

doi: 10.3969/j.issn.2095-0780.2017.01.014

南海区康氏马鲛流刺网最小网目尺寸的初步研究

杨炳忠, 杨 吝, 谭永光, 张 鹏, 晏 磊, 陈 森, 李 杰

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 农业部南海渔业资源开发利用重点实验室, 广东 广州 510300)

摘要:为促进南海马鲛流刺网渔业的可持续发展和渔业资源的合理利用, 于 2012 年和 2015 年分别进行了马鲛流刺网渔获组成和选择性试验。运用相对重要性指数 (IRI) 评价刺网的渔获组成, 并在 SELECT 模型 (share each length catch total) 的架构下, 利用正态分布 (Normal) 和双峰分布 (Bi-normal) 概率方程计算刺网对康氏马鲛 (*Scomberomorus commersoni*) 的选择性; 进一步结合康氏马鲛的最小可捕规格, 探讨南海区马鲛流刺网的最小网目尺寸。结果表明, 康氏马鲛是南海马鲛流刺网最重要的渔获种类, 其 2012 年和 2015 年 IRI 值分别为 9 472.00 和 14 363.02; 调查试验共捕获康氏马鲛 295 尾, 其中 2012 年康氏马鲛的众数叉长组为 751~800 mm (占 32.52%), 2015 年康氏马鲛的 2 个众数叉长组分别为 501~550 mm 和 701~750 mm; 正态分布模型估算的选择性众数相对叉长为 6.961; 双峰分布估算的 2 个众数相对叉长值分别为 4.440 和 6.728; 根据模型残差值的大小, 认为双峰分布的拟合效果较好; 将康氏马鲛可捕规格定为 380 mm 的前提下, 建议南海马鲛流刺网的最小网目尺寸可暂定为 120 mm。

关键词: 流刺网; 康氏马鲛; 最小网目尺寸; 最小可捕规格; SELECT 模型

中图分类号: S 972.11

文献标志码: A

文章编号: 2095-0780-(2017)01-0110-07

Preliminary study on minimum mesh size of gillnet for *Scomberomorus commersoni* in the South China Sea

YANG Bingzhong, YANG Lin, TAN Yongguang, ZHANG Peng, YAN Lei, CHEN Sen, LI Jie

(Key Lab. of South China Sea Fishery Resources Exploitation & Utilization, Ministry of Agriculture; South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: To maintain sustainable development of gillnet fishery for *Scomberomorus commersoni* and to protect fisheries resources, we conducted the fishery survey and selectivity experiments in 2012 and 2015. The index of relative importance (IRI) was used to evaluate the fished species of the gillnet fisheries. Based on the SELECT (share each length catch total) method, both Normal and Bi-normal models were used to calculate the selectivity of gillnets for *S. commersoni*. Finally, with consideration of the minimum landing size of *S. commersoni*, we determined the minimum mesh size of the gillnet for *S. commersoni*. The results reveal that *S. commersoni* is the most important catch species for the fishery. Its IRI was 9 472.00 and 14 363.02 in 2012 and 2015, respectively. A total of 295 specimen of *S. commersoni* were caught. In 2012, the modal fork length groups of *S. commersoni* were 751~800 mm (accounted for 32.52%). In 2015, the first and second modal fork length groups of *S. commersoni* were 501~550 mm and 701~750 mm, respectively. The modal relative length of Normal model was 6.961. The first and second modal relative length of Bi-normal model was 4.440 and 6.728, respectively. The result of model deviance indicates that Bi-normal model is the best-fit model. Suppose that the minimum landing size of *S. commersoni* was 380 mm, the minimum mesh size of the gillnet for *S. commersoni* would be 120 mm.

收稿日期: 2015-12-07; 修回日期: 2015-02-24

资助项目: 公益性行业 (农业) 科研专项经费项目 (201203018)

作者简介: 杨炳忠 (1984-), 男, 助理研究员, 从事渔具渔法与选择性研究。E-mail: ybzaaa@163.com

通信作者: 杨 吝 (1954-), 男, 研究员, 从事渔具渔法研究。E-mail: scsfish@21cn.com

Key words: gillnet; *Scomberomorus commersoni*; minimum mesh size; minimum landing size; SELECT method

马鲛流刺网属于漂流单片刺网,是南海区常见的作业方式^[1]。南海的马鲛流刺网兴起于20世纪90年代,近年来发展势头良好^[2-3]。随着渔业资源的不断衰退,流刺网的作业优势越来越明显。与拖网之类的主动型渔具相比,流刺网能耗更低,作业渔场更灵活。马鲛流刺网的捕捞种类一般为经济价值高的中上层种类,如康氏马鲛(*Scomberomorus commersoni*)和白卜鲳(*Euthynnus yaito*)^[3]。为了防止南海马鲛流刺网的盲目发展,避免过度捕捞对马鲛渔业资源产生不良影响,相关的渔业管理措施也应提上日程。实施最小网目尺寸制度是渔业管理中最重要的重要举措之一^[4]。渔具的网目尺寸过小,会导致渔获物的幼鱼比例过高,严重损害渔业资源^[5]。

迄今中国黄渤海、东海和南海区已相继制定了拖网网囊最小网目尺寸国家标准(GB 11779—2005; GB 11780—2005)^[6-7]。在流刺网方面,东海、黄海和渤海也制定过一些行业标准(SC 4008—1983; SC 4010—1983)^[8-9]。但是,有关南海区流刺网最小网目尺寸的研究或标准尚未见报道。2013年,农业部以通告的形式对南海流刺网的最小网目尺寸作出了相关规定。根据该通告,南海马鲛流刺网网目尺寸只要大于50 mm即为合格。但根据笔者渔具调查的资料,目前南海区大部分马鲛流刺网的网目尺寸均超过100 mm。因此,有必要针对南海区马鲛流刺网开展专门的选择性研究,为南海区马鲛渔业资源的合理利用制定更为科学的最小网目尺寸标准。文章根据2012年和2015年南海马鲛流刺网渔获组成、选择性试验的相关调查数据,结合目标种类的最小可捕规格(minimum landing size, MLS),分析探讨了马鲛流刺网的最小网目尺寸(minimum mesh size, MMS),旨在为南海区马鲛流刺网渔业的科学管理提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 时间与作业渔场

马鲛流刺网渔获组成和选择性试验分别于2012年和2015年进行。其中渔获组成调查时间为2012年4月和11月,选择性试验时间为2015年3月。调查和试验的作业渔场均为南海区海南岛东北

部渔场(111°08'E ~ 111°26'E, 20°18'N ~ 20°39'N)。渔场底质为泥沙,水深42 ~ 69 m。

1.2 渔船与渔具

渔获组成调查和选择性试验均租用广东省茂名市博贺港马鲛流刺网生产船“粤电渔42073”(船长33 m,主机功率132 kW,总吨位169 t)。船上配备船员10名及相关的导航、通信和助渔仪器。刺网调查作业的放网时间为17:30,起网时间为放网当天23:00左右,网具的平均浸泡时间为10 ~ 12 h。

2012年4月和11月渔获组成调查时所用的马鲛流刺网网目尺寸为142 mm,网衣材料为聚乙烯,双死结编织和横目使用,所用网片总数为550片。2015年3月选择性试验时所用的试验刺网共采用了6组网目尺寸,分别为80 mm、100 mm、120 mm、138 mm、142 mm和160 mm,网衣材料为聚乙烯,双死结和横目使用;网片用量为网目尺寸80 mm、100 mm和120 mm的刺网各10片,网目尺寸138 mm和142 mm的刺网各150片,网目尺寸160 mm的刺网300片,共计630片。

1.3 数据收集与分析

1.3.1 数据的收集 渔船作业(包括起网和放网)时,记录基本参数包括经纬度、时间、渔场水深等。当渔获物从刺网上摘取后,对全部渔获进行生物学测量,主要包括体长(叉长)、体周长(包括刺挂部位和最大体周长处)、体质量等。长度测量精确到0.1 mm,质量测量精确到0.1 g。

1.3.2 数据分析 选择相对重要性指数(index of relative importance, IRI)分析渔获组成的优势种类。在SELECT模型(share each length catch total)^[10-12]的基本架构下,用常见的正态分布概率方程(Normal)和双峰分布概率方程(Bi-normal)估算选择性参数,并拟合选择性曲线。

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

式中 N 表示某一渔获种类的尾数百分比; W 表示质量百分比; F 表示出现频率百分比^[13]。

假设叉长为 l_j 的康氏马鲛被网目尺寸为 m_i 的刺网捕获的数量(c_{ij})由 p_i 、 λ_j 和 $s(R_{ij})$ 决定,则:

$$c_{ij} = p_i \lambda_j s(R_{ij}) \quad (2)$$

其中 p_i 为刺网对康氏马鲛的相对作业强度,

由模型估算得出, 且 $\sum_{i=1}^k p_i = 1$, 其中 k 为所用网目的总数; λ_j 为康氏马鲛对刺网的接触数量, 可视作为常数项; $s(R_{ij})$ 为刺网对康氏马鲛的选择率, $0 < s(R_{ij}) \leq 1$ 。

正态分布 $s(R_{ij})$ 的计算公式为:

$$s(R_{ij}) = \exp\left[-\frac{(R_{ij} - R_0)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (3)$$

式中 R_{ij} 为相对叉长, $R_{ij} = l_j/m_i$; R_0 为最大值选择率(1.0)的相对众数叉长; σ 为决定选择性曲线宽度的参数。

双峰分布 $s(R_{ij})$ 的计算公式为:

$$s(R_{ij}) = \frac{1}{\delta} \left[\exp\left(-\frac{(R_{ij} - R_a)^2}{2\sigma_a^2}\right) + \omega \exp\left(-\frac{(R_{ij} - R_b)^2}{2\sigma_b^2}\right) \right] \quad (4)$$

式中 R_a 和 R_b 分别为第一和第二选择率峰值点的相对众数叉长; σ_a 和 σ_b 分别为决定选择性曲线宽度的参数; ω 为质量因子, 决定选择率第二峰值的高度; δ 为级别常数。

根据多项分布的联合概率, 选择性参数和相对作业强度(p_i)可通过极大似然估计算法进行估算:

$$\log_e L = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k [c_{ij}(p_i s(R_{ij}) / \sum_{i=1}^k p_i s(R_{ij}))] \quad (5)$$

式中 n 表示康氏马鲛的叉长组数, k 为刺网的网目数量。

式(5)的求解用 Excel 2010 中的“规划求解”功能实现^[12,14-15]。马鲛刺网最小网目尺寸的计算方法为主捕对象的最小可捕规格值代入选择性曲线, 以刺网对主捕对象最小可捕规格值选择率为 20% 作为参考点, 推断最小网目尺寸。

2 结果

2.1 渔获组成

2012 年 4 月和 11 月马鲛刺网渔获物共 329 尾, 总质量 835.83 kg, 其中康氏马鲛分别占渔获总数和总质量的 37.39% 和 57.33%; 2015 年 3 月马鲛刺网渔获物共 225 尾, 总质量 651.73 kg, 康氏马鲛分别占渔获总数和总质量的 76.44% 和 67.19%。渔获数量较多的前 5 个种类的渔获情况统计见表 1。2012 年和 2015 年康氏马鲛的 IRI 值分别为 9 472.00 和 14 363.02。由此可知, 康氏马鲛是马鲛流刺网最重要的渔获物。2012 年和 2015 年的渔获组成中, 康氏马鲛的出现频率均为 100% (表 1)。

表 1 马鲛流刺网主要渔获统计

Tab. 1 Main catch species of gillnet for *S. commersoni*

时间 time	种类 species	数量/尾 number	质量/g weight	数量百分比/% ratio of number	质量百分比/% ratio of weight	出现频率/% occurrence frequency	相对重要性指数 IRI
2012	康氏马鲛 <i>S. commersoni</i>	123	479 215	37.39	57.33	100.00	9 472.00
	白卜鲷 <i>Euthynnus yaito</i>	77	193 875	23.40	23.20	80.00	3 727.98
	乌鲳 <i>Formio niger</i>	40	19 095	12.16	2.28	100.00	1 444.26
	大眼金枪鱼 <i>Thunnus obesus</i>	25	51 095	7.60	6.11	40.00	548.47
	单角革鲀 <i>Alutera monoceros</i>	17	9 455	5.17	1.13	40.00	251.94
	其他种类 other	47	83 095	14.29	9.94		
	合计 total	329	835 830				
2015	康氏马鲛 <i>S. commersoni</i>	172	437 870	76.44	67.19	100.00	14 363.02
	白卜鲷 <i>Euthynnus yaito</i>	9	17 350	4.00	2.66	66.67	444.17
	单角革鲀 <i>Alutera monoceros</i>	9	12 370	4.00	1.90	66.67	393.22
	大眼金枪鱼 <i>Thunnus obesus</i>	8	15 240	3.56	2.34	33.33	196.45
	斑点马鲛 <i>S. guttatus</i>	5	11 680	2.22	1.79	66.67	267.64
	其他种类 other	22	157 220	9.78	24.12		
	合计 total	225	651 730				

2.2 康氏马鲛的生物学特性

2012年和2015年调查试验共捕获康氏马鲛295尾,其叉长分布见图1。其中,2012年康氏马鲛的众数叉长组为751~800 mm(占32.52%);2015年康氏马鲛叉长分布存在2个众数组,分别为501~550 mm(占29.07%)和701~750 mm(占15.12%)。康氏马鲛叉长(L)与最大体周长(G)的线性回归方程为 $G = 0.319\ 5L + 86.774$ ($R^2 =$

0.818 5)(图2)。

2.3 选择性参数的估算

表2为根据模型估算的刺网选择性参数。正态分布模型估算的选择性众数相对叉长为6.961,双峰分布估算的2个众数相对叉长分别为4.440和6.728。由于双峰分布模型的模型残差值相对较小,因此将其视为最佳模型。正态分布和双峰分布模型拟合的选择性曲线见图3和图4。

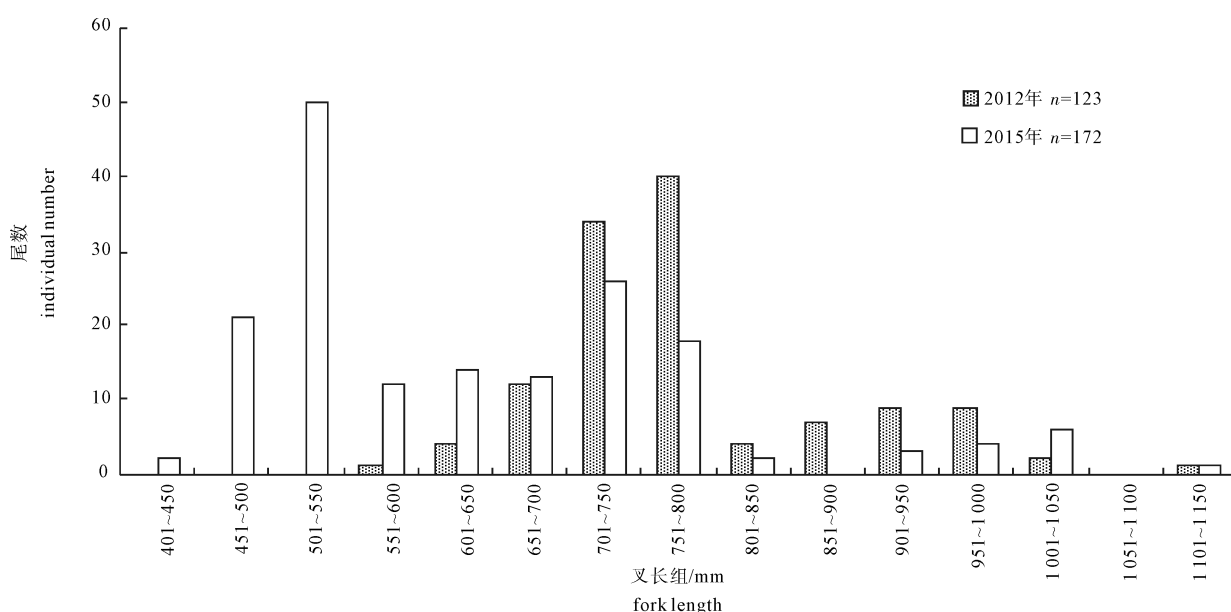


图1 康氏马鲛叉长分布图

Fig. 1 Distribution of fork length of *S. commersoni*

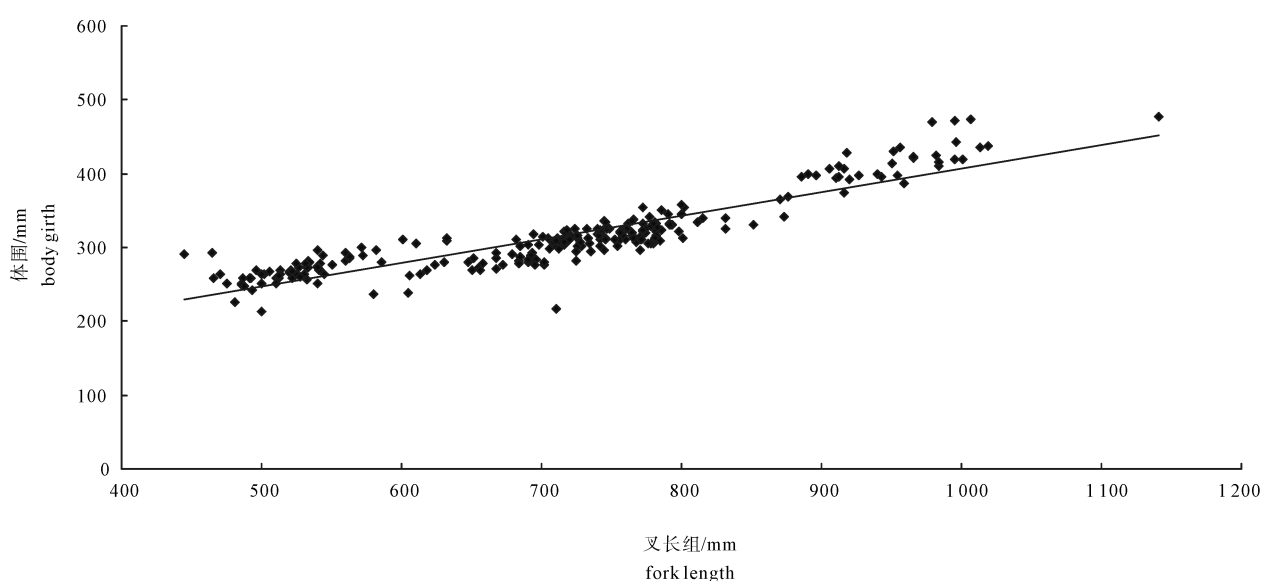


图2 康氏马鲛叉长与体围的线性回归

Fig. 2 Relationship between fork length and maximum body girth of *S. commersoni*

表 2 刺网对康氏马鲛的选择性参数

Tab. 2 Selectivity parameters of gillnets to *S. commersoni*

模型 model	参数 parameter				最大对数尤度 maximum log-likelihood	自由度 degree of freedom	模型残差 model deviance
	$R_0(R_a, R_b)$	$\sigma(\sigma_a, \sigma_b)$	η, w	δ			
正态分布 Normal	6.961	1.598			-236.9	68	103.09
双峰分布 Bi-normal	4.440	0.676	0.730	1.352	-233.5	64	94.75
	6.728	1.815					

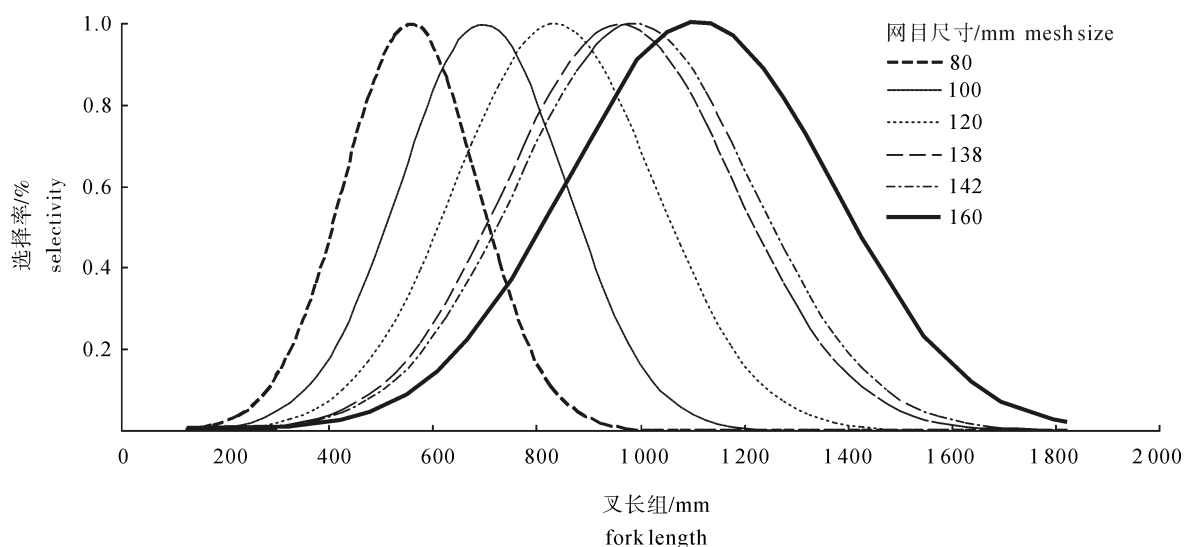


图 3 正态分布模型拟合的选择性曲线

Fig. 3 Selectivity curve of Normal model

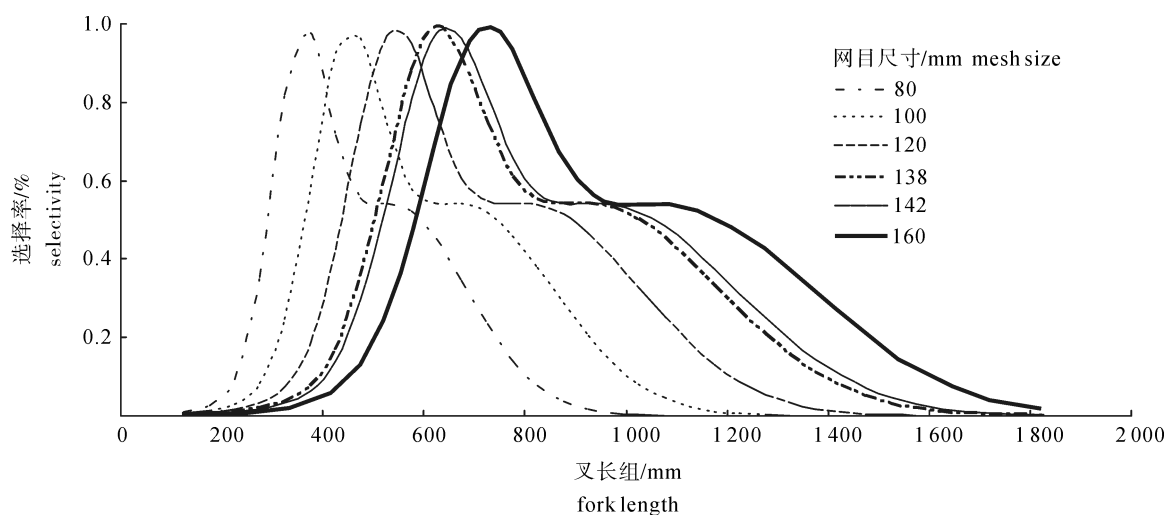


图 4 双峰分布模型拟合的选择性曲线

Fig. 4 Selectivity curve of Bi-normal model

2.4 最小网目尺寸的探讨

迄今南海区康氏马鲛的最小可捕规格还未见有相关的研究或标准报道。考虑到蓝点马鲛

(*S. niphonius*) 与康氏马鲛分类地位相近、体型相似, 且蓝点马鲛的最小可捕规格为 380 mm (叉长), 因此该研究将南海区康氏马鲛的最小可捕规

格暂定为 380 mm^[19-20]。正态分布模型中,网目尺寸为 80 mm、100 mm、120 mm、138 mm、142 mm 和 160 mm 的刺网对叉长 380 mm 的康氏马鲛选择率分别为 38.39%、14.12%、5.96%、3.12%、2.74% 和 1.63%;双峰分布模型中,网目尺寸为 80 mm、100 mm、120 mm、138 mm、142 mm 和 160 mm 的刺网对叉长 380 mm 的康氏马鲛选择率分别为 96.37%、61.96%、20.44%、8.22%、6.94% 和 3.74%。以康氏马鲛最小可捕规格值的选择率为 20% 作为参考点,建议南海区马鲛刺网最小网目尺寸暂定为 120 mm。

3 讨论

渔获物组成分析表明,南海马鲛刺网的主要渔获是康氏马鲛、白卜鲳等中上层鱼类,与杨炳忠等^[3,16]的分析结果相似。但 2015 年的选择性试验发现,马鲛刺网还能捕获个体较大的底层鱼类海鳗 (*Muraenesox cinereus*),这与马鲛刺网主尺度(纵向)较大有关。马鲛刺网的纵向拉直长度基本与作业水深相当,加上浮沉力的配备,使得网片很接近海底,所以能捕捞到渔场的底层鱼类。这些捕获的海鳗肛长均大于 800 mm,有些肛长甚至达到 1 200 mm,远远超过南海区海鳗 340 mm 的最小可捕规格^[17]。所以,马鲛刺网作业对海鳗资源的影响不大。

2012 年康氏马鲛的叉长分布与 2015 年的有较大差异。其原因除了与作业渔场和时间差异有关外,还与网目尺寸大小相关。2012 年渔船使用的刺网网目尺寸为 142 mm;2015 年渔船使用了 6 种网目尺寸的刺网进行作业。刺网是一种选择性极强的渔具,其渔获物的体长一般均在“20% 理论”范围内^[18]。2015 年选择性试验中有 4 种刺网网目尺寸均小于 142 mm。表面看来,选择性试验中各网目尺寸刺网的网片数量差异较大。网目尺寸为 80 mm、100 mm 和 120 mm 的刺网各 10 片;网目尺寸为 138 mm、142 mm 和 160 mm 的刺网数量均超过 100 片。但是,由于 SELECT 模型是基于几何相似原理,将各网目尺寸的刺网看作是一个整体。另外,由于康氏马鲛是一种游泳能力很强的中上层种类。因此,各网目尺寸刺网间的数量差异对选择性研究的结果影响不大。

从专业技术层面而言,制定海洋渔具的最小网目尺寸主要取决于两方面:1)渔具与捕捞对象的

相互关系,即渔具选择性,可用选择性曲线表示;2)捕捞对象的最小可捕规格。文章通过比较渔获组成、拟合选择性曲线,估算了刺网对康氏马鲛的选择性参数。但目前康氏马鲛的最小可捕规格还未见相关的报道。浙江省将蓝点马鲛的最小可捕规格定为 380 mm(叉长)^[19]。康氏马鲛与蓝点马鲛在分类上同科、同属,体型也相似^[20]。因此,该研究将南海区康氏马鲛的最小可捕规格暂定为 380 mm(叉长)。以刺网对 380 mm 康氏马鲛的选择率为主要参考,兼顾渔业执法、检查和制作网具的考虑,建议将南海区马鲛刺网的最小网目尺寸定为 120 mm。

文章通过渔获组成、生物学分析和选择性参数,将南海区马鲛刺网的最小网目尺寸定为 120 mm。该结论与东海、黄渤海区马鲛刺网的最小网目尺寸标准 90 mm 差异较大^[8]。南海区马鲛刺网的主捕种类为康氏马鲛,东海、黄渤海的马鲛刺网主捕对象为蓝点马鲛^[21]。康氏马鲛和蓝点马鲛均为中上层种类,分类上同属鲛科、马鲛属,体型也较为接近^[20]。但是,南海马鲛流刺网的网线材料、渔具主尺度与东海和黄渤海的马鲛刺网有一定的差异。如南海马鲛流刺网的网线材料为乙纶(PE)捻线,东海、黄渤海的马鲛刺网网衣材料为锦纶(PA)单丝;南海马鲛流刺网的主尺度比东海、黄渤海的大^[1,22-23]。另外,各海区渔场的潮流、水深等环境因子也存在差异。

尽管实施渔具的最小网目尺寸对保护海洋渔业资源有着至关重要的作用,但目前中国关于渔具最小网目尺寸的相关研究还很少^[24-26]。制定渔具最小网目尺寸是一个系统工程,不但涉及到渔具渔法、选择性、鱼类行为和生物学特性等方面,还需要考虑资源利用的经济性^[27]。渔具最小网目尺寸定的过小不利于渔业资源的保护,定的过大会使刺网的渔获率下降,影响资源利用的经济性。另外,由于捕捞对象的最小可捕规格也是制定渔具最小网目尺寸的重要依据之一,故有必要对南海区康氏马鲛的最小可捕规格进行更为详细的研究,为南海马鲛刺网最小网目尺寸的制定提供更为全面的参考依据。

参考文献:

- [1] 杨吝,卢伙胜,吴壮,等.南海区海洋渔具渔法[M].广州:广东科技出版社,2002:13-28.

- [2] 张鹏, 杨齐, 张旭丰, 等. 刺网网目尺寸对南海区金线鱼选择性研究[J]. 南方水产, 2005, 1(2): 61-66.
- [3] 杨炳忠, 杨齐, 谭永光, 等. 南海北部马鲛流刺网渔获组成初步分析[J]. 南方水产科学, 2013, 9(1): 16-21.
- [4] 张鹏, 杨齐, 张旭丰, 等. 南海区金线鱼刺网网目选择性[J]. 中国水产科学, 2010, 17(5): 1085-1093.
- [5] 于秀娟. 实施最小网目尺寸标准保护和合理利用渔业资源[J]. 中国水产, 2003(7): 74-80.
- [6] 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. 南海区拖网网囊最小网目尺寸(GB 11780—2005)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005: 1-2.
- [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. 东海、黄海区拖网网囊最小网目尺寸(GB 11779—2005)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005: 1-2.
- [8] 中华人民共和国农牧渔业部. 蓝点马鲛流刺网最小网目尺寸(SC 4010—1983)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1983: 1-2.
- [9] 中华人民共和国农牧渔业部. 银鲳流刺网最小网目尺寸(SC 4008—1983)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1983: 1-2.
- [10] MILLAR R B. Estimating the size-selectivity of fishing gear by conditioning on the total catch [J]. J Am Stat Assoc, 1992, 87(420): 962-968.
- [11] MILLAR R B, FRYER R J. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, and hooks [J]. Rev Fish Biol Fish, 1999, 9(1): 89-116.
- [12] FUJIMORI Y, TOKAI T. Estimation of gillnet selectivity curve by maximum likelihood method [J]. Fish Sci, 2001, 67(4): 644-654.
- [13] 程济生. 黄海无脊椎动物资源结构及多样性[J]. 中国水产科学, 2005, 12(1): 68-75.
- [14] 東海 正. MS-Excelのソルバーによる曳網の網目選択性 Logistic 式パラメータの最尤推定[J]. 水産海洋研究, 1997, 61(3): 288-298.
- [15] 東海 正, 三橋延史. 比較操業実験から選択性曲線を求める SELECTモデルについて[J]. 水産海洋研究, 1998, 62(3): 235-247.
- [16] 杨炳忠, 杨齐, 谭永光, 等. 马鲛体型特征与网目尺寸关系的初步探讨[J]. 南方水产科学, 2013, 9(5): 120-125.
- [17] 陈丕茂. 南海北部主要捕捞种类最适开捕规格研究[J]. 水产学报, 2004, 28(4): 393-400.
- [18] HAMLEY J M. Review of gillnet selectivity [J]. J Fish Res Bd Can, 1975, 32(2): 1943-1969.
- [19] 浙江省质量技术监督局. 重要海洋渔业资源可捕规格及幼鱼比例(DB 33/T 949—2014)[S]. 杭州: 浙江省质量技术监督局, 2015: 1-14.
- [20] 成庆泰, 郑葆珊. 中国鱼类系统检索[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 417-419.
- [21] 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[J]. 水产学报, 2014, 38(2): 289-296.
- [22] 孙中之, 周军, 黄六一, 等. 黄渤海区渔具通论[M]. 北京: 海洋出版社, 2014: 60-61.
- [23] 王鲁民, 俞国平, 黄洪亮, 等. 东海区海洋捕捞渔具渔法与管理[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2012: 26-27.
- [24] 杨齐, 张旭丰, 谭永光. 南海区拖网方目网囊选择性试验[J]. 湛江海洋大学学报, 2002, 22(4): 44-51.
- [25] 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.
- [26] 孙满昌, 张健, 樊伟. 吕四渔场虾桁拖网最小网目尺寸的研究[J]. 海洋渔业, 2002, 24(3): 120-124.
- [27] PSUTY-LIPSKA I, MADSEN N, DRAGANIK B, et al. Gill net selectivity for perch (*Perca fluviatilis*) in the Szczecin Lagoon, Poland [J]. Fish Res, 2006, 80(2/3): 339-344.