

ヒラメ小型個体の混獲防除を目的とした 種選択的コウイカ亜底層三重網の開発

松岡達郎, 小野 剛, 川村軍蔵 (鹿大水), 石田博文 (鹿児島県庁)

Development of species-selective semi-demersal trammel-net for cuttlefish towards reduction of incidental catch of sub-legal flounder

Tatsuro Matsuoka, Tsuyoshi Ono, Gunzo Kawamura (Faculty of Fisheries, Kagoshima University),
and Hirohumi Ishida (Kagoshima Prefectural Government)

要 旨

コウイカ三重網漁業で混獲される全長25cm未満のヒラメ小型個体を排除できる種選択的三重網の開発を試みた。水槽での行動観察と予備操業調査に基づき、最下部に網地のない空隙部を持った亜底層三重網を試作した。基本的に現行商業網と同じコントロール網を基本として、暗褐色スパンナイロントワイン吊り糸で沈子方と網地を編み繋いで空隙を与えたものを改良網とし、空隙部の高さを外網半目分と1目分とした改良網-1と改良網-2を製作した。コントロール網、改良網-1、-2の各2反計6反を1組とし、水深9~23mで砂泥底の漁場で漁船2隻で2組を用いて20回の操業を行った。

漁獲尾数は、コウイカ、異体類大型個体、その他の魚類では、3者の試験網の間で有意差はなかった。異体類小型個体、イシガニ類・ヒトデ類・貝類の群では3者の間で有意な差があった。漁獲の縦方向分布は、コウイカでは下位の段ほど漁獲が多い傾向は三つの供試網の間に共通で有意差はなかった。異体類でも多くがI段で罹網し、小型個体では改良網でちょうどコントロール網のI段目の漁獲がなくなっているような分布を見せ、大型個体の場合には3者の供試網の間に垂直分布の傾向に差はなかった。改良網のコウイカの漁獲が低下しなかったのは、空隙部分の暗褐色スパントワインがコウイカを滞留させているためと考えた。改良網での異体類の漁獲で、大型個体では漁獲ロスがなく小型個体の漁獲のみが減少したのは、異体類の大小個体間で遊泳層に差異があり、低層を遊泳する小型個体に空隙部の影響がより顕著に現れたためであろう。

Abstract

In order to reduce incidental catches of sub-legal flounder (smaller than 25cm in TL) in the cuttlefish trammel-net fishery in Southern Kyushu, Japan, a species-selective trammel-net was developed. On the basis of preliminary studies; (1) observation of behaviour of cuttlefish in a tank and (2) survey of vertical positions of captured cuttlefish and flounder in commercial fishing, semi-demersal trammel-nets which have a space around the bottom were designed. The control net which was similar to commercial nets used in the region and two types of test nets were constructed. In order to make a space, the main net webbing and the footrope were rigged with brown-coloured PA span twine #36. The rigging was vertically zigzag with the width same as that of the outer net, while, two variations were given to the height, *i.e.* one or half an outer mesh height. These are referred to as test-1 and test-2 nets. A total of 20 operations were conducted in 9 to 23m-deep and sandy/muddy bottomed grounds by two fishing vessels using a set of two each of control, test-1 and test-2 nets respectively. The submersion period of time was the same as that in commercial operations, *i.e.* 3 to 5 days.

There was no significant difference in the numbers of cuttlefish caught by the three types of nets (56 by control, 54 by test-1 and 40 by test-2 nets). The catches of small individuals of flatfishes by the three nets (27, 17 and 3) were significantly different. There was no significant difference in large individuals of flatfishes caught by the three nets (16, 15 and 14). There was also no significant difference in other finfishes from the three nets (171, 171 and 126). The catches including crablet, starfish and shellfishes from the three nets (95, 43 and 58) were significantly different. The experiment was evaluated as having achieved the objectives.

The vertical distributions of the caught cuttlefish were not significantly different among the three nets, although there was a common tendency that the lower positions of net caught a larger number of cuttlefish. Flatfishes were also caught in the

lowest positions of net. The vertical distributions of small individuals of flatfishes caught by the two test nets were similar to such a distribution excluding the number from the lowest position of the control net.

No decline of cuttlefish caught by the test nets was considered to be attributable to the brown-coloured PA span twine used for rigging at the space which might enhance cuttlefish staying around the nets. A hypothesis was proposed that no loss of large individuals of flatfishes occurred for the test nets, while, reduction of small ones was attributable to the swimming layers being different between large and small flatfish and spaces might largely affect the small ones which are conjectured to swim in lower layers.

コウイカ *Sepia esculenta* は鹿児島県沿岸漁業の重要種で、三重網や籠などで漁獲されている。不知火海沿岸地先漁場で行われているコウイカ三重網漁業では、鹿児島県漁業調整規則により出荷規制の対象となっている全長25cm未満のヒラメ *Paralichthys olivaceus* 小型個体の混獲が多く、漁業管理上の問題となっていた。この海域ではヒラメ仔魚の放流事業が行われている点からも、ヒラメ小型個体の混獲投棄は特に重大な無駄であると考えられた。

1991年から、この問題に対処するための技術開発が試みられた。¹⁾ 1991年12月～1992年2月に鹿児島県水産試験場(当時)によって行われた実態調査では、コウイカ4,968尾を漁獲したサンプル操業でヒラメ403尾が漁獲され、そのうち86%の348尾が全長25cm未満の小型個体であったと報告された。内網目合2寸7分の商業三重網に加えて、2寸(約60mm)と3寸(約90mm)の三重網を試作した操業実験も行われたが、目合いを拡大した場合、ヒラメ小型個体の混獲は減少したがコウイカに対する漁獲効率も低下した。コウイカの最大外套周長と全長25cm前後のヒラメの最大胴周長がほとんど同じであることと、ヒラメの魚体測定結果から求めた最大胴周 G_m と全長 L_t の関係式 $G_m = 0.945L_t - 43.27$ より、全長250mmのヒラメの最大胴周は193mm、最大体高は約97mmと推定され、3寸目合いよりなお大きいことから、内網目合いを変えることは問題の解決策にはならないと考えられた。

筆者らはコウイカとヒラメの遊泳層の差異に着目し、漁具デザインにごく単純な変更を加えれば、コウイカの漁獲をできる限り維持しヒラメの混獲を低減できる漁具が実現可能であると考え、1993年から三重網の種選択性の向上に取り組んだ。具体的には、最下部に網地のない空隙部を持った亜底層三重網を試作し、従来おもに下位の網目にかかっていたヒラメを排除できた。底刺し網、三重網漁業では、小型カニ類 (Portunidae)・ヒトデ類 (Spinulosa)・貝類などの罹網も多く、漁具破損・船上作業の阻害・労働強化につながるが、今回試作した亜底層三重網ではこれらの低減も実現できた。今回開発した技術は、底刺し網と三重網に幅広く応用できる可能性を

持っていると考え、簡単な行動実験を含めた開発手法とその結果について紹介する。

1. 材料と方法

上記の構想の下で、現場での予備操業調査と、水槽中に展開した糸に対するコウイカの行動を観察する予備実験を行い、それらを基に改良網の仕様を決定し、操業試験を実施した。

予備調査・予備実験：コウイカとヒラメの縦方向の罹網位置には、コウイカは網地の縦方向に比較的一様に罹網するのに比べて、ヒラメは沈子方に集中して罹網するという差異があることが、既述の調査中に観察された。この現象を定量的に把握するために、1993年の冬季漁期に、鹿児島県出水市漁協所属のコウイカ三重網漁船1隻の商業操業に同乗して、コウイカとヒラメの縦方向の罹網位置の調査を行った。揚網時に、コウイカとヒラメの個体ごとの罹網位置を (Fig. 1), 外網5段を沈子方から

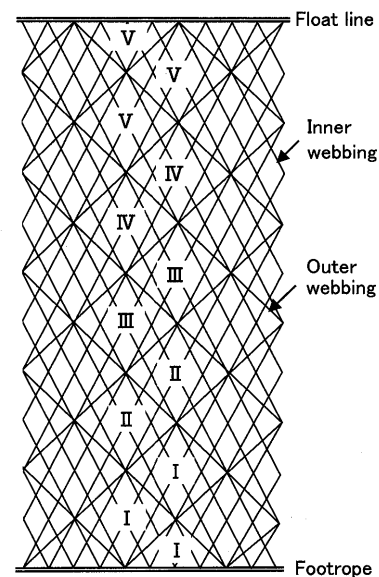


Fig. 1 Simplified sketch of part of the net to show the positions of catches which were recorded according to the outer meshes coded as the bottom is I and the top, V: The half of the mesh located at either bottom or top was also coded as I or V.

順にI～V段の番号をつけて記録した。ただし、網地の目合いは横方向半目ごとに下端と上端にある半目の部分は、隣接する丁目すなわちIあるいはV段に含めた。従って、網地全体で、I～Vの各段の面積は均等ではなく、網地展開面積の23%、18%、18%、18%、23%を代表するものである。

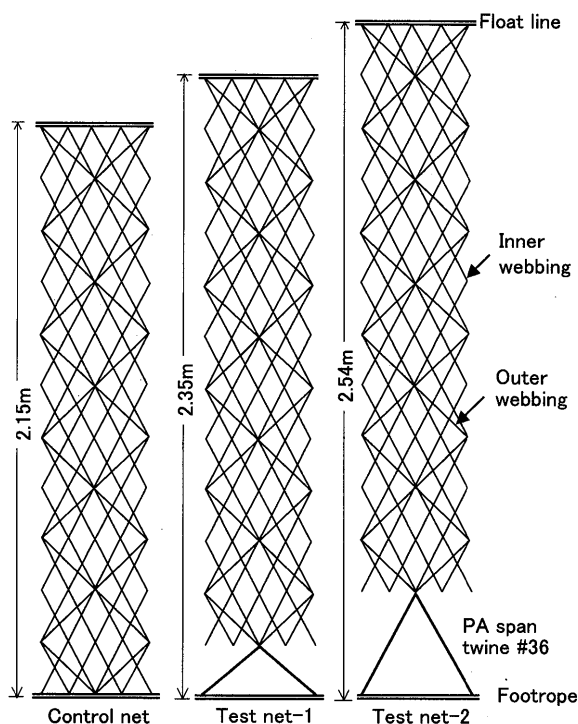


Fig. 2 Simplified section sketch of structures of three types of experimental nets: The left is control, the centre, test-1, and the right, test-2 nets, of which major portions made of net webbing were the same while, the rigging between the net webbing and the foot rope was different.

水槽内で、改良網 (Fig. 2) の沈子網と身網の間に入れることを予定した「吊り糸」格子の模型を暗褐色36本子スパンナイロントワインで作成し、これに対するコウイカの行動を観察した。模型は、上の材料を水槽底に置いた直径10mmの鉄パイプに結び付け、ナイロンテグス6号で吊り上げるようにし、幅0.29m、高さ0.40mの稲妻型に配したものとした。実験は1993年5月20日と23日に熊本県水産研究センターの屋内水槽で行った。使用した水槽は壁の色が白色の15トン水槽 (L=5.00m x B

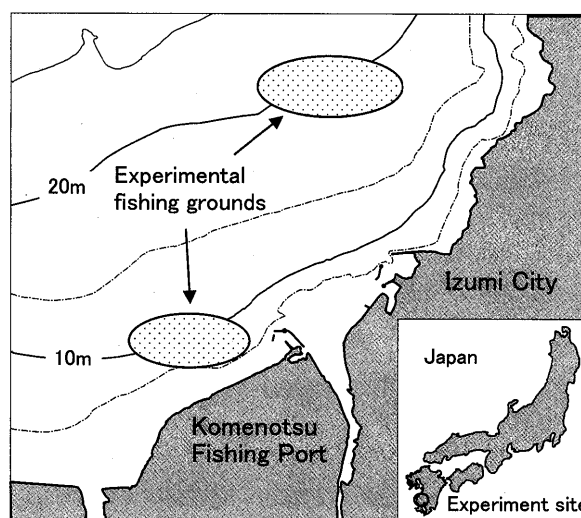


Fig. 3 Fishing grounds for experimental operations in Southern Kyushu, Japan: A total of 20 operations were conducted in 9 to 23m deep sandy/muddy bottomed fishing grounds by two commercial fishing vessels who were requested to use each set of the experimental nets connected to their commercial nets. One set of experimental nets was composed of two each of control, test-1 and test-2 nets.

Table 1 Specifications of major part of both control and experimental trammel-nets (excluding those of bottom space of experimental net): The control net was made of tabulated net webbing, float line and foot rope like usual trammel-nets. The test-1 and test-2 nets were constructed with the lower portion of the webbing and the foot rope rigged with PA span twine #36, making a space of which the height was 0.20m and 0.39m for the test-1 and test-2 nets respectively.

		Inner net	Outer net
Webbing	Material	PA, Monofilament No.2	PA, Monofilament No.8
	Mesh size	84mm (2-sun, 8-bu)	450mm (1-shaku, 5-sun)
	Hanging ratio (upper)	0.565	0.514
	Hanging ratio (lower)	0.527	0.472
	Vertical number of meshes	40	5
	Completed height (m)	3.44	2.15
Float	Material	Polyvinyl chloride, surplus buoyancy =20g	
	Interval (m) and number of pieces	0.88 and 97	
Float line	Material	Polypropylene, φ 5mm	
	Length (m)	85m	
Footrope	Material	Polypropylene with LE, φ 5mm (90g/m)	
	Length (m)	92.5m	

=3.00m x D=1.00m) で、実験中は目に見える流れが生じない程度に生海水を掛け流した。手釣りで漁獲されたコウイカ (♂2尾, ♀4尾) を水槽に入れ約2週間馴致したのち、水槽を二分するところに設置した模型に対する行動の2時間連続観察を2回行った。実験中の水温は16.2~17.8℃であった。

操業実験: 上記の事前調査および、水槽内でのコウイカの対網糸行動の観察実験に基づいて、三重網の身網と沈子網の間を吊り糸のみで構成し、外網の半目分または1目分の高さの空隙を与えた亜底層三重網を試作した。

地元で使用されている網の内網目合いが2寸7分から2寸9分までバリエーションがあったことから、それらの中間にあたる2寸8分(実測目合い84.0mm)を試作網の内網目合いとした。まず、平均的な商業網に倣い、内網40目掛け、外網目合い450mm・5目掛け、仕立て上がり網丈2.15m、沈子網長92.5mの無改良網を作製し、コントロール網とした。コントロール網を基本にして、暗褐色36本子スパンナイロントワインを外網1目の幅で稲妻型に配した吊り糸で沈子方と網地を編み繋いで空隙を与えたものを改良網とし、空隙部の高さを外網半目分(約0.20m)と1目分(約0.39m)とした2種の改良網を作製し、それぞれを改良網-1と改良網-2と呼ぶこととした(Fig. 2)。コントロール網と比較し易くするために、空隙部以外には変更を加えなかった。コントロール網と改良網の身網部(両者は完全に同一)の仕様をTable 1に示す。

出水市地先の、水深9~23mで砂泥底の漁場(Fig. 3)で、出水市漁協所属のコウイカ三重網漁船2隻の協力を得て、1994年と1996年の冬季漁期に試験操業を行った。コントロール網、改良網-1、改良網-2の各2反計6反を1組とし、上記2隻の漁船で1組ずつを商業網に連結して用いた。従って、試験漁具設置場所は上記漁船が個人所有の三重網を使用した漁場と同じで、浸漬日数もそれ

らと同じ3~5日であった。1回ごとの操業でのすべての網の浸漬日数は同じであった。

予備調査と同じ方法で、漁獲物のすべての個体ごとに、縦方向の罹網位置を外網の段に基づいて記録した。魚類では全長と体長を、コウイカでは外套長を揚網時に測定・記録した。

2. 結果

2.1 予備調査での漁獲・予備実験での観察結果

漁獲の垂直分布: 1993年1月7~21日の期間に、コウイカ、ヒラメをそれぞれ140, 56個体を漁獲した。ともに底層側で多く漁獲される傾向があり(Table 2), I~V段に網地展開面積に応じて漁獲するとの帰無仮説に比べて χ^2 二乗検定で有意差があった($\chi^2=18.0>9.49$ と $\chi^2=120.6>9.49$, $df=4$)。コウイカとヒラメの分布の間でも有意差があり($\chi^2=47.3>9.49$, $df=4$)、コウイカとヒラメでI段目に罹網した個体はそれぞれの漁獲数の31%と84%で、漁獲が沈子方に集中する程度はヒラメの方ではるかに大きかった。

Table 2 Vertical positions of enmeshed cuttlefish and marble flounder observed in the preliminary fishing with commercial trammel-nets in 1993: Vertical positions were coded in accordance with those of the meshes of the outer net, where I is the bottom while V, the top.

Vertical positions of enmesh	Number of catches (%)			
	Cuttlefish		Marble flounder	
V	13	(9)	1	(2)
IV	26	(19)	2	(4)
III	34	(24)	1	(2)
II	24	(17)	5	(9)
I	43	(31)	47	(84)
Total	140	(100)	56	(100)

Table 3 Behaviour of cuttlefish to model of suspended span-twine in experimental tank: A PA brown-coloured span-twine #36 was arranged as a vertical zigzag in a tank of which the dimension is 5.00m x 3.00m x 1.00m. A total of 2 male and 4 female cuttlefish were released in the tank and their behaviour against the twine arrangement was observed.

Category	Observed behaviour	Number of observations
A1	changed swimming layer before model and passed model section later	4
A2	changed swimming layer before model and did not passed model section	1
B1	stopped before model for a period of time and passed model section later	2
B2	stopped before model for a period of time and did not passed model section	6
C	showed spawning behaviour to model (female) or mating behaviour to female (male) and passed model section	10
D	showed no reaction and passed model section	13

コウイカの対模型行動：模型に対するコウイカの接近行動を36例観察した。行動例を類型化しそれらの出現頻度をTable 3に示す。コウイカが模型に接近した場合、模型近傍20~50cmで(A)遊泳層を変える、(B)一旦停止する、あるいは、(C)産卵基質に対するのと同じ行動を行うなど、模型を認知していることが明らかな行動を示すことが多かった。(C)の例には、雌が対産卵基質行動²⁾を模型に対して示した後に模型断面を通過したのと、雄が雌の動きにあわせてその周辺で接近行動を行いつつこれを通過した両者を含めた。最終的に模型断面を通過したものは36例中29例、通過しなかったものは7例であった。模型に接近したコウイカのうち遊泳層を変えたものはすべて20~50cm下方に向かったが、それらは4例のみであった。これらは、36例中64%が何らかのかたちで模型周辺で一時的に滞留するか逆戻りし、89%は模型周辺でも接近時の遊泳層を維持したとも纏めることができる。

2.2 操業実験での漁獲数

1994年1月22日から3月19日と1996年2月3日から2月25日の期間、合計20回の操業実験を行った。1回の操業では2船計12反を用いることを基本としたが、漁具の一時的な汚損・破損などの理由で、1船6反だけを用いた操業が4回あった。

20回の操業で漁獲された全漁獲物とその漁獲尾数を表4に示す。ヒラメのほかタマガンゾウピラメ、イシガレイ、ウシノシタ類(Cynoglossidae)などを含めて異体類7種60尾が漁獲された。異体類以外の魚種では、コノシロ *Konosirus punctatus*、マイワシ *Sardinops melanostictus*、カワハギ *Stephanolepis cirrhifer* など40種以上661尾が漁獲された。魚種の漁獲種数が確定できなかったのは、長期間浸漬のための腐敗、食害などにより魚種が特定できないものがあったためである。コウイカ以外のイカ・タコ類ではシリヤケイカ等の3種6尾を、イシガニ類以外の甲殻類ではシャコ、クルマエビなどのおもに有用種5種52尾を記録した。

漁獲物を、コウイカ、異体類全体、イシガニ・ヒトデ類(Spinulosa)・貝類およびその団塊片、異体類以外の魚類に分類し、3種の供試網間で漁獲数を比較した。ヒラメを単独で分析対象とすべきであったが、資料数が少なかつたため、似通った遊泳特性を持つと考えられる他の異体類を加えて1群とした。以下の分析では、1操業あたりの漁獲努力量が一定でなかったこと、1操業あたりの魚種群ごとの漁獲数には0または1の場合が多く、漁獲数が明らかに少数側に偏った分布を示していたことから、比較にはおもに順位検定を適用した。有意水準は

Table 4 List of captured organisms in experimental operations: A total of 20 field fishing operations were conducted in 1994 and 1996 with the set of control, test-1 and test-2 nets. A total of 12 nets were used in 16 operations and 6 nets, in 4 operations.

Captured organisms	Number of catches
Cuttlefish (<i>Sepia esculenta</i>)	151
Marble flounder (<i>Paralichthys olivaseus</i>)	43
Other flatfishes 7 spp.	49
Other finfishes (more than 40 spp.)	661
Clublet (2 spp.)	82
Starfishes	106
Shells and debris	26
Mollusks (3 spp.)	4
Sea-cucumber	9
Other crustaceans (5 spp.)	25

すべて95%とした。

コウイカの総漁獲尾数は、コントロール網で56尾、改良網-1で54尾、改良網-2で40尾であった。Friedman 検定法によれば、操業ごとの漁獲尾数に3者の間で有意差はなく ($\chi^2=1.88<5.99$, $df=2$)、2種の改良網によるコウイカの漁獲はともにコントロール網に比べて減少したとは言えなかった。後で検討するように、改良網は予測に反して高い漁獲効率を示したと言える。

異体類で全長250mm未満の個体(以下、異体類小型個体と呼ぶ)の漁獲は、コントロール網で27尾、改良網-1で17尾、改良網-2で3尾であった。操業ごとの漁獲尾数には3者の間で有意な差があった ($\chi^2=7.30<5.99$, $df=2$)。Wilcoxonの符号順位検定法によれば、コントロール網と改良網-1の間には優位差はあったが ($P=0.0327<0.05$)、改良網-1と-2の間では有意差はなかった ($P=0.0898>0.05$)。従って、最下層の空隙部は異体類小型個体の漁獲を低下させるが、空隙部の拡大とともに異体類小型個体の漁獲が減少するとはまでは言えなかった。

これに比べて、異体類のうち全長250mm以上の個体(以下、異体類大型個体と呼ぶ)は、コントロール網で16尾、改良網-1で15尾、改良網-2で14尾漁獲され、操業ごとの漁獲尾数には3者の間で有意差はなかった ($\chi^2=0.18<5.99$, $df=1$)。

その他の魚類でも、コントロール網で171尾、改良網-1で171尾、改良網-2で126尾が漁獲され、操業日ごとの漁獲尾数には3者の間で有意差はなかった ($\chi^2=0.78<5.99$, $df=2$)。

イシガニ類、ヒトデ類、貝類の合計漁獲数は、コントロール網で95、改良網-1で43、改良網-2で58で、コントロール網に比べて改良網では有意に減少した ($\chi^2=11.47>5.99$, $df=2$)。これは、コントロール網と改良網-1、

2両者の間で有意差があったもので ($P=0.0176 < 0.05$ および $P=0.001 < 0.05$), 改良網-1と-2の間では, 検定を行うまでもなく有意な減少はなかった。

以上の結果をまとめると, コントロール網と2種類の改良網のあいだで, コウイカと異体類大型個体の漁獲尾数には変化はないまま, 異体類小型個体の漁獲数は有意に減少し, 主漁獲対象種の漁獲を維持しつつ有用種の仔稚魚の混獲を低減するという当初期待した結果が得られたと結論できる。2種類の改良網には, 商品価値のない混獲生物である小型カニとヒトデの漁獲や貝類団塊片などのゴミの纏絡を有意に減少する効果もあった。ただし, 空隙部の高さをどれくらいにするのが適切であるかは, なお検討を要する。

2.3 操業実験での罹網位置

1996年の調査では縦方向罹網位置を記録しなかったの
で, 1994年の資料のみを分析した。コウイカと異体類の
小型・大型個体ヒラメについて供試網別縦方向罹網位置
を Table 5~Table 7に示す。

コウイカ: コントロール網では47尾中19尾 (40%),
改良網-1では44尾中23尾 (52%), 改良網-2では34尾中
13尾 (38%) がI段目に罹網した (Table 5)。下位の段
ほど漁獲が多い傾向は三つの供試網の間に共通で, χ^2 二
乗検定によれば, 三者の間で分布に有意差はなかった
($\chi^2=14.61 < 15.51$, $df=8$)。この事実は, 罹網位置が遊
泳層を反映しているとする仮説から見ると不思議である。
改良網では, 本来漁獲が多い最下段に空隙を設けている
ので, コントロール網のI段で漁獲されていたものが漁獲
されない可能性があるからである。この点は後で検討する。

異体類: 異体類小型個体でもI段目で罹網したのは,
コントロール網では16尾中の75%, 改良網-1では4尾中
の75%, 改良網-2では2尾中の50%でもっとも多かった
(Table 6)。資料数が少ないため供試網間の比較は困難

Table 5 Vertical positions of cuttlefish enmeshed with three types of experimental nets during experiment in 1994: The vertical positions were coded as explained for Table 2.

Vertical positions of catches	Number of catches		
	Control net	Test net-1	Test net-2
V	2	6	6
IV	3	5	6
III	5	5	2
II	18	5	7
I	19	23	13
Total	47	44	34

Table 6 Vertical positions of small individuals of flatfishes enmeshed with three types of experimental nets during experiment in 1994: The vertical positions were coded as explained for Table 2.

Vertical positions of catches	Number of catches		
	Control net	Test net-1	Test net-2
V	1	0	0
IV	0	0	1
III	0	0	0
II	3	1	0
I	13	3	1
Total	17	4	2

Table 7 Vertical positions of large individuals of flatfishes enmeshed with three types of experimental nets during experiment in 1994: The vertical positions were coded as explained for Table 2.

Vertical positions of catches	Number of catches		
	Control net	Test net-1	Test net-2
V	0	0	0
IV	0	0	0
III	1	1	0
II	0	2	3
I	11	8	11
Total	12	11	14

であるが, 改良網ではちょうどコントロール網のI段目
の漁獲がなくなっているような分布を見せ, 海底近くを
遊泳する異体類小型個体が改良網の最下段を通過してい
ることを窺わせた。

大型個体の場合にも, コントロール網では12尾中の85
%, 改良網-1では11尾中の67%, 改良網-2では14尾中の
79%がI段で罹網し, もっとも多かった。小型個体の場
合と異なり, 3者の供試網の間で垂直分布の傾向には大
きな差はなかった。

4. 考 察

罹網異体類の最大体高と網目サイズの関係: 漁獲され
た異体類で, 最大体高が内網目合いに相当する84mm以
下の個体が45尾中19尾あった。これは, 通常の刺し機
能^{3,4)}では罹網すると考えられない個体が漁獲されたも
ので, 異体類では小型個体でも鱗担骨に網糸が罹ると漁
獲されてしまうのが原因である。¹⁾ このように骨や棘な
どの突起物により, 網目の中で魚体が上方または下方に
回転して刺さるいわゆる「斜め刺し」が発生する場合,
目合いより最大体高が小さい個体が漁獲されてしまう例
はクロサギなど他の魚種でも報告されている。⁵⁾ このよ
うな魚種では, 目合い規制では出荷規制サイズの個体の

混獲防除は困難であり、目的を満たすためには、本研究のように網全体のデザインの変更を考えなければならない。

コウイカの漁獲の維持：事前調査での縦方向罹網位置の調査結果から、改良網のコウイカの漁獲は若干低下するものと予測していた。コウイカがコントロール網に接近する時と同じ遊泳行動を保ちつつ改良網の空隙部に遭遇すると仮定すれば、改良網-1と-2では、コントロール網のI段目の漁獲のそれぞれ40%と80%に相当する分だけ減少するはずであると考えた。この予測と操業実験でのコントロール網による漁獲によれば、改良網-1と-2の漁獲は40.2尾および33.4尾となったはずである。行動観察で、模型に遭遇した場合に遊泳深度を下げたものがあったことから、漁獲尾数はさらに若干減少する可能性もあると考えていた。しかし、操業実験での漁獲結果は44尾と34尾で、ともに予測を上回るかほぼ同程度が維持された。

改良網でのコウイカ漁獲が高いレベルで維持できた原因の一つとして、空隙部分を構成している暗褐色のспанナイロンがコウイカを誘集しているか周辺での滞留を促進している可能性があると考えた。水槽実験ではコウイカがハギ柴の色に近い暗褐色のспанナイロンに対し産卵基質に対するのと同じ行動を示すのを観察した。こうした行動のために、コウイカが漁具周辺に留まりその結果、漁具と繰り返し遭遇する確率が増大したために漁獲が予測より増加した可能性があると考えた。

異体類小型個体の混獲防除：コントロール網と比較して改良網のI段に罹網した出荷規制サイズ未満の異体類の尾数は大幅に減少したので、縦方向罹網位置の差異を利用する考えが正しかったことが証明された。上記と同じく、縦方向の罹網位置の調査より、沈子方と網地の間の空隙部分からの異体類小型個体の混獲排除率は、コントロール網に対して改良網-2では約84%と予測され、改良網-1では、改良網-2よりも混獲排除率は低下することが予測されていた。予測に基づけば、異体類小型個体の漁獲は12.2尾と7.4尾となったはずであるが、実験結果は4尾と2尾で、予測よりはるかに大きく減少した。一方、異体類大型個体の場合には、漁獲ロスは、予測に反してまったく記録されなかった。異体類の小型・大型個体の間で漁獲尾数の減少程度が異なっていたのは、異体類個体の大小によって遊泳層に差異があり、空隙部の影響がより低層を遊泳する小型個体に発現したためであろうとの仮説を持っている。⁶⁾

改良網の評価：本実験に用いた試作改良網からは、主要対象魚種であるコウイカの漁獲尾数を減少することなく、保護すべき有用魚種の小型魚の混獲を防除するという当初の目的を十分満たす結果を得ることができた。細

部設計には検討の余地を残すものの、現在の試験網でも十分に実用化の価値があると考えた。試作した改良網には以下のような副次的効果もある。

- (1) 商品価値のない投棄種（カニ・ヒトデ）の混獲防除により船上労働を軽減できる、
- (2) 同様の理由で、漁具破損の軽減により、漁具耐用期間を延長できる、
- (3) 吊り糸で半目または1目分の高さを構成することから、従来と同じ高さの改良網を作るなら、必要な網丈が少なくて済み、漁具資材費を節減できる、
- (4) 改良網の沈子方の構成は、内網と同じ目合いの縁網を手漉きするのに比べて製作が簡単である。

刺し網系統の漁具ではサイズ選択性に関する研究はきわめて詳細、多様に発達してきたが、種選択性に関する研究は限られたものであった。試作した亜底層網は、工夫はきわめて簡単なものであるが、似通った問題を抱える多くの刺し網・三重網漁具と同様の改良の可能性があると考える。

謝 辞

本研究の現場調査、操業実験において、出水市漁業協同組合所属コウイカ三重網漁船の船主である小川忠氏、松林一義氏、出水市漁業協同組合の各位に種々のご協力を賜ったことに深謝申し上げる。図版等の完成には鹿児島大学水産学部研究助手仲島淑子氏のお世話になった。感謝申し上げます。

文 献

- 1) 鶴田和弘, 大淵孝, 川村軍蔵. ヒラメ三枚網の網目選択性曲線. 日本水産学会誌 1995; 61: 547-552.
- 2) 藤田孝康, 平山泉, 松岡達郎, 川村軍蔵. 雌コウイカの産卵行動と産卵基質の選択. 日本水産学会誌 1997; 63: 145-151.
- 3) G. Kawamura. Gill-net mesh selectivity curve developed from length-girth relationship. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1972; 38: 1119-1127.
- 4) 松岡達郎, 杜勝久, 斉藤良仁. 刺し網のサイズ選択性の計算法とその水槽実験による検証. 日水誌 1995; 61: 880-888.
- 5) M. Miyake, T. Matsuoka, A. Inoue. Gillnet selectivity for multi-species coastal fisheries in Palau. *Kagoshima University Research Center for the South Pacific, Occasional Papers* 1994; 30: 107-112.
- 6) 松岡達郎. 混獲投棄とその防止に関する研究. 日本水産学会誌 1999; 65: 630-633.