ISSN 0914-6849

道総研

北水試だより

第105号
2022/9

HOKUSUISHI DAYORI

～浜と水試を結ぶ情報誌～



目　次

主登載文
・今こそつきとめられる？
～残されたツブの謎～…… 1
・回帰時期の高水温がサケの遊泳行動に与える影響… 5

資源管理・海洋環境シリーズ
・新たに開始した釧路水産試験場の海洋環境モニタリング調査…… 9

資源増殖・水産工学シリーズ
・能取湖におけるアサリ増殖の試み……13

水産加工シリーズ
・ホッケ資源の効果的活用に向けて
－「脂乗り」で付加価値を高める!!－……17

各水試発トピックス
・古(いにしえ)の謎は解けたのか？
－流氷接岸後に繁茂するコンブの由来－…20
・お騒がせマイワシ……21
・試験調査船「北洋丸」竣工式を開催しました……22

地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部

今こそつきとめられる？～残されたツブの謎～

キーワード：ツブ、エゾボラ、エゾバイ、アヤボラ、水中ドローン

ツブについて雑学知識

北海道で食用とされている軟体動物の中で、二枚貝といえばホタテガイが有名ですが、食用とされる巻貝の代表格はツブといえるでしょう。

北海道立水産試験場の慧眼、木下虎一郎の戦前の記述では、ツブは「ツビ」から転化した巻貝の総称で、ツは船つき場（津）、ビは貝（カヒ）に由来するとのことです。

今でもツブは単一の種類ではなく、主にエゾバイ科に属するエゾボラ属、エゾバイ属およびモスソガイ属、フジツガイ科に属するアヤボラ属をまとめた総称です。北海道内ではアワビ類やサザエ類を除いた巻貝類の通称としても使われますが、殻の形が紡錘形に近い大型の巻貝に使われる場合が多いと思われます。貝殻と蓋を目安にした簡単なツブの検索として図１を参照してください。

北海道沿岸で漁獲されるツブの代表的な種は、エゾボラ属のヒメエゾボラ（いそつぶ）およびエゾボラ（まつぶ）、エゾバイ属ではオオカラフトバイ（とうだいつぶ）、カガバイ（しろつぶ）およびエゾバイ（あおつぶ）、モスソガイ属のモスソガイ（べろつぶ）、アヤボラ属のアヤボラ（け

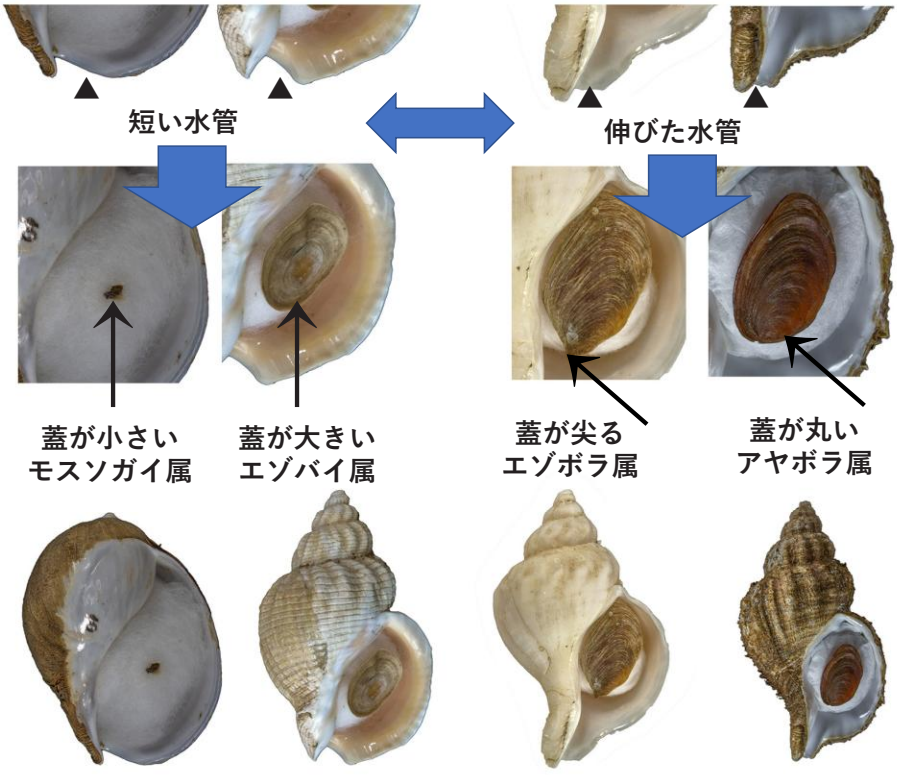


図１　殻と蓋を使ったツブの簡易検索表

つぶ）の７種です（図２）。カッコ内に代表的な地方名を示しましたが、地域別に異なる種類をさす場合が多く、統一されていません。

もっともなじみ深いヒメエゾボラは北海道・東北で食用に供され、縄文時代の貝塚、例えば近年、世界遺産に登録された北海道・北東北の縄文遺跡群の一つである入江貝塚（紀元前3500-800年前）からも出土し、古くから食用にされていたようです。

ツブは主につぶかご漁業により漁獲され、生鮮または加工食品として北海道民にはなじみ深い水産物です。ツブの食品としての注目点は、過去の分析結果から、疲労回復効果が期待されるタウリンが遊離アミノ酸の50％以上を占めている点です。

ツブを調理するとき、特にエゾボラ属では一対の「あぶら」と呼ばれる唾液腺を取り除かずに調理して、食べた場合、「酔い」（酩酊状態）と表現される食中毒症状になります。これは唾液腺に含まれるテトラミンの作用とされています。

厚生労働省のホームページでは12種類のエゾボラ類が例示されており、エゾボラ属はすべて有毒と考えられています。中毒症状はクラーレ様作用（神経筋遮断作用）および副交感神経系の刺激作用の結果と考えられています。厄介なことに、これらの作用を引き起こす毒素は加熱に対して安定しているため唾液腺の除去は必須です。

北海道産のツブに関しては、産業的重要度からエゾバイ科を中心に地道な研究が進められています。

エゾボラ、ヒメエゾボラ、オオカラフトバイの繁殖に関する生理・生態研究、エゾボラの平衡石による年齢推定、これら４種の成長や資源動態に関する研究などから、徐々に成果が得られています。

しかし、水産有用種としてのツブの多くは大陸棚より深い海底に分布する底生生物であるという特性上、研究に困難が付きまとい、未解決課題がまだ残されています。その中でも重要と考えられる２つの課題についてお話しします。



図２　北海道の代表的なツブ
上段左からヒメエゾボラ、エゾボラ、オオカラフトバイ
下段左からカガバイ、エゾバイ、モスソガイ、アヤボラ

北海道には何種類のツブが分布するのか？

インターネット上にWoRMS（World Register of Marine Species）というホームページ（https://www.marinespecies.org/）があり、あらゆる海産生物の分類リストが掲載され、生物分類学的情報を簡単に調べることができます。ただし日本語では検索できないため、学名（以下、カッコ内に記載）を入力する必要があります。

2022年６月時点でWoRMSを検索すると世界のエゾボラ属（*Neptunea*）は136種類、エゾバイ属（*Buccinum*）は148種類、アヤボラ属（*Fusitriton*）は８種類が示されています。WoRMSではモスソガイ属（*Volutharpa*）はエゾバイ属として扱われています。

では北海道には何種いるのでしょうか？

種数の少ないアヤボラ属はアヤボラ１種類、エゾボラ属とエゾバイ属は概算で合計50種類程度ですが、正確にわかっていません。

エゾバイ科（Buccinidae）の貝類は貝殻や解剖学的知見に基づく従来の方法では、非常に分類が難しいということがわかっています。水産資源としてとらえた場合でも、種類の区別があいまいなため、資源管理が難しい現状です。

現在、DNAを利用した分子系統学的研究が急速に発展しており、最新の動向として、エゾバイ科を含む分類階層にある全世界のエゾバイ上科（Buccinoidea）に関する網羅的な分子系統学的研究が発表され、今後、分類の大幅な変更が予想されます。

参考までに、図２に示した代表的なツブの学名はWoRMS準拠では以下の通りです。

ヒメエゾボラ

Neptunea arthritica（Valenciennes, 1858）

エゾボラ

N. polycostata Scarlato, 1952

オオカラフトバイ

Buccinum verkruezeni Kobelt, 1882

エゾバイ

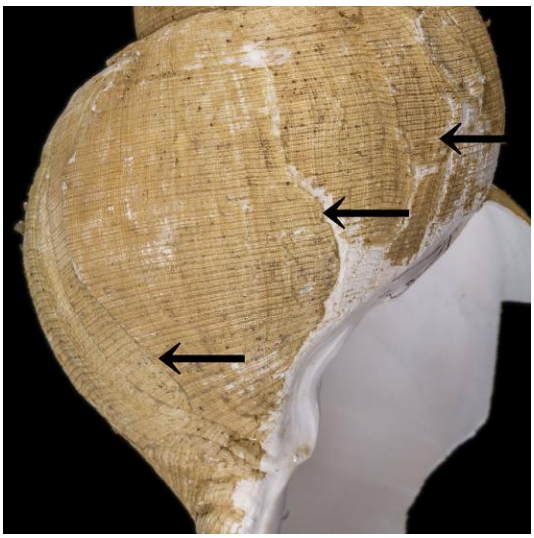


図３　再生痕（←）が残るカガバイの例

B. middendorffii Verkrüzen, 1882

カガバイ

B. bayani（Jousseaume, 1883）

モスソガイ

B. perryi（Jay, 1857）

モスソガイ属として扱う場合は、

Volutharpa perryi（Jay,1857）

アヤボラ

Fusitriton oregonensis（Redfield, 1846）

ツブは何をたべているのか？

つぶかご漁業は、魚肉等の誘引用の餌を入れたかごをあらかじめ漁場に仕掛けて、ツブを採取する漁法です。

それでは実際の漁場でツブは動物の死骸をたべる腐食性なのでしょうか？

大西洋に分布するセイヨウエゾバイは殻口の前端部を生きている二枚貝の二枚の殻の隙間に差し込んで、閉じられないようにしてから口吻を伸ばし、差し込んで捕食する観察例があります。しばしば二枚貝に挟まれて殻口前端部が破損するため、貝殻に過去の再生痕が残るようです。

北海道のツブでも再生痕が顕著な標本が得られており、原因は同じ可能性があります（図３）。

北海道のヒメエゾボラの例では、野外での観察から餌生物に占める動物の死骸（魚類、イソガニ類、ホタテガイ）の割合は20.1％であり、大部分（75.6％）はムラサキイガイでした。

イギリス沿岸に分布するエゾバイ科（図４）では、ムカシエゾボラは二枚貝類および環形動物、セイヨウエゾバイは多毛類、二枚貝類および甲殻類、カミオボラ属の１種ノルウェーボラはクモヒトデ類を餌としているようです。

以上の報告からツブは主に生きている底生生物をとらえて餌としている肉食性と考えられます。



図４　イギリス周辺のエゾバイ科ツブの外観
上段左からセイヨウエゾバイ、ムカシエゾボラ
下段　ノルウェーボラ

特にエゾボラ類の唾液腺にあるテトラミンに神経をマヒさせる作用がある点からも、生きている状態の餌を動けなくして捕食していると推測されます。

では北海道の深い海底にすむツブは何を餌としているのでしょうか？

ツブは口吻内に歯舌（図５）と呼ばれる咀嚼器官をもっており、消化管の内容物を観察しても餌



図５　オオカラフトバイの歯舌

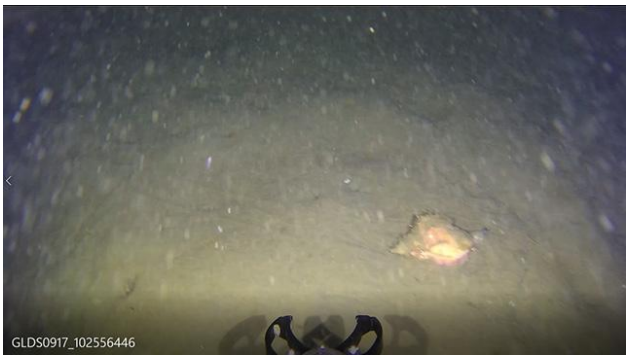


図６　水中ドローンにより撮影されたエゾボラ（えりも沖）

の種類を見分けることは困難です。また、これまでは暗く冷たい海底を直接観察することは不可能に近い状況でした。

しかし、最近になって急速に発展し、普及が進む水中ドローンが強力な調査ツールとして登場しました。

これまで培われてきた漁場可視化技術は地まきホタテガイ漁場や磯焼け関連の比較的浅い海域が中心でした。水深100ｍを超える漁場は未知の領域でしたが、栽培水産試験場では2021年から水中ドローンを用いて太平洋岸のえりも岬沖のエゾボラ漁場の撮影調査を実施しており、初めて海底に生息するツブの動画撮影に成功しました（図６）。

不運にも道東太平洋に被害をもたらした大規模な赤潮被害に遭遇しましたが、漁場の回復過程も含めた状況の確認に水中ドローンが活躍しました。

今後はエゾボラ漁場内でのエゾボラの分布、餌生物を中心とした生物相や底質の状態に関する研究を加速できると考えています。特に漁場での稚仔の分布と生息環境は、解明したい課題の一つです。

（桒原康裕　栽培水試調査研究部　報文番号B2465）

回帰時期の高水温がサケの遊泳行動に与える影響

キーワード：サケ、遊泳行動、標識放流、アーカイバルタグ、高水温

はじめに

北海道を代表する水産資源の一つであるサケは、人工ふ化放流によって毎年10億尾の稚魚が放流され資源が造られてきました。2000年代半ばには来遊数（沿岸漁獲数と河川捕獲数の合計値）はピークを迎え6,000万尾を超えましたが、近年はピーク時の３分の１ほどの来遊数となっています（図１）。来遊数の変動要因として、放流した稚魚が河川から海に下った直後の海洋生活初期の減耗が大きいと考えられています。この減耗には沿岸の水温が影響する可能性が示されていて、近年は放流時期である春季の低水温や、その後の急激な昇温といった現象がみられ、稚魚の生き残りに影響したと考えられています[1)]。サケに対する水温の影響は稚魚の時期だけではなく、産卵のために沿岸に来遊する秋季にもみられ、過去には2012年秋の高水温により漁獲時期の遅れや河川遡上率（来遊数に対する河川遡上数の比率）が上昇した事例が報告されています[2)]。最近はサケの来遊時期の前半にあたる９月の沿岸水温が高く推移することが多く、サケ漁業への影響が懸念されます。

そこで、私たちはサケの遊泳行動に対して高水温がどのような影響を与えるのかを明らかにするための研究に取組んできました。研究を通じて興味深い結果が得られてきましたので、ここにご紹介します。

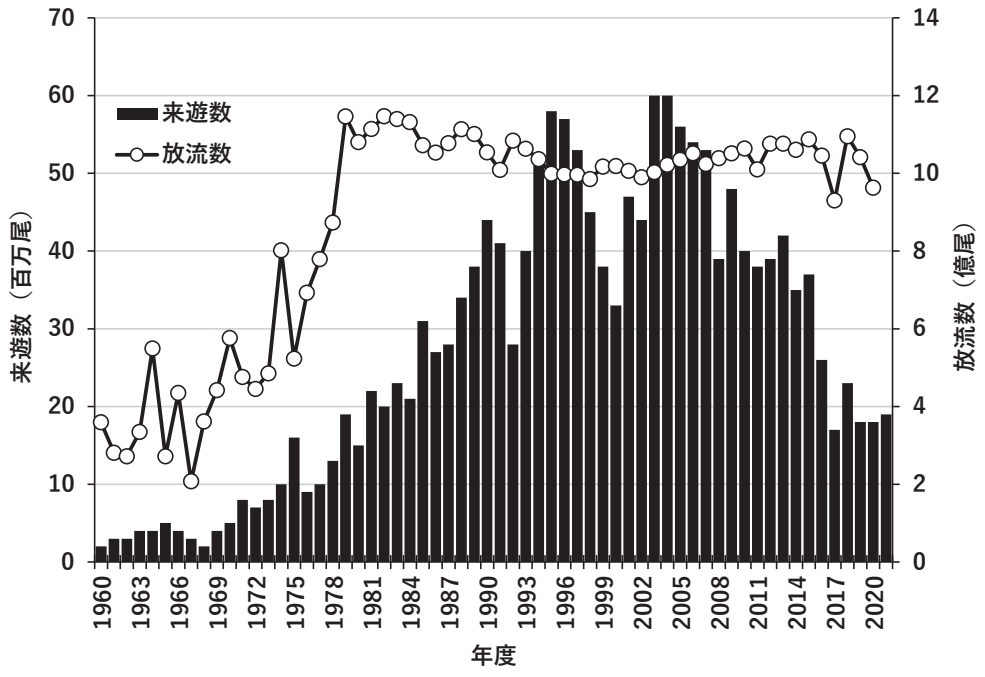


図１　北海道のサケ来遊数と放流数

調査船による沖合での標識放流

2017年から2021年の５か年間、８月下旬に稚内水産試験場の試験調査船北洋丸によりサケの標識放流調査を行いました。オホーツク海の沖合（距岸約60～90 km）で夜間にサケを釣り、水温と水深を記録できるアーカイバルタグ（AI TECHNOLOGY社）を取り付けて放流しました。アーカイバルタグは30秒間隔で水温と水深を記録するように設定しました。放流後、沿岸の定置網や河川の捕獲場で回収された個体のタグに記録された遊泳水深と経験水温を解析しました。

来遊時期の網走地方沿岸水温

図２に網走地方沿岸の８月下旬から10月上旬の旬平均水温を示します。この図では、調査を実施した2017年からの５か年、その比較対照として1987年から2016年までの30年の平均値をそれぞれ示しています。なお、これらの平均水温の算出には札幌管区気象台が提供する海面水温情報を用いました。調査船による標識放流調査は各年８月下旬に行いましたが、特筆すべきこととして、2020年は過去30年平均と比較し、８月下旬から２℃程度高い水温が続いており、５か年の調査の中で最も高水温であったことが挙げられます。

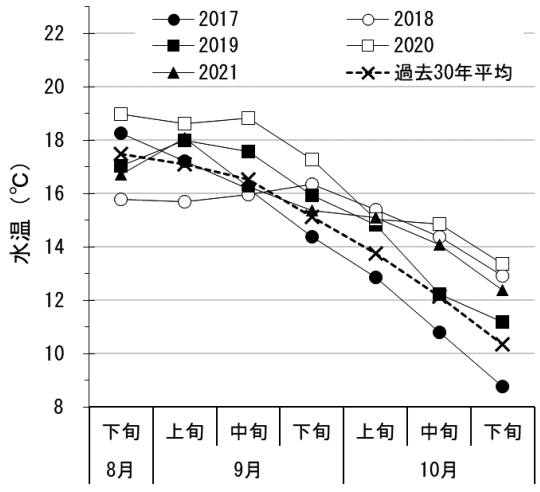


図２　網走地方沿岸の海面水温

標識魚の再捕

５か年間の調査で合計94尾のサケを標識放流し、30尾が再捕されました。標識魚は84％がオホーツク海沿岸、７％が日本海沿岸、３％が根室海区沿岸、その他、サハリンや秋田県で再捕されました（図３）。オホーツク海沿岸の定置網で漁獲された個体の放流から再捕までの日数は、最短で３日、最長で20日、平均で8.5日でした。放流場所から再捕場所までの直線距離を移動したと仮定すると、その平均速度は15.8 km/日となりました。

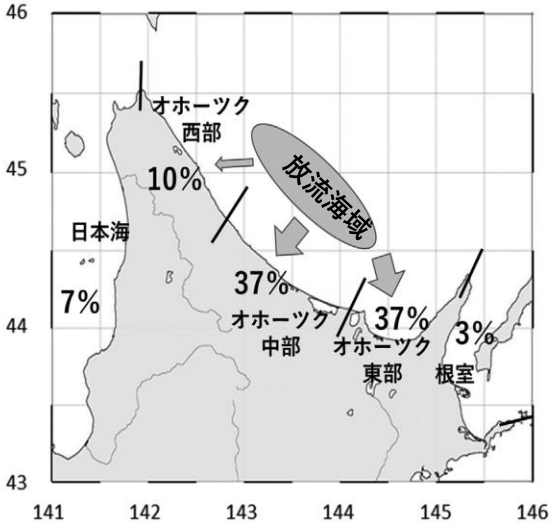


図３　標識魚の放流海域と再捕地域

遊泳水深と経験水温

アーカイバルタグから得られたサケの遊泳水深と経験水温について、調査期間中、特に水温が高く推移した2020年の１個体と、比較対照として前年の2019年の１個体について図で紹介します。

図４に2019年８月27日に紋別沖の距岸90 kmの地点で放流し、９月２日に網走沿岸の定置網で再捕された個体の遊泳水深と経験水温を示します。図５には、翌年2020年８月25日に網走沖の距岸50 kmの地点で放流し、８月31日に網走沿岸の定置網で再捕された個体のデータを示します。各図の上の遊泳水深のグラフでは時単位での平均値

（線）に加え、この単位時間内に遊泳した最も浅い水深（白丸）を示します。各図の下の経験水温のグラフでは時単位での平均値（線）に加え、単位時間内において経験した最も高い水温（黒丸）を示します。

2019年の個体は、８月27日の放流から５日後の９月１日未明には定置網に入網していたと推測されます。2020年の個体は、８月25日の放流から４日後の８月29日の夜間には定置網に入網していたと推測されます。遊泳水深のグラフから、両年の個体ともに、標識放流後、昼間は深い水深帯に滞在し、夜間は表層に向けて鉛直移動する周期的な行動をとっていたと考えられます。2019年の個体は、平均水深と最小水深がほぼ同じ値であることから、鉛直移動後は、安定して同じ水深帯に滞在し、夜間は安定して表層を遊泳していたと推測されます。一方、2020年の個体は８月27-28日および８月28-29日の夜間では、最小水深は表層近くにありながら、平均水深は表層より深い水深帯にあり、断続的に上下動をした様子がうかがえます。また、その際の経験水温の最高値は20 ℃を超えていました。

今回紹介した以外の個体も、昼間は深く冷たい水深帯に、夜間には表層に滞在するという周期的な鉛直移動をとる傾向がありました。しかし、2020年に回収された全ての個体は、今回、紹介した2020年の個体と同様に、他の年と共通した昼夜の鉛直移動を基本としながらも、夜間は安定して表層にはとどまらず、断続的に上下動を行っていた様子がうかがえました。

おわりに

本研究の結果から、来遊時期のサケは基本的には昼間は深く冷たい水深帯に、夜間には表層に滞在するという周期的な鉛直移動を繰り返しながら沿岸に来遊するものと推測されました。ただし、

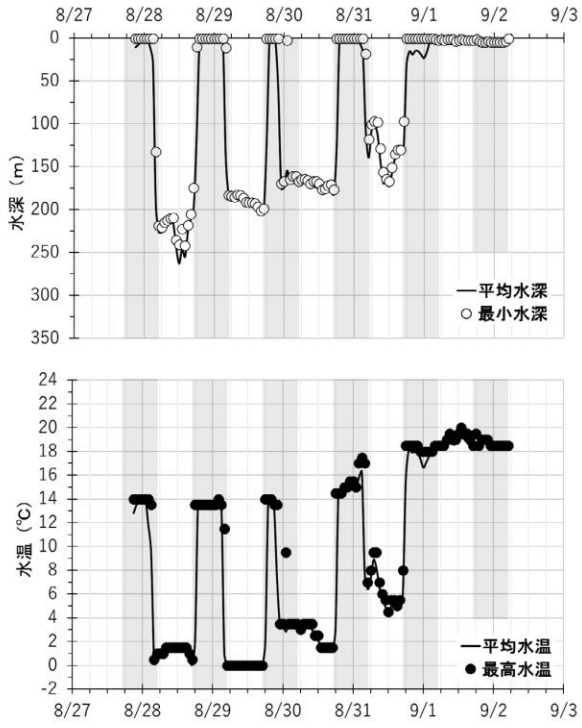


図４　2019年に標識放流したサケの遊泳水深（上図）と経験水温（下図）
網掛けは17時から５時の夜間を示す。

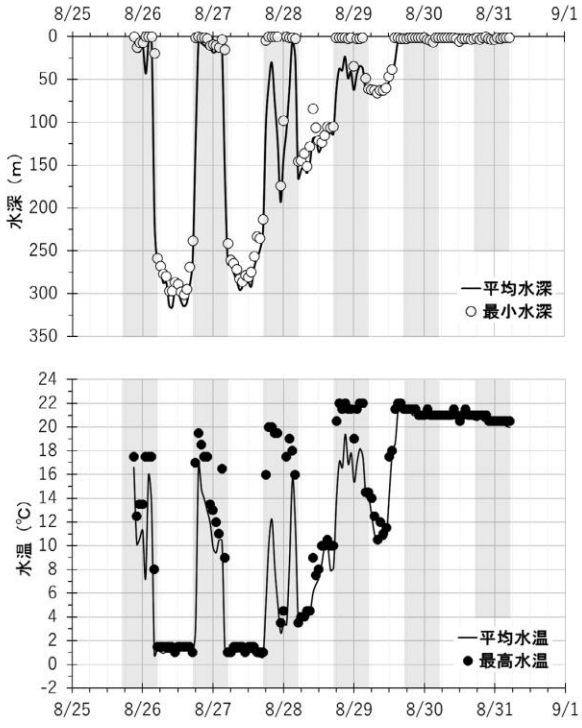


図５　2020年に標識放流したサケの遊泳水深（上図）と経験水温（下図）
網掛けは17時から５時の夜間を示す。

表層が20℃を超えるような高水温の場合、これを避けるために、夜間、表層での滞在時間を短くするような、通常とは異なる行動を示すことが示唆されました。

サケが日中に水温の低い深い海域で過ごすのは、代謝を抑えてエネルギーの消耗を抑えるためと考えられています[3)]。サケが母川に帰るためには海流や太陽、地磁気、臭覚等を利用する説が考えられています[4)]。今回の調査でみられた来遊時期のサケの鉛直移動が母川探索のために必要な行動と仮定すると、2020年のように水温が高い年は、来遊経路や母川探索に何らかの変化を及ぼすかもしれません。

北海道では毎年、約10億尾の稚魚を放流してきましたが、近年は来遊数が大きく減少し、地区によっては必要量の親魚が確保できない場合もあります。そのような場合は沿岸の定置網による漁獲を自主規制する等、親魚の河川遡上を促す対策をとることとしています。期間が限定される秋サケ漁において、漁期を短縮することは、漁業者にとって苦渋の判断となります。より効率的な親魚確保の方法を提案するためには、今後もサケの河川遡上までの行動と環境の関係について、時期や海域での特性など詳細に研究していく必要があります。

また、文頭でお伝えした通り、北海道のサケの来遊は減少を続け、回復に向けた研究や対策が求められています。近年の気候変動の将来予測では日本近海の海水温の上昇が見込まれており、北海道のサケにとっては厳しい環境が継続するかもしれません。そのような中で今回紹介した回帰親魚への影響だけではなく、放流した稚魚の生き残りに対する影響の把握や、その対策のための研究も重要と考えています。サケの来遊が回復し、持続的にサケ資源を利用できるよう、引き続き研究に取り組んでいきたいと考えています。

参考文献

1）斎藤俊彦，福若雅章（2018）北太平洋におけるサケ属魚類の資源動態，海洋と生物，237 vol.40, No.4，319-329.
2）宮腰靖之（2013）秋の沿岸での高水温がサケの来遊時期に与える影響，北水試だより，87，5-8.
3）Azumaya, T., and Ishida, Y.（2005）Mechanism of body cavity temperature regulation of chum salmon（Oncorhynchus keta）during homing migration in the North Pacific Ocean, Fisheries Oceanography, 14, 81-96.
4）上田一夫（1987）さけの回遊と航法，化学と生物，vol.25，No.5，341-348

（實吉隼人　さけます・内水面水試道東センター
報文番号B2466）

資源管理･海洋環境シリーズ

新たに開始した釧路水産試験場の海洋環境モニタリング調査

キーワード：道東太平洋海域、クロロフィル、カレニア、赤潮、ケイ藻、海洋観測

2021年夏から秋に起こった道東太平洋海域の異変

2021年の秋、道東太平洋海域では、これまで経験したことがない大規模な赤潮が発生しました。９月下旬に始まった釧路管内漁業関係者による海色の異常、赤潮が原因と思われる水産生物の死亡に関する報告は、とどまることなく増え続け、11月まで続きました。また被害の報告は、釧路管内にとどまらず、またたく間に日高管内～根室管内に広がり、最終的にエゾバフンウニや定置網内で死亡した秋サケなど中心に、被害額は80億円を超え、道東の浅海域に生息する水産生物と沿岸域の漁業者に大打撃を与えました。また、赤潮の原因となった植物プランクトンの正体が道東太平洋海域では分布するはずのなかったカレニア セリフォルミス（Ks）[1-3]であったことに加えて、赤潮発生現象としては異例の２か月[1]という持続期間の長さにも驚かされました。

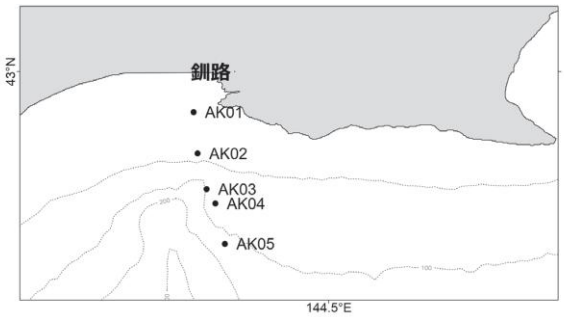


図１　2022年２月から開始した海洋観測調査地点図



図２　CTDと増設したクロロフィルセンサーおよびDOセンサー

新たな海洋観測調査

道総研が試験調査船北辰丸を使って行った道東太平洋海域の定期海洋観測調査は、30年間以上に亘って実施され、これまでに様々な海洋環境の変化を捉えながら、魚類の漁況予測など、漁業者の皆様に役立つ情報を提供してきました。

しかし、２ヶ月に一度の頻度で実施されている定期海洋観測調査では、２ヶ月間に亘って続いた赤潮発生現象のごく一部しか把握することができず、発生から収束までの期間が比較的短い現象をしっかりと把握するためには、もっと高頻度の調査が必要です。一方で、北辰丸は一年を通じて定期海洋観測調査やマイワシ、サンマ、スケトウダラなどの魚類を対象とした調査を担っていて、高頻度の海洋観測を追加して実施することはスケジュール的に困難です。そこで北辰丸が釧路港を入出港する時に必ず通過する釧路沖水深20～90ｍの海域に５点の調査地点（図１）を設け、沖合で

の調査が終わって帰港する際に、可能な限り海洋観測を実施する計画を立てました。

Ksのような植物プランクトンの発生を把握するには、採水して顕微鏡で観察・計数する方法が確実なのですが、この方法は観察者に訓練が必要なことに加えて、とても時間がかかる作業なので、いつ、どの水深帯で発生するかが分からないKsを捉えるには物理的に限界があります。そこで、2022年２月以降、既存の海洋観測機器（CTD）にクロロフィルセンサー（植物プランクトンの量を計測するセンサー）と植物プランクトンが大発生した際に起こる低酸素状態を検知するためのDOセンサー（海水中の酸素量を計測するためのセンサー）を増設しました（図２）。これにより、これまでの水温と塩分値に加えて、クロロフィル量とDO値が得られるようになりました（図３）。

道東太平洋海域では、Ksのような赤潮原因プランクトンだけではなく、ケイ藻などのKsとは異なる種類の植物プランクトンも時折大発生するため、高いクロロフィル値が検出されてもKsの大量発生を示しいているとは限りません。そこで、高いクロロフィル値が検出された場合に限って、調査地点AK04の表層、10、20、30、40、50 m（計６層）の海水を層別にサンプリングし、顕微鏡観察で植物プランクトンの種の確認と計数をすることにしました。

観測結果

クロロフィルセンサーとDOセンサー増設後、７月27日現在で７回の海洋観測を実施することができましたので、ここでは観測結果の一部をご紹介します。５つある調査地点（図１）のうち、調査地点AK04の観測結果を図４に示しました。水温（図４a）は、４月19日までは表層から80 m層までほぼ一様でしたが、６月に入ると、全層同時

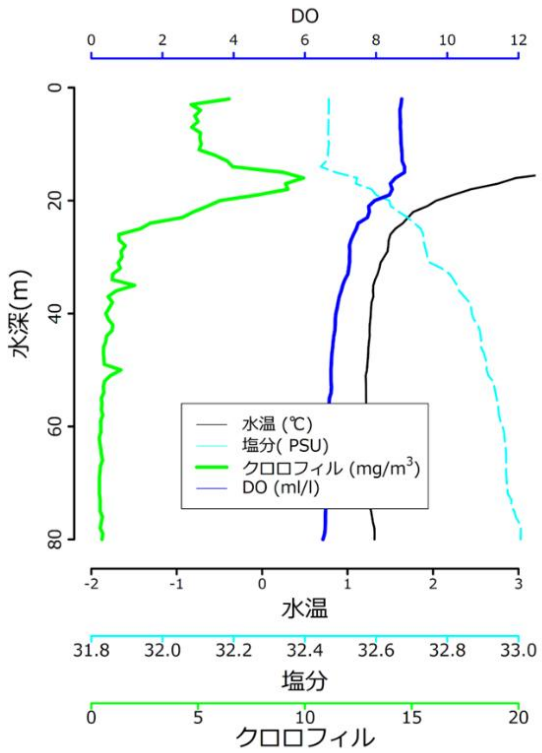


図３　観測結果の一例（2022年５月15日行った調査地点AK04の海洋観測データ）

の塩分値の上昇（図４b）を伴いながら、およそ25 m以浅の水温の高い層と、それ以深の水温の低い層の２層構造がみられるようになりました。これは、これから夏場にかけて発達する水温躍層（水温が急激に変化する層）が形成されつつある状況を捉えていると考えられます。

クロロフィル量（図４c）は、２月24日には、どの水深帯にも高い値は見られませんでしたが、３月14日の観測以降、水深20～30 m付近で４ mg/m^{3}を超える値を示すようになり、４月19日をピークに、その後減少して行きました。観測機器で計測したクロロフィルの分布（図４c）と採水サンプルの顕微鏡観察で得られたケイ藻密度（図４d）の分布は極めてよく似ていることから、高いクロロフィル値を示した植物プランクトンはケイ藻であると考えられます。なお、これまでの観測でKsなどの赤潮原因プランクトンは観察されていません。

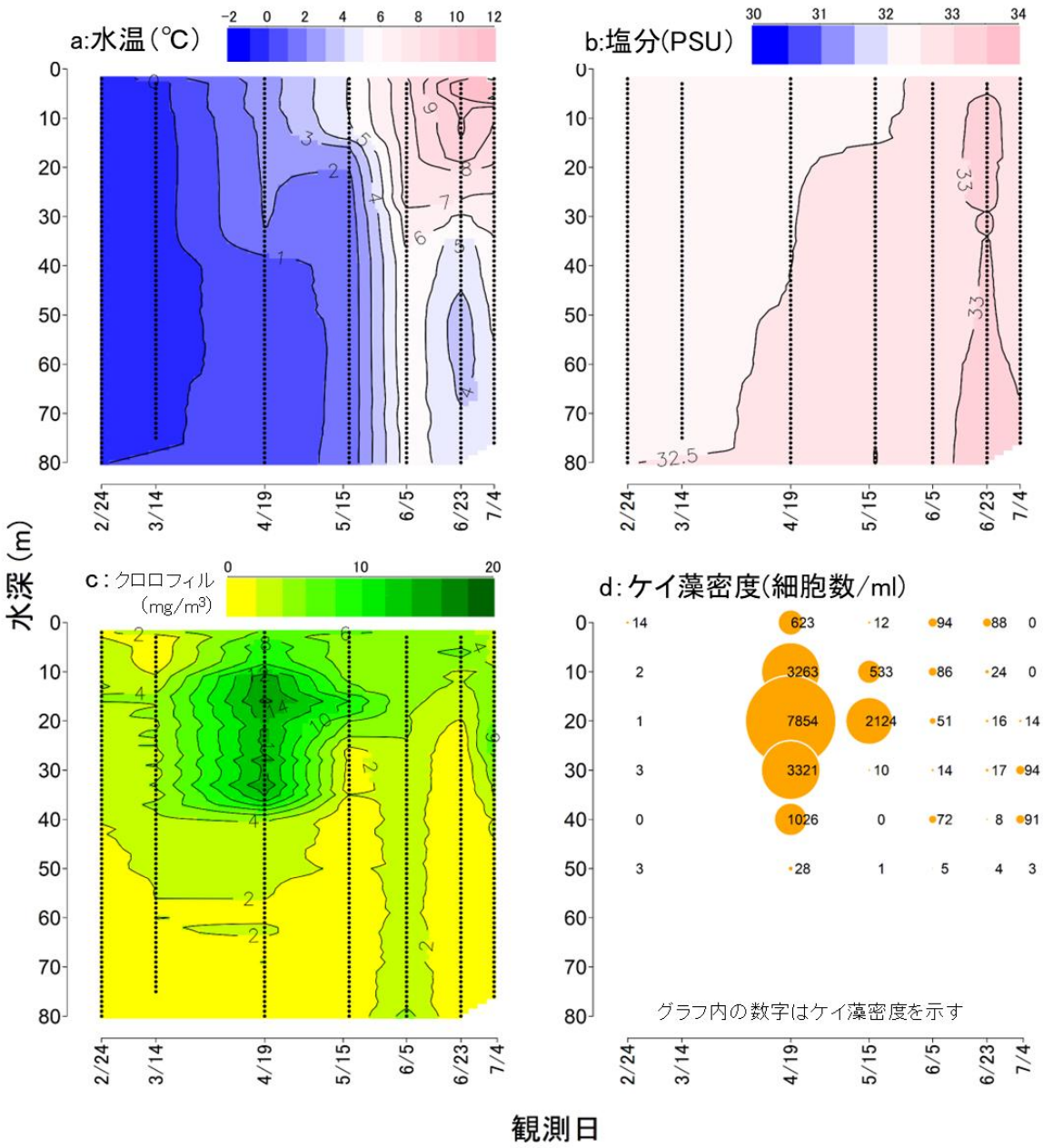


図４　調査地点AK04（図２）の水温（a)、塩分（b）、クロロフィル（c）、ケイ藻の顕微鏡観察結果（d）

おわりに

釧路沖の新たな海洋観測調査は、まだ始まったばかりですが、月に１～２回の頻度で観測データを蓄積できそうです。また、ケイ藻が水深20～30mの中層域で増殖したのち減少していく過程は、今回の観測で捉えることができたと感じています。観察している範囲も狭く、ケイ藻と同じようにKs大発生の兆候を見逃さずに捉えることができるかは分かりませんが、釧路水産試験場では、場独自の調査として、今後も観測機器から得られたデータと採水サンプルの顕微鏡観察結果を組み合わせたモニタリングを続けていき、将来的に赤潮発生現象を初めとした異常な海洋現象の把握に役立てたいと考えているところです。

なお、これまでの観測結果については、インターネット上（https://hro-fish.net/hokushin/）でどなたでも閲覧が可能です。

参考文献

1）Kuroda, H., Azumaya, T., Setou, T., Hasegawa, N.（2021）Unprecedented outbreak of harmful algae in Pacific coastal waters off southeast Hokkaido, Japan, during late summer 2021 after record-breaking marine heatwaves, J. Mar. Sci. Eng., 9, 1335. https://doi.org/10.3390/jmse9121335.

2）Kuroda, H., Taniuchi, Y., Watanabe, T., Azumaya, T., Hasegawa, N.（2022）Distribution of harmful algae（*Karenia spp.*）in October 2021 Off southeast Hokkaido, Japan, Front. Mar. Sci., 9, 841364. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.8413643.

3）山口　篤, 濱尾優介, 松野孝平, 飯田高夫（2022）2021年秋季北海道太平洋沿岸における有害赤潮藻 *Karenia seliformis* の水平分布および植物プランクトンの群集構造, 水産海洋研究, 86, 41-49.

（石田良太郎　釧路水試調査研究部　報文番号B2467）

資源増殖・水産工学シリーズ

能取湖におけるアサリ増殖の試み

キーワード：アサリ、網袋、砂利、天然採苗、能取湖

はじめに

北海道東部の網走市に位置する能取湖（図１）は面積59㎢、最大水深21ｍの汽水湖です。流入する大きな河川はなく、湖水の塩分濃度は湖外のオホーツク海とほぼ同じです。湖内では放流用ホタテガイ稚貝の生産ならびにホタテガイやシロザケなどの漁獲が行われています。湖岸には、干潟や「さんご草祭り」で有名なアッケシソウが成育する塩性湿地が広く存在し、環境省の「生物多様性の観点から重要度の高い湿地」にも選定されています。干潟にはアサリが生息し、漁業資源として利用されるとともに、一部の干潟は北海道では珍しい潮干狩り場として無料で開放されています。

能取湖ではアサリ資源の有効利用と資源保護を図るため、1993年にアサリの漁業権が設定されました。しかし、その後30年近くを経ていますが期待された資源の増加は認められず、漁獲量は増えていません。アサリ漁場である干潟の定点では、西網走漁業協同組合らが毎年６月に資源のモニタリング調査を実施しています。アサリ稚貝の発生は年変動があるものの、毎年一定程度の規模で確認されています。漁獲と稚貝発生の状況から、アサリ資源が増えない要因は、稚貝から漁獲サイズ（殻長40㎜以上）までに至る成長過程での生残率の低さにあると推察されました。

一方、かつてアサリの主産地であった本州や九州では漁獲量が激減し、資源回復を図るために様々な取り組みが行われてきました。中でも試験段階ではありますが、カキ殻の粉末を球状に固めた製品や砂利を網袋に入れて漁場に設置すると、アサリの稚貝が集積し（天然採苗）、網袋の中では外に比べて良好な生残や成長が報告されています[1,2]。網袋の中のアサリは食害や波浪の影響を受けにくく、餌となる微細藻類なども捕捉されやすいことが高生残・高成長の要因と考えられています[3]。この手法の前提条件としては、稚貝発生がある程度あり、かつ波浪等によって稚貝が動かされることが挙げられています[4]。モニタリング調査の結果や干潟に現れる砂れん（砂の表面にできる波状の構造）から、能取湖の干潟では本条件を満たしている可能性が高いと考え、2017年から本手法を適用した試験を西網走漁業協同組合と共同で実施しています。その結果、漁獲量を増やすま



図１　能取湖

でには至っていませんが、能取湖でのアサリの増やしかたが見えてきましたのでご紹介します。

砂利入り網袋を使用した天然採苗と育成

2017年５月に能取湖東岸の干潟において、粒径１cm前後の砂利を５kg詰めた網目４mmのナイロン網袋を海岸線と並行に設置しました（写真１、以下、試験区）。2017年から2020年まで年１～２回の頻度で網袋を回収し、袋の中のアサリの個体数の計数と殻長の測定を行いました。また、これと同時に網袋周辺のアサリの生息状況を調査しました（以下、対照区）。



写真１　網袋の設置状況

試験開始から2018年４月までの平均密度（網袋の底面積や対照区の調査面積とアサリの個体数から計算）を図２に示しました。網袋の目合いは４mmですので、袋の中に集積されるアサリの主体は網袋設置前年に生まれた個体です。2017年に網袋を設置しましたので、採苗対象は2016年生まれ群となり、図２はその平均密度の推移となります。網袋周辺の対照区のアサリ平均密度は、５月に網袋を設置した時は745個体/㎡でしたが、８月までの間に大きく減少しました。その後、夏季から秋季は密度を維持していましたが、翌４月には０個体/㎡となりました。

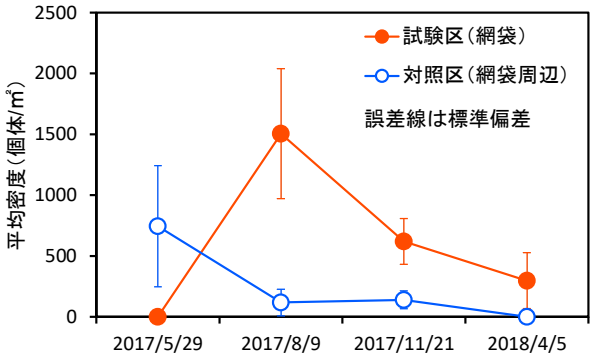


図２　アサリ稚貝（殻長27mm未満）の平均密度の推移

一方、試験区では網袋の外に存在する2016年生まれ群が袋の目から中に集積され、網袋設置から８月の間に大幅な密度の増加が見られました。それ以降は減少しましたが翌４月には298個体/㎡が残り、対照区に比べて高い密度を維持していました。試験区と対照区での試験開始から８月までの密度変化は対照的です。波浪等の強さを把握するために対照区で連続測定した流速を桑原[5]の方法で解析し、結果を図３に示しました。図３の青線より大きい値の領域（青線の外側）に計測値のプロットがあると、アサリ稚貝は波や流れで動かされる状態にあることを示しています。さらに赤線の外側にプロットがあると、アサリに加えて干潟の砂まで波や流れで動かされる状態にあることを

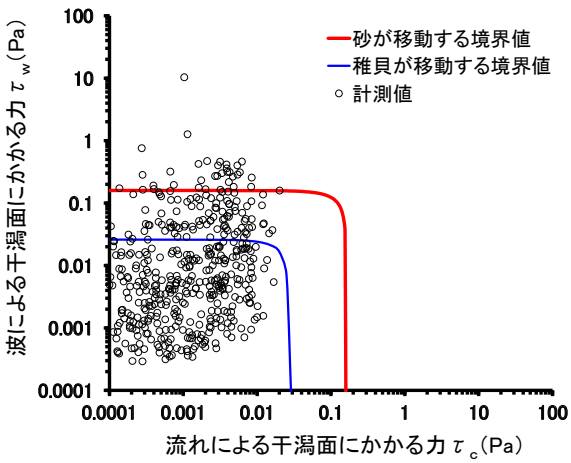


図３　対照区における干潟面のせん断応力と砂およびアサリ稚貝の移動限界

意味しています。2017年５月から８月の観測期間中に約30％の頻度で青線の外側にプロットされました。このことから波によって対照区のアサリ稚貝は散逸し、その一部が試験区（網袋）に集積されたため、両区で対照的な密度変化になったと推察されました。８月以降は両区ともに密度は減少傾向にありますが、年を越えて試験区の密度が対照区より高いのは、８月までの稚貝集積量の多さが要因であると判断されます。

網袋の中で越冬したアサリは2018年４月には平均殻長11㎜まで成長していました。その後、１年半経過した2019年10月に回収した網袋のアサリの殻長組成を図４上に示しました。殻長40㎜以上のアサリは１袋あたり平均６個体で、漁獲サイズが見えてきました。一方、小型個体も増えました。図２では2016年級群を採苗対象としていることを説明しましたが、設置から２年以上が経過していますので、2016年級群とは殻長が明らかに異なる2017年、2018年級群も網袋に入っています。

さらに１年後の2020年11月の殻長組成を図４下に示しました。殻長40㎜以上のアサリは１袋あたり平均８個体で、2019年10月からほとんど増えておらず、成長が頭打ちしているようでした。2020年11月の網袋内のアサリの平均密度は599個体/㎡と高く、過密状態にあることが成長停滞の要因と推察されました。殻長40㎜以上の漁獲対象貝を増やすにはもう一工夫が必要のようです。

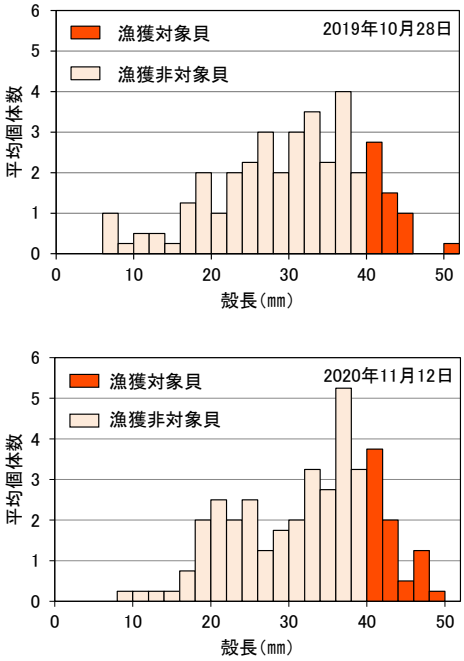


図４　2019年10月（上）と2020年11月（下）に回収した網袋のアサリ殻長組成

プラスチック篭による育成

網袋による育成に限界（過密状態）が見えましたので、網袋からアサリを出して育成する方法を試みました。食害防止の必要性の確認とアサリの移動防止のため、干潟にプラスチック製の篭を埋め、ラッカースプレーで標識したアサリを220個体/㎡の密度で収容し、蓋付き・蓋なしの２パターンで育成しました（写真２）。

１年後、蓋付きの篭では75％のアサリを回収でき、平均殻長は収容時の22㎜から41㎜へ成長し、漁獲サイズ（40㎜）以上の割合は63％でした。これに対し、蓋なしの篭ではアサリを１個体も回収できませんでした。篭の周辺では、穴の開いた標識したアサリの貝殻がいくつも回収されました（写真３）。貝殻に開いた穴の形態から、アサリは肉食性巻貝であるチシマタマガイ（写真４）に捕



写真２　プラスチック篭による育成
（左：蓋なし、右：蓋付き）



写真３　肉食性巻貝に捕食されたアサリの貝殻
（着色はラッカースプレーによる標識）



写真４　チシマタマガイ（水槽内）

食されて減耗したものと判断されます。殻長20㎜程度の大きさであっても、網袋から出してアサリを育成する場合には、引き続き食害生物からの保護が必要であると分かりました。

おわりに

成長過程で減耗するアサリ稚貝を砂利入り網袋と蓋付きのプラスチック篭を併用して育成することで、漁獲サイズのアサリを増やせることが分かってきました。ただし、本手法には網袋の設置や網袋からプラスチック篭へのアサリの移植などの労力が必要です。事業化の可否はアサリの増殖にかかる労力と漁獲から得られる収入との関係次第であることは容易に想像できます。

北海道産アサリは、国内生産量の激減や産地偽装問題の影響で貴重な国産アサリとして位置づけられ、価格が上昇しています。販売面では追い風状態にありますので、水産試験場では本手法の更なる省力化と生産性の向上を図り、能取湖でのアサリ増産の実現に向けて取り組みを続けていきたいと考えています。

最後に、本研究の実施に当たりご協力いただいた西網走漁業協同組合の末澤技師ならびに西網走漁業協同組合、網走市水産漁港課および網走東部地区水産技術普及指導所の関係者各位に心より感謝いたします。

参考文献

1）長谷川夏樹，日向野純也，井上誠章，藤岡義三，小林節夫，今井芳多賀，山口恵（2012）アサリ増殖基質としてのカキ殻加工固形物「ケアシェル」の利用，水産技術，５（１），97–105.
2）秋元清治，石井洋（2014）横須賀市走水海岸潮間帯におけるアサリの天然採苗試験，神奈川県水産技術センター研究報告，７，９-15.
3）日向野純也（2014）アサリの天然採苗と垂下養殖，豊かな海，33，56-58.
4）鳥羽光晴，小林豊，石井亮，林俊裕，岡本隆（2016）東京湾盤洲干潟において網袋と人工芝による３種の二枚貝稚貝の捕集速度に影響を与える要因，日本水産学会誌，82（６），899-910.
5）桑原久実（2009）底質の安定性からみた好適アサリ生息場環境．水産学シリーズ161 アサリと流域圏環境-伊勢湾・三河湾での事例を中心として（生田和正・日向野純也・桑原久実・辻本哲郎編），恒星社厚生閣，東京，61-70.

（秦安史　網走水試調査研究部　報文番号B2468）

水産加工シリーズ

ホッケ資源の効果的活用に向けて
ー「脂乗り」で付加価値を高める！！ー

キーワード：ホッケ、脂乗り、一夜干し、官能評価、フィッシュアナライザー™

はじめに

道産ホッケは2010年以降漁獲量が大きく減少しましたが、漁業者らによる資源管理の実施により、近年は緩やかな増加傾向となっています。過去には、漁獲量の６割以上が魚価の安いすり身原料として利用されていたホッケですが[1)]、資源の回復が期待される中、資源の安定と漁家経営の両立に向けた付加価値の高い活用が必要となっています。

一方、道産ホッケの開き干しは全国的に知名度が高く、加工業者からは脂の乗ったホッケの供給が求められています。しかしながら、ホッケの脂乗り（脂質含量）は漁獲場所や時期、成長段階などが影響するため[2,3)]、これら資源生態と脂乗りとの関係を明らかにすることが、ホッケを効果的に活用するためには必要と考えられます。

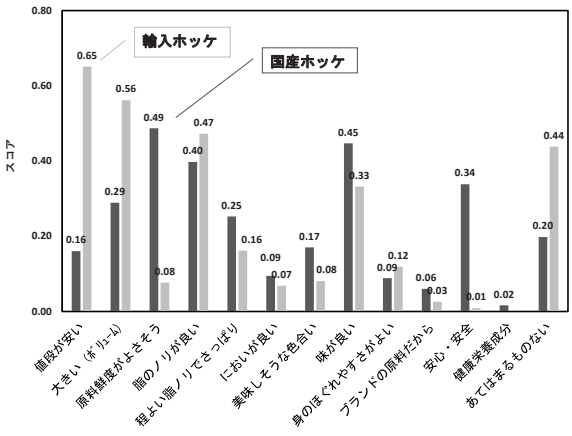
本研究では、ホッケ開き干しに対する消費者ニーズを明らかにするため、WEB形式アンケート調査（外部委託、株式会社水土舎）を行いました。また、後志管内で漁獲されたホッケ（以下、後志産ホッケ）の脂質含量の月別変化を明らかにするとともに、ホッケの脂乗りと開き干しの食味との関係を官能評価により検討しましたので、ご紹介します。

開き干しのWEB形式アンケート調査

WEB形式アンケート調査は北海道（札幌市）・関東近郊・大阪府・福岡県に居住する 20 代以上の男女を対象に、計1200名の回答を集計しました。

調査は「ホッケ開き干しを購入（もしくは喫食）する時に重視する事柄」について複数の選択肢の中から１位から５位まで順位付けしてもらい、順位に応じた点数の合計からスコアを算出しました（図１）。その結果、国産ホッケが原料の開き干しでは、「原料の鮮度」、「味」、「脂乗り」、「安心・安全」を重視することがわかりました。一方、輸入ホッケが原料の開き干しは、「価格」、「大きい（ボリューム）」、「脂乗り」が重視され、国産ホッケの開き干しとは嗜好性が異なることがわかりました。

なお、「脂乗り」は原料産地に関わらずに重視されることから、いわゆる、「脂の乗った開き干し」は消費者の購買意欲に働きかける効果（訴求効果）が高いと考えられます。



調査期間　：2020年12月21日～24日
調査方法　：WEB （1200名、20才以上、男女）
調査地域　：札幌、東京、埼玉、千葉、神奈川、大阪、福岡

図１　開き干しのWEBアンケート調査

ホッケ脂質含量の月別変化

2019年４月～2020年12月の後志産ホッケの脂質含量(平均値)の月別変化を図２に示しました。１、２月は脂質含量が２％台の値でしたが、３月以降増加傾向となり、７月がピーク（7.7％）となりました。その後、脂質含量は９月以降に顕著に減少し、12月には１％以下となりました。

マイワシやニシンなど多くの魚は産卵期に向けて脂質含量は増加することが知られています。ホッケについても春から夏に蓄えられた脂質含量が産卵期（10～12月）に活用されると考えられます。

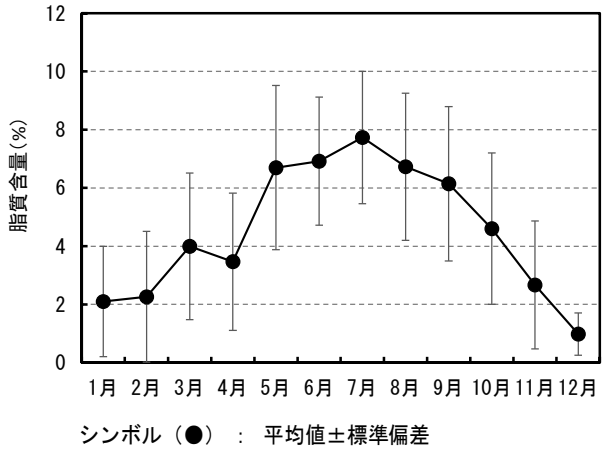


図２　脂質含量の月別変化

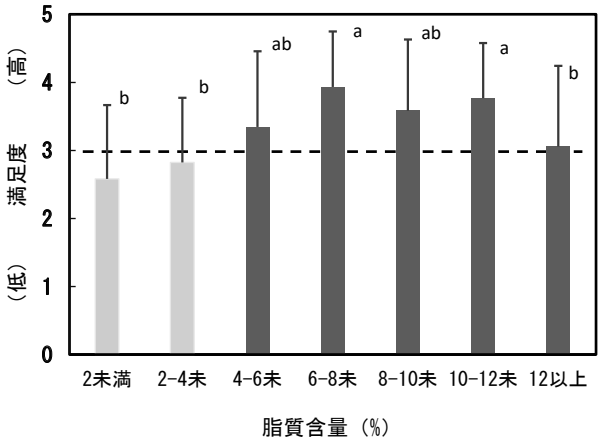
脂乗りと一夜干しの食味との関係

脂質含量が明らかとなったホッケを用いて、開き干しに加工しました。２枚おろし後の骨が付いたフィレー（半身）を３%の塩水に一晩浸漬後、送風除湿乾燥機で乾燥歩留まり75％を目安に乾燥し、開き干しとしました。

この開き干しを職員（総数266名）で「満足感」について評価しました。評価は５段階で行い、点数化しました。その結果、脂質含量が２％未満、２～４％未満のものは、評価がいずれも３点（普通）に達しませんでした。評価が最も高かったのは６～８％未満で3.9点でした。しかし、これより脂質含量が増加しても評価は高くならず、12％以上（3.1点）は６～８％未満に比べ低い評価でした（図３）。

食味評価者のコメントでは、低脂質含量（脂質４％未満）のものは「脂が乗っていない」という意見が多く、脂乗りに対する物足りなさがうかがえました。一方、高脂質含量のものは、「脂っぽくくどい」、「口の中に脂っぽさが残る」などの意見があり、これらが高脂質含量における低い評価の要因と推定されました。

以上の結果から、後志産ホッケは５～９月に脂質含量が６～７％台となることがわかりました。これら脂質含量６～７％台のホッケが原料の「脂が乗った開き干し」は、食味において満足度が高く、消費者の購買意欲に働きかける効果が期待できることから、ホッケの資源生態を踏まえた付加価値の高い活用と考えられます。



パネル数：266名（男性158，女性108）
官能評価：満足度について5段階で点数化した
不満足1，やや不満足2，普通3，やや満足4，満足5
有意差検定：Steel-Dwassの多重比較
異なるアルファベット間で有意差有り（$p<0.05$）

図３　脂質含量と開き干しの満足度の関係

脂乗りの品質保証

秋サケやブリの一部の生産現場では魚用品質状態判別装置（以下フィッシュアナライザー^{TM}、大和製衡（株））により魚の脂質含量を測定し、そ

の多寡による選別（品質保証）が試みられています。

秋サケやブリと同様、天然資源のホッケも脂質含量には個体差があることから、脂の乗った開き干しの品質保証のためには、フィッシュアナライザー™などの非破壊装置による脂質含量の測定が必要と考えられます。現在、フィッシュアナライザー™は20魚種の簡易測定が可能ですが、ホッケは含まれていません。そこで、大和製衡（株）と連携し、ホッケの脂質含量（実測値）とフィッシュアナライザー™推定値（インピーダンス値）による検量線を作成しました（図３）。

ホッケの脂質含量とフィッシュアナライザー™推定値には高い正の相関（r=0.819）が認められました。今後、この検量線データをフィッシュアナライザー™装置に登録し、ホッケ脂質含量の簡易測定について検証する予定です。

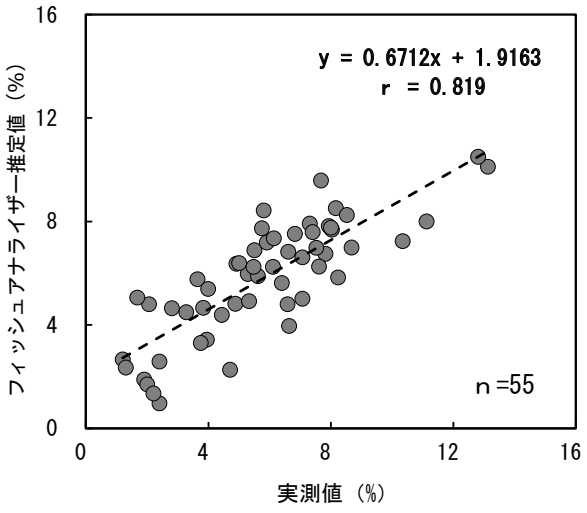


図３　フィッシュアナライザーによるホッケの脂質含量測定の検量線

おわりに

北海道で漁獲されるホッケは、主に生鮮、冷凍加工（開き干しやフライなど加工原料）、すり身原料､餌料（養魚用等）に仕向けられ､未成魚（０～１歳魚）から親魚（２歳以降）までのあらゆる成長段階のホッケが利用されています[4)]。

近年、北海道のホッケ資源が回復傾向の中、資源の安定と漁家経営の両立に向けては、生鮮や冷凍加工に仕向けられる親魚（大型魚）の付加価値向上技術の開発が重要と考えられます。

水産試験場加工利用部ではホッケ資源の持続的かつ効果的な活用を推進するため、令和４年度から「高鮮度ホッケを活用した付加価値向上技術開発」に取り組んでいます。

参考文献

１）平成26年度北海道水産物の生産･流通動向(2015)北海道漁業協同連合会、20.
２）小野塚馨（1980)本道日本海海域におけるホッケ肉の特性、北水試月報、37、127-133.
３）三上加奈子（2004)道産水産物のトレーサビリティーシステム導入促進費、中央水試事業報告書、238－240
４）星野昇（2020)北海道周辺におけるホッケの資源と動向、技術資料No６、51-55.

（鑓水　梢、麻生真悟　中央水試加工利用部
報文番号B2469）

各水試発トピックス

古（いにしえ）の謎は解けたのか？
－流氷接岸後に繁茂するコンブの由来－

2022年３月、道東の太平洋沿岸に流氷接岸がありました。2017年には小規模な流氷接岸が見られましたが、今回のような大規模なのは21年ぶりです。流氷が接岸すると、海底面が氷で削られて一時的にはコンブに大きな被害が出ますが、流氷が去って数か月後には、何もなかった岩盤面にコンブが多数生育し、その後の生産増に貢献することが経験的に知られています。しかし、流氷接岸時期のコンブには遊走子（タネに相当）を作る部位がないことから、芽生えてくるコンブのもとになるのは何なのか、昔から「謎」とされてきました。

ナガコンブの生活史を詳細に研究した佐々木（1973）は、海底面で他の海藻類の下で休眠している“長期生存配偶体”が、周囲の海藻が除去されたことによって目覚めるのではないかと考えました。そうだとすれば、流氷で削り取られた後の岩盤面には、配偶体に由来するコンブ細胞が多数存在するはずです。これを確かめるため、2017年の接岸の際に、流氷で削り取られた後の海底面を綿棒でこすり取り、PCR法でコンブ細胞に由来するDNAがあるか調べました。しかし、コンブのDNAはほとんど見られず、配偶体の存在を証明することはできませんでした。

もう一つの可能性は、遊走子による発生です。ナガコンブは、“通常”はこの時期には成熟していません。しかし、流氷で粉々になったコンブが何らかの理由で急速に成熟し、遊走子が海中に放出される可能性も考えられなくはありません。そこで今年、釧路地区水産技術普及指導所の協力を得て流氷が去った海岸で海水を採集し、その中にコンブの遊走子に由来するDNAがあるかどうかをPCR法で調べました。その結果、海水中にコンブ類のDNAはありましたが、その数はあまり多くありませんでした。また、コンブ以外の褐藻類のDNAも同じくらいあったことから、これらは遊走子ではなく、流氷で破砕された海藻の細胞片に由来するDNAであると考えられました。

このように、残念ながら今回も「謎」は解明できませんでしたが、仮説のひとつを検証することはできました。最近では、今回用いたPCR分析をはじめとして、新しい技術も開発されていますので、次の流氷接岸時にはさらに真相に迫ることができると思います。

（髙谷義幸　中央水試資源増殖部）



写真：2017年の様子、撮影：合田浩朗博士

各水試発トピックス

お騒がせマイワシ

稚内水産試験場の担当エリアである道北海域では、マイワシの大量漂着・漂流が４～５年に１度発生します。本州方面では同様のマイワシ大量漂着が起きると、すわ大地震の予兆か？とザワザワするところですが、道北あたりでは時化などによる急激な水温低下によるとみなされることが多いです。

ところが2022年６月18日、宗谷港内にマイワシの大群が混入していると、例年にない情報が地元漁業者からもたらされました。これまでマイワシ騒動が起きるのは冬と相場が決まっており、それが夏も近い６月となるとほとんど情報の無い状況でした。さらに気になることに、６月20日には稚内ではめったに起きない地震まで発生し、一気に胸騒ぎ案件となりました（個人の感想です）。稚内水試ではとり急ぎ、21日に釣りによるサンプリングを行い、生物測定を行ったところ、体長は15～20cm台の範囲で18cm台が最も多かったことがわかりました（図１）。また、生殖腺は未熟のものから成熟途上の卵粒が確認できるものまでが観察されました。この組成は、1980年代後半のマイワシ対馬暖流系群の豊度が爆発的に増えた時代に、稚内水試で測定した結果と極めて似ていることが判明しました。ちなみに、サンプリングをした21日には港内の魚群はすでに薄くなっていた一方、同日に沖合底引き網で一時的に漁獲されていたことから、群は沖へ戻ったと考えられました。

1980年代当時の事業報告書などによれば、マイワシは宗谷管内オホーツク海側へ宗谷暖流にのって６月上旬頃来遊し、８月頃には沖合海域へ分布を拡大、10月頃に日本海へ戻り始める、とあります。このパターンは1990年代に入り、マイワシ漁獲量が一気に減少すると全く確認されなくなりました。しかし近年対馬暖系群の資源量は増加傾向にあり、2022年は冬季にも多数のマイワシが確認されたことからも、かつてのパターンを踏襲した回遊を行っていた可能性があります。今回はそれらの群が何らかの要因により、沿岸へ押し寄せたと考えられました。

マイワシは専門書も出ているようなメジャーな魚ですが、道北海域やオホーツク海では色々明らかになる前に資源が減ってしまったこともあり、実態不明のミステリアスな魚といえます。突然の大量漂着も謎ですが、今回の件では、気象庁HPによれば周辺沿岸域の水温が1980年代にマイワシの宗谷海峡への来遊基準とされた14℃よりもかなり低い９℃となっていました。マイワシ騒動については、まだまだ調べることがありそうです。

（後藤陽子　稚内水試調査研究部）

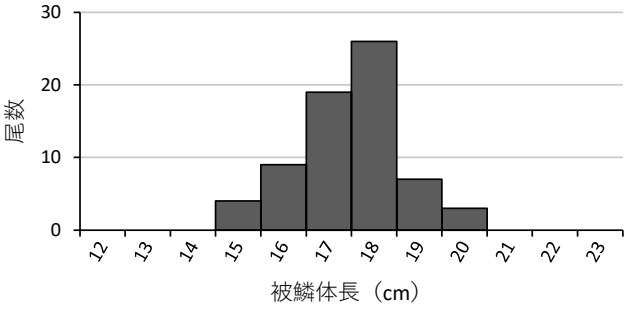


図１　2022年６月21日に宗谷港内において漁獲されたマイワシの体長組成

各水試発トピックス

試験調査船「北洋丸」竣工式を開催しました

令和４年４月27日（水）に稚内市において、稚内水産試験場の試験調査船北洋丸（３代目）の竣工式を開催しました。

これまで北洋丸は、日本海海域からオホーツク海海域における、スケトウダラ、ホッケ、イカナゴ類の資源調査や海洋観測などで成果を挙げてきました。

新しい北洋丸は、トロール調査などの効率化や安全性向上のため、Aフレームとワープネットウィンチが整備されました。調査機器では、新たに超音波多層式流向流速計を装備して、海洋環境調査の拡充を図るとともに、赤外線カメラの整備により夜間も海獣の分布調査が可能となりました。また、マルチビームソナーと地層探査機の装備により、海底形状が詳細に把握できるようになり、エネルギー・環境・地質研究所と連携して新しい課題に取り組んでいきます。

竣工式には、道内の水産関係者約100名が出席され、盛大に挙行されました。最初に道総研　小高咲理事長から式辞がありました。また、来賓の北海道総合政策部　渡邉宏和次世代社会戦略監、北海道議会　市橋修治副議長、北海道機船漁業協同組合連合会　風無成一代表理事会長からのご祝辞をいただき、祝電披露、北洋丸乗組員の紹介などが行われました。竣工式に引き続いて、新船披露と船内公開を予定していましたが、残念ながら悪天候のため中止となりました。

今後も、新北洋丸を活用した調査研究に取り組み、本道水産業の発展に努めていく所存です。

新しい成果にご期待ください。

（高畠信一　稚内水試調査研究部）



写真２　式辞を述べる小髙理事長



写真１　稚内港に初入港した新しい北洋丸（３代目）



写真３　悪天候のため室内でのテープカット

水産研究本部図書出版委員会

委員長　中多　章文
委　員　髙嶋　孝寛　萱場　隆昭　武田　忠明　板谷　和彦
　　美坂　　正　奥村　裕弥　高畠　信一　佐野　　稔
　　楠田　　聡
事務局　隼野　寛史　加藤　健司　小宮山健太

水産研究本部出版物編集委員会

委員長　隼野　寛史
委　員　髙嶋　孝寛　山口　浩志　萱場　隆昭　金田　友紀
　　武田　忠明　渡邉　　治　畑山　　誠　下田　和孝
　　楠田　　聡　安藤　大成
事務局　加藤　健司　小宮山健太（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
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105号

令和4年9月26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　株式会社　総北海札幌支社