

分離漁獲装置付き 2 階式トロール網の分離効果*¹

永松公明*²・久保田勝彦*³・田淵清春*³・巽 重夫*³・
鎌野 忠*³・井上 悟*²・梶川和武*⁴・藤石昭生*²

Separation Efficiency of a Two-level Trawl with a Separation Device*¹

Kimiaki Nagamatsu*², Katsuhiko Kubota*³, Kiyoharu Tabuchi*³,
Shigeo Tatsumi*³, Tadashi Kamano*³, Satoru Inoue*²,
Yoritake Kajikawa*⁴, and Akio Fujiishi*²

A bottom trawl fishery in the East China Sea is one of the main offshore fisheries in Japan. Both the annual catch and number of trawlers have been declining yearly due to their poor catches under improper resource control. For better utilization of the bottom fish resources, it is desirable to introduce a new trawl net with a separation device, which is functional in sorting and releasing small and immature fish. For this purpose, we designed a two-level trawl with square-meshed separation panel transversely attached to the mouth of the lower level. The Main objectives of this paper are to present the operating characteristics and separation efficiency of the test gear. The experimental trawlings were carried out in the East China Sea aboard the training vessel Koyo-maru in 1996. The following results were obtained: At a towing speed of 3.5 knots, the height of the net-mouth at the lower and upper parts of the gear were about 3.0m and 7.0m, respectively. Of 8 hauls tested on July 21-23, a total number of nearly 15,000 individuals were caught, and about 12,000 were caught in the upper codend, while about 3,000 were caught in the lower codend. Separation efficiency for 9 species were discussed by taking the length compositions of fishes collected in the upper and lower codends into consideration. As a result of a statistical comparison between the body size distributions of the fish caught in the lower codend and that in the upper codend, the gear was effective for these species.

水産大学校研究業績 第1581号, 1997年8月22日受付.

Contribution from National Fisheries University, No.1581. Received Aug. 22, 1997.

*1 本報の要旨は平成9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-Maru, National Fisheries University)

*4 東京水産大学海洋生産学科(Department of Marine Science and Technology, Tokyo University of Fisheries)

1 はじめに

東シナ海、黄海の底魚漁場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。当漁場における主要漁業の一つに位置づけられる底曳網漁業の水揚げ量は昭和35年度には36万トンを記録したものの¹⁾、それをピークとして漸減傾向に転じた。近年の漁具と漁船の改良および高度に発達した種々の音響機器の導入によって漁獲性能が増大したにもかかわらず水揚げ量は減少した。この原因として過剰漁獲による漁場の再生産力の低下が考えられる。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²⁾、その中には漁獲対象種以外の未利用種や、有用種であっても小型であるために市場価値が無い個体が多く含まれる。これら混獲種は全て海上で投棄される。このような無駄な漁獲と投棄量の増大は漁場の生態系に大きな影響を与えるものと考えられる。

近年、混獲魚種の実態が多くの研究機関によって調査されている³⁻⁶⁾。混獲種が全漁獲物中に占める比率は漁場や季節により大きく変動するので、それらの量的把握は困難である。一方、投棄対象種の混獲を防止あるいは減少させるための方策も実用に供されてきた。例えば、コードエンドに対する網目規制は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^{2, 7-9)}。網目規制のほかに、最近では漁具本体に格子状の分離装置を取り付けコードエンドに入る前段階で漁獲物を分離する方法も注目されている^{10, 11)}。前者の場合、比較的小型で投棄の対象となる個体については有効であるが、多種少量型漁場では不適切な網目規制が小型の有用種の漁獲減をもたらすことになる。一方、分離装置の導入は高い分離効果が期待できる反面、分離装置本体を金属などを用いて剛体構造にする必要があり、結果的にこれは漁労作業に支障をきたす恐れがある。上記の選択手段の特徴を参考にして、東シナ海、黄海の底魚類を対象として魚種選別とサイズ選択の機能を有する分離装置を開発するのが本研究の目的である。

2 資料と方法

2.1 供試漁具

供試網は水産大学校練習船耕洋丸(1988トン)が従来から使用している底魚類用トロール網を基本型にした2階式トロール網である。梶川ら¹²⁾は沿岸の手線第2種漁業を対象として「分離装置付き2階式小型底曳網」を設計しており、供試トロール網は梶川らの方式をトロール網に適用

したものとイえる。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階方式にあり、さらに1階部の網口に角目網地で構成される分離用パネルを配置したことにある。このように角目網地を採用すれば漁具本体に柔軟性を持たせることができる。

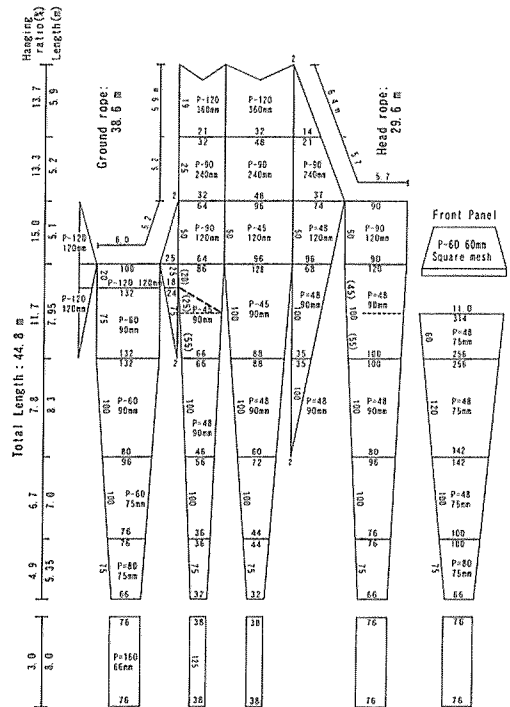


Fig. 1. Construction characteristics of the two-level trawl with separation device.

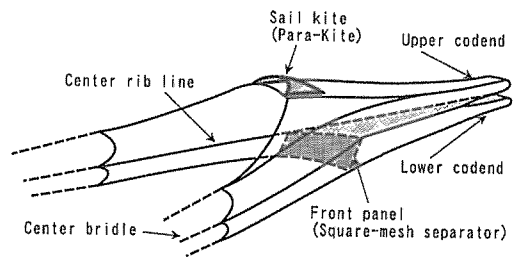


Fig. 2. External appearance of the two-level trawl with separation device.

供試漁具の設計図をFig. 1に、1階部網口に装着した分離用角目網と中仕切網の装着状態をFig. 2に示す。以後、本文では分離用角目網をフロントパネルと称する。供試網の概要は、網全長44.8m、ヘッドロープ長29.6mであり、

ヘッドロープ中央には曳網中の網口高さを保持させる補助装置としてキャンバス製カイト (Para-Kite : 面積2.5㎡) が装着されている。本漁具にカイト方式を導入した理由は次のとおりである。一般にカイト仕様の漁具はフロート仕様の漁具に比べて速度変化による網口高さの変化が小さいとされている。このような特徴から、カイトを使用すれば速度変化に対する漁具全体の形状変化も小さくなり、曳網中における分離装置の形状も安定すると考えたからである。

魚種による遊泳層の相違を利用して魚種分離を狙った2階式トロール網を設計する場合、上部 (以後、2階部と称する) および下部 (以後、1階部と称する) の各網口高さを漁獲目的種の遊泳層に応じて決定することが望ましい。しかし、当該海域に棲息する魚種の遊泳層に関する調査例は非常に少ない。そこで本研究では仕切網高さを試行錯誤的に決定することとし、今回の基本設計段階では1階部の網口高さを約3m、2階部の網口高さを約7mとした。したがって、網口全体の高さは通常の曳網速度 (3.5~4.0ノット) では約10mに達する。

Fig. 1 および Fig. 2 から明らかなように、漁具本体および分籠装置の特徴は次のとおりである。①ブライドル構成は3本方式で、センターブライドルの延長上に袖先からコードエンドまで筋綱 (Rib rope) が入れている。漁具本体を上下に分割する水平な中仕切網はこの筋綱に沿って取り付けられた。②1階部の網口に取り付けられたフロントパネルの海底面に対する傾斜角度は、試行的に45°を保つように設計された。③フロントパネルの網目サイズは、コードエンドの目合 (2L : 66mm) より大きい1脚長 (L) 60mm (目合 (2L) : 120mm) とした。④網本体を上下に分割する中仕切網の目合はコードエンドを除く漁具本体に用いられている最小目合 (2L : 75mm) に合わせて75mmとした。

2.2 海上実験の概要

海上実験は水産大学校練習船耕洋丸によって1996年7月21~23日の3日間に、Fig. 3に示す水深80~116mの東シナ海大陸棚海域で計8回実施された。操業時間帯は全て日中であり、曳網時間は7月21、23日 (操業回数1、2、3および8) では約120分、7月22日 (操業回数4、5、6、7) では約90分である。対水曳網速度は全調査を通じて3.5~4.0ノットの範囲であった。

また、曳網中に1階部、2階部の網口高さをそれぞれ測定した。測定には(株)アレック電子製メモリ式深度計 (MD S-TD : 分解能約4cm、サンプリングタイム60秒) 3本を

準備し、ヘッドロープ、中仕切網およびグランドロープのそれぞれ中央に装着した。したがって、曳網中に1分間隔で深度の記録が得られたことになる。1階部と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られる。

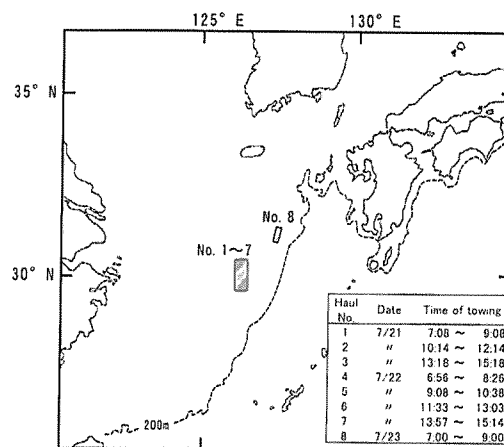


Fig. 3. Study areas for the two-level trawl, and outline of experimental hauls.

2.3 漁獲物の測定

操業終了後、漁獲物を船上において1階部、2階部の漁獲部位別に分別した。これらの漁獲物はただちに種の同定を行った後、魚種別に分類し個体数および重量を測定した。漁獲物の一部については船上で魚体測定を行った。魚体の測定は漁獲尾数の少ない魚種については全数調査、漁獲尾数の多い魚種については標本抽出法によった。標本数は1操業、1魚種につき50尾である。船上で魚体測定ができなかった漁獲物については冷凍保存して研究室に持ち帰り、後日解凍して魚体測定を行った。なお、測定形質は体長であり、種によって次のような体長を測定した。

魚類 : 尾鰭後縁が二叉形あるいは湾入形をなす魚種については尾叉長、ウナギ形の魚種については肛門前長、これら以外は全長

頭足類 : 外套長

甲殻類 : 甲幅、頭胸甲長

以後本文では、これらの形質を体長 (Body size) と称する。各魚種について得られた体長をもとに10mmごとのクラスに分け、各クラスごとの尾数を計数した。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

網口から漁具内に進入した生物が、1階部あるいは2階部のコッドエンドに入網するまでのメカニズムは魚種、体長により異なると思われる。生物の網内行動については未知の部分が多いため、本研究では1階部、2階部それぞれのコッドエンドで漁獲された魚種の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り供試漁具の分離効果を判定することにした。本解析に用いた資料は8回の曳網実験によって得られた漁獲物である。

3 結果

3.1 各部位の網口高さ

前章で指摘したとおり、魚種の遊泳層の相違を利用して分離漁獲するためには、仕切網を適当な高さに保持する必要がある。供試網の網口高さが設計段階で設定した値に近似できたかどうかを確認するため、深度計の記録値から1階部と2階部の網口高さを調べた。曳網中の網口高さは8回の操業中に記録されたが、いずれの操業でも網口高さに大きな変化は見られなかった。したがって、ここでは第4回目の操業中の記録を例に挙げ、投網から揚網までの網口高さの時系列変化をFig. 4に示した。図中のHTはヘッドロープ中央部の網口高さ、HLは中仕切網前部中央部の網口高さの値である。Fig. 4を見ると、投網後約15分経過した時点で、1階部の網口高さ(HL)は約3mに、2階部の網口高さ(HTとHLの差)は約7mに達して安定し、

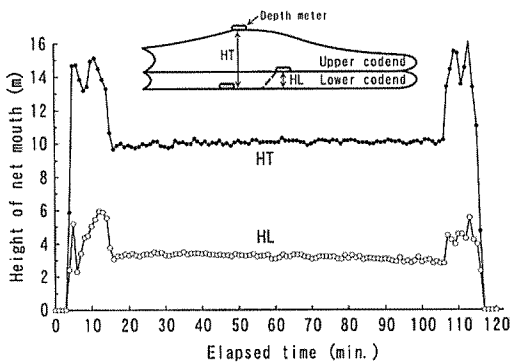


Fig. 4. Height-time sequential records of the net mouth openings for the two-level trawl. (Haul No.4)
HT; Height of head rope HL; Height of front-panel

両部位での高さは揚網直前まで安定した状態で推移している。海上実験における両部位の網口高さは設計時に設定した目標値に近いといえる。また、1階部の網口に装着されたフロントパネルの曳網中における形状は、流水抵抗の影響で多少湾曲していると思われるが、仕切網高さが基本設計値どおり約3mであったことから、曳網中のフロントパネルの傾斜角は海底面に対し約45°であったと推測される。

3.2 部位別漁獲状況

今回の海上実験で得られた漁獲物は55種であり、その総尾数は14,897尾、総重量は約1,630kgであった。その内2階部では約11,686尾(約1,400kg)、1階部では3,211尾(約230kg)が漁獲された。これら各魚種の漁獲部位別漁獲尾数をTable 1に示す。2階部でのみ漁獲された魚種は、

マサバ *Scomber japonicus*, テンジクダイ *Apogon lineatus* など7種であり、1階部のみで漁獲された魚種は、モトゲアカエビ *Pandalopsis japonica*, シャコ *Oratosquilla oratoria*, コウイカ *Sepia esculenta* など17種であった。上記の各魚種ではその漁獲尾数が非常に少ないため、偶然に1階部または2階部に入網したとも考えられる。そこで、1階部と2階部の合計漁獲尾数が50尾以上の魚種を取り上げ、これらの分離効果を判定することにした。分離効果の大まかな傾向をみるため、個体数を基準に判定した結果下記のような傾向が認められた。2階部の個体数が80%以上を示す魚種は、ヒラツメガニ *Ovalipes punctatus*, ケンサキイカ *Loligo edulis*, マアジ *Trachurus japonicus*, タチウオ *Trichiurus japonicus*, ウマヅラハギ *Thamnaconus modestus* およびカナガシラ *Lepidotrigla microptera* の6種であった。一方、80%以上が1階部で漁獲された魚種は、カイワリ *Kaiwarinus equula*, モトゲアカエビ, メイタガレイ *Pleuronichthys cornutus*, カサゴ *Sebastiscus marmoratus*, アカムツ *Doederleinia berycoides*, シャコおよびコウイカの7種であった。1階部あるいは2階部のいずれかで80%以上の個体が漁獲された上記の13種の合計尾数は13,229尾であり、これらは全漁獲物尾数の約90%を占める。換言すれば、供試漁具は全漁獲物のうち比較的漁獲尾数が多い主要魚種を80%以上の割合で1階部あるいは2階部のコッドエンドで分離漁獲することが可能であることを示唆している。

Table 1. Catch compositions by species (in number)

Scientific Name	Japanese Name	No. of individuals	
		Upper Cod.	Lower Cod.
<i>Ovalipes punctatus</i>	Hiratumegani	3,793	537
<i>Trachurus japonicus</i>	Maaji	3,159	439
<i>Loligo edulis</i>	Kensakiika	3,065	701
<i>Trichiurus japonicus</i>	Tachiuo	439	14
<i>Thamnaconus modestus</i>	Umadurahagi	302	35
<i>Carcinoplax longimanus</i>	Enkougani	237	272
<i>Todarodes pacificus</i>	Surumeika	224	97
<i>Caelorinchus multispinulosus</i>	Yarihige	98	57
<i>Lepidotrigla microptera</i>	Kanagashira	94	5
<i>Glossanodon semifasciatus</i>	Nigisu	40	98
<i>Zeus faber</i>	Matoudai	33	76
<i>Scomber japonicus</i>	Masaba	32	0
<i>Kaiwarinus equula</i>	Kaiwari	20	117
<i>Pseudorhombus Cinnamoneus</i>	Ganzobirame	16	47
<i>Lophiomus setigerus</i>	Ankou	13	4
<i>Apogon lineatus</i>	Tenjikudai	13	0
<i>Priacanthus macracanthus</i>	Kintokidai	12	37
<i>Ibacus ciliatus</i>	Uchiwaebi	12	2
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	Meitagarei	11	118
<i>Dasyatis akajei</i>	Akai	10	3
<i>Argyrosomus argentatus</i>	Shiroguchi	9	5
<i>Haliutaea stellata</i>	Akagutu	7	4
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	Makogarei	7	4
<i>Zenopsis nebulosa</i>	Kagamidai	7	0
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	Akahaze	5	2
<i>Doederleinia berycoides</i>	Akamutsu	4	87
<i>Dentex tumifrons</i>	Kidai	3	12
<i>Antennarius striatus</i>	Izariuo	3	8
<i>Psenopsis anomala</i>	Ibodai	3	3
<i>Chaunax abei</i>	Husaanko	3	3
<i>Sebastes marmoratus</i>	Kasago	2	96
<i>Kareius bicoloratus</i>	Ishigarei	2	15
<i>Brotula multibarbata</i>	Itachiuo	2	10
<i>Inimicus japonicus</i>	Oniokoze	2	0
<i>Branchiostegus japonicus</i>	Akaamadai	1	2
<i>Cynoglossus joyneri</i>	Akashitabirame	1	0
<i>Narke japonica</i>	Shibireei	1	0
<i>Boesemanichthys firmentum</i>	Hoshihugu	1	0
<i>Pandalopsis japonica</i>	Morotogeakaebi	0	136
<i>Oratosquilla oratoria</i>	Shako	0	74
<i>Sepia esculenta</i>	Kouika	0	51
<i>Uranoscopus japonicus</i>	Mishimaokoze	0	19
<i>Hoplosebastes armatus</i>	Hanakasago	0	5
<i>Portunus pelagicus</i>	Taiwangazami	0	2
<i>Muraenesox cinereus</i>	Hamo	0	2
<i>Aulopus japonicus</i>	Hime	0	2
<i>Charybdis japonica</i>	Ishigani	0	2
<i>Bembras japonica</i>	Akagochi	0	1
<i>Erisphex pottii</i>	Abuokoze	0	1
<i>Saurida sp.</i>	Maeso	0	1
<i>Penaeus semisulcatus</i>	Kumaebi	0	1
<i>Inegocia borboniensis</i>	Tokagegochi	0	1
<i>Triacanthodes anomalus</i>	Benikawamuki	0	1
<i>Acropoma japonicum</i>	Hotarujako	0	1
<i>Champsodon snyderi</i>	Wanigisu	0	1
	Total	11,686	3,211

3.3 魚種別体長組成

本研究ではフロントパネルに網目によるサイズ選択効果と遮断効果を持たせることを意図し、分離漁獲効果を向上

させようと試みた。今回の海上実験で、サイズ選択性を検討するに足る試料が得られた魚種は、魚類ではウマヅラハギ、マアジ、マトウダイ *Zeus faber*、ヤリヒゲ

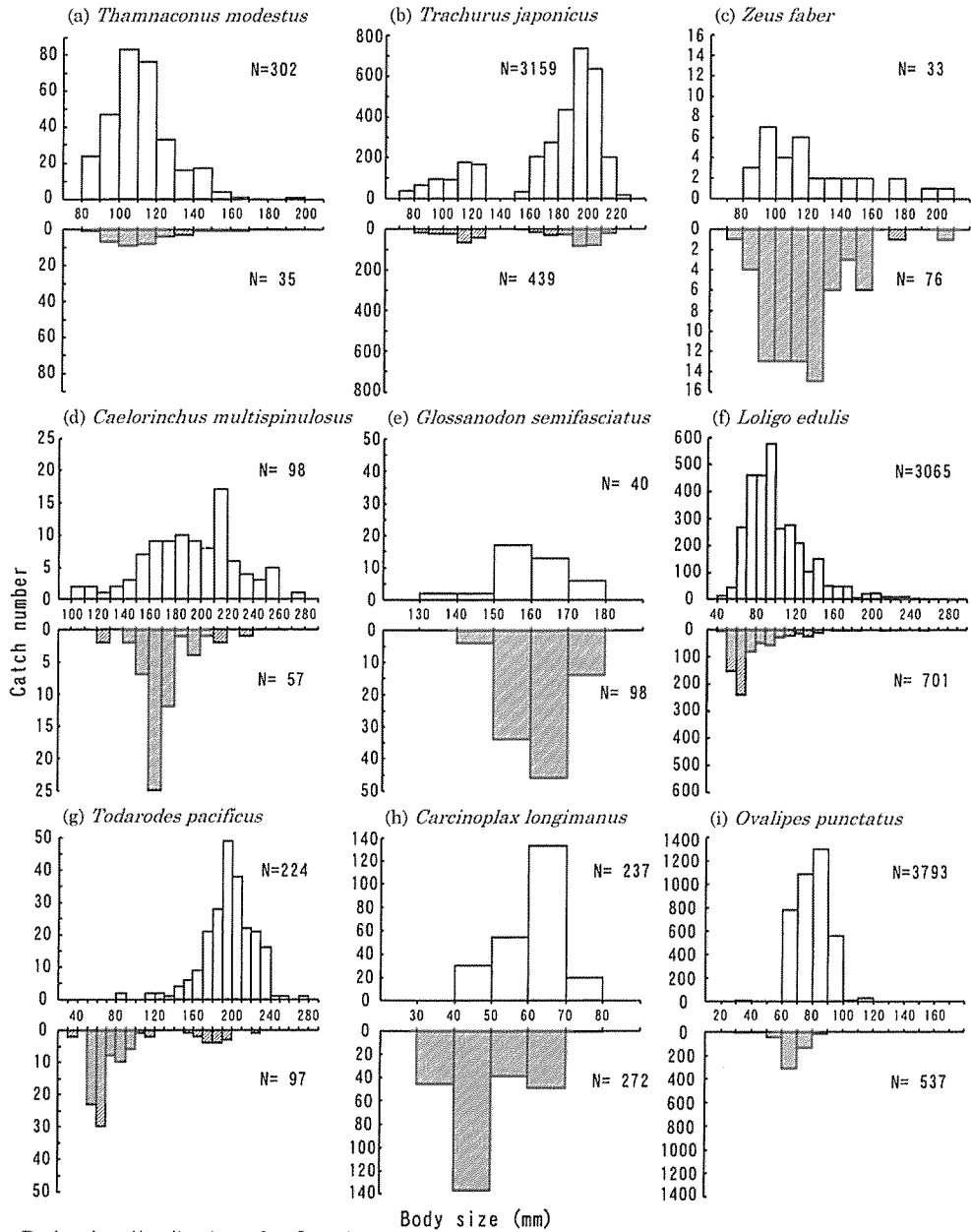


Fig. 5. Body size distributions for 9 main species.

□ Upper codend, ▨ Lower codend.

Caelorinchus multispinulosus およびニギス *Glossanodon semifasciatus* の5種。頭足類では、ケンサキイカ、スルメイカ *Todarodes pacificus* の2種。甲殻類ではエンコウガニ *Carcinoplax longimanus*、ヒラツメガニの2種である。分離効果は同種の生物であってもその体長組成によって異なると思われる。したがって、ここでは体長組成別に分離効果を調べることとし、1階部および2階部における体長組成を魚種別に調べて両者を比較した。比較結果をFig. 5に示す。体長組成の分布形状については正規分布との適合度検定(有意水準5%)を行い、適合度に有意性が認められた魚種については分散分析法(有意水準5%)により1階部と2階部での体長組成の相違を検討した。各魚種別体長組成の特徴は下記のようにとりまとめられる。

魚類(5種)

ウマヅラハギ(Fig. 5-(a)) : 総漁獲尾数337尾の約90%に当たる302尾が2階部で漁獲された。体長(全長)は両部位ともほぼ80~170mmの範囲にあり、モードは両部位とも105mmクラスであった。両部位における体長組成には分散比および平均値の差に有意差は認められなかった。

マアジ(Fig. 5-(b)) : 総漁獲尾数3,598尾の約88%に当たる3,065尾が2階部で漁獲された。両部位の分布形状は双峰型を示し、体長(尾叉長)範囲は70~130mmと150~230mmに分けられる。モードは両部位において一致しており115mmクラスおよび195mmクラスにあった。両部位の体長組成には分散比および平均値の差に有意差は認められなかった。マトウダイ(Fig. 5-(c)) : 1階部での漁獲尾数は76尾で、総漁獲尾数109尾の約70%に当たる。体長(全長)は70~210mmの範囲にあり、モードは2階部では95mmクラス、1階部では125mmクラスに認められた。両部位での体長組成には分散比に有意差が認められたが、平均値の差に有意差は認められなかった。

ヤリヒゲ(Fig. 5-(d)) : 総漁獲尾数155尾の約63%に当たる98尾が2階部で漁獲された。体長(全長)は100~280mmの範囲にあり、モードは2階部では215mmクラス、1階部では165mmクラスであった。両部位の体長組成には分散比および平均値の差に有意差が認められ、2階部で大きな個体が多く漁獲される傾向があった。

ニギス(Fig. 5-(e)) : 総漁獲尾数138尾の約70%に当たる98尾が1階部で漁獲された。体長(全長)は130~180mmの範囲にあり、モードは2階部では155mmクラス、1階部では165mmクラスであった。両部位の体長組成には分散比に有意差が認められるものの、平均値の差に有意差は認めら

れなかった。

頭足類(2種)

ケンサキイカ(Fig. 5-(f)) : 総漁獲尾数3,766尾の約80%に当たる3,065尾が2階部で漁獲された。1階部での体長(外套長)はほぼ40~150mmの範囲にあるのに対して、2階部では体長が40~240mmの範囲にあった。モードをみると、1階部では65mmクラスであるのに対して2階部では95mmクラスであった。両部位の体長組成には分散比および平均値の差の両者に有意差が認められ、2階部で大きな個体が多く漁獲される傾向がみられた。

スルメイカ(Fig. 5-(g)) : 総漁獲尾数321尾の約70%に当たる224尾が2階部で漁獲された。体長(外套長)は1階部では30~230mm、2階部では80~280mmの範囲にあり、モードは1階部では65mmクラス、2階部では195mmクラスであった。両部位の体長組成には分散比および平均値の差に有意差が認められ、上記のケンサキイカと同様に2階部で大きな個体が多く漁獲される傾向がみられた。

甲殻類(2種)

エンコウガニ(Fig. 5-(h)) : 総漁獲尾数509尾のうち2階部では約47%の237尾が、1階部でもほぼ同数の272尾が漁獲された。体長(甲幅長)は30~80mmの範囲にあり、モードは2階部では65mmクラス、1階部では45mmクラスにあった。両部位の体長組成には分散比および平均値の差に有意差が認められ、2階部で大型の個体が多く漁獲される傾向がみられた。

ヒラツメガニ(Fig. 5-(i)) : 総漁獲尾数4,330尾の約90%に当たる3,793尾が2階部で漁獲された。体長(甲幅長)範囲とモードはそれぞれ、2階部では30~120mmと85mmクラスにあり、1階部では20~90mmと65mmクラスにあった。また、両部位の体長組成には分散比および平均値の差に有意差が認められ、2階部で大型の個体が多く漁獲される傾向がみられた。

以上を整理すると、エンコウガニを除いた8種については、高い比率で1階部あるいは2階部のどちらかで漁獲されるものの、体長の大きさによって分離効果に差が認められた漁獲物は、ヤリヒゲ、ケンサキイカ、スルメイカ、エンコウガニおよびヒラツメガニの5種であった。

4 考察

東シナ海、黄海における底魚資源の有効利用に役立つように設計された本供試網は2階式構造であり、1階部の網口に脚長60mmの角目網地で構成されるフロントパネルが装

着されている。このフロントパネルにどの程度までサイズ選択効果を期待できるかを海上実験で確かめた。

2階式網に関する研究には、タラ類(Haddock)の分離漁獲を目的とした研究例¹³⁾や、小型底曳網を対象した事例¹⁴⁾などがある。また、東シナ海・黄海の底魚類を漁獲対象とした2階式網に関する海上実験結果¹⁵⁾をみると、全漁獲物の約8割が2階部で漁獲されたと報告されている。主要種にはマナガツオ、タチウオおよびハモなどが含まれていることから、2階式を採用すればかなりの魚種分離効果を期待できると考えられた。今回の海上実験の結果でも主要種の約80%が2階部で漁獲された。しかし、2階部には有用種だけを、1階部には投棄対象種だけを分離集約させることは不可能である。今回の実験結果を総合的に見ても、ヤリヒゲ、ニギス、エンコウガニなどの投棄対象種や、有用種であっても市場価値のない小型個体が2階部で漁獲されている。これに対し、異体類の中でも市場価値が高いメイトガレイの約90%が1階部で漁獲された。このことから、魚種別の分離効果をフロントパネルに期待するには無理がある。したがって、フロントパネル方式には目合の大小によって選択的漁獲をはかり、無駄な漁獲を少なくすることを期待するのが良い。

体長組成別の分離効果が認められた魚種は、ヤリヒゲ、ケンサキイカ、スルメイカ、エンコウガニおよびヒラツメガニの5種であった。これは明らかにフロントパネルが持つ網目選択性効果によるものと考えてよい。角目網製フロントパネルの網目選択性については海上実験を継続的に進めているので、今後の検討にゆずる。

供試漁具には今後も改良すべき点がある。漁具設計の立場からみて最も重要な改良すべき事項はフロントパネルの装着方法である。今回の実験中にはヒトデなどの生物がフロントパネルに纏絡した。フロントパネルの選択機能を維持するためには、フロントパネル下部だけの網目サイズを拡大し纏絡防止をはかるなど装着方法を検討すべきであろう。

今回の実験では1階部および2階部のコッドエンドには当該海域において通常使用されている目合66mmの網地を使用した。分離効果を詳しく調査するには1階部と2階部の身網部およびコッドエンドの目合が異なる網地を使用することも検討すべきであろう。また、本実験ではフロントパ

ネルによる分離効果については、フロントパネルを装着した場合の資料から検討したが、フロントパネルを取りはずした場合の漁獲差についても実験的に明らかにすべきであろう。

以上に留意し、フロントパネルの仕様を変えた分離装置を開発しより実用的研究を進める必要がある。

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) 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)。
- 3) 井上 悟，永松公明，藤石昭生，阿部 寧：水産大研報，42(3)，109-118 (1994)。
- 4) 東海 正，伊東 弘，正木康昭，山口義昭：漁業資源研究会議西日本底魚部会報，13，7-17 (1985)。
- 5) 井上喜洋：トロール網漁業 “漁業の混獲問題”(松田 俊編)，恒星社厚生閣，東京，1971，pp. 21-29。
- 6) 藤石昭生：小型底曳網漁業 “漁業の混獲問題”(松田 俊編)，恒星社厚生閣，東京，1971，pp. 30-42。
- 7) 藤石昭生：水産大研報，19，65-80 (1971)。
- 8) 東海 正，阪地英男：南西水研報，26，21-30 (1993)。
- 9) 東海 正，大本茂之，松田 俊：日水誌，60，347-352 (1994)。
- 10) B.Isaksen, J.W.Valdemarsen, R.B.Larsen and L. Karlsen: *Fish Res.*, 13, 335-352 (1992)。
- 11) T.Tokai, S.Omoto, R.Sato, and K.Matsuda: *Fish Res.*, 27, 51-60 (1996)。
- 12) 梶川和武，藤石昭生，井上 悟，永松公明，濱野 明：日水誌，64(2)，掲載予定。
- 13) J.Main and G.I.Sangster: *Fish. Res.*, 3, 131-145 (1985)。
- 14) 町田末広，岡座輝雄，齋藤達彦：長崎県水産試験場研究報告書，20，47-53(1994)。
- 15) (株)日本遠洋底曳網漁業協会，(株)漁船協会：以西底び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)。