



Title	表層性魚類に対する非選択的調査用流刺網
Author(s)	島崎, 健二; SHIMAZAKI, Kenji; 山本, 昭一 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 35(1), 17-27
Issue Date	1984-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23844
Type	departmental bulletin paper
File Information	35(1)_P17-27.pdf



表層性魚類に対する非選択的調査用流刺網*

島崎 健二**・山本 昭一***・目黒 敏美***

A Non-selective Drift Gill Net for Pelagic Fish on the High Sea*

Kenji SHIMAZAKI**, Shoichi YAMAMOTO***
and Toshimi MEGURO***

Abstract

Since 1980, during the periods from early June to early August, biological and oceanographic investigation have been carried out in the North Pacific Ocean to study the pelagic fish community, by using a research drift gill net. It was important to obtain unbiased estimates of relative abundance, age, size composition, etc., of the pelagic fish community. This paper analyzes the results of the 1982 experimental fishing operations which used the research gill net (Mesh: 19, 22, 25, 29, 33, 37, 42, 48, 55, 63, 72, 82, 93, 106, 121, 138, 157, 179, 204 and 233 mm). The net was modified from the non-selective gill net proposed by Takagi (1975).

In this experimental fishing, it was the rule that the same number of tans of nets be used for each mesh size. For each fish, the mesh size in which it was caught, as well as the species, length, body weight, gonad weight, and sex were recorded.

Mesh selectivity curves from Ishida's method (1962) for mackerel, sardine, and *Onychoteuthis borealijaponica* (Okada), were estimated with good accuracy. In the case of flying squid, length frequency data indicate the presence of two modes. Therefore, the selectivity curve for a 63 mm mesh net was estimated separately for small and for medium sized squid.

Clearly, differences in the selectivity curves were found between species and between length groups within a species. However, the selectivity curve combining different mesh sizes in a geometric progression shows fewer changes according to body size.

The coefficients of variation for the mean of the compound relative efficiency for *O. borealijaponica* and for the sardine were 16.33 and 11.28, which were slightly higher than for other fishes. These results do not negate the view that combined meshes in a geometric progression provide the most uniformly efficient selective gear for fishing.

At present, combined meshes with sizes forming a geometric progression would be most suitable for providing uniform efficiency in catching pelagic fish on the high sea.

緒 言

北太平洋の亜寒帯海洋前線付近海域は、亜寒帯海域に生活の基盤をもつ亜寒帯性魚類の分布南限として、また、夏期にはシマガツオをはじめアカイカやビンナガなどの高度回遊魚が南方から

* 北海道大学水産学部北洋水産研究施設業績 158 号
(Contribution No. 158 from the Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 北海道大学水産学部北洋水産研究施設
(Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

*** 北海道大学水産学部練習船北星丸
(Training Ship "Hokusei Maru" Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

索餌のため前線を越えて北上する、生態学的にも重要な海域となっている¹⁻³⁾。現在ではこの海域を対象とした産業的重要種も開発されているが、それらの魚類群集の分布や生態に関して未詳の部分が非常に多い。

1977年から、夏期を中心に同海域に分布する魚類群集の生態、海洋環境、漁場形成機構などの調査が行なわれ⁴⁾、魚類の採集方法として表層刺網が使用されてきた。魚類の分布特徴や相対的豊度などを明らかにするためには、得られる体長などが現場の組成を正しく反映し、偏りのない推定値として使用できるものでなければいけない。調査開始当初から1981年まで、公比14%の幾何級数をなすサケ・マス調査用刺網⁵⁾を基準とした18種類の目合からなる一連の刺網が使用されてきた。この調査用刺網はシマガツオに対して現場の組成を正しく反映する作用をなすものとみられたが⁶⁾、1981年の調査結果を基に小さい目合を中心に罹網するサンマに対する同様の検討を行なった結果、小目合の網目の構成を若干修正する必要性が認められた⁷⁾。1982年からは修正した調査用刺網が使用されたが、本報告ではこの刺網によって得られた数魚種に対する網目選択性曲線とその合成選択性曲線を求め、使用し得る体長幅や合成相対的効率について検討した結果を述べる。

本文に入るに先だち、多数の魚体測定に御協力いただいた北海道大学水産学部北星丸乗組員に感謝の意を表します。

材料及び方法

1982年6~8月の期間、北太平洋の亜寒帯海洋前線を横断するよう南北に設定された調査点で(図1)、北星丸(総トン数893トン)によって魚類の採集が行なわれた。使用した漁具はサケ・マスに対して網目の選択性を除去するように構成された10種類の目合と⁵⁾、この前後に更に10種類の目合を加えた20種類の目合(19, 22, 25, 29, 33, 37, 42, 48, 55, 63, 72, 82, 93, 106, 121, 138, 157, 179, 204及び233mm, 各2~3反)からなる調査用流刺網である。なお、この調査用刺網の設計は表1に示した。投網は夕刻行なわれ、翌早朝に揚網された。設網時間はおよそ10時間である。

採集された魚類は網目別に個体数が数えられ、全数の体長測定が実施されたが、採集個体数が極めて多い場合には、各目合につき300個体を上限として測定され、その一部が標本として採取された。また、中・大型魚類では目合別に30個体まで体重も測定した。

採集された魚種は多種にわたる⁴⁾。このうち本報告で対象とした魚類は採集個体数の多いマサバ、マイワシ、ツメイカ及びアカイカの4種と、先に報告したシマガツオとサンマを加えた6種類である。なお、後2種には先に推定した網目選択性曲線^{6,7)}を適用した。

各目合の使用反数は同数でない。また、測定も全数ではない。これらについては各目合を同数ずつ使用したものとして、下記の方法により補正を行ない、この補正值から修正した個体数を採集個体数として取扱った。

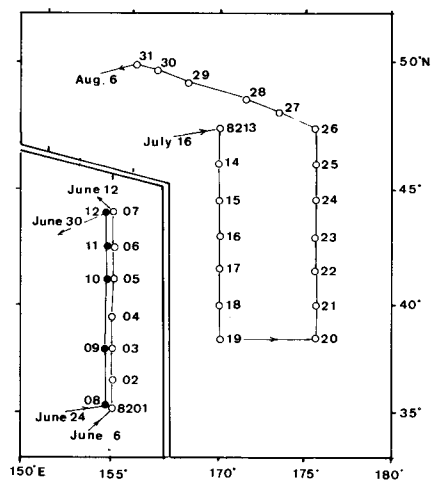


Fig. 1. Map showing sampling stations using the research gill net in the North Pacific Ocean in 1982.

Table 1. Details on the research gill net used for experiment.

Stretched mesh(mm)	Length of float line(m)	Hunging (%)	Depth in net(m)	Thread Nylon mono
19-25	25.0	U45 L47	6.8	Nos. 2
33-42	"	" "	"	" 4
48-93	50.0	" "	"	" 6
106-157	"	" "	"	" 8.5
179-233	"	" "	"	" 10

$$\text{補正值} = \frac{\text{採集個体数}}{\text{測定個体数}} \times \frac{\text{基準反数}}{\text{使用反数}}$$

この試料を基にして石田の方法⁸⁾により網目選択性を推定し、使用目合の合成選択性曲線を求めた。

結果及び考察

各魚種に対する網目選択性曲線の推定

マサバ：図1の8212地点で得られた本種について、補正後の個体数が50個体以上の尾叉長35~39 cmの範囲を用い(表2)、82 mm目合に対する網目選択性曲線を求めたところ、図2-Aのように推定された。82 mm目合に対するマサバの漁獲体長範囲は28~50 cmで、最適体長の範囲は35~39 cmであった。この中間値の37 cmを最適体長とみなすと、最適体長と網目の大きさの比“K値”⁹⁾は4.51となる。

マイワシ：図1の8211地点で多獲された本種について、体長範囲14~17 cmの補正した目合別個体数を表3に示した。この範囲について48 mm目合の選択性曲線を求めたところ、図2-Bのように推定された。なお、本種の罹網が少ない48 mm目合を基準としたのは、目合を大きくとることによって曲線の両裾をゆるやかに描き、選択性曲線を求めやすくしたためである。同図から48 mm目合の漁獲範囲は体長18~27 cmにあり、最適体長範囲の中間値23.2 cmを最適体長とみなすとK値は4.53となる。

ツメイカ：図1で本種が採集された21地点を込みにして、200反当りに補正した体長範囲17~25 cmの目合別個体数を表4に示す。これから55 mm目合に対する網目選択性曲線を求めると図2-Cのように推定された。同図から55 mm目合の漁獲範囲は外套長16~27.5 cmにあって、最適外套長は21 cmとみなされた。本種のK値は3.82である。

Table 2. Main size composition of mackerel caught by gill nets of all mesh sizes at station 8212. Numbers are correct values.

Fork length in cm	Mesh size in mm					
	55	63	72	82	93	106
35.0-35.9	2	2	21	30	8	
36.0-	3	3	33	49	19	2
37.0-	2	3	34	55	20	1
38.0-			10	49	25	4
39.0-39.9		1	6	29	13	2

Table 3. Main size composition of sardine caught by gill nets of all mesh sizes at station 8211. Numbers are correct values.

Body length in cm	Mesh size in mm						
	19	22	25	29	33	37	42
14.0-14.4	1	14	109	5708	1146	44	2
14.5-		3	51	8733	6546	81	4
15.0-	1	5	46	5433	6274	139	7
15.5-	1	5	11	275	2018	190	9
16.0-	1	2			273	190	7
16.5-			2		55	146	12
17.0-	1	2				190	34
17.5-17.9	4					59	25

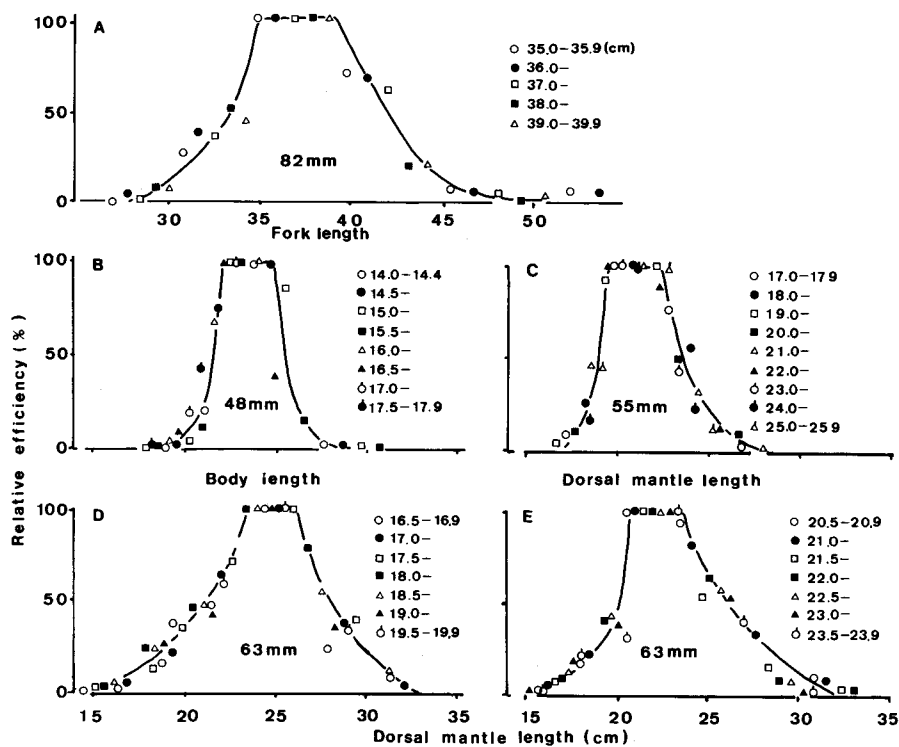


Fig. 2. Mesh selectivity curves for four species, estimated for the research gill net. Symbols show length groups.

A: Mackerel B: Sardine C: *O. borealijaponica* D: Flying squid (S) E: Flying squid (M)

島崎ら：表層性魚類に対する非選択的調査用流刺網

Table 4. Main size composition of *O. borealijaponica* caught by research gill nets of all mesh sizes at all stations. Numbers are correct values.

DML in cm	Mesh size in mm					
	42	48	55	63	72	82
17.0-17.9	22	29	2			1
18.0-	17	30	8			
19.0-	15	33	31	1		1
20.0-	6	29	58	6		2
21.0-	2	24	77	35		3
22.0-		9	71	81	2	2
23.0-		2	48	113	6	1
24.0-			26	122	19	
25.0-25.9			9	80	35	2

Table 5. Main size composition of flying squid caught by research gill nets of all mesh sizes at all stations. Numbers are correct values.

DML in cm	Mesh size in mm							
	37	42	48	55	63	72	82	93
16.5-16.9	12	49	23	7	1	1		
17.0-	24	64	41	14	4	1		
17.5-	28	71	51	25	9	2	1	
18.0-	21	45	57	27	14	2	1	
18.5-	8	36	66	32	16	3	1	
19.0-	2	22	64	26	17	2		
19.5-		20	60	35	23	3		
20.0-		8	37	30	23	2		
20.5-		3	25	27	29	5	1	
21.0-		2	8	21	25	6	1	
21.5-		1	4	15	27	8	2	
22.0-		1	2	15	23	9	2	
22.5-			3	19	33	14	4	1
23.0-			1	28	54	20	9	1
23.5-23.9			1	33	82	25	18	1

アカイカ：図1で本種が調査用刺網により得られた地点は17点である。これらの地点を込みにした100反当りの外套長組成は、42 cm付近の小さいモードを除くと主組成が15~25 cm付近にあったので(表5)、この範囲について選択性曲線の推定を試みた。しかし、外套長20 cm付近を境にしてこれ以上の体長群では各標本値の点が左側へ明らかにずれた。このため、20 cm以下の群(小型と称する)と、これ以上の体長群(中型と称する)に区分けして、各々の体長群について63 mm目合に対する選択性曲線を求めたところ、図2-D, Eの曲線が得られた。同図から63 mm目合に対する本種の漁獲範囲は小型で14~33 cm, 中型では15~32.5 cmであって、最適外套長を

各々25, 23.2 cmとみなすと, K値は3.97及び3.48となる。

同一魚種でもその網目選択性曲線は季節や体長範囲によって異なる場合が多い。先に報告したシマガツオ⁶⁾やサンマ⁷⁾においても体長群によって異なった選択性曲線が得られ, 本論で得たアカイカのそれも窪寺・吉田¹⁰⁾が報告したと同様に体長によって異なって得られた。高木¹¹⁾はカラフトマスの選択性曲線が季節的に変化し, 小型魚の方へ移動する理由を肥満度の増大と関連づけている。Lander¹²⁾はベニザケやシロザケの体長と最大胴周の関係が成熟魚と未成魚で異なる述べ, Manzerほか¹³⁾はベニザケの選択性曲線が体長40 cm付近で異なる理由として, それが胴周と体長の比に起因することを論じた。

以上のように網目選択性曲線は同一種内でも時期や海域又は成長段階によって異なることが認められている。本調査によって得られた6魚種の選択性曲線の推定に際しても, 3魚種に対して魚体の大きさにより異なった曲線が得られた。これは限られた時空間でも体長階級によって選択性曲線が異なることを示唆している。本調査の調査線が亜寒帯海洋前線を横断するように設けられているため, 同一魚種でも亜熱帯-混合水域-亜寒帯の各海域において, 成長段階や生態的意義の異なる群の分布する可能性が大きい。加えて, 使用された試験網の目合の種類が多く, 最小, 最大目合の範囲が広い程, 体長範囲は広く得られる。シマガツオ, サンマ及びアカイカでは幾つかのモードが得られた。これらのモード間では生活履歴や成熟段階などが異なるものと考えられ, これが網目選択性曲線に大きく影響する肥満度(胴周)を変化させているものとみられる。従って,

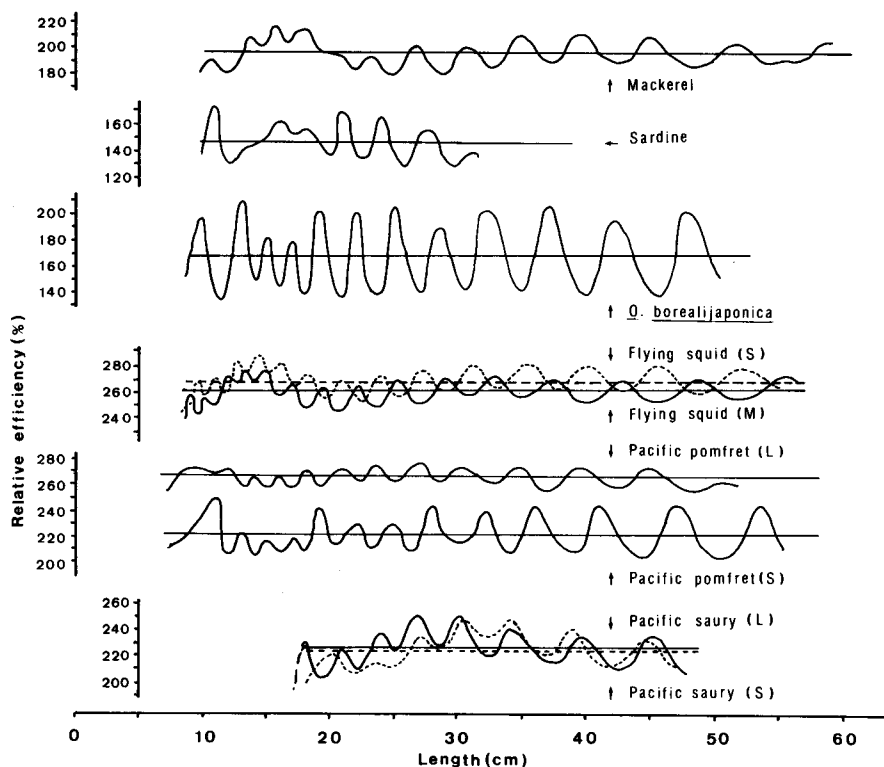


Fig. 3. Composite selectivity curves for six species. Mesh selectivity curves for pacific pomfret and pacific saury after Shimazaki et al. (1981) and Yamamoto et al. (1982).

Table 6. Comparison between composite selectivity curves for six species, average of composite selectivity curves, compound relative efficiency, and K (on the ratios of optimum length to a given mesh size).

Species	Length (cm)	Average of composite selectivity curves	Compound relative efficiency	K
Mackerel*	10-70	197.4	5.35	4.51
Sardine**	10-30	147.3	11.28	4.53
<i>O. borealijaponica</i> ***	9-55	167.7	16.33	3.82
Flying squid***	M 9-55	262.5	3.50	3.48
	S 9-55	270.0	3.50	3.97
Pacific pomfret*	L 7-52	267.0	2.97	2.68
	S 7-52	221.6	6.98	2.44
Pacific saury**	L 18-48	224.3	6.15	8.50
	M 18-48	223.0	5.81	7.67

*Fork length **Body length ***Dorsal mantle length

ある体長範囲で得られた選択性曲線はそのパラメーターがある体長範囲内で網目の大きさに比例して作用し、異なったモードの体長群では、その範囲における選択性曲線がそれらの体長範囲で作用するとみなすのが妥当であろう。

合成選択性曲線

上述の網目選択性曲線を基に、目合と体長の比が等しい場合の相対的効率は等しいという仮定を、本調査で使用された全ての目合に適用して、各々の網目選択性曲線を描き、その合成選択性曲線を求めた(図3)。なお、シマガツオとサンマのそれは先に推定した選択性曲線^{6,7)}を適用した。これらの合成相対的効率の各体長範囲における平均値とその変動係数は表6に示されている。

合成相対的効率の平均値はマイワシの147からアカイカの270まで大きく異なり、魚種によって漁獲効率の異なることが示唆される。ツメイカとマイワシを除く4種ではその変動係数が小さく、平滑性を示している。前2種の変動係数が大きいのは、図2-B, Cにみられる網目選択性曲線の特徴が合成選択性曲線に反映された結果である。すなわち、両裾の傾斜が急なために曲線の谷に当る部分が相補的に作用せず、最適体長付近の効率が高く示されることによる。特に、ツメイカの変動係数が大きいのは、これは本種の肥満度のばらつきが非常に小さいか、罹網部位の範囲が限定されることに起因して、両裾が最も鋭くなっているためであろう。

同一魚種の魚体の大きさによる網目選択性曲線の違いは、一つは合成相対的効率の平均値の差として表われると想定されたが、その差は僅かである。しかし、同じ網目の構成でも魚種によって漁獲効率が異なるため、生物量などを比較する場合にはこの平均値の高さに留意する必要がある。他方、選択性曲線の違いは各目合に対して左右のいずれかに一様にずれるため、その合成選択性曲線の両端部、すなわち使用し得る最小又は最大体長に影響することになる。今回対象とされた魚種は主に小目合に罹網した小～中型魚種であるから、合成選択性曲線の左側で効率が低下する最小体長に関係し、右端の最大体長には関係がないと考えてよい。しかし、マグロなどの大型魚類では最大体長に関係することが想定される。表6に示した各魚種の最小体長は次の方法により求めた。使用した最小目合の19mmよりも更に小さい目合を等比級数的に求めると約17mm目合となる。いま、この目合を使用したと仮定した網目選択性曲線の右端の体長が、本調査で使用し得る合成選択性曲線の最小体長となる。但し、この最小体長は前述の通り固定されたもの

ではなく、罹網機構として重要な肥満度（胴周）の変化によって異なり、増加時の最小体長は更に小型となる。

以上の通り、魚種間や魚種内の合成効率の平均値は異なって得られた。しかし、各々の効率の平均値に対する変動係数はサケ・マスに匹敵するか¹¹⁾、小さいものであった。同一魚種内の魚体の大きさによる平均値の差も僅かであり、漁獲効率はその範囲において流動的であろうと考えられる。これらから、本調査で使用している調査用刺網の目合の組合せは、表層性魚類の各々の体長範囲に対して一様な効率で採集することができるとみなされる。

サンマの体長組成を例とした旧調査用刺網との比較

当海域におけるサンマの分布特性を吟味するに先だち、1981年の採集結果を基に本種に対する調査用刺網の適否について検討した結果、小目合を若干追加する必要性が認められた⁷⁾。その要点は1981年までの目合では小・中型サンマに対する漁獲効果が低く、扱える最小体長が23又は26 cmまでであり、この欠点は19及び22 mm目合を追加することによって解消され、最小体長18

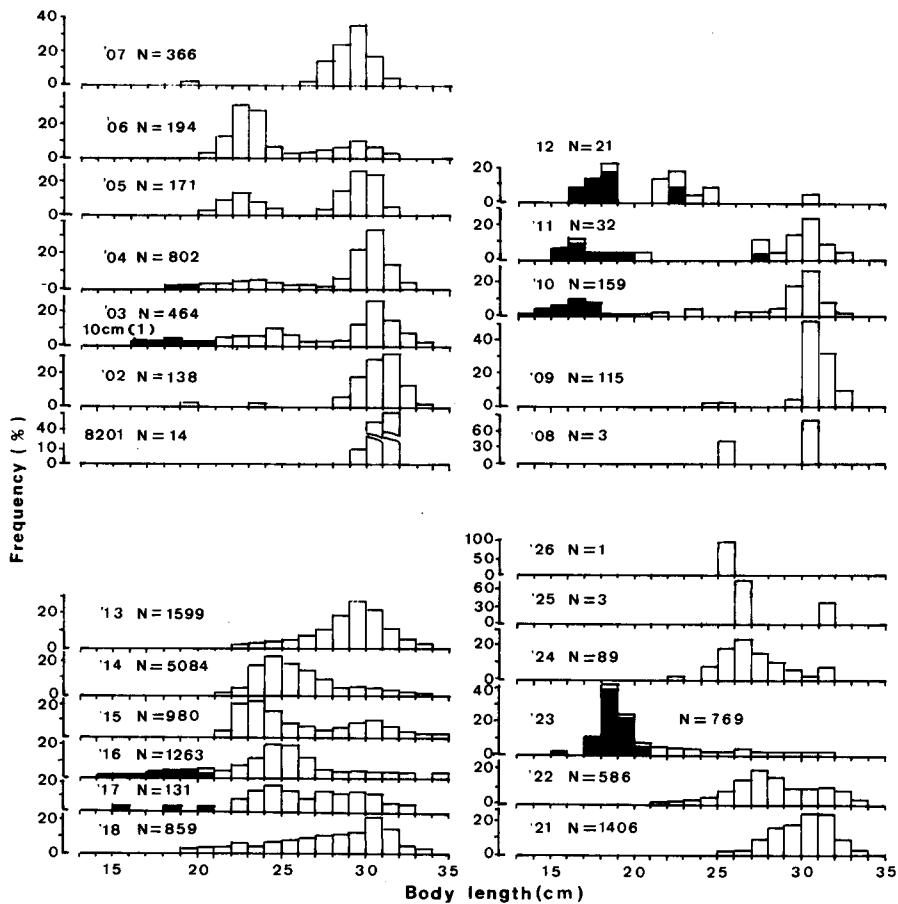


Fig. 4. Frequency distribution of various lengths of Pacific saury caught by the research gill net. Blackened columns show frequencies of those caught by gill nets with mesh sizes of 19 and 22 mm.

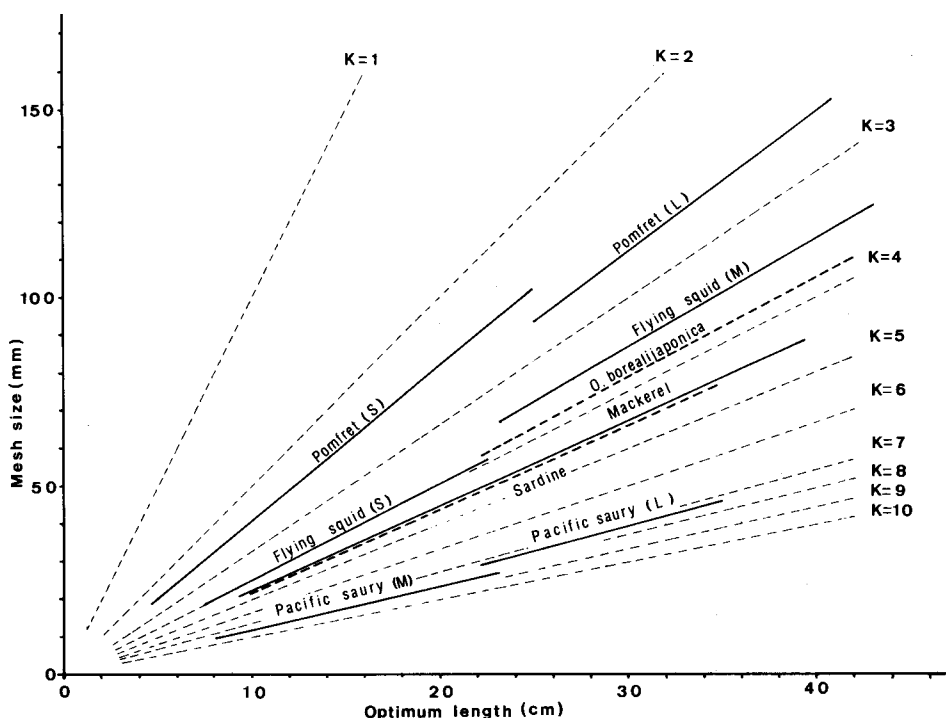


Fig. 5. Relationship between optimum length and mesh size, for six species of fish.

cm 以上に対して平滑な合成曲線が得られると推察された。この結果、1982 年から修正した調査用刺網を使用するに至ったが、このサンマを例として漁獲されたサンマの体長組成の比較を行なった。

図 1 において本種が採集された地点は 30 点である。得られた体長は 10~34 cm の範囲にあったが、この組成を 1981 年まで使用した調査用刺網と対比するため、新たに加えた 19 及び 22 mm 目合で得られた組成を区別して、調査点ごとの体長組成を図 4 に示した。なお、両目合による漁獲のなかった 8227 以下の地点は省略した。この追加した小目合によって得られた体長は 20 cm 以下で、先に推定された範囲の体長組成⁷⁾ が得られた。この結果は前年まで得られていた中間域に小型群が分布する傾向を明らかにし、調査線上の南側と北側に大・中型群、この中間域に中・小型群の存在することが示唆された。

以上のことから、この修正した調査用刺網を継続的に用いることによって、本種や他の小型魚に対してもその分布や群構成の特徴を明らかにすることが可能であると考えられた。

最適体長と網目の大きさの関係

最適体長と網目の大きさの比 "K 値" はシマガツオの 2.44 からサンマの 8.50 までの範囲にあった(表 6, 図 5)。K 値が大きいことは、胴周が細いために網目が小さくとも体長の大きい魚が罹網するか、最適罹網部位が魚体の前方にあるかのいずれかである。シマガツオとサンマでは前者の胴周が明らかに大きく、同じ目合でも得られる体長が小さいために、K 値は当然のことながら小さい。また、調査用刺網は多くの目合によって構成されているため、同一魚種に対しても幅広い体長群を得ることができ、成長段階の異なった魚群を同時に漁獲する。これらの体長群間では罹

網機構が変化するためK値が異なり、アカイカやサンマの最適罹網部位は肥満度と関連して^{7,10)}、小型魚の方が前方にあるが、シマガツオではこれと関係なく小型魚のK値が小さかった⁶⁾。本論からはこの現象を説明することはできないが、罹網機構と魚体構造の関係についてより多くの知見が必要である。

石田は8魚種についてK値を示し¹⁴⁾、普通の紡錘型をもつサケ・マスやニシンのK値は4.5~5.0の範囲にあることを指摘している。本調査で得られたマサバやマイワシも同様の結果を得たが、採集個体数が少ないために選択性曲線の推定ができなかった同型のカツオやビンナガについても、肥満度や罹網部位からKの近似値を推測できるであろう。マイワシでは石田の示した値よりも小さかった⁹⁾。これは用いた資料が全長組成に基づいているのに対して、本調査では被鱗体長を用いたためとみられるが、他方、体長組成や漁獲効率に影響する網糸の材質や仕様が当時と異なっていることもK値に関与していると考えられる。

本調査では同一魚種でもモード間でK値の異なることが示されたが、これらを考慮すると、ある目合の刺網で漁獲しようとする体長、又はある体長群を得ようとする目合の大きさを図5から推定することが可能である。

要 約

近年の夏期を中心に、北太平洋亜寒帯海洋前線周辺海域において、表層性魚類群集の生態調査が行なわれている。魚類の採集方法は表層流刺網で、1981年まで18種類の目合で構成された調査用刺網を用いていたが、1982年からは更に小目合を加えた20種類の目合を連結して使用した。本報告は得られた魚類群集の解析に先立ち、この調査用刺網が母集団を偏りなく反映しているか否かを検討したものであり、得られた結果は次の通り要約される。

1. 多獲されたマサバ、マイワシ、ツメイカ及びアカイカに対して網目選択性曲線を推定した。アカイカは体長範囲によって選択性曲線の異なることが示された。
2. 先に得たシマガツオとサンマの選択性曲線を加え、6種類について調査用刺網に対する合成選択性曲線を求め、使用し得る体長範囲、特に最小体長を検討した結果、サンマでは18 cm、他の魚種では7~10 cmが最小体長として扱えるものと認められた。
3. 合成相対的効率の平均値はシマガツオとアカイカで高く、267.0及び270.0を示したが、マイワシやツメイカで低く、147.3及び167.7であった。また、平均値のまわりの変動係数はマイワシとツメイカで高く、11.28及び16.33を示したが、他種は2.97~6.98の範囲にあって、平滑な曲線とみなせる。
4. 1981年まで使用された調査用刺網の体長組成と対比するため、サンマを例として比較したところ、追加した19及び22 mm目合によって小型魚の分布が明確に示された。
5. 目合の大きさと最適体長の比“K値”を各魚種について求めた。K値は魚種による体長と罹網部位周を反映し、その値はシマガツオの2.44からサンマの8.50までの範囲にあった。この値を基に得ようとする体長に対応する網目の大きさを推定することが可能である。

文 献

- 1) 辻田時美(1977). 北太平洋亜寒帯の生産力に関するモデリングについて. 北大水産 北洋研業績集: 特別号, 1-5.
- 2) 島崎健二・中村 悟 (1981). シマガツオ (*Brama japonica* Hilgendorf) の生態学的研究. 北大水産 北洋研業績集: 特別号, 91-103.

島崎ら：表層性魚類に対する非選択的調査用流刺網

- 3) 村上幸一・渡辺安宏・中田 淳 (1981). 北太平洋におけるアカイカの成長と分布・回遊. 同誌, 161-179.
- 4) 北海道大学水産学部 (1978~1983). 海洋調査漁業試験要報 1977~1982.
- 5) 高木健治 (1974). サケ・マス調査用流し網について. 北洋資源研究評議会 3, 133-147.
- 6) 島崎健二・佐々木成二・山本昭一 (1981). シマガツオの網目選択性について. 北大水産彙報 32 (1), 52-60.
- 7) 山本昭一・目黒敏美・島崎健二 (1982). サンマ *Cololabis saira* BREVOORT に対する刺網の網目選択性について. 同誌 33 (4), 240-248.
- 8) 石田昭夫 (1962). 刺網の網目選択性曲線について. 北水研報告 25, 20-25.
- 9) 石田昭夫 (1964). マイワシとニジンの刺網の網目選択性曲線. 同誌 28, 56-60.
- 10) 窪寺恒己・吉田英雄 (1981). アカイカに対する流網の網目選択性. 北大水産 北洋研業績集: 特別号, 181-190.
- 11) Takagi, K. (1975). A non-selective salmon gillnet for research operations. *Bull. Int. North Pac. Fish. Comm.*, 32, 13-41.
- 12) Lander, R.H. (1963). Girth-length relationships in sockeye and chum salmon. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 92, 305-307.
- 13) Manzer, J.I., T. Ishida, A.E. Peterson and M.G. Hanavan (1965). Salmon of the North Pacific Ocean. Part V. Offshore distribution of salmon. *Bull. Int. North Pac. Fish. Comm.*, 15, 452 p.
- 14) 石田昭夫 (1964). 再び刺網の網目選択性曲線について. 北水研報告 29, 1-9.