

张洪亮, 李文甲, 李振华, 等. 中街山列岛附近海域春季蟹类物种多样性的年际变化研究[J]. 渔业研究, 2025, 47(4): 468–475.  
Zhang H L, Li W J, Li Z H, et al. Study on the annual variation of crab species diversity in spring in the waters near Zhongjieshan Islands, Zhejiang Province[J]. Journal of Fisheries Research, 2025, 47(4): 468–475.

## 中街山列岛附近海域春季蟹类物种多样性的年际变化研究



张洪亮, 李文甲, 李振华, 周永东

(浙江省海洋水产研究所, 农业农村部重点渔场渔业资源科学观测实验站, 浙江省海洋渔业资源  
可持续利用技术研究重点实验室, 浙江 舟山 316021)

**摘要:** 【目的】研究中街山列岛附近海域春季蟹类物种多样性的年间变化。【方法】本文根据 2016 年—2020 年春季 (4 月) 底拖网渔业资源调查资料, 应用资源量指数、相对重要性指数、生物多样性指数、种类数更替率、资源贡献率和冗余分析等方法, 研究该海域春季蟹类的种类组成、种类数更替、优势种、资源量指数、群落稳定性、优势种的资源贡献率, 及其与环境因子之间的关系等。【结果】研究表明, 5 年春季共捕获蟹类 14 种, 分别隶属于 1 目 6 科 9 属, 其中 2016 年 8 种, 2017 年 6 种, 2018 年 10 种, 2019 年和 2020 年各 9 种; 相邻年间的种类数更替幅度为 36.36%~44.44%; 生物量和丰度均以 2018 年为最高, 生物量最低出现在 2016 年, 而丰度最低为 2019 年; 三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*)、日本鲟 (*Charybdis japonica*) 和双斑鲟 (*C. bimaculata*) 均为 5 年的共同优势种, 其中经济种三疣梭子蟹和日本鲟对蟹类生物量的总贡献率在各年均超过 54%; 丰富度和均匀度最高均为 2018 年, 而多样性最高出现在 2019 年, 多样性和均匀度最低均为 2017 年, 而丰富度最低出现在 2020 年; 三疣梭子蟹、日本鲟的丰度与海水底层溶解氧呈显著的正相关 ( $P<0.05$ ), 而与水深、海水底层盐度均呈显著的负相关 ( $P<0.05$ ), 双斑鲟的丰度与海水底层温度呈显著的正相关 ( $P<0.05$ )。【结论】2016 年—2020 年春季中街山列岛附近海域蟹类群落处于受干扰程度较轻状态。

**关键词:** 中街山列岛; 蟹类; 多样性; 群落稳定性; 春季

**中图分类号:** S931 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-9848(2025)04-0468-08

中街山列岛位于浙江舟山群岛东部, 其附近海域的地理位置和海洋环境条件优越, 是东海四大鱼产——大黄鱼 (*Larimichthys crocea*)、小黄鱼 (*L. polyactis*)、带鱼 (*Trichiurus haumela* Forskål)、曼氏无针乌贼 (*Sepiella maindroni*)<sup>[1-2]</sup> 的产卵场, 也是三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*)、日本鲟 (*Charybdis japonica*) 和锈斑鲟 (*C. feriatius*) 等

蟹类的重要繁殖生长场所<sup>[3]</sup>。有关中街山列岛附近海域的研究主要集中在曼氏无针乌贼<sup>[4-6]</sup>、物种生态位<sup>[1,4,7]</sup>及海洋牧场<sup>[8-10]</sup>等方面, 而专门针对蟹类的研究较少, 仅徐开达等<sup>[3]</sup>根据 2010 年 5 月至 2011 年 2 月周年四季的底拖网渔业资源调查资料, 对中街山列岛保护区蟹类群落结构特征的季节变化进行了研究。为摸清中街山列岛附近海域蟹类

收稿日期: 2024-12-31

修回日期: 2025-01-13

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2023YFD2401901); 国家自然科学基金青年科学基金项目 (31702346); 浙江渔场渔业资源动态监测调查项目 (HYS-CZ-202405)

第一作者: 张洪亮, 男, 教授级高级工程师, 硕士, 研究方向为渔业资源与生物多样性。E-mail: [hidalgo310@163.com](mailto:hidalgo310@163.com)

的资源状况、优势种组成特征及其群落受干扰程度，本研究根据2016年—2020年春季底拖网渔业资源调查资料，对中街山列岛附近海域蟹类物种多样性的年际变化开展研究，以期为该海域的渔业资源保护效果评价和管理措施的完善等提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

数据来源于2016年—2020年春季（4月）的底拖网渔业资源调查资料。调查站位共9个（P1~P9）（图1）。调查船为“浙普渔43019”，船长为30 m，型宽为6 m，总吨位为96 t，主机功率为184 kW。调查渔具为单船单囊型底拖网，其网口拉直周长为58 m，网身拉直长度为48 m，上纲长为40 m，下纲长为45 m，囊网网目尺寸为25 mm。各站位设定拖曳时间为1 h，平均拖速为3.0 kn。各年底拖网渔获样品经冰鲜保存后再带回实验室进行分类鉴定<sup>[11]</sup>，并统计渔获重量和尾数等。温度、盐度、溶解氧（Dissolved oxygen, DO）、叶绿素 $a$ 、混浊度、pH和水深等相关的环境因子用多功能水质检测仪（JEE AAQ-171）采集，每航次每站位各采样1次。

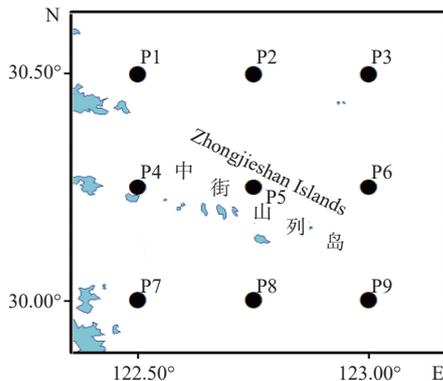


图1 中街山列岛附近海域调查站位

Fig. 1 The survey stations in the sea area around the Zhongjieshan Islands, Zhejiang Province

### 1.2 数据处理方法

#### 1.2.1 资源量指数

采用扫海面积法<sup>[12]</sup>进行估算，其计算式为：

$$\rho_{ij} = C_{ij} / D (1 - E) V_{ij} T_{ij} \quad (1)$$

式(1)中： $\rho_{ij}$ 为*i*年*j*站位的生物量(kg/km<sup>2</sup>)或丰度(×10<sup>3</sup>尾/km<sup>2</sup>)； $C_{ij}$ 为*i*年*j*站位的渔获重量(kg)或尾数(尾)； $D$ 为网口水平扩张宽度(km)（本网具为9.90×10<sup>-3</sup> km）<sup>[12]</sup>； $V_{ij}$ 为*i*年

*j*站位的平均拖速(km/h)； $T_{ij}$ 为*i*年*j*站位的拖网时间(h)； $E$ 为逃逸率，取0.3<sup>[13]</sup>。

#### 1.2.2 物种优势度

用Pinkas相对重要性指数(Index of relative importance, IRI)<sup>[14]</sup>表示：

$$IRI = (W_i + P_i) \times F \quad (2)$$

式(2)中： $W_i$ 为某一种蟹的生物量占蟹类总生物量的百分数(%)； $P_i$ 为某一种蟹的丰度占蟹类总丰度的百分数(%)； $F$ 为某一种蟹在各年底拖网总网数中出现的频率，即出现次数与总底拖网网数的比值(%)。本研究将 $IRI \geq 1000$ 的物种定为优势种<sup>[15]</sup>。

#### 1.2.3 物种多样性

用Margalef丰富度指数( $D$ )、Shannon-Wiener多样性指数( $H'$ )和Pielou均匀度指数( $J'$ )表示，其计算式<sup>[16]</sup>分别为：

$$D = (S - 1) / \ln N \quad (3)$$

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (4)$$

$$J' = H' / \ln S \quad (5)$$

式(3)~式(5)中： $S$ 为种类数； $N$ 为总尾数； $P_i$ 为第*i*种占总尾数的比例。

#### 1.2.4 种类数更替率

其计算式<sup>[17]</sup>为：

$$R = (a + b - 2c) / (a + b - c) \times 100\% \quad (6)$$

式(6)中： $R$ 为种类数更替率； $a$ 、 $b$ 分别为相邻两年的种类数； $c$ 为相邻两年的相同种类数。

#### 1.2.5 资源贡献率

其计算式<sup>[18]</sup>为：

$$C = X / Y \times 100\% \quad (7)$$

式(7)中： $C$ 为资源贡献率； $X$ 为某年某一种蟹的生物量或丰度； $Y$ 为该年蟹类的总生物量或总丰度。

#### 1.2.6 群落稳定性

用丰度/生物量曲线<sup>[19]</sup>进行分析。其判定方法：当生物量优势度曲线位于丰度优势度曲线之上时，生物群落处于未受到干扰的状态；当生物量优势度曲线与丰度优势度曲线相交时，生物群落处于中等干扰的状态；当生物量优势度曲线位于丰度优势度曲线下方时，生物群落处于严重干扰状态<sup>[20]</sup>。

#### 1.2.7 物种与环境因子的相关性分析

采用Canoco 4.5的冗余分析法进行蟹类丰度与

环境因子之间的相关性分析<sup>[21]</sup>。

### 1.2.8 统计分析

分别用 SPSS 的方差分析和线性回归分析进行显著性检验和相关性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 种类组成和种类数更替率

2016 年—2020 年春季共捕获蟹类 14 种 (表 1), 分别隶属于 1 目 6 科 9 属。其中, 2016 年 8 种, 分

别隶属于 3 科 6 属; 2017 年 6 种, 分别隶属于 2 科 4 属; 2018 年 10 种, 分别隶属于 4 科 7 属; 2019 年 9 种, 分别隶属于 3 科 5 属; 2020 年 9 种, 分别隶属于 3 科 5 属。在科级分类水平上, 各年梭子蟹科的种数均不少于该年捕获蟹类总数的 50%。另外, 从种类数的更替情况看, 与上一年相比, 2017 年、2018 年、2019 年和 2020 年的种类数更替率分别为 44.44%、40.00%、41.67% 和 36.36%, 各年的变动幅度为 36.36%~44.44%。

表 1 渔获种类及其相对重要性指数  
Tab. 1 The caught species and their IRI

科 Families	种 Species	IRI				
		2016	2017	2018	2019	2020
梭子蟹科 Portunidae	三疣梭子蟹 <i>P. trituberculatus</i>	2741 <sup>Δ</sup>	2848 <sup>Δ</sup>	4719 <sup>Δ</sup>	2757 <sup>Δ</sup>	2995 <sup>Δ</sup>
	纤手梭子蟹 <i>P. gracilimanus</i>	/	/	24	24	104
	银光梭子蟹 <i>P. argentatus</i>	24	/	/	/	12
	细点圆趾蟹 <i>Ovalipes punctatus</i>	6	/	129	/	/
	日本蜷 <i>C. japonica</i>	2221 <sup>Δ</sup>	4210 <sup>Δ</sup>	6250 <sup>Δ</sup>	4134 <sup>Δ</sup>	4276 <sup>Δ</sup>
	锈斑蜷 <i>C. feriatius</i>	/	/	/	61	237
绵蟹科 Dromiidae	双斑蜷 <i>C. bimaculata</i>	7799 <sup>Δ</sup>	4628 <sup>Δ</sup>	1058 <sup>Δ</sup>	4018 <sup>Δ</sup>	3097 <sup>Δ</sup>
	绵蟹 <i>Dromia dehaani</i>	/	/	43	/	/
长脚蟹科 Goneplacidae	隆线强蟹 <i>Eucrete crenata</i>	532	31	107	1895 <sup>Δ</sup>	223
	长手隆背蟹 <i>Carcinoplax longimana</i>	/	90	16	19	68
	泥脚隆背蟹 <i>C. vestita</i>	682	993	149	48	/
玉蟹科 Leucosiidae	七刺栗壳蟹 <i>Arcania heptacantha</i>	/	/	/	78	/
方蟹科 Grapsidae	狭颚绒螯蟹 <i>Eriocheir leptognathus</i>	/	/	224	/	/
瓷蟹科 Porcellanidae	绒毛细足蟹 <i>Raphidopus ciliatus</i>	15	/	/	/	23

注: / 表示没有捕获; <sup>Δ</sup> 表示优势种。

Notes: / represents no capture, and <sup>Δ</sup> represents dominant species.

### 2.2 资源量指数

春季蟹类资源量指数的年间变化情况如图 2 所示, 生物量和丰度 (尾数密度, 下同) 均以 2018 年最高, 生物量最低值出现在 2016 年, 而丰度最低值出现在 2019 年, 生物量和丰度的最高值分别是最低值的 2.25 倍、2.53 倍。另外, 丰度高低存在明显的年间交替变化的特点。显著性检验结果表明, 2018 年的生物量与 2016 年、2017 年均存在显著差异 ( $P < 0.05$ ), 而各年丰度间均无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

### 2.3 优势种

三疣梭子蟹、日本蜷和双斑蜷均为 5 年的共同优势种。其中, 2016 年、2017 年、2018 年和 2020 年的优势种有且仅有这 3 种; 2019 年除此之外, 还增加了隆线强蟹 1 种。

### 2.4 物种多样性

从多样性指数的年间变化图 (图 3) 可以看出,

蟹类的丰富度和均匀度均以 2018 年为最高, 多样性最高出现在 2019 年; 多样性和均匀度均以 2017 年为最低, 丰富度最低出现在 2020 年。丰富度、多样性和均匀度的最高值分别是最低值的 2.96 倍、1.57 倍、1.34 倍。另外, 蟹类的丰富度呈明显的先升高后降低的趋势。显著性检验结果表明, 2018 年、2019 年的丰富度指数与 2016 年、2017 年和 2020 年均存在显著差异 ( $P < 0.05$ ), 各年的均匀度指数与多样性指数均无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

### 2.5 共同优势种的资源贡献率

3 种共同优势种对蟹类生物量的总贡献率各年均超过 64%, 而对丰度的总贡献率在每年均为 80% 以上。另外, 经济种三疣梭子蟹和日本蜷对蟹类生物量的总贡献率在每年均超过 54%, 而非经济种双斑蜷对蟹类丰度的总贡献率除 2018 年外, 其他年份均超过 54% (图 4)。

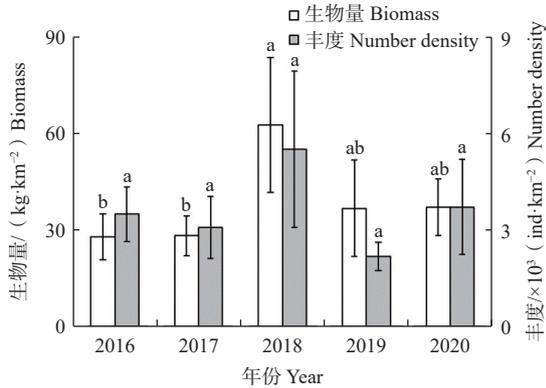


图 2 蟹类资源量指数的年间变化

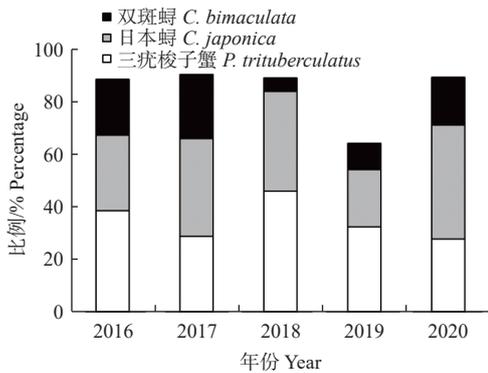
Fig. 2 The inter-annual variation of crabs abundance density indices

注：不同小写字母表示同一指标不同年份之间具有显著性差异 ( $P < 0.05$ )，相同字母则表示差异不显著 ( $P > 0.05$ )。图 3 同此。

Notes: Different lowercase letters indicate significant differences among years in the same index ( $P < 0.05$ ), the same letters indicate no significant differences ( $P > 0.05$ ). It's the same as figure 3.

### 2.6 群落稳定性

由图 5 可看出，2016 年—2020 年春季的蟹类生物量优势度曲线基本上均位于丰度优势度曲线之



a) 对蟹类生物量的贡献率  
a) The contribution to the biomass of crabs

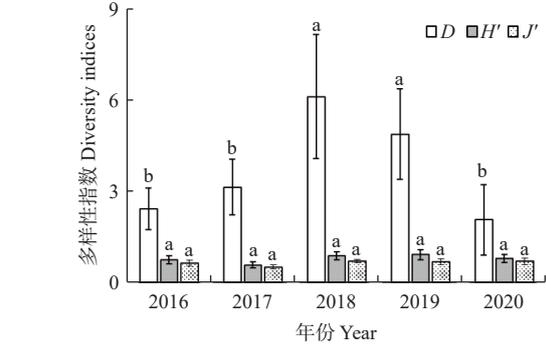


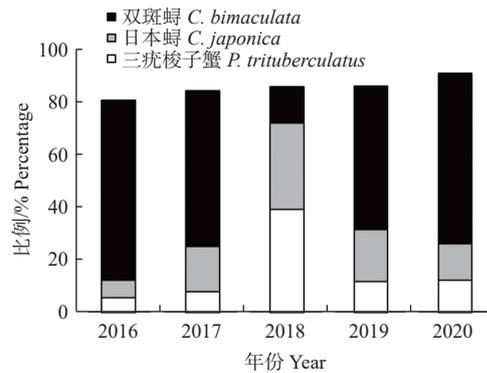
图 3 蟹类多样性指数的年间变化

Fig. 3 The inter-annual variation of crabs diversity indices

上，表明该期间的蟹类群落处于未受干扰或受干扰程度较轻状态（两曲线相交时为中等干扰），群落较稳定。

### 2.7 共同优势种的丰度与环境因子之间的关系

3 种共同优势种的丰度与海水底层环境因子温度、盐度、DO、叶绿素 a、混浊度、pH 和水深的相互关系中，三疣梭子蟹、日本蜆的丰度与海水底层 DO 呈显著的正相关 ( $P < 0.05$ )，与水深、海水底层盐度均呈显著的负相关 ( $P < 0.05$ )；双斑蜆的丰度与海水底层温度呈显著的正相关 ( $P < 0.05$ ) (图 6)。



b) 对蟹类丰度的贡献率  
b) The contribution to the number density of crabs

图 4 共同优势种对蟹类资源贡献率的年间变化

Fig. 4 The inter-annual variation of the contribution of co-dominant species to crabs resource density

## 3 讨论

### 3.1 蟹类群落结构的年际变化

本研究结果表明，在 2016 年—2020 年春季，中街山列岛附近海域蟹类群落处于受干扰程度较轻的状态，群落较稳定，此时整个群落主要由生长速度相对较慢、性成熟相对较晚的大个体种类组成<sup>[22]</sup>，这与期间优势种变化较小及共同优势种的资源贡献

率密切相关。在优势种方面，除 2019 年有三疣梭子蟹、日本蜆、双斑蜆和隆线强蟹 4 种外，其余 4 年均为三疣梭子蟹、日本蜆和双斑蜆，其中三疣梭子蟹和日本蜆均为个体较大的经济种类。在共同优势种的资源贡献率方面，经济种类三疣梭子蟹和日本蜆对各年蟹类生物量的贡献率分别为 27%~46%、21%~44%。而在丰度/生物量曲线上，各年的第一生物量优势种为三疣梭子蟹或日本蜆，因此其生物

量优势度曲线的起点均较高。在种类数更替率方面,更替率越高,则其群落稳定性越低<sup>[22]</sup>,而本研究中各年间种类数的更替率变动幅度 36.36%~

44.44%,明显低于青岛近岸海域蟹类 66.7%的更替率<sup>[23]</sup>,这在一定程度上也促进了中街山列岛附近海域蟹类群落的稳定性。

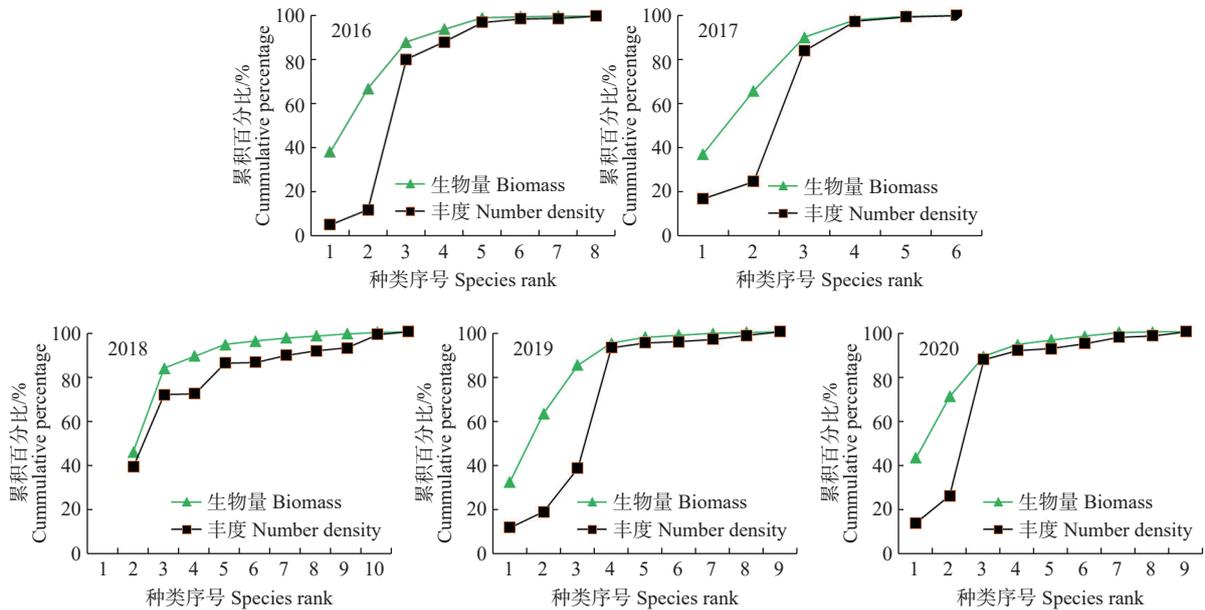


图 5 不同年份蟹类丰度/生物量曲线

Fig. 5 The abundance-biomass comparison curves of crabs in different years

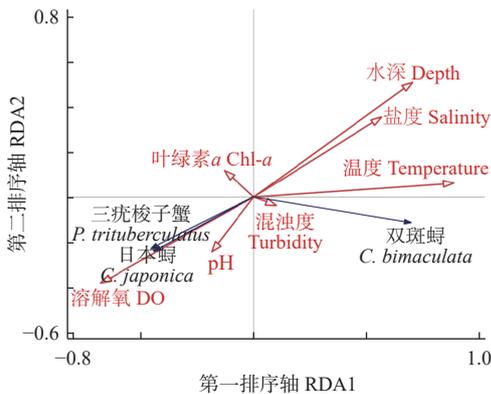


图 6 共同优势种与海水底层环境因子之间的关系

Fig. 6 Relationships between co-dominant species and environmental factors in bottom sea water

### 3.2 三疣梭子蟹的丰度分布与水深、海水底层盐度、温度的关系

中街山列岛附近海域在地理位置上属于浙江中北部近海。本研究结果显示,中街山列岛附近海域三疣梭子蟹的丰度分布与水深、海水底层盐度均呈显著的负相关,同时与底层温度呈较明显的负相关(图 6),这一结果与陶迎新等<sup>[24]</sup>对浙江中北部近海三疣梭子蟹资源分布与环境因子关系的研究结果相符。陶迎新等<sup>[24]</sup>的研究结果表明,春季三疣梭子蟹丰度分布与水深呈显著的负相关,主要与其

在该季节洄游至水深较浅的海域产卵繁殖有关,而在浙江沿岸海域,通常水深的增加意味着底层盐度的升高<sup>[25]</sup>。本研究中,调查海域春季的底层盐度范围为 29.17~34.66,在此盐度范围内,春季三疣梭子蟹丰度分布与底层盐度的关系也与徐国强等<sup>[26]</sup>对浙江瑞安海域的研究结果相一致。另外,春季中街山列岛附近海域由于受到浙江沿岸水系和台湾暖流水系的共同作用,底层温度的分布规律不明显,因此三疣梭子蟹丰度分布与底层温度的关系不及水深和海水底层盐度显著。

### 3.3 与邻近海域之间的共同优势种比较

三疣梭子蟹是东海北部海域重要的海洋经济蟹类资源,在海洋捕捞生产中占有优势地位<sup>[27]</sup>。本研究结果中,三疣梭子蟹是 2016 年—2020 年春季的优势种,这一结果与相关海域<sup>[28-29]</sup>的研究结果基本一致,如徐开达等<sup>[3]</sup>对中街山列岛保护区蟹类群落结构进行研究,得到三疣梭子蟹是该保护区的优势种;汪全等<sup>[28]</sup>在对舟山岛北部海域虾蟹类群落结构特征季节变化的研究中,也得出三疣梭子蟹是该海域春季的优势种;张会其等<sup>[20]</sup>在对长江口甲壳动物群落组成的分析中,也发现三疣梭子蟹是该海域春季的优势种;刘惠等<sup>[29]</sup>在分析舟山沿岸渔场的甲壳类群落结构时,得到三疣梭子蟹在该

海域春季的 IRI (956.4, 接近优势种 IRI $\geq$ 1 000 的判别标准, 如把研究范围缩小到蟹类, 则其为优势种) 排名第一。

#### 4 结论

2016 年—2020 年, 中街山列岛附近海域各年春季蟹类的优势种主要为三疣梭子蟹、日本蛸和双斑蛸, 其中经济种三疣梭子蟹和日本蛸对蟹类生物量的总贡献率在各年均超过 54%; 各年种类数和多样性指数  $H'$  均值的变化范围分别为 6~10 种、0.59~0.93; 水深、海水底层盐度是影响三疣梭子蟹分布最主要的环境因子; 蟹类群落处于受干扰程度较轻状态, 群落较稳定。

#### 参考文献 (References):

- [1] 刘明华, 梁君, 徐汉祥. 中街山列岛海洋保护区虾类优势种时空生态位 [J]. 应用生态学报, 2020, 31(5): 1746–1752.  
Liu M H, Liang J, Xu H X. Spatio-temporal niche of dominant shrimp species in the Zhongjieshan Islands Marine Protected Area, China [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2020, 31(5): 1746–1752.
- [2] 印瑞, 周永东, 梁君, 等. 中街山列岛海洋牧场大黄鱼时空分布与环境因子的关系 [J]. 浙江海洋大学学报 (自然科学版), 2022, 41(6): 483–489.  
Yin R, Zhou Y D, Liang J, et al. Relationship between spatial and temporal distribution of *Larimichthys crocea* and environmental factors in marine pasture of Zhongjieshan Islands [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2022, 41(6): 483–489.
- [3] 徐开达, 卢占晖, 薛利建, 等. 中街山列岛保护区蟹类群落结构特征的研究 [J]. 上海海洋大学学报, 2012, 21(6): 1032–1037.  
Xu K D, Lu Z H, Xue L J, et al. Crab community structure in the Protected Zhongjieshan Islands Area [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2012, 21(6): 1032–1037.
- [4] 吴天, 梁君, 周永东, 等. 中街山列岛海域曼氏无针乌贼的生态位 [J]. 水产学报, 2024, 48(10): 86–95.  
Wu T, Liang J, Zhou Y D, et al. Niche of cuttlefish (*Sepiella japonica*) in the Zhongjieshan Islands sea area [J]. Journal of Fisheries of China, 2024, 48(10): 86–95.
- [5] 吴天, 梁君, 周永东, 等. 中街山列岛海域曼氏无针乌贼栖息地偏向性研究 [J]. 浙江海洋大学学报 (自然科学版), 2022, 41(5): 408–417.  
Wu T, Liang J, Zhou Y D, et al. Study on the habitat preference of *Sepiella maindroni* in the waters of Zhongjieshan Islands [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2022, 41(5): 408–417.
- [6] 唐逸民, 郑佩玉, 李永明, 等. 中街山曼氏无针乌贼产卵场生态环境及其资源保护 [J]. 浙江水产学院学报, 1984, 3(2): 131–141.  
Tang Y M, Zheng P Y, Li Y M, et al. The ecological environment of cuttlefish's spawning ground and the resource conservation in Zhongjieshan Islands [J]. Journal of Zhejiang College of Fisheries, 1984, 3(2): 131–141.
- [7] 刘明智, 杨凡, 蒋日进, 等. 中街山列岛海域三种恋礁性鱼类的营养生态位及潜在碳源 [J]. 应用生态学报, 2023, 34(4): 1130–1136.  
Liu M Z, Yang F, Jiang R J, et al. Trophic niche and potential carbon source of three reef-associated fishes of Zhongjieshan Islands [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2023, 34(4): 1130–1136.
- [8] 丁伟康. 基于 Ecopath 模型的中街山列岛海洋牧场资源养护效果评价 [D]. 舟山: 浙江海洋大学, 2024.  
Ding W K. A marine ranching in the Zhongjieshan Islands based on the Ecopath model evaluation of resource conservation effect [D]. Zhoushan: Zhejiang Ocean University, 2024.
- [9] 杨凡, 印瑞, 范江涛, 等. 中街山列岛海域食物网结构初步研究及主要消费者潜在碳源分析 [J]. 海洋学报, 2023, 45(1): 25–37.  
Yang F, Yin R, Fan J T, et al. Preliminary study on the food web and potential carbon sources of main consumers in Zhongjieshan Islands sea area in Zhoushan, Zhejiang [J]. Haiyang Xuebao, 2023, 45(1): 25–37.
- [10] 汤圣铭, 高君奇, 章守宇, 等. 基于漂流浮标刻画海洋牧场流场及其对海洋牧场空间协同建设的启示 [J]. 浙江海洋大学学报 (自然科学版), 2022, 41(5): 382–386.  
Tang S M, Gao J Q, Zhang S Y, et al. Mapping flow fields in marine ranchings with drifting buoys to enlighten the spatially collaborative construction [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2022, 41(5): 382–386.
- [11] 宋海棠, 俞存根, 薛利建, 等. 东海经济虾蟹类 [M]. 北京: 海洋出版社, 2006.  
Song H T, Yu C G, Xue L J, et al. Economic shrimp and crab in East China Sea [M]. Beijing: China Ocean Press, 2006.

- [12] 张洪亮, 梁君, 贺丹挺, 等. 岱衢洋渔业动物多样性分析 [J]. *水生生物学报*, 2012, 36 (5): 922 - 931.  
Zhang H L, Liang J, He Z T, *et al.* Analysis on the species diversity of fishery animals in Daiquyang [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2012, 36(5): 922 - 931.
- [13] 朱建新. 厦门海域蟹类资源的变化 [J]. *应用海洋学学报*, 2023, 42 (3): 392 - 401.  
Zhu J X. Study on the changes of crab stocks in Xiamen sea areas [J]. *Journal of Applied Oceanography*, 2023, 42(3): 392 - 401.
- [14] Pinkas L, Oliphant M S, Iverson I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters [J]. *Fish Bulletin*, 1971, 152: 1 - 105.
- [15] 马超, 庄之栋, 刘勇, 等. 厦门湾口海域夏季游泳动物多样性和群落结构 [J]. *渔业研究*, 2024, 46 (4): 375 - 383.  
Ma C, Zhuang Z D, Liu Y, *et al.* The diversity and community structure of nekton in the estuary of Xiamen Bay, Fujian Province in summer [J]. *Journal of Fisheries Research*, 2024, 46(4): 375 - 383.
- [16] 刘勇, 马超, 赵文武, 等. 闽江口及附近海域春夏季鱼类群落结构特征 [J]. *渔业研究*, 2022, 44 (5): 467 - 476.  
Liu Y, Ma C, Zhao W W, *et al.* Research on characteristics of community structure of fish in Minjiang Estuary and adjacent waters in spring and summer [J]. *Journal of Fisheries Research*, 2022, 44(5): 467 - 476.
- [17] 刘坤, 俞存根, 于南京, 等. 舟山近岸海域春秋鱼类幼鱼资源现状与保护分析 [J]. *渔业研究*, 2021, 43 (2): 121 - 132.  
Liu K, Yu C G, Yu N J, *et al.* Analysis on the status and protection of juvenile fish resources in the coastal waters of Zhoushan in spring and autumn [J]. *Journal of Fisheries Research*, 2021, 43(2): 121 - 132.
- [18] 俞存根, 陈小庆, 胡颖琰, 等. 舟山渔场及邻近海域浮游动物种类组成及群落结构特征 [J]. *水生生物学报*, 2011, 35 (1): 183 - 193.  
Yu C G, Chen X Q, Hu H Y, *et al.* Species composition and community structure characteristics of zooplankton in the Zhoushan fishing ground and its adjacent area [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2011, 35(1): 183 - 193.
- [19] 刘彩莲, 许庆, 王林龙, 等. 闽东近海春秋游泳动物多样性、密度及群落特征 [J]. *生物多样性*, 2023, 31 (7): 22635.  
Liu C L, Xu Q, Wang L L, *et al.* Nekton diversity, density, and community structure of spring and autumn in coastal waters of eastern Fujian Province [J]. *Biodiversity Science*, 2023, 31(7): 22635.
- [20] 张会其, 陈锦辉, 高春霞, 等. 长江口甲壳动物群落组成及其粒径结构研究 [J]. *海洋渔业*, 2023, 45 (6): 641 - 653.  
Zhang H Q, Chen J H, Gao C X, *et al.* Study on community composition and size structure of crustaceans in the Yangtze River Estuary [J]. *Marine Fisheries*, 2023, 45(6): 641 - 653.
- [21] 张玥, 李玉凤, 贾悦, 等. 滨海湿地蟹类分布特征及其生境影响因子分析——以江苏省条子泥为例 [J]. *海洋与湖沼*, 2023, 54 (5): 1383 - 1394.  
Zhang Y, Li Y F, Jia Y, *et al.* Impact factors on distribution and habitat of crab in coastal wetland in Tiaozini, Jiangsu, China [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2023, 54(5): 1383 - 1394.
- [22] 李圣法. 以数量生物量比较曲线评价东海鱼类群落的状况 [J]. *中国水产科学*, 2008, 15 (1): 136 - 144.  
Li S F. Status of fish community in East China Sea using the method of abundance-biomass comparison (ABC) curve [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2008, 15(1): 136 - 144.
- [23] 陈雯, 苏程程, 滕广亮, 等. 夏、冬季青岛近岸海域渔业生物群落结构特征 [J]. *渔业科学进展*, 2024, 45 (6): 13 - 23.  
Chen W, Su C C, Teng G L, *et al.* Fishery communities in the coastal waters of Qingdao in summer and winter [J]. *Progress in Fishery Sciences*, 2024, 45(6): 13 - 23.
- [24] 陶迎新, 朱文斌, 张洪亮, 等. 浙江中北部近海三疣梭子蟹资源时空分布特征及其与环境因子的关系 [J]. *浙江海洋大学学报 (自然科学版)*, 2023, 42 (5): 385 - 390.  
Tao Y X, Zhu W B, Zhang H L, *et al.* Spatial-temporal distribution of *Portunus trituberculatus* resources and its relationship with environmental factors in the coastal waters of north-central Zhejiang Province [J]. *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)*, 2023, 42(5): 385 - 390.
- [25] 张洪亮, 张龙, 陈峰, 等. 浙江南部近岸海域春季蟹类群落结构特征 [J]. *中国水产科学*, 2013, 20 (5): 1050 - 1056.  
Zhang H L, Zhang L, Chen F, *et al.* Analysis of crab community characteristics in south Zhejiang coastal areas during spring [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2013, 20(5): 1050 - 1056.
- [26] 徐国强, 徐开达, 王好学, 等. 浙江瑞安海域三疣梭

- 子蟹时空分布及其影响因素 [J]. 海洋学报, 2024, 46 (3): 66 – 74.
- Xu G Q, Xu K D, Wang H X, *et al.* Spatial and temporal distribution of *Portunus trituberculatus* and its influencing factors in Rui'an sea area, Zhejiang Province [J]. Haiyang Xuebao, 2024, 46(3): 66 – 74.
- [27] 刘雅, 王晶, 栗小东, 等. 东海北部三疣梭子蟹资源评估与管理决策分析 [J]. 中国海洋大学学报 (自然科学版), 2023, 53 (11): 55 – 64.
- Liu Y, Wang J, Li X D, *et al.* Stock assessment and management decision analysis of *Portunus trituberculatus* inhabiting northern East China Sea [J]. Periodical of Ocean University of China, 2023, 53(11): 55 – 64.
- [28] 汪全, 俞存根, 郑基, 等. 舟山岛北部海域虾蟹类群落结构特征的季节变化 [J]. 浙江海洋大学学报 (自然科学版), 2023, 42 (1): 1 – 9.
- Wang Q, Yu C G, Zheng J, *et al.* Community structure and diversity of shrimp and crab in northern Zhoushan Island [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2023, 42(1): 1 – 9.
- [29] 刘惠, 郭朋军, 俞存根, 等. 舟山沿岸渔场甲壳类群落结构特征研究 [J]. 海洋科学, 2020, 44 (2): 90 – 98.
- Liu Y, Guo P J, Yu C G, *et al.* Community structure of crustaceans in the Zhoushan coastal fishery [J]. Marine Sciences, 2020, 44(2): 90 – 98.

## Study on the annual variation of crab species diversity in spring in the waters near Zhongjieshan Islands, Zhejiang Province

ZHANG Hongliang, LI Wenjia, LI Zhenhua, ZHOU Yongdong

(Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources for Key Fishing Grounds, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, Key Laboratory of Sustainable Utilization of Technology Research for Fisheries Resources of Zhejiang Province, Zhejiang Marine Fisheries Research Institute, Zhoushan 316021, China)

**Abstract:** [Objective] This study aims to examine the interannual variation in the species diversity of crabs in the waters around Zhongjieshan Islands, Zhejiang Province during spring. [Methods] Based on the bottom trawl fishery resource survey data in spring (April) from 2016 to 2020, the abundance density index, relative importance index, biodiversity index, species turnover rate, abundance density contribution rate, and redundancy analysis method (RDA) were applied to study the species composition, species turnover, dominant species, abundance density status, community stability, contribution of dominant species to the abundance density of crabs during spring, and their relationships with environmental factors, respectively. [Results] The study showed that a total of 14 species of crabs, belonging to 1 order, 6 families and 9 genera, were caught in spring over the five years, among which, 8 species were caught in 2016, 6 species were caught in 2017, 10 species were caught in 2018, and 9 species were caught in each of 2019 and 2020. The turnover rate of the number of species between the adjacent years ranged from 36.36% to 44.44%. Both biomass and number density were the highest in 2018, with the lowest biomass occurring in 2016 and the lowest number density in 2019. *Portunus trituberculatus*, *Charybdis japonica* and *C. bimaculata* were all co-dominant species over the five years, in which the total contribution of *P. trituberculatus* and *C. japonica* to crab biomass was more than 54% in each year. The richness and evenness were both the highest in 2018, while the highest diversity occurs in 2019, and both diversity and evenness were the lowest in 2017, while the richness was the lowest in 2020. The abundance of *P. trituberculatus* and *C. japonica* showed a significant positive correlation with dissolved oxygen (DO) at the bottom of seawater ( $P < 0.05$ ), and a significant negative correlation with water depth and bottom seawater salinity ( $P < 0.05$ ), while the abundance of *C. bimaculata* showed a significant positive correlation with bottom seawater temperature ( $P < 0.05$ ). [Conclusion] The crabs community in the waters around the Zhongjieshan Islands in spring of 2016—2020 was lightly disturbed.

**Key words:** Zhongjieshan Islands; crabs; diversity; community stability; spring