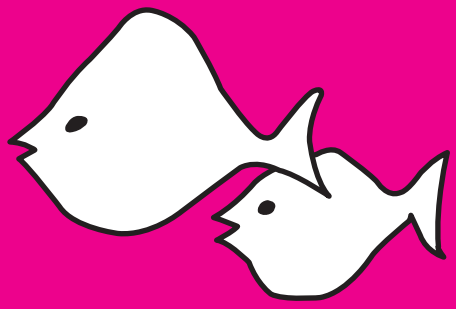
道総研

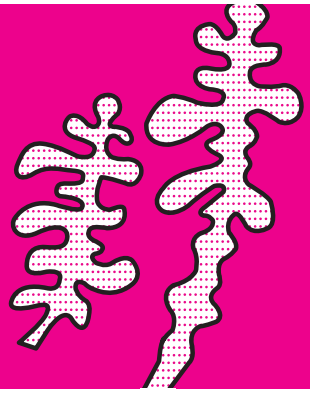
ISSN 0914−6849

HOKUSUISHI DAYORI

北水試だより

▷浜と水試を結ぶ情報誌◁





目　次／

・タラバガニ種苗生産試験の現状について…… 1
・利尻・礼文島周辺海域で実施したホッケ産卵場調査…… 7
・雑海藻を原料としたウニ養殖用餌料の開発と利用……11

資源管理・海洋環境シリーズ

・道南日本海で卓越する日周潮流について……15

資源増殖・水産工学シリーズ

・ウニ除去適地選定モデルの予測性の検討および
藻場回復に及ぼす冬季水温の影響……18

さけます・内水面シリーズ

・サケ・マス養殖における飼育水と飼料に関する
試験研究の現状と課題……22

各水試発トピックス

・石狩湾ニシン資源管理チームが知事表彰を受賞……26
・水産試験場 OB が「平成30年秋の叙勲」を受章されました……27
・「道総研セミナー」での講演……28
・道総研地域セミナー in 根室が開催されました ……29
・胆振地区で「噴火湾ホタテガイ調査報告会」を開催しました…30
・CIAC（国際頭足類諮問委員会）2018年大会に参加して ……31

第98号
2019/3

地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部

タラバガニ種苗生産試験の現状について

田村　亮一

キーワード：タラバガニ、種苗生産、幼生飼育、餌

はじめに

タラバガニは主にアラスカ沿岸の北極海と日本海、ベーリング海、オホーツク海を含む北太平洋の水深30～360m に分布し、英名は Red King Crab です。成長すると10kg 以上、歩脚を広げると１m 以上にもなり、一見するとまさに「カニの王様」といった姿・形・大きさですが、分類学上はカニ（短尾類）ではなく、ヤドカリ（異尾類）の仲間です。食べごたえのある大ぶりの身が魅力の北海道を代表する海の幸のひとつで、観光の目玉やお土産、贈答品として人気があります。しかし、近年、北海道での漁獲量は100～500トンと少なく（図１）、高い需要を支えていたロシアからの輸入量は減少しています（図２）。これに伴い価格は上昇し、2017年の単価は2,000円/kg を超え、過去最高値となっています（図１）。このためタラバガニ増養殖の技術開発が強く求められています。

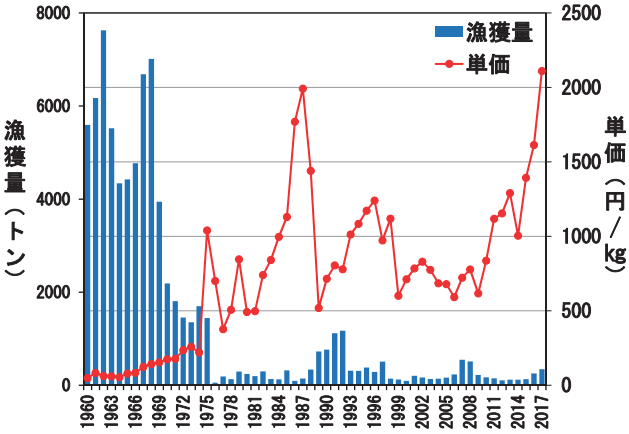


図１　北海道におけるタラバガニ漁獲量と単価の経年変化（出典：北海道水産現勢）

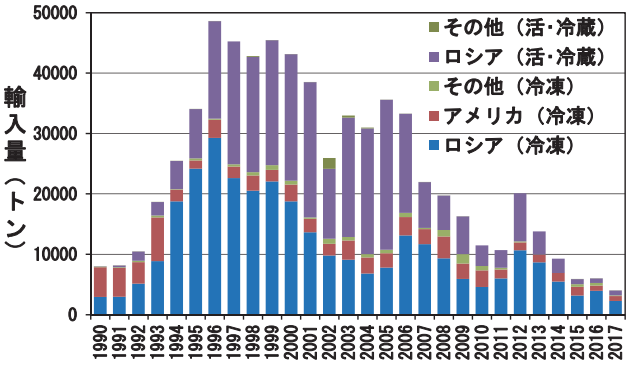


図２　タラバガニ輸入量の経年変化（出典：財務省貿易統計）

増養殖と種苗

有用な水産生物の生産性を高め利用しようとする取り組みに増殖と養殖があります。これら用語の定義は時代とともに変遷し、養殖は増殖の一部として混合されている場合もあったようですが、今日では区別されています。本題に入る前に、両者の違いと種苗について整理しておきます。

増殖は天然において資源を増やそうとする手段や技法のことで、環境改善、漁業管理、移植・放流に大別されます。魚介類の仔稚は総じて脆弱で、他の生物に食べられたり、生息場所から散逸したり飢餓のために死亡する個体が非常に多いと考えられます（図３）。栽培漁業は、自然界では死亡率が高いと考えられる稚仔の期間を人為的な設備、環境下で守り育て（図３種苗生産）、自然界で生き残る力をつけた後（図３中間育成）放流し、経済的に適正な大きさになってから漁獲しようという考えで実施されています。なお、栽培漁業における種苗は一度自然界に放流してしまうと育てた生

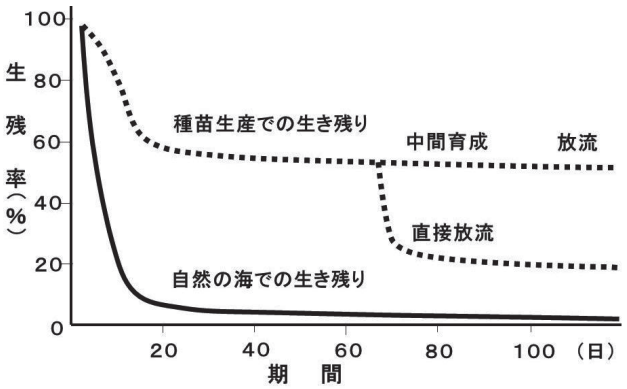


図３　自然界と種苗生産における生き残りの概念図

物の所有権はなくなり、天然物と同様の扱いとなります。

一方、養殖は種（または苗）を蒔き育てて作物を収穫する農業に似ています。すなわち、一定の区画を占有し、区画内の環境や自分が所有する対象生物の生活を管理して目的の大きさまで育ててから漁獲（収穫）し出荷する生産方式が養殖です。

天然水域での資源増大を図る栽培漁業と利益を直接的に追求する養殖ではいくつか違いはありますが、どちらも種苗がなければ始められません。種苗には天然種苗と人工種苗があります。人工種苗の生産（以下、種苗生産と呼びます）が難しい種類（例：ウナギ）や天然種苗を容易に確保できる種類（例：ホタテガイ、カキ）では天然で孵化成育した仔稚を採集して種苗としています。タラバガニの場合、天然の幼生や稚ガニを生きたまま大量に採集する方法はありません。入手できるのは親ガニです。種苗を確保するためには、これら親ガニを飼育し、得られた仔稚を一定期間育てなければなりません。タラバガニの増養殖を行うためには、先ず種苗生産技術の開発が必要です。

タラバガニの生活史

タラバガニの交尾（図４A）・産卵は主に２～４月に行われます。雄は脱皮直後の雌の腹節（ふんどし）の中に精莢（精子が入った袋状のもの）を付着させ、その後、雌は自分の腹節の中にある腹肢に受精させつつ卵を産み付けます。雌はいわゆる外子として幼生の孵化まで卵を抱え（図４B）、そこで卵発生が進行します（図４C、D）。抱卵期間は１年弱、主に１～３月にエビのような形態のプレゾエア（図４E）と呼ばれる幼生が孵化します。遊泳力が弱いプレゾエアは直ぐに脱皮してゾエア幼生（図４F）となり、浮遊生活を送ります。ゾエア期は４ステージあり、水温約８℃でゾエアⅠか

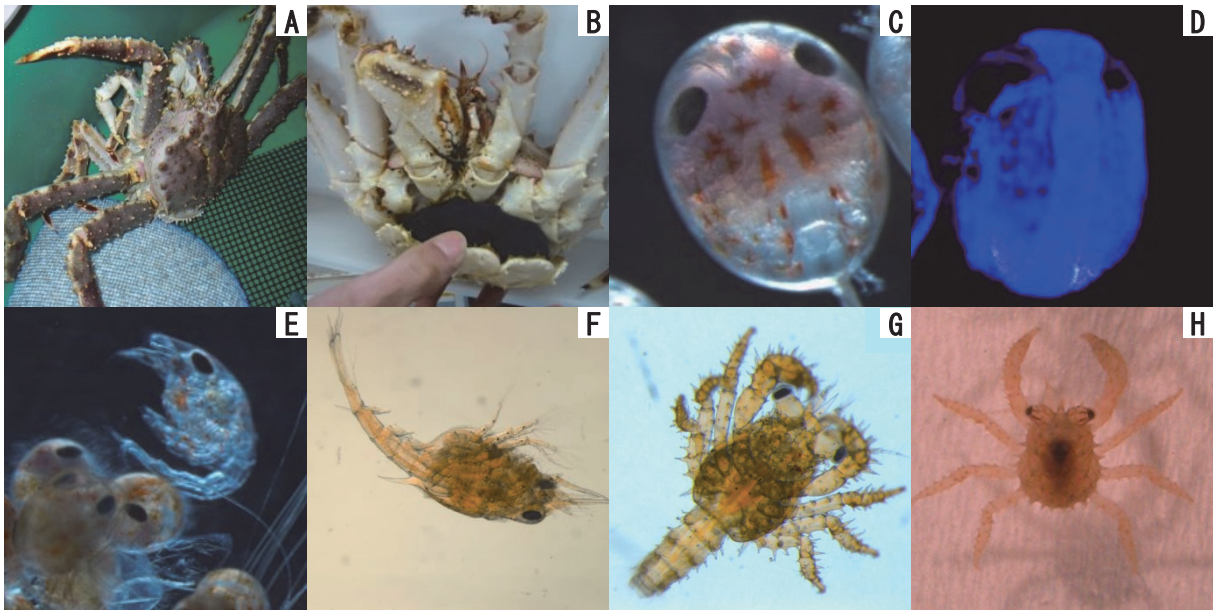


図４　タラバガニの生活史（A：交尾の様子（背面が雄）、B：抱卵雌、C、D：卵発生の様子（複眼形成・心臓拍動期）、E：プレゾエア、F：ゾエア幼生、G：メガロパ幼生、H：第１齢稚ガニ（C1））

らⅢ期は７～８日ごとに、ゾエアⅣ期は10～12日で脱皮し、エビとカニの中間のような形態のメガロパ幼生（図４G）になります（短尾類の幼生をメガロパ、異尾類の幼生をグロウコトエと区別する場合もありますが、本稿ではメガロパを用います）。メガロパ幼生も変態直後は盛んに泳ぎますが、日数の経過とともに歩脚でものにしがみついたり底でじっとしている時間が長くなり、次の脱皮直前には、ほぼ全ての個体が着底します。メガロパ幼生は水温約８℃で20～30日（孵化から概ね60日前後）で成体の形態に近い第１齢稚ガニ（図４H　以下、C１と呼びます）に変態します。その後も脱皮を繰り返して成長し、飼育下の例では、雌は６歳で性成熟し、脱皮直後に、交尾・産卵しました（試験研究は今No.811 https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/att/ima811.pdf）。

タラバガニの種苗はＣ１

種苗の齢期やサイズをどこにするのかという問題があります。タラバガニの生活史における自然界での生き残りや減耗過程についての情報はありませんが、特に浮遊生活期（ゾエア期～メガロパ期）における生き残りが悪いと考えられます。そこで本格的な底生生活に入るＣ１を種苗としました。タラバガニの種苗生産では、「抱卵ガニの確保と孵化まで養成する技術」、「孵化した幼生をＣ１（種苗）まで飼育する技術」両方を開発する必要があります。抱卵ガニの確保・養成から孵化までは本誌第87号などで報告してきましたので、本稿では孵化後からＣ１までの幼生飼育技術の現状について紹介します。

基盤的技術の開発～ゾエア幼生の餌の検討～

各種の試験条件を比較検討するために、先ずは100L規模の小型水槽で技術開発を行いました。初年度（2008年12月～2009年４月）の試験・観察結果や近縁種の知見から、ゾエア幼生期の栄養状態、つまりゾエア幼生の餌がＣ１までの生き残りの鍵であると考えられました。そこで様々な餌条件を設定して試験を行いました。疾病が発生して餌条件を比較できない年もありましたが、2012年に行った試験で栄養を強化したアルテミアノープリウス幼生（図５左　以下、栄養強化アルテミアと呼びます）に加えて別途培養した大型で連鎖性の珪藻の１種（図５右　以下、培養珪藻と呼びます）を給餌した試験区において、高い生残率でＣ１を生産することができました（図６）。そこで翌2013年の試験では、同一親で餌条件を変えた試験区間で生残を比較したところ、栄養強化アルテミアと培養珪藻を給餌した試験区が最も良い結果となり、再現性が確認されました（図７）。別途行った１Lビーカー（10個体/水量0.5L）を用いた飼育試験

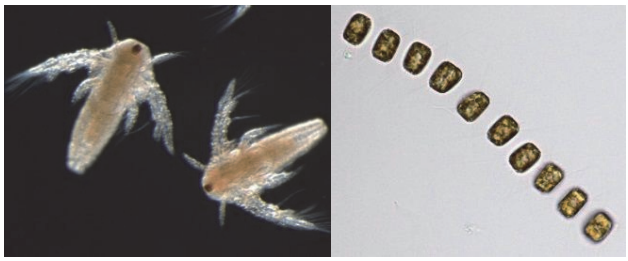


図５　タラバガニゾエア幼生の好適餌料（左：アルテミアノープリウス幼生、右：珪藻の１種）

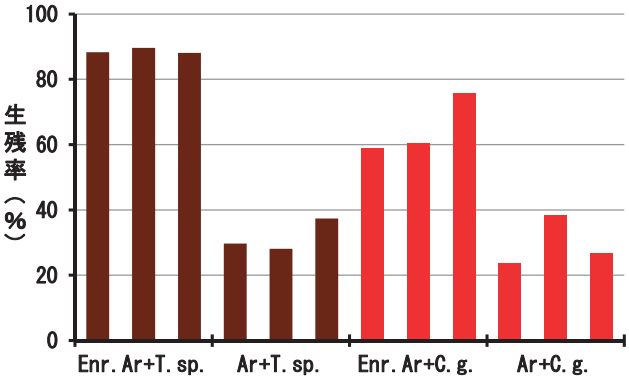


図６　餌条件別飼育によるＣ１までの生残率（2012年、100L水槽・天然抱卵雌使用、同色は同じ親、同一餌条件で３回繰り返し、Enr.Ar：栄養強化アルテミア、Ar：無強化アルテミア、T.sp.：培養珪藻、C.g.：小型・単体の市販珪藻）

（図８）でも、二つの餌を与えることでほぼ100%の生残率でメガロパ幼生まで飼育可能でした。これらのことから、栄養強化アルテミアと培養珪藻を同時に給餌することがタラバガニゾエア幼生の好適飼育条件のひとつと考えられました。

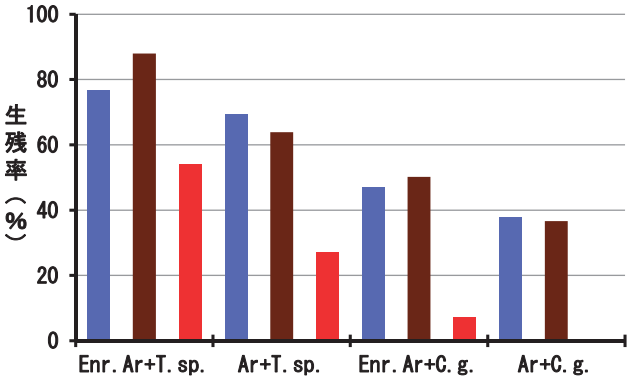


図７　餌条件別飼育によるＣ１までの生残率（2013年、100Ｌ水槽使用、同色は同じ親、青色は長期飼育雌、赤・褐色は天然抱卵雌、餌の凡例は図６と同じ）

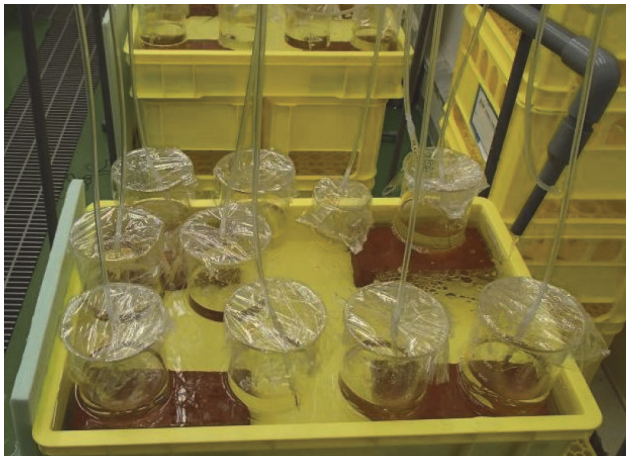


図８　ビーカーを用いた幼生飼育の様子

用いる親ガニ～天然抱卵雌と長期飼育雌～

雌を陸上水槽で長期間飼育して脱皮・交尾・産卵を繰り返すと、天然個体と比べて体色が青っぽく、卵と孵化幼生の色は薄くなります（図９）。2013年の試験では飼育期間５年の雌も用いましたが、その生残率は天然抱卵雌と同等かむしろ高い値でした（図７）。見た目の色に違いはあるものの、この年までの試験で長期飼育雌が問題視されることはありませんでした。

しかし、2014年と2015年の試験において、栄養強



図９　体色と卵色の違い
長期飼育抱卵雌（左上）とその卵（左下）
天然抱卵雌（右上）とその卵（右下）

化アルテミアと培養珪藻を給餌しているにも関わらず生残が悪い例が見られました。当初要因は不明でしたが、その後の京都大学大学院との共同研究で用いた親の影響を示唆する結果が得られました。生残が悪かった試験区で用いた親は、いずれも飼育期間が２年以上の長期飼育雌でした。100L水槽を使用した好適餌条件でのＣ１までの生残率は、天然抱卵雌あるいは飼育開始後３か月以内に産卵した雌（以下、準天然抱卵雌と呼びます）を用いたときが平均73.7%（N＝14、範囲50.9～89.6%）なのに対し、長期飼育雌では平均49.8%（N＝10、範囲9.5～85.2%）でした（図10）。

タラバガニ幼生の孵化は１か月程度続きます。同じ長期飼育雌から生まれたの幼生を孵化時期別に飼育しましたが、Ｃ１までの生残に一定の傾向はありませんでした。幼生飼育開始前後の早い段階で何らかの特徴や兆候があれば、「生産に用いるか」「飼育を継続するか」「別個体に替えるか」判断できます。しかし、今のところ早期の判断基準は見つかっていません。多くの場合、飼育開始後３週間以上経ったゾエアⅣ期あるいはメガロパ期に沈降や大量死亡といった異常が現れ、問題を把

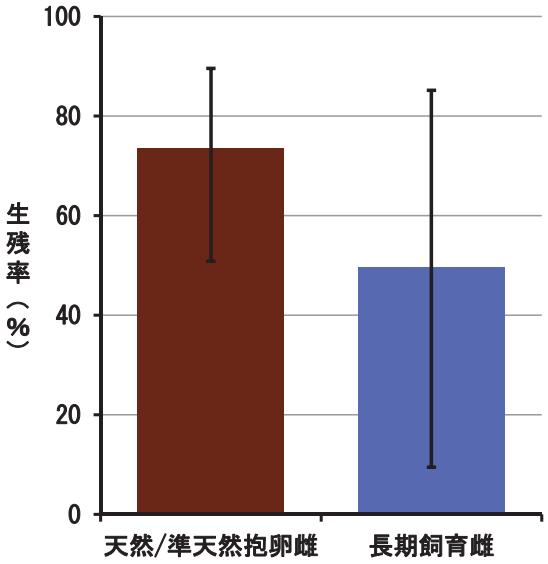


図10　好適餌条件でのＣ１までの平均生残率（2012～2015年、エラーバーは範囲、100L 水槽使用）

握したときには既に同じ親からの孵化は終了してしまっています。長期飼育雌から生まれた幼生が問題なくＣ１まで育つことも多いのですが、現在の技術レベルでは長期飼育雌を用いた種苗生産はリスクが高く、天然抱卵雌か準天然抱卵雌を用いた方が安定した生産が可能です。

Ｃ１種苗の量産試験

種苗生産数を増やすには、小型水槽の数を増やす方法と、用いる水槽を大きくする方法があります。前者では基盤的技術をそのまま応用できますが、水槽数に比例して労力が増えます。例えば上述したビーカー飼育では、あらかじめ餌と海水を入れた別のビーカーを準備し、そこに幼生を毎日手作業で移し替えます。手間がかかり、一人当たりの作業可能なビーカー数には限りがあります。一方、後者では、小型水槽で開発されたものと同じ生産手法・生産効率で飼育することが難しく、新たな技術開発が必要になる場合があります。ウナギの種苗生産が良い例で、研究室レベルでの完全養殖成功はニュース報道されましたが、シラスウナギの大量生産には多くの課題があり、未だ実現していないようです。

量産化を図るにあたり、水槽の大型化は省力化や効率化が期待されます。目標を単位水量当たりの生産数6,000個体/kL とし、2015年度から大型水槽を用いた量産試験を始めています。

本格的な試験実施に先駆け、2014年11月～2015年４月に幼生飼育工程を大型水槽で試行し、課題や問題点を把握しました。小型水槽で開発された手法をあてはめると水量５kL では毎日150～300Lもの培養珪藻が必要と試算され、これに代わる餌料の探索が必要と考えられました。また、幼生は光の方向に集まる性質があり、水槽内での幼生の分布集中を防ぐ必要があります。2016年からはこれら問題解決に向けて飼育方法の改善に努め、2017年の量産試験の水槽１で目標数（6,000個体/kL）のＣ１を生産できました（表１）。水槽２も目標に近く、量産化に向けて飼育管理方法や収容数に目途がついたかに思えました。しかし、翌2018年の量産試験結果は惨憺たるものでした（表１）。

2018年の飼育条件は前年に目標を達成した水槽の飼育方法を基準に、一部変更したものです。親の多くは準天然抱卵雌を用いています。また、疾病対策として飼育水の紫外線殺菌灯照射も行っており、少なくとも過去に発生した疾病は確認され

表１　量産試験（水量５kL）におけるＣ１生残数

年	生残数 / KLあたりの生残数 /（収容数）			
	水槽1	水槽2	水槽3	水槽4
2014/15	21, 646 4, 329 (43, 500)	7, 473 1, 495 (39, 000)	1, 552 310 * (96, 280)	15, 753 3, 151 * (107, 722)
2016	11, 638 2, 328 (92, 640)	8, 796 1, 759 (93, 180)	2, 889 578 (84, 340)	
2017	32, 190 6, 438 (85, 845)	27, 732 5, 546 (88, 594)	7, 082 1, 416 (78, 436)	
2018	735 147 (66, 131)	107 21 (71, 519) **	5, 768 1, 154 (69, 608)	

無印は準天然抱卵雌、*長期飼育抱卵雌、**一部長期飼育抱卵雌使用
一部を除き、栄養強化アルテミア以外の餌の種類や量、組み合わせは異なる

ていません。推定される原因のひとつとして、試験２か月程前に見つかった８℃飼育冷海水を製造する熱交換機の穴あき事故の影響があります。熱交換器内の冷水中には腐食によるサビなどが多く含まれ、それらが８℃飼育冷海水に混入して悪影響を与えたという想定です。これまでの試験でも結露水や塗装、金属片の混入が強く疑われる水槽で生残が悪くなりました。また、冬期間はタラバガニ以外での８℃飼育冷海水の使用量が少ないことや、飼育を始めるかなり前から水槽に海水を貯め、かつ換水量も少なかったことから、混入物質の影響が長期間続いた可能性があります。試験開始の遅い水槽で生残が良かったことも、汚染された後、徐々に海水交換が進んだ結果と考えると説明がつきます。逆に、事故の対処後２か月も経っていることや施設内の他の生物に影響がなかったことは事故の影響を否定する根拠になります。しかし、いずれも傍証からの推論です。混入物質の種類や量、水槽やタンク内での滞留期間が不明のため暴露試験による検証はできません。要因は確定できませんが、2018年の結果はこの年固有の特異的な原因であって欲しいと考えています。

おわりに

タラバガニの種苗生産について基盤的技術はある一定水準で確立できたと考えています。しかし、量産化に向けては当初の思惑と異なることが多く、2018年の結果を除外しても、いくつかの課題が残されています。培養珪藻に代わる餌料については、入手可能な甲殻類用や二枚貝用の市販品を候補として、量産規模と小型水槽の両方で試験していますが、試行錯誤が続いています。市販餌料を用いると同じ餌条件でも生残が良いときと悪いときがあり、安定性が問題です。用量や用法、組み合わせについて引き続き検討が必要です。また、光源の位置や幼生の発育段階にあわせ、給水方法とエアレーションを工夫して水流を起こしたり、水槽内の光量を調整するために市販餌料を連続的に添加して海水を着色し、水槽上面を遮光幕で覆う（図11）ことで改善はしているものの、水槽内での幼生の分布が一様ではなく、スケールメリットを十分に享受できないことも誤算の一つです。適正収容数は単純に水槽容積に比例するのではなく、むしろ表面積に依存するのではないかという感触を得ています。いたずらに収容数を増やしても逆効果になりかねず、少なくすると目標生産数を達成するためには高い生残率が求められます。この点にも難しさがあります。生産数6,000個体/kLという数字は小型水槽で開発した基盤的技術をもとに定めた目標値ですが、かなり高いハードルだったかもしれません。今後もタラバガニの種苗生産の安定化に向け、量産技術の開発を進めていきたいと考えています。



図11　大型水槽を用いた量産試験の様子（水槽上面を遮光幕で覆い、水槽内で幼生の分布が上層に集中することを防げるか試験しています）

（たむらりょういち　栽培水試栽培技術部
報文番号 B2429）

利尻・礼文島周辺海域で実施したホッケ産卵場調査

鈴木　祐太郎

キーワード：ホッケ、産卵生態、資源管理

はじめに

道北海域におけるホッケの漁獲量は、1990年代～2000年代半ばに10万～15万トンありましたが、2009年以降急減し、2017年は1.7万トンに減少しています。漁獲量急減の原因は、未成魚の大量漁獲により2000年頃から親魚量が減ってきたところに、高水温等再生産に不適な環境の年が重なり、毎年の資源加入量が極端に少なくなったためと考えられています。

道北海域におけるホッケの産卵期は10～11月頃で、日本海の水深10～60m の岩礁域にオスが縄張りを持ち、その縄張り内の岩の窪みにメスが直径約2.5mm の卵を塊で産み付けます（図１）。オスは産卵後しばらくの間産み付けられた卵を保護し、メスは３回程度産卵場に卵を産みに来遊する以外は周辺を回遊します[1)]。卵が孵化するまでの期間は２か月前後で、１月頃が孵化のピークとなります。孵化した仔魚は表層に浮上し、稚魚～幼魚（アオボッケ）期にかけては日本海およびオホーツク海の沖合に広く分布し、夏頃まで表層付近で活発に索餌回遊します。その年の秋から冬にかけてオホーツク海沿岸や宗谷海峡、日本海の陸棚域で底生生活に移行し、ローソクボッケとして漁業の対象になります。さらに、翌年の秋（産卵から丸２年）には、日本海に回遊して初回産卵を迎えます。ホッケの寿命はおおよそ８～９歳とみられていますが、初回産卵以降毎年産卵し、高齢になるにつれて産卵場近くの岩礁域に居着くようになり、漁獲されにくくなります。

近年、ホッケの資源回復に向けて漁業者による

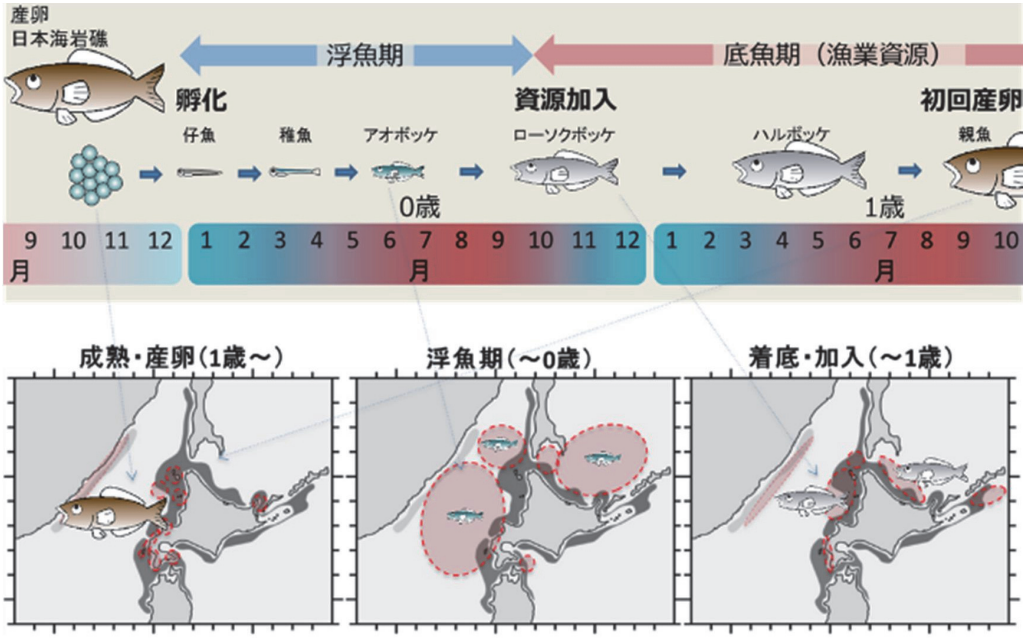


図１　ホッケ（道央日本海～オホーツク海海域）の生活史

漁期の短縮や数量制限といった自主的な資源管理の取り組みが各地で実施されています。これらの取り組みを効果的に産卵親魚や産み出された卵の保護につなげて行くためには産卵場の環境などの情報が必要になります。ホッケの産卵場については、資源が高い水準にあった1994年に観察調査が行われましたが、資源が減少した2009年以降どのような環境に形成されているかは分かっていません。そこで、ホッケの主要産卵場である利尻・礼文島周辺海域において、2013年から産卵場を対象とした調査を実施しました。

ホッケの産卵場はどこにある？　～水中カメラを用いた撮影調査～

広い範囲を効率よく調査するため、2013～17年の産卵盛期である11月に利尻・礼文島周辺海域の主要漁場に調査エリアを設定して調査を実施しました（図２）。稚内水産試験場の試験調査船北洋丸および香深漁協所属の刺し網漁船第58慶新丸により水深別に GPS と深度計の付いた水中カメラを下ろし、海底を撮影しました。映像中に「婚姻色を呈したオス（図３）が定位している様子が観察された場合」に産卵場が形成されていると判定し、同時に海底の底質の種類を判別しました。合計195地点において撮影を行なった結果、27地点が産卵

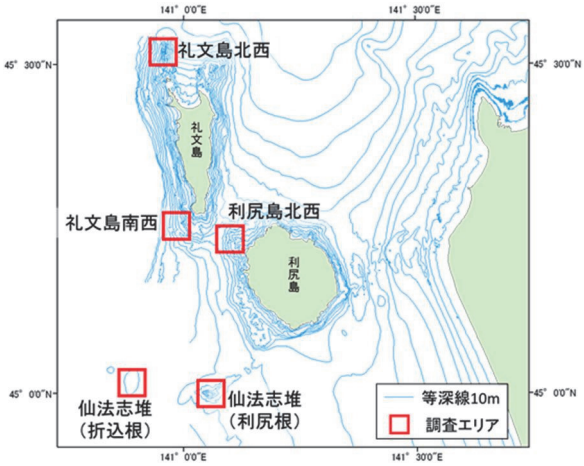


図２　産卵場調査エリア



図３　婚姻色を呈し縄張りを持つオス

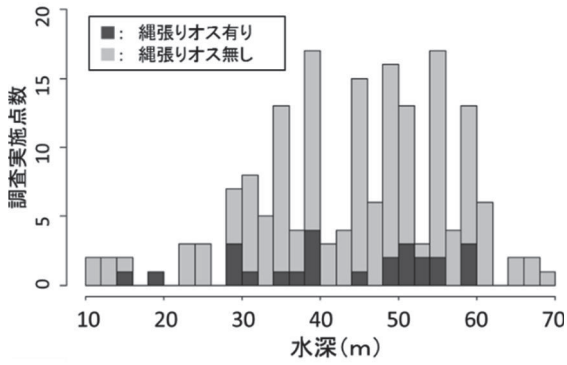


図４　水深別産卵場分布

場と判定されました。調査を実施した水深が10～93m の範囲であったのに対し、産卵場は水深15～60m の範囲に見られました（図４）。また産卵場と判定された地点の底質は全て岩場または転石でした。したがって、近年の利尻・礼文島におけるホッケ産卵場は、水深15～60m の岩場・転石帯に形成されていることが確認されました。水深15～60m かつ北海道沿岸域の地質・底質図[2]で岩盤・礫（転

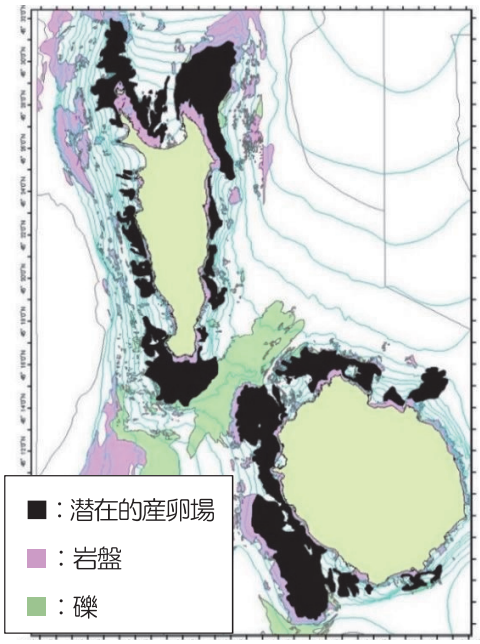


図５　調査から推定されたホッケ潜在的産卵場（黒）

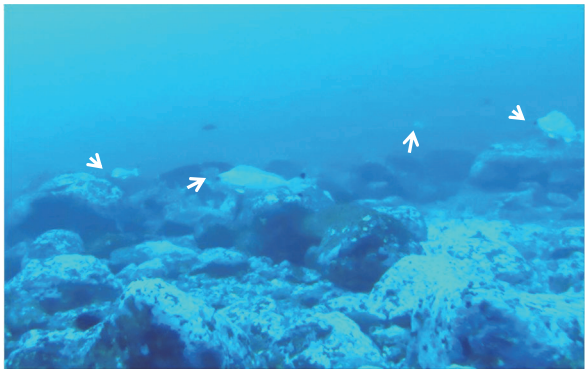


図６　2013年　礼文島南西 水深35m

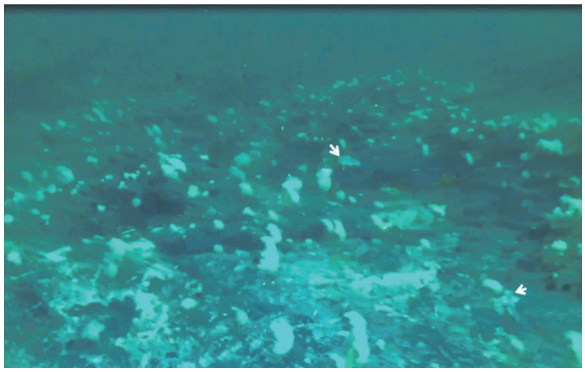


図７　2017年　仙法志堆（折込根）水深40m



図８　2018年　仙法志堆（折込根）水深40m

石を含む）に該当するエリアをホッケの産卵場が形成される条件を満たす場所、すなわち潜在的産卵場とし、利尻・礼文島周辺の産卵場マップ（図５）を作成しました[3)]。

産卵場にどれくらいいる？　～ROV（遠隔操作無人探査機）を用いた航走調査～

産卵場にどれくらいのホッケ親魚が来遊しているかを明らかにするには、産卵場が形成される水深帯を広く撮影する必要があります。そこで、2013年11月に礼文島沿岸で、2017、2018年の11月に利尻島南西沖合の仙法志堆（図２）においてROV（遠隔操作無人探査機；2013年：MARINE NOVA 300 広和株式会社製，2017年～：VideoRay Pro 4 ROV）を用いて、北洋丸で微速航行しながら１時間程度海底の映像を撮影しました。ROVが調査船の真下にあると仮定し、北洋丸のGPS航跡から求めた移動距離あたりの縄張り発見数を計数しました。その結果、2013年の礼文島沿岸では1.0千尾/km、2017年の仙法志堆周辺では0.4千尾/km、2018年の仙法志堆周辺では9.6千尾/kmでした。特に発見数の多かった2018年の仙法志堆周辺では、2017年まで水深60m以浅でしか見られていなかった産卵場が水深75mにも確認され、水深50m以浅ではオスが海底だけでなくその上方で遊泳する様子も観察されました（図６、７、８；白矢印はオスを示す）。

2018年の産卵場来遊規模は大きい？　～過去の調査との比較～

稚内水産試験場では1994年10月に礼文島沿岸においてダイバーによる調査を実施しており、その報告には「水深12～45mで産卵場の形成が確認できた。卵保護をする雄の分布密度が最も高かったのは水深30m付近である。」と本調査と同様の産卵場の特徴が述べられているのに加え、「すでに縄張りを形成した雄の群れの少し上方の層に雄らしい疎らな群れがあったことから、すべての雄が同時に縄張りを形成するものではないらしい。」とあります[4)]。当時の映像を確認したところ婚姻色をもったオスが海底に密に分布しているだけでなく、縄張りを持てずに産卵場上方の中層域を回遊している様子も見られました。2013～2017年の調査で撮影された映像を確認してもオスが産卵場の上方を回遊している様子は見られなかった一方、2018年は上方を回遊しているオスが継続して観察されまし

た。1994年当時とは資源水準が大きく異なるため、正確な対比はできませんが、2018年は、観察を行った海域に十分な親魚が来遊したと考えられました。

調査海域に来遊する親魚の量が年によって大きく異なる原因は様々ですが、その一つに初回成熟魚（大部分は産卵から２年経過した魚）の資源量が年によって大きく変動することが挙げられます。水産試験場ではVPAという方法でホッケ（道西日本海～オホーツク海海域）の年齢別資源尾数を毎年計算しており、2013年産卵期の初回成熟魚の加入時点での資源尾数は2.4億尾、2017年は0.1億尾、2018年は4.2億尾と推定されています（直近年に関しては将来見直される可能性が有ります）。これらの値の大小はROVによる縄張りの発見数の多寡と似た傾向を示しています。2018年初回成熟魚（2017年級群）に関しては仔稚魚調査での採集量が多い[5]など加入前から比較的高豊度になる兆候がみられていたことから、2012年から開始された漁獲自主規制が2017年級群を対象に2017年秋以降各地でさらに強化されたことで、2018年には産卵場に来遊する初回成熟魚が多く獲り残された可能性があると考えられました。

ホッケの資源回復に向けて

本研究では、近年の利尻・礼文島周辺海域におけるホッケ産卵場の分布や、産卵場への親魚の来遊状況を明らかにしました。地域説明会では潜在的産卵場マップや産卵場の映像を紹介したほか、資料配付によりホッケ漁業や資源管理に関係する方々に幅広く情報発信しました。

近年資源が低水準で推移する中、出現した比較的高豊度な2017年級群を獲り控えたことによって、産卵場へ多数来遊する状況が観察されたと考えています。資源回復に向けてようやく一筋の光が見えてきましたが、回復には仔稚魚が生き残りやすい寒冷な冬が来ることのほか、翌年の産卵親魚が確保されるよう引き続き未成魚への漁獲圧を低く抑えることが必須です。今後も、ホッケの資源回復と漁獲の安定を目標に、これらの研究成果に基づく適切な資源管理手法を提案していきたいと考えています。

最後に

調査の実施に際して、宗谷地区水産技術普及指導所礼文支所の皆様にご協力いただきました。香深漁業協同組合の職員ならびに漁業者の皆様には用船調査の実施等、本調査に多大なご協力をいただきました。心より御礼申し上げます。

本稿で紹介したホッケ産卵生態の解明は、北海道資源生態総合事業資源管理手法開発試験調査（ホッケ；H25～29, H30～34）において実施しています。

参考文献

1）高嶋孝寛（2000）ホッケの産卵生態，育てる漁業323号，P3-8.

2）道立地質研究所（2003）北海道沿岸域の地質・底質環境　３．日本海北部海域，地質研究所調査研究報告第31号.

3）鈴木祐太郎（2017a）産卵場の探索および環境特性の把握，資源管理手法開発試験調査報告書（平成25～29年度），P7-10.

4）金田友紀（1996）ホッケ産卵場環境調査，平成６年度北海道立稚内水産試験場事業報告書，P251-252.

5）鈴木祐太郎（2017b）2017年に北海道沖合で採集されたホッケ仔稚魚について，試験研究は今No.833.

（すずきゆうたろう　稚内水試調査研究部

報文番号B2430）

雑海藻を原料としたウニ養殖用餌料の開発と利用

高橋　和寛・中島　幹二・菅原　玲

キーワード：雑海藻、スジメ、キタムラサキウニ、ウニ餌料、ウニ養殖、食味改善

はじめに

北海道東部沿岸では、古くからコンブ漁が地域の重要な産業となっています。しかし、コンブ類のような有用海藻が生育する海域には、スジメ、アイヌワカメ、ウガノモクなど利用価値の低い「雑海藻」も多く、これらが競合しコンブ類の生育を阻害すると考えられています。近年は流氷の接岸が減ったため、自然の磯掃除が行われず雑海藻が優勢となってコンブ漁場が荒廃する傾向にあるといわれています。多くの浜ではこの状況を人為的に改善するため、毎年、膨大な労力と経費をかけて雑海藻の駆除を行っています。

一方、近年日本海沿岸各地では磯焼けによる大型藻類の減少が深刻になり、ウニの種苗生産や養殖に必要な生鮮海藻の不足が問題となっています。乾燥海藻や配合飼料が代用品として用いられることもありますが、餌料価値も餌持ちも生鮮海藻には及ばないため、現場からは生鮮海藻に代わる餌の開発が切望されています。

そこで、雑海藻を水産無脊椎動物の餌料として利用するため、平成27～29年に北海道区水産研究所（以下、北水研）を中核としたプロジェクト研究が行われました。このプロジェクトでは、様々な方法で加工・保存した種々の雑海藻の中から、北水研が小規模なスクリーニング試験で餌料候補を選び出し、中央水産試験場が陸上１トン水槽規模（図１）の試験でその適性を検証し、最後に後志地区水産技術普及指導所岩内支所が海面養殖施設で実証試験を行うという役割分担で研究が進められました。詳細なデータは学術雑誌に論文が掲載されるまで公表を控えますが、ここでは得られた成果の概要を報告します。



図１　試験カゴを収容した１トン水槽

どのような海藻がウニの餌に適しているか

平成27年度には、まず加工・保存した雑海藻の単独給餌試験を行いました[1)]。岩内町の磯焼け漁場から採集したキタムラサキウニ［平均殻径：59㎜、開始時生殖巣指数（生殖巣重量×100／体重、以下、GI）：10.0］を１トン水槽に収納した小割りカゴ（44×36×50㎝）に25個体ずつ収容し、調温海水（13～15℃）をかけ流しました。６通りの餌料［生鮮（以下、生）マコンブ、湯通し乾燥（以下、湯乾）マコンブ、乾燥（以下、乾）スジメ、湯乾スジメ、乾アイヌワカメ、湯乾アイヌワカメ］を飽食給餌して６月19日から41日間の飼育試験を行い、試験終了時に生殖巣指数を調べるとともに色調と食味について関係職員で官能評価を行いました。なお、評価方法は生マコンブよりも「明るい」「甘

い」を２点、「やや明るい」「やや甘い」を１点、「同じ」を０点、「やや暗い」「やや苦い」を－１点、「暗い」「苦い」を－２点としました。

飼育試験の結果、湯乾スジメが身入り（図２－A）と色調（図２－B）について最も優れていました。また、加工海藻の単独給餌はその種類や湯通しの有無によらず苦味を生じることが明らかになりました（図２－B）。これらの生殖巣の遊離アミノ酸を定量し、旨味、甘味、苦味を呈するアミノ酸に分けてそれぞれの含有量を比較してみたところ、苦味アミノ酸の多寡が官能評価での苦味の強弱とよく一致していました[1)]。

加工海藻を給餌したウニの生殖巣に苦味アミノ酸が増える原因について、本プロジェクト研究に参加した釧路水産試験場が調べました[2)]。その結果、コンブも含め海藻類の苦味アミノ酸は蛋白質構成アミノ酸中に多く含まれる反面、遊離アミノ酸中には少ないこと、また加工海藻を海水に浸漬した場合、旨味および甘味アミノ酸が多い遊離アミノ酸の大半がごく短時間で流失し、苦味アミノ酸が多い蛋白質構成アミノ酸のみが残ることが明らかになりました。すなわち、加工海藻を給餌するとウニが摂餌するまでに遊離アミノ酸が消失し、相対的に苦味アミノ酸の割合が高まった餌を食べることで生殖巣の苦味アミノ酸が増えると考えられました。

湯乾スジメは短期間で身入りや身色を改善することが可能な優れた海藻ですが、ウニ生殖巣の品質面で重要な食味については苦味の問題が残り、このままではウニ養殖用餌料としての活用は難しいと考えられました。

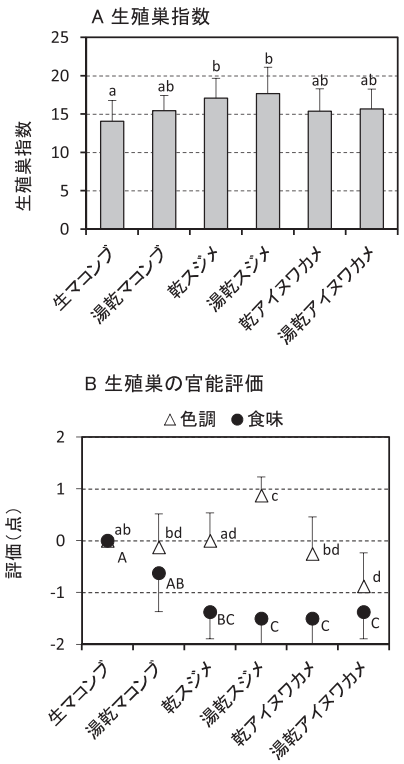


図２　加工海藻を給餌した成ウニの生殖巣指数（A）および生殖巣の官能評価（B）。

A は各24個体、B は評価者８名の平均値±標準偏差。同じアルファベット間に有意差なし（*P*＞0.05、Tukey-Kramer 法）。

苦味を緩和するために

平成28年には加工海藻給餌による苦味の問題を克服するために、湯乾スジメを与えたあとに苦味アミノ酸含有量が少なく旨味および甘みアミノ酸が多い生マコンブを与えて苦味の緩和を図る試験を行いました[3)]。

岩内町で採集したキタムラサキウニ（平均殻径：55㎜、GI：7.3）を前年同様のカゴに25個体ずつ収容し、６月15日から２か月間、４通りの給餌方法（①生マコンブ２か月、②湯乾スジメ１か月→生マコンブ１か月、③湯乾スジメ1.5か月→生マコンブ0.5か月、④湯乾スジメ２か月）で飼育し、前年同様に分析評価しました。

飼育試験の結果、生マコンブの給餌期間が長いほどGIの増加は小さかった（図３－A）が、食味は高く評価されました（図３－B）。生殖巣のアミノ酸分析では、生マコンブ給餌期間が長いほど苦味遊離アミノ酸量が少なかったことから、生マコンブ給餌により生殖巣への苦味アミノ酸蓄積が抑制され、食味が改善されると考えられました。

磯焼けが進む日本海でも、漁港内で餌料用にコンブを養殖することは可能です。この結果から、苦味緩和に必要な分量の生コンブを入手できる季節（春先から夏）に出荷するなら、湯乾スジメの利点を活かした養殖が可能であると考えられました。

生コンブ以外の食味改善方法について

実証試験を行う岩内町では産卵後の空ウニを集め、価格が高騰する年末の出荷を目指して短期養殖する取り組みがなされています。しかし、この海域では秋から冬の時期には養殖コンブも生では入手できないので、それに代わる苦味緩和方法が求められます。平成28年度に北水研で、食品類のアミノ酸データベースを検索したところ、野菜類の一部に旨味・甘味アミノ酸に富み苦味アミノ酸が少ないものがあることがわかり、加工海藻で苦味を生じたウニへの給餌試験でハクサイなど数種の生鮮野菜に苦味緩和効果が見いだされました[4]。また、餌料からの苦味アミノ酸供給を絶つ目的で試みた無給餌飼育にも、同様の効果が認められました。

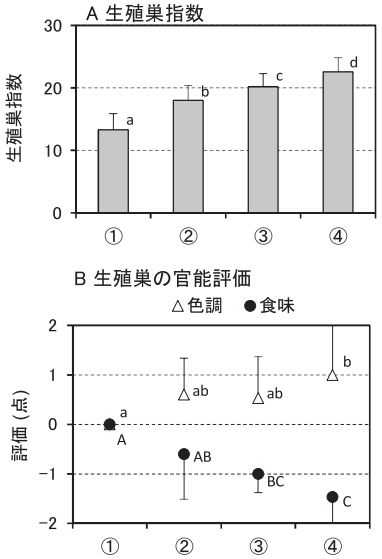


図３　湯乾スジメと生マコンブを給餌した成ウニの生殖巣指数（A）および生殖巣の官能評価（B）。
A は25個体、B は15名の平均値±標準偏差。同じアルファベット間に有意差なし（$P>0.05$、Tukey-Kramer 法）。

この結果を受け、平成29年には生コンブを入手しにくい時期でも可能な食味改善方法として、湯乾スジメ給餌後に生鮮ハクサイに切り替える、あるいは無給餌とする方法について試験を行いました[5]。

岩内町で採集したキタムラサキウニ（平均殻径：51㎜、GI：11.2）を、５月15日から生マコンブまたは湯乾スジメを飽食給餌した後、後者は６月26日に餌料条件を生マコンブ給餌、ハクサイ給餌および無給餌に切り替え、８月９日まで飼育しました。

その結果、餌料切り替え前には湯乾スジメ区のGI は生マコンブに比べ有意に高く推移しました。切り替え後の GI はハクサイ区と生マコンブ区で差は無く、また無給餌区では徐々に値は低下したものの生マコンブを継続給餌した対照区と有意差はありませんでした（図４）。官能評価でも切り替え時には明らかに湯乾スジメ区の評価は低かったのですが、ハクサイ区および無給餌区は色調および食味とも対照区と有意差はありませんでした（図５）。さらに湯乾スジメ給餌後にハクサイ給餌や無給餌期間を設けることで、生殖巣の苦味遊離アミノ酸量が減少することを確認しました。

以上のように湯乾スジメを給餌して短期間で急速に身入りと身色を改善した後、生コンブが入手

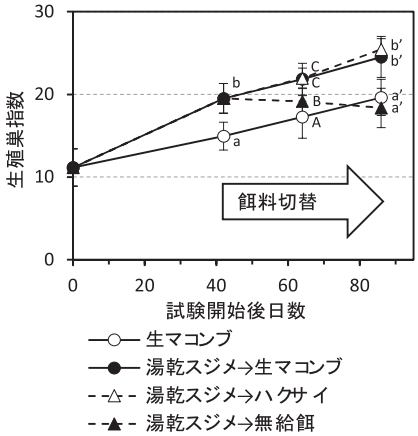


図４　湯乾スジメと生マコンブを給餌した成ウニの生殖巣指数。
各25個体の平均値±標準偏差。同じアルファベット間に有意差なし（$P>0.05$、Tukey-Kramer 法）。

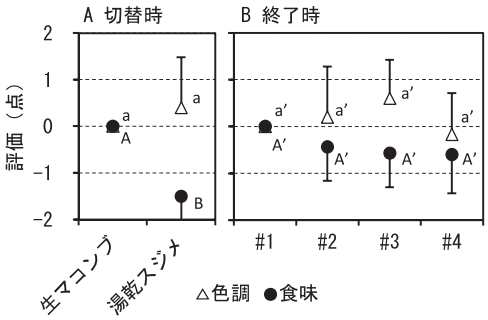


図５　湯乾スジメから生マコンブ、ハクサイおよび無給餌へ給餌条件を切り替えた成ウニの餌料切替時（A）および終了時（B）の生殖巣の官能評価。

A は10名、B は15名の平均値土標準偏差。同じアルファベット間に有意差なし（$P>0.05$、Tukey-Kramer 法）。

できる時期には生コンブを用い、入手できない時期にはハクサイを給餌するか無給餌とすることで苦味を緩和できることが明らかになり、湯乾スジメを餌料とした成ウニの養殖技術の実用性を高めることができました。

本研究で得られた結果に基づき、平成29年９～12月に後志地区水産技術普及指導所岩内支所が中心となり、岩内港内の海面で実証試験が行われました[6)]。その結果、スジメ給餌後にハクサイを与えることや、無給餌期間を設けることで、コンブ給餌と遜色ない品質のウニ養殖が可能なことが実証されました。

おわりに

今後、これまで道東沿岸で駆除により廃棄されていた雑海藻の有効利用が図られ、日本海沿岸において磯焼け海域に生息する身入りしていないキタムラサキウニの養殖への利用がさらに進み、磯焼け対策の一助となることを期待します。

本研究を実施するにあたりご協力いただいた岩内郡漁業協同組合と後志地区水産技術普及指導所の関係職員に心より感謝いたします。

本研究は平成27～29年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業で実施しました。

引用文献

1）菅原玲，武田忠明，三上加奈子，木村稔，中島幹二，鵜沼辰哉（2017）北海道東部沿岸に繁茂するスジメおよびアイヌワカメを給餌したキタムラサキウニの品質について，平成29年度日本水産学会春季大会講演要旨集，180.

2）宮崎亜希子，秋野雅樹，守谷圭介，麻生真悟，菅原玲，鵜沼辰哉（2018）ウニ餌料用海藻のアミノ酸組成，平成30年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169.

3）菅原玲，武田忠明，三上加奈子，木村稔，中島幹二，園木詩織，鵜沼辰哉（2018）加工スジメを与えたキタムラサキウニの生鮮マコンブ給餌による食味改善，平成30年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169.

4）鵜沼辰哉，鬼塚年弘，伊藤明，町口裕二，菅原玲，中島幹二，高橋和寛（2018）加工海藻を給餌したウニの生殖巣に生ずる苦味の緩和方法の検討，平成30年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169.

5）菅原玲，武田忠明，三上加奈子，辻浩司，高橋和寛，園木詩織，中島幹二，鵜沼辰哉（2018）加工スジメを給餌したキタムラサキウニの無給餌及びハクサイ給餌による食味改善，平成30年度日本水産学会春季大会講演要旨集，169.

6）那須俊宏，菅原浩明，菅原玲，武田忠明，三上加奈子，高橋和寛，園木詩織，中島幹二，宮崎亜希子，秋野雅樹，守谷圭介，鵜沼辰哉（2018）湯通しスジメを利用したキタムラサキウニ養殖手法の現場海域における実証試験，平成30年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，62.

（たかはしかずひろ・なかじまかんじ　中央水試資源増殖部・すがわらあきら　同加工利用部

報文番号 B2431）

資源管理・海洋環境シリーズ

道南日本海で卓越する日周潮流について

キーワード：潮流、内部波、日本海

はじめに

日本海は対馬海峡、津軽海峡、宗谷海峡を通し外洋と繋がっています。各海峡の断面積は日本海の表面積に比べ著しく小さく、このことに起因して侵入潮汐波による潮差は大きくならないため、海峡付近を除き日本海は潮流の弱い海域と考えられています。

ところが、2011年に水産試験場が日本海沿岸域の深度10m に流速計を設置して行った流れの調査から、道北では潮流はほとんど検出されませんでしたが、道南のせたな沖では１日周期の流速変動が観測され、その最大流速は50cm/s に達しました（図１）。津軽海峡は世界でも有数な潮流の速い海域として知られていますが、海峡から100km 以上も離れている海域で潮流が発達するのは不思議です。そこで、このことを明らかにすべく流れや水温などの観測を行いましたので、今回はその結果をご紹介します。

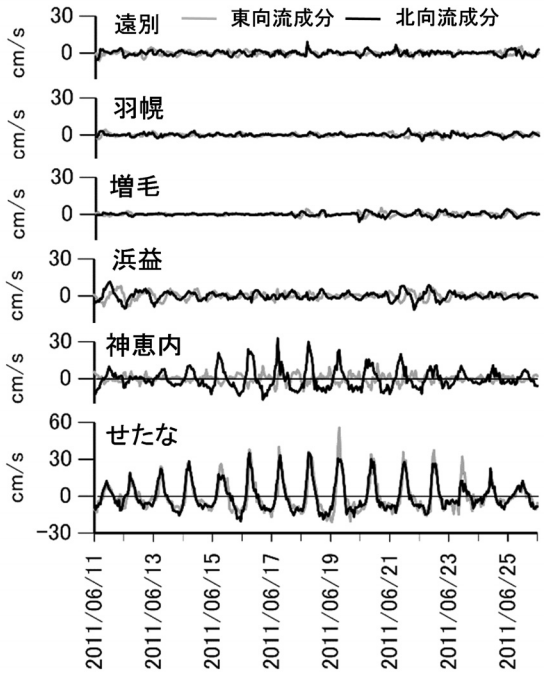


図１　日本海沿岸域における周期が１日以下の流速変動

せたな以南の潮流

図１にみるように、せたなや神恵内より北の海域では潮流は発達していませんでした。それでは南の海域ではどうなのでしょうか？この現象の実態を調べるため、上ノ国町扇石沖、松前町江良沖には流速計、江差町沖、松前町札前沖には水深80 m 地点に立ち上げ方式で深度10m ごとに水温計を設置しました。その結果、どの観測データにも１日周期の変動が顕著に認められ、潮流が卓越していることが判明しました。一例として上ノ国町扇石沖、松前町江良沖の流速変動を図２に示します。

それでは、なぜ津軽海峡からせたなに至る海域

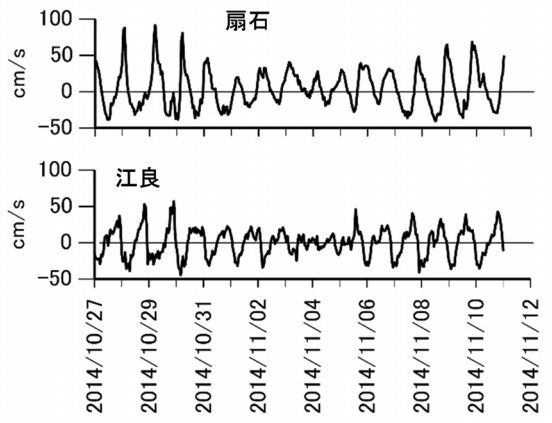


図２　扇石、江良沖における周期が１日以下の流速変動

では潮流が発達するのでしょうか？以下に潮流が発達するメカニズムについて検討します。

せたな沖で観測された潮流の特性

せたな沖に流速計と立ち上げ方式で水温計を設置し、それらデータを解析しました。まず図３から、表層を暖水が厚く覆った12時間後には下層水が表層近くまで上昇し、その12時間後には再び表層を暖水が厚く覆うという１日周期の変動が認められました。このように海洋内部では水温が波のように変動していることから、内部波*1の発生がうかがえます。

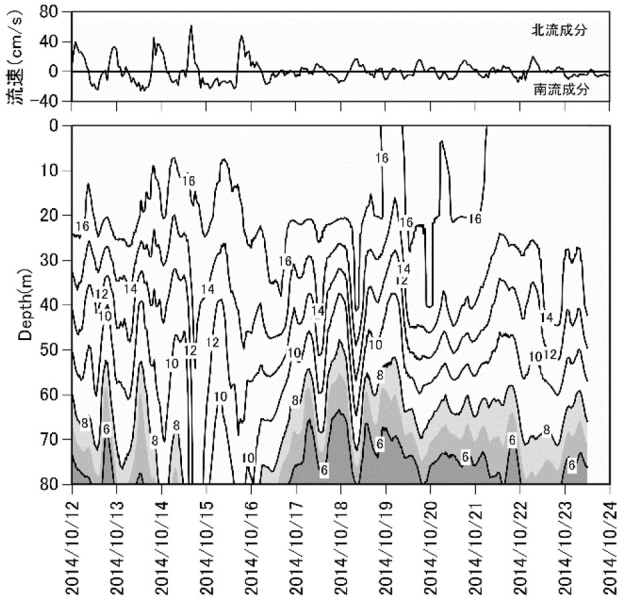


図３　せたな沖における（上）10m 深南北流速（下）水温鉛直分布の時間変化。下層水の指標として水温８℃以下には陰影をつけている。

次に、流れと水温変動との関係を比較しました（図３）。表層を暖水が厚く覆った時に流れは北向き流速が極大になり、反対に下層水の上昇がピークの時に南向き流速が極大になっていました。このような関係はある方向に進んでいく波、すなわち進行波が発生していることを示しています。

ところで、潮汐では１日１回、あるいは２回の海面の昇降がみられますが、潮流でも同様に基本的には１日１回もしくは２回の流向の変化が生じます。しかし、せたな沖では半日周期の流速変動はほとんどみられません。１日周期の流速変動のみ卓越することが、せたな沖流速変動の特徴です。

以上の条件をもとに考察すると、せたな沖の１日周期の流速変動は、岸を右手にみながら岸に沿って伝搬する内部波を捉えたものと考えられます。この波動ではその場所の慣性周期（約18時間）よりも短い周期の変動成分は存在し得ないので、観測した結果とも整合します。

*1　密度が異なる流体の間で生じる波

内部波の発生域

それでは、内部波の発生源はどこなのでしょうか？前述した松前町札前沖における水温鉛直分布の時間変化を図４に示します。表層を暖水が厚く覆う現象、下層水が表層まで上昇する現象がせたな沖と同様に認められます。

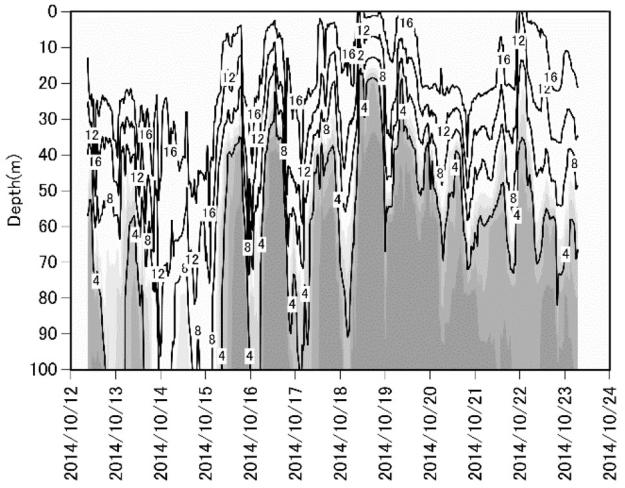


図４　松前沖における水温鉛直分布の時間変化。下層水の指標として水温８℃以下には陰影をつけている。

津軽海峡の潮流は日本海と太平洋の水位差が駆動力となっており、その駆動力は青森県日本海側の深浦と函館の水位差（深浦の水位－函館の水位）が指標になります。水位差と松前沖の水温、流速変動との関係を調べたところ、深浦の水位が函館

の水位よりも高（低）く水位差が正（負）の期間中は、松前沖では海峡（江差）方向の流れとなり、下層水が上昇（下降）し続けました。また、おもしろいことに、江差沖の水温、流れのデータを解析したところ、松前沖とは逆に、深浦－函館の水位差が正（負）の期間中は、江差沖ではせたな（海峡）方向の流れとなり、下層水は下降（上昇）し続けました。いずれにしても水位差に起因して上層水と下層水の境界面が上下に振動しており、それが岸に沿って伝搬する内部波を生成しているものと考えられます。

内部波の検証

内部波は、大きくは上層水と下層水の間で発生する波動です。そこで、上層を対馬暖流、下層を日本海固有水とみなし、両水塊の密度、厚みなどから内部波の位相速度*2を計算したところ、84cm/sになりました。一方、データ解析から江差沖の内部波は18時間後にはせたな沖に達すると考えられました。これをもとに内部波の位相速度を計算すると85cm/sとなります。したがって、実測値と理論値が一致することから、岸に沿って伝搬する内部波は日本海固有水と対馬暖流水との境界で生じた波動ということになります（図５）。

*2　波の山などが伝搬する速度

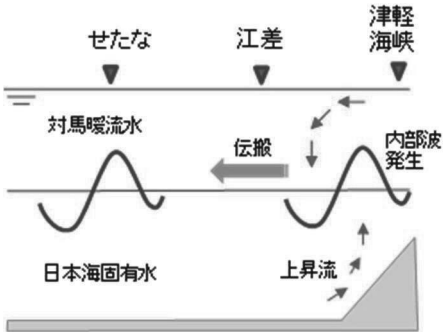


図５　内部波発生・伝搬の模式図

おわりに

このように、潮流の弱い日本海に面するせたな沖で潮流が卓越しているのは、潮流の強い津軽海峡で生成された内部波が岸に沿って当海域まで伝搬するためと結論されます。

潮流を引き起こす潮汐は、もともとは月や太陽の運動に起因して生じていますので、潮汐が予測できれば潮流もある程度予測できます。そこで、気象庁が公開する予報潮位をもとに、せたな沖、江差沖、松前沖、函館沖、恵山沖の潮流カレンダーを作成しました（図６）。揚網が可能か不可能かの判断など、漁業に活用されれば幸いです。潮流カレンダーをご希望の方は函館水試までお問い合わせ下さい。

（西田芳則　函館水試調査研究部

報文番号 B2432）

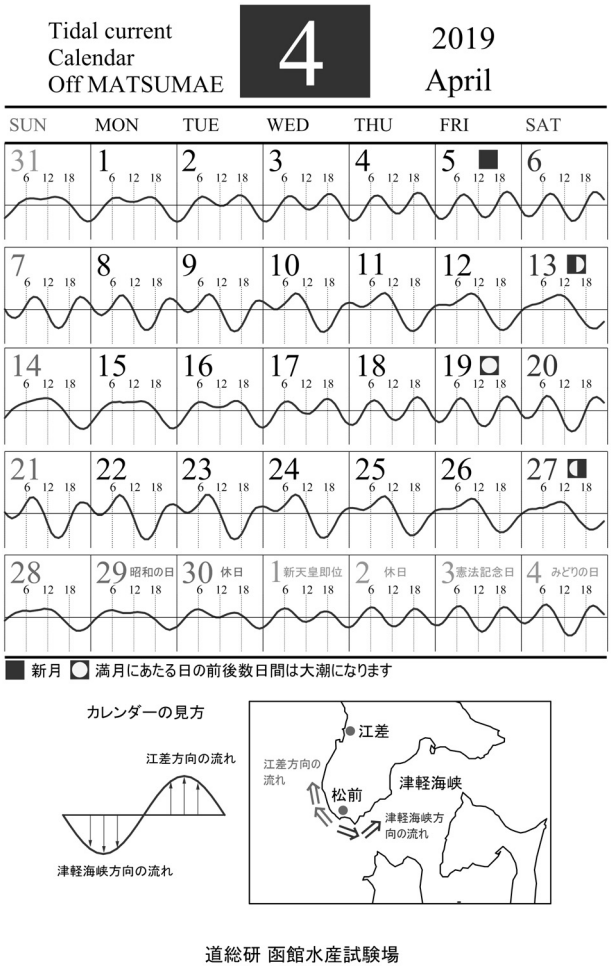


図６　松前沖の潮流カレンダー

資源増殖・水産工学シリーズ

ウニ除去適地選定モデルの予測性の検討および藻場回復に及ぼす冬季水温の影響

キーワード：磯焼け、ウニ除去適地選定、ホソメコンブ、冬季水温

はじめに

中央水産試験場では、2013年度から2017年度の５年間、農林水産技術会議の委託プロジェクト研究「生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発」という研究に参画しました。このプロジェクトでは近年、漁獲量が減少しているアサリ、アワビ類およびカレイ類（マコガレイ）の再生産においてどの段階に問題があるかを解明し、それを解消することを目的としていました。

我々はアワビ類チームで、エゾアワビの資源回復について、再生産に必要な規模の親貝集団を人工種苗で構築するための「大型人工種苗放流による親貝集団の増強」と、磯焼けによるアワビの餌料不足を解消するための「大規模藻場回復のための適地選定モデルの開発」の２つの課題に携わりました。前者に関しては、国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所と共同で、放流した大型人工種苗が再生産し、その子供が漁場に加入したことを遺伝マーカーにより明らかにしました。後者については、同法人水産工学研究所と共同で、ウニ除去がホソメコンブ群落の形成にどのくらい影響するかを予測するモデルを開発しました。

ここでは、開発したモデルに基づきウニ除去によりホソメコンブ群落が回復すると予測された地点で実際にウニ除去実証試験を行い、その結果回復したホソメコンブ群落の状況について報告します。また、2017年と2018年の１月から２月にかけての水温に差があったことから、冬季水温が藻場回復に及ぼす影響についても検討できましたので、合わせて報告します。

モデルによるウニ除去適地の選定

ホソメコンブ群落が形成されるためには、海底地形や底質、海藻やウニの分布、流動環境といった複数の条件が相互に関わっています。これら条件を積丹町美国地区から古平町にかけての海岸線16km にわたって詳細に調べ、群落形成との関連を評価するモデルを開発しました[1)]。このモデルに知りたい地区の条件を入力すると、群落が形成される環境にあるかどうかが判断できます。現状では群落が形成されないと判断された地点でも、例えば「ウニ類の生息数」を仮に「０個体」と入力した結果、「群落が形成される」と結果が変わった場合、そこはウニ除去により群落が回復する場所（ウニ除去適地）と予測されます。モデルの詳細は南部ら[1)]により公表されています。

ホソメコンブ群落回復のためのウニ除去適地における実証試験

適地として選定された場所の中から、古平町群来地区でウニ除去実証試験を実施し、2016年と2017年の秋にこの場所からウニ類を他の場所に移殖しました。移殖の翌年２月と海藻が繁茂する５月に、除去区および周辺の非除去区において、海藻類の生育被度とウニ類の密度（個体数/m^2）を調べました。また、水温は気象庁札幌管区気象台が公表し

ている後志北部沿岸の日平均表層水温を用いました（https : //www.jma-net.go.jp/sapporo/kaiyou/engan/data/engandata.html）。

ウニ除去面積は2016年が海岸線に沿って30m、岸沖方向50m の1500㎡で、10月と11月に合計16,933個のウニ類を除去区から他の場所へ移殖しました。また、2017年は同じ場所で前年より少し除去面積を拡大し、海岸線に沿って50m、岸沖方向50m の2500㎡で、合計13,239個体のウニ類を除去区から移殖しました（図１）。移殖したウニ類の約98％はキタムラサキウニでした。この除去区内の水深は約２m でした。海藻類被度およびウニ類密度を調べるために、除去区を海岸線に平行に横断する調査線を２本設定し、その上に2016年は12地点、2017年は16地点の調査点を配置しました。

2016年12月から2017年４月と、2017年12月から2018年４月の表層水温の変化を図２に示しました。

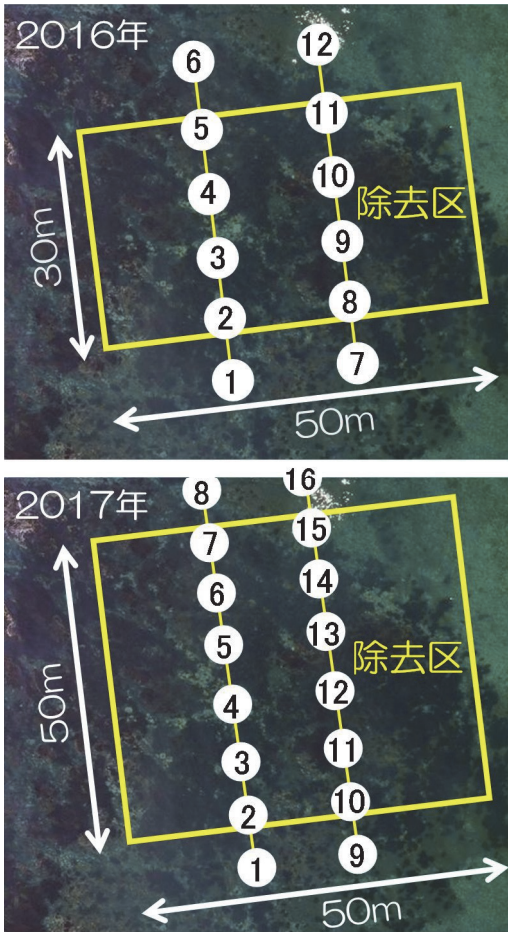


図１　除去区の大きさと調査地点

両年を比較すると、特に１月から２月中旬にかけて2017年が低く、2018年が高い傾向にありました。同期間の水温が低かった2017年を「低水温年」、水温が高かった2018年を「高水温年」として、海藻被度やウニ類密度の推移を比較しました。

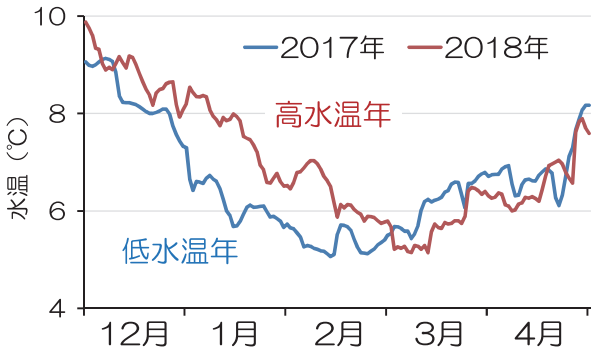
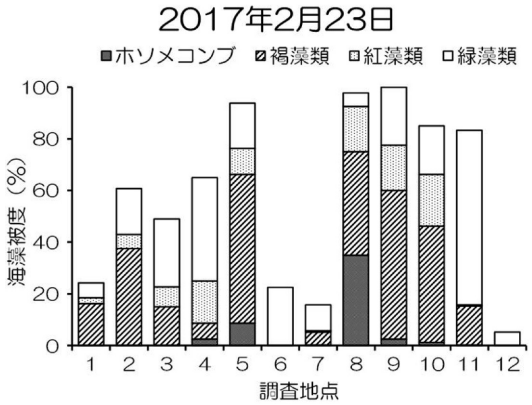


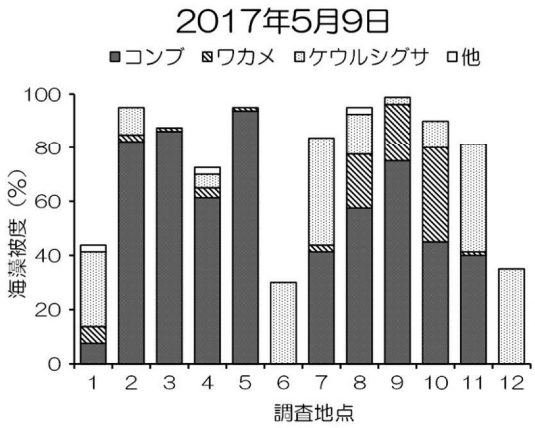
図２　ウニ除去試験実施海域の水温
2017年：2016年12月～2017年４月
2018年：2017年12月～2018年４月

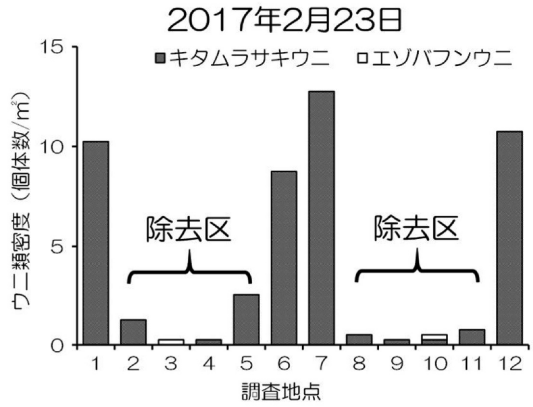
水温が最低値を示す２月と海藻類の現存量が最大となる５月の海藻生育状況とウニ類の分布状況を、2017年については図３に、2018年については図４に示しました。

低水温年であった2017年では２月でもすでに目視で海藻の繁茂が確認できました。除去区内（調査地点２～５、および８～11）では海藻被度は50％以上であり、ホソメコンブも認められました。一方、非除去区（調査地点１、６、７および12）の海藻被度は多くても20％を僅かに超える程度でした。同年５月になると、除去区内の海藻被度は80％以上となり、岸側（調査地点２～５）ではホソメコンブが優占し、沖側（調査地点８～11）ではホソメコンブだけではなくワカメの割合も高くなりました。また、非除去区だった調査地点１と７でもホソメコンブが生育していました。

同年のウニ類密度は、５月の調査地点11では周囲からの侵入で、4.5個体／㎡とやや高かったことを除くと、２月と５月とも除去区内で低く、非除







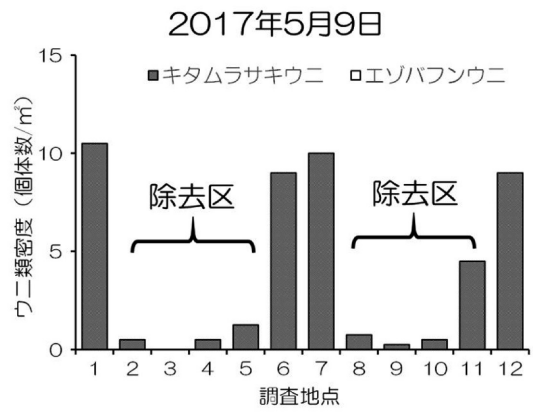
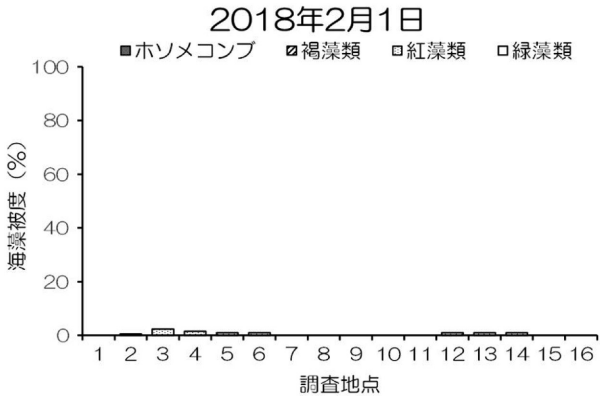
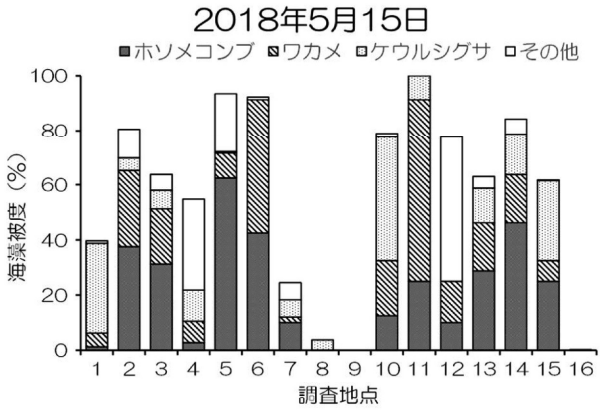
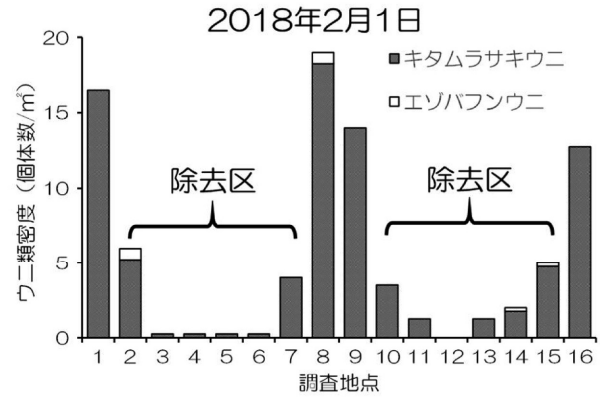


図３　2017年２月と５月の海藻被度とウニ類密度







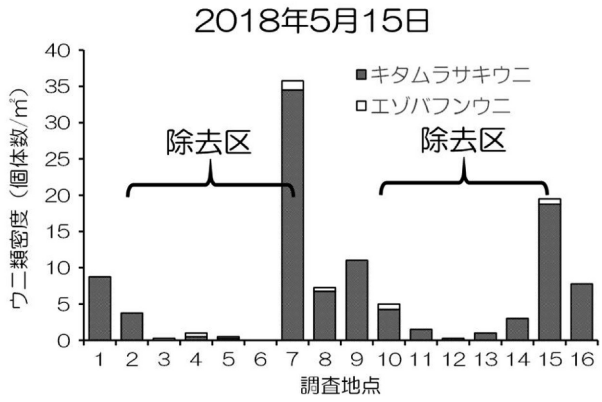


図４　2018年２月と５月の海藻被度とウニ類密度

去区で高い状態が維持されていました（図３）。

一方、高水温年であった2018年では、２月に目視で確認できたのは除去区内の小型紅藻類（ヌメハノリ）だけで、その被度は2.3%以下でした（図４）。しかし、５月になると、除去区内（調査地点２～７および10～15）では海藻被度は24.5～100%になり、ホソメコンブも多いところでは60%に達しました。非除去区では調査地点１でケウルシグサが多く、合計で約40%になりましたが、他の場所では０～3.7%とほとんど海藻は生育していませんでした。

同年のウニ類の密度は、２月でも除去区周辺の調査地点２、７、10および15では3.5～5.2個体/m^2と高くなっており、周囲からの侵入が起こったと推察されます。５月になると除去区の中心付近ではウニ類密度は低く保たれていましたが、周辺部の特に調査地点７と15では35個体/m^2および19.5個体/m^2と除去前よりも高い値でした。これらの場所は除去区内の海藻群落縁辺部であり、そこにキタムラサキウニが摂餌のために蝟集した結果、高い密度になったことが考えられます。

また、ウニ除去を実施する際に、冬季水温が高いと海藻の生長が遅くなり、２月では認められなかったホソメコンブやワカメが５月には除去区内に生育することが明らかになりました。さらにウニ類の優占種であるキタムラサキウニは、冬季水温が高いと餌を求めて移動範囲が広くなり、結果として除去区内への侵入時期も早まったと思われます。

おわりに

水産工学研究所が開発したモデルを用い、ウニを除去すればホソメコンブ群落が形成されると予測された場所でウニ除去を実施した結果、ホソメコンブが優占する海藻群落が形成されました。これにより、本モデルの予測性が高いことを証明できました。

このように、人為的な取り組みによりコンブ群落を回復できる適地を事前に選定することが可能となるモデルを開発できましたが、これを他の海域に適用する場合には、その場所の特徴（海底地形、底質、藻場やウニ類の分布、流動環境等）を詳しく調べる必要があり、かなりの労力が必要となります。我々が本研究を実施した頃は、主に人海戦術でデータの収集を行っていましたが、現在はドローンによる空撮やラジコンボートによる海底地形および底質の把握も可能となり、省力化が進んでいます。これにより他の海域に適応したモデルの開発も比較的容易に行えると考えます。

ウニ除去自体が労力的にも経済的にもかなりの負担となる事業ですので、成果が得やすい場所を選定し、より効果的に事業を進める上でこの予測モデルが活用されることを願っています。

引用文献

１）南部亮元，干川　裕，福田裕毅，髙谷義幸，秋野秀樹，梶原瑠美子，森口朗彦，桑原久実（2018）北海道古平・積丹地区における一般化線形モデルによるホソメコンブ群落分布予測およびウニ除去効果の推定，2018年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨　p87.

（干川　裕　中央水試資源増殖部

報文番号 B2433）

さけます・内水面シリーズ

サケ・マス養殖における飼育水と飼料に関する試験研究の現状と課題

キーワード：循環式飼育、水質、低魚粉飼料、発酵大豆粕、抗栄養因子、フィチン酸

はじめに

近年、世界の漁獲量が2009年の9,020万トンから2014年の9,340万トンとほぼ横ばいで推移する一方、養殖生産量は2009年の5,570万トンから2014年の7,380万トンまで急速に増加していることがFAO（2016）により発表されています。

魚類養殖生産のうち、サケ・マス類は需要、供給、貿易動向の面から着実に発展し、2013年には商品として最大金額を示したとされています[1)]。世界的な養殖サーモンの人気の高まりや、養殖用飼料価格の高騰が魚価の上昇を招き、ノルウエー、チリなどで養殖されたサーモンが高値で取り扱われるようになっています[2)]。そのため、かつて単価の面で輸入ものより高いことで国内シェアを大きく減少させた養殖ギンザケや、日本各地で養殖が試みられているご当地サーモンが、輸入サーモンと勝負できるチャンスと推察されます。

魚類増養殖を行う上では、水、飼料、種苗、疾病対策が基本となりますが[3)]、このうち、本稿では水と飼料について道総研さけます・内水面水産試験場で取り組んでいる試験研究の現状と課題を報告します。

飼育水リサイクル研究の現状と課題

北海道におけるサケ・マス類の増養殖は、これまで、給水した飼育水を一定の割合で経時的に水槽外へ排出するかけ流し方式（流水方式）で行われてきました。サケの人工ふ化放流事業では、体重1ｇの稚魚を放流するまでの約１か月間掛け流しで飼育されていますが、サケ稚魚の好適水温である８℃前後の湧水量には限界があります。

世界的にも飼育水の不足、養殖排水の環境負荷の軽減を図るべく、飼育水の一部または大部分をリサイクルする循環式飼育システムに関する研究が精力的に行われています。しかし、サケ稚魚を循環式飼育で管理し、かけ流し飼育と比較検証した研究事例はほとんどありません。

そこで、増殖養殖用のサケ・マス類飼育における用水不足の解消などのために飼育水リサイクルの有効性を検証することを目的として平成29年度から本研究を開始しました。本稿では、サケ稚魚を対象に行っている飼育水リサイクルの研究を紹介します。

飼育水をリサイクルすることで生じるサケ稚魚へのネガティブな影響を把握するため、飼育水の一定割合を新水でまかなう半循環式[4)]ではなく、水槽の底掃除や自然に蒸発した水以外は水を補給し



写真１　サケ稚魚の飼育水リサイクル研究

ない閉鎖循環式とし（水の注水率は、約1.4ml/分)、体重0.62gのサケ稚魚を60L水槽で15日間飼育しました（実験１)。実験区は、掛け流し区（500尾/水槽、３反復）を対照区とし、循環式・低密度区（500尾/水槽、２反復)、循環式・高密度区（1,000尾/水槽、２反復）の３群としました。生物濾過材には、道庁の循環税事業にて釧路水産試験場が中心となって取り組んでいる研究課題「水産系廃棄物ウニ殻からの循環ろ過式水槽用資材の開発」で生物濾過材としての有効性を検証しているウニ殻に水質保持のために重要な微生物を繁殖させたものを使用しました。

試験の終了時には生残率（%）と体重を測定しました。さらに、水質（３態窒素、DO、水温、pH）を実験期間中にモニタリングしました。

表１に各区の飼育結果を示します。生残率は、かけ流し区が最も良く、次に循環式・低密度区、循環式・高密度区の順となりました。最終体重は、循環式・低密度区がかけ流しに匹敵し、循環式・高密度区が最も劣りました。これらのことから、サケ稚魚を閉鎖循環式で飼育する場合、生残率の向上が課題として浮かび上がってきました。

循環式・高密度区では特に、アンモニア態窒素の値が他区よりも顕著に高くなった際に稚魚の斃死数が多くなる傾向が認められました。また、実験期間中にバイオフィルム（細菌等が凝集した粘性物質）が配管に詰まって一時的にアンモニア態窒素など３態窒素がかけ流し区よりも高くなることも数度観察されました。そのため、閉鎖循環式に飼育する際は、バイオフィルムの抑制対策を講じる必要があります。現在、今回得られた水質データを用いて、サケ稚魚にとってアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素など各水質の危険水準の含量を解析中です。

既報の論文[4]によると、サケ稚魚を新水２：リサイクル水１の割合で飼育した場合、かけ流し区に匹敵した飼育成績となることが明らかにされています。新水とは新しく補給する水のことで、かけ流し飼育は新水だけで行います。そこで私たちは、この知見をもとに、新水１：リサイクル水２の割合とリサイクル水の量を２倍にした循環式で飼育した時のサケ稚魚への影響も調べました（実験２)。実験区は実験１と同様に設定し、体重0.70gのサケ稚魚を60L水槽で36日間飼育しました。飼育水の注水率は、かけ流しが3.6L/分、循環式の実験区の給水量が新水1.2L/分、リサイクル水2.4L/分としました。

表２に実験２における各区の飼育結果を示します。生残率および最終体重は、かけ流し区と循環式・低密度区との間で有意差が認められませんでした。一方、循環式・高密度区は３つの実験区で最も劣りました。また、統計的な有意差は認められないものの循環式・低密度区はかけ流し区よりも若干生残率が低くなりました。このように、実験２では、実験１よりも大幅に生残率を改善でき

表１　各区の生残率および最終体重（実験１）

	かけ流し区	循環式・低密度区	循環式・高密度区
生残率（%）	98.2 a	72.6 b	20.4 c
最終体重（g)	0.94 a	1.01 a	0.84 b

*異なるアルファベットを有する値同士は統計的有意差有り（PLSD法、有意水準5%）

表２　各区の生残率および最終体重（実験２）

	かけ流し区	循環式・低密度区	循環式・高密度区
生残率（%）	97.0 a	90.5 a	81.9 b
最終体重（g)	1.74 a	1.85 a	1.58 b

*異なるアルファベットを有する値同士は統計的有意差有り（PLSD法、有意水準5%）

たものの、飼育水リサイクル区は、かけ流し区よりも生残率が若干低い結果となっています。今後、サケ稚魚を安定的に育成できる飼育水リサイクルシステムを継続して検討します。

低魚粉飼料開発研究の現状と課題

近年、養魚用飼料の主原料となる魚粉の価格が高騰し、魚粉に代わるタンパク質源を原料とした実用的な低魚粉飼料の開発が求められています。

大豆から油を搾った後の残渣である大豆粕といった植物性原料は安価で高タンパク質の原料であり、飼料への利用が期待されます。しかし、これら植物性原料には魚類における栄養素の代謝や機能を阻害する抗栄養因子（フィチン酸など）が含まれています。また、配合率を高めることにより魚の摂餌性や成長の低下が顕著となります。本研究では、共同研究機関である道総研食品加工研究センター（食加研）で製造試験を実施している発酵処理によりフィチン酸を低減した大豆粕（以下、HRO-FSBM）に注目し、研究を進めています。

図１に HRO-FSBM と市販発酵大豆粕のフィチン酸含量を示します。HRO-FSBM は、市販品の半分程度であることがわかりました。現在、食加研では、本製造技術についてノウハウ化を計画しています。

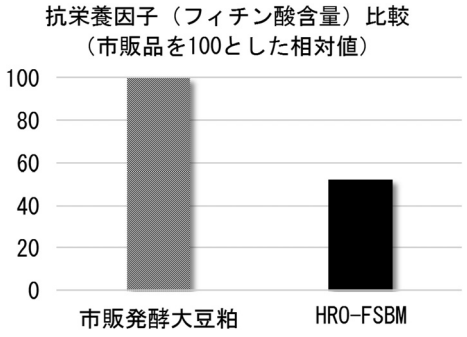


図１　道総研発酵大豆粕（HRO-FSBM）のフィチン酸含量

魚粉を HRO-FSBM で約５割代替した飼料を給餌した場合のニジマスの摂餌性について、市販区と比較したグラフを図２に示します。魚粉50%代替区は市販区と有意差は認められず、市販飼料に匹敵することが示唆されました。また、増重率および飼料効率でも差は認められず、HRO-FSBM の餌料価値は高い可能性が考えられました。ただし、本実験は21日間の短期で行ったため、現在、長期の実験を行い、HRO-FSBM の有用性を検証中です。

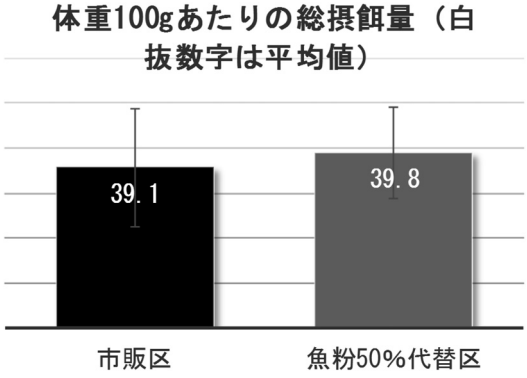


図２　魚粉の５割を HRO-FSBM で代替した飼料がニジマスの摂餌性に及ぼす影響（統計的有意差なし）

おわりに

飼育水リサイクル技術の有効性は、サケ種苗生産等における用水の節約だけではなく、温度調節により養殖魚を適正な飼育環境下で飼育することも可能となります。このことにより、摂餌が活発な時期が本州よりも短く、養殖サイクルが長いという道内におけるマス類養殖のデメリットを克服できると思われます。また、低魚粉飼料開発では、HRO-FSBM 以外にも飼料原料として有用と思われる農作物残渣や未利用な動物タンパク源が道内には多くあり、これらをフル活用して、高品質かつ低価格な低魚粉飼料の開発を今後も進めて参ります。

参考文献

1）越塩俊介（2017）養殖対象種は580種　世界の養殖業の現状と課題，月刊養殖ビジネス2017年臨時増刊号，緑書房，10–13.

2）佐々木義隆（2017）北海道における内水面サケマス養殖の現状と特徴，北水試だより，94,19–22.

3）竹内俊郎（2016）養殖の原理，水産海洋ハンドブック，生物研究社，309–318.

4）清水智仁（2013）サケ種苗生産現場における簡易濾過槽を用いた飼育水再利用システムの開発，水産技術，6，83–88.

（佐藤敦一　さけます内水試内水面資源部

報文番号 B2434）

各水試発トピックス

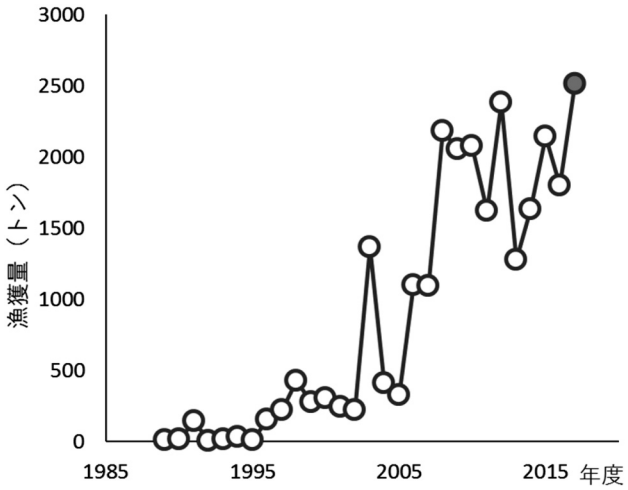
石狩湾ニシン資源管理チームが知事表彰を受賞

北海道立総合研究機構（道総研）では“職務に関し有益な研究を遂げ又は有益な発明発見をした者”に対して表彰を行っています。例年、道総研の農業、水産、森林、産業技術、環境・地質、建築の全研究本部の成果の中から、知事表彰１件と理事長表彰数件が選ばれます。そして今回、稚内水産試験場の星野昇研究部長を筆頭とする石狩湾ニシン資源管理チーム（稚内水試：田園大樹、釧路水試：坂口健司、中央水試：三原栄次・山口宏史・和田昭彦・山口幹人）が、「石狩湾ニシンの資源管理に関する技術開発」によって、知事表彰を受賞しました。



表彰式にて（星野部長：右）

石狩湾系ニシンは1996年からの12年にわたるプロジェクトによって種苗放流や生態解明が進み資源造成が図られてきました。プロジェクト終了後は、関係漁業協同組合で構成された日本海北部ニシン栽培漁業推進委員会からの受託研究「石狩湾系ニシンの漁況予測調査」として、水産試験場が資源状況の把握と漁況予測を行ってきました。加



石狩湾ニシンの産卵期の漁獲量

えて刺し網の網目合選択性や高齢魚と若齢魚の産卵来遊時期の違いを利用した管理手法をベースに、資源状況に即した管理提言を行っています。その結果、若齢魚の産卵を確保することで資源状況は高位で安定し、2018年の産卵期における漁獲量は過去最高となり、2,500トンを超えました。

今回の表彰は、漁業者の皆さんをはじめ、関係する各機関（漁業協同組合、北海道栽培漁業振興公社、各地区の水産技術普及指導所、北海道庁・各（総合）振興局など）の多くの方々とともに取り組んできた資源管理への貢献が認められたものです。ここに謹んで報告しますとともに、深く感謝いたします。

（山口幹人　中央水試資源管理部）

各水試発トピックス

水産試験場OBが「平成30年秋の叙勲」を受章されました

平成30年11月５日に札幌にて秋の叙勲伝達式が開催され、水産試験場の試験調査船に長年勤務していただいていた島崎利晴さんと白山一雄さんが瑞宝単光章を受章し、高橋北海道知事より勲章が授与されました。

白山さんは残念ながら伝達式に出席できませんでしたが、11月15日に釧路水産試験場で宮園場長より授与されました。

ここで受章されましたお二人をご紹介いたします。

島崎さんは、昭和50年12月に北海道職員として採用され、試験調査船北洋丸の船員として勤務し、昭和54年におやしお丸の二等船舶通信士に着任されて以降、北洋丸、北辰丸の通信長を歴任し長年にわたり通信業務に従事されました。また、船長を補佐して若い船員達の指導にあたり、平成27年３月に退職されるまで40年の永きにわたりご尽力いただきました。

白山さんは、昭和49年９月に北海道職員として採用され、試験調査船北洋丸の船員として勤務し、昭和58年に北辰丸の三等機関士に着任して以降、金星丸、北辰丸、北洋丸の機関長を歴任し長年にわたり機関業務に従事されました。また、船長を補佐して若い船員達の指導にあたり、平成28年３月に退職されるまで41年の永きにわたりご尽力いただきました。

お二人が採用された当時は昭和48年のオイルショックに加え、国際的な200海里制定など厳しい漁業環境にあり、そのような背景に対応した資源調査及び海洋観測に従事されました。

また、平成12年に発生した有珠山噴火の際には、噴火湾内の漁業への影響調査の実施や沖合からの噴火監視への参加など、北海道漁業の発展に寄与されました。

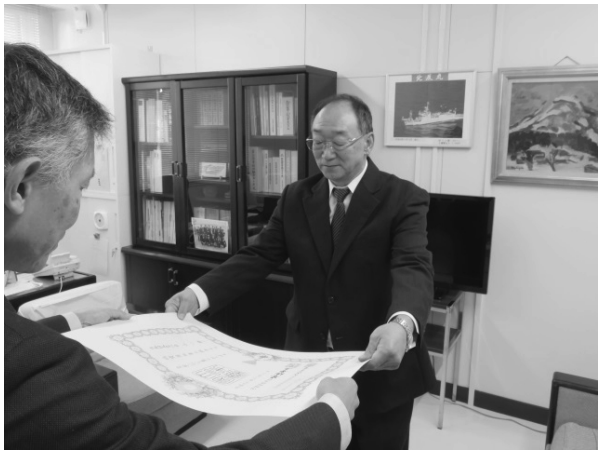
これらの功績が認められ、この度叙勲を受章されました。

このような厳しい状況の中、長年にわたり試験調査船の安全運行にご尽力いただいたお二人の受章を心よりお祝い申し上げます。

（富樫佳弘　水産研究本部企画調整部）



伝達式後に高橋知事との記念写真
（島崎さん：後列右から３人目）



宮園場長より白山さんに
勲章及び勲記が授与されました

各水試発トピックス

「道総研セミナー」での講演

平成30年10月20日に今年３回目（２回目は北海道胆振東部地震のため中止）となる道総研主催の「道総研セミナー」が、紀伊國屋書店札幌本店のインナーガーデンで開催されました。

今回は、中央水産試験場より「北海道のニシンを増やせ！そしておいしく食べよう！」と題して、資源管理部の山口主査と加工利用部の武田研究主幹が講師として講演を行いました。

当日は、開始15分前まで空席が目立っていましたが、開始時刻には用意した席がほぼ埋まり、最終的には61名の来場となりました。

山口主査は、ここ数年の増えてきた石狩湾系ニシンとその資源管理について貯金と銀行の関係に例えてわかりやすく説明しました。

また、ピーク時では100万トン近く漁獲されていたニシンが戦後に減った理由について、海洋環境の変化の影響、とくに海水温の上昇が有力な説であることを説明しました。

武田研究主幹からは「ニシンをおいしく食べよう！」について、増えてきているニシンの利用に関して、加工の歴史を交えて説明しました。

一般の方々を対象とした調査によると、魚が食卓に上がる機会が減ってきた第１の理由は「骨があるから」との結果が出ています。そこで、余市町の丸イ伊藤商店と共同開発した「気軽に」「手軽に」「美味しく」骨まで食べられるレトルト商品について、紹介しました。

来場者からは「ニシンが減った理由は乱獲したせいではないのでしょうか？」「上ノ国や江差のニシンはどうなっているのでしょうか？」「寿司屋で釧路産のニシンと書いていましたが太平洋側にもニシンは広がっているのでしょうか？」などたくさんの質問がありました。

また、９月６日に発生した北海道胆振東部地震やそれに伴う停電を背景に非常食としての活用を期待する声もあり「缶詰などはすぐに飽きてしまう。食も国際色豊かになっているので、いろいろなバリエーションがあった方が良い」とのご意見もいただきました。

今回の講演のアンケート結果から「わかりやすかった」「とてもよかった」との感想を多くいただいており、道民の皆様に道総研で行っている研究成果について伝えることが出来たのではないかと思います。

今後のセミナーにおいても、わかりやすい説明を心がけながら、水産研究本部の成果をお知らせしていきたいと思います。

（富樫佳弘　水産研究本部企画調整部）



セミナーの様子

各水試発トピックス

道総研地域セミナー in 根室が開催されました

平成30年11月14日（水）に、根室市の大地みらい信用金庫本店５階会議室で「道総研地域セミナー in 根室」が開催されました。

北海道を代表する水産都市の根室で行われた今回のセミナーでは、近年、日本人の魚離れが加速していると言われている中、“もっと魚を食べてもらいたい、どんな商品を作ればいいの？”そんな地域の水産加工業界からの要望に少しでもお役に立てる情報を提供するために、２題の講演が行われました。

１題目は、道総研の食関連研究機関である水産試験場加工利用部と食品加工研究センターが連携して取り組んでいる魚離れの解決に向けた技術の紹介です。魚離れは、骨がある、臭いが嫌い、食べるのが面倒などが要因と言われています。

道総研では、「骨まで食べられる」、「魚臭が少ない」、「美味しい」をキーワードに様々な試験研究に取り組んでいます。「骨まで食べられる」ではレトルト加熱処理によるニシンや小型カレイの加工技術の開発と商品化に向けた企業支援について紹介しました。

また、「魚臭が少ない」では、チーズホエーを活用した魚臭低減フィレーの開発について、「美味しい」では、道東沿岸で漁獲されるマイワシ、サバ類の脂の乗り（脂質含量）を簡易測定機（フィッシュアナライザー、㈱大和製衡製）で測定する方法などについてそれぞれ紹介しました。

２題目は、北海道経済部食関連産業室研究集積グループの臼杵主査から、北海道が平成25年４月に全国に先駆けて創設した健康食品表示制度「ヘルシー Do」についての紹介がありました。

「ヘルシー Do」は道産食品の高付加価値化による食関連産業の振興と保健機能の表示を求める消費者ニーズに対応した適切な情報提供を目的に、道内で製造され、且つ機能性成分についての科学的な研究が行われた食品に対して、北海道庁が認定する「ヘルシー Do」マークを表示することができる制度です。平成30年９月までに106の加工品が認定されています。詳細については道庁経済部食関連産業推進室（011-204-5226）までお問い合わせください。

（蛯谷幸司　釧路水試加工利用部）



道総研地域セミナー in 根室の様子



ヘルシー Do を説明する臼杵主査

各水試発トピックス

胆振地区で「噴火湾ホタテガイ調査報告会」を開催しました

噴火湾内において、「平成29年の秋を過ぎた頃からその年の春に採苗したホタテガイの稚貝が死に始めている」との漁業者の皆様からの声が寄せられました。年を越して春の耳づり作業の時期には、変形した貝が多く見られるとともに、ホタテガイのへい死が継続していました。

今回のホタテガイのへい死した原因やメカニズムの特定はなかなか難しいのですが、現地の皆様からへい死の原因について知りたいとの強い要望に応えて、函館水産試験場で解析を進めました。その結果、へい死が起きる年に共通する気象・海洋環境やへい死・変形の発生を助長する養殖条件などが少しずつ分かってきました。このことについて、噴火湾ホタテ生産振興協議会総会を始め、噴火湾内各地の漁協や漁業者の皆様に現地説明会を開催しました。

今回、現地説明の一環としていぶり噴火湾漁協（洞爺湖町）と室蘭市漁協（室蘭市）で開催した「噴火湾ホタテガイ調査報告会」について紹介します。報告会はホタテガイの養殖作業が一段落つく時期である８月23日（洞爺湖町）、９月５日（室蘭市）に開催されました。ご多忙の中、たくさんの関係者の方々にご参加していただきました。栽培水産試験場と函館水産試験場の担当者から、①飼育実験によるへい死要因の解明、②軟体部に見られる内着などの実態、③へい死と夏期の気象・海洋環境（以上、へい死に関する報告）、④染色による幼生調査の効率化（技術開発に関する報告）、⑤貝毒プランクトンの出現状況（貝毒に関する報告）の５つの話題を報告しました。

意見交換の場では、現場におけるホタテガイの情報やへい死に関する考えなど貴重な情報や意見、今後もこのような報告会を開催してほしいとの要望も寄せられました。これまで胆振地区では、水産試験場と現地の皆様が集まって、ホタテガイに関する情報を交換する機会はあまりありませんでした。今後は、このような報告会を開催して、現場の状況や要望を的確に把握して研究を進めていきたいと思います。

（三原行雄　栽培水試調査研究部）



調査報告会の様子



担当者からの報告

各水試発トピックス

CIAC（国際頭足類諮問委員会）2018年大会に参加して

CIAC（カイアック。国際頭足類諮問委員会 Cephalobod International Advisory Council）はイカ・タコ漁業への科学的な助言を行う機関として1983年に各国の研究者有志により設立され、現在では世界最大級の頭足類研究者のネットワークとして活動している国際学会です。前回の大会は2015年に函館市で開催され、道総研函館水産試験場からも研究発表が行われました。今回、米国フロリダ州セントピーターズバーグ市で開催されたCIAC 2018年大会に参加しましたので、その概要を報告します。

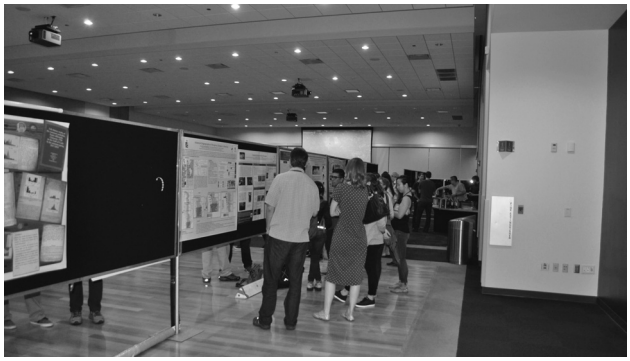
大会に先立つ2018年11月10日と11日には、遺伝学、初期生態など５つの部会に分かれてのワークショップが開かれ、硬組織（口器や平衡石）を用いた日齢査定の技術指導を受けました。大会は11月12日から16日にかけて、30以上の国から250人ほどが参加して開かれました。釧路水試からは北海道周辺海域におけるスルメイカ *Todarodes pacificus* の摂餌生態について口頭発表を行い、そのほか、深海探査艇によって撮影されたイカ・タコ類の生態映像、捕食者であるクジラ類ほか他の生物との関係、分類や生理生態、温暖化などの気候変動が頭足類の分布や資源状態に与える影響など幅広い分野の報告があり、活発な議論が行われました。種としては、全世界の海に広く分布し産業上も重要なマダコ *Octopus vulgaris* の話題が多く、内容も、漁業対象としてだけではなく神経生理学や発生学の実験動物としても注目されていることがうかがえました。また、今回は米国及び中南米諸国からの研究者の参加が多かったことから、メキシコ湾で産業上最も重要なタコ類であるオクトパス・マヤ *Octopus maya* の漁業・養殖についての話題が多く取り上げられていました。

今回の参加については、より詳しい報告を「試験研究は今」No.871として道総研水産研究本部のホームページ上で行っていますので、そちらも参照いただければと思います。

（澤村正幸　釧路水試調査研究部）



ワークショップの実習風景



大会中に行われたポスター発表

水産研究本部図書出版委員会

委員長　木村　　稔
委　員　三橋　正基　中多　章文　赤池　章一
　　星野　　昇　三原　行雄　宮腰　靖之
事務局　志田　　修　富樫　佳弘　上田　吉幸

水産研究本部出版物編集委員会

委員長　志田　　修
委　員　山口　幹人　板谷　和彦　馬場　勝寿　清水　洋平
　　辻　　浩司　武田　忠明　宮腰　靖之　藤原　　真
　　浅見　大樹　畑山　　誠
事務局　富樫　佳弘　上田　吉幸　（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
ＦＡＸ 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
ＦＡＸ 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
ＦＡＸ 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
ＦＡＸ 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
ＦＡＸ 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
ＦＡＸ 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
ＦＡＸ 0123（34）7233

北水試だより　第98号

平成31年３月11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　岩橋印刷株式会社