

DOI: 10.3724/SP.J.1118.2019.18255

不同尺寸网目与缩结系数对许氏平鲈的选择性

唐衍力, 张武浩, 刘岳, 刘长东

中国海洋大学水产学院, 山东 青岛 266003

摘要: 为探究不同尺寸网目及缩结系数对许氏平鲈(*Sebastes schlegelii*)的选择性, 本研究基于实验水槽中的套网法试验, 测得许氏平鲈的生物学特征参数, 采用 Logistic 模型曲线拟合得到不同尺寸网目及缩结系数对许氏平鲈的选择性曲线, 并用极大似然法估算选择性参数。结果表明: 网目尺寸为 63 mm、82 mm、93 mm 时, 许氏平鲈的 50% 选择性体长(L_{50})分别为 18.49 cm、23.90 cm、25.12 cm, 选择范围(SR)分别为 3.18、3.6、3.85, 选择因素(SF)分别为 2.93、2.91、2.70, 随着网目尺寸的增大, 许氏平鲈的 L_{50} 、SR 逐渐增大, SF 逐渐减小; 当 82 mm 网目的缩结系数(E_t)分别为 0.5、0.6、0.707 时, 许氏平鲈的 50% 选择性体长(L_{50})分别为 21.47 cm、23.90 cm、22.02 cm, 选择范围(SR)分别为 3.23、3.6、3.38, 选择因素(SF)分别为 2.65、2.91、2.68, 随着网目缩结系数的增大, 许氏平鲈的 L_{50} 、SR、SF 先增大后减小, 在 E_t 为 0.6 时均达到最大。为保护许氏平鲈幼鱼资源, 建议在鱼礁区使用网目规格为 70 mm, E_t 为 0.6 的笼壶渔具进行捕捞。

关键词: 许氏平鲈; 网目尺寸; 缩结系数; 选择性

中图分类号: S972

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2019)03-0586-06

许氏平鲈(*Sebastes schlegelii*)又称黑鲷, 在中国黄海、东海均有分布, 属于冷水性底层鱼类, 常栖息于近海岩礁地带、无远距离洄游习性^[1]。许氏平鲈营养丰富, 味道鲜美, 也是人工鱼礁区的主要经济物种。许氏平鲈在鱼礁区一般用笼壶渔具和钓渔具等进行捕获。但是, 渔民在鱼礁区用于诱捕许氏平鲈的鱼笼网具网目过小, 选择性较差, 幼鱼占有比重较大, 兼捕问题严重, 对人工鱼礁区渔业资源造成较严重的影响。

改善网具对捕捞对象的选择性, 实现渔业的选择性捕捞是减轻渔业兼捕和丢弃问题、保护渔业资源的主要手段之一^[2]。世界许多渔业发达国家对渔具网目尺寸都有规定, 国外许多学者对网囊网目尺寸选择性进行了研究^[3-7]。近年来, 国内学者对拖网和张网网囊网目尺寸选择性及选择性装置进行研究较多^[8-11], 而对笼壶类渔具选择性研究较少, 且主要在实验室内进行。张鹏等^[12]通

过日本蟳(*Charybdis japonica*)入笼行为及其地笼网逃逸口的选择性实验, 为莱州朱旺人工鱼礁区日本蟳的合理捕捞提供了可行性建议; 刘永虎等^[13]通过室内实验的方法进行了大泷六线鱼(*Hexagrammos otakii*)鱼笼网具网目选择性研究, 提出捕捞大泷六线鱼的最适网目尺寸, 并通过改良的鱼笼网具对獐子岛人工鱼礁区大泷六线鱼生长特性进行了研究。

目前国内对许氏平鲈的研究主要涉及其在人工鱼礁区的分布及生长特性^[14-15]、人工鱼礁对其诱集的效果^[16]、繁殖和幼体发育^[17-19]等, 而关于捕捞许氏平鲈笼壶类渔具的最适网目尺寸及缩结系数的选择性研究未见报道, 本研究通过在实验室模拟套网法, 研究不同尺寸网目及缩结系数对许氏平鲈的选择性, 研究结果可为许氏平鲈最适网目尺寸和缩结系数的制定提供理论基础, 为合理开发和保护许氏平鲈资源提供技术参考。

收稿日期: 2018-10-24; 修订日期: 2018-12-04.

基金项目: 山东省海洋与渔业科技创新项目(2017HYCX007).

作者简介: 唐衍力, 教授, 主要从事选择性渔具渔法、人工鱼礁与海洋牧场方面研究. E-mail: tangyanli@ouc.edu.cn

1 材料与方法

1.1 实验水槽

实验水槽规格为 380 cm×200 cm×110 cm, 水槽外侧中部有一透明窗口, 可近距离观察鱼在水槽里的行为及逃逸情况。实验用水为海水, 水深 60 cm, 水温 16.2~18.1℃, 盐度 31~33, pH 值 7.0~7.2, 实验前对水槽进行消毒处理。

1.2 实验样本

实验样本为采捕于青岛近海的野生许氏平鲈, 共计 142 尾, 体长 11.0~30.7 cm, 体重 32.38~532.18 g, 以 1 cm 间隔划分体长组, 统计各个体长组的尾数分布如图 1 所示, 实验开始前将许氏平鲈在水槽暂养 1 周。

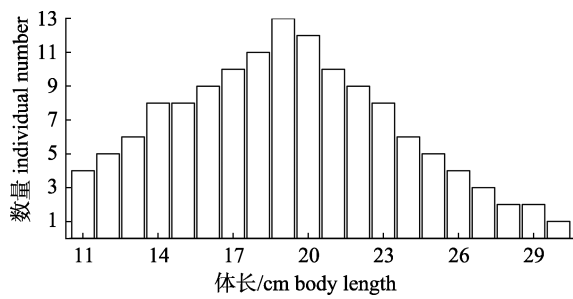


图 1 许氏平鲈体长分布
Fig. 1 The body length distribution of *Sebastes schlegelii*

1.3 实验方法

实验网具(图 2)由框架和网衣组成, 框架为不锈钢材料, 其尺寸为 100 cm×100 cm×60 cm; 网衣为聚乙烯网片, 其网目尺寸分别为 63 mm、82 mm 和 93 mm, 并将其按照一定的缩结系数编织在框架上。本实验共设计 5 个实验网具, 其参数如表 1 所示, 分别研究不同网目尺寸及缩结系数对许氏平鲈的选择性。实验过程中, 将网具放入水槽, 然后把所有的许氏平鲈放入实验网具内, 通过监控观察许氏平鲈在网具中的行为及逃逸情况, 并记下许氏平鲈的逃逸尾数, 12 h 后取出逃逸的许氏平鲈, 对其进行生物学测定, 间隔 24 h 后进行另外一个网目规格的网具实验, 每个网目规格网具实验均重复 3 次。

1.4 选择性分析方法

(1)选择性曲线模型。选择性研究证明选择性曲线一般为 S 形^[20], 与逻辑斯蒂曲线相近, 本实

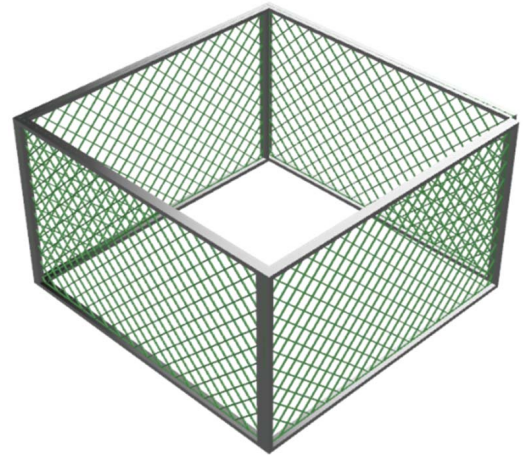


图 2 实验网具结构示意图
Fig. 2 Structure diagram of the experimental gears

表 1 实验网具网目尺寸及缩结系数
Tab. 1 Mesh sizes and hanging ratios of the experimental gears

网目尺寸/mm mesh size	缩结系数(E_i) hanging ratio		
	0.5	0.6	0.707
63		+	
82	+	+	+
93		+	

验采用拖网类选择性 Logistic 曲线^[20]作为研究网目尺寸选择性的数学模型, 其选择性曲线表达式为:

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

式中, S_l 为网具对许氏平鲈的选择率; l 为许氏平鲈的特征体长(cm); a 、 b 为选择性参数。主要选择性指标表达式为:

$$L_{50} = -\frac{a}{b}; \text{SR} = L_{75} - L_{25} = \frac{2 \ln 3}{b}; \text{SF} = \frac{L_{50}}{m} \tag{2}$$

式中, L_{50} 、 L_{75} 、 L_{25} 分别为 50%、75% 和 25% 时对应的许氏平鲈体长(cm); SR 为选择范围(cm); SF 为选择因素; m 为网目尺寸(cm)。

(2) 模型参数估计: 采用极大似然法^[21]估算模型参数 a 、 b , 样本的似然函数可表达为:

$$l(i) = \ln(L) = \sum_i \{N_{mi} \cdot \ln[r(l_i)] + N_{ci} \cdot \ln[1 - r(l_i)]\} \tag{3}$$

式中, N_{mi} 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; i 为待估参数; r 为选择率; l_i 为 i 体长组特征体长。

通过 R 软件“stats”包的 nlm 函数构建选择方程, 并求解未知参数。

2 结果与分析

2.1 许氏平鲈形体特征

鱼类的形体特征是确定网目尺寸的重要依据。在本实验中分别测定了许氏平鲈的体长、体重。经线性回归分析,得出体长(L)与体重(W)的关系曲线(图 3),其回归方程为:

$$W=1.33\times 10^{-5}L^{3.316} \left(R^2=0.948\right)$$

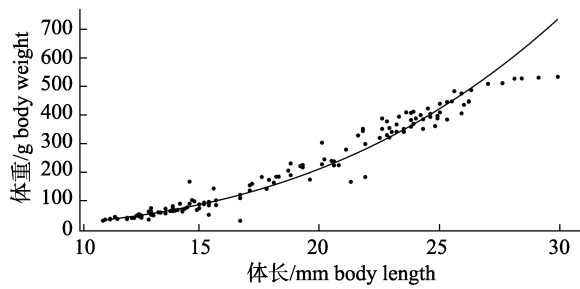


图 3 许氏平鲈体长-体重回归曲线
Fig. 3 Regression curve of body weight and body length of *Sebastes schlegelii*

2.2 不同尺寸网目对许氏平鲈的选择性

2.2.1 选择性指标 基于 Logistic 模型和极大似然评估方法,求得未知参数 a 、 b 和各选择性参数如表 2 所示。 L_{50} 和 SR 随着网目尺寸的增大而增大,而 SF 随着网目尺寸的增大而减小。

表 2 不同尺寸网目对许氏平鲈的选择性指标
Tab. 2 Selective parameters of *Sebastes schlegelii* with different mesh sizes

网目尺寸/mm mesh size	选择性指标 selective parameter				
	a	b	L_{50}/cm	SR/cm	SF
62	-12.76	0.69	18.49	3.18	2.93
83	-14.85	0.61	23.90	3.60	2.91
92	-14.31	0.57	25.12	3.85	2.70

2.2.2 选择性曲线 根据 Logistic 模型及实验数据,求出不同尺寸网目对许氏平鲈的选择性曲线如图 4~6 所示。当网目尺寸为 63 mm 时,鱼体长 $l=13\sim 21$ cm 时,选择率随着体长的增加而增大, $l=22$ cm 时,选择率为 1。当网目尺寸为 82 mm, $l=17\sim 26$ cm 时,选择率随体长的增加而增大; $l>26$ cm 时,体长选择率为 1。当网目尺寸为 93 mm, $l=21\sim 27$ cm 时,选择率随体长的增加而增大, $l>27$ cm 时,选择率为 1。

研究发现,对于同一体长组的许氏平鲈,网

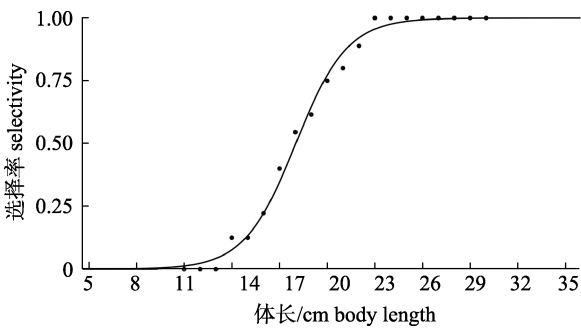


图 4 63 mm 网目对许氏平鲈的选择性曲线
Fig. 4 Selectivity curve of *Sebastes schlegelii* for 63 mm mesh size

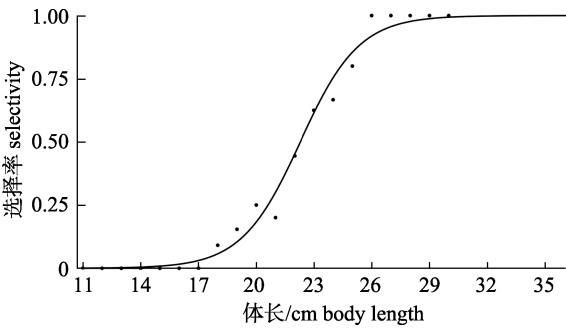


图 5 82 mm 网目对许氏平鲈的选择性曲线
Fig. 5 Selectivity curve of *Sebastes schlegelii* for 82 mm mesh size

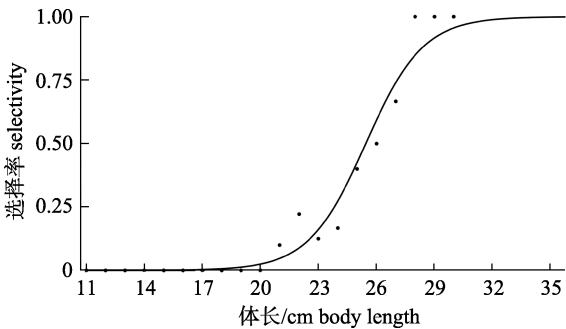


图 6 93 mm 网目对许氏平鲈的选择性曲线
Fig. 6 Selectivity curve of *Sebastes schlegelii* for 93 mm mesh size

目尺寸越大,选择率越低;选择性曲线的 L_{50} 指标随着网目的增大而出现右移的趋势。

2.2.3 L_{50} 与网目尺寸的关系 拖曳性渔具不同尺寸网目的选择体长(L_{50})与网目尺寸的关系为线性关系^[22],对 3 种不同网目尺寸下许氏平鲈的 L_{50} 与其对应的网目尺寸进行一元线性回归,求得许氏平鲈的 L_{50} 与网目尺寸(m)的线性回归方程如下:

$$L_{50}=0.228m+4.414 \left(R^2=0.9617\right)$$

2.3 不同缩结系数对许氏平鲈的选择性

2.3.1 选择性指标 不同的缩结系数(E_t)对许氏平鲈的选择性指标如表 3 所示。 L_{50} 和 SR 随着缩

结系数的增大, 先增大后减小, 在缩结系数为 0.6 时达到最大。缩结系数为 0.6 时, b 值最小, 导致其选择范围和选择系数较大。

表 3 不同缩结系数对许氏平鲈的选择性指标
Tab. 3 Selective parameters of *Sebastes schlegelii* with different hanging ratios

缩结系数 hanging ratio, E_t	选择性指标 selective parameter				
	a	b	L_{50}/cm	SR/cm	SF
0.5	-14.59	0.68	21.47	2.23	2.65
0.6	-14.57	0.61	23.90	3.60	2.91
0.707	-14.22	0.65	22.02	3.38	2.68

2.3.2 选择性曲线 3 种不同缩结系数(E_t)的选择性曲线大致相同(图 7), 选择率都是随着体长的增加而逐渐增大, 直至到 1。不同缩结系数会对选择性曲线产生影响, 当缩结系数为 0.5 时, 其选择率在三者当中最先达到 1, 选择性曲线最为陡峭, 而缩结系数为 0.6 时, 选择性曲线坡度最缓, 且 L_{50} 为三者之中最大。

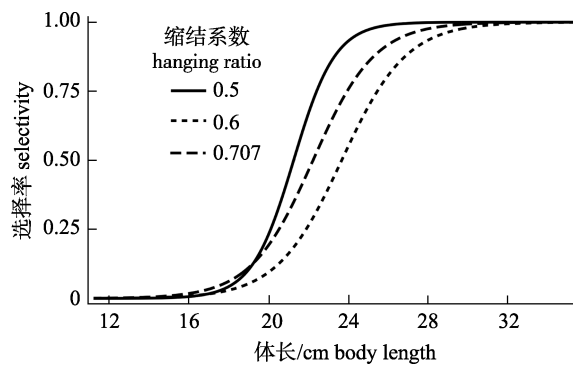


图 7 不同缩结系数网目对许氏平鲈选择性曲线
Fig. 7 Selectivity curve of *Sebastes schlegelii* for meshes with different hanging ratios

3 讨论

套网法是张网、拖网等渔具常用的选择性实验方法^[23], 其原理是套网网目尺寸很小, 并假设可全部捕获从网囊逃逸出的鱼。其优点是操作简单, 实验费用低。但是由于套网对实验网囊产生的覆盖效应, 套网法对渔具选择性的研究也会产生不利影响。但本实验中, 将水槽看成“套网”, 由于其“套网”相对于实验网具较大, 可以忽略“面罩”效应。本实验在选择性参数估算方面, 采用的极大似然估计法^[21], 相比于最小二乘法具有样本

量小也可以估算出较为准确结果的优势, 另外, 实验数据样本误差无需符合正态分布, 所以, 极大似然法在本实验中是可行的。

网衣缩结系数(E_t)主要运用于拖网、围网、刺网以及网箱等的剪裁与装配, 目前国内对网具缩结系数与网衣用量、下纲沉降速度之间的关系, 以及不同网片水平缩结系数在不同流速下, 对网片的阻力性能和运动变化等水动力性能进行了研究^[25-26]。本实验参照庄鑫等^[27]网目缩结系数对拖网网囊的选择性影响, 分别将缩结系数设置成 0.707、0.6 和 0.5, 来研究同一网目尺寸(82 mm)的不同缩结系数对许氏平鲈选择性的影响。实验结果表明, 50%的选择体长随着缩结系数的增大而先增大后减小, 在缩结系数为 0.6 时达到最大, 这与庄鑫等^[27]研究中得出随着缩结系数的减小而选择性物种的 50%选择体长增大的结果是一致的。而与黄洪亮等^[26]菱形网片的阻力在水平缩结范围内, 随着缩结系数增大而逐渐减小的结论是不同的。这是由于许氏平鲈体型呈纺锤形, 当缩结系数由 0.5 增大到 0.6 时, 网目形状跟许氏平鲈体型相似, 逃逸鱼的数量会增大; 在缩结系数由 0.6 增大到 0.707 时网目形状变为方形, 同一体长组的鱼的逃逸数量出现减少现象。

本实验网目尺寸参照刘永虎等^[13]大泷六线鱼选择性网目尺寸以及许氏平鲈性成熟体长, 将网目尺寸设置成市场上常见的尺寸大小, 即 50 mm、63 mm、82 mm、93 mm 和 112 mm 等 5 种规格, 预实验过程中发现 50 mm 和 112 mm 网目尺寸基本无选择性, 所以对 63 mm、82 mm 和 93 mm 的网目进行了重点研究。实验发现许氏平鲈的选择性体长跟网目尺寸有直接的关系, 即随着网目尺寸的增大, 选择性体长也随之增大。但当鱼体长在 11~13 cm 范围内时, 3 种网目尺寸的渔具均未显现出差异性, 即体长在 11~13 cm 的鱼全部发生逃逸。随着网目尺寸的增大, 许氏平鲈的 L_{50} 、SR 逐渐增大, SF 逐渐减小, 这与唐衍力等^[24]对星康吉鳗选择性研究结果一致。许氏平鲈第一次性成熟的年龄在 2~3 龄, 体长 200 mm 左右^[17]。通过许氏平鲈 50%选择性体长与网目尺寸的关系, 得出许氏平鲈最适网目尺寸为 68.35 mm。实验结果大

大泷六线鱼最适网目尺寸(60 mm)^[13],大泷六线鱼和许氏平鲈都属于岩礁性鱼类,体型相似,但是由于其性成熟体长不同而导致最适网目尺寸的不同。目前,市场上出售的许氏平鲈幼鱼较多,未达到可捕体长,根据本实验研究结果,建议使用网目尺寸70 mm,缩结系数(E_t)为0.6的笼壶网具最能起到保护许氏平鲈资源的作用。合适的网目尺寸既能释放和保护幼鱼,减少对其的破坏,又能保证经济鱼类的商业价值,促进商业捕捞与生态之间的平衡。

参考文献:

- [1] Jin X B. Fauna Sinica: Scorpaeniformes[M]. Beijing: Science Press, 2006: 139-141. [金鑫波. 中国动物志: 鲈形目[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 139-141.]
- [2] Tang Y L, Li W T, Wan R, et al. Effects of by-catch on fish resources and approaches on the methods of reducing by-catch and discard[J]. Periodical of Ocean University of China, 2003, 33(2): 211-218. [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]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2003, 33(2): 211-218.]
- [3] 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.
- [4] Stepputtis D, Santos J, Herrmann B, et al. Broadening the horizon of size selectivity in trawl gears[J]. Fisheries Research, 2016, 184: 18-25.
- [5] Gálvez M, Rebolledo H. Estimating codend size selectivity of bottom trawlnet in Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*) fishery[J]. Latin American Journal of Aquatic Research, 2005, 33(2): 151-165.
- [6] Sala A, Herrmann B, De Carlo F, et al. Effect of codend circumference on the size selection of square-mesh codends in trawl fisheries[J]. PLoS ONE, 2016, 11(7): e0160354.
- [7] Hunt D E, Maynard D L, Gaston T F. Tailoring codend mesh size to improve the size selectivity of undifferentiated trawl species[J]. Fisheries Management and Ecology, 2015, 21(6): 503-508.
- [8] Yang L, Tan Y G, Zhang X F. Selectivity of square and diamond mesh cod-ends of bottom trawl nets in South China Sea[J]. Journal of Zhanjiang Ocean University, 2002, 22(3): 19-25. [杨齐, 谭永光, 张旭丰. 南海底拖网方、菱目网囊选择性研究[J]. 湛江海洋大学学报, 2002, 22(3): 19-25.]
- [9] 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. [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.]
- [10] Sun M C, Wang Y M. Researches on cod-end mesh size selectivity of shrimp beamtrawl[J]. Journal of Fisheries of China, 1999, 23(2): 186-192. [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): 186-192.]
- [11] Tang Y L, Zhao T Y, Yang B Z, et al. Selectivity of codend mesh of double stake stow net in Qingdao offshore, Yellow Sea[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2010, 17(6): 1327-1333. [唐衍力, 赵同阳, 杨炳忠, 等. 黄海区青岛近海双桩张网网囊网目选择性研究[J]. 中国水产科学, 2010, 17(6): 1327-1333.]
- [12] Zhang P, Zhang X M. Ingress behavior and escape vent selectivity of *Charybdis japonica* in the cage net[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2013, 20(2): 338-345. [张鹏, 张秀梅. 日本蟳入笼行为及其地笼网逃逸口选择性的实验研究[J]. 中国水产科学, 2013, 20(2): 338-345.]
- [13] Liu Y H, Yu H, Chen Y, et al. Selectivity of fish traps with different mesh sizes for masked *Greenling Hexagrammos otakii*[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2016, 31(1): 109-112. [刘永虎, 于汉, 陈勇, 等. 大泷六线鱼鱼笼网具网目选择性的研究[J]. 大连海洋大学学报, 2016, 31(1): 109-112.]
- [14] Tang Y L, Bai H Y, Sheng H X, et al. Relationships between distribution of *Sebastes schlegelii*, its *YPUE* and distance off artificial reef around Qiansan Island of Haizhou Bay[J]. Periodical of Ocean University of China, 2016, 46(11): 151-157. [唐衍力, 白怀宇, 盛化香, 等. 海州湾前三岛鱼礁区许氏平鲈的分布及 *YPUE* 与近礁距离的关系[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2016, 46(11): 151-157.]
- [15] Zhuang L C, Ye Z J, Li J. Age and growth studies of *Sebastes schlegelii* in Qingdao coastal waters[J]. Periodical of Ocean University of China, 2015, 45(8): 32-37. [庄龙传, 叶振江, 李军. 青岛近海许氏平鲈年龄与生长特性的研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2015, 45(8): 32-37.]
- [16] Zhang S, Sun M C, Chen Y. The attractive effects of different structural artificial reef models on juvenile Schlegel's rock fish *Sebastes schlegelii* and fat *Greenling Hexagrammos otakii*[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2008, 23(1): 13-19. [张硕, 孙满昌, 陈勇. 人工鱼礁模型对大泷六线鱼和许氏平鲈幼鱼个体的诱集效果[J]. 大连海洋大学学报, 2008, 23(1): 13-19.]
- [17] Chen D G, Ye Z J, Duan Y, et al. A preliminary study on the biology and seedling breeding of the breeding population of *Sebastes schlegelii*[J]. Acta Oceanologica Sinica, 1994, 16(3): 94-101. [陈大刚, 叶振江, 段钰, 等. 许氏平鲈繁殖群体的生物学及其苗种培育的初步研究[J]. 海洋学报, 1994, 16(3): 94-101.]
- [18] Guo H Y, Zhang X M, Gao T X. Effects of artificial shelters and feeding frequency on growth and behavior of juvenile *Sebastes schlegelii*[J]. Journal of Fishery Sciences of China,

- 2015, 22(2): 319-331. [郭浩宇, 张秀梅, 高天翔. 人工隐蔽物及投喂频率对许氏平鲈幼鱼生长和行为的影响[J]. 中国水产科学, 2015, 22(2): 319-331.]
- [19] Liu Q. Study on compensatory growth in *Sebastes schlegelii*[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2011. [刘群. 许氏平鲈(*Sebastes schlegelii*)幼鱼补偿生长的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011.]
- [20] Millar R B, Fryer R J. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks[J]. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 1999, 9(1): 89-116.
- [21] Wileman D A. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears[J]. ICES Cooperative Research Report, 1996, 215: 38-99.
- [22] Sun M C. Fishing Gear and Fishing Method Selectivity[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004: 106-108. [孙满昌. 渔具渔法选择性[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 106-108.]
- [23] Sun M C, Zhang J, Qian W G. Influence of cover net method on stow net selectivity[J]. Journal of Fisheries of China, 2004, 28(6): 709-715. [孙满昌, 张健, 钱卫国. 套网法对张网渔具选择性的影响[J]. 水产学报, 2004, 28(6): 709-715.]
- [24] Tang Y L, Sun G W, Zhao T Y, et al. Mesh size selectivity of *Conger myriaster* pot[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2010, 17(1): 136-142. [唐衍力, 孙国微, 赵同阳, 等. 星康吉鳗笼网目选择性研究[J]. 中国水产科学, 2010, 17(1): 136-142.]
- [25] Zhong B L. Study on hanging ratio of purse seine[J]. Journal of Zhanjiang Ocean University, 1997, 17(1): 26-30. [钟百灵. 无囊围网缩结系数研究[J]. 湛江海洋大学学报, 1997, 17(1): 26-30.]
- [26] Huang H L, Xu Y J, Wang L, et al. Resistance characteristics and motion change of three kinds of nets used for sea cage[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2009, 16(4): 596-604. [黄洪亮, 许永久, 王磊, 等. 3种网箱用网片的阻力性能与运动变化比较[J]. 中国水产科学, 2009, 16(4): 596-604.]
- [27] Zhuang X, Zhang G S, Li J Y. Selectivity influence of change in mesh hanging ratio on cod-end of beam shrimp trawl in coastal area of Panjin, Liaoning Province[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2018, 33(1): 95-101. [庄鑫, 张国胜, 李敬尧, 等. 网目缩结对盘锦海域桁杆虾拖网网囊的选择性影响[J]. 大连海洋大学学报, 2018, 33(1): 95-101.]

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

TANG Yanli, ZHANG Wuhao, LIU Yue, LIU Changdong

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

Abstract: *Sebastes schlegelii*, which occurs in the coastal waters of China, including the Yellow and East China Seas, is a delicious seafood and has great economic value. In the past few years, *S. schlegelii* resources have rapidly declined, as a result of the use of a smaller net mesh sizes of the fishing gear, which has resulted in large numbers of fish fry being caught. To better develop and protect resources, the goal of this study was to determine the differences in selectivity of various mesh sizes and hanging ratios for *Sebastes schlegelii*. The biological features of *Sebastes schlegelii* were collected by using a simulated cover-net method in a flume tank. A logistic curve was fitted as a selectivity model to obtain selective curves of different mesh sizes and hanging ratios. Selective parameters were estimated by MLE (Maximum Likelihood Estimate). The results indicated that the selection length (L_{50}) were 17.81 cm, 23.90 cm, and 25.12 cm for *Sebastes schlegelii* when the mesh sizes were 63 mm, 82 mm, and 93 mm. Selection rangers (SRs) were 2.05, 3.6, and 3.85, and selection factors (SFs) were 2.83, 2.72, and 2.70, respectively. The SR increased with an increase in the mesh size, whereas the SF decreased. When three groups of hanging ratios (0.5, 0.6, and 0.707) for 82 mm mesh size were chosen to study the impact of hanging ratios, the respective of L_{50} s were 21.47 cm, 23.90 cm, and 22.02 cm, SRs were 3.23, 3.6, and 3.38, and SFs were 2.65, 2.91, 2.68, respectively. With an increase in the hanging ratio of meshes, the L_{50} , SR, and SF increased first and then decreased, and obtained a maximum value at the hanging ratio of 0.6. It was concluded that the suitable size of fishing gear for protecting masked greenling resources was a 7 cm mesh size and a hanging ratio of 0.6.

Key words: *Sebastes schlegelii*; mesh size; hanging ratio; selectivity

Corresponding author: TANG Yanli. E-mail: tangyanli@ouc.edu.cn