



道総研

ISSN 0914-6849

北水試だより

HOKUSUISHI DAYORI

第103号
2021/9

～浜と水試を結ぶ情報誌～



目次

主搭載文

- ・ 忍路沖の砂地に広がるヨーロッパザラボヤの
コロニー密度…………… 1
- ・ ワカサギの種苗生産技術の改善
— 新たな増殖技術に向けて —…………… 5

資源管理・海洋環境シリーズ

- ・ コンプを育てるアザラシ
— 栄養源としての隠れた役割 —…………… 9

資源増殖・水産工学シリーズ

- ・ ホタテガイ幼生発生量調査の労力軽減に向けた
技術開発…………… 13

水産加工シリーズ

- ・ 羅臼コンブ出汁の特性と簡易な加工技術の
開発に向けて…………… 17

各水試発トピックス

- ・ 試験調査船金星丸の元二等航海士浅野文一氏が
瑞宝単光章を受賞されました…………… 20

忍路沖の砂地に広がるヨーロッパザラボヤのコロニー密度

キーワード：ヨーロッパザラボヤ、海底撮影、密度推定

はじめに

ヨーロッパザラボヤ (*Ascidia aspersa* ; 以後、ザラボヤ) は北ヨーロッパ原産の外来種です。北海道では、2008年に噴火湾の養殖ホタテガイや養殖施設への大量付着をきっかけとして、侵入がはじめて確認されました¹⁾。付着したザラボヤはホタテガイを殺したりはしませんが、急速に成長し重量を増加させるため、養殖工程の重労働化や施設の破損を招き、生産の大きな足かせとなります。こうした問題を受け、噴火湾ではザラボヤの主要な付着時期を明らかにし²⁾、付着初期の駆除手法(沖洗い)を確立することで、被害の低減を図ってきました。

しかしながら、道内におけるザラボヤの被害は噴火湾にとどまらず、近年では日本海においてもホタテ養殖施設への付着等が問題視されるようになってきました。さらに、刺し網やたこ箱などの操業時にザラボヤの塊(房状に個体が密集:以後、コロニー)が混獲されるとの報告も受けるようになりました。混獲による漁労作業の重労働化や漁具の破損だけでなく、漁場自体の利用ができなくなるなど、新たな漁業被害が発生しています³⁾。刺し網やたこ箱の漁場は底質が砂であり、ザラボヤが付着できる岩などの基質に乏しい海域ですが、近年になってこれらの漁具に大量のザラボヤが混獲されるようになってきました。一方で、砂地の海域においてザラボヤがどのように分布しているか、またその規模についてはほとんどわかってい

ませんでした。そこで、今回被害が報告された忍路沖の刺し網・たこ箱漁場において、生息実態の把握を目的として、刺し網漁業者の協力のもと、ザラボヤ分布調査を実施することにしました。本稿では、それら調査結果の紹介をします。

砂地のザラボヤ調査

本調査に先立って、小樽市忍路沖で2019年8月に水中ドローンを利用して、海底のザラボヤの予備調査を実施しました。その結果、水深約50~60mの砂地にザラボヤのコロニーが確認されました³⁾(図1)。しかし、潮流が障害となり、水中ドローンでの広範囲の調査は行えませんでした。また、水中ドローンで得られる映像からは撮影面積が推定できないため、ザラボヤの生息密度を推定するためには別の手法が必要でした。生息密度の推定は、砂地のザラボヤの生息実態を把握するうえで



図1 砂地に生息するザラボヤのコロニー
(房状の塊、山崎(2020)より引用)

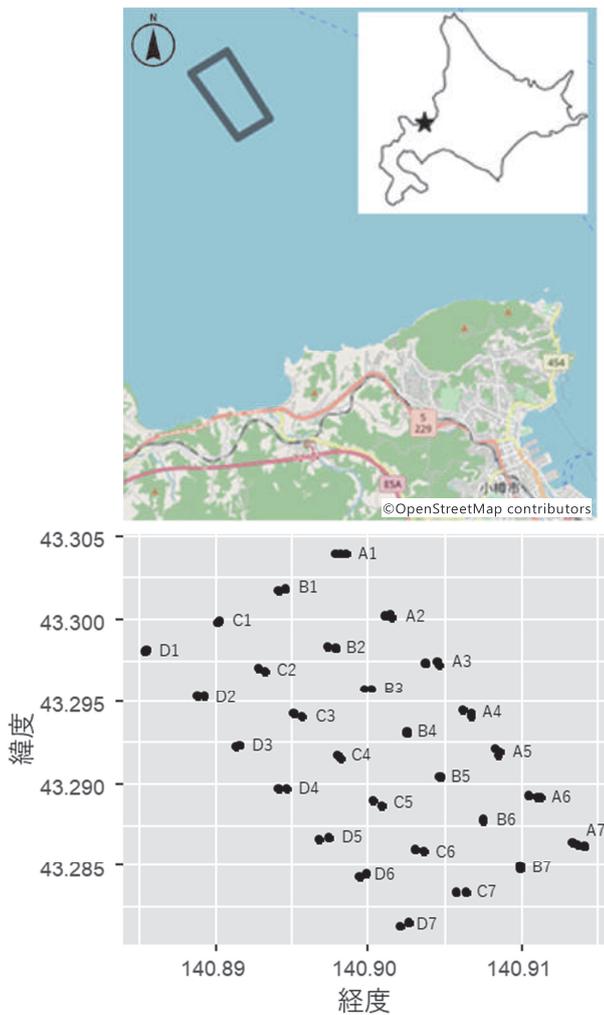


図2 調査地の概要（上図）と調査点と撮影点の概要（下図）。上図の黒線は調査区を、下図の英数字は調査点、黒点は撮影点を示す。

最も重要な基礎情報となります。そこで、本調査では海底の撮影面積を算出できるように特製の架台に撮影機材を固定した装置を作成し、撮影されたコロニーの数を数えることで漁場内のコロニー密度推定を試みました。

調査区（約1.2×2.4km、計28調査点）をザラボヤの混獲が多発する小樽市忍路沖に設定しました（図2）。ザラボヤの密度が低い場合を想定して、各調査点で撮影範囲の外になるよう場所をずらして海底を2回撮影し（A1～A7は3回撮影）、確認された総コロニー数を撮影点数で除した値を調査点のコロニー数として用いました。撮影面積の推定は、ホタテガイ漁場可視化システムを参考に算

出し⁴⁾、調査点のコロニーの密度を推定しました。なお、解析に使用した画像は、架台が海底に接地し、安定した時点のものを動画データから切り出して解析に用いました。

撮影装置は架台（アングル材、高さ200cm、幅100cm）に撮影・照明機材を下向きに固定し（高さ150cm）、重りを付け、ロープで海中に垂下しました（図3）。

撮影調査は2020年7月20日に実施し、海底に多くのザラボヤコロニーを確認しました（図4）。一画面あたりのコロニー数は0個の場合もありましたが、最も多い地点では一画面あたり10個が確認され、その密度は1.37個/m²でした。平均密度と



図3 撮影装置。破線は撮影機材（右の2つ）、照明機材（左）を示す。実際は写真左側のフレームが海底に接地。

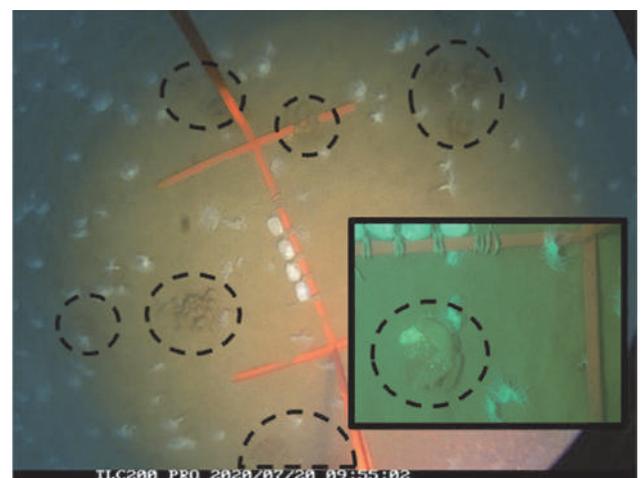


図4 海底のザラボヤコロニー（破線内）。実線は撮影されたコロニーの拡大図を示す。

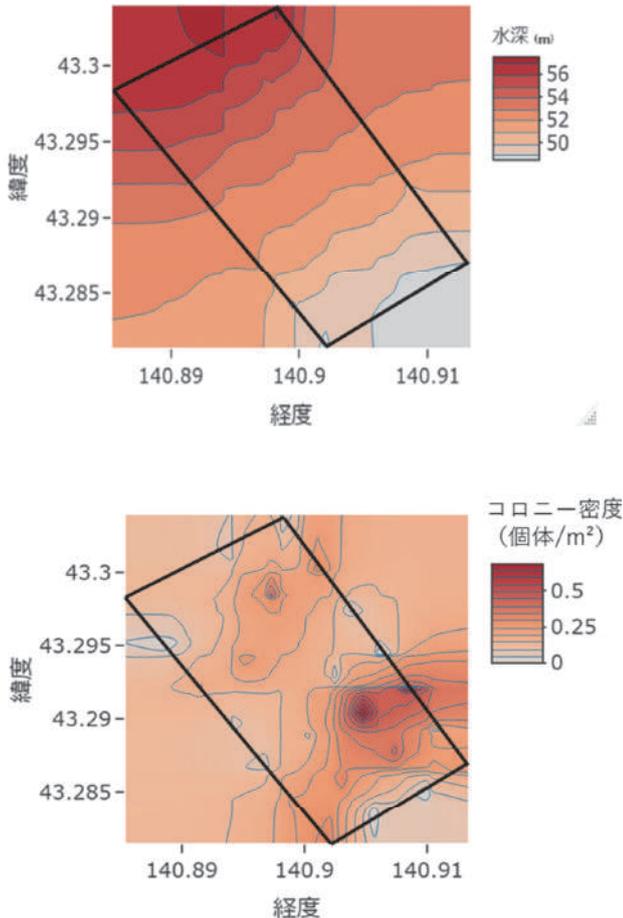


図5 調査区の水深コンター図(上図)とコロニー密度のコンター図(下図)。黒線は調査区を示す。

信頼区間は 0.20 ± 0.07 個/ m^2 で、調査区の面積(約 $2.9km^2$)に存在するコロニー数は 580 ± 203 個であることが推定されました。取得した画像データとGPSによる調査点の位置情報から、コロニー密度と水深のコンター図(等値線図)を作成しました。調査区内の水深は $48.0 \sim 57.5m$ で、コロニーは調査区内に一様に分布しておらず、高密度の地点が局所的に存在していることがわかりました(図5)。水深との関連は見られず、特定の水深帯($51.5m$ や $54.5m$ あたり)に多く集まっていることがわかりました(図6)。水深コンター図を見ると、これらの地点は調査区のなかでも(例えば、中央部分と比べて)水深の変化が大きい地点で、コロニーの密度が高い傾向があるように見えます。

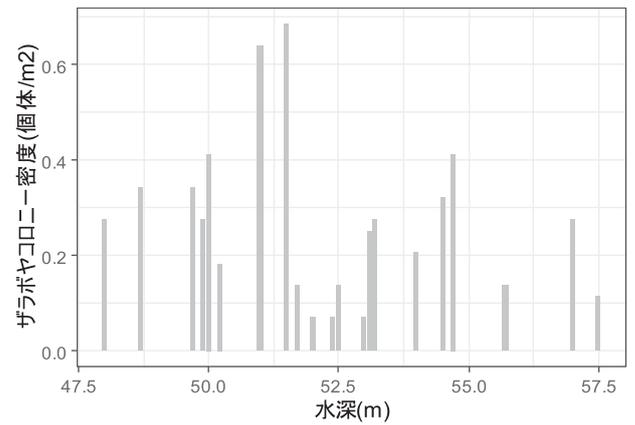


図6 水深とコロニー密度の関係

付着基質がない海域では、流れなどによって滞留しやすい場所に集まる傾向があるかもしれません。

また、すべての撮影点で、ガラボヤの付着基質になるような岩などは確認できず、調査区内の底質の性状(砂)に大きな差はないと考えられました。このことから、本調査で確認されたガラボヤコロニーは、調査区外の岩場などから剥離し、流れ着いた可能性があります。

調査区全体で平均したコロニー密度は 0.2 個/ m^2 とそれほど多いように感じないかもしれません。しかし、今回被害が報告されている刺し網などの漁業は、潮通しのよい場所や天候をみて漁場を選択しています。ガラボヤのコロニーは海底の基質に付着しているのではなく、ガラボヤ同士が付着し合っているため、波浪や潮流などによって容易に移動すると考えられます。そのため、コロニーの密度と海底の流れによるコロニーの移動の両方の要因が、漁業被害の大きさを左右すると考えられます。また、混獲されたコロニーをみると、ガラボヤの上に、小型のガラボヤが付着しており、コロニー自体が浮遊幼生の付着基質として機能している可能性もあります。

おわりに

砂地のガラボヤの生態については、泥場でも低

密度に生息しているとの報告があるものの⁵⁾、どのように浮遊幼生が着底するかはわかっていません。また、海底に固着せずに、砂地を漂っているザラボヤが正常に繁殖を行えるかも不明です。ザラボヤが砂地の底質環境で再生産ができるかどうかは、今後の漁業被害を予測する上で重要な知見となります。そのため、砂地への加入メカニズムや繁殖生態の解明が望まれます。

今回ご紹介した調査のように海底の生物相を調査する手法としては、ソリにビデオカメラを設置して地撒きホタテガイを撮影し、密度推定を行う例が知られています⁴⁾⁶⁾。地撒きホタテガイ漁場は、他の漁業が行われていないため、船でソリを曳航することができます。一方で、本調査地のような漁場では、様々な漁業が行われており、ソリを曳航することは現実的ではありません。本調査で使用した架台に撮影機材を設置し、海中に垂下する手法は機材を曳航しないため、一般漁場における海底環境を定量的に評価することができます。実際に、本調査ではアカボヤの生息が確認されており、ザラボヤ以外を対象とした調査での利用も期待できます。

謝辞

本調査を実施するにあたって、小樽市漁業協同組合の嶋組合長には、架台の製作や船の操船、調査補助と多大な協力とご支援をいただきました。また、後志地区水産技術普及指導所の森主査および水上専門普及員には、調査実施の調整や補助をしていただきました。この場を借りて、深くお礼申し上げます。

参考文献

1) 菅原理恵子 (2009) 耳吊ホタテにザラボヤが大量付着!, 北水試だより, 78,22.

- 2) 金森誠 (2016) 北海道における外来種ヨーロッパザラボヤの生物学的特性とホタテガイ養殖への影響, 博士論文, <http://hdl.handle.net/2115/61534>.
- 3) 山崎千登勢 (2020) 忍路沖の砂地に広がるヨーロッパザラボヤのコロニー, 北水試だより, 101,25.
- 4) (地独) 北海道立総合研究機構 水産研究本部網走水産試験場 (2019) 地まきホタテガイ漁場の高精度資源量調査法～地まきホタテガイ漁業を支える漁場可視化技術～.
- 5) Currie, D.R., McArthur, M.A., and Cohen, B.F. (1998) Exotic Marine Pests in the Port of Geelong, *Victoria Marine and Freshwater Resources Institute*, 8.
- 6) Kitagawa, J., Enomoto, K., Toda, M., Miyoshi, K., and Kuwahara Y. (2019) A Study of Bottom-sediment Classification System Using Seabed Images, *Sensors and Materials*, 31(3), 823-830.

(山崎千登勢 網走水試調査研究部 報文番号B2455)

ワカサギの種苗生産技術の改善 — 新たな増殖技術に向けて —

キーワード：ワカサギ仔魚、道総研ワムシ、低温飼育、飼育技術

はじめに

北海道のワカサギ漁獲量は、近年では、全国第2～4位を推移し、網走湖をはじめとする道東の湖沼を中心に漁獲されています。遊漁対象としても親しまれ、結氷期の湖の氷に穴を開けて行うワカサギ釣りは冬のレジャーとして楽しまれています。しかし、近年、資源量は減少傾向にあり、道内で最もワカサギの漁獲量が多い網走湖でも、その漁獲量および採卵量は徐々に減少しています(図1)¹⁾。そこで、資源の増大を図るため、各地でふ化仔魚放流を実施しています。

ワカサギのふ化仔魚放流は、2月から5月の産卵期に親魚を漁獲し、採卵、受精作業を行うことから始まります(写真1)。その後、受精卵をふ化瓶等の容器に収容する方法やシュロ盆と呼ばれる植物の繊維を編み込んで作られたふ化盆に受精卵



写真1 洞爺湖漁協におけるワカサギ卵の受精作業

を付着させる方法があります。いずれもふ化と同時に仔魚が放流される仕組みになっています。しかし、これらの増殖方法では、期待した効果が表れない場合もあります。その要因の一つとして、ふ化した仔魚の最初の餌であるワムシ類などの小型動物プランクトンが放流水域で少ないことによる飢餓が考えられています。小型動物プランクトンの増殖時期は年により変動するため、仔魚のふ化時期とずれてしまうことで仔魚の生残に大きく影響すると考えられており、これをマッチ・ミスマッチ仮説と言います。ワカサギは、ふ化から摂餌開始まで3日間を経過すると、その後の生残率が低下するため、ふ化当日から小型動物プランクトンを摂餌することが好ましいと考えられています²⁾。また仔魚は成長に伴って初期餌料である小型動物プランクトンからカイアシ類などの大型の動物プランクトンに摂餌の対象が変化しますが、その変化を含む期間の生残率がその後の漁獲加入量の多寡に影響をもたらすため、仔魚期は重要な時

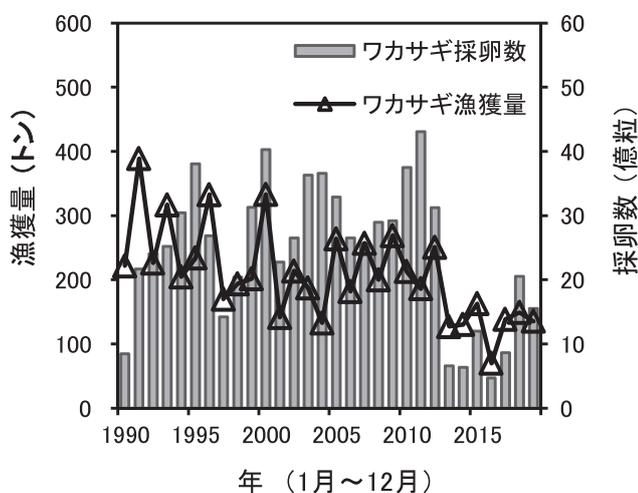


図1 網走湖におけるワカサギの漁獲量と採卵数、シラウオ漁獲量の推移 (網走水試¹⁾を一部改変)

期になります³⁾。そのため、大型の動物プランクトンを食べる体サイズ(約10mm)になるまで、人の手で飼育してから放流する、新しい取り組みが本州の数カ所で始まっています。北海道においても、この増殖方法を導入するための飼育技術開発を行っています。

北海道におけるワカサギ仔魚飼育の課題

一般的に、ワカサギを含む魚類の仔魚を飼育する場合、ふ化してすぐに市販のシオミズツボワムシを給餌します(写真2)。このワムシには好適な培養条件があり、多くは水温25~30℃、塩分26~32PSUで培養されますが、仔魚の飼育環境に合わせて、時間をかけ徐々に水温や塩分を下げてもあります。ワカサギ仔魚は湖に注ぐ河川でふ化し、一般に淡水あるいは塩分の低い汽水湖沼で生活します。増殖事業もこのような湖沼に隣接する施設で行いますので、その飼育環境に近づけてワムシの培養も行われています。しかし、これを北海道で行う場合に課題となるのが、寒冷地ゆえにワカサギを飼育する5~6月の湖水温が低く、市販のシオミズツボワムシでは低水温、低塩分での培養が難しいことです。飼育水の水温と塩分がワムシの培養条件から大きく外れると、給餌されたワムシは直ちに活力を失い、死亡します。死亡したワムシは仔魚に摂餌されることなく、底に沈み、餌料としての役割を果たせません。このことは仔魚の生残率低下に繋がります。そのため、

北海道の飼育環境に合った、低水温、低塩分環境においても活力を失わないワムシを選定するとともに、ワカサギが与えられたワムシを効果的に摂餌できる飼育条件を検討する必要があります。

初期餌料の選定のための小規模実験

仔魚の飼育技術開発の一環として、まずは初期餌料となるワムシ候補種の作出と選定から始めました。仔魚を飼育する上で、どのようなワムシを給餌するのが良いのかについて、4種類のワムシを比較検討しました。

まず網走湖で淡水性のワムシを採集し、その中からヒルガタワムシおよびツボワムシの2種類のワムシを単離しました(写真3)。両種はそれぞれ7~23℃および11~18℃で培養可能でした。次に道総研栽培水産試験場が長期間にわたり培養しているシオミズツボワムシ(以下、道総研ワムシ)を用いて、14℃で80%海水および14℃で40%海水に馴致したワムシ2種類を作出しました。

これら4種類のワムシを用いて仔魚の飼育実験を行いました。実験では5L角型水槽を4つ用意し、止水で10~13℃の飼育水温を設定しました。それぞれに仔魚を50尾ずつ収容し、4種類のワムシをそれぞれの水槽に毎日給餌しました。飼育期間は3週間としました。その結果、ヒルガタワムシ区およびツボワムシ区では、実験終了時の生残個体数(および生残率)はそれぞれ4尾(8%)、0尾

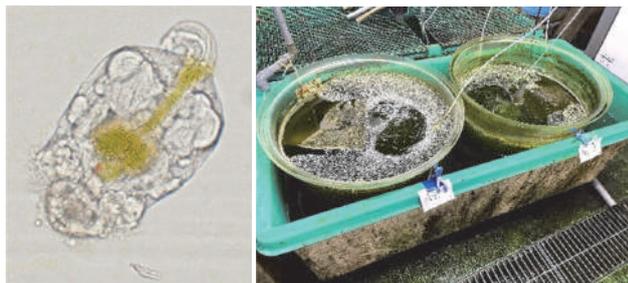


写真2 左: シオミズツボワムシ (100~300μm)
右: 培養の様子



写真3 左: ヒルガタワムシ (200μm前後)
右: ツボワムシ (100~160μm)

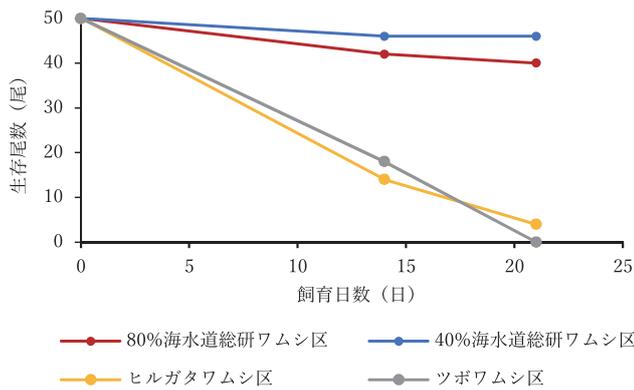


図2 異なる条件で培養したワムシを給餌したワカサギ仔魚の生残尾数

(0%) でした (図2)。一方で、40%海水および80%海水道総研ワムシ区では、46尾 (92%)、40尾 (80%) となり、道総研ワムシの給餌区で高い生残率を示しました。実験終了時の体長 (脊索長、平均値±標準偏差) は、40%海水道総研ワムシ区 (9.7mm±0.7) が80%海水道総研ワムシ区 (7.7mm±0.7) に対し有意に大きくなっていました。以上のことから、4種類のワムシのうち、道総研ワムシを使用した2試験区、特に40%海水で培養した道総研ワムシを初期餌料とした時にワカサギ仔魚の生残と成長が最も良いことがわかりました。

ワカサギ仔魚の飼育技術の開発

次に、飼育管理方法を検討しました。仔魚の管理方法は大きく4つに分けられます (表1)。1つ目に「水を常に一定量加え、同量を排水する“掛け流し飼育”」、2つ目に「水を加えず、エアレーションのみを行う“止水飼育”」、3つ目に「水を浄化しながら、すべての水を再利用する“閉鎖循環飼育”」、最後に「閉鎖循環飼育のうち、水の一部のみを再利用する“半閉鎖循環飼育”」です。表1に示した通り、それぞれに利点がありますが⁴⁾、閉鎖循環飼育と半閉鎖循環飼育では高度な水質浄化装置が必要になるため、初期投資がかさむ難点があります。このことからワカサギ仔魚の飼育管

表1 各種飼育方法の特徴 (山本ほか⁴⁾を一部改変)

特徴	
1. 掛け流し飼育	<ul style="list-style-type: none"> ・飼育が容易 ・連続的または、一定量注水する ・注水量が多いため、河川域・沿岸域が適する ・疾病の感染のリスクが大きい ・加温・冷却経費が大きくなる
2. 止水飼育	<ul style="list-style-type: none"> ・飼育水の交換を行わない ・内陸域でも飼育が可能 ・疾病の感染のリスクが極めて小さい ・加温・冷却経費が削減される ・水質悪化による斃死リスクがある
3. 閉鎖循環飼育	<ul style="list-style-type: none"> ・飼育水をすべて再利用 ・注水は、原則、底掃除や蒸発分のみ ・高度な水質浄化装置が不可欠 ・注水量が極めて少ないため内陸に適應 ・加温・冷却経費が大幅に削減される
4. 半閉鎖循環飼育	<ul style="list-style-type: none"> ・飼育水の一部を再利用 ・連続的または、一定量注水する ・簡易的な水質浄化装置が不可欠 ・注水量が多くなるため、河川域や沿岸域が適する ・疾病の感染のリスクが小さい ・加温・冷却経費が削減される

理では掛け流し飼育か止水飼育のどちらかがより現実的です。さらに、飼育管理の容易さと水質変化の観点から現場の漁業関係者にとって最も簡便な方法を検討するために、以下のような実験を行いました。

30Lの円形水槽 (実水量20L) 2基にふ化仔魚をそれぞれ1,000尾収容し、3週間飼育しました。一方を1日かけて20Lの淡水を注水 (1日で水が入れ替わる) する掛け流し区と、もう一方を注水しない止水区としました。餌料として14℃、40%海水で培養した道総研ワムシを毎日、培養水とともに給餌しました。試験水槽の水温は約10℃で管理しました。その結果、11日後における止水区の生残率は59.0%で、掛け流し区 (38.0%) よりも高く、実験終了時も同様の傾向を示し、それぞれ46.0%および20.6%でした (表2)。止水区の生残率が高かった理由は、給餌後のワムシの生き残りが良かったことにあると考えられます。1日で水が入れ替

表2 掛け流し飼育および止水飼育におけるワカサギ仔魚の生残率

飼育日数 (日)	生残率 (%)	
	掛け流し区	止水区
0	100.0	100.0
11	38.0	59.0
21	20.6	46.0

わる掛け流し区の塩分は試験期間を通し0 PSUでした。一方で止水区は、培養水に含まれる塩分の蓄積により、12日後から塩分が上がり始め、実験終了時には約3 PSUに上昇しました。また給餌直前に観察した飼育水中のワムシは、掛け流し区では、確認された日が少なかった一方、止水区では飼育開始3日後からほとんどの日でワムシの生存が確認されました。これらのことから、少量の塩分が飼育水に含まれることでワムシの活力が維持され、生残率が向上したと考えられます。

魚類の仔魚は生まれた時の口のサイズの違いにより、食べられる餌のサイズが異なります。そこで、ワカサギ仔魚はどのようなサイズのワムシを食べるのかを調べました。

実験は8Lの角型水槽(実水量5L)にふ化仔魚を300尾收容し、3週間飼育しました。上記試験と同様に道総研ワムシを給餌し、仔魚が食べたワムシのサイズを測定しました。その結果、ふ化したばかりの仔魚は、約200 μ mの比較的小型のワムシを食べていることがわかりました(表3)。その後、成長にともなって徐々に大きなワムシを食べるようになり、体長(脊索長)が約8mm以上の仔魚は

表3 ワカサギ仔魚の脊索長別における摂餌ワムシの平均背甲長および標準偏差、測定個体数

	仔魚の脊索長 (mm)				
	5<6	6<7	7<8	8<9	10<11
ワムシの平均背甲長 (μ m)	200	202	197	227	232
標準偏差	38	21	33	50	22
測定個体数	49	16	20	9	4

それ以下の仔魚に対し、有意に大きなワムシ(約230 μ m)を摂餌していました。

おわりに

ワカサギ仔魚の飼育技術開発はまだまだ発展途上にあります。引き続き、現場で活用可能な、簡易的で低コスト、そして増殖効果の高い飼育方法の開発に取り組んでいこうと思います。

全国各地で行っているふ化仔魚放流に用いる受精卵は地場の卵を用いるだけでなく、他の湖沼産から入手することもあります。これまで、網走湖は全国に受精卵を供給する基地としての役割を果たしてきましたが、漁獲量の減少により、ここ数年は採卵量も減っています。道内の資源量の増大はそのまま、全国のワカサギ資源を支えることに繋がります。道内のワカサギ資源を維持・増殖するため、また受精卵の主要な供給地となっている北海道の重要性は高く、全国的な資源増大に向け、今後も技術の進展に取り組んでいきたいと思えます。本研究は水産庁受託事業「平成31年度および令和2年度環境収容力推定手法開発事業」の一環で行いました。令和3年度も引き続き同事業で飼育技術の開発に取り組んでいます。

参考文献

- 1) 網走水産試験場(2021)4.1ワカサギ・シラウオ、令和元年度道総研網走水産試験場事業報告書、網走、43-47.
- 2) 岩井寿夫・柘植隆行(1986)ワカサギ孵化仔魚の生残・成長に及ぼす給餌開始時期の影響、水産増殖、34,103-106.
- 3) 浅見大樹(2004)網走湖産ワカサギの初期生活に関する生態学的研究、北水試研報、67,1-79.
- 4) 山本義久ほか(2017)循環式陸上養殖 飼育ステージ別<国内外>の事例にみる最新技術と産業化、緑書房、東京、p308.

(山崎哲也 さけます・内水試内水面資源部

報文番号B2456)

資源管理・海洋環境シリーズ

コンブを育てるアザラシ — 栄養源としての隠れた役割 —

キーワード：コンブ、アザラシ、栄養塩、環境 DNA、安定同位体

コンブを育てる栄養塩

北海道産コンブは、国内コンブ総生産量の約95%を占める重要な漁業対象種であると同時に、北海道における沿岸藻場の主要構成藻類として、藻場生態系を支えています。しかしながら、近年本道沿岸各地でコンブが減少し、例えば本道南西部日本海ではウニやアワビ等の磯根資源の生産低下を招く「磯焼け」が重大な問題となっています¹⁾。

コンブの生育には、海の肥料である栄養塩の供給が不可欠です。例えば栄養塩の不足は磯焼けの一因として指摘され、施肥等による様々な栄養強化が取り組まれてきました²⁾。一方で、河川や生活排水が流入する河口や港周辺域等、高濃度の栄養塩が何らかの形で継続的に供給される海域ではコンブが繁茂している場合があり、河川や人間活動由来の栄養塩が群落の衰退を抑制している可能性があります。

栄養塩は動物の死骸や排泄物に由来する場合もあります。一生の大半を海上で過ごす海鳥は、海由来の栄養物質を糞のかたちで繁殖地周辺域に供給しています³⁾。また、明治から大正期にかけて本道日本海に来遊したニシンは、排泄物により沿岸生態系に栄養物質を供給する一方、漁獲されたニシンの加工残渣も沿岸域に還元されていました。それらは海中の微生物により栄養塩に分解され、沿岸藻場のコンブに利用されていたと考えられています⁴⁾。

えりも沿岸域は、日本有数のミツイシコンブ

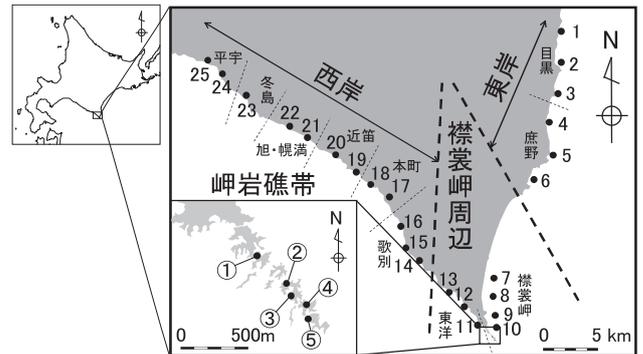


図1 調査海域（数字は調査地点）

(*Saccharina angustata*) 生産地です。同時に、およそ800~1,000頭のゼニガタアザラシ (*Phoca vitulina stejnegeri*) が生活史を完結する日本最大の定住地でもあります。このような状況から、著者は「アザラシの死骸や排泄物由来の栄養塩がコンブの生育に寄与しているかもしれない」と考えました。しかしながら、北海道の漁業関係者間ではアザラシは漁業被害を及ぼす「害獣」として認識されることが多く、コンブに恵みをもたらす「益獣」としての評価はほとんどありません。そこで、えりも漁業協同組合のご協力のもと、えりも沿岸域における冬~夏季の栄養塩濃度と春~夏季のコンブの藻体サイズ・成分を調べ、アザラシがコンブの栄養源として機能しているかどうかを実際に確かめてみました (図1)。

えりも沿岸域の栄養塩特性

えりも沿岸域の栄養塩濃度は、低水温である冬季に高く (図2)、栄養塩三態 (窒素態: DIN、リ

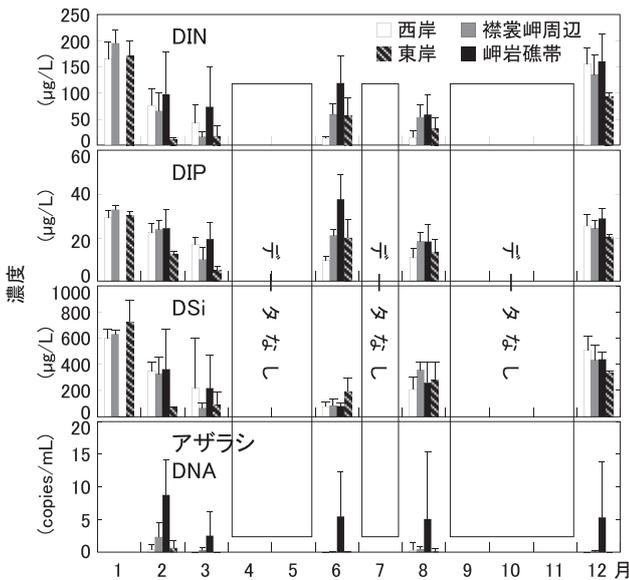


図2 えりも東岸(1~6)、西岸(14~25)、襟裳岬周辺(7~13)、岬岩礁帯(①~⑤)における栄養塩とゼニガタアザラシDNAの平均濃度の季節変動

ン酸態：DIP、ケイ酸態：DSi)のうちDINの年間最大濃度は平均で175 $\mu\text{g}/\text{L}$ と、本道日本海沿岸域(60~80 $\mu\text{g}/\text{L}$)の2倍以上の値を示しました。このことは、えりも沿岸域が栄養豊富な親潮の影響を受けるためと考えられます。しかしながら、春季以降では、えりも沿岸域の多くの場所で、日本海沿岸域と同様に栄養塩が枯渇する傾向がみられました。その中であって、岬岩礁帯では他の場所と異なり、DSiは枯渇したものの、DINおよびDIPは高濃度を維持しました(図2)。

襟裳岬岩礁帯の栄養源は？

襟裳岬岩礁帯で高濃度が維持されたDINやDIPはどこから供給されたのでしょうか？一般に海の深層や河川水にはDINやDIPの他、珪藻類等の硬組織や岩石等の鉱物に由来するDSiが多く含まれます。このため、鉛直混合により深層から供給された海水ではDIN、DIPとともにDSiも高濃度を示します。一方、河川水の影響を受けた場合、DSi濃度の上昇に加えて塩分の低下も起こります。これに対し人間や動物の体組織はケイ素(Si)を含ま

ないため、人間活動や動物の死骸・排泄物が強く影響する海域では、DSiに比べてDINとDIPが相対的に高濃度を示します。

岬岩礁帯は人間が容易に近づける場所ではないため、人間活動が栄養塩の供給源になりにくい状況です。そこで、岬岩礁帯の海水について環境DNAを調べたところ、高濃度のアザラシのDNAが検出されました。この結果から、岬岩礁帯に残存していたDINやDIPには、アザラシの死骸や排泄物に由来するものが含まれていた可能性が示唆されました。

アザラシはコンブの栄養源か？

コンブは栄養塩を利用して藻体を形成するため、藻体成分は海の栄養状態を反映すると考えられます。そこで、藻体成分のうちコンブが利用した栄養源の指標となる窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$:質量数14の窒素と質量数15の窒素の比、 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$)を調べました。一般に、コンブ等の光合成をする生物の $\delta^{15}\text{N}$ は、利用したDINの $\delta^{15}\text{N}$ を反映します。DINの $\delta^{15}\text{N}$ は起源によって異なり、例えば動物や人間活動の影響が少ない海水や河川水の $\delta^{15}\text{N}$ は、それ

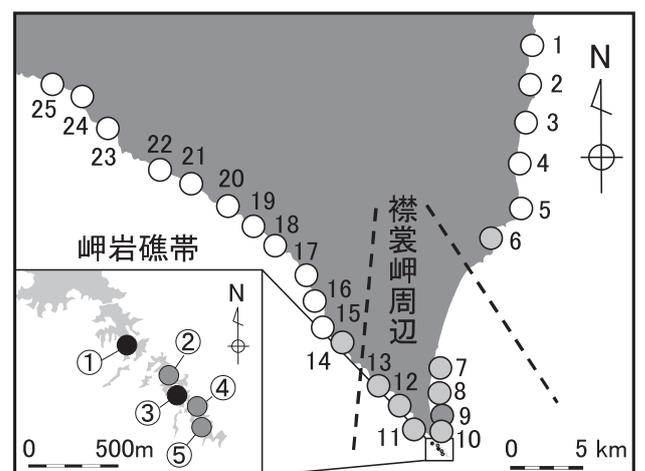


図3 えりも沿岸域におけるミツイシコンブの $\delta^{15}\text{N}$

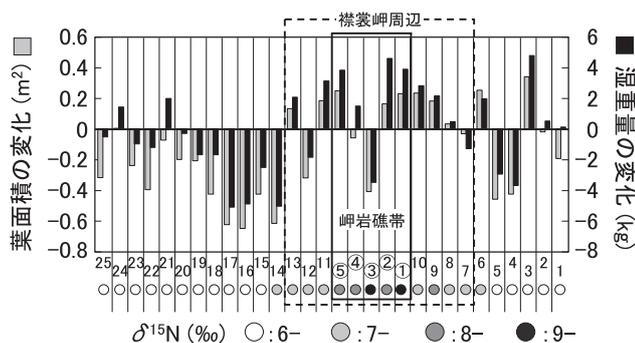


図4 えりも沿岸域におけるミツイシコンブの6～8月にかけての葉面積および湿重量の変化量
参考に8月に採取されたコンブの $\delta^{15}\text{N}$ も示した。

それぞれ約4～7‰(千分率)、0～3‰を示します。一方、人間や魚・鳥類等、食物連鎖の上位に位置する生物の $\delta^{15}\text{N}$ は10‰以上の高い値を示すことがわかっています。したがって、人間活動やアザラシ等、動物の死骸・排泄物の影響を受けた海水や河川水の $\delta^{15}\text{N}$ は上昇し、これらの水に含まれる栄養塩を利用したコンブの $\delta^{15}\text{N}$ は、影響の少ない海水や河川水の栄養塩を利用したコンブより高い値を示すと推測されます。

8月に岬岩礁帯で採取されたコンブの $\delta^{15}\text{N}$ は平均8.9‰(7.0～10.2‰)と、他の沿岸域で採取されたコンブの6.9‰(5.3～9.0‰)より高い値を示しました(図3)。このことから、岬岩礁帯には他のえりも沿岸域とは由来の異なるDINが存在することが示唆されました。さらに、岬岩礁帯に分布していたアザラシの筋肉と糞の $\delta^{15}\text{N}$ を調べてみたところ、5個体平均でそれぞれ16.0‰、15.2‰でした。したがって、岬岩礁帯におけるコンブの高い $\delta^{15}\text{N}$ は、「アザラシ由来栄養塩の利用」で最も矛盾なく説明できそうです。

栄養源としてのアザラシの寄与はコンブの藻体サイズにも現れていました。えりも沿岸域で採取されたコンブの多くは、6～8月にかけて葉面積や湿重量が小さくなりましたが、岬岩礁帯とその周辺の多くは同等かむしろ大型化する傾向を示し

ました(図4)。この結果から、春季以降に供給された高濃度の栄養塩が藻体の維持に寄与している可能性が示唆されました。仮説の段階ですが、この時期に藻体を大きくすることは、秋季に藻体に形成される子嚢斑面積の増大と、多くの遊走子数の放出に寄与し、次世代以降の群落維持・増大に貢献するかもしれません。

以上をまとめると、岬岩礁帯周辺では、アザラシがコンブの栄養源として機能し、形体や群落維持に寄与している可能性が示唆されました。現在、コンブの形体や群落維持のみならず、グルタミン酸やアスパラギン酸等の旨味に関係する窒素成分に及ぼすアザラシの寄与についてもデータを蓄積・解析中です。

アザラシの隠れた役割

津軽暖流と親潮が流れ込むえりも沿岸域では、サケやスケトウダラ等多くの魚類が回遊します。えりも沿岸域において食物連鎖の上位捕食者であるアザラシは、それら回遊魚によって運ばれてきた栄養物質を捕食によりトラップし、えりも沿岸域のコンブに供給する重要な役割を果たしている可能性が見えてきました。気候変動により栄養塩供給規模の縮小が危惧される昨今、大型動物による栄養供給の評価は、今後益々重要になると考えられます。一方で、アザラシは漁具を破壊し、漁網内の漁獲物を捕食する等、漁業被害を及ぼす側面を持っていることも事実です。今回の取り組みが人間と海獣類の共存を考えるきっかけの一つになれば幸いです。本調査の一部は東京農業大学学部長主導型プロジェクトの一環で行いました。

参考文献

- 1) 吾妻行雄, 松山恵二, 中多章文, 川井唯史, 西川信良(1997) 北海道日本海沿岸におけるウニ除去

後の海藻群落の遷移, 日本水産学会誌, 63, 672-680.

- 2) Kuribayashi T, Akaike S, Montani S (2016) A new indicator of $\delta^{15}\text{N}$ signature for detecting nutrient supply effects to *Saccharina japonica* var. *religiosa*, Algal Res., 9, 1-13.
- 3) Kazama K (2019) Bottom-up effects on coastal marine ecosystems due to nitrogen input from seabird feces Ornithol. Sci., 182, 117-126.
- 4) Kuribayashi T, Abe T, Montani S (2017) Historical $\delta^{15}\text{N}$ records of *Saccharina* specimens from oligotrophic waters of Japan Sea (Hokkaido), Plos One, 12, 1-15.

(栗林貴範 中央水試資源管理部 報文番号B2457)

資源増殖・水産工学シリーズ

ホタテガイ幼生発生量調査の労力軽減に向けた技術開発

キーワード：ホタテガイ、幼生発生量調査、軽労力化

はじめに

ホタテガイは北海道で水揚げされる水産物の中で量・金額ともに第1位を誇る重要な水産物です。道内で生産されるホタテガイは、ほとんどすべてが人の手による増養殖の手法により生産されています。ホタテガイの生産方法は、オホーツク海での地まき方式（年間約30万トン）と、内浦湾（噴火湾）および日本海沿岸での垂下式（年間約10万トン）に大別され、これらに用いられるホタテガイの稚貝はすべて天然採苗（自然に海中に発生したホタテガイの稚貝を集める方法）により賄われています。

ホタテガイの産卵期は春で、海中に放出された卵は受精してふ化した後、幼生は4-5日をかけて殻を形成し、40日程度は水中を泳ぎながら成長します。この水中を泳いで生活する幼生を、浮遊幼生と呼びます。その後、浮遊幼生は泳ぐのを止めて海底に降り（着底と呼ばれます）、稚貝になります。浮遊幼生が着底する時期に合わせて、古い網などの基質（採苗器）を海中に垂下すると、稚貝がこれに付着します（写真1、2）。天然採苗はこのように行われます。

ホタテガイの天然採苗を効率よく行うためには、最適なタイミングで採苗器を海中に設置する必要があります。そのタイミングを予測するため、漁業協同組合などでは春先に毎週前浜のホタテガイ幼生の発生状況（場所ごとの数、大きさ）を調査しています。このホタテガイ幼生の発生量調査の

標本処理作業には多くの時間と手間を要し、機関によっては調査1回あたりの処理作業に数日かかることもあります。その上、漁業者から迅速な情報配信を求められる場合が多く、調査担当者にとって大きな負担になっています。

本稿では、2018年から2019年にかけて幼生発生量調査の労力を軽減する技術の開発を行った結果について紹介します。



写真1 ホタテガイの採苗器（棒網タイプ）



写真2 採苗器に付着したホタテガイの稚貝

サンプルからの不要物分離技術の開発

ホタテガイ幼生が海中に発生しているかを調べるためには、まず水中に漂うホタテガイ幼生を採集して来る必要があります。幼生発生量調査は、毎回船で調査現場まで行き、プランクトンネットを使って水中のプランクトンを採集して来ることから始まります。このプランクトンには、ホタテガイなどの二枚貝の浮遊幼生の他に浮遊性の魚の卵、カイアシ類などの動物プランクトン、植物プランクトンなど様々な生き物が含まれています。そこで、まずは不要なプランクトンと二枚貝の幼生を分離します。従来は、顕微鏡などで観察しながら、二枚貝以外の混入物を地道に吸い取って排除する方法がとられてきました。この作業は1人が1サンプルずつ処理するため、約20分/人×サンプル数の長時間を要する作業になっていました。

海中を漂うプランクトンのうち、二枚貝の幼生は殻を持っているため、他の生物に比べ比重が大きい特徴があります。この比重の違いを利用して、



図1 砂糖水を用いてプランクトンサンプルから二枚貝幼生を選別する方法 青、黄、赤色の順に砂糖水の濃度が濃くなっている（色は視認しやすいように着色）

二枚貝と他の生き物を効率的に分離できないか検討した結果、サンプル溶液の下に二枚貝と他の生物との中間の比重に調整した砂糖水を流入させることで、より比重が大きい二枚貝幼生だけを砂糖水の底層に沈ませ、比重が小さい不要物を効率的に分離する方法を開発できました（図1）。新しい方法と従来の方法で、1本のサンプルから二枚貝幼生を選別するのに必要な時間を比較した結果、平均で4分程度短縮できることが分かりました（図2）。さらに、従来の方法では1人が一度に1つのサンプルしか作業できませんでしたが、新しい方法では複数のサンプルを一人で同時に処理することが可能であり、サンプル数が多いほど作業時間が短縮されます。

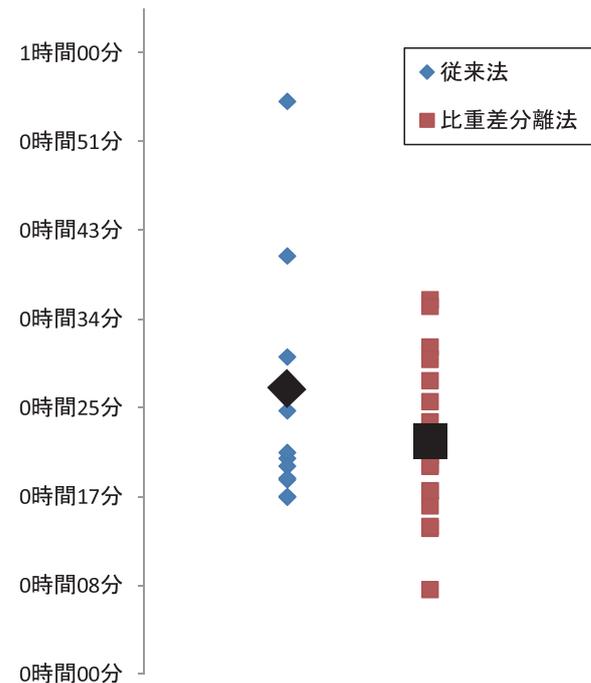


図2 従来法および開発した方法（比重差分離法）での二枚貝幼生分離作業に要する時間 黒く塗りつぶした点は平均値

ホタテガイ幼生の染色技術の改良

分離された二枚貝の幼生の中からホタテガイの幼生を見分けるには、近年まで高度な知識と訓練

に基づいた技術が必要でした。この問題を解決するため、水産試験場では、2013年に免疫染色技術を応用してホタテガイ幼生だけを黒色に染める技術を開発し、漁業現場に普及を行ってきました¹⁾。ただ、この黒色染色技術は実体顕微鏡では明瞭に染色されたホタテガイを見分けることができたものの、漁業協同組合などで用いられている万能投影機と呼ばれる器具では、染色された色が見えにくいという難点がありました(図3)。

そこで、2018年からこの染色技術の改良を行い、赤色に染色することで、万能投影機でも見分けや

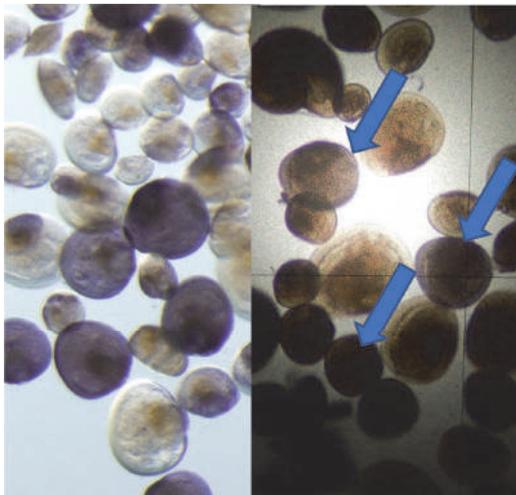


図3 黒色に染色されたホタテガイ幼生の見え方
左：実体顕微鏡 右：万能投影機 矢印は染色されたホタテガイ幼生を示す

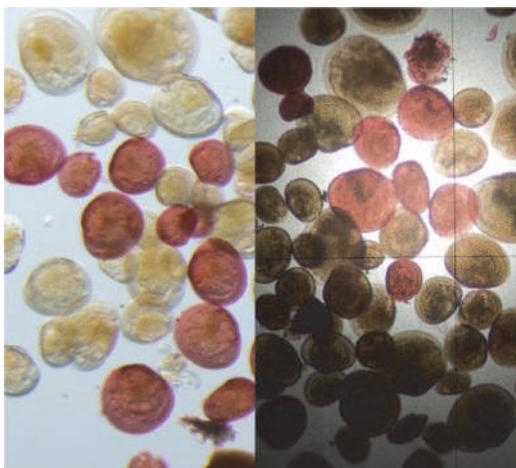


図4 赤色に染色されたホタテガイ幼生の見え方
左：実体顕微鏡 右：万能投影機

すくなりました(図4)。さらに、色調の変更は観察のしやすさに加えて染色作業時間についても1サンプル当たり30分程度早めることができ、染色から計測までの一連の作業時間の短縮にも有効であることが分かりました(図5、6)。

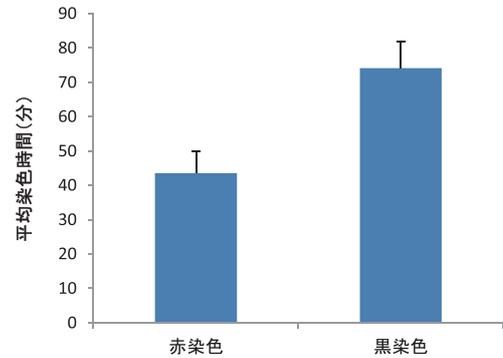


図5 赤色と黒色での平均染色時間

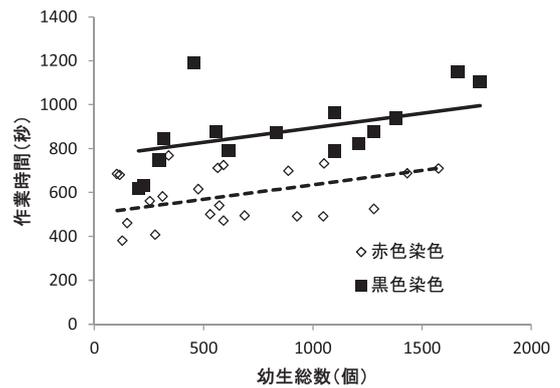


図6 赤色と黒色での計測作業時間

新たなホタテガイ幼生計測技術の開発

前述のとおり、ホタテガイ幼生発生量調査を行う多くの現場では、万能投影機による幼生の大きさの計測作業が行われています(写真3)。しかし、各機関が保有する万能投影機は、整備されてから数十年経過しているものもあり、不調や故障も発生してきています。また、万能投影機は高価(1台当たり70-120万円程度)なことから、更新は容易ではありません。そこで、万能投影機を使わずに、より手軽な道具で計測作業ができるように、

新しい計測技術について開発を行いました。

新たな計測に用いる機材として、近年普及が進むスマートフォンと、数万円で購入できる小型の実体顕微鏡およびそれらを接続するアダプタを用いました。これにより、手持ちのスマートフォンでホタテガイ幼生の写真を撮影することができるようになりました(図7)。撮影した写真をパソコンに取り込み、画像計測ソフト²⁾を用いて計測することで、従来の方法と遜色ない計測結果が得られることも確認しました(図8、9)。

終わりに

ホタテガイ幼生発生状況調査は、今後も道内のホタテガイ生産を支える調査として継続することが見込まれます。そのため、水産試験場も引き続き関係機関への支援を継続したいと考えています。

本研究は、北海道ほたて漁業振興協会からの受託研究(平成30年度:噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化試験、令和元年度:養殖ホタテガイ生産安定化試験)により実施いたしました。この場をお借りして、お礼申し上げます。

参考文献

- 1) 清水洋平・川崎琢真・高島信一 “免疫染色法を応用したホタテガイ幼生判別技術の開発” “海洋と生物 vol.36-No.3 : 341-347
- 2) 榎本洗一郎, 戸田真志, 清水洋平, 宮崎義弘, 吉田真也 “水産資源管理のためのユーザ支援型画像計測システムの提案” 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA2015), 4pages in CD-ROM (2015.3)

(川崎琢真 栽培水試栽培技術部、
金森誠 函館水試調査研究部 報文番号 B2458)

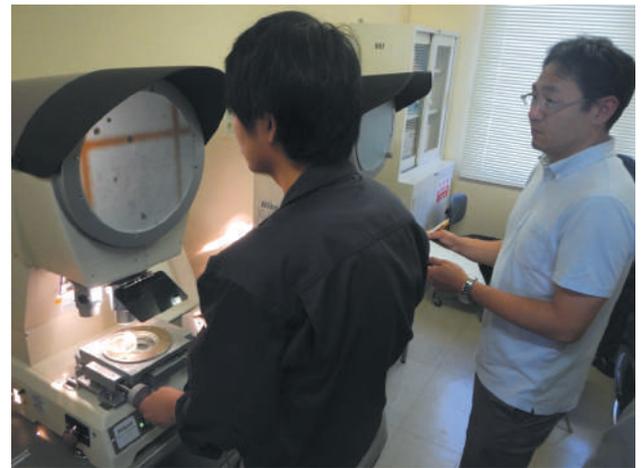


写真3 万能投影機でホタテガイ幼生の計数・計測作業を行う様子

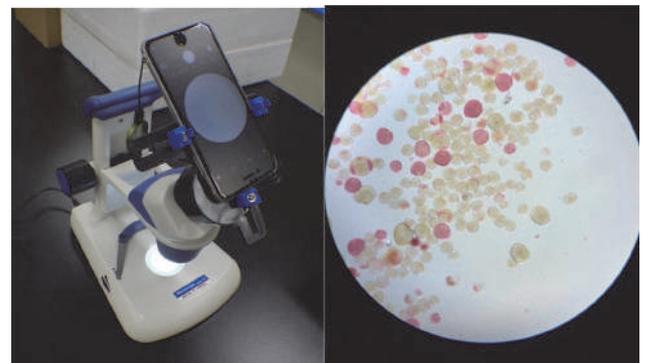


図7 スマートフォンと実体顕微鏡でホタテガイ幼生を撮影した様子

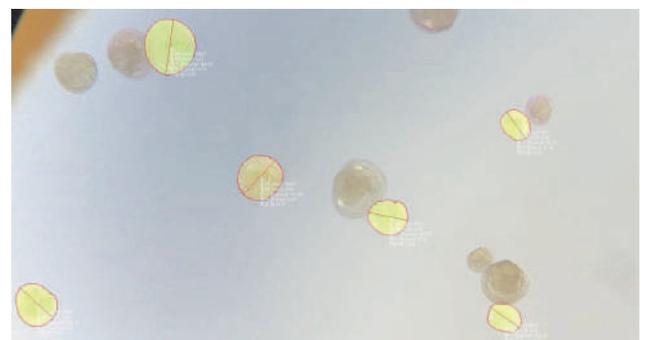


図8 ソフトウェアで幼生の大きさを計測する様子

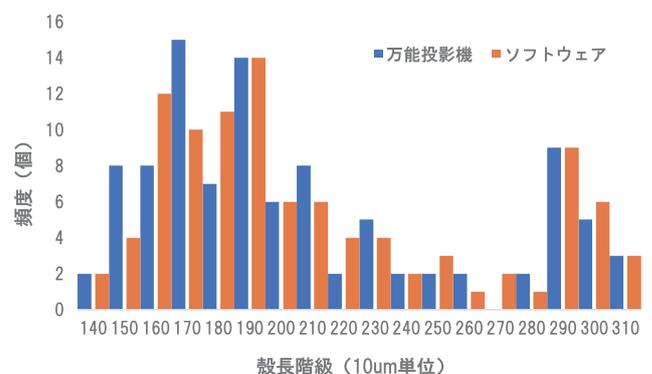


図9 万能投影機とソフトウェア双方で得られる殻長組成の比較

水産加工シリーズ

羅臼コンブ出汁の特性と
簡易な加工技術の開発に向けて

キーワード：コンブ、熟成、磯臭さ、渋味、1-オクテシ-3-オール、総ポリフェノール

はじめに

羅臼コンブ（オニコンブ）は特有の風味やコクから主に汁用コンブとして活用されており、原料の採取から製品の箱詰めまでには漁業者が手間暇をかけた数多くの工程があります。

図1に、羅臼コンブの製造工程の概要を示しました。生産現場では、湿りから成形までの工程を「熟成」と称しています。湿りは夜露にあててロール状に巻き上げる作業をしやすくする工程、日入れは干場で天日にさらす工程、あんじょうは屋内に保管して乾燥状態を均一にする工程です。本研究では、熟成前の素干しコンブを「棒コンブ」、熟成後のコンブを「熟成コンブ」と称します（図2）。

近年、漁業者の高齢化や後継者の不足が課題となり、工程の一部である熟成プロセスを省略した格付けの低い棒コンブの出荷が増加する傾向に

あり、品質の低下も懸念されています。一方、美味しさの秘密とされる熟成プロセスがコンブ出汁の品質に与える影響は明らかになっていません。

そこで、本研究では熟成プロセスを経た羅臼コンブ出汁の特性を明らかにし、その結果を参考にして、新たな出汁コンブとして棒コンブの価値を向上させる簡易な加工技術の開発を目指しました。

羅臼コンブ出汁の官能特性と成分の関係

まず、熟成プロセスが風味に与える影響を評価するために、羅臼町内の漁家が製造した棒コンブと熟成コンブから出汁をとり、20代から50代の釧路水産試験場の職員25名を対象に官能評価を行いました。また、2つの出汁の風味に影響を与えると考えられる臭気成分、総ポリフェノール、遊離アミノ酸、マンニトールとカリウムを分析しました。

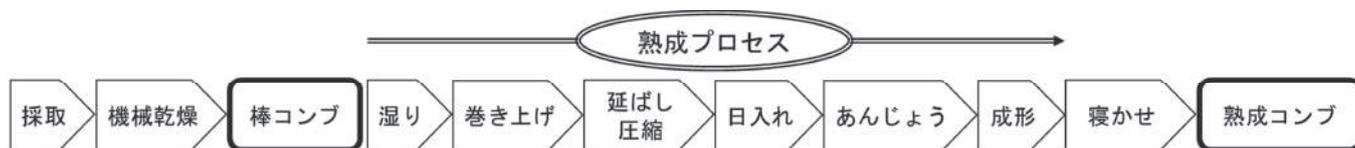


図1 羅臼コンブの製造工程の概要

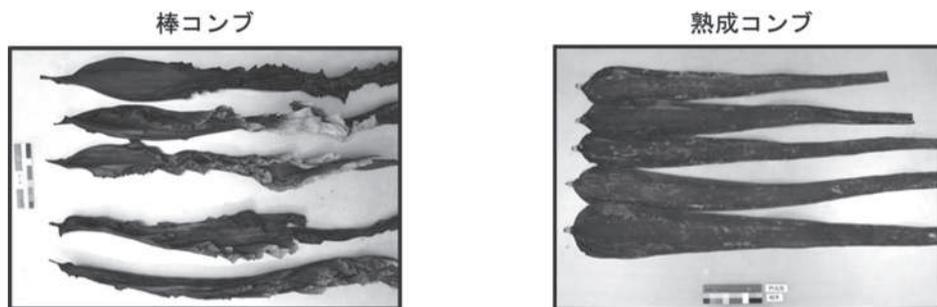


図2 棒コンブと熟成コンブの外観

その結果、棒コンブの方が磯臭いと回答したのは22名でしたが、熟成コンブでは1名でした(図3)。同様に棒コンブの方が渋いと回答したのは10名でしたが、熟成コンブでは1名でした。棒コンブは熟成コンブに比べて有意に磯臭さが強いと識別されました。

遊離アミノ酸、マンニトールとカリウムの成分値については、棒コンブと熟成コンブとの間に大きな差は見られませんでした。磯臭さに関連する臭気成分の1-オクテン-3-オールと渋味に関連する総ポリフェノールは、熟成コンブの方が少ない結果でした(表1)。棒コンブは熟成プロセスを経ていないため、これらの雑味成分が熟成コンブより多く残り、強い磯臭さや渋味の要因になったと考えられました。

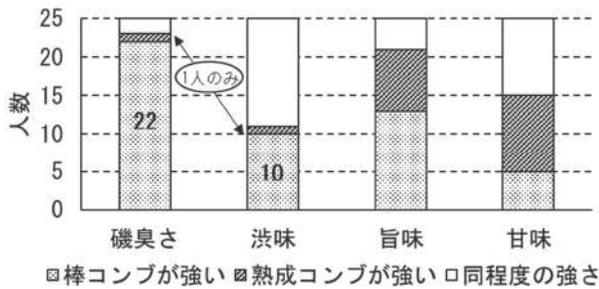


図3 コンブ出汁の官能評価

表1 コンブ出汁の成分値

官能特性	成分	棒コンブ	熟成コンブ
磯臭さ	1-オクテン-3-オール ($\times 10^4$ area)	50.8	15.3
渋味	総ポリフェノール (mg/g)	1.38	0.55
	遊離アミノ酸 (mg/g)	53.3	50.2
	マンニトール (g/100g)	47.3	46.1
	カリウム (mg/g)	44.4	46.8

表中の数値はコンブの水分を除いて算出

工程別のコンブ出汁の成分特性

次に、「熟成」のどの工程が雑味成分の減少に影響しているか調べるため、羅臼町内の漁家のコンブから工程別に出汁をとり、1-オクテン-3-オールと総ポリフェノールを分析しました。分析用の試

料は日入れ後、成形後と寝かせ後の3点としました。なお、棒コンブは漁家において保管していた試料を使用しました。日入れ後、成形後のコンブは漁家において棒コンブを熟成処理したもの、寝かせ後のコンブは成形したコンブを羅臼漁業協同組合の倉庫において約7ヶ月間保管したものを試料としました。

その結果、棒コンブに対して1-オクテン-3-オールと総ポリフェノールは、日入れ後に約20%減少しました(図4)。成形後と寝かせ後において大きく変化しなかったため、雑味成分が減少する工程は日入れ以前と推定されました。

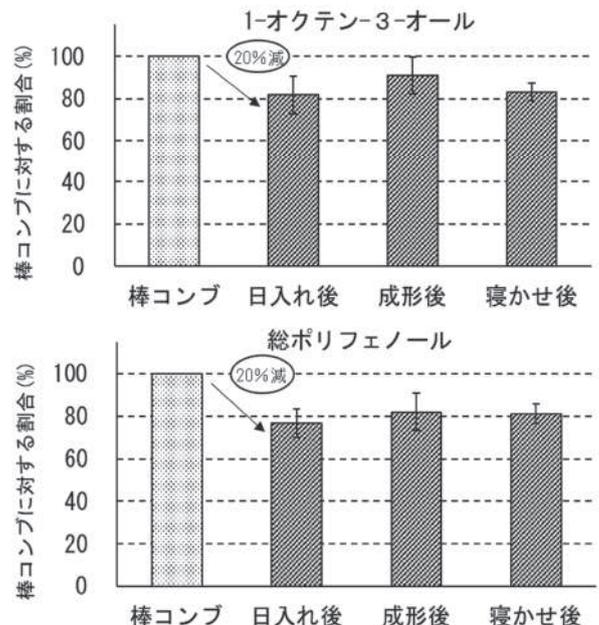


図4 工程別のコンブ出汁の成分変化

新たな出汁コンブの開発を目指して

最後に、新たな出汁コンブとして棒コンブの価値を向上させる簡易な加工条件を検討しました。ここまでの実験により、熟成コンブは棒コンブに比べて雑味成分が少ないことが分かりました。雑味成分の減少は、日入れやそれ以前の湿り工程における温度と湿度が重要となる可能性があります。そこで、実験の条件を決めるために、まず羅臼町内の漁家において工程の実態調査を行いました。

具体的には、湿り、日入れとコンブの保管庫における温度と湿度を経時的に測定しました。得られた温度と湿度（相対湿度，R.H.）のデータから、湿りは20℃90%R.H.で2時間（人工湿り）、日入れは30℃40%R.H.で2時間としました（人工日入れ）。また、人工湿りと人工日入れの間の保管期間は20℃60%R.H.とし、実験では保管0日、1日、5日の3つの条件を設定しました。これらの条件で恒温恒湿処理をした各コンブから出汁をとり、1-オクテン-3-オールと総ポリフェノールを分析しました。

その結果、棒コンブに対して1-オクテン-3-オールは保管5日後で約20%減少しました（図5）。また、総ポリフェノールは保管1日後で約20%減少し、保管5日後においても維持されていました。そのため、棒コンブに含まれるこれらの雑味成分を約20%減少させるためには、湿り後5日間の保管が必要と考えられました。

新たな出汁コンブの簡易製造工程の例を図6に示しました。機械乾燥後の棒コンブにこのような処理を施すことで、熟成コンブに近い新たな出汁コンブの製造が可能と考えられます。

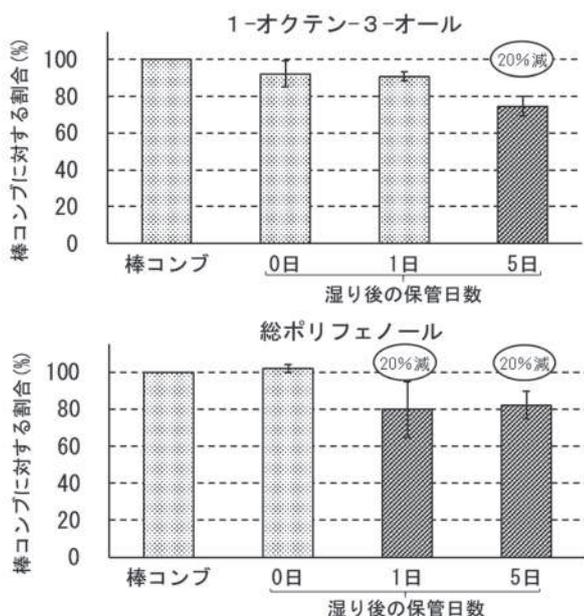


図5 恒温恒湿処理によるコンブ出汁の成分変化

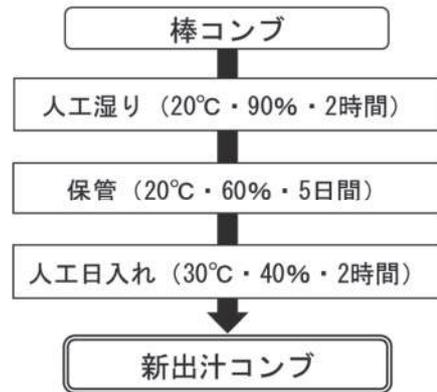


図6 新たな出汁コンブの製造工程例

おわりに

本研究において、熟成プロセスを経た羅臼コンブには磯臭さと渋味が減少している特性があること、その要因として1-オクテン-3-オールと総ポリフェノールの減少が関連していることが示唆されました。これらの結果を基に、棒コンブから雑味成分を減少させた新たな出汁コンブの製造工程の具体例を示すことが出来ました。今後の課題として湿り後の保管日数を5日間から短縮することや、大量処理を行う際の均一な加工条件を検証することなどが挙げられます。

今回、羅臼コンブの品質指標の一端が明らかとなり、製品の品質保証に関わる科学的なデータとして関係漁協での活用も可能と考えられます。また、今回のデータを基礎として将来的に新たな加工技術を導入することにより、棒コンブの価値が向上する可能性があり、他の道産コンブへの展開も期待されます。

本研究には羅臼漁業協同組合及び各漁家の皆様大変お世話になりました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

(加藤慎二 釧路水試加工利用部、

福士暁彦 元釧路水試加工利用部

報文番号 B2459)

各水試発トピックス

試験調査船金星丸の元二等航海士浅野文一氏が 瑞宝単光章を受章されました

令和3年4月29日付けで令和3年春の叙勲が内閣府から発令され、水産試験場の試験調査船に長年勤務された浅野文一さんが瑞宝単光章を受章されました。新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、5月27日に函館水産試験場において伝達式が執り行われ、志田場長より労いとお祝いの言葉とともに勲章が贈られました。

浅野さんは昭和59年に北海道立稚内水産試験場の試験調査船北洋丸の甲板員として採用されました。平成5年から釧路水産試験場の試験調査船北辰丸、平成7年から中央水産試験場の試験調査船おやしお丸、平成10年からは函館水産試験場の試験調査船金星丸に甲板長として勤務され、平成14年には二等航海士に昇格、平成31年3月に定年退職を迎えられました。

平成12年には初代金星丸（69トン）から2代目金星丸（151トン）への代船建造に携わられ、平成13年1月に無事竣工を迎えると、道水試試験調査船では初となるワープネットウインチを導入したオッタートロール調査の実施など、漁撈作業の最前線で甲板長として指揮をとり、調査の成功に貢献されました。

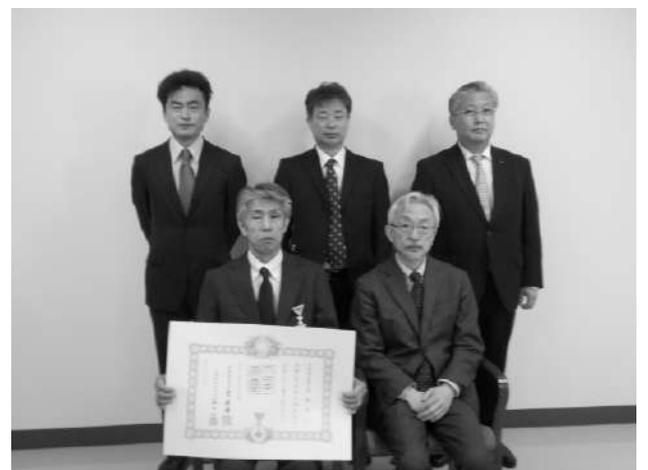
平成14年からは、二等航海士として船の運航の面で活躍されました。とくに、船舶の往来の多い津軽海峡を24時間かけて何度も縦断往復する ADCP 観測調査、設置漁具の多い噴火湾内でそりネットを曳網してアカガレイの稚魚を採集する調査など、気の抜けない運航にご尽力いただきました。浅野

さんが金星丸において新たに築かれた津軽流量の観測、そりネット調査によるアカガレイの漁獲加入量の予測などは、現在でも函館水試の重要な調査業務として継続されています。この度瑞宝単光章を受章されましたことを心よりお祝い申し上げます。

(板谷和彦 函館水試調査研究部)



志田場長から勲章を伝達されました



伝達式のあとの出席者記念写真

○職員表彰

令和3年春の叙勲(地方自治功労 瑞宝単光章)

・元函館水産試験場 試験調査船金星丸 二等航海士 浅野文一

水産研究本部図書出版委員会

委員長 中多 章文

委員 板谷 和彦 美坂 正 奥村 裕弥

高畠 信一 清水 洋平 浅見 大樹

事務局 山口 幹人 小宮山健太 中明 幸広

水産研究本部出版物編集委員会

委員長 山口 幹人

委員 高嶋 孝寛 山口 浩志 萱場 隆昭 吉村 圭三

蛭谷 幸司 渡邊 治 隼野 寛史 下田 和孝

浅見 大樹 水野 伸也

事務局 小宮山健太 中明 幸広 (作業補助:鈴木 裕)

* * * * *

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
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

裁 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 103 号

令和3年9月24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 <https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/index.html>

印刷 岩橋印刷株式会社