

# 福建三沙湾游泳动物种类和数量的季节变化

刘 勇, 叶孙忠, 马 超, 庄之栋, 徐春燕, 沈长春, 蔡建堤, 谢少卿

(福建省水产研究所, 福建省海洋生物增殖与高值化利用重点实验室, 福建 厦门 361013)

**摘要:** 根据 2019 年 1 月、4 月、7 月和 10 月四个季度 10 个站位定置张网调查资料, 对福建三沙湾游泳动物的种类组成及季节变化进行分析研究。结果表明: 调查共获得游泳动物 209 种, 隶属于 3 门 4 纲 19 目 73 科 144 属, 其中鱼类 154 种, 甲壳类 48 种, 头足类 7 种。游泳动物种类数以秋季出现最多, 四个季节共同出现的种类有 42 种。鲈形目种类最多, 其次是十足目。鱼类适温性以暖水性种类居多, 占 71.43%, 暖温性种类次之(27.92%); 生态类型以底层、近底层鱼类居多, 两者合占 75.97%。鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)、大黄鱼(*Larimichthys crocea*)、棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)、红星梭子蟹(*Portunus sanguinolentus*)和日本蜆(*Charybdis japonica*)等 14 个种类是三沙湾游泳动物的优势种类, 季节性优势种居多。三沙湾定置张网调查渔业资源质量密度为 111.09 kg/km<sup>2</sup>, 尾数密度为 13.72×10<sup>3</sup> ind./km<sup>2</sup>, 均以夏季最高, 春季最低。应该进一步加强对三沙湾渔业资源的合理利用和有效保护, 同时重视对外来物种的监测。

**关键词:** 种类组成; 资源密度; 游泳动物; 三沙湾; 季节变化

中图分类号: P735

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2022)05-0086-09

DOI: 10.11759/hyxx20210225001

海湾是近岸典型的海洋生态系统, 其独特的地理位置、水动力机制及水化条件有利于海洋生物的生存和繁衍, 是许多海洋生物的产卵、育幼和索饵场所, 具有重要的生态价值和经济价值<sup>[1]</sup>。游泳动物是人类开发利用海洋渔业资源的主要对象, 也是人类获取动物蛋白的主要来源, 在海洋生态环境中占据重要地位<sup>[2]</sup>。对中国沿海港湾游泳动物种类组成、数量分布及群落特征等相关研究已有不少报道, 如莱州湾游泳动物群落特征研究<sup>[3]</sup>、象山港游泳动物群落结构及多样性研究<sup>[4]</sup>、罗源湾游泳动物种类组成及其多样性研究<sup>[5]</sup>、东山湾游泳动物种类组成和数量时空分布及群落多样性研究<sup>[6-7]</sup>、钦州湾游泳动物群落种类组成及多样性研究<sup>[8]</sup>、北部湾游泳动物资源现状研究<sup>[9]</sup>等。

三沙湾位于福建省宁德市东南部, 是由东冲半岛、鉴江半岛合抱成口小腹大的一个近封闭性港湾, 由东冲口与外海相通, 是多种经济鱼类索饵、越冬的场所, 水产资源十分丰富。关于该海域渔业资源的研究也有不少报道<sup>[10-12]</sup>, 但这些报道已是多年前的调查资料, 由于过度捕捞、环境污染以及栖息地破坏等因素的影响, 有必要对近年来三沙湾游泳动物资源的变化情况作进一步了解。本文根据 2019 年四个季度三沙湾定置张网渔业资源调查资料, 分析了该海

域游泳动物种类组成、区系组成、优势种和资源密度等, 初步评价该海域游泳动物资源状况及变化情况, 为合理开发沿岸渔业资源及可持续利用提供基础资料。

## 1 材料与方 法

### 1.1 调查站位与船只

本文所用资料来自福建省水产研究所于 2019 年 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)和 10 月(秋季)在福建三沙湾开展的 4 个航次定置张网渔业资源调查。共在三沙湾内设置 10 个站位(图 1), 每航次实际调查 7~10 个站位, 后 3 个季度部分站位有分昼夜取样。调查船为定置张网作业船, 网具网身长 48 m, 网口宽度 10 m, 网身网目尺寸 17~25 mm, 网囊网目尺寸 12 mm。调查中样品的采集及分析均按 GB/T 12763.6—2007《海洋调查规范 第 6 部分: 海洋生物调查》<sup>[13]</sup>进行。

收稿日期: 2021-02-25; 修回日期: 2021-07-02

基金项目: 国家重点研发计划(NO.2018YFC1406302); 福建省属公益类科研院所基本科研专项(2019R1013-3)

[Foundation: National Key Research and Development Program of China, No. 2018YFC1406302; Basic Research Speciality of Fujian Public Welfare Research Institute, No. 2019R1013-3]

作者简介: 刘勇(1982—), 男, 河南光山人, 硕士, 助理研究员, 主要从事渔业资源生物学及生态学研究, 电话: 0592-6016604, E-mail: liuyong748@aliyun.com

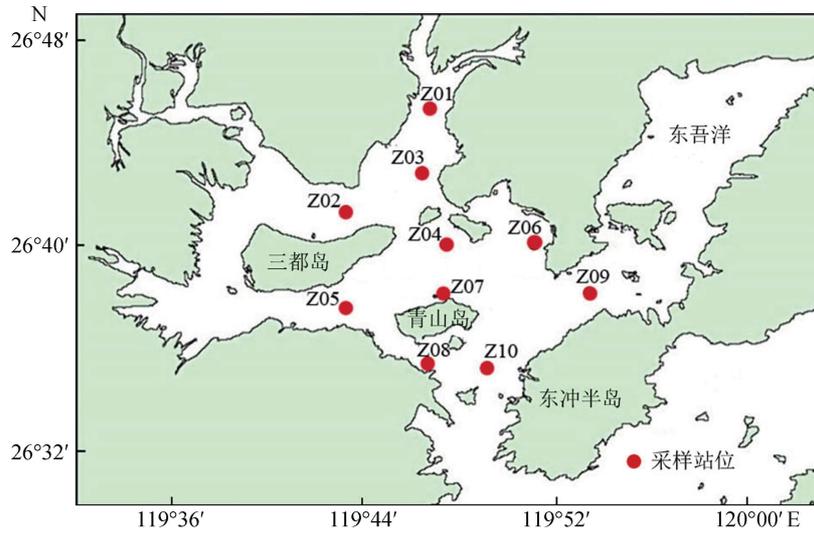


图 1 三沙湾调查站位示意图

Fig. 1 Map of the survey site in Sansha Bay

## 1.2 数据处理

### 1.2.1 优势种

利用 Pinkas<sup>[14]</sup>的相对重要性指数(Index of Relative Importance, IRI)判断各资源种类的优势种, 其公式为:

$$IRI=(N+W) \times F \times 10^4, \quad (1)$$

式中,  $N$  为某一种类的尾数百分比;  $W$  为某一种类的质量百分比;  $F$  为某一种类站位出现频率。参考相关文献<sup>[15-16]</sup>, 本文以 IRI 值大于 1 000 的种类为优势种。

### 1.2.2 资源密度

按照 SC/T 9110-2007《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》<sup>[17]</sup>的公式, 再参照徐兆礼<sup>[18]</sup>文献结合调查海域平均水深, 可得渔业资源密度计算公式为:

$$V = \frac{C \times d}{v \times t \times a \times q}, \quad (2)$$

式中,  $V$  为调查水域资源密度(kg/km<sup>2</sup>、ind./km<sup>2</sup>);  $C$  为单位网次平均渔获量(kg、ind.);  $d$  为平均水深(m);  $a$  为迎流网口面积(m<sup>2</sup>);  $t$  为有效作业时间(h), 平均取 6 h;  $v$  为涨、落潮平均流速(m/s);  $q$  为捕捞效率, 取 0.5。

## 2 结果与分析

### 2.1 种类组成与时空分布

#### 2.1.1 种类组成

三沙湾四个季度月共调查采集到游泳动物 209 种,

隶属于 3 门 4 纲 19 目 73 科 144 属, 其中鱼类最多, 有 14 目 59 科 113 属 154 种, 占总种类数的 73.68%; 甲壳类有 2 目 10 科 27 属 48 种(含口足类 6 种、虾类 22 种、蟹类 20 种), 占 22.97%; 头足类有 3 目 4 科 4 属 7 种, 占 3.35%(表 1)。按目来看, 鲈形目种类最多, 有 30 科 61 属 83 种, 占鱼类种类数的 53.90%, 占游泳动物的 39.71%; 其次是十足目, 有 42 种, 占游泳动物的 20.10%; 再次为鳗鲡目, 有 13 种, 占游泳动物的 6.22%。本次调查软骨鱼类较少, 仅鳃形目中的赤魮(*Dasyatis akajei*)和奈氏魮(*Dasyatis nararrae*) 2 种。

#### 2.1.2 种类季节分布

本次调查, 三沙湾内游泳动物出现种数以秋季最多, 有 148 种; 其次是夏季, 有 124 种; 再次为春季, 有 108 种; 冬季最少, 仅有 93 种。就游泳动物分类群看, 鱼类出现的种数呈现秋季(101 种)>夏季(85 种)>春季(79 种)>冬季(69 种); 甲壳类出现的种数呈现秋季(41 种)>夏季(35 种)>春季(26 种)>冬季(22 种); 头足类出现的种数呈现秋季(6 种)>夏季(4 种)>春季(3 种)>冬季(2 种)(图 2)。三大类群的季节分布趋势与游泳动物总的种数季节分布相一致。

四个季度共同出现的种类有 42 种, 占游泳动物总种数的 20.10%, 代表种有大黄鱼(*Larimichthys crocea*)、花鲈(*Lateolabrax japonicus*)、短棘银鲈(*Gerres lucidus*)、大鳞舌鲷(*Cynoglossus melampetalus*)、横纹东方鲀(*Takifugu oblongus*)、食蟹豆齿鳗(*Pisoodonophis cancrivorus*)、孔鰕虎鱼(*Trypauchen*)

表 1 三沙湾游泳动物种类组成

Tab. 1 Species composition of nekton in Sansha Bay

门	纲	目	科	属	种	
脊索动物门 Chordata	软骨鱼纲 Chondrichthyes	鲛形目 Myliobatiformes	1	1	2	
		辐鳍鱼纲 Actinopterygii	鲱形目 Clupeiformes	2	7	11
			灯笼鱼目 Myctophiformes	1	2	2
			海鲢目 Elopiformes	1	1	1
			鳗鲡目 Anguilliformes	7	10	13
			鲇形目 Siluriformes	1	1	1
			鳕形目 Gadiformes	1	1	1
			刺鱼目 Gasterosteiformes	1	2	2
			鲻形目 Mugiliformes	3	5	7
			鲉形目 Scorpaeniformes	4	8	8
			鲈形目 Perciformes	30	61	83
			鲽形目 Pleuronectiformes	4	8	12
			鲀形目 Tetraodontiformes	2	5	10
			鮫鱈目 Lophiiformes	1	1	1
	节肢动物门 Arthropoda	软甲纲 Malacostraca	口足目 Stomatopoda	1	5	6
十足目 Decapoda			9	22	42	
软体动物门 Mollusca	头足纲 Cephalopoda	枪形目 Teuthoidea	1	1	2	
		乌贼目 Sepioidea	2	2	2	
		八腕目 Octopoda	1	1	3	

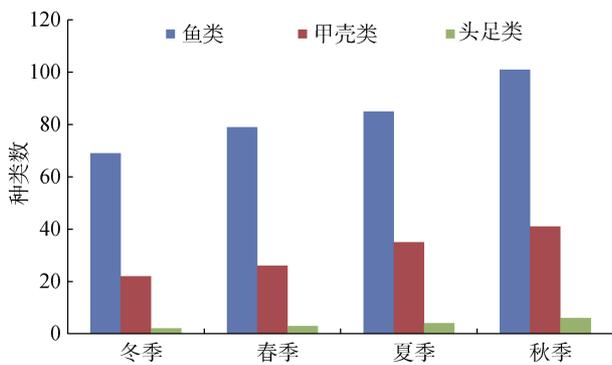


图 2 三沙湾游泳动物种类数季节变化

Fig. 2 Seasonal variation in the number of nekton species in Sansha Bay

vagina)、六丝矛尾鰕虎鱼(*Chaeturichthys hexanema*)、口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)、哈氏仿对虾(*Parape-naeopsis hardwickii*)、脊尾白虾(*Exopalaemon carini-cauda*)、三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)等; 三个季度出现的有 46 种, 占游泳动物总种类数的 22.01%, 代表种有二长棘鲷(*Parargyrops edita*)、鲻(*Mugil ce-*

*phalus*)、列牙鲷(*Pelates quadrilineatus*)、条鲷(*Zebrias zebra*)、黄斑蓝子鱼(*Siganus oramin*)、长丝鰕虎鱼(*Cryptocentrus filifer*)、日本囊对虾(*Penaeus japonicus*)、中华管鞭虾(*Solenocera crassicornis*)、双斑蛸(*Charybdis bimaculata*)、长蛸(*Octopus variabilis*)等; 两个季度出现的有 46 种, 占游泳动物总种类数的 22.01%, 代表种有黄鳍鲷(*Sparus latus*)、蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi*)、龙头鱼(*Harpodon neherus*)、花鲽(*Clupanodon thrissa*)、斜带髯鲷(*Hapalogenys nitens*)、勒氏笛鲷(*Lutjanus russelli*)、硬头鲷(*M. strongylocephalus*)、矛尾复鰕虎鱼(*Synechogobius hasta*)、窝纹网虾蛄(*Dictyosquilla foveolata*)、周氏新对虾(*Metapenaeus joyneri*)、拟穴青蟹(*Scylla paramamosain*)、短蛸(*Octopus ocellatus*)等; 仅 1 个季度出现的有 75 种, 占游泳动物总种类数的 35.89%, 代表种有赤点石斑鱼(*Epinephelus akaara*)、刺鲷(*Psenopsis anomala*)、鲐(*Pneumatophorus japonicus*)、蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*)、金线鱼(*Nemipterus virgatus*)、高体鲷(*Seriola dumerili*)、朴蝴蝶鱼(*Chaetodon modestus*)、

三线矶鲈(*Parapristipoma trilineatum*)、犬牙细棘鰕虎鱼(*Acentrogobius caninus*)、远海梭子蟹(*Portunus pelagicus*)、锈斑蜉(*Charybdis feriatus*)、柏氏四盘耳乌贼(*Euprymna berryi*)等。

### 2.1.3 种类空间分布

游泳动物种类数以 Z03 站和 Z05 站最多, 均为 125 种; 其次是 Z04 站, 有 118 种; 其次是 Z07 站, 有 116 种; 接下去依次为 Z08 站(114 种)、Z06 站(113 种)、Z01 站(105 种)、Z02 站(105 种)、Z10 站(81 种); Z09 站最少, 仅 48 种。

## 2.2 鱼类区系特征

区系是在不同鱼类种群的相互联系及其环境条件综合因子的长期影响和适应过程逐渐形成的。从适温性看, 154 种鱼类中暖水性种类有 110 种, 占鱼类种数的 71.43%; 暖温性种类有 43 种, 占 27.92%; 冷水性种类 1 种, 仅占 0.65%。调查海域鱼类区系组成具有热带、亚热带性质, 认为本海域鱼类区系特征属于印度西太平洋的中国-日本亚区。从栖息水层看, 底层鱼类有 77 种, 如赤鲷、尖尾鳗(*Uroconger lepturus*)、孔鰕虎鱼、中华海鲇(*Arius sinensis*)、日本鳗鲡(*Anguilla japonica*)、二长棘鲷等, 占鱼类种类数的 50.00%; 近底层鱼类有 40 种, 如带鱼(*Trichiurus haumela*)、大黄鱼、白姑鱼(*Argyrosomus argentatus*)、列牙鲷、龙头鱼、横纹东方鲀等, 占 25.97%; 中上层鱼类有 29 种, 如斑鱒(*Chupanodon punctatus*)、凤鲚(*Coilia mystus*)、蓝圆鲹、蓝点马鲛、鲐、前鳞鲻(*Mugil*

*ophuyseni*)等, 占 18.83%; 岩礁性鱼类有 8 种, 如褐菖鲉(*Sebastes marmoratus*)、黄斑蓝子鱼、朴蝴蝶鱼、双带天竺鲷(*Apogon taeniatus*)等, 占 5.19%。

## 2.3 优势种季节变化

根据 IRI 值, 确定三沙湾四季度游泳动物的优势种(IRI>1000), 不同季节稍有不同。其中冬季有 6 种, 渔获物合占游泳动物的质量比例为 47.41%, 尾数比例为 50.27%; 春季有 4 种, 合占质量比例为 26.82%, 尾数比例为 53.49%; 夏季有 6 种, 合占质量比例为 67.35%, 尾数比例为 63.02%; 秋季有 5 种, 合占质量比例为 42.19%, 尾数比例为 46.59%。表 2 可以看出三沙湾游泳动物优势种共有 14 种, 其中鱼类 9 种、甲壳类 5 种, 游泳动物优势种的季节性更替明显, 仅黄吻棱鲷(*Thrissa vitirostris*)1 个种类是 4 个季度的优势种, 日本蜉(*Charybdis japonica*)、食蟹豆齿鳗、大黄鱼和鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)是 2 个季度的优势种, 鲜明鼓虾(*Alpheus distinguendus*)、髯缟鰕虎鱼(*Tridentiger barbatus*)、棘头梅童鱼、龙头鱼(*Harpodon neherus*)、白姑鱼、双带缟鰕虎鱼(*Tridentiger bifasciatus*)、短吻鲷(*Leiognathus brevirostris*)、红星梭子蟹和纤手梭子蟹都仅是 1 个季度的优势种, 3 个季节都是优势种的种类没有。其中, 大黄鱼在游泳动物中的质量比例冬季为 7.73%、春季为 9.24%、夏季为 28.86%、秋季为 7.79%; 尾数比例冬季为 1.61%、春季为 1.44%、夏季为 9.81%、秋季为 1.28%, 可见三沙湾夏季大黄鱼渔获比例较高。

表 2 三沙湾游泳动物优势种季节分布

Tab. 2 Seasonal distribution of the dominant nekton species in Sansha Bay

序号	种类	拉丁名	IRI			
			冬季	春季	夏季	秋季
1	日本蜉	<i>Charybdis japonica</i>	3 027.3	-	-	1 469.2
2	鲜明鼓虾	<i>Alpheus distinguendus</i>	1 950.2	-	-	-
3	髯缟鰕虎鱼	<i>Tridentiger barbatus</i>	1 523.3	-	-	-
4	黄吻棱鲷	<i>Thrissa vitirostris</i>	1 134.9	2 328.0	1 021.6	1 005.1
5	食蟹豆齿鳗	<i>Pisoodonophis cancrivorus</i>	1 096.4	-	-	1 314.0
6	双带缟鰕虎鱼	<i>Tridentiger bifasciatus</i>	1 036.2	-	-	-
7	棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>	-	3 592.9	-	-
8	大黄鱼	<i>Larimichthys crocea</i>	-	1 068.0	3 866.5	-
9	短吻鲷	<i>Leiognathus brevirostris</i>	-	1 042.6	-	-
10	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	-	-	4 380.3	1 869.5
11	龙头鱼	<i>Harpodon neherus</i>	-	-	1 554.9	-
12	白姑鱼	<i>Argyrosomus argentatus</i>	-	-	1 209.4	-
13	纤手梭子蟹	<i>Portunus gracilimanus</i>	-	-	1 004.5	-
14	红星梭子蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i>	-	-	-	3 220.2

注: “-”表示 IRI 值不足 1 000。

## 2.4 资源密度

从 2019 年四个季度定置张网调查看, 三沙湾游泳动物全年资源质量密度为 111.09 kg/km<sup>2</sup>, 尾数密度为 13.72×10<sup>3</sup> ind./km<sup>2</sup>。从季节分布看, 质量密度以夏季最高, 为 137.70 kg/km<sup>2</sup>, 其次是秋季的

122.85 kg/km<sup>2</sup>, 再次是冬季的 111.75 kg/km<sup>2</sup>, 春季最低, 为 72.07 kg/km<sup>2</sup>, 季节间差异不显著( $P>0.05$ ); 尾数密度与质量密度季节分布总体一致, 也是夏季>秋季>冬季>春季, 季节间存在极显著性差异( $P<0.01$ ) (表 3)。

表 3 三沙湾游泳动物资源密度季节分布

Tab. 3 Seasonal distribution of the nekton stock density in Sansha Bay

调查项目	冬季	春季	夏季	秋季	均值
质量密度(kg·km <sup>-2</sup> )	111.75	72.07	137.70	122.85	111.09
尾数密度(×10 <sup>3</sup> ind.·km <sup>-2</sup> )	6.27	3.50	27.52	17.58	13.72

三沙湾冬季游泳动物相对资源质量密度分布较为均匀, 质量密度最大值出现于 Z07 站, 该站位于青山岛北部海域, 最低站出现于 Z03 站; 春季质量密度最大值也是出现于 Z07 站, 其他站位普遍较低;

夏季游泳动物相对资源质量密度普遍较高, 最大值出现在 Z10 站, 最低站出现于 Z02 站; 秋季质量密度最大值也是出现于 Z07 站, 最低站出现于 Z03 站 (图 3)。

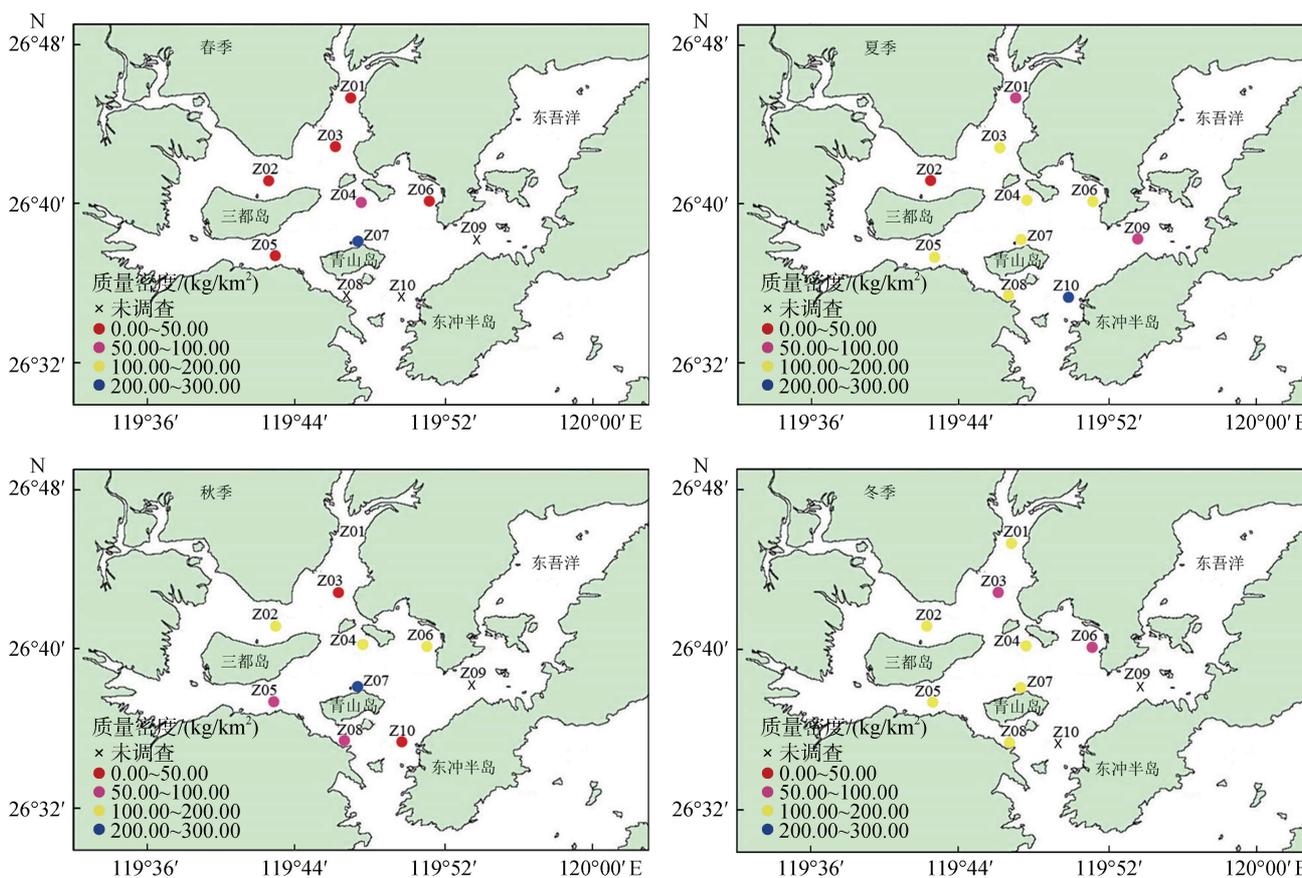


图 3 三沙湾游泳动物相对资源质量密度分布

Fig. 3 Relative resource weight density distribution of nekton in Sansha Bay

按游泳动物类群分布看, 质量资源密度是鱼类>甲壳类>头足类, 其中鱼类质量资源密度夏季最高, 甲壳类秋季最高, 头足类春季最高(图 4); 尾数资源

密度是甲壳类>鱼类>头足类, 其中鱼类尾数资源密度夏季最高, 甲壳类秋季最高, 头足类春季最高(图 5)。

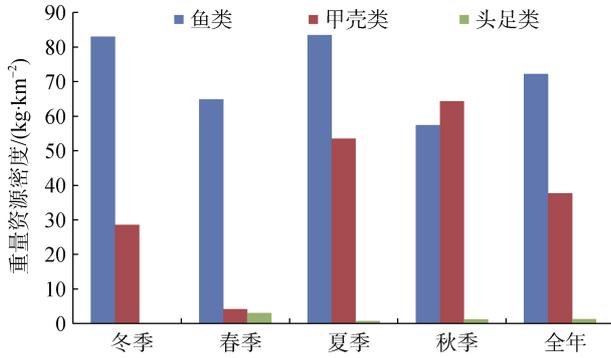


图4 三沙湾游泳动物各类群质量资源密度季节变化

Fig. 4 Seasonal variation in stock density by the weight of different nekton groups in Sansha Bay

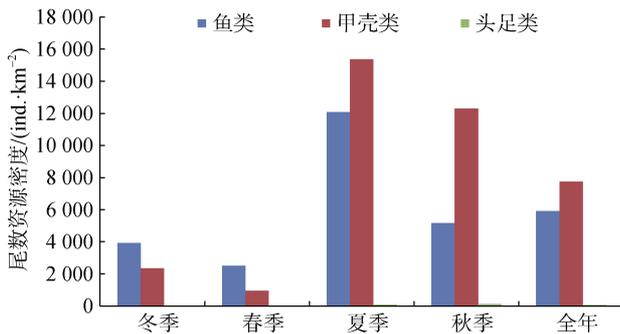


图5 三沙湾游泳动物各类群尾数资源密度季节变化

Fig. 5 Seasonal variation in stock density by the quantity of different nekton groups in Sansha Bay

表4 三沙湾与邻近海湾游泳动物种类数比较

Tab. 4 Comparison of the numbers of nekton species between Sansha Bay and adjacent bays

调查时间	调查地点	种类数				来源
		游泳动物	鱼类	甲壳类	头足类	
2010	三沙湾	234	174	56	4	[18]
2012—2013	三都澳	195	143	47	5	[11]
2019	三沙湾	209	154	48	7	本研究
2009	罗源湾	96	64	30	2	[5]
2012	罗源湾	93	66	25	2	[19]
2016	罗源湾	94	51	40	3	[20]

调查海域游泳动物以鲈形目种类最多, 有 83 种, 占鱼类的 53.90%, 占游泳动物的 39.71%。鱼类适温性以暖水性鱼类为主, 占 71.43%, 暖温种占 27.92%, 冷水性鱼类仅大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)1 种, 表明调查海域鱼类具有明显的热带和亚热带特征, 与沈长春<sup>[10]</sup>调查研究结果相符。2012—2013 年调查<sup>[11]</sup>显示三沙湾游泳动物优势种有 26 种, 其中大黄鱼和日本鲷(*Charybdis japonica*)为四个季度均出现的优势种, 其它种类为季节性优势种。本次调查优势

### 3 讨论

港湾水域由于自然环境条件复杂, 水文理化因子多变, 从而为渔业生物生存提供了更多样的生存环境, 而环境季节变化又决定了栖息于港湾的游泳动物种类和数量的季节变化。2019 年定置张网调查显示, 三沙湾内有游泳动物 209 种, 种类数以鱼类为主, 甲壳类次之。三沙湾内游泳动物种类数季节分布为秋季>夏季>春季>冬季, 鱼类、甲壳类和头足类三大类群的季节分布趋势与游泳动物总种数分布相一致。徐兆礼<sup>[18]</sup>2010 年 6—11 月调查显示, 三沙湾游泳动物有 234 种, 其中鱼类 174 种、虾类 37 种、蟹类 19 种、头足类 4 种; 宋普庆等<sup>[11]</sup>2012—2013 年调查显示, 三沙湾内三都澳海域游泳动物有 195 种, 其中鱼类 143 种、甲壳类 47 种、头足类 5 种。三次调查由于调查站位、采样时间频次、采用网具规格的差异, 三沙湾游泳动物种数略有不同, 总体上较为稳定, 且都是以鱼类为主, 占总种数的 70%以上(表 4)。与邻近港湾相比, 三沙湾游泳动物种类数明显多于罗源湾近年历次调查, 这很可能与罗源湾开口较小, 较为封闭, 与湾外种类交流不如三沙湾有关, 也可能是与调查时间、频次、网具等有关(表 4)<sup>[5, 19-20]</sup>。

种 14 种, 其中黄吻梭鲷为四个季度均出现的优势种, 其它种类为季节性优势种, 优势种季节性更替明显。本次优势种较少的原因是, 2012—2013 年优势种是取各航次 IRI 值排名前 10 位的种类, 而本次是取各航次 IRI>1000 的种类。两次调查都出现的优势种有大黄鱼、白姑鱼、龙头鱼、棘头梅童鱼、髯缟鰕虎鱼、鲜明鼓虾、日本鲷、红星梭子蟹和纤手梭子蟹等 9 种, 很多都是近岸洄游性、河口性和定居底栖生物种类, 这些种类都常年在三沙湾内繁殖、生长

和摄食,不作长距离洄游。从季节分布看,大黄鱼在2012—2013年的四个季度都是第一优势种,而本次调查冬、春、夏、秋四季的第一优势种分别是日本鲟、棘头梅童鱼、鹰爪虾和红星梭子蟹,一些甲壳类成为季节性的第一优势种。

2019年三沙湾定置张网调查游泳动物资源质量密度均值为111.09 kg/km<sup>2</sup>,尾数密度均值为13.72×10<sup>3</sup> ind./km<sup>2</sup>。徐兆礼<sup>[18]</sup>2010年6月、8月、10月和11月对三沙湾开展4个月次的渔业资源调查,若以6~8月为夏季、9~11月为秋季,则该调查夏季游泳动物质量资源密度151.63 kg/km<sup>2</sup>,尾数资源密度为34.29×10<sup>3</sup> ind./km<sup>2</sup>,秋季则分别为148.14 kg/km<sup>2</sup>和39.58×10<sup>3</sup> ind./km<sup>2</sup>。与之相比,三沙湾2019年夏季游泳动物质量资源密度比2010年下降9.19%,尾数资源密度下降19.74%,秋季则分别下降17.07%和55.58%。游泳动物资源密度指数下降,表明三沙湾渔业资源出现一定程度的衰退,这很可能与捕捞强度过大、环境污染及栖息地破坏等因素有关,应该进一步加强对三沙湾渔业资源的合理利用和有效保护。本次调查显示三沙湾内游泳动物资源质量密度和尾数密度的季节分布都是夏季>秋季>冬季>春季。三沙湾夏秋季水温较高,湾内饵料生物繁盛,游泳动物生长、索饵、繁殖活动旺盛,而冬春季湾内水温较低,一些暖水性种类洄游至湾外越冬,较难捕获,所以湾内游泳动物资源质量密度和尾数密度都是夏秋季高于冬春季。

本次调查,渔获物中出现了除大黄鱼以外的养殖品种,如大菱鲆、条纹锯鲷(*Centropristis Striata*)和珍珠龙胆石斑鱼(♀*Epinephelus fuscoguttatus* × ♂*Epinephelus lanceolatus*)等,很可能是养殖逃逸到天然水域中。大菱鲆属于冷水性种类,是我国北方沿海的优良养殖品种,福建水温较低地区也有养殖<sup>[21]</sup>,本次调查共捕获到7尾,主要在冬、春季出现。条纹锯鲷,俗称美洲黑石斑,在福建宁德三都澳有养殖<sup>[22]</sup>,本次调查共捕获到14尾,在春、夏、秋3个季节都有出现。珍珠龙胆石斑鱼仅捕获1尾,在春季出现。在以往三沙湾天然水域调查中,这些种类未见公开报道过,外来养殖品种是否在三沙湾已经形成种群,对本土渔业生物群落是否有所影响,值得关注研究。

#### 参考文献:

[1] 杨东方,苗振清. 海湾生态学[M]. 北京:海洋出版社,2020.

- YANG Dongfang, MIAO Zhenqing. Estuarine Ecology[M]. Beijing: China Ocean Press, 2020.
- [2] 沈国英,施并章. 海洋生态学(第二版)[M]. 北京:科学出版社,2002.
- SHEN Guoying, SHI Bingzhang. Marine Ecology(2<sup>nd</sup> edition)[M]. Beijing: Science Press, 2002.
- [3] 沈公铭,黄经献,黄瑛,等. 莱州湾渔业水域游泳动物群落特征[J]. 海洋渔业,2017,39(3):277-285.
- SHEN Gongming, HUANG Jingxian, HUANG Ying, et al. On community characteristic of nekton in fishery areas in the Laizhou Bay[J]. Marine Fisheries, 2017, 39(3): 277-285.
- [4] 姜亚洲,林楠,袁兴伟,等. 象山港游泳动物群落结构及多样性[J]. 生态学杂志,2013,32(4):920-926.
- JIANG Yazhou, LIN Nan, YUAN Xingwei, et al. Community structure and species diversity of nektons in Xiangshan Bay of East China[J]. Chinese Journal of Ecology, 2013, 32(4): 920-926.
- [5] 马超,沈长春,刘勇. 罗源湾夏季游泳动物种类组成及其多样性[J]. 福建水产,2012,34(6):449-454.
- MA Chao, SHEN Changchun, LIU Yong. The composition and biodiversity of nekton species in Luoyuan Bay in summer[J]. Journal of Fujian Fisheries, 2012, 34(6): 449-454.
- [6] 张静,陈永俊,张然,等. 2008年夏季东山湾游泳动物种类的组成和多样性[J]. 应用海洋学学报,2013,32(2):222-230.
- ZHANG Jing, CHEN Yongjun, ZHANG Ran, et al. Nekton species composition and biodiversity in Dongshan Bay during 2008 summer[J]. Journal of Applied Oceanography, 2013, 32(2): 222-230.
- [7] 张静,罗雅婷,李渊,等. 东山湾及其邻近海域游泳动物种类组成与数量的时空分布[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版),2013,43(6):44-51.
- ZHANG Jing, LUO Yating, LI Yuan, et al. Temporal and spatial distribution of species composition and quantity of nekton in Dongshan Bay and adjacent areas[J]. Periodical of Ocean University of China, 2013, 43(6): 44-51.
- [8] 莫珍妮,赖廷和,何斌源,等. 广西钦州湾海域游泳动物群落种类组成及多样性研究[J]. 应用海洋学学报,2020,39(2):206-213.
- MO Zhenni, LAI Tinghe, HE Binyuan, et al. Nekton species composition and biodiversity in Qinzhou Bay, Guangxi[J]. Journal of Applied Oceanography, 2020, 39(2): 206-213.
- [9] 袁华荣,陈丕茂,贾晓平,等. 北部湾东北部游泳动物资源现状[J]. 南方水产科学,2011,7(3):31-38.
- YUAN Huarong, CHEN Pimao, JIA Xiaoping, et al. Nekton resources in northeast Beibu Gulf[J]. South China Fisheries Science, 2011, 7(3): 31-38.

- [10] 沈长春. 福建三沙湾鱼类群落组成特征及其多样性[J]. 海洋渔业, 2011, 33(3): 258-264.  
SHEN Changchun. Fish community composition and diversity in Sansha Bay of Fujian[J]. Marine Fisheries, 2011, 33(3): 258-264.
- [11] 宋普庆, 林龙山, 李渊, 等. 福建三都澳游泳动物种类组成及群落结构稳定性[J]. 生物多样性, 2015, 23(4): 519-526.  
SONG Puqing, LIN Longshan, LI Yuan, et al. Species composition and stability of nekton community structure in Sandu Bay, Fujian Province[J]. Biodiversity Science, 2015, 23(4): 519-526.
- [12] 王飞跃. 福建三沙湾盐田港海域游泳动物的种类组成和多样性[J]. 水产科学, 2016, 35(6): 663-668.  
WANG Feiyue. Species composition and community diversity of nekton catch in Yantian Harbor area in Sansha Bay in coastal Fujian[J]. Fisheries Science, 2016, 35(6): 663-668.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 12763.6-2007 海洋调查规范 第 6 部分: 海洋生物调查[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB/T 12763.6-2007 Specifications for oceanographic survey—Part 6: Marine biological survey[S]. Beijing: China Standard Press, 2007.
- [14] PINKAS L, OLIPHANT M S, IVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters[J]. California Department of Fish and Game Fish Bulletin, 1971, 152: 1-105.
- [15] 王雪辉, 杜飞雁, 邱永松, 等. 1980—2007 年大亚湾鱼类物种多样性、区系特征和数量变化[J]. 应用生态学报, 2010, 21(9): 2403-2410.  
WANG Xuehui, DU Feiyan, QIU Yongsong, et al. Variation of fish species diversity faunal assemblage, and abundance in Daya Bay in 1980—2007[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2010, 21(9): 2403-2410.
- [16] 董婧, 刘海映, 许传才, 等. 黄海北部近岸鱼类的群落结构[J]. 大连水产学院学报, 2004, 19(2): 132-137.  
DONG Jing, LIU Haiying, XU Chuancai, et al. Community structure of fish in the coast of northern Yellow Sea[J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2004, 19(2): 132-137.
- [17] 中华人民共和国农业部. SC/T9110-2007 建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程[S]. 北京: 中国农业出版社, 2008.  
The Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. SC/T9110-2007 Technical regulations for impact assessment of construction projects on marine living resources[S]. Beijing: China Agriculture Press, 2008.
- [18] 徐兆礼. 官井洋野生大黄鱼繁殖水域资源与环境特征[M]. 北京: 海洋出版社, 2018.  
XU Zhaoli. Resource and Environmental Characteristics of Wild large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) in breeding waters of Guanjingyang[M]. Beijing: China Ocean Press, 2018.
- [19] 林龙山, 张静, 戴天元, 等. 台湾海峡西部海域游泳动物多样性[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2016.  
LIN Longshan, ZHANG Jing, DAI Tianyuan, et al. Diversity of nekton in Western waters of Taiwan Strait[M]. Xiamen: Xiamen University Press, 2016.
- [20] 李聪. 罗源湾春季和秋季游泳动物多样性分析[J]. 浙江海洋大学学报(自然科学版), 2019, 38(1): 60-67.  
LI Cong. Biodiversity of nekton in Luoyuan Bay in spring and autumn[J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2019, 38(1): 60-67.
- [21] 福建省水产学会, 福建省水产技术推广总站. 福建常见水产生物原色图册[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2014.  
Fujian Society of Fisheries, Fujian Fishery Technical Extension Center. Original color atlas of common aquatic organisms in Fujian[M]. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 2014.
- [22] 谢书秋. 条纹锯鲷海水网箱养殖技术[J]. 渔业信息与战略, 2014, 29(4): 285-288.  
XIE Shuqiu. The seawater net-cage culture technology of *Centropristis striata*[J]. Fishery Information and Strategy, 2014, 29(4): 285-288.

## Seasonal variations in species and the quantity of nekton in Sansha Bay, Fujian

LIU Yong, YE Sun-zhong, MA Chao, ZHUANG Zhi-dong, XU Chun-yan,  
SHEN Chang-chun, CAI Jian-di, XIE Shao-qing

(Key Laboratory of Cultivation and High-value Utilization of Marine Organisms in Fujian Province, Fisheries Research Institute of Fujian, Xiamen 361013, China)

**Received:** Feb. 25, 2021

**Key words:** species composition; stock density; nekton; Sansha Bay; seasonal variations

**Abstract:** Seasonal variations in the species composition of nekton were analyzed based on a set-net survey data from 10 sites in Sansha Bay, Fujian, during January, April, July, and October 2019. The results revealed a total of 209 nekton species belonging to 3 phyla, 4 classes, 19 orders, 73 families, and 144 genera, including 154 species of fish, 48 species of crustaceans, and 7 species of cephalopods. The number of nekton species was highest in autumn, and 42 species were common species throughout the year. Perciformes comprised most of the species, followed by Decapoda. The dominant marine fish species were warm-water species (71.43% of the total), followed by warm-temperate species (27.92% of the total). The proportion of demersal fish and near-benthic fish together accounted for 75.97%. Fourteen species of nekton, including *Trachypenaeus curvirostris*, *Larimichthys crocea*, *Collichthys lucidus*, *Portunus sanguinolentus*, and *Charybdis japonica*, were the dominant species in Sansha Bay, most of which were seasonal. The average annual stock density by weight was 111.09 kg/km<sup>2</sup>. The stock density by quantity was  $13.72 \times 10^3$  ind./km<sup>2</sup>, and these two density indices were highest during summer and lowest during spring. The utilization and protection of fishery resources should be enhanced in Sansha Bay. More attention should be paid to the monitoring of alien species.

(本文编辑: 康亦兼)