

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 53 号

SCIENTIFIC REPORTS

OF

HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No.53

北海道立中央水産試験場

北海道余市町

1998年9月

Hokkaido Central Fisheries
Experimental Station

Yoichi,Hokkaido,Japan

September,1998

北海道立水産試験場研究報告

第五十三号

平成十年九月

Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn. No. 53 September, 1998

北海道立水産試験場研究報告

第53号

目 次

夏目雅史	
北海道松山海域スケトウダラ延縄漁業の漁獲深度と水温	1 - 8
三原行雄	
道東太平洋海域におけるカタクチイワシの分布	9 - 15
西浜雄二, 堀井貴司, 元谷 怜, 山下修一	
苫小牧沖重油流出事故によるホッキガイの油汚染とその回復	17 - 24
今井義弘	
ホッケ, キツネメバルの遊泳速度(短報)	25 - 27
試験研究業績	
外部刊行物への発表, 平成9年度	29 - 35

(1998年9月)

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No.53

CONTENTS

Masashi NATUME

Fishing depth and the water temperature of the midwater long-line fishery of walleye pollock in the coastal waters
of Hiyama Subprefecture, Hokkaido 1 – 8

Yukio MIHARA

Distribution of the Japanese Anchovy, *Engraulis japonicus*, off southeastern Hokkaido 9 – 15

Yuji NISHIHAMA, Takashi HORII, Satoshi MOTOYA, and Shuichi YAMASHITA

Effect of oil pollution and its recovery on the activity and taste of the bivalve
Pseudocardium sachalinensis caused by oil spill accident off Tomakomai, Hokkaido 17 – 24

Yoshihiro IMAI

Swimming speeds of arabesque greenling and fox jacopever (Short Paper) 25 – 27

Contribution from the Hokkaido Fisheries Experimental Station:

Papers Presented in other journals or at scientific meetings in fiscal 1997 29 – 35

(September, 1998)

北海道桧山海域スケトウダラ延縄漁業の漁獲深度と水温

夏目 雅史*

Fishing depth and the water temperature of the midwater long-line fishery of walleye pollock in the coastal waters of Hiyama Subprefecture, Hokkaido

Masashi NATSUME *

To elucidate the spawning behavior of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, off Hiyama Subprefecture in the northern Japan Sea, commercial midwater long-line fishing depth, the water temperature and changes of maturation of adult female pollock were investigated from November 1996 to January 1997. Also, hydrographic observations were conducted in late October from 1991 to 1996 in and around the fishing grounds.

Commercial midwater long-line fishings during the fishing period in 1996 were conducted at 340~365m depth in early November. Then the depth of fishings became shallower to 200~250m depth after late November. With the ascent of fishing depth, the temperature at fishing depth rose from about 1°C (340~365m) to 1.5~6°C (200~250m). Judging from the monthly change in maturation of female pollock, it seems that spawning of pollock begins in early-January, and reaches a peak in mid-January. From these result, it seems that matured pollock came up from migration layer in the Japan Sea Proper Water to spawning layer(1.5~6°C) between the Japan Sea Proper Water and the Tsushima Warm Current. It appears that this ascent occurred more than one month before the beginning of spawning.

As the strength of Tsushima Warm Current would affect the depth of spawning layer of pollock, it supposed that the decrease of catch in 1960's was due to the deep spawning layer, where the fishing gear in those period could not reach because of thick Tsushima Warm Current covered the fishing grounds.

キーワード：スケトウダラ, 延縄, データロガー, 漁獲深度, 漁場水温

はじめに

北海道南部日本海に位置する桧山海域では、北部日本海系群に属すると考えられているスケトウダラが秋から冬場に産卵のために来遊し¹⁾、これらを対象にスケトウダラ延縄漁業が専獲漁業として行われている²⁾。その漁獲量の経年変化を見ると (Fig. 1), 1989年以降は1万トン以上の安定した状態にあるが、1960年代に極端な不漁が続いた。漁獲量が増えはじめた1979年以降の漁獲量変動要因については、北部日本海系群内での各漁場への来遊配分から一部検討されているが³⁾、1960年代の不漁の原因については検討されていない。

桧山海域へのスケトウダラの来遊機構については、1983年以降北海道大学水産学部により精力的に調査が行

われている⁴⁻¹⁰⁾。それによると、桧山海域のスケトウダラは、漁期前の10月は沖合から沿岸にかけて深度400m~450m層の水温0.5°C付近に分布しているが、漁期中の1~2月には沿岸域の150~250m層の2~3.5°Cの水温帯に分布する。そして、漁期終了後の4月には沿岸から沖合にかけて180~280m層の1~2°C前後の水温帯に分布し、400m層にはほとんど分布しないことが確認されている。漁期中はスケトウダラの産卵期にあたり、来遊層から産卵層への産卵のための浮上が想定されるが、その機構については明らかにされていない。

そこで、1991年から1996年の漁期前の漁場環境の経年変化と、1996年度漁期中の漁獲深度と水温および成熟度の変化を調べ、漁期中の魚群の動きと漁場環境から産卵層への浮上機構について検討するとともに、不漁年代の

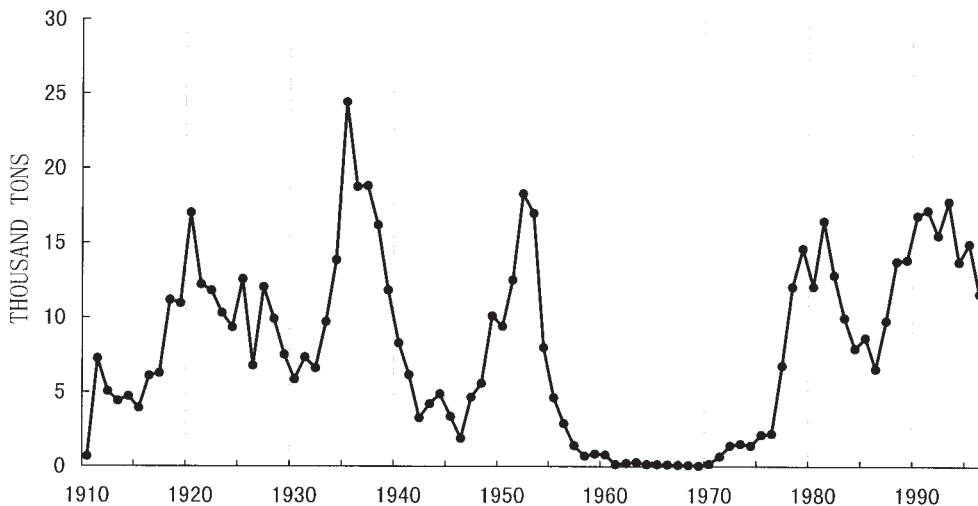


Fig.1 Annual catch change of walleye pollock in coastal waters of Hiyama Subprefecture, Hokkaido. The catch totaled in the fishing year period from April to next March after 1958.

原因についても考察した。

材料と方法

1. スケトウダラ延縄漁業当業船による調査

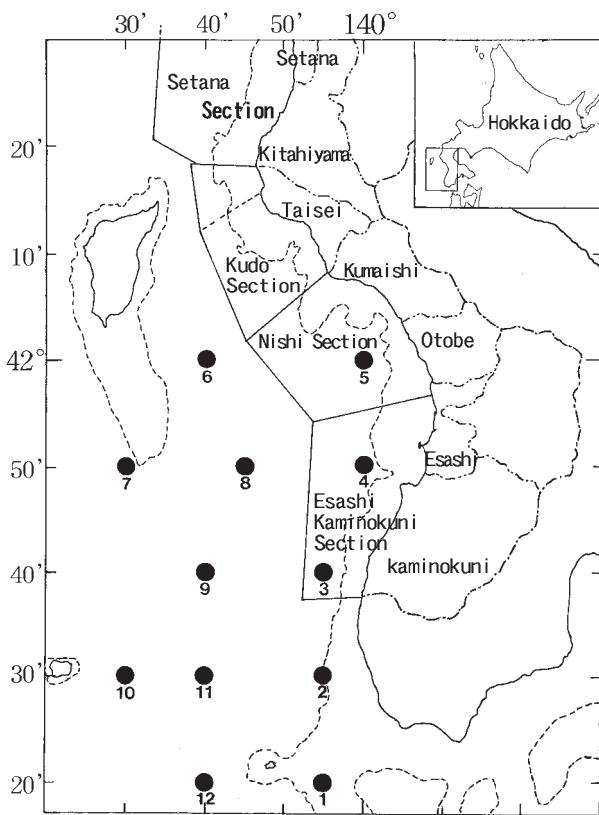


Fig.2 Sections of walleye pollock midwater long-line fishing ground²⁾ and stations for oceanographic observation (●) off the Hiyama region.

桧山海域のスケトウダラ延縄漁業では、桧山管内の前浜漁場を4つの海区に分けて操業を行っている (Fig. 2)²⁾。主漁場は熊石町から乙部町にかけての爾志海区と江差町から上ノ国町にかけての江差・上ノ国海区であり、例年この2海区で桧山管内のスケトウダラ延縄漁業の漁獲量の9割以上を占めている。1996年度の桧山管内でのスケトウダラ延縄漁業の着業隻数は129隻であった。船型は5トン未満の船から19トン型まで様々である。船型や乗組員数により1日当たりの延縄の持ち縄数が異なる。例えば、1996年度は19トン型で5人乗りの場合、持ち縄の最大数は185枚(幹縄に枝針百本で1鉢を一枚と数える)に制限していた。この185枚をその日の天候や漁場の使用状況および魚群の分布域に合わせて1日1~4縄に分けて投縄する。

当業船による調査は、爾志海区で操業する第58泰安丸と第8暁丸、および江差・上ノ国海区で操業する第31福生丸により、漁獲深度における水温計測と操業日誌の記入を行った。漁獲深度における水温計測にはデータロガー (Onset社製StowAway Tidbit) を使用した。測温有効範囲は-5℃~37℃。最大読取誤差±0.2℃。耐深度500m。電池寿命5年。メモリー容量は8KB (7,944サンプル) で、30分間隔の計測であれば165日間記録できる。データロガーは延縄漁具の沿岸側から25枚目の縄に装着した。操業日誌は各船ごとに操業年月日、操業位置、漁獲深度、一操業ごとの使用鉢枚数、一操業ごとの漁獲箱数 (一箱約18kg) を記入した。操業位置はデータロガーを装着した縄が投縄された位置をGPSで測位した。データロガーには測深機能はないので、漁獲深度は魚探反応深度に合わせて瀬縄を調節して漁具 (データロガーの付いた幹縄) が設置されたと推定される深度である。CPU

Eは延縄の一枚当たりの平均漁獲箱数として算出した。

2. 調査船による調査

漁期直前の漁場環境を調べるために、函館水産試験場所属試験調査船金星丸により1991~1996年の10月下旬にスケトウダラ延縄漁場およびその沖合域において深度500 mまでの水温・塩分観測を行った。調査点はFig. 2に示したSt. 1~12の12点。観測には1991年から1993年まではニールブラウン社製CTDを用い、1994年から1996年はシーバード社製CTDを用いた。

3. 漁獲物調査

1996年度の漁期間中、月2回を目処に松山海域のスケトウダラ漁場の中心地である熊石、乙部、江差の各漁港で、漁獲物から銘柄別に大1箱、小2箱を購入し体長、体重、性別、生殖腺重量等を測定した。

標本を抽出した日の各港の銘柄毎の漁獲量で測定尾数を漁獲尾数に引き伸ばして、漁場全体の漁獲物の雌雄比と雌の成熟度組成を推定した。雌の成熟度の区分は卵巣の肉眼による外観上の判断から以下の5段階に分けた。

- 1 : 未成熟 (卵粒が認められない)。
- 2 : 卵粒 (不透明卵) は認められるが、成熟卵 (透明卵) は認められない。
- 3 : 一部あるいは、ほとんどが透明卵で占められる。
- 4 : 卵巣は産卵により収縮し、残留卵は全て透明卵で占められる。
- 5 : 産卵後。卵巣は萎縮し卵巣膜は厚い。

結果

1. スケトウダラ延縄漁業当業船による調査

各当業船の投縄毎の漁獲深度、漁獲深度における水温、およびCPUEの変化をFig. 3に示した。1996年度の漁期開始は11月5日であったが、第8暁丸と第31福生丸は11月18日から操業を開始した。また、第31福生丸は漁期終了前の1月14日に操業を終了した。

第58泰安丸の漁獲深度の変化を見ると、漁期始めの11月上旬から11月中旬まで漁獲深度は350m前後と深かったが、11月下旬から徐々に浅くなり、12月上旬には230m前後になった。その後1月上旬までは230m前後で推移していたが、1月中旬以降は若干深くなり250m前後となった。同じ爾志海区で操業する第8暁丸もほぼ同様の傾向を示した。江差・上ノ国海区で操業する第31福生丸も同様の傾向を示したが、12月上旬以降の漁獲深度は210m前後で、爾志海区の2船よりも若干浅かった。調査終了後の聞き取り調査によると、江差・上ノ国海区は1隻当た

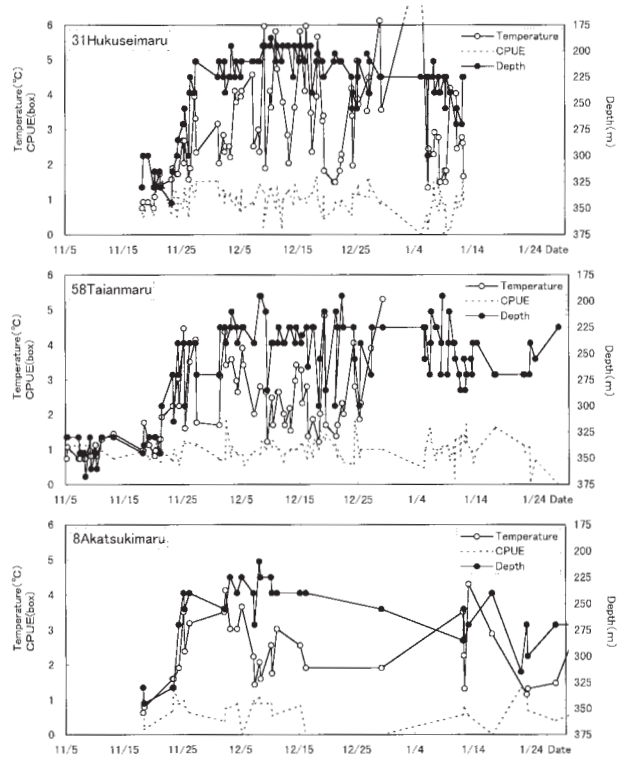


Fig. 3 Daily changes of midwater long-line fishing depth, temperature at fishing depth and CPUE (mean fish boxes of catch per 1 basket).

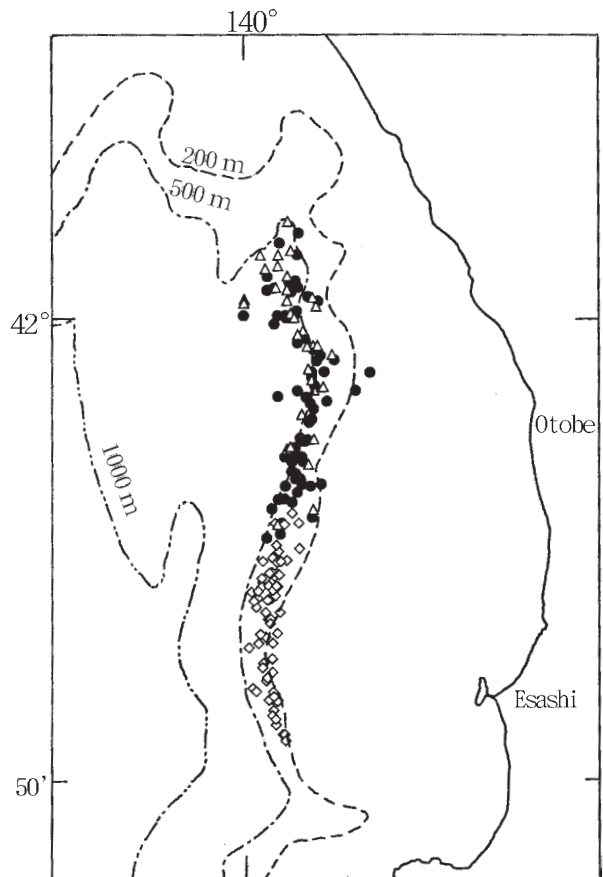


Fig. 4 Positions of long-line fishing and bottom contours in coastal waters of Hiyama Subprefecture. Open lozenges, solid circles and open triangle show 31Hukuseimaru (◇), 58Tainmaru (●) and 8Akatsukimaru (△), respectively.

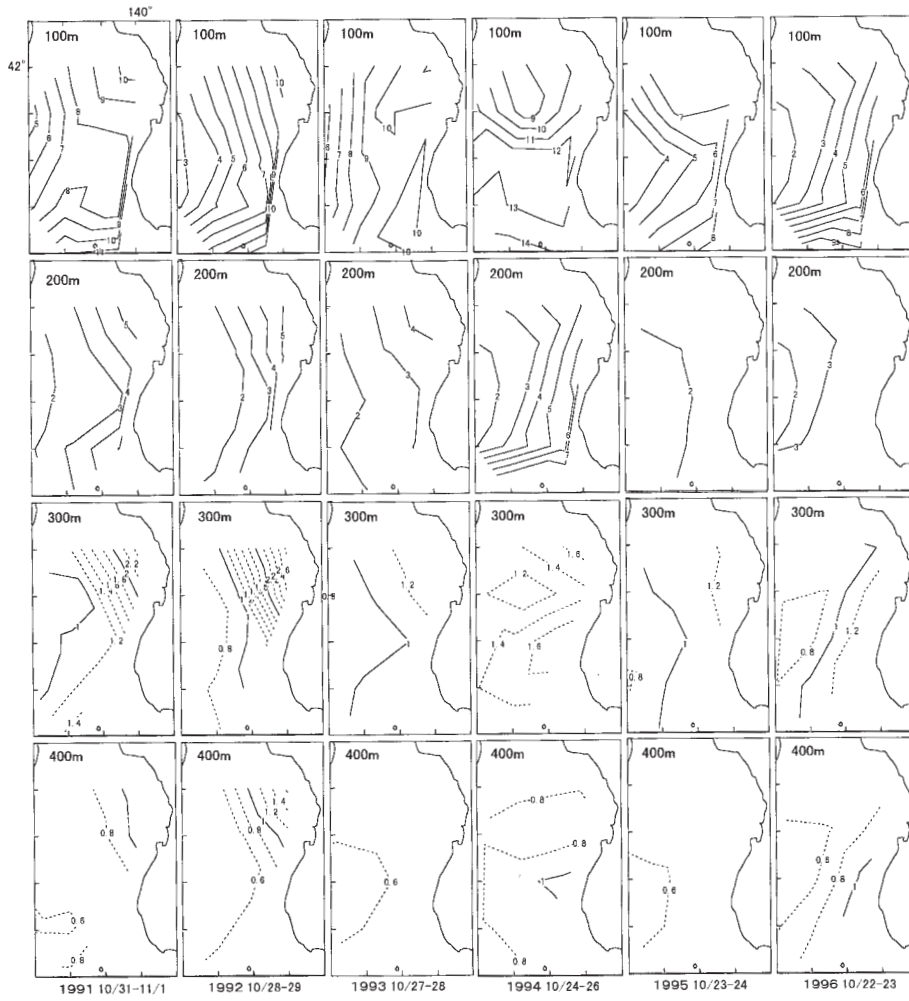


Fig.5 Horizontal distributions of water temperature (°C) at several depth off the Hiyama region in late October from 1991 to 1996.

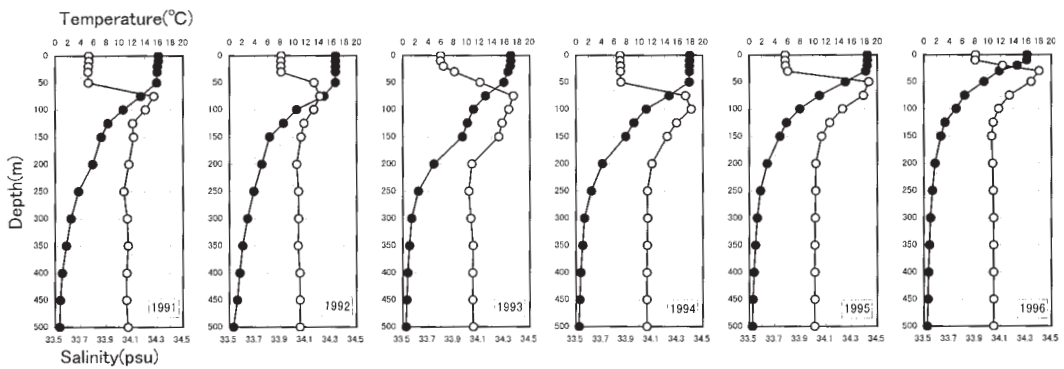


Fig.6 Vertical profiles of water temperature (●) and salinity (○) from the surface to 500m depth on the station 5 in late October from 1991 to 1996.

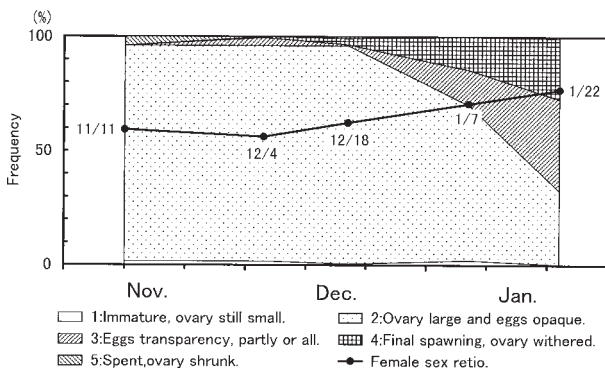


Fig. 7 Seasonal Changes of maturity and sex ratio of female walleye pollock caught by commercial midwater long-line during the fishing period from 1996 to 1997. Maturation stage was identified by visual examination of ovary.

りの操業面積が広いこと、延縄を岸沿いに斜めに設置して沖出しを少なくすることができ、漁具仕立ての違いもあり爾志海区より浅目に漁具を設置しているとのことであり、両海域での漁獲深度は若干異なったが、魚探反応の深度にはあまり差がないようである。

漁獲深度の水温変化をみると、爾志海区の第58泰安丸では、漁期始めの11月上旬から11月中旬にかけて漁獲深度は350m前後と深く、水温は1℃前後であった。漁獲深度が浅くなった11月下旬以降は1.5～4℃の範囲で概ね推移した。第58泰安丸の1月以降の水温はデータロガーの読み取りに失敗したため欠測している。第8暁丸も計測回数は少ないが、第58泰安丸と類似した水温変化を示した。江差・上ノ国海区の第31福生丸でも、漁獲深度が浅くなるにつれ水温は上昇したが、爾志海区の2船よりも漁獲深度が浅いため水温は若干高く、概ね1.5～6℃の範囲で推移した。なお、第31福生丸の1月4日の水温が8.07℃を示し、図からはみ出しているが、この時の延縄は岸寄りに流され座礁していたため、この水温は解析から除外した。

各船のCPUEの変化をみると、第58泰安丸と第31福生丸では漁期初めから漁期終了まで1.0箱(1枚当たりの平均箱数)前後で変化は少なかった。しかし、第8暁丸は日誌の記入月日が少なく、変化も明白でないが、他の2船に比べやや低かった。

漁期中の3船の一縄ごとの操業位置をFig. 4に示した。操業位置は水深200～500mの等深線沿いに南北に分布していた。爾志海区で操業する第58泰安丸と第8暁丸の漁獲深度が江差・上ノ国海区の第31福生丸よりも深かったのと同様に、操業位置の水深も江差・上ノ国海区は300m前後であったのに対して、爾志海区は500m前後と深かつ

た。

2. 調査船による調査

1991年から1996年の松山海域における100～400m深の水温の水平分布をFig. 5に示した。100m深では、1994年は8℃以下の分布はみられないのに対し、1995、1996年は8℃以下の分布が大半を占めているように、年によってかなり差がある。200m深では、沖合からの2℃の張り出し位置の年による差は少ないが、沿岸域では1995、1996年は4℃以上の分布はみられないのに対して、それ以外の年は4～7℃以上の分布がみられる。300m深では1991、1992年のみ沿岸域で2℃以上の分布がみられる。400m深ではどの年もほとんどの海域が1℃以下の分布で占められている。このように、漁場付近での来遊深度とされる400m層^{4,5)}は毎年1℃前後の安定した水温であるが、100～200mでは水温の年変動が大きい。

スケトウダラ卵は水温耐性実験で2℃以下でも、また10℃以上でも孵化率が著しく低下することが知られており¹⁾、2～5℃が産卵適水温とされている^{8,10)}。スケトウダラ延縄漁場の中心に当たる沿岸域のSt. 5では、2～5℃の分布深度は、1996年は103～183mと浅いが、1992年は206～360mと深く、年により100m以上の深度差がみられた (Fig. 6)。

3. 漁獲物調査

漁期中の雌雄比では常に雌の比率が高く、最少で56.3%、最大で76.7%であった (Fig. 7)。卵巣の熟度は11月11日から12月18日までは熟度2が95%前後を占めていたが、1月7日になると熟度2は68%になり、熟度3以上が30%と高くなった。1月22日には熟度2は32%に減少し、熟度3以上が67%になったが、産卵を終え卵巣の萎縮した熟度5の個体はまだほとんど出現していない。

考 察

松山海域ではスケトウダラは主にタラコ原料として漁獲されている。そのため、できるだけ雌を選択的に漁獲対象にするよう意識的に操業しており⁷⁾、漁獲物の雌雄比をみても常に雌の割合が高い (Fig. 7)。したがって、漁獲深度の変化は雌を主体とした魚群の分布深度の変化を示しているものと推定される。

スケトウダラは1産卵期に複数回産卵し、卵巣の外観上透明卵が観察される熟度3の個体は、初回産卵の直前か既に1回以上産卵を行った個体と考えられる¹⁰⁾。1996年度の漁期中の熟度組成の変化から、11～12月は熟度3以上の出現率は5%前後と極僅かで、ほとんど産卵は行わ

れていなかったと考えられる。しかし、年が開けて1月7日には熟度3以上は30%、1月22日には67%を占めている。熟度3の出現率が50%以上になった時を産卵盛期とみなすと¹⁹⁾、1月初旬には産卵が始まり、1月中旬には産卵盛期を迎えていたと推定される。

1996年度のCPUEは漁期初めから漁期中にかけてあまり変化しなかったことから (Fig. 3), 漁期初めの11月初旬には分布深度は350m前後と深いものの魚群は漁場に来遊していたと考えられる。また、産卵が始まった1月に入ってもCPUEは減少せず、漁期終了間近の1月22日でも産卵中から産卵終了間近の個体(熟度3, 4)の出現率が高いことから (Fig. 7), 漁場外への移動は少なく、産卵は主に漁場内で行われたと考えられる。その産卵深度は漁獲深度から230m前後であったと推定される。

魚群が浮上する前の漁獲深度の水温は1℃前後であったが、産卵が始まった1月以降の漁獲深度の水温は概ね1.5~4.5℃であり (Fig. 3), 産卵適水温とされる2~5℃とほぼ一致し、魚群の浮上は来遊層から産卵層への浮上と考えられる。しかし、魚群は11月下旬には既に浮上しており、産卵層への浮上は産卵の1ヶ月以上前に起こっていたことが明らかになった。

12月以降漁獲深度が浅くなってから漁獲水深の水温変動が大きいのは (Fig. 3), 浅いところでは縄が流されて座礁することがあるほど潮流の影響が強くなり、漁獲予定深度まで縄が降りていない場合があること、また、深度350mと230mにおいて潮流の影響により幹縄が同じ幅で上下動した場合、低水温で安定している350m深に比べ、水温躍層直下に当たる200m深前後では水温変化が大きいと考えられる (Fig. 6)。

産卵が盛期を迎える1月中旬以降漁獲深度が若干深くなっているが (Fig. 3), これは産卵深度の変化というよりも、産卵が始まり透明卵を持つ個体が増えるにつれて、これらの個体や雄の分布する深度帯を避け、商品価値の高い不透明卵(真子)を持つ群れを求める操業上の影響が強いと考えられる。

道南太平洋でも秋から冬にかけて産卵群を対象にスケトウダラ刺網漁業が行われているが、漁期中の漁場の水平的な移動は大きい¹⁰⁾。しかし、松山海域では、漁期中の漁場は爾志海区、江差・上ノ国海区ともに等深線沿いに南北に分布し、東西の広がりが狭いことから、漁期中の魚群の浮上行動では水平移動は少なく、垂直移動が主体であったと考えられる (Fig. 4)。これは、この海域の海底傾斜が急峻なことも一要因であろう。

1991年~1996年の漁期前の水温の水平分布をみると (Fig. 5), 400m深では沖合域は毎年0.6~0.8℃で安定しており、200m深でも毎年沖合域に2℃以下の水温帯がみ

られるが、100m深では水温の年変動は大きい。さらに、産卵場にあたる沿岸域のSt. 5では350m深まで2℃以上の分布がみられる年もあり、暖水の影響は深部まで達している (Fig. 6)。

松山海域を含む日本海の海況は、深層部には通年水温が安定している日本海固有水があり、その上に対馬暖流水が分布している¹⁵⁻¹⁷⁾。日本海固有水および対馬暖流の水塊区分については諸説あるが¹⁵⁻²⁰⁾、日本海固有水の水温は概ね0~1.5℃とされ^{15, 20-21)}、松山海域に近い津軽海峡西口での対馬暖流の流量測定では水温7℃を指標にしている²⁰⁾。1996年度の漁獲水深の水温は、漁期始めには1℃前後であるが、魚群が浮上してからは産卵が行われていた1月以降まで、概ね1.5~6℃で推移することから、松山海域のスケトウダラは日本海固有水の中を来遊するが⁸⁾、産卵期には日本海固有水と対馬暖流の境界面まで浮上するものと考えられる。

日本海固有水は通年安定した水温であり、来遊環境の経年変化は少ない。しかし、対馬暖流は主に津軽海峡へ流出するため^{7, 19, 20)}、松山海域を北上する対馬暖流の流量は対馬暖流の勢力の強さと津軽海峡への流出量に強く影響される^{25, 26)}。1991~1996年は、漁場の中心にあたるSt. 5では産卵適水温とされる2~5℃の分布深度の年変化

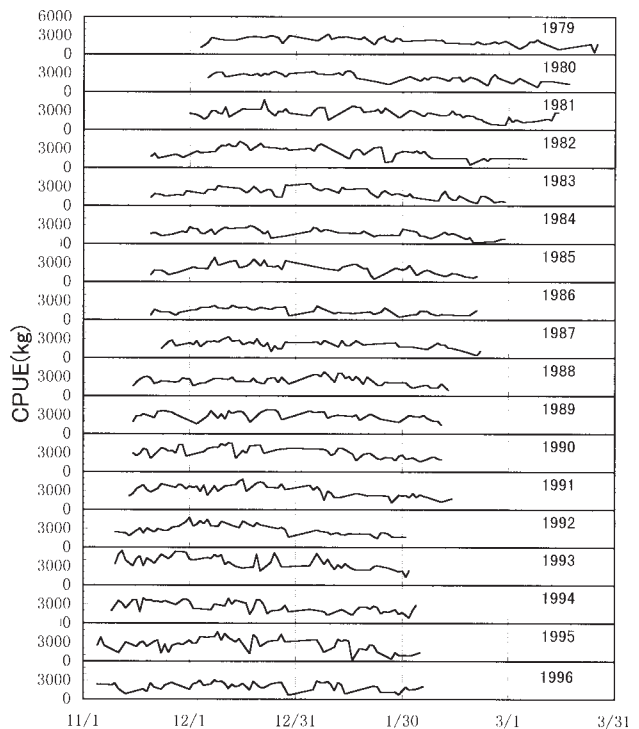


Fig. 8 Daily changes of CPUE (catch per boat) of commercial midwater long-line fishing in Otobe town, during the fishing period (November through March) from 1979 to 1996.

は100m以上あったことから (Fig. 6), 産卵層の年変化もそれに伴って大きかったと推定される。

しかし, 1991~1996年は海況の年変動が大きかったにもかかわらず, 漁獲量は1万トン以上の好漁が続いている (Fig. 1)。また, 1960年代は, 松山海域では極端な不漁年代であったが, 同じ北部日本海系群を漁獲対象としている後志海域では漁獲量の減少はみられなかった^{3,8)}。

そこで, 松山海域のスケトウダラ延縄漁業の操業実態の経年変化をみるため, 乙部町役場集計による乙部町管内のスケトウダラ延縄漁業の漁獲日報から, 1979年度~1996年度のC P U E (1日1隻当たりの漁獲kg) を求め, その日別変化をFig. 8に示した。1979年度には漁期は12月上旬に始まり3月下旬まで操業が行われていたが, その後, 漁期開始が早まるとともに漁期間も短くなり, 1996年度には漁期は11月上旬から2月上旬までの約3ヶ月になった。1980年代前半では漁期始めの11月下旬のC P U Eは1500kg前後で漁期中盤より低い。しかし, 1990年代には漁期始めが11月上旬と早くなってもC P U Eは漁期中盤と遜色ない値を示している。近年になるほど漁期終了が早くなっているのは, 漁期を90日に制限し, 産卵盛期を迎えるころには漁期を終了させる資源管理意識の現れである²⁾。しかし, 漁期開始が早まり, さらに漁期始めからC P U Eが高いのは, 本来魚群が産卵層に浮上してから漁期が始まっていたものが, 近年では魚探の活用および漁具の改良によって, 産卵層へ浮上する前の来遊層から漁獲できるようになったためと考えられる。

また, 松山海域は北部日本海系群の最南端の漁場であり⁴⁾, 北部の後志海域に比べ対馬暖流の影響が強い。1996年度の松山海域の産卵層は230m前後であったが, 根室海峡では400m層まで卵が分布し²⁾, 余市沖でも250~300m層で卵が確認されていることから²⁾, 松山海域でも対馬暖流が厚ければ産卵層は, さらに深くなるものと考えられる。

したがって, 近年松山海域では魚探の活用および漁具の改良などによって来遊層まで漁具が下ろせるほど漁獲技術を向上させたため, 1991年以降の海況変動にも影響されることなく豊漁が続いているものと考えられる。一方, 1960年代の不漁年代 (Fig. 1) は暖水が強かったとされる年代で²⁾, 対馬暖流の北上が強かったことが推察され, スケトウダラは例年どおり日本海固有水中をたどって沿岸域まで来遊していたにもかかわらず, 産卵層の深度が深かったために, 当時の技術では漁獲できなかった可能性が高いと推察される。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり, ご校閲を賜った北海道大学水産学部前田辰昭名誉教授, 当業船による調査をして頂いた第58泰安丸船長工藤智司氏, 第31福生丸船長柳田慎一氏, 第8暁丸船長田中康雄氏並びに各船の乗組員の方々に心から謝意を表す。

標本の採集および資料収集に際しては, 乙部町役場水産商工課吉田宏幸氏, 松山漁業協同組合佐々木英彦氏, 松山南部水産技術普及指導所職員, 並びに函館水産試験場所属調査船金星丸乗組員に多大なご便宜とご協力を頂き深謝する。

要 約

北海道松山海域におけるスケトウダラの産卵生態を調べるために, 1996年度漁期のスケトウダラ延縄漁業の漁獲深度と漁獲深度における水温, 並びに成熟度組成の変化について調べた。漁期中の漁獲深度は, 11月上旬は350m前後であったが, 11月下旬以降は230m前後まで浅くなり, 漁獲深度の上昇にともない水温も1℃前後から, 1.5~6℃に上昇した。産卵は1月上旬に始まり, 1月中旬には最盛期を迎えていた。これらのことから, 魚群は漁期中に来遊層の日本海固有水中から, 産卵適水温である2~5℃の日本海固有水と対馬暖流の境界面まで浮上したと考えられる。そして, その浮上は産卵の1ヶ月以上前に行われたことが明らかになった。また, 産卵層の深度は対馬暖流の勢力によって年変化すると考えられ, 近年は漁獲技術の進歩により深度の深い来遊層からの漁獲が可能であるが, 極端に不漁であった1960年代には, 対馬暖流の影響により当時の漁獲技術で漁獲できる深度まで魚群が浮上しなかった可能性が高いと推察された。

文 献

- 1) 辻 敏: 北海道周辺のスケトウダラの系統群について. 水試月報. 35(9), 1-57 (1978)
- 2) 工藤智司: ひやま漁業協同組合のすけとうだら漁業. 平成9年度全国資源管理型漁業推進協議会発表要旨集. 中央水研. 7-12, (1997)
- 3) 宇藤均, 夏目雅史: 北海道日本海沿岸におけるスケトウダラの年齢組成の地域差とその原因に関する一考察. 北水試研報. 42, 215-228 (1993)
- 4) 前田辰昭, 中谷敏邦, 高橋豊美, 高木省吾, 亀井佳彦, 梶原善之, 目黒敏美: 北海道松山および後志沖合におけるスケトウダラ成魚の分布・回遊について. 漁

- 業資源研究会議 北日本底魚部会報. 22, 55-72 (1989)
- 5) 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. 水産海洋研究. 53(1), 38-43 (1989)
- 6) Maeda, T., Nakatani, T., Takahashi, T. and Takagi, S.: Distribution and migration of adult wall-eye pollock off Hiyama, Southwestern Hokkaido. *Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. Alaska Sea Grant Report*, No.89-1, Univ. Alaska, Fairbanks, 1989, 325-347
- 7) 前田辰昭, 高橋豊美, 中谷敏邦: 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. 北大水産彙報. 39(4), 216-229 (1988)
- 8) 前田辰昭, 高木省吾, 亀井佳彦, 梶原善之, 目黒敏美, 中谷敏邦: スケトウダラ調査研究の歴史と問題点. 北水試研報. 42, 1-14 (1993)
- 9) 高木省吾, 前田辰昭, 亀井佳彦, 中谷敏邦, 高津哲也, 高橋豊美: 北海道南西部沖合における春期のスケトウダラの分布. 日水誌. 62(2), 205-212 (1996)
- 10) 小岡孝治, 高津哲也, 亀井佳彦, 中谷敏邦, 高橋豊美: 北部日本海中層に生息するスケトウダラの春季と秋季における食性. 日水誌. 63(4), 537-541 (1997)
- 11) 中谷敏邦, 前田辰昭: スケトウダラ卵の発生に対する水温の影響およびその浮上速度について. 日水誌. 50(6), 937-942 (1984)
- 12) 桜井泰憲: スケトウダラ繁殖特性と戦略. 北水試研報. 42, 51-68 (1993)
- 13) 前田辰昭, 高橋豊美, 伊地知誠, 平川英人, 上野元一: 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラの漁場学的研究-II 産卵期. 日水誌. 42(11), 1213-1222 (1976)
- 14) 三原行雄, 上田吉幸, 武藤卓志: 道南太平洋海域のスケトウダラ漁況について. 函館水試室蘭支場普及資料. 1997, 17p
- 15) 長沼光亮: 日本海の特異性(II). 日水研連絡ニュース. 365, 1-7 (1993)
- 16) 藤井浄, 佐藤芳和: 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 (1979)
- 17) 周東健三: 日本海の海況(I). 海と空. 57(2,3), 93-105 (1982)
- 18) 周東健三: 日本海の海況(II). 海と空. 57(4), 1-16 (1982)
- 19) 湊克己: 北部日本海における輸送水量からみた海況変動. 日本海洋学会創立20周年記念論文集. 168-179 (1962)
- 20) Yasui, M., Yasuoka, T., Tanioka, K. and Shiota, O.: Oceanographic studies of the Japan Sea (1) Water Characteristics. *Oceanogr. Mag.* 19, 177-192 (1967)
- 21) 宮崎道夫: 日本海の水塊に就いて「海況豫報の研究II」. 北水研報. 7, 1-63 (1953)
- 22) 川辺正樹: “津軽暖流”. 海洋大辞典. 東京, 東京堂出版. 1987, 359-361.
- 23) 朝岡 治: “日本海”. 海洋大辞典. 東京, 東京堂出版. 1987, 383-384.
- 24) 山本克己, 今井正直: “奥羽沿岸海域-II 物理”. 続・日本全国沿岸海洋誌. 東京, 東海大学出版. 1990, 805-819.
- 25) 大谷清隆, 八田光代: 津軽暖流の熱物質輸送. 月刊海洋, 23(8), 489-494 (1991)
- 26) 力石國男, 長沼光亮: 津軽暖流と対馬暖流北上流の流量の配分機構. 海と空. 68(2), 27-38 (1992)
- 27) 佐々木正義: 北海道東部根室海峡におけるスケトウダラ卵の分布. 北水試月報. 41(6), 237-248 (1984)
- 28) 金丸信一, 北野裕, 吉田久春: カムチャッカ半島周辺海域のスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*) の卵・稚仔の分布について. 北水研報44, 1-23 (1979)
- 29) 児玉純一: 宮城県における主要魚種の漁獲量と気象・海況の長期変動. 水産海洋研究. 61(1), 68-70 (1997)

道東太平洋海域におけるカタクチイワシの分布*1

三原 行 雄*2

Distribution of the Japanese Anchovy, *Engraulis japonicus*,
off southeastern Hokkaido

Yukio MIHARA *2

Off southeastern Hokkaido, the abundance of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*, estimated from their frequency in by-catches in multi-species pelagic fisheries (purse seiners etc.) was low from 1985 to 1989, but was high from 1990 to 1993. In the latter period, the months over which anchovy occurred and their distribution area were extended. The body length of more than 80% of the catch in the extended distribution area were more than 12cm through the period surveyed. Anchovy were distributed mainly in the frontal zone between the cold waters of the Oyashio and warm waters derived from the Kuroshio, where the surface water temperature was 12-15°C from 1990 to 1993. In the case of 1991, anchovy migrated with the warm waters from the region off Sanriku-Tohoku to the region off southeastern Hokkaido during May to July, then they extended their distribution eastwards and offshore along the frontal zone until September. During September and November, they migrated southwards.

キーワード：カタクチイワシ，道東太平洋，資源水準，分布，回遊，水温

カタクチイワシ (*Engraulis japonicus*) は日本周辺の沿岸域から東経150度以東の沖合域にまで至る広い範囲に分布している。本種は、本州以南の海域では分布量が多く、利用価値も高いために主要な漁獲対象種となっているが、道東太平洋海域では1989年以前には来遊量が少なく、利用価値も低いために、ほとんど漁獲されていなかった。しかし1990年代に入って、マイワシ (*Sardinops melanostictus*) の資源が減少して、道東太平洋海域への来遊量が激減したときに、カタクチイワシの来遊量が増加しはじめたので、マイワシに替わって、ミールや魚油の加工原料としてカタクチイワシの需要が高まり、1990～1993年に一時的に大中型まき網漁業の漁獲対象種となった。

道東太平洋海域に来遊するカタクチイワシは三重外海～東北沖をおもな分布域とする本州太平洋系群に属するものとされており^{1,2)}、道東太平洋海域および南千島太平洋海域はカタクチイワシの分布の北端に位置する海域で

ある。両海域における本種の分布・生態に関しては、1950～1960年代には北海道資源調査要報と小達³⁾ および小林・阿部⁴⁾ の報告、1989年以降には Uenoら⁵⁾、近藤⁶⁾、三原⁷⁾ および本田^{8,9)} の断片的な報告があるだけである。本報告では、資源が低水準期にあった1985～1989年から、増加傾向が顕著となった1990～1993年までの、道東太平洋海域および南千島太平洋海域におけるカタクチイワシの分布域、出現時期、および分布水温の変遷について述べる。

方 法

本研究に使用した資料は、①1985～1993年の5～11月に三陸北部～道東太平洋海域において北海道立釧路水産試験場試験調査船北辰丸 (219ト) が実施した表層流し網による漁獲試験の結果、②1985～1993年の大中型まき網漁業 (操業期間6月下旬～10月) の漁獲物調査の結果、③

報文番号 A278 (1998年7月3日受理)

*1 本研究の一部は、平成6年度日本水産学会北海道支部例会で口頭発表した。

*2 Muroran Branch Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station
Funami-cho, Muroran, Hokkaido 051-0013, Japan

北海道さばまき網漁業調整組合から提供された1985～1993年の大中型まき網漁業のQ R Y（定時船間連絡）の記録、④漁業情報サービスセンターから発行された1988～1993年のサンマ漁海況速報および漁海況速報の水温および混獲情報、⑤1990～1993年の北海道栽培漁業振興公社発行の養殖漁場海況観測取りまとめの水温情報である。本研究では道東太平洋海域（以下道東海域と記述する）の範囲を北緯41度～43度30分、東経143度～146度とし、南千島太平洋海域（以下南千島海域と記述する）の範囲を北緯41度～46度、東経146度～150度の太平洋側とした。

結果と考察

1. 来遊量の推移

本州太平洋系群のおもな分布域である太平洋北区～中区（青森～三重県）のカタクチイワシの漁獲量¹⁰⁾は、1955～1974年には10万トンをこえる高い水準にあった。1975～1989年には漁獲量は減少して、5万トン前後の低い水準となったが、1990年以降は増加して、10万トン台をこえる水準にまで回復した。一方、道東海域（十勝～根室支庁）における本種の漁獲量¹⁰⁾は、本州太平洋系群の資源水準が高位にあった1955～1974年には最高でも2千

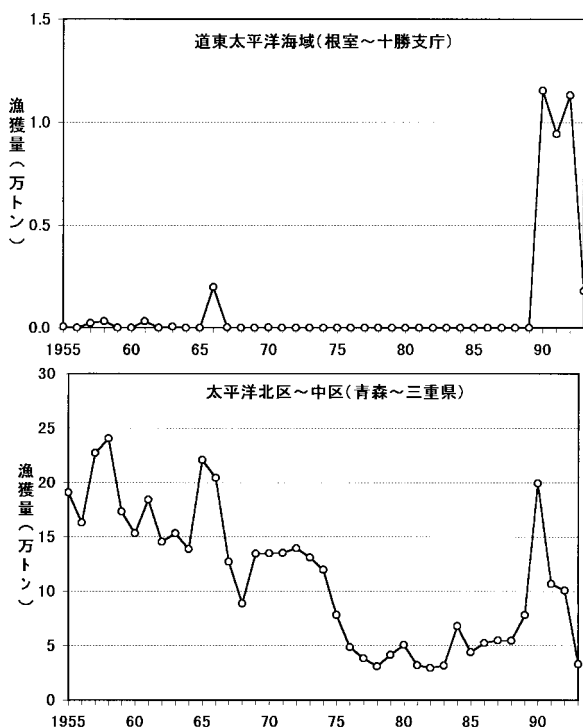


図1 カタクチイワシの漁獲量の推移

資料：1) 道東太平洋海域の漁獲量
 1995～1989年…漁業養殖業生産統計年報¹⁰⁾
 1990年以降…北海道水産現勢¹¹⁾と北海道さばまき網漁業調整組合資料
 2) 太平洋北区～中区の漁獲量…漁業養殖業生産統計年報¹⁰⁾

トンほどであった。この期間には道東海域におけるカタクチイワシの利用価値が低く、本種を漁獲対象とした漁業は沿岸定置網だけであった。そのため道東海域では、多数の卵・仔魚の分布が認められ^{3,4)}、資源水準が高かったにもかかわらず、漁獲量は著しく少なかった。また、本系群の資源水準が低位となった1975～1989年には漁獲量は皆無であった。1990年以降は、大中型まき網漁業（以下、まき網漁業と略する）が本種を漁獲対象としたために1万トン台にまで増加した（図1）。

次に、道東海域における各種漁業および調査流し網による漁獲（混獲）回数の経年変化を述べる。

1985～1988年にはおもにまき網漁業によって年間1～3回の混獲が認められ、その量は1回につき1～29尾程度であった。1989年には、まき網漁業のほか、サンマ棒受網、調査流し網においても混獲が目立つようになった。

また混獲量が多くなったので、本種がまき網の網目に目掛かりして、操業に支障をきたすまでになった。1990年以降には、定置網による漁獲も加わったので、1990～1993年のまき網以外の漁業における混獲頻度は、1988年以前に比べて高くなった（表1）。

表1 道東太平洋および南千島太平洋海域におけるカタクチイワシの混獲回数の経年変化

年度	漁業種類	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
1985	まき網						1		1
	棒受網								0
	その他								0
	計	0	0	0	0	0	1	0	1
1986	まき網						1		1
	棒受網								0
	その他								0
	計	0	0	0	0	0	1	0	1
1987	まき網								0
	棒受網								0
	その他								1
	計	0	0	0	0	0	1	0	1
1988	まき網			1					2
	棒受網								0
	その他							1	1
	計	0	0	1	0	0	1	1	3
1989	まき網					18	12		30
	棒受網					2			2
	その他				1	2	1		4
	計	0	0	0	1	22	13	0	36
1990	まき網		33	72	129	76	73		383
	棒受網				5	10			15
	その他		1	1		5			7
	計	0	34	73	134	91	73	0	405
1991	まき網		22	39	66	71	129		327
	棒受網				11	17			28
	その他		2	1	2	5	1	5	16
	計	2	22	40	79	93	130	5	371
1992	まき網		1	8	1	5	224		239
	棒受網				3	2	1		6
	その他		1	2	1	1		1	6
	計	1	1	10	5	8	225	1	251
1993	まき網				1	7	2		11
	棒受網				1	8	2		11
	その他		3	3	2	1	3	1	13
	計	0	3	4	4	16	7	1	35
合計		3	60	128	223	230	452	8	1,104

まき網漁業による混獲回数と全投網回数に対する混獲割合の推移をみると、混獲が目立ち始めた1989年には、混獲回数は30回となり、全投網回数の0.7%を占めた。1990年以降、まき網漁業はマイワシの漁獲量の減少分を

補うため、カタクチイワシを漁獲対象に切り換えた。このため1990年、1991年には、同漁業による漁獲量は1万トンをこえ、混獲回数（専獲分を含む）は300回以上となり、全投網回数の8～9%を占めた。しかし1992年以降はマイワシの来遊量の激減に伴ってまき網操業の隻数が減少したため、1992年には漁獲量は前年並であったが、混獲回数は238回に減少した。1993年には混獲回数は11回にまで減少し、漁獲量も2千トン台に落ち込んだ。しかし全投網回数に対する混獲割合は、1992年は19.7%、1993年は15.7%となり、1990年、1991年に比べて増加した（表2）。

表2 道東太平洋海域の大中小型まき網によるカタクチイワシの混獲回数と全投網回数に対する混獲割合の経年変化

年度		6月	7月	8月	9月	10月	合計
1989	総投網	168	1,195	956	998	966	4,283
	混獲回数	0	0	0	18	12	30
	混獲割合	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	1.2%	0.7%
1990	総投網	302	1,634	1,403	799	459	4,597
	混獲回数	33	72	129	76	73	383
	混獲割合	10.9%	4.4%	9.2%	9.5%	15.9%	8.3%
1991	総投網	170	997	1,220	877	218	3,482
	混獲回数	22	39	66	71	129	327
	混獲割合	12.9%	3.9%	5.4%	8.1%	59.2%	9.4%
1992	総投網		393	427	137	252	1,209
	混獲回数		8	1	5	224	238
	混獲割合		2.0%	0.2%	3.6%	88.9%	19.7%
1993	総投網		8	7	37	18	70
	混獲回数		1	1	7	2	11
	混獲割合		12.5%	14.3%	18.9%	11.1%	15.7%

以上のように、道東海域において、本種は漁獲統計上の漁獲量が皆無であった1989年以前から混獲されていた。各種漁業および調査流し網による漁獲（混獲）回数を指標にして推定された道東海域におけるカタクチイワシの来遊量水準は、1985～1989年には低位にあり、1989～1990年には急増して、1990～1993年には高位となった。

日本周辺海域に棲息するカタクチイワシは、資源高水準期には、寿命が長く、大回遊性および沖合性の生態を持つ成魚大型群が主体となっており、春季に再生産を行い、資源低水準期には、寿命が短く、小回遊性および沿岸性の生態を持つ成魚小型群が主体となっており、夏秋季に再生産を行うことが知られている^{12,13)}。この系群の主分布域である三陸～東海海域では、資源低水準期にあった1975～1980年代には夏季発生群由来の成魚小型群が漁獲物の主体を占めていた^{14,15)}。しかし、1987年の冬春季に成魚大型群が散見され¹⁶⁾、1988～1992年の冬春季には成魚大型群の出現量が急増した^{15～20)}。

一方、道東海域と南千島海域においては、1988～1989年に成魚大型群と成魚大型群に由来する卵が出現しはじめ^{5,7)}、1990年以降は成魚大型群とこれに由来する卵仔魚の分布量が顕著に増加した^{6～9)}。まき網による道東海域の漁獲物組成をみると（図2）、1985～1993年を通して、体

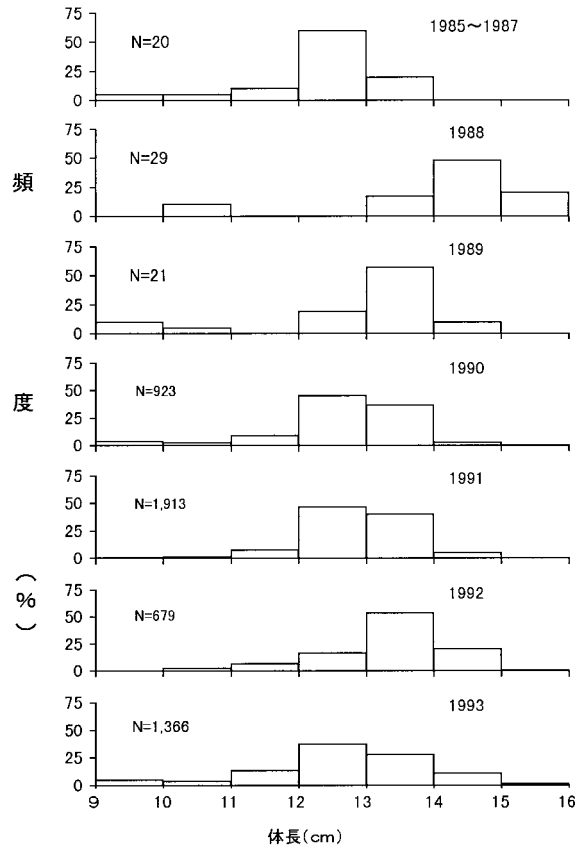


図2 道東太平洋海域で採集されたカタクチイワシの体長組成 (N=測定尾数)

長12cm以上の成魚大型群が漁獲物全体の8割以上を占めていた。道東海域では、三陸～東海海域と異なり、資源水準の変化に伴う資源構造の変化は認められなかった。

2. 資源量増加に伴う出現状況の変化

上述の道東海域および南千島海域におけるカタクチイワシの出現頻度の推移から、1985～1989年を資源低水準期、1990年以降を資源高水準期に区分して、出現期間、分布水温および分布範囲について検討する。

資源低水準期 道東海域および南千島海域におけるカタクチイワシの出現期間は、1985～1987年には10月であったが、1988年には7月と10～11月、1989年には8～10月の3か月であった（表1）。

本種の分布が認められたときの表面水温は、1985～1988年には10～15℃であり、1989年には12～18℃であった（表3）。

道東海域および南千島海域における本種の分布範囲は、1985～1987年には厚岸～釧路沖の距岸10～15海里、1988年には襟裳岬～落石岬の距岸10～20海里であり、おもに

道東海域沿岸の水深200m以浅の大陸棚上だけに限られていた。1989年には、道東海域の西側および沖合へと拡大して、襟裳岬～落石岬に至る距岸10～20海里の道東海域沿岸の大陸棚上全域および距岸50海里の海域となった。なお、東経150度以東においては、1985～1989年には本種は分布していなかった（図3）。

表3 道東太平洋および南千島太平洋海域におけるカタクチイワシの水温別混獲回数の経年変化

年度	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	合計
水温(°C)										
5～	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
9	0	0	0	0	0	1	2	0	1	4
10	0	0	0	1	0	2	5	0	2	10
11	0	0	0	1	0	15	24	30	3	73
12	1	0	0	0	2	41	70	143	1	258
13	0	0	0	0	7	28	44	58	4	141
14	0	1	1	0	3	22	112	15	9	163
15	0	0	0	1	0	29	72	3	16	121
16	0	0	0	0	7	40	23	0	1	71
17	0	0	0	0	5	13	13	0	0	31
18	0	0	0	0	2	1	5	0	0	8
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
合計	1	1	1	3	26	192	372	250	40	886

資源低水準期には、1988年8月に落石岬南方30海里の海域（表面水温16°C）においてカタクチイワシの卵が⁷⁾、1989年の7～8月に南千島海域の沿岸域（表面水温10～15°C）において成魚大型群と未成魚が分布していた⁵⁾。
資源高水準期 1990～1993年には、本種は大中型まき網によって6月下旬～10月に、サンマ棒受網によって8～10月に、定置網によって5～6月に、および調査流し網によって5～11月に漁獲され、本種の出現期間は5月下旬から11月下旬までの半年間にわたった（表1）。

1990～1993年にカタクチイワシの分布が認められた表面水温は、7～20°Cの範囲であり、混獲回数の多かった水温帯は、親潮と黒潮系暖水または親潮と沿岸系水との潮境域の12～15°Cであった（表3）。

本種の分布範囲は、1990年には道東海域全域と南千島海域の西側沿岸域となり、1991年には道東海域と南千島海域の西側の全域に拡大した。しかし1992、1993年には、まき網の操業隻数の減少に伴って、道東海域沿岸の混獲情報は大幅に減少した。1992、1993年の分布範囲は、沖合域では1990、1991年とほぼ同様であったが、沿岸域では縮小して、厚岸以西となった。東経150度以東においては、1990～1993年の7月に北緯41度30分～45度30分、東経152度30分～158度30分の範囲に分布していた（図3）。

1950年代後半～1960年代の資源高水準期には、7～9月に常磐～北海道日高の沿岸水域および三陸東方250～400海里から北海道東方100～300海里の沖合水域における

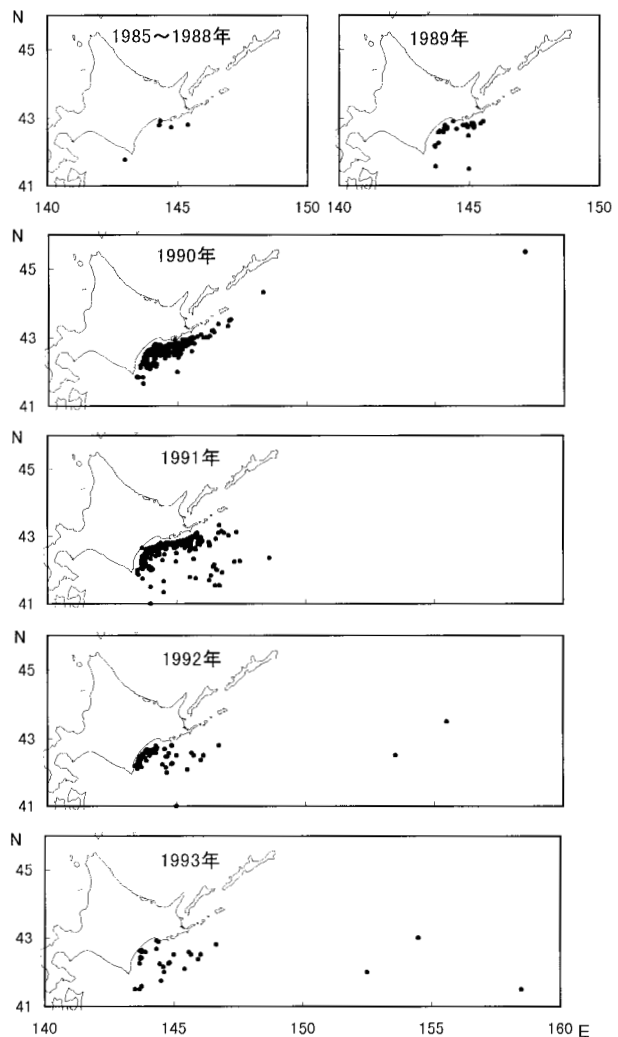


図3 カタクチイワシの漁獲位置（・）の経年変化（北緯41度以北、東経143度以東）

表面水温20°C前後の水温帯で、本種の卵と仔魚の分布が認められた³⁾。また8～11月には津軽海峡～襟裳岬南沖においても仔魚の分布が確認された⁴⁾。

本州太平洋系群の資源が再び高水準となった1990年には、7月に北太平洋沖合の北緯49度30分、東経169度30分の海域で漁獲されたサケとベニザケの胃内容物から本種が見いだされ²⁰⁾、8月には色丹～国後・択捉島の海域において分布が認められた⁶⁾。1991～1994年には、8～9月にシムシル島～根室半島の潮境域（表面水温15°C前後）の太平洋沖合^{8、9)}、1991年5～6月に北緯37～40度、東経144～176度の海域（表面水温13.6～19.6°C）²²⁾、および1993年7月には北緯37.5～38.5度、東経161.5～170度の水域（表面水温17.4～18.7°C）において²³⁾、本種の分布が確認されている。

3. 分布域の月別推移

来遊量が多かった1991年におけるカタクチイワシの分

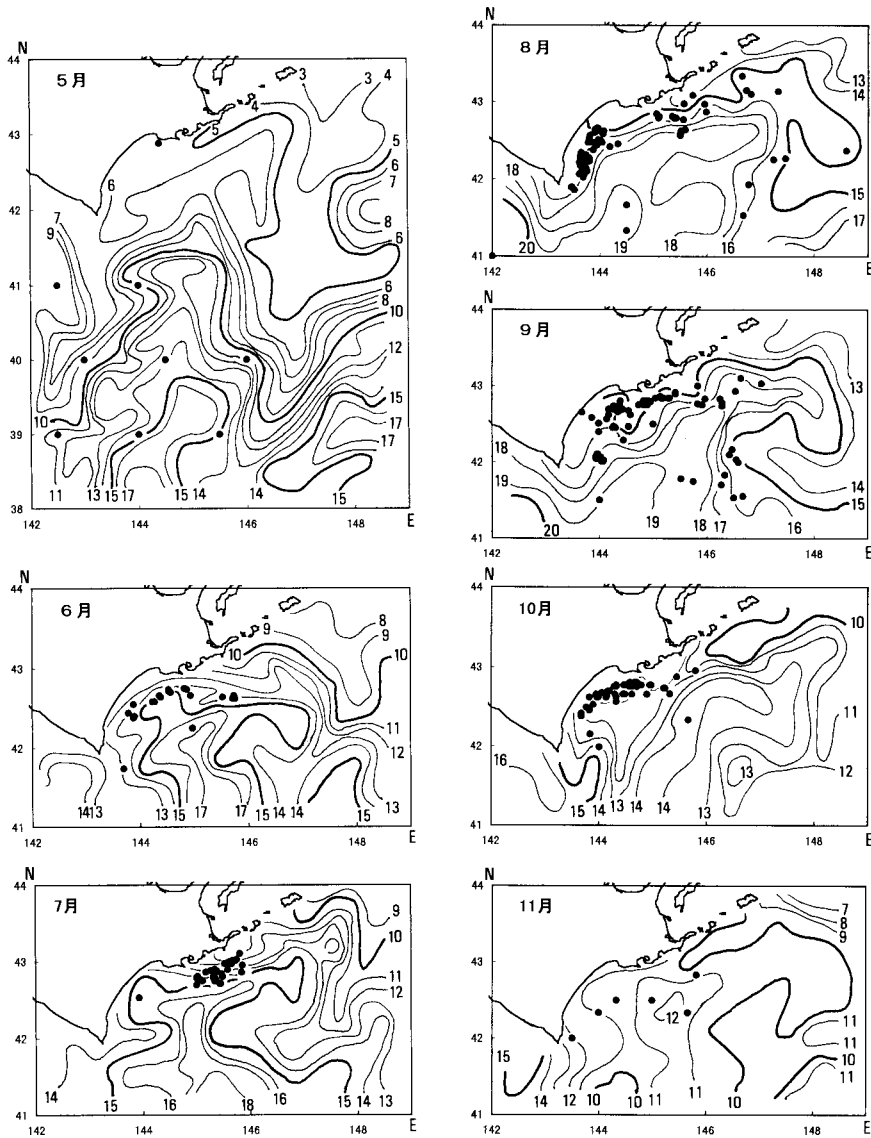


図4 1991年におけるカタクチイワシの漁獲位置（・）と表面水温の月別推移
 （表面水温は漁獲情報サービスセンター発行の漁海況速報から）

布域と分布水温の月別推移を図4に示した。5月中旬には、本種はまだ道東海域へは来遊しておらず、同海域南方100～250海里沖の三陸沖合で調査用表層流し網によって漁獲された。分布がみられた海域は表面水温10℃以上であり、黒潮系暖水内および親潮第1分枝との潮境域であった。5月下旬には釧路沿岸（表面水温8～9℃）の定置網に入網した。6月下旬から操業が始まったまき網によって、本種は道東海域沿岸の距岸10～20海里の大陸

棚上でマイワシに混じって漁獲された。漁場の表面水温は15℃前後であり、親潮第1分枝と黒潮系暖水との潮境域であった。7月には、調査用表層流し網によって、道東海域東方600海里沖合（北緯44度30分、東経157度30分、表面水温10.7℃）においても漁獲された（図3）。このように、道東海域の分布域は5～7月にかけて同海域の南方沖合域から沿岸域へと、大きく北側へ移動した。

8～9月には、本種はまき網によって、6～7月と同

様に道東海域沿岸の大陸棚上でマイワシに混じって漁獲された。また8月に操業が始まったサンマ棒受網によって、同海域南方100海里沖および南千島の沿岸～沖合域においても混獲された。分布がみられた表面水温は沿岸域では15℃前後の親潮第1分枝と黒潮系の暖水の潮境域であり、沖合域では18℃前後の黒潮系暖水内および15℃前後の暖水と親潮第2分枝との潮境域であった。分布域は8～9月には、東方の南千島海域へと拡大した。

10月には、まき網の当業船は本種を主漁獲対象として、道東海域沿岸の大陸棚上で操業した。また本種は11月上旬には同一海域で調査流し網によって漁獲された。分布がみられた水温は5～9月に比べて2～3℃低くなり、表面水温11～13℃の親潮第1分枝内と沿岸系水との潮境域であった。分布域は10～11月には、厚岸以西へと縮小した。

以上のことから、成魚大型群は、5～7月には黒潮系暖水の北上とともに常磐・三陸海域の沖合を通過して、道東海域南方沖合から沿岸へと北上すること、および7～9月には、親潮第1分枝と黒潮系暖水との潮境域または黒潮系暖水内および親潮第2分枝との潮境域に沿って移動して、分布範囲を東側および沖側に拡大させることが明らかとなった。このことは道東海域へ来遊する成魚大型群は、春季に常磐～熊野灘で産卵した後、索餌北上してきたものである²⁾という従来一般的にいわれていたことと一致する。また9～11月には、成魚大型群は親潮の勢力が強くなるのに伴って、主に沿岸沿いに道東海域から南下していくことが明らかになった。また道東海域と南側で隣接する三陸海域の1990年10月におけるまき網漁業の漁場をみると、本種は襟裳岬南方50～100海里沖の津軽暖流系水と親潮第1分枝との潮境域において混獲されていた*。このことは、本種が、道東海域から南下した後、襟裳岬南方沖の津軽暖流系水と親潮第1分枝との潮境域を通過して、三陸海域へと移動していったことを示唆するものである。

これらのことから常磐・三陸～道東海域における本種の分布のつながりが明瞭となり、道東海域および南千島海域が資源高水準期には本州太平洋系群の分布域の一部になっていることが追認された。

これに対して、前述したように、5月下旬～6月の早い時期に道東海域沿岸に来遊して、沿岸定置網に乗網する魚群が存在する。道東海域沖合は、まだ黒潮系暖水が波及しておらず、本種がほとんど分布しない表面水温5～6℃の親潮に広く覆われている。それゆえ、これらの

魚群がこの時期に沖合から来遊したものと考えるのは考えにくい。この群は、釧路～日高支庁に至る5月下旬～6月の沿岸水温は沖合の親潮より高い7～10℃であること²⁰⁾、また4～6月には津軽海峡～噴火湾で、5～6月には襟裳岬の西側のえりも町および様似町において、本種が沿岸定置網によって漁獲されていたことから¹⁾、道南太平洋海域から沿岸沿いに東側へと回遊してきたものとする。道南太平洋の魚群は本州太平洋の沿岸沿いに移動してきた群であると考えられている^{1)・2)}。しかし日本海から津軽海峡を抜けて太平洋側に移動してきた群も一部存在することが示唆されている²⁰⁾。

謝 辞

本報で解析に用いた資料は、マイワシ資源調査に携わってきた北海道立釧路水産試験場試験調査船北辰丸鞍留国夫船長（現、函館水試金星丸船長）はじめ乗組員各位の御協力により蓄積されたものである。調査を担当された方々に深く感謝いたします。また本報の執筆にあたり、貴重なご助言をいただいた北海道立栽培漁業総合センター西浜雄二博士ならびに東京大学海洋研究所渡邊良朗博士に深くお礼申し上げます。

要 約

道東太平洋海域における1985年から1993年までのカタクチワシの分布域、出現時期、および分布水温について検討した。得られた結果は次のとおりである。

1. 各種漁業における混獲回数を指標にして推定された来遊量水準は、1985～1989年には低位であったが、1989～1990年に急増して、1990～1993年には高位となった。
2. 来遊群の体長組成は、1985～1993年を通して、体長12cm以上のものが8割以上を占めていた。
3. 出現時期は1987年以前には秋季だけであったが、1989年以降は来遊量の増加に伴って来遊時期が早くなり、出現期間が長期化して、春～秋季の半年間に及んだ。
4. 分布水温は1985～1988年には10～15℃、1990年以降は7～20℃であり、来遊量の増加に伴って水温範囲が大きくなった。1990～1993年において、混獲回数の多い水温帯は12～15℃であり、黒潮系暖水または沿岸系水と親潮との潮境域であった。
5. 分布範囲は1988年以前には道東海域の大陸棚上に限られていたが、1989年以降は来遊量の増加に伴って、道

*漁業情報サービスセンター：漁海況速報，第1142～1146号（1990）

東海域と南千島海域の西側の全域および東経150度以東の海域にまで拡大した。

- 6) 1991年において、魚群は5～7月に黒潮系暖水とともに道東海域へ北上し、7～9月には親潮と黒潮系暖水との潮境域および黒潮系暖水内を通過して、東側および沖側へと移動した。9～11月には親潮の勢力の増勢に伴って主に沿岸沿いに南下した。

参考文献

- 1) 東海区水産研究所：“カタクチイワシ”。我が国漁船の漁獲対象魚種の漁獲量と生物特性（I）。東京、水産庁研究部。9-12(1979)。
- 2) 近藤恵一：カタクチイワシの生活様式－I。本州太平洋系群の後期仔魚、稚魚期について。東海水研報。47, 51-83(1966)
- 3) 小達繁：東北海域におけるカタクチイワシについて。東北水研報。9, 111-128(1957)
- 4) 小林善雄・阿部晃治：北海道南東海区に於ける潮境の幼稚魚。北大水産彙報。13(3), 165-179(1962)
- 5) Ueno, Y. and I. Shimizu and A. P. Shershnev : Surface water type and distribution of juvenile fishes and cephalopods in Pacific coast waters of Hokkaido and the Kuril Islands in summer, 1989. Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas. Fish. 27, 57-70(1990)
- 6) 近藤恵一：ソ連邦調査船ギサール号同乗記。水産海洋研究。54(4), 451-455(1990)
- 7) 三原行雄：道東太平洋海域におけるカタクチイワシの卵・仔魚の分布。北水試研報。44, 1-8(1994)
- 8) 本田聡：北光丸による千島列島周辺水域サンマ分布調査の結果。第43回サンマ資源研究会議報告。22-28(1994)
- 9) 本田聡：サンマの音響資源調査。月刊海洋26(10), 656-659(1994)
- 10) 農林水産省農林経済局統計情報部：漁業養殖業生産統計年報。1955～1993年版
- 11) 北海道水産部：北海道水産現勢。1990～1993年版
- 12) 渡部泰輔：カタクチイワシ本州太平洋系群の再生産と環境。関東・東海水産海洋研究連絡会報。2, 33-39(1977)
- 13) 船越茂雄：遠州灘、伊勢湾・三河湾およびその周辺海域におけるカタクチイワシの再生産機構に関する研究。愛知県水試研究業績, B10, 1-108(1990)
- 14) 近藤恵一：いわし類の漁場形成と海洋環境。水産海洋研究。54(1), 71-74(1990)
- 15) 鈴木達也・富永敦：2. 近年の常磐～房総海域におけるカタクチイワシの漁況動向。水産海洋研究。57(4), 360-363(1993)
- 16) 二平章・土屋圭巳：鹿島灘海域におけるカタクチイワシ漁況と海洋環境。カタクチイワシ資源は復活するか。水産海洋研究。54(1), 61-66(1990)
- 17) 鈴木達也：1988年冬春季の房総海域におけるカタクチイワシ大型成魚の来遊について。水産海洋研究。52(3), 269-270(1988)
- 18) 三谷勇：カタクチイワシ資源。月刊海洋。24(5), 313-317(1992)
- 19) 堀義彦：1. 昭和40年代豊漁期の常磐～房総海域におけるカタクチイワシの出現様式。水産海洋研究。57(4), 354-360(1993)
- 20) 内山雅史：13. 本州南東方海域（漁況）。水産海洋研究。58(3), 214-215(1994)
- 21) Nagasawa, K. and T. Azuma : A record of the Japanese anchovy *Engraulis japonicus* from the stomachs of salmonids in offshore waters of the North Pacific Ocean. Bull. Biogeogr. Soc. Japan. 47(15), 123-125(1992)
- 22) 靄田義成・高橋章策：黒潮続流域および混合水域におけるカタクチイワシ *Engraulis japonicus* H. の産卵生態。北水研報告。61, 9-15(1997)
- 23) 澤田石城：北部太平洋におけるいわし類の沖合分布。水産海洋研究。58(4), 335(1994)
- 24) 北海道栽培漁業振興公社：養殖漁場海況観測取りまとめ（第21号）。1992, 178p.
- 25) 木下哲一郎：カタクチイワシ群の鰓耙数 II。地域間の比較。北大水産彙報。28(3), 127-136(1977)

苫小牧沖重油流出事故によるホッキガイの油汚染とその回復

西浜 雄二*¹, 堀井 貴司*², 元谷 怜*³, 山下 修一*⁴

Effect of oil pollution and its recovery on the activity and taste of the bivalve
Pseudocardium sachalinensis caused by an oil spill accident off Tomakomai, Hokkaido

Yuji NISHIHAMA *¹, Takashi HORII *², Satoshi MOTOYA *³, and Shuichi YAMASHITA *⁴,

30kl of heavy fuel oil which spilled from a sunken cargo boat off Tomakomai, southern Hokkaido, in June 1997 was washed up on the coast 10km distant from the wreck. This coastal area is the best fishing ground for *Pseudocardium sachalinensis*, and so we conducted a survey of the influence of the oil spill on the bivalves. No dead bivalves were observed, but the bivalves when eaten had an oil-tainted taste for four weeks after the accident in the main polluted area, therefore the fishing ground along more than 10km coast was closed over a six week period. The burrowing activity of the bivalves into the bottom sand in tank experiments decreased to 55% during the first week, but recovered after four weeks. A concentration of the organic sulfur component DMDBT (dimethyldibenzothiophene) as a marker in the soft part of the bivalves at the oil pollution area was 0.120 μ g/g five days after the oil spill, and exponentially decreased to less than 0.004 μ g/g after six weeks. A half life of DMDBT concentration in the bivalves was 7.6 days.

キーワード：油汚染, DMDBT, 半減期, ホッキガイ, 苫小牧

1997年6月12日、苫小牧西港沖で衝突・沈没した貨物船から燃料油30klが流出し、翌日、苫小牧市樽前～白老町社台海岸に漂着した。関係機関によって油回収作業が迅速に実施された。当該海域はホッキガイ（標準和名ウバガイ；*Pseudocardium sachalinensis*）の漁場であり、また7月1日から操業が予定されていたので、筆者らは北海道水産林務部の指示により、流出油による貝類への影響の程度および地理的範囲に関する調査を実施した。

流出油によってホッキガイ漁場が被害を受けた事例として、1993年に福島県いわき市沖で起きた事故¹⁾や1994年に北海道上磯町沖で起きた事故²⁾がある。これらの事例における重油漂着区域では貝の斃死がみられただけでなく、油汚染による異味のために、貝の出荷に支障をきた

した。

油流出事故のような緊急事態に際して、当該海域の漁業協同組合にとっては、水産生物の斃死状況に関する調査が優先されるが、操業再開の予測も重要な関心事である。油汚染海域における貝軟体部の重油由来成分の減衰に関しては、水槽試験はある^{3,4)}が、現場での調査事例は少ないようである。

今回の油流出事故に際しては、関係機関の協力を得て、油汚染の影響調査に早く着手することができ、さらに重油由来成分や異味の減衰状況を追跡することができた。とくに重油汚染海域における貝軟体部中の重油成分の半減期に関する知見が得られたので報告する。

報文番号 A279 (1998年7月3日受理)

*¹ 北海道立栽培漁業総合センター (Hokkaido Institute of Mariculture, Shikabe, Hokkaido 041-1404, Japan)

*² 北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Hama, Kushiro, Hokkaido 085-0024, Japan)

*³ 北海道立函館水産試験場室蘭支場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Muroran Branch, Funami Muroran, Hokkaido 051-0013, Japan)

*⁴ 財団法人 北海道環境科学技術センター (Hokkaido Environmental Science & Technology Center, N24 W14, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 001-0024, Japan)

調査海域と調査方法

1) 調査海域と調査期間

1997年6月18日に、油漂着主海域（苫小牧市樽前～白老町社台）の4調査ライン（L.）で水産生物への影響調査を実施した。L. 1, 2は苫小牧市樽前沖であり、苫小牧漁協のホッキガイ西部漁場内である。L. 3, 4は白老町社台沖のホッキガイ漁場である。L. 1～4を樽前～社台沿岸域と呼ぶことにする（図1）。

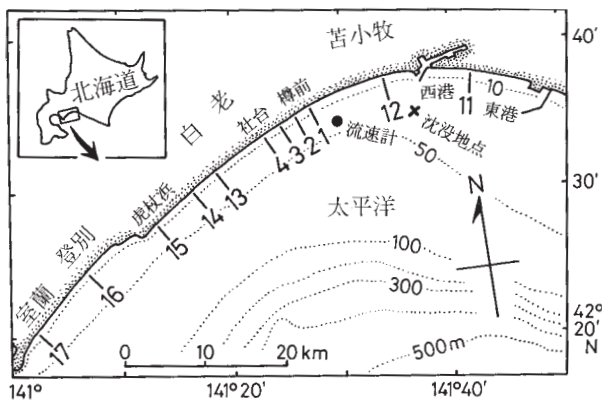


図1 調査海域の概略図*

*図中の数字は調査ライン番号を示す。

6月23日には、L. 1～4を除く、苫小牧～室蘭の各海域（L. 11～17）で同様の調査を実施した。7月2日、7月16日にL. 2で、7月31日にはL. 1～4で追跡調査を実施した。

2) 貝類の斃死状況

各調査ラインの水深3, 5, 7mを基準として、主として操業用漁具（噴流式桁網、桁幅1.2m, 網目10.5cm）を数十m曳いて貝を採取した。入網した貝を種類別に、ホッキガイは大きさ別（殻長5cm, 9cmで3区分）に、生貝、軟体部付き死貝、新しい殻別に計数した。

なお、6月18日にL. 1～4の水深1, 3mの地点で潜水によって1m²枠内の貝を採取するとともに、付近の貝の斃死状況を観察した。

3) 潜砂試験

室蘭支場の飼育室の1トン水槽に内水槽（容量52×70×41cm³）2槽を設置した。内水槽には篩（2mm）を通過した海砂を33cmの厚さに入れた。1トン水槽へ生海水をかけ流した（流量約13ℓ/分）。殻長100～110mmのホッキガイ20個体を海水の中の砂の上に置いて、5分ごとにまだ潜砂していない個体数を記録した。試験終了後、潜砂しなかった個体を開殻して軟体部を観察した。異常がある場合はその個体を除いて、5分ごとの累積潜砂数の百分率を求めた。

4) 食味試験

ホッキガイだけを対象として、食味試験を実施した。採取した試料を、水槽に入れずに、当日、または冷蔵保存した状態で1～2日以内に食味試験に供した。各地点から採取した5個体の貝を開殻して、少量の水で砂を洗い落とす。外套膜と貝柱を切り捨てる。足部（通常、寿司に使う部分）と内臓塊を包む白色部分を縦割りに開き、内臓と生殖巣を除く。少量の水道水で洗う。足（濃紫色の部分）と白色部分に分けて、短冊状（7～8mm幅）に切り、皿に盛る。調味料を添えない。

なお、生鮮での食味試験の残りを湯通し（足の部分が少し赤くなる程度に熱湯をかける）して、補助的に食味試験に供したこともある。試食者は主に水産関係の公務員7～12名である。試食者の選抜試験は、実施しなかった。試食者には材料に関する情報を与えない。試食中は、相互の話をしない。油臭（皿を鼻に近づけて嗅ぐ）と異味⁵⁾（足部および白色部分を口の中で2, 3回噛んで味わう）の有無（有：1点；無：0点）を判定し、票に記入した。

集計して、10人当りに換算（小数点以下1位）して、油臭・異味の程度を表わした。各検体につき、10点は10人中すべての者が油臭あるいは異味を感じたことを、0点は10人中誰も感じなかったことを表す。

5) 重油成分分析

油成分の分析に供したホッキガイ検体の量は各地点1回につき、殻長9cm以上の貝9個体である。小型貝の場合には総重量として相当量を検体とした。サラガイとエゾバカガイは原則として30個体である。貝の軟体部を殻からはずして、水洗し、粗く切ったあと、ミキサーでミンチ状にして、その20g以上を試料とした。底質検体は、潜水あるいは採泥器によって採取した表面2cmの砂1kgであり、大型生物を除去したあと凍結保存した。解凍してよく混合し、その20g以上を試料とした。

試料の前処理は、緒方ら⁶⁾ (p.45, 図3-1, 高沸点化合物) に従った。分析方法はキャピラリーGC-M S法である⁷⁾。分析装置としてガスクロマトグラフ（島津GC-17A；質量分析計：島津QP5000）を、カラムにはキャピラリーカラム（DB-1；内径0.25mm, 長さ30m, 膜厚0.25μm）を用いた。その他の分析条件は次のとおりである；温度：カラム100～280℃（8℃/分）、気化室・検出器300℃；キャリアガス：ヘリウム（流量1.3ml/分）；イオン源：E I型；イオン化電圧：70eV。

重油成分のうちの高沸点硫黄化合物D B T（dibenzothiophene）およびD M D B T（2, 8-dimethyldibenzothiophene）の含有量を分析し、μg/gで表示した^{4, 7)}。キャピラリーGC-M S法はキャピラ

リー—GC法に比べて10~50倍の感度があるが、過去のGC法による分析値と比較するために、検出限界を0.004 $\mu\text{g/g}$ とした。なお、DBTおよびDMDBTの標準品として、和光純薬株製の特級試薬を用いた。

結果と考察

1. 重油流出事故と油拡散状況の概要

1) 重油の漂流状況と回収作業

1997年6月12日19:16、苫小牧西港東防波堤灯台から220°(南西)2マイル地点(図1、水深42m)において、貨物船「敬天」(499トン)と衝突した貨物船隆井丸(499トン)が同日19:22に沈没した。6月12日22:00の気象は霧、視界50m以下、南南西の微風、海水温12℃であった(苫小牧沖の貨物船衝突事故について第7報、北海道総務部防災消防課H9.6.13.12:30)。

沈没した隆井丸の燃料積載量は重油など約30kl(A重油10kl, C重油18kl, システム油0.5kl, シリンダー油0.5kl, 灯油0.2kl)であった。流出油の大部分は重油であり、積載量のほとんどが流出した。

沈没船から流出した重油は、西方向に流れて6月13日早朝、苫小牧市錦多峰~白老町方面の砂浜海岸に漂着した。苫小牧市および白老町では現地対策本部が設置され、市役所や町役場、消防署、胆振支庁、地元ボランティア、自衛隊などによって、吸着マットなどによる漂着油の回収作業が実施された。一方、海上保安部などによる沈没船の燃料タンクの閉鎖、周辺のオイルフェンスの設置などの作業が実施された。なお、沈没船の周辺と白老漁港沖(105°, 5マイル)では、油処理剤(乳化分散処理剤、ネオスAB3000, KKネオス製)が補助的に使用された。

6月14日には波浪が強く、油が拡散したので、回収

作業は中止された。6月17日、室蘭市イタンキ浜にタール状の油が少量漂着した。また白老町沖で油が漂流していることが報告された。6月18日、再び苫小牧市樽前海岸で漂着油(タール状)の回収作業が実施されたが、量は少なかった。

2) 重油流出地点付近の流向流速

室蘭支場はホッキガイの卓越発生に関する環境調査の一環として、貨物船沈没地点から西方向9kmの地点(42°35'N, 141°32'E, 距岸3.5km, 水深40m, 深度10m)に、たまたま流向流速計(アーンダー社製RCM-7型)を設置していた(図1)。その資料を以下に示す。

沈没事故が起きた6月12日から18日までの流速ベクトルと苫小牧市での風向風速を図2に示した。12日夜と13日昼には西北西の流れと南東の風によって、重油が樽前・社台沿岸に漂着したと考えられる。その後、14日夕方まで岸方向への風があったが、流れが南西に変わったことに伴って、漂着油は沖合西方向に拡散した。このことによって室蘭沖でも油の漂流帯が見られた。15日朝から16日昼ころまで北東の流れに変わり、再び樽前・社台沖方面に漂流油の一部が漂着した。

重油の漂流状況は流速計による流向流速とよく一致した。このことから、樽前・社台沿岸域におけるホッキガイはおもに6月13日にだけ流出油に汚染されたと推察される。

2. 貝類の斃死状況

1) 海中における斃死状況

漂着重油の回収作業が実施された海域(L.1~4, 水深3~7m, 計12地点)で噴流式桁網を用いて貝の斃死状況を調べた。殻長5cm以上のホッキガイの入網数は、樽前・社台沿岸域では50m曳き当り平均258個体、最高1,093個体であった。サラガイとエゾバカガイの入

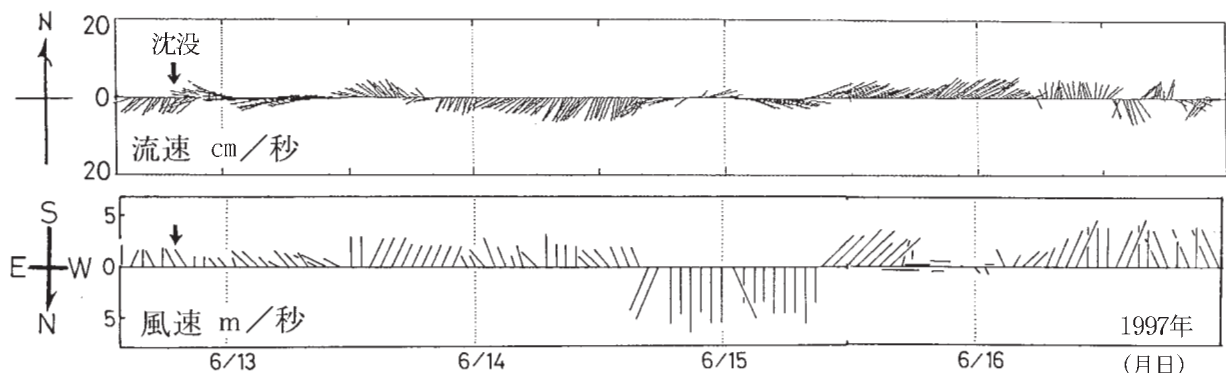


図2 苫小牧沖*における流速ベクトル*(上図)と風速ベクトル**(下図)

*流速計の設置地点: 図1を参照せよ。
**資料: 苫小牧測候所; 風向きを逆に図示した。

網数は、それぞれ平均34個体および50個体であった。斃死個体はなかった。また潜水による杵取りでも斃死個体はなく、また海底上に表出している個体も観察されなかった。またL.11~17での桁曳きでも斃死個体はなかった。

いわき沖での事例報告によると、重油漂着が著しかった豊間地先における重油漂着22日後の桁網調査では、入網したホッキガイの14.6%が死貝（肉片が残っているか、あるいは死んで間もない殻）であった⁸⁾。今回の苫小牧沖での事故では、桁網および潜水調査によっては斃死貝は発見されなかった。前者において斃死貝が多かったことは、重油の漂着量（流出C重油量：約500kl）が多かったり ことによると考えられる。

2) 打上げ貝の状況

6月18日10~12時と6月30日早朝4~5時にL.1, 2 (図1) の渚で打ち上げ貝の状況を調べた。その区域ではところどころに緩傾斜護岸があり、高潮線辺りが礫浜になっている。期間中、大きな波浪はなかった。

6月18日にはL.1の礫浜約50mの間に、ホッキガイ7個体が打ち上げられていた。L.2では礫浜435mの間に、殻長5cm以下のホッキガイ12個体が打ち上げられていた。打ち上げられた貝の殻は壊れているものが多かったが、肉はまだ新鮮であった。

6月30日にはL.2の礫浜約500mの間でホッキガイ31個体が採集された。これらはすべて軟体部が付いているものであった。

早朝に地元の人が貝を拾うことがある。6月30日には早朝に採集したので、実際を表しているであろう。聞き取りによれば、この2週間ほどの間に、貝が多く打ちあがったことはなかったようである。

1994年の上磯地先での事例によれば、重油が漂着した沿岸線1.7kmに打ち上げられたホッキガイは、重油漂着5日後の調査では614個体(渚線下での表出個体を含む)であった。ホッキガイは、活力が衰えたときには、海底の砂上に表出することになり、その後波浪によって打ち上げられると推測されている⁹⁾。筆者らは水槽で飼育しているホッキガイが死ぬ前に砂表面に出ることを観察している。

苫小牧沖での重油流出事故以降の2週間の間には、打ち上げ貝は多くはなかったようである。上磯で、流出重油（発電機用燃料A重油）量が約16klと少なかつたにもかかわらず、打ち上げ個体が多かったのは、上磯漁場は遠浅であり、貝が極めて浅いところまで分布していることによるのであろう。

3. 油汚染の地理的範囲

油漂着区域では二枚貝が汚染されて、油臭・異味のために出荷停止になることが知られている⁹⁾。苫小牧~登別の海域では7月1日からホッキガイの操業が予定されていた。しかし、貝の重油成分の分析がすぐに実施できる状況でなかったため、被害の範囲・程度の概略を知るために、直ちに現地に対処できる項目として、食味試験を実施した。

なお、重油が漂着した沿岸域はホッキガイの好漁場であり、苫小牧市および白老町の1991~1995年の平均漁獲量は、それぞれ1,084トンおよび136トンである。

1) 異味

6月18~23日に実施した食味試験の結果を図3に示

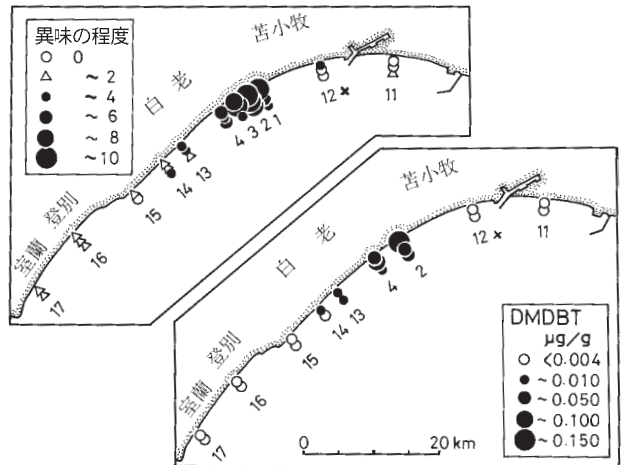


図3 ホッキガイの「異味の程度」と軟体部中の重油成分DMDBTの分布

* 異味の程度：10...10人中すべてが異味を感じた。
0...10人中誰も異味を感じなかった。

** 2, 8 - dimethyl dibenzothiophene

※ 調査点位置の沖合方向は誇張されている。

した。異味が強く感じられたのは樽前・社台沿岸域の貝であり、その海域から離れるほど、異味の程度は低かった。なお、油臭の評価点は常に異味よりも低かった。

1993年の福島県での調査では、貝の油臭・異味については、「重油汚染魚介類の油臭官能検査実施要領」（県環境衛生課）に基づいて厳密に実施された¹⁾。これに対して、今回の苫小牧沖での調査では、貝出荷の規制・解除ではなく、油汚染の概略を知ることが目的だったので、検査方法は厳密ではなかった。したがって、官能検査ではなく、食味試験と表現した。

試食者の選抜試験をしない条件では、嗅覚・味覚に関する個人差が大きかったので、今回の食味試験方法では異味の程度を厳密に示すものではない。とくに低

い値は有意ではないであろう。1974年の水島流出油事件の報告書では、評点合計が試食者数の30%をこえたときに、油臭魚貝類と判定された⁹⁾。

2) 貝軟体部中の重油成分の分布

ホッキガイ軟体部中の有機硫黄化合物のガスクロマトグラムの例を図4に示した。多くのピークのうち、図中で点線で示したのがDBTとDMDBTである。これらは重油成分中に特異的に含まれている物質であり、貝の本来の成分ではない。また、異味の原因物質というわけではなく、貝に蓄積された重油由来成分の総量の目安となるものである。

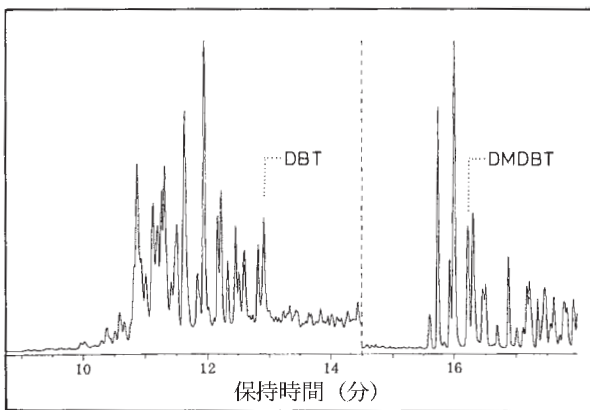


図4 ホッキガイ軟体部中の有機硫黄化合物のガスクロマトグラム

試料：白老町社台沖，1997年6月18日採取

ホッキガイ軟体部中のDBT/DMDBTの比は、6月18日に調査した樽前・社台沿岸域の6例(DMDBT 0.028 $\mu\text{g/g}$ 以上)では、0.201 (0.172~0.242)であった。6月18日に採取した打ち上げホッキガイ(生貝)軟体部のDBTおよびDMDBTは、それぞれ0.078および0.010 $\mu\text{g/g}$ であり、その比は海中の貝の場合とは著しく異なった。

6月18~23日に実施した重油汚染影響調査におけるホッキガイ軟体部中の高沸点硫黄化合物DMDBTの分布を図3に示した。最高濃度は0.120 $\mu\text{g/g}$ であり、樽前~社台沿岸域(重油漂着区域)で高く、その西方向の白老西部では0.010 $\mu\text{g/g}$ 以下、虎杖浜~室蘭、および苫小牧の中部および東部では0.004 $\mu\text{g/g}$ 以下であった。DMDBTの分布状況は「異味の程度」の分布状況とほぼ一致していた。

原油類に特異的に存在する有機硫黄化合物はガスクロマトグラフ(FPD-GC)による検出感度が高いため、海洋における石油汚染のマーカーとして適当であることが緒方⁹⁾によって提唱された。DBTおよびDMDBTは1993年のいわき沖事故調査でも分析項目とされ

た⁷⁾。その事例では、ホッキガイ軟体部中のDMDBTの最高値は0.350 $\mu\text{g/g}$ であった。

重油成分DMDBT量とホッキガイ食味試験による「異味の程度」との関係を図5に示した。両者の間の相関関係は弱いですが、DMDBTが約0.030 $\mu\text{g/g}$ 以上では「異味の程度」は3.0以上であり、0.010 $\mu\text{g/g}$ 以下では0~4であった。このようにDMDBT量が低い場合には、試食者の平均値としての感度が低くなる傾向がみられた。

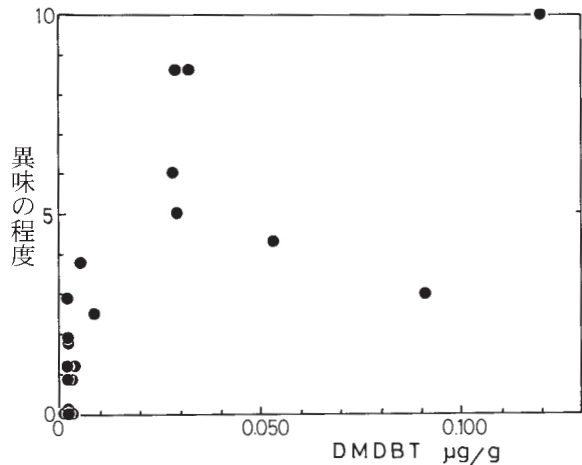


図5 ホッキガイ軟体部中の重油成分DMDBT含有量と「異味の程度」*との関係

*図3の説明を参照せよ(食味試験：6/18~23)。

4. 油汚染の回復

1) ホッキガイの活力の回復

桁網調査や潜水調査の結果から、油汚染による貝の斃死はなかったと考えられるが、斃死するに至らなくても、貝の活力が低下することがある¹⁰⁾。そこで、ホッキガイの活力を診断するために、樽前沖(油漂着区域)の貝(L. 2, 水深5m)と対照区(苫小牧東部漁場)の貝(L. 12, 水深7m)の累積潜砂率を比較した(図6)。

6月23日には重油漂着区の貝の累積潜砂率は試験開始後30分で55%であったのに対して、対照区では95%であった。7月2日には70%(対照区87%)、7月16日には85%(対照区85%)であった。図6に示した対照区は3回の試験の平均である。累積潜砂率は、日を追って対照区の曲線に近づいた。このことから、重油漂着からほぼ5週間目には、貝の潜砂活力は回復したといえる。

なお、潜砂試験日の水温は6月23日には12.4 $^{\circ}\text{C}$ 、7月2日には12.9 $^{\circ}\text{C}$ 、7月16日には15.9 $^{\circ}\text{C}$ であった。ホッキガイを桁で採集した時刻から、潜砂試験を開始した時刻までの時間(空中露出)は約4~6時間であった。7月1日に対照区の貝だけを用いて、空中露出時

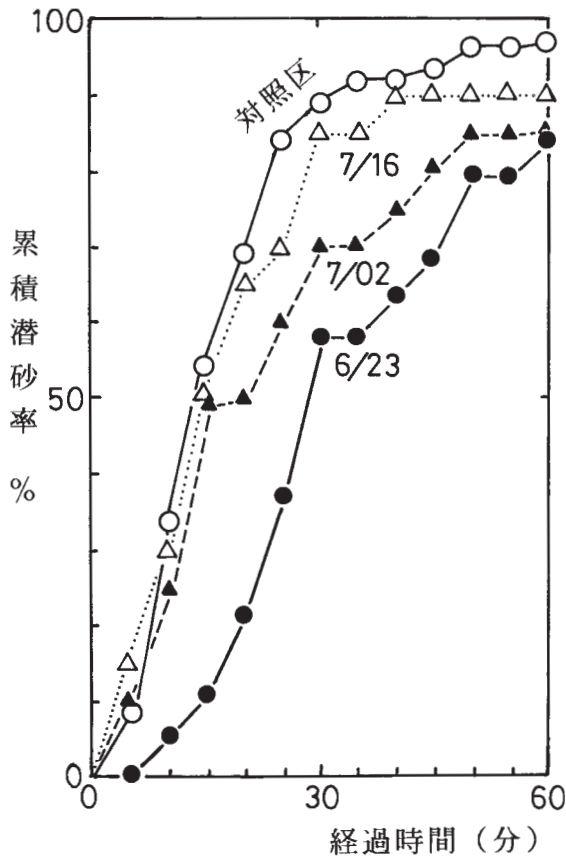


図6 ホッキガイの潜砂活力の変化
樽前：重油漂着海域
対照区：本文参照

間を4時間、5時間30分、7時間とした潜砂試験の結果、試験開始後30分の潜砂率は80~90%であった。保冷箱に収納した状態で、4~7時間の範囲では、空中露出時間の差は潜砂率に大きな影響を及ぼさなかった。

1993年いわき沖での重油流出事故に関する調査では、重油汚染によるホッキガイの活力の回復状況を追跡するために、潜砂試験が実施された⁸⁾。重油漂着3週間および4週間後の試験では、30分経過時点の累積潜砂率は対照海域（重油が漂着しなかった海域）で75~80%であったのに対して、重油漂着が著しかった海域では30%程度であった。潜砂率は3~4週間後でも、対照区の40%ほどであり、苫小牧沖に比べて著しく低かった。このことはいわき沖の場合には、重油漂着量が多く、漂着区域の海水中の重油濃度が貝の斃死を伴うほどに多かったことによるのであろう。

潜砂率にみられる貝の活力の低下は、いわき沖の場合には、重油漂着6週間後まで続いたが、8週間後にはみられなくなった⁸⁾。苫小牧沖では重油漂着後、5週間で潜砂率は回復した。苫小牧沖の貝の活力が早く回復したのは、ホッキガイ漁場への重油漂着量が少なく、滞留期間が短かったことによるのであろう。

2) 異 味

重油漂着区域でのホッキガイの味に対する影響度の減少状況を把握するため、7月2日、16日、31日に食味試験を行った。重油漂着区域(L. 1~4)では6月18日、23日には異味の程度が高かったが、7月半ばには低くなった(図7)。

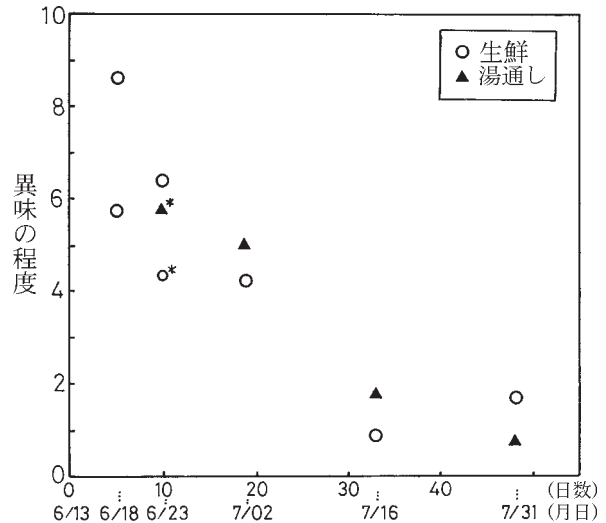


図7 重油漂着海域におけるホッキガイ**の「異味の程度」***の経時変化

*食味試験実施場所：苫小牧市
検体採取水深：5m *図3参照

6月23日に同じ検体を用いて室蘭と苫小牧で食味試験を実施した。両者の評価点の間には2ポイントの差があった(図7)。この差は、試食者に選別試験を課さなかったことによるものであろう。同じ理由で、7月後半の2回の低い評価点は有意ではないと考えられる。

本調査で用いた食味試験の方法では、異味の程度は試食日の相対的な値にすぎないので、これらの値を経時的な比較に用いることは妥当ではない。

ホッキガイを調味料なしで生で食味するとき、生臭さを感じることもある。この生臭さは湯通しすることによって消える。湯通ししたものを食べるのが通常なので、試食者にはその方が適当であろう。今回の試験では、「異味の程度」が中程度の場合には、評価点は湯通しした方が高かった(図7)。

7月1日からのホッキガイ操業に当り、苫小牧漁協では当面、流出油の漂流方向と反対側の漁場(東漁場)からだけ操業することで対応した。白老漁協では食味自主試験の結果、操業開始を延期する処置をとった。虎杖浜漁協と登別漁協では7月1日から出荷した。漁期始めの1~2週間のホッキガイの単価は苫小牧漁協では前年よりも高かった。また白老漁協は7月15日か

ら西側の漁場で操業を開始した。心配された風評による魚価安はなかった。なお、白老漁協では8月21日から社台沖の漁場でも操業を開始した。また苫小牧漁協は秋から樽前沖の漁場でも操業した。

重油漂着からホッキガイ操業再開までの期間は、いわき沖の場合には8週間であった¹⁾。上磯地先の場合は、4月22日に重油流出事故が発生したが、6月1日が操業予定日であったので、操業停止期間に関しては報告書には記されていない²⁾。今回の苫小牧沖の場合には、重油漂着海域では6週間後にはすずで出荷する状態になっていた。

3) 貝軟体部中の重油成分の減衰

重油漂着主海域(L. 1~4)の水深3~5mで採取した貝の、DMDBTの経時変化を図8に示した。ホッキガイのDMDBTは指数関数的に減衰した。図中に示した曲線式(この場合、6月18日には上位2つの値を用いた)から、DMDBTの半減期は7.6日と計算された。

原油懸濁液中で飼育した後、清浄海中での油成分の減衰を調べた水槽実験によれば、貝軟体部中の油成

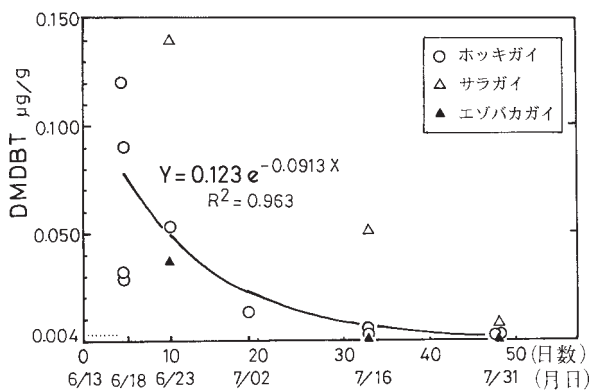


図8 重油漂着海域*におけるホッキガイ軟体部中の重油成分DMDBT**量の経時変化

* L. 2, 4の水深3~5m.

** 2, 8-dimethyldibenzothiophene

分の半減期は、アサリでは2.6日、ムラサキガイでは4.0日、カキでは12.1日であった¹⁾。今回の苫小牧沖の事例での半減期は水槽実験で示されたムラサキガイとカキの中間の値であった。

なお、樽前・社台沿岸域におけるサラガイ軟体部中のDMDBTの最高濃度は6月23日には0.140、7月16日に0.052、7月31日に0.009µg/gであり、その減衰傾向はホッキガイよりやや緩慢であった。また、エゾバカガイの最高濃度は6月23日に0.038、7月16日に0.004µg/g以下であり、その減衰傾向はホッキガイと

同様であった(図8)。

油成分DMDBTおよびDMDBTは海底砂(L. 1~4, 水深0~5m, 計12検体)からはまったく検出されなかった。いわき沖の事例では、重油漂着海域の一部の海底(5m以浅)に、重油が4週間後にも沈降・堆積していたことが報告されている¹⁾が、苫小牧沖ではそのような現象は観察されなかった。

突発的な重油流出によって汚染された漁場における、貝軟体部中の重油成分の半減期に関する報告は少ないようである。いわき沖の事例報告では、ホッキガイのDMDBTの経時変化(測定回数:4回;豊間地先)が表として示されている¹⁾。豊間地先での貝のDMDBTの最高濃度は、重油漂着の3週間後に0.350µg/gであった。また、測定回数が少ないが、それらの値から求めた指数関数式から計算した半減期は14.0日であった。初期濃度は指数関数式から0.710µg/gと計算された。

いわき沖での半減期が苫小牧沖よりも長いことは、前者では海底に堆積したもからの重油成分の補給が継続したことに起因していると考えられる。

一方、苫小牧沖の事例における重油漂着主海域でのホッキガイは、海底砂から重油成分が検出されなかったこと、および潮流の状況(図2)から、おもに6月13日にだけ強く重油の影響下に曝されたと推定される。それゆえ、図8の指数関数式から推定される0日の値(0.123µg/g)は、漂着した重油濃度においてほぼ1日間に蓄積された、貝軟体部のDMDBTの濃度を表しているものと推察される。

いわき沖では重油漂着後3週間までは一部の貝が斃死したこと、および苫小牧沖では斃死がみられなかったことから、ホッキガイ軟体部中のDMDBT濃度が0.123µg/g以下では貝は斃死せず、0.350µg/g以上では斃死を伴うことがあると推定される。

重油漂着後の数日以内に貝軟体部中の有機硫黄化合物DMDBTの濃度を測定することは、その付近での貝の斃死の有無を推察すること、および半減期から貝の操業再開までの日数を推定することに有効である。

謝 辞

油流出事故のような緊急調査の場合、とくに初期の状況把握が必須であるが、適当な調査マニュアルが手元になかった。したがって模索しながら調査を進めざるをえなかった。このような状況下で、文献収集に協力いただいた北海道立中央水産試験場ほか関係機関に対し、また緊急の現場調査に協力いただいた胆振支庁室蘭地区水産

技術普及指導所・関係市町役場水産課・各漁業協同組合, および食味試験に協力いただいた胆振支庁水産課ほかの関係機関に対して深く感謝申し上げる。

要 約

1997年6月12日に苫小牧沖で起きた貨物船衝突事故によって, 燃料用重油30klが流出し, 付近のホッキガイ漁場に漂着した。このことによるホッキガイなどへの影響調査を6月18日~7月31日に実施した。

1. 桁曳調査(水深3, 5, 7m)および潜水調査(水深1m, 3m)の結果, 死んだ貝は観察されなかった。また打ち上げられた貝は少なかった。
2. ホッキガイの活力をみるために, 潜砂試験を行った。6月23日の試験では, 苫小牧市樽前沖(重油漂着主海域)で採取した貝の, 30分時点での累積潜砂率は, 対照区(苫小牧東漁場)の場合の58%であった。累積潜砂率は4週間後には対照区と同様になった。
3. ホッキガイの食味試験の結果, 重油漂着主海域(苫小牧市樽前~白老町社台)で採取した貝に, 異味を感じた者が多かった。その海域においても6週間後には異味を感じる者は減少した。
4. ホッキガイ軟体部中の重油由来の有機硫黄化合物DMDBT (dimethyldibenzothiophene) の最高値は, $0.120 \mu\text{g}/\text{g}$ であった。DMDBTは4週間後には $0.005 \mu\text{g}/\text{g}$ 以下に, 6週間後には $0.004 \mu\text{g}/\text{g}$ 以下になった。半減期は7.6日であった。
5. サラガイ軟体部中に蓄積されたDMDBTの量はホッキガイよりも高く, エゾバカガイは同程度であった。
6. 重油成分DBTおよびDMDBTは底質(砂)からは検出されなかった。

参考文献

- 1) 新妻賢政: 事故の経過と調査概要「重油流出事故調査報告」. 福島水試調査研究資料 No. 239, p. 49~69 (1994)
- 2) 函館水産試験場・渡島中部地区水産技術普及指導所: 上磯地区重油流出事故調査報告書. (1994) pp. 20.
- 3) Ogata, M., Y. Miyake, K. Fujisawa, S. Kira, and Y. Yoshida: Accumulation and dissipation of organo-sulfur compounds in short-necked clam and eel. Bull. Environm. Toxicol. 25, 130-135 (1980)
- 4) 緒方正名・三宅与志雄: 原油懸濁海水および食物連鎖を通じての石油成分の魚介類への移行. 平野敏行編「海の環境科学」, 恒星社厚生閣, 東京. (1986) p. 463~476.
- 5) 元広輝重編: 石油の海洋汚染と生物. 日本水産資源保護協会, 水産研究叢書24, (1973) pp. 82.
- 6) 緒方正名・藤澤邦康: 石油による海洋汚染と環境及び生物モニタリング. 日本水産資源保護協会, 水産研究叢書41, (1991) pp. 104
- 7) 山本達也・新妻賢政・斉藤 健: 漁場環境及びアワビ・ウニ・ホッキガイの油分残留について「重油流出事故調査報告」. 福島水試調査研究資料No. 239, p. 70~93 (1994)
- 8) 平川英人: ホッキガイについて「重油流出事故調査報告」. 同上, p. 108~116 (1994)
- 9) 村上彰男: 石油汚染の水産業への影響. 日本水産学会編「石油汚染と水産生物」. 恒星社厚生閣, 水産学シリーズ16. (1976) p. 22~38
- 10) 菊地泰二: ベントス. 同上, (1976) p. 93~108
- 11) 鈴木 馨・藤田恒雄: 磯根漁場の重油汚染とアワビ・ウニ・ワカメ等について「重油流出事故調査報告」. 福島水試調査研究資料No. 239, p. 94~107 (1994)

ホッケ、キツネメバルの遊泳速度 (短報)

今井 義弘*

Swimming speeds of arabesque greenling and fox jacopever. (Short Paper)

Yoshihiro IMAI*

キーワード： ホッケ, キツネメバル, 巡航速度, 遊泳能力, 回流水槽

魚礁漁場の効果的な造成を図るためには魚群の魚礁への 정착要因を明らかにする必要があり, 前報¹⁾では, 魚礁周辺の流れ環境と魚群行動との関係の解明を目的として, 北海道沿岸で漁獲された3魚種の行動形態を回流水槽内で観察した。その結果, ホッケ, キツネメバルおよびアイナメの走流性と耐流性が明らかになり, 遊泳能力において魚種間に差があることを示した。しかしその遊泳能力の評価は定性的なレベルに留まっている。

魚の遊泳能力を評価する際には巡航速度や突進速度が指標として一般に用いられている^{2,3)}。本研究では, 北海道南西沿岸で漁獲される主要な魚種の中で走流性の強かったホッケ, キツネメバル¹⁾について, 回流水槽内で強制的に遊泳させることにより巡航速度を算出し, 遊泳能力を検討したので報告する。

本文に入るに先立ち, 小樽市水族館魚類飼育課長籠島賢二氏に実験材料の提供にご協力いただいた。ここに, 記して感謝する。

実験方法

材料は1996年4月に小樽市沿岸の定置網で漁獲されたホッケ arabesque greenling *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz およびキツネメバル fox jacopever *Sebastes vulpes* Döderlein で, 実験開始までの約3ヵ月間, 13℃前後に調温した一次濾過海水により流水式水槽内で飼育した。この中から魚種ごとに10尾を抽出して実験に供した。供試魚の体長(全長)はTable 1に示すようにホッケが27.7~35.6cm(平均32.1cm), キツネメバルが23.5~32.7cm(26.3cm)であった。なお, 前報¹⁾と同様, 個体識別のためにあらかじめ供試魚の背部に標識票を装着した。また飼育時の飼料に生鮮イカナゴと配合飼料を用い, 実験前日から無給餌とした。

Table 1. Total length of fishes used for the experiments

	Species of fish	
	<i>Pleurogrammus azonus</i>	<i>Sebastes vulpes</i>
Range	27.7 - 35.6 cm	23.5 - 32.7 cm
Mean	32.1 cm	26.3 cm

実験装置も同様に長さ15.0m, 幅2.0m, 高さ4.5mの垂直循環型回流水槽, 観測部内の照度を一定に保つための照明装置および供試魚の行動を観察, 録画するための撮影装置を使用した。また流速の計測も電磁式流速計を用いて観測部前半中央部の底面から10cm上方で行った。ただし, 本研究では観測部を幅1.5m, 水深1.0mおよび長さ2.2mとし, 観測部の上流側と下流側に目合15mmのステンレス製網を付設した。さらに実験水槽に注入した一次濾過海水は, 水質水温調整装置により水温13.2~13.5℃, 塩分33.2~33.3, pH7.6~7.8に保った。

実験は魚種別に5尾ずつ4グループに分けて行った。まず供試魚を実験水槽へ投入して20~30分間, 水槽に馴致させた後, 初期流速としてキツネメバルで10.0cm/s, ホッケでは20.4cm/sの流れを30分間付与した。次いで流速を10.0cm/s(ホッケで20.4cm/s)から約10.0cm/s間隔で20.4, 30.1, 39.4, 50.7, 59.7, 71.0, 79.2, 89.4, 98.9 cm/sの順に連続的に上げ, 各流速段階において60分間の供試魚の行動を観察, 録画した。流速が上昇するにした

報文番号 A280 (1998年7月3日受理)

* 北海道立網走水産試験場(Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station, Masuura, Abashiri, Hokkaido 099-3119, Japan)

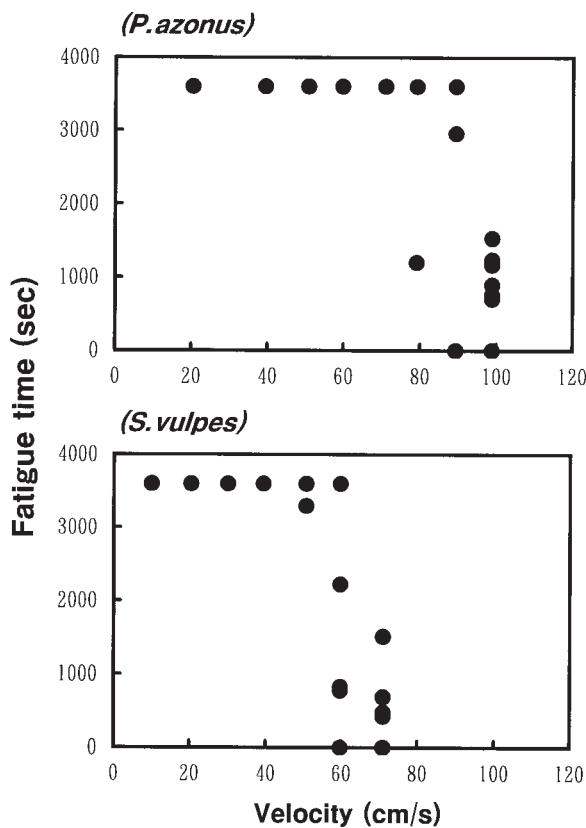


Fig. 1. Fatigue time for fishes of two species, arabesque greenling *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz and fox jacopever *Sebastes vulpes* Döderlein, at different water velocity in the channel.

がって運動を停止する個体が認められるようになるが、その判定は魚体の一部が観測部の下流側の仕切り網に触れて遊泳を止めた状態を基準¹⁾とし、供試魚が全て停止状態と判定された時点で実験を中止した。

各供試魚の巡航速度 (Ucs , cm/s) は, Brett²⁾ の方法に準じ, 60分間を完泳した中で最高段階の流速 (Vm , cm/s), 完泳できなくなった流速 (Vs , cm/s) およびその流速での遊泳時間 (t , sec) を次式に代入することにより算出した。

$$Ucs = Vm + (Vs - Vm) \times (t / 3600)$$

結果および考察

供試魚は入槽直後, 投入された場所に留まっているが, 10数分後には2魚種ともにゆっくりとした遊泳行動を示した。初期流速下 (ホッケで20.4cm/s, キツネメバルで10.0cm/s) では流れに対して定位, 溯流, 反転の行動を示すようになり, 流速が上昇するとともに各行動をとる時間間隔が短くなった。定位する位置は, 前報¹⁾でも観察されたように流速の上昇とともに流軸方向で変化し,

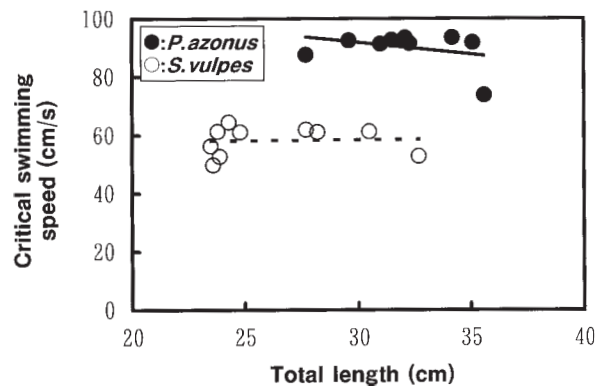


Fig. 2. Relations between total length and critical swimming speed for each species of the fish. The solid and broken line represents the provisional relation for individual values, respectively.

ホッケでは観測部の上流~中流部, キツネメバルではほとんどの供試魚が下流部に集中した。流速がさらに上昇すると, 流れに押されてホッケも下流部に集中するようになり, 時折, 突進行動を示すものの, 下流側の仕切り網の直前で停止する個体が観察されるようになった。

供試魚が各流速下で遊泳を継続して最終的に停止する状況は, Fig. 1に示す設定流速と遊泳時間との関係からも読みとれる。初期流速を付与した後, ホッケが71.0cm/s, キツネメバルが39.4cm/sの流速に達するまではいずれの供試魚も60分間を完泳していた。しかしその流速を超えると途中で停止する個体が現れるようになった。魚種別に全ての供試魚が停止した流速は, ホッケが98.9cm/s, キツネメバルが71.0cm/sであった。

体長と巡航速度との関係をFig. 2に, 体長と体長で除した巡航速度 (比流速) との関係をFig. 3に示す。比流速は異なる魚種間や同一魚種でも体長の異なる個体間の遊泳能力を比較する際の指標として用いられ, 慣用的にL/sの単位で表される³⁾。Fig. 2において巡航速度 (Ucs) はそれぞれホッケが73.7~93.4cm/s, キツネメバルが49.7~64.4cm/sの範囲にあり, 体長によらずほぼ一定な値を示す傾向にあった。一方, Fig. 3に示す体長 (L) と比流速 (Ucs/L) との関係においては, ホッケでは体長が27.7cmから35.6cmにかけて増大するとともに, Ucs/L は3.2L/sから2.1L/sに減少した。またキツネメバルでは体長が23.8cmから32.7cmまで増大するにしたがって, Ucs/L は2.6L/sから1.6L/sまで減少した。

Brett, J.R. and Glass, N.R.⁴⁾ は, 体長7.7~53.9cmのベニザケの巡航速度が51.5cm/s (6.7L/s) ~143.0cm/s (2.7L/s)の範囲にあり, 体長とともに巡航速度が速くなるものの, 比流速は体長の増大とともに小さくなること

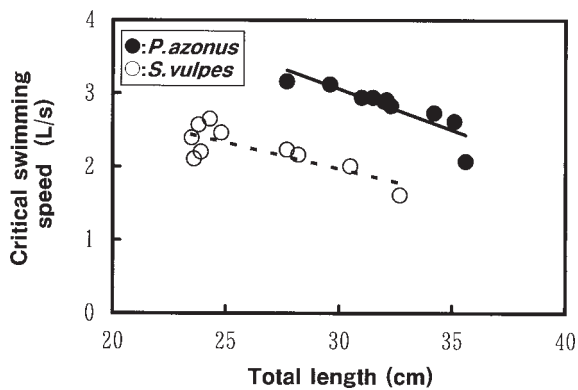


Fig. 3. Relations between total length and critical swimming speed divided by total length for each species of the fish. The solid and broken line as in Fig. 2.

を指摘している。また他の魚類でも比流速は体長の増大にともなって低下する傾向を示すことが報告されている⁷⁾。本研究の体長範囲ではホッケ、キツネメバルともに体長の増大による巡航速度の増加は認められなかったが、 U_{cs}/L が体長とともに減少した点はこれらの報告と一致した。

ホッケとキツネメバルの遊泳能力を比流速を指標として比較すると、水温13.2~13.5°Cにおいて U_{cs}/L はホッケでは2.1~3.2L/s、キツネメバルでは1.6~2.6L/sで、ホッケの U_{cs}/L がキツネメバルの約1.5倍を示した。これより、回流水槽内における魚群の行動形態の観察結果からも推察されたりように、ホッケの遊泳能力がキツネメバルより優れていることが示唆される。

水温20°Cで計測した体長14.5~18.5cmのマアジの比流速は5.3~6.2L/sを示すことが報告されている⁸⁾。水温13.2~13.5°Cの実験で得たホッケの U_{cs}/L はこの値よりも低く、ホッケの遊泳能力がマアジのそれを下回ることが想定された。しかしこれについては、遊泳能力はその魚種の生息可能な水温範囲において高温側で最大となることが指摘されおり⁹⁾、生息可能な上限水温で実験を行った場合には、ホッケの遊泳能力がマアジに優る可能性もある。

本研究では飼育水槽の水温管理などに制約があったことから水温を変化させた実験ができなかったが、採集時期や場所が異なる魚種間で巡航速度を比較する場合には水温条件を変えた実験も必要である。

文 献

- 1) 今井義弘・高谷義幸：回流水槽による北海道南西沿岸の魚類の行動観察。北水試研報. (52), 9-16 (1998)
- 2) 井上 実：魚の行動と漁法。第4版。東京、恒星社厚

生閣, 1990, 211p.

- 3) 塚本勝巳：“17. 遊泳生理”。魚類生理学 (板沢靖男・羽生 功編)。初版。東京、恒星社厚生閣, 1991, 539-584.
- 4) Brett, J. R. : The respiratory metabolism and swimming performance of young sockeye salmon. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 21 (5), 1183-1226 (1964)
- 5) 中村幸雄・渡辺幸彦・土田修二：新しい遊泳能力測定装置による海産魚類の遊泳能力の評価。海生研報告. NO. 91203, 1-33 (1991)
- 6) Brett, J. R. and Glass, N. R. : Metabolic rates and critical swimming speeds of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to size and temperature. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 30 (3), 379-387 (1973)
- 7) 塚本勝巳・梶原 武：魚類の遊泳速度と遊泳能力。水産土木. 10 (1), 31-36 (1973)
- 8) Xu, G., Shirai, T. and Arimoto, T. : Endurance and muscle lactic acid of swimming jack mackerel. *Fish. Sci.*, 60 (6), 657-659 (1994)

試験研究業績

<外部刊行物への発表 平成9年度分>

海 洋

北海道, 噴火湾における麻痺性貝毒プランクトンAlexandrium tamarenseのシスト密度及び発芽活性の季節変化: 宮園 章 (中央水試), 嶋田 宏 (函館水試) 1997年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集 1997. 10

噴火湾におけるAlexandrium tamarenseシストの鉛直分布: 宮園 章 (中央水試) 平成9年度日本水産学会北海道支部定例会講演要旨集 1997. 12

北太平洋におけるキタヤムシの産卵期 (英文): 小鳥守之 (中央水試) P I C E S 第6 回年次総合研究発表要旨集 1997. 10 韓国プサン市

青函プロジェクトによる津軽暖流流量調査: 松原 久, 大川光則 (青森県水試), 西田芳則 (函館水試室蘭支場), 鹿又一良 (函館水試), 田中伊織 (中央水試) 日本海ブロック試験研究集録 38 日水研 1998. 3

A D C P を用いた宗谷海峡の流れの実測の紹介: 田中伊織, 中多章文, 八木宏樹 (中央水試) 日本海ブロック試験研究集録 38 日水研 1998. 3

日本海石狩沖における春季の大きな基礎生産: 乗木新一郎, 吉江直樹, 申 勲 (北大), 渡辺智視, 田中伊織 (中央水試), 濱 健夫 (名古屋大) 1997年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集 1997. 10

宗谷暖流の流速について (1) 宗谷海峡における流速と海面傾斜: 青田昌秋 (北大), 田中伊織, 中多章文, 八木宏樹 (中央水試) 第13回オホーツク海と流氷に関するシンポジウム講演要旨集 1998. 2

1996年6月と8月の宗谷海峡とその周辺海域における表層性生物の組織と分布の比較 (1996年夏季): 安田 愛 (東海大), 八木宏樹, 田中伊織, 中多章文, 渡辺智視 (中央水試), 西山恒夫 (東海大) 第13回オホーツク海と流氷に関するシンポジウム講演要旨集 1998. 2

宗谷海峡とその周辺海域におけるオキアミ類幼生の種組成と分布パターン: 瀬尾 学 (東海大), 八木宏樹, 田中伊織, 中多章文, 渡辺智視 (中央水試), 西山恒夫 (東海大) 第13回オホーツク海と流氷に関するシンポジウム講演要旨集 1998. 2

Interaction between chum salmon and fat greenling juveniles in the coastal sea of Japan off northern Hokkaido : 河村 博・宮本真人・永田光博 (道ふ化場), 平野和夫 (中央水試) N P A F C B l l e t i n No.1 1998

津軽暖流の流動変動: 西田芳則 (函館水試室蘭支場) 水産海洋研究会発表要旨集 1997

道南海域の環境変動が天然コブ生産量に与える影響: 西田芳則 (函館水試室蘭支場) 日本海洋学会秋季大会講演要旨集 1997. 10

漁況と海況との関わりについて: 鈴内孝行 (網走水試) 第13回オホーツク海と流氷に関する国際シンポジウム講演要旨集 1998. 2

資源管理

津軽海峡におけるミズダコの漁獲動向と移動回遊について: 佐藤恭成 (青森県漁業管理課), 依田 孝 (中央水試) 第1回津軽海峡研究集会 1997. 7

石狩湾系ニシンの年齢と成長の関係: 石田良太郎, 吉田英雄, 佐々木正義 (中央水試) 平成9年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 1997. 9

スルメイカの標識放流に用いる2種類のタグによる再捕率の差: 坂口健司 (中央水試), 中田 淳 (稚内水試) 平成9年度イカ類資源研究会議報告 1998. 2

石狩浜におけるヒラメ天然稚魚の出現状況について: 藤岡 崇, 山口幹人, 高谷義幸 (中央水試) 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

水槽内で観察されたシラウオの産卵行動: 山口幹人, 藤岡 崇 (中央水試), 猿渡敏郎 (東大海洋研) 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

Sexual dimorphism and its role in the spawning behavior of Shirauo (*Salangichthys microdon*, Salangidae): 猿渡敏郎 (東大海洋研), 藤岡 崇, 山口幹人 (中央水試) 第77回アメリカ魚類学者は虫類学者協会年会 (ASIH97 meeting) 1997. 6 シアトル

性転換せず直接雌になる固体もいるスナエビの生活史: 水島敏博 (中央水試) 日本ベントス学会第11回大学講演要旨 1997. 11

ホッカイエビの生態と資源管理: 水島敏博 (中央水試) PICESパブリックセッション 根室市 1997. 9

Pisces, Pleuronectiformes: Flatishes from the waters around New Caledonia. Six species of the bothid genera *Tosarhombus* and *Parabothus*: 三原栄次 (函館水試) *Resultas des Campagnes MUSORSTOM* 17 1997

Stocking effectiveness of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, fingerlings released on the southwestern coast of Hokkaido.: 石野健吾 (函館水試) *Abstracts of 1st International Symposium on Stock Enhancement and Sea Ranching* 43 September 1997

北西及び中央太平洋におけるサンマ資源の変動: 本間隆之 (釧路水試) 1997年度水産海洋学会研究発表講演要旨集 1997. 9

根室海峡における産卵期のスケトウダラの分布: 志田 修 (釧路水試) 1997年度日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 1997. 12

北海道サハリン周辺海域スケトウダラのmt DNA制限酵素断片長多型解析: 水野政巳 (稚内水試) 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

北海道北部海域における近年のニシン漁業と漁獲物の特徴: 田中伸幸 (稚内水試) ほか7名 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

計量魚探を用いた北部日本海のスケトウダラ資源量推定: 金田友紀 (稚内水試) ほか7名 平成9年度日本水産学会

春季大会講演要旨集 1997. 4

北海道北部の日本海産マガレイの年齢と成長：渡野邊雅道（稚内水試）平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

環境収容力の変化が魚類個体群の生活史形質へ及ぼす影響：星野 昇（稚内水試）ほか1名 日本魚類学会講演要旨 1997. 10

Acoustic assessment of spawning walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, off western Hokkaido, Japan, October 1997：三宅博哉（稚内水試）ほか7名 北太平洋の音響資源調査に関わる国際ワークショップ講演要旨 1997. 10

In situ target strength of walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) and arabesque greening *Pleurogrammus azonus* Jordan et Melz：金田友紀（稚内水試）ほか7名 北太平洋の音響資源調査に関わる国際ワークショップ講演要旨 1997. 10

計量魚群探知機を用いたスケトウダラ産卵群の来遊予測：三宅博哉（稚内水試）ほか7名 水産海洋学会 1997. 9

計量魚探で観察された積丹沖におけるスケトウダラ魚群分布の昼夜間移動について：安部幸樹（稚内水試）ほか7名 日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 1997. 12

計量魚探でみた道西日本海および三陸沖における音響散乱層の周波数：森 英樹（稚内水試）ほか5名 日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 1997. 12

較正球を用いた船底装備計量魚探のキャリブレーションについて：飯田浩二（稚内水試）ほか5名 日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 1997. 12

北海道北部海域におけるヒラメ0才魚の諸形質：吉村圭三（稚内水試）ほか1名 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

木古内湾のマダラ成魚の移動回遊：夏目雅史（網走水試）ほか1名 水産海洋地域研修集会・第1回津軽海峡研究集会要旨集 1997. 7

網走湖産ワカサギ稚魚の降海行動の周期性：鳥澤 雅（網走水試）ほか3名 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

資 源 増 殖

北海道日本海寿都海域におけるクロソイ人工種苗の標識放流結果について：佐々木正義（中央水試）日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 1997. 12 網走市

北海道日本海厚田沿岸域におけるニシン稚魚の分布と食性：佐々木正義（中央水試）平成9年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 1997. 9

Relationship between Year-to-year Fluctuations in Recruitment of Juvenile Sea Urchins *Strongylocentrotus nudus* and Seawater temperature in Southwestern Hokkaido：吾妻行雄（東北大学），中尾 繁，元谷 怜（函館水試室蘭支場），田島健一郎（中央水試），宮本建樹（函館水試室蘭支場） Fisheries Science Vol.64(1) 1998

ケガニ漁業における小型カニ規制と選択漁獲方策: 佐藤 一 (網走水試), 西内修一 (中央水試) 月刊海洋 29 (6) 1997

ヒラメ人工種苗の絶食による体成分の変化: 高谷義彦 (函館水試室蘭支場) 栽培技術開発研究 26 (1) 1997

アオサで稚ウニを大きく育てる: 名畑進一 (稚内水試) ほか1名育てる漁業 第290号 1997. 7

数種の硬骨魚類への性決定に及ぼす飼育水温の影響: 萱場隆昭 (栽培漁業総合センター) ほか6名 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

北海道日本海沿岸のサンゴモ平原におけるウニ除去後の海藻群落の遷移: 松山恵二 (栽培漁業総合センター) ほか4名 日本水産学会誌 63 (5) 1997

藻類の成長に影響する環境要因の研究: 松山恵二 (栽培漁業総合センター) ほか4名 海洋開発論文集 13 1997. 6

網走湖のヤマトシジミ: 馬場勝寿 (網走水試) 日本水産学会北海道支部例会講演要旨集 1997. 12

kriging 手法を用いた網走湖におけるヤマトシジミ個体数指定の試み: 馬場勝寿 (網走水試) ほか1名 日本水産学会秋季大会講演要旨集 1997. 9

網走湖の環境とヤマトシジミの生態: 馬場勝寿 (網走水試) 育てる漁業 No.295 1997. 12

加工

ホタテガイ副産物の養殖用飼料への利用: 麻生真悟 (中央水試) 平成9年度水産利用加工研究推進全国会議資料 1997. 5

エクストレーション処理前後におけるスルメイカ肉の成分変化: 北川雅彦 (中央水試), 小玉裕幸 (釧路水試) 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

アメリカオオアカイカの異味成分低減化について: 蛭谷幸司 (中央水試) 平成9年度水産物利用加工研究推進全国会議資料 1997. 5

麻痺性貝毒の減毒化について: 菅原 玲 (中央水試) ほか9名 第10回食品加工関係試験研究合同成果発表会要旨集 1998. 2

ウロコメガレイの利用加工試験: 菅原 玲 (中央水試) ほか4名 平成9年度水産利用加工研究推進全国会議資料 1997. 5

イカナゴの食用化技術開発: 加藤健仁 (中央水試) ほか2名 第10回食品加工関係試験研究機関合同成果発表会要旨集 1998. 2

ブナザケすり身の品質改善: 飯田訓之 (釧路水試) ほか2名 第10回食品加工関係試験研究機関合同成果発表会要旨集 1998. 2

道東産アサリ貝の時期別成分について：船岡輝幸（釧路水試）ほか2名 第10回食品加工関係試験研究機関合同成果発表会要旨集 1998. 2

市販塩蔵秋サケの品質特性調査：千原裕之（釧路水試）ほか1名 第10回食品加工関係試験研究機関合同成果発表会要旨集 1998. 2

微粒化－水晒し処理したサケすり身のゲル形成性：飯田訓之（釧路水試）ほか3名 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

近赤外分光法によるサケフィレーの核酸及び遊離アミノ酸量の測定：錦織孝史（釧路水試）ほか2名 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

醤油漬けイクラにおける塩分、貯蔵温度及び添加物の保存効果：阪本正博（釧路水試）ほか3名 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

未利用海藻類の原料性状について：宮崎亜希子（釧路水試）ほか1名 平成9年度水産利用加工研究推進全国会議資料 1997

サケ鼻軟骨由来コンドロイチン硫酸のオリゴ糖の調整及びそのトキリホルモニーレの脂肪分解作用の抑制：武田忠明（釧路水試）ほか4名 平成9年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 1997

ホタテガイ貝柱の硬化現象に及ぼす洗浄の影響：木村 稔（網走水試紋別支場）平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

ホタテガイ貝柱の硬化に与える貯蔵温度の影響：木村 稔（網走水試紋別支場）日本水産学会誌 63 (4) 1997

抗菌シートによる生鮮貝柱の品質保持について：木村 稔（網走水試紋別支場）第10回食品加工関係試験研究機関合同成果発表会要旨集 1998. 2

水産工学

磯焼け地帯における海藻群落の生産要因に関する研究：桑原久実（中央水試）ほか3名 土木学会海洋工学論文集 44 1997

石狩・後志地区におけるヒラメ市場調査による放流・天然魚の水揚げ尾数の推定について：桑原久実（中央水試）ほか2名 水産工学会学術講演会 1997

岩内港西防波堤沖における海藻（コンブ）群落の生育について：桑原久実（中央水試）ほか3名 水産工学会学術講演会 1997

カレイ類の保育場造成に関する研究Ⅰ．未成魚の餌料環境と胃内容物の関係：櫻井 泉（中央水試）ほか4名 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

カレイ類の保育場造成に関する研究Ⅱ．未成魚の流動耐性：櫻井 泉（中央水試）ほか4名 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

カレイ類の保育場造成に関する研究Ⅲ. 餌料生物の流動耐性: 櫻井 泉 (中央水試) ほか4名 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

ホタテガイの増養殖環境に関する研究Ⅰ. 流れに対する定位行動: 櫻井 泉 (中央水試) ほか4名 平成9年度日本水産工学会春季大会講演要旨集 1997. 5

振動流場におけるウバガイの潜砂行動に関する実験的研究: 櫻井 泉 (中央水試) ほか3名 平成9年度日本水産学会講演論文集 1997. 5

流動場でのホタテガイの挙動に関する実験的研究: 櫻井 泉 (中央水試) ほか4名 海洋開発論文集 13 1997. 6

波浪による海底地形の変動に対するウバガイの行動特性と減耗に関する実験的研究: 櫻井 泉 (中央水試) ほか1名 海洋開発論文集 13 1997. 6

振動流場でのウバガイ稚貝の潜砂に関する実験的研究: 櫻井 泉 (中央水試) ほか4名 海洋開発論文集 13 1997. 6

ホタテガイの放流に適した流動条件について: 櫻井 泉 (中央水試) ほか3名 寒地技術論文集 13 1997. 11

ホタテガイの摂餌に及ぼす流向・流速の影響: 櫻井 泉 (中央水試) 日本ベントス学会第11回大会講演要旨集 1997. 11

海底地形の変化に対する潜砂性二枚貝の行動特性: 櫻井 泉 (中央水試) 第45回日本生態学会講演要旨集 1998. 3

砂浜域砕波帯における水産増殖型藻礁の開発: 瀬戸雅文, 櫻井 泉 (中央水試), 水野武司・梨本勝昭 (北大) 日本水産工学会学術講演会論文集 7 1997

北海道日本海沿岸モデルによる内部波の挙動解析: 大竹臣哉, 奥野充一, 中村充 (福井県大), 糸淵長敬 (東水大), 瀬戸雅文 (中央水試) 日本水産工学会学術講演会論文集 7 1997

日本海栄養塩の内部波による沿岸輸送特性について: 瀬戸雅文 (中央水試), 大竹臣哉, 奥野充一, 中村充 (福井県大) 海洋開発論文集 12 1997

ホッカイエビ生息藻場形成条件: 瀬戸雅文, 櫻井 泉 (中央水試), 江幡恵吾, 松岡 学 (北大) 海洋開発論文集 12 1997

二枚貝の流体力特性に関する研究: 瀬戸雅文, 櫻井 泉 (中央水試), 江幡恵吾, 梨本勝昭 (北大) 海洋開発論文集 12 1997

縦スリット型藻礁の水理特性と作用流体力: 瀬戸雅文 (中央水試), 水野武司, 梨本勝昭 (北大), 山田俊郎 (株西村組) 海岸工学論文集 44 1997

ホタテガイの波浪による移動限界条件について: 瀬戸雅文, 櫻井 泉 (中央水試), 江幡恵吾, 梨本勝昭 (北大), 巻口範人 (道栽培公社) 寒地技術シンポジウム論文集 12 1997

波浪場におけるコンブに作用する流体力について: 瀬戸雅文, 櫻井 泉 (中央水試), 山田俊郎 (株西村組) 寒地技術

シンポジウム論文集 12 1997

北海道日本海における深層水の利用に関する研究：瀬戸雅文（中央水試），大竹臣哉，中村充（福井県大） 海洋深層水'97（富山シンポジウム）講演記録集 1997

ホタテガイの増養殖環境に関する研究Ⅱ波浪による打ち上げ条件：瀬戸雅文，櫻井 泉（中央水試），江幡恵吾，梨本勝昭（北大）平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

潜砂性二枚貝の流体力特性に関する研究：瀬戸雅文，櫻井 泉（中央水試），江幡恵吾，梨本勝昭（北大）平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

コンブの揺動特性と作用流体力に関する研究：瀬戸雅文，櫻井 泉（中央水試），山田俊郎（株西村組）平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

ホッカイエビ遊泳能力の水温特性に関する研究：瀬戸雅文，櫻井 泉（中央水試），江幡恵吾，梨本勝昭（北大）平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

日本海深層水の利用に関する研究Ⅰ北海道日本海深層水の諸特性：瀬戸雅文（中央水試），大竹臣哉・奥野充一・中村充（福井県大）平成9年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 1997. 4

日本海深層水の利用に関する研究Ⅱ北海道模型を用いた内部波の挙動：大竹臣哉・奥野充一・中村充（福井県大），瀬戸雅文（中央水試）平成9年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 1997. 4

エゾバフンウニの行動に対する流速の影響：高谷義彦（函館水試室蘭支場）ほか1名 日本水産学会春季大会講演要旨集 1997. 4

北海道桧山海域スケトウダラ延縄漁業の漁獲深度と水温

夏目 雅史

北海道桧山海域におけるスケトウダラの産卵生態を調べるために、1996年度漁期のスケトウダラ延縄漁業の漁獲深度と漁獲深度における水温、並びに成熟度組成の変化について調べた。漁期中の漁獲深度は、11月上旬は350m前後であったが、11月下旬以降は230m前後まで浅くなり、漁獲深度の上昇にともない水温も1℃前後から、1.5～6℃に上昇した。産卵は1月上旬に始まり、1月中旬には最盛期を迎えていた。これらのことから、魚群は漁期中に来遊層の日本海固有水中から、産卵のため日本海固有水と対馬暖流の境界面まで浮上したと考えられ、その浮上は産卵の1ヶ月以上前に行われたことが明らかになった。また、この産卵生態を基に1960年代の極端な不漁の原因についても推察した。

A277 北水試研報 53 1-8 1998

苫小牧沖重油流出事故によるホッキガイの油汚染とその回復

西浜雄二, 堀井貴司, 元谷 怜, 山下修一

1997年6月に苫小牧沖で沈没した貨物船から燃料用重油30kℓが流出し、10kmほど西方向の海岸に漂着した。付近はホッキガイ (*Pseudocardium sachalinensis*) の好漁場なので、それらへの影響を調べた。

斃死した貝はみられなかったが、主漂着区域では貝が4週ほどの間、異味を呈した。そのため、その海岸線10kmほどの範囲の漁場では6週間ほど漁獲が停止された。重油汚染海域の貝の、水槽試験による潜砂活力は初めは55%ほどまで低下していたが、4週間ほどでほぼ回復した。油汚染海域におけるホッキガイ軟体部中の、指標としての重油成分DMDBT (有機硫黄化合物 dimetyldibenzothiophene) の濃度は、重油漂着5日後には0.120 μg/g であり、その後指数関数的に減少して、6週間後には0.004 μg/g以下に減少した。貝軟体部中のDMDBTの半減期は7.6日であった。

A279 北水試研報 53 17-24 1998

道東太平洋海域におけるカタクチイワシの分布

三原 行雄

各種漁業における混獲回数を指標にして推定された道東太平洋海域のカタクチイワシの来遊量水準は、1985～1989年には低位にあったが、1989～1990年に急増して、1990～1993年は高位となった。来遊量の増加に伴って、出現期間が長期化し、分布範囲が拡大した。来遊群の体長組成は1985～1993年を通して、体長12cm以上のものが8割以上を占めていた。1990～1993年において、混獲回数の多い水温帯は、親潮と黒潮系暖水との潮境域の12～15℃であった。1991年には、魚群は5～7月に黒潮系暖水とともに道東海域へ北上接岸し、7～9月には親潮と黒潮系暖水との潮境沿いに東および沖側に広がった。9～11月には主に沿岸沿いに南下した。

A278 北水試研報 53 9-15 1998

ホッケ、キツネメバルの遊泳速度 (短報)

今井 義弘

北海道南西沿岸で漁獲されたホッケ、キツネメバルについて、回流水槽を用いて巡航速度を求め、遊泳能力を比較した。体長 (L) 27.7～35.6cmのホッケと23.8～32.7cmのキツネメバルの巡航速度 (Ucs) は、それぞれ73.7～93.4cm/s, 49.7～64.4cm/sの範囲にあり、体長によらずほぼ一定な値を示した。体長で除した巡航速度 (Ucs/L) は体長の増大とともにホッケが3.2L/sから2.1L/s, キツネメバルが2.6L/sから1.6L/sに減少した。またホッケのUcs/Lがキツネメバルの約1.5倍を示したことから、ホッケの遊泳能力がキツネメバルよりも優れていることが示唆された。

A280 北水試研報 53 25-27 1998

北海道立水産試験場は、次の機関をもって構成されており、北海道立水産試験場研究報告は、これらの機関における研究業績を登載したものである。

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)	046-8555 余市郡余市町浜中町 238 (Yoichi, Hokkaido 046-8555, Japan)
北海道立函館水産試験場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	042-0932 函館市湯川町 1 - 2 - 66 (Yunokawa, hakodate, Hokkaido 042-0932, Japan)
北海道立函館水産試験場室蘭支場 (Muroran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	051-0013 室蘭市舟見町 1 - 133 - 31 (Funami-cho, Muroran, Hokkaido 051-0013, Japan)
北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)	085-0024 釧路市浜町 2 - 6 (Hama-cho, Kushiro, Hokkaido 085-0024, Japan)
北海道立網走水産試験場 (Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	099-3119 網走市鱒浦 31 (Masuura, Abashiri, Hokkaido 099-3119, Japan)
北海道立網走水産試験場紋別支場 (Monbetsu Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	094-0011 紋別市港町 7 (Minato-machi, Monbetsu, Hokkaido 094-0011, Japan)
北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)	097-0001 稚内市末広 4 - 5 - 15 (Suehiro, Wakkanai, Hokkaido 097-0001, Japan)
北海道立栽培漁業総合センター (Hokkaido Institute of Mariculture)	041-1404 茅部郡鹿部町字本別 539 - 112 (Shikabe, Hokkaido 041-1404, Japan)

北海道立水産試験場研究報告 第53号

1998年9月30日 発行

編集兼
発行者

北海道立中央水産試験場

〒046-8555 北海道余市郡余市町浜中町238

電話 総合案内 0135(23)7451(総務課)

図書案内 0135(23)8705(企画情報室)

FAX 0135(23)3141

Hamanaka-cho 238, Yoichi-cho, Hokkaido 046-8555, Japan

印刷所

(株) 総 北 海

旭川市工業団地2条1丁目