

岚山港区近岸海域秋季渔业资源群落结构研究

陶卉卉^{1,2}, 商杰^{1,2}, 林森^{1,2}, 姜万钧^{1,2}, 屈文^{1,2}, 孙滨^{1,2}, 王尽文^{1,2*}

(1. 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室, 山东青岛 266061; 2. 国家海洋局北海预报中心, 山东青岛 266061)

摘要 根据2016年11月(秋季)岚山港区近岸海域的渔业资源调查资料,分析了该海域的渔业资源群落结构特征。此调查海域共捕获渔业资源种类59种,包括鱼类38种、甲壳类16种、头足类5种。此调查海域的平均重量资源密度和平均尾数资源密度分别为411.36 kg/km²和102.53×10³ ind./km²。优势种主要为戴氏赤虾(*Metapenaeopsis dalei*)、尖海龙(*Syngnathus acus*)、短蛸(*Octopus minor*)。渔业生物群落的多样性指数(*H'*)、丰富度指数(*D*)和均匀度指数(*J*)平均值分别为2.309、3.381和0.720。与该海域同一季节历史资料相比,甲壳类重量比例和数量比例均有增高的趋势,同时经济价值较高的种类数量明显下降。

关键词 渔业资源;生物多样性;优势种;岚山港

中图分类号 S931 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)09-0091-05

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.09.022

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on the Community Structure of Fishery Resources in the Coastal Waters of Lanshan Port in Autumn

TAO Hui-hui^{1,2}, SHANG Jie^{1,2}, LIN Sen^{1,2} et al (1. Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Ecology and Environment & Disaster Prevention and Mitigation, Qingdao, Shandong 266061; 2. North China Sea Marine Forecasting Center of State Oceanic Administration (SOA), Qingdao, Shandong 266061)

Abstract Based on the data of fishery resources survey in the coastal waters of Lanshan Port in November (Autumn) of 2016, the community structure characteristics of fishery resources in the waters were analyzed. 59 species of fishery resources were captured in the study area, which included 38 species of fish, 16 species of crustacean and 5 species of cephalopod. The average weight resource density and average individual resource density in the survey waters were 411.36 kg/km² and 102.53×10³ ind./km² respectively. The main dominant species in the study area were *Metapenaeopsis dalei*, *Syngnathus acus* and *Octopus minor*. The average species diversity index (*H'*), richness index (*D*) and evenness index (*J*) of fisheries community was 2.309, 3.381 and 0.720, respectively. Compared with the historical data of the same season, the weight proportion and quantity proportion of crustacean in the sea area increased. At the same time, the number of species with higher economic values obviously decreased.

Key words Fishery resources; Biodiversity; Dominant species; Lanshan Port

岚山港区位于山东省日照市岚山区,其近岸海域海洋生物种类繁多,资源量较大^[1]。近年来,岚山港发展迅猛,泊位个数和吞吐量逐年增加。截至2016年底,岚山港区共有生产性泊位27个,设计通过能力10080万t/a,主要货种为金属矿石、粮食、煤炭、钢铁等散杂货以及原油、成品油和液体化工品。港口码头的建设势必会给所在海域的生态环境造成一定影响,港口周围海域的渔业资源也可能受到影响。目前,国内学者对日照近岸海域渔业资源的研究报道较少^[2-6]。笔者调查了岚山港近岸海域渔业资源的种类组成及分布,对日照近岸海域渔业资源的本底调查以及该区域鱼类生物多样性保护具有重要意义。

1 材料与方

1.1 站位布设、调查和分析方法 青岛海洋环境监测中心站于2016年11月(秋季)在岚山港附近海域进行渔业资源调查,共布设12个监测站位,如图1所示。调查方法按照《海洋调查规范》^[7]的相关规定执行。渔业资源调查所用网具为单拖底拖网,网口700目,网目尺寸7.67 cm。每站拖曳1 h,平均拖速5.556 km/h。拖曳时,网口宽度7 m,每站实际

扫海面积为38892 m²。渔获物种类鉴定在船上现场进行,同时记录渔获物重量和尾数。不能现场鉴定的,冰冻后带回实验室处理。

1.2 评价方法

1.2.1 资源密度。资源密度按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》^[8]中的扫海面积法计算,计算公式如下:

$$\rho = \frac{D}{p \times a} \quad (1)$$

式中, ρ 表示资源密度; D 表示平均渔获量; a 表示每网的扫海面积; p 表示网具的捕获率(中上层鱼类, p 取0.3;近底层鱼类、虾类和乌贼类, p 取0.5;底层鱼类、蟹类和蛸类, p 取0.8)。

1.2.2 生态优势度。利用Pinkas^[9]相对重要性指数(IRI)确定优势种。若 $IRI \geq 1000$,则为优势种;若 $100 \leq IRI < 1000$,则为重要种。

1.2.3 多样性。利用Shannon-Wiener多样性指数(H')^[10]、Margalef丰富度指数(D)^[11]和Pielou均匀度指数(J)^[12]来分析渔业资源群落生态多样性,计算公式如下:

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \quad (2)$$

$$D = \frac{S}{\ln N} \quad (3)$$

$$J = \frac{H'}{\ln S} \quad (4)$$

基金项目 国家海洋环境安全保障平台技术系统研发项目(2017-YFC1405300);国家重点研发计划项目(2016YFC1402103, 2016YFC0300606-02, 2017YFC1403700)。

作者简介 陶卉卉(1983—),女,山东乳山人,工程师,从事海洋环境监测研究。*通信作者,高级工程师,从事海洋环境监测与评价研究。

收稿日期 2021-08-26

式中, S 表示渔获物的总种类数; N 为渔获物的总尾数; P_i 为第*i*种渔获物占总渔获物重量的百分比。

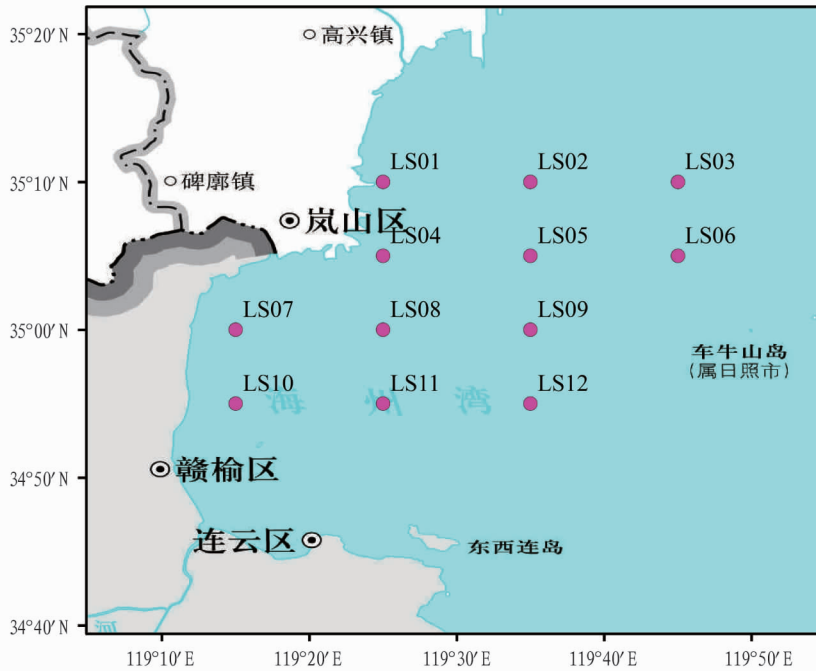


图1 2016年11月调查站位分布

Fig. 1 Distribution of the sampling stations in November, 2016

2 结果与分析

2.1 种类和数量组成 此次调查共鉴定渔获物种类59种(表1),其中鱼类38种,占64.41%;甲壳类16种,占27.12%;头足类5种,占8.47%。王尽文等^[2]2016年5月份(春季)在相同站位共捕获渔业资源46种。王尽文等^[3-4]于2016年5月份(春季)、11月份(秋季)在与岚山港区紧邻的石臼港区捕获渔业资源种类分别为45和64种。2个港区在同一季节捕获种类数相差不大,且春季捕获种类数明显低于秋季。此次调查未发现海州湾传统经济鱼类蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*)和带鱼(*Trichiurus lepturus*)。

此次捕获的38种鱼类中,鲈形目16种,占鱼类总种类数的42.11%;鲷形目(*Scorpaeniformes*)6种,占鱼类总种类数的15.79%;鲱形目(*Clupeiformes*)5种,占鱼类总种类数的13.16%;鲽形目(*Scorpaeniformes*)4种,占鱼类总种类数的10.53%;鲉形目(*Tetraodontiformes*)和海龙目(*Syngnathiformes*)均为2种,各占鱼类总种类数的5.26%;鳗鲡目(*Anguilliformes*)、仙鱼目(*Aulopiformes*)、鲛鳔目(*Lophiiformes*)均为1种,各占鱼类总种类数的2.63%。按重量计,此次调查鱼类占63.00%,甲壳类占15.76%,头足类占21.24%。按数量计,鱼类占45.90%,甲壳类占49.41%,头足类占4.69%。与同季节历史研究结果^[13]相比,甲壳类重量占比和数量占比均有所增加。这与戴芳群等^[14]对黄海南部渔业资源的研究结果相似。这可能与人类对大型鱼类(以甲壳类为食)的过度捕捞使甲壳类被捕食压力减小有关。

2.2 资源密度分布 此调查海域平均渔获重量为10.98 kg/h,最高站位和最低站位均位于调查海域中部,分别为LS05号站(20.84 kg/h)和LS08号站(3.37 kg/h)。平均

渔获重量超过15.00 kg/h的站位3个,分别为LS05号站(20.84 kg/h)、LS07号站(19.20 kg/h)、LS02号站(16.62 kg/h);平均渔获重量小于10.00 kg/h站位有5个,其余站位的平均渔获重量为10.00~15.00 kg/h。调查海域平均渔获数量为2390 ind./h,平均渔获数量最高站位为LS05号站,达12604 ind./h,最低站位为LS12号站,仅421 ind./h。平均渔获数量超过10000 ind./h的站位有1个,为LS05号站(12604 ind./h);平均渔获数量为5000~10000 ind./h的站位0个;平均渔获数量为1000~5000 ind./h的站位有7个;平均渔获数量低于1000 ind./h的站位有4个。此次调查平均渔获重量和平均渔获数量均低于同年相同站位春季调查资料^[2],与历史研究结果^[1]相一致。

根据扫海面积法计算,此调查海域的平均重量资源密度为411.36 kg/km²(图2),LS05号站最高(810.16 kg/km²),LS08号站最低(133.02 kg/km²)。此调查海域的平均尾数资源密度为102.53×10³ ind./km²(图3),LS05号站最高(509.56×10³ ind./km²),LS12号站最低(17.31×10³ ind./km²)。据文献记载1983—1985年秋季山东半岛南部海域渔业资源的平均重量资源密度为2880 kg/km²^[15],是此次调查结果的7倍。

2.3 优势种 此次调查优势种为戴氏赤虾(*Metapenaeopsis dalei*)、尖海龙(*Syngnathus acus*)、短蛸(*Octopus minor*);重要种有15种,包括六丝钝尾虾虎鱼(*Amblychaeturichthys hexanema*)、黄鲛鳔(*Lophius litulon*)、许氏平鲈(*Sebastes schlegeli*)、枪乌贼(*Loliolus* spp.)、小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)、细纹狮子鱼(*Liparis tanakae*)、口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)、绿鳍鱼(*Chelidonichthys spinosus*)、矛尾虾虎鱼(*Chaeturichthys stig-*

matias)、皮氏叫姑鱼 (*Johnius belengerii*)、丝虾虎鱼 (*Cryptocentrus filifer*)、鹰爪虾 (*Trachysalambria curvirostris*)、双斑螭

(*Charybdis bimaculata*)、长蛸 (*Octopus fangsiao*)、斑螭 (*Konosirus punctatus*) (表 2)。

表 1 岚山港区近岸海域秋季渔业资源种类名录

Table 1 List of species of fishery resources in the coastal waters of Lanshan Port in autumn

| 序号 No. | 类别 Category | 目名 Order name | 种名 Species name | 序号 No. | 类别 Category | 目名 Order name | 种名 Species name |
|-----------|----------------|------------------|---|-----------|----------------|--|--------------------|
| 1 | 鱼类 | 鳗鲡目 | 星康吉鳗 <i>Conger myriaster</i> | 31 | 鲈形目 | 中华栉孔虾虎鱼 <i>Ctenotrypauchen chinensis</i> | |
| 2 | | 鲱形目 | 青鳞小沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i> | 32 | 鲈形目 | 普氏缟虾虎鱼 <i>Amoya pflaumi</i> | |
| 3 | | 鲱形目 | 斑螭 <i>Konosirus punctatus</i> | 33 | 鲱形目 | 褐牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i> | |
| 4 | | 鲱形目 | 鳀 <i>Engraulis japonicus</i> | 34 | 鲱形目 | 角木叶鲱 <i>Pleuronichthys cornutus</i> | |
| 5 | | 鲱形目 | 赤鼻棱鳀 <i>Thrissa kammalensis</i> | 35 | 鲱形目 | 石鲱 <i>Kareius bicoloratus</i> | |
| 6 | | 鲱形目 | 中颌棱鳀 <i>Thrissa mystax</i> | 36 | 鲱形目 | 短吻红舌鳎 <i>Cynoglossus joyeri</i> | |
| 7 | | 鲱形目 | 长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i> | 37 | 鲈形目 | 绿鳍马面鲀 <i>Thamnaconus modestus</i> | |
| 8 | | 鲱形目 | 黄鲛鲷 <i>Lophius litulon</i> | 38 | 鲈形目 | 假睛东方鲀 <i>Takifugu pseudommmus</i> | |
| 9 | | 海龙目 | 日本海马 <i>Hippocampus japonicus</i> | 39 | 甲壳类 | 口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i> | |
| 10 | | 海龙目 | 尖海龙 <i>Syngnathus acus</i> | 40 | 十足目 | 日本囊对虾 <i>Marsupenaeus japonicus</i> | |
| 11 | | 鲈形目 | 许氏平鲉 <i>Sebastes schlegeli</i> | 41 | 十足目 | 周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i> | |
| 12 | | 鲈形目 | 绿鳍鱼 <i>Chelidonichthys spinosus</i> | 42 | 十足目 | 斑节对虾 <i>Penaeus monodon</i> | |
| 13 | | 鲈形目 | 虹鲆 <i>Erisphex potti</i> | 43 | 十足目 | 鹰爪虾 <i>Trachysalambria curvirostris</i> | |
| 14 | | 鲈形目 | 鲬 <i>Platycephalus indicus</i> | 44 | 十足目 | 戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i> | |
| 15 | | 鲈形目 | 大龙六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i> | 45 | 十足目 | 鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i> | |
| 16 | | 鲈形目 | 细纹狮子鱼 <i>Liparis tanakae</i> | 46 | 十足目 | 日本褐虾 <i>Crangon hakodatei</i> | |
| 17 | | 鲈形目 | 沟鲈 <i>Atropus atropus</i> | 47 | 十足目 | 细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i> | |
| 18 | | 鲈形目 | 皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i> | 48 | 十足目 | 疣背深额虾 <i>Latreutes planirostris</i> | |
| 19 | | 鲈形目 | 银姑鱼 <i>Pennahia argentata</i> | 49 | 十足目 | 十一刺栗壳蟹 <i>Arcania undecimspinososa</i> | |
| 20 | | 鲈形目 | 小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i> | 50 | 十足目 | 三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i> | |
| 21 | | 鲈形目 | 方氏锦鲷 <i>Enedrias fangi</i> | 51 | 十足目 | 日本螭 <i>Charybdis japonica</i> | |
| 22 | | 鲈形目 | 绵鲷 <i>Zoarces elongatus</i> | 52 | 十足目 | 双斑螭 <i>Charybdis bimaculata</i> | |
| 23 | | 鲈形目 | 玉筋鱼 <i>Ammodytes personatus</i> | 53 | 十足目 | 四齿矶蟹 <i>Pugettia quadridens</i> | |
| 24 | | 鲈形目 | 绯衍 <i>Callionymus beniteguri</i> | 54 | 十足目 | 黄道蟹 <i>Cancer magister</i> | |
| 25 | | 鲈形目 | 银鲟 <i>Pampus argenteus</i> | 55 | 头足类 | 枪乌贼 <i>Loliolus spp.</i> | |
| 26 | | 鲈形目 | 丝虾虎鱼 <i>Cryptocentrus filifer</i> | 56 | 枪形目 | 金乌贼 <i>Sepia esculenta</i> | |
| 27 | | 鲈形目 | 斑尾刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius ommaturus</i> | 57 | 枪形目 | 双喙耳乌贼 <i>Sepioteuthis birostrata</i> | |
| 28 | | 鲈形目 | 矛尾虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i> | 58 | 八腕目 | 短蛸 <i>Octopus minor</i> | |
| 29 | | 鲈形目 | 六丝钝尾虾虎鱼 <i>Amblychaeturichthys hexanema</i> | 59 | 八腕目 | 长蛸 <i>Octopus fangsiao</i> | |
| 30 | | 鲈形目 | 拉氏狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus lacepedii</i> | | | | |

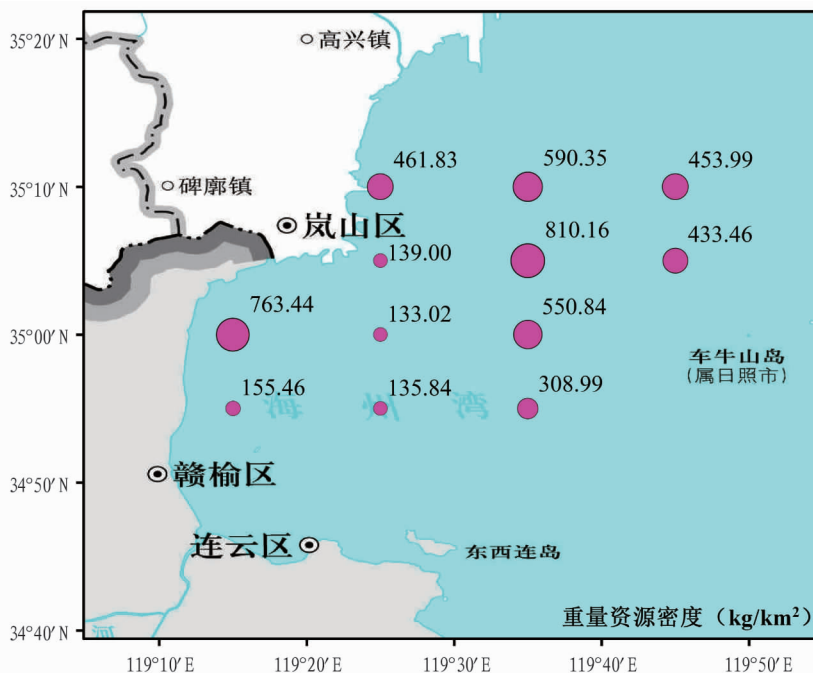


图 2 岚山港区近岸海域秋季渔业资源重量资源密度的分布

Fig. 2 The weight resource density distribution of fishery resources in the coastal waters of Lanshan Port in autumn

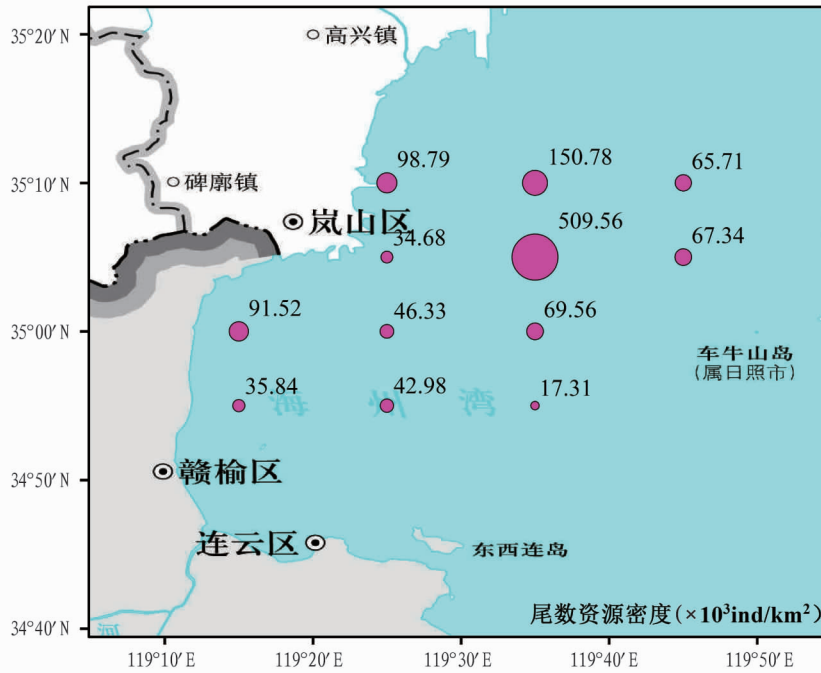


图3 岚山港区近岸海域秋季渔业资源尾数资源密度分布

Fig. 3 The individual resource density distribution of fishery resources in the coastal waters of Lanshan Port in autumn

重量占比超过1%的种类共20种,占全部渔获物重量的91.71%。其中,重量占比超过10%的种类有1种,为短蛸(14.53%);重量占比为5%~10%的种类有8种,分别为黄鮟鱇(9.05%)、细纹狮子鱼(8.21%)、许氏平鲉(6.76%)、戴氏赤虾(6.51%)、尖海龙(6.50%)、六丝钝尾虾虎鱼(5.99%)、绿鳍鱼(5.38%)、小黄鱼(5.28%);重量占比为1%~5%的种类有11种,分别为口虾蛄(3.99%)、长蛸(3.56%)、枪乌贼(2.85%)、皮氏叫姑鱼(2.53%)、矛尾虾虎鱼(2.28%)、斑鲈(1.84%)、丝虾虎鱼(1.72%)、日本蟳(1.32%)、双斑蟳(1.23%)、鹰爪虾(1.11%)、短吻红舌鲷(1.08%);其余39种重量占比均低于1%。

数量占比超过1%的种类共12种,占渔获物数量的93.69%。其中,数量占比超过10%的种类有2种,分别为戴氏赤虾(42.79%)和尖海龙(28.22%);数量占比为5%~10%的种类有1种,为六丝钝尾虾虎鱼(8.19%);数量占比为1%~5%的种类有9种,分别为枪乌贼(3.19%)、丝虾虎鱼(1.65%)、口虾蛄(1.57%)、鹰爪虾(1.55%)、普氏缢虾虎鱼(1.42%)、双斑蟳(1.39%)、矛尾虾虎鱼(1.31%)、疣背深额虾(1.28%)、短蛸(1.13%);其余47种的数量占比均低于1%。

在18个优势种和重要种中,经济价值较高的种类有9种(鱼类、虾蟹类和头足类各3种),与1998年秋季调查结果^[15]相比减少了37种。

表2 岚山港区近岸海域秋季渔业资源优势种类组成

Table 2 Dominant species composition of fishery resources in the coastal waters of Lanshan Port in autumn

| 序号 No. | 种类 Species | 重量占比 Weight proportion % | 数量占比 Quantity proportion % | 站点出现频率 Occurrence frequency of station/%% | IRI | 序号 No. | 种类 Species | 重量占比 Weight proportion % | 数量占比 Quantity proportion % | 站点出现频率 Occurrence frequency of station/%% | IRI |
|-----------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|-------|-----------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|-----|
| 1 | 戴氏赤虾 | 6.51 | 42.79 | 100 | 4 930 | 10 | 口虾蛄 | 3.99 | 1.57 | 66.67 | 371 |
| 2 | 尖海龙 | 6.50 | 28.22 | 100 | 3 473 | 11 | 绿鳍鱼 | 5.38 | 0.18 | 66.67 | 371 |
| 3 | 短蛸 | 14.53 | 1.13 | 91.67 | 1 435 | 12 | 矛尾虾虎鱼 | 2.28 | 1.31 | 83.33 | 300 |
| 4 | 六丝钝尾虾虎鱼 | 5.99 | 8.19 | 66.67 | 945 | 13 | 皮氏叫姑鱼 | 2.53 | 0.73 | 91.67 | 299 |
| 5 | 黄鮟鱇 | 9.05 | 0.08 | 75.00 | 684 | 14 | 丝虾虎鱼 | 1.72 | 1.65 | 83.33 | 281 |
| 6 | 许氏平鲉 | 6.76 | 0.96 | 83.33 | 643 | 15 | 鹰爪虾 | 1.11 | 1.55 | 91.67 | 244 |
| 7 | 枪乌贼 | 2.85 | 3.19 | 100 | 604 | 16 | 双斑蟳 | 1.23 | 1.39 | 83.33 | 218 |
| 8 | 小黄鱼 | 5.28 | 0.63 | 91.67 | 541 | 17 | 长蛸 | 3.56 | 0.15 | 58.33 | 217 |
| 9 | 细纹狮子鱼 | 8.21 | 0.05 | 50.00 | 413 | 18 | 斑鲈 | 1.84 | 0.26 | 50.00 | 105 |

2.4 群落多样性 此调查海域渔业资源丰富度指数为1.615~4.416,平均值为3.381,最高值和最低值分别出现在LS04站和LS11站;多样性指数为1.891~2.761,平均值为2.309,最高值和最低值分别出现在LS10站和LS01站;均匀度

指数为0.638~0.855,平均值为0.720,最高值和最低值分别出现在LS08站和LS07站(表3)。一般来说,人类对生物的影响可以通过生物群落结构特征来评价^[16]。根据《水生生物监测手册》^[17]可知,当 $H' = 0$ 时,人类对生物的影响为严重;当 $0 <$

$H' < 1$ 时,人类对生物的影响为重度;当 $1 < H' < 3$ 时,人类对生物的影响为中度;当 $H' > 3$ 时,人类对生物基本没影响。依此判断,此调查海域的渔业资源可能受到的人为影响为中度。这可

能与人类的过度捕捞以及该海域周边临港工程、养殖活动产生的污染物有关。

表 3 岚山港区近岸海域秋季渔业资源多样性指数

Table 3 The diversity indices of fishery resources in the coastal waters of Lanshan Port in autumn

| 站位 Stations | H' | J' | D | 站位 Stations | H' | J' | D | 站位 Stations | H' | J' | D |
|----------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
| LS01 | 1.891 | 0.654 | 2.231 | LS05 | 2.147 | 0.651 | 2.754 | LS09 | 2.329 | 0.733 | 3.160 |
| LS02 | 2.273 | 0.675 | 3.395 | LS06 | 2.208 | 0.649 | 4.010 | LS10 | 2.761 | 0.838 | 3.865 |
| LS03 | 2.460 | 0.704 | 4.389 | LS07 | 2.078 | 0.638 | 3.287 | LS11 | 1.903 | 0.766 | 1.615 |
| LS04 | 2.734 | 0.804 | 4.416 | LS08 | 2.718 | 0.855 | 3.309 | LS12 | 2.209 | 0.678 | 4.137 |

3 结论

此次调查共捕获渔业资源种类 59 种,其中鱼类 38 种,甲壳类 16 种,头足类 5 种。优势种为 3 种,分别为戴氏赤虾、尖海龙和短蛸。此调查海域平均重量资源密度和平均尾数资源密度分别为 411.36 kg/km^2 和 $102.53 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$ 。

与该海域同一季节历史资料相比,甲壳类重量占比和数量占比均有所增加,同时经济价值较高的种类数量明显下降。

参考文献

- [1] 中国海洋志编纂委员会. 中国海洋志: 第 4 分册 [M]. 北京: 海洋出版社, 1993.
- [2] 王尽文, 陶卉卉, 张乃星, 等. 2016 年春季日照港岚山港区近岸海域渔业资源浅析 [J]. 广西科学院学报, 2018, 34(2): 125-129, 136.
- [3] 王尽文, 黄娟, 张亮, 等. 石臼港近岸海域秋季游泳动物群落结构浅析 [J]. 广西科学院学报, 2020, 36(2): 158-163.
- [4] 王尽文, 黄娟, 陶卉卉, 等. 石臼港近岸海域春季鱼卵仔稚鱼调查研究 [J]. 安徽农业科学, 2020, 48(21): 91-94.
- [5] 王尽文, 黄娟, 孙彦, 等. 石臼港区近岸海域春季游泳动物群落结构浅析 [J]. 海岸工程, 2020, 39(3): 224-230.
- [6] 张亮, 王尽文, 任荣珠, 等. 海洲湾北部海域春季渔业资源的群落结构特征 [J]. 渔业科学进展, 2014, 35(5): 1-7.

- [7] 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. 海洋调查规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [8] 中华人民共和国农业部. 建设项目对海洋生物资源影响评价技术规范: SC/T 9110-2007 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [9] PINKAS L, OLIPHANT M S, IVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters [J]. Fish Bull, 1971, 152: 1-105.
- [10] SHANNON C E, WEAVER W. The mathematical theory of communication [M]. Illinois: Urbana University of Illinois Press, 1949.
- [11] MARGALEF R. Information theory in ecology [J]. General systematics, 1958, 3: 36-71.
- [12] PIELOU E C. Ecological diversity [M]. New York: Wiley, 1975: 4-49.
- [13] 李涛. 北黄海及山东半岛南部近岸海域渔业资源群落结构的初步研究 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010.
- [14] 戴芳群, 朱玲, 陈云龙, 黄. 东海渔业资源群落结构变化研究 [J]. 渔业科学进展, 2020, 41(1): 1-10.
- [15] 程济生. 黄渤海近岸水域生态环境与生物群落 [M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2004.
- [16] 王尽文, 黄娟, 姜万钧, 等. 日照近岸海域冬夏季网采浮游植物群落结构及其与环境因子的关系 [J]. 上海海洋大学学报, 2022, 31(1): 86-96.
- [17] 国家环保局《水生生物监测手册》编委会. 水生生物监测手册 [M]. 南京: 东南大学出版社, 1993: 34-37.

(上接第 90 页)

杨移斌等^[16]研究了中药对弗氏柠檬酸杆菌的 MIC, 抗菌活性大小依次为乌梅>石榴皮、地榆、杞子>大青叶、黄柏、茉莉花>艾叶、薄荷叶、杜仲、红花。

以上文献显示, 不同中药对不同菌株的 MIC 值存在差异, 抗菌活性相对强的中药有五倍子、黄连、山楂、地锦草、焦山楂、厚朴、黄芩、石榴皮、翻白草、乌梅等, 这与前人研究报告^[2,5,15-16]基本一致。

4 结论

以 MIC 测定前后 MIC 孔细菌浓度比值 (BCR_{MIC}) 为 $10^{-3} \sim 10^3$ 为判定标准, 或者以 MIC 测定过程中细菌增殖倍数为 $10^{-3} \sim 10^3$ 的孔对应药物浓度为最小抑菌浓度, 采用微量肉汤稀释联合平板计数法能更准确地定量评价中药抗菌活性。对克氏原螯虾病原菌 (嗜水气单胞菌、维氏气单胞菌、弗氏柠檬酸杆菌) 抗菌活性较强的中药有五倍子、黄连、山楂、地锦草、厚朴、黄芩、石榴皮、翻白草、乌梅。

参考文献

- [1] 农业农村部渔业渔政管理局, 全国水产技术推广总站, 中国水产学会. 2019 中国渔业统计年鉴 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2019: 152.
- [2] 李海华, 郭蔚冰, 陈志强, 等. 45 味中药对多重耐药大肠杆菌的抑菌效果 [J]. 中国现代中药, 2019, 21(6): 791-796.

- [3] 李秋云, 李忠琴, 张坤, 等. 5 种中药和 28 种抗生素对养殖鳊致病菌的抑制作用 [J]. 中兽医医药杂志, 2014, 33(3): 9-12.
- [4] 吕彪, 宋志元, 储君, 等. 20 种中草药提取物对 4 种常见病原菌体外抑菌试验 [J]. 中兽医学杂志, 2016(4): 4-6.
- [5] 彭金菊, 马骅, 罗伟英, 等. 32 种中药及其复方对嗜水气单胞菌体外抑菌效果 [J]. 中兽医医药杂志, 2009, 28(6): 5-7.
- [6] 刘玉庆, 李璐璐, 骆延波, 等. EUCAST 欧盟药敏试验标准 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 148.
- [7] 唐庆权, 韩阳, 许晓牧, 等. 克氏原螯虾肝胰腺病原菌的分离鉴定和药敏试验 [J]. 安徽农业科学, 2019, 47(21): 96-98.
- [8] 王俊丽, 张要齐, 孙雪峰, 等. 18 种中药对猪大肠杆菌的体外抑菌活性的测定方法比较 [J]. 安徽农业科学, 2012, 40(26): 12947-12948, 12951.
- [9] 姜源明, 俸祥仁, 兰宗宝, 等. 中药对猪场常见病原菌的药敏特性及联合抑菌活性评价 [J]. 江西农业学报, 2019, 31(2): 80-85.
- [10] 鹿意, 梁晓, 秦志华, 等. 八味中药及其复方对鸡大肠杆菌的体外抑制试验 [J]. 中国兽医杂志, 2018, 54(6): 70-72.
- [11] 陈晓利, 彭彬, 占爱思, 等. 黄鳝源嗜水气单胞菌的体外中药药敏试验 [J]. 淡水渔业, 2014, 44(2): 43-46.
- [12] 陶健, 李绍成, 刘红柏. 21 种中草药及复方制剂对嗜水气单胞菌的体外抑菌作用 [J]. 水生态学杂志, 2013, 34(3): 90-93.
- [13] 王帅兵, 王婧, 陈海峰, 等. 8 种中药对猪源大肠杆菌的体外抑菌效果 [J]. 贵州农业科学, 2018, 46(4): 94-97.
- [14] 曹良, 李英伦. 斑点叉尾鲷“腹水症”病原的体外中药药敏试验 [J]. 水生态学杂志, 2009, 30(1): 95-97.
- [15] 朱成科, 王建, 周燕, 等. 150 种中草药体外抑杀维氏气单胞菌的药效研究 [J]. 淡水渔业, 2018, 48(1): 80-85, 96.
- [16] 杨移斌, 曹海鹏, 夏永涛, 等. 41 种中草药对 3 种鳊源病原菌的体外抑菌效果 [J]. 淡水渔业, 2013, 43(4): 80-84.