

北 水 試 研 報
Sci. Rep.
Hokkaido Fish. Exp. Stn.

CODEN: HSSHEE
ISSN 0914-6830

北海道立水産試験場研究報告

第 30 号

(北海道立水産試験場報告改題)

SCIENTIFIC REPORTS

OF

HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 30

北海道立水産試験場

(昭和 63 年 3 月)

(March, 1988)

北海道立水産試験場研究報告

第 30 号

目 次

富永 修・小池幹雄・田村真樹・三宅博哉・三原行雄

石狩湾における底生魚類の生産構造

第1報 春季における底生魚類の群集構造と分布様式の類型化…………… 1 - 18

田中祐志

北海道北部海域におけるスルメイカの生態

第1報 冬期に沿岸域でサクラマスに捕食される幼体スルメイカについて……………19 - 23

今井義弘

道東沖で漁獲された超大型サンマの生物学的特性……………25 - 32

吾妻行雄・元谷 怜・菅原義雄

キタムラサキウニの生殖周期と餌料摂取について

第1報 生殖巣の季節的变化……………33 - 41

吾妻行雄・菅原義雄

キタムラサキウニの生殖周期と餌料摂取について

第2報 消化管内容物量と殻重量の季節的变化……………43 - 49

(昭和63年3月)

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 30

CONTENTS

TOMINAGA, Osamu, Mikio KOIKE, Masaki TAMURA, Hiroya MIYAKE
and Yukio MIHARA

Production ecology of demersal fishes in Ishikari Bay, Hokkaido.

I. Community structure and grouping of distributional
pattern of demersal fishes in spring 1 - 18

TANAKA, Yuji

Ecology of Japanese flying squid, *Todarodes pacificus*

(STEENSTRUP), in northern Hokkaido waters.

I. Juveniles found in the stomach of masu salmon,
Oncorhynchus masou (BREVOORT), in winter 19 - 23

IMAI, Yoshihiro

Biological characters of a remarkably large-sized saury,

Cololabis saira, caught in the southeastern waters of Hokkaido 25 - 32

AGATSUMA, Yukio, Satoshi MOTOYA and Yoshio SUGAWARA

Reproductive cycle and food ingestion of the sea urchin,

Strongylocentrotus nudus (A. AGASSIZ), in southern Hokkaido.

I. Seasonal changes of the gonad 33 - 41

AGATSUMA, Yukio and Yoshio SUGAWARA

Reproductive cycle and food ingestion of the sea urchin,

Strongylocentrotus nudus (A. AGASSIZ), in southern Hokkaido.

II. Seasonal changes of the gut content and test weight 43 - 49

(March, 1988)

石狩湾における底生魚類の生産構造 第1報 春季における底生魚類の群集構造 と分布様式の類型化

富永 修・小池幹雄・田村真樹・三宅博哉・三原行雄*

(北海道立中央水産試験場)

Production ecology of demersal fishes in Ishikari Bay, Hokkaido. I. Community structure and grouping of distributional pattern of demersal fishes in spring

Osamu TOMINAGA, Mikio KOIKE, Masaki TAMURA,
Hiroya MIYAKE and Yukio MIHARA*
Hokkaido Central Fisheries Experimental Station,
Yoichi, Hokkaido 046, Japan

In order to elucidate the community structure of demersal fishes in Ishikari Bay, Hokkaido in spring, demersal fishes were collected with small otter trawl net at a depth of 20 meters through 90 meters in April and May from 1984 to 1987 and unbiased estimator Shanon-Weaver function ($E(H')$) value and evenness component diversity (J') value were calculated. In addition, distributional pattern of fish species was grouped by the methods of cluster analysis, principal component analysis, and factor analysis.

Four species of flounders, i.e. *Limanda punctatissima*, *L. herzensteini*, *Cleisthenes pinetorum herzensteini* and *Glyptocephalus stelleri* were the main components of the demersal fish community. As the water depth became deeper, the density of abundance of demersal fishes became lower. This is caused by decrease in abundance of the four flounder species with depth.

$E(H')$ value was higher in deep regions (41~90m) than in shallow regions (21~40m). The relationship between $E(H')$ value and J' value showed high correlation. The high $E(H')$ value in the deep regions is mainly due to the reduction in the proportion of the four species of flounders in this community.

Principal component analysis and factor analysis are thought to be more available than

* 現 北海道立釧路水産試験場

* Present address : Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Kushiro, Hokkaido 085, Japan

cluster analysis, because the former analysis can give us the explanation of each cluster. From principal component analysis, it is estimated that the distributions of the four flounder species overlap with each other, whereas distributional pattern of them is to some extent different.

Judging from the result of principal component analysis, the distributional pattern of demersal fishes in Ishikari Bay is roughly divided into the following four groups: fishes whose proportions are high in the shallow regions, those with high proportions in the deep regions, those with almost uniform proportions in any region, and those with very low proportions in all region.

石狩湾には多くの底生魚類が出現するが、これらの魚類はそれぞれの発育段階や生活年周期に応じて、互いに一定の秩序を保ちながら季節的な離合集散を繰り返している(林 1980)。石狩湾はこのような底生魚類の成長や産卵など生物生産の場として重要な役割を果たしている一方、沿岸漁業者にとっては、これらの底生魚類を対象とした漁業生産の場として生活の基盤となっている。

ある限定された場所で生物資源を有効に利用し、安定した漁業生産を維持するためには、その場所での生物生産過程の把握に努め、その基礎研究に基づいて、その場所に見合った資源管理や新しい技術の開発を行うことが必要である。北海道立中央水産試験場では1976年以来、毎年石狩湾において底生魚類の生態調査を実施しており、これまでに底生魚類の分布や移動に関する知見が蓄積されてきた(北海道 1976～1982, 北海道立中央水産試験場 1983～1986)。これらの知見から生物生産の過程すなわち“群集内におけるある種から他種への物質とエネルギー移転の過程”(向井 1973)を論じるには不十分であるが、その基本となる群集構造の特徴を解析するための貴重な情報を提供している。しかしながら、これまでに群集構造に関して総合的に考察した報告は見あたらない。そこで、著者らは1984年から1986年の春季に行った調査結果を再吟味し、さらに1987年4～5月に行った調査結果を加えて、春季石狩湾における出現魚種の分布様式と底生魚類群集の構造について検討し、若干の考察を加えたので報告する。

報告に先立ち、資料の解析に有益な助言を頂いた北海道大学水産学部講師菅野泰次博士に心から謝意を表す。

材料および方法

本研究に用いた資料は1984～1987年の4～5月に石狩湾内の水深20～90mで、道立中央水産試験場調査船金星丸(68トン)の板曳網(網口3m, コッドエンドの目合3.3cm)により採集された。

本研究ではFig. 1に示すように水深10m毎に湾中央域を7区分(A1～A7区)、積丹半島奥沖を2区分(S1区, S2区),そして余市町の北沖を1区分(Y1区)し、合計10の海区を設定した。しかし、湾内では底刺網が多数敷設されており、また調査日程の都合上、毎年全ての海区を網羅するには至らなかった。各海区での曳網回数はTable 1に示したとおりである。

採集された標本は、種類別に個体数が測定され、それぞれ3ノット、30分曳網当りに換算した後、海区別に平均値を求めた。

解析方法

群集の構造特性を検討するために、種多様度を求めた。多様度指数にはシャノンウィーバー情報関数 H' (木元 1976)を使用し、同時に不偏推定値 $E(H')$ (木元 1976, MILLER 1980)も計算した。種多様度は出現魚種の種類数と群集内でそれぞれの魚種がどのような個体数の割合で存在するか(均等性)により決定される。シャノンウィーバーの指数では両者を包括して評価するため、種数と均等性のどちらの影響

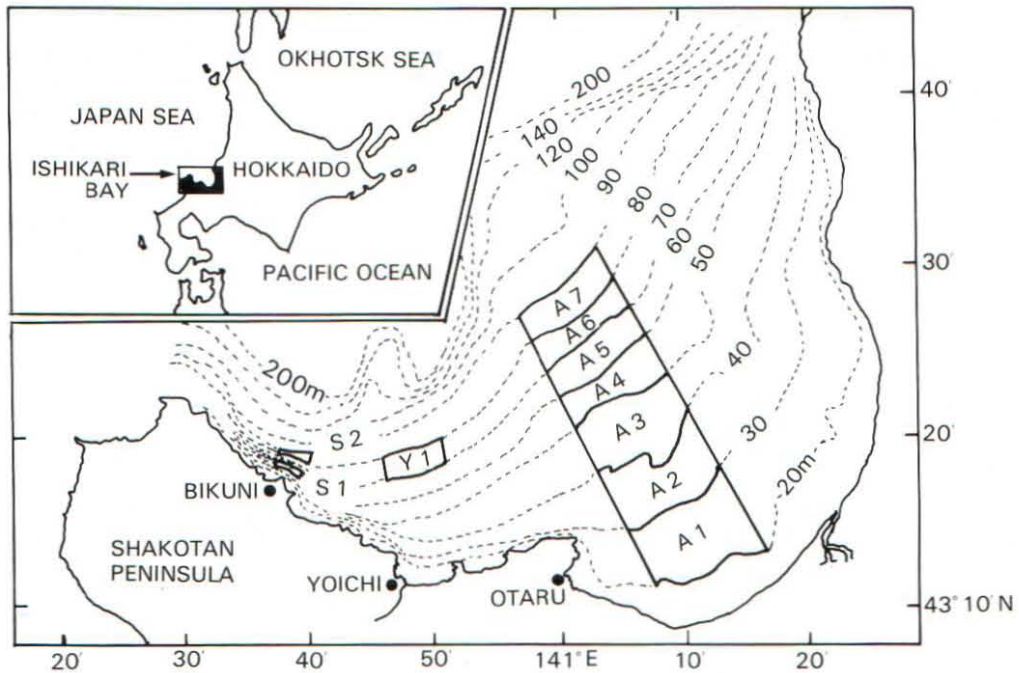


Fig. 1. Map of Ishikari Bay in Hokkaido showing capture localities and contours (broken line) of depth. The area surrounded by thick line is each set region.

Table 1. Depth range and number of trawls in respective set regions from 1984 to 1987.

Region	Depth Range (m)	Number of trawls			
		1984 Apr. 23~May 12	1985 Apr. 22~May 20	1986 Apr. 24~May 16	1987 Apr. 27~May 22
A1	21-30	11	8	5	6
A2	31-40	2	2		
A3	41-50	2			
A4	51-60	4	3		
A5	61-70	1	2		3
A6	71-80	2	4		
A7	81-90	2	1	4	7
Y1	71-80				5
S1	41-50		1		
S2	71-80		5	2	

を強く受けているのかは判断できない。そこで、均等性要素多様度 J' (木元 1976, MILLER 1980)を計算した。 H' , $E(H')$, ならびに J' は次に示す式で計算した。

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$$E(H') = \left(-\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \right) - ((S-1)/2N)$$

$$J' = E(H') / \ln S$$

ただし, p_i は i 番目の魚種の個体数割合, S は総種類数そして, N は出現した全魚種の総個体数である。

つぎに, 海区ごとの種別の個体数から, 各魚種の分布様式をクラスター分析, 主成分分析および因子分析を用いて解析した。データは分布の歪度を取り除くために, すべて $\ln(x+1)$ の変換を行った。クラスター分析では, 用いたコンピューター用プログラムの都合上, 次に示す木元の類似度指数 $C\pi$ (木元1976) を $1-C\pi$ により非類似度指数 $C'\pi$ に変換して非類似度行列を作成し, 群平均法 (田中他 1984) によりデンドログラムを作図した。

$$C\pi = \frac{2 \sum_{j=1}^S n_{1j} \times n_{2j}}{(\sum \pi_1^2 + \sum \pi_2^2) \times N_1 \times N_2}$$

$$\text{ただし, } \sum \pi_1^2 = \sum_{j=1}^S n_{1j}^2 / N_1^2, \quad \sum \pi_2^2 = \sum_{j=1}^S n_{2j}^2 / N_2^2$$

N_i : i 番目の地点の総個体数

n_{ij} : i 番目の地点の j 番目の魚種の個体数

S : 両地点あるいはどちらかの地点に出現した魚種の総種類数

また, 主成分分析と因子分析はそれぞれデータの標準化を行うために, 相関行列 R を用いて計算した。また, 主成分分析で用いる因子負荷量 $r(Z_k, X'k)$ と主成分得点 (スコア) P_{jk} は

$$r(Z_k, X'k) = \sqrt{\lambda_k} \times a_{ik}$$

$$P_{jk} = \sum a_{ik} \times (x_{ji} - \bar{x}_i) / S_{x_i}$$

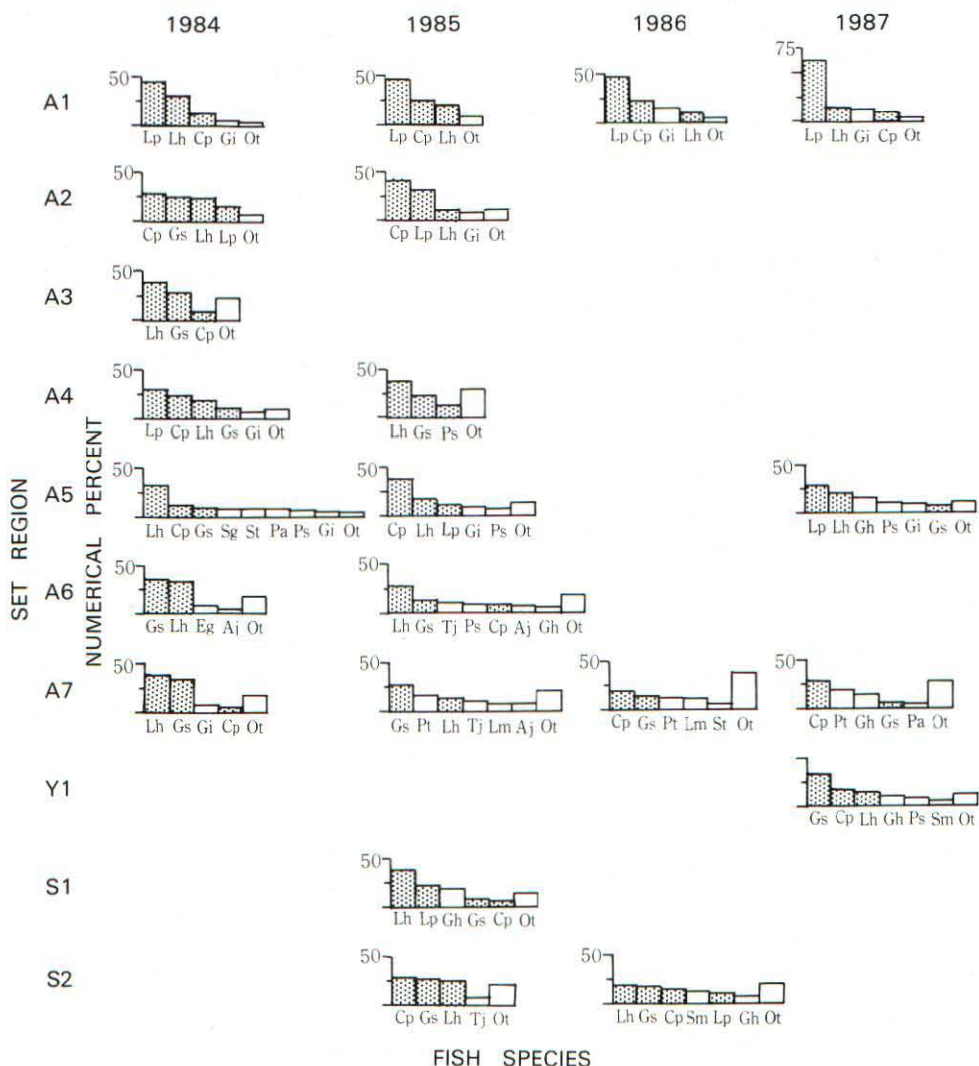
で求められた。ただし, λ_k は第 k 主成分に対する固有値, P_{jk} は j 番目の魚種の第 k 主成分に対する主成分得点, a_{ik} は i 番目の変量の固有ベクトル, $\bar{x}_i$ は i 番目の変量の平均, また S_{x_i} は i 番目の変量の標準偏差である。因子分析では, 主因子法により, 対角要素の差が 0.00001 になるまで反復計算を行って因子負荷量を求め, つぎに単純構造を得るためにバリマックス回転を行った。因子分析の結果はバリマックス回転後の因子負荷量により解析を行い, 因子得点 (スコア) もこの因子負荷行列を用いて推定した。

なお, デンドログラムの作成と主成分分析ならびに因子分析の主要な計算は, パソコン統計ハンドブックⅡ多変量解析編 (共立出版) のプログラムを用い, NEC パーソナルコンピューター PC9801VX 2 で行った。

結 果

1. 魚種組成

1984年から1987年の4年間に採集された魚種は18科43属56種である。Fig. 2は4カ年の海区别魚種組成を組成割合の大きい魚種から順に並べた図である。ただし, 図が煩雑になるのを防ぐために個体数組成5%以上の魚種についてのみ示す。それによると, 各海区でカレイ類の卓越が目立ち, スナガレイ (*Limanda punctatissima*), マガレイ (*Limanda herzensteini*), ソウハチ (*Cleisthenes pinetorum herzensteini*) およびヒレグロ (*Glyptocephalus stelleri*) の4種類で上位3種を構成する延べ魚種数の83.3%を占めている。これを海区别にみると, 水深60m以浅のA1~A4区ではこれら4種のカレイ類の卓越が著しく, とくに湾奥域のA1区ではスナガレイが4年間を通じて45.5~61.5%と, 採集個体数のおよそ半数を占めている。A1~A4区で, 個体数組成が5%を越す魚種は, 4種のカレイ類以外ではアイカジカ (*Gymnocanthus intermedius*) とトクビレ (*Podothecus sachi*) だけである。これに対して, 61m以深のA5~A7区とY1区では4種のカレイ類の比率が低下し, なかでもスナガレイの割合が減少する。そのため, これら4種のカレイ類以外に12種類の魚種が5%以上の割合を示している。S1区とS2区も概ね湾中部の海区と同じ傾向であるが, 水深の深いS2区でもマガレイなどのカレイ類の占める割合



Lh : MAGAREI *Limanda herzensteini*
 Gs : HIREGURO *Glyptocephalus stelleri*
 Gi : AIKAJIKI *Gymnocanthus intermedius*
 St : EZOMEBARU *Sebastes taczanowskii*
 Eg : YAGISHIRIKAJIKA *Eurymen gyrinus*
 Gh : TSUMAGUROKAJIKI *Gymnocanthus herzensteini*
 Lm : ASABAGAREI *Lepidopsetta mochigarei*
 Pt : YASETOKUBIRE *Podothecus thompsoni*
 Ot : Other fishes

Lp : SUNAGAREI *Limanda punctatissima*
 Cp : SOUHACHI *Cleisthenes pinetorum herzensteini*
 Ps : TOKUBIRE *Podothecus sachi*
 Sg : NAGAZUKA *Stichaeus grigorjewi*
 Aj : KUMAGAIUO *Agonomalus jordani*
 Pa : HOKKE *Pleurogrammus azonus*
 Tj : KARAFUTOKAJIKA *Triglops jordani*
 Sm : AKAGAYA *Sebastes minor*

Fig. 2. Fish species compositions in each region from 1984 to 1987. Fish species whose percentage composition are less than 5 percent are combined into other fishes. Shaded rectangles indicate *Limanda punctatissima*, *L. herzensteini*, *Cleisthenes pinetorum herzensteini* and *Glyptocephalus stelleri*, respectively.

が高い。

2. 群集の密度

水深による群集の密度の変化をみるために、Fig. 3に1984年と1985年における水深と CPUE (3ノット、30分曳網当りの採集個体数) の関係を示す。全魚種を合わせた CPUE は2年間で差がみられるものの、1984年、1985年ともに水深が深くなるにつれて低下する傾向がみられる。4種のカレイ類を合計したCPUEについては、全CPUEの変化とはほぼ一致しているが、残りの魚種のCPUEには水深による大きな変化はみられない。なお、CPUEは1984年のA 1区が2301.7と最も高く、1985年のA 7区が148.2と最も低い。

3. 群集の種多様度

シャノンウィーバー情報関数の不偏推定値 $E(H')$ 、均等性要素多様度 (J') および総種類数 (S) の水深別変化をFig. 4に示す。それによると、 $E(H')$ は水深40mまでは1.219～1.628と低い、40m以深では1.732～2.352の範囲にあり高い値を示す。40m以深の変化傾向は年により幾らか異なっているが、 $E(H')$ はほぼ一定か、水深とともにやや高くなっている。一方、 J' は30m以浅で0.422～0.557と非常に低いのが特徴であり、その水深別変化傾向は、各年とも概ね $E(H')$ の変化と類似している。これに対して、総種類数 S は4年間のデータを総合した場合には、多少水深とともに増加する傾向がみられるが、調査海区の多い1984年と1985年それぞれの年では、とくに水深との関係はみられない。

つぎに、 $E(H')$ と J' および S の関係をそれぞれFig. 5とFig. 6に示す。4年間のデータを一括した場合、 $E(H') - J'$ と $E(H') - S$ の相関係数はそれぞれ $r = 0.856$, $r = 0.570$ と、ともに有意 ($P < 0.01$) である。しかし、1984年と1985年の年別にみると、 $E(H') - J'$ の相関係数は $r = 0.919$ (1984年), $r = 0.852$ (1985年) と高く、両年とも有意 ($P < 0.01$) であるのに対し、 $E(H') - S$ の間では $r = -0.357$ (1984年), $r = 0.100$ (1985年) と低く、両年とも相関係数は有意でない。

4. 出現魚種の分布様式による類型化

さきに述べたように、当海域には4年間に合計56種類にのぼる魚種が出現する。これらの魚種は湾内にランダムに分布しているわけではなく、それぞれの魚種が特徴を持った分布様式を示す。そこで、各海域でのそれぞれの魚種の CPUE から、分布様式の類型化を試みた。ただし、ここでは1984年の資料を用いて

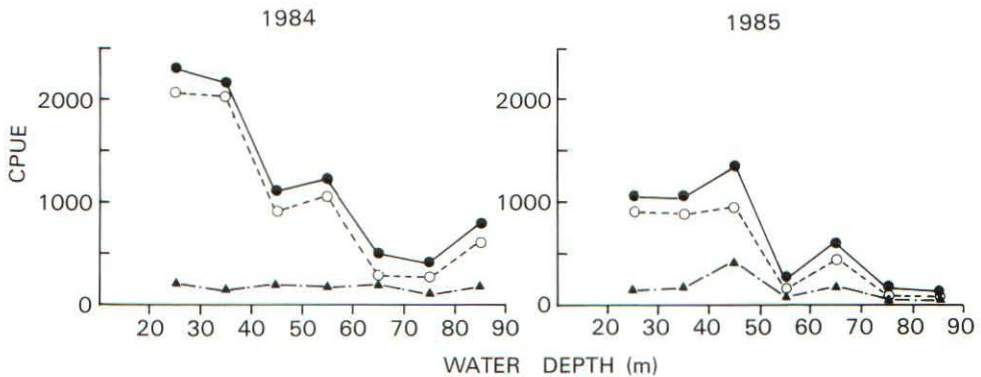


Fig. 3. Relationships between water depth and number of individuals collected per 30-minutes tow with 3 knot (CPUE) in 1984 and 1985.
 —●—: Total CPUE of all fishes.
 - - -○- - -: Total CPUE of *Limanda punctatissima*, *L. herzensteini*, *Cleisthenes pinetorum herzensteini* and *Glyptocephalus stelleri*.
 - - -▲- - -: Total CPUE of all fishes except for the four species of flounder above mentioned.

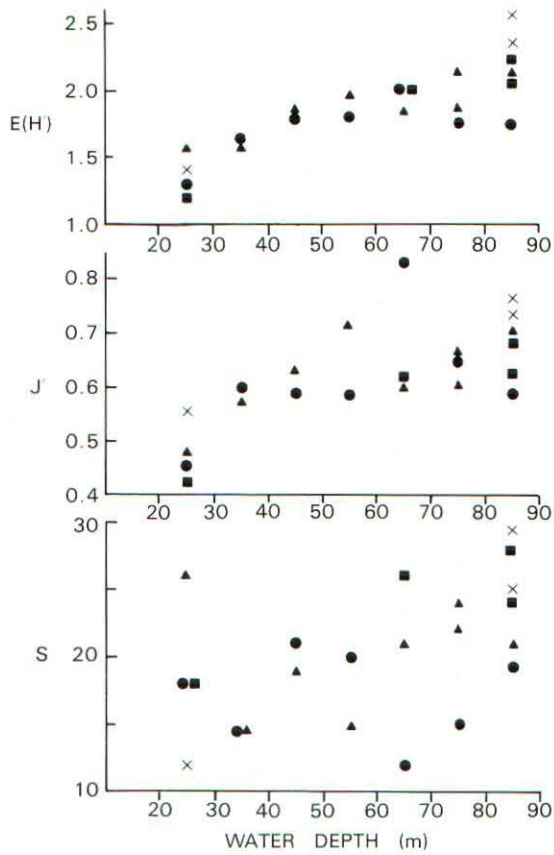


Fig. 4. Unbiased estimator of Shannon-Weaver function ($E(H')$), evenness component diversity (J') and number of species (S) plotted against water depth from 1984 to 1987.
● : 1984, ▲ : 1985, × : 1986, ■ : 1987

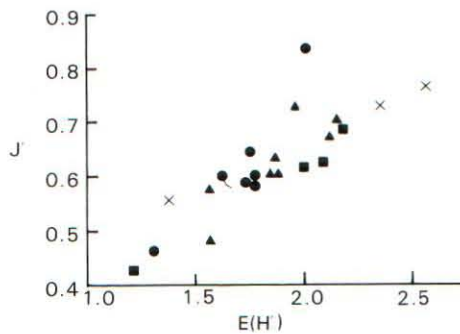


Fig. 5. Relationship between unbiased estimator of Shannon-Weaver function ($E(H')$) and evenness component diversity (J') from 1984 to 1987.
● : 1984, ▲ : 1985, × : 1986, ■ : 1987

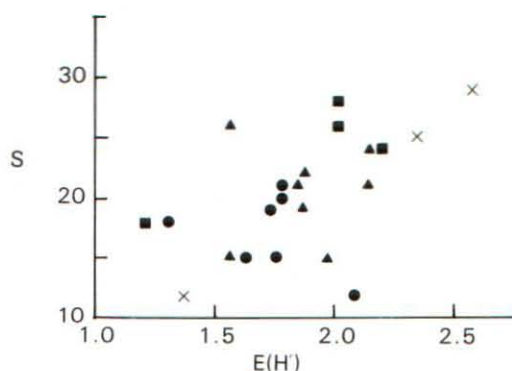


Fig. 6. Relationship between unbiased estimator of Shannon-Weaver function ($E(H')$) and number of species (S) from 1984 to 1987.

● : 1984, ▲ : 1985, × : 1986, ■ : 1987

解析を進めた。

なお、図中において、各魚種は Table 2 に示す魚種コードで表示した。

1) クラスタ分析

Fig. 7 は、各魚種の海区分別 CPUE の類似関係を示すデンドログラムである。C'π 指数 0.4 を基準として、クラスタ区分すると 8 クラスタに分類される。便宜上、これらのクラスタを図中左から順に第 1 クラスタ～第 8 クラスタと呼ぶ。それによると、主要構成種であるマガレイとソウハチが非常に高い類似水準で結合しており、両種の分布域の重複が大きいことを示している。また、ヒレグロを含めると 4 種の主要カレイ類のうち 3 種が第 2 クラスタに含まれる。第 2 クラスタとスナガレイを含む第 1 クラスタは、C'π 値 0.48 と比較的高い水準で結合しており、4 種のカレイ類はお互いに分布様式が類似していることがわかる。他の魚種についてみると、CPUE の高い魚種 (Table 2) のほとんどが第 1 クラスタ～第 3 クラスタに分類されており、それら以外のクラスタは主に CPUE の低い魚種で構成されている。

2) 主成分分析

各海区を変数 ($X'i$) にとり、それぞれの魚種の CPUE (x) を $\ln(x+1)$ で変換して主成分分析を行った。その結果求められた各主成分 (Z_k) の固有ベクトル (a_{ik})、因子負荷量 $r(Z_k, X'k)$ 、固有値 λ_k 、寄与率および累積寄与率を Table 3 に示す。

まず、とりあげる主成分の数を決定する必要がある。一般に、とりあげた主成分が元の変数を代表する必要があることから、累積寄与率が 80% 以上になるように主成分を選択する。あるいは各主成分が変数 1 個分以上の情報を持っていないといけないという考え方から、相関行列 R を用いる場合には $\lambda \geq 1$ という基準を設定する。Table 3 によると第 1 主成分 (Z_1) と第 2 主成分 (Z_2) で累積寄与率が 84.5% となる。しかも固有値 λ_k は第 3 主成分以下では $\lambda_k \geq 1$ の条件を満たさないことから、第 1 主成分と第 2 主成分を総合特性値として以後の解析をすすめる。

スコアを計算する前に各主成分の解釈を行う必要があり、そのために各変量と主成分の相関を示す因子負荷量を吟味する。第 1 主成分では全ての変量で因子負荷量が高くなっており、このことから多くの海区に出現し、各海区での組成割合が高い魚種ほど第 1 主成分のスコアが高くなることがわかる。また、第 2 主成分では A 1 区が正の値で比較的大きく、A 6 区、A 7 区では逆に負の値で比較的大きな値を示すことから、第 2 主成分は組成割合が浅い水深帯の海区で高い魚種では正の大きな値を示し、深い水深帯の海区で組成割合の高い魚種は負の大きな値を示す。Fig. 8 に第 1 主成分と第 2 主成分のスコアの散布図を

Table 2. Fish species code number which is given according to rank in average CPUE in 1984 expressed at fourth column.

Fish species code number	Japanese name	Scientific name	Average CPUE
1	MAGAREI	<i>Limanda Herzensteini</i>	360.6
2	SUNAGAREI	<i>Limanda punctatissima</i>	263.7
3	HIREGURO	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	210.0
4	SOUHACHI	<i>Cleisthenes pinetorum Herzensteini</i>	205.9
5	AIKAJIKI	<i>Gymnocanthus intermedius</i>	55.4
6	TOKUBIRE	<i>Podothecus sachi</i>	23.4
7	EZOMEBARU	<i>Sebastes taczanowskii</i>	14.5
8	NAGAZUKA	<i>Stichaeus grigorjewi</i>	13.1
9	AINAME	<i>Hexagrammos otakii</i>	11.7
10	KUMAGAIUO	<i>Agonomalus jordani</i>	8.3
11	TSUMAGUROKAJIKI	<i>Gymnocanthus Herzensteini</i>	6.9
12	HOKKE	<i>Pleurogrammus azonus</i>	6.9
13	HIRAME	<i>Paralichthys olivaceus</i>	6.6
14	ASABAGAREI	<i>Lepidopsetta mochigarei</i>	6.3
15	YAGISHIRIKAJIKI	<i>Eurymen gyrinus</i>	5.7
16	AKAGAREI	<i>Hippoglossoides dubius</i>	4.3
17	KEMUSHIKAJIKI	<i>Hemitripterus americanus villosus</i>	4.1
18	BIKUNIN	<i>Liparis tessellatus</i>	3.4
19	KIANKOU	<i>Lophius litulon</i>	2.8
20	UMITANAGO	<i>Ditrema temmincki</i>	2.5
21	KANAGASHIRA	<i>Lepidotrigra microptera</i>	2.4
22	TOBINUMERI	<i>Callionymus beniteguri</i>	1.9
23	EZOAINAME	<i>Hexagrammos stelleri</i>	1.3
24	WAKASAGI	<i>Hypomesus transpacificus nipponensis</i>	0.6
25	ONIKAJIKI	<i>Enophrys diceraus</i>	0.4
26	SUKETOUDARA	<i>Theragra chalcogramma</i>	0.4
27	TAUEGAJI	<i>Stichaeus nozawae</i>	0.4
28	KITSUNEME BARU	<i>Sebastes vulpes</i>	0.4
29	KASUBE sp	Rajidae sp	0.3
30	KUSAGINPO	<i>Tripterygion minutum</i>	0.3
31	OKUKAJIKI	<i>Myoxocephalus jaok</i>	0.3
32	UNAGIGAJI	<i>Lumpenus sagitta</i>	0.3
33	HIGENAGAYAGIUO	<i>Pallasina eryngia</i>	0.2
34	ABACHAN	<i>Crystallias matsushimae</i>	0.2
35	KUROGASHIRA	<i>Limanda schrenki</i>	0.1
36	OKIHIMEKAJIKI	<i>Cottiusculus gonez gonez</i>	0.1

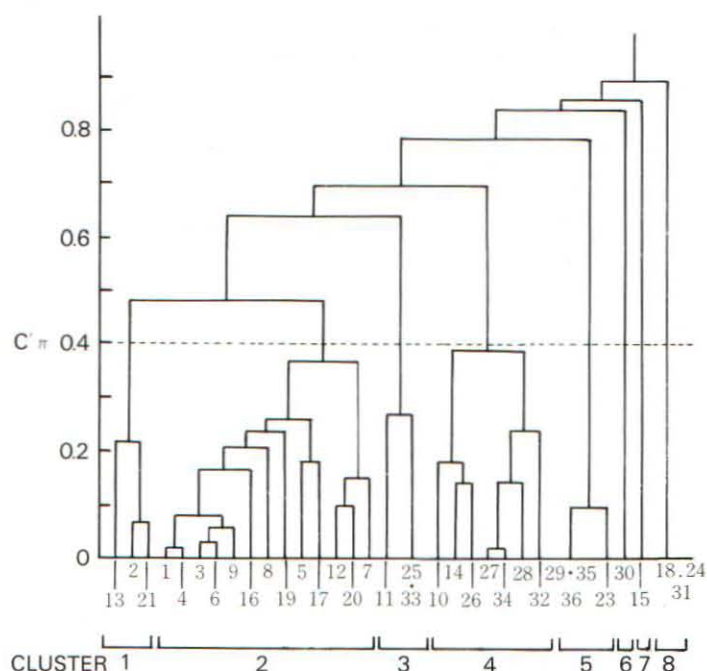


Fig. 7. Dendrogram showing similarity of distributional pattern among fish species in 1984. Fish name is expressed as fish code number given in Table 2.

示す。この図は7次元空間に分布している各魚種の散布状態を2次元のZ1-Z2平面にできるだけその情報を失わないように射影したものである。このまま、この散布図から各魚種を類型化するには、基準を決定するのがむずかしい。そこで、各スコアを平均値0、標準偏差1に標準化し、その変換したスコアに-3.0から3.0の間を5等分して求めた新しい評価基準1~5の評点(Point)を与える。これはスコアが概ね-3σから3σの値をとると考えられるためであるが、-3.0より小さい値と3.0より大きい値の場合にはそれぞれ評点1と5を与えることにする。そして、この評点の組合せにより各魚種の類型化を行う。標準化されたスコアと評点をTable 4に示す。それによると、10のクラスターに分けられる(Fig. 8)。そして4種のカレイ類はすべて異なるクラスターに分類され、それぞれ単独で1個のクラスターを形成しており、いずれも第1主成分では評点4か5と大きい。したがって、主に第2主成分の基準により分類されている。これら以外の魚種では、CPUEの非常に低い魚種のほとんどは第1主成分で評点2の基準で分類されている。

3) 因子分析

主成分分析と同様に海区を変数にとり、因子分析を行った。まず、共通因子数 m は主成分分析と同様に、相関行列 R の固有値 λ のうち1以上の固有値の数、あるいは相関行列 R の対角要素をその変数と残りの変数との重相関係数の2乗(squared multiple correlation, SMC)で置き換えた行列の正の固有値の数で求められる。Table 5に相関行列 R の固有値とSMCによる固有値を示す。前者の基準から判断すると、2個の共通因子が考えられる。一方、後者によると4個の共通因子が選ばれるが、3番目以下の固有値が小さいことからこれらを無視すると共通因子の数は前者の基準と一致する。これらから、共通因子数 m を

Table 3. Values of eigen vector, factor loading, eigenvalue, contribution and cumulative contribution in 1984.
Figures in parentheses are factor loading. Values were calculated on correlation matrix.

Variable	Eigen vector						
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
X' 1 A1	0.319 (0.691)	0.537 (0.556)	-0.237 (-0.156)	-0.655 (-0.408)	-0.337 (-0.145)	-0.004 (-0.002)	0.101 (0.032)
X' 2 A2	0.391 (0.846)	0.284 (0.293)	-0.064 (-0.042)	0.611 (0.381)	-0.202 (-0.087)	-0.454 (-0.174)	0.377 (0.118)
X' 3 A3	0.423 (0.914)	0.046 (0.047)	0.265 (0.175)	0.281 (0.175)	-0.316 (-0.135)	0.736 (0.283)	-0.165 (-0.052)
X' 4 A4	0.400 (0.866)	0.348 (0.360)	-0.045 (-0.030)	0.050 (0.031)	0.757 (0.325)	-0.013 (-0.005)	-0.374 (-0.117)
X' 5 A5	0.368 (0.795)	-0.273 (-0.282)	0.726 (0.479)	-0.285 (-0.178)	-0.072 (-0.031)	-0.404 (-0.155)	-0.117 (-0.037)
X' 6 A6	0.350 (0.757)	-0.486 (-0.503)	-0.558 (-0.368)	0.023 (0.014)	-0.239 (-0.103)	-0.189 (-0.076)	-0.485 (-0.151)
X' 7 A7	0.385 (0.833)	-0.444 (-0.459)	-0.170 (-0.112)	-0.185 (-0.115)	0.330 (0.142)	0.227 (0.087)	0.656 (0.205)
Eigenvalue	4.677	1.070	0.436	0.388	0.184	0.147	0.098
Contribution	0.688	0.153	0.062	0.055	0.026	0.021	0.015
Cum. contribution	0.688	0.821	0.883	0.938	0.964	0.985	1.000

Table 4. Values of standardized principal component score (SS) and point of each fish species. Point is based on SS. $SS \leq -1.8$ **Point 1** : $-1.8 < SS \leq -0.6$ **Point 2** $-0.6 < SS \leq 0.6$ **Point 3** : $0.6 < SS \leq 1.8$ **Point 4** $SS > 1.8$ **Point 5**

Fish code number	Standardized score		Point	
	Z 1	Z 2	Z 1	Z 2
4	2.29	1.16	5	4
1	3.06	-0.05	5	3
3	2.45	-1.33	5	2
2	1.18	3.84	4	5
5	1.37	0.09	4	3
6	1.16	-0.33	4	3
9	0.62	-0.13	4	3
13	-0.11	1.22	3	4
21	-0.29	0.99	3	4
11	-0.22	0.55	3	3
12	-0.13	-0.40	3	3
16	0.09	-0.55	3	3
19	-0.13	0.07	3	3
23	-0.55	0.50	3	3
7	0.36	-0.92	3	2
8	0.59	-1.65	3	2
10	0.10	-1.71	3	2
14	-0.20	-1.62	3	2
15	-0.44	-1.04	3	2
17	0.10	-0.93	3	2
20	-0.32	-0.64	3	2
18	-0.61	0.93	2	4
22	-0.65	0.78	2	4
24	-0.73	0.52	2	3
25	-0.72	0.11	2	3
26	-0.67	-0.18	2	3
27	-0.71	-0.18	2	3
28	-0.68	-0.10	2	3
29	-0.75	0.27	2	3
30	-0.76	0.22	2	3
31	-0.84	0.13	2	3
32	-0.69	0.09	2	3
33	-0.76	0.10	2	3
34	-0.77	-0.12	2	3
35	-0.81	0.16	2	3
36	-0.81	0.16	2	3

Table 5. Values of eigenvalue of correlation matrix and correlation matrix in 1984 whose diagonal elements are replaced square multiple correlation (SMC)

Diagonal value	Eigenvalue						
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7
1.0	4.677	1.070	0.436	0.388	0.184	0.147	0.098
SMC	4.420	0.788	0.128	0.073	-0.075	-0.099	-0.124

2として計算を進める。推定された因子負荷量の解釈がしやすいように、因子軸の回転を行う。その結果求められる因子負荷量をTable 6に示す。それによると、第1因子は因子負荷量が海区をとわずすべて高いことから、広範囲に高い組成割合で分布しているかどうかという因子である。また、第2因子では特に高い因子負荷量がみられないため解釈がむずかしいが、A1区とA7区の因子負荷量が互いに逆の符号で比較的高い値であることから、浅い海区（あるいは深い海区）で組成割合が高いかどうかを示す因子であると解釈される。

つぎに、因子負荷量から因子得点（スコア）を推定し、主成分得点で行った操作と同様の変換を行った。その結果得られる標準化されたスコアと評点をTable 7に示し、第1因子と第2因子のスコアの

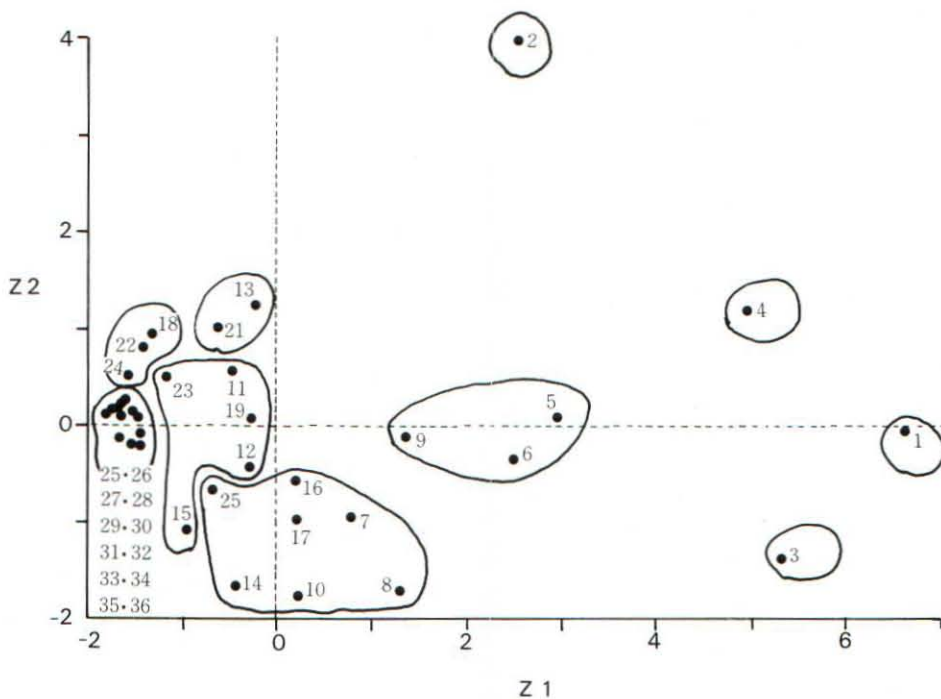


Fig. 8. Plots of second principal component (Z2) score with first principal component (Z1) score among fish species in 1984. Contours by thick line indicate respective clusters. Fish name is expressed as fish code number given in Table 2.

Table 6. The values of factor loading and communalities of factor analysis in 1984.

Region	Factor loading		Communalities
	K1	K2	
A1	0.632	0.402	0.561
A2	0.814	0.300	0.752
A3	0.897	0.093	0.813
A4	0.857	0.396	0.890
A5	0.749	-0.170	0.590
A6	0.735	-0.388	0.691
A7	0.866	-0.492	0.992

散布図 (Fig. 9) 中で各魚種の類型化を行った。それによると、各魚種は10クラスターに分類される。主成分分析の結果と同様に、4種のカレイ類は単独で1個のクラスターを形成しており、それら以外の魚種も概ね主成分分析によるクラスターと一致している。また、CPUEの低い魚種のほとんどは第1因子の評点が2になっており、主成分分析と同様の傾向を示している。

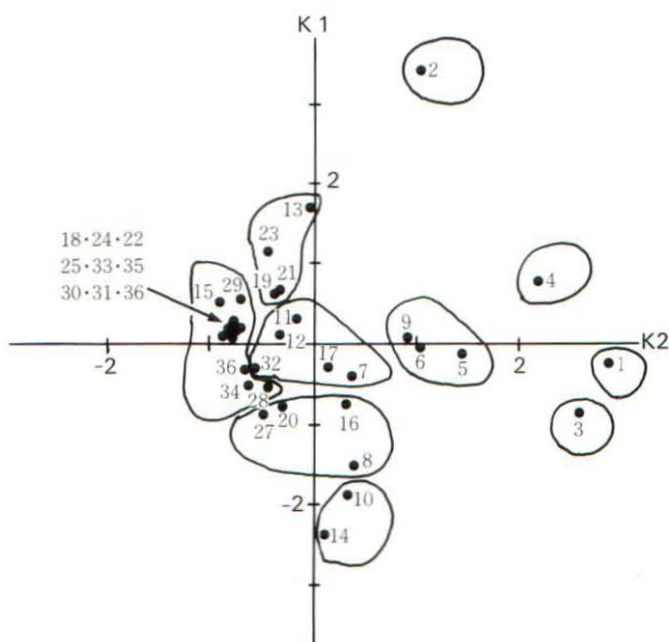
**Fig. 9.** Plots of second factor (K2) score with first factor (K1) score among fish species in 1984. Contours by thick line indicate respective clusters. Fish name is expressed as fish code number given in Table 2.

Table 7. Values of standardized factor score (FS) and point of each fish species in 1984. Point is based on FS.
 $FS \leq -1.8$ Point 1 : $-1.8 < FS \leq -0.6$ Point 2 $-0.6 < FS \leq 0.6$
 Point 3 : $0.6 < FS \leq 1.8$ Point 4 $FS > 1.8$ Point 5

Fish code number	Standardized score		Point	
	K1	K2	K1	K2
4	2.19	0.81	5	4
1	2.89	-0.25	5	3
3	2.60	-0.87	5	2
2	1.04	3.49	4	5
5	1.45	-0.12	4	3
6	1.04	-0.02	4	3
9	0.90	0.07	4	3
13	-0.03	1.74	3	4
19	-0.40	0.65	3	4
21	-0.35	0.67	3	4
23	-0.46	1.17	3	4
7	0.38	-0.39	3	3
11	-0.19	0.36	3	3
12	-0.34	0.11	3	3
17	0.13	-0.29	3	3
32	-0.57	-0.32	3	3
8	0.38	-1.54	3	2
16	0.31	-0.75	3	2
20	-0.31	-0.78	3	2
27	-0.50	-0.87	3	2
10	0.33	-1.93	3	1
14	0.11	-2.42	3	1
15	-0.93	0.52	2	3
22	-0.81	0.23	2	3
24	-0.83	0.18	2	3
25	-0.70	0.18	2	3
26	-0.68	-0.31	2	3
28	-0.46	-0.54	2	3
29	-0.73	0.57	2	3
30	-0.79	0.11	2	3
31	-0.86	0.11	2	3
33	-0.76	0.15	2	3
34	-0.64	-0.53	2	3
35	-0.81	0.29	2	3
36	-0.81	0.29	2	3

考 察

群集の種多様度

当海域の多様度は浅海域で低く、深い水深帯で高い傾向がみられた。先にも述べたように、ここで用いたシャノンウィーバー情報関数の不偏推定値 $E(H')$ は多様度の2要素である種類数と均等性を区別して評価できないため、均等性要素多様度 J' も計算した。その結果、 $E(H')$ と J' に高い相関がみられ、 J' が多様度に大きな影響を及ぼしていることが示された。均等性が、水深による多様度の変化に影響を及ぼしている例は、東シナ海(岸田・北島 1980)や土佐湾(堀川・通山 1985)でも報告されており、群集内での優占種の出現や各種に属する個体数が平均化されることにより多様性が変化すると述べている。また、水戸(1977)はベーリング海の底生魚類群集において、優占種であるスケトウダラ(*Theragra chalcogramma*)の割合と H' の間に高い負の相関があり、優先種の割合の低下により多様性が高くなることを報告している。当海域ではスナガレイ、マガレイ、ソウハチおよびヒレグロの4種のカレイ類が卓越しており、これら4種のカレイ類を合計した CPUE は浅海域で高く、水深が深くなるにつれて減少していた。

しかし、これら以外の魚種では水深別の全 CPUE にあまり変化がみられないことから、相対的に4種のカレイ類の組成割合が低下し、A5～A7区などでは5%以上の組成の魚種が増加するようになる。これらから考えて、当海域では水深が深くなるにつれて4種のカレイ類が減少することによりそれぞれの魚種の個体数の差が少なくなり、多様度が高くなるものと思われる。

分布様式の類型化

クラスター分析は計算が比較的容易なため、群集区分(水戸 1977, 赤嶺 1982, 高丸・落合 1982, 高丸・中尾 1982, 堀川・通山 1985, 高橋他 1986など)、底生魚類の分布様式の類型化(水戸 1977, 大森 1982a)や食物組成の類似性(大森 1986b)の検討などに広く用いられている。しかし、デンドログラムから直接各クラスターの解釈はできず、各変数の要素について吟味して、解釈しなければならない。

これに対して、主成分分析ならびに因子分析では、それぞれ主成分や共通因子といった判断基準の決まった尺度で分類を行うため、各クラスターの解釈が可能である。そのため、群集区分(浜井・橋場 1959, 水戸 1977, 赤嶺 1982)や分布様式の類型化(赤嶺 1982, 大森 1984)などだけでなく漁獲物の解析(鉄 1977)や漁業の解析(小池・能勢 1987)などに応用されている。

本報告では本元の $C\pi$ 指数を用いてクラスター分析を行ったが、 $C\pi$ 指数は CPUE の高さの影響を受けないため、CPUE の低い魚種についても、類似した出現様式を示す魚種は比較的正確に類別された。しかし、主成分分析や因子分析のスコアを用いた場合には、各海区での組成割合の高低の影響を受けるため、CPUE が非常に低い魚種は分布様式の如何をとわず、第1主成分(第1因子)で評点2に含まれてしまい明瞭な判別ができないという欠点がみられた。

一方、当海域の主要構成種である4種のカレイ類については、クラスター分析ではマガレイ、ソウハチおよびヒレグロが1つのクラスターにまとめられたのに対し、主成分分析ならびに因子分析では4種のカレイ類は異なったクラスターを形成していた。マガレイ、ソウハチ、およびヒレグロの第1主成分(第1因子)の評点は5であり、多くの海区に出現し、しかも各海区で組成割合が高いことを示している。しかし、第2主成分の評点はマガレイが3、ソウハチが4またヒレグロが2とそれぞれ異なっている。つまり、マガレイは各海区での組成割合が一樣であるのに対し、ソウハチは浅い海区での組成割合が高く、逆にヒレグロは深い海区での組成割合が高いことがわかる。以上のことから、3種のカレイは分布の重複が大きいものの、分布の状態は若干異なっていることが主成分分析の結果から推察できる。

このようにそれぞれの手法には長所や短所がみられ、複数の解析法を用いて解析を行うことが望ましい。しかし、ここで群集を構成する魚種のうち個体群の大きなものが重要な役割を担っていると考えられるならば、CPUE の低い魚種が一つのクラスターに分類されるという欠点があったとしても、各クラスターに対する解釈が行え、クラスター間の関係を理解できる主成分分析や因子分析が魚類の分布構造を把握するには有効であると思われる。そこで、残りのクラスターについても主成分分析のスコアから考察を進

めていくと、当海域の魚類は大きく分けて、浅い海区で組成割合の高い魚種（評点（Z1, Z2）:（5, 4）,（4, 5）,（3, 4）,（2, 4）のグループ）、深い海区で組成割合の高い魚種（（5, 2）,（3, 2））そして、各海区で組成割合がほぼ同様である魚種（（5, 3）,（4, 3）,（3, 3））の3通りのグループと非常に CPUE が低くこれらのグループに含めることができない魚種（（2, 3））の合計4通りのグループに分けることができよう。

このように主成分分析により底生魚類の分布様式の類別化が行え、さらに各クラスターについても統計的に解釈が可能であった。しかし、この結果から生物学的な意味の解釈を行うことはできず、そのためには、各魚種について生物的特性や生態をさらに検討しなければならない。これらの点については今後の報告の中で明らかにしていきたい。

要 約

1984～1987年の4～5月に石狩湾で板曳網により底生魚類を採集し、群集構造の解析を行い、以下の結果を得た。

1. 当海域ではスナガレイ、マガレイ、ソウハチおよびヒレグロの4種のカレイ類が主要構成種となっている。
2. CPUE は水深が深くなるにつれて低下するが、これはカレイ類4種の個体数の減少に起因している。
3. 群集の種多様性は浅海域の海区で低く、深い水深帯の海区で高いが、これは4種のカレイ類の個体数が減少し、それぞれの魚種の個体数が平均化されたためと考えられる。
4. クラスター分析、主成分分析および因子分析により底生魚類の分布構造を解析したが、3種類の統計解析法のうち、各クラスターの解釈が可能である主成分分析と因子分析が分布構造を理解するうえで有効であると思われる。
5. 主成分分析の結果から、4種のカレイ類の分布域は重複が大きいが、それぞれの分布の状態は若干異なっていることが推察される。
6. 当海域の魚類は、浅い海区で組成割合の高い魚種、深い海区で組成割合の高い魚種、各海区で組成割合がほぼ一定の魚種の3グループと CPUE が非常に低いためこれらのグループに含めることができない魚種の4グループに大きく分けることができる。

文 献

- 赤嶺達郎（1982） 底生生物の分布および種類組成を類別する統計的手法の検討 日水研報告 33 117—140.
- 浜井生三・橋場俊雄（1959） 八戸沖における底魚群集の構造と季節変化について 東北水研研報 15 1—22.
- 林 清（1980） 第11回北洋研究シンポジウム 北海道周辺海域に関する漁業生物と環境 1. 石狩湾における有用魚類の出現様式と生物環境 水産海洋研究会報 37 19—23.
- 北海道（1976～1982） 昭和51～57年度石狩湾海域生態調査報告書
- 北海道立中央水産試験場（1983～1986） 昭和58～61年度石狩湾海域生態調査報告書
- 堀川博史・通山正弘（1985） 土佐湾の大陸棚および大陸棚斜面域における底生魚類相の水深別区分 日水誌 51（8） 1275—1280.
- 木元新作（1976） 動物群集研究法 I 生態学研究法講座 14 共立出版
- 岸田周三・北島忠弘（1980） トロール調査における曳網面積と魚類の種数との関係について 西水研研報 55 53—63.

- 小池孝知・能勢幸夫(1987) 主成分分析による岩和田地区の漁獲の解析 日水誌 53(10) 1771—1779.
- 鉄 健司(1977) 相模湾内定置網漁獲物の組成に関する統計的解析 東海水研報 89 1—15.
- MILLER C. JEFFEREY(1980) Niche Relationships among parasitic insects occurring in a temporary habitat. *Ecology* 61(2): 270—275.
- 水戸啓一(1977) ベーリング海底魚群集における食物関係 I 群集構造および魚種の分布パターンについて 北大水産北洋研業績集 特別号 205—258.
- 向井 宏(1973) 海洋底生生物群集の生産力 海洋科学 5 26—31.
- 大森迪夫(1985a) 油谷湾における底生魚類相の時空間的変動 西水研研報 61 235—244.
- 大森迪夫(1985b) 油谷湾におけるマダイ稚幼魚と他魚種との間の食物および生息場をめぐる関係 西水研研報 61 245—256.
- 高橋豊美・前田辰昭・中谷敏邦・柳川延之(1986) 陸奥湾におけるマクロベントスの時空間分布 日水誌 52(8) 1339—1349.
- 高丸禮好・落合敏邦(1982) 浜中湾および琵琶瀬湾のヨコエビ端脚類 北水試報 24 29—39.
- 高丸禮好・中尾 繁(1982) 北海道東部, 浜中湾および琵琶瀬湾におけるホッキガイ漁場の底生生物群集 北水試報 24 51—58.
- 田中 豊・垂水共之・脇本和昌(1984) パソコン統計解析ハンドブック II 多変量解析編 共立出版

北海道北部海域におけるスルメイカの生態
第1報 冬期に沿岸域でサクラマスに捕食される
幼体スルメイカについて

田 中 祐 志

(北海道立稚内水産試験場)

Ecology of Japanese flying squid, *Todarodes pacificus*
(STEENSTRUP), in northern Hokkaido waters. I.
Juveniles found in the stomach of masu salmon,
Oncorhynchus masou (BREVOORT), in winter.

Yuji TANAKA

Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station,
Wakkanai, Hokkaido 097, Japan

Juvenile Japanese flying squid, *Todarodes pacificus* (STEENSTRUP), were found in the stomach of masu salmon, *Oncorhynchus masou* (BREVOORT), caught in the coastal areas of Rishiri Island and Shakotan Peninsula, western Hokkaido, in February 1987. This finding is the northernmost record of the juvenile from the Sea of Japan in winter. The water temperatures at the former region were 2.6–3.9°C and those at the latter, 5.4–5.8°C. Juveniles, possibly identified as *T. pacificus*, were also recorded as the stomach contents of the same fish species caught in the latter region during January and March (especially February), 1976–1987. These juveniles ranged in mantle length 26–60 mm and were estimated to be 20-day to two-month old. It is likely that Japanese flying squid spawn in the waters off western Hokkaido in winter seasons.

緒 言

スルメイカ *Todarodes pacificus* (STEENSTRUP) の稚仔については、全国的組織のもとにリンコトウチオン幼生を対象としたプランクトンネットによる採集が行われているので知見が比較的多い(日本海区水産研究所 1973–1987)。また、外套長がおよそ15 cmを越える個体は通常のイカ釣り漁法で漁獲されるため、多くの漁業生物学的知見がある(たとえば農林水産技術会議事務局 1972, 日本海区水産研究所

1972)。しかし、これらの中間のサイズである幼体*に関する知見はきわめて乏しいのが実状である。筆者は、これまで報告がなかった北海道北部の日本海において、幼体スルメイカの分布をサクラマス¹の胃内容物調査により初めて確認するとともに、その発生時期・場所・分布水温を検討したので報告する。

報告にさきだち、標本を同定して戴いた東京水産大学教授奥谷喬司博士に深謝する。また、標本を提供された利尻地区水産技術普及指導所所長阿部勝郎氏をはじめ所員の各位に謝意を表する。

材 料 と 方 法

1987年2月2～3日に、利尻島の鷺泊沖約1 km、水深30～45 mの海域 (Fig. 1) で、一本釣り (漁具は海底付近まで垂下される) によって漁獲されたサクラマスの胃中より得た幼体イカを調べた。これらは、外套長と体重を測定後ホルマリン固定し、奥谷 (1973) にしたがって種を同定した。また、同年2月に積丹半島の沼前岬～積丹岬の沿岸 (Fig. 1) で漁獲されたサクラマスの胃中からも幼体イカを採集し種の同

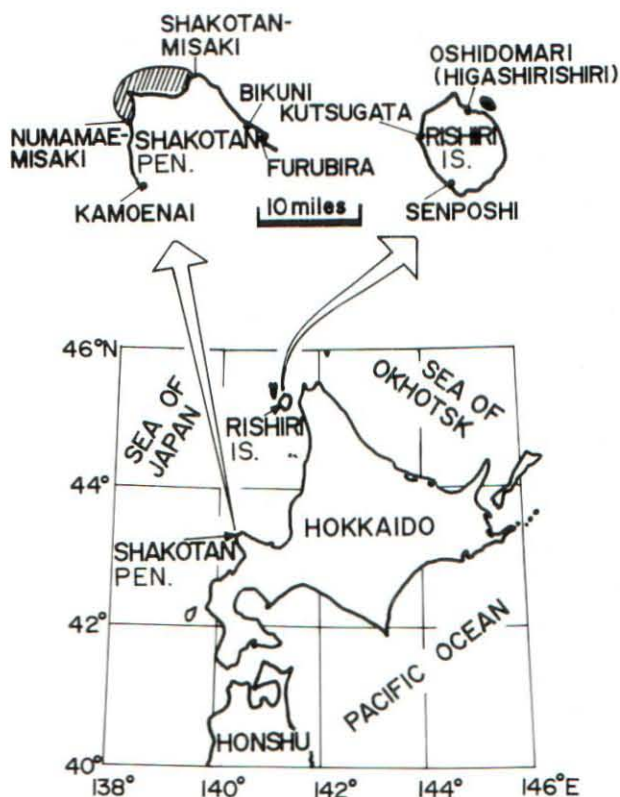


Fig. 1. Sampling localities of masu salmon, *Oncorhynchus masou*, in the stomach of which *Todarodes pacificus* juveniles were found (shaded areas).

* ここではリンコトウチオン幼生期を終えた (外套長 1.5 cm 以上) のち、いか釣りで普通に漁獲されるまで (外套長約 15 cm 以下) の大きさのスルメイカ

定を行った。さらに、北海道立中央水産試験場の「特定魚族漁場調査」および「近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究（マリンランニング計画・サクラマス）」事業で調べられた同海域産のサクラマスの旬別測定資料（12～3月、1976～1987年）を検討して、その胃内容物中の幼体イカの出現状況と幼体イカの外套長記録を整理した。

結 果

1987年2月に利尻島および積丹半島の沿岸で漁獲されたサクラマスの胃中より採集された幼体イカは、いずれもスルメイカ *Todarodes pacificus* (STEENSTRUP) と同定された。

利尻島沿岸では2月2日にサクラマス16尾中11尾から23個体、2月3日にはサクラマス数尾（正確な個体数は不明）から6個体のスルメイカが得られた。それらのうちほとんど消化されていなかった23個体の外套長と体重の範囲はそれぞれ26～58mmと0.8～3.6gであった（Table 1）。

Table 1. Mantle length (ML) and body weight (BW) of *Todarodes pacificus* found in the stomach of masu salmon, *Oncorhynchus masou*, caught in the coastal area of Rishiri Island on February 2-3, 1987.

No.	ML (mm)	BW (g)	No.	ML (mm)	BW (g)	No.	ML (mm)	BW (g)
1	26.3	0.9	9	37.1	1.6	17	44.1	2.1
2	27.1	0.8	10	38.1	—	18	47.0	—
3	30.8	1.0	11	38.2	—	19	48.0	2.7
4	32.0	1.0	12	38.5	1.6	20	49.0	2.7
5	32.1	1.1	13	39.2	1.4	21	53.6	3.1
6	33.0	1.1	14	40.0	2.1	22	55.4	3.5
7	34.1	1.3	15	41.1	1.8	23	58.1	3.6
8	35.4	1.4	16	41.4	1.5			

また、1976年以降、積丹半島沿岸のサクラマスの胃中からも幼体イカが記録されていた。調査が行われた12年間のうち、1個体でも幼体イカが認められた年は8年あり、1984年以降は毎年みられた。それらの出現時期は1月中旬から3月中旬で、とくに1987年2月下旬には、サクラマス1尾あたりの幼体イカ出現個体数が最も多かった（Table 2）。外套長の範囲は、12年分のをまとめると27～60mmであった。それらのうち1987年に採集されたものはスルメイカと同定された。それ以外のものは、正確な同定はなされていないが、1987年2月に採集されたものがスルメイカ1種であったこと、その出現時期がほとんど毎年同じで外套長範囲も比較的そろっていたことから、スルメイカと考えられた。

考 察

1. 分布域について

サクラマスの胃中より見いだされた幼体スルメイカはほとんど消化されておらず、サクラマスの1日の移動距離も10～14マイル程度（FUKATAKI 1967）であることから、幼体スルメイカはサクラマスが漁獲された利尻島および積丹半島周辺に分布していたと考えられる。日本海における幼体スルメイカの採集記録をみると、沿岸域で最北のものは北海道南部の桧山海域（山口 1932）であり、本調査で幼体スルメイカが確認された積丹半島（約43°N）よりも南である。また、沖合域でも44°N以南の海域（村田 1983）

Table 2. Occurrence of juvenile squid in the stomach of masu salmon, *Oncorhynchus masou*, caught in the coastal area of Shakotan Peninsula during December and March, 1976-1987.

	January			February			March			December	
	E	M	L	E	M	L	E	M	L	M	L
1976	—	—	—	0/48	0/28	—	—	—	—	—	—
1977	—	—	0/50	0/50	1/45	5/29	—	—	—	—	0/23
1978	—	0/29	0/30	—	0/30	0/33	—	—	—	—	—
1979	0/41	—	0/63	1/30	0/31	0/33	—	—	—	—	—
1980	0/44	—	0/39	3/55	—	0/35	—	—	—	—	—
1981	—	0/20	—	0/19	—	—	—	—	—	—	—
1982	—	0/41	0/41	1/39	0/31	—	—	—	—	—	—
1983	0/35	0/77	—	0/35	0/38	0/41	0/42	0/37	—	—	—
1984	0/50	1/43	0/99	—	0/43	0/43	1/42	0/44	0/48	0/66	—
1985	—	—	—	—	0/89	3/51	1/52	2/96	0/54	—	—
1986	—	0/110	0/21	0/62	0/43	0/50	1/55	0/37	0/47	—	0/65
1987	—	0/45	—	1/70	0/43	** 14/42	2/58	1/63	0/63	—	—

* No. of juvenile squid found / No. of fish examined.

** These juveniles were identified as *Todarodes pacificus*.

である。したがって、今回の採集記録は、日本海における幼体スルメイカの最北の記録となる。

2. 生息水温について

1987年2月上旬の利尻島の沿岸水温は2.6～3.9℃、同年2月下旬の積丹半島の沿岸水温は5.4～5.8℃である (Table 3, 北海道栽培漁業振興公社 1987)。この時期にこの海域では海水が鉛直的に均質であること (北海道立稚内水産試験場 1987) から、サクラマスに捕食された幼体スルメイカの生息水温はこの範囲の値であったと考えられる。既往の報告に示されている幼体スルメイカの最低生息水温は4～5℃ (涌坪 1986) である。したがって2月の利尻島周辺の水温は、これよりも1～2℃低く、幼体スルメイカの生息水温としては最低の記録となる。

3. 産卵海域について

幼体スルメイカの外套長が、1か月あたり30～40mm成長する (浜部・清水 1956) とすれば、今回得ら

Table 3. Water temperatures (°C) at six localities on the coasts of Rishiri Island and Shakotan Peninsula during January and March 1987 (after Hokkaido Saibaigyogoshinko Kosha, 1987).

Locality	January			February			March		
	E	M	L	E	M	L	E	M	L
Higashirishiri	3.8	3.4	3.0	2.6	1.7	1.9	1.9	3.2	4.5
Kutsugata	4.4	3.8	3.6	3.0	3.1	2.7	2.8	3.4	3.5
Senposhi	4.8	4.4	3.8	3.9	3.3	2.9	2.8	3.1	3.6
Furubira	4.9	5.3	5.0	4.9	5.1	5.4	5.3	5.4	5.7
Bikuni	5.1	5.2	5.1	4.9	4.7	5.4	5.6	5.5	5.6
Kamoenai	5.3	5.5	5.5	—	5.1	5.8	—	—	—

れた外套長27mmのスルメイカは日齢20～27日, 60mmのものは日齢45～60日となり, 12～1月の冬期に孵化したものと思われる。1～3月の北海道西岸の日本海の流れはおおむね北東向きに毎時0.2マイル, 1日に約5マイルであること(東京天文台 1987)から, これらの幼体スルメイカは, 流れによってもっぱら移送されてきたと仮定すると, 孵化後採集されるまでに100～300マイル流されてきたことになる。とくに, 小さい個体は, スルメイカの幼生が孵化後少なくとも2日間は海底で生活する(浜部 1962)ため, 北海道近海で産まれた可能性が高い。しかし, 大きい個体は, 遊泳力が強いと考えられるので, 流れを積極的に利用して, より遠方の海域から移動してきたことも考えられる。

また, 成長に関する浜部・清水(1956)の報告は, 同一個体を追跡したものではなく, 発育初期の成長はなお不明であるため, ここで行った外套長からの日齢推定は確実ではない。この点については今後, 近年可能性が検討されている平衡石輪紋による日齢査定(中村 1987)などにより明らかにする必要がある。

文 献

- FUKATAKI, H. (1967) Notes on migration of the masu salmon, *Oncorhynchus masou* (BREVOORT), in the Japan Sea as determined by tagging. *Bull. Jap. Sea. Reg. Fish. Res. Lab.* 18: 1-11.
- 浜部基次(1962) 日本海南海域におけるスルメイカの発生学的研究 日水研報告 10 1-45.
- 浜部基次・清水虎雄(1956) 隠岐島浦郷湾近海「スルメイカ」の産卵期前後における2・3の観察 対馬暖流開発調査第4回シンポジウム発表論文 485-493.
- 北海道栽培漁業振興公社(1987) 養殖漁場海況速報 No. 559-567.
- 北海道立稚内水産試験場(1987) 昭和62年2月の海況について 1987年2月23-25日観測 漁場海況速報.
- 村田 守(1983) 春～初夏の本邦北部沖合海域におけるスルメイカ若令群の分布および集魚灯下での行動 北水研報告 48 37-52.
- 中村好和(1987) 岩手県沿岸定置網で漁獲された若齢スルメイカの平衡石の観察 イカ類資源漁海況検討会議研究報告(昭和60年度) 日本海区水産研究所 73-76.
- 日本海区水産研究所(1972) 日本海スルメイカ共同調査報告集 292 p.
- 日本海区水産研究所(1973-1987) 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-XV.
- 農林水産技術会議事務局(1972) スルメイカ漁況予測精度向上のための資源変動機構に関する研究 農林水産技術会議研究成果 57 246 p.
- 奥谷喬司(1973) 日本近海産十腕形頭足類(イカ類)分類・同定の手引 東海水研研報 74 83-111.
- 東京天文台(1987) 日本近海の海流および表面水温 理科年表(昭和62年) 670-671.
- 浦坪敏明(1986) 津軽海峡沿岸の定置網に出現する幼体スルメイカについて 青森県水産試験場イカ釣り漁場開発調査資料 XI 1-8.
- 山口 齊(1932) 檜山・渡島両支庁管内に於ける稚スルメイカ調査(昭和6年総括) 北水試旬報 171 8-10.

道東沖で漁獲された超大型サンマの生物学的特性*

今 井 義 弘

(北海道立釧路水産試験場)

Biological characters of a remarkably large-sized saury,
Cololabis saira, caught in the southeastern waters
of Hokkaido

Yoshihiro IMAI

Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station

Kushiro, Hokkaido 085, Japan

A remarkably large-sized specimen of the saury, *Cololabis saira* (BREVOORT), was caught with a stick-held dip net in the southeastern waters of Hokkaido and its biological characters were examined. The specimen was 38.2 cm in body length and this finding constitutes a record of the largest saury caught with stick-held dip nets from Japanese waters although such large-sized individuals were rarely caught with drift gillnets before 1948. The coefficient of body condition was low and testes were maturing. The ratio of body height to body length and the numbers of dorsal and anal fins were almost identical with those of large-sized saury, 29.0–31.0 cm in body length, which are abundantly caught in the western North Pacific in autumn seasons. The number of vertebrae and otolith characters were also similar with those of large-sized saury. Based on scale analysis, the specimen was considered to have grown sharply after its size of 26.0–28.0 cm.

は じ め に

1985年秋、釧路港においてさんま漁船の漁獲物に、漁期中ごくまれにしか漁獲されることのない特大魚(体長 32.0 ~ 33.0 cm)よりも遥かに大きい、超大型のサンマ(Plate 1)が発見された。

サンマ *Cololabis saira* (BREVOORT) は太平洋中緯度に分布する広域性魚類で、秋季に我が国が主に漁獲の対象とする北西太平洋群(小達 1977)は日本の沿岸域から東経 160 ~ 170 度にまで及んでいる。

本種については、1950年頃から全国的な規模で調査されるようになったが、超大型魚は、1948年以前の

* 本報告の一部は第35回サンマ研究討論会(1986年3月13日、塩釜市)で口頭発表した。

報文番号 A146 (1988年1月21日受理)

流網漁業時代に、体長34.0 cm以上にモードを持つサンマとして報告されている(木村 1956a)。しかし、北西太平洋群の集団構造において、中型魚の成長の行方について一つの鍵を握っている(菅間 1957)とされた超大型サンマの詳細な報告は最近までなかった。

本報告では、標本の魚体各部と鰭条数および脊椎骨数を調べ、耳石と鱗相の観察と計測を行い、その結果に基づいて、一般漁獲物との比較を試みた。

本論に入るに先立ち、懇切なる御指導と貴重な文献の貸与をいただいた東北区水産研究所資源第一研究室小坂淳主任研究官に深謝する。また、漁業情報サービスセンター山本孝氏並びに釧路漁業協同組合播磨薫氏には貴重な標本を提供いただいた。ここに記して厚くお礼申し上げる。

材 料 と 方 法

標本は、1985年9月24日に色丹島沖の北緯42度30分、東経146度20分(Fig. 1)において棒受網漁船により漁獲された1尾である。この体長(木村(1956b)の肉体長)と体重を測定し、頭長、体高を計測して、さらに性、生殖腺重量を調べた。背鰭と臀鰭の鰭条と小離鰭および脊椎骨の計数は、軟エックス線で標本の骨格を撮影し、そのフィルム上で行った。

耳石と鱗の観察は、実体顕微鏡(40倍)を用いて反射光で行い、同時にマイクロメーターで各部位の距離(後述)を1/1000 mmの精度で計測した。左右2個体の耳石は、菅間(1957)にしたがい魚体から取り出して水洗いした後乾燥させて、キシロールを満たしたホログラスに平滑面を上にして沈め、その透明帯と不透明帯の配列を観察した。耳石半径および透明帯半径と幅の計測は、耳石の中心部より斜め後ろ上方の線上(Plate 2)で行った。また魚体の背鰭基部やや前方の部位から採集した4枚の鱗をプレパラートにして、堀田(1960)と小坂(1978)にしたがい鱗相を観察した。鱗長および隆起線半径の計測は、鱗の

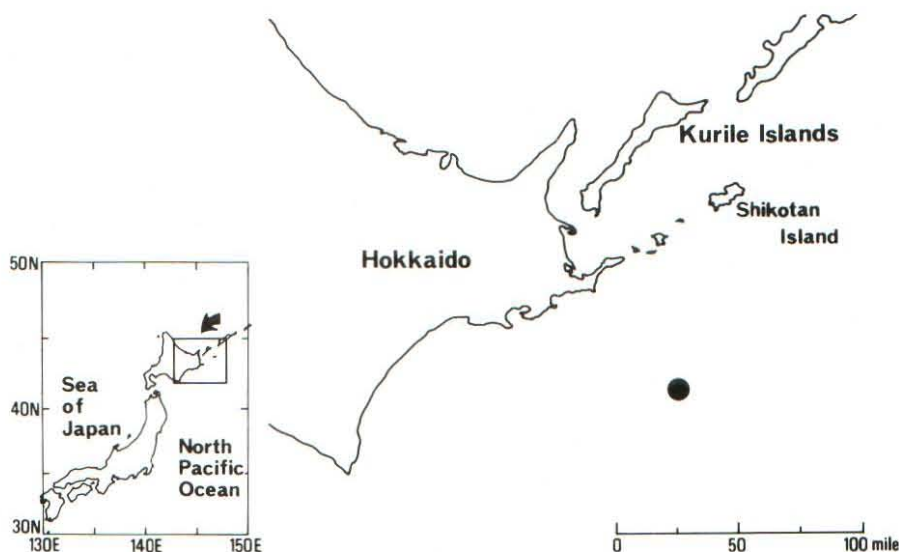


Fig. 1. Map of the southeastern waters of Hokkaido showing a capture location (solid circle) of a remarkably large-sized saury.

露出部を二等分し、焦点を通る線上 (Plate 2) で行った。耳石および鱗の計測部位は次の通りである。

耳石半径：中心部から耳石外縁までの距離

透明帯半径：中心部から明瞭な透明帯の内縁までの距離

透明帯の幅：透明帯の内縁から外縁までの距離

鱗 長：焦点から鱗外縁までの距離

隆起線半径：焦点から各隆起線までの距離

結 果

1. 魚体各部の測定

この超大型サンマの体長は38.2 cmであった。標本の測定結果をTable 1 に示す。頭長比 (頭長/体長)

Table 1. Measurements and counts of a remarkably large-sized saury, *Cololabis saira*, taken at 42°30'N, 146°20'E on September 24, 1985.

Body length (cm)	Body weight (g)	Sex	Gonad weight (g)	Head length (cm)	Body height (cm)	Dorsal		Anal		Vertebrae
						fin rays	finlets	fin rays	finlets	
38.2	242	male	2.40	7.3	4.5	11	6	14	6	66

と体高比 (体高/体長) はそれぞれ 0.19 と 0.12 であった。また肥満度 (体重(g)×10⁶/体長³(mm)) は 4.34 であった。性は雄で、精巣は平紐状で乳白色を呈し、成熟していた。

2. 鰭条数および脊椎骨数

標本の背鰭および臀鰭の鰭条数は小離鰭を含めて総数でそれぞれ 17 および 20 であった。脊椎骨には、小達 (1956a) の報告にみられるような異常型がみられず、その数 (尾部棒状骨 urostyle を除く) は 66 であった。

3. 耳石と鱗相

採集した耳石は矢尻形で、中心部がやや透明になっており、その周辺には不透明な部分が形成されていた。この外側にはさらに透明帯が形成され、耳石の外縁は、不透明な領域で終わっていた (Plate 2)。

耳石の半径および透明帯の半径と幅は、左右の平均でそれぞれ 0.820 mm, 0.555 mm および 0.041 mm であった (Table 2)。

鱗には、焦点を囲み同心円状に広がる隆起線が多数見られた (Plate 2)。また隆起線の配列が急激に変化している領域も数カ所にみられた。しかし、この領域の境界は不明瞭で、これを輪 (堀田 1960) として判読することは困難であった。標本の鱗長は 2.755 mm から 3.007 mm の範囲にあった (Table 3)。

鱗相の特徴をみるために、小坂 (1978) にしたがって、鱗の隆起線半径の計測値をもとに、鱗の焦点からの距離 0.1 mm ごとに隆起線間隔の平均値を求め、鱗別に隆起線間隔の変化を調べた。その結果、隆起線間隔は焦点からの距離の増加に伴って増減しており、鱗の外縁に達するまでに隆起線間隔の狭くなる部分が数カ所にみられた (Fig. 2)。このなかで隆起線間隔は焦点からの距離が 2.0 mm 付近で最小値 (約 0.02 mm) を示した。

Table 2. Measurements of otoliths from a remarkably large-sized saury.

	Otolith radius (mm)	Transparent band	
		radius (mm)	width (mm)
right	0.804	0.550	0.058
left	0.835	0.559	0.024
mean	0.820	0.555	0.041

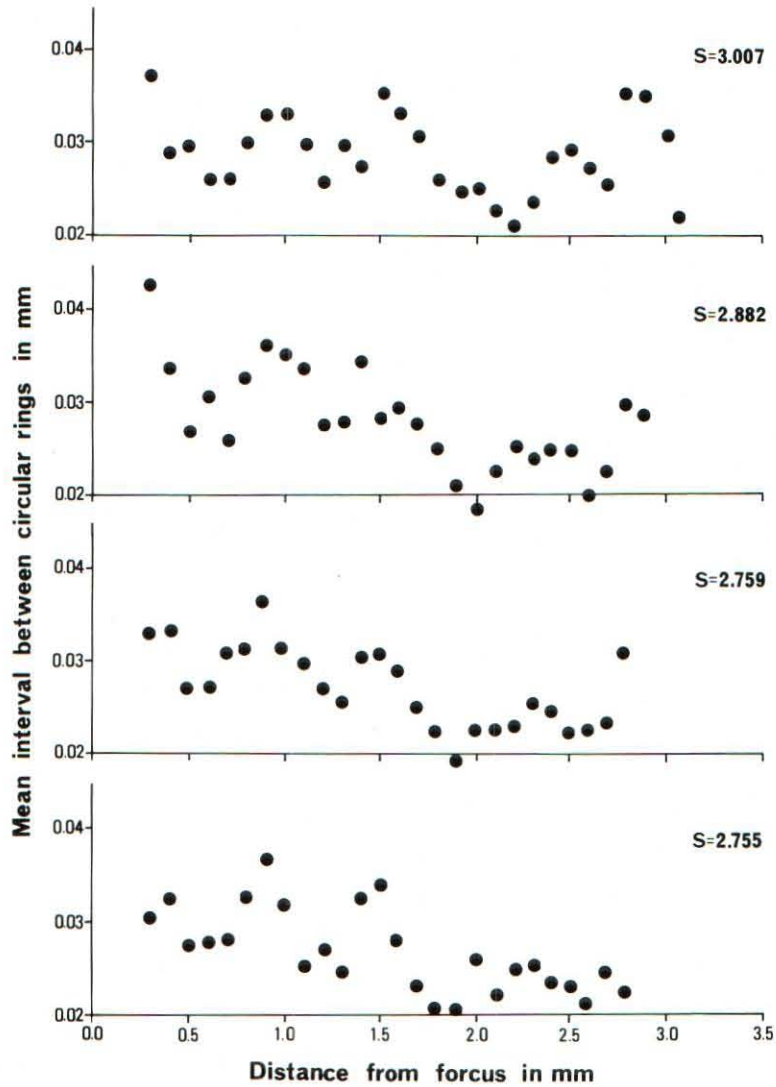


Fig. 2. Fluctuation of mean interval between circular rings of the scales from a remarkably large-sized saury. Mean interval was calculated from the intervals at 0.1 mm in the distance from focus. S: Scale radius.

Table 3. Measurements of scales from a remarkably large-sized saury.

No.	Scale radius (mm)
1	3.007
2	2.882
3	2.759
4	2.755
mean	2.851

考 察

日本近海の超大型サンマの漁獲記録については、1948年以前の流網漁業時代の報告がある。そのなかで木村 (1956b) は、「昭和23年 (1948年) 以前のサンマに関する漁況或は漁場の海況及び魚体測定記録は頗る貧弱である」としながらも、10月の三陸沖のサンマ漁獲物に、昭和17年 (1942年) には体長 39.0 cm 台、また昭和22年 (1947年) にも体長 36.0 cm 台の、例年の大型魚よりも大きいもの (超大型魚) を推定あるいは実際に測定したと述べている。本報告で述べた標本サンマの体長は1942年の超大型サンマに相当し、理論的に推定された極限体長 38.99 cm (渡辺 1966) に近いものである。また、棒受網漁業時代の1971年から1986年までに釧路水試が調査したサンマ魚体測定記録 (測定尾数 164,634 尾) を調べてみても、最大体長は 35.0 cm 台であった。標本はこれを約 3.0 cm 上回り他に報告例もないことから、近年では日本海における本種の最大体長記録と考えられる。なお著者は、千島列島のはるか北側の水域で“マスのような大きいサンマ”をみたとの情報を一部の漁業関係者から得ているが、それはこうした超大型サンマを指すものと思われる。

本報告で述べた超大型サンマは、体長に対して頭長がやや短い、体高比あるいは背鰭や臀鰭の鰭条数と小離鰭数については、日本近海の北西太平洋に分布する、体長が 24.0 cm 以上のサンマ成魚の形態的特徴 (小達 1958) とほぼ一致する。また肥満度は 4.34 と低く、秋季に道東水域で漁獲される体長 29.0 ~ 31.0 cm の大型魚の肥満度 (和田 1981) とほぼ同じになる。さらに精巢の形状と色は、このサンマが熟度進行群から完熟群 (小達 1956b) に至る成熟過程にあったことを示している。したがって、超大型サンマは漁獲された時期と水域も含めて推測すると、晩秋から冬季 (10月 ~ 2月頃) に三陸から常磐沖で産卵期を迎える大型魚 (堀田 1960, 小林ら 1968) と同じ肥満度と成熟状態を示し、北西太平洋群の産卵成魚と考えられる。

超大型サンマの脊椎骨数は 66 であり、群平均値を抜いた知見と単純には比較できないが、堀田 (1960) の報告にある、中型群や特大型群よりも平均脊椎骨数の多い大型群のものに対応すると考えられる。

耳石の透明帯と不透明帯の配列は、菅間 (1957, 1959) と堀田 (1960) が指摘している大型魚の耳石の形状 (タイプ I) と一致し、透明帯が一本でその半径が 0.5 mm 台であることも大型魚の耳石の特徴 (堀田 1960) と同じであった。堀田 (1960) は、体長 16.0 ~ 33.0 cm の範囲において、サンマの耳石半径 (R) と体長 (L) が直線的な関係 $R = 0.2251 + 0.00194L(\text{mm})$ にあることを報告している。この式を用いて推定される大型魚の耳石半径は 0.788 ~ 0.827 mm で、超大型サンマの耳石半径はこの範囲にあった。また、透明帯の形成時期が主に晩秋から冬である (菅間 1957, 堀田 1960) ことから、超大型サンマは大型サンマとほぼ同じ年齢であったと思われる。

鱗相の客観的な表示法に関して、鱗の隆起線の判読・分岐および収斂部 (乱れ) や隆起線間隔の変動を検討した報告がある (堀田 1960, 小坂 1975, 1978, 1979)。このなかで、小坂 (1979) は、サンマの鱗の成長にともなう隆起線間隔の変動状態を型別に調べ、鱗の隆起線間隔の変化には大型魚と中型魚でそれぞれ独立したパターンがあることを明らかにしている。そこで、本報告の超大型サンマの鱗相 (Fig. 2)

が大型魚と中型魚のいずれに近似するかを小坂 (1979) の知見に基づいて検討したところ、その隆起線間隔の変化は中型魚よりも大型魚のものに近い傾向を示した (Fig. 3)。ただし、超大型サンマの隆起線間隔

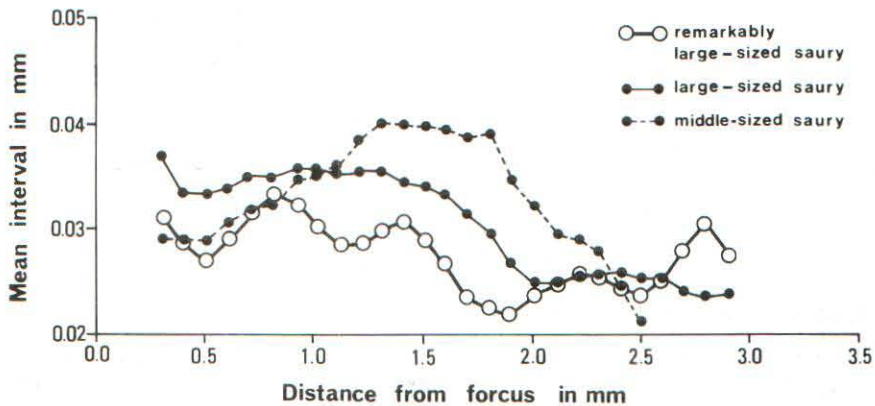


Fig. 3. Fluctuation of mean interval between circular rings of the scales from the saury of three different size types. Mean interval of a remarkably large-sized saury was calculated from mean intervals shown in Fig. 2. Data on middle and large-sized saury are taken from KOSAKA (1979).

が大型サンマの数値より全体的に低かったが、これは鱗の変形した部位 (Plate 2) で測定したか、あるいは調べた鱗が小さめであった可能性がある。小坂 (1975) は幼魚から大型魚までの資料により、鱗長 (S) と体長 (L) との関係を一様直線式 $S = 0.0043 + 0.00956 L (\text{mm})$ で表しており、この式から求めた大型魚の鱗長は 2.777 ~ 2.968 mm で、前述の耳石と同様に超大型サンマの鱗はほぼ大型魚の鱗の大きさの範囲にあった。このように標本の耳石と鱗とは、それぞれ大型魚の形質の大きさにあった点で一致することから、採集した鱗は標本をほぼ代表していたと考えられる。

超大型サンマの鱗相の特徴として、鱗の外縁付近 (焦点からの距離 2.5 ~ 2.7 mm 以上) で隆起線間隔が広がっている (Fig. 3) ことがあげられる。これは、「鱗の隆起線間隔が相対的に幅広く形成される時期の魚は代謝活性が高く、また成長も早いであろう」という小坂 (1979) の仮説に基づくと、このサンマが、本来なら大型魚の大きさに近づくにしたがい成長の停滞するものが、鱗長と体長との関係 (前述の関係式) により推定される体長 26.0 ~ 28.0 cm 以後も成長し続けたことを示すものと考えられる。

以上より、本報告の超大型サンマは、その生物学的特性が秋季に日本近海の北西太平洋で漁獲される大型サンマの特性とほぼ一致し、年齢も大型サンマとほぼ同じで、体長 26.0 ~ 28.0 cm 以降に急激に成長したものと考えることができる。したがって菅間 (1957) の想定とは異なり、中型サンマが成長したものであると推定される。

流網漁業時代に出現した超大型魚が本報告で述べた超大型サンマと同じような生物学的特性を示し、また大型魚の年齢と一致していたかは不明である。しかしながら、北西太平洋において超大型サンマの発見回数の少ないことはこの型の個体数が極めて少ないことを示しており、本種の最長年齢が大型魚で仮説されている 1+ 年 (小坂 1979) 程度である可能性も考えられる。これについては、耳石の透明帯や不透明帯あるいは鱗の隆起線間隔の広狭を決定する機構を明らかにし検討する必要があるであろう。耳石の日周輪様の輪紋構造が年齢や成長などを解明するための有効な手段となることが示唆されており (西村ら 1985)、こうした日輪形質の検討も含めて本種における年齢査定法の確立が急がれる。

要 約

1985年9月、道東太平洋海域で棒受網漁船により漁獲された超大型サンマの魚体各部、鰭条数、脊椎骨数、耳石形状および鱗相を調べた。

1. このサンマは体長 38.2 cm で、流網漁業時代に漁獲された超大型サンマに相当し、1949年以降の棒受網漁業時代における本種の最大体長記録と考えられる。

2. 体長に対する体高の割合と背鰭および臀鰭の鰭条数と小離鰭数は、それぞれ日本近海の北西太平洋で秋季に漁獲されるサンマの特性値とほぼ一致した。

3. このサンマの肥満度は低く、精巣が成熟していたことから、秋季に道東沖から三陸沖にかけて分布する体長 29.0 ~ 31.0 cm の大型サンマと同じ成熟過程にあったと考えられる。

4. 脊椎骨数、耳石形状および鱗相は、鱗の外縁付近を除きこの大型サンマとほぼ一致した。

5. この超大型サンマは年齢的には大型サンマと同じであり、体長 26.0 ~ 28.0 cm 以降に急激に成長したものと考えられる。

文 献

- 堀田秀之(1960) 鱗・耳石によるサンマのポピュレーション構造の分析とその成長 東北水研研報 16 41-64.
- 木村喜之助(1956a) 海況による魚群の集合・分離の1理論 東北水研研報 16 103-145.
- 木村喜之助(1956b) 標準体長として計るべき魚体の部位について 東北水研研報 7 1-11.
- 小林 喬・若生 允・内藤政治(1968) サンマの生活に関する研究(第1報) 秋生まれ系統群の成魚の集合性について 北水試報 9 1-45.
- 小坂 淳(1975) 年齢・生長・成熟について 第24回サンマ研究討論会議事録 東北水研 183-192.
- 小坂 淳(1978) 鱗の成長に伴う隆起線間隔の変動の表示 一年輪判読のための一試み— 漁業資源解析のための電子計算機プログラム集 7-17.
- 小坂 淳(1979) サンマの年齢・成長について 第11回 日・ソサンマ及びサバ協同研究会議経過報告 水産庁 118-122.
- 西村 明・渡辺良朗・山田寿郎(1985) サンマ耳石の日周輪様微細輪紋構造 東北水研研報 47 33-35.
- 小達 繁(1956a) サンマの脊椎骨数 東北水研研報 8 1-14.
- 小達 繁(1956b) 東北海区におけるサンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟状態 東北水研研報 7 70-102.
- 小達 繁(1958) サンマの形態学的研究 東北水研研報 11 38-46.
- 小達 繁(1977) 北太平洋におけるサンマの分布 北大水産 北洋研業績集:特別号 353-381.
- 菅間慧一(1957) 耳石の形状からみたサンマのポピュレーション構造—I 北水研報告 16 1-12.
- 菅間慧一(1959) 耳石の形状からみたサンマのポピュレーション構造—II 北水研報告 20 175-191.
- 渡辺 徹(1966) サンマの年齢を推定する一つの試み 茨城水試試研報 昭和39・40年度 47-52.
- 和田時夫(1981) 南下回遊初期におけるサンマ大型魚群の生殖腺重量と肥満度 北水研報告 46 85-95.

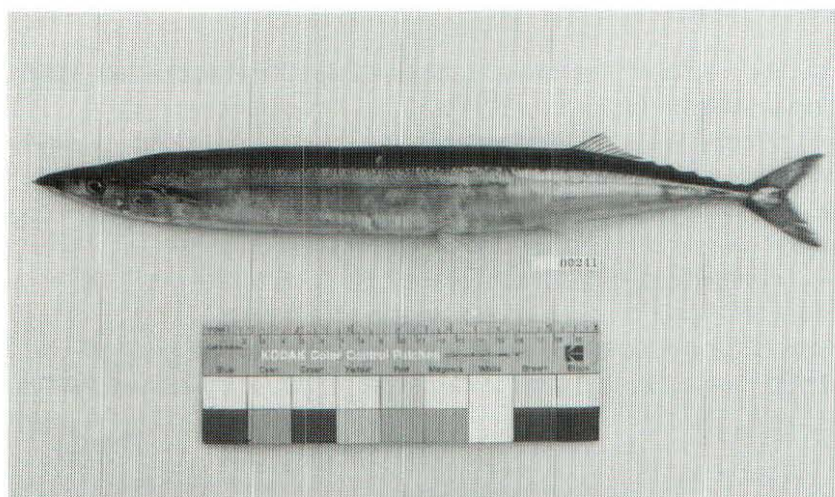


Plate 1. A remarkably large-sized saury, 38.2 cm BL, caught in the southeastern waters of Hokkaido.

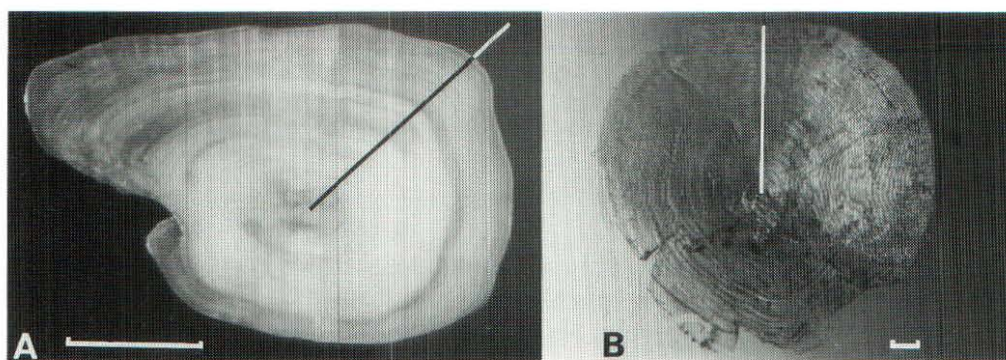


Plate 2. Otolith (A) and scale (B) obtained from a remarkably large-sized saury. Solid line indicates a line for measurements.
Scale 0.5 mm.

キタムラサキウニの生殖周期と餌料摂取について 第1報 生殖巣の季節的变化

吾妻行雄・元谷 怜・菅原義雄

(北海道立函館水産試験場)(東北大学農学部)

Reproductive cycle and food ingestion of the sea urchin,
Strongylocentrotus nudus (A. AGASSIZ), in southern Hokkaido.

I. Seasonal changes of the gonad.

Yukio AGATSUMA, Satoshi MOTOYA and Yoshio SUGAWARA*

Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Hakodate, Hokkaido 042, Japan

*Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai 980, Japan

The reproductive cycle of a population of the sea urchin, *Strongylocentrotus nudus*, collected at two stations of different depths (2 m and 10 m) in the coastal waters of Fukushima, southern Hokkaido, was investigated from June 1982 to November 1983. The gonad index and histological observations on gonads showed a clearly defined annual reproductive cycle. The results were summarized as follows.

1. The gonad index (gonad weight $\times$ 100/total weight, g wet weight) reached to a maximum in July at 2-m depth and in late August at 10-m depth. The gonad index at 2-m depth was consistently higher than that at 10-m depth except for August.

2. Gonad development reached a peak in July-September and spawning finished by late September. Most individuals at 10-m depth changed to recovering gonads in mid-November although some individuals at 2-m depth possessed spent gonads from late September to December 1982.

3. After spawning, relict ova were degenerated and absorbed into nutritive phagocytes, and some residual spermatozoa were phagocytized by numerous nutritive phagocytes.

4. The spawning of the sea urchins at both stations occurred from September to October. Four-armed echinopluteus larvae were the most abundantly collected in mid-September, when the reproductive activity in *S. nudus* peaked.

キタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* は、東北地方沿岸から北海道日本海北部沿岸にかけての磯根漁業の重要な対象種である。本種の漁業生産を高めるためには、可食部分である生殖巣の発達過程を漁場特性に応じて把握し、それに基づいて資源の管理と増殖技術を策定する必要がある。

これまでキタムラサキウニの生殖巣の発達過程は、量的および質的の両面から北海道の南部海域^{1,2)}、余市沿岸³⁾、北部海域⁴⁾と青森県奥戸沖⁵⁾で明らかにされた。しかし、生殖巣の量的な発達は一漁場においても、生息場所によって種々に変化することが知られている^{6,7)}。そこでキタムラサキウニが浅所から深所まで広く生息する福島町浦和地先⁷⁾の水深の異なる2調査点で、生殖巣の発達過程を質、量両面からの比較検討を行った。また、同時に産卵期を明確にするために、浮遊幼生の調査も行った。これらの調査を1982年6月18日から1983年11月21日まで約1年半にわたって行い、当漁場におけるキタムラサキウニの生殖巣の季節的变化を明らかにしたのでその結果を報告する。

本研究の取りまとめの機会を与えられた東北大学農学部教授野村正博士、ならびに取りまとめに際し御助言いただいた東北区水産研究所谷口和也主任研究官に厚く御礼申し上げる。また釧路東部地区水産技術普及指導所佐々木善則普及員、日高東部地区水産技術普及指導所加藤剛主任、福島町役場小林清係長ならびに福島町漁業協同組合の関係各位には調査に際し終始ご協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

材 料 と 方 法

福島町浦和地先の水深2 m (St. A)と沖合いのマコンブ養殖施設付近の水深10 m (St. B)に調査点を定めた (Fig. 1)。これらの地点において1982年6月から1983年11月まで、ほぼ月1回の割合で、SCUBA潜水によりキタムラサキウニを約30個体採集するとともに、海藻類の生育状況を観察した。ただし、1983年6月には St. Bの位置が確認できなかったため、養殖施設の下で採集した。採集したキタムラサキウニは殻径、全重量、生殖巣重量を計測し (単位mm, g 湿重量)、生殖巣指数 (生殖巣重量 $\times$ 100 / 全重量) を求めた。また、JENSEN⁸⁾の方法により年齢査定を行い、満年齢を求めた。

生殖細胞の形成過程を知るために、毎回7～9個体から生殖巣の小片を摘出し、ブアン氏液で固定したのち、通常のパラフィン法により6～7 μ m厚の切片を作製した。切片はマイヤーの酸性ヘマラウンとエオシンで二重染色し、組織学的に観察した。

キタムラサキウニの浮遊幼生の出現量の変化を把握するために、距岸500 m (St. 1, 水深15 m)、距岸1000 m (St. 2, 水深26 m)、距岸2000 m (St. 3, 水深43 m)を調査点とした (Fig. 1)。

これらの地点で1982年8月から1983年3月まで計24回にわたって、北原式プランクトンネット (X X 13) を海底から海面まで鉛直に1回曳いて、採集した浮遊幼生を計数した。

水温は北海道栽培漁業振興公社編「養殖漁場海況観測取まとめ」第12～13号から福島町吉岡の観測値を引用した。

結 果

1. キタムラサキウニの大きさと年齢

St. A と St. B で採集したキタムラサキウニの殻径の計測値と年齢を Table 1 に示した。採集したキタムラサキウニは、St. A では35 mm以上、St. B では40 mm以上の殻径値を示し、いずれも3歳以上の個体であった。St. A では平均殻径が50 mm前後で6歳以上の個体が多かった。St. B では55 mm以上の大型な個体が多く、St. A に比べて10歳以上の高齢個体が多かった。また、1983年6月にマコンブ養殖施設の下で採集した個体は、平均殻径が85.7 mmと著しく大きく、10歳以上の高齢個体が全体の61%を占めた。

海藻類は、St. A では周年無節サンゴモのみがみられた。St. B では周年アナメが少量ながらみられたのに加え、春から夏にかけて季節的にケウルシグサの着生が観察された。

2. 生殖巣指数の季節的变化

Table 1. Characteristics of *Strongylocentrotus nudus* at each station (A and B)

Date	St.A (2 m depth)											St.B (10m depth)															
	Number of individuals	Test diameter (mm)	Body weight (g)	No. of individuals in each age group										Number of individuals	Test diameter (mm)	Body weight (g)	No. of individuals in each age group										
		M.± S.*1	M.± S.*1	3	4	5	6	7	8	9	10	10<	M.± S.*1		M.± S.*1	3	4	5	6	7	8	9	10	10<			
1982. June 18	49	47.2 ± 3.8	42.0 ± 11.5										23	55.3 ± 5.8	69.6 ± 26.0												
July 30	34	48.7 ± 5.4	53.1 ± 16.6					2	8	9	2	3	3	28	60.9 ± 2.8	79.8 ± 13.4				1	7	5	3	3	4		
Aug. 30	30	47.7 ± 5.0	46.8 ± 11.9					2	12	3	4	2	1	4	29	65.5 ± 4.6	108.2 ± 20.9			2	1	2	3	5	7	5	4
Sep. 30	30	50.1 ± 4.4	59.3 ± 13.8					2	7	10	3	2															
Nov. 18	30	47.2 ± 3.3	46.8 ± 10.7					2	3	5	1	5	5	9	30	58.7 ± 3.5	79.7 ± 15.4			2	3	5	1	5	5	9	
Dec. 16	30	51.6 ± 5.1	60.3 ± 14.3					2	5	10	10	3		30	71.8 ± 4.5	148.8 ± 26.8				1	2	1	5	8	13		
1983. Jan. 26	30	48.0 ± 4.5	50.7 ± 15.5					2	6	8	12	2		27	69.0 ± 7.1	139.0 ± 34.4	1				2	3	5	6	10		
Feb. 17	30	50.1 ± 3.9	58.5 ± 12.6	1	1	1	6	11	8	2			30	71.6 ± 5.8	152.2 ± 40.6				1	1	7	9	6	6			
Apr. 8	29	48.0 ± 4.4	50.9 ± 14.2					1	2	13	6	5	2	30	76.7 ± 7.6	176.2 ± 48.4			1	1	1	1	2	6	8	10	
May 26	30	50.8 ± 3.7	58.9 ± 11.8					1	3	4	8	6	8	30	67.4 ± 5.6	129.7 ± 32.9				1	2		2	4	7	14	
June 27	24	48.4 ± 3.8	54.2 ± 12.9					1	5	7	6	4	1	28*2	85.7 ± 5.3	293.7 ± 49.0				1	7	2		1		17	
July 26	30	53.4 ± 6.0	76.0 ± 25.4	1	1			2	1	10	6	7	2	30	69.5 ± 6.8	134.9 ± 39.1	1			2	3	4	3	2	15		
Aug. 31	30	54.4 ± 4.7	68.3 ± 16.1						3	5	9	10	3	29	78.7 ± 4.9	185.1 ± 34.3				1		1	6	4	16		
Nov. 21	30	49.2 ± 3.2	56.5 ± 11.9					2	3	10	6	5	3	30	73.1 ± 7.0	153.1 ± 40.2				1	1	1	3	4	20		

*1 M. and S. indicate mean value and standard deviation.

*2 Individuals collected under the cultivation apparatus of *Laminaria japonica*

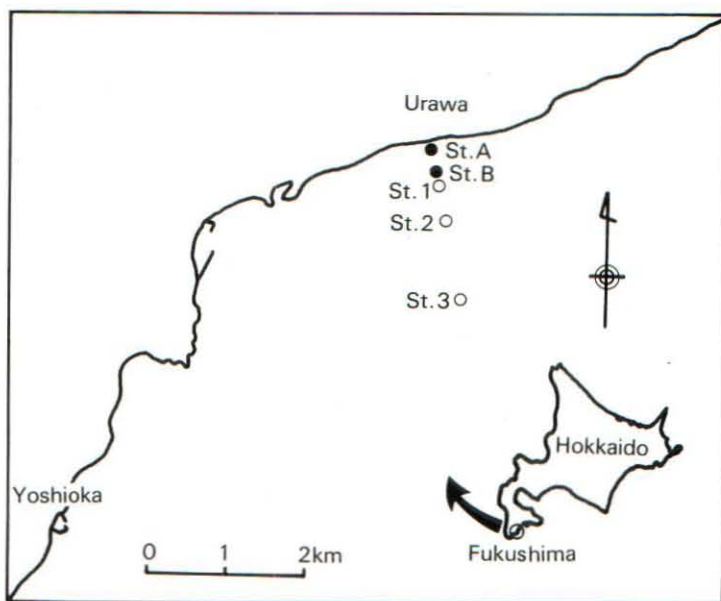


Fig. 1. Map of Fukushima area showing two stations (A, B) where sea urchins, *S. nudus*, were collected and three stations (1, 2, 3) where their planktonic larvae were collected.

両調査点におけるキタムラサキウニの生殖巣指数の季節的变化をFig. 2に示した。

生殖巣指数は両調査点とも11月中旬から1月下旬にかけて最も低く、ほぼ横ばいに推移したが、2月から徐々に上昇した。最高値に達する時期はSt. Aで7月下旬、St. Bで8月下旬と1カ月のずれがあった。

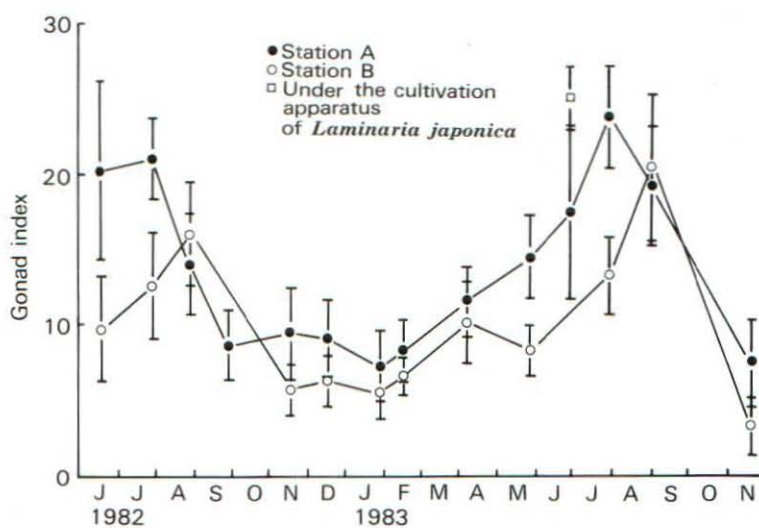


Fig. 2. Seasonal changes of the gonad index at each station (A and B). Each vertical bar indicates standard deviation.

その後指数値は St. A で8月から9月に、St. B で9月から11月にかけて急激に下降した。両調査点の生殖巣指数は8月を除けば周年 St. A が St. B に比べて高かった。また1983年6月にマコンブ養殖施設の下で採集したキタムラサキウニの生殖巣指数は 25.1 と著しく高かった。

3. 生殖巣の成熟過程

両調査点におけるキタムラサキウニの生殖巣を、FUJI¹⁾が定めた区分に従って組織学的に観察した結果、回復期 (Plate 1-1A, 1B), 成長期 (2 A, 2 B), 成熟前期 (3 A, 3 B), 成熟後期 (4 A, 4 B) および放出期 (5 A, 5 B, 6 A, 6 B) に分けることができた。これらの成熟過程を各個体毎に季節的に整理して Fig. 3 に示した。

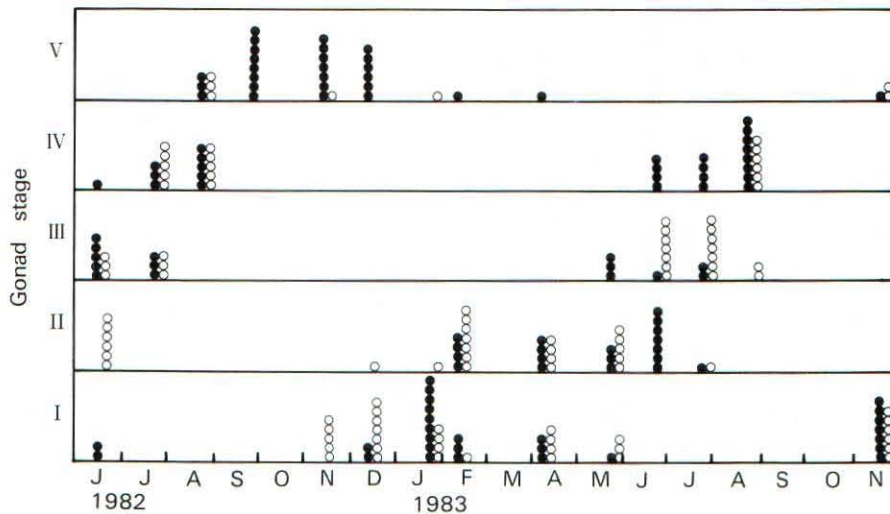


Fig. 3. Annual cycles of the gonad stage at each station (●; A, ○; B).
I: Recovering Stage, II: Growing stage, III: Pre-mature stage,
IV: Mature stage, V: Spent stage.

生殖巣は両調査点で、1月から5月にかけて回復期から成長期へ徐々に移行した。しかし6月から8月にかけての短期間に、成長期から成熟後期へと急速に移行した。1983年6月にマコンブ養殖施設の下で採集したキタムラサキウニの生殖巣は成熟が進行し、成熟前期であった。成熟卵は6月から11月にいたる間の卵巣中で観察された。そして、放出期は卵巣小嚢内の空隙が顕著にみられ、また栄養細胞の長径が極端に小さくなっていることから9月以降とした。精子も、その大部分は9月に放出された。その後生殖巣は、St. A では1982年9月下旬以降12月まで放出期の状態が続いた。これに対して St. B では11月中旬に一部放出期の個体がみられたが、回復期へ移行する個体が多かった。しかし、1983年11月の材料では生殖巣が両調査点ともに、大部分のものが回復期へ移行していた。放出後は、雌では残存卵の分解、再吸収と栄養細胞の修復が活発に行われていた (Plate 1-6 A)。これに対して雄では、残存した精子が食作用により栄養細胞に取り込まれて、特殊な顆粒として観察された (Plate 1-6 B)。

4. 初期浮遊幼生の出現状況

キタムラサキウニの4腕期幼生の調査点別の出現個体数を Fig. 4 に示した。

4腕期幼生の出現個体数は、各調査点ともに9月上旬と下旬、ならびに10月下旬の3回にわたってピークが見られた。特に9月下旬が著しく多かった。

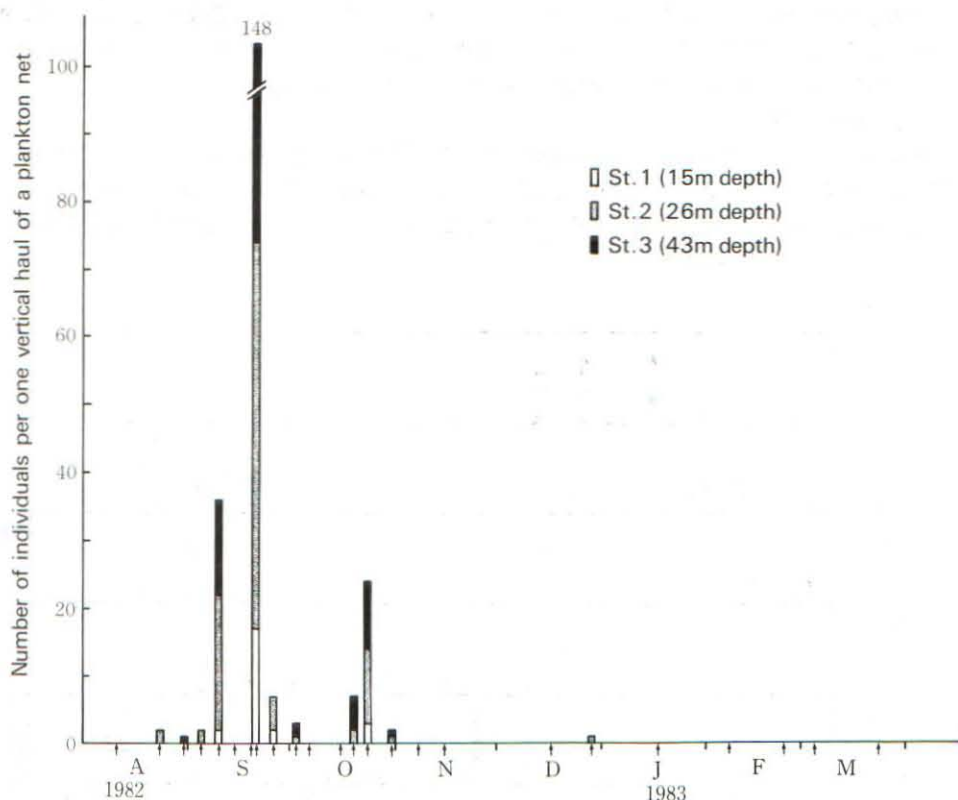


Fig. 4. Occurrence and number of four-armed stage larvae (echinopluteus) of *S. nudus* at three stations. Arrows indicate date of sampling.

考 察

ウニ類の食物同化量に対する生殖巣の成長量は、エゾバフンウニ *Strongylocentrotus intermedius* については高齢なほど増大する⁹⁾ことが知られている。しかし、生殖巣指数は殻径7 cm以上になると、逆に減少してくることが北海道羅臼沿岸で観察されている¹⁰⁾。このことは、生殖巣の成長がある年齢に達すると低下することを示唆している。

ところが今回の観察結果では、1983年6月にマコンプ養殖施設の下で採集したキタムラサキウニは、10歳以上の高齢個体が多いにもかかわらず、高い生殖巣指数を示した。養殖施設の下は春から夏にかけて施設から間引かれたり、流失したマコンプが供給されることから、キタムラサキウニは餌料環境が保障されれば、10歳以上でも生殖巣の成長を維持できることを示唆している。St. A のキタムラサキウニの生殖巣指数は8月を除く各月で、St. B のものに比べて高かった。このことは、水深10 mに生息する大型で高齢なキタムラサキウニの生殖巣の成長に必要な餌料が相対的に不足しているものと推察される。

両調査点に生息するキタムラサキウニの生殖巣の組織学的観察から、両調査点とも産卵期は9月から10月の同一期間にあると考えられる。また、この海域の産卵盛期は4腕期幼生の出現状況から9月中旬と考えられる。北海道南部海域、余市沿岸、北部海域と、青森県奥戸沖の産卵期もほぼ同時期^{2, 3, 4, 5)}であり、水温下降期(20℃～16℃)に産卵することで共通していた(Fig. 5)。

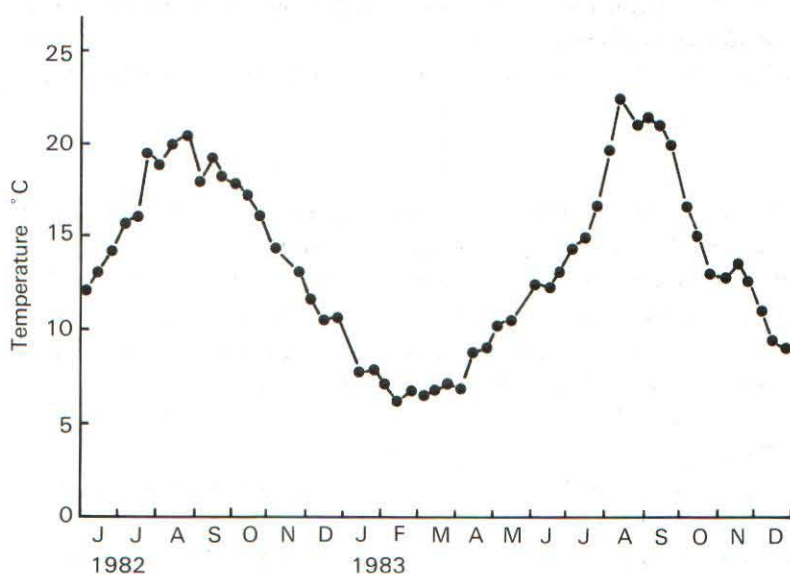


Fig. 5. Seasonal variation of the sea-water temperature in Yoshioka near Urawa.

両調査点で、成長期から成熟後期に至る生殖巣の成熟過程は、ほぼ同一の季節的变化を示した。しかし、St. A で生殖小囊内に卵と精子を残存した状態である放出期が12月まで継続したことは、4腕期幼生が10月下旬以降も少数ではあるが出現したことと一致し、産卵期が比較的長期間にわたっていることを示している。

放出後には、雌では残存卵の分解、再吸収と栄養細胞の修復が活発に行われる。雄では稚内産キタムラサキウニに観察された特殊な顕粒⁴⁾が多数出現することが特徴である。この特殊顕粒は、残存した精子が精巢小囊の構成要素である栄養細胞に貪食されたものと考えられる。しかし、次の生殖時期まで完全に消化されないものや、特殊顕粒形成の少ないものなど個体差があり、不明な点が多い。生殖巣指数が最高値に達する時期は、St. A のキタムラサキウニが7月であり、St. B が8月と時期的なずれがあった。しかし、この時期の生殖巣の成熟段階は、両調査点でいずれも成熟前期から成熟後期を示した。このことは、この時期に両調査点のキタムラサキウニの生殖巣に蓄積された栄養物質の量が異なるのか、あるいはそれらをエネルギー源として生産された生殖細胞の数量に差異があったものと考えられる。いずれにしても生殖細胞と栄養細胞との係わり合いについては、ウニの生殖生理を理解する上で、その機能的解明が不可欠である。

要 約

1982年6月から1983年11月まで、福島町浦和地先の水深10mの2調査点で、キタムラサキウニの生殖巣の季節的变化を調べた。得られた結果は次のとおりである。

1. 生殖巣指数は水深2mでは7月に、水深10mでは8月に最高値に達した。8月を除けば周年水深2mのキタムラサキウニの生殖巣指数が水深10mのものに比べて高かった。
2. 生殖巣は、両調査点で1月から5月に回復期から成長期へ、6月から8月に成長期から成熟後期へ移行し、9月に放出期となった。キタムラサキウニの生殖巣は、水深2mでは1982年9月以降12月まで放出期が続いたのに対し、水深10mでは11月中旬は回復期へ移行する個体が多かった。

3. 卵または精子の放出後の生殖巣は、雌では残存卵の分解、再吸収と栄養細胞の修復が行われ、雄では栄養細胞内に特殊な顆粒が多数出現した。

4. 両調査点のキタムラサキウニは9月から10月にかけて産卵し、この海域の産卵盛期は9月中旬であった。

文 献

- 1) FUJI, A. (1960a) Studies on the biology of the sea urchin. I. Superficial and histological gonadal changes in gametogenic process of two sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *S. intermedius*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 11: 1—14.
- 2) FUJI, A. (1960b) Studies on the biology of the sea urchin. III. Reproductive cycle of two sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *S. intermedius*, in southern Hokkaido. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 11: 49—57.
- 3) 川村一広 (1967) 余市沿岸のエゾバフンウニとキタムラサキウニの生活に関する2, 3の知見 北水試月報 24 (3) 126—135.
- 4) 杉本 卓・田嶋健一郎・富田恭司 (1982) 北海道北部沿岸におけるキタムラサキウニの生殖周期 北水試報 24 91—99.
- 5) 小田切明久・足助光久・佐藤恭成 (1984) 青森県奥戸沖深所に生息するキタムラサキウニの生殖巣成熟について 青水増研報 3 1—7.
- 6) 川村一広 (1966) 浦河町沿岸のキタムラサキウニの生態および資源管理に関する二, 三の考察 北水試報 5 7—30.
- 7) 吾妻行雄・元谷 怜・佐々木善則・加藤 剛 (1986) 福島町浦和におけるキタムラサキウニの生態 北水試月報 43 (7—9) 126—136.
- 8) JENSEN, M. (1969) Age determination of echinoids. *Sarcia* 37: 41—44.
- 9) FUJI, A. (1967) Ecological studies on the growth and food consumption of Japanese common littoral sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* (A. AGASSIZ). *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 15: 83—160.
- 10) 北海道立中央水産試験場・北海道立釧路水産試験場・北海道立函館水産試験場・羅臼地区水産業改良普及所・羅臼漁業協同組合 (1969) 羅臼町沿岸のウニ資源調査報告書 27p.

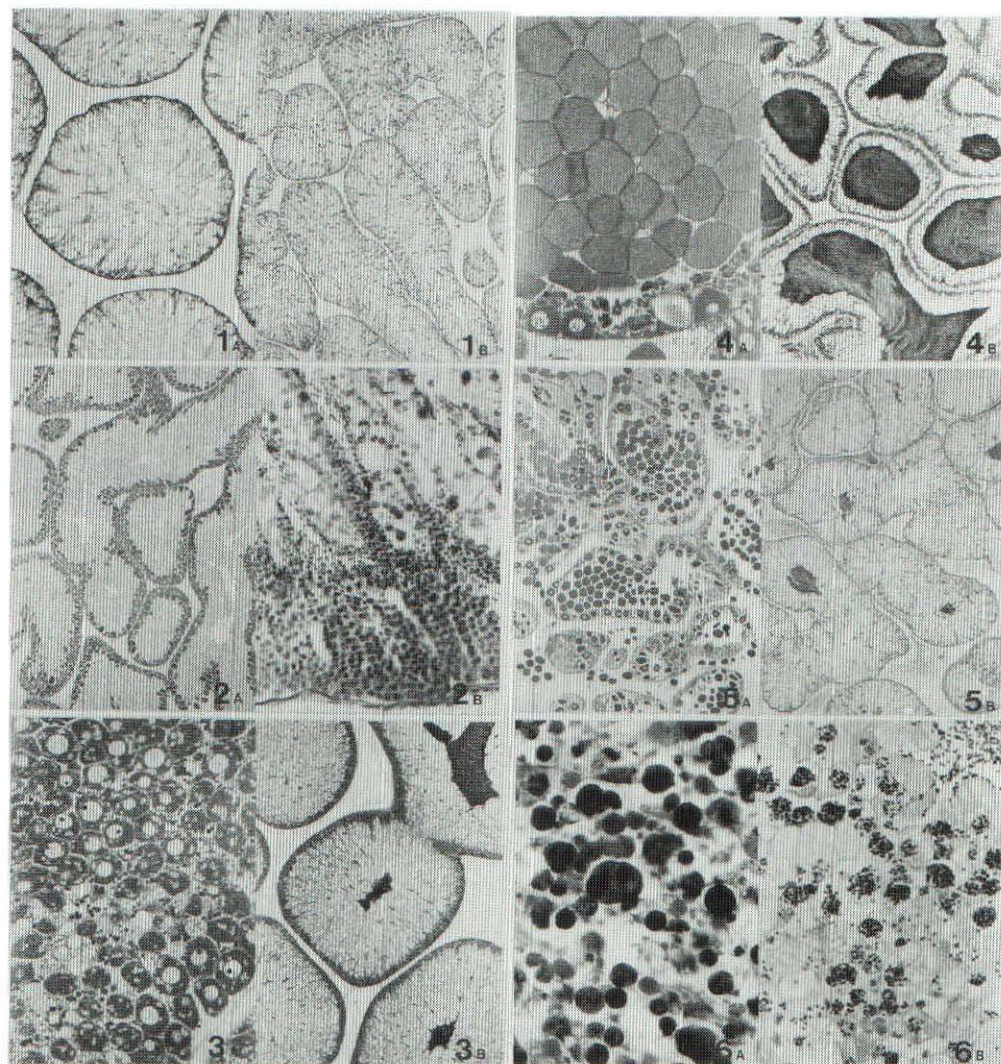


Plate 1. Histological identifications of the gonad stages in *Strongylocentrotus nudus* from southern Hokkaido. Left side (A) of each microphotograph shows ovary and right side (B) shows testis

- 1A and 1B ; Recovering stage (1A, $\times 88$; 1B, $\times 35$)
- 2A and 2B ; Growing stage (2A, $\times 18$; 2B, $\times 352$)
- 3A and 3B ; Pre-mature stage (3A, $\times 88$; 3B, $\times 35$)
- 4A and 4B ; Mature stage (4A, $\times 88$; 4B, $\times 35$)
- 5A and 5B ; Spawning stage (5A, $\times 18$; 5B, $\times 35$)
- 6A and 6B ; Spent stage (6A, $\times 352$; 6B, $\times 352$)

キタムラサキウニの生殖周期と餌料摂取について 第2報 消化管内容物量と殻重量の季節的变化

吾妻行雄 ・ 菅原義雄

(北海道立函館水産試験場) (東北大学農学部)

Reproductive cycle and food ingestion of the sea urchin,
Strongylocentrotus nudus (A. AGASSIZ), in southern Hokkaido.
II. Seasonal changes of the gut content and test weight.

Yukio AGATSUMA and Yoshio SUGAWARA*

Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Hakodate, Hokkaido 042, Japan

*Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai 980, Japan

The seasonal changes of the gut content index (volume of gut content $\times$ 10/test diameter²/test height, cm, g wet weight) and test weight index (test weight $\times$ 10/test diameter²/test height, cm, g wet weight) of the sea urchin, *Strongylocentrotus nudus*, collected at two stations of different depth (2m and 10m) in the coastal waters of Fukushima, southern Hokkaido was examined from June 1982 to November 1983. Polysaccharide in the gonad were observed histochemically by the method of Periodic Acid Schiff (PAS) reaction. The results were summarized as follows.

1. The gut content index reached to a maximum in April at 2-m depth and in May at 10-m depth. From July to November, the gut content index and gonad index at both stations showed reciprocal tendency.
2. The test weight index reached to a maximum in January at 2-m depth. At 10-m depth, it showed little change and was lower than that at 2-m depth in all seasons.
3. The PAS reaction of the gonad at recovering-mature stage was intensely positive at both stations but it was weak soon after spawning.
4. In both sexes, nutritive cells usually grew in size and stored nutrients for use during gametogenesis in PAS-positive, eosinophilic globules as cytoplasmic glycogen. As gametes became numerous in testes and ovaries, the globules within the cytoplasm of nutritive cells decreased in number and the PAS reaction became weak. After spawning, the nutritive cells shrank and lost their nutrient reserves.

ウニ類の体内に摂取された食物は、基礎代謝や活動のために必要なエネルギーとしてまず消費され、余剰のエネルギーは体構成物質の補充と増生に向けられる。エゾバフンウニ *Strongylocentrotus intermedius* では、これらのエネルギー転換が明らかにされ、成体個体の体成長、生殖巣成長、放卵・放精などにかかわる物質代謝には、周期的な年変化があることが明らかにされている^{1,2)}。

著者らは第1報で、福島町浦和地先の水深2 mと水深10 mに生息するキタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* の生殖巣の季節的变化について報告した。

キタムラサキウニの生殖巣の成長ならびに体成長と、これらを支えている摂餌活動の年周期を知るため、各月に両調査点で、消化管内容物重量と殻重量を調べた。また、摂食された食物から生殖巣の栄養細胞に蓄積された栄養物質を組織化学的に調べた。ここでは、これらの調査から若干の知見が得られたので報告する。

本研究の取りまとめの機会を与えられた東北大学農学部教授野村正博士に厚く御礼申し上げる。また調査に際し、終始御協力いただいた釧路東部地区水産技術普及指導所佐々木善則普及員、日高東部地区水産技術普及指導所加藤剛主任、福島町役場小林清係長ならびに福島町漁業協同組合の関係各位に深く謝意を表す。

材 料 と 方 法

第1報と同一材料について、殻径、殻高、消化管内容物重量と殻重量を計測した(単位cm, g 湿重量)。

これらの計測値から、消化管内容物指数と殻重量指数を下記の式から算出した。ただし、殻重量には口器の重量も加えた。

$$\text{消化管内容物指数} = \text{消化管内容物重量} \times 10 / (\text{殻径})^2 / \text{殻高}$$

$$\text{殻重量指数} = \text{殻重量} \times 10 / (\text{殻径})^2 / \text{殻高}$$

両調査点のキタムラサキウニの各成熟過程における栄養の蓄積状態を知るため、生殖巣小片をパラフィン包埋し、4 μm厚の切片を作製した。これらの切片を、マクマヌスの過ヨウ素酸・シッフ反応(PAS法)により染色した。また同時に唾液消化試験を行い、グリコーゲンの検出を行った。

結 果

1. 消化管内容物指数と殻重量指数の季節的变化

両調査点のキタムラサキウニの消化管内容物指数と殻重量指数の季節的变化を、生殖巣指数と対比してFig. 1に示した。

St. A の消化管内容物指数は1982年8月から11月まで上昇し、12月から2月の冬期間にはほぼ横這いに推移した。その後指数値は上昇し、4月上旬に1.4と最も高い値を示したのち下降し、8月下旬に0.5と最も低かった。St. B の消化管内容物指数は9月から上昇し、12月に一時下降したものの再び上昇し、St. A より約1カ月遅れた5月下旬に1.4と最も高かった。その後指数値はSt. A と同様に下降し、8月下旬に0.5と最も低かった。両調査点の消化管内容物指数と生殖巣指数とは、卵と精子が形成され、それらの放出が行われる7月から11月にかけて逆の変化を示した。生殖巣指数は8月を除く各月で、St. A がSt. B よりも高い値で推移した。これに対して消化管内容物指数は、1982年6月と1983年5月から7月にかけてSt. B がSt. A よりも高く、他の月では両調査点で顕著な差はみられなかった。

殻重量指数はSt. A で1982年6月から8月下旬にかけて下降した。その後、指数はばらつきがあるものの消化管内容物指数と同様に上昇し、生殖巣指数が最も低い1月下旬に4.4と最も高かった。2月以降、指数値は漸減し、8月下旬に3.9と低かった。St. B の殻重量指数は周年St. A のそれよりも低く、季節的な変動が小さく、顕著な周期性はみられなかった。

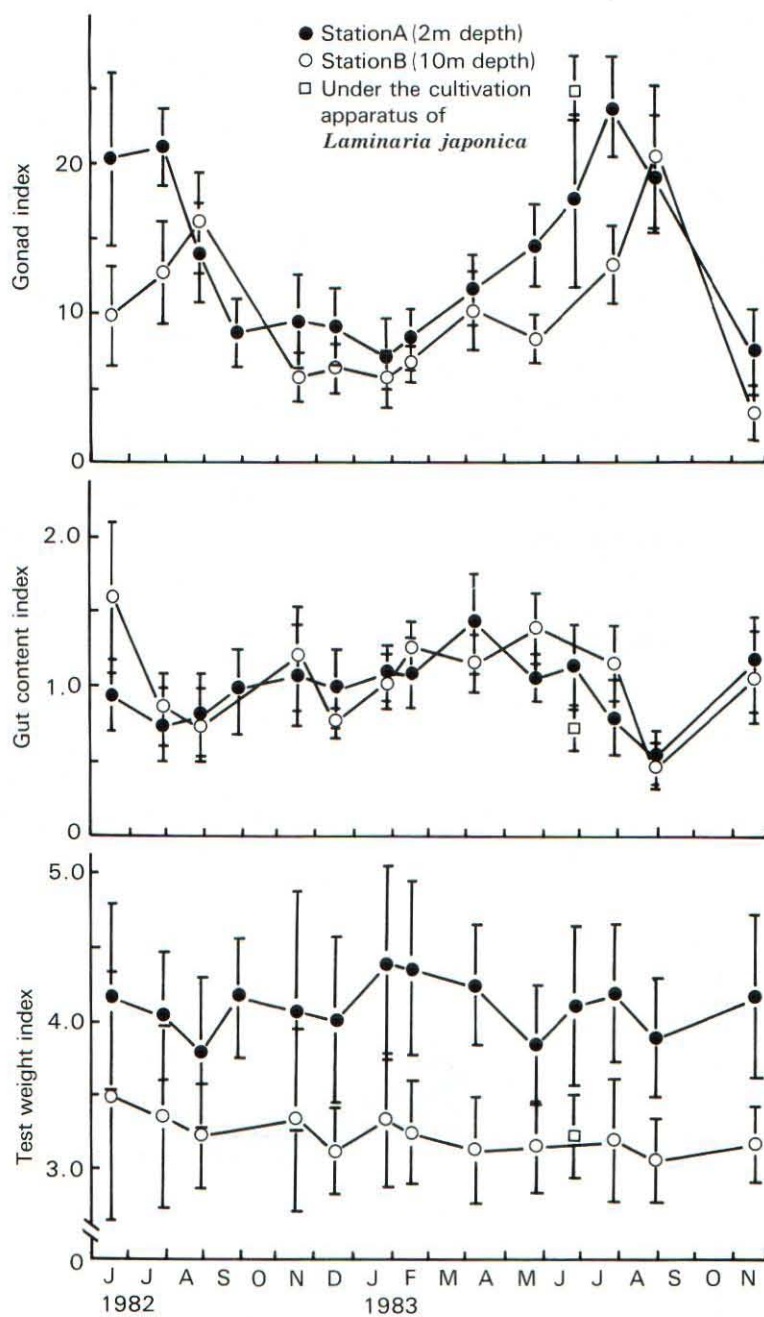


Fig. 1. Seasonal changes of gonad index, gut content index and test weight index at each station (A and B). Each vertical bar indicates standard deviation.

2. 生殖巣の多糖類の検出

両調査点のキタムラサキウニの生殖巣の成熟過程に対応したPAS反応の結果をPlate 1 に示した。

PAS反応は両調査点で放出期直後に弱く、それ以外の時期には強い陽性を示した。この反応は、生殖巣中の栄養細胞で特に強く、栄養細胞中に多量の多糖類が存在することを示した。これらの多糖類は、唾液による消化試験によって消失しないグリコーゲン以外のものも多量に存在した。栄養細胞は生殖巣の発達に伴って小型となり、量的に減少し、放出期以後から成長期に至る間にグリコーゲンをはじめとして、多くの多糖類を蓄積して肥大した。

考 察

両調査点のキタムラサキウニの消化管内容物指数は、St. A で4月に、St. B で5月に最も高かった。この時期の生殖巣は回復期から成長期へと移行し、量的な増大が始まる時期と一致した。このことは、摂食された餌料は主に生殖巣の増大に転換されることを示唆している。その後、7月から8月まで、生殖巣指数の上昇に対して消化管内容物指数は下降した。このような変化は、エゾバフンウニ^{2,3)}やヨーロッパオオウニ *Echinus esculentus*^{4,5)}にもみられ、生殖巣が成熟すると摂餌量が逆に減少することを示している。両調査点の消化管内容物指数の最高値に達する时期的なずれは、第1報で述べたように着生海藻が周年少ないことから、流れ藻や養殖コンブなどの供給される量や時期に左右されることが考えられる。また生殖巣指数の最高値に達する時期も、St. B がSt. A よりも遅かった。このことは、卵と精子の形成前の摂餌量が、生殖巣の量的に発達する時期を左右することも考えられる。いずれにしても、キタムラサキウニの摂餌量と消化管内容物指数の整合性を検討し、摂餌と成熟の関係を明らかにすることが必要である。

エゾバフンウニは大型個体ほど殻重量指数が低下することが報告されている³⁾。同様な傾向は、1984年2月に当地先で調べたキタムラサキウニにもみられた(Fig. 2)。このことは殻の重量が殻内の体積の増大に対して相対的に減少することを示している。これらのことから、大型個体の多いSt. B の殻重量指数が、St. A のそれよりも周年低く推移したものと判断される。当地先のキタムラサキウニの成長は、北海道日本海沿岸、太平洋沿岸そして青森県沿岸における例と比較して著しく遅いことが報告されている⁶⁾。しかも本研究で用いたキタムラサキウニは、第1報で示したように両調査点で大部分が6歳以上と高齢なために、年間の成長率が低いものと想定される。消化管内容物指数はSt. A で産卵後再び上昇し、これに伴い

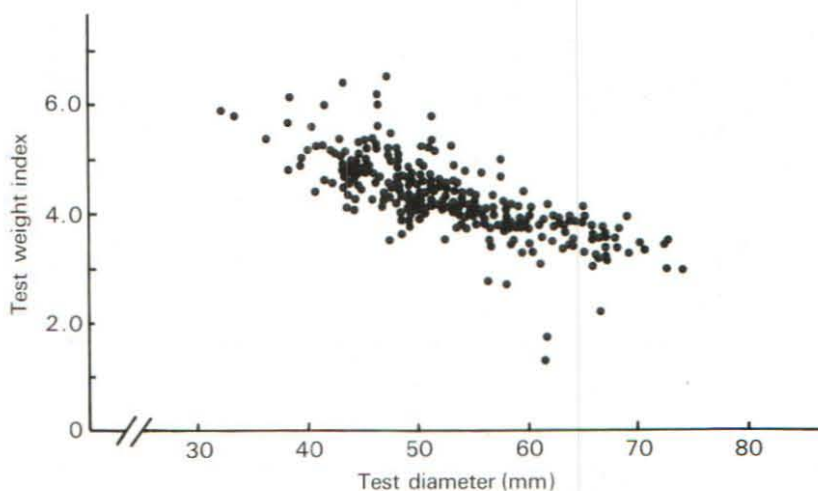


Fig. 2. Relationship between test diameter and test weight index at Urawa area.

殻重量指数も上昇し、1月下旬に最も高かった。このことが、この期間に摂食された餌料が、主に殻の増生に転換されたための変化であるのか今後明らかにする必要がある。

ウニは炭水化物を多く含んでいる海藻類を常食としているので、その体内には多くの炭水化物が蓄積されており、成長、成熟と放卵、放精などに必要なエネルギー源として利用され、成熟期の生殖巣中に蓄積された炭水化物の内、グリコーゲンは約60%の含有量を示すことが報告されている⁷⁾。これらのグリコーゲンは、アメリカムラサキウニ *Strongylocentrotus purpuratus* では、消化管壁に貯蔵されると報告されている⁸⁾。キタムラサキウニではPAS反応の結果、生殖巣中の栄養細胞中にもグリコーゲンが多量に存在することが明らかとなった。これら栄養細胞は生殖巣の成熟に伴って小型となり、量的な減少を示す。このことは卵と精子の形成に必要なエネルギー源として、貯蔵されている栄養物質が消費されることを示している。栄養細胞は、このように生殖生理との関連を有することは明らかであるが、今後食物の質、量など栄養生理面との関連性を解明することも必要であると考えられる。

要 約

1982年6月から1983年11月まで、福島町浦和地先の水深2mと水深10mの2調査点で、キタムラサキウニの消化管内容物指数と殻重量指数の季節的变化を調べた。また生殖巣中の多糖類をPAS法により組織化学的に観察した。得られた結果は次の通りである。

1. 消化管内容物指数は水深2mでは4月、水深10mでは5月に最高値に達した。両調査点のキタムラサキウニの消化管内容物指数と生殖巣指数は、7月から11月にかけて逆の変化を示した。
2. 殻重量指数は水深2mで1月に最高値に達した。水深10mのキタムラサキウニの殻重量指数は季節的な変動が小さく、周年水深2mのものよりも低かった。
3. 両調査点のキタムラサキウニの生殖巣のPAS反応は放出期直後に弱く、それ以外の時期には強い陽性を示した。
4. 生殖巣中の栄養細胞は生殖巣の成熟に伴って小型となり、量的な減少を示し、放出期以後から成長期に至る間にグリコーゲンをはじめとした多糖類を蓄積して肥大した。

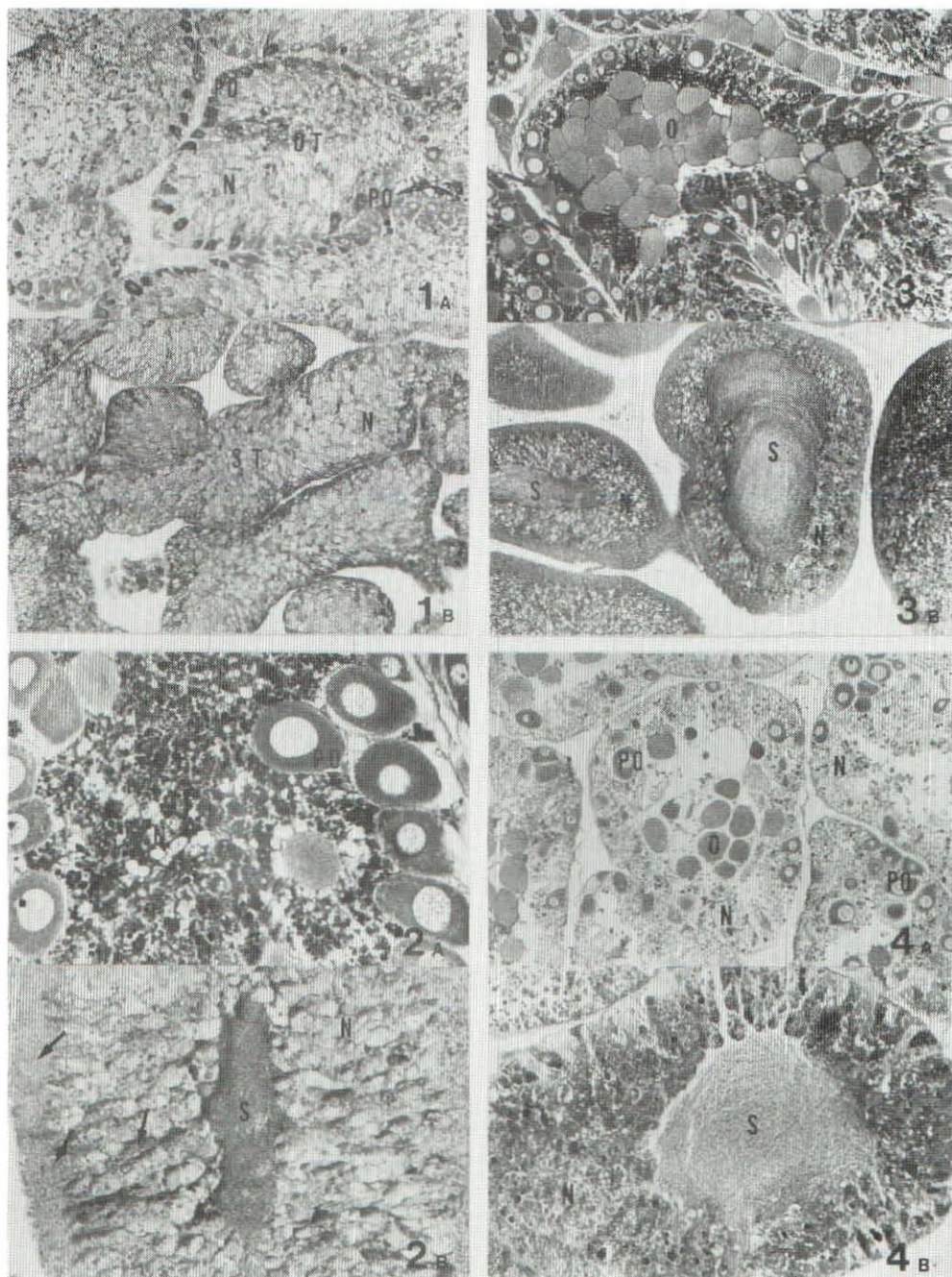
文 献

- 1) 富士 昭 (1963) ウニ増殖に関する研究 日本水産学会 (シンポジウム議事録) 127—136.
- 2) FUJII, A. (1967) Ecological studies on the growth and food consumption of Japanese common littoral sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* (A. AGASSIZ). *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 15: 83—160.
- 3) 川村一広 (1965) 礼文島船舶のエゾバフンウニの生態について 第2報 北水試報 3 19—38.
- 4) NICHOLS, D., BISHOP, G. M. & SIME, A. A. T. (1982) An annual reproductive and nutritional cycle of the European sea urchin *Echinus esculentus* in the Plymouth area. *Echinoderms: Proceedings of the International Conference, Tampa Bay*. 451—456. J. M. Lawrence, Rotterdam A. A. Balkema.
- 5) NICHOLS, D., BISHOP, G. M. & SIME, A. A. T. (1985) Reproductive and nutritional periodicities in population of the European sea-urchin, *Echinus esculentus* (Echinodermata: Echinoidea) from the English Channel. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 65: 203—220.
- 6) 吾妻行雄・元谷 怜・佐々木善則・加藤 剛 (1986) 福島町浦和におけるキタムラサキウニの生態 北水試月報 43 (7—9) 126—136.
- 7) 三輪勝利 (1966) ウニの生化学的研究 I. ウニ生殖巣の成熟と栄養源の消長 北水研報告 31 73—88.

- 8) LAWRENCE, J. M., A. L. LAWRENCE & A. C. GIESE (1966) Role of the gut as a nutrient storage organ in the purple sea-urchin (*Strongylocentrotus purpuratus*). *Physiol. Zool.*, 39: 281-290.

Plate 1. Micrographs showing PAS reaction at each gonad stage in *Strongylocentrotus nudus* from southern Hokkaido. Explanation of figures.

- 1A : Ovarian tubules (OT) at recovering stage to early growing stage of the sexual cycle. Nutritive cells (N) and the cytoplasm of primary oocytes (PO) are PAS-positive. $\times 48$
- 1B : Seminiferous tubules (ST) at same stage as 1A. Nutritive cells (N) are PAS-positive. $\times 48$
- 2A : Ovarian tubule at growing stage of the sexual cycle. Nutritive cells (N) and the cytoplasm of primary oocytes (PO) are PAS-positive strongly. $\times 120$
- 2B : Seminiferous tubule at the same stage as 2A. The seminiferous tubule contains comparatively large numbers of primary, secondary spermatocytes and spermatids (arrows), and even spermatozoa (S) at the inter-nutritive cells are formed. Nutritive cells (N) are PAS-positive. $\times 120$
- 3A : Ovarian tubule at late growing stage to mature stage of the sexual cycle. The PAS reaction of the perinuclear portion (arrows) in the primary oocytes is intense, while in larger ova (O) it is not intense. Nutritive cells (N) are also PAS-positive. $\times 48$
- 3B : Seminiferous tubules at the same stage as 3A. The central part of the seminiferous tubules is filled with a large number of matured spermatozoa (S). Nutritive cells (N) are PAS-positive strongly. $\times 48$
- 4A : Ovarian tubules at spent stage of the sexual cycle. Spawning is characterized by the shrinkage and looseness of the ovary from which large number of the ova have already been discharged. Only ova (O) and primary oocytes (PO) can be seen in the ovarian tubules. Nutritive cells (N) are PAS-positive very weakly. $\times 48$
- 4B : Seminiferous tubule at the same stage as 4A. The seminiferous tubule is shrunk and loosened as a result of discharging large quantities of spermatozoa in the same way as ovaries. Spermatozoa (S) left are seen in the center of tubule. Nutritive cells (N) are PAS-positive weakly. $\times 120$



石狩湾における底生魚類の生産構造

第1報 春季における底生魚類の群集構造と分布様式の類型化

富永 修・小池幹雄・田村貞樹・三宅博哉
・三原行雄

1984~1987年の4~5月に、石狩湾で水深別に底生魚類を採集し、群集の構造特性を検討した。またクラスター分析、主成分分析および因子分析により出現魚種の分布様式の類型化を試みた。当海域ではスナガレイ、マガレイ、ソウハチおよびヒレグロの4種のカレイ類が主要構成種である。4種のカレイ類の密度は水深21~40mで高いが、深くなるにつれて低下する。そのため各魚種の組成が平均化して41m以深では群集の多様度が高くなる。主成分分析と因子分析は各クラスターの解釈を行える点で有効である。主成分分析によると底生魚類の分布様式は、浅い海区で組成割合の高い魚種、深い海区で組成割合の高い魚種、各海区で組成割合がほぼ一様の魚種と著しく組成割合の低い魚種に大きく類型化される。

A 144 北水試研報 30 1-18 1988

道東沖で漁獲された超大型サンマの生物学的特性

今 井 義 弘

1985年9月 道東太平洋海域で棒受網漁船により漁獲された超大型サンマの魚体各部、鰭条数、脊椎骨数、耳石形状および鱗相を調べた。このサンマは体長38.2cmで、流網漁業時代に漁獲された超大型サンマに相当し、1949年以降の棒受網漁業時代における本種の最大体長記録と考えられた。体長に対する体高の割合と背鰭および臀鰭の鰭条数と小離鰭数は、それぞれ秋季に北西太平洋で漁獲されるサンマの特性値とほぼ一致した。また肥満度が低く、精巣も成熟していたことから、道東沖から三陸沖にかけて分布する29.0~31.0cmの大型サンマと同じ成熟過程にあり、脊椎骨数、耳石形状および鱗相も、鱗の外縁付近を除きこの大型サンマとほぼ一致した。超大型サンマは年齢的には大型サンマと同じで、体長26.0~28.0cm以降に急激に成長したものと考えられた。

A 146 北水試研報 30 25-32 1988

北海道北部海域におけるスルメイカの生態

第1報 冬期に沿岸域でサクラマスに捕食される幼体スルメイカについて

田 中 祐 志

1987年2月上旬の利尻島沿岸(水温2.6~3.9℃)と同年2月下旬の積丹半島沿岸(水温5.4~5.8℃)で漁獲されたサクラマスの胃中から、幼体スルメイカ(外殻長26~60mm)が見いだされた。これは、日本海における幼体スルメイカの分布域の最北記録となる。また、前者の海域の水温は、幼体スルメイカの生息水温の最低記録となる。また、後者の海域におけるサクラマスの測定資料(12~3月、1976~1987年)には、1月中旬~3月中旬(とくに2月下旬)に、胃内容物として、スルメイカと思われる幼体イカ(外殻長27~60mm)が記録されていた。これらのスルメイカは、孵化後20日~2か月と推定された。これらのことから、スルメイカは冬期に北海道西部海域で産卵する可能性が高い。

A 145 北水試研報 30 19-23 1988

キタムラサキウニの生殖周期と餌料摂取について 第1報 生殖巣の季節的变化

吾妻行雄・元谷 伶・菅原義雄

1982年6月から1983年11月まで、福島町浦和地先の水深2mと水深10mに生息するキタムラサキウニの生殖巣の季節的变化を調べた。

生殖巣指数は水深2mでは7月に、水深10mでは8月に最高値に達した。生殖巣は、両調査点で1月から5月に回復期から成長期へ、6月から8月に成長期から成熟後期へ移行し、9月下旬に放出期となった。卵または精子の放出後の生殖巣は、雌では残存卵の分解、再吸収と栄養細胞の修復が行われ、雄では栄養細胞内に特殊な顆粒が多数出現した。両調査点のキタムラサキウニは9月から10月にかけて産卵し、この海域の産卵盛期は9月中旬であった。

A 147 北水試研報 30 33-41 1988

キタムラサキウニの生殖周期と餌料摂取について
第2報 消化管内容物量と殻重量の季節的变化

吾妻行雄・菅原義雄

第1報と同一材料のキタムラサキウニの消化管内容物指数と殻重量指数の季節的变化を調べた。また生殖巣中の多糖類をPAS法により組織化学的に観察した。

消化管内容物指数は水深2 mでは4月に、水深10 mでは5月に最高値に達した。消化管内容物指数と生殖巣指数は7月から11月にかけて逆の変化を示した。水深2 mの殻重量指数は1月に最高値に達した。水深10 mの殻重量指数は季節的な変動が小さく、周年水深2 mのものよりも低かった。生殖巣のPAS反応は放出期直後に弱く、それ以外の時期には強い陽性を示した。生殖巣中の栄養細胞は生殖巣の成熟に伴って小型となり、量的な減少を示し、放出期以後から成長期に至る間にグリコーゲンをはじめとした多糖類を蓄積して肥大した。

A148 北水試研報 30 43-49 1988

北海道立水産試験場

北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)	046 余市郡余市町浜中町238 (Yoichi, Hokkaido 046, Japan)
北海道立函館水産試験場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	042 函館市湯川町1-2-66 (Yunokawa, Hakodate, Hokkaido 042, Japan)
北海道立函館水産試験場室蘭支場 (Muroran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	051 室蘭市舟見町1-133-31 (Funamicho, Muroran, Hokkaido 051, Japan)
北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)	085 釧路市浜町2-6 (Hamacho, Kushiro, Hokkaido 085, Japan)
北海道立網走水産試験場 (Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	099-31 網走市鱒浦31 (Masuura, Abashiri, Hokkaido 099-31, Japan)
北海道立網走水産試験場紋別支場 (Monbetsu Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	094 紋別市港町7 (Minatomachi, Monbetsu, Hokkaido 094, Japan)
北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)	097 稚内市宝来4-5-4 (Horai, Wakkanai, Hokkaido 097, Japan)
北海道立栽培漁業総合センター (Hokkaido Institute of Mariculture)	041-14 茅部郡鹿部町字本別539-112 (Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan)

昭和63年3月28日 印刷

昭和63年3月31日 発行

編集兼
発行者

北海道立中央水産試験場
北海道余市郡余市町
電話 0135(23)7451代

印刷所

三陽印刷株式会社
札幌市西区手稲東3北2の3
電話 011(661)2311代