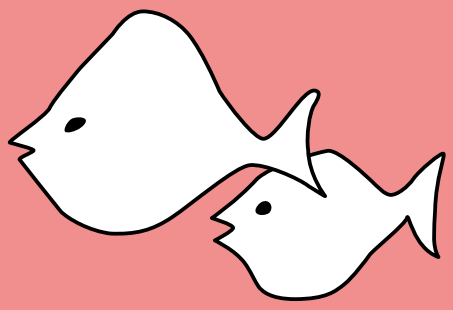
試される大地 北海道

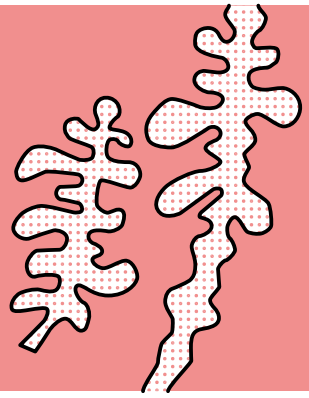
ISSN 0914－6849

HOKUSUISHI DAYORI

北水試だより

▷浜と水試を結ぶ情報誌◁





目　次／北海道における魚類海面養殖の歴史と現状 …… 1

各水試発トピックス
中央水産試験場一般公開開催 …… 6

北海道東部地域の湖沼性ニシン稚魚の成長に伴う
体成分等の変化 …… 7
中国のナマコ養殖事情（視察報告）……12

資源管理・増殖シリーズ
資源評価のキーワード・ＲＰＳって何？ ……18

水産加工シリーズ
釧路地域の美味しい魚～旬を高鮮度で食卓へ～ ……22

各水試発トピックス
「2007サイエンスパーク」に参加 ……26
水槽内でキチジが産卵！ ……27
新たに取り組んだ地曳き網調査でマツカワが
たくさん捕れました ……28

第75号
2007／12

北海道立水産試験場

北海道における魚類海面養殖の歴史と現状

森　　立　成

キーワード：海面養殖、陸上養殖、海産魚類

はじめに

北海道における魚類海面養殖は、1980年台前半にサクラマス、ギンザケおよびヒラメを対象として開始され、約30数年の歴史があります。総生産量は、これらの種類を主体に1990年台前半頃まで急激に増加し、1992～1993年には 150 トンを超えました（図１）。しかしその後、これらの魚種の生産量は減少し、近年の生産量は、ホッケ、クロソイおよびマツカワで16～17トンとなっています。今回は、これまで海面を利用して行われてきた７魚種の養殖（一部、陸上養殖も含む）の概要と問題点を紹介し、今後の展望について考えてみたいと思います。

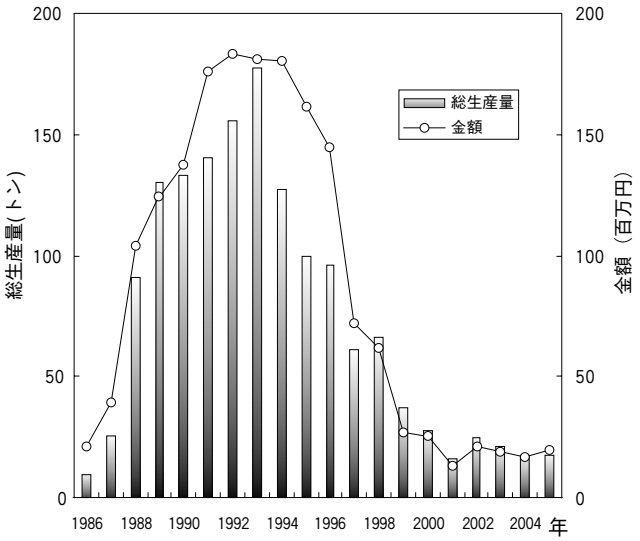


図１　北海道における魚類海面養殖生産量と金額の推移（北海道現勢より）

サクラマス養殖

サクラマスは、北海道の特産種として位置づけられ、種苗生産技術が確立し、海中飼育が容易なことが利点としてあげられました。サクラマス養殖は1982年、乙部町において道内で初めて海面養殖試験が行われたことから始まります。その後、乙部町では試験を繰り返し、100～150ｇの種苗を10×10×５ｍの海面生け簀に収容し、翌年、海水温が20℃を超える頃およびブナ化が進行する７月前までに出荷するという道南日本海における養殖サイクルを確立しました（西村 1990)。この技術開発を受けて、全道各地で養殖試験が行われるようになります。特に越夏可能な太平洋側地域などでも養殖が広がり、それぞれの海域に対応した養殖技術が開発されました。海水馴致技術の改良から各地域での生残率も向上し、全雌三倍体の海中養殖用種苗としての有効性も確認されました（水産孵化場1992）。全道の養殖箇所数は、1986年には６カ所でしたが、1989年には15カ所におよび、生産量は75.7トンに達しました（図２）。生産量は、さらに増加して翌1990年には97トンを記録しました。一方、奥尻地区では、1993年～1996年にかけて沖合養殖パイロットファーム実証試験が実施され、外海における生け簀改良や種苗の越夏試験などが行われました。しかし、潮流および時化による施設維持管理費の増大、疾病などの影響で採算性の低下を招きました。生産量は、1996年には23.2トンとなり、この年を最後に生産はみられなくなりました。

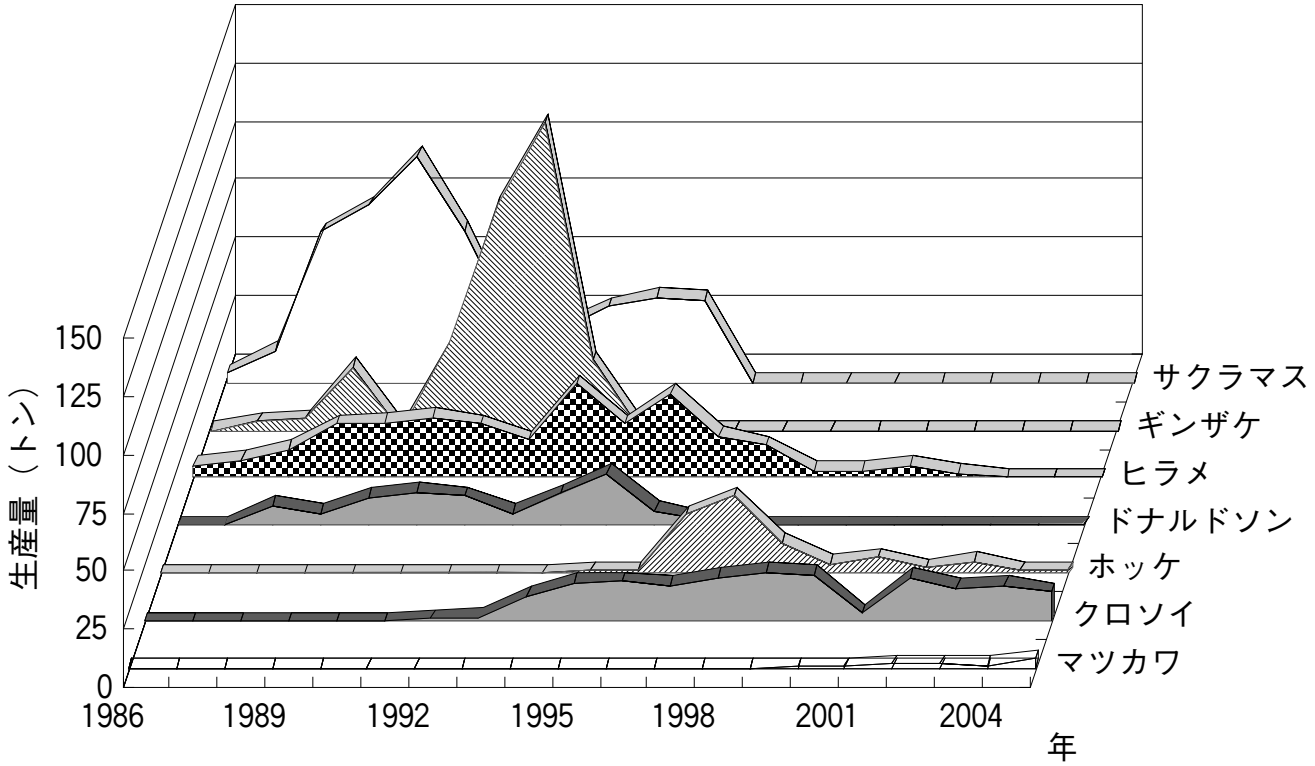


図２　北海道における海面魚類養殖（一部、陸上養殖を含む）の魚種別生産量の推移（北海道現勢より）

1990年前半頃から多くの地域で生産量が落ち込んだ大きな原因として、輸入サケマスの増加による収支の低迷があげられます。また、サクラマス養殖の問題点として、日本海側では夏期の高水温を避けるため、飼育期間が10月から翌６月までにほぼ限定されてしまうこと、高水温となる７月頃までに出荷が集中しこの時期に三陸産ギンザケと競合すること、海中飼育可能な大型種苗を用いるため種苗生産コストが高くなることなどがありました。

ギンザケ養殖

ギンザケは、恵山町で養殖試験が始まり、釧路市、稚内市、奥尻町などで実施されました。釧路市では、三陸から養殖種苗生産の要望があったことから、10～20ｇの魚を海水馴致後、海中生け簀で育成し、250 ｇ程度の種苗として活魚出荷するという養殖形態で行われました。北海道での養殖は、1987年から1994年頃まで行われ、生産量は、1992年には96トン、1993年には 132 トンとなりました(図２)。しかし、北海道よりも水温条件が有利な三陸で出荷される大量の大型魚の影響、チリ産やノルウェー産などの輸入サケマスの増加による価格の低迷、イワシの減少による餌料費の高騰、三陸から養殖種苗の要望がなくなったことなどから、生産量は急激に減少し1995年には生産がなくなりました。

ドナルドソン養殖

ニジマスの改良型であるドナルドソンは、従来のニジマスよりも成長が良く、商品価値が高いため、海面養殖種苗としての導入が期待されました。主に日本海南部地域、釧路市、浜中町、網走市および羽幌町で養殖が取り組まれ、1988年から1997年までに 2.4～22.5トンの生産がありました（図２)。ドナルドソンは、流通量がそれほど多くなく、特産品としての市場価値向上が期待されましたが、知名度が上がらず、種苗代や餌料費の上昇もあり、

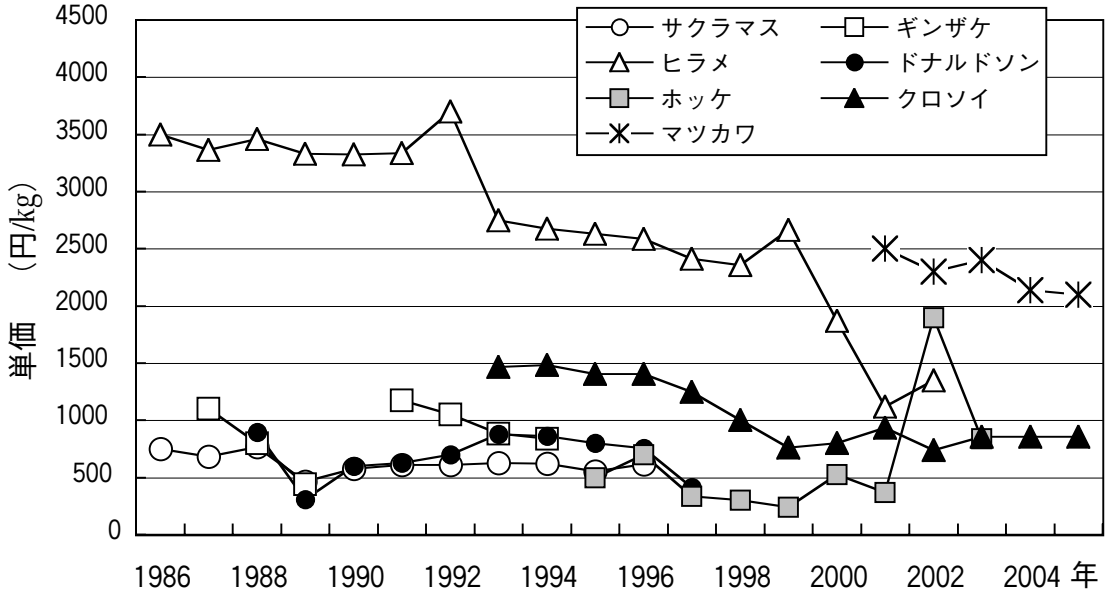


図３　北海道における魚類海面養殖の魚種別平均単価の推移（北海道現勢より）

採算性が厳しくなり、1998年を最後に生産されなくなりました。

ヒラメ養殖

ヒラメの海中養殖は、サクラマスやギンザケと同じ1983年頃から行われました。ヒラメは着底魚であり、また、日本海では波浪の影響が強いため、多くの養殖施設は海底固定方式で行われました。この方式は、給餌時の摂餌状況を観察できない等の問題点もありました。1984年には焼尻島で陸上養殖試験が実施され、海中養殖だけではなく陸上養殖も行われました。その後、陸上養殖は青函トンネルの温排水を利用した福島町の吉岡ヒラメセンターなどで実施されました。ヒラメ養殖は道内で広がりをみせ、1989年には道内15ヶ所で行われるようになりました（草刈 1991）。水産試験場では、本道の自然環境に適した養殖用種苗の作出を目指し、養殖用ヒラメの優良品種作出試験が行われました（齊藤 1996）。

全道の生産量（海中養殖と陸上養殖の合計）は、1986年の 5.2 トンから徐々に増加し、1989年から1997年までほぼ20～30トンを維持していました。しかし、徐々に減少し、1999年から2003年には数トン規模となりました（図２）。

ヒラメは､図３に示したように､他の魚種と比較して非常に単価が高いことが特徴でした。単価の推移をみると、1986から1992年まで3,400～3,500円/kgと高価格を維持していました。ところが､その後徐々に下落し、2002年には1986年当時の1/3近くまで減少してしまいました。このような価格の下落も影響して道内各地の事業は縮小し、2004年、最後に残った福島町の養殖事業も打ち切られました。各地の事業の収支悪化には韓国産ヒラメの国内輸入の影響もありました。

北海道におけるヒラメ養殖の問題点として冬季の低水温があげられます。ヒラメの成長が期待できる水温は10℃以上と考えられ、養殖適期は、日本海側を例にとると、６月から11月のおよそ5～6ヶ月間に限られるため、北海道のヒラメ養殖は、種苗搬入（５～10ｇ）から出荷（600～1,000ｇ）まで２年半を要します。これは、本州の養殖期間（およそ１年）に比べて不利な条件です。一方、

本州では夏期の水温が25℃を超える地域が多く疾病が起こりやすいため、この点では北海道は有利でした。

ホッケ養殖

ホッケ養殖は、定置などで漁獲された小型ホッケを有効利用するため、岩内町や奥尻町で1995年から始まりました。冬から春に捕れる小型ホッケ（約300ｇ）を海中生け簀に収容し、市場価値の上がる大型魚（700～800ｇ）にまで養殖することを目的としました。ホッケ養殖の問題点は、飼育水温が20℃を超えると飼育が困難になるため、飼育期間が日本海側では７月上旬頃までと限られてしまうこと、餌料効率が低く、成長のバラツキが大きいことなどです（三浦ほか　1997)。現在では、大型魚で出荷することを目標に上ノ国町で養殖が行われています。

クロソイ養殖

クロソイはソイ類の中でも成長が良いことから、北海道では1990年頃から戸井町、増毛町、古平町および室蘭市などで養殖試験が始まりました。生産量は1994から2000年において、15.6～22.6トンを記録し、比較的安定した生産が行われました。近年（2002～2006年）の古平町における生産量と単価は、6.8トン～15.7トン、850円/kg前後となっています。最近、室蘭市ではクロソイオーナー制などＰＲのための新しい取り組みも始められています。

クロソイもヒラメと同様、種苗搬入（全長40㎜前後）から出荷（500～900ｇ）まで２年半を要します。しかし、クロソイは８℃以上で成長するので、日本海側で養殖すれば、ヒラメより２ヶ月間長い４～12月が養殖適期となります。さらに、日本海側の夏期の高水温（24～25℃）にも強い種類です。古平町における浮き生け簀養殖試験では、種苗搬入から約２年で 500 ｇに達することが分かっています（三浦ほか 1994)。現状における問題点の一つは、経費の削減による生産の効率化です。特に経費に占める飼料費の割合は50％以上と高く、飼料費の低減が重要な課題となっています。疾病では、エラムシと呼ばれるミクロコチレや筋肉内に寄生した部分にゴマのように点が残るリリアトレマ（三浦ほか　2003）などの寄生虫が問題点となっています。

マツカワ養殖

近年、北海道の特産種として注目されているマツカワは、1988年から中央水試において陸上養殖試験が行われました。その結果、クロソイと同様に８℃でも成長がみられ、飼育も比較的し易いことから養殖に適していることが分かりました。その後、同水試において浮き生け簀養殖技術開発試験が実施されました。この中では、養殖施設の改良や飼育特性の把握がなされ、海面における養殖管理法が開発されました。さらに同水試では、全雌化や性統御法に関する検討も行っています（森 2006)。

現在、古平町、浦河町および羅臼町において、それぞれの地域に対応した海中および陸上養殖試験が行われています。古平町養殖試験における近年（2002～2006年）の生産量と単価は、1.1トン～4.0トン、2,100～2,500円/kgとなっています。現在の問題点の一つは、日本海側では夏期の高水温（23～24℃以上）、太平洋側では冬期の低水温（０～１℃)で衰弱および斃死がみられることです。しかし、特に低水温による斃死について羅臼町では、深層水の利用により冬期間の飼育も可能なことが分かってきました。

マツカワに限らず、養殖の有利な点は天然の漁

獲と違って、出荷調整による周年出荷が可能なことです。古平町では既に周年出荷が可能になりつつあります。今後、高級魚としての知名度の向上、販路および需要の拡大などが実現できれば北海道の養殖対象種として大変期待のできる魚です。

魚類海面養殖継続のためのポイントは？

以上、魚種ごとに養殖の歴史と問題点の概略を述べてきました。これらを基に、北海道において魚類海面養殖を継続発展させていくためのポイントを改めて整理してみると次のようになると思います。まず、第一に、養殖用の種苗が継続して入手可能であることです。これには対象種の安定的な種苗生産技術の確立も不可欠です。

第二に対象種の生産が輸入に影響されにくいもので、北海道あるいは北日本の特産種であることです。サクラマス、ギンザケ、ヒラメ養殖の衰退には、結果的に輸入が強く影響しました。さらにヒラメは、全国的に養殖されており、北海道ブランドの構築までに至らなかったと考えられます。マツカワは、北海道の特産種であるとともに希少種であるという特性を持っている点で、他の魚種と違って有利であると考えられます。

第三に北海道の厳しい低水温環境（種類によっては夏期の高水温）と気象条件をクリアすることです。これには、それぞれの海域特性や魚種に対応した養殖技術を開発する必要があります。

第四は安定した販路の確立で、養殖事業を継続させる大変重要なポイントであるといえます。これは売り先との信頼関係で成り立つものであり、継続的な出荷と輸送方法の確立が条件となります。

第五に適切な飼育管理技術の確立があります。近年、養殖魚でも飼育履歴（トレーサビリティ）が問われる時代になりつつあります。一方、使用できる水産用医薬品は少なくなり、防疫の重要性はさらに増しています。疾病を予防するためには、飼育管理において、魚病の原因となり得る条件をいち早く探し出し、それらを一つ一つ改善していくことが必要です。

今後の展望

近年、消費者は、良質で安全、かつ珍しいものを求めています。一つの魚種を過密・大量生産するという方法は、コスト低減には有効かもしれませんが、疾病の発生や品質管理の面からは問題点も多いと考えられます。従って、北海道の魚類養殖環境を考慮すると、今後は、量より質、少量、多魚種生産、高価格販売が望ましいと考えられます。このためには、ブランド化のためのPR戦略や高付加価値化のための飼育技術の改良が必要となるでしょう。

天然種苗が継続して入手できるところでは、ホッケ養殖のように高価格で販売できるサイズまでの短期養殖の発想も重要です。販売面では、特産品として旅行客などをターゲットに各地域の観光名所、レストラン、ホテルでの直売、インターネット販売など独自の流通・販売ルートを確立する必要があると考えられます。

養殖適地とされる内湾が少ない北海道ですが、沖合を利用した大規模養殖では、施設までの移動コストや海況による施設管理面のリスクが大きくなると考えられます。従って海面だけでなく、地域によっては、海面と陸上の併用方式（夏期は海面生け簀、冬期間は陸上施設など）も考慮すべきです。陸上水槽による閉鎖循環システムでは、気象に左右されず、少ない海水で効率的に養殖を行える可能性があります。しかも、環境にかかる負荷が小さいため、今後、北海道でも実用化に向けて技術開発を進めるべきだと思います。

また、水温の調整に関しては、低水温期には温泉水の利用、高水温期には深層水の活用が有効です。さらに、北海道の不利な条件を少しでも克服するためには、育種技術の利用や地元で獲れる安価な水産物を原料とした餌料の開発など、積極的な生産効率化のための方策を検討する必要があります。

近年、我が国では漁業生産の減少、漁業規制の強化および漁業者の高年齢化など、漁業をとりまく状況は大きく変わりつつあります。一方、中国をはじめとしたアジア諸国などでは食用魚需要が急激に増加しており、世界的には養殖生産の重要性が増大してきています。現在の状況から判断すると北海道の魚類養殖の急速な発展には、高いハードルがあるかもしれません。しかし、今まで行ってきた養殖試験および事業の結果や問題点を次に生かすためにも技術開発は継続していく必要があると思います。

引用文献

西村　明：乙部試験生け簀におけるサクラマス海中養殖試験概要．育てる漁業．201,3-6(1990)
水産孵化場：恵山町で行われたサクラマスの海中養殖試験について．試験研究は今．98(1992)
草刈宗春：北海道における海面養殖の現状と問題点．1-89 (1991)
齊藤節雄：染色体操作の応用による養殖用ヒラメの優良品種作出試験. 試験研究は今．269 (1996)
三浦宏紀ほか：クロソイの浮き生け簀養殖技術開発試験．平成６年度中央水試事業報告書．151-154.(1994)
三浦宏紀ほか：ホッケ養殖に向けて．北水試だより．39,1-4(1997)
三浦宏紀ほか：クロソイにみられる「ゴマ」について. 北水試だより．61,14-17(2003)
森　立成：マツカワ全雌化の試み：試験研究は今．566(2006)

(もり　たつなり　中央水試　資源増殖部
報文番号Ｂ2284)

各水試発トピックス

中央水産試験場一般公開開催

平成19年７月27日（金）10時から中央水試の一般公開を開催しました。

例年この時期に開催しており、今年は好天に恵まれたこともあり、大勢の方々が来場されました。今年実施した主な内容は、水試で行っている試験研究についてのパネル展示やその紹介に加えて、「海藻からたまごをつくろう」や「波の伝わり方を知ろう」の体験コーナーも実施しました。

魚に親しむことを目的としたタッチプールやカニ釣りなどのコーナーも大盛況でした。また、毎年、好評のさきいかの試作実演や地曳き網も行列が出来るほどの人気でした。

子供達はウグイ、カレイ、ホタテやイカが泳ぐプールの中で、魚や貝などと触れあいながら、楽しく遊んでいました。普段は静かな試験場内に子供達の歓声が響いていました。



《波の伝わり方を知ろう》



《力をあわせて地曳き網》

（中央水試企画情報室　新井雅博）

北海道東部地域の湖沼性ニシン稚魚の成長に伴う体成分等の変化

菅原　玲　福永恭平　鈴木重則

キーワード：ニシン、湖沼性、風蓮湖、厚岸、人工種苗、天然稚魚、体成分

はじめに

ニシンと言えば日本海の魚のイメージが強いかもしれませんが、北海道東部地域（以下、道東）でも昔からニシンが漁獲されてきました。現在、北海道周辺に生息するニシンは、産卵場の環境条件と移動・回遊の大きさなどの生活タイプの違いにより、海洋性広域型、海洋性地域型、湖沼性地域型、中間型の４つに区分されます。それらのうち、近年の北海道日本海で漁獲されている石狩湾系ニシンは海洋性地域型ニシンに区分され、道東で漁獲される風蓮湖ニシンや厚岸ニシンなどは、それぞれ風蓮湖や厚岸湖などの湖沼で生まれ、生まれた湖沼に産卵のため回帰してくる湖沼性地域型ニシン（以下、湖沼性ニシン）に区分されます。この湖沼性ニシンにおける人工種苗の生産と放流は、独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所　海区水産業研究部栽培技術研究室（厚岸栽培技術開発センター、旧　日本栽培漁業協会厚岸事業場、以下、北水研）によって、昭和58年から行なわれました。その後、ニシン人工種苗の放流は、宮城県、岩手県、青森県、北海道の日本海で行われるようになりました。

しかし、これまで、天然稚魚や人工種苗が生き残るためには何が必要かということを生化学的な面からアプローチする研究は少なく、道水試が中心となって行っている「日本海ニシン増大推進プロジェクト」の対象魚となっている石狩湾系ニシンで行なわれているに過ぎませんでした。ニシンの人工種苗と天然稚魚をそれぞれ成長段階ごとに採取し、それらの体成分等を分析することによって、ニシン稚魚の環境への適応性や生理的特性を知ることができると考えられます。

そこで今回、風蓮湖ニシンの天然稚魚および人工種苗、さらに厚岸ニシンの人工種苗を試料とし、道東における湖沼性ニシン稚魚期の体成分等の変化について調査しました。また、ここで得られた結果とこれまで石狩湾系ニシンで得られた結果を比較し、生活タイプが異なるニシン稚魚の生理的特性について検討しました。

試料と分析項目について

分析試料として、ニシンの人工種苗は平成16年に別海町ニシン種苗生産センターで生産された平均全長30～60㎜の風蓮湖ニシンと、同年北水研で生産された平均全長30～100㎜の厚岸ニシンを用いました。また、天然稚魚は平成16年６月上旬から７月上旬にかけて、釧路水試資源増殖部が「ニシン種苗放流技術開発試験」の調査中に風蓮湖内で採集した平均全長30～90㎜の風蓮湖ニシンを用いました。人工種苗および天然稚魚いずれの試料も全長、体重を測定後、肥満度（体重(ｇ)÷全長(㎜)^3×10^3）を算出し、内臓、頭部および尾鰭を除去したものを均一に細切して分析を行いました。

表１　魚類筋肉における生化学的指標と役割

たんぱく質（筋肉の主成分・・・筋原繊維たんぱく質など）	→ **遊泳力**　or　貯蔵エネルギー
脂質	
貯蔵脂質（**ＴＧ**など）	→ **貯蔵エネルギー**（**飢餓耐性**）
組織脂質（リン脂質（**ＰＬ**）など）	→ **細胞機能の維持**
グリコーゲン	→ **運動エネルギー**　or 貯蔵エネルギー
ＡＰ活性（細胞内におけるたんぱく質分解酵素の活性）	→ 細胞内の**たんぱく質代謝回転**（**基礎代謝量**）
ＤＮＡ（細胞の基本要素・・・一細胞あたりの量は一定）	→ **細胞の肥満**
たんぱく質／ＤＮＡ比	→ **細胞の肥満**
ＲＮＡ（たんぱく質合成の主役）	→ **たんぱく質合成能**
核酸比（ＲＮＡ／ＤＮＡ）	→ 一細胞あたりの**たんぱく質合成能**

注）下線字は分析項目とその項目の主な魚類筋肉における生化学的指標と役割

今回分析を行った項目とそれらが魚体内のどのような生化学的変化の指標となるかを表１にまとめました。たんぱく質量は遊泳力*1の指標、トリグリセリド（以下、TG）およびグリコーゲン量は飢餓耐性*2の指標となります。また、基礎代謝量*3が増大するときには、たんぱく質量の増加とともに酸性プロテアーゼ活性（以下、AP活性）が増加し、さらに成長のために体内でたんぱく質合成が活発に行われているときには、RNA量または核酸比（RNA/DNA）が増加します。

人工種苗と天然稚魚の比較

図１に風蓮湖および厚岸ニシンの人工種苗と風蓮湖ニシンの天然稚魚の全長と体重および肥満度との関係を示しました。全長の増加に伴う体重および肥満度の増加は、全長60㎜前後から人工種苗より天然稚魚で高くなる傾向を示しました。図示していませんが、石狩湾系ニシンで得られた結果と比較すると、肥満度に関しては、石狩湾系ニシンで天然稚魚の方が人工種苗に比べ高い傾向にあり、今回の結果と類似していました。このことから、天然稚魚は室内で飼育された人工種苗より、成育環境のよい所に生息している可能性があると考えられました。図2～5に人工種苗と天然稚魚の全長と各体成分等の関係をそれぞれ一つの図にプロットして示しました。全長とたんぱく質量、RNA量およびPL量は、人工種苗と天然稚魚でほとんど差は見られませんでした。しかし、AP活性、たんぱく質/DNA比、RNA/DNA、TG量およびグリコーゲン量は人工種苗が天然稚魚に比べ高い傾向を示し、それらとは逆にDNA量は低い傾向を示しました。TG量は全長60㎜以上になると、人工種苗、天然稚魚にかかわらず顕著に増加し、特に人工種苗では、天然稚魚の２倍前後の蓄積量が認められました。

＊1　大型魚などの外敵から逃れたり、より広範囲に移動できる能力
＊2　餌をとれなくても生きていられる体力
＊3　生きていくために必要最小限のエネルギーの代謝量

また、グリコーゲン量は、天然稚魚ではほとんど蓄積していないのに対し、人工種苗では全長が大きくなるほど増加する傾向が見られました。

これらの違いは、人工種苗が天然稚魚と全く異なった環境、すなわち湖内と違い運動量が制限された室内で飼育されていることや餌の質が影響していると考えられました。また、石狩湾系ニシンでも人工種苗、天然稚魚にかかわらず、全長60㎜以上でTG量が増加し、人工種苗のTG量は10～20㎎/gで、同サイズの天然稚魚のTG量と比べて高い値を示しています。このように、成長に伴うTG量の変化は、生活タイプの異なる湖沼性ニシンと石狩湾系ニシンできわめて類似していました。

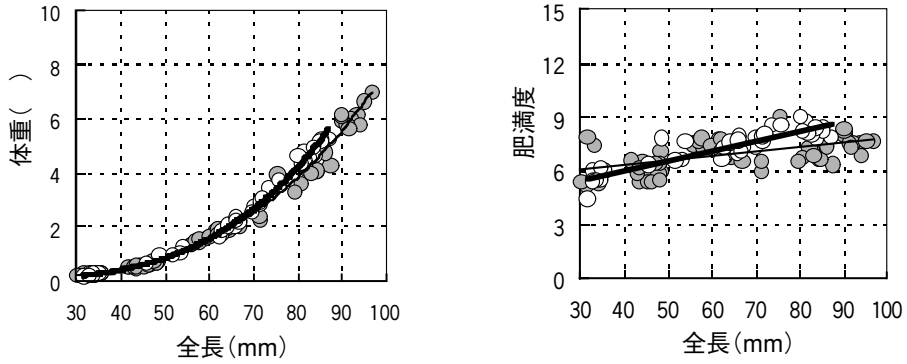


図１　ニシン稚魚の全長と体重および肥満度との関係
注）　――，●：人口種苗、――，○：天然稚魚

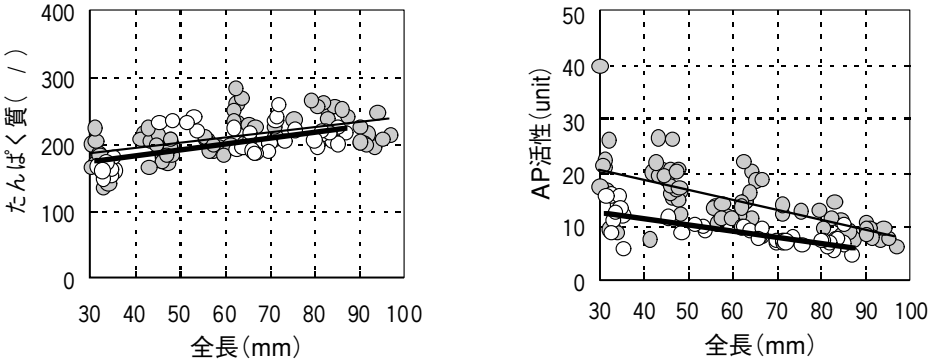


図２　ニシン稚魚の全長とたんぱく質量およびAP活性との関係
注）　――，●：人口種苗、――，○：天然稚魚

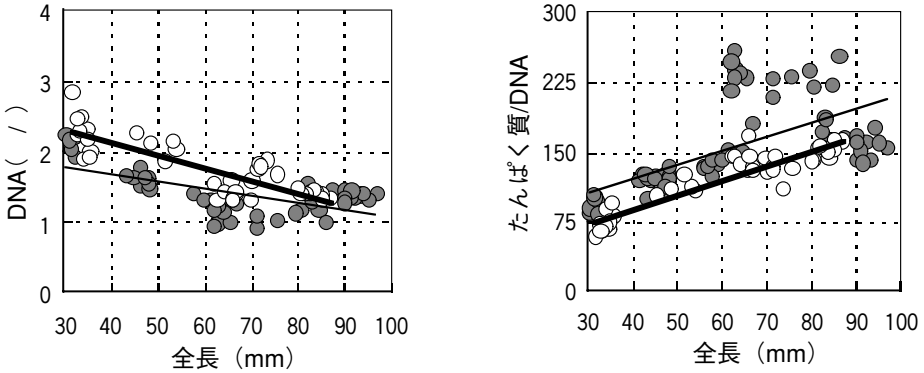


図３　ニシン稚魚の全長とDNA量およびたんぱく質／DNA比との関係
注）　――，●：人口種苗、――，○：天然稚魚

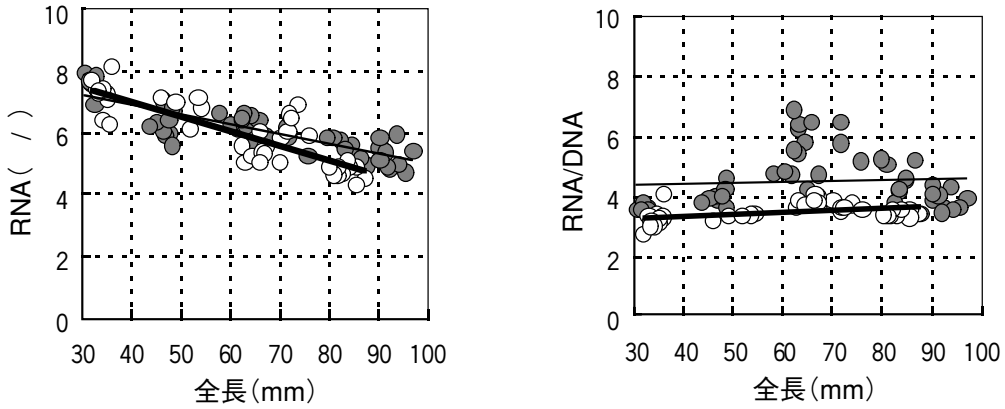


図４　ニシン稚魚の全長とRNA量およびDNA/RNAとの関係
注）　――，●：人口種苗、――，○：天然稚魚

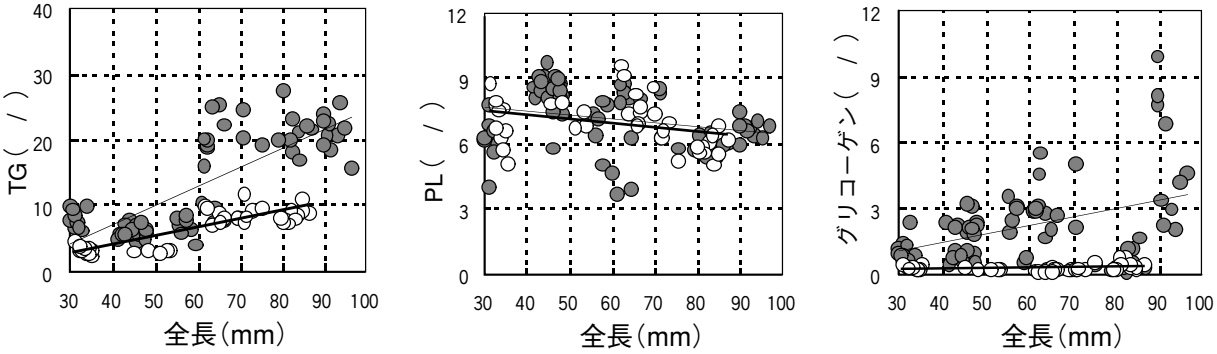


図５　ニシン稚魚の全長とTG、PLおよびグリコーゲン量との関係
注）　――，●：人口種苗、――，○：天然稚魚

これまでの調査結果では、ニシン稚魚がある時期またはサイズになると、石狩湾系ニシンでは沿岸から沖合を、湖沼性ニシンでは湖沼内から外海を回遊するようになることが知られています。このとき、ニシンの稚魚は、成長とともに体成分等を変化させ、より広範囲に生息できる能力が備わると思われます。したがって、石狩湾系および湖沼性ニシンのTG量は、ニシンの稚魚期における生理的特性の一つであり、それらニシン稚魚が沖合および外海といった広い環境を回遊するための準備状況を示す指標であると考えられました。

一方、人工種苗は天然稚魚に比べAP活性とRNA/DNAが高いことから、天然稚魚よりもたんぱく質の代謝回転が速く、基礎代謝量が高いと考えられます。ところが、AP活性とRNA/DNAに関しては、石狩湾系ニシンでは人工種苗よりも天然稚魚で高い傾向にあり、今回の湖沼性ニシンの結果は逆の傾向でした。したがって、これらの違いは、ニシンの生活タイプの相違、すなわち天然稚魚で言えば、成育する場所が湖内と沿岸域の違いによって生じるそれぞれのニシン稚魚の生理的特性と考えられ、今後、検証が必要と思われます。

おわりに

稚魚期の生残と体成分の質的変化の関係を把握することは、人工種苗の放流後の生残率を高める

ための適切な放流サイズ、時期および適地などを解明する重要な手がかりになると考えられます。

今後、他地域のニシンも調べることにより、人工種苗の放流後の生残、すなわち、放流効果を高めるための知見を集積できると考えています。

最後に、風蓮湖ニシンの天然稚魚の採集および人工種苗の採取にご協力をいただきました別海漁業協同組合の小笠原総務部長ならびに山田氏、別海センターの仙石場長、根室地区水産技術普及指導所ならびに同標津支所の皆様に対し、心よりお礼申し上げます。

参考文献

福田雅明ほか：ニシンの発育初期における体成分の変化．北大水産彙報．37(1)，30-37（1986）

中野　広：5.生体成分の生化学的分析．水産学シリーズ83「魚類の初期発育」（日本水産学会監修　田中　克編)，60-70（1991）

草刈宗晴ほか：ニシン資源増大プロジェクト研究について．北水試だより．34，5-6（1996）

高柳志朗：本道日本海に分布する地域性ニシンの生態的特徴．北水試だより．48，11-18（2000）

堀井貴司：道東にすむ湖沼性ニシン、風蓮湖系群のはなし(人工種苗放流事業に関わる試験研究)．北水試だより．50，1-6（2000）

佐々木正義ほか：石狩湾に放流されたニシン人工種苗放流後約１ヵ月以内の分布・移動．北水試研報．62，141-148（2002）

野俣　洋ほか：生化学的指標による放流技術の検討．平成14年度北海道立中央水産試験場事業報告書，164-168（2003）

福士暁彦ほか：生化学的指標による放流技術の検討．平成15年度北海道立中央水産試験場事業報告書，196-202（2004）

福士暁彦ほか：生化学的指標による放流技術の検討．平成16年度北海道立中央水産試験場事業報告書，194-197（2005）

福士暁彦：稚魚の成長に伴う体成分変化について．水産海洋研究．69(2)，114-115（2005）

（すがわら　あきら　釧路水試利用部、ふくながきょうへい、すずき　しげのり* 独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所、*現 独立行政法人水産総合研究センター南伊豆栽培漁業センター　報文番号Ｂ2285）

中国のナマコ養殖事情（視察報告）

酒　井　勇　一　　中　尾　博　己

キーワード　中国の漁業、ナマコ養殖、市場

はじめに

中国では、イリコ（ナマコ類の煮干品）の需要が高まっています。特に北海道産マナマコのイリコは最高級品とされ、需要が多く、年々単価も上がっています。

中国では国内の需要をまかなうため、1950年代にマナマコ養殖に取り組み始め、1980年代後半に技術が発展したとされ、現在は主に遼寧省と山東省そして河北省の一部で大規模養殖が行われているようです。最近、新聞報道や各地の中国視察などにより当地でのマナマコの養殖情報が断片的に入ってきていますが、養殖技術やマーケット情報にはまだまだわからないことも多いところです。

そこで、東北大学農学部の木島教授に、中国のナマコ養殖に詳しい中国山東省青島市にある中国海洋大学養殖学科育種学教室の李　琪教授を紹介いただき、著者らのほか、水産林務部水産振興課石塚浩一主幹の３名で、2006年12月12日から15日までの４日間、中国海洋大学、永順種苗生産施設（種苗生産のみの施設）、栄成市海洋漁業局、山東省好当家海洋友展股分有限公司（種苗生産～養殖事業まで一貫生産する施設）ならびに青島市内のジャスコと魚市場を訪問し、中国最大の養殖地帯でのマナマコ漁業、種苗生産、養殖および市場を視察させていただきました（図１）。今回はこの紙面を通して、この視察で得た情報を紹介します。

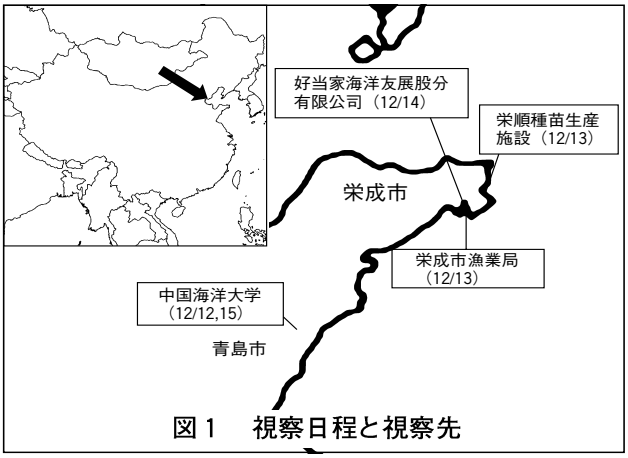


図１　視察日程と視察先

山東省の漁業・養殖業

中国では、行政が立案する都市計画に基づき、市の漁業局が最長15年間、個人または企業に沿岸海面の利用権を、使用料を徴収して貸与することができます。栄成市での年間使用料は１毛（666㎡）当たり20元（１元は15円）だそうです。許可は更新制で、許可を得た者が沖合い１～２㎞におよぶ借地で漁業や養殖業を営むことができるそうです。漁業者は海面を使用できる会社または個人に雇用され、給与で生活します。水揚げ物はほとんどが特定の業者間で取引されるため、わが国のような入札制度やセリなどはないとのことでした。

山東省ではホタテガイ、イタヤガイ、アカザラガイ、アメリカイタヤガイ、カキ、アサリ、エゾアワビ、アカガイ、ハマグリ、トリガイ、タイラギ、マテガイ、オキシジミなどの貝類のほか、マナマコ（中国のナマコ類の養殖対象は現在マナマコのみ）、エゾバフンウニ、キタムラサキウニなどの棘皮動物、タイショウエビ（コウライエビ）、クルマエビ、ガザミ、シロエビ、など甲殻類、そ

してヒラメ、タルボット、シタビラメ、ホシガレイなどの魚類が養殖され、マツカワは現在準備段階だそうです。これら養殖対象種のうち、タルボット、シタビラメ、マツカワ、シロエビ、アメリカイタヤガイ、ホタテガイなどは中国には生息していなかった外来種です。

栄成市でのナマコ養殖

栄成市の場合、沿岸500㎞のすべての海域でマナマコ養殖が行われています。ここでマナマコ養殖が始まったのは90年代に入ってからのことで、当初は栄成市と中国海洋大学が共同で、ナマコが生息しない海域（栄成市西部から青島までの砂泥域）での増殖技術を開発したそうです。以降、生産量、金額とも増加しており、７元/500ｇだったイリコが、現在は2,000～4,000元/500ｇで、これは一般サラリーマンの月給の２か月分に相当します。生産量は1.5～1.6万t/年（山東省全体の３割に相当）で、これらは全て養殖物によりまかなわれています。

栄成市内には種苗生産施設が140～150箇所あり、３～５㎝の稚ナマコを年間５億個体程度生産しています。こうして作った種苗を①河口域など塩分濃度の低いところでの陸上池、②潮干帯を堰堤で仕切った池で行う養殖（栄成市では主流）、③タイショウエビの養殖池跡地を改良しての養殖、④個人または企業の借地域内での放流（池のように仕切らない）のいずれかの方法で行われています。①ではポンプアップした海水を利用し、②と③では月２回の大潮にあわせて、堰堤の水門を開閉して換水します。栄成市ではナマコの養殖は無給餌で行い、海藻類の繁茂を促進するための施肥なども行っていません。

マナマコ養殖では３～４年前に養殖池で疾病が発生したそうですが、今は養殖密度の調節と換水で克服したということです。

ナマコの人工種苗生産技術、養殖

1）永順種苗生産施設（栄成市里島）

常時従業員140名を抱える種苗生産施設（写真１）で、マナマコとエゾアワビを生産し、繁忙期にはさらにアルバイトを雇っています。16ｔ水槽で188基に相当する3,000ｔ規模で0.05ｇの稚ナマコ（10㎜種苗）を５億個体生産しています。単価は500ｇで600元（１円／個体）でした。親は板やブロックを設置して遮光した16ｔ水槽（写真２）に８～10個体／m^2で収容し、体重の３～５％相当の餌（泥100：コンブ粉末70：その他海藻粉末20の混合物）を１日２回給餌します。採卵は別の16ｔ水槽に100～200個体の親を収容して水温刺激を与え、この水槽の中で１つの卵に対して３～４個の精子になる程度に、水槽の水位を上げて通気で攪拌しながら受精卵を洗卵します。その後通気を止



写真１　永順種苗生産施設
こうした棟が12棟以上ありさらに増築中



写真２　種苗生産施設内の様子
この棟の中には16tのコンクリート水槽が16基

め、孵化した幼生のうち水面から1/3程度の表層部分に浮上したものをメッシュで集めて、別の16ｔ水槽に0.2～0.5個体/mlになるように移します。４～５種類の浮遊珪藻を毎日８時間おきに３回給餌し、このとき同時にのべ0.5換水～１換水／日になるように１日３回換水します。変態期幼生の割合が20～30％になった頃、この飼育水槽に珪藻を付着した波板を投入（写真３）して採苗・育成します。稚ナマコの餌にはアカザラガイやカキ、アワビ用の養殖かごに付着した泥を高温過熱して、粘液状のものを除き、これにコンブ粉末と海藻粉末を10：７：２の割合で配合した餌を作り、少量ずつ給餌します。飼育期間中は遮光し、12℃以下にならないように飼育水を加温しているそうです。

幼生飼育や稚ナマコ育成など各段階の生残率などは測っていないとのことでしたが、通常 400～500万個体の幼生から100万個の種苗を生産できるとのことでした（写真４）。



写真３　水槽内の波板
30cm四方の波板20枚入りの枠が70枠並ぶ



写真４　生産されていた稚ナマコ

２）好当家海洋友展股分有限公司（栄成市虎山）

ここではマナマコのほか、エゾアワビ、トコブシ、クラゲ、シタビラメの種苗生産、天然稚仔を用いたアサリ、ヒラメ、アナゴの養殖と、コンブ養殖を行っています。

マナマコの種苗生産施設（写真５）には、20～30ｔの小型水槽と70～80ｔの大型水槽が200基あるそうです（写真６）。１ｇサイズ（約３㎝）で年間１億個体の種苗を生産しています。

先述の永順種苗生産施設と同様に、幼生飼育した水槽に珪藻を繁茂させた波板（20枚／枠）を収容し、５日に１回の割合で水槽換えを実施します（写真７、８）。稚ナマコになってから当初１か月間は、波板から稚ナマコを剥離せず枠ごと水槽を移動しますが、それ以降は枠をたたいて水槽内に稚ナマコを落とした後、水槽からこれらを全て回収して、別個に用意した新しい波板に剥離した稚ナマコを撒きます（写真９～11）。作業に要する人数は、枠の掬い上げに２名、枠から稚ナマコを落すために２名、波板上の稚ナマコ取り残し回収に２名、回収した稚ナマコの移槽に１名の計７名を要します。稚ナマコには配合餌料（市販）を給餌し、飼育期間中の換水率は２～３回転／日だそうです。給餌量は毎日残餌の状態や水温などを観察して決めるそうです。

稚ナマコの飼育では、ナマコを食害する小型甲殻類による大量斃死などが問題です。小型甲殻類は故白虫という薬品（成分は不明）の３～６ppm溶液で駆除します。この小型甲殻類発生後は、水温を22℃にして、５日間隔で３回薬浴を行うそうです。種苗単価は1.7ｇ/個体（300個体/500ｇ）のものが１～２元、１ｇ/個体（500個体/500ｇ）のものが0.5元だそうです。

幼生飼育や稚ナマコ育成など各発育段階ごとの生残率などは測定していないそうです。採苗から

出荷までの稚ナマコ飼育期間（５ヶ月）は波板上で遮光して育成しています。

１ｇ/個体（約３㎝）のサイズで養殖池に放して養殖を始め、２年半後に100～150ｇ（写真12）で漁獲回収します。エビの養殖池を転用した池での回収率は50～60％だそうです。潮干帯を堰堤で仕切った池ではこれよりも回収率は低いそうです。養殖期間中、給餌も施肥もしていません。エビ養殖池の転用池は１万毛（667ha）、潮干帯の仕切り池は３万毛（2,000ha、写真13）もあり、日本でいえば大きい港湾のような規模で、池というイメージとはかけ離れています。エビ養殖池の換水はポンプアップした海水で行い、囲い込み池（水深３m）は大潮時の干満差（１m）を利用して月２回行います。この池の水温は最高で31℃まで上昇しますが、問題はないそうです。養殖時に大量斃死が生じるのは、冬の低水温時（２℃程度まで下がるとのこと）と大雨による低塩分時とのこと。養殖物は夏眠と冬眠の時期を除いて周年出荷しています。

市場について

青島市内のジャスコとダウンタウンの乾物店、魚市場を視察しました。ジャスコでは、青島市内で養殖されたマナマコのイリコを2,580～5,800元/500ｇで、ダウンタウンの乾物店では中国産のイリコ（種不明）を980元 / 500ｇ（写真14）で販売していました。また、魚市場では写真15のようにツガルウニやユムシなどと一緒に、水で戻したイリコも売っていました（写真16）。



写真５　好当家（株）の種苗生産棟



写真７　波　　板



写真６　生産棟内部
棟内には20t水槽が20基並ぶ

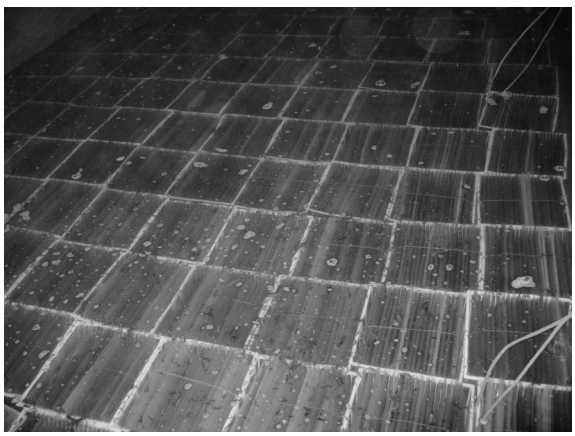


写真８　水槽底面の様子
12×17枠設置されている

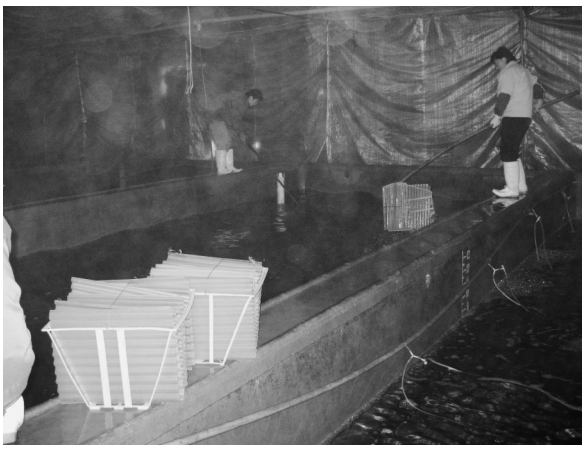


写真９　水槽掃除作業風景
長い柄で水槽底面の枠を取り上げ、水面に当て稚ナマコを大まかにたたき落とす



写真10　波板からの剥離作業
塩ビの棒で稚ナマコを波板からたたき落とす



写真11　新しい波板への稚ナマコの分散
新しい水槽内の波板の上に剥離した稚ナマコをまく

近年鳥インフルエンザや狂牛病、豚の口蹄疫などの蔓延などの影響もあり、世界的に魚食への関心が高まっています。中国でも新鮮な魚ほど高く



写真12　回収した出荷用のナマコ



写真13　堰堤で潮干帯を仕切った養殖池
この堰堤は企業資産（３億元）で造成したとのこと
写真遙か奥は種苗生産施設のある陸地

取引されますが、流通網の整備もあり、これまで淡水魚食であった内陸部でも海産魚の人気が高まり、ますます養殖が盛んになっています。イリコに関しては古くから内陸部でも食されていたため、今後も需要は拡大する見込みだそうです。さらに日本食ブームもあり、ナマコを刺身で食べるようにもなっているそうです。

中国でもナマコに限らず、どの魚種も人工物に比べ天然物の方が需要は高いそうですが、ナマコの場合は天然個体がほとんどいないということでした。特に北海道産の人気が高いのは、天然物であることに加え、痩立(いぼ)ちが良いためです。

まとめ

中国では、沿岸域の海面を個人または企業が借地し、ここに種苗を放流して回収した漁獲物は、放流した個人（企業）のものになるため、より大規模に生産・放流した方が収益も大きくなります。

一方、我が国では、漁業協同組合に共同漁業権を免許して、数十名から数百名単位で地先の海面を資源が枯渇しないように共同利用するため、養殖による海面の占有は難しく、種苗放流が中心になります。また、漁業が複数漁業者による入り会いであり、さらに同じ海面を様々な漁業に利用するため、混獲や密漁も生じやすく、種苗放流に投資した漁業者への十分な還元は難しいのが実情です。



写真14　下町の乾物店内のイリコ



写真15　ダウンタウンの魚市場



写真16　市場で売られていた戻しナマコ

今回視察させていただいた施設のように、種苗生産に大きい水槽を数多く持てるということは、稚ナマコの数を確保できる一方で、それだけの種苗を販売できる需要が必要で（中国では養殖という莫大な需要）、さらにこれにかかる維持管理費（水槽水を汲み上げたり加温したりする電気・燃料代金や飼育に関わる人件費）が安くなければなりません。日本では、漁業システム上、放流が主体になり、養殖（粗放的養殖を含む）を行うとしても、海面の占有は難しいため陸上または港湾の利用が中心になるでしょう。

今回の視察を終え、北海道では現在進めている効率的な飼育技術の開発を進めていくことが、最適であると考えています。

おわりに

今回の視察に際して、11月末の急な申し出に対して、年末の多忙な時期にもかかわらず、李教授には、視察先の選定・交渉から日本語と中国語の通訳、食事会などなど多大な便宜をはかっていただきました。また、栄成市漁業局　張副局長ほか漁業局の皆様、永順種苗生産施設　許社長、好当家海洋友展股分有限公司　張総経理、そして中国海洋大学の諸先生方にも貴重な時間を割いていただきました。ここに深くお礼申し上げます。

（さかいゆういち　栽培水試　生産技術部、
なかおひろみ　栽培水試　総括普及指導員

報文番号Ｂ2286）

資源管理・増殖シリーズ

資源評価のキーワード・RPSって何？

キーワード：RPS、産卵親魚重量、加入尾数、再生産成功指数、資源評価、乱獲

RPSって？

さまざまな魚の資源状態や漁業の現状を診断する資源評価という作業が全国の水試・水研で行われています。北水試でも、23種47海域の水産資源について資源や漁業の診断を行い、資源評価票を作成しています。

最近の資源評価の中で、“RPS”という３文字の略称が頻繁に登場するようになり、資源評価の結果を理解するうえで必要不可欠の用語になりつつあります。ここでは、この用語を取り上げて考えてみたいと思います。

図１を見てください。左側に、ある年の資源尾数を10尾の魚のマークで表しています。そのうち黒塗りの魚が漁獲され白抜きの魚が生き残り、そのうち四角で囲んだ魚が産卵した雌とします。産卵雌の数に雌１尾あたりの体重を乗じれば産卵親魚重量（S：Spawning（スポウニング） stock（ストック） biomass（バイオマス））となり、産卵数の多さに比例した値となります。産み出された卵は他生物に食べられたり、十分な餌がなかったり、水温が不適だったりと様々な要因で大幅に数を減らします。そのうち、運良く生き残って漁業の対象サイズまで達した尾数が灰色で表された部分で、加入尾数（R：Recruitment（リクルートメント））と呼ばれます。加入尾数（R）を産卵親魚重量（S）で割ることで、産み出された卵のうち、生き残って漁獲対象まで達した尾数の比を表す指標が、RPS（Recruitment per Spawning stock biomass）です。

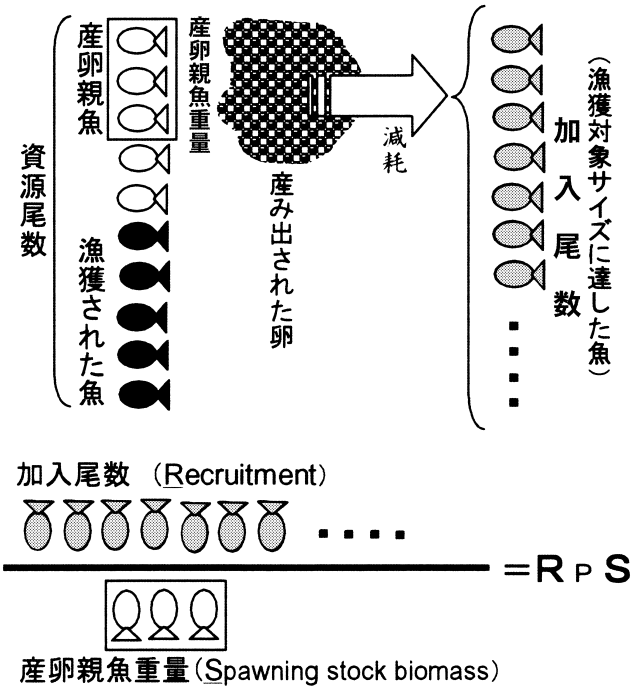


図１　RPSの考え方

Pで表す“per”は、「～ごとの」、「～あたりの」という意味で、パーセント（百分率）のperと同じです。

産卵親魚重量にRPSを乗じると加入尾数になりますので、RPSの値が大きいほど卵や仔魚期の生存条件に恵まれ、親魚量（産卵量）に対して多くの魚が漁獲対象まで生き残ることができたことを示します。まれに、飛び抜けてRPSが大きい、すなわち生存条件が非常に良く、親魚量がさほど大

きくはなくても大量の魚が資源加入するといった状況があり、それがいわゆる卓越発生と呼ばれる現象です。RPSは再生産成功指数とも言われ、考え方自体は特別に新しいものではありません。最近になり多くの資源で20～30年分という長期にわたって親の量と子の量に関する経年データが蓄積されてきたことで、この指標を用いた資源評価が行われるようになった、という背景があるようです。

資源水準の決め手・RPS

このRPSですが、実は対象資源の資源水準や漁獲圧が乱獲レベルかどうかを決定づける、とても“怖い”指標なのです。図２でそのカラクリを見ていきましょう。

説明を簡単にするため、ここでは１年で繁殖して産卵後は死んでしまうシンプルな魚を想定します。資源尾数のうち漁獲されず生き残った魚はすべて卵を産むと考えることにしましょう。また産卵親魚重量は親魚尾数で代用することにすると、その値で１年後の資源尾数を割った値がRPSとなります。おおまかな設定ですが、まずは概念をつかむことが肝要です。

いま、資源尾数のうち50％が漁獲されるような強度の漁獲圧がかかっているとします。第１ステージでは“10”の資源尾数に対し50％が漁獲され、残る５が産卵し、翌年に10の資源になるという状況が表されています。すなわちRPSは10/5=2となります。この状態では毎年の漁獲尾数も資源尾数も増減しません。もちろん現実には、年々のRPSが大きく変動するために資源や漁獲も変動しますが、概念上はRPS=2の水準に対し漁獲圧50％で釣り合った状態となります。

ある年、突発的に生存条件が良好になりRPSが４（いつもの倍の水準）となったとします（第２ステージへ移行）。親５に対し×（RPS=4）で、20の資源が加入します。50％漁獲圧ですから漁獲量も10と倍増します。翌年から再びRPS水準は平年値の２に戻ったとしても、資源尾数と漁獲尾数は倍増された状態で安定して推移します。

ところが、海域環境の変化が訪れ卵仔稚の生存条件が悪くなり、RPSが1.5の水準に下がってしまったとします（第３ステージ）。すると、第２ステージの終わりに10あった親からは15の資源しか加入せず、さらに翌年はそのうちの7.5の親から生まれた 11.25（7.5×1.5）の資源しか加入し

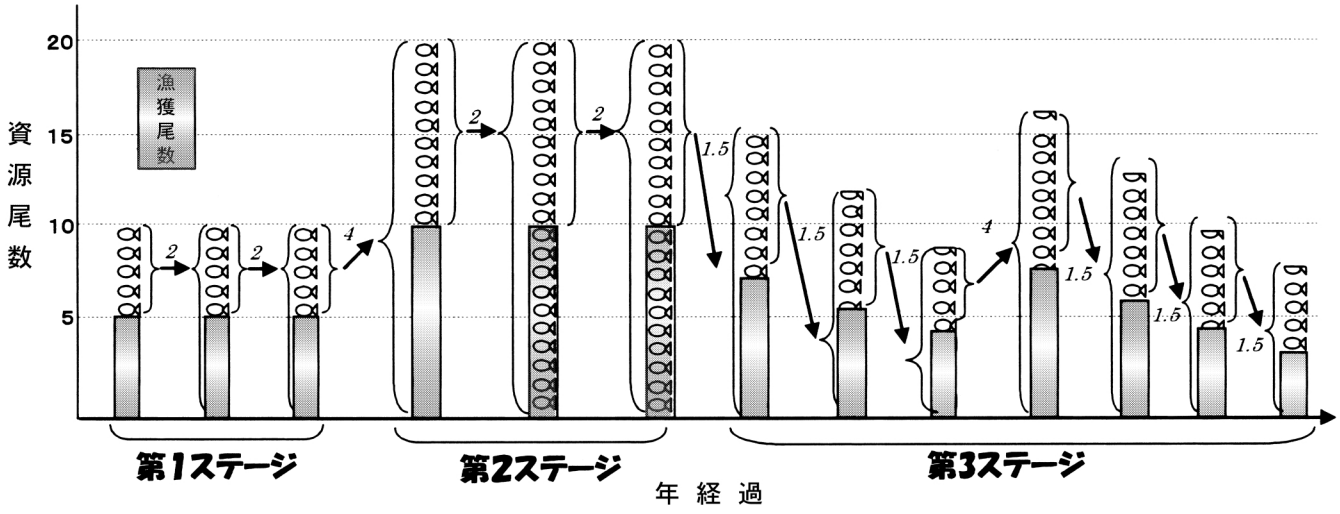


図２　RPSと資源尾数、漁獲尾数の変動との関係
斜体数値はRPS値を示す

ない……という具合にどんどん資源も漁獲も減少していくサイクルにはまりこんでしまいます。ここで、RPS水準が第２ステージへの入口の時と同じように１年だけ４となったとしても、今度は親魚が少なくなっているので、第２ステージのような豊漁期を向かえることなく、すぐに資源は減少傾向に戻ってしまいます。

第３ステージの状態は資源の再生産水準、すなわちRPS水準に対して漁獲圧が不釣り合いに大きい状態で、“加入乱獲”と呼ばれることがあります。乱獲というと、資源の大きさに対して過剰な漁獲圧がかけられている状態というイメージがありますが、第１、第２、第３ステージともに漁獲圧自体は50％と変わっていません。第１、第２ステージではRPSの水準と釣り合いのとれた適切な漁獲圧だったのが、第３ステージではRPS水準が下がったことで、乱獲状態のレッテルが貼られることになってしまったのです。

実際の資源は、漁獲対象となるまでに数年かかったり、長い寿命のうち何回も産卵したりと、複雑な資源構造を持っています。このため、図２のようにRPS水準の変化が直ちに漁獲減をもたらすようなことはめったにありませんし、RPSの計算も難しくなってきます。しかし、基本的な構造は図２で示した概念とまったく同じで、RPS水準の低下が緩やかに資源状態を悪化させ、既存の漁業をいつのまにか乱獲状態に陥れてしまうのです。図３には、北海道に実在する、ある資源のRPS動向と、それにともなう漁獲量と資源尾数の変化を示しています。1980年代前半のRPS低水準期に資源や漁獲が急減していく様子を見ることができます。他にも内外の多くの資源でRPSの低下が原因と思われる資源の減少が観察されています。

RPSの変動は、捕食者の数や餌となるプランクトンの発生量、水温環境などの生存条件が年々で不規則に変動することによって起こります。また、そのような変動の背景には、ゆっくりとした時間スケールで起きている地球規模の環境変動が存在すると考えられています。最近クローズアップされている地球温暖化もその一因といえるでしょう。漁業を営む方々にとっては、大臣や知事から出された免許や許可に基づいて漁業をしているのに、静かに忍び寄るRPS水準の悪化によって、いつのまにか「あなたの漁業は乱獲ですよ」、となるのですからひどい話です。こんな理不尽なことがどうして起きてしまうのでしょうか。

実は、RPSの推移は、基本的には過去の経過として事後的に資源計算で求められるもので、すでにRPSの低下が進行して漁獲や資源が減った状態になってから、「どうやら○年～○年頃にRPSの低下があったらしい」とはじめて認識できるのです。今の科学ではRPSの将来動向を予測することは不可能といえます。しかし一方で、現在は再生産と漁獲圧の釣り合いがとれ資源水準が安定している資源でも、将来RPSの低水準期が訪れることはない、と断言できないこともまた事実でしょう。

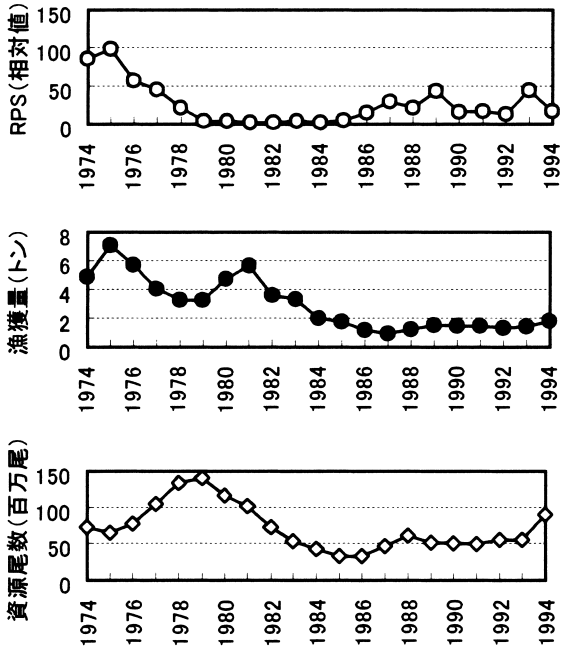


図３　実際のRPS、漁獲量、資源尾数の推移

何か手だてはないものか

図４は、図２の第３ステージでRPSが1.5となった直後から漁獲圧を33%まで引き下げた時（図上段）と、一定年数の経過後に33%まで引き下げた時（図下段）の、その後の推移を対比して示しています。すぐに漁獲圧を引き下げた場合は、漁獲尾数も資源尾数も第２ステージよりは減少しますが、その減少幅は小さくてすみ、そのまま安定して推移します。一定年数経過後に漁獲圧を引き下げた場合は、それまでの加入乱獲の進行により資源水準がすでに下がってしまっていますので、安定して推移するようにはなりますが、毎年得られる漁獲尾数はずっと少なくなってしまうことが分かります。これでは、当然のごとく操業できる経営体数も減りますので、地域の産業規模や人口の縮小にもつながっていきます。

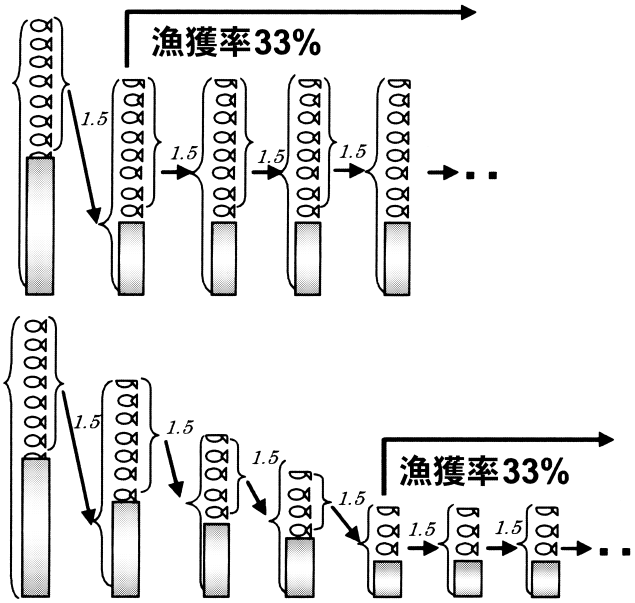


図４　漁獲圧を下げるタイミングとその後の動向

このため、理屈上は、RPS水準の低下傾向が続いていることが分かれば、できるだけ速やかに漁獲圧を見合いの水準に引き下げ、親魚量を確保する策を講じるのが、もっとも理想的な対応なのです。そのためには、毎年のモニタリング調査などの中からRPS水準を反映する指標を見出し、「親魚量がそこそこあったのに、その子供の生き残りが少ない傾向が何年間か続いている」という兆候を決して見逃さないことが重要になってくるでしょう。

調査船による計量魚群探知機調査や面積密度調査などで親魚の現存量を把握するとともに、稚魚や加入前幼魚の採集調査などで子供世代の生き残り量を把握する調査を併用することで、RPS水準を反映した指標を継続的に得続けることが重要です。そして、「RPS水準がこうなった時には、どのくらいの漁獲圧の引き下げをいつまでにどのくらいの期間行うべきか、どの程度の効果が期待できるのか」といったシミュレーションを入念に行い、事前に対応プランを決めておくことも必要です。

現状では、そのようなRPS水準の現状把握を重視した資源評価や資源管理体制はまだあまり整備されていません。目に見えて漁獲が減っていないのに、RPSの低下だけをもって漁獲規制を行うのは難しいという現実的な問題もあります。しかし、これ以上、多くの資源や漁業の衰退を招かないためには、できるだけRPS水準の現状を早く知る必要があることはお分かりいただけたのではないか、と思います。近い将来、このことは、漁業という不規則に変動する自然からの恵みを利用する地域産業を維持するうえで、公的機関の重要な役割と位置づけられるようになってくるのではないか、と考える今日この頃です。

（星野　昇　中央水試資源管理部

報文番号Ｂ2287）

水産加工シリーズ

釧路地域の美味しい魚～旬を高鮮度で食卓へ～

キーワード：ババガレイ、ナメタガレイ、鮮度、活締め

はじめに

釧路地域のババガレイは、1970年代に漁獲量が激減しましたが、近年になって年間200～500ｔまで回復し、主に鮮魚で流通しています。

ババガレイは、東北地方では「なめたがれい」と呼ばれ、年越しや正月の料理用として珍重されていますが、釧路地域の３つの漁協でも「釧路産なめたがれい」のブランド化に取組んでいます。

そこで、今回は釧路産ババガレイの販路拡大あるいはブランド化に結びつくと思われる、肉質や漁獲後の鮮度などの特徴について報告いたします。

どの大きさでいつ頃の魚が美味しいですか？（銘柄別および時期別の魚体成分）

釧路のババガレイは、春先にも少量水揚げされますが、主な漁期となる冬場の11月～12月には、年間漁獲量の90％以上が水揚げされています（図１）。

水揚げされたババガレイは、大きさ別に大型魚、中型魚、小型魚という銘柄に区分されていますが、どのサイズの魚が一番美味しいのか？という点は誰もが知りたいところです。そこで、冬季に漁獲されたババガレイの銘柄別の体長と体重を調べました（表１）。

肉質への影響が大きい水分では、中型魚と小型魚の間には有意な差が認められるものの77.1～78.1%の範囲で銘柄による大きな違いはありませんでした。また、粗脂肪については、大型魚と中型魚の2.4%に比べ、小型魚は1.8%と少ない値でしたが、有意差はありませんでした（表２）。

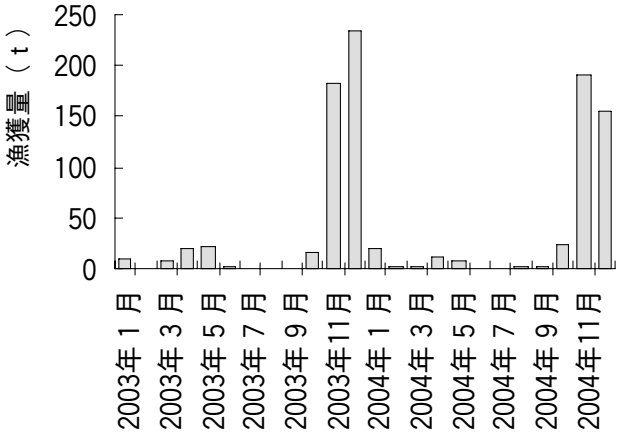


図１　釧路管内のババガレイの漁獲量

表１　ババガレイの銘柄別の体長と体重(冬季)

銘柄	平均体長（cm）	平均体重（ｇ）
大型魚（n＝14）	37.0	1245.7
中型魚（n＝17）	9.5	624.7
小型魚（n＝５）	6.7	423.9

括弧内は測定尾数，平成17年11月および12月漁獲

表２　ババガレイの一般成分(冬季)

銘柄	水分（%）	粗たんぱく質（%）	粗脂肪（%）	灰分（%）
大型魚	78.0	19.2	2.4	1.1
中型魚	77.1*	20.0	2.4	1.2
小型魚	78.1*	19.6	1.8	1.2

* 危険率５％で中型魚と小型魚の間に有意差あり

したがって、冬季に漁獲されるババガレイは、中型魚に比べ小型魚はやや水っぽい肉質だと推察されますが、その差は小さく、３つの銘柄は全て同じような食味を持っていると考えられます。

なお、釧路市漁業協同組合の話では、体長50cm

以上の超大型魚は、非常に水っぽいとのことです。こちらはアラスカ産のハリバット（オヒョウ）のような柔らかい肉質が想像されますので、ムニエル用の素材に適しているように思われます。

つぎに、成熟期の冬季（11～１月）と索餌期の春季（４～５月）に漁獲されるものでは、どちらが美味しいのか？ということについてです。

比較に用いた春季の中型ババガレイの平均体長は、冬季のものとほぼ同じ29.7㎝でしたが、平均体重では約45ｇ軽い578.4ｇでした。この体重差は、卵精巣の熟度などの差と思われます。

また、一般成分では冬季に比べ春季の方は水分が多く、粗たんぱく質と粗脂肪が少ない値で、いずれの成分についても冬季との間に有意な差が認められました（表１～３）。

このことから、ババガレイは、成熟期を迎える冬季の方が脂の乗りが良く、「旬」と考えられます。

表３　ババガレイの一般成分(春季)

銘柄	水分 (%)	粗たんぱく質 (%)	粗脂肪 (%)	灰分 (%)
中型魚	79.3**	18.7**	1.0**	1.1

n＝28，平均体長29.7㎝，平均体重578.4ｇ
** 危険率１％で冬季中型魚と有意差あり

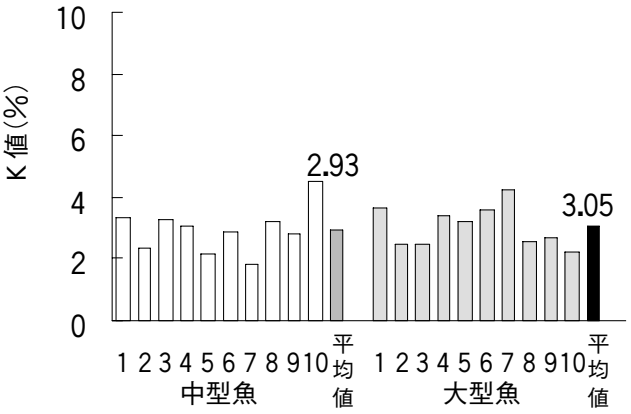


図２　ババガレイ水揚げ時の鮮度

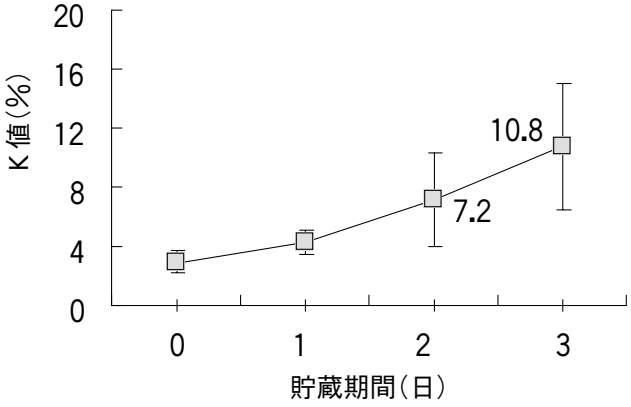


図３　ババガレイ氷冷貯蔵中の鮮度の変化(中型魚)

どのような鮮度で流通していますか？

（水揚げ時と氷冷貯蔵中の鮮度変化）

ババガレイの成分分析から、冬季に漁獲されるものが旬で、銘柄に関係なくほぼ同様な肉質であることが分かりました。北海道で漁獲される魚介類は、鮮度が良いことが当然とされていますので、そこも気に掛かるところです。

冬季に水揚げされたババガレイの中型魚および大型魚の魚体温度は、それぞれ3.2℃および0.5℃で、鮮度指標のＫ値では、全ての個体で５％以下でした(図２)。一般的に刺身などの生食用に適するＫ値は20%以下とされていますので、冬季に水揚げされるババガレイは、まさに高鮮度と言えます。

また、船上で漁獲直後に発泡スチロール箱で氷冷した場合を同時に調査しましたが、通常の水揚げ魚に対して有意な差はありませんでした。これは、冬季の低い外気温が、氷冷と同様な冷却効果をもたらすためと考えられます。

さて、水揚げ時の鮮度は良いことが分かりましたが、流通過程での鮮度変化についても注目する必要があります。

水揚げされた中型魚のババガレイ５尾を発泡スチロール箱で氷冷し、５℃冷蔵庫中に３日間貯蔵した時のＫ値の変化を調べました。

貯蔵中の魚体温度は２℃以下で、K値の平均値は、貯蔵２日目で7.2％、貯蔵３日目でも10.8％と低く、ババガレイは氷冷などの適切な温度管理によって、高鮮度を維持した流通が可能と考えられました（図３）。

冷凍すると肉質が変わりますか？

（冷凍貯蔵にともなう肉質変化）

ババガレイは、冬季の旬な時期に賞味することが好ましく思われますが、他のカレイ類が生鮮で流通し始める５月までの端境期にも需要が見込まれます。

そこで、冷凍貯蔵したときの肉質の変化について調べました。その方法は、解凍品から遊離する液、すなわちドリップ量を比較するもので、室温で解凍したときに自然に遊離する液（自由ドリップ）とその後に１kgの加重を加えて遊離する液（圧出ドリップ）を測定し、その合計を総ドリップとしました。また、解凍した試料をビニール袋に密閉し、80℃で30分間加熱したときに遊離する液を加熱ドリップとしました。各ドリップ量(％)は、次の式によって算出しました。

ドリップ量(％)＝（遊離液重量／試料重量）×100

解凍時のドリップ量について、－30℃で３ヵ月間貯蔵した冬季（平成17年11月）の３個体と春季（平成18年４月）の15個体、同じく９ヵ月間貯蔵した冬季（平成17年12月）の５個体を測定しました。

春季と冬季で自由ドリップ量には有意な差はありませんでしたが、圧出ドリップ量は、冬季に比べ春季のババガレイが多く、有意な差が認められました（図４）。

このことから、冷凍貯蔵された春季と冬季のババガレイは、解凍時の外観は同じように見えますが、刺身のように生食で噛んだときには、春季の方は液汁が多く出て、水っぽく感じると推察されます。この要因は、春季のババガレイが、冬季に比較して水分が多い（表２および表３）ことが考えられます。なお、冬季のババガレイでは冷凍貯蔵３ヵ月と９ヵ月でドリップ量に有意な差はありませんでした。

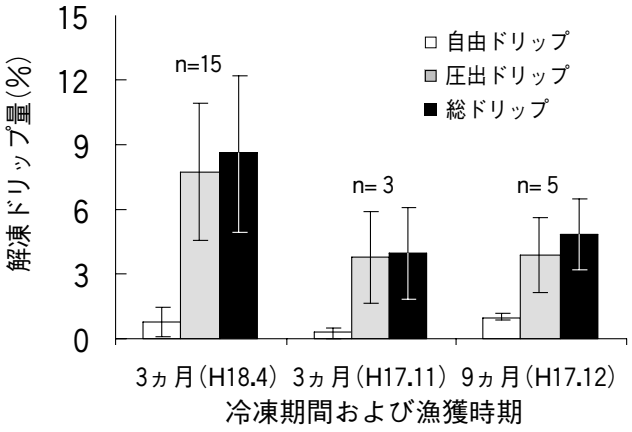


図４　冷凍魚の解凍ドリップ量(中型魚)

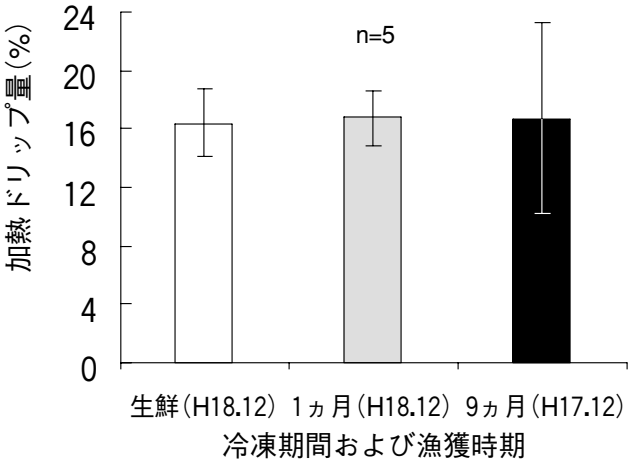


図５　正鮮魚と冷凍魚の加熱ドリップ量(中型魚)

次に、ババガレイの加熱ドリップ量についてですが、これは冷凍貯蔵品の煮付け調理を想定した調査で、試料には冬季の中型魚を用いました。

80℃で30分間加熱したときに発生した加熱ドリップ量は、生鮮魚、冷凍貯蔵１ヵ月および３ヵ月の間には有意な差がみられなかったので、煮付け

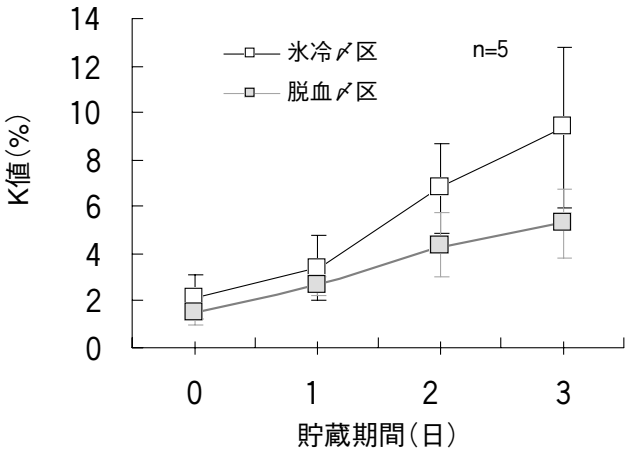


図６　活〆魚の鮮度変化（大型魚）



写真１　活〆魚のフィレーの色調
（上段：氷冷〆区、下段：脱血〆区）

などの加熱調理時に多量のドリップが出て、身やせ（収縮）することはないと思われます（図５）。

これらから、加熱処理した場合にはババガレイは冷凍貯蔵しても肉質に大きな変化を起さず、冷凍品であっても生鮮魚とほぼ同様に賞味が可能と考えられます。

究極の鮮度+α を求めて！活〆魚！！

（活〆魚の鮮度変化）

ババガレイは、現状でも高鮮度で流通していますが、さらに鮮度を追求した超高鮮度な活〆魚の商材化が図られています。活〆魚は、生きているババガレイ（活魚）を人為的に締めたもので、水氷中で冷却によって締めたものを氷冷〆区、一方，鰓部と尾部の脊椎骨を刃物で切断し、15分間水氷中に投入したものを脱血〆区としました。その後、両者を冷蔵庫中に氷冷貯蔵して、鮮度（Ｋ値）変化とフィレーの色調の違いを平成18年12月の大型魚（平均体長35.4㎝、平均体重1164.0ｇ）を用いて調べました。なお、活〆処理は、釧路市漁業協同組合が行いました。

活〆後のＫ値は、両区とも貯蔵期間中は10％以下の高鮮度を保持しましたが、貯蔵３日目には両区に有意差が認められ、脱血〆区の方がより鮮度を保持することが分かりました（図６）。

また、活〆後のフィレーの色調について、分光測色計を使いＬ*（明度）、ａ*（赤色度）、ｂ*（黄色度）を測定しました（図７）。

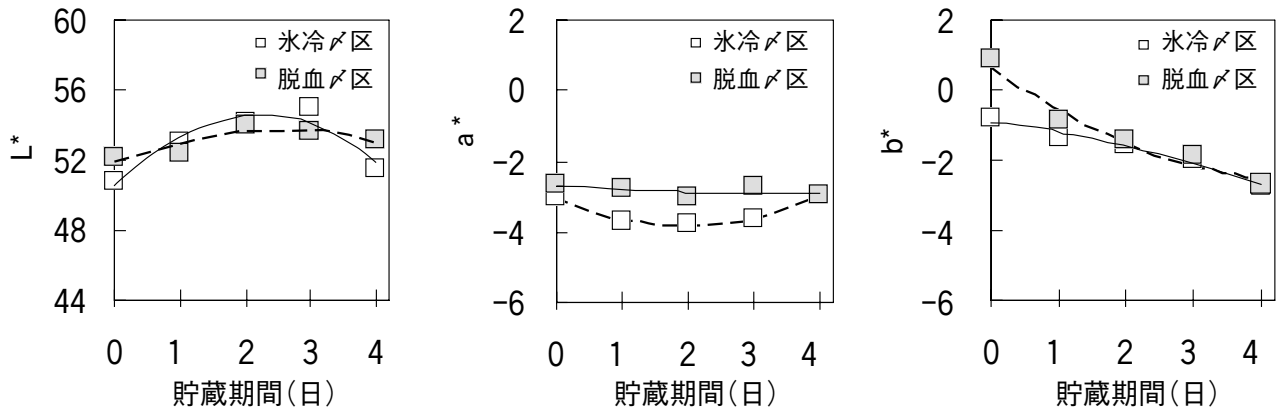


図７　活〆魚の貯蔵中の肉色変化

測定値には締め方による色調の明確な差はありませんでしたが、視覚的には明らかに脱血〆区は血色が少なく、白い色調でした（写真１）。

上記のように、活魚の締め方としては、鮮度（Ｋ値）と色調の両方で、放血処理を行う脱血〆区の方が優れていると考えられました。

まとめ

釧路産ババガレイの特長を少しお話し出来たと思います。生鮮ババガレイが市場に出回るのは、数ヶ月先ですが、その美味しさや味の違いは、賞味していただくと良く分かっていただけます。

ババガレイは、肉厚なので大型魚であれば、幅５㎝程度の輪切りで煮付けると一尾で家族全員分となり、特に縁側付近は美味です。

今回のババガレイの試験結果をまとめると次のとおりです。

・成熟して肉質の良い11～１月の冬季が旬と考えられます。
・冬季のババガレイは水揚げ時の鮮度が良好で、施氷などで低温を保って流通すれば、高鮮度が期待できます。
・冷凍貯蔵によるドリップ量の変化がほとんどないことから、凍結耐性が強く、冷凍貯蔵が可能な魚種だと推察されます。
・活魚の締め方では、鰓部と尾部の脊髄骨を切断し放血を促す手法は、Ｋ値の上昇が遅く、視覚的にフィレーの色調も白くなることから、優れた方法と思われます。

最後になりましたが、本試験の実施にあたり、試料の提供にご協力いただきました釧路市漁業協同組合に厚く御礼申し上げます。

（信太茂春　釧路水試加工部　報文番号Ｂ2288）

各水試発トピックス

「2007サイエンスパーク」に参加

平成19年７月31日（火）に札幌市内のサッポロファクトリーで開催された2007サイエンスパークに中央水試と水産孵化場が参加しました。

このイベントは、北海道と財団法人科学技術振興機構の共催で毎年この時期に行われており、札幌圏内にある道立試験研究機関や株式会社北海道電力等22機関が参加しました。

イベントの主な内容としては、水試と孵化場が共同でパネル展示を行い、さらに魚貝類等を子供達にさわってもらえるよう工夫したタッチプールを設置しました。また、中央水試の体験コーナーでは、稚ガニ釣りを行いました。

参加した子供達は、各水槽に分かれて、餌にイカなどを付けて、楽しそうに稚ガニ釣りに挑戦していました。



《タッチプールの様子》



《稚ガニ釣りに挑戦》

（中央水試企画情報室　新井雅博）

各水試発トピックス

水槽内でキチジが産卵！

キチジは、煮てよし、焼いてよし、生でよしと三拍子そろった北海道の味覚を代表する魚の一種です。生息域は水深 150 m以深の深海ですが、鰾がないため急激な水圧の変化でも胃袋を吐き出すことがないので、生きたまま捕獲できます。

栽培センターでは、2002年から2004年に羅臼町から搬入したキチジ親魚を飼育していました。栽培センターの移転に伴い、これらの親魚も室蘭の栽培水試に移動し、５トン円形 FRP 水槽２基に42尾収容し、10℃以下の水温でチカやカタクチイワシなどを給餌して飼育しています。

2007年４月11日の夕方、「なかなか産卵しないなあ、今年もダメかな。」と思いながらぼんやりキチジを眺めていると、１尾が尾鰭をやや上に向けてじっとしているのが気になりました。普段は、胸鰭を水槽の底にたてて定位しているので、これまでに見たことがない姿でした。そこで、この個体をネットで取り上げてみると、おしりから白っぽい袋状のものをぶら下げていました（写真）。私も過去にキチジの卵塊を見たことがあったので、すぐに卵だとわかりました。天然でこのように卵塊を生殖口から出している個体は、卵塊を引っ張るとスルリと全部出てくるらしいのですが、今回の個体はいくら引っ張っても出てこなかったので、産み出された卵塊だけを切り取りました。次に成熟したオスを探して、精子をとり、卵塊の上からかけ、卵塊内部まで精子が混ざるように手でやさしく卵塊を混ぜました。体内受精である可能性もあったので、一部の卵には精子をかけませんでした。実体顕微鏡下で観察すると、白濁した卵が半分以上みられましたが、透明な卵もありました。精子をかけた卵塊の透明卵は、ほとんどは受精しており、受精率は35.2%でした。一方、精子をかけなかった卵塊の透明卵は全く受精しておらず、今回に関しては、体内受精した可能性は低いようです。得られた受精卵は、海水に入れて８℃のインキュベーターで管理しました。

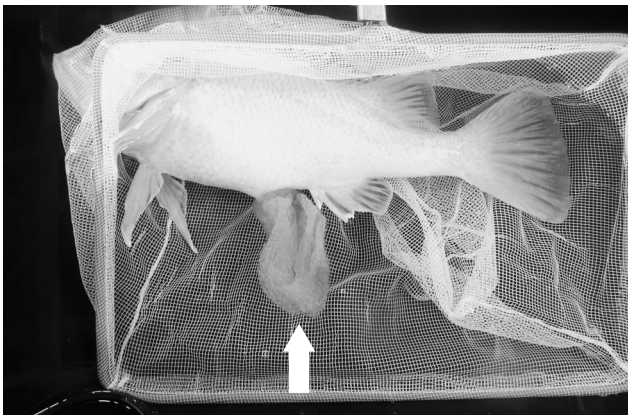


写真　産卵したキチジ
透明なゼラチン質で包まれた卵塊（矢印）

毎日、受精卵を観察しましたが、日に日に生きた卵が減少し、３日目にはすべての卵が死んでしまいました。おそらく、採卵したときにすでに白濁した卵が多数見られたことから、卵の過熟が原因と思われます。産卵した個体は別水槽で飼育しましたが、残念ながら腹の中に残った卵塊は出しませんでした。なお、この個体の大きさは34.0㎝でした。

キチジの水槽内での産卵は、浅虫水族館（青森県）に次いで全国で２例目です。もちろん、北海道では初めてです。なぜ今年産卵したのかは、今後の飼育試験で明らかにしていく必要がありますが、キチジの種苗生産に向けてようやく第１歩を踏み出すことができたように思います。

（栽培水試生産技術部　高畠信一）

各水試発トピックス

新たに取り組んだ地曳き網調査でマツカワがたくさん捕れました

釧路水試資源増殖部では、浜中漁業協同組合、浜中町役場、独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所、釧路地区水産技術普及指導所の協力を得て、えりも以東海域におけるマツカワ人工種苗の生き残りを高める放流条件を解明するための調査を昨年度から浜中湾で開始しました。この海域に適した放流条件を解明するためには、放流後のマツカワがどこに分布し、何を食べているのかなどが重要な知見となります。このため、2006年９月11日に浜中湾内の水深４ｍに放流されたマツカワ人工種苗20,000尾（平均全長74.3㎜）を対象として、放流場所周辺の水深2～8mで船曳き網による放流種苗の採集を試みました。この船曳き網では、放流翌日に33尾、２日後に13尾が採集されましたが、11日後にはわずか３尾しか採集されず、いきなり先行きに暗雲が立ちこめました。



写真１　地曳き網調査の様子



写真２　地曳き網により採集されたマツカワ

そんなとき、1970年代以前の浜中湾では地曳き網によって腰くらいのごく浅い水深帯で手の平大の天然マツカワが漁獲されていたという情報を聞き、水深１m以浅での地曳き網調査を追加することにしました。その結果、放流１ヶ月後は４尾、２ヶ月後は２尾が地曳き網により採集されました。その後、放流３ヶ月後(12月５日)、６ヶ月後(2007年３月14日）、７ヶ月後（４月19日）は採集されませんでしたが、放流８ヶ月後（５月10日）は２尾、９ヶ月後（６月７日）は27尾、そして10ヶ月後（７月10日）は24尾（全長180㎜前後が主体）が地曳き網により採集されました。これらの採集魚の多くは昨年９月に浜中湾で放流されたマツカワでした。

この結果は、マツカワ１歳魚が調査により多数採集された初めての例であり、これまでほとんど明らかになっていない幼魚期の成育場が水深１m以浅のごく浅い砂浜域であることを示唆する貴重な知見です。また、地曳き網で採集されたマツカワの胃内容物を分析することにより、幼魚期の食性についても新たな知見が得られることが期待できます。今後、マツカワの放流効果を高めるためには、適正な放流条件の解明とともに、商品価値の極めて低い小型魚の保護策なども検討する必要があります。このため、さらにこの調査を継続し、現在漁獲対象となっているサイズ（全長30～35㎝以上）に達するまでの分布、成長、食性などを明らかにしていきたいと思います。

（釧路水試資源増殖部　美坂　正）

編集　北海道立中央水産試験場図書出版委員会

委員長　渡辺　安廣
委　員　鳥澤　　雅　田中　伊織　名畑　進一　山内　繁樹
　　大堀　忠志　吉田　英雄　橋本　道隆
事務局　新井　雅博　畑谷　衣里　太田　　基

＊　　＊　　＊　　＊　　＊

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

北海道立栽培水産試験場
051-0013　室蘭市舟見町1－156－３
電話　0143（22）2320
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加工利用部
094-0011　紋別市港町７－８－５
電話　0158（23）3266
FAX　0158（23）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

北水試だより　第75号

平成19年12月21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　株式会社おおはし