

No.3

July 1981

REPORT  
OF  
SHIMANE PREFECTURE FISHERIES  
EXPERIMENTAL STATION

---

島根県水産試験場  
研究報告  
第3号

---

島根県水産試験場

浜田市瀬戸ヶ島町

昭和56年7月

SHIMANE, JAPAN

## は　じ　め　に

島根県水産試験場は明治34年に創設されて以来、ここに齡80年を算する。この長い歴史には幾多の栄光・変遷があるが、その業績については第二次世界大戦前後を除いて、各年度に事業報告を刊行している。

しかしながら、昭和55年4月に新庁舎を竣工し、研究面の整備・拡充につれて、本場を中心に鹿島・三刀屋の両分場においても事業に関する業績以外に事業を進める中であつてなされた研究的業績も増加してきた。研究業績は水産学会誌その他に発表する方法もあるが、事情によりそこまでいたらないけれども、日本海の水産研究にとって貴重なこの種の報文が職員の筐底に多数存するをみて、これらの価値を世に問う場として「研究報告」を刊行することとした。

本研究報告は研究業績がある程度集積するのを待つて随時刊行するものである。したがって、年1回と予定することはできないが、昭和42年3月に本報告の1～2号を発刊しながら以後尻切れトンボに終つた前歴を繰り返してはならない。

水産試験場本来の使命からみて3号誌に終らぬよう後進の努力を期待して序とする次第である。

昭和56年7月1日

島根県水産試験場長

児　島　俊　平

# 目 次

## スルメイカの資源学的研究—Ⅲ

日本海におけるスルメイカ秋生まれ群の資源水準の推定と

予測の方法について(抄録).....安達 二郎 1

## スルメイカの資源学的研究—Ⅳ

日本海におけるスルメイカ秋生まれ群稚仔分布密度の統計的検討.....安達 二郎 2

## スルメイカの資源学的研究—Ⅴ

日本海における秋生まれ群資源水準と稚仔分布の関係について.....安達 二郎 11

## スルメイカの資源学的研究—Ⅵ

日本海西部海域におけるスルメイカ分布の集中度について.....安達 二郎 18

## 魚体長組成推定における標本抽出についての統計的一検討(抄録)

.....安達 二郎 25

構造物に産着されたヤリイカ卵のうについて.....松山 康明・石田 健次 26

ケンサキイカの食性からみた生態について.....石田 健次 31

## イタヤガいの成熟に関する研究—Ⅰ

生殖巣の季節的变化.....佐竹 武元・森脇 晋平 36

## イタヤガイ稚貝の殻長組成からみた浮遊幼生の特性について

.....森脇 晋平・勢村 均・井沢 学 44

ウニによる養殖イタヤガイの付着生物の防除(抄録).....勢村 均 48

## 島根原子力発電所排水口近辺における魚類の生活様式について

.....森脇 晋平 49

## 島根原子力発電所温排水のひろがりに関する研究—Ⅰ

ひろがりにおよぼす因子の分析について.....森脇 晋平 58

島根原子力発電所温排水のひろがりに関する研究一Ⅱ

重回帰式によるひろがりの予測 ..... 森脇 晋平 63

中層トロール網漁具開発研究

山崎 繁・安達 二郎・田中 伸和・由木 雄一・石田 健次 67

\*

## スルメイカの資源学的研究一 ■ (抄録)

日本海におけるスルメイカ秋生まれ群の  
資源水準の推定と予測の方法について

安 達 二 朗

スルメイカの資源研究において、資源水準の比較や、漁場の分布密度を推定する場合には、単位努力あたり漁獲量(この研究の場合は、漁船の1日操業あたり漁獲量の平均)がよく用いられている。単位努力あたり漁獲量が、相対資源量を表わす基本的な数値、すなわち、資源量指数として用いることができるかどうかを知るためには、その度数分布を解析する必要がある。一般には、資源量指数を母平均の推定値として標本平均をもって示しているが、このような算術平均のみで相互の比較を行うことは妥当ではない。度数分布の型と母数(平均と分散)とを検討することにより、初めて比較が可能になる。ここでは、漁船の1日操業あたり漁獲量の分布型を推定し、分散分析することにより、1971~1977年のスルメイカ秋生まれ群の資源水準を比較した。さらに得られた資源量指数をもとに、翌年の漁業開始後におけるある時点での資源水準の予測方法を検討した。得られた結果は次のとおりである。

1) 各年の1日操業あたり漁獲量の分布型は、負の二項分布と推定された。このことは、近年における努力あたり漁獲量の低下と漁獲量の範囲の縮少が、漁船間の競争よりも資源量自体の低下によるものとの判断をあたえる。

2) 1日操業あたり漁獲量の分布特性から漁獲量の数値を  $\log(x+k/2)$  と変換して分散分析した。得られた平均漁獲量をもとに資源量の指数(P)を求め、これによって近年の資源状態を比較した。

3) 1971年の資源水準(P)を1とすると、1972~1973年は0.8、1974~1976年は0.6、1977年は0.4という漸減傾向が明らかになった。

4) 総漁獲量指数(C)と操業日数指数(X)との比(C/X)により資源動向をみると、(P)とはほぼ同じ傾向が認められた。しかし、各年の1航海あたり平均操業日数には1971年を除いて差がないので、(C/X)の信頼度は低く、また、現時点では、総漁獲量の検討で資源動向を推測できると考えられる。

5) (P)と(C/X)の関係は一次式で表わされ、これによってある時期の(C/X)を求めて、その時期の(P)が得られ、資源水準を予測することができる。

# スルメイカの資源学的研究—Ⅳ\*

## 日本海におけるスルメイカ秋生まれ群稚仔分布密度の統計的検討

安 達 二 朗

卵稚仔調査は、漁業とは独立した資源量の推定方法の一つとされ、スルメイカの資源研究において、漁業開始前の資源量を評価する有効な方法として期待されている。この方法による資源量推定の理論は、ネット採集によって卵稚仔の分布密度を知り、総産卵量を推定、さらに産卵親魚量（資源量）を推定するものであろう。しかしながら、スルメイカの卵稚仔調査は、未だ稚仔の分布密度を推定する段階にあり、資源量を推定するまでには至っていない。

一般に、卵稚仔の分布密度は、1曳網あたりの採集個体数の平均で示され、スルメイカの場合は庄島<sup>1)</sup>(1972)、村田<sup>2)</sup>(1977)、笠原<sup>3)</sup>(1978)が、稚仔の分布密度を $\Sigma\sqrt{n}/s$  (S: 曳網点数, n: 稚仔出現個体数)という出現稚仔数の平方根の合計値を全採集地点数で除した値で表わしている。これは、分布密度を統計的に比較する場合、1曳網あたり採集個体数の分布を、正規分布に近似させる意味のもとに平方根変換したものであろうが、その妥当性については吟味されていない。したがって、ここでは試行錯誤的に各種の変換を行い、parameterの独立性を確保する方法を検討するとともに、得られた変換値をもとに、日本海におけるスルメイカ秋生まれ群稚仔分布密度の統計的比較を行ったので報告する。

### 資 料 と 方 法

1973～1978年に日本海区水産研究所から編集発行された“日本海および九州近海におけるスルメイカ稚仔分布調査報告Ⅰ～Ⅵ”を資料として用いた。これは、1972年以降継続して毎年9～11月に秋生まれ群を対象とし、日本海の漁況海況予報事業沿岸定線、第2次スルメイカ漁場一斉調査定線、および九州近海において北太平洋標準ネット鉛直曳きによる方法で実施された調査をまとめたものである。

分析方法は度数分布法を用い、1曳網あたり採集個体数の母集団分布を推定、その結果から適切な変数変換の方法を決定した。また、それに基づき分散分析することによって、1972～1977年の稚仔分布密度を比較した。

\* 1979年3月17日、第9回スルメイカ資源研究連絡協議会（札幌）にて口頭発表。

## 結 果 お よ び 考 察

### 1 曳網あたり採集個体数の分布型の推定

1972～1977年の日本海における秋生まれ稚稚子の1曳網あたり採集個体数の度数分布を表1に示した。6年間の総曳網回数は4,372回、総採集個体数は853尾である。年ごとにみると、曳網数は1973年が1,248回で6年を通して最多であり、1976年が573回で最小となっている。この2年の曳網数の相違は、調査計画の段階で起ったものであり、1976年と他の4年の平均曳網数は625回となっており、曳網回数の偏りは小さい。また、採集個体数も同様に1973年が356尾で最も多く、他の年は74～145尾でばらつきは小さくなっている。これらの結果は見かけ上、分布密度に差のないことを示していると思われる。

表 1 日本海におけるスルメイカ稚子1曳網あたり採集個体数の度数分布

年 \ 数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	総曳網数	採集個体数
1972	629 (9.17)	46 ( 6.7)	6 (0.9)	4 (0.6)	1 (0.1)	—	—	—	—	—	686 (100)	74
1973	1,049 (84.1)	124 ( 9.9)	37 (3.0)	18 (1.4)	9 (0.7)	3 (0.2)	6 (0.5)	—	1 ( 0.1)	1 (0.1)	1,248 (100)	356
1974	600 (90.1)	53 ( 8.0)	7 (1.1)	5 (0.8)	1 (0.2)	—	—	—	—	—	666 (100)	86
1975	525 (85.7)	62 (10.1)	14 (2.8)	4 (0.7)	3 (0.5)	—	1 (0.2)	1 ( 0.2)	—	2 (0.3)	612 (100)	145
1976	520 (90.7)	33 ( 5.8)	15 (2.6)	4 (0.7)	1 (0.2)	—	—	—	—	—	573 (100)	79
1977	511 (87.1)	54 ( 9.2)	14 (2.4)	3 (0.5)	3 (0.5)	2 (0.3)	—	—	—	—	587 (100)	113
total	3,834 (87.7)	372 ( 8.5)	93 (2.1)	38 (0.7)	18 (0.4)	5 (0.1)	7 (0.2)	1 (0.02)	1 (0.02)	3 (0.1)	4,372 (100)	853

( )は%

次に、各年の1曳網あたり採集個体数の度数分布を図1-(1)から図1-(2)に示した。これによると階級数は5～10にあり、いずれの年も初項の度数が極めて高く、右に尾をひく歪んだ型となっている。各図の中に標本の大きさ、平均、標準偏差を記して、分布の性質を示した。これらの度数分布図は、各年共通した型を示し、その分布型は、分散指数(分散と平均との比)からランダムな分布ではなく、偏りをもつ負の二項分布であることが想定される。したがって、あらかじめ分布型を負の二項分布と仮定し、理論値を求めて $\chi^2$ 検定したのが表2である。1972～1977年まで、どの年も $\chi^2$ 値は小さく有意でない。すなわち、1曳網あたり採集個体数の分布型は、負の二項分布であることが推定される。これは、スルメイカ稚子の生態学的な空間分布構造を推定するための統計的モデルではなく、標本に関する単位成績あたりの分布型を示したものである。

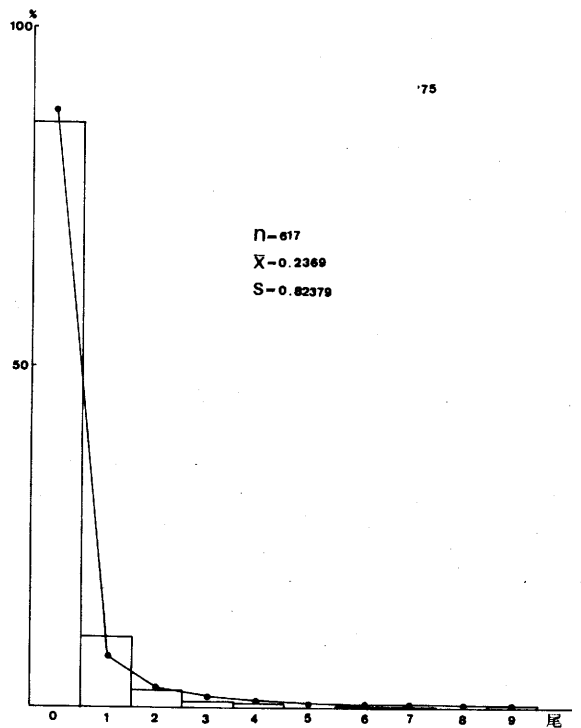
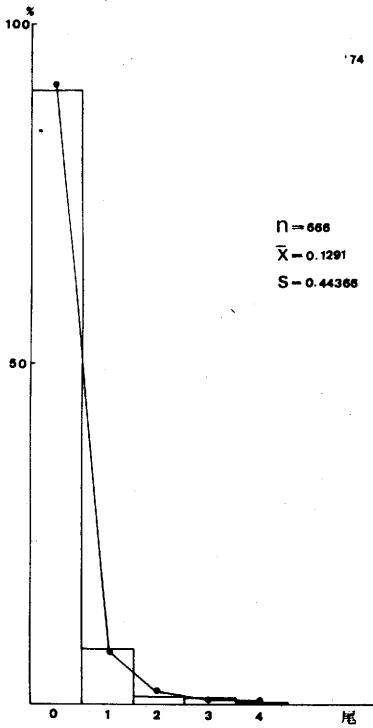
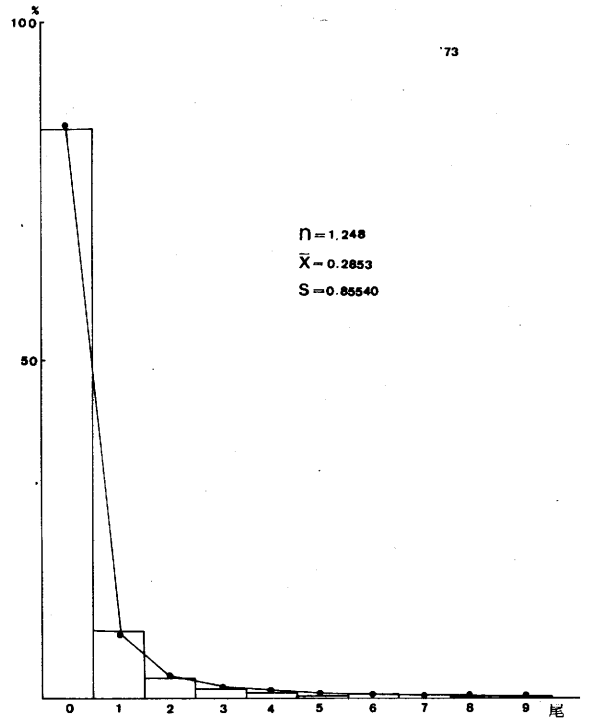
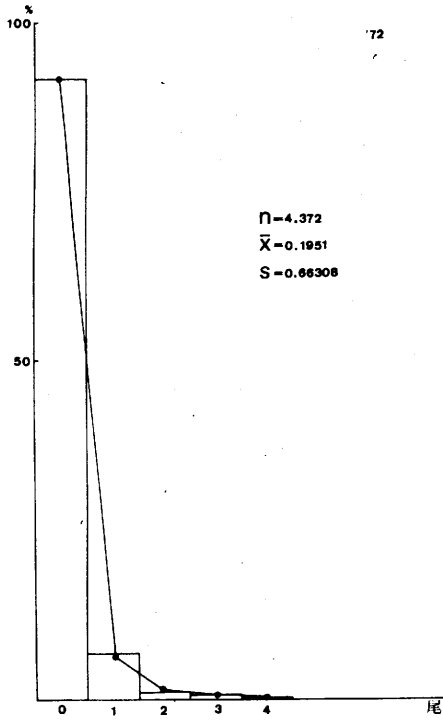


図 1 - (1)、1 曳網あたりスルメイカ稚仔数の度数分布



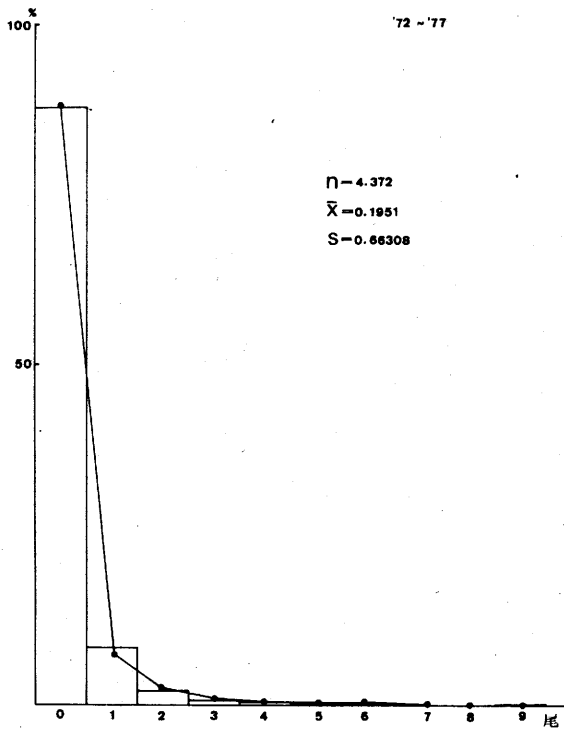
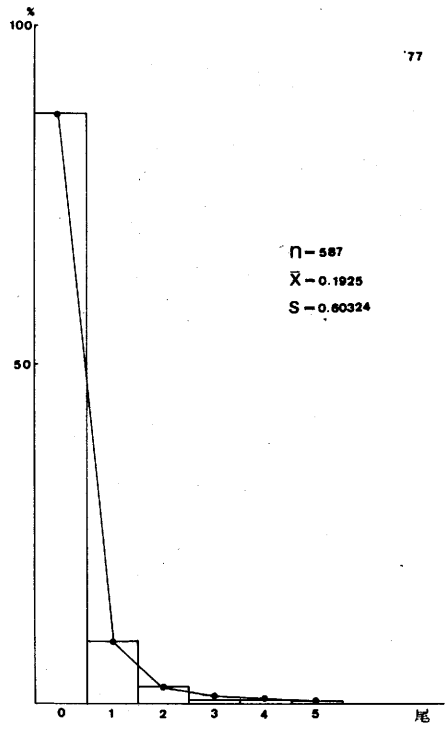
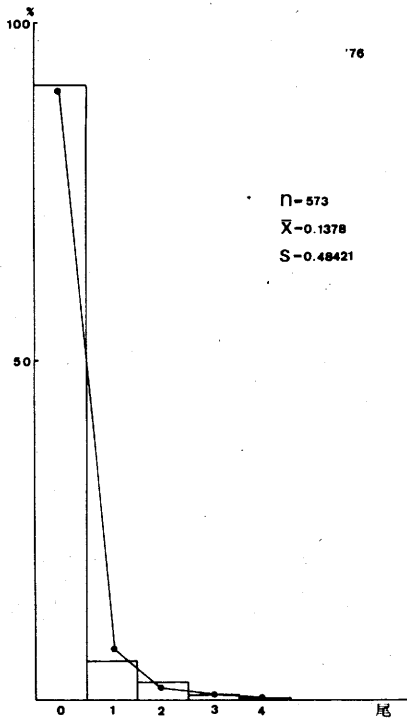


図 1 - (2) 1 曳網あたりスルメイカ稚仔数の度数分布



表 3 変換後の平均と分散

変換	$\bar{x}, s^2$	1972	1973	1974	1975	1976	1977
raw	$\bar{x}$	0.1079	0.2853	0.1291	0.2369	0.1378	0.1925
	$s^2$	0.1664	0.7317	0.1968	0.6786	0.2345	0.3639
$\sqrt{x}$	$\bar{x}$	0.09212	0.20222	0.11200	0.17484	0.11089	0.15131
	$s^2$	0.09951	0.24758	0.12066	0.21256	0.12798	0.16879
$\log(x+1)$	$\bar{x}$	0.02877	0.06517	0.03507	0.05558	0.03548	0.04750
	$s^2$	0.01006	0.02701	0.01230	0.02256	0.01357	0.01716
$\sin\sqrt{x}$	$\bar{x}$	0.01222	0.02689	0.01502	0.02322	0.01470	0.02009
	$s^2$	0.00175	0.00440	0.00215	0.00378	0.00226	0.00298
$\sin\sqrt{\frac{x+a}{b-x}}$	$\bar{x}$	0.01682937	0.02255047	0.01781978	0.02164755	0.01768240	0.01966004
	$s^2$	0.00021743	0.00076674	0.00026832	0.00091993	0.00027762	0.00038497

※  $a < b, a = 1, b = 10$  (階級数)

表 3 に変数変換しないデータ, および 4 種の変換をほどこしたデータの, それぞれの平均と分散を示した。変換の方法として, 平方根変換, 対数変換, 逆正弦変換 2 種の合計 4 種を試行した。逆正弦変換 2 種は, 平方根変換されたデータを逆正弦変換するものと, 度数分布の階級数が 10 であるので(第 1 図-2), 平方根内を  $x+a/b-x$  ( $a=1, b=10$ ) とし, その値を平方根変換し, さらに逆正弦変換するものである。このような変換は, 等分散性を確保するため分散が小さな値になるよう試みるものであるが, 表 3 に示したとおり  $\sqrt{x}, \log(x+1), \sin\sqrt{x}, \sin\sqrt{\frac{x+a}{b-x}}$  の順に分散は小さくなり, 変換をしない場合の分散と,  $\sin\sqrt{\frac{x+a}{b-x}}$  と変換した場合の分散とでは, 極めて大きな差がでてくる。このように分散を小さくする目的としては,  $\sin\sqrt{\frac{x+a}{b-x}}$  変換が最も適当であるが, 分散と平均を独立させているかどうかはこの段階では不明である。また, 分布型が負の二項分布と推定された場合, Anscombe<sup>4)</sup>(1949) は変換の方法として, 平均が大きく  $k > 1$  ( $k \dots$  負の二項分布の共通の  $k$ ) という条件のもとに,  $\log(x + \frac{k}{2})$  変換を提案している。しかし, この研究では表 2 に示したように, 共通の  $k$  が 0.1563 で 1 よりも小さいため Anscombe (1949) の方法は採用できない。

一般に, 母数の独立性をみるためには, 平均と分散の相関関係を検定する方法が採用されている。表 4 に変換をしない場合と, 上述の 4 種の変換をほどこした場合の, 平均と分散の相関関係を示した。いずれの場合も, 相関関係は 0.9 以上で極めて高い値を示している。その検定結果は表 4 に示したとおり, 有意水準 0.1% で  $\sin\sqrt{\frac{x+a}{b-x}}$  だけが有意でない。つまり, 母数の独立性を確保できる変換方法は, この場合  $\sin\sqrt{\frac{x+a}{b-x}}$  変換であることが推定される。したがって, 稚仔の分布密度

を比較するのならば、この変換値を用いて分散分析することが妥当であると考えられる。

表 4 平均と分散の相関関係と検定

	raw	$\sqrt{x}$	$\log(x+1)$	$\sin^{-1}\sqrt{x}$	$\sin^{-1}\sqrt{\frac{x+a}{b-x}}$
r	0.97615	0.99605	0.99377	0.97849	0.93435
d.f	4	4	4	4	4
t	8.99281 <sup>***</sup>	22.43504 <sup>***</sup>	17.83341 <sup>***</sup>	9.48635 <sup>***</sup>	5.24420

\*\*\* 有意水準 0.1%

### 稚仔分布密度の比較

表 5  $\sin^{-1}\sqrt{\frac{x+a}{b-a}}$  変換後の分散分析表

要因	自由度	平方和	平均平方	分散比	F(5,594; 0.01)
年	5	0.00268	0.000536	1.13319	3.107...
誤差	594	0.28071	0.000473		
全体	599	0.28339			

表 6 変換前の分散分析表

要因	自由度	平方和	平均平方	分散比	F(5,594; 0.01)
年	5	2.4134	0.48268	1.19348	3.107...
誤差	594	240.2298	0.40443		
全体	599	242.6432			

$\sin^{-1}\sqrt{\frac{x+a}{b-x}}$  変換したデータについて分散分析した結果を、表 5 に示した。分散比は 1.13319 と小さく有意ではなく、1972~1977年の稚仔分布密度に差のないことが推定される。また、表 6 に変数変換しないデータについての分散分析表を示したが、これも各年の稚仔分布密度に差のない結果が出ている。この分散分析は標本数が 4 以上であるならば、統計的比較をする場合、実用上さしつかえないという中心極限定理に基づき試みたものである。これらの結果は、現在のスルメイカ稚仔の採集方法に定量面での問題点があること、稚仔の分布密度から資源水準を予測推定す

ることの困難さを示していると考えられる。しかし、笠原(1978)が報告したように、産卵場の範囲を知るような定性面においては有効な方法であり、今後もこの方法による稚仔分布調査は必要である。

ここにおいて、各年の稚仔分布密度に統計的な差のないことが明らかにされたので、稚仔の分布に何らかの差を見つける目的のため、1曳網あたり採集個体数の分布型である負の二項分布の各年の偏りについて検討した。

表 7 各年の Iδ 指数と稚仔分布密度

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Iδ	6.09552	6.49773	5.10205	8.91034	6.13729	5.65850
$\bar{x}$	0.10787	0.28526	0.12913	0.23693	0.13787	0.19250

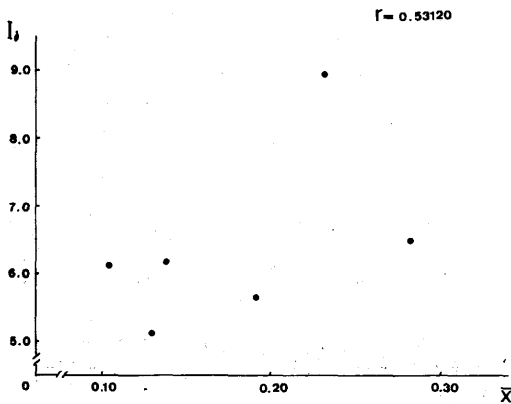


図 2 Iδ 指数と稚仔分布密度の関係

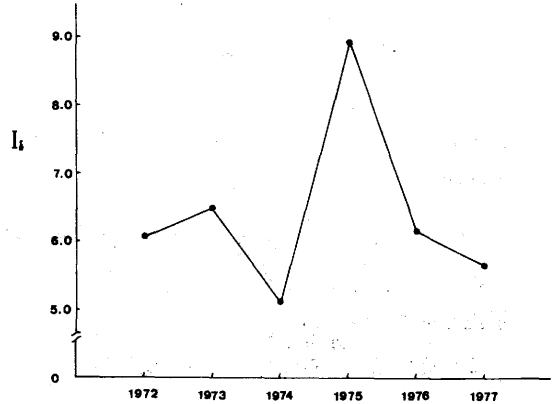


図 3 Iδ 指数の経年変化

MORISHITA<sup>5)</sup>(1959)の Iδ 指数を第7表に示したが、これは生態学において動物の空間分布の集中度を表わす指数として広く利用されている。この研究では、Iδ 指数はスルメイカ稚仔の分布の集中度を示すものではないが、単位成績あたり採集個体数の分布の偏りの度合を表わすものとみなし、この偏りを指標として、各年の稚仔分布の差をみようとするものである。第2図に示したように、Iδ 指数は稚仔の分布密度と相関関係がないので、分布密度の影響を受けることなく、稚仔分布の偏りを比較することができる。このような考え方から、1972～1977年の Iδ 指数の変動を 図3 に示した。図3によると、Iδ 指

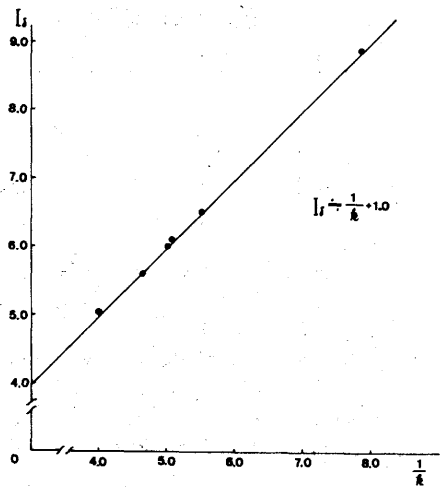


図 4 Iδ 指数と  $\frac{1}{\bar{k}}$  の関係

数は1975年が8.8で最大，1974年が5.2で最小となっている。他の年のI $\delta$ 指数は5.6～6.5の間にあり，大きな差はみられない。このようなI $\delta$ 指数の各年の変動が，何に原因しているのか明らかでなく，また，この偏りの生物学的な意味付けもできていないが，スルメイカ稚仔の分布に何らかの差を求めるといふ初めの目的に，ひとつの答えを与えていると思われる。また，図4に示したように，I $\delta$ 指数は負の二項分布の母数kの逆数との間に $I\delta = \frac{1}{k} + 1.0$ という関係がなりたち，負の二項分布の理論値を計算する過程で求められる。これは，分布の偏りを表わすものとして，I $\delta$ 指数と $\frac{1}{k}$ の両者の使用が可能であることを示している。

この項では，各年のスルメイカ稚仔の分布密度に統計的な差がないこと，そのため分布密度にかわるものとして，分布の偏りを示すI $\delta$ 指数，あるいは $\frac{1}{k}$ を用いて分布の差をみることについて論議した。先に述べたように，卵稚仔調査は資源量の推定方法の一つであり，この論議は，スルメイカ稚仔の採集方法の再検討，資源水準と稚仔分布の関係という問題を引き出している。

## 要 約

1972～1977年の日本海および九州近海におけるスルメイカ稚仔分布調査結果をもとに，秋生まれ群稚仔の1曳網あたり採集個体数の分布型を推定し，各年の秋生まれ群稚仔の分布を統計的に検討した。

1) スルメイカ稚仔の1曳網あたり採集個体数の分布型は，負の二項分布と推定された。これは，スルメイカ稚仔の空間分布を推定するための統計的モデルではなく，分散分析のための変数変換の根拠を示すものである。

2) 負の二項分布の特性から，採集個体数について4種の変換を試みたところ， $\sin\sqrt{\frac{x+a}{b-x}}$  ( $a=1, b=10$ )の変換が分散分析の前提条件を満たした。

3) 分散分析の結果から，各年の稚仔分布密度に差のないことが推定された。これは，現在のスルメイカ稚仔の採集方法に問題のあることを示している。

4) 稚仔分布を比較するものとして，I $\delta$ 指数あるいは負の二項分布の母数の逆数 $\frac{1}{k}$ を提案した。

## 文 献

- 1) 庄島洋一(1972)，東シナ海域のスルメイカーⅡ，卵・稚仔・産卵場，西水研報。
- 2) 村田 守(1977)，スルメイカ冬生まれ群資源の現状と問題点，スルメイカ資源・漁海況検討会議シンポジウム報告，日本水研。
- 3) 笠原昭吾(1978)，秋季日本海および九州近海における稚仔の分布と経年変動，イカ類資源・漁海況検討会議議事録・東北水研。
- 4) F. J. ANSCOMBE(1949)，The Transformation of Poisson, binomial and negative binomial data, *Biometrika*, 35.
- 5) MORISITA, Masaaki(1959)，Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Facul. Sci. Kyushu Univ. Ser. E. 2.*

# スルメイカの資源学的研究—V\*

## 日本海における秋生まれ群資源 水準と稚仔分布の関係について

安 達 二 朗

1967年以降、急速に発展してきた日本海沖合スルメイカ釣り漁業の主漁獲対象である秋生まれ群の資源水準は、近年低い状態にあることが推定されている。たとえば、笠原<sup>1)</sup>(1977)、安達(1978)<sup>2)</sup>は、秋生まれ群の資源水準の最高が1971年にあり、以後低減傾向にあることを報告している。また、日本海区水産研究所(1973~1978)から秋生まれ群を対象とした卵稚仔調査結果が報告され、笠原<sup>3)</sup>(1978)は、その6ヶ年の資料に基づき、秋生まれ群稚仔の分布と経年変動について報告している。一方、安達<sup>4)</sup>(1979)は、1972~1977年の稚仔分布密度を統計的に比較し、各年の分布密度に差のないことを報告するとともに、稚仔分布を比較するものとしてIδ指数、あるいは負の二項分布のparameterの逆数 $\frac{1}{k}$ を提案した。ここでは、それらの報告をもとに、秋生まれ群の資源水準と稚仔分布の関係を統計的に検討したので報告する。

### 資 料 と 方 法

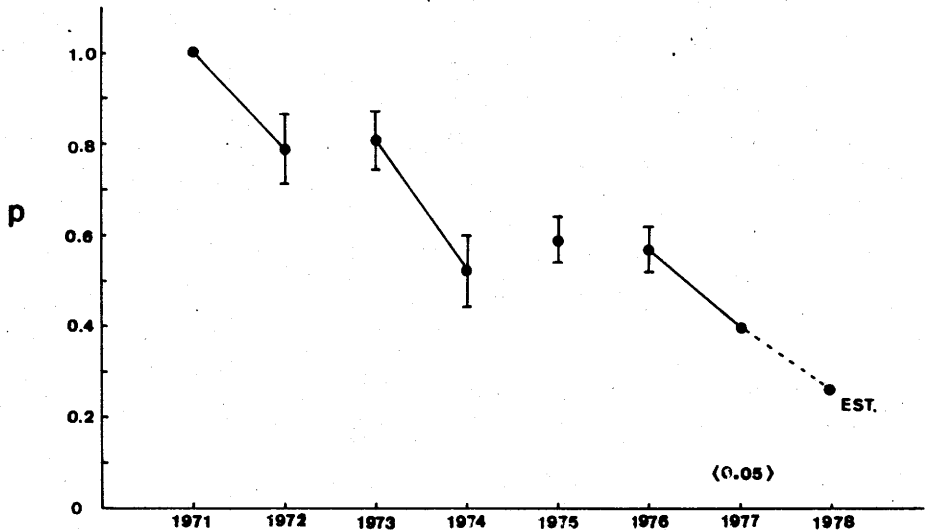


図1 スルメイカ秋生まれ群資源水準の経年変動(安達, 1978)

\* 1979年3月17日、第9回スルメイカ資源研究連絡協議会(札幌)にて口頭発表。

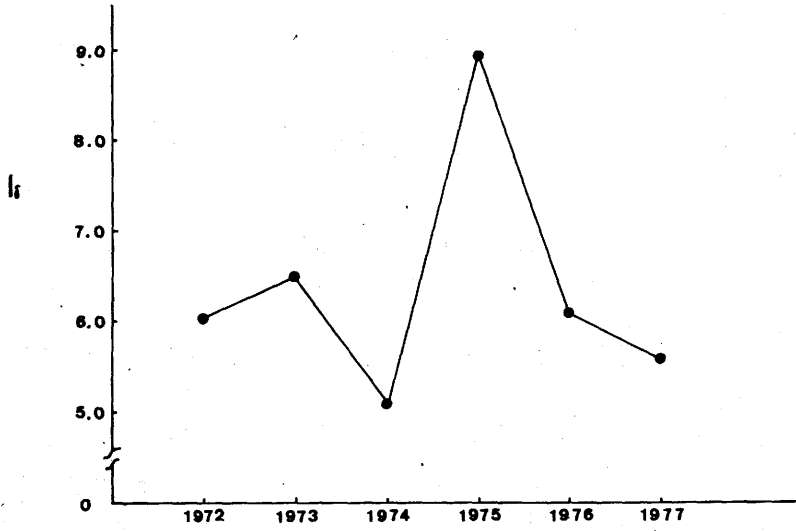


図 2 Iδ 指数の経年変動 (安達, 1981)

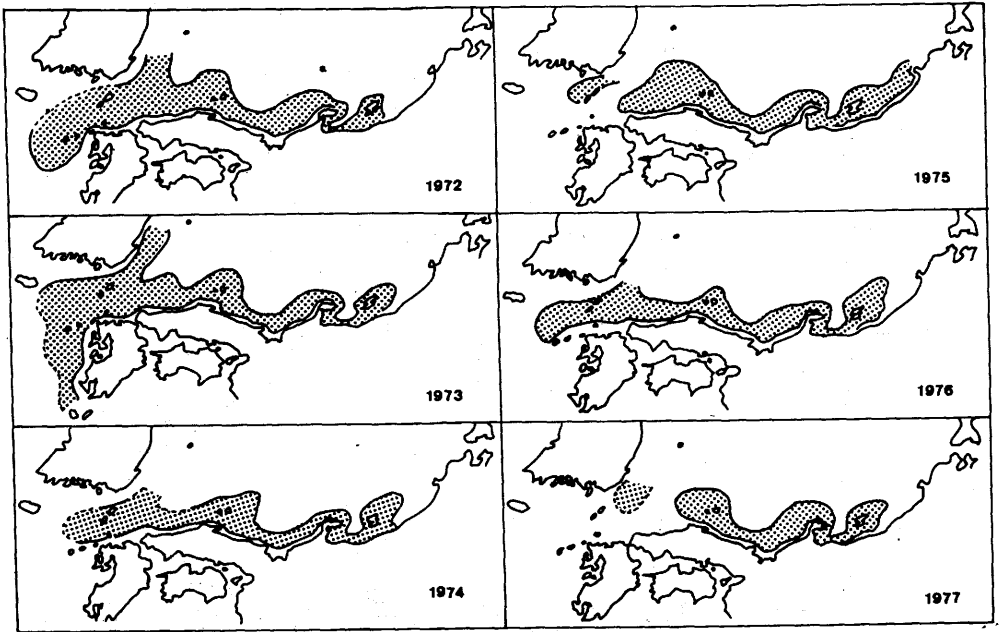


図 3 スルメイカ秋生まれ群産卵水域の経年変化 (笠原, 1978)

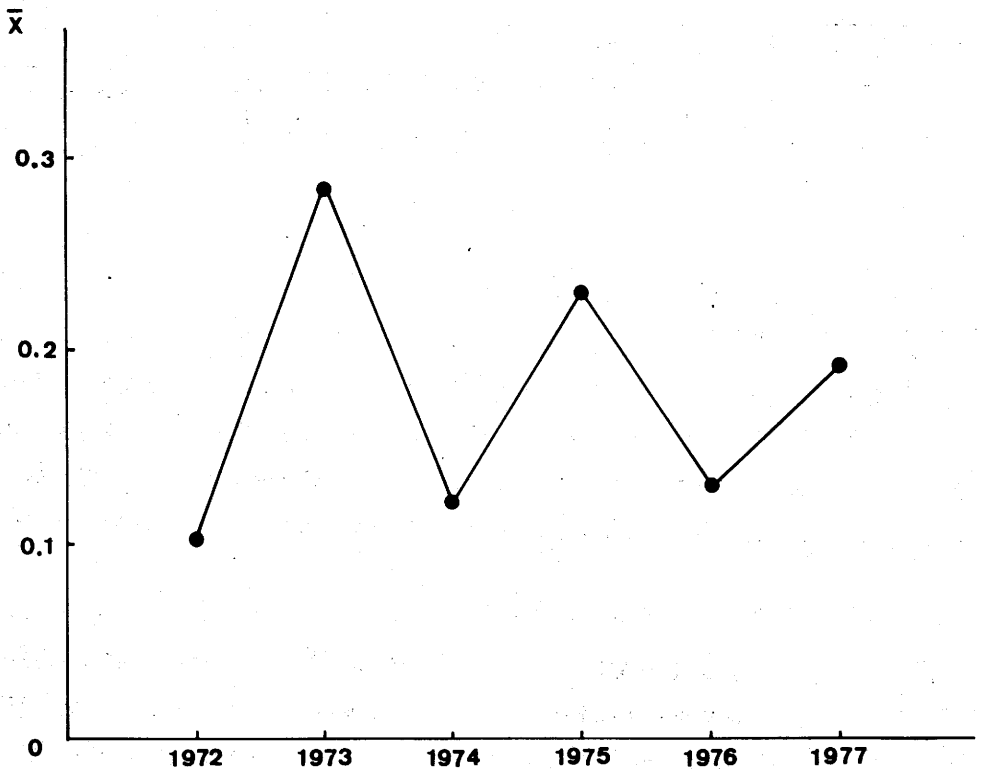


用いた資料は安達(1979, 1981)および笠原(1978)によるが, それらはそれぞれ図1~図3に示した。方法としては, 分布にたよらない検定法である Spearmanの順位相関係数を採用した。これは, 先に述べたように, 稚仔の分布密度に差のないことや, Iδ指数という分布の偏り, 産卵水域といった定性的なことを対象とするために, 資源水準と稚仔分布の相互依存関係を検討するうえにおいて, 通常用いられている相関関係を利用できないからである。

## 結 果 と 考 察

### 資源水準と稚仔分布密度の関係

1972~1977年のスルメイカ秋生まれ群稚仔分布密度の変動を図4に示した。前報で, この分布密度に差のないことを示したが, 見かけ上, 1973年が最高, 1972年が最低を示し, 1年置きに振動しながら, ある一定の値に収束するかのような型となっている。表1に資源水準(P)と稚仔分布密度( $\bar{x}$ )の順位を示し, 表2に両者間の順位相関係数を示した。



第4図 スルメイカ秋生まれ群稚仔分布密度の  
経年変動(安達, 1981)

表 1 各項目の年順位

項目 \ 年	1972	1973	1974	1975	1976	1977
資源水準 P	2	1	5	3	4	6
稚仔分布密度 $\bar{x}$	6	1	5	2	4	3
稚仔産卵水域 範囲 S	2	1	5	3	4	6
I $\delta$	4	2	6	1	3	5

表 2 資源水準 (P) と各項目間の順位相関係数

順位相関係数	r <sub>s</sub>	D	D 0.10
稚仔分布密度 $\bar{x}$	0.2571	26	12
稚仔産卵水域範囲 S	1.0000 <sup>※※</sup>	0	12
I $\delta$	0.6571 <sup>※</sup>	12	12

$$r_s = 1 - \frac{6D}{n(n^2 - 1)} \quad D = \sum di^2$$

資源水準の順位は、1973、1972、1975、1976、1974、1977年、また、稚仔分布密度は、1973、1975、1977、1976、1974、1972年である。一方、順位相関係数は0.2571であり、表2の検定結果のとおり有意ではない。この結果は、資源水準と稚仔の分布密度が互いに独立していることを示し、現在の稚仔採集方法では、両者の相互関連を検討すること、また、秋生まれ群の再生産関係の推定が不可能であることを示唆している。

### 資源水準と産卵水域およびI $\delta$ 指数の関係

表1に、図2と図3(笠原, 1978)から求めたI $\delta$ 指数と産卵水域の範囲(S)の順位を一括して示し、表3には、資源水準(P)と各々の順位相関係数を示した。産卵水域の範囲の順位を決めるにあたっては、不確実な面も考えられるが、笠原(1978)が述べているように、資源水準を考慮する場合、採集個体数よりも面積の変化に重点をおく意味で、図3から直感的に読みとった。産卵水域の範囲(S)の順位は、資源水準(P)の順位と一致している。このことは順位相関係数を計算するまでもなく、資源水準と産卵水域の範囲の順位には正の従属性があること、すなわち、資源水準が低くなれば、産卵水域の範囲は縮少してくることを示している。これはまた

表 3 稚仔産卵水域の範囲 (s) と Iδ 指数, 分布密度 ( $\bar{x}$ ) 間の順位相関係数

	$r_s$	D	D 0.10
Iδ	0.6 5 7 1	1 2	1 2
$\bar{x}$	0.2 5 7 1	2 6	1 2

近年の日本海沖合漁場における漁獲量の減少, 秋生まれ群の魚群量指数, 密度指数の低下 (笠原, 1977) と産卵水域の範囲の関係を端的に表わしていると考えられる。

次に, 稚仔分布の特長を表わすものとして提案した Iδ 指数の順位と, 資源水準 (P) に対する順位相関係数が, 表 2 と表 3 に示してあるが, 順位は, 資源水準 (P) とは一致していない。しかし, 順位相関係数は 0.6 5 7 1 を示し, 10% の水準で有意である。このことは, 資源水準と Iδ 指数にはやはり正の従属性があるが, 産卵水域の範囲ほど密接な相関関係はないことを示している。しかしながら, スルメイカ稚仔の採集方法が現在そのまま続けられるならば, 稚仔の分布密度に差が見い出せないかぎり, Iδ 指数は, 資源水準との関係を示す一つの目標として用いられる価値があると思われる。第 3 表に産卵水域の範囲 (S) と Iδ 指数, 稚仔分布密度 ( $x$ ) の順位相関係数を示した。産卵水域の範囲と稚仔分布密度の間には相関関係はないが, Iδ 指数との間には順位相関係数 0.6 5 7 1 という値を持つ相関関係がある。このことから, Iδ 指数が稚仔分布の特長を表わす指標としての有効性を示していると考えられる。

### 産卵水域および Iδ 指数と翌年資源水準の関係

資源水準と産卵水域の範囲および Iδ 指数との間に相関関係のあることは, その年の資源水準が高ければ稚仔の分布域は広くなり, Iδ 指数は大きくなることを意味する。しかし, スルメイカの寿命は 1 年であるため, 稚仔の分布域が広ければ, また Iδ 指数が大きければ, 翌年の資源水準が高くなるかどうかは不明である。これを明らかにするために, 表 4 と表 5 に 1972~1977 年の産卵水域の範囲 (S), および Iδ 指数と 1973~1978 年の資源水準 (P) の順位, また資源水準 (P) と範囲 (S) および Iδ 指数との順位相関係数を示した。1978 年の資源水準 (P) は, 安達 (1979) の方法により推定した値である。表 4 と表 5 の順位のうち, 数字の下に黒点を付したものは, ( ) 内のように順位を変更したものである。産卵水域の範囲 (S) の 1974 年と 1976 年は, 図 3 において順位差がはっきりしないこと, 資源水準 (P) の 1974 年と 1975 年は, 図 1 において資源水準の信頼区間が重なっているため, それぞれ順位を入れ換えた。このようにして求めたそれぞれの順位相関係数は 0.9 4 2 8 と 0.3 7 1 4 である。この結果から, 産卵水域の範囲が広ければ, 翌年の資源水準は高いという関係が推定され, Iδ 指

表 4 稚仔産卵水域の範囲(S)と翌年資源水準(P)の順位および順位相関係数

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
S	2 (2)	1 (1)	5 (4)	3 (3)	4 (5)	6 (6)
	1973	1974	1975	1976	1977	1978
P	1 (1)	4 (2)	2 (4)	3 (3)	5 (5)	6 (6)
$r_s$	0.9428 $D=2 < D_{0.10} = 12$					

表 5 Iδ指数と翌年資源水準(P)の順位および順位相関係数

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Iδ	4	2	6	1	3	5
	1973	1974	1975	1976	1977	1978
P	1 (1)	4 (2)	2 (4)	3 (3)	5 (5)	6 (6)
$r_s$	0.3714 $D=22 > D_{0.10} = 12$					

数と翌年の資源水準の間には相関関係のないことがわかる。本来、卵稚仔調査の目的には、漁業開始前に資源量を評価することも含まれており、現在の卵稚仔分布調査による産卵水域の範囲の推定は、漁況予測に大きな役割を果すことになろう。Iδ指数は、翌年の資源水準と相関関係はないにしても、稚仔分布の特長を表わす指標として、今後評価されるものであろう。

## 要 約

1972～1977年の日本海におけるスルメイカ秋生まれ群の資源水準と、秋生まれ群稚仔の分布の関係を統計的に検討した。

- 1) 秋生まれ群の資源水準と稚仔の分布密度との間には、相関関係のないことが推定された。
- 2) 秋生まれ群の資源水準と産卵水域の範囲の順位には、正の従属性のあることが推定された。このことは、近年の日本海沖合漁場におけるスルメイカ漁獲量の減少と、産卵水域の縮少という現象を明らかに結びつけていると考えられる。

3) 秋生まれ群の資源水準と  $I\delta$  指数には、正の従属性が認められるが、産卵水域の範囲ほど密接な関係はないと推定された。

4) 産卵水域の範囲と翌年の資源水準には、正の従属性のあることが推定され、現在の卵稚仔分布調査が、漁期前の漁況予測に有効であることを示している。

## 文 献

- 1) 笠原昭吾 (1977), 日本海スルメイカ秋生まれ群資源の現状と問題点, スルメイカ資源・漁海況検討会議シンポジウム報告, 日水研。
- 2) 安達二郎 (1978), スルメイカ資源学的研究—Ⅲ, 日本海におけるスルメイカ秋生まれ群の資源水準の推定と予測の方法について, 水産海洋研究会報第34号。
- 3) 笠原昭吾 (1978), 秋季日本海および九州近海における稚仔の分布と経年変動, イカ類資源・漁海況検討会議議事録, 東北水研。
- 4) 安達二郎 (1981), スルメイカの資源学的研究—Ⅳ, 日本海におけるスルメイカ秋生まれ群稚仔分布密度の統計的検討, 島水試研報 第3号。

# スルメイカの資源学的研究—Ⅵ\*

日本海西部海域におけるスルメイカ分布の集中度について

安 達 二 朗

日本海におけるスルメイカの分布状態については、漁場一斉調査結果によって得られたデータにもとづいたものが詳しい。この調査は春季と秋季の2回にわたって実施され、しかも1週間程度で完了するように計画されているため、その時間断面でのスルメイカ魚群の分布の位置や拡がり、明瞭に把握されている(KASAHARA<sup>1)</sup>, 1978)。また沖合スルメイカ漁船の漁獲記録からスルメイカ分布の季節変化を示したもの(安達・北原<sup>2)</sup>, 1975)もあり、これも10日毎の分布の位置などが記述されている。しかしこれらの報告はいずれも分布の状態を図示しているだけで分布の統計的モデルや集中度などの定量的な記述はなされていない。したがって、ここでは日本海西部海域におけるスルメイカ分布の集中度、特に集中度の季節変化および集中度と分布密度の関係について検討したので報告する。

## 資 料 と 方 法

用いた資料は1972年4~12月に浜田港へ入港した沖合スルメイカ漁船(50~100トン階層)の操業記録表(延2,390隻)である。この操業記録表は入港した全漁船に手渡し、操業月日、操業位置、日別漁獲尾数、操業時間などを記してもらい、記入されたものだけを回収したもので、確率的なもののみならずとみなすことができる。この操業記録表から区画漁場(30'×30')、10日毎の1日1隻あたり漁獲尾数(CPUE)を算出した。さらに得られたCPUEを4つの階級に分類した後、海図上に示し、この図からI $\delta$ 指数(MORISHITA<sup>3)</sup>, 1959)を計算した。なお集中度を表わす尺度としてI $\delta$ 指数を用いたのは、分布型がどのようなものであっても、それを適用できるという利点を持っているからである。集中度を求めた海域は第1図内の北緯34度30分以北である。

## 結 果 と 考 察

計算によって得たCPUEの分布を図示した一例が図1である。階級を10,000尾以上、5,000~10,000尾、1,000~5,000尾、1,000尾以下と分類したが、これはきわめて

\* 1980年3月18日、第10回スルメイカ資源研究連絡協議会(新潟)にて口頭発表

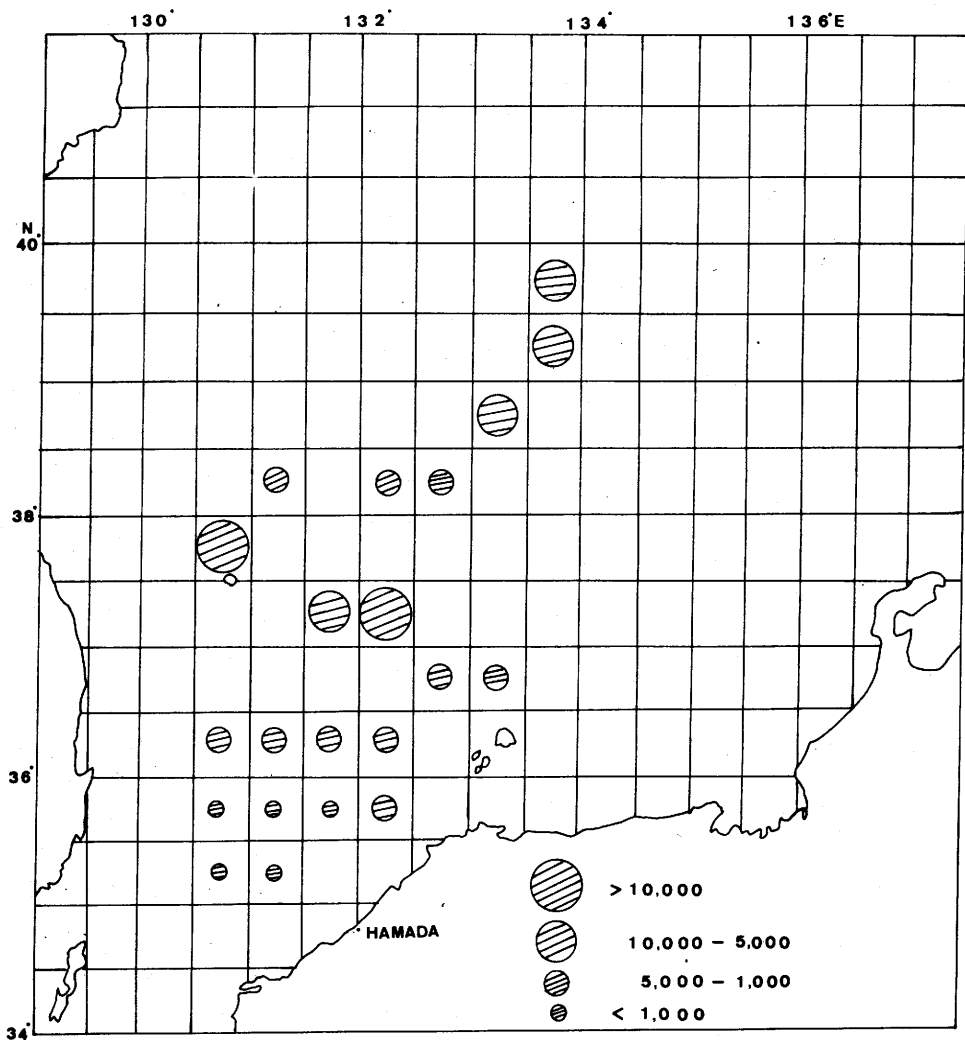


図 1 5月下旬におけるスルメイカの密度分布

好漁、好漁、並漁、不漁という漁船からの聞きとり結果によるものである。図1は5月下旬を示してあるが漁場は島根県沖合から日本海中央部へ拡がり、スルメイカ群の北上の様子を示していると考えられる。このような漁場図を沖合イカ釣漁業開始から終了までの期間について画くならば、スルメイカ群の季節的な分布の位置や拡がり、また密度の高低を把握することが可能であろう。

表1に1972年4月中旬から12月中旬までの漁場図から計算した $\bar{x}$ (分布密度の平均、すなわち魚群密度指数)、I $\delta$ 指数(集中度)を示した。この表から魚群密度指数( $\bar{x}$ )は6月中旬の936.4、集中度は12月中旬の67.21がそれぞれ最大で、また逆に最小は12月中旬の81.8、6月下旬の8.11となっている。

表 1 1972年日本海における魚群密度, Iδ指数試算結果

月 旬	分布密度階級					$\bar{x}$	Iδ
	0	1~1,000	1,001~5,000	5,001~10,000	>10,000		
4. 中	89.09	1.82	5.45	3.03	0.61	490.9	14.79
下	87.27	4.24	7.88	0.61	0	303.0	11.55
5. 上	88.48	0.61	6.06	4.85	0	548.5	10.88
中	85.45	1.22	8.48	4.24	0.61	669.6	10.07
下	87.27	3.03	6.06	2.42	1.22	560.6	14.77
6. 上	88.48	0	7.27	3.63	0.61	581.8	12.00
中	83.64	0	8.48	6.66	1.22	936.4	8.26
下	81.81	2.42	9.09	6.06	0.61	830.3	8.11
7. 上	85.86	0.51	5.56	6.56	1.51	888.9	9.62
中	85.35	0.51	5.56	7.57	1.01	889.9	8.90
下	89.39	0	5.56	3.54	1.51	659.1	13.57
8. 上	88.89	0	3.03	7.07	1.01	772.7	10.92
中	87.87	0	5.56	6.06	0.51	696.9	10.38
下	90.90	1.01	6.07	2.02	0	338.4	14.71
9. 上	88.38	0	6.06	5.56	0	598.5	10.24
中	96.46	0	3.03	0.51	0	128.8	33.56
下	95.95	1.01	2.53	0.51	0	118.7	36.47
10. 上	88.37	0.51	9.60	1.52	0	404.0	10.52
中	90.40	2.53	6.51	0.51	0	247.5	14.39
下	96.36	0	2.42	1.22	0	163.6	33.61
11. 上	93.93	0.61	3.04	2.42	0	190.6	38.73
中	90.91	0.61	6.61	1.82	0	339.4	14.09
下	94.55	0	4.24	1.21	0	218.2	22.34
12. 上	93.33	0	3.64	3.03	0	336.3	17.96
中	98.18	0	1.21	0.61	0	81.8	67.21

次に表1にもとづいて魚群密度指数と集中度の季節変化を図2に示した。これによると集中度は4月中旬から9月上旬まで変動が小さく、9月中旬以降、変動巾の大きいことが特長である。一方魚群密度指数は4月中旬から6月中旬にかけて急上昇し、それ以後9月下旬まで急降下している。そして10月に再び上昇し、12月の終漁までゆるやかに降下しているのが特長である。この



魚群密度指数の変動パターンの中で、6月中旬から9月下旬までの降下傾向は直線式で表わすことができ、特に漁場の位置から考えて、この傾向は秋生まれ群の加入後、ある一定の漁獲効率のもとでの加入量の減少を示していると考えられる。したがって降下傾向を直線式で示すことにより、秋生まれ群の初期加入量の相対量を推定することができ、さらに毎年の標本船の資料から各年の秋生まれ群の加入量の指数を求めることができるであろう。

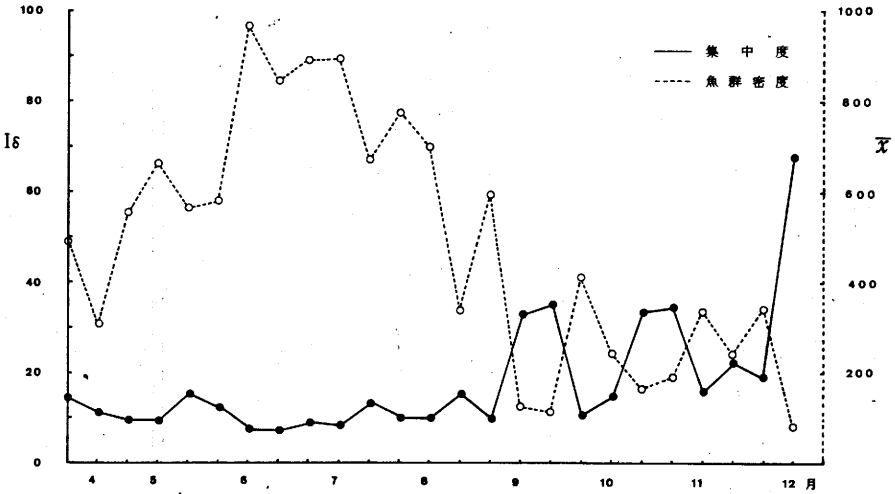


図 2 集中度と魚群密度の季節変化

また、図 2 の魚群密度指数と集中度の変動傾向を比較すると、集中度の低い時には魚群密度指数が高く集中度の高い時には魚群密度指数が低くなっていることがわかる。このことは集中度と魚群密度指数との間にはある特定の関係があることを示唆している。これを明らかにするために、縦軸に  $I\delta$ 、横軸に  $\bar{x}$  をとって、それぞれの値をプロットすると図 3 のようになり、 $\bar{x}$  が大きくなるにした

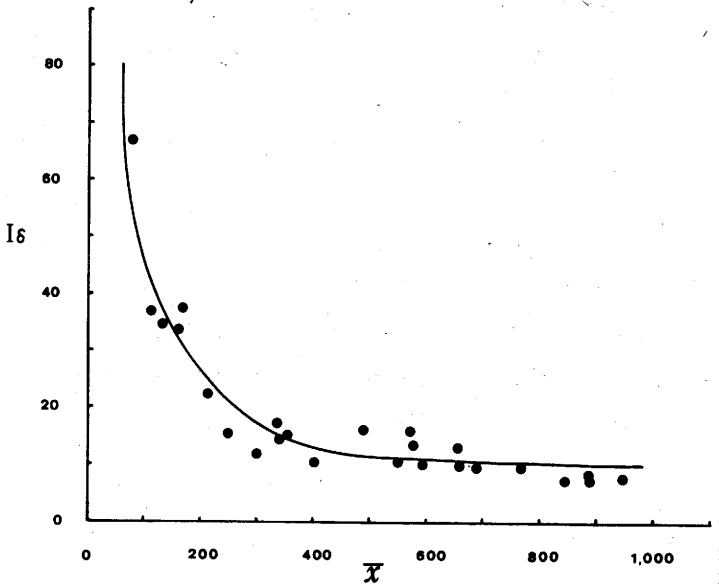


図 3 集中度と魚群密度の関係

が、 $I\delta$ は小さくなるという関係、この場合は指数関数(減少)的な関係となる。

このように集中度と魚群密度との間に一定の関係のあることが明らかになったが、集中度の生態学的な意味と魚群密度の持つ意味を検討する必要がある。一般に分布密度というのは、単位面積(この研究の場合は30マイル平方)内に分布する総個体数をもって示される。しかし漁業の場合は海中に分布する総個体数を知ることはできないので、母平均の推定値としての標本平均をもって分布密度を示す指数(CPUE)として用いている。この分布密度指数の総計を魚群量の指数とし魚群量指数と総区画漁場数との比をもって、魚群密度指数としている。したがって、ここで取扱った各時期の魚群密度指数は区画漁場が同じ数である調査海域内の分布密度指数の平均となる。

一方、 $I\delta$ 指数(MORISHITA, 1959)は、一般に生物の分布様式が機会分布(random distribution)、一様分布(regular distribution)、集中分布(clustered distribution)の3つに区別されている(伊藤<sup>4)</sup>, 1969)ので、このうち集中分布について、その集中の度合を示す尺度として用いられている。集中分布は統計的モデルが負の二項分布で代表される(伊藤, 1969)ので、統計的モデルが不明の時には $I\delta$ 指数を用いざるを得ない。また一般に生物の分布様式を扱う時には対象空間がある大きさの枠に仕切り、枠内の総個体数の度数分布を統計的モデルにあてはめることが行われている。

したがって、ここで取扱ったような場合には、先に述べたように区画漁場内の総個体数を知ることができないので、巨視的に分布密度指数を代用したわけである。これは厳密にはスルメイカ分布の集中度を表わしたものとはいえないかもしれないが、区画漁場内の分布密度指数がその漁場内の総個体数に比例しているとみなすことができるので、ここで検討したスルメイカ分布の集中度がはなはだしく無謀なものとは考えられない。

スルメイカの分布が集中的である原因は環境要因の不均一性、またスルメイカ個体あるいは魚群の分布がランダムではないということにあり、たとえば餌の豊富な場所とか、生活するのに有利な環境に多数の個体が集まるという一般的な現象と、スルメイカ自身のもつ群を作るという生態が複合されている結果であろう。また集中度が魚群密度との間に密接な関係を持つことも、生物にとっては一般的なことであると考えられる。

最後に、1971~1978年の日本海スルメイカ漁場一斉調査結果から試算した魚群密度指数と $I\delta$ 指数を表2~表3に示した。これによると各年、同時期の集中度にはそれほど大きな差はみられない。この資料の場合には分布面積を求める時に偏りが入ると考えられるため、ここでは各年の6月と9月のスルメイカ分布の集中度には差がないということだけにとどめておきたい。

表 2 日本海におけるスルメイカ北上期の魚群密度, Iδ 指数試算結果

C/X	1971		1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978	
	A(10 <sup>4</sup> ×10 <sup>3</sup> )	P(×10 <sup>3</sup> )	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P
0	0	—	75	—	6	—	360	—	241	—	207	—	179	—	0	—
<20	640	6.4	1,027	10.3	1,216	12.2	855	8.6	910	9.1	1,119	11.2	865	8.7	967	9.7
21~50	452	15.8	260	9.1	412	14.4	448	15.7	442	15.5	316	11.1	43	1.5	133	4.6
51~100	378	28.3	212	15.9	105	7.9	41	3.1	83	6.2	97	7.3	10	0.7	0	0
101~200	170	25.6	155	23.2	0	0	35	5.3	63	9.5	0	0	3	0.5	0	0
>200	99	24.8	10	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	1,739	100.9	1,739	61.0	1,739	38.5	1,739	32.7	1,739	40.3	1,739	29.6	1,100	11.4	1,100	14.3
$\bar{x}$	58.0		35.1		19.8		18.7		23.1		17.0		10.3		13.0	
Iδ	2.17		2.65		1.73		2.66		2.66		2.03		2.15		1.32	

表 3 日本海におけるスルメイカ南下期の魚群密度, Iδ 指数試算結果

C/X	1971		1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978	
	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P
0	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	336	—	0	—	0	—
<20	996	10.0	1,082	10.8	1,283	12.8	1,132	11.3	1,391	13.9	1,149	11.5	1,136	11.6	1,099	11.0
21~50	536	18.7	513	18.0	334	11.7	444	15.5	312	10.9	254	8.9	0	0	80	2.8
51~100	183	13.7	83	6.2	117	8.8	148	11.1	36	2.7	0	0	0	0	0	0
101~200	24	3.6	27	4.0	5	0.7	15	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0
>200	0	0	34	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	1,739	46.0	1,739	46.5	1,739	34.0	1,739	40.2	1,739	27.5	1,739	20.4	1,163	11.6	1,179	13.8
$\bar{x}$	26.5		27.3		19.6		23.1		15.8		11.7		10.0		11.0	
Iδ	1.87		2.99		1.91		1.92		1.60		1.70				1.20	

## 要 約

1972年の4~12月に浜田港へ入港した沖合スルメイカ漁船の操業記録から、日本海西部海域におけるスルメイカ分布の集中度、魚群密度の季節変化および集中度と魚群密度の関係を検討した。

- 1) スルメイカ分布の集中度の最大は12月中旬、最小は6月下旬にあり、魚群密度は最大が6月中旬、最小が12月中旬にあった。
- 2) 集中度の変動は4月中旬から9月上旬まで小さく、9月中旬以降、変動巾が大きくなってい

た。魚群密度の変動は4月中旬から6月中旬にかけて上昇し、それ以後9月下旬まで、ほぼ直線的に急降下し、10月に再び上昇後、12月の終漁までゆるやかに降下していた。

3) 集中度と魚群密度の間には、魚群密度が大きくなるにしたがって、集中度は小さくなるという関係があり、指数曲線にあてはまった。この関係が生物にとって一般的なことであると推測した。

4) 1971~1978年の日本海スルメイカ漁場一斉調査結果について、スルメイカ分布の集中度に大きな差はみられなかった。

## 文 献

- 1) KASAHARA, S. (1978); Description of Offshore Squid Angling in the Sea of Japan, with Special Reference to the Distribution of Common Squid (*Todarodes pacificus* STEENSTRUP); and on the Techniques for Forecasting Conditions. Bull. Jap. Reg. Fish. Res. Lab., (29).
- 2) 安達二郎・北原 武(1975); 日本海西部海域におけるスルメイカ漁場の月別変化, 昭和50年度日本水産学会秋季大会講演要旨集。
- 3) MORISHITA, M. (1959); Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Facul. Sci. Kyushu Univ. Ser. E; 2
- 4) 伊藤嘉昭(1959); 動物生態学入門, 古今書院。

## 魚体長組成推定における標本抽出 についての統計的一検討\* (抄録)

安 達 二 朗

資源研究のデータ収集には、1950年代から標本調査の理論が導入(たとえば東海区水研, 1958)され、今日の沿岸重要漁業資源調査, 200カイリ水域内漁業資源調査などに引き継がれている。これらの調査は、主に体長組成の推定を目的とし、標本抽出は多くの場合、入港船・魚体の単純2段階ランダムサンプリングである。日本海区における浮魚類調査については入港船の抽出は調査日における有魚船から2隻以上と規定されている(日水研, 1979)が、この規定が漁船間における体長組成の変動をおさえることを目的としているのであるならば、推定の精度をより高めるためには入港船からの抽出数を決めておく必要がある。というのは、入港船の漁獲物が同一銘柄であっても、市場での銘柄は体長範囲が広いから、体長組成に差がないとは限らないからである。ここでは浜田港における調査にもとづき、標本魚体と標本船の抽出について検討した。得られた結果は次のとおりである。

1) 同一調査日におけるマサバおよびマイワシの漁獲物が、複数の魚群からのもので構成されていたことが推定された。このことは、体長組成の変動をおさえる目的の調査に対して、漁船の抽出数の決定という問題を提起している。

2) 測定者による魚体測定の違いは認められなかった。したがって体長測定にあたっては、測定部位が同じであれば測定者による偏りという問題はないと考えられる。

3) 浜田港に水揚げされる漁獲物は複数の魚群からのもので構成されていると推定されるから、正確な体長組成を求めるためには各群から標本を抽出すべきであり、そのためには8漁船中から少くとも5漁船の抽出が必要である。

---

\* 水産海洋研究会報, 第37号発表

# 構造物に産着していたヤリイカ卵のうについて

松山 康明・石田 健次

## 調 査 方 法

1978年12月23日浜田沿岸の水深60mと80mに25cm<sup>3</sup>~1.0m<sup>3</sup>よりなる実験魚礁55基を沈設した。この魚礁を使用して3月28日にわたって計5回(1月10日・25日, 2月9日, 3月8日・28日)ヤリイカ卵のうの産着状況を調べた。

各回とも実験魚礁全数について産着された卵のうを採取し, 残留物がないよう除去して同日再び沈設した。卵のうは現場で10%のホルマリン液にて固定し, 後日1/10の材料について測定した。

## 結 果

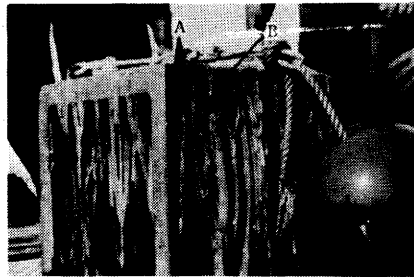
### 1. 卵のうの産着状況

引揚げた魚礁の内壁や外壁に多くの卵のうの産着が認められたが, それらの産み付け状況を観察すると図1に示したA, Bの如く, 細長い管状の卵のうが1本ずつ数cmの間隔で個々に産み付けられたもの(以下田植方式と呼ぶ)と, 数十本の卵のうが塊状に集団で産み付けられているもの(以下卵のう塊と呼ぶ)があった。

塊状のものは魚礁壁に10~25cm<sup>2</sup>の粘液状の付着面を持つ根幹に卵のうがバナナの房状に数十個寄り集って産み付けられている。産着の多い魚礁では付着面が相互に重なりあい, 卵のう塊は団子状を示し, 個々の卵のう塊の区別は困難であった。したがってここで取扱った卵のう塊は他の卵のう塊とは明確に区別できるものに限定した。なお田植方式による個々の卵のうの付着面は隣接する卵のうの付着面とは独立していた。

卵のう塊に含まれる卵のう数を示したのが図2である。これによると卵のう塊は卵のう16~50本より形成されているが20~25本の場合が最も多いことがわかる。

調査期間を通じて産み付け方法に田植方式と塊状方式がみられたが, その方式の如何を問わず時期別の産着状況を示したのが図3である。



A : 田植方式  
B : 卵のう塊

図1. 卵のうの産着状況

水深60mに設置した魚礁について一基当りの産着卵のう数をみると、1月には平均150~300本と僅かであったが、2月には1,000本前後と増加傾向にあり、3月に入ると3,280本と数多くの産着がみられた。しかし3月下旬には500本前後と激減していることから卵のうの産着は3月上旬をピークとして短期間に集中的に行なわれたことが伺われるが、水深80mに設置した魚礁ではそれほど明確な傾向は認められなかった。

## 2. 卵のう長と重量

附着面に接する卵のう基部から先端までの長さを卵のう長とした。卵のう長の度数分布を示したのが図4である。出現範囲は大きく最も短いもので6.3cm、長いもので23.8cmと両者の間には約4倍の差がみられるが、最も多かったのは12~16cmのものであった。また田植方式と塊状方式で産み付けられたものについても両者の卵のう長範囲、度数に相違は認められないようである。さらに1つの卵のう塊においても卵のうの長さは不統一で、短いものと長いものとの間には7~8cmの差が認められた。

卵のう重量については2.2g~12.5gと卵のう長同様大きな差がみられたが、最も多かったのは4.0~6.0gのものであった。この卵のう長と重量との関係は

$$Y = -1.60 + 0.47x \quad (Y; \text{重量}, x; \text{長さ})$$

の関係式で示される(図5)

## 3. 卵のう長と卵数

卵のうの中には等間隔に多数の卵が配列しているのが肉眼で観察される。したがって卵のうの長さによって含有される卵数も異なるであろうが、ここでは卵のうの長さを無視して卵のう1本に含有される卵数の度数分布を示したのが図6である。

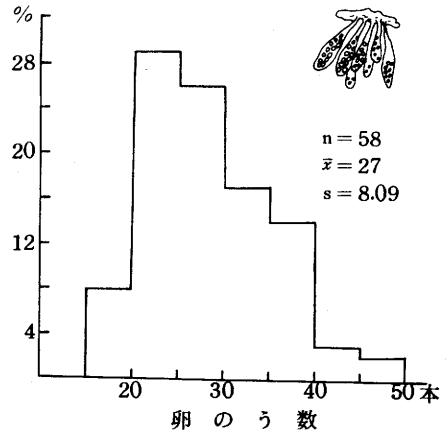


図2. 1卵のう塊に含まれる卵のう数の分布

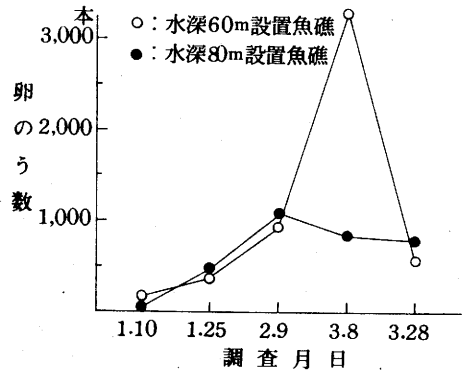


図3. 実験魚礁1基当りの産着卵のう数

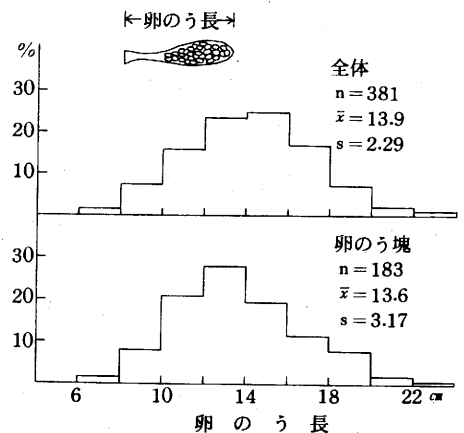


図4. 卵のう長の分布

図6によると、卵のう内の含有卵数は30個程度から170個前後と大きなばらつきが認められるが100個前後のものが最も多いことがわかる。

卵のう長が長くなると含有する卵数も多くなるのは当然のことであるが両者の関係式を求めると

$$Y = 1.4 + 6.4x \quad (Y: \text{卵数}, x: \text{卵のう長})$$

であった。

しかし、図7にみられるように卵のうが長くなるにしたがって一定数の卵が増加するわけでもないようだ。卵のう長10cmのものに含有されていた卵数は35~120個の範囲にあり、また卵のう長16cmのものに含有されていた卵数は40~160個の間にあってはなはだ不均一であるところをみると、卵のうの長さや卵数には物理的に一定の関係はなく、産み付け時の親魚の生理状態や周囲の環境によって大きく変動することが考えられる。

#### 4. 卵のうと孵化

産着された卵のう群をみると、産着直前と思われる卵径は2.5~2.7 mm 程度であるが、発眼前のものは3.5 mm 前後、発眼中のものは4.5 mm 前後、色素胞発生卵は5.5 mm 前後と发育して産み付け後の経過を示している。

各調査回毎の卵のうの发育状况を示したのが表1である。これによると1~2月に採取した卵のうは2回ないし3回にわたって産着されたものであり、3月に採取された卵のうは5回にわたって産着されたものであることが明らかである。各調査回とも魚礁の沈設経過日数が同一でないので比較に問題はあがるが、1月に比べて3月により多くの産着がある傾向は伺われる。

また1月10日に引揚げた魚礁の経過日数は計19日、3月28日に引揚げた魚礁の経過日数21日とほぼ同一であるが、両者の卵のうの发育状况には

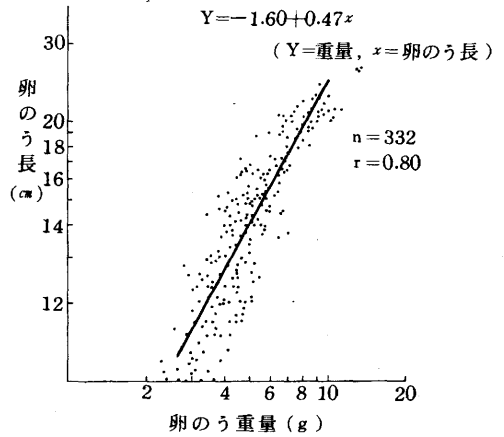


図5. 卵のう長と卵のう重量との関係

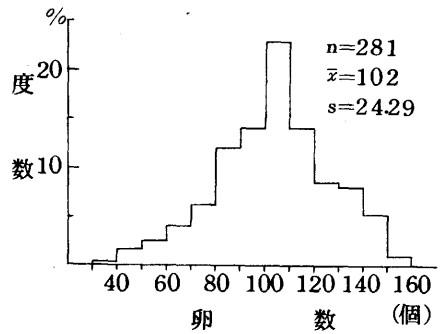


図6. 1卵のう中に含まれる卵数の分布

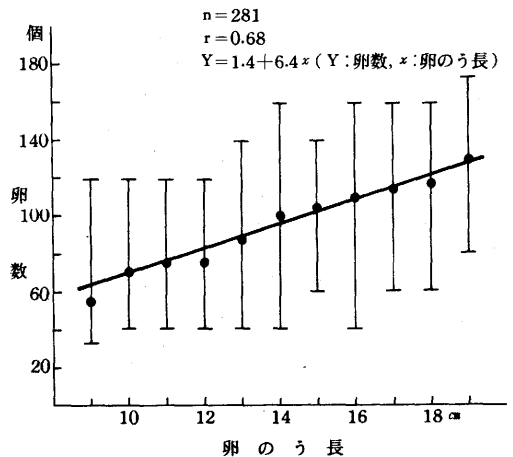


図7. 卵のう長と卵数の関係



大きな差異がみられ、前者は発眼卵までであったが、後者は孵化卵までみられている。もしも両者とも魚礁沈設と同時に産着されたと仮定すると、1月に比べ3月はかなり短期間で孵化することが考えられる。

## 考 察

魚礁に産着していたヤリイカ卵のうちには、塊状方式と田植方式の二通りがあることを確認した。ヤリイカが集団的に卵のうを産み付けることは、すでに諫早<sup>2)</sup>・その他により明らかにされている。しかし1つの卵のう塊の構成を取扱った研究は少ない。今回材料とした卵のう塊はあくまで他の卵のう塊とは区別されるものであり、また根幹からバナナの房状に植付られていることから、1尾の親イカが産み付けた卵のうと考えられる。

1つの卵のう塊の形成卵のう数は16~50本であり、1本の卵のうに含まれる卵数は30~170個で100個前後が最も多いことから、卵のう塊の含有卵数は1,600~5,000個と推測されるが、1尾の親イカが1度に幾つの卵のう塊を産み付けるかは不明である。

諫早が北海道で得た結果によると、親イカの1尾1回の産出卵のう数は最高60本、平均30~40本であり、1本の含有卵数は40~50個とし、また生殖盛期の親イカの完熟卵数は1,700~3,800個としている。このことから1卵のう塊の形成卵のう数16~50本(1,600~5,000個)は親イカ1尾が1回の産卵時に産み付ける卵のう数と考えられる。しかし、産卵方式が二通りあり、田植方式がもっとも普通の産着形式である塊状に産み付けることができなかつた場合の方法であるとしたら1つの卵のう塊を持って1回の産卵数と決定することはできない。田植方式が産着場所の広狭などによって行なわれるのか、親イカの生理的な条件によって行なわれるのか今後の問題である。

卵の発育状況は浜部<sup>3)</sup>の水槽実験(飼育水温11~18°C, 10時観測)によると、各卵のステージに要する日数はいろいろで、発眼卵で8~15日を要していることがわかる。したがって各調査回において卵の発育状況に差があるのは、産卵にきた群の異なりと解釈できる。12月23日の魚礁設置から調査終了回の3月28日までの97日間において18群もが魚礁を利用したこととなり、短期間に新たな群が次々と加入する傾向が伺える。ただしこれは各調査回毎に魚礁の付着物を全て除去し、卵のうを産み付ける場所を人為的に作ったための結果である。先の群が産み付けた卵のうの上に次の群が卵のうを産み付けることは、卵の発育観察からはみられなかつた。

表1 各調査時点における卵の発育状況

※卵の発育日数	調 査 日	1.10	1.25	2.9	3.8	3.28
		経過日数				
卵の発育状況		19日	16	16	28	21
1~2日	産卵直後の卵	○	○	△	△	△
3~7	発眼前の卵	◎	◎	◎	◎	△
8~15	発眼卵		△	○	△	◎
16~42	色素胞発生卵				△	△
36~43	孵化卵				△	○

◎ 50%<sup><</sup>, ○ 10~49%, △ 10%<sup>></sup>

※浜部(1960)<sup>3)</sup>の水槽実験による発育日数

## 要 約

実験魚礁に産着されたヤリイカ卵のうについて次の結果を得た。

- ①卵のうの産着には1本ずつ数cm間隔で産み付けられたものと、塊状に産み付けられたものの二通りの状態がみられた。卵のう塊は16～50本の卵のうよりなっていた。
- ②卵のうの長さは6cmから24cmのものまであり、塊状に産出されたものについても不ぞろいであった。
- ③卵のう内の卵数は30～170個で100個前後が最も多かった。
- ④卵のうが長くなると中の卵数も増加するが、両者の間には物理的に一定の関係はなく含有卵数の変動が大きい。
- ⑤1月に比べ3月が構造物に対する産卵回数ならびに産着卵のう数も多かった。

## 文 献

- 1) 大野明道・松山康明・石田健次(1978)．ヤリイカ産卵魚礁効果調査．島水試事業報告(昭和53年度)
- 2) 諫早隆夫・高橋武司(1934)．イカ卵の一種について(№10):第6．ヤリイカ卵の受精と産卵．北水試旬報(257)
- 3) 浜部基次(1960)．ヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERS TEIN の初期発生について．日水研年報(6)

# ケンサキイカの食性からみた生態について\*

石 田 健 次

ケンサキイカの生態についての研究はこれまでに数多くの報告1) 2) 3) 4) 5) があるが、そのほとんどは漁場学的、また生態学的な分野のものであり、食性に関する研究はきわめて少なく未成体期～成体期のものについて2, 3あるにすぎない。

筆者はケンサキイカの稚仔期～成体期までの胃内容物を観察し、成長段階、採集時間、季節、漁場などによって食性がどのように変化するかを検討し、1～2の知見を得たので報告する。

## 材 料 と 方 法

材料は1978～1979年の4～12月にわたって浜田沿岸の距岸1～13浬の海域で一本釣（夜間）と板曳網（昼間）によって採集したものである（図1）。板曳網（網口巾約6m、網口高さ約3m）は1地点につき曳網速度2ノット前後で15分曳（距離約1,000m）とし袋網には小型魚を採集するためモジ網をとりつけた（図2）。曳網水深は20～140mで水深20m毎に調査地点を計7点設置し、原則として月1回採集した。

一本釣は53年7月に2回19時～04時にわたって擬餌針を1～2個付けた釣具で5～6人が釣獲したものである。

板曳網の採集物は船上で、一本釣のものについては釣獲後直ちに氷詰めにし実験室に持ち帰った後、胃袋のみ約10%の海水及び清水ホルマリンで固定した。

査定は実体顕微鏡により出現した種類を魚類、甲殻類、軟体類、不明の4項目に大別し併せて外套長も測定した。

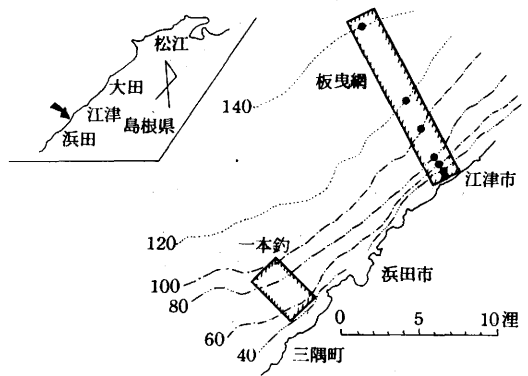


図1. 調査海域

## 結 果 お よ び 考 察

### 1) 胃内容物の出現状況

一本釣と板曳網で採集されたケンサキイカの調査結果を表1に示す。その調査個体数は一本釣によるもの1,103個体、板曳網によるもの1,644個体の計2,747個体である。

\* ケンサキイカとブトイカの分類には多説があり両者の同定にも技術上問題があるので、ここではブトイカも含めた。

胃内容は鋭い口器で細かくかみ砕かれていて査定が困難であったが、その断片から魚類は沿岸一帯に多く出現する小型魚類、軟体類はケンサキイカ・スルメイカの幼生、甲殻類は大型プランクトンやカニ類と判断された。<sup>1)</sup> なお単一種を食餌している場合が多く数種類を混食していた個体は僅かであった。

胃内容物の出現状況を見ると一本釣で得た魚体のものには魚類が全体の約80%について認められた。板曳網で得られた魚体には甲殻類が全体の80~90%を占めている。

採集漁法により出現種類が大きく異なっているが、これは一本釣(夜間)と板曳網(昼間)の漁具による相違、または昼夜間の操業時間の相違によることよりも、両者の漁具による採捕魚体の大きさに基因するものと推察される。すなわち図3のとおり板曳網によるケンサキイカの外殻長のモードは10mm、一本釣は150mmと大きく異なっておることから、成長段階における食性の相違と考えるのが妥当であろう。

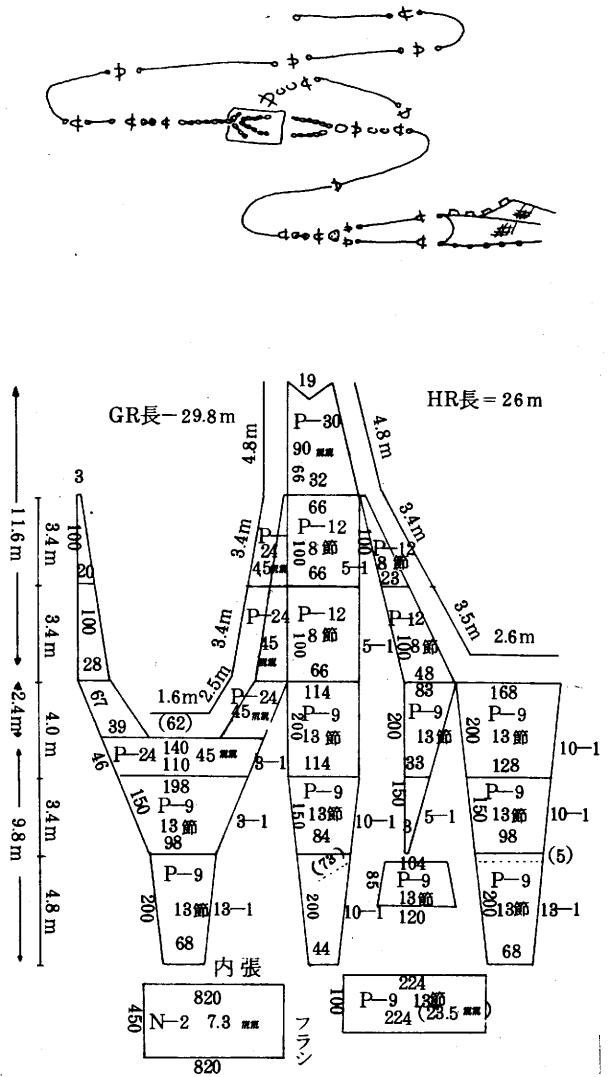


図2. 漁具構成

表1 一本釣と板曳網による胃内容物調査結果

採集漁具	年月日	調査個体数	摂餌個体数	摂餌個体出現率(%)	胃内容物(個体割合)				
					魚類	甲殻類	軟体類	不明	合計
一本釣	'53.7/7~11	1,103	595	53.9	77.5	5.5	14.8	2.2	100.0
板曳網	'53.6/7~12/14	473	287	60.7	4.2	89.5	2.8	3.5	100.0
	'54.4/20~10/25	1,171	413	35.3	8.2	83.5	5.1	3.2	100.0
合計		2,747	1,295	47.1	39.2	49.0	9.0	2.8	100.0

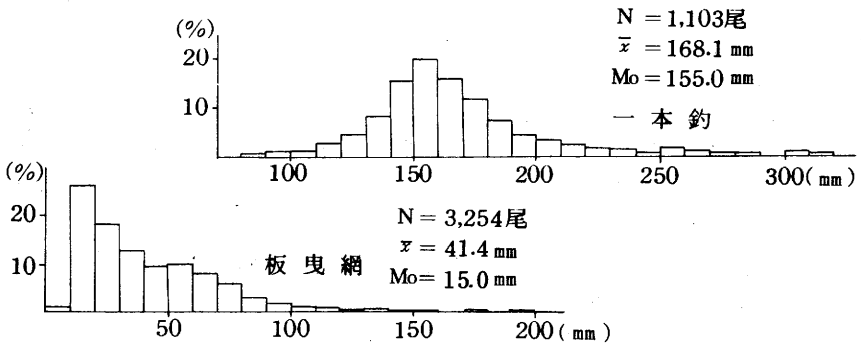


図3. 外套長組成

## 2) 体長と餌組成

成長に伴う胃内容物の変化と摂餌割合を示したのが図4である。

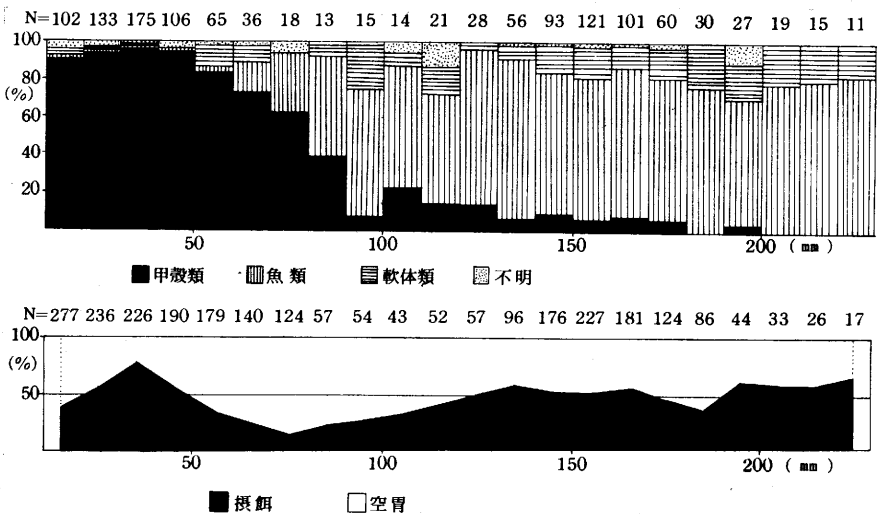


図4. 成長に伴う餌組成と摂餌割合

これをみると外套長70 mm位まで甲殻類捕食個体が多く、特に50 mmまでは内容物の90%以上を占めている。外套長70 mm位になると食性の移行が顕著にみられ、80 mm以上になると甲殻類から魚類捕食に大半変わるようになる。200 mm以上では甲殻類捕食個体は全く認められず軟体類が魚類に次いでみられる。また成長段階別に空胃個体の出現割合をみると(図4)、外套長30~40 mmのものが最も低く20~30%を示すが、それ以降は成長につれて高くなり70~80 mmのものでは80%台と最高となっている。しかし外套長90~100 mm程度からまた低下傾向がみられ130 mm以降は40~50%の割合で推移している。

このように空胃個体の出現割合が最も高い点と前述の食性移行点の外套長とがほぼ一致することは

外套長70~80 mm において摂餌器官や遊泳生態に顕著な変化があり、それにしたがって対象とする餌生物も甲殻類から魚類へと移るが、遊泳力が小さく摂餌行動が順調に行なわれていないため高くなることが想像される。また「釣」で釣獲した最小型は図3のとおり外套長80 mm 位のものであった。釣で漁獲された成魚、未成魚の餌内容は西海区水産研究所ほか<sup>1)</sup>の調査結果と一致して魚類、軟体類が主であった。

### 3) 環境と摂餌状態

夜間、漁場で釣獲された魚体の摂餌状態を19時から翌日の04時までについて示したのが図5である。これによると、摂餌個体の出現は釣獲開始後経時的に高くなっており、<sup>1)</sup>23時から03時には釣獲尾数の6~7割を占め、そのほとんどが魚類を捕食していた。この傾向に伴って空胃個体が減少していることからケンサキイカの摂餌行動は夜半から明け方に活発化するようである。

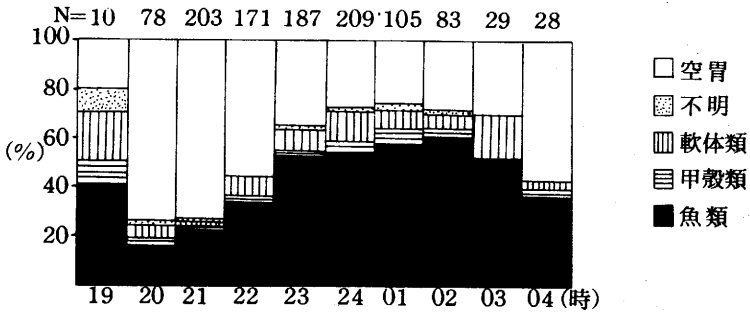


図5. 未成体期以上(13~18cm位)の釣獲時間と摂餌状態

次に板曳網で採集した魚体(10~80m/m)の摂餌状況を季節別、漁場別にみたのが図6・7である。漁場は水深40~140mにわたって調査したのであるが、周年にわたり水深にかかわらず甲殻類が主体であることがわかる。したがって空胃個体の出現率は年により餌生物の多寡により左右されていると考えられる。

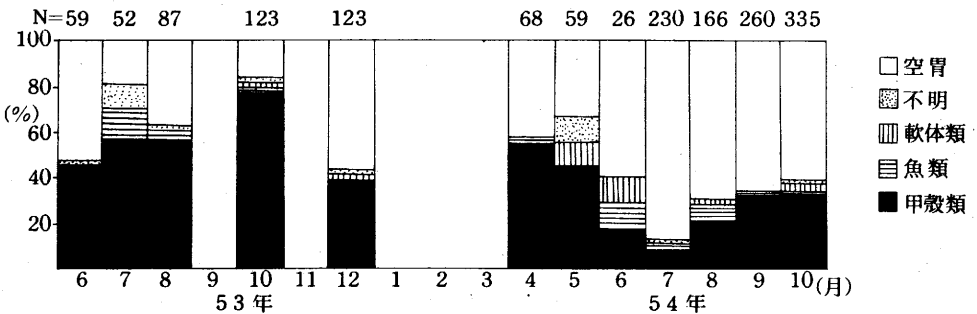


図6. 若令期~未成体期の摂餌状態と季節変化

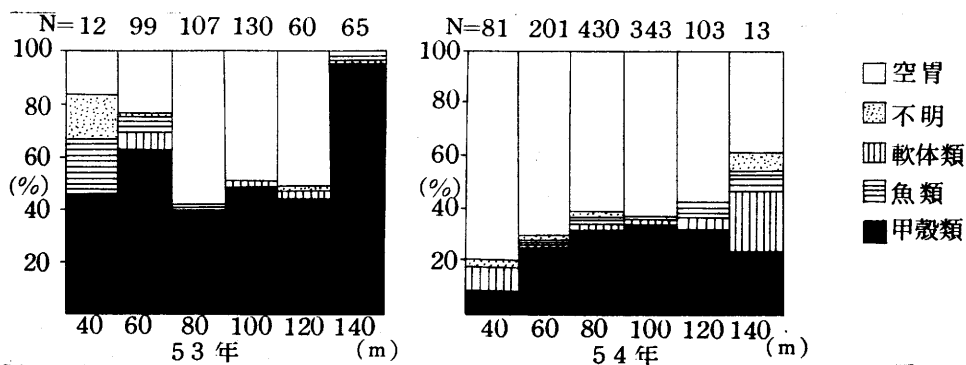


図7. 若令期～未成体期の摂餌状態と漁場水深

### 要 約

島根県沿岸域において一本釣、板曳網で漁獲されるケンサキカの外套長の食性を検討した。

- 1) 若令期の魚体は甲殻類を主として捕食し未成体期以上は魚類を主としているが、外套長70～80 mm から食性が変わる。
- 2) 一本釣で釣獲される魚体の外套長は80 mm からで食性の変る時点に一致した。
- 3) 食性の変動期には空胃個体の出現率が最も高かった。それは遊泳生態の変化に伴う捕食行為が順調に行なわれないことに起因する。

この報告をまとめるにあたり論文を校閲しご教示くださった島根県水産試験場長児島俊平博士に対して厚くお礼申し上げる。

### 文 献

- 1) 西海区水産研究所ほか 1978: 西日本海域におけるケンサキカ資源生態調査報告書, 8. 食性, 20-21.
- 2) 長崎県水産試験場 1976: 昭和50年度対馬周辺海域における重要資源とその漁場, 長崎水試登録第398号, 11-27.
- 3) // 1977: 昭和51年度対馬周辺海域における重要資源とその漁場, 長崎水試登録第409号, 21-25.
- 4) 田代征秋 1979: 東シナ海ケンサキカ漁場調査結果について, 長崎水試研究報告第5号, 45-52.
- 5) 古田久典 1976: 筑前海域におけるケンサキカについて, 福岡水試研究業務報告, 50-56.

# イタヤガイの成熟に関する研究—I

## 生殖巣の季節的变化

佐竹 武元・森脇 晋平

### Maturing Process in Japanese Bay Scallops—I Seasonal Changes in Gonads

Takemoto SATAKE and Shinpei MORIWAKI

This paper describes breeding cycle of the scallops, *Pecten*(*Notovola*) *albicans*(SCHRÖTER), cultivated by hanging method in Etomo Bay, Shimane Prefecture, using maturity factor and histological technique. The observation by optical microscopy is classified as follows: immature stage (July to October), follicular stage (late September to October), growth stage (late October), mature stage (November to February), spawning stage (late February to May), post-spawning stage (late March to June). The maximum and minimum of maturity factor indicate in late January just before spawning stage and July after post-spawning stage, respectively. This results are explained in terms of the seasonal maturity condition of the gonads. The set of results suggest that spawning take place actively from mid-February to early in March.

イタヤガイ *Pecten* (*Notovola*) *albicans* は本邦沿岸の砂泥地に生息する雌雄同体の二枚貝で、突発的な大量発生、漁獲の豊凶が著しいことなどで知られている。本種の生物学的知見は少なく、繁殖に関しては玄海灘および鳥取砂丘沖における調査で産卵期の推定が行われているに留まる1), 2)。

最近筆者らは生殖巣の成熟状態の周年変化に関する肉眼観察、成熟度指数および組織学的観察を行い、これらの間の関係について検討した。

### 材料および方法

供試材料は1977年11月に、島根県隠岐島犬来地先で漁獲され、同県恵曇湾内で垂下飼育されたものである。

材料の採取は1978年1月から12月にわたり月1~2回おこなった。採取したイタヤガイは合計270個体であり、殻長・体重・生殖巣重量等を測定し、成熟度指数(生殖巣重量/体重×100)を算出した。また生殖巣の組織観察を行うため、毎週5~10個体合計180個体の生殖巣をブアン液



で固定した。固定後通常パラフィン法により8 $\mu$ mの切片とし、デラフィールド氏のヘマトキシリン・エオジン二重染色により検鏡した。

## 結 果

**生殖巣の位置と形態** 本種の内臓のうは閉殻筋の前腹面に付着し、生殖巣はその大部分を占め、内部には中腸腺が走っている。同一生殖巣で卵巣は舌状の先端部側を2/3近く占め、精巣は基部側を占める。組織学的には生殖巣全体は単層の扁平上皮細胞とその内測にあるコラーゲン繊維の結合組織層によって被われており、内部は濾胞上皮、消化管および繊毛管より構成されている。

**生殖細胞の発達過程** 卵原細胞は濾胞上皮にそって存在し、数細胞がかたまっている場合もある。形状は短棒状で長径2.5~3 $\mu$ m程度であり、ヘマトキシリンによく染まり青紫色を呈する。卵原細胞の発達増殖につれてごく小型の卵母細胞が濾胞上皮上に出現する。卵母細胞は明るい核の中に1個の仁を有し卵の発育に伴って成長を続ける。このころの卵母細胞は濾胞上皮にそって両側に細胞質を伸ばしており、凸レンズ状を呈しているが、卵核胞径10 $\mu$ m程度の卵母細胞に成長するとほぼ円形になる。さらに発育が進み卵母細胞は卵柄を有して濾胞中央に突出する。この時期の卵核胞は径30 $\mu$ m程度である。濾胞上皮から離脱した卵母細胞は長方形、長円形あるいは多角形を呈し中央部に存在し、卵核胞は径35-50 $\mu$ m程度である。

精原細胞は濾胞上皮上に数個一群となっていることが多い。径約5 $\mu$ mの核を有し、内部に仁あるいは染色物質が存在するが他の雄性生殖細胞に比較してやや明調である。精母細胞は精原細胞よりやや小型でヘマトキシリンを強くとる。第1精母細胞と第2精母細胞との区別は明らかでなかった。精母細胞は減数分裂により径2~3 $\mu$ m程度の精細胞になる。精細胞はさらに変態をへて精子になるが、精子は頭部を濾胞上皮に向け、エオジン好染性の尾部は束状になっている。

**生殖巣の季節変化** 生殖巣の周年変化の過程を組織学的観察、成熟度指数および鮮時における外観、色調等に基づいて検討した (Fig. 1, Fig. 2)。

組織学的観察においては、二枚貝の生殖巣発達過程をいくつかの段階区分して記載することが立石・安達<sup>3)</sup>、高<sup>4)</sup>、和久井・小原<sup>5)</sup>、管野・谷田<sup>6)</sup>、森ら<sup>7)</sup>の研究において行われており、ここでは下記の6段階に分けて検索を進めた。未熟期：濾胞内は完全に空腔で濾胞上皮上には生殖原細胞がみられる (Plate, 1-2)。濾胞期：卵巣では小型の卵母細胞が濾胞上皮上にならぶ。精巣では精原細胞から精母細胞への発達がみられる。濾胞中央部は未だ広い空腔である (Plate, 3-4)。成長期：卵母細胞は成長して体積を増し、濾胞中央に伸長するためいわゆる洋なし型を呈する。精巣では精原細胞から精細胞・精子までの連続した発達過程が観察される (Plate, 5-6)。成熟期：卵巣では卵母細胞で濾胞内は充滿する。精巣では精子で濾胞内は充滿し精子の集合により放射状あるいは渦巻状を呈する (Plate, 7-8)。放出期：放精・放卵により濾胞内に空所が認められる

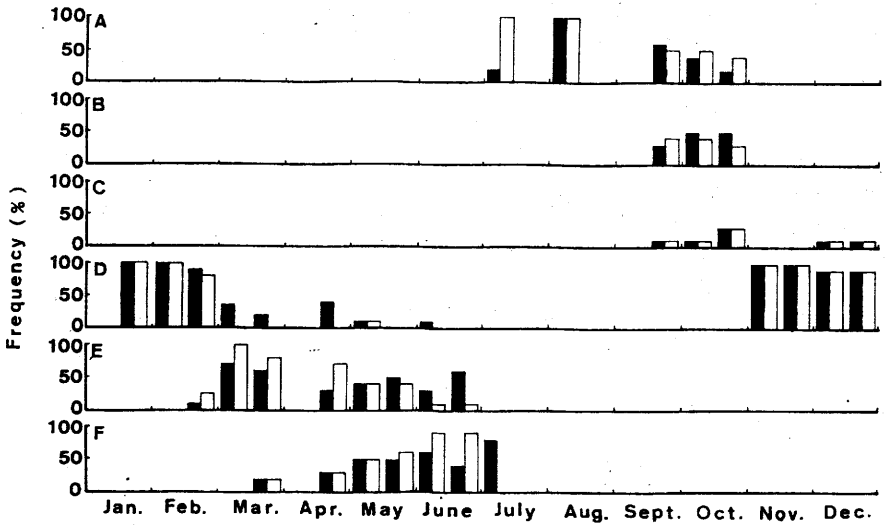


Fig. 1. Frequency distribution of seasonal gonad condition. Histogram shows percentage of ovary (shaded) and testis (unshaded).

A: immature stage. B: follicular stage. C: growth stage  
 D: mature stage. E: spawning stage. F: post-spawning stage.

図1 生殖巣状態の季節的頻度分布 卵巣(影), 精巣(白ぬき)

A: 未熟期 B: 濾胞期 C: 成長期 D: 成熟期  
 E: 放出期 F: 放出後期

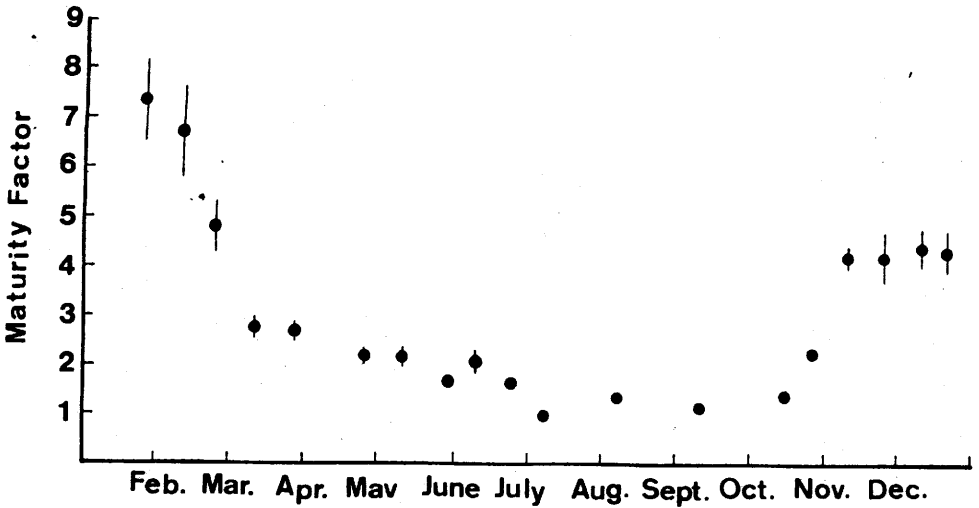
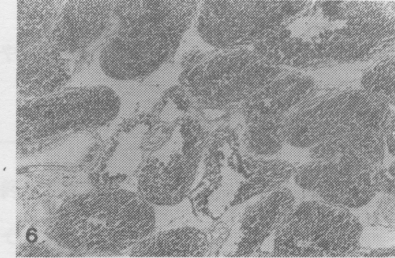
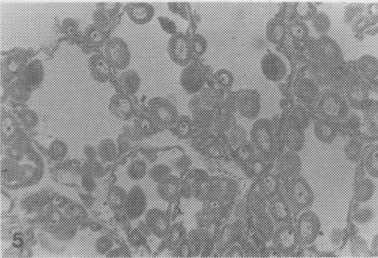
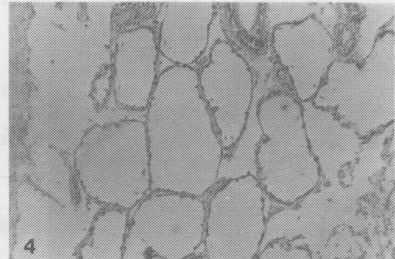
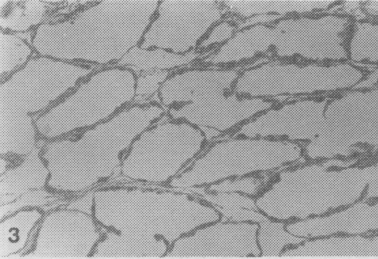
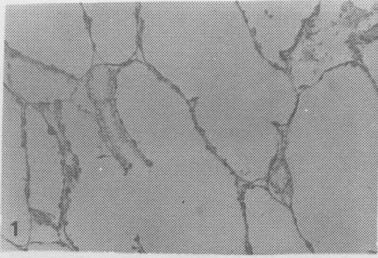


Fig. 2. Seasonal fluctuation in maturity factor of the gonads. Vertical bars indicate standard errors of the mean.

図2 成熟度指数の季節的変化



#### Explanation of Plates

All figures are taken from the Japanese Bay Scallop gonads which were fixed in BOUIN'S solution, sectioned by paraffin method and stained with DELAFIELD'S hematoxylin and eosin. x72

Fig.1. Ovary at immature stage (August).

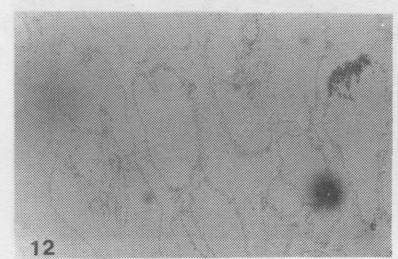
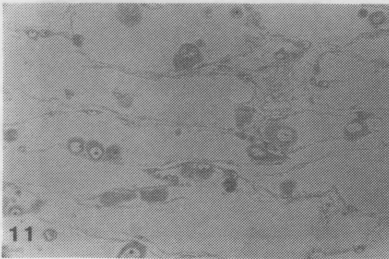
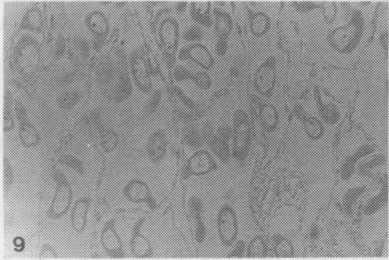
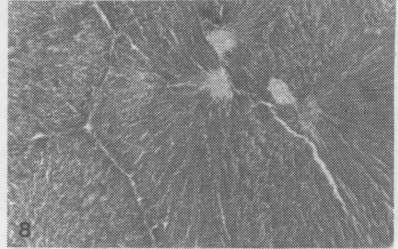
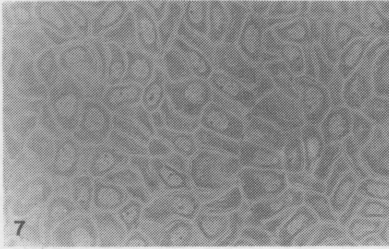
Fig.2. Testis at immature stage (August).

Fig.3. Ovary at follicular stage (September). Young oocytes are present in follicle epithelium.

Fig.4. Testis at follicular stage (September).

Fig.5. Ovary at growth stage (October). Many young oocytes develop from follicle epithelium and are projected into the center.

Fig.6. Testis at growth stage (October). Germ cells in various stage of maturation can be seen.



- Fig. 7. Ovary at mature stage ( January ). Ovary is filled with full-grown oocytes.
- Fig. 8. Testis at mature stage (February). Full developed testis is filled with sperms.
- Fig. 9. Ovary at spawning stage (March). Spent gonad is characterized by the appearance of large space.
- Fig. 10. Testis at spawning stage (March).
- Fig. 11. Ovary at post-spawning stage (May). Unspawned or degenerative germ cells are often found.
- Fig. 12. Testis at post-spawning stage (June).

## 図 版 説 明

ブアン固定，通常パラフィン法，およびヘマトキシリン・エオシン染色法により得られたイタヤガイ生殖腺の組織像，倍率は約72倍。

Fig 1. 未熟期の卵巣（8月）。

Fig 2. 未熟期の精巣（8月）。

Fig 3. 濾胞期の卵巣（9月）。小型の卵母細胞が濾胞上皮上にみられる。

Fig 4. 濾胞期の精巣（9月）。

Fig 5. 成長期の卵巣（10月）。卵母細胞は成長し，濾胞中央部に伸長する。

Fig 6. 成長期の精巣（10月）。各種の発達過程の細胞がみられる。

Fig 7. 成熟期の卵巣（1月）。卵母細胞で濾胞内は充満する。

Fig 8. 成熟期の精巣（2月）。精子で濾胞内は充満する。

Fig 9. 放出期の卵巣（3月）。放卵により空所が観察される。

Fig10. 放出期の精巣（3月）。

Fig11. 放出後期の卵巣（5月）。未放出や変形した細胞が認められる。

Fig12. 放出後期の精巣（6月）。

（Plate, 9-10）。放出後期：放精・放卵が終了し濾胞内はほぼ空腔になる。また放出されなかった卵母細胞や精子が残存している状態およびそれらが遊走細胞の出現により破壊・吸収される状態もこの段階に入る（Plate, 11-12）。

調査を開始した1月下旬に採集された生殖巣は卵巣と精巣の識別が可能で，卵巣は橙赤色，精巣は黄白色を呈し，表面は光沢を帯びていた。成熟度指数は調査期間中の最高値7程度を示し，著しく膨張しており，内部を走っている消化管は外部から認められない。このような生殖巣では成熟期の状態が観察できる。2月下旬に検したのものの中には放精・放卵により濾胞内の空所が認められる個体もあり，外観ではやや軟弱で退色した生殖巣が約半分をしめた。3月には成熟度指数は2.8程度に低下し，多くの生殖巣で放出期に達しており，下旬にはすでに放出後期に達しているものもみうけられた。このころの生殖巣は退縮して卵巣は淡橙色，精巣は白色になる。4月下旬から6月にかけてこの生殖巣はさらに退縮し，かつ軟弱になり，これまで外部から認められなかった消化管が観察可能になる。また，生殖巣が肉質と同じ半透明の状態でも卵巣と精巣の識別が不可能な個体も多数観察された。この時期注目すべきは，卵と精子の放出が同時に進行していない生殖巣が2月下旬および3月のそれと比較して，はるかに多いということである。これらは順調に放卵されなかったものが大部分であるが，不産出卵はいびつなものや，崩壊途上のものが観察された。7月から8

月は成熟度指数は最も低下する。内部は放卵放精後に認められた不産出生殖細胞は消出し、完全な空腔になり、未熟期の様相を呈する。9月から10月中旬に採集された生殖巣は、未熟期の生殖巣の外形や色調、生殖腺指数と比較して変化は認められない。しかし、組織学的にみると濾胞期の段階であり、精巣では精原細胞から精母細胞への発達が観察され、卵巣では小型の卵母細胞が濾胞上皮に点在する。一部の生殖巣では精細胞および比較的大型の卵母細胞が濾胞中央部へと発達を続けている。10月下旬に成熟度指数は増加し始めるが、まだ低く2程度にすぎない。この時期の生殖腺はやや充実度を増し、精巣は淡白色、卵巣は淡橙色に色づきはじめ、消化管は外部からは観察できず、膨らみとしてのみ認めることができる。内部では生殖細胞で濾胞中央部は埋まりはじめ成長期に入る。11月から12月に得た個体は成熟度指数がやや低いということを除けば、1月に検したものとほぼ同一の状態であった。

## 考 察

今回の調査では組織像と肉眼観察ならびに成熟度指数との個体別の対応は観察できなかったが、組織像と指数の変化がほぼ一致することから成熟度指数および肉眼観察により生殖巣の発達状態を推測することができる。すなわち、指数値が1.5前後のとき生殖巣は放出後期から未熟期、濾胞期にわたる変化をしており、外見的には卵巣がわずかに淡橙色を示すのを除けば半透明の軟弱な萎縮した状態である。そして指数値が2程度になってくると生殖巣は濾胞期から成長期に入る時期であり、やや充実度を増してくる。さらに指数値が4以上に発達してくると生殖巣は充実しはじめ、卵巣は橙赤色、精巣は黄白色を呈し、成熟期の様相を示す。産卵直前には値は平均7程度にまで上昇する。また、指数値が3前後に低下してきたときには生殖巣は放出期の状態を示し、やや軟弱で卵巣は淡橙色、精巣は淡黄白色となる。このように指数値と肉眼観察結果から生殖巣の状態を推察できよう。

本種の産卵期は今回の結果からすると、1月下旬より5月上旬にかけてであり、その盛期は2月中旬から3月上旬であると推察できる。従来、本種の産卵期について観察した報文は少なく、平松<sup>1)</sup>、小林<sup>2)</sup>が生殖巣の膨潤・萎縮状態の肉眼観察に基づいた推定を行っているにすぎない。今回の結果によれば、生殖巣が膨潤から萎縮になる時期は組織上の産卵期と対応しているので妥当な推定とみなしてよい。これら天然漁獲個体と垂下飼育個体を比較すると産卵盛期はほぼ一致している。

また、二枚貝類の卵細胞の熟度に関する組織学的研究は、ムラサキイガイで澄川<sup>8)</sup>が、アサリで仁の行動と関連して西川<sup>9)</sup>が発表している。これらによれば成熟卵は、染色体の赤道面上への出現、真性仁の消失、卵核胞の不明瞭など第1減数分裂前期の特徴を示し、放出卵は第1減数分裂中期であると推論している。宮崎<sup>10)</sup>も述べているように、この期の体内滞留時間は極めて短く、今回の観察では明確な組織像は得られなかったが、本種においても第1減数分裂中期において放卵すると推定される。仁の行動については卵核胞が10~13 $\mu$ m程度の時期には核内に2個の仁が存在

し、20～30  $\mu\text{m}$ に成長すると細胞質中への放出あるいは放出中の状態が観察された。さらに1月下旬から3月下旬には真性仁に染色仁が埋った状態の両性仁を形成している。このように仁の行動と卵の熟度には、何らかの関係がありそうであるが、詳細な検討が必要であり、今後の問題として残されよう。

## 文 献

- 1) 平松達男：福岡水試報告（昭和24年度），19-25（1949）。
- 2) 小林啓二：鳥取水試報告，8，13-24（1971）。
- 3) 立石新吉・安達甫朗：長崎大水研報，5，75-79（1957）。
- 4) 高良夫：日水誌，23，394-399（1957）。
- 5) 和久井卓哉・小原昭雄：北水研報，23，15-22（1967）。
- 6) 菅野尚・谷田専治：東北水研報，19，135-141，（1961）。
- 7) 森勝義・長内健治・佐藤隆平：日水誌，43，1-8，（1977）。
- 8) 澄川精吾：福岡女子大生活科学，6，1-23，（1963）。
- 9) 西川昇平・榎田昭・福岡秀雄：水大校研報，16，23-28，（1967）。
- 10) 宮崎一老：水産学集成（末広恭雄・大島泰雄・桧山義夫編），東大出版会，東京，1957，pp.433-436。

# イタヤガイ稚貝の殻長組成から みた浮遊幼生の特性について

森脇 晋平・勢村 均・井沢 学

イタヤガイ *Pecten albicans* (SHRÖTER) は北海道南西部以南の本邦各地、朝鮮半島、中国沿岸の水深10-80mの砂泥底に生息する外海砂浜性二枚貝であり、年によって大発生を見るが、その資源は数年で消滅する傾向がある。

本種の生活史には不明な点が多い。付着時期については天然採苗に関連して大島<sup>1)</sup>、佐竹<sup>2)</sup>の報告があるにとどまり、浮遊生活期における知見はみあたらない。筆者からは、天然採苗器に付着したイタヤ稚貝の殻長組成を“同時に付着する個体群の殻長組成は正規分布する”という仮定のもとで解析したところ、付着稚貝はいくつかの単位群により構成されていることを認めた。そこで本研究では、これらの結果から浮遊個体群の動態及び付着に必要な条件を推定しようと試みた。

## 材 料 と 方 法

エンビ波板(30cm×60cm)を2枚たがえて重ね、玉ネギ袋(目合3mm)に収容したものを採苗器とし、それを水深5mから20mまで1mおきにとりつけ採苗施設とした<sup>2)</sup>。

この施設を 図1に示す地点に1979年2月5日、3月7日、4月2日の3回に分けて垂下し(以下採苗施設を区別するため早く垂下した順に №1、№2、№3と呼ぶ)。同年7月8日に三連ともとり上げ付着稚貝数および殻長を測定した。測定した結果を採苗施設別にまとめ、田中<sup>3)</sup>の方法により殻長組成を正規分布の単位群として分離した。

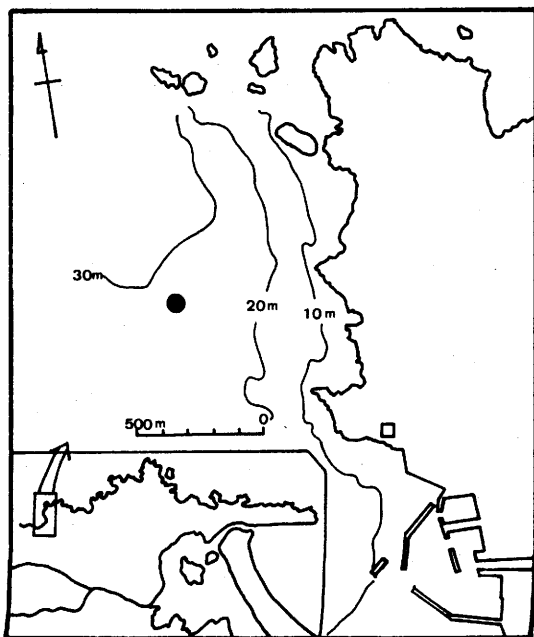


図1 調査場所  
(●)は採苗施設地点を示す。



## 結 果

**殻長組成の解析** 採苗施設の $\#1$ は3個、 $\#2$ と $\#3$ は2個ずつの単位群に分離される(図2)。また、 $\#1$ の三つの単位群を殻長の大きいものから順にⅠ, Ⅱ, Ⅲ群とすると、その平均殻長に対応して $\#2$ ,  $\#3$ はⅡとⅢ群から構成される。その状況を付着稚貝数は円の面積で、平均殻長は円の中心の位置で示した(図3)。

まず、各採苗器についてみると、Ⅰ群は付着稚貝数の数%, Ⅱ群は10-20%を占めるにすぎず、Ⅲ群による急激な個体群の増加が実現している。

一方、すでに述べたように各群の占有率は採苗施設間ではほぼ同程度であるが、付着した稚貝数には大きな差がみられ、 $\#1$ で約3,000個体、 $\#2$ で約2,000個体を得たのに対して、 $\#3$ では686個体を得たにすぎない。これは採苗施設の垂下時期の違いが主な原因であろう。

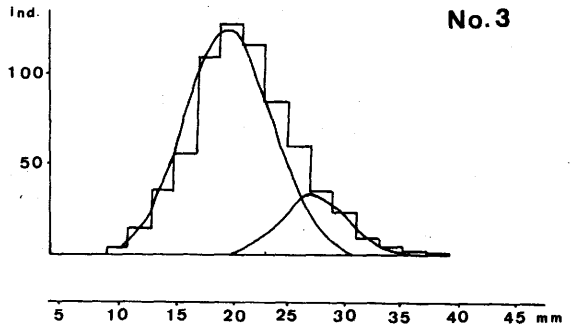
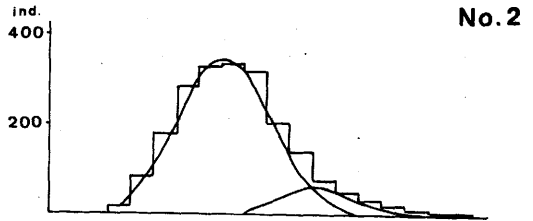
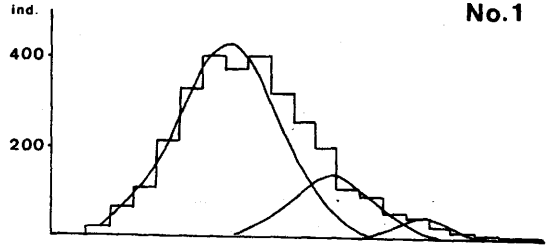


図2 殻長組成と単位群の分離

### 浸漬期間と付着貝の状態 採苗

施設の垂下から取りあげまでの日数(浸漬期間)と付着稚貝数との関係を図4に示した。この図で浸漬期間150日, 120日, 90日は採苗施設 $\#1$ ,  $\#2$ ,  $\#3$ にそれぞれ対応している。それによると、浸漬期間が増せばⅡ群とⅢ群の付着稚貝数は増加する傾向にある。しかし、各採苗施設の総稚貝数やその主体をなすⅢ群についてみると浸漬期間120日と150日の直線の傾きは、90日と120日のと比較して小さい。これは、付着には、ある程度の浸漬期間が必要であるがそれ以上になると付着個体数はそれほど増加しないことを示している。

## 考 察

3基の採苗施設から得られた稚貝の殻長を単位群に分離し、これは、同時付着個体群であるとする、No.1はⅠ、Ⅱ、Ⅲ群の三つ、No.2とNo.3はそれぞれⅡ、Ⅲ群の二つの個体群から成り立っているといえる。採苗施設時期からみてⅡ、Ⅲ群は4月上旬以降に付着した個体群と推察できる。付着期稚貝の成長に関する資料は堀田<sup>4)</sup>による人工採苗の室内飼育実験のみであるが、これによると付着後約3ヶ月で28mm程度まで成長する。したがってNo.3の投入直後つまり4月上旬にⅡ群が付着したとすると、3ヶ月後の7月上旬には約27mmに成長しており、室内実験の結果と一致している。

また、前述の室内実験の資料から、

Ⅰ群とⅡ群及びⅡ群とⅢ群の平均殻長の差が生じる時間を推定してみると、Ⅰ～Ⅱ群間では約17日、Ⅱ～Ⅲ群間では約14日である。以上から各群の付着した期日を推定してみると、Ⅰ群：3月中～下旬、Ⅱ群：4月中～下旬、となり、このような大量の付着が4月に起ることは各月の採苗率の調査結果<sup>5)</sup>とよく一致している。しかも、各群の付着にはある程度の周期性が存在しているように思われ、3月中旬から小規模な付着がくりかえされて4月中～下旬に大量の付着が起ると考えられる。

一方、河原<sup>6)</sup>は付着生物個体群の変動と関連諸要因について述べ、基盤の性質や基盤浸漬の条件と付着する動物本来の性質や付着時の状態が微妙に影響し合って付着時個体群ができるとしている。今回の試験においても、浸漬期間と付着稚貝数は正の相関を示すので基盤の浸漬条件が付着個体群に影響を与えることが考えられるが、理化学的な浸漬状態や他の生物群集との関連、あるいはこれらの組み合わせなどについては明らかにできなかった。

したがって、浮遊幼生の密度と付着稚貝数は必ずしも対応するとはかぎらないが、完熟浮遊幼生はある程度の周期性をもって消長をくりかえし、好適な付着基盤との遭遇により付着・変態をするものと考えられる。

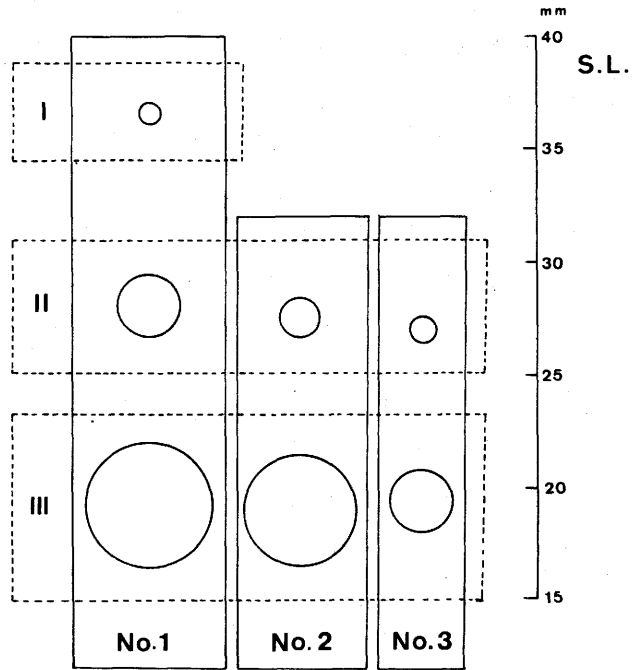


図3 単位群の大きさ(円の面積)と平均殻長(円の中心)

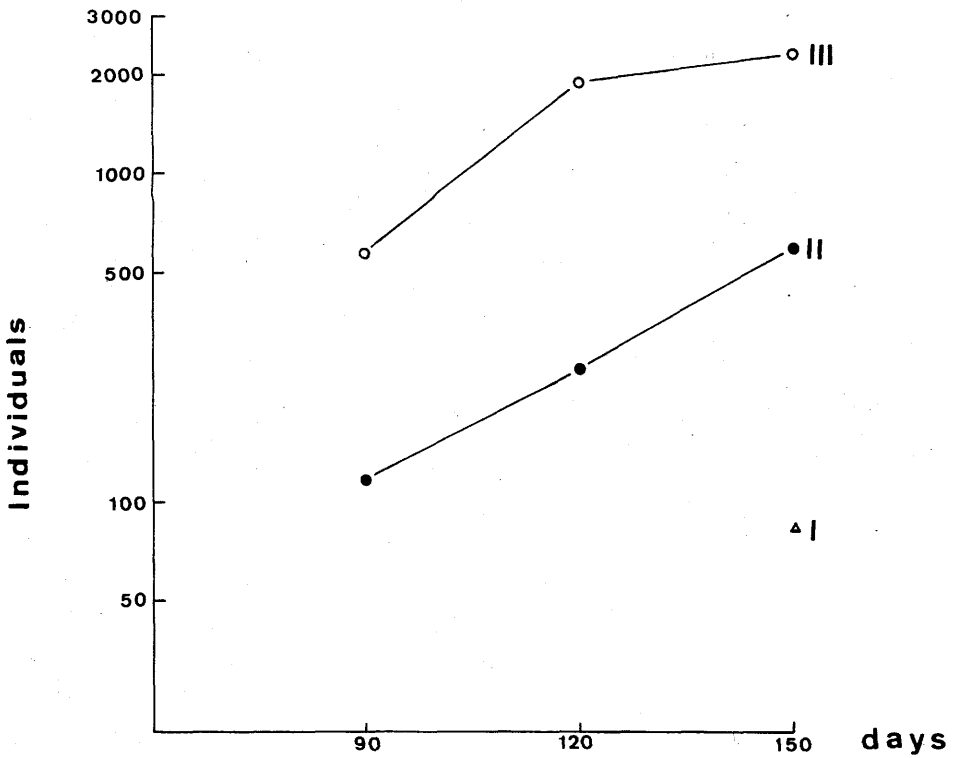


図4 浸漬日数と付着稚貝数との関係

### 文 献

- 1) 大島展志：島根県水試事業報告，昭和50年度，288-292，1978.
- 2) 佐竹武元：同誌 昭和51年度 270-271，1978.
- 3) 田中昌一：東海水研報，28，1-200，1960.
- 4) 堀田正勝：広島県水試研究報告，9，37-45，1977.
- 5) 佐竹武元：島根県水試事業報告，昭和52年度，344-348，1979.
- 6) 河原辰夫：海洋科学，6，234-239，1974.

# ウニによる養殖イタヤガイの付着生物の防除(抄録)\*

勢村 均

イタヤガイ天然採苗時に混獲されるバフン稚ウニを用いてイタヤガイへの付着生物防除試験を行った。

その結果、稚ウニを混養した試験区ではいずれも効果がみられたが、特に7-9月では稚ウニ=10個体以上、9-11月では稚ウニ=20個体以上(いずれもイタヤ稚貝50個体に対して)混養した試験区でその効果が著しかった。

また、イタヤガイの生残率は7-9月ではどの試験区もかわらなかったが、9-11月では稚ウニを混養した試験区で若干低下した。

今後稚ウニ混養の場合のイタヤ稚貝の成長、生残をよりくわしく把握する必要がある。

表 1 養殖イタヤガイへの付着生物重量・割合  
およびイタヤガイ・稚ウニの生残率

	測定 月日	試験区分 (ウニ個体数/イタヤ個体数)				
		0/50	5/50	10/50	20/50	40/50
付着生物平均重量	9/20	0.31	0.02	0.00	0.01	0.08
(g/イタヤ1個体)	11/20	4.29	1.31	1.13	0.05	0.15
付着生物平均重量 イタヤ平均体重 $\times 100$ (%)	9/20	6.7	0.6	0.0	0.1	1.2
	11/20	29.2	12.1	8.0	0.5	1.3
イタヤ生残率 (%)	9/20	96.0	92.0	96.0	98.0	96.0
	11/20	90.0	80.0	68.0	70.0	78.0
稚ウニ生残率 (%)	9/20	-	20.0	70.0	100.0	93.0
	11/20	-	80.0	100.0	100.0	90.0

\* 「付着生物研究」第2巻1号に発表

# 島根原子力発電所排水口近辺における魚類の生活様式について

森 脇 晋 平

島根原子力発電所からは毎秒22—30m<sup>3</sup>の温排水が放出されている。温排水と魚類に関する研究は比較的少なく、排水口近辺における調査例としては岡山水試<sup>1)</sup>、愛知水試<sup>2)</sup>の調査結果をみるとどまる。また、排水口近くに集った魚の最高水温時およびその前後の時期の水温は、その魚種の生息水温の高温値を判定する一つの指標となり得ることが示唆されている<sup>3)</sup>。

筆者は、生活場所としての排水口周辺における魚類の生活様式を直接潜水観察することにより解明しようとした。

## 調 査 方 法

**調査場所** 調査場所は図1に示したように島根原子力発電所排水口の消波ブロック前面海域である。海底はごく大まかに西側の岩盤部と東側および沖側の転石部に分けられる。海藻は主としてホンダワラ類であるが、転石部には比較的少ない。大型無脊椎動物としてはムラサキウニ、サザエなどが観察された。また今回調査した水深は3—10mの範囲である。

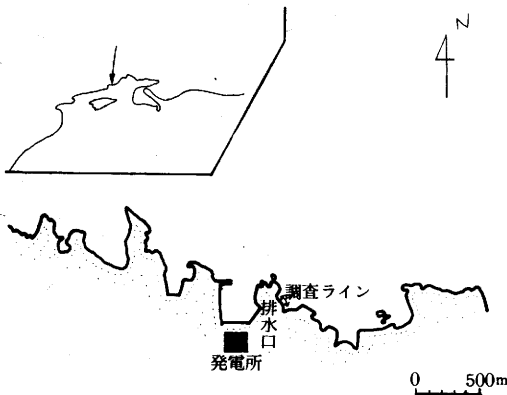


図1 調査場所

**調査方法** 調査方法は潜水観察を主体とし、潜水にはSCUBAを用いた。観察は消波ブロックに沿った調査線(約200m)で1~2時間にわたり魚種名・全長・出現場所・行動・個体数などを記録した。またヤスを用いて魚の採集を行い、観察魚の同定、目測による全長の補正、および食性の調査に使用した。なお、観察時刻は午前10時頃から午後2時頃にかけてである。

## 結果および考察

**出現魚種の周年変化** 今回の調査では合計40種の魚が出現したが、その季節的変動を表1に示した。KIKUCHI<sup>4)</sup> はアジモ場に出現する魚を4つの型に分類しているが、ここでは、その分類を適用して、Ⅰ：周年定住種、Ⅱ：季節定住種、Ⅲ：一時的来遊種、Ⅳ：偶来種および観察頻度の少ない種に分け、表1に併記した。その結果によると、季節的定住種が半数以上の種類を占めている。また、出現種数および水温の変化を図2にあらわした。出現種数の最高値および最低値はそれぞれ7～8月と4月に記録しており、この変化は現場水温の高低と比較的よく相関している。これは沿岸性の魚類にみられる水温低下による深淺移動であると考えられる。魚類相の季節変化をみるために各月の魚類群集を最も簡単なJaccardの共通係数を求めたものが図3である。この結果から、魚類相は12月と3月および4月と5月の間で大きく変化し、それ以外ではゆるやかに変化していることが読みとれる。したがって出現魚種は春(5-7月)、夏(8-10月)、秋(12月)、冬(3-4月)の4つの相に分類が可能である。さらに個体数についてみると、一年中を通じて個体数が多いのは周年定住種であり、その他の種ははるかに少ない。個体数の増減は周年定住種の個体数の変動と大きく相関すると考えられる。

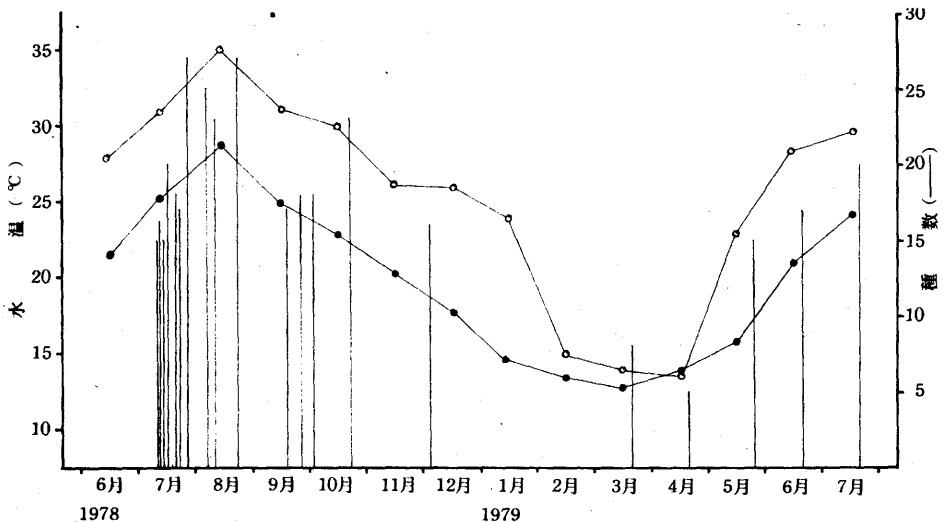


図2 出現種数の季節的变化と水温変動

○—○ ; 排水口水温, ●—● ; 取水口水温

表 1 出現魚および個体数の季節的变化  
(1978年7月-1979年7月)

	7月					8月					9月			10月			12月	3月	4月	5月	6月	7月	全長 (cm)
	11日	12日	13日	14日	18日	21日	31日	7日	11日	22日	18日	25日	2日	26日	4日	20日	20日	25日	19日	19日			
メシナ	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	4-30	
スズメダイ	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	2-12	
ホンベラ	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	2-12	
ササノハベラ	+	+	+	+	+	+	+	+	++			+		+	+	+	+	+	+	+	+	8-15	
クサフグ	+	+	+	+		++	++	++	+	+	+	+	+	+	++	+	+	+			+	7-18	
ゴンズイ	++						++	++	++	+												7-8	
ネンブツダイ	+	+					++	+	++	++	+										+	2-8	
キジハタ	+	+			+	+	+	+	+	+	+			+	+						+	10-15	
クロダイ					+		+	+	+	+		+	+									10-30	
イシダイ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+				+	+	+		10-35	
タカノハダイ	+	+	+		+	+		+						+	+						+	15-20	
ウミタナゴ	+	+	+	+	+							+									+	10-15	
オヤビツチャ							+	+		+	+		+	+	++						+	5-18	
ソラスズメダイ								+	+	++	++	+++	+++	+++	++	+					+	3-7	
キュウセン	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	5-15	
オハグロベラ	+		+	+	+		+	+	+	+		+		+						+		7-10	
キンチャクダイ	+	+	+			+	+	+	+	+			+	+							+	8-10	
カゴカキダイ							+	+		+			+								+	8-12	
アイゴ							+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++					+	+		8-15	
キスバリ	+		+	+		+	+	+	+												+	10	
チャガラ	+++	++	++		+++	+++	++	++	++	++	++	++		++								5	
メバル	+	+		++	++	++	+	++	++	+		++	+	+	+				++	++	+	3-20	
カサゴ	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+					+	+	8-16	
クジメ		+	+	+		+										+	+					10-18	
アサヒアナハゼ	+		+	+	+	+									+							7	
カワハギ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	5-15	
ハコフグ		+	+	+						+				+	+							8	
ダツ						+					++		+	+								40	
トウゴロイワシ												+++++	+++++						+++			8-10	
ボラ						++	++	++	+	+									+	+		20-50	
イサキ					+																	30	
マダイ			+								+									+	+	7-20	
マハタ										+												12	
アオハタ																						10-14	
ダイナンギンボ							+	+														15	
ニシキベラ																						9-12	
ハタタテガイ							+		+													10	
カミナリベラ																						8	
ウマズラハギ												+	+	+								8-15	
サヨリ														+								10	

個体数: +; 5<. ++; 6-49, +++; 50-500, ++++; 500>

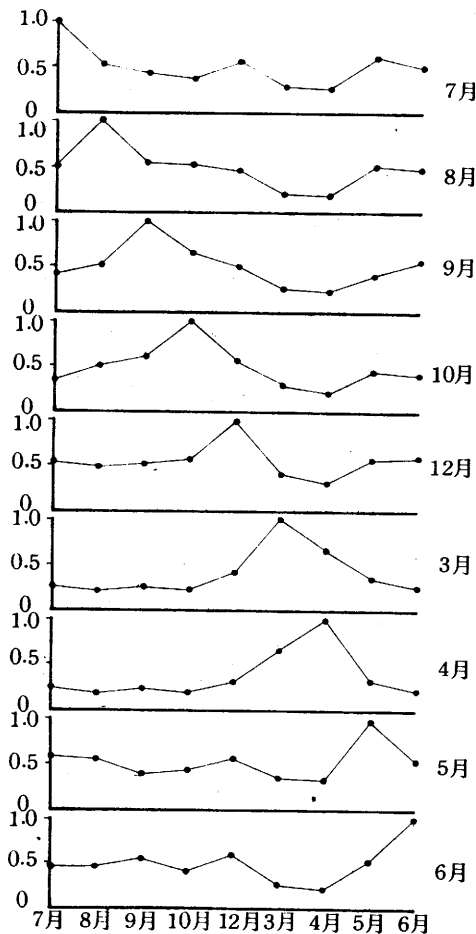


図3 類似度指数による魚類相の季節変化

また、主な魚種について、その行動を簡単に記載する。

#### 1) メジナ

当才魚は時には数百尾もの群れをなし、表一中層を移動している。また、むらがりや海藻・岩上の付着物をつつく摂餌行動時によく観察される。10cm以上の個体は当才魚のような群れをなすことはなく、底層の消波ブロック・岩石のそばや内部に数尾から十数尾かたまっている。3-4月の低水温期は単独又は数尾ずつかたまって海底のくぼみや岩石のすきまに入っている。

#### 2) スズメダイ

中層～底層によく群れている。群れの強さや移動はメジナ当才魚ほど大きくはないが、水平的に

空間分布および存在状態 魚のすみ場を奥野<sup>5)</sup>は生活の型により「磯つき型」と「磯より型」とに分類し、さらに磯のこまかい地形との関連を述べている。また金本<sup>6)</sup>はこの分類を改変して12のすみ場に類型化している。一方、魚礁をめぐる魚の生活という観点から小川<sup>7)</sup>は走触性の強さの度合により魚類の集積構造を4つのタイプに分類し、堺<sup>8)</sup>は生息場所を11に区分して行動と関連づけ、5つのタイプに分類している。

本研究では、調査場所は消波ブロックおよび海底構造によりさまざまな生活場所を提供しているが、できるだけ簡略化して表現しようとした。すなわち、水深を表層・中層・低層の3つに分け、地形は海底の岩石・転石・消波ブロックなどによってできる空間の内部、凹部、側面（ごく近傍、1m以内）、および周辺に分け、これらを組み合わせた7つのタイプにより空間分布を明らかにしようとした。

そして、このようなすみ場に魚がどのような状態にいるのかが問題となる。奥野<sup>9)</sup>は魚を移動一定着、集合-分散の組合せにより4つの状態に分けている。ここではそれに従って群れ・むらがり・単独遊泳・単独定座の4状態に分類した。これらの結果をまとめたものが表2である。



表 2 魚類の空間分布と存在状態

魚種	空間分布								存在状態			
	表層	中層		底層				群れ	むらがり	単独遊泳	単独定座	
		側面	周辺	側面	周辺	内部	凹部					
メジナ	**	**		**	*	**	**	**	**			
スズメダイ	*	**	**	*	**			**		*		
ホンベラ		*		**	**		*		**			
ササノハベラ	**			**	*	*	**			**		
クサフグ					**	*		**			**	
ゴンズイ						**	*	**				
ネンブツダイ						**	*		**			
キジハタ					**						**	
クロダイ						*	*			**		
イシダイ		*		*	**	*	*	**		*		
タカノハダイ					*	*	**			**		
ウミタナゴ		*		*				*		*		
オヤビッチャ		*	**		**			**	*			
ソラスズメダイ				*	**				**			
キュウセン					**					**		
オハグロベラ		*			*					**		
キンチャクダイ							*		*	*		
カゴカキダイ				*	*		*	*		*		
アイゴ		*		*	*			**	*			
キヌバリ					*						*	
チャガラ			*		*				**			
メバル						**	*				**	
カサゴ				**	**	*					**	
クジメ				*	*		*				**	
アサヒアナハゼ					*						**	
カワハギ			*		*					**		
ハコフグ				*			*			**		
ダツ	**							**				
トウゴロイワシ			**					*	**			
ボラ	**							**	*			
マダイ		*				*				**		
ダイナンギンポ				*	*						**	
ウマズラハギ			**					*		*		

\*\* ; よく観察される, \* ; 時々観察される

は広く分布する。低水温期をのぞけば岩石下や内部に入ることはない。

3) ホンベラ

ベラ類の中で最も目につく種で中～底層に分布する。積極的な集合や反発をすることはない。海藻の付着物をついばんで摂餌している。

4) キュウセン・ササノハベラ・オハグロベラ

上種と比較するとはるかに個体数は少ないが、全長は大きい。低層に分布し、中層以上に出ることはまれである。

5) インダイ

消波ブロック内の空間あるいはごく近辺を単独もしくは数尾でゆるやかに泳いでいる。

6) メバル

成魚はブロックの内部空間に単独もしくは数尾でやや上向き状態で浮かんでいる。

7) カサゴ・キジハタ

行動は不活発で、石の上面、すきま、くぼみなどに当才魚から成魚までみられ、鱗・腹部を岩石に接触させている。沖側の水深10mではカサゴの個体数が多く、頭部を上向きにして海底から少し離れて浮んでおり、岸側の浅部では、同種間で追いかける行動が観察された。

8) ダツ・ボラ

ともに表層をかなり強い群れをなして遊泳するタイプである。

これらの観察結果から、この調査区域でみられる魚類は、ボラで代表される表層遊泳性の魚種といわゆる岩礁性の付き魚種である。後者はさらに移動力が大きく、群れ行動をとり、空間分布も豊富なメジナと、不活発で単独、海底への依存度の強いカサゴで代表される両極端の型に分けることができ、他の種はこれらの型の移行型として表現できよう。

**食性および食物関係** 消化管内容物調査は、採集した20種152尾についておこなった。魚類の消化管内容物は発育段階あるいは季節により変化することが知られているが<sup>10)</sup>、採集尾数に制限があるためこれらによる違いを明らかにすることは不可能で、年間を通してまとめた。また内容物の同定は魚類；ウニ・ヒトデ類；矢虫類；エビ・カニ類；端脚類；等脚類；カイアシ類；フジツボ類；ウミホタル；その他甲殻類；多毛類；小型貝類；ヒザラガイ類；海藻；消化・不明物の項目とし、各項目の消化管内で占有する割合を各個体で求め、その平均値を百分率で食物組成をあらわした。その結果を表3に示す。また、これをもとにして主な魚類の食物関係をまとめたのが図4である。今回は、食われる側の餌生物の質的・量的な調査は行なっておらず、採集個体数の少ない魚種も多い。したがってはっきり判断することはできないが、ここに生活している魚類は、海藻・岩石などをすみ場としているであろうエビ・カニ類、端脚類などの甲殻類から栄養をとっている割合が高いと考えられる。また比較的良好な行動様式をしている魚種間、たとえばベラ類、

図3 採種魚種と胃内容物組成

魚種	体長 (cm)	魚類	ウニ・ヒトデ類	矢虫類	エビ・カニ類	胃内容物 (%)										採取個体数	空胃個体数		
						端脚類	等脚類	カイアシ類	フジツボ類	ウミホタル	その他甲殻類	多毛類	小型貝類	ヒザラガイ類	海藻			消化・不明物	
メジナ	6.3-20.0			0.6	1.3	32.0		4.6	0.7						36.1	24.7	15	0	
スズメダイ	8.3-10.7					2.0						2.0					96.0	5	0
ホンベラ	8.2-12.0				2.5	22.9				15.0	7.5	0.6		1.3	50.2	16	0	0	
キュウセン	9.2-18.5		3.3		35.0								43.3	6.7	1.7	10.0	6	0	
イシダイ	5.8-23.0		30.8			13.5		6.4		0.7	5.7	5.7	0.7	2.8	33.7	15	1	0	
カサゴ	9.8-18.6	10.0	0.5		33.4	1.0				20.0			31.5	0.5	3.1	47	28	0	
メバル	11.5-18.0	33.4				3.3	30.0						3.3	30.0			5	2	
アサヒアナハゼ	9.3-15.5	98.0			2.0													5	0
キジハタ	11.2-13.5				37.5					25.0					37.5	7	3	0	
ウミタナゴ	10.5-17.2				5.0	80.0			5.0						10.0	2	0	0	
ササノハベラ	8.5-15.3		4.4		7.7	5.5				38.2	8.8	17.7			17.7	9	0	0	
カワハギ	9.0-17.5		2.8							28.5		27.1		2.8	38.8	7	0	0	
クサフグ	9.6-11.7					50.0						25.0			25.0	2	0	0	
カゴカキダイ	10.2					10.0				20.0					70.0	1	0	0	
アオハタ	13.7-15.8	40.0			10.0										50.0	2	0	0	
タカノハダイ	17.3				10.0	70.0						10.0			10.0	1	0	0	
アイナメ	12.3				50.0					50.0							1	0	
クジメ	14.5-17.5				25.0	25.0			5.0	20.0	25.0						2	0	
キンチャクダイ	6.0														80.0	20.0	1	0	
オハグロベラ	9.8-10.0									20.2		26.0		6.6	46.6	3	0	0	

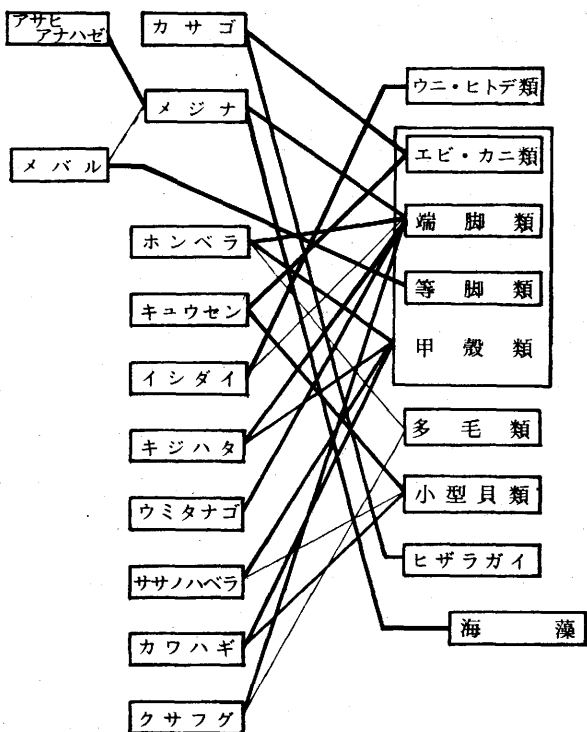


図4 食物関係  
(細い線は副次的にとっている食物)

あるいはカサゴ、キジハタ、アオハタ間での微妙な食性の相違があると推察される。

ここで最も個体数の多い種の一つであるメジナに注目してみる。この種は食性の幅が広く、付着性小型甲殻類の少なくなると考えられる夏期に植物を食うことで個体群を維持していると考えられる。また似たようなことがインダイについてもいえ、他の種がほとんど利用していないウニ・ヒトデ類やフジツボ類を主体に食っている。これらの魚は群れ生活、遊泳行動、空間分布の範囲など共通点も多く、産業上でも重要な魚種といえる。

温排水との関連について 毎秒22-30m<sup>3</sup>の温排水が取水水温より7-10°C程高い水温で放出されているが、密度が低いので深さ方向への拡がり小さく、底層の周辺部へ流れ出るとは少ない。したがって直接温排水の流れに接するのは空間分布で分類した表層、中層の側面、内部に生活している魚種であると考えられる。

実際観察した結果によると、クロダイの成魚、インダイの成魚、クサフグ、メジナの当才魚および成魚がブロックの空間内部で温排水の流れに向かって進んでいくのを認めたが、観察者からの逃避行とも考えられる。また、メジナ当才魚、ボラ、種不明の幼魚(全長5cm)は表層の温排水流域で流れに向かって、あるいは横ぎって遊泳する群れ行動を観察した。また、食物関係をみると、ここで生活している魚は海藻に付着している甲殻類に依存する傾向が強いため、海藻群落からの見方も必要となってくるであろう。

以上のように排水口近辺の魚類について、出現種、その周年変化、すみ場、行動、食性の面からみてきたが、温排水と関連づけて考える場合、他の調査研究との比較により評価することも一つの方法であろう。また、潜水調査は、この海域のようにガラモ場で透明度のよい場合、有効な方法の一つであるが、魚類の行動を温排水という観点から定量的に観察・解析することには限界がある。

## 文 献

- 1) 岡山水試；岡山県の臨海工業地帯周辺水域における水質と生物相，1967，pp.17-24.
- 2) 愛知水試；渥美火力発電所放水口付近生物調査結果，1972，pp. 49-51.
- 3) 日本水産資源保護協会；水産生物と温排水，1973，pp. 42-43.
- 4) KIKUCHI；Amakusa Mar. Biol. Lab, 1, 1-106(1966).
- 5) 奥野良之助；京都大学理学部生理生態研究業績，80，1-15(1956).
- 6) 金本自由生；日本生態学会誌，27，215-226(1977).
- 7) 小川良徳；OCEAN AGE, 5, 21-30(1973).
- 8) 堺 告久；兵庫県立水産試験場報告，13，31-33(1973).
- 9) 奥野良之助；磯魚の生態，創元社，大阪，1971，pp. 83-85.
- 10) 布施慎一郎；生理生態，11，1-22(1962).

# 島根原子力発電所温排水のひろがりに関する研究—I

## ひろがりにおよぼす因子の分析について

森 協 晋 平

島根原子力発電所からは冷却水として取水された水温より7~10℃程高い温排水が、毎秒22~30m<sup>3</sup>の割合で排出されている。

温排水の分布域の形状はごく短時間のうちに変動し、いわゆる“ゆらぎ”の現象が存在する<sup>1), 2)</sup>。この要因は複雑な気象や海象などの自然条件と、発電にともなう取排水温度差や排水量などの人為条件の作用によるものである。具体的な自然条件は、風向、風力、潮流、沿岸流、地形、波浪、気温、水温鉛直分布状況などがあることが経験的に知られている<sup>3)</sup>。しかし、事後調査の重要な課題にもかかわらず、<sup>2), 4)</sup>温排水の分布形状や空間的なひろがりとそれに影響をおよぼすと考えられる自然条件との関連を定量的に解析した例は少ない。

筆者は温排水の分布形状によって規定される表層での上昇域の最大到達距離と面積が、種々の要因に対してどのような関係にあるのかを実測された資料をもとづいて因子分析法により解析したので報告する。

## 資 料 と 方 法

用いた資料は島根原子力発電所周辺環境放射能等測定計画にのっとり観測されている放射状定線の調査結果のうち、1975年から1980年にかけて実施された62回の観測値である。

方法は各放射状定線の排水口より最も遠い観測点(2,500m)の平均水温を基準水温として、1℃上昇域、2℃上昇域の面積をプランニーターを用いて算出した。また、自然条件は7項目、人為条件は1項目を選んだ。すなわち、水温、気温、風向、風力、波浪、水温と気温の差、水温鉛直分布状況、排水量と取排水温度差の積、の8項目である。水温は上述の基準水温を用い、風向、風力は南北成分と東西成分に分離した値を使用した。また、水温鉛直分布状況は基準水温を求めた観測点の0m層と5m層の水温差を平均した値を使用した。

各項目の値を標準化して相関行列を求め、これについて主因子分析を行った<sup>5), 6)</sup>。

## 結 果 と 考 察

各項目間の相関について 項目間には表1に示すような相関がみられる。すなわち；

- 1) 風は上昇域面積と正の相関をもつ。特に2°C上昇域面積と高い相関がみられる。他の項目とは相関がない。
- 2) 気温は温度の関連項目である水温、気温と水温の差、水温鉛直分布状況と高い正の相関がある。1°C到達距離、1°C上昇域面積と正の相関をもつ。波浪、排水量と取排水温度差の積とに高い負の相関があるが、これらは季節変動の影響を示しているにすぎないと考えられる。
- 3) 水温は他の温度関連項目と高い正の相関をもち、上昇域面積とも有意な正の相関を示す。
- 4) 波浪は気温と水温の差、水温鉛直分布状況と高い負の相関を示し、上昇域最大到達距離と面積には有意ではないが、負の相関を示している。
- 5) 排水量と取排水温度差の積は上昇域最大到達距離と上昇域面積には無相関で、温度関連項目と波浪には高度に有意である。この項目は排水量が夏期と冬期で変更されることと、自然の水温が季節的に変動するため、夏に低く、秋から冬にかけて高くなる傾向にある。このため、一

表 1 項目間の相関行列

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	—											
2	0.27*	—										
3	0.07	0.09	—									
4	0.16	0.14	0.93**	—								
5	-0.18	0.03	-0.37*	-0.11	—							
6	0.17	-0.18	-0.34**	-0.27*	0.47**	—						
7	-0.05	0.02	0.88**	0.63**	-0.41**	-0.38**	—					
8	-0.06	-0.10	0.57**	0.37**	-0.51**	-0.41**	0.71**	—				
9	-0.06	0.09	0.27*	0.21	-0.08	-0.11	0.28	0.24	—			
10	0.19	0.11	0.11	0.08	-0.12	-0.19	0.13	0.13	0.58**	—		
11	0.50**	0.44**	0.21	0.26*	-0.14	-0.04	0.10	0.01	0.23	0.56**	—	
12	0.25*	0.21	0.39**	0.42**	-0.21	-0.08	0.26*	0.18	0.62**	0.60**	0.72**	—

- |          |                 |              |            |
|----------|-----------------|--------------|------------|
| 1: 風の東成分 | 6: 排水量と取排水温度差の積 | 11: 2°C上昇域面積 | *: 5%水準有意  |
| 2: 風の南成分 | 7: 水温と気温の差      | 12: 1°C上昇域面積 | ** : 1% // |
| 3: 気温    | 8: 水温鉛直分布状況     |              |            |
| 4: 水温    | 9: 1°C上昇域到達距離   |              |            |
| 5: 波浪    | 10: 2°C上昇域到達距離  |              |            |

般的に夏は高く、冬は低い温度関連項目には負の相関が、その逆である波浪には正の相関が生じたのであろう。また、温排水のひろがりに関連する項目には無相関であったので、上昇域最大到達距離と上昇域面積は他の条件によって変動すると考えられる。

- 6) 気温と水温の差は他の温度関連項目、排水量と取排水温度差の積、波浪とに高度に有意である。温排水のひろがりに関連する項目には正の相関を示し、 $1^{\circ}\text{C}$  上昇域最大到達距離と $1^{\circ}\text{C}$  上昇域面積には有意である。
- 7) 温排水関連項目には互いに高い正の相関がある。

**因子負荷量の計算結果** 表1の相関行列から固有値、因子負荷量、累積寄与率を計算した。固有値が1より大きいものを第2表に示す。以下説明すると、

1) 第1因子 ( $Z_1$ ) では;

係数が正で大きいもの — 気温、水温、気温と水温の差、水温鉛直分布状況など温度関連項目、上昇域到達距離、上昇域面積の温排水関連項目。

負の係数をもつもの — 波浪、排水量と取排水温度差の積。

2) 第2因子 ( $Z_2$ ) では;

正の係数をもつもの — 気温、気温と水温の差、水温分布状況

負の係数をもつもの — 風の項目、温排水の項目

3) 第3因子 ( $Z_3$ ) では;

正の係数をもつもの — 上昇域到達距離。

負の係数をもつもの — 風の項目、水温、気温。

したがって、第1因子は温度の関連項目及び温排水関連項目と関係が強く、波浪などを分離する因子、第2因子は風と相関が高い因子、さらに第3因子は上昇域到達距離と風、気温、水温との関係を表わし、これらのバランスで変動する因子と考えられる。第4因子については積極的な意味づけを行うことは困難であると思われた。

**表 2** 因子負荷量、固有値  
および累積寄与率

項目	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$
1	0.224	-0.517	-0.459	-0.355
2	0.224	-0.418	-0.395	-0.228
3	0.837	0.348	-0.322	0.249
4	0.738	0.190	-0.459	0.319
5	-0.493	-0.229	-0.221	0.676
6	-0.469	-0.339	-0.198	0.456
7	0.780	0.474	-0.080	0.108
8	0.642	0.493	0.178	-0.155
9	0.586	-0.269	0.540	0.388
10	0.514	-0.546	0.476	-0.010
11	0.530	-0.713	-0.151	-0.142
12	0.701	-0.529	0.138	0.174
固有値	4.158	2.393	1.369	1.245
累積寄与率	85%	55%	66%	76%

( 項目の番号は表1に対応する。 )



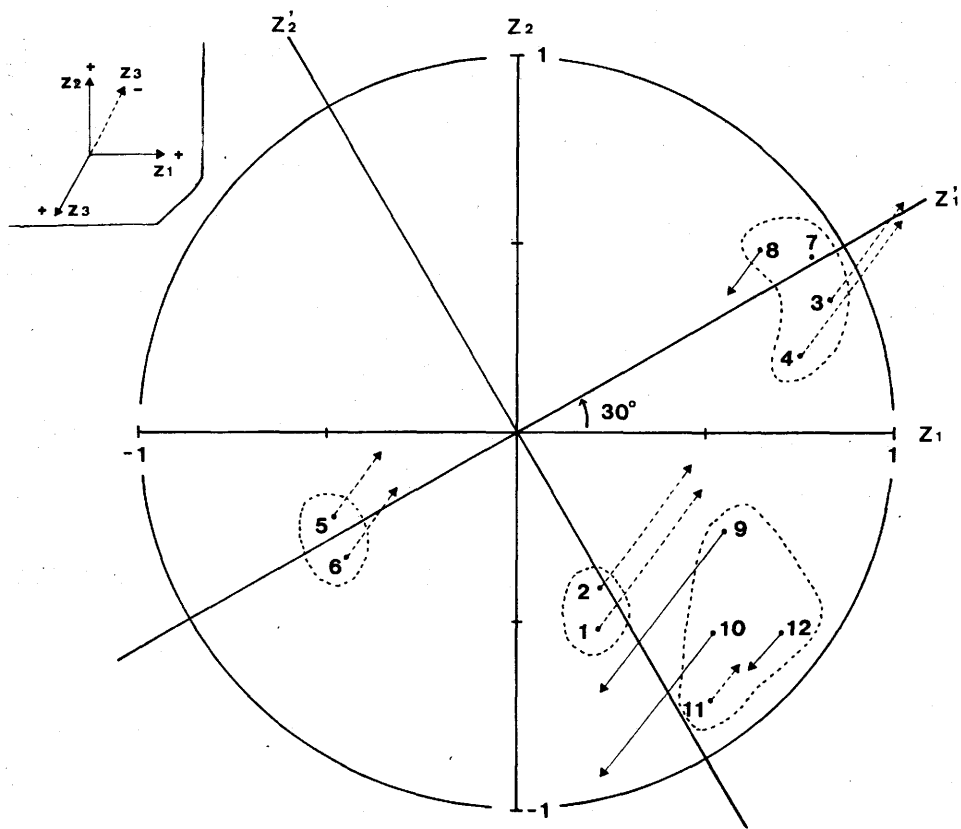


図1 各因子 ( $Z_1 \sim Z_3$ ) に対応する因子負荷量  
(番号は表1に対応する。)

### 各因子に対する因子負荷量について

因子  $Z_k$  ともとの変量  $x_i$  の相関係数である因子負荷量を第1因子から第3因子について三次元空間図として示した。(図1)。

これによると各項目は大きく4つのグループに分類できる。すなわち、“温度”、“波浪など”、“風”、“温排水のひろがり”、の4つで、図1には破線で示してある。

また、 $Z_1 - Z_2$ 平面上で座標軸を約 $30^\circ$ 回転させた新座標を $Z'_1 - Z'_2$ とすると、温度の関連項目と波浪等は $Z'_1$ 軸上に位置し、風の項目は $Z'_2$ 軸上にのることがわかる。 $Z'_1 - Z'_2$ 座標で $Z'_1$ 軸は温度の関連因子、 $Z'_2$ 軸は風の関連因子と考えることができよう。上昇域面積の変数は半径1の円周に近い位置をしめており、この二つの因子だけで大部分が説明されることを示している<sup>5)</sup>。これに対して到達距離の変数は円の中心に近い位置にあり、第3因子によって説明される比重が大きくなると考えられる。

一方、 $2^\circ\text{C}$ 上昇域の到達距離と面積は $1^\circ\text{C}$ 上昇域のそれらに比べて $Z'_2$ 軸に近い位置をしめており、この軸との類似構造が強いと考えられる。

**温排水のひろがりとの関係について** 抽出される因子自身が元来抽象的な性格をもっている<sup>7)</sup>、因子の厳格な物理的意味づけは困難であるが、第1因子は温度と強く関連したもの、第2因子は風と関連したもの、第3因子は変動のバランスが上昇域到達距離と気温、水温、風との対応の形をとっていると推察できる。これら因子と温排水関連変数との関係は次のようである。上昇域面積は第1、第2因子で大部分が説明される。特に $2^\circ\text{C}$ 上昇域面積は第2因子による変動が大きくなると考えられるのに対して、 $1^\circ\text{C}$ 上昇域面積は第1因子の影響を強く受けていると考えられる。また、上昇域到達距離についてみると、 $1^\circ\text{C}$ 到達距離は第1因子、 $2^\circ\text{C}$ 到達距離は第2因子との結びつきが深く、第3因子についてはほぼ同程度の傾向にあるといえよう。

## 文 献

- 1) 有賀・川崎・渡辺 編；温排水と環境問題，恒星社厚生閣，東京，1975，pp. 43-69.
- 2) 水産庁研究開発部 編；温排水調査指針，1974，pp. 1-31.
- 3) 磯 舜也 ；公害と対策，9，583-595（1973）
- 4) 日本海洋学会 編；海洋環境調査法，恒星社厚生閣，東京，1979，pp. 66-67.
- 5) 奥野・芳賀 他；多変量解析法，日科技連，東京，1971，pp. 323-372.
- 6) 柳井・岩坪；講談社ブルー・ボックス，複雑さに挑む科学，講談社，東京，pp. 85-148.
- 7) 鈴木栄一 ；気象統計学，地人書館，東京，1976，pp. 116-120.

# 島根原子力発電所温排水の ひろがりに関する研究—Ⅱ

## 重回帰式によるひろがりの予測について

森 脇 晋 平

前報<sup>1)</sup>では温排水のひろがりとそれに関与すると考えられる要因の関係について検討した。

今回筆者はそれらの関係を用いて温排水のひろがりを予測しようとした。従来の温排水のひろがりに関する研究は、①淡水拡散などの調査資料に基づいた経験式による予測法(新田)。②既存知識を利用した物理的考察による半理論式の予測法(平野)。③数理模型によるシュミレーション解析手法(和田)がある<sup>2)</sup>。

現在では③による解析がもっとも有力な手段と考えられている<sup>3), 4)</sup>。この物理的予測は、ある物理量の“バランス”を示す微分方程式などを適当な初期、境界条件下で数値的に解くことにより行なわれる<sup>5)</sup>。

これに対して今回もちいた統計的手法では、全変数の観測値から得られた予測対象と“統計的關係”をもっている要因を最少2乗法などの方法で予測しようとするものである。

## 資 料 と 方 法

前報<sup>1)</sup>で求めた説明変数の相関行列から出発する主成分分析法<sup>6)</sup>により固有値・固有ベクトルを求めた。これから要約される総合特性値<sup>7)</sup>と目的変数値の温排水関連項目を重回帰分析して予測式を求めた。

## 結 果 お よ び 考 察

回帰分析について 個有値とそれに対応する固有ベクトル及び累積寄与率を表1に示した。これによると個有値が1以上であるのは第3主成分までであり、約80%近くの情報がこの三つの主成分に集められていることがわかる。

また、大きい順に三つの個有値 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ を選び、それに対応する個有ベクトルを、

$(l_{11}, l_{12}, \dots, l_{1n}), (l_{21}, l_{22}, \dots, l_{2n}), (l_{31}, l_{32}, \dots, l_{3n})$ とすると、第1～第3主成分のスコアは、

$$\left. \begin{aligned} Z_1 &= l_{11} x_1 + l_{12} x_2 + \dots + l_{13} x_3 \\ Z_2 &= l_{21} x_1 + l_{22} x_2 + \dots + l_{23} x_3 \\ Z_3 &= l_{31} x_1 + l_{32} x_2 + \dots + l_{33} x_3 \end{aligned} \right\} \text{(I)}$$

で与えられる。この作業により、もとの8つの変数は互いに無相関な3つの総合特性値に要約されたといえよう。

そこで、この総合特性値 $Z_1, Z_2, Z_3$ を説明変数にとり、温排水関連項目の上昇域到達距離(1°C, 2°C到達距離をそれぞれ $L_1, L_2$ と記す)と上昇域面積(同様に1°C, 2°C上昇域面積を $S_1, S_2$ とする)を目的変数として重回帰分析した。その結果は、

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= 0.275 Z_1 - 0.009 Z_2 + 0.069 Z_3 \\ L_2 &= 0.172 Z_1 - 0.102 Z_2 - 0.198 Z_3 \\ S_2 &= 0.183 Z_1 - 0.529 Z_2 - 0.242 Z_3 \\ S_1 &= 0.356 Z_1 - 0.293 Z_2 - 0.031 Z_3 \end{aligned} \right\} \text{(II)}$$

となる。また、その分散分析表を第2表に示した。これによると総合特性値と上昇域面積の回帰関係は高度に有意である。

**回帰式による予測について** 有意な回帰式からどの程度上昇域面積がひろがるのかを予測した。(II)式の上昇域面積の回帰式において $S_1, S_2$ を大きくするには、 $Z_1$ には最大値、 $Z_2$ と $Z_3$ には最小値を代入すればよい。一方、特定の値に対して重回帰の推定値 $Y$ の標準誤差 $S\mu$ は

$$S\mu = S\sqrt{1/n + C_{11}x_1^2 + C_{22}x_2^2 + C_{33}x_3^2 + 2(C_{12}x_1x_2 + C_{13}x_1x_3 + C_{23}x_2x_3)}$$

表 1 固有値, 個有ベクトルおよび累積寄与率

	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	$Z_8$
1(風の東西成分)	0.028	-0.603	-0.358	-0.557	-0.142	-0.346	0.239	0.010
2(風の南北成分)	0.049	-0.564	-0.336	0.556	0.462	0.150	-0.146	-0.005
3(気 温)	0.492	-0.179	0.289	0.001	-0.103	0.137	0.027	-0.782
4(水 温)	0.411	-0.331	0.340	0.042	-0.394	0.029	-0.443	0.502
5(波 浪)	-0.292	-0.232	0.604	0.289	0.106	-0.585	0.242	-0.016
6(排水量と取排水温度差の積)	-0.305	-0.212	0.402	-0.512	0.477	0.375	-0.264	0.000
7(気温と水温の差)	0.483	0.043	0.161	-0.058	0.337	0.205	0.666	0.368
8(水温鉛直分布状況)	0.417	0.277	-0.084	-0.172	0.498	-0.559	-0.390	-0.009
固 有 値	3.506	1.388	1.183	0.945	0.487	0.314	0.177	0.000
累 積 寄 与 率	43%	61%	77%	88%	94%	98%	100%	100%

表 2 (Ⅱ)式の分散分析

要因	自由度	平方和	分散	分散比
全体	61	62		
L <sub>1</sub> 回帰	3	4.99	1.66	1.69
誤差	58	57.01	0.98	
全体	61	62		
L <sub>2</sub> 回帰	3	4.91	1.64	1.61
誤差	58	57.09	1.02	
全体	61	62		
S <sub>2</sub> 回帰	3	23.07	7.69	11.46**
誤差	58	38.94	0.67	
全体	61	62		
S <sub>1</sub> 回帰	3	13.25	4.42	5.25**
誤差	58	48.75	0.84	

\*\* P < 0.01

ただし,

n = 標本数

S<sup>2</sup> = 偏差平均平方

$$\begin{vmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \sum Z_1^2 & \sum Z_1 Z_2 & \sum Z_1 Z_3 \\ \sum Z_1 Z_2 & \sum Z_2^2 & \sum Z_2 Z_3 \\ \sum Z_1 Z_3 & \sum Z_2 Z_3 & \sum Z_3^2 \end{vmatrix}^{-1}$$

で求める<sup>9)</sup>。

したがって 95%信頼限界  $\hat{Y}$  は

$$\hat{Y} = Y \pm 2.00 S_u$$

として与えられる<sup>9)</sup>。その値は

1℃上昇域面積 : 3.525 (5.697~1.353)

2℃上昇域面積 : 4.656 (6.596~2.716)

これを実際の値に変換すると, 1℃上昇域面積は 1.99 (2.64~1.34) × 10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>, 2℃上昇域面積は, 125 (159~0.90) × 10<sup>6</sup>m<sup>2</sup> と推定できる。ただし, ( )内は95%信頼区間を示している。

1℃上昇域面積と排水量などの関係<sup>10)</sup>から今回予測した値と他の方法による値を比較してみると次のようである。ただし, 排水量は 30 m<sup>3</sup>/s, 排水昇温値は 7℃とした。新田 (1963); 3.2 × 10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>, 平野 (1966); 1.7 × 10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>, 和田 (1968); 0.52 × 10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>, となり, 平野 (1966) とはほぼ同程度の値を示す。

また, 今回の方法で計算した値は実際のデータの中で最大を与える条件を代入したものであり, 常にこの程度ひろがっているということではない。しかし, 上昇域の実測値は 1℃上昇域で 0.29 ~ 1.81 × 10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>, 2℃上昇域で 0.14 ~ 0.91 × 10<sup>6</sup>m<sup>2</sup> で変動しており, これより高い値が最大上昇域として算出された。したがって自然条件の組合わせによっては, この予測値の上限程度はひろがりうると推察できる。

## 文 献

- 1) 森脇晋平: 本誌 3, 58-62 (1981).
- 2) 和田 明: 公害と対策, 9, 565-571 (1973).
- 3) 武田 康: 同誌 9, 551-556 (1973).

- 4) 千葉信一：同誌 9, 557-563 (1978).
- 5) 鈴木栄一：環境情報科学, 7, 72-77(1978).
- 6) 奥野・芳賀他：多変量解析法, 日科技連, 東京, 1971, pp, 160-257.
- 7) 同上：pp. 9-16.
- 8) 同上：pp. 25-157.
- 9) コ克蘭・スネデカー：統計的方法, 岩波書店, 東京, 1977, pp.361-393
- 10) 日本水産資源保護協会：水産生物と温排水, 1978, pp.14-16.

# 中層トロール網漁具開発研究

(指定調査研究総合助成事業)

山崎 繁・安達二郎・田中伸和

由木雄一・石田健次

本調査は日本海における未利用未確認の中層資源の実態を明らかにし、これの開発利用を計ることを目的とする。計画当初、極前線以北に分布するスケトウダラを対象魚種として考えを進めてきたが、ソ連・北朝鮮の200浬領海宣言のため、この計画は大きく変更せざるを得なくなった。このため200浬ライン以南に分布するすべての未確認魚種を漁獲するため、すなわち小型から大型までの魚類を漁獲すべく、網規模が大きく低速度で曳網する網と、網規模は小さくとも高速度で曳網できる網を基本に計5種類の網を試作し、調査を実施した。3ケ年の調査を通じ、中層トロール網漁具の物理的性状と漁撈技術および中層資源の分布と生態について若干の知見を得たのでここに報告する。

この調査の遂行にあたり、終始、ご指導、ご協力をいただいた東京水産大学・平山信夫教授、水産工学研究所・矢島信一郎長、小山武夫室長、新潟県水産試験場・荻部信二部長、建原敏彦研究員、ニチモウ株式会社に心から感謝する。また海上での作業、この報告とりまとめにおいてご協力いただいた浅中正禄、新崎陽一郎、野田勝延、浜野一次郎、波田野正勝、瀬山文雄、高尾忠夫、野津春美、江川賢一、新家浅夫、梢江哲夫、浜上伸夫、梢江重雄、幸場弘、中村忠俊、和泉孝一、中村初男、藤江大司、谷野一枝、川神訓代、和田美佐子、藤江英子、庄原勝子諸氏にあわせて感謝する。

## I 漁 具

### 調査および調査方法

#### 1. 調査期間、調査海域および使用船舶

昭和52年6月～昭和54年12月に調査を実施した。その海域は北緯34度50分，北緯39度，東経131度，東経134度30分の各点で結んだ線がかこまれた海域である。操業は試験船島根丸（船尾トローラー）を使用し，のべ103回，漁具測定は10回実施した（表1に島根丸主要寸法，付表に操業記録を示す）。

表1 島根丸主要寸法

全長 (m)	幅 (m)	深さ (m)	主機関型式	定格 出力 (PS)	定 格 回 転 数 (rpm)	総トン数	プロ ペラ 型式	トロールウインチ 容 量
34.6	6.5	2.8	MTU MB 820Bb-1 高速4サイ クルディー ゼル	770	1200	139.06	3翼 可変	油圧式 5T×60M/min (主ドラム) 8T×30M/min (センタードラム)

## 2. 使用トロール網漁具

使用トロール網はⅠ型網，Ⅱ型網，超大型低速網，改Ⅰ型網，大型網の5種類で図1～図5にその概略を示す。また図6にペンネント類とハンドロープの寸法および漁具構成の概略を，図7にオッターボードの構造を示す。

昭和52年度に用いた網はスケトウダラを対象としたⅠ型網と，サンマ二艘表層曳網を改造したⅡ型網である。昭和52年度の調査結果から中層トロール網で漁獲された魚種が体長4～25cmの遊泳力の小さな小型魚であることがわかったので，昭和53年度はそれの大量漁獲を目的とし，目合が小さく網規模の大きな超大型低速網と，Ⅰ型網の目合を小さく改造した改Ⅰ型網を用いた。昭和53年度の調査で改Ⅰ型網は好結果を示したが，超大型低速網は求めている曳網速度が得られず網成りが不良であった。そのため超大型低速網の網規模をやや小さくし，目合は大きく改造し，これを大型網として曳網速度の増大を計った。昭和54年度はこの大型網と昭和53年度に改造した改Ⅰ型網を併用した。

オッターボード，手網およびペンネント類はすべての網に対して同一のものを用いた。

## 3. 漁 具 測 定

各網の測定は海上の平穏なときを選び下記の7項目について実施した。またⅡ型網と超大型低速網の2種の網については，模型網（縮尺 $1/25$ ，速度比 $1/2$ ，張力比 $1/2500$ ）をニチモウ株式会社で試作し水槽実験をおこなった。





HR = 45.6 m  
GR

浮力 374 Kg  
沈力 185.6 Kg

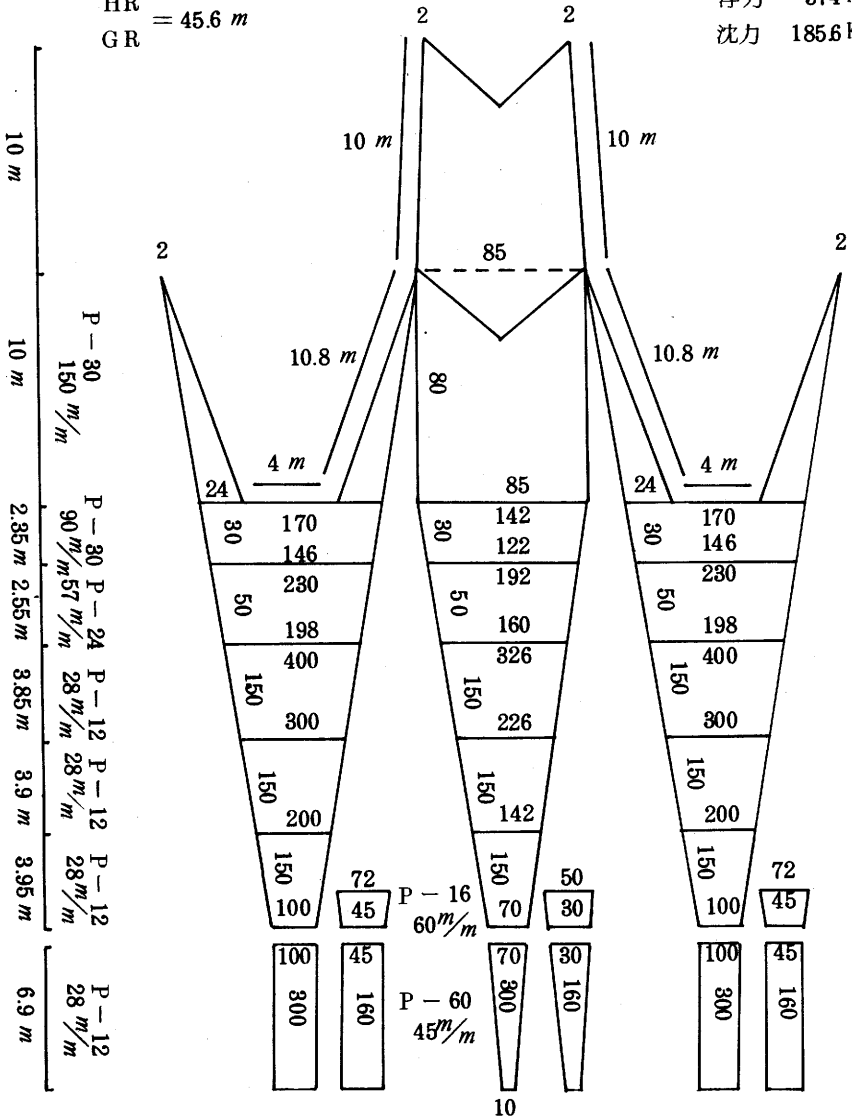


图 2 II 型 網



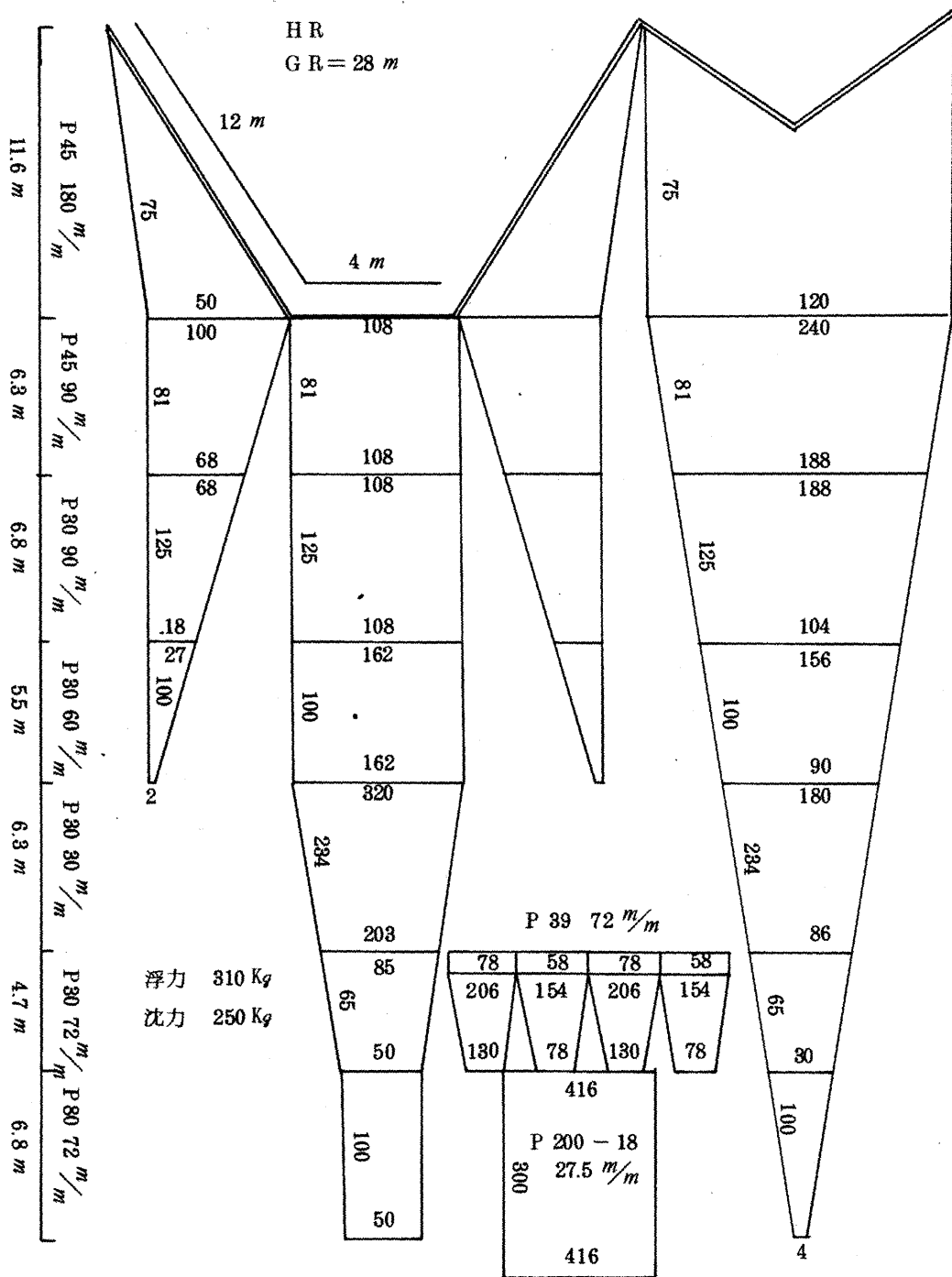


图 3 . 改 I 型 網

H R  
G R = 31.2 m

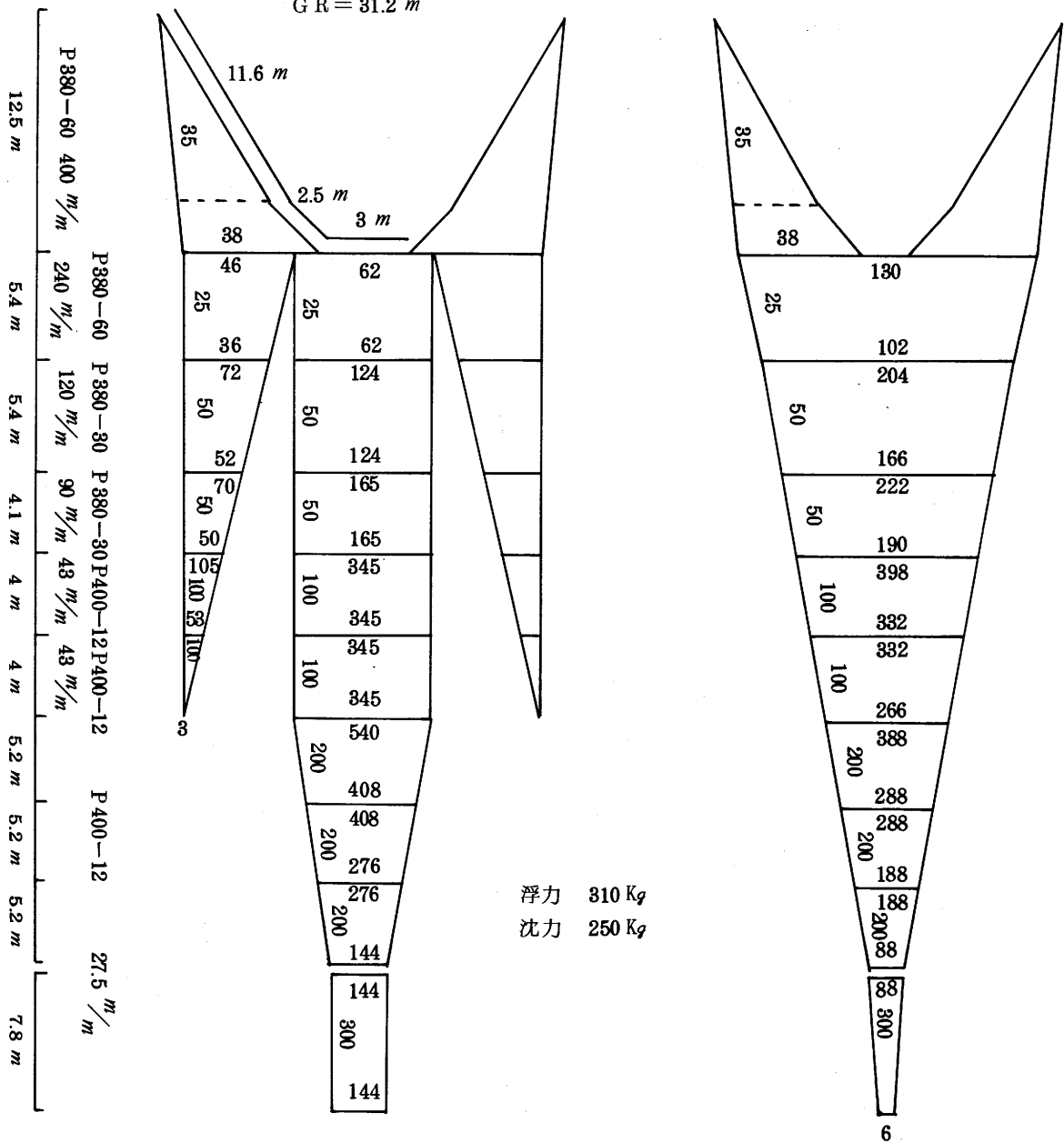


图 5 大 型 網

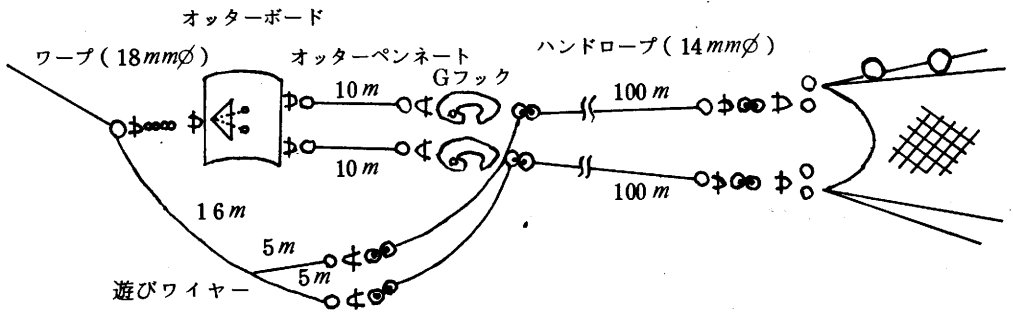
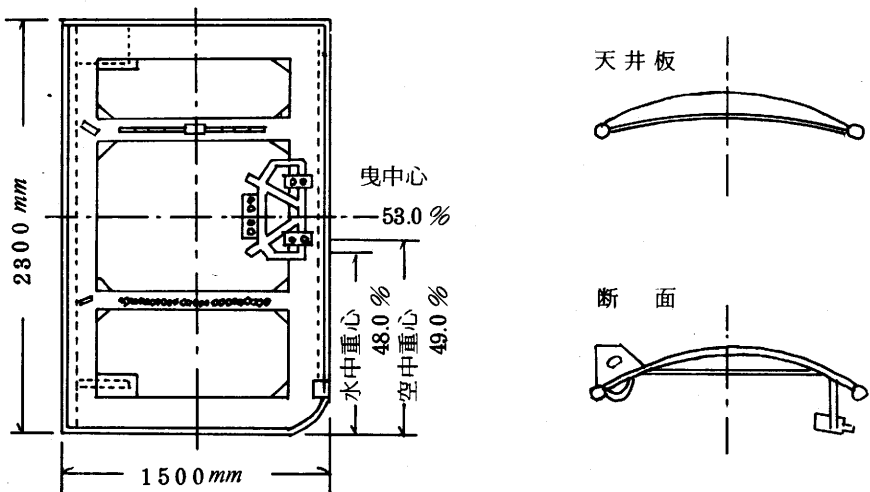


図 6 ペンネット類およびハンドロープの寸法



オッターボードの面積 345  $m^2$

水中重量 280 Kg

図 7 オッターボードの構造

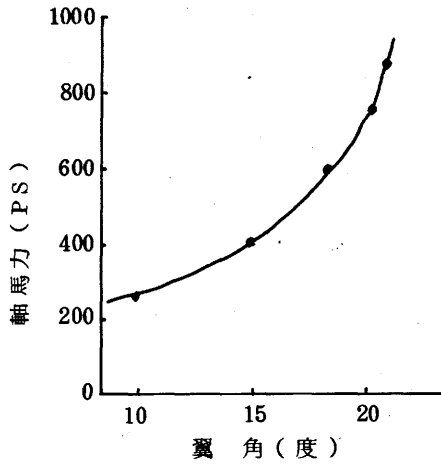


図8 翼角と軸馬力の関係

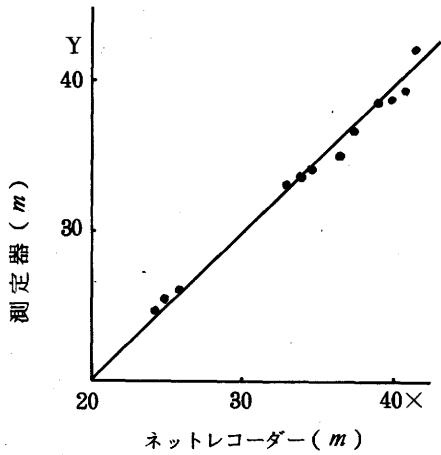


図9 二方法によるオッターボード  
間隔測定値の比較

し、その値から推算した。しかし、この方法ではワープの開角が小さい場合の測定誤差が大きく、測定値にばらつきがみられたので次の二方法を試みた。すなわち、オッターボードにネットレコーダーの送波器をとりつけ、モニターの記録からその間隔を読みとった。また自作した測定器により、トップローラーから2 m先のワープの間隔( $l_1$ )と、トップローラー部分のワープの間隔( $l_2$ )を測定し、ワープの長さが $l$ のとき、オッターボードの間隔(LOB)を、

$$LOB = \{ l (l_1 - l_2) / 2 \} + l_2 \quad \text{として推算した。}$$

○ 軸馬力

トローラー(島根丸)主機関の海上試運転成績結果から翼角と軸馬力の関係を求め(図8)、曳網時の翼角から軸馬力を推定した。

○ 曳網速度

ノットメーター(0~8 Knot目盛)を水面下約3 mに沈めその値を読みとった。この値は対水速度である。

○ 全張力

ワープの張力をロードセルで測定し、左右ワープの測定値の合計を全張力とした。

○ ワープの伏角

左右ワープの伏角を角測器で測定しその平均値を用いた。

○ 胴網口高さと同中央水深

ヘッドロープの中央にネットレコーダーの送波器をとりつけ、モニターの記録から胴網口高さと同ヘッドロープの中央部の水深を測定した。さらに胴網口高さの $1/2$ と同ヘッドロープ中央水深との和を網中央水深とした。

○ オッターボード間隔とワープの開角

オッターボードの間隔は、I型網、II型網についてはワープの開角を角測器で測定

このネットレコーダーと測定器の二方法によるオッターボードの間隔を比較したものが図9である。これをみると、ネットレコーダーによる値と測定器による値との関係は、ほぼ  $Y = X$  の直線に近似している。したがって改I型網、超大型低速網、大型網のオッターボードの間隔およびワープの開角は、測定器の読みとり値とトップローラーの間隔から推算した値を用いてある。

○ 網軸先間隔

トロール網曳網時のワープ、手綱類をそれぞれ直線とみなし、手綱の延長線が網の中心線と、コードヘッド付近で交わるものとする。図10より左右袖網の先端の間隔(W)は、

$$W = LOB \cdot LN / (LH + LN) \dots\dots\dots (1) \text{ とあらわせる。}$$

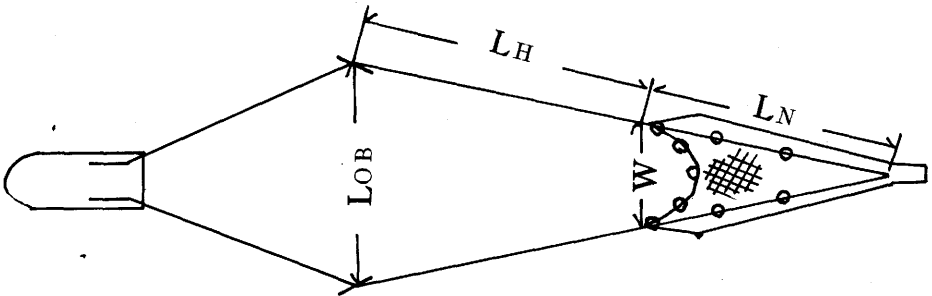


図10 曳網時の左右袖先間隔 W

前述の方法で求めたオッターボードの間隔を用いると(1)式から網袖先間隔が求められるが、これによる網袖先間隔と模型網の実験結果との間にはかなりの差がみられた(表2)。そこで袖網の先端にネットレコーダーの送波器をとりつけ、モニターの記録から網袖先間隔の測定を試みた(これを実測値とする)。この実測値と(1)式から求めた値との関係を図11に示す。これをみると、やはり両者の値にはかなりの差が認められるが、ほぼ

$$Y = 7.2 + 0.53 X \dots\dots\dots (2)$$

の直線で近似させることができる。網袖先間隔に実測値を測定して用いれば問題はないのであるが、そうすると網口高さの測定ができないため、また改善前の網の測定資料も利用するため、ここでは網袖先間隔として、(1)式から求めた値をさらに(2)式で補正して用いることにした。図12は網袖先間隔について(1)式から求めた値と、それを(2)式で補正した値とさらに模型実験の結果による値をそれぞれ比較したものである。



表2 網袖先間隔測定値(超大型低速網)

(1)式から求めた結果		
ワープ長 (m)	曳網速度 (Knot)	網袖先間隔 (m)
100	1.8	5.1
	2.1	5.3
	2.2	5.1
200	1.6	6.7
	1.9	6.3
	2.1	6.9
300	1.5	7.6
	1.7	8.4
	1.8	8.4
400	1.1	7.8
	1.3	8.6
	1.4	8.6

模型網測定結果		
ワープ長 (m)	曳網速度 (Knot)	網袖先間隔 (m)
100	1.5	7.4
	2.0	8.8
200	1.5	9.0
	2.0	10.3
	2.5	11.0
300	1.5	12.5
	2.0	12.5

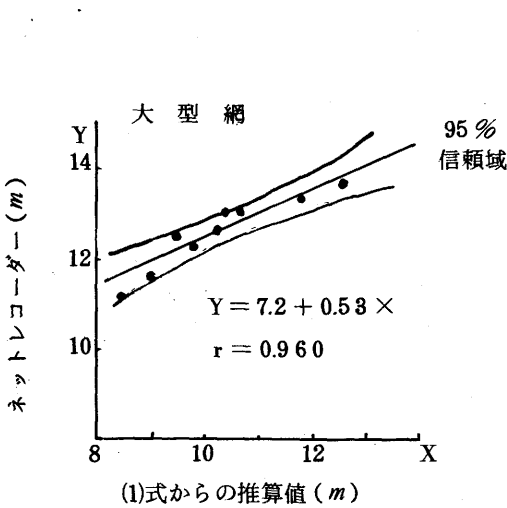


図11 二方法による網袖先間隔測定値の比較

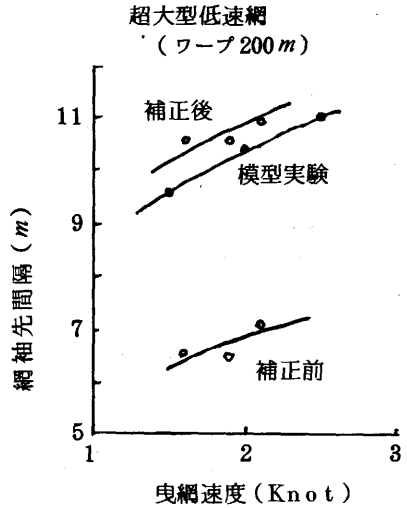


図12 網袖先間隔の補正前後の比較

# 考 察 お よ び 結 果

各中層トロール網漁具の測定結果を表3-a~3-cに示す。

表 3 - a 中層トロール網漁具測定結果

網	ワープ長 (m)	翼 角 (度)	曳網速度 (Knot)	全張力 (ton)	網 中 央 水 深 (m)	胴 網 口 高 さ (m)	オッターボ ード間隔 (m)	網 袖 先 間 隔	
I 型 網	100	14	4.0	4.9	37	10	42	13.2	
	150	10	3.0	3.9	52	11.5	38	12.7	
		12	3.5	4.2	51	10.5	51	14.5	
		14	3.9	4.7	45	10	56	15.3	
	200	10	2.7	3.5	66	11.5	42	13.3	
		12	3.3	4.6	55	10.5	32	11.8	
		14	3.8	5.4	32	9.5	35	12.3	
	250	10	2.7	4.0	78	11	56	15.3	
		12	3.1	4.5	55	10	60	15.9	
		14	3.6	5.6	40	9	60	15.9	
	300	10	2.7	3.8	100	11	51	14.5	
		12	3.0	4.3	85	10	66	16.8	
		14	3.6	5.2	55	9	72	17.6	
	350	12	3.6	3.7	120	10	47	14.0	
		14	3.9	4.1	90	9	65	16.6	
		16	4.3	4.5	64	8	65	16.6	
	400	12	3.8	4.0	110	10	60	15.8	
		14	4.3	4.9	85	9	66	16.8	
		16	4.6	5.2	84	8.5	67	16.8	
	II 型 網	100	10	3.0	2.8	17	6.0	21	10.0
		200	10	2.6	2.6	45	7.0	49	13.7
			12	3.5	3.0	30	7.0	56	14.7
			14	3.5	5.5	15	6.5	56	14.7
		300	10	2.5	2.7	80	6.8	51	14.0
12			3.0	2.9	63	6.5	56	14.7	
14			3.4	4.7	35	5.9	56	14.7	
400		10	2.3	2.3	133	6.8	60	15.1	
		12	3.0	3.6	93	6.2	56	14.7	
	14	3.5	4.8	59	5.7	60	15.1		

表 3 - b 中層トロール網漁具測定結果

網	ワープ長 (m)	翼 角 (度)	曳網速度 (knot)	全張力 (ton)	網 中 央 水 深 (m)	胴 網 口 高 さ (m)	オッターボ ード間隔 (m)	網 袖 先 間 隔 (m)
超 大 型 低 速 網	100	10	1.8	5.9	29	17	14.5	9.9
		12	2.1	7.3	25	16	14.7	9.9
		14	2.2	8.4	19	15	14.5	9.9
	200	10	1.6	6.0	62	16	18.8	10.8
		12	1.9	7.2	56	15	17.6	10.6
		14	2.1	8.6	48	15	19.6	10.9
	300	10	1.5	6.0	110	20	21.5	11.3
		12	1.7	7.6	96	19	23.6	11.7
		14	1.8	8.8	77	18	23.4	11.7
	400	10	1.1	6.4	145	20	21.8	11.4
		12	1.3	7.5	125	19	24.0	11.8
		14	1.4	8.7	104	18	24.0	11.8
改 I 型 網	100	10	2.3	5.4	37	18	23.6	10.7
		12	2.7	6.3	26.5	16.5	24.8	10.8
		14	3.0	7.7	17.5	15	27.4	11.2
	200	10	2.2	5.5	76.5	17	33.3	12.0
		12	2.6	6.9	60	15.8	34.8	12.4
		14	2.9	7.8	47.5	14.8	35.9	12.4
	300	10	2.1	5.5	117	16	36.2	12.5
		12	2.5	6.6	97.5	15	37.8	12.7
		14	2.9	7.8	79	14	39.8	13.0
	400	10	1.9	5.6	154	16	40.1	13.2
		12	2.5	6.2	127.5	15	41.0	13.2
		14	2.8	7.5	107	14	42.3	13.3

表 3 - c 中層トロール網漁具測定結果

網	ワープ長 (m)	翼 角 (度)	曳網速度 (knot)	全張力 (ton)	網中央 水深 (m)	胴網口 高さ (m)	オッターボ ード間隔 (m)	網袖先 間隔 (m)
大 型 網	100	10	2.0	5.6	35.5	19	19.3	10.4
		12	2.3	6.8	26	17	21.9	10.9
		14	2.5	7.9	19.5	16.8	22.2	10.9
	200	10	1.9	5.9	73	18	27.9	11.6
		12	2.3	6.9	56	16	28.6	12.0
		14	2.5	8.3	45	15.5	29.8	12.5
	300	10	1.7	5.9	112	18	31.0	12.3
		12	2.1	7.1	92	16	32.0	12.6
		14	2.4	8.4	73.5	14.5	32.9	13.0
	400	10	1.5	5.7	144	17.5	33.5	13.0
		12	1.8	6.9	122.5	15	37.5	13.5
		14	2.3	8.0	106	14	39.6	13.7
500	10	1.5	5.6	198.5	17	31.5	12.5	
	12	1.8	6.8	167.5	15	33.7	12.9	
	14	2.2	8.1	137	14	40.8	14.0	
600	14	2.1	8.1	169	13.5	46.8	15.0	

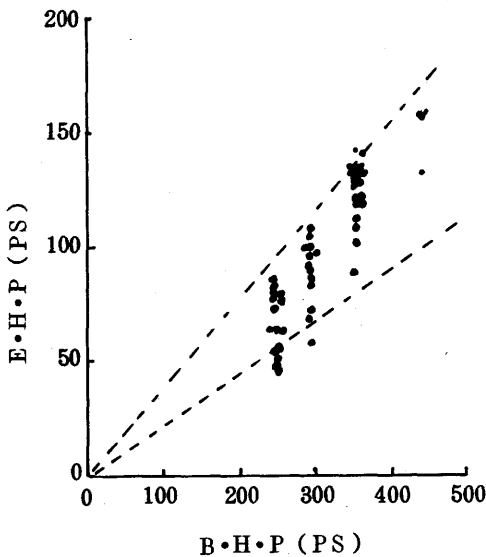


図 13 B・H・PとE・H・Pの関係

### 1. 軸馬力と曳網有効馬力、推進効率

漁具をある速度で曳網するために必要な馬力、これを曳網有効馬力 (E・H・P) とすると、これと曳網速度 (V m/sec)、漁具の全抵抗 (R' Kg) との関係は次のようにならわせる。

$$E \cdot H \cdot P = \frac{R' V (Kg \cdot m/sec)}{75 (Kg \cdot m/sec)}$$

これより各曳網時における E・H・P を求め軸馬力 (B・H・P) との関係を見たものが図 13 である。これを見ると、値にかなりばらつきがみられるが軸馬力と曳網有効馬力は

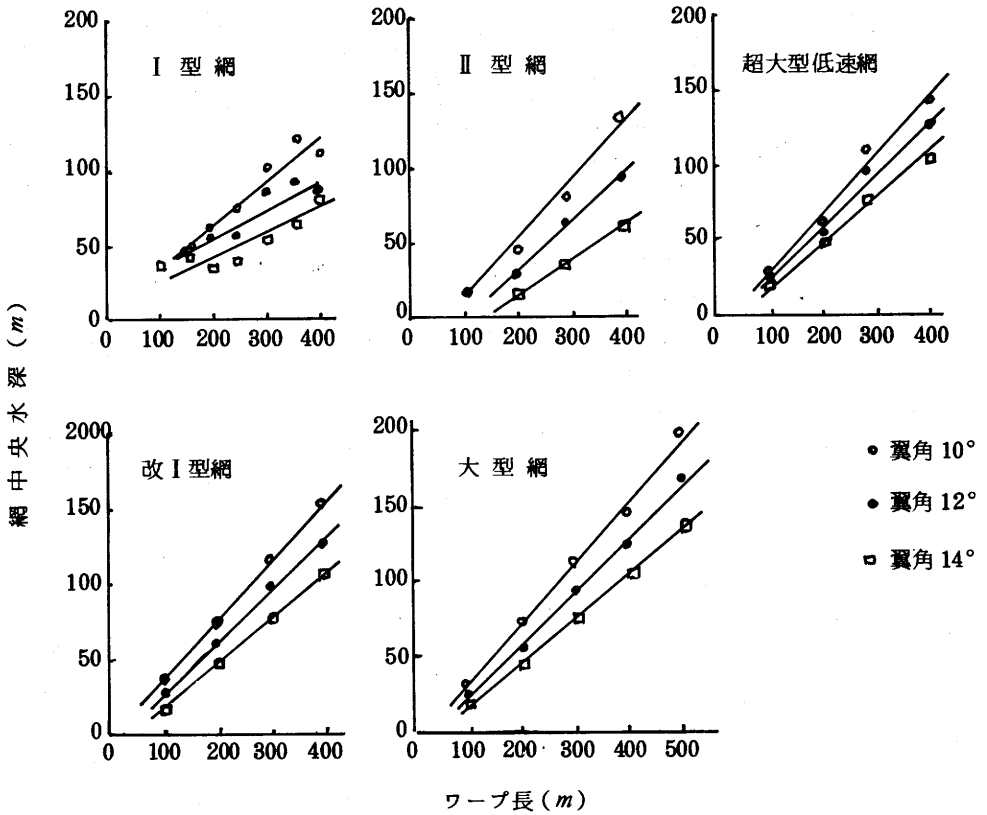


図 14 翼角，ワープ長に対する網中央水深

ほぼ比例関係にあるといえる。そして、その比例定数は0.25～0.35の値となっている。ここではE・H・Pの値に漁具の曳網力だけを考え、船体の抵抗馬力は含まれていない。したがって実際の推進効率はこの0.25～0.35の値よりやや大きくなることが予想される。

## 2. 網中央水深

操業時に網を所定の水深にもってゆくためには、ワープ長および翼角をどのように保てばよいかの問題になる。各網について、その関係をみたものが図14である。これによるとどの網も、その網中央水深はワープの延長にともなうほぼ直線的に大きくなっている。また翼角が大きいほど、すなわち曳網速度が大きいときほど網中央水深は小さくなっている。(このことから実際の操業時には、水深の大きな変化に対してはワープ長、小さい変化に対しては翼角をそれぞれ変化させて、網水深の調整をおこなった。)

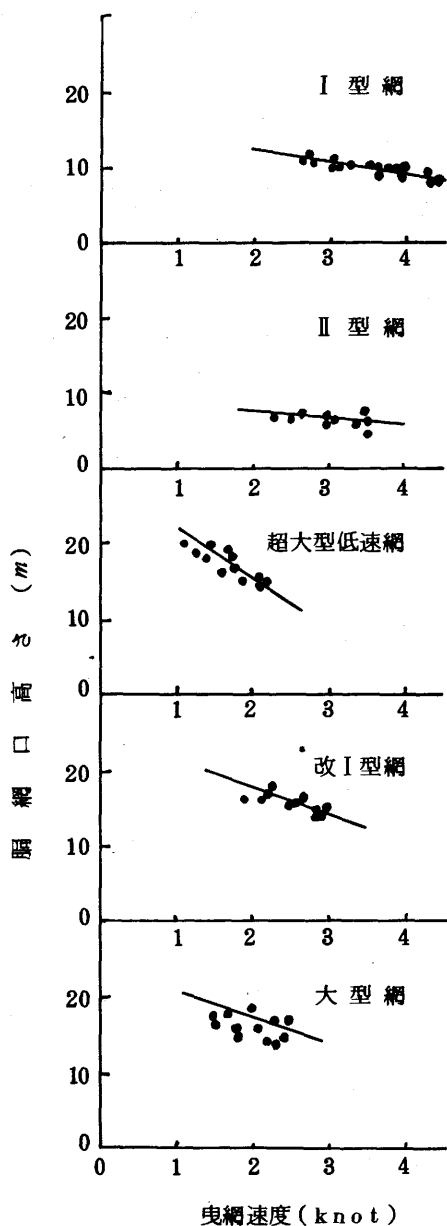


図 15 曳網速度と胴網口高さ

### 3. 胴網口高さ

図 15 に各網についての曳網速度に対する胴網口高さの関係を示す。トローラーの能力により、曳網速度の幅がどの網も 1.0～2.0 Knot しかなく、その前後の曳網速度に対する関係は未知であるが、測定速度範囲においては、胴網口高さは曳網速度の増大にともないほぼ直線的に減少していることがわかる。また、その減少傾向は、後述の網の抵抗と関係があり、抵抗の大きい網ほど、曳網速度の増大にともなって胴網口高さは急激に減少している。

### 4. オッターボード間隔

図 16 に各翼角、ワーブ長に対するオッターボード間隔の関係を示す。これを見ると、I型網についてはその値にばらつきがみられるがその他の網については、オッターボード間隔はワーブの延長にともない対数曲線的に増加している。また同時に翼角の増大、すなわち曳網速度の増大にともなって、オッターボード間隔は大きくなっている。

### 5. 網袖先間隔

袖網先端の間隔をどの程度に保つことが望ましいかは、それぞれの網の目的および設計により異なるため一定の基準はないが、普通トロール網については網袖先間隔がヘッドローブの長さの 50～60% の値をとるとき漁獲がもっとも良好で、網の設計もほぼその程度の開きを基準とされているという。そこで

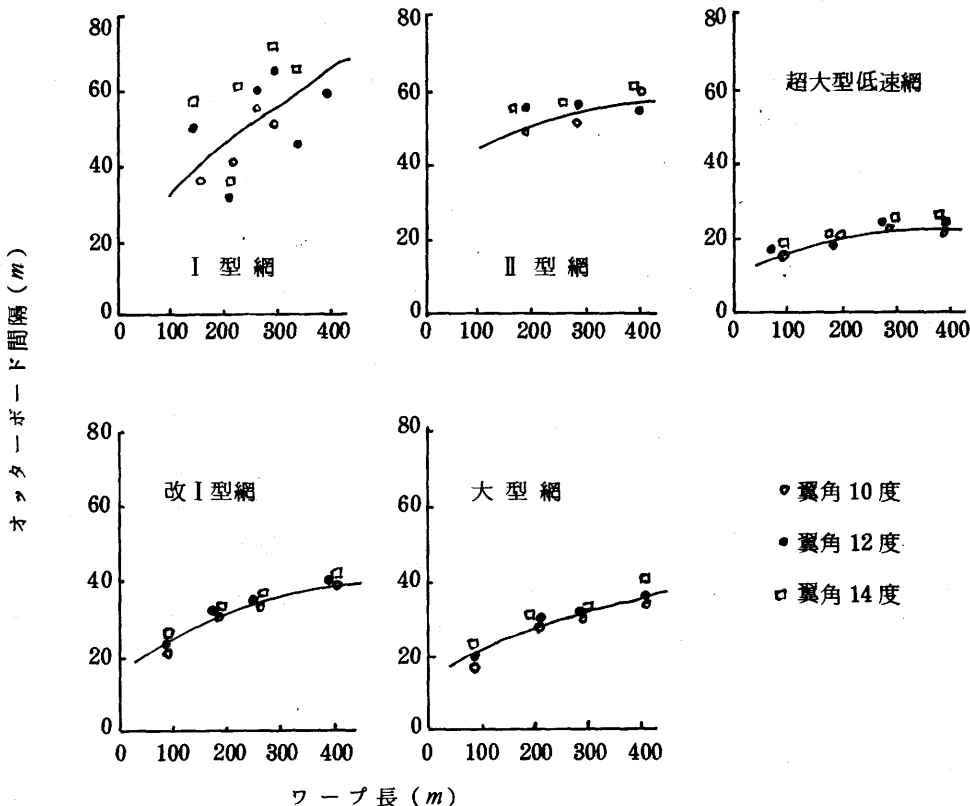


図 16 各翼角，ワープ長とオッターボード間隔

測定結果から各網について、ヘッドロープの長さに対する網袖先間隔の百分比を求めその関係を図 17 に示した。これを見ると、I 型網は 40～60% の値となっているが、他の網はほぼ 40% 前後の低い値となっている。これは後述のオッターボードの展開力が非常に小さいという結果からほぼ納得できる値である。すなわち、トローラーの能力以上の網抵抗のため曳網速度が得られず、オッターボードがその効力を十分に発揮していないことによるものと考えられる。ここで II 型網の値が 28～33% と特に低いものとなっているが、これは図 2 の網の概略からもわかるように他の網に比べ袖網が長く、その結果ヘッドロープが長くなっていることによるもので、この値をそのまま他の網と比較することはできない。いずれにしても袖網先端の開きが 50～60% の値よりかなり低いものであることがわかった。これはもちろん網抵抗によるものであるが、同時に中層曳という特殊漁法のため、網の開きより高さを得ることに重点がおかれたためと考える。

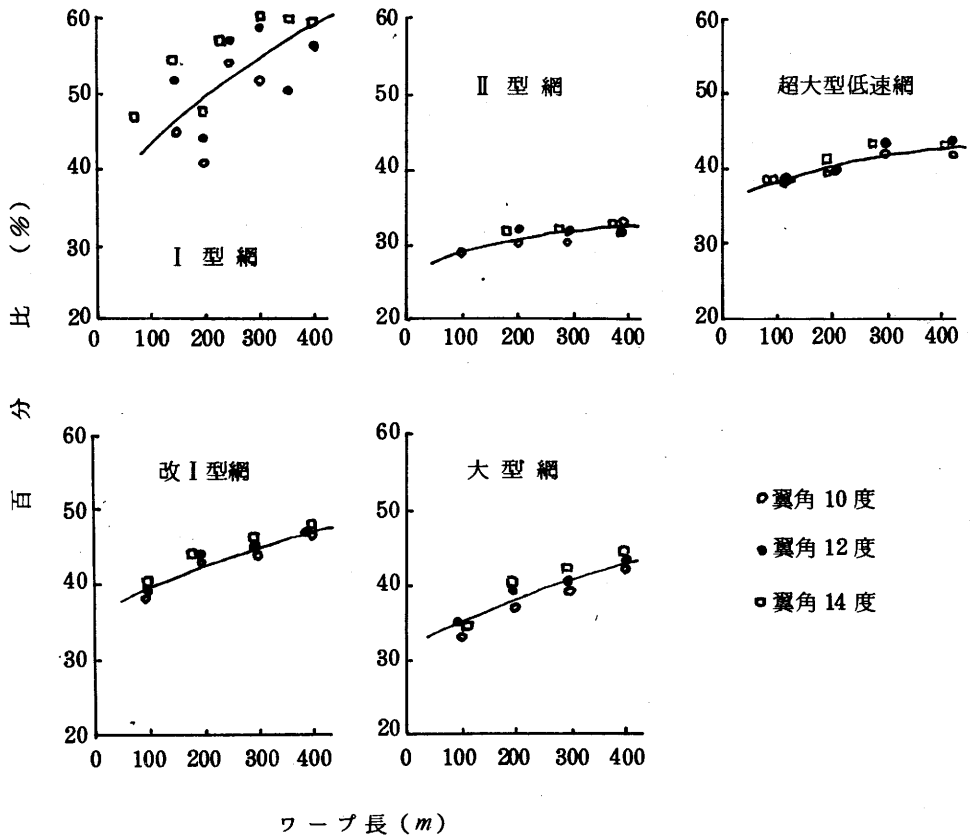


図 17 網袖先間隔のヘッドロープの長さに対する百分比

## 6. トロール漁具全抵抗

トロール漁具の全抵抗  $R'$  は、全張力を  $T$ 、ワーブの伏角を  $a$  とすると近似的に次のようにあらわされる。

$$R' = T \cos a$$

この式からトロール漁具の全抵抗を求めたものを表 4 に示し、さらに曳網速度との関係を図 18 に示す。これを見ると、トロール漁具の全抵抗は曳網速度のほぼ 2 乗に比例しているといえる。

## 7. オッターボードの展開力

トロール網にかかる流水抵抗  $R$  はトロール漁具の全抵抗  $R'$  からワーブ、手綱、オッターボードの流水抵抗およびオッターボードの水中重量による抵抗をそれぞれ差引いたものと考えられる。曳網時にワーブ、手綱が直線をなしているとする、ワーブ、手綱の流水抵抗  $D_1$ 、 $D_2$  は次のように



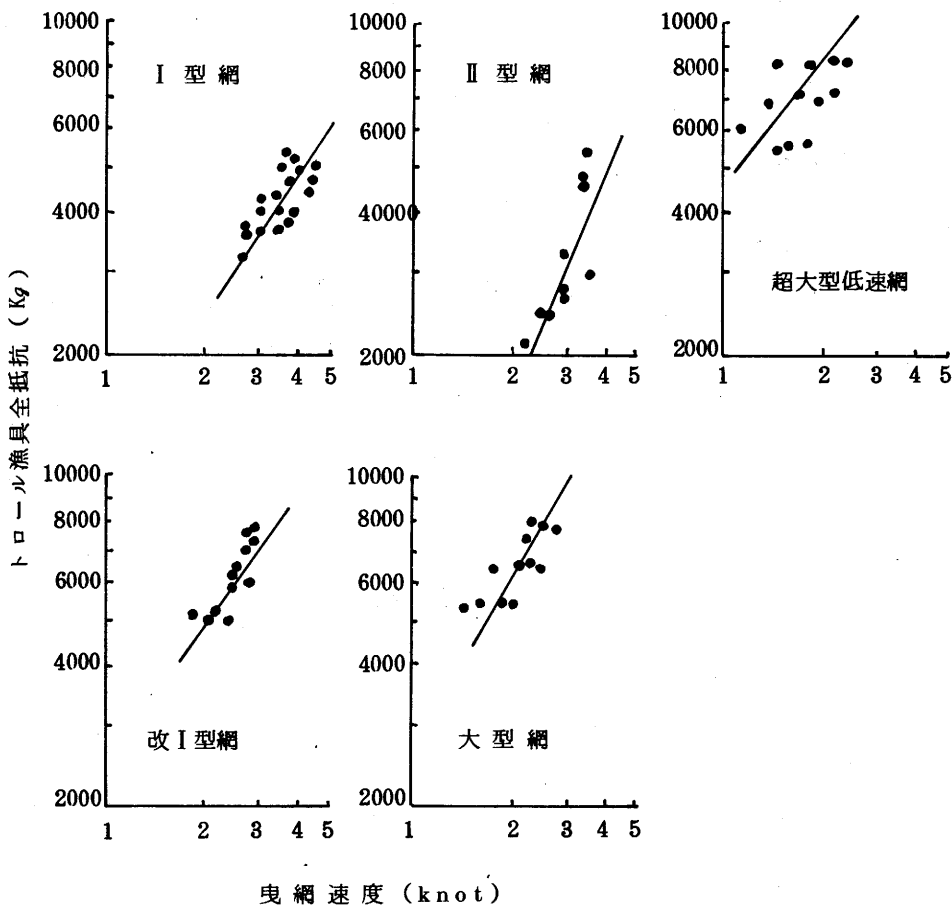


図 18 曳網速度とトロール漁具全抵抗

あらわせる。

$$D_1 = \frac{C_D'}{2} V^2 L \cdot d$$

$$D_2 = \frac{C_D'}{2} V^2 L_H \cdot d_H$$

但し、 $\rho$  は海水の密度 ( $105 \text{ Kg} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^4$ )、 $V$  は曳網速度 ( $\text{m}/\text{sec}$ )、 $L$  と  $L_H$  はそれぞれワープの長さ と 手綱の長さ ( $\text{m}$ )、 $d$  と  $d_H$  はワープ と 手綱の直径 ( $\text{m}$ ) とする。また  $C_D'$  は抵抗係数で D I E L の実験結果からワイヤーの傾斜角と抵抗係数の関係図 19 より求めた。

次にオッターボードの流水抵抗  $D_0$  は

$$D_0 = \frac{C_0}{2} V^2 S$$

とあらわせる。

表4 トロール漁具全抵抗, トロール漁具各部の抵抗およびオッターボード  
展開力, 曳網濾水量

網	ワープ長 (m)	翼角 (度)	曳網速度		ワープ 伏角 (度)	ワープ 開角 (度)	漁具全抵抗 R' (Kg)	OB間隔 (m)	胴網口 高さ (m)	
			(knot)	( $\text{m/s}$ )						
I 型 網	100	14	4.0	2.1	9.9	11.0	4827	42	10.0	
	150	10	3.0	1.54	22.5	6.6	3603	38	11.5	
		12	3.5	1.8	17.0	9.1	4016	51	10.5	
		14	3.9	2.0	12.5	10.0	4589	56	10.0	
	200	10	2.7	1.4	21.5	5.5	3256	42	11.5	
		12	3.3	1.7	19.0	4.0	4349	32	10.5	
		14	3.8	2.0	12.5	4.5	5272	35	9.5	
	250	10	2.7	1.4	21.0	6.0	3734	56	11.0	
		12	3.1	1.6	18.0	6.5	4280	60	10.0	
		14	3.6	1.9	14.0	6.5	5437	60	9.0	
	300	10	2.7	1.4	22.5	4.5	3511	51	11.0	
		12	3.0	1.4	20.5	6.0	4028	66	10.0	
		14	3.6	1.9	14.0	6.5	5046	72	9.0	
	350	12	3.6	1.9	20.1	3.5	3475	47	10.0	
		14	3.9	2.0	17.5	5.0	3910	65	9.0	
		16	4.3	2.3	13.5	5.0	4376	65	8.0	
	400	12	3.8	2.0	19.9	4.0	3761	60	10.0	
		14	4.3	2.2	16.5	4.5	4698	66	9.0	
		16	4.6	2.4	15.0	4.5	5023	67	8.5	
	II 型 網	100	10	3.0	1.5	14.5	4.9	2711	21	6.0
		200	10	2.6	1.3	17.0	6.5	2486	49	7.0
			12	3.5	1.8	12.5	7.5	2929	56	7.0
			14	3.5	1.8	9.5	7.5	5425	56	6.5
		300	10	2.5	1.3	19.0	4.5	2553	51	6.8
12			3.0	1.5	15.5	5.0	2795	56	6.5	
14			3.4	1.8	11.0	5.0	4614	56	5.9	
400		10	2.3	1.2	22.0	4.0	2133	60	6.8	
		12	3.0	1.5	17.0	3.7	3443	56	6.2	
	14	3.5	1.8	13.0	4.0	4677	60	5.7		

胴網口 横間隔 (m)	$\beta$ (度)	ワープ 抵抗 $2D_1$ (Kg)	手網抵抗 $4D_2$ (Kg)	OB流水 抵抗 $2D_0$ (Kg)	OB自重に よる抵抗 $2D$ (Kg)	トロール網 抵抗 $R$ (Kg)	OB展 開力 $L$ (Kg)	曳網濾 過水量 ( $m^3/S$ )
10.2	7.5	38	68	559	95	4067	735	168
10.0	6.6	80	28	301	198	2996	398	139
10.7	9.6	74	44	411	157	3350	612	159
11.0	10.7	62	58	507	118	3844	771	173
10.3	7.5	82	22	249	191	2712	346	130
9.7	5.3	100	30	366	172	3681	331	136
9.9	5.9	84	44	507	118	4519	446	148
11.0	10.7	100	22	249	187	3176	509	133
11.2	11.6	104	30	325	165	3656	630	141
11.2	11.6	106	42	458	131	4700	800	150
10.7	9.6	134	22	249	198	2908	345	129
11.6	12.9	132	25	285	184	3402	614	137
11.9	14.3	126	42	458	131	4289	747	160
10.5	8.6	238	37	468	181	2561	307	157
11.5	12.7	216	45	507	161	2981	515	163
11.5	12.7	206	60	671	127	3312	569	166
11.2	11.6	302	41	507	179	2732	420	176
11.6	12.9	274	53	614	152	3605	605	180
11.6	13.2	292	63	730	140	3798	650	186
8.0	3.2	28	25	285	136	2237	182	57
7.3	9.2	50	20	214	157	2045	313	52
7.2	10.8	68	40	411	118	2292	415	71
7.2	10.8	54	40	411	92	4828	820	66
7.3	9.7	88	19	214	172	2060	282	51
7.2	10.8	90	25	285	144	2251	341	55
7.2	10.8	88	37	411	105	3973	584	60
6.9	11.8	126	15	183	195	1614	249	44
7.2	10.8	134	23	285	156	2845	388	53
6.9	11.8	140	34	411	123	3969	582	56

網	ワープ長 (m)	翼角 (度)	曳網速度		ワープ 伏角 (度)	ワープ 開角 (度)	漁具全抵抗 R' (Kg)	OB間隔 (m)	胴網口 高さ (m)
			(knot)	(m/s)					
超大型低速網	100	10	1.8	0.9	13.8	3.1	5730	14.5	17.0
		12	2.1	1.1	12.0	3.1	7140	14.7	16.0
		14	2.2	1.1	8.0	3.1	8318	14.7	15.0
	200	10	1.6	0.8	17.3	2.2	5729	18.8	16.0
		12	1.9	1.0	15.0	2.0	6955	17.6	15.0
		14	2.1	1.1	11.0	2.3	8442	19.6	15.0
	300	10	1.5	0.8	19.0	1.5	5673	21.5	20.0
		12	1.7	0.9	17.3	1.9	7256	23.6	19.0
		14	1.8	0.9	14.5	1.9	8520	23.4	18.0
	400	10	1.1	0.6	20.5	1.3	5995	21.8	20.0
		12	1.3	0.7	18.5	1.5	7112	24.0	19.0
		14	1.4	0.7	14.5	1.5	8423	24.0	18.0
改型網	100	10	2.3	1.2	20.5	5.7	5058	23.6	18.0
		12	2.7	1.4	16.0	6.0	6056	24.8	16.5
		14	3.0	1.5	12.0	6.8	7532	27.4	15.0
	200	10	2.2	1.1	22.0	4.2	5100	33.3	17.0
		12	2.6	1.3	17.3	4.5	6588	34.8	15.8
		14	2.9	1.5	13.5	4.6	7584	35.9	14.8
	300	10	2.1	1.1	22.3	3.1	5089	36.2	16.0
		12	2.5	1.3	19.3	3.3	6229	37.8	15.0
		14	2.9	1.5	15.3	3.4	7524	39.8	14.0
	400	10	1.9	1.0	23.0	2.6	5155	40.1	16.0
		12	2.5	1.3	20.3	2.7	5815	41.0	15.0
		14	2.8	1.4	18.5	2.8	7112	42.3	14.0
大型網	100	10	2.0	1.0	19.5	4.5	5279	19.3	19.0
		12	2.3	1.2	16.0	5.2	6537	21.9	17.0
		14	2.5	1.3	13.5	5.3	7682	22.2	16.8
	200	10	1.9	1.0	22.0	3.5	5470	27.9	18.0
		12	2.3	1.2	17.25	3.6	6590	28.6	16.0
		14	2.5	1.3	14.5	3.7	8036	29.8	15.5
	300	10	1.7	0.9	23.5	2.6	5411	31.0	18.0
		12	2.1	1.1	18.7	2.7	6725	32.0	16.0
		14	2.4	1.2	16.0	2.8	8075	32.9	14.5
	400	10	1.5	0.8	24.5	2.1	5187	33.5	17.5
		12	1.8	0.9	20.5	2.4	6463	37.5	15.0
		14	2.3	1.2	16.7	2.6	7663	39.6	14.0

胴網口 横間隔 (m)	$\beta$ (度)	ワープ 抵抗 $2D_1$ (Kg)	手網抵抗 $4D_2$ (Kg)	OB流水 抵抗 $2D_0$ (Kg)	OB自重に よる抵抗 $2D$ (Kg)	トロール網 抵抗 R (Kg)	OB展力 開 L (Kg)	曳網濾 過水量 ( $m^3/S$ )
9.3	1.2	10	8	103	130	5479	217	112
9.3	1.3	12	13	153	114	6848	275	129
9.3	1.3	10	13	153	77	8065	319	121
9.8	2.1	21	6	81	159	5462	215	99
9.7	1.8	25	10	127	140	6653	230	114
9.8	2.3	23	12	153	105	8119	336	127
10.0	2.7	32	6	81	172	5380	206	126
10.2	3.1	36	8	103	159	6950	314	137
10.2	3.0	33	8	103	136	8240	263	130
10.0	2.7	26	4	46	184	5735	208	94
10.2	3.2	31	5	62	169	6895	290	107
10.2	3.2	26	5	62	136	8194	343	101
9.3	3.4	28	16	183	184	4647	406	158
9.3	3.6	27	22	249	148	5610	506	169
9.5	4.2	25	27	285	114	7081	716	168
9.8	5.6	56	12	153	195	4684	431	144
10.0	5.8	56	18	214	159	6141	583	161
10.0	6.1	52	11	285	127	7109	693	174
10.0	6.2	77	10	153	197	4652	401	138
10.1	6.6	90	17	214	175	5733	522	155
10.2	7.0	84	23	285	143	6989	661	168
10.3	7.0	91	10	127	201	4726	417	129
10.3	7.3	130	17	214	182	5272	484	158
10.3	7.6	143	20	249	169	6531	619	159
9.4	2.3	18	11	127	176	4947	319	140
9.7	2.9	20	16	183	148	6170	465	155
9.6	2.9	19	19	214	127	7303	550	165
9.7	4.2	44	10	127	195	5094	367	137
10.1	4.3	44	15	183	156	6192	450	152
10.5	4.5	41	17	214	136	7628	568	166
10.2	4.9	60	8	103	205	5035	350	130
10.5	5.1	62	12	153	170	6328	450	145
10.7	5.2	59	14	183	148	7927	566	146
10.7	5.3	69	6	81	211	4820	328	118
10.8	6.3	64	8	103	184	6104	482	115
10.8	6.8	83	14	183	154	7169	609	143

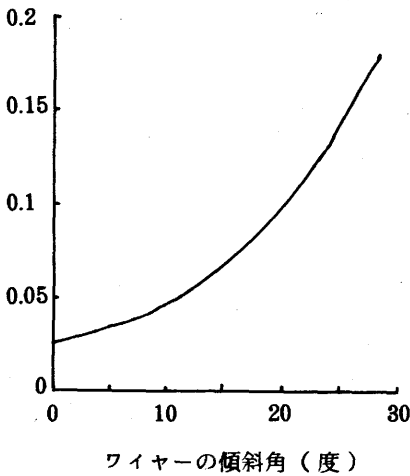


図 19 ワイヤーの抵抗係数 (DIEL)

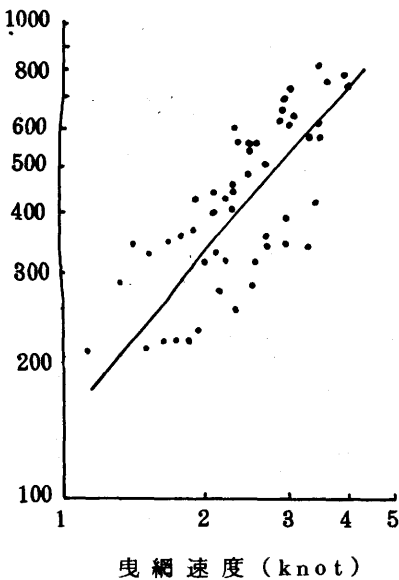


図 20 曳網速度とオッターボード展開力

但し は海水の密度 ( $105 \text{ Kg} \cdot \text{sec}^2 / \text{m}^4$ )  
 $V$  は曳網速度 ( $\text{m} / \text{sec}$ ),  $S$  はオッターボードの面積 ( $\text{m}^2$ ),  $CD$  はオッターボードの抵抗係数で、その値はオッターボードが展開力最大迎角のとき、縦型で  $0.3 \sim 0.4$  で、ここでは  $0.35$  の値を用いた。またオッターボードの自重によってワープに負荷される力の  $R'$  方向の分力  $D$  は、ワープの伏角を  $a$  (度), オッターボードの水中重量を  $G$  ( $\text{Kg}$ ) とすると次のようにあらわせる。

$$D = G \sin a \cdot \cos a$$

以上からトロール網以外の漁具の各部の抵抗を求め、トロール漁具全抵抗からそれを差引いてトロール網の流水抵抗  $R$  を求めた (表 4)。

次に左右ワープの開角の  $1/2$  を  $\theta$ , 手網の延長線が網の中心線となす角を  $\beta$ , 全張力を  $T$ , 全述のトロール網の抵抗を  $R$  とすると、1枚のオッターボードの展開力  $L$  は次のようにあらわせる。

$$L = \frac{T}{2} \sin \theta + \frac{R}{2} \tan \beta$$

この式から求めたオッターボードの展開力を表 4 に示し、図 20 に曳網速度との関係を示す。これをみるとオッターボードの展開力は曳網速度のはほぼ 2 乗に比例していることがわかる。次に表 4 からこのオッターボードの展開力  $L$  とトロール網の抵抗  $R$  の比  $L/R$  をみると、I 型網が  $0.09 \sim 0.208$  (平均  $0.157$ ), II 型網が  $0.081 \sim 0.181$  (平均  $0.162$ ), 超大型低速網が  $0.035 \sim 0.045$  (平均  $0.040$ ) 改 I 型網が  $0.087 \sim 0.101$  (平均  $0.092$ )

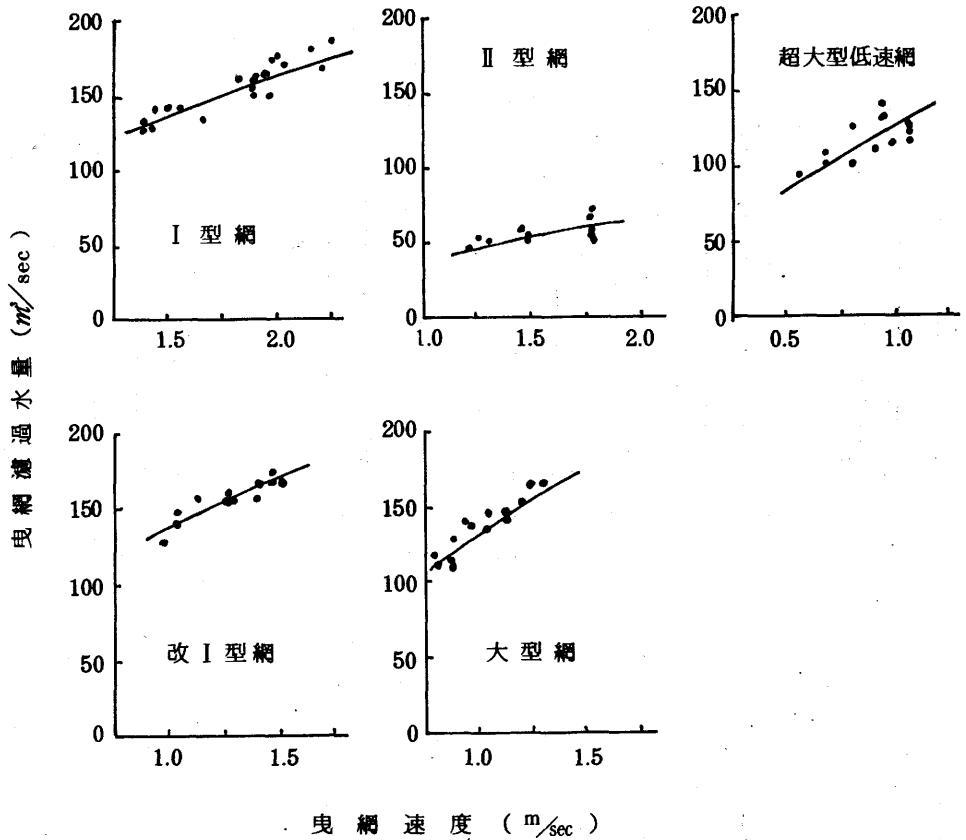


図 21 曳網濾過水量

大型網が0.065~0.085(平均0.074)となっている。小山は1枚のオッターボードの展開力は、トロール網の抵抗の約0.18~0.2倍になるように設計するのが網成りの上からは望ましいとしている。こうしてみると、I型網とII型網以外の網はオッターボードの展開力を考えるといずれも網抵抗が大きすぎるということになる。超大型低速網の場合は特にその傾向が著しいといえる。

## 8. 曳網 過水量

胴網口断面を、網口中央高さ  $2a$  (m) と網口横間隔  $2b$  (m) を径とする楕円形と考えると、胴網口断面積  $S$  (m<sup>2</sup>) は

$$S = \pi ab \quad \text{となる。}$$

さらに曳網濾過水量(ここでいう濾過水量は曳網時の胴網口断面積に曳網速度をかけたものである)

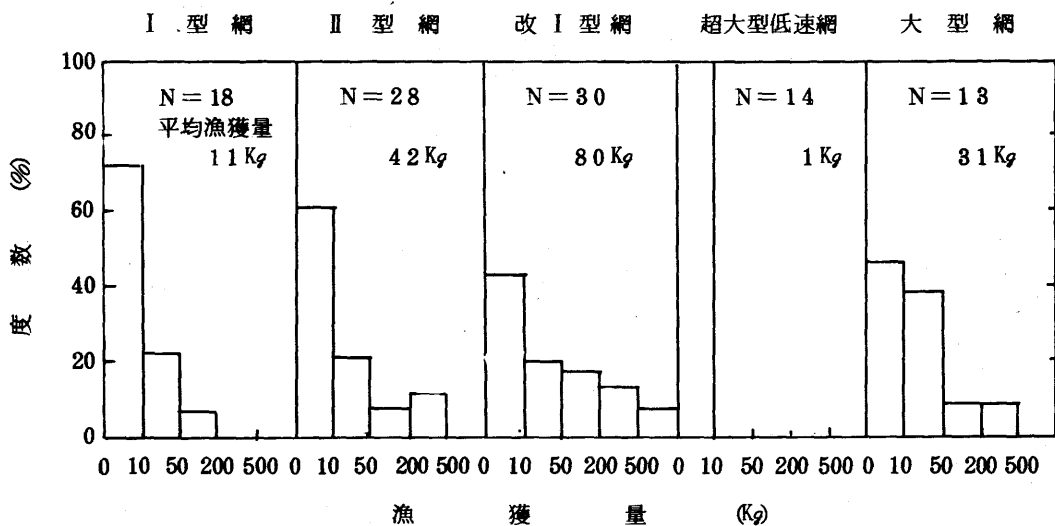


図 22 各網の一曳網当り漁獲量

は  $V S (m^2/sec)$  となる。この関係を表 4 に示し、曳網速度と曳網濾過水量の関係をみると図 21 のようになる。すなわち曳網濾過水量は曳網速度の大きさに比例し、その関係はほぼ対数曲線の傾向を示す。ここで同一ワーブ長の場合を考えてみると、各網とも曳網速度(ここで測定した範囲での速度)が変化しても胴網口断面積  $S$  に大きな差はみられない。また同一速度の場合を考えてみても、ワーブの延長にともなう胴網口断面積の変化は小さいものである。したがって、中層トロール網漁具をある速度で曳網し、ある程度の網致りが得られているとすれば、胴網口断面積はほぼ一定の面積となり、曳網濾過水量の大小は曳網速度によるところが大きいと考えられる。

### 9. 漁獲量からみた網の特性

以上、各中層トロール網の物理的性状および特性についての概略が明らかになったので、これと実際の操業における各網の漁獲状況とを比較してみた。図 2 2 に各網の一曳網当り漁獲量とその平均漁獲量を示す。ここで、各網について操業時期、操業回数、対象魚種が異なるものをそのまま比較することには無理な面もあるが、一つの方法として図 2 2 より各網の漁獲性能を判断すると、改 I 型網(平均漁獲量 8.0 Kg)がもっともよく、II 型網(平均漁獲量 4.2 Kg)、大型網(平均漁獲量 3.1 Kg)が次によく、つづいて I 型網(平均漁獲量 1.1 Kg)、超大型低速網(平均漁獲量 1 Kg)の順となっている。魚種別の漁獲量についても多少の差はあるが、ほぼ同様な傾向が認められた。こ



れから総合的に判断すると、中層で確認されたキュウリエソ、ホタルイカ、ホタルイカモドキ、ウマズラハギ、ハタハタ、ヤリイカ等の比較的遊泳力の小さい小型の魚種を漁獲する場合には、トラローラーの能力のちがいにより異なるが、少なくとも曳網速度が2.5～3.0 knot、網口高さが15 m前後、網袖先間隔が10～15 m程度で曳網できる網を考えればよいということがいえそうである。

## II 生 物

### 資 料 と 方 法

#### 1. 生 物 調 査

トラロール網による漁獲物は各操業毎、魚種別に計量し、船上でパンチングをおこない、一部の魚体についてホルマリン固定もしくは凍結して実験室にもちかえり、体長と体重の測定をおこなった。また魚群探知機、ネットレコーダーを用い、各魚種の分布状況およびトラロール網への入網状況を観察した。さらにトラロール網で漁獲されたウマズラハギの標識放流も実施した。

#### 2. 海 洋 観 測

中層トラロール網操業周辺海域の水温をDBTを用いて10 m層間隔で観測した。またネットレコーダーによる操業水深の測温もあわせて実施した。

### 結 果 と 考 察

昭和52年6月～昭和54年12月の間に図23に示す海域で、のべ103回の調査を実施した結果、中層で表5にみられるような多数の生物が漁獲された(付表に操業記録、付図1・2に主な魚種の写真を示す)。これをみると主な魚種はキュウリエソ、ホタルイカ、ホタルイカモドキ、ウマズラハギ、ハタハタ、ヤリイカである。中層トラロール網で漁獲された魚体は底曳網によるものよりその損傷は少ないように思われるが、長時間曳網した場合(1回の曳網時間は約2～4時間)、また大量に漁獲があった場合にはキュウリエソ、ホタルイカ等の小型魚の損傷は著しかった。なお、ツノナシオキアミ、ニホンウミノミは改I型網の魚どり部に、もじ網の内張りをはってDSLを曳網したときのものである。

#### 1. 主 な 魚 種 の 分 布

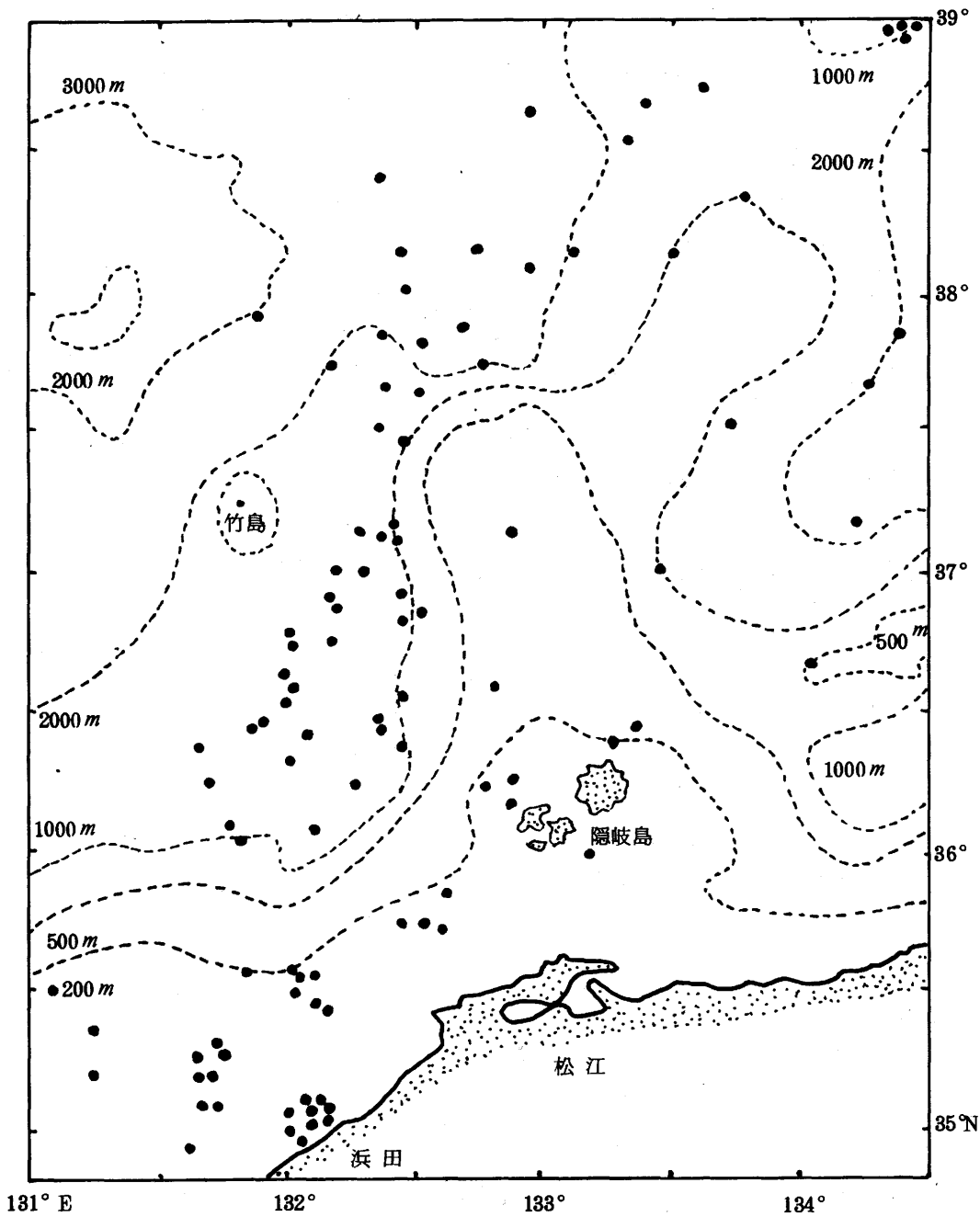
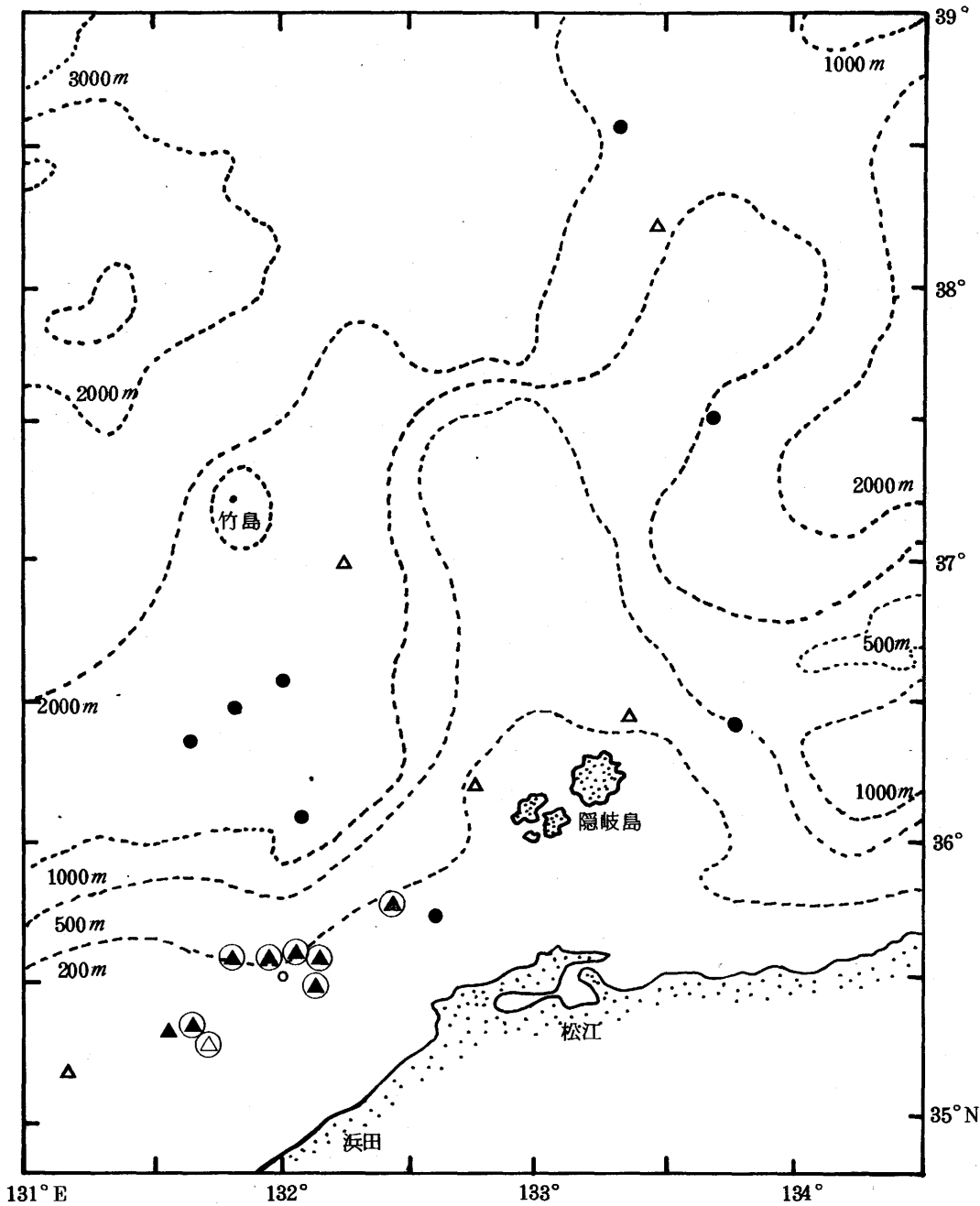


図 23 操 業 海 域

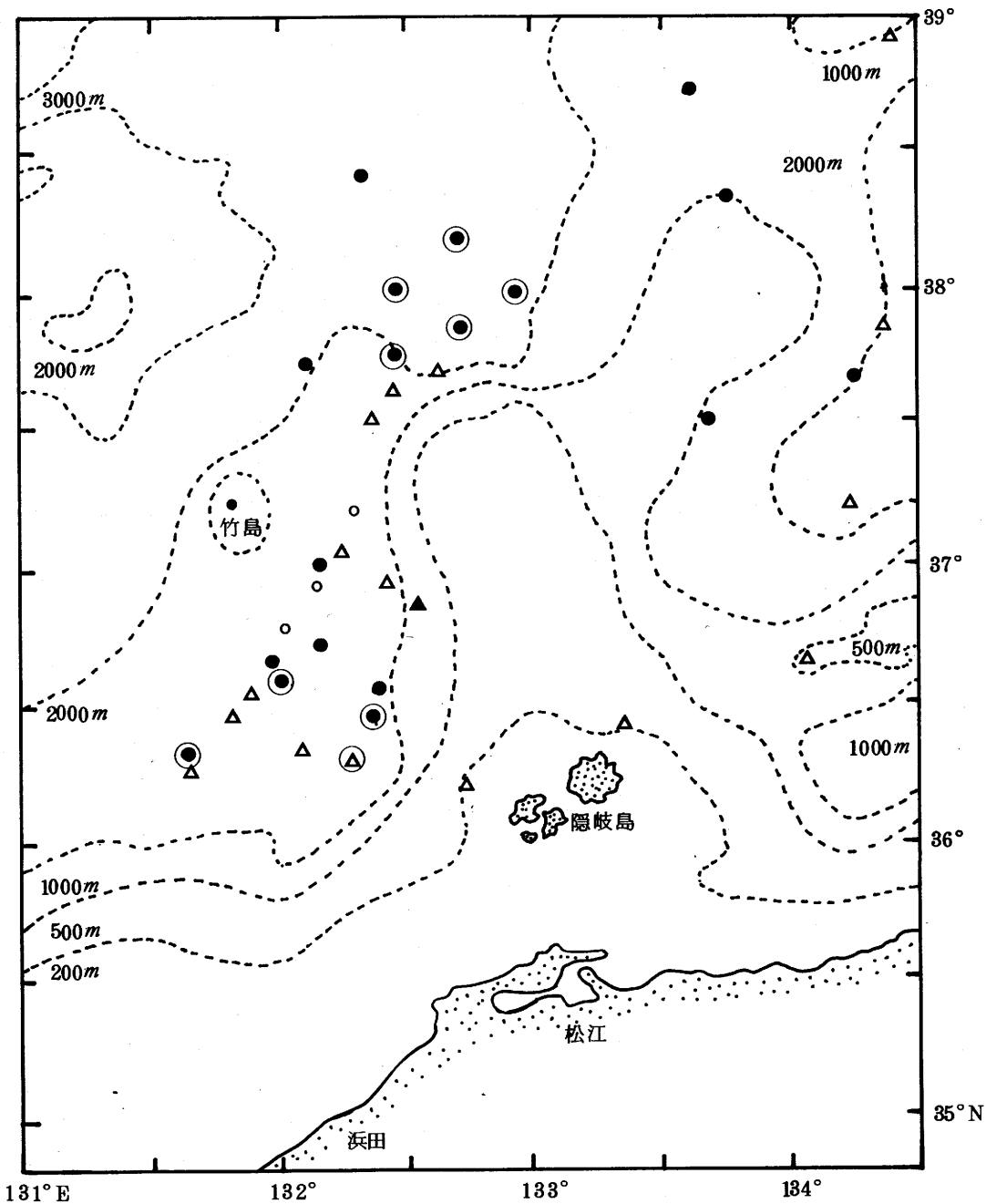
表5 中層トロール網による漁獲物

和名	学名	漁獲量	漁獲回数
キュウリエソ	<i>Mauroliticus japonicus</i> Ishikawa	750 kg	23
ホタルイカ	<i>Watasenia scintillans</i> (Berry)	41 kg	29
ホタルイカモドキ	<i>Enoploteuthis chunii</i> Ishikawa	90 kg	36
ウマズラハギ	<i>Navodon modestus</i> (Gunther)	2,475 kg	43
ハタハタ	<i>Arctoscopus japonicus</i> (Steindachner)	70 kg	18
ヤリイカ	<i>Doryteuthis bleekeri</i> (Keferstein)	430 kg	8
マイワシ	<i>Sardinops melanosticta</i> (Temminck & Schlegel)	15 kg	6
スルメイカ	<i>Todarodes pacificus</i> Steenstrup	12 kg	11
スケトウダラ	<i>Theragra chalcogramma</i> (Pallas)	5 kg	3
ビクニン	<i>Liparis tessellatus</i> (Gilbert & Burke)	98 尾	2
サンマ	<i>Cololabis saira</i> (Brevoort)	3 尾	3
マダラ	<i>Godus morrhua macrocephalus</i> Tilesius	3 尾	1
マフゲ	<i>Fugu vermiculare porphyreum</i> (Temminck & Schlegel)	4 尾	2
ドスイカ	<i>Gonatus</i> ( <i>Berryteuthis</i> ) <i>maglster</i> Berry	2 尾	2
マサバ	<i>Pneumatophorus japonicus</i> (Houttuyn)	1 尾	1
ブリ(モジャコ)	<i>Seliola quinqueringradiata</i> Temminck & Schlegel	1 尾	1
カタクチイワシ	<i>Engraulis japonica</i> (Houttuyn)	1 尾	1
カワヤツメ	<i>Entosphenus japonicus</i> (Martens)	1 尾	1
オキアジ	<i>Caranx helvolvs</i> (Forster)	1 尾	1
ツノナシオキアミ	<i>Euphausia pacifica</i> Hansen	5 kg	2
ニホンウミノミ	<i>Parathemisto japonica</i> Bouallius	0.5 kg	1



○ 1. 2. 3. 月    ● 4. 5. 6. 月    △ 7. 8. 9. 月    ▲ 10. 11. 12. 月  
 ○ 1 曳網当り 30 kg以上の漁獲量を示す。

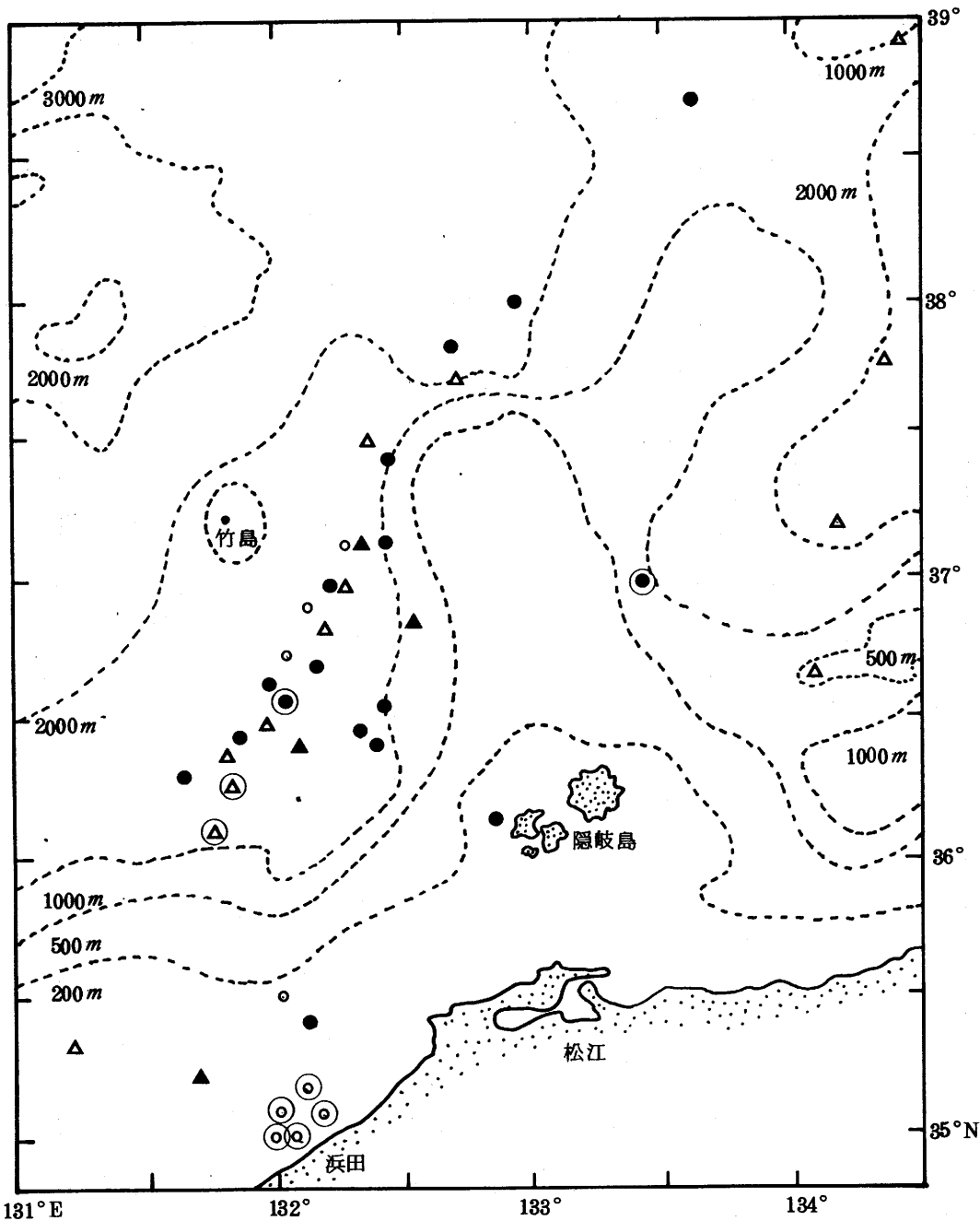
図 24. キュウリエソの分布海域



○ 1. 2. 3月    ● 4. 5. 6月    △ 7. 8. 9月    ▲ 10. 11. 12月

○ 1 曳網当り 7kg以上の漁獲量を示す

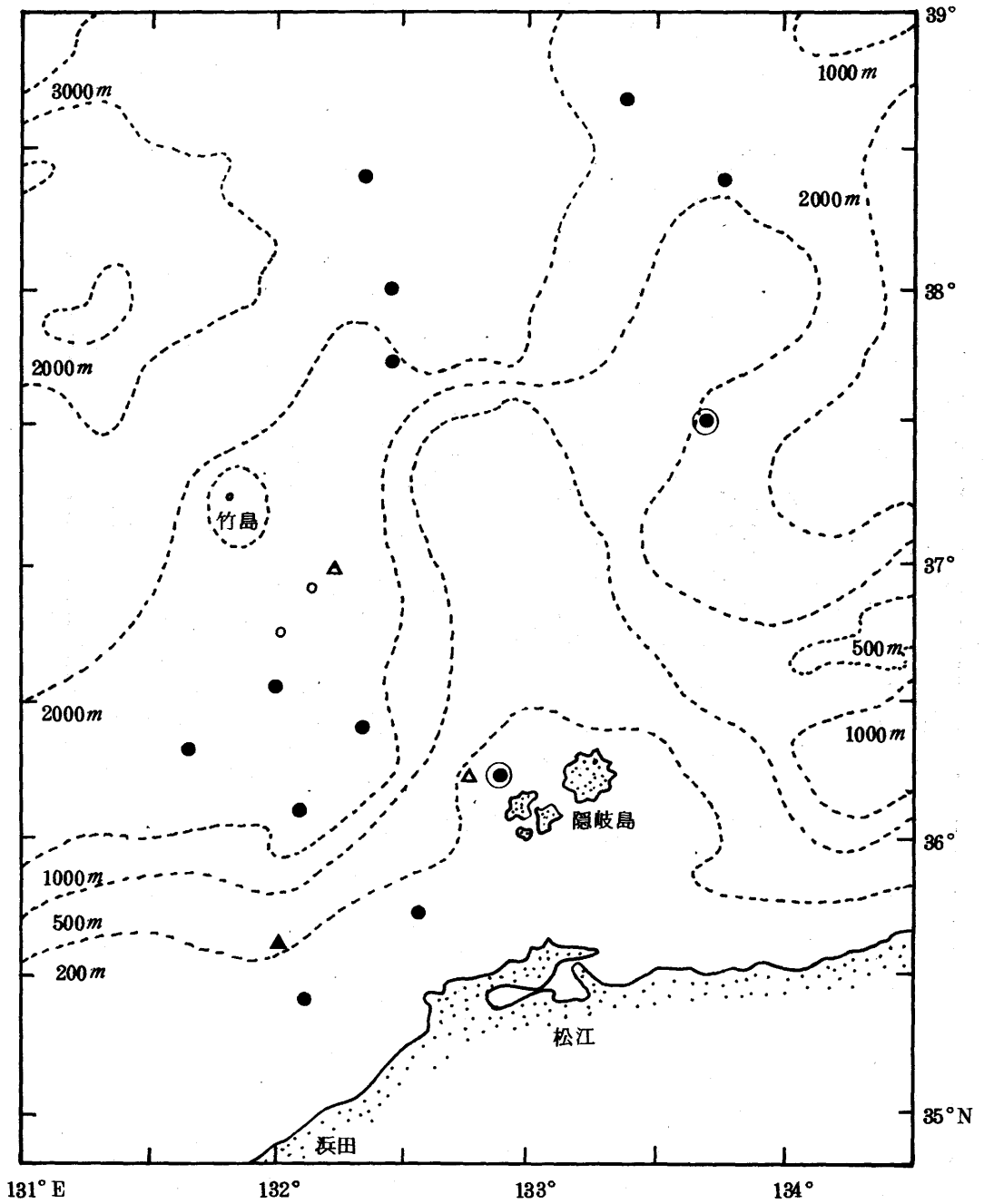
図 25. ホタルイカ, ホタルイカモドキの分布海域



○ 1. 2. 3 月    ○ 4. 5. 6 月    △ 7. 8. 9 月    ▲ 10. 11. 12 月

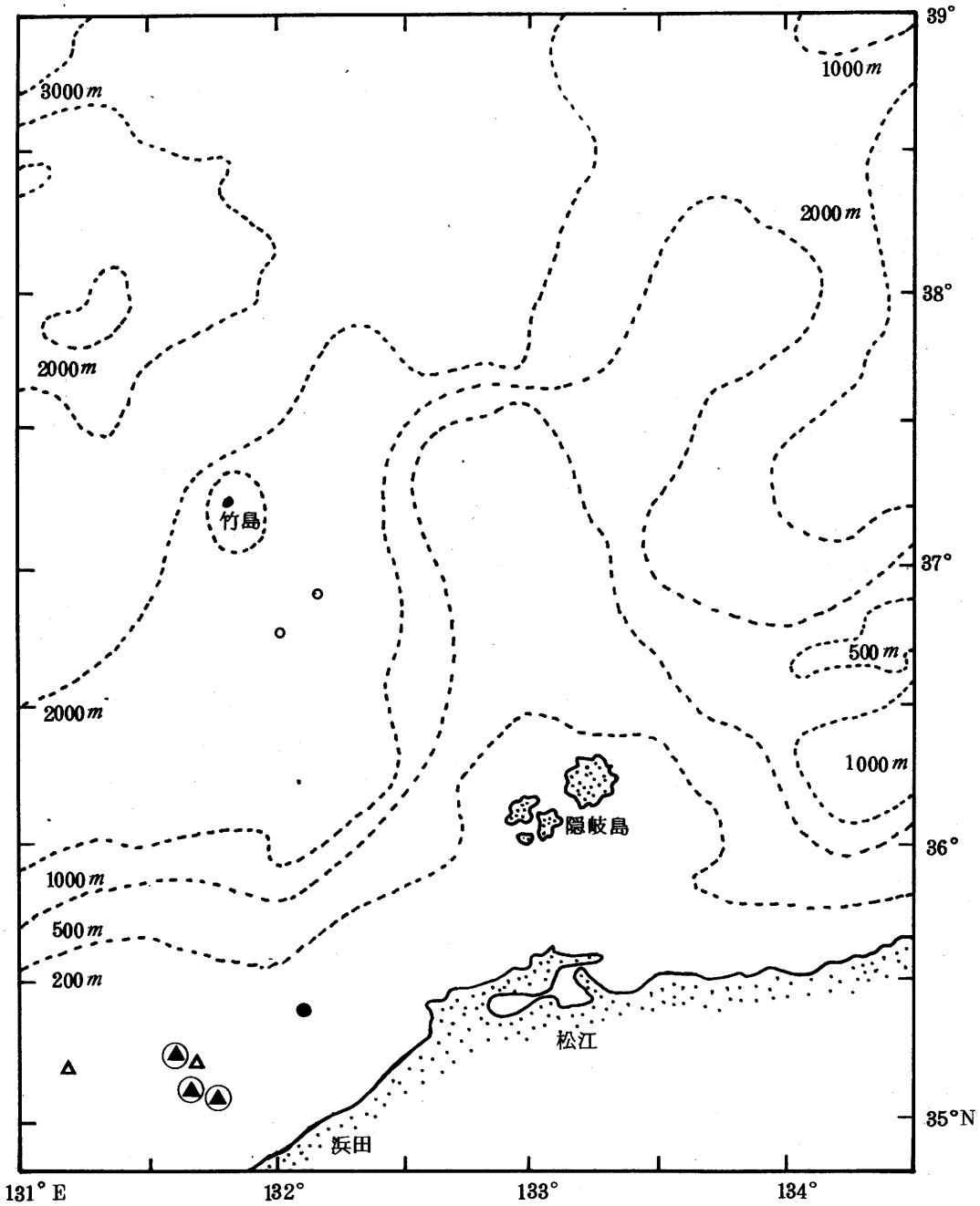
○ 1 曳網当り 100kg 以上の漁獲量を示す

図 26. ウマズラハギの分布海域



- 1. 2. 3 月    ○ 4. 5. 6 月    △ 7. 8. 9 月    ▲ 10. 11. 12 月  
 ○ 1 曳網当り 20 kg以上の漁獲量を示す

図 27. ハタハタの分布海域



○ 1. 2. 3 月    ○ 4. 5. 6 月    △ 7. 8. 9 月    ▲ 10. 11. 12 月

○ 1 曳網当り 50 kg 以上の漁獲量を示す

図 28. ヤリイカの分布海域



図 24～28 に中層トロール網で漁獲された主な魚種の季節別の漁獲地点を示す。

図 24 によると、キュウリエソは沿岸から沖合にかけて終年みられ、特に 6～10 月に 120～180 m 深海域での漁獲が多かった。キュウリエソについては、ネットレコーダーの記録から相当量の漁獲があると思われるのに実際の漁獲量はわずかというような事が何度かあった。そこでトロール網の魚とり部に 18 mm の内張りをはって操業を試みた。結果は一曳網当り漁獲量が 10～150 kg (平均漁獲量 81 kg) とほぼネットレコーダーの記録から納得できる漁獲量となった。キュウリエソを漁獲した回数が 23 回、そのうち内張りをはっての操業が 8 回である。以上のことを考慮にいと、図 24 のキュウリエソの分布の様相は、ややかわったものになるかもしれない。

ホタルイカとホタルイカモドキは、ほとんどの場合同時に漁獲されるため、その分布は時期的な多少のちがいはあるとしてもほぼ共通していると思われる(漁獲回数 38 回のうち同時に漁獲されなかったのは 8 回で、そのほとんどが 7 月下旬～8 月にみられた)。図 25 によると、ホタルイカとホタルイカモドキは終年みられるが 200 m 深以浅の海域ではみられなかった。特に漁獲が多かったのは 1000 m 以深の海域で、時期は 6 月～8 月である。

図 26 によるとウマズラハギは沿岸から沖合にかけて広く分布し終年みられる。特に 3～9 月に漁獲が多かったが 3 月頃は沿岸に、6～9 月は 1000～2000 m 深の沖合海域に分布しているように思われる。

図 27 によるとハタハタも終年みられ、広く分布しているが 6 月の漁獲が多かった。

図 28 をみるとヤリイカは他の魚種に比べ漁獲された回数は少ないが 11・12 月に 120～140 m 深の海域で多量に分布しているのが確認された。

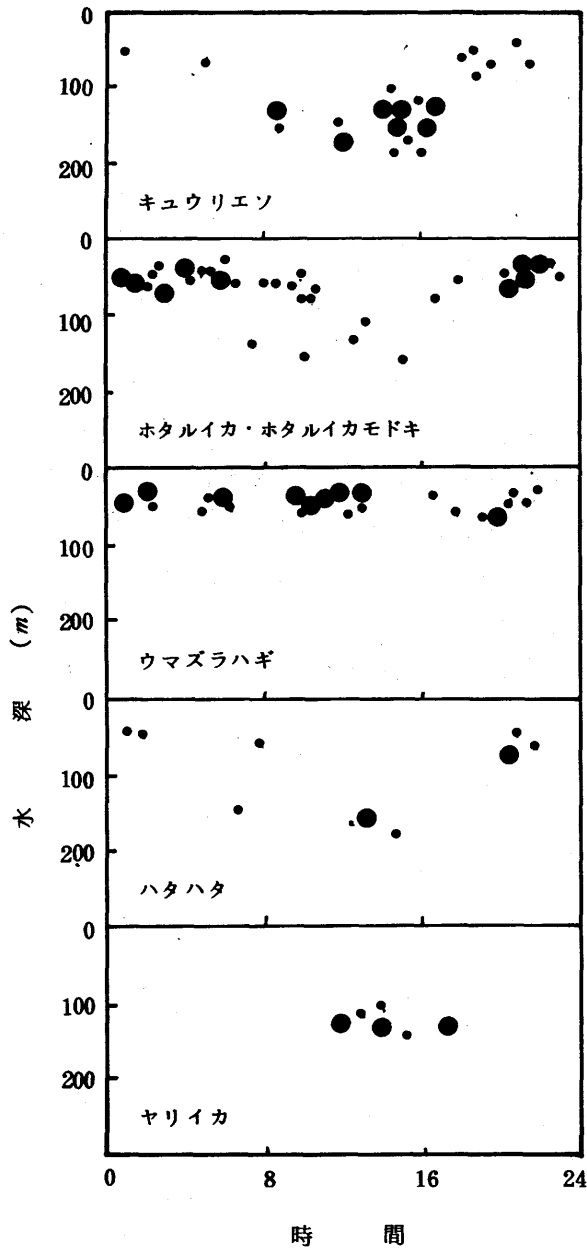
## 2. 主な魚種の漁獲水深

図 29 は主な魚種の漁獲水深をみたものである。これをみると、キュウリエソ、ホタルイカ、ホタルイカモドキおよびハタハタは昼間は深層を遊泳し、夜間は表層に浮上するというような垂直移動をおこなっていることがわかる。このような日周期運動は主に索餌のための浅深移動と推定されるが、ホタルイカとホタルイカモドキは夜間表層に浮上したときの漁獲がよく、逆にキュウリエソは昼間深層に遊泳している時の漁獲がよかった。ウマズラハギはこのような日周期運動はみられず 35～60 m 層で終日漁獲された。ヤリイカは主に海底から 5～10 m の底層に分布していた。

## 3. 主な魚種の体長組成

図 30～35 に中層トロール網で漁獲された主な魚種の体長組成を示す。

図 30 によると、キュウリエソの体長範囲は 2.5～5.5 cm でモードは各月ともほぼ 4.0～4.5 cm



●はキュウリエツが30kg以上、ホタルイカ・ホタルイカモドキが7kg以上、ウマズラハギが100kg以上、ハタハタが20kg以上、ヤリイカが50kg以上の漁獲があったことを示す。

図 29. 各魚種の時間別漁獲水深

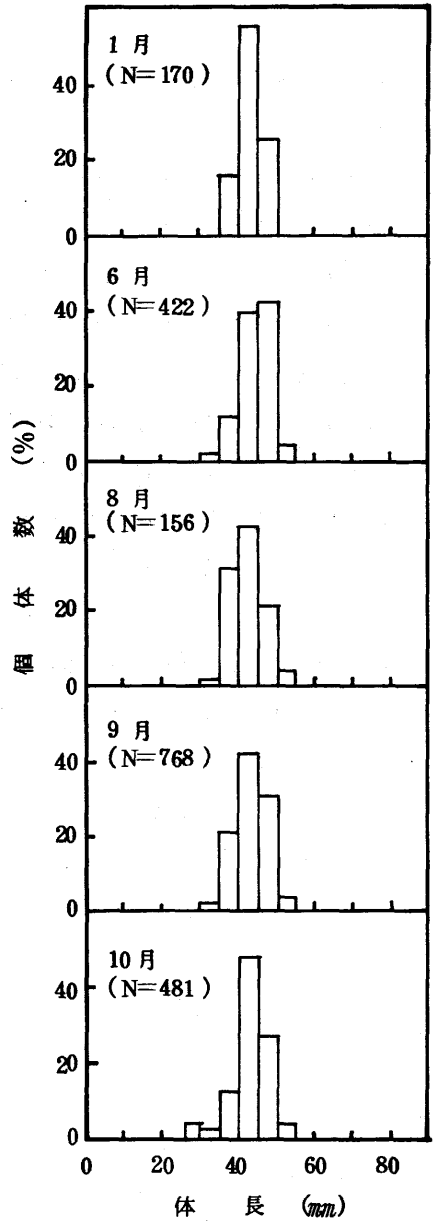


図 30. キュウリエツの月別体長組成

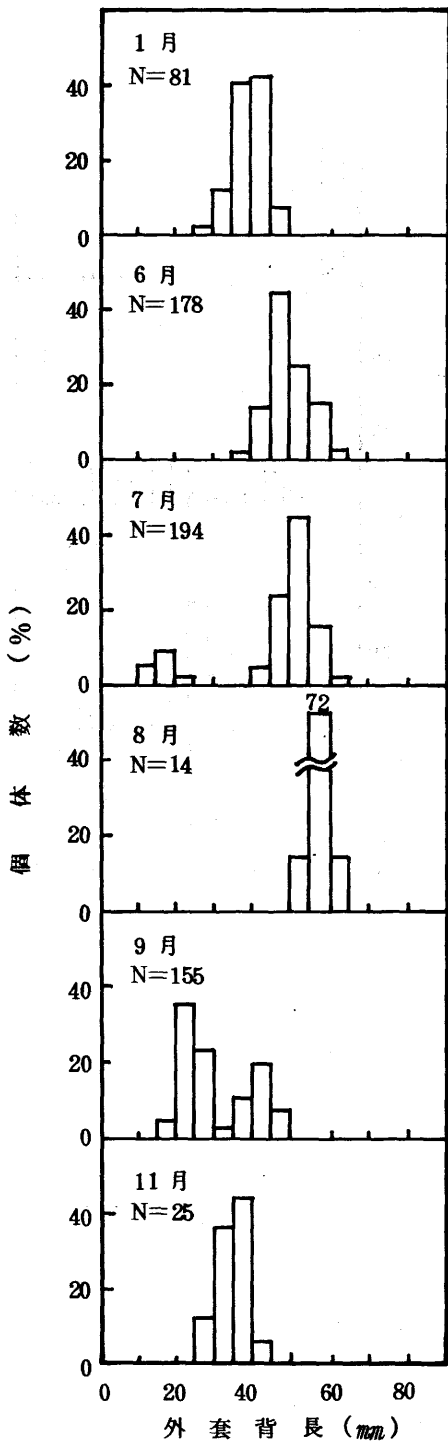


図 31. ホタルイカの月別外套背長組成

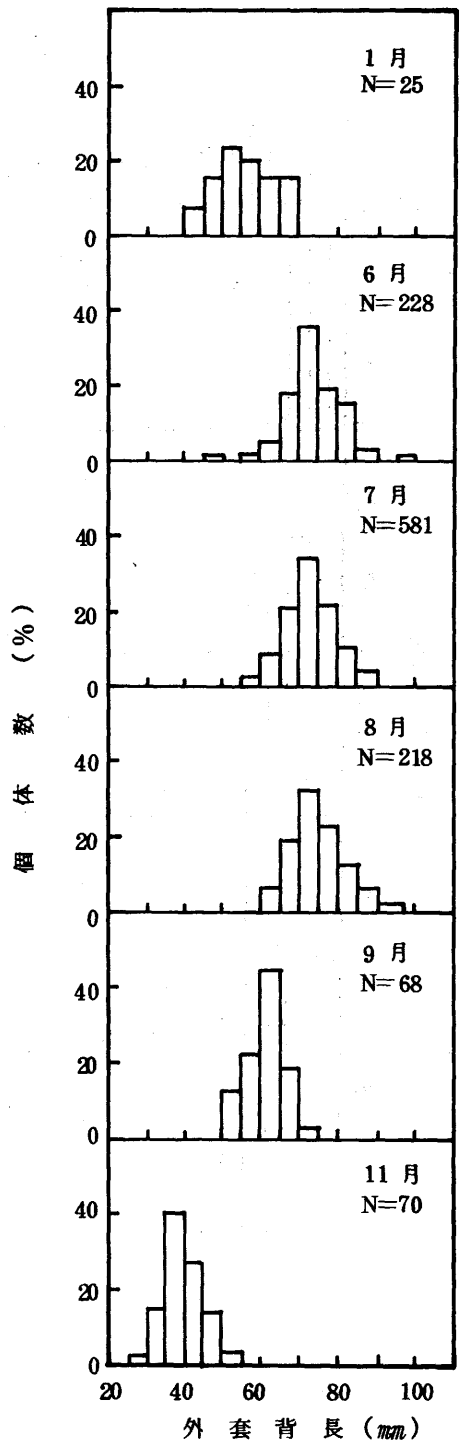


図 32. ホタルイカモドキの月別外套背長組成

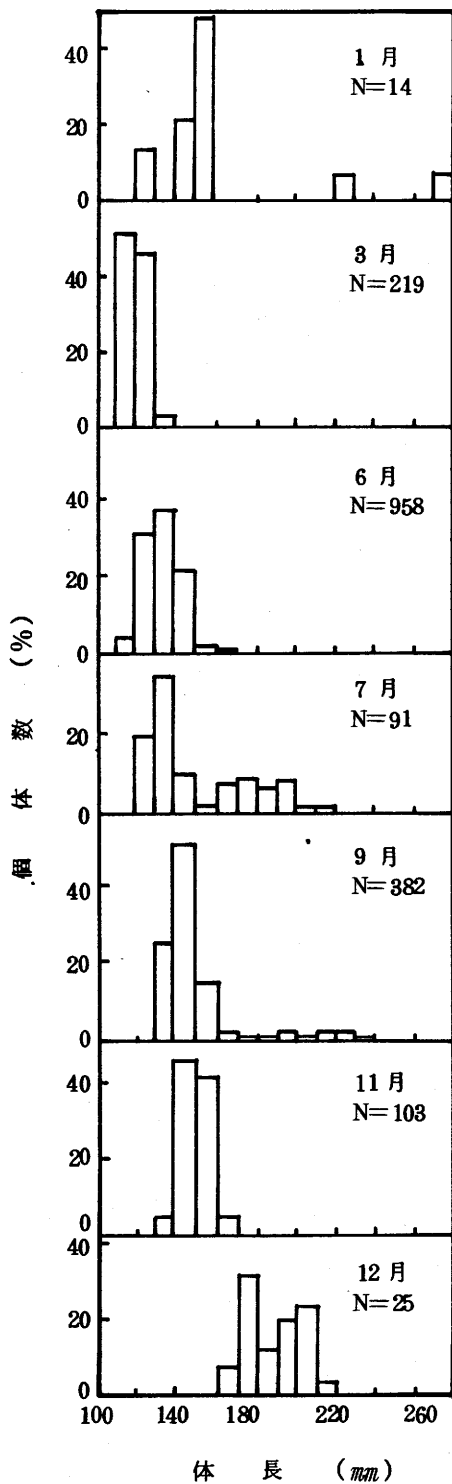


図 33. ウマズラハギの月別体長組成

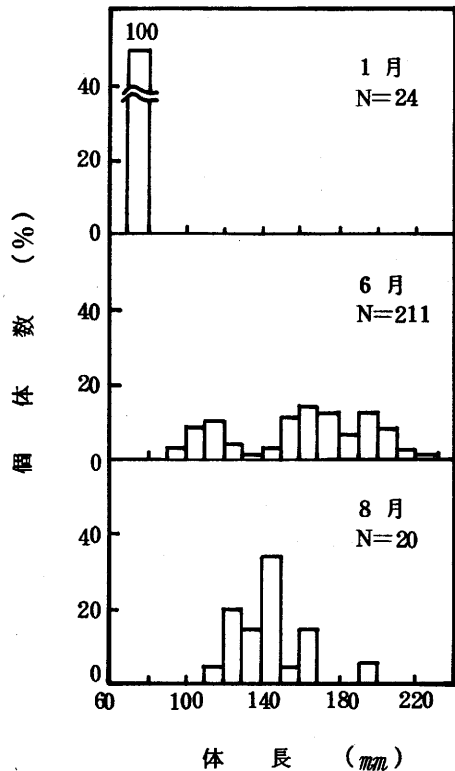


図 34. ハタハタの月別体長組成

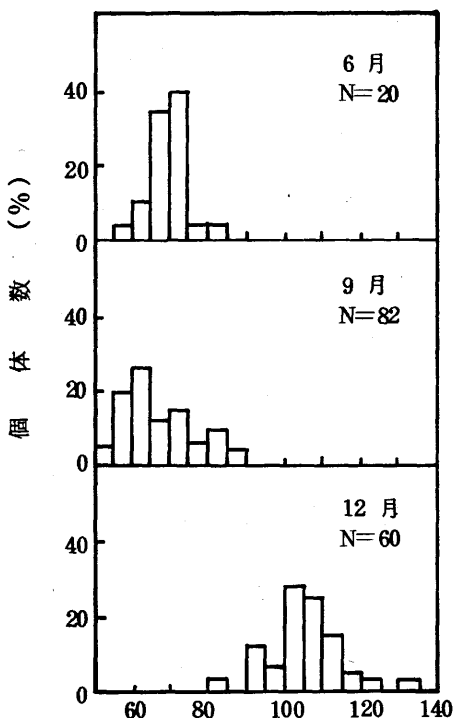


図 35. ヤリイカの月別外套背長組成

にみられ、月変化がほとんどみられない。これは網目規制によるものと考えられるが、9、10月にわずかではあるが体長3.0cm以下の魚体もみられる。

図 31によると、ホタルイカの外套背長範囲1.0~6.5cmで7月と9月にモードが2つみられる。6月の魚体を観察すると、そのすべてが雄でほとんどが成熟していた。9月のモードの大きい方の魚体はすべて雌で、そのほとんどが成熟していた。

図 32によると、ホタルイカモドキの外套背長範囲は2.5~10.0cmで、6月と9月におこなった観察によると、6月の性成熟の最小型は雄が6.9cm、雌が7.1cm、9月は雄が5.2cm、雌が5.8cmであった。

図 33によると、ウマズラハギの体長範囲は11.0~28.0cmで、そのほとんどが17cm(全長19cm)以下の当才魚である。12月に17.0~22.0cmのものが漁獲されているが、これは海底から10cmの底層でヤリイカと混獲されたときのものである。

図 34、35 はそれぞれハタハタの体長組成と、ヤリイカの外套背長組成である。ハタハタの体長範囲は7.0~24.0cm、ヤリイカの外套背長範囲は5.0~13.5cmであった。

#### 4. 主な魚種の体長と体重の関係

図 36はキュウリエソの体長と体重の対数をプロットしたもので、その関係はほぼ直線となる。したがってキュウリエソの体長L(mm)に対する体重W(g)の相対成長回帰式は次のようにあらわすことができる。

$$\text{キュウリエソ} \quad W = 1.218 \times 10^{-5} L^{3.023}$$

同様にホタルイカとホタルイカモドキの外套背長ML(mm)に対する体重、ハタハタとウマズラハギの体長に対する体重の回帰式をそれぞれ図 37~40から求めると次のようになる。

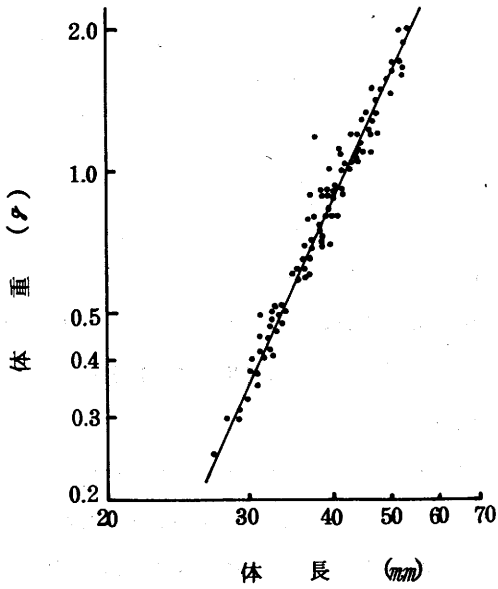


図 36 キュウリエソの体長と体重

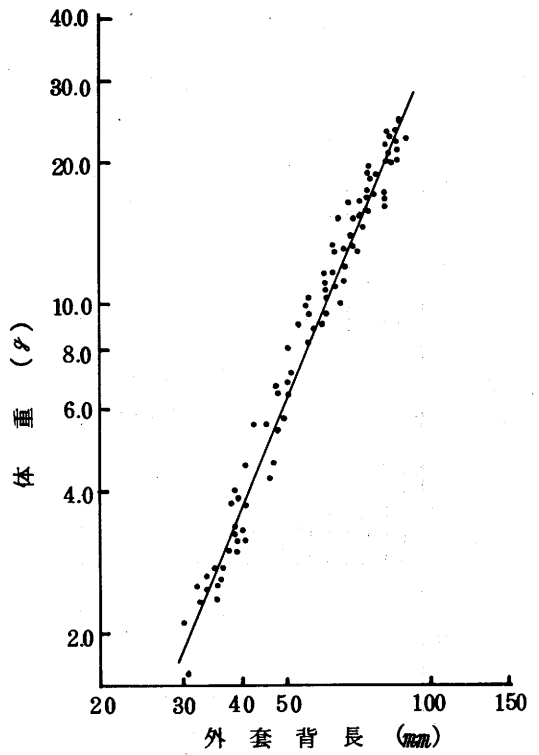


図 38. ホタルイカモドキの外套背長と体重

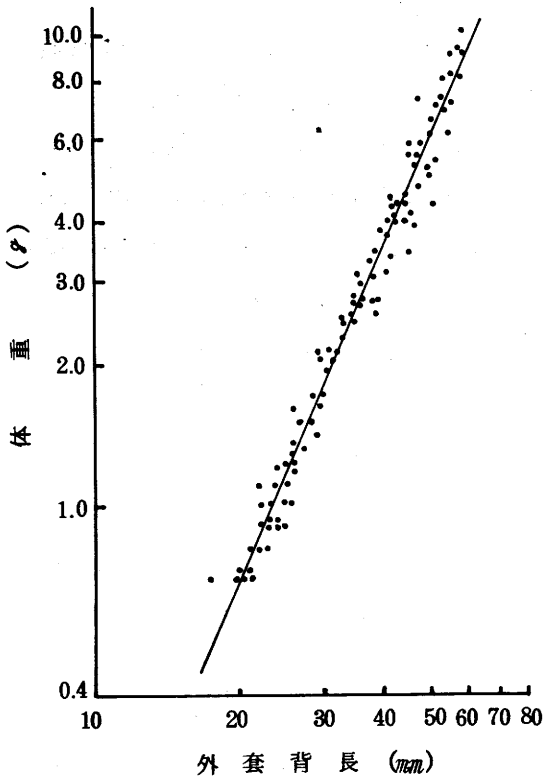


図 37. ホタルイカの外套背長と体重

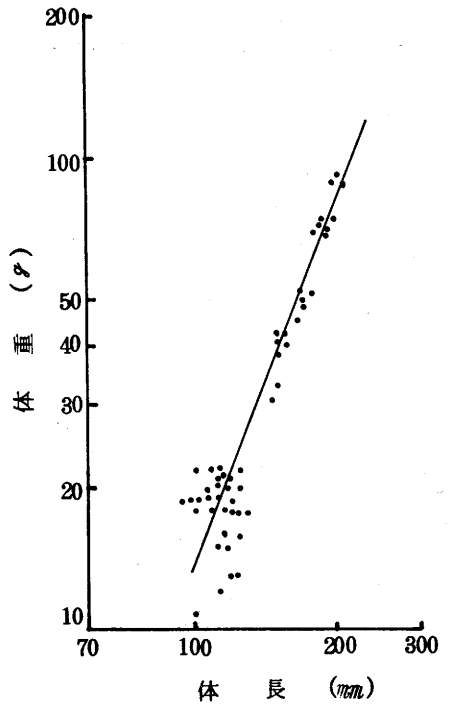


図 39. ハタハタの体長と体重

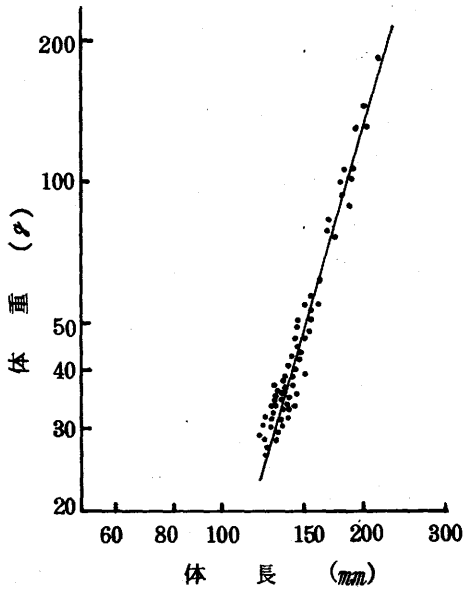


図 40. ウマズラハギの体長と体重

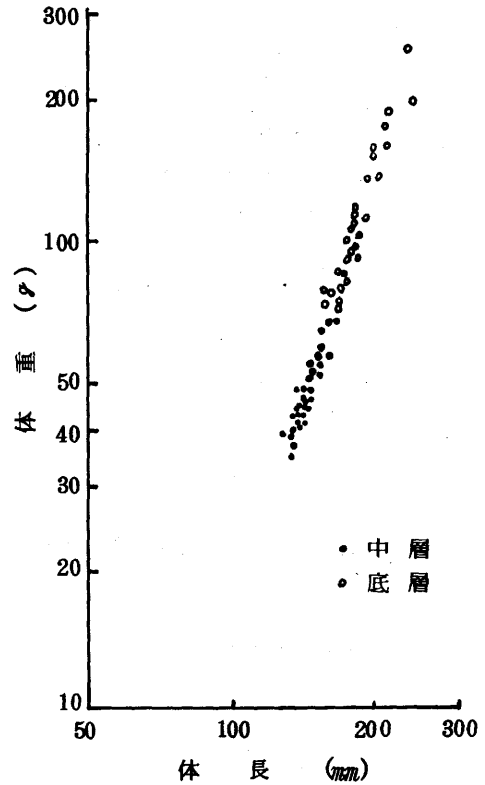


図 41. 中層と底層で漁獲されたウマズラハギの体長と体重の関係

ホタルイカ	$W = 8.297 \times 10^{-4}$	$ML^{2.263}$
ホタルイカモドキ	$W = 3.399 \times 10^{-4}$	$ML^{2.521}$
ハタハタ	$W = 1.495 \times 10^{-5}$	$L^{2.933}$
ウマズラハギ	$W = 1.660 \times 10^{-7}$	$L^{3.916}$

図 41 は昭和 54 年 6 月中旬に中層（島根丸中層トロール）で漁獲されたウマズラハギと、底層（明風、底曳）で漁獲されたウマズラハギを比較したものである。これを見ると、中層のウマズラハギの体長範囲は 130～159mm（平均 140mm）で、底層のものは 147～202mm（平均 173mm）となっている。このようにウマズラハギは魚体の小さなものと大きなものと、それぞれ中層と底層というような棲み分けをおこなっている。すなわち、中層に分布するウマズラハギは成長し、ある年令（体長からほぼ 1 才前後と推定する）に達するとその生息場所を底層に移すのではないかと思われる。

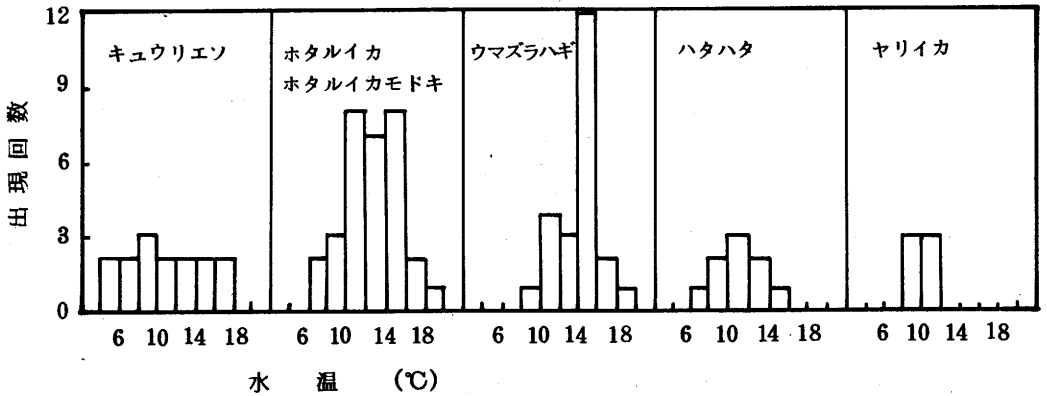


図 42. 各魚種の遊泳層の水温

### 5. 主な魚種の生息水温

図 42 は中層トロール網で漁獲された主な魚種の遊泳層の水温をみたものである。各魚種とも 5～20℃前後の広範な分布をしていると思われるが、この図より一般的な生息水温を推測するとキュウリエソが 5～18℃、ホタルイカとホタルイカモドキが 7～18℃、ウマズラハギが 8～19℃、ハタハタが 6～16℃程度であると考えられる。ヤリイカは漁獲された回数は少ないがキュウリエソやウマズラハギと混獲されていることから、他の魚種とあまりかわらないと推測する。

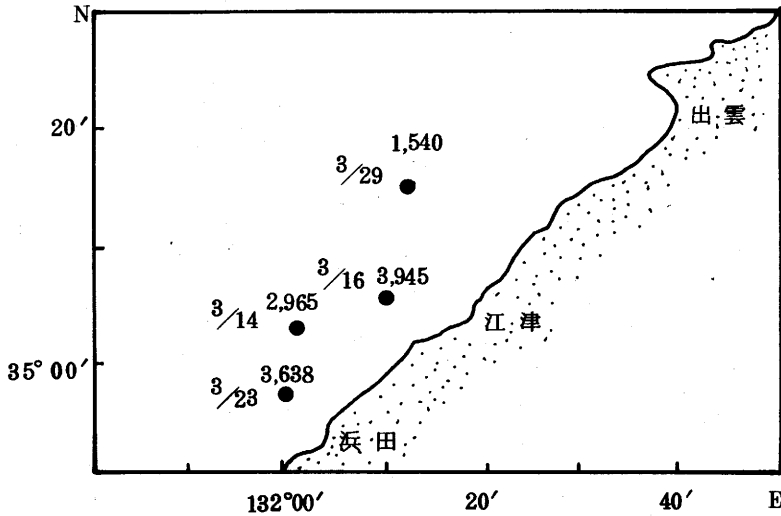
### 6. ウマズラハギの標識放流

昭和 54 年 3 月、図 43 に示す海域で中層トロール網で漁獲したウマズラハギの標識放流を実施した。放流総尾数は 12,088 尾、供試魚の体長は 11～14.5 cm (平均 12.5 cm) である。現在のところ再捕の報告はまったくない。

### 7. 各魚種の魚群探知機の記録

付図 3-1～3-6 に各魚種の魚群探知機の記録を示す。実際には、海中を遊泳する魚群と、魚探の記録にあらわれるそれとはその形状は異なるが、魚探の記録にあらわれる各魚種の特徴についてみると、キュウリエソは付図 3-5、3-6 のように小さな山がいくつも連なったような反応である。ウマズラハギは付図 3-2、3-5 にみられる霧状の反応と、付図 3-3 にみられる大きなかたまり状の反応とがあり、かたまり状の反応のときの漁獲がよかった。ホタルイカとホタルイカモドキは付図 3-1 のように DSL や他の魚種と一緒に反応にあらわれるため魚探の記録からその判別はできかねる。





( 図中 数字は 月/日 放流尾数 )

図 4.3. 標識放流海域

### Ⅲ 結 論

昭和52年～54年の3カ年の調査で、中南海西部海域の中層資源として、キュウリエソ、ホタルイカ、ホタルイカモドキ、ウマズラハギ、ハタハタ、ヤリイカ等が確認された。現在すでに沖合底曳等で大量に漁獲されているヤリイカは別として、特にキュウリエソ、ウマズラハギの資源量は相当なものであると推測する。またそれらの魚種を中層トロール網で漁獲する技術についても、不十分な面もあるが大体確立できたと考える。したがって漁業調整上の問題は別にして、また中層トロール網漁業にこだわらないで考えてみると、開発の可能性としてはキュウリエソ、ウマズラハギが第一にあげられる。次に量的にはやや少ないがホタルイカ、ホタルイカモドキ、ハタハタがあげられる。しかし、これらの魚種は一般に市場における経済性的問題をはじめとし、ウマズラハギの主体が小型魚(当才魚)であることによる利用度の低さ、さらにキュウリエソ、ホタルイカ、ホタルイカモドキが食物連鎖上での低次の被食者であること等多数の問題が残されている。したがってこれらの魚種の開発研究をすすめる上で重要なことは、資源の有効利用および資源管理を考え、海洋におけるその生物学的地位、および生態系の機構ひいては再生産関係を明らかにしなければならない。これらの諸問題の解決は中層トロール網による日本海の中層資源開発の方向性からも重要で

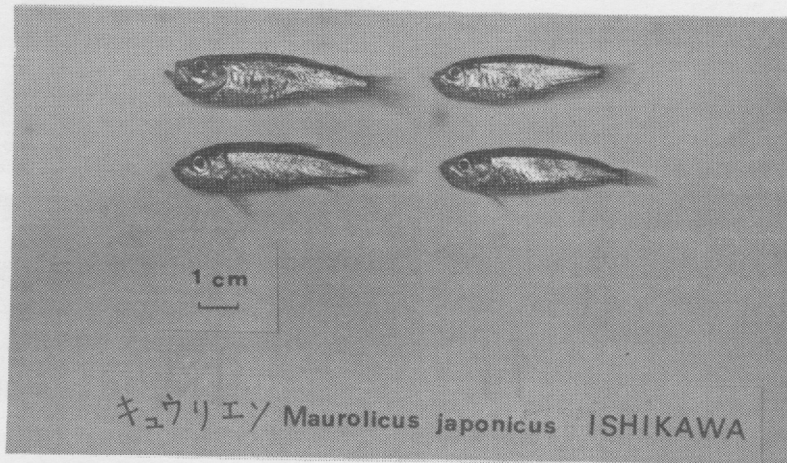
あるとともに、漁撈上、研究上不可欠のものであると考える。

## 文 献

- 小山武夫：大型トローラーにおける数種のトロール漁具についての実験結果とその考察  
東海水研報第 43 号（1965）
- 小山武夫：船尾トロールについての実験的考察，東海水研報第 77 号（1974）
- 肥後伸夫：底曳網の漁獲性能に関する基礎的研究，鹿児島大学水産学部紀要第 20 巻  
第 2 号（1971）
- 昭和 52 年度指定調査研究総合助成事業，中層トロール網漁具開発研究，島根県水産試験場  
（1978）
- 昭和 53 年度指定調査研究総合助成事業，中層トロール網漁具開発研究，島根県水産試験場  
（1979）
- Dr · J · Scharfe：西独の一隻曳中層トロール漁法
- 和田光太：実用トロール漁法（1976）
- 土井長之：水産資源力学入門，日本水産資源保護協会（1975）
- 沖山宗雄：日本海におけるキュウリエソの初期生活史，日水研報（23），21-53  
（1971）
- 川口哲夫：日本海におけるキュウリエソに関する研究-1，魚郡探知機に記録されるキュウリ  
エソ群映像と日周期活動，昭和 46 年度日本水産学会発表論文（1971）
- 西村三郎：1955 年春季能登半島近海におけるキュウリエソの産卵ならびに卵・仔魚の生態，  
日水研報（5）：61-75（1959）
- 池原宏二：新潟県沿岸におけるウマズラハギの産卵と成長に関する 2・3 の知見  
日水研報第 27 号（1976）
- 加藤昌・下村敏正：日本海特有の D. S. L. についての 2・3 の知見，日本研報（7）：  
67-83（1959）

# 付 図

あるとともに、場所上、研究上不可欠のものであるとされる。



小山武夫

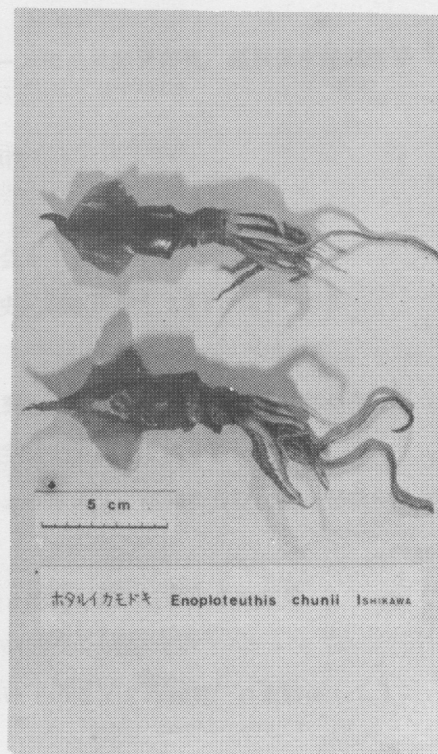
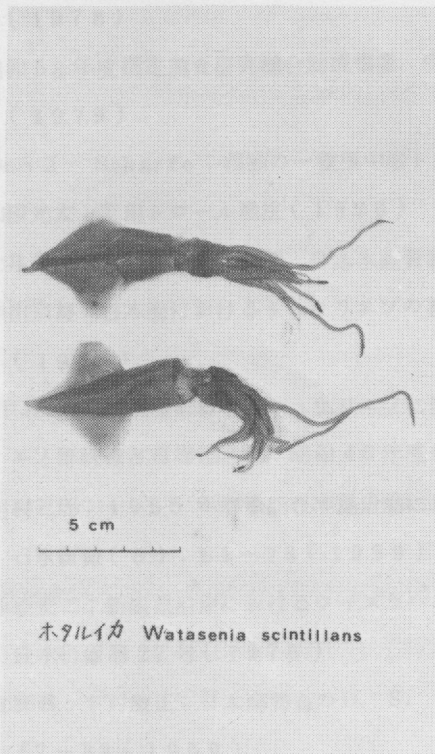
東京大学

小山武夫

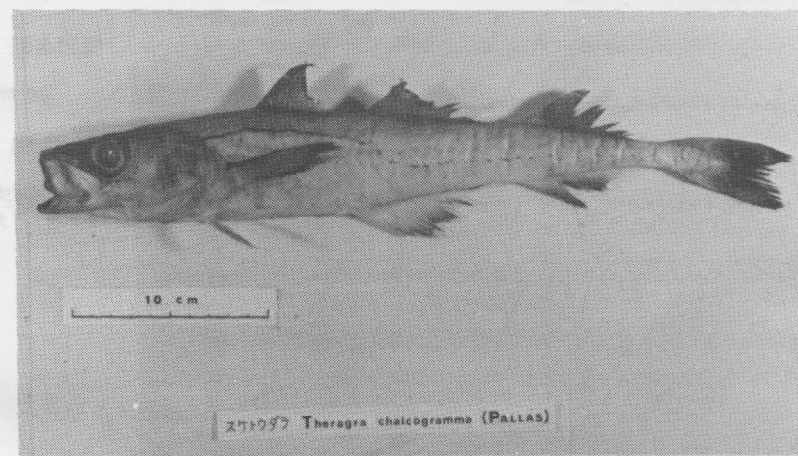
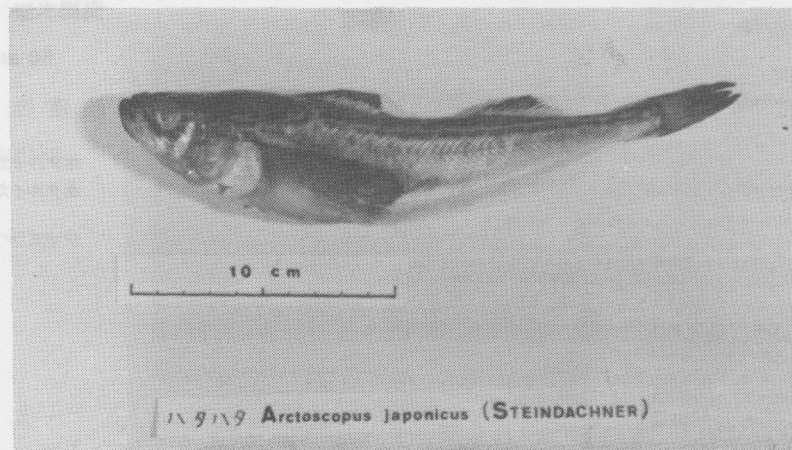
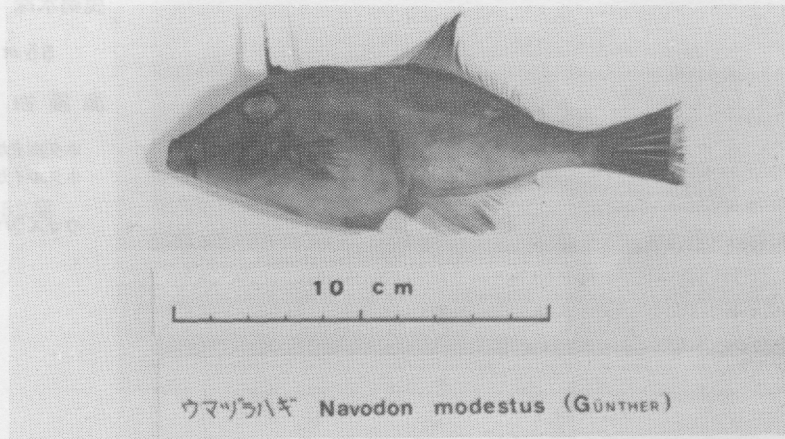
○ 佐藤啓夫、我が国の魚類生態に関する基礎的研究、鹿児島大学水産学部の研究報告第4号

第2号(1971)

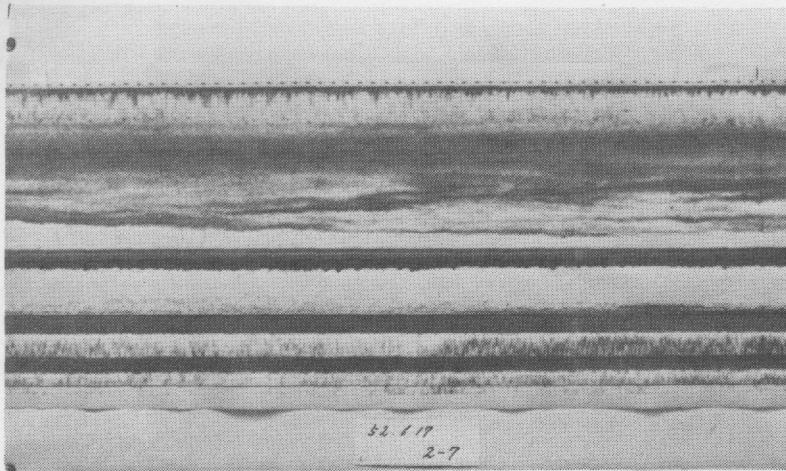
○ 昭和52年度調査報告研究報告の中心事項、中瀬トローラー漁具調査研究、鹿児島大学水産学部



付図1. キュウリエソ・ホタルイカ・ホタルイカモドキ



付図 2. ウマヅラハギ・ハタハタ・スケトウダラ



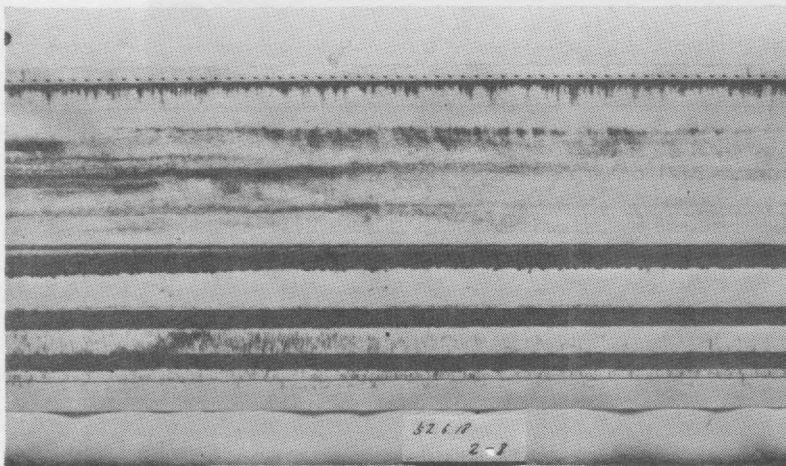
曳網水深

55 m

漁獲物

ホタルイカ  
ホタルイカモドキ ) 9kg

ウマズラハギ 13尾



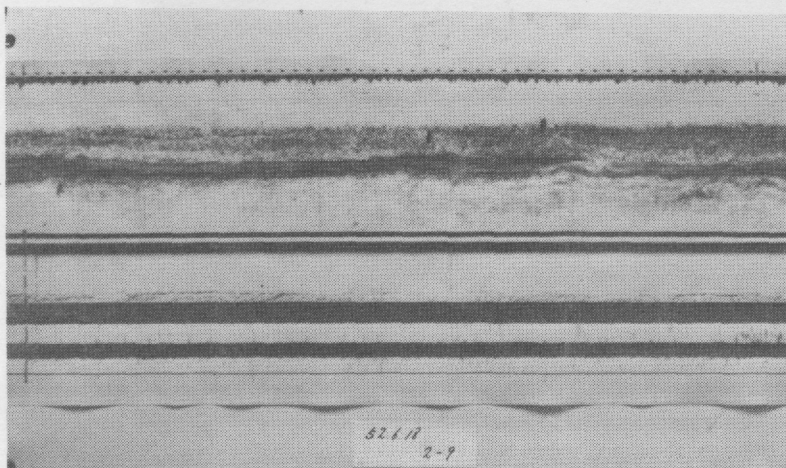
曳網水深

50 m

漁獲物

ホタルイカ  
ホタルイカモドキ ) 9kg

ウマズラハギ 2尾



曳網水深

60 m

漁獲物

ホタルイカ  
ホタルイカモドキ ) 2kg

付図3-1 魚群探知機の記録

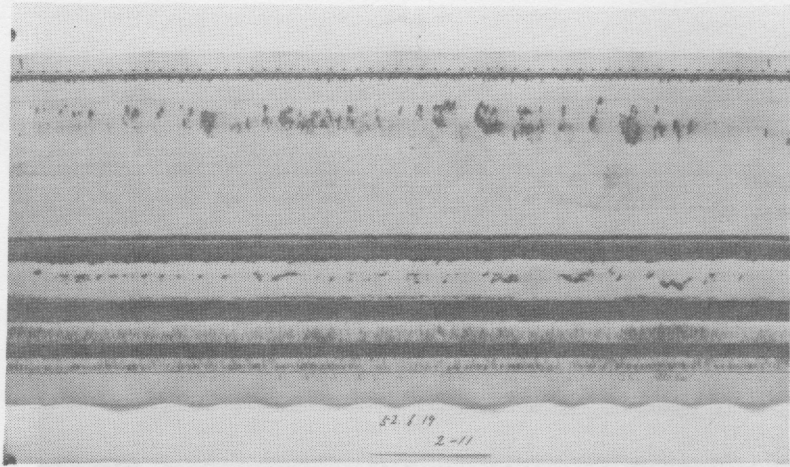
曳網水深

38 m

漁獲物

ウマズラハギ 9kg

ホタルイカ 58尾  
ホタルイカモドキ

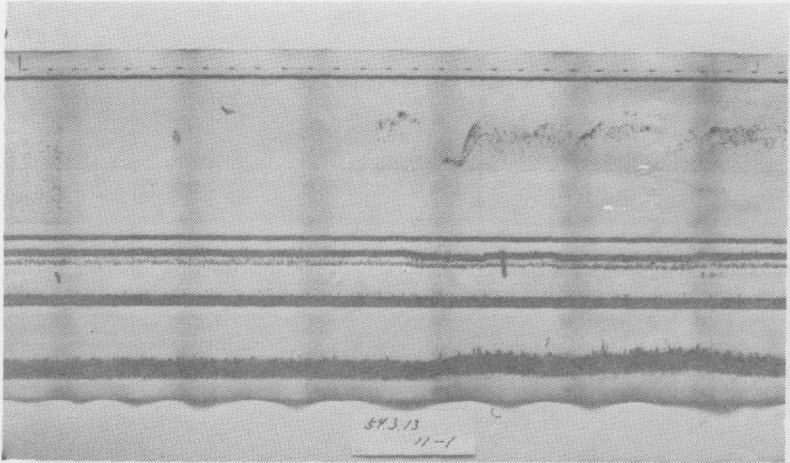


曳網水深

38 m

漁獲物

ウマズラハギ 200kg

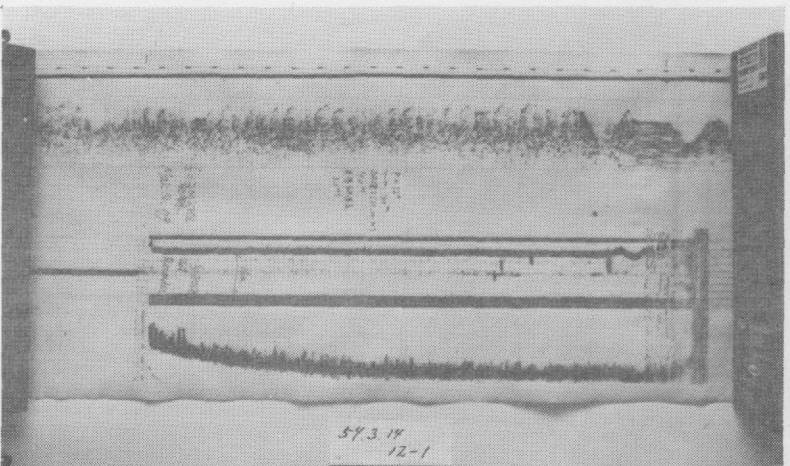


曳網水深

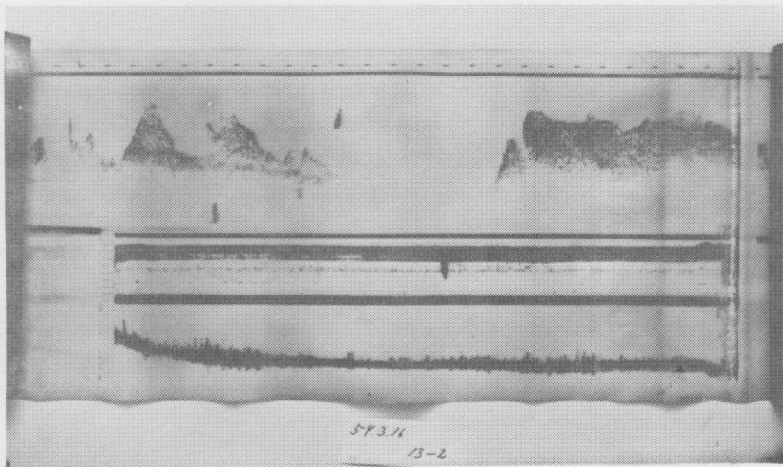
38 m

漁獲物

ウマズラハギ 250kg



付図3-2 魚群探知機の記録



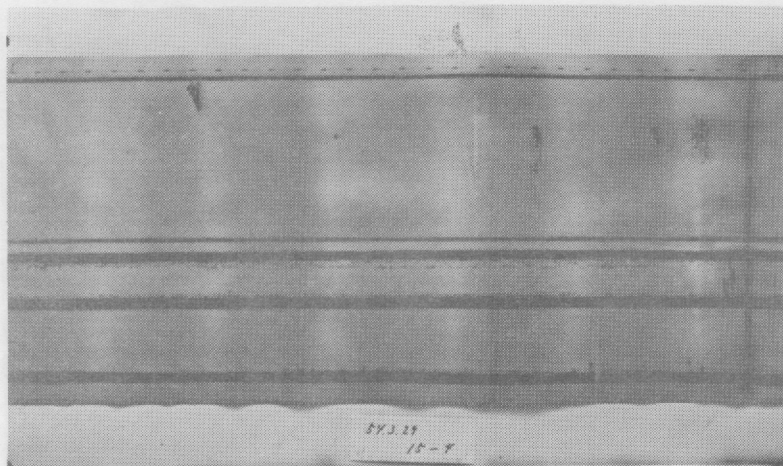
曳網水深 37 m

37 m

漁獲物

ウマズラハギ 500 kg

マイワシ 1尾

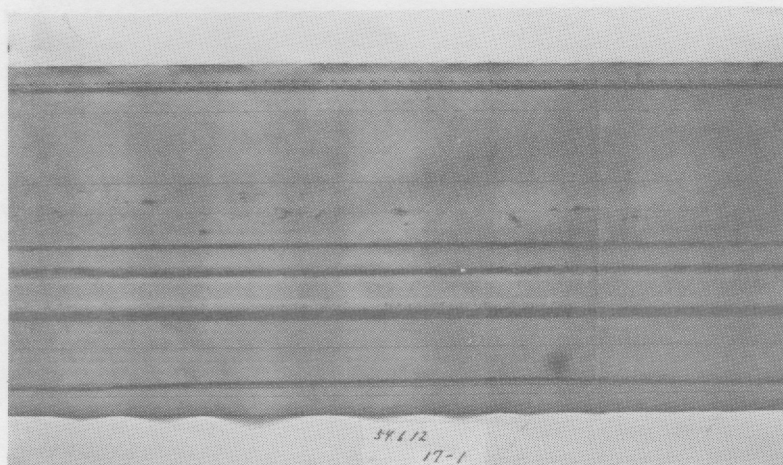


曳網水深 38 m

38 m

漁獲物

ウマズラハギ 500 kg



曳網水深 176 m

176 m

漁獲物

キュウリエソ 10 kg

スケトウダラ 3尾

付図 3-3 魚群探知機の記録

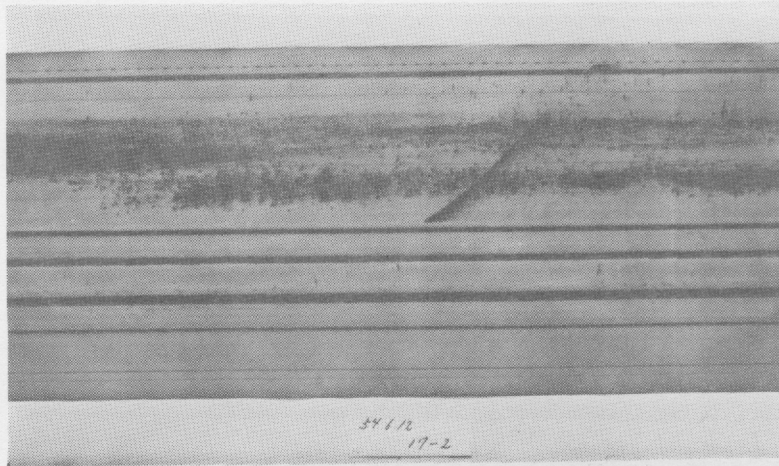


曳網水深

50 m

漁獲物

ホタルイカ ) 2kg  
ホタルイカモドキ  
マイワシ  
スルメイカ  
ウマズラハギ

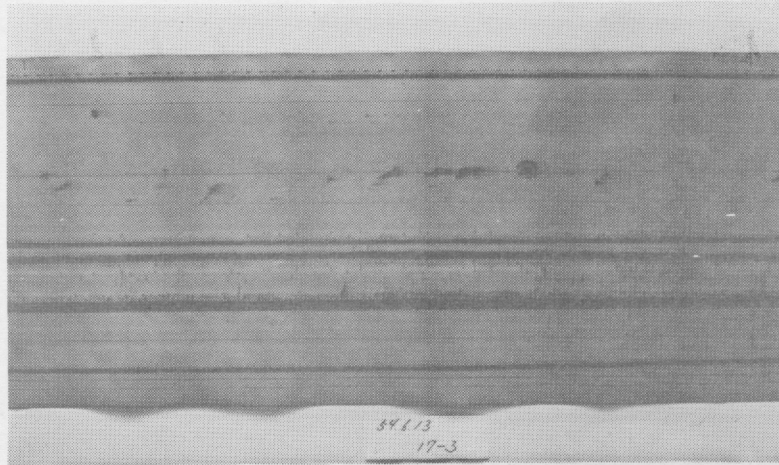


曳網水深

135 m

漁獲物

ホタルイカ ) 30尾  
ホタルイカモドキ  
マイワシ  
スルメイカ

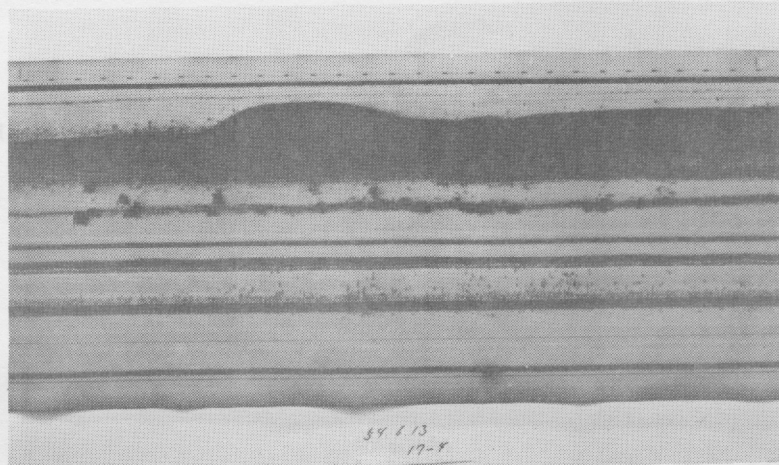


曳網水深

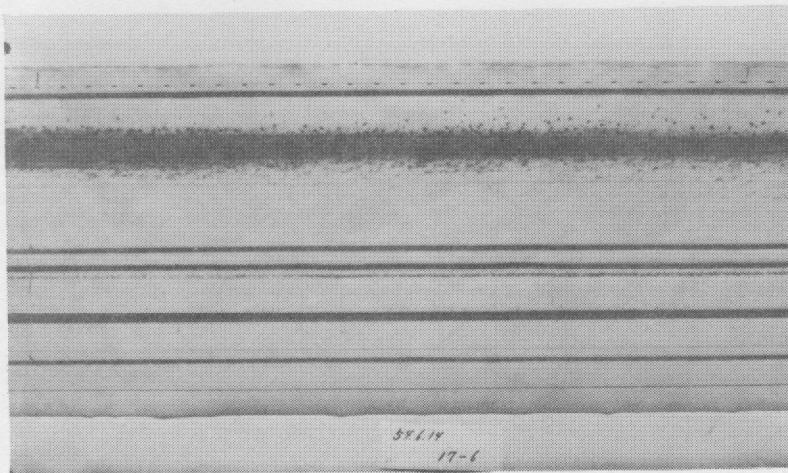
60 m

漁獲物

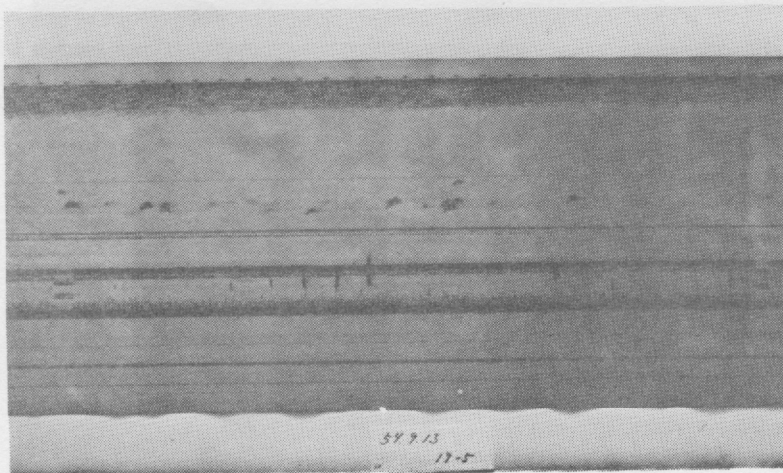
ウマズラハギ 250 kg



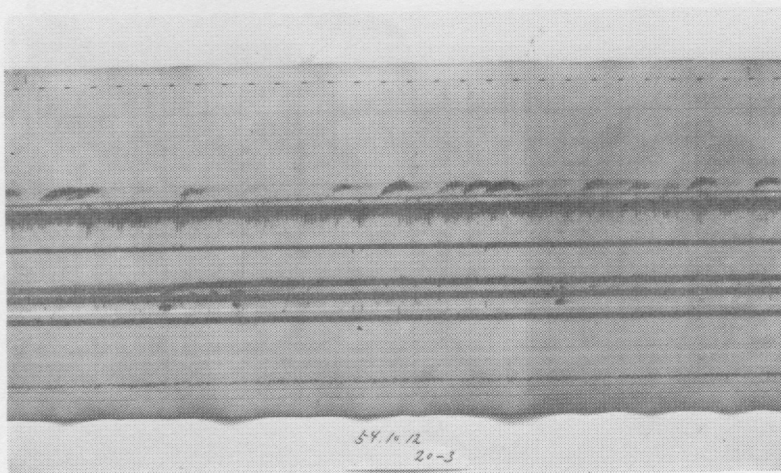
付図3-4 魚群探知機の記録



曳網水深 56 m  
 漁獲物  
 ウマズラハギ 20 kg  
 ハタハタ 53 尾



曳網水深 122 m  
 漁獲物  
 キュウリエソ 30 kg



曳網水深 165 m  
 漁獲物  
 キュウリエソ 100 kg  
 スルメイカ 2 尾

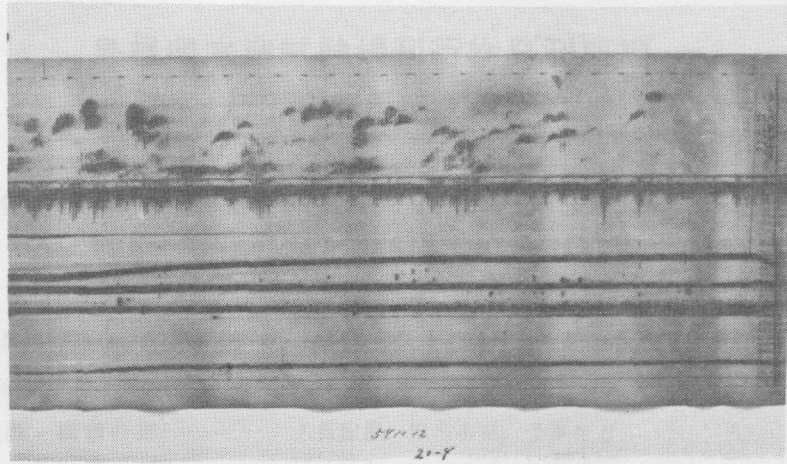
付図 3-5 魚群探知機の記録

曳網水深

147 m

漁獲物

キュウリエノ 150 kg

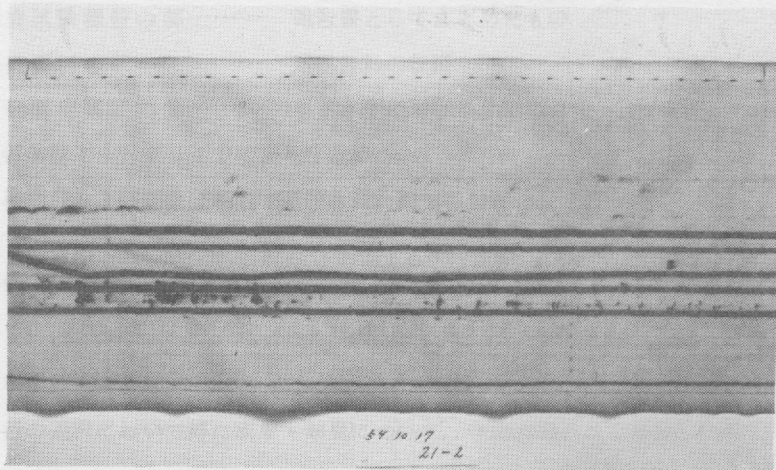


曳網水深

177 m

漁獲物

キュウリエノ 150 kg



付図 3-6 魚群探知機の記録