

季報

第106号

底曳網漁業の混獲削減に向けた技術開発



二段式改良網の模型

平成25年10月

京都府農林水産技術センター海洋センター

目次

はじめに	1
1 底曳網漁の邪魔をする様々な混獲物	2
2 底曳網漁業の重要種に対する網目選択性	
(1) ズワイガニ	4
(2) アカガレイ	5
(3) ヒレグロ（黒ガレイ）	6
(4) ソウハチ（エテガレイ）	6
(5) その他	7
3 混獲削減に適した網の使い分け	8
4 二段式改良網の開発	9
おわりに	12

はじめに

底曳網漁業では、その特性上、売り物にならない生物やもう少し獲るのを待てば商品価値を持つ生物の漁獲（混獲）と投棄が起こりがちです。これらは、漁獲あるいは投棄される過程で、少なからず死亡する可能性が高く、資源の有効利用や生態系保全の観点からも問題視されています。京都府底曳網漁業は、こうした問題を解決するために、保護区や操業禁止区域の設定、コッドエンド（網の一番奥に当たる魚捕部）の目合拡大、混獲防止機能を持つ改良網の開発（季報第81号「底曳網漁業の改良網の開発」参照）など様々な対策に取り組み、「資源と環境にやさしい漁業」を実践してきました。ズワイガニ・アカガレイ漁では、こうした取り組みが国際的にも認められ、海のエコラベル MSC 認証の取得（季報第95号「海のエコラベル MSC 認証-資源と環境に優しい京都底曳網漁業-」参照）につながりました。

一方、底曳網漁業の現場では、狙う魚種に応じてかに網やさかな網（はた網、きす網など）といった幾つかの漁網を使い分けて操業が行われます。したがって、目合拡大や改良網も、各々の操業の仕方に合わせて導入する必要があります。しかし、これまでに開発されてきた技術は、ズワイガニ禁漁期中のカニ混獲防止や、小型のヤナギムシガレイに対する適正な目合など魚種や用途が限られており、全ての操業時に混獲を回避できている訳ではありません。例えばニギスを獲るための漁網では、目合が特に小さいため、小型のニギスやヒトデ類等の未利用な生物の混獲がみられています。

資源の持続的利用や漁場環境への配慮を一層推進するためには、混獲削減のためのオプションをさらに増やしていく必要があります。本冊子では、底曳網漁業の主要な漁獲対象種について、市場価値が低く未成熟な小型魚を保護するための適正な目合の大きさと、さらなる漁具の改良について紹介します。

1 底曳網漁の邪魔をする様々な混獲物

底曳網漁業の漁獲物のうち、市場に出荷するものを水揚物とし、市場に出荷せずに投棄されるものを混獲物とすると、混獲物は以下の3つに大きく分けることができます。

- ① サイズが小さいため市場価値のないもの。
秋・春漁期に入網する体長 15 cm 未満のアカガレイ、ヒレグロ、ソウハチ (図 1) や春漁期に入網する体長 13 cm 未満のハタハタ。
- ② 法令等で漁獲が禁じられているもの。
秋・春漁期のズワイガニの全て (図 2)、冬漁期の甲幅 9 cm 未満の雄ズワイガニや未成熟の雌ズワイガニおよび1月11日以降の雌ズワイガニ。
- ③ 市場価値のないもの。
クモヒトデ (図 1) やイソギンチャク類など。



図 1 大量に漁獲された小型のカレイ類とクモヒトデ



図 2 魚網で漁獲された春漁期のズワイガニ

底曳網漁業での混獲実態を知るために、ズワイガニとアカガレイを主対象としたかに網およびさかな網の漁獲物を調べ、水揚物と混獲物に分類してみました (表 1)。なお、調べた漁網のコッドエンドの目合は、かに網では3寸 (約 9 cm)、さかな網では9節 (約 3.5 cm) で、さかな網にはグラウンドロープと網裾の間に空間を設けてクモヒトデの入網を防ぐための、吊り岩 (スカート) が取り付けられていました

(図3)。

表1をみると、冬漁期のかに網では混獲量が全漁獲量の70%以上を占めており、混獲物の大部分はズワイガニ(甲幅9cm未満の雄や未成熟および禁漁期間中の雌)でした。さかな網では混獲量が全漁獲量の40~50%を占め、秋漁期にはズワイガニ、小型で市場価値のないアカガレイ、ヒレグロ、ソウハチが混獲されていました。春漁期には、上記魚種に加えて小型のハタハタも混獲されていました。さらに、さかな網では吊り岩が取り付けられていたにもかかわらず、クモヒトデの混獲も目立ちました。

表1 各網の漁獲物の重量比組成

	かに網		さかな網(水深200m以深)			
	冬漁期		秋漁期		春漁期	
	混獲	水揚	混獲	水揚	混獲	水揚
ズワイガニ	71.1%	13.3%	16.6%	0.0%	8.1%	0.0%
アカガレイ	0.0%	10.0%	3.8%	12.5%	0.1%	14.8%
ヒレグロ	0.0%	2.6%	17.8%	23.6%	14.1%	23.3%
ソウハチ	0.0%	0.0%	1.7%	4.2%	0.0%	0.7%
ハタハタ	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	5.3%	16.1%
クモヒトデ	0.1%	0.0%	1.7%	0.0%	8.6%	0.0%
その他	2.0%	0.9%	5.8%	11.9%	4.6%	4.2%
計	73.2%	26.8%	47.6%	52.4%	40.7%	59.3%
平均漁獲重量(kg/網)	150	42	84	96	81	115

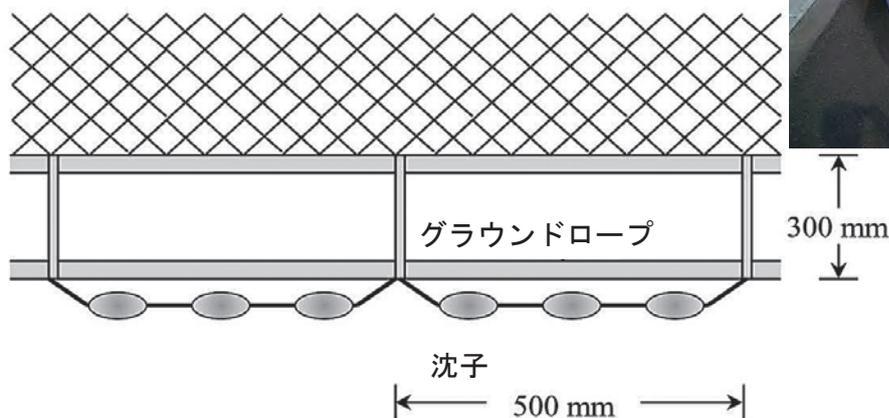


図3 吊り岩(スカート)の構造

このような小型魚の混獲は、利用しない先き獲りであり、成長による体重増も見込めば、資源の無駄遣いと言えます。また、ズワイガニの混獲では、禁漁期間中における成熟した雌も含まれることから、資源保護上も問題です。さらに、クモヒトデを始めとする大量の混獲物は、曳網抵抗の増大により消費燃料を増加させるだけでなく、破網の危険性さえあります。乗組員の作業についても、船上での選別量や選別時間が増えることになり、労働環境の悪化による事故や水揚物の鮮度低下につながる可能性もあります。このように、漁の邪魔をする大量の混獲物を削減することは、資源の合理的な利用はもちろん、底曳網漁業の経営上からも非常に重要な課題です。

2 底曳網漁業の重要種に対する網目選択性

混獲を減らすためには、未成熟な小型魚を保護し、大型魚だけを漁獲することが必要です。そのために一般的に行われているのは、コッドエンドの目合を大きくして小型魚を逃がすという方法です。そこで、漁獲したい大きさの魚はできるだけ逃がさずに小型魚を保護する最適な目合を探るために、ある目合の大きさのときに、どの大きさの魚がどれくらい漁獲できて、どれくらい逃がすことができるのかについて、魚種ごとに調べました。

(1) ズワイガニ

図4は、目合4寸（約12cm）、3寸（約9cm）および5節（約7cm）の網によって、ズワイガニの大きさ（甲幅）ごとに何%が漁獲できるのかを表わしたグラフです。グラフ縦軸の「選択率」が0%の場合は全てが網目から抜けて、100%の場合は網目から抜けずに全て漁獲できることを意味しています。グラフには、選択率50%（網に入った半分は抜けて、半分は漁獲できる）に横線を引いています。この横線と、目合ごとに描かれたS字型の曲線（これを「網目選択性曲線」といいます）が交わるときの大きさを「50%選択体長」といい、目合を大きくして資源を管理しようとする場合に重要となる値です。網目選択性曲線をみまると、最も大きい目合4寸の場合では、50%選択体長は甲幅約3.5cmであり、甲幅6cm以上のカニはほぼ全て漁獲できます。冬漁期のズワイガニ漁で漁獲対象となるのは、甲幅6cm以上の成熟した雌と甲幅9cm以上の雄です。現在、かに網で多く使用されている目合は3寸ですが、上記の結果から、現状の目合を1寸ほど大きくしても、ズワイガニの水揚げ量は減少しないと考えられます。

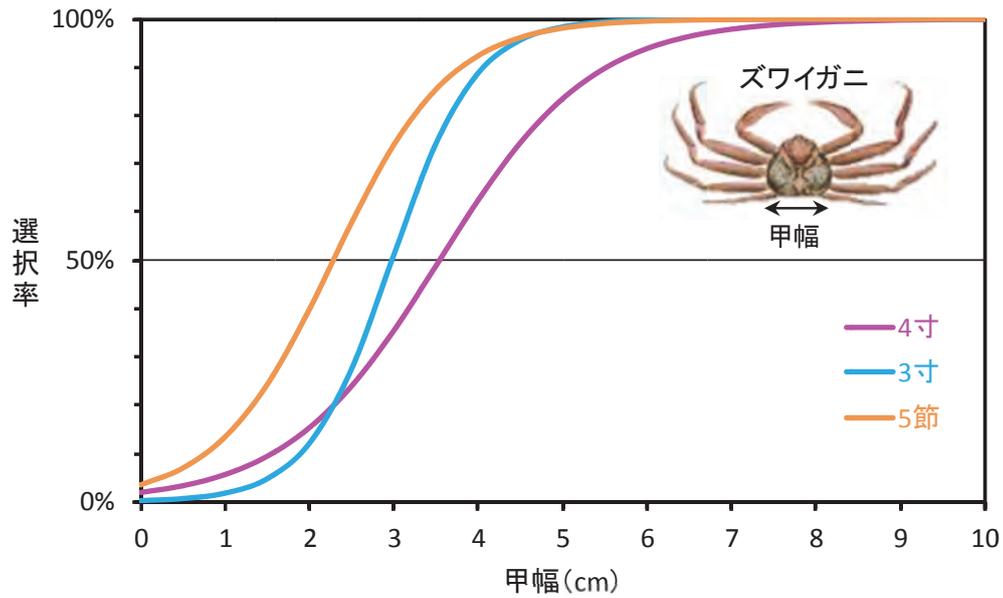


図4 ズワイガニの網目選択性

(2) アカガレイ

同様に、アカガレイの網目選択性曲線を見てみましょう（図5）。アカガレイでは、目合5節の網目選択性曲線の50% 選択体長は約15 cm です。これは、水揚げされているアカガレイの最小の大きさとほぼ同じです。カレイを主対象とした漁網では、9節（約3.5 cm）の目合がよく使われますが、小型魚保護のためにはもう少し目合を大きくすることができそうです。

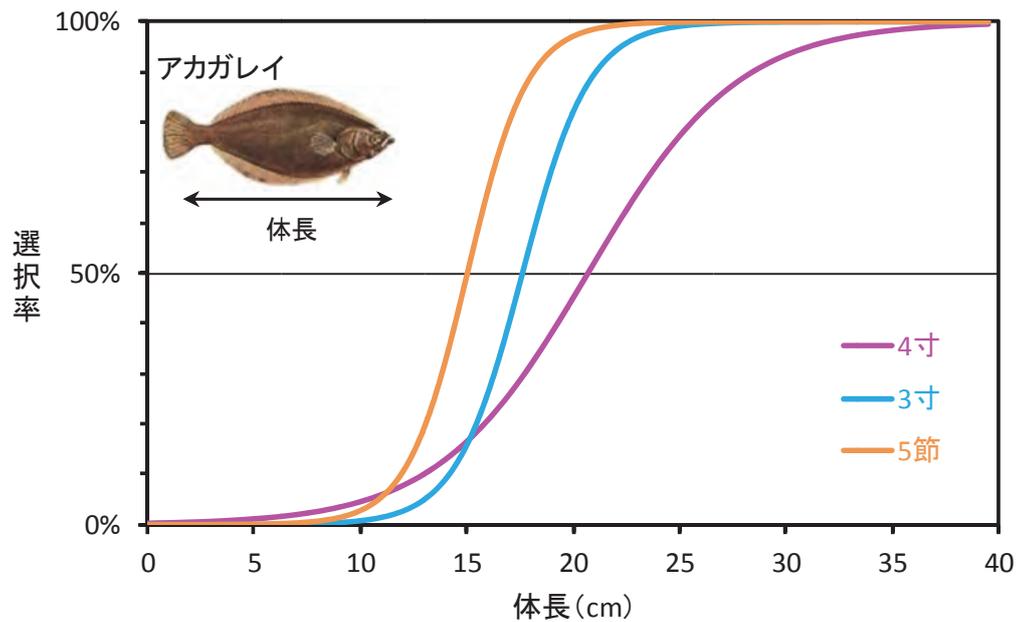


図5 アカガレイの網目選択性

(3) ヒレグロ（黒ガレイ）

次にヒレグロの網目選択性曲線を見ますと（図6）、目合5節の網目選択性曲線の50%選択体長は約15cmで、アカガレイとほぼ同じ大きさです。現状の目合9節では、体長10cmのヒレグロもほとんどが漁獲されてしまいますので、アカガレイと同様に、目合を拡大する余地があると言えます。

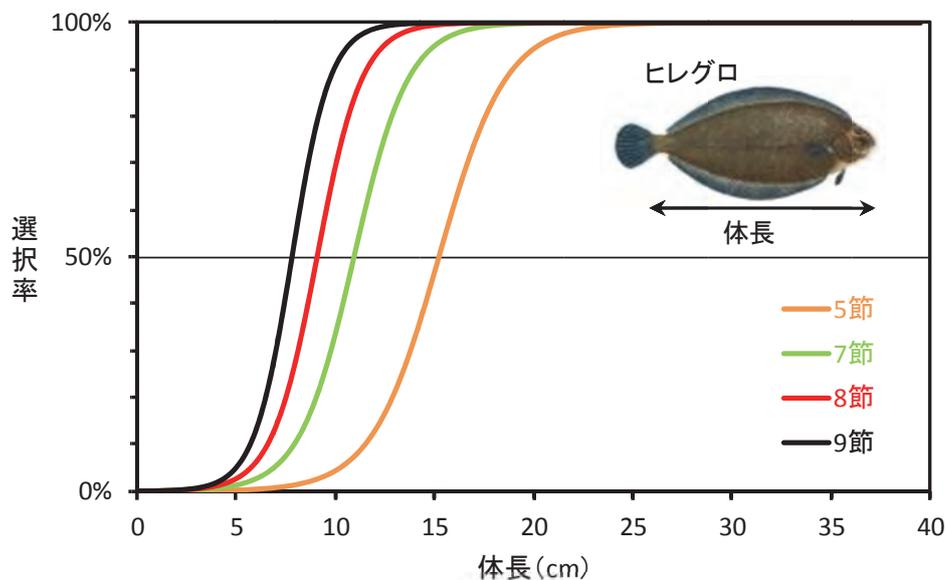


図6 ヒレグロの網目選択性

(4) ソウハチ（エテガレイ）

ソウハチでは、網目選択性曲線を推定できた最も大きな目合は7節（約4.8cm）でしたが、その50%選択体長は約11cmでした（図7）。水揚げの対象となる大きさの基準は、アカガレイやヒレグロと同じく体長15cmですので、ソウハチも9節より大きな目合に拡大することができると考えられます。

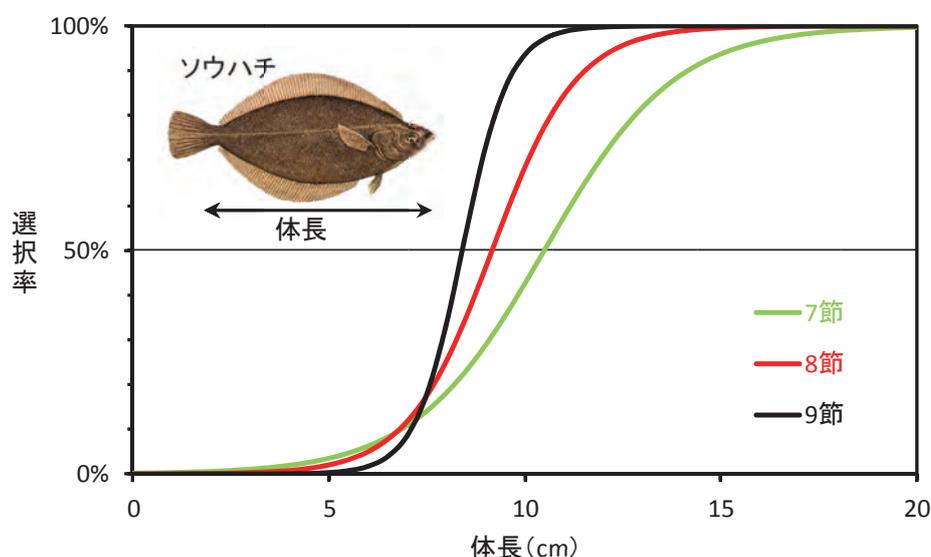


図7 ソウハチの網目選択性

(5) その他

水深 150 m 周辺ではヤナギムシガレイ（ささがれい）を対象とした操業が行われます。ヤナギムシガレイの網目選択性については、既に明らかになっており（季報第71号「ヤナギムシガレイの資源管理」参照）、目合9節の網目選択性曲線の50%選択体長は約9.5 cm、目合7節のそれは約13 cmです。

春漁で漁獲されるハタハタに対しても、季報第88号「ハタハタの資源管理」で、資源管理を進めるために有効な目合について説明しています。ハタハタの網目選択性曲線における50%選択体長は、目合9節で約12 cm、8節で約14.5 cm、7節で約16 cmです。

底曳網漁業の操業時に、しばしば大量に入網して漁業者を困らせるのがクモヒトデです。クモヒトデについては、目合別に網からの排出状況を調べました（図8）。クモヒトデの網からの「抜け」には、コッドエンドの漁獲量が影響しますが、1網の漁獲量が操業時の平均的な値（200 kg 程度）であった場合には、目合9節ではクモヒトデの排出率は非常に低く、ほとんど排出されませんでした。しかし、目合4寸ではほぼ全てのクモヒトデを排出することができ、目合5節でも80%近い排出率となることが分りました。

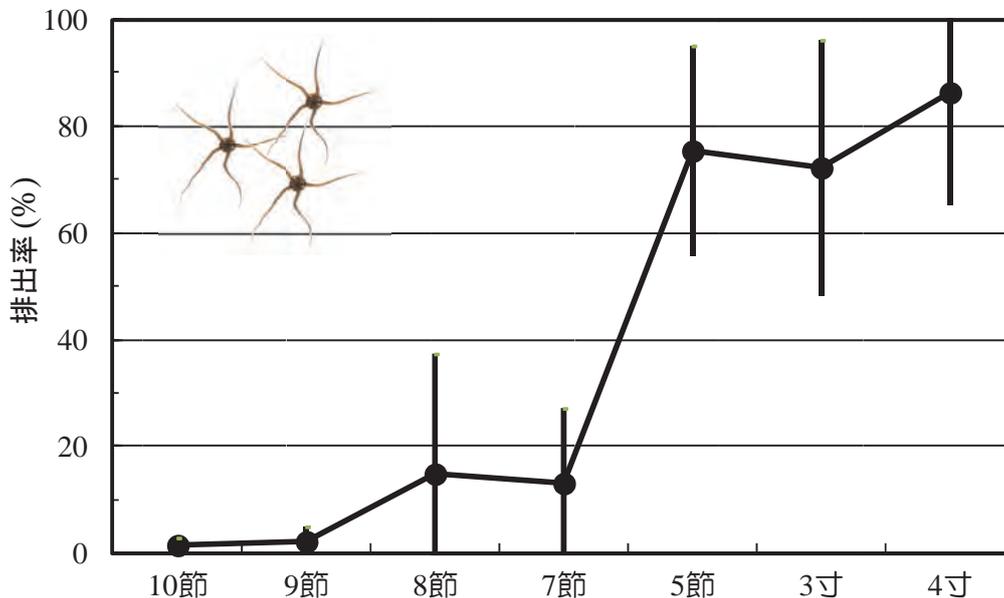


図8 クモヒトデの排出率

3 混獲削減に適した網の使い分け

ここまで、京都府底曳網漁業の混獲の実態と、魚種ごとに小型魚の保護に有効な目合について説明してきました。それらの結果をもとに、その混獲を削減するために最適と思われる漁網について、漁期ごとに図9に示しました。



図9 最適な漁網の提案

秋漁期

秋漁で行われる水深170m以深でのアカガレイ、ヒレグロおよびソウハチを対象とした操業で小型魚の混獲を減らすには、使用されるさかな網のコードエンドの目合を、現状の9節から5節に拡大することが有効です。これにより、体長15cm未満のカレイの多くを保護できます。さらに目合5節であれば、クモヒトデの入網も7割以上を減らすことが期待できます。

また、水深150m周辺でのヤナギムシガレイ漁では、体長13cm未満の小型魚を保護するために、目合7節の網が既に使用されています。

一方、水深200m以深の海域において多く混獲されるズワイガニを保護するためには、さかな網の目合を5節にしても混獲は減らせません。ズワイガニの混獲を防ぐために目合を拡大するとカレイ類は全く漁獲できないので、秋・春漁期にズワイガニが混獲されてしまう海域では、季報第81号で紹介した「分離網」を用いてカニやヒトデ類を網外に逃がすことが適しており、既に実用化されています。

冬漁期

前述のとおり、冬漁期のかに網ではズワイガニの混獲量が漁獲量の70%以上を占めており、これらの水揚げできない大きさのズワイガニは、コッドエンドの目合を現状の3寸から4寸に拡大すれば、保護することができます。また、1月11日以降には雌のズワイガニも禁漁となりますので、さらに大きな目合に拡大すればより効果的です。ただし、この場合には同時に漁獲されるカレイ類の水揚げが大きく減少しますので、導入にあってはズワイガニ資源の状況や水揚げ金額の観点からの慎重な検討が必要でしょう。目合拡大による保護が困難な場合でも、冬漁期におけるズワイガニの漁獲直後のリリースによる生残率は高い(11~12月 64~88%、1~3月 94~99%)ことから、資源保護のために迅速、丁寧なリリースを心掛けることが重要です。

春漁期

春漁期に使用する網は秋漁期とほぼ同じですが、ハタハタの場合、未成熟で単価の安い体長約10~13cmの1歳魚を保護するためには、コッドエンドの目合を8節程度に拡大することが効果的です。

4 二段式改良網の開発

混獲を減らすために目合拡大は有効な手段ですが、ニギスについては、現状のきす網には13~14節(2~2.5cm)の小さい目合のコッドエンドが用いられています。これは、きす網の目合を安易に大きくすると、その体型から漁獲時にニギスが大量に網目に突き刺さる(目刺し)恐れがあるからです。ニギスの小型魚を保護するための適切な目合は明らかになっておらず、きす網におけるカレイ類の小型魚等の混獲削減については未解決となっています。さらに、ハタハタについては、網目選択性がカレイ類と異なるため、ハタハタの小型魚保護に合わせた目合(8節)での操業では、小型カレイ類の混獲を完全に防ぐことはできません。

そこで、一緒に漁獲されるカレイ類とハタハタ、ニギスを分離漁獲できる二段式改良網の開発を行いました。その構造は表紙写真の模型および図10に示したとおりです。すなわち、網が上下2段になるよう仕切網を設け、上網には遊泳するハタハタ、ニギスが、下網には海底のカレイ類が入網するようにしたものです。仕切網の目合は13節(約2.5cm)ですが、網口に近い場所には4節(約10cm)角目の大きい目合を配置しました。

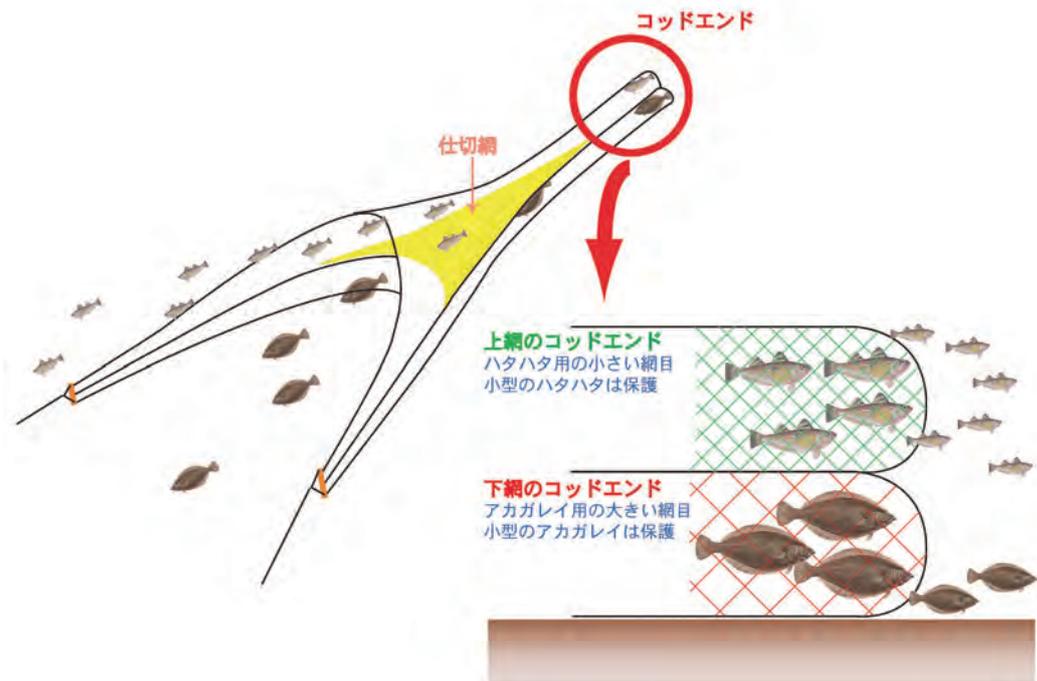


図 10 二段式改良網の模式図

二段式改良網を使用した試験操業では、入網したカレイ類の 90～95 %が下網で、ハタハタ、ニギスの 70～80 %が上網で分離漁獲することができました (図 11)。また、この網のコッドエンドの目合を上網 8 節、下網 5 節にすることで、商品価値のないハタハタとカレイ類の小型未成魚を同時に保護することも可能となります。

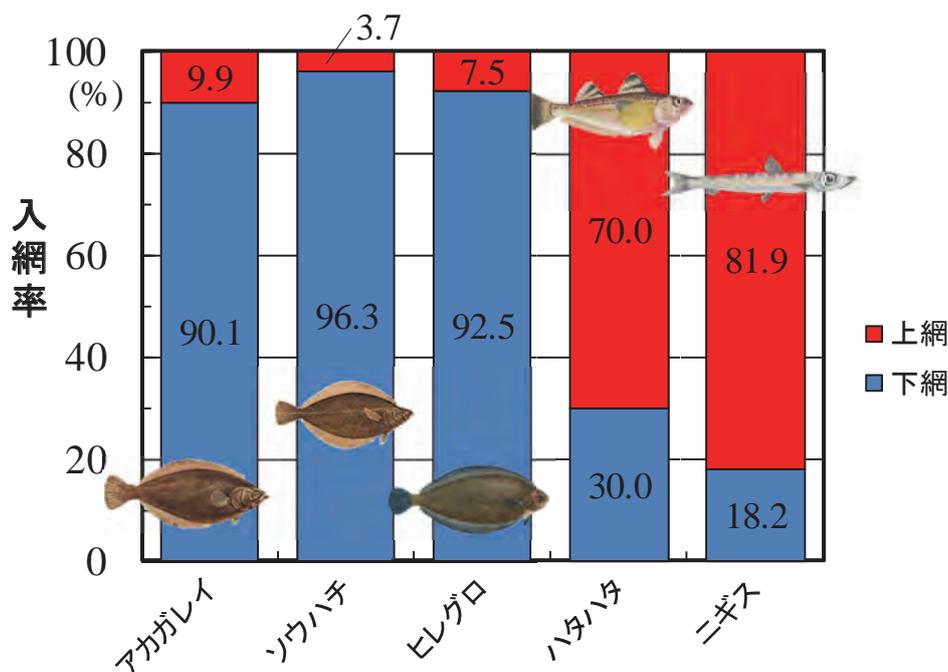
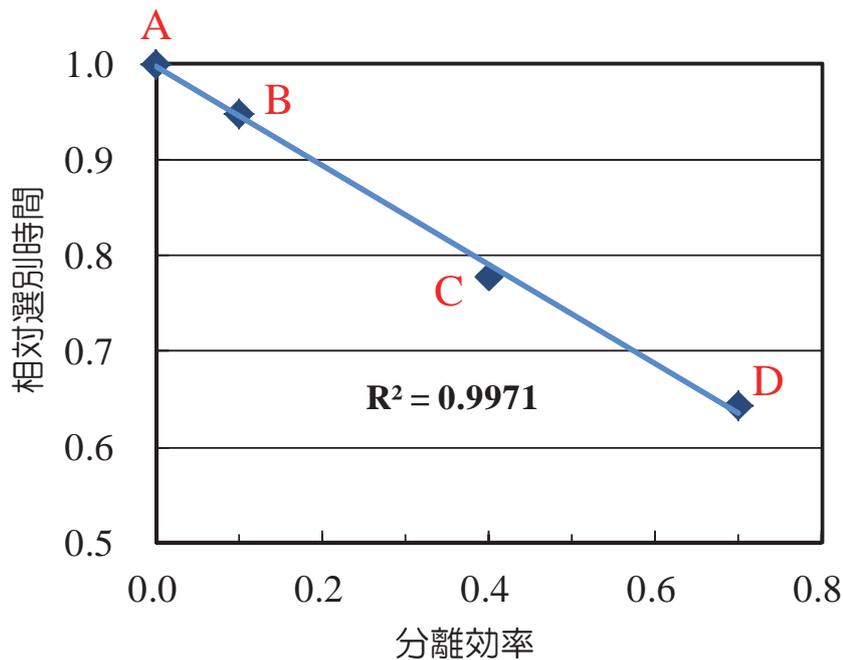


図 11 二段式改良網の試験操業結果

さらに、二段式改良網を用いて操業した場合の利点として、漁獲物の選別作業の省力化が挙げられます。図 12 は、実際にカレイとハタハタを使って選別作業を行い、カレイとハタハタの分離割合に応じて、両魚種の選別時間がどれだけ違うのかを計測してみた結果です。通常網を使った場合を想定し、カレイとハタハタが分離されずに混ざった状態での選別時間（図 12 の A）を 1 とすると、二段式改良網を使った場合の選別時間（図 12 の D）は約 0.65 に減少し、相対的に約 35 % の選別時間の短縮が期待できると考えられました。



A : カレイ、ハタハタ混り（分離効率* = 0）

B : カレイ下網 90 %、ハタハタ上網 20 %（分離効率 = 0.1）

C : カレイ下網 90 %、ハタハタ上網 50 %（分離効率 = 0.4）

D : カレイ下網 90 %、ハタハタ上網 80 %（分離効率 = 0.7）

*分離効率 = (1-X) + (Y-1)、X = ハタハタ下網割合、Y = カレイ下網割合

図 12 実験により推定した分離漁獲による選別時間の短縮

おわりに

底曳網漁業における混獲の削減は、様々な波及効果をもたらします。小型魚等の混獲防止は、資源の有効利用および保護が図れ、資源量の増加をもたらし、ひいては将来の漁獲増につながります。カレイ類やズワイガニなどの有用な種だけでなく、クモヒトデ等の海底に棲む生物全般の生き残りを高めることにより、漁場の生態系の保全にも寄与します。また、分離網を用いた漁獲では、アカガレイにみられるような鮮度低下の抑制効果(季報第98号「底曳網で水揚げされるアカガレイの鮮度」参照)が期待できますし、混獲物が少なくなれば、底曳網漁獲物の品質的な価値が高まります。さらに、目合拡大や二段式改良網の使用により選別作業が軽減されれば、船員の皆さんの労働環境改善が図られ、底曳網漁業経営の安定にも貢献します。

一方で、本冊子で紹介した混獲削減のための手法を導入すれば、例えば小型のエビやノロゲンゲなどは網目から逃避し漁獲が減少しますので、これらの水揚げ金額の減少が予測されます。底曳網漁業の経営が非常に厳しい現在、一時的とはいえ水揚げ金額の減少は、経営に大きく影響します。したがって、混獲を削減するための手法の導入にあっては、短期的な漁獲減と資源保護による将来の長期的な漁獲増を十分に勘案したうえで、そのやり方を考え、判断する必要があるでしょう。海洋センターでは、今後の課題として、混獲削減のシミュレーションモデルを用いて資源量や漁獲量の増加分などを予測し、漁業者の皆さんに示していく予定です。さらには、二段式改良網についても、漁業者の皆さんと一緒に、普及に向けてより使い良いものとなるようにしたいと考えています。