

九龙江口海门岛红树林湿地大型底栖动物群落生态研究

周细平^{1,2} 徐帅良¹ 吴培芳¹ 李艺蝉¹ 沈露¹ 吴兆东¹,
刘爽¹ 刘东艳³ 王玉珏³ 王跃启³

(1. 厦门大学嘉庚学院环境科学与工程学院 福建 漳州 363105;
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 363105;
3. 中国科学院海岸带环境过程与生态修复重点实验室 山东 烟台 264003)

摘要: 为研究福建省九龙江口海门岛大型底栖动物的群落结构变化,于2014年11月至2015年8月对海门岛红树林区的大型底栖动物进行4个季度的调查研究,并利用PRIMER软件进行群落物种多样性单变量分析、群落聚类分析(Cluster)、多维尺度排序(MDS)分析和丰度/生物量曲线(ABC)分析。结果表明:九龙江口海门岛红树林区获得大型底栖动物共计112种,年平均生物量为77.58 g/m²,年平均栖息密度为991.0 ind/m²,Shannon-Wiener多样性指数(H')、丰富度指数(d)和均匀度指数(J')分别为2.42、5.02和0.70,其中春季生物多样性指数和均匀度指数均最低,与春季生物的繁殖有关。ABC曲线表明该区域有三分之一采样点的大型底栖动物群落受到中等到严重程度的扰动,主要集中在春季站位,这与该季节渔民滩涂养殖作业活动有关。Cluster聚类分析和MDS标序结果表明,在50%的相似性水平群落可分为6组,且不同组间显示季节差异显著。结合历史资料发现,大型底栖动物群落随环境质量的变化已出现了一定的群落演替,物种呈小型化趋势。环境因子与群落分布特征相关性较大,其中最能解释群落丰度和生物量空间分布特征的环境因子为水温、盐度和有机质含量。

关键词: 海洋生物学; 红树林; 大型底栖动物; 群落结构分析

DOI: 10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2019. 01. 003

中图分类号: P735

文献标识码: A

文章编号: 2095-4972(2019)01-0021-09

九龙江是福建省第二大河流,其河口湿地类型为红树林湿地。红树林湿地是我国重要的湿地类型之一^[1],其在净化水体、防风护堤、有机物生产、为邻近水生生物提供栖息地等方面有重要意义^[2],同时具有很高的科研价值。近年来,九龙江上游工业发展,废水排放带来明显增加的氮和磷营养盐通量^[3],河口周边不合理围垦导致天然湿地面积减少,特别是海上运输业的快速发展,造成了河道两旁滩涂侵蚀严重和九龙江口湿地生态系统的破坏^[4-5]。因此,对九龙江口生态环境的健康程度进行跟踪和评价具有重要的经济意义和生态意义。

大型底栖动物是海洋生物中重要的群落之一,在海洋食物链中占有十分重要的地位^[6]。在红树林

生态系统中,底栖动物栖息于红树林下的沉积物中,能起到促进系统产生有机物而间接影响底质环境中的其他生物^[7-8]。同时,由于底栖动物运动能力差,回避污染和生态破坏的能力较弱^[9],具有影响红树林植物生长、改变沉积物性质的作用^[5],可以改变红树林生态系统动力学过程,国内外许多学者将其作为指示红树林生态系统健康程度的重要指标^[10-12]。

蔡立哲等(2006)认为研究大型底栖动物群落动态变化有助于揭示海洋环境特征,评价河口地区海洋环境的健康程度,体现当地环境的受污染情况^[13]。鉴于河口区的重要生态地位,国内外学者对大型底栖动物在潮间带红树林生态系统中的地位和生态作用展开了大量研究^[14-15]。Macnae(1968)根据印度西太平

收稿日期: 2018-02-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41606119);福建省自然科学基金资助项目(2017J05068);2016年度福建省高等学校新世纪优秀人才支持计划资助项目(闽教科[2017]52号)

作者简介: 周细平(1981—),女,副教授,博士;E-mail: zoezhou@xujc.com

栖动物 112 种,其中软体类动物种类数 35 种,占 31%;多毛类动物种类数 42 种,占 38%;甲壳类动物种类数有 26 种,占 23%。物种数在空间和季节上的变化可见图 2。优势种主要有:弧边招潮蟹(*Ocyropsida stimpsoni*)、光滑河篮蛤(*Potamocorbula laevis*)、淡

水泥蟹(*Ilyoplax tansuiensis*)、短拟沼螺(*Assiminea brevicula*)、焦河篮蛤(*Potamocorbula ustulata*)、缢蛏(*Sinonovacula constrzcta*)、半褶织纹螺(*Nassarius semiplicata*)。

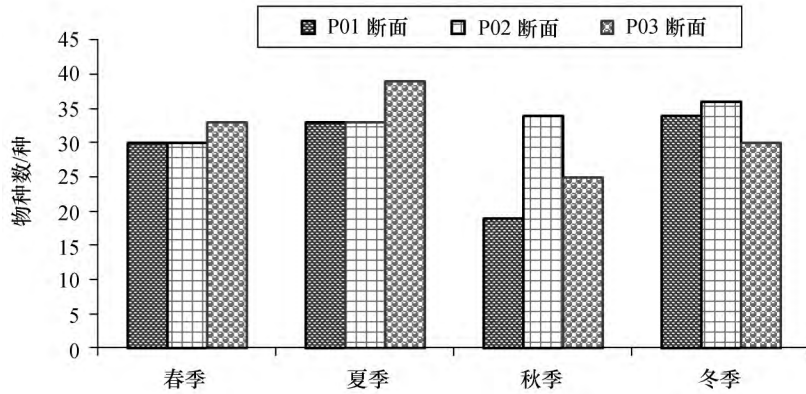


图 2 大型底栖动物物种数水平分布与季节变化

Fig. 2 Horizontal distribution and seasonal variation of macrobenthic species

2.2 海门岛大型底栖动物密度和生物量

大型底栖动物年平均密度和年平均生物量分别为 991.0 ind/m²和 77.58 g/m²。生物密度与生物量的时空分布规律有所不同,具体分布变化如图 3 所示。其中,密度最高出现在春季的 P01 断面(2 325.3

ind/m²),生物量最高出现在秋季的 P03 断面(419.48 g/m²);此外密度与生物量会随着潮区的不同而改变,在中潮区生物密度(1 271.1 ind/m²)与生物量(108.02 g/m²)最高,高潮区与低潮区则相对较低。

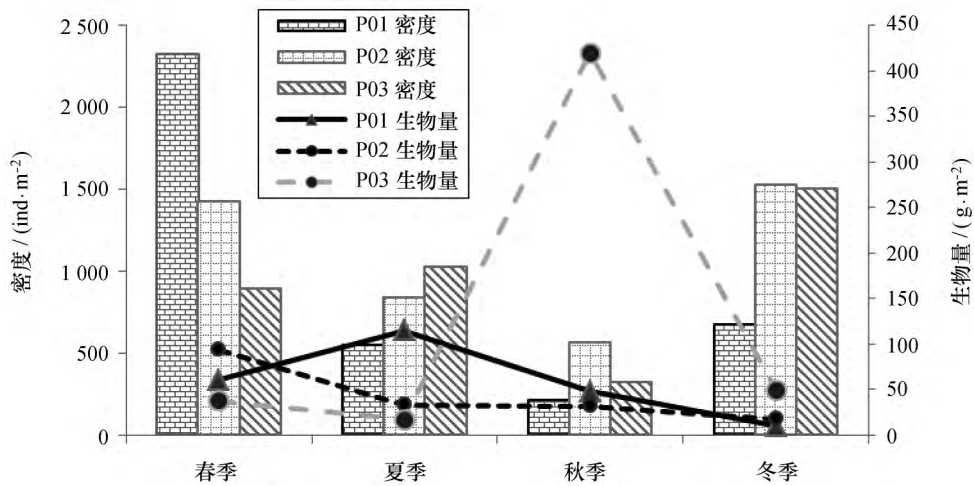


图 3 大型底栖动物密度和生物量的水平分布与季节变化

Fig. 3 Horizontal distribution and seasonal change of abundance and biomass of macrobenthos

2.3 海门岛大型底栖动物群落结构

在 Bray-Curtis 相似性系数基础上对海门岛红树林区的大型底栖动物群落进行聚类分析和 MDS 标序。聚类分析结果发现(图 4、5),在 50% 相似性水平时,该群落可被分成 6 组。其中,秋季 3 条断面在相似性水平为 38.90% 时合并为 1 组,而夏季

在相似性水平为 56.50% 时合并为 1 组,春季在相似性水平为 58.38% 时合为 1 组。MDS 结果表明,胁迫系数(stress)为 0.09,有较好的可信度。秋季和夏季的站位分别聚合,春季和冬季较为接近但也显示同个季度的群落相似性更高,群落结构更为接近。整体上,不同季度获得的大型底栖动物差

异显著, 秋季和夏季群落结构区别明显, 春季和冬季的群落结构也更多受季节影响. MDS 分析与聚类分析结果一致.

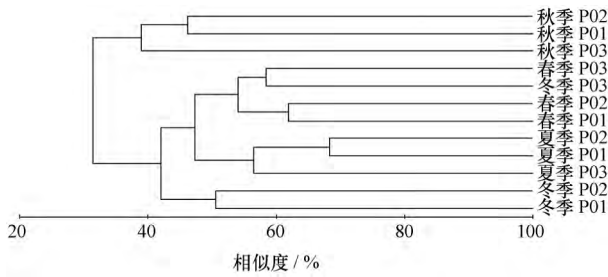


图 4 红树林区 12 个站次大型底栖动物群落聚类分析

Fig. 4 Cluster analysis of macrofaunal community at twelve samplings in mangrove area

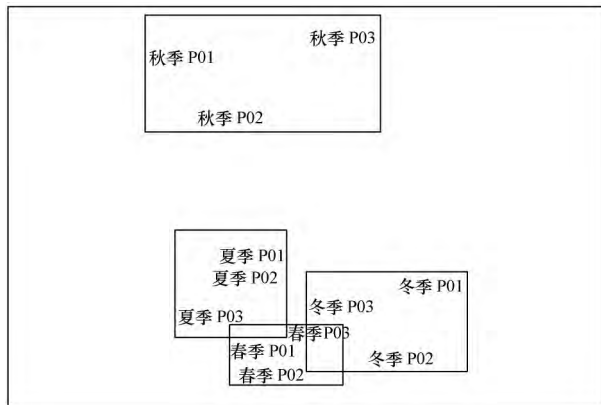


图 5 红树林区 12 个站次大型底栖动物的 MDS 标序

Fig. 5 MDS analysis of macrofaunal community at twelve samplings in mangrove area
图中胁迫系数 (stress) 为 0.09

有站位的三分之一, 表明该站位底栖动物群落受到中等程度的干扰, 其他断面生物量曲线均在丰度曲线之上, 说明大部分地区受到干扰的程度较轻甚至没有.

表 1 海门岛大型底栖动物群落多样性指数

Tab. 1 Diversity indexes of macrofaunal community at Haimen Island

季节	断面	多样性指数	丰富度指数	均匀度指数
春季	P01	1.77	4.05	0.52
	P02	2.02	4.33	0.59
	P03	2.68	5.17	0.77
夏季	P01	2.72	5.59	0.78
	P02	2.66	5.37	0.75
	P03	2.45	5.98	0.67
秋季	P01	1.91	3.77	0.65
	P02	2.53	5.55	0.72
	P03	2.09	5.23	0.63
冬季	P01	2.81	5.53	0.80
	P02	2.79	5.18	0.78
	P03	2.58	4.44	0.76
年平均	海门岛	2.42	5.02	0.70

2.4 海门岛大型底栖动物多样性分析

采用 PRIMER 软件进行群落物种多样性的单变量分析, 结果表明生物多样性指数最低出现在春季 P01 断面, 仅为 1.77, 最高出现在冬季 P01 断面, 多样性指数为 2.81; 丰富度方面, 以秋季 P01 断面丰富度最低, 为 3.77, 夏季 P03 断面丰富度最高, 为 5.98. 四个季度的丰富度随多样性指数的变化而变化(表 1).

2.5 海门岛红树林底栖动物丰度-生物量比较曲线

丰度生物量比较法中, 如果底栖动物群落结构平衡, 则生物量曲线在丰度曲线之上, 反之, 如果群落受到中度或更严重的扰动, 生物量曲线会与丰度曲线交叉, 或者生物量曲线位于丰度曲线之下^[23]. 根据图 6 所示, 春季的 3 条断面和夏季的 P03 断面的丰度曲线和生物量曲线交叉重叠现象明显, 占所

2.6 海门岛大型底栖动物与环境的关系

本研究在海门岛潮间带测定的环境因子结果见表 2, 其中温度、盐度和 pH 值均为 4 个季度的平均值, 底质粒径、总氮和总磷为 2014 年秋季采集的沉积物测得. 结果显示, 底质粒径方面各断面 3 个潮带的粒径组成均以粉砂为主; 在总氮含量方面, P01 断面数值最高, P03 断面最低, 且 3 条断面中潮区总氮皆高于或等于高潮区的含量; 有机质方面, 根据《全国海岛资源综合调查简明规程》中规定的《底质污染物质评价标准》, 有机质含量临界值为 3.4%, 本次调查中所检测取样站有机质含量均未超标, 其中 P03 断面有机质含量较低. 温度、盐度和 pH 值的结果在不同断面均有波动, 这与各断面所处位置不同有一定的关系.

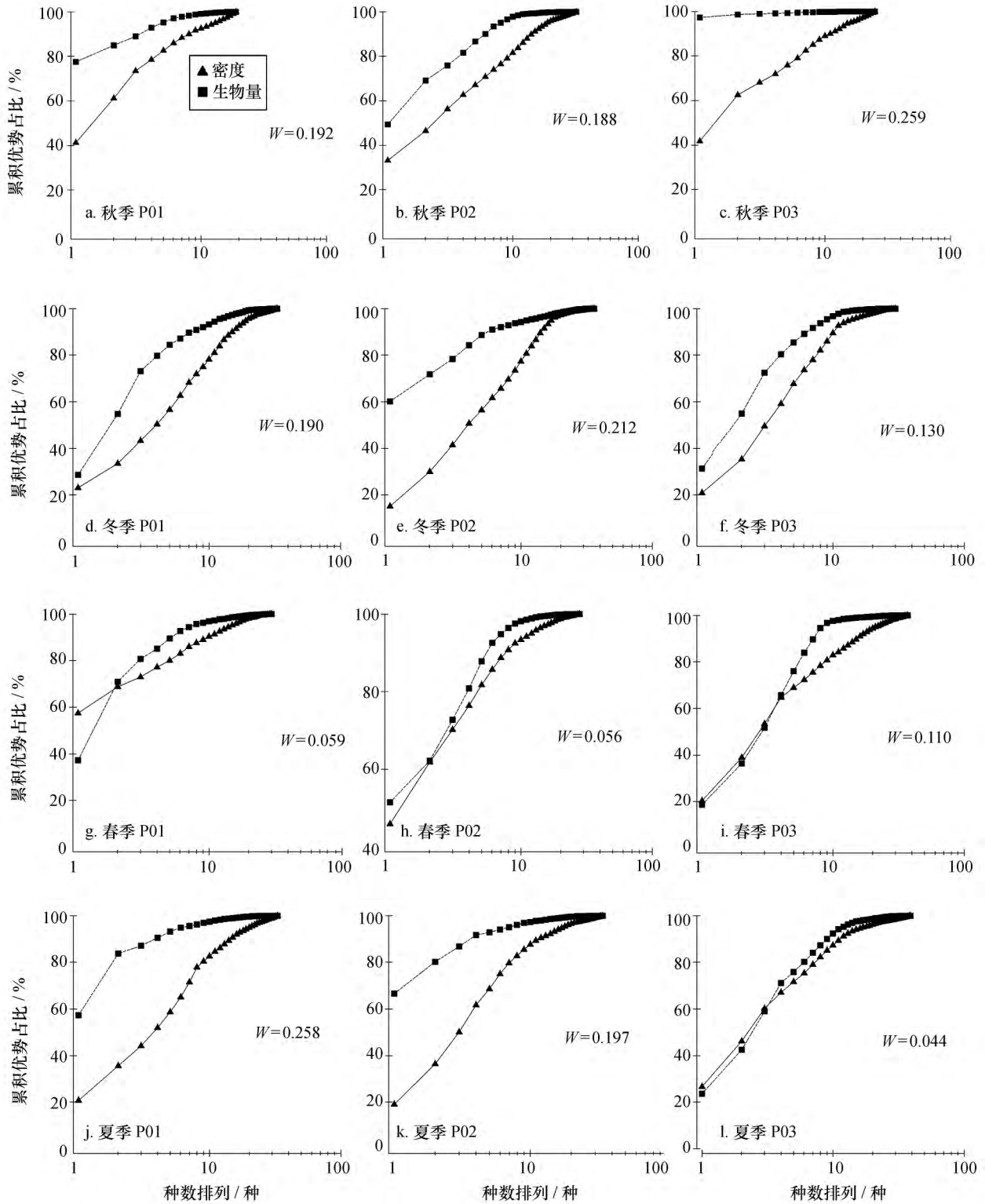


图 6 海门岛所有站位的 ABC 曲线

Fig. 6 ABC curves at all stations in Haimen Island

表 2 海门岛红树林区各断面环境因素

Tab. 2 Environmental factors in Haimen Island mangrove area

断面	潮区	粘土 (0 ~ 4 μm) / %	粉砂 (4 ~ 63 μm) / %	砂 (> 63 μm) / %	TN / %	TOC / %	有机质含量 / %	温度 / °C	盐度	pH
P01 断面	高	10.38	82.39	7.23	0.11	0.98	1.69	20.47	18.04	7.81

续表 2

断面	潮区	粘土 (0~4 μm) /%	粉砂 (4~63 μm) /%	砂 (>63 μm) /%	TN /%	TOC /%	有机质含量 /%	温度 /℃	盐度	pH
P02 断面	中	9.52	79.64	10.84	0.11	1.21	2.09			
	低	9.90	79.96	10.14	-	-	-			
	高	8.94	79.66	11.41	0.08	1.23	2.12	19.94	19.84	7.39
P03 断面	中	11.05	81.12	7.83	0.10	0.88	1.52			
	低	8.79	74.43	16.78	-	-	-			
	高	10.13	81.46	8.42	0.05	1.09	1.88	19.66	15.97	7.84
	中	11.27	81.88	6.85	0.09	0.88	1.52			
	低	9.54	81.49	8.97	-	-	-			

注“-”表示未检测;其中温度、盐度和 pH 为海水检测结果,表中温度、盐度和 pH 数据为 5 次检测结果的平均值

2.7 讨论

2.7.1 大型底栖动物群落组成分析 九龙江河口区潮间带大型底栖动物有一定的历史资料积累,考虑到大型底栖动物在环境监测方面的重要作用,我们对同在九龙江口红树林区潮间带进行大型底栖动物研究的历史资料和当前研究进行了对比.通过比较发现,该区域的物种数(112种)明显高于1982年的调查结果(66种)^[17],其中多毛类的种类数由历史上的5种^[17]和12种(仅考虑海门岛红树林区)^[24]增加为42种,可见调查区域大型底栖动物群落随环境的变化已出现了一定的群落演替,且物种呈小型化趋势,尤其是九龙江入海口处,物种组成由历史上较单一转变为小型软体动物如短拟沼螺(*Assiminea brevicula*)和多毛类类占密度的绝对优势.其次本次调查与历史研究在采样区域和调查方法等方面有所差异有关,例如进行样品清洗的套筛由历史上使用的1.0mm改为0.5mm,再者也与九龙江河口区较历史上更为严重的扰动程度^[2]有关.以上因素对大型底栖动物群落组成都将造成影响.

2.7.2 大型底栖动物群落特征分析 本研究中各取样点的多样性指数 H' 值都较低,所有站位 H' 值不超过 3.0,显示中等污染程度.在季度分布上,夏季和冬季的多样性指数均高于春季和秋季;同一季节不同地点的 H' 值略有差异,P01 断面多样性指数最低,P02 断面多样性指数最高,意味着群落结构在时间上有一定的波动.生物多样性指数和 ABC 曲线的研究显示,春季生物多样性指数较其他季度最低,该季度 ABC 曲线中丰度曲线和生物量曲线交叉现象明显,显示两者所指示的群落状态一致.丰度生物量比较法因能反映污染物的实际效应,反映环境中各种污染物协同与拮抗作用对生物的综合影响,尤

其是轻度污染的长期效应,因此被认为是评价、监测海洋污染的行之有效的办法^[25].由于春季海门岛海水养殖和滩涂养殖逐渐恢复,鱼塘换水更加频繁,为红树林地区带来了大量的人为扰动,对滩涂的破坏较高,生物多样性指数和丰度指数均有明显的下降趋势,同样,表现在 ABC 曲线中,春季三条断面的生物量曲线明显和丰度曲线相交,也表明了这段时间红树林地区人为扰动较大.

本次调查的大型底栖动物种类组成各断面均以多毛类为主,但不同季度的优势种不同:秋季 P03 断面滩涂被邻近周边渔民承包养殖缢蛭,在该断面的中潮区和低潮区获得大量缢蛭,栖息密度高达 405.3 ind/m²,占秋季 P03 断面总密度的 42.0%;同时其也是该断面的生物量贡献率最大的生物种,其生物量为 408.23 g/m²,占秋季 P03 断面总生物量的 97.3%.但是 P03 断面的其他类型的生物却很少,可能是在投放缢蛭幼苗时,渔民会在周边全区喷洒氰化物以消灭敌害生物.徐承斌(1996)也发现 10 月至 11 月缢蛭成熟期,其他类生物的多样性减少^[26].这种人为的干扰,单向地增加了软体类动物的个体数量,却压缩了其他生物如多毛类、甲壳类动物的生活空间,其结果是减少了其物种的种类数,降低了整个红树林生态系统的生物多样性.

2.7.3 环境因子对大型底栖动物群落的影响 基于国内各项红树林区大型底栖动物群落及环境因子的研究结果,我们认为大型底栖动物的分布存在着地点差异是一种普遍情况.在不同的地点,盐度、温度、底质类型、沉积物性质、潮位线和红树林植物种类等的差异构成了影响大型底栖动物的众多环境因子,并且环境因子对于大型底栖动物的影响相当复杂,所以底栖动物的分布差异也是必然存在的.

对国内南部沿海红树林潮间带包括广东雷州半岛、海门岛(本研究)、深圳湾、珠江三角洲、同安湾和泉州湾大型底栖动物群落进行比较,总结分析为:在物种数方面,广东雷州半岛^[27]和海门岛红树林区大型底栖动物种类数明显要高于其他几个红树林区,这除了与采样的空间范围和调查的时间跨度有关外,在滩涂进行围垦也是影响的因素之一;其次海门岛红树林区大型底栖动物的平均密度在所有领域中处于中间位置,这是由于城市快速发展的原因,深圳湾^[28]和珠江三角洲^[29]都受到较为严重的有机污染,而在同安湾^[30]和泉州湾^[31]红树林区则有丰富的有机质,这些因素为机会种提供了机会繁殖;在生物量方面,海门岛红树林区大型底栖动物的平均生物量与广州雷州半岛、深圳湾和珠江三角洲比差距较大,主要有3个方面原因,一是每个地区红树林区所种植的红树植物的种类和数量都不相同,这会影响到生活在其中的大型底栖动物优势种的密度,例如福田红树林区有芦苇和红树林伴生的情况^[32],而海门岛红树林区则有红树林和互花米草(*Spartina alterniflora*);二是调查方法上的差异,取样方法和取样次数上的不同,以及取样断面数量的不同,取样面积的不同,都有可能造成分级结果上的差异;三是每个地区生境不同导致,例如雷州半岛平均盐度在28.50~30.00,水温为23.4~24.1℃,较高的盐度和更稳定的温度为软体动物生长提供了机会,而深圳湾内则有城市排污管,从而为小个体的大型底栖

动物的发育创造了更有利的环境,却不利于大个体大型底栖动物的生存。

3 结论

利用获得的物种分布数据和环境因子数据,结合PRIMER软件,分析九龙江口红树林区大型底栖动物生态学特征和季节变化。结果表明:九龙江口海门岛红树林区获得大型底栖动物共计112种,其中软体类动物35种,多毛类动物42种,甲壳类动物26种。年平均生物量为77.58 g/m²,年平均栖息密度为991.0 ind/m²,密度与生物量的时空分布规律有所不同。Shannon-Wiener多样性指数(H')、丰富度指数(d)和均匀度指数(J')分别为2.42、5.02和0.70,其中春季生物多样性指数和均匀度指数均最低,与春季生物的繁殖有关。ABC曲线表明该区域有三分之一采样点的大型底栖动物群落受到中等到严重程度的扰动,主要集中在春季站位,这与多样性指数和均匀度指数指示的结果一致。Cluster聚类分析和MDS标序的结果表明,大型底栖动物群落在九龙江口红树林区的分布具有明显的季节差异性。结合历史资料发现,大型底栖动物群落随环境质量的变化已经出现了一定的群落演替,物种呈小型化趋势。大型底栖动物丰度和生物量分布受各种环境因素影响,其中水温、盐度和有机质含量为主要的影响因素。

参考文献:

- [1] 洪荣标,吕小梅,陈岚,等. 九龙江口红树林湿地与米草湿地的底栖生物[J]. 台湾海峡,2005,24(2): 189-194.
- [2] 薛志勇. 福建九龙江口红树林生存现状分析[J]. 福建林业科技,2005,32(3): 195-198.
- [3] 颜秀丽,翟惟东,洪华生,等. 九龙江口营养盐的分布、通量及其年代际变化[J]. 科学通报,2012,57(17): 1578-1590.
- [4] 杨忠兰. 福建九龙江河口湿地现状评价及保护对策[J]. 中南林业调查规划,2004,23(3): 40-43.
- [5] 徐姗姗,陈作志,黄小平,等. 底栖动物对红树林生态系统的影响及生态学意义[J]. 生态学杂志,2010,29(4): 812-820.
- [6] 高阳,蔡立哲,马丽,等. 深圳湾福田红树林潮滩大型底栖动物的垂直分布[J]. 台湾海峡,2004,23(1): 76-81.
- [7] LINDQUIST E S, CARROLL C R. Differential seed and seedling predation by crabs: impacts on tropical coastal forest composition[J]. *Oecologia*, 2004, 141(4): 661-671.
- [8] CANNICCI S, BURROWS D, FRATINI S, et al. Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests[J]. *Aquatic Botany*, 2008, 89(2): 186-200.
- [9] 林秀春,蔡立哲,马丽,等. 厦门凤林红树林湿地大型底栖动物群落[J]. 生物多样性,2006,14(2): 128-135.
- [10] SPRUNG M. Macrobenthic secondary production in the intertidal zone of the Ria Formosa: a lagoon in southern Portugal[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1994, 38(6): 539-558.
- [11] DOLBETH M, PARDAL M A, LILLEBO A I. Short and long-term effects of eutrophication on the secondary production of intertidal macrobenthic community[J]. *Marine Biology*, 2003, 143(6): 1229-1238.
- [12] WARWICK R M. Evidence for the effects of metal contamination on the intertidal macrobenthic assemblages of the Fal Estuary[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2001, 42(2): 145-148.
- [13] 蔡立哲. 海洋底栖生物生态学和生物多样性研究进展[J]. 厦门大学学报(自然科学版),2006,45(s2): 83-89.
- [14] NGOMASSOU V M, ESSOMÉKOUM G L, MAPOKO E, et al. Biology and distribution of mangrove crabs in the Wouri River

- Estuary , Douala , Cameroon [J]. Journal of Water Resource & Protection , 2014 , 6(4) : 236-248.
- [15] LEE S Y. The effect of mangrove leaf litter enrichment on macrobenthic colonization of defouated sandy substrates [J]. Estuarine , Coastal and Shelf Science , 1999 , 49(5) : 703-712.
- [16] MACNAE W. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West-Pacific Region [J]. Advances in Marine Biology , 1969 6: 73-103.
- [17] 高世和, 李复雪. 九龙江口红树林底栖大型底栖动物的群落生态 [J]. 台湾海峡, 1985 , 4(2) : 179-191.
- [18] 何明海, 蔡尔西, 徐惠州等. 九龙江口红树林区底栖动物的生态 [J]. 台湾海峡, 1993 , 12(1) : 61-68.
- [19] 周时强, 李复雪. 福建九龙江口红树林上大型底栖动物的群落生态 [J]. 台湾海峡, 1986 , 5(1) : 78-85.
- [20] 王蔚颖, 王晨, 田伟等. 九龙江口南临海域大型底栖动物群落结构的研究 [J]. 复旦学报(自然科学版) , 2014 , 53(4) : 520-528.
- [21] 国家海洋局. 海洋调查规范 第 6 部分: 海洋生物调查: GB/T 12763. 6—2007 [S]. 北京: 中国标准出版社 2007.
- [22] FOLK R L , ANDREWS P B , LEWIS D W. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand [J]. New Zealand Journal of Geology and Geophysics , 1970 , 13(4) : 937-968.
- [23] 唐以杰, 余世孝, 柯芝军等. 用 ABC 曲线法评价湛江红树林自然保护区的环境状况 [J]. 广东教育学院学报 2006 26 (3) : 70-74.
- [24] 何明海. 九龙江口红树林海岸潮间带多毛类生态研究 [J]. 海洋通报 , 1991 , 10(3) : 56-62.
- [25] 蔡立哲, 谭凤仪, 黄玉山. 香港东部红树林区大型底栖动物种类组成与数量分布特点 [J]. 厦门大学学报(自然科学版) , 1998 , 37(1) : 115-121.
- [26] 徐承斌. 滩涂养殖新技术—围网养殖缢蛭 [J]. 中国水产 , 1996(3) : 30.
- [27] 梁超愉, 张汉华, 颜晓勇等. 雷州半岛红树林滩涂底栖生物多样性的初步研究 [J]. 海洋科学 2005 29(2) : 18-31.
- [28] 蔡立哲, 陈昕韡, 吴辰等. 深圳湾潮间带 1995—2010 年大型底栖动物群落的时空变化 [J]. 生物多样性 , 2011 , 19(6) : 702-709.
- [29] 王迪, 林昭进, 彭艳超等. 2007 年秋季珠江三角洲典型滨海湿地大型底栖动物群落现状 [J]. 海洋科学 2015 , 39(1) : 70-78.
- [30] 周细平, 蔡立哲, 傅素晶. 同安湾人工红树林区大型底栖动物群落比较 [J]. 泉州师范学院学报 , 2014 , 32(2) : 7-12.
- [31] 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 , 20(5) : 1 244-1 252.
- [32] 刘莉娜, 陈里娥, 韦萍萍等. 深圳福田红树林自然保护区的生态问题及修复对策研究 [J]. 海洋技术 2013 32(2) : 125-132.

Community ecology of macrobenthos in the mangrove wetland of Haimen Island , Jiulongjiang Estuary

ZHOU Xi-ping^{1,2} , XU Shuai-liang¹ , WU Pei-fang¹ , LI Yi-chan¹ , SHEN Lu¹ , WU Zhao-dong¹ ,
LIU Shuang¹ , LIU Dong-Yan³ , WANG Yu-jue³ , WANG Yue-qi³

(1. School of Environmental Science and Engineering , Xiamen University Tan Kah Kee College , Zhangzhou 363105 , China;
2. Key Laboratory of Estuarine Ecological Security and Environmental Health , Fujian Province University , Tan Kah Kee College ,
Zhangzhou 363105 , China; 3. Key Laboratory of Coastal Environmental Processes and Ecological Remediation ,
Yantai Institute of Coastal Zone Research , Chinese Academy of Sciences , Yantai 264003 , China)

Abstract: In order to understand the change of macrobenthic community structure in Jiulongjiang Estuary in Fujian , four seasonal investigations on the macrobenthos were carried out in the mangrove wetland of Haimen Island from November 2014 to August 2015. Based on the data of species compositions , the macrobenthic community structures were studied with methods of univariate variable analysis , Cluster analysis , MDS analysis and abundance and biomass curves (ABC) . The results showed that 112 macrobenthic species were identified and the annual biomass and abundance of macrobenthos were 77.58 g/m² and 991.0 ind/m² , respectively. Univariate variable analysis showed that Shannon Wiener diversity index (H') , species richness index (d) and evenness indices (J') were 2.42 , 5.02 and 0.70 , respectively. Among them , the biodiversity index and the evenness index were the lowest in spring ,

which likely due to the peak of reproduction in spring. ABC curves revealed that the communities on 1/3 of the sampling stations suffered moderate to severe degree of disturbance, which occurred mostly in spring. The fisherman activities on the mudflat in spring might have caused the disturbances. Cluster and MDS analysis showed that 6 groups can be formed at 50% similarity level with significant differences among the groups. Combined with the historical data, the community succession of macrobenthic communities was found to have varied with the environmental quality and the species had become miniaturized. Environmental factors had a great correlation with the characteristics of community distribution and water temperature, salinity and organic matter content could best explain the spatial distribution of community abundance and biomass.

Key words: marine biology; mangrove; macrobenthos; community structure analysis

DOI: 10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2019. 01. 003

(责任编辑: 方建勇、肖 静)