

2 階式トロールのグリッドパネル網目サイズと分離効果\*<sup>1</sup>

永松公明\*<sup>2</sup>・久保田勝彦\*<sup>3</sup>・田渕清春\*<sup>3</sup>・巽 重夫\*<sup>3</sup>・鎌野 忠\*<sup>3</sup>・  
富賀見清彦\*<sup>3</sup>・馬場英司\*<sup>2</sup>・井上 悟\*<sup>2</sup>・藤石昭生\*<sup>2</sup>

Separation Efficiency of a Two-level Trawl  
Using a Separation Grid-panel with Different Mesh Sizes\*<sup>1</sup>

Kimiaki Nagamatsu\*<sup>2</sup>, Katsuhiko Kubota\*<sup>3</sup>, Kiyoharu Tabuchi\*<sup>3</sup>,  
Shigeo Tatsumi\*<sup>3</sup>, Tadashi Kamano\*<sup>3</sup>, Kiyohiko Fukami\*<sup>3</sup>,  
Eiji Baba\*<sup>2</sup>, Satoru Inoue\*<sup>2</sup>, and Akio Fujiishi\*<sup>2</sup>

A bottom trawl fishery in the East China Sea has been one of Japanese main fisheries. Its management, however, is recently running into severe problems as the fish resource is decreasing. For sustainable utilization of the demersal resources, we designed a two-level trawl, in which the net-mouth for the lower level was covered with a grid-panel (square-mesh net panel) to separate marketable fish from the smaller or noncommercial fish. The main objectives of this study were to investigate the separation efficiency and size-selectivity of the gear. The experiments were conducted using three different mesh-bar sizes, 60mm, 90mm and 120mm, on the grid-panel. Fishing experiments with the gear were carried out in the East China Sea aboard the training vessel Koyo-maru in 1996 (60mm mesh-bar), 1997 (120mm) and 1998 (90mm). At the towing speed of 2.5-4.0knots, the heights of the net-mouth at the lower and upper parts of the gear were about 3-4m and 7m, respectively. Separation efficiencies, defined by the ratio of the catch in the upper cod-end to the total catch of the three mesh bar sizes were compared. The separation efficiencies for the 60mm, 90mm and 120mm mesh-bar size grid-panels were about 80%, 65% and 50%, respectively. As a result of the comparison of the size-selectivity of the different mesh-bar sizes for 5 species, the 90 and 120mm mesh-bar gridpanel have the appropriate size-selectivity for the separation of the smaller fish. In order to maintain the quantity of fish entering the upper cod-end, the 120mm mesh-bar grid-panel may be too large. Accordingly, the 90mm mesh-bar size is the recommended size for the grid-panel of the bottom trawl in the East China Sea.

---

水産大学校研究業績 第1610号, 1999年3月19日受付.

Contribution from National Fisheries University, No.1610. Received Mar. 19, 1999.

\*1 本報の一部は平成10年度日本水産学会春季大会において発表した。

\*2 水産大学校海洋生産管理学科生産システム学講座 (Laboratory of Fishing Systems, Department of Fishery Science and Technology, National Fisheries University).

\*3 水産大学校練習船耕洋丸 (Koyo-Mar, National Fisheries University).

## 1 緒言

東シナ海は周辺沿岸国により共同利用されている国際漁場である。当該漁場における我国の主要漁業の一つであった底曳網漁業の生産量は、昭和35年度には約36万トン記録したものの<sup>1)</sup>、それをピークとして減少傾向に転じた。平成8年度の生産量は約4万トンまでに減少したことから<sup>2)</sup>、以西底曳網漁業の将来像には厳しいものがある。このように生産量が著しく減少した原因としては、国際的な過剰漁獲競争、過剰漁獲による漁場の再生産力低下が考えられる。また、当該漁場における底曳網漁業の漁獲物は多種少量の傾向が強く<sup>3)</sup>、漁獲物の中には非有用種や、有用種であっても小型であるために市場価値がない個体が多く含まれる。このような無駄な漁獲とそれに伴う投棄量の増大は漁場の生態系に大きな影響を与えると考えられる。

我国周辺水域において、責任ある漁業の推進を目的とした規制の強化が進められている現在、当漁業にも底魚資源の有効利用を目的とした管理型漁獲技術の導入が必要であろう。近年、混獲軽減を目的とした選択・分離漁獲技術の研究開発が国内はもとより各国の試験研究機関で進められている。これらの方法は、コッドエンドに適正目合を用いる方法<sup>3-7)</sup>、分離漁獲装置を漁具本体に取り付け、漁具内に入った投棄対象種をコッドエンド以前の部位で分別し、網外へ安全に逃避させる方法<sup>8-10)</sup>に大別される。前者の場合、投棄の対象となる小型魚を逃避させるための有効な方法として評価されているが、小型有用種の漁獲減につながると同時に、コッドエンドから逃避した小型魚の生残率低下など多くの問題点を含んでいる<sup>14, 15)</sup>。一方、後者に関する既往の研究は、特定の魚種あるいは特定サイズの個体を対象とした方法であり、当漁業のように多様な種を同時に漁獲の対象とする場合には十分な効果が期待できない。

著者らは、平成8年度より、上述した方法を参考にして、東シナ海、黄海の底魚類を対象とした魚種選別と魚体サイズ選択の機能を同時に有するセパレータグリッドを1階部網口に装着した2階式トロールの実用化試験に着手しており、現在までに、脚長60, 120mm

の角目網地をグリッドパネルとして用いた海上実験を実施した。その結果、魚種、魚体サイズに対して、分離漁獲の可能性が示唆されたが<sup>16, 17)</sup>、グリッドパネルの網目サイズと分離される魚種、魚体サイズの関係については不明な点が多い。そこで本研究では、当該漁場におけるグリッドパネルの適正な網目サイズを推定することを目的として、その基礎資料を収集することにした。本研究では、グリッドパネルに脚長90mmの網地を用いて海上実験を実施し、その結果と既往の結果とを比較して網目サイズが異なる3種類のグリッドパネルによる分離効果を検討した。

## 2 資料と方法

### 2.1 供試漁具

供試漁具は、水産大学校練習船耕洋丸（1998トン）用に試作された底魚類を対象とした2階式トロール（全長44.8m、ヘッドロープ長29.6m）である。本漁具の設計上の特徴は、漁具本体を水平に分割する中仕切網を取り付けた2階式構造と、1階部の網口に角目網地で構成されるグリッドパネルを、海底との傾斜角が約45°になるように取り付けられている点にある。2階式を採用した理由は、魚種ごとの遊泳層の違い、グリッドパネルに遭遇した魚群に対する遮断・誘導・サイズ選択効果によって、大型個体を2階部へ、小型個体を1階部のコッドエンドへ集約できるところにある。また、供試漁具のヘッドロープの中央部にはキャンバス製カイトが取り付けられており、曳網速度の変化による漁具全体、グリッドパネルの形状変化を抑制するよう配慮されている。

今回の海上実験に採用したグリッドパネルは脚長90mmのポリエチレン製角目網地である（以後、GP90と略記する）。漁具本体の規模および網地構成は前報<sup>16, 17)</sup>において使用した供試漁具と同じである。前報までにセパレータグリッドパネルとして使用された角目網地の脚長は60, 120mmであり、これらを以後、GP60, GP120と略記する。

## 2. 2 操業の概要

操業は水産大学校練習船耕洋丸により1998年7月17日、18日の2日間にのべ6回実施された。操業時間帯は7時から16時であり、全て昼間であった。曳網時間は曳網ごとに異なり75～120分間であった。曳網速力(対水)は2.5～3.2ノットであった。調査海域は東シナ海の水深96～110mの大陸棚海域であり(Fig. 1), GP60, GP120を使用した漁場とほぼ同じ海域である。

2階式構造を持った漁具の分離効果は、中仕切網の高さによって変化する<sup>9, 10)</sup>。そこで、曳網中の漁具形状を把握するために、1階部、2階部の網口高さをそれぞれ調べた。測定方法はアレック電子製メモリ式深度計(MDS-TD:分解能約4cm)をヘッドロープ、グリッドパネルの上端部、グランドロープのそれぞれ中央部に装着し、曳網中の各部深度変化を60秒間隔で記録した。1階部、2階部の網口高さはそれぞれ、各深度計の記録値の差から求めることができる。

## 2. 3 漁獲物の測定

揚網終了後、船上で1階部、2階部の各コードエンドの漁獲物をそれぞれ魚種別に分別し、それらの個体数と総重量を測定した。漁獲物の一部については船上で魚体測定を行った。船上で測定できなかった漁獲物は後日研究室で測定した。魚体の測定尾数は100尾以下の魚種については全数を、100尾以上の魚種については標本抽出法により1操業あたり1魚種について約100尾とした。測定形質は体長であり、体長の測定部位は前報と同様、魚類ではその形態に応じて、全長、尾叉長、肛門前長のいずれか、頭足類では外套背長、甲殻類では頭胸甲長あるいは甲幅である(以後、体長と記す)。漁獲物は魚種別に体長を基準にして5mm、あるいは、10mmごとのクラスに分け、クラスごとの尾数を計数した。なお、各体長クラスの中央値をそのクラス名とする。

## 2. 4 解析方法

本研究の目的は、グリッドパネルの網目サイズの違いによる魚種および魚体サイズの分離効果の相違を調べることである。そこで、今回の調査で使用したGP90を用いた場合の調査資料と、既往のGP60およびGP120を用いた場合の調査資料とを比較して分離効果を判定することにした。網口から漁具内に進入した魚種が、1階部あるいは2階部のコードエンドにどのように分離集約されるか、そのメカニズムに関しては不明な点が多い。そのため、本研究では1階部、2階部それぞれのコードエンドでの漁獲物について魚種組成および体長組成を調べ、これらを比較することによって分離効果を判定した。

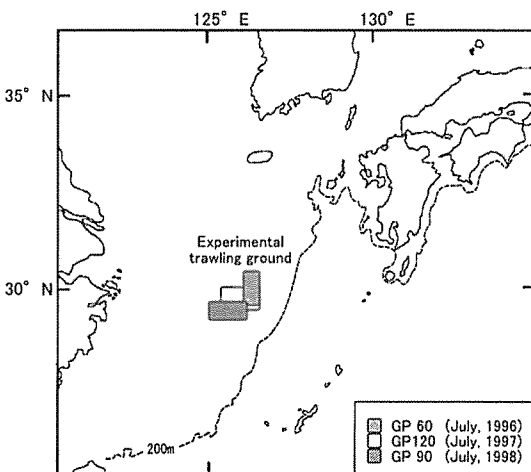


Fig. 1. Study areas for the two-level trawl(GP60, GP90, GP120).

### 3 結果

#### 3. 1 各部位の網口高さ

供試網の分離効果はグリッドパネル自体の網目サイズのみではなく、魚種による遊泳層の違い、グリッドパネルに遭遇した魚類の対網行動の相違によって左右される。したがって、分離機構を有効に発揮させるためには1階部と2階部の網口高さを適切に保つ必要がある。そこで、供試網の網口高さが設計段階で設定した値に近似しているか否かを確認するため、各部（ヘッドロープ、グリッドパネルの上端、グランドロープのそれぞれ中央部）に取り付けた深度計の記録値より1階部と2階部の網口高さを調べた。GP60、GP90、GP120における各部の網口高さの経時変化の一例をFig. 2に示す。GP60、GP120の場合、網口高さは1階部では約3 m、2階部では約7 mであった。これらに対して、GP90の場合、網口高さは6回の操業全てにおいて、1階部では約4 m、2階部では約7 mであった。すなわち、2階部の網口高さは三者とも同じであったが、1階部の網口高さは、GP90がGP60、GP120に比べて約1 m高い値を示した。

#### 3. 2 分離漁獲状況

GP90を用いた今回の調査で得られた漁獲物は46種であり、総尾数は約7,400尾、総重量は約500kgであった。そのうち2階部では約4,800尾（約370kg）、1階部では約2,600尾（約130kg）が漁獲された。魚種ごとの漁獲部位別尾数をTable 1に示す。この表より、1階部のみ、あるいは2階部のみで漁獲された魚種は32種であった。しかし、これらの魚種はいずれも漁獲尾数が少ないため、偶然に2階部もしくは1階部に入網したとも考えられる。そこで、1階部と2階部の漁獲尾数の合計値が100尾以上の魚種についてのみ、検討の対象とした。100尾以上漁獲された魚種は、魚類ではクチウオ *Trichiurus lepturus*、マアジ *Trachurus japonicus*、頭足類ではケンサキイカ *Photololigo edulis*、スルメイカ *Todarodes pacificus*、甲殻類ではヒラツメガニ *Ovalipes punctatus*の5種である。これら5種の総漁獲尾数は7,125尾であり、全漁獲尾数の97%を占めた。上記5魚種の体長組成をFig. 3に示す。Table 1およびFig. 3と、既往の結果<sup>16, 17)</sup>を比較すると、いずれのグリッドパネル網目サイズにおいても、主要漁獲魚種ならびに各魚種の漁獲体長範囲はほぼ一致した。

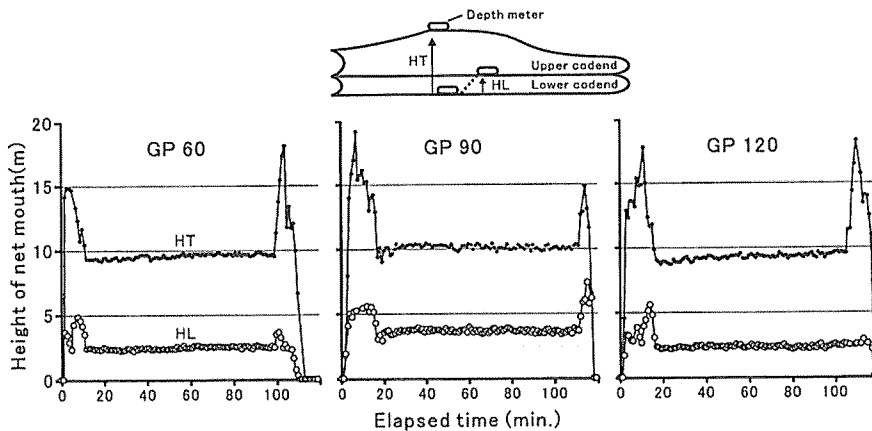


Fig. 2. Height sequential records of the net mouth openings for the two-level trawl.  
HT; Height of head rope from net bottom  
HL; Height of grid-panel from net bottom

Table 1. Catch numbers in each the upper and lower codends in case of GP90 used in July, 1998

Scientific name	Japanese name	Number of individuals	
		Upper codend	Lower codend
<i>Trichiurus lepturus</i>	Tachiuo	2,190	242
<i>Photololigo edulis</i>	Kensakiika	1,709	1,386
<i>Trachurus japonicus</i>	Maaji	600	603
<i>Todarodes pacificus</i>	Surumeika	169	12
<i>Ovalipes punctatus</i>	Hiratumegani	58	156
<i>Psenopsis anomala</i>	Ibodai	12	3
<i>Caelorinchus multispinulosus</i>	Yarihige	3	1
<i>Lagocephalus gloveri</i>	Kurosabahugu	2	3
<i>Lepidotrigla microptera</i>	Kanagashira	1	10
<i>Squilla raphidea</i>	Togejako	1	6
<i>Scomber japonicus</i>	Masaba	1	5
<i>Cookeolus boops</i>	Chikamekintoki	1	4
<i>Leptomithrax edwardsi</i>	Koshimagani	1	3
<i>Spherooides pachygaster</i>	Yoritohugu	1	1
<i>Haliutaea stellata</i>	Akagutsu	1	0
<i>Sepia esculenta</i>	Kouika	0	43
<i>Sebastes marmoratus</i>	Kasago	0	13
<i>Dentex tumifrons</i>	Kidai	0	12
<i>Zeus faber</i>	Matoudai	0	12
<i>Charydis miles</i>	Akaishigani	0	11
<i>Thamnaconus modestus</i>	Umadurahagi	0	10
<i>Kaiwarinus equuls</i>	Kaiwari	0	10
<i>Hoplobrotula armata</i>	Yoroiitachiuo	0	9
<i>Champsodon snyderi</i>	Wanigisu	0	9
<i>Charybdis bimaculata</i>	Hutahoshiishigani	0	7
<i>Branchiostegus japonicus</i>	Akaamadai	0	4
<i>Pseudorhombus cinnamoneus</i>	Ganzoubirame	0	4
<i>Apogon lineatus</i>	Tenjikudai	0	4
<i>Acropoma japonicum</i>	Hotarujako	0	4
<i>Metanephrops thomsoni</i>	Minamiakazaebi	0	4
<i>Octopus vulgaris</i>	Madako	0	3
<i>Thamnaconus tessellatus</i>	Sarasahagi	0	2
<i>Uranoscopus japonicus</i>	Mishimaokoze	0	2
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	Meitagarei	0	2
<i>Saurida tumbil</i>	Wanieso	0	2
<i>Fistularia commersonii Ruppel</i>	Akayagara	0	1
<i>Tiarinia cornigera</i>	Isokuzugani	0	1
<i>Saurida undosquamis</i>	Maeso	0	1
<i>Mursia armata typica</i>	Kinsenmodoki	0	1
<i>Heptranchias perlo</i>	Edoaburazame	0	1
<i>Octopus minor</i>	Tenagadako	0	1
<i>Sarda orientalis</i>	Hagatsuo	0	1
<i>Muraenesox cinereus</i>	Hamo	0	1
<i>Minous monodactylus</i>	Himeokoze	0	1
<i>Monocentris japonicus</i>	Matsukasauo	0	1
<i>Raja pulchra</i>	Kasube	0	1
	Total	4,750	2,613

### 3. 2. 1 グリッドパネル網目サイズ別漁獲状況

上記の5種について分離効果の概要を調べるために、今回の調査結果と1996年に実施されたGP60の調査結果、1997年に実施されたGP120の調査結果を比較することにした。魚種別、グリッドパネルの網目サイズ別に各部位での漁獲尾数比を調べて、その結果をFig. 4に示した。この図では魚体サイズに関する情報は含まれていないが、大まかな分離傾向を把握するのに適している。Fig. 4より推定できる魚種別の分離傾向は下記のとおりである。

タチウオ：各グリッドパネル（GP60, 90, 120）における2階部での漁獲尾数比はそれぞれ、約97, 90および60%であり、グリッドパネルの網目サイズを拡大するにつれて、グリッドパネルの網目を通過して1階部に入網する個体が増加した。

マアジ：2階部での漁獲尾数比はGP60では約90%、GP90とGP120では約50%に減少し、グリッドパネルの網目を拡大することによって、1階部で漁獲される個体が増加した。

ケンサキイカ：2階部での漁獲尾数比はGP60, GP120では約80%、GP90では約55%であった。このようにグリッドパネルの目合の差によって漁獲尾数比が不規則に変化した理由は明確でないが、GP90の場合の網口高さがGP60, GP120の場合より高かったことが不規則な漁獲尾数比の変化をもたらした原因かも知れない。この点については今後の調査で検討すべきである。

スルメイカ：2階部での漁獲尾数比は、グリッドパネルの網目サイズにかかわらず、70~80%であった。本種についてはグリッドパネルの目合が60~120mmの範囲内では漁獲尾数比に大きな違いは生じないようである。

ヒラツメガニ：2階部での漁獲尾数比はGP60, GP90, GP120ではそれぞれ、90, 30, 10%であり、グリッドパネルの目合を拡大するにつれて、グリッドパネルの網目を通過して1階部に入網する尾数比に顕著な増加傾向が認められた。

以上の結果から、グリッドパネルの網目サイズを変えても漁獲尾数比に差が認められない魚種は、ケンサキイカ、スルメイカの頭足類2種であり、グリッドパネルの網目を小さくすると2階部の漁獲尾数比が増大する魚種は、タチウオ、マアジ、ヒラツメガニの3種であった。

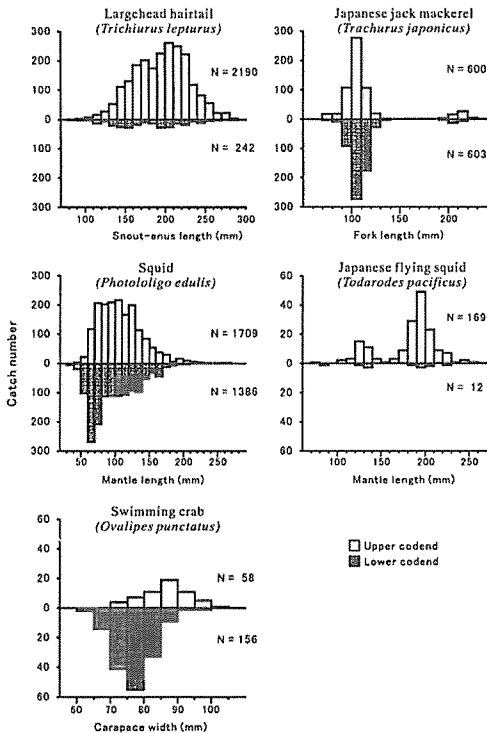


Fig. 3. Body size distributions of five species caught in the upper and lower codend, in case of GP90 used in July, 1998.

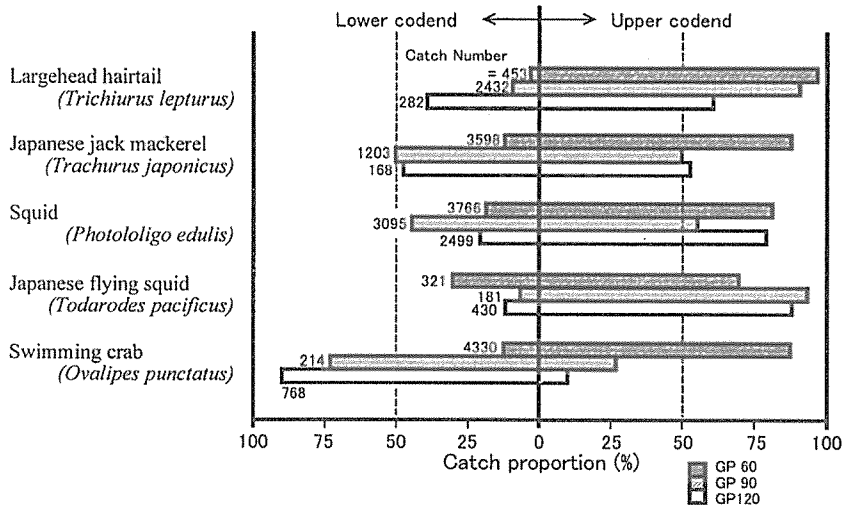


Fig. 4. Ratio of catch number in the upper codend to that in the lower codend in each species by mesh-bar size of grid-panel.

### 3. 3 サイズ別分離比

グリッドパネルの網目の大小がどのように魚体サイズ分離に影響するかを調べるために体長クラス別分離比を求めた。ここで、体長クラス別分離比とは、1階部と2階部での全漁獲尾数に対する2階部の漁獲尾数の割合であり、魚種別、体長クラス別に算出した。体長クラス別分離比を魚種別に整理してFig. 5に示す。ここで、分離比が0であれば全個体が1階部で、分離比が1であれば全個体が2階部で漁獲されたことを表す。網目選択曲線を図示する手法にならって、各体長クラス別に求めた分離比を結ぶと分離比曲線が得られる。その形状により、サイズ選択性を推測することができる。この曲線が右上がり傾向を示す場合には、魚体サイズの増大に伴い2階部で漁獲される割合が高い。すなわち、グリッドパネルがサイズ選択性を有していることを示唆している。

Fig. 5に示した各曲線の形状は、魚種によって異なるばかりでなく、グリッドパネルの網目サイズの大小

によっても変化する。各魚種の魚体サイズに対するグリッドパネルの選択性をその目合の大小に着目して整理するとつぎのとおりである。

#### 1) 3種のグリッド網目サイズに魚体サイズに対する選択性が認められた魚種

タチウオ：グリッドパネルの網目サイズにかかわらず、体長が大きくなるにつれて分離比は増加し、サイズ選択性が認められた。また、グリッドパネルの網目サイズが大きくなるにつれて曲線が右側、すなわち、体長が大きい側に推移する傾向がうかがわれ、分離比が1.0に達する体長はGP60では約230mm、GP90では約240mm、GP120では約280mmであった。

ケンサキイカ：グリッドパネルの網目サイズにかかわらず、サイズ選択性が認められた。体長が大きくなるにしたがって分離比は増加した。GP60、GP120ではほぼ同じ曲線形状を示すが、GP90では体長90~180mmの範囲において分離比が低下し、約0.5であった。このようにグリッドパネルの目合によって分離比がばらついた理由は不明である。

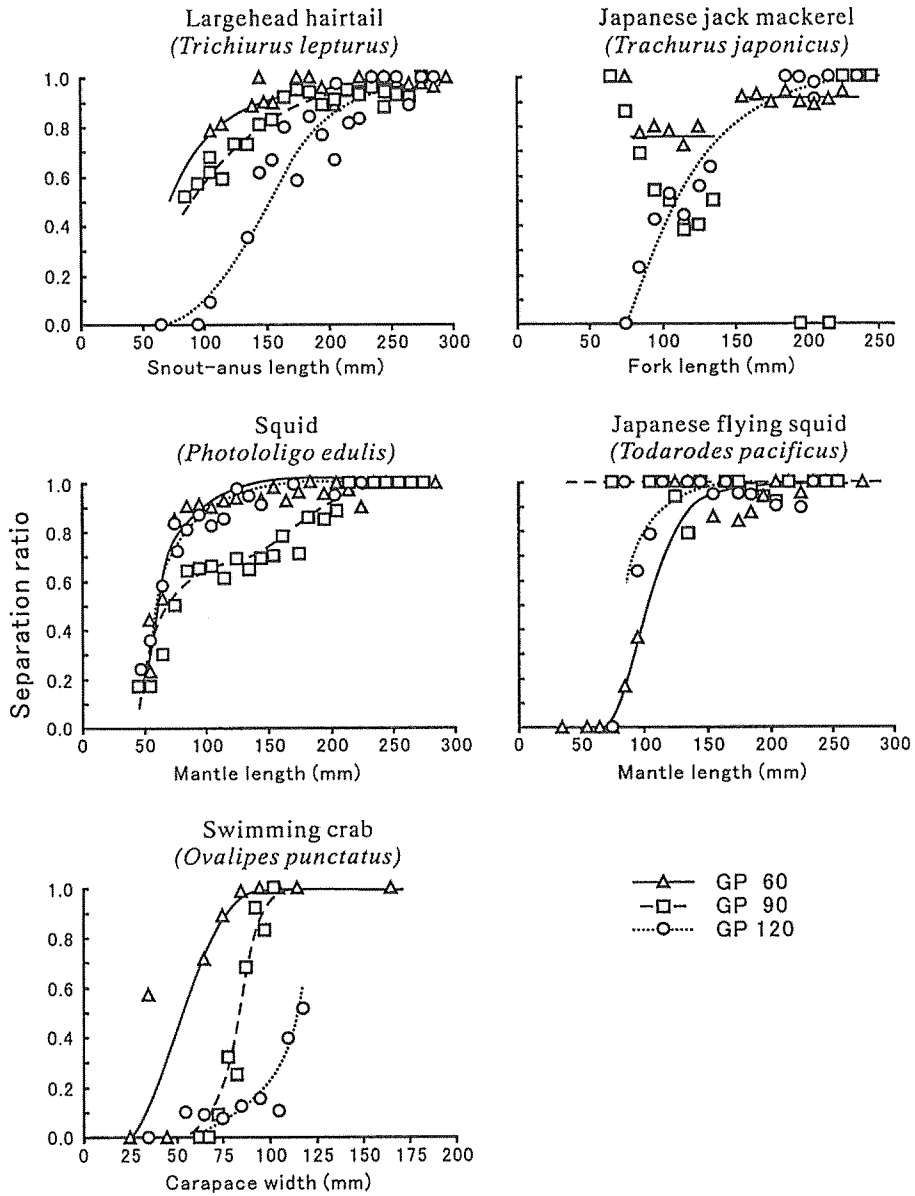


Fig. 5. Size-selectivity curves of five main species.



ヒラツメガニ：GP60では体長25~70mmの範囲では、体長が大きくなるにつれて分離比は増加し、サイズ選択性が認められた。また、グリッドパネルの網目サイズが大きくなるにつれて曲線が右側、すなわち、体長が大きい側に推移する傾向がうかがわれる。GP60では分離比が1.0に達する体長は100mm付近であった。

GP90では体長70~90mmの範囲では、体長が大きくなるにつれて分離比が急激に増加し、サイズ選択性が認められた。GP90の場合、分離比が1.0に達する体長は105mm付近であった。GP120では体長110mm以下の範囲で分離比は0.2以下であり、ほとんどの個体が1階部で漁獲された。分離比が増加傾向を示す体長範囲は120mm以上であった。

#### 2) 特定のグリッド網目サイズだけに魚体サイズに対する選択性が認められた魚種

マアジ：GP60では体長が80~230mmの範囲では分離比は0.7~1.0の間でばらつき、ほとんどの個体が2階部で漁獲され、サイズ選択性は認められなかった。GP90では体長が60~230mmの範囲内の分離比は0.0~1.0の間でばらつき、明瞭な魚体サイズに対する選択性は認められない。GP120では体長75mm以上で、分離比は増大し、魚体サイズに対する選択性が認められた。

スルメイカ：GP60、GP120では体長が大きくなるにつれて分離比も増加しており、魚体サイズに対する選択性が認められた。体長100~250mmの範囲では、分離比は0.8~1.0を示し、ほとんどの個体が2階部で漁獲された。GP90では全体長範囲にわたって分離比が1.0を示していることから、魚体サイズに対する選択性は認められなかった。

## 4 考察

本研究で使用した漁具は東シナ海、黄海における底魚資源の有効利用を目的として試作された2階式トロールである。1階部の網口には魚種、魚体サイズに対して分離選択効果をもたせる目的で、角目網地で構成されたグリッドパネルを装着した。本研究では海上実験で得られた漁獲物の中から卓越種を選び出して、グリッドパネルの網目サイズの違いによる分離効果の相違を

調べた。

2階部での漁獲尾数が全漁獲物に占める割合はGP60、GP90およびGP120では、それぞれ80%、65%、50%であり、グリッドパネルの網目サイズを拡大することによって、1階部での漁獲割合が増加することが明らかにされた。ここで、仮に曳網中に1階部のコッドエンドを開放して1階部に入網した漁獲物を網外へ安全に逃避させる場合を想定し、グリッドパネルの適正な網目サイズを推定する。

GP60の場合、魚種・魚体サイズを問わず、ほとんどの個体が2階部へ入網した。したがって、脚長60mmのグリッドパネルは当該漁場においては過小であると判断される。GP90、GP120の場合、魚体サイズに対する選択性はほぼ同じ傾向を示す (Fig. 5)。したがって、脚長90mm以上の角目網地を使用すれば、市場価値の低い肛門前長150mm以下のタチウオ、尾叉長150mm以下のマアジ、外套長100mm以下のケンサキイカ、スルメイカ、甲幅100mm以下のヒラツメガニを網外へ逃避させることができる。これは底魚資源の有効利用につながるだけでなく、船上での漁獲物選別作業の軽減にも有効である。一方、2階部での漁獲尾数割合は、GP120では50%であり、漁具内に入網した個体のうち約半数しか2階部に入網しない。これは、過大な網目サイズをグリッドパネルに使用すれば、2階部への入網割合が低下して、水揚量が減少することを示唆している。水揚量が著しく減少すれば、分離漁獲装置は漁業者にとって受け入れ難い。以上から総合的に考慮すれば、当該漁場におけるグリッドパネルの適正網目サイズは脚長90mmであろうと判断される。

コッドエンドに適正目合を用いる漁業規制は網目を通過できる限界魚体サイズを利用したものである。一方、本装置はコッドエンドの網目規制による選択効果よりも緩やかな選択効果をもたせることに重点を置いて試作されたものである。その主目的は、漁業者の漁獲減少が急激にならないように配慮したためである。ここで、緩やかな選択効果とは、漁具内部における魚群の行動に起因するものである。換言すると、グリッドパネルに遭遇しない、あるいは遭遇しても接触しないで2階部のコッドエンドで漁獲される漁獲物は漁獲

の過程で魚体サイズに対する選択を全く受けない。したがって、本装置の魚体サイズに対する選択性はコードエンドにおける魚体サイズに対する選択性に比べて鈍い。本分離漁獲装置のように、漁具内部における魚群行動に依存するような分離装置のメカニズムを解明するためには、対象魚種の遊泳パターンを詳細に把握すると同時に、水中ビデオカメラなどを用いた対象生物のグリッドパネルに対する行動観察など生態学的特性の研究が不可欠であろう。

東シナ海の底魚資源は、季節とともに魚種組成、体長組成が変化する<sup>3, 10)</sup>。したがって、限定された魚種、季節における調査結果だけで本漁獲分離装置の効果を判定するのは危険である。今後、本分離漁獲装置の開発を進めるにあたっては、周年の漁獲データの収集をおこなうと同時に、漁具本体の構造を簡略化し、より実用的な改良が必要である。

## 参考文献

- 1) 農林省農林経済局統計調査部：漁業養殖業漁獲統計年表(昭和36年)(1965)。
- 2) 農林水産省経済局統計調査部：漁業・養殖業生産統計年表」(1997)。
- 3) 青山恒雄：底曳網の網目の研究。日本水産資源保護協会, pp.21-31 (1964)。
- 4) 藤石昭生：23mm目合のコードエンドの網目選択性の調査について。水産大研報, 19, 65-80 (1971)。
- 5) 東海 正, 阪地 英男：小型底びき網(エビ漕ぎ網)によるトラエビ, キシエビおよびスベスベエビの網目選択性。南西水研報, 26, 21-30 (1993)。
- 6) 東海 正, 大本茂之, 松田 皎：瀬戸内海における小型底曳網の非有用投棄魚に対する網目選択性。日水誌, 60, 347-352 (1994)。
- 7) 井上 悟, 檜山節久, 藤石昭生, 永松公明：小型底びき網手繰第1種漁業(小手繰網漁業)の目合別漁獲。水産大研報, 45, 259-270 (1997)。
- 8) J. Main and, G. I. Sangster: Trawling experiments with a Two-level net to minimize the undersized gadoid by-catch in a *Nephrops* fishery. *Fish. Res.*, 3, 131-145 (1985)。
- 9) B. Isaksen, J. W. Valdemarsen, R. B. Larsen and L. Karlsen: Reduction of fish by-catch in shrimp trawl using a rigid separator. *Fish Res.*, 13, 335-352 (1992)。
- 10) 町田末広, 岡座輝雄, 齊藤達彦：2 階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)。
- 11) 藤石昭生：小型底曳網漁業 “漁業の混獲問題”(松田 皎編)。恒星社厚生閣, 東京, 1995, pp. 21-29。
- 12) T. Tokai, S. Omoto, R. Sato, and K. Matuda: A method of determining selectivity curve of separator grid. *Fish. Res.*, 27, 51-60 (1996)。
- 13) 梶川和武, 藤石昭生, 井上 悟, 永松公明, 濱野明：分離漁獲装置付き小型底曳網の分離効果。日水誌, 64, 189-196 (1998)。
- 14) 有元貴文：漁業における混獲とは“漁業の混獲問題”(松田 皎編), 恒星社厚生閣, 東京, 1995, pp. 11-20。
- 15) 井上喜洋：トロール網漁業 “漁業の混獲問題”(松田 皎編)。恒星社厚生閣, 東京, 1995, pp. 21-29。
- 16) 永松公明, 久保田勝彦, 田淵清春, 巽 重夫, 鎌野 忠, 井上 悟, 梶川和武, 藤石昭生：分離漁獲装置付き2 階式トロール網の分離効果。水産大研報, 46 (4), 155-162 (1998)。
- 17) 永松公明, 久保田勝彦, 田淵清春, 巽 重夫, 鎌野 忠, 井上 悟, 藤石昭生：グリッドパネル付2 階式トロール網の分離効果とサイズ選択性。水産大研報, 47 (3), 93-102 (1999)。
- 18) (社)日本遠洋底曳網漁業協会, (社)漁船協会：以西底びき離底二そうびきシステム開発報告書, 平成5 年度漁業新技術開発事業 (1994)。