

# 北海道東部太平洋海域におけるスケトウダラの年齢別分布水深

志田 修\*

Age-dependent bathymetric pattern of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, off the Pacific coast of eastern Hokkaido

Osamu SHIDA\*

The distribution of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, off the Pacific coast of eastern Hokkaido was examined using data from echo-integration and trawl surveys conducted in May and November 1997. Acoustic data were collected using a quantitative Furuno FQ-70 (50kHz) echo-sounding system during the day. Walleye pollock were distributed in waters shallower than 300 m with temperatures ranging from 0 to 9°C. Pollock aggregations consisting of 1 or 2 age groups of fish were located in continuous bands along isobaths. A trend to increasing age and size of pollock further offshore was obvious. Briefly, age 0 to 2 fish were distributed mainly in the continental shelf region (<150 m), age 2 fish in November and age 3 fish were located from the continental shelf to the slope region, and age 4 and older fish were distributed mainly in the slope region (>150 m). The water temperature in the shelf region changed from 0-1°C in May to 4-9°C in November. By contrast, the water temperature in the slope region was relatively constant at 1-4°C. I discuss this age dependence of the pollock bathymetric pattern in relation to age-specific differences in temperature preference and ontogenetic and seasonal variation in their diet.

キーワード：スケトウダラ, 道東太平洋海域, 計量魚探, 分布

## まえがき

東北部から北海道および南千島の太平洋沿岸に分布するスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*) 太平洋系群<sup>1)</sup>は日本最大のスケトウダラ資源であり、本種はTAC対象種に指定されている最重要漁業資源の一つである。太平洋系群の分布域の中で襟裳岬以東の北海道東部太平洋海域(道東海域)は、成魚の索餌場<sup>2)</sup>としてばかりでなく、漁獲加入前の若齢魚を含む未成魚の重要な育成場と考えられている<sup>3,4)</sup>。従って、太平洋系群の資源動態を明らかにするためには、当海域におけるスケトウダラの生態解明は重要な課題である。道東海域の大陸棚上は冬から春にかけて沿岸親潮水<sup>5)</sup>、夏から秋にかけては宗谷暖流変質水<sup>6)</sup>が出現し、大陸斜面上は周年親潮水に覆われる<sup>7)</sup>。これらの水塊は道東海域に水温、塩分等種々の環境条件の空間的、季節的な変化をもたらすことが報告されている<sup>8)</sup>。このような環境変化はスケトウダラの分

布などにも影響を与えるものと推察されるが、道東海域におけるスケトウダラの生態研究は少なく、季節ごとの分布についても断片的に知見が得られているにすぎない。

近年、北海道周辺海域では計量魚群探知機(計量魚探)を用いて、スケトウダラ産卵親魚を対象とした分布特性や現存量推定に関する研究<sup>9,10)</sup>が行われ、スケトウダラの分布や現存量推定において有用な機器であることが示されている。そこで本研究は、道東海域に分布するスケトウダラの生態学的知見の収集を目的として計量魚探およびトロール調査を行い、道東海域の春と秋季におけるスケトウダラの年齢別分布水深の特徴を明らかにするとともに、分布に影響を与える要因について考察した。

## 方法

計量魚探およびトロール調査は、水深50-500 mの道東海域において、1997年の5月および11月の2回、北海道立釧路水産試験場所所属試験調査船北辰丸(214 t)を

報文番号 A360 (2002年7月22日受理)

\*北海道立函館水産試験場室蘭支場 (Muroran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Funami-cho, Muroran, Hokkaido 051-0013, Japan)

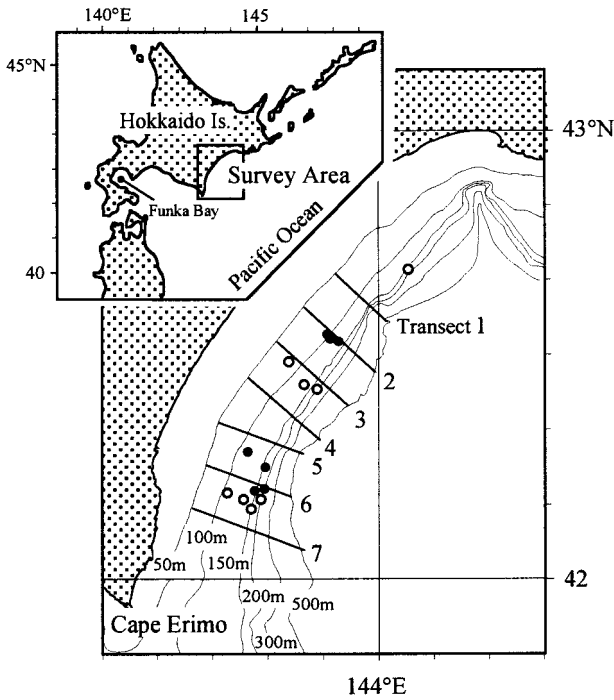


Fig.1 Map showing the acoustic transect lines (solid lines) and trawling stations used in May (open circles) and November (closed circles).

使用して実施した (Fig. 1)。調査は、日出から日没までの時間帯に行った。

音響データは計量魚探 FQ-70 (古野電気: 50kHz) を用い、100 m 等深線に垂直に、6 マイル (11.1km) 間隔で設定した 7 本のトランセクト上を 8 kt で航走しながら収集した。データの収集範囲は深度 10 から 500 m とし、0.1 マイル (185.2 m) 平均の SV 値 (dB: 体積後方散乱強度) を収録した。FQ-70 の主な設定値は Table 1 に示した。また、音響データ収録中に観察された魚群反応は、その形状 (L: Fish in demersal layers 層状, A: Fish in aggregations 薄い雲状, S: Fish in schools 濃い塊状)<sup>11)</sup> を基本として、分布水深、深度および水温によりタイプ分けした。計量魚探は調査開始前にハイドロフォン校正を施した。また、5 月はトランセクト 2 および 6、11 月は 3 および 6 上において CTD による水温、塩分観測を実施した。

計量魚探調査後、観察された魚群反応の魚種判別およびスケトウダラの生物データを収集するため、魚群反応タイプごとにトロールによるサンプリングを行った。過年度に実施した予備調査では魚群反応の多くが日中海底付近に分布していたことから、調査には着底トロール網 (コード内張り 13mm) を使用し、魚群反応が海底から離れている場合には、ワーブ長と船速を調整して離底曳網した。また、トロール網の網口にネットレコーダーを装着し、曳網水深と網高をモニターした。曳網時の網口高

Table 1 Summary of the parameters used for acoustic observations.

|                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| Frequency            | 50kHz             |
| Pulse duration       | 1.8msec           |
| Threshold            | -70dB             |
| Integration interval | 0.1 nautical mile |
| Attenuator           | 20dB              |
| Bottom search        |                   |
| Threshold            | -30dB             |
| Gate                 | 5 m               |
| Bottom offset        | 1.5 m             |

さは 2 ~ 3 m、曳網速度は 2 ~ 3 kt、曳網時間は 10 ~ 40 分であった。トロール調査の採集物は船上で種別に分けて重量を測定し、スケトウダラは網ごとにランダムにサンプルを抽出して -20°C で凍結し、陸上に持ち帰った。また、スケトウダラ採集物にサイズのばらつきが大きい場合には、層化抽出を行った。

持ち帰ったスケトウダラは陸上の研究室において解凍後、ランダム抽出の場合には 100 尾、層化抽出の場合には各サブサンプルについて 20 ~ 100 尾の尾叉長を 0.1 cm 単位で測定し、年齢査定のために耳石を採取した。耳石はブレイク・バーン法<sup>12)</sup>により処理して実体顕微鏡下で透明帯の終わりの輪数を計数し、年齢の基準日を 4 月 1 日として年齢に読みかえた。各魚群反応タイプのスケトウダラ平均尾叉長および年齢組成は、同一タイプの魚群反応から得られたサンプルごとに曳網時間あたりの採集尾数で重み付けして算出した。

音響データからの年齢別分布密度の推定は、0.1 マイルを EDSU (Elementary Distance Sampling Unit) として以下のように行った。まず、収録した EDSU ごとの平均 SV 値をノイズや海底誤認による異常値を含む層のデータを取り除き、(1) および (2) 式により面積後方散乱係数:  $S_A$  ( $/m^2/nmi^2$ ) に変換した。

$$Sv = 10^{\frac{SV}{10}} \dots (1)$$

$$S_A = 1852^2 \times 4\pi \int_{z=r_2}^{z=r_1} Sv dz \dots (2)$$

ここで、 $z$  は深度 (m)、 $r_1$  および  $r_2$  は積分層の上限および下限深度 (m) を表す。

次に、各 EDSU を魚群反応のタイプごとに分け、年齢ごとの密度 ( $D$ : 尾/ $m^2$ ) を (3) 式により算出した。

$$D_{ij} = \left( \frac{S_A}{\langle \sigma_i \rangle} \right) \times F_{ij} \times \frac{1}{1852^2} \dots (3)$$

ここで、 $F_{ij}$ はトロール調査から得られた魚群タイプ*i*のサンプルにおけるスケトウダラ*j*歳魚の比率を表す。また、魚群タイプ*i*の平均音響散乱断面積 $\langle \sigma_i \rangle$ は、Simmonds *et al.*<sup>13)</sup>に従い、各魚群タイプのスケトウダラについて得られた尾叉長組成を用いて(4)、(5)式により算出した。

$$TS_{ik} = 20 \text{Log}(FL_{ik}) + TScm \dots (4)$$

$$\langle \sigma_i \rangle = 4\pi \sum_k f_{ik} \times 10^{\frac{TS_{ik}}{10}} \dots (5)$$

ここで、 $FL_{ik}$ は魚群タイプ*i*における*k*番目の体長階級の間値、 $f_{ik}$ は*k*番目の体長階級に属する個体数の割合を示す。 $TScm$ はFoot and Traynor<sup>14)</sup>およびMiyanohana *et al.*<sup>15)</sup>に従い、-66とした。

**結果**

**1. 調査海域における水温および塩分の鉛直分布**

トランセクト上の水温塩分鉛直分布を Fig. 2 に示し

た。

**5月調査**

大陸棚上（水深150m以浅）に水温0～2℃，塩分33.0 P S U未満の低温，低塩分水が分布していた。一方，水深150m以深の大陸斜面上は水温1～3℃，塩分33.0以上であった。また，トランセクト2上においては，0～1℃の寒冷な水が水深150～200mの斜面域を占めていた。

**11月調査**

調査海域の表層（水深0～30m）水温は9～10℃であった。大陸棚上の水深50mにおける海底付近の水温は9℃で，水深が増すごとに徐々に水温が低下し，大陸棚外縁部（水深150m）では4℃となった。大陸棚上の塩分は33.2～33.4 P S Uと5月より高かった。大陸斜面上の水温，塩分は2～4℃および33.1 P S Uと5月とほぼ同様の値であった。

**2. 魚群反応の分類**

5月および11月調査で得られたエコグラムを Fig. 3 に示した。エコグラム上で魚群反応が調査海域の広い範囲に観察された。これらの反応は，分布水深，深度および水温により5月調査では3，11月調査では5つのタイプに分類された。各タイプの反応の特徴と分布域を，分布水深の浅い順に以下に示す。

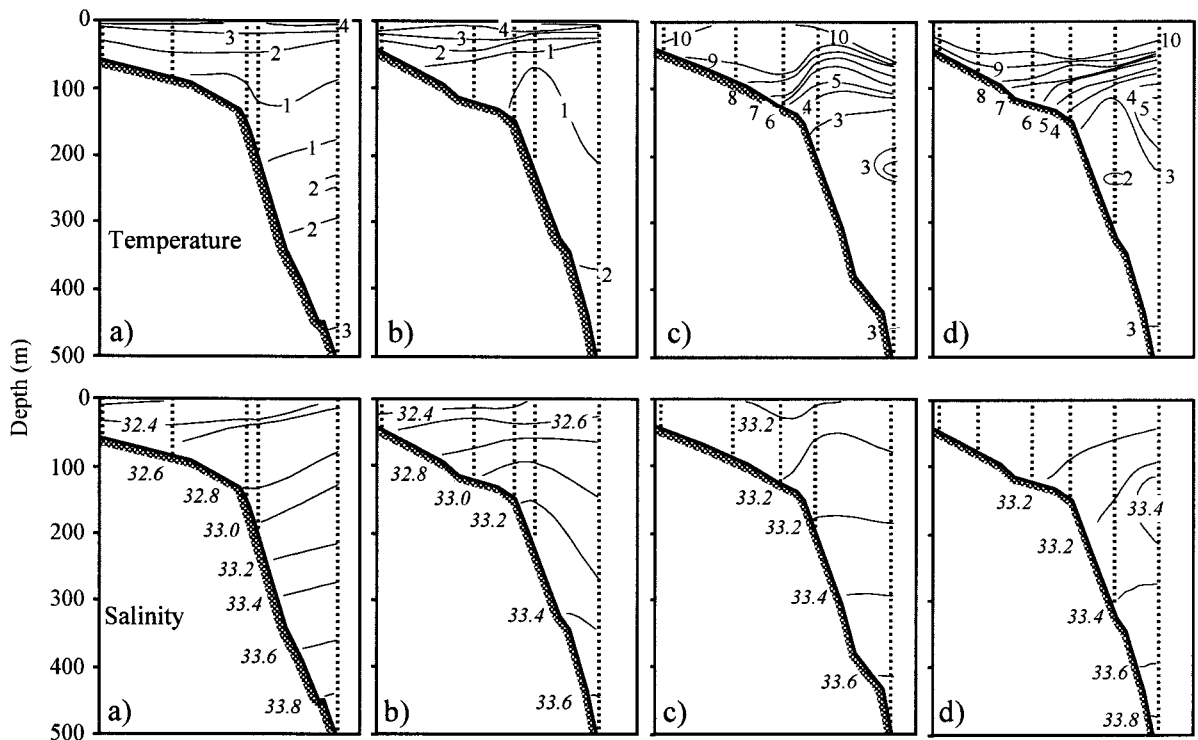


Fig.2 Vertical water temperature and salinity profiles along transects in May and November. Vertical dotted lines show the sampling stations: a) transect 2 in May, b) transect 6 in May, c) transect 3 in November, and d) transect 6 in November.

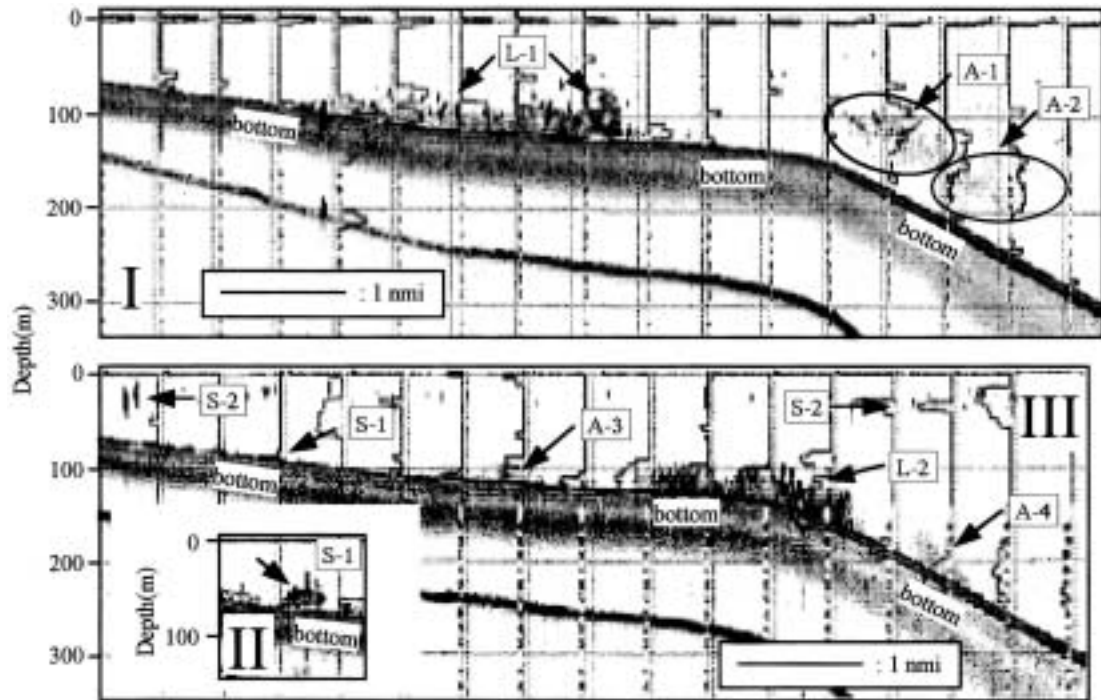


Fig.3 Echograms collected along transect 6 in May (I) and transects 3 (II) and 6 (III) in November, showing representative echosign types. L: fish in demersal layers, A: fish in aggregations, S: fish in schools.

#### 5月調査

L-1: 水深70~150mの大陸棚上において、トランセクト上で長さ数マイルにわたって続いていた層状の強い反応をL-1とした。これらの反応は海底付近または海底に接して分布しており、その分布水温は0~2℃の範囲にあった。このタイプの反応は、全てのトランセクト上で観察され、トランセクト1および2上では、反応が大陸斜面域まで続いていた。

A-1: L-1反応の沖側、水深150~200mの大陸斜面の海底付近に観察された薄い雲状をA-1とした。このタイプの反応は、トランセクト3~7において観察され、その分布水温は1~2℃であった。

A-2: トランセクト4, 6および7上において、A-1反応の沖側の水深200~300m海域に分布する雲状反応をA-2とした。

#### 11月調査

S-1: 水深70~100mの海底付近には、濃い塊状の反応が観察され、これをS-1とした。これらの反応は、海底付近または海底に接して分布しており、その分布水温は8~9℃であった。

A-3: 水深100~120mの海底付近に分布する薄い雲状の反応をA-3とした。これらの分布水温は、6~8℃の範囲にあった。

L-3: 水深120mの大陸棚上から大陸外縁部および大陸斜面域にかけて観察された強い層状の反応をL-3とした。L-3反応は、トランセクト上で長さが数マイル程度あり、トランセクト7では水深200m海域まで続いていた。反応は海底に接しており、その分布水温は、2~7℃であった。

A-4: L-3反応の沖側には薄い雲状の反応が分布しており、その分布水深は150~300m、分布水温は2~4℃の範囲にあった。これらはA-4とした。

S-2: 調査海域の全域にわたり、海面から深度50mまでの表層域に分布した濃い塊状の反応をS-2とした。S-2の分布水温は9~10℃であった。

11月調査で観察された各反応タイプは、全てのトランセクト上で観察された。

#### 3. トロールサンプリングによる魚種確認とスケトウダラの尾叉長および年齢組成

トロールサンプリングは、5月の調査において観察されたL-1およびA-1, 2の魚群反応についてそれぞれ4, 2および1回、11月の調査においては、S-1およびA-3について各1回、L-3は4回、A-4は2回行われた。L-1から得られた2回の離底曳網の採集

物は全てスケトウダラであった。また、S-2を除く反応タイプについて行った着底曳網の採集物は、計量魚探でデータの収集ができない海底付近に分布するカレイ類、カジカ類およびトクビレ類を除くと、99.9%がスケトウダラであった。これらの結果から、S-2以外の魚群反応はスケトウダラに由来するものと判断された。

一方、11月調査において調査海域の表層に広く観察されたS-2反応については、トロールサンプリングを行わなかったが、その形状および分布深度、水温から判断

してカタクチイワシ (*Engralius japonicus*) と推定された<sup>16)</sup>ので、以後の解析から除外した。

スケトウダラと判断された魚群反応の  $S_A$  ( $/m^2/nmi^2$ ) 値の分布を Fig.4および5に示した。魚群反応は、水深50~300mの範囲に観察され、それ以深では観察されなかった。エコグラム上で各タイプに識別された魚群反応は、 $S_A$  ( $/m^2/nmi^2$ ) 値の増減と良く対応しており、魚群の切れ目を識別することが容易であった。各タイプの魚群反応を水平的に見ると、等深線に沿って帯

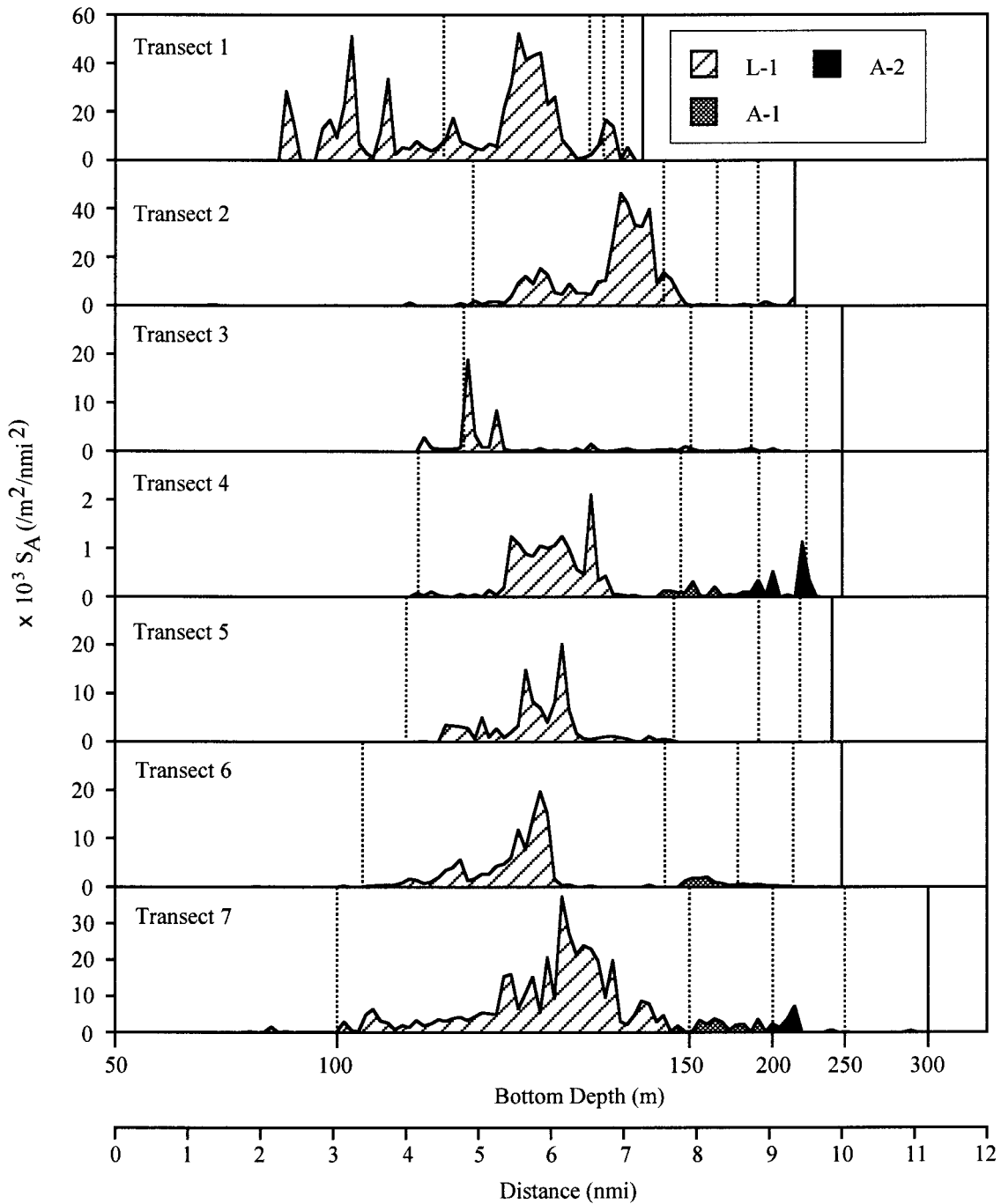


Fig.4 Distribution of  $S_A$  ( $/m^2/nmi^2$ ) for each echosign type along the transects in May. Vertical lines show the bottom depths.

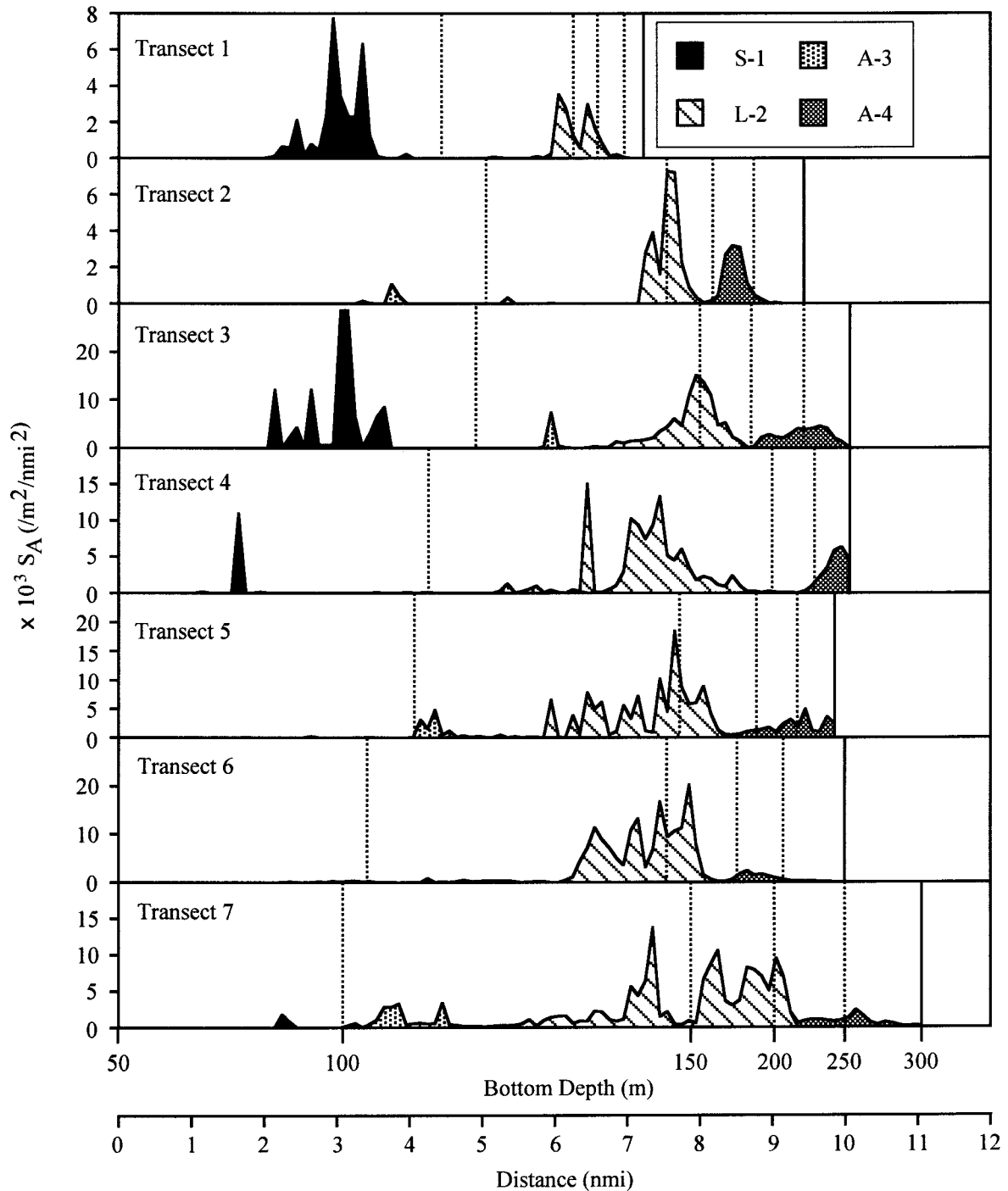


Fig.5 Distribution of  $S_A$  ( $/m^2/nmi^2$ ) for each echosign type along the transects in November. Vertical lines show the bottom depths.

状に分布していると考えられた。

各タイプの魚群からトロール網によって採集されたスケトウダラの尾叉長組成および年齢組成を Fig. 6, 7 に示した。採集されたスケトウダラは、概ね1ないし2つの年齢群によって構成されており、尾叉長組成にも1ないし2つのモードが観察された。また、5月、11月ともに採集水深の増加に伴い、年齢の高い魚の比率が大きくなる傾向が認められた。

#### 5月調査

L-1の魚群反応から得られたスケトウダラは尾叉長15および20cmに明瞭なモードを持ち、1歳魚(23%)と2歳魚(76%)によって大部分が占められていた。3歳(0.6%)および4歳以上(0.4%)の魚の比率は非常に低かった。A-1の反応から採集されたスケトウダラは尾叉長32cmにモードを持ち、3歳魚が82%と大部分を占めていた。また、4歳以上の魚の割合も16%と高かった

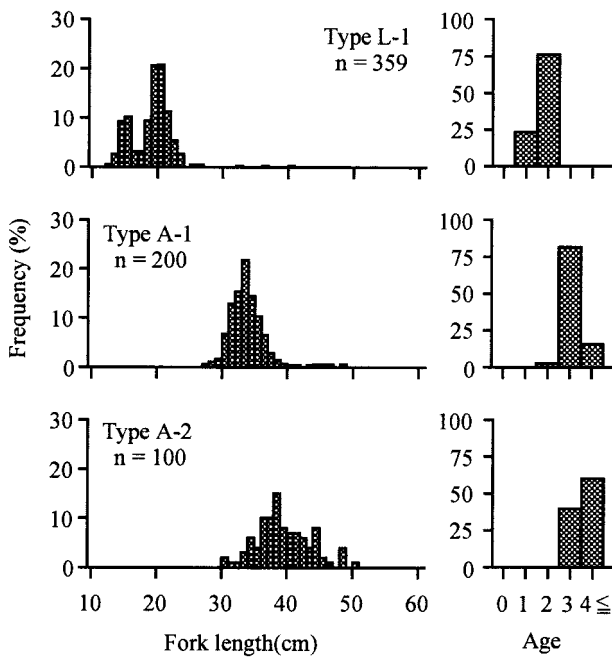


Fig.6 Fork length and age frequencies of walleye pollock collected from each echosign type in May.

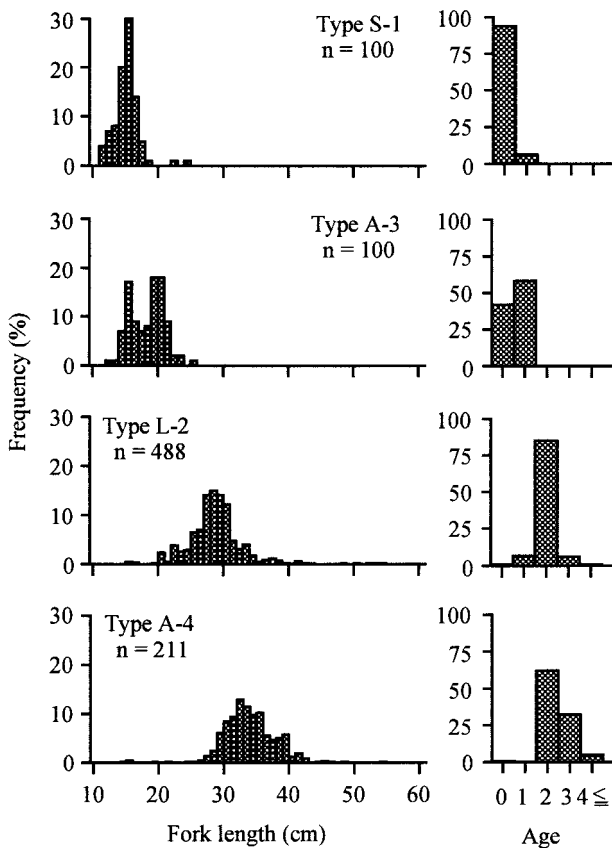


Fig.7 Fork length and age frequencies of walleye pollock collected from each echosign type in November.

が、L-1で優占していた2歳魚は2.6%と低く、1歳魚は観察されなかった。水深200m以深の海域で観察されたA-2の反応では、A-1と比較して3歳魚の比率が40%と低く、かわって4歳以上の魚が60%と高かった。

11月調査

分布水深の最も浅いS-1から採集されたスケトウダラの94%を0歳魚が占めており、尾叉長モードは15cmにあった。S-1よりやや沖側のA-3では、尾叉長モードが15および20cmに観察され、0歳魚は42%、1歳魚が58%を占めた。これら2つのタイプに2歳以上のスケトウダラは観察されなかった。大陸棚外縁部から大陸斜面にかけて観察されたL-3およびA-4の反応では2歳魚がそれぞれ85および62%と優占しており、3歳魚の比率はそれぞれ6および32%、4歳魚は1および5%であった。また、0および1歳魚の割合はそれぞれ0.9および6.9%、0.5および0.2%と非常に低かった。

4. 年齢別分布水深

魚群形状の分類とトロール調査結果に基づいて音響データから算出された年齢ごとの水深帯別平均分布密度をFig. 8に示した。0歳魚は、水深50~200mまでの範囲に分布していたが、水深75~100m帯の密度が最も高く、150m以深の海域は非常に低かった。1歳魚は水深50~300mの広い範囲に分布していたが、水深150mまでの大陸棚上における分布密度が高かった。最も分布密度が高い水深帯は、5月は125~150m、11月では100~125mにあった。2歳魚は、5月と11月で分布水深に違いが観察された。5月には、1歳魚と同様に主として水深150m以浅の大陸棚上に分布が見られたが、11月には水深150m以深の大陸棚外縁部から大陸斜面上まで分布が広がっており、最も分布密度の高い水深帯は150~175mと5月と比較して深くなっていた。3歳魚の分布は2歳の11月と同様に大陸棚外縁部から大陸斜面域にあり、最も分布密度の高い水深帯は5月、11月ともに150~175mにあった。4歳魚は両月とも主として大陸斜面域に分布しており、最も分布密度の高い水深帯は5月には200~225m、11月はやや浅く150~175mにあった。

考 察

道東海域においてスケトウダラは表層から海底付近にかけて分布することが報告されており<sup>16-18)</sup>、着底および中層トロール調査のみによって分布を定量的にとらえることは難しいと考えられる。一方、本調査結果から、道東海域ではカレイ類やカジカ類など魚探のデッドゾーンである海底直上に分布する魚を除くと魚種組成が単調でスケトウダラが優占しており、計量魚探とトロール調査

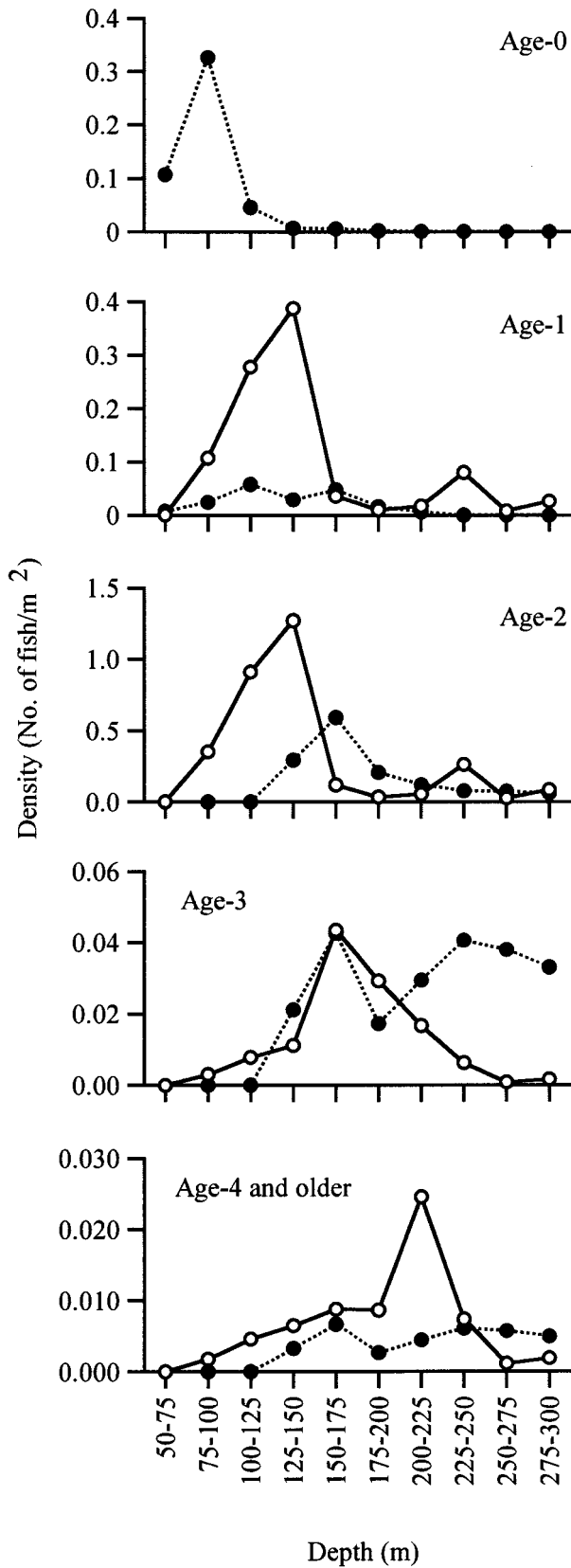


Fig.8 Relationship between density of walleye pollock and bottom depth in May (open circles and solid lines) and November (closed circles and dotted lines) off the Pacific coast of eastern Hokkaido.

を組み合わせた調査手法は当海域におけるスケトウダラの生態的知見の収集や現存量推定を目的とした調査に最も適していると判断される。

本研究においてスケトウダラは水深50~300m, 水温0~9℃の範囲に分布していた。観察された魚群反応の形状にはバリエーションが認められたが, 同一形状の反応は, ほぼ同じ水深帯に沿って分布し, 概ね1ないし2つの年齢によって構成されていた。これらのことから, 当海域のスケトウダラは1ないし2つの年齢またはサイズごとに群をつくり, 等深線に沿って帯状に分布しているものと考えられた。また, 水深の増加に伴いスケトウダラのサイズおよび年齢が増す傾向が明らかであった。即ち, 0~2歳の春までは大陸棚上(水深150m以浅), 2歳の秋および3歳魚は大陸棚から大陸斜面上かけて, 4歳以上の魚は大陸斜面上(水深150m以深)を中心に分布していた。

水深の増加に伴ってサイズや年齢が増加する傾向は, 初夏の道東海域<sup>17)</sup>および噴火湾周辺海域のスケトウダラ<sup>19)</sup>や, 他のタラ科魚類<sup>20)</sup>, また多くの底生性魚類<sup>21)</sup>でも報告されている。このような年齢と関連した分布水深の決定には, 水深に伴って変化する物理的要因, 特に魚類の代謝においてKeyとなる水温と, 餌などの生物的要因の両者が重要であると考えられている<sup>20)</sup>。

Macpherson and Duarte<sup>21)</sup>は大西洋海域における底生性魚類について, 若齢魚には餌密度が高く, 成長率の高い高水温域が, 高齢魚にとっては代謝効率が高く, より寿命が長くなる (longevity) 低水温域がそれぞれ好適であり, 年齢による分布水深の違いは, このような年齢による好適水温の違いに起因すると考察している。スケトウダラにおいても, 若齢魚期にはサイズ依存の減耗があると考えられることから<sup>3, 22)</sup>, 成長率の高い環境が好適であると考えられる。また, 飼育実験の結果から, 餌が十分にある環境下では高水温, 餌が少ない環境下では低水温で成長率が高くなることが示されており<sup>23)</sup>, 餌の量の違いによって好適水温が異なると推測される<sup>24)</sup>。一方, 成魚については2~7℃の水温範囲で行った飼育実験の結果から, 低水温における代謝効率が高いことが示されており<sup>25)</sup>, Macpherson and Duarte<sup>21)</sup>に従えば, 低水温が好適とみなすことができる。道東海域の大陸斜面上は周年親潮水に覆われるが, 大陸棚上は冬から春にかけて低温, 低塩分の沿岸親潮水, 夏から秋にかけては高温, 高塩分の宗谷暖流変質水の影響下にある<sup>7)</sup>。本研究においても11月の大陸棚上の水温は大陸斜面上と比較して高く, 海底付近の水温は水深に伴って徐々に低下していた。餌の量が十分にあったと仮定すると若齢魚は高水温域, 成魚は低水温域が好適であり, 年齢に伴っ



て分布水深が増加したと考えられる。一方、5月における大陸棚上の底層水温は0～2℃と、差は小さいものの大陸斜面上と比較して低く、水温条件は11月と逆転していた。道東海域においてはスケトウダラの肥満度が3～5月に最も低くなることが観察されており<sup>26)</sup>、冬から初春にかけて餌生物の分布量は少ないと推測される。従って、若齢魚には11月とは逆に代謝効率の高い低水温域が好適となり、水温の低い大陸棚上に分布していたと推測される。

一方、Yamamura *et al.*<sup>26)</sup>は、道東海域におけるスケトウダラの主たる餌生物が春季にはオキアミ類および大型のカイアシ類、秋季にはオキアミ類であることを報告している。これらの観察結果は、スケトウダラの年齢による分布の違いが、水温と餌の量ばかりでなく、餌生物の分布および種類の季節的変動やスケトウダラの年齢による食性の違いにも影響を受けていることを示唆する。また、本研究で観察されたスケトウダラ成魚（4歳以上）の分布水深は300m以浅であった。これは、隣接する噴火湾周辺海域における分布水深<sup>27)</sup>と比較して浅い。渡辺ら<sup>17)</sup>は、初夏の道東海域において行ったトロール調査から同様の結果を報告しており、当海域ではスケトウダラとイトヒキダラ (*Laemonema longipes*) の間に食物をめぐる競合関係が存在し、両者の分布境界が水深300mであると考察している。しかしながら、当海域ではスケトウダラの分布スケールにあわせた季節、水深帯ごとの餌生物の分布量や餌生物をめぐる種間関係に関する知見が乏しく、本研究では分布と餌の関連について明らかにすることができなかった。今後取り組むべき重要な課題と考えられる。

スケトウダラは季節や年齢によってパターンが異なるものの、日周鉛直移動を行うことが知られている<sup>18, 28, 29)</sup>。日周鉛直移動に伴って魚群形状も変化し、当海域では一般に夜間に浮上して分散する傾向が観察されている<sup>18)</sup>。このため夜間では、本報で分類したような反応の形状的特徴が失われ、トロールサンプリングの結果と音響データの対比が難しい。また、設置漁具が多いことから夜間のトロール調査は、特に沿岸域では極めて困難である。これらのことから本報では日中の調査に基づいて、年齢別の分布を検討した。しかし、日周鉛直移動は計量魚探の測定結果に影響を与えることが知られており<sup>9, 18, 29)</sup>、特に11月の道東海域では日中の  $S_A$  ( $/m^2/nmi^2$ ) 値が夜間より低くなることが観察されている<sup>18)</sup>。従って、本研究における11月の年齢別分布密度は過小推定である可能性がある。今後数量推定を主目的として調査を行う場合には、日中の調査に基づいて年齢別の分布傾向を把握

し、夜間に収集した音響データから数量推定を行う等、調査時期によって適した手法を選択する必要があると考えられる。また、本研究で観察されたスケトウダラの魚群反応は塊状、層状および雲状と年齢や水深によって異なっていたが、これらの形状が年齢や密度とどのような関係にあるかは明らかにできなかった。この点については魚種や年齢判別等、計量魚探を用いた調査手法の改良に結びつく研究課題として今後も継続してデータを蓄積していく必要がある。

## 謝 辞

本論文の執筆にあたり、初期段階原稿の校閲を賜った北海道区水産研究所西村明博士とNOAAのN. J. Williamson博士、また本稿の校閲をいただいた北海道立中央水産試験場の吉田英雄博士と北海道立稚内水産試験場の三宅博哉氏に深く感謝する。また貴重な情報提供をいただいた北海道区水産研究所山村織生博士と本田聡氏に深謝する。調査に際して、ともにデータの収集に携わり、有益な助言をいただいた北海道立釧路水産試験場調査船北辰丸の布川好見船長（調査当時）と乗組員諸氏にこの場を借りて厚くお礼申し上げる。

## 要 約

1. 道東太平洋海域におけるスケトウダラの分布を調べるために、1997年5および11月に計量魚探およびトロール調査を日出から日没までの時間帯に実施した。
2. スケトウダラは水深50～300m、水温0～9℃の範囲に分布しており、1ないし2つの年齢群またはサイズごとに群をつくり等深線に沿って帯状に分布していると考えられた。
3. 年齢別には、0～2歳の春までは大陸棚上（水深150m以浅）、2歳の秋および3歳魚は大陸棚から大陸斜面上、4歳以上の魚は大陸斜面上（水深150m以深）を中心に分布しており、水深の増加に伴いサイズおよび年齢が増す傾向が明らかであった。
4. 1から3歳魚が分布した大陸棚上の海底付近の水温は5月が0～2℃、11月は4～9℃と、4歳以上の魚が分布した大陸斜面上の水温（1～4℃）と比較して季節変化が大きかった。
5. これらのことから、スケトウダラの年齢による分布水深の相違は、本研究で観察された温度範囲においては年齢による好適水温の違いなどに起因すると考えられた。
6. 今後数量推定を主目的として調査を行う場合には、日中の調査に基づいて年齢別の分布傾向を把握し、

夜間に収集した音響データから数量推定を行う等、調査時期によって適した手法を選択する必要がある。

## 文 献

- 1) Tsuji, S. : Alaska pollack population, *Theragra chalcogramma*, of Japan and its adjacent waters. I : Japanese fisheries and population studies. *Mar. Behav. Physiol.*, 15, 147-205 (1989)
- 2) 吉田久春 : 北海道周辺水域におけるスケトウダラ標識放流再捕について. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報, 20, 83-92 (1987)
- 3) Yamamura, O., K. Yabuki, O. Shida, K. Watanabe and S. Honda : Spring cannibalism on 1 year walleye pollock in the Doto area, northern Japan : is it density dependent? *J. Fish. Biol.*, 59, 645-656 (2001)
- 4) Nishimura, A., T. Hamatsu, K. Yabuki and O. Shida : Recruitment fluctuations and biological responses of walleye pollock in the Pacific coast of Hokkaido. *Fish. Sci.*, 68 (in press)
- 5) 大谷清隆 : 噴火湾の海況変動の研究 II. 噴火湾に流入・滞留する水の特性. 北大水産学部彙報, 22, 58-66 (1971)
- 6) 阿部深雪, 藤井 浄 : 海洋構造並びに海況変動の解明? 北海道周辺海域の季節的・海況変動? (昭和55年). サケ別枠研究「沖合生態グループ」昭和55年度レポート, 129-138 (1981)
- 7) 小笠原惇六 : 親潮と道東沿岸流. 月刊海洋, 19, 21-25 (1987)
- 8) 田中勝久, 佐藤芳和, 角田富男 : 道東沿岸域における栄養塩濃度の季節変化. 北水研報, 55, 161-172 (1991)
- 9) 三宅博哉, 石田良太郎, 武藤卓志, 安部幸樹, 向井徹, 飯田浩二 : 音響資源調査で得られた北海道西岸日本海のスケトウダラ産卵群の分布特性と現存量. 北水試研報, 59, 11-24 (2001)
- 10) 志田 修 : 根室海峡におけるスケトウダラ魚群の分布と海況 - I 産卵前の水平および垂直分布. 北水試研報, 59, 1-10 (2001)
- 11) Reid, D., C. Scalabrin, P. Petigas, J. Masse, R. Aukland, P. Carrera and S. Georgarakos : Standard protocols for the analysis of school based data from echo sounder surveys. *Fish. Res.*, 47, 125-136 (2000)
- 12) Chilton D. E. and R. J. Beamish : Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 60, 102 (1982)
- 13) Simmonds, E. J., N. J. Williamson, F. Gerlotto and A. Aglen : Acoustic survey design and analysis procedure : A comprehensive review of current practice. *ICES Cooperative Research Report*, 187, Denmark, 131p, (1992)
- 14) Foote, K. G. and J. J. Traynor : Comparison of walleye pollock target strength estimates determined from in situ measurements and calculations based on swimbladder form. *J. Acoust. Soc. Am.*, 82, 9-17 (1988)
- 15) Miyanozana Y., K. Ishii, and M. Furusawa : Measurements and analyses of dorsal-aspect target strength of six species of fish at four frequencies. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer.*, 189, 317-324 (1990)
- 16) Ohshimo, S. and T. Hamatsu : Vertical distribution and acoustic estimation of biomass of walleye pollock *Theragra chalcogramma*, and anchovy *Engraulis japonicus* in the Pacific coast of eastern Hokkaido. *Bull. Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst.*, 60, 225-236 (1996)
- 17) 渡辺一俊, 八吹圭三, 濱津友紀, 山村織生 : 初夏の道東太平洋沿岸におけるスケトウダラ *Theragra chalcogramma* の分布. 北水研報, 57, 53-61 (1993)
- 18) Shida, O. : Seasonal differences in the diel vertical migration patterns of young walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, and their impact on acoustic biomass estimation. *Proceedings of the International Symposium on Advanced Techniques of Sampling Gear and Acoustical Surveys for Estimation of Fish Abundance and Behavior*, Hakodate, 172-179 (in press)
- 19) 佐々木正義, 長澤和也 : 北海道えりも岬以西太平洋海域のスケトウダラ若年魚の分類. 北水試研報, 42, 157-164 (1993)
- 20) Swain, D. P. : Age- and density-dependent bathymetric pattern of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50, 1255-1264 (1993)
- 21) Macpherson, E. and C. M. Duarte : Bathymetric trends in demersal fish size : is there a general relationship? *Mar. Ecol. Prog.*

- Ser.*, 103-112 (1991)
- 22) Sogard, S. M. and B. L. Olla : Endurance of simulated winter conditions by age-0 walleye pollock : effects of body size, water temperature and energy stores. *J. Fish. Biol.*, 56, 1-21 (2000)
  - 23) Smith, R. L., A. J. Paul and M. Paul : Effect of food intake and temperature on growth and conversion efficiency of juvenile walleye pollock (*Theragra chalcogramma* (Pallas)) : a laboratory study. *J. Cons. int. Explor. Mer.*, 42, 241-253 (1986)
  - 24) Sogard, S. M. and B. L. Olla : Food deprivation affects vertical distribution and activity of a marine fish in a thermal gradient : potential energy-conserving mechanisms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 133, 43-55 (1996)
  - 25) 吉田英雄, 桜井泰憲 : 飼育下におけるスケトウダラ成魚の摂食量と成長. *日水誌*, 50, 763-769 (1984)
  - 26) Yamamura, O., S. Honda, O. Shida and T. Hamatsu : Diet of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Doto area, northern Japan : ontogenic and seasonal variations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* in press
  - 27) Maeda T. : Life cycle and behavior of adult pollock ([*Theragra chalcogramma*] (Pallas)) in waters adjacent to Funka Bay, Hokkaido Island. [*Int. North Pac. Fish. Comm. Bull.*] 45, 39 - 65 (1983)
  - 28) Brodeur, R. D. and M. T. Wilson : Mesoscale acoustic patterns of juvenile walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the western Gulf of Alaska. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53, 1951-1963 (1996)
  - 29) 阿部幸樹, 飯田浩二, 向井 徹 : スケトウダラの音響資源調査における面積後方散乱係数の昼夜変動. *日水誌*, 65, 252-259 (1999)