

水産資源管理談話会報

第 7 号

日本鯨類研究所 資源管理研究所

1992年10月

目 次

お知らせ 2

漁獲機構の資源管理への適用
— トロール網における混獲から選択への道 —

東海 正（東京水産大学）
瀬戸内海から沿岸を考える 3

井上 喜洋（水産工学研究所）
北洋トロール漁法における選択漁獲への取り組み 23

財団法人 日本鯨類研究所
資源管理研究所

〒104 東京都中央区豊海町4-18 東京水産ビル
TEL 03-3536-6521
FAX 03-3536-6522

お知らせ

本号は、第7回談話会（1992年7月2日、於日鯨研会議室）で報告された「漁獲機構の資源管理への適用 - トロール網における混獲から選択への道 -」に関する二つの話題、東海正氏の「瀬戸内海から沿岸を考える」と井上喜洋氏の「北洋トロール漁法における選択漁獲への取り組み」を取録しております。

全国各地で進められつつある資源管理型漁業の実態を調べるために、最近特に漁村に行く機会が多いのですが、選択漁獲に対する関心が非常に強いのに驚かされます。幼稚魚の保護を漁業経営への影響を抑えて実現するためには、新しい選択漁法の導入しか有効な対応策がない場合が多いというのが第一の理由です。と同時に、漁業者が各自の生産行為を通じて積極的に資源管理に参加出来るということが、生産行為を一方的に抑制する各種漁業規制とは質的に違ったものとして受け止められ、彼らの資源管理への関心を前向きに高めている点に注目する必要があります。そうした状況に対応した選択漁獲技術の研究が、今後急速に発展してくれることを、本号の発行に際し改めて思わずにはおれません。

次の第8回談話会は、10月15日（木）午後2時から、日鯨研・会議室で開きます。「生活史戦略研究と水産資源管理」というテーマのもとで、原田泰志氏（東水大）と檜山義明氏（日水研）から話題を提供していただく予定です。

（長谷川 彰）

漁獲機構の資源管理への適用 - トロール網における混獲から選択への道 -
瀬戸内から沿岸を考える

東海 正 (東京水産大学)

I. はじめに

最近の漁業は、衰退や略奪、3K(危険、汚い、キツイ)などと斜陽のイメージが強い。これらのイメージの原因となり、現在、漁業が抱える大きな問題のひとつが混獲である。特に、最近では、北洋のサケ・マス流し網漁や北太平洋アカイカ流し網漁は、海獣や海鳥が混獲されて「地球環境にやさしくない」という理由で、操業撤退を余儀なくされた。こうした混獲問題は、北洋の流し網だけでなく、世界中で漁業のあるところ必ず存在する。例えば、アメリカのマグロの旋網漁業でもイルカが混獲されていた。そして、多くの漁業の種類の中でも、特に底びき網は、能動的に袋状の網を曳くことによって魚を漁獲するので、「一網打尽」に小さな網の目で小型魚まで混獲して、利用することなく投棄してしまう。Saila(1983)は、FAO(国連食糧農業機構)の報告書の中で「混獲と投棄は世界中の底びき網で存在する。特にエビトロールによって大量の有用魚種の幼稚魚や小型魚が漁獲、投棄されている。」と指摘している。このように底びき網による混獲・投棄の問題は、水産研究者によって世界中で問題として取り上げられ、対策が取り組まれている。また、村井吉敬の著書、岩波新書「エビと日本人」は、日本が東南アジア諸国を始めとして世界中からエビを輸入し、しかもエビトロールが混獲と投棄にみられる資源の略奪を行ったことを指摘している。

また、日本の沿岸でも同様の底びき網による混獲・投棄問題は存在する。特に、エビを主要漁獲対象としている瀬戸内海の底びき網は、網目に小さな目合を用いるために大量の混獲と投棄が行われている。特に、つくり育てる栽培漁業で盛んに種苗放流を行っているにもかかわらずである。この大量の有用魚種の小型魚を混獲・投棄から保護することは、水産資源管理を推進する上での重要な課題である。また、大量の混獲物や投棄物は、船上での商品の選別作業を過重なものとし

ている。そして、この選別作業こそが、漁業における3Kの代表であり、乗り組み員や後継者不足の大きな原因の一つとなっている。したがって、こうした混獲・投棄問題の解決を目的として、底曳網の漁獲方法の適正化、合理化を行う必要がある。

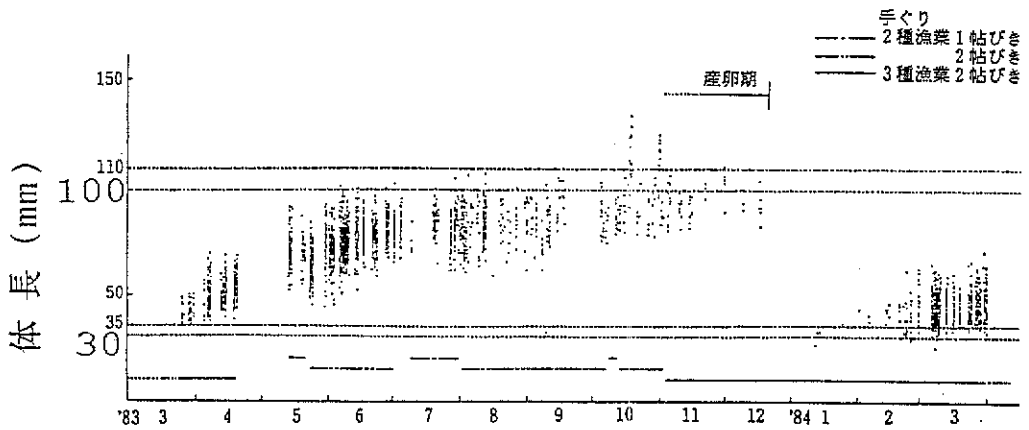
ここでは、まず、瀬戸内海での底びき網によるカレイ類幼魚の投棄実態とその対策として検討された網目の選択性を利用した網目規制について述べる。これらについては、既にTokai, T. and T. Kitahara (1991)や北原 武・東海 正 (1991)で概要を報告したものである。次に、現在、こうした魚種の混獲問題に対する対策の一つとして、網目選択性を含めて、世界中で取り組まれている選択漁具・漁法について紹介する。最後に、資源管理を進める上で、こうした漁業実態や選択漁具漁法にみられる漁業技術研究の必要性を論議する。

II. 瀬戸内海の小型底びき網における投棄魚問題と網目規制

1. 小型底びき網によるカレイ類幼魚の投棄実態

瀬戸内海における小型底びき網漁業は、小型エビ類を多獲し、その漁獲に依存している。これらの小型エビ類は、クルマエビを除いて、主にサルエビ *Trachypenaeus curvirostris*, アカエビ *Metapenaeopsis barbata*, トラエビ *Metapenaeopsis acclivis*, シバエビ *Metapeneus joyneri*が主である。例えば、瀬戸内海においてこれらの小型エビ類の漁獲量は、1982年には20,040トンである。この漁獲量の95%は、小型底びき網による漁獲である。この小型エビ類漁獲のうちでサルエビの占める割合が最も高い(福田・松村, 1986)。また、この小型底びき網漁業はメイトガレイ *Pleuronichthys cornutus*, やマコガレイ *Pleuronectes yokohamae*などのカレイ類も漁獲し、その漁獲量は1987年に7,532トンに達した。

このエビ漕ぎ網と称される小型底びき網漁業は、小型エビ類を主要漁獲対象としているので、網目目合が小さい(約16.5-19.9mm)。そのために、例えば、周防灘で操業する小型底びき網では、メイトガレイ(図1)やマコガレイ(図2)の小型個体は、商品サイズ(体長約100mm)以下であるという理由で、漁獲後に船上で選別されて投棄されている(東海ほか, 1985; 伊東ほか, 1986)。また、表1に示したように、1983年に周防灘域で操業した標本船一隻による1年間のメイトガレイ、幼魚の投棄量は、約20万尾、1トン強と推定された(東海ほか, 1985)。一方、マコガレイの場合、この標本船一隻当たりの年間推定投棄尾数と重量は、山口県側で1983年から1985年まで、それぞれの実操業日数を用いて年間の投棄尾数と重量を積算推定した結果、投棄尾数はそれぞれ4,369尾と17.8kg、



メイタガレイ投棄魚の体長経月変化

図1 周防灘における小型底びき網標本船によるメイタガレイ投棄魚の体長（東海ほか，1985より改変）

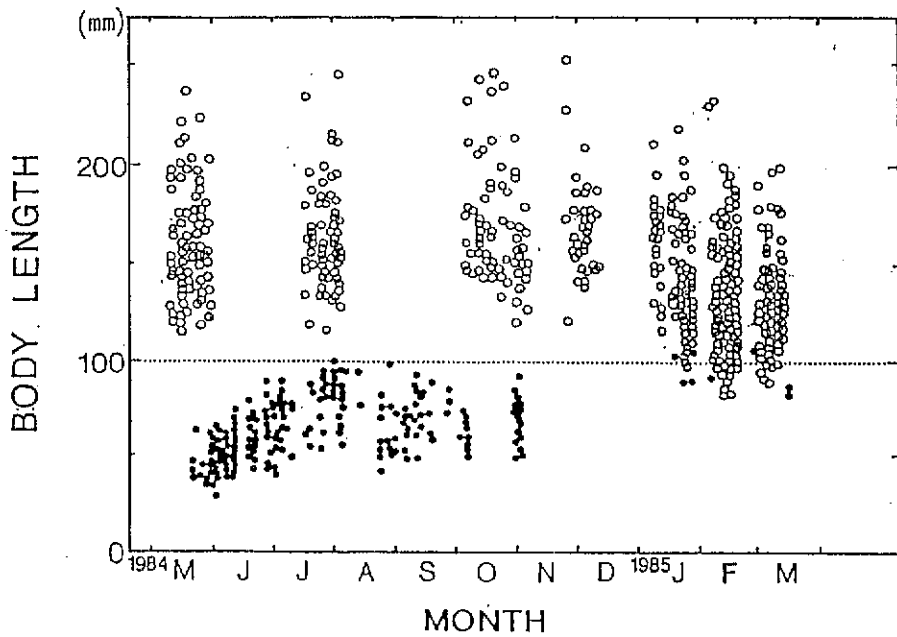


図2 周防灘における小型底びき網標本船によるマコガレイ出荷魚（○）と投棄魚（●）の体長（伊東ほか，1986より改変）

表 1. 小型底びき網標本船一隻によるメイタガレイ推定投棄尾数と重量

年 月	出漁日数	推定投棄尾数 (×1000)	推定投棄重量 (k g)	
1983	4	8	21.0	
	5	8	18.4	
	6	18	40.8	
	7	15	14.6	
	8	18	8.2	
	9	10	2.7	
	10	18	2.5	
	11	18	1.9	
	12	17	0.4	
	1984	1	15	0.2
		2	11	2.7
		3	15	90.2
計	171	203.6	1119.2	

(東海ほか, 1985より)

19,120尾と89.0kg, および4,514尾と27.0kgであり, 大分県側で1985年に42,000尾と170kgであった(伊東ほか, 1986)。さらに, 周防灘海域で操業する小型底びき網漁船の稼働隻数は, 山口県で約150隻, 福岡県で約200隻および大分県で約150隻である。したがって, この海域ではマコガレイとメイタガレイはおおまかに見積ってそれぞれ66トンと560トンが投棄され, 不合理漁獲されている。このエビ漕ぎ網は, 網目の目合が小さなだけでなく, その1曳網は数時間にもおよぶ。その結果, 漁獲物のほとんどは, 漁獲時において活力がほとんどない状態である。Jean (1963) によれば, 漁獲直後商品価値のある体長30cm以下のplaiceを8℃で15~30分間甲板上に放置した後, 水槽中に戻しても1時間後の生残はなかったと報告している。また, Saila (1983) も熱帯のエビトロール漁業で漁獲後投棄された魚と甲殻類はすべて死亡すると述べている。これらのことから, 瀬戸内海でも投棄されているカレイ類幼魚等もほとんどが死亡していると考えられる。

このように, これら幼魚の投棄問題は将来のカレイ資源に致命的な打撃を与えられると思われる。特に, 瀬戸内海では人工種苗の添加によって資源の増大を計る栽培漁業を展開する上で, 小型底びき網漁業などによる不合理漁獲から幼魚を保護する問題は避けて通れない。これらの保護の一方策として, 保護区の設定や網目選択性等の選択漁法の検討も必要であろう。この不合理漁獲の問題は, 今後の栽培漁業を含めて, 沿岸の資源・漁業を見直す管理型漁業にとっての大きな課題の一つである。

2. カレイ類幼魚を混獲・投棄から保護する方法

上述したような幼魚保護を混獲・投棄から保護するための方法はいくつか考えられる。例えば、漁法の禁止、体長制限、再放流活動、保護区・保護期の設定、および網目規制等である。ここでは、この瀬戸内海域での漁業実態に対するいくつかの規制方法の適用の可能性を検討する。

a) 漁業の禁止

瀬戸内海では、小型底びき網漁業は基幹漁業であり、それを支えるのは小型エビ類の漁獲である。多くの小型底びき網漁業者はこの小型エビ類の漁獲による収入によって生計をたてている。したがって、この漁業自体を禁止することは困難である。

b) 体長制限

この海域の沿岸では大きな生産者市場が存在せず、小さな生産者市場が各地域に多く点在する。さらに、仲買業者による「沖買い」と呼ばれる流通方法が存在して、ここで扱われる魚は生産者市場を通過しない。これらのことから、体長制限の実行を監視することは困難と考えられ、漁業者の自主性に任せるより以外はない。したがって、体長制限による幼稚魚保護への大きな効果は期待できない。

c) 再放流活動

上述したようにエビ漕ぎ網を曳いている時間は、2時間から3時間であるために、船上に揚げられたときには既に魚は弱った状態であり、選別の簡にほとんど死亡してしまいます。しかし、最近では兵庫県の西播地区でバックフィッシュ運動なる小型魚の再放流運動が漁業者の自主的中から生まれている。また、ここでは放流後の投棄魚の生残率を高めるために船上に選別用の水槽を設置したりしている。こうした、漁業者の自主的な工夫によって、今後、再放流の効果の上昇が期待される。

d) 保護区・保護期の設定

小型エビ類をとるエビ漕ぎ網を用いた漁法は周年許可され、5月から10月が盛漁期となる。また、ごく沿岸部を除いて、瀬戸内海のほぼ全域を漁場としている。一方、カレイ類の当歳魚は、5月から小型底びき網漁業の漁場水深15m以深に移動し、5月以降底びき網漁業の漁場全域に分布して(図3, 4)、漁獲・投棄される(伊東ほか, 1985; 東海ほか, 1986)。メイタガレイでは8月以降に水揚最小体長100mmを越える個体が現れて投棄量が減少する。一方、マコガレイでは、10月以降底びき網漁業の漁場外に移動するまで盛んに漁獲・投棄される。すなわち、カレイ類の分布とその時期は、エビ漕ぎ網漁業の漁場および盛漁期と一致するために、この保護区や保護期の設定は難しいと考えられる。この時期に、こうしたカレイ類の密集海域の一部でも保護区や保護期が設定されれば、それだけの

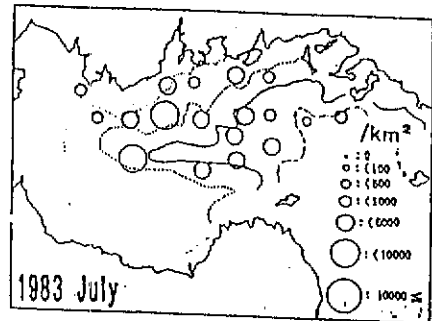
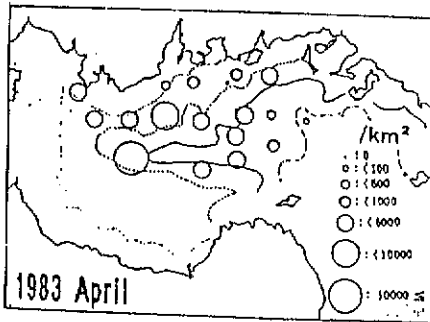
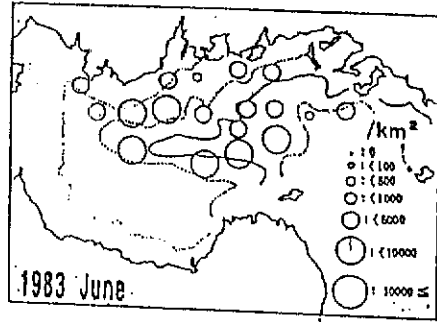
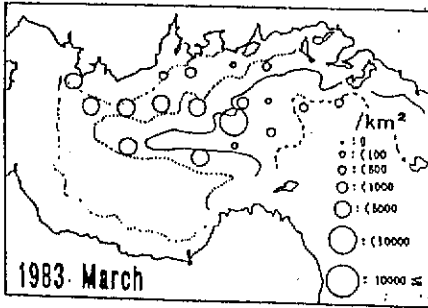
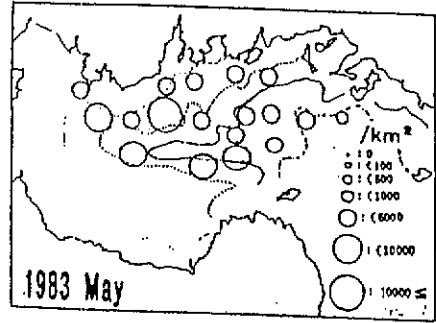
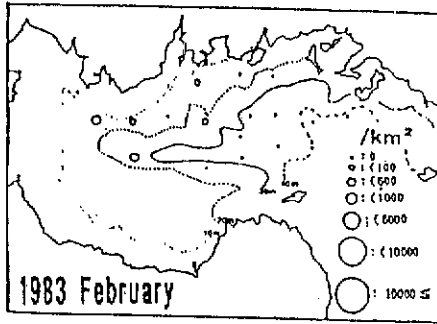


図3 周防灘におけるメイタガレイ当歳魚の（体長110mm以下）の月別（2～7月）密度指数（尾/km²）（東海ほか，1986より改変）

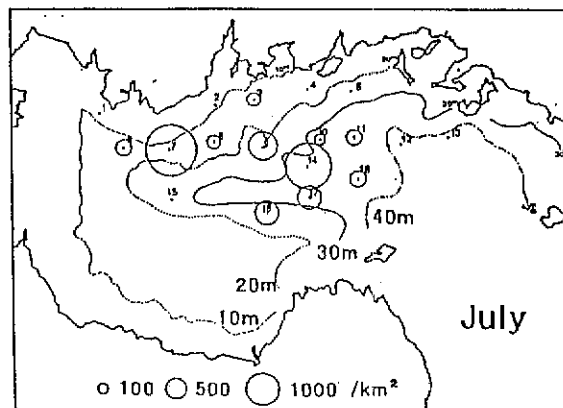
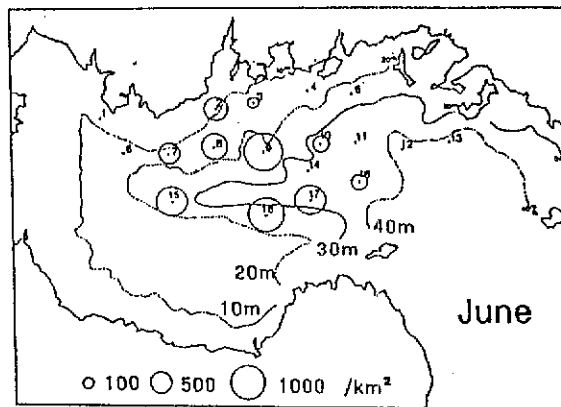
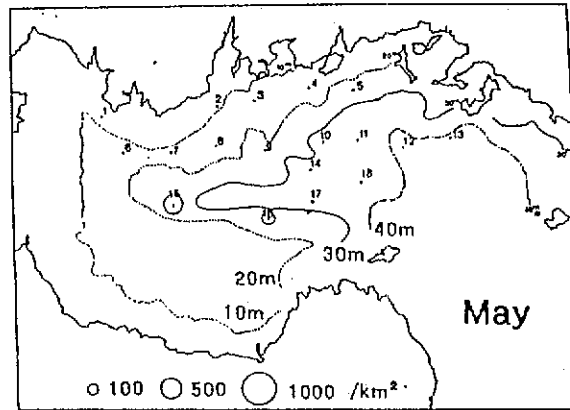


図4 周防灘におけるマコガレイ幼魚の月別（5～7月）密度指数（尾/km²）
（伊東ほか，1985より改変）

効果は期待できる。しかし、瀬戸内海の小型底びき網漁業は小さな漁業根拠地が瀬戸内海沿岸全域にわたって点在し、多くの根拠地では地先の海域を操業漁場としている。このようにして瀬戸内海のほぼ全域にわたって小型底びき網漁業の漁場となっている。このために特定の海域における保護区の設定は、その海域で操業する特定根拠地の小型底びき網漁業の経営を圧迫し、導入し難いと考えられる。

e) 網目規制

先に述べたように、瀬戸内海では、小さな網目目合を持つ小型底びき網漁船によって、商品価のある体長に達しない小型エビ類やシャコも投棄されている。福田・松村(1986)よりサルエビの船上での選別の実態を図5に示した。

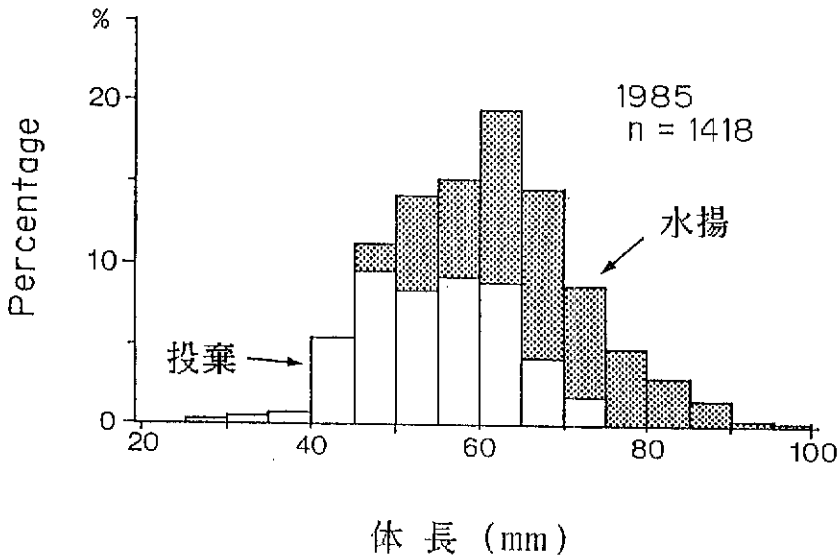


図5 サルエビの水揚魚と投棄魚の体長組成。(福田・松村, 1986より作成)

Thompson and Ben-yami (1984)によっても、エビ漁業における魚の混獲の問題は網目規制では解決できないが、エビ幼魚の保護のための網目規制は、すべての関係者にとって利益となると述べている。したがって、これら最も小型の漁獲物である小型エビ類やシャコの投棄を減らすことを目的とする網目の拡大は十分に可能性がある。そこでまず、カバーネット法による試験操業結果にTokai and Kitahara (1989)の方法を用いて、サルエビに対する網目選択性曲線を決定した(Tokai et al., 1990)。さらに、図5に示した船上での人為的な選別と網目選択を加えた全選択率を求めた。この全選択率は、海中資源からの真に市場に出荷しているサルエビの割合を表すものである。サルエビの網目選択性曲線と福田・松村(1986)より求めた体長に対する年平均の全選択率を図6に示した。このサルエ

ビの全選別は体長の増加に従って急激に増加し、体長40～45mm階級から増加しはじめ、体長80～85mm階級で1に達する。したがって、水揚にはみられないが、小型底びき網漁業は体長で40mm以下のエビを多量に漁獲していることがわかる。

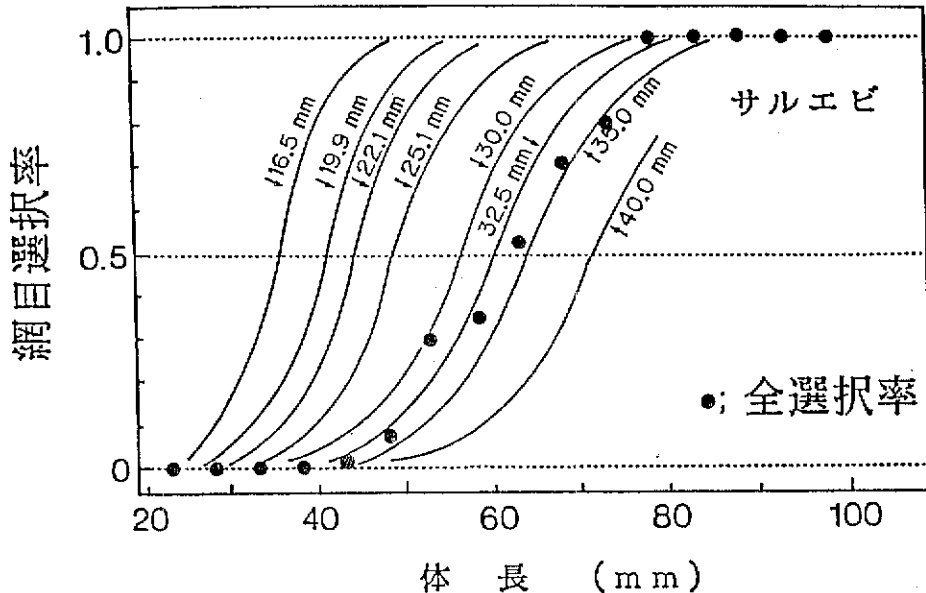


図6 サルーエビの網目選択性曲線と全選別率。黒丸は全選別率を示す。図中の実線と数字は網目選択性曲線とそれぞれの目合(mm)を表す。

ここで、「いくつかの漁獲対象種について、現在の水揚量を減らすことなく、投棄量をできるだけ少なくすること」を資源管理目標とする。ここでは、最小の漁獲対象であるサルーエビだけを考慮する。すると、目合別の網目選択性曲線から、サルーエビでは、目合30.0mmの網目選択性曲線が体長別全選別率のプロットとほぼ一致する。さらに、一定量の加入で成長していくサルーエビ資源から得られる水揚量と投棄量が、拡大した目合30.0mmによってどのような変化するか試算を行ったところ、ほとんどサルーエビの投棄をなくすことができた。

このように、網目の選択性という漁獲技術を用いることで、資源管理上問題とされた点をいくらか改善することが期待できる。しかし、この網目の拡大では、体長30mmから50mm程度のカレイ類を保護することができるが、投棄を完全になくすことはできない。こうした点を解決するためには、さらに選択性を応用した分離漁獲技術、つまり選択漁法の導入が必要だろう。

Ⅲ. 底びき網の選択漁獲（漁具・漁法）について

選択漁獲とは、必要な特定の魚種だけ漁獲したり、特定の大きさだけを漁獲するための漁具・漁法のことである。網目の大きさによって魚の大きさをふるい分けて漁獲する網目の選択性もこれに含まれる。漁業は、本来、漁獲対象魚種に応じた漁具・漁法で操業し、魚の種類や大きさで選択的に漁獲するものである。漁業者は、通常これを経験とカンで行い、対象とする魚種に応じて用いる網や網を曳く速度なども微妙に変化させている。このように、本来はすべての漁具・漁法は、いずれかの対象魚種を狙った工夫、つまり選択性の利用は行われている。

こうした底びき網の選択漁具・漁法は、魚による漁具や網に対する遊泳行動や、網の中での水の流れに対する遊泳能力の魚種間の違いを利用している。スコットランドのアバディーン海洋研究所はこうした漁具に対する魚の遊泳行動を、水中カメラによって撮影することを行ってきた（Main and Sangster, 1981; Wadle, 1983）。そして、これを応用して、スコットランドのトロールで、魚が網の途中の部分の網目に刺さることを防ぐための網の改良を行う（Robertson and Ferro, 1988）などの漁具の改良を進めた。また、一方、この水中カメラで底びき網の網目の選択性を検討したり、魚種毎の底びき網に対する魚の遊泳行動の違いを調べ、これをもとに選択漁具・漁法の開発を行っている。網目の選択性による資源保護の効果を高めるための研究では、菱目よりも角目目合の方が同じ目合でも選択性が高く（Robertson, 1986）、それぞれの目合を抜けたタラ類の生残率を調べて、角目目合の有効性を示した（Main and Sangster, 1990）。また、こうした水中カメラによる撮影で、こうして得られた研究結果を明確に示すことによって漁業者に対して角目目合による規制を受け入れさせたりしている。特に、魚は網目を抜けて保護でき、高価格のアカザエビは漁獲できるという選択漁獲が漁業者に、角目パネル（square mesh windows）使用の規制を受け入れ易くしたと考えられる。これは、遊泳能力ある魚はコッドエンドの上側から逃げ、アカザエビは網内の底付近を通るという観察結果から、この角目の網地をコッドエンド手前の上部に部分的に使用する方法ことによって、魚は角目を抜けてるが、網の底付近を通るアカザエビは漁獲できるものである。また、これとは別に、網口付近での入網行動の違いをもとに、仕切網を用いた選択漁具の開発も進められている（Main and Sangster, 1982; Galbraith and Main, 1989）。

最近では、角目以上に選択性の効果や生残率の高いセパレーターとして、網地よりも金属性の使用が検討されている。特に、ノルウェーはホッコクアカエビだけを漁獲するために網の途中に金属性のグリッド（簧の子）を用いている（Isaksen et al., 1992）。また、米国では、クルマエビ科のエビを分離して漁獲する

ための様々な研究や試験漁具の開発が行われ (High et al., 1969; Seidel, 1975; Watson, 1976; Watson and McVea, 1977; Seidel and Watson, 1978), さらにTEDが開発され (Watson et al., 1986), さらに研究が進められている (Kedall, 1990; Matuoka and Kan, 1991).

このように、最近では、世界中で、底びき網に仕切網や金属箕の子などを導入して、網の構造を工夫することで、特定魚種を特定の大きさに漁獲する網の開発が試みられている。こうした選択漁具・漁法には次のような利点が考えられる。

選択漁具・漁法の利点。

1. 混獲物による曳網抵抗の増加を防止して、省エネとなる。
2. 混獲による商品の痛みを防いで、市場での価格下落を防ぐ。
3. 小型魚を保護でき、船上での選別作業の軽減が期待できる。
→さらに、スピーディーな選別は投棄魚の生残を良くする。
4. 魚種別の資源管理を検討できるようになる。

次ページ以降に、こうした世界中で取り組まれている選択漁具・漁法を簡単に紹介する。なお、ここで示された漁具や漁法はそのままだこの海域、漁業にでも応用できるわけではない。よく知られていることと思うが、日本の全国の津々浦々では、その漁業根拠地に特有の漁法なり漁具の工夫がみられ、その対象とする魚種や操業海域に適合するように作られている。したがって、選択漁具・漁法の開発も、ここで紹介したものは参考として考える必要がある。

ところで、漁業者から、以前に次のような言葉を聞いたことがある。「農業の工夫は農林大臣賞だが、漁業の工夫は違反で後ろに手が回る。」という言葉である。漁業者自身は、漁具を含めた自らの操業方法に非常に興味を持っており、こうした工夫を絶えず行っている。残念ながら、そのほとんどは如何にしてたくさん魚を獲るかを目的としている。一方、資源管理は本来自主的な活動が望まれることであるが、規制という言葉に「お上」からの押しつけと感じとられることが多い。そこで、これを資源管理を有効に進めるための工夫として、漁業者自らによるその海域、漁業に適した選択漁具漁法が開発できれば、漁業者の自主的な活動として効果を上げる可能性がある。例えば、山形県などでは、「管理型」が始まる以前に、網目の拡大や網のどの部分で網目を拡大すべきかなどの問題について、水産事務所と漁業者が協力して、調査を行ったりしている。こうした活動が、管理型に対する自主的な意識を芽生えさせることが期待できる。

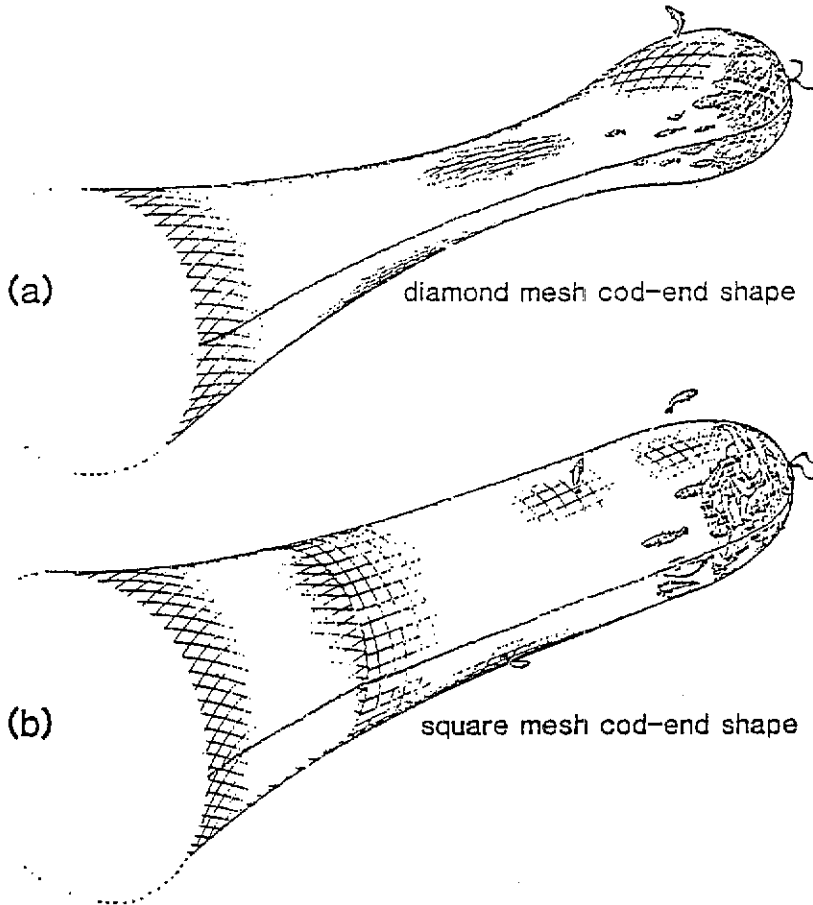
a) 北海トロールにおける角目網の部分使用

目的：アカザエビの漁獲を減らすことなく、小型タラを保護する

方法：魚が網目を抜けるコッドエンド手前の上部に、角目網を部分使用する。

下部は網の強度を保ち、アカザエビを逃がさない従来の菱目を用いる。

結果：小型タラは角目から菱目よりも高い生残率で逃げすことに成功。北海では漁業者の同意のもとで、角目網の部分的な使用が義務づけられた。



(Robertson, 1986; Main and Sangster, 1990) より

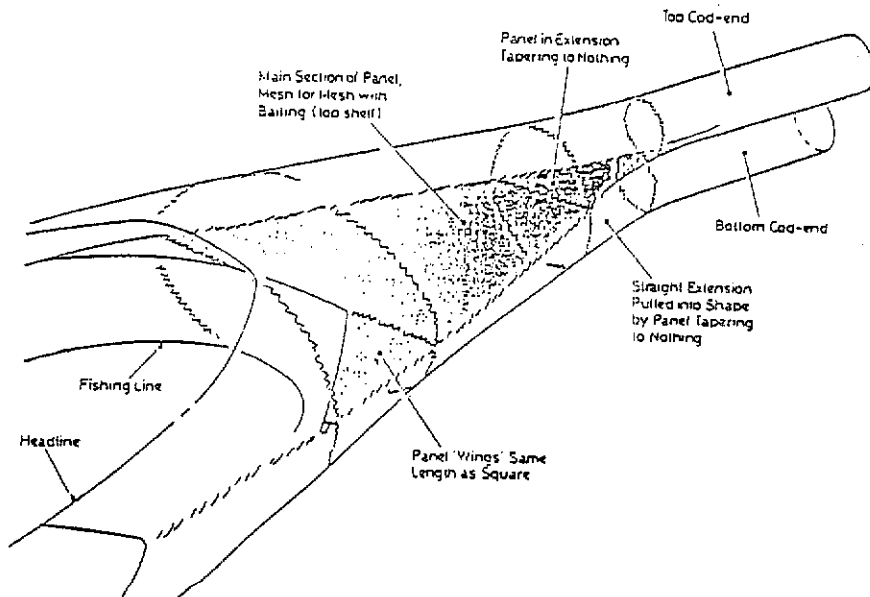
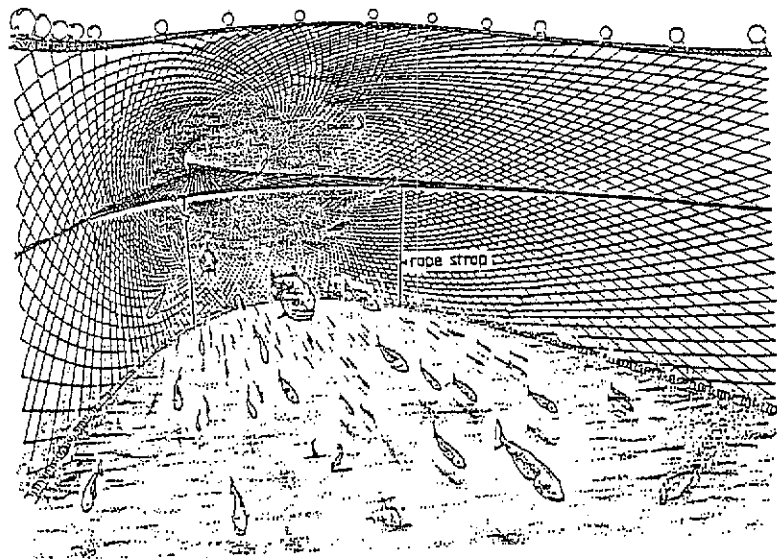
b) 北海トロールにおける多段式トロール

目的：タラ、カレイ、アカザエビの分離および分離後の目合の調整による
タラの小型魚を保護する。

方法：網を仕切りの網によって上段と下段に分けて、別々の袋網をつける。

カレイやアカザエビは網の底面に入るが、タラは網の上側に入る。

結果：タラを、カレイやアカザエビから分離して漁獲できる。



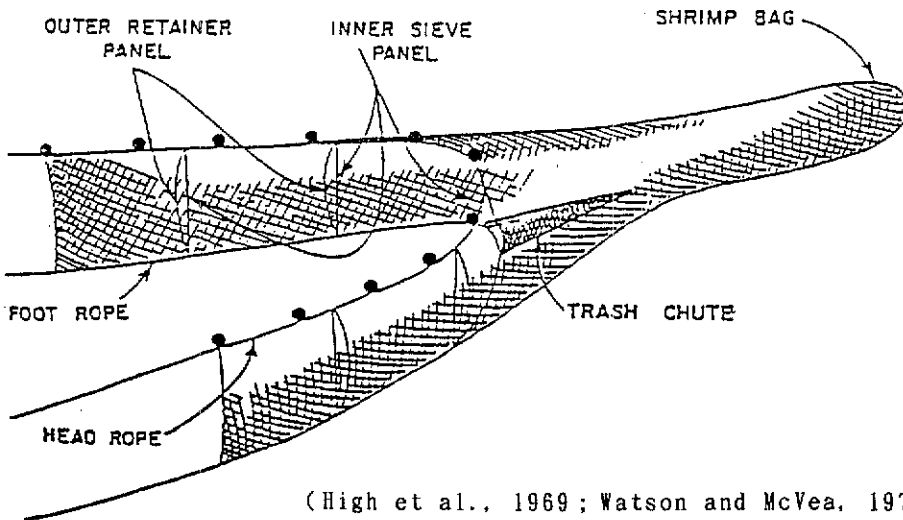
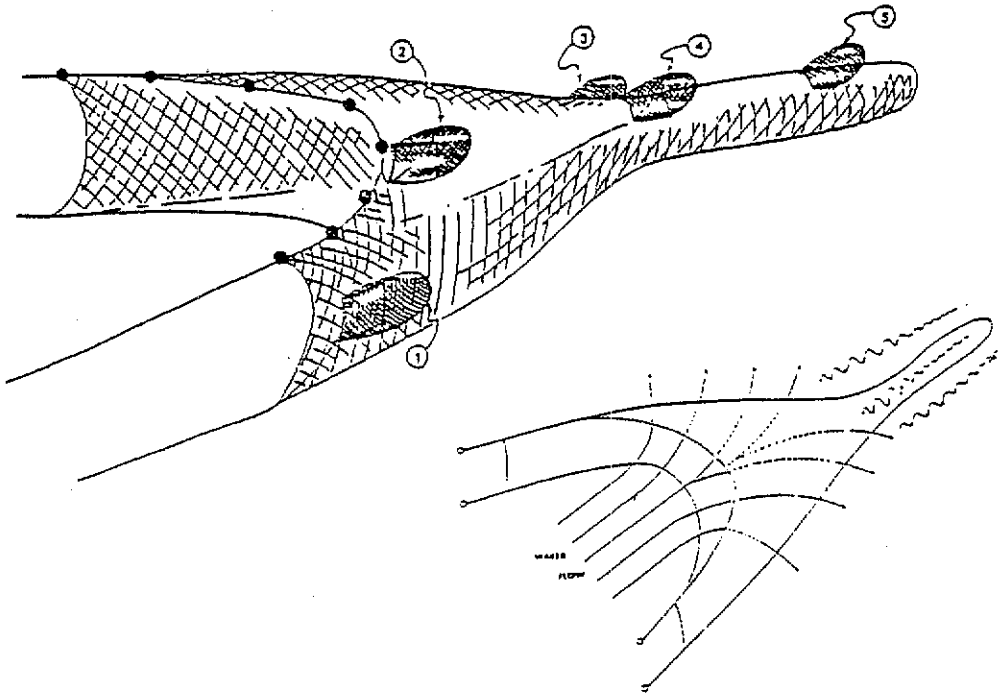
(Main and Sangster, 1982; Galbraith and Main, 1989) より

c) アメリカでの魚エビ分離トロール

目的：エビトロールに混獲されるカレイの幼魚を保護する。

方法：エビは袖網を抜けて逃げる事が多いので、網口にあら目の網をかぶせて、カレイ幼魚の逃げ穴をあら目の下部に作った。

結果：エビだけを漁獲して、小型カレイの混獲をなくした。



(High et al., 1969; Watson and McVea, 1977) より

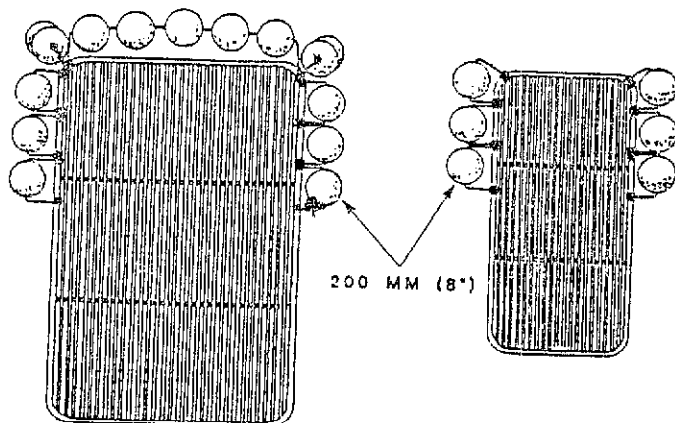
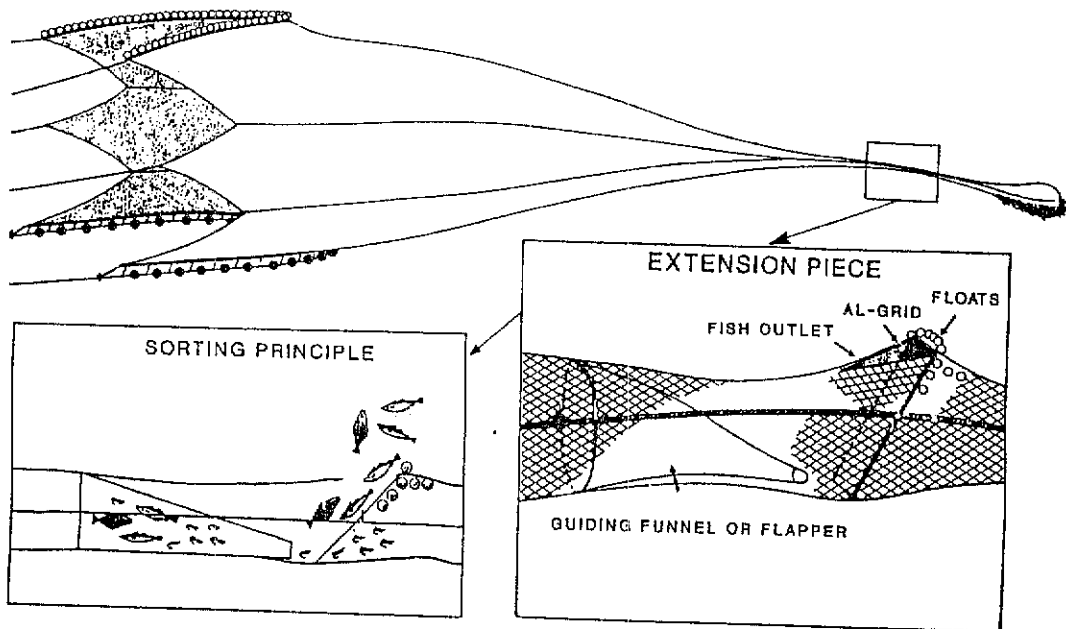
d) ノルウェーの魚エビ分離トロール

目的：エビだけを利用するために、選別の手間を省き、他の魚種を保護する。

方法：袋網の前に、金属の箕の子をつけ、かつ、その手前の天井部分にカレイなどが逃げられるような穴を開ける。

結果：エビだけを分離して漁獲することができる。

DEEP SEA SHRIMP TRAWL WITH THE "NORDMØRE-GRID"
FISH-SHRIMP SEPARATION SYSTEM



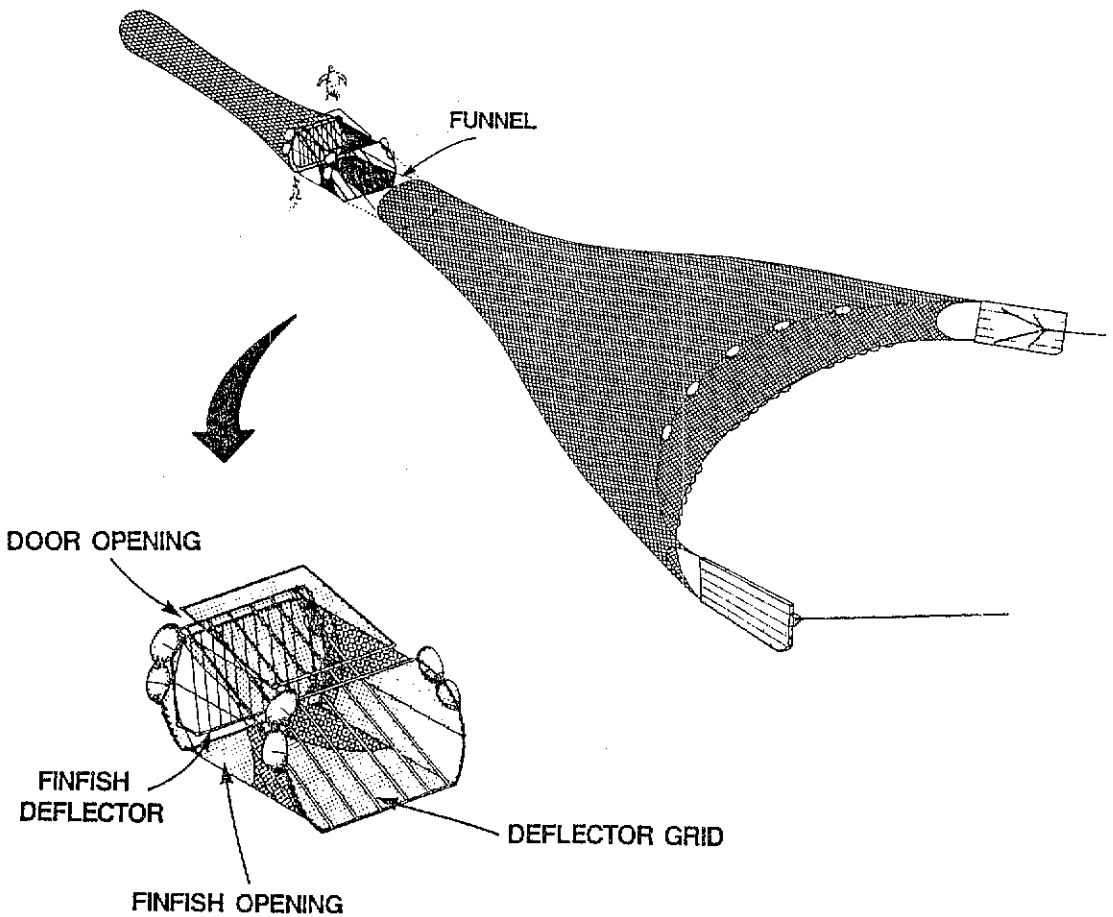
Isaksen (1992) より

e) TED ネット (Turtle excluder device, 後に Trawling efficiency device)

目的: 亀の入網によって, エビが痛まないようにする.

方法: 魚エビ分離トロールとよく似た構造, 金属簧の子に漁獲物を集める漏斗網があり, 天井部分の穴は開閉可能になっている.

結果: 亀やサメ, クラゲが袋網にはいることを防ぎ, エビだけを漁獲することがかなり可能. 魚の保護にも有効となる.



(Watson et al., 1986) より

IV. 資源管理研究と漁業技術研究 —ソフトウェアとハードウェアの調和—

瀬戸内海での投棄漁問題を例として示したように、水産資源の利用には必ず漁業が介在するので、資源管理上で発生する問題の原因はその漁業の中に存在する場合が多い。こうした場合には、漁業の実態を把握することが重要となる。また、加入資源の利用のみならず、再生産まで含めて資源を管理（制御）することを考えるならば、制御の入力変数としての漁業の性質、特に漁獲機構を知る必要がある。つまり、資源解析や資源管理というソフトウェアの構築には、漁業と漁獲機構というハードウェアを当然、分析して知る必要がある。さらに、ソフトウェアによって示された資源管理を有効に実行するために、その漁業の実態に適合したハードウェアシステムの開発はまだ未発達の状態と考えられる。

このような状況が起きた原因には、次のような日本の水産研究の事情によるものが大きいと思われる。戦後、昭和30年代から「沿岸から沖合、沖合から遠洋」のスローガンのもとで、合成繊維の普及や魚探の発達、漁船の高馬力化が起き、さらに昭和40年代には漁具の性能向上と網漁具の規模の拡大がはかられた（野村、1987）。この時期には、大学や各県の水産試験場で漁業技術に関する研究が盛んに行われた。各県水産試験場の研究者によっても、多くの漁業技術の研究成果がまとめられた（例えば、九州・山口ブロック水試漁業分科会編、1971）。これらの漁業技術研究の多くは、いかに大量に漁獲するかを最大の目的としていたと考えられる。また、昭和40年代の石油ショック以降の沿岸の埋立や水質汚濁、昭和50年代の200海里漁業専管水域設定によって、沿岸、沖合、遠洋を問わず漁業にとって情勢は厳しいものとなった。こうした状況の中で、効率の良い漁具と高馬力の漁船の使用によって、多くの水産資源は乱獲の状態となった。そして、水産試験場や水産研究所に限らず大学でさえ「これ以上、魚をとるだけの漁業技術研究は必要なのか？」といった問いかけも多くみられた。また、漁業技術研究は、この問いに対して明確に答えることなく、水産学の中ではマイナーな分野となっていったように感じられる。その後、増殖技術は飛躍的に発展し、いくつかの魚種で大量種苗の放流が可能となり、さらに放流効果の判定を迫られるようになった。この段階で、放流した種苗の漁獲に適正な管理が必要であることが認識され、今日の「管理型漁業」が始まったように思える。しかし、皮肉なことに、漁獲を適正にしようとしたとき、漁業実態や漁獲技術分野の研究者が非常に少なくなっていたように思えてならない。実際に、本来は最も現場に密接に関わっているべき各県の水産事務所や水産試験場では、このような漁業実態、特に漁業技術に関して研究を行う人材が不足しているという声をしばしば耳にする。このような日本の水産研究の状況は、前述した欧米の漁業技術開発、つまり「大量に獲る漁獲技術」

から積極的に「選んで上手に獲る漁獲技術」である選択漁法の開発を行ったこととは、対照的である。幸いにも、近年の「管理型」や「資培管」事業によって、多くの水産事務所や水産試験場の人たちが漁業の現場を歩き、その実態を把握できたのは大きな財産であろう。これからは、大学のみならず、こうした技術開発部門の人材をどのように養成するかは大きな問題であろう。

また、欧米の漁業技術研究者が、昔ながらに漁獲効率を調べたり、網目を抜けた魚の生残率を調べたりした情報は、資源管理を行う研究者にとっても重要なことである。さらに、資源管理をより具体的な形で実行するための、選択漁法などのハードウェアの情報はより重要と思われる。こうしたものの開発と導入による資源管理の効果を調べて、資源解析を行い管理方策を作ることも今後、資源管理研究者にとっては必要となるであろう。また、スコットランドでの水中ビデオによって、漁業者が規制を合意したように、こうした規制の有効性を漁業者に知らせるための、調査・研究も資源管理の推進には必要となる。

このように、ソフトに偏らず、ハードに適合したソフトの選択と、ソフトを現実化するだけのハードの開発、つまり資源研究と漁業研究というソフトとハードの調和が今後の研究に必要なのではないだろうか。あらたに資源管理という目標を持った漁業技術研究が、資源解析とともに、進歩していくことを望む。

参 考 文 献

- 福田富男・松村真作, 1986: 岡山県東部海域における小型底曳網標本船のエビ類及びシャコの漁獲状況 1985. 岡山水試報, 1, 33-42.
- Galbraith, R. D. and J. Main, 1989: Separator panels for dual purpose fish/prawn trawls. Scottish Fisheries Information Pamphlet, 16, 1-8.
- High, W. L., I. E. Ellis and L. D. Lusz, 1969: A progress report on the development of a shrimp trawl to separate shrimp from fish and bottom-dwelling animals. Commn Fish. Rev., 31(3), 20-33.
- Isaksen, B., J. W. Valdemarsen, R. B. Larsen and L. Karlsen, 1992: Reduction of fish by-catch in shrimp trawl using a rigid separator grid in the aft belly. Fisheries Research, 13, 335-352.
- 伊東 弘・正木康昭・山口義昭, 1985: 周防灘におけるマコガレイ幼稚魚の分布について. 第17回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 13-20
- 伊東 弘・東海 正・正木康昭・山口義昭, 1986: 周防灘におけるマコガレイ資源の動態. 昭和59・60年度近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総

- 合研究 (マリ-ランラン計画) フォーカスレポート, ヒラメ・カレイ(2), 135-140.
- Jean, Y., 1963: Discards of fish at sea by Northern New Brunswick draggers. J. Fish. Res. Bd Can., 20(2), 497-524.
- Kedall, D., 1990: Shrimp retention characteristics of the Morrison Soft TED: a selective webbing exclusion panel inserted in a shrimp trawl net. Fisheries Research, 9, 13-21.
- 北原 武・東海 正, 1991: 底曳網漁業における適正目合の決定の一つの試み - 瀬戸内海のエビ漕ぎ網漁業を例として -, 「漁業管理研究 - 限られた資源を生かす道 -」 (長谷川 彰 監修), 成山堂書店, 東京, pp.152-162.
- 九州・山口ブロック水試漁業分科会編, 1971: 西日本海域における小型底曳網漁業. 恒星社厚生閣, 東京, 177p.
- Main, J. and G. I. Sangster, 1981: A study of the fish capture process in a bottom trawl by direct observations from a towed underwater vehicle. Scottish Fisheries Research Report, 23, 1-23.
- Main, J. and G. I. Sangster, 1982: A study of a multi-level bottom trawl for species separation using direct observation techniques. Scottish Fisheries Research Report, 26, 1-17.
- Main, J. and G. I. Sangster, 1990: An assessment of the scale damage to and survival rates of young gadoid fish escaping from the cod-end of a demersal trawl. Scottish Fisheries Research Report, 46, 1-28.
- Matuoka, T. and T. T. Kan, 1991: Passive exclusion of finfish by trawl efficiency device (TED) in prawn trawling in Gulf of Papua, Papua New Guinea. Nippon Suisan Gakkaishi, 57(7), 1321-1329.
- 村井吉敬, 1988: エビと日本人, 岩波書店, 東京, 222p.
- 野村正恒, 1987: 最新漁業技術一般, 恒星社厚生閣, 東京, 420p.
- Robertson, J. H. B. and R. S. T. Ferro, 1988: Mesh selection within the cod-end of trawls. The effects of narrowing the cod-end and shortening the extension. Scottish Fisheries Research Report, 39, 1-11.
- Robertson, J. H. B., 1986: Design and construction of square mesh cod-ends. Scottish fisheries information pamphlets, 10pp.
- Saila, S.B. (1983): Importance and assessment of discards in commercial fisheries. FAO Fish. Circ. No.765. 62pp.
- Seidel, W. R., 1975: A shrimp separator trawl for southeast fisheries. Proc. Gifl Calibb. Fish. Inst., 27th Ann. Sess., 66-76.
- Seidel, W. R. and J. W. Watson 1978: A trawl design: employing elec-

- tricity to selectively capture shrimp. Marine Fisheries Review, 40(9), 21-23.
- Thompson, D. B. and M. Ben-Yami, 1984: Fishing gear selectivity and performance. In "Papers Presented at the Expert Consultation on the Regulation of Fishing Effort (Fishing Mortality). Rome, 17-26 January 1983. A preparatory meeting for the FAO World Conference on fisheries management and development." FAO Fish. Rep., FIPP/R289 Suppl.2, Rome, 105-118.
- 東海 正・伊東 弘・正木康昭・山口義昭, 1985: 周防灘におけるメイタガレイの投棄の実態. 漁業資源研究会議西日本底魚部会報, No.13, 7-17.
- 東海 正・伊東 弘・正木康昭・山口義昭, 1986: 周防灘におけるメイタガレイ当歳魚の分布. 漁業資源研究会議西日本底魚部会報, No.14, 19-32.
- Tokai, T., H. Ito, Y. Masaki and T. Kitahara, 1990: Mesh selectivity curves of a shrimp beam trawl for southern rough shrimp Trachypenaeus curvirostris and mantis shrimp Oratosquilla oratoria. 56(8), 1231-1237.
- Tokai, T. and T. Kitahara, 1989: Methods of determining the mesh selectivity curve of trawlnet. Nippon Suisan Gakkaishi, 55(4), 643-649.
- Tokai, T. and T. Kitahara, 1991: Fisheries Management of a Small Shrimp Trawl in the Inland Sea of Japan - Discarded fishes and Mesh Size Regulation -. Marine Pollution Bulletin, 23, 305-310.
- Wadle, C. S., 1983: Fish reactions toward fishing gears. Experimental biology at sea. A. G. Macdonald and C. G. Priede (eds). London, Academic Press, 167-195pp.
- Watson, J. W. Jr. 1976: Electrical shrimp trawl catch efficiency for Penaeus duorarum and Penaeus aztecus. Trans. Am. Fish. Soc., 105: 135-148.
- Watson, J. W. and C. McVea, 1977: Development of a selective shrimp trawl for the Southern United States penaeid shrimp fisheries. Marine Fisheries Review, 39(10), 18-24.
- Watson, J. W., J. F. Mitchell and A. K. Shah, 1986: Trawling efficiency device: a new concept for selective shrimp trawling gear. Marine Fisheries Review, 48, 1-9.

漁獲機構の資源管理への適応
【北洋トロール漁法における選択漁獲への取り組み】

水産工学研究所 井上喜洋

はじめに

自然環境や野生生物との共存が最も重要とされる環境世界にまで人間界が広がった時代に置かれ、狩猟の延長線上で発達した日本の漁獲技術は、新たな道を創造しなければならない。自然を壊すことは簡単かも知れないが、自然の営みを肩代わりし、管理し続けることは極めて困難であろう。魚の資源研究が100年かかって作り上げた成果？を見れば、今までの延長線で資源の管理が達成されるのは・・・ほど遠い世界だろう。経験豊かな漁師は、風に吹かれ波に濡れ海を眺め採れた魚を見て、魚の世界の変化を肌で感じる。多分、狩猟者としての感覚は、対象生物を絶滅にまで追い込むことは決して無かったのだろう。本来、狩猟である漁業を営むには、この種の感覚と知覚した環境世界における判断力が必要不可欠であった。現実の漁業社会ではこのような感覚を無視することで産業という地位を確保してきた感じがする。

現状の生物資源に関する知見は乏しく、直ちに生物資源の管理を実施するには、余りにも危険が大きい。必要な知見が充分得られるまで待てる時間的余裕が無い現状では、生産過程の中心である漁獲（技術）の管理、人間（操業）の管理から取り組むべきであろう。従来 of 漁獲技術は多獲が目標であり混獲であった。今世界の趨勢は、漁獲技術は、魚種、サイズ、量および漁場等について漁獲時点でコントロールすることが求められており、選択漁獲の確立を図らなければならない。本来、自然の一部を切りとるのが漁獲であることを考えれば、特定の生物のみを漁獲する事が、従来 of 多獲あるいは混獲より優れているのか疑問が残る。しかし、従来 of 漁具・漁法は、多獲（大漁）性の機能が充分に発達しているのに対し、選択的な漁獲技術は極めて未熟である。漁獲技術の多様性（レパートリー）を進めることは適正な使用をする限り、適応力を増すことに違いないであろう。適正な漁具・漁法の発達を促すためには、漁獲の対象となる魚類の行動と使用する漁具

の機能を充分把握する必要がある。管理を考えれば漁具（漁獲）と魚の関係、漁獲過程（漁獲機構）を把握することが重要となる。今、撤退から共存への道を探る北洋トロール網を中心に漁獲技術を眺めてみたい。

1. トロール網漁法と漁具

トロール網漁業の産業的な地位を生産量から見ると、1975年頃までわが国の生産量の約半分に当たる400万トンを漁獲していたが、近年では、約200万トンわが国の総生産量の約2割に減少した。この間、沿岸から沖合いにかけての漁獲は100万トン台を推移しており減少の主因は遠洋トロール網、特に北洋水域における衰退にある。¹⁾現状の環境条件のままであれば今後も減少傾向は続き最終的には沿岸の底曳網を中心としたトロール網漁業が残るだけであろう。

トロール網漁法は、外国からの導入技術であり、1900年代初期に欧州に官民を派遣し学ばせたのに始まる。²⁾実際の操業は、西部日本沿岸、東シナ海を中心に発展した。トロール網漁は、大海に魚の群がりを探し回る狩りの猟である。狩りの猟では捕獲可能な状態にある魚類の集まりを見つけることから始まる。最初の漁場は西日本沿岸、東シナ海を中心に操業されていた。これらの海域は、水深が浅く起伏の少ない海底環境を持つ暖かい水域であり、しかも多くの魚種にとって産卵水域に当ることもあり、底魚類が豊富に生息し、緩慢な遊泳行動を取る魚の集まりが数多く広範囲に存在していたことが窺われる。このような恵まれた自然環境下でトロール網漁法が始められたことは、その後の着底トロール網の発展にとって好都合であったが、欧州で多様化していった表、中層トロール網漁法の我国における発展を阻害した一因とも考えられる。

トロール（底曳）網というイメージは、一般的に遠洋で操業する数千トンの近代的な船や漁具を連想させるが、100トン以上の漁船は500隻以内であり、20トン未満の漁船が2万隻を超える。漁具はオッターボードを使用する1艘曳トロール網（表層、中層、着底）、2艘曳トロール網、ビームや桁を使用する底曳網に大別できる。これらのトロール網漁具の網型や細部は対象魚、地域、導入経路により多少変わるが、着底トロール網が漁具の基本となる。この漁具の構造は図1に示すように漁具を曳航するワープ、網の口を開くためのオッターボード、網と連結させるためのペンネット（索具）類およびトロール網から構成されている。トロール網本体は袖網、胴網およびコッドから成り、網口下部には袖網からグランドロープ、上部には浮子を取り付けられる。また、コッドは漁獲対象魚や操業条件により網目合や長さが異なるものと変えられる。

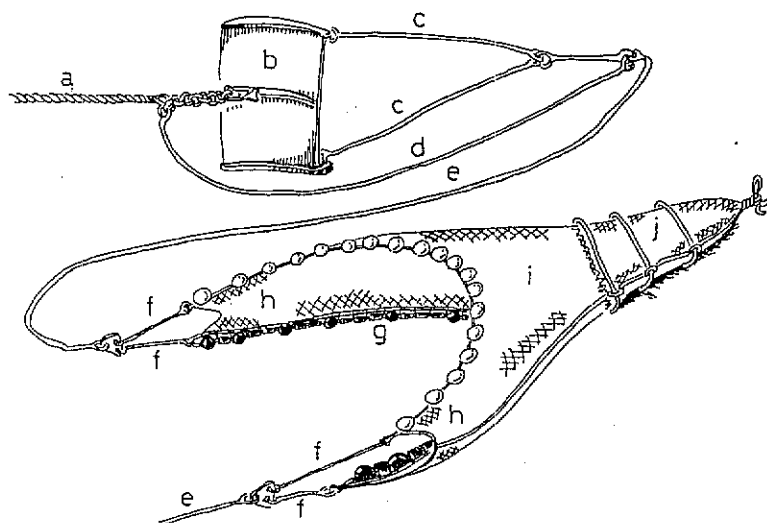


図1 着底トロール漁具

- a : ワープ b : オッターボード c : オッターベンネット (ブライドル)
 d : 遊びワイヤー e : ハンドロープ (手網) f : 網ベンネット
 g : グランドロープ h : 袖網 i : 身網 (胴網) j : コッドエンド

2. トロール漁法の漁獲機構

漁獲の機構については、歴史的に欧州が研究の中心で特にアバディーン研究所の魚の行動研究に負うところが大きい。大きな成果を上げた要因は現場における水中観察を可能にさせた努力と魚（生物）の基本的な行動を理解する感覚に優れていた点にある。すでにトロール網操業時における水中観察から数種類の漁獲過程が紹介されており、これらの共通した漁具の動きと魚の行動から物体（漁具）に対する魚の反応行動がトロール網の漁獲機構の基本（主要因）とされている。すなわち、魚に物体が近づくとき、魚は物体から離れる行動を取るが、この場合魚は物体に背を向け常に片側の目の視野の一部（同じ位置）に物体を捉えるように移動する。この移動（遊泳）は、物体の直線運動に対し魚が円運動をすることを示す。物体をトロール漁具に置き換えればオッターボード、ハンドロープに対する魚の行動となり、魚群は2枚のオッターボードの間に集約された状態になる。集約された魚群は網口で網と平行して曳網方向へ遊泳し、時間経過に伴い疲労した魚が反転して網の中へ向かいコッドに至る。網口での反転の方法は魚種によって異なり、遊泳層を変えずに水平面でUターンする魚と鉛直に宙返りをする魚がいる。³⁻⁵⁾ 後者の場合、網口高さが低いと魚は網に入らなくなるので、漁具構造を変えることにより漁獲の選択が可能となる。また、網口で遊泳する魚が疲労し

て漁獲に陥る場合、魚の遊泳能力（速度と持続時間）と漁具の曳網速度、曳網時間の関係になる。漁獲するためには、漁具をなるべく早く、長い時間曳けば良いが、逆に漁獲対象の魚種の遊泳能力に合わせて曳網すれば選択的な漁獲が可能になる。

トロール網の漁獲機構としては、以上のような漁獲過程が主流の考え方になっているが、最近の研究では多少状況が変わってきている。今までの漁獲過程は視覚刺激が機能する環境下において成り立つ現象（行動）であった。北洋のような水深が深く視覚が機能しない暗い状態および環境温度が低く運動機能が充分発揮できない状態では全く異なる漁獲過程を想定しなければ説明できないことが明らかに成りつつある。⁶⁾また、カレイ類のような潜伏魚類の漁獲過程として説明されていた従来のハンドロープ、グランドロープの威嚇効果についても異なる現象があることが知られてきた。（私の研究室のみかも？）

少なくとも漁獲過程は単一ではなく環境と対応する魚種により様々な場合が存在することが明らかに成りつつある。これらの生物行動を把握することが漁獲における選択のレパートリーを広げることは間違いない。むしろそのような研究成果が魚類や自然との共存を無理なく推進する上に必要不可欠と考えている。

3. 現状のトロール網の漁獲性能と選択的性能

(1) 生物界の狩と選択

漁の過程は基本的には広義の漁場を探すことから始まる。漁場を見つけて網を入れればどこでも魚が捕れる訳ではない。漁場の中で魚の群れを見つけ、漁獲努力に対し最も利益の大きい漁獲対象の群れを選定しなければならない。対象の群れが決まると自然環境と魚群の行動を読み（推測し）漁具と操業方法を調整する。この過程は陸上の狩や動物の狩に酷似している。しかも、この場合陸上の大物の狩と違い多数が協力して獲物を倒し分かち合うことはない。あくまで漁獲したものは個（人、船）に帰属するもので、漁場を教え合う仲間同士でも漁場内における操業（狩）では競争相手であり、孤独な戦いになる。このような形態は陸上における大型補食動物の狩や魚の狩に近い。しかも、獲物の利用方法は動物の場合と同じように基本的には餌である。勿論、漁獲対象魚種を増やすことや、様々な加工食品、保存方法開発し食品（餌）を多種多様化することは、自然界における適応性を高めることになり、特定の少量の種類餌に頼るより、種の保存や繁栄に役立つことは自然界の生物と同じであろう。ただ、他の生物と異なる点は、かつて地球上に存在した生物の中で人間ほど他の生物を絶滅に追い込んだ歴史を持つ生物はいないことであろう。⁷⁾自然界における狩では、食物連鎖の上位の補食

生物、例えばライオン、狼、キツネ等が下位の餌生物の個体数を制御するのに関与していたと見られたのは昔のことで、実際には自然のおこぼれを頂戴して生存していたらしい。⁸⁾すなわち、狩の対象になる獲物は年老いた物か、怪我をしたものか、あるいは数の多い子供であり、次の世代に直接影響する大人が対象になることは希とされる。海の世界では、まだ人間の強大な力を陸上ほど行使していないと思いたいが、危険が大きいことには間違いない。成魚を漁獲し未成魚を逃がすことに問題は無いのだろうか？

アフリカのライオンが狩をして獲物を捕獲できる成功率は十数%で、2頭が協力して連携プレイをすると成功率は30%まで上がるらしい。⁹⁾海の漁ではどうなるか？ 図2は北洋における北転船のトロール網の操業から、1網当たりの漁獲量の頻度分布を示したものである。漁獲量（X軸）は対数値で示したが、図中

Aは操業位置をあらかじめ格子状に決めて、いわばでたらめに操業した時の結果であり、Bは漁労長ができるだけ魚を多く漁獲しようとして努力して操業した時の結果である。でたらめに操業した時の1網の平均漁獲量は約1トン、努力した場合で約3トンであった。デタラメに操業するより頭を使い努力した方が良いが、北転船の1航海を1月とすると、6,000万円以上稼がないと働き損になる。1網の漁獲量は何トン以上であれば漁が成功したと見るか、量的に少なくとも高値の魚種もいるので難しいが、努力したBの場合で10トン以上の漁は約10%にすぎない。多分、まあまあといえる漁は30%位ではないだろうか。大漁を目指して磨いてきた漁獲技術も動物の狩と大差無いといえる。海の漁もいまのところ狩猟の限界を越えられない。しかも、自然界の狩における餌（漁獲対象魚）の選び方や餌場（漁場）、餌場内（漁場内）の餌の探し方は、海における人間の漁の場合と変わらない。¹⁰⁾すなわち、選び方では利益の大きい餌が少ない努力で捕獲できる間は、その餌のみを対象にし、利益の少ない下位の餌が多くてもそれを捕獲対象にすることは無い。利益の大きい餌が少なくなり捕獲の努力が報われない時点で初

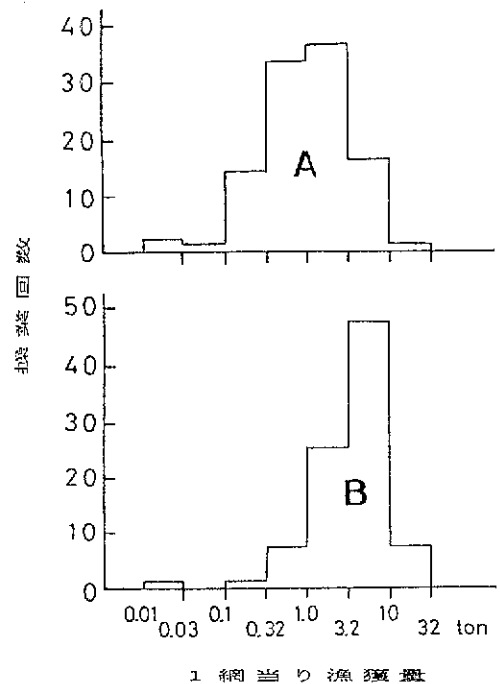


図2 1網当たりの漁獲量の頻度分布
A: 格子状に操業地点を決めた場合
B: 捕れる場所を推定して操業した場合

めて下位の餌を対象にする。漁獲対象魚種の変遷を考えれば奇妙なくらいその判断行動は似ている。また、餌の探し方でも、補食者が餌場において餌を捕獲している時間が一定以上になると餌場を離れる方法（行動）、捕獲できる餌の量が一定以下になると餌場を離れる方法、餌場で最後に餌を捕獲した時点から一定時間以上になると餌場を離れる方法、さらに餌場における餌の探索・捕獲状態から残存個体数を推定し、行動を決める方法等が実際の補食生物の用いる行動として考えられている。これらは漁場における漁労長の操業決定方法としてもおかしくないもので海における人間の漁獲技術が自然の狩に近いことを示すと共に、すでに多くの選択過程が組み込まれていることが分かる。

(2) トロール網の混獲

国際関連水域で操業されているトロール網では混獲率が定められている場合が多く、これからの漁業管理を推進するためには、目的種を限定した漁獲方法が必要となる。しかし、現状のトロール網漁法では単一魚種を漁獲対象にした操業は困難であり、複数の魚種が漁獲（混獲）される。この混獲状況については、正確な操業・漁獲資料を手に入れることが困難なため十分な知見が得られていないのが現状である。そこで、トロール操業における混獲状況を操業記録から整理・解析し、従来のトロール網魚法の漁獲性能を把握することにした。使用した操業記録は、日ソ共同調査事業として実施されている北転船を調査船としたカムチャッカ南部およびクリル諸島太平洋海域における各種試験操業等を除いた通常操業の記録である。これらの資料は、1989年秋から2年間、延べ1,237回の着底トロール網操業記録である。各操業では日ソの研究者が乗船し、操業状況、漁獲魚の取扱い等の記録を取っているため、資料の信憑性も高く、各種環境情報も充分得られている。解析は漁獲の主体となるスケトウダラ、マダラ、カレイ類、ホッケ、キチジおよびメヌケの6魚種を対象に、各操業一網毎の漁獲量に占める魚種別漁獲割合を各魚種別に整理を行うと共に他魚種との相互の混獲状況を検討した。

一般的にトロール網の操業では漁獲対象魚を想定して、漁場の選定や操業方法が決められる。結果から見ると全操業回数の内89%の操業は混獲であり、単一魚種の漁獲が50%を越える混獲操業は全操業の約70%を占めていた。また、単一魚種のみを100%漁獲できたのは、全操業の11%にすぎず、魚種別には64%がメヌケ類27%がホッケであった。混獲率は低く見積もられることが多いが、10%までの混獲操業は単一魚種漁獲の操業を含めても全操業の約32%であった。現実の世界では、10%内外の混獲率が定められ、操業に携わる漁船は忠実に定められた混獲率以内で操業を無事終了する。勿論、満船???

話がそれるが、科学者と言われる人々も一般の人も、漁船の漁獲は操業の結果として何の疑問を持たないだろう。北洋では漁船が出航する前に魚種別に漁獲量（コーター）が定められる。たとえ総量として十分な余裕が残っていたとしても1魚種で1尾でもコーターを越えれば帰港しなければならない。実際にはコーターを残して帰る漁船はいない。まさにゲームの心髄に迫る、大型コンピューター顔負けの巧みな操業を行う。結果として日本の漁獲技術は世界一と言う迷声が残る。なにしろ、中層トロール網で数十トンのカレイを漁獲しているのだから？ 図3は、ある北転船（一般的な船）のトロール網のコードから出た魚と市場に揚げられた魚の体長別頻度分布を示したものである。選択技術は充分あり、オブザーバーが乗船し、監視船もにおいて漁業管理は機能していることが分かる。?? 不可能なことを押しつけられた人々の行動を責めることはできない。ただ、憤と悲しみと無力感！！

話を戻すが、漁獲対象魚を何にするかで混獲の状況が変わってくる。単一漁獲率が高いメヌケやホッケを漁獲対象にした場合、約6割の操業が混獲率10%以内に取まる。一方、カレイやマダラを対象にした場合、6割以上の操業が20%を越え50%までの混獲率を示す。スケトウダラやキチジの場合は、これらの中間的な混獲操業になる。さらに混獲の中身を見るため対象魚を80%以上漁獲した場合の残り20%以内の混獲魚を調べてみた。混獲率の低いメヌケやホッケを漁獲対象にした場合（操業）、いずれもスケトウダラが混獲魚の優占魚種となる。そこで、スケトウダラを漁獲対象にした場合を見ると、マダラが混獲魚の優占魚種（約60%）となって来る。次にマダラを漁獲対象にした場合を見ると、スケトウダラとカレイが混獲魚の優占魚種として出てくる。さらに、カレイを漁獲対象にした場合を見ると、再びマダラが混獲魚の優占魚種として出てくる。すなわち、メヌケ、ホッケとスケトウダラは2魚種間で混獲になる確率が高く、マダラ、スケトウダラおよびカレイは3魚種間で混獲になる確率が高いことが分かる。勿論、実際の操業では、漁場や時期も関係してくるので詳しい解析が必要になるし、結論も変

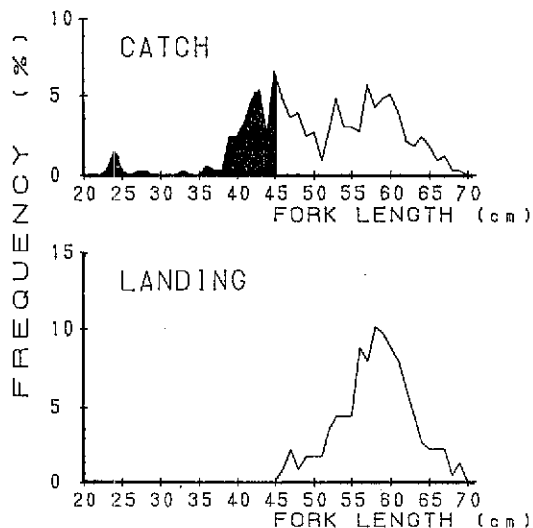


図3 漁獲されたスケトウダラと市場に水揚げされた魚の体長組成分布
黒塗り部は行方不明の魚

わってくるかもしれない。魚種間の生態学的関係も重要な問題として浮かび上がってくる。どちらにしても、このような知見が明確になれば、魚種を選択して漁獲する技術を考える上で大きな力になることは間違いない。

(3) トロール操業からみた漁場地形と魚

底魚類を選択的に漁獲するためには、漁場における対象魚類の棲息特性とトロール網の漁獲性能を把握しておくことが重要である。そこで、海底地形の異なる2つの漁場における底魚類の分布をトロール網操業の漁獲から検討してみた。調査漁場は、カムチャッカ半島南西沿岸海域（以後西カム漁場と呼ぶ）および同半島南東から北千島太平洋海域（以後太平洋漁場と呼ぶ）の2つの水域である。前者の水域は等深線の間隔が比較的広く、海底の勾配がなだらかな海底形状を持つが、後者の水域は東側に千島海溝を持つ急峻な海底形状を呈している。

調査は1989年9月～11月北転船（349ト）を使用して、いずれの水域においても、ソ連邦12海里外で水深約50～400mの範囲を曳網速度3.5～4.5ノット、曳網時間15分～6時間で操業した。延べ200回の操業による総漁獲量は、約800トン、漁獲の35%はスケトウダラで、マダラ、オヒョウ類（オヒョウ、カラスガレイ、アブラガレイ等）、カレイ類（ウマガレイ、ツノガレイ、シュムシュガレイ等）およびメヌケ類は、いずれも10～18%前後を占めた。両漁場の海底地形を基に、これらの魚類について、図4に例示するような漁獲の地理的分布図を作成し、漁場における魚類の棲息特性とトロール網の漁獲性能について検討した。

西カム漁場と太平洋漁場では海底地形が極端に異なり、水深を指標とした場合に底魚類の漁獲分布傾向が両漁場で異なることが認められた。すなわち、西カム漁場では水深が増すに連れて底魚類の分布は浅場のカレイ類から、マダラ、スケトウダラおよび300m以深のオヒョウ類と移り変わる傾向があり、水深による”棲み分け的分布”がみられる。これに対して太平洋漁場では、マダラが勾配の急な海底地形を有する水深100～200mの範囲の全水域で多く漁獲されたのを除けば、カレイ類が漁場内の北側水域、スケトウダラが南側水域の海底勾配が比較的緩やかな水域でそれぞれ漁獲された。急峻な海底地形を持つ水域では底魚類は同じ水深域に混在して分布する傾向が認められ、しかもマダラを除き漁獲は小量であった。このような漁場の違いはトロール網の漁獲組成にも表れ、西カム漁場における操業では漁獲組成は曳網水深により優先的な魚類が決まるが、太平洋漁場では、いずれの曳網水深においても漁獲組成は複数の魚類が平均的に混在した。

実際のトロール網操業による漁獲が自然の魚類の分布をどの程度正確に表しているか、不明である。特に太平洋漁場のように海底勾配が急な場合、西カム漁場

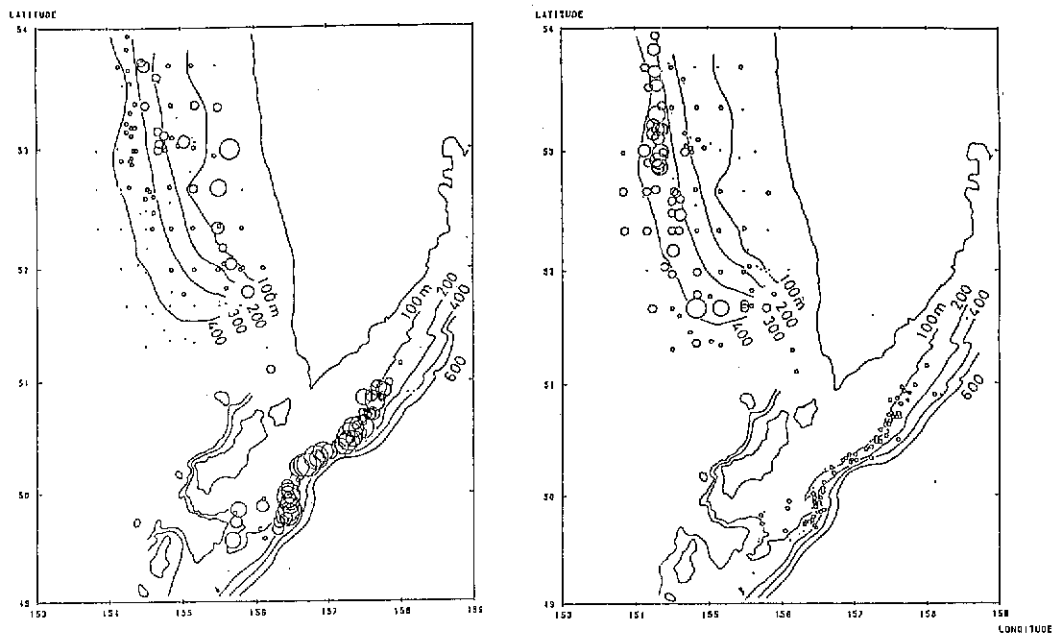


図4 漁獲の地理的分布

円の大きさは、30分曳網当たりの漁獲量を表す。

左図：マダラ 右図：オヒョウ類

の平坦な海底と同様な操業、漁獲性能が保証されるわけでは無いので、これらの結果を生物の地理的分布と見るには問題が多いむしろ、現状の漁獲技術の一端を表していると考えるのが妥当であろう。すなわち、現在のトロール網では、西カム漁場のような平坦な海底を有する漁場では水深を目安として目的種をある程度決めた選択的漁獲が可能であるため、魚種毎の漁獲管理が容易となる。これに対し、太平洋漁場のように海底勾配が急で水深の変化が激しい水域では、曳網水深を変えても底魚類は混在して漁獲される。図5に示すようなメヌケ類やキチジ類のようにスポット的に集中して棲息している魚種以外、このような漁場に

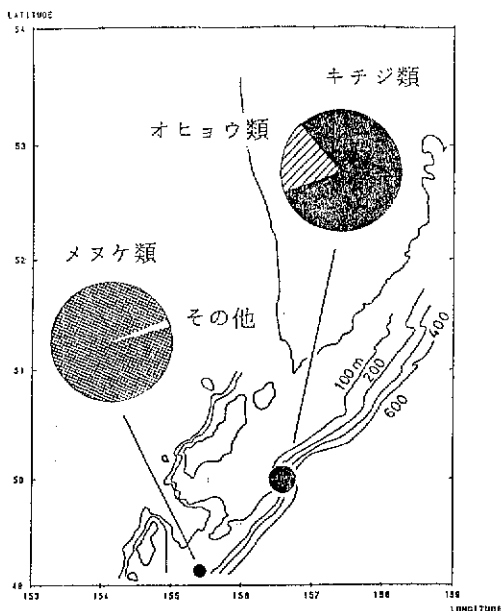


図5 ポイント的漁場の漁獲組成

おける魚種選別を現状の漁獲技術で達成することは困難といえる。

4. トロール網から魚を如何に逃がすか？

漁業や、資源の管理から言えば対象生物を選んで捕ることは極めて当然の要求であり、陸上の狩猟や採取を想定すれば、無差別に捕るわけではなく、美味しそうな大きな物を選ぶ。しかも、対象物を根こそぎ取るのではなく、必ず再生産のために一部を残しておく。しかし、海では状況が一変する。漁場にたどり着いたトロール漁船は、魚影の多い場所を曳き、可能な限り少ない操業回数で船を一杯にすることに努力する。トロール網には相手をより分ける能力は全く無く、選別は船上となる。近年ヨーロッパの研究者が資源保護のためにトロール網のコッドに角目網を使用することを提唱した。¹¹⁾これが発端となり、現在トロール網漁法における中心的研究は、世界的にコッドエンドの網目の選択性能、つまり魚を網から如何に逃がすかになってしまった。目的は幼魚、若齢魚の保護、捕る段階での選別であり、如何に規制していくかにつながる。

網地を使用する漁具では、一般的に菱目状態で使用し、角目状態で使用することは特殊な場合や部分的に使用することを除けば極めて少なかった。私のところでも、コッドに角目網を使用した場合の漁獲魚類に対する選択性能については、スケトウダラを対象に1989年秋から北転船を使用し各種網目の試験を始めている。図6は、双胴コッドを用いた同じ目合(90mm)の菱目網と角目網の比較操業試験の結果の一部を示したものである。菱目網コッドでは、尾叉長25~35 cmの範囲のほとんどのスケトウダラがコッド内に残るのに対し角目網コッドでは、その多くがコッドを抜けてしまう。操業試験では菱目網コッドより角目網コッドを使用した場合にコッド内の魚が抜けやすい、つまり多くの魚類が自然に戻れることが定性的には確からしい。しかし、定量

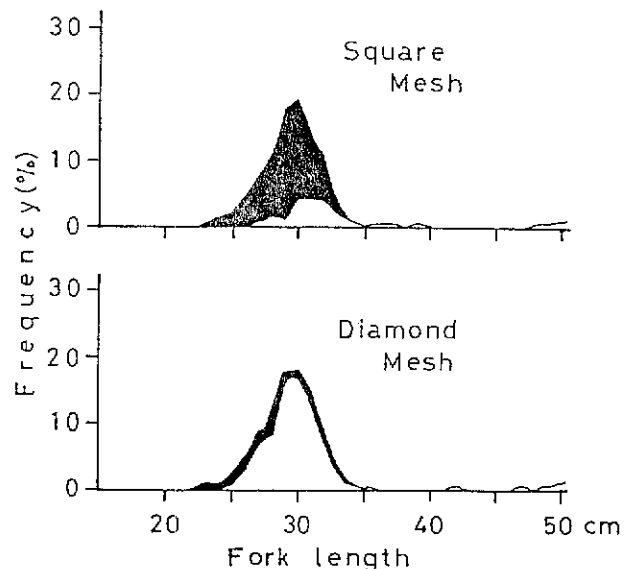


図6 菱目と角目網コッドの選択性能
1脚90mm目合のスケトウダラに対する結果の一部。黒色部はコッドから逃げた魚、白色部は漁獲された魚を示す。

的にある大きさの魚を逃がしたり残（漁獲）したりする基準値をを決定するには現状では多くの問題がある。すなわち、実際の操業では初めに大型のスケトウダラが多量にコッドに入網した場合やカレイ類、その他魚類によりコッドの目が塞がれてしまい小型のスケトウダラが多く漁獲されてしまう場合がしばしば観察された。これを解決するためには、単一魚種を漁獲対象とする漁法、漁具、操業法を見つけるか？ コッド内で魚類が自由に遊泳可能な漁具構造あるいは操業法を捜さなければならない。単にコッドから魚を逃がすだけであれば、角目網を使わなくても菱目の目合を大きくすれば同じ様な結果を得ることができる。もちろん、この場合は角目網より目合は大きくなるが、現状のように複数の魚種を漁獲対象にした操業では平均的な結果には大差ないであろう。これらの試験ではコッドの網地は一重であるが、実際のトロール（底曳）網漁業では、コッドを構成する網地は二重（三重もある）で擦れ網が取り付けられている。図7は目合90mmの菱目一重および二重コッドのスケトウダラに対する選択性能の一例を示したものである。尾叉長25~35cmの魚が二重コッドではほとんど網内に残るのに対し、一重コッドではほぼ半数がコッドを抜けたのが分かる。それでは選択性能を良くするためにコッドは一重にすれば良いか、というと、それほど単純には決められない。網糸一本の強度を二本分に匹敵させることは技術的には難しくは無い。二重にしなければならなかった歴史（経験）的理由は別に幾つかあると思う。分かりやすい話では、一網打陣を狙う海の狩猟でも、大漁のチャンスに巡り会えるのはそれほど多くない。一重コッドでも二重コッドでも破網につながるような障害に出会う機会は同じであろう。一網で30トン、50トンあるいは100トンの魚が入網した時、一重コッドで確実に漁獲するためには極めて高い安全率を漁具に見込まなくてはならない。現状の北転船のコッド1本の価格は1千万円である。

菱目網や二重コッドでも魚を逃がすことは目合と構造を考えれば可能である。選択性能の必要とされる漁具・漁

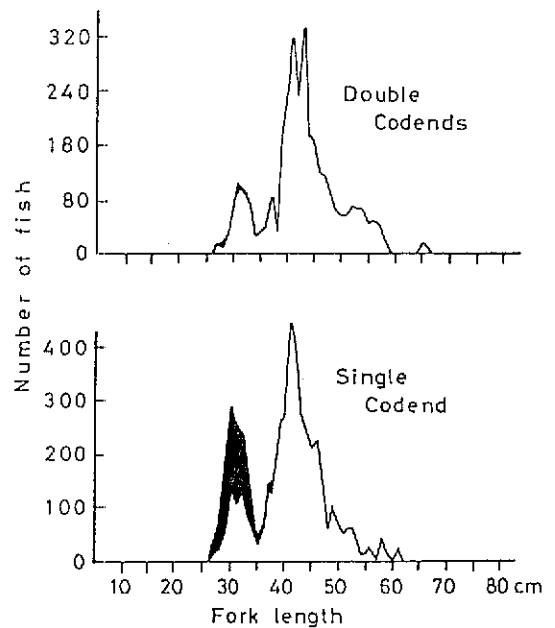


図7 一重と二重コッドの選択性能

1脚90mm目合のスケトウダラに対する結果の一部。黒色部はコッドから逃げた魚、白色部は漁獲された魚を示す。

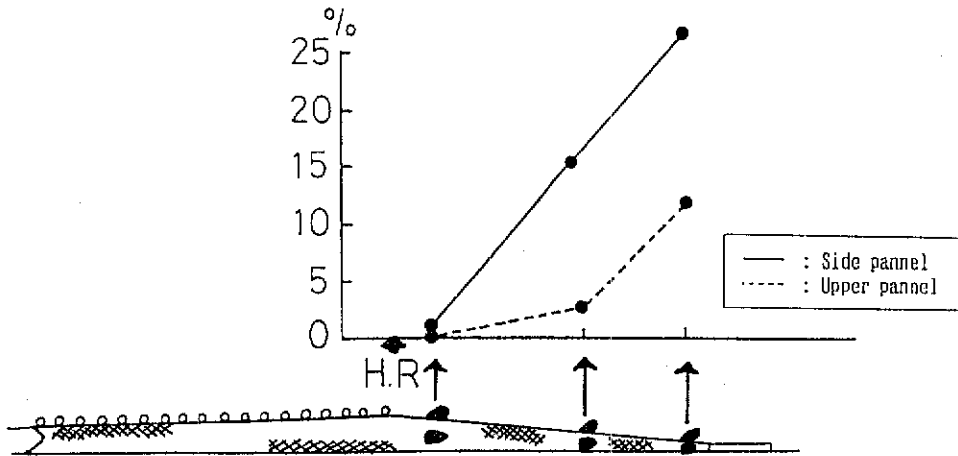


図8 ポケット網の漁獲割合

両側網と天井のポケット網別に漁獲されたスケトウダラの総ポケット網漁獲に対する比率(%)を示す。

法の本質的な意味は魚種と大きさの選択を操業中に魚に影響を与えないで行うことである。現在の選択漁獲の研究はコッドが中心であるが、本来トロール網全体として選択性能を持たせれば良いはずである。人間と魚の両者にとって最も適した魚の逃がし場所が、他にあるかもしれない。そこで、身網やコッドの各部に小さな袋網(ポケット網)を取り付けて、これらのポケット網の漁獲量から、トロール網内に入った魚類がコッドエンドに至る間に集約される過程、漁獲の時点で魚種や魚体の選別を行う場合の魚の避難口(逃避口)の適正位置を調べている。調査は北転船および沖合底曳漁船(65ト)を使用して北洋、沖合水域で実施している。¹²⁾ 図8は、金華山沖の水域で実施した時の各ポケット網で漁獲されたスケトウダラの総漁獲に対する各ポケット網の漁獲比率%を示したものである。全体の漁獲傾向は、多くが胴網の脇部で漁獲され天井部は少なく、胴網後部へ行くに従い漁獲が増加した。2回の試験操業における漁獲の状況は同じ傾向を示すので、漁獲の平均を求めると胴口部ポケット網でコッドを除く漁獲の1%、胴中央部で34%、胴尻部で65%が漁獲された。また、胴網断面でみると左脇部で46%、天井部で15%、右脇部で39%が漁獲されている。これらの結果から見ると、網口を通過した魚類は胴尻(コッド)に向かう過程で集約されるが、天井部より両脇網部による集約機能が大きいことがわかる。

また、漁具の構造的な違いを検討すると、曳網方向に対する網地の傾斜は胴網各部で異なり、脇部では胴口から胴尻まで大きな傾斜を保つが、天井部では胴口部から胴中央までは、ほぼ平行である。このような傾斜の違いがポケット網の漁

獲に影響していることが推察され、胴網内に入った魚類の選別あるいは避難（逃避）口の設置には、胴尻に近い部分がおのの対象になろう。

トロール漁具の選択性能に関する技術は世界中で研究されており、網目構造を変えた（角目網）大きさの選択、金属グリッドによる生物分離装置等が試験または実用段階にあるが、オールマイティの方法は出現していない。多分トロール網の漁獲過程に様々な場合があることからみて選択技術も対象と環境により多岐にわたると考えられる。漁獲には漁具（技術）と共に時（時期）や場（漁場）が必要であり、選択漁獲を考える場合もこれらを総合的に検討することが重要であろう。また、逃がした生物の生存の確認や特定の生物個体のみを漁獲し続けた場合の生態（自然）に及ぼす影響等、簡単には解決しそうでない困難な問題が残されている。

5. これからのトロール漁法に関連する技術開発

トロール網の漁獲技術の中で選択技術はその一部を占めるだけである。選択漁獲（技術）が有効に機能するためにはトロール網技術全体の能力を高めることが必要になる。選択漁獲と自然保護を合理的に図れる技術が当面の目標である。

自然環境と生物の保護の観点から云えば、海における最先端の漁獲技術であるトロール（底曳）網は、無差別に魚類を一網打尽にし、海底環境を損傷、破壊する悪の根元とされる。実際に、どの程度環境や生物に悪影響を与えているか明確に示された例は少ないようである。（探しているが見つからない。）

解決策としては、海底に漁具を着けずに漁獲できる技術を開発すること、選択性能の優れた漁具を考えることだろう。しかし、底魚類を漁獲するには海底近くへ漁具を下ろさなくてはならない。従来の着底トロール網を海底から離すか、中層トロール網を海底すれすれまで下ろして曳網する技術が必要になる。海底は平でなく凹凸があるので網を海底に沿って上げ下げしなければならない。海底と網口グランド（下部）の距離はネットレコーダーから判断できるので、網口ヘッド部にキャンパス製カイトを取り付け、このカイトの揚力をコントロールすることにより操業中の網を上下させる装置を開発した。この装置を使用した北海道の沖底船の操業試験では、海底近くを曳網するトロール網の高さ（水深）を 5～10 m 調整することが可能となった。¹³⁾

従来から、着底トロール網のオッターボードによる海底の損傷は問題にされてきた。また、表層域のトロール網操業に対応したオッターも必要とされてきた。どちらの場合も、軽くて曳網中の安定度の高い拡網力の大きなオッターが要求される。そこで、オッター開発の準備段階として、アルミ製の複葉型オッターボー

ドの大型模型（92×41cm）を作成し、海域実験を行い、漁具の基本的な性能を調べている。実験に使用した複翼オッターボードの性能について検討すると、複葉オッターボードのアスペクト比、揚抗比（網口を広げる性能）は、一般的な単葉オッターボードに比べ非常に高い性能を持つことがわかってきた。¹²⁾

また、同様の目的のためオッターボードを使用しない開口装置として袖網に取り付けるキャンバス製カイトの利用を考え、模型水理試験および、実海域における操業試験を実施している。本装置では将来の表・中層トロール網漁法として、操業中に網口の開閉を行えるよう考慮している。操業比較試験は、クリル諸島太平洋側海域において北転船を用いて 1991年に実施した。オッターボードを使用した操業に比べカイトを用いた操業の漁獲は、約8割の結果が得られている。

おわりに

今までに幾つか書いた物を中心にまとめたので、内容が乏しいと感じられるかも知れないが、私の（所で）やっていること、考え方は理解して頂けたと思う。

自然環境の維持と保護を図りつつ生物資源を人類に投立てていくことは、国際的な共通責務になっている。北洋漁業の中でトロール網漁法が大きな役割を果たしてきたのは歴史的な事実である。しかし、これからは、従来のような無差別に魚類を一網打尽にし、海底環境を損傷、破壊する（と言われている）漁具・漁法の延長線ではなく、対象生物の資源状態のみならず、漁場の生態、環境を考慮した適正な漁獲技術としての新たなトロール漁法の開発が必要である。選択的漁獲技術の開発は、相手が分かり必要な仕様が分かれば間違いなく可能である。

資源の把握といっても自然界（漁場）では1種類の魚だけが生息しているわけではなく複数の生物が関係する群集生態学的解明が必要になる。仮にこれらが解明されても、魚が勝手に市場に揚がって来るわけではない。資源管理といっても、具体的には人間が漁獲しなければならぬ。漁獲（生産）は漁獲の技術、経済活動、社会環境により大きく左右される。古典的科学感では再現性が科学（的）を意味するが、自然をいじった場合、しかも間違っていたら取り返しのできない結果だけが残る。地球上で最も機能が優れた生物は人間であろう。自然を相手に一部の種社会を扱うのであれば問題も少ない。しかし、水産における資源管理は自然（地球）そのものを扱う（不可能かも）ことになるのではないだろうか。携わる人々の感覚・環境世界が充分広く、密であることを願う。このような感覚は、現場に行けば得られるとも限らないが、少なくとも机と鉛筆だけでは得られないことは公理であろう。私の心配が杞憂に終わることを願って頑張るしかない！！

文 献

- 1) 農林水産省統計情報部：昭和63年漁業・養殖業生産統計年報（1990）
- 2) 和田光田：実用トロール漁法、成山堂（1976）
- 3) Main, J. and G. I. Sangster: A study of the fish capture process in a bottom trawl by direct observations from a towed underwater vehicle., Scot. Fisheries Res. Rep., 23 (1981)
- 4) Wardle, C. S. :in "Experimental Biology at Sea" (ed. by A. G. Macdonald and I. G. Priede), Academic Press, New York, 167-195 (1983)
- 5) Wardle, C. S. :Fish behaviour and fishing gear., Croom helm. The behaviour of teleost fishes., 463-495 (1986)
- 6) Glass, C. W. and C. S. Wardle:Comparison of the reactions of fish to a trawl gear, at high and low light intensities., Fish. Res., 7, 249-266 (1989)
- 7) 藤原英司：アメリカの動物滅亡史、朝日選書73、朝日新聞（1976）
- 8) ポール・コリンヴォー：猛獣はなぜ数が少ないか、早川書房（1982）
- 9) 小原嘉明：ライオンはなぜか一頭では狩をしない、PHP研究所（1990）
- 10) 巖佐 庸：生物の適応戦略、サイエンス社（1983）
- 11) Robertson, J. H. B. and R. S. T. Ferro:Mesh selection within the cod-end of trawls. The effects of narrowing the cod-end and shortening the extension., Scot. Fisheries Res. Rep., 39 (1988)
- 12) 全国底曳網漁業連合会・漁船協会：選択トロール網漁法の開発報告書、（1992）
- 13) 井上喜洋：沖合中層曳トロール漁法技術の開発、漁船協会、漁船 Vol. 290, pp. 37-48 (1990)