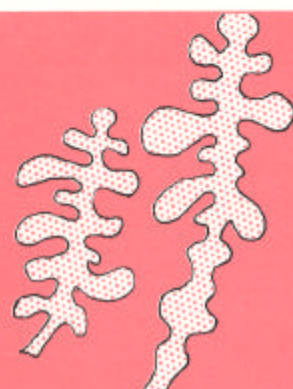
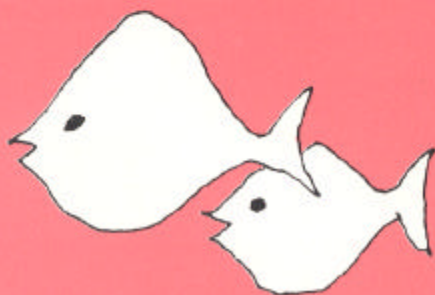


北水試だより

▷ 浜と水試を結ぶ情報誌 ◁



目次	ノ	ーサハリン漁業海洋学研究所の報告集からー	
		サハリン・千島海域の水産資源	
		タラ類、カレイ類について.....	1
		シラウオの飼い方.....	7
		本道周辺での下痢性貝毒の毒化原因について.....	15
		加工シリーズ	
		ホタテガイ生鮮貝柱の硬化現象について.....	20
		試験調査船シリーズ	
		金星丸.....	22
		トビックス	
		ひやま漁協職員が中央水試で1カ月間の加工研修.....	24

第35号
1996/9

北海道立水産試験場

—サハリン漁業海洋学研究所の報告集から—

高 昭 宏

キーワード：タラ類、カレイ類、サハリン、千島

北海道立水産試験場とサハリン漁業海洋学研究所との研究交流の一環として、相互の文献交換が行われています。そこでサハリン漁業海洋学研究所が取りまとめた「サハリン・千島海域の産業魚類、無脊椎動物および海藻」* (極東図書出版所、1993年、全192ページ、これは図鑑「北のさかなたち」のサハリン版とも言える本) の中からタラ科魚類およびカレイ科魚類について抄訳して紹介します。

* Промысловые рыбы, беспозвоночные и водоросли морских вод Сахалина и Курильских островов. Дальневосточное книжное издательство, 1993.

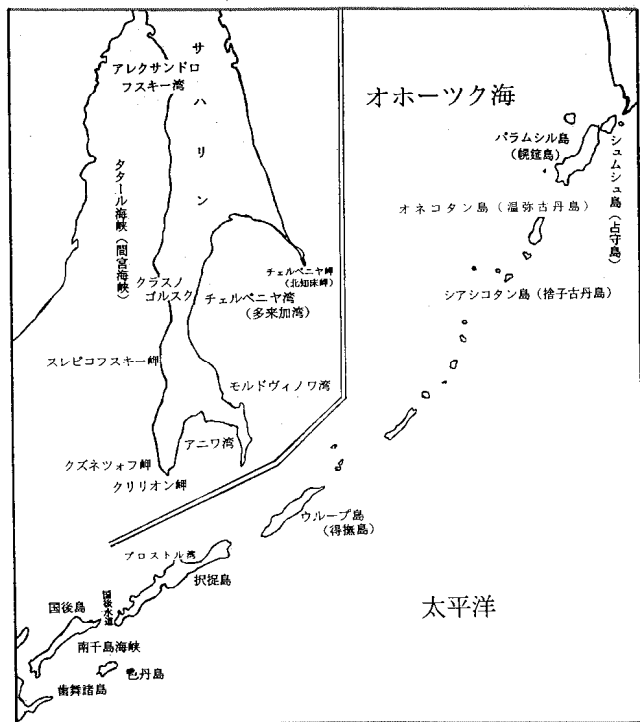


図1 サハリン・千島区域略図

1. タラ類

1) スケトウダラ

スケトウダラは太平洋北部のタラ科魚類の中で最も資源尾数が多い魚種である。その分布範囲は北は北極海の一部であるチュクチ海から南は朝鮮水域および日本の本州北東沿岸に及ぶ。アメリカ沿岸ではアラスカ湾からカリフォルニアまで見られる。サハリン区域ではタタール海峡(間宮海峡)、アニワ湾(亜庭湾)、それに隣接するチェルペニア湾(多来加湾)、オホーツク海のサハリン北東沿岸、サハリン湾、千島列島の周辺水域に生息する。スケトウダラの群密度が最も高いのは産卵期である。タタール海峡では産卵は1月～5月に行われる。冬季にはサハリン西岸の200～500m深域

(モネロン島から北方の氷縁まで)の上層に生息する。春季に産卵群はタタール海峡の北部にも現れる。4月～5月には40～300m深に生息する。サハリン東沿岸では産卵は5月～6月に行われる。2月～3月に根室海峡で集中的な産卵が行われることが日本の研究者によって指摘されており、おそらく南千島のオホーツク海沿岸でも産卵するのであろう。北千島の太平洋側でも産卵群が形成される。

スケトウダラは産卵後にさらに広く回遊して分散し、その距離は数百海里に及ぶ。スケトウダラはかなりの鉛直移動をするのが特徴で、500m深まで下がったり、外洋の2,000~3,000m水深域の上層でも見られる。

スケトウダラの寿命は15～16歳であるが、カナダの研究者によると30歳に達する可能性があるという。漁獲物の中で体長はふつう30～50cm、体重は300～800g、年齢は3～8歳である。体長30～35cmで性成熟する。雌の抱卵数は9万粒（体長30～35cm）から35万粒（体長48～50cm）である。

サハリン・千島区域でスケトウダラの地域的漁業が行われているのはタタール海峡、サハリンのオホーツク海沿岸、南千島、北千島である。タタール海峡には北部日本海系統群が生息し、その生息区域は北海道海域、日本海の大陸棚域である。サハリン沿岸ではスケトウダラ群は3月末～5月にネヴェリスク（本斗）からアレクサンドロフスクまでの海域に形成される。

サハリンのオホーツク海沿岸では、スケトウダラ群は4月から11月まで（南東部）および6月から10月まで（北東部）形成される。サハリン北東部では、スケトウダラ漁獲量は近年1万～2万t、北東部では4万～10万tの範囲で変動している。

南千島の太平洋側では群は体長30cmまでの性的未成熟の個体から成っている。近年スケトウダラ資源は減少傾向にある。南千島のオホーツク海沿岸では近年漁業が活発になり、スケトウダラが産卵群として集中する冬季の1月～3月に、漁獲量は15万tに達した。1992年から漁獲量は明らかに減少したが、これは乱獲のせいであろう。

北千島およびカムチャツカ南東沿岸では、同じ系群の資源を漁獲している。漁業は特に秋・冬季に行われ、8万～15万tが漁獲されている。

ロシアではスケトウダラ漁は中層トロール網で行われ、すりみ、魚油（肝臓）、卵、フィッシュミールとして利用されている。

2) マダラ

マダラは群性の冷水魚で、回遊距離は直線にし

て300海里以上に及ぶ。サハリン・千島区域ではタタール海峡群、南千島群、北千島群の3群が知られている。

タタール海峡では冬季に（1月～3月）産卵前期群を形成し、サハリン南西沿岸およびモネロン島南西の300～600m深に産卵群を形成する。これらの海域の440～500m深で群密度が最も高い。トロール調査結果によると、この時期にマダラは水温が0.5～2.0℃の海底近くにいる。性的未成熟のマダラは特に300m深（海底水温が0.0～4.2℃）までに生息する。

産卵後の4月～5月に成熟マダラは沿岸の100～300m深に回遊して、索餌群を形成する。索餌期におけるマダラの分布は、摂餌対象が集まる場所と密接な関係がある。マダラは接岸すると同時にサハリン西岸に沿ってタタール海峡北部へ索餌回遊を始め、夏季に海峡全域に分布するが群密度は低い。生息海域の底層水温は0.2～5.2℃である。この時期に活発に索餌をする成魚は、スケトウダラやニシンを追って海底から離れる。

秋季に（9月）マダラはタタール海峡北部からサハリン南西沿岸へ回遊し、11月に北緯46度30分～47度00分の150～300m深に群を形成する。12月にかけて成魚は300m以深に産卵前期群を形成する。性的未成熟群は大陸棚域に移動する。

南千島の太平洋側では産卵群は見られないが、オホーツク海側には成魚群が形成される2区域—国後島北東部およびプロストル湾西部が知られている。ここは間違いなく産卵場で、産卵期は12月～2月、産卵場の水深は100～250mである。産卵後に国後島沿岸沿いに太平洋側へ回遊し、たぶん索餌に移るのであろう。

北千島大陸棚ではマダラは1月～3月に産卵し、4月に産卵が終わると南はオネコタン島（温弥古丹島）まで、北は東カムチャツカのシプンスキー

岬まで索餌回遊を始める。このほかパラムシル島（幌筵島）のオホーツク海側へも回遊する。10月に産卵場所へ向けて逆回遊を行う。

マダラの体長組成は、生息条件や漁獲強度の影響を受けて区域によって変化する。約40年間、定期的な漁業が行われなかったタタール海峡では、特に高齢の個体が見られ最高は15歳、最大体長は118cm、最大体重は18kgである。しかし漁獲物の中で10歳以上の個体はきわめて少ない。これは自然死亡率が高いことと関係がある。タタール海峡では漁獲物の中心は3～7歳魚であり（86.1～99.3%）、中でも4～5歳魚が卓越する。トロール漁獲物中の平均体長は56.2～72.9cm、平均体重は2.9～4.5kgである。

北千島および南千島では9歳以上の個体は見られないが、これは高齢魚を強度に漁獲していることと関係がある。トロール漁獲物は6年級（2～7歳）から成る。

マダラの餌はさまざまで、体長20～25cmまでのものは小型甲殻類およびその稚仔、40～45cmまでのものはエビ類および幼魚（カレイ類、カジカ類、スケトウダラ）、それ以上のものはスケトウダラ、ニシン、イカナゴ、カレイ類、イカ類、タコ類を食べている。

サハリン西岸、北千島、南千島の大陸棚域で、20世紀前半にマダラ漁業が積極的に行われた。記録によると1875年にタタール海峡でマダラ漁業が始まった。1912年から1913年に年漁獲量は5万3,000tに達した。30～40年代には漁獲量は1万1,500～2万3,200tであった。近年この海域でマダラ漁業が再開し、高揚期を迎えている。

千島列島ではマダラ漁業が特に盛んだったのは1941年で、漁獲量は南千島で2万2,400t、北千島で1万7,500tに達した。1984年に北千島のマダラ漁獲量は飛躍的に増大して、その後1万

4,300～4万6,900tに達した。南千島の現在の年漁獲量は1,000～5,000tであるが、1988年には1万9,700tまで増加していた。

漁具としてトロール網、延縄、底引き網、底刺し網が用いられる。漁業は周年行うことができるが、伝統的な漁期があってサハリン・千島区域では10月～2月に当たる。タタール海峡および北千島ではマダラの群密度が高い産卵場で漁獲する。タタール海峡では主な漁具は底延縄、北千島では底引き網である。北千島では1隻1日当たり漁獲量は12.0～14.1t、1曳網当たり3.4～3.8tである。南千島では延縄、底引き網を用い、主として択捉島および国後島の太平洋側、およびプロストル湾の100～300m深で漁獲される。漁獲量は1隻1日当たり4.1～7.7t、1曳網当たり0.8～2.1tである。

3) コマイ

コマイは広く分布する沿岸種である。太平洋のアジア沿岸では生息の南限は朝鮮半島北部、アメリカ側ではアラスカ湾である。日本水域では北海道東沿岸に分布する。

サハリン・千島区域ではチェルペニア湾、タタール海峡北西部、サハリン湾、アニワ湾、北東サハリンの入り江、南千島に地方群が見られる。

コマイは典型的な冷水魚で、マイナスの水温のもとで繁殖が行われる。産卵群が形成されるのは淡水と海水の混合する区域である。タタール海峡ではコマイの来遊は12月末にその北部海域で始まり、しだいに南へ移動する。サハリン湾では12月初めに魚群が形成される。チェルペニア湾では12月末に産卵前期群が形成される。南千島で産卵群が形成されるのは、国後島のオホーツク海沿岸の狭い浅海域だけである。産卵は1月末～2月の初めに行われる。

サハリン北東沿岸のコマイ漁は伝統的な水下網、受けやななどで入り江で行われる。年最大漁獲量は900 tに達したが、近年の年平均は300 tで、現在では200 tを超えない。

特に数量が多いのはチェルペニア湾、サハリン南東沿岸である。40年代の半ばから1965年にかけてここで1,130～1,900 t漁獲された。

漁船漁業の発展に伴って、チェルペニア湾で冬季の漁獲量が増え、1981年に最大漁獲量—1万3,200 tが得られた。1月に2艘引き網で漁獲する。

南千島では海況の特殊性との関係で水下網漁業はあまり発達しておらず、年漁獲量はせいぜい150 tである。この5年間南千島ではコマイは実際には漁獲されておらず、再生産を乱さないようにしつつ、2,000～3,000 tの漁獲が可能であろう。

2. カレイ類

カレイ科魚類は世界の沿岸域に、特に北半球に広く分布する。サハリン・千島海域では28種が見られる(表1参照)。

コガネガレイは沿岸種で鉛直分布様式は季節によって変わる。温暖な時期には大部分が100 m深以浅に生息し、夏季にはふつう50～80 m深まで分布する。秋および冬に大陸斜面へ回遊し、150～500 m深に越冬群を形成する。夏季産卵群はかなりはっきりとした季節回遊が見られる。

アカガレイは日本海の朝鮮の釜山以北、および本州の南西沿岸に生息し、オホーツク海の北海道北部沿岸、時にはアニワ湾にも進入する。この種は大陸棚および大陸斜面の生息者で、季節回遊を行う。

ドロガレイはオホーツク海北部、ベーリング海、チュクチ海南部、東カムチャツカ沿岸に生息する。

サハリン水域ではアカガレイ群は水温—1～

4℃、ドロガレイ群は1.8～2℃のもとで見られる。日本海の大陸棚では主群は100～400 m深に、オホーツク海では50～300 m深に見られる。アカガレイは90～120 m深で、ドロガレイは70～100 m深で産卵する。6月に産卵後すぐ活発な索餌が始まる。夏季により浅い場所に移動し、餌料生物量が高い区域で漁獲量が多くなる。年間を通して両種は海底が粘泥質または粘泥・砂質の区域に生息する。秋季に越冬場への回遊が始まり、西サハリンの250～300 m深および東サハリンの90～120 m深で漁獲量が最も多くなる。両種は250～400 m深で越冬する。

カレイ類の索餌期は春および夏に当たり、特に活発に索餌をするのは産卵後である。冬には索餌をしないで、越冬場で動きの小さい生活様式をとる。

サハリン沿岸では40年代および50年代にカレイ類漁獲量が最も多かった。主な漁業区域での最大漁獲量はチェルペニア湾—1万6,200 t、タタール海峡北部—1万3,700 t、サハリン南西沿岸—1万1,600 tであった。しかしその後、単位努力当たり漁獲量および総漁獲量も低下した。西サハリンの大陸棚でのカレイ類の年漁獲量が平均で2,000 tまで低下したために、チェルペニア湾では1982年から主要な対象種であるコガネガレイの漁獲が禁止された。

漁は小型船によって漁獲効率の良い底引き網で行われている(1回で1.5～2.0 tの漁獲)。コガネガレイは春の回遊が始まると、西サハリンおよび東サハリンの浅海域(20～40 m深)で漁獲され始め、9月～10月に越冬場への逆回遊が始まるまで漁が続く。アカガレイは4月～5月にサハリン南西沿岸の80～100 m深で漁獲される。産卵後に魚群は分散して漁は終わる。アニワ湾およびチェルペニア湾ではロシア漁船はアカガレイ漁を行っ

表1 サハリン・千島大陸棚のカレイ類の出現状況

種 名	区 域	タタール 海峡北部	南 西 サハリン	アニワ湾	南 東 サハリン	南 千 島	北 千 島
カラスガレイ <i>Reinhardtius hippoglossoides</i>		—	—	+	*	+	*
アブラガレイ <i>Atherestes evermanni</i>		—	—	+	+	*	+
オヒョウ <i>Hippoglossus stenolepis</i>		—	+	+	+	*	*
ドロガレイ <i>Hippoglossoides robustus</i>		—	—	*	*	—	+
アカガレイ <i>Hippoglossoides dubius</i>		*	—	—	*	—	—
ウロコメガレイ <i>Acanthopsetta nadeshnyi</i>		*	*	*	—	+	+
ソウハチ <i>Cleisthenes herzensteini</i>		*	*	+	+	*	—
ムシガレイ <i>Eopsetta grigorjewi</i>		—	—	—	—	+	—
ホシガレイ <i>Verasper variegatus</i>		—	—	—	—	+	—
マツカワ <i>Verasper mozeri</i>		—	—	—	—	+	—
サメガレイ <i>Clidoderma asperrimum</i>		—	+	+	+	*	*
ヒレグロ <i>Glyptocephalus stelleri</i>		*	*	*	*	*	+
ヤナギムシガレイ <i>Tanakius kitaharai</i>		—	—	—	—	+	—
ババガレイ <i>Microstomus achne</i>		—	—	—	—	+	—
クロガレイ <i>Liopsetta obscura</i>		—	+	—	—	+	—
トウガレイ <i>Liopsetta pinniasifata</i>		+	—	*	*	+	*
コガネガレイ <i>Limanda aspera</i>		*	*	*	*	+	*
リマンダ サハリネンシス <i>Limanda sakhalinensis</i>		*	+	*	*	+	*
スナガレイ <i>Limanda punktatisissima</i>		*	*	*	*	*	+
ハナガレイ <i>Limanda proboscidea</i>		—	—	+	*	+	+
アサバガレイ <i>Lepidopsetta mochigarei</i>		*	*	*	+	*	—
マガレイ <i>Pseudopleuronectes herzensteini</i>		*	*	*	+	*	—
マコガレイ <i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>		*	*	*	*	*	—
ツノガレイ <i>Platessa quadrituberculata</i>		*	*	*	*	+	+
ヌマガレイ <i>Platichthys stellatus</i>		*	*	*	*	+	*
イシガレイ <i>Kareius bicoloratus</i>		—	+	—	—	+	—
ウマガレイ <i>Hippoglossoides elassodon</i>		—	—	—	—	+	*
シュムシュガレイ <i>Lepidopsetta blineata</i>		—	—	—	—	*	*

注：—見られない、+たまに見られる、*常時見られる

ていない、というのは漁場が避難港からかなり遠いからである。

南千島水域にはカレイ類の26種が生息する。北千島水域では南千島水域に比べて種類が少ない。北千島水域では漁獲物の中でシュムシュガレイが95%を占める。

北千島のオホーツク海側でのロシア漁業は1954年から行われている。漁業は発展を続け漁獲量は1961年に7,800 t、1966年に8,700 t に達した。1954～1972年の平均漁獲量は3,310 t であった。シュムシュガレイのオホーツク海系群が乱獲されたため、資源が回復するまで北千島での漁獲は禁

止になった。太平洋系群についても1965年から現在まで漁獲されていない。

シュムシュガレイは千島水域、オホーツク海西部、ベーリング海、アラスカ湾、ブリティッシュ・コロンビア、ワシントン州沿岸に見られる。アジア水域では分布の南限は歯舞諸島、南千島海峡である。

最大生息水深は700 m 深であるが、主として150 m 深までで索餌をし、400～500 m 深までの場所で越冬する。

北千島では性成熟個体は越冬期に125～320 m 深で密度が最も高くなる。4月に水温が上がり始め

ると大陸棚の浅海域へ回遊を始める。夏季に主群はパラムシル島およびシュムシュ島（占守島）の20～100m深の浅海域で索餌をする。

南千島区域では南千島海峡および択捉島のオホーツク海沿岸の50～150m深で漁業が行われている。カレイ漁業が始まった当初は漁獲量は数十tにすぎなかったが、その後、漁獲量は急増した。しかし60年代初めから漁獲量は500tを超えなかった。40年代初めから日本はこの区域で1,500tのカレイ類を漁獲し、70年～80年代に年漁獲量は5,000tから1万tに達した。これは南千島漁業区域のカレイ資源が非常に多いことを示している。

南千島区域にアサバガレイとシュムシュガレイの分布区域の境界がある。この両種は形態が非常に似ている。

アサバガレイは千島・北海道に特有の種である。日本海では朝鮮東沿岸、本州南西域、タタール海峡、オホーツク海ではアニワ湾、チェルペニア湾に見られる。数量が多いのは南千島、北海道北東沿岸水域である。大陸棚および大陸斜面上部に生息する。最大生息水深は300mで、一般に夏は20～100m深、冬は50～300m深に見られる。

北海道水域でアサバガレイの産卵は12月～3月に行われる。この産卵時期は南千島とほとんど変わらない。粘着沈性卵が砂利および石に産卵される。雄は雌よりも早く6～9歳で成熟し（体長24～28cm）、雌は12～24歳で性成熟する（体長27～37cm）。

マガレイは日本海の大陸および日本沿岸に沿って、タタール海峡北部まで生息する。オホーツク海ではアニワ湾、南東サハリンに生息する。北海道沿岸、択捉島の太平洋側から本州南部まで見られる。季節回遊をする沿岸種である。温暖な年にふつう70～80m以浅に見られ、一般に20～50m深に見られる。100m以深で越冬する。南千島海峡

（いわゆる三角水域）では7月に産卵する。雌は5～6歳、雄は3～5歳で性成熟する。

マコガレイは日本海および黄海の両沿岸に生息する。オホーツク海ではアニワ湾、南東サハリン、北海道沿岸に生息する。太平洋では択捉島から日本の九州まで分布する。

ソウハチは日本全域、黄海全域、オホーツク海の南東サハリン、北海道沿岸に生息し、南千島の浅海域で数量が多い。季節回遊をする沿岸種である。南千島海峡では2月～3月に50～240m深に、7月～8月および11月には20～100m深に分布する。南千島では産卵は1.8～17.2℃の水温のもとで行われる。これは夏季産卵種で、繁殖は3月～8月に行われる。

（たか あきひろ 釧路水試 資源管理部
報文番号 B 2098）

シラウオの飼い方

〈失敗続きの3年。4年目の正直。5年目の試み。〉

山口 幹 人

キーワード：シラウオ、採集、輸送、飼育

I. はじめに

シラウオは、日本各地の汽水（淡水と海水の混合水）湖や河口周辺の汽水域などに生息している体長10cm弱の透明な魚です。漁獲量は多いとは言えないのですが、魚価が高く、ごく前浜でそれほどコストをかけずに漁獲出来ることから、沿岸資源として注目されています。

中央水試では石狩漁業協同組合からの要請を受けて、1989年から石狩川水系および河口周辺の沿岸域に分布するシラウオの生態調査を実施しています。そして生態の重要な部分である産卵行動を実際に目で確かめたいと思い、1992年から飼育を試みてきました。しかし、実際にシラウオを飼育観察できるようになるまでに、試行錯誤を繰り返し、4年目にしてやっと成功しました。

シラウオの採集、輸送および飼育方法に関して、飼育展示や観察実験のための問い合わせもあることから、これまでの失敗を含めて、そのノウハウを紹介したいと思います。

II. 採集と輸送

まず、シラウオの産卵親魚の入手方法についてお話しします。調査フィールドである石狩川から中央水試まで（約65km）、シラウオを輸送しようとすれば約2時間かかります。これでは輸送によるダメージが大き過ぎるのではないかと考えられましたので、まずは水試から数分の距離（約1km）にある余市川周辺での入手を検討しました。

余市川河口周辺海域では、シラウオが成熟する5月に、イカナゴのすくい網漁でシラウオが混獲されるとの情報を得ました。そこで、イカナゴすくい網の漁業者の方に、20リットルの蓋付きバケツと電池式エアレーションポンプを渡して、シラウオを生かして連れてきてくれるようお願いしました。しかし、1992年は全く混獲の連絡が無く、1993年も3尾しか入手できませんでした。

1994年は、前2年間にイカナゴすくい網漁業でシラウオがほとんど得られなかったことから、すくい網漁業からの入手をあきらめました。代わりに「夜間、余市川の河口付近において、懐中電灯で水面を照らすと、シラウオが泳いでいるのを見ることがある。」との情報を得たことから、余市川河口周辺で集魚灯（事務用蛍光灯で代用）と手網（口径約40cm）を用いてシラウオを採集できないか？と考えました。産卵期が近くなり、シラウオが河口周辺に集まってくると思われる5月の夕暮れ時に、懐中電灯と集魚灯、発電機、手網、バケツなどを持って、まず河口の西側にある築港や河口近くの川岸をうろつきました。築港の岸壁は高すぎて手網が水面に届かず、また川は流れが速くてシラウオが集まりそうにないといった状況で、どちらもあきらめざるを得ませんでした。次に河口東岸の導流堤に来てみると、水面からの高さが約50cmと低く、手網での採集には適しているものの、ここでも川側は流れが速い状況でした。そこで先端部の海側を選んで、集魚灯を岸壁から差し出す形で設置しました。そして半分あきらめかけた約30分後、丁度とっぴり日が暮れた時に、集魚灯の近くでへろへろと泳ぐ魚を見つけました。「ど

うせ違う。」と思いつつ、急いで手網ですくうてみると、なんとシラウオでした。思わず「やった！」と声に出していました。その後は次々にシラウオが集まり、約2時間ほどで100尾以上を採集することが出来ました。そして、この日以降シ

ラウオ親魚の採集には事欠かなくなりました。

また、1995年にはシラウオをより傷つけないように、手網の底にビニールを貼って水ごとすくう様にし、輸送用の容器も20リットルのバケツから50リットルの円形のポリ樽に変更しました(写真1)。

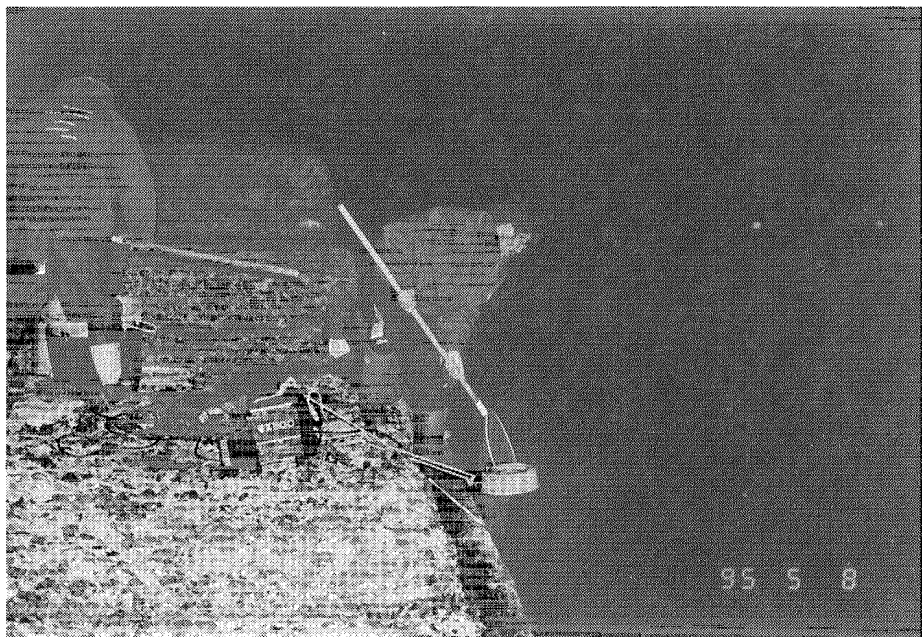


写真1 余市川河口での親魚採集風景

こうして飼育観察用のシラウオの採集・輸送に自信が持てるようになったので、冬期間の行動観察を行うための未成魚を得るため、最初は無理と思われた石狩川での採集と、2時間の輸送に挑戦しました。未成魚の夜間採集に適した場所がわからなかったため、まず1995年の8月の分布調査時に丸稚ネット（口径1.3m全長4.5mの円錐形をした大きな手網状のネット）で採集されたシラウオ（体長約4cm）を50リットルのポリ樽で輸送してみました。しかし、丸稚ネットによる採集はシラウオにダメージを与えた様で、到着時には全滅していました。そこで、「やはり集魚灯と手網による方法しかない。」と考え、9月はじめに採集の場所探し（雷鳴を聞きながら土砂降りの合間を縫っての夜間の探索）を行い、9月の中旬には石狩

川水系の茨戸川において未成魚を採集し、今度は水試まで輸送することに成功しました。といっても、採集した107尾中、39尾が死亡しましたので、やはり輸送の時間は短い方が良いでしょう。

以上の経験を通して、飼育用シラウオの採集には「集魚灯で集め、ビニールを貼った手網で水ごとすくう。」方法が、そして輸送には「なるべく大きな円形容器でエアレーションを行いつつ短時間で輸送する。」方法が、最も有効と考えます。

Ⅲ. 飼育

1) 失敗続き

次に、飼育方法についてですが、1992年は方形（四角）のFRP製0.5トン水槽に観察窓を取り付けたものを作成し、冷却機能を持った循環濾過

装置を取り付けました。また、産卵基質として水槽の底に砂を敷き、さらにビニール製の水草と^{あし}葦を置きました。水槽には水試のすぐ近くを流れるヌッチ川河口周辺の汽水を満たしました。ところが、この年は前記のようにイカナゴすくい網漁からのシラウオの入手が無く、結局飼育することが出来ませんでした。

1993年は、中央水試の新庁舎建築に伴って'92年に作成した飼育装置を仮施設に移動させたのですが、配電の関係で200V電源の冷却装置を作動させることが出来ませんでした。シラウオはイカナゴすくい網漁から得た3尾を水槽に入れましたが、1晩で死亡してしまいました。この死亡原因について当時は「水温が高くなりすぎたため。」と考えました。

1994年は、新庁舎の研究棟が完成し、恒温室（広さ=約1m×1m、温度と点灯・消灯時間が設定可能）が使用できるようになりました。そこで、2つの恒温室の温度を河口付近の海水温に近い10℃と15℃に設定し、それぞれに60リットルの方形アクリル水槽を2個ずつ設置しました。この水槽の底には砂を敷き、ビニール製の水草を入れ、上面濾過を行いました。これらの水槽に採集場所である余市川河口の塩分濃度（10～25PSU）に調節した汽水を満たし、シラウオを入れました。恒温室内は狭くて寒く、人が入っての観察が困難でしたので、ビデオカメラを設置し、シラウオの行動を観察・記録しました。しかし、この様に水温・塩分の管理に気を使ったにもかかわらず、シラウオは3日間で全部死亡してしまいました。

2) 先達に聞く

3年連続の失敗に少々気落ちしている時に、東京大学海洋研究所の猿渡敏郎博士が、シラウオの飼育を行ったことがあると、人づてに聞きました。

早速、博士にその方法を伺ったところ、「1.水槽は円形水槽（最低100リットル）であること。2.透明な水槽ならば、黒いビニールを外面に貼ること。3.入れる汽水は1/2海水でよい。4.止水で、エアレーションを行うこと。5.水温は室温で構わない。6.餌はやらなくても良い。」と、飼育のコツを伝授下さいました。

1994年は、前記のようにシラウオの行動をビデオカメラで記録したのですが、猿渡博士の助言を念頭に置いて、再度VTRを見直しました。すると、「シラウオがアクリルの壁面に頭を押しつけながら泳いでいる。」ことと、「水槽の角に頭を押しつけた状態になると、そこからの脱出が困難な様子。」にあらためて気がつきました。すなわち、シラウオは透明な壁面を視認できず、また後ろ向きに泳ぐのが苦手（不可能?）であると思われる、そのため不透明な（黒い）、そして円形の程度大きな水槽でないと飼育出来ないとわかりました。

3) やっと成功

1995年は念願の飼育棟が完成し、円形パンライト1トン水槽が使用できるようになりました。その底に砂を敷き、余市川河口の採集現場の塩分値（約20PSU）に設定した汽水を満たし、止水で、エアレーションを行いました。また、外面には黒いビニール（ゴミ袋を開いたもの）を貼りました（写真2）。また、成熟に必要なエネルギーを摂取させるために、アルテミア幼生を餌として与えることにしました。この水槽の中に、採集したシラウオを入れたところ、元気に泳ぎ、採集の翌日以降も90%以上が生存しました。また、摂餌されたアルテミア幼生が消化管内部にオレンジの帯を作っているのが観察され、摂餌活動も活発に行われていると思われました（写真3）。

こうして、シラウオを飼育することは出来たものの、黒いビニールを貼ったため水槽の側面からの観察は出来ず、またエアレーションで水面が波だっているのです、上面からの観察も困難という新たな問題も生じました。これでは目的の観察が出来ません。そこで、水槽側面のビニールの一部を切り取って「観察窓」を作り、ビデオカメラをセ

ットし、カメラの周囲をやはり黒いビニールで囲って、「観察窓」から水槽内部に光が入らないようにしました(写真4)。

この様に、4年目にしてやっとシラウオの行動を観察し、記録することが出来ました。なお、観察結果については、別の機会にお知らせしたいと思います。

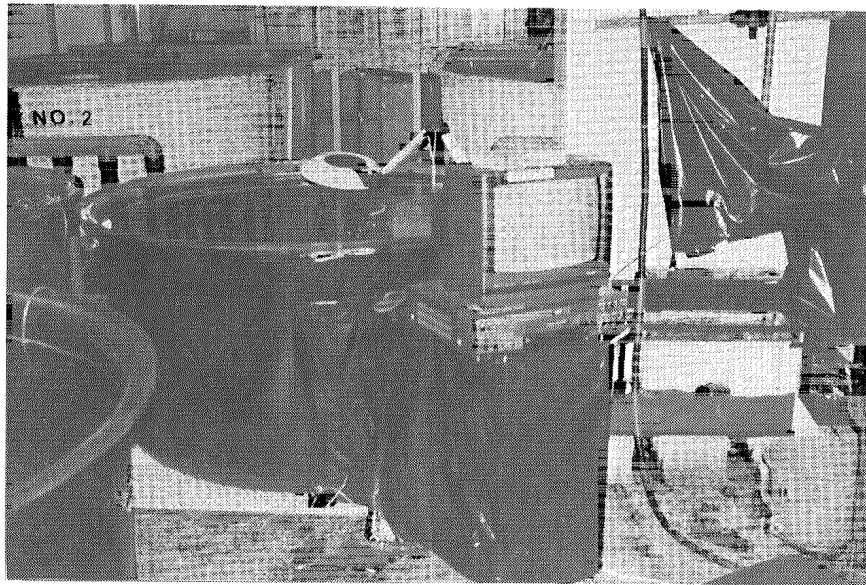


写真2 飼育・観察水槽
(1995年：手前のボックス内にビデオカメラをセット。)



写真3 水槽内を泳ぐシラウオ
(体内に見える線〈実際はオレンジ色〉は摂餌されたアルテミア幼生)

4) 展示・観察をもっと容易に

4年目にしてシラウオの行動を観察することが出来たのですが、使用した家庭用ビデオカメラでは解像度と視野に限界があり、遊泳するシラウオを撮影するため焦点合わせも困難でした。このため、シラウオの動きは把握出来るものの、雌の放卵の瞬間を確認することや、水槽全体での雌雄のペアリング（求愛行動？）の回数を数えることは

出来ませんでした。また、「シラウオの飼育展示をしたいので方法を教えて欲しい。」といった問い合わせに対しても、この方法では「透き通って綺麗なシラウオ」を多くの人に「その目」で見ってもらうことは出来ないなどの問題が残されました。

これらの問題を解決するため、1996年4月に冬期間の行動観察に使用したシラウオを用いて、壁面回避実験を行いました。この実験は、イカ類な

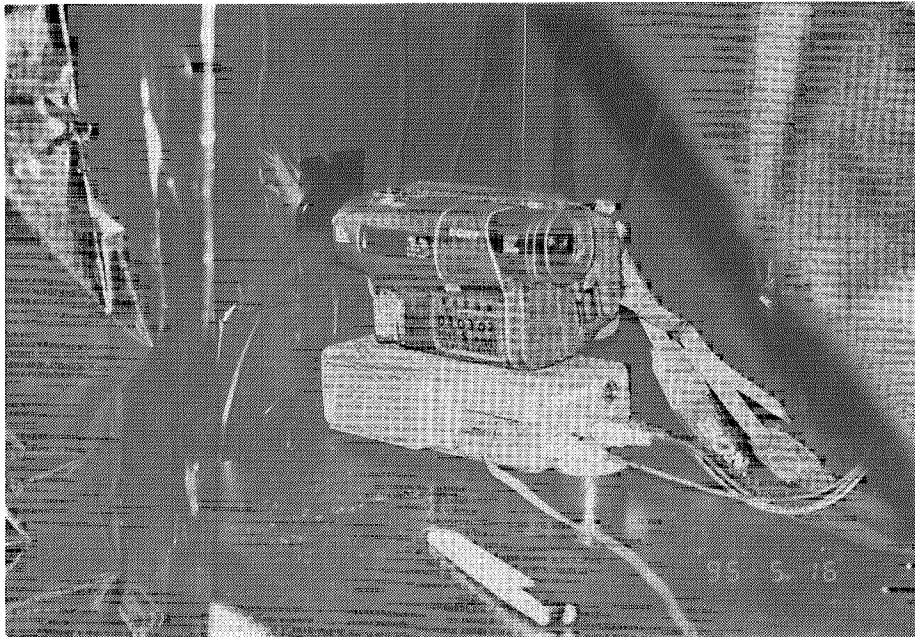


写真4 水槽（写真2）にセットしたビデオカメラ

どで用いられている「透明な壁面に縞模様（ストライプ）を描いて壁面を視認させ、衝突を回避させる。」方法の応用が可能かどうか？、可能ならば、どのような縞模様がよいのか？を知るための試みです。

ア) 実験1（予備実験）

まず、「シラウオが本当に縞模様を視認できるのか？」を確かめるための予備実験を行いました。そのために黒、透明、縦縞、横縞（縞模様は縦横とも線の太さ=約0.6mm、線の間隔=約3mm）の4種類のシートを用意しました。縞模様は、プリンターでA4用紙に印字したものを用意し、コピー

機を用いてOHPシートに焼き付けました。シラウオは基本的に水槽内を壁面から10～30cm離れて円を描くように回遊しており、これらのシートをシラウオの通り道を塞ぐように設置しました。そして、エアレーションを止め、水面からの肉眼観察を1枚につき10分間ずつ行いました。観察内容は、「10～15cm以内に接近したシラウオが、シートに接触するかどうか？」で、接近した回数と、接触した回数を数えました。その結果は表1に示したとおりで、黒、縦縞、横縞のシートは、透明のものよりも明らかに回避率（（回避回数／接近回数）×100%）が高く、また縦縞よりも横縞の方

が回避率が高い様に見られました。これにより、シラウオは縞模様を視認出来ると考えられ、また縦縞と横縞では、横縞が縦縞よりも視認性が劣ることはないと判断し、これ以降の実験は横縞を使って行いました。

なお実験結果で、接近回数がそれぞれのシートで大きく異なっていたことに関しては、シラウオが特定のシートに対して接近を避けた様にはみえませんでした。ですが、回数を重ねることによってシートの設置場所を学習する可能性はあると思えたので、以後の実験ではシートを吊るす順番や場所を適宜変化させる必要があるものと考えました。

表1 実験1の結果

模様種類	接近回数 (a) 10~15cm以内に接近	接触回数 (b) シートに接触	回避回数 (c=a-b) シートに接触せず	回避率 ($\frac{c}{a} \times 100\%$)
黒	19	6	13	68.4%
透明	89	63	26	29.2%
縦縞	50	23	27	54.0%
横縞	68	17	51	75.0%

イ) 実験2 (線の太さと間隔)

基本的な方法は実験1と同様とし、線の太さと線の間隔によって回避率が異なるかどうか？を実験しました。線の間隔を3mmに固定し、線の太さが異なる6種類(太さ:0.1、0.3、0.5、1.0、1.5、2.0mm)のシートと、線の太さを0.5mmに固定し、線の間隔が異なる7種類(間隔:3、4、5、6、7、10、15mm)のシート、および透明と黒のシートを用意し、それぞれ2回ずつ(計20分間)観察しました。観察したシートの順序は1回目と2回目を逆にして実験を行いました。結果は図1

に示したとおりで、線の太さは0.5mm未満、線の間隔は10mmを越える範囲で、回避率に差があるように見受けられました。

ウ) 実験3 (線の太さと間隔の組み合わせ)

実験2で回避率に差が見られた範囲をカバーする様に、線の太さを0.1、0.3、0.5mmの3種類、線の間隔を5、10、15mmのそれぞれ3種類に限定し、3種類×3種類=9種類のシートに透明と黒を加えた11種類のシートを用いて、5回の繰り返し実験を行いました。また1回ごとにシートの順序はランダムに差し替えました。その5回の回避率の平均値を図2に示しました。これを見ると、線は細いほど、そして間隔が広いほどシラウオの回避率は低くなり、透明のシートに近くなることが確認できました。また、線の太さが0.5mmで間隔が15mm以下、および線の太さ0.3mmで間隔が10mm以下ならば、縞模様のシートの回避率は、黒いシートと比べても遜色がないものと思われます。ただ、この実験は成魚を対象としたものであり、未成魚等の体が小さいシラウオに、これらの数値が当てはまるかどうかは不明です。

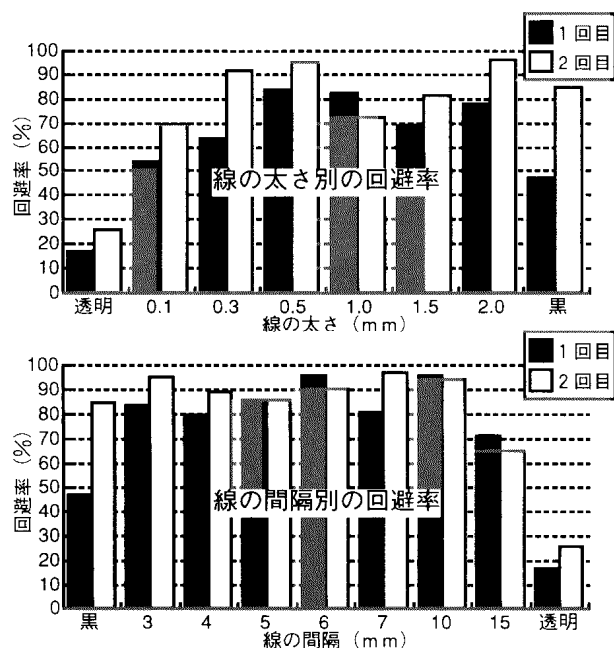


図1 実験2の結果
(線の太さ〈上図〉・間隔〈下図〉別の回避率)
上図では線の間隔を3mm、下図では線の太さを0.5mmに固定した。

エ) 実際の飼育

実験3で最も高い回避率が得られた線の太さ0.5mm・線の間隔5mmの横縞シートを円形パンライト200リットル水槽の前面（後面は黒いビニール）に貼り付けて、シラウオの飼育観察をしてみたところ、十分に飼育が可能が確認されました（写真5）。以上の結果から、透明な壁面に縞模様を描くことで、飼育展示や肉眼での観察が容易になるものと期待されます。

ころ、十分に飼育が可能が確認されました（写真5）。以上の結果から、透明な壁面に縞模様を描くことで、飼育展示や肉眼での観察が容易になるものと期待されます。

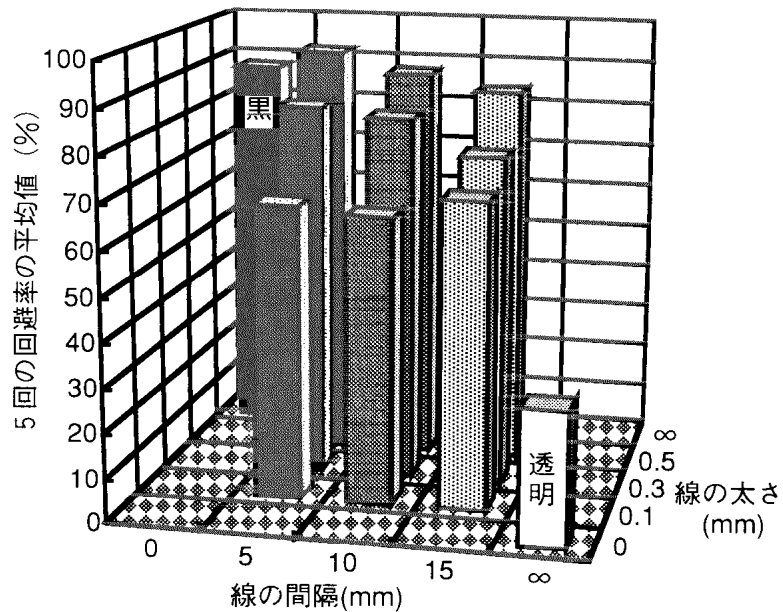


図2 実験3の結果
(線の太さと間隔の組み合わせによる回避率)

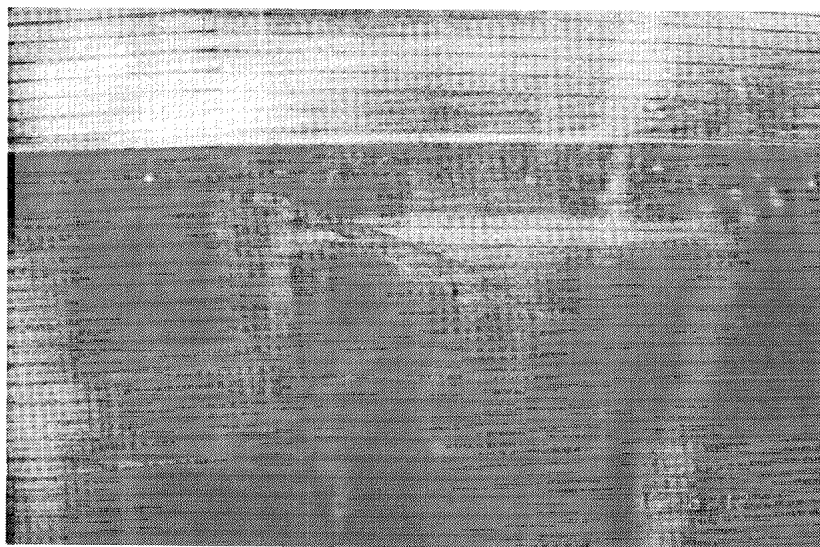


写真5 壁面にストライプ（横縞）を描いた水槽内を泳ぐシラウオ（1996年）

IV. まとめ

1992年はシラウオ自体が入手できず。1993年はやっと3尾のみ入手したシラウオは1晩で死亡。そして1994年はシラウオの入手方法は確立できたものの、シラウオは3日間で全滅。といった3年連続の失敗の後に、猿渡博士の助言を得て、1995年にシラウオの飼育観察に成功しました。さらに1996年は壁面に縞模様（ストライプ）を描くことで、透明な水槽でも飼育観察が可能となりました。

これらの試行錯誤から得られたシラウオの採集、輸送および飼育方法の要点をまとめると次のとおりとなります。

1) 夜間に光で集め、手網で採集することが出来る。

網地に魚体が触るとシラウオは弱るので、手網の底にビニールを貼り、水ごとシラウオをすくい捕る。

2) 輸送は円形容器でエアレーションしながら行う。

50リットルのポリ樽では、石狩川からの約2時間の輸送で、約7割が生存。

3) 飼育水槽は円形のものを使用する。容量は100リットル以上ならば可能と思われるが、大きいほどよい。

4) 水槽が透明ならば、黒いビニールを貼るか、縞模様（横縞：線の太さ0.3mm以上、間隔10mm以下）を壁面に描く。縞模様を描いた水槽を使用する場合、水槽の上に照明器を設置し、水槽内が外部より明るくなるようにした方がよい。また、観察側を縞模様としても、その反対側は黒とした方が透明なシラウオの観察には適している。ビニールを貼る際、壁面とビニールの間に水を流し込むとビニールが壁面に密着し、うまく貼れる。

5) 水温は室温で、塩分は1/2海水でよい。水温、塩分の変化には、かなり耐える。1995年の当水試での飼育では、水温6～25℃、塩分5～34PSUの範囲で飼育が可能であった。ただし、水温が25℃以

上となる場合には冷却が必要？。

6) 止水でエアレーションを行う。一般的に流水の方が水質維持の点で簡単であるが、汽水での飼育では止水とせざるを得ない場合が多いと思われる。止水の場合、給餌等で水が汚れたら、ある程度の換水が必要（当水試の200リットル水槽では、ほぼ1週間に1回、1/3ずつ換水を行った）。

7) 餌はアルテミア幼生で可能。1995年9月から翌年4月まで未成魚を飼育したが、成長はあまり良くなかった。餌については、栄養面での改良が必要？。

V. おわりに

シラウオという魚は知名度が高い割に、実際に泳ぐ姿を見た人は、ほとんどいないのではないのでしょうか？。そのこともあって、生態的な知見が少なく、産卵行動などもほとんど知られていません。ここにまとめた採集・輸送・飼育の方法が、シラウオ生態研究の発展に役立てば幸いです。また、シラウオの体は透明ですが、光の当たり方次第では7色に輝くこともあります。機会がありましたらご覧下さい。

最後になりましたが、飼育のノウハウをお教え下さった石狩漁業協同組合および東京大学海洋研究所の猿渡敏郎博士に深謝いたします。また、夜間の採集作業に快く協力して下さい下さった後志支庁後志北部地区水産技術普及指導所の職員の皆さん、中央水試の同僚諸氏に感謝いたします。

（やまぐち もとひと 中央水試資源管理部
報文番号 B 2099）

本道周辺での下痢性貝毒の毒化原因について

野 俣 洋

キーワード：ホタテガイ、下痢性貝毒、毒化形態、
貝毒成分、貝毒プランクトン、遊離脂肪酸、餌、
リパーゼ
はじめに

北海道沿岸では、ホタテガイの増・養殖事業が大規模に行われていますが、毎年のように下痢性貝毒による毒化がみられ、ホタテガイの安定した計画生産のために毒化の予知・予測技術の開発が望まれています。

下痢性貝毒は、1976年に宮城県で発生したムラサキガイを原因食品とする食中毒から初めて明らかとなり、患者の主な症状から「下痢性貝毒」と命名されました。その後、各種の毒成分とそれを産生するプランクトンが明らかにされてきましたが、下痢性貝毒によるホタテガイの毒化については未だに不明な点が多いのが現状です。

ここでは、本道周辺でのホタテガイの下痢性貝毒による毒化について、これまでの調査で得られた結果と今後、毒化の予知・予測技術の開発にむけて必要とされる調査要素などについて紹介します。

なぜ今、毒化原因なのか

下痢性貝毒の発生については、貝毒を産生するプランクトン（貝毒プランクトン）をホタテガイが摂餌することにより、ホタテガイの中腸腺に貝毒が蓄積し、その結果、毒性値が上昇するという図式を基に、本道沿岸での貝毒プランクトンの分布動態を中心に海洋環境やホタテガイ毒性値との関連が調査されてきました（図1）。

その結果、本道沿岸での貝毒プランクトンの分布域は日本海南部沿岸域から北部、オホーツク海北部・南部、さらに根室海峡へと時間経過とともに移っていくことが明らかにされてきました。しかし、貝毒プランクトンの発生とホタテガイの毒力の間には必ずしも高い対応関係は認められていません。

一方、下痢性貝毒による毒性値の上昇には貝毒成分だけではなく、中腸腺に含まれる遊離脂肪酸の関与も大きいことが指摘されており、あらためて本道周辺での下痢性貝毒による毒化原因を調査する必要が出てきました。

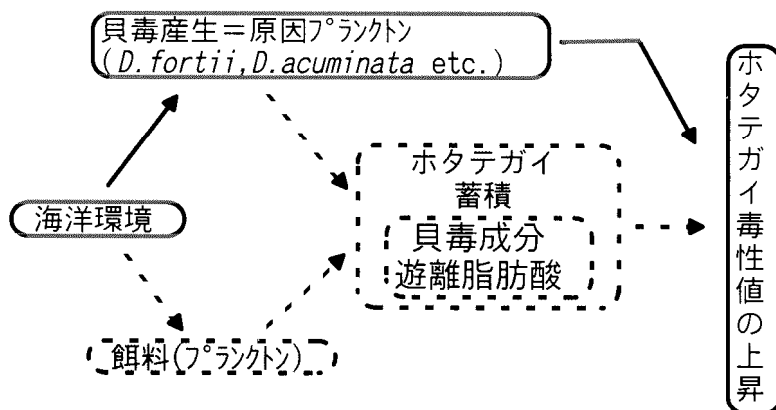


図1 下痢性貝毒予知・予測技術の開発にむけて必要とされる下痢性貝毒についての調査研究要素

— ; これまで関連が調査されてきた要素
- - - ; 今後関連を調査する必要がある要素

下痢性貝毒にかかわる成分

ここで、下痢性貝毒にかかわる毒成分と遊離脂肪酸について少し触れてみたいと思います。

下痢性貝毒の成分は、これまで約10種類が明らかになっています（表1）。毒の強さは成分によって違いがみられますが、いずれも1マイクログラム（μg）という極めて僅かな量で約0.1～0.5マウスユニット（MU）の毒性を示します。また、それぞれの病理作用は、オカダ酸やディノフィシストキシンのように下痢を起こさせるもの、ペクテノトキシンのように肝臓に障害を起こさせるものなどがあります。しかし、下痢性貝毒に関係する全ての毒成分が明らかにされているわけではなく、その分析法を含め、いまだに研究途中にあるといえます。なお、現在、水産試験場で分析が可能な成分は、オカダ酸（OA）、ディノフィシストキシ

ン-1、3（DTX1、3）およびペクテノトキシン-6（PTX6）の4成分です。

次に遊離脂肪酸についてですが、遊離脂肪酸は脂質、つまり油の成分の一種です。食品に含まれる脂質は主に、グリセリンに脂肪酸と呼ばれるものが三つ結合した「トリグリセリド」という形で存在しています。一方、動物は体の中に、餌として体内に取り入れた脂質をエネルギーや自分の都合の良い形に変えたりするために、「リパーゼ」という酵素を持っています。このリパーゼは、グリセリンと脂肪酸の結合を切るハサミの役目をするもので、リパーゼで切り放された脂肪酸が、遊離脂肪酸と呼ばれるものになります（図2）。

遊離脂肪酸には、炭素の数や二重結合の数によりたくさんの種類がありますが、その中には、マウステストで毒性を示すものがあります（表2）。

表1 下痢性貝毒に関連した毒成分の毒性と病理作用

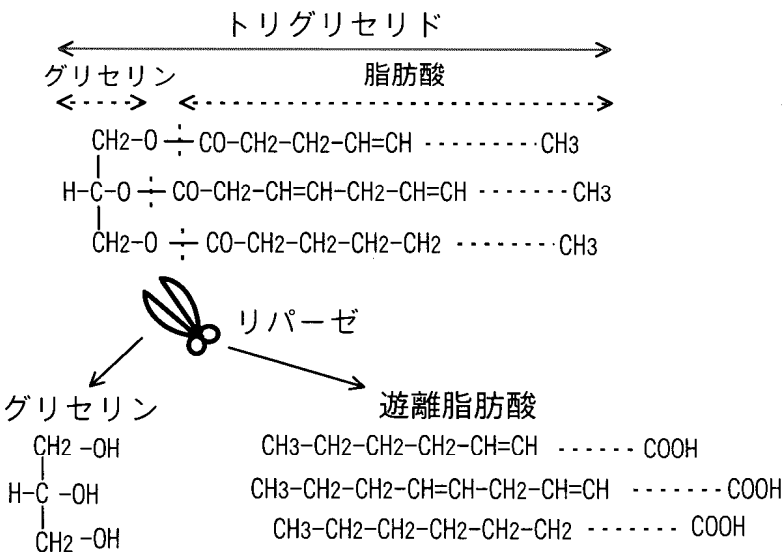
毒成分の名称（略号）	マウス毒性値(MU/μg)	病理作用
オカダ酸（OA）	0.25	下痢原性
ディノフィシストキン-1（DTX1）	0.31	下痢原性
ディノフィシストキン-3（DTX3）	—	下痢原性
ペクテノトキン-1（PTX1）	0.20	肝臓毒性
ペクテノトキン-2（PTX2）	0.22	肝臓毒性
ペクテノトキン-3（PTX3）	0.14	肝臓毒性
ペクテノトキン-4（PTX4）	0.06	肝臓毒性
ペクテノトキン-6（PTX6）	0.10	不明
イェットキン（YTX）	0.50	不明

（安元・村田、1988より）

表2 マウス毒性を示す主な遊離脂肪酸とその毒性

遊離脂肪酸の名称（略号）	マウス毒性値(MU/mg)
オレイン酸（18:1）	0.035
リノール酸（18:2）	0.083
リノレン酸（18:3）	0.167
オクタデカトエン酸（18:4）	0.083
アラキドン酸（20:4）	0.185
エイコサペンタエン酸〔EPA〕（20:5）	0.167
ドコサヘキサエン酸〔DHA〕（22:6）	0.083

（高木ら、1984より）



遊離脂肪酸の毒性は、種類によって差はありますが、先ほどの毒成分に比べるとはるかに弱い毒性です。しかし、ホタテガイの中腸腺に含まれる量が毒成分に比べて多いことから、ホタテガイの毒化にかかわってくることになります。

以上のように、下痢性貝毒に関係する成分には様々なものがあることから、ホタテガイの毒化予測や毒化期間中に出される加工残さいの処理技術の開発を進めるためには、まず、毒化の原因物質を明らかにする必要があるわけです。

オホーツクと噴火湾海域における毒化形態

そこで1994年と1995年の2年間、オホーツク海

南部と噴火湾海域に定点を設け、貝毒検査の公定法であるマウステストによりホタテガイ中腸腺の毒性値（マウス毒性値）を測定するとともに、中腸腺に含まれる毒成分と遊離脂肪酸の量を機器分析により測定し、それらが出荷規制の基準となるマウス毒性値に、それぞれどの程度関与していたのかを調べてみました（図3、4）。

オホーツク海南部海域のマウス毒性値は、兩年とも4月から5月にかけて高い値を示しました。そして、マウス毒性値の高かった4月から5月にかけては、1994年の5月を除き、遊離脂肪酸による毒性値がマウス毒性値とほぼ一致していました。このことから、オホーツク海南部海域でのこの2

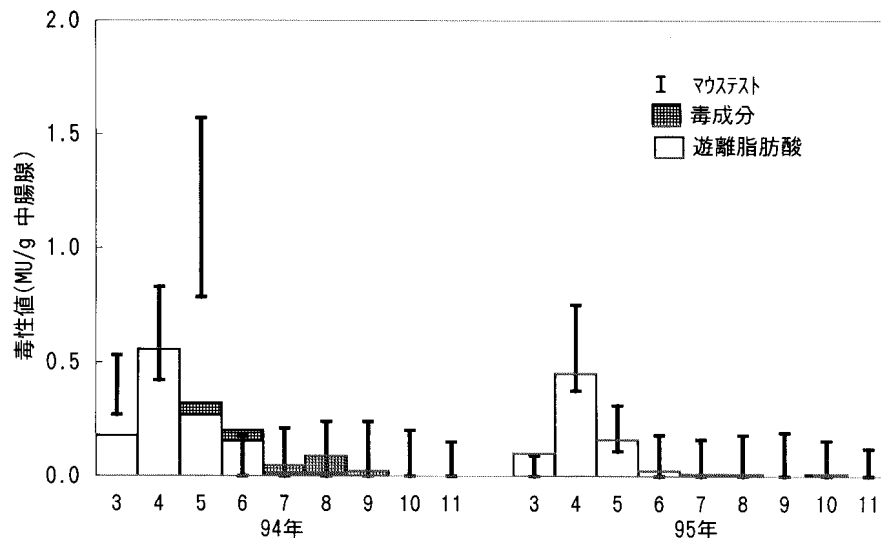


図3 オホーツク海南部海域における毒化形態

* 毒成分、遊離脂肪酸による毒性値は、それぞれの量と毒性から算出した。

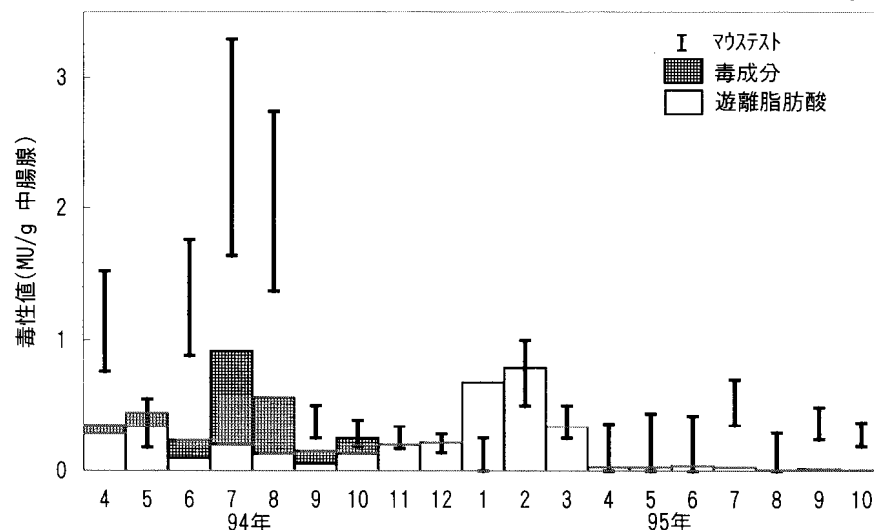


図4 噴火湾海域における毒化形態

* 毒成分、遊離脂肪酸による毒性値は、それぞれの量と毒性から算出した。

カ年の毒化は主に遊離脂肪酸の蓄積によるものと推定されました。

噴火湾海域でのマウス毒性値は、1994年の4月および6月から8月にかけて高い値を示しましたが、それ以降、1995年の10月まで比較的低い値で推移しました。マウス毒性値の最も高かった1994年の7、8月には、毒成分による毒性値が遊離脂肪酸による毒性値よりも高く、逆に、1994年4、5月および11月以降は、遊離脂肪酸による毒性値の方が高い値を示しました。これらのことから、噴火湾海域での毒化には、毒成分と遊離脂肪酸の双方が関わっていたと推定されました。

なお、毒成分と遊離脂肪酸から計算された毒性値の和がマウス毒性値よりも低い時期、たとえば、オホーツク海南部海域の1994年5月や噴火湾海域の1994年4月および6～8月などは、今回測定した以外の毒成分の関与が考えられます。

以上のように、本道周辺での下痢性貝毒による毒化の原因は、貝毒成分だけでなく、遊離脂肪酸もかなり大きな要因となっていること、また、その毒化形態は海域、年度、時期により大きく異なっていることから、下痢性貝毒の予知・予測技術の開発にあたっては、これまでの海洋環境や貝毒プランクトンといった要素に、餌や、ホタテガイ

体内での毒成分や遊離脂肪酸の蓄積状況を加えた4つの要素とホタテガイ毒性値の関連について総合的に調査を進める必要があります(図1)。

次に、これまで得られたデータから、貝毒プランクトンやホタテガイの餌と中腸腺に蓄積する毒成分および遊離脂肪酸の関連についての手がかりを紹介します。

貝毒プランクトンの出現と毒成分の蓄積

図5に噴火湾の中腸腺で検出された毒成分とその時の貝毒プランクトンの出現状況を示しました。

1994年については下痢性貝毒の原因プランクトンとされるデノフィシス・アキュミナータ(*D. acuminata*)の出現時期にPTX6という毒成分が、また、デノフィシス・フォルティー(*D. fortii*)の出現時期にDTX3という毒成分が中腸腺に蓄積されるようにみえます。しかし、1995年については*D. acuminata*が、1994年以上に出現しているにもかかわらず、中腸腺にPTX6は検出されませんでした。

従って、どのプランクトンがどのような毒成分を産生し、そしてその毒成分がどのように中腸腺に蓄積していくのかという点について、今後、さらに検討する必要があります。

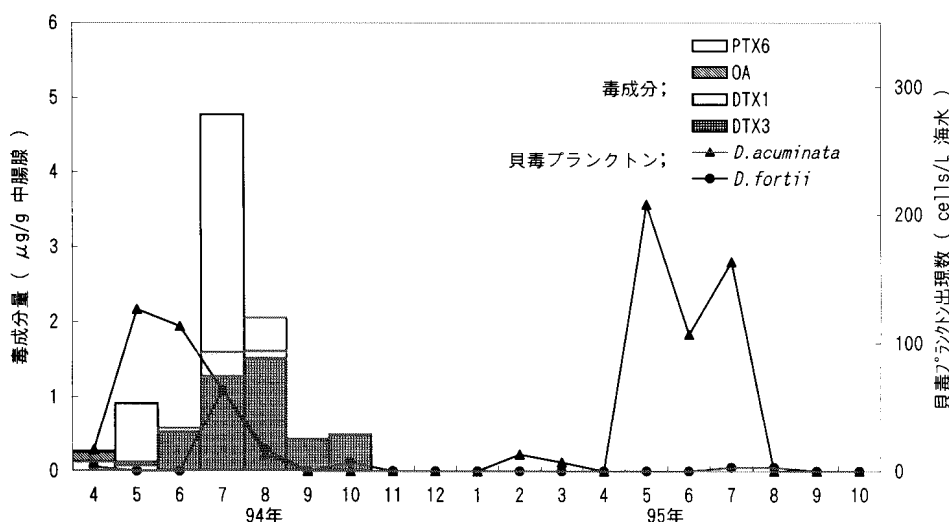


図5 噴火湾海域での貝毒プランクトンの発生とホタテガイ中腸腺の毒成分量

ホタテガイの餌と遊離脂肪酸の蓄積

図6にサロマ湖の垂下養殖ホタテガイの中腸腺と餌の脂質量の季節変化を示しました。

餌の全脂質量と中腸腺の全脂質量には関連はみられませんでした。遊離脂肪酸の量については餌と中腸腺で比較的良く一致していました。この結果からすると中腸腺の遊離脂肪酸は餌からの食物連鎖によって蓄積するように思われます。

しかし、餌と中腸腺に含まれる遊離脂肪酸の組成には違いがみられ、特にマウステストで毒性を示す遊離脂肪酸で比較的大きな差がみられました(図7)。このことから中腸腺での遊離脂肪酸の蓄積は、餌からの単純な食物連鎖だけではなく、ホタテガイ体内での脂質の代謝といった要素も関

係していることが示唆されました。

おわりに

以上のことを踏まえ、今年度から新たに、噴火湾(八雲)、日本海北部(小平)およびオホーツク海南部(常呂)に定点を設け、水温、塩分などの海洋環境と貝毒プランクトンや餌となるプランクトンの種類を調査するとともに、それぞれの定点でホタテガイの餌と中腸腺を同時に採取し、その中に含まれる毒成分と遊離脂肪酸およびホタテガイ体内で脂質の分解に関与するリパーゼ活性などから、本道周辺での下痢性貝毒による毒化形態をさらに明らかにしていく予定です。

(のまた ひろし 網走水試紋別支場
報文番号 B 2100)

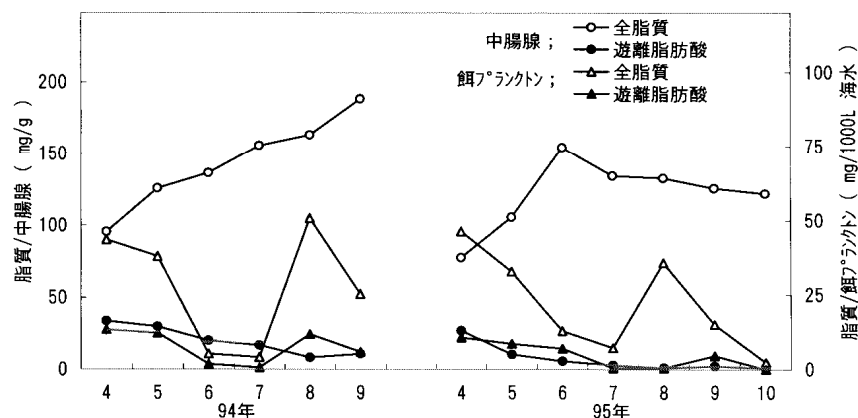


図6 サロマ湖でのホタテガイの餌および中腸腺脂質量の季節変化
*20~100μの海水懸濁物をホタテガイの餌として脂質量を測定した。

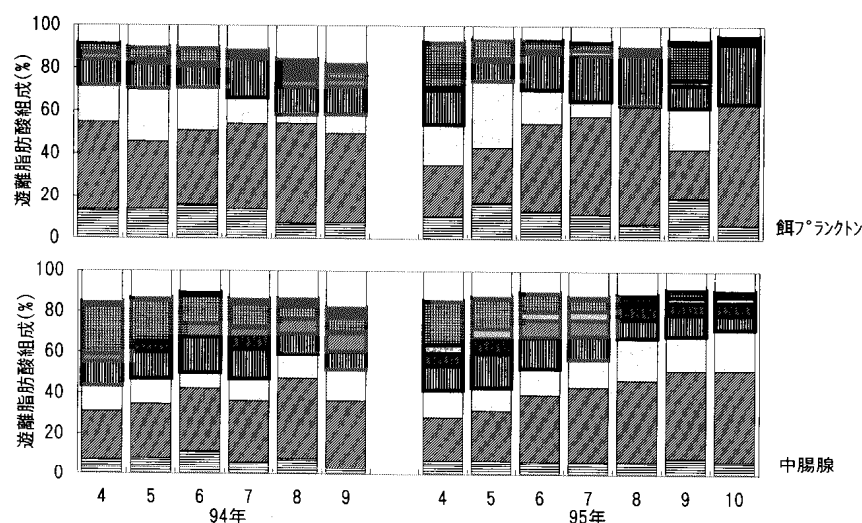


図7 サロマ湖でのホタテガイの餌と中腸腺の遊離脂肪酸組成

■ミリスチン酸 ■パルミチン酸 □ステアリン酸 ■パルミトリン酸 ■オレイン酸
■アラキドン酸 ■EPA ■DHA □その他

* 太枠は、マウス毒性を示す遊離脂肪酸。

加工シリーズ

ホタテガイ生鮮貝柱の硬化現象について

キーワード：ホタテガイ、生鮮ホタテ貝柱、鮮度、硬化、K値

はじめに

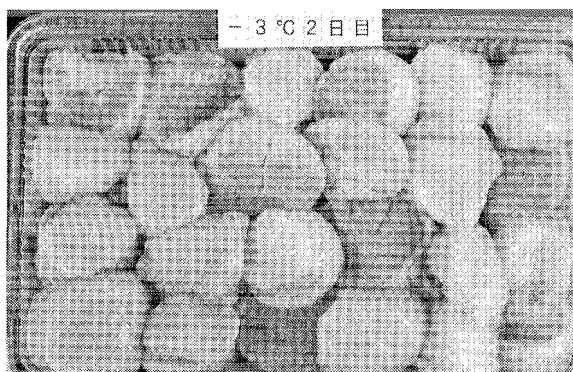
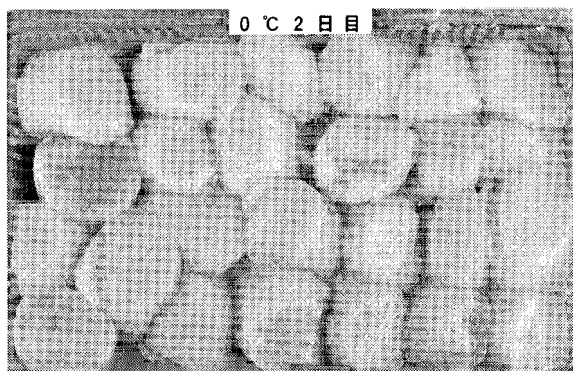
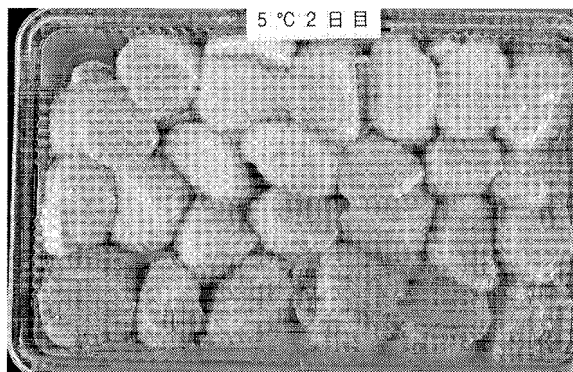
近年、北海道におけるホタテガイは生産量の増大に伴い、価格の低迷が問題となっています。

一方、消費者の生鮮志向が強まっている中で、魚介類についても鮮度のよいものが求められてきており、消費地での鮮度や品質が消費流通の重要なポイントとなります。生鮮貝柱の流通の現場でも、貝柱の表面が黒ずみ硬くなる現象が品質上の問題となっています。(この現象は触感的に弾力を失って硬くなっていることから、「硬化」と呼ぶこととします。) この「硬化」の防止法を含めて現在、生鮮貝柱における高品質保持技術の開発が強く求められています。

ここでは、貯蔵温度と「硬化」の関係について紹介します。

硬化現象

脱殻後の貝柱を-3℃、0℃、5℃にそれぞれ25個ずつ貯蔵し、「硬化」の発生状況を観察しました(写真1)。貯蔵2日目では5℃で外観的に変化はみられませんでした。0℃では数個の貝柱が黒ずむ現象がみられました。この貝柱は、触感的に硬くなっており、「硬化」と判断されました。一方、-3℃では全体の半分近い貝柱が「硬化」しているのが観察されました。同じ貯蔵2日目でも温度により硬化貝柱の発生する割合が異なることから、貯蔵温度と硬化貝柱の発生率 $\{(\text{発生個数}/25\text{個体}) \times 100\}$ の関係について検討しました(図1)。図から明らかなように、貯蔵温度が低いほど硬化



写 真 1

貝柱の発生率が早く増加するという結果となりました。

貝柱の破断強度および歯ごたえ

きわめて新鮮な貝柱は、食べたときに「コリコリ」した歯ごたえがあり、鮮度保持上その歯ごたえを維持することが重要な点の一つと考えられます。そこで貯蔵中の貝柱の破断強度および歯ごたえ

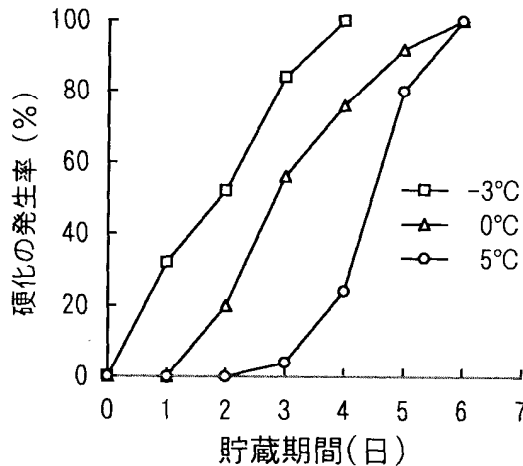


図1 貯蔵中における硬化発生率の変化

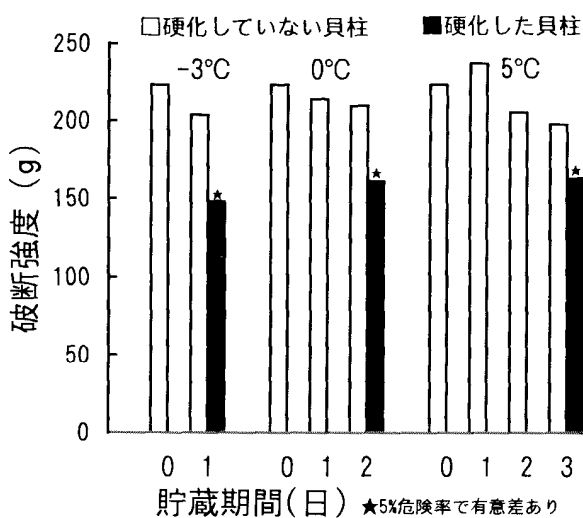


図2 貯蔵中における破断強度の変化

えについて検討しました(図2)。「硬化」していない貝柱は、貯蔵日数の経過とともに徐々に破断強度が低下する傾向はみられましたが「コリコリ」とした歯ごたえは残っていました。しかし、「硬化」した貝柱では、「硬化」という言葉とは逆に破断強度が約150gまで急激に低下し「コリコリ」とした歯ごたえはなくなっていました。

「硬化」とpHおよびK値との関係

貯蔵中の貝柱のpHおよびK値*について検討したところ、「硬化」した貝柱ではpHが低くK値が高い値でした。このことから、貝柱の「硬化」とpHおよびK値との関係について検討しました(図3)。pHが約6.5以下、K値が約20%以上

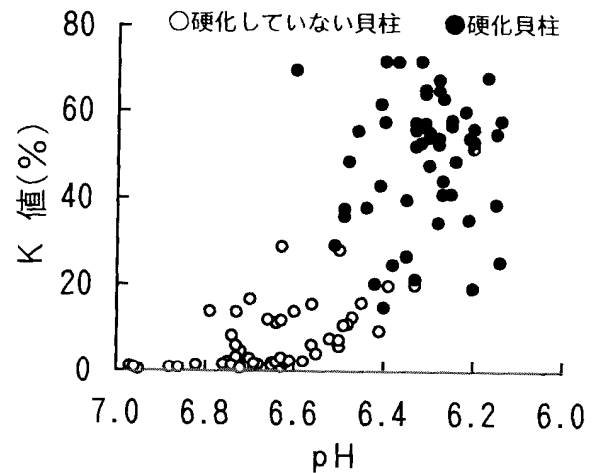


図3 硬化貝柱とpHおよびK値の関係

になると貝柱に「硬化」が発生する傾向がみられました。このことから、pHやK値は貝柱の品質低下、即ち貝柱の「硬化」を予測する指標となる可能性が示唆されました。

* 魚の鮮度指標の1つ(刺身のK値は約20%前後)

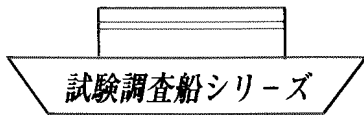
まとめ

生鮮魚介類の鮮度保持には、一般的には貯蔵温度が低いほうが良いと考えられています。しかし、ホタテガイ貝柱のように貯蔵温度が低くなりすぎると「硬化」の発生が早くなり、品質的に問題が生じるものもあります。タイ、ヒラメ等の魚でも低温で貯蔵すると死後硬直が早まることが知られています。魚介類の種類によっては、冷やしすぎが品質上かえって良くない場合があるということです。

また、硬直中の肉は硬くなっていると思われがちですが、硬直中に筋肉組織はすでに軟らかくなっていることが最近の研究で報告されています。このことから、「硬化」した貝柱の筋肉組織はすでに軟らかくなっており、食べたときの歯ごたえが低下したということが考えられます。

今後は、貝柱の「硬化」および物性低下の要因を明らかにするとともに、高品質保持技術の開発について検討していく必要があります。

(木村 稔 網走水試紋別支場
報文番号 B 2101)



「金星丸」

現在の金星丸は2代目ですが、総トン数69トンの試験調査船として函館水試に所属するようになるまで、多難な運命をたどったと言っても過言ではありません。初代は、ニシン資源の衰退に見舞われた日本海沿岸漁業の再興を期し、資源や漁場開発を目的とする北海道水産試験場本場の試験調査船として、1960年（昭和35年）に伊勢市強力造船所で新造されました。当時は、現中央水試が本場で、函館水試などは支場として位置づけられていた時代です。今は廃刊になった北水試月報第17巻第11号に次のように紹介されています。

—— 新調査指導船金星丸と命名される ——

7月下旬より伊勢市強力造船所において新造されている沿岸漁業調査指導船は、このたび金星丸と命名されて、去る11月5日に進水した。新調査指導船は沿岸漁業振興のための基本となる沿岸漁場と海況の細密調査を主眼として実施するため建造されたもので、木造30屯級、ディーゼル機関120馬力付、総工費1,500万円である。

その後、船齢20年目の1979年に代船建造が道議会で決定され、翌1980年に現在の原型である金星丸（鋼船59.3トン、ディーゼル590馬力）が完成しました。初代同様沿岸調査に照準を合わせた船型であったためか、スルメイカ資源調査や沖合域の海洋観測など長期航海（長期と言っても1週間程度なのですが）に耐えられないとのことで、早くも3年後には改造されています（胴付きによる増トンが行われ、現在は69トン）。さらに、水産試験場の機構改革にともなって調査船の海域分担や人員体制も見直され、1985年には調査船の配置

替えが行われました。その時に中央水試から函館水試に移管されて現在に至っており、今年ですでに船齢17年目を迎えています。

金星丸は北海道立水産試験場所属の調査船としては最も小型で、現在は沿岸域の増養殖研究にも対応する調査船として位置づけられています。

老朽化が進んでいるため、最新の調査機器を持つことができないでいますが、沿岸域の水温・塩分、流向流速など、漁船にはない海洋観測機能を備えています。

噴火湾の基幹産業であるホタテガイ養殖には欠かせない、採苗予測のためのホタテガイ浮遊幼生の分布調査や貝毒発生予報のための毒性プランクトンの分布調査などは、海域の漁業特性を反映した金星丸ならではの仕事になっています。このほか、偶数月には定期の海洋観測、初夏から晩秋には日本海と太平洋を又にかけて、もちろん津軽海峡も含まれますがスルメイカ資源調査、あるいは噴火湾口部で季節別にケガニの資源調査、秋季には桧山沿岸域でのスケトウダラ漁況予測のための海洋観測と、多岐にわたる調査を実施しています。

1994年から始められた青森水試との共同調査では、津軽海峡西口の青函トンネルの直上にあたる場所で津軽暖流の流量を調べています。この調査は津軽海峡を24時間50分で8往復する連続的な海洋調査です。略称ADCPと言われる音響学的な流向流速計で流れを測定するのですが、決められたコースを定速で、しかも流れの速い津軽海峡を繰り返し横断するので操船には技術を要します。また、津軽海峡が漁り火銀座で有名なことは多くの人が知っていると思いますが、いか釣り

の小型漁船の数も多く、大型船の航路にもなっていますから、安全な航行を続けるためには、船員の集中力・判断力が最も必要とされる調査と言えます。

金星丸の乗組員は12名体制ですが、調査員2名と合わせ14名分のベッドが用意されています。船員の基本的な勤務体制は4時間毎の3ワッチ体制（ブリッジ2名、エンジン1名）です。ほとんどの調査の場合、研究職員は1名しか乗船しません。従って、船員は運航に関する業務だけでなく、調査の補助作業や時には研究職員に代わって調査員として活動することも求められます。船体は老朽化しても、運航機器や調査機器にはコンピュータ制御のシステムが多く、コンピュータに詳しいことが、調査船の船員の条件になりつつあります。新人の研究職員が乗船する場合などは、ADCPやCTD（水温塩分の自動観測機）など各種調査機器のオペレーションと同時に、研究職員への指導も船員の仕事になります。

時代の変化に伴って、水産試験場の役割も変化してきていることは当然ですが、調査船金星丸の初代と2代目ではずいぶんとその調査内容も様変わりしました。漁場開発時代はとにかく漁船と同じように漁獲する事が主な仕事でした。しかし、2代目の最近の様子をみると、これまで述べてきたように海洋観測が大きなウェイトを占めています。要するに、漁業者にとって必要で、漁船では得られない情報を収集するための調査に集約されてきていると言えます。

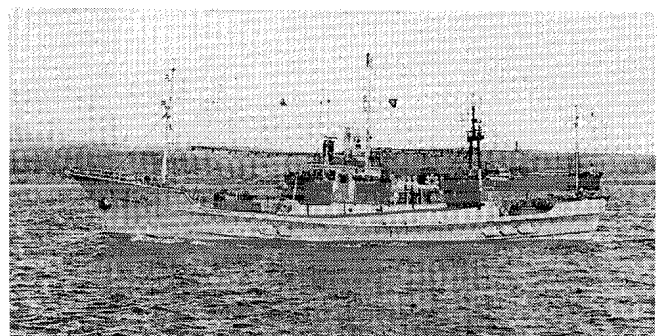
船員の意識も随分変わってきています。以前は、漁業経験者から船員になる人も多く、漁獲を目的の調査では漁労作業に経験の多い船員を必要とするのは当然のことでもありました。資源量推定のためのグリッド調査をすると、当然漁獲の少ないところもでてきます。漁業者の協力で漁船を借り

て調査をするときにもよくあることなのですが、漁場開発時代に多くの漁労経験をした船員は、なぜもっと取れるところで調査しないのかと、研究職員に非難を浴びせます。調査の目的やデータの解析方法を理解してもらうのに苦労したものです。しかし、最近の若い船員は、その調査データの解析方法についてもおおそ理解をしており、そんなことはありません。海洋調査関係では、研究職員が乗船しなくても確実なデータを収集し、コンピュータによるデータ処理にも取り組んでくれます。反面、いろいろな漁具や卵や仔稚魚などの採集器具の設計や修理に関しては、漁労経験の多い船員にかないません。手作りの調査が苦手になってきているのです。しかし、金星丸では経験豊かな甲板長とコンピュータに強い若い甲板員がいることで、研究職員の調査計画の実施を後押ししてくれています。

船齢17年目の今、調査や航海能力、あるいは居住性についても決してよい条件と言えない中で、時代の変化に対応するためにも、船長を筆頭に12名の船員は「カワラナキャ」を合い言葉に調査に励んでいます。

金星丸は、代船建造の夢を見ながら老体に鞭打って懸命に調査を続けて行きますので、漁船で海に浮かぶ姿を見かけたときには無線で声をかけてください。一つや二つは漁業者の皆さんに役に立つ話しがあると思います。

(八木弘幸 函館水試企画総務部
報文番号 B 2102)



トピックス

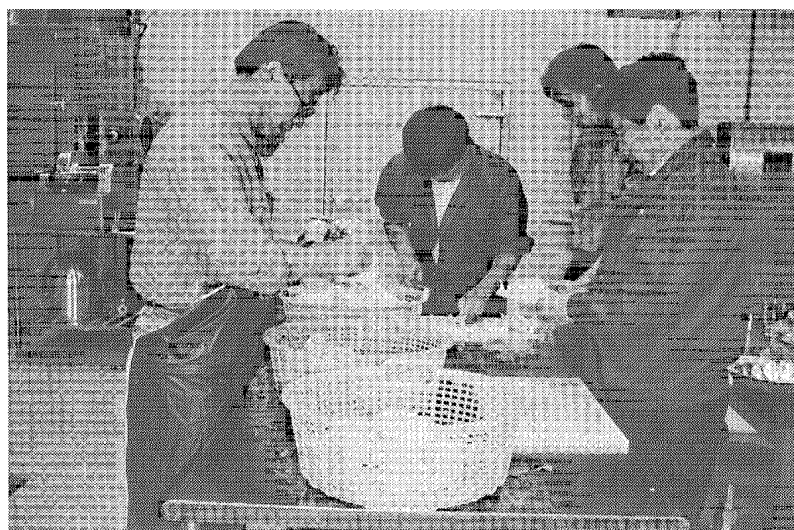
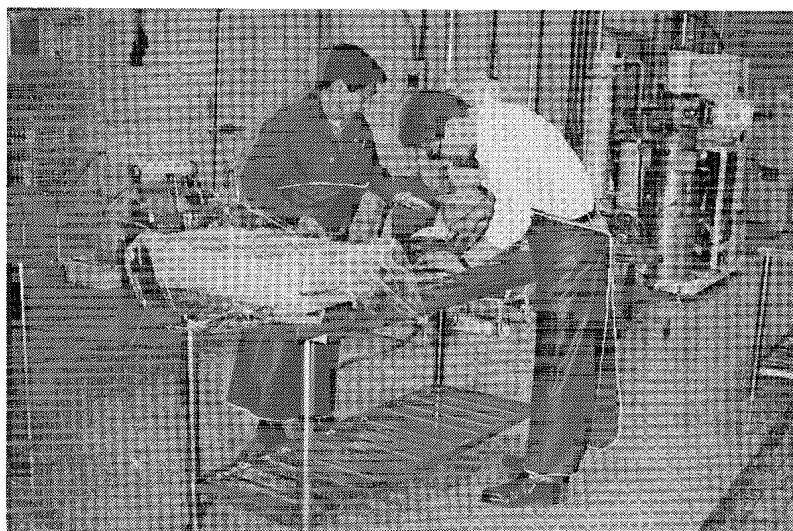
ひやま漁協職員が中央水試で1カ月間の加工研修

5月13日から6月13日までの1カ月間、中央水試で加工技術を履修した、ひやま漁協の職員が無事に研修課程を終了され、さきごろ地元に戻られました。

研修を受けたのは、ひやま漁協乙部加工場の滝沢富人さんと瀬棚加工場の西村淳一さんです。中央水試の加工部で両名を受入れ、水産食品の品質保全管理と加工技術研修を行いました。

ひやま漁協では6つの加工場を有していますが、最近のPL法（製造物責任法）施行など、新しい品質管理の動きに対応し、職員の意識向上と技術の習得を目的として、実施されたものです。

期間中は、加工部の研究者と一緒に、イカやマスなどを原料とした急速冷凍加工品の試作実習に取り組んだり、衛生管理や保蔵に関する知識と技術の習得をめざして、熱心な研修が進められていました。



(中央水試加工部・企画情報室)

編集 北海道立中央水産試験場図書出版委員会

委員長 山本 孝三

委 員 千葉 伸一 吉田 英雄 平野 和夫 佐々木正義

今村 琢磨 瀬戸 雅文 坂本 正勝

事務局 斉藤 幸雄 益村 尚隆 堀 圭一郎

*

*

*

*

表紙左上記号 ISSN 0914-6849 の説明

ISSN は、International Standard Serial Number（国際標準逐次刊行物番号）の略です。逐次刊行物に付与される国際的なコード番号で、ISSD（国際逐次刊行物データシステム）という組織のもとで逐次刊行物の組織や検索に利用されます。この番号は、国立国会図書館ISSD日本センターから割り当てられるものです。

本誌の内容の一部、あるいは全部を無断で複写複製（コピー）することは法律で認められた場合を除き、著者の権利の侵害となる恐れがありますので必要な場合には、あらかじめ北海道立中央水産試験場企画情報室あてご連絡くださるようお願いいたします。

落丁・乱丁はお取り替えいたします。

本誌は、下記の道立水産試験場・栽培センターの広報誌です。本誌に対する質問、ご意見がありましたら最寄りの水試・栽培センターまでお寄せ下さい。

北海道立中央水産試験場	
046	余市郡余市町浜中町238
	電話 0135 (23) 7451
	FAX 0135 (23) 3141
北海道立函館水産試験場	
042	函館市湯川1-2-66
	電話 0138 (57) 5998
	FAX 0138 (57) 5991
北海道立函館水産試験場室蘭支場	
051	室蘭市舟見町1-133-31
	電話 0143 (22) 2327
	FAX 0143 (22) 7605
北海道立釧路水産試験場	
085	釧路市浜町2-6
	電話 0154 (23) 6221
	FAX 0154 (23) 6225
北海道立釧路水産試験場分庁舎	
085	釧路市仲浜町4-25
	電話 0154 (24) 7083
	FAX 0154 (24) 7084
北海道立網走水産試験場	
099-31	網走市鱒浦31
	電話 0152 (43) 4591
	FAX 0152 (43) 4593
北海道立網走水産試験場紋別支場	
094	紋別市港町7
	電話 01582 (3) 3266
	FAX 01582 (3) 3352
北海道立稚内水産試験場	
097	稚内市宝来4-5-4
	電話 0162 (23) 2126
	FAX 0162 (23) 2134
北海道立栽培漁業総合センター	
041-14	茅部郡鹿部町字本別539-112
	電話 01372 (7) 2234
	FAX 01372 (7) 2235

北水試だより

第35号

平成8年9月30日 発行

編集・発行 北海道立中央水産試験場

印刷 株式会社 おおはし