

拖网囊网网目及其对东海带鱼 选择性的研究*

芮 少 麟

(黄海水产研究所)

提 要

本文介绍了东、黄海拖网囊网网目的套网系列试验结果,指出当带鱼的刺鱼体周相当于网目内周时,其体长一般大于这种网目对带鱼的50%选择体长。文中比较了按照刺鱼体周求算网目内径同用50%选择体长决定网目内径的不同之处。根据网目内径与刺鱼体长的相关式,提出保护东海带鱼资源的拖网囊网最小网目内径为56毫米,并依据网目的选择性及带鱼的生物学资料,讨论了采用这一网目尺寸的可行性。

网目的大小对于捕捞对象的个体大小一般具有选择作用。拖网的选择性最终取决于它的囊网网目尺寸。所以,一些主要渔业国家,都十分重视对拖网囊网网目选择性的调查和研究,并将研究的结果作为制订网目规定的依据^[5,7]。带鱼是当前我国海洋渔业产量最高的品种。但在巨大的捕捞压力下,渔获物中带鱼的低龄化、小型化也已日益明显。为了给限制网目尺寸和制订有关渔业法规提供依据,“东、黄海底拖网囊网网目的研究课题协作组”于1980—1981年在东海北部及黄海南部渔场,先后用19艘渔轮和水产资源调查船的双拖网进行了192次套网试验和643次渔捞对比试验。取得了不同囊网网目对带鱼以及其他鱼类选择性的基础资料。本文主要根据黄海水产研究所的套网系列试验结果,探讨双拖网的囊网网目对东海北部带鱼种群的选择关系,对保护带鱼资源的拖网囊网最小网目尺寸也进行了探讨。

材 料 和 方 法

1. 材料来源

(1) 套网试验资料 根据国外进行网目选择性试验的经验和我国双船底拖网作业的特点,我们采取套网式试验法。即在普通拖网的囊网外面缚一个密目套网,利用它收集穿过囊网逃逸的鱼,再与囊网内的渔获物比较,从而确定该种网目对各种鱼的选择性能。为降低套网在拖曳中对从囊网内涌出水流的阻滞作用,套网设计成横目使用,以提高滤水性

* 本文承李豹德副研究员审阅,谨致谢忱。

能。为使套网能离开囊网,在套网背部的 3 条直径 14 毫米的锦纶力纲上,结缚 16 个直径 12 厘米的球形泡沫塑料浮子。套网网线采用锦纶 210D/8×3,网目内径 25 毫米。套网试验以黄、东海区的带鱼和小黄鱼等主要保护对象为试验鱼种。每网次分别将套网内和囊网内渔获物按鱼的不同种类、计数尾数,并测定其体长(带鱼测定的是肛长值,下同),渔获量过大时则抽样测定。

(2) 网目测定资料 试验采用规格为 1100 目×117 毫米的双拖网。调查船每航次返港时,用插入式量规(欲称网目插板)在湿态下对距离拖网出鱼口 1—2 米处的囊网网目抽样量取 30 目内径。试验结束后,黄海水产研究所的囊网网目内径实测均值分别是 80.4, 64.8, 57.9, 53.8, 44.0 毫米。

2. 研究方法

在分析套网试验资料的基础上,可以假设带鱼刺入囊网网目时被网目卡住部位的鱼体周长(简称刺鱼体周,下同)与网目内周的有效长度近似相等。从而依据网目内径与网目内周、刺入囊网网目的带鱼体长与体周(简称刺鱼体长与体周,下同)、刺鱼体长与网目内径之间的相关关系,结合带鱼的生物学资料,来确定与带鱼可捕体长相适应的拖网囊网网目。

套网试验结果

1. 囊网网目对带鱼的选择曲线

网目的选择性能通常难以用计算式表示,故先将套网和囊网内的渔获物体长,按每隔 5 毫米分组,分别统计其频数,并计算每网次各种体长组带鱼尾数的选择率,再按试验总网次累加,求出平均值,最后依数据点描绘不同网目对带鱼的选择曲线。

套网系列试验表明,尾数选择率随体长变化的数据点基本呈正态分布规律。为直观表示尾数选择率的变化和便于资料分析,可在正态概率纸上,用直线表示带鱼选择曲线的主要选择域(图 1)。带鱼的 50%选择体长与网目内径的关系见图 2。

2. 带鱼的逃逸率和逃出带鱼的存活率

各体长组带鱼从不同网目中的尾数逃逸率,虽因试验渔场、渔期不尽相同而略呈波动,但表 1 的数据基本反映了带鱼逃逸率的变化趋势。

试验资料表明,囊网网目放大至一定程度时,幼鱼一般能穿越网目逃出,但其狭长体形的特点,又使某些属于可捕体长的带鱼亦有少数能逃出囊网。尽管它们的尾数比率较小,但重量比率却相对较大,这是网目放大后造成减产的原因之一。图 3 为从不同囊网网目中逃出体长 200 毫米以下的带鱼占套网渔获的尾数比及重量比。

日本学者青山^[7]曾用套网中断试验证明幼鱼在拖网曳行中的逃逸率要比起网时的逃逸率高得多,而且多数可以成活。现代水下录象资料也进一步证实从囊网网目中直接逃出的小鱼能够保持充分的活动能力。这说明曳行中的拖网,其囊网内水流向外涌出而使网目呈张开状态,因此适当放大囊网网目有助于幼鱼逃逸及存活。我们在甲板上对套网

表1 带鱼的尾数逃逸率*

尾数逃逸率 (%)	体长(毫米)									
	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
80.4	90	87	82	77	72	66	60	54	47	40
78.5	81	76	72	67	63	58	53	48	43	38
67.1	77	72	68	58	50	45	40	34	29	23
64.8	80	74	70	65	59	52	46	40	35	29
57.9	79	75	70	62	56	47	38	30	22	16
55.2	74	67	61	52	48	42	35	28	21	14
53.8	69	66	57	50	44	37	31	25	20	11
44.0	60	49	37	23	19	12	7	0	0	0

* 资料来源: 黄海水产研究所、东海水产研究所,《东黄海底拖网囊网网目的研究》综合报告(1982)。

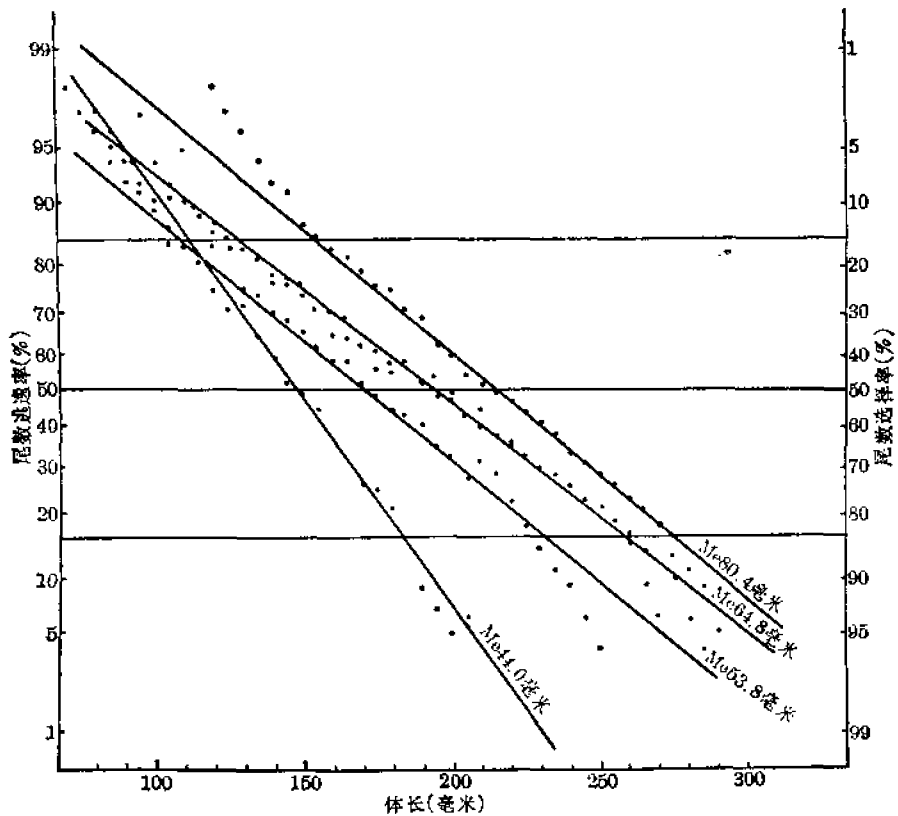


图1 带鱼的选择曲线

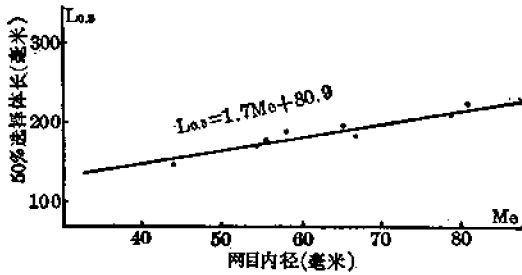


图2 带鱼的50%选择体长

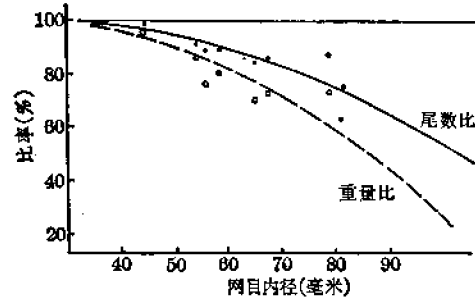


图3 套网中体长200毫米以下的带鱼比率

内带鱼检测的结果表明,拖曳时间越短,从囊网中逃出幼鱼的存活率越高。使用网目内径80.4毫米囊网拖曳0.5小时,逃出体长151—220毫米的带鱼存活率高达92%;网目内径64.8毫米囊网拖曳2小时,体长138—243毫米的带鱼存活率高达83%;当网目内径44.0毫米囊网拖曳2小时,逃出体长145—170毫米的带鱼存活率仅有24%。

3. 刺鱼体周与体长的关系

从拖网的选择性试验中观察到80.4、64.8、44.0毫米的囊网网目一般不易刺鱼,53.8毫米的网目虽有刺鱼现象,但多为少量的幼带鱼,而刺鱼相对多的是内径57.9毫米的囊网网目,这与黄、东海区当前带鱼群体的体长组成有关。带鱼的刺鱼体周与体长的关系⁽¹⁾为:

$$S = 0.5L - 9.667 \quad (1)$$

式中: S ——带鱼的刺鱼体周(毫米);

L ——带鱼的刺鱼体长(毫米)。

带鱼在57.9毫米网目中的刺鱼体长分布列于表2。显然,210—230毫米是该网目的刺鱼体长优势范围,其中刺鱼相对频率最高者是体长220毫米的带鱼。

表2 带鱼的刺鱼体长分布($M_e = 57.9$ 毫米)

体长组(毫米)	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
比率(%)	1.2	2.2	5.2	9.9	20.6	25.6	16.9	11.1	5.1	1.3	0.9

保护带鱼资源的最小网目内径

1. 东海带鱼的性成熟与可捕体长

在六十年代,有关方面曾以主捕2龄性成熟带鱼为依据,规定带鱼的可捕体长应不小于220毫米。二十年来,由于带鱼的黄海种群资源渐趋衰竭,东海北部种群成为我国海洋渔业的捕捞主体,同时该种群带鱼的初届性成熟已明显提前。中国科学院海洋研究所近年来对东海北部带鱼生物学基础的研究结果^[5]指出:当年春季出生的带鱼到8月约有16%成熟,生殖期结束可达性成熟的个体约为49%左右;去年秋晚生的1龄鱼到翌年5月

(1) 芮少麟,1982。黄、东海拖网囊网最小网目的研究,(内部资料)。

有少量成熟(20%), 到秋季基本全部成熟。经精巢组织学观察, 雄鱼性成熟较雌鱼早得多; 从精母细胞的发育看, 8—9 月份体长只有 120 毫米左右的当年生鱼, 精巢内已经形成大量精子细胞和精子。可以肯定, 雄鱼的世代成熟过程较雌鱼为短; 从卵母细胞的发育来看, 6—7 月份体长 170 毫米左右者约有 15% 开始性成熟, 体长 200 毫米以上者为全部成熟和正在成熟的个体。其成熟状况与体长的关系见表 3^[8]。

事实上, 目前东海区集体渔业冬汛带鱼生产中, 当年生带鱼占捕捞群体的 90% 以上, 春夏季的捕捞群体中, 1 龄鱼几乎达 98% 以上, 2 龄鱼以上的捕捞个体比例甚小。显然过去规定带鱼可捕体长所依据的资源基础业已改变。面对当前带鱼捕捞群体的年龄构成和性成熟状况, 既要维持渔业生产规模, 又要切实保护好渔业资源, 如何适应这一变化和合理调整对带鱼可捕体长的规定以及加强对网目限制的科学研究, 都是刻不容缓的。

表 3 带鱼的性成熟与体长的关系

月 份	长 度 组(毫米)	
	正在成熟	成熟鱼
4	140—150	190—200
6	130—140	160—170
8	180—190	190—200

2. 网目内径与 50% 选择体长

网目在筛选捕捞时, 鱼体穿越网目的能力和比率都与网目的实测内径(二目脚一结节长度)或网目内周有关。网目拉直时, 因对角结节中的网线走向有别, 造成该处目脚呈闭拢和间离的两种状态(图 4)。这时网目内周^[7]为:

$$M_i = 2M_o + d$$

式中: M_i ——网目内周;

M_o ——网目内径;

d ——目脚间距。

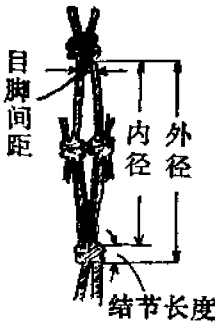


图 4 网口的测定部位

在湿态下对聚乙烯 380D/17×3 或 380D/18×3 双线死结网目的实测结果, 其目脚间距平均值为 3.6 毫米⁽¹⁾。故渔轮拖网的囊网网目内周与网目内径的关系式为:

$$M_i = 2M_o + 3.6(\text{毫米}) \quad (2)$$

对性成熟周期较长的鱼种, 假定体长为 L 的鱼体在既定网目中能有 50% 被捕获, 则一般认为这一尺寸的网目对该体长组的鱼能够起到资源保护作用。对一种网目而言, 若大于某一体长的鱼都能捕获, 而小于该体长组的鱼都可以从网目中逃出, 那么选择曲线将成为与表示体长的座标横轴相垂直的直线, 这被称为绝对选择。国外一些学者往往在假设的基础上, 将 50% 选择体长取代绝对选择来使用, 以探求拖网的囊网最适网目, 并把体长为 $L_{0.5}$ 时的鱼龄视为初捕年龄, 以研究拖网网目与某鱼种初捕年龄的关系^[6-9]。对捕捞纺锤体型的鱼种, 一般可以运用 $L_{0.5}$ 作为决定网目的依据, 但若将这一理论用于捕捞类似带鱼体形的鱼种, 则据以确定的网目内径就会相对偏大, 并易使人们误认为放大囊网网目对推迟带鱼的初捕年龄没有现实意义^[6,7]。

(1) 芮少麟, 1981。黄、东海拖网囊网网目选择性能的试验报告(I)。黄海水产研究所调查研究报告第 191 号。

譬如要求保护体长 220 毫米的带鱼,依照用 $L_{0.5}$ 决定网目的理论,从图 2 可知,网目内径须达 80 毫米才行。但由于带鱼的选择曲线倾斜较大,套网试验资料表明,体长 230—250 毫米的可捕带鱼,从内径 80 毫米的囊网网目中将有 40—30% 能够逃逸。这一尺寸的网目实际上扩大了带鱼的预定保护范围,难以用于捕捞生产。显然将体长大于 $L_{0.5}$ 的带鱼都视为能被捕获的假设并不切合实际,也即在拖网网目中对带鱼的绝对选择是不存在的。因此,国外拖网采用的囊网网目尺寸,一般都要比依 $L_{0.5}$ 所决定的网目尺寸小得多。

3. 刺鱼体周与网目内径

在套网试验中,常把囊网内捕获的最小鱼体长度作为选择范围的下限,套网内截获的最大鱼体长度作为上限。从理论上讲,选择范围的上限鱼体最大体周应小于网目内周。试验中这个规律虽然成立,但因为取用的网目内周系由网目内径的平均值所求得,由于网目编结存在不匀率,囊网中的最大网目内径较之平均内径为大,从而造成套网内逃逸鱼的最大体周(或上限体周)有可能出现略大于或等于平均网目内周的现象,见表 4。

表 4 带鱼体周与网目内周的关系

单位:毫米

网目内径 (M_e)	网目内周 (M_s)	逃出鱼的最大体周 (S_{max})	逃出鱼的最大体长 (L_{max})	刺鱼的平均体周 (s)	刺鱼的平均体长(L)	体形系数 (S/M_e)	50%选择体长($L_{0.5}$)
80.5	164.4	135	291	128.5	262.3	0.77	215
64.8	133.2	130	275	106.6	242.5	0.80	193
57.9	119.4	120	261	95.5	217.9	0.80	186
53.8	112.2	115	255	90.9	201.1	0.81	170
44.0	91.6	93	205	74.3	167.9	0.81	146

表 4 指出,当鱼体体周相当于网目内周时,其体长一般比该种网目的 50% 选择体长要大。试验证实通过刺鱼体周求算网目内径较之运用 $L_{0.5}$ 决定网目的方法,在研究网目选择性的问题上,要更接近于实际情况。若将穿越网目时鱼体的最大体周与网目内周之比称为网目的鱼体体形系数 $f^{[7]}$,则网目内周的有效长度

$$M'_s = fM_s \quad (3)$$

我们假设网目的刺鱼体周与网目内周的有效长度近似相等。那么,从带鱼刺鱼体周的实测平均值,将能求得带鱼的网目体形系数 f 。依(1)式,内径 57.9 毫米网目的内周应

$$M_s = 57.9 \times 2 + 3.6 = 119.4 \text{ 毫米}$$

表 4 中刺入该种网目的带鱼体周平均值为 95.5 毫米,所以 $f = \frac{M'_s}{M_s} = \frac{s}{M_s}$

$$\text{即: } f = 95.5 / 119.4 = 0.7998 \approx 0.80$$

所以,带鱼的网目体形系数取 0.80 较适宜。现将带鱼的刺鱼体长平均值按 10 毫米组距分档,并运用(1)(2)(3)式,把对应的网目内径测算数据点绘于图 5。按最小二乘法原理拟合数据点,其相关式可写成:

$$M_0 = 0.275L + 0.745 \text{ (毫米)} \quad (4)$$

研究网目选择性能时,网目的刺鱼体长平均值可作为该种网目所允许的逃鱼体长与可捕体长之间的临界值,或相当于理论上可捕体长的下限值。由图 5 测算数据点可见,若保护体长 230 毫米的带鱼,对应的网目内径需达 65 毫米;若保护 220 毫米的,则网目内径应不小于 60 毫米。

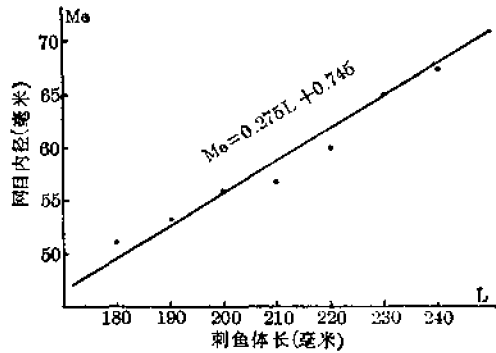


图 5 刺鱼体长平均值与网目内径的关系

据东海带鱼群体组成资料,其近年的体长优势组大致是 200—240 毫米^[2],若要求带鱼刺入网目时的体长分布峰值基本偏离上述优势组,并对已达性成熟、体长 200 毫米的带鱼具有保护作用,那么按(4)式所得对应的网目内径应不小于 56 毫米。因此,在当前的资源状况下,若限定保护体长 200 毫米以下的带鱼,可将 56 毫米作为主捕带鱼的拖网囊网最小网目尺寸。

讨 论

1. 与现用网目的比较

拖网的囊网网目适当放大后,能否保护带鱼资源是一个众所关心的问题。黄、东海区拖网囊网的网目内径尽管过去有不得小于 54.5 毫米的规定,但近年调查可知,一些渔轮使用的囊网网目内径仅为 40—50 毫米,有的囊网甚至由双层网衣构成。拖网曳行中,双层网衣的网目几乎不可能目目重合。每层网衣的网目之间,即便只相对位移一个结节,幼鱼逃出的有效网目内径将至少缩短两个结节长度。若结节长度按 10 毫米计算,网目内径 54 毫米的双层囊网在释放幼鱼的效果上,至多相当于网目内径 34 毫米的单层囊网。显然,体长 160 毫米以下的带鱼丝都极难从中逃出。若允许继续使用偏小网目的囊网或双层囊网,那么每年的 6—7 月份,当不足 1 龄的补充群体进入渔场时,将被大量捕获。长此下去,只能加速带鱼资源的减退。

网目对某鱼种的 50%选择体长具有保护其资源的作用已被肯定。但不同鱼种的体形有差异,逃出网目的能力强弱不一,特别是性成熟周期更有长短之别,所以同一尺寸的网目对一年成熟鱼种的 $L_{0.5}$ 鱼体之保护效果,要较多年成熟鱼种的 $L_{0.5}$ 鱼体高得多。从套网系列试验可知,囊网网目对东海带鱼的体长选择范围较宽,即使体长大于 $L_{0.5}$ 的带

鱼, 仍然具有略低于 50% 的逃逸率, 而且该部分鱼的性腺成熟状况一般要比 $L_{0.5}$ 的鱼体为好。根据表 3 的资料, 体长 190—200 毫米者绝大部分正在成熟和已经成熟产卵, 若网目内径适当放大至 56 毫米, 尽管在这一网目下带鱼的 $L_{0.5}$ 为 176 毫米, 但表 1 指出体长 190 毫米者逃逸率达 37—47%; 体长 200 毫米者逃逸率达 31—38%; 体长 210 毫米者逃逸率亦可达 25—30%。从而使带鱼的补充群体中有相当一批鱼能连续产卵, 也即采用网目内径为 56 毫米的单层囊网与使用偏小网目及双层囊网的酷渔状况相比, 可使带鱼的初捕年龄推迟近一年。由于东海带鱼具有产卵期长、产卵场广、1 龄就可成熟, 有较好的抗捕抗逆变能力, 增殖率高的特点, 因此可以断定囊网网目内径放大到 56 毫米后对东海带鱼资源会有较好的保护效果。

2. 放大网目与资源增殖

在现阶段的海洋捕捞调整中, 若要合理利用东海带鱼资源, 把偏小的拖网囊网网目有步骤地适当放大, 并将其与压缩渔捞努力量、实行限额捕捞及调整拖网禁渔期和禁渔区等措施结合起来, 实行综合治理, 现已受到关注^[1]。国内外学者虽然一致认为带鱼的初捕年龄不应低于 2 龄, 尤以初捕 3、4 龄为最佳^[1,2,4,7], 但目前东海带鱼群体的年龄组成毕竟事与愿违。还应看到本文依据对网目选择性资料的分析, 提出 56 毫米网目内径仅是使东海带鱼资源不致继续衰退的最小尺寸, 是分阶段放大网目的一个起点。另外, 从渔业管理来看, 对拖网(或围缙、对网、张网类渔具)的囊网网目施行网目限制的可行性, 比较采取其它压缩渔捞努力量的措施要更加现实易行。

套网系列试验表明, 拖网并不存在绝对选择。因此, 在幼鱼比重很高的黄、东海传统渔场内, 难以寻求一种只释放幼鱼而专捕成鱼的拖网囊网网目。由于网目的筛选作用, 适当放大囊网网目后, 拖网的平均渔获体长将因幼鱼逃逸而增大, 质量也会得到改善, 而本来就不捕或少捕的经济鱼类幼鱼应当成为减产部分的主要成份, 依靠网目放大而释放出去, 显然如果实行限额捕捞, 将是放大囊网网目的又一可行保证。

若现阶段选用大于 56 毫米的囊网网目, 对体长 200 毫米以上的带鱼虽能增强保护作用, 但图 3 表明, 这时在逃出鱼中大于体长 200 毫米的带鱼尾数比和重量比将分别升至 10% 和 20% 以上。这会使渔捞产量下降较大, 况且网目尺寸调整幅度过大后, 在多种经济鱼类混栖的黄、东海渔场中, 还会对海鳗、黄鲫等逃逸性强的鱼种过份保护及可能引起生态平衡的变化, 都应予以注意。在采取包括放大囊网网目在内的多种资源保护措施之后, 随着剩余群体中亲体数量的逐年增加, 捕捞产量有可能回升, 经济效益有可能提高。

参 考 文 献

- [1] 林景祺, 1983. 黄、东海带鱼渔业放大拖网囊网网目和过渡性渔捞调整。海洋水产研究, 5: 33-40。
- [2] 林景祺, 1983. 黄东海带鱼渔业现阶段渔捞调整及其合理利用。水产科技文集(2), 51-57. 农业出版社。
- [3] 罗秉征等, 1982. 东海北部带鱼世代性成熟过程及其种群特性。海洋科学, 1: 35-38。
- [4] 顾惠庭, 1980. 东海群带鱼的增殖曲线和资源管理措施。水产学报, 4(1): 47-61。
- [5] 藤石昭生, 1979. 底びき網の漁獲選択性。水産学シリーズ*. 28: 7-26。
- [6] 三柄寛, 1964. 东シナ海。黄海産タチウオの漁業生物学の研究。西水研研報, 32: 1-57。

- [7] 青山恒雄, 1961. 底びき網の選択作用とその以西底びき網漁業資源管理への応用. 西水研研報, 23: 1-63.
[8] ——, 1964. 底びき網の網目の研究. 水産研究叢書, 2: 1-37.
[9] ——, 1965. 底びき網の網目の選択作用. 日水学誌, 31(10): 848-859.

ON THE SELECTIVITY OF TRAWL COD-END MESH FOR THE DONG HAI SEA POPULATION OF HAIRTAIL

Rui Shaolin

(*Huang Hai Fisheries Research Institute*)

Abstract

This paper presents a series of experimental results of the trawl cod-end with cover-net for hairtail in Dong Hai and Huang Hai Seas. The experiment indicated that the length of fish caught generally more than 50% of selected length ($L_{0.50}$) when the fish girth (the blocked position of the hairtail) equal to internal circumference of the mesh. The difference between the internal circumference of the mesh caculated from fish girth and the diameter of the mesh determined by the 50% of selected length were compared. For the purpose of protecting the resource of hairtail, the minimum internal diameter of cod-end mesh should be determined at 56mm. It is obtained from the interrelated formula concern with internal circumference of the mesh and the fish length. According to the selectivity of mesh and the biological data of hairtail, the feasibility of this mesh size was discussed.