

第19回 北洋研究シンポジウム

— 北方沿岸域の漁場環境特性 —

共催 北海道大学水産学部
水産海洋研究会

日時: 1988年1月26日(火) 10時~17時
会場: 北海道大学水産学部特別講義室(函館市港町3-1-1)
コンピナー: 梶原昌弘(北海道大学水産学部)
杉本隆成(東京大学海洋研究所)
挨拶: 佐藤修(北海道大学水産学部長)
大谷清隆(水産海洋研究会会長代理)

話題及び話題提供者

- 座長 村上敬(北海道大学水産学部)
1. 石狩湾におけるソウハチ未成魚の育成場について 富永修(北海道立中央水産試験場)
 2. マイワン漁場としての道東沿岸流の意義 長澤和也(北海道立函館水産試験場)
 3. 北海道南西部の日本海岸におけるスケトウダラの回遊について
前田辰昭・中谷敏邦・高橋豊美・高木省吾
梶原善之・目黒敏美(北海道大学水産学部)
- 座長 西浜雄二(北海道立網走水産試験場)
4. サロマ湖湖底からの溶存物質・懸濁物質の上方輸送
梶原昌弘・川北倫正・三宅秀男(北海道大学水産学部)
藤芳義裕(サロマ湖養殖漁業協同組合)
宮本義憲(北海道開発局)
 5. 道北海域における漁場環境特性 渡辺智視(北海道立稚内水産試験場)
- 座長 渡辺智視(北海道立稚内水産試験場)
6. サロマ湖・能取湖・網走沖におけるクロロフィル量の季節変化
西浜雄二・蔵田護・多田匡秀(北海道立網走水産試験場)
 7. 化学的にみた噴火湾における spring bloom の生成機構*
中林成人・工藤勲・久万健志・戸屋健治
松永勝彦(北海道大学水産学部)
- 総合討論 司会 辻田時美(東海大学海洋学部)

* 第53巻2号に原著論文として掲載予定。

趣 旨 説 明

200 海里水域以降の漁業を取り巻く厳しい国際環境の中であって、我が国の漁業は質的に大きな変貌を余儀なくされている。とりわけ北洋沖合漁業に大きく依存してきた北海道の水産業・水産都市は、その関連産業を含め経済的に大きな痛手を蒙っている。この漁業不振、その波及する経済不振を打開するため、業界サイド、行政サイドによる多くの漁業振興の施策がなされているが、その一つとして北海道においても、より一層の沿岸・沖合漁業の活性化が計られている。

北海道周辺海域は寒流系の親潮や暖流系の津軽暖流、宗谷暖流に囲まれており、これらの海流による潮目形成、季節的な消長、また沿岸水との混合過程はさまざまな性質の水塊を形成している。更に北海道を特徴づけているのは、冬期間オホーツク海から一部太平洋岸にかけて見られる流水や定着氷の存在である。これらの海洋学的、気象学的な要因がもたらす水塊は、北海道に暖海性、寒海性のサンマ、いわし、さば、いか、ブリ、まぐ

ろ、スケトウダラ、さけ、ます等々の回遊魚資源をもたらし、また周辺沿岸海域には多種の定着性魚種、貝類、底棲動物、海草類の漁場を形成している。これらの資源の維持、管理のためには、個々の漁場の資源生物学的な特質を把握するとともに、この生物資源に及ぼす物理・化学的な漁場環境との関連を知ることが不可欠な研究である。

北海道におけるこれらの調査研究は、北海道区水産研究所、北海道立の5水産試験場及び水産増殖センター、水産孵化場、また大学の研究者らによって行われてきている。そこで、今回の北洋シンポジウムでは「北方沿岸域の漁場環境特性」をテーマに、広範囲に北海道の周辺海域を対象とし、これらの調査研究に従事している第一線の研究者にお願いして、特に漁場環境に焦点をおいてシンポジウムを開催することとした。

梶原昌弘・杉本隆成

1. 石狩湾におけるソウハチ未成魚の成育場について

富 永 修 (北海道立中央水産試験場)

石狩湾(図1)は道西日本海に位置し、雄冬岬と積丹岬を結ぶ線から南東方向に湾入する海域である。沿岸は余市付近と湾奥部の銭函から知津狩までの砂浜域を除けばほとんどの部分が崖海岸になっている。また、等深線から明らかなように、水深50mまでは非常に緩勾配の海底地形である(尾崎, 1985)。

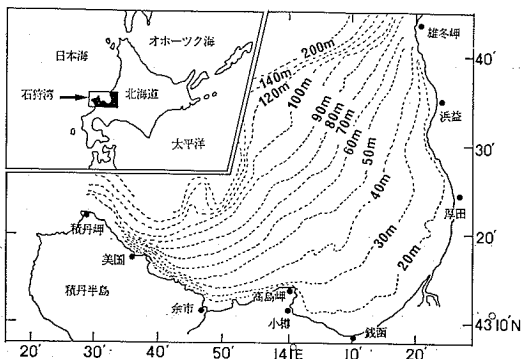


図1 石狩湾の等深線と周辺域の地名

北海道立中央水産試験場では1976年から石狩湾海域をモデル海域として板曳網と海洋観測による底生魚類の生態調査を実施しており、漁場環境に関する情報を蓄積してきた。本報告ではまず、石狩湾の概要を説明し、次にかれい類とくにソウハチ未成魚の分布について述べる。

1. 石狩湾の海洋構造と底質

石狩湾の海洋構造は、春季から夏季にかけての対馬暖流の流入、冬季の鉛直混合による水塊の均質化及び石狩川河川水の流出によって特徴づけられる。図2に5~6月における石狩湾の流れの模式図を示した。これによると、積丹岬沖を通過した対馬暖流の本流の一部は積丹半島沿いに湾内に流入し、湾奥部に達する7月には湾内の水深30m以浅は対馬暖流で覆われ、8~10月には冷水が沖合域に後退して水温と塩分が最高を示す。この時期が暖流域として最も安定した状態である。その後10月下旬から11月下旬になると対流による上下層の混合がおり、水温・塩分ともに均一化され、翌年の5月ごろまでこの状態が続く(吉田ほか, 1977)。また、石狩川の河川

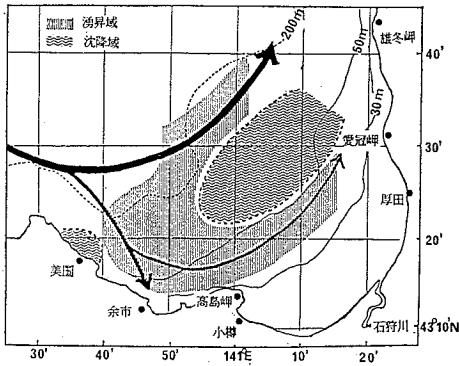


図2 石狩湾への対馬暖流の流入経路 (吉田ほか, 1977)

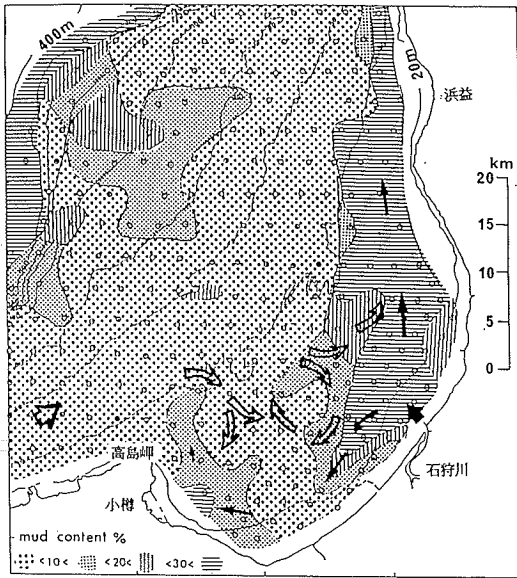


図3 石狩湾における泥含量の分布。黒矢印は河川水の拡散, 白抜き矢印は外洋水の流入を示す (大嶋ほか, 1985)。

水は、沖合からの暖流に押しこめられるかたちで北方向に流れており、その影響の範囲は高島岬から厚田、浜益に至る水深40m以浅の海域である(大嶋ほか, 1985)。このように石狩湾の陸棚部は、対馬暖流の影響を強く受けた沖合域と石狩川の河川水の影響を受けた浅海域の2つの海域に分けられ、その境界は40mの等深線沿いに形成されている。

他方、底質をみると(図3)、石狩川の河口から北側に50%以上の泥含量帯が存在し、泥含量10%以下の淘汰の

良い砂は水深40~100mに分布している。また、沿岸から運ばれてきた泥の安定した堆積域は200m以深にある(大嶋ほか, 1985)。

2. 石狩湾のかれい類、特にソウハチ未成魚の分布について

石狩湾で5月と9月に行った板曳網調査の結果によると、5月にはマガレイ (*Limanda herzensteini*)、スナガレイ (*Limanda punctatissima*)、ソウハチ (*Cleisthenes pinetorum herzensteini*) およびヒレグロ (*Glyptocephalus stelleri*) のかれい類4種が主要構成種となっていた(図4)。これらのうち、水深21~30mの水深帯ではスナガレイの割合が多く、各年とも個体数組成でほぼ50%かそれ以上であった。また、これら4種のかれい類は水深60m以浅の海域で著しく卓越していたが、60m以深では出現する割合が減少した(富永ほか, 1988)。

9月も5月と同様に4種のかれい類が漁獲物の多くを占めたが、スナガレイとマガレイは5月と大きな違いがみられなかったのに対して、ソウハチとヒレグロの割合が浅海域で減少していた(図5)。

ソウハチは北海道の重要な漁業資源の一種であり、沿岸の刺し網漁業や沖合底曳網の主要対象種になっている。しかし、その生物学的知見は極めて乏しく、石狩湾では花村(1953)と田中・吉田(1959)による報告があるにすぎない。本報では特に情報が不足している未成魚の分布について述べる。

まず、1984~1987年の5月に板曳網で採集されたソウハチの水深別体長組成を図6に示す。水深50m以浅では80~100mm 台にモードをもつ小型魚が多く漁獲されたが、150mm を越える個体はほとんどみられなかった。しかし、水深51~70mでは120~170mm にモードがある大型魚が多く漁獲され、100mm より小さい個体はほとんどみられなかった。更に水深70m以深では、より大型の120mm 以上の個体のみが採集され、80m 以深では体長140mm 以上の魚が漁獲物の大半を占めていた。これを体長と年齢との関係(花村, 1953)で考えると、5月に浅海域に分布する体長90mm 前後のソウハチは1才魚(その年の産卵期で満2才魚)であり、それより深い水深帯に分布するソウハチは2才魚以上であることがわかった。また、ソウハチは早くても満3才から産卵に参加するため(田中ほか, 1962)、浅海域に分布するソウハチは未成魚であるといえる。

一方、1984~1987年までの5月の調査では、0才魚はほとんど採集されず、1987年に体長50mm 台の個体がわずかに漁獲された程度であった。しかし、1988年5月に

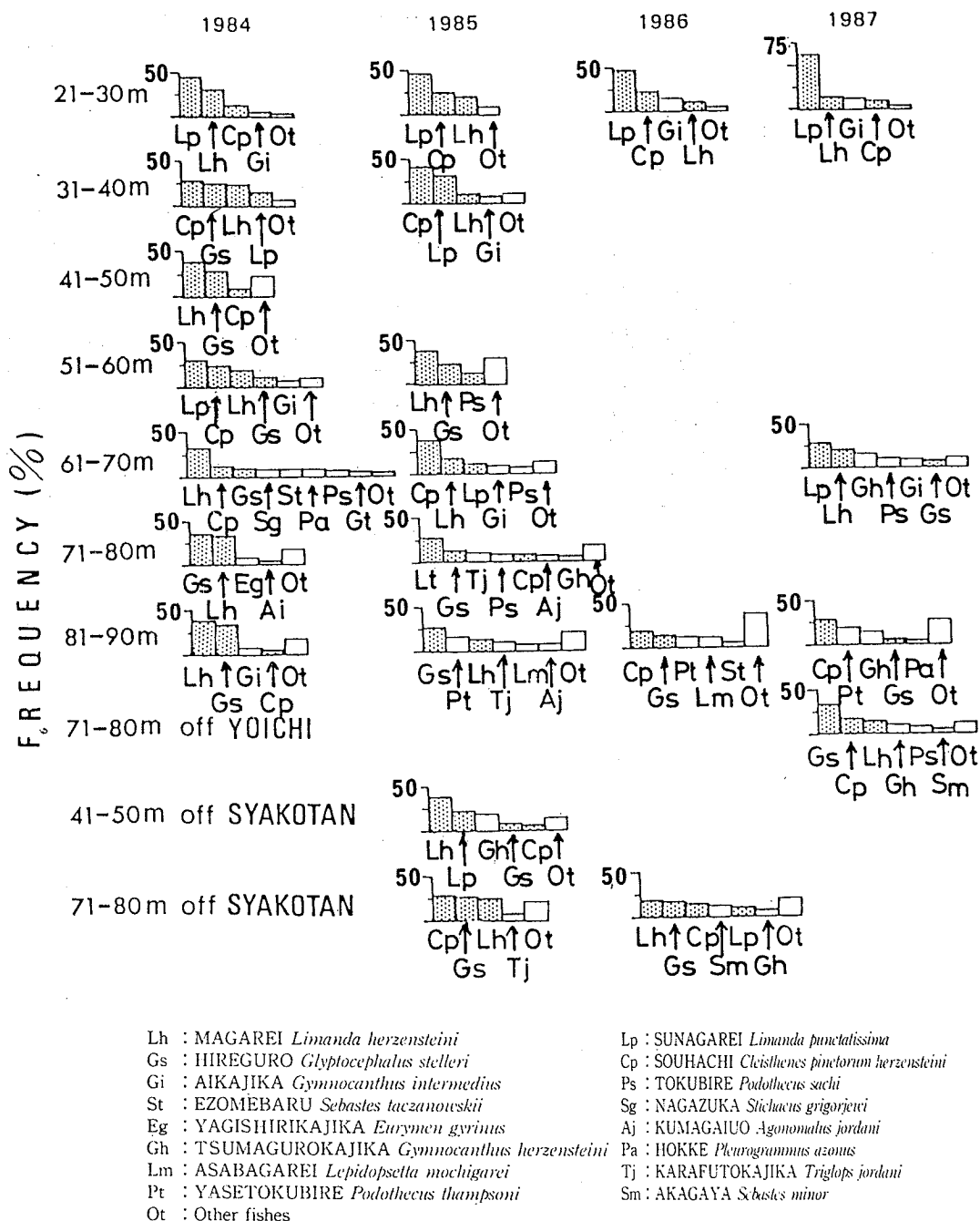


図4 1984年から1987年5月の底生魚類の魚種組成。ただし、組成5%以下の魚類はその他の魚種としてまとめた。スクリントーンの部分はマガレイ、スナガレイ、ソウハチ及びヒレグロを示す。(富永ほか, 1988)を一部改変。

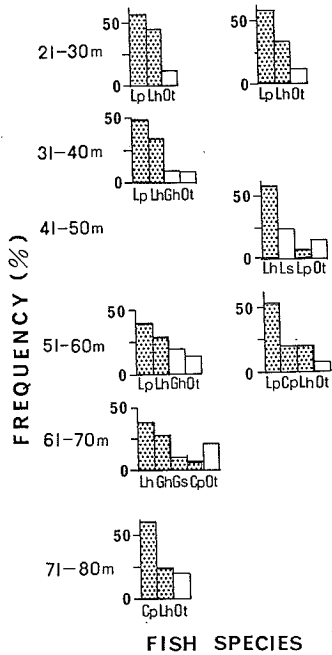


図5 1984年9月の底生魚類の魚種組成。左列は湾中央部、右列は積丹半島沖。魚種の記号は図4に示したとおり。

板曳網の袋網の目合を細かくしたところ、水深22mの地点で体長50mmにモードをもつ幼魚が多量に採集された(富永・三宅, 未発表)。しかも、同時に行った水深50m以深の調査では0才魚はわずしか採集されておらず、0才魚も1才魚と同様春季には水深50m以浅の浅海域に集中して分布することが示された。

他方、ソウハチは9月には水深30m以浅の海域では漁獲されず、5月よりも分布域が深みに移動していることが示唆された(図4, 5)。特に成魚と未成魚の分布に関しては(図7), 3才魚以上の分布が水深68mでみられたものの、1~2才魚の未成魚は、この水深かそれよりも浅い水深帯で主に漁獲されたため、5月同様、秋季も未成魚は成魚よりも浅い海域に分布していると考えられる。

以上をまとめると、石狩湾におけるソウハチ未成魚の分布域は沖合域ではなく浅海域にあると判断される。浅海域は先に述べたように石狩川からの河川水の影響が強い砂質底の海域であるが、ソウハチ未成魚との具体的な関係は現在のところ不明である。したがって、石狩湾のより広い範囲で、ソウハチ未成魚の定量的な採集を行う

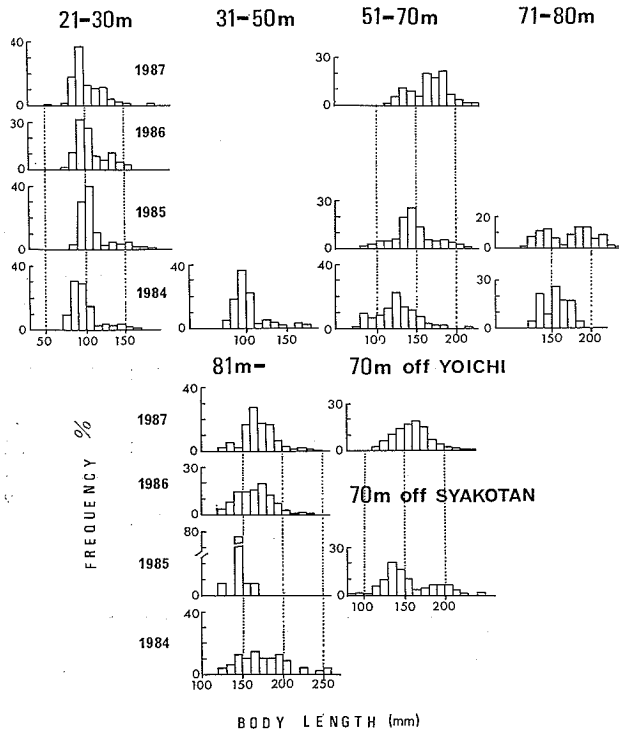


図6 1984~1987年の5月におけるソウハチの水深別体長組成。積丹沖の海域を示す。

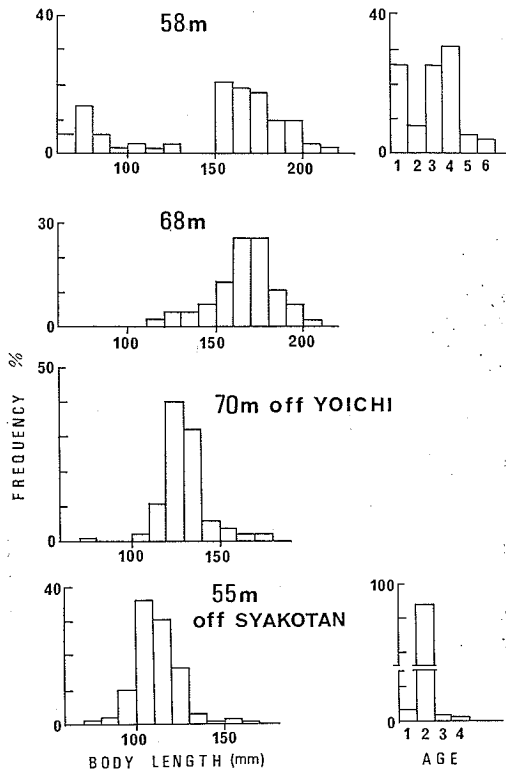


図7 1984年の9月におけるソウハチの水深別体長組成と年齢組成。積丹沖は美国町沖の海域を示す。

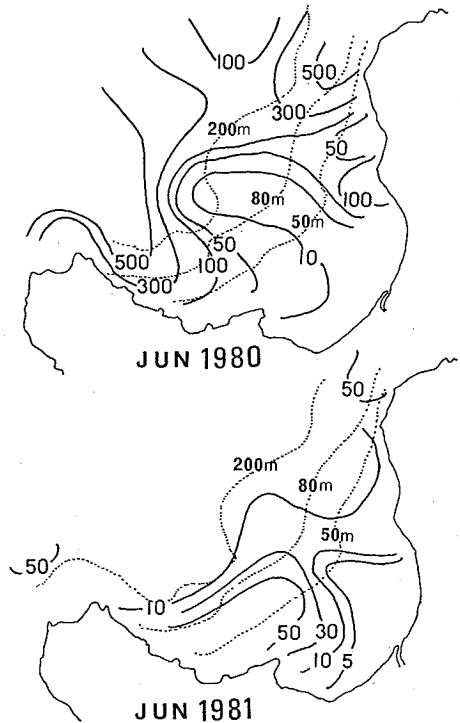


図8 1980年と1981年6月におけるソウハチ卵の水平分布 稚魚ネット(直径1.3m,長さ4.5m)表層2ノット10分曳網当りの採集個体数(土門,未発表)。

とともに、生息環境の調査を行う必要がある。また、6月に積丹半島先端の沖合に卵の分布が高密度でみられるようになるが(図8)、この時期は沖合の対馬暖流が増勢して、積丹半島沿いに湾内に流入する時期であるため、卵が湾内に輸送され、稚魚が浅海域に着底することが推測される。そのため稚魚の成育場の探索と未成魚の分布域との関係を捉えることが必要となる。

ソウハチの資源動向を予測し、資源の有効利用を図るには未成魚の浅海域での生活の実態を把握することが大きな課題である。そのため、今後、ソウハチ稚魚がどのような経路をたどって成育場に着底し、また餌料生物環境や海洋環境とどのような関連をもって、浅海域に未成魚の分布域を形成するのかを明らかにしていきたいと思う。

文 献

花村宣彦(1953) 小樽近海産ソウハチガレイ, *Protospetta herzensteini* (Schmidt), の資源学的考察 第2報 資源に就て. 北水試月報, 10(8), 30-36.

大嶋和夫・横田節哉・井内美郎・鈴木泰輔・松本英二・池田国昭・村瀬 正・羽坂俊一(1985) 開口性沿岸海域開発に伴う底質汚染予測技術に関する研究. 昭和59年度国立機関公害防止等試験研究成果報告書, 64, 1-32.
尾崎 晃(1985) 石狩湾, 全国沿岸海洋誌, 日本海洋学会編, 東海大学出版会, 東京, 49-51.
田中富重・日南田八重・山下 豊・大原正司(1962) 留萌沿岸のソウハチガレイの生活について. 北水試月報, 19(12), 19-32.
田中富重・吉田久春(1959) 昭和34年度ソウハチ *Cleisthenes pinetorum herzensteini* (Schmidt) の標識放流試験について. 北水試月報, 17(4), 3-8.
富永 修・小池幹雄・田村真樹・三宅博哉・三原行雄(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. 北水試研報, 30, 1-18.
吉田喜一・土門和子・渡辺智視(1977) 石狩湾沿岸漁場の物理・化学的環境. 北水試月報, 34(4), 1-6.

2. マイワシ漁場としての道東沿岸流の意義*

長澤 和也(北海道立函館水産試験場)**

1. はじめに

筆者は、先に道東海域で夏～秋季(7～10月)に操業する大中型まき網の漁獲記録に基づいて、マイワシ漁況の旬別変化とそれに関連する海洋構造について報告した(長澤, 1984 a, 1984 b)。そのなかで、1) マイワシ漁場は漁期初めには沖合域に形成されるが、時期を追って北上・接岸し、漁期半ば～後半には沿岸域に継続的に形成されること、2) 漁期初めの沖合漁場は東北海区からの黒潮系北上暖水に、漁期半ば～後半の沿岸漁場は大陸棚上の沿岸水に対応することを述べた。

道東海域は、近年のマイワシ漁獲量が毎年100万トンを超す我が国最大大中型まき網漁場である。しかし、その漁場形成と海洋構造については、筆者のほかWADA *et al.* (1983), INAGAKE and HIRANO (1983, 1984), HARA (1984), 稲掛 (1987) 及び福島・小川 (1988) が報告した程度で、まだ不明な点が多い。本報では、筆者が先に報告した沿岸漁場と大陸棚上の沿岸水との関係に焦点をあて、マイワシ漁場としての沿岸水の重要性について述べる。

なお、この沿岸水はこれまでに十勝沖沿岸流(杉浦, 1956), Oyashio littoral current(親潮沿岸流, SUGIURA, 1957), 親潮沿岸水(大谷, 1971), 宗谷暖流変質水(藤井・阿部, 1980) 及び沿岸親潮(村上, 1984) と呼ばれてきたが、最近、小笠原(1987)によって新たに「道東沿岸流」と称されたので、ここではその名称を用いる。

2. マイワシ漁場としての道東沿岸流の重要性

道東沿岸域がマイワシ漁場としてどの程度利用されているかを知るため、1976～83年のマイワシ漁場に占める沿岸域の比率を旬別に図1に示した。これから明らかのように、道東沿岸域は漁期当初の7月上旬には比率が低かったが、時期を追って高くなり、8月上旬以降10月下旬までほとんどが沿岸域での操業となった。これは、100万トンを超えるマイワシの漁獲といっても、広大な道東海域で均一に漁獲されるのではなく、道東沿岸域で漁獲

されるものが大部分であることを示している。

また、これに関連して、全漁場面積に占める沿岸域の比率が高くなるほど、まき網一投網当りの漁獲量は高くなり(図2)、また沿岸域ほど漁場面積は狭くなった(図1)。これは、多くの経費をかけて操業している大中型まき網にとって、道東沿岸域が極めて効率よい生産の場であることを示している。

3. マイワシの生活場所としての道東沿岸流

親潮と性質の違う水塊が道東沿岸域に存在することは以前から知られていた(杉浦, 1956, SUGIURA, 1957)。しかし、その性質が比較的詳しく調べられたのは近年になってからであり、小笠原(1982, 1987)はほぼ2ヶ月おきの広範な海洋観測に基づいて、道東沿岸流の特徴を記述した。それによると、この沿岸流は四季を通じて親潮と区別され、晩冬～初夏には親潮よりも低温・低かんな水が、晩夏～初冬には高温・高かんな水が道東沿岸を西流していることが判明した。その性質が季節によって大きく変わることについて、低温・低かんの水は冬季に北海道オホーツク海沿岸に来遊した流水の融氷水を含むからであり、また高温・高かんな水は春～秋季にオホーツク海沿岸を流れる宗谷暖流の影響を受けるためであるとした。いずれの場合にも、道東沿岸流の起源は北海道オホーツク海沿岸域にあり、国後水道を主とする南千島列島の諸水道から抜ける際に性質を少しずつ変えながら、道東沿岸に到達、西流するとみている。

先に述べた通り、道東海域の大中型まき網は沿岸域での漁獲に大きく依存しており、そこを流れる道東沿岸流はマイワシの生活と密接な関係をもっていると考えられる。そこで、ここでは特にマイワシの食性と植物プランクトンの分布の面から、マイワシの生活場所としての道東沿岸流の意義を考察する。

マイワシが、植物プラントン食者かあるいは動物プランクトン食者であるかについては議論のあるところであるが、東北日本の広範な海域で植物プランクトンを多く摂っているため(KAWASAKI and KUMAGAI, 1984)、餌料環境という視点から、まず道東海域における植物プランクトンの分布をみている。津幡(1950)は、本海域における秋季の硅藻類の分布を調べ、親潮域にはほとんど

* 道東海域におけるマイワシの漁業生物学的研究 第2報

** 現所属 北海道立中央水産試験場

どみられないが道東沿岸域には極めて多いことを報告した。また、今 (1953) も三陸～道東海域における秋季の植物プランクトンの分布を調べ、道東沿岸域の植物プランクトンは沖合の親潮域と種組成がまったく異なるばかりか、個体数も著しく多いこと (1 m³当り個体数で約50倍) を報告した。これらの結果は、植物プランクトンを指標に用いても沖合の親潮と区別できる道東沿岸流の存在を明確に示したほか、マイワシの主餌料である植物プランクトンが道東沿岸流に著しく多いことを示すことにな

った。換言すれば、同じ道東海域であっても沖合域よりも道東沿岸流の方が、餌料環境という点ではマイワシにとって生活しやすい条件を有していると考えられる。

では、実際に道東沿岸域に來遊したマイワシは、沖合域よりも多くの植物プランクトンを食べているのだろうか。最近、吉田 (1987) は道東海域におけるマイワシの食性を調べ、生息水域との関連で興味深い報告を行なった。それによると、道東沖合域と沿岸域とはマイワシの食性が異なり、沖合域ではかいあし類を主餌料とする

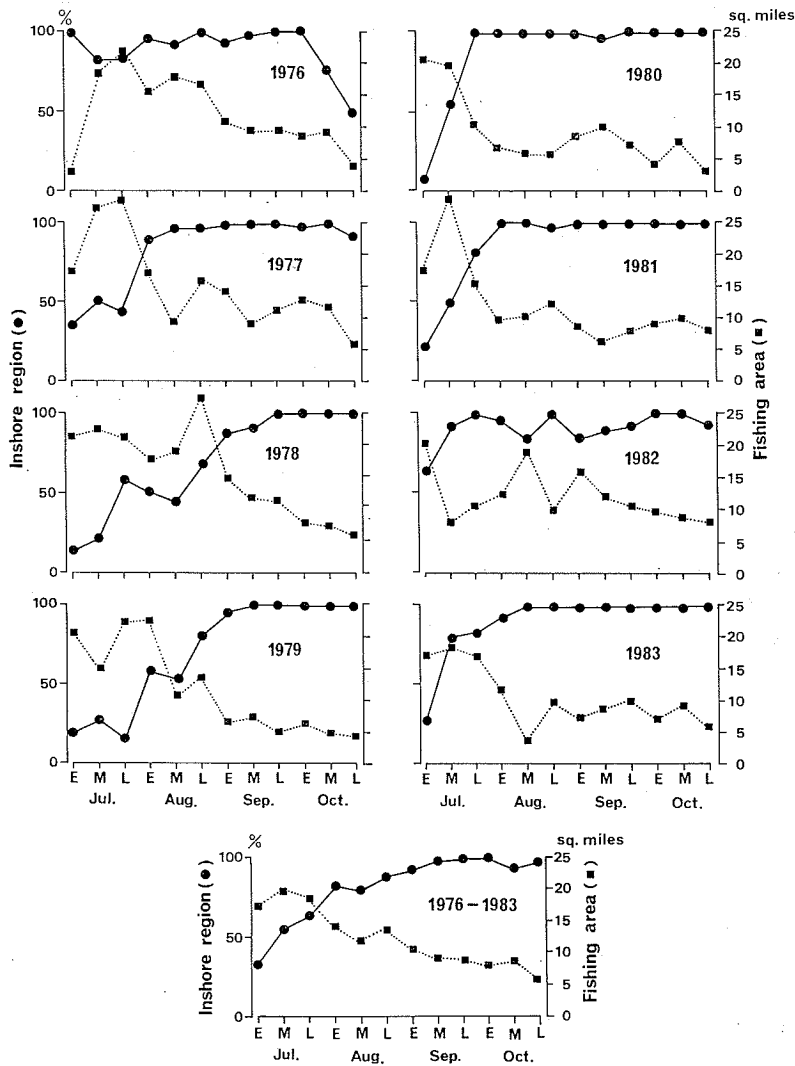


図1 道東海域の大中小型網漁場に占める沿岸域の比率(●)と漁場面積(■)の旬別変化(1976～1983年)。この図は長澤(1984a)の第3, 4図に基づく。(最下図)は8年間を平均したものである。

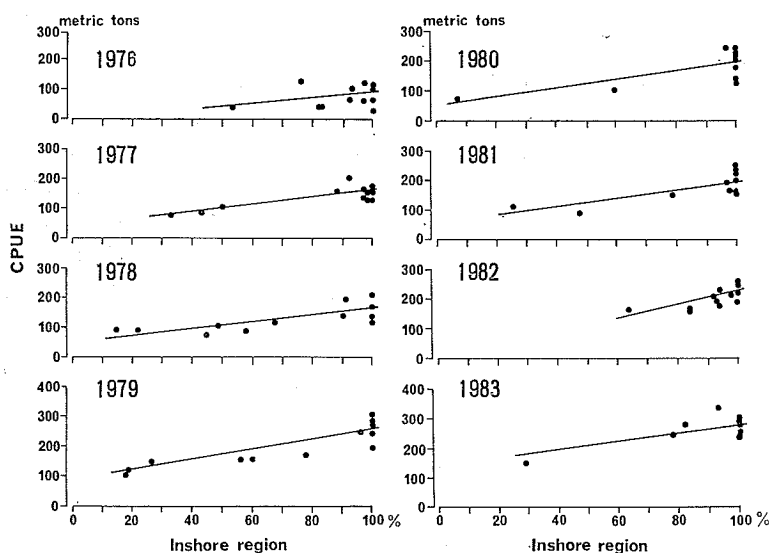


図2 道東海域の大中型まき網漁場に占める沿岸域の比率とまき網一投網当り漁獲量 (CPUE) との関係 (1976~1983年)。この図は長澤 (1984a) の第6図に基づく。

のに対し、沿岸域では硅藻類を多く摂っているという。この結果は、まさに道東沿岸流に多い植物プランクトンをマイワシが餌料として利用していることを示すものであり、こういう理由があるからこそ、いったん接岸したマイワシは沿岸域に長く滞泳し、その結果として大中小型まき網漁場が沿岸域に継続的に形成されるのであろう。つまり、筆者は道東沿岸流がマイワシに好適な餌料環境を保証しているために、漁期半ば〜後半まで継続する大中小型まき網の沿岸漁場が存在し得ると考えている。

ただ、ここではマイワシの食性と植物プランクトンの分布に重点をおいたためにこのような結論を述べているが、それ以外の要因もマイワシの生活条件として重要であることは言うまでもない。そのことについては、別の機会に詳しく述べたいと思う。

4. 今後の課題

現在、我が国周辺のマイワシ年間漁獲量は400万トンを超え、資源状態はピークに達しているとみられている。この著しい資源増大に伴って、道東海域でも1976年から大中小型まき網によるマイワシの漁獲が始まり、1983年以降は毎年100万トンを超す漁獲量が記録されている。しかし、その漁獲量の多さとは反対に、本海域でのマイワシに関する知見は依然として余りにも少ない。索餌域としての道東海域におけるマイワシの生活の実態を明らかにするためには、まだ多くの課題が残されている。ここでは、そのいくつかを記して今後の参考としたい。

(1) マイワシが道東海域のどの水塊で生活、索餌しているかを明らかにする〔主要索餌域の解明〕

(2) マイワシが主に生活する水塊におけるプランクトン相を調べるとともに、その出現の季節変化を明らかにする〔主要索餌域におけるプランクトン研究〕

(3) 確認されたプランクトンのうち、マイワシが何を食べているかを明らかにする〔プランクトン研究と併行したマイワシの食性研究〕

(4) マイワシは水塊のどの部分(位置や水深)に分布し、そこで餌料プランクトンはどのように分布しているかを明らかにする〔主要索餌域内での詳細なマイワシと餌料プランクトンの分布の解明〕

筆者の経験によると、多くの人は道東海域というとすぐに親潮を思い浮かべ、そこに来遊するマイワシも親潮に豊富に産するプランクトンを餌にしていると考えているようである。しかし、ほんとうにそうであろうか。海洋学的には確かに道東海域は親潮の卓越する海域と特徴づけられるが、マイワシの生活にとって親潮はどの程度重要なのであろうか。道東海域=親潮=マイワシの生活場所というのでは、余りにも単純ではないだろうか。もっと水塊を細かく分けて考えてみる必要があるのではないだろうか。実は、筆者が本報告でマイワシの生活場所として重要なのは親潮本流ではなく道東沿岸流であると主張した背景には、こうした素朴な疑問が常につきまっていたからにはほかならない。そして、この疑問を出

発点として、植物プランクトンの分布に関する過去の知見と実際のマイワシ漁場の形成状況から、マイワシの生活場所として道東沿岸流が重要であると考察したのである。しかし、これはあくまでも漁況と過去の知見に基づく推論であって、実証されたものではない。そこで、実際には道東海域のどの水塊がマイワシの索餌場所として重要であるかをまず明らかにする必要がある。そして次に、プランクトン研究とマイワシの食性研究を併行して進め、マイワシが餌料としてどんなプランクトン(種類、大きさ)をいつ利用しているかを明らかにする必要がある。更に、マイワシは前線域に多く分布し(INAGAKE and HIRANO, 1984)、沿岸域の漁場も親潮との境界に多く形成されるので(長澤, 1984 a)、こういった場所での餌料プランクトンの分布を詳細に調べることも重要である。

このように道東海域におけるマイワシの分布、食性及び餌料プランクトンの研究は、これからに期待するところが極めて大きい。そして、これらの研究がある程度なされた時点で、摂餌量と成長量との関係(特に年級間の成長量の差異)や再生産に必要な栄養蓄積の評価といった問題が初めて論議できると考えられる。道東海域からマイワシが姿を消してしまわないうちに、研究者は早急にこれらの課題に取り組む必要がある。

文 献

- 藤井 浄・阿部深雪(1980) 根室湾に出現する外洋水の季節毎の特性と沿岸定置水温の関係. 昭和54年度根室湾海域総合開発事業調査報告書, 北海道区水産研究所, 6-16.
- 福島信一・小川嘉彦(1988) 北西太平洋の海況の長期変動と多獲性浮魚漁況の変遷. 東北水研研報, 50, 67-95.
- HARA, I. (1984) Distribution and school size of Japanese sardine in the waters off the southeastern coast of Hokkaido on the basis of echo sounder surveys. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 113, 67-78.
- 稲掛伝三(1987) 道東まき網漁場におけるマイワシの分布・移動と海洋構造. 水産海洋環境論, 恒星社厚生閣, 東京, 51-61.
- INAGAKE, D. and T. HIRANO (1983) Vertical distribution of the Japanese sardine in relation to temperature and thermocline at the purse seine fishing grounds east of Japan. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 49, 1533-1539.
- INAGAKE, D. and T. HIRANO (1984) Horizontal distribution of the Japanese sardine in relation to oceanic front at the purse seine fishing grounds southeast of Hokkaido. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 50, 577-589.
- KAWASAKI, T. and A. KUMAGAI (1984) Food habits of the Far Eastern sardine and their implication in the fluctuation pattern of the sardine stocks. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 50, 1657-1663.
- 今 久則(1953) 東北海区の植物プランクトンの分布(昭和26年10月~11月). 日本海洋学会誌, 9, 109-114.
- 村上 敬(1984) 沿岸親潮の道南海域への流入. 海洋科学, 16, 697-701.
- 長澤和也(1984 a) 道東海域におけるマイワシの漁業生物学的研究 第1報 漁況の旬別変化. 北水試月報, 41, 337-349.
- 長澤和也(1984 b) 道東海域におけるマイワシ漁場の特徴. 水産海洋研究会報, 46, 43-46.
- 小笠原惇六(1982) 道東海域における海況. 1981年度農林水産技術会議別枠研究, 溯河性さけ・ますの大量培養技術の開発に関する総合研究, 「河川型研究グループ」リポート, 北海道区水産研究所, 5-16.
- 小笠原惇六(1987) 親潮と道東沿岸流. 海洋科学, 19, 21-25.
- 大谷清隆(1971) 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. 北大水産彙報, 22, 58-66.
- 杉浦次郎(1956) 北海道近海における親汐について. 日本海洋学会誌, 12, 117-119.
- SUGIURA, J. (1957) On the Oyashio Current in the sea adjacent to Hokkaido. Oceanogr. Mag., 9, 133-142.
- 津幡文隆(1950) 北海道南東海区の硅藻類の分布と海況について(第1報). 日本海洋学会誌, 6, 33-38.
- WADA, T., M. MURATA, K. FUJII and M. OSAKO (1983) Stock assessment of Japanese sardine, *Sardinops melanosticta*(TEMMINCK et SCHLEGEL), in coastal region off east of Hokkaido with echo sounder-I. Distribution of relative density of Japanese sardine. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab., 48, 79-92.
- 吉田英雄(1987) 道東~三陸沖における春・夏季のマイワシの分布と食性. 水産海洋研究会報, 51, 324-329.

3. 北海道南西部の日本海岸におけるスケトウダラの回遊について

前田辰昭・中谷敏邦・高橋豊美

高木省吾・梶原善之・目黒敏美 (北海道大学水産学部)

1. 緒言

北海道南西部の日本海岸（後志及び桧山沖合）におけるスケトウダラ *Theragra chalcogramma* (PALLAS) は我が国では最も早い1902年頃から開発され、延縄漁業の対象として利用されてきた(北海道庁, 1915)。これを1910年以降の漁獲統計資料* でみると、図1の通りで、後志の漁獲量が底曳網の漁獲増によって急増する1950年以前は、後志と桧山の漁獲量変動が類似しており、その年変動が共に激しい。

この漁獲量変動の要因としては辻 (1978) が指摘しているように、当海域の魚群が北海道西岸に主分布域をもつ北部日本海系群に含まれ、しかもその分布域の南限に当たるためと考えられる。すなわち、スケトウダラの資源量変動や海況変動の影響を最も受けやすい海域に当ることに起因している。しかし、その分布回遊や生態に関する研究は漁期が厳冬期の時化が多い時期に当ることもあ

って、海上調査の資料がほとんどなく、漁獲物の解析に依存せざるを得なかった。そのため、当海域の産卵場に来遊する魚群は日本海北部の武蔵堆周辺から積丹半島西岸の陸棚沿いに南下して、後志の岩内及び桧山の産卵場に達する。産卵後は田中 (1970) が岩内湾で実施した標識放流の結果から考えて、再び陸棚沿いに北上して索餌のため北部日本海に回遊するというのが、これまでのスケトウダラ研究者の定説になっていた。しかし、著者らが1983年と1984年の1～2月に桧山沖合で調査した海洋観測、産卵場調査、漁獲物の生物学的調査、産出卵の水平分布及び魚探観察等の結果 (前田ほか, 1988) と、過去の報告 (石垣, 1960; 尾形, 1979; 田中, 1983) を検討し、次の仮説を得た。すなわち、桧山沖合に産卵のために来遊するスケトウダラ魚群は日本海中央部を含めた沖合から接岸し、産卵後は再び沖合に回遊する。

この仮説を検証するために、1985年4月から北大水産

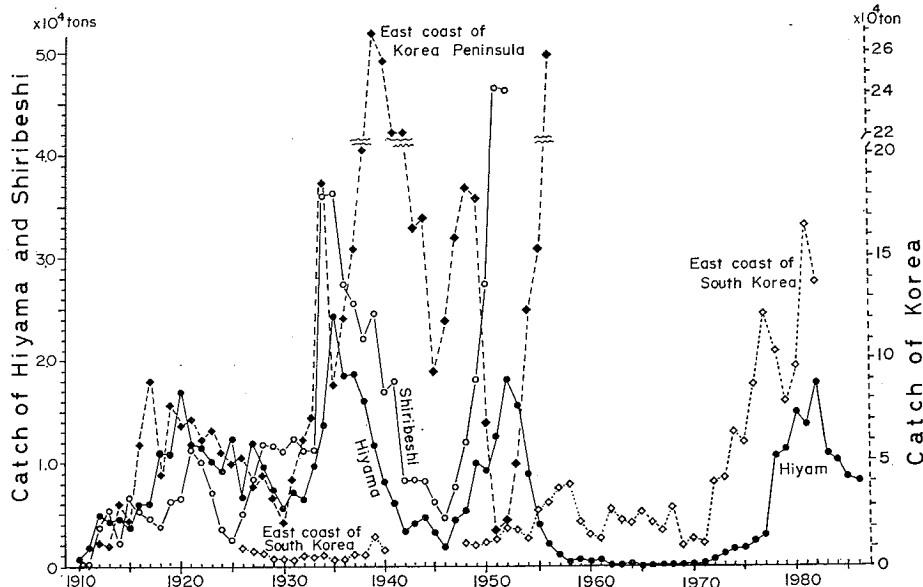


図1 桧山、後志及び朝鮮東岸におけるスケトウダラ漁獲量の経年変化

* 北海道庁 (1912~1935), 北海道水産物検査所 (1953), 農林統計 (1964~1987), Gong & Zhang (1986).

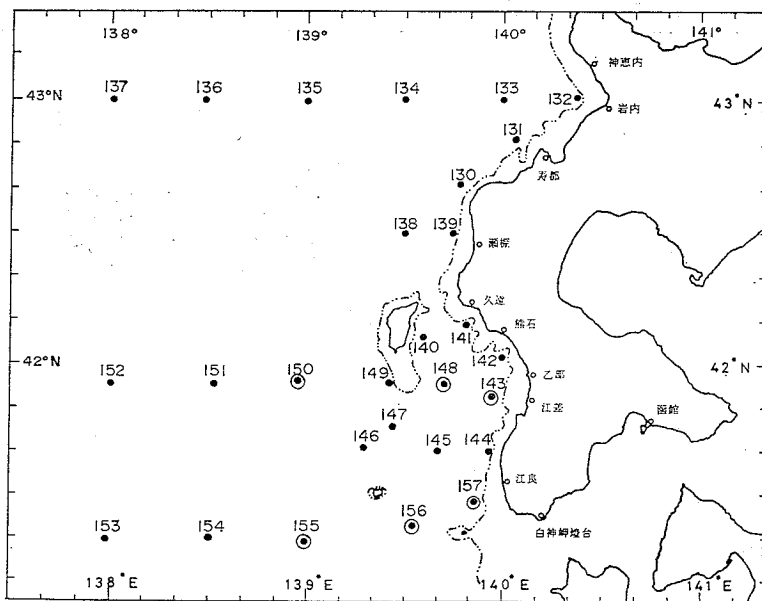


図2 北海道南西部の日本海における調査海域と調査地点
 ●：海洋観測地点 ◎：海洋観測及び中層トロール試験地点

学部練習船北星丸及びおしよ丸による調査のほか、産卵後期に熊石から乙部沖合で地元漁業者の協力を得て、標識放流を実施している。

本報はそれらのうち、産卵期前にスケトウダラ魚群が接岸すると考えられる1987年10月に、北星丸を用いて図2に示した地点で海洋観測と中層トロールによるスケトウダラの漁獲試験及び魚探観察を実施したので、その結果について報告する。

本報告をまとめるに当り、洋上調査に御協力を願った北大水産学部練習船北星丸小林源司船長はじめ乗組員及び同大学院生横山信一君、藤岡 崇君に対して衷心より謝意を表す。

なお、本研究は文部省の昭和62年度科学研究費（一般研究c）によるものである。

2. 資料及び方法

資料は北大水産学部練習船北星丸（892.92トン）を用い、1987年10月19日から28日に、図2に示した地点で得られた。

海況資料は水塊分布とスケトウダラ魚群分布との関連を把握することを目的としたことから、水温と塩分調査を実施した。観測層は表面から水深1,500mまでの各層について行われ、水温は転倒温度計で測定し、塩分はナンゼン採水器で採集された海水をオート・ラボのサリノ

メーターで分析した。

スケトウダラ魚群の観察には北星丸に装備されている海上電機株式会社 W-63-HC-62-IMBG 型 50KHz の魚探を使用し、魚群の分布層と密度の把握をした。

スケトウダラ標本の採集は魚探反応が認められた層の確認も含めて表1に示すように日中に行われ、漁具は網口高さ38mの大型ネットと17mの小型ネットとの2つの中層トロール網を用い、曳網速力は約3.5ノットで1時間曳網によって得られた。採集されたスケトウダラ標本は全数について体長（被鱗体長 cm）と性比、胃内容物（g）を測定し、ウロコによって年令査定をした。

3. 結果

(1). 魚探による魚群観察

魚探観察によると、スケトウダラ魚群は図2に示した調査海域のほぼ全域に分布していたが、その分布状態をを南北方向で見ると、瀬棚から岩内沖合に至る北側では稀薄で、久遠から奥尻島以南の江良沖合に至る南側では濃密であった。一方、東西方向では図3にみられるように、産卵期（12～3月）に近いこともあって西側の沖合で薄く、沿岸域ほど濃密であった。また、魚群の分布深度は主として400～450m層を中心に出現していた。しかし、沿岸域の陸棚付近の分布中心は400～450m層であるが、200m層から600m層の広い層にもみら

表1 北星丸の中層トロールによる漁獲試験結果 (1987年10月24~28日)

採集地点	143	148	150	155	156	157
日付	10月24日	10月25日	10月25日	10月27日	10月27日	10月28日
採集開始時刻	17:55	08:51	18:02	10:50	16:58	06:42
曳網時間	1時間	1時間	1時間	1時間	1時間	1時間
採集位置 N	41° 52.8'	41° 50.0'	41° 55.8'	41° 19.4'	41° 21.7'	41° 26.0'
E	139° 59.8'	139° 39.7'	139° 02.9'	139° 02.1'	139° 30.1'	139° 51.4'
水深 (m)	800~1000	1260	3500	1720	1552	800~975
採集水深 (m)	400~450	420~470	400~450	410~430	410~430	410~440
曳網速度(knots)	3.5	3.3	3.5	3.5	3.4	3.0
トロール網*	L. N.	L. N.	L. N.	S. N.	S. N.	S. N.
Species (Number)						
<i>Theragra chalcogramma</i> (スケトウダラ)	43	168	4	15	9	15
<i>Aptocyclus ventricosus</i> (ホテイウオ)	10	0	0	0	16	1
<i>Malacocottus gibber</i> (セツパリカジカ)	14	0	18	0	0	0
<i>Thamnaconus modestus</i> (ウマズラハギ)	138	148	16	1	22	0
<i>Acanthopsetta nadeshnyi</i> (ウロコメガレイ)	0	99	3	0	0	0
<i>Liparis ochotensis</i> (イサゴビクニン)	0	0	0	0	0	1
<i>Careproctus trachysoma</i> (ザラビクニン)	0	0	1	0	0	0
<i>Allolepis hollandi</i> (ノロゲンゲ)	0	0	0	0	0	1

* L. N.: 網口高さ 38mの大型ネット S. N.: 網口高さ 17mの小型ネット

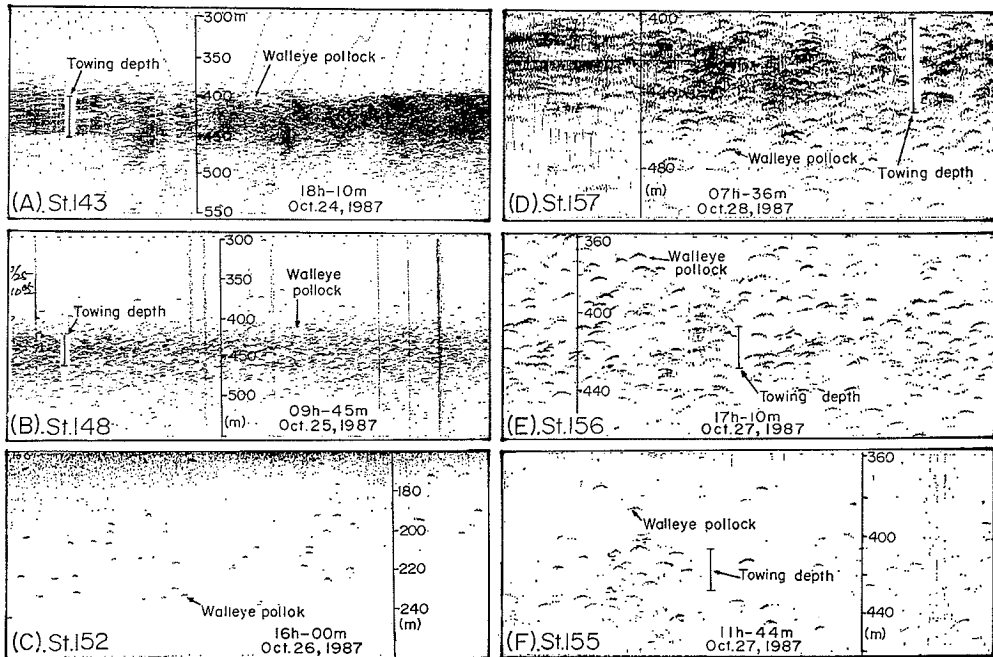


図3 北海道南西部沖合におけるスケトウダラの魚探映像と中層トロールによる曳網層 (1987年10月24~28日)

れ、産卵場となる岩内湾、久遠、相沼沖合等では陸棚上の200m層から450m層に比較的濃い魚群が認められた。また、日本海中央部に近い St. 150~155 地点では 180~450m 層と沿岸域に比べてやゝ浅い。

このようなスケトウダラ魚群の分布層を水温と塩分の鉛直分布との関係で示すと、図4の通りで、 $0.4^{\circ}\sim 3.0^{\circ}\text{C}$ 内の水温帯に出現しており、魚群が濃密であった400~450m層は水温が 0.5°C 前後と低温であった。この層は深層の低温な日本海固有冷水と、高温な表層水との境界層になっている。これは水温分布が魚群分布に作用しているとするよりは、スケトウダラの主餌料となっていたオキアミ *Euphausia Pacifica* の分布層との関連によるものと推定され、今後の研究によって明らかにしたい。

(2). 中層トロールによる漁獲試験

漁獲試験は時化の連続で、瀬棚以北の調査が日程の都合で中止の止むなきに至り、主として桧山沖合を中心に実施した。

その結果は表1の通りである。St. 143, 148, 150の3地点では網口高さ38mの大型ネットを使用した。St. 155, 156及びSt. 157地点では破網のため、網口高さ17mの小型予備ネットを用いた。また、曳網層は魚探反応がみられた中心層であった。

漁獲物はスケトウダラが多いが、ウマズラハギ *Thamnaconus modestus*, ウロコメガレイ *Acanthopsetta nadeshnyi*, セツパリカジカ *Malacocottus gibber*, ホテイウオ *Aptocyclus ventricosus* 等も混獲された。ウマズラハギは水深100m以浅の漁獲試験によって多く漁獲されたことから、表層の高温域にのみ分布し、これが投揚網時に混獲されたものと考えられる。しかし、その他

の魚種はスケトウダラと同様の分布層で混獲されたものと推定される。したがって、魚探反応にはそれらの魚群も混入していると考えられるが、ウロコメガレイが奥尻島付近の St. 148 及び St. 150 の地点で混獲されている以外、漁獲物はスケトウダラが大部分で、しかも魚体が他の魚種に比べて大きいことから、魚探反応の大部分はスケトウダラであると推定される。このことは魚探反応が濃い江差沖の St. 143 及び奥尻島南東部の St. 148 でスケトウダラが多く漁獲され、魚探反応が薄い他の地点では少ないことから推察される。

漁獲されたスケトウダラの体長組成(被鱗体長)を図5に示す。桧山沖合における産卵場の中心域(前田ほか, 1988)となる乙部から熊石町相沼に至る沖合に近い St. 143 では体長37~38cmの4才魚及び40cm以上の5~6才魚と、比較的大型魚が多い。これに対して、奥尻島南東の St. 148 及び同島南側の St. 155~157 地点ではモードが37~39cmであり、St. 143 と変らないが、全般的に小型魚が多く、特に30~33cmの3才魚の出現が目立っていた。この3才魚は一部未成魚が含まれていたが、ほとんどが成魚で占められていた。性比は図5に示すように、産卵場に近い St. 143 で雌の割合が低く、これより遠ざかるにつれて雌が多い。

4. 考 察

以上の結果を要約すると、北海道南西部の日本海岸に産卵のために来遊するスケトウダラの魚群密度は瀬棚以北の岩内湾沖合にかけては稀薄であるのに対し、桧山の久遠以南の沖合では極めて濃密であった。このような魚群密度の南北間の地域差は1987年11月から翌年3月までに行われた漁期の漁況にそのまま反映されている。後志及び桧山の漁業協同組合調べによると、後志の神恵内から西島牧に至る本種の漁獲量が7,131トンと前年漁期に比べて33%減少したほか、小樽から積丹までの石狩湾側では6,339トンと前年漁期の51.7%減と大幅に落込んでいる。これに対し、魚探反応が濃密であった桧山沖合では9,391トンと、対前年漁期比47.5%と大幅な漁獲量の増加になっている。

この結果は10月の産卵期前の沖合魚群調査が、その後には始まる漁期の漁況予測に有効であるばかりでなく、漁期中にも日本海北部から後志及び桧山沖合には陸棚沿いに魚群が補充される可能性が小さいことを示唆している。したがって、桧山沖合の乙部から相沼沖合に至る産卵場に来遊する魚群は奥尻島北部から回遊するよりは、日本海中央部をも含めた北海道西側に存在する極前線帯から奥尻島の南側を通して接岸するものが多いと推定さ

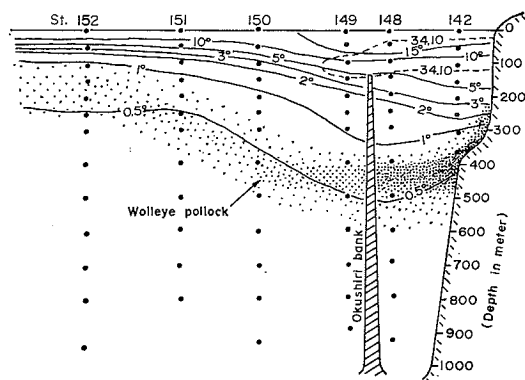


図4 北海道乙部沖合 ($41^{\circ}55' \text{N}$ 線)における水温、塩分の鉛直断面とスケトウダラの分布層 (1987年10月24~26日)

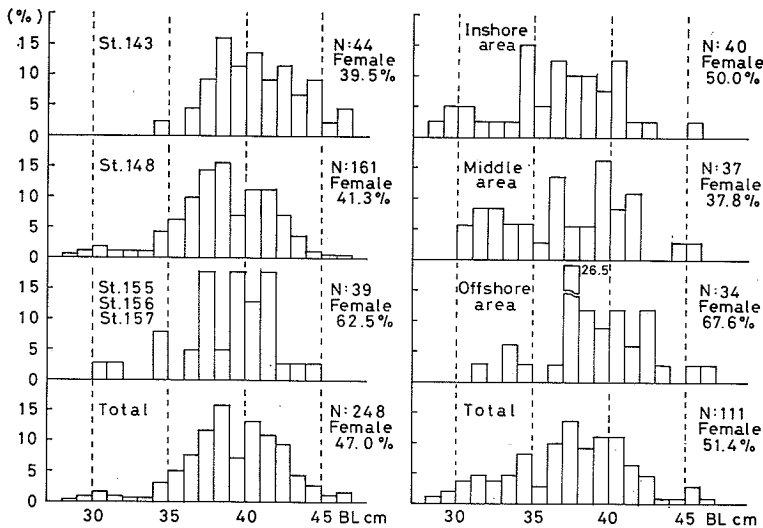


図5 スケトウダラの体長組成

左側：1987年10月24～28日における北星丸の中層トロールによる漁獲標本

右側：1987年12月16日における熊石漁業協同組合所属の中層延縄漁船による漁獲標本

れる。このような西側沖合からの魚群回遊は後志の神恵内から西島牧沖合でも同様と考えられる。

この推定は今回の松山沖合における魚群の分布様式からも裏付けられ、時期的に生殖巣の成熟が早い大型群が小型群よりも早く接岸し、雌雄間でも雄が雌よりも早く産卵場近くに回遊しており、ペーリング海東部（前田・平川，1977）及び噴火湾周辺海域（前田ほか，1983）の産卵群の回遊パターンと一致していることから推察される。

なお、この沖合からの回遊を推定する根拠としては、スケトウダラの索餌期に当る4～6月に北海道南西部の極前線帯付近ではマス延縄によって、スケトウダラが表層で混獲されること（石垣，1960）、同一時期の朝鮮東岸から沿海州沖合及び日本海中央部亜寒帯水域にスケトウダラが分布すること（尾形，1979）、7～8月に日本海中央部亜寒帯水域の水深50m以深でスケトウダラが釣獲され、魚探反応も多いこと（田中，1983）等からも予想される。また、朝鮮水試が1931～1936年に朝鮮東岸で実施した大規模な標識放流のうち、226尾が朝鮮東岸から南部沿海州沖合で再捕されているが（尾形，1979）、他の13尾は北海道松山の上ノ国から後志の古平沖合で再捕されている（農林省水試，1936；1937；1938）。

以上述べた今回の調査結果と、これまでの報告を総合すると、日本海沿岸の各産卵場で産卵を終えたスケトウダラ魚群のうち、一部は底生生活に移行するが（浜井ほ

か，1967）、他の一部は中層生活に移行して餌料プランクトンが多い（深滝，1974）、日本海中央部の亜寒帯水域にまで回遊するものと考えられる。そのため、日本海中央部では朝鮮東岸及び沿海州から回遊した魚群と北海道西岸から回遊した魚群が混棲することが予想され、産卵期にはそれらが近傍の産卵場に回遊するものと推定される。

なお、松山沖合の産卵場で産出されたスケトウダラ卵が海流によって北側に移送されているが（前田ほか，1988）、その後の仔稚魚、未成魚期の生活域については全く不明で、今後の研究にまたなければならない。しかし、吉田（1982）は礼文島周辺水域の陸棚斜面で、1979年に標識放流した30cm前後の小型魚が、翌年以降に積丹半島以南の後志や松山沖合にまで回遊して再捕されていることを報告している。このことは新規に産卵群に加入する魚群の回遊を示唆しているものと考えられ、今後の研究課題である。

さて、近年北海道南西部沖合で漁獲されているスケトウダラ魚群の体長は、40cm前後にモードをもつ5～6才魚が中心であったが、本調査による漁獲標本にみられるように、37～39cmの4～5才魚が主群で、30～33cmの3才魚も出現するという、小型若令魚が目立つ特徴的な組成を示している。これらのうち、4才魚及び3才魚は共に低温だった1983年と1984年に発生した年級群で、特に3才魚は図5にみられるように出現率が高いため、

卓越年級群として今後の資源に貢献する可能性が強く、その動向が注目される。

文 献

深滝 弘 (1974) 日本海々域の漁業開発, 対馬暖流. 恒星社厚生閣, 東京, 115~128.
 浜井生三・久新健一郎・木下哲一郎 (1967) 島牧水域における魚類の棲息状況について. 北海道開発計画調査・昭和39年度道西海域未利用漁場調査資料・北海道開発局, 1-158.
 北海道庁 (1915) 鯊. 産業調査報告書 (水産の部), 15, 234-256.
 石垣富夫 (1960) 産卵後のスケトウダラは何処へ (予報). 北水試月報, 17, 351-363.
 前田辰昭・平川英人 (1977) ベーリング海東部におけるスケトウダラの産卵場と分布様式について. 日水誌, 43(1), 39-45.
 前田辰昭・高橋豊美・上野元一 (1983) 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ成魚群の生活期別生態について. 日水誌, 49(4), 577~585.
 前田辰昭・高橋豊美・中谷敏邦 (1988) 北海道松山沖合におけるスケトウダラ成魚群の分布回遊と産卵場

について. 北大水産学部集報, 39(4), 216-229.
 農林省水産試験場 (1936) 標識魚. 海洋調査要報, 58, 200-205.
 農林省水産試験場 (1937) 標識魚. 海洋調査要報, 60, 205-209.
 農林省水産試験場 (1938) 標識魚. 海洋調査要報, 62, 172-181.
 尾形哲男 (1979) スケトウダラの日本海系統群. 農林水産技術会議事務局, ベーリング海及びカムチャッカ半島周辺海域のスケトウダラ資源の系統群の解明に関する研究, 123-138.
 田中 實 (1983) ポータブル科学魚探による計測例. 昭和57年度漁業資源研究会議・北日本底魚部会会議報告, 水産庁, 62-75.
 田中富重 (1970) 北部日本海海域におけるスケトウダラの漁業生物学的研究. 北水試報告, 12, 1-11.
 辻 敏 (1978) 北海道周辺のスケットウダラの系統群について. 北水試月報, 35(9), 1-57.
 吉田久春 (1982) 北海道周辺水域におけるスケトウダラ標識放流試験結果について. 昭和56年度漁業資源研究会議・北日本底魚部会会議報告, 水産庁, 70-79.

4. サロマ湖湖底からの溶存物質・懸濁物質の上方輸送

梶原昌弘・川北倫正・三宅秀男 (北海道大学水産学部)
 藤 芳 義 裕 (サロマ湖養殖漁業協同組合)
 宮 本 義 憲 (北海道開発局)

1. はじめに

サロマ湖は北海道北東部のオホーツク海に面した海跡湖で、長さ約25kmの砂し (sand spit) によって外海と境された周囲 81.1km 面積 151.7km² の我が国第3番目の湖である。この湖は外海と2つの湖口によってつながっており、湖内の海水はオホーツク海の影響を強く受けている。

このサロマ湖はホタテ貝の種苗生産に重要な役割りを果たしているが、同時にホタテ貝の養殖漁場であり、また多様な魚貝類の好漁場をも形成している。この漁場環境を維持していくために、古くから多くの調査研究がサロマ湖で試みられてきたが、サロマ湖の懸濁態及び溶存態物質の物質循環の機構を知ることも、また極めて重要な課題の一つである。サロマ湖における物質の負荷経路としては、河川を含む陸水及び二つの湖口からの外海水の流入が大きいことは云うまでもない。しかし同時に、

湖底からの負荷も考慮しなければならない経路であろう。そこで我々は調査船を固定し、時系列測定によって湖底環境に主眼をおいた物理量・化学量の時間変動を測定した。そしてこれらの測定結果をもとに、湖底からの懸濁物質、溶存物質についての1日当りの上方輸送量を検討した。

なお、詳細については別に報告の予定である。

2. 測定方法

測定は貧プランクトン期の昭和61年9月29日及び30日、春季のプランクトン bloom後の昭和62年5月13日及び15日に実施した。測定点は昭和61年には図1に示したサロマ湖の第2湖口の南西約1kmの St. 2 (水深18m)、昭和62年には前年の測定結果を参照し、St. 2の他に幌岩沖の湖中央部の St. 1 (水深18m) を加えた。これらの測定点では調査船を係留し、30分間隔の濁度計 (マーテック) による透過光の測定、及び7lバンドン採水器によ

る1時間々隔の採水を鉛直的に行った。得られた試水は溶存態、懸濁態物質の分析、並びに懸濁粒子の粒径分布の測定に供した。同時に測定点では、湖底から1, 3, 5 (昭和62年度は6m), 8, 12, 15mの高さに ATC-8000型メモリー式水温・塩分計 (アレック電子) 並びに流速計を鉛直的に配置し、水温・塩分及び湖流の測定を

行った。

3. 湖底環境の経時変化

経時変化の測定例として、図2に昭和61年9月29日の濁度計による海水中の透過光Tの測定結果から求めた光束消散係数 (beam attenuation coefficient: $\alpha = \ln 1/T$), Coulter Counter TA-II で測定された粒径巾1.58~40.3

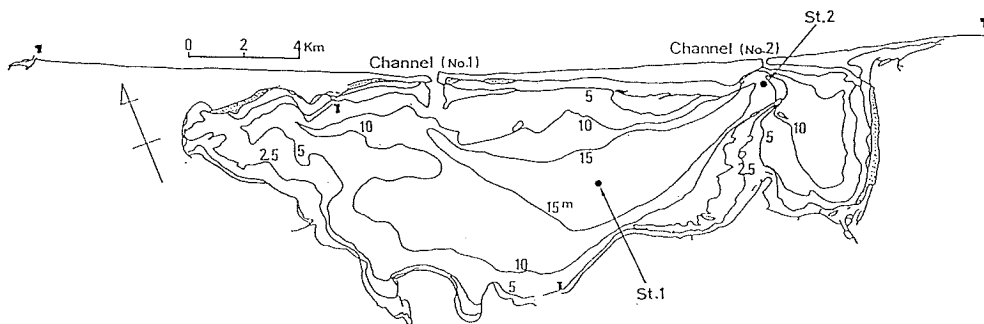


図1 観測点及び水深

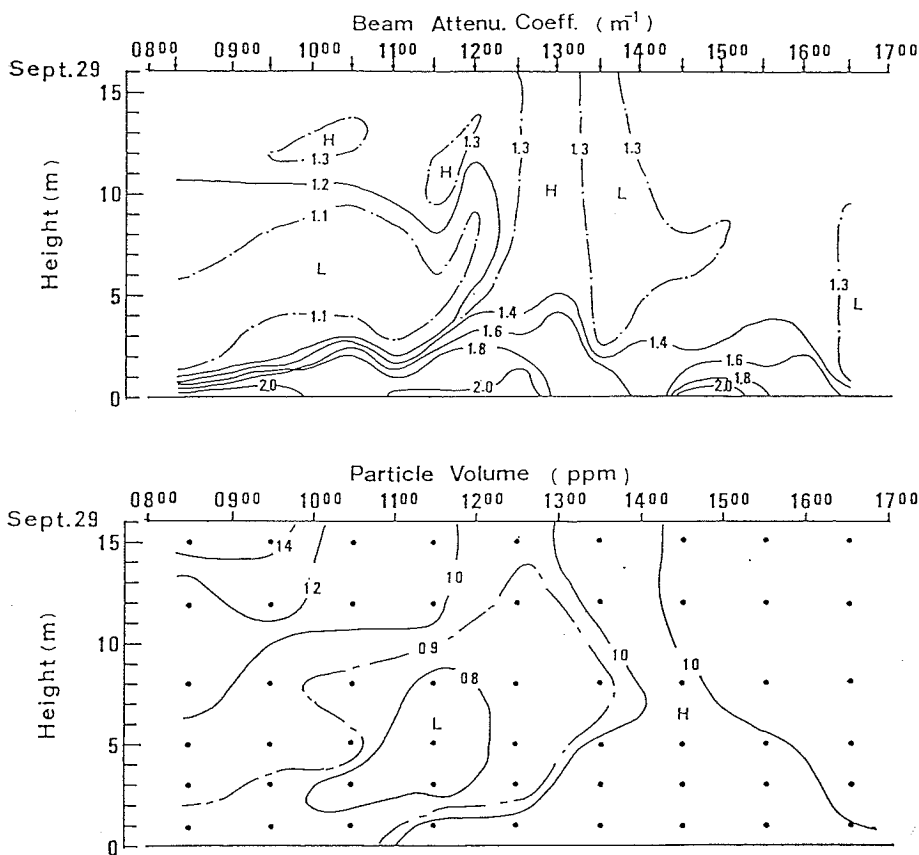


図2 光束消散係数, 総粒子体積濃度の経時変化

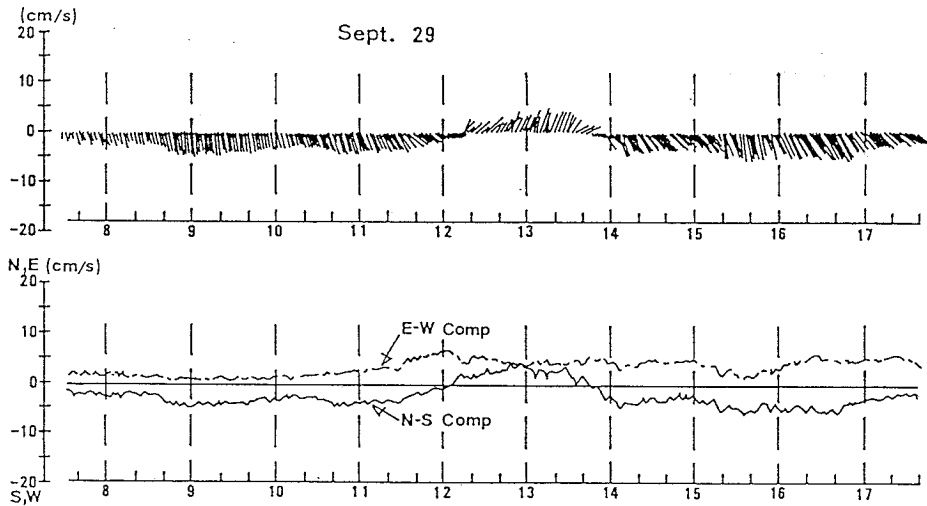


図3 湖底上8mの流速のスタックダイアグラムと南北，東西成分

μm の総粒子体積濃度の経時変化を示した。またこれらの観測時間帯における湖底上8mの流速のスタックダイアグラム，及びその南北成分，東西成分を図3に示した。図2の光束消散係数は9月29日の凡そ12^h30~13^h30の間上層が鉛直的に混合されて一様になっていたが，この時間帯の流れは東北東流が卓越していた。また底層に見られる周期的な高濁度層は，流速測定の結果から考え，湖と外海との間の水の流入・流出に伴う流れの速さに対応した湖底堆積物の再懸濁によって形成されたものと考えられた。同様な傾向は総粒子体積濃度をはじめ，懸濁態・溶存態物質の経時変化にも見られた。

4. 流れによる物質分布の依存性

懸濁態及び溶存態物質の経時変化と，流れの変動との対応を更に明確に把握するため測定値の調和解析を行い，比較検討をしてみることにする。ここで変動量Aは測定の間隔と長さを考慮し，周期成分として1日及び半日周期からなる次の周期変動で表わされるものと考ええる。

$$A = A_0 + A_1 \cos(\sigma t - \mu_1) + A_2 \cos(2\sigma t - \mu_2) \quad (1)$$

A₀はこの調和解析を行う時間範囲における，流れについては恒流成分，化学成分については同様に定数である。A₁，A₂，及びμ₁，μ₂はそれぞれ1日周期，半日周期の振幅並びに位相である。なお，σ=360°/25hである。しかしながら，測定を行った時刻の巾8時間を考慮すると，調和解析で求められる各々の定数は，半日周期成分を除いては信頼性が無い。そこで半日周期の位相につ

表1 半日周期の位相
昭和61年9月29日 (St. 2)

高さ (m)	U	消散係数	TV	平均粒径	PON	POC	シリケイト	リンサン	アンモニア
1	91.9	88.9	89.4	87.2	71.4	88.0	88.3	87.2	88.0
3	—	89.2	78.4	95.3	90.3	90.2	89.0	87.2	88.5
5	91.1	88.3	93.6	81.2	91.0	90.5	88.9	100.1	90.8
8	91.4	88.4	91.7	102.6	88.2	89.4	89.4	86.2	90.5
12	—	90.7	89.5	92.9	90.7	90.8	90.2	87.9	90.2
15	—	96.2	90.1	91.1	90.7	90.5	62.3	89.4	113.4
平均	91.5	90.3	88.8	91.6	87.1	89.9	84.7	89.7	93.6
SD	0.4	3.0	5.3	7.0	7.7	1.0	11.0	5.2	9.8

てのみ注目してみる。表1は前記と同様，昭和61年9月29日の測定結果から計算された半日周期の位相を代表的に示したものである。流れについては，変動現象との対応からスカラー量としてのスピードを用いた。明らかに，この流れの位相と物質の濃度変化から求めた位相はほぼ一致している。つまり，サロマ湖では流れの強さに応じて粒状物質が湖底から再懸濁し，また溶存物質も流れとともに同位相で変動していることが判った。

5. 1日周期平均の物質濃度の鉛直分布

経時変化から明らかな様に，物質の濃度は時々刻々に変動している。しかし前述の様に，その変動が流れの強さに依存していることは明らかである。

さて，(1)式の時間変動成分を物質の濃度とし，1日周期Tについて平均してみる。即ち，1日周期平均の物質

濃度 \bar{A} は

$$\bar{A} = A_0 + \frac{A_1}{T} \int_0^T \cos(\sigma t - \mu_1) dt + \frac{A_2}{T} \int_0^T \cos(2\sigma t - \mu_2) dt \quad (2)$$

となる。右辺の第2項及び第3項はゼロとなるから、物質濃度の1日平均値は A_0 となる。

既に述べてきた様に、時間関数としての物質濃度 $A(t)$ は流れのスピード $U(t)$ に依存する。従って、流れのスピード $U(t)$ について1日周期、つまり時間巾を25時間にとった場合の調和解析で得られる位相は、1日周期で考えた場合の物質濃度 $A(t)$ にも成り立つと考えられる。そこで、先ず流れのスピード $U(t)$ について、測定時間帯を含む25時間の資料を用い調和解析を行った。次に(1)式の位相に、ここで得られた位相を定数として与え、物質濃度の測定値を代入し、最小2乗法によって A_0 を計算した。図4は昭和62年5月13日の測定結果から得られた、湖底近くの懸濁態有機窒素 (PON) 及びアンモニアの1日平均値 A_0 の鉛直分布例である。なお、全ての計算結果は湖底近くの境界層における物質分布が、次の式で表わせられる指数分布型となることを示していた。

$$\bar{A} = \gamma \exp(-pz) \quad (3)$$

ここで γ 及び p は各々の物質分布について定数である。

6. 湖底からの物質の上方輸送

ある時間に輸送される物質の総量は、次式で表わされる。

$$F \cdot t = D \frac{dA}{dz} \cdot t \quad (4)$$

ここで F は単位時間に輸送される物質の量、 t は時間、 D は渦動拡散係数、 dA/dz はある物質 A の鉛直勾配で

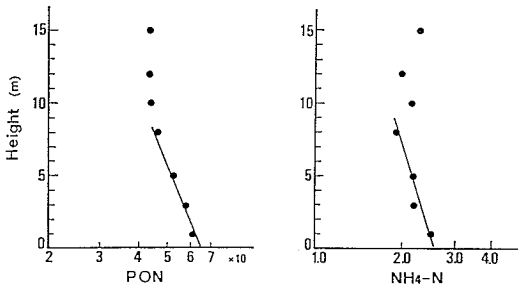


図4 湖底近くの PON ($\mu\text{g/l}$) とアンモニア (μM) の1日平均値の鉛直分布

ある。

そこで、先ず懸濁態物質の上方輸送量について考えてみる。前述の様に、1日周期で平均することによって変動成分が消去され、時間的に定常状態として取り扱うことが出来ると考えられる。従って、懸濁態物質分布は上向き拡散による輸送と下向きの沈降による輸送がバランスしていると考えたと、

$$D_{si} \frac{dS_i}{dz} + W_{oi} S_i = 0 \quad (5)$$

であるから、(4)式は次の様に表わすことができる。

$$F_{si} \cdot t = -W_{oi} S_i \cdot t \quad (6)$$

ここで W_{oi} 、 S_i 、 D_{si} は直径 $d=d_i$ 粒子の沈降速度、濃度および渦動拡散係数で、 F_{si} は単位時間当りのこの粒子の輸送量である。懸濁粒子の沈降速度として、粒子体積の累積分布が50%の時の粒径、即ち ϕ_{50} の沈降速度で代表させることにし、その値は HAWLEY (1982) の式から求めることにする。

次に、溶存物質の上方輸送量について考えてみる。(4)式を溶存物質に適用させる場合、その渦動拡散係数は未知数である。しかし、等方性乱流においては Re 数 < 1 の粒子は、流体と同じ運動をすると考えられているので (HINZE, 1959)、これから推定することにする。

(5)式を $z=z_0$ で $S=S_0$ の条件で解くと

$$S/S_0 = \exp \left\{ - (W_{oi}/D_{si}) dz \right\} \quad (7)$$

表2 懸濁物質の1日当りの湖底近くの上方輸送量
FPON ($\text{gNm}^{-2}\text{D}^{-1}$)

Height (m)	St. 2 Sept-29 (1986)	St. 2 Sept-30 (1986)	St. 2 May-13 (1987)	St. 1 May-15 (1987)	Bering Sea (Kajihara et al., 1986)
1	0.164	0.143	0.390	1.271	0.140
3	0.148	0.126	0.362	0.913	0.110
5	0.173	0.128	0.327	0.823	—
8	—	—	0.297	—	0.092

FPOC ($\text{gCm}^{-2}\text{D}^{-1}$)

Height (m)	St. 2 Sept-29 (1986)	St. 2 Sept-30 (1986)	St. 2 May-13 (1987)	St. 1 May-15 (1987)	Bering Sea (Kajihara et al., 1986)
1	1.853	1.149	2.997	4.353	0.805
3	1.574	1.010	2.818	3.111	0.633
5	1.721	1.026	2.587	1.267	—
8	—	—	2.399	—	0.542

表3 溶存物質の1日当りの湖底近くの上方向輸送量

FSiO ₄ (μMm ⁻² D ⁻¹)				
Height (m)	St. 2 Sept-29 (1986)	St. 2 Sept-30 (1986)	St. 2 May-13 (1987)	St. 1 May-15 (1987)
1	68.54	62.70	21.29	91.25
3	60.44	55.36	15.08	19.40
5	68.61	56.52	10.44	5.20
8	—	—	6.33	—

FPO ₄ (μMm ⁻² D ⁻¹)				
Height (m)	St. 2 Sept-29 (1986)	St. 2 Sept-30 (1986)	St. 2 May-13 (1987)	St. 1 May-15 (1987)
1	3.96	3.31	3.00	8.83
3	3.41	2.99	2.62	4.27
5	4.05	3.11	2.24	2.58
8	—	—	2.58	—

FNH ₄ (μMm ⁻² D ⁻¹)				
Height (m)	St. 2 Sept-29 (1986)	St. 2 Sept-30 (1986)	St. 2 May-13 (1987)	St. 1 May-15 (1987)
1	10.72	12.05	15.36	39.34
3	8.39	10.14	16.20	15.34
5	8.44	9.86	13.47	8.04
8	—	—	12.64	—

FNO ₃ +NO ₂ (μMm ⁻² D ⁻¹)				
Height (m)	St. 2 Sept-29 (1986)	St. 2 Sept-30 (1986)	St. 2 May-13 (1987)	St. 1 May-15 (1987)
1	1.61	0.90	5.88	3.39
3	1.40	0.85	4.68	3.56
5	1.58	0.93	3.63	3.56
8	—	—	2.62	—

5. 道北海域における海洋環境特性

1. はじめに

オホーツク海沿岸海域の化学環境については米田(1985)によりレビューされているがクロロフィルaも含めた季節変化については渡辺ほか(1986a)の報告があるだけである。道北日本海では周年に亘った物理環境の資料も少なく、季節変化は明らかにされていない。

本稿では宗谷海峡を挟んだ両海域の水塊を区分し、各

となるが、この解が懸濁粒子についての(3)式で示される分布をもたらすためには、粒子の渦動拡散係数は

$$D_{si} = W_{oi}/p \quad (8)$$

を満足しなければならない。この D_{si} を近似的に溶存物質の渦動拡散係数として用いると、溶存物質についての(4)式は

$$F_D \cdot t = -\gamma W_{oi} \exp(-pz) \cdot t \quad (9)$$

となる。ここで F_D , C_D はそれぞれの溶存物質の単位時間当りの輸送量及び濃度である。なお、(8)式から求めた粒子の渦動拡散係数は 1-30 (cm² sec⁻¹) の範囲であった。(6)式及び(9)式から求めた1日当りの懸濁物質、溶存物質の湖底付近の上方向輸送量をそれぞれ表2, 表3に示した。また参考として、Bering海の測定値(KAJIHARA *et al.*, 1986)も示した。場所的には、水の交換が悪いと考えられる湖水中央深部の St. 1 は物質の濃度が高く、その濃度勾配が大きいため輸送量も大きい。また季節的には、春季の輸送量が秋季に比べ2~3倍高い値を示した。

文 献

- HINZE, J. O. (1959) Turbulence. McGraw-Hill, New York Tront, Rondon., 586pp.
 HAWLEY, N. (1982) Settling velocity distribution of natural aggregates. Jour. Geophys. Res., 87, 9489-9498.
 KAJIHARA, M., M. MORINAGA and A. SEKINE (1986) Distributions and Upward Fluxes of Particulate Matter in the Southeastern Bering Sea Shelf. Jour. Oceanog. Soc. Japan, 42, 389-401.

渡 辺 智 視 (北海道立稚内水産試験場)

水塊の諸特性値の平均値を求めそれぞれの分布及び季節変化、相互関係について比較、検討を行った。

2. 試料及び方法

図1に稚内水産試験場が1983年4月以降2カ月毎に実施している調査点を示した。この中で化学環境調査を行った定線は主として、1, 2, 11, 13線である。ここでは、1984年6月から1987年8月までの観測資料から、

道北日本海8回, ホークツク海南西海域10回, 合計18回の資料を用いた。したがって, 以下に述べる季節変化は連続したものではなく, 約3年間の資料を用いたものである。分析方法は渡辺ほか(1986a; 1986b)が用いたのと同じである。ただし, 1987年に採取した資料については, オートアナライザーを用い栄養塩類の自動分析も併せて行った。

3. 水塊区分

T-S及びDO-S図から水塊区分を行い表1.2に示した。また, 図2に示すようにAOU(見かけの酸素消費量)と栄養塩(リン酸塩, 硝酸塩, ケイ酸塩)との間に相関関係のみられたものについては, その結果も考慮に

入れた。

4. 道北日本海に出現する水塊の分布及び季節変化

北海道西岸に沿って北上する対馬暖流(表層水, 中層水)は6月頃には道北海域の表層に流入する。その下層には, 亜寒帯性中層水, 日本海固有水, 日本海深層水が分布し, 10月頃までこれらの水塊による層重構造は維持される(図3)。冬期間の鉛直混合により, 対馬暖流は変質し, 亜寒帯性中層水(茄子川ほか, 1981)となり, 5, 6月頃まで暖流域表層を覆う。また, 冬季には, 水温 1°C 以下の寒流系水(藤井・佐藤, 1979), 及び 2°C 以下の中間水(福富ほか, 1950; 宮崎, 1953)の南下がみられる年もある。

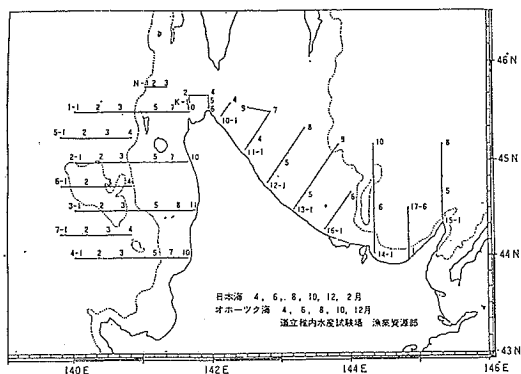


図1 道北日本海及びオホーツク海南西部海洋観測定線図

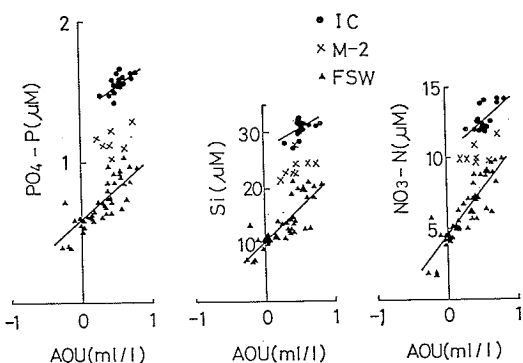


図2 オホーツク海南西域におけるAOUと栄養塩の関係(1987.3.17)

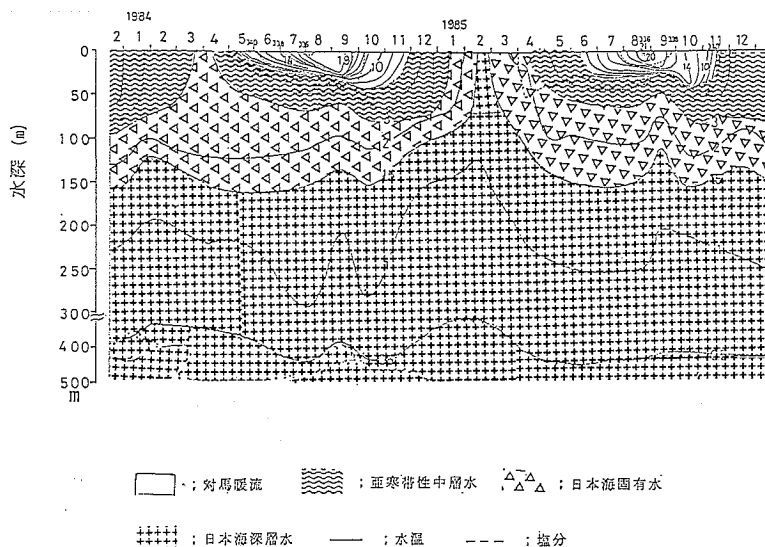


図3 道北日本海における水温, 塩分の季節変化(N 45-30, E 140-00)

これらのことから、この海域の水塊構造の特徴として次のことがあげられる。即ち、鉛直分布の季節変化は規則的で年変動も少ない。ただし、宗谷海峡に隣接した海域では、オホーツク海起源(C)あるいは日本海北方の水塊(N-C)などの、南下度合いに年変動がみられる(表1)。

5. オホーツク海南西域に出現する水塊の分布及び季節変化

海明け直後の11線の表層では、水温1~2°C台、塩分33.8~33.9の宗谷暖流前駆水(藤井・佐藤, 1977; TAKIZAWA, 1982)が距岸約7海里まで分布し、その沖合には水温-1.4°C以下の中冷水(冬季表層水)が海面まで現れている(図4)。6月になると、距岸約10海里までは塩分33.6以下の沿岸水、その沖合には塩分33.6~33.8の宗谷暖流が現れる(図5)。更に、距岸20海里の20~75m深にかけては水温0°C以下の中冷水の接岸がみられる。この中冷水と宗谷暖流の間には水温3~5°Cの冷水帯がみられる。また、中冷水の上にはオホーツク海表層水(OS), 下には宗谷暖流前駆水(FSW)がそれぞれ分布している。

表1 各水塊の水温, 塩分特性値と出現月(道北日本海)

名称	記号	水温(°C)	塩分	出現月
対馬暖流表層水	TW-S	7~22	34.0>	6~11
対馬暖流中層水	TW-M	7~14	34.0<	6~11
亜寒帯性中層水	S-M	3~7	34.0	周年
中間水	I	1~3	33.8~34.0	2~4
日本海固有水	J-P	1.7~3	34.1	周年
日本海深層水	J-D	1.5>	34.1	周年
北方冷水(仮称)	N-C	5>	34台	2~3
寒流系水(仮称)	C	1>	33.1~33.6	2

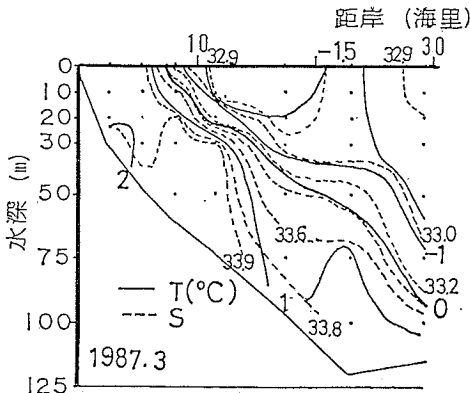


図4 オホーツク海南西域における水温, 塩分の鉛直分布(1987.3.17, 11線)

なお、各水塊の境界にはそれぞれ混合水域(M1~M3)が形成される(図5)。8月の水塊配置も6月とほぼ同じであるが10月には宗谷暖流前駆水はみられない。11月には東カラフト寒流(ES)がオホーツク海表層水と入れ替わり、12月には極く沿岸まで接岸する(表2)。

これまでこの海域の水塊構造の季節変動についてはかなり詳しく研究されている(例えば藤井・佐藤, 1979; 青田, 1979; 青田ほか, 1985)。しかし、中冷水付近に形成される混合水については未知な部分が多く、冷水帯(CWB)の起源についても解明する必要がある。

6. 水塊別, 水温・塩分の季節変化

調査月別, 水塊別の水温, 塩分のそれぞれの平均値を求め図6にまとめてプロットした。

道北日本海の水塊は塩分34付近に固まっていること、それに反し、オホーツク海南西域のそれは塩分31台から34まで分散していることが一見して分る。しかし、中冷水(IC)のまわりには混合水(M1~3)がとり囲み、T-S図だけからの区分は困難にみえる。冷水帯水(CWB)は

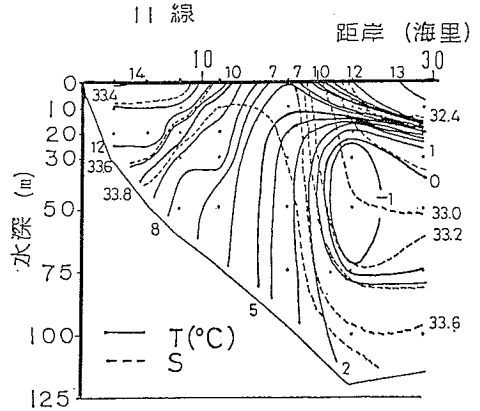


図5 オホーツク海南西域における水温, 塩分の鉛直分布(1984.6.14, 11線)

表2 各水塊の水温, 塩分特性値と出現月(オホーツク海南西域)

名称	記号	水温(°C)	塩分	出現月
沿岸水	CW		33.6>	周年
宗谷暖流前駆水	FSW	1~5	33.4~34.1	3~8
宗谷暖流水	SW	6~22	33.6~34.1	6~10
オホーツク海表層水	OS	-0.5~19.5	31.7~32.8	4~10
東カラフト寒流水	ES	2~4	31台	(12)
中冷水	IC	-1.7~-1.1	32.8~33.4	周年
冷水帯水(仮称)	CWB	3~8	33.6~34.0	6~8
混合水	M1~3	-1.4~15	32.4~33.9	周年

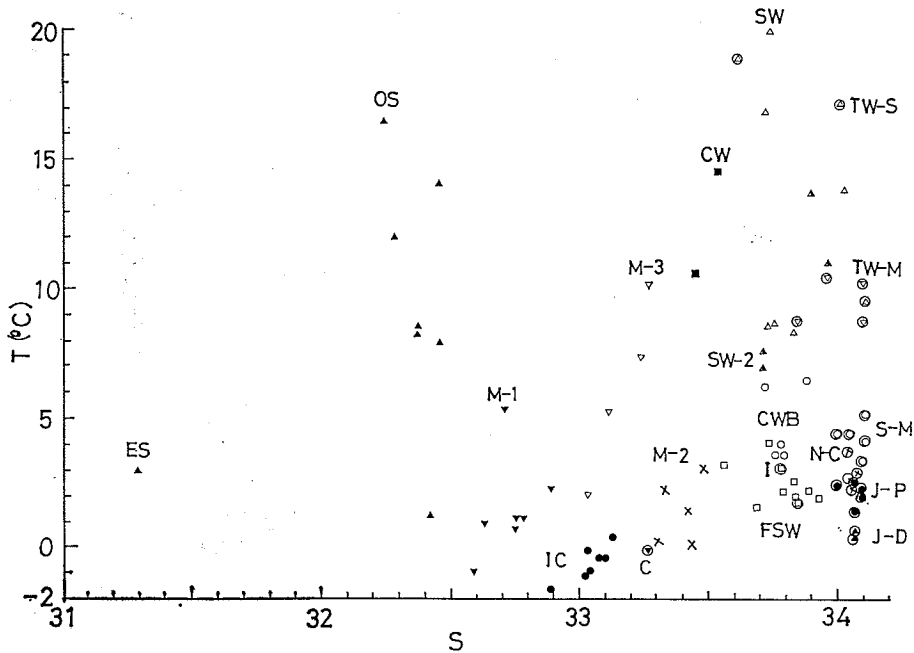


図6 調査別、水塊別の水温、塩分の平均値によるT-S図(2重丸; 道北日本海)

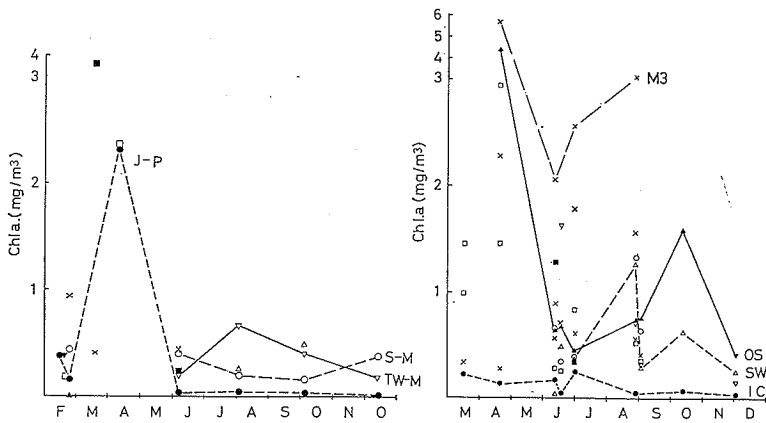


図7 調査別、水塊別のクロロフィルaの平均値
(左; 道北日本海, 右; オホーツク海南西域)

宗谷暖流前駆水(FSW)と同レベルの塩分を示し、オホーツク海南西域としては宗谷暖流(SW)並に高塩分の水塊である。また、中冷水についても、最も低温、低塩分を示すのが3月で、12月にかけて高温、高塩分化するという季節変化がみられる(図6)。

7. 水塊別クロロフィル a, 硝酸塩の季節変化

道北日本海とオホーツク海南西域に出現する水塊のクロロフィル a, 硝酸塩の平均値を調査月別に求め海域

別に図7, 8に示した。

クロロフィル a (図7) の平均値が 1 mg/m³ 以上を示すのは、道北海域の日本海側では、3, 4月に限られている。しかし、オホーツク海側では、3月から10月にかけての長期間、種々の水塊にみられる。しかも、4月の最大値も大きいことから、植物プランクトンの現存量はオホーツク側の方が多いものと考えられる。また、クロロフィル a が最も多い水塊は混合水(M3)である(図

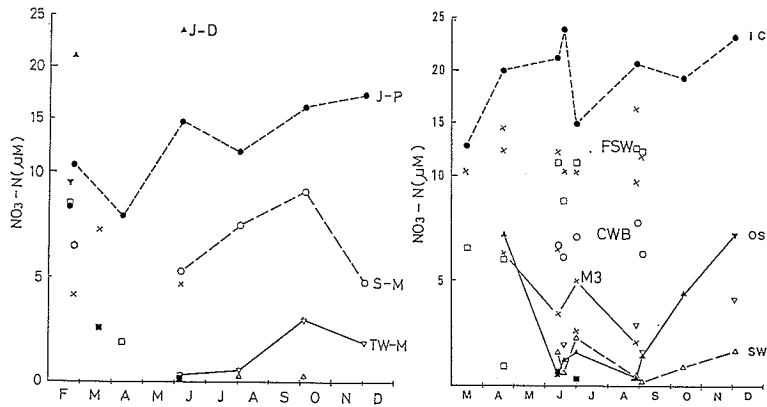


図8 調査別、水塊別の硝酸塩の平均値 (左 ; 道北日本海, 右 ; オホーツク海南西域)

7)。

次に硝酸塩 (図8) の平均濃度を水塊別にみてくると、中冷水 (IC) は3月, 7月を除くと約20~25 μ Mの高い値を保持している。日本海側でこれに匹敵するのは資料が少ないが、日本海深層水 (J-D) である。

宗谷暖流前駆水 (FSW) は3, 4月では高くても約7 μ Mであるが, 6~8月にかけて10 μ M前後に増加する。このことは宗谷暖流前駆水の分布が表層から底層に移ったためと考えられる。一方、冷水帯水 (CWB) では6~8月にかけて6~8 μ Mと一定している。

8. まとめ

道北日本海のクロロフィルaの季節変化は春季にのみピークがみられる単純な型である (図7左)。このことは、光合成が行われる表層の栄養塩濃度が冬春季以外は低いこと、即ち成層化した海域では有光層への栄養塩の補給が少ないことと関連していると考えられる。

一方、オホーツク海南西域では、周年高濃度の栄養塩を保有している中冷水が時には10m深位まで浮上し、オホーツク海表層水あるいは宗谷暖流水などと接触し、生成したそれぞれの混合水塊へ栄養塩の補給を行っていると考えられる。このことが、春季のみならず夏季から秋季までにかけての混合水塊のクロロフィルaが高い理由の一つであろう。

また、夏季に形成される冷水帯の起源については、比較的高塩分なこと、保存性栄養塩濃度 (AOU=0の時の栄養塩濃度) が他の混合水塊よりも低く、亜寒帯性中層水と同レベルであることなどから、日本海起源の可能性が高いと考えられる。これに関しては、動植物プランクトン相なども含め、今後継続して検討しなければならない

い。

終りに、オートアナライザーで栄養塩の分析をして頂いた北海道公害防止研究所研究職員斉藤修氏に心から感謝する。

文 献

青田昌秋 (1979) オホーツク海北海道沿岸の海況変動. 沿岸海洋研究ノート, 17, 1-11.
 青田昌秋・永田 豊・稲葉栄生・松山優治・小野延雄・金成誠一 (1985) 宗谷暖流一典型的な陸棚上の海流一. 海洋の動態, 恒星社厚生閣, 164-187.
 藤井 浄・佐藤芳和 (1977) 寒冷水域における低次生産の2, 3の例について. 漁業資源研究会議報, 20, 25-44.
 藤井 浄・佐藤芳和 (1979) 日本海・オホーツク海沿岸の海洋構造と生産力. 水産海洋研究会報, 34, 57-62.
 福富孝治・吉田喜一・楠 宏・田畑忠司・松村信男・飯塚 篤・藤木忠美・黒萩 尚・橋場孝男・浅田 宏 (1950) 昭和24年夏季に於ける北海道北西沖の海洋調査. 北部日本海深海魚田調査報告, 1.
 米田義昭 (1985) オホーツク海沿岸海域Ⅲ 化学. 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学出版会, 23-33.
 宮崎道夫 (1953) 日本海の水塊に就て (海況予想の研究Ⅱ). 北水研報告, 7, 1-65.
 茄子川郁夫・渡辺智視・鹿又一良・土門和子・苔米地洋文 (1981) 石狩湾沿岸海域の環境. さけ別枠1981河川型研究グループレポート, 北水研, 81-92.
 TAKIZAWA, T. (1982) Characteristics of the Soya Warm Current in the Okhotsk Sea. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, 38, 281-292.
 渡辺智視・佐々木正義・田中祐志・夏目雅史・佐藤 一 (1986 a) オホーツク海南西域における水塊構造とクロロフィルaの季節変化. 日本海洋学会春季大

会講演要旨集, 159-160.
渡辺智視・田中祐志・佐々木正義・夏目雅史 (1986b)

海洋に関する調査研究. 昭和60年度事業報告書, 北海道立稚内水産試験場, 101-110.

6. サロマ湖・能取湖・網走沖におけるクロロフィル量の季節変化

西浜雄二・蔵田 護・多田匡秀 (北海道立網走水産試験場)

北海道のオホーツク海沿岸南部海域は、種苗放流によるホタテガイ漁業の重要な漁場である。また、オホーツク海と狭い水路でつながっているサロマ湖及び能取湖——現在では湖口が周年開口していること、及び大きな河川が流入していないことによって、塩分はほぼ外海水と同様になっている——は、天然発生及び種苗放流によって、あるいは垂下養殖によって濃密なホタテガイ漁場となっている。

半閉鎖的海域であるサロマ湖及び能取湖では、ホタテガイ浮遊幼生の密度が外海域に比べて高く保たれる。この特性に基づいて、両海水湖ではホタテガイの天然採苗が大々的に行われており、中間育成された大量の種苗は、オホーツク海沿岸における種苗放流によるホタテガイ漁業の基盤となっている。

筆者らはホタテガイ漁場の水質環境の季節変化を把握することを目的として、1984～1987年に能取湖 (蔵田・西浜, 1987), 網走沖 (蔵田, 1985), 及びサロマ湖 (多田ほか, 1987年から継続中) で調査を行った。本稿ではこれらのうち、クロロフィル量と栄養塩等について述べる。

本文に先立ち、現場調査にご協力いただいた網走漁業協同組合、西網走漁業協同組合、並びにサロマ湖養殖漁業協同組合の関係者の皆様に感謝申し上げます。

1. 調査海域と調査方法

調査海域は北海道のオホーツク海沿岸南部に位置している。能取湖及びサロマ湖は海跡湖であり、狭い湖口でオホーツク海と接している。調査地点の位置と説明、及び調査実施期間を図1及び表1に示した。

本海域は5月以降、宗谷暖流水に占められ、11月に東カラフト寒流の影響下に置かれる。湖面は12月中旬に結水しはじめる。1月下旬には、ベーリング海北部からの流水が北海道沿岸に接岸し、本海域は3月まで流水に覆われる。湖水の塩分の季節変化は、融雪水期を除き、外海水とほぼ同様である。

クロロフィル量及び栄養塩の分析方法は、能取湖での調査 (蔵田・西浜, 1987) で用いたのと同じである。溶存酸素の測定には溶存酸素メーター (YSI社製, 58型) を用いた。

2. クロロフィル a 量の季節変化

クロロフィル a 量の年間最高値は3調査地点とも4月にみられ、7～15 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0～15m層の平均値) の範囲にあった (図2)。この最高値は珪藻類を主構成種とする植物プランクトンの春季大増殖 (ブルーム) によるものである。このブルームは、解氷直後 (4月) に起こり、短期間で終了する。

3地点のうち、サロマ湖の年間最高値が最も低かった。このことは、大増殖が湖面を覆っていた氷が融けはじめるとともに起こり、その時期に船の航行が困難であるために、調査日が大増殖のピークに当たらなかったこ

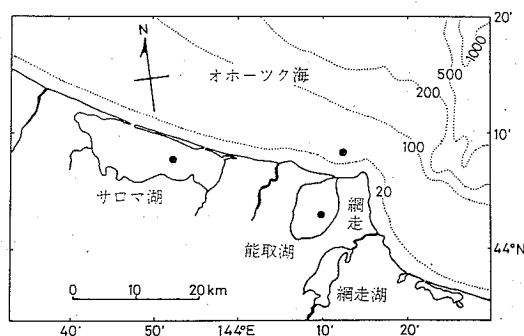


図1 調査地点の位置

表1 調査地点の位置と調査実施期間

地点名	位置	水深(m)	期 間
能取湖	中央部	22	1984年12月～ 1986年5月
サロマ湖	中央部	17	1987年4月～
網走沖	能取湖口沖 4km	36	1985年4月～ 1985年11月

とによると思われる。1988年には、湖全面の融氷は4月13日であり、クロロフィルa量は4月16日に19.1 $\mu\text{g}/\text{l}$ であった。

ブルーミングは5月には終了する。その後、クロロフィル量は秋まで低い状態が続いた。ただし、能取湖では10月にも小さなピーク(4.6 $\mu\text{g}/\text{l}$)が観測された。

3. クロロフィル量と窒素源の関係

湖面は12月中旬から4月中旬まで結氷する。また、海面(外海)は1月下旬から3月まで流氷に覆われる。このことによって水中の光量が著しく減少するので、植物プランクトンの増殖は氷が融けるまで抑えられる。このため、11月以降、鉛直混合によって表層水中に運ばれる栄養塩の量は、消費されずに次第に増加し、3月に年間最高値に達する(図3)。

水下の水中のクロロフィル量は0.2~0.3 $\mu\text{g}/\text{l}$ であった。2~3月の氷の厚さは約40~50cmであり、その上に雪が10~20cmほど積もっていた。氷直下の水中照度は雪上の2~3%であった。水下部の5~10cmほどは珪藻類の増殖によって褐色になっていた(サロマ湖, 1988年2, 3月)。

クロロフィル量は融氷の進行とともに増加しはじめ、3態窒素が枯渇するまで続き、4月中旬ないし下旬に最高値に達した後、急激に減少した(図3)。冬季(3月)の3態窒素の最高値($\mu\text{g-at}/\text{l}$ の単位で表したものと、春季(4月)のクロロフィルa量の最高値($\mu\text{g}/\text{l}$ の単位で表したものと)の間には、ほぼ一定の関係がみられた。このことは、西浜ほか(1976)が噴火湾の調査で示したように、春季ブルーミングにおいてはクロロフィル量の最高値が窒素源の量に依存していることを示唆している。

能取湖及びサロマ湖での夏の溶存酸素の鉛直分布を図4に示した。能取湖では図3に示した年には溶存酸素を調査しなかったため、図4に示したのは1987年の調査例である。能取湖での8月21日の溶存酸素量は、10m以深で減少しはじめ、海底1m上での飽和度は1%であったが、10日後にはこの状態は解消された。サロマ湖では8月12日に海底1m上での飽和度は57%であり、9月4日も同程度であった。中層以下での酸素飽和度の低下と潮汐との間には明らかな関係が見出せなかった。この時期の外海水の湖内への流入状況について、詳細な調査が必要であろう。

能取湖及びサロマ湖の10m以深の底質は腐泥である。両方の海水湖では、湖口近くが浅くなっているため、湖中央部の底近くの海水は停滞しやすくなる。夏季には水

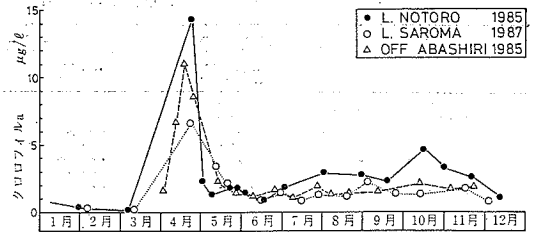


図2 能取湖, サロマ湖, 及び網走沖におけるクロロフィル量の季節変化

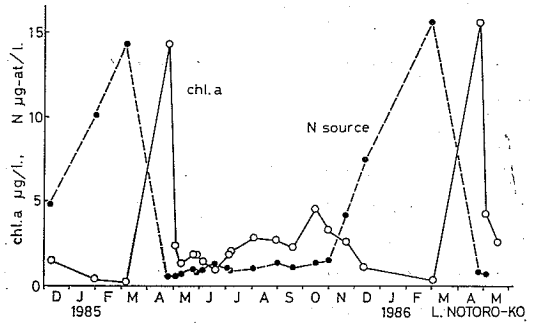


図3 能取湖におけるクロロフィル量と無機3態窒素量の季節変化

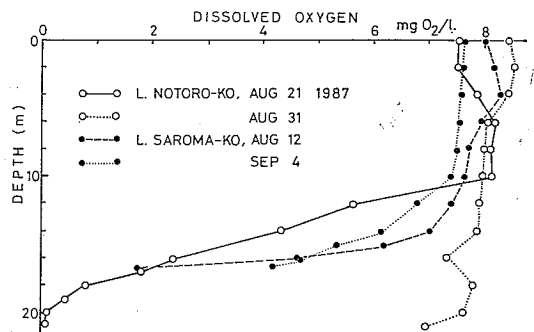


図4 サロマ湖及び能取湖における溶存酸素の鉛直分布

温が高いので、底泥の有機物の分解が活発になる。その結果、溶存酸素が消費され、アンモニア態窒素が溶出する。

能取湖での夏季のクロロフィルa量は、0~15m層の平均で1.9~2.9 $\mu\text{g}/\text{l}$ であった。サロマ湖及び網走沖では、それぞれ0.8~1.4及び1.1~1.9であった。能取湖でクロロフィル量が高かったのは、底層から供給されたアンモニア態窒素を利用して、植物プランクトンが増殖したことによるものである(図3)。夏季の透明度は7~8

表2 北海道沿岸におけるクロロフィル量と3態窒素量の比較

海 域	年	冬季のN源 ug-at/l.	春季の chl.a μg/l.	比* ¹	夏季のN源 μg-at/l.	夏季の chl. a μg/l.	引用文献
能取湖	1985	14.3	14.3	1.0	1.1	2.3	蔵田ほか 1987
	1986	15.5	15.6	1.0	—	—	
サロマ湖	1987	14.5	19.1* ²	1.3	0.1	1.2	多田ほか 未発表
網走沖	1985	12.1	11.0	0.9	0.2	1.4	蔵田 1985
石狩湾	1985	4.7	5.7	1.2	<1.0	0.5	鹿又ほか 1986
寿都湾* ³	1979	4.0	3.5	0.9	<0.5	0.5	西浜 1982a
噴火湾* ³	1974* ⁴	10.6	11.1	1.0	<0.3	1.0	西浜 1982b

*¹ N源に対するクロロフィルa量の比を示した。*² 1988年4月16日の値を用いた。*³ NH₄-N が含まれていない。*⁴ 1974~1982年の平均値を示した。

mであり、底近くでも光合成が可能である(蔵田・西浜1987)。

4. 他海域との比較

北海道のオホーツク海南部沿岸海域における、表層水中のクロロフィルa量と栄養塩類との季節変化の型——春季ブルーミングによって硝酸態窒素が枯渇する——は、噴火湾(西浜, 1982a)や日本海(西浜, 1982b; 鹿又ほか, 1986)の場合と同様であった。

3態窒素量とクロロフィル量について、噴火湾や日本海側と比較する(表2)。冬季の3態窒素量の最高値は、能取湖とサロマ湖で最も高く、石狩湾と寿都湾で低かった。春季ブルーミング時のクロロフィル量も、同様であった。

この時期の3態窒素量に対するクロロフィル量の比は、0.9~1.3の範囲にあり、調査地点別の平均値は1.1であった(表2)。この値は、調査日の間隔が粗いためにクロロフィル量のピークを捉えていない場合や、調査定点を通過する水塊が複雑な場合に、大きく変わることになる(西浜, 1982a)。

海域の一次生産性を比較する場合、指標としてクロロフィル量がよく用いられるが、春季ブルーミングの場合には、変化が急激であるために、そのピークをとらえることが難しい。しかし、上述のように、3態窒素量の最高値とクロロフィル量の最高値との間にはほぼ一定の関係が認められるので、この時期の海域の生産性を他の海域と比較するためには、クロロフィル量よりも、窒素源

の量を指標として用いた方がよい。

夏季に測定される栄養塩の量は、消費されつつある状態の値である。それゆえ、夏季の生産性を他の海域と比較する場合には、クロロフィル量を直接用いるのがよい。本調査海域の夏季のクロロフィル量のレベルは、噴火湾や日本海よりも高く、1.2~2.3μg/lであった。特に能取湖で高いのは、湖が浅いので、夏季にも底層からの栄養塩の供給が多いことによる。サロマ湖も同様の条件にあるが、同湖での調査地点は能取湖の場合よりも外海水の影響を強く受ける場所であった。

文 献

- 鹿又一良・渡辺智祝・田中伊織・小島守之・茄子川郁夫(1986) 石狩湾余市沖におけるクロロフィルaと栄養塩類の季節変化. 北水試報, 28, 1-10.
- 蔵田 護(1985) 網走湾におけるホタテガイの成長阻害要因に関する調査. 昭和62年度網走水試事業報告, 160-170.
- 蔵田 護・西浜雄二(1987) 能取湖における海洋条件の季節変化. 北水試報, 29, 17-24.
- 西浜雄二(1982a) 噴火湾口鹿部沖におけるクロロフィル量の季節変化に関する10年間の観測, 1973-1982年. 水産海洋研究会報, 41, 62-64.
- 西浜雄二(1982b) 寿都湾の海洋条件の季節変化. 北水試月報, 39(1), 1-8.
- 西浜雄二・岩崎良教・金子 実・広海十朗(1976) 噴火湾鹿部沖における海洋条件および動植物プランクトンの季節変化, 特に栄養塩類と植物プランクトンの増殖との関係. 北水試月報, 33(2), 1-22.

7. 化学的にみた噴火湾における spring bloom の生成機構(要旨)*

中林成人・工藤 勲・久万健志

戸屋健治・松永勝彦(北海道大学水産学部)

生物は水銀以外の金属を必要とするが、沿岸海域においては鉄のみが粒子として存在している。スプリングブルーム、赤潮時には植物プランクトンは 10^3 - 10^8 cells/ml まで増殖する。従って、海水で存在する粒状鉄をどのような機構で、あるいはどのような形態の鉄を摂取しているかを知ることは植物プランクトンの増殖機構を知る上に極めて重要である。粒状鉄を溶存鉄に変えるに

は、有機物質とのキレート化あるいは粒状鉄を還元して Fe^{2+} にするか、のいずれかである。ある種の植物プランクトンはキレート物質を排泄し、鉄をキレート化するとの報告もあるが、種類が限られているため Fe^{2+} を摂取していると考えた方が普遍的である。噴火湾で1987年2月~4月にかけて観測を行い、ブルーム時に Fe^{2+} が検出され、この Fe^{2+} がブルームの引金と推定された。

* 原著論文として水産海洋研究第53巻第2号に掲載予定