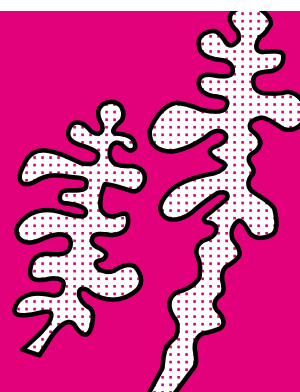
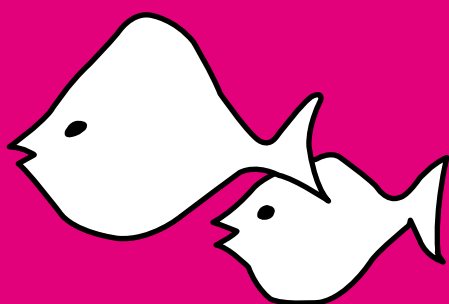


# 北水試 だより

▷ 浜と水試を結ぶ情報誌 ◁



目次	道東太平洋で漁獲されるサンマの肥満度…………… 1
	知床のエゾバフンウニについて…………… 5
	海洋深層水の水産物への利用（1）…………… 8
	海洋環境シリーズ
	余市の気象……………12
	水産加工シリーズ
	焼くと崩れる切り身の話……………14
	トピックス 中央水産試験場一般公開終了……………17
	各水試発トピックス
	知っていますか？左巻きの貝……………18
	飼育ミスからの思いつき—マダラ養殖の可能性—……………19
	特許取得および特許出願情報……………20
	ウトロ地区で「いきいき水産学園開催事業」……………21
	稚内でニシン産卵床を確認……………22
	「試験研究は今」
	（468号～473号 再掲載）……………23
	おくやみ
	阿部朝雄 操機長のご逝去を悼む……………34
	人事の動き……………35

第57号

2002/7

北海道立水産試験場

# 道東太平洋で漁獲されるサンマの肥満度

～サンマが太ると豊漁になる？～

渡野 遼 道

キーワード：サンマ、肥満度、漁況、肥満度予測、道東太平洋

皆さん、おいしいサンマを食べていますか？昨年、全国で約26.6万トンのサンマが水揚げされ、4年ぶりに25万トンを超える豊漁となりました。豊漁のためか値段が手頃で、さらに魚体が太っていたことから、スーパーなどでは、連日新鮮なサンマが飛ぶように売っていたのを思い出します。

ところで、ある水産加工屋さんから聞いた話ですが、「サンマが太っている年は豊漁になる」そうです。本当にそうなのでしょうか。

そこで今回は、サンマの太り具合と漁況の関係についてお話ししたいと思います。

## サンマの回遊と漁業

本題に入る前に、道東太平洋海域で漁獲されるサンマの回遊と漁業について説明します。

図1は、道東太平洋海域に來遊するサンマの回遊模式図です。黒潮勢力の強まる春から夏にかけて、サンマが沿岸域を通過して北海道へと北上してきます(図1のA)。このサンマを狙って、道東太平洋海域では7月上旬から8月中・下旬頃まで、流し網船や小型の棒受網船によるさんま漁が行われます。

同じ頃、沖合域でもサンマが北上しており、こ

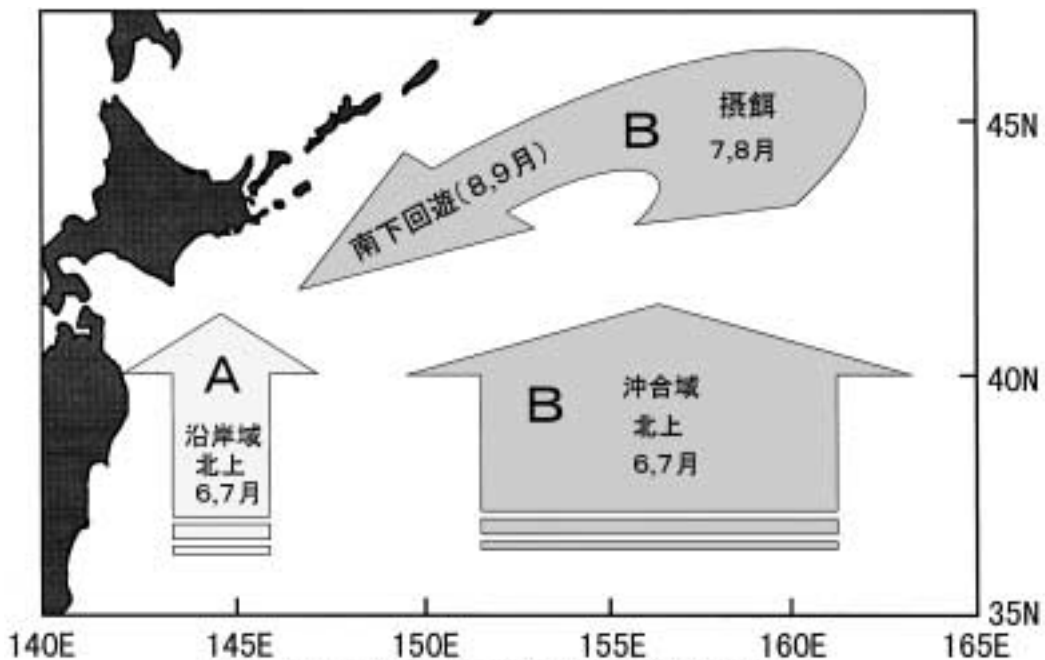


図1 道東太平洋海域に來遊するサンマの回遊模式図  
A：沿岸域を北上回遊、B：沖合域を北上し、摂餌したのち南下回遊

れらは餌の豊富な千島列島沖合の親潮域で摂餌した後、日本近海へと南下してきます(図1のB)。餌をたくさん食べているため、このサンマは丸々と太っています。これらは8月下旬から9月上旬頃には北海道近海まで南下し、この頃には大型の棒受網船も出漁してさんま漁が本格化します。北海道に水揚げされるサンマの多くは、この沖合から南下して来るもので占められると考えられています。

### 太り具合の指標・・・「肥満度」

さて、そろそろ本題に入りサンマの太り具合の話をしていきます。まず、サンマの太り具合(サンマが太っているか否か)の指標となる「肥満度」の説明です。

肥満度は、

$$\text{肥満度} = \text{体重}(\text{g}) \div \text{体長}(\text{cm})^3 \times 1000$$

で計算できます。例えば体長30cm、体重150gでは、

$$150 \div (30 \times 30 \times 30) \times 1000 = 5.56$$

となり、肥満度は5.56です。人間と同じで、「長さ」に対して「体重」が重ければ肥満度が高い(太っている)こととなります。

それでは、この肥満度を使って、サンマの太り具合が、時期や年によってどのように変化しているのか？ サンマの太り具合と漁況に関係があるのか？ などについて調べていきます。

### 銘柄別肥満度の旬変化

図2は、2001年の7月下旬から10月上旬に、釧路港に水揚げされたサンマの銘柄別肥満度の旬変化です。ここでいう銘柄は、大型魚が体長29cm以上、中型魚が24cm以上29cm未満、小型魚が24cm未満です。

銘柄別に肥満度を比較すると、大型のものほど肥満度が高いことがわかります。一方、旬変化をみると、7月下旬から8月下旬まで増加傾向に

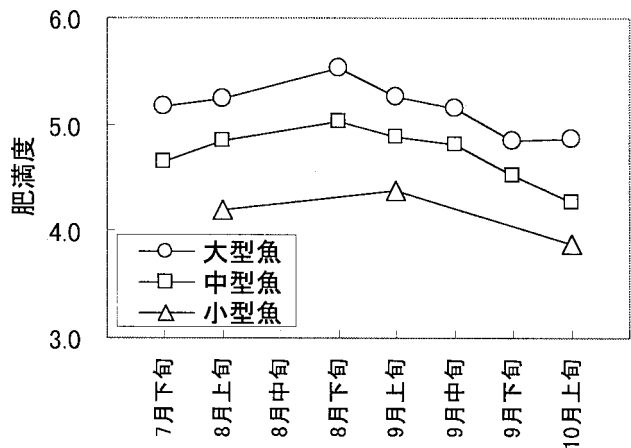


図2 銘柄別肥満度の旬変化

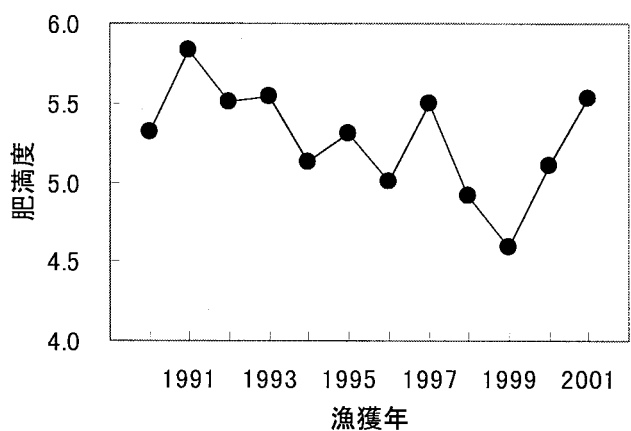


図3 肥満度の経年変化 (8月下旬、大型魚)

あったものがそれ以降は旬を追うごとに減少しています。しかし、年によっては7月下旬の肥満度が最も高いこともあり、またサンマの水揚げは8月下旬から本格化することを考えると、漁期の進行とともに肥満度は徐々に低下する(痩せる)といえそうです。

### 肥満度の経年変化

図3に、1990年から2001年の8月下旬に、釧路港で水揚げされた大型サンマの肥満度を示しました。ここで大型魚の肥満度のみ扱ったのは、年により銘柄毎のデータ量にばらつきがあることと、漁況にもっとも影響を与えるのが大型魚の増減だからです。また、旬別のデータ量も年によるばらつきが大きいため、データが最もそろっている8月下旬で各年の肥満度を代表させました。

図3から、サンマの肥満度は年により大きく変動していることがわかります。文頭で「昨年のサンマは太っていた」と書きましたが、昨年のサンマは1990年代初めや1997年と並んで、太っていたことがわかります。また、差がもっとも大きかった1991年と1999年の肥満度を体重に換算すると、例えば体長30cmではそれぞれ157gと124gで、その差は33gとなります。これだけ年による体重差が大きいと、なにやら肥満度と漁獲量に関係がありそうな気がしてきます。

**漁獲量と肥満度の経年変化**

図4に、1990年以降に全国で水揚げされたサンマの漁獲量と、大型魚の肥満度の経年変化を併せて示しました。

サンマの漁獲量は、1990年から1997年まで緩やかに減少しながらも25万トン以上の好漁が続きましたが、1998年、1999年は約14万トンと低迷し、その後2001年には再び25万トン以上まで回復しました。この漁獲量の経年変化は肥満度の経年変化とよく合い、両者の増減傾向が同様に推移することは確かなようです。

ところで、肥満度とともに変動するのは漁獲量だけなのでしょうか。この時、漁獲尾数はどのように変化しているのでしょうか。次の項では漁獲尾数と肥満度の関係を見ていきます。

**漁獲尾数と肥満度の経年変化**

図5に、1990年以降に全国で水揚げされたサンマの全漁獲尾数および大型魚の漁獲尾数と、大型魚の肥満度の経年変化を併せて示しました。

全漁獲尾数は、1992年から1996年まで緩やかに増加した後、1998年には約12億尾まで減少しました。その後2001年には約29億尾まで回復しています。これを図4の漁獲量と比較すると、1997年以降は両者の増減傾向はよく合いますが、それ以前

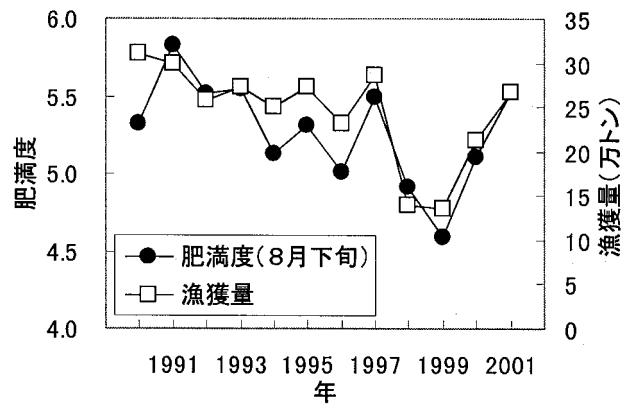


図4 漁獲量と肥満度の経年変化

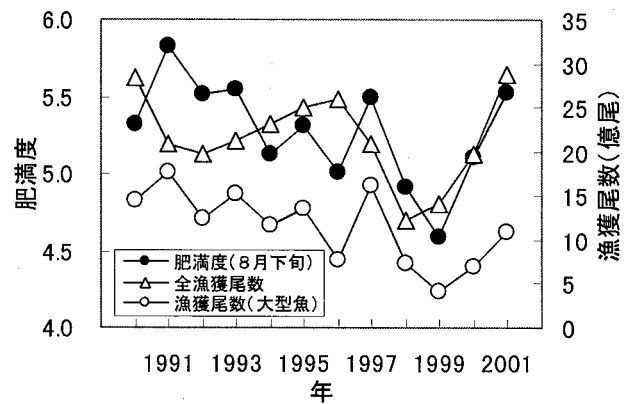


図5 漁獲尾数(全数、大型魚)と肥満度の経年変化

は漁獲量が減少しているのに対し漁獲尾数は増加しています。1990年から1996年にかけては、中型・小型魚の漁獲割合が年々増加したため、漁獲量が減少したにもかかわらず漁獲尾数は増加したようです。一方、大型魚の漁獲尾数の変動は、漁獲量の変動とよく合います。大型魚の獲れ具合が漁獲量を左右するともいえそうです。

以上の全漁獲尾数および大型魚の漁獲尾数の経年変化を肥満度の経年変化と比較すると、全漁獲尾数では1996年以前の増減傾向が一致しませんが、大型魚の漁獲尾数ではその増減傾向がほぼ一致することがわかります。

これまでの話から、大型魚の肥満度と漁獲量および大型魚の漁獲尾数の経年変化は、同様に推移していることがわかりました。ということは、大型魚の肥満度が漁期前に予測できれば、その年の

漁獲量や大型魚の漁獲尾数をおおよそ推測することができそうです。そこで、次の項では漁期前に肥満度の予測が可能かを探っていきます。

### サンマの肥満度は予測できるか？

図1で示したように、春から夏にかけて沖合域を北上したサンマは、千島列島沖の親潮域で摂餌した後、北海道近海へと南下してきます。また、釧路水試では、調査船北辰丸で毎年7月中下旬に千島列島沖合でサンマ漁期前調査を行い、親潮域に分布するサンマを漁獲しています。この漁期前調査で漁獲したサンマの肥満度と、漁期中に漁獲されるサンマの肥満度の相関関係を調べてみます。

図6は、漁期前の7月中下旬に調査船が漁獲した大型サンマと、漁期中の8月下旬に棒受網船が漁獲した大型サンマの肥満度の経年変化です。これらと比較すると、その増減傾向はよく合い、図7からもこれらの相関が高いことがわかります。少なくとも、前年に比べて肥満度が高くなるか、低くなるかぐらいは漁期前に予測できそうです。

### おわりに

サンマは、なぜ年により太ったり痩せたりするのでしょうか。おそらく、摂餌場である千島列島沖合の親潮域に餌が豊富で、なおかつサンマが摂餌場まで北上回遊して餌をたくさん食べた年は太り、逆に餌が少ないと痩せたサンマになるのだと思います。サンマの主な餌は動物プランクトンですが、その種類にも影響されるかもしれません。サンマの餌となるプランクトンの量や種類の資料が十分でないため、ここでは肥満度との関係は示せませんが、現在水産研究所などにより、サンマの資源量と環境(プランクトン量)変動との関係を明らかにする研究が進められています。

今年も釧路水試では、7月9日～23日に千島列

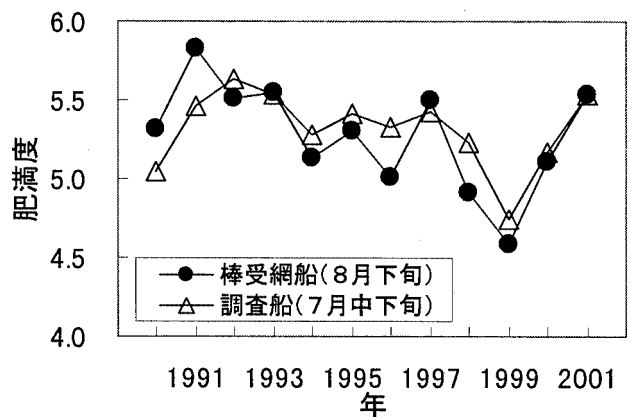


図6 調査船および棒受網船で漁獲された大型サンマの肥満度の経年変化

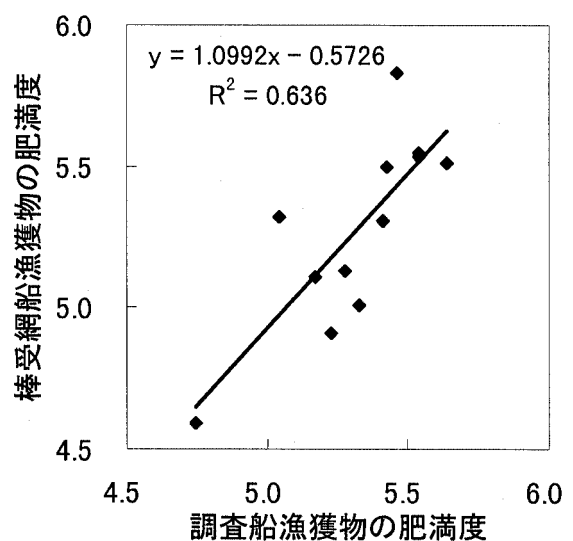


図7 調査船(漁期前)と棒受網船(漁期中)漁獲物の肥満度の関係

島沖合で漁期前調査を行います。この結果をもとに、8月上旬には皆さんに肥満度の見通しをお伝えすることができると思います。その時、今回の話を思い出して、今年のさんま漁を占う際の参考にさせていただければ幸いです。

(わたのべ まさみち 釧路水試資源管理部

報文番号B2197)

# 知床のエゾバフンウニについて

清 河 進

キーワード：エゾバフンウニ、 知床、 ウトロ、 成長、 生息密度

北海道オホーツク海側東端の知床半島沿岸に位置する斜里町には、ウトロ漁業協同組合と斜里第一漁業協同組合の二つの漁業協同組合があります。両漁協は知床半島沿岸のエゾバフンウニ漁場を共有し、水深8mを境に浅い場所ではタモで、また深い場所ではヘルメット式潜水器により操業しています。水産現勢によると2000年の斜里町の生産量は11トンで、むき身1kg当りの単価は1万円台で全道平均と同水準となっています。

網走水試は網走地区水産技術普及指導所東部支所やウトロ漁業協同組合と共同で、斜里町ウトロ地区のエゾバフンウニの生息状況を1992年から調査しています。弁財湾の水深8m地点を定点として、また幌別の水深7m地点を対照として潜水による1㎡の枠採り調査を行っています。また斜里町日の出地区から知床岬までの半島部のエゾバフンウニ資源については、斜里第一漁業協同組合と斜里町を加えた5者により弁財湾と幌別を除いた12の地点で漁場調査が実施されています(図1)。そこで、今までの調査で得られた結果をもとに知床沿岸のエゾバフンウニの現況について紹介します。

## どのサイズのウニが多いか

弁財湾は現在稚ウニが多く発生する場所として禁漁区に設定されており、2000年の調査では出現した個体の約10%が殻径5mm未満のサイズで1999

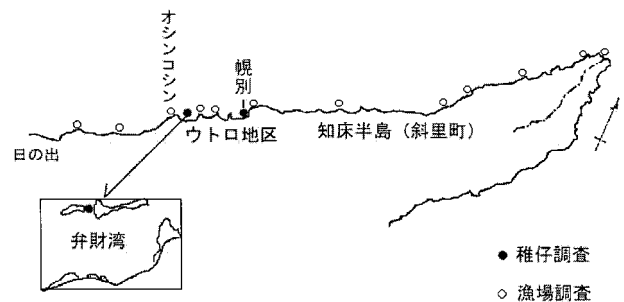


図1 調査地点

年生れの1歳ウニでした。最近10年間では平均120個体/㎡と生息密度が非常に高く、殻径40mm以上の漁獲対象となるウニは3%以下と非常に少なく、殻径30mm未満の小型ウニが主体となっています。2001年の調査では殻径20mm台の割合が最も高く約50%を占めていました。

一方、ウニ漁場として利用されている幌別では生息密度は10個体未満/㎡と低く、2001年の調査では漁獲対象となる殻径40mm以上のウニは約70%を占めています。

また、日の出地区から知床岬までの知床半島ウニ漁場では殻径10mm台から60mm台までのサイズのウニがみられ、漁獲対象の殻径40mm以上のウニと殻径30mm台の小型ウニがそれぞれ40%近くを占めています(図2)。

## どのくらいまで成長するか

2001年の調査結果から弁財湾、幌別および知床半島ウニ漁場のエゾバフンウニの成長曲線(図3)

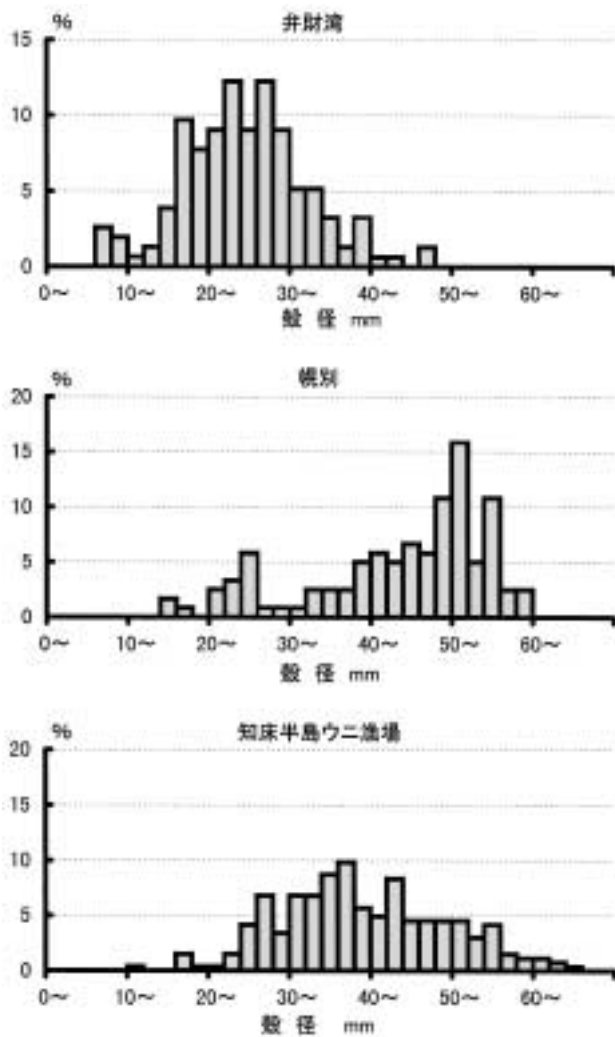


図2 エゾバフンウニの殻径組成 (2001.7)

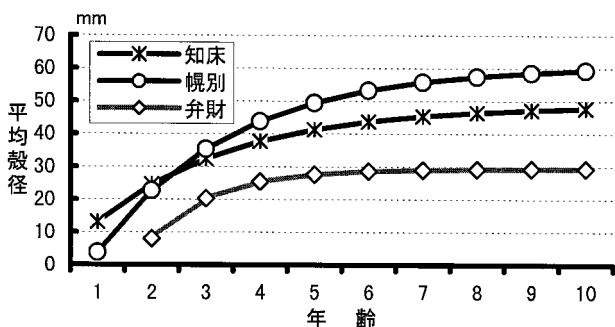


図3 エゾバフンウニの成長

を推定したところ、弁財湾では生息密度が非常に高いために成長が停滞する現象が見られています。成長量が大きい若い年齢のウニでも他の地区より1年は成長が遅れており、5歳以降では全く成長がみられず最大でも平均30mmに達しないこととなります。幌別では逆に生息密度が低いために1歳時の平均殻径は5mm以下と小さいにもかかわらず4歳までの成長は良く平均で40mm台に達し、それ以降の成長は鈍るものの最大では平均50mm台後半に達することが期待されます。

知床半島のウニ漁場では、1歳時の平均殻径は13mmと幌別より大きいサイズですが成長速度は幌別よりも緩慢で、5歳で平均40mmには達しますがその後の成長は停滞し、最大でも平均40mm台後半に留まると推定されます。

#### 適正な生息密度は

それではウニの平均殻径が40mm以上となるための適正な生息密度、即ち1㎡当りの個体数を求めることが必要となりますが、コンブなど餌となる大型海藻の群落形成条件などの要素が複雑に絡み簡単には求められません。しかし、おおよその値が示されればウニ資源の維持管理には有用な指標となります。

そこで、1996年から2001年までのウトロ地区(弁財湾、オシンコシン、幌別)で得られたエゾバフンウニの生息密度と平均殻径との関係(図4) および2001年の知床半島ウニ漁場で得られたエゾバフンウニの生息密度と平均殻径との関係(図5)から、平均殻径40mm以上を維持するための生息密度の上限値を求めてみたところ、ウトロ地区では19個体/㎡、知床半島ウニ漁場では23個体/㎡となりました。さらに餌条件が最も厳しいと考えられるウトロ地区の弁財湾では、平均殻径40mm以上を維持するには13個体/㎡よりも低い生息密度が必要という結果となりました(図6)。

## ウニを有効に利用する

近年、道内のエゾバフンウニの主要な産地では資源の増大を図るために人工種苗の放流が盛んに行われていますが、オホーツク海沿岸では天然資源が豊富なために1999年時点で人工・天然を問わず種苗放流が行われない唯一の海域となっています。しかし、弁財湾のような1㎡当たり100個体以上の高密生息域が各地で見られ、成長が停滞して漁獲対象となるウニがほとんど見られない状況となっています。これら未利用ウニの資源量についてはほとんど把握されていません。

エゾバフンウニの成長あるいは身入りを良くするには、コンブなどの大型海藻が餌として最も有効ですが、エゾバフンウニは基本的に雑食性なので、餌となる海藻が無くても身の周りの食べられるものは何でも食べ、餓死することなく生きてゆくことができます。餌の量が少なく栄養価も低い場合はほとんど成長せず小型のまま成ウニとなるので、漁獲対象とはならず放置されるため生息密度は維持されることとなります。さらに、小型でも成ウニとなれば生殖巣は成熟し、放精・放卵されて稚ウニが新たに加わることにより、小型ウニが高密に生息する状態が維持されると考えられます。

以前本誌でオホーツク海北部枝幸地区の防氷堤設置海域でのウニの有効利用について、地元で活用しきれない余剰天然ウニが放流用種苗として販売され有効利用されたことを紹介しましたが、地元の漁場内で移殖放流するなど資源を再配置してもなお生息密度の適正化が出来ないとき、余ったウニ資源を無駄に放置せず、生殖周期の違いなども考慮しながら他地域への移殖放流用種苗として活用することも、道内エゾバフンウニ資源有効利用の見地から有効かつ重要であると思われます。

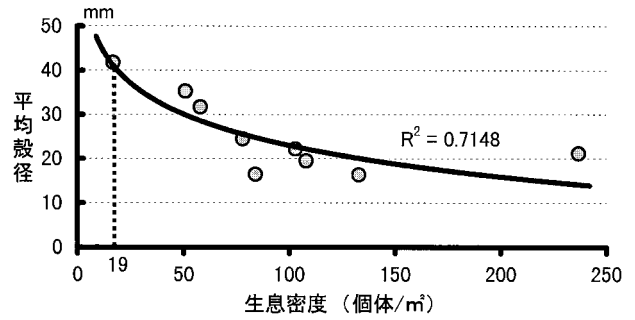


図4 エゾバフンウニの生息密度と平均殻径の関係（ウトロ地区）

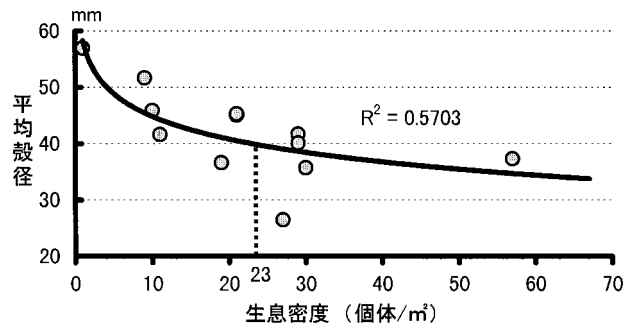


図5 エゾバフンウニの生息密度と平均殻径の関係（知床半島ウニ漁場）

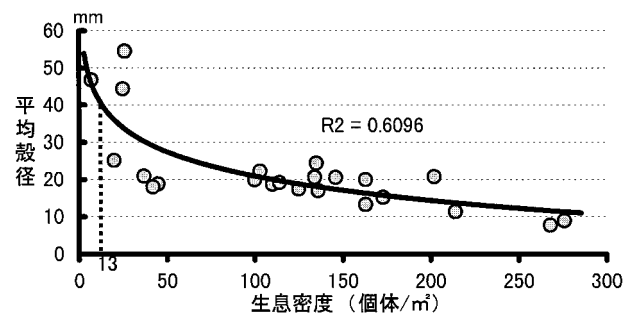


図6 エゾバフンウニの生息密度と平均殻径の関係（弁財湾）

（きよかわ すすむ 網走水試資源増殖部）

報文番号 B 2198）



# 海洋深層水の水産物への利用( 1 )

野 俣 洋

キーワード：海洋深層水、鮮度保持、ヒラメ、K 値、生菌数

## はじめに

海洋深層水は循環型資源として世界的に注目され、国内では1980年代後半から高知、富山、沖縄県などで調査、研究が進められています。海洋深層水の利活用については、その特徴である低温性、富栄養性、清浄性を活かした温度差発電や水産物の増養殖、海域の豊度化、施設洗浄水、魚介類の飼育水などへの利用が検討されているほか、清涼飲料水や化粧品、各種食品、鮮度保持剤などが開発されています。特に昨年、大手ビールメーカーから「うまさの秘密は海洋深層水と」として発売された発泡酒が話題を呼び、海洋深層水を利用した製品開発は「深層水ビジネス」として注目を集めています(図1)。

北海道においても、1990年代から本道周辺での海洋深層水の存在確認や利用適地の調査、汲み上げコストの試算などが行われ(本誌第50号)、昨

年から道内の複数の地域で大規模取水施設の建設が進められています。

このような状況から、本道においても地域興しや新産業の創出に向け、海洋深層水を水産物の鮮度保持や各種製品に利用する取り組みが本格化すると思われます。しかし、海洋深層水を利用した場合の効果や特徴に関する客観的なデータは乏しい状況にあります。

そこで、水産試験場では海洋深層水の水産物に対する鮮度保持や水産加工品への利用について、その特徴を把握する目的で試験を行いました。ここではその結果を3回に分けて紹介します。道内各地域での海洋深層水の利活用を進める上で参考にさせていただければ幸いです。

## 水産物への鮮度保持効果

道外では、海洋深層水(以下、深層水)の利活

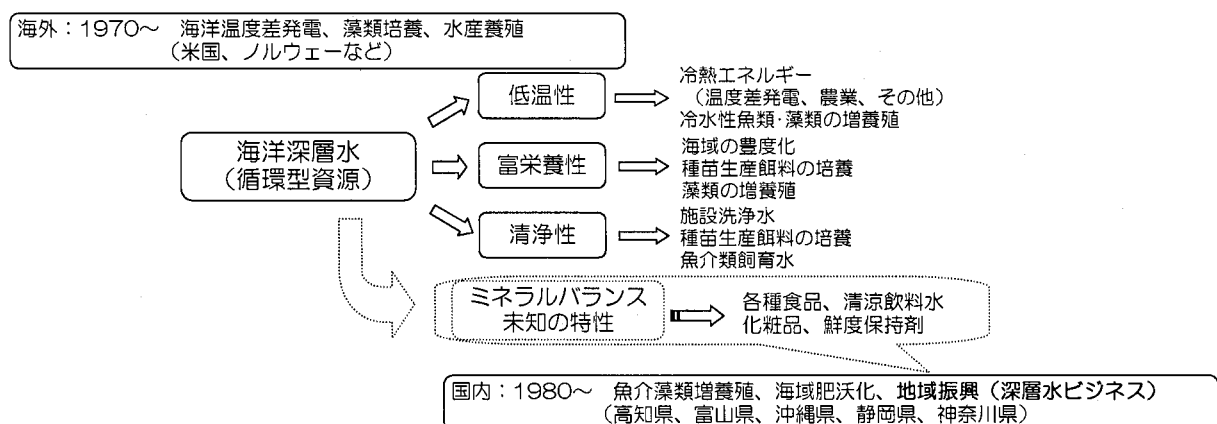


図1 海洋深層水の特徴とその利活用

用の一つとして、深層水を調合した鮮度保持剤の開発が検討されています。この鮮度保持剤は水道水で希釈して、水産物に塗布あるいは浸漬して使用するもので、道内で深層水の利活用に取り組む自治体や企業も関心を寄せています。

しかし、その効果については客観的データに乏しく、また、本道周辺海域の漁獲対象魚種での検討はなされていません。そこで、本道周辺海域で採水された深層水を用いて、水産物に対する鮮度保持効果について検討しました。

### 試験の方法

深層水による水産物の鮮度保持試験は、ヒラメを対象に、漁獲から港への運搬、産地市場や鮮魚店での保管や貯蔵を想定し、図2に示す方法により、深層水での浸漬洗浄（深層水区）による低温貯蔵中の鮮度変化を表層海水での浸漬洗浄（表層水区）及び浸漬洗浄を行わなかったもの（対照区）と比較しました。

### 魚体温度の変化

試験に用いたヒラメの魚体温度は、即殺後の約

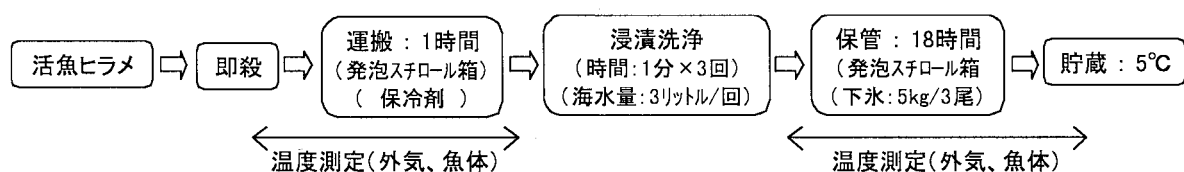


図2 ヒラメ鮮度保持試験の方法

- 供試魚 小樽市内の活漁業者から購入したヒラメを現地で即殺後、保冷剤とともに発泡スチロール箱に入れて当場に搬入した。
- 供試海水 海洋深層水は、小樽沖水深300mから採水した海水を-25℃で凍結保管していたものを、5℃で解凍して試験に用いた。表層海水は、余市前浜（沖だし800m、水深約15m）の海水を砂ろ過後、5℃に冷却して試験に用いた。
- 浸漬洗浄 平型コンテナに海水3リットルを入れ、魚体を1分間浸漬した。浸漬中は、魚体表面の海水が循環するように、尾部を持って軽く魚体を振動させた。コンテナ及び海水を交換して同様の操作をさらに2回行った。なお、浸漬洗浄操作は供試魚1尾毎に行った。
- 保管 浸漬洗浄後、各魚体を清潔なビニール袋で覆い、試験区毎に下水した発泡スチロール箱で18時間保管した。
- 貯蔵 各供試魚をプラスチックバットに移して食品包装用ラップフィルムで覆い、5℃で貯蔵した。

\* 1 ATPは筋肉を直接動かすためエネルギー物質として消費（分解）される。生きている間は消費されたATPは再生され、ほぼ一定の量に保たれるが、死後には再生が途絶え、分解のみが速やかに進行する。この原理から、死後のATPの分解程度を表すK値が生鮮度の指標として用いられる。

\* 2 筋肉中のグリコーゲンエネルギー物質として消費（分解）され、乳酸が生成する。生きている間は乳酸からグルコースが再生されるが、死後には再生が途絶え、グリコーゲンの分解が続く限り乳酸が蓄積し、筋肉のpHは低下する。pHの低下は死後硬直の経過や肉質に大きな影響を与える。

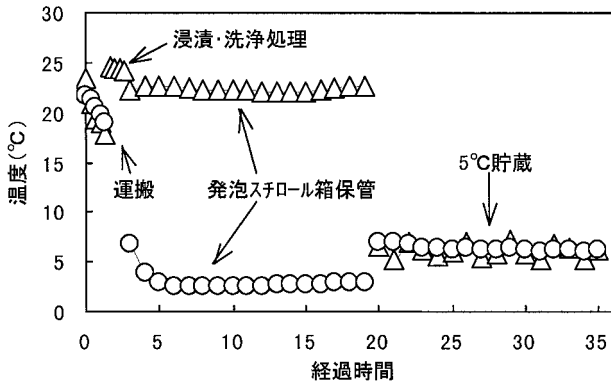


図3 運搬、洗浄処理及び貯蔵中の温度変化  
—△— 外気温度 —○— 魚体温度

各試験区のK値は、いずれも貯蔵2日目まで10%以下で推移した後、直線的に増加し、9日目には40~60%となりました。また、pHは貯蔵0日目の約6.8から、2日目までに約6.4へ低下した後、9日目まで6.4~6.5で推移しました。これらの値は個体によりバラツキはありましたが、各試験区の平均値に有意な差は認められませんでした。

このことから、各試験区のヒラメの死後硬直の過程や鮮度の低下には洗浄の有無や洗浄に使用した海水の種類による差はないものと判断されました(図4)。

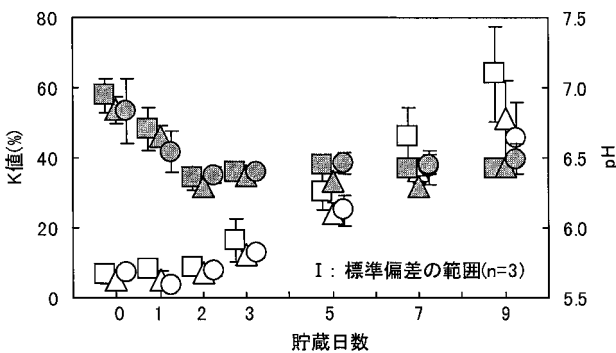


図4 ヒラメ筋肉のK値及びpHの変化  
□: 对照区, △: 表層水区, ○: 深層水区  
黒塗りはpH, 白抜きはK値

VB-N<sup>\*3</sup>は初期腐敗の指標として用いられ、一

般に、極めて新鮮な魚肉で5~10mg/100g、普通の鮮度の魚肉で15~25mg/100g、初期腐敗の魚肉で30~40mg/100g、腐敗した魚肉で50mg/100g以上とされています。また、生菌数は腐敗の指標となり、一般に1gの筋肉中に10<sup>5</sup>cfu<sup>\*4</sup>以下なら新鮮、10<sup>5</sup>~10<sup>6</sup>cfuなら初期腐敗、1.5×10<sup>6</sup>cfu以上なら腐敗と判断されます。

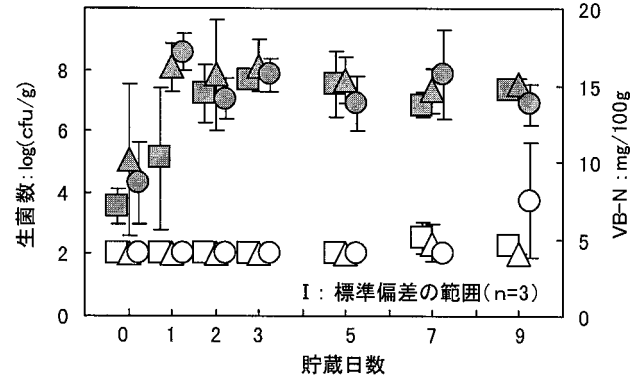


図5 ヒラメ筋肉の生菌数及びVB-Nの変化  
□: 对照区, △: 表層水区, ○: 深層水区  
黒塗りはVB-N, 白抜きは生菌数

各試験区のVB-Nは、貯蔵0日目の約8mg/100gから1~2日目に約15mg/100gへと増加しましたが、それ以後、9日目まで大きな変化はみられませんでした。一方、腐敗の指標である筋肉中の生菌数は貯蔵5日目まで10<sup>2</sup>cfu/g以下であり、7~9日目でも10<sup>2</sup>~10<sup>3</sup>cfu/gと大きな増加はみられませんでした。これらの値も個体によりバラツキはありましたが、上述のK値やpHと同様に各試験区の平均値に有意な差は認められませんでした。

このことから、各試験区のヒラメの初期腐敗から腐敗に至る過程も、洗浄の有無や洗浄に使用した海水の種類による差はないものと判断されました(図5)。

活魚水槽の飼育海水および浸漬洗浄処理に用いた海水の生菌数は、飼育海水 > 表層水 > 深層水の

\* 3 揮発性塩基窒素 (VB-N) にはアンモニア、ジメチルアミン、トリメチルアミンなどが含まれる。魚の死後、細菌数の増加にともない多量のVB-Nが生成するが、魚の死後変化の初期段階にも、量的には多くないが筋肉中の酵素によりアンモニアが生成することが知られている。

\* 4 生菌数を表す単位。colony forming units (集落形成単位) の略

順で低く、今回洗浄に用いた深層水と表層水では1桁の違いがみられました(表1)。しかし、ヒラメ表皮の生菌数は、試験区による差はみられず、いずれも貯蔵3日目まで $10^2$ cfu/cm<sup>2</sup>以下で推移した後、5日目以降増加し、9日目には $10^3 \sim 10^4$ cfu/cm<sup>2</sup>となりました。

このことから、ある程度清浄な海水で洗浄してもヒラメの表皮に付着している細菌の数に大きな変化がなく、表皮の細菌の増殖過程に差はないものと判断されました(図6)。

表1 海水の生菌数

活魚飼育水	$1.4 \times 10^5$ cfu/ml
表層水	$2.0 \times 10^3$ cfu/ml
深層水	$2.0 \times 10^2$ cfu/ml

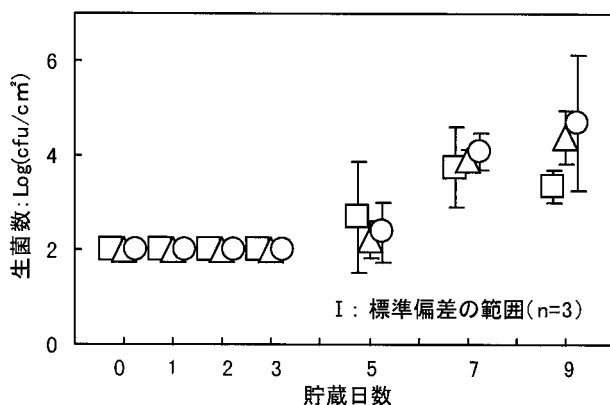


図6 ヒラメ表皮の生菌数の変化  
□: 対照区, △: 表層水区, ○: 深層水区

## まとめ

魚介類の死後変化は、各種酵素の働きにより硬直や鮮度低下が起こり、その後、微生物の増殖によって腐敗に至ります。今回の試験結果からは、ヒラメの死後硬直の過程や鮮度の低下、初期腐敗から腐敗に至る過程に、漁獲後の深層水による浸漬洗浄の有無による差はなく、深層水の浸漬洗浄処理には、鮮度低下や腐敗に関与する酵素の働きや細菌の増殖を抑制する特別な効果は認められませんでした。ここでは、紙面の都合上、ヒラメの鮮度保持試験の結果だけを紹介しましたが、ホッ

コクアカエビやスルメイカについてもほぼ同様の結果が得られています。

一方、酵素の働きや細菌の増殖は、一般に温度を下げることにより抑制されることから、低温を利用した水産物の鮮度保持について多くの研究が行われ、実用的な技術が開発されています。

深層水の特徴の一つに「低温性」がありますが、本道周辺の深層水には、道外のものに比べてさらに温度が低いという特性があります。

これらのことから、道内の深層水を水産物の鮮度保持に利用する場合には、「低温性」を直接、あるいは冷熱エネルギーを既往の技術(システム)で効率的に利用することを基本に検討を進める必要があると思われます。

(のまた ひろし 中央水試加工利用部)

報文番号 B2199)

海洋環境  
シリーズ

# 余市の気象

キーワード：気象観測、長期変動、気温、積雪量

## はじめに

中央水産試験場海洋環境部では、平日の朝9：00に、沿岸海洋観測および気象観測を行っています。

担当者は出勤したら、4階にある風向風速計と気圧計で、風向、風速および気圧を測ってから、外へ出て試験場敷地内に設置してある百葉箱で、気温、24時間の最低気温、最高気温、湿度、天候、雲量、雲形、降雨量、冬期には積雪量、新雪量を計測します。その後、風浪やうねりの方向と強さを記録し、試験場前の防波堤で海水を汲んで水温を測り、再び4階まで戻ってから、汲んできた海水の比重や、蛍光値を測定します。

これらの観測は、時代によって多少形は変われども、水産試験場の前身となる水産調査所の沿岸定置観測から継続して行っている観測であり、気象観測について、全く同一の記録方法では1936年から続いています（但し、当時は10：00に観測を行っており、1953年から9：00に観測を行うようになりました）。

この気象観測について、長期間にわたって観測

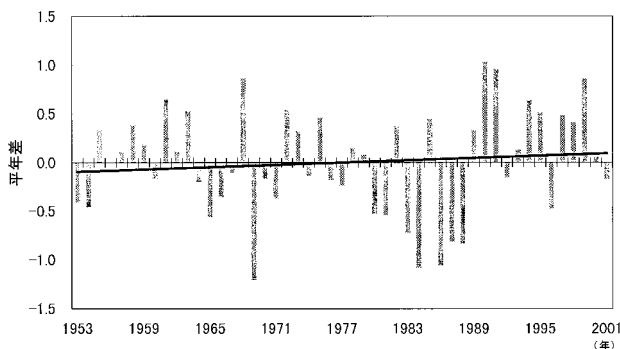


図1 余市における年平均気温の経年変化 (1953 - 2001年)

を続けた結果、分かったことについて紹介します。

## 気温

1936年（昭和11年）から2001年（平成13年）までの66年間で、水産試験場観測史上における最高気温の記録は、1951年（昭和26年）7月20日の37.7、最低気温の記録は1952年（昭和27年）1月23日の-19.2でした。

毎朝9：00からの観測が始まった、1953年から2001年までの47年分の年平均気温の経年変化を図1、最低気温の年平均値の経年変化を図2に示します。ここでの平年差とは、年平均値と47年分の平均値の差としました。また図中の直線は長期変化傾向を示しています。

図1より、余市の平均気温は上昇傾向にあります。特に最低気温の年平均値の上昇が著しいです（図2）。この47年間で、余市の平均気温は0.18、最低気温は0.39、上昇したことが分りました。

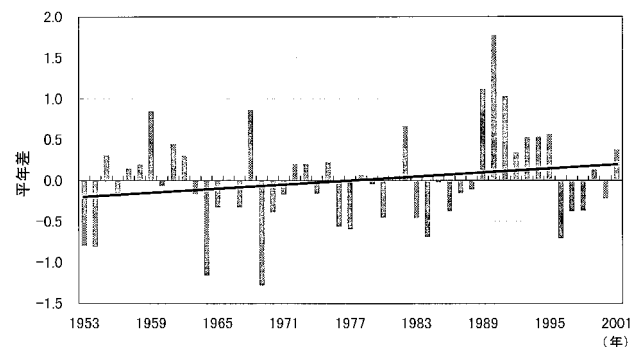


図2 余市における最低気温の年平均値の経年変化 (1953 - 2001年)

## 積雪量

試験場内の積雪計は最大で180cmまでとなっています。その最大である180cmを越えたのは、1940年と1969年の2回ありました。このうち、1969年には2月の1ヶ月間ずっと180cmという記録がありますので、おそらく水産試験場観測記録で、最も雪が多かった年は、1969年ではないかと考えられます。

今年、2002年の冬は雪が少ないと騒がれましたが、水産試験場観測記録で積雪量が年間で最も多い2月下旬の記録において(図3)ここ余市でも史上3番目に雪が少ない年(54cm)であることが分かりました。

ちなみに、最も少なかったのは1949年の38cmで、次に少なかったのは1989年の49cmでした。

この2月下旬の旬平均積雪量の経年変化をグラフにしますと、積雪量が年々減少しているのが分かります。2月下旬の積雪量は、この66年間で18cm減少しています。

また、観測を始めてからの10年間(1936 - 45年)と、最近10年間(1992 - 2001年)の平均積雪量を比べると(図3)積雪期間全体を通じて、近年の積雪量は明らかに少なくなっています。

**おわりに**

気象庁では、日本の年平均気温の経年変化を調べるにあたり、全国約1300箇所の観測所のうち、長期間にわたり観測を継続し、都市化による影響の少ない地点を特定の地域に偏らないように17地点の観測所を選定しています。このうち北海道内では、網走、根室、寿都の3箇所の観測所が選定されています。余市もまた海沿いに位置し、都市化によるヒートアイランド現象などの影響はほとんど受けず、地球温暖化の影響を敏感に感じる事が出来るのではないのでしょうか。

このような気象観測は毎日こつこつとデータをためていく地味な作業ですが、重要なのは、長期

間積み重ねていくということです。气象台以外で、これだけのデータが揃っているのは道内ではほとんどないでしょう。

今後も、100年200年と気象観測を続けていくことが、将来の予測に役立てることになるのです。

(澤田真由美 中央水試海洋環境部

報文番号 B 2200)

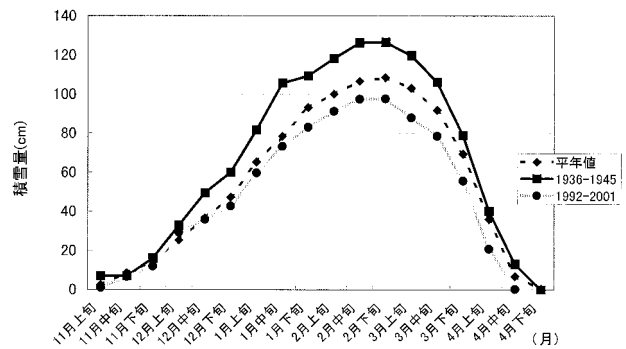


図3 余市の積雪量の周年変化

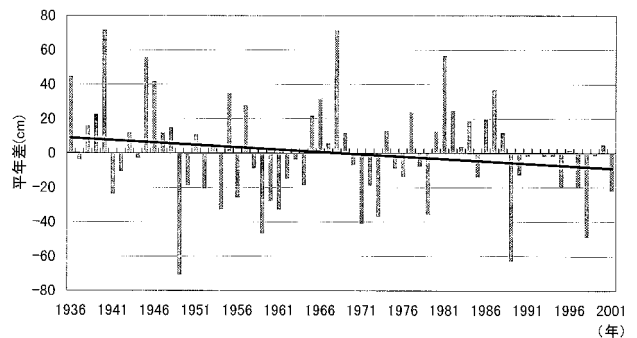


図4 余市における2月下旬の積雪量の経年変化(1953 - 2001年)

## 水産加工シリーズ

## 焼くと崩れる切り身の話

キーワード：ジェリーミート、カラスガレイ、加熱凝固性、プロテアーゼ活性

## はじめに

昨年夏、道内の水産加工業者から、輸入商社を通じて購入した冷凍カラスガレイ\*を原料として、調味切り身を製造して販売したところ、消費者から「加熱調理すると箸でつかめないほどひどい身崩れを起こす」とのクレームが多発したためその原因を知りたいという相談が持ち込まれました。

この加工業者は、購入したカラスガレイが漁獲された海域で、漁獲後のカラスガレイの中に「ジェリーミート」と呼ばれる異常肉が発生することを承知しており、解凍後の肉の外観を十分に検査し、異常のみられたものは全て除外して調味切り身を製造したそうです。

漁獲後の魚の筋肉が腐敗とは無関係に軟化が進行し、ついには流動状を呈するまで崩壊、液化することがあり、このような異常肉はジェリーミートと呼ばれています。ジェリーミートの発生は、原生動物に属する粘液胞子虫の筋肉寄生が原因とされるものと秋サケの「ホッチャレ」のように産卵行動後の筋肉の生理的異常が原因とされるものがありますが、いずれも筋肉のタンパク質を分解する酵素（プロテアーゼ）活性が著しく高いことが知られています。

そこで、問題のカラスガレイと特に異常のみら

れないカラスガレイの筋肉について、その加熱凝固性とプロテアーゼ活性を比較し、原因を推定しました。

## 試験の方法

## ア 供試魚および筋肉採取

試験には、問題の輸入冷凍カラスガレイ(以下、異常カラスガレイ)と特に異常のみられない根室産冷凍カラスガレイ(以下、正常カラスガレイ)を、それぞれの同一グループから無作為に8個体を抜き出して用いました。供試魚の解凍は5で行い、個体別に5枚卸しの要領で皮および骨を除いたフィレーとして筋肉を採取しました。

## イ 加熱凝固性の検討

フィレーから切り出した、円柱状のブロック肉を電子レンジで加熱し、形状の変化を観察しました。また、フィレーから調製したミンチ肉をガラス容器に詰め、95で45分間加熱した後の物性をレオメーターで測定しました。

## ウ プロテアーゼ活性の測定

ミンチ肉10gに蒸留水を40ml加え、ホモジナイザーにより摩砕したものを遠心分離して得られた上澄液を用い、表1に示した方法で酸性および中性プロテアーゼ活性を測定しました。

表1 プロテアーゼ活性の測定条件

	基質	反応pH	反応温度
酸性プロテアーゼ	酸変性ヘモグロビン	3.0	37
中性プロテアーゼ	カゼイン	6.5	37

活性の単位は、筋肉1g、1時間あたりに分解生成物を1 $\mu$ mole(チロシン換算)遊離させる活性を1unitとして表した。

\* 小売店では一般に銀ガレイと呼ばれ、粕漬けや西京漬け、みりん漬けなどの調味切り身として販売されている。

**試験の結果**

**ア 筋肉の加熱凝固性**

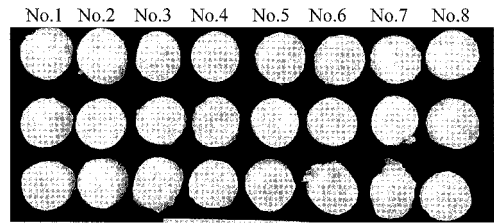
加熱前のブロック肉には、どちらのカラスガレイにも筋肉が融解した個体はみられず、特に差異は認められませんでした(写真1)。

しかし、電子レンジで加熱した後のブロック肉の形状には、正常カラスガレイと異常カラスガレイで差がみられました。正常カラスガレイでは筋肉の収縮による変形が観察され、筋節に沿って2~3片に剥離する個体がみられましたが、いずれも箸で容易につかめる硬さでした。これに対して異常カラスガレイでは収縮による変形や筋節に沿った剥離に加え、加熱途中にブロック肉全体が細かな小片に崩壊する個体がみられました。この加熱途中の崩壊は異常カラスガレイのNo.8で特に顕著にみられました(写真2)。

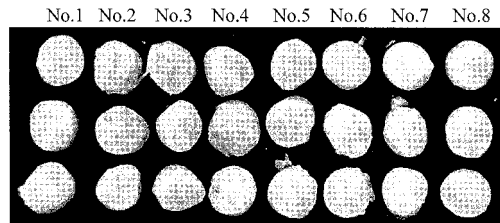
ガラス容器に詰めて加熱したミンチ肉は、正常カラスガレイでは、写真3の正常No.1~4のように全ての個体で「つみれ」状に一つの塊まりとなる凝固がみられました。しかし、異常カラスガレイでは写真3の異常No.1及び3のように「豆腐」状に凝固した個体もありましたが、写真3の異常No.2及び4のように一つの塊となる凝固はみられず、細かく砕けた豆腐を水に懸濁させたような状態のものが4個体ありました。それぞれの凝固物の物性値は、正常カラスガレイが200~400gであったのに対し、異常カラスガレイでは一つの塊として凝固した個体でも100~200gと低い値でした(図1)。

**イ 筋肉のプロテアーゼ活性**

正常カラスガレイ筋肉のプロテアーゼ活性は個体による大きな差はみられず、中性プロテアーゼで0.0~1.6unit、酸性プロテアーゼで0.6~2.4unitの範囲でした。一方、異常カラスガレイのプロテアーゼ活性は個体により大きな差がみられまし

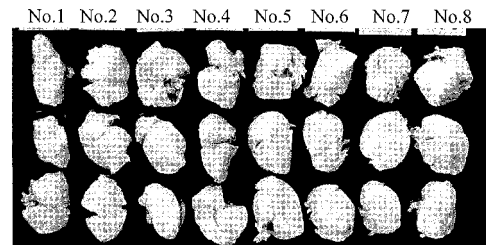


正常カラスガレイ

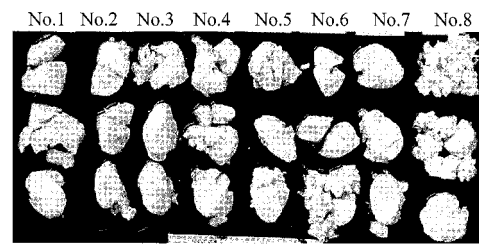


異常カラスガレイ

写真1 加熱前のブロック肉



正常カラスガレイ



異常カラスガレイ

写真2 加熱後のブロック肉

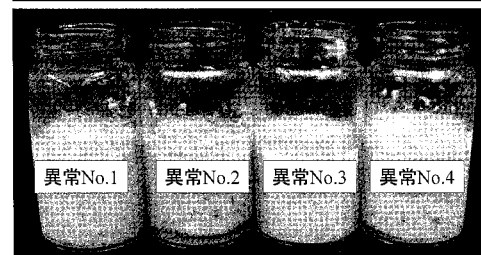


写真3 加熱後のミンチ肉

試料の番号はそれぞれ写真1、2の番号に対応



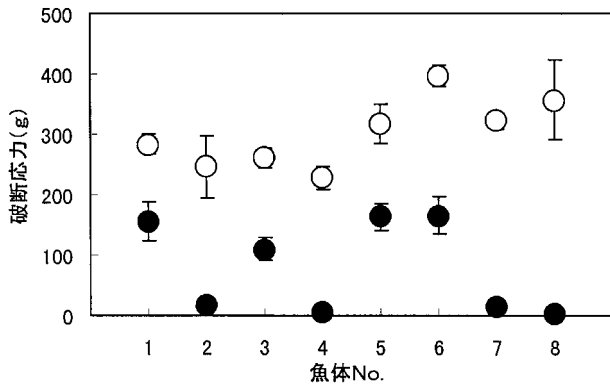


図1 ミンチ肉の加熱物性  
 ○; 正常カラスガレイ, ●; 異常カラスガレイ  
 I: 標準偏差の範囲(n=4), 魚体No.は写真1~3と同じ

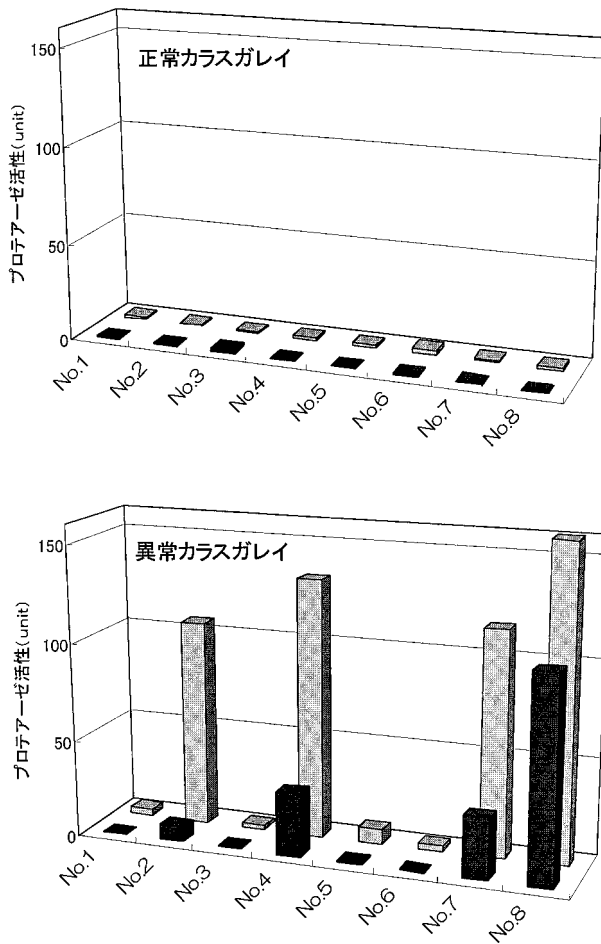


図2 カラスガレイの筋肉プロテアーゼ活性  
 ■ 中性プロテアーゼ □ 酸性プロテアーゼ

た。すなわち、ミンチ肉の加熱で「豆腐」状の凝固物が認められた No.1、3、5 および 6 では中性プロテアーゼが 0.0 ~ 0.6 unit、酸性プロテアーゼが 2.2 ~ 7.5 unit と正常カラスガレイより若干高い活性でしたが、ミンチ肉の加熱で一つの塊とな

る凝固がみられなかった No.2、4、7 および 8 では中性プロテアーゼが 8.0 ~ 104.8 unit、酸性プロテアーゼが 106.0 ~ 161.6 unit と著しく高い活性を示し、特にブロック肉の加熱で顕著な崩壊が見られた No.8 は、最も高い活性でした (図2)。

### 切り身崩壊原因の推定

一般に、魚肉は加熱すると硬くなります。これは魚肉のタンパク質が熱変性によって収縮や凝固するために起こる現象ですが、筋肉タンパク質がプロテアーゼで分解されると加熱凝固性が低下します。一方、プロテアーゼが最も働きやすい温度帯(至適温度帯)は一般に 30 ~ 40 であり、これより温度が低ければ低いほど酵素の働きは抑制され、また、これより高い温度では酵素自体が変性し、活性を失います。

今回問題となった輸入カラスガレイには筋肉のプロテアーゼ活性が高い個体が多数含まれていたことから、消費者からクレームの寄せられたカラスガレイの調味切り身はプロテアーゼ活性の高い個体から製造されたと考えられます。しかし、低い温度で管理されていた原料魚の解凍から調味切り身の製造工程、消費者に渡るまでの流過程では、そのプロテアーゼ活性は抑制されており、外見上特に異常が認められなかったものが、切り身を焼く過程で肉温がプロテアーゼの至適温度帯を通過する時にその活性が発現し、筋肉タンパク質の分解が起こって加熱凝固性が低下した結果、「箸でつかめない」状態になったものと推定されます。

### おわりに

このように、原料段階では特に異常は見られず、加工工程以後に異常肉が発生した例はベーリング海産のコガネガレイを原料とした文化干しで知られており、その原因は粘液胞子虫の寄生によ

る筋肉プロテアーゼ活性の上昇であることが報告されています。

今回問題となったカラスガレイへの粘液胞子虫の寄生の有無は直接確認していませんが、加熱凝固性が著しく低かった個体のプロテアーゼ活性の特徴は異常肉が発生したコガネガレイと酷似していること、また、カラスガレイについては産卵期など特定の時期に肉質の顕著な劣化が起きることはこれまで報告されていないことなどから、異常カラスガレイで検出された高いプロテアーゼ活性は粘液胞子虫の寄生によるものと推定されます。

粘液胞子虫自体は人体に無害とされ、それによる症例も全く報告されていません。しかし、原料魚の高いプロテアーゼ活性は加工製品としての品質を著しく低下させる可能性があることから、今後、粘液胞子虫の寄生が疑われるものについては、外観だけでなく、加熱による凝固性も合わせた原料購入段階での検品方法を工夫する必要があると思われます。

(野俣 洋、北川 雅彦、三上 加奈子)

中央水試加工利用部 報文番号 B2201)

## 各水試発トピックス

### 中央水産試験場一般公開終了

去る6月10日、中央水産試験場で一般公開を行いました。

これは例年、春の科学週間にちなんで行われているもので、ふだんあまり目にすることのできない調査機器やパネル展示などをご覧いただきました。

なかでも、「さわって学べる水族館」(タッチプール)「釣り体験」は訪れた子供たちに好評で、なかなかその場を離れない子供もいました。

また、当日は波が高かったため、当初予定していた「地引き網体験」が中止になり、かわりに「魚の測定実習」と題して、魚の解剖を実際に体験していただきました。

(中央水試企画情報室)



タッチプール

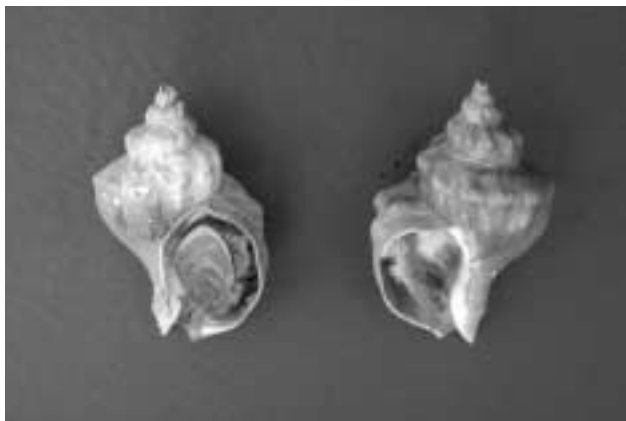


釣り体験

## 各水試発トピックス

# 知っていますか？左巻きの貝

3月のある日、函館市内の方が突然「逆巻きの『アオツブ』見つけたんですけど・・・」と、函館水産試験場にみえました。アオツブとはヒメエゾボラの函館近辺の呼び方です。見つけた主婦上山恭子さんと慎太郎君（11歳）親子、早速二人から話を聞きました。上山さん方は市内でおさかな屋さんを営んでおり、アオツブを15kg程仕入れ「煮ツブ」を作るためアブラ（唾液腺）を取っていたところ、手勝手が逆で扱いづらい貝を見つけたそうです。慎太郎君は「学校から帰ったら、貝を持ったお母さんの目が点になっていて、僕がその貝を観察したら逆巻きだと分かった。」と誇らしそう。急いで新聞社に連絡して、写真をパチッ！



(右巻き)

(左巻き)

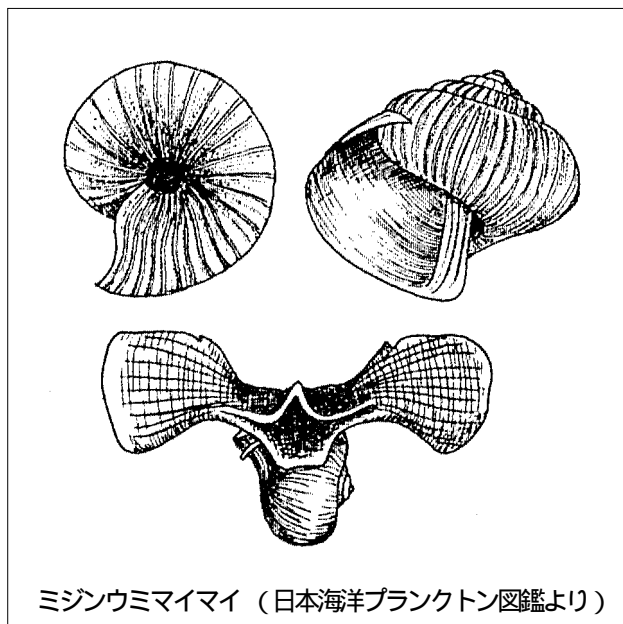
殻を上（殻頂側）から見た時、殆どの巻き貝は時計回りに成長する右巻きです。

しかし、時に逆巻きに成長する特徴を持った種があり、ヒダリマキゴマガイ、ヒダリマキマイマイのように名前にまで「ヒダリマキ」を冠している種もあります。このように左巻きの貝の特徴になっている巻き貝がある一方、同一種の中で

大変稀に左巻きの貝が見られる場合があります。今回のヒメエゾボラの仲間ではエゾボラやエゾボラモドキで左巻きの貝が採集された報告がありますが、それにしても大変珍しく貴重なサンプルです。

最近「流氷の天使」として人気のクリオネは、殻を持たない巻貝の仲間です。このクリオネが主食としているのが、ミジンウミマイマイと言うクリオネの仲間、小さな巻き貝を持ちヒラヒラと海中を泳ぎます。この種はなんと左巻きの貝です。このように巻き貝には色々な生き方をしている種や、殻にも右巻き、左巻きがあります。興味のある方は是非よく観察してみてください。

この貝がヒメエゾボラかどうかなど詳細については、今後、網走水産試験場で調べることにしています。これからも珍しい貝や変わった貝を見つけたらいつでも水産試験場にご一報下さい。



ミジンウミマイマイ（日本海洋プランクトン図鑑より）

（函館水試資源増殖部 松山恵二）

## 各水試発トピックス

# 飼育ミスからの思いつき

## マダラ養殖の可能性

栽培漁業総合センターでは、2002年3月をもって、マダラ種苗生産技術開発を終了しました。1995年度から始まったマダラ種苗生産では、本誌54号でも紹介したように、試行錯誤の末に様々な技術を開発してきました。しかし、事業当初には不慣れな飼育のため、酸欠に気付かず水槽1槽を全滅させたこともありました。

全滅させたマダラは、1997年1月8日にふ化し、5月まで種苗生産された配布種苗の余剰分で、親魚にまで育成しようと思っていたマダラ1歳魚、86尾でした。死亡したのは1998年10月2日で、その時の平均全長は335mm (SD ± 26, n = 86)、平均体重は414g (SD ± 141, n = 86)、雌雄比はちょうど1:1でした。死亡するまでの飼育期間中の水温は10℃で、この間、冷凍オキアミを1日2回給餌していました。

死亡した1歳魚を測定したところ、雄の一部に成熟の始まっている個体がみられました。これら



写真1 測定中のマダラ1歳魚

の割合は14%に達し、灰白色の白子が腹一杯に入っていました。ちなみに、雌では、すべての個体の卵巣が小さく、ピンク色で、未成熟でした。精巣(白子)の平均重量は25.7g (SD ± 9.5, n = 12)あり、死亡した10月は天然の産卵期に比べれば、かなり早い時期だったので、さらに飼育を続けていれば、精巣の重量が増し、新たに成熟する個体も出現したのと思います。

天然のマダラ産卵群の主群は4~5歳であり、人工1歳魚が白子を持つというのは驚きでした。また、産卵期に漁獲されるマダラは白子が珍重されるため、今後のマダラ栽培漁業として、種苗放流だけでなく、1歳魚までの養殖を思いつきました。しかし、当時は種苗生産の技術確立に精一杯で、いつかは検討したいと思いつつ今日まで来てしまいました。1歳魚までの養成に必要なものは、夏の高温期を乗り越えるための10℃前後の冷海水です。これさえあれば、全長30mm以降のマダラ養成は容易なので、給餌などの飼育手法の工夫次第で、成長を早め、より多くの個体を成熟させることも可能と思います。今後の技術革新の中で、深層水など冷海水の確保が容易になった時、マダラ1歳魚も養殖対象種として期待できるのではと思っています。

(栽培センター魚類部 横山信一(現函館水試))

## 各水試発トピックス

# 特許取得および特許出願情報

今年（平成14年）に入り、釧路水産試験場で、コンドロイチン硫酸に関しての特許権取得と特許出願が続けてありましたので紹介します。

ちなみに、コンドロイチン硫酸やそれを含むムコ多糖タンパク複合体は、関節痛等の医薬品や、健康食品、化粧品として利用されている物質です。

これらは現在、主として牛軟骨やサメ軟骨などを原料として製造されていますが、牛についてはBSE（狂牛病）問題、サメについては国際的な資源保護の動きなどから、新たな原料の開発が求められている状況にあります。

まず、特許権取得についてですが、これは、中央水産試験場加工利用部の錦織孝史氏（当時：釧路水産試験場利用部所属）、釧路水産試験場利用部の武田忠明氏および食品加工研究センター加工食品部の大堀忠志氏による発明「コンドロイチン硫酸の分離精製方法」で、平成11年3月19日に出願し、平成14年1月8日に特許査定され2月15日に特許登録されました。（特許番号第3278629号）

内容については、「試験研究は今第473号」にも掲載したのですが、サケ鼻軟骨から抽出したコンドロイチン硫酸を膜処理により高純度に精製する方法です。

コンドロイチン硫酸を、より付加価値の高い高純度の物に精製するためには、従来、有機溶剤や特殊な薬品が用いられていましたが、この発明では、それらの薬品等を用いずに、調味料やエキス、ジュースなどの製造工程で広く用いられている膜分離装置で精製することができます。

これにより、特別な施設や経験のない水産加工会社でもコンドロイチン硫酸の精製が容易に可能

となりました。

次に、新たな特許出願についてですが、これは、釧路水産試験場利用部、工業試験場及び稚内の水産加工会社である丸共水産株式会社等の共同研究による発明「エイ軟骨由来コンドロイチン硫酸とその製造方法」で、平成14年3月14日に共同出願しました。

内容は、従来原料とされていなかったエイ類の軟骨から抽出した、コンドロイチン硫酸とムコ多糖タンパク複合体の構造、その製造方法及びそれらを利用した食品等です。

これについては、丸共水産株式会社が製品化を予定しています。

この2つの技術は、コンドロイチン硫酸の新たな原料の開発という意味合いだけではなく、サケやエイ（カスベ）といった北海道での多獲魚の、従来利用されていなかった軟骨の利用による付加価値の向上や、水産加工会社の新産業への参入につながるものと考えています。

釧路水産試験場でも、さらに北海道水産業に貢献できる特許を取得できるように、研究を行っていききたいと思います。

（釧路水試企画総務部 太田剛雄）



コンドロイチン硫酸

## 各水試発トピックス

### ウトロ地区で「いきいき水産学園開催事業」

平成13年11月13日、斜里町立ウトロ小中学校で、平成13年度普及関連事業「いきいき水産学園開催事業」が行われました。これは漁業後継者の担い手育成を目的として水産技術普及指導所が主催する事業で、ウトロ地区では初めて実施されました。

サケ・マスはウトロ漁業協同組合の漁業生産高および生産額の8割以上を占める重要な魚種です。今回は地元のサケを用いたサケフレーク作りに、中学一年生の男子生徒7名、女子生徒5名が挑戦しました。サケフレーク製造の指導は網走水試紋別支場と網走地区水産技術普及指導所東部支所が行いました。

サケフレークは、スーパーマーケット等でびん詰めや袋詰めとして売られているほか、コンビニエンスストアのおにぎりや、お茶漬け用の具材としても用いられている身近な食品です。しかし、普段、サケフレークを食べ慣れている生徒たちも、実際に自分たちでサケを処理し、フレークを作るのは全員が初めての経験で、興味深げに作業していました。

サケフレーク製造の注意点として、クリーニング工程では骨、血合い肉をできるだけ取り除くこと、衛生的に製造するために身ほぐし工程はビニール手袋を使用し、素手では行わないこと、調味料は正確に計量すること等を重点的に指導しました。

ウトロ小中学校では、今後も地元の水産物を扱った体験学習を重ねて行く予定だそうです。



魚体処理



サケの身ほぐし



フレークの瓶詰め

(網走水試紋別支場 成田正直・木村 稔)

## 各水試発トピックス

# 稚内でニシン産卵床を確認

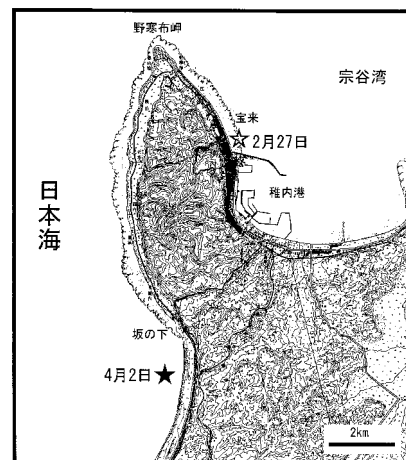
本年(平成14年)2月27日に、稚内市宝来の平磯上でギンナンソウを採取していた漁業者から稚内漁協を經由して、ニシン卵の付着した海藻が稚内水試に持ち込まれました。卵の発生の様子から、産卵後2~3日経過したものと推定されました。翌日現地を調べたところ、離岸堤沖約30m、水深約50~60cmの所(図の印地点)で、半径1m程度のごく狭い範囲の海藻類にニシン付着卵が見られた所が、2カ所確認されました。漁業者の方の話では、他にも数カ所あったとのこと、この近辺一帯で小規模な群による産卵が行われた模様です。卵が多く付着していた海藻(草)類は、ウガノモク、フシスジモク、スガモで、留萌や石狩の産卵床で見られた卵付着基質と同様でした。また、当地はリシリコンブの漁場で、近傍には多くのリシリコンブが繁茂しており、これにもニシン卵が付着していました(つまり“子持ちコンブ”状態。写真参照)。

また、4月2日には、稚内地区水産技術普及指導所から、稚内市坂の下南側約2km、水深約7~8mの所(図の印地点)で漁業者が設置していた刺し網にかかった、ニシン卵の付着した十数本のアマモが持ち込まれました。アマモは、いずれも長さ30cm程度の葉部で、時化等でちぎれて流されてきたものと推測されました。漁業者の方の話によると、近傍の水深4~5mの砂地には、アマモが所々に生育するとのことでした。当地におけるアマモの分布は不明であり、今後明らかにする必要があります。卵を観察したところ、産卵後5~7日経過したものと、ふ化直前(産卵後25~30日程度)のものが見られ、アマモの生育地が、

複数回にわたりニシンの産卵に利用されたと考えられます。

平成10年以降、留萌や石狩沿岸の藻場では、ニシンの産卵床が確認されていますが、稚内沿岸では今回が初めてです。このことは、近年石狩湾ニシンと呼ばれる地域性ニシンの資源量が増加傾向にあることと関係するのかもしれませんが。

産卵状況の把握も今後のニシン資源を考えていく上で貴重な情報となりますので、何かお気づきの点があれば、お気軽に最寄りの水産技術普及指導所や水産試験場にご連絡下さい。



ニシン付着卵確認地点



ニシン卵が付着したリシリコンブ

(稚内水試資源増殖部 赤池章一)

# 試験研究は今

試験研究は今 No 468

(2002 2 22公開)

## キタムラサキウニ肥育用飼料の開発について

### はじめに

磯焼けは、北海道では主に日本海沿岸にみられる現象ですが、その原因の一つにキタムラサキウニによる食害があげられます。そこで、海藻を繁茂させるため、秋季には産卵終了後のキタムラサキウニを駆除するなどの対策が取られてきました。一方、駆除したキタムラサキウニを有効利用する目的で、すなわちウニが高値で取り引きされる春先に出荷できるようにするために、移植した場所で冬季間に身入りさせる試験が数多く行われてきました。過去の試験では、冬季間に魚肉や大豆タンパクを配合した人工飼料を給餌した場合、飼育したウニの生殖腺は著しい苦みを与えることが知られています。このようなウニを出荷できるようにするためには、春先から数ヶ月間コンブを給餌して、生殖腺の味を調節しなければならないのが現状です。そのため、冬季間に給餌してもウニの生殖腺に苦みを与えず、身入りが良くなる人工飼料の開発が求められています。

ここでは、中央水産試験場加工利用部が行ってきた試験の中から、キタムラサキウニに冬季間給餌し、生殖腺の歩留りを高めることに加え、苦みを与えない人工飼料の開発について紹介します。

### 試験方法

過去の試験では、人工飼料のタンパク源に大豆タンパクを用いてきましたが、著しい苦みを発現するため、代表的な動物性タンパクであるカゼインを用いて飼料を調製し、以下の飼育試験を行いました。

#### < 飼育試験 1 >

2%アルギン酸溶液にタンパク質含量が無水物換算で10%となるようにカゼインを添加した飼料で、平成9年11月下旬より9週間飼育(水温5.2~12.1)しました。

#### < 飼育試験 2 >

2%アルギン酸溶液にタンパク質含量が10~25%となるようにカゼインを添加した飼料(表1)で、平成11年9月下旬から約2ヶ月間飼育(水温11.7~20.9)しました。



写真1 ウニの飼育環境(左)と摂餌状態(右)

表1 試験飼料の配合割合

飼料	水道水 ml	アルギン酸 Na g	カゼイン g	飼料成型後 タンパク質濃度(%乾物)
1	1000	19.6	4.9	10
2	1000	19.6	7.9	15
3	1000	19.6	11.1	20
4	1000	19.6	15.0	20

注) 飼料は、3%乳酸カルシウム溶液で紐状(直径7~8mm)に成型したときに、タンパク質濃度(無水物換算)が表に示した値となるように調整した。



**結果の概要**

< 飼育試験 1 >

ウニ生殖腺の遊離アミノ酸組成は、コンブペーストで調製した飼料で飼育した場合に類似し(図1)、味覚的にも苦みの発現は認められませんでした。しかし、飼育期間中の生殖腺歩留りは2.3~3.6%で、高められませんでした。

< 飼育試験 2 >

飼料に添加するカゼインの割合にかかわらず、ウニの生殖腺に苦みが生じませんでした。また、生殖腺歩留りは、飼料のタンパク質含量が高いほど増加しました(図2)。

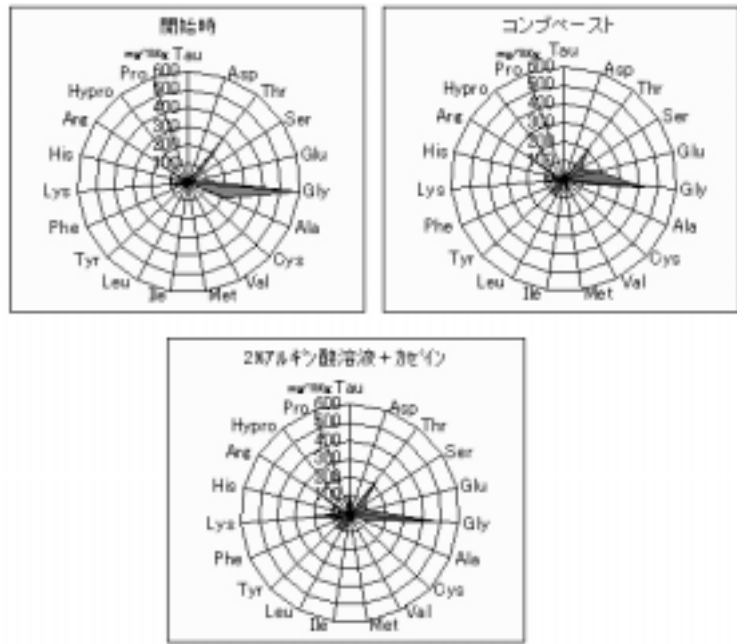


図1 飼育ウニ生殖腺の遊離アミノ酸組成

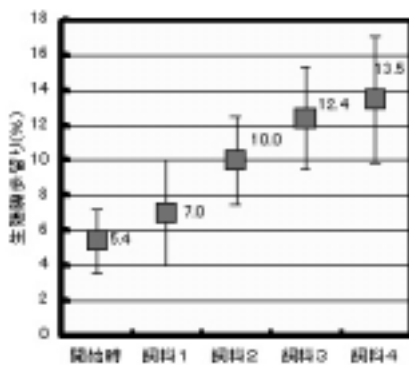


図2 飼育ウニの生殖腺歩留り  
■:平均値、|:標準偏差

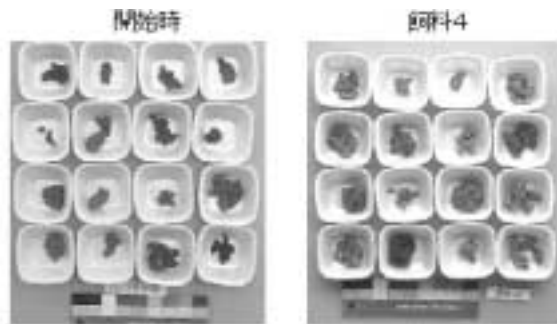


写真2 飼育開始時(左)および終了時(右)における個体別ウニの生殖腺

**おわりに**

今回行った試験から、キタムラサキウニの人工飼料による飼育に当たって、生殖腺の苦みを減少させ、歩留りを高めるためには、タンパク源にカゼインを用いてタンパク質含量を20%以上に調整した飼料で、2ヶ月以上飼育することが有効と考えられました。今後は、キタムラサキウニを4、5月の漁獲端境期に出荷するために、本試験結果をもとに生殖腺歩留りを16%(出荷目安値)以上にできる適切な給餌開始時期を把握する必要があります。また、本試験では屋内水槽を使用したため、ここで得た結果を屋外などの施設で応用するためには、実用化に向けた試験が必要です。

(中央水産試験場 加工利用部 菅原 玲)

## 試験研究は今 No 469

(2002 3 8公開)

## ニシン種苗の標識法

平成8年から行われてきた「日本海ニシン資源増大プロジェクト」は、13年度をもって第一期を終了します。今回は6年間の成果の中から、人工種苗に対する標識技術開発について紹介します。

日本海沿岸で現在放流されているニシン人工種苗にはアリザリンコンプレクソン(以下ALC)浸漬による耳石染色標識が施されています。ALC浸漬標識はハンドリングに弱い仔稚魚期に大量の標識処理ができるという点で画期的でしたが、耳石を摘出し蛍光顕微鏡下で紫外線照射するまでその有無が確認できません。すなわち外観から判別できないため、回遊範囲の特定など漁業者からの再捕報告に依存する調査には向きません。また、染色日齢(仔魚の大きさ)を変えることで数種類のバリエーションが得られますが、他海域との調整上すべてを一度に使えるわけではありません。以上のことから、稚内水試では体外標識など従来の標識法の見直しとALC浸漬標識を補完するような新しい標識法の試験に取り組んできました。

標識方法ごとの特徴とこれまでの試験で得られた結果を表1に示しました。体外標識については、日本栽培漁業協会(以下、日裁協)において従来のタグ類と鰭切除がすでに試験されていたので、それらの再確認が主眼になりました。

表1 ニシン人工種苗に試みられた標識法(日本栽培漁業協会\*及び栽培漁業振興公社羽幌事業所\*\*による成果を含む)

区分	種類	個体識別	検出方法	保持率 (年間)	最小サイズ	ハンドリング/ 麻酔	魚体損傷	標識単価 (¥/尾)	作業能率 (尾/人/日)	備考
体外	アンカータグ*	可	外観	50%未満	10cm	要	あり	20~30	1,000~	
	リボntag*	可	外観	50%未満	8cm	要	あり	20~30	1,000~	
	ダートタグ	可	外観	50%未満	10cm	要	あり	20~30	1,000~	
	鰭切除*		外観	0%	5cm	要	あり	-	1,000~	再生する
体内	CWT	可	検出器	90~100%	5cm	要	微傷	10~20	1,000~	
	耳石温度刺激		前処理と検鏡	×						標識されない?
	耳石 ALC 染色 (浸漬)**		蛍光顕微鏡	~100%	孵化仔魚 (発眼卵)~			1~4	10万~	
	耳石 ALC 染色 (経口)		蛍光顕微鏡	×						標識されない?
	耳石 TC 染色 (浸漬)		蛍光顕微鏡	~100%	1.7cm(孵化 仔魚?)~			0.3~	10万~	
	耳石 TC 染色 (経口)**		蛍光顕微鏡	~100%	3cm			0.1~0.3	1万~	

結果として、ニシンでは体外標識の保持性はやはり非常に悪く、装着後1年間で50%以上の保持率が期待できるものではありませんでした。特にダートタグについては先端部を市販のものよりシャープな矢じり型に整形し、装着用の金属パイプを非常に細いものに変えて試験しましたが、結果は同様でした。日裁協の報告(2000年)にもあるように、ニシンの皮膚は非常に薄くて筋肉も柔らかいため、標識が刺さっている限り傷が拡がり続けることが脱落の原因であると考えられます。鰭切除については、これも日裁協の報告のとおり、半年程度で大半が再生し、区別ができなくなりました。

体内標識では、近年欧米で盛んに用いられているバイナリーコーディッドワイヤータグ（以下CWT）、サケ類で行われている温度刺激による耳石標識、そしてALCとテトラサイクリン（以下TC）による耳石染色標識について試験しました。CWTはバーコードが刻印された直径0.25mm長さ1mm程度の針金片を魚体内に挿入し、金属探知器で検出するというものですが、全長110mmの稚魚について挿入部位別に試験したところ、吻を除く眼の周辺の透明組織内や体筋肉中、各鰭の基部では保持率が非常に高いことがわかりました。サケ類では吻が標準的な挿入部位ですが、ニシンの吻は軟骨組織が発達せず、「骨組みに皮を張っただけ」のようなものなのでCWTには向かないようです。次に、温度刺激による耳石標識は、サケ類の発眼卵や孵化仔魚を短時間の急激な水温変化にさらすことで、耳石日周輪の形成間隔を乱し、障害輪として耳石に記録させる方法です。平成11年に行った試験では、平均全長15mmのニシン仔魚に±4%、24時間の温度刺激を2回与えたところ大半が斃死してしまい、生き残った仔魚の耳石を観察しても、水温変化に対応すると思われる日周輪間隔の乱れは見られませんでした。しかし、他の条件設定、例えばもっと大きなサイズの仔稚魚や、温度以外による刺激、例えば明暗周期、餌料、塩分濃度、薬品などには可能性が残されています。

最後に耳石染色標識では、ALCとTCともに、飼育水中に溶かして耳石に取り込ませる方法（浸漬法）と配合飼料に混ぜ込んで消化系から取り込ませる方法（経口投与方法）が知られています。そのうち、ALC浸漬法とTC経口投与方法についてはすでに日裁協や栽培漁業振興公社羽幌事業所において実績がありますので、ALC経口投与方法とTC浸漬法について試験しました。ALCの経口投与方法では、重量で0.01～5%のALCを含ませた配合飼料を全長70～90mmの稚魚に5～15日間与えましたが、耳石への染色は観察されませんでした。ニシンに対するALCの経口投与方法は他機関でも何度か試験されていますが、成功例はないようです。また、TC浸漬法は全長17～18mmの仔魚に200ppm、24時間の浸漬を行ったところ、耳石に明瞭な染色が確認されましたので、今後は最も安全で効率的な浸漬濃度や時間を明らかにする必要があります。

これまでの結果をまとめると、体外標識は脱落が多く放流効果など再捕数が問題になる調査には使えませんが、外部からの再捕報告が期待できるという利点は捨てがたいものがあり、目的を絞った活用と標識の改良等を継続していく必要があると思います。CWTは保持性が良く個体識別が可能であることが大きな魅力ですが、装着時にハンドリングが必要で、なおかつ外観からは判別できないため、放流調査では使い方が限られ、むしろ飼育実験などで活用できると思います。耳石温度標識は今回の試験ではうまくいきませんでした。移槽や運搬などの飼育履歴が耳石日周輪間隔の乱れとして記録されることを示唆する事例があることから、今後はそれら条件を解明することで応用への道が開かれると思われます。耳石染色標識については、ALC経口投与方法がうまくいかない原因を探るのは簡単なことではありませんが、経口投与方法は汎用性、経費面で利点があり、今後の研究の進展が望まれます。また、TCはALCに比べてはるかに安価ではありますが、耳石摘出後の蛍光の減衰が早く、蛍光像もやや暗いなど扱いが難しい面があるため、ALCの補助的な用法が主体になると思われます。今後、ニシンの放流技術開発を進めるに当たっては、これらの標識法それぞれの長所、短所をよく把握し、用途を明確にした使い方をする必要があります。

（稚内水産試験場資源増殖部 吉村圭三）

## 試験研究は今 No 470

(2002 3 25公開)

## 石狩におけるワカサギ卵孵化管理事業の現状調査

## 【はじめに】

平成12年、石狩漁業協同組合からワカサギ卵の孵化管理技術について、技術指導の依頼がありました。ワカサギ孵化場の管理担当者によると、「とにかく水が濁っていて生きていいのか死んでいいのか良く分からない。ミズカビがひどく、綿をかぶったように団子状態になっている。」ということでした。

現場を訪れると、言葉のとおり収容した卵にミズカビが繁殖しており、さらに死卵が増加する原因になっているようでした。これが事業の円滑な遂行が妨げている可能性があり、詳細な調査が必要と考えました。そこで、翌年度に孵化管理事業の現状を把握するとともに、改善点について提案することを目的とした調査を行うことになりました。今回報告するのはその内容です。

ワカサギの人工孵化は古くから行われているように、人工授精させた卵をシュロ盆に付着させ、孵化槽に浮かせて流水下で孵化まで管理するという方法が一般的です。石狩漁協の孵化場では、網走から受精卵を輸送して同様の方法を行っていました(写真-1)。



写真-1 シュロ盆を設置した石狩漁協同組合のワカサギ孵化場の様子。写真右上の白枠内は網走から受精卵を取り寄せてシュロ盆に付着させている作業風景

## 【予想以上に低かった孵化率】

孵化槽の3つの区画毎に条件を変えて、3つの試験区を設定しました。試験区1および試験区2には孵化槽の底面に角材を3本および6本設置することで水流に上下動を起こさせて、水が下層だけを流れてしまわないようにし、水廻りの改善を図りました。また、試験区3では角材を設置せず、水位を低く調節することによって用水が池の全体を流れるように工夫しました。効果についてはシュロ枠から5箇所について5cm角に切り出して生卵率および孵化率を調べることで判断しました。生卵か死卵かの判定は実態顕微鏡下で卵を観察して行いました(写真-2)。

その結果が図-1です。3つの試験区ともに受精卵収容直後は80-95%程度の高い生卵率を示していたものの、4月下旬以降は50%前後を推移しました。5月に算出した孵化率は、試験区とも45-50%程度しかありませんでした。従って、今回設置した3つの条件設定については、大きな差は認められませんでした。つまり、水流の調整や循環率を高くしても生残率の向上には効果がなかった訳です。また同時に受精率を確認したところ、卵収容時点で65%程度しかなかったことが分かりました。

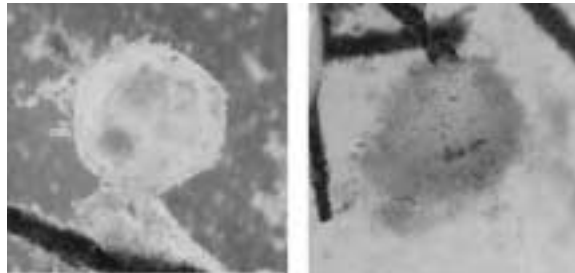


写真-2 ワカサギ卵の生卵(左)と死卵(右)。生卵は透明で仔魚が見える。死卵は白く白濁し、卵表面にはミズカビが繁殖している。

## 【孵化率が低い原因は孵化用水の濁りか？】

卵収容から孵化までの期間中における孵化槽内の14箇所について酸素飽和度、濁度(S.S.)および塩分濃度といった環境条件の測定を行いました。その結果酸素飽和度は孵化槽の上層で高く下層で低い傾向があり、4月16日から5月2日にかけて、卵の発生が進むに連れて低くなる傾向がみられました。しかし、最も低い数値でも70%以上を示したことから、酸素量は十分足りていたものと思われる。

その一方で、濁度は最も低い地点でも14.4mg/l、最も高い地点では38.9mg/lを示し、取水槽内でも20mg/l以上ありました。熊丸(1984)は、S.S.が2mg/l以上で孵化率が低下すると報告しています。濁度の高さと孵化率の低下に関する因果関係については、濁度の増加が網地への付着物量を増加させ卵への酸素量不足につながり、孵化率の低下をもたらしと推測しています。塩分濃度について5月2日に測定したところ1-2(‰)でした。岩井・長間(1986)は海水7.5(‰)以下で順調に孵化すると報告していることから、塩分濃度は孵化率に影響がないものと思われる。

以上のことから、孵化率が低い原因は孵化槽内の水流や酸素量等に問題があるのではなく、濁度にあるようです。従って孵化率を向上させるには、孵化用水の濁度を何らかの方法で2mg/l以下に改善させる必要があるものと思われる。

**【シシャモで行っている自然産卵方式は応用できるか？】**

シシャモの増殖事業では砂利を敷いた水槽内に親魚を収容して受精卵を産み付けさせる自然産卵方式による孵化管理を行っています。天然のワカサギは砂利にも卵を産み付けることが知られていることからシシャモと同じ方法を試みました。

約9,000尾のワカサギ親魚を砂利を敷いたワカサギ孵化場へ輸送し、飼育密度は単位面積あたり1,700尾/m<sup>2</sup>という高い密度で収容しました。この時、雌雄比はおよそ雌：雄 = 1：2でした（写真 - 3）。5月15日に親魚を搬入した後、3日後以降に砂利に卵が付着しているのが確認できました。ところがその後、21日に親魚を放流するために水位を下げると、卵が大量に流失するのが見られたため、急遽卵を採集して着卵数や生卵状況を調査しました。すると産み付けられたワカサギ卵は、親魚を搬入した地点の下流付近に多い傾向を示していました。しかし、回収された卵はいずれも死卵であり、生卵は全く見られなかったのです。また、単位面積あたりでは0 - 0.43粒/m<sup>2</sup>ほどしかなく、極めて少ない卵数でした。

このことから、飼育密度が高いと自然産卵を誘導することはできるものの、現在の環境では着卵数が少なく、また、生存は極めて難しいことが分かりました。

**【結果の整理】**

シュロ盆による孵化管理方法については、孵化槽内の水流を改善させることは、孵化率の向上に効果はないようです。むしろ、孵化率の低下を抑えるためには、飼育水の濁度を何らかの方法で2 mg/l以下に抑えることが改善策と思われる。また、受精率を向上させることも生卵率および孵化率を高く維持させるために必要な手段と言えます。

自然産卵方式による孵化管理方法については、親魚の飼育密度を高くすることにより、産卵を誘導することが可能でした。しかし、着卵数は少なく、生卵は皆無でした。

**【おわりに・新しい孵化管理方法の開発を】**

ワカサギの人工増殖の歴史は古く、人工採卵が容易で、仔魚や幼魚は比較的強いと言われていることもあり、人工孵化技術は確立されているかのような印象が持たれています。しかし現実には、今回の調査結果のように現在の孵化管理方法は決して効果的とは言えないように思われます。また、シュロ盆に受精卵を付着させる作業や、ひどく濁った水で卵を管理する様子は非常に大変な作業であり、担当している漁協職員や漁業者の苦労には頭が下がります。しかし、彼らの努力は報われていると言えるのでしょうか？

かつて天然資源が豊富だった時代は、多少人工種苗を添加してもさほど資源全体に与える影響は小さかったのかも知れません。しかし近年自然環境の激変に伴って、自然産卵できる環境や生育できる環境も変わりつつあることに疑う余地はないでしょう。石狩川におけるワカサギの漁獲量は近年100 - 250トンの間を変動しています。産卵場や稚魚の生育場所を河川内にもつワカサギにとって、河川環境の変化はその資源量の増減に直接結びつく可能性が考えられます。そのため安定した漁獲量を維持するためには、産卵場の確保といった環境保護を講じると同時に、人工種苗の安定的添加という積極的な増殖策をとることも重要となるでしょう。

最近ワカサギ増殖の先進地とも言える茨城県の研究機関で働く若い研究者と連絡を取る機会がありました。茨城県では近年ワカサギ資源がどんどん減っており、人工増殖技術の再検討の必要性を

認識し、孵化管理方法について新しい方法を試験研究し始めているとのことでした。北海道では、シシャモ卵の粘着性を除去して大量孵化管理する技術が開発され、事業化に進んで来ています。このように既に得られている技術をワカサギにも応用して、効率の良い孵化管理方法について検討する時期に来ているのではないのでしょうか。

**【参考文献】**

- ・熊丸敦朗 (1984). ワカサギ卵の人工ふ化管理方法について. 茨城内水試調査研究報告 21, 11 - 30.
- ・岩井寿夫・長間弘宣 (1986). ワカサギ人工受精卵の孵化ならびに孵化仔魚の生残に対する飼育水の塩分濃度の影響. 水産増殖 34, 85 - 102.

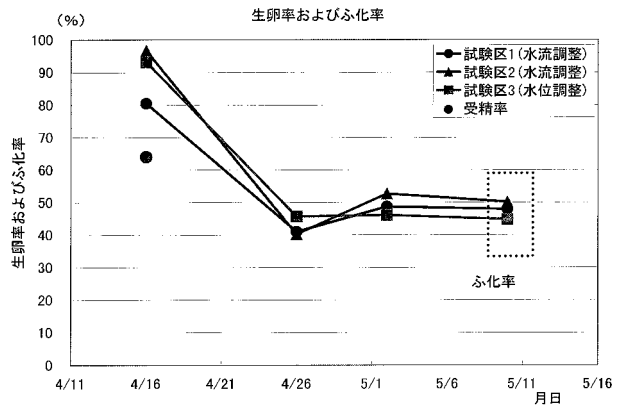


図1 ワカサギ卵の受精率、生卵率およびふ化率



写真 - 3 自然産卵のために砂利を敷いた水槽内に収容したワカサギ

(水産孵化場養殖技術部養殖応用科長 佐々木義隆)

## 試験研究は今 No 471

(2002.4.17公開)

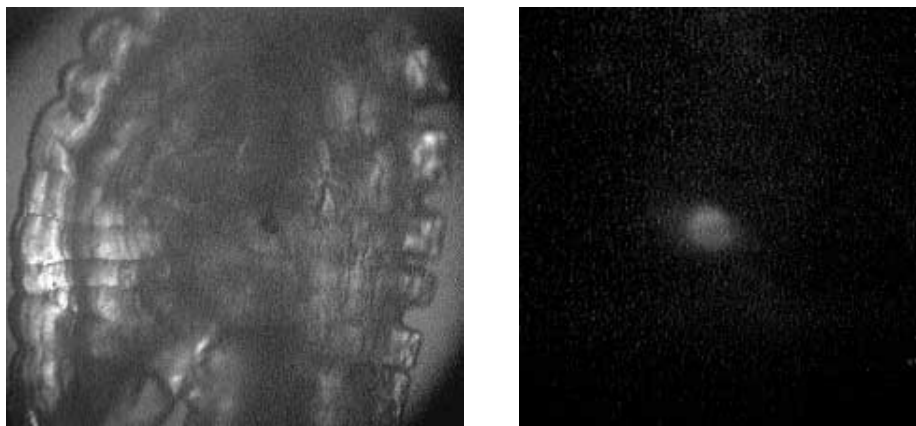
## 2002年漁期，厚田港における人工種苗ニシンの混入率調査から - 放流したニシンの混入率は1歳までに決まる？

### 要約

- ・厚田港で2002年漁期に水揚げされた天然ニシンに混じる人工種苗の割合（混入率または混獲率）は，1999年級が1%、2000年級が5.81%と，年級間に顕著な差が見られた。
- ・一方，これまでに調べた混入率のデータを，同一放流年級の年齢間で比べてみたところ，1998年級は1歳以降に，また1999年級は少なくとも2歳以降に違いが無かった。
- ・今後の調査で検証すべき作業仮説の1つとして，「放流ニシンの混入率は1歳までに決まる」という仮説を提案した。

ここ厚田村では，今年の1月下旬に始まったニシン漁が4月上旬に終了しました。中央水試と石狩地区水産技術普及指導所では，市場に水揚げされたニシンに占める人工種苗ニシンの混入率を，1998年から調べています。今回は2002年漁期（1月下旬～4月上旬）の7回の調査で得た結果の一部を紹介します。

調査では市場で購入したニシンを研究室へ持ち帰り，頭骨内部から注意深く耳石を取り出し，それを顕微鏡下（100倍）で観察します（下図，左）。この時，耳石表面に強い蛍光を照射すると，写真（下図，右）のように，耳石の中心域が赤く発色する耳石が見つかることがあります。これが人



工種苗ニシンを表す“印”です。実は，すべての人工種苗ニシンには放流する前にあらかじめ，耳石にALC（アリザリンコンプレクソン）という“蛍光標識”を付けています。そうすることで，天然で発生したニシンと人工種苗ニシンを確実に識別することができます。

では，さっそく厚田市場に水揚げされたニシンの混入率を見てみましょう（表1）。人工種苗ニ

表1 人工種苗ニシンの放流年級別の混入率（2002年，厚田市場）

	1999年級	2000年級
標本尾数(A)	2001尾	551尾
ALC魚確認尾数(B)	20尾	32尾
混入率推定値(B/A)	1.00%	5.81%
95%信頼区間	0.56% - 1.44%	3.85% - 7.76%

シンの混入率は1999年級で1.00%，2000年級で5.81%と，前者に比べて後者は約6倍高い値を示しました。

どうして両年級の混入率にこのような大きな違いが生じたのでしょうか？混入率は“放流した人工種苗の生残数”を，“天然ニシンと人工種苗の合計生残数”で割った値です。厚田では人工種苗ニシンの当歳魚（0歳魚）を，1999年に39万尾，2000年に19.7万尾放流していましたが，調査時点での生残尾数はわかっていません。また天然ニシンの生残尾数も不明です。そこで混入率に違いを生じた原因の糸口を見つけるために，ちょっと大胆な仮定を立ててみたいと思います。

仮定1：当歳で放流後，漁獲が始まる2歳までの生残率は，放流年級間で差が無い。つまり年級間の放流尾数の比は，そのまま加入時（2歳）にも維持される。

仮定2：人工種苗ニシンの混入率は，ある年齢以降は変化しない。つまり人工種苗ニシンと天然ニシンの生残率には，ある年齢以降，差が無い。

つまり天然ニシンが初期減耗過程を経て生残率が安定した時点で，人工種苗ニシンの混入率が安定する，という仮定を立てておきます。

さて，1999年級と2000年級の放流群について，これらの仮定がもし成り立つとすれば，仮定1から，2歳時の人工種苗ニシンの相対豊度は，1999年級：2000年級 = 39万尾：19.7万尾 = 2：1。また仮定2のように混入率がある年齢（ここでは2歳）以降変化しないとすると，1999年級：2000年級 = 1.00%：5.81% = 1：6となります。そこで1999年級の天然ニシンの発生豊度が，2000年級の約12倍あったと想定すれば，混入率が数分の1となったことの説明がつきます。

それでは果たして，この説明は正しいのか？それは，この2つの仮定を検証することで，その妥当性を判定できます。仮定1の検証は別の機会に譲ることにし，ここでは同一年級の混入率はある年齢以降変化しない，という仮定2を，これまでの調査データから検証してみます。

表2は1998年級と1999年級の人工種苗ニシンの年齢別混入率を示しています。1998年級では1歳

表2 1998,1999年級の1歳～3歳における人工種苗ニシンの混入率（厚田市場）

放流年級	1歳	2歳	3歳	Z <sub>0</sub>	p	比率検定の結果
1998年級	1.61% (124尾の内,2尾)	-	0.84% (357尾の内,3尾)	-0.731	0.232	有意差無し
1999年級	-	0.94% (424尾の内,4尾)	1.00% (2001尾の内,20尾)	-0.106	0.458	有意差無し

と3歳の間に，また1999年級では2歳と3歳の間に混入率に有意な差が無く，1998，1999年級について仮定2が成立することがわかりました。もし人工種苗と天然の両者間で生残率が異なれば，混入率に変化が生じてくるはずですが，従って，表2は，厚田で放流した人工種苗ニシンは，少なくとも満1歳になる放流翌年の春以降に，天然ニシンと同程度の生残率を持つことを強く示唆しています。今後，仮定2を作業仮説として，これが他の放流年級にも当てはまるかどうか，検討を加えたいと考えています。

(中央水試)石野・高畠・高柳・(石狩地区水産指導所)熊崎

## バカガイ稚貝の発生に及ぼす水温と波浪の影響

### はじめに

松山支庁沿岸におけるバカガイ資源は、1994～1996年ころ、1989、1990年に発生した卓越発生群の成長に伴いピークに達しました。しかしその後、資源量が急激に減少したため、近年多くの漁場で禁漁を余儀なくされています。この資源量の急激な減少の原因として、この間新たな卓越発生がなく、資源を支えていた1989、1990年級が寿命をむかえたことによると考えられます。

函館水試では1990年から松山沿岸におけるバカガイの試験研究を開始し、着底以降の稚貝～成貝を対象にした調査を行っています。この調査では、主に発生量（着底約2カ月後の稚貝密度）や着底以降、漁獲サイズとなる3～4齢までの、主に若齢期の成長と生残の実態を明らかにし、早い段階で資源量の変動予測を行い、添加量に見合った漁獲許容量を設定するなど、適切な資源管理を行うためのデータを得ることを目的としています。

今回は、この目的の一部ですが、バカガイ稚貝の発生と環境要因との関係について紹介します。

### 稚貝の発生量（着底約2カ月後の稚貝の出現）

現在、江差町と大成町のバカガイ漁場で、毎年着底後約2カ月の10月中～下旬に、スミス・マッキンタイヤ式採泥器（1/20m<sup>2</sup>）を用い採取しています。

1990年以降の平均稚貝密度は江差と大成でそれぞれ21、67個体/m<sup>2</sup>ですが、大成では2000年と2001年に200個体/m<sup>2</sup>を超える密度で稚貝が出現し、江差でも1998、2000年に40個体/m<sup>2</sup>を上まわる密度で稚貝がみられ（図1）、最近になってようやく稚貝の発生が比較的良好となってきました。そこで発生量に影響を及ぼすと考えられる要因のうち水温と波浪について次のように検討しました。

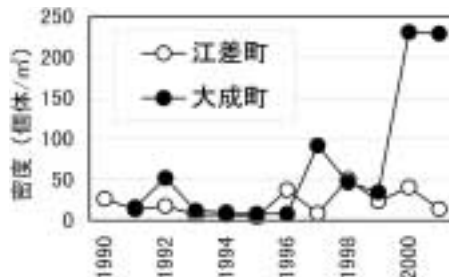


図1 江差と大成における稚貝の密度の推移

### 稚貝の発生に及ぼす水温と波浪の影響

まず、データが蓄積されている水温と発生量との関係についての検討を行いました。その結果、着底時期の8月から採泥器調査の10月の間に、大時化があった1994年（台風通過）あるいは1999年（低気圧）年以外の年については、初期密度と水温との間に正の相関がみられました（図2）。これは、高水温により成長が促進された（図3）ことによって、生残が向上したと考えることもできそうです。

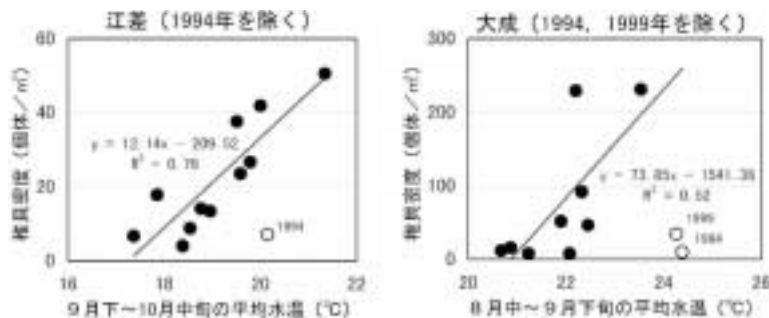


図2 江差と大成における着底初期時の水温とバカガイ稚貝密度との関係

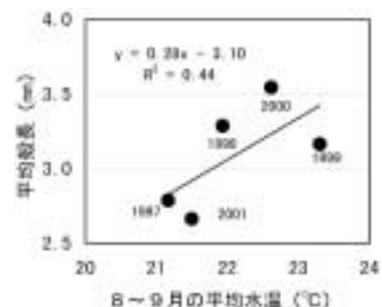


図3 8～9月の平均水温と着底稚貝の平均殻長との関係(大成)



次に波浪との関係について検討しました。ただし、両地区とも波浪の観測データはないため、アメダス資料の日最大風速をもとに海岸に垂直に向かう風速成分（江差：西成分、大成：南西成分）の2乗値を算出し、これを波浪の指標として用いました。

その結果、初期密度と着底時期の8～9月の波浪の指標値との間に正の相関がみられました(図4)。

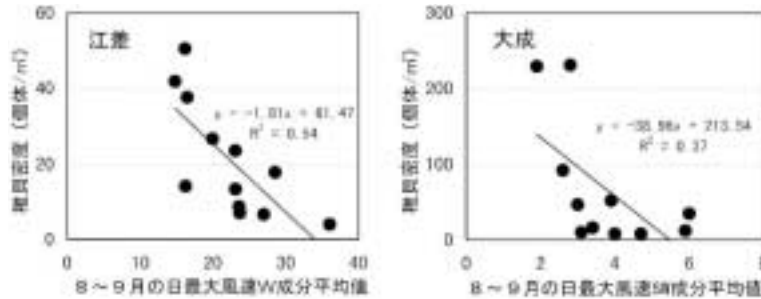


図4 江差と大成における着底初期時の最大風速 ( $m^2/s^2$ ) とバカガイ稚貝密度との関係

ただし江差では、水温と波浪の指標値との間にも弱いながら正の相関がみられ、これは風あるいは波浪の影響が少ない年は水温が高くなることを示していると考えられました。江差の水温は江差港内の観測値であるため、この傾向が強い可能性があります。このように江差では、水温よりむしろ台風など大時化がなかった通常の間でも着底後の波浪の影響が着底後2カ月間の生残を左右していると考えられました。

一方、大成では、水温と波浪の間には有意な相関はみられないため、高水温が前記のように発生にプラスに作用して、波浪がマイナスに作用している可能性があります。このように2地区で発生要因が異なる理由として、海岸線の向きや海岸地形などにより波浪の影響が違ふことが考えられます。

**最後に**

以上のように当年貝の発生量は、波浪や水温といった物理的な環境要因に左右されていると考えられました。ただし問題点として、大成のバカガイ漁場の海岸線は湾状を呈しており、地理的に複雑なため、波浪の指標として用いた値が実際の波浪と合っていない可能性もあり、今後の課題として残されています。これらの要因を人為的に改変することは難しいですが、稚貝調査を行わなくても着底初期の環境情報を収集するだけで、発生規模や資源の変動をある程度予測できる可能性があり、今後も資料の蓄積を図っていこうと考えています。

なお、この調査は岡山南部・北部地区水産技術普及指導所をはじめ、地元役場、ひやま漁協などの協力を得て行っています。今後ともよろしく願いいたします。

(函館水産試験場 資源増殖部 高橋和寛)

試験研究は今 No 473

(2002.5.10公開)

## サケ鼻軟骨由来コンドロイチン硫酸の精製方法について

## - 特許取得 -

サケの加工処理に伴い排出される頭部、皮、内臓などの有効利用について、様々な研究開発がなされており、その中で、私たちは、頭部の鼻軟骨に含まれるコンドロイチン硫酸という物質を取り出す試験研究を行ってきました。

コンドロイチン硫酸は、サメ軟骨、牛軟骨、豚軟骨等を原料として製造されており、製品では大きくは、コンドロイチン硫酸ナトリウム、ムコ多糖・タンパク、サメ軟骨の3つに分類されます。

コンドロイチン硫酸ナトリウムは、腰痛・関節痛を防止する医薬品及びその保湿性を利用した目薬や化粧品、食品添加物として使用され、精製度の高い製品です。ムコ多糖・タンパクは、最近流行の健康食品の素材として、原料由来のタンパク質を含んだコンドロイチン硫酸です。サメ軟骨は、軟骨の乾燥粉碎物で食品として流通しています。

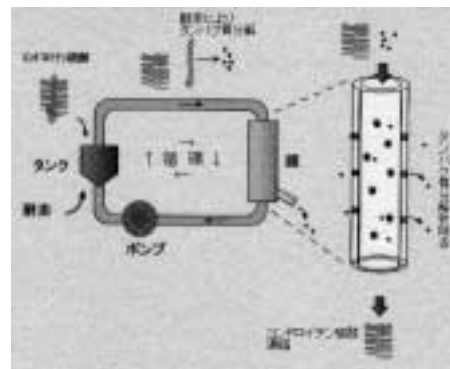
これらの製品のうち、より付加価値の高いコンドロイチン硫酸ナトリウムの精製方法は、有機溶剤や特殊な薬品を用いることから、施設や経験のない水産加工会社が精製を行うことは困難でした。そこで、調味料やエキス、ジュースなどの製造工程で広く食品工業で用いられている膜分離装置を利用して精製する方法を考えました(写真)。

鼻軟骨をアルカリ及び酵素処理した溶液中には、主にコンドロイチン硫酸とそれに結合していたタンパク質の分解物がありますが、この溶液を膜処理することにより、タンパク質の分解物が除かれ、必要なコンドロイチン硫酸だけが濃縮されるのです(図)。この操作を繰り返すことにより、医薬品や化粧品レベルに適応した高純度のコンドロイチン硫酸を得ることが可能になりました。

今年1月には、この膜処理によるサケのコンドロイチン硫酸製造の特許を取得することができました。



膜処理装置



膜処理イメージ



サケの頭



コンドロイチン硫酸

(釧路水産試験場 利用部 武田忠明)

## 阿部朝雄 操機長のご逝去を悼む



中央水産試験場おやしお丸 阿部朝雄操機長は、2002年5月4日余市町において逝去されました。享年55歳でした。

阿部操機長は1946(昭和21)年10月6日余市郡余市町富沢町でお生まれになり、昭和34年3月余市町立西中学校を卒業され、民間企業に就職し船舶に乗船しながら機関操作等の技術を習得され、昭和47年7月に中央水産試験場に赴任され、試験調査船金星丸に勤務されました。以来、稚内水産試験場北洋丸、中央水産試験場おやしお丸の各船に勤務され、逝去されるまでの約30年間、一貫して試験調査船の心臓部ともいえる機関部に尽くされ、水産試験場の試験研究の発展に寄与されました。また、試験調査船の運行等に多大なる業績を残され、調査用具などに不具合があると率先して修理にあたられるなど、その姿は、試験調査船の乗組員にとって大きな模範となりました。さらに、機関部員の教育にも熱心に取組んでおられ、若い機関部員は阿部操機長の素晴らしい技術を目を見張って見学し、耳を立てて話を聞いておりました。

阿部操機長は普段から健康で、週末には、春の山菜から始まり晩秋のキノコ採りまで多彩な山遊びを楽しんでおられました。そんな元気な方の急逝は、惜しんでなお余りあり、誠に残念でなりません。試験調査船の乗組員一同は未だに信じられない思いでいっぱいです。

ここに阿部操機長の生前のご功績をたたえ、心よりご冥福をお祈り申し上げますと共に、生前多くの関係各位から賜ったご交誼に厚く感謝申し上げます。

(中央水産試験場)

## 人事の動き

(平成14年3月31日付け)

## 退職

栽培漁業総合センター場長 西濱 雄二  
 函館水産試験場企画総務部総務課副主幹兼総務係長 上田 利幸  
 函館水産試験場試験調査船金星丸通信長 石山 光一  
 中央水産試験場試験調査船おやしお丸操舵長 畑山 稔  
 釧路水産試験場試験調査船北辰丸甲板長 阿部 四郎  
 稚内水産試験場試験調査船北洋丸二等機関士 小甲 興治  
 函館水産試験場企画総務部総務課指導主任 川井 敏子

(平成14年4月1日付け)

## 異動 ( )内は前職

水産林務部技監(釧路水産試験場場長)達本 文人  
 釧路水産試験場場長(稚内水産試験場場長) 山崎 宏  
 稚内水産試験場場長(水産孵化場副場長) 岡田 鳳二  
 栽培漁業総合センター場長(中央水産試験場企画情報室長) 宇藤 均  
 水産林務部資源管理課参事(中央水産試験場総務部長兼総務課長) 伊藤 俊輔  
 中央水産試験場総務部長兼総務課長(水産林務部漁港漁村課課長補佐) 沖田 英継  
 中央水産試験場資源管理部長(網走水産試験場資源増殖部長) 渡辺 安廣  
 中央水産試験場企画情報室長(中央水産試験場資源管理部長) 佐野 満廣

網走水産試験場資源増殖部長(中央水産試験場資源管理部主任研究員) 西内 修一

栽培漁業総合センター総務課長(水産林務部栽培振興課調整係長) 野口 明義  
 檜山海区漁業調整委員会事務局長(栽培漁業総合センター総務課長) 伊藤富士夫

中央水産試験場総務部総務課会計係長(興部道有林管理センター総務課庶務係長) 佐藤 洋  
 中央水産試験場企画情報室情報課長(水産林務部漁業管理課主任) 榊原 滋  
 函館水産試験場企画総務部総務係長(渡島支庁経済部林務課指導主任) 太田 瑛子  
 稚内水産試験場企画総務部総務課主査(会計)(水産林務部林業振興課主任) 橋本 尚喜  
 栽培漁業総合センター総務課主査(企画情報)(中央水産試験場企画情報室情報課長) 河野 隆一  
 日高支庁経済部水産課主査(組合合併)栽培漁業総合センター総務課主査(企画情報) 田附 弘幸

中央水産試験場試験調査船おやしお丸通信長(釧路水産試験場試験調査船北辰丸通信長) 山下 素朗  
 函館水産試験場試験調査船金星丸通信長(中央水産試験場試験調査船おやしお丸通信長) 中山 伸二  
 釧路水産試験場試験調査船北辰丸通信長(稚内水産試験場試験調査船北洋丸通信長) 川辺 雅紀  
 稚内水産試験場試験調査船北洋丸通信長(稚内水産試験場試験調査船北洋丸二等船舶通信士) 島崎 利晴  
 函館水産試験場試験調査船金星丸二等航海士(函館水産試験場試験調査船金星丸甲板長) 浅野 文一  
 稚内水産試験場試験調査船北洋丸二等機関士(水産林務部資源管理課漁業取締船北王丸三等機関士) 長谷川栄治

水産林務部資源管理課漁業取締船ほっかい二等機  
関士(稚内水産試験場試験調査船北洋丸三等機関士)

長谷川勝則

稚内水産試験場試験調査船北洋丸三等機関士(函館

水産試験場試験調査船金星丸繰機長)宮崎 正人

函館水産試験場試験調査船金星丸甲板長(函館水  
産試験場試験調査船金星丸工作長) 本田 賢一

釧路水産試験場試験調査船北辰丸甲板長(稚内水  
産試験場試験調査船北洋丸甲板長) 牧野 稔

稚内水産試験場試験調査船北洋丸甲板長(稚内水  
産試験場試験調査船北洋丸操舵長) 川島 宏樹

中央水産試験場試験調査船おやしお丸操舵長(中  
央水産試験場試験調査船おやしお丸工作長)

和田 大作

稚内水産試験場試験調査船北洋丸甲板長(稚内水  
産試験場試験調査船北洋丸工作長) 名和 仁

函館水産試験場試験調査船金星丸繰機長(稚内水  
産試験場試験調査船北洋丸繰機長) 籠嶋 力

函館水産試験場試験調査船金星丸工作長(函館水  
産試験場試験調査船金星丸) 岩崎 貴光

稚内水産試験場試験調査船北洋丸(中央水産試験  
場試験調査船おやしお丸) 川井 靖志

稚内水産試験場試験調査船北洋丸(釧路水産試験  
場試験調査船北辰丸) 花川 良治

中央水産試験場資源管理部主任研究員(中央水産  
試験場資源管理部管理技術科長) 上田 吉幸

函館水産試験場資源管理部主任研究員(函館水産  
試験場資源管理部主任研究員兼資源管理科長)

國廣 靖志

中央水産試験場資源管理部管理技術科長(中央水  
産試験場資源管理部資源管理科長) 夏目 雅史

中央水産試験場企画情報室企画課長(中央水産試  
験場加工利用部品質保全科長) 北川 雅彦

中央水産試験場加工利用部品質保全科長(中央水  
産試験場企画情報室企画課長) 錦織 孝史

中央水産試験場資源増殖部魚病防疫科長(水産孵  
化場病理環境部魚病防疫科長) 三浦 宏紀

中央水産試験場資源管理部資源管理科長(網走水  
産試験場資源管理部資源管理科研究職員)

村上 修

函館水産試験場資源管理部資源管理科長(栽培漁  
業総合センター魚類部魚類第二科長)横山 信一

栽培漁業総合センター魚類部魚類第二科長(中央  
水産試験場資源管理部資源管理科研究職員)

藤岡 崇

水産孵化場病理環境部魚病防疫科長(中央水産試  
験場資源増殖部魚病防疫科長) 鈴木 邦夫

中央水産試験場加工利用部加工開発科(網走水産  
試験場紋別支場利用技術科) 木村 稔

釧路水産試験場資源管理部資源管理科(渡島支庁  
経済部水産課) 後藤 陽子

網走水産試験場紋別支場利用技術科(中央水産試  
験場加工利用部加工開発科) 蛸谷 幸司

後志支庁水産課(中央水産試験場総務部総務課)

竹花 リサ

空知支庁納税課(稚内水産試験場企画総務部総務  
課) 松永 道子

### 新規採用

中央水産試験場資源管理部 板谷 和彦

網走水産試験場資源管理部 室岡 瑞恵

中央水産試験場総務部総務課 城戸幸寿江

稚内水産試験場企画総務部 小倉 拓也

中央水産試験場試験調査船おやしお丸

佐々木邦彦

編集 北海道立中央水産試験場図書出版委員会

委員長 水島 敏博

委員 上田 吉幸 浅見 大樹 森 立成 野俣 洋

櫻井 泉 阪根 友行 佐野 満廣 鳥澤 雅

事務局 榊原 滋 太田 基 畑谷 衣里

\* \* \* \* \*

表紙右上記号 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、ISDS (International Serials Data Systems ; 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 ISDS 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。本誌に対するご質問、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 - 8555 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 - 0932 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 - 0013 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 - 0024 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 - 0027 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 - 3119 網走市鱒浦1 - 1 - 1  
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 - 0011 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 - 0001 稚内市末広4 - 5 - 15  
電話 0162 (32) 7177  
FAX 0162 (32) 7171

### 北海道立栽培漁業総合センター

041 - 1404 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57号

平成14年7月29日発行

編集・発行 北海道立中央水産試験場  
ホームページアドレス <http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/>  
印刷 岩橋印刷株式会社