

# 第二章

## 海からの贈りもの

### ● 序

### ● 第1節……贈りものを大切に

- 1 帰ってくる「さけ」の数を予報する
- 2 魚群探知機でスケトウダラ資源を守る
- 3 IT技術を使ってなまこを増やす
- 4 人工の浅瀬に海藻を生やす

### ● 第2節……海で育む

- 1 新しいふ化器で健康なサケ稚魚生産
- 2 広げる、変えるウニの“旬”!
- 3 海中のホタテガイを見る
- 4 ホタテのウロを使った魚の餌づくり

### ● 第3節……おいしい魚を食卓へ

- 1 きれいで美味しいサケを作る
- 2 チーズホエイで作る魚の干物
- 3 宗谷発、イシモズクの新たなブランド化
- 4 カスベ軟骨からサプリメント



北海道は太平洋、日本海そしてオホーツク海の豊かな水産資源に恵まれています。その海からの贈りものは道民だけでなく、国内そして世界の人々に広く受け入れられてきています。

## 豊かな3つの海

漁業は天然にある魚や貝などを捕る、狩猟的な側面を持っていますから、多くの魚や貝がいる海、豊かな海があれば、海からの贈りものが多くなります。海は、栄養素を含んだ寒流と、温度が高い暖流が混じる場所で豊かになります。これは植物プランクトンが育つ条件が良くなるためで、それを食べる動物プランクトン、さらにそれを食べる小魚といったように多くの生き物が集まる場所になります。世界にはこういった豊かな海があちこちにありますが、黒潮（暖流）と親潮（寒流）が混じりあう日本の周辺もその一つです。北海道周辺でも黒潮の支流にあたる対馬海流、宗谷海流、津軽海流と親潮本体やその支流が混じりあっています。



## 大きな贈りもの

このような海からの贈り物、漁業の生産量は、全世界で1960年にはおよそ3,500万tであったものが、徐々に増えて1980年代後半には約9,000万tとなっています。その後も生産量全体は増加してきているのですが、内訳を見ると天然の魚介類の生産量は横ばいであったのに対して、養殖業による生産が急速に増加してきています。近年（2010年）では天然の魚介類の生産量と養殖による生産量は、およそ9,000万tと8,000万tとほぼ同じ量となっています。

わが国の漁業生産も戦後、世界と同じように増加しました。1960年代以降、

世界各国が沿岸から200海里（1海里は約1,852m）の範囲で他国漁船による漁獲を制限するようになると、それに伴って遠洋漁業による漁獲量は減少しましたが、減少分をまき網などの沖合漁業が補うといった形で推移しました。そして1984年に1,282万tとピークを迎えました。しかし、その沖合漁業による漁獲量が1990年代のマイワシ資源の衰退とともに減少すると、日本の漁業生産全体も減少し始めました。最近（2013年）の漁業の生産量は479万tとピーク時の37%となっています。その中で、北海道は生産量が124万t、生産高2,900億円であり、ともに全国1位となっています。



## あゆみと挑戦



北海道が蝦夷（えぞ）と呼ばれた時代から、海の幸は人々の生活を支えてきました。北前船は蝦夷地の昆布や鱧粕（にしんかす）、数の子、身欠き鱧、干しナマコといった海産物を関西に運び、代わりに米や酒、衣服、砂糖などを北海道にもたらしていました。明治に入ってから、農業の生産額82万円に対して、水産の生産額が526万円（1877年）と、北海道における海の幸の大きさを示しています。

農業では豊作凶作の影響が語られますが、漁業の変化はもっとダイナミックで

す。先にも触れたマイワシは1965年に1万t未満であった漁獲量が1988年には約450万tに達し、その後2002年には5万tにまで減少しています。ニシンでもおよそ



100万tから数千tまでの変動が見られています。こうした変動はサンマやサバなどでも数十年～百数十年周期で繰り返されています。道総研では、前身である水産試験場（1901年設立）の時代からほぼ一世紀に渡って、漁獲量の予測や管理のしかたなど、変動する海の幸を守るための研究を続けてきました。

漁獲量の変化は、野生の動物を捕獲するという漁業の性質上やむをえないものですが、それでも産業としての安定生産を求め、養殖や稚魚・稚貝をつくって放流する栽培漁業の技術が開発されてきました。現在、北海道を代表する海産物であるサケ、ホタテガイ、コンブは、サケでは1888年以降、ホタテガイでは1935年頃から、そしてコンブでは1950年頃から、さまざまな技術開発が進み、その成果として、3者で北海道の漁獲量の49%、漁獲高の56%を占めるように



なっています。こうした努力によって北海道の水産業は成長を続け、ピークとなった1988年には217万tの生産量、1991年には4500億円の生産額となりました。残念ながら、その後は日本全体の減少傾向と比べて緩やかであるものの、日本周辺の漁業資源の減少によってピーク時の6～7割にまで減少しています。

一方、北海道近海で捕れたスケトウダラの卵巣が“博多の明太子”に、身欠き鯿が“京都の鯿そば”に、サクラマスが“富山の鱒（ます）寿司”にな



るなど、道産の食材がほかの地方の名物となっている場合が多く見られます。北海道の水産加工品は、そのまま食卓に並ぶというよりは、食品の材料又は肥料といったものが多いのです。このように北海道の水産加工は、「鮮度を活かして」又は「冷凍して」といった傾向があり、そのまま食べられる食品の製造に比べて、食品加工を営む企業のもうけが薄いといった点が弱点と言えます。

このように北海道の水産業は、生産と加工どちらも多くの課題を抱えています。このことは試験研究にとって取り組むべきことがいっぱいあるということです。海の幸を人々に届けるために道総研が行った試験研究とその成果について、紹介していきたいと思います。

#### 参考資料

- ・北日本新聞社：「昆布ロードと越中―海の架け橋」
- ・水産庁：平成23年度水産白書
- ・農林水産省北海道農政事務所（2010）：グラフで見る北海道の漁業
- ・北海道立水産試験場（2001）：北水試百周年記念誌
- ・読売新聞北陸支社（1997）：「北前船―日本海こんぶロード」

るなど、道産の食材がほかの地方の名物となっている場合が多く見られます。北海道の水産加工品は、そのまま食卓に並ぶというよりは、食品の材料又は肥料といったものが多い

## 第1節 贈りものを大切に

## 1 帰ってくる「さけ」の数を予報する

## 背景

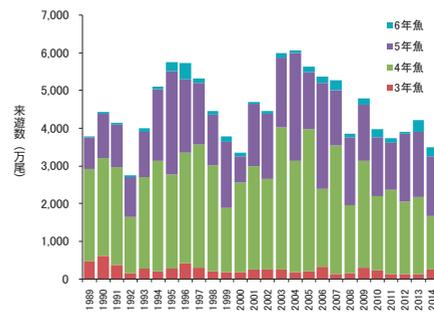
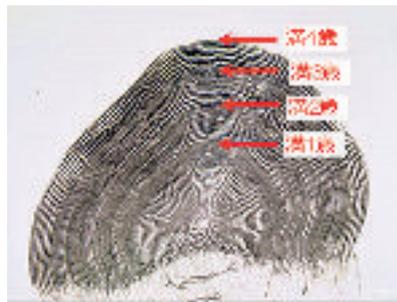
サケはホタテガイと並んで常に水揚げ金額の上位に位置する本道水産業の重要魚種の一つです。サケは稚魚の放流によって資源の多くがつかられており、北海道では毎年春に約10億匹の稚魚が放流され、多い年には5,000万匹を超える魚が北海道に戻ってきます。資源づくりのためには必要な数の卵を確保することが不可欠です。



しかし、サケの来遊数は年による変動が大きく、河川に遡上（そじょう）する親魚の数が少ない年には放流事業に必要な卵を確保できないこともあります。漁期が始まる前に親魚の不足が予測できれば、沿岸漁業を規制して多くのサケを河川に遡上させるなど、事前に対策を講じることができます。このように、確実な放流事業を実施するために、親魚の来遊数を正確に予報できる手法が必要となっています。

## 成果

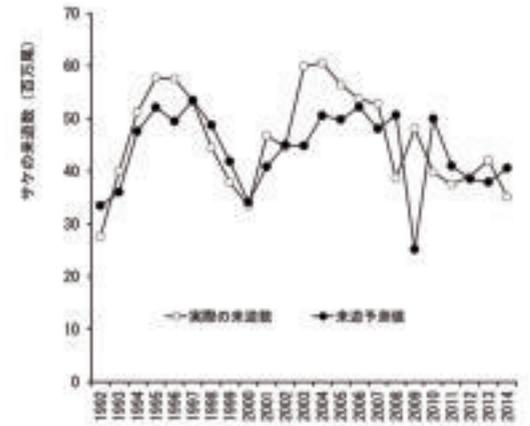
本道ではサケの年齢別の回帰数を長年にわたってモニタリングし、その結果を基にして来遊予測が行われてきましたが、2011年以降、来遊予測の手順を詳細に検討し、手



北海道への年齢別のサケの来遊数

法を改良することにより、サケの来遊数をさらに精度よく予測することが可能となりました。

これまでの観察で、3歳で帰ってくるサケが多い年の翌年には4歳が、翌々年には5歳が多く帰ってくる傾向がみられます。これまでは、この傾向を利用してサケの来遊予測を行ってきました。今回の予測手法の改良では、予測に使用するデータの年数を変えて回帰直線\*1へのあたりが最も高くなる年数分のデータを使うように工夫するなど、統計上の処理を行いました。これらの改良を加えた結果、2012年以降は来遊予測の誤差が小さくなり、正確な予測ができるようになりました。



来遊予測値(●)と実際の来遊数(○)

## 成果の活用

道総研では毎年7月にその年秋のサケの来遊予測を公表し、道総研のホームページにも掲載しています。2011年以降に公表している来遊予測の計算では、今回改良した手法が使用されています。

来遊予測の精度が向上することにより、放流事業のための親魚確保の見通しを的確に判断できるようになりました。このことは、漁業者だけでなく、サケを加工・販売する事業者の方々にも有益な情報をもたらします。今回の手法の改良により予測の精度は向上しましたが、サケ・マス資源量は長期的および短期的な気候変動に影響を受けることが知られており、今後も資源変動に対応して予測手法の改良を重ねていきます。



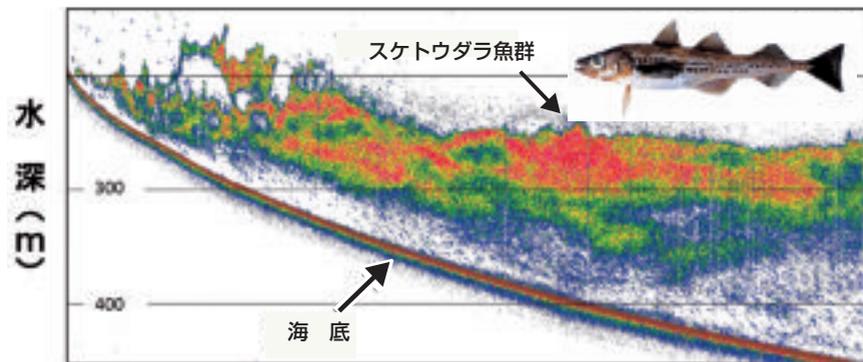
《水産研究本部 さけます・内水面水産試験場 さけます資源部 さけます管理グループ》

\*1: 観測データ  $x$  から、予測値  $y$  を求める式を  $y=a*x + b$  という式で求めたもの。  $a$  と  $b$  は定数。

## 第1節 贈りものを大切に

# 2 魚群探知機でスケトウダラ資源を守る

### 背景



計量魚群探知機に映ったスケトウダラ

スケトウダラは「たらこ」「明太子」や「かまぼこ」の原料として北海道の水産業にとって極めて重要な魚です。この大切な資源が無くならないように守っていくには、若いスケトウダラが卵を産む親になるまで獲りすぎないようにすることが大切です。

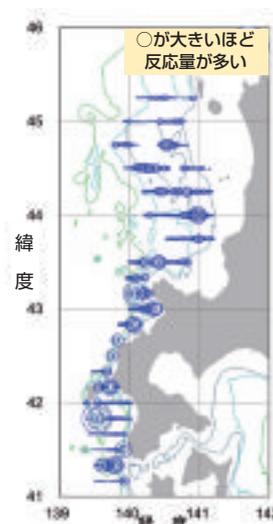
しかし、以前は実際に獲ってみるまでスケトウダラの量の見当がつかなかったため、時には獲りすぎることもありました。こうした状況に対して、できるだけスケトウダラが小さい段階から、その量を把握することが求められてきました。

### 成果

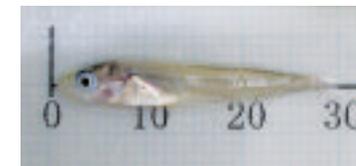
道総研では、全3隻の試験調査船（北辰丸、北洋丸、金星丸）に「計量魚群探知機」（計量魚探 以下同）という高性能の調査機器を装備し、20年に及ぶ調査研究を通して、生まれたばかりの稚魚（0歳）を含むスケトウダラの量を高い精度で把握しています。

計量魚探とは船から超音波を水中の魚に当てて跳ね返ってきたものを解析する機器で、魚の分布量や大きさなどを直接、調べることができます。魚がどのくらい海にいるのか、漁獲の対象とならない稚魚がどの程度分布しているのかなど、普段の漁業からは得られない情報を把握することができます。

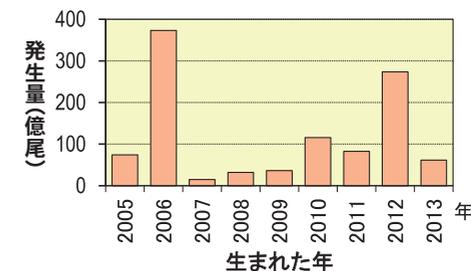
実際、スケトウダラの量がかなり減ってしまっている日本海海域での調査で、2006



計量魚群探知機で調べた日本海のスケトウダラの魚群の分布



スケトウダラの稚魚  
(0歳 体長約30mm)



計量魚群探知機で調べた日本海のスケトウダラの稚魚（0歳）の量の推移

年と2012年に稚魚が多く生まれていることが明らかとなり、資源の回復に向けて、親になるまで獲らずに残す管理の方法について、漁獲前に提言することが可能となりました。

また、太平洋や日本海において魚群が分布する水深・回遊範囲と水温などの環境との関連性、稚魚が昼夜に深淺移動を行っていることなど、生態に関する情報も次々とわかってきています。

### 成果の活用

漁期前にはホームページなどで調査結果の速報を発表しており、“いつ、どこで、どのくらい獲れるか”、漁業者の操業情報として、また水産加工業者が経営計画を立てる参考情報としても活用されています。

稚魚の分布や産卵期の分布が早期に把握できるようになったことで、数年後までの資源量の推移がかなり正確に予測でき、資源を持続的に利用するためには次年度の漁獲可能量(TAC\*)を何トンとすればよいのか、その検討に必須の情報として活用されています。

《水産研究本部 中央水産試験場 資源管理部 資源管理グループ》

\*1: Total Allowable Catch の略。国連海洋法条約の加盟国には TAC を定めて自国の該当する水産資源の適切な保存・管理を行う義務がある。

## 第1節 贈りものを大切に

### 3 IT技術を使ってなまこを増やす

#### 背景

なまこ（マナマコ）は、煎海鼠（いりこ）などに加工され、俵もの（交易品）となってきました。現在でも北海道で年間2,200～2,800t水揚げされる重要な水産資源です。1990年代までは1kgあたり500円程度で取引されていましたが、2003年から中国での需要の高まりを受けて、現在は1kgあたり3,500円前後



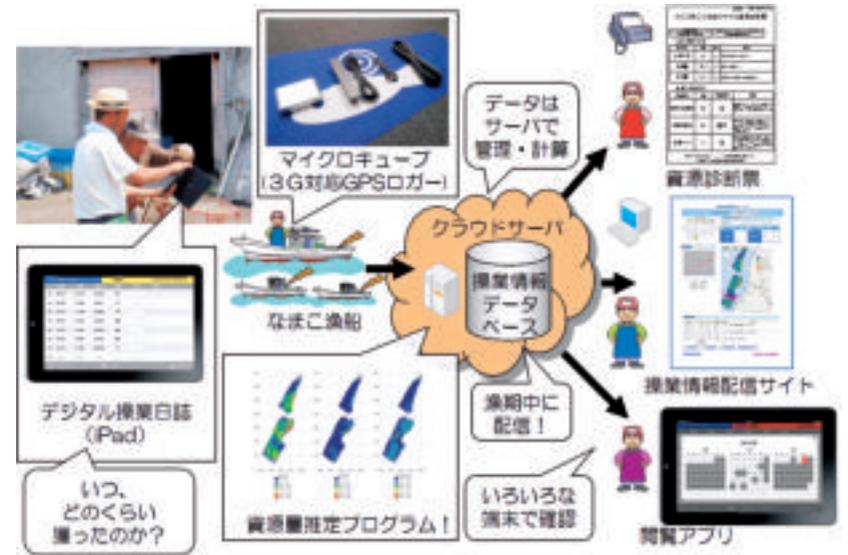
になっています。この急激な値上がりによって、漁業者の獲りたいという意欲が高まり、各地で乱獲<sup>\*1</sup>の危機に直面しています。そこで漁業者が中心になって獲る量や時期を自分たちで決める資源管理を行ってきましたが、勘と経験をもとにしているため、安定した漁獲ができていた地区がある一方で、さまざまな取り組みをしているにも関わらず年々漁獲が少なくなっている地区も多数ありました。道総研では大学、研究機関、民間企業とともに、勘と経験に代わる迅速で正確な情報に基づく適切な資源管理を目指して、IT技術を活用して資源を把握するシステムの開発と、システムを利用してどのように資源管理を進めたら良いのかを示すガイドラインの作成に取り組みました。

#### 成果

IT技術を活用して今の資源状況を正確に把握することで、なまこ漁業者の自主的な資源管理をトータルにサポートする「マナマコ資源管理支援システム」（日本事務器株式会社北海道支社より販売中）を開発し、その手引きとなる「北海道マナマコ資源管理ガイドライン」（道総研のホームページに掲載）を作成しました。

「マナマコ資源管理支援システム」では、漁業者は船上でタッチパネル式のタブレット（デジタル操業日誌）に水揚げ情報を入力します。その情報は漁船のGPS記録装置からの位置情報と組み合わせられて、「いつ、どこで、どのくらいなまこが獲れたのか」という情報がインターネットを通してサーバに集まってきます。サーバでは自動的に計算が行われ、マナマコの資源量と漁場での分布状況が情報配信webサイトなどに配信されます。

\*1：漁獲する努力をすればするほど資源が減少し、逆に漁獲量が減少すること。



以前はマナマコの資源量を漁期中に知ることはできなかったのですが、このシステムによって漁業者は資源の今ある量や自然に増えた量、漁獲量を見比べながら、獲りすぎになる前に自主的に漁期を切り上げることができるようになりました。

「北海道マナマコ資源管理ガイドライン」には、マナマコの生態に関する最新の知見、「マナマコ資源管理支援システム」による資源管理の進め方などを掲載しました。マナマコの資源管理は資源が自然に増えた量よりも漁獲しないことが原則となっています。このガイドラインの策定によって、長い間にわたってなまこ資源を持続的に利用することができるようになりました。

#### 成果の活用

「マナマコ資源管理支援システム」を導入した留萌地区なまこ部会では、マナマコの資源量が3割増えるV字回復を成し遂げました。「北海道マナマコ資源管理ガイドライン」にはシステムを導入できない場合に実行可能な管理の進め方についても掲載し、資源管理の推進を図っています。今後も北海道のマナマコ資源の持続的な利用を進めるために、システムとガイドラインの普及に取り組んでいきます。

（水産研究本部 稚内水産試験場 調査研究部 管理増殖グループ）

## 第1節 贈りものを大切に

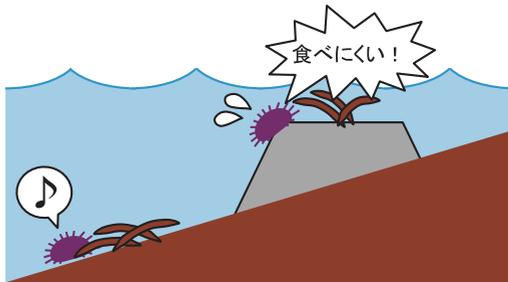
## 4 人工の浅瀬に海藻を生やす

## 背景

北海道南西部の日本海沿岸では海藻が消失する「磯焼け」が広がっています。その原因の一つとして、春先、まだ若い海藻をキタムラサキウニが食べ尽くすことが挙げられています。さらに、春以降は餌となる海藻がないため、ウニやアワビの成長も悪化します。このように磯焼けによって、海藻ばかりかウニやアワビも捕れなくなります。



磯焼け対策の一つとして春先の若い海藻を守るため、キタムラサキウニは速い流れの中では餌を食べられないことを利用し、石などを積み上げて海底を浅くして速い流れを作る方法があります。この時、長い海岸線のどこに浅瀬を作るとよいのか、その場合の深さはどの程度とするのが適切なのかを知ることが必要となります。



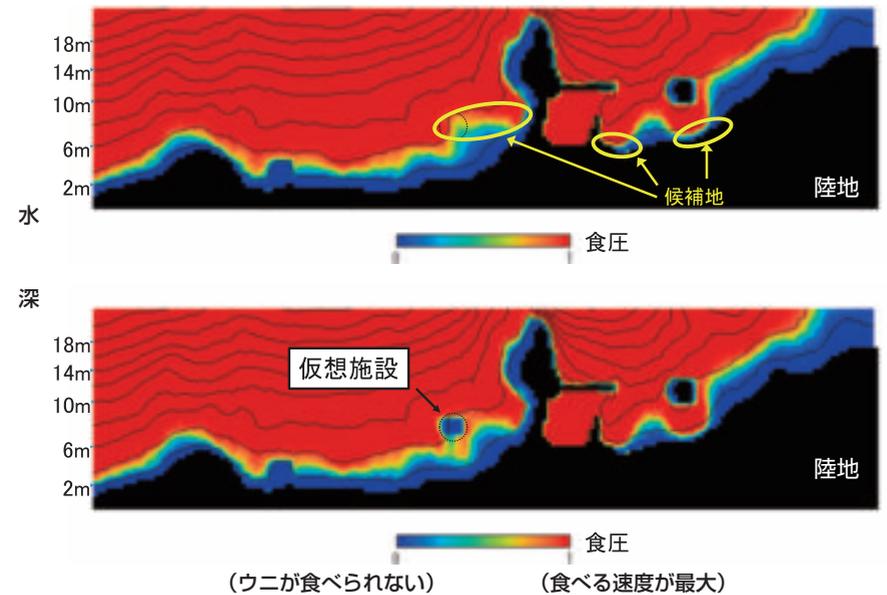
## 成果

道総研では、浅瀬を造成<sup>\*1</sup>することによってウニが海藻を食べる強さ、すなわち「食圧」を効率的に抑制できる場所を地図上に示すとともに、それぞれの場所で最も適した深さを検討する手法を開発しました。

国土交通省が全国の主要な港で観測した波の高さと、海底地形から、浅瀬を造成したい海域の流れを計算し、それにすでに判かっている流れとウニの食圧の関係を加えたシミュレーションを行い、「ウニの食圧マップ」を作りました（次頁上図）。

基本的に水深が深い場所ではウニの食圧が高い傾向にあります。深ければそれだ

け浅瀬の造成も困難になります。浅瀬の造成に最も適しているのは、ウニの食圧が高く、しかも水深が浅い場所（図中の候補地）です。また、海藻を育てる人工浅瀬の「海藻群落造成礁」を設置する深さをいろいろと変えてみることで、食圧を低く抑えられる深さを決められます。試みにそのような場所に水深1.5mの施設を仮設したところ、食圧が低く抑えられると予測できました（図下）。



## 成果の活用

浅瀬の造成の候補地の選定とその深さの検討を迅速に行うことで、北海道の進める海藻群落造成礁の設計基準づくりに貢献します。また、ウニの食圧マップは、その他の磯焼け対策（例えば海中に海藻の肥料を添加するなど）の効果が期待されるエリアを推定することにも活用できます。

《水産研究本部 中央水産試験場 資源増殖部 水産工学グループ》



\*1：水産生物が生息しやすいよう、海中に石やコンクリートブロックを積み重ね、水深を浅くすること。

## 第2節 海で育む

# 1 新しいふ化器で健康なサケ稚魚生産

### 背景

北海道に戻ってくるサケは、1970年頃には、わずか500万尾でしたが、20～30年後には10倍以上の5,000～6,000万尾にまで増えました。これは、生まれた川に親となって再び戻ってくるサケの生態を上手に利用した「人工ふ化放流」の成果です。

人工ふ化放流では、健康でエネルギー豊富な稚魚を育てることがとても大切ですが、そのためには養魚池を真っ暗にして飼育する必要があります。これはふ化したばかりで大きな栄養の袋（さい嚢）を抱えている「仔魚」が光を嫌う性質を持っているためです。しかし、広い養殖池を暗くするのは大変ですし、飼育する人が仔魚の健康状態を把握することが難しく、魚病などに対処することができませんでした。このことから、よりコンパクトで、管理が容易な仔魚の飼育方法が求められていました。



ふ化仔魚



従来の砂利を使ったふ化魚用の池。  
真っ暗な環境で管理している（左上の写真）

### 成果

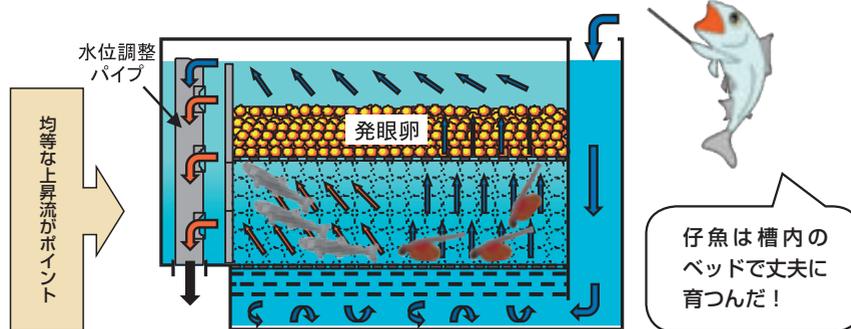
天然のわき水と同じ条件を可能とした新しいふ化器によって、健康なサケ稚魚の安定的な生産を可能にし、同時に作業の手間を大幅に軽減させました。

新しいふ化器（TOM型浮上槽）は、天然の河川にあるわき水と同様に、水が下から上に送られる構造となっています。これによって収容したサケの卵に新鮮な水が均質にあたり、成長不良の稚魚の数を減らすことができます。結果として、全体の成長率（ふ上稚魚体重 / 卵重）は従来の110～150%からすべて140%以上に改善されました。

一方、立体的に卵と仔魚を収容することから、同じ数の魚を約1/26の面積で飼うこ

とができ、飼育施設の建設コストを大幅に抑えることが可能となりました。

なお、基礎的な実験データを基に、北海道各地の増殖施設での実証試験をしたところ、ふ化器内部を個別に暗くできるために安全、かつ安心して見回りができるなど現場での作業性が向上した他、飼育の途中で魚が病気になっても早期の発見と治療が可能で、より健康な魚を育てることができるようになりました。



浮上槽の模式図（横断面図）

槽内の卵、ふ化仔魚、ふ上稚魚の養成段階と水の流れを示す矢印の青は卵期、オレンジは稚魚浮上期の水流  
浮上した稚魚は水位調整パイプから水流と共に排出される

### 成果の活用

新しいふ化器は、ふ化場の改築や新設の際に多く採用され、現在では北海道のサケ稚魚の放流数（約10億尾）の約2割がこの新しいふ化器で生産されるようになりました。本州の施設にも導入されており、今後も利用が拡大していくものと考えています。なお、この新しいふ化器は特許庁の実用新案に「自然浮上型魚卵収容人工孵化育成槽」として登録されています。



《水産研究本部 さけます・内水面水産試験場 さけます資源部 さけます管理グループ》

## 第2節 海で育む

### 2 拡げる、変えるウニの“旬”!

#### 背景

ウニは北海道の味覚を代表するとてもおいしい食材で、身色に赤みが強いエゾバフンウニと黄色みを帯びたキタムラサキウニが漁獲されており、特にウニ丼やお寿司は北海道観光の大きな魅力になっています。ウニの味はその身（卵巣と精巣）が大きくなる春から初夏にかけて最高になりますが、卵や精子の成熟が進む夏以降には身がドロドロに溶けて（身溶け）、味も落ちてしまいます。そのため、おいしいウニを楽しめる時期はごく短く、世界遺産・知床半島に位置する羅臼町でも、春が“旬”のエゾバフンウニを夏に訪れる観光客には食べていただけませんでした。



また、磯焼け\*1に悩む日本海沿岸では、餌（海藻）が足りないためキタムラサキウニの身が成長不足となっています。水槽で飼うことで身を回復させようとしても経費がかかるため、普通の値段では商売になりませんでした。

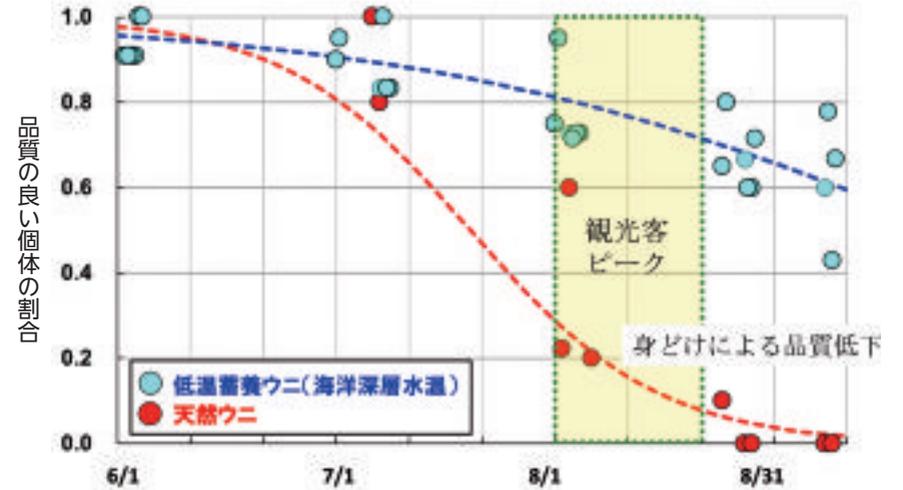
そこで、ウニの成熟をコントロールして、より長い期間おいしいウニを楽しめる、あるいは価格の高い端境期に出荷できる蓄養技術の開発が求められていました。

#### 成果

低温な海洋深層水を利用して給餌飼育することで、ウニの“旬”を大幅に拡大して、観光客に喜んでもらうと同時に、高値が期待できる市場の端境期に高品質なウニを出荷することが可能となりました。

ウニの成熟には、水温や日長、月齢といったさまざまな要因が影響しますが、中でも水温の上昇がウニの成熟と対応していることから、低い水温で飼育することで、成熟の進み方を抑制できるのではと考えました。北海道では、羅臼町、岩内町、八雲町（熊石）の水深約300mの沖合から「海洋深層水」をくみ上げています。これら海洋深層水は清浄で年間を通して低水温という特性があります。

そこで、低温の海洋深層水を活用し、水温を3～7℃に維持し、餌を与えながら飼育することで、エゾバフンウニ（羅臼町）とキタムラサキウニ（岩内町）のおいしい“旬”を、従来よりも2カ月以上拡大することが可能になりました。また、蓄養飼育中にコンブ類を餌として与えることで、身の大きさや色合い、味を格段に高め、高品質のウニを作ることができました。



低温での飼育によるエゾバフンウニの品質の維持（知床の場合）

#### 成果の活用

知床半島の羅臼町では、現在、漁業協同組合によって低温飼育が行われ、観光に訪れた多くの方に地元産の高品質なエゾバフンウニを堪能してもらっています。一方、日本海沿岸の岩内町でも、品薄になる秋に高品質のキタムラサキウニを出荷することが可能となり、本州の市場や地元の飲食店・旅館から高い評価が得られています。この様に、地元の特徴を活かして育てた高品質ウニは「地域のブランド食材」として、今後の地域振興の大きな目玉になることが期待されています。

さらに「餌となる海藻量に対してウニが多すぎる」と原因の一つとなっている日本海沿岸の磯焼けに対して、身の成長が悪く商品にならないキタムラサキウニを高級食材として利用することで、ウニを減らして藻場を回復するという効果も期待されています。

（水産研究本部 釧路水産試験場 調査研究部 管理増殖グループ）

\*1：藻場が衰退して海藻がほとんど生育していない状態。

## 第2節 海で育む

## 3 海中のホタテガイを見る

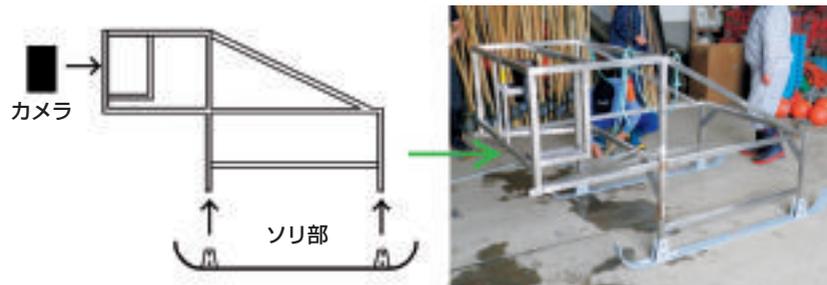
## 背景



オホーツク海から根室海峡沿岸の地まきホタテガイ漁業は額・量ともに日本一の生産を誇っています。これらの海域では、ホタテガイは漁獲サイズに成長するまで4年かかるため、漁場を4つの区画に分け、稚貝放流を1年ずつずらして計画的に生産を行っています（4輪採制）。約4cmまで人手で育てられた稚貝は、天敵であるヒトデ類を駆除した後に放流されるので、安全に成長できます。これまでは漁場面積や放流数を増やすことで生産の拡大が可能でしたが、今や生産量は限界に達しています。そのため今後はホタテガイを十分成長させ、量よりも品質が高くおいしい貝づくりへの方針転換が必要となっています。そのため貝の生育状況を具体的に把握することがこれまで以上に意味を持ちます。しかしながら深い海の中のことですので、畑の作物のように簡単に見に行くことができません。そこで、漁場海底画像を利用したホタテガイ漁場の「見える化」に取り組みました。

## 成果

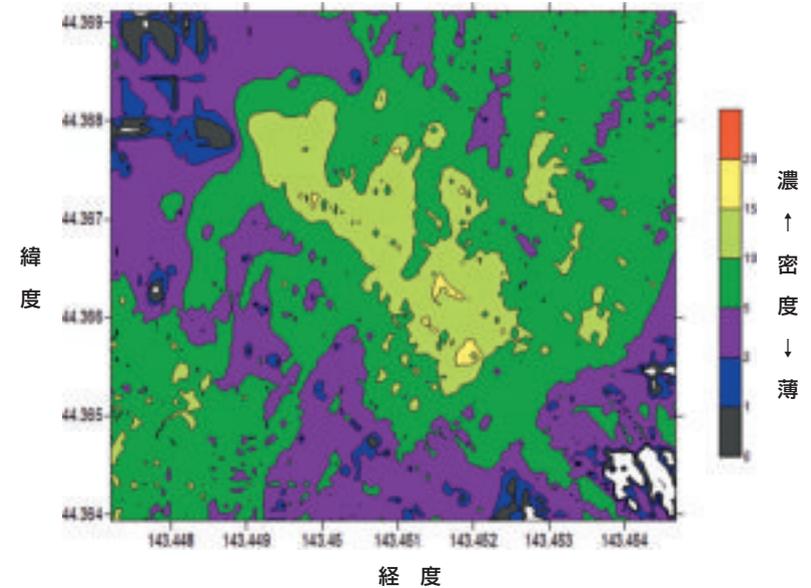
漁船が引くソリ型の海底動画撮影装置と画像解析技術を組み合わせ、一目で分かるホタテガイの分布図を、すばやく簡単に作成するシステムを開発しました。



漁船から海底に下ろして簡単に撮影できる海底撮影装置

地まきホタテガイ漁業では水深数mから80mまでの広い水深帯が使われており、潮流や透明度も海況により千変万化します。このようなさまざまな状況に対応するため、漁業者の多大な協力のもと試作と改良を繰り返して、確実に安定して海底に生息するホタテガイを撮影できる技術を開発しました。

これによって、これまで人間が動画を見ながら行ってきたホタテガイの計数作業についても、海底が砂地なのか岩盤なのかを判別し、それぞれにあった方法で貝の輪郭を検出することで、貝の数と大きさを自動的に測ることが可能となりました。



ホタテガイの分布図

## 成果の活用

今回開発したシステムは、最近問題となっている爆弾低気圧や台風の大しけによるホタテガイ漁場の被害調査にも実際に活用されており、この方面での技術の有効性も認められつつあります。今後は、地まきホタテガイ資源量推定調査に活用され、放流方法の改善や放流後の間引き・移植等の新たな漁場管理・適正密度管理を通して、地まきホタテガイのさらなる品質向上に貢献することが期待されています。

《水産研究本部 網走水産試験場 調査研究部 管理増殖グループ》

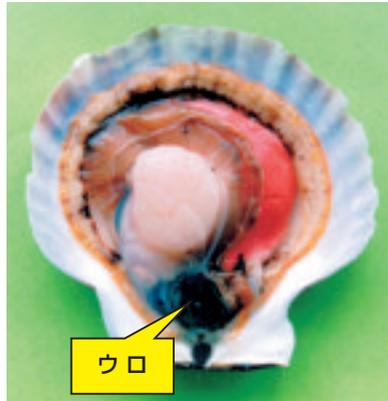
## 第2節 海で育む

# 4 ホタテのウロを使った魚の餌づくり

### 背景

日本はかつて世界一の漁業大国でしたが、200海里問題や資源の枯渇などの影響により漁獲量が減少していきました。そのため、育てる漁業への転換が進み、現在、養殖業は漁業生産量全体の20%以上を占め、今後ますます重要となっていくと考えられます。ところで、魚を育てる餌（えさ）としては、主に魚の乾燥粉末（魚粉）を原料とした配合飼料が使われていますが、2005年までは魚粉の値段は1kgあたり70円程度でしたが、現在は200円以上と値上がりしたため、魚粉の代わりに安価な大豆かすなど植物由来のたん白質を配合したエサの開発が行われています。しかし、これらは食べ具合や成長に問題があるため、安くてよく育つ餌の開発が求められています。

一方、北海道ではホタテガイの生産が全国一で、貝柱は刺し身用や干貝柱などに、その他の身の部分も一部は珍味等に利用されています。しかし、残りは利用されず、未利用のまま捨てられる量は年間3万tに達しています。中でもウロとよばれる部位は、有害物質のカドミウムが含まれているため、やっかい物となっています。こうしたことからウロを安全に活用する技術開発が求められています。



### 成果

そこで道総研では、これら2つの課題を解決するため、ホタテのウロを原料とし、魚類摂餌（せつじ）促進物質（ウロエキス）を製造する技術を確認しました。魚類摂餌促進物質とは、エサに配合することで魚がよくエサを食べるようにする、いわばご飯のふりかけのようなものです。魚の摂餌を促進する物質の一つに遊離アミノ酸が挙げられていることから、ホタテ加工残渣（ざんざ）に多く含まれるたん白質を分解して遊離アミノ酸をつくりました。さらにウロに含まれるカドミウムを電解法で除去し、安全なウロエキスの製造方法を確立しました。

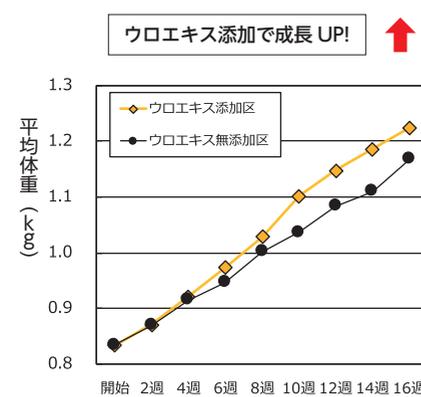
試作したウロエキスで飼育試験を行ったところ、ハマチ、マダイ、クロソイ、マツカワなどの魚種では、エサに1~2%添加するだけで、食べ具合だけでなく、魚の成長も良くなり、魚を早く育てることができました。



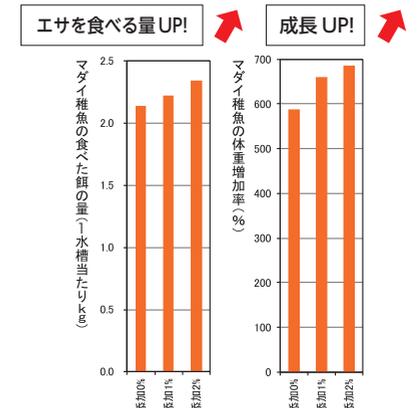
脱カドミウム実証試験装置



クロソイの飼育試験の様子



ハマチの成長の速さ



マダイ稚魚が食べたエサの量と体重の増加

### 成果の活用

ウロエキスが安定的に生産可能となれば、新たなウロ処理方法として、北海道のホタテ産業への支援となり、今後さらに重要性を増す養殖業への普及も期待できます。今後は製品化を目指して、研究を進める予定です。

《産業技術研究本部 工業試験場 環境エネルギー部 環境技術グループ》

## 第3節 おいしい魚を食卓へ

### 1 きれいで美味しいサケを作る

#### 背景

国民1人1日当たりの魚介類と肉類の摂取量は、2006年以降、肉類が魚介類を上回っています。魚介類の生臭さや調理の手間などにより「魚離れ」が進行しているためです。それでも回転寿司は年齢層を問わず人気を集め、寿司ネタの人気上位にはサーモンが常にランクインしています。



回転寿司で提供されるサーモンは、色や脂の乗りがよく生臭さがあまりありません。こうしたサーモンはノルウェーやチリで養殖されたもので、北海道で捕れるサケの2倍以上が輸入されています。逆に水揚げ量が全国の8割以上を占める北海道のサケの約4割は中国へ輸出されて切り身に加工され、欧州でワイルドサーモンとして消費されています。このような一種のねじれ状態の解消に向け、道産サケの消費を拡大するために、生臭さを少なくし、色をきれいにする処理方法について検討しました。

#### 成果

道東の標津漁業協同組合と標津町の協力のもと、サケを網から船に揚げてすぐに血抜き（脱血）処理することにより、生臭みが少ない、肉色も鮮やかな高品質のサケの生産が可能となりました。また、脱血処理の効率化を目指し、船上での安全、精度と作業のしやすさを考慮した機械の試作も行いました。

ところで、輸入物のサーモンは養殖のため、エサを工夫することにより、生臭さや色を調整することはできますが、道産サケは天然魚のため、エサで品質を調整することはできません。そこで、脱血処理によって調整する方法を検討し、血液の放出する（放血）量を指標に、傷つける（切削）場所、放血するときの水温や時間などを比較しました。その結果、魚のエラを切削し、通常温度の海水中で5分間程度漬け、その後は氷で冷やして鮮度を保つことが最適とわかりました。

また、サケは切り身だけではなく、さまざまな加工品に姿を変えます。そこで、サケ加工品についても脱血処理の効果を調べたところ、サケトバ（乾燥品）では、生臭みの主成分が脱血処理により大きく減少し、試食した多くの人から「生臭くない」との声がありました。

サケの卵巣を塩蔵した筋子は、食品添加物として認められている範囲の添加物を入れることにより、鮮やかな赤色となります。脱血処理した筋子では、少ない添加物の量で鮮やかな赤色となり、さらには冷凍中の脂質の酸化（油焼け）も抑制され、高品質を維持していることもわかりました。

このように、脱血処理によって差別化された筋子は「船上一本メ鮭すじこ」の商品名で標津漁協から販売されています。

#### 成果の活用

これらの取り組みは標津以外にも広がり、釧路市東部漁業協同組合では春に水揚げされるサケ（トキサケ）を全て脱血処理し、ブランド化製品として出荷しています。また、サケと一緒に網で漁獲されるブリやソイ、ホッケ等にも脱血処理は広がっており、「くさみのない魚」が増え始めています。

生産者だけにしかできない「脱血処理」が多くの魚に普及し、「魚離れ」を押し止めるよう道総研はこれからも品質向上技術の開発と普及を行っていきます。



中でも、釧路沖の春定置網で獲れたトキシラズを、鮮度保持のため船上で活めし、プロの目利きで一本ずつ厳選したものを「釧路定置トキシラズ」として、ブランド化を進めています。

★天然ならではの  
上質な脂ノリの良さ

★ホブや（ウロコ）がはく、  
身が引き締まっている

（釧路水産試験場による脂質調査：トキシラズ4%以上、秋サケ2%以下）

活めって？

生きている魚の延髄やエラを切って、血抜きをすること。鮮度がよく、身の色がきれいで、生臭みが少なくなります。特に「釧路定置トキシラズ」は全船に活めの機械を導入し、品質の安定化に努めています。

《水産研究本部 釧路水産試験場 加工利用部 加工利用グループ》

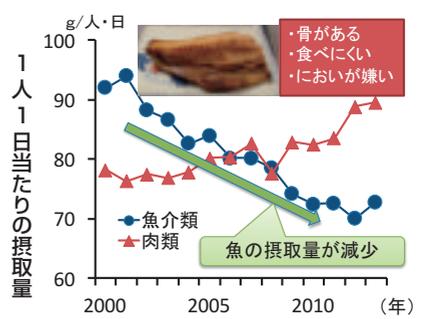
## 第3節 おいしい魚を食卓へ

# 2 チーズホエイで作る魚の干物

### 背景

近年、国民1人1日当たりの魚介類の摂取量は年々減少しており、「魚離れ」といわれる現象が起きています。魚料理が敬遠される理由には、骨があって食べにくいこと、調理の手間がかかることに加えて、臭みがあることがあげられています。一方で、食材としての魚は、栄養価が高く、健康に良いと考えられ、「もっと食べるようにしたい」、「子供にたくさん食べさせたい」と多くの消費者が望んでいます。

このような情勢の中、食品企業では、食べにくさの改善や魚臭さを抑えた食品開発への取り組みが行われており、道総研にも、研究開発のニーズが寄せられています。



国民1人1日当たりの魚介類と肉類の摂取量の推移 (厚生労働省「国民栄養調査」、「国民健康・栄養調査」より)

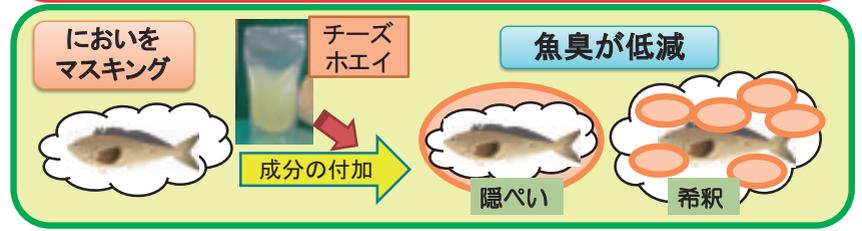
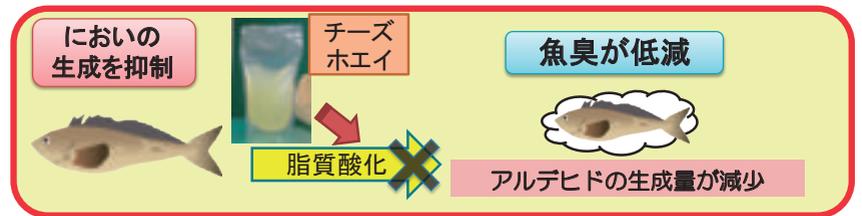
### 成果

チーズを作る際に副産物として大量に出るチーズホエイを使用して、風味を変えた魚の干物の製品化に(有)釧路フィッシュ、釧路市水産加工振興センターが共同で取り組んできました。これに対して、道総研では研究を通して、チーズホエイに魚臭さを抑える効果があることを科学的に明らかにしました。

魚のにおいは、さまざまな成分が複合的に組み合わさることで形成されます。その中には、好ましいと感じるにおいもあれば、不快なにおいも含まれています。

魚の脂質は非常に酸化されやすく、酸化されると不快なにおいの成分の一つであるアルデヒドが生成しますが、チーズホエイには脂質の酸化を抑える作用があります。チーズホエイを使用することで、脂質の酸化によるアルデヒドの生成を抑え、不快なにおいを抑制することが明らかになりました。

さらに、チーズホエイには乳製品特有のにおい成分が多く含まれており、チーズホエ



チーズホエイによる魚のにおいに対する2つの抑制効果

イを使用した干物には、これらの成分が付加されます。その時に、チーズホエイ由来のにおい成分が魚のにおいを隠すとともに、薄める働きをされると考えられました。

### 成果の活用

チーズホエイを活用した干物は製造工程が簡易であり、高価な機械設備も必要としないため、簡単に製造することができます。また、チーズホエイのにおい抑制効果は、多くの魚種に認められることから、道内各地で作られている干物製品へ広く活用することができます。現在、チーズホエイを活用したサバやホッケの干物製品が商品化されています。さらに、魚料理に使用するドレッシングへの使用など、さまざまな形で成果が活用されています。



《産業技術研究本部 食品加工研究センター 食品開発部 食品開発グループ》

## 第3節 おいしい魚を食卓へ

## 3 宗谷発、イシモズクの新たなブランド化

## 背景

道総研の技術支援により、北海道に新たなモズク製品が誕生しました。モズクといえば沖縄産のオキナワモズクが有名ですが、北海道でもモズクは数種類分布しています。宗谷漁業協同組合はこれまで年間約10tのイシモズクを水揚げし、食塩を添加した塩蔵品として加工販売してきました。しかし、塩蔵品は塩抜きの手間や、消費者の減塩志向などから販売が伸び悩んでいました。

このため、同組合は「生に近い姿を消費者に！」をコンセプトに新たなブランド製品の開発に取り組みました。目指したのは、イシモズクの特徴を活かした生鮮冷凍品と、イシモズクがボイル処理によって褐色から鮮やかな緑色になる性質を利用したボイル冷凍品の2種です。



生鮮



ボイル後

宗谷産イシモズク

## 成果

今回の技術支援により、イシモズクに適した洗浄方法や鮮度保持方法などが明らかになり、新たな冷凍食品の開発が可能となりました。

まず洗浄方法ですが、滅菌海水を用いた洗浄を3回繰り返すことにより、砂や巻貝などの混入異物をほぼ完全に除去することができました。

鮮度保持方法についても、イシモズクを海水や水道水に漬けずに15℃以下で保管することによって、イシモズクの色や香りなどを最も良好に保てることを明らかにし、深夜までかかっていた加工作業の軽減を可能としました。

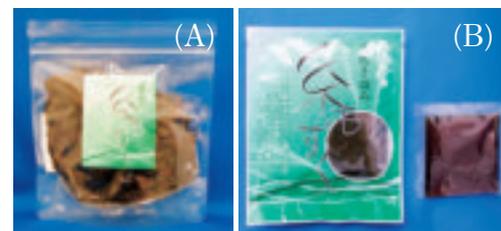


滅菌海水によるイシモズクの洗浄

また、衛生管理に関する情報として、細菌数を調べた結果、2種の製品は衛生的に製造されていることを明らかにしています。

その他、イシモズクのシャキシャキした独特の食感に注目し、強度（歯応え）を測定してオキナワモズクと比較した結果、イシモズクはオキナワモズクに比べて約6倍の歯応えがあり、これはボイル処理を行っても変わらないことがわかりました。

なお、一般にモズク類には、高血圧の予防作用や整腸作用などに効果があるアルギン酸が含まれています。分析したところ、イシモズクはオキナワモズクに比べて、このアルギン酸が多く含まれていることがわかりました。



宗谷産イシモズクの新製品

(A):生鮮冷凍品, (B):ボイル冷凍品(調味ダレ付き)

## 成果の活用

宗谷漁業協同組合は数年前に新しい加工処理施設を建設しました。現在、この施設でイシモズクの加工を行っており、製造ラインの中には道総研が支援した技術が取り入れられています。

今回の技術支援で得られたノウハウは、他の地域のモズク加工でも活用が可能です。今後も道総研は、地場資源の有効利用に対する取り組みを支援して行きます。

《水産研究本部 網走水産試験場 加工利用部 加工利用グループ》

### 第3節 おいしい魚を食卓へ

## 4 カスベ軟骨からサプリメント

### 背景

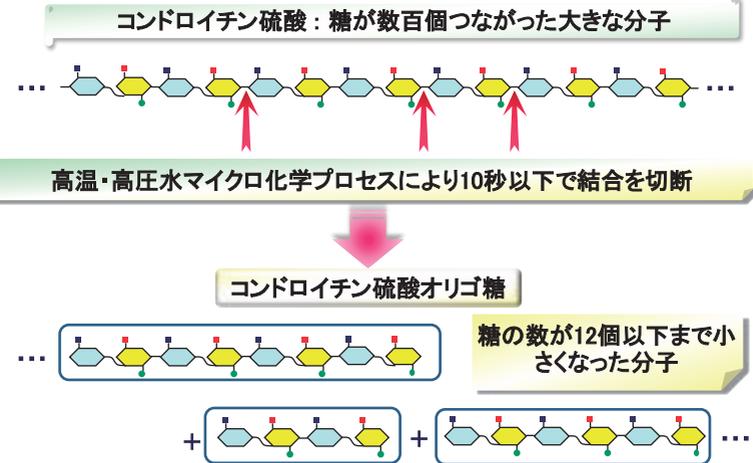
道民には「カスベ」の名で親しまれている「エイ」は、北海道が全国水揚げ量の50%を占めており、ヒレの部分が煮付けなどにして食されています。一方で、軟骨などの残り半分以上の部分は廃棄されています。ところが、その軟骨には、人体に有用な機能性物質「コンドロイチン硫酸」が含まれています。コンドロイチン硫酸は、「グルクロン酸」と硫酸基の付いた「N-アセチルガラクトサミン」という2種類の糖が数百個つながった巨大な分子です。軟骨がクッション機能を果たす上で重要な成分であり、これを取り出すことができれば、医薬品や食品、化粧品などに大きな市場があります。そこで道総研は、丸共水産(株)(稚内市)と共同で、カスベ軟骨を原料とした「コンドロイチン硫酸サプリメント」の製品化に取り組んできました。



カスベ軟骨

### 成果

より大きな市場を目指して、従来のコンドロイチン硫酸製品よりも機能が向上した「コンドロイチン硫酸オリゴ糖」の製造方法を開発しました。コンドロイチン硫酸オリゴ糖は、コンドロイチン硫酸の糖と糖をつなぐ結合を切断することで造られます。切断によって小さな分子となったオリゴ糖は体に吸収されやすくなり、少ない量で大きな効果が得られるようになります。既存のオリゴ糖製造法では、コンドロイチン硫酸の持つ高い機能を維持したまま分子量を小さくするには非常に高価な酵素が必要になるため、製造コストが大きな課題になっていました。しかし道総研の保有する最先端技術「高温・高圧水マイクロ化学プロセス」\*1を応用することで、酵素を使わずに水だけで、しかも10秒以下の極めて短い時間で、糖のつながりが12個以下のオリゴ糖を作る技術を実現させました。すなわち、商品化の大きな妨げになっているコストの問題を解決し、安く大量にコンドロイチン硫酸オリゴ糖を製造することを可能にしたのです。



### 成果の活用

開発した方法をもとに、原料カスベ軟骨からコンドロイチン硫酸を分離しオリゴ糖を製造する一連の工程を、丸共水産(株)と共同で作り上げることができました。マイクロ化学プロセスを食品製造に応用した例は、世界でも類の無いことです。

製造したオリゴ糖が従来のコンドロイチン硫酸よりもはるかに吸収されやすくなっていること、また、小さな分子になってもコンドロイチン硫酸の機能が維持されていることが、北海道大学の評価により証明されています。

この成果を受けて、丸共水産(株)が「ナノ型コンドロイチン」として商品化し、「2013年度北海道新技術・新製品開発賞 食品部門」で大賞を受賞しました。



《産業技術研究本部 工業試験場 環境エネルギー部 環境技術グループ》

\*1：高温・高圧状態にある高い反応性を持った水と、微小空間と呼ばれる細いチューブを使って化学反応を効率良く起こす技術。

## はらかな水平線 研究者のつぶやき②

---

水平線までの距離は、見る高さによって変わります。高いところほど地球の丸みに沿って遠くまで見えます。

ちなみに波打ち際(目の高さが1.5m程度)に立ってみると、水平線までの距離は4.4kmと意外と近いのです。

---

