

山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落研究

龙云宇,何斌源,赖廷和,朱婷,黄中坚,马日宇,张桂顺,韦兆富

(广西壮族自治区海洋研究院 南宁 530022)

摘要:文章根据2020年7月的调查数据,研究山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的分布特征和物种多样性。结果表明:本次调查共记录潮间带大型底栖动物7门9纲52种,以节肢动物和软体动物为主,优势种包括隆背张口蟹(*Chasmagnathus convexus*)、扁平拟闭口蟹(*Paracleistostoma depressum*)、红树蚬(*Gelonia coxans*)等10种;大型底栖动物群落的平均生物量和平均密度分别为81.17 g/m²和54 ind/m²,其中节肢动物占比分别为43.70%和80.09%,节肢动物对群落密度作出的贡献最大;大型底栖动物群落的多样性指数为0.86~2.52,系统聚类和多维尺度分析可将群落划分为3个类型;与我国其他红树林区相比,山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的物种多样性水平较低。

关键词:潮间带;大型底栖动物;群落结构;多样性;红树林

中图分类号:X826;P76

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2023)10-0095-09

The Intertidal Macrobenthic Community in the Shankou Mangrove Reserve

LONG Yunyu, HE Binyuan, LAI Tinghe, ZHU Ting, HUANG Zhongjian,
MA Riyu, ZHANG Guishun, WEI Zhaofu

(Guangxi Academy of Oceanography, Nanning 530022, China)

Abstract: Based on the survey data in July 2020, the paper investigated the distribution characteristics and species diversity of the intertidal macrobenthic community in the Shankou Mangrove Reserve. A total of 52 species of macrobenthic animals in 7 phyla and 9 orders were recorded in this survey, mainly arthropods and mollusks. *Chasmagnathus convexus*, *Paracleistostoma depressum*, *Gelonia coxans*, etc. were ranked as the top ten dominant species in the area. The average biomass and average density of macrobenthos were 81.17 g/m² and 54 ind/m², with Arthropods accounting for 43.70% and 80.09% of the total. Arthropods contributed the most to the community density. The diversity index of the macrobenthic community ranged from 0.86 to 2.52. Cluster analysis and multidimensional scale analysis could classify the communities into 3 types. Species diversity levels of the intertidal macrobenthic community in

收稿日期:2023-03-06;修订日期:2023-10-08

基金项目:广西海洋局研究专项项目“广西海洋资源承载力与生态预警监测”(GXHYJ20203)。

作者简介:龙云宇,工程师,研究方向为海洋生态与生物

通信作者:何斌源,研究员,博士,研究方向为海洋生态学

the Shankou Mangrove Reserve were low compared with other mangrove areas in China.

Keywords: Intertidal zone, Macroenthos, Community structure, Diversity, Mangroves

0 引言

红树林是生长在热带和亚热带江河入海口或海湾的木本常绿植物群落^[1],除能形成特殊的自然生态景观外,还能保护渔船和村庄,具有防灾减灾等功能,对防治近岸海域污染、保护沿海区域生物多样性及生物栖息地具有重要作用^[2]。红树林是地球上生产力最高的生态系统之一,也是海岸生态系统极为重要的组成部分^[3]。大型底栖动物是红树林生态系统中重要的生物类群之一^[4],在物质循环和能量流动中发挥重要作用^[3]。潮间带大型底栖动物是水鸟的重要食物来源^[5-6],能为迁徙的水鸟补给能量。大型底栖动物的多样性和丰富度可以反映红树林生态系统的功能和地位,对红树林内的生境变化具有指示作用^[7],因此研究红树林大型底栖动物群落特征对保护和恢复红树林生态系统具有重要意义。

广西山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落调查研究起步较早,1993 年就有报道在英罗港红树林区布设 3 个调查站位研究大型底栖动物群落特征,但距今鲜见相关报道。因此,本研究选取广西山口红树林保护区的英罗港林区和丹兜海林区作为调查区域,通过扩大调查范围和增加采样站位,研究红树林潮间带大型底栖动物群落的分布特征和物种多样性,以期为山口红树林保护区的管理和保护及其生态系统的恢复提供资料数据。

1 材料与方法

1.1 研究区

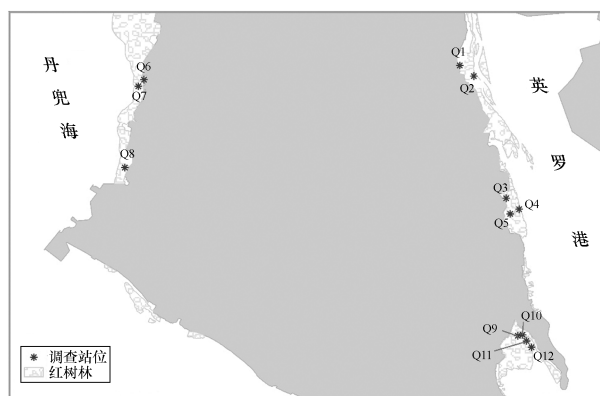
山口红树林保护区(21°28'22"N—21°37'00"N, 109°37'00"E—109°47'00"E)位于广西合浦,是中国第二个国家级红树林自然保护区,是褐翅鸬鹚、黑脸琵鹭等珍稀鸟类的觅食地和栖息地^[8]。山口红树林保护区从地理上可分为英罗港林区和丹兜海林区两大部分:英罗港林区位于沙田半岛东侧的英罗港,陆域北起广西与广东陆上交界的洗米河口,向南经山口镇的山东、高坡、北界,至英罗止;丹兜海林区位于沙田半岛西侧的丹兜海湾,陆域东起上新,向北经永安、丹兜和山角至白沙镇的那郊,后向

南经那江、那潭、和荣,至沙尾止。

山口红树林保护区属亚热带海洋性季风气候,年平均气温 23.4℃,年平均降水量 1 500~1 700 mm;东面的英罗港有武留江、洗米河和湛江的大坝河 3 条小河流入,西面的丹兜海有那郊河流入,但径流淡水注入量均很少^[9],多年平均海水盐度 28.9‰;红树林潮滩土为粉泥状沉积物,中低潮线以下主要为潮间光滩盐土和少量沼泽滨海盐土,占潮滩面积超过 70%。

1.2 调查站位与方法

在山口红树林保护区潮间带设置 12 个采样站位(Q1~Q12),按照站位的地理位置归为 4 条断面(S1~S4),其中英罗港为 3 条断面、丹兜海为 1 条断面(图 1)。



S1 断面(Q1~Q2), S2 断面(Q3~Q5),
S3 断面(Q6~Q8), S4 断面(Q9~Q12)

图 1 山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落
调查站位

Fig.1 The survey stations of intertidal macrobenthic community in the Shankou Mangrove Reserve

于 2020 年 7 月当地大潮期开展潮间带大型底栖动物的定量和定性采样。每个站位随机布设 4 个 25 cm×25 cm 的定量样框,采集样框内地表所有生物,挖取样框地面以下 30 cm 内的沉积物并放入二层网目均为 1 mm 的套筛内反复洗净,分离出滞留网上的肉眼可见的动物,将余下残渣带回实验室并在显微镜下挑出所有动物。采集的样品用 5% 甲醛

溶液固定,根据形态学资料^[10-11]鉴定大型底栖动物的物种。室内的样品分类、称重计算和资料分析整理均按国家相关海洋调查规范进行。

1.3 数据计算与分析

1.3.1 数据计算

Shannon-Weaver 多样性指数的计算公式为:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

式中: S 为站位定量样方的物种数; p_i 为第 i 个物种的个体数占总数的比例。

Margalef 丰富度指数的计算公式为:

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

式中: N 为站位定量样方所获物种的个体数之和。

Pielou 均匀度指数的计算公式为:

$$J = H' / \log_2 S$$

物种相似性指数的计算公式为:

$$S_i = c / (a + b - c) \times 100\%$$

式中: a 、 b 分别为某 2 个断面的物种数; c 为这 2 个断面的共有物种数。

群落相对重要值(优势度) $V \geq 1\%$ 时,该物种为优势种,计算公式为:

$$V = 100\% \times n_i \times w_i / \sum_{i=1}^s (n_i \times w_i)$$

式中: n_i 和 w_i 分别为第 i 个物种的密度和生物量。

1.3.2 数据分析

采用 Primer 软件和 Excel 软件,对大型底栖动物群落的密度、生物量、多样性指数、相似性指数、优势度等数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 群落物种组成

本次调查共采集并记录潮间带大型底栖动物 7 门 9 纲 52 种,以节肢动物和软体动物为主。其中,节肢动物有 2 纲 26 种,占总种数的 50.0%,颚足纲和软甲纲分别有 2 种和 24 种;软体动物有 2 纲 17 种,占总种数的 32.7%,腹足纲和双壳纲分别有 9 种和 8 种;环节动物有 1 纲 3 种,占总种数的 5.8%,均为多毛纲;脊索动物有 1 纲 3 种,占总种数的 5.8%;最少的是星虫动物、扁形动物、纽形动物,均为 1 纲 1 种,各占总种数的 1.9%。

各断面采集到的大型底栖动物种数差异较大,其中 S4 断面以 36 种居首位,S3 断面以 29 种居第二位,S2 断面有 23 种,S1 断面最低仅有 17 种(图 2 和表 1)。

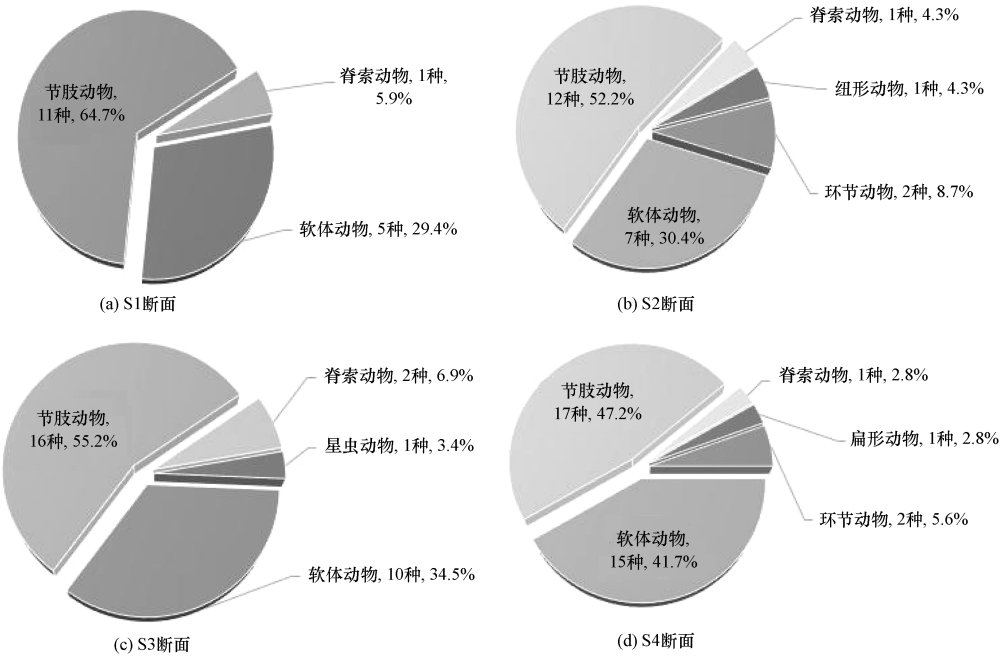


图 2 山口红树林保护区潮间带各断面大型底栖动物种数及其占比

Fig.2 The number of intertidal macrobenthos species and their proportions in each section in the Shankou Mangrove Reserve

表 1 山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落物种名录

Table 1 List of intertidal macrobenthic community species in the Shankou Mangrove Reserve

节肢动物门 Phylum Arthropoda	脊索动物门 Phylum Chordata
颚足纲 Chass maxillopoda	辐鳍鱼纲 Class Actinopterygii
小藤壶科 Family Chthamalidae	鰕虎鱼科 Family Gobiidae
白条地藤壶 <i>Euraphia withersi</i> ⁴	青斑细棘鰕虎鱼 <i>Acentrogobius viridipunctatus</i> ^{3,4}
藤壶科 Family Balanidae	弹涂鱼 <i>Periophthalmus modestus</i> ^{1,2,3,4}
潮间藤壶 <i>Balanus littoralis</i> ^{2,3,4}	青弹涂鱼 <i>Scartelaos histophorus</i> ³
软甲纲 Chass Malacostraca	软体动物门 Phylum Mollusca
对虾科 Family Penaeidae	腹足纲 Class Gastropoda
刀额新对虾 <i>Metapenaeus ensis</i> ³	滨螺科 Family Littorinidae
长臂虾科 Family Palaemonidae	斑肋滨螺 <i>Littoraria (Littorinopsis) ardouiniana</i> ^{3,4}
脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i> ^{2,4}	黑口滨螺 <i>Littoraria melanostoma</i> ^{1,2,3,4}
鼓虾科 Family Alpheidae	红果滨螺 <i>Littorina (Littoraria) coccinea</i> ^{1,2,3,4}
刺螯鼓虾 <i>Alpheus hoplocheles</i> ^{1,2,3,4}	粗糙滨螺 <i>Littoria scabra</i> ^{2,3,4}
日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i> ^{3,4}	汇螺科 Family Potamididae
相手蟹科 Family Sesarinae	珠带拟蟹守螺 <i>Cerithidea cingulata</i> ⁴
双齿近相手蟹 <i>Perisesarma bidens</i> ^{1,2,4}	蟹守螺科 Family Cerithiidae
褶痕相手蟹 <i>Sesarma plicata</i> ^{1,2,3,4}	柯氏铧棒螺 <i>Rhinoclavis (Proclava) kochi</i> ²
双齿相手蟹 <i>Sesarma bidens</i> ³	骨螺科 Family Muricidae
无齿相手蟹 <i>Sesarma dehaani</i> ¹	砺敌荔枝螺 <i>Thais gradata</i> ⁴
弓蟹科 Family Varunidae	耳螺科 Family Ellobiidae
长足长方蟹 <i>Metaplex longipes</i> ^{1,2,3,4}	核冠耳螺 <i>Cassidula nucleus</i> ^{3,4}
伍氏拟厚蟹 <i>Helicana wuana</i> ³	石磺科 Family Onchidiidae
秀丽长方蟹 <i>Metaplex elegans</i> ^{3,4}	石磺 <i>Onchidium verruculatum</i> ^{1,4}
中华近方蟹 <i>Hemigrapsus sinensis</i> ⁴	双壳纲 Class Bivalvia
沈氏长方蟹 <i>Metaplex sheni</i> ⁴	细纹蚶科 Family Noetiidae
隆背张口蟹 <i>Chasmagnathus convexus</i> ^{1,2,3,4}	棕栉毛蚶 <i>Didimacar tenebrica</i> ³
猴面蟹科 Family Camptandriidae	贻贝科 Family Mytilidae
扁平拟闭口蟹 <i>Paracleistostoma depressum</i> ^{1,2,3}	黑芥麦蛤 <i>Xenostrobus atratus</i> ^{2,4}
毛带蟹科 Family Dotillidae	蹄蛤科 Family Ungulinidae
宁波泥蟹 <i>Llyoplax ningpoensis</i> ^{1,2,4}	古志明圆蛤 <i>Cycladicama cumingii</i> ⁴
大眼蟹科 Family Macrophthalmidae	不等蛤科 Family Anomiidae
明秀大眼蟹 <i>Macrophthalmus definitus</i> ^{3,4}	难解不等蛤 <i>Enigmonia aenigmatica</i> ^{1,2,3,4}
日本大眼蟹 <i>Macrophthalmus japonicus</i> ³	牡蛎科 Family Ostreidae
太平大眼蟹 <i>Macrophthalmus pacificus</i> ³	团聚牡蛎 <i>Saccostrea glomerata</i> ^{2,3,4}
宽身大眼蟹 <i>Macrophthalmus dilatatus</i> ⁴	密鳞牡蛎 <i>Ostrea denselamellosa</i> ⁴
沙蟹科 Family Ocypodidae	蜆科 Family Corbiculidae
弧边招潮 <i>Uca arcuata</i> ^{1,2,3,4}	红树蜆 <i>Gelonia coxans</i> ^{1,3,4}
凹指招潮 <i>Uca vocans</i> ^{2,4}	鸭嘴蛤科 Family Laternulidae
方蟹科 Family Grapsidae	南海鸭嘴蛤 <i>Laternula nanhaiensis</i> ^{3,4}
四齿大额蟹 <i>Metopograpsus quadridentatus</i> ¹	扁形动物门 Phylum Platyhelminthes
神妙拟相手蟹 <i>Sesarma picta</i> ^{1,2}	涡虫纲 Class Turbellaria
环节动物门 Phylum Annelida	平角涡虫科 Family Planoceridae
多毛纲 Class Polychaeta	涡虫 <i>Paraplanocera</i> sp. ⁴
沙蚕科 Family Nereididae	纽形动物门 Phylum Nemertea
日本刺沙蚕 <i>Neanthes japonica</i> ²	无针纲 Class Anopla
双齿围沙蚕 <i>Perinereis aibuhitensis</i> ⁴	枝吻科 Family Polybrachiorhynchidae
吻沙蚕科 Family Glyceridae	枝吻纽虫 <i>Dendrorhynchus</i> sp. ²
中锐吻沙蚕 <i>Glycera rouxi</i> ²	
星虫动物门 Phylum Sipuncula	
革囊星虫纲 Class Phascolosomatidea	
革囊星虫科 Family Phascolosomatidae	
弓形革囊星虫 <i>Phascolosoma arcuatum</i> ³	

注:1、2、3 和 4 分别表示在断面 S1、S2、S3 和 S4 采集的物种。

虽然各断面采集到的大型底栖动物种数有一定差异,但种数占比由大到小排序依次均为节肢动物、软体动物、其他门类动物,即节肢动物和软体动物是山口红树林保护区大型底栖动物群落的优势种群。其中,S1 断面和 S2 断面的共有种有 13 种,物种相似性指数最高,达 48.1%;S4 断面和 S1 断面的共有种也有 13 种,但物种相似性指数最低,为 32.5%。从总体上看,区域间地理位置越靠近,大型底栖动物共有种的相似程度越高。

2.2 群落优势种

4 个断面大型底栖动物群落的优势种共有 13 种,包括节肢动物 9 种、软体动物 3 种和星虫动物 1 种。其中,S3 断面的最大优势种为红树蚬,S2 断面的最大优势种为扁平拟闭口蟹,S1 断面和 S4 断面的最大优势种皆为隆背张口蟹。S1 断面、S2 断面和 S4 断面最大优势种的优势度均超过 50%,表明大型底栖动物群落的物种多样化程度较低。整个调查区域大型底栖动物群落的前 10 个优势种及其优势度分别为隆背张口蟹(43.46%)、扁平拟闭口蟹(18.80%)、红树蚬(11.60%)、弧边招潮(8.17%)、长足长方蟹(5.38%)、褶痕相手蟹(4.88%)、红果滨螺(2.49%)、秀丽长方蟹(1.52%)、双齿近相手蟹(1.42%)和明秀大眼蟹(1.05%)(表 2)。

表 2 山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的优势种
Table 2 The dominant species of intertidal macrobenthic community in the Shankou Mangrove Reserve

断面	优势种(优势度/%)
S1	CHC(82.17),ILN(11.79),UCA(4.11),MEL(1.14)
S2	PAD(59.83),UCA(23.65),CHC(15.01),MEL(1.53)
S3	GEC(21.75),SEB(20.43),MEL(18.65),MAD(15.12),LIC(9.90),PHE(6.29),PAD(3.40),MEE(2.02),CAN(1.34)
S4	CHC(57.22),GEC(21.32),SEP(14.64),MEE(3.63),LIC(1.67)

注:CHC=隆背张口蟹,ILN=宁波泥蟹,UCA=弧边招潮,MEL=长足长方蟹,PAD=扁平拟闭口蟹,GEC=红树蚬,SEB=双齿近相手蟹,MAD=明秀大眼蟹,LIC=红果滨螺,PHE=弓形革囊星虫,MEE=秀丽长方蟹,CAN=核冠耳螺,SEP=褶痕相手蟹。

2.3 群落密度和生物量

调查区域大型底栖动物群落的密度和生物量如表 3 所示。

表 3 山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的密度和生物量
Table 3 The density and biomass of intertidal macrobenthic community in the Shankou Mangrove Reserve

断面	站位	平均密度/(ind·m ⁻²)	平均生物量/(g·m ⁻²)
S1	Q1	35	44.03
	Q2	29	3.30
	平均	32	23.66
S2	Q3	32	92.03
	Q4	186	37.02
	Q5	42	12.77
	平均	86	47.27
S3	Q6	61	181.63
	Q7	58	8.90
	Q8	54	56.80
	平均	58	82.44
S4	Q9	58	460.35
	Q10	32	30.88
	Q11	32	19.78
	Q12	32	26.56
	平均	38	134.39

整个调查区域大型底栖动物群落的平均密度为 54 ind/m²,其中节肢动物占比 80.09%、软体动物占比 17.91%、星虫动物和环节动物各占比 1.00%,节肢动物对群落密度作出的贡献最大。各站位大型底栖动物群落的平均密度分布范围为 29~186 ind/m²,其中 Q4 站位最大、Q2 站位最小。从断面来看,平均密度由大到小排序依次为 S2、S3、S4、S1。

整个调查区域大型底栖动物群落的平均生物量为 81.17 g/m²,其中软体动物占比 54.22%、节肢动物占比 43.70%、星虫动物占比 1.92%、环节动物占比 0.16%。各站位大型底栖动物群落的平均生物量分布范围为 3.30~460.35 g/m²,其中 Q9 站位最大、Q2 站位最小。从断面来看,平均生物量由大到小排序依次为 S4、S3、S2、S1。

2.4 群落指数

调查区域大型底栖动物群落指数如表 4 所示。

表 4 山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落指数
Table 4 The indexes of intertidal macrobenthic community
in Shankou Mangrove Reserve

断面	站位	S/种	H'	d	J
S1	Q1	4	1.491	0.867	0.746
	Q2	6	2.419	1.577	0.936
	平均	5	1.955	1.222	0.841
S2	Q3	4	1.685	0.903	0.843
	Q4	6	0.855	0.854	0.331
	Q5	6	2.288	1.351	0.885
	平均	5	1.782	1.129	0.763
S3	Q6	5	1.628	0.942	0.701
	Q7	6	1.949	1.199	0.754
	Q8	4	1.277	0.734	0.639
	平均	5	1.733	1.078	0.744
S4	Q9	6	2.182	1.199	0.844
	Q10	6	2.371	1.505	0.917
	Q11	5	2.171	1.204	0.935
	Q12	6	2.522	1.505	0.976
	平均	6	1.887	1.151	0.790

调查区域各站位的物种数分布范围为 4~6 种, 平均值为 5 种, 有 7 个站位高于平均水平。各站位的多样性指数分布范围为 0.855~2.522, 平均值为 1.903, 其中 Q12 站位最高、Q4 站位最低, 有 8 个站位高于平均水平, 各断面多样性指数由大到小排序依次为 S1、S4、S2、S3。各站位的丰富度指数分布范围为 0.734~1.577, 平均值为 1.153, 其中 Q2 站位最高、Q8 站位最低, 有 8 个站位高于平均水平, 各断面丰富度指数由大到小排序依次为 S1、S4、S2、S3。各站位的均匀度指数分布范围为 0.331~0.976, 平均值为 0.792, 其中 Q12 站位最高、Q4 站位最低, 各断面均匀度指数由大到小排序依次为 S1、S4、S2、S3。从整体上看, S1 断面的多样性指数、丰富度指数和均匀度指数均为整个调查区域最大。

2.5 系统聚类和多维尺度排序

运用 Primer 软件将 12 个调查站位大型底栖动物群落的生物量数据作 4 次方根转换并进行系

统聚类分析, 按欧氏距离 25% 可主要划分为 3 个群(图 3(a))。第一个群是大群, 包括 S1 断面、S2 断面的全部站位及邻近的 Q10 站位, 站位之间的地理位置较相近, 群落结构趋于相似, 以节肢动物为绝对优势种; 第二个群以红树林常见林区经济种红树蚬为主要优势种, 各优势种分布较均匀, 包括 S3 断面的 2 个站位和 S4 断面的 3 个站位; Q8 站位独立游离在外。在多维尺度(MDS)排序图中, 根据不同程度分离的样方分布, MDS 排序结果与系统聚类分析结果基本一致, 进一步印证系统聚类分析结果(图 3(b))。

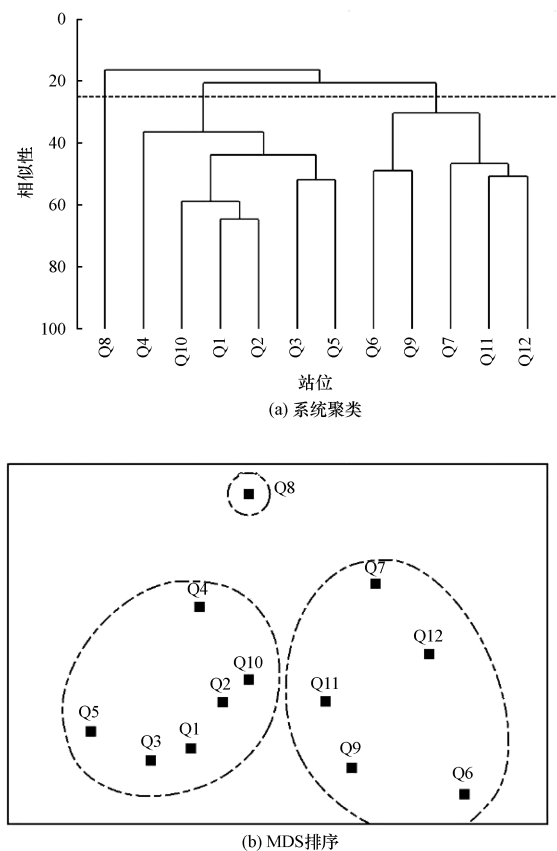


图 3 山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的系统聚类分析

Fig.3 Phylogenetic clustering and MDS sorting analysis of intertidal macrobenthic community in the Shankou Mangrove Reserve

3 讨论

本研究在山口红树林保护区潮间带记录大型底栖动物 7 门 9 纲 52 种, 1992 年韦受庆等^[12] 在山

口红树林保护区记录大型底栖动物 7 门 10 纲 111 种,二者相比在种数上有较大差异。与 1992 年调查站位布设于英罗港陆缘向海缘潮间带相比,本研究调查范围更广,站位布设于丹兜海和英罗港 2 个区域,站位数量成倍增加,更具代表性。在本研究记录的 52 种大型底栖动物中,节肢动物 26 种、占比 50.0%,软体动物 17 种、占比 32.7%,二者共占 82.7%,表明节肢动物和软体动物是山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的主要组成部分,这与韦受庆等^[12]调查所得节肢动物与软体动物共占 83.8%相吻合。

与我国广东雷州半岛^[13]、浙江西门岛^[14]、海南东寨港^[15]、广西北仑河口^[16]和深圳福田^[17]等其他红树林区相比,山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的物种多样性和均匀度均处于中等偏下水平(表 5)。调查站位的地理位置和数量以及调查频次等因素都可能影响物种多样性调查结果,大型底栖动物群落的物种多样性能反映其物种分布的均匀程度和资源丰富程度^[18]。

表 5 我国不同红树林地区大型底栖动物群落的物种多样性
Table 5 Species diversity of macrobenthic community
in different mangrove areas in China

地区	调查年份	多样性指数	均匀度指数	调查季节
广东雷州半岛	2002	2.502	0.641	春、秋
浙江西门岛	2004	1.550	0.480	春、夏
海南东寨港	2009	1.617	1.072	四季
广西北仑河口	2010	3.201	0.687	夏
深圳福田	2019	1.528	0.695	四季
广西山口(本研究)	2020	1.903	0.792	夏

山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的优势种包括隆背张口蟹、扁平拟闭口蟹等,占调查区域总种数的 19.23%。其中,隆背张口蟹的优势度非常显著,达 43.46%,该种分布范围广,具有很高的密度和生物量。我国海区潮间带多见优势种聚于少数种群的现象,如福建坛南湾潮间带上肋昌螺(*Umbonium costatum*)的优势度非常显著^[19],广西廉州湾潮间带的珠带拟蟹守螺、弧边招潮等少数种群的优势度异常偏高^[20],这往往导致群落物种

多样性降低^[21]。山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的物种多样性明显偏低,多样性指数大于 2.5 的站位仅占总数的 8.3%,绝大部分为 1.5~2.5。4 个断面的优势种不完全一致,其中节肢动物在 4 个断面均为最大优势种,优势地位显著。此外,各断面的优势种里均未发现沙蚕(*Nereididae*)、纵带滩栖螺(*Batillaria zonalis*)和珠带拟蟹守螺等潮间带环境污染指示种^[22],可见山口红树林保护区生态系统处于相对平衡的状态。本研究认为还需开展更深入的研究去揭示山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的变化趋势及其影响因素。

4 结论

本研究于 2020 年 7 月在山口红树林保护区潮间带调查记录大型底栖动物 7 门 9 纲 52 种,包括节肢动物 26 种,软体动物 17 种,环节动物 3 种,脊索动物 3 种以及星虫动物、扁形动物、纽形动物各 1 种。其中,节肢动物和软体动物分别占总种数的 50.0%和 32.7%,是山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的主要组成部分。山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的主要优势种包括隆背张口蟹、扁平拟闭口蟹、红树蚬、弧边招潮、长足长方蟹、褶痕相手蟹、红果滨螺、秀丽长方蟹、双齿近相手蟹、明秀大眼蟹。从整体上看,山口红树林保护区潮间带大型底栖动物群落的物种多样性水平较低。

参考文献(References):

[1] 邹明明,朱慧兰,郭玉清.广西防城港东湾红树林湿地春季小型底栖动物丰度与生物量[J].生态学杂志,2020,39(6):1823—1829.
ZOU Mingming, ZHU Huilan, GUO Yuqing. Abundance and biomass of spring meiofauna in mangrove wetlands of Dongwan, Fangchenggang, Guangxi[J]. Journal of Ecology, 2020, 39(6): 1823—1829.

[2] FIELD C D. Rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview[J]. Marine Pollution Bulletin, 1999, 37(8): 383—392.

[3] 林鹏.中国红树林研究进展[J].厦门大学学报,2001,40(2):592—603.
LIN Peng. Progress of mangrove research in China[J]. Journal of Xiamen University, 2001, 40(2): 592—603.

[4] 王瑁,高雪芹,丁弈朋,等.海南清澜港不同栖息位置红树林软

- 体动物的食物来源[J].湿地科学,2015,13(2):171—176.
- WANG Mao,GAO Xueqin,DING Yipeng,et al.Food sources of mollusks in mangroves at different habitat locations in Qiongzhusan Harbor, Hainan [J]. Wetland Science, 2015, 13 (2): 171—176.
- [5] SARAH E A,STILLMAN R A,RICHARD W G,et al.Modeling the effect of environmental change on shorebirds:a case study on Poole Harbour, UK [J]. Biological Conservation, 2006,131(3):459—473.
- [6] GOSS-CUSTARD J D,STILLMAN R A, WEST A D, et al. When enough is not enough: shorebirds and shellfishing[J]. Proceedings Biological Sciences,2004,271(1536):233—237.
- [7] 叶勇,翁劲,卢昌义,等.红树林生物多样性恢复[J].生态学报, 2006(4):1243—1250.
- YE Yong,WENG Jin,LU Changyi,et al.Mangrove biodiversity restoration[J].Journal of Ecology,2006(4):1243—1250.
- [8] 余桂东.广西山口国家级红树林自然保护区冬季鸟类对沿海植被的利用[D].南宁:广西大学,2015.
- YU Guidong.Utilization of coastal vegetation by winter birds in Shankou National Mangrove Nature Reserve, Guangxi [D]. Nanning,Guangxi University,2015.
- [9] 蒋隽.广西典型区红树林生态系统价值评价[D].桂林:广西师范大学,2013.
- JIANG Jun.Evaluation of the value of mangrove ecosystem in a typical area of Guangxi[D].Guilin:Guangxi Normal University,2013.
- [10] 黄宗国,林茂.中国海洋生物图集[M].北京:海洋出版社,2012.
- HUANG Zongguo,LIN Mao.Atlas of Chinese marine organisms[M].Beijing:China Ocean Press,2012.
- [11] 何斌源,赖廷和.广西北部湾红树林湿地海洋动物图谱[M].北京:科学出版社,2013.
- HE Binyuan,LAI Tinghe.Atlas of marine fauna in mangrove wetlands of Beibu Gulf, Guangxi[M]. Beijing: China Science Press,2013.
- [12] 韦受庆,陈坚,范航清.广西山口红树林保护区大型底栖动物及其生态学的研究[J].广西科学院学报,1993(2):45—57.
- WEI Shouqing,CHEN Jian,FAN Hangqing.Study on macrobenthos and its ecology in Shankou Mangrove Reserve, Guangxi[J].Journal of Guangxi Academy of Sciences, 1993(2): 45—57.
- [13] 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(2):18—25,31.
- LIANG Chaoyu,ZHANG Hanhua,XIE Xiaoyong,et al.Preliminary study on the benthic diversity of mangrove mudflats in Leizhou Peninsula[J].Marine Science,2005(2):18—25,31.
- [14] 高爱根,陈全震,曾江宁,等.西门岛红树林区大型底栖动物的群落结构[J].海洋学研究,2005(2):33—40.
- GAO Aigen,CHEN Quanzhen,ZENG Jiangning,et al.Community structure of macrobenthos in the mangrove area of Ximen Island[J].Oceanographic Research,2005(2):33—40.
- [15] 马坤.海南东寨港红树林湿地大型底栖动物多样性的研究[D].海口:海南大学,2011.
- MA Kun.Macrobenthic diversity in mangrove wetlands of Dongzhai Harbor, Hainan [D]. Haikou: Hainan University,2011.
- [16] 何祥英,苏搏,许廷波,等.广西北仑河口红树林湿地大型底栖动物多样性的初步研究[J].湿地科学与管理,2012,8(2): 44—48.
- HE Xiangying,SU Bo,XU Tingbo,et al.Preliminary study of macrobenthic diversity in mangrove wetlands of Beilun River Estuary, Guangxi [J]. Wetland Science and Management, 2012,8(2):44—48.
- [17] 郑梓琼,唐以杰,戚诗婷,等.深圳福田红树林大型底栖动物多样性研究[J].湿地科学与管理,2020,16(3):69—73.
- ZHENG Ziqiong,TANG Yijie,QI Shiting,et al.Macrobenthic diversity in Shenzhen Futian mangrove forest[J].Wetland Science and Management,2020,16(3):69—73.
- [18] 韩淑梅,何平,黄勃,等.东寨港典型红树林区底栖动物多样性特征指数比较研究[J].西北林学院学报,2010,25(1):123—126,161.
- HAN Shumei, HE Ping, HUANG Bo, et al. Comparative study of benthic diversity indices in typical mangrove areas of Dongzhai Harbor [J]. Journal of Northwest Forestry Academy,2010,25(1):123—126,161.
- [19] 李国强,叶伟鹏,余怀勇,等.平潭岛中国鲎保护区沙质潮间带的大型底栖动物群落[J].海洋环境科学,2017,36(2): 179—185.
- LI Guoqiang,YE Weipeng,YU Huaiyong,et al.Macrobenthic communities in the sandy intertidal zone of Pingtan Island Chinese horseshoe crab sanctuary[J].Marine Environmental Science,2017,36(2):179—185.
- [20] 何斌源,赖廷和,王欣,等.廉州湾滨海湿地潮间带大型底栖动物群落次级生产力[J].生态学杂志,2013,32(8): 2104—2112.
- HE Binyuan,LAI Tinghe,WANG Xin,et al.Secondary productivity of intertidal macrobenthic communities in the coastal wetlands of Lianzhou Bay [J]. Journal of Ecology, 2013,32(8):2104—2112.
- [21] 赖廷和,何斌源,黄中坚,等.防城河口湾潮间带大型底栖动物群落结构研究[J].热带海洋学报,2019,38(2):67—77.
- LAI Tinghe,HE Binyuan,HUANG Zhongjian,et al.Study on the community structure of macrobenthic animals in the intertidal zone of Fangcheng Estuary Bay [J]. Journal of

Tropical Oceanography, 2019, 38(2): 67—77.

[22] 刘士龙,秦旭东,王广军,等.2017 年夏季北海市冯家江入海口红树林潮间带大型底栖动物群落结构及多样性[J].湿地科学, 2019, 17(3): 352—358.

LIU Shilong, QIN Xudong, WANG Guangjun, et al. Community structure and diversity of mangrove intertidal macrobenthos in Fengjiajiang Estuary of Beihai City in summer 2017[J].Wetland Science, 2019, 17(3): 352—358.