分離漁獲装置付き 2 階式小型底曳網の分離効果

梶川和武, 藤石昭生, 井上 悟, 永松公明, 濱野 明

(1997 年 7 月 11 日受付)

Preliminary Trawling Tests using a Two-level Beam Trawl with Square Mesh Separator and its Separation Efficiency*¹Yoritake Kajikawa,*² Akio Fujiishi,*² Satoru Inoue,*²
Kimiaki Nagamatsu,*² and Akira Hamano*²

A two-level beam trawl was developed with a square-mesh separator panel in it to separate marketable fish and shrimp from non-commercial crabs and smaller fish. The net-mouth of the lower cod-end in the two-level trawl gear was covered with a square-mesh net panel as a separator. Fishing experiments of the gear were conducted with a chartered trawler off Shimonoseki city in October 1995. Two square-mesh net panels of 40 and 50 mm mesh bars were used in the fishing experiments. The net mouth openings of the upper and lower cod-end associated with the efficiency of the separator were measured. The total number of animals caught in 7 hauls was nearly 2,300. Separation efficiencies defined as the ratio of the catch in the upper cod-end to the total catch of 11 species were compared by two mesh bar sizes. Non-commercial crabs passed through the separator panel and then entered in the lower one, while shrimp were caught in the upper cod-end although its body was enough small to pass through the separator. Separation efficiencies of the main 6 species plotted versus bodysize indicate that the separator has size-selectivity to some extent. Thus, the gear was useful to catch fish of marketable size and shrimp in the upper cod-end.

キーワード: 小型底曳網, 分離漁獲, 2 階式網, 角目網

下関市西沖の日本海側漁場では, 小型底曳網漁業の手繰第 2 種漁業が操業されており, その主な漁獲対象は小型のエビ類である。このためコッドエンドに使用されている目合が小さく, 網目の大小によって魚を取り分ける機能が劣るので, 底魚資源は魚体の大小を問わず一網打尽に漁獲される。この漁獲物には, 有用種でありながら小型個体であるために市場価格がつかないものや小型カニ類のような非漁獲対象種が含まれる。底魚資源を有効に利用するには, このような無駄な漁獲は好ましくない。この現状を解消する一方策として, 分離漁獲装置の開発がある。しかし, 本漁業種類に対する効果的な分離漁獲装置は, 開発段階にあり, 実用例は少ない。

本研究では「手繰第 2 種漁業」を取り上げ, 現在の漁獲水準を大幅に低下させることなく, 無駄な漁獲を少なくするための漁具設計学的な基礎資料の収集を行った。分離装置の開発の第 1 段階として, 作製した試作

網は中仕切網方式の 2 階網である。本漁具には中仕切網と底網の前端部に当る 1 階部分の網口に傾斜させた帯状の角目網地が配置してある。角目網の目合をコッドエンドの目合より大きくし, 2 階式網の実験例^{1,2)}を参考にして分離装置の高さが少なくとも 0.5 m 以上保持できるように設計すれば, 主要漁獲種の小型エビ類はこの網に沿って³⁾ 2 階部分へ誘導され, 有用種の小型個体や小型カニ類は網目を通過して下部コッドエンドで漁獲されると考えた。

この条件を満たすかどうかを調べるために試作網を用いて海上実験を実施し, 試作網の網口高さを測定するとともに, 得られた漁獲資料から分離漁獲効果を判定することにした。

材料および方法

分離漁獲装置付き 2 階式小型底曳網の設計 2 階方式

*¹ 本論文の概要は平成 8 年度日本水産学会春季大会において発表した。

*² 水産大学校漁業学科 (Department of Fishery Science and Technology, National Fisheries University, Nagatahonmachi, Shimonoseki, Yamaguchi 759-6595, Japan).

の網は英国やインドの底曳網¹⁴⁾や以西底曳網^{*3}に見られるが、この種の本格的な2階式の設計法は日本の小型底曳網には導入されていない。ただし、分離漁獲を狙って小型底曳網の一部を2階方式とした設計例^{*4,2)}はいくつか見られる。単にコッドエンドを上下2段に分けるのは魚種の採り分けには適しているが、有用種の小型個体の選別には向かない。したがって、本研究では上記の大型底曳網の設計例にならって、網口からコッドエンドまでを中仕切網で上下に分離した2階式底曳網を試作した。1階部分の網口に帯状の角目網を配置した。試作網の設計に当たっては、山口県内で使用中の小型底曳網(第2種)の中から2例を取り上げ、これらを参考にした。Fig. 1(A)は下関市西沖で使用されている現用の小型底曳網の設計図である。以後、この網を在来型と呼ぶ。在来型は経験則により設計されたものと思われ、袖網部分と身網前部の天井網の構成と寸法が不適切である。在来型の天井網は曳網中に前方に傾斜し、網口高さを小さくするように作用する。⁵⁻⁷⁾2階式底曳網の網口高さは十分に大きくする必要があり、在来型に大幅な設計の改良を加えなければならない。次に、山口県の上関地区で用いられている小型底曳網の設計図の概要を調べてFig. 1(B)に示した。以後、これを改良型と呼ぶ。改良型は大型トロール網の設計法が用いられ、適所に三角網が配置されているため網口高さも在来型に比べて大きいと判断された。したがって、2階式試作網の設計にはこの改良型を参考にした。一方、Main and Sangsterの実験結果¹⁾や長崎水試研報²⁾を参照すると、2階式試作網の1階部分(中仕切網)の網口高さは0.5~1.0 m程度である。この網口高さが小型底曳網の一階部分の高さとして適切であるかどうかは分からない。しかし、Fujiishi and Tai⁸⁾の実験例を参照すると分離装置の高さが0.4 m以上であれば小型エビ類は2階部分へ誘導される。以上を総合的に考慮して、1階部分の網口高さは少なくとも0.5 m以上に保持できるように設計した。その設計図をFig. 2に示す。この試作網の設計上の特徴は次の2点である。

1. 中仕切方式の2階網とし、分離効果を高めるために帯状の角目網地を1階部分の網口に配置し、これを分離漁獲装置(以下、分離装置と略称)と名付けた。
2. 田井^{*5}の実験例を参考に曳網中の分離装置の傾斜角は、45°になるように設計した。分離装置の有効高さを約1 mに保つために脇網部分については、

Fig. 1. The net plans of a beam trawl (A) currently used in Shimonoseki and an improved beam trawl (B) currently used in Kaminoseki.

Fig. 2. A 2-level beam trawl trial designed to separate marketable fish from non-marketable fish.

袖網先端からコッドエンドまで補強用ロープを入れた。このようにして脇網を上下2段方式とし、その境界線に沿って水平な中仕切網を入れた。

ブライドル構成と分離装置用角目網地 試作網のブライドル構成に3本方式を採用した。この理由は、補強用ロープが袖先まで伸びていることにある。また、在来型の脇網用ビームの長さは18 mであり、試作網にも同様のビームを使用した。このビームとブライドル構成の相互関係をFig. 3に示した。

分離装置用網地は、Fig. 2と3に示したように縦1.5 m×横3.0 mの帯状の角目網地である。市販の角目網地を用いることにし、その脚長が40 mmと50 mmの2種類を用意した。両者とも網糸直径は2.6 mmである。角目網地の上辺と下辺をFig. 2のように取り付けたの

*3 日本遠洋底曳網漁業協会：以西底曳網底2 そう曳システム開発報告書，8-18 (1991)。

*4 東海 正，藤森康澄，松田 俊：東京湾シャコ小型底曳網における魚種分離効果，底曳網の分離漁獲に関する研究，東京水産大学一般研究 (B) 研究成果報告書，45-56 (1994)。

*5 田井康之：小型底曳網の分離漁獲に関する基礎的研究，修士論文，p. 1-72, 1996。

Fig. 3. A bridle system of the 2-level beam trawl with a square mesh separator.

Fig. 4. Study area.

で、曳網中の帯状の角目網地は海底に対して約 45° の傾斜角になる。

試作網による曳網実験 1995年10月17日と10月26日の2日間に下関市西沖の水深約20~40mの海域

で、下関漁業協同組合所属の第三海幸丸を備船して7回の曳網実験を行った (Fig. 4)。Table 1に実験の概要を示した。7回の曳網回数の中、1回は分離装置を取り外した実験である。分離装置を取り外した曳網は分離効率 (R) の比較対照用の資料を得るためである。分離効率 (R) については後述する。漁船の主要項目を次に示す。

全長: 9.95 m, 幅: 2.45 m, 深さ: 0.73 m

総トン数: 2.9 t, 主機関: ディーゼル 15 馬力 (農林馬力)

海上実験中に、曳網速度と網口高さを測定した。曳網速度については、1回の曳網中に3回の流木試験を実施し、その平均値をもって曳網速度とした。操業中の曳網速度は1.0~1.6ノットの範囲内であった。

網口高さの計測については、例アレック電子製メモリー式深度計を試作網のヘッドロープ、中仕切網前端およびグランドロープのそれぞれ中央部の3ヶ所に装着し、1分間隔でそれぞれの深度を記録させた。両部位の網口高さは、ヘッドロープまたは中仕切網の深度計の記録値からグランドロープの深度計の記録値を差し引くことによって求められる。使用した深度計の分解能は0.6 mである。分解能の精度が劣るため、両部位における網口高さの測定値は大きな変化傾向を推定するのに役立つだけであって、既往の資料との比較には不向きである。求められた値はおおまかな網口高さを把握する程度のものである。

漁獲物の測定および試作網の分離効果 分離装置の分離効果を確かめるために各曳網回数ごとに漁獲物を仕分けして、魚種別に漁獲尾数を調べた。漁獲物は船上で漁獲部位 (上部と下部のコッドエンド) 別に仕分け、ビニール袋に入れて研究室に持ち帰り冷凍保存した。後日、漁獲物を解凍した後、魚種別に魚体測定を行った。魚体の測定部位は魚類では、魚種により全長、尾叉長、肛門前長のいずれかと体重である。エビ類では頭胸甲長および

Table 1. Out line of Experimental hauls by 2-level beam trawl with square mesh separator

Year Date	Mesh size of Separator	Exp. No.	Duration of tow	Towing speed (Aver.)	Weight of fish caught (kg)			
					Fish	Crustacean	Cephalopoda	Others
1995 17th/oct.	40 mm	1	55 (min.)	1.05 (Knot)	3.51	2.55	3.54	0.11
		2	55	1.15	4.15	4.04	3.81	0.19
		3	57	1.49	6.43	3.98	4.81	0.18
1995 26th/oct.	50 mm	4	57	1.57	9.47	0.63	1.31	0.00
		5	57	1.53	8.89	1.83	2.14	1.10
		6	60	1.34	10.22	1.06	1.44	0.08
	Without separator	7	63	1.57	7.02	1.48	1.73	0.00

体重の2部位である。カニ類では甲幅および体重の2部位を測定し、キメンガニ *Dorippe sinica* については甲幅より甲高の方が大きいので、甲幅の代りに甲高を測定した。頭足類の測定部位は胴長および体重の2部位である。これらの結果から、漁獲部位別に漁獲された各魚種の体長組成を調べた。

本研究では、上部コッドエンドと下部コッドエンドの全漁獲尾数に対する上部コッドエンドでの漁獲尾数の比を魚種ごとに求め、これを分離効率 (R) と定義して次式で示した。

分離効率 =

$$\frac{\text{上部コッドエンドでの漁獲尾数}}{\text{全漁獲尾数}} \times 100(\%) \quad (1)$$

脚長が 40 mm と 50 mm の2種類の角目網を用いたので、目合別に各3回の曳網実験中に得られた資料から分離効率 (R) を求めた。

結 果

網口高さ 底魚類や小型エビ類に対して分離効果を高めるには、中仕切網前端をできるだけ高く保持することによって、漁獲対象魚が角目網地に遭遇する機会を多くすることが望ましい。そのためには、ヘッドロープ中央部自体も高く保持しなければならない。供試漁具の網口高さの大小は分離効率を大きく左右すると考えられる。そこで、ここでは上述の2部位における網口高さが設計段階で設定した値に近似できるかどうかを調べた。

ここでは6回の曳網中の深度計の記録の中から任意に3回の記録を選び、Fig. 5に示した。図示のとおり両部位の網口高さは1分間隔で連続的に記録されており、曳網時間は3回ともに1時間以内であった。図中の H_T がヘッドロープ中央部の網口高さ、 H_L が中仕切網前端中央部の網口高さである。両部位の測定値の経時変化を見ると、投網直後と揚網直前では曳網速度が遅いために H_T は高い値を示すこともあるが、約5分間経過して通常の曳網速度 (約1.5ノット前後) に達すると3~4 m程度に落ちつく。一方、 H_L は投網直後から揚網直前まで大幅に変化することなく約1 mのほぼ一定値で推移している。得られた両部位の網口高さの計測値は、設計段階で設定された値に近いと推定できるが、深度計の精度がおとるので、この点については今後の実験で確める必要がある。

曳網速度は網口高さに影響するので、^{2,7)} 両部位の網口高さと曳網速度の関係を Fig. 6に示した。この図には、3回の曳網中の平均値とその変化幅も示してある。また、Fig. 6には上述の各測定値の比較対照用として永松

Fig. 5. Height-time sequential records of the net mouth opening for the 2-level beam trawl.

○, 50 mm; △, 40 mm; □, Without square mesh separator; H_L , Height of Separator; H_T , Height of head rope.

Fig. 6. Relationship between heights of net mouth and towing speeds.

ら⁸⁾が調べた在来型のヘッドロープの網口高さも併記した。永松らの実験値は今回の曳網速度より高速曳網時の記録であるから、両者のヘッドロープの網口高さの大小を直接比較することはできない。しかし、図中の曲線の変化傾向から類推すると、在来型のヘッドロープの網口高さは試作網の1階部分とほぼ同じか若干上回る程度であると思われる。これに対し、試作網の H_T は在来型の網口高さの約2.5倍に達している。

魚種別の分離傾向 得られた漁獲物を大まかに分類すると、魚類が51種、甲殻類が18種、頭足類が3種、その他が4種の合計76種であった。この分類別に漁獲尾数を調べて Table 2に示した。ここでは上部と下部のコッドエンドへの分離状況を大まかに把握するため、上記の漁獲物の中から漁獲尾数が多く、かつ市場価格も高い魚類6種、小型エビ類1種、頭足類1種を選び、これらの分離傾向を調べた。在来型により大量に漁獲される小型のエビ類を多く上部コッドエンドへ誘導し、投棄対象種の小型カニ類は下部コッドエンドに分離するのが望ましい。これが可能なら、船上での漁獲物の選別作業

⁸⁾ 永松公明, 井上 悟, 藤石昭生, 手島和之: 平成6年日本水産学会春季大会講演要旨集, p. 7.

Table 2. Catch composition by experimental haul

Number of hauls	Mesh size of separator	Cod end	Fish		Crustacen		Cephalopoda		Others		Total	
			Weight (kg)	No.	Weight (kg)	No.	Weight (kg)	No.	Weight (kg)	No.	Weight (kg)	No.
3	40 mm	Upper	12.32	289	8.65	518	11.37	181	0.08	4	32.76	992
		Lower	1.77	108	1.92	218	0.75	22	0.41	32	4.85	380
3	50 mm	Upper	26.08	233	1.53	173	3.60	55	0	0	31.21	461
		Lower	2.50	126	1.99	125	1.30	23	0.19	8	5.98	282
1	Without separator	Upper	5.74	41	0.68	13	0.33	4	0	0	6.75	58
		Lower	1.28	36	0.80	61	1.40	23	0	0	3.48	120
7	Total		46.67	831	15.57	1108	18.75	308	0.67	44	84.77	2303

を軽減できる。この観点から、非漁獲対象種である小型カニ類を 3 種選り上部と下部のコッドエンドへの分離傾向も調べた。脚長別・魚種別に分離傾向を整理した結果を Fig. 7 に示す。この図では体長組成を考慮しなかったが、大まかな分離傾向の判定に役立つ。

まず、魚類 6 種の分離傾向を比較すると、角目網地の脚長が 40 mm の場合、タチウオ *Trichiurus japonicus* は上部コッドエンドで 100% 漁獲され、イトヨリ *Nemipterus virgatus*、カイワリ *Kaiwarinus equula*、シログチ *Argyrosomus argentatus* およびカワハギ *Stephanolepis cirrhifer* の 4 種も上部コッドエンドで多く漁獲される。しかし、異体類のガンゾウビラメ *Pseudorhombus cinnamomeus* では、下部コッドエンドでかなり多くの漁獲が期待できる。角目網の脚長を 40 mm から 50 mm に拡大した場合の分離傾向を見ると、上部コッドエンドでの漁獲率はカイワリ、シログチで 60%、カワハギでは 30%、ガンゾウビラメでは 10% となる。

一方、アカエビ *Metapenaeopsis barbata* の分離傾向を

見ると、角目網の脚長が 50 mm の場合には 80%、40 mm になると 90% の個体が上部コッドエンドで漁獲されている。このことから、網口付近に達したアカエビの大部分は角目網を通過せずに傾斜した角目網に沿って 2 階部分へ誘導されるのであろう。

次に小型カニ類 3 種の分離状況は角目網の脚長が 40 mm の場合、キメンガニは 2 階部分での漁獲が 90% と最も高く、フタホシシガニ *Charybdis bimaculata* では 50%、イシガニ *Charybdis japonica* では 30% と減少している。一方、角目網の脚長を 50 mm に拡大すると、上記の 3 種のカニ類に対する分離傾向をみると上部コッドエンドでの漁獲が大幅に減少し、キメンガニでは 30%、フタホシシガニとイシガニの 2 種類はほとんどの個体が上部コッドエンドで漁獲されていない。つまり、角目網を通過する個体が多い。

最後に、コウイカ *Sepis esulenta* は角目網の脚長差による分離傾向に大差はなく、上部コッドエンドでの漁獲は 40 mm の場合には 90%、50 mm の場合には 70% と

Fig. 7. Proportion of catch number of each species separated into two cod-ends by mesh size of square mesh separator.

Fig. 8. Size composition of each species by mesh size of square mesh separator.

高率を示した。

体長組成と分離傾向 分離漁獲を詳しく解明するには漁獲物の体長組成と分離傾向を調べる必要がある。そこで、Fig. 7 の各種の中から上下の各コッドエンドでの漁獲尾数が 20 個体以上の魚種を選んで体長組成を調べた。すなわち、魚類 2 種（シログチ、ガンゾウビラメ）、甲殻類 3 種（アカエビ、キメンガニ、イシガニ）、頭足類 1 種（コウイカ）の合計 6 種の脚長別・漁獲部位別の体長組成を調べた。その結果を Fig. 8 に示す。

シログチでは他魚種に比べて個体数が少なく、体長別分離傾向は明瞭ではない。角目網を取り外して操作を行うと、ほとんどの個体が下部コッドエンドで漁獲されている。このことから、本種の遊泳層は中仕切網より低いことが推測できる。したがって、ほとんどの個体が供試装置に遭遇すると考えて良い。角目網の脚長が 40 mm の場合、体長 10 cm 以上の個体は網目を通過することなく上部コッドエンドで漁獲されている。一方、脚長が 50 mm になると、この実験で得られた体長 10~14 cm の個体は網目を通過するものもある。しかし、両角目網とも上部コッドエンドへ誘導された個体数が多い。

ガンゾウビラメについては、12 cm 以下の個体が多く漁獲された。これらの個体は両角目網の場合ともそれぞ

れの網目を通過し下部コッドエンドへ抜けるものが多く、上部コッドエンドへ誘導されるものは少ない。特に 50 mm の角目網の場合には、上部コッドエンドへ誘導される個体数は非常に少ない。一方、12 cm 以上の個体については、資料数が少ないため、分離傾向を明確に判断することはできない。

アカエビの頭胸甲長組成は 1~3 cm の範囲内にあり、そのモードは 2.5 cm にある。本種に対する供試装置による分離傾向は、角目網の脚長が 40 mm の場合も 50 mm の場合も上部コッドエンドへ誘導される個体数が多い、下部コッドエンドへ抜ける個体数は非常に少ない。

キメンガニは体の大きさから見ると小型カニ類に属するが、他の 2 種（フタホシイシガニ、イシガニ）に比べると、甲幅より甲高の方が大きい。キメンガニの甲高組成のモードは 4 cm にある。角目網の脚長別に甲高組成を見ると、40 mm の場合 3 cm 以上の個体の大部分が上部コッドエンドへ誘導されるのに対し、これ未満の個体は少数が下部コッドエンドで漁獲されるにすぎない。一方、脚長が 50 mm の角目網を用いると 2~5 cm の個体も網目を通過するが、上部コッドエンドに誘導されるのは 4 cm 以上の個体であって個体数自体も少ない。

Fig. 9. Separation curves of six main species.

イシガニでは角目網の脚長が 40 mm の場合には、1 階部分での甲幅組成は 3 cm にモードがあるが、脚長を 50 mm に拡大すると甲幅モードは 4 cm と大きくなる。両角目網ともに、下部コッドエンドでの漁獲尾数の方が上部コッドエンドに比べてかなり多い。しかし、全般的に角目網の脚長が 40~50 mm の範囲内であれば、コッドエンドへ誘導される個体数は非常に少ない。

コウイカについては、図示のとおり脚長別・上下コッドエンド別に見た胴長組成の形状は、上述のアカエビのそれに類似している。つまり、本種も上部コッドエンドへ誘導される傾向が強く、角目網を通過する個体は非常に少ない。本種の胴長組成のモードは 7 または 9 cm に存在し、全漁獲個体数の中の約 9 割が 2 階部分へ誘導された。

分離効率曲線 各漁獲部位別に調べた体長階級別の個

体数から(1)式によって体長階級別の分離効率 (R) を計算する。その計算結果を横軸にとり、縦軸に分離効率をとれば分離効率曲線が描ける。Fig. 8 の 6 種に対する分離効率曲線を求めて、Fig. 9 に示した。図中の各曲線群は大まかに分離傾向を見分けるために実験点に合うようにフリーハンドで描いた曲線である。これらを比較すると、各曲線は魚種と角目網の脚長の大小によって大きく異なる。

シログチ (Fig. 9-(a)) では脚長が 40 mm の場合、体長 9 cm の分離効率点は 20% である。この点から曲線は急傾斜を描いて体長 10 cm で 100% の分離効率点に達する。一方、脚長が 50 mm になると体長 10 cm にある 30% の分離効率点から非常に緩やかな曲線を描いて体長 13 cm 以上で分離効率は高くなるが、曲線の変化傾向は明瞭ではない。

ガンゾウビラメの分離効率曲線 (Fig. 9-(b)) は脚長が 40 mm の場合、8~11 cm の個体に対して 40~50% の範囲で、横ばいの分離効率を示す。これに対し、脚長が 50 mm の場合には 9 cm 以上の個体が分離の対象となり緩傾斜の曲線を描きながら、体長 12 cm で 30% の分離効率点に至る。

アカエビ (Fig. 9-(c)) については、漁獲対象となる頭胸甲長組成は 1~3 cm にある。この範囲内にある個体に対する分離効率は 80~90% の横ばい状態を示す。大部分の個体は網口で分離装置に沿って上方へ遊泳し、上部コッドエンドへ誘導されると考えられる。

イシガニ (Fig. 9-(d)) では、甲幅が 2~5 cm の個体が漁獲された。角目網の脚長が 40 mm の場合は、甲幅が 2~4 cm の個体の 20~30% だけが 2 階部分へ誘導され、残りが網目を通過して下部コッドエンドで漁獲されている。Fig. 9-(c) の曲線群を比較すると、小型底曳網漁業の主な漁獲対象種である小型のエビ類に対して大幅な漁獲減をきたすことなく、投棄対象種であるイシガニの漁獲を避ける手段として、供試装置は有効といえる。

キメンガニ (Fig. 9-(e)) の分離効率曲線は脚長の大きさが 40 mm の場合、甲高 1 cm から徐々に上昇し 4 cm になると 100% の分離効率点に到達する。これに対し、脚長を 50 mm に拡大すると甲高が 3 cm の 0% 分離効率点から前者と同じ曲線形状を描きながら甲高 5 cm で分離効率 60% に至る。

コウイカ (Fig. 9-(f)) の分離効率曲線は角目網の脚長が 40 mm の場合、胴長が 3~15 cm の広範囲の個体に対して、分離効率は、80~100% の範囲内の横ばい状態にある。一方、角目網の脚長が 50 mm になると、曲線の形状は一変し、胴長 50 mm の分離効率 0% から急傾斜を描き、胴長 9~10 cm で 70% の分離効率点に至

る。

考 察

最近の調査^{6,9)}によると、当地方の小型底曳網漁業の漁獲対象種は、魚類、甲殻類、軟体動物を含めて100種を越え、これらの中で有用種は約70種である。今回の調査で得た漁獲魚種は76種であった。この漁獲物の中に含まれる有用種の小型個体や無価値種は揚網後、船上で選別されて海中に投棄された。こうした有用種の小型個体等の無駄な漁獲を軽減させる一方策として、供試漁具は小型底曳網漁業者に対する漁具の操作と投揚網作業の利便性を考慮に入れて設計した。

1. 2階網方式を採用して分離機能を持たせる。
2. 漁具の中に鉄製、その他の付属漁具^{8,10-12)}を用いると漁労作業を煩雑にしかねない。そこで、実用性を重視して分離装置には軽くて柔らかい素材のもの(帯状の角目網地)を用いること。

2階式を用いた理由は分離装置(帯状の角目網)の分離効果を判定するために通過した魚体としなかった魚体を分けて収集することにある。帯状の角目網は1階部分の網口の前面に配置され、しかも曳網中には海底に対して約45°の角度を保持できるように設計されている。換言すると、帯状網の有効高さは海底から約1mである。したがって、帯状網に遭遇した魚群は魚体の大きさに応じて角目網を通過して下部コードエンドで漁獲されるか、上部へ誘導されるかのいずれかになる。

実用化の観点からみると、2階式漁具は複雑な構成になるので漁業者に敬遠されかねない。この欠点を補うには、分離機能を持たせたまま1階方式とし、試作網の下部に入網した魚群を逃避させるような設計に改良する必要がある。¹³⁾ この点については、現在改良案の実験段階にあるので今後の検討にゆずる。

分離装置による分離効果を判定できたのは、魚類6種、甲殻類4種、頭足類1種の合計11種に過ぎない(Fig. 7)。これら11種には最重要種である小型エビ類1種が含まれ、かつ船上での漁獲物の分別作業に支障をきたす投棄対象種の小型カニ類3種を含む。Fig. 7を見ると、上記の小型エビ類は大部分が分離装置を通過することなく上部のコードエンドで漁獲され、反対に不要な小型カニ類は分離装置を通過して下部コードエンドで漁獲された。しかし、分離装置を取りはずした場合、小型エビ類は下部コードエンドで漁獲されるようになっている。また、Fig. 9を見るとシログチやガンゾウビラメなどの有用種では小型個体は下部コードエンドで漁獲され、体長が大きくなるにつれて上部コードエンドでの漁獲が増大する傾向を示している。以上から、供試漁具の利点を生かし、下部コードエンドで漁獲された魚種を逃

避させる分離装置を開発できれば、有用種の小型個体の漁獲を少なくすることが期待できる。これは底魚資源の有効利用に結び付くだけでなく、船上での漁獲物の選別作業の軽減にもつながる。今回使用した角目網の脚長は40 mmと50 mmの2種類である。今後、上述のように改良した漁具を漁業者間に普及させ、角目網の脚長を40 mmにすれば、主要漁獲対象種の小型エビ類の漁獲は10~20%減少することになる。その反面、イシガニの漁獲は80%避けられ、シログチの小型魚の無駄獲りも少なくなる。

今後は底魚資源を保護するために、より実用的な分離装置の開発が重要になる。

最後に、本研究の曳網実験に御協力頂いた下関漁業協同組合の中谷南海男氏と、甲殻類の同定を御指導頂いた水産大学校 増殖学科教授 林 健一博士に深く感謝する。

文 献

- 1) J. Main and G. I. Sangster: Trawling experiments with a two-level net to minimise the undersized gadoid by-catch in a *Nephrops* fishery. *Fish. Res.*, 3, 131-145 (1985).
- 2) 町田末広, 岡座輝雄, 斎藤達彦: 2段式小型底曳網の上下袋網による分離漁獲. 長崎県水産試験場研究報告書, 20, 47-53 (1994).
- 3) 宮崎千博: 網漁具に対する魚群行動. 日水誌, 31, 1049-1063 (1965).
- 4) M. K. Ashok and D. S. Shshappa: Preliminary bottom trawling experiments with newly designed separator fish trawl. *Fish. Res.*, 12, 171-170 (1991).
- 5) 藤石昭生: エビ漕網の基礎的研究-I. 23 mm 目合のコードエンドの網目選択性の調査について. 水産大学校研究報告, 19, 65-80 (1971).
- 6) 藤石昭生: 小型底曳網漁業, 「漁業の混獲問題」(松田 蛟編), 恒星社厚生閣刊, 東京, 1995, pp. 30-42.
- 7) 宮崎千博: 小型機船底曳網の研究. 三重県立大学水産学部紀要, 2, 98-220 (1957).
- 8) Fujiishi and Y. Tai: Retention characteristics for small shrimp and crab of twine-slit separator for coastal beam trawl. Proceedings of International Conference on Ecological System Enhancement Technology for Aquatic Environments. Japan International Marine Science and Technology Federation, vol. II, 667-672 (1995).
- 9) 井上 悟, 永松公明, 藤石昭生, 阿部 寧: 下関西沖における小型底びき網漁業の投棄魚. 水産大学校研究報告, 42, 109-118 (1994).
- 10) 川村軍蔵: 漁具の混獲防除装置 BRD. GGT ニュースレター (自然資源保全協会), 9, 1-2 (1995).
- 11) T. Tokai, S. Omoto, R. Sato, and K. Matuda: A method of determining selectivity curve of separator grid. *Fish. Res.*, 27, 51-60 (1996).
- 12) J. Watson, F. Mit, and Arvind K. Shah: Trawling Efficiency Device: A new concept for selective shrimp trawling gear. *Mar. Fish. Rev.*, 48, 1-9 (1986).
- 13) W. L. High, I. E. Ellis, and L. D. Lusz: A progress report on the development of shrimp trawl to separate shrimp from Fish and bottom-dwelling animals. *Comm. Fish. Rev.*, 31(3), 20-33 (1969).