

# 網目選択性に関する理論的研究—IV.\*

## 選択曲線の直線化に関する一考察

藤 石 昭 生

A Theoretical Approach to the Selectivity of the Net Gears—IV.  
An Attempt to represent the Selection Curve  
by a Straight Line

By

Akio FUJIISHI

Mesh selectivity curves are of importance to obtain information about fished population and to determine the criterion of an adequate mesh regulation of fishery management. The selectivity curve has been estimated by the experiments of the cover-net method or the alternate-haul experiments, and has been shown as a certain S-shaped curve. In general, the part lying near the upper and lower limits of this curve shows the various forms according to the fish species and the mesh size. However, most of researchers treated it as a cumulative curve of normal distribution or a logistic curve. When it is plotted again on the probability paper, the curve except the above-mentioned two limits can be replaced by a straight line.

In this paper, the author tried to represent a complicated-shaped, experimental selectivity curve by a straight line, on the basis of the theories reported previously. Namely, the selectivity (rate of retention :  $R$ ) is given by the following equation.

$$R = K_1 \left( \frac{B_L}{T} \right)^2 - K_2$$

where :  $B_L$  and  $T$  correspond to the body length (cm) and the mesh size (mm),  $K_1$  and  $K_2$  are the adjustable parameters by the mesh size and by the fish species.

The data used in this study are mainly quoted from the ICNAF, ICES, FAO, papers and are partly from the reports of the Japanese and the Canadian scientists.

---

\*水産大学校研究業績 第731号 1975年1月20日 受理.

Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No.731.

Received Jan. 20, 1975.

By using the above-mentioned equation, the selectivity curves are written by a straight line with the value of  $(B_L/T)^2$  as abscissa against the retention rate as ordinate, and an adequate mesh size of the trawl gear can easily be estimated. The values of the parameters  $K_1$  and  $K_2$  are given in the Table 3.

## 緒 言

一般に、曳網類の選択曲線は累積度数分布曲線、または、logistic 曲線に類似しているが、これを厳密な理論式で表示することはできない。したがって、選択曲線は海上実験によって明らかにされてきた。これらの選択曲線の形状は漁獲対象魚種やコッドエンドの目合の大小によって大きく変化する。もし、これらの曲線を直線で表示することができれば、適正漁獲量の推算に必要な網目選択性に関する特性値が容易に求められるばかりでなく数値的な取り扱いも簡便になることが多い。これまでに、選択曲線を直線で表示するために確率紙が用いられたこともある<sup>2)</sup>。しかし、確率紙を用いる方法は選択曲線を直線化するのが目的であって、選択性と目合の関係を解析的に示すことはできない。選択性と目合の数値的な関係は選択曲線を表示する式の中に目合の大きさを変数として取り扱うことによって可能になる。そこで、本研究では現在までに欧米の各国およびわが国において確かめられてきた多くの魚種の網目選択性の調査結果を用いて、選択曲線を直線で表示するための新しい方法を検討した。その方法は前報<sup>12, 13)</sup>の理論を応用したもので、選択関数を従来の2変数表示(選択率、体長)から目合を新たに変数として加えた3変数表示にかえたものである。すなわち、コッドエンドに魚が残る割合(選択率)を $R$ (%)、魚の体長を $B_L$ (cm)および目合の大きさを $T$ (mm)とにおいて、これらの3変数を次式で表わした。

$$R = K_1 \left( \frac{B_L}{T} \right)^2 - K_2$$

ここに、 $K_1$  および  $K_2$  は目合の大小と対象魚種によって規定される parameter である。この式は選択曲線を表示するための座標軸のうち、横軸に従来用いられてきた体長 ( $B_L$ ) の代りに  $(B_L/T)^2$  を用いれば選択曲線の直線表示が可能であることを示している。上式を用いて欧米の各国およびわが国で調査された多くの魚種の中から主要な10種類を選び、選択曲線の直線化について検討した。その結果、これらの魚種の選択曲線は上式により直線で表示しても差し支えないことが明らかになった。また、本研究を進める過程において、目合の大小と選択性の1指標とされている選択の「鋭さ」の関係を数式で表示することも試みた。ここに本研究で得た知見を報告する。

## 資料と方法

**資料** 本研究に用いた資料は主として欧米の各国で行なわれたトロール網による網目選択性に関する調査結果<sup>1, 5-10, 14-21)</sup>に加えてわが国におけるこの種の調査結果<sup>2)</sup>の一部も併用した。これらの中から、なるべく広範囲の目合について調査されてきた魚種を解析の対象に選んだ。すなわち、供試魚は紡錘型の5種と扁平型のもの5種の合計10種類である。選択曲線の直線化を考察する場合には上述の目合の大小や商業的に有用な魚種に主眼をおくことも必要であるが、漁網の材質の相違も考慮しなければならない。今世紀の初頭から本格的に始められた網目選択性の調査は天然繊維(植物繊維)の網を用いて行なわれたのである。この天然繊維製の網は第二次世界大戦後のめざましい石油化学の発展により、耐久性と漁具の取り扱い易さの点ですぐれている化学繊維製の網に順次かわっていった<sup>3)</sup>。化学繊維製の網の使用が増大した時期は1958年頃

からである。この漁網の材質の相違は網目選択性に影響をおよぼす1要因である<sup>19)</sup>。したがって、本研究では化学繊維製の網の試用初期に当る1952年以後の調査結果を用いることによって、材質の相違が選択曲線の直線表示に対してどのような影響をおよぼすかについても検討することにした。本研究に用いた資料の出典と概要を第1表に示す。

Table 1. Data used in the present study.

Species	Experiments			Authors
	Year	Mesh size (mm)	Net materials	
Haddock ( <i>Melanogrammus aeglefinus</i> )	1952 ~ 1958	70 ~ 127	Double manila & saisal	Beverton <i>et al</i> <sup>5,6)</sup> , Clark <sup>8)</sup> , Taylor <sup>23)</sup> .
Hake ( <i>Merluccius bilinearis</i> )	1958	54 ~ 115	Double manila Synthetics	Clark <i>et al</i> <sup>9,10)</sup> .
Round fishes Redfish ( <i>Sebastes marinus</i> )	1958	70 ~ 140	Double manila	Clark <i>et al</i> <sup>10)</sup> .
Whiting ( <i>Merlangius merlangus</i> )	1956	58 ~ 83	Double manila Synthetics	Ancellin <sup>1)</sup> Boerema <sup>7)</sup> , Gulland <sup>15)</sup> .
Yellow croaker ( <i>Pseudosciaena manchurica</i> )	1961	48 ~ 101	Double manila	Aoyama <sup>2)</sup> .
American plaice ( <i>Hippoglossoides platessoides</i> )	1962	114 ~ 152	Synthetics	Beverton <i>et al</i> <sup>16)</sup> , Clark <sup>10)</sup> .
Dab ( <i>Limanda limanda</i> )	1956	68 ~ 83	Double manila	Boerema <sup>7)</sup> .
Flat fishes Halibut ( <i>Hippoglossus h. stenolepis</i> )	1969	71 ~ 213	Synthetics	Myhre <sup>21)</sup> .
Plaice ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	1956 ~ 1957	70 ~ 143	Double manila & saisal	Beverton <sup>5)</sup> , Boerema <sup>7)</sup> .
Sole ( <i>Solea solea</i> )	1954 ~ 1956	67 ~ 81	Double manila & saisal	Boerema <sup>7)</sup> , Margetts <sup>18)</sup> .

Note: Scientific names are given in parentheses.

**方法** 選択曲線は普通、S字状の曲線を描き、魚種別・目合別に示される。これらの曲線に近似できる曲線を理論的に求める方法はすでに前報で詳しく報告した<sup>12, 13)</sup>。選択曲線を直線で表示する方法は前報の理論を応用したものであるから、その理論の概要をつぎに述べる。

曳網類の選択作用は網目の大きさと魚体の外部形態的特徴との相互関係によって規定される。ここで 目

合の大きさを ( $T$ )、網目の角度を ( $\theta$ )、魚体の最大胴周部付近の体高を ( $2a$ )、魚体の扁平度を ( $\varepsilon$ ) とおくと、選択率 ( $R$ ) は 4 変数 ( $T, \theta, 2a, \varepsilon$ ) の関数 ( $S$ ) で表わすことができる。

$$R \propto S(T, \theta, 2a, \varepsilon) \dots\dots\dots (1)$$

いま、ある限られた漁場における比較的短期間の操業を考えると、(1)式の右辺の  $\varepsilon$  には同一魚種では選択の対象になる体長階級内においてあまり大きな個体差はみられない。つまり、 $\varepsilon$  は常数として取り扱うことができる。つぎに、水中における  $\theta$  の測定結果から判断すると、 $\theta$  は曳網速力によって多少、変動するが、その変動巾は約  $10^\circ$  と推定される。この変動巾は曳網速力のほかに漁獲物の多少 (曳網の初期と終期) および網目の位置 (コッドエンドの前部と後部) 等により異った値を示すと思われる。しかしながら、 $\theta$  の変動巾が約  $10^\circ$  と小さいので、この程度の変動が選択性へ影響をおよぼす度合は前報の修正法を用いることにより最小限度に止めることができる。そこで、ここでは操業条件 (曳網速力・潮流の強弱) が一定であれば、 $\theta$  は曳網期間を通じて一定値をもつものと考えた。すなわち  $\theta$  も  $\varepsilon$  と同様に常数として取り扱うことにした。一方、多くの魚類の魚体測定結果によると、選択の対象とされる魚の体長範囲内では体長 ( $B_L$ ) と体高とは一次比例式で表わされることが多い。以上のことを総合的に考慮すれば、(1)式はつぎのように書き改められる。

$$R \propto k_1 S(T, B_L) \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 $k_1$  は比例定数である。  
前報の手法によれば、(2)式はつぎのように修正される。

$$R \propto k_2 S\left(\frac{2a}{T}\right)^2 \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 $k_2$  は比例常数である。  
この式は魚体の断面積が体高 ( $2a$ ) の 2 乗の関数で表わせるものとみなし、この断面積に対する網目面積の比を選択率の 1 指標として用いたことから導かれたものである。(3)式の  $2a$  は  $B_L$  におきかえられるので、(3)の近似式として次式が得られる。

$$R = K_1 \left(\frac{B_L}{T}\right)^2 - K_2 \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 $K_1$  および  $K_2$  は目合の大小と漁獲対象魚種の外部形態的特徴によって規定される parameter である。  
(4)式は選択曲線を表示するための座標軸のうち、横軸に従来用いられてきた体長 ( $B_L$ ) の代りに  $(B_L/T)^2$  を用いれば選択曲線を直線で表示することが可能であることを示している。また、(4)式には目合 ( $T$ ) が変数として含まれているので、選択性と目合の大小の関係を数値的に解析しようとする場合に好都合である。

## 結 果 と 考 察

曳網類の網目選択性は前節で指摘した 4 変数によって変化するばかりでなく、水中における魚類の特殊な遊泳現象と漁具の物理的現象の相互関係によっても左右される。これらの諸現象による選択性への影響は理論的に解明することが困難であるから、今後直接観察によって確かめる必要がある。実験で得た選択曲線が厳密に理論式で表わせないのは上述の諸現象が選択曲線をより複雑な形状にしているからである。選択曲線が最も歪曲された形であられる部分は選択の上限および下限付近である。このことは(4)式を用いて選択曲線を直線で表示したとしても、選択の上限と下限付近の真の値が(4)式から求めた値と一致しない場合が生じることを意味している。しかし、選択の両限付近に対応する選択の諸特性値は資源管理に必要な網目

規制の基準を決定する場合にとくに重要視されているとはいえない。最も重視されている選択の特性値としては50%選択点、選択の「鋭さ」およびselection factorなどがあげられる。これらの特性値と目合の関係についてはこれまで数量的に詳しく論じられていない。そこで、本研究では網目選択性と目合の大小に関する一般的な性質をさぐり出し、その結果を参考にしながら選択曲線の直線化を検討してみることにする。

### 1. 実際資料からみた網目選択性と目合の大小との関係

選択の諸特性値は魚種別・目合別にそれぞれ異なった値を示すので、魚種と目合をこみにして特性値との関係を数量的につかむことは非常にむづかしい。しかし、魚種別にわけて論議をすすめるなら、選択の特性値と目合の関係はある関数で表わすことができるものと思われる。この関数関係を見出すために、従来の選択曲線の第1近似としてつぎに述べる(5)式で与えられる直線をあてはめた。第1図は(5)式から得られた直線群が目合の大小にしたがってどのように変化するかを模式的に示したものである。この図の  $R_{min}$  および  $R_{max}$  はある魚種がある大きさの目合の網によって漁獲される割合(選択率)がそれぞれ0%および100%

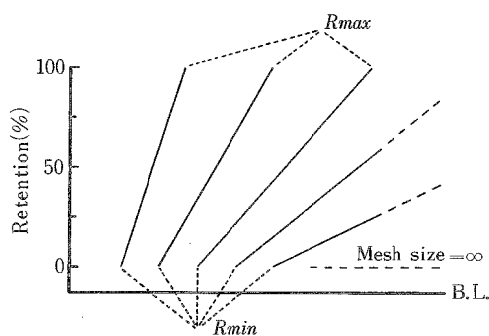


Fig. 1. Schematic relations between the sharpness of mesh selectivity and the mesh size.

Note: To simplify the argument, the mesh selectivity was given in a form of equation(5) and the sharpness stands for the coefficient of equation(5).

である場合に対応している。つぎに、(5)式に実際資料をあてはめて得られた結果について述べる。すなわち、第1表の資料から選択曲線の3主要点( $R=25\%$ ,  $50\%$ ,  $75\%$ の各点)を選び、この3点によく適合する近似直線を魚種別・目合別に求めた。得られた近似直線は選択率( $R$ )と体長( $B_L$ )の2変数で与えられ、つぎのような一般式で表わすことができる。

$$R = m(B_L) - n \dots \dots \dots (5)$$

ここに、 $m$ および $n$ は目合と魚種によって規定されるparameterであり、(4)式の $K_1$ および $K_2$ と同種のものである。また、(5)式も一種の選択関数といえることができる。

実際の選択曲線は多くの実験結果から明らかなように、第1図に示したような截然とした形状を示すことはない。ほとんどの選択曲線の形状は下限体長付近では $R$ が漸減し、上限体長付近では $R$ が漸増する傾向を示す。したがって、(5)式から求めた選択の上限体長(下限体長)は実際の体長より小さく(大きく)なる。しかし、少なくとも選択の中間部に関する限り、選択曲線の形状は線型に近いので、(5)式から求めた体長と実際の体長との間にはそれほど大きい誤差を生じない。第1図と(5)式に基づく、選択性と目合の大きさとの間の一般的な性質はつぎのように要約することができる。

- 1: (5)式の方角係数( $m$ )の値は目合が大きく(小さく)なるにつれて小さく(大きく)なる。すなわち、選択の「鋭さ」は $m$ の値の大小によって判断できる。
- 2: 0%および100%選択点は目合が大きく(小さく)なるにつれて体長の大きい(小さい)方へずれ、同時に選択域( $R_{max} - R_{min}$ )も広く(狭く)なる。0%点が横軸方向へずれる巾は100%点のそれに比べてかなり小さい。
- 3: 目合の大きさと選択域の巾の増加割合との間には線型的な関係ではなく、指数関数的な関係があるように思われる。
- 4: 以上の3つの要約から、今後の研究課題として、目合が小さくても選択を鋭く保てるような漁具を開発しなければならないことが指摘できる。すなわち、漁業資源を保護する観点から、効果的な選択機能をもつ保護漁具を設計し、未成熟魚を網目から逃がして再生産に役立てるようにしなければならない。

東支那海の底魚資源については現在の漁獲努力を減少させ、現行目合を大きくしなければ必ず乱獲におちいり、漁場を荒廃させることが指摘されている<sup>11)</sup>。もし、現行の目合に対して拡大措置が義務づけられたとしても、現在の曳網類では未成熟魚を逃がして大きい魚だけを漁獲することは不可能である。これらの未成熟魚は商品価値がないので、そのほとんどが海中に投棄されているともいわれている。このような未成熟魚の無駄獲りをなるべく少なくするためには曳網類に鋭い選択性をもたせなければならない。この「鋭さ」の良否を判定する基準を導き出すために、選択曲線を(5)式から得られる近似直線で代用する便法を用いた。すなわち、第1表の資料を(5)式に当てはめ、魚種別・網地材料別に求めた方向係数( $m$ )と目合( $T$ )の関係を第2図に示す。一般の統計的方法にならって $m$ と $T$ の関係式を求めると、次式が得られた。

$$T = \alpha \exp(-\beta m) / \sqrt{m} \dots\dots\dots (6)$$

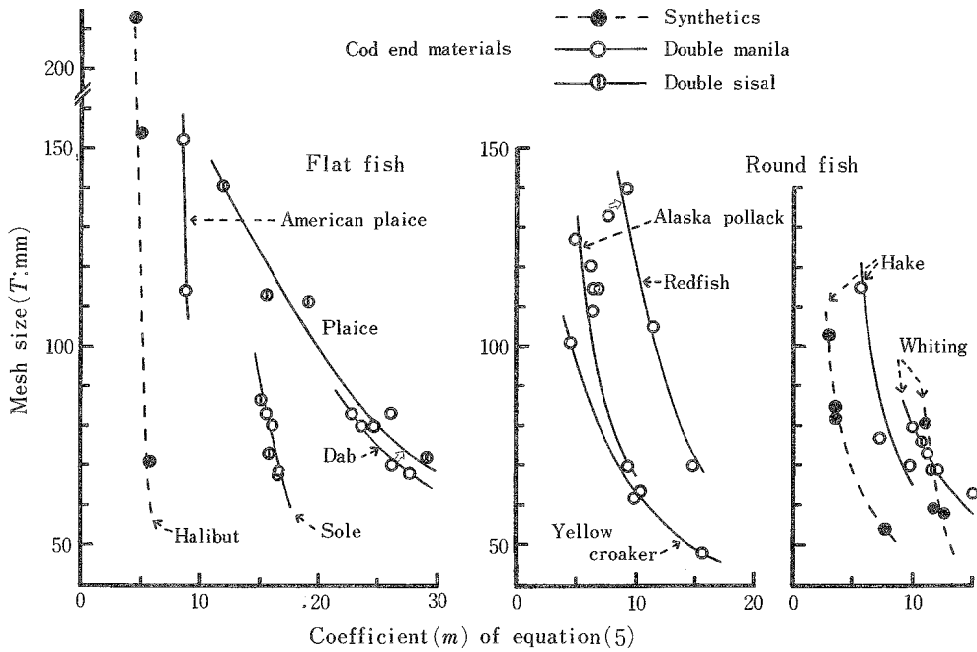


Fig. 2. Relation between the mesh size and the sharpness of mesh selectivity

$m$ と $T$ の関係を指数関数で表示した理由は上述した要約および $T$ の両極限値を考慮したからである。すなわち、 $T$ が無窮大(網目が無窮大)であれば、すべての魚が網目から逃げるので $m$ の値は無窮小になるはずである。その反対に、 $T$ が無窮小(網目が水流を通さないほど小さい)の場合にはすべての魚が漁獲されることになり、 $m$ の値は無窮大(絶対選択)になるはずである。このことは第1図および第2図をみればよく理解されよう。魚種別・網地材料別に求めた(6)式のparameter( $\alpha, \beta$ )の値を第2表に示す。

選択の「鋭さ」は種々の方法により表わされてきたが<sup>2)</sup>、その方法のどれもが選択曲線の傾きの度合を意味するものであると解釈される。この解釈によれば、(5)式の方向係数( $m$ )は選択の「鋭さ」の指標として代用することができよう。また、(6)式は選択の「鋭さ」と目合の関係を示したものであって、この式からは、ある目合に対する魚の選択体長とその体長に対応する選択率を求めることはできない。これらの選択体長や選択率は現在までに発表されてきた50%選択点と目合の大きさの調査結果から推定することができる<sup>20)</sup>。

Table 2. The values of the adjustable parameters ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) of equation (6) that expresses the relation between the mesh size ( $T$ : mm) and the sharpness of mesh selectivity ( $m$ ).

Species	Mesh size (mm)	Cod-end materials	Adjustable parameter		Correlation coefficient
			$\alpha$	$\beta$	
Round fishes	Haddock	Double manila & saisal	436.22	0.0721	-0.845
	Hake	Synthetics	172.65	0.0232	-0.672
	Hake	Double manila	334.80	0.0533	-0.715
	Redfish	Double manila	601.92	0.0511	-0.820
	Whiting	Double manila & saisal	326.96	0.0265	-0.984
	Whiting	Synthetics	1154.82	0.1400	-0.752
	Yellow croaker	Double manila	228.53	0.0140	-0.926
Flat fishes	American plaice	Synthetics	1401201.41	0.9684	-1.000
	Dab	Double manila	453.68	0.0076	-0.999
	Halibut	Synthetics	16120.72	0.7798	-0.995
	Plaice	Double manila & saisal	593.45	0.0151	-0.816
	Sole	Double manila & saisal	2217.36	0.1249	-0.808

第3図は本研究で取り扱った10種類の魚種について、50%選択点と目合の関係を現在までの報告の中から抜粋して網地材料別にまとめたものである。(6)式と第3図から、網目規制の基準を定めるために必要な参考資料が得られよう。ここで注意しなければならないことは第3図の50%選択点と目合の関係が10種類の魚種ともすべて直線で表示されていることである。この直線表示については若干の異論が提起されている。たとえば、BOEREMA<sup>7)</sup>の実験は「網目から逃げるチャンスが50%である魚の体長は少なくとも目合が90mm以下の場合に限り目合の大きさに比例する」ことを確認するために行なわれたのである。また、CLARK<sup>17)</sup>は50%選択点と目合の関係が線型であるとの暗黙の了解事項に疑問をいただき、hakeについて詳しい調査を行なった。その調査結果をみると、hakeの50%選択点と目合の関係は緩やかな曲線で示されている。しかし、この緩やかな曲線も目合が90mm付近を境とすると、その目合の前後の曲線は方向係数が異なる2本の近似直線で表わしてもさしつかえないように思われる。現在のところ、この種の変曲点が90mm付近に存在することは数種類の魚種について調べられているにすぎない。しかし、このような実験的に明らかにされた事実は選択曲線の直線化を考察する場合に補助的に引用しなければならないと考えられる。

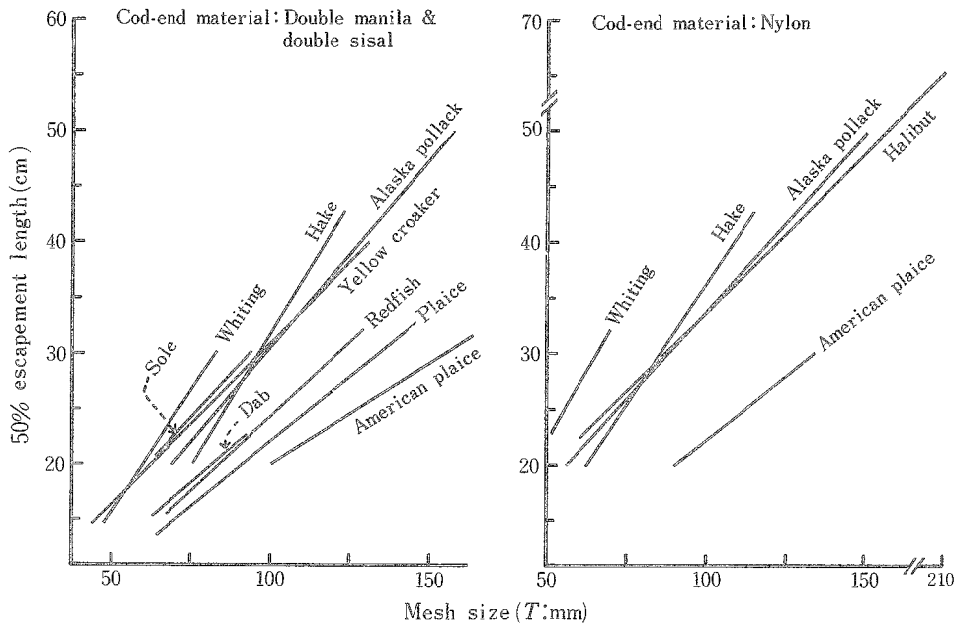


Fig. 3. Relation between the 50% escapement length (cm) and the mesh size (mm).

## 2. 選択曲線の直線化

曳網類の選択作用は試験網の目合の差異、漁獲の対象になる魚類相が多種であることおよび曳網条件や海象条件等によって大きく左右される。また、ある特定魚種の選択性を調査する場合に、同一目合の網を用いても調査日時や漁場が異なれば、漁獲対象魚種の体長組成に差がみられるのは当然である。この体長組成の差も選択域や選択の「鋭さ」に影響を及ぼす要因である。網目選択性に関する理論的解析は上述した諸要因の間に存在するであろう一般法則を見出すことから出発しなければならない。換言すれば、選択性の理論解析に演えき的手法を用いてはならないということができよう。この基本的な考え方は選択曲線の直線化を検討する場合にも留意すべきである。しかし、このような前提とすべき解析手法に固執して、上述した諸要因の関係を十分正確に記述する方程式が見出されたとしても、それが複雑なものであっても資源管理に迅速に対処することはできない。また、網目選択性の解析はモデルを使ったシミュレーションの方法によることが困難であり、解析的方法に頼らざるを得ない。ここに網目選択性に関する理論解析の限界があるように思われる。この限界を克服するためには多くの実験で明らかにされた事実を理論式の中に与件として導入して行かなければならない。この便法を用いるに当っては資源管理に必要な選択性の資料が迅速に得られることおよび得られた資料が実用的にみてさしつかえない程度の誤差の範囲内にあることが必須の条件になる。(4)式は上述のような基本的な考え方に基づいて、選択曲線を直線で表示するために前報の理論式を簡略化したものである。しかし、選択作用は多くの要因が複雑に交錯して生じるのであるから、現在までに調査された広範囲の目合について選択曲線が(4)式により直線で表わされるとはかぎらない。第1表の資料を(4)式に当てはめて各魚種の選択曲線の直線化を検討した結果、目合が90~100mm付近を境として直線の方角係数が異なることが明らかになった。ここに得た90~100mm目合は偶然にも、前節で指摘した変曲点に対応している目合(90mm)と一致する。しかし、この特定目合(90mm)に関する一致点の因果関係を追求す



るのは本研究の目的ではない。また、この因果関係を明らかにしたとしても、その結果を選択性研究の主目的である資源管理へ応用すれば、目合に関する諸問題をますます複雑にするだけであろう。そこで、本研究では目合を100mm以下および100mm以上の2つの場合に分けて選択曲線を直線化することとし、これらを(4)式の適用条件とした。この適用条件にしたがって10種類の魚種を選択曲線を(4)式により直線化し、それぞれのparameter ( $K_1$ および $K_2$ )を網地材料別に求め第3表に示した。

Table 3. The values of adjustable parameters ( $K_1, K_2$ ) of the equation (4).

Species	Mesh size (mm)	Adjustable parameters of the equation (4) by net materials				
		Synthetics		Double manila/sisal		
		$K_1$	$K_2$	$K_1$	$K_2$	
Round Fish	Haddock	>100	10.54	75.83	10.28	62.12
		<100	7.13	38.54	8.35	75.74
	Hake	>100	4.10	8.81	9.81	60.13
		<100	4.83	5.14	7.77	62.83
	Redfish	>100			19.00	65.80
		<100			20.66	58.86
	Whiting	<100	8.35	134.79	10.35	95.79
Yellow croaker	>100	9.28	58.02	7.84	18.49	
	<100	10.25	69.51	10.66	51.81	
Flat fish	American plaice	<100	21.67	54.74	27.35	58.95
		<100	34.98	205.64	38.07	184.99
	Dab	>100	12.92	76.63		
		<100	5.86	26.98		
	Halibut	>100	42.75	196.48	28.99	93.38
		<100	38.56	172.62	19.30	41.94
	Sole	<100	18.03	171.46	12.77	89.12

Note: To represent the selection curve by a straight line, the equation (4) was derived from the theories<sup>12,13)</sup>

複雑な形状で示されてきた選択曲線を(4)式により直線で表示することにより、底曳網漁業の効果的な資源保護策とされている網目規制の資料が容易に得られる。網目選択性の調査に関する初期の目的は資源保護の観点から底曳網の適正目合を決定することにあった。その後、水産資源学の進展とともに、この種の調査は総合的な漁業資源管理を確立するための重要な手段であることが認識されるようになった。現在、地球上の主要な底曳漁場は世界各国の漁船に利用され、多国間の条約に基づいて網目規制が実施されている<sup>22)</sup>。また、わが国は東支那海における以西底曳漁業に対し、1963年12月に54.5mmの規制目合を法制化した<sup>3)</sup>。1960年代前半の以西底曳漁船による年間漁獲量はいずれも30万トンを越えていたが、拡大規制すべき目合が放置されたため1972年の漁獲量が10年前のそれより約10万トン減少した。土井<sup>11)</sup>は荒廃の一途をたどる以西底曳漁場を価値ある漁場にするためには現在の漁獲努力を約1/2程度に低下させ、規制目合を80mmに拡大しなければならないと警告している。漁場が荒廃しつつある兆候は東支那海漁場に代って脚光をあびている北洋のスケトウダラ漁場にも現われはじめている。すなわち、スケトウダラの漁獲量が100万トンに達する前年の1966年に、カムチャッカ沿岸で漁獲された魚の主群は体長が約45cmであった。この体長が漁獲量が200万ト

ンを越えた1970年には40cmに低下している。<sup>\*</sup>この現象は集中的な漁獲努力の結果によるものと考えられる。

1974年11月に国連食糧会議がイタリアのローマで開催された。国連のワルトハイム事務総長はこの会議の開会演説で世界的な食糧危機に対処するための効果的な方策を見出すよう各国代表に要請した。<sup>\*\*</sup>そして、現在、世界には慢性的な食糧不足に悩んでいる国が非常に多い。これらの国は当面の食糧不足を回避するため動物蛋白食糧として水産資源を活用していくことに焦点を当てている。このことは近い将来、世界の漁場が各国の競合の場となることを意味している。国際化した漁場を永続的に利用するためには漁獲努力の適正水準を国際間でとり決め、これに網目規制を併用しなければならない。漁獲努力の国際配分問題は今後の外交交渉にまつべきものであるが、この問題の解決には幾多の困難が予想される。これに対して、国際的な網目規制問題については北大西洋の歴史的事実を対照してみると、各国間に簡単な合意が得られるであろうと思われる。その網目規制の基準は(4)式を活用して得られる魚種別の適正目合から判断できると考えられる。そこで、(4)式の活用法につき例示してみる。今日、底曳網の網地材料のほとんどが化学繊維である。したがって、以下に示す例では(4)式および(4)式のparameterとして第3表の化学繊維の欄に示した数値を用いる。

東支那海の網目規制を土井<sup>1)</sup>が指摘したように80mmに拡大したとすればこの網によって漁獲されるキングチの0%選択体長はつぎのようになる。すなわち、(4)式に $R=0\%$ 、 $T=8.0\text{cm}$ 、 $K_1=10.25$ 、 $K_2=69.51$ を代入して、 $B_L=20.8\text{cm}$ と得られる。いま、仮にキングチの最大持続生産量を確保するのに適当な体長を35cmとすると、これを50%選択点に対応させる目合は(4)式および第3表から求められ、約103mmになる。この場合には目合( $T$ )が100mmより大きいので(4)式の $K_1$ および $K_2$ にはそれぞれ9.28、58.02を用いなければならない。

また、米国のカリフォルニア沿岸からベーリング海東部に生息しているオヒョウは米国とカナダの学者で構成されている国際オヒョウ委員会によって適切な資源管理が行なわれている<sup>4,2)</sup>。この委員会が許可しているオヒョウの漁獲体長は約65cmである。体長65cmのオヒョウを底曳網で漁獲しようとするれば、(4)式に $R=0\%$ 、 $K_1=12.92$ 、 $K_2=72.63$ および $B_L=65\text{cm}$ を代入して得られる $T=267\text{mm}$ が適正目合となる。

## 要 約

網目規制は底曳網の漁獲対象となる漁業資源を保護するために、是非とも実施しなければならない1種の資源保護策である。現在、主要な底曳網漁場で規制されている目合は網目選択性に関する各種の調査結果を参考にして決定されたのである。本報告は現在までに報告された網目選択性の調査資料を整理し、選択の「鋭さ」と目合の関係を検討するとともに選択曲線を直線で表示する方法について述べたものである。本報告で取り扱った魚種はわずか10種類にすぎない。しかし、これらの魚種は商業的に見て重要魚種でもあり、著しく異なった外部形態的な特徴をもつ。したがって、これらの魚種に類似した外部形態をもつ他の魚種については(4)および(6)式を用いることにより、資源保護に必要な資料をある程度まで正確に推定することができよう。また、これまでは複雑な形状をした選択曲線から適正目合を求めていたが、(4)式には目合を変数として導入してあるので適正目合を決めるのに都合がよい。ここに(4)式の特徴的な活用法があるといえよう。(4)式を実際に用いるのに必要なparameter( $K_1$ および $K_2$ )の値を第3表に示した。

最後に、本研究を進めるに当たり、終始ご指導いただいた九州東海大学佐藤猛郎教授、東京大学海洋研究所教授黒木敏郎博士、ならびに、本研究の理論解析について多くのご教示をいただいた本校の柳瀬安生教授に厚くお礼申し上げます。

<sup>\*</sup> 北野裕：昭和46年日本水産学会秋期大会シンポジウム講演要旨。スケトウダラ漁業とその資源

<sup>\*\*</sup> 昭和49年11月7日付毎日新聞

## 文 献

- 1) ANCELLIN, J., 1956 : Recherches sur la Sélectivité des Chaluts pour la Pêche de la Sole, du Merlan et du Merlu. *Revue des Travaux de L'Institute des Pêches Maritimes., Revue Trimestrielle.* 20 (3), 295-332.
- 2) 青山恒夫, 1961 : 底びき網の選択作用とその以西底びき網漁業資源管理への応用. 西海区水研報, (23), 1-63.
- 3) ———, 1964 : 底びき網の網目の研究. 水産研究叢書, 2, 1-40, 日本水産資源保護協会.
- 4) BEST, E. A., 1974 : Juvenile Halibut in the Eastern Bering Sea : Trawl Surveys, 1970-1972. *International Pacific Halibut Commission (IPHC), Technical Report* 11. 1-32.
- 5) BEVERTON, R. J. H. and S. J. HOLT, 1957 : On the Dynamics of Exploited Fish Populations. *Fish. Invest., Ser. 2,* (19), 1-533.
- 6) ———, 1957 : Mesh Selection of Cod (North Sea and Arctic) and Haddock (Arctic). ICNAF. ICES. FAO. *Joint Sci. Meet. S-4,* 1-2.
- 7) BOEREMA, L. K., 1956 : Some Experiments on Factors Influencing Mesh Selection in Trawls. *J. du Cons.,* 21 (2), 175-191.
- 8) CLARK, JOHN R., 1952 : Further Experiments on the Escape of Undersized Haddock through Otter Trawls. *Commercial Fisheries Review,* 14 (12), 7-12.
- 9) ———, 1957 : Escapement of Silver Hake through Cod Ends. Summary of U. S. Experiments. ICNAF. ICES. FAO. *Joint Sci. Meet. Pap. S-26,* 1-7.
- 10) ———, F. D. McCracken and W. Templeman, 1958 : Summary of Gear Selection Information for the Commission Area. ICNAF. *Ann. Proceedings,* 8, for the year 1957-1958. 83-99.
- 11) 土井長之, 1974 : 魚の資源量を推定する. 東海区水研業績C集. (12), 11-25.
- 12) 藤石昭生, 1973 : 網目選択性に関する理論的研究—I. 曳網類の理論選択曲線について. 本報告, 22(1), 1-28.
- 13) ———, 1974 : 網目選択性に関する理論的研究—II. 曳網類の選択曲線の推定法. 本報告. 22(3), 62-84.
- 14) GRAHAM, M., R. J. H. BEVERTON, A. R. MARGETTS and J. A. GULLAND, 1954 : A Note on Published Trawler/Seiner Comparisons. *J. du Cons.,* 20 (1), 51-55.
- 15) GULLAND, J. A., 1956 : On the Selection of Hake and Whiting by the Mesh of Trawls. *J. du Cons.,* 21 (3), 296-309.
- 16) ICNAF., 1962 : Report of Working Group of Scientists on Fishery Assessment in Relation to Regulation Problems. *Supplement to Annual Proceedings* Vol. 11. 1-81. (Edited by R. J. H. Beverton and V. M. Hodder).
- 17) ICNAF. ICES. FAO. 1960 : Fishing Effort, The Effect of Fishing on Resources and the Selectivity of Fishing Gear. *Proceedings of the Joint Sci. Meet.* Vol. 1. 27-36.
- 18) MARGETTS, A. R., 1954 : Selection of Sole by the Mesh of Trawls. *J. du Cons.,* 20 (3), 276-289.
- 19) ———, 1957 : A Mesh Experiment with Sisal, Cotton and Nylon Codends. ICNAF. ICES. FAO. *Joint Sci. Meet. Pap. S-4.* 6-7.
- 20) MARTIN, W. R., 1956 : Summary of Research, 1954. (Canadian Research). ICNAF. *Ann. Proceedings.* 6, for the year 1955-1956.
- 21) MYHRE, RICHARD J., 1969 : Gear Selection and Pacific Halibut. *Report of the International Pacific Halibut Commission (IPHC),* No. 51. 1-35.

- 22) 水産庁, 1957: 漁業に関する国際条約集. 1-148.
- 23) TAYLOR, CLYDE C., 1957: The Effect of Mesh Regulation on Georges Bank Haddock Yields. ICNAF. ICES. FAO. *Joint Sci. Meet. Pap.* P-27. 1-25.