



道総研

ISSN 0914-6849

北水試だより

HOKUSUISHI DAYORI

第101号
2020/9

～浜と水試を結ぶ情報誌～



目次

試験研究の推進方向 (令和2～6年度)

- ～道総研水産研究本部 第3期
中期研究計画～…………… 1

主搭載文

- ・磯焼け海域での小規模コンブ藻場の創出と
その消長…………… 3
- ・北海道におけるサケ初期減耗過程の解明と
資源回復に向けて
～降海後のサケ稚魚に何が起きているのか?～… 7

資源管理・海洋環境シリーズ

- ・人工種苗放流により再構築されたマツカワ
資源の現在…………… 11

資源増殖・水産工学シリーズ

- ・アカボヤ養殖技術開発の現状について…………… 14

水産加工シリーズ

- ・カギは菌ごたえにあり!
生食用道産養殖ニジマスのおいしさを測る…………… 19

各水試発トピックス

- ・「水産海洋研究集会」開催!…………… 23
- ・小樽のエゾバフンウニが久しぶりの好漁
～エゾバフンウニ稚仔の発生量と
漁獲量の関係～…………… 24
- ・忍路沖の砂地に広がるヨーロッパザラボヤの
コロニー…………… 25
- ・川島元甲板長が瑞宝単光章を受章されました…………… 26

「北水試だより」表紙デザインの変更について

「北水試だより」の表紙は1988年1月の創刊から2020年3月の100号までの32年もの間、皆様に親しまれておりました。

令和2年度より、北海道立総合研究機構水産研究本部「第3期中期計画」が開始され、新たな展開が進められているなか研究成果をいち早く報告する広報誌「北水試だより」につきましても表紙デザインを一新する事といたしました。

新たな表紙は、水を基調とし、毎号、掲載している主搭載文より写真を載せることで、表紙から内容がわかりやすくなり親しまれるものと考えております。

今後も、皆様にわかりやすく新しい水産研究を紹介していきますので、よろしくお願いたします。

(水産研究本部図書出版委員長)

試験研究の推進方向（令和2～6年度） ～ 道総研水産研究本部 第3期中期研究計画 ～

道総研は平成22年度に道立試験場を統合し発足して以降、北海道が5年ごとに定める中期目標を達成するための研究計画に基づき様々な調査・研究を進めてまいりました。このたび水産研究本部では、令和2年度から5か年の推進方向として、本道水産業をとりまく情勢の変化に的確に対応すべく「第3期中期研究計画」を策定しました。

本道ではホタテガイ、サケ、コンブをはじめ、サンマやスルメイカ、ケガニといった主要資源で減産が進む一方、マイワシ、ニシン、ブリなど来遊量が急増している資源や、ホッケ、スケトウダラなど資源管理によって回復が進む資源もあり、周辺水域の資源状況は大きく変化しています。また、安全で高品質な本道水産物の安定供給への期待は国内外でますます高まっており、サケ・マス類や地域特産資源の養殖にチャレンジする事業者も増えてきました。

国は、資源管理や養殖を推進し水産業の成長産業化を目指す「水産政策の改革」を進めており、我が国の水産業は大きな変革の時を迎えています。道総研第3期は水産研究の現場においても激動の5年となることを見込まれます。

このような情勢をふまえ、**主要水産物の生産回復と安定化、持続的な資源利用を実現する管理技術の開発、地域水産業の振興と競争力の強化**を主眼として、8つの研究推進項目を設定しました（右図）。道総研は各産業分野で培った科学技術力を結集し、浜とともに、行政、大学、関連企業と連携して本道水産業の振興に力強く貢献してまいります。

①水産資源を持続的に利用するための資源管理技術の開発
漁獲物や漁獲統計の分析、試験調査船による資源・海洋環境のモニタリングを進め資源状況を的確に把握するとともに、資源管理や漁況予測の技術開発に取り組みます。

②水産物を安定供給するための増養殖技術の開発
本道の重要資源であるホタテガイ、サケ・マス類、コンブ類の生産技術の高度化と養殖技術の開発、魚病発生状況のモニタリングと防疫技術の開発に取り組みます。

③地域水産業の振興のための技術開発
ニシン、マツカワ、マナマコなど栽培漁業対象資源の生産技術開発、チョウザメ、二枚貝、ウニ、海藻類など地域特産種の養殖技術の開発に取り組みます。

④ICTを活用した次世代漁業技術の開発
ICT技術を積極的に導入し、水温や漁況など漁業現場の情報をリアルタイムに集積する効率的な漁業システム、遠隔制御・監視システムによる増養殖管理技術の開発など、水産業のスマート化に取り組みます。

》》》 地域を支える漁業の振興につなげます！

⑤水産物の品質・加工適性などの評価と利活用技術の開発
漁獲時期やサイズによる栄養・健康機能性や美味しさを評価し、原料特性を活かした品質向上技術の開発、さまざまな加工方法を適用し水産物の高度利用技術の開発に取り組みます。

⑥水産物と加工食品の安全性確保と品質・鮮度保持技術の開発
水産物中の病原微生物や寄生虫、ヒスタミン、アレルギーの検出・抑制技術、生産から消費までの鮮度保持や品質管理技術の開発に取り組みます。

⑦未利用水産資源を活用した研究開発
ウロやウニ殻、ヒトデや雑海藻などから、健康医薬品や工業原料としての有用成分を分離・精製する技術、天然調味料素材や飼料化技術の開発に取り組みます。

》》》 資源の有効活用と高度利用を推進します！

⑧水域環境保全と海域高度利用技術の開発
生態系・生物多様性の保全に関する技術、漁場環境の変動予測技術、増養殖水面の造成技術の開発に取り組みます。日本海を中心とした磯焼け対策の技術開発、海獣類による漁業被害の実態把握と影響評価、被害軽減に関する技術開発に取り組みます。

》》》 自然と調和・共生した水産振興を進めます！

図 第3期中期研究計画における研究推進項目

（星野 昇 水産研究本部企画調整部）

磯焼け海域での小規模コンブ群落形成実験とその消長

キーワード 磯焼け、藻場造成、ホソメコンブ

はじめに

北海道の日本海南部ではホソメコンブをはじめとした大型海藻類が少ない磯焼け海域が広がり、これらを餌とするウニやアワビの生産量に大きな影響を与えています。磯焼けの原因は、海水温の上昇や栄養塩の不足によると考えられていますが、これらの他に、母藻群落の減少によって遊走子の供給が不十分な海域があることもわかってきました。

このような海域に広範囲に藻場を造成するのは技術的にも困難であり、経費も莫大にかかります。そこで、小規模なコンブ群落（核藻場）を人為的に造成して遊走子を自然に放出させ、翌年以降に核藻場を中心にしてコンブ群落を徐々に拡大させる手法がとれないかが検討されています。また、遊走子の拡散範囲に合わせて核藻場を複数造成することで、広範囲のコンブ繁茂が可能となります。この手法の利点は、最初のきっかけを人為的に与えてやるだけで、あとは自然の力を利用して藻場を拡大できるので、目的とする海域全体に磯焼け対策を施すよりも簡便かつ安価にコンブ群落を再生させられるところにあります。このため、磯焼け海域でのコンブ藻場造成の新しい試みとして期待されています。

遊走子不足でコンブ群落が形成されない海域にコンブを造成してみる

積丹半島の北海岸に、磯焼けが広範囲に広がっている場所があります。ここでは、これまで地元の人たちを中心にしていくつかの磯焼け対策がとられてきましたが、今ひとつ効果がありませんでした。この場所で、コンブの遊走子の有無を調べてみたところ、東側に約400m離れた場所にコンブ群落があるにもかかわらず、遊走子はほとんど出現しませんでした¹⁾。

一方、この海域には海底面が周囲より若干高くなっている盤状の地形があり、そこにはほぼ毎年ワカメが生育していますので、ウニ類の食害が比較的少ない場所だと推測されます。また、ワカメとコンブは波当たりなどの環境条件が類似した場所に生えるので、条件さえ整えばこの場所にコンブが生育することも可能だと思われました。

この場合、不足している条件は「遊走子」だと考えられますので、これを人為的に添加することで補うことにしました。通常、遊走子を添加するためには、「スポアバッグ」という手法を用います。これは、あらかじめ遊走子を放出しやすいように処理を施したコンブを海底に設置または散布する方法です。この方法では、コンブから放出された遊走子は、設置場所周辺に着底することなく広範囲に拡散してしまう可能性があります。そこで、今回はより確実にこの場所にコンブのタネ（以後、遊走子などコンブの微少世代を総称して“タネ”と表現します）を定着させるために、1辺が

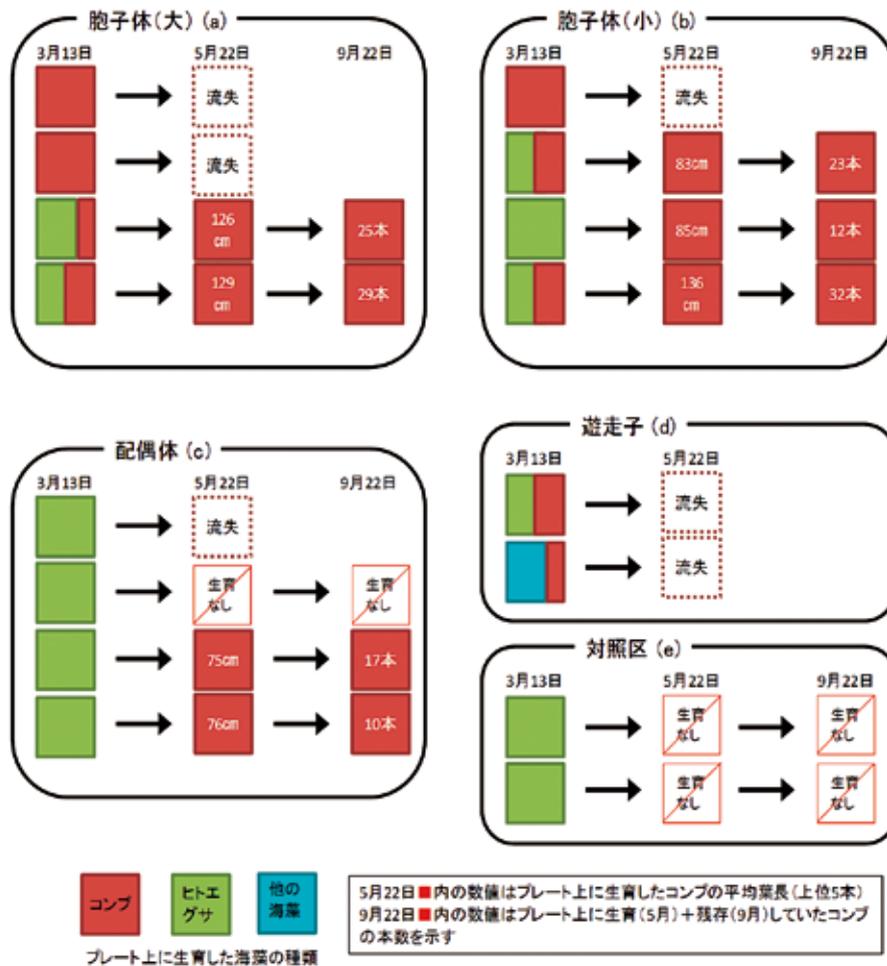


図1 コンブのタネ付きプレート設置実験の結果 (2017年3月～9月)
 「育てる漁業 No.481; 北海道栽培漁業振興公社刊」より転載

7 cmの小さなコンクリートプレートにコンブのタネを植えた状態で設置しました。この実験の詳細な内容については、既報²⁾をご覧ください。ここで、ここでは簡単に結果だけを再掲します。

プレート設置翌年にはコンブが生育

この実験では、遊走子を付着させたもの、それを室内培養で配偶体や幼胞子体(1 mm以下の“小”と1～2 mmの“大”)まで育成した4つの生育段階のプレートを2016年12月に設置しました。

その結果、最終的に成長したコンブの大きさや本数は異なるものの、配偶体の段階で設置した一つを除いて、事前にタネ付けをしたすべてのプレート上にコンブが生まれました(実験の途中で流失し

てしまったものを除く)(図1(a)～(d))。一方、対照区として設置したタネ付けをしなかったプレートにはコンブは生育しませんでした(図1(e))。このことから、やはりこの場所は天然コンブの遊走子が不足していることによって磯焼け状態が継続されている可能性が高いと考えられました。このような場所では、効果的な方法でタネを補充してやればコンブの生育が望めそうです。

核藻場はできたけど・・・その後

このように、この場所に核藻場となるコンブ群落を形成させることができました。ここからは、核藻場形成以降のことをお話しします。

2017年9月にドローンによる空撮と現地の観察

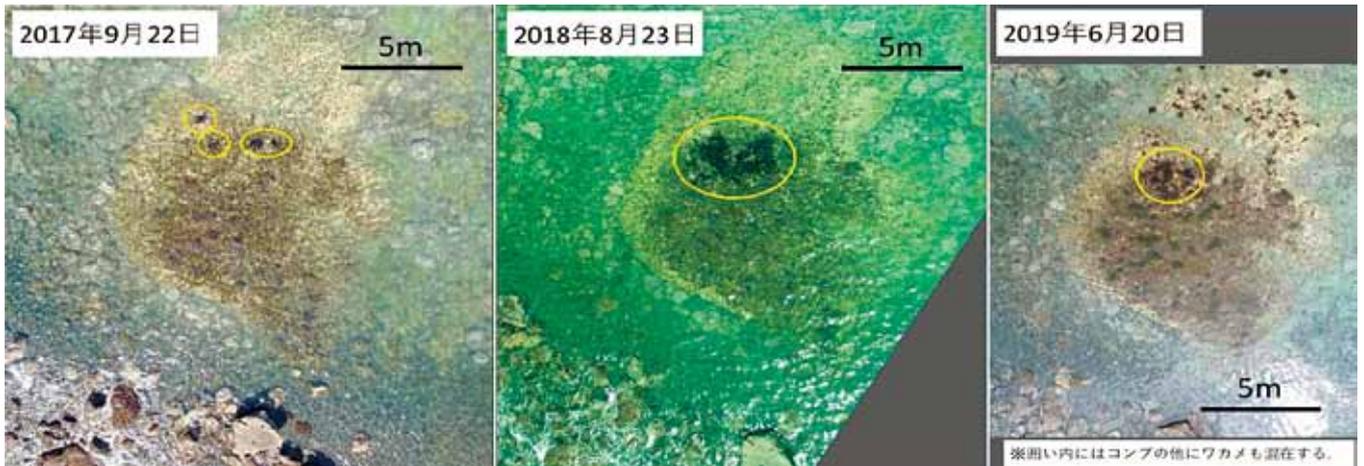


図2 コンブタネ付きプレート設置以後のコンブ生育状況（黄色丸囲い）（ドローンによる空撮）
 2017年；プレートを設置した数カ所からコンブが生育している
 2018年；プレート周辺の直径5mの範囲でコンブが生育している
 2019年；プレート周辺でコンブが生育したが、その範囲は前年よりも縮小した

を実施したところ、現場に設置したプレートにコンブが残存していました（図2左、図3上）。これらのコンブの成熟も確認されましたので、遊走子も放出されたと考えられます。

翌2018年の春には、この岩盤上にワカメとコンブが生育していることが確認できました。また、秋になるとワカメは枯れて、コンブだけが残っていることが確認されました。現場を詳しく観察すると、前々年に設置したプレートから生えているコンブはなく、プレート周辺の天然岩盤上からコンブが生えていました（図3下）。ドローンを使って周辺の空撮を行ったところ、直径5mの範囲に群落が形成されていることがわかりました（図2中）。また、現場の詳細な観察により、生育数はおよそ250本と計数されました。さらに、周辺で海中の遊走子量を調べたところ、最大で21個/mLが検出されました。このことから、この群落は確実にタネ場（遊走子の供給源、核藻場）として機能しているものと考えられました。しかし、コンブ群落から10m離れるとほとんど遊走子は検出されず、拡散範囲はそれほど広がらないと推測されました（図4）。

2019年春にもコンブとワカメが生育していましたが、コンブ群落は直径3mの範囲（図2右）に広がる程度で、前年よりも縮小してしまいました。ワカメが枯れたあとの9月5日に現場の観察を行ったところ、コンブは残存していましたがその数は前年よりも少ない100本程度であり、かつ短いものが多い状況でした。また、この時点では、成熟している個体も見られませんでした。10月25日に現場を観察したところ、コンブはすべてなくなっていました。群落があった場所の岩盤上にはコンブの根元（付着器）も残っていなかったことから、ウニによる食害や末枯れによる消失ではなく、時化によって抜け落ちたものと推察されました。ホソメコンブの成熟は、例年であれば9月下旬～10月に盛期を迎えますが、2019年は10月中旬以降と遅かったことが別の調査からわかっていましたので、この場所のコンブは遊走子を放出する前に消滅してしまったのではないかと危惧していました。その危惧は現実となり、2020年春に現場を観察したところ、ワカメの生育は見られたものの、コンブは1本も生えておらず、この場所での核藻場は形成から4年目にして消滅してしまいました。



図3 コンブの繁茂状況
 上写真：海底に設置したプレートにコンブが生育している。
 下写真：プレートにはコンブがなく、海底の岩盤にコンブが生育している。

おわりに

以上のとおり、磯焼け海域において遊走子が不足しているためにコンブが繁茂しないと思われる海域で、人為的にコンブのタネを植え付けたところ、小規模ながらコンブ群落が発達しました。これが核藻場となって周辺にコンブが増えることが期待されましたが、その効果は長くは持ちませんでした。また、遊走子の拡散範囲も案外狭く、思ったほど群落の規模も大きくなりませんでした。さらに、核藻場として機能していくためには、単にコンブが生えることだけでなく、秋の成熟時期までコンブが残存することが重要だとわかりました。しかし、これらは気象や海況の影響を受ける可能性も高く、その制御は容易ではないかも知

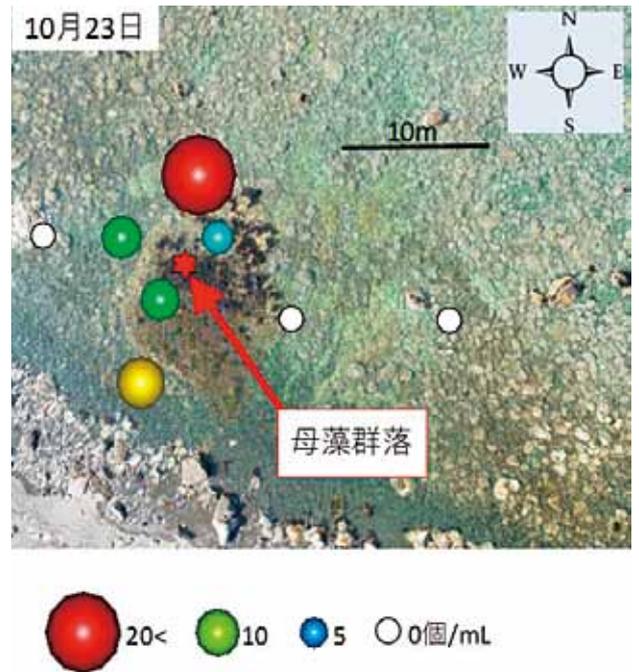


図4 コンブ遊走子出現状況
 2018年10月23日の群落周辺のドローン空撮画像に表層海水 1 mLあたりのコンブ遊走子数を重ねた。

れません。ただ、何もしなければコンブ群落は決して形成されない場所があること、また、適切に手をかければ群落が発達する可能性が高いことも今回の実験で示されました。

どのような場所で、どのような手法を講じれば群落が発達するのか？そして、コンブが成熟を迎える秋まで群落を維持するにはどうすれば良いのか？など、効率的な磯焼け対策のために検討すべき課題はまだたくさんあり、今後、水産試験場ではこのような課題にも取り組んでいく予定です。

参考文献

- 1) 高谷義幸, 秋野秀樹, 福田裕毅, 安永倫明, 合田浩朗 (2017) 7. ホソメコンブ群落の変動と遊走子供給機能に関する研究, 平成28年度北海道立総合研究機構中央水産試験場事業報告書, 125-131.
- 2) 高谷義幸, 秋野秀樹 (2018) 磯焼けが回復しない！ - 要因の一つはコンブのタネ不足？ -, 育てる漁業, No.481, 3-7.

(高谷義幸 中央水試資源増殖部 報文番号B2445)

北海道におけるサケ初期減耗過程の解明と資源回復に向けて ～ 降海後のサケ稚魚に何が起きているのか? ～

キーワード：サケ、減耗要因、水温、栄養状態、回遊

はじめに

北海道の沿岸で主に定置網で漁獲されるサケは、これまで毎年500億円を超える水揚げ高を誇り、ホタテ、コンブと並んで長年本道の水産業の主力魚種となってきました。サケ資源は1970年代半ばから飛躍的に増加し、2004年には6,000万尾を超える来遊数を記録しました(図1)。その後も2000年代までは高い資源水準を維持していました。このようなサケ資源の増大は、サケの回遊先である北太平洋の生息環境がサケにとって好適であったことに加え、給餌飼育や適期放流の実践などふ化放流技術の向上が大きな要因であると考えられています。しかし近年、放流数に大きな変化がないにもかかわらず来遊資源は減少傾向にあり、2019年の北海道における来遊数は1,756万尾まで減少しました。このため、資源変動要因の解

明と早急な対策が求められています。

しかし、北海道から放流されたサケ稚魚が、いつ・どこで・どのように死んでしまうのか(減耗過程と呼びます)、分かっていることの方が少ないのが現状です。本稿では特に減耗が大きいと想定される「海洋生活初期」に注目し、サケ稚魚の死亡・生き残りの仕組みについて、大胆に仮説を立ててみました。そして、この仮説の中でサケ稚魚の生き残りにとって重要な要因と考えられる「栄養状態」と「沿岸水温」が、サケ稚魚の「成長」や「遊泳力」に与える影響について調べた結果をご紹介します。

サケの回遊経路と二段階減耗仮説

人工ふ化・飼育で育てられたサケ稚魚は3～5月頃に河川に放流され、数日～数週間を河川内で過ごしてから降海します。海に出たサケ稚魚は、4～6月頃まで岸に近い沿岸域で成長します。網走湾や根室湾での調査結果では7月頃までには沿岸域を離脱し、8月頃にはオホーツク海に到達すると考えられています(図2)。海に出てから数ヶ月のこの時期を「海洋生活初期」と呼んでいます。オホーツク海で成長したサケ稚魚は、北太平洋の西部に移動して海洋生活1年目の冬を越します。その後暖かくなってくると、ベーリング海に移動し6～11月の間に餌を食べて大きく成長します。そして、水温が下がってくると今度はアラスカ湾

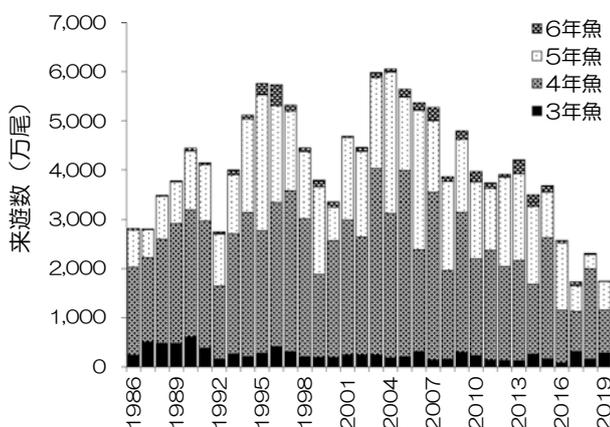


図1 北海道におけるサケ来遊数の推移
来遊数：沿岸での定置網などによる漁獲数と、人工ふ化放流のための河川での捕獲数の合計

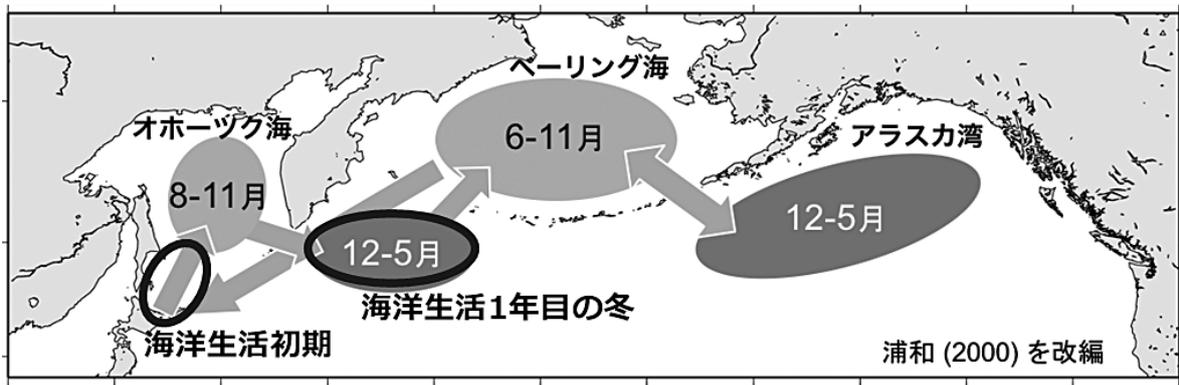


図2 北海道から放流されたサケの推定回遊経路 (浦和¹⁾を改変)

に移動します。ベーリング海で摂餌し、アラスカ湾で越冬するという生活を数年繰り返し、成熟のスイッチが入ったものは順次、生まれた川に向けて回帰します。このような壮大な回遊を経て北海道に帰ってくるサケですが、その減耗過程はほとんど分かっていません。

一方、北米では1960年代からの調査研究によって、様々な情報が集まってきています。それによると、サケマス類の海洋生活期には主要な減耗時期が2つあると考えられており、1つ目が降海直後の海洋生活初期、2つ目が海洋生活1年目の越冬時で、二段階減耗仮説と呼ばれています。このうち、前者の海洋生活初期の死亡率は特に高く、80%近いとする報告もあります。また、この時期の減耗の特徴として、体の小さい個体や成長率の低い個体が死亡しやすいことが指摘されています。

北海道のサケ稚魚減耗仮説

これまでの北海道における調査から、海洋生活初期のサケは8～13℃の水温帯を好んで分布することが分かっています。一方、5℃以下の低水温ではサケ稚魚はごく岸寄りに閉じ込められるように分布し、沖合への移動が制限されることが分かってきました。また、回帰親魚の年齢組成分析から、回帰率の低かった2016年と2017年のサケは稚魚期に低水温を経験していたことも示唆されています。

さらに、ロシアの調査によるとオホーツク海でこれらの年級の日本系サケが少なかったとの情報もあり、北海道生まれの稚魚はオホーツク海にたどり着く前に死亡したものが少なくなかったとみられます。このようないくつかの状況証拠から、北海道から放流されたサケ稚魚でも海洋生活初期の減耗が大きいと想像され、その要因のひとつとして沿岸域での低水温がサケ稚魚の生き残りに悪影響を与えている可能性があると考えています。

沿岸域での低水温の影響の一方で、長期的には地球温暖化も影響している可能性があります。北太平洋全体でみると、現在もサケ資源量は歴史的に高い水準にあり、特に北方に位置するロシアやアラスカでは高水準を維持しています。一方で、サケ分布域の南限に近い北海道のサケは減少しています。2010～2014年にかけては、サケ稚魚の放流時期には海水温が低くその後急上昇する現象が見られました。1996年以降、放流時期とその後の水温差が大きくなると日本系のサケの漁獲量が低下する傾向があることが報告されました²⁾。水温が高くなるとサケ稚魚の基礎代謝が高くなる分、十分に餌が無い環境では逆に飢餓に陥ってしまう可能性が指摘されています。低水温から高水温への急激な水温上昇はサケ稚魚にとっての適水温期間が短縮され、生き残りにとってマイナスに働くのかも知れません。

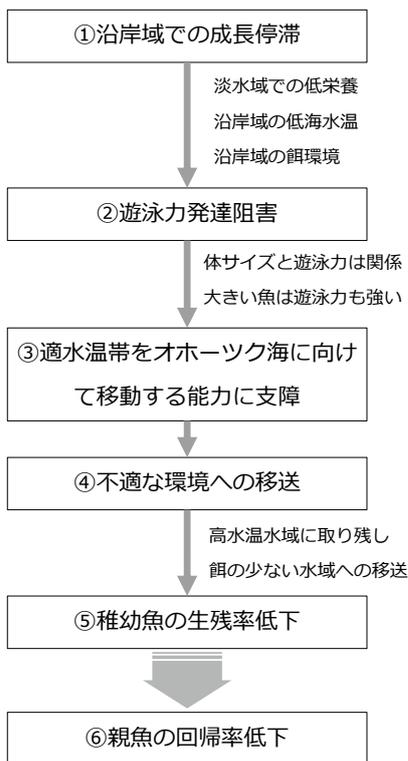


図3 北海道系サケ稚魚の減耗過程（仮説）

さらに、河川でのサケ稚魚のコンディションも沿岸域での生き残りに影響する可能性があります。放流場所が河口から遠い河川では、海にたどり着く前に栄養状態が低下しているサケ稚魚がいることや、汽水域でサケ稚魚の栄養状態や成長率が低下している現象が報告されています。

これらの知見から、私たちは次の様な「北海道系サケ稚魚の減耗過程」を想定しています(図3)。

- ①淡水域での栄養状態悪化や沿岸域での低水温などの影響で、降海後のサケ稚魚に成長停滞が生じる。
- ②低成長のため、体サイズと関連する遊泳力の発達が阻害される。
- ③サケ稚魚の成長が悪く遊泳力が向上しないと、オホーツク海への移動能力に支障が生じる。
- ④サケ稚魚にとっては高すぎる水温帯や、餌の少ない水域など不適な環境へ移送される。
- ⑤稚魚、幼魚段階での生残率が低下する。
- ⑥結果的に、親魚としての回帰率が低下する。

北海道から放流されたサケ稚魚がこのような減耗過程をたどるとすると、どのような条件下で成長停滞と遊泳力の低下が生じるかが重要になります。

栄養状態と海水温がサケ稚魚に与える影響

そこで、私たちは北海道大学との共同研究で、栄養状態と水温が海水移行後のサケ稚魚の成長率や遊泳能力にどのような影響を与えるのか、飼育実験を行いました。まず、サケ稚魚を3群に分け、淡水で配合飼料を与えて5日間飼育しました。餌の量（給餌率）はそれぞれ1日当たり、サケの体重の0%（絶食）、1%（少ない）、3%（充分）としました。次に、絶食群・給餌率1%群・給餌率3%群それぞれを3群に分け、4、7、10℃の人工海水に移行し10日間、飽食量の餌を与えて飼育しました。これらの水温は、網走や根室における野外調査での結果から、4℃の海水温はサケ稚魚にとっては低すぎ、7℃は適度な海水温、10℃は適水温範囲ではありますが降海直後の水温としては少し高いことを想定し設定しました。これによって、淡水飼育時の餌条件（絶食・少ない・充分）×海水飼育時水温（低い・ちょうど良い・高い）の9試験群を作りました。それから、海水飼育終了後に血液中のインスリン様成長因子（insulin-like growth factor、IGF-I）という物質の量を調べました。IGF-Iは、主に肝臓で合成されて血液によって運ばれ、受容体と結合して骨や筋肉等の成長を促します。サケ稚魚でも成長率が高いと血中IGF-I量が多く、成長の指標として用いられます。また、遊泳力の指標の1つである臨界遊泳速度（Ucrit）を測定しました。Ucritは一定時間ごとに流速を上げてサケ稚魚がどの流速まで遊泳できるかを調べるものです。これらの指標が、淡水飼育中の栄養状態と海水移行後の水温の影響をどのように受けるのかを調べてみました。

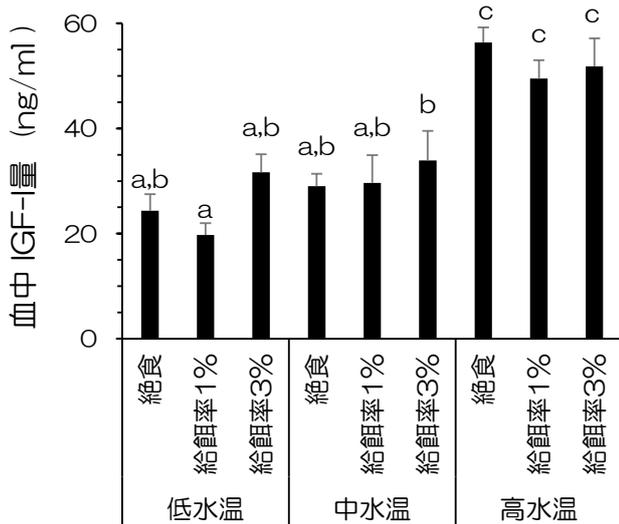


図4 淡水での給餌条件と異なる海水温で飼育したサケ稚魚の血中IGF-I量。血中IGF-I量は要因間の交互作用が認められたため、全群間で多重比較検定を行った。バー上の異なるアルファベット間には有意差があることを示す (Tukey-Kramer法、 $P < 0.05$)。

成長率の指標である血中IGF-I量を見ると、給餌率と海水温には相互作用が認められ、淡水で絶食を経験し、さらに低水温の海水に移行すると成長率が低下する可能性があると考えられました (図4)。

また、遊泳力の指標である臨界遊泳速度は、絶食群と給餌率3%群のUcritに有意差が認められ (図5上)、淡水時の絶食が海水移行後の遊泳力低下を引き起こすことがわかりました。また、水温の影響を見ると、低水温群と高水温群、中水温群と高水温群で有意差が認められ (図5下)、今回の試験設定の範囲では水温が低いほど遊泳速度が小さくなることがわかりました。これらの結果から、サケ稚魚減耗仮説の中で重要な要因と考えられるサケ稚魚の成長率と遊泳力は、沿岸域での低水温下では低下する傾向があり、加えて、淡水生活期の絶食でさらに悪化する可能性が示されました。

さいごに

現在、北海道のサケ資源はその大部分をふ化放流によって造成しています。最も重要なことは、

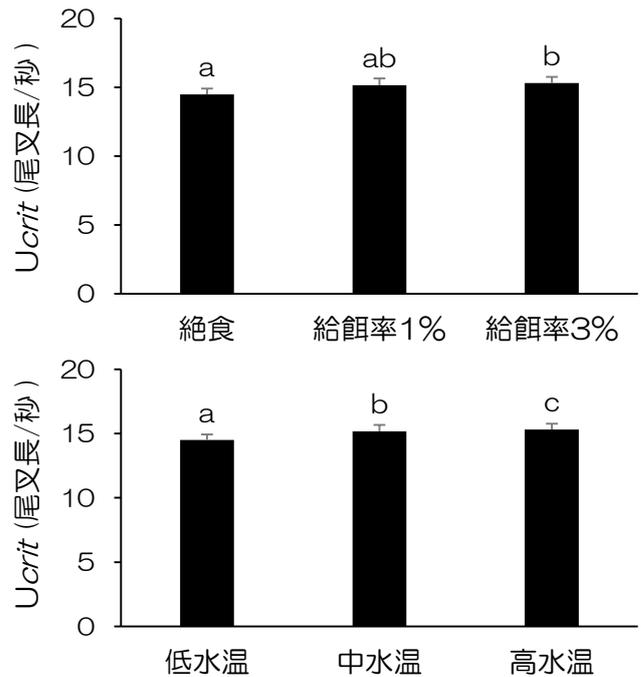


図5 淡水での給餌条件と異なる海水温で飼育したサケ稚魚の遊泳速度。臨界遊泳速度 (Ucrit) は栄養状態と水温の交互作用が認められなかったため (二元配置分散分析、 $P > 0.05$)、要因ごとに多重比較検定を行った。バー上の異なるアルファベット間には有意差があることを示す (Tukey-Kramer法、 $P < 0.05$)。

質の良い卵を確保し健康な稚魚を育てて放流することです。加えて、今回得られた知見から今後、海洋生活初期の高成長率を確保できるような飼育・放流方法の研究開発が必要と考えています。具体的には、放流魚の生残率を向上させるために、放流に適した時期の探索や稚魚の栄養強化等、飼育技術に関する研究開発に取り組みます。

本研究はJSPS科研費 18K058018の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 浦和茂彦 (2000) 日本系サケの回遊経路と今後の研究課題, さけ・ます資源管理センターニュース, 5, 3-9.
- 2) Kitada S, Kishino H (2019) Fitness decline in hatchery-enhanced salmon populations is manifested by global warming, bioRxiv, 828780.

(虎尾充 さけます内水試さけます資源部

報文番号B2446)

資源管理・海洋環境シリーズ

人工種苗放流により再構築されたマツカワ資源の現在

キーワード：マツカワ、資源、産卵回遊、天然魚、再生産効果

はじめに

2006年に開始された年間100万尾規模の大量放流事業により、北海道のマツカワは復活を遂げました。近年の全道漁獲量は150トンを超え、今や「幻のカレイ」ではなくなったといえます。放流された人工種苗の漁獲回収率は10%以上にも達し、全国で展開されている栽培漁業対象種¹⁾のなかでもトップクラスの成績です。これまで人工種苗生産・放流に携わってきた方々の尽力により、マツカワの栽培漁業対象種としての高い適性が存分に引き出され、本道太平洋沿岸の高い海域生産力と見事に合致したことによる成果といえるでしょう。

現在水揚げされているほとんどのマツカワは、放流された人工種苗が海で成長したものです。しかし、囲いがない海に放流されたわけですから、漁獲を逃れた個体も、放流を重ねるにつれ次第に増えていくと考えられ、なかには相当に高齢なものもいると予想されます。これらが親魚となって産卵することにより、天然生まれの個体が増え、さらにそれらが再び親魚となる自然再生産のサイクルが確立されたとき、マツカワ資源は本格的に自立再生への軌道に乗ったといえます。本稿では、大量放流事業も14年目となる現在、人工種苗放流によって再構築されたマツカワ資源がどのような状態にあるのか概観するとともに、この間に解明された想像を超える産卵生態、ついに出現し始めた天然魚、そしてそれらが示す展望について紹介します。

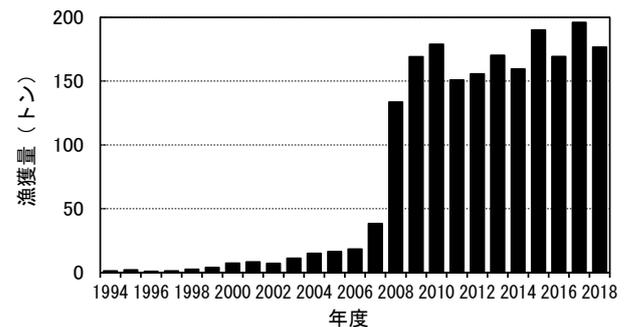


図1 北海道におけるマツカワ漁獲量の推移

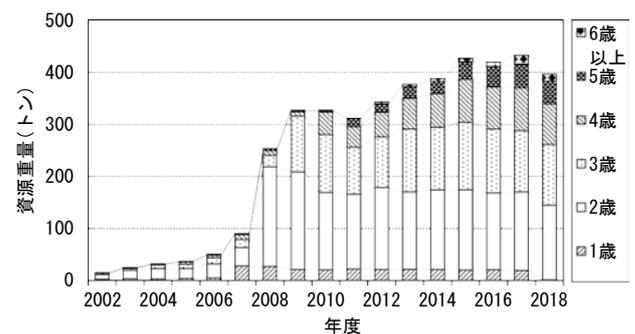


図2 マツカワ年齢別資源重量の推移 (北海道～常磐以北太平洋海域)

マツカワの資源状態

マツカワの漁獲量は1970年代から激減したとされ、正確な統計が開始された1994年の全道漁獲量はわずか1.3トンでした。この間行われた小規模の試験放流とともに漁獲量は徐々に増加しますが、大量放流世代が漁獲加入（2歳）した2008年に一気に130トンまで飛躍し、その後は150～200トンで推移しています（図1）。コホート解析により求められた資源量の推移をみると（図2）、2009年以降の資源量は300～400トン以上に達していること、2010年以降は大量放流世代が順次、成

熟年齢の4歳以上に達し、年齢構成が次第に厚みを増してきた様子がわかります。4歳以上の資源量は2015年以降100トンを超え、小さいながらも産卵親魚群と呼べる規模に成長しています。大量放流の開始に合わせて、道内の多くの地域では、全長35cm未満のマツカワを再放流する資源管理に取り組んできました。このことも一定の効果をあげていると考えられます。

明らかになった産卵生態

1935年に出版された古い魚類図鑑のマツカワの頁に「東京市場へは春、茨城方面から大量に入荷する」との記述がみられます²⁾。また、北海道から標識放流した人工種苗の一部が遠く本州の常磐海域まで移動することは早い段階から知られていました³⁾。ただ、北海道と常磐海域にマツカワが分布するとしても、両者の関係は必ずしも明確ではありませんでした。

ところが、2010年以降の数年間で飛躍的な進展がありました。農林水産技術会議事業「放流マツカワの産卵生態解明と「産ませてとる」を実践する栽培漁業体系の確立」(2010～2013)による一連の研究によって、マツカワの産卵場が常磐海域であることが確認され、成熟個体は北海道から往復1,500kmにもおよぶ超長距離の産卵回遊を行う



図3 マツカワ産卵回遊の模式図 (Kayaba et al.(2014)をもとに作図)

こと、そして産卵後には再び北海道に回帰することが実証されたのです⁴⁾⁵⁾ (図3)。これらの成果により、マツカワは北海道～常磐以北太平洋を広域回遊する単一の資源(系群)とみなされること、北海道から放流された人工種苗はこれらの広い範囲に水揚げの恩恵をもたらすことが明確になったのです。

天然魚の出現

マツカワの人工種苗を有効に放流する技術を目指すうえで、天然稚魚の生態は重要な指標となります。そこで技術開発の早い段階から天然稚魚の採集が試みられてきましたが、2000年代までに行われた調査では全く見つかりませんでした⁶⁾。採集される稚魚は明らかに人工種苗由来の個体ばかりだったのです。

ところが、2010年代に入ると状況は一変しました。上述した産卵親魚量の増加に呼応するように、

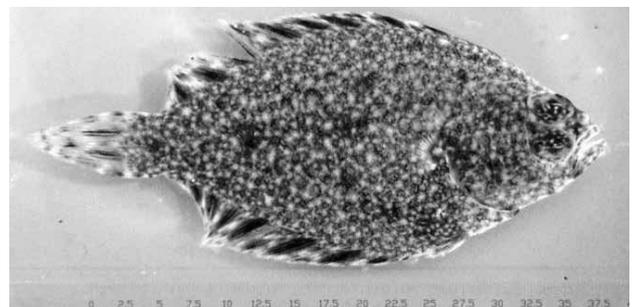


図4 2017年8月にえりも町歌別で採集されたマツカワ天然稚魚(全長4.3cm)

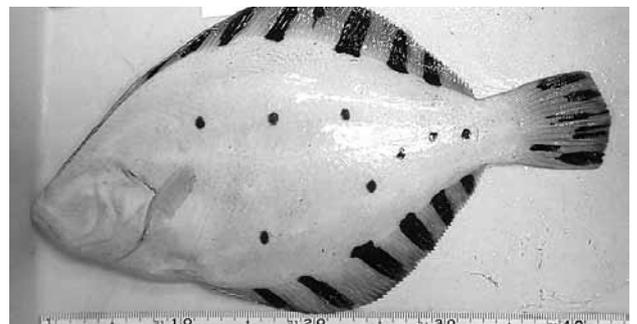


図5 天然魚の外観を示すマツカワ漁獲物(全長48.4cm)。シミ状の着色が全くない無眼側体表と明瞭で整った鱗の縞模様注意到

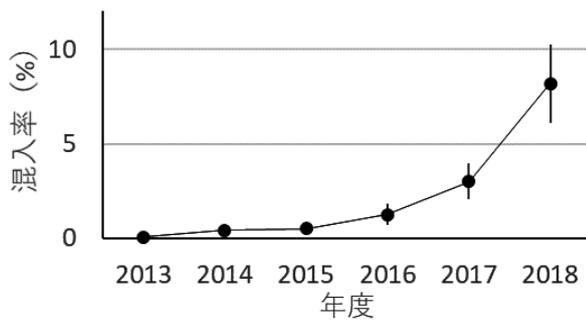


図6 室蘭公設地方卸売市場において観察された天然魚の外観を示すマツカワの混入率の推移。エラーバーは95%信頼区間

北海道の浜中町とえりも町で天然稚魚が発見されました(図4)。さらに、それらが成長したものと考えられる図5のような個体が漁獲物にしばしば混じるようになっていきます。なお、図5の個体の無眼側体表にみられる小黑斑は、ヒラメの連想から人工種苗の体色異常と混同されることが多いのですが、マツカワ天然魚の多くがこのような小黑斑を持つことは、上述の古い魚類図鑑にもはっきりと記述されています。このようなマツカワは2000年代には全くみられなかったものですが、現在では珍しくなくなっています。室蘭公設地方卸売市場において観察した例を図6に示しました。現場での観察のため必ずしも正確ではない可能性はありますが、天然魚の外観を示す個体が2018年度には5%以上に達しています。

マツカワ資源のこれから

天然魚の出現と増加には重要な意味があります。第一に、今まで調べたくてもできなかったマツカワ本来の形態や、食性、成長などの生態が明らかとなります。これにより、栽培漁業のさらなる技術向上が期待できます。次に、自然環境下における親世代と子世代の量的関係から、再生産関係に基づく資源解析が初めて可能となります。これにより、マツカワ資源や漁業の解析に関する具体的な数値指標が求められ、かつて資源が激減し

た過程や要因に関する考察が可能となります。また、栽培漁業にも新たな展望が得られると期待されます。資源の自然増加力と人工種苗放流、そして漁業のあり方、それぞれの役割とバランスに応じて、様々な自立再生へのシナリオが検討できるようになるでしょう。

現在、マツカワ栽培漁業の現場では魚価安、漁獲量の地域格差、種苗生産施設の老朽化や種苗生産不調など問題が山積しています。栽培水産試験場では、これらの問題解決に向けた試験研究および基礎データ収集に引き続き取り組んでいきます。そこで得られた研究成果については改めてご紹介する予定です。

参考文献

- 1) 北田修一(2001) 栽培漁業の可能性と問題点, 「栽培漁業と統計モデル分析」, 共立出版, 東京, 41-62.
- 2) 岡田彌一郎, 内田恵太郎, 松原喜代松(1935) PLATE137マツカハ, 「日本魚類圖説」, 三省堂, 東京, 232.
- 3) 高谷義幸, 吉田秀嗣, 松田泰平, 村上修(2009) 北海道えりも以西海域で放流したマツカワの加齢に伴う移動(短報), 北水試研報, 75, 19-21.
- 4) Kayaba T, Wada T, Kamiyama K, Murakami O, Yoshida H, Sawaguchi S, Ichikawa T, Fujinami Y, Fukuda S (2014) Gonadal maturation and spawning ecology of stocked female barfin flounder *Verasper moseri* off the Pacific coast of northern Japan, *Fish Sci*, 80, 735-748.
- 5) Kawabe R, Nakatsuka N, Wada T, Sawaguchi S, Murakami O, Kamiyama K, Kito K, Furukawa S, Kayaba T (2017) Behaviourally mediated thermal experience in relation to final oocyte maturation by free-swimming barfin flounder (*Verasper moseri*), *Fish.Res.*, 186, 544-564.
- 6) 北海道(2006) 再生産効果の把握, 平成17年度栽培漁業技術開発事業報告書魚類Cグループ, 23-24.
(吉村圭三 栽培水試調査研究部 報文番号B2447)

資源増殖・水産工学シリーズ

アカボヤ養殖技術開発の現状について

キーワード：アカボヤ、養殖、へい死

はじめに

アカボヤは、マボヤよりも低い水温を好み、北海道では道東から道北に多く生息しています¹⁾。オホーツク海沿岸ではホタテ漁業のじゃまものとされていますが、根室海峡沿岸では、アカボヤを対象とした桁びき網やひき縄漁業が行われています。また、地域によっては刺し網や底びき網漁業でも漁獲されています。アカボヤは、マボヤと比較すると知名度は低めですが、マボヤに劣らず美味で、機能性食品としても期待される食材です²⁾。実際に機能性を有する多数のカロテノイドが確認され、アカボヤのカロテノイドの総量は、マボヤの約15倍になることが明らかにされています³⁾。

マボヤは宮城県や岩手県で多く養殖されており、北海道でも津軽海峡沿岸や噴火湾で養殖が行

われています。一方、アカボヤはマボヤとは違って天然海域から安定的に採苗できないこともあり、これまで養殖は行われていませんでしたが、道東各地や噴火湾では各種養殖ロープなどへの付着が見られることから、新たな養殖対象種として期待されています。

そこで釧路水試では、2011～2014年の4年間に人工採苗や中間育成技術の開発に取り組み、漁業者自ら実施できる人工採苗と中間育成の技術を確立しました。これらの技術をもとに、2015～2019年の5年間でさらに養殖技術の開発に取り組みましたが、採苗後2年目の夏に発生する大量へい死（まず内部が腐敗し、次第に外皮も崩壊して網から脱落）を防止することができず（図1）、出荷に至る養殖技術は確立していません。今回は、ア

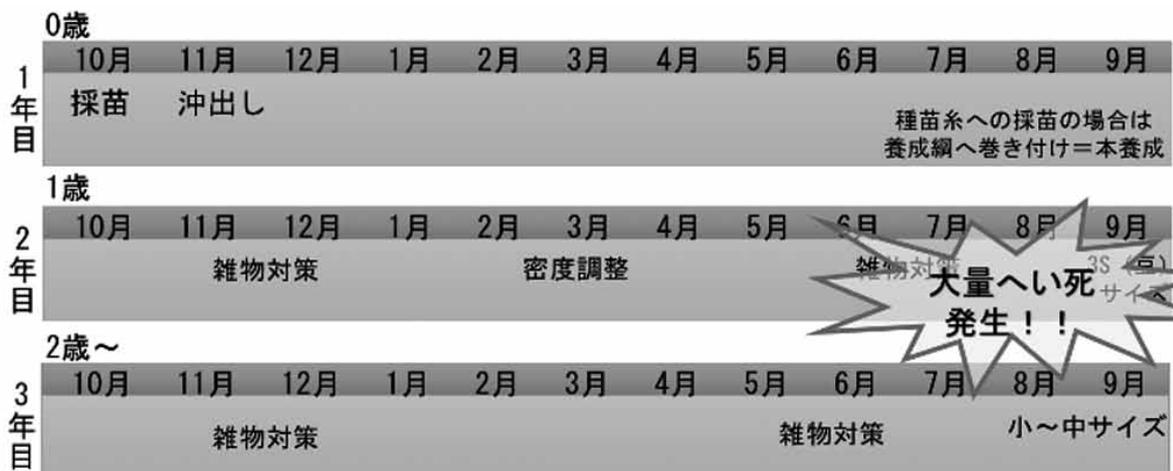


図1 想定するアカボヤ養殖行程
人工採苗から沖出しを経て7月以降に本養成開始（1年目）
本養成から2～3年で出荷可能となる

カボヤ養殖技術開発の現状として、採苗後2年目の夏に発生する大量へい死の原因探索についてご報告します。

養殖試験の概要

アカボヤ養殖試験は、野付漁協、根室湾中部漁協および浜中漁協と協力して、それぞれの地先で行いました(図2)。野付漁協では、10月下旬に陸上水槽でロープへ人工的に採苗し、そのまま陸上水槽で越冬後、これを翌年5月に海底に這わせる横張式で設置しました(図2-A、以下、横張群)。根室湾中部漁協と浜中漁協では、10月下旬に陸上

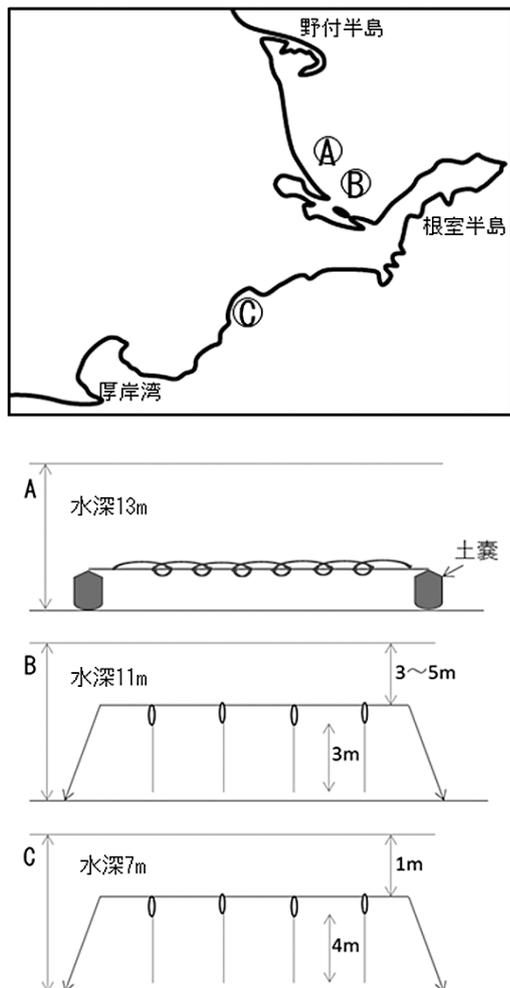


図2 試験地と設置方法
地図と設置方法のアルファベットは対応
A: 野付漁協の海底横張式施設
B: 根室湾中部漁協の垂下式施設
C: 浜中漁協の垂下式施設

水槽でロープへ採苗し、これを11月下旬に海中につり下げる垂下式の施設へ設置しました(図2-BおよびC、以下、垂下群)。横張式の養殖では、海底面しか利用できず、施設の設置や収穫が容易ではありませんが、垂下式の養殖は、海中を3次的に利用でき、設置や収穫が行いやすいことから、垂下式の方が効率的です。これらの養殖施設において、定期的にはアカボヤの付着個体数を計数し、付着密度を算出しました。

その結果、横張群では、年によって付着密度の変動パターンにばらつきが見られたものの、全滅はしませんでした(図3上)。一方、垂下群では、採苗後2年目の夏場に必ず、大量へい死が発生して付着密度が著しく低下し、年内には全滅しました(図3下)。

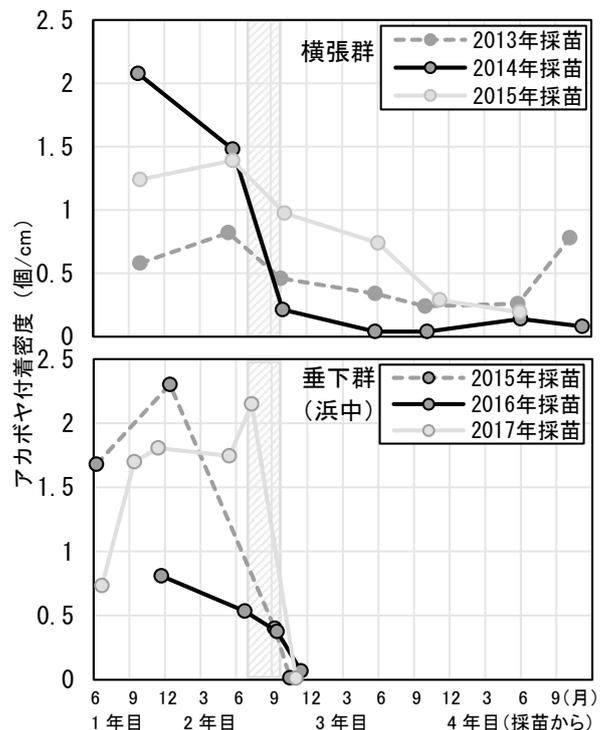


図3 横張群(上)と垂下群(下)におけるアカボヤ付着密度の推移
斜線部はへい死時期を示す

なぜ垂下群では大量へい死が発生してしまうのか
垂下式で発生したへい死の原因を究明するた

め、水温や塩分といった環境要因や、養殖中の作業の影響、養殖施設の設置条件とアカボヤの付着条件を検討したのでご紹介します。

・環境要因

各施設に水温ロガーを設置し、水温を記録しました。このうち、根室湾中部漁協での垂下群について、2015年と2017年の8～10月の水温（深度5m）とアカボヤへい死発生時期を比較しました（図4）。2015年のへい死時期である8月中旬の平均水温は14℃でした。しかし、2017年の同時期の平均水温は16℃と、2015年よりも高かったにもかかわらず、この時期に大量へい死が発生していませんでした。2017年は、17℃と最も水温が高くなった9月でもへい死が発生せず、夏を超えたかに思われたのですが、その後水温が低下した10月中旬にへい死が発生していました。以上のことから、大量へい死は、ある一定の水温を超えたことによって発生しているわけではないと考えられました。

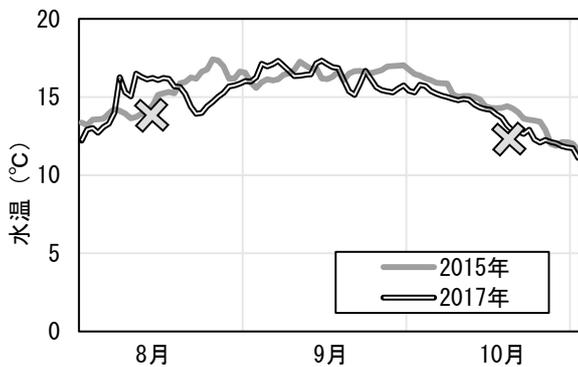


図4 2015年と2017年の8～10月の日平均水温
×印はへい死発生時期を示す
2015年は8月、2017年は10月にへい死が発生

次に、塩分の影響を調べるため、アカボヤがどれくらいまで低塩分に耐えられるのかという試験を行いました。海水の割合が0%～100%の6段階になるように蒸留水で希釈した試験区を設定してシャーレに入れ、各割合の希釈海水に、平均体

長0.8 mmの種苗を12個体ずつ、1、3、6および31時間浸漬した後100%海水に戻し、9日後に生死を判別しました。その結果、海水の割合が80%以上では影響がなく、60%海水では31時間浸漬した群で生残率が80%でした。一方、海水の割合が40%以下になると生残率は急激に悪化し、40%海水では1時間の浸漬でも生残率は52%に低下し、20%以下の海水では生残率は0%でした（図5）。したがって、アカボヤは60%海水以上の塩分であれば、高い生残率が期待できることが明らかになりました。

試験に使用した100%海水の塩分が約30psu (Practical Salinity Unit: 実用塩分単位) だったので、60%海水は約18psuです。養殖試験を行っている海域は外海ですので、18psu以下が長時間維持されることはほとんどないと考えられます。2015年に根室湾中部漁協の垂下施設に電気伝導度計を設置して塩分の推移をみたところ、へい死が発生した前後である7月下旬から9月上旬の期間に大きな変化はなく、33psuを下回ることはありませんでした。また、試験では小さなアカボヤを用いましたが、採苗後2年目のアカボヤは外皮がしっかりとしているため、試験で用いた0.8mmの個体よりも低塩分に対する耐性が強いと考えられます。これらのことから、低塩分がへい死の原

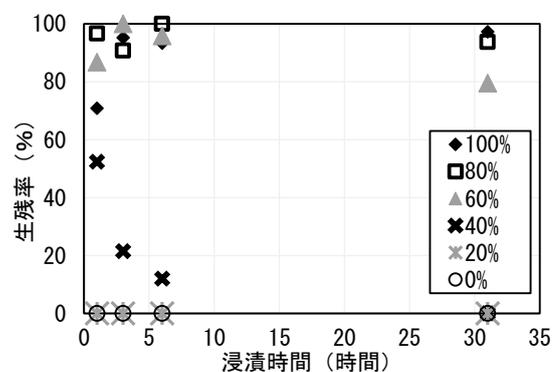


図5 各海水割合での浸漬時間における生残率の変化

因である可能性は低いと考えられました。

・養殖中の作業の影響

垂下式養殖施設には、特に太平洋側において、コンブ類などアカボヤ以外の生物（以下、雑物）が大量に付着し、施設が重くなり沈下してしまうことから、施設維持のために養殖ロープを船上に引き上げて雑物を除去する必要があります。そこで、浜中漁協での垂下養殖施設にて、雑物除去の作業を7月と12月の年2回行う群（7月と12月群）、12月の年1回行う群（12月のみ群）、まったく行わない群（除去無し群）を設け、試験開始時のアカボヤ付着密度を100としたときの、その後の密度の推移からアカボヤへの影響を調べました（図6）。

その結果、7月と12月群では、7月の除去作業後の12月には付着密度は22へと大きく減少したのに対し、12月のみ群では、翌年7月には減少していませんでした。除去無し群は、試験開始時に小さくて計数されなかった個体が12月には成長して計数されたことから一時的に付着密度が増加したものの、翌年7月には減少していました。これらのことから、雑物をまったく除去しないとアカボ

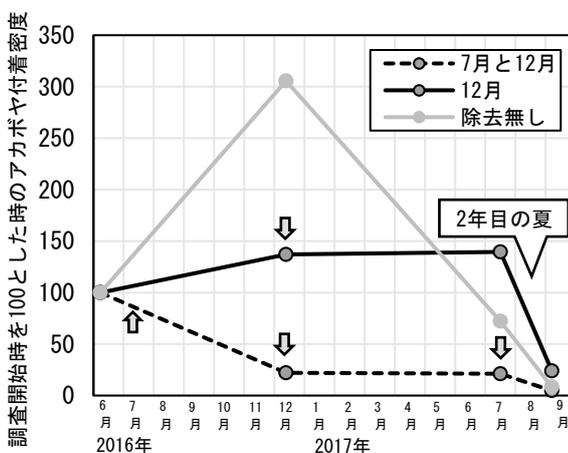


図6 調査開始時を100としたときのアカボヤ付着割合の推移
矢印は雑物除去作業を行った時期を示す

ヤの生残に悪影響があること、また、除去作業は冬季に行うべきだとわかりました。ただし、その後迎えた2年目の夏にはすべての群で大量へい死が発生したことから、除去作業がへい死に影響しているか不明です。そこで、冬季の雑物除去作業以降水上に持ち上げず、水中カメラで観察を行う群を設定しました。その結果、水上に上げる・上げないにかかわらず、すべての群が2年目の夏を越すことなく大量へい死してしまいました。以上のことから、養殖施設の維持作業などで夏季に作業を行うと1年目でも生残率の低下は生じるものの、雑物除去の作業が大量へい死の原因ではないと考えられました。

・養殖施設の設置条件

海底に設置した横張群では、採苗後2年目の夏に密度が低下したものの全滅しなかったことから（図3）、垂下深度を下げることにより大量へい死を回避できる可能性を検討するため、垂下施設の幹綱と養殖ロープをつなげている綱を延ばしてアカボヤの垂下深度を下げた群や養殖ロープを折りたたんだ状態にしてさらに深度を下げて海底近くに垂下した群を設けました。その結果、どの群も採苗後2年目の夏を超えられなかったことから、横張群と垂下群の生残傾向の違いは、垂下深度によるものではないと判断しました。

・アカボヤの付着条件

アカボヤの付着密度の影響を検討するため、ロープ1 cmあたり0.1個から10個の範囲で色々な付着密度の群を設定して養殖試験を行いました。すべての群で採苗後2年目の夏を超えることはできませんでした。

なお、養殖アカボヤは方向に関係なくロープに付着し（写真1）、不自然に見えますが、天然の

アカボヤでも岸壁で横向きに付着する場合や、魚礁の中で逆向きに付着する場合があります。これらのことから、養殖アカボヤの付着方向は、横張群、垂下群ともへい死の原因ではなさそうです。

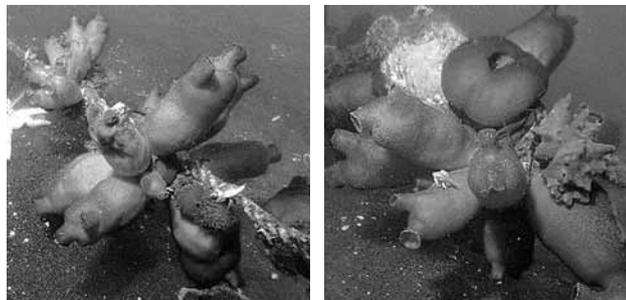


写真1 横張群のアカボヤ

アカボヤ養殖の成功への道は

以上のように、垂下式で発生する大量へい死を乗り越えようと、色々な試験を行ってきましたが、へい死の原因はこれまで明らかにできていません。しかし、「横張式では大量へい死が起こりにくかった」ことは養殖成功への大きなヒントになるでしょう。垂下式で養殖されるマボヤに比べて、天然のアカボヤは深い海域に生息しているので、そもそも揺れに弱い可能性があります。横張式の施設は基本的に大縄飛びのような揺れ方になりますが、垂下式の施設は上下前後左右に複雑に揺れるため、アカボヤの海水取り込み・排出に悪影響があるのかもしれませんが。アカボヤ垂下養殖を成功への道に導くためには、施設の揺れを低減する浮きとおもりの選定や、揺れを吸収するロープ資材の使用など、施設構造をさらに工夫することが必要ではないかと考えています。

おわりに

水試での試験事業は終了しましたが、いくつかの地域で独自に養殖試験が行われておりますので、関係機関で情報を共有し、アカボヤの養殖が成功するよう、協力を続けたいと考えています。

本研究を実施するにあたりご協力いただいた、野付漁業協同組合、根室湾中部漁業協同組合、浜中漁業協同組合、根室市役所、浜中町役場、根室地区水産技術普及指導所、根室地区水産技術普及指導所標津支所、釧路地区水産技術普及指導所の皆様に心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 嶋田宏 (2003) 100. マボヤ, 漁業生物図鑑 新北のさかなたち (水島敏博, 鳥澤雅監修), 北海道新聞社, 札幌, 410-411.
- 2) 小林芳弘 (2002) アカボヤの生物誌, 盛岡大学短期大学部紀要, 12, 17-23.
- 3) 成田正直・眞岡孝至・榎原康裕・蛭谷幸司 (2017) オホーツク海に生息するアカボヤの一般成分とカロテノイド組成, 日本水産学会誌, 83 (6), 996-1004.
- 4) 釧路水産試験場資源増殖部・利用部 (2006) アカボヤの資源増大を目指して. 水産試験研究最新成果集《海・川・魚を科学する》, 6, 5-6.

(近田靖子 釧路水試調査研究部 報文番号B2448)

水産加工シリーズ

カギは歯ごたえにあり！生食用道産養殖ニジマスのおいしさを測る

キーワード：サーモン、内水面養殖、全雌三倍体ニジマス、刺身商材、歯ごたえ

はじめに

「サーモン」は刺身、寿司ネタとして不動の人気を博しており、外食産業やスーパーマーケットで大量消費されています。ここでいう「サーモン」とは、海で養殖されたアトランティックサーモンやギンザケ、ニジマス（トラウト）を指し、10万トンあると言われる国内生食消費量¹⁾の大部分を海外産が占めています。

一方で、この「サーモン」人気にあやかりとう国内各地の内水面、海面でサケ・マス類の養殖が加速しており、「ご当地サーモン」として知名度を広げつつあります。「ご当地サーモン」の動きが活発になるにつれ、道産内水面養殖ニジマス（以下、道産ニジマス）への刺身商材としての関心は高まっており、スーパー・百貨店等の小売業や外食産業、宿泊産業からの問い合わせ、需要が増加しています。現在、水産試験場では、道産ニジマスの刺身商材化の研究に取り組んでいます。本稿では、道産ニジマスの刺身商材としての特徴を把握し、海外産サーモンに対する優位性を明らかにした成果について紹介します。

道産ニジマスの特徴

道産ニジマスの刺身商材としての特徴を明らかにするために、冷蔵貯蔵時の肉の硬さ、および刺身を噛んだ時に出る肉汁を想定して加圧時のドリップ量を検討し、官能評価を行いました。試験

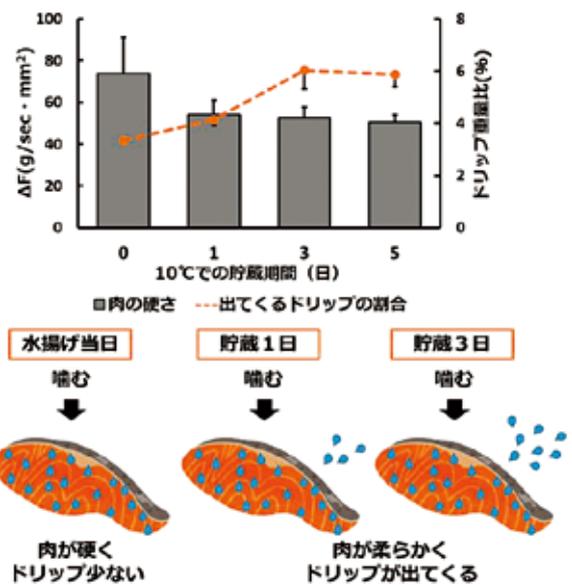


図1 肉の硬さと加圧時ドリップ重量比の変化

試料は、約2kg/尾の内水面養殖全雌三倍体ニジマスです。それを水揚げ後、鰓弓切断により脱血処理し、スキンレスフィレーに加工した後に真空包装し、10℃で冷蔵貯蔵しました。

はじめに肉の硬さを測定した結果、水揚げ当日

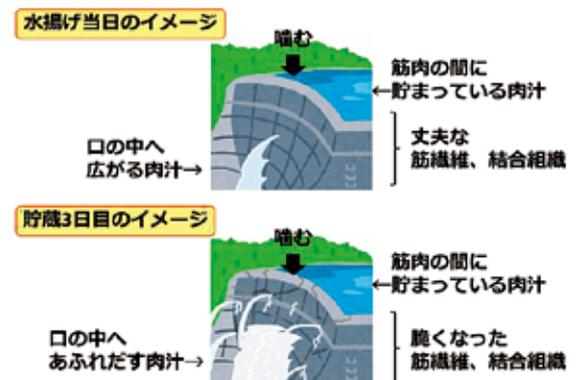


図2 肉質の変化とドリップの関係

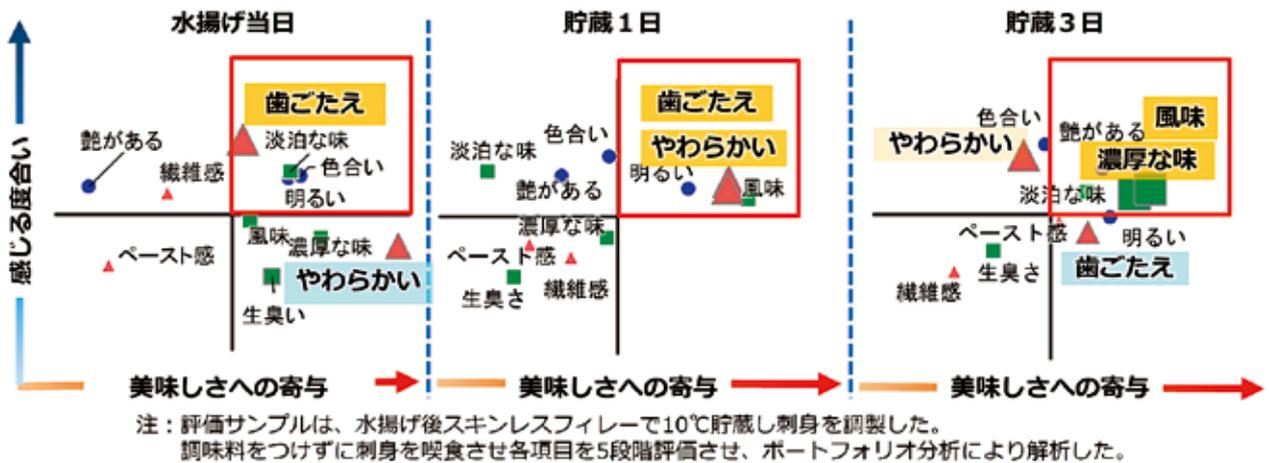


図3 道産ニジマスの刺身のポートフォリオ分析²⁾

が最も硬く、貯蔵1日目で大幅に柔らかくなり、その後は貯蔵するほど徐々に柔らかくなることわかりました(図1)。刺身の筋繊維の節の数および結合組織の抽出量を測定し、肉質の変化を調べてみると、貯蔵するにつれて筋繊維は短く切れやすく、結合組織(コラーゲン)の構造は脆くなることがわかりました(データ未掲載)。

さらに、刺身に圧力をかけた際に流出するドロップ量を測定しました。その結果、貯蔵3日後にかけて加圧時のドロップ量は増加することがわかりました(図1)。

これらの結果から、水揚げ当日は肉が締まっているため刺身を噛んだ時に出る肉汁は少なく、10℃で3日寝かせると肉が柔らかくなるため噛んだ時に出る肉汁は多くなると考えられました。

図2のように、肉汁は筋繊維や結合組織という筋交いが入ったダムによって堰き止められていますが、貯蔵により筋交いが脆くなったところへ噛む力が加わると、ダムが崩壊するように肉汁があふれ出すイメージとなります。

次に、官能評価によりヒトが感じる刺身の美味しさについて検討したところ、水揚げ当日の刺身と貯蔵した刺身のいずれも、美味しいと評価する人がそれぞれ存在しました。そこで、どんな要素

が道産ニジマスの刺身の美味しさとして評価され、評価を高めるためにはどの項目が重要であるかを把握する²⁾ ために、官能評価の結果をポートフォリオ分析しました(図3)。ポートフォリオ分析では刺身を食べた時に感じる度合いが高く、且つ美味しさの評価に対して重要な項目が右上のマスにプロットされます。その結果、水揚げ当日は歯ごたえが評価されましたが、貯蔵するにつれて風味や濃厚な味が評価される傾向にありました(図3)。

以上の結果から総合的に考えますと、水揚げ当日は肉が締まっており、歯ごたえが道産ニジマスの刺身の美味しさに影響を与えると考えられました。一方、10℃貯蔵3日目以降は肉が柔らかくな

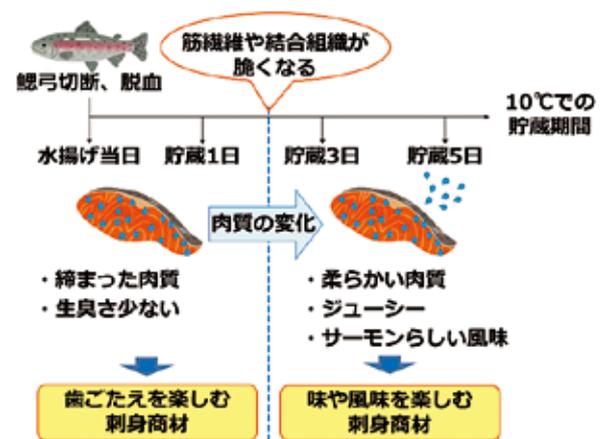


図4 肉の硬さの変化に伴う美味しさの変化

り、噛んだ時に口の中へ広がる肉汁の量が増加すると予想されることから、味や風味が美味しさに影響を与えると考えられました(図4)。

すなわち、道産ニジマスの刺身は、肉の硬さが変化するに伴って美味しさの要素が大きく変化する商材であることが分かりました。

海外産サーモンに対する競争力

次に、道産ニジマスと海外産サーモンの比較を行いました。刺身の脂質含量を分析した結果、海外産サーモンの代表格である生鮮アトランティックサーモンでは約14%、冷凍トラウトでは約8~14%、道産ニジマスでは約6~8%でした。つまり、道産ニジマスは脂のりで海外産に劣ることになります。しかしながら、官能評価により海外産サーモンとの比較を行ったところ、道産ニジマスの評価は高く、強みとして①海外産サーモンに対抗できるうま味、②海外産サーモンにはない特徴的な歯ごたえ、③鮮やかな色、の3つが挙げられました(図5)。したがって、脂質含量の低さは道産ニジマスの評価に大きく影響せず、道産ニジマスのうま味は海外産サーモンに対抗し得ること

がわかりました。

このように、道産ニジマスにおいて評価される美味しさの要素は海外産サーモンとは異なることが伺えます。したがって、海外産サーモンと同じ土俵で戦うのではなく、道産ニジマスならではの強みを武器に競争力を高めていくことが重要と考えられます。

“歯ごたえ”の優位性

以上の結果から、道産ニジマスの強みの1つは締まった肉質に由来する歯ごたえであることが明らかとなりました。これまで国内では活きの良いサーモンの刺身を食べる機会が無かったため、サーモンと歯ごたえが結びつくことはありませんでした。一方で、マスメディアの影響により、活きの良い魚=コリッとした歯ごたえであることが消費者にも広く浸透してきたように思われます。海面養殖されたサクラマスの刺身を、水揚げ翌日にスーパーで販売したところ、海外産サーモンにはない歯ごたえが好評であったとの実例もあります³⁾。したがって、“歯ごたえ”のある「サーモン」は消費者に受け入れられる商材であり、海外産サーモンにはない新しさと地場感を提供できる商材でもあったと考えられます。

魚の肉質は、前述のように筋繊維や結合組織の生化学的な状態に依存しており、構造が壊れて柔らかくなってしまうと締まった肉質に戻すことは極めて困難です。水揚げ当日の肉の締まった状態で提供が可能な道産ニジマスは、“歯ごたえ”ある刺身と、“柔らかく味や風味”を味わえる刺身の2種類を調製することができるため、消費者ニーズや料理のコンセプトに合わせた刺身商材を提供できるようになります。

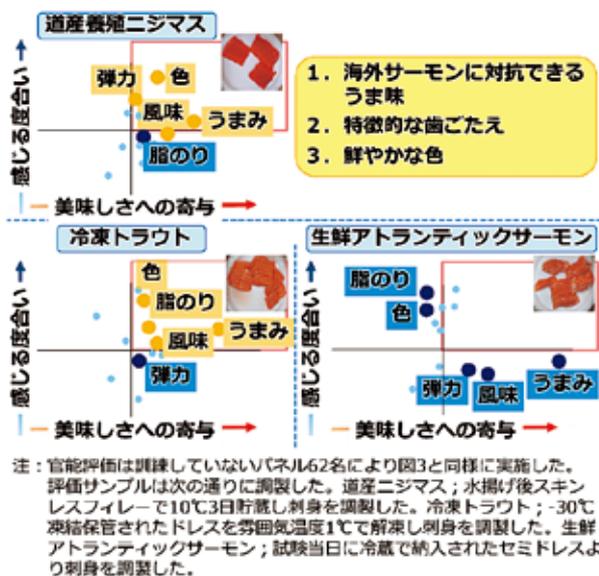


図5 官能評価による海外産サーモンとの比較

おわりに

現在、冷解凍技術を応用し、この2種類の刺身を計画的に調製する研究を行っています。この技術を利用することで、道産ニジマスの刺身をいつでも好みの状態に調製し提供することができ、また、出荷作業が困難な厳冬期であっても刺身商材を安定供給することができるようになります。道産ニジマスの更なる消費拡大に向け、引き続き研究を継続していきます。

参考文献

- 1) 小堀彰彦 (2018) ニジマス海面養殖拡大への課題, にじます, 95号, 4-6.
- 2) ルハタイオパット プウォンケオら (2019) 長期貯蔵したシャインマスカットに対する海外の消費者・実需者の評価, 関東東海北陸農業経営研究, 109号, 43-50.
- 3) 吉川深二郎 (2016) 海面サーモンのチャンスと讚岐サーモン, 養殖ビジネス, 2016年4月号, 3-6.

(笹岡友季穂 網走水試加工利用部

報文番号B2449)

各水試発トピックス

「水産海洋研究集会」開催！

令和2年1月15日に札幌市「北海道立道民活動センターかでの2.7」において、道総研水産試験場が30年間にわたって継続してきた定期海洋観測の成果等を、漁業者をはじめ水産業に従事する方々を対象に、わかりやすく紹介する第5回北海道水産海洋研究集会「北海道周辺海域の海洋構造の長期変動と水産資源変動」を水産海洋学会との共催で実施しました。

笠井亮秀水産海洋学会副会長（北大教授）と三宅道総研水産研究本部長の挨拶、コンビーナーの私（釧路水試調査研究部長中多）の趣旨説明に続いて、中央水試の奥村研究主幹から海洋観測の歴史について「明治以降の北海道周辺海域の特徴的な海況変動と定期海洋観測の30年」の発表がありました。同じく中央水試の佐藤政俊研究主任と嶋田主任主査からは、水温・塩分といった物理環境と動植物プランクトンの種類や量の年変動の特徴について「北海道周辺海域の定期海洋観測で捉えられた海流と水温の長期変化」および「北海道周辺海域の定期海洋観測で捉えられた低次生産の年変動」の発表がありました。

道総研以外では、北海道区水産研究所の黒田寛主任研究員より長年の道東太平洋沖の海洋観測と人工衛星のデータから、親潮の勢力弱化や暖水塊分布特性の変化により、道東沿岸のサンマの漁場形成に影響が出ていることについて、「道東太平洋のA-Line 観測で捉えられた亜寒帯循環（親潮）の長期変化」の発表がありました。さらに道総研OBである田中伊織氏より長期的な水温変動の特徴的な差異について、「北海道周辺沿岸定地水温

の長期変動-100年を超える観測記録から-」の発表がありました。

発表の最後の2題は、稚内水試の美坂研究主幹と函館水試の前田研究主任より海洋環境とスケトウダラやコンブといった水産資源との関わりについて「道西日本海におけるスケトウダラの資源量変動に及ぼす海洋環境変動の影響」および「道南海域におけるコンブ生産と海洋環境の長期変化」の発表がありました。

発表終了後には、発表者と三寺史夫北大教授（低温科学研究所）、小司晶子気候変動・海洋情報調整官（気象庁札幌管区气象台）に加わって頂いて、海洋観測を継続する意義とそれを社会に役立てる方策などについてパネルディスカッションを行い、論議しました。

今回は、水産関係者の他に一般の方々の来場もあり、合計114名の参加となりました。今後も各学会と連携して、道総研水産試験場の研究成果を広くPRしていきたいと思っております。

※文中の所属等は開催当時のものです。

（中多章文 中央水試）



発表風景

各水試発トピックス

小樽のエゾバフンウニが久しぶりの好漁 —エゾバフンウニ稚仔の発生量と漁獲量の関係—

エゾバフンウニは後志管内の重要な水産資源です。近年は単価も上昇し、その重要性はますます大きくなっています。エゾバフンウニは晩夏から秋に産卵し、うまれた子供は1年で大きさが1円玉よりやや小さい稚ウニ（約16mm未満）になり、これが漁獲されるサイズに成長するのに3年程度かかります。中央水産試験場では、小樽市の西部に位置する忍路湾で、その資源量に影響する稚ウニの発生量をモニタリングしています。

稚ウニの平均密度を図1の上段に、むき身漁獲量を図1下段に示します。2007年から2011年にかけては、稚ウニの密度は0.3個体/m²以上でした。しかし2012年には密度が0.1個体/m²に減少し、2013年から2015年は稚ウニが全く見られない年が続きました。これに伴うように小樽市のエゾバフンウニのむき身の漁獲量は、2007年の9トン进行ピークに徐々に減少し、2012年には7トンまで回復したものの、2013年以降は2トン台と少ない状況が継続しました。

ところが、2016年の稚ウニの密度は6.2個体/m²と、とびぬけて高い値を示しました。さらに2017年も0.9個体/m²と高く、2018年以降も密度は低いものの稚ウニが確認されています。これに対応するように漁獲量は2018年から回復傾向が見られ、2019年は5.5トンと最近7年間で最高を記録しています。そのため2018年以降にエゾバフンウニ漁獲量が上昇傾向にあるのは、2015年に生まれて2016年の調査で高い密度で確認された2015年生まれの稚ウニが漁獲サイズに成長したためと考えられま

す。

これらのことから、稚ウニの発生が多いか少ないかは、3～4年後のエゾバフンウニの漁獲量と明確に対応していることが改めて分かりました。そのため、稚ウニ発生量の調査を毎年継続することにより数年先の漁獲模様を予想することが可能だと考えています。中央水産試験場では、小樽市の忍路湾で、稚ウニ発生量の他にも、親ウニの量、主要な餌であるホソメコンブの量や水温情報の調査を長期間継続しています。今後も、要望や必要に応じて、漁業関係者に役立つ情報を提供していこうと思います。

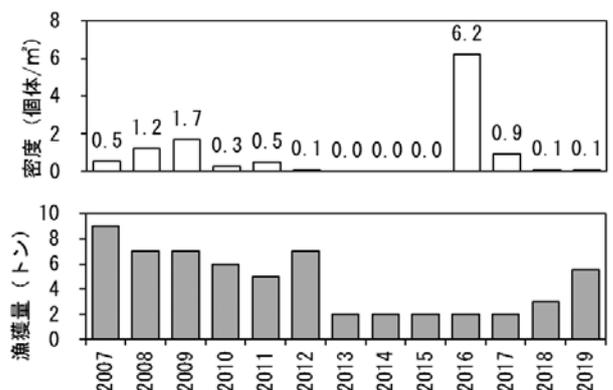


図1 小樽市忍路湾のエゾバフンウニの稚ウニ（生後1年）の平均密度（上段）。小樽市のエゾバフンウニむき身の漁獲量（下段）（北海道水産現勢）。

（川井唯史 中央水試資源増殖部）

各水試発トピックス

忍路沖の砂地に広がるヨーロッパザラボヤのコロニー

ヨーロッパザラボヤ（以後、ザラボヤ）は大西洋北部原産の外来種で、2008年から噴火湾で養殖ホタテガイやその施設に大量付着し、除去作業の重労働化や水揚げ時のホタテガイの脱落など大きな損害を与えています。近年では日本海へも分布域を拡大しており、養殖ホタテガイ施設への大量付着も確認されています。

ザラボヤの養殖ホタテガイ漁業への被害は拡大傾向にありますが、他の漁業への被害も報告されはじめました。昨年、小樽市の西部に位置する忍路沖を漁場とする刺し網やタコ箱漁業者から、ザラボヤの塊が大量に混入し困っているとの情報をいただきました。

通常、ザラボヤはオタマジャクシのような浮遊幼生期（1～2日間）を経て、岩などの基質に付着して成長します（図1）。しかし、問題となった漁場は砂地であり、ザラボヤが大量に付着・成育できるような基質はほとんどないと考えられます。刺し網やタコ箱への漁業被害も前例がありません。



図1 ザラボヤの浮遊幼生

また、本当に砂地の海底にいるのか、どのくらいの数があるかといった情報もありませんでした。そこで、水中ドローンを利用し、海底のザラボヤの状況を把握するための調査を実施しました。

調査は2019年8月27日に忍路沖の水深40～50mの地点で実施しました。水中ドローンを潜行させるとすぐに海底にザラボヤの塊（コロニー）が見つかりました（図2）。事前の情報のとおり、砂地にコロニーを形成していました。また、周囲に岩などの目立った基質がないことから、波浪などの影響で岩などから剥がれ落ち、潮流によって流れ着いたと考えられます。

砂地を漂っているザラボヤが養殖ホタテガイへ被害を与えるザラボヤの母群になっているかもしれません。砂地のザラボヤは地域の漁業に広く被害を与えている可能性もあり、本年度(2020年度)、漁業者の協力のもと、水中カメラを使用した分布把握調査を実施する予定です。

(山崎千登勢 中央水試資源増殖部)



図2 砂地に生息するザラボヤのコロニー（房状の塊）

各水試発トピックス

川島元甲板長が瑞宝単光章を受章されました

令和2年4月29日に令和2年春の叙勲が発令され、水産試験場の試験調査船に長年勤務いただいた川島宏樹さんが瑞宝単光章を受章されました。

通例であれば、札幌にて叙勲伝達式が開催され、北海道知事より勲章・勲記が授与されます。しかし、本年は新型コロナウイルスの感染拡大防止のため札幌での伝達式が中止になり、6月11日に稚内水産試験場において志田場長より授与されました。

川島さんは昭和54年5月に試験調査船北洋丸の甲板員として採用されました。途中、北辰丸（釧路水産試験場所属試験調査船）での勤務を経て北洋丸に戻り、平成8年4月から工作長、平成13年4月には操舵長を歴任されました。平成14年4月に甲板長に就任されてからは、甲板部員の職長として部員の指揮・監督を務められました。平成29年3月に定年を迎えられてからも、平成31年3月に退職されるまで航海主任として引き続き北洋丸に乗務し、後進の指導にあたられました。

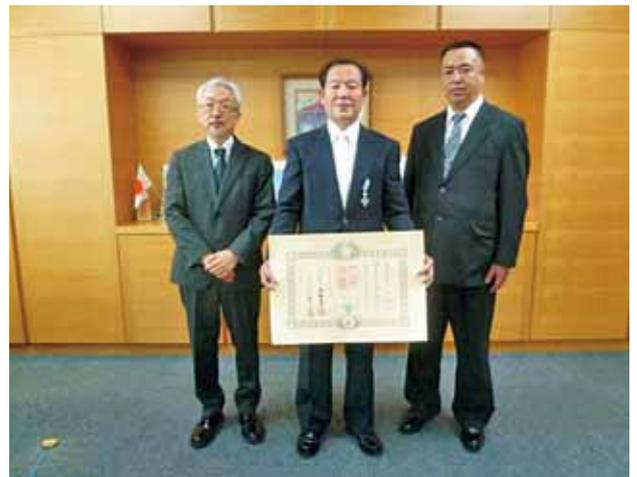
川島さんが採用された当時は、昭和52年に日本も周辺各国とともに200海里漁業水域を設定したことから、水域内での資源管理の重要性が飛躍的に増大していました。北洋丸にも新たな資源調査の任が数多く課され、川島さんは当時の乗組員とともにそれらの調査に従事されました。

平成7年に北洋丸が現在の2代目に代替わりした際には、新しい船体がより効果的に水産資源や海洋環境の調査にあたるよう、他の乗組員と協力して綿密に設計や仕様を検討されました。

川島さんが残されたこれらの功績が、北海道の

自治への多大な貢献であると認められ、今回の受章に至りました。長年にわたり調査船調査の推進と安全運航に尽力された川島さんの受章を、心よりお祝い申し上げます。

(高嶋孝寛 稚内水試調査研究部)



授与後の記念写真（川島さん：中央）



授与された勲章（左）と勲記（右）

○職員の表彰

令和2年春の叙勲（地方自治功労 瑞宝単光章）

・元稚内水産試験場 試験調査船北洋丸 甲板長 川島宏樹

水産研究本部図書出版委員会

委員長 中多 章文
委員 萱場 隆昭 武田 忠明 赤池 章一
高嶋 孝寛 森 立成 浅見 大樹
事務局 星野 昇 富樫 佳弘 中明 幸広

水産研究本部出版物編集委員会

委員長 星野 昇
委員 山口 幹人 板谷 和彦 馬場 勝寿 金田 友紀
蛭谷 幸司 武田 浩郁 隼野 寛史 卜部 宏一
浅見 大樹 水野 伸也
事務局 富樫 佳弘 中明 幸広（作業補助：石川 さやみ）

* * * * *

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総合研究機構水産研究本部企画調整部あて、ご連絡くださるようお願いいたします。

落丁・乱丁はお取り替えいたします。

本誌は、下記の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。

地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部

中 央 水 産 試 験 場

046-8555 余市郡余市町浜中町 238
電 話 0135 (23) 7451
F A X 0135 (23) 3141

函 館 水 産 試 験 場

040-0051 函館市弁天町 20-5
函館市国際水産・海洋総合研究センター内
電 話 0138 (83) 2892
F A X 0138 (83) 2849

釧 路 水 産 試 験 場

085-0027 釧路市仲浜町 4-25
電 話 0154 (23) 6221
F A X 0154 (24) 7084

網 走 水 産 試 験 場

099-3119 網走市鱒浦 1-1-1
電 話 0152 (43) 4591
F A X 0152 (43) 4593

稚 内 水 産 試 験 場

097-0001 稚内市末広 4-5-15
電 話 0162 (32) 7177
F A X 0162 (32) 7171

栽 培 水 産 試 験 場

051-0013 室蘭市舟見町 1-156-3
電 話 0143 (22) 2320
F A X 0143 (22) 7605

さ け ます ・ 内 水 面 水 産 試 験 場

061-1433 恵庭市北柏木町 3-373
電 話 0123 (32) 2135
F A X 0123 (34) 7233

北 水 試 だ よ り 第 101 号

令和2年9月25日発行

編集・発行 北海道立総合研究機構水産研究本部
ホームページアドレス <http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/index.html>
印刷 株式会社 須田製版