

文章编号: 1000-0615(2005)02-0232-06

东海区拖网网囊网目选择性研究

黄洪亮, 王明彦, 徐宝生, 张 勋, 汤振明

(中国水产科学研究院东海水产研究所农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090)

摘要:通过东海区拖网网囊网目对带鱼和小黄鱼的选择性试验,对拖网最适网囊网目尺寸进行了分析研究。结果表明:1.网囊网目 45 mm,小黄鱼和带鱼的逃逸率均较低,渔获中兼捕大量当年生经济幼鱼;2.网囊网目 54 mm,小黄鱼的 50%选择体长尚小于其优势体长组范围,带鱼的 50%选择体长已部分进入其优势体长组范围;3.网囊网目 65 mm,选择体长范围与选择鱼种的优势体长组范围基本一致。综合分析认为:目前东海区最理想的拖网网囊网目不小于 60 mm。

关键词:网囊网目;选择性;拖网;东海

中图分类号:S972.13

文献标识码:A

Study on selectivity of mesh size of cod-end of trawl in the East China Sea region

HUANG Hong-liang, WANG Ming-yan, XU Bao-sheng, ZHANG Xun, TANG Zhen-ming

(Key and Open Laboratory of Marine and Estuary Fisheries, Ministry of Agriculture, East China Sea
Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: A field investigation was conducted from 1 April to 30 October 2001 in the East China Sea. The investigation adopted double bottom trawl, the net biggest mesh size is 4 m, the net stretched circumference of opening mouth is 400 m, and the net all length is 150.4 m. The experimental methods adopted covered cod-end. This study analyzed the optimized mesh size of cod-end of trawl in the East China Sea region based on the experiment for the selectivity of cod-end mesh size of trawl used mainly for fishing *T. haumela* and *P. ployactis*. The results are as follows. 1. Escape rate of 45 mm mesh size of cod-end on *P. ployactis* and *T. haumela* is lower and by-catch of the commercial juveniles of the same year is large number of the catch. 2. For 54 mm mesh size of cod-end, 50% selected body length of *P. ployactis* is less than the dominant body length group and the 50% selected body length of *T. haumela* entered dominant body length range. 3. For 65 mm mesh size of cod-end, the selected body length is basically consistent with the dominant body length. It is considered that the optimum mesh size of cod-end of trawl in the East China Sea region should be larger than 60 mm based on the comprehensive analysis.

Key words: mesh of cod-end; selectivity; trawl; the East China Sea

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%。20 世纪 90 年代以来,拖网渔船开始有了质的改变,大马力钢质船逐步替代小马力木壳船,至 1999 年底为止,东海、黄海区生产的机动渔轮已达 19.4 万艘,渔船功率 848.8×10^4 kW,与 1990 年相比,渔船数增长了 15.37%,而渔船功率却增加了

46.14%。同时,拖网渔具开始向大网目、大型化方向发展,20 世纪 80 年代初,拖网网口部分最大网目尺寸为 120~400 mm,网口周径在 150 m 左右,进入 90 年代以来,拖网网口部分最大网目尺寸已达 5~10 m,如以 198.45 kW 渔船为例,网口拉紧周长已超过 400 m,比 80 年代增加了 266.7%,而拖网网囊网目尺寸非但没有得到相应

收稿日期:2003-09-12

资助项目:农业部“东海、黄海区拖网网囊最小网目尺寸”国家标准修订项目

作者简介:黄洪亮(1964-),男,上海市人,副研究员,主要从事海洋渔业与渔业工程的研究。Tel:021-65806226, E-mail: ceshhl@

sohu.com

的放大,并有不断变小的趋势。

拖网网目,特别是网囊网目尺寸的大小,是决定被捕鱼类个体大小的主要因素^[1,2]。为此,世界各国拖网渔业都把网囊网目尺寸作为渔业管理中的一项重要措施^[3]。网目选择性能的研究,最早是由“西北大西洋渔业国际委员会”和“国际海洋调查理事会”成员国共同进行的,最后,互相协议签订了包括限制网囊网目尺寸及鱼品规格的国际条约。美国、加拿大、澳大利亚,甚至西非沿岸国家都有对网囊网目尺寸作了具体的规定。日本于1963年12月对以西底拖网的网囊网目尺寸作了不得小于54.5 mm(网目内径)的规定,嗣后又在日韩渔业协定及中日渔业协定中作了相同的规定。事实证明,放大网囊网目尺寸,对保护资源有现实意义。本文旨在通过2000—2001年对东海区拖网网囊网目尺寸选择性的研究,为今后合理利用和保护东海区经济鱼类资源,进一步完善我国的渔业法规,加强渔业生产的科学管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验船

试验分别由“沪金渔7111”和“沪金渔7171”2对双船底拖网船承担,试验船为钢质渔船,单船主机功率均为198.45 kW。

1.2 试验概况

试验时间 2001年3—4月进行拖网网囊网目尺寸对小黄鱼选择性试验;2001年7—10月进行拖网网囊网目尺寸对带鱼选择性试验。

试验渔场 小黄鱼试验主要集中在大沙渔场、沙外渔场、长江口渔场和江外渔场;带鱼试验主要集中在长江口渔场、江外渔场、舟山渔场和舟外渔场。

1.3 试验渔具

网具 试验渔具与原生产网相同,配以选择性试验的网囊和套网。试验网具规格为:网口部分网目长度4.0 m,网口周目数100目,网口拉紧周长400 m,上纲长度85 m,网身长度116.4 m,网具全长156.4 m。

网囊及套网 本试验共设计了3种规格网囊,网囊规格(周目数×高度目数—网囊内径)分别为132目×180目—45 mm、110目×150目—54 mm和94目×126目—65 mm,网线规格均为

PE10×3。套网采用8×3无结节尼龙网,网目内径为20 mm,其长度和宽度均为网囊的1.2倍。试验期间对各种规格网囊的选择性各进行了10个有效网次的试验。

1.4 方法

尾数逃逸率 尾数逃逸率为拖网套网中渔获尾数与网囊和套网中渔获尾数之和的比率。

重量损失率 重量损失率为拖网套网中渔获重量与网囊和套网中的渔获重量之和的比率。

选择曲线 试验过程中,根据东海区拖网渔获的组成情况,通过2个阶段分别对小黄鱼和带鱼进行选择试验,并将不同网次网囊、套网中的小黄鱼(带鱼)进行测定,渔获过多时则随机取样测定。记录其尾数、体(肛)长和重量,并以5 mm为一体(肛)长组单位,统计其体(肛)长组尾数组成,计算各体长组的选择率(保留系数)。选择率与体长组别间的关系曲线被称为选择曲线,理论上以“逻辑斯谛选择曲线”模拟^[4,5]。

$$S = \text{网囊渔获尾数} / (\text{网囊渔获尾数} + \text{套网渔获尾数}) = 1 / [1 + \exp(a - bL)]$$

式中: S —一体(肛)长的选择率; L —某一体长组的体(肛)长中值; a 、 b —逻辑斯谛选择曲线方程的选择参数。

2 结果

2.1 渔获体长组成

试验发现,小黄鱼、带鱼年龄组成结构十分简单,绝大多数为1龄鱼。小黄鱼体长范围为70~190 mm,小黄鱼优势体长范围为125~165 mm,占75.0%,3种网囊规格(65 mm,54 mm,45 mm)试验时,套网中的优势体长分别为125~140 mm(占74.23%),105~120 mm(占69.95);90~110 mm(占72.49%)。带鱼肛长范围为70~310 mm,带鱼优势肛长范围为160~210 mm,占70.28%,套网内的优势肛长分别为160~200 mm(占82.60%);140~170 mm(占65.11%);120~135 mm(占69.22%)。

2.2 不同网目尺寸网囊的渔获尾数逃逸率

根据测定结果计算不同网目尺寸网囊的逃逸率见表1。

2.3 不同网囊网目尺寸的渔获重量损失率

在试验过程中,通过对囊网、套网内的小黄鱼和带鱼分类测定结果统计,得到不同网目尺寸网

囊的重量损失率见表2。

表1 不同网囊网目尺寸小黄鱼、带鱼的尾数逃逸率
Tab.1 Escape rate of catch in number of *P. ployactis* and *T. haumela* of different diamond mesh sizes of cod-ends %

种类 species	网目尺寸(mm) mesh size		
	45	54	65
小黄鱼 <i>P. ployactis</i>	17.16	34.67	63.48
带鱼 <i>T. haumela</i>	13.58	19.38	38.95

表2 不同网囊网目尺寸的渔获重量损失率及其产值损失率

Tab.2 Escape rate of catch in weight and value-lost rate of different diamond mesh sizes of cod-ends %

种类 species	网目尺寸(mm) mesh size		
	45	54	65
小黄鱼 <i>P. ployactis</i>	4.56	12.85	24.71
带鱼 <i>T. haumela</i>	6.55	13.19	28.80

2.4 不同网囊网目尺寸的选择曲线及选择结果

通过“逻辑斯蒂选择曲线”拟合,小黄鱼、带鱼不同网囊网目的选择曲线见图1和图2。其方程式分别为:

小黄鱼:

$$S_{45} = 1/[1 + \exp(6.8113 - 0.0733L)] (R = 0.9906)$$

$$S_{54} = 1/[1 + \exp(6.2506 - 0.0554L)] (R = 0.9819)$$

$$S_{65} = 1/[1 + \exp(5.6653 - 0.0516L)] (R = 0.9426)$$

带鱼:

$$S_{45} = 1/[1 + \exp(5.6325 - 0.0432L)] (R = 0.9929)$$

$$S_{54} = 1/[1 + \exp(7.2471 - 0.0443L)] (R = 0.9609)$$

$$S_{65} = 1/[1 + \exp(6.6847 - 0.0368L)] (R = 0.9862)$$

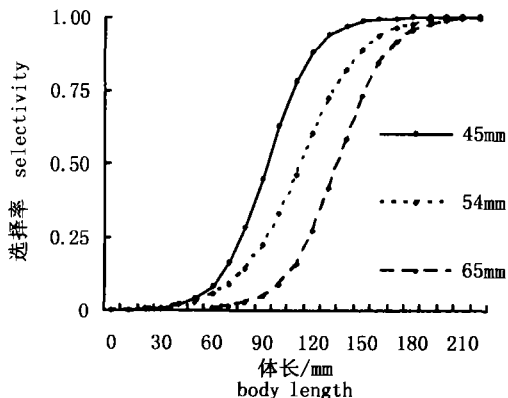


图1 小黄鱼不同网囊网目选择曲线

Fig.1 Selective curve of different mesh size of cod-ends in *P. ployactis*

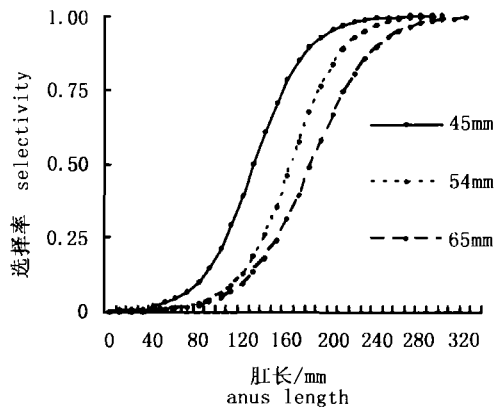


图2 带鱼不同网囊网目尺寸的选择曲线

Fig.2 Selective curve of different mesh size of cod-ends in *T. haumela*

体长选择(SR)范围理论上其下限定为25%的选择体长,上限为75%的选择体长。而50%的选择体长($L_{0.5}$),则是确定网目尺寸的主要依据之一。84.13%与50%选择体长之差称为选择尖锐系数,数值较大时,即称钝的选择,反之即尖锐的选择^[3]。不同网囊网目选择结果见表3。

表3 不同网囊网目尺寸的选择结果

Tab.3 The selective results of different mesh sizes of cod-ends

种类 species	网目尺寸(mm) mesh size			
		45	54	65
小黄鱼 <i>P. ployactis</i>	$L_{0.5}$	93	113	142
	SR	78 ~ 108	83 ~ 133	119 ~ 156
	$L_{0.8413} - L_{0.50}$	24	30	19
带鱼 <i>T. haumela</i>	$L_{0.5}$	131	163	182
	SR	105 ~ 156	138 ~ 188	152 ~ 213
	$L_{0.8413} - L_{0.50}$	38	41	44

2.5 网目尺寸与选择性的关系

将表3中不同网囊网目与50%选择体长进行线性回归,求得小黄鱼与带鱼的网囊网目内径(Me)与50%选择体长($L_{0.5}$)的关系式分别为:

$$\text{小黄鱼 } L_{0.5} = 2.4568Me - 18.306 (R = 0.999)$$

$$\text{带鱼 } L_{0.5} = 20.91 + 2.5199Me (R = 0.979)$$

2.6 最大体周与选择性的关系

如果体长与体周之比以及身体断面形状不同,选择性也有区别,拖网中网目形状一般呈菱形,据王明彦等^[6]的分析,其长短轴之比是在2:1到4:3范围内,而与鱼逃逸最有关系的网囊后部,通常可看作为3:2。体长和体周的关系可用直线

来表示,小黄鱼和带鱼的体长-体周关系式分别为:

小黄鱼 $G = 0.6692L - 7.0781$ ($R = 0.9193$)

带 鱼 $G = 0.41L - 3.9174$ ($R = 0.9422$)

由于网目在拖曳过程中是呈紧张的菱形状。如设网目长短轴之比为 3/2,把鱼的体周与网目内周之比称为网目鱼体形系数(f),则网目内周(M_s)的实效长度(M_s')与 f 的关系为: $M_s' = f M_s$ 。 f 与鱼的体形关系见表 4^[7,8]。

表 4 鱼的体形与 f 的关系

Tab.4 The relationship between fish shape and f

鱼的体形 fish shape	极其扁平 terrible flat	扁平 flat	纺锤形 spindly	圆形 circular
f	0.8	0.78	0.75	0.73

3 讨论

3.1 不同网囊网目尺寸的选择性

网囊网目 45 mm 的选择性 该种网目尺寸无论对小黄鱼还是带鱼尾数逃逸率均较低,其选择体长均小于被选择鱼种的性成熟平均长度,渔获中将会大量兼捕当年生经济幼鱼。

网囊网目 54 mm 的选择性 该种网目尺寸,小黄鱼已达到较高的尾数逃逸率,带鱼的逃逸率也已接近 20%。但从选择体长分析,小黄鱼的

50% 选择体长尚小于小黄鱼的优势体长范围,而带鱼的 50% 选择体长已部分进入带鱼的优势体长组范围。

网囊网目 65 mm 的选择性 该种网目尺寸,小黄鱼的逃逸率高达 63.48%,带鱼的选择率也已达 38.95%。从选择体长范围可以看出,与选择鱼种的优势体长组范围基本一致。

3.2 最小网囊网目尺寸的选择

东海、黄海区是一个多种鱼类混栖的渔场,各种鱼的生长和繁殖都有很大的差别,为此,网目对各种鱼的选择性都是不相同的。在这种复杂的鱼群结构下,要找到一种适合各种鱼类的网囊网目尺寸显然是困难的。

海区渔业资源变动趋势 由于东黄海区的经济鱼种普遍受到过度捕捞,由此而产生的小型化、低龄化和性成熟提早的现象普遍存在,而且日趋严重,例如夏季带鱼的平均肛长从 20 世纪 60 年代的 253 mm 到 90 年代降为 195 mm,2001 年则为 190 mm,性成熟最小肛长也从 70 年代的 160 mm 到 90 年代降为 140 mm,2001 年为 137 mm。小黄鱼平均体长从 70 年代的 192 mm 到 90 年代降为 144 mm,2001 年为 123 mm,性成熟最小体长也从 1959 年的 140 mm 到 1981 年降为 120 mm,2001 年为 106 mm(表 5 和表 6)。

表 5 带鱼生物学变动趋势

Tab.5 Biological dynamics of *T. haumela*

年代 years	夏秋汛 summer or autumn					冬汛 winter			
	小型鱼 (%) small	中型鱼 (%) mid	大型鱼 (%) bigger	平均肛长 (mm) average anus length	性成熟最小肛长 (mm) minimal anus length of sex maturation	小型鱼 (%) small	中型鱼 (%) mid	大型鱼 (%) bigger	平均肛长 (mm) average anus length
60	16.5	60.2	23.3	252.6	160~170	12.9	73.5	13.6	249.7
70	10.4	82.6	7.0	238.1	160~170	18.0	76.5	5.5	237.6
80	26.1	68.8	5.1	226.8		33.1	62.1	4.8	226.7
90	67.7	28.8	3.5	194.9	140~150	64.8	34.5	0.7	188.5
2001				190.1	137				

表 6 吕泗渔场小黄鱼渔业生物学变化趋势

Tab.6 Fishery biological change of *P. ployactis* in Lvsj fishing group

年代 years	体长范围(mm) body length rang	平均体长(mm) average body length	体重范围(g) body weight range	平均体重(g) average body weight	性成熟最小体长(mm) minimal body length of sex maturation
70		191.89		133.36	140~160
80	100~270	139.39	10~360	83.96	120~140
90	90~250	144.33	10~300	46.95	
2001	90~190	123.21	13~114	30.22	106

鱼类体型变化趋势 拖网渔具对鱼类选择效果的好坏,与被选择鱼种的最大体周有最直接的关系,理论上当最大体周小于等于网目内周时,鱼类均有可能从网目中逃脱。由于网目实际拖曳过程中,呈紧张的菱形状,因此,鱼类不可能与网目内周完全接触, $Ms' = f Ms$ 。

通过对本次试验结果与上世纪 80 年代初得出的体长体周曲线比较后发现,小黄鱼在个体逐步小型化的同时,其体周则在变大(可能与 4 月份接近产卵期有关),而带鱼肛长在变短的同时,体周同时有所下降(变瘦)(图 3 和图 4)。

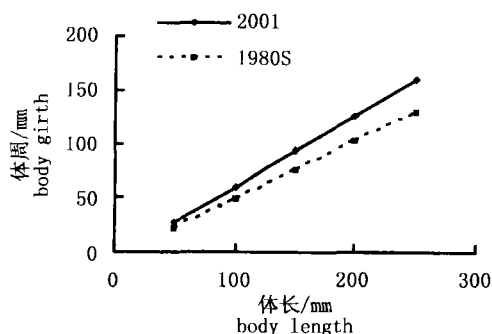


图 3 小黄鱼体长体周曲线

Fig. 3 Body length and body girth curve of *P. polyactis*

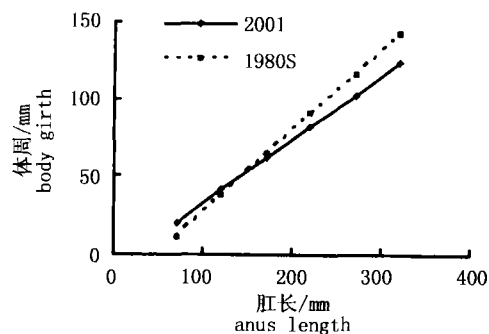


图 4 带鱼肛长体周曲线

Fig. 4 Anus length and body girth curve of *T. haumela*

不同鱼类可捕标准对应的网目尺寸 东海区小黄鱼和带鱼的最小可捕标准是在 70 年代制定的,如果仍以 70 年代制定的可捕标准来制定最小网囊网目,小黄鱼已基本属于禁捕鱼种,而带鱼资源的 80% 以上也属于禁捕标准之内,显然与目前东海区的资源变动已不相适应。因此,在新的可捕标准尚没有出台之前,目前唯一能参照的依据以鱼类性成熟(4 期以上)为标准。其相应的网囊网目尺寸见表 7。

表 7 不同鱼类性成熟平均体长对应的网目尺寸

Tab. 7 Corresponding mesh size of allowed fishing standard for different species mm

	小黄鱼 <i>P. polyactis</i>	带鱼 <i>T. haumela</i>
性成熟平均体长 average body length of sex maturation	135.67	193.01
网囊网目尺寸 mesh size of cod-end	62.67	68.29

考虑到以性成熟平均体长作为鱼种的选择体长,势必有较大一部分成鱼也将能逃出网外。由于,东海、黄海区拖网渔业的主要渔获品种为带鱼,而带鱼的选择曲线要比小黄鱼平坦,因此,在确定网囊网目尺寸时,可考虑略低于带鱼的 50% 选择体长。另外,根据国内外的选择性试验资料证明,对于像带鱼那样的扁平鱼类,采用菱形结构的网目,其选择率要高于方形网目^[3]。为此,选择内径 60 mm 的菱形结构的网囊网目较适宜。

放大网目对生产的影响程度 目前东海、黄海区使用的拖网网囊内径均较小,一般均在 25 ~ 30 mm,如一下子把网囊网目提高到 60 mm,在初期阶段有可能使拖网产量下降 18% ~ 22%。在实施过程中渔民一时将难于接受,实施有一定的难度。但从渔业生产长远利益来考虑,对渔业生产带来的正面影响是明显的。

与周边国家渔业协定的规定 根据于 2001 年 6 月 1 日正式生效的《中华人民共和国和日本国渔业协定》附件 1 中的有关规定,机轮拖网渔业所使用的拖网网囊网目(以浸水收缩后的内径为准)为 54 mm 以上,其余部份网目为 65 mm 以上,且网囊长度不得超过 12 m。在其后生效的《中华人民共和国和韩国渔业协定》中对网目尺寸也作了相应的规定,网囊网目内径为 54 mm 以上。

最适网囊网目尺寸的确定 综合上述的分析,为了保持我国东海、黄海区渔业资源的长期稳定,积极遵守中、日、中、韩渔业协定的有关规定,特别在我国进行伏季休渔取得初步成功的基础上,以科学为准绳,切实做好东海、黄海区的资源养护是十分必要的。研究认为拖网网囊网目尺寸应不得小于内径 60 mm,并禁止使用双层网囊网衣。其理由是:

(1) 幼鱼混获率能有所下降。据研究数据表明,使用不同内径的网囊网目对小黄鱼、带鱼的选择效果是十分明显的^[1,3,7,9],随着网目内径的变大,逃逸到套网中的鱼的优势体长组成也随之变

大(表8)。如果按目前东海、黄海区小黄鱼、带鱼性成熟平均体长作为可捕捞标准(小黄鱼为135.67 mm、带鱼为193.01 mm),当网目内径达65 mm时,其套网渔获中超过该标准的鱼种已占有一定的比例。一旦采用该种规格的网囊网目,其

产量损失将达24%~29%。显然,无论从资源利用,还是渔民接受角度都是行不通的。如采用网目内径54 mm的网囊,由于其优势体长组均低于性成熟平均体长,故也不宜推广应用。采用2种网囊的中值是最理想的结果。

表8 不同网囊网目尺寸套网中渔获优势体长组成

Tab.8 Dominant body length composition of catch in covering net of different mesh sizes of cod-ends

种类 species	网目 45 mm	mesh 45 mm	网目 54 mm	mesh 54 mm	网目 65 mm	mesh 65 mm
	体长组(mm) body length	百分比 percentage	体长组(mm) body length	百分比 percentage	体长组(mm) body length	百分比 percentage
小黄鱼 <i>P. phyllactis</i>	90~110	72.49	105~120	69.95	125~145	74.23
带鱼 <i>T. haumela</i>	120~135	69.22	140~170	65.11	160~200	82.60

(2)能起到稳定资源持续生产的作用。为了预测网目放大后对带鱼资源增殖的影响,我们用英国学者高兰德(Gulland)的“改变捕捞长度效果检验法”来进行评估(表9)。由表9可知,如果采用内径55.2 mm网囊网目,带鱼资源仍将受到影响,放大至内径67.4 mm网囊网目时,则带鱼资源能有所好转,待使用稳定后,可望每年增产6.8%;如果把网目再进一步放大至78.5 mm时,则每年可递增8.9%。但是,当网目扩大到一定程度后,虽然递增率进一步上升,但上升的幅度将减缓。这种现象看来是与带鱼的渔获组成相关的。当内径为60 mm时,渔获努力量基本保持稳定。因此,选择内径为60 mm的网囊网目是符合目前东海、黄海区带鱼资源现状的。

表9 不同网囊网目尺寸的增殖率

Tab.9 Multiplication rate of different mesh sizes of cod-ends

网目尺寸(mm) mesh size	55.2	67.4	78.5
新网捕获的重量/旧网捕获的重量 catches in new net/in old net	83.56	106.8	108.9

(3)首捕年龄可推迟。带鱼的成长方程式为:

$$L_t = 466.5 \{1 - \exp[-0.4116(t + 0.2335)]\}$$

式中: L_t 为 t 龄鱼的体长(mm)。

根据带鱼的 $L_{0.5}$ 与网目内径(Me)的系式: $L_{0.5} = 20.91 + 2.5199 Me$ 。由此推算出,各种网目与渔获年龄的关系(表10)。

从不同网囊内径与带鱼年龄的关系可以看出,当网目内径自40 mm放大到80 mm时,带鱼的渔获年龄从0.5龄推迟到1.34龄。如果把首捕年龄推迟到1龄,则网目内径需放大到65 mm,

表10 不同网囊内径与带鱼年龄的关系

Tab.10 The relationship between the different inner diameters of cod-ends and the years of *T. haumela*

Me	40	50	60	70	80
$L_{0.5}$	121.7	146.9	172.1	197.3	222.5
t	0.50	0.69	0.89	1.10	1.34

从目前海区带鱼的性成熟来看,带鱼0.9龄以上基本上已达到性成熟。从保护带鱼资源角度来考虑,采用内径60 mm的网囊网目是最理想的。

总之,放大网囊网目仅仅是保护幼鱼资源的有效措施之一,但并不是唯一的措施。要真正做到有效保护,尚需结合其他措施,如进一步限制捕捞努力量,合理规定禁渔期及禁渔区(有条件的话,还应规定不同渔汛期的网囊网目尺寸),规定主要保护鱼种的可捕量等。只有这样才能保证本海区渔业生产的持续、稳定发展。

参考文献:

- [1] MacLennan D N. Fishing gear selectivity: an overview[J]. Fisheries Research, 1992, 13(3):201-205.
- [2] Millar R B, Walsh S J. Analysis of trawl selectivity studies with an application to trouser trawls[J]. Fisheries Research, 1992, 13(3):205-221.
- [3] 日本水产学会. 渔具の渔获選択性[M]. 東京: 恒星社厚牛閣, 1979. 21-22.
- [4] 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):186-191.
- [5] 程家骅, 陈雪忠, 黄洪亮, 等. 帆式张网网囊网目选择性能研究[J]. 中国水产科学, 2001, 7(4):62-68.
- [6] 王明彦, 李志诚, 郁岳峰, 等. 东、黄海底拖网网囊网目的研究[A]. 中国水产捕捞学术研讨会论文集[C]. 江苏: 苏州大学出版社, 1997. 143-158.
- [7] 青山恒雄. 底びき網目の選択作用[J]. 日本水产学会誌, 1961, 31(10):648-861.
- [8] 大本茂之, 东海正, 反田實, ら. 角目袋網と菱目袋網の選択曲線のAICによる比較[J]. 日本, 1998, 64(3):447-452.
- [9] 青山恒雄. 底びき網目の選択作用とその以西底びき網漁業資源管理への應用[J]. 西海区水产研究报告, 1961, (23):1-63.