

文章编号: 1674 - 5566(2015)03 - 0449 - 08

东海区底拖网对小黄鱼的选择性研究

宋学锋^{1,2}, 陈雪忠², 黄洪亮², 唐峰华², 王德虎^{1,2}, 屈泰春²

(1. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2. 中国水产科学研究院东海水产研究所 农业部东海与远洋渔业资源开发利用重点实验室, 上海 200090)

摘要: 近年来东海由于环境恶化和过度捕捞, 小黄鱼资源量发生了严重的衰退。为更有效可持续利用小黄鱼资源, 本试验就东海区底拖网菱形目 50、55、60、65、70、75 和 80 mm 网囊网目对小黄鱼进行选择性的研究, 采用套网法对不同尺寸的网目网囊的选择性进行了分析比较。结果表明: (1) 当网囊为 50 和 55 mm 时产生较高逃逸率, 但仍捕获大量当年生经济幼鱼; (2) 随着网目由小变大, 囊网捕获小黄鱼的平均体长、体重也逐渐变大; (3) 拖网时间加长, 由于网囊中渔获积累产生的堵塞效应, 严重影响非目标鱼类的逃逸率; (4) 根据小黄鱼的 50% 选择体长 ($L_{0.5}$) 与不同网目尺寸拟合的直线: $L_{0.5} = 2.625M - 30.7 (R^2 = 0.915)$ 。结合现行可捕标准以及渔业生产, 建议拖网网目尺寸至少为 60 mm。

研究亮点: 本实验采用 50 ~ 80 mm 拖网网囊每隔 5 mm 做一个级别, 对东海小黄鱼捕捞进行试验。通过对采集样本进行数据统计, 应用极大似然法, 并采用 MS-Excel 的“规划求解”方法拟合逻辑斯蒂选择曲线, 得出 50% 选择率的对应体长, 拟合出小黄鱼的 50% 选择体长 ($L_{0.5}$) 与网目尺寸直线, 并根据公式得出最适网目大小。拟合直线也可对以后小黄鱼不同建议捕捞体长得对应网目尺寸。

关键词: 东海; 底拖网; 小黄鱼; 选择性; 菱形网目

中图分类号: S 932; S 972. 13

文献标志码: A

拖网渔业是东海、黄海区主要的海洋捕捞产业之一, 年捕捞量约占海区捕捞总量的 50%^[1]。渔具选择性研究是实施负责任捕捞一项重要技术措施。东海区底拖网的渔具选择性研究始于 20 世纪 50 年代, 日本学者青山恒雄根据调查结果认为, 东海区底拖网尺寸应不小于 54.5 mm。我国于 20 世纪 80 年开始进行底拖网渔具选择性研究, 制定了网囊网目尺寸相关标准, 2004 年对底拖网网囊网目尺寸标准进行了重新修订, 规定了网囊网目最小尺寸为 54 mm。小黄鱼 (*Parimichthys polyactis*) 为暖温性近底层鱼类, 是东海区底拖网主要捕捞对象。20 世纪 70 年代以来, 由于受到过度捕捞和环境污染等因素影响, 小黄鱼资源量和渔获量发生了严重衰退, 20 世纪 90 年代以后, 由于东海区伏季休渔制度的有效实施, 资源数量有所恢复, 产量虽有明显上升, 但是

渔获物大部分以幼鱼为主, 且渔业生物学特征越来越呈现出个体小型化、性成熟提早的现象, 反映出渔业资源的总体状况不容乐观^[2]。近年来, 随着渔业资源的衰竭与环境的恶化, 对资源保护日趋严格。开展新型渔具渔法研究, 优化渔具的选择性, 以更好地释放幼鱼已显得迫在眉睫。MACLENNAN 和 MILLAR 分析捕捞渔获个体大小主要取决于网囊网目尺寸^[3-4]。傅尚郁^[5]曾对底拖网拖行状态进行观察, 发现渔业资源被捕获后主要是在网囊网目部分逃逸的, 所以改变网囊网目的大小是释放幼鱼和非目标鱼类最直接有效的方法。本文选择 50、55、60、65、70、75、80 mm 的菱形目网囊进行小黄鱼渔获选择性能比较, 探讨网目尺寸对小黄鱼选择性能的影响和差异, 为今后制定拖网网囊最小网目标标准, 以及渔具渔法改革提供技术参考和依据。

收稿日期: 2014-12-16 修回日期: 2015-03-13

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201203018)

作者简介: 宋学锋(1988—), 男, 硕士研究生, 研究方向为拖网渔具的选择。E-mail: xuefengsci@163.com

通信作者: 陈雪忠, E-mail: xuezhong@eastfishery.ac.cn

1 材料与方 法

1.1 试验船和网具

试验船为双拖网渔船“浙嵊渔 10201”和“浙嵊渔 10243”,母船长 36 m,宽 6.3 m,主机功率 200 kW,总吨:143 t,吃水 2.4 m。试验用的网具为东海区群众渔业通用的圆筒型手编式双船底拖网,网口目大 6 m,网口周长 408 m,网衣全长 112~115 m。使用 7 种菱形目试验网囊,网囊网目尺寸为 50、55、60、65、70、75、80 mm,菱形目分别表示为 DM50、DM55、DM65、DM70、DM75、

DM80;套网网目为 25 mm,材料为 PA 尼龙线,直径 1.5 mm。试验时除网囊更换外,其余部分均不改变。

1.2 调查时间与海域

调查时间为 2014 年 8 月 16 日至 8 月 19 日。调查海域范围为 123°07'700"~123°58'650"E,29°33'700"~30°04'886"N,海底地质以泥沙为主,平均拖速为 2.2 kt,每个网次拖行约 2 h,实验作业有效天数 4 d,共投网 14 个网次。作业位置如图 1 所示。

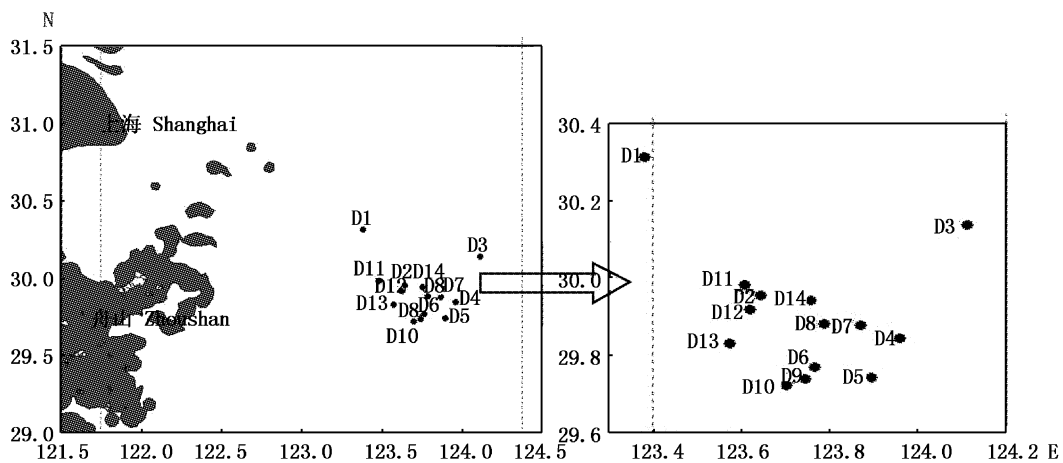


图 1 东海拖网试验区域

Fig. 1 Experimental area of bottom trawl in the East China Sea

1.3 试验方法与内容

本试验采用套网法进行,即在生产网网囊外安装上小网目套网,用以收集从网囊中逃逸的渔获物。在试验区域中,选取底拖网作为试验网,

分别安装不同网目尺寸的菱形网目网囊(表 1)进行渔获试验,各网具分别进行 2 个有效网次的试验。

表 1 不同网囊及其网目尺寸

Tab. 1 The dimensions of the different codends and meshes size

| 网囊 codends | 网目大小/mm mesh size | | | 网囊规格/目 dimension of codend | |
|---------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|
| | 名义值 nominal value | 实测均值 measured average | 标准差 standard deviation | 横向 transversal | 纵向 longitudinal |
| DM50 | 50 | 50.23 | 0.48 | 280 | 60 |
| DM55 | 55 | 54.59 | 0.76 | 234 | 50 |
| DM60 | 60 | 59.78 | 0.37 | 254 | 55 |
| DM65 | 65 | 65.17 | 0.26 | 216 | 46 |
| DM70 | 70 | 70.43 | 0.61 | 200 | 42 |
| DM75 | 75 | 74.90 | 0.14 | 186 | 40 |
| DM80 | 80 | 81.02 | 1.28 | 160 | 37 |
| 套网 covernet | 25 | 24.78 | 0.88 | 420 | 200 |

试验有效天数 4 d, 平均每天试验 2 个网囊, 每种网囊的 2 个网次的间隔按时间均匀分布, 以减少时间引起的误差, 每个网次的拖曳时间约 2 h。起网后, 对每一网次的渔获进行随机取样, 并对取样的小黄鱼渔获进行分类统计, 分别测量其肛长或体长, 按间隔 5 mm 分组。部分数据来源于 2009 年。为了确保作业中网囊与套网有效展开, 减轻因加装套网引起的阻塞效应, 本试验套网周径比网囊大 20%, 长度比网囊长 15% [6]。

尾数(重量)逃逸率: 为拖网套网中的渔获尾数(重量)与网囊和套网中的渔获尾数(重量)之和的比率。

网囊网目选择性曲线: 采用 Logistic 曲线方程作为选择性模型^[7-8], 表达式为:

$$S(l) = \frac{\exp(a+bl)}{1+\exp(a+bl)} = \frac{1}{1+\exp(a'+bl')} = \frac{\text{囊网渔获尾数}}{\text{囊网渔获尾数} + \text{套网渔获尾数}} \quad (1)$$

式中: $S(l)$ 为选择率; l 为特征体长; a, a', b, b' 为待估的选择参数, $a = -a', b = -b'$ 。该选择曲线的主要选择指标为:

$$L_{0.25} = \frac{\ln 3 + a}{b}, L_{0.5} = -\frac{a}{b}, L_{0.75} = \frac{\ln 3 - a}{b},$$

表 2 7 种形状网囊及其套网内小黄鱼的优势体长、平均体长、体重、尾数及重量逃逸率

Tab. 2 The dominant body length group, the average body length, body weight, escape rate in total number and weight of *P. polyactis* in seven kinds of codends and covernets

| 网囊 codends | 渔获种类 species | 平均体长/mm average body length | | 平均体重/g average body weight | | 优势体长/(mm, >50%) dominant body length range | | 尾数逃逸率 escape rate in number | 重量逃逸率 escape rate in weight |
|---------------|-----------------|--------------------------------|-------|-------------------------------|------|---|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | 囊网 | 套网 | 囊网 | 套网 | 囊网 | 套网 | | |
| DM50 | 小黄鱼 | 108.2 | 81.4 | 23.8 | 9.4 | 75~120 | 65~90 | 91% | 80% |
| DM55 | 小黄鱼 | 138.3 | 103 | 50 | 20.6 | 150~160 | 95~135 | 59% | 38% |
| DM60 | 小黄鱼 | 151.1 | 148.7 | 63.2 | 58 | 145~160 | 140~160 | 22% | 20% |
| DM65 | 小黄鱼 | 157 | 150.4 | 66.2 | 61.3 | 145~165 | 140~150 | 21.8% | 20% |
| DM70 | 小黄鱼 | 154.4 | 120 | 66.9 | 30.7 | 140~165 | 95~155 | 77% | 60% |
| DM75 | 小黄鱼 | 125.3 | 102.8 | 38.1 | 16.6 | 100~165 | 90~120 | 96% | 92% |
| DM80 | 小黄鱼 | 173.5 | 150.9 | 56.7 | 59 | 165~190 | 140~160 | 84% | 84% |

2.2 网目对小黄鱼的选择性

本航次试验小黄鱼渔获物体长范围为 65 ~ 205 mm, 平均肛长为 118 mm, 优势体长组为 90 ~ 180 mm, 占总数的 85% 以上。由图 2 可以看出, 囊网和套网存在两个波峰。其中囊网中小黄鱼渔获的主要体长组分布在 80 ~ 110 mm 和 135 ~

$$S_R = L_{0.75} - L_{0.25} = \frac{2\ln 3}{b}, S_F = \frac{L_{0.5}}{m} \quad (2)$$

式中: $L_{0.25}, L_{0.5}, L_{0.75}$ 分别表示选择率 25%、50%、75% 时对应的体长; S_R 为选择范围; S_F 为选择性的因素; m 为网目大小。

公式中参数确定应用极大似然法, 并采用 MS-Excel 的“规划求解”方法实现^[9-11]。

2 结果

2.1 不同网目对小黄鱼的选择性

2014 年国家规定东海拖网网目最小为 54 mm, 所以 50 mm 到 65 mm 的数据最具有借鉴和依据意义。但进行 60 mm 试验时并未捕获小黄鱼, 65 mm 试验小黄鱼产量极少, 捕获的大量带鱼产生的堵塞效应又大大降低了小黄鱼的逃逸率, 无法预算此网目对小黄鱼的选择效果。所以此次采用 2009 年数据对两次试验进行补充。由表 2 可以得出, 在平均体长、平均体重和优势体长范围分布上囊网显著大于套网, 只有个别例外, 或由于取样不均所致。在逃逸率方面, 随着网目增加由高降低再升高的趋势, 根据体长和体重及现场观测, 是由于捕获较多幼鱼导致的。

180 mm 范围内, 其他组别分布较少。而在套网中带鱼渔获的主要体长分布在 70 ~ 110 mm 和 140 ~ 165 mm 的范围内, 两个分布波峰中可以看出囊网优势组明显高于套网。总体呈现囊网中的小黄鱼渔获规格比套网中的明显要大, 由于作业区域不同、网次不同和网作业时候情况复杂体长大小分布上存在差别。

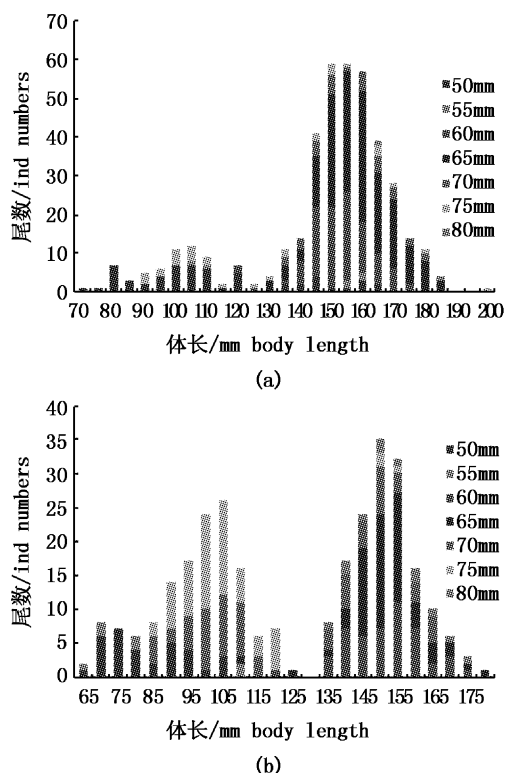


图2 不同网目规格囊网(a)和套网(b)的小黄鱼渔获尾数

Fig. 2 Distribution of body length of *P. polyactis* in codend (a) and covernet (b) of different mesh sizes

各网次小黄鱼渔获尾数的分布情况是有差异的,如 DM50 中根据小黄鱼渔获尾数的比例来看 70 ~ 120 mm 是优势组;DM55 中 90 ~ 110 mm 和 160 mm 为优势组;DM60 中 140 ~ 160 mm 为优势组;DM65 中 145 ~ 175 mm 为优势组;DM70 中优势组为 110 ~ 120 mm 和 130 ~ 170 mm,; DM75 优势组为 90 ~ 120 mm;DM80 优势组为 140 ~ 170 mm,囊网中只有少量的小黄鱼,84% 以上的已逃逸(图 3)。

2.3 渔获逃逸率和选择率

从表 2 可知,对数据进行补充后,小黄鱼在尾数逃逸率和重量逃逸率方面随着网目尺寸的增大都是先降低后增加的趋势,根据作业区域和平均体长和体重的分布笔者认为,此次试验 50、55 mm 时捕获的幼鱼较多,而且幼鱼可以从囊网网目逃逸,从而提高了逃逸率。70 和 75 mm 时渔获也存在大量幼鱼现象,并且网囊网目增大,产生了较高的逃逸率。80 mm 时小黄鱼已基本逃逸,囊网数量较少。而较大网目试验时大的网目直接导致渔获的逃逸,只有较大渔获被囊网所

获,结果是符合试验预想的。

由表 3 的不同大小网目网囊对小黄鱼和带鱼的选择性参数及主要选择性指标和根据参数得出的图 4 不同网目尺寸对小黄鱼的选择曲线。小黄鱼的选择曲线基本符合 Logistic 曲线。随着网目增大,选择曲线也逐渐右移,意味着选择捕获的体长越来越大。只有当网目为 75 mm 时,存在较大误差,结合捕捞原始数据可知是由于同网次带鱼较多堵塞网目致使小黄鱼幼鱼难以逃逸导致的。

图 5 为不同尺寸网目下求得小黄鱼 Logistic 的 $L_{0.5}$ 的体长变化,随着网目增大,不同网目 50% 选择体长是逐渐增加的,能够体现留大放小的目的,只有在 75 mm 有所降低,是由于大量小黄鱼幼体和大量带鱼堵塞效应导致的。根据体长的选择曲线,当 75 mm 时,应该在 70 和 80 mm 选择体长之间。不同尺寸网目体长选择可认为是直线。鉴于 75 mm 出现较大误差,已将此数据舍去。

3 讨论

3.1 不同网囊的选择效果

本航次实验不同规格的网目对于小黄鱼有较明显的选择性,体长选择是上升趋势。由图 3 可以看出小黄鱼的囊网和套网统计中都出现了两个波峰,而且从单次网可以看出不同网目大小套网统计出的小黄鱼体长分布也不同,可能存在两个小黄鱼群体,分布在东海不同的捕捞水域。整个航次来看带鱼的产量最大,此前有试验发现,较小的网囊网目中,阻塞着数量较多的带鱼,间接阻碍了小黄鱼的逃逸,实验中 60 mm 未出现小黄鱼,而相同时间在不同海域相同的捕捞深度却存在小黄鱼渔获,可认为此试验海域无小黄鱼分布,65 mm 小黄鱼的产量也较小,仅有 8 kg 左右,总量较少,采集的样本也较少,而且该网次捕获的带鱼约 600 kg,严重影响了小黄鱼的逃逸,并直接对接下来估算参数和选择曲线有很大影响,所以本次用 2009 年数据对其进行补充。75 mm 网目时超过 90% 的小黄鱼逃逸,根据表 2 可推得,囊网内幼鱼,游泳疲劳或者由于带鱼的堵塞效应而滞留较多,80 mm 时小黄鱼总产量降低,样本减少对逃逸率估算带来很大误差。

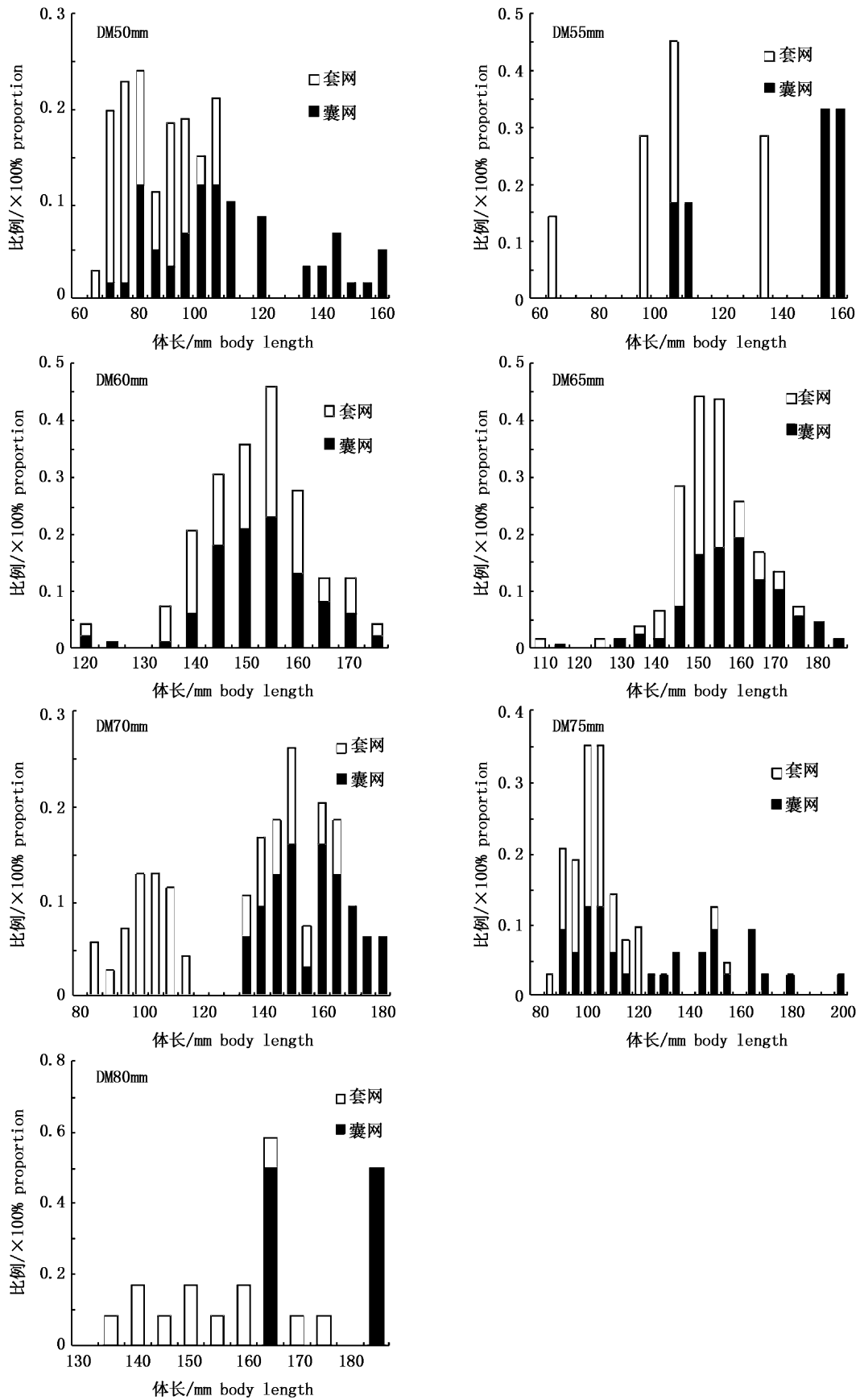


图3 不同网目囊网和套网小黄鱼的渔获体长分布
 Fig.3 Distribution of body length of *P. polyactis* of different codends and covernets

表 3 不同大小网目网囊对小黄鱼的选择性参数及主要选择性指标

Tab. 3 The selective parameters and indexes for *P. polyactis* of each mesh codend

| 种类 species | 网囊 codends | a | b | $L_{0.5}$ | $L_{0.25}$ | $L_{0.75}$ | S_F | S_R |
|----------------------------|------------|--------|-------|-----------|------------|------------|-------|-------|
| 小黄鱼 <i>P. polyactis</i> | DM50 | -7.63 | 0.09 | 87.19 | 74.64 | 99.74 | 1.74 | 25.10 |
| | DM55 | -7.14 | 0.06 | 125.85 | 106.50 | 145.20 | 2.29 | 38.70 |
| | DM60 | -8.612 | 0.065 | 132.49 | 115.59 | 141.39 | 2.21 | 33.8 |
| | DM65 | -12.24 | 0.088 | 139.09 | 126.61 | 151.57 | 2.14 | 24.96 |
| | DM70 | -12.01 | 0.08 | 152.86 | 138.87 | 166.85 | 2.18 | 27.98 |
| | DM75 | -5.83 | 0.05 | 128.34 | 104.18 | 152.51 | 1.71 | 48.33 |
| | DM80 | -29.24 | 0.17 | 176.02 | 169.40 | 182.63 | 2.20 | 13.23 |

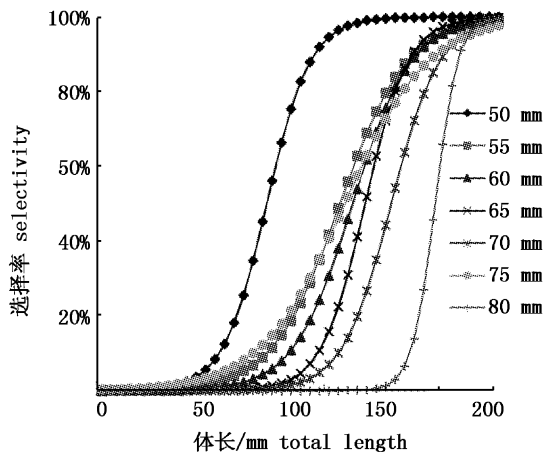


图 4 不同网目尺寸对小黄鱼的选择曲线

Fig. 4 Logistic curves of *P. polyactis* of each mesh size

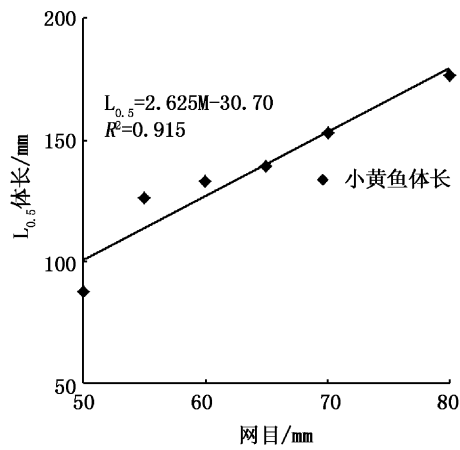


图 6 不同网目对小黄鱼 $L_{0.5}$ 选择体长拟合曲线

Fig. 6 Fitted curve of $L_{0.5}$ body length of *P. polyactis* of different mesh sizes

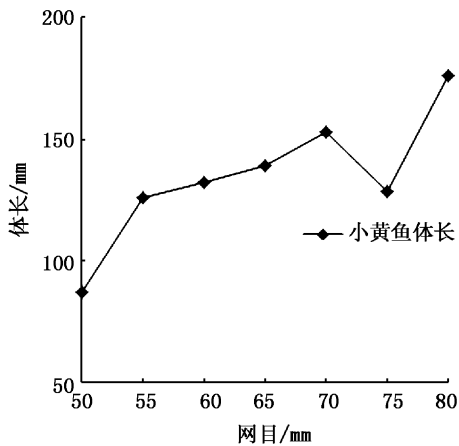


图 5 不同尺寸网目下小黄鱼 $L_{0.5}$ 的体长变化

Fig. 5 50% selected body length of *P. polyactis* of different mesh sizes

3.2 东海区捕捞小黄鱼最小网囊网目探讨

关于对于小黄鱼的最小网目尺寸的研究,已经有较多报道^[1,12-13]。在 2014 年修订的网目规格标准中要求东海拖网网目为 54 mm。此次试验当网目为 55 mm 时,对应捕获的小黄鱼平均体长

约为 138 mm。众多学者根据目前小黄鱼的性成熟平均体长作为可捕捞标准,认为目前小黄鱼最佳可捕长度为 150 ~ 170 mm。有学者认为网目和选择率为 50% 体长存在某种线性关系^[14-19]。整体上看,当网目尺寸依次增加时,小黄鱼 50% 体长选择经拟合后为一条直线,由此线性方程我们或可预测捕捞某一体长小黄鱼时对应网目的大小,如图 6。如果可捕最小为 150 mm 时,对应网目应为 69 mm,接近 70 mm,由表 2 可知此时逃逸率已超过 60%,对渔民来说,在经济上肯定难以接受。林龙山^[19]对小黄鱼生物学研究表明随着捕捞强度增大,小黄鱼小型化低龄化和性成熟加快现象。2001 年平均体长超过 123 mm 的小黄鱼有 54.1% 出现性成熟现象^[20]。为有利于恢复小黄鱼资源同时能为渔民接受,建议放大网目定为 60 mm。另外东海拖网捕捞带鱼和小黄鱼都是目标鱼种,网目定位 60 mm 也和保护带鱼资源所建议的网目尺寸相符^[1]。

3.3 存在的问题及后续研究

(1)本次试验在禁渔期间,而且处于产卵场保护区,捕获大量的幼鱼导致较小网目产生较高的逃逸率,网目尺寸与逃逸率并无直接关系,而与某一网目时目标渔获的体高或者体周相关,较高逃逸率意味着幼鱼逃逸的成功率增加。

(2)当小黄鱼可捕体长为 150 mm 由探讨可知,对应网目尺寸约为 70 mm,理论上选择的是小黄鱼体周在 140 mm 以上,小黄鱼体长 150 mm 时对应体周平均却为 110 mm。拖网时根据网目在拖曳过程中是呈紧张的菱形状。王明彦^[21]等分析不同位置网目长短轴比例应该不同。黄洪亮^[1]在研究中把鱼的体周与网目内周之比称为网目鱼体形系数(f),认为网目内周与系数 f 存在比例关系。所以拖曳式网目形状可能与鱼体断面不同,使得选择范围增大。

(3)本航次每网目只有两个网次的重复试验,重复试验少致使采到的样本较少甚至没有,而且渔业资源在海域分布的不均匀性,对选择曲线的构建产生了较大误差,关键网目数据缺少只好用以往数据进行补充。

(4)前两网目试验时大量出现的水母和其他网次捕获的带鱼产生的堵塞效应对小黄鱼的进网和逃逸均有影响,导致总体选择性能出现偏差。水母对选择性能的影响,需要进一步研究。

东海是一个混栖渔场,兼捕现象严重。如何设计拖网,即提高目标鱼类的选择效果又提高其他鱼类的逃逸率是今后的一个研究方向。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 张秋华,程家骅,徐汉祥,等. 东海区渔业资源及其可持续利用[M]. 上海:复旦大学出版社,2007:170-183.
ZHANG Q H, CHENG J H, XU H X, et al. Fishery resources and its sustainable utilization in the East China Sea region [M]. Shanghai: Fudan Press, 2007:170-183.
- [3] MACLENNAN D N. Fishing gear selectivity: an overview [J]. Fisheries Research, 1992,13(3):201-204.
- [4] MILLAR R B, WALSH S J. Analysis of trawl selectivity studies with an application to trouser trawls [J]. Fisheries Research, 1992,13(3):205-220.
- [5] 傅尚郁. 底拖网囊网释放幼鱼的成活率试验[J]. 海洋渔业,1983,5(6):243-245.
FU S Y. The codend release of larval survival rate in bottom trawling [J]. Marine Fishery, 1983,5(6):243-245.
- [6] ANTONELLO S, ALESSANDRO L, CORRADO P, et al. Size selection by diamond-and square-mesh cod-ends in multi-species Mediterranean demersal trawl fisheries [J]. Fisheries Research, 2008,93(1/2):8-21.
- [7] 孙满昌,王玉明. 捕虾桁拖网网囊网目的选择性研究[J]. 水产学报,1999,23(2):186-189.
SUN M C, WANG Y M. Researches on cod-end mesh-size selectivity of shrimp beam trawl [J]. Journal of Fisheries of China, 1999,23(2):186-189.
- [8] 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 net[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2000,7(4):64-68.
- [9] 张旭丰,张鹏,杨齐,等. 南海北部拖网 35.2 与 30.3 mm 方目网囊渔获选择性比较[J]. 南方水产,2007,3(2):49-54.
ZHANG X F, ZHANG P, YANG L, et al. Comparison and analysis on catch selectivity of square mesh codends between 35.2 and 30.3 mm of trawl in northern South China Sea [J]. South China Fisheries Science, 2007,3(2):49-54.
- [10] 孙满昌. 渔具渔法选择性[M]. 北京:中国农业出版社,2004:57-64.
SUN M C. Fishing gear selectivity [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004:57-64.
- [11] FRYER R J. A model of between-haul variation in selectivity [J]. ICES Journal of Marine Science, 1991,48(3):281-290.
- [12] 张建,孙满昌,钱卫国. 桁拖网不同网目结构网囊对主要鱼类的选择性研究[J]. 上海水产大学学报,2008,17(4):457-463.
ZHANG J, SUN M C, QIAN W G. Research on size selectivity of codends with different mesh configuration for fishes in beam trawl fishery [J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2008,17(4):457-463.
- [13] 林龙山,郑元甲,程家骅,等. 东海区底拖网渔业主要经济鱼类渔业生物学的初步研究[J]. 海洋科学,2006,30(2):21-25.
LIN L S, ZHENG Y J, CHENG J H, et al. A preliminary study on fishery biology of main commercial fishes surveyed from the bottom trawl fisheries in the East China Sea [J]. Marine Sciences, 2006,30(2):21-25.
- [14] 张健,孙满昌. 几何相似原理在过滤性渔具网目选择性研究中的应用[J]. 中国水产科学,2005,12(3):314-320.
ZHANG J, SUN M C. Application of geometrical similarity principle on mesh selectivity research of filter fishing gear [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2005,12(3):314

- 320.
- [15] TOKAI T. Method of determining mesh - selectivity curve of trawl and its application to fisheries management [J]. *Nippon Suisan Gak-kaishi*, 1998, 64(4) :597 - 600.
- [16] TOKAI T, KITAHARA T. Methods of determining the mesh selectivity curves of trawl net [J]. *Nippon Suisan Oakaishi*, 1989, 55(4) :643 - 649.
- [17] 杨齐, 张旭丰, 谭永光, 等. 南海区拖网网囊最小网目尺寸选择性研究[J]. *中国水产科学*, 2003, 10(4) :325 - 332.
YANG L, ZHANG X F, TAN Y G, et al. Selectivity study on minimum mesh size of bottom trawl codend in South China Sea [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2003, 10(4) :325 - 332.
- [18] 唐衍力, 孙国徽, 杨炳忠, 等. 黄海区虾拖网网囊网目的选择性研究[J]. *中国海洋大学学报*, 2010, 40(10) :33 - 37.
TANG Y L, SUN G W, YANG B Z, et al. Study on the Selectivity of the Codend Mesh of the Shrimp Trawl in the Yellow Sea [J]. *Periodical of Ocean University of China*, 2010, 40(10) :33 - 37.
- [19] 张国政, 李显森, 金显仕, 等. 黄海南部小黄鱼生长、死亡和最适开捕体长[J]. *中国水产科学*, 2010, 17(4) :839 - 845.
ZHANG G Z, LI X S, JIN X S, et al. Growth, mortality and optimum catchable size of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis* Bleeker) in the Southern Yellow Sea [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2010, 17(4) :839 - 845.
- [20] 林龙山, 程家骅, 任一平, 等. 东海区小黄鱼种群生物学特性的分析[J]. *中国水产科学*, 2004, 11(4) :333 - 338.
LIN L S, CHENG J H, REN Y P, et al. Analysis of population biology of small yellow croaker *Parimichthys polyactis* in the East China Sea region [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2004, 11(4) :333 - 338.
- [21] 王明彦, 李志诚, 郁岳峰, 等. 东、黄海底拖网网囊网目的研究[C]//中国水产捕捞学术研讨会论文集. 苏州: 苏州大学出版社, 1997:143 - 158.
WANG M Y, LI Z C, YU Y F, et al. Research of bottom trawl net mesh in the Yellow and East China Sea [C]// *The Treatises of Fishery Science Proseminar in China*. Suzhou: Soochow University Press, 1997:143 - 158.

Selectivity of *Parimichthys polyactis* of bottom trawl in the East China Sea

SONG Xuefeng^{1,2}, CHEN Xuezhong², HUANG Hongliang², TANG Fenghua², WANG Dehu^{1,2}, QU Taichun²

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Key Laboratory of East China Sea and Oceanic Fishery Resources Exploitation and Utilization, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: A bottom trawl investigation was conducted for selective test of *Parimichthys polyactis* by using diamond mesh codend 50, 55, 60, 65, 70, 75 and 80mm in the East China Sea in August 2014. By using cover-net method, the catching data were analyzed and selective parameters were estimated by using the logistic equation with the maximum likelihood method. The results show that: (1) when the mesh sizes were 50mm and 55mm, a large number of the commercial juveniles of the same year are caught; (2) According to the Logistic curve, *Parimichthys polyactis* average body length and weight increased gradually with the mesh size became larger; (3) The longer the trawl towed, the more obvious blocking effect, which contributed to a serious impact on non-target fish escape rate; (4) Based on the relation 50% retention length with mesh sizes of codend, the linear regression equation of the *Parimichthys polyactis* is $L_{0.5} = 2.625M - 30.7 (R^2 = 0.915)$. Based on the previous research and the existing catch standard, together with fishery production, the appropriate trawl mesh size is 60mm or bigger.

Key words: East China Sea; bottom trawl; *Parimichthys polyactis*; selectivity; diamond mesh