

# 不同尺寸虾拖网网囊网目对副渔获物的选择性研究

唐衍力, 杨炳忠, 赵同阳, 孙国徽, 黄六一, 梁振林

(中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛, 266003)

**摘要:** 为了分析黄海区虾拖网网囊网目对副渔获物的选择性, 运用套网法对 30, 33, 40 mm 3 种网目尺寸的网囊进行了选择性试验。用统计学方法求得几种优势副渔获物的逃逸率, 并用极大似然法对渔获数据进行处理求得相关的选择性参数。结果表明, 大部分副渔获物的逃逸率随着网囊网目尺寸的增大而增大, 在网目尺寸为 30, 33, 40 mm 时矛尾鰕虎鱼(*Chaeturichthys stigmatias*)的逃逸率分别为 48.3%, 59.7% 和 62.6%; 细巧仿对虾(*Parapenaeopsis tenella*)的逃逸率分别为 67.0%, 68.2%, 68.7%。矛尾鰕虎鱼的选择性参数也随着网目尺寸的增大而增大, 在网目尺寸为 30, 33, 40 mm 时, 矛尾鰕虎鱼的 50% 选择体长  $L_{50}$  分别为 81.858, 86.715 和 88.028 mm, 选择范围 SR 分别为 41.097, 45.007 和 50.423 mm。研究表明, 单靠放大网囊网目尺寸来释放虾拖网中副渔获物, 效果不甚理想。

**关键词:** 虾拖网; 副渔获物; 选择性

中图分类号: S97

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)10-0049-04

随着渔业资源的不断衰退和近海水域生态环境的不断恶化, 渔业捕捞生产中的副渔获物及其抛弃问题越来越受到人们的关注。而在众多的渔具作业方式中, 虾拖网则是关注的焦点, 原因在于其产生的副渔获物最多、兼捕抛弃也最严重<sup>[1,2]</sup>。毫无疑问, 选择性低的虾拖网对本来已经正在衰退的渔业资源产生更加大的冲击作用<sup>[3,4]</sup>。为了解决虾拖网中严重的副渔获问题, 国内外都进行了一系列的选择性研究工作<sup>[5~8]</sup>, 这些工作主要集中在对目标种类虾的选择性研究, 而对副渔获的选择性研究较少<sup>[8]</sup>。

鹰爪虾(*Trachypenaeus Curvirostris*)是黄海区重要经济虾类, 其主要作业方式是单船底层拖网。由于这种拖网网囊网目尺寸偏小, 有的甚至为 17 mm, 这样作业过程中必然出现大量的副渔获物。这些副渔获物中包括一些重要经济鱼类如小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis*)、白姑鱼(*Argyrosomus argentatus*)的幼鱼, 同时也包括一些低值种类如方氏云鳎(*Enedrias fangi*)。目前, 国内有关于黄海区虾拖网副渔获物选择性的研究尚未见报道。为了减少黄海区虾拖网中的副渔获物, 防止其对渔业资源的继续破坏, 作者运用套网法研究了 30, 33, 40 mm 3 种菱形网囊网目对几种主要副渔获物的选择性, 旨在为保护岌岌可危的渔业资源以促进虾拖网渔业的可持续发展提供基础资料和科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验渔船和网具

选用当地实际作业渔船及网具进行海上试验。试验渔船主机功率为 40 kW 的木质渔船, 船长 15 m, 型宽 3 m, 型深 1.75 m, 平均吃水 1.35 m, 拖速 1.8~2.0 节。试验网具为该船所用的单船底层有翼单囊虾拖网, 曳纲长度为 180 m, 网板采用 V 形网板, 网板长 1.40 m, 宽 0.46 m。试验于 2008 年 9 月 25 日~11 月 25 日在山东近海渔场进行, 作业渔场平均水深 10~15 m。

### 1.2 试验方法

本试验网囊是菱形聚乙烯材料, 网目尺寸分别为 30, 33, 40 mm。为了研究副渔获物中幼鱼的逃逸情况在试验网囊外部加上一个套网, 套网的网目尺寸为 17 mm、周径是网囊的 1.2 倍、拉直长度是试验网囊的 1.5 倍。各试验网囊分别进行了 10 个有效网次的渔获试验, 每个网次的作业时间为 1.5~2.0 h。每次作业完后, 分别把试验网囊和套网中的渔获物清洗、装入塑料袋并系上标明日期、作业区域、网囊尺寸的标签, 然后带回实验室做生物学测量。

收稿日期: 2010-01-20; 修回日期: 2010-05-26

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAD09A05)

作者简介: 唐衍力(1965-), 男, 山东聊城人, 副教授, 主要从事渔具渔法、人工鱼礁与海洋牧场学研究, E-mail: tangyanli@ouc.edu.cn

### 1.3 关于副渔获物的界定

参考杨吝<sup>[4]</sup>和唐衍力等<sup>[3]</sup>关于虾拖网中副渔获物的介绍, 这里把除目标种类鹰爪虾外的其他渔获定义为副渔获物。

### 1.4 逃逸率与选择率

逃逸率为套网中的渔获尾数与试验网囊和套网中的渔获尾数之和的比率。对于选择率, 采用逻辑斯蒂曲线方程作为选择性模型, 表达式为:

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

式中:  $l$  为渔获物的体长,  $S_l$  为对应体长的选择率,  $a$ 、 $b$  为选择性参数。使用极大似然法估算套网法试验下各网目选择性曲线参数  $a$ 、 $b$ , 其对数似然函数为:

$$l(\theta) = \ln(L) = \sum_i \{N_{ni} \cdot \ln[r(l_i)] + N_{ci} \cdot \ln[1 - r(l_i)]\}$$

其中:  $N_{ni}$  为未逃逸的  $i$  体长组的尾数;  $N_{ci}$  为逃逸的  $i$  体长组的尾数。似然函数的最大化通过 MS-Excel 软件的“规划求解”功能完成<sup>[9]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要副渔获物的种类

表 1 列出了副渔获物的主要种类组成及其体长范围。副渔获物的虾类数量最多的依次是细巧仿对虾、日本鼓虾, 而副渔获中的鱼类数量最多的依次是矛尾鰕虎鱼、方氏云鳎、长丝鰕虎鱼、白姑鱼, 传统经济鱼类小黄鱼无论是数量还是质量都只占一小部分, 另外还有一些其他鱼类如星康吉鳗、黄鲛鳔 (*Lophius litulon*)、黄鲫 (*Setipinna taty*)、虾蛄 (*Oratosquilla oratori*)、梭子蟹 (*portunus trituberculatus*) 以及一部分的头足类。

表 1 副渔获物种类和体长范围

Tab. 1 By-catch categories and ranges of body length

种类	体长范围(mm)
细巧仿对虾	29~66
日本鼓虾 ( <i>Alpheus japonicus</i> )	23~42
葛氏长臂虾 ( <i>Palaemon gravieri</i> )	25~62
鲜明鼓虾 ( <i>Alpheus distinguendus</i> )	23~59
口虾蛄 ( <i>Oratosquilla oratori</i> )	40~134
矛尾鰕虎鱼 ( <i>Chaeturichthys stigmatias</i> )	32~178
方氏云鳎	75~177
长丝鰕虎鱼 ( <i>Cryptocentrus filifer</i> )	26~91
白姑鱼	52~124
星康吉鳗 ( <i>Conger myriaster</i> )	215~354

### 2.2 副渔获物中主要鱼类的体长分布

表 2 列出了 4 种副渔获物的体长分布。这 4 种鱼类在 30, 33, 40 mm 3 种网目尺寸的网囊和套网中体长分布差异不大。矛尾鰕虎鱼在 30 mm 试验网囊中的优势体长范围为 85~104 mm, 而在后 2 种网囊的优势体长范围都是 85~94 mm; 套网中的矛尾鰕虎鱼的优势体长范围分别为 55~74, 45~64, 45~64 mm。方氏云鳎在 30 mm 网囊中的优势体长范围为 135~139 mm, 在 33, 40 mm 网囊中都是 125~129 mm; 套网中的方氏云鳎的优势体长范围分别为 140~144, 130~134, 125~129 mm。白姑鱼在 30, 33, 40 mm 3 种网囊中的优势体长范围分别是 80~84, 95~99, 90~94 mm; 套网中的 30 mm 网目尺寸时没有白姑鱼出现, 33, 40 mm 2 种网目尺寸的套网中白姑鱼的优势体长范围分别为 75~79, 70~74 mm。小黄鱼在 30, 33, 40 mm 网目网囊中的优势体长范围分别为 130~134, 145~149, 135~139 mm, 而在套网中小黄鱼均没有出现。

表 2 主要副渔获物在 3 种试验网囊中和套网中的优势体长

Tab. 2 Body lengths of dominant by-catch species in the codends of 30, 33 or 40 mm and the cover nets

主要渔获种类	优势体长(mm)					
	试验网囊(mm)			套网(mm)		
	30	33	40	30	33	40
矛尾鰕虎鱼	85~104	85~94	85~94	55~74	45~64	45~64
方氏云鳎	135~139	125~129	125~129	140~144	130~134	125~129
白姑鱼	80~84	95~99	90~94	-	75~79	70~74
小黄鱼	130~134	145~149	135~139	-	-	-

### 2.3 逃逸率和选择性参数

表 3 列出了几种优势副渔物的逃逸率。除小黄

鱼外, 其他几种副渔获物的逃逸率都随着网囊网目尺寸的增大而增大。矛尾鰕虎鱼在 30, 33, 40 mm 3

种网囊中的逃逸率分别为 48.3%, 59.7%, 62.6%; 方氏云鳎在 3 种网囊中的逃逸率分别为 67.7%, 80.2%, 84.7%; 细巧仿对虾在 3 种尺寸网囊的逃逸率分别是 67.0%, 68.2%, 68.7%; 白姑鱼在 30 mm 网囊中的逃逸率为 0, 而在后两者网囊的逃逸率则分别是 7.7%, 30.0%; 小黄鱼在 3 种网囊中的逃逸率均为 0。由此可见, 虾拖网对一些个体较小的低值种如细巧仿对虾释放效果较好; 而对传统经济种类如小黄鱼释放效果较差。

表 4 列出了不同网目尺寸试验网囊对矛尾鰕虎鱼的选择性参数及选择性指标。由表 4 可得, 当网囊网目为 30, 33, 40 mm 时, 矛尾鰕虎鱼的 50% 选择体长  $L_{50}$  分别为 81.858, 86.715, 88.028 mm; 选择范围

$SR$  分别为 41.097, 45.007, 50.423 mm。这两个选择性指标都随网囊网目尺寸的增大而增大。

表 3 优势副渔获物在 3 种规格试验网囊中的逃逸率  
Tab. 3 The escape rates of dominant by-catch species in the codends of 30, 33 or 40 mm

渔获种类	逃逸率(%)		
	试验网囊(mm)		
	30	33	40
矛尾鰕虎鱼	48.3	59.7	62.6
方氏云鳎	67.7	80.2	84.7
细巧仿对虾	67.0	68.2	68.7
白姑鱼	0.0	7.7	30.0
小黄鱼	0.0	0.0	0.0

表 4 不同尺寸试验网囊对矛尾鰕虎鱼的选择性参数及主要选择性指标

Tab. 4 The selection parameters and indexes of codend for *Chaeturichthys stigmatias*

种类	网目尺寸(mm)	$a$	$b$	$L_{50}$ (mm)	$SR$ (mm)
矛尾鰕虎鱼	30	-4.376	0.535	81.858	41.097
	33	-4.233	0.488	86.715	45.007
	40	-3.836	0.436	88.028	50.423

### 3 讨论

由表 3 可见, 虾拖网网囊网目对副渔获物的释放率(即逃逸率)还是比较低, 如细巧仿对虾是副渔获物中个体最小的种类, 但当网囊网目尺寸为 30 mm 时, 其逃逸率却仅为 67.0%。值得注意的是, 30 mm 远远比虾拖网实际生产中用的网囊网目尺寸大得多。这样, 黄海区虾拖网副渔获物问题的严重性可见一斑。由于近岸渔业资源的不断衰退和养殖业的崛起, 黄海区虾拖网副渔获物的抛弃率极低, 大部分上岸。虽然这些上岸的副渔获物由于市场的原因而产生了一定的价值, 但其对渔业资源的影响仍然是不容小觑的。一方面, 虾拖网对一些传统经济鱼类如小黄鱼、白姑鱼的兼捕会减少这些经济鱼类的群体补充量进而影响其资源量。另一方面, 虾拖网兼捕一些低值种类会破坏食物链<sup>[3]</sup>而对其他渔业资源产生影响。如方氏云鳎虽然没有什么市场价值, 但其却是星康吉鳎、鲈(*Lateolabrax japonicus*)等经济种类的食物<sup>[10]</sup>。大量兼捕方氏云鳎, 必然会对星康吉鳎之类的经济鱼类产生一定的影响。

虾拖网的副渔获物问题对渔业资源产生如此巨大的破坏作用, 减少副渔获、提高虾拖网的选择性势在必行。目前, 减少虾拖网副渔获物的方法中主要有

管理措施和技术措施两个方面。其中, 技术措施中较常用的做法是放大网囊网目尺寸<sup>[4,11]</sup>。本研究运用 3 种不同网目尺寸的网囊进行试验, 矛尾鰕虎鱼、方氏云鳎等副渔获物的逃逸率随着网囊网目尺寸的增大而增大。其中, 方氏云鳎逃逸率增大的幅度最明显, 原因在于其身体平扁、光滑且具有黏液。逃逸率随着网目尺寸的增大而增大, 说明放大网目尺寸对释放副渔获物有一定的效果。但要注意到, 除了方氏云鳎外其他种类逃逸率随网目尺寸的增大幅度并不大, 特别是小黄鱼和白姑鱼。原因在于它们的个体比虾类要大得多, 而且其体型为纺锤状不容易逃逸。小黄鱼在 3 个网囊中的逃逸率都为 0, 作者认为其原因主要是由于本实验捕获的小黄鱼体长较大, 其中小黄鱼的最小体长也超过 100 mm。小黄鱼有着较大个体, 而且加上其体型的原因使其逃逸率为 0。至于小黄鱼的体质量是否会对其逃逸率则有待进一步研究。同时, 矛尾鰕虎鱼的选择性参数如  $L_{50}$  也随着网目尺寸的增大而增大, 但是增加的幅度同样不大。这又说明了放大网囊网目尺寸对释放副渔获物的效果还是有局限性的。因此, 为了减少黄海区虾拖网中的副渔物, 应将放大网目尺寸和其他技术措施如利用分离金属栅、利用分离网片等<sup>[12]</sup>结合起来。

然而, 仅仅靠技术措施不能从本质上解决黄海

区虾拖网的副渔获物问题, 应该把技术和管理两方面措施结合起来。建议相关的管理部门建立和健全各种管理措施, 严格检查加强监督以保证黄海区虾拖网副渔获物问题得到一定程度的解决。本研究只是针对 3 种菱形网囊网目对虾拖网的副渔获物选择性, 今后还需要在改变网具结构或者网囊的形状等方面进行研究。

参考文献:

- [1] Alverson D L, Freeberg M H, Murawski S A, *et al.* A global assessment of fisheries by-catch and discards[R]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1994, 339: 1-233.
- [2] Pascoe S. By-catch management and the economics of discarding[R]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1997, 370: 1-137.
- [3] 唐衍力, 李文涛, 万荣, 等. 副渔获物对渔业资源的影响及其减少方法的探讨[J]. 青岛海洋大学学报, 2003, 33 (2): 211-218.
- [4] 杨吝, 谭永光. 开展副渔获物研究的必要性[J]. 中国水产, 1999, 6: 6-7.
- [5] 杨吝, 张旭丰, 张鹏, 等. 珠江口虾拖网的副渔获组成[J]. 南方水产, 2005, 1(1): 27-34.
- [6] 张旭丰, 张鹏, 谭永光, 等. 碓洲岛周围水域虾拖网虾渔获组成[J]. 海洋渔业, 2008, 30(3): 207-212.
- [7] Hall M A, Alverson D L, Metuzals K I. By-catch: Problems and solutions[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2000, 41(1-6): 204-219.
- [8] Campos A, Fonseca P, Erzini K. Size selectivity of diamond and square mesh cod end for four by-catch species in the crustacean fishery off the Portuguese south coast[J]. *Fisheries Research*, 2003, 60(1): 79-97.
- [9] 孙满昌, 张健, 钱卫国, 等. 渔具渔法选择性[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004. 274-276.
- [10] 韦晟, 姜卫民. 黄海鱼类食物网的研究[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(2): 182-191.
- [11] 陈晓雪, 黄洪亮, 陈雪忠. 国内外拖网减少副渔获物的研究进展[J]. 海洋渔业, 2007, 29(3): 263-269.
- [12] 梁振林, 沈公铭, 葛长宇. 副渔获的分离技术及分离机理[J]. 青岛海洋大学学报, 2003, 33 (4): 519-524.

## The selectivity of different mesh sized-codends of shrimp trawl to by-catch species

TANG Yan-li, YANG Bing-zhong, ZHAO Tong-yang, SUN Guo-wei, HUANG Liu-yi, LIANG Zhen-lin

(College of Fisheries, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Received: Jan., 20, 2010

Key words: shrimp trawl; by-catch; selectivity

**Abstract:** In order to reveal the selectivity to by-catch species by shrimp trawls, which is operated in the Yellow Sea, experiments of codends with mesh sizes, 30, 33, or 40 mm were conducted using the cover-net method. The escape rates of main by-catch species were measured, and the selectivity parameters of *Chaeturichthys stigmatias* were estimated by using the maximum likelihood method. The results indicated that the escape rates of main by-catch species increased as the mesh sizes were increased. For mesh sizes of 30, 33, and 40 mm the escape rates of *C. stigmatias* were 48.3%, 59.7%, and 62.6%, respectively; the escape rates of *Parapenaeopsis tenella* are 67.0%, 68.2% and 68.7%, respectively. The selectivity parameters of *C. stigmatias* also increased as mesh sizes were increased. For the mesh sizes of 30, 33, 40 mm, the  $L_{50}$  of *C. stigmatias* were 81.858, 86.715, and 88.028 mm, respectively; while the  $SR$  were 41.097, 45.007, and 50.423 mm, respectively. Based on the results, we concluded that the effect of releasing by-catch species were not very good only by enlarging mesh sizes.

(本文编辑: 谭雪静)