

辽东湾不同型刺网捕捞性能的比较*

邢彬彬² 郭瑞^{1,2} 李显森^{1①} 赵宪勇¹ 张国胜²
许传才² 孙珊¹ 尤宗博¹

(1. 农业部海洋渔业资源可持续发展重点实验室 山东省渔业资源与生态环境重点实验室
中国水产科学院黄海水产研究所 青岛 266071; 2. 大连海洋大学海洋与环境学院 大连 116021)

摘要 为了提高近海渔业资源养护型捕捞与管理技术,促进《全国海洋捕捞渔具目录》的实施,2014年10–11月在辽东湾进行了网目尺寸为40 mm、50 mm、60 mm的单片刺网、双重刺网和三重刺网以及生产对照网的选择性对比实验。结果显示,各种实验网的渔获种类数均在6–9种之间,优势种口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)的优势度随网目尺寸的增大而减小,但花鲈(*Lateolabrax japonicus*)的优势度随网目尺寸的增大而增大。同型试验网在不同网目尺寸条件下的渔获量有显著性差异,其中,60 mm试验网与40 mm同型试验网的单位捕捞努力量渔获量(CPUE)比较,单片刺网为800%,双重刺网为650%,三重刺网为500%;而异型试验网在网目尺寸相同条件下对渔获量的影响相对较小。试验网的组内渔获组成平均相似度分别为单片刺网59.24%,双重刺网62.63%,三重刺网66.51%;组间分别为71.44%、67.50%和70.58%;对组内和组间平均相似度贡献最高的种类均为口虾蛄和花鲈。随着网目尺寸的增大,各型试验网的渔获物幼鱼比例呈下降趋势。

关键词 辽东湾;刺网;网目尺寸;选择性;渔获组成;捕捞性能

中图分类号 S971 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2017)02-0024-07

刺网是黄渤海沿海地区重要的传统作业方式之一,在北方沿海三省一市的海洋捕捞业中占有极其重要的地位(孙中之等,2012)。近10年,我国刺网渔业年产量占海洋捕捞总产量的16%–22%,其中,黄渤海区的刺网渔业产量占捕捞产量的20%–30%(中国渔业统计年鉴2005–2014)。自渤海海域禁止底拖网作业后(农业部渤海生物资源养护规定,2004),刺网渔业在渤海中的地位越来越重要。

刺网类渔具按网具结构特征可分为单片刺网、双重刺网、三重刺网、无下纲刺网和框格刺网5型(黄锡昌,2001)。其中,单片刺网选择性强,是一种有利于渔业资源繁殖保护和合理应用的优良渔具(潘国良等,2007),双重刺网、无下纲刺网、框格刺网在黄渤海渔业中应用较少,选择性相对较低的三重刺网则随着渔业资源的衰退和渔业种群的低龄化及小型化被广

泛应用(孙中之等,2011)。基于对其破坏渔业资源的关切,2013年农业部颁布的《关于实施海洋捕捞准用和过渡渔具最小网目尺寸制定的通告》(农业部通告[2013]1号)将三重刺网定为海洋捕捞过渡渔具,亟需开展相关研究,以确定其过渡期后的归属。

目前,国外关于刺网选择性的研究较多,主要集中于网线材料、直径和网目尺寸对刺网选择性的影响(Psutty-Lipska *et al.*, 2006; Fonseca *et al.*, 2005; Yokota *et al.*, 2001; 张健等,2006)。我国的捕捞学研究基础相对薄弱,虽然开展过刺网类渔具渔法调查和渔业现状调查与分析(张澄茂等,2002、2005;孙中之等,2011;潘国良等,2007;方水美等,2005),但相关的渔具选择性研究则主要集中于单片刺网(张鹏等,2005;李灵智等,2010;尤宗博等,2014),关于不同型、不同式的刺网渔具的选择性对比研究尚未见报道。因此,有必要

* 公益性行业(农业)科研专项(201203018)资助 [This work was supported by the Special Scientific Research Fund of Agricultural Public Welfare Profession of China (Grant No.201203018)]. 邢彬彬, E-mail: xingbinbin@dlou.edu.cn

① 通讯作者: 李显森, 研究员, E-mail: lixs@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2016-01-04, 收修改稿日期: 2016-03-07

开展不同型、不同式刺网类渔具的选择性实验,从渔获量、渔获组成、渔获优势种、幼鱼比例等方面比较单片刺网、双重刺网和三重刺网的作业性能,为渤海三重刺网过渡期后的归属划分与管理提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验船和网具

试验船为“辽盘渔2009”,主机功率44.1 kW(60 HP),全长14.8 m,型宽3.6 m。试验渔具为单片刺网、双重刺网和三重刺网(分别表示为S、D和T),渔具主尺度均为50 m×5 m,网目尺寸分别有40 mm、50 mm、60 mm三种规格,共装配成9种(40S、50S、60S、40D、50D、60D、40T、50T和60T)。双重刺网的大网目网衣和三重刺网的外网目网衣尺寸为300 mm,外网衣和内网目网衣均为PA单丝,直径分别为0.45 mm和0.25 mm,内网衣的水平缩结系数为0.583,外网衣的水平缩结系数为0.707。生产对照网为口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)三重流刺网(以字母C表示),渔具主尺度为50 m×1.5 m,内网目网目尺寸为50 mm,网线为直径0.1 mm的PA单丝,水平缩结系数为0.366,外网目网目尺寸为170 mm,网线为1×3 PE捻线,水平缩结系数为0.502。

1.2 实验海域和时间

本实验时间为2014年10月7日-11月25日,作业海域为渤海40°30'N以北、121°30'E以东的辽东湾营口、盘锦近海水域(图1中的阴影区域),水深为6-15 m。

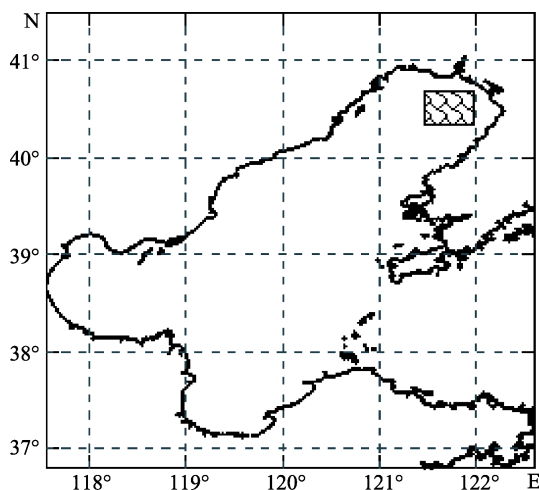


图1 实验海域

Fig.1 Experimental fishing area

1.3 实验方法

将生产对照网和9种试验网各5片依次相连,共

50片网为1个网列,每航次放1个网列,作为1网次,本实验共进行12个有效网次的捕捞采样。作业方式为底层漂流,傍晚下网,网具海中漂流13-16 h,次日上午起网。起网后回到渔港对各种试验网网片的渔获物分别摘取,估算缠绕和刺挂比例[鱼体刺入网目或鱼体某部位(如鳃盖)挂于网片作为刺挂,鱼体缠绕于网衣上作为缠绕]。分析实验对所有渔获物全部取样,进行渔获物分类、统计和生物学测定。

1.4 数据处理

1.4.1 渔获优势种 运用Pinkas等(1971)提出的相对重要性指数(IRI)来计算各种试验网渔获种类的优势度,以IRI值大于1000定为优势种。表达式为:

$$IRI = (N + W) \times F \quad (1)$$

式(1)中, N 为某一物种的个体数占总个体数的百分率(%); W 为某一物种的生物量占总生物量的百分率(%); F 为出现频率,即某一物种在该种试验网中出现的频率(%)。

1.4.2 单位捕捞努力量渔获量(CPUE) 试验网的单位捕捞努力量渔获量(CPUE)为单位面积(网衣展开面积)(100 m²)网衣每小时的平均渔获重量[g/(100 m²×h)],其表达式为:

$$CPUE = \frac{\sum_{i=1}^n \left(100 \times \frac{C_i}{ST_i} \right)}{n} \quad (2)$$

式(2)中, C_i 为某试验网第*i*次试捕(5片网)的渔获重量(g/net), S 为该试验网(5片网衣)的面积(m²), T_i 为该试验网第*i*次试捕在海水中的敷设时间(h), n 为该试验网的试捕次数。

1.4.3 渔获组成分析 利用PRIMER软件对各种试验网的渔获组成进行相似性百分比分析,研究各试验网的种间选择性差异(Macbeth et al, 2005)。相似性百分比分析方法是研究群落结构的常规方法,可以用于分析群落结构之间相似性的典型种和造成群落之间差异性的分歧种(梅春等, 2010)。Macbeth等(2005)运用此方法研究了安装套网对试验网囊中渔获组成的影响,Guijarro等(2006)运用此方法研究了40 mm菱形网目和40 mm方形网目网囊拖网渔获组成的差异性,李超等(2015)运用此方法研究了菱形网目和不同网目尺寸的方形网目网囊张网渔获组成的差异性。

本研究将每种试验网的渔获视为一个类似生物群落,那么可以利用相似性百分比分析方法定量分析不同试验网渔获组成的差异及其渔获组成之间相似性的典型种和差异性的分歧种。

1.4.4 差异性显著检验 利用单因子方差分析方法(One-way ANOVA)对相同网目尺寸的单片刺网、双重刺网和三重刺网渔获量进行方差分析。利用卡方检验(χ^2 检验)分析各型试验网的渔获量之间所存在的差异是否显著, 选择显著水平 $P=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 渔获种类分析

2.1.1 渔获种类组成 本实验 12 网次采样的渔获物共 2881 尾, 总重 242.05 kg, 隶属 6 目 12 科 12 属 12 种, 其中, 鲈形目种类最多(6 种), 鲉形目 2 种, 鲱形目、鰈形目、鲛鰈目、口足目各 1 种; 渔获物的种间体型差异较大, 有纺锤形、侧扁形、棍棒形等, 各种试验网的渔获种类数均为 6–9 种, 其中, 相同的渔获种类为口虾蛄、花鲈(*Lateolabrax japonicas*)、矛尾鰈鱼(*Synechogobius hasta*)和红狼牙鰈虎鱼(*Odontamblyopus rubicundus*)。网目尺寸为 40–60 mm 的双重刺网和三重刺网与网目尺寸为 40–50 mm 的单片刺网对辽东湾渔业种类的选择性基本相同, 对物种的选择性较差。相比而言, 单片刺网随着网目尺寸的增大, 渔获种类减少, 60 mm 单片刺网的渔获种类为 6 种, 少于其他试验网和生产对照网, 对物种的选择性略有优势(表 1)。

2.1.2 渔获优势种 不同试验网和生产对照网的渔获优势种略有不同, 各试验网渔获种类的相对重要性指数(IRI 值)列于表 1。由表 1 可知, 口虾蛄为各试验网的渔获优势种, 优势度随各型试验网网目尺寸的增大而减小; 花鲈为除 40 mm 三重刺网外其他各试

验网的渔获优势种, 优势度随各型试验网的网目尺寸增大而增加。生产对照网渔获优势种为口虾蛄、花鲈、梭鱼(*Liza haematocheila*)。在相同网目尺寸条件下, 口虾蛄的 IRI 值按单片刺网、双重刺网、三重刺网顺序呈递增趋势, 表明口虾蛄的优势度递增。

2.1.3 渔获量 对相同网目尺寸的单片刺网、双重刺网和三重刺网渔获量进行方差分析, 结果显示(表 2), 网目尺寸同为 40 mm 或 60 mm 时, 各型试验网的渔获量之间差异性不显著($P=0.313$ 、 $P=0.604$); 但网目尺寸同为 50 mm 时, 各型试验网的渔获量之间差异性显著($P=0.007$), 以三重刺网的渔获量最高, 单片刺网的渔获量最低。不同网目尺寸的同型试验网渔获量之间均存在显著性差异($P=0.0003$ 、 $P=0.001$ 、 $P=0.002$)。各型试验网的 CPUE 均随网目尺寸的增大递增(表 2), 其中, 60 mm 与 40 mm 的试验网 CPUE 比较, 单片刺网为 800%, 双重刺网为 650%, 三重刺网为 500%, 表明网目尺寸为 40–60 mm 范围时, 渔获性能与网目尺寸呈显著正相关。刺挂与缠绕比例显示(表 2), 不同型刺网的渔获方式存在明显差异, 单片刺网以刺挂为主(占 85%–89%), 三重刺网以缠绕为主(占 79%–81%), 双重刺网刺挂与缠绕的比例相对较均衡(刺挂比例为 39%–55%); 且同型刺网随网目尺寸的增大缠绕比例均减小, 而刺挂比例增大。

2.2 渔获组成

2.2.1 网目尺寸对渔获组成的影响 各类型试验网的口虾蛄渔获选择性随网目尺寸的变化呈现不同的变化趋势: 单片刺网的口虾蛄渔获尾数比例随网目尺寸的增大呈明显减少的趋势; 双重刺网的口虾

表 1 不同型刺网的渔获种类 IRI 值

Tab.1 Catches IRI of different kinds of gillnets

| 种类 Species | 试验网 Nets | | | | | | | | | |
|--|----------|------|-------|------|------|------|-------|-------|------|-------|
| | 40S | 50S | 60S | 40D | 50D | 60D | 40T | 50T | 60T | C |
| 口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i> | 8491 | 6914 | 2547 | 9015 | 7838 | 6099 | 12229 | 11413 | 7259 | 12201 |
| 花鲈 <i>Lateolabrax japonicas</i> | 1017 | 4478 | 11856 | 4229 | 8223 | 8713 | 438 | 5417 | 5026 | 2702 |
| 梭鱼 <i>Liza haematocheila</i> | — | 484 | 7 | — | — | 73 | 31 | 133 | 916 | 1928 |
| 蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i> | — | — | — | — | — | 9 | — | — | — | — |
| 小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i> | 19 | — | — | 66 | 146 | 65 | 17 | 3 | 4 | — |
| 许氏平鲉 <i>Sebastes schlegeli</i> | — | 125 | — | — | — | — | — | — | — | 16 |
| 斑鲈 <i>Konosirus punctatus</i> | 76 | — | — | — | 34 | — | — | — | — | — |
| 黄鲛鰈 <i>Lophius litulon</i> | 38 | 36 | — | — | 197 | 236 | 117 | 30 | 774 | 127 |
| 短吻红舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i> | 37 | — | 3 | 453 | 4 | — | 796 | 16 | 3 | — |
| 红娘鱼 <i>Lepidotrigla microptera</i> Günther | — | 209 | — | 76 | — | — | — | — | 6 | — |
| 红狼牙鰈虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i> | 850 | 721 | 388 | 312 | 9 | 63 | 235 | 35 | 250 | 60 |
| 矛尾鰈鱼 <i>Synechogobius hasta</i> | 329 | 68 | 120 | 724 | 236 | 336 | 130 | 192 | 51 | 32 |

“—”表示种类在该类型试验网具中未出现

—: Species did not appear in this type of experiment gillnets

鲎渔获尾数比例在网目尺寸为 40 mm 和 50 mm 时基本相同, 但当网目尺寸增大到 60 mm 时则明显减少; 三重刺网的口虾鲎渔获尾数比例随网目尺寸的变化与双重刺网趋于一致, 但其所占比例总体上大于双重刺网(图 2)。各类型试验网的花鲈渔获尾数比例均随网目尺寸的增大而增加, 短吻红舌鲷(*Cynoglossus joyneri*)的渔获尾数比例则随网目尺寸的增大而减少。

利用 PRIMER 进行的渔获组成相似性百分比分析结果显示, 不同网目尺寸的单片刺网渔获组成之间平均相似度为 59.24%, 对组内平均相似度贡献最高

的种类为花鲈; 不同网目尺寸的双重刺网的平均相似度为 62.63%, 对组内平均相似度贡献最高的种类为口虾鲎; 不同网目尺寸的三重刺网的平均相似度为 66.51%, 对组内平均相似度贡献最高的种类为口虾鲎(表 3)。

2.2.2 刺网的型对渔获组成的影响 三型刺网网目尺寸相同时, 口虾鲎渔获尾数的比例在 3 种网目尺寸下均呈现出按单片刺网、双重刺网、三重刺网顺序的增长趋势, 表明三重刺网对口虾鲎具有最佳的选择性; 网目尺寸为 40 mm 和 50 mm 时, 各型刺网的花鲈渔获尾数比例是双重刺网高于单片刺网和三重刺

表 2 渔获性能
Tab.2 Catch performance

| 试验渔具 Nets | 种类数 Species number | 尾数 Catch in number (ind) | 重量 Weight (g) | 平均网次重量 Mean of haul (g) | 渔获方式 Catching method | | CPUE [g/(100 m ² ×h)] |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|--|
| | | | | | 缠绕率 Entangled rate (%) | 刺挂率 Gilled rate (%) | |
| 40S | 8 | 108 | 5138.5 | 428.2 | 15.0 | 85.0 | 4.0 |
| 50S | 8 | 116 | 8334.3 | 694.5 | 14.0 | 86.0 | 6.5 |
| 60S | 6 | 280 | 45124.9 | 3760.4 | 11.0 | 89.0 | 35.4 |
| 40D | 7 | 122 | 7008.8 | 584.1 | 55.0 | 45.0 | 5.5 |
| 50D | 8 | 231 | 20423.1 | 1701.9 | 41.0 | 59.0 | 16.0 |
| 60D | 8 | 380 | 45884.9 | 3823.7 | 39.0 | 61.0 | 36.0 |
| 40T | 8 | 184 | 6010.4 | 500.9 | 81.0 | 19.0 | 4.7 |
| 50T | 8 | 431 | 27118.6 | 2259.9 | 81.0 | 19.0 | 21.3 |
| 60T | 9 | 336 | 31909.5 | 2659.1 | 79.0 | 21.0 | 25.0 |
| 50C | 7 | 670 | 40957.5 | 3413.1 | 78.0 | 22.0 | 32.1 |

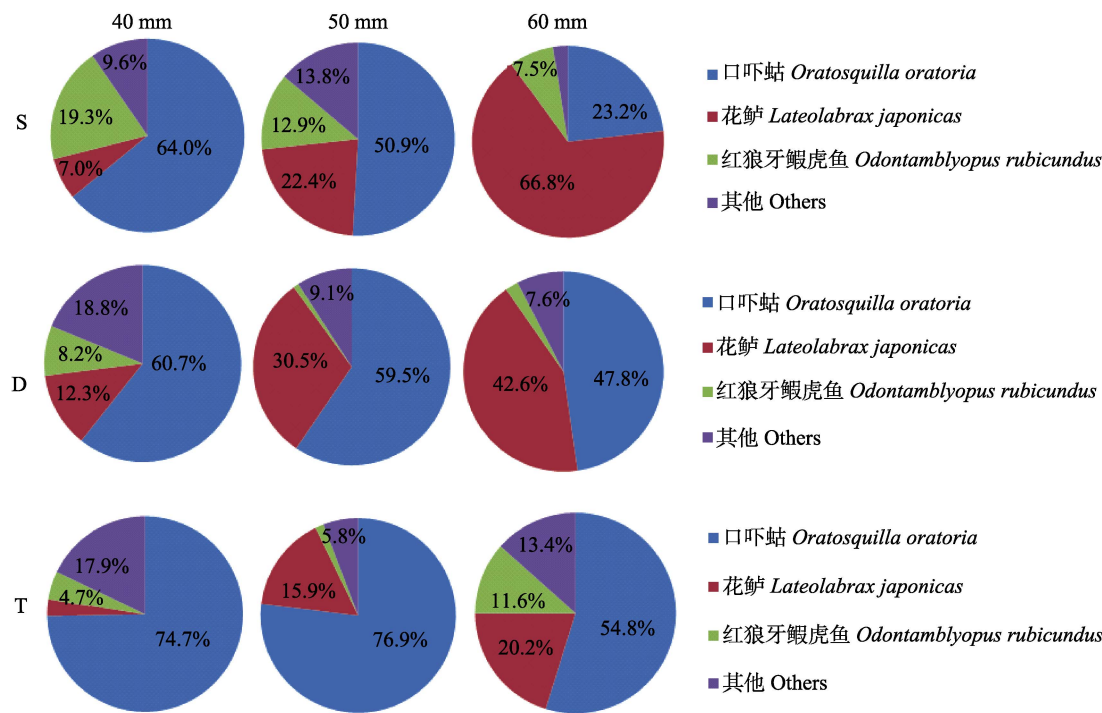


图 2 不同试验网的渔获尾数结构
Fig.2 The composition of catch species with different experiment gillnets

表 3 渔获种类对试验网组内和组间的平均相似性贡献

Tab.3 Contribution of catch species to average similarity between intra-group and inter-group of the experimental gillnets

| 相似度贡献 Similarity contributions(%) 种类 Species | 组别 Factor group | | | 组内 Intra-group | | | 组间 Inter-group | | |
|---|-----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | S | D | T | 40 mm | 50 mm | 60 mm | 40 mm | 50 mm | 60 mm |
| 花鲈 <i>L. japonicas</i> | 35.73 | 41.13 | 25.60 | 26.89 | 43.01 | 51.44 | | | |
| 口虾蛄 <i>O. oratoria</i> | 29.78 | 27.17 | 30.94 | 34.88 | 24.03 | 19.50 | | | |
| 红狼牙鰕虎鱼 <i>O. rubicundus</i> | 15.20 | 13.26 | 9.46 | 15.08 | 8.40 | 6.83 | | | |
| 矛尾鰕鲂鱼 <i>S. hasta</i> | 9.15 | — | 7.19 | 4.75 | 8.47 | 9.28 | | | |
| 梭鱼 <i>L. haematocheila</i> | — | — | 10.08 | — | 6.72 | 7.07 | | | |
| 黄鲛鰕 <i>L. litulon</i> | 4.01 | 5.17 | 10.53 | 6.62 | — | — | | | |
| 小黄鱼 <i>P. polyactis</i> | — | 8.14 | — | 5.50 | — | — | | | |

注：组内指不同网目尺寸的同型试验网；组间指相同网目尺寸的各型试验网

Note: Intra-group was the same type of gillnets which had different mesh sizes; Inter-group was different type of gillnets which had same mesh sizes

网，而当网目尺寸为 60 mm 时，则呈现出按单片刺网、双重刺网、三重刺网顺序减小的趋势，以 60 mm 的单片刺网对花鲈的选择性最高。综合 3 种不同网目尺寸在 3 型试验网的渔获尾数，表明三重刺网对口虾蛄的选择性优于双重刺网和单片刺网，而随网目尺寸的增大，单片刺网对花鲈具有较好的选择性。

除渔获优势种口虾蛄和花鲈外，其他渔获种类渔获尾数比例：网目尺寸为 40 mm 时，各型刺网的比例均较高(> 20%)，渔获选择性相对较差；网目尺寸为 50 mm 时，单片刺网比例最高(26.7%，其中，红狼牙鰕虎鱼为 12.9%，梭鱼 5.2%)，双重刺网和三重刺网比例均小于 10%，渔获选择性优于单片刺网；网目尺寸为 60 mm 时，单片刺网和双重刺网的比例均小于 10%，而三重刺网比例最高(25%，其中，红狼牙鰕虎鱼 11.7%，梭鱼 7.9%)。

利用 PRIMER 进行的渔获组成相似性百分比分析结果显示，当网目尺寸为 40 mm、50 mm 和 60 mm 时，单片刺网、双重刺网和三重的渔获组成平均相似度分别为 71.44%、67.50%和 70.58%；对组间平均相似度贡献最高的种类分别为花鲈、花鲈和口虾蛄(表 3)。

2.3 未达到可捕标准的渔获比例

根据 2004 年农业部颁布的《渤海生物资源养护规定》(2004 年 2 月 12 日农业部令第 34 号)，口虾蛄最小可捕体长为 11 cm，花鲈最小可捕体长为 40 cm。本次 9 种试验网的口虾蛄渔获未达最小可捕标准的比例均高于 40%。在相同网目尺寸条件下，各型试验网口虾蛄未达到可捕标准的渔获尾数呈现出按单片刺网、双重刺网、三重刺网顺序递增的趋势，但其所

占渔获的比例差异不明显。同型试验网，当网目尺寸为 50 mm 时，未达到可捕标准的口虾蛄渔获尾数均最多。未达到可捕标准的口虾蛄渔获比例在各型试验网中均随网目尺寸的增大而递减(图 3)。

花鲈是渔获优势种之一，所有试验网和生产对照网的花鲈渔获体长多在 17–28 cm 之间，未达到可捕标准比例均为 100%(图 4)。

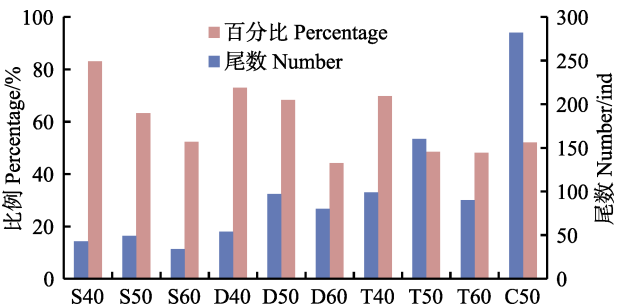


图 3 未达到可捕标准的口虾蛄渔获尾数与比例
Fig.3 The number and proportion of *O. oratoria* less than the minimum fishable standard

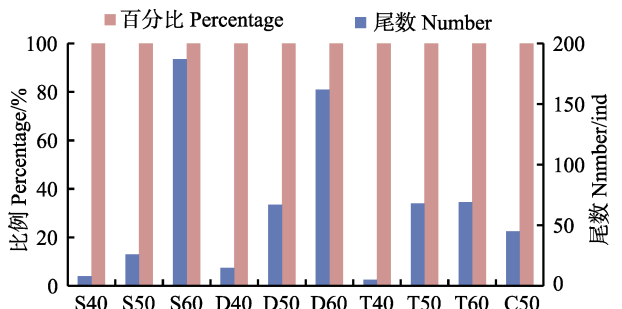


图 4 未达到可捕标准的花鲈渔获尾数与比例
Fig.4 The number and proportion of *L. japonicas* less than the minimum fishable standard

3 讨论

3.1 各型试验网捕捞性能评价

从本次实验的各型刺网渔获组成比较发现, 三重刺网渔获优势种的优势度大于双重刺网和单片刺网, 其他渔获种类比例较小; 就 40 mm 和 50 mm 网目尺寸而言, 三重刺网的 CPUE 大于单片刺网, 主捕对象口虾蛄的渔获比例也高于单片刺网; 在相同网目尺寸下, 各型试验网幼体比例无明显差异。因此, 在 40–60 mm 网目尺寸条件下, 渤海三重刺网作业性能从渔获组成、CPUE 和幼体比例比较优于单片刺网。

三重刺网渔具构造较为简单, 捕捞技术不太复杂, 对渔船动力要求不高, 捕捞作业能耗低(孙珊等, 2014), 且对甲壳类渔获产量较单片刺网高, 渔获品质高, 经济性能优于单片刺网; 目前, 黄渤海区三重刺网作业方式主要为定置和漂流两种, 其缠绕功能对兼捕鱼类和幼鱼具有一定的损害, 对渔场环境具有一定的破坏, 所以三重刺网的生态性能较差。但是, 可以通过控制减少刺网渔具数量, 减小其对渔业资源的破坏。

3.2 各型试验网的渔获选择性比较

渔获组成相似性分析结果显示, 对各网目尺寸的单片刺网、双重刺网、三重刺网平均相似度贡献最高的种类分别为花鲈、花鲈、口虾蛄, 即花鲈对单片刺网和双重刺网的渔获选择性影响较大, 口虾蛄对三重刺网的渔获选择性影响较大; 同时, 相对重要性指数和渔获尾数结构也表明, 在相同网目尺寸条件下, 单片刺网的花鲈相对重要性指数和渔获尾数比例大于三重刺网, 而口虾蛄相对重要性指数和渔获尾数比例则小于三重刺网; 表明单片刺网对花鲈的选择性具有一定的优势, 而三重刺网对口虾蛄的选择性具有一定的优势。

通过比较各型刺网的渔获原理并结合生产经验推测, 这种差异可能是由各型刺网的渔获方式造成的, 以刺挂为主的单片刺网对纺锤形和棍棒形鱼类选择性较好, 随网目尺寸的变化渔获体长变化明显。孙中之等(2011)黄渤海刺网调查结果表明, 不同目标鱼种的单片刺网网目尺寸不同; 而三重刺网除刺挂外, 还有较强的缠绕功能, 使其对口虾蛄、梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)、中国对虾(*Panulirus stimpsoni*)等甲壳类的选择具有一定的优势。

参 考 文 献

Fang SM, Zhang ZL, Zheng Y. The comparison and analysis of fishing capacity of fishery in Fujian. *Marine Fisheries Research*, 2005, 26(3): 27–34 [方水美, 张壮丽, 郑奕. 福

- 建省刺网作业捕捞能力的比较分析. *海洋水产研究*, 2005, 26(3): 27–34]
- Fonseca P, Martins R, Campos A, *et al.* Gill-net selectivity off the Portuguese western coast. *Fisheries Research*, 2005, 73(3): 323–339
- Guijarro B, Massuti E. Selectivity of diamond-and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean). *ICES Journal of Marine Science*, 2006, 63(1): 52–67
- Huang XC. *Fishing technology*. Chongqing: Chongqing Press, 2001, 125–130 [黄锡昌. 捕捞学. 重庆: 重庆出版社, 2001, 125–130]
- Li C, Zhang XM, Chen P, *et al.* Selectivity of codend mesh sizes in stow nets during spring on the coast of Zhaitang Island, Qingdao. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2015, 22(4): 799–811 [李超, 张秀梅, 陈平, 等. 青岛斋堂岛海域春季双桩竖杆张网网囊网目的选择性. *中国水产科学*, 2015, 22(4): 799–811]
- Li LZ, Huang HL, Wang L, *et al.* The mesh size selectivity research of silvery pomfret gillnet in Yellow and East China Sea. *Marine Fisheries*, 2010, 32(1): 89–94 [李灵智, 黄洪亮, 王磊, 等. 东黄海区银鲈流刺网网目尺寸选择性研究. *海洋渔业*, 2010, 32(1): 89–94]
- Macbeth WG, Broadhurst MK, Millar RB. Improving selectivity in an Australian penaeid stow-net fishery. *Bulletin of Marine Science*, 2005, 76(3): 647–660
- Mei C, Xu BD, Xue Y, *et al.* Fish community structure and species diversity during autumn and winter in the central waters of Jiaozhou Bay. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2010, 17(1): 110–118 [梅春, 徐宾铎, 薛莹, 等. 胶州湾中部海域秋、冬季鱼类群落结构及其多样性研究. *中国水产科学*, 2010, 17(1): 110–118]
- Minimum mesh size of gillnet for *Ilisha elongata* [SC4009-1983, 鳊鱼流网最小网目尺寸]
- Minimum mesh size of gillnet for *Stromateoides argenteus* [SC4008-1983, 银鲈流网最小网目尺寸]
- Pan GL, Zhang HL, He ZT. Current analysis on fisheries of gill nets in the coastal zone of Zhejiang Province. *Journal of Zhejiang Ocean University*, 2007, 26(3): 324–328 [潘国良, 张洪亮, 贺舟挺. 浙江近海流刺网渔业的分析. *浙江海洋学院学报*, 2007, 26(3): 324–328]
- Pinkas L, Oliphant MS. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Water Research*, 1971, 18(6): 653–594
- Psuty-Lipska I, Madsen N, Draganik B, *et al.* Gill net selectivity for perch (*Perca fluviatilis*) in the Szczecin Lagoon, Poland. *Fisheries Research*, 2006, 80(2): 339–344
- Sun S, Zhu JC, Yang YY, *et al.* The fishery resources utilization of the main fishing gear in Yellow Sea and Bohai area. *Shandong Fisheries*, 2014, 31(1): 8–18 [孙珊, 朱建成, 杨艳艳, 等. 黄渤海主要作业类型渔具的渔业资源利用. *齐鲁渔业*, 2014, 31(1): 8–18]
- Sun ZZ, Zhou J, Zhao ZL, *et al.* The fishing structure of Yellow Sea and Bohai Sea. *Marine Sciences*, 2012, 36(6): 44–52 [孙中之, 周军, 赵振良, 等. 黄渤海区捕捞结构的研究. *海洋科学*, 2012, 36(6): 44–52]

- Sun ZZ, Zhou J, Zhao ZL. Sample investigation and quantitative analysis on fishing gear and method of gillnet in the Yellow Sea and Bohai area. *Fishey Modernization*, 2011, 38(4): 53–58 [孙中之, 周军, 赵振良. 黄渤海区刺网渔具的抽样调查和定性定量分析. *渔业现代化*, 2011, 38(4): 53–58]
- Yokota K, Fujimori Y, Shiode D, *et al.* Effect of thin twine on gill net size-selectivity analyzed with the direct estimation method. *Fisheries Science*, 2001, 67(5): 851–856
- You ZB, LI XS, Zhao XY, *et al.* The selectivity research of big mesh gillnet for *Scomberomorus niphonius*. *Journal of Fisheries of China*, 2014, 38(2): 289–296 [尤宗博, 李显森, 赵宪勇, 等. 蓝点马鲛大网目流刺网的选择性研究. *水产学报*, 2014, 38(2): 289–296]
- Zhang CM, Ye SZ, Wang DM, *et al.* The present condition of drift fishery in the Mindong waters. *Journal of Fujian Fisheries*, 2002, 3(1): 52–56 [张澄茂, 叶孙忠, 王冬梦, 等. 闽东海区流刺网渔业的现状分析. *福建水产*, 2002, 3(1): 52–56]
- Zhang CM, Zhang ZL, Ye SZ, *et al.* The investigation and management study on drift fishery in Fujian waters. *Marine Fisheries Research*, 2005, 26(3): 41–47 [张澄茂, 张壮丽, 叶孙忠, 等. 福建海区流刺网渔业的调查和管理研究. *海洋水产研究*, 2005, 26(3): 41–47]
- Zhang J, Sun MC. Research progress on size selectivity of gillnet. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2006, 13(6): 1040–1048 [张健, 孙满昌. 刺网渔具选择性研究进展. *中国水产科学*, 2006, 13(6): 1040–1048]
- Zhang P, Yang L, Zhang XF, *et al.* Study on selectivity of different mesh size gillnet for *Nemipterus virgatus* in South China Sea. *South China Fisheries Science*, 2005, 1(2): 61–66 [张鹏, 杨吝, 张旭丰, 等. 刺网网目尺寸对南海区金线鱼选择性研究. *南方水产*, 2005, 1(2): 61–66]

(编辑 冯小花)

Fishing Capacity Comparison of Different Types of Gillnet in the Liaodong Bay

XING Binbin², GUO Rui^{1,2}, LI Xiansen^{1①}, ZHAO Xianyong¹, ZHANG Guosheng²,
XU Chuancai², SUN Shan¹, YOU Zongbo¹

(1. Key Laboratory for Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Shandong Provincial Key Laboratory for Fishery Resources and Eco-Environment, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 2. College of Marine Science and Environment, Dalian Ocean University, Dalian 116021)

Abstract In order to improve the fishing techniques and management level of offshore fishery resources, promote the implementation of National Marine Fishing Gear Catalog, selectivity among single gillnet (with the mesh sizes 40 mm, 50 mm, 60 mm), double gillnet, trammel gillnet and productive fishing gear (control group) was compared in the Liaodong Bay during October to November 2014. The results showed that the catch species of all experimental and productive fishing gear was between 6 and 9; the dominant species of experimental and productive fishing gear were *Oratosquilla oratoria* (dominance decreased with the increased mesh size) and *Lateolabrax japonicas* (dominance increased with the increased mesh size). There were significant differences on yields of the same type nets with different mesh size ($P=0.0003$, $P=0.001$, $P=0.002$), compared the CPUE of 60 mm with 40 mm, the single gillnet is 800%, the double gillnet is 650% and the trammel gillnet is 500%; but the influence on catch yields of the different type nets with same mesh size was relatively small. The average similarity of intra-group catch composition of the network was: single gillnet 59.24%, double gillnet 62.63%, and trammel gillnet 66.51%; Meanwhile, the average similarity of the inter-group was 71.44%, 67.50% and 70.58% respectively; The species which had the highest contribution to intra-group and inter-group average similarity were *O. oratoria* and *L. japonicas*. With the increasing of mesh size, the proportion of the catch the proportion of juvenile in the catch of all types of gillnets showed a decreasing trend.

Key words Liaodong Bay; Gillnets; Mesh size; Selectivity; Catch composition; Catch performance

① Corresponding author: LI Xiansen, E-mail: lixs@ysfri.ac.cn