

泉州湾洛阳江口2种红树林生境大型底栖动物群落多样性比较

郭涛¹ 蔡立哲^{1,2} 卓异¹ 饶义勇¹ 李想¹ 陈昕韡¹ 傅素晶¹ 纪剑锋³

(1. 厦门大学环境与生态学院 福建 厦门 361102; 2. 厦门大学滨海湿地生态系统教育部重点实验室, 福建 厦门 361102; 3. 福建省泉州湾河口湿地自然保护区管理处 福建 泉州 362000)

摘要:为探讨泉州湾洛阳江口桐花树和秋茄2种红树林生境的大型底栖动物群落是否存在明显差异,于2011年4月至2012年1月对2种红树林生境的大型底栖动物进行了季度定量调查。结果表明:4个季度在2种红树林生境定量取样获得大型底栖动物49种,其中多毛类15种,腹足类8种,甲壳类15种,鱼类3种,昆虫2种,刺胞动物、扁形动物、纽形动物、星虫动物、寡毛类和双壳类各1种。寡鳃齿吻沙蚕(*Nephtys oligobranchia*)、短拟沼螺(*Assiminea brevicula*)、弧边招潮蟹(*Uca arcuata*)、指海葵(*Actinia* sp.)等在2种生境均有较高的栖息密度,可口革囊星虫(*Phascolosoma esculenta*)是2种生境的常见种,但栖息密度不高。虽然秋茄生境的大型底栖动物平均生物量高于桐花树生境,但桐花树生境的大型底栖动物群落的物种数、栖息密度、多样性指数(H')、均匀度指数(J)和丰富度指数(d)均高于秋茄生境。单变量双因素方差分析(Two-way ANOVA)表明2种红树林生境的大型底栖动物群落的多样性指数和均匀度指数有显著的季节差异、生境差异以及生境×季节差异。聚类分析表明2种红树林生境的大型底栖动物群落组成的相似性较高,其原因是它们所处的潮区相同、沉积物类型相似和底质粒径相近。

关键词:海洋生物学;大型底栖动物;群落;红树林湿地;生境;洛阳江口;泉州湾

DOI:10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2014. 02. 008

中图分类号:P735

文献标识码:A

文章编号:2095-4972(2014)02-0204-08

红树林指生长在热带、亚热带低能海岸潮间带上部,受周期性潮水浸淹,以红树植物为主体的常绿灌木或者乔木组成的潮滩湿地木本生物群落^[1]。红树林为海洋生物提供了理想的发育、生长、栖息、避敌场所^[2];吸引着大量海鸟、鱼、虾、蟹、贝等生物来此觅食栖息,繁衍后代^[3]。大型底栖动物是红树林生态系统中的重要组成部分,也是该生态系统物质循环、能量流动中积极的消费者和转移者^[4]。有关泉州湾软相潮间带大型底栖动物,谢进金(2002)报道过泉州湾河口湿地潮间带贝类^[5];黄宗国(2004)描述过泉州湾河口湿地生物多样性^[6];刘荣成(2010)和黄雅琴(2011)等研究过泉州湾洛阳江红树林自然保护区潮间带大型底栖动物多样性^[7-8];卓异等(2014)阐述了泉州湾埭埔潮间带大型底栖

动物群落的时空分布^[9]。上述研究表明,潮层、底质和生境是影响潮间带大型底栖动物群落的主要环境因子。

本文对泉州湾洛阳江口2种红树林生境的大型底栖动物群落结构进行了分析,比较了泉州湾洛阳江口2种红树林生境大型底栖动物群落的多样性,以期为泉州湾潮间带大型底栖动物群落生境多样性研究提供基础资料,为泉州湾洛阳江口红树林自然保护区资源管理提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 采样点的设置

2011年4月(春季)、7月(夏季)、10月(秋季)、2012年1月(冬季),在泉州湾洛阳江口秋茄

收稿日期:2013-09-16

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41176089)

作者简介:郭涛(1989~),男,硕士研究生;E-mail:gt570780602@163.com

通讯作者:蔡立哲(1957~),男,博士,教授;E-mail:cailizhe@xmu.edu.cn

(*Kandelia candel*) 和桐花树 (*Aegiceras corniculatum*) 生境进行了大型底栖动物定量取样. 洛阳桥附近的秋茄和桐花树生境处于高潮带第二层 (I2). 泉州湾是桐花树在太平洋西岸自然分布的最北段, 此处的桐花树由人工修复后面积迅速扩大, 至本次野外调查时约有 80 hm² 左右, 植株高度大致 1.5 ~ 2.5 m 左右, 密度较高, 树冠较茂密; 秋茄生境位于桐花树生境西偏北侧, 多为人工种植, 其面积约为 130 hm², 植株高度约 1.5 m 左右, 植株密度和树冠均较桐花树稀疏.

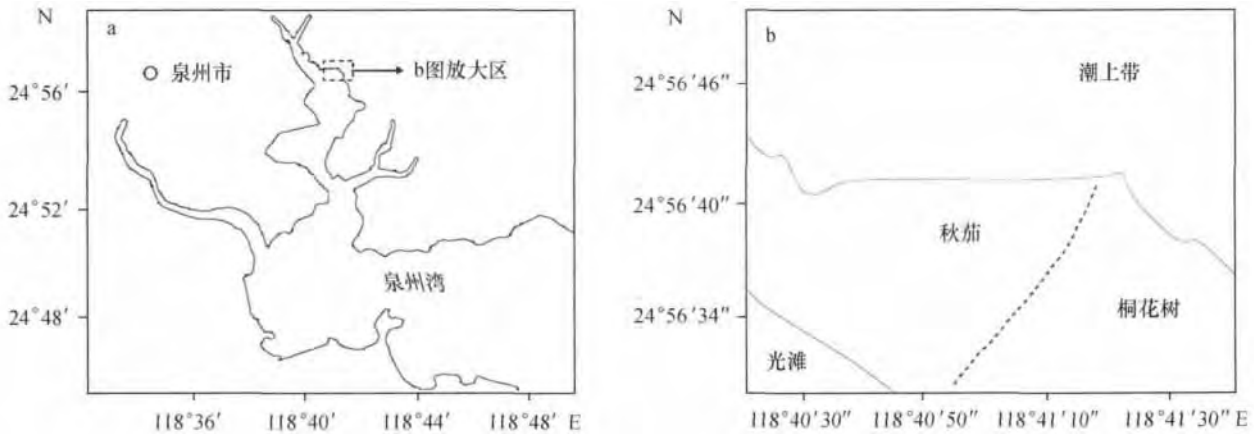


图 1 泉州湾洛阳江口红树林湿地取样位置

Fig. 1 Sketch of macrofaunal sampling sites in mangrove wetland of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay

大型底栖动物采集的同时, 进行沉积物粒径分析的样品采集. 在每个大型底栖动物采样点附近采集约 50 g 沉积物装入密实袋, 带回实验室称重, 使用 Mastersizer 2000 粒度分析仪检测, 并将每个样品测出的数据求平均值, 作为 2 种生境的总体粒径数据. 调查方法与标本处理按照《海洋调查规范 (GB/T 12763. 6-2007)》和《海洋监测规范 (GB/17378. 7-2007)》进行.

1.3 数据分析

将大型底栖动物物种数和个体数在 Excel 2007 上列成矩阵, 统计大型底栖动物的物种数、栖息密度和生物量; 应用 PRIMER 5.0 软件计算 Shannon-Wiener 物种多样性指数 (H')、Pielou 物种均匀度指数 (J) 和 Margalef 种类丰富度指数 (d), 具体计算公式如下:

Shannon-Wiener 物种多样性指数为:

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

Pielou 物种均匀度指数为: $J = H' / \log_2 S$

Margalef 种类丰富度指数为: $d = (S - 1) / \log_2 N$

式中: S 为生物样品种类, N 为个体总数, N_i 为样品中观察到第 i 种的个体数.

1.2 采样方法

调查时, 分别在上述 2 种生境进行大型底栖动物采样, 用 25 cm × 25 cm 样框, 在样框内取深 30 cm 的沉积物, 随机采集 5 个平行样 (图 1), 分别装入塑料袋, 带到岸边水塘处, 倒入桶内, 加水搅拌, 用孔径 0.5 mm 的套筛过滤, 滤出的动物及余留的泥沙用质量分数为 5% 甲醛固定, 带回实验室内分类和称重. 各个样框内的大型底栖动物单独计数和称重, 但每种生境的数据是 5 个样框合并在一起, 作为一个测站的数据.

应用 SPSS 17.0 软件中的双因素方差分析 (Two-way ANOVA), 比较不同季节的大型底栖动物物种数、栖息密度、生物量. 应用 PRIMER 5.0 软件将大型底栖动物的密度数据经四次方根转化经行标准化处理后, 进行等级聚类分析.

2 结果与分析

2.1 2 种红树林生境的大型底栖动物物种数、栖息密度及生物量

2 种红树林生境定量采集共获得大型底栖动物 49 种, 其中多毛类 15 种, 腹足类 8 种, 甲壳类 15 种, 鱼类 3 种, 昆虫 2 种, 刺胞动物、扁形动物、纽形动物、星虫动物、寡毛类和双壳类各 1 种. 寡毛类沙蚕 (*Nephtys oligobranchia*)、短拟沼螺 (*Assiminea brevicula*)、弧边招潮蟹 (*Uca arcuata*)、指海葵 (*Actinia* sp.) 等在 2 种生境均有较高的栖息密度或生物量, 可口革囊星虫 (*Phascolosoma esculenta*) 是 2 种生境的常见种, 但栖息密度不高. 寡毛类栖息密度高, 但由于只鉴定到纲, 因此不作为优势种. 在不同季节中, 桐花树生境大型底栖动物物种数最高值出现在秋季, 定量获得 23 种, 最低值出现在夏季, 为 18 种;

秋茄生境大型底栖动物物种数最高值出现在春季, 共有 21 个物种, 最低值出现在秋季, 仅有 13 种(图 2). ANOVA 分析表明 2 种生境的大型底栖动物的物种数有明显的季节差异 ($F_{40,3} = 12.836$ $p < 0.001$), 但生境之间以及综合生境和季节因素(生境 × 季节)的大型底栖动物物种数无显著差异(表 1).

秋茄生境中大型底栖动物栖息密度的平均值为 $1\ 057\ ind./m^2$, 高于桐花树生境栖息密度的平均值 $706\ ind./m^2$. 除了秋季外, 其余 3 个季度均是秋茄生境大型底栖动物栖息密度高于桐花树生境. 2 种红树林生境的季节变化略有不同, 秋茄生境是春季 > 冬季 > 夏季 > 秋季, 桐花树生境则是春季 > 秋季 > 冬季 > 夏季(图 3). ANOVA 分析表明 2 种生境的大型底栖动物栖息密度有明显的季节差异 ($F_{40,3} = 6.648$,

$p < 0.01$), 但生境之间以及生境 × 季节的大型底栖动物栖息密度无显著差异(表 1).

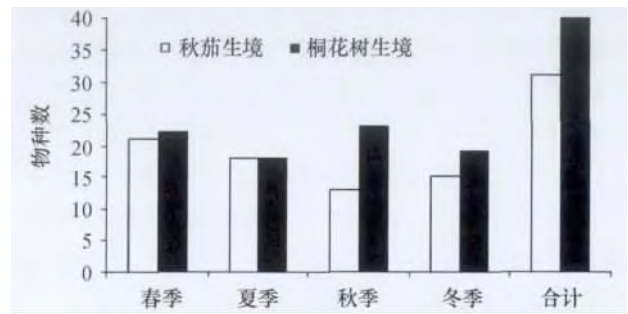


图 2 泉州湾洛阳江口 2 种红树林生境的大型底栖动物物种数的季节变化

Fig. 2 Seasonal variation of macrofaunal species number in two mangrove habitats of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay

表 1 泉州湾洛阳江口 2 种红树林生境大型底栖动物群落参数

Tab. 1 Community values between seasons and habitats for macrofaunal communities parameters of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay

参数	季节		生境		生境 × 季节	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
物种数	12.836	<0.001 ^c	0.007	0.934	1.052	0.383
栖息密度	6.648	0.001 ^c	6.013	0.020 ^a	2.000	0.134
生物量	0.752	0.529	4.385	0.044 ^a	0.284	0.837
多样性指数	26.041	<0.001 ^c	9.020	0.005 ^b	70.269	<0.001 ^c
均匀度指数	16.622	<0.001 ^c	147.484	<0.001 ^c	10.590	<0.001 ^c
丰度指数	4.818	0.007 ^b	204.625	<0.001 ^c	1.753	0.176

注: *p* 为显著差异值, *F* 为组间比较度; 上标“a”表示显著水平在 0.05, 上标“b”表示显著水平在 0.01, 上标“c”表示显著水平在 0.001

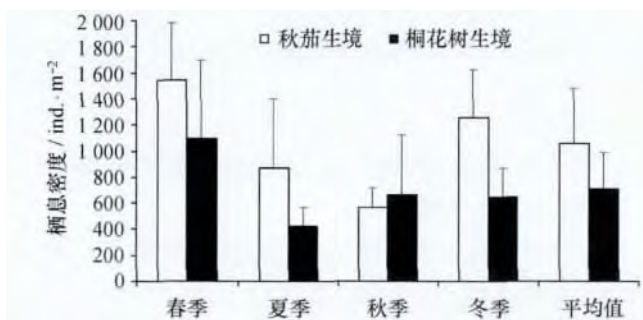


图 3 泉州湾洛阳江口 2 种红树林生境大型底栖动物栖息密度季节变化

Fig. 3 Seasonal variation of macrofaunal density in two mangrove habitats of Luoyang Estuary in Quanzhou Bay

桐花树生境大型底栖动物平均生物量为 $59.44\ g/m^2$, 高于秋茄生境的平均生物量 $32.98\ g/m^2$. 4 个季度均是桐花树生境大型底栖动物生物量高于秋茄生境的生物量. 2 种红树林生境的大型底栖动物生物量的季节变化均是春季 > 秋季 > 夏季 > 冬

季(图 4). ANOVA 分析表明, 生境之间、季节之间以及生境 × 季节的大型底栖动物生物量均无显著差异(表 1).

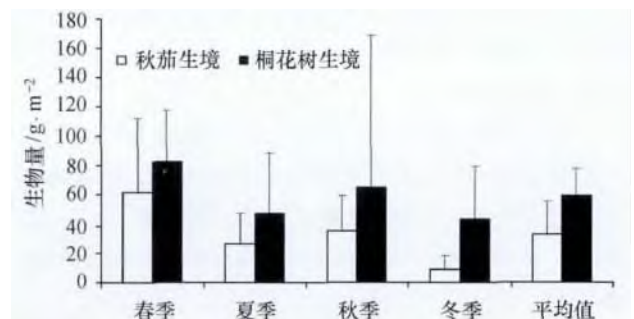


图 4 泉州湾洛阳江口 2 种红树林生境大型底栖动物生物量季节变化

Fig. 4 Seasonal variation of macrofaunal biomass in two mangrove habitats of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay

2.2 2 种红树林生境的大型底栖动物多样性指数 泉州湾洛阳江口桐花树生境的大型底栖动物群

落的种类多样性指数平均值为 2.836,均匀度指数为 0.654,丰富度指数为 3.651,均高于秋茄生境的大型底栖动物群落的多样性指数(2.309)、均匀度指数(0.568)和丰富度指数(2.984)。除了春季外,

其余 3 个季度桐花树生境的大型底栖动物群落多样性指数和均匀度指数,均高于秋茄生境。4 个季度桐花树生境的大型底栖动物群落丰富度指数均高于秋茄生境(表 2)。

表 2 泉州湾洛阳江口不同季节 2 种红树林生境的大型底栖动物多样性指数(H')、均匀度指数(J)和丰富度指数(d)

Tab. 2 Species diversity index(H'), evenness index(J) and species richness index(d) of macrofauna in different seasons in two mangrove habitats of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay

季节	桐花树生境			秋茄生境		
	H'	J	d	H'	J	d
春季	2.799	0.628	3.599	3.008	0.685	3.238
夏季	3.464	0.831	3.487	2.663	0.639	3.033
秋季	2.917	0.645	4.122	2.525	0.682	2.318
冬季	2.165	0.510	3.394	1.038	0.266	3.346
平均	2.836	0.654	3.651	2.309	0.568	2.984

ANOVA 分析表明 2 种生境的大型底栖动物多样性指数有明显的季节差异($F_{40,3} = 26.041, p < 0.001$),但生境之间以及生境 \times 季节的大型底栖动物多样性指数无显著差异。生境之间、季节之间以及生境 \times 季节的大型底栖动物均匀度指数均呈显著差异。生境之间、季节之间大型底栖动物丰富度指数均呈显著差异,但生境 \times 季节的大型底栖动物丰富度指数无显著差异(表 1)。

2.3 2 种红树林生境大型底栖动物的群落组成

根据桐花树生境大型底栖动物数据进行聚类分析得出,桐花树生境大型底栖动物群落组成的季节

变化不明显。除了夏季的 4 个样框先聚合在一起,然后再与其他季度的样框聚合,其余的季度没有 5 个样框先聚合的(图 5)。根据秋茄生境大型底栖动物数据进行聚类分析得出,秋茄生境大型底栖动物群落组成有季节变化,首先是春、夏季的样框们先聚合在一起,然后与冬季的样框聚合,再与秋季的样框聚合(图 6)。

根据 2 种生境 4 个季度的大型动物数据进行聚类分析得出,桐花树的样框与秋茄的样框多数混合在一起,很难区分(图 7),说明 2 种生境的大型底栖动物群落十分相似。

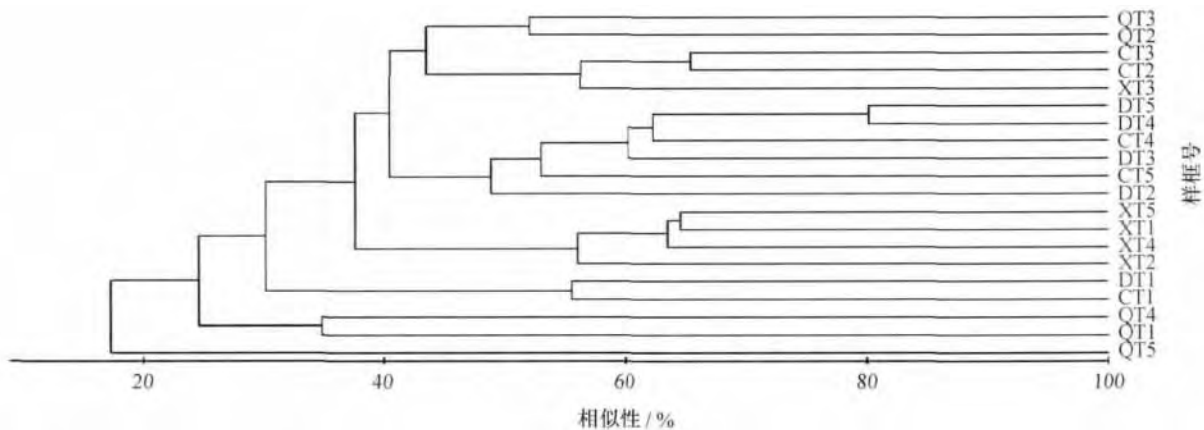


图 5 泉州湾洛阳江口桐花树生境大型底栖动物群落的聚类图

Fig. 5 Cluster of macrofaunal community in *Aegiceris corniculatum* habitat of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay

CT:春季桐花树生境,XT:夏季桐花树生境,QT:秋季桐花树生境,DT:冬季桐花树生境,1~5:样框号

2.4 2 种红树林生境的底质沉积物类型

桐花树和秋茄 2 种红树林生境沉积类型非常相似,均以粉砂所占比例最高,其次是粘土,再次是砂,

均没有砾。其中,桐花树生境砂含量比秋茄生境的略低,但粉砂含量比秋茄生境的略高,粘土含量非常接近(表 3)。

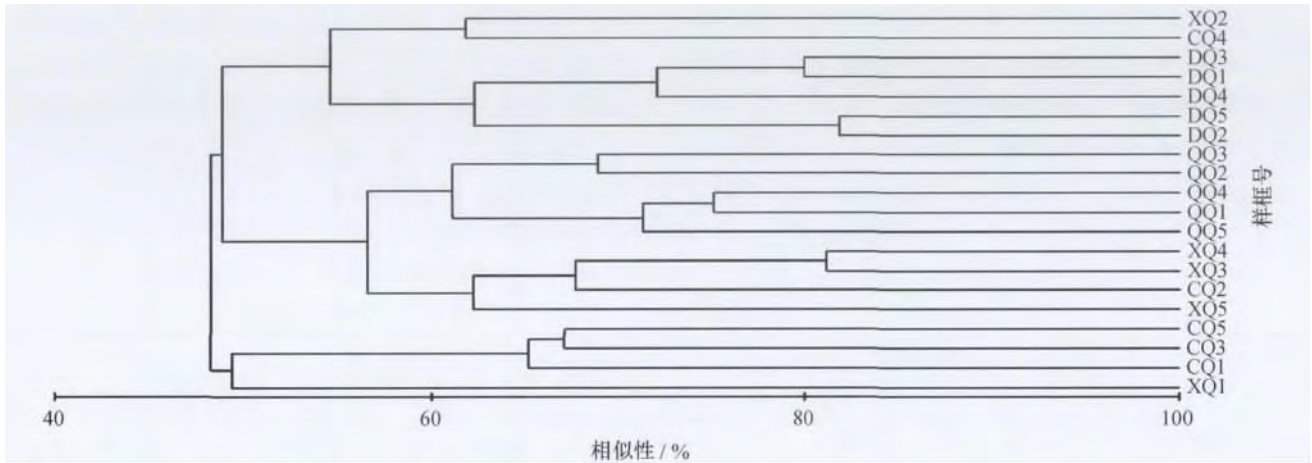


图 6 泉州湾洛阳江口秋茄生境大型底栖动物群落的聚类图

Fig. 6 Cluster of macrofaunal community in *Kandelia candel* habitat of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay

CQ:春季桐花树生境 ,XQ:夏季桐花树生境 ,QQ:秋季桐花树生境 ,CT:春季桐花树生境 ,XT:夏季桐花树生境 ,QT:秋季桐花树生境 ,DT:冬季桐花树生境 ,1~5:样框号

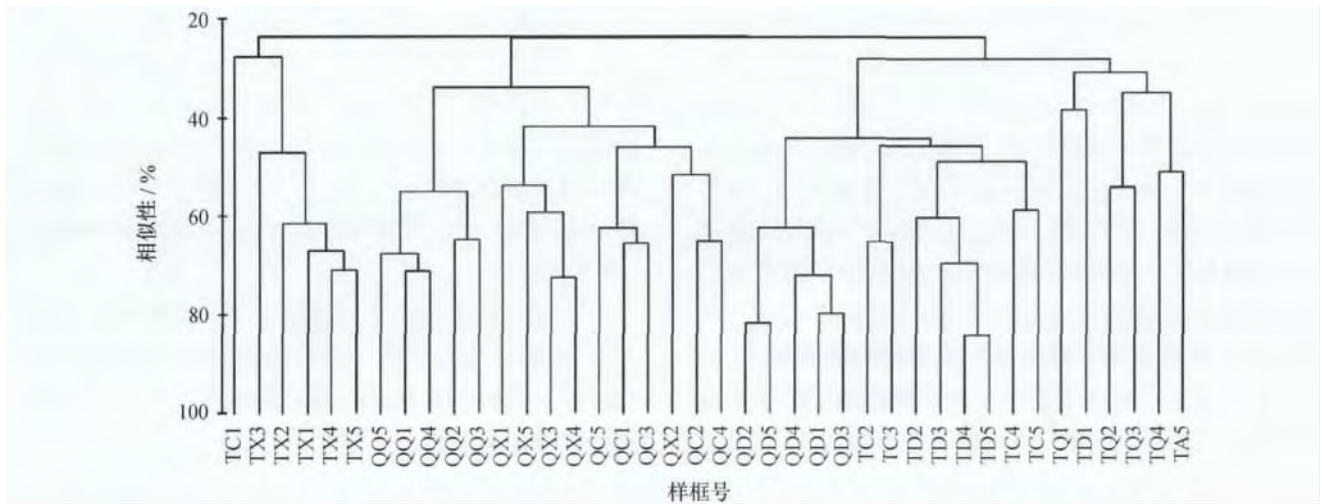


图 7 泉州湾洛阳江口 2 种红树林生境大型底栖动物群落的聚类图

Fig. 7 Cluster of macrofaunal communities in two mangrove habitats of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay

CT:春季桐花树生境 ,XT:夏季桐花树生境 ,QT:秋季桐花树生境 ,DT:冬季桐花树生境 ,CQ:春季桐花树生境 ,XQ:夏季桐花树生境 ,QQ:秋季桐花树生境 ,DQ:冬季桐花树生境 ,1~5:样框号

表 3 泉州湾洛阳江口 2 种红树林生境沉积物各组分占比

Tab.3 Proportion of sediment types in two mangrove habitat of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay

生境	各组分占比 / %			
	砾	砂	粉砂	粘土
桐花树生境	0	2.439 8	77.957 4	19.603 2
秋茄生境	0	5.216 2	75.634 4	19.149 8

3 讨论

3.1 2 种红树林生境大型底栖动物物种数、栖息密度和生物量比较 泉州湾洛阳江口桐花树生境大型底栖动物物种

数比秋茄生境的多,生物量比秋茄生境的高,但桐花树生境大型底栖动物栖息密度比秋茄生境的低,这主要受寡毛类、指海葵和上野螺赢蛭 (*Corophium ueoni*) 栖息密度和生物量影响,这 3 种大型底栖动物个体小,个体平均生物量低.桐花树生境寡毛类、指海葵和上野螺赢蛭平均栖息密度分别为 527.2、145.6、61.6 ind./m²,而秋茄生境寡毛类、指海葵和上野螺赢蛭平均栖息密度分别为 284.8、83.2、10.4 ind./m².桐花树生境 3 种小个体大型底栖动物栖息密度较高,与该生境更靠近居民区有关,居民区的垃圾、生活污水直接排入^[10].在深圳湾潮间带,养猪场废水有利于小个体多毛类的大量繁殖^[11].高有机质

含量的、污水处理厂附近的凤林红树林生境对于寡毛类的生存有积极作用^[12]。此外,桐花树生境个体较大的褶痕相手蟹(*Sesarma plicata*)、弧边招潮蟹和腺带刺沙蚕(*Neanthes glandicincta*)的平均栖息密度高于秋茄生境的,桐花树生境褶痕相手蟹、弧边招潮蟹和腺带刺沙蚕平均栖息密度分别为 23.2、36.0、25.6 ind./m²,而秋茄生境褶痕相手蟹、弧边招潮蟹和腺带刺沙蚕的平均栖息密度分别为 8.8、20.8、14.4 ind./m²。

黄睿婧等(2010)在广州南沙十四涌潮间带大型底栖动物群落结构研究中认为,光滩、海桑和茳芩 3 种生境的大型底栖动物物种数、栖息密度均呈显著差异^[13];陈昕譞等(2012)的研究发现漳江口互花米草生境与桐花树、白骨壤和秋茄 3 种红树林生境的多毛类优势种不同^[14],可见,生境是影响潮间带大型底栖动物大型分布的重要因素。虽然泉州湾洛阳江口 2 种红树林生境处于同一潮区,且底质粒径非常相似,红树林高度和覆盖率也相近^[15],生境之间还是在大型底栖动物栖息密度和生物量上呈现 5% 的差异。^[13]

黄丽等(2013)在乐清湾西门岛不同林龄秋茄红树林大型底栖动物群落结构研究中认为,老林群落生态稳定性较幼林的好^[16];而郑荣泉等(2006)在乐清湾西门岛红树林和光滩大型底栖动物群落比较研究中认为,人工红树林大型底栖动物群落的多样性和均匀度比幼林高^[17],可见红树林的林龄也影响着大型底栖动物的群落组成。大型底栖动物群落多样性是通过红树林生态系统不同微生境组合而形成的,因而,微生境异质性被认为是影响大型底栖动物群落结构的重要因素^[18]。不同红树林生态系统对大型底栖动物群落有着不同的影响,也说明了大型底栖动物对特殊生境的适应能力^[19]。红树林的枯枝落叶转化成碎屑,这在一定程度上支持了红树林食物网^[20]。由于丰富的食物和住所,较低的捕食压力^[21],

因此,红树林成了各种大型底栖动物物种的理想栖息地^[22]。

3.2 2 种红树林生境大型底栖动物群落相似性分析

根据图 7 可以看出,很少有同一季度和生境的样框全部聚合在一起,然后再与其他季度和生境的样框聚合。此外,有 31 个样框在相似性大约 40% 就已全部聚合,占有所有样框的 77.5%。上述两点说明了泉州湾洛阳江口 4 个季度和 2 种生境之间大型底栖动物的相似性较高。从共有种也可看出 2 种红树林生境之间大型底栖动物群落的相似性较高,2 种红树林生境的大型底栖动物共有种为 22 种,占总种数的 44.9%,且大部分共有种是优势种,如腺带刺沙蚕、寡鳃齿吻沙蚕、短拟沼螺、弧边招潮蟹、褶痕相手蟹、指海葵、可口革囊星虫等。导致泉州湾洛阳江口 2 种红树林生境大型底栖动物群落相似性较高的是 2 种红树林生境处于同一潮区,且底质类型和底质粒径相似^[15]。泉州湾埭埔潮间带大型底栖动物同一季度可以明显划分为 3 个群落,其原因是它们处于不同潮层,且底质粒径相差较大^[23]。

3.3 与云霄漳江口、湛江秋茄和桐花树生境大型底栖动物比较

福建云霄漳江口^[14]、广东湛江高桥^[24]大型底栖动物研究均使用 0.5 mm 孔径的套筛分选标本,与其研究结果相比,泉州湾洛阳江口桐花树生境大型底栖动物物种数为 40 种,高于云霄漳江口桐花树生境的 27 种和湛江高桥桐花树生境的 31 种(表 4)。泉州湾洛阳江口秋茄生境大型底栖动物物种数为 31 种,与云霄漳江口秋茄生境的 30 种相近。泉州湾洛阳江口桐花树生境大型底栖动物的平均栖息密度为 706 ind./m²,低于云霄漳江口桐花树生境的 1 118 ind./m²,远低于广东湛江高桥桐花树生境的 3 996 ind./m²。泉州湾洛阳江口秋茄生境大型底栖动物的栖息密度为 1 057 ind./m²,低于云霄秋茄生境的 1 632 ind./m²。原因在于湛江高桥桐花树生境出现了

表 4 泉州湾洛阳江口 2 种红树林生境大型底栖动物各参数与云霄、湛江的比较

Tab. 4 Comparison of parameters for macrofauna in two mangrove habitats of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay with Yunxiao and Zhanjiang

参数	秋茄生境		桐花树生境		
	洛阳江口	云霄	洛阳江口	云霄	湛江
物种数	31	30	40	27	31
栖息密度/ind. · m ⁻²	1 057	1 632	706	1 118	3 996
生物量/g · m ⁻²	32.98	21.85	59.44	16	206
多样性指数	2.309	1.63	2.836	1.75	1.09
丰富度指数	2.984	2.66	3.651	2.11	1.89

高密度的寡毛类沼蚓。泉州湾洛阳江口桐花树大型底栖动物生物量为 59.44 g/m^2 , 高于云霄桐花树生境的 16 g/m^2 , 但是低于湛江高桥桐花树生境的 206 g/m^2 , 泉州湾洛阳江口秋茄生境大型底栖动物生物量为 32.98 g/m^2 , 高于云霄漳江口秋茄生境的 21.85 g/m^2 。泉州湾洛阳江口桐花树生境大型底栖动物的多样性指数为 2.836, 高于云霄桐花树生境的 1.75 和湛江高桥桐花树生境的 1.09, 泉州湾洛阳江口秋茄生境大型底栖动物的多样性为 2.309, 高于云霄漳江口秋茄生境的 1.63。泉州湾洛阳江口桐花树生境大型底栖动物的丰富度指数为 3.651, 高于云霄漳江口桐花树生境的 2.11 和湛江高桥桐花树生境的 1.89。泉州湾洛阳江口秋茄生境大型底栖动物的丰富度指数为 2.984, 高于云霄漳江口秋茄生境的 2.66(表 4)。

4 结语

随着对红树林生态系统不断地深入研究, 目前

对红树植物分类、红树林的理想保护和绿化、物质转换、生态系统能量循环, 以及植物群落健康和污染生态学的研究取得了一些可喜的进展。但是这些都偏重于红树林植物生态系统的研究, 而对红树林中的底栖生物生态的研究只在生物资源调查和物种分类等方面做了一些工作。

本文通过对泉州湾洛阳江口桐花树和秋茄 2 种红树林生境大型底栖动物群落多样性的研究, 发现在潮汐条件、沉积物粒径和有机质组成相似的环境条件影响下, 桐花树生境和秋茄生境的大型底栖动物群落相似性较高, 而不同海域的同种红树林生境大型底栖动物群落呈现了较高的差异性。底栖动物在红树林系统的生态功能上发挥着重要作用, 而其群落的多样性如何影响红树林生态恢复的机理性研究尚处于起步阶段。

参考文献:

- [1] 林鹏. 中国红树林研究进展[J]. 厦门大学学报:自然科学版, 2001, 40(2):593-603.
- [2] Dauer D M. Biological criteria environmental health and estuarine macrobenthic community structure[J]. Marine Pollution Bulletin, 1993, 26(5):249-257.
- [3] 许鹏. 红树林湿地不同植物生境大型底栖动物群落研究[D]. 厦门:厦门大学, 2011.
- [4] 刘浩, 尹宝树. 泉州湾潮汐、潮流及浅滩干湿变化的数值研究[J]. 水动力学研究与进展, 2006, 21(6):693-699.
- [5] 谢进金. 福建泉州湾河口湿地潮间带贝类调查[J]. 泉州师范学院学报:自然科学版, 2002, 20(6):66-70.
- [6] 黄宗国. 海洋河口湿地生物多样性[M]. 北京:海洋出版社, 2004:131-175.
- [7] 刘荣成. 中国惠安洛阳红树林[M]. 北京:中国林业出版社, 2010:131-166.
- [8] 黄雅琴, 李荣冠, 江锦祥. 泉州湾洛阳江红树林自然保护区潮间带软体动物多样性及分布[J]. 海洋科学, 2011, 35(10):111-116.
- [9] 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.
- [10] 林俊辉, 郑凤武. 泉州湾及其附近海域底栖多毛类生态的初步研究[J]. 台湾海峡, 2007, 26(2):281-288.
- [11] 蔡立哲, 厉红梅, 刘俊杰, 等. 深圳河口泥滩三种多毛类的数量季节变化及污染影响[J]. 生态学报, 2001, 21(10):1648-1653.
- [12] Zhou X P, Cai L Z, Fu S J, et al. Comparative study of the macrobenthic community in intertidal mangrove and non-mangrove habitats in Tong'an Bay, Fujian Province[J]. Biodiversity Science, 2010, 18(1):60-66.
- [13] 黄睿婧, 蔡立哲, 叶洁琼, 等. 广州南沙十四涌潮间带三种生境的大型底栖动物群落比较[J]. 生态学杂志, 2010, 29(6):1187-1192.
- [14] 陈昕韡, 蔡立哲, 吴辰, 等. 福建漳江口红树林和盐沼湿地的多毛类动物群落[J]. 应用生态学报, 2012, 23(4):931-938.
- [15] 陈若海. 泉州湾滩涂湿地生物资源现状与保护对策[J]. 林业勘察设计, 2010(2):153-156.
- [16] 黄丽, 陈少波, 仇建标, 等. 西门岛人工秋茄林恢复对大型底栖生物的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(10):3138-3147.
- [17] 郑荣泉, 葛宝明, 张永普, 等. 乐清湾红树林和光滩大型底栖动物群落比较研究[J]. 生态科学, 2006, 25(4):299-302.
- [18] Kon K, Kurokura H. Influence of a microhabitat on the structuring of the benthic macrofaunal community in a mangrove forest[J]. Hydrobiologia, 2011, 671:205-216.
- [19] Samidurai K, Saravanakumar A, Kathiresan K. Spatial and temporal distribution of macrobenthos in different mangrove ecosystems of Tamil Nadu Coast, India[J]. Environ Monit Assess, 2012, 184:4079-4096.
- [20] Stenton-Dozey J M, Jackson L F, Busby A J. Impact of mussel culture on macrobenthic community structure in Saldanha Bay, South Africa[J]. Marine Pollution Bulletin, 1999, 39:357-366.
- [21] Nagelkerken I A, Blaber S J M, Bouillon S, et al. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review

- [J]. Aquatic Botany 2008 89(2):155-185.
- [22] 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]. 生物多样性杂志 2011,19(6):702-709.
- [23] 李荣冠,王建军,郑成兴,等. 泉州湾大型底栖生物群落生态[J]. 生态学报 2006 26(11):3 563-3 571.
- [24] 蔡立哲,许鹏,傅素晶,等. 湛江高桥红树林和盐沼湿地的大型底栖动物次级生产力[J]. 应用生态学报 2012 23(4):965-971.

Comparison of benthic macrofaunal communities in two mangrove habitats of Luoyangjiang Estuary in Quanzhou Bay

GUO Tao¹, CAI Li-zhe^{1,2}, ZHUO Yi¹, RAO Yi-yong¹, LI Xiang¹, CHEN Xin-wei¹, FU Su-jing¹, JI Jian-feng³

(1. College of the Environment & Ecology, Xiamen University, Xiamen 361102, China;

2. Marine biodiversity and global change research laboratory, Xiamen University, Xiamen 361102, China;

3. Wetland Nature Reserve management office of the estuarine in Quanzhou Bay, Quanzhou 362000, China)

Abstract: In order to compare the benthic macrofaunal community in two mangrove habitats *Aegiceras corniculatum* and *Kandelia candel* in Luoyangjiang Estuary, Quanzhou Bay, China, benthic macrofauna was investigated in 4 seasons from April 2011 to January 2012. A total of 49 benthic macrofaunal species were recorded, including 15 Annelida, 8 Mollusca, 15 Arthropoda, 3 Chordata, 2 Hexapod, 1 Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Sipuncula, Oligochaeta and Bivalve. *Nephtys oligobranchia*, *Assiminea brevicula*, *Uca arcuata*, *Actinia* sp. showed high density in both two habitats. *Phascolosoma esculenta* is a dominant species in both two habitats but with lower density. Although the mean biomass of *Kandelia candel* was higher than *Aegiceras corniculatum*, the species number, density, diversity index (H'), evenness index (J) and richness index (d) of *Aegiceras corniculatum* were all higher. Two-way ANOVA showed that the diversity and evenness indexes of the two benthic macrofaunal communities had significant seasonal differences, habitat differences and habitat \times season differences. Cluster analysis showed high similarity between the benthic macrofaunal communities in two mangrove habitats because of same tidal zone and similar types of sediment and sediment particle size.

Key words: marine biology; macrofaunal; community; mangrove wetland; habitat; Luoyangjiang Estuary; Quanzhou Bay

DOI:10.3969/J. ISSN.2095-4972.2014.02.008

(责任编辑:王 静)