历史数据对比

与 20 世纪 80 年代初期调查资料(高翔等 1989)进行比较可知,80 年代日照沿海常见的无脊椎动物达 140 余种,其中多毛类 14 种,甲壳动物 24 种,软体动物 67 种。本次调查共鉴定底栖动物 141 种,其中多毛类 54 种,甲壳动物 49 种,软体动物 25 种。两次调查结果在种类数量上基本相同;在种类组成上差别较大,多毛类与软体动物在种类组成上的地位互相转变,甲壳动物在两次调查中均处于第二位。90 年代,由于日照市加大对沿海区域的开发利用,如石臼港在原有煤码头的基础上,扩建大型集装箱码头,使原本的滩涂荡然无存;万平口附近围海造地,并建造高楼大厦,变成了市区的一部分;奎山嘴北岸修建了全市最大的发电厂及其垃圾掩埋地,占用了近乎全部滩涂(高翔等 2002)。正是由于日照近海环境的这种巨大变化,导致了 90 年代调查资料与本次调查结果相比,大型底栖动物在种类和数量的极大减少。

### 3.2 与胶州湾海域对比

胶州湾于 2002 年 4 个航次调查中,共采集到大型底栖动物 138 种,总平均密度为  $1\ 550\ \text{ind}/\text{m}^2$ ,总平均生物量为  $30\ \text{g}/\text{m}^2$ (田胜艳等 2010)。与胶州湾调查资料进行比较可知,日照近海大型底栖动物生物种类数量稍高于胶州湾,为 141 种;总平均丰度和总平均生物量也均高于胶州湾,分别为  $1\ 885\ \text{ind}/\text{m}^2$  和  $39.82\ \text{g}/\text{m}^2$ 。由此可见,日照近海大型底栖生物群落结构与胶州湾相比总体处于健康状态。

## 参 考 文 献

- 田胜艳,张文亮,于子山,张志南. 2010. 胶州湾大型底栖动物的丰度、生物量和生产量研究. 海洋科学, 34(6): 81-87
- 曲方圆,于子山,隋吉星,刘卫霞,张志南. 2009. 丰度生物量比较法应用局限性. 海洋科学, 33(6): 118-121
- 余方平,王伟定,金海卫,徐汉祥,潘国良,钟志. 2006. 2003 年夏季浙江沿岸大型底栖生物生态分布特征. 上海水产大学学报, 15(1): 59-64
- 张志南. 2000. 水层——底栖耦合生态动力学研究的某些进展. 青岛海洋大学学报, 30(1): 115-122
- 沈国英,施并章. 2002. 海洋生态学. 北京: 科学出版社
- 高翔,周晓燕. 1989. 石油污染海涂无脊椎动物影响. 河北大学学报, (S1): 97-102
- 高翔,徐敬明. 2002. 日照沿海开发对潮间带生境及底栖动物群落的影响. 海洋科学集刊, (44): 61-65
- 蔡立哲,马丽,高阳,郑天凌. 2002. 海洋底栖动物多样性指数污染程度评价标准的分析. 厦门大学学报, 41(5): 641-646
- GB12763. 6-2007, 海洋调查规范
- Beukema J J. 1988. An evaluation of the ABC-method (abundance/biomass comparison) as applied to macrozoobenthic communities living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. Marine Biology 99(3): 425-433
- Dauer DM, Luckenbach MW, Rodi AJ Jr. 1993. Abundance biomass comparison (ABC method): effects of an estuarine gradient, anoxic/hypoxic events and contaminated sediments. Marine Biology 116(3): 507-518