

Variation Characteristics of Macrobenthic Communities in the Intertidal Zone of Dajing, Southern Xiamen Bay

Yuqing Li¹, Mi Liu¹, Liang Jin^{1,2}, Dan Liu¹

¹Tan Kah Kee College, Xiamen University, Zhangzhou Fujian

²Key Laboratory of Estuarine Ecological Security and Environmental Health of Universities of Fujian Province, Tan Kah Kee College, Xiamen University, Zhangzhou Fujian

Email: jl002@xujc.com

Received: Oct. 4th, 2017; accepted: Oct. 19th, 2017; published: Oct. 31st, 2017

Abstract

In intertidal zones along South Xiamen Bay, 44 macrobenthos were collected, including 10 Crustacea, 23 Mollusk, 6 Annelida, 1 coelenterate, insect larvae, fish, nemertinean and sipuncula. The annual mean values of Shannon-Weiner diversity index, Margalef index and Pielou index were 1.637, 0.812 and 2.136, respectively. The mean values of density, biomass, productivity and *P/B* were 512 ind·m⁻², 548.029 g·m⁻², 325.14 g·m⁻²·a⁻¹ and 1.46. The mean values of Shannon-Weiner diversity index, Margalef index and Pielou index were highest in winter. The highest value of secondary productivity of macrobenthos appeared in winter. *Cerithidea microptera*, *Assimineia brevicula* and *Ostreidae* made a significant contribution to secondary productivity. The human activities including the construction of Shuangyu island and tidal-flat aquaculture were the main factors affecting the macrobenthic community.

Keywords

South Xiamen Bay, Macrobenthos, Community, Secondary Productivity, Intertidal Zone

厦门湾南岸大径潮间带大型底栖动物群落特征

李雨晴¹, 刘密¹, 金亮^{1,2}, 刘丹¹

¹厦门大学嘉庚学院, 福建 漳州

²厦门大学嘉庚学院河口生态安全与环境健康福建省高校重点实验室, 福建 漳州

Email: jl002@xujc.com

收稿日期: 2017年10月4日; 录用日期: 2017年10月19日; 发布日期: 2017年10月31日

摘要

2013年4月至12月,对位于厦门湾南岸的大径潮间带进行大型底栖动物数量分布、类群组成以及次级生产力的季节变化研究。结果表明:该潮间带共有大型底栖动物44种,其中甲壳动物10种,软体动物23种,环节动物6种,腔肠动物、昆虫幼虫、鱼类、纽形动物和星虫各1种。厦门湾南岸大径潮间带大型底栖动物年平均个体密度(N)、生物量(B)、次级生产力(P)和 P/B 值分别为 $512 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ 、 $548.029 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 、 $325.14 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 和1.46。厦门湾南岸大径潮间带大型底栖动物的多样性指数(H')、均匀性指数(J)和丰度指数(d)的全年均值分别为1.637、0.812和2.136; H' 、 J 和 d 都是夏季最高,而大型底栖动物的次级生产力最高值则出现在冬季。小翼拟蟹守螺、短拟招螺和牡蛎这3个物种对次级生产力的贡献最高。人类活动尤其是“双鱼岛”建设和滩涂养殖对厦门湾南岸潮间带的大型底栖动物群落有明显影响。

关键词

厦门湾南岸,大型底栖动物,群落,次级生产力,潮间带

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

由于沿海城市的快速发展,人口密度逐渐增加,对于发展空间和经济增长的需求更加强烈,围海造陆和海水养殖项目也日益得到人们的关注。潮间带湿地作为海陆交界的缓冲带受到人为的干扰,大型底栖动物作为湿地生态系统的一个主要类群扮演者重要的作用,通过探讨大型底栖动物的群落变化对湿地生态系统具有一定的指示作用[1]。厦门湾是东海与南海的交界处并流向内陆的一个半封闭式海域[2]。由于海岸带建设的热潮,一系列生态问题如海水富营养化等在此发生[3][4]。潮间带的大型底栖动物群落处在脆弱的生态交错区,对环境的变化非常敏感,但厦门湾潮间带的相关研究仅在海湾北岸即厦门岛进行[5][6],而对于厦门湾南岸即漳州港潮间带的研究未见报道。近年来,随着厦门湾南岸漳州开发区的快速发展,一系列人类活动尤其是离岸建岛“双鱼岛”的建设以及渔业养殖对海岸带的影响亟待了解。因此,本文研究了厦门湾南岸潮间带的大型底栖动物群落,以期对厦门湾海岸带保护提供资料。

2. 材料与方法

2.1. 样地概况

本研究的厦门湾南岸潮间带大型底栖动物采样地($24^{\circ}21'43''\text{N}$ 、 $118^{\circ}3'12''\text{E}$,图1)位于福建省龙海市大径村,周边有漳州开发区、漳州港、双鱼岛(2011年2月开工的离岸人工岛,是集海上旅游度假、特色文化艺术休闲活动、居住为主的生态型岛屿,规划面积 2.2 km^2)以及牡蛎养殖区,处于人类活动干扰强烈区。漳州开发区处在上海、台湾、香港三大经济区的中间地带,是福建省建设海峡西岸经济区的重要组成部分和漳州市港口经济发展的重要位置,硬相地质沉积物较多,淤泥和牡蛎壳为主。根据潮间带地貌特征和潮汐的情况,将采样区的潮间带滩涂分为外滩、中滩、内滩三个潮位,潮间带垂直总长约 $300\sim 600 \text{ m}$,样地设置集中在近海 200 m 内。内滩在距海岸线 $0\sim 80 \text{ m}$ 内,以较粗的颗粒性淤泥为主;中滩在距海岸线

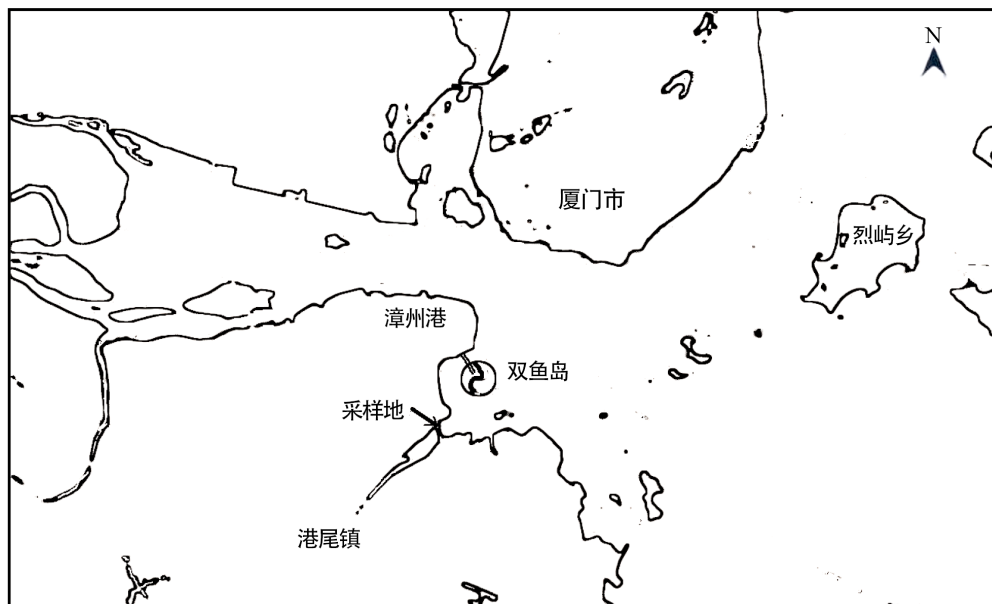


Figure 1. The map of sampling area of intertidal zones along South Xiamen Bay
图 1. 厦门湾南岸采样地点

80~160 m 内，以淤泥混合着牡蛎壳为主；外滩距离海岸线 160~200 m 内，以牡蛎壳主。

2.2. 大型底栖动物采样

于 2013 年 4 月、7 月、9 月、12 月(分别代表春夏秋冬 4 个季节)，以站点点为中心周边 5 m 内，在大径潮间带大型底栖动物采样地的外滩、中滩、内滩各随机挖取 5 个 $25 \times 25 \times 25$ cm (长 × 宽 × 深) 土壤样品。将土壤样品带回实验室后立即进行处理，首先把样品放入桶内加水搅拌，并用孔径为 0.5 mm 的网筛进行过滤，反复几次，把最后留在筛网的残渣放入塑料瓶用 5% 的福尔马林进行固定，随后是大型底栖动物的挑选、鉴定、计数和称重。

大型底栖动物的调查方法与标本处理均符合国家标准《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)。

2.3. 大型底栖动物生物指数及次级生产力计算方法

计算大型底栖动物的物种数(S)、个体密度(N , ind·m⁻²)、生物量(B , g·m⁻²)、多样性指数(H')、均匀性指数(J)、丰度指数(d)、次级生产力(P , g·m⁻²·a⁻¹)和 P/B 值。

多样性指数、均匀性指数、丰富度指数的计算公式[7]分别为：

$$H' = -\sum(N_i/N)(\log_2 N_i/N) \quad (1)$$

$$J = H'/\log_2 S \quad (2)$$

$$d = (S-1)/\log_2 N \quad (3)$$

其中， N 为单位面积内大型底栖动物的总个数； N_i 为单位面积内第 i 种大型底栖动物的个数； S 为采集到的大型底栖动物物种数。

大型底栖动物次级生产力的计算采用如下经验公式[8]：

$$\lg P = -0.4 + 1.007 \lg B - 0.27 \lg W \quad (4)$$

其中： B 为年平均生物量(g·m⁻²)； W 为年平均个体重量(g)； P 为年次级生产力(g·m⁻²·a⁻¹)。

3. 结果与分析

3.1. 厦门湾南岸潮间带大型底栖动物群落结构

经本研究调查, 2013 年厦门湾南岸潮间带有大型底栖动物 44 种(表 1), 包括甲壳动物 10 种(22.73%), 软体动物 23 种(52.72%), 环节动物 6 种(13.64%), 昆虫幼虫、珊瑚虫、鱼类、纽形动物和星虫各 1 种(2.27%)。

厦门湾大径潮间带大型底栖动物年均个体密度 $512 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$, 对不同季节而言, 夏季的大型底栖动物个体密度最高为 $181 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$, 其次是春季 $128 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$, 秋季 $112 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$, 冬季 $91 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ 。不同潮位大型底栖动物个体密度为中滩 > 外滩 > 内滩, 外滩和中滩的大型底栖动物个体密度夏季最高, 而内滩春季最高(图 2)。

大型底栖动物四个季度调查中夏季物种数最多为 24 种, 然后依次是春季 14 种, 秋季 12 种, 冬季 11 种。不同的潮间带大型底栖动物的分布为中滩最多为 24 种, 其次是外滩 18 种, 内滩 14 种(图 3)。四个季度采集的大型底栖动物种数均是甲壳动物、软体动物和环节动物占据绝对优势, 而每个季度均是软体动物的物种数占优势。春季和冬季是软体动物 > 甲壳动物 = 环节动物, 夏季是软体动物 > 环节动物 > 甲壳动物, 秋季为软体动物 > 甲壳动物 > 环节动物(图 4)。

厦门湾南岸潮间带大型底栖动物年均生物量为 $548.029 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, 大型底栖动物生物量不同于以往的其他区域的调查, 冬季生物量最高, 为 $201.316 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, 然后依次是夏季 $125.485 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, 秋季 $138.344 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, 春季最低为 $82.884 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。不同潮位的大型底栖动物生物量四个季节平均值, 中滩最高, 内滩最低(图 5)。

厦门湾南岸潮间带大型底栖动物的均匀性指数、多样性指数和丰富度指数的全年平均值分别为 0.812、1.637 和 2.136(表 2)。均匀性指数的三个滩位平均值夏季最高, 为 0.899, 其次分别是秋季(0.807)、冬季(0.789)、春季(0.753); 四个季节平均值, 外滩最高为 0.873, 内滩最低为 0.762。多样性指数的三个滩位平均值夏季最高为 2.09, 其次是冬季(1.637)、秋季(1.568)、春季(1.559); 四个季节平均值, 中滩最高(1.863), 内滩最低(1.317)。丰富度指数的三个滩位平均值夏季值最高(3.119), 其次分别是春季(1.987)、秋季(1.881)、冬季(1.556); 四个季节平均值, 中滩最高(2.615), 内滩最低(1.886)。

3.2. 厦门湾南岸潮间带大型底栖动物的次级生产力

大型底栖动物年平均次级生产力为 $325.14 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, 冬季最高为 $516.70 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, 然后依次是夏季、秋季和春季。对不同的潮位而言, 中滩的次级生产力最高, 其次是内滩和外滩(图 6)。四季的大型底栖动物平均 P/B 值为 1.46, 春季值最高为 1.49, 其次依次是夏季 1.38, 冬季 1.31, 秋季 0.98。不同潮位 P/B 值, 内滩最高为 2.16, 其次是中滩 1.19, 外滩 1.03(图 7)。

3.3. 厦门湾南岸潮间带大型底栖动物各季节的群落及次级生产力变化

按不同的季节参数, 厦门湾大型底栖动物的物种数、密度、均匀性指数、多样性指数和丰度指数均是在夏季达到最大值, 冬季值最小; 大型底栖动物生物量和次级生产力均是冬季为最大值, 春季值最小(表 3)。

4. 讨论

厦门湾南岸大径潮间带的大型底栖动物群落物种数夏季最高, 生物量冬季最高, 全年优势类群为多毛类。林和山等[9]调查表明, 深沪湾大型底栖动物的生物量春季或夏季较高, 而本研究的结果则不相同, 厦门湾南岸大型底栖动物的生物量冬季最高, 这与该区域的三个优势种小翼泥蟹守螺、短拟招螺、牡蛎大量分布有关。个体密度主要由个体小、密度大的小翼泥蟹守螺、异足索沙蚕、短拟招螺决定。生物量冬季较高主要由于牡蛎滩涂的影响, 中、内滩采集到的牡蛎数量较多且个体较大; 由于季节性的变化, 种群优势种的数量大幅度变化, 导致物种生物量的比值相对较少。

Table 1. The list of macrobenthos in intertidal zones along South Xiamen Bay
表 1. 厦门湾大径潮间带大型底栖动物名录

序号	物种	类群
1	才女虫 <i>Polydora ciliata</i>	环节动物
2	小头虫 <i>Capitella capitata</i>	
3	不倒翁虫 <i>Sternaspis scutata</i>	
4	异足索沙蚕 <i>Lumbrineris heteropoda</i>	
5	沼丝蚓 <i>Telmatodrilus</i>	
6	中华颤蚓 <i>Tubifex sinicus</i>	
7	悦目大眼蟹 <i>Macrophthalmus erato</i>	甲壳纲动物
8	拉氏大眼蟹 <i>Macrophthalmus latreillei</i>	
9	清白招潮 <i>Uca lactea</i>	
10	艾氏活额寄居蟹 <i>Diogenidae edwardsii</i>	
11	褶痕相手蟹 <i>Sesarma plicatum</i>	
12	红螯相手蟹 <i>Sesarma pictum</i>	
13	东方螳 <i>Charybdis dana</i>	
14	光辉圆扇蟹 <i>Sphaerozium nitidus</i>	
15	毛掌梯形蟹 <i>Trapezia cymodoce</i>	
16	钩虾 <i>Gammarus</i> sp.	
17	小翼拟蟹守螺 <i>Cerithidea microptera</i>	软体动物
18	短拟沼螺 <i>Assiminea brevicula</i>	
19	平轴螺 <i>Planaxis sulcatus</i>	
20	大口乳玉螺 <i>Polinices macrostoma</i>	
21	花笠螺 <i>Cellana toreuma</i>	
22	粒花冠小月螺 <i>Lunella coronate</i>	
23	齿纹蜒螺 <i>Nerita yoldii</i>	
24	泥螺 <i>Bullacta exarata</i>	
25	黑莽麦蛤 <i>Xenostrobus atrata</i>	
26	凸壳肌蛤 <i>Mytilidae senhousia</i>	
27	香港牡蛎 <i>Crassostrea rivularis</i>	
28	牡蛎 <i>Crassostrea</i> sp.	
29	僧帽牡蛎 <i>Saccostrea cucullata</i>	
30	缢蛏 <i>Sinonovacula constricta</i>	
31	尖刀蛏 <i>Cultellus scalprum</i>	
32	青蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	
33	菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>	
34	伊萨伯雪蛤 <i>Clausinella isabellina</i>	
35	中国绿螂 <i>Glaucanome chinensis</i>	
36	粉红樱蛤 <i>Bathytellina citrocarnea</i>	
37	被角樱蛤 <i>Angulus vestalioides</i>	
38	环纹坚石蛤 <i>Atactodea striata</i>	
39	青蚶 <i>Barbatia virescens</i>	
40	摇蚊科一种 <i>Chironomas</i> sp.	昆虫纲动物
41	纵条肌海葵 <i>Haliplanella luciae</i>	珊瑚纲动物
42	脑纽虫 <i>Cerebratulina spp</i>	纽形动物
43	弹涂鱼 <i>Periophthalmus cantonensis</i>	脊索动物
44	可口革囊星虫 <i>Phasolosma esculenta</i>	星虫动物

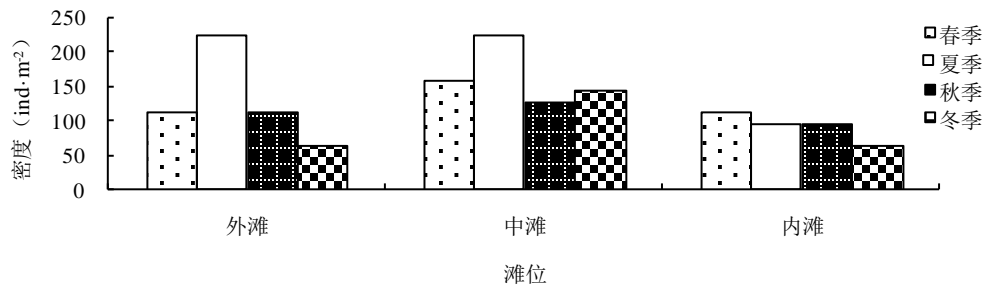


Figure 2. Abundance of macrobenthos in intertidal zones along South Xiamen Bay
图 2. 厦门湾南岸潮间带大型底栖动物的个体密度

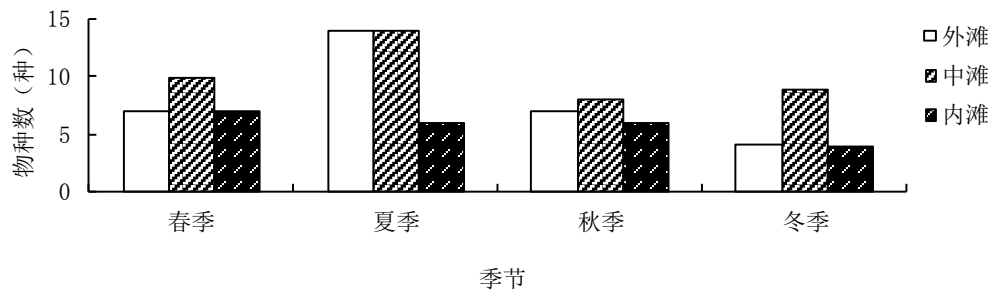


Figure 3. Seasonal variation in species number of macrobenthos in intertidal zones along South Xiamen Bay
图 3. 厦门湾南岸不同潮带大型底栖动物物种数的季节变化

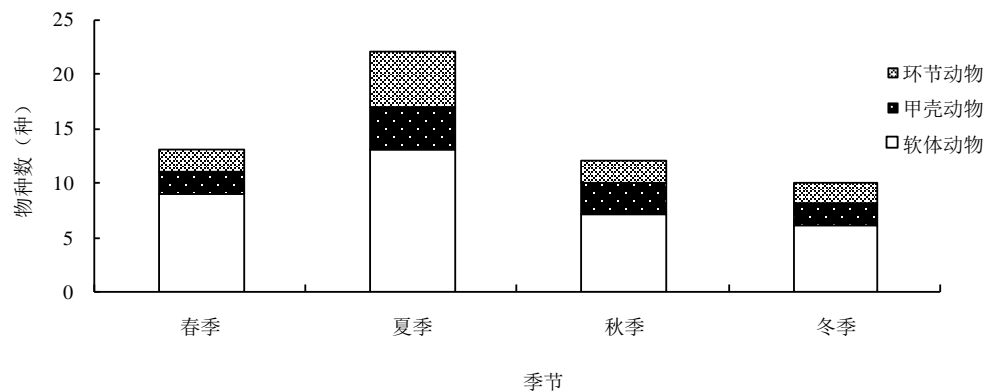


Figure 4. Seasonal variation in species number of population of macrobenthos in intertidal zones along South Xiamen Bay
图 4. 厦门湾南岸不同潮带大型底栖动物各种群物种数的季节变化

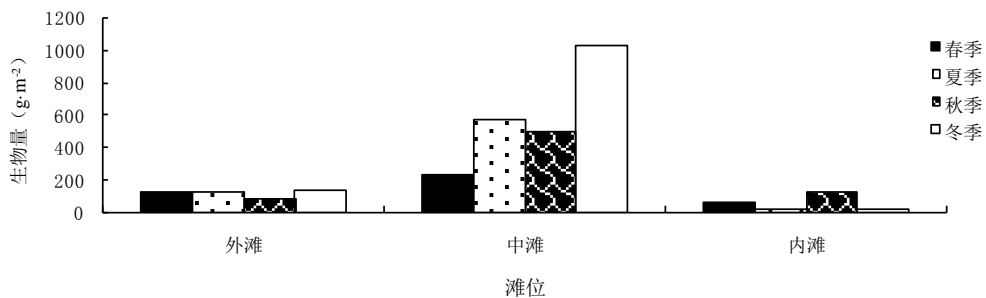


Figure 5. Biomass of macrobenthos in intertidal zones along South Xiamen Bay
图 5. 厦门湾南岸潮间带大型底栖动物生物量

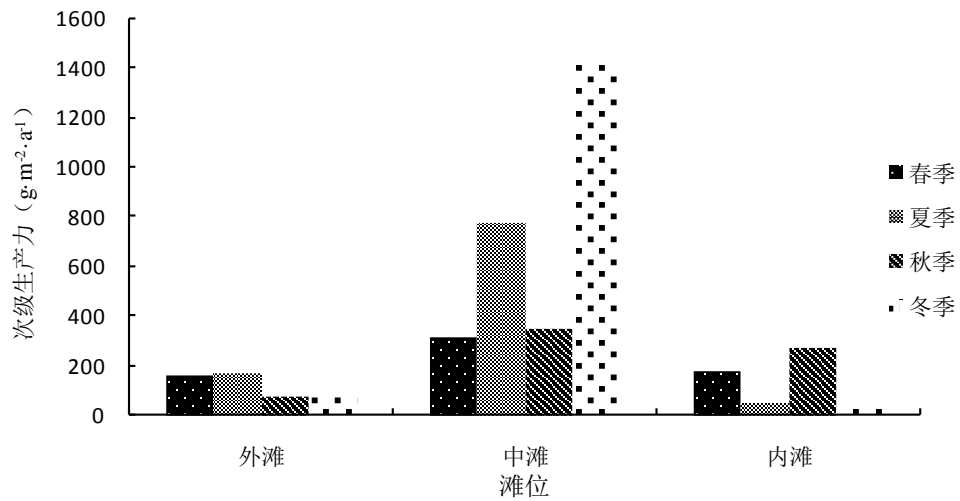


Figure 6. Secondary productivity of macrobenthos in intertidal zones of South Xiamen Bay
图 6. 厦门湾大径潮间带大型底栖动物次级生产力

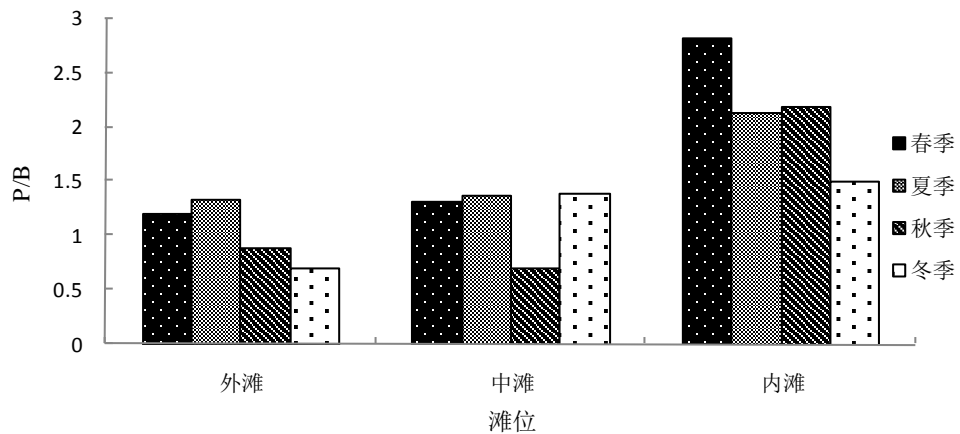


Figure 7. P/B of macrobenthos in intertidal zones of South Xiamen Bay
图 7. 厦门湾南岸潮间带大型底栖动物 P/B

Table 2. Diversity index, evenness index and richness index of macrobenthos in intertidal zones along South Xiamen Bay
表 2. 厦门湾南岸潮间带大型底栖动物的多样性指数、均匀性指数和丰富度指数

滩位	多样性指数				均匀性指数				丰富度指数			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
外滩	1.724	2.375	1.615	1.215	0.886	0.900	0.830	0.876	1.605	3.323	1.662	1.038
中滩	1.814	2.103	1.739	1.796	0.788	0.797	0.836	0.780	2.574	3.244	1.969	2.673
内滩	1.140	1.792	1.350	0.985	0.586	1.000	0.753	0.711	1.782	2.791	2.012	0.957
平均值	1.559	2.090	1.568	1.332	0.753	0.899	0.806	0.789	1.987	3.119	1.881	1.556

周时强等[10]研究了福建海岛潮间带岩相、泥滩和沙滩三种生境的大型底栖动物,发现大型底栖动物群落与生境类型有密切关系。本研究中的厦门湾南岸的生境类型与三门湾非常相似,但是三门湾的大型底栖动物丰度指数、均匀性指数和多样性指数明显高于厦门湾南岸,三门湾的大型底栖动物物种数更多,多样性程度更高,外部人为干扰强度相对较低[11]。P/B 值表示生物的生命周期,值越大表示生命周期越

Table 3. Seasonal variation of macrobenthic communities and their secondary productivity in intertidal zones of South Xiamen Bay**表 3.** 厦门湾南岸大型底栖动物群落及次级生产力的季节变化

参数	春	夏	秋	冬
物种数	8.00 ± 1.73	11.33 ± 4.62	7.00 ± 1.00	5.67 ± 2.89
密度	128 ± 22.63	181.33 ± 60.34	112.00 ± 13.06	90.67 ± 37.71
生物量	144.71 ± 72.18	242.53 ± 236.37	235.56 ± 184.96	395.93 ± 453.64
次级生产力	216.66 ± 68.26	335.22 ± 316.61	231.96 ± 114.33	516.70 ± 643.77
均匀性指数	0.75 ± 0.12	0.90 ± 0.08	0.81 ± 0.04	0.79 ± 0.07
多样性指数	1.56 ± 0.30	2.09 ± 0.24	1.57 ± 0.16	1.33 ± 0.34
丰度指数	1.99 ± 0.42	3.12 ± 0.23	1.88 ± 0.16	1.56 ± 0.79
P/B	1.78 ± 0.74	1.61 ± 0.38	1.26 ± 0.66	1.19 ± 0.35

Table 4. Comparison of macrobenthos between South Xiamen Bay and some of other coastal waters**表 4.** 厦门湾南岸海域大型底栖动物群落与其他海域的比较

区域	个体密度 (ind·m ⁻²)	生物量 (g·m ⁻²)	次级生产力 (g·m ⁻² ·a ⁻¹)	丰富度指数	均匀性指数	多样性指数	文献来源
厦门湾南岸	512.00	548.029	317.47	2.14	0.81	1.64	本文
三门湾	72.00	17.36	/	2.54	0.90	1.71	[11]
福建海坛海峡	571.50	12.14	3.72	3.27	0.78	3.42	[12]
泉州湾	1628.00	87.10	/	3.93	0.65	2.91	[13]
海州湾	1790.00	185.11	/	1.10	0.87	2.90	[14]

长。厦门湾海域的年平均 P/B 值为 1.46，这比周细平等[6]调查的厦门西海域大型底栖动物的 P/B 值高，说明厦门湾南岸海域大型底栖动物生命周期较长，更易受到外界环境的影响。与福建海坛海峡和泉州湾的大型底栖动物相比，厦门湾南岸的丰度和多样性指数明显较低(表 4)。多样性指数显示一个区域生物多样化程度，厦门湾南岸的大型底栖动物多样化程度较低，物种数也较少。但是次级生产力却相对较高，这是由于该区域存在大面积的牡蛎人工养殖，因此使得本研究中的大型底栖动物生物量相对偏高。这一现象表明，滩涂水产养殖对区域内大型底栖动物群落动态造成了干扰，产生了不同程度的影响。

位于厦门湾南岸的人工海岛“双鱼岛”建设之前，国家海洋局第三海洋研究所 2006 年在厦门湾南岸的本研究同一地点进行的大型底栖动物调查中[15]，鉴定出多毛类 44 种，软体动物 17 种，甲壳动物 18 种，棘皮动物 3 种和其他动物 3 种，平均栖息密度达到 132 ind·m⁻²，而本研究中记录到的物种明显减少，可见人工海岛的建设对附近海域以及潮间带的生物群落造成了明显的扰动，影响程度不容忽视。由于大型底栖动物的群落空间分布以及生物量等极易受到底质、潮汐、温度以及水文等多种因素的影响[16] [17]，而 2006~2013 年间，双鱼岛的建设改变了该区域的水文状况和底质沉积，导致本研究中调查到的大型底栖动物种类明显减少。由此可见，围填海和人工造岛对厦门湾南岸的底栖动物群落和生态系统造成一定程度的影响。

基金项目

福建省中青年教育科研项目(JA15616)。

参考文献 (References)

- [1] 任鹏, 方平福, 鲍毅新, 等. 漩门湾不同类型湿地大型底栖动物群落特征比较研究[J]. 生态学报, 2016, 36(18): 1-14.
- [2] 吴启泉, 蔡尔西, 何明海, 等. 台湾海峡西部海域底栖生物生态研究[J]. 海洋学报, 1985, 7(3): 378-387.
- [3] 林辉, 张元标. 厦门湾富营养化程度趋势变化研究[J]. 台湾海峡, 2008, 27(3): 347-355.
- [4] 李庆召, 李国新, 罗专溪, 等. 厦门湾海域表层沉积物重金属和多环芳烃污染特征及生态风险评估[J]. 环境化学, 2009, 28(6): 869-875.
- [5] 黄宗国, 洪荣标, 张荔峰. 厦门湾的物种研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2006, 45(2): 10-15.
- [6] 周细平, 蔡立哲, 梁俊彦, 等. 厦门海域大型底栖动物次级生产力的初步研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2008, 47(6): 902-906.
- [7] 杜飞雁, 张汉华, 李纯厚, 等. 大亚湾大型底栖动物种类组成及物种多样性[J]. 中国水产科学, 2008, 15(2): 252-259.
- [8] Brey, T. (1990) Estimating Productivity of Macrobenthic Invertebrates from Biomass and Mean Individual Weight. *Archive of Fishery and Marine Research*, **32**, 329-343.
- [9] 林和山, 蔡立哲, 梁俊彦, 等. 深沪湾大型底栖动物群落及其次级生产力初步研究[J]. 台湾海峡, 2009, 28(4): 520-525.
- [10] 周时强, 郭丰, 吴荔生, 等. 福建海岛潮间带底栖生物群落生态的研究[J]. 海洋学报(中文版), 2001, 23(5): 104-109.
- [11] 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.
- [12] 吕小梅, 方少华, 张跃平, 等. 福建海坛海峡潮间带大型底栖动物群落结构及次级生产力[J]. 动物学报, 2008, 54(3): 428-435.
- [13] 卓异, 蔡立哲, 郭涛, 等. 泉州湾埭埔潮间带大型底栖动物群落的时空分布[J]. 生态学报, 2014, 34(5): 1244-1252.
- [14] 李军, 季相星, 姜玲, 等. 海州湾潮间带大型底栖动物多样性研究[J]. 环境监测与预警, 2017, 9(4): 45-48.
- [15] 国家海洋局第三海洋研究所. 招商局漳州开发区人工岛工程环境影响报告[R]. 福建厦门: 国家海洋局第三海洋研究所, 2006.
- [16] 李晓静, 周政权, 陈琳琳, 等. 渤海湾曹妃甸围填海工程对大型底栖动物群落的影响[J]. 海洋与湖沼, 2017, 48(3): 617-627.
- [17] 庄骅, 蒋建飞, 吴惠仙. 洋山港建设对小洋山岛潮间带大型底栖动物的影响[J]. 海洋湖沼通报, 2014, 1(5): 155-160.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2376-4260, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ams@hanspub.org