

沿岸底曳網漁業における混獲防除ウインドーを備えた 2 階式コッドエンドの開発

松下 吉樹, 井上 喜洋, 信太 雅博, 野島 幸治

(1998 年 10 月 6 日受付)

Development of Two-level Codend Trawl with Bycatch Exclusion Window in a Coastal Trawl Fishery

Yoshiki Matsushita,^{*1} Yoshihiro Inoue,^{*1}
Masahiro Shida,^{*2} and Yukiharu Nojima^{*2}

A trawl net of which the codend has the two-level construction of two bags; the upper bag for target species and the lower bag for marine debris, was developed with the bycatch exclusion window (BEW) at the top panel of the upper-bag to reduce bycatch and labor force for on-deck sorting. Fishing experiments of this trawl net were carried out in a coastal trawl fishery in Choshi, Chiba Prefecture. The recovery ratio in weight of the upper bag for target species was over 90%, and that of lower bag for marine debris was about 50%. Thus, the two-level construction of the two bags separated target species from marine debris, and therefore was helpful for fisher's on-deck sorting. Probabilities of fish encountering the BEW and the mesh selection curves were also estimated for several species from the catch data of the experiments. The BEW reduced crimson seabream of body size smaller than marketable size with little loss of target species, southern rough shrimp, although both of the two species had body sizes of enough small to pass through the mesh of BEW. The separation performance of the BEW was attributed mainly to the difference between the two species in encounter probability depending on fish behavior in the codend, as well as the mesh selectivity.

キーワード：底曳網，混獲防除，漁獲物分離，漁具開発

千葉県外房海域を漁場とする銚子地区の沿岸底曳網漁業では，市場価値の無い生物の混獲を防除するための漁具開発が，1995 年より実施されている。ここでは最初に，漁獲物を分離するために仕切網をコッドエンド内部に装備した漁具の試験が実施された。¹⁾しかし，仕切網の持つ網目選択性では，対象とする小型エビ類と混獲物である小型異体類を十分に分離することができなかった。また，漁獲物に混在するヒトデ類や貝殻などが仕切網に絡まり，網目を閉塞させる問題も生じた。さらにこの漁具では，仕切網に遭遇した生物の網地に対する回避反応を利用することを想定したが，水中ビデオカメラによる観察結果では，対象とする小型エビ類と混獲物である小型異体類の仕切網に対する回避反応に大きな違いはみられなかった。このような原因から，この漁具は混獲となる生物と同時に対象となる生物の漁獲をも減少させ，現状の漁業への導入は困難と考えられた。¹⁾

本研究では，銚子地区の沿岸底曳網漁業において導入

可能な混獲防除漁具として，網口からコッドエンドに至る経路（入網経路）や遊泳能力の種や大きさによる相違を利用して漁獲物を分離し，さらに混獲物となる生物を漁具の特定の部位から排除する分離機能を備える漁具を考える。具体的には，袋網を鉛直に重ねた構造にすることによってヒトデ類や貝殻などの漁獲物からの分離を，次に，コッドエンド部の特定部位における網目合を拡大することによって，混獲物となる生物を逃避させることを目指す。このような目的で設計されたコッドエンドを有する底曳網を試験操業によって得られた結果から検討し，その有効性を報告する。

資料と方法

漁具の設計 一般的に底曳網漁具は，網を展開して曳航するための索具部，網口付近に分布する魚を集約するための袖網部と身網部，そして集約した漁獲物を蓄積するためのコッドエンド部で構成される。本漁業では通

^{*1} 水産工学研究所 (National Research Institute of Fisheries Engineering, Hasaki, Ibaraki 314-0421, Japan).

^{*2} 千葉県水産試験場 (Chiba Prefecture Fisheries Experiment Station, Chikura, Chiba 295-0024, Japan).

常, 2 枚網構成の袋網がコードエンド部として用いられている。このコードエンド部を Fig. 1 に示すように, 2 つの袋網を鉛直方向に重ねた構造へと変更した。これらの上・下段の袋網をそれぞれ上部袋網, 下部袋網と呼ぶ。

本研究では, 底曳網に入網するヒトデ類や貝殻, 土石と, 空き缶やビニールなどの廃棄物を総称してゴミ類と呼ぶ。下部袋網は, 漁獲物から身網底層付近を通過したゴミ類だけを保持することを目的とする。したがって, ある程度網底部から離れてコードエンド部に到達した水揚げ対象種がこの下部袋網に入網することを避ける必要がある。このために, 下部袋網の構造はその開口部の高さを低く抑えることができる 2 枚網構成とした。

次に, 上部袋網は水揚げ対象種を保持することを目的とする。この袋網は, 開口部の高さを高く保てるように前部では 4 枚網構成であり, 後部に向かって脇部の網地パネルの網目数が上から減少し, 漁獲物が蓄積される袋網最後部では 2 枚網構成となる。こうした設計によって上部袋網の形状は, 網後部ほどその高さが小さくなる。

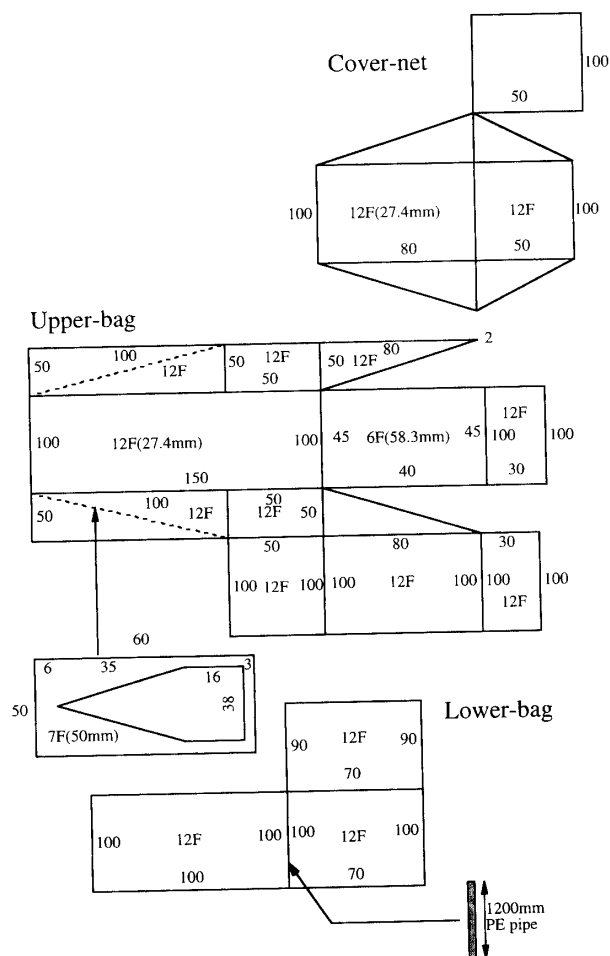


Fig. 1. Design of two-level codend with the bycatch exclusion window.

る。したがって, 上部袋網内の下層を通過する魚類は, その天井部の網地に遭遇することではなく, 上部袋網の最後部に蓄積される。一方, 上部袋網内の上層を通過する魚類は, 天井部の網地に遭遇し, この網地に沿って上部袋網の最後部へと集約される。上部袋網天井部の網地の網目選択性によってこうした魚類を分離することを想定し, 脇部の網地パネルの網目数が減少する部位の天井部の網地を, 通常使用されている 12 節目合 (呼称目合 27.4 mm) から, より大きな 6 節目の目合へと変更した。この 6 節の網地の網目内径を, デジタルノギスを用いて任意の 30 カ所で測定したところ, その平均値は 58.3 mm であった。この網地パネルを混獲防除ウインドーと呼び, 以降にウインドーと略称する。

さらに, このウインドーを通過した魚類を漁獲するために, ウインドーを覆うカバーネット (目合 12 節, 27.4 mm) を取り付けけた。実用段階では, このカバーネットの装着は考えず, ウインドーの網目を通過した魚類は漁具から逃避したことになる。

操業試験 1997 年 6 月 23, 24 日の日没後に, 調査船たか丸 (61GRT, 1000 hp) により犬吠埼沖合いの沿岸底曳網漁場 (水深 20~30 m) において, 1 回の曳網時間を 1 時間として計 6 回の曳網を実施した。漁獲物は全量を持ち帰り, カバーネット, 上部袋網, 下部袋網ごとに種別に重量, 個体数, 体長組成を調べた。

解析方法 本漁具による漁獲物の分離は大きく 2 つの段階に分けられる。入網した生物は, まず, その網内を通過する経路の違いにより下部袋網, または上部袋網へと分離され, そして次に, ウインドーを通過するか否かによってカバーネットと上部袋網に分かれて漁獲される。

下部袋網の対象物 (ゴミ類) 回収率 (γ_i) と上部袋網の対象物 (水揚げ対象種) 回収率 (γ_j) はそれぞれの目的に応じて以下のように定義する。

$$\gamma_i = L_i / (L_i + U_i) \quad (1)$$

$$\gamma_j = U_j / (L_j + U_j) \quad (2)$$

ここで, L_i は下部袋網で漁獲されたゴミ類の重量, U_i は上部袋網に入網したゴミ類の重量, U_j は上部袋網に入網した水揚げ対象種の重量, L_j は下部袋網で漁獲された水揚げ対象種の総重量をそれぞれ示す。

上部袋網に入網した生物は, 種によって異なる確率でウインドーに遭遇し, 遭遇した個体がある時にウインドーの網目を通過するか否かはその網目選択性によって決定される。ウインドーで使用した網地の網目選択性は, そこへの遭遇確率とともに, 東海²⁾が開発した角目網パネルの選択評価モデルを利用して求めた。モデルの概要を Fig. 2 に示した。上部袋網に入網したある種がウインドーへと遭遇する確率を p としたとき, ウインドー

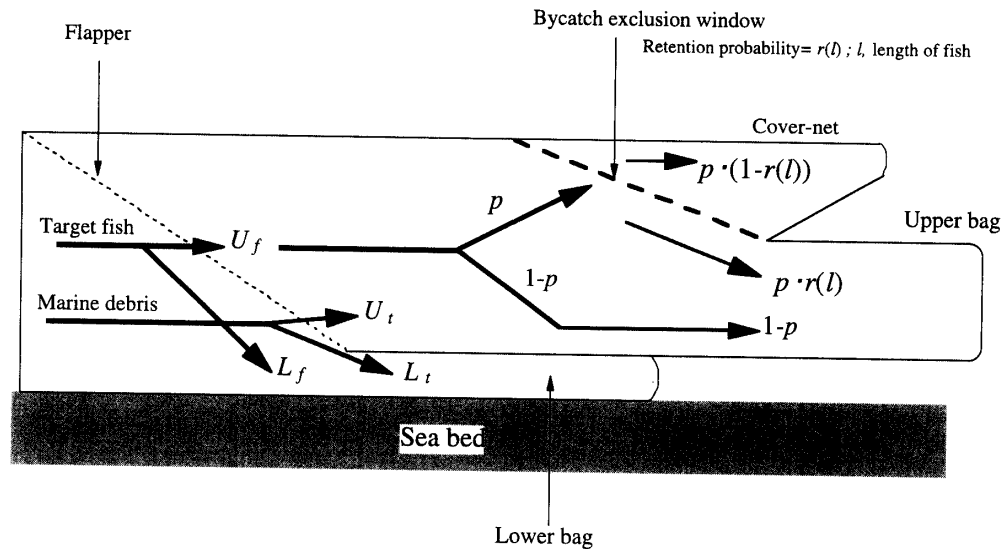


Fig. 2. Concept of evaluation model for selectivity of the bycatch exclusion window.

p , probability of fish encountering the bycatch exclusion window; $r(l)$, retention probability of fish in length l ; L_t , amount of marine debris at the lower bag; U_t , amount of marine debris at the upper bag; U_f , amount of target fish at the upper bag; L_f , amount of target fish at the lower bag.

に遭遇する個体は、全長階級 l の関数であるウインドーの網目選択性 ($r(l)$) により網目を通過してカバーネットに保持される個体と、通過せずに上部袋網で保持される個体に、それぞれ $p \cdot (1-r(l))$, $p \cdot r(l)$ の割合で分離される。また、この種がウインドーに遭遇せずに上部袋網で保持される確率は $1-p$ である。したがって、全長階級 l の個体が上部袋網で保持される比率をウインドー選択率 ($R(l)$) と呼ぶと、それは次の(3)式で表せる。

$$R(l) = p \cdot r(l) + (1-p) \quad (3)$$

ここで、遭遇確率を用いたモデルが適当であるかを検討するために、(3)式における遭遇確率 p を1として、網目選択性 $r(l)$ を表す網目選択曲線には Logistic 曲線³⁾ または Richard 曲線³⁾ を当てはめる場合と、遭遇確率 p を変数として、網目選択曲線に Logistic 曲線を当てはめる場合の3つのモデルを考えた。そして、操業試験の結果から得た、上部袋網とカバーネットのそれぞれで保持された種の全長階級 l ごとの個体数より、MS-Excel^{*3} のソルバーを用いて最尤法でそれぞれのモデルのパラメータを推定し、3つのモデルのうち、最も小さな AIC を与えるモデルをウインドーの選択曲線として採用した。³⁾

結 果

主に漁獲された種を水揚げ対象種、未利用種およびゴミ類に分けて、カバーネット、上部袋網、下部袋網におけるそれぞれの重量と個体数を Table 1 に示した。漁獲

量が最も多かったのはサルエビ *Trachypenaeus curvirostris* であり、次いでマトウダイ *Zeus japonicus*, ツマリカスベ *Raja schmidtii*, ホシザメ *Mustelus manazo*, イカ類 *Loliginidae*, ホウボウ *Chelidonichthys spinosus*, ネズッポ類 *Callionymidae*, キシエビ *Metapenaeopsis dalei* の順となった。また、ゴミ類も総漁獲量の 10.5% を占め、これら 8 銘柄とゴミ類の合計漁獲量は総漁獲量の 75.6% を占めた。

上部袋網と下部袋網の対象物回収率を Table 2 に示した。水揚げ対象種の上部袋網への対象物回収率は平均で 90% 以上と高く、ほとんどの水揚げ対象種は目標とする上部袋網で漁獲されていた。水揚げ対象種のうち、下部袋網に入網した種は Table 1 より、主にサルエビとアカシタビラメ *Cynoglossus joyneri* であった。一方、下部袋網の対象物回収率は平均 53% で、上部袋網のそれに比べて低かった。

次に、漁獲物のうち、水揚げ対象種であるサルエビ、イカ類、ホウボウ、ネズッポ類、チダイ *Erynnis japonica* と未利用種であるアラメガレイ *Tarphops oligolepis*, ササウシノシタ *Heteromycteris japonicus* に対するウインドーの分離結果を示す。操業試験の結果より、サルエビとホウボウ、ネズッポ類およびチダイに対するウインドーの選択曲線を、3つのモデルのうちで最も小さな AIC の値を示したモデルを採用して Fig. 3 に示した。ホウボウとネズッポ類に対するウインドーの選択曲線には、遭遇確率を変数として Logistic 曲線を当てはめた

*3 MS-Excel は Microsoft Corporation の登録商標。

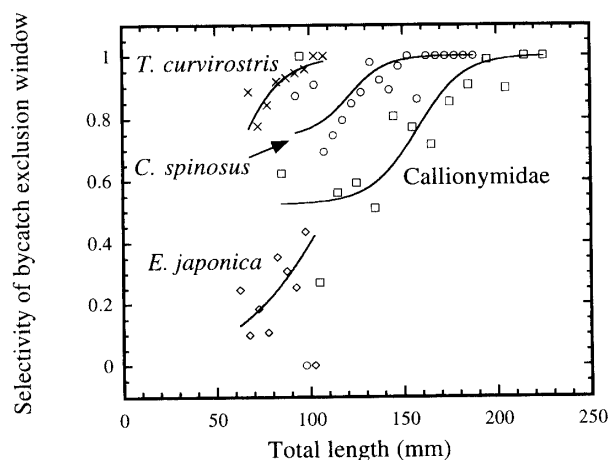
Table 1. Catch weight and number in cover-net, codend and trash-bag by species

Common name	Scientific name	Weight(kg)				No. of fish			
		Cover-net	Upper bag	Lower bag	Total	Cover-net	Upper bag	Lower bag	Total
Target species									
Southern rough shrimp	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	2.77	36.81	10.51	50.09	367	4203	1290	5860
John dory	<i>Zeus japonicus</i>	0	42.68	1.13	43.81	0	74	1	75
Squids	Loliginidae	2.89	20.76	0.90	24.55	124	971	25	1120
Bluefin searobin	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	2.97	20.79	0.69	24.45	154	812	31	997
Dragonet	Callionymidae	3.93	16.22	2.35	22.50	216	652	107	975
Kishi velvet shrimp	<i>Metapenaeopsis dalei</i>	4.29	11.46	1.70	17.45	1536	3841	630	6007
Japanese flounder	<i>Paralichthys olivaceus</i>	0	7.01	0.48	7.49	0	35	4	39
Bucktooth conger	<i>Gnathophis nystromi nystromi</i>	2.89	2.67	0.04	5.60	45	35	1	81
Cinnamon flounder	<i>Pseudorhombus cinnamoneus</i>	0.01	3.02	0.34	3.37	8	132	29	169
Crimson sea bream	<i>Evynnis japonica</i>	2.28	0.77	0.06	3.11	232	74	6	312
Red tangue	<i>Cynoglossus joyneri</i>	0.19	0.29	1.36	1.84	6	6	25	37
Stone flounder	<i>Kareius bicoloratus</i>	0	1.04	0.67	1.71	0	5	3	8
Black cow tangue	<i>Paraplagusia japonica</i>	0	1.34	0.29	1.63	0	11	4	15
Marbled flounder	<i>Limanda yokohamae</i>	0	1.06	0	1.06	0	2	0	2
Common Japanese conger	<i>Conger myriaster</i>	0.18	0.68	0.08	0.94	4	9	1	14
Non-utilized species									
Skate	<i>Raja schmidtii</i>	0	35.99	4.73	40.72	0	81	12	93
Gummy shark	<i>Mustelus manazo</i>	0.17	25.79	4.25	30.21	2	141	29	172
Pygmy whiff	<i>Tarphops oligolepis</i>	1.96	3.25	0.89	6.10	240	488	58	786
Bambu sole	<i>Heteromycteris japonicus</i>	0.74	1.26	0.68	2.68	67	112	59	238
Others		1.38	5.45	5.30	12.13	87	199	102	388
Marine debris		0	16.28	18.95	35.23	—	—	—	—
Total		26.65	254.62	55.40	336.67	3088	11883	2417	17388

Table 2. Recovery ratio of target species at the upper bag (γ_f) and recovery ratio of marine debris at the lower bag (γ_l)

	Average	Standard deviation	Minimum value	Maximum value
γ_f	0.905	0.093	0.729	0.970
γ_l	0.527	0.146	0.262	0.698

モデルが採用された。ハウボウとネズボ類のウインドーへの遭遇確率はそれぞれ 0.26, 0.48 であった。一方, サルエビとチダイに対するウインドーの選択曲線には, 遭遇確率が 1 で, Logistic 曲線を当てはめたモデルが採用された。これは, 一般的なコードエンドの網目選択曲線と同じで, ウインドー選択率は 0 から 1 までの間の値をとる。そして, これらの遭遇確率でウインドーに遭遇した魚は, ウインドーの網目選択性によってウインド

**Fig. 3.** Selectivity of the bycatch exclusion window for southern rough shrimp *Trachypenaeus curvirostris*, bluefin searobin *Chenolidonichthys spinosus*, dragonet *Callionymidae*, and crimson seabream *Evynnis japonica*.

一を通過できるか否かが決定される。これらの種に対するウインドー網目の50%選択体長と選択性スパンをTable 3に示した。

一方、アラメガレイとササウシノシタの全長およびイカ類の外套背長とウインドー選択率の関係をFig. 4に示した。イカ類のウインドー選択率は、外套背長の変化に対して、常に1に近い値を示した。一方、アラメガレイとササウシノシタのウインドー選択率は、全長に対してばらつきがあり、一定の傾向が認められなかった。

考 察

試験操業の結果、開発した漁具の下部袋網における対象物回収率の平均値は50%程度であった。そして同時に、上部袋網の対象物回収率平均値は90.5%であった。これらのことから、開発した漁具を使用すれば下部袋網の漁獲物は、船上で水揚げ対象種が含まれないことを確

認した後に、選別作業を行わずに海に戻すことができる。すなわち、水揚げ対象とする種を上部袋網で漁獲しながら、ゴミ類が50%減少することで船上における選別作業を簡単にすることができる。底曳網では、漁獲物の再放流後の生残性は、船上での空中露出時間に影響されること⁴⁾や、漁獲物から再放流されたヒラメの生残性は漁獲量の多寡に関連すること⁵⁾が報告された。ゴミ類を下部袋網へと分離することによって、上部袋網では漁獲物の量が減少し、また、選別作業を迅速に行うことができるので、上部袋網で漁獲された生物の再放流の際には、それらの生残性の向上が期待できる。

サルエビとホウボウ、ネズッポ類およびチダイのウインドーへの遭遇確率とウインドーの網目選択性を、角目網パネルの選択評価モデルによって求めることができた。漁労長18名からの聞き取り調査から、水揚げと投棄の選別の基準となる全長の平均値は、サルエビとネズッポ類およびチダイでそれぞれ47 mm, 113 mm, 103 mmであった。ウインドーの網目選択性におけるサルエビとネズッポ類およびチダイの50%選択全長はTable 3より、それぞれ50.7 mm, 157.3 mm, 110.2 mmであり、ウインドーの目合は、投棄対象となるサルエビとチダイの小型個体を排除するためにはほぼ適切であったと考えられる。一方、水揚げ対象となるネズッポ類の一部はウインドーの網目を通過する可能性がある。

内田・濱田⁶⁾は筑前海の小型底曳網漁業において、チダイと近縁種であるマダイ *Pagrus major* に対するコッドエンドの網目選択性を示した。これによると、マダイの50%選択体長 l_{50} と網目内径 m の比 l_{50}/m は2.33であった。一方、本研究で得られたチダイの50%選択体長とウインドーの網目内径の比は、1.89であった。マダイとチダイの体型を同一と仮定すると、これらの比の違いはウインドーが一般的なコッドエンドより小さい個体を保持したことを示す。同様に、サルエビに対するウインドーの網目選択性も、大阪湾⁷⁾と周防灘⁸⁾における底曳網コッドエンドの網目選択性と異なり、ウインドーの網目を十分に通過できる大きさの個体が上部袋網で保持される傾向がみられる。曳網中の一般的なコッドエンドにおける魚の網目通過は、次の3つの様式で起こることが考えられる。

- ① 漁獲物が蓄積される部位に到達する前に通過。
- ② 蓄積された後に通過。
- ③ 漁獲物が蓄積される部位に到達した後に再び前方に遊泳して通過。

Suuronen⁹⁾とIsaksen and Valdemarsen¹⁰⁾は、コッドエンドにおける魚の網目通過が主に蓄積された漁獲物の直前で起こることを、Robertson⁴⁾はコッドエンド部で漁獲物が蓄積されることによって網目が開き、魚が通過し

Table 3. Estimated 50% retention length (L_{50}) and selection span for Southern rough shrimp *T. curvirostris*, bluefin searobin *C. spinosus*, dragonet Callionymidae, and crimson sea bream *E. japonica*

Species name	L_{50} (mm)	Selection span* (mm)
<i>T. curvirostris</i>	50.7	31.7
<i>C. spinosus</i>	121.0	22.0
Callionymidae	157.3	27.5
<i>E. japonica</i>	110.2	54.9

* Difference between retention lengths of 25 and 75%.

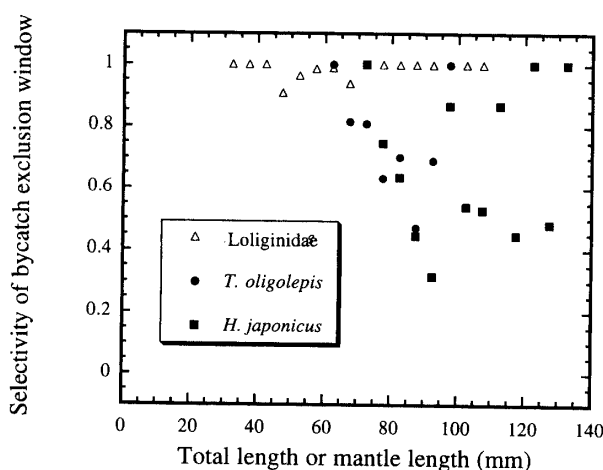


Fig. 4. Selectivity of the bycatch exclusion window for squid Loliginidae, pygmy whiff *Tarphops oligolepis*, and bambu sole *Heteromycteris japonicus*.

X axis designates total length for pygmy whiff *T. oligolepis*, and bambu sole *H. japonicus*, and mantle length for squid Loliginidae.

やすくなることを水中観察から報告した。これらの報告は、一般的なコッドエンドでは上記の網目通過様式の中で②型が多いことを示唆する。一方、ウインドーは漁獲物が蓄積される部位に配置されていないため、魚は②型の網目通過ができず、①型和③型によってのみ網目を通ることができる。こうしたことより、ウインドーでは通常のコッドエンドに比べて魚が網目を通る機会が少なくなり、ウインドーの網目が通常のコッドエンドの網目より小さな魚を保持したものと考えられる。

ハウボウとネズッポ類のウインドーへの遭遇確率は、それぞれ 0.26, 0.48 であった。一方、サルエビとチダイの遭遇確率は 1.0 と算出され、上部袋網に入網したすべての個体がウインドーへと遭遇したと推定された。しかし、サルエビの資料は、ウインドー選択率が 1 に近くなる部分でのみ得られ、ウインドーの選択曲線の一部分だけを表す。選択曲線のこの部分の形状は、3 つのモデルで似通っており、かつ Logistic 曲線のモデルは用いるパラメータ数が少ないために AIC が小さくなり、Logistic 曲線のモデルが選ばれたものと考えられる。したがって、サルエビに対するウインドーの選択曲線がどのようなモデルに当てはまるかを明らかにするためには、今後、より小型個体における資料を追加して検討する必要がある。次に、チダイの全長に対するウインドー選択率のプロットもまた、ばらつきが大きく、ウインドーの選択曲線の一部分を表す資料であるため、その信頼性は必ずしも高くない。しかし、漁獲されたチダイのうち、75.8% の個体がウインドーを通過しており、チダイの遭遇確率が非常に高いことが推察される。Fish-eye と呼ばれる網上にステンレス枠で設けられた開口部は、魚種や大きさによる遊泳能力や網内の遊泳層の違いを利用して混獲の防除を図る。Watson *et al.*^{*5} は、メキシコ湾のエビトロールにおいて、エビ類の漁獲量を維持しながら trout や mackerel などの魚類の混獲防止に最も効果的な Fish-eye の装着位置が、コッドエンドの上部であることを述べた。これは網内での行動や遊泳能力が種によって異なり、魚類はコッドエンド上部に装着された Fish-eye に遭遇する確率が高く、エビ類は逆に低いことによると考えられる。混獲防除ウインドーも Fish-eye と同様に、こうした魚類の行動を利用した分離機能を持つと考えられる。チダイの遭遇確率が非常に高いことは、この種が上部袋網の上層付近を遊泳することや、その遊泳能力が高いことによると考えられる。逆に、ハウボウとネズッポ類の遭遇確率がそれほど高く推

定されなかったことは、これらの種が上部袋網の下層付近を通過することや、その遊泳能力が低いことによるものであろう。

一方、イカ類とアラメガレイおよびササウシノシタの 3 種は、漁獲尾数が多かったにもかかわらず、ウインドー選択率がこれらの種の全長や外套背長に対してばらつき、ウインドーの選択曲線を求めることができなかった。イカ類では、外套背長が 40 mm 以下の小さな個体に対するウインドー選択率も 1 を示した。こうした結果は、イカ類がウインドーの網目を充分通過できる大きさであるにもかかわらず、実際には通過していないことを示す。したがってこの種はそれほど遊泳能力が高くない、上部袋網の下層を通過したものと考えられる。次に、アラメガレイやササウシノシタの体型に類似したメイトガレイ *Pleuronichthys cornutus* とマコガレイでは、体高 (l_D) と網目内径 (m) の比 (l_D/m) が約 0.5 以上で網目による魚体の保持が始まり、 l_D/m が約 1.0 で網目選択率が 100% に達することが報告された。⁸⁾ 試験操業で漁獲されたアラメガレイとササウシノシタの体高の範囲はそれぞれ 22~35 mm と 15~46 mm であった。この体高の範囲より、 l_D/m はアラメガレイで 0.38~0.60, ササウシノシタで 0.26~0.78 の範囲となり、これら 2 種の網目選択率は低いことが推察される。これらのことより、これら 2 種の体長階級に対するウインドー選択率は主に遭遇確率に起因したと考えられる。

以上の考察より、イカ類とアラメガレイおよびササウシノシタの 3 種の網目選択率を 0 と仮定すると、ウインドーへの遭遇確率は例えば、アラメガレイでは 0.33 と推定できる。これら 3 種について、上部袋網に入網した個体数のうち、ウインドーを通過してカバーネットでも漁獲された個体数の割合を Table 4 に示した。ウインドーを通過した個体数比は未利用種であるアラメガレイ、ササウシノシタで高く、次いで水揚げ対象種のイカ類の順となる。すなわち、ウインドーを用いた場合、入網したアラメガレイとササウシノシタの約 1/3 を漁具から逃避させることが可能となる。一方、イカ類では 10% 程度の漁獲尾数の減少が予想される。

以上、千葉県銚子地区における沿岸底曳網漁業を対象に開発した 2 階式コッドエンドの効果を示した。このコッドエンドが備える混獲防除ウインドーは水揚げ対象とする生物の漁獲尾数の減少を抑えながら、チダイのような特定種の小型個体の混獲を減少させた。また、コッ

*4 J. H. B. Robertson: The effect of trawl codend design on selection characteristics, *Proc. World Symp. Fish. Gear Fish. Vessel Design*, Nov. 1988, Mar. Inst., St John's, Newfoundland, 1988, pp. 48-51.

*5 J. Watson, I. Workman, D. Foster, C. Taylor, A. Shah, J. Barbour, and D. Hataway: Status report on the potential of gear modifications to reduce finfish bycatch in shrimp trawls in the southeastern United States 1990-1992. *NOAA Tech. Memo.*, NMFS-SEFSC-327, 131pp (1993).

Table 4. Ratio of individuals caught in the cover-net and in the upper bag for squids Loliginidae, pygmy whiff *T. oligolepis* and bambu sole *H. japonicus*

Species	Ratio of individuals caught in the cover-net	Ratio of individuals caught in the codend
Loliginidae	0.11	0.89
<i>T. oligolepis</i>	0.33	0.67
<i>H. japonicus</i>	0.37	0.63

ドエンドの下部に装備した下部袋網が、漁獲物からゴミ類を分離する効果も示した。今後、水揚げ対象種と未利用種に対する下部袋網の網目選択性をさらに検討することにより、適正な下部袋網の目合の決定が必要である。これにより下部袋網に入網するゴミ類の減少と、さらなる小型魚や未利用種の混獲防除の効果を増すことが可能となる。

謝 辞

操業試験の実施に際しては、銚子水産事務所改良普及室のみなさんのご助力を賜った。また、銚子漁業協同組合小型底曳網支所長 伊藤政明氏ならびに組合員のみなさんからは試験操業の協力のみならず、活発な討論を通

じて多くの示唆をご教授いただいた。ここに記して謝意を表します。

文 献

- 1) 松下吉樹, 野島幸治, 井上喜洋: 小型底曳網漁業における漁獲物分離装置の開発. 日水誌, **65**, 11-18 (1999).
- 2) 東海 正: 海外における選択漁獲の事例. 月刊海洋, **29**, 346-350 (1997).
- 3) 東海 正: MS-Excel のソルバーによる曳網の網目選択性 Logistic 式パラメータの最尤推定. 水産海洋研究, **61**, 288-298 (1997).
- 4) 東海 正: 管理方策としての再放流. 月刊海洋, **28**, 627-633 (1996).
- 5) 平川英人, 田中利幸: 小型底びき網における再放流ヒラメの生存率. 月刊海洋, **29**, 376-379 (1997).
- 6) 内田秀和, 濱田弘之: 小型底びき網を対象とした目合い拡大及び再放流によるマダイ幼魚の保護. 福岡水技研報, **4**, 1-8 (1995).
- 7) 西川哲也, 反田 實, 長浜達章: 大阪湾の小型底曳網 (板曳網) におけるサルエビの網目選択性. 兵庫水試研報, **31**, 1-8 (1994).
- 8) 東海 正: 瀬戸内海における小型底曳網漁業の資源管理—投棄魚問題と網目規制—. 南西海区水研報, **26**, 31-106 (1993).
- 9) P. Suuronen: Conservation of young fish by management of trawl selectivity. *Finnish Fish. Res.*, **15**, 97-116 (1995).
- 10) B. Isaksen and J. W. Valdemarsen: Bycatch reduction in trawls by utilizing behaviour differences, in "Marine fish behaviour in capture and abundance estimation" (ed. by A. Ferno and S. Olsen), Fishing News Books, Oxford, 1994, pp. 69-81.