

帆张网网囊网目尺寸对带鱼的选择性

徐国强, 朱文斌, 许柳雄

Selectivity of different mesh size codends of canvas spreader stow net for *Trichiurus lepturus*

XU Guoqiang, ZHU Wenbin, XU Liuxiong

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12024/jsou.20200703093>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

帆张网网囊网目尺寸对小黄鱼的选择性

Selectivity of different mesh size codends of canvas stow net for *Larimichthys polyactis*

水产学报. 2019, 43(6): 1539 <https://doi.org/10.11964/jfc.20171011008>

黄茅海河口张网网囊网目对凤鲚的选择性研究

Study on the selectivity of codend mesh of stow net for *Coilia mystus* in Huangmaohai Estuary

上海海洋大学学报. 2018, 27(2): 274 <https://doi.org/10.12024/jsou.20170902145>

青岛斋堂岛海域春季双桩竖杆张网网囊网目的选择性

Selectivity of codend mesh sizes in stow nets during spring on the coast of Zhaitang Island, Qingdao

中国水产科学. 2015, 22(4): 799 <https://doi.org/10.3724/SP.J.11118.2015.140453>

秋季莱州湾弓子网网囊网目尺寸选择性研究

Selectivity of Codend Mesh of Beam Trawl in Laizhou Bay in Autumn

渔业科学进展. 2020, 41(6): 19 <https://doi.org/10.19663/j.issn2095-9869.20190801001>

海州湾秋季坛子网网目选择性研究

Selectivity of Codend Mesh of Stow Nets with Double Pile Vertical Hole in Haizhou Bay in Autumn

水产科学. 2020, 39(3): 388 <https://doi.org/10.16378/j.cnki.1003-1111.2020.03.011>

不同尺寸网目与缩结系数对许氏平的选择性

Selectivity of fish traps with different size mesh and hanging ratio for *Sebastes schlegelii*

中国水产科学. 2019, 26(3): 586 <https://doi.org/10.3724/SP.J.11118.2019.18255>

文章编号: 1674-5566(2021)05-0866-08

DOI:10.12024/jsou.20200703093

帆张网网囊网目尺寸对带鱼的选择性

徐国强^{1,2,3,4}, 朱文斌^{2,3,4}, 许柳雄¹

(1. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2. 浙江省海洋水产研究所, 浙江 舟山 316021; 3. 农业农村部重点渔场渔业资源观测实验站, 浙江 舟山 316021; 4. 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: 为探索帆张网不同网囊网目尺寸对带鱼(*Trichiurus lepturus*)的选择性, 于2018年10月在大沙渔场用套网法对5种不同网目尺寸(35、45、55、60和65 mm)网囊进行了选择性对比试验, 应用Logistic选择性模型对带鱼选择性曲线进行拟合, 采用极大似然法估算模型参数。结果表明: (1) 试验期间测量带鱼4 265尾, 肛长为76~305 mm, 平均肛长(167±43) mm; (2) 网目尺寸为35 mm时, 对带鱼无选择性; 随着网目尺寸的增加(45~60 mm), 网囊中带鱼优势肛长总体上大于套网; 网目尺寸为65 mm时, 套网和囊网中的带鱼肛长分布基本一致; (3) 网囊网目尺寸为45、55和60 mm时, 带鱼50%选择肛长(L_{50})分别为171.839、180.562和215.905 mm, 选择范围(S_R)分别为60.402、104.861和157.292 mm, L_{50} 呈现逐渐增大的趋势; (4) 带鱼网囊网目尺寸(m)与 L_{50} 的关系为: $L_{50} = 2.643m + 48.491$ ($R^2 = 0.748$); (5) 以带鱼最小可捕肛长为210 mm计算, 即当带鱼50%选择肛长为210 mm时, 帆张网对带鱼的网囊最小网目尺寸应为61.1 mm。综上分析同时结合目前渔业资源状况可知, 为保护当前带鱼幼鱼资源, 目前实施的最小网目尺寸55 mm较为适宜, 能达到保护幼鱼资源的目的。

关键词: 帆张网; 带鱼; 网目尺寸; 选择性; 东海区
中图分类号: S 972.12 **文献标志码:** A

帆张网(单锚张网)属过滤性定置渔具, 依靠水流迫使捕捞对象进入网内, 从而达到捕捞的目的^[1-2]。小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)和带鱼(*Trichiurus lepturus*)是帆张网渔获组成中的主要物种, 因此成为帆张网选择性研究中的主要分析对象^[3-6]。由于帆张网独特的优势以及其较好的经济效益, 在东海区发展较为迅速, 其强大的捕捞能力对经济鱼类的幼鱼造成了不利的影 响^[7-8]。随着国家对海洋渔业资源养护的逐渐重视, 帆张网的管理也备受关注, 对其渔具选择性的研究也逐渐增多。帆张网网目尺寸选择性的研究主要针对小黄鱼和带鱼, 其中程家骅等^[3]、李国成^[4]和张健等^[5]对帆张网的选择性进行过研究, 均认为帆张网最小网目尺寸55 mm在目前最为合理。但徐国强等^[6]的研究表明, 就捕捞小黄鱼单一鱼种而言, 帆张网网囊的适宜网目尺寸

应为70.2 mm。为探索带鱼与网目尺寸的选择关系, 于2018年10月选取帆张网捕捞带鱼阶段, 采用套网法, 对5种网目尺寸的囊网进行选择性比较试验, 揭示帆张网捕捞带鱼的最小网目尺寸, 可为合理制定帆张网网囊网目最小尺寸以及渔业管理提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验海域与时间

试验海域位于32°11'06"N~32°15'31"N, 124°41'54"E~124°42'09"E, 大沙渔场附近; 试验时间为2018年10月21日—2018年10月25日。

1.2 试验渔船与渔具

试验渔船为“浙嵊渔13123”, 主机功率260 kW, 船长37.73 m, 型宽7.2 m, 型深3.7 m, 总吨位220 t。试验网具为浙江海域实际生产的帆张

收稿日期: 2020-07-10 修回日期: 2020-11-12

基金项目: 国家重点研发计划项目(2019YFD0901505); 浙江省重点研发计划项目(2018C02026)

作者简介: 徐国强(1990—), 男, 博士研究生, 研究方向为渔业资源与渔具渔法。E-mail: xuguoqiang732@126.com

通信作者: 朱文斌, E-mail: foolse@126.com

网,结附网衣的网口纲长×网衣纵向拉直总长为 191 m×210 m。试验设计 5 种规格网囊,网目尺寸分别为 35、45、55、60 和 65 mm(表 1)。

表 1 不同试验网囊规格
Tab.1 Specification of different codends

| 网囊编号 Codend No. | 网目尺寸 Mesh size/mm | 实测均值±标准差 Measured average±SD/mm | 横向目数 Transversal | 纵向目数 Longitudinal | 材料 Material |
|--------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------|
| 网囊 1 DM1 | 35 | 34.98±1.31 | 375.5 | 525 | PE |
| 网囊 2 DM2 | 45 | 45.65±1.92 | 300.5 | 420 | PE |
| 网囊 3 DM3 | 55 | 54.80±0.63 | 249.5 | 350 | PE |
| 网囊 4 DM4 | 60 | 59.83±2.92 | 229.5 | 323 | PE |
| 网囊 5 DM5 | 65 | 65.27±1.27 | 214.5 | 300 | PE |

1.3 试验方法

采用套网试验法,即在试验网囊外安装小网目套网,用以捕获从试验网囊中逃逸的渔获物。套网网目尺寸为 25 mm,试验时将套网安装于不同规格网囊外,其长度为网囊长度的 1.2 倍^[1,6]。对 5 种规格网囊各进行了 5 个有效网次的选择性试验,试验时 5 种规格网囊网次同时进行,每网次作业持续时间约为 10 h。在试验中,对每网次渔获按照网囊规格进行分类统计,网囊与套网渔获物分开并按照相同质量进行取样(约 20 kg),对于样品较少的套网(35 与 45 mm)全部取样,带回实验室进行生物学分析。分析内容主要包括带鱼肛长、体质量等生物学参数,生物学分析标准按照《海洋调查规范》^[9]进行。

1.4 数据处理

1.4.1 选择性曲线

网囊网目选择性分析采用 Logistic 曲线方程作为帆张网渔具选择性模型^[1,3,6,10],其选择性表达式为

$$S_l = \frac{\exp(a + bl)}{1 + \exp(a + bl)} \quad (1)$$

式中: S_l 为选择率; l 为肛长组的特征肛长,mm; a 、 b 为选择性参数。

Logistic 曲线主要选择性指标为

$$L_{25} = \frac{\ln 3 + a}{b} \quad (2)$$

$$L_{50} = -\frac{a}{b} \quad (3)$$

$$L_{75} = \frac{\ln 3 - a}{b} \quad (4)$$

$$S_R = L_{75} - L_{25} = \frac{2\ln 3}{b} \quad (5)$$

$$S_F = \frac{L_{50}}{m} \quad (6)$$

式中: L_{25} 、 L_{50} 、 L_{75} 分别表示选择率为 25%、50%、75% 所对应的肛长,mm; S_R 为选择范围,mm; S_F 为选择系数; m 为网目尺寸,mm。

1.4.2 参数估算方法

套网法试验各网囊网目选择性参数 a 、 b 使用极大似然法进行估算求得^[6,10],对数似然函数:

$$l(\theta) = \ln L = \sum_i [N_{ni} \times \ln S_i + N_{ci} \times \ln(1 - S_i)] \quad (7)$$

式中: N_{ni} 为未逃逸的 i 肛长组的尾数; N_{ci} 为逃逸的 i 体长组的尾数; S_i 为不同肛长组网囊的选择率。选择性分析采用 MS-Excel 的“规划求解”方法来实现。

1.4.3 质量逃逸率^[3,6]

$$E_w = \frac{w_c}{w_c + w_n} \quad (8)$$

式中: E_w 为渔获物质量逃逸率,%; w_c 为套网中渔获物质量,kg; w_n 为囊网中渔获物质量,kg。

2 结果

2.1 带鱼肛长分布

本次帆张网选择性试验共测量带鱼 4 265 尾,肛长范围为 76 ~ 305 mm,平均肛长(Mean ± SD)为(167 ± 43) mm。由图 1 可知,试验捕获带鱼分为 2 个肛长组。肛长组 1:带鱼 2 741 尾,肛长范围为 76 ~ 175 mm,平均肛长为(138 ± 16) mm,优势肛长为 120 ~ 160 mm;肛长组 2。带鱼 1 524 尾,肛长范围为 176 ~ 305 mm,平均肛长为(218 ± 23) mm,优势肛长为 195 ~ 230 mm。根据海上试验观察,肛长组 1 为主要逃逸对象,肛长组 2 为主要保留对象,2 个肛长组带鱼肛长存在显著性差异($P < 0.05$)。

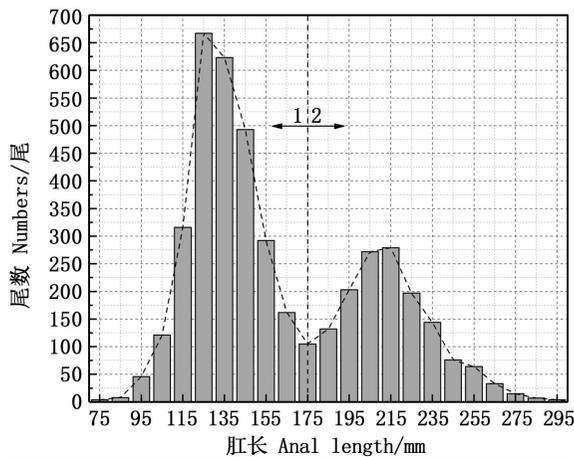


图1 带鱼肛长分布

Fig. 1 Distribution of anal length of *Trichiurus lepturus*

2.2 不同网目尺寸网囊带鱼肛长分布

图2可知:网囊网目尺寸为35 mm时对带鱼无选择性;网囊网目尺寸为65 mm时,套网和网

囊中带鱼肛长分布基本一致,就是说网目尺寸65 mm对带鱼也无选择性。其中:网目尺寸为45 mm套网中带鱼平均肛长为 (136 ± 20) mm,优势肛长为110~150 mm,基本为第1肛长组;网囊中带鱼平均肛长为 (176 ± 45) mm,优势肛长为115~155 mm和200~235 mm。网目尺寸为55 mm套网中带鱼平均肛长为 (149 ± 32) mm,优势肛长为120~155 mm和200~220 mm;网囊中带鱼平均肛长为 (179 ± 42) mm,优势肛长为125~155 mm和200~230 mm。网目尺寸为60 mm套网中带鱼平均肛长为 (173 ± 39) mm,优势肛长为120~170 mm和195~230 mm;网囊中带鱼平均肛长为 (207 ± 40) mm,优势肛长为130~160 mm和200~240 mm。3种网目尺寸(45、55和60 mm)套网中带鱼平均肛长随着网囊网目尺寸的增加逐渐增大(136~173 mm),且存在显著性差异($P < 0.05$)。

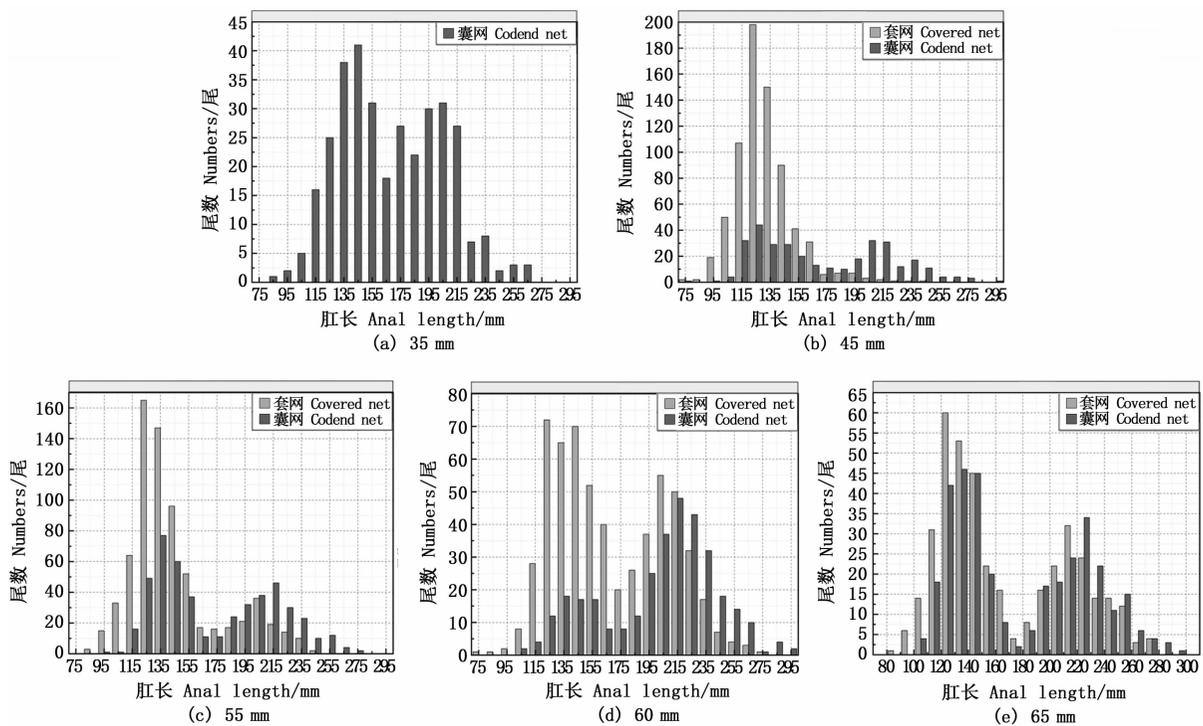


图2 不同网目尺寸网囊带鱼肛长分布

Fig. 2 Distribution of anal length of *Trichiurus lepturus* retained in the codend with different mesh sizes and covered nets

2.3 带鱼选择性参数与主要选择性指标

表2为本研究主要分析种类带鱼选择性参数与主要选择性指标。35 mm网囊网目尺寸套网中无带鱼逃逸,而65 mm网囊网目尺寸带鱼在

套网与网囊已接近混合,不能满足数据拟合条件,无法进行选择分析,因此选择性分析以网囊网目尺寸45、55和60 mm进行拟合。由表2可以看出,不同网目尺寸网囊带鱼的 L_{50} 随着网囊

网目尺寸(45~60 mm)的增加,其值逐渐增大(171~215 mm),说明增大网囊网目尺寸对于释放带鱼具有显著效果。3种网目尺寸 S_R 呈现与

L_{50} 相同的趋势,说明随着网囊网目尺寸的增加(45~60 mm),选择性逐渐减弱,曲线较为平坦。

表 2 不同网囊网目尺寸带鱼的选择性参数

Tab. 2 The selective parameters of *Trichiurus lepturus* retained in the codend with different mesh sizes

| 网目尺寸 Mesh size/mm | a | b | 25% 选择肛长 L_{25} /mm | 50% 选择肛长 L_{50} /mm | 75% 选择肛长 L_{75} /mm | 选择范围 S_R /mm | 选择系数 S_F |
|----------------------|--------|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| 45 | -6.251 | 0.036 | 141.638 | 171.839 | 202.040 | 60.402 | 3.819 |
| 55 | -3.728 | 0.021 | 127.355 | 180.562 | 233.769 | 104.861 | 3.283 |
| 60 | -4.524 | 0.021 | 163.475 | 215.905 | 268.336 | 157.292 | 3.598 |

2.4 网囊网目尺寸与 L_{50} 的关系

将表 2 中不同网囊网目尺寸(45、55 和 60 mm)与带鱼 50% 选择肛长进行一元线性回归,求得带鱼网囊网目尺寸(m)与 50% 选择肛长(L_{50})的线性拟合关系式为

$$L_{50} = 2.643m + 48.491 \quad (R^2 = 0.748) \quad (8)$$

从拟合曲线相关系数来看,拟合曲线较好(图 3)。为确定帆张网对带鱼的最小网目尺寸,带鱼最小可捕肛长是决定最小网目尺寸的关键参数,参考《农业部关于实施带鱼等 15 种重要经济鱼类最小可捕标准及幼鱼比例管理规定的通告》,查得带鱼的最小可捕肛长为 210 mm。以带鱼 50% 选择肛长为 210 mm 时计算得出带鱼的网目尺寸即为帆张网对带鱼的最小网目尺寸。因此,将 $L_{50} = 210$ mm 代入线性拟合关系(5)式,得出帆张网对带鱼的网囊最小网目尺寸应为 61.1 mm。

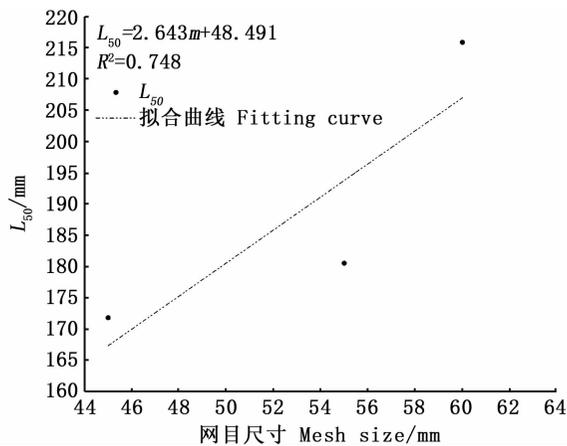


图 3 不同网目尺寸网囊与 L_{50} 的关系

Fig. 3 Relationship between codend mesh size and L_{50}

2.5 不同网目尺寸网囊对带鱼的渔具接触选择性曲线

选取 Logistic 曲线方程作为帆张网渔具选择性模型,计算得出不同网囊网目尺寸对带鱼的渔具接触选择性曲线如图 4 所示。总体而言,3种网囊网目尺寸(45、55 和 60 mm)接触选择性曲线以网目尺寸为 45 mm 时斜率最大,最为尖锐,选择性为三者中最强,依次减弱,选择性曲线逐渐向平坦变化。试验数据拟合的 3 条选择性曲线均符合 Logistic 曲线的 S 型,网目尺寸选择率均随着带鱼肛长的增加而增加,选择率从 0 开始且最终趋向于数值 1,曲线数据拟合效果较好。3 条选择性曲线随着网囊网目尺寸的增加(45~60 mm)依次向右移动,符合选择性曲线结果分析的条件,说明选择性试验效果较好。其中,45 mm 选择性曲线与 55、60 mm 选择性曲线在选择率小于 0.5 时出现了交叉现象,但 3 条选择性

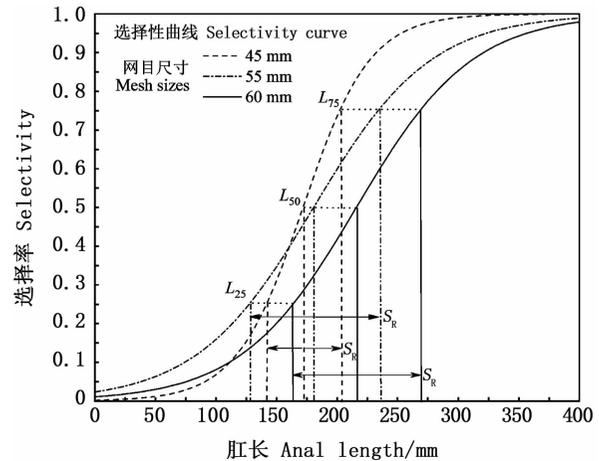


图 4 不同网目尺寸网囊对带鱼的选择性曲线

Fig. 4 Logistic selectivity curves of *Trichiurus lepturus* retained in the codend with different mesh sizes

曲线总体趋势向右移动,不影响对 L_{50} 选择性数据分析结果分析。

2.6 不同网目尺寸网囊带鱼质量逃逸率

对不同网目尺寸网囊与套网中带鱼进行分类统计,得出带鱼平均质量逃逸率如图 5 所示,随着网囊网目尺寸的增加(35~65 mm),带鱼质量逃逸率总体呈增加趋势(0~46.2%)。其中网目尺寸为 35 mm 时,带鱼逃逸率为 0,说明此网目尺寸对带鱼无选择性。

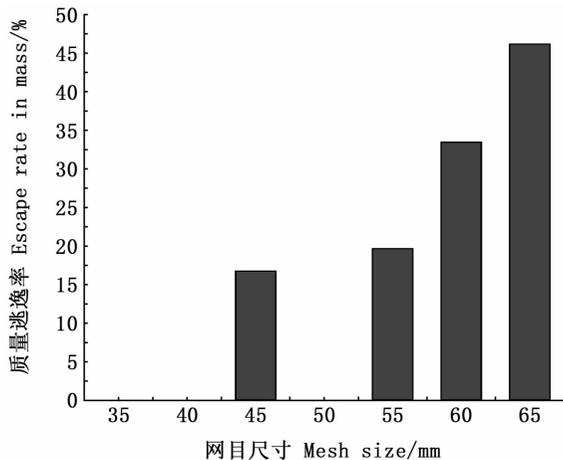


图 5 不同网目尺寸网囊带鱼质量逃逸率

Fig. 5 Escape rate in mass of *Trichiurus lepturus* escaped through the codend with different mesh sizes

3 讨论

3.1 渔具选择性分析

渔具兼捕通常分为两类:一类是不同种类的兼捕;二是同种类不同大小个体的兼捕^[2]。通过渔具选择性研究释放非目标品种是生态型渔具渔法研究中最主要的内容,不同品种间最小网目尺寸研究则为选择性研究的具体方式。在带鱼选择性研究中,选取适宜捕捞时期,以肛长组 1 为主要释放对象,肛长组 2 为主要捕捞对象进行研究,增加了选择性试验的准确性。网囊网目尺寸 35、45 和 55 mm 所捕获的(网囊+套网)渔获物中,低龄的部分明显较高龄的数量要多,而 60 和 65 mm 所捕获的(网囊+套网)渔获中,则是高龄的比低龄的数量要多,这可能是由于取样方案不同引起的,在取样过程中由于 5 种不同规格网囊在 5 顶不同张网中同时进行试验,由于捕获渔获物质量不同导致取样比例发生变化,从而致使产生这种现象,对选择性分析有一定影

响。同时发现,网囊网目尺寸为 35 mm 时,对带鱼无选择性,这与张健等^[5]的研究是一致的。另外,网囊网目尺寸为 65 mm 时带鱼在内外囊套网内已经无任何差异,因此在今后对帆张网研究中网目尺寸设定应大于 35 mm、小于 65 mm。55 mm 网目尺寸的选择性曲线, L_{25} 较 45 mm 网目尺寸小,致使选择性曲线明显较其他网囊尺寸的曲线要平缓,其主要由渔获物结构组成、套网效应等影响导致,其 $L_{50} = 171.8$ mm 也要明显小于张健等^[5]研究的 200.8 mm,在试验方法上本文采用套网法,张健等采用平行作业法。在海上试验中观察发现,网囊网目尺寸在 60 mm 时带鱼已发生插入网目现象,经测量均大于带鱼最小可捕肛长 210 mm,这说明此网目尺寸下可捕规格以上的鱼类已经开始发生逃逸,但未发生大量逃逸。

3.2 鱼类体型形状与网目形状分析

渔具选择性是渔具特性与鱼类体型特征及行为特性相互作用的结果^[11],因此,不同鱼类因其体型特征的差异对于网目尺寸选择性也不尽相同。譬如带鱼与小黄鱼两种不同体型特征的鱼类,从体型上看,带鱼和小黄鱼属于两种差别较大的体型,平均个体差异较大,网目选择差别明显^[3-5]。在本次试验中,带鱼在网囊网目尺寸 35 mm 时未发生逃逸现象,这与小黄鱼选择性存在很大的差异,此现象的发生与小黄鱼和带鱼的体型形状是密切相关的。在综合对比其他研究结果基础上,对小黄鱼和带鱼进行体长与体周关系计算,即当小黄鱼以体长 150 mm,带鱼以肛长 210 mm 计算,小黄鱼和带鱼的体周长分别为 103.24 mm 和 104.98 mm,从体周长上两者相差仅 1.74 mm,但计算出最小网目尺寸分别为 73.0 mm(小黄鱼)和 61.1 mm(带鱼),最小网目尺寸相差 11.9 mm,两种鱼类体周长与最小网目尺寸存在较大差异,是不宜对比考虑的,这与刘勇等^[12]研究两种鱼类不宜综合考虑研究结果是相符的。另外,帆张网作为一种被动性渔具,其主要依靠水流使渔具扩张(网目形状并不一直处于拉紧状态),因此带鱼在帆张网渔具中较拖网渔具更易逃出,这也使得在拖网渔具选择性研究中对带鱼最小网目尺寸通常大于帆张网渔具^[13-15]。鱼类的体型形状和网目形状是影响渔具选择性研究中较为重要的因素之一,在今后研究中应加强鱼类生物学、鱼类行为学及网目形状等方面的

基础性研究,以丰富渔具选择性基础理论。

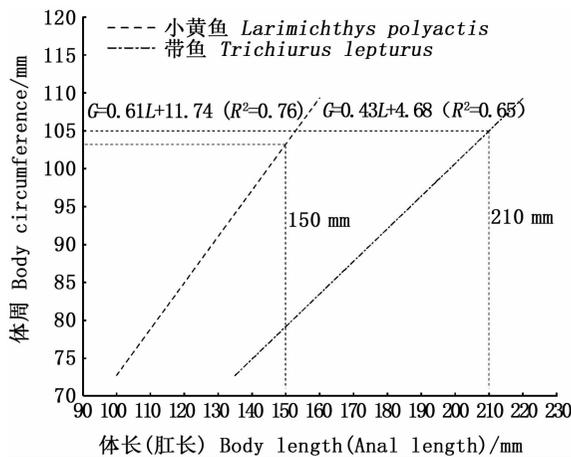


图6 小黄鱼和带鱼体周与体长(肛长)的关系^[13]

Fig. 6 Relationship between body circumference and body length (anal length) of *Larimichthys polyactis* and *Trichiurus lepturus*

3.3 最优网目尺寸确定与渔业管理展望

渔具网目尺寸的确定通常涉及各方各面,如何制定出最优的网目尺寸是每一个渔具选择性研究者的夙愿。通常一种渔具最小网目尺寸应结合其主捕种类进行确定,也就是说综合各体型状态鱼类进行确定。本研究在综合不同学者研究的基础上,分析对比了不同学者研究中帆张网网囊网目尺寸对带鱼的最小网目尺寸^[3-5](图7)。本次研究中,帆张网对带鱼的最小网目尺寸为61.1 mm。综合各研究结果发现,本文与李国成^[4]、张健等^[5]研究较为相近,而与程家骅等^[3]研究差异较大,可能是带鱼渔业资源状况导致的,与网目尺寸确定最为相关的是带鱼的肛长分布状况。程家骅等^[3]研究中带鱼肛长大于225 mm的渔获个体极少,影响了网目尺寸的判断,其他两位的研究与本研究中带鱼个体较为均匀(肛长分布范围较广),因此本研究采用李国成和张健等的研究数据进行拟合(图7)。从3条曲线拟合情况来看,帆张网对带鱼的最小网目尺寸为61.1 mm,与张健等^[5]研究的57.0 mm较为相近,在研究方法上张健采用对比试验法,本研究采用套网法,这可能是导致差异的主要原因。从帆张网资源监测状况渔获物组成情况来看,小黄鱼是帆张网最主要的捕捞对象,其次为带鱼。从季节性来看,帆张网捕捞渔获物下半年以带鱼和小黄鱼为主,上半年以小黄鱼为主,建议下半年以带

鱼最小网目尺寸61.1 mm确定帆张网网目尺寸,鉴于此可实行分季节分网目尺寸管理。针对带鱼和小黄鱼体型特征差异较大问题,国内外研究^[16-18]表明,方形网目对释放纺锤型鱼类具有较好的效果,而对带型鱼类释放效果较差,因此该研究方向可能是解决此研究问题的重要途径。帆张网作业方式虽有成本低、效益好、适应多种水深并机动灵活等优点^[6],但其存在的捕捞强度高、破坏幼鱼资源等问题也不容忽视^[19],在今后渔业管理中应加强渔船、渔具、渔场的管理,如最小网目尺寸制度、携带网具数量、渔获物最小上岸尺寸制度等。

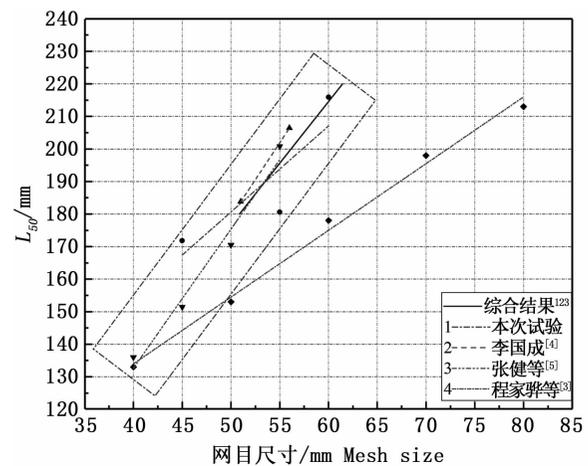


图7 不同研究结果对比

Fig. 7 Comparing the results of different researches

参考文献:

- [1] 孙满昌. 渔具渔法选择性[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 2-4.
SUN M C. Selectivity of fishing gear and fishing method [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004: 2-4.
- [2] 孙满昌. 海洋渔业技术学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 155-161.
SUN M C. Marine fisheries technology [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005: 155-161.
- [3] 程家骅, 陈雪忠, 黄洪亮, 等. 帆式张网网囊网目选择性研究[J]. 中国水产科学, 2000, 7(4): 64-68.
CHENG J H, CHEN X Z, HUANG H L, et al. Study on selectivity of diamond mesh codends of stow nets [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2000, 7(4): 64-68.
- [4] 李国成. 舟山市帆张网渔具最小网目尺寸研究[D]. 舟山: 浙江海洋学院, 2015.
LI G C. The research of stow net minimum mesh size in Zhoushan City [D]. Zhoushan: Zhejiang Ocean University, 2015.

- [5] 张健, 蒋瑞, 方远浩, 等. 东海张网张网网囊网目选择性研究[J]. 海洋渔业, 2017, 39(3): 340-350.
ZHANG J, JIANG R, FANG Y H, et al. Study on the fish size selectivity of codends of canvas stow net in the East China Sea[J]. Marine Fisheries, 2017, 39(3): 340-350.
- [6] 徐国强, 张洪亮, 虞宝存, 等. 帆张网网囊网目尺寸对小黄鱼的选择性[J]. 水产学报, 2019, 43(6): 1539-1548.
XU G Q, ZHANG H L, YU B C, et al. Selectivity of different mesh size codends of canvas stow net for *Larimichthys polyactis* [J]. Journal of Fisheries of China, 2019, 43(6): 1539-1548.
- [7] 程家骅, 陈雪忠, 林龙山, 等. 东海区帆式张网渔业资源利用结构的动态分析[J]. 中国水产科学, 2000, 7(2): 64-68.
CHENG J H, CHEN X Z, LIN L S, et al. Dynamics analysis of available resource structure for stow net fisheries in East China Sea region[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2000, 7(2): 64-68.
- [8] 邹莉, 苗振清, 俞存根, 等. 帆张网渔获物组成及其多样性分析[J]. 南方水产, 2010, 6(6): 46-53.
ZOU L, MIAO Z Q, YU C G, et al. Analysis of composition and diversity of catches by stow net [J]. South China Fisheries Science, 2010, 6(6): 46-53.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 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, 2008: 56-62.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of China. GB/T 12763.6-2007 Specifications for oceanographic survey-Part 6; marine biological survey[S]. Beijing: Standards Press of China, 2008: 56-62.
- [10] 张健, 孙满昌, 钱卫国, 等. 张网渔具选择性模型的探讨[J]. 海洋渔业, 2004, 26(1): 1-8.
ZHANG J, SUN M C, QIAN W G, et al. Discussion on the selectivity model of stow net[J]. Marine Fisheries, 2004, 26(1): 1-8.
- [11] 梁振林, 葛长宇, 刘英光. 国外渔具选择性研究进展[J]. 青岛海洋大学学报, 2001, 31(6): 835-841.
LIANG Z L, GE C Z, LIU Y G. Review of study on the gear selectivity abroad [J]. Journal of Ocean University of Qingdao, 2001, 31(6): 835-841.
- [12] 刘勇, 程家骅. 渔业多鱼种综合开捕网目尺寸和捕捞努力量管理目标确定方法探讨[J]. 渔业科学进展, 2015, 36(6): 1-7.
LIU Y, CHENG J H. A multi-species management model combining fishery catchable mesh size and fishing effort[J]. Progress in Fishery Sciences, 2015, 36(6): 1-7.
- [13] 尤宗博, 赵宪勇, 李显森, 等. 黄海双船变水层拖网网囊的网目选择性研究[J]. 水产科学, 2017, 36(4): 436-442.
YOU Z B, ZHAO X Y, LI X S, et al. Selectivity of cod-end mesh of pair-trawlers in the Yellow Sea [J]. Fisheries Science, 2017, 36(4): 436-442.
- [14] 芮少麟. 拖网囊网网目及其对东海带鱼选择性的研究[J]. 水产学报, 1984, 8(4): 295-303.
RUI S L. On the selectivity of trawl cod-end mesh for the Dong Hai sea population of hairtail[J]. Journal of Fisheries of China, 1984, 8(4): 295-303.
- [15] 黄洪亮, 王明彦, 徐宝生, 等. 东海区拖网网囊网目选择性研究[J]. 水产学报, 2005, 29(2): 232-237.
HUANG H L, WANG M Y, XU B S, et al. Study on selectivity of mesh size of cod-end of trawl in the East China Sea region[J]. Journal of Fisheries of China, 2005, 29(2): 232-237.
- [16] DREWERY J, BOVA D, KYNOCH R J, et al. The selectivity of the Swedish grid and 120 mm square mesh panels in the Scottish Nephrops trawl fishery [J]. Fisheries Research, 2010, 106(3): 454-459.
- [17] 张健, 张鹏, 石建高, 等. 单桩张网菱形、方形网目网囊选择性研究[J]. 海洋渔业, 2011, 33(2): 213-220.
ZHANG J, ZHANG P, SHI J G, et al. Size selectivity of diamond and square mesh codends in single-stake stownet fisheries[J]. Marine Fisheries, 2011, 33(2): 213-220.
- [18] 黄六一, 陈燕, 高慧良, 等. 坛子网方形网目逃逸窗选择性研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2018, 48(9): 15-23.
HUANG L Y, CHEN Y, GAO H L, et al. Study on selectivity of square mesh escape window of Tanzi net [J]. Periodical of Ocean University of China, 2018, 48(9): 15-23.
- [19] 孙婉. 浙江省帆张网渔业现状分析与管理对策研究[D]. 舟山: 浙江海洋大学, 2019.
SUN W. Analysis on current situation and management countermeasures of stow net fisheries in Zhejiang Province [D]. Zhoushan: Zhejiang Ocean University, 2019.

Selectivity of different mesh size codends of canvas spreader stow net for *Trichiurus lepturus*

XU Guoqiang^{1,2,3,4}, ZHU Wenbin^{2,3,4}, XU Liuxiong¹

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Zhejiang Marine Fisheries Research Institute, Zhoushan 316021, Zhejiang, China; 3. Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources for Key Fishing Grounds, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Zhoushan 316021, Zhejiang, China; 4. Key Laboratory of Sustainable Utilization of Technology Research for Fishery Resource of Zhejiang Province, Zhoushan 316021, Zhejiang, China)

Abstract: In order to explore the selectivity of different mesh size codends for *Trichiurus lepturus*, the covered net method was adopted, and selection experiments were carried out with 5 different mesh sizes (35, 45, 55, 60 and 65 mm) codends on canvas spreader stow net. The Logistic selection model was used to fit the selectivity curve of *Trichiurus lepturus* and the model parameters were estimated by the maximum likelihood method. The results showed that: (1) 4 265 ind. of *Trichiurus lepturus* were measured during the experiment, the anal length ranged from 76 – 305 mm with an average anal length of (167 ± 43) mm; (2) When the mesh size was 35 mm, it was non-selective for *Trichiurus lepturus*. While the mesh size was 65 mm, the distribution of anal length of *Trichiurus lepturus* in covered and codend net was basically the same. With the increase of mesh size, the dominant body length of *Trichiurus lepturus* in the codends was larger than that of the covered nets; (3) When the mesh size for *Trichiurus lepturus* was 45, 55 and 60 mm, its L_{50} was 171.839, 180.562 and 215.905 mm, its SR was 60.402, 104.861 and 157.292 mm, respectively. L_{50} showed a gradual increase trend; (4) The relationship between the codend mesh size (m) of *Trichiurus lepturus* and L_{50} : $L_{50} = 2.643m + 48.491$ ($R^2 = 0.748$); (5) When the anal length of *Trichiurus lepturus* is 210 mm, the minimum mesh size of canvas spreader stow net should be 61.1 mm. In summary, combined with the current status of fishery resources, the current minimum mesh size of 55 mm is more appropriate to protect the juvenile *Trichiurus lepturus* resources, which can achieve the aim of protecting the juvenile *Trichiurus lepturus* resources.

Key words: canvas spreader stow net; *Trichiurus lepturus*; mesh size; selectivity; East China Sea