

儒艮保护区秋冬季鱼类多样性研究

张迪^{1,2}, 戴建华², 孟祥垚², 杨宝田¹, 张宏科³, 周煜³, 乔莹⁴, 陈炳耀²

(1. 沈阳师范大学生命科学学院, 辽宁 沈阳 110034)

(2. 南京师范大学生命科学学院, 江苏 南京 210023)

(3. 广西壮族自治区合浦儒艮国家级自然保护区管理中心, 广西 北海 536000)

(4. 自然资源部第四海洋研究所, 北部湾鲸豚研究与保护中心, 广西 北海 536000)

[摘要] 广西合浦儒艮国家级自然保护区位于北部湾东北部, 目前以保护鲸豚类动物为主, 为研究鲸豚类的食物资源——鱼类资源多样性情况, 2018—2019年秋冬季, 对儒艮保护区及其邻近海域开展鱼类资源底拖网调查。结果表明, 该海域共捕获鱼类124种, 隶属14目44科92属。相对重要性指数IRI表明2018年10月线纹鳗鲡(*Plotosus lineatus*)为优势种, 2019年1月铅点东方鲀(*Takifugu alboplumbeus*)和犬牙繸颌虎鱼(*Amoya caninus*)为优势种, 2019年10月条马鲷(*Equulites rivulatus*)、鹿斑仰口鲷(*Secutor ruconius*)为优势种。平均捕获量呈季节性增长和年际间下降。聚类分析结果表明三个时期鱼类群落结构空间差异较大。三个时期鱼类平均属-科多样性指数(*G-F*指数)都比较高, 分别为0.68、0.75和0.71。综上所述, 儒艮保护区鱼类资源多样性较高, 群落结构空间差异较大, 渔获量有所下降, 建议加强对该水域鱼类资源的保护。

[关键词] 儒艮保护区, 群落结构, 优势种, 鱼类多样性, 鱼类资源

[中图分类号] S932.4/Q-9 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2021)04-0076-09

Study on Fish Diversity in Autumn and Winter Around Guangxi Hepu Dugong Nature Reserve and Adjacent Waters

Zhang Di^{1,2}, Dai Jianhua², Meng Xiangyao², Yang Baotian¹, Zhang Hongke³,
Zhou Yu³, Qiao Ying⁴, Chen Bingyao²

(1. School of Life Sciences, Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China)

(2. School of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

(3. Hepu Dugong National Nature Reserve Management Center, Guangxi Zhuang Autonomous Region, Beihai 536000, China)

(4. The Fourth Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, Beibu Gulf Cetacean Research and Conservation Center, Beihai 536000, China)

Abstract: Guangxi Hepu Dugong National Nature Reserve is located in the northeastern part of the Beibu Gulf, and aimed at protecting cetaceans currently. For clarifying the food resources of cetaceans, we conducted bottom trawl surveys of fish resources in Dugong reserve and adjacent waters in the autumn and winter of 2018–2019. The results showed that a total of 124 species of fish were caught, belonging to 14 orders, 44 families and 92 genera. The relative importance index IRI showed that the striped eel catfish (*Plotosus lineatus*) in October 2018 was the dominant species, while pufferfish (*Takifugu alboplumbeus*) and tropical sand goby (*Amoya caninus*) in January 2019, and offshore ponyfish (*Equulites rivulatus*) and deep pugnose ponyfish (*Secutor ruconius*) in October 2019, correspondingly. The average catch showed a seasonal increase and an inter-annual declination. The cluster analysis indicated that fish community structure in different three periods varied significantly. The average genus-family diversity index (*G-F*) of fish were relatively high, which were 0.68, 0.75 and 0.71, respectively in three periods. To sum up, the diversity of fish resources in the Dugong Reserve was relatively high, the community structure varied significantly, and the catch has declined. It is recommended to strengthen the protection of fish resources in this area.

Key words: Dugong Reserve, community structure, dominant species, diversity, fish resources

收稿日期: 2021-04-14.

基金项目: 广西合浦儒艮保护区横向课题资助.

通讯作者: 陈炳耀, 博士, 教授, 研究方向: 鲸类种群生态学、保护生物学和毒理生态学研究. E-mail: bychen@nynu.edu.cn

广西合浦儒艮国家级自然保护区(以下简称:儒艮保护区)位于北部湾的东北部,最初成立于1986年,1992年经国务院批准,升级为国家级自然保护区,是全国唯一的儒艮(*Dugong*)保护区,也是北部湾目前唯一以海洋哺乳动物为保护对象的国家级自然保护区。目前儒艮在保护区内数量极少,2002年之后未见实体,现在儒艮保护区以保护中华白海豚(*Sousa chinensis*)和印太江豚(*Neophocaena phocaenoides*)为主。中华白海豚和印太江豚以鱼类为食,渔业资源的丰富度与可获得度,可能是影响它们分布的最主要因素^[1]。

北部湾是我国著名的渔场,鱼类多样性高,资源量丰富,北部湾自然条件优越,生态系统完整。前期研究表明,北部湾海域共记录鱼类626种,隶属2纲27目371属^[2];沿岸海区鱼类有326种^[3];北部湾东北部海域2009年至2010年共有鱼类209种,隶属于15目、70科、119属^[4]。但是,在经历长期的捕捞之后,北部湾渔业资源出现了明显的衰退^[5],渔业资源密度在1962年至1992年下降了57%,1992年至1998年又下降了57%,1962年至1998年渔业资源密度下降81%^[6]。北部湾东北部海域潜在渔业资源量为 1.092×10^5 t/a,最大可捕量为 5.460×10^4 t/a,但是目前每年的捕捞量达到 2.190×10^6 t,是最大可捕量的40.1倍,捕捞能力严重过度^[4]。

目前,对儒艮保护区内的鱼类资源研究并不多^[7],仍然缺乏较为科学的了解,不利于对儒艮保护区内重点保护动物的科学保护。同时,儒艮保护区及附近海域是沙田、草潭等沿海渔村的主要捕鱼区域,渔业资源变化较快,也需要监测。综上,在2018—2019年对儒艮保护区及其附近海域进行了渔业资源的拖网调查,丰富北部湾鱼类资源基础资料,并提出相关保护与管理建议。

1 材料与方法

1.1 调查区域

儒艮保护区界线坐标($21^{\circ}30.00'$, $109^{\circ}38.50'$)($21^{\circ}30.00'$, $109^{\circ}46.50'$)($21^{\circ}18.00'$, $109^{\circ}34.50'$)($21^{\circ}18.00'$, $109^{\circ}44.00'$)四点0 m等深线以下的海域内,北侧海岸线全长15.6 km,总面积309.4 km²,其中广西范围面积189.7 km²,广东范围面积119.7 km²^[8]。由于儒艮保护区北侧近岸水浅,船只无法行进,同时基于以往调查结果,确定本次调查范围为儒艮保护区中南部及邻近的铁山港、草潭部分海域,鱼类资源调查共布设12个站点(图1)。

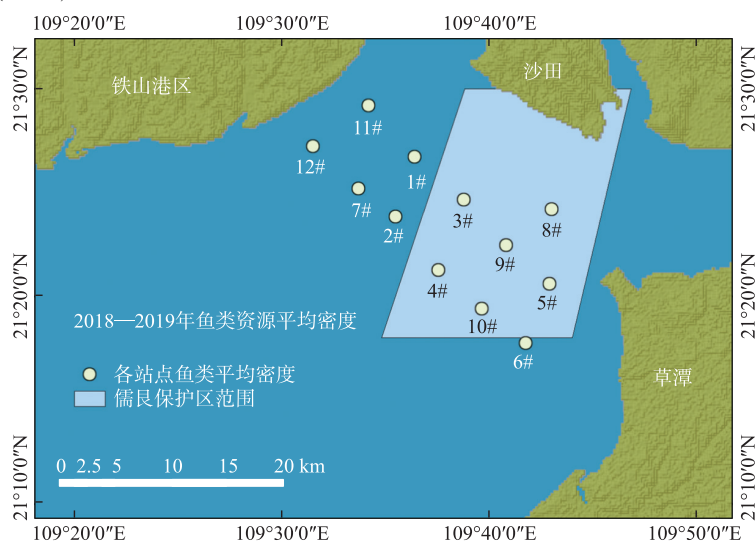


图1 2018—2019年儒艮保护区及其邻近海域拖网站点位置

Fig. 1 Location of trawling sites in Hepu Dugong Nature Reserve and adjacent waters between 2018 and 2019

1.2 调查内容和方法

渔业资源调查分别在2018年10月(秋季),2019年1月(冬季),2019年10月(秋季)进行3航次底拖网调查,保证基本的调查力度,以满足渔业资源季节性和年际间的对比分析。

所有底拖网调查均使用同一艘单拖网渔船(船长15 m,功率36 kw)。网具主要参数:网口960目,网目尺寸43 mm,网口周长41.28 m,网囊网目20 mm,网长12 m,上纲长度约45 m。调查时间均选在天气较好的白

天,拖网行驶方向统一为站点的正南方,拖网速度严格控制在2 kn左右,保持恒定拖速.每个站点拖曳1 h.

参考 Eschmeyer 等^[9] 的鱼类分类系统和《中国海洋鱼类》^[10],对采集的鱼类进行物种鉴定.按照中华人民共和国原农业部《海洋渔业资源调查规范》SC/T9403—2012 要求记录渔获物的数量和体重等数据,用于计算渔获物的优势度及渔获率.

1.3 分析方法

1.3.1 鱼类的渔获率

鱼类渔获率的计算采用指数(y)的计算公式: $y=m/t$,式中 m 为渔获种类的质量(kg), t 为各站拖网作业时间(h)^[3].

1.3.2 重要性指数 IRI 分析

采用相对重要性指数 IRI 来评价鱼类的优势度,该指数综合了物种体重、数量和出现频率^[10-11],应用比较广泛. IRI 公式如下^[12-14]: $IRI=(N+W) \times F \times 10\ 000$. 式中: N 表示某特定物种的渔获数量与总渔获数量的比值(%); W 表示某特定物种的渔获重量与总渔获重量的比值(%); F 为某特定物种的站位出现频率,即某特定物种有渔获的站位数量占整个调查航次总站位数的比例(%).若 $IRI \geq 1\ 000$ 被定义为优势种, $100 \leq IRI < 1\ 000$ 定为重要种, $10 \leq IRI < 100$ 定为常见种, $IRI < 10$ 定为少见种^[12-14].

1.3.3 群落结构相似性分析

使用软件 SPSS 24.0 选用系统聚类的 Q 型分类法,距离测量选择欧氏距离的平方,聚类方式选组间均联法^[15]生成系统聚类分析树状图.分析其群落结构相似性.

聚类分析是研究“物以类聚”的系统方法,定量计算指标间距离,以确定样本亲疏关系.系统聚类是最常用的聚类方法,其基本原理是先将 n 个样本各看成一类,然后定义并计算这 n 类间的距离,将距离最小两类合并成新类,再在这 $n-1$ 类中找出距离最小的两类合并,变为 $n-2$ 类;重复上述步骤,直至所有的样本都聚成一大类,最终根据实际问题的特征进行分类^[16].聚类树状图能清晰表现聚类动态的全过程.它将实际距离按比例调整到 0~25 的范围内,用逐级连线的方式连接性质相近的案例,直到聚为一类.在距离标尺中根据需要选定一个划分类的距离值,然后垂直标尺画线,该垂线将与水平连线相交,交点数即为分类的类别数^[15].聚类结果分析差异性越小,在树状图中表现为距离越短,从而越容易聚为一类;差异性越大,就越晚聚为一类^[17].

1.3.4 鱼类多样性指数

鱼类多样性指数采用 $G-F$ 指数法,其公式分别为:

$$F \text{ 指数}(D_F) \text{ (科的多样性): } D_F = \sum_{k=1}^m D_{Fk} = - \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i,$$

$$G \text{ 指数}(D_G) \text{ (属的多样性): } D_G = \sum_{j=1}^P D_{Gj} = - \sum_{j=1}^P q_j \ln q_j,$$

$$G-F \text{ 指数: } D_{G-F} = 1 - D_G / D_F.$$

式中, $P_i = S_{ki} / S_k$, S_{ki} 为鱼类名录中 k 科 i 属中的物种数; S_k 为名录中 k 科中的物种数; n 为 k 科中的属数; m 为名录中鱼类的科数. $q_j = S_j / S$, S_j 为属中的物种数, S 为名录中鱼类的物种数, P 为名录中的属数. $G-F$ 指数是 0~1 的测度,非单种的科越多, $G-F$ 指数越高,反之,该指数值越低. $G-F$ 指数仅从属、种水平和单种科的多寡来反映某一地区较长一段时间的物种多样性,而不必考虑种群数量和均匀度^[18-21].

2 结果与讨论

2.1 鱼类资源组成及优势种

2018 年 10 月—2019 年 10 月共完成 26 站次的渔业资源调查,每个站点的渔获量是不同的(图 2). 鱼类总重 73.165 kg,共计鱼类 124 种,隶属 14 目 44 科 92 属(表 1). 由于调查期间,部分站点正被其他渔船拖网作业,2018 年 10 月完成 7 个站点的渔业资源调查,鱼类总重 37.1 kg,尾数 1 182 条,46 种,平均鱼类个体重量 31.39 g,平均渔获率为 5.3 kg/h;同样原因,2019 年 1 月仅完成 7 个站点的渔业资源调查,鱼类总重 9.495 kg,尾数 608 条,50 种,平均鱼类个体重量 15.62 g,平均渔获率为 1.37 kg/h;2019 年 10 月完成所有 12 个站点渔业资源调查,鱼类总重 26.57 kg,尾数 1 957 条,108 种,平均鱼类个体重量 13.58 g,平均渔获率为 2.21 kg/h.

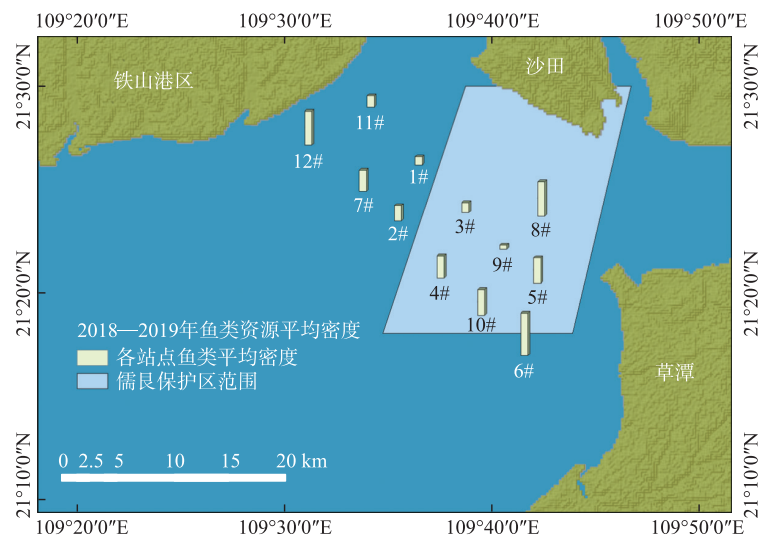


图 2 2018—2019 年儒艮保护区及其邻近海域鱼类资源拖网站点平均渔获率

Fig. 2 The average catch rate of fish resources in Hepu Dugong Nature Reserve and adjacent waters between 2018 and 2019

依据相对重要性指数 IRI (表 1) 显示:2018 年 10 月线纹鳗鲡 (*Plotosus lineatus*) 为优势种,日本海鯧 (*Nematalosa japonica*)、黄棘颈斑鲷 (*Nuchequula mannusella*) 和横纹东方鲀 (横纹多纪鲀) (*Takifugu oblongus*) 为重要种;2019 年 1 月铅点东方鲀 (*Takifugu oblongus*) 和犬牙繸鰕虎鱼 (*Amoya caninus*) 为优势种,红鳍拟鳞鲷 (*Paracentropogon rubripinnis*)、粗高鳍鲷 (*Vespacula trachinoides*)、长棘拟鳞鲷 (*Paracentropogon longispinis*)、瘤眶棘鲷 (*Sorsogona tuberculata*)、多鳞鲳 (*Sillago sihama*)、黑棘鲷 (*Acanthopagrus schlegelii*)、眼斑拟鲈 (*Parapercis ommatura*)、沙带鱼 (*Lepturacanthus savala*)、卵鲷 (*Solea ovata*) 和棕斑鬼头鲷 (*Lagocephalus spadiceus*) 为重要种;2019 年 10 月条马鲛 (*Equulites rivulatus*)、鹿斑仰口鲷 (*Secutor ruconius*) 为其中优势种,黑尾吻鲛 (*Rhynchocymba ectenurus*)、日本海鯧、线纹鳗鲡、多鳞鲳、游鳍叶鲷 (*Atule mate*)、条纹叫姑鱼 (*Johnius fasciatus*)、大头银姑鱼 (*Pennahia macrocephalus*)、长丝犁突鰕虎鱼 (*Myersina filifer*) 和犬牙繸鰕虎鱼为重要种。

表 1 2018—2019 年儒艮保护区及其邻近海域鱼类多样性组成及相对重要性指数

Table 1 Species composition and index of relative importance of fish diversity in Hepu Dugong Nature Reserve and adjacent waters between 2018 and 2019

目	科	种类	2018 年 10 月	2019 年 1 月	2019 年 10 月
真鲨目	真鲨科	尖头斜齿鲨 <i>Scoliodon laticaudus</i>			R
鲭形目	鲭科	黄鲷 <i>Dasyatis bennettii</i>			R
鳗鲡目	海鲷科	网纹裸胸鳗 <i>Gymnothorax reticularis</i>			R
	海鳗科	海鳗 <i>muraenesox cinereus</i>			R
	蛇鳗科	杂食豆齿鳗 <i>Pisodonophis boro</i>			R
		食蟹豆齿鳗 <i>Pisoodonophis cancrivorus</i>			R
	康吉鳗科	黑尾吻鳗 <i>Rhynchocymba ectenurus</i>	R		I
鲱形目	鳀科	中颌棱鳀 <i>Thryssa mystax</i>	R		R
		长颌棱鳀 <i>Thryssa setirostris</i>		R	R
		杜氏棱鳀 <i>Thryssa dussumieri</i>			R
		汉氏棱鳀 <i>Thryssa hamiltonii</i>			C
		黄吻棱鳀 <i>Thryssa vitrirostris</i>	R		C
		康氏侧带小公鱼 <i>Stolephorus commersonii</i>			R
		金色黄鲷 <i>Setipinna taty</i>			R
	鲱科	白腹小沙丁鱼 <i>Sardinella albelli</i>			R
		高体小沙丁鱼 <i>Sardinella brachysoma</i>			R
		日本海鯧 <i>Nematalosa japonica</i>	I	C	I
		无齿鯧 <i>Anodontostoma chacunda</i>			R
		圆吻海鯧 <i>Nematalosa nasus</i>		C	C
		斑鯧 <i>Konosirus punctatus</i>			R
	锯腹鲱科	黑口鰺 <i>Ilisha melastoma</i>	R		C

续表 1 Table 1 continued

目	科	种类	2018 年 10 月	2019 年 1 月	2019 年 10 月
鲶形目	海鲶科	中华海鲶 <i>Arius sinensis</i>	R	C	C
		斑海鲶 <i>Arius maculatus</i>			R
仙女鱼目	鳗鲶科	线纹鳗鲶 <i>Plotosus lineatus</i>	D	C	I
		长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i>			R
		龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>			R
鲷形目	鲷科	前棱龟鲛 <i>Chelon affinis</i>			R
		硬头骨鲷 <i>Osteomugil strongylocephalus</i>		C	
银汉鱼目	银汉鱼科	前鳞骨鲷 <i>Osteomugil ophuyseni</i>			R
		下银汉鱼 <i>Hypoatherina tsurugae</i>	R	R	
颌针鱼目	鲷科	杜氏下鲷 <i>Hyporhamphus dussumieri</i>	R		R
		间下鲷 <i>Hyporhamphus intermedius</i>			R
刺鱼目	海蛾鱼科	海蛾鱼 <i>Pegasus</i>		R	
鲈形目	鲈科	红鳍拟鳞鲈 <i>Paracentropogon rubripinnis</i>		I	C
		褐菖鲈 <i>Sebastes marmoratus</i>		C	
		粗高鳍鲈 <i>Vespicola trachinoides</i>	C	I	C
		长棘拟鳞鲈 <i>Paracentropogon longispinis</i>	R	I	C
		膳头鲈 <i>Trachicephalus uranoscopus</i>	R	R	C
	鲂鲷科	斑鳍红娘鱼 <i>Lepidotrigla punctipectoralis</i>		C	
	鲷科	倒棘鲷 <i>Rogadius asper</i>			C
		鳄鲷 <i>Cociella crocodila</i>		C	C
		瘤眶棘鲷 <i>Sorsogona tuberculata</i>	R	I	C
		日本瞳鲷 <i>Inegocia japonica</i>		C	
		大眼鲷 <i>Suggrundus meerdervoortii</i>	R	R	R
鲈形目	大眼鲷科	短尾大眼鲷 <i>Priacanthus macracanthus</i>			R
	天竺鲷科	黑似天竺鱼 <i>Apogonichthys niger</i>			R
		四线天竺鲷 <i>Apogon quadrifasciatus</i>			C
	鳊科	斑鳊 <i>Sillago maculata</i>			R
		多鳞鳊 <i>Sillago sihama</i>	C	I	I
	鲷科	长颌似鲷 <i>Scomberoides lysan</i>			R
		短吻丝鲷 <i>Alectis ciliaris</i>			R
		及达副叶鲷 <i>Alepes djedaba</i>	R		R
		克氏副叶鲷 <i>Alepes kleinii</i>	C		
		康氏似鲷 <i>Scomberoides commersonnianus</i>			R
		卵形鲷鲷 <i>Trachinotus ovatus</i>	R		C
		沟鲷 <i>Atropus atropos</i>			R
		游鳍叶鲷 <i>Atule mate</i>			I
	鲷科	条马鲷 <i>Equulites rivulatus</i>	C		D
		短吻鲷 <i>Leiognathus brevirostris</i>		R	
		黄棘颈斑鲷 <i>Nuchequula mannusella</i>	I	C	
		鹿斑仰口鲷 <i>Secutor ruconius</i>	C	R	D
		细纹鲷 <i>Leiognathus berbis</i>			R
	银鲈科	十棘银鲈 <i>Gerres decacanthus</i>			R
		缘边银鲈 <i>Gerres limbatus</i>			R
		红尾银鲈 <i>Gerres erythrourus</i>			R
		臀斑髭鲷 <i>Hapalogenys analis</i>			R
		胡椒鲷 <i>Plectorhinchus pictus</i>			R
		日本金线鱼 <i>Nemipterus japonicus</i>			R
	鲷科	黑棘鲷 <i>Acanthopagrus schlegelii</i>		I	R
		黄鳍棘鲷 <i>Acanthopagrus latus</i>			C
		真鲷 <i>Pagrus major</i>		R	R
		二长棘犁齿鲷 <i>Evynnis cardinalis</i>	C		C
	石首鱼科	勒氏枝鲷石首鱼 <i>Dendrophysa russelli</i>		R	C
		条纹叫姑鱼 <i>Johnius fasciatus</i>			I
		大头银姑鱼 <i>Pennahia macrocephalus</i>	C		I
		皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belangerii</i>		C	R
		银姑鱼 <i>Pennahia argentata</i>		R	

续表 1 Table 1 continued					
目	科	种类	2018 年 10 月	2019 年 1 月	2019 年 10 月
石首鱼科		杜氏叫姑鱼 <i>Johnius dussumieri</i>			R
		大黄鱼 <i>Larimichthys crocea</i>			R
		红牙 <i>Otolithes ruber</i>	R	C	C
		双棘原黄姑鱼 <i>Protonibea diacanthus</i>	C		C
		黑斑鲱鲤 <i>Upeneus tragula</i>			R
		黄带鲱鲤 <i>Upeneus sulphureus</i>			R
		马六甲鲱鲤(摩鹿加鲱鲤) <i>Upeneus moluccensis</i>	R	R	C
		日本鲱鲤 <i>Upeneus japonicus</i>		R	R
		条纹鸡笼鲷 <i>Drepane longimana</i>			C
		鲷 <i>Terapon theraps</i>	C	R	C
羊鱼科		细鳞鲷 <i>Therapon jarbua</i>			R
		孟加拉豆娘鱼 <i>Abudefduf bengalensis</i>			R
		眼斑拟鲈 <i>Parapercis ommatura</i>	C	I	C
		李氏 <i>Callionymus richardsoni</i>	C	C	C
		巴布亚沟鲈虎鱼 <i>Oxyurichthys papuensis</i>	C	R	
		红丝鰕虎鱼 <i>Cryptocentrus russus</i>	R	R	R
		孔鰕虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	C	C	R
		长丝犁突鰕虎鱼 <i>Myersina filifer</i>	C	R	I
		绿斑缟鰕虎鱼 <i>Amoya chlorostigmatoides</i>		R	R
		拟矛尾鰕虎鱼 <i>Parachaeturichthys polynema</i>		C	C
鰕虎鱼科		犬牙缟鰕虎鱼 <i>Amoya caninus</i>	R	D	I
		髯缟鰕虎鱼 <i>Tridentiger barbatus</i>		R	R
		细斑大弹涂鱼 <i>Boleophthalmus maculatus</i>			R
		金钱鱼 <i>Scatophagus argus</i>	C		C
		长鳍篮子鱼 <i>Siganus canaliculatus</i>	R		C
		短带鱼 <i>Trichiurus brevis</i>	R		R
		沙带鱼 <i>Lepturacanthus savala</i>		I	
		灰鲷 <i>Pampus cinereus</i>		R	
		银鲷 <i>Pampus argenteus</i>			R
		纤羊舌鲆 <i>Arnoglossus tenuis</i>	R		C
鲽形目		无斑羊舌鲆 <i>Arnoglossus aspidos</i>	R		R
		高体斑鲆 <i>Pseudorhombus elevatus</i>			C
		东方宽箬鲷 <i>Brachirus orientalis</i>			R
		带纹条鲷 <i>Zebrias zebra</i>			R
		峨眉条鲷 <i>Zebrias quagga</i>			R
		卵鲷 <i>Solea ovata</i>	C	I	C
		黑点圆鳞鲷 <i>Liachirus melanospilos</i>			R
		条鲷 <i>Zebrias zebra</i>			C
		斑头舌鲷 <i>Cynoglossus puncticeps</i>			C
		大鳞舌鲷 <i>Cynoglossus macrolepidotus</i>			R
鲑形目		焦氏舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>	R	R	
		东亚单孔舌鲷 <i>Cynoglossus itinus</i>	C	C	
		中华单角鲀 <i>Monacanthus chinensis</i>	C		C
		横纹东方鲀(横纹多纪鲀) <i>Takifugu oblongus</i>	I	R	
		铅点东方鲀(铅点多纪鲀) <i>Takifugu alboplumbeus</i>	C	D	C
		星点东方鲀(星点多纪鲀) <i>Takifugu niphobles</i>		R	R
		棕斑兔头鲀 <i>Lagocephalus spadiceus</i>	C	I	C

注: D 为优势种; I 为重要种; C 为常见种; R 为少见种.

本研究共渔获 124 种鱼类,对比同一海域在 2003—2004 年仅识别 56 种的结果^[7],相差较大,可能主要是源于调查频次和调查范围的差异. 王倩等^[7]仅布置了 4 个位点,且调查了 2 次,而在 3 个时期分别布设了 7、7 和 12 个位点,调查力度要远超王倩等^[7]. 因此,调查的鱼类种类数多于王倩等^[7]是比较合理的,并不支持鱼类种类的增多.

袁华荣等^[3]在 2009—2010 年北部湾东北部海域识别鱼类 209 种,同时发现,早在 2011 年游泳生物个体普遍出现了小型化、低龄化、低质化的现象. 本次调查也发现了此现象,鰕科最为明显,捕获的个体平均

重量不及 5 g. 鲉科及鲹形目也以小型见多,这在一定程度上都说明北部湾海域鱼类资源正在下降.

2.2 季节及年际变化

由于天气原因等客观因素,每一个阶段能调查的站点不完全一致,本研究仅对比三个阶段均调查过的 6 个站点(2#、3#、4#、5#、7#和 8#站点)的数据(图 3). 2018 年 10 月鱼类平均渔获率,除 7#站点外,其余 5 个站点均高于 2019 年 10 月平均渔获率. 2019 年 10 月相比 2019 年 1 月,4#和 7#站点平均渔获率较高,但是 2#、5#和 8#站点的平均渔获率均略低于 1 月份.

虽然王倩等^[7]未提及渔获物的重量、数量等相关信息,无法对比 13 年前的鱼类密度的变化,但是结果与 1962 年至 1998 年渔业资源相比密度下降 81%^[5],北部湾东北部海域的过度捕捞 40 倍^[3]的趋势是相符的. 而 2019 年 10 月部分站点的捕获量超过了同年 1 月,可能是与南海禁渔期使部分渔业资源得到休憩和恢复有关. 相对重要性 IRI 指数表明,主要优势种更换率 100%,说明优势种存在一定的时间上的差异,这可能也与季节性鱼的洄游和繁殖有关系.

2.3 聚类结果

2018 年 10 月,鱼类群落聚类分析可看出,在距离为 10 的相似性水平上,可以将各调查站点分为 3 组,第一组群为 7 号站点,第二组群为 4、6 号站点,第三组群为 2、3、5、8 号站点(图 4,左). 2019 年 1 月(图 4,中),在距离为 10 的相似性水平上,可以将各调查站点分为 3 组,第一组群为 8 号站点,第二组群为 4、5 号站点,第三组群为 1、2、3、7 号站点. 2019 年 10 月(图 4,右),在距离为 10 的相似性水平上,可以将各调查站点分为 5 组,第一组群为 7 号站点,第二组群为 10 号站点,第三组群为 12 号站点,第四组群为 5、6、9、11 号站点,第五组群为 1、2、3、4、8 号站点.

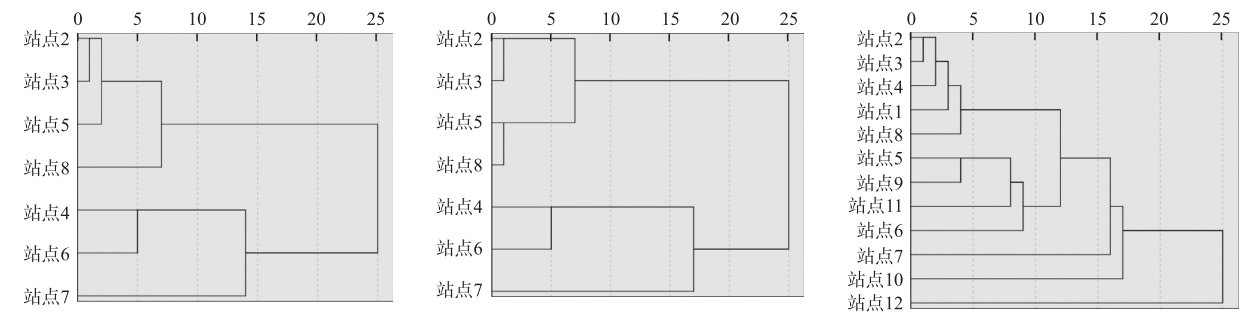


图 4 2018 年 10 月(左)、2019 年 1 月(中)和 2019 年 10 月(右)各站点鱼类群落聚类分析结果

Fig. 4 Cluster analysis results of fish community of each trawling sites in October 2018(left), January 2019(middle) and October 2019(right)

通过聚类分析结果可以看出,儒艮保护区及其邻近海域鱼类群落结构空间季节性差异较明显,远岸海域站点相似度较高,铁山港、英罗港和草潭近岸海域均与远岸海域相似性不高,可能是水文环境不同,导致群落的基本特征差异性较大^[22].

2.4 鱼类多样性

鱼类多样性 $G-F$ 指数法结果如下:2018 年 10 月属多样性指数 G 指数(D_c)为 2.33,科多样性指数 F 指数(D_f)为 7.31,属-科多样性指数($G-F$ 指数)为 0.68. 2019 年 1 月属多样性指数 G 指数(D_c)为 2.49,科多样性指数 F 指数(D_f)为 9.78,属-科多样性指数($G-F$ 指数)为 0.75. 2018 年 10 月属多样性指数 G 指数(D_c)为 4.87,科多样性指数 F 指数(D_f)为 16.55,属-科多样性指数($G-F$ 指数)为 0.71. 3 次调查平均属多样性指数 G 指数(D_c)为 3.23,平均科多样性指数 F 指数(D_f)为 11.21,平均属-科多样性指数($G-F$ 指数)为 0.71.

3次调查的属多样性指数 G 指数(D_G)和科多样性指数 F 指数(D_F)均呈现出增长趋势,但是属多样性增长显然没有科多样性增长速度快。 $G-F$ 指数从 0.68 上升到 0.75 再降低 0.71。表明 2018 年 10 月到 2019 年 1 月群落中非单种科的数目在上升,种级物种分化渐为强烈,属的生物多样性在升高。而 2019 年 1 月到 2019 年 10 月略有下降,捕获的物种数却升高,说明群落中单种科的数目显著上升,且高于种级物种分化速度,鱼类物种多样性在上升。

由图 5 可以看出,儒艮保护区的平均科多样性指数 F 指数(D_F)高于其他流域,说明儒艮保护区科多样性较高;儒艮保护区的属-科多样性指数($G-F$ 指数)均高于其他水域,表明其非单种的科比较多,物种多样性较高。

生物多样性可视作所有生物不可降低的复杂性,不存在一个单一的客观的指数测度生物多样性,只存在与特定目的相关的测定方法^[21-23]。 $G-F$ 指数从属、种水平和单种科的多寡来反映某一地区较长一段时间的物种多样性,而不必考虑种群数量和均匀度^[18]。本文利用 $G-F$ 指数对不同年份数据分析可知,儒艮保护区及其邻近海域属多样性指数 G 指数(D_G)和科多样性指数 F 指数(D_F)均呈现出增长趋势,但 2019 年 10 月科多样性指数 F 指数(D_F)增长趋势迅猛,造成此现象的原因可能是 2019 年 10 月增加调查 5 个站点,而儒艮保护区及其邻近海域鱼类群落空间差异较大,增设的站点与之前站点的水文环境不同,拥有许多特有的物种。通过对比其他水域的各项指数,儒艮保护区及其邻近海域鱼类的科多样性还是比较高的,但属的多样性略低,说明虽然儒艮保护区的生物多样性较高,但是属内种级分化是较弱的,说明属内种间可能存在较大竞争压力。

2.5 面临的威胁及保护

目前儒艮保护区内主要的保护对象是中华白海豚和江豚,而鱼类资源是中华白海豚和江豚的主要食物。导致鱼类资源的下降有很多原因。北部湾一直处于过度捕捞状态,沿岸海域渔业资源衰退更为严重^[24]。截至 2017 年,北部湾沿岸地区(广东、广西、海南)的捕捞生产渔船 96 542 艘,总功率达 416.1 万 kw ^[25]。沿岸工厂、港口建设和污水排放,造成了水体污染和栖息地的破坏,这也会造成鱼类资源的下降^[26-27]。拖网对海床的破坏力很大,还会不可避免的影响鱼类的洄游路线和繁殖场,影响鱼类的繁殖和补充群体的增加^[28]。

目前,对鱼类资源的保护措施起到了一定成效。北部湾休渔时间为每年的 5 月 1 日 12 时至 8 月 16 日 12 时,经过休渔期后,鱼类大量繁殖生长,所以 2019 年 10 月的鱼类资源较 2019 年 1 月有所回升。但是,休渔期过后报复性的捕捞,会使休渔期的作用大打折扣。针对目前存在的实际问题,建议尽快完成立法,将捕捞网具的网目大小调高,只捕捞大鱼,避免捕捞仔鱼;赋予儒艮保护区管理中心执法权,严厉处罚电拖网的使用者,避免将大鱼小鱼一窝端的现象;有序降低捕捞量,恢复到正常程度;对于鱼类生物多样性较高,与其他海域鱼类相似度较低的近岸海域应加强保护,降低捕捞。

3 结论

儒艮保护区及其邻近海域鱼类生物多样性相较于其他地区较高,但是自身种间存在较大竞争压力,属多样性较低。虽然南海禁渔期使部分渔业资源得到休憩和恢复,但是儒艮保护区及其邻近海域鱼类资源整体呈下降趋势。儒艮保护区及其邻近海域鱼类优势种存在一定时间上的差异。群落结构空间季节性差异明显,远岸海域站点相似度较高,铁山港、英罗港和草潭近岸海域均与远岸海域相似性不高。群落较为脆弱,总体来说应加大保护力度,保护该海域鱼类多样性,渔业资源密度,水体环境及其栖息地。

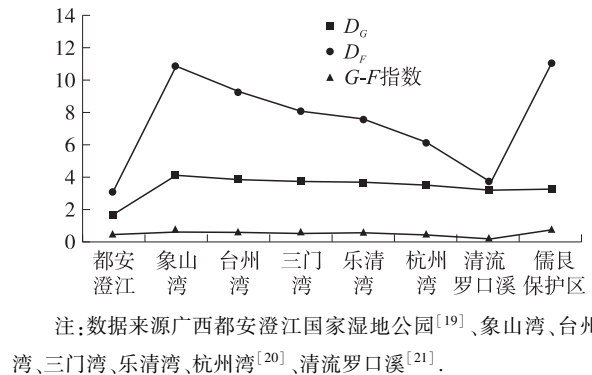


图5 儒艮保护区 D_G 、 D_F 和 $G-F$ 指数与其他水域的比较

Fig. 5 Comparison of D_G , D_F and $G-F$ indices of Hepu Dugong Nature Reserve with other waters

[参考文献]

- [1] 鲍森. 我国闽粤沿海中华白海豚潜在栖息地的预测[D]. 广东:汕头大学,2017.

- [2] 孙冬芳,朱文聪,艾红,等. 北部湾海域鱼类物种分类多样性研究[J]. 广东农业科学,2010,37(6):4-7.
- [3] 李显森,梁志辉,蒋明星. 北部湾北部我国沿岸海区鱼类区系的初步调查[J]. 广西科学院学报,1987,2(12):95-116.
- [4] 袁华荣,陈丕茂,贾晓平,等. 北部湾东北部游泳生物资源现状[J]. 南方水产科学,2011,7(3):31-38.
- [5] 黄国强,陈瑞芳,黄凌光,等. 北部湾渔业资源修复措施的探讨[J]. 广西科学院学报,2020,36(2):151-157.
- [6] 王跃中,袁蔚文. 南海北部底拖网渔业资源的数量变动[J]. 南方水产,2008,2(7):26-33.
- [7] 王倩,杨光,吴孝兵,等. 广西合浦儒艮国家级自然保护区及邻近水域鱼类种数及保护对策[J]. 应用生态学报,2006,9(32):1715-1720.
- [8] 张宏科. 广西合浦儒艮国家级自然保护区生物多样性现状及保护对策[J]. 科协论坛(下半月),2013,10(78):136-137.
- [9] ESCHMEYER W N,FRICKE R,VAN DER LAAN R. Catalog of fishes:genera,species,references. Electronic version[J/OL]. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- [10] 陈大刚,张美昭. 中国海洋鱼类[M]. 青岛:中国海洋大学出版社,2015.
- [11] PINKAS L. Food habits of albacore,bluefin tuna,and bonito in California waters[J]. Fish bull,1971,1(157):1-105.
- [12] 许友伟,江艳娥,范江涛,等. 南海中部海域秋冬季中层渔业生物群落结构的初步研究[J]. 南方水产科学,2016,12(4):49-56.
- [13] 袁梦,陈作志,张俊,等. 南海北部陆坡海域中层渔业生物群落结构特征[J]. 南方水产科学,2018,14(1):85-91.
- [14] 刘勇,沈长春,马超,等. 九龙江口春秋季节鱼类种类组成及数量分布特征[J]. 福建水产,2014,36(3):191-197.
- [15] 李智辉,罗平. SPSS for Windows 统计分析教程[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [16] 秦寿康. 综合评价原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
- [17] 张在旭,尚高龙. 基于聚类分析的黄河三角洲经济园区特色产业集聚发展研究[J]. 河南科学,2013,31(9):1502-1506.
- [18] 蒋志刚,纪力强. 鸟兽物种多样性测度的指数方法[J]. 生物多样性,1999,7(3):220-225.
- [19] 叶凡,张萍,修立辉,等. 广西都安澄江国家湿地公园的鱼类多样性指数及保护建议[J]. 南京师大学报(自然科学版),2016,39(2):78-8.
- [20] 孙鹏,王咏雪,田阔,等. 浙江5个海湾鱼类分类多样性研究[J]. 海洋与湖沼,2018,49(6):1325-1333.
- [21] 何美峰,黄文华,林祥睿,等. 清流罗口溪黄尾鲂国家级水产种质资源保护区鱼类资源现状[J]. 渔业研究,2019,41(4):302-309.
- [22] 于南京,俞存根,菅康康,等. 嵊泗列岛邻近海域鱼类种类组成及多样性分析[J]. 渔业研究,2020,42(4):293-301.
- [23] WILLIAMS P. Measuring biodiversity value[J]. World conservation,1996,96(1):12-14.
- [24] 孙典荣. 北部湾渔业资源与渔业可持续发展研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2008.
- [25] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴[Z]. 北京:中国农业出版社,2018.
- [26] PAULY D V,CHRISTENSEN J D,FROESE R,et al. Fishing down marine food webs[J]. Science,1998,279(5352):860-863.
- [27] JACKSON J B C,KIRBY X M,BERGER H W,et al. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems[J]. Science,2001,293(5530):629-638.
- [28] 郭亦玲. 广东省江门市海域中华白海豚(*Sousa chinensis*)种群数量及其饵料资源的调查[D]. 济南:山东大学,2017.

[责任编辑:黄 敏]