

あおもりの未来、技術でサポート

地方独立行政法人青森県産業技術センター（青森産技）

水産総合研究所・内水面研究所



青森県水産研究情報

みず いさり

水と漁

第48号

令和7年3月3日発行



令和6年度水産試験研究成果報告会でのポスターセッション

目次

令和6年度水産試験研究成果報告会を開催しました	1
定置網マダラ、北から来たか？ 南から来たか？	2
下痢性貝毒の予測に向けて：機械学習を用いた新たなアプローチ	3
放流効果調査（マコガレイ、キツネメバル）	4
夏季高水温時における玉付け・玉取り作業の影響について	6
カワウとサケ稚魚の生態を利用してサケ稚魚の食害を防ぐ	7
深海性底魚類の利用促進に向けた利用加工技術の開発	8
スルメイカの鮮度保持試験～活締めがイカの品質に及ぼす影響～	9
2024年秋季のホタテガイ稚貝のへい死について	10
キアンコウの胃から海鳥のウミスズメ	13
石黒研究員が令和6年度日本水産学会東北支部長賞を受賞	13
中山研究員が博士号を取得	13

水と漁 URL https://www.aomori-itc.or.jp/soshiki/suisan_sougou/houkoku_kanko/water_isari.html

【発刊】 地方独立行政法人青森県産業技術センター URL <https://www.aomori-itc.or.jp/>

水産総合研究所 〒039-3381 東津軽郡平内町大字茂浦字月泊10 TEL 017-755-2155 FAX 017-755-2156

内水面研究所 〒034-0041 十和田市大字相坂字白上344-10 TEL 0176-23-2405 FAX 0176-22-8041

令和6年度水産試験研究成果報告会を開催しました

令和6年度青森県水産試験研究成果報告会を、令和7年2月7日（金）に、青森市の青森県水産ビルで開催しました。この報告会は（地独）青森県産業技術センターに属する水産総合研究所、内水面研究所、食品総合研究所、下北ブランド研究所の4機関の水産に関する研究成果を紹介するために毎年開催しています。当日は、県内漁業関係団体、漁業関係者、市町村や県の水産関係者など100名の参加がありました。

発表課題7課題を以下（2頁～9頁）でご紹介します。



松谷 紀明 主任研究員



長野 晃輔 研究員



高橋 拓実 研究員



小谷 健二 研究管理員



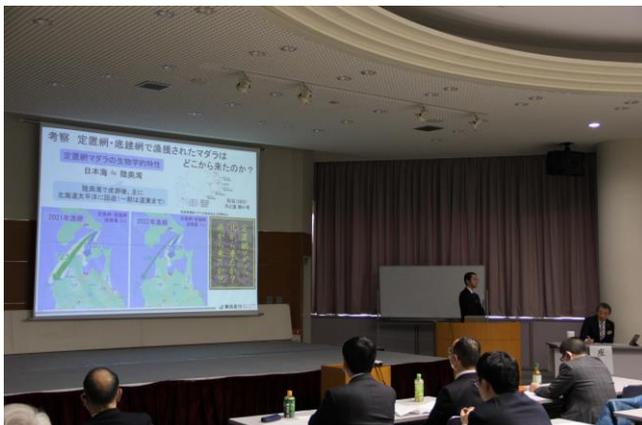
静 一徳 主任研究員



佐藤 慶之介 主任研究員



岸本 堯大 研究員



発表会場の様子

定置網マダラ、北から来たか？ 南から来たか？

水産総合研究所 資源管理部 松谷 紀明

2024年7月からマダラ4系群（本州日本海北部系群、本州太平洋北部系群、北海道太平洋及び北海道日本海）の漁獲可能量（TAC）による管理が開始されました。青森県では北海道日本海を除く3系群を漁獲しており、日本海、陸奥湾、太平洋の各地域において資源の状態に合わせた管理方針の検討が進められているところです。比較的マダラの漁獲量が安定している青森県日本海においては、2021年漁期以降、深浦町沿岸を中心にマダラの大量来遊があり、定置網及び底建網によって例年より多くのマダラが漁獲されました¹⁾。これらのマダラは他海域からの移入の可能性も考えられますが、詳細は不明です。そこで、青森県日本海に大量来遊し、定置網及び底建網で漁獲されたマダラの生物学的特性を調査し、得られた結果からその由来について考察しました。

2021年及び2022年漁期の1月に、日本海は新深浦町漁協本所において、陸奥湾は脇野沢村漁協において水揚げされたマダラの魚体測定と耳石の薄片観察による年齢査定（4月1日起算）を行いました。その結果、両海域に共通して、2017年級群（2021年漁期の4歳魚、2022年漁期の5歳魚）、次いで2018年級群（2021年漁期の3歳魚、2022年漁期の4歳魚）が主体であると推定され、1年経過して、1歳年を取り、全長は1階級分大きくなったことがわかりました（図1）。

また、日本海に大量来遊した雌マダラの透明卵の出現状況から、産卵期は12月下旬から1月中旬と推定され、陸奥湾を含む北海道太平洋の産卵期と類似し、本来の本州日本海北部系群の産卵期（1月下旬から3月上旬）より早い可能性が示唆されました。

日本海に大量来遊し、定置網及び底建網で漁獲されたマダラの生物学的特性が陸奥湾マダラと類似していたことから、同一の群れである可能性が示唆されました。陸奥湾マダラは、陸奥湾で産卵後、主に北海道太平洋に回遊し、一部は道東に達することが知られており、近年の調査でも同様の結果が確認されています²⁾。陸奥湾マダラは近年豊漁が続いており、2021年漁期は陸奥湾マダラと同じ群れが青森県の北側の海域から日本海にも来遊し、2022年漁期は前年には及ばないものの、同様に日本海へ来遊した可能性が考えられました（図2）。

現在、標識放流による検証に取り組んでいますので、標識マダラが再捕された際には、水産総合研究所までご連絡をお願いします。

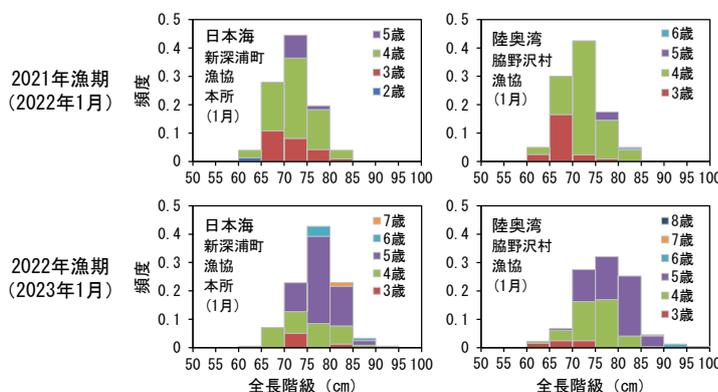


図1 マダラの全長別年齢組成（左：日本海、右：陸奥湾）



図2 マダラ来遊の概念図

1) 松谷紀明 (2022) マダラ豊漁に沸いた深浦～その生物特性～. 水と漁第41号, 1.

2) 松谷紀明 (2022) 陸奥湾標識マダラが北海道根室海峡で初再捕!. 水と漁第41号, 7.

下痢性貝毒の予測に向けて：機械学習を用いた新たなアプローチ

水産総合研究所 漁場環境部 長野 晃輔

陸奥湾では、下痢性貝毒によってホタテガイの出荷自主規制（規制値：0.16 mg OA 当量/kg）が、過去5年間で3回と散発的に発生しており、計画的な出荷の妨げとなっています。そのため、計画的な出荷を実現するため、これまで貝毒のモニタリングを行ってきた担当者たちが下痢性貝毒の毒値予測に挑戦してきましたが、ホタテガイの毒化メカニズムが複雑であるため、実用的な予測方法は確立されていません。例えば、陸奥湾における下痢性貝毒の主な原因は植物プランクトンである *Dynophysis fortii*（以下フォルティ）（図1）で、ホタテガイが本種を捕食することで毒値が増加しますが、フォルティが存在しても必ずしも毒を持っているわけではなく、さらにホタテガイが餌を食べる量などの生理的要因が関係してくるため、複雑な予測式を要します。そこで今回は、従来よりも複雑な関係を考慮して毒値を予測できる機械学習（今回はLightGBM）という技術を用い、予測に挑戦しました。ここでは、誤差などの評価指標から最も優れたモデル（すなわち予測のための式）をご紹介します。



図1 下痢性貝毒原因プランクトンのフォルティ

今回のモデルが求める予測対象は、来週の陸奥湾西湾（野内）におけるホタテガイの毒値です。本研究所では、原則として週に1回、貝毒モニタリングを行い、水温などの環境観測や、水深毎に採水して原因となるフォルティを含む各種プランクトンの密度測定を実施しています。今回は、これらの調査データに加え、毒値測定データを用いて予測の手がかりとしました。

モデルにおいて重要な手がかりを明らかにするため、予測への寄与度（SHAP 値）を計算したところ、来週の毒値予測に最も影響を与えたのは「直近の毒値」（先週や今週の毒値）でした。次いで、原因生物である「フォルティ」（密度や割合）、そして「季節のデータ」（月平均や月最大の毒値）、さらに「その他のプランクトン」、および「水温」の順となりました。この結果から、モニタリングで得られるデータが予測において重要であることが分かりました。

予測結果を検証したところ、規制値を超える高毒年では毒値の増減やピークの検知が可能である一方で、予測値が実際よりも低く出る傾向が確認されました（図2）。また、中程度の毒値の年では、全体的な傾向は把握できたものの、フォルティ密度が予測に与える影響が不明確な場合、増減の予測が不安定になっていました。一方、低毒値の年では、精度の高い予測が可能でした。

以上の結果から、今回作成したモデルは、具体的な毒値の予測は難しいものの、毒値の急増を検知でき

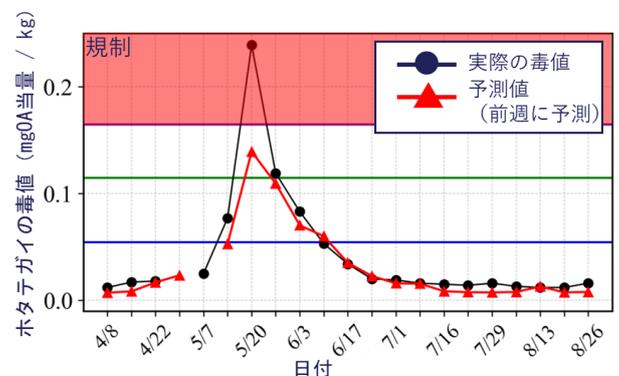


図2 2024年の毒値予測結果

るため、規制値を超える危険性があるかの判断に役立つと考えられます。その一方で、毒値が中程度の場合には、毒値急増を誤って検知してしまう可能性があるため、すぐに実用化するのは難しいかもしれません。しかしながら、モデルの改良を続ける中で確かな手ごたえを感じているため、今後も予測精度の向上を目指して改良を重ねていく予定です。

放流効果調査（マコガレイ・キツネメバル）

水産総合研究所 資源増殖部 高橋 拓実

第8次青森県栽培漁業基本計画(令和4～8年度)において、魚類ではヒラメ、マコガレイ、キツネメバル、アイナメの4種が技術開発対象種となっています。このうちマコガレイとキツネメバルは放流技術の開発及び放流効果の把握が求められており、資源増殖部で標識放流・市場調査を行った結果をもとに、標識魚の年間推定漁獲尾数及び回収率を算出しました。

<マコガレイ>(写真1)

- (1) 標識放流：2015年～2020年にかけて、陸奥湾産マコガレイ親魚を用いて水総研が種苗生産した0～1歳魚337～3,836尾に腹鰭抜去標識を施し、野辺地町周辺に放流しました。
- (2) 放流効果調査：2018年～2023年に野辺地町漁協に水揚げされた個体を調査し、全長、銘柄、銘柄別の箱重量と入り尾数、標識(腹鰭抜去)の有無及び年齢を確認しました。
- (3) 回収率の推定：全長と年齢の関係から銘柄ごとの年齢組成を推定し、市場の年間水揚げ量と対応させることで、年齢ごとの年間推定漁獲尾数を計算しました。そこに市場調査及び標識魚から得た情報を加えて標識魚の年間推定漁獲尾数を算出し、最終的に生産年ごとの回収率(=標識魚の年間推定漁獲尾数÷放流尾数)を算出しました。
- (4) 結果：標識魚の年間推定漁獲尾数は、2022年の88尾を最多として、2023年は80尾、2019年は55尾、2018年は3尾となりました(表1)。生産年ごとの回収率は、2015年生産群が5.53%、2018年生産群が5.07%、2016年生産群が3.21%の順となりました(表2)。



写真1 マコガレイ

表1 標識魚の年間推定漁獲尾数(マコガレイ)

調査年	2歳	3歳	4歳	(4+歳)	5歳	6歳	(6+歳)	計
2018	3							3
2019		8	47					55
2020								—
2021								—
2022			33			55		88
2023				28			52	80

表2 生産年ごとの回収率

生産年	回収率
2015	5.53
2016	3.21
2017	—
2018	5.07
2019	—
2020	—

- (5) 考察：2015年、2016年及び2018年生産群で回収率が高かった要因として、2016年生産群は放流尾数が3,673尾と多かったこと、また2015年・2018年生産群は1歳以上で放流したことによって放流後の生残率が高かったことが推測されます。漁獲の主体は4歳魚以上であるため、まだ標識魚の水揚げを確認できていない2019年以降の生産群についても、今後の市場調査で多くの標識魚発見が期待できると考えています。
- (6) 今後の課題と計画：今回は過去6年分のデータを用いて回収率を算出しましたが、より正確に放流効果を評価するためには、さらなる推定精度の向上が必要です。今後も引き続き市場調査を実施し、標識魚や測定データを収集していく予定です。

＜キツネメバル＞(写真2)

- (1) 標識放流：2010年～2023年にかけて、(公社)青森県栽培漁業振興協会(以下、栽培協会)が種苗生産した0歳魚2,400～13,200尾/年に腹鰭抜去標識を施し、深浦町北金ヶ沢周辺に放流しました。
- (2) 放流効果調査：2015年～2023年に新深浦町漁協に水揚げされた個体を調査し、全長、銘柄、銘柄別の箱重量と入り尾数、標識(腹鰭抜去)の有無及び年齢を確認しました。
- (3) 回収率の推定：マコガレイと同様の方法で、標識魚の年間推定漁獲尾数及び放流年ごとの回収率(=標識魚の年間推定漁獲尾数÷放流尾数)を算出しました。
- (4) 結果：標識魚の年間推定漁獲尾数は、2016年の24尾を最多として、次いで多かった2013年が21尾となりました(表3)。放流年ごとの回収率は、2012年放流群が最も高く1.60%であり、次いで2010年放流群が0.88%となりました(表4)。



写真2 キツネメバル

表3 標識魚の年間推定漁獲尾数(キツネメバル)

調査年	2歳	3歳	4歳	5歳	計
2013		21			21
2014		4			4
2015					—
2016			24		24
2017		2	4		6
2018		2		6	8
2019		1	3		4
2020					—
2021					—
2022		3			3
2023					—

表4 放流年ごとの回収率

放流年	回収率	放流年	回収率
2010	0.88	2017	—
2011	0.07	2018	—
2012	1.60	2019	0.03
2013	0.10	2020	—
2014	0.02	2021	—
2015	0.05	2022	—
2016	0.01	2023	—

- (5) 考察：2010年と2012年放流群の回収率は、標識放流数や調査尾数が少ない状況で標識魚が発見されたことにより、真の回収率よりもかなり過大推定された可能性が高いと考えられます。これらの放流群を除いた場合の回収率は0.01～0.10%程度で、特に近年の放流群の回収率が低い傾向にあることから、高水温による漁場の北偏化や標識魚の腹鰭再生による影響が考えられました。腹鰭抜去を施す際、抜去が不完全だと鰭が徐々に再生してしまうことが知られています。そこで2023年12月から栽培協会のご協力のもと飼育実験を行い、抜去「良」群と「不良」群の2つの試験区(各100尾)を用意して腹鰭の再生状況を確認しました。その結果、抜去から約8か月後の時点で、抜去「良」群では生残個体のうち94.1%の個体で全く再生が見られなかった一方で、抜去「不良」群では64.3%の個体がすでに通常魚と判別できない程度にまで腹鰭が再生していました。このことから、腹鰭抜去時の丁寧な作業の重要性を改めて認識することができました。
- (6) 今後の課題と計画：マコガレイと同様に、より正確な放流効果の評価のためにも、さらなる推定精度の向上が求められます。キツネメバルについても市場調査を継続し、多くの標識魚や測定データを収集していく予定です。

夏季高水温時における玉付け・玉取り作業の影響について

水産総合研究所 ホタテガイ振興室 小谷 健二

陸奥湾のホタテガイ養殖では、養殖施設が適正な水深となるように浮力調整の浮玉(底玉)を増減する「玉付け」と「玉取り」という作業があります。当作業は、養殖施設を漁船に引き揚げることから、養殖籠が水面直下に曝されます。そのため、当研究所では夏季高水温時には、養殖施設を水温の低い下層へ沈め、貝の成長に影響がある水温を下回るまで手をかけないことを漁業者へ呼びかけています。

一方で漁業者から「高水温時に当作業を実施したいので貝への影響を知りたい」という要望や「高水温ピーク頃に当作業を実施したが、貝にほぼ影響がなかった」という情報を得ていましたが、当作業が貝に与える影響について十分な知見が得られていませんでした。そこで、本研究では夏季高水温時における玉取り作業のホタテガイ稚貝への影響を調べました。

試験は、稚貝を対象に2024年7月18日～10月25日に久栗坂実験漁場で実施しました。試験区は、高水温ピーク時の玉取り作業を想定した玉取り区、中層に垂下し成長促進を狙った中層区、養殖施設を下層に沈めたままの対照区の3試験区を設定し、9月6日に玉取り区と中層区の養殖施設を引き上げて玉取り区の中層部の天棒の長さを調整し、疑似的な玉取り作業を実施しました(図1)。

試験期間中、26℃以上の水温は、いずれの試験区も出現せず、疑似的な玉取り作業時の表層水温は、25.4℃でした。23℃以上の水温の累積時間を比較すると、中層区では特に24、25℃台が多く、対照区では玉取り区と概ね同様に推移していましたが、24、25℃台がやや多く出現していました。

試験終了時のへい死率は、玉取り区<対照区<中層区の順に低く、対照区と比較すると、中層区がほぼ同じで、玉取り区が対照区よりも低い値でした(図2)。殻長は、対照区と比較すると、中層区が小さく、玉取り区がほぼ同じでした(図3)。また、異常貝は、いずれの試験区もありませんでした。

以上から、夏季高水温時のピークが25℃台での玉取り作業は、稚貝のへい死や成長にほぼ影響がないと考えられました。なお、玉付け・玉取り作業を実施しても影響がない条件として、以下に当てはまる必要があると考えられます。①漁場水深が深い養殖施設、②水温が23℃未満の時期に稚貝を採取、③稚貝採取以降、水温の低い水深に沈めた、④水温が23℃を上回ってから夏季高水温のピーク頃まで手をかけない、⑤高水温のピーク頃の玉付け・玉取り作業実施以降、水温が23℃を下回るまで再び手をかけない。今回の試験では、特に高水温のピークが26、27℃台の際の貝への影響が未検証のため、今後も同等の試験を継続して調べていく予定です。

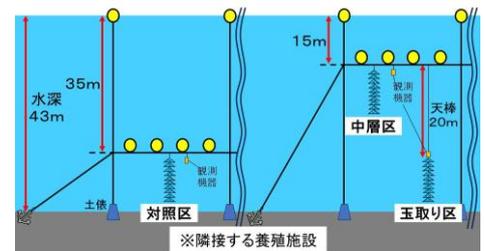
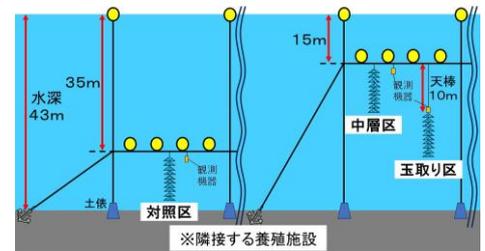


図1 設定した試験区(上:疑似的な玉取り作業前、下:作業後)

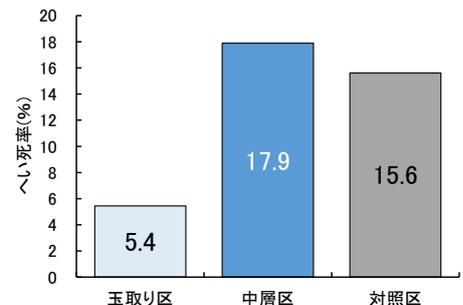


図2 試験終了時のへい死率

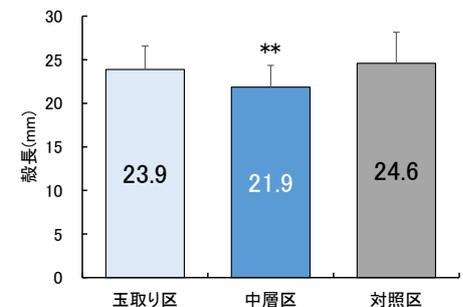


図3 試験終了時の殻長

カワウとサケ稚魚の生態を利用してサケ稚魚の食害を防ぐ

内水面研究所 調査研究部 静 一徳

全国的なカワウの個体数、生息域の回復に伴い、近年、東北地方でもカワウの食害が報告されるようになりました。当地方ではサケの放流事業が盛んに行われており、サケはアユと並ぶ、カワウによる食害の懸念魚種です。回帰したサケ親魚は体サイズが大きいため、カワウのターゲットとなることはほとんどありませんが、サケ稚魚は体重1gを目安に放流されるため、カワウの捕食対象種になり得ます。しかしカワウによるサケ稚魚の食害はほとんど報告されておらず、はたしてカワウがサケ稚魚を捕食するのかわ不明でした。東北地方では冬季は厳しい寒さで多くの水域が結氷するため、結氷せず食物環境も良好な一部の地域にカワウのねぐら(越冬ねぐら)が形成されます。青森県では、これまで調べられた中では八戸市にほぼ県内唯一の越冬ねぐらがあり、冬季になると最大1,000羽~2,000羽が集結します。このねぐらの下流にある新井田川漁業協同組合のサケふ化場周辺には、サケの放流時期にカワウが飛来しており(図1)、サケ稚魚の食害が懸念されていました。

そこで胃内容物調査と糞DNAメタバーコーディングの二つの方法により、カワウの食性調査を行いました。サケ稚魚の放流が行われる、サケふ化場横の支流で捕獲されたカワウの胃内容物からはサケ稚魚のみが出現しました。一方でサケふ化場周辺の本流で捕獲されたカワウからはサケ稚魚は出現しませんでした。



図1 サケふ化場前で採食するカワウ

また、ねぐら下で採取した糞を利用したDNAメタバーコーディングでは、ボラなどの海や河口域に生息する魚種の割合が高く、サケ稚魚はほとんど出現しませんでした。これらの結果から、①サケ稚魚はカワウの潜在的な捕食対象種であること、②ねぐらの大多数の個体が海で採食していること、③新井田川ではサケ稚魚放流が行われる支流でサケ稚魚が集中的に捕食されていることが明らかとなりました。また、サケ稚魚が支流で集中的に捕食される理由として、放流後にサケ稚魚が滞留していることが要因と考えられました。

これらの結果を受け、新井田川漁業協同組合ではサケの降河生態を考慮した対策を実施しました。サケ稚魚の降河は夜間に行われることが報告されていたため(長谷川ら2019)、それまでの朝放流を夕方放流に変更しました。その結果、朝放流を行っていた2018年は1日平均18羽が飛来していましたが、夕方放流に変更した2020年以降、数羽以下まで大幅に減少し飛来数の抑制効果が確認されました。さらに、夕方放流以降も飛来するカワウについて、飛来日の環境条件との関係を解析しました。その結果、カワウの飛来日は月齢と密接に関連しており、具体的には満月前後の期間になると日中のカワウ飛来頻度が増加し、新月前後には減少していました。この理由については、サケ科魚類の降河行動や関連ホルモンのピークが新月に生じることが報告されているため、満月前後の期間には滞留傾向が生じるためと考えられました。これらのことから放流後のサケ稚魚の滞留を抑制しカワウによる食害を防ぐ対策として、①夕方放流、②新月をピークの放流または満月前後の重点的カワウ追払いが有効と考えられました。

深海性底魚類の利用促進に向けた利用加工技術の開発

食品総合研究所 加工技術部 佐藤 慶之介

青森県のサバやスルメイカ等の主要魚種は水揚げの低迷が続いており、県内の加工業者は原料の安定した確保が難しい状況です。一方で、青森県太平洋沖合では（国研）水産研究・教育機構開発調査センターにより深海性底魚類の漁場開拓が進められており、これらが代替の加工原料として利活用できるよう加工技術の開発に取り組んだので、その概要を紹介します。

沖合底びき網の試験操業によりシロゲンゲ、ココノホシギンザメ、ムネダラ、テナガダラ、イトヒキダラ及びオニヒゲ（写真1）がまとまって漁獲されたので、これらをドレス加工で冷凍するまでの作業性と歩留りを確認しました。オニヒゲやテナガダラ等の一部魚種では尾部が細長く、鱗取りや洗浄がしづらい点を確認しましたが、洗浄後はいずれの魚種も異臭はありませんでした。また、各魚種のドレス加工後の歩留りは、シロゲンゲとイトヒキダラは7割程度でしたが、その他は5割前後と低い歩留りとなりました。

次に、実際に加工した際に各魚種の味や食感の特性を把握するために、シロゲンゲ、テナガダラ及びオニヒゲを対象にスケトウダラのロールたらの加工製法で試作しました（写真2）。その結果、風味はスケトウダラに似ていましたが、シロゲンゲで乾燥後に塩味が強くでた他、魚種毎で味に特徴がありました。製品歩留りはスケトウダラよりも低く1割未満でした。

さらに、風味付けと歩留まり向上を目的として粕漬け製品の試作を行ったところ、ムネダラとシロゲンゲでは水分が多く不向きでしたが、イトヒキダラとテナガダラでは風味と食感が良好で、製品歩留りは3割前後でした（写真2）。

また、魚種毎の加工特性を踏まえて各種加工品を試作し、加熱後でも柔らかいシロゲンゲが蒲焼き加工に適している点や、加熱後に弾力が出るココノホシギンザメを揚げ物にした際、さめ臭が無く食感も良好であることを確認しました（写真3）。これら2品については、当所の県内加工業者向け展示試食会で比較的好評でした。

深海性底魚類は魚種によって尾部が細長い、頭部が大きい等特異な形状をしており、そのため原魚処理時に時間を要し、加工方法により歩留りが影響を受けますが、呈味や食感の違いといった加工特性を考慮することで乾製品、漬け製品、蒲焼き、揚げ物による利用は十分可能と思われます。今後も原料不足の課題解決の一助となるよう、利用加工技術の開発を継続して参ります。

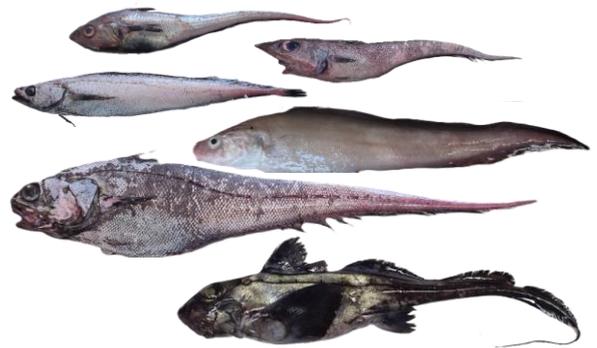


写真1 深海性底魚類（上からテナガダラ、オニヒゲ、シロゲンゲ、ムネダラ、ココノホシギンザメ）



写真2 オニヒゲのロールタラ風(左)及びテナガダラの粕漬け(右)

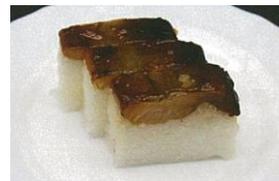


写真3 シロゲンゲの蒲焼き押し寿司(左)ココノホシギンザメのフライ(右)

スルメイカの鮮度保持試験 ～活締めがイカの品質に及ぼす影響～

下北ブランド研究所 加工技術部 岸本 堯大

スルメイカは青森県を代表する水産資源ですが、2016年以降その漁獲量は減少の一途を続けており、2023年には漁獲量は最盛期の30分の1未満にまで低下しています。この現状を受けて青森県水産振興課では国立研究開発法人水産研究・教育機構などの外部機関と連携して「小型いか釣り漁業の経営安定強化事業（R4～6）」を実施しており、下北ブランド研究所ではスルメイカの鮮度保持技術の検討および確立を担当しています。スルメイカの品質は外観で判断できることが多く、鮮度が良く高値で取引されるものほど黒く発色しています。そこで本試験では既にヒラメなどで外観の改善効果が確認されている活締め処理および各種梱包材の使用が、保存中のスルメイカの品質に与える影響について検討しました。

活締め処理の試験では漁獲直後のスルメイカをそれぞれ3つの方法で処理し、氷冷保存中の経時変化について検討しました。それらの方法は野締め（20分間陸上で放置）、三か所締め（両眼斜め上と両眼間の神経を切断）、市販治具（市販の治具で外套膜と頭部の間を切断）で、このうち三か所締めは本事業に御協力いただいた白糠漁業協同組合で実施された活締め法です。外観を確認した結果、野締め区では保存6時間目と48時間目ではほかの2区分と比較して白い個体が多い一方、逆に三か所締め区では黒い個体が多いことが分かります（図1）。また、色度は赤色を示すa*値が三か所締め区、市販治具区、野締め区の順で高く推移しており、外観の観察結果と概ね一致していました（図2）。

梱包材の試験では水揚げ後のスルメイカをプラスチックトレイ、パーチミル紙、海水（袋に滅菌海水とともに封入）、直氷（梱包材不使用）の4つの方法で梱包し、氷冷保存中の経時変化を確認しました。外観について保存48時間目に確認した結果、空気に触れている表側では区分間で差は確認されませんでした。梱包材と接している裏側では直氷区でまだら状の変形や変色が確認された一方、それ以外の区分、特にプラスチックトレイ区では最も良好な外観が維持されていました（図3）。

以上の結果から、活締め処理、特に三か所締めおよび梱包材の使用はスルメイカの品質保持に効果があることが確認されました。

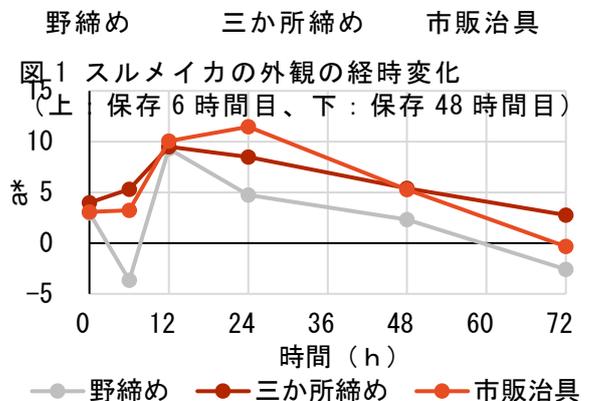


図2 スルメイカの a*値 (赤色) の経時変化



図3 スルメイカ裏側の外観 (48時間目)
(左上：プラスチックトレイ 右上：直氷
左下：パーチミル紙 右下：海水)

2024 年秋季のホタテガイ稚貝のへい死について

水産総合研究所 ホタテガイ振興室

2024 年夏、3 年ぶりに十分な稚貝を確保できたと思ったのも束の間、秋にはこれまで経験したことのない稚貝の成長不良とへい死が発生しました。漁業者からは、①水温が下がってもフチが回らない（成長がみられない）稚貝が多い、②水温の低い下層に沈めていた稚貝の方が良くない、③新貝は前年（2023 年）ほど死んでいない、④前年（2023 年）ほど水温は高くないので高水温では説明がつかない、⑤酸欠やカニによる食害で死んだのではないか、などといった様々な意見が寄せられました。

こうしたことから、高水温に加えて、これまであまり着目してこなかった餌不足も含めて、へい死の原因と今後の対策を考えてみました。

1 ホタテガイのへい死メカニズム

稚貝は 23℃で成長が停滞、25℃で停止、1～2 年貝は 20℃で成長が停止し、それ以降は中腸腺（ウロ）や貝柱に蓄えたエネルギーを使って生命を維持しますが、水温が高くなるほどエネルギーの消耗が激しくなり、最後はエネルギー不足でへい死します。稚貝の成長が止まる水温は、1～2 年貝より高いため、稚貝の方が高水温に強そうと思われがちですが、成長が止まった後はエネルギーの蓄えが少ない稚貝の衰弱が 1～2 年貝より早く進みます（図 1）。

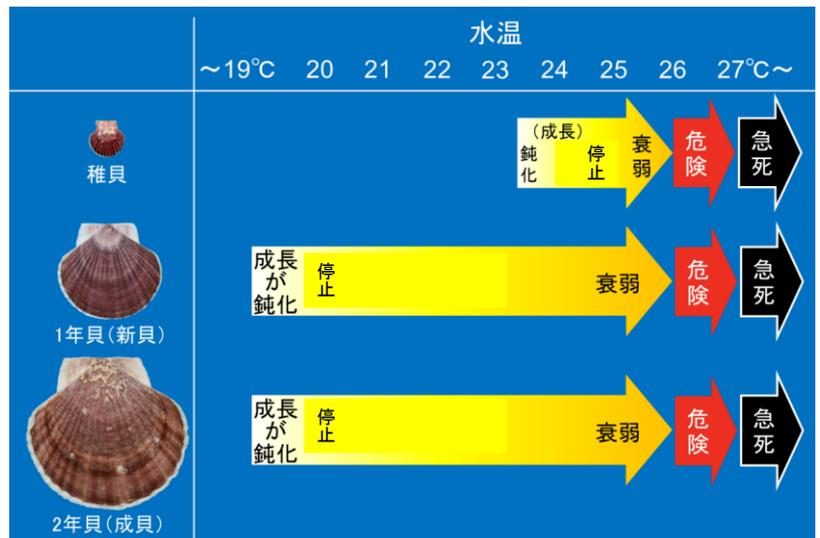


図 1 貝の成長と生残率に与える水温の影響

餌不足の場合は稚貝の衰弱がさらに早まり、1～2 年貝よりも先にへい死することで稚貝のへい死率が高まると考えられます（図 2）。

2 2024 年夏季の水温

2023 年ほどの高水温ではないにしろ、2024 年の陸奥湾内の水温は高く、23℃以上の日数は、水深 10～15m で前年と同じく約 2 か月、水深 20～30m でも約 1 か月ありました（図 3）。

漁場水深の浅い養殖施設のホタテガイほど高水温の影響をより強く受けて、へい死率が高くなったと考えられます。

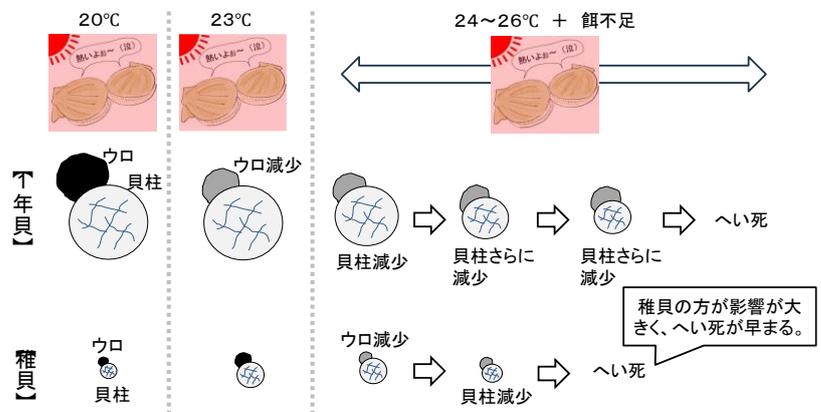


図 2 餌料環境が悪く、高水温が続いた場合のホタテガイのへい死イメージ

また、稚貝は体力を消耗しただけでなく、高水温やその他の要因によって呼吸や摂餌を担う鰓を損傷していた可能性があります。

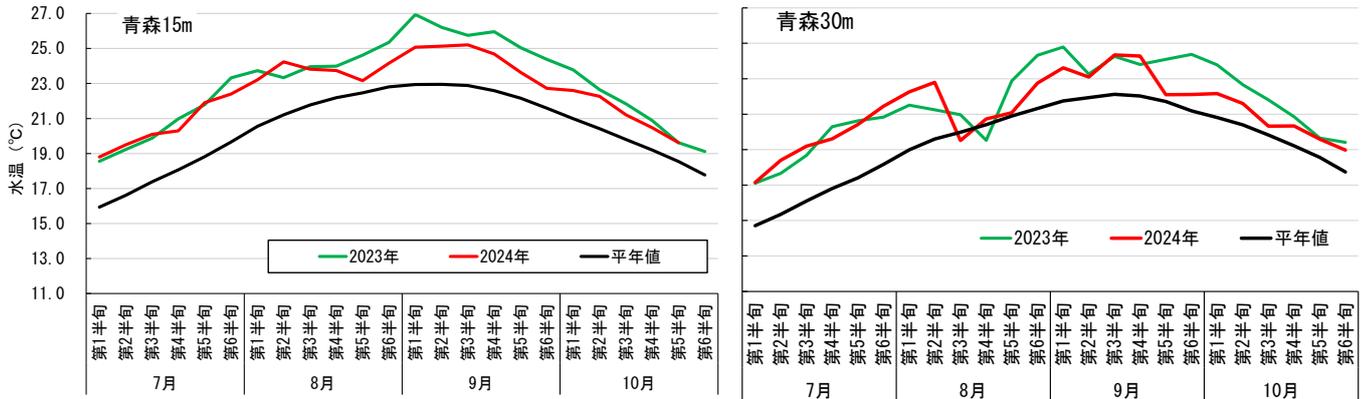


図3 青森ブイの水温

3 2024年春から秋にかけての餌料環境

餌料環境の指標であるクロロフィルa量が陸奥湾内9地点の調査で、例年より少なかったことが分かっています(図4)。前述の高水温に餌不足の影響も加わり、①貝毒調査地点の養殖ホタテガイの中腸線指数が低くなり、②実態調査での新貝の軟体部重量、稚貝の全重量が軽くなったものと考えられます。

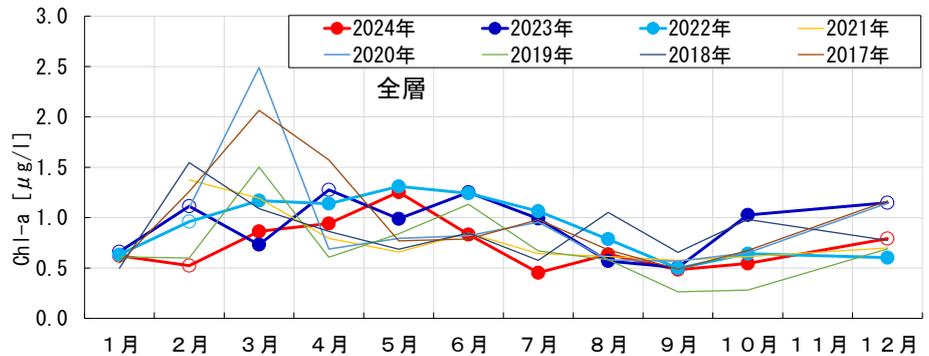


図4 漁業公害調査でのクロロフィルa量(湾内9地点の全層平均)

* 調査地点数が8地点以下の月を白抜きで示した。

また、2023年の高水温被害の経験から稚貝採取後の幹綱水深を例年より深めにしたことで、表～中層よりも餌の少ない下層に長い期間、置かれるケースも見られました。施設を深く沈めるほど、エゾカサネカンザシ等(通称、ミミズガキ)や泥などの付着で潮通しが悪くなり、パールネット内の餌料環境がさらに悪化した可能性があります(図5)。

4 稚貝採取時の収容密度

高水温によるへい死率の差はあまりないとの経験や、作業効率(倍率)を考えて、稚貝採取時に例年よりも多く(200~300枚/段)の稚貝を収容するケースが見られ、実態調査での幹綱1m当たりの収容枚数は急激に増加しました。また、猛暑年以降に収容枚数が増加している地区がありましたが、これは高水温により、稚貝採取や稚貝分散の作業適期が短くなっている影響も考えられます。

労働力不足や燃油代高騰などもあり、作業の効率化は非常に重要です。ただ、2024年のように餌料環境の悪い年には、高密度収容によりパールネット内の餌料環境をさらに悪化させる危険性があり、注意が必要です。



図5 ミミズガキが大量付着したネット

5 分散等の作業開始時期

まだ水温の高い9月下旬～10月上旬に玉付けして施設を浮かせたり、稚貝を移動したり、稚貝分散を開始したりしているケースが見られました。玉付けはまだまだ、その時期に移動・分散した稚貝は体力が回復しないまま、へい死した可能性があります。餌料環境の悪い年には、高水温時の作業の影響も大きくなる危険性があります。

6 その他

(1) 着底させた場合の酸欠

2010年並みの高水温だった2013年に漁場水深40mの施設の海底上1mでモニタリングしたところ、溶存酸素が3mg/Lと少し低くなる日も見られましたが、稚貝のへい死率は3.4%でした。酸欠の影響があるとしても、海底から数10cm（パールネットの下1～2段）と考えられますが、あらためて海底直上での試験を行って再確認する予定です。

(2) カニ類の食害

ここ数年、稚貝採取後のパールネット内にカニ類が多く見られることから、稚貝の食害試験を実施しました。ヨツハモガニ類（図6）とトウヨウコシオリエビ（図7）による食害は見られませんでした。イチョウガニ類（図8）は貝殻を砕いて稚貝を食べました。ただ、未分散ネットに混入しているイチョウガニ類は僅かなので、へい死の主たる原因ではないでしょう。



図6 ヨツハモガニ類



図7 トウヨウコシオリエビ



図8 イチョウガニ類

7 今後の対策

ホタテガイは高水温や貝同士のぶつかり合いなど複合的な負荷がかかった場合にへい死しやすくなります。2024年は「高水温＋餌不足」といったこれまで経験のない悪条件にさらされた稚貝が、水温低下後も成長できずにへい死したと考えられます。以上を踏まえて、今後は次のような対策が有効と考えられます。

高水温、餌料環境悪化を想定して、①目合いの小さいパールネットを増やし、早めに稚貝採取を始めて、サイズの大きい体力のある貝をつくる。②分散が遅れる可能性が高いので、特に後半に手をかける予定のパールネットには稚貝を少なめ（50～100枚/段）に入れる。③稚貝採取後は餌料環境の良い中層で管理して、水温23℃を上回ってから底層に沈める。

また、これまで成長不良や付着物などマイナス面から使用してこなかった沖側施設がある場合は、高水温時にできる限り沈めることを優先的に考えて積極的に活用する必要があります。さらに、漁場水深が10～20m台の養殖施設しかない地区は、稚貝分散時に他地区から融通、購入できる体制を陸奥湾全体で構築していく必要があります。

2010年以降、陸奥湾では高水温が頻発しています。漁業者の皆さんと一緒に、これまでの常識や経験にとらわれない養殖管理方法を開発していきたいと思っておりますので、ご協力をお願いします。

キアンコウの胃から海鳥のウミスズメ

水産総合研究所 野呂恭成

2025年2月3日に陸奥湾沿岸のむつ市、脇野沢村漁協で、漁場水深43mに設置した定置網（地元では眼鏡網と呼ぶ）で漁獲したキアンコウの胃を出荷前に洗浄した際、ほぼ未消化の全長約20cmの鳥が出てきました。専門家によると、海鳥のウミスズメで、潜水性で魚を捕食するそうです。漁獲した杉本建一さんは、「網は海底に設置し、入口の高さは約9m。以前もこの鳥が網に入っていたことから、網の中で遭遇したか、網揚げの際、偶然キアンコウの口に入ったのかな」とのこと。

2021年1月には、津軽海峡沿岸の風間浦村で、刺網で漁獲したキアンコウから海鳥のウトウが胃から出てきたことがあります。

参考：野呂恭成（2021）キアンコウの胃から海鳥

のウトウ. 水と漁第35号, 11.



写真 キアンコウの胃からでてきたウミスズメ

石黒研究員が令和6年度日本水産学会東北支部長賞を受賞

令和6年10月19日～20日に秋田県秋田市で開催された日本水産学会東北支部大会において、11題の一般研究発表の中から、青森県のアイナメの資源評価・管理に必要な生物特性に関する発表を行った資源管理部の石黒智大研究員が東北支部長賞に選ばれました。

東北支部長賞は、東北地方の水産学活性化や水産振興に貢献した若手研究者に与えられるものです。授与式は、令和7年2月14日に宮城県仙台市の東北大学で執り行われました。

題名：津軽海峡東部海域におけるアイナメの成長、成熟および婚姻色

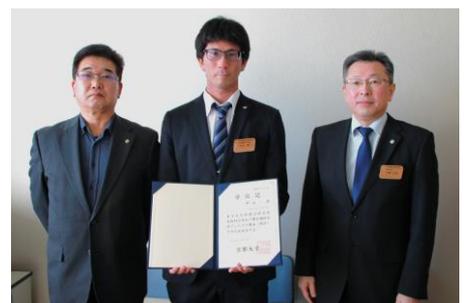


左から石黒研究員、平井支部長

中山研究員が博士号を取得

令和6年11月に水産総合研究所資源増殖部の中山凌研究員が、京都大学大学院理学研究科博士課程において

「Evolution and adaptation of the epizoism in Patellogastropoda（邦題：カサガイ類における動物体表性の進化と適応的意義について）」で博士（理学）を取得しました。ご支援・ご協力いただきありがとうございます。



左から坂田理事長、中山研究員、伊藤企画経営監