

令和3年度

道総研函館水産試験場 事業報告書

北海道立総合研究機構
水産研究本部函館水産試験場

目 次

函館水産試験場概要

1. 所在地	1
2. 主要施設	1
3. 試験調査船	1
4. 機構	2
5. 職員配置	2
6. 経費	2
7. 職員名簿	3

調査および試験研究の概要

I 調査研究部所管事業

1. 重点研究	
1. 1 多段式育成手法を活用した道産エゾバフンウニの効率的な種苗生産体系の開発	4
1. 2 道産ガゴメの生産性を向上する促成養殖生産システムの開発	8
2. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）	
2. 1 イカ類	12
2. 2. 1 スケトウダラ（道西日本海檜山海域）	20
2. 2. 2 スケトウダラ（道南太平洋）	25
2. 3 ホッケ	32
2. 4 イワシ・サバ類	37
2. 5 養殖ホタテガイの成長モニタリング調査	43
2. 6 噴火湾環境調査	46
3. 海洋環境調査研究（経常研究）	
3. 1 北海道周辺海域の海況に関する調査	49
4. 栽培漁業基盤調査研究（経常研究）	
4. 1 粗放培養用微細藻類群の探索及び保存	50
5. 栽培漁業技術開発調査・栽培漁業地域展開事業（経常研究）	
5. 1 エゾアワビ	52
5. 2 キタムラサキウニ	55
6. ナマコ資源増大研究Ⅲ. マナマコ人工種苗放流技術マニュアル化試験（経常研究）	56
7. ホタテ貝等二枚貝類に関するモニタリング（経常研究）	
7. 1 貝毒プランクトンモニタリング調査	62
8. 養殖コンブ生産安定化試験Ⅱ（経常研究）	67
9. 環境情報を活用した養殖ホタテガイ稚貝の順応的管理手法の構築（経常研究）	69
10. 水産資源調査・評価推進委託事業（公募型研究）	
10. 1 我が国周辺水産資源調査	74
10. 2 国際水産資源調査（クロマグロ）	75
11. 水産資源調査・評価推進事業（資源量推定等高精度化推進事業）（公募型研究）	
11. 1 スケトウダラ日本海北部系群	76
11. 2 スケトウダラ太平洋系群	77

12. 有害生物出現情報収集解析及び情報提供委託事業（公募型研究）	81
13. ザラボヤ被害防止ネットワーク構築委託事業（公募型研究）	82
14. ホタテガイのフランシセラ感染症の総合的対策に向けた基盤的研究（公募型研究）	85
15. 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）	
15. 1 資源・生態調査	86
15. 1. 1 エビ類（トヤマエビ）	86
15. 1. 2 アカガレイ	93
15. 2 資源管理手法開発試験調査	
15. 2. 1 ホッケ	98
16. 養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）	100
17. コンブ養殖漁業振興研究（受託研究）	105

II その他

1. 技術の普及および指導	108
2. 試験研究成果普及・広報活動	
3. 研修・視察来場者の記録	111
4. 所属研究員の発表論文等一覧	112

令和3年度道総研函館水産試験場事業報告書の利用について

本報告書の内容や図表等を無断で複写、転載することを禁止します。本報告書には受託研究や共同研究等で得られたデータも含まれている場合があります。また、漁獲量などの一部に暫定値を使用している場合があることから、企業活動や論文作成などに係わり図表やデータを使用する場合、内容を引用する場合には、お問い合わせください。

問い合わせ先：道総研函館水産試験場総務部（電話 0138-83-2892）

函館水産試験場概要

1. 所在地

郵便番号	所在地	電話番号・FAX番号
040-0051	北海道函館市弁天町20番5号 函館市国際水産・海洋総合研究センター内	電話 0138-83-2892 (代表) 0138-83-2893 (調査研究部) FAX 0138-83-2849

2. 賃貸の状況

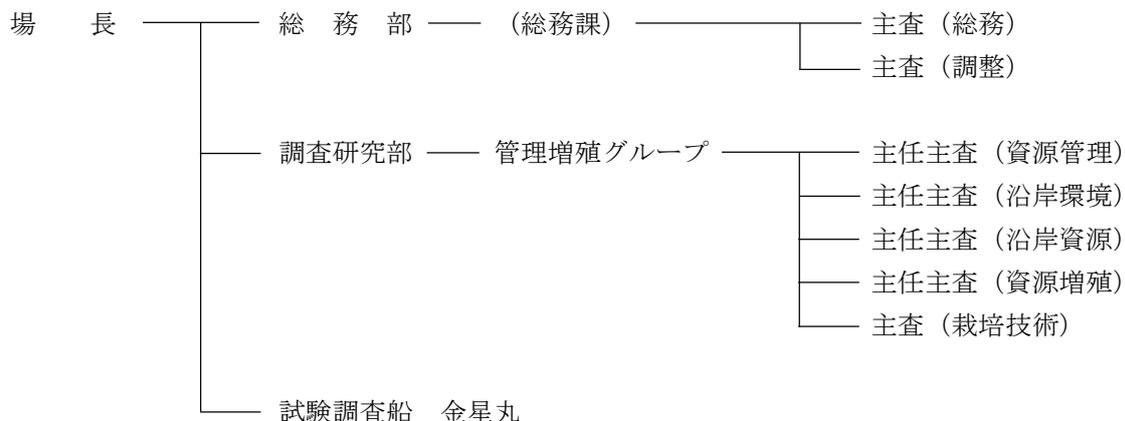
研究室	共用実験施設	海洋調査関連施設
通年使用施設 4 面積 252.0 m ²	通年使用施設 10 面積 135.1 m ² 各月使用施設 4 面積 136.8 m ²	通年使用施設 2 面積 187.3 m ²

※平成26年6月1日から函館市国際水産・海洋総合研究センターに入居（賃借）。

3. 試験調査船

船名	トン数	馬力	船質	進水年月	主要設備
金星丸	151 t	1,300 ps	鋼船	H13. 1	甲板機械装置：バウスラスタ、ベッカーラダー 漁撈設備：全自動イカ釣機、オッタートロール、 ラインホーラー／ネットホーラー 航海計器：レーダー、電子海図情報装置、 気象衛星受画装置 観測装置：CTD測定装置、科学魚群探知機、 多層音波潮流計

4. 機構



5. 職員配置

	総務部	調査研究部	金星丸	計
研究職		10		10
事務職	5			5
海事職			15	15
合計	5	10	15	30

6. 経費

区分	金額	備考
人件費	222,920 千円	
管理費	88,793 千円	
業務費	49,863 千円	研究費, 研究用施設・機械等含む
合計	361,576 千円	

7. 職員名簿

場 長 志 田 修

総務部

部 長 山 村 秀 幸

総務課

総務課長(兼) 山 村 秀 幸
 主査(総務) 吉 田 幸 司
 主査(調整) 香 内 孝 之
 専 門 主 任 河 合 貴 代

調査研究部

部 長 板 谷 和 彦

管理増殖グループ

研 究 主 幹 秋 野 秀 樹
 主任主査(資源管理) 武 藤 卓 志
 主任主査(沿岸環境) 渡 野 邊 雅 道
 主任主査(沿岸資源) 三 原 栄 次
 主任主査(資源増殖) 酒 井 勇 一
 主査(栽培技術) 金 森 誠
 研 究 主 任 夏 池 真 史
 研 究 職 員 木 村 俊 介
 専 門 研 究 員 北 川 雅 彦

金星丸

船 長 吉 田 國 廣
 機 関 長 大 嶋 康 裕
 航 海 長 若 林 幸 夫
 通 信 長 名 和 仁
 一 等 航 海 士 花 川 良 治
 二 等 航 海 士 酒 井 勝 雄
 三 等 航 海 士 大 國 義 博
 一 等 機 関 士 永 田 誠 一
 二 等 機 関 士 川 井 靖 志
 操 機 長 山 上 修 司
 司 厨 長 成 田 徹
 船 員 石 橋 聖 也
 船 員 金 丸 昇 平
 船 員 樋 口 和 樹
 船 員 新 山 悠

調査および試験研究の概要

I 調查研究部所管事業

I 調査研究部所管事業

1 重点研究

1.1 多段式育成手法を活用した道産エゾバフンウニの効率的な種苗生産体系の開発（重点研究）

担当者 調査研究部 酒井勇一
 共同研究機関 水産研究・教育機構水産資源研究所
 上磯郡漁協

(1) 目的

放流や養殖素材としてエゾバフンウニの人工種苗の需要は高い。本種の種苗生産施設では大型水槽に *Ulveilla lenz* を繁茂させた波板（以下ウルベラ波板）を用いて種苗を育成しているが、大量の海水を使用する一方で、飼育密度や水質の管理が困難である。また、このウルベラ波板の培養には加温海水を要するうえ、波板の洗浄などの作業が多く、現有施設では多量の種苗生産に対応することが困難となっている。

そこで飼育水量を減らし、飼育密度や水質の管理が容易にできる多段式水槽による育成手法と、これに適した餌料系列を開発し、人工種苗の成長と生残を向上させて、且つ、ランニングコストや作業労力を軽減した新たな種苗生産体系を構築する。

(2) 経過の概要

本試験では、殻径5mm以上の後期稚ウニの飼料開発を水産研究・教育機構水産資源研究所が担当し、本年度からは、開発した技術を上磯郡漁協ウニ種苗センターで用いて実証試験を行う。

殻径5mm未満の個体の測定は直上から写真撮影し、画像を元にImage Jを用いて計測した。また、日間成長率は以下の式より算出した。

日間成長率量(μm/日) = 1000 × (終了時殻径 - 開始時殻径) / 飼育日数

日間成長率(%) = 100 × (Ln 終了時殻径 - Ln 開始時殻径) / 飼育日数

試験に用いたボイル乾燥海藻は70℃水道水で2分間ボイル処理した後、天日で干した後、乾燥機(LC-124, Espec. Corp)を用いて80℃で24時間乾燥した。乾燥海藻は天日で干した後、同じ乾燥機を用いて80℃で24時間乾燥した。給餌時に市販のミルサーで粉砕した。



図1 ウニ種苗生産施設と付着藻類の採取場所

ア) 多段式水槽を活用したエゾバフンウニの効率的な育成技術開発

(ア) 換水率の検討

平均殻径2mmおよび4mmの種苗を底面積207.9cm²のトレイにそれぞれ14個体および11個体ずつ収容して(通常の波板飼育時と同等の0.068個体/cm²および0.053個体/cm²)、ウルベラ波板を給餌した。2mm種苗は0.3換水/時(通常波板飼育時目安)と、6換水/時、4mm種苗は2、4、6、8、10換水/時としてそれぞれ2試験区を設けた。週1回餌を交換し、28日後に殻径を測定した。また、4mm種苗では上述の通常飼育時の密度(0.053個体/cm²)の3倍と7倍の密度区で育成して、飼育密度の影響を検討した。

(イ) 採苗基質

初期稚ウニの採苗及び初期育成に適した付着珪藻を探索するため、道内の主要なウニ種苗生産施設(図1)で採取した付着珪藻(令和2年度事業報告書参照)20株を10ml容積の6穴ウェル(組織培養用マイクロプレート, IWAKI, 以下単にウェルと称す)3穴に同一株を収容し、24時間静置し、ウェルの底面に付着させた。その後上澄みを取り除き、18℃に調温した海水5mlを

注水したあと、変態期幼生を5個体ずつ収容した。ウルベラ波板(1×1cm)と何も基質を入れていない対照区も合わせて設置し、計23種の基質をそれぞれ3試験区用意した。これらを暗黒条件(24D)で18℃に設定した恒温機(LP-1PP, NK system)に静置して、3日後の着底率(稚ウニ個体数/供試個体数×100%)を調べた。また、併行してウルベラ波板(1×1cm)と何も基質を入れていない対照区を3試験区ずつ用意して、12L12Dで18℃に設定した同型の恒温機に静置し、3日後の着底率を調べた。

イ) 多段式水槽での管理に適した餌料の探索・開発と給餌系列の検討

(ア) 初期餌料

a 附着珪藻

着底直後(殻径0.3mm)の個体をア) (イ) 採苗基質で用いた附着珪藻を附着させたウェルに収容して15日後に生残率と体長を測定した。

b 配合飼料(初期稚ウニ)

平均殻径2mmの種苗を300mlのトレイ(底面積207.9cm²)に、14個体ずつ収容し、海藻片を、常に残餌がでるように週1回給餌した。換水率は6換水/時として、各飼料3試験区とし、試験開始時と終了時(28日目)に殻径を測定した。

c 配合飼料(後期稚ウニ: 水産資源研究所(釧路拠点))

(a) 乾燥およびボイル乾燥マコンプの海水への浸漬日数が稚ウニの成長に及ぼす影響

116mgのエゾバフンウニ種苗を6個体ずつ3籠に収容して乾燥マコンプとボイル乾燥マコンプを1.5時間(0日区)、2日(2日区)、4日間(4日区)海水(流水)に浸漬後に給餌した。飼育期間中は13~14℃の海水をかけ流して20日後に日間成長率を調べた。

(b) ボイル乾燥ワカメの給餌部位と海水への浸漬日数が稚ウニの成長に及ぼす影響

151mgのエゾバフンウニを6個体ずつ3籠に収容して、ボイル乾燥ワカメの葉状部と中肋部を1.5時間(0日区)と2日間(2日区)海水(流水)に浸漬後に給餌した。飼育期間中は13~14℃の海水をかけ流して20日後に日間成長率を調べた。

ウ) 種苗生産施設における実証試験

容積4.1Lの市販のトレイにウルベラ波板(30cm×60cm)を設置して、4月16に変態期幼生を2.7万個体収容し、室温(18℃)で3日間静置した。その後多段式水槽に設置して6換水/時になるように飼育海水を最上段に注水を開始した。60日目から市販ミルサーで粉碎したボイルワカメ粉末を2.5g/週の割合で給餌した。

また同じロットを通常飼育(ウルベラ波板を収容した7.5t水槽での飼育、換水率は7換水/日)を開始した。概ね30日間隔で計数と殻径測定を行った。通常飼育では波板上のウルベラの状況をみながら、枯渇した場合に別個用意した新しい水槽で用意したウルベラ波板に交互に差し替えて餌(ウルベラ)の補給とウニ飼育密度を希釈した。

(3) 得られた結果

ア) 多段式水槽を活用したエゾバフンウニの効率的な育成技術開発

(ア) 換水率の検討

2mm種苗では通常の0.3換水/時に比べ6換水/時での日間成長率が高かった。また4mm種苗では2~10換水/時の飼育条件下で、6換水/時程度が最も高い傾向が認められた(図2)。また2~10換水/時下では波板飼育時の0.05個体/cm²に対して、7倍程度の高密度にしても成長に顕著な影響が出ないことが明らかになった(図3)。

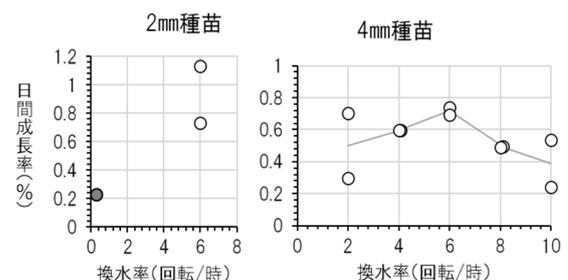


図2 換水率と日間成長率

●の従来育成時の換水率(0.3換水/時)に比べ6換水/時程度で成長率が高い

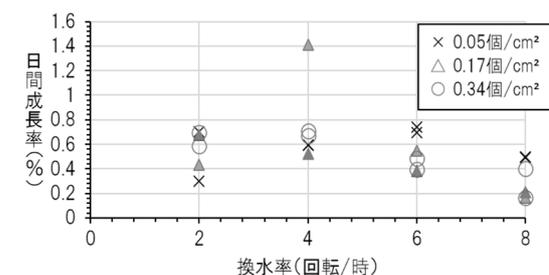


図3 飼育密度と換水率(4mm種苗)

(イ) 採苗基質

単離した 20 種の付着珪藻の中でウルベラに勝る変態促進効果が認められる種は確認できなかった (Dunnett 検定 $P>0.05$, 図 4)。また、着底率に明暗条件は影響しないと考えられた (図 5)。

イ) 多段式水槽での管理に適した餌料の探索・開発と給餌系列の検討

(ア) 初期餌料

a 付着珪藻

給餌 15 日後の平均殻径と生残率を図 6 に示した。ウルベラに初期成長で勝る付着珪藻種は確認できなかった。また、付着珪藻 E では 3 試験区で供試した全ての個体が斃死した。対照区でも斃死個体が認められたため、付着珪藻 E をはじめ生残率が低い珪藻給餌区での供試個体の斃死には、試験開始時の着底稚仔の剥離の影響も考えられるため、次年度再検討する。

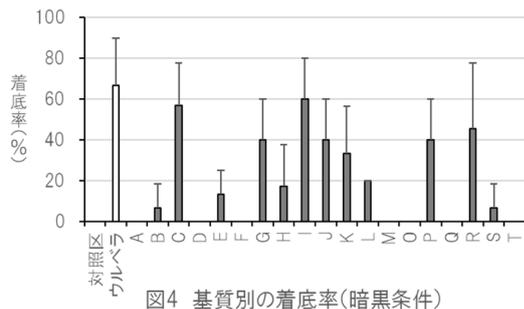


図4 基質別の着底率(暗黒条件)

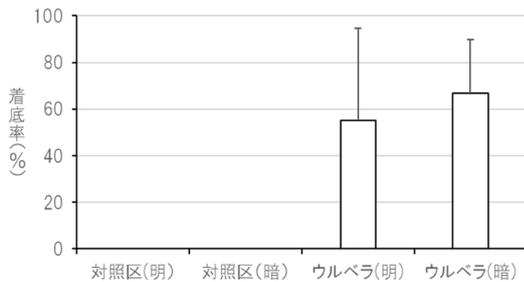


図5 光条件と着底率の関係

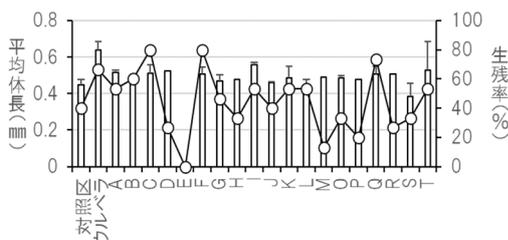


図6 着底初期餌料別の平均殻径と生残率

□平均殻径 ○生残率

b 配合飼料 (初期稚ウニ)

これまでエゾバフンウニは 5 mm 以上にならないと大型海藻を食べられないとされてきたが、2 mm 種苗でも 6 換水/時下では生のマコンブやワカメのほか、乾燥及びボイル乾燥したこれら大型海藻片を食べて消化吸収できることが明らかになった (図 7)。これによりウルベラに依存しない飼育技術開発の目途が立った。

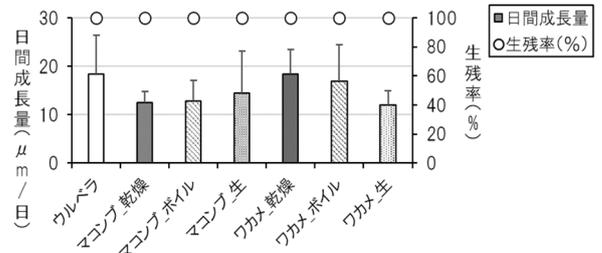


図7 殻径2mm種苗の成長

c 配合飼料 (後期稚ウニ: 水産資源研究所)

(a) 乾燥およびボイル乾燥マコンブの海水への浸漬日数が稚ウニの成長に及ぼす影響

殻径 6 mm の後期稚ウニは、乾燥マコンブに比べて湯通ししたマコンブを与えた方が、成長がよかった (図 8)。また、いずれのマコンブも海水に浸漬して 2 日目の成長率が最も高かった。これにより摂餌量が多くなる後期稚ウニ期にコンブ出し殻として廃棄される湯通しコンブを利用できることが分かり、安価な餌確保のための選択肢が広がった。さらに、給餌直後に比べ 2 日目や 4 日目のほうが稚ウニの成長が良いことから、4 日以内に食べきれぬ量を与えることが、餌のロスを減らし成長を保障するうえで有効と考えられた。

(b) ボイル乾燥ワカメの給餌部位と海水への浸漬日数が稚ウニの成長に及ぼす影響

ワカメ中肋に比べ葉状部を給餌した方が、わずかに成長が良く、マコンブと異なり、海藻浸漬直後 (0 日) の方が 2 日間海水に浸漬したものよりも成長が良い傾向が認められた。これらのことから、給餌物によって給餌方法を変える必要があると考えられる (図 9)。

ウ) 種苗生産施設における実証試験

通常飼育 (ウルベラ波板を収容した 7.5t 水槽での育成) に比べ収容当初 20 日目まではトレイ飼育の方平均殻径は大きかった (図 10、Dunnett 検定 $P<0.05$)。一方、通常飼育での成長が多段飼育に比べて大きくなった。その後波板上のウルベラが枯渇した

30日目からボイルワカメ粉末を給餌し始める60日目までは、通常飼育での成長がよく、ボイル乾燥ワカメを給餌してからは成長速度が逆転し、試験を終了する180日目には通常飼育に比べ多段育成での平均殻径は1.2~1.4倍になった。

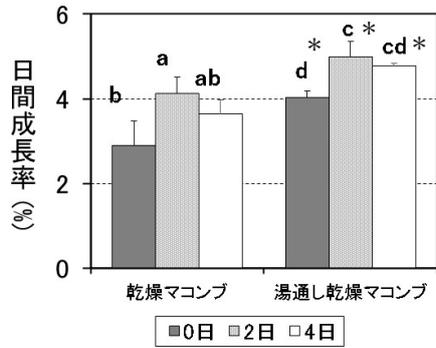


図8 乾燥マコブと湯通し乾燥マコブ給餌時の成長差
異なるアルファベット間に有意差
*は乾燥マコブと有意差

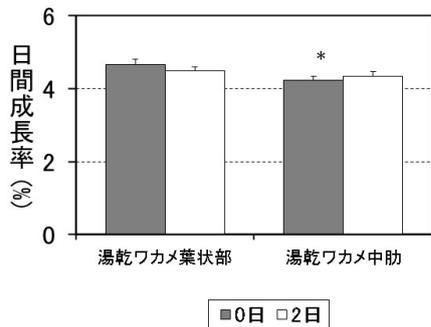


図9 湯通し乾燥ワカメの中肋部と葉状部給餌時の成長差
*は葉状部と有意差

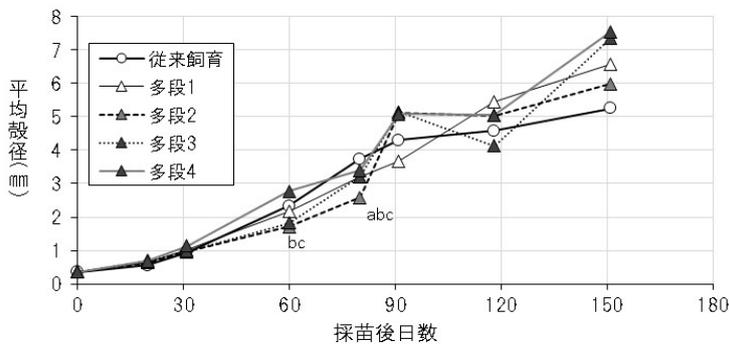


図10 多段水槽での実証飼育試験での成長

アルファベットの大文字は従来飼育に比べて多段試験群で大きく小文字は小さい (P<0.05 Dunnett検定)

1.2. 道産ガゴメの生産性を向上する促成養殖生産システムの開発（重点研究）

担当者 調査研究部 秋野秀樹 北川雅彦
協力機関 渡島地区水産技術普及指導所，
南かやべ漁協，えさん漁協，戸井漁協

(1) 目的

近年、ガゴメの生産の主体である天然資源が急減したことで、生産量は大きく減少し、原料価格が高騰している。養殖も行われているが、養殖物は天然物に比べて藻体が薄く、その用途は限られる。

養殖ガゴメは単価こそ高いものの、既存の養殖方法では天然物のように大型に生長しないため、施設あたりの収益性は低い。そのため、漁業者にとって魅力的な養殖事業となっておらず、現状のままでは、養殖業者数が大きく増加することは見込めない。

道総研で開発したガゴメ成熟誘導技術によって早期種苗生産と養殖期間の長期化が可能になり、現行の1年養殖に比べて収量は飛躍的に増加した。一方で、その実用化には、生産現場の施設でも効率的に実施できる成熟誘導と種苗育成体系を構築する必要がある。また、海面養殖では沖出し時期の高水温や冬季の低水温による生育不良等が生産不安定化の要因となっており、海域ごとにも漁場環境が大きく異なるため、それらに適合させた養殖工程の開発が必要である。

(2) 経過の概要

ア 実用的な早期種苗生産体制の構築

(ア) 簡易的装置の開発

函館市榎法華地区の荷捌き場内に2 t水槽を設置し、これに10℃に冷却した清水を循環させた。水槽内にコンブの採苗に使われる100 L容のコンテナを4台設置し加熱殺菌した海水を満たし冷却した。これに光周期をコントロールできるタイマーに接続したLED照明を設置して暗幕で囲い、早期種苗生産装置とした。

榎法華地区で7月2日に採取したガゴメ母藻を7月7日に適宜切断して平たい籠に収納し、滅菌海水を満たした100 Lコンテナ内に浮かべて成熟誘導を開始した。海水はES培地で栄養強化し、適宜ゲルマニウム溶液を加えて珪藻の発生を防いだ。週に1度海水を交換

し、その際にガゴメの表面をスポンジまたはペーパータオルで清拭し、付着藻類を除去した。成熟誘導は10月21日まで継続した。

(イ) 事業規模の成熟誘導の実施

戸井漁業協同組合の小安種苗センターにおいて、津軽海峡産のガゴメを用いたガゴメ成熟誘導試験を7月19日から実施した。母藻となるガゴメは、7月19日早朝に函館市浜町地先と函館市根崎地先から採取した。

採取した各母藻の葉状部についてスポンジと滅菌海水で表面の付着海藻や珪藻を落とす作業を繰り返して洗浄し、A4サイズの籠に収納できる大きさに適宜切断した。種苗センターの冷却用水槽に、滅菌海水を満たした採苗バット(100 L)を配置し、バット1台につき葉状部を入れた籠を2枚浮かべて蓄養をした。光条件は3,500~5,000lx、光周期は12L:12D、育成水温は10~12℃とし、滅菌海水にES-NTを300mlと二酸化ゲルマニウム溶液を5ml添加し、通気を行って海水を循環させた。

1週間ごとに葉状部を取り出してペーパータオルで表面を清拭し、表面に残存していた付着海藻を取り除いたのち、滅菌海水を交換して蓄養を継続した。海水

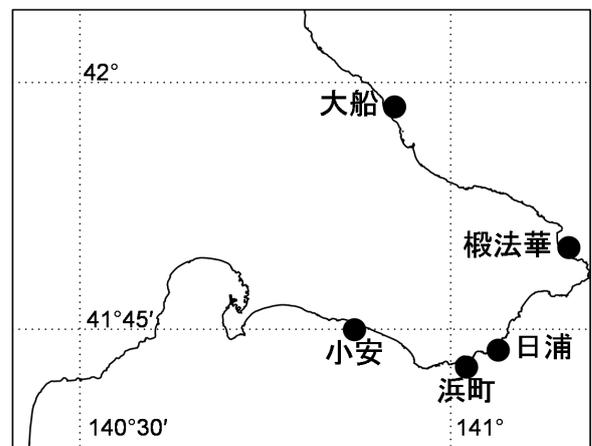


図1 促成養殖ガゴメの生育状況調査地点

交換ごとにコンブ表面の子嚢斑形成状況を確認した。

イ 促成養殖ガゴメの生長・品質に及ぼす養殖条件の検討

前年度から予備的に進めていたガゴメ種苗の成長の追跡調査を5地区(函館市小安, 浜町, 日浦, 榎法華, 大船)で月に1回程度の間隔で実施した。葉長, 葉幅, 中帯部幅, 湿重量を測定したほか, 色差計を用いて葉状部の上部・中部・下部の3か所で色調を測定した。測定後のガゴメは, 天日乾燥したのち60℃に設定した送風乾燥機を用いて恒量になるまで乾燥し, 乾燥重量を求めた。生鮮時の葉長110cmのガゴメを乾燥すると長切製品の規格長さである90cmになると仮定し, 乾燥重量を生鮮時のガゴメ葉長で除し, 110cmを乗じて長切製品の重量を推定値として求めた。

乾燥したガゴメは成分分析用のサンプルとしてブレンダーで60メッシュ以下の粒径に破碎し, 真空パック保存して中央水産試験場加工利用部に送付して成分分析した。

ウ 道南海域3地区における促成養殖技術の実用化試験と評価

イの調査で得たサンプルのうち, 浜町地先で養殖試験を行い7月に収穫したガゴメについて, 長切製品(切らずに全体を乾燥させ, 乾燥状態で根本側から長さ90cmで切断した製品)の規格になるよう乾燥・整形し, コンブ加工業者に渡して品評を依頼し, ガゴメ加工原料としての適性を聴取した。

(3) 得られた結果

ア 養殖コンブの生育状況と養殖漁場の海洋環境調査 (ア) 養殖コンブ生育状況調査

榎法華産のガゴメには子嚢斑は形成されなかった。90日以上成熟誘導を行ったにもかかわらず子嚢斑が形成されなかった要因として光源として蛍光灯ではなくLEDを使ったことが原因の一つとして考えられる。Mizuta *et al.* (2007) はマコンブの子嚢斑形成が青色光によって白色光よりも促進されることを報告している。次年度には光源の違いによる子嚢斑形成の違いを検討する。

小安種苗センターにおいては成熟誘導の開始から56日後に子嚢斑の形成が見られはじめたが, 65日後の9月21日においても根崎産のガゴメには両面に子

嚢斑を持つ個体は見られず片面に子嚢斑を持つ個体も全体の約60%にとどまった(図2)。浜町産のガゴメには一部の個体には両面に子嚢斑が形成され, 65日後には70%以上の母藻に子嚢斑が形成された。採苗は可能であったが, 前田・北川(2021)が実施した試験においては58日間で約90%の個体に子嚢斑が形成された事例と比較すると成熟の進行は遅い結果であった。両面に子嚢斑ができる程度の母藻の状態であると, 遊走子の放出が多くなり, 採苗がしやすくなるため, 成熟誘導中の照度や日長を今後見直し, より効率のよい成熟誘導条件を検討する。

イ 促成養殖ガゴメの生長・品質に及ぼす養殖条件の検討

各地区で実施した養殖試験におけるガゴメの葉長推移を図3に示す。6月前後に葉長が最大に達し, それ以降は末枯れにより葉長は短くなった。図4に長切製品の乾燥重量の推定値の推移を示す。後述する段落ウでは浜町地区の長切重量の実測値は推定値を上回っているため, 各地区の実際の長切重量はもう少し高い可能性がある。長切重量が40g以上で2等となるが, これに達したのは小安地区のみであった。浜町地区, 榎法華地区では養殖期間を8月以降に延長することで達成する可能性がある。日浦地区, 大船地区では養殖期間を延長しても衰退する秋までに40gに達しない可能性が高かった。これはこれらの地区が育成中の間引きを行わないことと関連していると推測されるため, 次年度は間引きの本数や, 適切な種苗の密度を検討する。

ウ 道南海域3地区における促成養殖技術の実用化試験と評価

浜町地先で7月に収穫したガゴメの長切製品重量は, 47 ± 9.8 g(平均値±標準偏差)で, 目標としている50gを超えた個体は10個体中4個体であった。おぼろ昆布を作成するには厚みが不足しているものの, 刻みガゴメ等には利用可能であるとの所見を得た。養殖期間の延長や養殖水深の最適化等により重量が向上するかを次年度確認する。

参考文献

前田高志, 北川雅彦. 成熟誘導技術によるガゴメの早期種苗生産と促成養殖の普及(職員奨励事業:技術支援型). 令和元年度北海道立函館水産試験場事

業報告書, 2021, 8-11

Mizuta H, Kai T, Tabuchi K, Yasui H. Effects of light quality on the reproduction and

morphology of sporophytes of *Laminaria japonica* (Phaeophyceae). Aquaculture Research. 2007;38. 1323-1329.

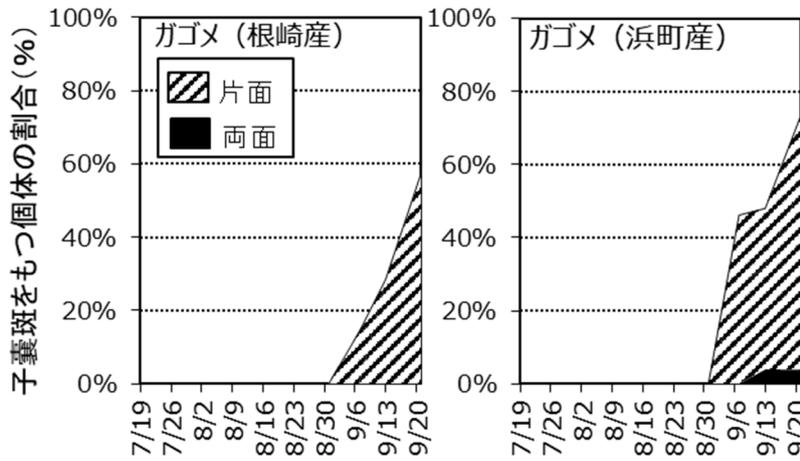


図2 小安種苗センターで成熟誘導を行った産地別のガゴメの子嚢斑形成状況の推移

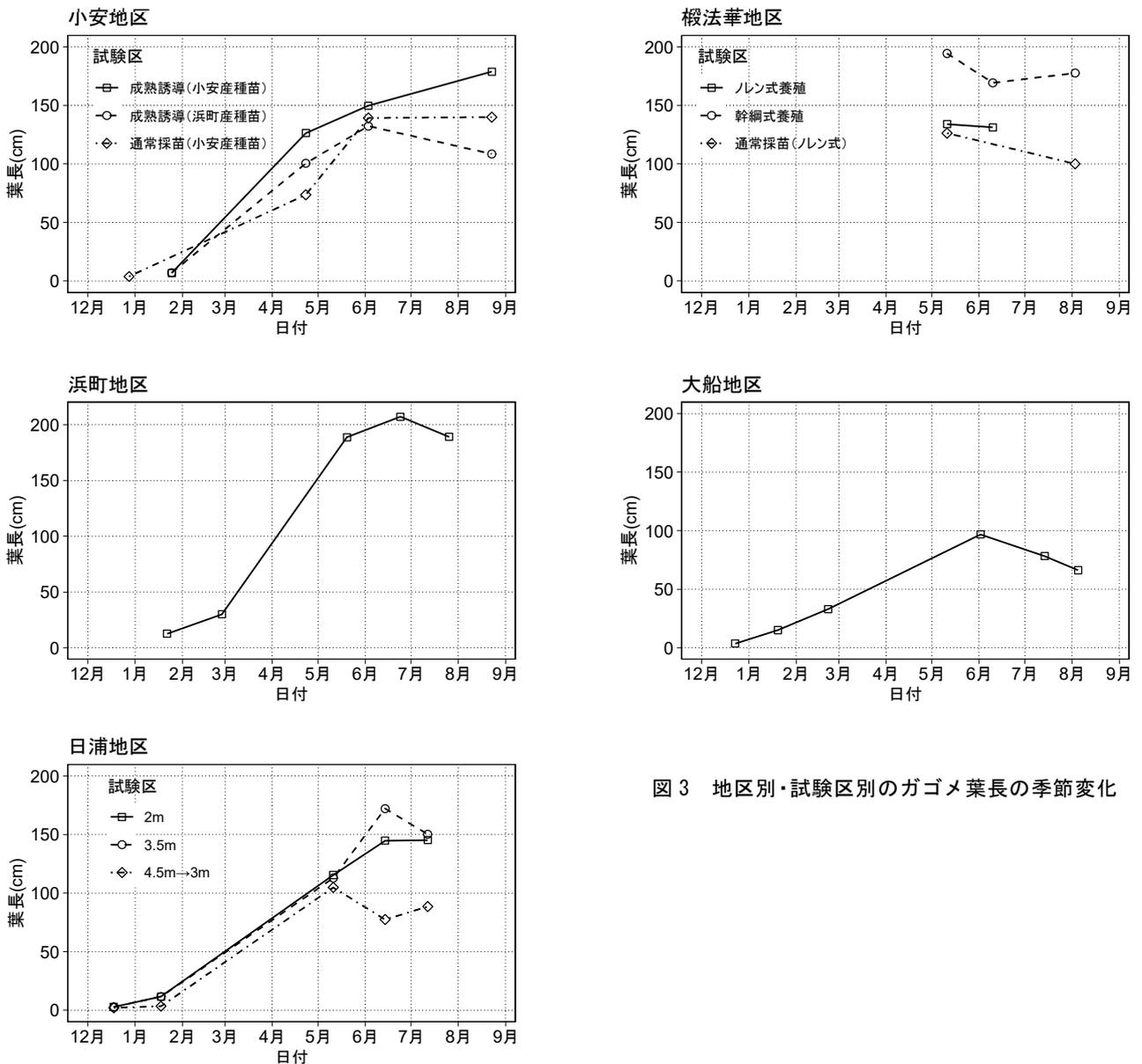


図3 地区別・試験区別のガゴメ葉長の季節変化

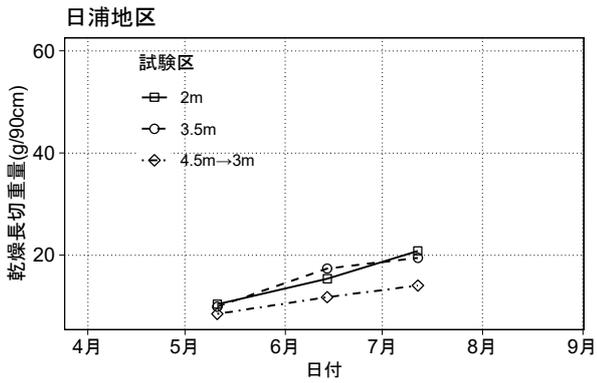
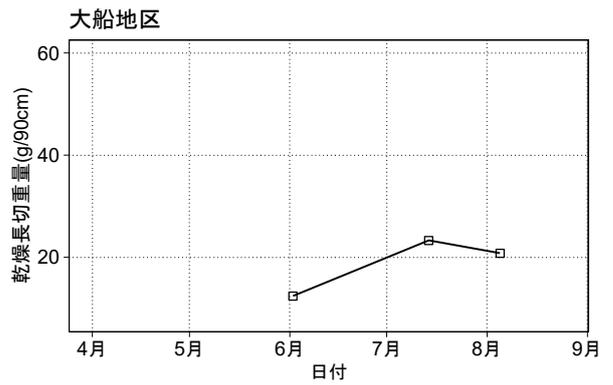
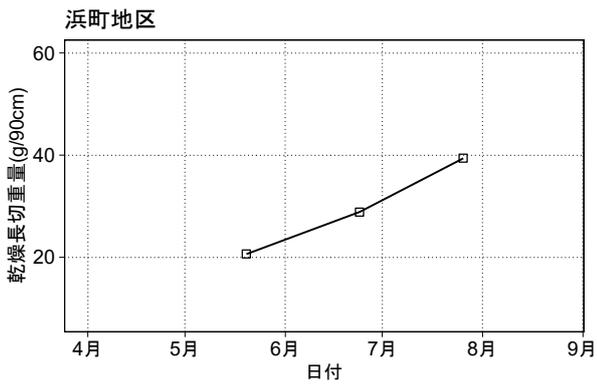
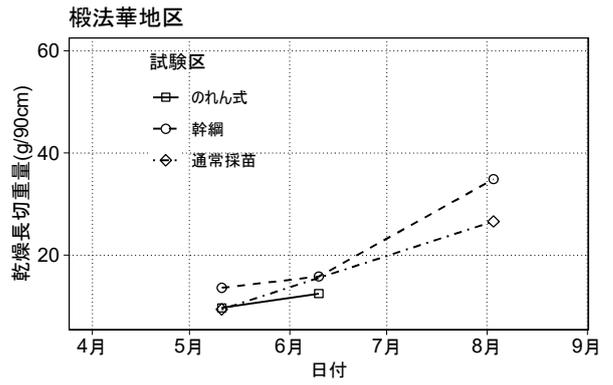
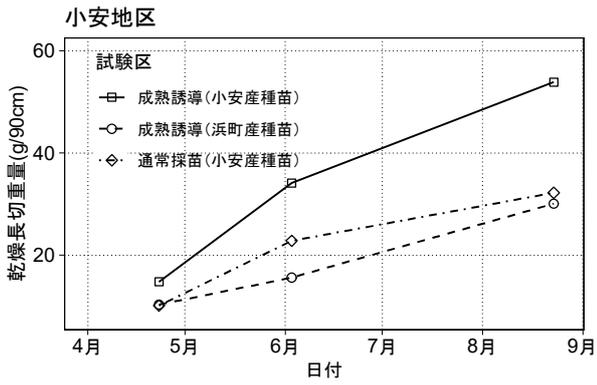


図4 地区別・試験区別のガゴメの長切製品の重さの季節変化
 (※本来の乾燥重量は葉状部全体を乾燥後、根本から90cmに切断した葉状部の重さであるが、本試験では生のコンブ110cmが乾燥すると90cmになると仮定し、葉状部全体の乾燥重量÷生鮮時の葉長×110で求めた。)

2. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究費）

2.1 イカ類

(1) 目的

北海道の重要魚種であるスルメイカについて、北海道日本海及び道南太平洋海域に来遊する群を対象として、来遊時期と来遊量、日齢と成長、成熟状態などをモニタリングし、その年の来遊状況を把握する。来遊条件としての海洋環境との関係を解析し、漁場形成機構に関する知見を蓄積する。これらの情報を基に精度の高い漁況予報を目指す。また北海道日本海に来遊したスルメイカを対象に資源評価を実施する。

調査によって得られたデータや情報は、全国会議などで報告し、調査船調査結果や漁況予報については、随時漁業者他、関係機関へ情報提供を行う。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

北海道日本海及び道南太平洋海域のスルメイカ漁況を把握するため、生鮮スルメイカの漁獲量について、漁業生産高報告（1985～2020年）及び水試集計速報値（2021年）を用いて漁獲統計調査を行った。集計期間は4月から翌年3月までの年度集計である。檜山管内の漁獲量は八雲町熊石地区を含む。渡島日本海は松前町と福島町の漁獲量、渡島太平洋は八雲町熊石地区を除く知内町～長万部町までの漁獲量、宗谷日本海は枝幸町、浜頓別町、猿払村および宗谷漁協を除く宗谷管内の漁獲量として集計した。また参考データとして青森県産業技術センター水産総合研究所で集計した青森県大畑地区のスルメイカ漁獲量データを用いた。

函館港の近海イカ釣りについては、函館魚市場株式会社において2021年6月～2022年1月に水揚げされたスルメイカの漁獲統計資料（日別、銘柄別の漁獲量及び水揚げ隻数）を収集し、CPUE（1日1隻当たりの漁獲量）を算出した。このほか北海道日本海の7港（松前、江差、久遠、奥尻、余市、留萌、稚内）についても、漁業協同組合提供の漁獲統計資料を用いて月別の出漁隻数と漁獲量を求め、CPUE（1日1隻あたり漁獲）を算出した。得られた代表港7港の月別CPUEを一般化線形モデル（GLM）により標準化し、各年の来遊水準の

担当者 調査研究部 三原栄次・渡野邊道雅

指標とした。

イ 調査船調査

調査船金星丸（151トン、1300馬力）により、2021年5～11月に4回の調査を行った。調査船調査の調査項目は、CTDによる海洋観測、気象・海象の観測、自動イカ釣り機による漁獲調査、漁獲されたイカの生物測定である。結果については道総研で発行している「北海道浮魚ニュース」として速報を作成し、管内の漁業協同組合、市町村及び関係団体へ随時情報提供した。

なお実施した各調査は、資源評価調査事業における調査として実施した。

ウ 漁獲物調査

道南周辺海域で水揚げされた生鮮スルメイカの特徴を把握するため、各調査地点で月1回の頻度で漁獲物の生物測定を行った。2021年は6～10月に函館港イカ釣り、7～12月に函館市木直町の定置網、6～9月に檜山管内のイカ釣りによる漁獲物の測定を行った。

イカ釣りの漁獲物は銘柄が揃っているイカ釣り漁船もしくはその日の全ての漁獲物から全銘柄を下氷発泡1もしくは2函ずつ購入して生物測定を行い、銘柄別の漁獲函数から水揚げ日のサイズ組成を算出した。定置網の標本については無選別で100尾程度を抽出して生物測定を行い、水揚げ日のサイズ組成を把握した。

これらは全て資源評価調査事業の一環として行った。

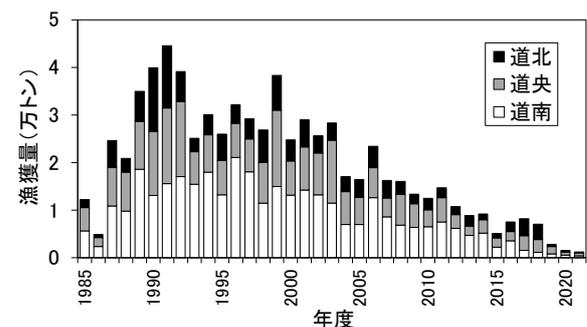


図1 北海道日本海における生鮮スルメイカ漁獲量の経年変化

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

(ア) 北海道日本海

1985年以降の北海道日本海（渡島管内福島町～宗谷管内宗谷地区を除く稚内市）のスルメイカ漁獲量の経年変化を図1に示した。1986年には4,906トンであったが、その後急激に増加し、5年後の1991年には最高の44,522トンを記録した。その後は2～4万トンの範囲で変動していたが2000年代から減少傾向となり、2013年に1万トンを下回った。2021年の漁獲量は1,177トンで1985年以降では最も少ない漁獲量となった。海域別では道南と道央で大半を占める年が多いが、2017～2018年は、道北の漁獲量の割合が高かった。

道北、道央および道南日本海における月別漁獲量を図2に示した。道南日本海では例年7月に漁獲量が最も多くなり、その後右肩下がり減少する傾向がある。2020～2021年は6月の漁獲量が最も多く、6月以降は減少傾向となった。

道央日本海は例年7月と11月に漁獲量のピークが見られるが、2021年は7月の漁獲量は少なく、9月まで低調に推移した。

道北日本海については例年8～11月に漁獲量が多く、8月と10月に漁獲量のピークがみられるが、2020、2021年は漁期中盤の9月まで低調に推移し、漁期後半の10～11月に漁獲量のピークがみられた。

2021年の北海道日本海では全ての海域で漁獲量が大幅に減少していたことから、北海道への来遊量は非常に少なかったと考えられる。特に道北海域での漁獲量が前年の半分以下にまで大幅に減少した。

北海道日本海代表港7港のCPUE（1日1隻あたりの漁獲量）の経年変化を図3に示した。2010年以降はいずれも減少傾向にあるが、特に久遠、奥尻、江差では2015年以降急激に減少し、松前や余市でも減少傾向が見られた。一方で稚内や留萌は全体的に減少傾向ではあるが、大きく増加している年も見られた。

2021年の港別年間CPUEは、松前を除く5港で前年を下回った。また、留萌港では2020年度以降、小型イカ釣り漁船による漁獲が無く（エビ桁曳きによる漁獲のみ）、CPUEが欠測となった。

一般化線形モデル（GLM）によって標準化した代表港7港のCPUEを図4に示した。2012年度以降減少傾向が続いており、2021年は1992年以降で最低の103であった。標準化CPUEを指標として来遊水準を表したのが図5である。2021年度の来遊水準指数は20であり、

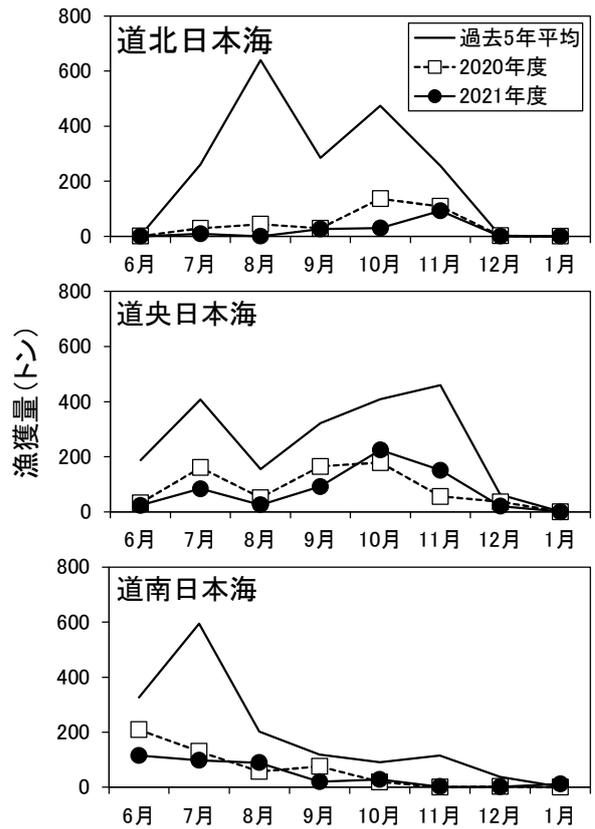


図2 道北、道央および道南日本海の月別漁獲量
過去5年平均は2016年～2020年の平均値

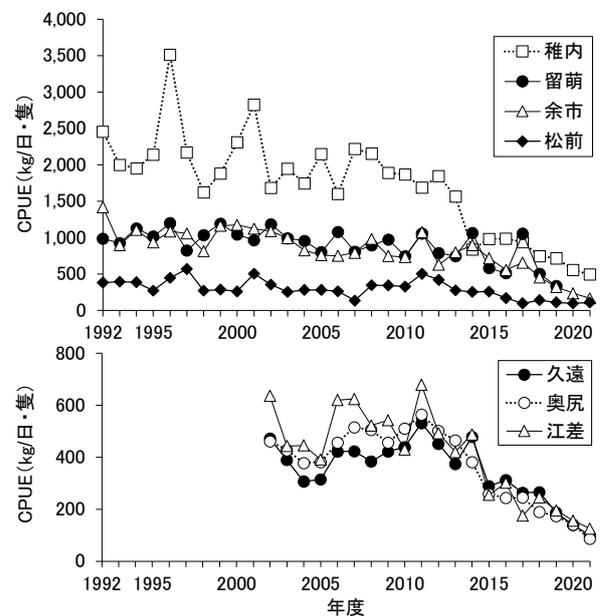


図3 北海道日本海代表港7港における小型イカ釣り漁船のCPUEの経年変化

低水準であった。

(イ) 津軽海峡～道南太平洋

道南太平洋（八雲町熊石地区、松前町、福島町を除く渡島管内～日高管内および青森県大畑地区）の生鮮

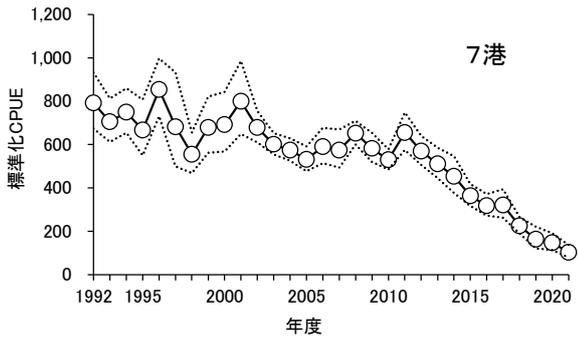


図4 代表港7港における標準化CPUEの経年変化

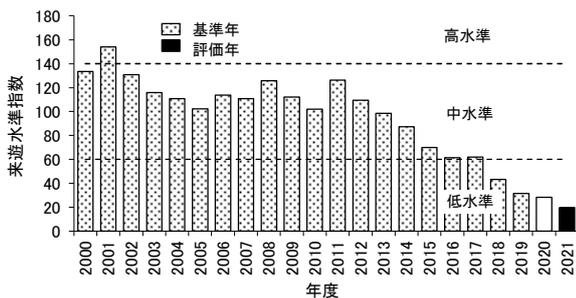


図5 北海道日本海におけるスルメイカの来遊水準 (来遊状態を表す指標：標準化CPUE)

スルメイカ漁獲量の経年変化を図6に示した。

1985年の漁獲量は950トンと非常に少なかったが、1990年代から急激に漁獲量が増加し1997年には最高の71,500トンを記録した。

その後は2010年まで2万~5万トンの範囲で変動し、2010年以降は緩やかに、2015年以降は急激に減少した。2021年の漁獲量は2,867トンで2020年を若干上回ったが、2020年について過去4番目に少なかった。

渡島太平洋(八雲町熊石地区、松前町、福島町を除く渡島管内)、胆振および日高における月別漁獲量を図7に示した。

渡島太平洋では例年7月から漁獲が増加し始め、10~11月に急増する傾向がある。2020、2021年は10月に漁獲量のピークが見られた。

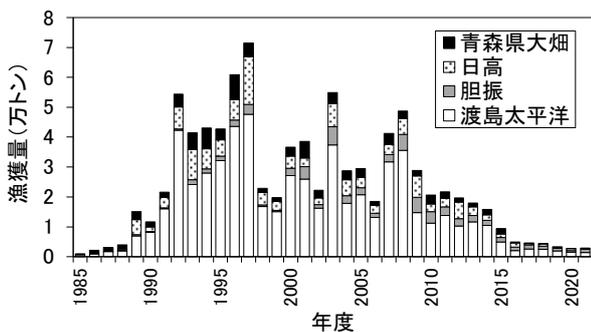


図6 道南太平洋における生鮮スルメイカ漁獲量の経年変化

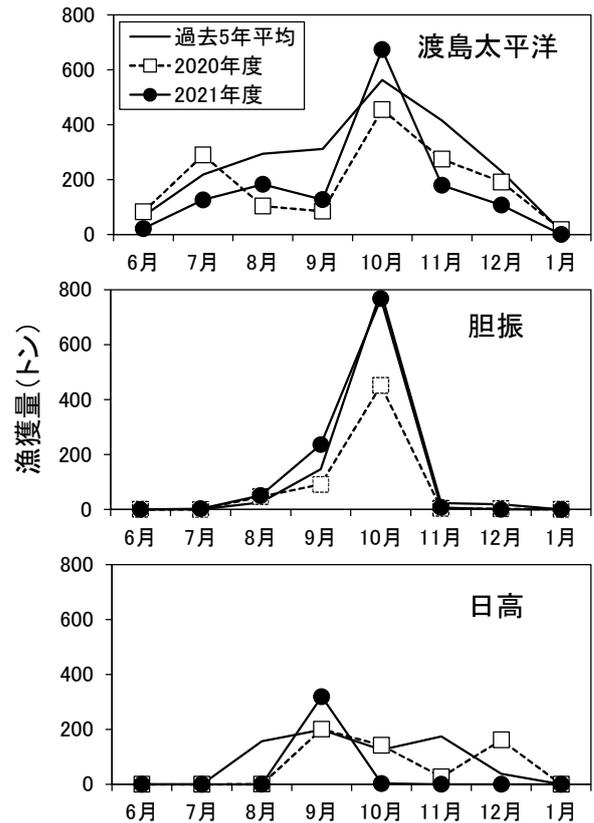


図7 渡島太平洋、胆振、日高の月別漁獲量

胆振海域では10月から始まる沖合底曳網漁業の影響で、10月に単発的なピークが見られる。この傾向は現在も変わらず、2021年の月別漁獲量は過去5年平均と同様に推移した。

日高では例年8~11月にかけて漁獲量のピークが見られる。2021年は9月にピークが見られたが、それ以外の月はほとんど漁獲がなかった。

函館港における1963年以降の生鮮スルメイカ漁獲量、延出漁隻数およびCPUEの経年変化を図8に示した。1960~1970年代には漁獲量は1万トンを超える年も多かったが1980年代には急減した。その後1990年代には再び増加したが、2002年以降は減少傾向にある。2015年以降は500t以下で推移し、2021年は117tであった。延出漁隻数も1980年代から変動はあるが一貫して減少しており、2021年は1985年以降最も少ない1,441隻であった。CPUEは漁獲量よりも変動が小さく、1990年以降はほぼ横ばいで推移していたが、2010年以降は減少傾向であり、2021年は81であった。

函館港における2020、2021年および過去10年平均の漁獲量、出漁隻数およびCPUEの旬別変化を図9に示した。2021年の漁獲量は8月下旬と11月上旬にピークが見られたが、それら以外は漁期を通して低調に推移した。出漁隻数は7月下旬~8月下旬が比較的多く、

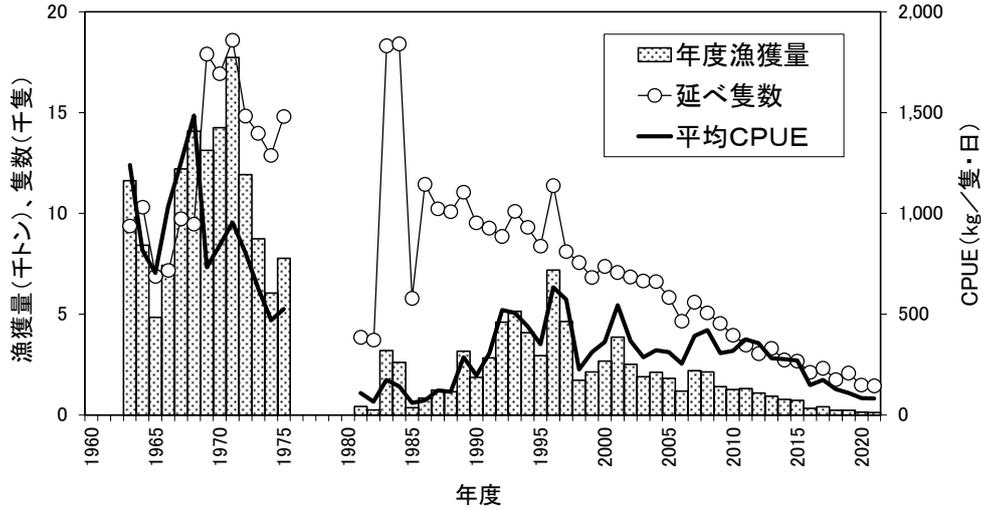


図8 函館港におけるイカ釣りによる生鮮スルメイカの漁獲量，延べ出漁隻数およびCPUEの経年変化
1976～1980年度はデータ欠落

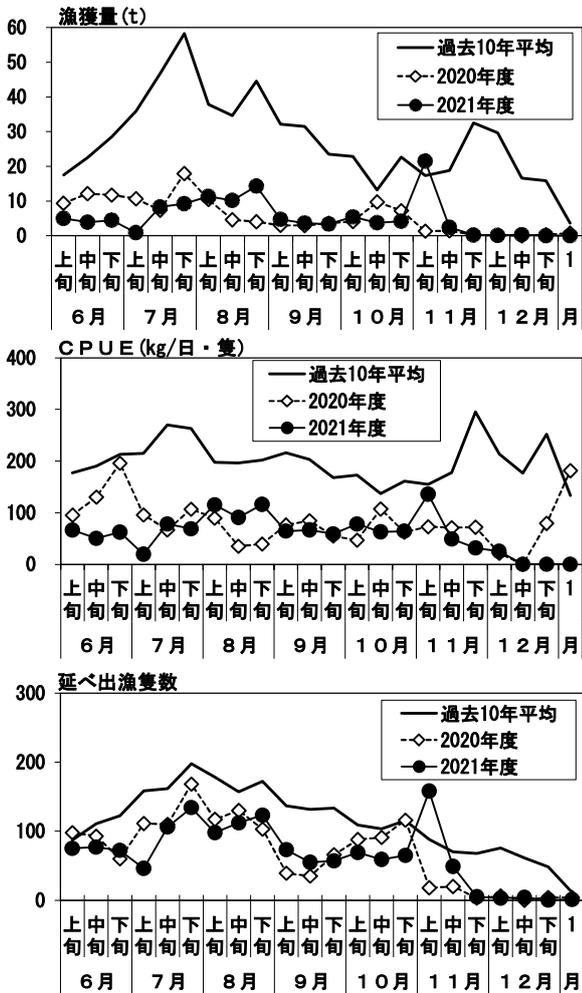


図9 函館港におけるイカ釣りによる生鮮スルメイカの漁獲量，出漁隻数およびCPUEの旬別変化

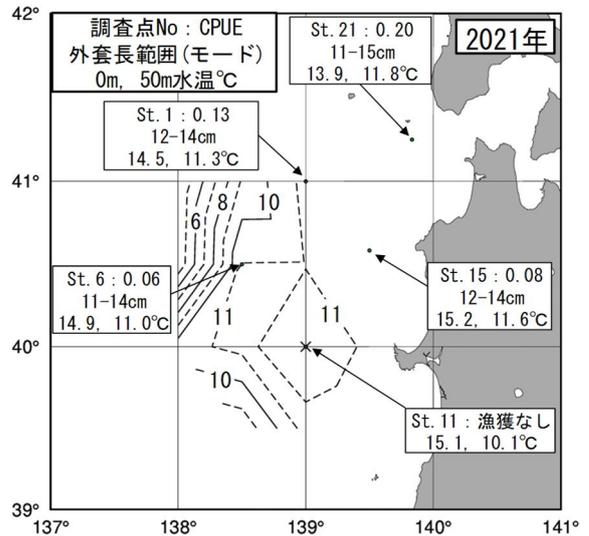


図10 日本海スルメイカ北上期調査結果. 矢印の先は漁獲調査点で●の大きさはCPUEに比例，×は漁獲なし. 等温線は深度50mの水温

11月上旬にもピークがあったが，11月中旬以降は急減した。CPUEは8月と11月上旬に比較的高めであった。

イ 調査船調査

(ア) 日本海スルメイカ北上期調査 (5/18-25)

スルメイカの分布の目安となる深度50mで10℃以上の水温帯は，東経138°30'線付近から沿岸側に広がり，調査海域の北西側では水温が4℃台であった。また，津軽海峡周辺は10℃以上の水温帯が広がっていた(図10)。漁獲調査点5地点のCPUE(イカ釣機1台1時間当たり漁獲尾数)は0～0.20の低い値だった。5地点の平均CPUEは0.09で，前年(3.4)および過去5年平均(5.6)を下回り，2019年(0.03)に次いで低い値

だった。外套長の範囲は11~15cmで、前年より小型の比率が高かった。外套長のモードは前年と同じ14cmで、過去5年平均より小さかった。

(イ) 日本海・太平洋スルメイカ漁場一斉調査(6/15-23)

深度50m層の水温は沖合で低く、沿岸で高かった。深度50mで10℃以上の水温帯は、北緯42°30'以南では沿岸から東経139°付近まで広く分布していたが、北緯42°30'以北では狭く沿岸寄りの海域に限られた(図11)。日本海7調査点のCPUEは0~2.13と低い値であった。7調査点の平均CPUEは0.37で、前年(2.94)を下回り、2010年以降の最低値となった。調査点全体の外套長のモードは15cm(前年および過去5年平均では13cmと16cmの二峰型)だった。

(ウ) 太平洋スルメイカ漁場一斉調査(8/16-21)

深度50m層の水温は津軽海峡東側~下北半島周辺で高く、恵山岬沖から日高湾に13℃以下の比較的低水温の海域が見られた(図12)。津軽海峡東側から日高沖に向かって14~17℃の等温線が伸びていたが、ADCPの結果から津軽暖流水の張り出しは弱いと考えられた。漁獲調査点3点のCPUEは0.04~5.65で、CPUEが最も高かったのは函館沖のSt.16だった。3点の平均CPUEは2.45で2020年の値(1.79)を上回ったが、過去5年平均値(3.26)を下回る低い値だった。外套長のモードは18cm(前年および過去5年平均では15~16cmと20cmの二峰型)だった。

(エ) 11月道南太平洋スルメイカ調査(11/1-6)

本調査は荒天のため、漁獲調査は函館沖(St.16)のみ、海洋観測は津軽海峡東側のみの実施となった(図12)。津軽海峡東側における深度50m層の水温は14~17℃台で、前年並み~若干高めだった。函館沖St.16のCPUEは0.87であり、2020年の値(0.31)や過去5年平均(0.64)を上回る値であった。外套長のモードは20cmであり、前年(12cmと17cm)および過去5年平均(12cmと18cm)より大きく、20cm以上の大型個体の出現率も前年および過去5年平均よりも高かった。

ウ 漁獲物調査

道南日本海(檜山管内)と函館港におけるイカ釣りによる漁獲物、函館市木直地区の定置網の漁獲物調査の結果を図14~16に示した。

道南日本海では6月に瀬棚沖、7月と9月に江差沖のイカ釣り漁獲物を測定した(図14)。外套長組成のモードは、6月に15cm、7月に16cm、9月に18cm

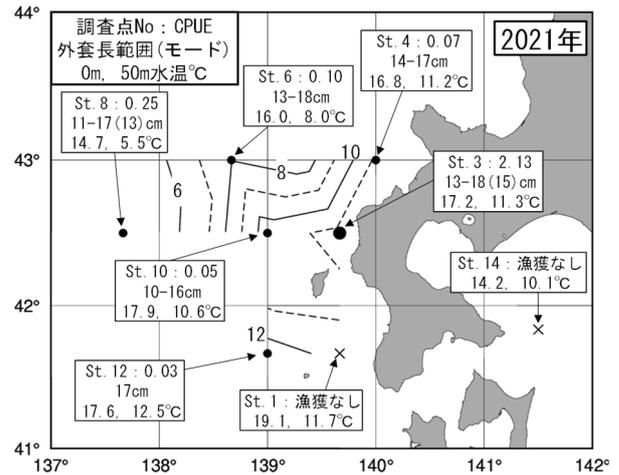


図11 日本海スルメイカ漁場一斉調査結果. 図の見方は図10と同様

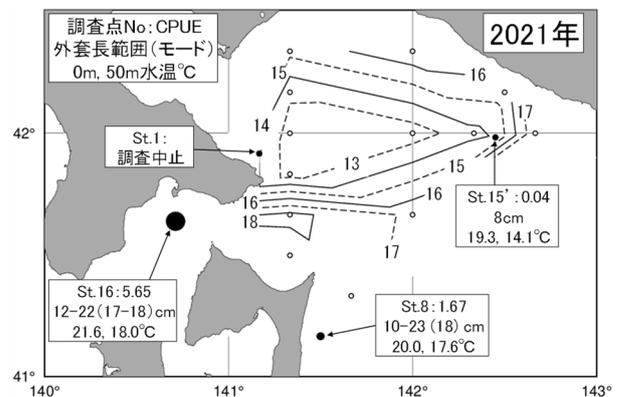


図12 太平洋スルメイカ漁場一斉調査結果. 図の見方は図10と同様

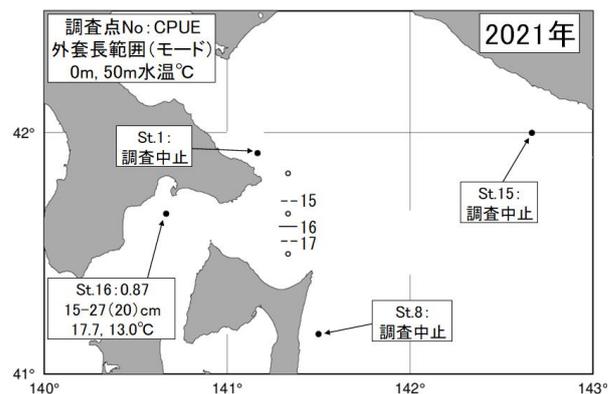


図13 11月道南太平洋スルメイカ調査結果. 図の見方は図10と同様

と大きくなったが、7月では2020年に比べ、9月では2019年に比べ小さかった。成熟度は雌雄ともに6~9月まで、90%以上が未熟個体であった。

函館近海イカ釣りの漁期中6~10月に月1回の漁獲物調査を実施し、11月は金星丸による漁獲調査の結

果を用いた。月別の外套長組成と雌雄別の成熟度の割合を示した(図15)。前年、過去5年平均と比較すると6~10月にかけては小型傾向だったが、11月は大型であった。雄の成熟度では10、11月は過去5年平均より未熟の割合が高かった。雌では過去5年平均と比べ9月に成熟個体の割合が高かったが、10~11月はほとんどが未熟個体であった。

太平洋側の木直の定置網の漁獲物について、7月から12月まで6回の調査を行った(図16)。標本はすべて無選別であった。外套長組成を見ると、7月と8

月は前年より大型個体の割合が高かったが、それ以外は前年および過去5年平均に比べ小型化の傾向にあった。成熟度は雌雄ともに9月に成熟個体の割合が最も高く、10月以降減少した。2020年と比べると雄では10~11月に未熟個体の割合が高かった。

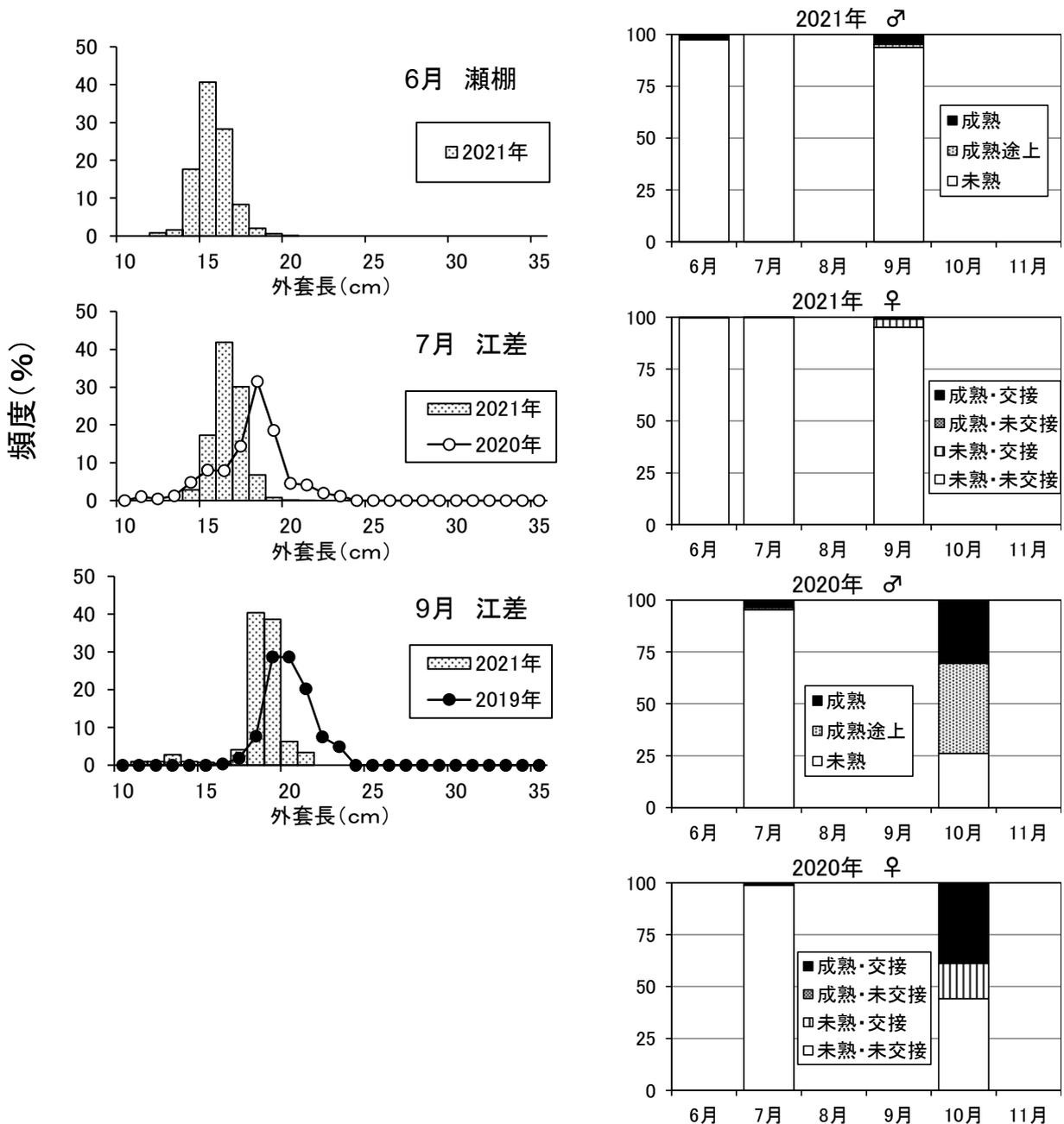


図14 道南日本海イカ釣りの漁獲物測定結果。左側が2021年、2020年、2019年の外套長組成の月別変化。右側が2021年と2020年の成熟度の月別変化。

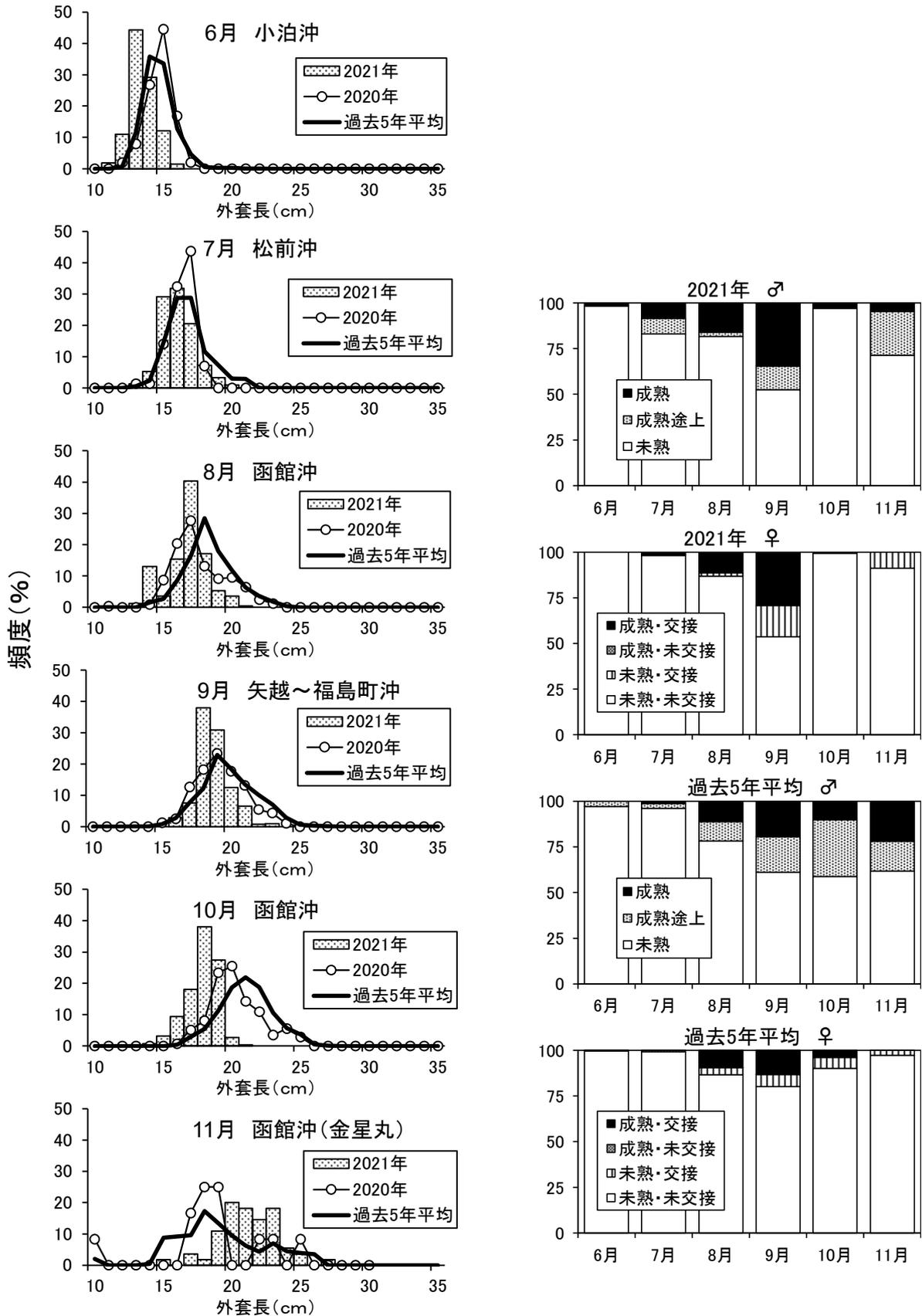


図 15 函館近海イカ釣りの漁獲物測定結果. 左側が 2021 年, 2020 年, 過去 5 年平均の外套長組成の月別変化. 右側が 2021 年と過去 5 年平均の成熟度の月別変化

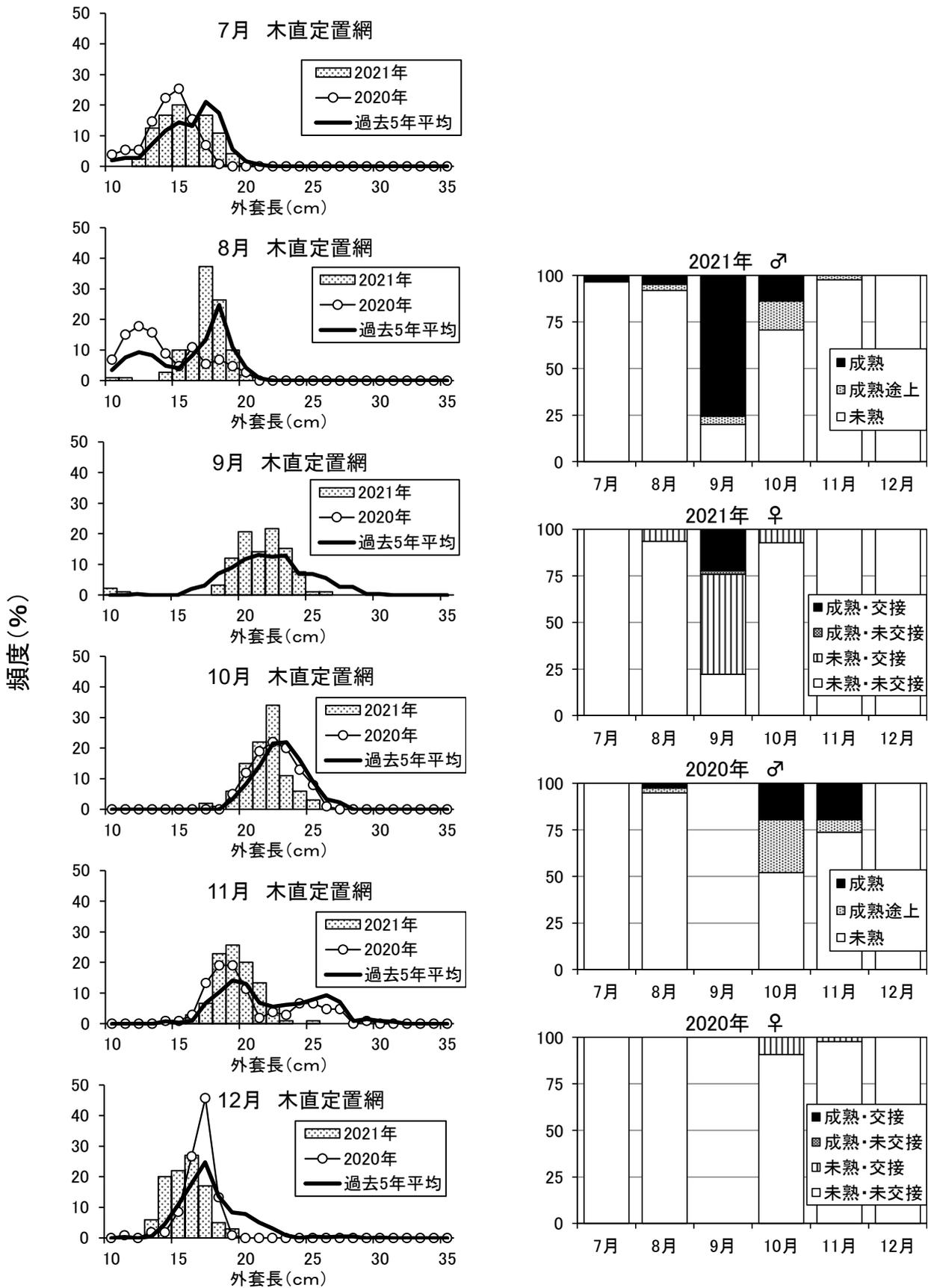


図 16 函館市木直町の定置網の漁獲物測定結果. 左側が 2021 年, 2020 年, 過去 5 年平均の外套長組成の月別変化. 右側が 2021 年と 2020 年の成熟度の月別変化

2. 2. 1 スケトウダラ（道西日本海檜山海域）

担当者 調査研究部 渡野暹雅道・武藤卓志
 共同研究機関 中央水産試験場
 協力機関 稚内水産試験場

(1) 目的

道西日本海におけるスケトウダラの魚群行動，漁場形成機構，数量変動等の要因を解明し，資源評価と漁況予測技術の精度を高め，漁業経営の安定を図る。

(2) 経過の概要

ア 陸上調査

檜山振興局管内（以下，檜山管内）の漁獲量は，漁業生産高報告（2021年，2022年は水試集計速報値）とひやま漁協の漁獲日報から集計した。また，12～2月のすけとうだら延縄漁業の漁期中に乙部地区に水揚げされたスケトウダラを購入し，生物測定を行った。

渡島総合振興局管内（以下，渡島管内）の松前町と福島町の漁獲量は，漁業生産高報告（2021年，2022年は水試集計速報値）から集計した。また，漁獲量が少なかったため生物測定は実施しなかった。

イ 海上調査

道西日本海におけるスケトウダラ産卵群の分布状況を明らかにするために，金星丸を用いて，すけとうだら延縄漁業の漁期前（10月）と漁期中（12月）に新規加入量調査（計量魚探調査，海洋観測調査，着底トロール調査）を実施した。

ウ 成果の広報

調査結果は，マリンネット北海道のHPで公開したほか，檜山すけとうだら延縄漁業協議会などで報告した。

(3) 得られた結果

ア 陸上調査

(ア) 2021年度漁期の漁業の概要

a 漁獲量と漁獲金額

1981年度以降の檜山管内におけるスケトウダラの漁獲量は，1980年代前半から中盤にかけて減少し，1986年度には6,534トンまで低下した（図1）。1993年度には17,770トンまで増加したが，その後は減少傾向となり，2014年度以降は1,000トン以下の低位横ばいで推移している。2021年度の檜山管内の漁獲量は244トンで，前年度（371トン）の約7割に減少した

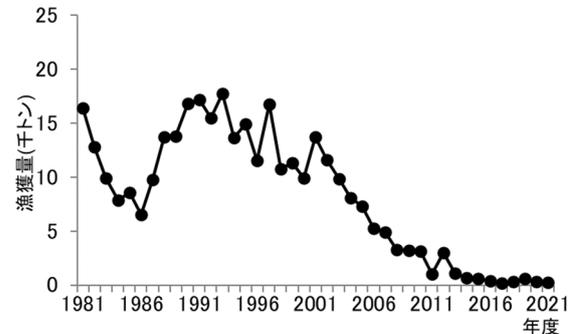


図1 檜山管内におけるスケトウダラ漁獲量の経年変化

表1 スケトウダラの地区別漁獲量と金額

	2020年度漁期計		2021年度漁期計		前年対比 (%)	
	数量	金額	数量	金額	数量	金額
せたな	0	0	0	0	-	-
熊石	0	0	0	0	-	-
乙部	371	48,428	244	43,509	66	90
江差	0	0	0	0	-	-
上ノ国	0	0	0	0	-	-
奥尻	0	0	0	0	-	-
合計	371	48,428	244	43,509	66	90
松前	0	2	0	2	100	100
福島	0	0	0	0	-	-
合計	0	2	0	2	100	100

※ 4月～翌年3月計（漁業生産高報告）。
 2021年1月～2022年3月は水試速報集計値を使用。
 せたな：旧瀬棚町、旧北檜山町、旧大成町の合計値。
 漁獲量、金額には延縄漁業以外の漁法で漁獲されたものも含む
 なお熊石は現在は八雲町熊石。

（表1）。檜山管内の漁獲金額は0.4億円で，前年度（0.5億円）の約9割に減少した（表1）。一方，渡島管内では前年度に引き続きスケトウダラはほとんど漁獲されなかった（表1）。

b 漁獲動向と漁獲努力量

スケトウダラの主要な水揚げ地である乙部町におけるすけとうだら延縄漁業の漁獲量，平均CPUE（1日1隻あたりの漁獲量），平均単価，操業日数，延べ操業隻数の経年変化を図2に示す。

漁獲量と平均CPUEは，1980年代前半から中にかけてともに減少し，1986年度にはそれぞれ3,081トン，1.5トンまで低下した。その後は増加傾向となり，1993年度には漁獲量が7,293トン，平均CPUEは3.6トンとなった。1994年度以降は年変動があるものの再び減

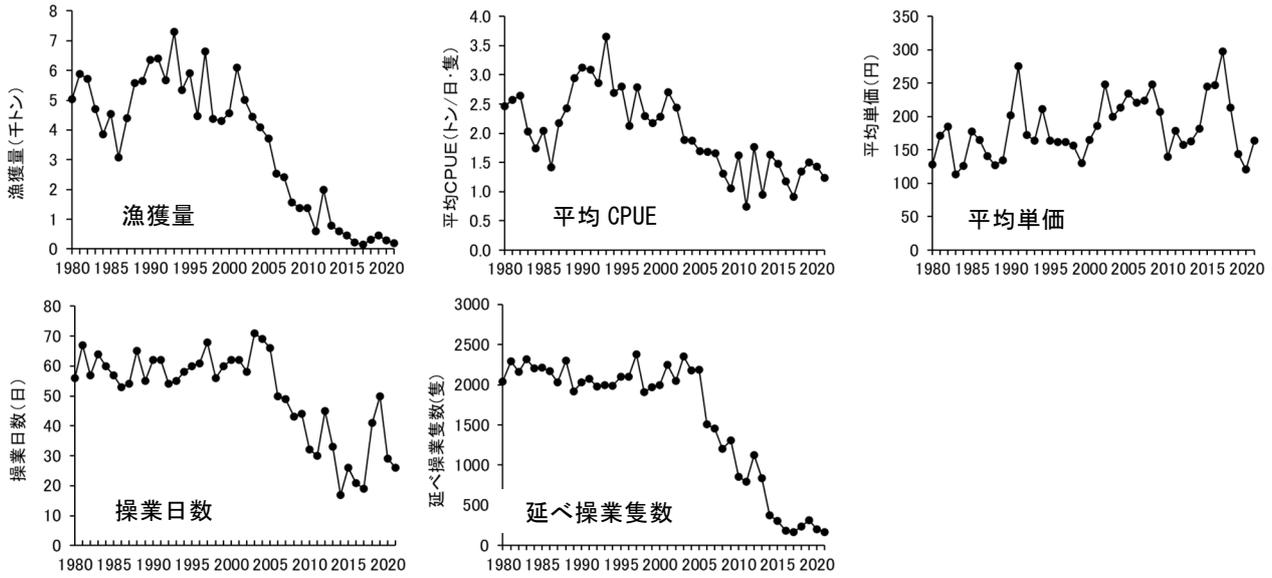


図2 すけとうだら延縄漁業による漁獲結果の経年変化 (乙部町)

少傾向となっている。2021年度の漁獲量は210トンで前年度(288トン)の約7割に減少し、平均CPUEは1.2

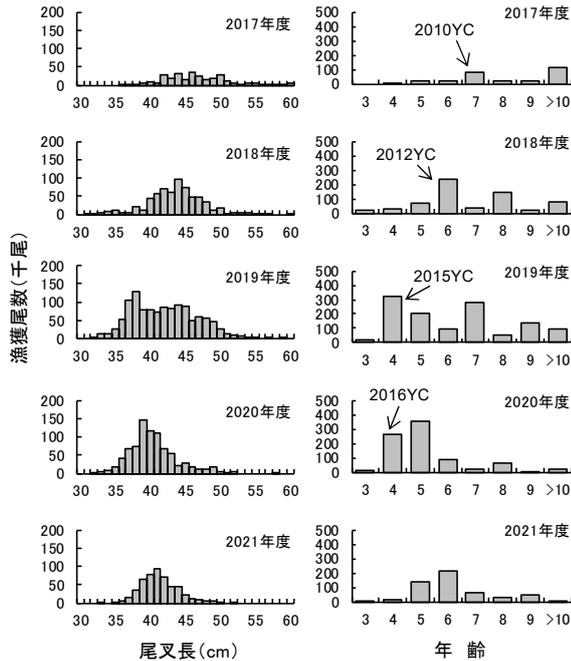


図3 檜山海域において延縄で漁獲されたスケトウダラの尾叉長組成と年齢組成

トンで前年度(1.4トン)の約9割に低下した。

平均単価(円/kg)は、2009年度まで変動を繰り返しながら上昇傾向にあったが、2010～2014年度は190円以下の安価で推移した。これは道南太平洋のスケトウダラの豊漁が影響したと考えられる。2015～2018年度は250円前後で推移したが、2019年度以降は魚体が小型化したこともあって平均単価が下がり、150円前後の安値で推移している。2021年度は164円であった。

2021年度の操業日数と延べ操業隻数は、それぞれ26日と170隻で、ともに前年度(29日、202隻)よりも減少した。

c 漁獲物の特徴

2017～2021年度の檜山海域における延縄漁獲物の尾叉長組成と年齢組成を図3に示す。

2017年度は2006年級群と2010年級群(それぞれ11歳と7歳)が主体に漁獲されていた。2018年度になると近年では比較的豊度が高いと考えられる2012年級群(6歳)と2010年級群(8歳)が漁獲の主体となった。2019年度は2012年級群に加えて2015年級(4歳)が多く漁獲され、2020年度以降は2012年級群の割合は低下し、2015年級と2016年級(2020年度の5歳と4歳)が主体となっている。この間の尾叉長は、2018年度までは概ね40～50cm台が主体であったが、2019年度以降は若齢化に伴い40cm以下の小型魚もまとめて漁獲された。

イ 海上調査

(ア) 産卵群漁期前分布調査(新規加入量調査)

2021年10月14～26日に積丹半島以南の海域で、計量魚探調査、海洋観測調査、着底トロールによる漁獲調査を実施した(図4)。計量魚探調査では調査海域に設定した調査線上を航走し、EK60(Simrad社製)を用いて音響データを収録した。音響データ収録中の船速は10ktとし、海況に応じて適宜減速した。海洋観測調査では、CTD(SeaBird社製)を用いて水温および塩分の観測を行った。

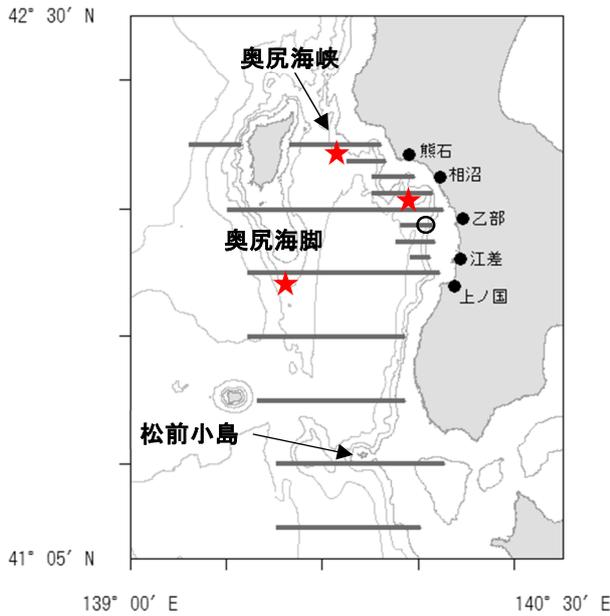


図4 スケトウダラ調査海域図
 実線(—)は魚探調査ライン
 星印(★)はトロール調査点
 黒丸(●)は海洋観測点

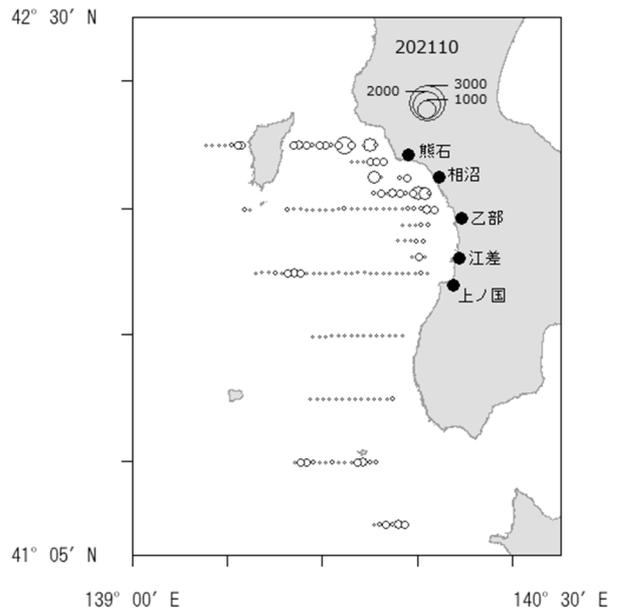


図5 調査海域全体の魚群の水平分布
 ○の大きさが魚群反応量を示す

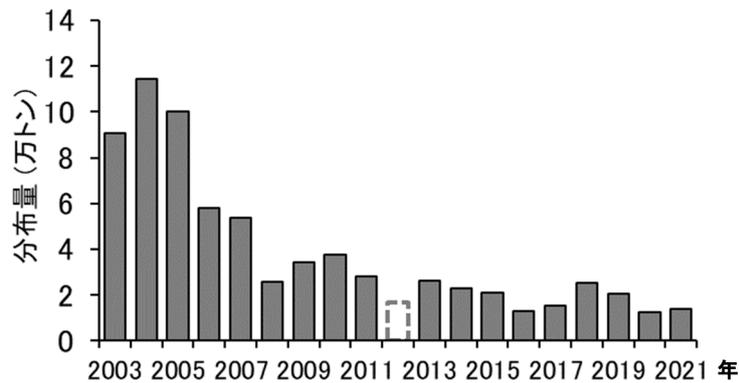


図6 檜山海域のスケトウダラ現存量の推移
 ※2012年は荒天による欠測等により過小評価されているため参考値

ここではスケトウダラの主漁場が形成される奥尻島以南海域の調査結果について記す。

a 道南日本海海域における魚群の分布

スケトウダラ魚群の多くは、前年(図無し)と同様に奥尻海峡から相沼沖にかけて分布していた(図5)。また、奥尻海脚や松前小島周辺にもややまとまった分布が見られた。

b スケトウダラの分布量

計量魚探調査結果から推定された檜山海域のスケトウダラ分布量は、2002年をピークに減少傾向となり、2008年以降は低水準で推移している(図6)。2021年の分布量は13,713トンで、前年(12,325トン)を約1割上回った。

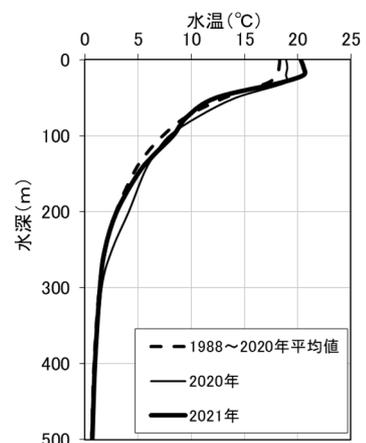


図7 乙部沖の10月の鉛直水温分

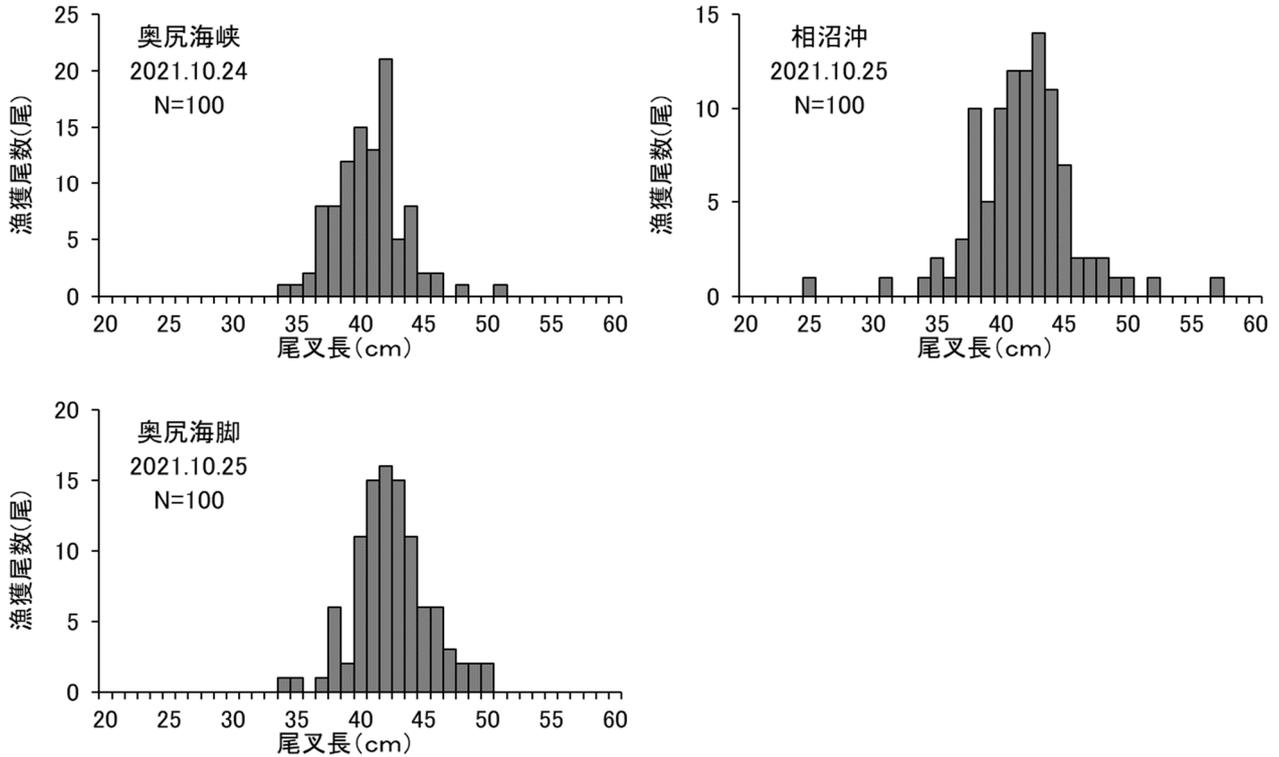


図8 着底トロール調査で漁獲したスケトウダラの尾叉長組成

c 水温環境

スケトウダラ漁場が形成される乙部沖の水温は、表層付近では平年および前年を上回っていたが、スケトウダラが主に分布する 300m 以深は、概ね平年並みであった (図 7)。

d 着底トロールで漁獲したスケトウダラの尾叉長組成

トロール調査は魚探反応が大きかった奥尻海峡、奥尻海脚、相沼沖の 3 調査点で実施した (図 4, 5)。いずれの海域でも尾叉長 35cm 台以上の成魚が主体に採集された。海域別に見ると、奥尻海峡は尾叉長 40cm 台前後が主体、相沼沖、奥尻海脚は尾叉長 40cm~45cm 台が多かった (図 8)。

(イ) 産卵群漁期中分布調査 (新規加入量調査)

2021 年 12 月 7~11 日に、奥尻島以南の檜山海域で計量魚探調査、海洋観測調査、着底トロール調査を、「(ア) 産卵群漁期前分布調査」と同様に実施した (図 9)。

a 檜山海域における魚群の分布

スケトウダラ魚群の多くは奥尻海峡から相沼沖にかけて分布していた (図 10)。一方、江差沖や上ノ国沖ではほとんど分布が見られなかった。

b スケトウダラの分布量

計量魚探調査結果から推定されたすけとうだら延縄漁場とその周辺のスケトウダラ分布量を図 11 に示す。2021 年のスケトウダラ分布量は 1,628 トンで、前年 (1,390 トン) をやや上回ったが、引き続き低水準であった。

c 水温環境

この時期スケトウダラが多く分布していた水深 300~500m の水温は 1.5℃以下で平年並であった (図 12)。

d 着底トロールで漁獲したスケトウダラの尾叉長組成

トロール調査は魚探反応が大きかった相沼沖で実施した (図 9, 10)。調査では主に尾叉長 38~46cm の成魚が採集された (図 13)。前年の同調査 (図無し) では尾叉長 40cm 前後が主体であったが、2021 年は 45cm 以上の個体もまとまって採集された。

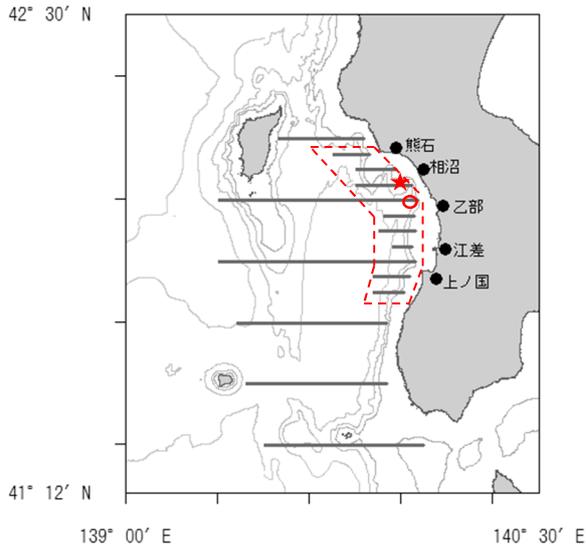


図9 スケトウダラ調査海域図
 実線(ー)は魚探調査ライン
 破線は図11の魚群分布量を算出した範囲
 星印(★)はトロール調査点
 黒丸(○)は海洋観測点

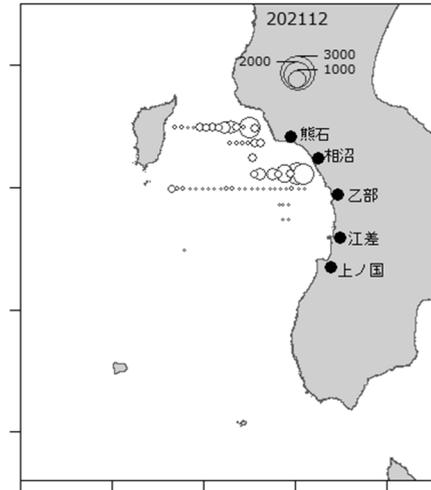


図10 調査海域全体の魚群の水平分布
 ○の大きさが魚群反応量を示す

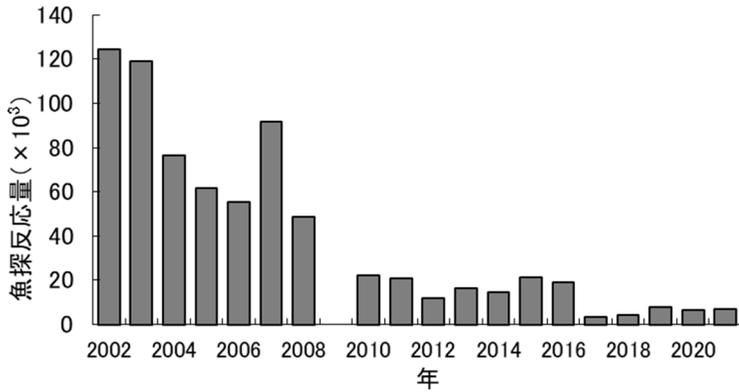


図11 延縄漁場とその周辺のスケトウダラ分布量の推移
 ※2009年は帯天で調査中止

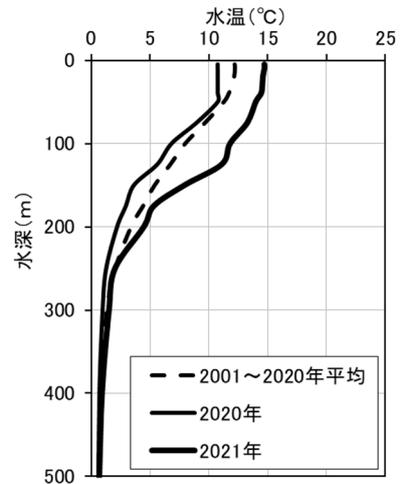


図12 乙部沖の12月の鉛直水温分

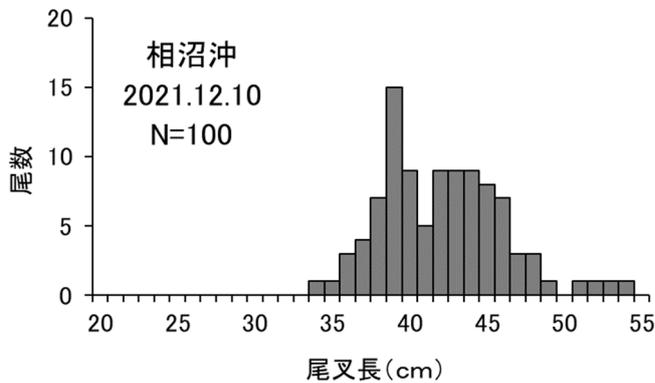


図13 着底トロール調査で漁獲したスケトウダラの尾叉長組成

2. 2. 2 スケトウダラ（道南太平洋）

担当者 調査研究部 武藤 卓志

共同研究機関 栽培水産試験場

(1) 目的

道南太平洋海域におけるスケトウダラの魚群行動、漁場形成機構、数量変動等の要因を解明し、資源評価と漁況予測技術の精度を高め、漁業経営の安定を図る。

(2) 経過の概要

ア 漁獲物調査

(ア) 漁獲統計調査

a 漁獲量

刺し網、定置網およびその他の沿岸漁業における漁獲量については漁業生産高報告から集計した。集計範囲は、渡島総合振興局のうち函館市恵山地区（旧恵山町）～長万部町（ただし八雲町熊石地区（旧熊石町）は除く）、胆振総合振興局および日高振興局から収集した。なお、2021年度については水試集計速報値であり、一部北海道水産林務部漁業管理課集計値（暫定値）を含む。また、沖合底びき網（以下、沖底）漁業の漁獲量は、北海道沖合底曳網漁業漁獲統計年報（以下、沖底年報）から集計した。集計範囲は中海区「襟裳以西」で漁区別に収集した。集計年は年度（4月～翌年3月）とした。

b 漁業情報

(a) 刺し網漁業の資源量指数

渡島および胆振総合振興局が2003年度から収集しているスケトウダラ固定式刺し網漁業漁獲成績報告書（以下、漁績）を入手し、スケトウダラ漁獲量の比較的多い南かやべ、鹿部およびいぶり中央漁協での月別の漁獲量、網数データから刺し網漁業の月別資源量指数を算出した。月別資源量指数は、漁獲成績報告書から月別・漁区別 CPUE (kg/反) を集計し、漁区別 CPUE を月別に合算することにより算出した。なお、月別資源量指数は、毎月漁場を通過す

る漁獲量を表していると考え、10月～1月の月別資源量指数を合算したものを年間の刺し網の資源量指数とし、年毎の産卵親魚の来遊量を評価した。また、漁区別 CPUE の算出に使用した漁区は、ほぼ毎年使用されている182～194及び197漁区に限定した。ただし、各月、網数データはあるものの、漁獲量が0の漁区は集計対象から除外した。

なお、刺し網1反の長さは渡島管内では27m、胆振管内では45mと、海域により異なるため、網長45mを1反と定義し、反数を努力量の指標値として用いた。集計期間については、スケトウダラ固定式刺し網漁業の漁期は10月～3月となっているが、TACによる操業規制等で2月以降の操業を行わなかった年度があることから、2月以降は含まず10月～1月とした。

(b) 刺し網の標準化 CPUE（操業日誌）

操業日誌は、2010年度より渡島及び胆振地区のスケトウダラ刺し網船団の代表船（18隻）に依頼し、操業日ごとの操業位置（緯度・経度）、使用した網数（反）、漁獲量（kg）を記入したものである。この操業日誌のデータを用いて標準化 CPUE を算出した。

得られたデータから ArcGIS を用いて、漁具の中央部の水深の推定を行った。日誌に記録された緯度・経度情報から、網の両端の位置を ArcMap 上にプロットし、両点を結ぶ直線を描画し、これを漁具の設置位置とした。次に、この直線の間接点を算出するツールを用いて、漁具の間接点を割り出し、別途作成した海底等深線のポリゴンから深度データを読み取り、漁具中間点における水深とした（1m単位）。こうして得られた水深を7つの階級（～100m、～150m、～200m、～250m、～300m、～350m、～400m以浅）に分類したものを漁具の中央部の水深（Depth）

とした。操業エリアは沖底漁区を基準とし、海域を11の操業エリアに分割した。日誌に記録された操業位置のうち投網開始位置を基準にして、各操業データに操業エリアの情報を紐付けした。

CPUEの標準化には正規分布を仮定した一般化線形モデルを利用し、応答変数に対数変換した船別日別のCPUEを、説明変数に年、月、漁具の中央部の水深、漁具の浸漬日数、根拠港、操業エリアを用いた。CPUEは操業エリア、月、水深ごとに年変動パターンに違いがみられたので、これらの説明変数はそれぞれの年との交互作用項としてモデル化した。操業データの中には漁獲が0であったデータも含まれたため、応答変数はCPUEに定数項を加え対数変換したものとした。この定数項には、平均CPUEの10%の値を与えた(constant)。

$$\log(\text{CPUE} + \text{constant}) \sim \text{Year} * \text{Month} + \text{Year} * \text{Area} + \text{Year} * \text{Depth} + \text{Duration} + \text{Port} + \text{Intercept}$$

ここで、CPUEは日別船別の漁獲量(kg)を努力量(網長)で割った値、Yearは操業日誌の記録が行われた2010年～2021年、Monthは10月～翌年2月とし(Areaは前述の方法で設定した操業エリア、Depthは前述の方法で推定した漁具の中央における水深(m)、Durationは漁具の浸漬日数(1日～3日)、Portは根拠港(例えば、南かやべ漁協白尻港所属船であれば白尻)である。すべての説明変数はカテゴリカル変数として用いた。

(c) 沖底漁業のCPUE

北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報の中海区「襟裳以西」において(図1)、スケトウダラ漁獲量とスケトウダラ有漁曳網回数を集計し、CPUEを算出した。なお、CPUEの算出には日別集計となった1996年度以降のデータを使用し、試験操業のデータは除いた。

(イ) 漁獲物の生物測定調査

10～3月の漁期中にスケトウダラ漁獲物の生物測定を行い、性別、年齢および体長(尾叉長)組成、成熟度等の情報を得た。標本の採集場所は、鹿部(刺

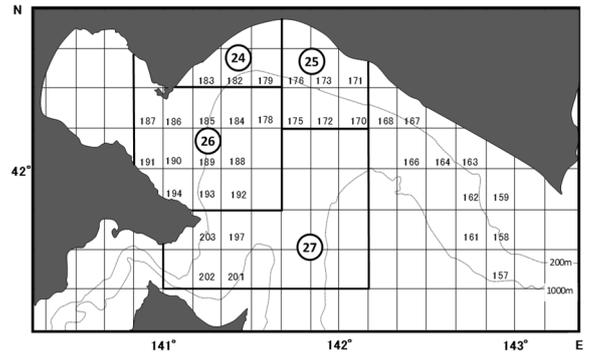


図1 沖底漁業におけるCPUE対象海区

し網：10～1月、各月1回)、登別(刺し網：10～2月、各月1回)、室蘭(沖底：12～1月、各月1回)であった。

イ 調査船調査(産卵来遊群分布調査)

函館水産試験場調査船金星丸(151トン)を使用して、道南太平洋海域の水深50～500mにおけるスケトウダラ産卵来遊群の分布調査を行った(図2)。

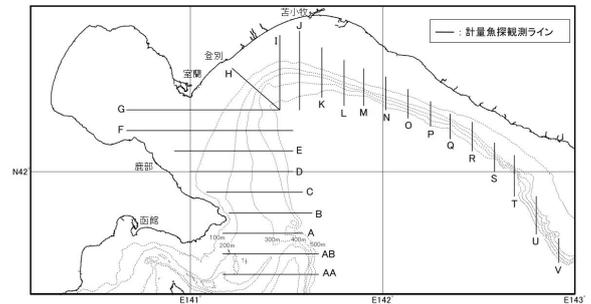


図2 産卵来遊群分布調査海域

調査はスケトウダラ刺し網漁業漁期前の8月下旬(1次調査)、漁期中(産卵期直前)の11月下旬(2次調査)および産卵期の1月中旬(3次調査)の3回実施した。調査の概要は以下のとおりである。

(ア) 調査期間

- 1次調査：2021年8月26～29日
- 2次調査：2021年11月16～18日
- 3次調査：2022年1月15～17日

(イ) 調査内容

等深線に対して垂直に主に 5 マイル間隔で設定した調査線を航走し、金星丸に搭載した計量魚群探知機 EK-60（シムラッド社製）により音響データを収録した（設定値は表 1）。音響データ収録中の船速は 10kt を基本とし、海況により適宜減速した。音響データを収録した範囲は、1 次調査は AA～V 調査線、2 次調査は A～T 調査線、3 次調査は C～L 調査線とした。収録した音響データの解析は、計量魚探データ解析用ソフトウェア Echoview（Myriax 社製）を用いて行った。また、魚種確認およびスケトウダラ生物情報取得のためのトロール調査を実施した。

表 1 計量魚探（EK-60）の設定値

周波数	38 kHz
送信出力	2.0 kW
パルス幅	1.0 msec
EDSU	0.1 nmi
積分深度	10～500 m
Threshold	-70 dB

調査海域内のスケトウダラ反応量は、平均 *NASC* 値 (m^2/nmi^2) に調査面積を乗じて算出した累積 *NASC* 値で示した。平均 *NASC* 値は、次式に従って算出した。

$$\text{平均 } NASC \text{ 値} = \sum_i \left(NASC_i \times \frac{Li}{\sum_i Li} \right)$$

ここで、 $NASC_i$ 、 Li は調査線 i の平均 *NASC* 値 (m^2/nmi^2) および調査線長を示す。

ウ 資源解析

（ア）年齢別漁獲尾数の推定

漁期中に地区別、漁業種類別に漁獲物の生物測定を行い、月別、地区別、漁業種類別の平均体重および年齢組成を算出した。次に、月別、地区別、漁業種類別の漁獲量を、それぞれ対応する平均体重で除して得た漁獲尾数に年齢組成比を乗じて年齢別漁獲尾数を算出した。

（イ）資源水準の推定

刺し網漁業の資源量指数、沖底漁業の資源量指数、産卵来遊群分布調査時に実施した計量魚探による反応量（1 次及び 2 次調査）のデータを解析して現在の資源水準を推定した。

エ 漁況予報

産卵来遊群分布調査（1 次調査）および資源解析結果に基づいて行った漁況予報については、胆振渡島すけとうたら刺し網漁業協議会、室蘭漁業協同組合沖底船に対して報告した。また、産卵来遊群分布調査（1～3 次調査）終了後に、調査結果を取りまとめて、漁況予測資料として FAX、函館水試ホームページで公表した。

（3）得られた結果

ア 漁獲物調査

（ア）漁獲統計調査

a 漁獲量

1997 年より TAC 対象種に指定されたことから、それ以降の漁獲量は管理されている。刺し網漁業においては、2007、2009、2010、2011、2012 および 2013 年度に行政指導による操業規制が行われた。2007、2009 および 2010 年度は TAC 満量に伴う操業期間の切り上げ、2011～2013 年度は、操業開始日の先送りを行った。

このような状況の中で、当海域の漁獲量は、1960 年代後半～1997 年度の間、4 万～11 万トン前後で推移してきた。1999 年度には高豊度年級群になった 1994 および 1995 年級群が漁獲の主体となり、漁獲量は過去最高の 15 万トンを記録したが、その後、漁獲量は急減し、2002 年度には 1985 年度以降で最低の 3.6 万トンとなった。2003 年度以降は、高豊度年級群が 2000、2005、2007 年に発生したため漁獲量は増加傾向となり、2004～2013 年度はほぼ 7 万トン以上で推移した。しかし、2010 年度以降は豊度の低い年級群の発生が続いたことから、2014～2018 年度にかけて漁獲量は再び減少し、2018 年度には

1985年度以降で最低の3.5万トンになった。2019年度以降は、2016年級群が高豊度年級群となったことから漁獲量は増加に転じ、2020年度は4.3万トン、2021年度は4.5万トンと3年連続して前年度の漁獲量を上回った(表2, 図3)。

漁法別にみると、当海域の主要漁業である刺し網漁業の漁獲量は、2003年度までは変動が大きかったが、2004年度以降は2014年度までは4.5万トン前後で比較的安定してきた。2016年度以降は2万トン台で推移しており、2021年度は2.7万トンと前

漁獲量は、2004および2010年度は2万トンを上回り、2002, 2014, 2016および2019年度は1千トンを下回るなど年変動が大きい。2012年度以降は、5千トン未満で増減していたが、2020年度は7.9千トン、2021年度も6.7千トンと5千トンを上回った。沖底漁業では、おおむね3万トン以内で推移し、1999年度には2.8万トンを記録した。2018年度以降は1.0~1.4万トンで推移し、2020年度は1.4万トン、2021年度は1.1万トンであった(表2)。

沿岸漁業の漁獲量を振興局別にみると、渡島管内では1999年度に11.5万トンを記録した後、2002年度には1.0万トンに急減するなど変動が大きい、長期的にみると、2000年度までは5万トン前後、2001~2013年度は3万トン前後、2014年度以降は1.5万トン前後で推移しており、2020年度は1.6万トン、2021年度は1.9万トンであった。胆振管内では変動は小さく、おおよそ2万トン前後で推移していたが、2016年度以降は1.0万トン前後となっており、2020年度は0.9万トン、2021年度は1.0万トンであった。日高管内では渡島、胆振管内より少なく、1999年度までは2千トン未満で推移していたが、2008年度以降、3千~6千トンとそれ以前と比べ高い水準で推移しており、2020年度は4.3千トン、2021年度は4.9千トンであった。

表2 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁業
種別漁獲量(単位: トン)

年度	沿岸漁業				沖底	合計
	刺し網	定置網	その他	小計		
1985	89,928	9,991	249	100,168	12,540	112,708
1986	82,644	1,972	250	84,866	14,108	98,973
1987	92,222	4,950	222	97,394	13,164	110,559
1988	65,242	12,093	260	77,595	7,514	85,108
1989	66,388	15,039	408	81,835	9,403	91,238
1990	36,276	12,351	393	49,021	10,048	59,069
1991	47,042	5,989	440	53,471	13,259	66,729
1992	66,473	15,009	374	81,857	16,734	98,590
1993	54,338	7,268	781	62,386	13,349	75,735
1994	32,409	13,711	496	46,616	21,931	68,546
1995	45,644	9,069	334	55,046	24,222	79,268
1996	30,940	15,565	245	46,749	12,969	59,718
1997	28,771	22,807	415	51,992	13,079	65,071
1998	52,388	28,675	206	81,270	16,508	97,778
1999	84,911	39,255	254	124,420	28,320	152,740
2000	73,289	17,525	183	90,998	21,607	112,605
2001	46,015	7,552	354	53,920	19,843	73,762
2002	19,685	922	169	20,776	15,237	36,013
2003	28,665	16,037	265	44,966	19,726	64,692
2004	45,779	24,043	284	70,107	19,935	90,042
2005	49,539	10,960	219	60,718	19,838	80,556
2006	45,933	3,177	285	49,395	19,743	69,139
2007	47,873	6,136	535	54,544	26,699	81,243
2008	46,613	4,928	411	51,952	21,652	73,604
2009	55,673	9,962	410	66,044	18,968	85,012
2010	55,362	21,241	616	77,219	19,027	96,246
2011	40,769	18,750	449	59,969	19,769	79,738
2012	45,325	4,581	131	50,038	20,086	70,123
2013	47,335	4,997	148	52,480	20,229	72,709
2014	41,778	759	105	42,642	21,529	64,171
2015	32,338	1,416	118	33,872	16,009	49,880
2016	24,776	924	117	25,818	14,702	40,520
2017	26,551	4,900	61	31,512	9,211	40,723
2018	23,552	1,084	86	24,723	10,541	35,264
2019	26,809	376	32	27,218	12,358	39,576
2020	21,392	7,924	46	29,362	13,795	43,158
2021	27,132	6,786	45	33,962	10,903	44,866

年度計(4~3月), 2021年度は暫定値

集計範囲: 函館市恵山地区(旧恵山町)からえりも町

年度(2.1万トン)をやや上回った。定置網漁業の

b 漁業情報

(a) 刺し網漁業の資源量指数(漁獲成績報告書)

漁獲に占める割合が最も高い刺し網漁業の資源量指数は、2003年度には800台であったが、その後、増加傾向を示し、2006, 2007年度には1,600台になった。2008年度にはやや下がったものの、2009年度には2005年級群の加入により2,000台、2010年度には2,900台まで増加した。その後は増減を繰り返しながら徐々に減少し、2016年度には1,400台となった。2016年以降は、2019年度に1,500台となった以外は1,400前後で推移していたが、2021年度は2,085と大幅に増加した(図5)。

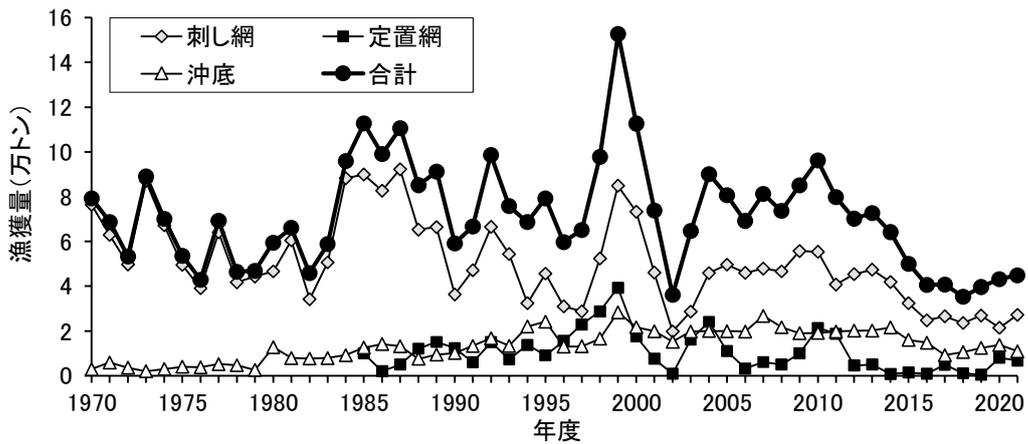


図3 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁業種別漁獲量の推移

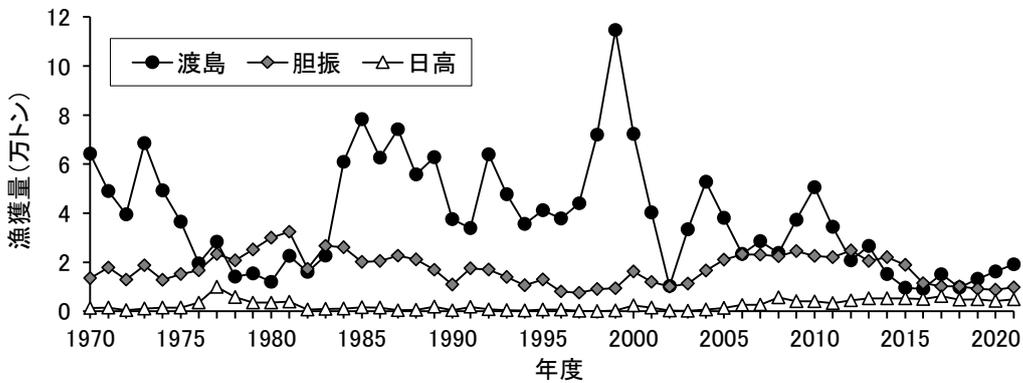


図4 道南太平洋海域におけるスケトウダラ振興局別漁獲量の推移

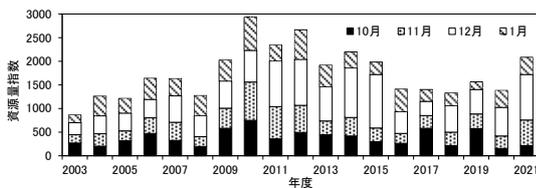


図5 刺し網漁業の資源量指数の推移

(b) 刺し網漁業の標準化 CPUE (操業日誌)

刺し網船団の代表船に依頼した操業日誌に基づく標準化 CPUE は、2010～2013 年度は 50 以上であったが、その後減少し、2016 年度には 15.2 となった。しかし、2017 年度以降は増加傾向に転じ、2020 年度は 50.5 と 7 年振りに 50 を上回ったが、2021 年度は 40.8 となり、2020 年度から減少した(図 6)。

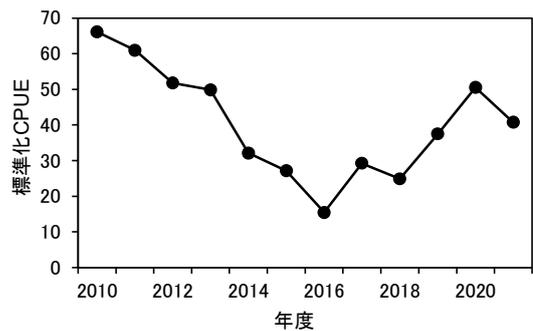


図6 刺し網漁業操業日誌に基づく標準化 CPUE の推移

(c) 沖底漁業の CPUE

沖底漁業における CPUE は、1999 年度以降は 5.0 ～7.0 で比較的安定して推移したが、2017～2019 年度に 4.0 前後まで減少した。2020 年度には再び 5.0 以上の値となり、2021 年度は 7.9 と 1996 年度以降

の最高値となった(図7)。

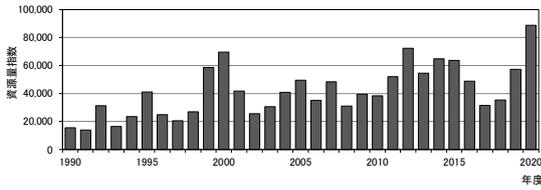


図7 沖底漁業の資源量指数の推移

(イ) 漁獲物の生物測定調査

2019～2021年度のスケトウダラ漁獲物の尾叉長および年齢組成を図8に示した。2021年度の漁獲物の尾叉長は22～67cmの範囲にあり、43cmにモードがみられた。年齢は5歳(2016年級群)が全漁獲尾数の約6割を占め、4歳(2017年級群)、6歳(2015年級群)がこれに続き、4～6歳で全漁獲物の90%を占めた。

イ 調査船調査(産卵来遊群分布調査)

計量魚探調査によるスケトウダラ産卵群の反応量(NASC累積値)の経年変化を図9に示した。1次調査(8月下旬)の反応量は、2008年度までは20.0

万以下で推移していたが、2009～2015年度は、おおむね20～30万で変動した。2016年度以降は、10～20万程度で推移しており、2021年度は17.1万であった。2次調査(11月中旬)の反応量は、2001～2007年度かけて増加傾向となり2007年度には280.1万になった。2008年度には122.0万まで減少したが、2009年度には調査を開始した2001年度以降で最高の420.3万まで急増した。その後は、減少傾向となり、2019年度には46.7万となったが、2020年度から2年連続して増加し、2021年度は273.5万になった。

両調査で得られた反応量を、それぞれの平均値で基準化した値の合計値は、刺し網資源量指数とほぼ同様の推移をしていた(図10)。2001～2008年度は0.69～2.86の範囲で推移していたが、2009年度には4.54まで急増した。それ以降は減少傾向となり、2018年度は0.90となったが、2019および2020年度は1.20前後まで、2021年度は2.89まで増加した(図10)。

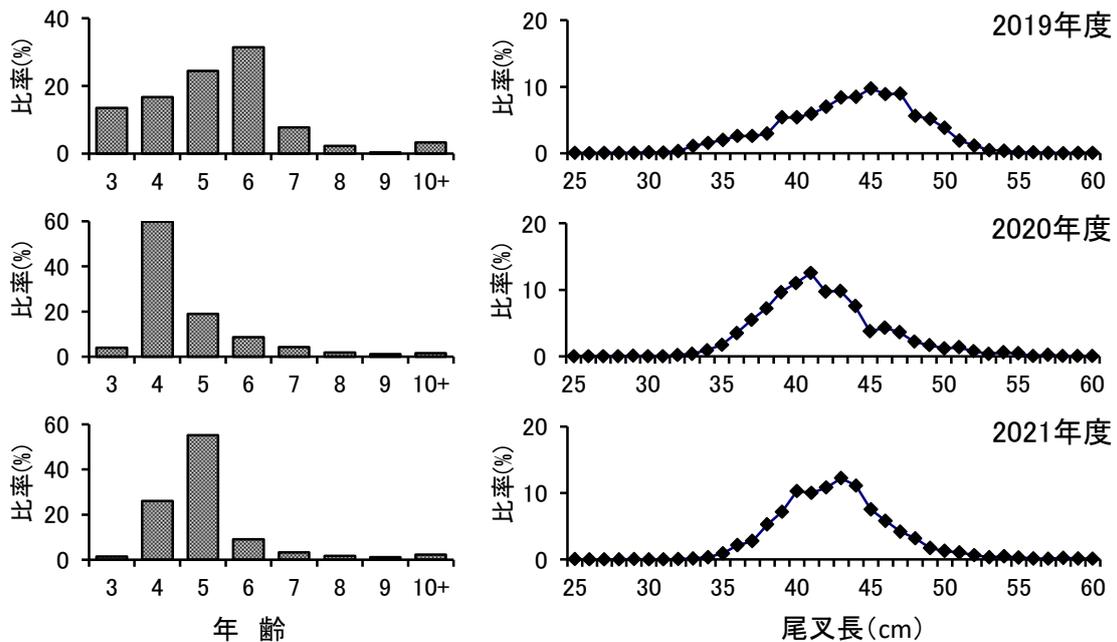


図8 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁獲量の年齢および尾叉長組成

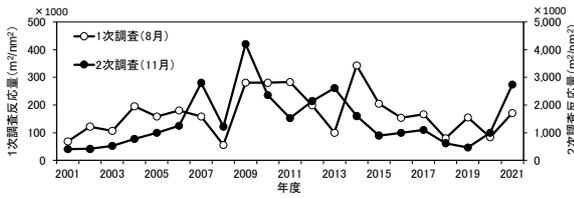


図9 スケトウダラ調査時期別の魚探反応量 (NASC累積値)

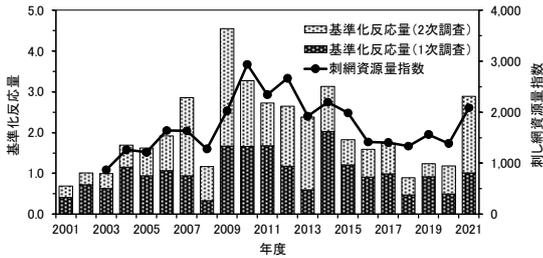


図10 調査時期別の基準化反応量および刺し網資源量指数の推移

ウ 資源解析

(ア) 年齢別漁獲尾数の推移

1985年度から1997年度までは1.0～2.0億尾程度で推移していたが、1999年度に3.0億尾まで増加した後に、2002年度は0.5億尾まで減少した。2003～2013年度は1.5億尾程度で安定して推移したが、その後減少傾向となり、2016～2019年には0.7億尾程度となった。しかし、2020年、2021年度はやや増加し1.0億尾程度となった(図11)。

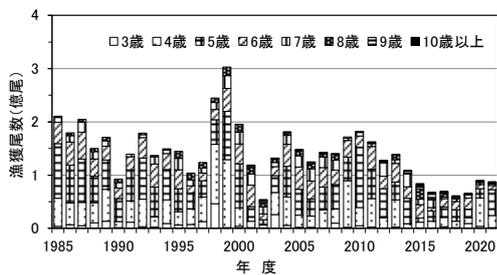


図11 道南太平洋海域におけるスケトウダラの年齢別漁獲尾数の推移

(イ) 現在の資源水準および今後の資源動向

資源水準の判断に関しては、道南太平洋海域の漁獲量の6割以上を占め、産卵群の分布の中心域で漁業を行っている刺し網漁業の資源量指数(漁績)を用いた。資源水準を評価した期間については、刺し網漁業の資源量指数を算出する基となった漁獲成績報告書データの収集が2003年度から開始されたため、2003～2020年度の18年間とした。この間の平均値を100とし、100±40の範囲を中水準、その上下をそれぞれ高水準、低水準として資源水準の判断を行った。その結果、2021年度の水準指数は121であったことから(図12)、2021年度の資源水準は中水準と判断した。

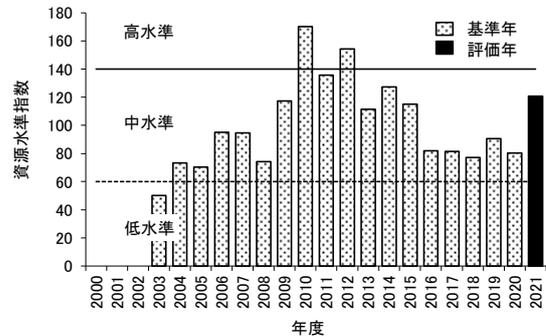


図12 道南太平洋海域におけるスケトウダラの資源水準(資料は刺し網資源量指数)

エ 漁況予報

産卵来遊群分布調査1次調査の結果に基づき、胆振渡島すけとうたら刺し網漁業協議会、室蘭漁業協同合沖底船に対して、漁期前半の漁況予測に関して報告を行うと共に、道南太平洋海域スケトウダラニュース令和3年度第1号を作成し、FAXおよび函館水産試験場ホームページ(<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/index.html>)において公表した。また、2次調査、3次調査の結果についても、道南太平洋海域スケトウダラニュース第2号および第3号として、第1号と同様、FAXおよび函館水産試験場ホームページで公表した。

2.3 ホッケ

(1) 目的

道南海域（渡島・檜山管内）におけるホッケ資源の数量変動を明らかにし、資源管理のための基礎資料を得るとともに資源評価の精度を高めることを目的とする。

(2) 経過の概要

ア 漁獲量

漁獲統計データは1985～2020年の漁業生産高報告と2021年の水試集計速報値を用いた。漁期年を1月～12月とし、道南日本海と道南太平洋の2海域に分けて漁獲量を集計した。集計範囲は、檜山管内の全地区と渡島管内の松前地区～函館市石崎地区を道南日本海とし、渡島管内の函館市小安地区～長万部地区を道南太平洋とした。ただし、日本海側に面している八雲町熊石地区（旧熊石町）は道南日本海に含めた。

イ 漁獲努力量およびCPUE

ホッケの主要な産卵海域の一つである道南日本海側に位置する漁業協同組合（ひやま漁協上ノ国支所、松前さくら漁協）からホッケの水揚げデータの提供を受け、底建網によるホッケの漁獲量と漁家数を集計した。水揚げ日は天候や漁況によって左右されるため、水揚げ日数や積算隻数を漁獲努力量の指標とし難いことから、漁家数を漁獲努力量の指標とした。この漁家数で産卵期（10～12月）における総漁獲量を除して求めた値をCPUE（トン／漁家1軒）とした。

ウ 年齢別漁獲尾数

道南海域におけるホッケの主産地を対象に、市場での規格毎に漁獲物の生物測定を行った。2021年の生物測定は、松前さくら漁協（刺し網）、ひやま漁協上ノ国支所（刺し網）、ひやま漁協奥尻支所（底建網）、えさん漁協（刺し網）、砂原漁協（底建網）および南かやべ漁協木直支所（定置網）を調査対象とした。測定項目は体長、体重、性別、成熟度、生殖腺重量、肝臓重量および年齢とした。規格毎の年齢組成を各漁協・漁法の規格別漁獲量で引き伸ばして漁協・漁法別の年齢組成とした。この年齢組成を海域全体の漁獲量で漁法毎に引き伸ばし、これらを合算して道南海域全体の年齢別漁獲尾数を求めた。なお、年齢査定は2007年から実施したため、2006年以前については海域・漁法別のAge-Length Keyにより体長組成を年齢組成に変換した。

担当者 調査研究部 木村俊介・武藤卓志

エ 資源尾数および重量

資源尾数はPopeの近似式を用いたコホート解析（VPA）で算出した。4歳以下の資源尾数の算出には下式(1)を、最近年および最高齢（5歳以上のプラスグループ）の資源尾数については式(2)を、漁獲死亡係数の算出には式(3)を用いた。また、5歳以上のプラスグループの資源尾数が比較的多いことを考慮して、5歳の資源尾数を式(4)により求め、4歳資源尾数の算出に用いた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1}e^M + C_{a,y}e^{M/2} \dots (1)$$

$$N_{a,y} = C_{a,y}e^{M/2} / (1 - e^{-F_{a,y}}) \dots (2)$$

$$F_{a,y} = -\ln(1 - C_{a,y}e^{M/2} / N_{a,y}) \dots (3)$$

$$N_{5,y} = (1 - e^{-(F_{5^+,y} + M)})C_{5^+,y}e^{M/2} / (1 - e^{-F_{5^+,y}}) \dots (4)$$

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年度の a 歳の資源尾数、 C は漁獲尾数、 M は自然死亡係数、 F は漁獲死亡係数を表す。最高齢（5歳+）の F は4歳の F と同じ値とした。また、最近年の最高齢の F はMS-EXCELのソルバー機能を用いて4歳の F と一致する値を求めた。2021年の1歳と2歳の F はそれぞれ漁獲状況が類似していた2018年と2020年の平均値、および2009年の値を適用した。3歳と4歳については2018～2020年の平均値とした。年齢毎の資源尾数に各年齢の平均体重を乗じて資源重量とした。なお、本資源では漁期年を1～12月としたことから、資源尾数と資源重量は1月1日時点の値である。

オ 新規加入尾数、親魚尾数

道南海域に生息するホッケは10～12月に産卵し、12～2月にふ化することから便宜的に1月1日をふ化日とし、 n 年の1月1日をふ化日とする年級を n 年級と定義した。また、 $n+1$ 年（1歳時点）の資源尾数を n 年級の新規加入尾数とした。 n 年級の親魚尾数は $n-1$ 年の10～12月時点の成熟個体数であることから、便宜的に n 年の2歳以上の初期資源尾数（1月1日時点の資源尾数）を n 年級の親魚尾数とみなした。ただし、2歳以上ではほぼすべての個体が成熟するのに対し1歳では成熟しない個体もいることから、道北海域での事例を参考に1歳の成熟率を80%と仮定し、1歳の成

熟個体数はn年の2歳資源尾数に成熟率(0.8)を乗じた尾数とした。

カ 仔稚魚分布調査

調査船金星丸で実施している4月の道西日本海定期海洋観測の際に、丸稚ネット(口径1.3m,長さ4.2m)を用いて夜間にホッケの仔稚魚を採集した。採集地点は、定期海洋観測定点のうち夜間に観測を実施した定点とした。曳網時間と船速はそれぞれ10分間2ノットとした。採集した仔稚魚類を90%エタノールで固定して持ち帰り、魚種の査定とホッケ仔稚魚の計数を行った。

(3) 得られた結果

ア 漁獲量

道南海域におけるホッケの漁獲量の推移を図1に示した。1980年代後半には20千トン台の漁獲があったが、1990～2003年は14千トン前後で推移した。2004年に7.6千トンに急減し2005～2009年まで4～8千トンの範囲で推移した。2010年以降は減少が続き、2017年には1985年以降で最も少ない599トンとなった。2018年に4,205トンに増加してからは2019年を除いて増加傾向にあり、2021年は前年から1,192トン増加して6,992トンとなった。

海域別にみると、道南日本海の漁獲量は概ね海域全体と同様の変動を示しており、2012年以降は1千トン前後で推移していたが、2017年は552トンに減少し、海域全体の漁獲量が増加した2018年以降でも日本海側では大きな増加は見られなかった。2021年は前年から291トン増加して1,012トンとなった。道南太平洋で

は道南日本海と変動傾向が異なり、1980年代後半から1990年代半ばにかけて大きく増加して1994年には10.8千トンとなったが、その後は海域全体と同様に減少が続いた。2012年に1千トンを下回ると2017年には46トンとなった。しかし、2018年には3,205トンに大きく増加し、2021年は前年から901トン増加して5,980トンとなり、近年は道南太平洋における漁獲が大半を占めている。

2021年の海域別・漁法別の漁獲量を2020年と対比して表1に示した。道南日本海では、定置網の漁獲量が前年比313.2%に増加し、底建網の漁獲量も前年比125.8%に増加したが、刺し網の漁獲量は前年比73.5%に減少し、総漁獲量は前年比140.3%となった。道南太平洋では、定置網の漁獲量が前年比125.9%に増加したが、底建網は前年比66.3%に減少した。また、刺し網の漁獲量は前年比126.8%に増加し、総漁獲量は前年比117.7%となった。

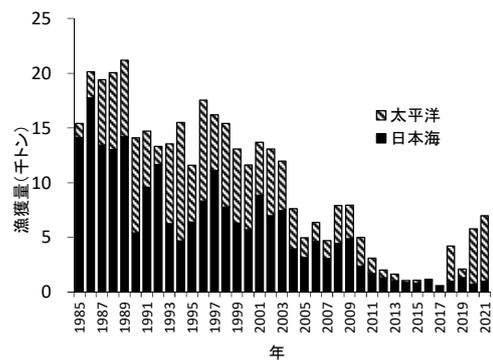


図1 道南海域の海域別ホッケ漁獲量の推移

表1 道南海域におけるホッケの海域別・漁法別漁獲量(単位:トン)

海域	漁法	2021年			2020年			対前年比(%)		
		春季 (1～6月)	秋期 (7～12月)	年計	春季 (1～6月)	秋期 (7～12月)	年計	春季 (1～6月)	秋期 (7～12月)	年計
道南日本海	定置網	352.8	0.1	352.9	111.2	1.5	112.7	317.3	6.2	313.2
	底建網	427.2	124.7	552.0	214.0	224.9	438.9	199.7	55.5	125.8
	刺し網	43.7	23.3	67.0	55.4	35.9	91.2	78.9	65.0	73.5
	まき網	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
	その他	36.6	3.4	40.1	50.0	28.7	78.6	73.3	11.9	50.9
	小計	860.4	151.6	1,012.0	430.5	290.9	721.4	199.9	52.1	140.3
道南太平洋	定置網	4,583.0	527.6	5,110.6	3,395.2	664.7	4,059.8	135.0	79.4	125.9
	底建網	336.6	84.1	420.7	560.0	74.3	634.3	60.1	113.2	66.3
	刺し網	212.3	163.0	375.3	173.2	122.8	296.0	122.6	132.7	126.8
	まき網	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
	その他	58.2	15.3	73.5	69.3	19.4	88.8	83.9	79.0	82.8
	小計	5,190.1	790.1	5,980.2	4,197.7	881.2	5,079.0	123.6	89.7	117.7
	合計	6,050.5	941.6	6,992.1	4,628.2	1,172.2	5,800.4	130.7	80.3	120.5

注) 2021年の漁獲量は水試集計の速報値

まき網による操業は、道南太平洋では操業隻数が2007年に8隻から6隻へと減少し、2013年には5隻となり2014年以降は操業を見合わせている。また、道南日本海では2017年に約1トンの水揚げがあったことを除き、2009年以降操業を見合わせている。2021年も両海域ともにまき網の操業は行われなかった。

イ 努力量およびCPUE

産卵海域周辺に位置するひやま漁協上ノ国支所および松前漁協での10~12月の底建網による水揚げ量は、2003年までは1千トンを超えていたが2004年に258トンに急減し、その後は200トン台から500トン台で推移した(図2-A)。2011年以降はさらに低位で推移するようになり、2021年の漁獲量は前年から104トン減少して25トンとなり、2002年以降で最低となった。同地区の底建網の漁家数は、2004年まで約20軒であったがその後次第に減少し、2020年は12軒となった(図2-B)。2021年は前年から3軒減少して9軒となった。底建網によるCPUE(漁獲量/漁家数)は、2003年まで60トン程度であったが、2004年に13トンに減少し、その後2011年まで20トン前後で推移した(図2-C)。2012年以降は10トン前後で推移し、2021年は3トンであった。

ウ 年齢別漁獲尾数

道南海域におけるホッケの年齢別漁獲尾数を図3に示した。総漁獲尾数は1998年には6千万尾を超え、2003年までは4千万尾前後で推移していた。2004~2007年には2千万尾前後に減少し、2008~2009年には3千万尾程度に増加したが、その後急速に減少して2011年には1千万尾を下回り、2017年には0.2千万尾となった。2018年に1.6千万尾に増加して以降は2019年を除いて増加傾向にあり、2021年は2.7千万尾であった。年齢組成をみると、漁獲尾数の多かった2003年以前は半数程度が1歳魚であった。一方、漁獲量が減少した2004年以降では2008, 2018, 2020年に1歳魚が90%近くを占めていた。

エ 資源尾数および資源重量

VPAによって算出した資源尾数の推移を図4-Aに示した。資源尾数は1996年の14.3千万尾から徐々に減少して2004~2007年には5千万尾前後で推移した。2008年は2007年級の加入により8.7千万尾に増加したが、2011年以降は加入の少ない年級が続き資源尾数は減少した。2018年に2017年級の加入により3.3千万尾に増加すると、近年は増加傾向にあり、2021年は2020年級が2.5千万尾加入して資源尾数は5.1千万尾

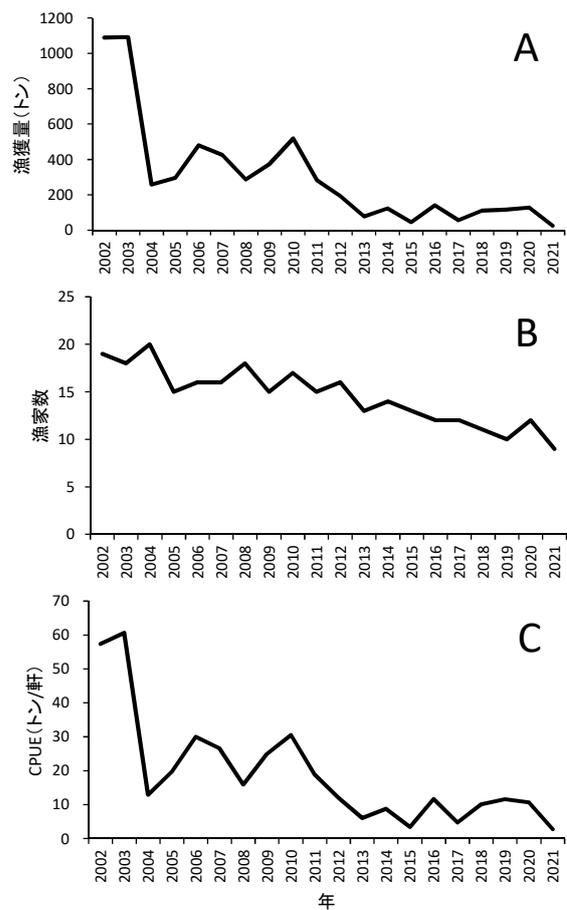


図2 ひやま漁協上ノ国支所および松前さくら漁協における10~12月の底建網によるホッケの総漁獲量(A)、総漁家数(B)および漁家1軒当たりの漁獲量(C)の推移

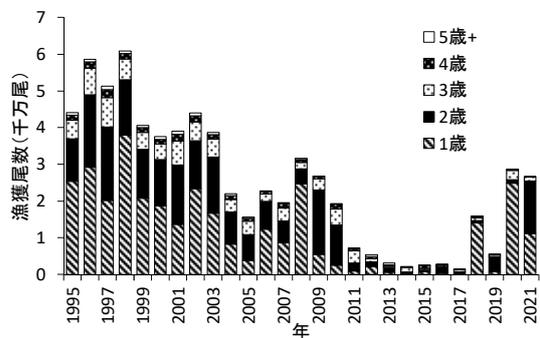


図3 道南海域におけるホッケの年齢別漁獲尾数の推移

となった。

資源重量の推移を図4-Bに示した。資源重量も1996年の46千トンから徐々に減少し、2004～2007年は17千トン前後で推移した。2008年と2009年は2007年級と2008年級の加入により25千トン近くまで増加したが、その後は減少傾向が続き、2017年には2.7千トンとなった。2018年は8.3千トンに増加し、2020年には2019年級の加入により17.1千トンに増加、2021年は16.3千トンとなった。

オ 産卵親魚量、加入尾数および再生産成功率 (RPS)

親魚量、加入尾数およびRPS(加入尾数/親魚量)の推移を図5に示した。各年級の親魚量(その年級を産み出した親魚量、以下、年級で表記する)は2003年級以前には15千トンを超えていたが、2004年級以降減少し2008年級では6.9千トンとなった(図5-A)。2009年級と2010年級は12千トンを超えたものの以降は再び減少し、2015～2018年級は2千トン前後で推移した。2021年級の親魚量は2019年級のほとんどが親魚となったことで8.9千トンとなり前年から大きく増加した。

加入尾数は1995年級8.4千万尾から徐々に減少し、2006年級では2.7千万尾となった(図5-A)。2007年級は6.9千万尾の加入があったが、翌年級以降減少し2016年まで低位で推移した。その後、2017、2019年級でそれぞれ2.8千万尾、6.2千万尾と多く、2020年級はそれらには及ばないが近年では比較的多い2.5千万尾であった。

RPSは2016年級までは2007年級を除いて4尾/kg以下の低い値で安定していたが、2017年級では15.4尾/kg、2019年級では16.6尾/kgと加入が多かった年級で非常に高い値となっており、2020年級も7.8尾/kgと比較的高い値であった。

カ 資源利用と現在の資源水準

漁獲率(漁獲尾数/資源尾数)および漁獲係数の推移を図6に示した。1歳魚の漁獲率は、2005年(0.15)を除くと2008年までは0.27～0.46で推移したが、2009年から2017年は0.05～0.24に低下した(図6-A)。これには、若齢魚を中心に漁獲していたまき網が操業を休止したことや、1歳魚の漁獲量が多い底建網の漁家数が減少したこと(図2-B)が関係していると推測される。2018年の1歳魚の漁獲率は0.49に上昇したが、2018年は春期の太平洋の定置網や底建網での漁獲量が多く、加入直後の2017年級がこれらに大量入網したことで漁獲率が上昇したと考えられる。同様

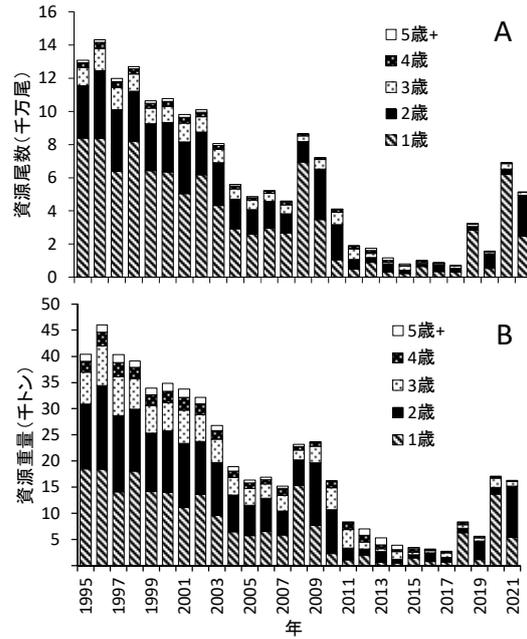


図4 道南海域におけるホッケの資源尾数(A)と資源重量(B)の推移

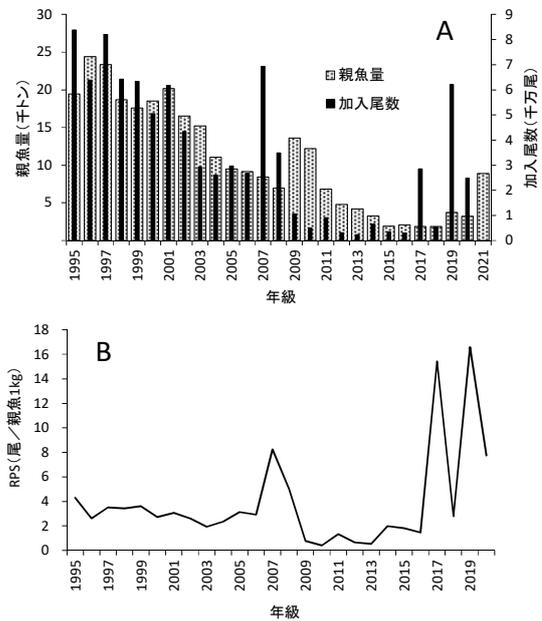


図5 加入尾数と親魚量(A)およびRPS(B)の推移

に2019年級は1歳での漁獲が伸びたが、2017年級と異なり2歳においても漁獲尾数が比較的多くなっており、1歳での獲り残しがある程度あったと考えられる。2歳魚の漁獲率は2010年までは0.5前後で推移し、そ

の後は0.4前後にやや低下した。3歳魚の漁獲率は1995年以降概ね0.5前後で推移している。4歳魚（同5歳+）の漁獲率は3歳以下と比べて年変動が大きく、2008～2009年や2015年は0.7を超えた一方、2011～2014年は0.4以下であった。

漁獲係数は漁獲率と同様の動向を示した（図6-B）。1歳魚は2017年までは低下傾向にあったが、2018年に上昇した。2歳魚の漁獲係数は2010年までは0.8前後で推移し、その後は0.5前後にやや低下した。3歳魚の漁獲係数は1995年以降概ね0.9前後で推移している。2008年以降の4歳魚（同5歳+）の漁獲係数は3歳以下と比べて年変動が大きかった。

資源重量を基に資源水準を判定した（図7）。2000～2019年の資源重量の平均を100として標準化し、水準指数が100±40の範囲を中水準、その上下をそれぞれ高水準および低水準とした。2021年度は資源水準指数107で中水準と判断された。

キ 仔稚魚分布調査

道南日本海におけるホッケ仔稚魚の採集数を図8に示した。2021年は7定点で採集を行い、5定点で合計11尾のホッケ仔稚魚が採集されたが、前年と比べて採集数は少なかった。

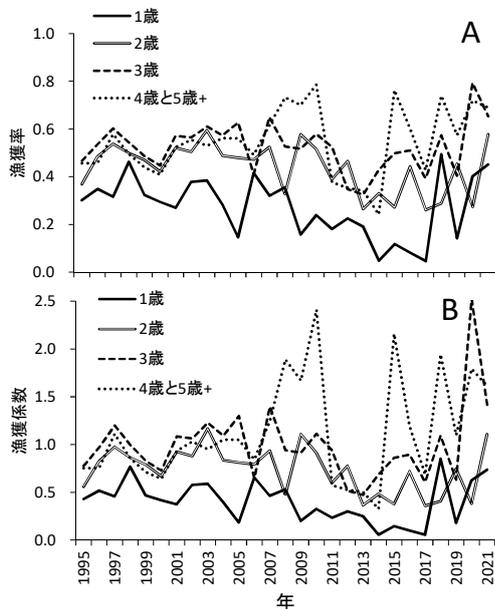


図6 年齢別の漁獲率(A)と漁獲係数(B)の推移

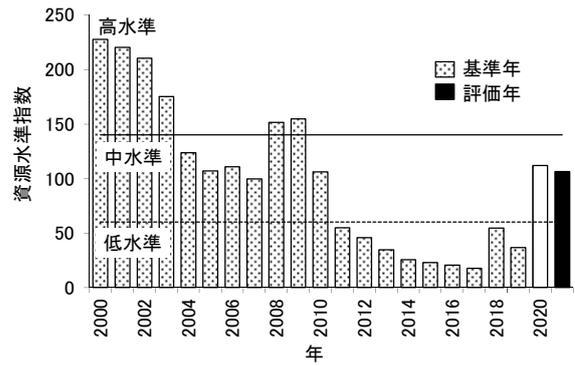


図7 道南海域におけるホッケの資源水準

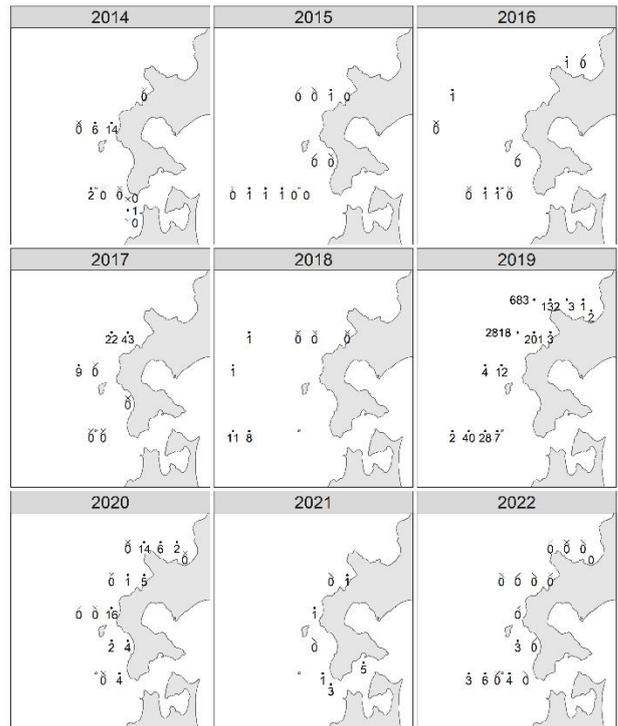


図8 丸稚ネットによるホッケ仔稚魚の採集数
(数字は各定点の採集尾数を表わす)

2. 4 イワシ・サバ類

担当者 調査研究部 渡野邊雅道・三原栄次
共同研究機関 釧路水産試験場

(1) 目的

道南太平洋海域に來遊するイワシ類（マイワシ・カタクチイワシ）とサバ類（マサバ・ゴマサバ）について、漁獲データおよび生物データを収集し、資源評価や資源変動機構の解明に役立てる。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

北海道水産現勢、指導所集計速報値を用いて、渡島総合振興局、胆振総合振興局、日高振興局管内におけるイワシ類とサバ類の魚種別、地域別の漁獲量を集計した。

イ 生物測定調査

6～12月に定置網等で漁獲されたイワシ類およびサバ類の標本を採取し、生物測定を実施した。なお、第一背鰭の1～9棘までの基部長と尾叉長との比率からマサバとゴマサバを判別した。

(3) 得られた結果

ア マイワシ

(ア) 漁況の経過

道南太平洋では、マイワシのほぼ全量が渡島管内で漁獲され（表1）、特に渡島半島東岸の森沖から木直沖で漁獲が多い。

2021年の渡島管内の累計漁獲量（暫定値）は22,490トンで、2020年（8,534トン）の約2.6倍に増加した（表1）。一方、胆振管内と日高管内の漁獲量はそれぞれ0トン、5トンでほとんど漁獲されなかった。

漁業種別では、ほぼ全量が定置網・底建網で漁獲された。

(イ) 生物測定結果

津軽海峡内の上磯沖（6/15, 9/16）と渡島半島東岸の木直沖（6/22, 10/8, 12/7）の定置網で漁獲されたマイワシの測定を行った（図1）。また、12月に津軽海峡の松前沖と檜山管内の日本海乙部沖で大量へい死したマイワシについても標本を採取して測定を行った（図1）。

体長組成は、上磯沖では13cm前後、木直沖では14～18cmが主体であった。一方、松前沖と乙部沖では、上磯沖や木直沖ではほとんど見られない20cm以上

表1 道南太平洋におけるマイワシの漁獲量
(単位:t)

年/管内	渡島	胆振	日高	道南計
2001年計	3,338	12	0	3,349
2002年計	851	10	0	861
2003年計	351	3	1	355
2004年計	281	7	0	288
2005年計	75	13	0	88
2006年計	466	6	0	472
2007年計	280	2	0	281
2008年計	83	3	0	86
2009年計	255	1	0	256
2010年計	515	1	0	516
2011年計	3,800	2	1	3,803
2012年計	559	1	2	562
2013年計	4,359	3	3	4,366
2014年計	21,729	2	9	21,740
2015年計	7,978	3	3	7,984
2016年計	2,837	1	1	2,840
2017年計	14,989	0	0	14,989
2018年計	6,053	1	4	6,058
2019年計	2,176	2	1	2,180
2020年計	8,534	0	5	8,539
2021/01	2	-	-	2
2021/02	-	-	-	0
2021/03	0	-	-	0
2021/04	1	-	-	1
2021/05	94	-	0	94
2021/06	807	0	4	811
2021/07	1,170	0	1	1,171
2021/08	1,136	0	-	1,136
2021/09	285	0	-	285
2021/10	1,332	-	-	1,332
2021/11	7,719	0	-	7,719
2021/12	9,944	-	-	9,944
2021年計	22,490	0	5	22,495

出典：北海道水産現勢及び指導所集計速報値

2021年は暫定値

※「0」は漁獲量50kg未満、「-」は漁獲無し

の大型の個体も見られた。

これらのマイワシについて肥満度を標本採取別に比較した（図2）。同じ12月の標本で比べると、日本海側の松前沖（⑥）や乙部沖（⑦）のマイワシの肥満度は、木直沖（⑤）と比べて高かった。

(ウ) その他

2021年の12月頃、道南各地（特に日本海側）でマイワシのへい死が相次いだ。マイワシのへい死は道南海域の他に青森沖や道北海域でも見られた。へい死要因については、適水温を下回る低水温によるもの、酸欠によるものなどいくつか想定されたが解明には至っていない。

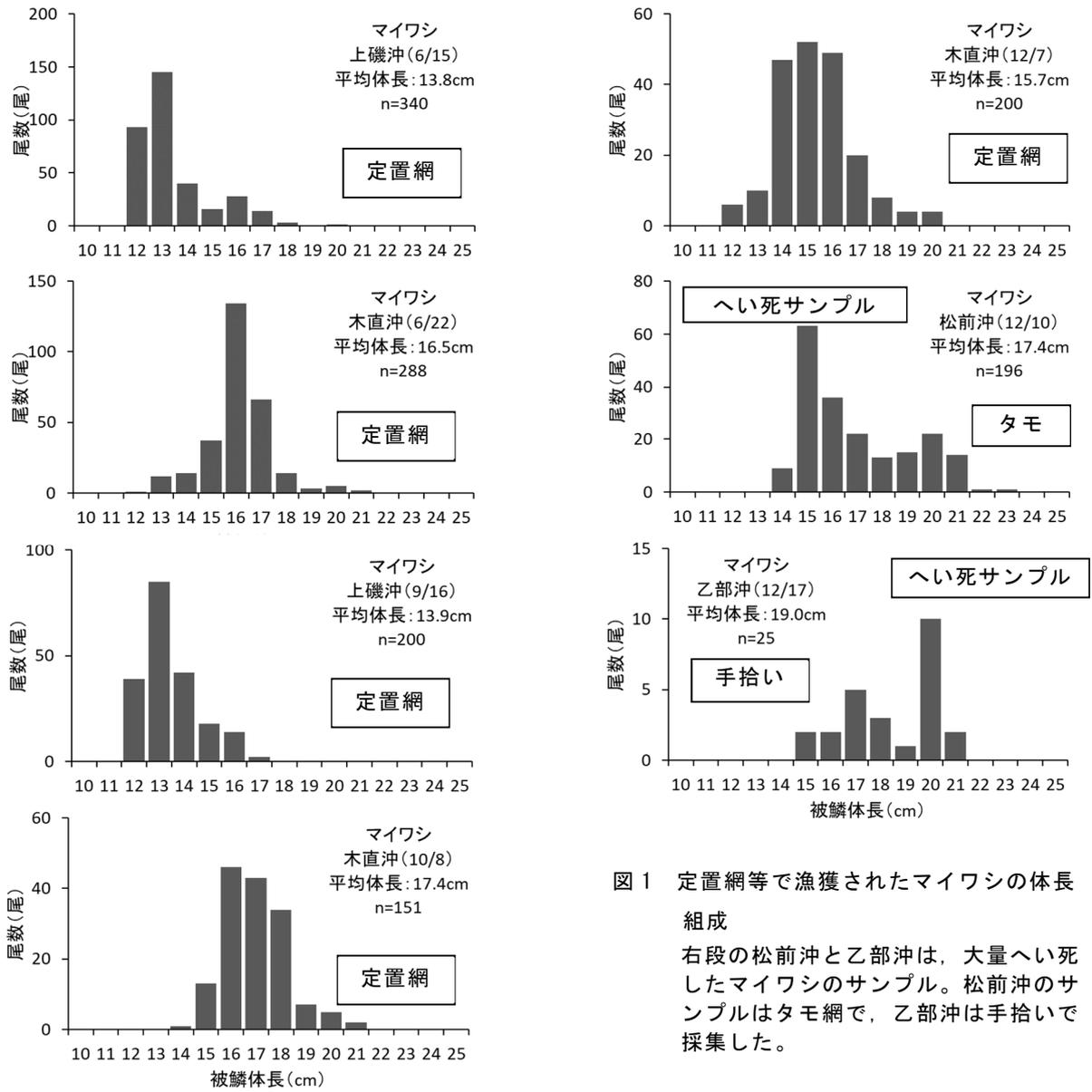


図1 定置網等で漁獲されたマイワシの体長組成
右段の松前沖と乙部沖は、大量へい死したマイワシのサンプル。松前沖のサンプルはタモ網で、乙部沖は手拾いで採集した。

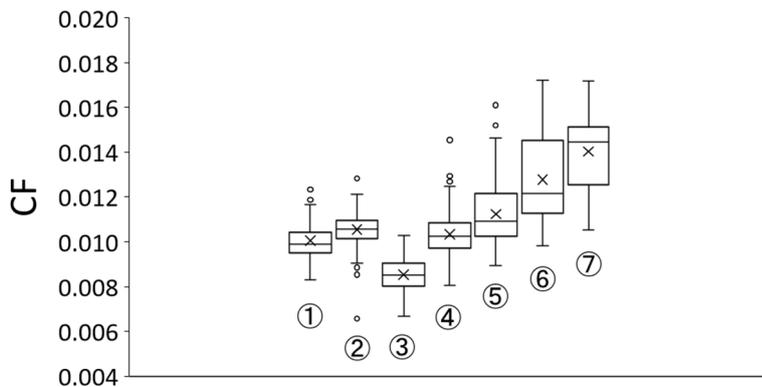


図2 マイワシの肥満度 $\text{体重 (g)} / \text{体長 (cm)}^3 \times 10^3$
①6/15 上磯, ②6/22 木直, ③9/16 上磯, ④10/8 木直
⑤12/7 木直, ⑥12/10 松前, ⑦12/17 乙部

イ カタクチイワシ

(ア) 漁況の経過

2021年の渡島管内の累計漁獲量(暫定値)は33トンで、前年(423トン)の1割以下に減少した(表2)。一方、胆振管内、日高管内では漁獲されなかった。

渡島管内では2014年以前は年間3千トン以上を漁獲していたが、2015年以降は1千トン以下の低水準で推移している。

(イ) 生物測定結果

渡島半島東岸の木直沖(6/22)の定置網で、マイワシの混獲物として漁獲されたカタクチイワシを測定した。被鱗体長は11~12cmが主体であった(図3)。

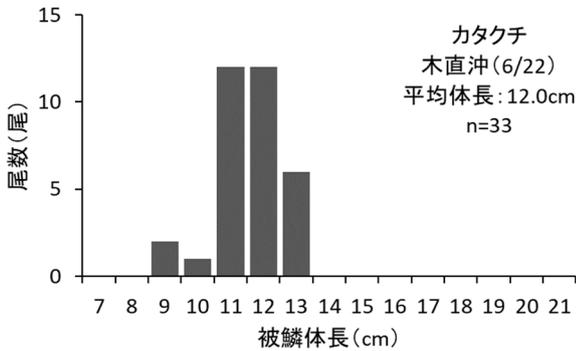


図3 定置網で漁獲されたカタクチイワシの体長組成

表2 道南太平洋におけるカタクチイワシの漁獲量

年/管内	(単位:t)			道南計
	渡島	胆振	日高	
2001年計	4,088	1	0	4,089
2002年計	15,012	7	0	15,020
2003年計	10,450	5	0	10,455
2004年計	8,226	16	0	8,242
2005年計	4,259	15	0	4,275
2006年計	11,700	7	0	11,708
2007年計	9,921	12	0	9,933
2008年計	6,341	10	0	6,352
2009年計	14,854	3	0	14,858
2010年計	22,911	4	0	22,915
2011年計	6,535	7	0	6,542
2012年計	13,509	4	0	13,513
2013年計	3,704	2	0	3,707
2014年計	3,589	2	0	3,592
2015年計	381	1	0	382
2016年計	422	0	0	422
2017年計	956	0	0	956
2018年計	57	0	0	57
2019年計	648	0	0	648
2020年計	423	0	0	423
2021/01	-	-	-	0
2021/02	-	-	-	0
2021/03	-	-	-	0
2021/04	-	-	-	0
2021/05	0	-	-	0
2021/06	3	-	-	3
2021/07	0	-	-	0
2021/08	8	-	-	8
2021/09	6	-	-	6
2021/10	0	-	-	0
2021/11	15	-	-	15
2021/12	1	-	-	1
2021年計	33	0	0	33

出典:北海道水産現勢及び指導所集計速報値

2021年は暫定値

※「0」は漁獲量50kg未満,「-」は漁獲無し

ウ サバ類

(ア) 漁況の経過

道南太平洋では、サバ類の多くは渡島管内で漁獲されているが、2015年頃から胆振管内や日高管内でもまとまって漁獲されるようになった(表3)。

2021年の渡島管内の累計漁獲量(暫定値)は23,904トンで、2001年以降では最も多く、2020年(16,603トン)を約4割上回った(表3)。胆振管内、日高管内の漁獲量は、それぞれ345トン、2,901トンで、胆振管内は2020年(186トン)の約2倍、日高管内は2020年並(2,839トン)だった。

漁業種別では、ほぼ全量が定置網・底建網で漁獲された。

(イ) 生物測定結果

日高管内の浦河沖(6/22)、津軽海峡内の上磯沖(9/16)と渡島半島東岸の木直沖(6/22, 7/20, 10/8, 11/8, 12/7)の定置網で漁獲されたサバ類の測定を行った(図4)。

マサバの尾叉長組成は15~39cmの範囲にあり、時期や海域により大きく変化した。一方、ゴマサバの尾叉長組成は19~32cmの範囲にあり、マサバに比べて時期や海域間の変動は小さく、20cm台を中心に漁獲された。

各サンプルのマサバの尾数割合は、浦河沖(6/22)と上磯沖(9/16)が100%、木直沖(6/22, 7/20, 10/8, 11/8, 12/7)はそれぞれ99%、33%、22%、91%、80%であった。

表3 道南太平洋におけるサバ類の漁獲量

(単位:t)

年/管内	渡島	胆振	日高	全道計
2001年計	714	1	0	715
2002年計	795	0	0	795
2003年計	7,118	2	0	7,120
2004年計	4,754	3	0	4,758
2005年計	4,191	1	0	4,192
2006年計	197	0	6	203
2007年計	6,540	0	8	6,549
2008年計	2,213	5	3	2,221
2009年計	117	0	0	117
2010年計	5,013	12	3	5,028
2011年計	234	2	0	237
2012年計	604	5	49	659
2013年計	6,584	13	80	6,676
2014年計	5,849	19	84	5,952
2015年計	3,095	85	691	3,871
2016年計	2,715	23	609	3,346
2017年計	2,456	93	691	3,240
2018年計	4,503	136	1,501	6,140
2019年計	17,805	138	670	18,613
2020年計	16,603	186	2,839	19,627
2021/01	0	0	-	0
2021/02	-	-	-	0
2021/03	0	-	-	0
2021/04	0	-	-	0
2021/05	1	0	38	39
2021/06	33	1	1,441	1,475
2021/07	1,668	6	337	2,011
2021/08	1,150	2	1	1,153
2021/09	450	4	52	507
2021/10	2,021	34	347	2,402
2021/11	6,479	295	685	7,459
2021/12	12,101	2	1	12,105
2021年計	23,904	345	2,901	27,151

出典:北海道水産現勢及び指導所集計速報値

2021年は暫定値

※「0」は漁獲量50kg未満,「-」は漁獲無し

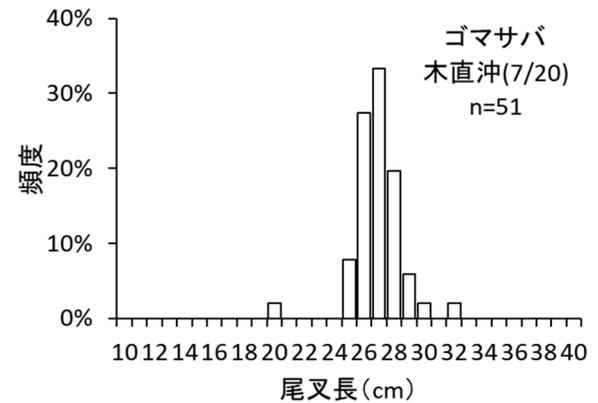
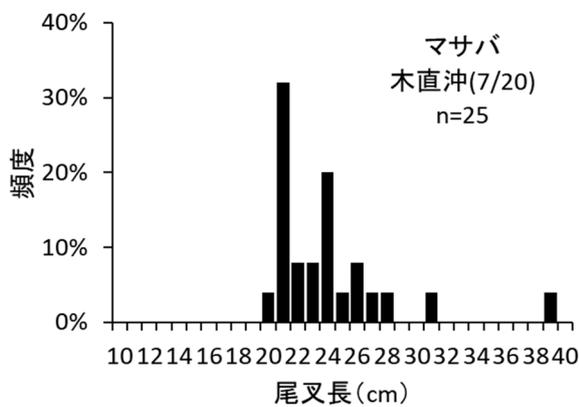
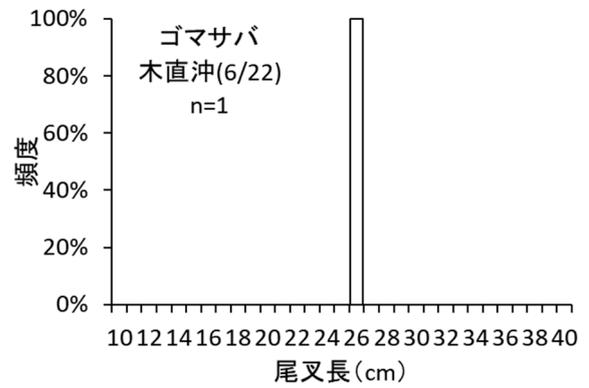
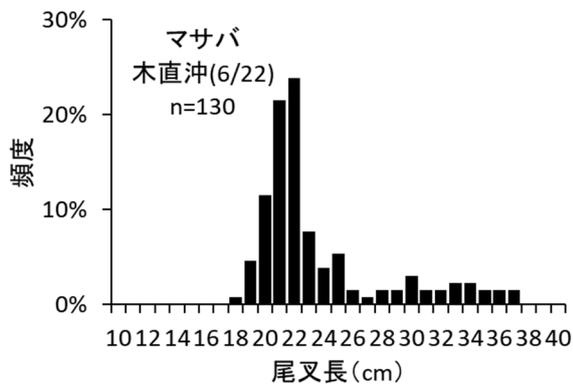
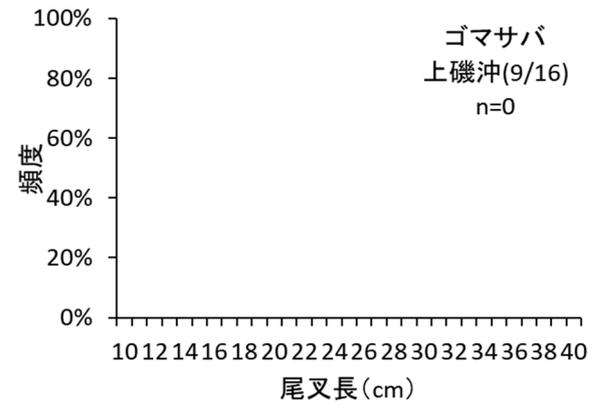
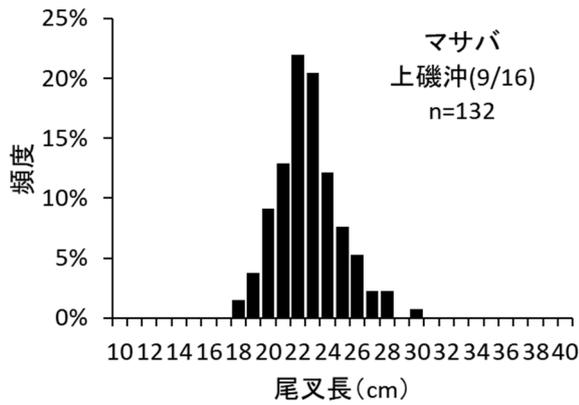
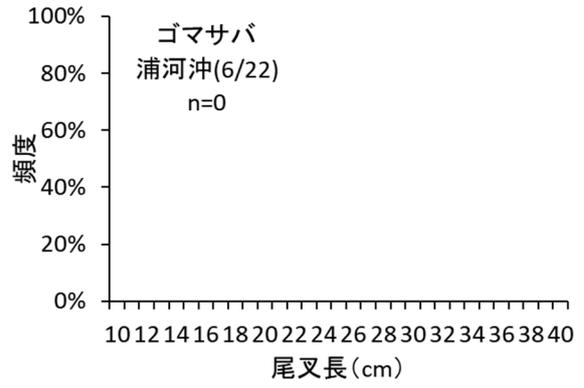
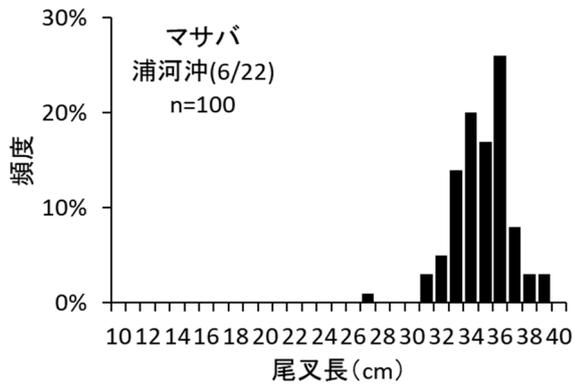


図4 定置網で漁獲されたマサバとゴマサバの尾叉長組成

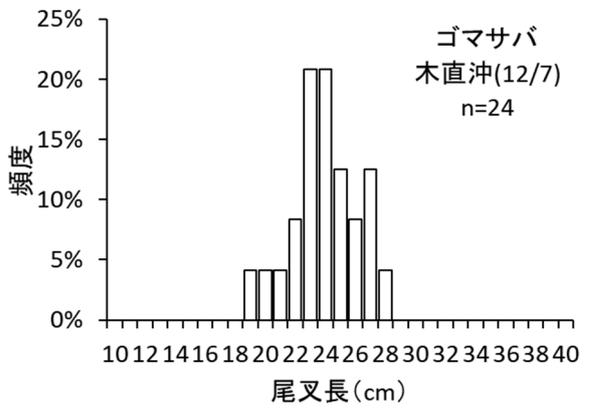
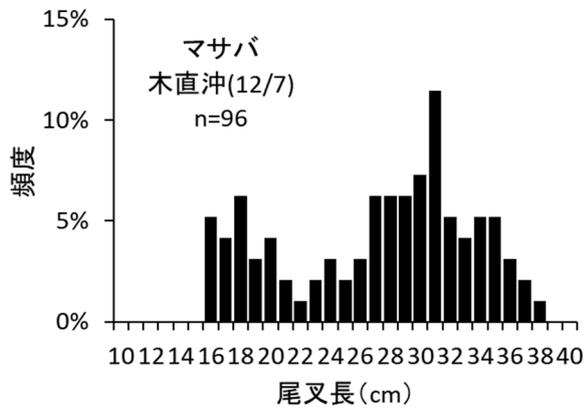
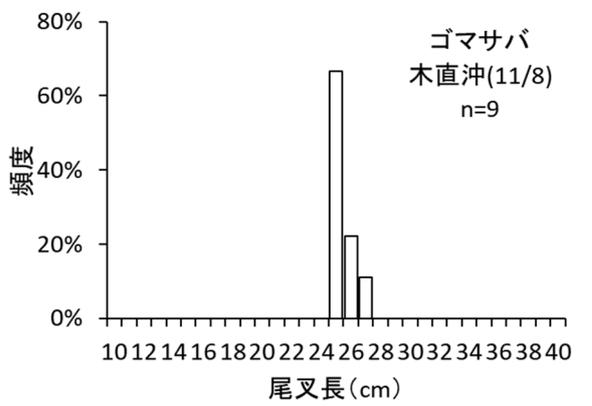
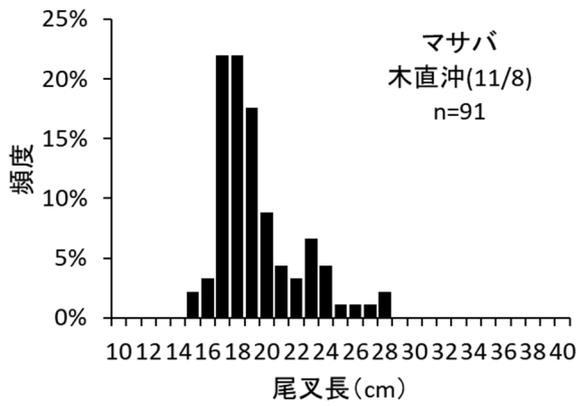
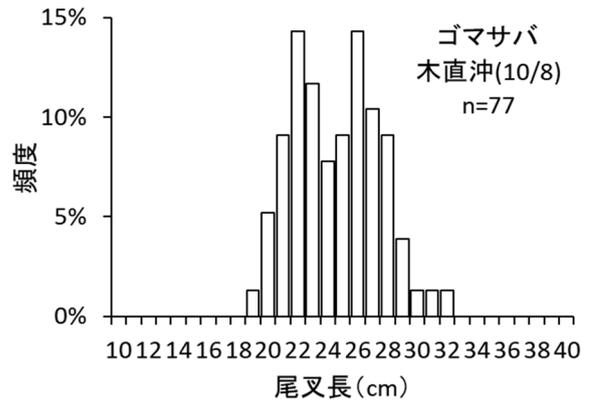
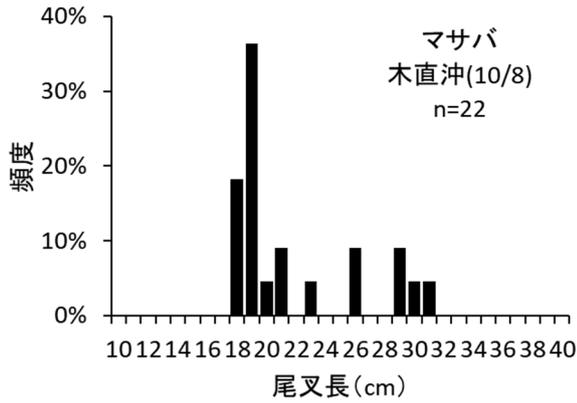


図4のつづき

2. 5 養殖ホタテガイの成長モニタリング調査

担当者 調査研究部 夏池真史・金森 誠

(1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖漁業は年間3～12万トン、金額で83～348億円を水揚げする地域の基幹産業である(2015～2020年、鹿部町・森町・八雲町・長万部町・豊浦町・洞爺湖町・伊達市・室蘭市のホタテガイの生産量、生産額)。耳吊りホタテガイの生産量は、その成長良否と死亡率の年変動によって左右される。毎年ホタテガイの成長・生残状況を環境要因とともに把握し、経年的な変化の度合いを知ることはホタテガイ養殖漁業の持続的発展のための重要な基礎資料となる。本調査では、各年のホタテガイの成長・生残状況を環境要因とあわせて把握、蓄積することを目的として、1991年度から継続してモニタリングを実施している。

2008年以降、噴火湾ではホタテガイに外来種ヨーロッパザラボヤが大量に付着し、操業上の大きな問題となっている。ヨーロッパザラボヤの養殖ホタテガイの成長に及ぼす影響については、「14ザラボヤ被害防止ネットワーク構築委託事業」で扱う。

(2) 経過の概要

ア ホタテガイの成長、生残調査

本モニタリングは1991年度より継続して行われている。年により調査を行う新貝の切り替え時期や測定手順に違いがあったが、2005年度以降は以下の表1に基づいて実施している。なお、2007年7月以降調査協力漁業者を変更している。

表1 モニタリング手法の概要

対象貝	八雲産耳吊り貝(噴火湾産種苗のもの)
期間	7月～翌6月(7月で新貝に切り替え)
測定	殻高・全重を測定後、軟体部を殻から分離し全軟体部重量を測定した後、各器官をハサミ等で腑分けし測定する。

ホタテガイの測定は毎月1回、八雲漁港の3マイル沖に設けた定点(図1、水深32m)付近に垂下されている耳吊り本養成ホタテガイ(1連約200個体)を対象として行った。耳吊りロープ(約13m)の上部、中部(おおよそ中央部)および下部から各10個体を採取

した。採取した貝は、殻高、全重量、軟体部重量、貝柱(閉殻筋)重量、中腸腺重量、生殖巣重量を測定した。また、1連の全個体について生死判別を行い、耳吊り1連あたり200枚と仮定して、生貝数から生残率を算出した。死殻については、死亡時期を推定するため殻高を測定した。本報告では、2021年春に耳吊りしたホタテガイの成長・生残を2021年7月～2022年4月の期間について調査した結果をとりまとめる。なお、例年は6月まで調査を継続するが、本年は調査協力漁業者の出荷計画の都合により4月までとなった。また、2021年11月以降は秋に漁業者が付着物を除去したホタテガイを調査対象とした。

イ 漁場環境調査

漁場環境調査はホタテガイの成長、生残調査時に実施した。調査定点(図1)において、他項目水質計(RINKO-Profiler ASTD102, JFEアドバンテック)による水温の鉛直分布および採水による深度0, 5, 10, 15, 20, 25, 30m層のクロロフィルa濃度の調査を実施した。クロロフィルaは試水300mlをGF/F濾紙で濾過後、DMFで抽出し、蛍光光度計にて分析した。ホタテガイの成長と漁場環境の比較については、ホタテガイの垂下深度である5, 10, 15m層の平均値を用いた。

結果の分析には過去に得られたデータも用い、冬季のホタテガイ貝柱の増重が遅い年(成長不良年)とそれ以外の年(標準年)に区別した。この区別は、出荷時期の2月の貝柱重量を基準とし、数値が低い5ヶ年

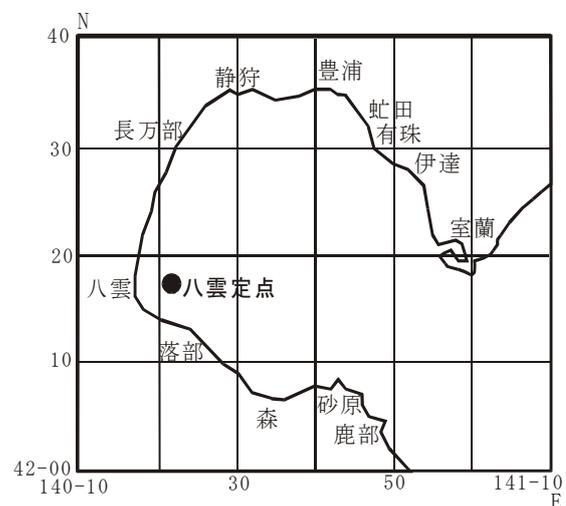


図1 調査定点

(1999, 2000, 2006, 2010, 2017年耳吊り貝)を成長不良年とした。成長不良年の2月の貝柱重量は、 11.0 ± 0.6 g (平均±標準偏差), 標準年では、 14.6 ± 2.1 g (平均±標準偏差)であり、成長不良年の貝柱は標準年の約3/4の重量である(図2C)。過去の成長不良年に共通する環境の特徴は、11~1月におけるクロロフィルaの低濃度であり、秋~冬季の餌量不足は出荷時期の成長不良の直接的原因と推測される(図3)。

(3) 得られた結果

2021年耳吊り貝の各部位重量は、7~翌4月にかけて概ね標準年を上回って推移した(図2A, B, C, D)。成長良否の指標としている2月の貝柱重量は、 16.1 ± 3.1 g (平均値±標準偏差)であり(図2C)、過去6番目に高かったため、成長は良好と判断した。また、調査期間中の貝柱重量の推移をみると、1, 3月を除いて標準年を上回って推移し、翌3~4月にかけて急激に増重した(図2C)。生殖巣重量および生殖巣指数は、いずれも4月に最大となり、標準年及び成長不良年と比べて高い値であった(図2E, F)。なお、本年は5, 6月調査が未実施であったことから、産卵状況は把握できなかった。

調査期間中の平均水温は、2021年7~12月にかけて標準年よりも1~3℃高く推移し、8, 9月はホタテガイの成長が停止するとされる20℃を超えた(図3A)。同期間のクロロフィルa濃度は、3月に顕著に高い値であったことを除いて、概ね平年なみであった(図3B)。このように、本年の夏季の高水温はホタテガイの育成には不適であったと考えられ、夏季の貝柱重量の増重が標準年と比較して鈍かったことに繋がったと推察される。

生残率については、2021年耳吊り貝の出荷時期にあたる2021年12月から翌3月までの平均が82%であり、2003年以降で最も高く、生残率が高水準であった1991~2002年(平均86%)と同程度であった(図4)。

2021年耳吊り貝の出荷時期(12~翌4月)の死殻の殻高組成は、70~85mmの割合が63%と最も高く(図5)、これは7月の生貝の平均殻高(82.9mm)と同程度であった。また、死殻は7月に確認されなかったが、8月に27枚確認され、その後の調査で死殻の顕著な増加がみられなかったことから、貝の死亡はこの期間に発生したものと推察された。図5に示したとおり、2007~2015年の死殻の殻高組成は70mm未満が半数以上を占めて

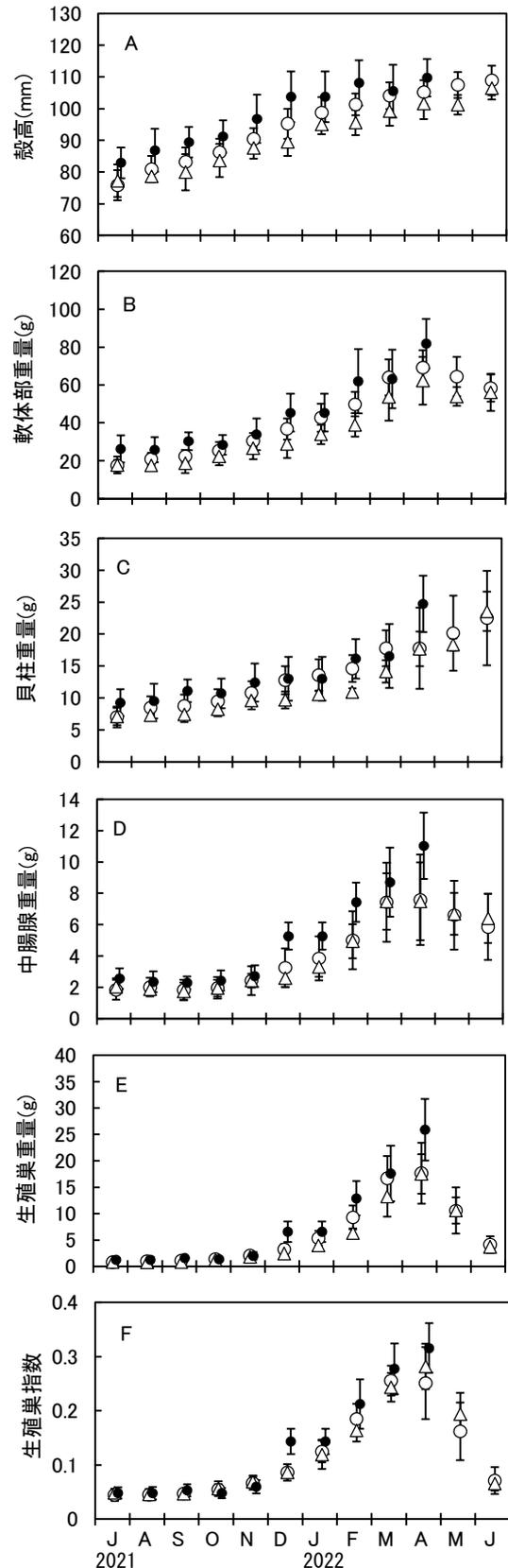


図2 八雲定点における耳吊り養殖ホタテガイ(2齢貝)の殻高(A)、軟体部重量(B)、貝柱重量(C)、中腸腺重量(D)、生殖巣重量(E)、生殖巣指数(F)の季節変化。○:標準年, △:成長不良年, ●:2021年耳吊り貝。縦棒は標準偏差

いたのに対して、2016年以降は2018年を除いて70～85mmが主体となっている。このことから近年の死亡の要因及び時期が変化していることが考えられる。

年, △ : 成長不良年, ● : 2021年。縦棒は標準偏差

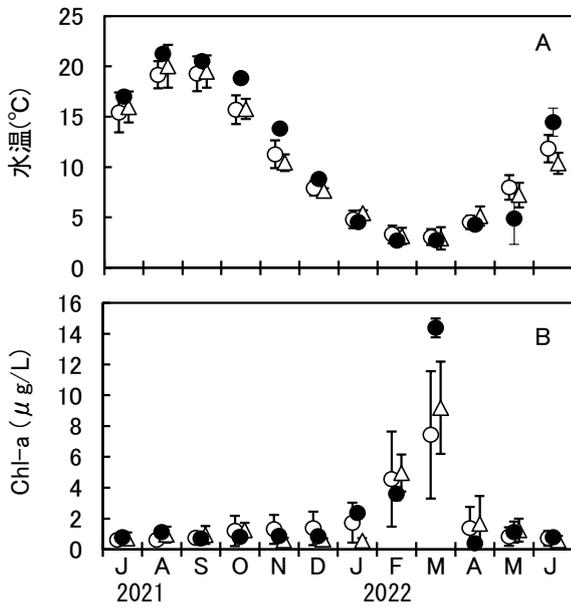


図3 八雲定点における深度5, 10, 15mの平均水温(A)と平均クロロフィル a 濃度 (B) の季節変化。○ : 標準

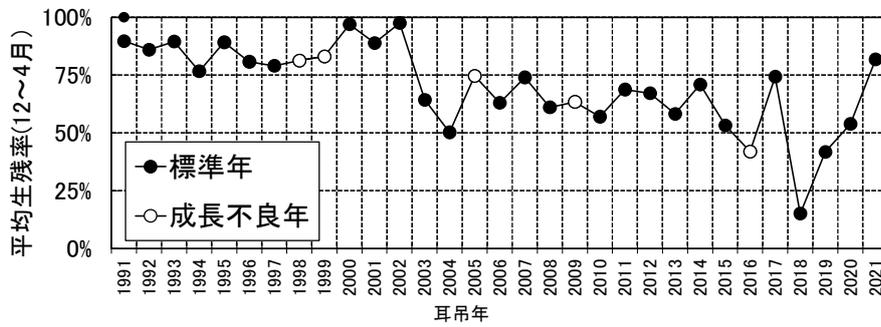


図4 八雲における1991～2021年耳吊りホタテガイ (2 齢貝) 生残率の経年変化

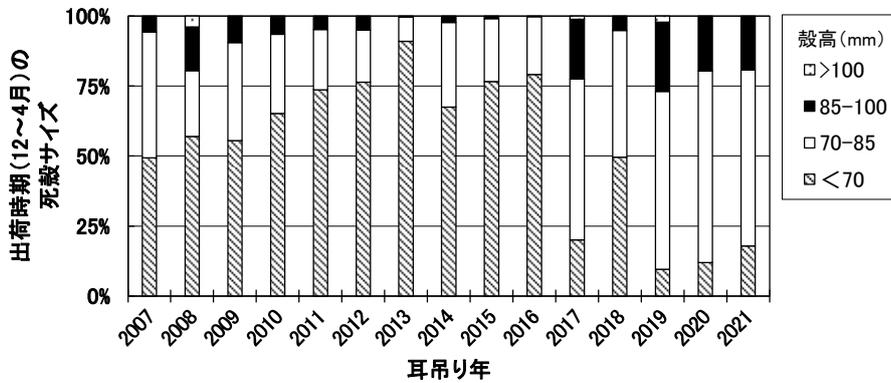


図5 八雲における2006～2021年耳吊りホタテガイ (2 齢貝) 死殻の殻高組成の経年変化

2. 6 噴火湾環境調査

担当者 調査研究部 渡野邊雅道・夏池真史
協力機関 釧路水産試験場

(1) 目的

噴火湾およびその周辺海域は、スケトウダラ等の回遊性魚類やカレイ等の底生魚類の好漁場となっている。また、ホタテガイやコンブ等の養殖漁業も盛んに行われ、水産業や関連する地元産業にとって重要な海域である。これらの漁業は一見安定しているように見えるが、次のような課題を抱えている。スケトウダラ漁業では、胆振側に偏って主漁場が形成される年があり、その結果渡島側の漁獲量が激減する。アカガレイ漁業では、夏季に噴火湾の底層に形成される貧酸素水塊により漁場位置が変化し、さらには餌料生物の減少によって、アカガレイの資源量の低下や成長の悪化が報告されている。養殖ホタテガイ漁業では大量へい死が発生する年があり、天然コンブの水揚げ量は近年減少傾向にある。また、近年はブリ等の暖水性魚類の水揚げが増加しており、漁獲される魚の種類にも変化が見られる。これらの現象は少なからず海洋環境の影響を受けていると考えられる。

本研究では、定期的に噴火湾およびその周辺海域の海況を調査し、その結果を解析するとともに、関係機関に情報提供することで、噴火湾海域における漁業生産の安定化に資することを目的とする。

(2) 経過の概要

ア 海洋環境調査

噴火湾およびその周辺海域の海洋環境を把握するため、試験調査船金星丸および試験調査船北辰丸を用いて、2021年の5月8日、6月7～8日、7月12～13日、8月1～2日、9月6～7日、11月29～30日、2022年の2月17～18日に以下の調査を実施した。

図1に示す35定点で、CTD (Sea-bird社製、SBE-911plus)による水温、塩分、溶存酸素濃度の観測を行い、航海中はADCP (RD社製)による流向流速の連続測定を実施した。また、St.30, 31, 34, 38では、ASTD (JFEアドバンテック社製、ASTD102)を用いて海表面から海底直上までの水温、塩分、溶存酸素濃度の観測を実施した。

イ ホタテガイラーバ調査

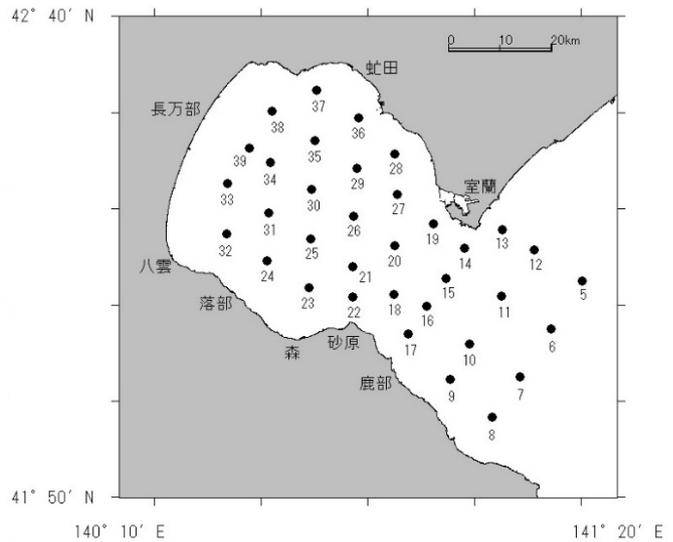


図1 全湾の海洋環境調査点図

図中の数字は調査点番号

5月の海洋環境調査時に15調査点で北原式ネットによる15m鉛直曳きを実施し、ホタテガイラーバの採集を行った。

ウ 情報配信

調査船による環境調査で得られた結果をもとに「噴火湾環境情報」を作成し、関係者にメールで情報配信するとともに、マリンネット北海道HP上で公開した。また、観測データは速やかに「定点観測データ公開地図」で公開した。

○噴火湾環境情報

<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/>

○定点観測データ公開地図

<https://webgis.hro.or.jp/marinenet/mapApp/>

(3) 得られた結果

ア 海洋環境調査

(ア) 噴火湾中央部の水温と塩分の季節変化

2021年2月から2022年2月までの噴火湾中央部(St.31)における水温と塩分の季節変化を図2に示す。

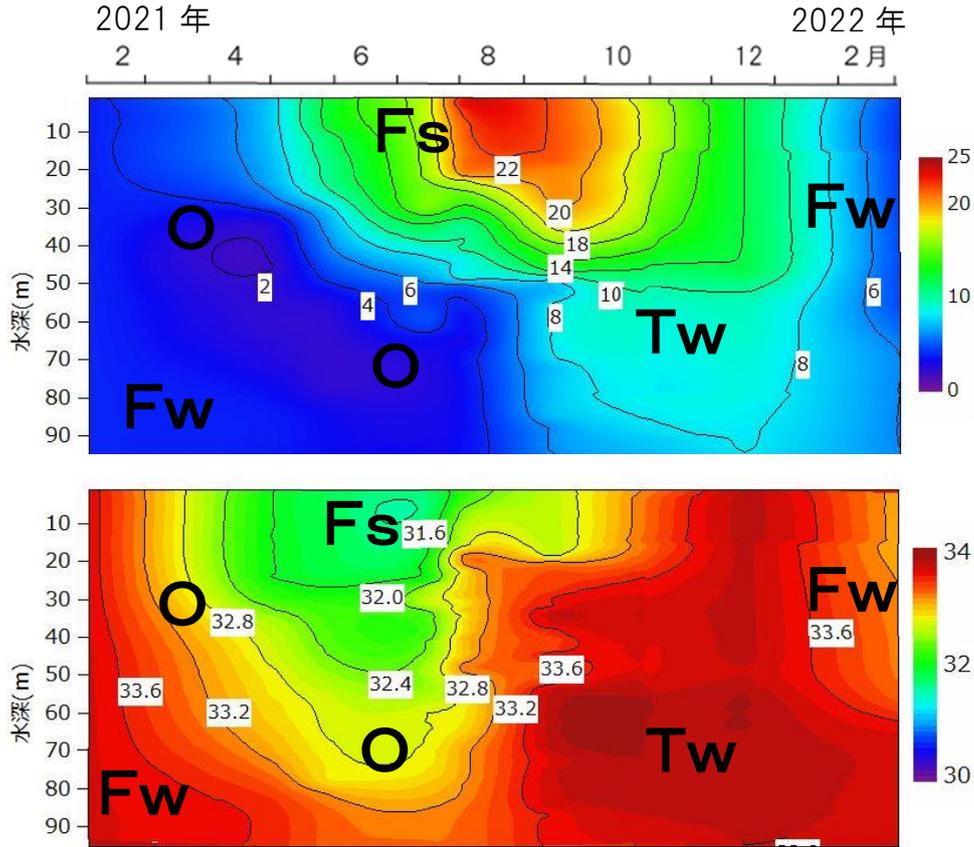


図2 噴火湾中央部 (St. 31) における水温と塩分の推移 (上:水温(°C), 下:塩分)
 ○: 親潮系水, Fs: 夏期噴火湾表層水, Tw: 津軽暖流水, Fw: 冬季噴火湾水

2021年の2~3月の底層には高塩分な冬季噴火湾水が、表中層には低温低塩分な親潮系水が分布していた。この親潮系水の分布水深は月を追うごとに深くなり、8月頃まで中底層に滞留していた。一方、5月から9月頃までの表層には大気からの加熱と河川水などの淡水供給による高温低塩分な夏期噴火湾表層水が形成されていた。

9月になると中底層には親潮系水に替わって高温高塩分な津軽暖流水が出現した。12月以降は大気からの

冷却により鉛直混合が進み、2022年2月には海面から中層付近まで低温高塩分で様な冬季噴火湾水が形成されていた。

以上のように、2021年度の噴火湾では、春には表層から低温低塩分な親潮系水が、秋には中底層から高温高塩分な津軽暖流水が湾内に流入し、例年通り順調に水塊交替が行われた。

(イ) 貧酸素水塊の発達と解消状況

噴火湾中央部 (St. 31) の海底直上における溶存酸素

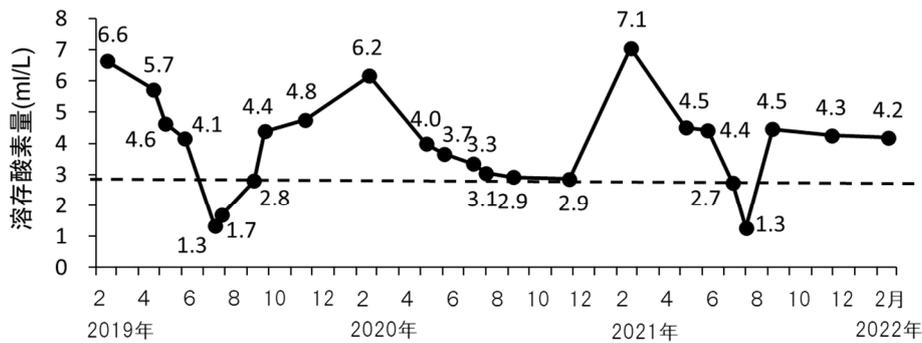


図3 海底直上における溶存酸素量の月変化 (St31)
 破線は、貧酸素水の基準値の3ml/Lを示す

量の季節変化を図3に示す。参考のため、過去の観測結果を加え2019年2月から2022年2月までを示す。

例年噴火湾の深層部では、春から夏にかけて溶存酸素量が減少し続け貧酸素水が形成されるが、秋以降に酸素濃度が高い津軽暖流水が湾内の底層に流入すると貧酸素状態が解消される。

2021年度は例年通り春から夏にかけて溶存酸素量は減少し続け、8月には1.3ml/Lまで低下して貧酸素水(3ml/L以下)となった。その後9月になると津軽暖流水が底層を覆ったため(図2)、溶存酸素量は4.5ml/Lまで上昇し、貧酸素状態は解消された。2022年の2月は、2020年や2021年の2月のような溶存酸素量の上昇が見られなかった。冬期には鉛直混合により表層から酸素が供給されるが、2022年は2月に表層から中層までしか鉛直混合が起きていなかったためと考えられた。

イ ホタテガイラーバ調査

ホタテガイラーバは、湾奥の長万部沖から虻田沖にかけて分布が見られたが、平均密度は5個/トンと前年同時期(454個/トン)を大幅に下回った(図4)。また、殻長は小型の140~160μmが主体であった。

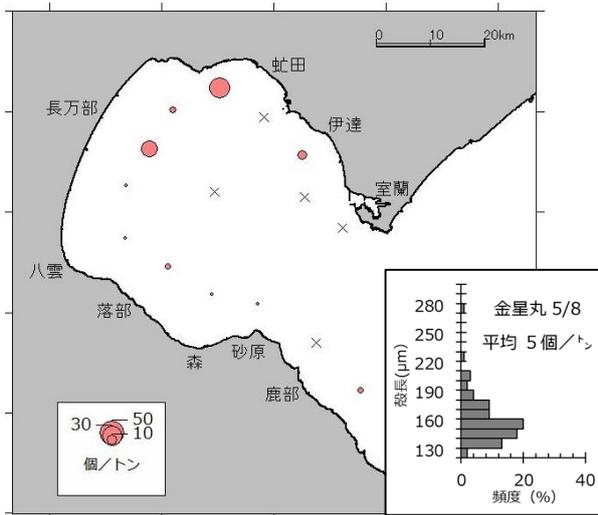


図4 ホタテガイラーバの分布と殻長組成

3. 海洋環境調査研究（経常研究）

3. 1 北海道周辺海域の海況に関する調査

担当者 調査研究部 渡野邊雅道・三原栄次
 協力機関 中央水産試験場

(1) 目的

北海道周辺海域の沿岸から沖合にかけての漁場環境を定期的かつ長期的に調査して、海洋の構造および変動と生産力についての調査研究を発展させる。また、その結果を逐次漁業者及びその関係者へ報告するとともに、資源の調査研究結果と併せて水産資源や漁場形成予測に役立てる。

(2) 経過の概要

道南太平洋海域の海洋観測を図1（4月，12月，2月）と図2（6月，8月，10月）に示す各定点において実施した。調査は基本的に試験調査船金星丸で実施したが，2月は全点を試験調査船北辰丸で実施した。

観測項目は，CTD（Sea-bird社製，SBE-911plus）による水温・塩分の測定（最大600mまで），表面水の測温と塩分測定用の採水，透明度の観測である。これに加えてSt. D24，D42では，改良型ノルパックネットを用いて動物プランクトンの採集を実施した。なお，St. D24では深度150mと500m，D42では深度150mからの鉛直曳きを行った。また，航海中はADCP（RD社製）による流向流速の連続測定を実施した。令和3年度の調査実績は表1に示した通りである。

(3) 得られた結果

観測データは速やかに「定点観測データ公開地図」に公開するとともに，全道周辺海域の観測結果は「海況速報」として，中央水試資源管理部が取り纏めて年6回ホームページ上で公表した。

○定点観測データ公開地図

<https://webgis.hro.or.jp/marinenet/mapApp/>

○噴火湾環境情報

<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kankyousokuhou/index.html>

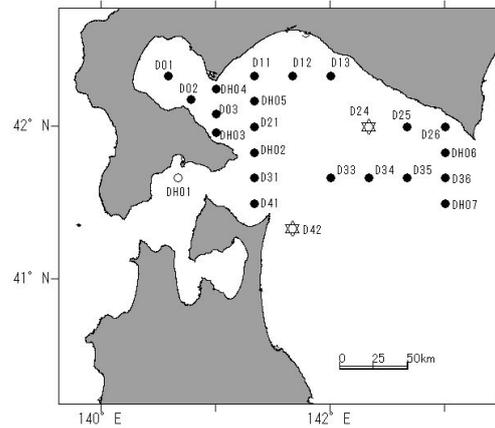


図1 道南太平洋海域観測定点
（4月，12月，2月）

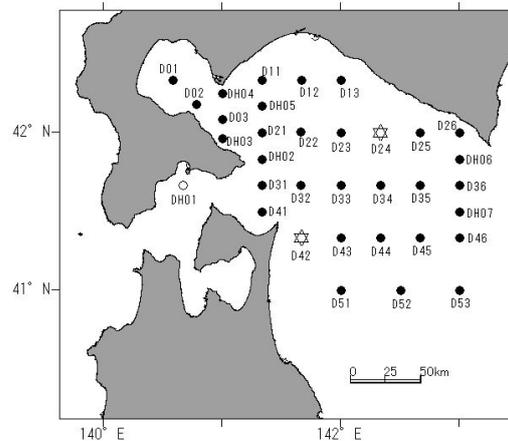


図2 道南太平洋海域観測定点
（6月，8月，10月）

表1 道南太平洋海域観測実施結

対象月	観測期間	観測点数	調査船
4月	4/22-4/23	23	金星丸
6月	6/8-6/10	33	金星丸
8月	7/31-8/4	33	金星丸
10月	10/5-10/7	23	金星丸
12月*1	11/28-11/30	14	金星丸
2月	2/15-2/19	23	北辰丸

*1：12月は荒天のため一部未実施

4. 栽培漁業基盤調査研究（経常研究）

4. 1 粗放培養用微細藻類群の探索および保存

担当者 調査研究部 夏池真史
共同研究機関 栽培水産試験場
協力機関 檜山地区水産技術普及指導所せたな支所
檜山地区水産技術普及指導所奥尻支所
奥尻町

(1) 目的

ウニ類、ナマコ、二枚貝類などの種苗生産では、浮遊幼生期又は着底後稚仔の育成のために市販の濃縮キートセラスという微細藻類を餌として利用しているが、季節的な需要の集中による供給不安定や、濃縮餌料自体の購入費用によるコスト増大が課題になっている。そのため、現在使用されている濃縮キートセラスに代わる、「安価」で「安定」して「大量」に入手できる微細藻類餌料が求められている。西日本海域では、主として種苗生産のコスト低減を目的とし、天然微細藻類の粗放培養による大量の餌料生産や、クルマエビの養殖池に自然に大量発生する微細藻類をアサリの種苗生産に用いる方法などが開発されており、これらの活用は北海道でも実践できる可能性が高い。

そこで本研究では、無脊椎動物の種苗生産用餌料として利用上の課題が生じている市販品に代わる餌料として容易に培養可能な天然微細藻類群を探索・保存することを目的とする。得られた微細藻類は、培養水温別に保存を行うとともに、粗放的な大量培養による増殖確認を行う。さらに、大量増殖を行った培養液中の構成種およびサイズ等の特徴を把握する。

(2) 経過の概要

栽培水産試験場で2020年までに採取・保存した微細藻類群のうち、20℃保存した6種について、以下にアで示すとおり再培養試験を行って増殖可能な水温を調べ、函館水産試験場と栽培水産試験場でイに示すとおり再増殖した微細藻類群の特性を調べた。ここでは材料と方法までは、栽培水産試験場実施分も含めた全体を記載し、結果は函館水産試験場が担当したイの部分のみを記す。事業全体を参照する場合は、令和3年度栽培水産試験場事業報告書を参照されたい。

<材料と方法>

ア 保存した微細藻類の再培養による増殖水温調査

6か月以上保存した微細藻類群を保存水温と同様の温度で1週間通気培養し、再拡大を行った。さらに再拡大した各微細藻類群を保存水温±5℃の範囲で通気培養し、増殖確認を行った。培

養液および恒温器は初期培養時と同様とした。保存溶液1mLを1Lの培養液の中に加えて2週間通気培養し、開始時、1週間後、2週間後に、川崎ら(2017)の方法に準じて吸光度値により細胞密度の変化を確認した。また、培養状態から浮遊性・沈降性のタイプについて判別を行った。

イ 再培養時の微細藻類群の特性確認

アにて2週間再拡大した微細藻類群を、函館水産試験場が行う構成種、連鎖の有無、細胞サイズ等の計測に供した。また、2020年度のデータと併せて、保存した微細藻類群の特性をまとめた。

(3) 得られた結果

イ 再培養時の微細藻類群の特性確認

保存微細藻類群の特性について、表1に示した。保存された微細藻類群は、ほぼすべてが単一または2種程度の単体藻類に集約されており、いずれも細胞サイズが5-20μm程度と微小なタイプであった。すべての保存水温で、*Phaeodactylum tricorutum*が保存され、その他数種の珪藻類が主な構成種であった。

(4) 参考文献

川崎琢真・清水洋平・多田匡秀(2017) 吸光光度計を利用した餌料用微細藻培養密度の簡易推定法(短報) 水産技術, 第9巻1号, 27-31

表1 保存した微細藻類群の各種特性

保存水温 (°C)	保管名	増殖確認 水温帯 (°C)	培養時性状 (浮遊/沈降)	構成種	単体/連鎖	平均細胞サイズ (長さ×幅 μm)
15	トヨウラ15	10-20	沈降	羽状目珪藻の2種混合	単体・塊状	9×5
	セタナ15		浮遊	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	単体	20×3
	ノトロ15		浮遊	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	単体・塊状	17×2
	アッケシB15		浮遊	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	単体・塊状	15×3
	アッケシL15		沈降	不明羽状目1種	単体	14×4
	場内15		浮遊	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	単体	14×5
20	トヨウラ20	15-25	浮遊	<i>Chaetoceros tenuissimus</i>	単体	5×5
	セタナ20		沈降	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	単体・塊状	17×6
	アッケシB20		浮遊	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	単体・塊状	12×4
	アッケシL20		沈降	<i>Navicula salinicola</i> ?	単体	20×6
	ムロラン20		浮遊	複数種混合 (※有害種含む、廃棄予定)	単体	羽状目珪藻12×6, 真正眼点藻類sp4×4
	場内20		浮遊	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	単体・塊状	18×4
25	セタナ25	20-30	浮遊	緑藻類の一種と羽状目珪藻が混合	単体	4.5×4.5
	ノトロ25	20-25	沈降	羽状目珪藻二種混合	単体・塊状	18×8
	ハコダテ25	20-30	浮遊	<i>Entomoneis</i> 属の一種	単体・塊状	10×6
	アッケシB25	15-25	浮遊	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	単体・塊状	9×4
	アッケシL25	15-25	沈降	<i>Navicula salinicola</i> ?	単体	19×6

5. 栽培漁業技術開発調査・栽培漁業地域展開事業（経常研究）

5.1 エゾアワビ

担当者 調査研究部 酒井 勇一

(1) 目的

エゾアワビ種苗を生産している北海道栽培漁業振興公社熊石事業所（以下、栽培公社）において、波板飼育を行っている初期稚貝（殻長5mm未満）の生産の安定が求められている。

今年度は、これまで採苗に用いてきた *Ulveilla* の舐め板（エゾアワビ幼貝に舐めさせた *Ulveilla lenz* を繁茂させた波板）に替わる基質と初期の生残に関わる餌料を探索した。

(2) 経過の概要

4月13日に栽培公社で採卵し育成した変態期の幼生を4月18日に函館水試に搬入して試験に供試した。

ア 着底用基質の探索

栽培公社および道内のウニ種苗生産施設（釧路管内水産種苗生産センター、根室市ウニ種苗生産センター、根室漁業協同組合栽培センター、上磯郡漁業協同組合ウニ種苗生産センター）の取水から集め、単離、培養した付着珪藻30種（No.1～30）を、あらかじめマイクロプレート（組織培養用マイクロプレート6穴型、IWAKI）の3穴に添加した。これを3時間程度室温で静置して、プレートの底面に付着させた。また、1cm²に切った *Ulveilla* 舐め板と *Ulveilla* 付着板、何も付着させていない対照区を加えて計33試験区（各試験区は3回繰り返し）を用意した。ここに栽培公社から搬入した変態期幼生を6個体ずつ収容（計594個体）し、イ

ンキュベーターで18℃に静置した。試験期間中は暗黒条件とした。

試験開始から5日目の4月23日に顕微鏡下で観察し、周口殻を形成した個体の割合（変態率）を調べた。

イ 初期餌料の探索

4月18日に搬入した変態期幼生の一部を、函館水試で用意した *Ulveilla* 舐め板に採苗した。4月29日に顕微鏡下で周口殻を形成し変態が完了した初期稚貝を、試験アで同様に用意した6穴型マイクロプレート32試験区（*Ulveilla* 舐め板区を除く）に1個体ずつ収容して、開始時の殻長を個別に測定した（各試験区は3繰り返し、計96個体）。これをインキュベーターで18℃に静置した。試験期間中は暗黒条件とした。

5月15日（収容16日目、粘液物質摂餌期間）と5月28日（収容29日目、珪藻内容物摂餌への切り替え期間）に、生残個体の殻長を測定した。

(3) 得られた結果

ア 着底用基質の探索

珪藻No.1, No.2, No.3, No.4, No.8, No.9, No.10, No.12, No.17, No.20, No.25の11試験区の変態率は、*Ulveilla* 舐め板を用いた試験区と有意な差は認められなかった（図1, Dunnett検定 $P>0.05$ ）。また、対照区, No.5, No.6, No.7, No.11, No.13, No.22, No.26, No.28, No.29, No.30区では、

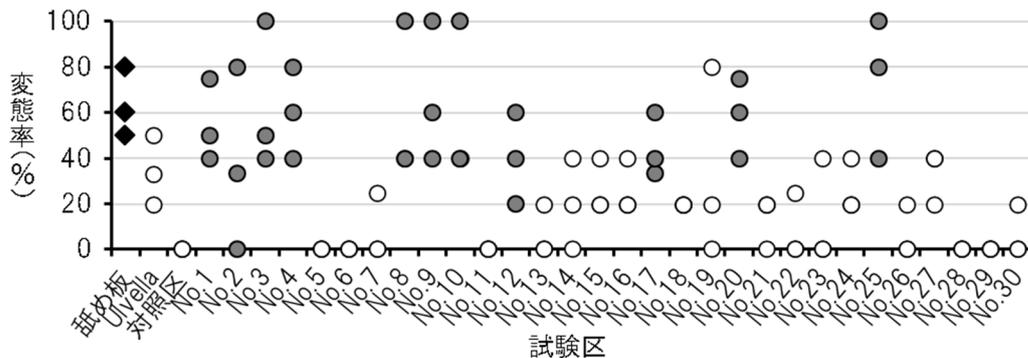


図1 収容5日目の変態率

舐め板(◆)と同等の変態率が得られた試験区(●)と効果が認められなかった試験区(○)

*Ulve*lla 舐め板に比べ有意に変態率が低かった (Dunnet 検定 $P < 0.05$)。

今回の結果から、上記の 11 種類の付着珪藻は、幼生の変態を促進するための *Ulve*lla 舐め板の代用になり得ると考えられた。

イ 初期餌料の探索

4月29日に *Ulve*lla 舐め板に採苗した初期稚貝を、*Ulve*lla 舐め板を除く 32 試験区に收容したときの日間成長量と生残率を図2と図3に示した。

5月15日(收容16日目)には、対照区および *Ulve*lla 板を含む半数の試験区で供試個体がすべて死亡した。また、No.8, No.11, No.25, No.26, No.27 の5試験区では全ての個体が生残し、No.1, No.2, No.4, No.8, No.9, No.10, No.11, No.13, No.14, No.17, No.20, No.25, No.26, No.27, No.28, No.29 の16試験区では生残個体が認められた。このうち、

No.2, No.9, No.13, No.17では5月28日(試験開始29日目)においても全ての個体が生残した。

着底直後の初期稚貝は16日間(粘液物質摂餌期間)の飢餓に耐えられず、*Ulve*lla 板区を含めて、今回の試験で用いた30種の付着珪藻のうち14種は初期餌料として利用できなかった可能性がある。また当初16日間の粘液物質摂餌期間に生残した試験区でも、3試験区 (No.10, No.20, No.28区)で珪藻内容物摂餌への切り替え期間である29日目までにはすべての個体が死亡した。

以上の結果から、変態促進の効果が期待でき、かつ初期餌料としても活用できる付着珪藻はNo.1, No.2, No.9, No.17, No.25の5種と考えられた(表1-1, 1-2)。

エゾアワビは変態後10日目までには卵黄を使い果たし、20日程度は舐め板に残される幼貝の足遮粘液や珪藻などが分泌する粘液物質を、以降は珪藻細胞内

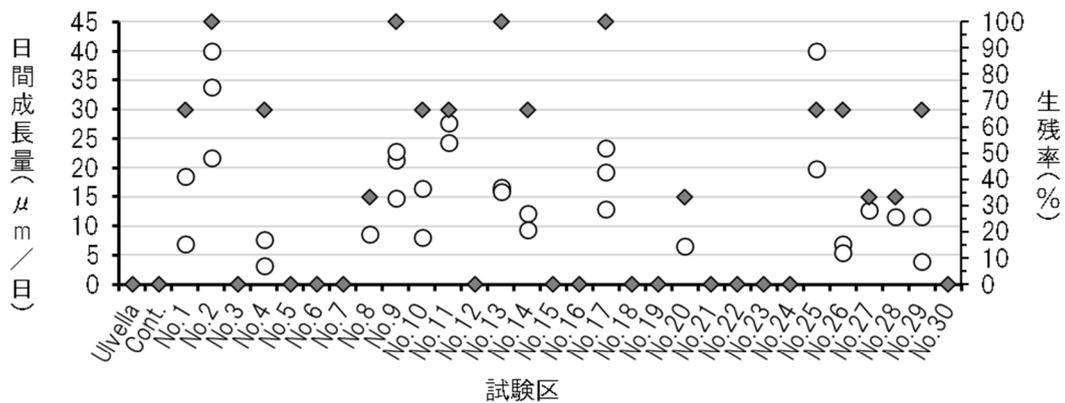


図2 当初16日間の成長量と生残率

○: 日間成長量 ◆: 生残率

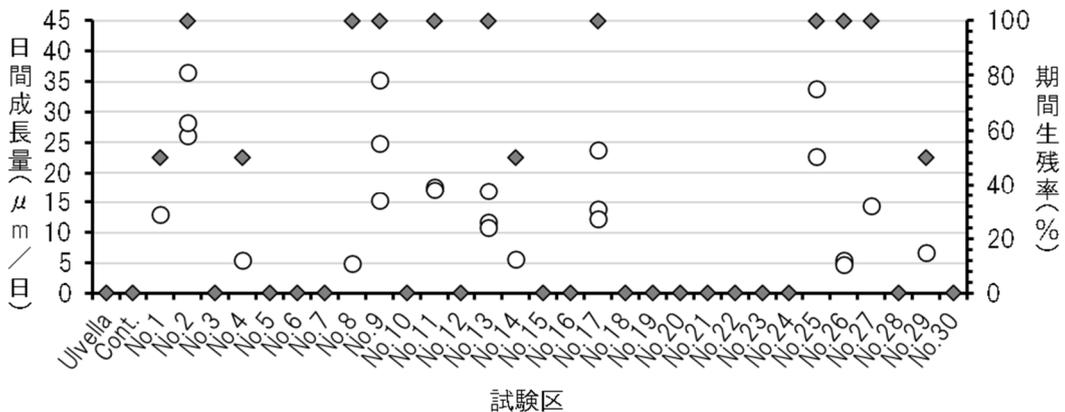


図3 試験期間中(29日間)の成長率と当初16日目以降の生残率

○: 日間成長量 ◆: 期間生残率

容物を摂餌するとされているが、飢餓耐性が極めて低いため、速やかな給餌が必要とされる¹⁾。

成長速度については、変態後1~2週間(殻長0.5mm程度)の個体では足癒粘液給餌で30μm/日、*Cylindrotheca closterium* 給餌で35μm/日との報告があるが²⁾、今回の試験に用いた藻類のうちNo.2, No.11, No.25はこれと同程度の成長を示していた。一方、本試験で用いた*Cylindrotheca* sp. (珪藻No.1区)の日間成長量は12.8μm/日で、報告されている結果の半分程度であった。

栽培公社では大型種育苗のために主に1~3月に2年間育成した幼貝を親として採卵し、孵化後5日目の変態期幼生の採苗には*Ulveilla* 舐め板を用いている。この舐め板を作製するために、2水槽を通年使用して*Ulveilla*の母藻(1,000枚程度)を確保している。これを採卵に合わせ前年の10月から拡大培養を開始し、翌年1~6月の採卵にあわせて常時3,600枚程度まで増やした*Ulveilla*を1週間~10日程度アワビ幼貝に舐めさせて採苗および初期育成に用いている。

表1に示した5種の付着珪藻(No.1, No.2, No.9, No.17, No.25)のうち、No.1は栽培公社の取水から単離した*Cylindrotheca* sp.であり、この株は細胞培養用フラスコ(VIOLAMO)に入れた10mlの培地で管理している。R2年度には、これを3日間1Lフラスコで通期培養後、さらに4日間8L梅酒瓶で拡大培養し、計14Lの培養液から、採苗に用いる7.5t水槽に設置した波板に12日間で拡大培養できることを確認している(令和2年度事業報告書参照)。

他の4種を含めて、今回試験に用いた全ての付着珪藻は10℃に設定したインキュベーター内(12L12Dの蛍光灯照射)で月1回の頻度で培地を交換すれば、少なくとも1年以上は株を維持できる種である。

今後さらに検討を加え、これら5種が*Ulveilla* 舐め板に代わる基質や初期餌料となるか検討するとともに、配合餌料を摂餌できるようになる殻長5mmまでの初期稚貝育成時の餌料要求量を賄うために拡大培養する技術を検討する。

参考文献)

- 1) 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 東北区水産研究所(2018) エゾアワビの整理・成体に基づいた新たな種苗生産技術の開発, 仙台. 4-14.
- 2) 河村知彦(1998) 付着珪藻-その生態と付着生物群集における役割 SESSILE ORGANISMS 15(1) 15-22.

表1-1 着底促進や初期餌料として期待できる付着珪藻

項目	試験区(付着珪藻種)																		
着底促進 ¹⁾	収容5日目	試験区	舐め板	<i>Ulveilla</i>	対照区	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14
				63.3	0.0	0.0	55.0	37.8	63.3	60.0	0.0	8.3	60.0	66.7	60.0	0.0	40.0	6.7	20.0
初期餌料 ²⁾	当初16日間 ³⁾	日間成長量(μm/日)				12.8	31.9		5.5			8.7	19.6	12.2	26.1		16.2	10.8	
		期間生残率(%)		0	0	66.7	100	0	66.7	0	0	0	33.3	100	66.7	66.7	0.0	100	66.7
	その後13日間	日間成長量(μm/日)				13.0	30.3		5.4			5.0	25.2		17.4		13.2	5.6	
		期間生残率(%)				50	100		50			100	100		100		100	50	

表1-2 着底促進や初期餌料として期待できる付着珪藻

項目	試験区(付着珪藻種)																	
着底促進 ¹⁾	収容5日目	試験区	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30
				26.7	26.7	44.4	20.0	33.3	58.3	13.3	8.3	13.3	26.7	73.3	6.7	33.3	0.0	0.0
初期餌料 ²⁾	当初16日間 ³⁾	日間成長量(μm/日)			18.5			6.6					29.9	6.2	12.7	11.6	7.8	
		期間生残率(%)		0	0	100	0	0	33.3	0	0	0	66.7	66.7	33.3	33.3	66.7	0
	その後13日間	日間成長量(μm/日)			16.6							28.2	5.0	14.4		6.8		
		期間生残率(%)			100							100	100	100		50		

1) *Ulveilla* 舐め板への変態率と同等の結果を示した試験区は斜字体で示した
 2) 表中の数値は試験期間中の日間成長量(μm/日)を示す
 3) 当初16日間は粘液物質の摂餌期間、その後13日間は珪藻細胞内容物摂餌への切り替え期間とされる

5.2 キタムラサキウニ標識技術開発試験

担当者 調査研究部 酒井勇一

(1) 目的

移殖や藻場造成のための駆除の対象となっているキタムラサキウニの行動特性を把握するための外部標識技術を開発する。

(2) 経過の概要

令和3年度に檜山地区水産技術普及指導所せたな支所から「キタムラサキウニ移殖放流に関する課題解決の研究～新たな標識技術の開発～」の研究ニーズを受けて、移殖対象となる殻径50mm以上の個体に対して、特別な機械類を要せず移殖後の個体の残留状況を把握するための外部標識を開発試験を実施した。

(3) 得られた結果

令和4年1月25日に移殖対象サイズのキタムラサキウニの大棘に、プラスチックビーズやプラスチックチューブを接着した(写真1)。キタムラサキウニは装着部位周辺の棘を動かして、ビーズやチューブを外すか、外せない場合は棘を自切してしまい1週間以内にすべての個体の標識が脱落した。

次に、脱落しづらいと考えられる肛門部にスパゲッティタグを装着したが、22日後の2月16日には肛門部を反転させることでタグは外された(写真2)。

一方、キタムラサキウニの殻(行動に影響しないと考えられる間歩帯)にφ2mmの木工ドリルを用いて穴を空け、スパゲッティタグを打ち込み、基部をゲル状瞬間接着剤で固定した。この個体ではその後202日以上タグは維持された(写真3、表1)。

今後は、殻を穿孔してタグを装着する方法で何日間脱落しないのかを継続観察するとともに、本手法での標識装着が行動に影響するかどうかを非装着個体と比較検討が必要である。

表1 標識種別持続期間

標識種	装着日	脱落日	持続期間	備考
プラスチックビーズ	1月25日	1月28日	3日	他の棘を利用して外すか棘基部から自切
プラスチックチューブ	1月25日	1月29日	4日	
肛門へのタグ装着	1月25日	2月16日	22日	肛門部反転し外す
殻穿孔へのタグ装着	1月25日	継続	202日	異常など確認せず



写真1 棘にアロンアルファで接着したビーズ(上)とビニールチューブ(下)

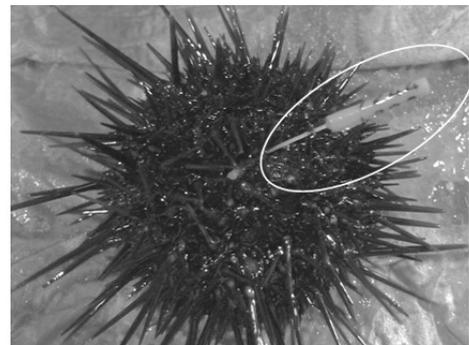


写真2 肛門にスパゲッティタグを装着した個体

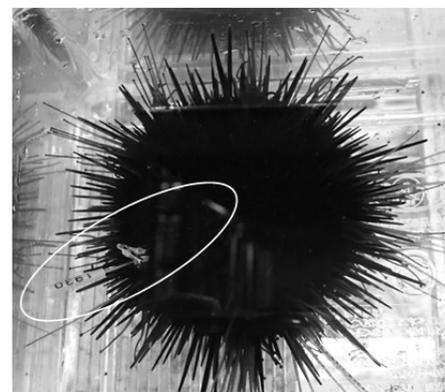


写真3 間歩帯にドリルで穴を空けてスパゲッティタグを装着した個体

6. マナマコ資源増大研究Ⅲ.

－マナマコ人工種苗放流技術マニュアル化試験－（経常研究）

担当者 調査研究部 酒井勇一

協力機関 いぶり中央漁業協同組合，胆振地区水産技術普及指導所，
ひやま漁業協同組合，奥尻町，せたな町，乙部町，
奥尻地区水産技術普及指導所，
檜山地区水産技術普及指導所檜山北部支所，
檜山地区水産技術普及指導所，
北海道大学大学院水産科学研究院

(1) 目的

近年のマナマコ単価の高騰に伴い、道内各地で漁獲圧が増し、資源の維持・増大を目指した人工種苗放流事業が行われている。道総研ではマナマコ人工種苗の陸上育成マニュアルを作成して、関係機関に配布して種苗生産技術を普及した（重点研究2006～2008年）。

また、東北大学と共同で、ミトコンドリアDNAの塩基配列と8マイクロ座のアリル型を指標に、北海道の系群構造を把握して、遺伝的多様性の保全に配慮した放流用種苗生産指針を作成してホームページ上で公表した。

さらに、親子鑑定に基づく放流種苗判別技術を開発した（重点研究2009～2012年）。

これ以降は、このDNA標識技術を用い、放流種苗の放流効果について検討してきた（経常研究2013～2017年）。

2018年度から2022年度までの5カ年間で、放流サイズ別の資源添加効果を調べ、放流技術マニュアルを作成する。

(2) 経過の概要

漁獲物を含む1g以上の個体からは触手を、触手採取が困難な1g未満のマナマコと着底稚仔は全身を99.5%エタノールで固定した。ここからDNAを抽出して上述の8マイクロ座のアリル型を調べて、PARFEX¹⁾を用いて親子鑑定を行い、人工種苗を判別した。

ア) 着底稚仔放流による資源添加効果の検討

(ア) 白老地区

春漁期の5月12日，5月26日，6月16日と，秋漁期の11月29日，12月8日，R4年1月17日の漁獲物各100個体から，触手を採取して99.5%エタノールで固定した。白老漁協潜水部会の操業日誌と水揚げ伝票から漁獲場所，漁獲量及び単

価を調べ，混獲率から各放流年級の漁獲回収率と投資効率を算出した。

(イ) せたな町大成区

せたな町大成区のQ漁港荷さばき所で，8月2日に雌31個体と雄39個体から4,119万個の受精卵を採取した。このうち454万個を荷捌き所に設置した1t水槽4基で育成した。8月21日に着底稚仔をQ,K,Oの3漁港にそれぞれ12.9万個体，8.8万個体，6.6万個体放流した。

また，各放流区から50m程度離れた場所（0漁港では15m離れた場所）に，着底稚仔を付着させていない採苗器（以降，天然採苗器と称す）2器を設置した。

11月30日に，人工採苗器2器と天然採苗器2器を回収して稚ナマコを採取し，メントールで麻酔して，体長を測定したあと99.5%エタノールで固定した。これらの分析はR4年度に実施する計画である。

イ) 当歳・越冬種苗放流による資源添加効果の検討

(ア) 奥尻地区

当地区の放流区周辺では水深15mを境に浅みでは胴突き漁業が深みでは潜水漁業が行われている。そこで，H30年からR3年に放流区周辺で行われた2漁業の漁獲出荷状況を調べた。この間実施した2漁業の漁獲物調査で得られた漁獲物の平均重量と放流種苗の混獲率から，人工種苗の漁獲回収数と投資効率を推定した。

(イ) せたな町大成区

11月30日に，0漁港で放流区から南北方向に270mのライントランセクト調査を行った。このとき回収した個体は重量を測定後，触手を採取して，99.5%エタノールに固定した。ま

た、アワビセンターで育成した平均体長 13.7 mm 種苗 34,730 個体を放流した。これらの分析は次年度実施する。

5月20日、6月17日、6月27日に潜水漁業で漁獲された漁獲物各100個体から、また6月10日と6月24日に0漁港周辺でタモ取りされた漁獲物各100個体から触手を採取し99.5%エタノールに固定した。

H27年からR3年に0漁港周辺で行われたたも取り漁業の漁獲出荷状況を、市場伝票から調べた。H27年から本年度まで実施した漁獲物調査時の平均重量と人工種苗の混獲率から、放流年別の人工種苗の漁獲回収数と投資効果を推定した。なお、大成町アワビセンターで育成した種苗単価は、R1年度に生産個体の単価(17円/個体)を用いた。

ウ) マナマコの表出率に影響する物理的要因の検討

乙部町元和漁港(70m×75m×水深4m)で、放流区を含めNo1~No.9の10か所の転石区を、5~10m間隔で設置した(図1)。当地に生息していた個体のうち、夏眠期以外は脱糞個体を採取して、標識を装着後直ちに放流した。

R2年10月(夏眠期)、R3年2月(回復期)、5月(成長期)、6月から7月(産卵期)にスパゲッティタグおよび超音波発信器を装着した個体を放流した(表1)。

放流後概ね10日間隔で潜水調査を行った。このとき、スパゲッティタグと超音波発信器を装着した個体を見つけた場合は、直上水面に浮上して、陸上の基点からレーザー距離計(DISTO S910, Leica社)で発見位置の座標を測距した。発信器からの受信データからの位置推定は北海道大学大学院水産工学研究室が担当し、結果の詳細は省略する。

(3) 得られた結果

ア) 着底稚仔放流による資源添加効果の検討

(ア) 白老地区

R4年1月の漁獲物からもH22年放流種苗が確認されており、11.5年は生残していることが明らかになった(図2)。同様にH23年、H24年放流群もそれぞれ10.5年と8.8年は生残することが明らかになった。

放流年(H22-H24)ごとに累積漁獲回収率はそれぞれ2.6%、0.10%、0.1%で、投資効率は17.5、3.4、1.9であった(表2)。

放流後の累積漁獲回収率は、経時的に増加した(図3)。これに伴い投資効率も上昇し、平成22年放流群は放流4年目に投資効率が1を超え、平成23

年放流群と平成24年放流群の投資効率が1を超えたのは、それぞれ7年目と5年目で、放流群によって異なっていた(図4)。

(イ) せたな町大成区

0漁港周辺のマナマコのH27~R3年までの7か年の漁獲量と漁獲金額を、後述するイ) 当歳・越冬種苗放流による資源添加効果の検討の項で示す。

イ) 当歳・越冬種苗放流による資源添加効果の検討

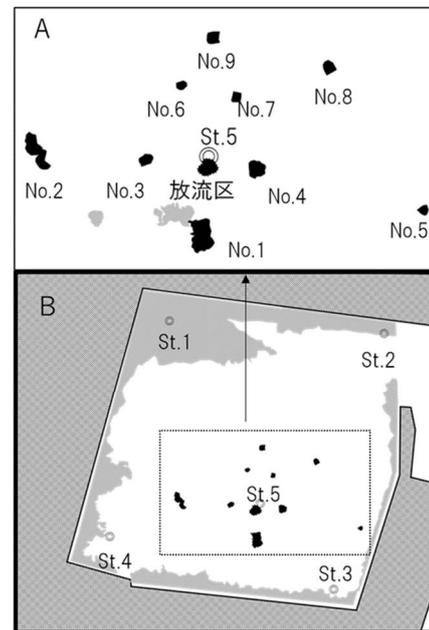


図1 港湾に設置した受信機と投石区及び転石の位置
上図Aは下図Bの囲み部分の拡大図

■ 礎石を含む従来の港湾の転石部 ■ 投石部 ◎ 受信機

表1 マナマコ行動調査概要 (R2-3)

調査時期	装着物	個体数	放流日	平均重量 (g)	備考
夏眠期	発信機	4	10月9日	186.8	終了時全回収
10/9-11/11	スパゲッティタグ	10	10月9日	129.9	
		5	10月19日	144.0	
		5	10月27日	134.0	
回復期	発信機	6	2月22日	173.7	終了時全回収
2/22-4/5	スパゲッティタグ	19	2月22日	213.8	
成長期	発信機	6	5月27日	287.0	終了後継続
5/27-6/28	スパゲッティタグ	20	5月27日	221.6	6/28に7個体回収
産卵期	発信機	2	6月28日	346.5	追加
6/28-9/9	スパゲッティタグ	7	6月28日	216.1	追加
		15	7月12日	200.9	追加

※ 生殖巣調査から今年度の産卵期は7/29-9/6

(ア) 奥尻地区

H30～R3 年度までの漁獲物情報と同日実施した漁獲物調査の結果から、漁獲物の個体数を推定した。さらに混獲率の情報からこのとき漁獲された人工種苗の個体数とこれによる収益を推定した(表3)。

また、放流群別の累積漁獲個体数を推定して表4に示した。

越冬種苗に比べ単価が安い当歳種苗の方が現時点での投資効率は高い(表5)。

(イ) せたな町大成区

H27年からR3年にO漁港周辺で行われた、たも取り漁業の漁獲状況と漁獲物調査結果から、各年の漁獲個体数と人工種苗の回収個体数、並びにこれに由来する収益を推定した(表6)。

また、放流群別の累積漁獲回収率と投資効率を算出した(表7)。現在用いている8マーカー一座では、複数の親候補が

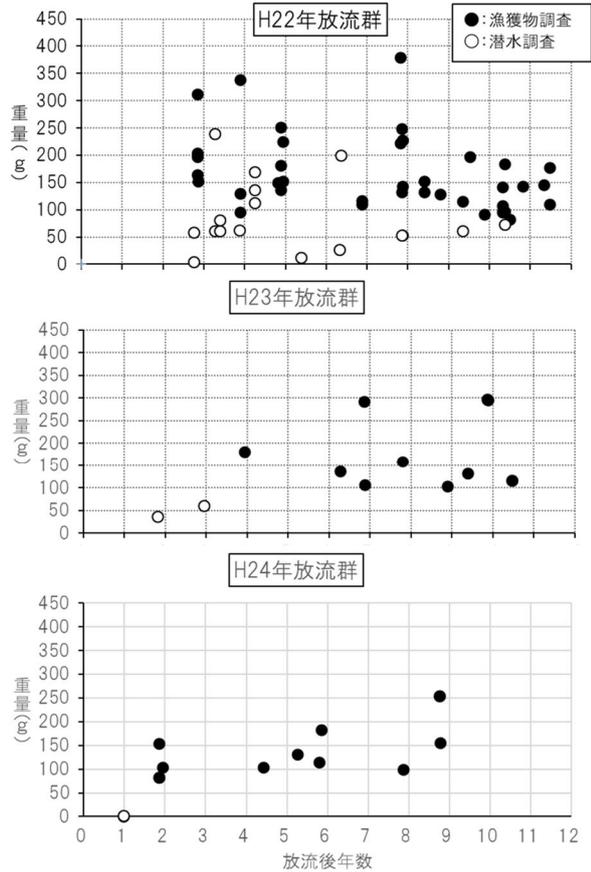


図2 白老に放流した着底稚仔の成長

現れ放流群を確定できない個体が、R1年以降の漁獲物に複数認められた(表7の未確定個体)。これらを除く放流サイズ別の累積回収率は、越冬種苗や当歳種苗で着底稚仔よりも高い傾向が認められた。一方で、種苗単価の安い着底稚仔の投資効率はこれらに比べて高かった。

表2 放流年級別の混獲率と操業日誌から推定した累積漁獲回収率・投資効率

操業年度	人工種苗放流年			3カ年合計
	H22年	H23年	H24年	
H25年	1.4	0.0	0.0	1.4
H26年	1.8	0.4	1.4	3.5
H27年	1.3	0.3	0.0	1.7
H29年	0.7	0.3	0.3	1.4
H30年春	1.8	0.4	0.4	2.6
H30年秋	1.0	0.0	0.0	1.0
R1年春	0.5	0.5	0.0	1.0
R1年秋	1.0	0.0	0.0	0.5
R2 春	0.3	0.3	0.3	1.0
R2 秋	3.0	1.0	0.0	4.0
R3 春	0.3	0.3	0.7	1.0
R3 秋	1.5	0.5	0.0	2.0
累積漁獲回収数	1,535	476	248	2,258
放流数	58,000	470,000	274,000	802,000
累積漁獲回収率(%)	2.6	0.1	0.1	0.3
A:種苗放流経費(円)	70,361	115,240	109,175	294,776
人 H25年	66,793	0	0	66,793
工 H26年	77,088	16,504	62,973	156,565
種 H27年	111,032	27,531	0	138,563
苗 H29年	32,866	16,195	16,195	65,256
由 H30年春	173,869	74,515	74,515	322,899
来 H30年秋	134,039	0	0	134,039
漁 R1年春	87,937	87,937	0	175,874
獲 R1年秋	103,260	0	0	103,260
収 R2 春	19,367	19,367	19,367	58,100
益 R2 秋	248,133	82,711	0	330,844
(R3 春	18,430	18,430	36,860	73,721
円 R3 秋	155,400	51,800	0	207,200
B:人工種苗水揚げ(円)	1,228,213	394,990	209,910	1,833,113
投資効果指数(B/A)	17.5	3.4	1.9	6.2

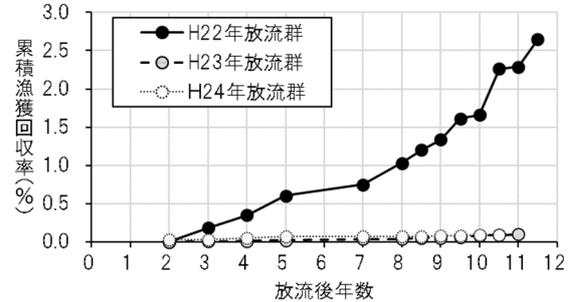


図3 累積漁獲回収率の経年変化

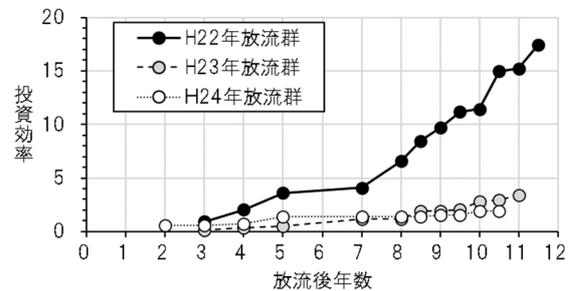


図4 放流後年数と投資効率の関係

表3 当歳・越冬種苗放流地周辺での混獲率(奥尻町)

漁獲日	H30年			R1年	R2年				R3	合計 (平均)
	4月17日	4月26日	5月14日	6月18日	4月8日	4月10日	5月14日	6月10日	4月10日	
A 漁獲量(kg) ¹⁾	14	330	160	39.65	120	110	33.9	36.3	330	1,174
B 水揚げ金額(円) ¹⁾	58,968	1,389,960	673,920	167,006	505,440	463,320	142,787	152,896	1,389,960	4,944,256
C 単価(円/kg) ¹⁾	4,212	4,212	4,212	4,212	4,212	4,212	4,212	4,212	4,212	4,212
D 平均重量(g)	148.7	346.0	96.1	175.0	212.7	227.8	122.8	193.0	233	200
E 推定漁獲個体数 (A×1000/D)	94	954	1,666	227	564	483	276	188	1,416	5,868
F 調査個体数	99	100	100	70	100	99	100	99	100	867
抽出率(%) F/E×100	105	10	6	31	18	21	36	53	7	14.8
G 人工種苗数	3	1	2	1	3	2	24	6	1	43
H 混獲率(%) (G/F×100)	3.0	1.0	2.0	1.4	3.0	2.0	24.0	6.1	1	5.0
人工種苗回収率 (E×H)	3	10	33	3	17	10	66	11	14	153.3
漁獲方法	洞突き	潜水	洞突き	洞突き	潜水	潜水	洞突き	洞突き	潜水	
漁場	放流区周辺	15m以深	放流区周辺	放流区周辺	20-25m	20-22m	放流区周辺	放流区周辺	20-25m	
I 推定漁獲回収率 (E×H/100)	3	10	33	3	17	10	66	11	14	167
J 推定人工種苗漁獲金額 (B×H/100)	1,787	13,900	13,478	2,386	15,163	9,360	34,269	9,266	13,900	113,509

1) 市場の水揚げ伝票から求めた

表4 混獲率から推定した放流群別累積漁獲個体数と回収率

種 苗 区 分	漁獲物調査日	H30年			R1年	R2年				R3	累積漁 獲回収 数	累積漁獲 回収率 (%)
		4月17日	4月26日	5月14日	6月18日	4月8日	4月10日	5月14日	6月10日	4月10日		
		平均重量(g)	148.7	346.0	96.1	175.0	212.7	227.8	122.8	193.0		
	推定漁獲個体数	94	954	1,666	227	564	483	276	188	1,416		
当歳	H26.12.9放流	3	10	33	5	6	5	3	0	14	78	0.31
越冬	H27.4.23放流					6	5	3	6		19	0.05
当歳	H27.12.2放流					6	0	14	0		19	0.02
越冬	H28.5.19放流							22			22	0.02
当歳	H28.12.8放流							25			25	0.02
合計		3	10	33	5	17	10	66	6		149	0.04

表5 開放系漁場へ放流した当歳・越冬種苗の累積漁獲回収率と投資効率(奥尻地区)

人工種苗放流年	当歳種苗				越冬種苗		
	H26.12月	H27.12月	H28.12月	小計	H27.4月	H28.5月	小計
累積漁獲回収率	78	19	25	122	19	22	41
放流数	25,192	95,622	122,490	243,304	35,663	94,430	130,093
累積漁獲回収率(%)	0.31	0.02	0.02	0.05	0.05	0.02	0.03
A:種苗放流経費(円)	411,000	411,000	1,233,000	2,055,000	822,000	822,000	1,644,000
B:人工種苗水揚げ(円)	57,502	12,194	12,851	82,547	15,702	11,423	27,125
投資効率(B/A)	0.14	0.03	0.01	0.04	0.02	0.01	0.02

参考文献

- 1) Sekino, M. and Shigeno K. (2011)
PARFEX ver 1.0: an EXCEL™-based software package for parentage allocation.

ウ) マナマコの出表率に影響する物理的要因の検討

潜水調査でスパゲッティタグおよび発信器を装着した個体の位置を調べて、図5に示した。発信器装着個体の分散範囲は、スパゲッティタグの分散範囲と同等であり、いずれも成長期から産卵期にかけて広がった。

表6 0漁港周辺でのたも取りによるマナモコ漁獲量と推定漁獲個体数

年度	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	合計 (平均)
A 漁獲量(kg) ¹⁾	517	359	122	220	270	210	325	2,023
B 金額(円 税込み) ¹⁾	3,245,142	1,745,550	610,246	1,208,693	1,731,741	1,104,840	2,197,428	11,843,640
C 単価(円/kg) ¹⁾	6,279	4,864	5,014	5,502	6,407	5,261	6,753	5,855
D 平均重量(g)	181.2	221	185.6	144.51	179.9	166.8	214.2	185
E 推定漁獲個体数 (A×1000/D)	2,852	1,624	656	1,520	1,503	1,259	1,519	10,933
F 調査個体数	200	67	63	200	300	100	308	1,238
G 人工種苗個体数	11	5	8	53	73	21	84	255
H 混獲率(%) (G/F×100)	5.5	7.5	12.7	26.5	24.3	21.0	27.3	21
人工種苗回収数 E×H	157	121	83	403	366	264	414	1,809
I 抽出率(%) (F/E×100)	7.01	4.13	9.61	13.16	19.97	7.94	20.27	11.30
J 人工由来利益(円) (B×H/100)	178,483	130,265	77,492	320,304	421,390	232,016	599,299	1,959,248

1)市場水揚げ伝票から求めた

表7 閉鎖系漁場に放流した種苗の累積漁獲回収率と投資効率(大成地区)

	年次	年次							累積漁獲 回収数	放流数	累積漁獲回 収率(%)	種苗サイズ別の 累積回収率(%)	種苗単 価 ¹⁾	投資金額(A)	漁獲収益(B)	投資効率 (B/A)	着底稚仔および当歳・越冬 種苗の投資効率
		H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3									
着 底 稚 仔	H26	128	97	52	15	15		10	317	72,077	0.44	0.13	0.47	34,041	342,349	10.06	1.12
	H27			10	15				26	45,867	0.06		2.24	102,571	21,773	0.21	
	H28				61	5	13		78	68,960	0.11		0.81	56,039	65,169	1.16	
	H29					5		5	10	121,365	0.01		0.63	76,203	12,907	0.17	
	H30								0	17,875	0.00		6.98	124,760	0	0.00	
当 歳	H28				114	60	13	113	300	86,738	0.35	0.34	17.00	1,474,546	335,064	0.23	0.2
	H29					40	13	15	67	61,282	0.11		17.00	1,041,794	78,632	0.08	
	H30					95	88	113	297	45,280	0.66		17.00	769,760	351,109	0.46	
越 冬	H26	29	24	10	129	15	13	5	225	32,375	0.69	0.83	17.00	550,375	206,430	0.38	0.5
	H27			10	68	25	50	15	169	15,183	1.11		17.00	258,111	158,537	0.61	
未確定 ²⁾						105	76	138	319			0.11			387,278		0.09
合計	157	121	83	403	366	264	414	1,809	567,002	0.32	0.32		4,488,200	1,959,248		0.44	

1)アフピセンター運営経費を種苗生産数で割り返した

2)人工種苗の可能性が高いが放流群を確定できない個体

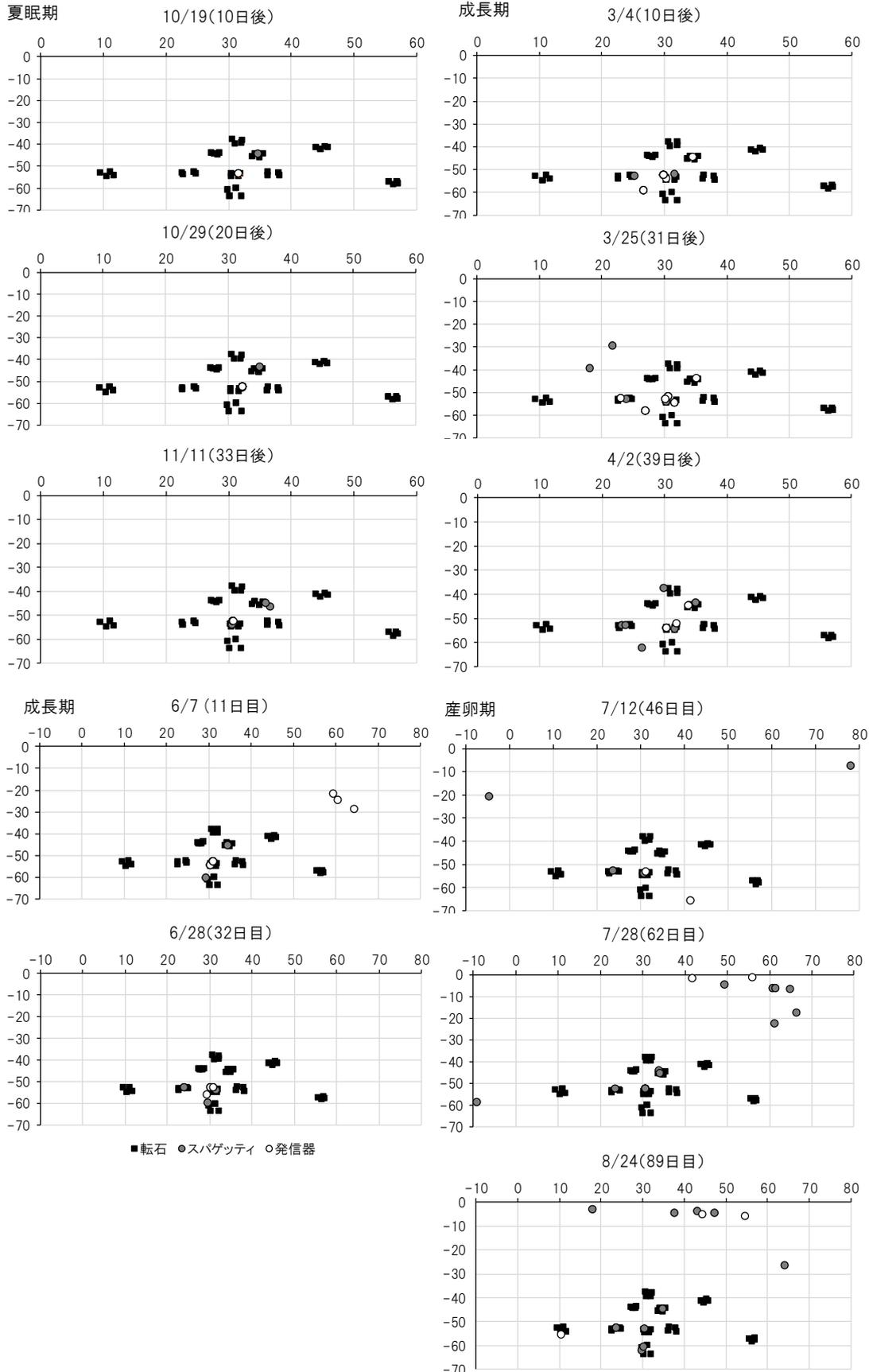


図5 スパゲッティタグおよび超音波発信器を装着した個体の移動範囲
 ■：投石位置（投石の4隅の座標）○：発信器装着個体 ●：スパゲッティタグ装着個体

7. ホタテガイ等二枚貝類に関するモニタリング（経常研究）

7.1 貝毒プランクトンモニタリング調査

担当者 調査研究部 夏池真史・金森 誠・渡野遼雅道
 協力機関 日高地区地区水産技術普及指導所
 胆振地区水産技術普及指導所
 渡島北部地区水産技術普及指導所
 渡島地区水産技術普及指導所
 栽培水産試験場

(1) 目的

北海道全域における貝毒プランクトンの出現と貝毒発生傾向を把握して、二枚貝類等の計画的出荷をサポートすることを目的とする。

(2) 経過の概要

ア モニタリング調査

調査は北海道沿岸の18海域18定点で実施され、現地での採水、水温・塩分測定は、水産技術普及指導所、漁業協同組合および水産試験場が担当した。なお、2019年から噴火湾西部が噴火湾北西部・同南西部にそれぞれ細分化された。函館水産試験場は、図1に示す太平洋中部（静内）、噴火湾東部（虻田）、噴火湾北西部（八雲）、噴火湾南西部（森）、噴火湾湾口部（鹿部）、津軽海峡（知内）の6海域6定点で麻痺性貝毒原因プランクトン *Alexandrium* 属および下痢性貝毒原因プランクトン *Dinophysis* 属の検鏡と結果の速報を担当した。各調査点の調査時期と回数は表1に示した。その他の定点における検鏡と結果の速報等は、中央水産試

験場が担当した。なお、これまで実施していた金星丸による湾央の調査点による採水調査は、過去の出現密度と同時期に実施されたモニタリング調査点の出現密度とを比較したときに特徴的な傾向がみとめられなかったため、今年度より実施しないこととした。

表1 各調査点の調査時期と回数

調査点/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
静内	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1
虻田	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1
八雲	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
森	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
鹿部	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
知内	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
湾央	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

二枚貝類等の出荷規制については、北海道水産林務部の報告を用いた。規制は北海道独自の自粛規制と国による自主規制の2段階からなっている（表2）。

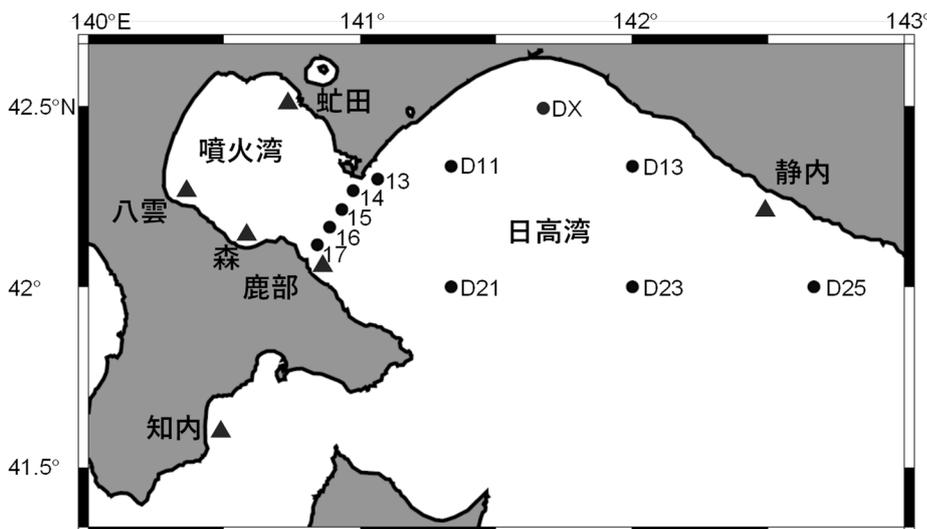


図1 モニタリング調査点（▲）と臨時広域調査点（●）の位置図

表2 二枚貝等の国内出荷規制基準値

貝毒の種類	規制区分	部位	規制基準値
麻痺性貝毒	自粛規制	可食部	3 MU/g
		中腸腺*	20 MU/g
	自主規制	可食部	4 MU/g
下痢性貝毒	自粛規制	可食部	0.08mgOA当量/kg
	自主規制	可食部	0.16mgOA当量/kg

*: 中腸腺による規制の対象種はホタテガイ

イ 臨時広域調査

道南海域において、噴火湾外の太平洋中部（静内）における *Alexandrium* 属細胞密度が増加した後、噴火湾内においてホタテガイの毒量が増加することが近3年（2018～2020年）連続しており、噴火湾外で増殖した *Alexandrium* 属個体群が湾内に流入することによって、ホタテガイの毒量が増加する可能性があった。しかし、噴火湾が太平洋と接続する日高沖（日高湾）における *Alexandrium* 属の出現量は静内1点しか調べられていないため、日高湾広域における出現状況はほとんど明らかになっていない。そこで、2021年5月7～8日と6月7～8日、7月12～13日に試験調査船金星丸によって日高湾内の11定点（図1）の0、10、20m層から採取した海水試料を検鏡して、*Alexandrium* 属細胞密度を調べた。

ウ 種名の変更とその対応

近年の分子分類学的な研究によって、これまで形態学的に *A. tamarense* とされた種を含む数種は *A. tamarense* species complex を形成し、5種（Group I～V）に再編された。この中で、国内においてこれまで *A. tamarense* とされてきた種の大部分は *A. catenella* (*A. tamarense* species complex Group I) になり、これまで *A. catenella* とされてきた種の大部分は *A. pacificum* (*A. tamarense* species complex Group IV) になる¹⁾。昨年度、函館水産試験場の職員研究奨励事業において実施した *A. tamarense* species complex の分子生物学的な種査定によって、道南海域では冬から初夏に *A. catenella* (旧 *A. tamarense*) が出現すること、盛夏から秋に *A. pacificum* (旧 *A. catenella*) が出現することが明らかになった²⁾。これらを踏まえて以降の本文では、これまで、冬から初夏に出現する *A. tamarense* species complex を *A. catenella*、盛夏から秋に出現する *A. tamarense* species complex を *A. pacificum* とする。

(3) 得られた結果

モニタリング調査の結果は「貝毒プランクトンモニタリング速報」として関係機関に電子メールで配信し、道総研函館水産試験場のホームページに公開した。また、詳細は「赤潮・特殊プランクトン予察調査報告書」として道総研中央水産試験場のホームページに公開されている。また、イ 臨時広域調査の結果および、津軽海峡における麻痺性貝毒プランクトン原因種 *A. minutum* の出現状況について、北海道水産試験場研究報告にそれぞれ報告したので詳しくはそちらを参考されたい^{3)・4)}。

ここでは2021年の麻痺性貝毒原因プランクトン *A. catenella* (旧 *A. tamarense*) および下痢性貝毒原因プランクトン *D. fortii*, *D. acuminata*, *D. norvegica* の出現状況と出現した水温・塩分の概要について記載する。これら3種の下痢性貝毒原因プランクトンは、下痢性原性を有するOA群を高毒量でもつことがあるため、噴火湾では注意を要する種である（平成26年度道総研函館水産試験場事業報告書、111-113頁参照）。なお、本調査は、貝毒プランクトンの生態に合わせて、暦年単位（2021年1～12月）で報告する。

ア 貝毒プランクトンの出現状況

モニタリング調査において、*A. tamarense* species complex は1～7月に出現し（表3）、本種が出現した水温は2.2～17.2℃、塩分は29.22～33.89であった。この出現時期は、*A. catenella* (旧 *A. tamarense*) の出現時期と一致するため、2021年に出現した *A. tamarense* species complex は、すべて *A. catenella* とみなした。*A. catenella* の最高出現密度は6月16日の噴火湾湾口部（鹿部）の1120細胞/Lであり、出現した深度10mの水温は7.9℃、塩分は32.38であった（表4）。なお、津軽海峡（知内）では、6月17日に最大90細胞/Lの *A. catenella* が出現した。臨時広域調査では、日高湾で *A. catenella* が5月に0～30細胞/L、6月に0～1030細胞/mL、7月に0～30細胞/mLの範囲で出現した。2021年は、*A. catenella* が太平洋中部（静内）で6月前半に比較的高密度（最大1020細胞/L）に出現した。これは1989年以後の太平洋中部において、2019年に次いで2番目に高い値であった。6月前半の臨時広域調査においても日高湾の広域で高密度の *A. catenella* が確認された。その後の6月後半に噴火湾内において *A. catenella* が高密度で出現したことから、噴火湾外で増殖した本種個体群が湾内に流入することによって、ホタテガイの毒量が増加した

可能性が高いと考えられた。

Dinophysis fortii は 2～12 月に出現した。*D. fortii* が出現した水温は 2.0～17.4℃, 塩分は 31.48～33.73 であった。最高出現密度は 6 月 14 日の太平洋中部(静内)の深度 10m の 60 細胞/L であり, 出現した深度での水温はそれぞれ 9.3℃, 塩分は 32.29 であった。*Dinophysis acuminata* は 1～9 月と 12 月に出現した。*D. acuminata* が出現した水温は 0.7～23.6℃, 塩分は 279.22～33.96 であった。最高出現密度は 7 月 16 日の八雲での 280 細胞/L であり, 出現した深度 10m の水温は 17.0℃, 塩分は 31.83 であった。*Dinophysis norvegica* は 4～6 月に出現した。*D. norvegica* が出現した水温は 2.2～10.9℃, 塩分は 31.15～32.77 であった。最高出現密度は 20 細胞/L であった。

これまでの調査(表 3)における海域ごとの *A. catenella*, *D. fortii*, *D. acuminata* および *D. norvegica* の最高出現密度の経年変化(表 4～7)を見ると, *D. fortii* と *D. acuminata* の出現量はおおむね例年通りであったが, *D. norvegica* の出現量は例年より少なかった。また, 太平洋中部および噴火湾における *A. catenella* の出現量は近年増加し, 二枚貝等の出荷規制や出荷自粛機関も増加傾向にある。

イ 二枚貝等の出荷規制

噴火湾東部海域において 7 月 8 日から 9 月 22 日まで(6 月 22 日から 7 月 7 日まででは出荷自粛), 噴火湾北西部海域において 7 月 8 日から 10 月 21 日まで(6 月 30 日から 7 月 7 日まで, 10 月 21 日から 11 月 13 日まで, 11 月 19 日から 12 月 4 日まででは出荷自粛), 麻痺性貝毒によるホタテガイの出荷自主規制措置がとられた。噴火湾湾口部において 3 月 5 日から 3 月 20 日まで出荷自粛措置がとられた。

文献

- 1) 坂本節子. 2020. *Alexandrium* 属における分類と種名変更の現状. 月刊海洋 52 : 200-204.
- 2) 夏池真史・金森 誠. 2020. 令和元年度道総研函館水産試験場研究報告 pp. 5-7.
- 3) 夏池真史・金森 誠・渡野邊雅道・葛西利彦・佐藤政俊. 2020. 近年の噴火湾および日高湾における麻痺性貝毒原因渦鞭毛藻 *Alexandrium catenella* (Group I) の出現状況. 北海道水産試験場研究報告 99 : 1-8.
- 4) 夏池真史・金森 誠. 2020. 津軽海峡における渦鞭毛藻 *Alexandrium minutum* の出現(短報). 北海道

水産試験場研究報告 99 : 9-12.

表 3 津軽海峡から太平洋中部海域における貝毒プラシントン調査点

生産海域	調査年	調査点
津軽海峡	1979	なし
	1980	知内沖4.2km
	1981-1982	木古内沖5.5km
	1983-2004	なし
	2005-	知内沖2km
噴火湾湾口	1979	なし
	1980-1982	南茅部沖1.8km
	1983	大船沖1, 3, 5マイル, 鹿部沖1マイル*
	1984-2004	鹿部沖1マイル*
	2005-	鹿部沖2.7km
噴火湾西部	1979-1980	砂原沖1.5km
	1981-1982	落部沖1.5km
	1983	砂原沖1, 2マイル, 落部沖1, 3, 5マイル(落部沖1.5km**), 八雲沖1, 3, 5マイル, 国縫沖1, 3, 5マイル
	1984	落部沖1, 3, 5マイル(落部沖1.5km**), 国縫沖1, 3, 5マイル
	1985-1999	落部沖1, 5マイル, 国縫沖1, 5マイル
	2000-2004	八雲沖3マイル
	2005-	森沖3km, 八雲沖3マイル
噴火湾東部	1979-1980	礼文華沖2km
	1981-1982	虻田沖4.4km
	1983	礼文沖1, 3, 5マイル, 虻田沖1, 3, 5マイル, 伊達沖1, 3, 5マイル
	1984	虻田沖1, 3, 5マイル
	1985-1999	虻田沖1, 5マイル
2000-	虻田沖1マイル	
太平洋西部	1979-2004	なし
	2005-2009	苫小牧沖0.5km
	2010-	なし
太平洋中部	1979-1980	なし
	1981-1982	静内沖3km
	1983-1988	なし
	1989-2001	日高沖***
	2002-2004	門別沖****
	2005-2007	様似沖2.2km
	2008	なし
2009-	静内沖2.5km	

*: 1983-1999年は, 鹿部町から室蘭市沖までの湾口横断調査のst.1を示す。

** : 落部沖1.5kmと落部沖1マイルとは, 水温・塩分が同じだったことから同調査点と推察される。

***: 日高から下北半島沖の定線調査のst.1(42° 10' N, 142° 30' E)を示す。

****: 門別から下北半島沖の定線調査のst.1(42° 20' N, 142° 00' E)を示す。

表4 *Alexandrium catenella*の最高出現密度(細胞/L)の経年変化

年/海 域 峡	噴火湾北 西・南西部	噴火湾 東部	噴火湾 湾口	太平洋 西部	太平洋 中部
1979	4340	10900			
1980	10940	2740	220		
1981	1,100	44,400	740		3,300
1982	60	20	40		240
1983	1,440	14,520	13,750		
1984	50,540	4,880	2,460		
1985	2,280	3,380	8,320		
1986	18,820	3,080	1,200		
1987	8,720	5,760	200		
1988	500	80	40		
1989	39,580	9,400	7,340		3,960
1990	1,300	740	700		40
1991	1,420	3,960	660		80
1992	180	20	20		0
1993	60	60	20		60
1994	2,820	240	400		100
1995	5,540	240	280		0
1996	60	60	60		20
1997	100	100	40		60
1998	20	20	40		0
1999	300	100	60		20
2000	140	20	20		0
2001	40	40	80		
2002	0	280	20		0
2003	180	80	400		20
2004	880	450	5,080		10
2005	0	40	20	100	0
2006	60	1,180	1,130	600	340
2007	10	630	40	500	150
2008	0	150	30	30	10
2009	0	970	390	970	10
2010	0	730	300	30	90
2011	0	1,400	360	270	40
2012	0	160	80	20	10
2013	0	420	170	240	10
2014	20	20	20	20	10
2015	0	690	2,760	200	20
2016	30	60	60	40	10
2017	0	10	10	40	30
2018	10	210	60	20	700
2019	0	20	20	190	1,180
2020	90	940	5,400	1,090	460
2021	10	360	510	1,120	1,020

表5 *Dinophysis fortii*の最高出現密度(細胞/L)の経年変化

年/海 域 峡	噴火湾北 西・南西部	噴火湾 東部	噴火湾 湾口	太平洋 西部	太平洋 中部
1979					
1980	50	520	700	160	
1981	190	180	740	260	180
1982	110	400	40	160	160
1983		4,800	5,425	1,850	
1984		1,080	1,020	360	
1985		400	980	580	
1986		2,820	840	400	
1987		140	200	140	
1988		920	140	340	
1989		360	300	320	120
1990		180	180	140	100
1991		380	60	340	20
1992		80	20	40	40
1993		80	80	200	0
1994		320	660	240	0
1995		40	60	80	60
1996		60	20	20	20
1997		40	100	0	0
1998		100	40	40	20
1999		220	440	260	20
2000		20	160	260	0
2001		120	160	240	
2002		80	20	60	20
2003		40	20	80	40
2004		120	480	140	200
2005	20	500	990	170	110
2006	10	40	50	100	60
2007	0	30	20	10	30
2008	10	50	20	10	40
2009	10	50	30	40	0
2010	10	100	10	110	130
2011	280	40	110	40	20
2012	10	10	160	20	190
2013	10	20	110	120	210
2014	20	60	30	70	20
2015	0	10	30	20	100
2016	10	180	50	110	140
2017	10	180	110	50	220
2018	30	60	60	590	730
2019	60	90	90	50	40
2020	20	70	100	100	100
2021	0	40	50	20	60

表 6 *Dinophysis acuminata* の最高出現密度 (細胞/L) の経年変化

年/海 域 峡	津軽海	噴火湾北 西・南西部	噴火湾 東部	噴火湾 湾口	太平洋 西部	太平洋 中部
1979						
1980						
1981		20	100	60		
1982		160	180	80		
1983		140				
1984		380				
1985						
1986						
1987						
1988		140	40	100		
1989		680	380	280		20
1990		160	220	80		0
1991		60	120	40		0
1992		200	700	200		140
1993		620	740	440		200
1994		360	2,680	500		80
1995		1,000	2,360	260		40
1996		1,420	320	500		280
1997		620	380	20		20
1998		80	60	80		60
1999		260	480	20		0
2000		1,920	780	640		20
2001		0	80	60		
2002		120	200	60		100
2003		920	720	940		20
2004		40	50	40		20
2005	10	30	30	40	40	70
2006	10	250	120	80	120	70
2007	80	100	50	50	20	10
2008	40	1,470	610	140	40	
2009	10	640	790	330	30	280
2010	10	280	370	90		30
2011	40	590	600	950		110
2012	20	420	310	230		30
2013	10	960	280	140		30
2014	30	210	150	80		1,010
2015	70	1,090	200	470		180
2016	10	1,120	410	520		6,710
2017	40	230	490	620		250
2018	40	200	220	150		810
2019	20	260	300	120		210
2020	30	210	240	310		390
2021	20	280	260	180		90

表 7 *Dinophysis norvegica* の最高出現密度 (細胞/L) の経年変化

年/海 域 峡	津軽海	噴火湾北 西・南西部	噴火湾 東部	噴火湾 湾口	太平洋 西部	太平洋 中部
1979						
1980						
1981			0	300	340	
1982			40	60	260	
1983			460			
1984			380			
1985						
1986						
1987						
1988			440	180	160	
1989			180	160	180	120
1990			1,080	480	240	40
1991			1,560	1,860	880	100
1992			240	320	280	460
1993			420	160	160	200
1994			920	1,140	520	220
1995			2,040	1,060	440	60
1996			1,400	820	640	820
1997			260	120	20	40
1998			60	40	20	20
1999			140	1,140	100	20
2000			100	40	20	0
2001			20	280	100	
2002			20	60	140	460
2003			500	160	200	100
2004			180	350	300	60
2005	0	100	180	70	60	440
2006	0	140	160	170	400	290
2007	0	110	170	70	170	0
2008	0	60	40	10	30	
2009	0	60	30	90	0	80
2010	10	700	180	50		750
2011	0	30	60	40		70
2012	30	300	250	130		190
2013	0	80	60	40		10
2014	70	130	240	400		290
2015	0	60	20	60		70
2016	0	150	50	280		1,510
2017	0	140	120	150		120
2018	0	40	40	20		40
2019	10	70	30	110		130
2020	0	60	20	20		50
2021	0	10	20	20		20

8. 養殖コンブ生産安定化試験Ⅱ（経常研究）

担当者 調査研究部 秋野秀樹・北川雅彦
協力機関 渡島地区水産技術普及指導所, 戸井漁協,
函館市

(1) 目的

道南海域におけるコンブ養殖で問題となるモハネガヤの生態と発生量の変動要因を解明し、養殖コンブ収穫期に発生するモハネガヤの付着状況を予測する手法を開発するとともに、その対策に資する情報を収集する。

(2) 経過の概要

ア 養殖コンブおよび養殖漁場海洋環境のモニタリング

(ア) 養殖コンブ生育状況調査

函館市内の小安町地区において、促成養殖マコンブの生育状況を調査した。

(イ) コンブ養殖漁場の海洋環境調査

(ア) の調査地点の養殖施設に自記式の水温計 (Onset Computer Corporation) を設置し、養殖漁場水温の連続観測を行った。

イ モハネガヤの付着状況に関するアンケート調査

前年度に続いて十分な数の調査結果が得られなかったため、省略する。

ウ 道南海域におけるモハネガヤの生態学的研究

(ア) モハネガヤの発生状況の調査

函館市小安町の養殖マコンブについて、2020年10月から2021年7月にかけてマコンブ上のモハネガヤの出現数をカウントした。

(イ) モハネガヤの飼育試験

2021年11月27日、函館市浜町沖でモハネガヤが付着したマコンブ胞子体を採集した。それらの葉状部にモハネガヤが付着した箇所を切り取り、水温 15℃、500mL の濾過海水中で飼育した。飼育水は通気によって常に攪拌した。また、モハネガヤが付着する葉片が枯死することを防止するため、照明装置を設置し、量子量 $40 \mu \text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期 12 時間明期:12 時間暗期に設定した。

エ モハネガヤの発生状況の予測結果と実質的な付着状況の整合性の評価

これまで得られたデータを用いて海洋環境とヒドロゾア出現状況の相関を調べた。函館市石崎地区で得たデータセットを用い、旬別の海水温と7月調査時のヒドロゾア密度を比較した。

(3) 得られた結果

ア 養殖コンブの生育状況と養殖漁場の海洋環境調査

(ア) 養殖コンブ生育状況調査

2021年に収穫された養殖マコンブの葉長は、7月末に最大となった(図1)。この時の平均葉長(±標準偏差)は $888 \pm 171 \text{ cm}$ であった。

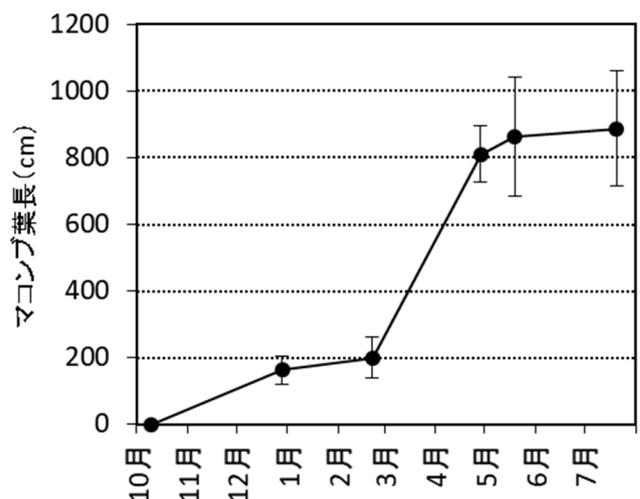


図1 試験中の養殖マコンブの葉長の推移

(イ) コンブ養殖漁場の海洋環境調査

2021年4月～2021年8月にかけて、小安町の沖合は $4.9 \sim 24.6^\circ\text{C}$ で(図2)推移し、7月の水温は前年よりも低かった。

イ モハネガヤの付着状況に関するアンケート調査

十分な数の調査結果が得られなかったため、省略する。

ウ 道南海域におけるモハネガヤの生態学的研究

(ア) モハネガヤの発生状況の調査

2021年はヒドロゾア類の付着が少なく(図3)、7月になるまでほとんどヒドロゾア類は観察されなかった。

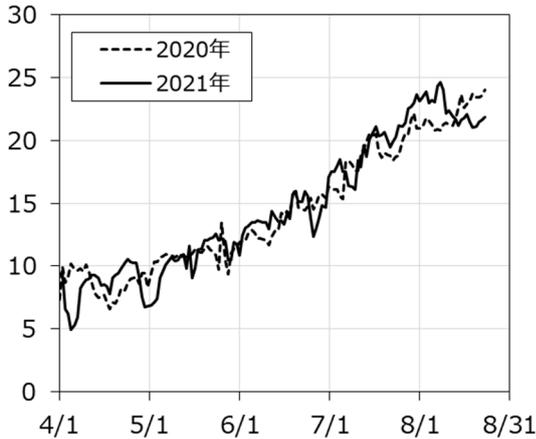


図2 小安海域におけるコンブ養殖期間中の漁場水温の推移

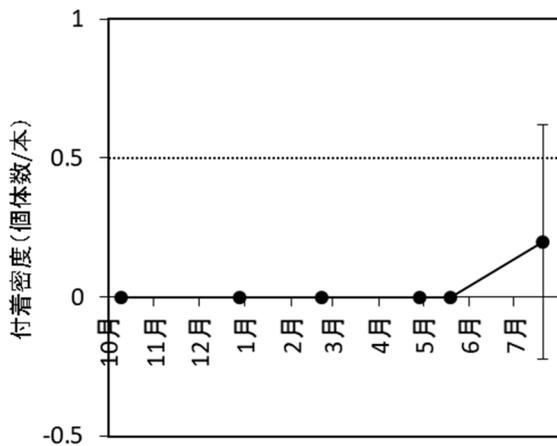


図3 小安海域の促成養殖コンブに付着するヒドロゾア類の付着数の季節変化. エラーバーは標準偏差を示している

(イ) モハネガヤの飼育試験

飼育翌日の観察でヒドロゾアは触手の伸展が見られず死亡していた。ピーカーに収納するためコンブ上のヒドロゾアの走根をコンブ藻体ごと切断したことで死亡したと考えられた。本種は物理的な損傷等に弱いと推測された。

エ モハネガヤの発生状況の予測結果と実質的な付着

状況の整合性の評価

最も長い期間のデータが得られている石崎地区のモニタリング結果を用いて水温とモハネガヤの出現密度の関係を解析した(図4)。その結果、6月下旬から7月上旬の水温と、7月のモハネガヤ密度に有意な正の相関が認められた。この時期の水温はおおむね14~17°Cの範囲にありモハネガヤが急速に成長すると報告している事例と一致した(門間ら1992)。今後はこの時期の水温や環境条件を中心に養殖マコンブのモニタリングを継続し、妥当性を検証する。

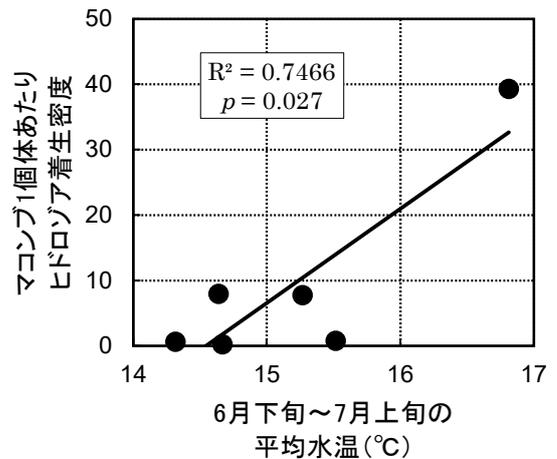


図4 石崎海域の促成養殖コンブに付着するヒドロゾア類の付着数と、6月下旬から7月上旬までの平均水温との関係

参考文献

門間春博, 佐々木茂, 金子孝. ハイドロゾア防除試験. 平成元年度北海道立函館水産試験場事業報告書, 1992, 291-299.

9. 環境情報を活用した養殖ホタテガイ稚貝の順応的管理手法の構築（経常研究）

担当者 調査研究部 金森 誠・渡野邊雅道・
夏池真史・北川雅彦
共同研究機関 中央水産試験場・栽培水産試験場
協力機関 胆振地区水産技術普及指導所
渡島北部地区水産技術普及指導所
渡島地区水産技術普及指導所
水産振興課（渡島地区在勤）

(1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖は10万t・170億円を生産する道南海域の基幹漁業である。近年、中間育成中の稚貝の正常貝率の低下（以下、成育不良）が頻発し、大きな問題となっている。稚貝で成育不良が生じると、耳吊り後の夏～秋に生残低下が生じ、その世代が生産の主力となる耳吊り翌年（生まれ年の翌々年）の生産量が低下する。特に2015年と2017年生まれの稚貝で生じた成育不良および耳吊り後の生残低下は深刻で、噴火湾渡島海域（長万部～砂原地区）の耳吊り前の稚貝の正常貝率は50%未満、出荷時期の耳吊り貝の生残率は20%未満となった（金森ら 2022）。この稚貝の深刻な成育不良と耳吊り貝の大量死のため、噴火湾の2017年の生産量は3万6千t、2019年の生産量は2万9千tと例年の約1/3まで落ち込み、地域経済に深刻な影響をもたらした。

2015年前後に養殖方法に大きな変化はなく、稚貝の深刻な成育不良は環境の年変動と関わっていると考えられる。これまでの分析で、稚貝の正常貝率が80%未満の年は夏季に共通する気象条件が見出されている（金森 2019）。一方、胆振地区水産技術普及指導所が行った実態調査では、稚貝の管理方法（本分散時期および本分散後の密度）が成育不良発生時の正常貝率に影響を与えていることを示唆するデータが得られている。従って、稚貝の成育不良が起きる環境下においても、それを早期に認識して管理方法を調整することで、その影響を緩和できる可能性がある。そのためには稚貝の成育不良年の環境特性の理解を深化させるとともに、管理手法による成育不良の低減効果を実証し、環境情報を活用した稚貝の順応的管理手法を構築する必要がある。

本研究の目的は養殖ホタテガイ稚貝の成育不良に関わる環境要因を抽出、効率的な観測体制を確立するとともに、噴火湾の環境情報を活用したホタテガイ稚貝の順応的管理手

法を構築することである。なお、(2)経過の概要以降では、「稚貝のサイズ（殻長）の大小」に対して「成長の良否」、「稚貝の正常貝率（正常生貝数/調査個体数）の高低」に対して「成育の良否」という表現を用いる。

(2) 経過の概要

ア 管理技術が稚貝の成育不良に及ぼす影響の検証

2021年8月～翌3月に管理条件を操作した稚貝育成試験を実施した（表1）。管理条件の組み合わせは、仮分散密度：3条件、本分散時期：2条件および本分散密度：3条件により、18通りとなる。レプリケートは、N = 5（丸籠5段）としたことから、18通り×5段 = 90段で試験を行った。なお、仮分散は3条件×30籠として、本分散で用いる稚貝を十分量確保した。仮分散から本分散の期間の成長・成育の良否を評価するため、9月および10月の本分散時に各仮分散密度

表1 稚貝育成試験の概要

種苗	噴火湾産
養殖海域の深度	17m
養殖施設幹綱深度	2ヒロ
テボ	1ヒロ半（仮分散、本分散共通）
仮分散漁具	2分ザブトン籠（10籠/連）・ 錘200匁
仮分散実施年月日	R3. 8. 4
仮分散密度	150, 300, 600個体/籠
本分散漁具	3分丸籠（10段）・錘1kg
本分散実施年月日	R3. 9. 16, R3. 10. 25
本分散密度	30, 50, 70個体/段
試験終了（回収）	R4. 3. 10

条件から3籠(3条件×3籠×2回 = 延べ18籠)を試験場に持ち帰り、正常生貝数、外部異常生貝数および死貝数の計数を行うとともに、生貝100個体の殻長を測定した。なお、調査のため試験場に持ち帰った3籠は1連10段のザブトン籠の2段目、5段目および8段目とした。

夏季の環境のうち稚貝の成長や生理状態に強く影響すると考えられる水温および餌量とその後の稚貝の育成良否に及ぼす影響を明らかにするために、室内育成と野外育成を組み合わせた実験を行った。栽培水産試験場において8月上旬から水温および給餌条件をコントロールして飼育した噴火湾産の稚貝を9月の本分散時に沖出しした後、10月の本分散時に、丸籠に移して3月まで育成した。室内飼育条件は、20℃-毎日給餌(20-A)、20℃-隔日給餌(20-B)、15℃-毎日給餌(15-A)、15℃-隔日給餌(15-B)の4条件とし、4つの100Lのパナライト水槽で各条件を設定し、育成試験と同様に300個体をザブトン籠に入れて、水槽に垂下する形式で飼育した。沖出し後の養殖施設および養殖方法は育成試験と同じである。室内飼育稚貝の10月の本分散密度は50個体/籠とし、本分散後のレプリケートはN=4(丸籠4段)とした。ただし、15-Bは成長がやや悪く、本分散作業時に篩いに残る稚貝が不足したため、レプリケートはN=3となった。

3月の試験終了時に、全ての段の正常生貝数、外部異常生貝数および死貝数の計数を行うとともに、全個体の殻長を測定した。夏~秋に稚貝が経験している水温および籠の振動や傾きを把握するため、加速度計、水温計、圧力計を取り付けたザブトン籠および丸籠を垂下し、観測を行った。また、養殖施設周辺の環境を把握するため、流速計・圧力計:2層、塩分計・圧力計:2層による環境観測を行った。なお、函館水試は観測機器の設置・回収等を実施したが、観測データの解析は中央水試で担当していることから、結果については中央水試事業報告書を参照。

イ 稚貝管理に必要な環境情報と適切な管理手法の検討

前年度に実施した「稚貝育成不良に関わる環境要因の抽出」及び「管理技術が稚貝の育成不良に及ぼす影響の検証」の結果から、稚貝管理に必要な環境情報と適切な管理手法の検討を行い、噴火湾養殖ホタテガイへい死対策会議が作成する「養殖ホタテガイ生産安定化のポイント」作成に協力した。

(3) 得られた結果

ア 管理技術が稚貝の育成不良に及ぼす影響の検証

(ア) 本分散時の調査結果

9月と10月本分散時の稚貝を比較すると、10月の方が殻

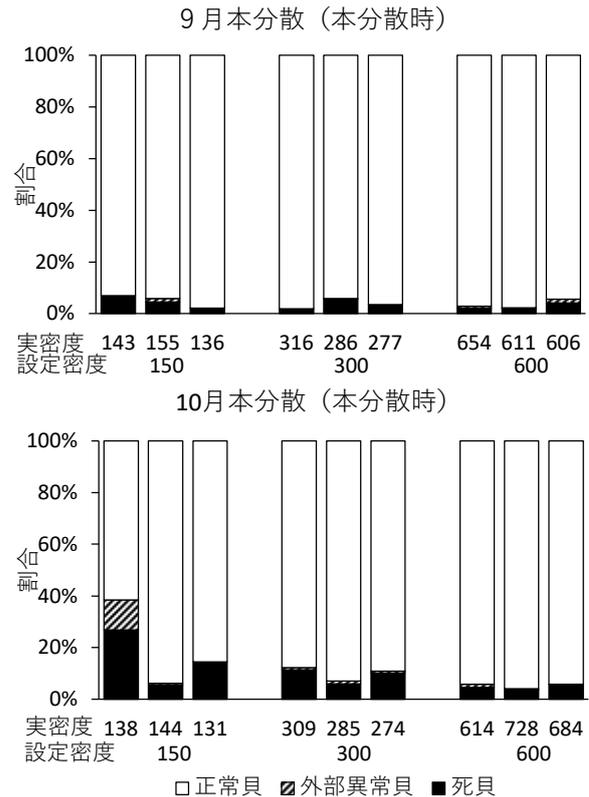


図1 本分散時(9月、10月)の稚貝の殻長(縦棒は標準偏差)

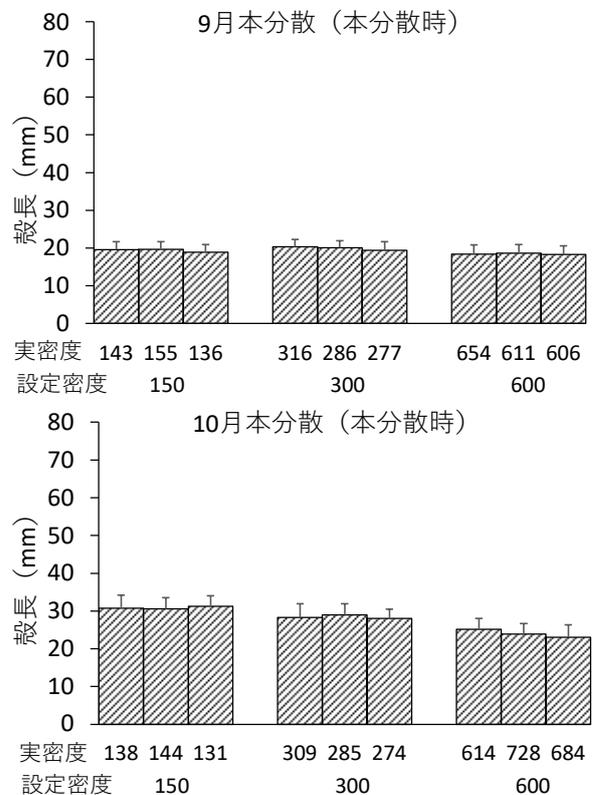


図2 本分散時(9月、10月)の稚貝の正常生貝、外部異常生貝、死貝の割合

長は大きくなっていった(図1)。一方、主に死貝の増加により、10月の方が正常貝率は低下していた(図2)。9月本分散時において、成長、成育への仮分散密度の影響はほとんど認められなかった(図1上、図2上)。10月本分散時において、成長は仮分散密度が低い方が良かったが、成育は仮分散密度が高い方が良かった(150個/籠:平均殻長30.8mm, 平均正常貝率80.3%, 300個/籠:同28.4mm, 同90.0%, 600個/籠:同24.0mm, 同94.7%, 図1下、図2下)。150個/籠は調査した3籠のうち1籠が他と比べて死貝率、外部異常貝率ともに高かった(図2下:実密度138個体/籠)。なお、図2の各条件は左から2段目、5段目および8段目の測定結果を示しており、深度によって一貫した傾向は認められない。生産者から同様の現象(1連の籠の中に、深度に関係なく、できの悪い籠が出てくる)について質問を受けることがあり、このような現象は生産現場でも起きていると推測される。同じロットの稚貝を同じ日に、同じ場所に垂下しているにも関わらず、1連の中で成育の良い籠と悪い籠が生じるとすれば、特定の籠の正常貝率を閾值的に低下させるメカニズムがあるのかもしれない(例えば、分散作業時のハンドリングにより外傷を受けた稚貝が混入すると、傷口が感染門戸となって感染症にかかりやすくなり、籠の中で感染個体が生じると直接接触する籠内の個体間で感染が広がり、死貝や外部異常貝が増加する、など)。

(イ) 試験終了時の調査結果(稚貝育成試験)

同じ密度条件で比較すると9月本分散の方が10月本分散よりも常に殻長が大きく(例えば仮分散密度300個/籠-本分散密度50個/段の平均殻長は9月本分散で64.1mm, 10月本分散で56.1mm), 分散時期が早い方が成長は良かった(図3)。また、本分散時期に関わらず、本分散密度が低い方で成長が良く、成長に対する密度効果が明瞭に認められた。一方、仮分散密度の成長への影響は不明瞭であった。

稚貝の成育に関しては、9月本分散の方が10月本分散よりも良く、成育に対する本分散時期の影響が明瞭に認められた(図4)。金森(2021)は正常貝率が80%未満の年を成育不良年とみなしている。9月本分散の全条件の正常貝率の平均値は84.6%あり、成育は良好と考えられた(図4上)。一方、10月本分散の平均値は51.9%で、約1ヶ月半の本分散時期の違いで、30%以上も正常貝率が低下したことになる(図4下)。金森(2022)が取りまとめた噴火湾渡島海域の1993~2021年の稚貝調査において、正常貝率の平均値が60%を下回ったのは3ヵ年しかない。今回の10月本分散の結果は生産現場レベルで考えると深刻な成育不良と判断される。

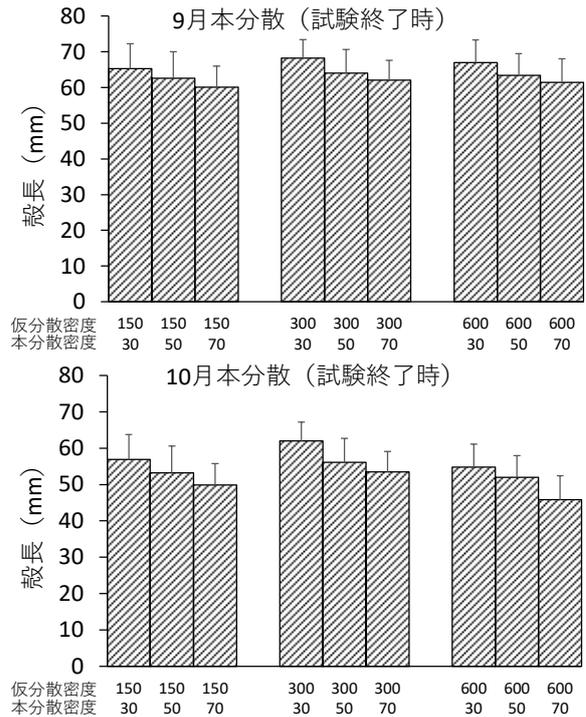


図3 試験終了時(3月)の稚貝の殻長(縦棒は標準偏差)

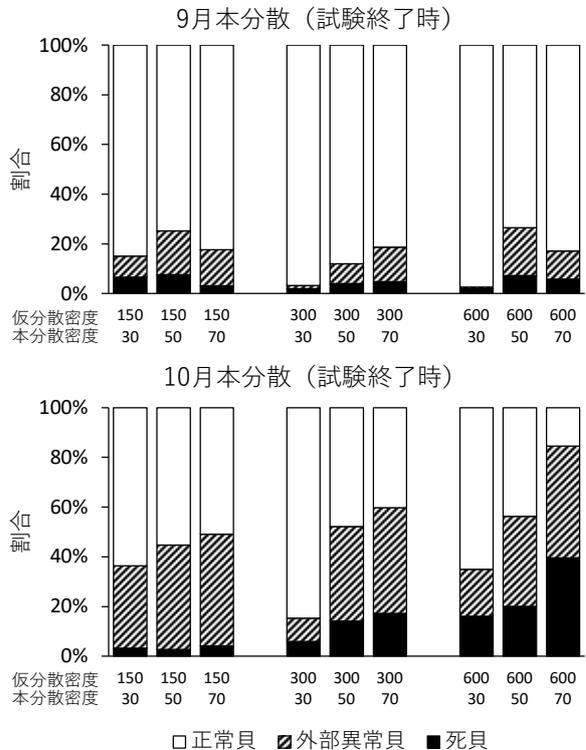


図4 試験終了時(3月)の稚貝の正常生貝, 外部異常生貝, 死貝の割合

成育が良好であった9月本分散では、仮分散密度、本分散密度ともに、成育への明瞭な影響は認められない(図4上)。一方、成育が不良であった10月本分散では、本分散密度が低い方で正常貝率が高くなっており、本分散密度が成育に影響していると考えられる(図4下)。また、仮分散密度が低いほど死貝の割合が低下しており、仮分散密度も本分散後の成育に影響していると考えられる。一方、外部異常貝の割合は、仮分散密度が低い条件でも高かった。その結果、10月本分散の150個体/籠では、死貝の割合が5%未満と低いにも関わらず、外部異常貝の割合が30%以上と高くなった。金森ら(2022)は、渡島海域の1993~2021年の稚貝調査結果の分析から死亡率と外部異常貝率は相関し、生産現場において両者は同時に上昇するパラメータであることを報告している。この報告では、死亡率が5%未満で、外部異常貝率が20%以上となった年は29年間で一度もなかった。従って、本実験の10月本分散の仮分散密度150個体/籠で見られた結果は、生産現場ではあまり見られない特殊な現象と言える。前年度の育成試験では10月本分散-仮分散密度150個体/籠の条件は設定できなかったため、この条件の試験結果は今年度初めて得られたものである。来年度以降の同じ条件で、類似した結果が得られるかどうかを確認する必要がある。

(ウ) 試験終了時の調査結果(室内飼育試験)

試験終了時の稚貝の成長には、8~9月の室内飼育条件による差はほとんどなかった(図5)。8~9月の飼育水温や餌条件の差は、本分散後の成長にほとんど影響しないことが明らかとなった。なお、野外で同じ条件(10月本分散、仮分散密度300個体/籠-本分散密度50個体/段、図3下)で育成した稚貝と比較して試験終了時の室内飼育稚貝の成長は悪かった(野外同条件の平均殻長:56.1mm, 室内飼育4条件の平均殻長:50.4mm)。10月の本分散時の仮分散密度300個体/籠の平均殻長が28.4±3.0mm(平均値±標準偏差)であったのに対して、室内飼育稚貝の殻長は21.6±2.7mm(平均値±標準偏差)と小さかった。本分散時の初期サイズの差が試験終了時まで影響したと考えられる。8~9月を室内で毎日給餌しても、野外と比較して成長が劣る理由として餌の質の違いや流れによる稚貝への餌の供給量の差が考えられる。

試験終了時の室内飼育稚貝の成育は極めて良好で、8~9月の室内飼育条件を問わず、外部異常貝、死貝はほとんど発生しなかった(図6)。野外で同じ条件(10月本分散、仮分散密度300個体/籠-本分散密度50個体/段、図4下)で育成した稚貝と比較すると室内飼育稚貝の正常貝率の高さが際立つ結果であった(野外同条件の平均正常貝率:47.8%, 室内飼

育4条件の平均正常貝率:97.0%)。前年度に実施した「稚貝成育不良に関わる環境要因の抽出」において、稚貝の成育不良年(正常貝率80%未満)はそれ以外の年と比較して、8月後半~9月の水温鉛直分布に特徴があることが分かっている。今回、8~9月を室内で飼育した稚貝の成育が、8~9月を野外で過ごした稚貝と比較して極めて良好であったことは、この期間を過ごす条件が、本分散後の稚貝の成育良否を大きく左右する重要なポイントであることを示唆している。稚貝の成育不良年は、8月後半に水温躍層が弱まっていることから、この時期に時化などによる攪乱が起きていると推測される。本分散前の稚貝が攪乱に伴うストレス(直接的な振

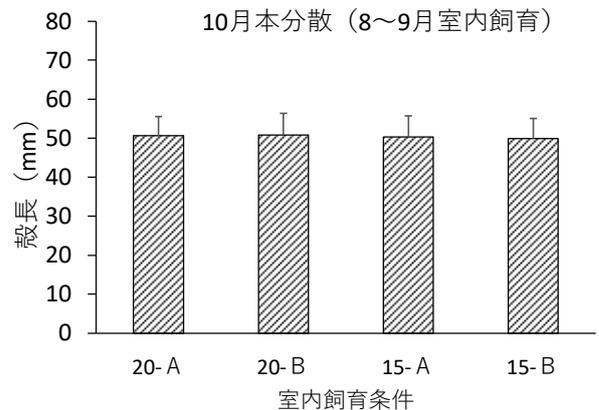


図5 試験終了時(3月)の室内飼育稚貝の殻長 8/5に伊達沖で採取, 9/15まで室内で飼育, 9/16から養殖施設に垂下した稚貝の試験終了時の殻長。室内飼育条件は本文を参照。縦棒は標準偏差を示す。

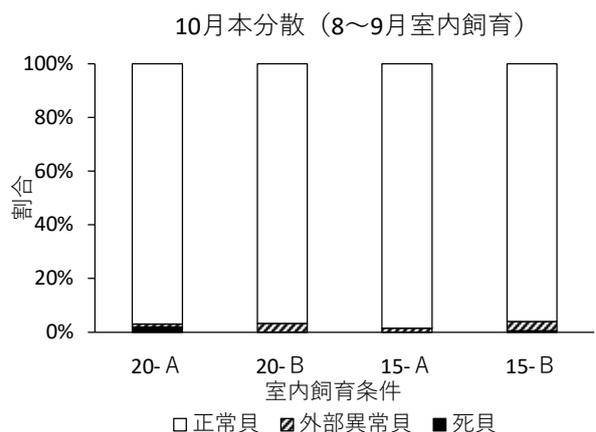


図6 試験終了時の室内飼育稚貝の正常生貝, 外部異常生貝, 死貝の割合 8/5に伊達沖で採取, 9/15まで室内で飼育, 9/16から養殖施設に垂下した稚貝の試験終了時の正常生貝, 外部異常生貝, 死貝の割合。室内飼育条件は本文を参照。

動や水温の急変)に弱く、その後の成育不良につながるのかもしれない。噴火湾における稚貝の成育不良の発生機構を解明するために、8～9月に稚貝が経験する環境とそれに対する稚貝の反応(行動や生理的な変化)に注目した研究を検討する必要がある。

イ 稚貝管理に必要な環境情報と適切な管理手法の検討

前年度に実施した「稚貝成育不良に関わる環境要因の抽出」において、稚貝の成育不良年と良好年の0～30m深の水温鉛直分布を比較すると、成育不良年は8月後半に水温躍層が弱まっていること、9月の水温が全層的に低いことが明らかとなっている。この環境の特徴と稚貝の成育良否の因果関係を解明する必要がある一方、当面の成育不良対策として、8月後半の水温観測結果から、成育不良のリスクを判断することが有効と考えられる。前年度に実施した「管理技術が稚貝の成育不良に及ぼす影響の検証」から、本分散時期を早くすること、本分散密度を下げることで正常貝率の低下が抑制されることが示されており、同様の結果は今年度の稚貝育成試験でも得られている。従って、成育不良のリスクがある年は、本分散の時期と本分散密度を調整することで稚貝の成育不良を抑制する順応的な管理が推奨される。一方、仮分散は8月前半から行われており、8月後半の環境情報を活用することはできない。従って、仮分散密度を適正に管理することは、普段から取り組むべき予防的な管理と位置づけられる。これらの検討結果は、噴火湾養殖ホタテガイへい死対策会議に提供し、「養殖ホタテガイ生産安定化のポイント」として、冊子にまとめられ、2022年度に生産者団体に配布される予定である。

参考文献

- 金森 誠. 噴火湾養殖ホタテガイのへい死年の気象・海洋環境について. 試験研究は今 2019 ; No. 888.
- 金森 誠. 噴火湾養殖ホタテガイの稚貝成育不良の実態. 試験研究は今 2021 ; No. 924.
- 金森 誠, 夏池真史, 瀬戸啓介, 白井睦実, 河井 渉, 吉田 聡. 稚貝調査と出荷貝調査により明らかとなった噴火湾養殖ホタテガイへい死の実態. 北海道水産試験場研究報告 2022 ; 102 : 13-22.

10. 水産資源調査・評価推進委託事業（公募型研究）

10. 1 我が国周辺水産資源調査

担当者 調査研究部 板谷和彦，秋野秀樹，
武藤卓志，渡野邊雅道，三原栄次，
木村俊介

(1) 目的

本課題は我が国200海里水域内の漁業対象資源の性状を評価し、生物学的漁獲許容量の推計に必要な資料を収集することを目的とする。

水産庁長官が国立研究開発法人水産研究・教育機構を代表機関として委託する我が国周辺水域資源評価等推進対策委託事業の資源評価調査のうち、各地域の市場調査や沿岸域の調査船調査および広域で同時に実施する漁場一斉調査を各都道府県の水産試験場等で行う。函館水産試験場では北海道周辺の16魚種29系統群のうち7魚種10系統群を担当する。

(2) 経過の概要

資源評価調査委託事業実施要領に基づいて、生物情報収集調査，生物測定調査，漁場一斉調査および新規加入量調査を実施した。調査対象種は、スケトウダラ，ホッケ，スルメイカ，サバ類，マイワシ，カタクチイワシおよびブリとした。調査対象地区は、函館市，江差町，乙部町，八雲町（旧熊石町），松前町，鹿部町，森町，道西日本海，道南太平洋およびえりも以西太平洋とし，調査期間は2021年4月～2022年3月とした。調査項目は以下の通りである。

ア 生物情報収集調査

各魚種の主要な水揚げ漁協の漁獲統計データを収集し，生物測定調査の結果と合わせて漁獲物の年齢・体長組成データ等を取得した。

イ 生物測定調査

主要な水揚げ漁協で対象魚種の漁獲物標本を購入して生物測定を行い，成長や成熟等に関する知見を取得した。なお，測定項目は全長，体長，体重，成熟度，耳石による年齢査定等とした。

ウ 漁場一斉調査

スルメイカ秋季発生系群および冬季発生系群の全国一斉調査に参画し，漁獲状況調査を行った。

エ 新規加入量調査

計量魚探およびトロールを用い，スケトウダラ太平洋系群および日本海北部系群の新規加入量，体長組成

等を調査した。

(3) 得られた結果

2021年度の本調査により得られた資料を関係する各水産研究所に提出し，国立研究開発法人水産研究・教育機構の各水産研究所が主催する会議等において資源評価を検討する際の基礎資料として用いられた。資源評価結果は各水産研究所が作成した資源評価報告書として公表された。

10. 2 国際水産資源調査 (クロマグロ)

担当者 調査研究部 渡野邊雅道・三原栄次
共同研究機関 中央水産試験場資源管理部

(1) 目的

我が国周辺水域を含む中西部太平洋のクロマグロ資源の保存管理は、北太平洋まぐろ類国際科学委員会 (ISC)の資源評価結果に基づき中西部太平洋まぐろ類委員会 (WCPFC) で実施している。本事業は、クロマグロの資源評価と資源管理を行うための科学的データを収集することを目的とし、水産庁より委託を受けた国立研究開発法人水産研究・教育機構を代表機関として実施する。

(2) 経過の概要

中央水試と共同で北海道内の海域別漁獲量を集計し、渡島総合振興局管内の漁業協同組合(松前さくら漁協, 福島吉岡漁協, 戸井漁協および南かやべ漁協)については、日別、漁法別(定置網, 釣り, 延縄), 銘柄別(メジ・マグロ等), 製品別(ラウンド・セミドレス)の漁獲尾数と漁獲重量を集計した。

(3) 得られた結果

北海道におけるクロマグロの漁獲量は、1988年までは1,000トンを超えていたが、1989年以降急速に減少し1990年代は200トン前後で推移した(図1)。2000年以降渡島管内での漁獲量が増加し、2005年には全道の漁獲量は837.0トンとなった。2006年以降は400トン前後で推移したが、2017年は渡島管内の漁獲量が急増して908.6トンとなった。2021年の全道の漁獲量は前年とほぼ同じ314.6トンであった。2000年以降はほぼすべての年で渡島管内の漁獲量が全道の約8割以上を占めており、2021年も総漁獲量の88%に当たる275.8トンが渡島管内での水揚げであった。

渡島管内の漁業協同組合(松前さくら漁協, 福島吉岡漁協および戸井漁協)に水揚げされたクロマグロの魚体重組成(多くは鰓と内臓を除去したセミドレス状態で測定された値)を図2に示した。2021年に水揚げされたクロマグロの魚体重は、10kg未満から最大で210kg台まで大きな個体差があった。魚体重組成では40kg台が最も多く、次いで20kg台が多かった。2020年と比べると、50kg台の割合が低下したものの概ね同様の組成であった。なお、TAC制度の小型魚、大型魚の区分では、セミドレス状態での計量で概ね27kg以

上の個体を大型魚として扱っている。また、図2には他府県所属の船により漁獲された個体も含まれている。

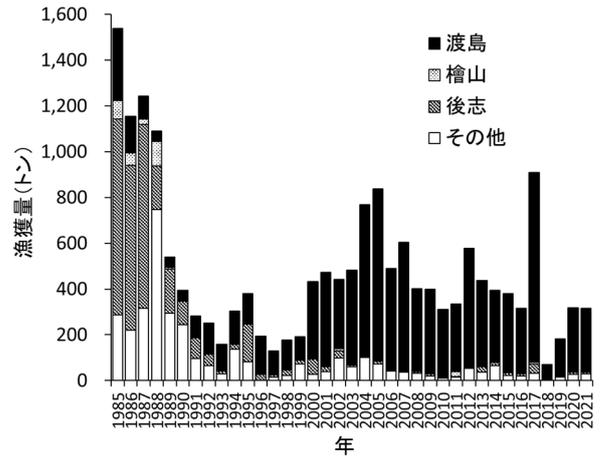


図1 北海道におけるクロマグロ漁獲量の推移

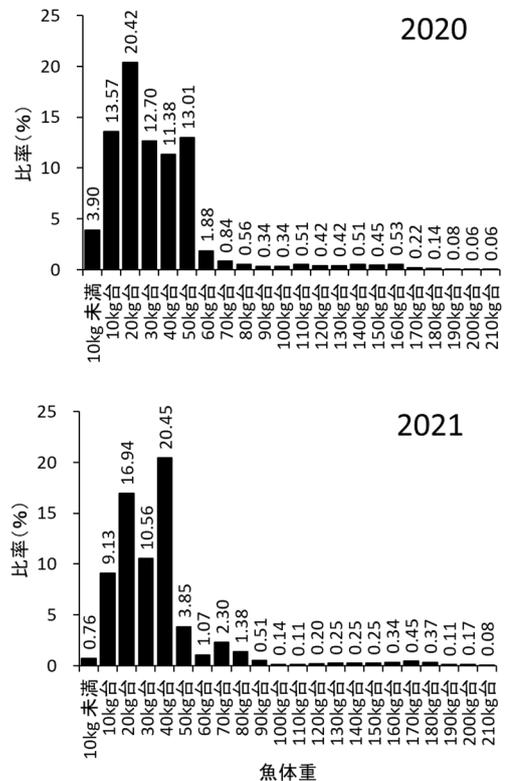


図2 渡島管内の漁業協同組合(松前さくら漁協, 福島吉岡漁協および戸井漁協)で水揚げされたクロマグロの魚体重組成

11. 水産資源調査・評価推進事業（資源量推定等高精度化推進事業） （公募型研究）

11. 1 スケトウダラ日本海北部系群

担当者 調査研究部 渡野邊雅道・武藤卓志
 共同研究機関 中央水産試験場資源管理部
 稚内水産試験場調査研究部
 水産研究・教育機構 水産資源研究所

(1) 目的

スケトウダラ資源が増減する主な要因である加入量変動や漁模様を左右する産卵場形成のメカニズムを明らかにする。また、調査船調査結果や輸送モデルなどを用いて加入量の早期把握に有効な指標を得る。これらにより資源量推定等を高精度化し、漁業関係者との円滑な合意形成を図る。

(2) 経過の概要

ア 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

檜山海域において、すけとうだら延縄漁船で漁獲されたスケトウダラの成熟状況を調べた。また、試験調査船金星丸を用いて産卵前期（10月）と産卵直前（12月）に計量魚探調査、海洋観測調査、着底トロール調査を実施し、収集したスケトウダラの分布状況や環境データの整理を行った。

イ その他

解析結果については、本系群の取りまとめ機関である稚内水産試験場と共同研究機関である中央水産試験場および水産研究・教育機構に提供した。

ア 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

檜山海域で漁獲されたスケトウダラ（雌）の1月中下旬の成熟状況を見ると、1989～2004年までは概ね3～5割が産卵個体（放卵中、放卵後）であったが、2005年以降はその割合が低くなっていた（図1）。特に、2007年以降は産卵個体がほとんど出現しておらず、近年は産卵期が遅れる傾向が見られた。

金星丸を用いて10月および12月に実施したスケトウダラ調査の結果については、本事業報告書の「2. 2. 1 スケトウダラ（道西日本海檜山海域）」を参照。

(3) 得られた結果

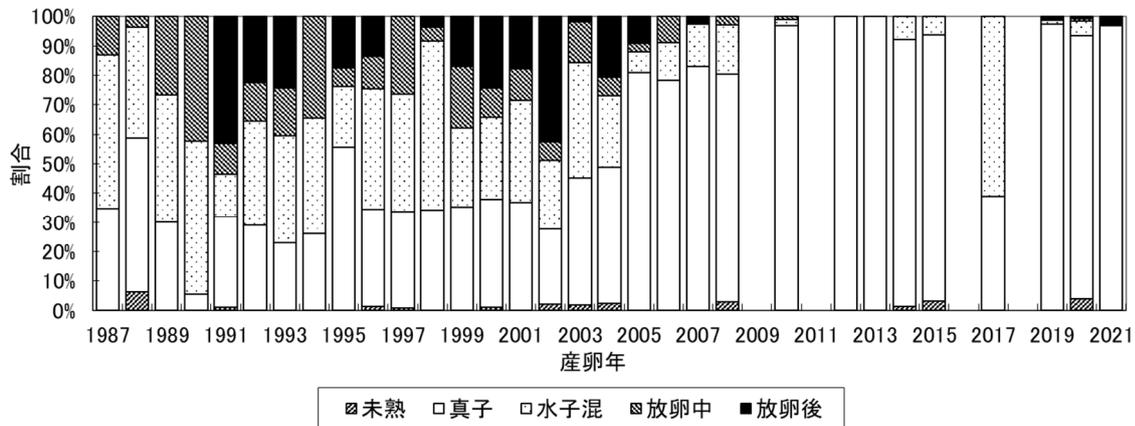


図1 檜山海域で漁獲されたスケトウダラ卵の成熟割合の推移（1月中下旬）
 2009, 2011, 2016, 2018年はデータ無し

11. 2 スケトウダラ太平洋系群

担当者 調査研究部 武藤卓志, 渡野邊雅道
共同研究機関 栽培水産試験場, 釧路水産試験場,
水産研究・教育機構 水産資源研究所

(1) 目的

漁業・調査船調査データの解析および輸送モデルを用いたシミュレーションなどにより, 加入量変動メカニズムの解明や有効な加入量早期把握指標を得ることによって, 資源量推定やABC算定の妥当性向上を図る。

(2) 経過の概要

本研究事業は, 平成27年度に終了した「資源変動要因分析調査事業: 水産庁委託研究事業」の後継課題として実施した。スケトウダラ太平洋系群の資源変動メカニズムを明らかにしていくとともに, 加入量や資源量等の推定精度を高めることで, 資源評価の精度向上を目指すこととしており, 道総研函館水産試験場は下記の課題について参画した。

- ・産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索
- ・初期成長・生残メカニズムの解明
- ・個体ベースモデルによる初期浮遊生活史の再現

ア 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

金星丸(函館水試調査船)及び北辰丸(釧路水試調査船)を運航して, 産卵期直前(11月)に道南太平洋海域においてスケトウダラ産卵群の分布状況を調査するとともに, 産卵場の形成位置, 形成時期, 規模の経年変化を把握した。

2021年度においては, 下記の調査を実施した(なお, 本調査は資源評価事業の一環として実施した)。

(ア) 調査日時

2021年11月16～18日(金星丸)

2021年11月17～18日(北辰丸)

北辰丸の日時は道南太平洋海域実施分のみ。

(イ) 調査内容

調査内容については, 本事業報告書2.2.2 スケトウダラ(道南太平洋)の調査船調査(産卵来遊群分布調査)を参照のこと。

イ 初期成長・生残メカニズムの解明

前事業(資源変動要因分析調査事業)からの継続調査として, 下記の調査を実施した。

(ア) 調査時期

2021年5月9～12日

(イ) 調査内容

スケトウダラ幼稚魚の成育場である噴火湾およびその周辺海域において, 図1に示した調査線上を航走し, 金星丸に搭載した計量魚群探知機EK-60(Simrad社製)により音響データを収録した。調査線は互いに平行に等間隔で設定し, 音響データ収録中の船速は10ktを基本としたが, 海況により適宜減速した(図1)。使用したEK-60の設定値は表1に示した。収集した音響データの解析は,

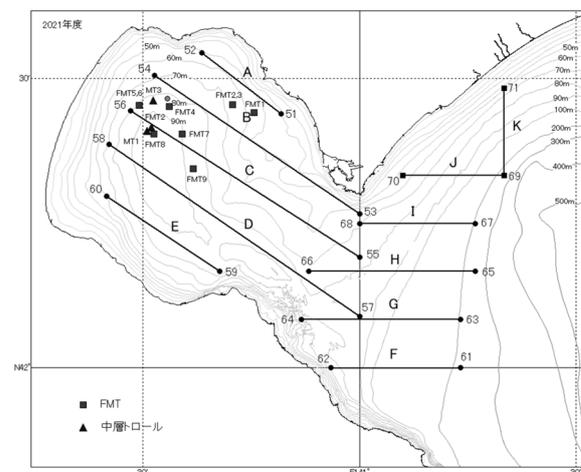


図1 調査海域

計量魚探データ解析用ソフトウェア EchoView (Myriax 社製) を用いて行った。また、魚群反応の強かった点において、フレームトロールネット (FMT : 2m×2m) を用いてスケトウダラ稚魚のサンプリングを実施した。なお、FMT では大型の稚魚がネットから逃避する可能性が考えられることから、FMT の他に中層トロールによるサンプリングも実施し、採集された稚魚の体長組成に両者で差が生じるか比較試験を行った。採集した稚魚は、全長を計測した後、一部については、食性を調べるために胃を摘出して、胃の内容物の種組成、種別重量を調べた。さらに、この他に、CTD による水温塩分観測および NORPAC ネット (口径 45cm, 目合 0.33mm) の鉛直曳き (海底上 10m または深度 150m から海面まで) による餌料生物プランクトン調査を実施した。

表 1 EK-60 の設定値

周波数	38,120 kHz
パルス幅	1.0 msec
EDSU	0.1 nmi
積分深度	0~100 m
Threshold	-70 dB

ウ 個体ベースモデルによる初期浮遊生活史の再現

本課題は、太平洋系群の仔稚魚期における体長、生残、分布、成長等を適切に再現できる個体データベースを構築し、初期生活史の解明を試みることを目的としているが、課題の主体は北水研が行うことになっており、函館水試は、調査船調査の結果等から個体ベースモデルの構築に必要な仔稚魚データを提供した。

(3) 得られた結果

ア 産卵場形成に影響を及ぼす環境要因の探索

スケトウダラ太平洋系群の産卵場となっている噴火湾湾口域周辺において、2021 年 11 月の産卵群の分布状況は図 2 に示す通りである。スケトウダラ産卵群とみられる反応は、渡島沖～胆振沖 (鹿部～苫小牧沖) にかけて濃密に観察された。なお、この調査時には、トロールによる漁獲物調査ができなかったが、11 月上旬に鹿部沖で刺し網により漁獲されたスケトウダラは、尾叉長 40cm にモードがみられ、5 歳魚が主体であった (図 3)。また、登別

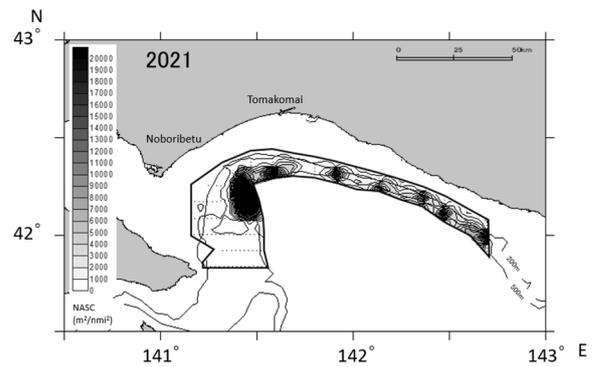


図 2 産卵場周辺海域におけるスケトウダラ産卵群の分布 (2021 年 11 月)

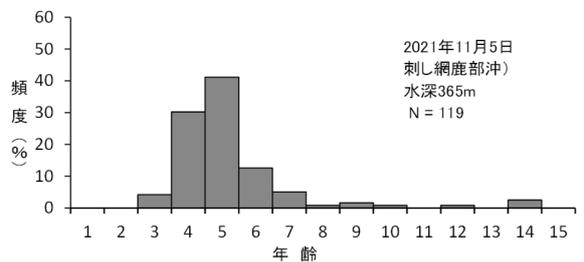
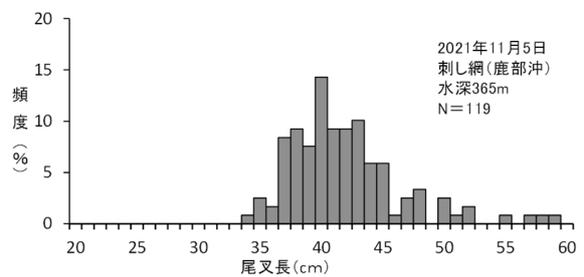


図 3 刺し網により漁獲されたスケトウダラの体長 (尾叉長) 及び年齢組成

沖 (N42° 15', E141° 28') で行った海洋観測の結果、この調査における平均値 (2002~2020 年に行った水温観測の平均値: 以降, 過去平均) よりも、水深 100m 以浅で 1.5~2.0°C、水深 100~230m で 2.0~2.5°C、それ以深で 0.5~2.0°C 水温は高かった。スケトウダラ産卵群の好適水温である 5°C 以下の水温は、水深 260m 以深となっており、過去平均 (水深 210m 以深) よりも 50m 程度深場に形成されていた (図 4)。

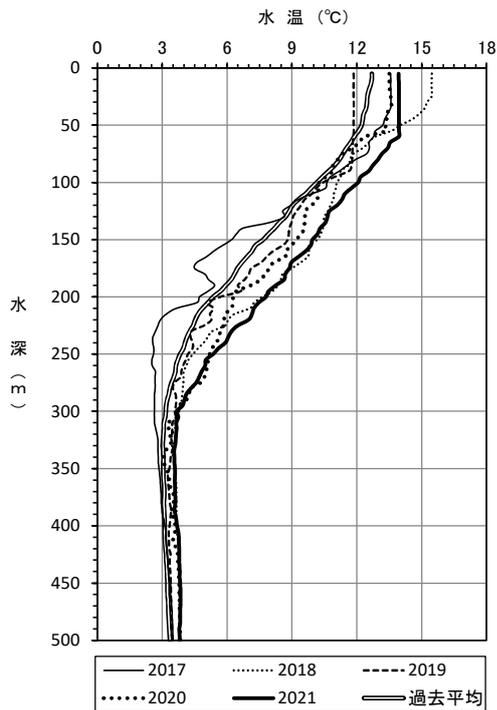


図4 11月中旬における登別沖 (N42° 15' , E141° 28') の水温の鉛直分布

イ 初期成長・生残メカニズムの解明

(ア) 魚群の分布

2021年5月のスケトウダラ稚魚とみられる魚群反応は、2018～2020年5月と同様、噴火湾の湾央～湾奥域に観察された(図5)。2016及び2017年5月では、湾口域に比

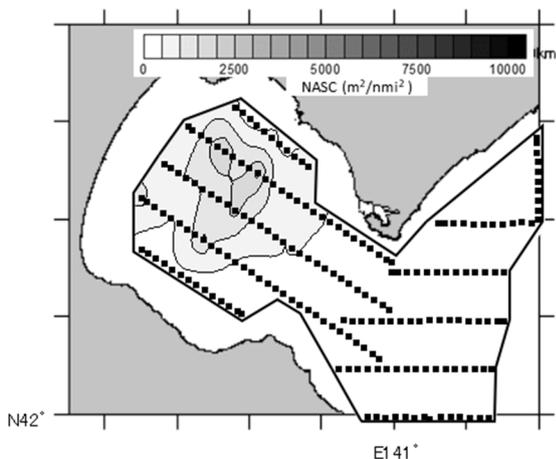


図5 5月におけるスケトウダラ稚魚の魚群反応 (NASC : m^2/nmi^2)

較的強い反応がみられたことから、2021年も2018～2020年と同様、湾内から湾外への移動時期は2016及び2017年と比べると遅いと推察された。

(イ) 胃内容物調査結果

5月に噴火湾内で採集されたスケトウダラ稚魚の胃内容物はカイアシ類が主体であり、特に *Neocalanus* 属、*Eucalanus* 属、*Pseudocalanus* 属の3属のカイアシ類の占める割合が高かった。ただし、これら3属のカイアシ類の割合は、年により大きく異なり、2006年、2012～2015年は *Neocalanus* 属、2011年及び2016年は *Eucalanus* 属、2018年は *Pseudocalanus* 属の占める割合が高かった。なお、2021年は6年振りに *Neocalanus* 属の割合が最も高かった(図6)。

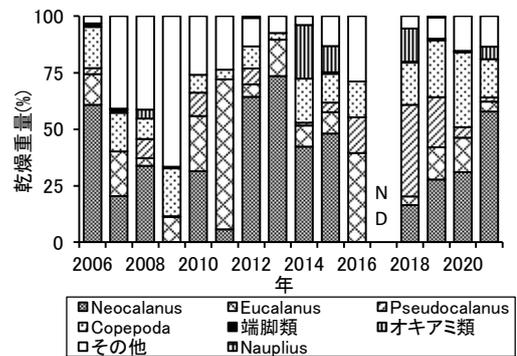


図6 スケトウダラ稚魚の胃内容物組成

ウ スケトウダラ稚魚のサンプリング結果

5月のスケトウダラ稚魚のFMT及び中層トロールによる曳網記録を表2に示した。2021年は、深度20～60mにかけてFMTによる稚魚のサンプリングを行ったが、曳網地点のCPUEで重み付けした平均全長は24.3mmで、2020年(28.4mm)よりも小型化した。なお、平均全長が25mmを下回ったのは2014年以来、7年振りであった。

表2 フレームトローネット(FMT)の曳網記録

網番号	May11FMT1	May11FMT2	May11FMT3	May11FMT4	May10FMT5	May11FMT6	May11FMT7	May11FMT8	May11FMT9	May12MT1	May12MT2	May12MT3
調査年月日	20210511	20210511	20210511	20210511	20210511	20210511	20210511	20210511	20210511	20210512	20210512	20210512
時間	7:01	7:55	8:22	9:35	10:22	10:50	12:03	12:49	14:08	6:41	7:19	8:28
位置	N42°25.798 E140°44.808	N42°27.367 E140°42.233	N42°26.87 E140°42.99	N42°27.085 E140°32.764	N42°27.152 E140°28.883	N42°27.279 E140°30.081	N42°24.158 E140°35.537	N42°24.164 E140°31.595	N42°20.533 E140°36.696	N42°24.340 E140°29.133	N42°24.489 E140°31.388	N42°27.314 E140°30.065
水深(m)	57.2	64.5	64.8	85.7	79.3	82	89.6	95.3	87.7	0	0	0
曳網方向(°)	350	184	350	90	90	260	270	270	200	90	270	90
時間	7:03	8:00	8:26	9:38	10:27	10:52	12:07	15:52	14:10	6:51	7:28	8:43
曳網開始	N42°25.903 E140°44.826	N42°27.159 E140°42.262	N42°26.828 E140°42.481	N42°27.082 E140°32.975	N42°27.168 E140°29.168	N42°27.279 E140°29.957	N42°24.155 E140°35.259	N42°24.148 E140°31.350	N42°20.389 E140°36.616	N42°24.348 E140°29.964	N42°24.578 E140°30.711	N42°27.426 E140°31.272
水深(m)	57	64.7	64.3	85.7	80.3	81.8	90.5	95.2	87.9	92.8	93.4	82.9
始(m)	70	90	190	100	170	70	140	140	100	170	70	170
中(m)	70	90	190	100	170	70	140	140	100	170	0	0
終(m)	70	90	170	100	170	70	140	140	100	170	70	170
曳網深度	始(m)	20	26	56	29	54	22	34	28	24	65	28
中(m)	22	28	56	28	51	19	31	27	24	0	0	0
終(m)	22	25	52	28	52	20	30	27	23	60	28	65
船速(kt)	1.7	2.2	2.5	2.4	2.3	2.5	2.5	2.9	2.4	0	0	0
曳網時間(min)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	10
時間	7:13	8:10	8:36	9:48	10:37	11:02	12:17	13:02	14:20	6:55	7:33	8:53
揚網開始	N42°26.200 E140°44.895	N42°26.757 E140°42.340	N42°27.081 E140°42.540	N42°27.066 E140°33.580	N42°27.184 E140°29.686	N42°27.237 E140°29.520	N42°24.148 E140°34.621	N42°24.148 E140°30.148	N42°19.984 E140°36.416	N42°24.369 E140°30.228	N42°24.630 E140°30.436	N42°27.471 E140°31.897
水深(m)	56.8	65	63.6	85.6	81.6	81	91.8	94.5	88.7	93.3	92.9	83.3
時間	7:15	8:12	8:40	9:50	10:41	11:05	12:21	13:06	14:23	7:04	7:40	9:03
揚網終了	N42°26.235 E140°44.916	N42°26.723 E140°42.364	N42°27.191 E140°42.590	N42°27.064 E140°33.687	N42°27.863 E140°29.863	N42°27.234 E140°29.432	N42°24.157 E140°34.494	N42°24.152 E140°30.490	N42°19.917 E140°36.395	N42°24.454 E140°30.545	N42°24.728 E140°30.231	N42°27.553 E140°32.341
水深(m)	56.5	64.9	63.3	85.6	82	80.8	92.2	94.4	88.8	0.22 mile	0.22 mile	0.47 mile
ろ水計(回転数)	8504	9542	12420	10141	12075	9520	13492	14343	11230			
スケトウダマ採集尾数	476	368	275	310	428	365	676	788	約2,000	177	418	550

*中層トロー

12. 有害生物出現情報収集・解析及び情報提供委託事業（公募型研究）

担当者 調査研究部 渡野邊雅道
共同研究機関 中央水産試験場資源管理部

(1) 目的

全国的な大型クラゲ動態調査に協力して、その出現情報を迅速に把握し、これを漁業者などに提供・広報する。このことによって、今後の出現予測や被害防止のための施策に役立てるとともに、操業の効率化と漁獲対象資源の効率的利用に資する。

(2) 経過の概要

ア 沿岸調査定点での目視調査

2021年の9月から12月まで、松前町白神地区の底建網漁業者から大型クラゲ（主にエチゼンクラゲ）の入網情報を得た（図1）。調査方法は、漁場への行き帰りや操業時に大型クラゲの大きさや数量等を漁業者に記録してもらい、定期的に送られてくる入網情報を（社）漁業情報サービスセンター（以下、JAFIC）へ送付した。

イ 調査船による目視調査

2021年の9月から12月まで、当场試験調査船金星丸がCTD観測を行った地点で大型クラゲの目視調査を行った。調査は、道南太平洋（襟裳岬～函館市）の128点、道西日本海（福島町～積丹岬）の75点、合計203点で実施した。調査結果は、適宜JAFICや関係者にメールで送信した。

ウ 成果の広報

本事業の結果は、他地区の結果とあわせてJAFICおよび北海道水産林務部水産振興課のHPで公表した。

(3) 得られた結果

ア 沿岸調査点における目視調査

調査を実施した松前地区では、前年に引き続き大型クラゲが目視されたが、合計で3個体とわずかであった（表1）。

イ 調査船による目視調査

調査船による沖合域での目視調査では、大型クラゲは目撃されなかった（表2）。

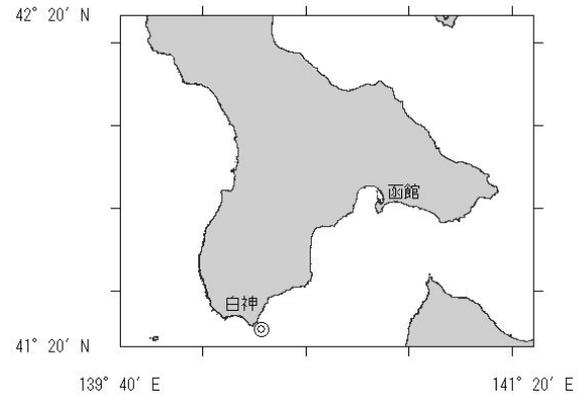


図1 沿岸調査定点（◎：調査定点）

表1 調査定点における大型クラゲの目視

調査期間		松前
9月	上旬	0
	中旬	0
	下旬	2
10月	上旬	1
	中旬	0
	下旬	0
11月	上旬	0
	中旬	0
	下旬	0
12月	上旬	0
	中旬	0
	下旬	0

表2 調査船による大型クラゲの目視

調査期間	海域	目視数
9/6-9/7	噴火湾	0
9/26-9/29	道西日本海	0
10/5-10/7	道南太平洋	0
10/14-10/26	道西日本海	0
11/1-11/6	道南太平洋	0
11/16-11/18	道南太平洋	0
11/28-11/30	道南太平洋	0
12/7-12/10	道西日本海	0

調査点数 道南太平洋：128点，道西日本海：75点

13. ザラボヤ被害防止ネットワーク構築委託事業（公募型研究）

担当者 調査研究部 金森 誠・夏池真史
協力機関 渡島北部地区水産技術普及指導所・
胆振地区水産技術普及指導所

(1) 目的

噴火湾では2008年以降、北大西洋原産の外来種ヨーロッパザラボヤ *Ascidrella aspersa* (Müller, 1776) が垂下養殖ホタテガイに大量付着し、問題となっている。このホヤは大型で成長が早く、しかも群棲するため、ホタテガイ1枚当たりの付着重量が1kgに達することもある。ヨーロッパザラボヤの大量付着は本養成時における施設管理経費の増大、水揚げ時における作業効率の低下とホタテガイ脱落による損失、出荷時における付着物処理費の増大をもたらし、ホタテガイ養殖漁業に深刻な影響を及ぼした。そのため、噴火湾ではヨーロッパザラボヤによる漁業被害軽減対策として、生産者による秋の付着物除去作業（洋上駆除）が広く行われている。本委託事業では、ヨーロッパザラボヤの生態に応じた付着物除去作業を漁業関係者等が連携して効果的・効率的に実施するため、モニタリングおよび情報共有体制を構築するとともに、その生産低減防止効果の評価を実施する。

(2) 経過の概要

ア ヨーロッパザラボヤ付着状況調査および情報配信

(ア) ヨーロッパザラボヤ付着状況調査

2021年6月～2022年1月に、毎月、ホタテガイに付着したヨーロッパザラボヤの調査を行った。八雲沖3マイル定点付近に垂下された本養成ホタテガイを買い上げ、養殖ローブの上部、中部および下部から養殖ホタテガイを採取した。採取数は、2021年6月～11月が各5枚（計15枚）、2021年12月及び2022年1月が各枚（計9枚）である。調査の対象としたホタテガイは2021年春の耳吊り貝（2020年種苗）である。採取したホタテガイは、船上で1枚ずつチャック付きビニール袋に分け入れ、試験場に持ち帰った。持ち帰ったホタテガイは、肉眼および実体顕微鏡を用いて観察を行い、殻上に付着するヨーロッパザラボヤおよびその他付着物を取り外し、それぞれホタテガイ1枚あたりの付着重量の測定を行った。付着重量の測定後、ヨーロッパザラボヤについては、全個体の体長（体軸の前後方向の長さ）を測定した。なお、調査地区では漁業者が秋に付着物除去を行っているが、本調査では付着物を除去していないホタテガイのみを調査対象とした。

(イ) 情報配信

(ア) の調査結果については、漁業関係者間で情報共有を図るため、ホヤ類調査結果速報として各地区水産技術普及指導所を介して、噴火湾海域の関係漁協に配信するとともに、函館水産試験場のHPで公表した。

イ ホタテガイへの影響

ヨーロッパザラボヤの付着の影響を評価するため、2021年12月および2022年1月の調査において、付着物を除去した耳吊り連と除去していない耳吊り連（約13m）を引き揚げ、それぞれ上部、中部および下部から各10個体を採取し（以下、除去貝、未除去貝とする）、殻高、殻長、殻付重量、軟体部重量、閉殻筋（貝柱）重量、中腸腺重量、生殖巣重量を測定した。得られた結果はウェルチのt検定により、各測定項目の平均値の差を検定した。

(3) 得られた結果

ア ヨーロッパザラボヤ付着状況調査および情報配信

(ア) ヨーロッパザラボヤ付着状況調査

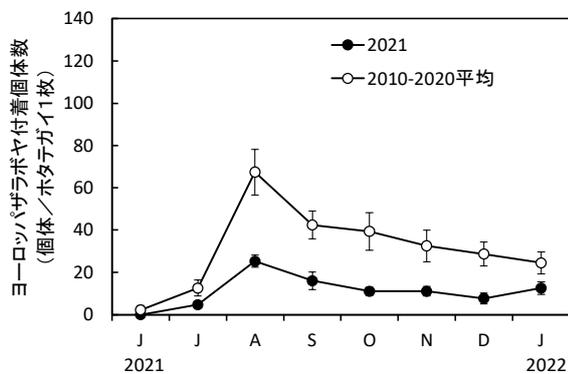
ヨーロッパザラボヤのホタテガイ上の付着個体数は、調査期間を通じて、2010～2020年の平均値（以下、平年値）を下回っていた（図1）。付着個体数の季節変化は平年値と同様、6～8月に増加し、9月以降は概ね緩やかに減少した。体長5mm未満の稚ボヤは7～8月に見られ、この時期に多くの個体が付着したと考えられる。9月以降、体長は1ヵ月あたり8mm程度のペースでほぼ直線的に増加した（図2）。体長は調査期間を通して、ほぼ平年値と同じで、2021年の成長は平年並であった。付着重量は10月以降増加したが、付着個体数が少ないため増加ペースは鈍かった（図3）。

(イ) 情報配信

(ア) で得られた調査結果は、7～11月に令和3年度ホヤ類調査結果速報 No. 1～5として、渡島北部地区水産技術普及

指導所、胆振地区水産技術普及指導所に情報配信を行った。各漁協に対しては、両指導所から情報が配信された。また、速報は函館水産試験場のHPで随時公表した (<https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/section/zoushoku/skhn14000007r0r.html>)。さらに、2021年度から噴火湾海洋観測システムを運営している噴火湾ホタテガイ生産振興協議会に依頼し、観測システムHP(ログイン設定により関係者のみ閲覧可能)にリンク作成を依頼し、生産者がブイの観測結果をチェックする際に本情報も同時に確認できるようにした。情報配信した内容については、業界紙に5回掲載され、漁業関係者への情報周知が促進された。

図1 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ



付着個体数の季節変化 (縦棒は標準誤差)

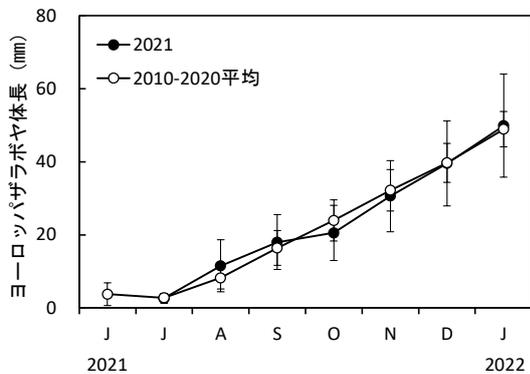


図2 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ平均体長の季節変化 (縦棒は標準偏差)

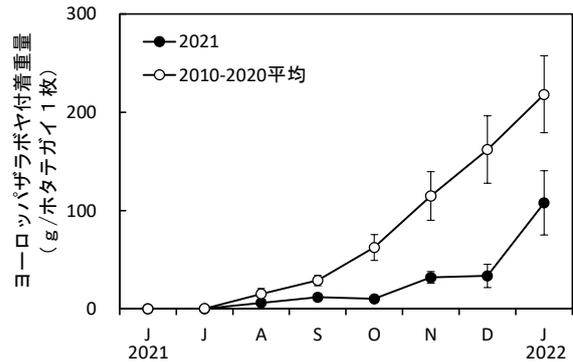


図3 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤの付着重量の季節変化 (縦棒は標準誤差)

(イ) ホタテガイへの影響

12月の調査では殻高、殻長、閉殻筋重量の数値は、未除去貝の方が大きく、軟体部、中腸腺、および生殖腺重量の数値は、除去貝の方が大きかった。いずれもの測定項目も差は小さく、平均値に有意な差は認められなかった(表1)。一方、1月の調査では、全ての測定項目の数値が、除去貝の方で大きく、殻高および中腸腺重量では有意な差が認められた(表2)。従って、12月では認められなかった成長差が1月に生じていることが示唆された。2021年は付着個体数が少なく、ヨーロッパザラボヤの生物量(付着重量)の増加ペースが平年よりも遅かった(図3)。そのため、ホタテガイの成長に影響が現れる時期が平年より遅れた可能性がある。それでも1月の調査の平均値に関しては、サイズで約5%、殻付、軟体部、閉殻筋重量で約10%、中腸腺、生殖腺重量で約20%の差が出ており、2月以降、影響がさらに大きくなっていくことが懸念された。2021年はヨーロッパザラボヤの付着個体数が平年値の1/2~1/3であったが、それでも1月以降に出荷する場合は、その影響は無視できないと考えられる。噴火湾の養殖ホタテガイの生産を維持するためには、ヨーロッパザラボヤの付着個体数が少ない年においても、出荷時期が1月以降となる場合は、付着物除去作業を実施することが望ましいと考えられる。

表1 除去貝と未除去貝の調査結果 (12月)

	A：除去貝 (平均値±標準偏差)	B：未除去貝 (平均値±標準偏差)	比率 (B/A)
殻高 (mm)	98.4 ± 8.2	99.0 ± 7.3	100.6%
殻長 (mm)	99.1 ± 8.4	100.8 ± 8.5	101.7%
殻付重量 (g)	92.1 ± 23.0	89.3 ± 18.9	96.9%
軟体部重量 (g)	36.9 ± 9.9	35.8 ± 8.4	97.0%
閉殻筋重量 (g)	12.1 ± 4.0	12.4 ± 3.2	102.8%
中腸腺重量 (g)	3.3 ± 0.8	3.0 ± 0.7	91.8%
生殖巣重量 (g)	3.0 ± 0.9	2.9 ± 1.1	96.8%

除去貝と未除去貝の平均値に統計的な差は認められなかった (t 検定 : $p > 0.05$)。

表2 除去貝と未除去貝の調査結果 (1月)

	A：除去貝 (平均値±標準偏差)	B：未除去貝 (平均値±標準偏差)	比率 (B/A)
殻高 (mm)	103.7 ± 8.1	98.9 ± 9.0 *	95.3%
殻長 (mm)	104.1 ± 8.3	100.0 ± 9.8	96.0%
殻付重量 (g)	106.7 ± 22.2	99.0 ± 24.6	92.9%
軟体部重量 (g)	45.4 ± 10.1	40.9 ± 11.6	90.2%
閉殻筋重量 (g)	13.0 ± 3.5	12.0 ± 3.8	92.6%
中腸腺重量 (g)	5.3 ± 0.9	4.2 ± 1.3 **	80.1%
生殖巣重量 (g)	6.6 ± 2.0	5.4 ± 2.5	82.2%

*, **は除去貝と未除去貝の平均値に統計的な差があることを示す (t 検定 * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$)。

14. ホタテガイのフランシセラ感染症の総合的対策に向けた基盤的研究

(公募型研究)

担当者 調査研究部 金森 誠
 研究代表者 東京大学大学院農学生命科学研究科
 伊藤直樹
 研究分担者 東京大学大学院農学生命科学研究科
 良永知義・栽培水産試験場 三坂尚行

(1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖は道南海域の基幹漁業であるが、近年稚貝の成育不良と耳吊り後の生残低下が頻発している。東京大学と道総研水試が行った調査により、閉殻筋に膿瘍を発症しているホタテガイが見られること、耳吊り貝の生残率と膿瘍の発症率は負の相関を持つこと、膿瘍部から細菌 *Francisella halioticida* (以下 Fh 菌) が検出されることなどが判明した (Kawahara *et al.* 2018)。また、東京大学他が行った感染実験により、Fh 菌はホタテガイに致死性の病原性を示すことが明らかとなった (Kawahara *et al.* 2019)。そのため、養殖ホタテガイの成育不良や生残低下には Fh 菌の関与が疑われる。一方、これまでの野外調査では、Fh 菌の保菌率と生残率の季節変化に関連性を見いだせない事例も多く、得られた結果を考察するための感染実態に関する疫学的な情報、病原体の性状や疾病発症機序に関する病理学的な情報等が不足しており、この感染症に関する総合的な基盤研究が求められている。本研究の目的は、本感染症に関する基盤的な研究に取り組み、防疫や養殖技術の改良に必要な情報を得ることである。

(2) 経過の概要

ア 種苗の移動による Fh 菌拡散可能性の検討

種苗 (稚貝) が Fh 菌に感染する時期を明らかにし、種苗の移動による拡散リスクを検討するため、2021 年 8 月～2022 年 3 月まで、特定の海域から、毎月、ザブトン籠 1 籠もしくは丸籠 1 段から稚貝を採取して、保菌率の調査を実施した (PCR 検査数：各月 N = 30)。

イ 北海道南部海域における養殖場の疫学調査

本感染症の感染動態を明らかにするため、2021 年 4 月～2022 年 3 月まで、毎月、特定の海域から、養殖ホタテガイ (耳吊り貝) 1 連の生残率・保菌率の調査を行った (PCR 検査数：各月 N = 30)。アの保菌率調査で得られたサンプルについても生残率および外部異常貝率を調査し、保菌率の季節

変化と対応する生残率および外部異常貝率のデータを得た。また、稚貝の管理条件と保菌率の関係を明らかにするため、管理条件の異なった稚貝について、保菌率の調査を行った (表 1)。いずれの調査についても、サンプルの採取および生残率、外部異常貝率の調査は函館水試で実施し、Fh 菌特異的遺伝子を対象とした PCR 法による検査は東京大学で実施した。

表 1 検査対象とした稚貝の管理条件と PCR 検査数

仮分散密度 (個体/籠)	本分散時期	本分散密度 (個体/段)	採取月	PCR検査数
150	9,10月	30, 50, 70	3月	30個体×6条件×1回
300	9,10月	30, 50, 70	3月	30個体×6条件×1回
600	9,10月	30, 50, 70	3月	30個体×6条件×1回
600	9,10月	50	10～2月	30個体×2条件×5回

(3) 得られた結果

魚病に関する研究成果は適切な方法で情報公開を行う必要があるため、本事業報告書では結果に関する具体的なデータおよび記述は見合わせることにする。

参考文献

- Kawahara, M., M. Kanamori, G. B. Meyer, T. Yoshinaga, and N. Itoh. *Francisella halioticida*, Identified as the Most Probable Cause of Adductor Muscle Lesions in Yesso scallops *Patinopecten yessoensis* Cultured in Southern Hokkaido, Japan. 魚病研究 2018; 53 (2) : 78-85.
- Kawahara, M., G. B. Meyer, E. Kim, M. P. Polinski, T. Yoshinaga, and N. Itoh. Parallel studies confirm *Francisella halioticida* causes mortality in Yesso scallops *Patinopecten yessoensis*. *Disease of Aquatic Organisms* 2019; 135: 127-134.

15. 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）

(1) 目的

担当海域の重要漁業生物について調査を実施し、資源評価・管理措置の検討を行う。その結果を

行政施策の検討会議、漁業者との諸会議等で報告することにより、資源の維持・増大と計画的漁業経営に寄与する。

15.1 資源・生態調査研究

担当者 調査研究部 武藤 卓志・三原 栄次

(1) 目的

委託業務処理要領に基づき、当水試においては次の6種：エビ類（トヤマエビ）、アカガレイ、ソウハチ、マガレイ、ハタハタ及びケガニの資源状況及び生態等の調査を行う。

である栽培水試に提供した。

前年度の調査及び資源評価に従って各魚種の資源評価書を作成し、令和4年度資源評価調査部会で内容を検討するとともに、検討結果を水産資源管理会議で報告した。

(2) 経過の概要

ここでは、トヤマエビ及びアカガレイの調査結果について記載した。ソウハチ、マガレイ、ハタハタ（道南太平洋海域）及びケガニ（噴火湾海域）については、得られた調査結果を資源評価の担当場

作成した評価書はマリネット（<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyo/ka/index.asp>）で公表するとともに、ダイジェスト版を「北海道資源管理マニュアル2021年度版」として印刷公表した。

15.1.1 エビ類

担当者 調査研究部 三原栄次・武藤卓志

共同研究機関 北海道大学大学院水産科学研究院

(1) 目的

道南太平洋のエビ類、特に噴火湾海域のトヤマエビの生態特性と資源動向に関する調査を行い、資源管理を実施するための基礎資料を得る。

獲努力量の指標として延出漁隻数を集計しCPUE（1日1隻あたり漁獲量）を算出した。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

エビ類全体の漁獲統計を、1985～2020年は漁業生産高報告、2021年は水試集計速報値を用いて、種別、管内別、年別の漁獲量を集計した。

延出漁隻数はえびかご漁業漁獲成績報告書を用いて、漁期別（春漁期：3月1日～4月30日、秋漁期：9月1日～11月10日）に集計した。調査開始当初（1993～1998年）は渡島と胆振を合わせた隻数だったが、1999年以降は渡島管内のみを対象として延出漁隻数を集計した。

トヤマエビについては主産地の噴火湾海域（砂原漁協～いぶり噴火湾漁協）のえびかご漁業を対象に、漁

CPUEについても延出漁隻数の集計に合わせて、1993～1998年までは渡島と胆振を合わせたえびかごの漁獲量からCPUEを算出し、1999年以降は渡島のえびかごの漁獲量のみを用いてCPUEを算出した。

また参考値として、噴火湾沖海域（えさん漁協榎法華支所～鹿部漁協および室蘭漁協～鶴川漁協）のえびかごによる漁獲量も集計した。

イ 漁獲物調査

噴火湾海域のえびかご漁の漁期中に各月1回、森漁協所属のえびかご漁船から漁獲物を購入し、銘柄別に生物測定を行った。測定した標本の重量と内浦湾えびかご漁業協議会で集計した資料の銘柄別漁獲量 (kg) から銘柄別の抽出率を算出し、これらのデータを用いて漁獲物の年齢・甲長組成を求めた。なお、2013年については漁期短縮のため11月を自主休漁としたが、2014年以降については従来どおりの漁期となっている。

ウ 資源評価

トヤマエビは年齢形質が知られていないため、漁獲物の生物測定から得られた甲長組成に混合正規分布モデルを当てはめて、年齢組成を推定した。孵化日を1月1日とし、個体*i*の年齢(*t_i*)は $t_i = j_i + d_i / 365'$ とし、成長解析を行った (j_i は年齢の整数部分、 d_i は個体*i*の1月1日から漁獲日までの日数、 $365'$ は通常年は365で閏年は366)。なお、年齢表記を簡素化するために、文章中および式中では、年齢の小数点以下を、春漁の漁獲物では「.0」、秋漁の漁獲物では「.5」で表現した。

脱皮で成長するトヤマエビの成長特性を反映するため、成長式は、ベルタランフィの成長曲線を改変した階段型ベルタランフィ成長曲線に成長の年変動項を付け足した式(1)で表した(図1)。ただし、年変動項の値は±2.0 mmまでとし、データ数の多い1歳と2歳だけに年変動項を付け足した。また、各正規分布の標

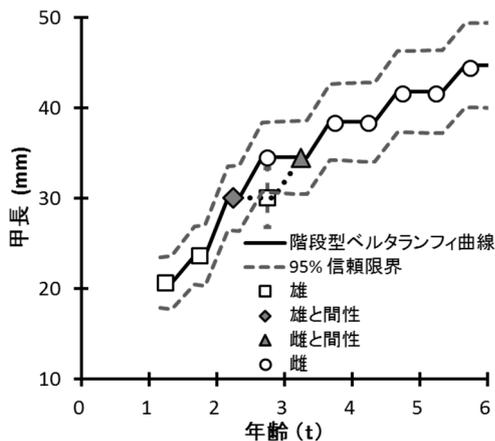


図1 噴火湾におけるトヤマエビの成長モデル

準偏差は年齢とともに増加すると仮定して、Tanaka and Tanaka (1990)¹⁾による式(2)で表した。これらの式に平均値および標準偏差が従う混合正規分布モデルを式(3)の対数尤度関数によって、トヤマエビの甲長データに当てはめた。

なお、秋漁には、この成長曲線には従わず、直前の春漁2.0歳と同じ平均値を持つ2.5歳雄の正規分布を一つ多く設定した。また、年齢別漁獲尾数はこの混合正規分布モデルからベイズの定理により求められる事後確率を用いて式(4)により計算した²⁾。

$$(1) f(t) = L_{max} \times \left(1 - \exp \left[-k \frac{\text{int}\{M_j(t + M_0)\}}{M_j} \right] + t_0 \right) + IV$$

$$[j = \text{int}(t)]$$

$$(2) \sigma(t) = \sqrt{s + (S/2k)[1 - \exp(-2kt)]} \quad (s \geq 0, S \geq 0)$$

$$(3) \ln L(L_{max}, k, t_0, s, S, \omega_{j,ks}, \omega_{j,ka}, \omega m_{ka}, IV_{j,ks}, IV_{j,ka})$$

$$= \sum_{ks=1}^{fs} \sum_{i=1}^{nks} \lambda_i \left\langle \ln \left\{ \sum_{j=a_{min}}^{a_{max}} \omega_{j,ks} N[l_i f(t_{i,j}), \sigma(t_i)] \right\} \right\rangle$$

$$+ \sum_{ka=1}^{fa} \sum_{i=1}^{nka} \lambda_i \left\langle \ln \left\{ \sum_{j=a_{min}}^{a_{max}} \omega_{j,ka} N[l_i f(t_{i,j}), \sigma(t_i)] \right. \right.$$

$$\left. \left. + \omega m_{ka} N[l_i, f(2.25)] IV = IV_{j,ks}, \sigma(2.25) \right\} \right\rangle$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=a_{min}}^{a_{max}} \omega_{j,ks} = 1, \sum_{j=a_{min}}^{a_{max}} \omega_{j,ka} + \omega m_{ka} = 1, \\ -2.0 \leq IV_{j,ks} \leq 2.0 (j = 1, 2), IV_{j,ks} = 0 (j < 2), \\ -2.0 \leq IV_{j,ka} \leq 2.0 (j = 1), IV_{j,ka} = 0 (j < 1) \end{array} \right\}$$

$$(4) P(j|l_i) = \frac{\omega_{i,j} PD_{i,j}}{\sum_{j=a_{min}}^{a_{max}} \omega_{i,j} PD_{i,j}}$$

ここで、式(1)における*f(t)*は年齢*t*における予測平均甲長、*L_{max}*、*k*、*t₀*は階段型ベルタランフィ曲線の係数、intは小数点を切る捨てる関数(インテジャ)、*M_j*は*j*歳における脱皮回数、*M₀*は脱皮のタイミングを決める定数である。なお*M_j*および*M₀*の値はヒストグラムの変化等を考慮して推測して入力した。IVは平均値の年変動の補正項。式(2)における*σ(t)*は年齢*t*における正規分布の標準偏差、*s*と*S*は係数、*k*は階段型ベルタランフィ曲線と共通の係数である。式(3)にお

ける L_{max} , k , t_0 は階段型ベルタランフィ曲線の係数 l , s と S は式 (3) の係数, $\omega_{j,ks}$ と $\omega_{j,ka}$ と $\omega_{m,ka}$ はそれぞれ春漁 j 歳と秋漁 j 歳および秋漁 2.5 歳雄の事前確率, $IV_{j,ks}$ と $IV_{j,ka}$ はそれぞれ ks 春漁期と ka 秋漁期における j 歳の平均値の年変動補正項, fs は春漁期の数, fa は秋漁期の数, nks と nka はそれぞれ ks 春漁期と ka 秋漁期の測定個体数, λ_i は i 番目データの抽出率の逆数, a_{min} と a_{max} はそれぞれ設定した最小年齢および最高年齢, l_i は個体 i の甲長, $f(t_i, j)$ は個体 i の漁獲日における j 歳の予測甲長, $\sigma(t_i)$ は年齢 t_i の正規分布の標準偏差, $N[l_i, f(t_i, j), \sigma]$ は正規分布の確率密度。式 (4) における $P(j|l_i)$ は甲長 l_i の個体 i が j 歳に属する確率 (事後確率), $\omega_{i,j}$ は個体 i の j 歳の事前確率, $PD_{i,j}$ は個体 i の j 歳正規分布における確率密度, a_{max} と a_{min} はそれぞれ設定した最小年齢および最高年齢である。

上記の式により得られた年齢別漁獲尾数から VPA³⁾ により年齢別資源尾数を漁期別に推定した。噴火湾におけるトヤマエビの寿命を 6 歳として, VPA における最高齢を春漁では 4 歳以上 (4.0+歳), 秋漁では 3.5 歳以上 (3.5+歳) のプラスグループとして扱った。自然死亡係数 (M) は田中の方法⁴⁾ から 0.42, 春漁と秋漁の間の M は 0.21 とした。なお, ここでは春漁と秋漁での年齢差は 0.5 歳として表現した。また計算式を適切に表現するために, 秋漁では漁獲年に 0.5 を加え表現した (例えば, 1994 年の春漁は 1994.0 年, 秋漁は 1994.5 年と表記した)。

この VPA では, 春漁の 3.0 歳以下の資源尾数と秋漁の直近年以外の 1.5 歳, 2.5 歳, 3.5+歳の資源尾数を式(5)で, 春漁 4.0+歳と直近年秋漁の 1.5 歳, 2.5 歳, 3.5+歳の資源尾数を式(6)で, 秋漁 3.5 歳の資源尾数を式(7)で計算した。ただし, 式(7)における直近年の漁獲係数は $F_{4.0+, y+0.5}$ の代わりに $F_{4.0+, y}$ を用いた。漁獲係数 F は, 春漁の 3.0 歳以下と秋漁の直近年以外は式(8)で, 直近年以外の春漁 4.0+歳は式(9)で, 秋漁の直近年は式(10)で計算した。また, 直近年春漁の 4.0+歳の漁獲係数 $F_{4.0+, y}$ は, MS-Excel のソルバー機能を用いて $F_{4.0+, y}$ と直近年 3.0 歳の漁獲係数 $F_{3.0, y}$ の比が 1 になるように求めた。

$$(5) N_{a,y} = N_{a+0.5,y+0.5}e^M + C_{a,y}e^{M/2}$$

$$(6) N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1 - e^{-F_{a,y}}}e^{M/2}$$

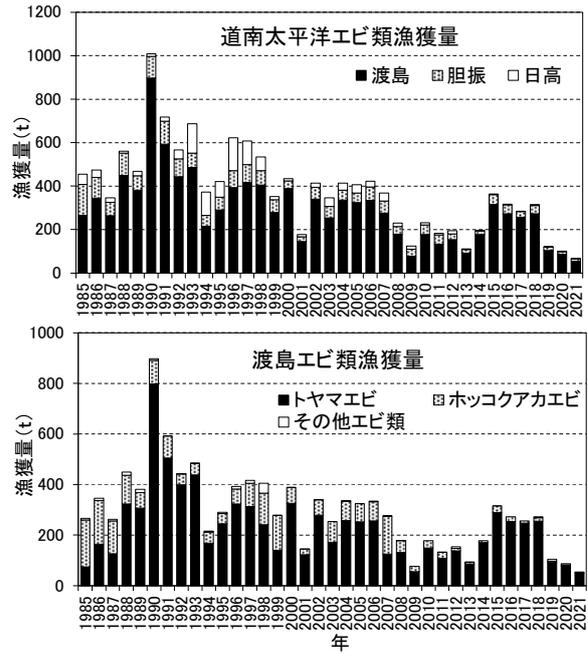


図 2 道南太平洋の管内別のエビ類漁獲量 (上図) と渡島管内の種類別エビ類漁獲量 (下図)

$$(7) N_{3.5,y} = N_{3.5,y}(1 - e^{-(F_{3.5+,y} + F_{4.0+,y+0.5} + 2M)})$$

$$(8) F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y}e^{M/2}}{N_{a,y}}\right)$$

$$(9) F_{4.0+,y} = F_{3.0,y}$$

$$(10) F_{a,y} = \frac{1}{5}(F_{a,y-1} + \dots + F_{a,y-5})$$

ここで a は年齢 (春漁の小数点以下 0.0, 秋漁の小数点以下 0.5), y は漁獲年 (春漁の小数点以下 0.0, 秋漁の小数点以下 0.5), F は漁獲係数, C は漁獲尾数, N は資源尾数, M は漁期間の自然死亡係数 (0.21) を表す。また, 各年齢の資源尾数に年別・年齢別・漁期別平均体重を乗ずることで資源重量を求めた。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

1985 年から 2021 年までの道南太平洋におけるトヤマエビ, ホッコクアカエビおよびその他エビ類の漁獲量の推移を図 2 に示した。エビ類全体の漁獲量は 1990 年の 1,008 トンが最高となり, その後増減を繰り返しながらも徐々に減少し 2013 年に 111 トンとなった。翌年以降, 渡島でのトヤマエビの漁獲量の増加に伴い

表1 噴火湾海域と噴火湾沖海域のえびかご漁業によるトヤマエビの漁獲量、出漁隻数およびCPUEの推移

年	噴火湾海域										延べ出漁隻数	CPUE(kg/隻/日)			噴火湾沖海域			総計	
	漁獲量(トン)											年間	春漁	秋漁	漁獲量(トン)				
	渡島管内			胆振管内			両管内								春漁	秋漁	その他		計
	春漁	秋漁	その他	春漁	秋漁	その他	春漁	秋漁	その他	計									
1985	33	33	1	0			33	33	1	67				1	6	10	18	85	
1986	44	113	1	0	1	0	45	114	1	160				6	0	7	14	174	
1987	60	47	0	0		0	60	47	1	107				8	6	23	37	144	
1988	199	101	0	2	1	0	201	102	0	303				36	11	20	66	370	
1989	151	138	1	2	3	0	152	141	1	294				22	4	20	46	340	
1990	346	415	1	10	14	0	356	429	2	787				19	5	36	60	847	
1991	220	248	1	7	7	0	228	255	2	484				39	5	22	66	550	
1992	259	100	0	7	5	0	266	105	0	372				39	5	33	77	449	
1993	258	145	0	10	3	0	268	148	0	416	4704	88.5	116.9	61.4	24	10	34	68	484
1994	47	94		1	2	0	49	96	0	145	3414	42.6	34.9	47.8	21	4	21	46	192
1995	94	118	0	2	3	0	96	121	1	217	3636	59.8	55.0	64.0	34	2	27	64	281
1996	71	219		4	6	0	76	225	0	301	4026	74.8	40.9	103.5	25	6	33	64	365
1997	167	111	0	4	4		171	115	0	287	4265	67.3	84.3	51.7	34	3	29	66	353
1998	95	129	0	3	4	0	97	133	0	230	3906	58.9	50.2	67.5	20	3	21	43	273
1999	66	59	0	2	1	0	67	60	0	128	3302	37.8	37.6	38.1	13	2	14	28	156
2000	100	211	0	2	6		102	216	0	319	3661	84.8	56.5	110.2	10	1	13	23	342
2001	33	78		1	1	0	34	79	0	113	2597	42.7	25.0	57.0	9	1	9	19	132
2002	102	158	0	3	2	0	105	160	0	265	3821	68.1	57.1	81.5	13	2	23	38	303
2003	60	92	1	2	2		62	94	1	156	3395	44.6	36.9	51.6	16	1	17	34	190
2004	65	187	0	2	5		67	191	0	259	3582	70.3	38.3	99.2	5	1	8	14	273
2005	83	146	0	4	1		87	147	0	234	3465	66.0	51.2	79.0	7	2	23	31	265
2006	75	168	0	4	4		79	172	0	251	3327	73.1	46.8	97.8	18	1	17	36	287
2007	29	74	1	1			30	74	1	104	2878	35.8	20.8	50.1	16	2	28	46	151
2008	49	74	0	2	0		51	75	0	126	2860	43.1	33.4	53.1	12	1	14	26	152
2009	16	36	0	1	0		16	36	0	52	1700	30.2	20.5	38.1	4	1	7	12	64
2010	39	100	0	2	1		41	101	0	142	2465	56.8	36.8	72.1	4	1	18	23	165
2011	24	76	0	1	0		25	77	0	102	2154	46.5	28.9	57.3	8	1	12	21	123
2012	37	89	0	1			39	89	0	128	2099	60.3	38.2	79.5	6	1	14	20	148
2013	35	46		1			36	46	0	83	1778	46.0	40.1	51.7	2	1	4	7	89
2014	26	138		1			26	138	0	164	2272	72.1	29.0	99.7	1	1	7	9	174
2015	70	209		2			72	209	0	281	2484	112.4	63.9	150.8	5	3	13	20	302
2016	106	143		2	1		108	143	0	251	2384	104.4	93.5	114.3	7	0	9	16	268
2017	85	159	0	2			86	159	0	245	2723	89.6	71.2	103.7	4	1	9	14	259
2018	93	159		1	0		94	159	0	253	2615	96.3	79.5	110.0	7	1	7	15	268
2019	27	66		0	1		27	67	0	94	2146	42.9	28.0	54.8	1	2	4	6	100
2020	25	51		1	0		25	52	0	77	1504	50.5	36.6	61.9	1	0	3	4	81
2021	14	35		0	0		15	35	0	49	1730	28.3	20.6	33.5	1	0	1	3	52

資料：漁業生産高報告（1985～2020年）及び水試集計速報値（2021年）。渡島は恵山漁協榎法華支所～長万部漁協の合計値。漁獲量の0は0.5トン未満。空白は漁獲量無し。

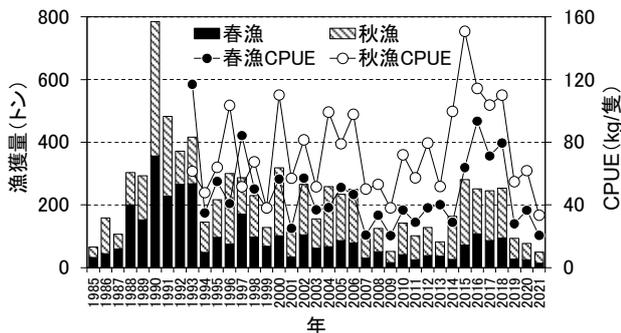


図3 噴火湾海域の漁期別漁獲量とCPUE

2018年までは300トン前後で推移したが、2019年に減少に転じ、2021年は過去最少の67トンとなった。管内別ではいずれの年も渡島の漁獲量が大半を占めており、1985～2021年の平均で海域全体の78%であった。次いで胆振が15%、日高が7%の順となった。2021年

の各海域の漁獲割合は渡島が81%、胆振が17%、日高が2%であった。

渡島管内におけるエビ類の漁獲量は、道南太平洋全体の漁獲量と同様に1990年にピークの897トンとなった後、増減を繰り返しながらも減少傾向を示し、2009年には過去最少の77トンとなった。その後2013年まで200トンを下回る漁獲量であったが、2014年から2015年にかけて増加し、2015～2018年の4年間は200トンを上回った。しかし2019年には再び減少して、2021年は54トンとなった。

渡島管内で漁獲されたエビ類は主にトヤマエビであり、1985～2021年の平均で78%を占めた。次いでホッコアカエビが20%、その他エビ類が2%であった。ホッコアカエビは1980年代や2007年には半分以上を占めた年もあったが、2012年以降の漁獲量は10ト

ン未満と少なく、大半をトヤマエビが占めていた。2021年ではトヤマエビが92%、ホッコクアカエビが4%であった。

噴火湾海域と噴火湾沖海域のえびかご漁業でのトヤマエビの漁獲量、出漁隻数およびCPUEを表1と図3に示した。噴火湾海域での漁獲量は、1990年の787トン进行増減を繰り返しながら減少した。特に2007～2014年は200トン未満の年が続いていたが、2015～2018年は200トン以上となった。しかし、2019年以降再び減少傾向となった。漁期別の漁獲量では、秋漁が春漁を上回る年が多く、2000年以降は全ての年で秋漁の漁獲量の方が多かった。

延べ出漁隻数は統計を開始した1993年の4,704隻から徐々に減少し、2009年には1,700隻まで減少した。その後漁獲量の増加と共に出漁隻数も増加して2017年には2,723隻まで増加したが、その後減少し、2020年には1,504隻となった。CPUEは漁獲量の変化と同様

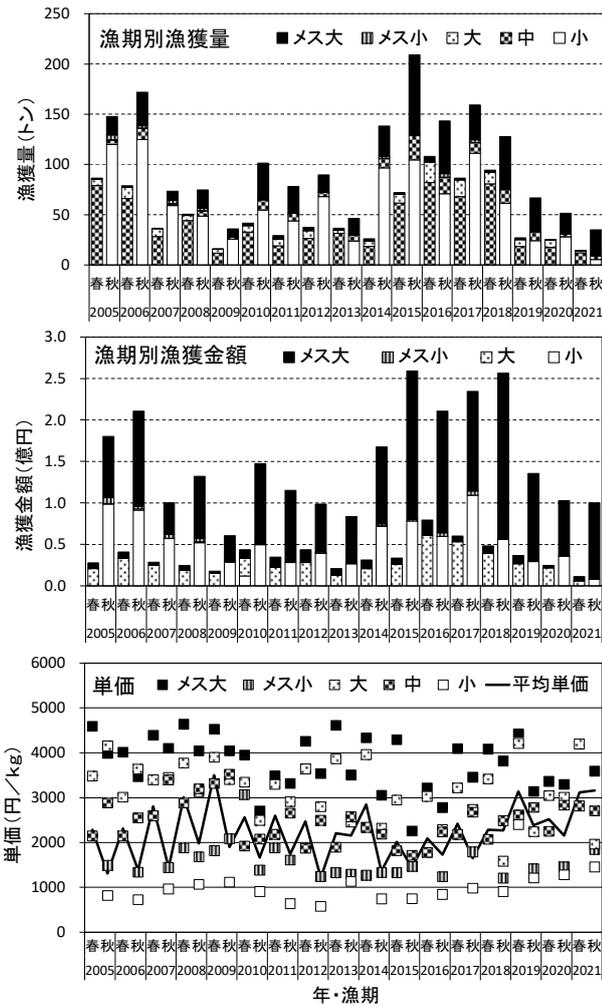


図4 2005～2020年の漁期別と銘柄別の漁獲量、漁獲金額および単価

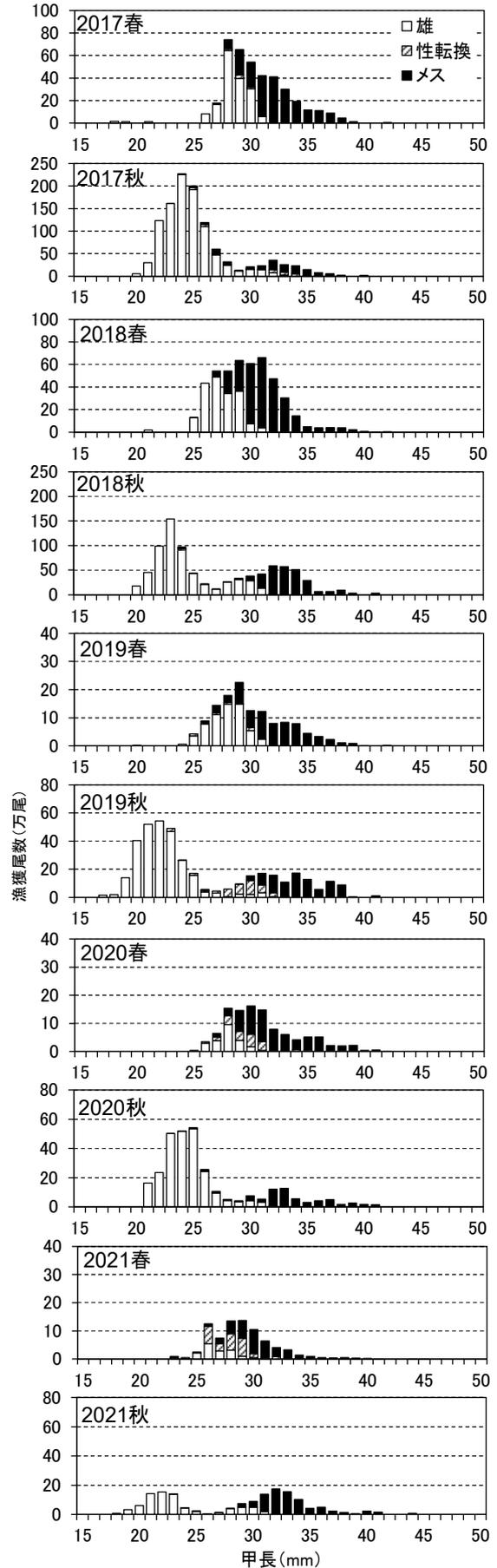


図5 2017～2021年に噴火湾海域で漁獲されたトヤマエビの漁期別甲長組成

の傾向を示しており、2000年以降は常に秋漁のCPUEが春漁のCPUEを上回っていた。漁獲量が増加した2014年からは特に秋漁のCPUEが大幅に増加し、2015年秋漁では1993年以降で最高の150.8 kg/1隻となった。

噴火湾沖海域でのトヤマエビの漁獲量は1990年代には60トン前後で安定していたが、2000年代には30トン前後、2010年代には20トン前後となり、緩やかに減少している。噴火湾海域で漁獲量が増加した2014～2018年の期間も20トン以下の漁獲量で推移した。

2005年以降えびかご協議会で集計されている銘柄別漁獲量、漁獲金額および単価の変化を図4に示した。銘柄別漁獲量の推移を見ると、全期間を通して、春漁では中、秋漁では小が漁獲の主体となっていた。一方、漁獲金額では、春漁で中が主体となる傾向は同様であるが、秋漁では小の割合は半分以下が多く、メス大が主体となる年が多かった。銘柄別単価を見ると大やメス大などの大型個体の単価が最も高く、小銘柄の2～4倍であった。単価が高い大やメス大では漁期毎の変動が大きく、春には単価が上がり、秋には単価が下がるという傾向が共通して見られた。2015年以降、平均単価は上昇傾向にあり、2021年秋漁は3,157円/kgとなった。

イ 漁獲物調査

銘柄毎に測定した漁獲物の甲長組成を銘柄別の漁獲量で重みづけして求めた組成を図5に示した。いずれの年も秋漁では新規加入した甲長20～30mm程度の小型の雄が主体となり、春漁では25～35mmの雌雄が主体であった。また、春季・秋季ともに甲長30mm前後には性転換中の個体が含まれていた。2021年の春漁の甲長のモードは雄が26mm、雌が30mmであり、いずれも年による変動幅の範囲内に含まれていた。前年の春季と比べると雄では2mm程度小さく、雌では1mm小さかった。2021年秋漁の甲長のモードは雄が22mm、雌が32mmであり、いずれも年による変動幅の範囲内に含まれていた。前年と比べると雄では2mm程度小さく、雌では1mm程度小さかった。

ウ 資源評価

1994年以降の春漁および秋漁における年齢別漁獲尾数を図6に示した。1997年にえびかごの目が12節（結節から結節までの長さで14mm）以上から10節（同17mm）以上に拡大されるとともに、1999年からは春漁の小銘柄（1.0歳に相当）を自主禁漁とした。こ

のため、1999年以降の春漁では1.0歳はほとんど水揚げされおらず2.0歳が漁獲の主体となっている。一方、秋漁では小銘柄を水揚げするため、春から脱皮成長した1.5歳が漁獲物の主体となっている。漁獲尾数は2007年から2013年にかけて低迷したが、2014年の秋漁で約1000万尾に増加し、続く2015年の春漁でも300万尾を超える水揚げとなった。両季ともに2019年以降に急減し、2021年の総漁獲尾数は春漁で72.2万尾、秋漁で148.9万尾となった。

各漁期の年齢別漁獲尾数を用いてVPAにより求めた年齢別資源尾数を図7に示した。資源尾数の大半を占める春漁期の1.0歳に着目すると、2007年以降は1,000万尾前後の少ない年が続いていたが、2014年、2015年と連続して2,700万尾を上回り、2017年も2,800万尾を上回った。2018年以降は減少し、2021年は200万尾を下回った。2.0歳以上の資源尾数は2019年から減少し、2021年の春漁期の総資源尾数は419万尾と1994年以降で最も少なくなった。資源重量でみても同様に2021年の春漁期はこれまでで最も少ない59トンであった（図8）。

春漁期の1.0歳以上の資源重量を指標に資源水準を判定した。2000年から2019年までの20年間を基準年とし、その期間における春漁期の資源重量の平均値を100として標準化を行い100±40の範囲を中水準とし、その上および下をそれぞれ高水準および低水準とした。2021年の資源水準指数は24であり、資源水準は低水準と判定された（図9）。

本資源では漁獲物の大半が秋漁の1.5歳と春漁の2.0歳であり、資源の多くが雌への性転換前に漁獲されている。ただし、雌親の資源重量とその子世代の加入量との間に関係性が見られないことから（図10）、雌親の保護が資源回復に直結するとは明言し難い。今後は高単価の大型高齢個体を中心に利用する漁業形態へと移行して資源の有効利用を図りつつ、副次的に産卵個体の増加を促すことが現実的であると考えられる。

文献

- 1) Tanaka and Tanaka: A method for estimating age-composition from length-frequency by using stochastic growth equation. Nippon Suisan Gakkaishi, 56:1209-1218 (1990)
- 2) Baba, Sasaki and Mitsutani: Estimation of age composition from length data by posterior

probabilities based on a previous growth curve: application to *Sebastes schlegelii*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 62: 2475-2483 (2005)

- 3) 平松一彦: VPA (Virtual Population Analysis) . 平成12年度資源評価体制確立推進事業報告—資源解析手法教科書—. 東京, 日本水産資源保護協会, 104-128 (2001)
- 4) 田中昌一: 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, 28, 1-200 (1960)

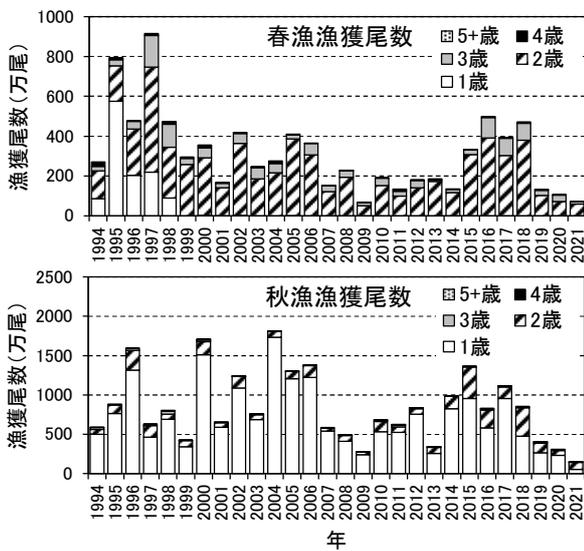


図6 年齢別漁獲尾数の推移

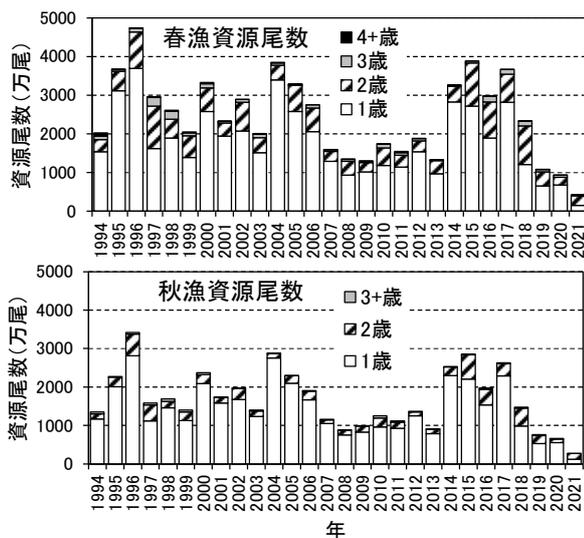


図7 年齢別資源尾数の推移

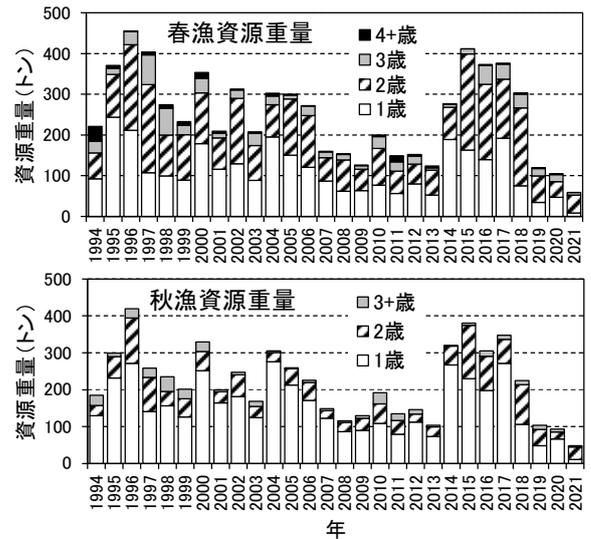


図8 年齢別資源重量の推移

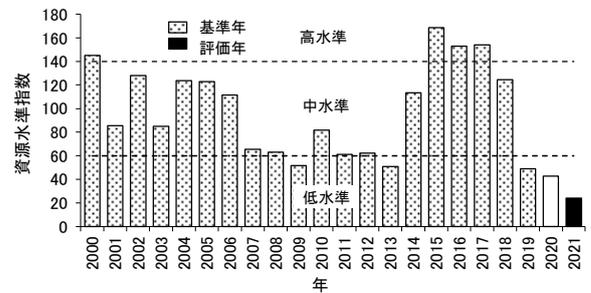


図9 噴火湾におけるトヤマエビの資源水準

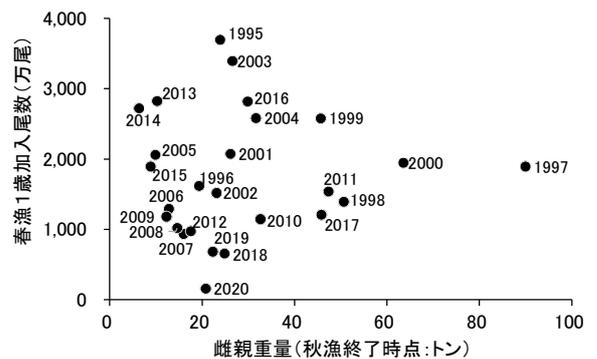


図10 噴火湾におけるトヤマエビ雌親の資源重量と春漁期の1歳加入尾数との関係 (マーカー横の数値は年級を示す)

15. 1. 2 アカガレイ

担当者 調査研究部 武藤卓志

(1) 目的

噴火湾海域のアカガレイは沿岸漁業者にとって重要な漁業資源となっている。この資源は、主に豊度の高い年級群によって構成され、その出現状況により漁獲量が大きく変動する。この海域のアカガレイについては、持続的利用を目的とした管理方策の設定が望まれる資源の1つであり、科学的な知見に基づく資源評価を行い、管理方策検討のための基礎資料の収集を目的としている。

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

漁獲統計は1985～2020年は漁業生産高報告、2021年については水試集計速報値（暫定値）を使用した。集計地区は、噴火湾の砂原、森、落部、八雲町、長万部、いぶり噴火湾（豊浦支所、虻田本所、有珠支所、伊達支所）、及び室蘭（沖合底曳き網漁業を除く）漁協で、地区ごとに水揚げされたアカガレイ漁獲量と漁獲金額を月別に集計した。本種の漁獲量の大部分はかれい刺し網漁業（共同漁業権）によるものであり、噴火湾のかれい刺網の承認隻数は622隻以内（関係7漁協総計、実着業数は300～400隻程度）となっている。

イ 生物調査

(ア) 刺し網漁獲物調査

アカガレイの資源診断に必要な基礎的生物データを収集するために刺し網漁獲物の生物測定を行った。

漁獲物標本は砂原漁協から銘柄別に入手し、全個体の全長、体長、重量、性別、成熟度、生殖巣重量の測定と胃内容を調べ、年齢査定のために耳石の採取を行った。年齢は耳石を顕微鏡観察することにより輪紋数を計測し、銘柄毎に漁獲量で引き延ばすことによって、年齢別漁獲尾数を算出した。2021年の測定回数は5月20日、9月10日および10月28日の3回（410尾測定）であった。

(イ) 調査船調査（アカガレイ若齢魚調査）

年級群の発生状況を漁獲対象（4歳以上）となる

前に把握するため、函館水試試験調査船金星丸または釧路水試試験調査船北辰丸を運航して、ソリネットを用いた若齢魚調査（2ノット、10分曳）を2007年から実施している。なお、2014年までは、年2回（7月、2月）実施していたが、2015年からは年1回（2月のみ）に集約した（図1）。2021年度は2021年2月15～20日に北辰丸で実施した。

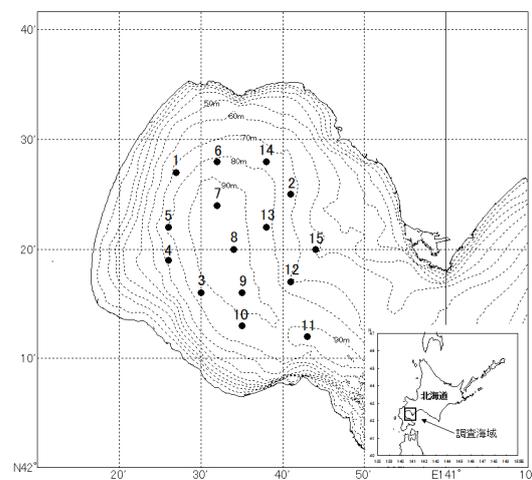


図1 アカガレイ若齢魚調査地点図

ウ 資源評価

(ア) 年齢別漁獲尾数

1985～1995年については、北大うしお丸のトロール調査¹⁾によるアカガレイの4歳以上の年齢別採集尾数を入手し、これに平均体重を乗じて重量組成に変換し、毎年の漁獲量で引きのぼすことで年齢別漁獲重量を得た。各年齢の平均体重で除して年齢別漁獲尾数とした。ただし、高豊度年級群については、3歳で一部漁獲加入するため、4歳以上の漁獲尾数の5%を便宜的に3歳時の漁獲尾数と仮定した。

1996年以降については、主に砂原漁協に水揚げされた刺し網漁獲物を銘柄別に入手し、耳石により年齢を査定した後、砂原漁協から報告された月別銘柄別漁獲量および漁業生産高報告を用いて、海域全体の組成に引きのぼして年齢別漁獲尾数を算出した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

(ア) 漁獲量

噴火湾海域におけるアカガレイの漁獲量は、数年から十年程度の周期で大きく変動しており、1985年以降では、最高は1987年の3,373トン、最低は2021年の272トンと10倍以上の差がみられる(表1、図2)。2000年以降では、2006年に392トンと大きく落

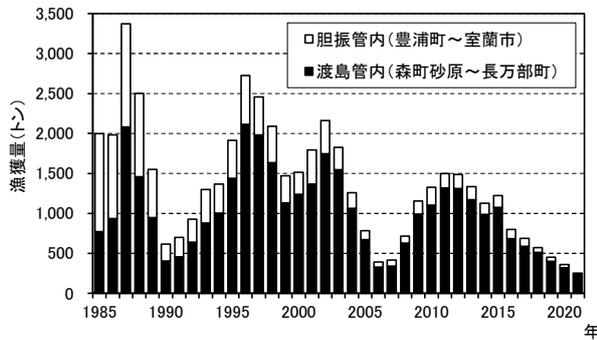


図2 噴火湾アカガレイ漁獲量の経年変化

ち込んでから5年連続して増加し、2011年には1,500トンになったが、その後、再び減少傾向となり、2020年は357トン、2021年は過去最低を更新する272トンとなった。

漁獲金額は、1985～2003年まではおおむね8億円以上、2005～2019年は2～6億円程度で推移したが、2020年は1.5億円、2021年は1.1億円と2年連続して2億円を下回った。また、単価(円/kg)は、1994～2007年は400～600円台で推移したが、その後、2008～2015年には300円前後まで下落した。2016～2020年は400円台まで回復したものの、2021年には399円と400円を割り込んだ。

(イ) 漁獲努力量

2005年以降の代表地区におけるかれい刺し網漁業の延べ操業隻数の推移をみると、2006～2015年は2009年を除き、3,000隻～3,700隻台で推移して

表1 噴火湾におけるアカガレイの漁獲量(トン)

年	渡島総合振興局						胆振総合振興局					合計	
	砂原漁協	森漁協	落部漁協	八雲漁協	長万部漁協	計	いぶり噴火湾漁協				室蘭漁協		計
							豊浦支所	虻田本所	有珠支所	伊達支所			
1985年	204	305	127	63	74	772	629	88	318	19	170	1,224	1,996
1986年	422	235	128	86	63	936	528	37	352	10	121	1,048	1,983
1987年	795	702	361	115	107	2,080	613	119	424	6	130	1,293	3,373
1988年	469	478	347	51	114	1,459	419	50	438	0	138	1,044	2,503
1989年	303	267	308	22	47	947	209	28	260	0	107	604	1,551
1990年	152	88	139	4	20	404	70	5	80	0	57	212	615
1991年	194	80	123	30	28	455	102	8	101	0	34	245	700
1992年	315	137	143	19	26	638	90	8	139	0	51	288	926
1993年	403	188	229	20	41	882	120	10	222	0	67	419	1,300
1994年	503	214	234	17	34	1,002	126	27	154	0	61	367	1,369
1995年	698	298	326	51	65	1,439	157	32	192	0	94	475	1,913
1996年	974	519	495	63	65	2,116	246	38	207	0	116	607	2,723
1997年	898	444	574	23	41	1,981	173	22	178	0	103	476	2,457
1998年	718	399	432	47	41	1,637	203	21	171	0	61	456	2,092
1999年	391	275	385	57	26	1,133	138	25	132	0	44	339	1,473
2000年	461	259	441	59	22	1,242	102	19	98	0	54	274	1,516
2001年	586	292	423	46	20	1,368	191	22	133	0	81	428	1,796
2002年	766	344	551	58	28	1,747	215	15	95	0	88	414	2,161
2003年	731	348	437	19	12	1,548	132	9	85	0	51	277	1,825
2004年	395	285	338	33	12	1,063	110	8	45	0	31	195	1,258
2005年	199	219	227	25	4	675	55	4	37	0	13	109	783
2006年	72	100	141	15	2	330	40	3	9	0	9	62	392
2007年	84	111	118	19	7	340	57	6	8	0	6	77	417
2008年	184	182	209	41	10	626	68	4	8	0	8	88	715
2009年	218	379	282	73	40	991	136	6	14	0	8	163	1,154
2010年	291	351	356	64	40	1,102	171	11	29	0	15	226	1,328
2011年	367	436	446	45	25	1,319	142	4	19	0	16	181	1,500
2012年	470	386	400	35	19	1,310	143	10	11	0	10	175	1,485
2013年	483	310	327	31	21	1,171	121	12	15	0	15	163	1,334
2014年	394	311	238	26	17	986	120	0	13	0	10	143	1,129
2015年	402	278	331	37	27	1,075	128	0	11	0	11	150	1,225
2016年	266	169	226	11	10	682	91	1	13	0	12	117	799
2017年	237	150	183	11	7	588	83	1	11	0	5	100	688
2018年	240	125	135	4	8	513	50	0	7	0	2	59	572
2019年	171	117	109	1	3	401	45	0	3	0	2	51	452
2020年	135	91	92	1	2	320	28	0	3	0	6	37	357
2021年	113	65	67	4	2	251	17	0	2	0	2	21	272

※2006年から室蘭漁協は室蘭機船と合併したが、この表からは沖合底曳き網漁獲量は除いた

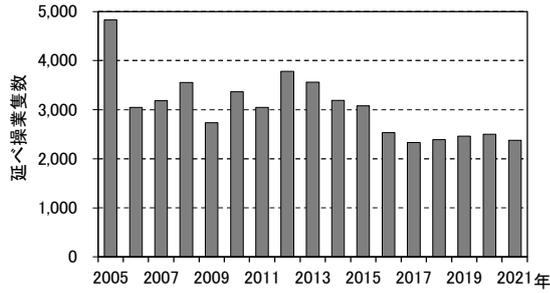


図3 きれい刺し網漁業における延べ操業隻数

いた。しかし、2012年の3,700隻台をピークに減少傾向となり、2017年以降には2,500隻台となったが、その後はほぼ横ばいで推移している(図3)。

イ 生物調査

(ア) 刺し網漁獲物調査

当海域のアカガレイ資源は、数年置きに発生する豊度の高い年級群により支えられている。2021年度の刺し網漁獲物の年齢組成は、5歳(2016年級群)、次いで8歳(2013年級群)が多く、この2年級群で全体の50%以上を占めた(図4)。また、全長組成は、36cmに主モード、31cm及び39cmに副モードがみられる多峰型を示した(図5)。

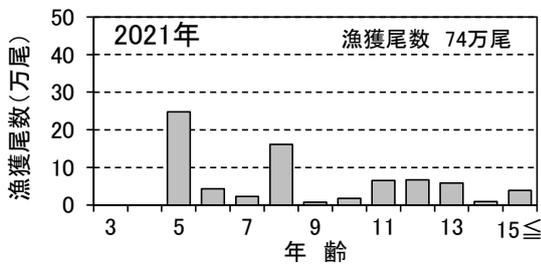


図4 アカガレイ漁獲物の年齢別漁獲尾数

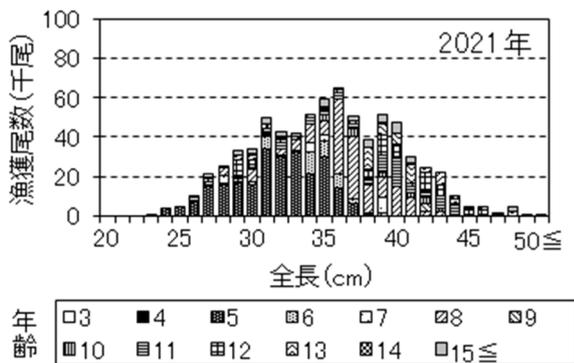


図5 アカガレイ漁獲物の全長別漁獲尾数の経年変化

当海域の年級群別の漁獲尾数の推移をみると(図6)、1999~2006年までは1995年級群が大部分を占めており、2002年(7歳)にはこの年級群だけで漁獲尾数が900万尾を上回ったが、2002年をピークに1995年級群の漁獲尾数は減少し、2007年(12歳)には10万尾を下回った。それに代わって、2003年級群が2007年、2004年級群が2008年から漁獲加入したため、2007年から漁獲尾数は増加に転じ、2011年にはこの2年級群で全体の漁獲尾数の8割を超える460万尾に至った。2012年には2008年級群、2013年には2009年級群が加入したが、2012年には2003、2004年級群ともに漁獲尾数が減少したことや2013年に漁獲加入した2009年級群は、2003及び2004年級群と比べると豊度が低い年級群とみられたことから、漁獲尾数は2013年以降、再び減少傾向となった。2017年に漁獲加入した2013年級群は、2019年には漁獲物の主体となったが、4~7歳時における漁獲尾数の推移から2009年級群よりもさらに低い豊度と推測され、7歳となった2020年にはすでに減少傾向となっている(図6)。2020年に漁獲加入した2016年級群は、2021年には5歳となり漁獲物の主体となったが、5歳時の漁獲尾数は30万尾を下回っており(図4)、2013年級群の5歳時の漁獲尾数と同程度であった。

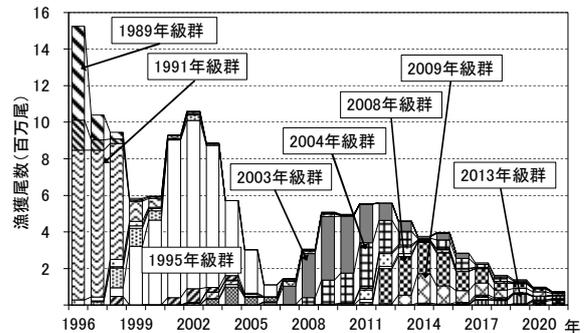


図6 アカガレイの年級群別漁獲尾数の推移

また、各年級群の12歳までの漁獲尾数の推移をみると(図7)、1985年以降で500万尾以上漁獲された年級群が7年級群(1989, 1991, 1995, 2003, 2004, 2008, 2009年級群)あり、この7年級群を高豊度年級群とみなした。これらの高豊度年級群はおおよそ5~7歳で漁獲のピークを迎え、その後は徐々に漁獲尾数が減少する傾向がみられる。ここで、年齢ごとの利用状況を見るために、12歳までに漁獲された累積漁獲尾数のうち、3~6歳までに漁獲された割合を

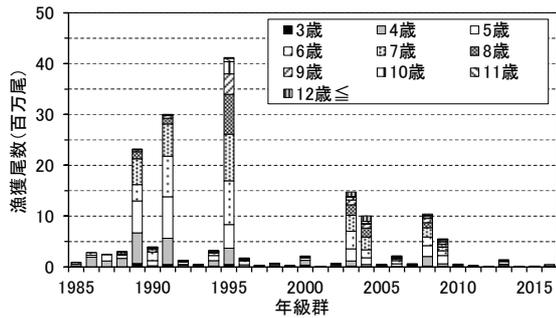


図7 アカガレイの年級群別漁獲尾数の推移

年級群ごとに比べると、1989, 1991年級群は3~6歳までに7割程度が漁獲されたのに対し、1995年級群以降は5割前後となっていた(図8)。

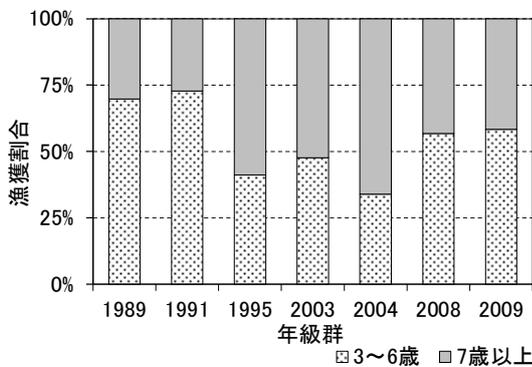


図8 アカガレイ高豊度年級群の3~6歳の年級群別漁獲尾数の推移

(イ) 調査船調査(アカガレイ若齢魚調査)

アカガレイ若齢魚調査(ソリネット調査)で2021年2月に採集されたアカガレイの年齢組成を図9に示した。ソリネットによるこれまでの若齢魚調査の結果、高豊度年級群と判断された2008, 2009年級群は1~3歳での採集数が多く、低豊度年級群と推測された2010~2012年級群は1~3歳での採集数が少なかったことから、本調査で年級群豊度が予測可能で

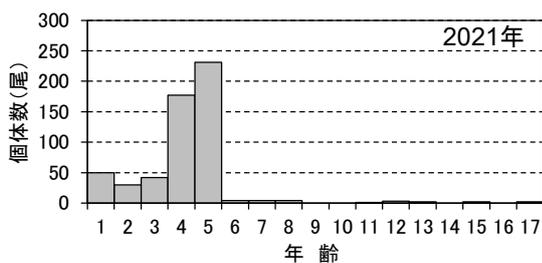


図9 ソリネット調査で採集されたアカガレイの年齢組成

あると考えられる。なお、2021年2月調査では、5歳(2016年級群)、4歳(2017年級群)の採集数が多く、特に2016年級群はこれまでの本調査の結果¹⁾や北大が実施した調査結果²⁾から高豊度年級群となる可能性が高いと推察される。

ウ 資源評価

(ア) 2021年度の資源水準

この海域のアカガレイ資源は、高豊度年級群とそれ以外の年級群の年齢別漁獲尾数が著しく異なり、高豊度年級群以外では年齢別漁獲尾数が0になってしまう年級群も出現することがある。このことから、資源水準の評価には漁獲量を用いた。2000~2019年までの20年間の漁獲量の平均値を100として各年を標準化して、100±40の範囲を中水準とし、その上下を高水準、低水準として資源水準の判断を行った(図10)。その結果、2021年の水準指数は24であったことから、低水準と判断した。

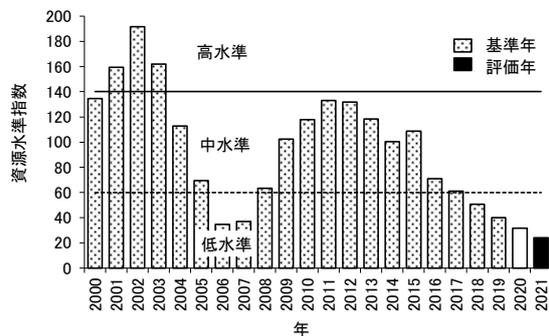


図10 噴火湾海域におけるアカガレイの資源水準

(イ) 今後の資源動向

当海域のアカガレイ資源は数年間隔で発生する高豊度年級群で構成され、その発生状況によって資源量や漁獲量は大きく変動する。2013~2018年まで漁獲主体であった2008, 2009年級群は、2021年にはそれぞれ14歳, 13歳となり、漁獲への寄与はほとんど期待できない。豊度がやや高いと考えられる2013年級群も2021年(8歳)の漁獲尾数は2020年(7歳)よりも減少したことから(図6)、2022年(9歳)での漁獲尾数は2021年を下回る可能性が高い。一方、ソリネット調査の結果から高豊度年級群と推察される2016年級群は、2021年には5歳となり刺し網漁業での漁獲が見込まれたものの、他の高豊度年級群と比較すると成長が悪かったため(図11)、2021年の

(印刷中)

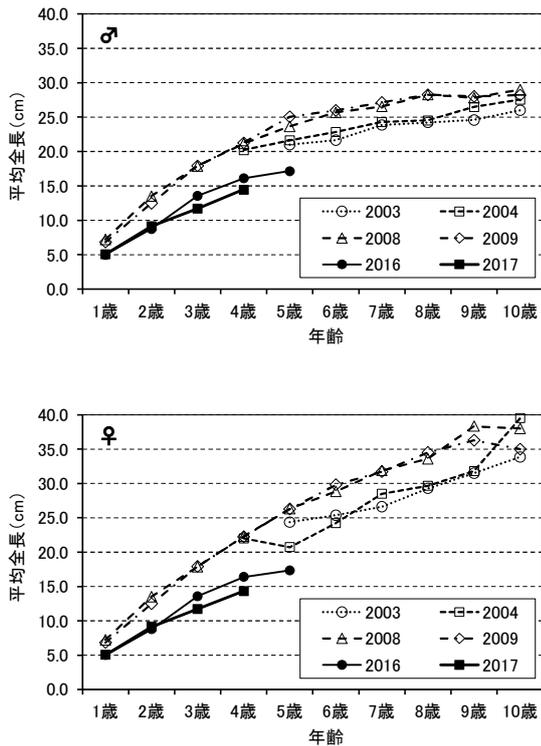


図 11 ソリネット（2月）で採集されたアカガレイ高豊度年級群の年齢別平均全長

刺し網漁業ではそれほど漁獲対象にはならなかったと推測される。しかし、2022年には漁獲サイズまで成長する割合が増えるとみられることから、2022年の漁獲尾数はさらに増加することが期待される。また、2022年に5歳となる2017年級群もソリネット調査等から高豊度年級群と考えられ（図9）、2022年には刺し網漁業の漁獲対象になると見込まれるが、2016年級群同様、成長が悪いことから（図11）、それほど刺し網漁業での漁獲量には寄与しない可能性が高い。これらのことから、高豊度年級群と見込まれる2年級群が刺し網の主要な漁獲対象となったとしても、その増加分だけでは大幅な資源状態の回復は期待できないと判断し、資源動向は横ばいとした。

文献

- 1) 武藤卓志：噴火湾でアカガレイの新たな卓越年級群が発生か!?. 試験研究は今 2020;No. 900
- 2) 高津哲也，中屋光裕，坂岡桂一郎，小林直人，飯田高大，細野拓也，水野 悠，石川智也，吉岡太一：噴火湾における底生生物資源と漁場環境に関する研究（3）底生魚類資源の変動．水産研究助成事業報告（令和3年度），（財）北水協会（2022）

15. 2. 資源管理手法開発試験調査

15. 2. 1 ホッケ

担当者 調査研究部 木村俊介

(1) 目的

ホッケ道南群は道南太平洋、津軽海峡および道南日本海に分布し、刺し網、定置網、底建網、まき網などで漁獲される。その漁獲量は2004年に減少して以降、不安定な状態が続いており、資源の持続的利用に向けた管理方策の検討が求められている。2006～2007年度に実施したホッケ専門部会による取組みを基盤に、資源状態や再生産状況に見合った適正な管理方策の提示に向けて2008～2012年度および2013～2017年度の2期間にわたり年齢や成熟、初期生残に関する課題を設定して高度資源管理指針を取りまとめた。2018～2022年度に実施する本研究課題では、資源評価の効率化、迅速化および高精度化に必要な技術開発と漁獲圧の低減に向けた資源管理手法の開発を目的とし、以下の8課題を設定した。

ア 資源評価手法高度化に関する課題

- (ア) 近年の北海道周辺のホッケ資源構造の解明と現状評価単位の妥当性検証
- (イ) 資源管理効果の迅速な検証方法の確立
- (ウ) 初期生残機構の解明
- (エ) 計量魚探による現存量推定精度向上のためのTS推定

イ 管理方策に関する課題

- (ア) 武蔵堆海域の産卵場の確認
- (イ) 小型魚の混獲を軽減する刺網の適正目合の探索
- (ウ) 底建網による小型魚の漁獲回避技術の検証
- (エ) 管理指針の更新・管理方策の提言

なお、本課題は稚内水産試験場、中央水産試験場、栽培水産試験場、釧路水産試験場および網走水産試験場と協同で実施し、函館水産試験場では研究課題ア(ア)に関して道南海域の主要地区で水揚げされるホッケの生物測定調査を行い年齢構成の経年変動傾向を明らかにするとともに、漁獲物の年齢と体長との関係を地域間で比較する。また、研究課題イ(エ)に関して資源管理方策の検討を行う。

(2) 経過の概要

ア 生物測定調査

道南海域のホッケの主産地を対象に、春期と秋期の年2回、規格毎に漁獲物の生物測定を行った。2021年の対象地区(漁協、漁法)は、松前(松前さくら漁協、刺し網)、奥尻(ひやま漁協奥尻支所、底建網)、上ノ国(ひやま漁協上ノ国支所、刺し網)、恵山(えさん漁協、刺し網)、砂原(砂原漁協、底建網)および木直(南かやべ漁協木直支所、定置網)とした。測定項目は体長、体重、性別、成熟度、生殖腺重量、肝臓重量および年齢とした。規格毎の年齢体長組成を各漁協・漁法の規格別漁獲量で引き伸ばして漁協・漁法別の年齢体長組成とし、これを全規格分合算して各地区の年齢体長組成とした。

イ 資源管理方策の検討

2013～2017年度に実施した先行課題では道南海域における資源管理に向け、1～2歳の若齢魚を獲り残すことで産卵親魚量を確保する対策が必要なことを提言した。現行課題では道南海域における最近の生物測定調査結果やその他課題の成果を基に、より具体的な管理方策を検討する。

(3) 得られた成果

ア 生物測定調査

2021年に道南海域で水揚げされたホッケ漁獲物の年齢・体長組成を図1に示した。日本海側の松前の刺し網による漁獲物は2歳魚(2019年級)と3歳魚(2018年級)がいずれも約40%を占めていた。上ノ国の刺し網による漁獲物は、7月では2歳魚が61%、11月では3歳魚が49%を占めていた。12月の奥尻の底建網による漁獲物はモードが250mm台にあり、1歳魚(2020年級)と2歳魚がほぼ同じ割合を占めていた。一方、太平洋側の木直の定置網および砂原の底建網による漁獲物は春期では2歳魚、秋期では1歳魚の割合が高く、漁期により中心となる年齢が異なっていた。恵山の刺し網による漁獲物は春期、秋期ともに2歳魚が45～60%を占めていた。以上のように2021年の漁獲物は定置網、底建網では春期に2歳魚、秋期に1歳魚が主体となり、刺し網ではいずれの時期も2歳魚と3歳魚が主体となっていた。

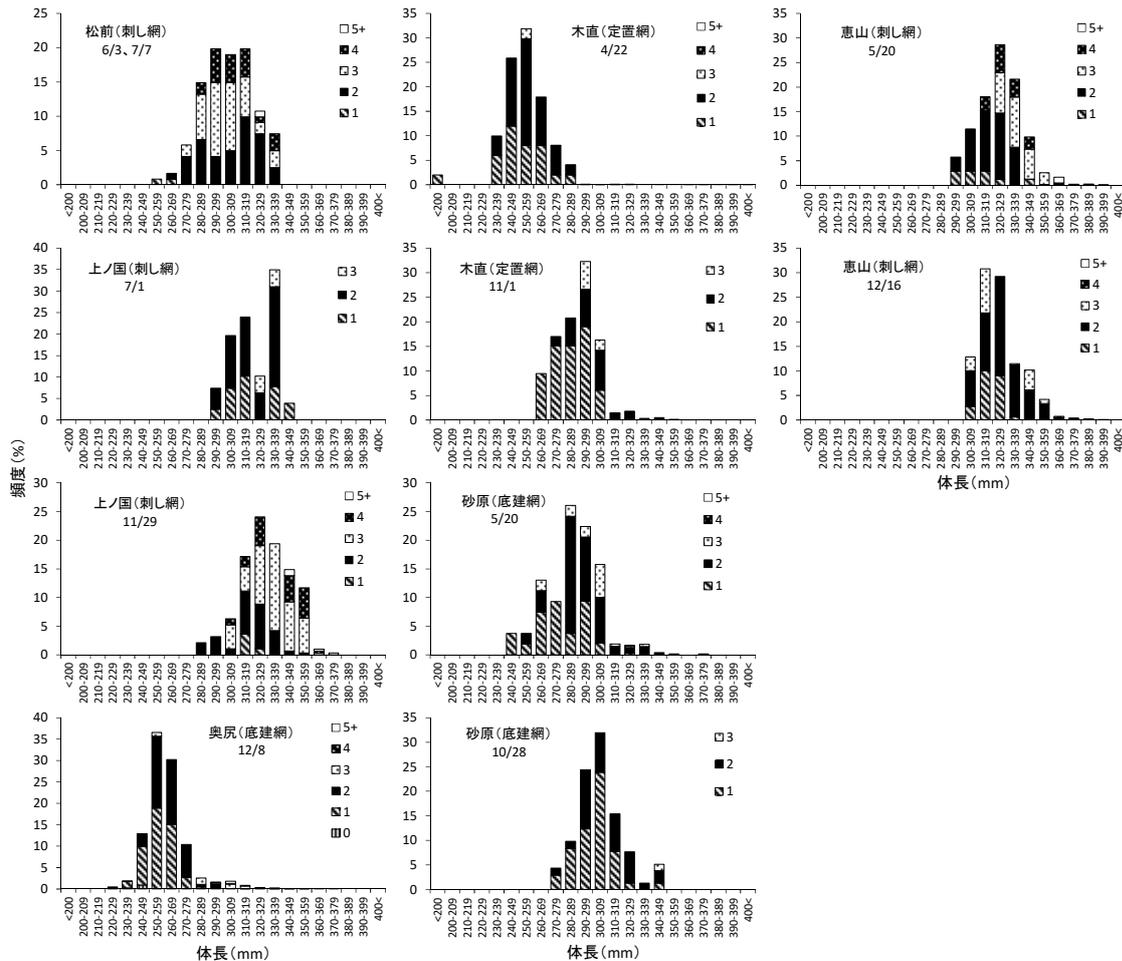


図1 2021年に道南海域で漁獲されたホッケの年齢体長組成

各地区の年齢組成を漁法・海域（道南日本海，道南太平洋）毎の漁獲量で引き延ばして合算し，道南海域全体の年齢組成を求めたところ，1歳魚が41.8%（11,164千尾），2歳魚が53.5%（14,276尾），3歳魚が4.1%（1,088尾），4歳魚が0.5%（132千尾），5歳以上が0.2%（42千尾）であった。

イ 資源管理方策の検討

年級別の漁獲尾数を図2に示した。2019年級は1歳時の漁獲尾数が2000年以降で最も多く，2歳時の漁獲尾数も2000年以降で3番目に多かった。さらに2020年級の1歳漁獲尾数も近年の中では比較的多かったことで，2021年の漁獲量は多くなった。本海域では1歳加入量の多寡で漁獲量が大きく変動するため，1歳の漁獲圧を下げて2019年級のように複数年にわたって資源を利用することで漁獲量を安定させることができ，親魚量も増やすことができると考えられる。

また，近年高豊度だった2017年級と2019年級は道央日本海～オホーツク海海域でも漁獲量が多く，道南海域における資源動向との同調性が認められる。約10

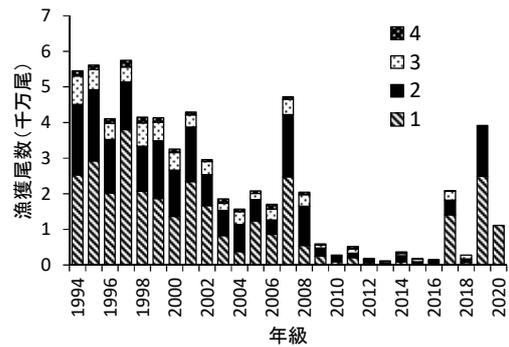


図2 ホッケの年級別漁獲尾数の推移

2017年級以前は4歳までの漁獲尾数，2018年級は3歳，2019年級は2歳，2020年級は1歳のみの漁獲尾数

倍の資源規模を持つ道央日本海～オホーツク海海域からの移入が道南海域の漁獲量に影響を与えている可能性があるため，今後，海域間で連携した取り組みの検討が必要である。

16. 養殖ホタテガイ生産安定化試験(受託研究)

担当者 調査研究部 金森 誠・渡野邊雅道・
夏池真史・北川雅彦
共同研究機関 栽培水産試験場・北海道大学
協力機関 渡島地区水産技術普及指導所・
渡島北部地区水産技術普及指導所・
胆振地区水産技術普及指導所

(1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖は10万t・170億円(1991-2017年平均)を生産する道南海域の基幹漁業である。近年、中間育成中の稚貝(生後1年未満)の正常貝率低下(以下、稚貝育成不良)および耳吊り貝の生残低下により、年間生産量は4割以下に落ち込む年もあり、地域経済に深刻な影響をもたらしている。稚貝育成不良が記録されている年とそれ以外の年で夏季の環境を比較すると、育成不良年には「平均気温が低い」「日照時間が短い」「海面水温が低い」「水温躍層の発達が弱い」といった共通する特徴が認められることが指摘されている(金森2019)。そのため、夏季の環境条件が稚貝の育成不良に直接的あるいは間接的に関わっている可能性がある。

本調査の目的は噴火湾において夏季を中心とした沿岸環境調査を実施し、環境要因の時空間的な変動を明かとし、稚貝育成不良の要因解明に向けた基礎資料を得ることである。

(2) 経過の概要

ア サンプリング

2021年7~9月に伊達、虻田、八雲、森沿岸の4地点で環境観測および採水を行った。また、8月後半については、比較的調査地点間の距離が離れている虻田、八雲間を補完する調査点として静狩沿岸を選定し、環境観測を実施した。環境観測はSTD(RINKO-Profiler ASTD102, JFEアドバンテック株式会社)を用いて、水温、塩分および溶存酸素の鉛直分布を観測した。採水深度は八雲、森は深度0m, 10m, 20m, 30m, 伊達と虻田は水深30m未満のため、深度0m, 10m, 20m, 25mとした。調査頻度は虻田、森で月2回、伊達、八雲で月1回である。各地区の観測・採水は胆振地区および渡島北部地区の水産技術普及指導所の協力を得た。なお、虻田の8月前半のSTD観測は測器不調のため欠測、伊達の7月後半の25m層と虻田の8月後半と9月後半の

25m層試料は、海底泥の巻き上げのためクロロフィルa濃度、プランクトン群集および栄養塩類を欠測とした。

イ サンプル処理・分析

1) クロロフィルa, 植物プランクトン分析

試水300mlをWhatman GF/Fフィルターでろ過を行い、フィルターをN-Nジメチルホルムアミドに浸漬することにより抽出したクロロフィルaをTrilogy蛍光光度計(Turner Designs社)により定量した。分析法は酸添加法を用いた。試水500mlは濃縮後、倒立顕微鏡を用いて植物プランクトンの外部形態の観察を行い分類群別の密度を計測した。

2) 栄養塩分析

試水10mlを冷凍保存し、オートアナライザーQuAAtro(Bran+Luebbe社)を用いて溶存態無機窒素(NH₄, NO₃, NO₂)、リン酸態リン(PO₄)、ケイ酸(SiO₂)の各濃度を測定した。

(3) 得られた結果と考察

ア 水温、塩分、溶存酸素

7~9月各定点の水温、塩分、溶存酸素を表1, 2及び3に示した。水温20℃以上、塩分30未満(噴火湾ホタテガイ養殖の手引き他)、溶存酸素5.7mg/L未満(持続的な養殖生産の確保を図るための基本方針)をホタテガイの生育環境として好ましくない基準とした場合、全地点の平均値で見ると7月後半から9月の0m深、8月から9月の10m深、8月後半の20m深で水温20℃以上となり、8月後半には深い層まで20℃を超えていた。

塩分(30.9~33.9)および溶存酸素(6.0~9.8mg/L)は基準を下回る層はなかった。

月に2回調査を実施した虻田、森の水温、塩分鉛直分布の季節変化を図1, 2に示した。2021年は森で8月前半まで深度10~20mで水温・塩分躍層が維持された一方で(図1, 2), 8月後半に一時的に躍層が弱まり、

表 1 各地点の水温 (°C)。灰色の層は高温 (20°C 以上) を示す。

定点	深度	7月前半	7月後半	8月前半	8月後半	9月前半	9月後半
伊達	0m	-	21.9	-	22.0	-	19.5
	10m	-	16.0	-	21.4	-	19.4
	20m	-	13.2	-	19.2	-	19.1
	25m	-	11.7	-	16.2	-	18.8
虻田	0m	17.5	20.1	22.4	-	22.0	20.4
	10m	16.3	15.7	21.1	-	21.0	20.5
	20m	15.5	14.3	16.2	-	17.5	19.5
	25m	13.6	11.5	9.2	-	16.5	18.6
八雲	0m	-	18.7	-	21.8	-	20.5
	10m	-	17.0	-	21.3	-	20.5
	20m	-	16.3	-	21.2	-	20.1
	30m	-	11.4	-	20.7	-	17.7
森	0m	17.4	21.9	20.2	21.0	21.5	20.1
	10m	16.7	15.7	20.7	20.6	20.2	20.3
	20m	14.7	11.9	18.0	20.6	17.4	19.1
	30m	11.9	6.5	16.1	19.3	14.4	17.4
平均	0m	17.4	20.6	21.3	21.6	21.8	20.1
	10m	16.5	16.1	20.9	21.1	20.6	20.2
	20m	15.1	13.9	17.1	20.3	17.4	19.5
	30m	12.7	10.3	12.6	18.8	15.5	18.1

表 2 各地点の塩分

定点	深度	7月前半	7月後半	8月前半	8月後半	9月前半	9月後半
伊達	0m	-	31.62	-	32.13	-	33.16
	10m	-	33.21	-	32.64	-	33.80
	20m	-	33.04	-	33.83	-	33.94
	25m	-	33.19	-	33.90	-	33.94
虻田	0m	31.35	31.28	31.85	-	32.43	32.62
	10m	31.61	31.99	32.17	-	32.71	32.80
	20m	31.88	33.15	32.05	-	33.57	33.55
	25m	32.34	33.07	32.91	-	33.41	33.63
八雲	0m	-	31.34	-	30.86	-	32.77
	10m	-	31.83	-	32.38	-	32.92
	20m	-	32.13	-	32.45	-	33.35
	30m	-	32.18	-	32.72	-	33.64
森	0m	31.41	31.75	32.01	32.73	32.67	32.66
	10m	31.50	32.21	32.45	32.82	33.34	33.08
	20m	31.83	32.35	32.52	32.84	33.31	33.54
	30m	31.90	32.34	32.54	32.97	33.51	33.72
平均	0m	31.4	31.5	31.9	31.9	32.5	32.8
	10m	31.6	32.3	32.3	32.6	33.0	33.2
	20m	31.9	32.7	32.3	33.0	33.4	33.6
	30m	32.1	32.7	32.7	33.2	33.5	33.7

底層でも水温が高くなる傾向があったが、9月前半には再び水温躍層がみられた。他方、虻田では7月から9月前半まで深度10m層付近に塩分躍層が形成されるとともに、10~20m層付近に水温躍層がみられた。また、9月後半の底層の塩分は33.6以上に達しているため津軽暖流水が流入しており、それにとまって底層の水温もやや高くなる傾向がみられた。

イ クロロフィル a, 植物プランクトン組成

7~9月各定点のクロロフィル a 濃度を表4に示した。

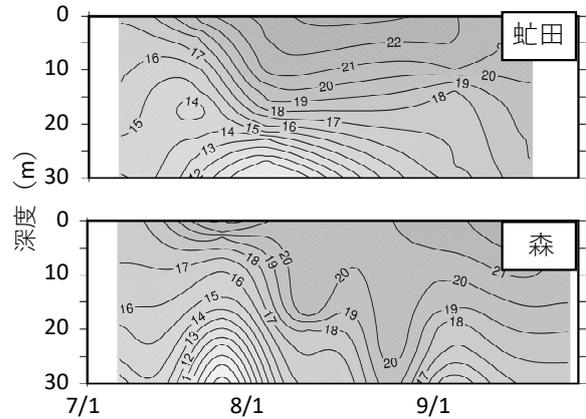


図 1 虻田および森の水温の鉛直分の季節変化。等値線上の数値は水温を示す。

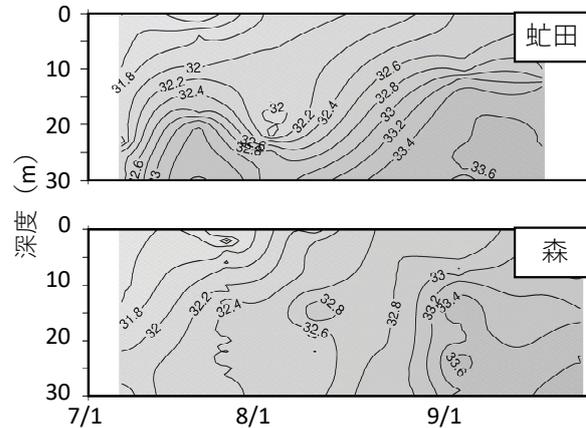


図 2 虻田および森の塩分の鉛直分の季節変化。等値線上の数値は水温を示す。

クロロフィル a 濃度 0.50 $\mu\text{g/L}$ 未満(八雲, 2003~2018年, 7~9月, $D = 5\sim 15\text{m}$ の平均値 0.57 $\mu\text{g/L}$ を目安とした)を低いクロロフィル a 濃度の基準とした場合、7月後半に八雲と森で、8月後半に伊達と虻田で、9月前半に森で、9月後半に伊達で基準を下回る水深帯があった。また、9月前半の虻田と森の25m層と30m層で比較的高いクロロフィル a 濃度(それぞれ、2.95 $\mu\text{g/L}$, 8.53 $\mu\text{g/L}$)が見られた。分類群別(中心目珪藻, 羽状目珪藻, 渦鞭毛藻およびその他藻類)の植物プランクトン密度の組成を図3に示した。各地点ともに中心目珪藻の割合が高く、次に羽状目珪藻の割合が高かった。9月前半の虻田と森の底層でクロロフィル a 濃度が顕著に高かったときは、ほとんど中心目珪藻類で占められていた。他方、8月後半の虻田や森、9月後半の伊達では渦鞭毛藻類やその他の藻類などの珪藻類以外の植物

表3 各地点の溶存酸素

定点	深度	7月前半	7月後半	8月前半	8月後半	9月前半	9月後半
伊達	0m	-	7.5	-	7.2	-	7.5
	10m	-	8.9	-	7.4	-	7.5
	20m	-	8.7	-	7.2	-	7.5
	25m	-	7.8	-	6.2	-	7.3
虻田	0m	8.1	7.9	7.4	-	7.5	7.3
	10m	8.3	8.3	7.6	-	7.4	7.3
	20m	8.4	8.3	8.0	-	8.0	7.5
	25m	8.1	6.8	8.2	-	7.8	6.5
八雲	0m	-	8.0	-	7.2	-	7.0
	10m	-	8.0	-	7.0	-	7.0
	20m	-	7.7	-	6.9	-	7.1
	30m	-	6.0	-	6.2	-	6.2
森	0m	8.1	7.4	7.4	7.2	7.3	7.2
	10m	8.2	8.3	7.4	7.3	7.8	7.1
	20m	8.6	9.3	7.8	7.2	8.0	7.0
	30m	9.2	9.8	8.0	7.1	6.9	7.1
平均	0m	8.1	7.7	7.4	7.2	7.4	7.3
	10m	8.2	8.4	7.5	7.2	7.6	7.2
	20m	8.5	8.5	7.9	7.1	8.0	7.3
	30m	8.6	7.6	8.1	6.5	7.3	6.8

プランクトンが一時的に主要な構成種になっていた。さらに、本年の調査において、これまで噴火湾で出現が報告されていなかった暖水性の有害プランクトン *Karenia mikimotoi* (カレニア・ミキモトイ) の出現が初めて確認され、7月後半から9月後半まで湾内各地点において低密度で出現した(最大細胞密度は9月後半の伊達の0m層で21細胞/mL)。本種は濃密な赤潮(10000細胞/mL程度)に達するとアコヤガイなどの二枚貝類のへい死を引き起こす可能性があることが報告されている。本湾におけるホタテガイ養殖海域における出現量は、その500分の1程度でしかなく、養殖中のホタテガイにはほとんど影響はなかったと推察される。また、9月後半から10月にかけて、伊達に近傍の室蘭港内を中心にカレニア・ミキモトイの赤潮が確認された(最大4400細胞/mL)。本年は湾内の養殖海域と室蘭港内とともにカレニア・ミキモトイの出現が確認されたが、赤潮になるほどの高密度の出現が確認されたのは閉鎖的かつ人為的な影響が大きいと推察される室蘭港内だけであったと言える。なお、7月から9月にかけての本調査および9月以降11月までに実施した臨時調査で、噴火湾内において、2021年の秋季に道東太平洋側で大規模な赤潮を形成した *Karenia selliformis*(カレニア・セリフォルミス)は検出されなかった。

ウ 栄養塩

7~9月各定点の栄養塩濃度を表5,6および7に示した。植物プランクトンの生長制限要因となり得る基準を溶存態無機窒素(NH₄, NO₃, NO₂の合計)0.5μM未満, リン酸態リン(PO₄)0.1μM未満, ケイ酸(SiO₂)1.0μM

未満とした場合、溶存態無機窒素は調査期間を通して全地点で数値の低い層が最も頻繁に見られ、伊達と森ではすべての時期で低い層が確認された。次いで、ケイ酸が7月前半の虻田と森と、8月前半の森の表層以外で低い値を示す傾向が見られた。一方で、各地点の表層ではケイ酸濃度は比較的高く推移しており、河川水による栄養塩の供給が示唆された。また、リン酸態リンは調査期間を通して、全地点において低い濃度はほとんどみられなかった。

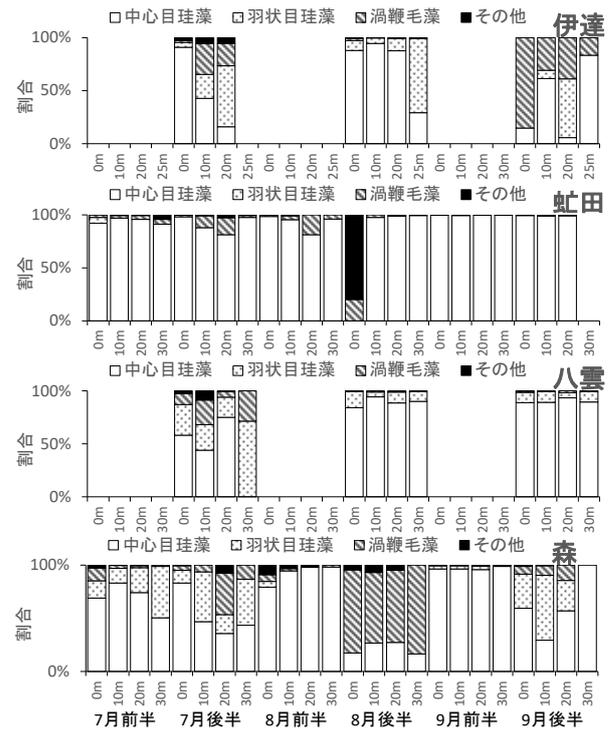


図3 各地点の植物プランクトン組成。

表4 各地点のクロロフィル a 濃度。灰色の層は低クロロフィル a 濃度 (0.5 μg/L 未満) を示す。

定点	深度	7月前半	7月後半	8月前半	8月後半	9月前半	9月後半
伊達	0m	-	1.45	-	0.32	-	0.76
	10m	-	2.01	-	0.18	-	0.39
	20m	-	1.90	-	0.72	-	0.38
	25m	-	-	-	0.57	-	0.29
虻田	0m	0.78	1.85	1.06	0.44	0.60	0.59
	10m	0.67	0.62	0.54	0.70	2.10	0.49
	20m	0.84	1.27	0.77	0.45	1.02	1.05
	25m	0.95	1.24	0.53	-	2.95	-
八雲	0m	-	0.61	-	2.02	-	0.95
	10m	-	0.83	-	1.06	-	0.65
	20m	-	0.77	-	1.17	-	0.53
	30m	-	0.42	-	1.10	-	0.65
森	0m	0.73	0.48	0.80	0.66	0.37	0.69
	10m	0.70	0.30	0.57	0.88	0.81	0.62
	20m	1.03	0.70	0.93	0.97	0.40	0.51
	30m	0.86	1.00	0.61	0.54	8.53	0.50
平均	0m	0.8	1.1	0.9	0.9	0.5	0.7
	10m	0.7	0.9	0.6	0.7	1.5	0.5
	20m	0.9	1.2	0.9	0.8	0.7	0.6
	30m	0.9	0.9	0.6	0.7	5.7	0.5

表5 各地点の溶存態無機窒素濃度(NH₄, NO₃, NO₂) (μM)。灰色の層は低濃度 (0.5 μM 未満) を示す。

定点	深度	7月前半	7月後半	8月前半	8月後半	9月前半	9月後半
伊達	0m	-	0.39	-	0.44	-	0.26
	10m	-	0.27	-	0.61	-	0.39
	20m	-	0.48	-	0.87	-	0.45
	25m	-	-	-	0.35	-	0.33
虻田	0m	0.28	0.87	0.48	0.45	0.25	0.25
	10m	0.25	0.23	0.23	0.30	0.21	0.22
	20m	0.05	0.50	0.32	0.52	0.43	0.38
	25m	0.46	1.65	1.59	0.74	0.59	-
八雲	0m	-	0.51	-	0.97	-	0.40
	10m	-	0.32	-	0.45	-	0.35
	20m	-	0.56	-	0.62	-	0.22
	30m	-	3.11	-	1.31	-	1.49
森	0m	0.29	0.24	0.49	0.32	0.19	0.40
	10m	0.20	0.24	0.19	0.33	0.26	0.35
	20m	0.26	0.45	0.21	0.34	0.34	0.58
	30m	0.34	1.35	0.30	0.46	0.87	0.80

表6 各地点のリン酸態リン濃度 (μM)。灰色の層は低濃度 (0.1 μM 未満) を示す。

定点	深度	7月前半	7月後半	8月前半	8月後半	9月前半	9月後半
伊達	0m	-	0.58	-	0.38	-	0.48
	10m	-	0.37	-	1.04	-	0.51
	20m	-	0.34	-	1.56	-	0.56
	25m	-	-	-	0.69	-	0.95
虻田	0m	0.35	1.39	0.94	0.69	0.31	0.28
	10m	0.31	0.85	0.83	0.52	0.31	0.28
	20m	0.83	0.81	1.00	0.65	0.35	0.30
	25m	0.89	2.98	2.42	1.20	0.42	-
八雲	0m	-	0.39	-	0.98	-	1.09
	10m	-	0.34	-	0.57	-	0.41
	20m	-	0.99	-	0.87	-	0.47
	30m	-	4.57	-	2.05	-	1.39
森	0m	0.57	0.52	0.93	0.40	0.31	0.21
	10m	0.25	0.28	0.32	0.36	0.40	0.30
	20m	0.27	0.33	0.23	0.40	0.31	0.75
	30m	0.39	1.49	0.38	0.97	0.66	0.82

表7 各地点のケイ酸濃度 (μM)。灰色の層は低濃度 (1 μM 未満) を示す。

定点	深度	7月前半	7月後半	8月前半	8月後半	9月前半	9月後半
伊達	0m	-	4.19	-	2.75	-	2.23
	10m	-	1.30	-	4.27	-	2.69
	20m	-	2.15	-	7.65	-	2.83
	25m	-	-	-	4.09	-	3.77
虻田	0m	3.08	17.41	7.61	4.80	1.57	3.02
	10m	0.43	1.58	1.05	1.93	0.46	1.27
	20m	0.48	2.17	1.67	3.72	1.74	2.62
	25m	1.54	11.20	7.74	5.19	2.59	-
八雲	0m	-	6.98	-	17.15	-	2.58
	10m	-	3.08	-	5.41	-	1.43
	20m	-	3.12	-	5.67	-	0.64
	30m	-	24.51	-	12.99	-	9.43
森	0m	0.67	1.68	6.34	2.95	3.04	4.92
	10m	0.38	1.07	0.92	2.31	0.73	2.45
	20m	0.72	1.56	0.81	2.45	1.75	3.54
	30m	0.32	5.79	0.99	2.81	3.39	4.38

エ 2019年、2020年と2021年の環境要因の比較

2019年と2020年の水温と塩分の変動、特に鉛直的な躍層のでき方を振り返ると、2019年は8月前半まで維持されていた水温躍層は、湾内全域で8月後半に弱まった後に、9月の津軽暖流水の流入とともに解消されていった(表7)。他方、2020年は渡島側で8月後半まで水温躍層が維持されたのに対して、胆振側では明瞭な水温躍層が認められなかった。また、2020年は9月に明瞭な津軽暖流水の流入は見られず、水温は全層で20℃前後と高かった。2021年は8月前半まで維持された水温躍層が8月後半に一時的に弱まったことは2019年と一致する。一方、9月前半には水温躍層が再び形成され、9月後半に津軽暖流の流入とともに弱まった。

2019年および2020年と比較して、2021年はクロロフィル a 濃度には明瞭な差は見られなかったが、クロロフィル a 濃度が低下する時期や地点は年ごとに異なった(表7)。2019年、2020年、2021年ともに出現するプランクトンの大半は珪藻類であったが、珪藻類の出現数が少なくなって渦鞭毛藻類やその他のプランクトンの割合が多くなる時期は、2019年は8月、2020年は9月のみであったが、2021年では7月後半から8月前半、9月後半と比較的頻度が多かった(図4)。2021年の栄養塩は期間を通じて溶存無機態窒素が低い値を示す傾向は、2019年、2020年と共通したが、溶存無リン酸態リンは2019年、2020年よりも調査期間を通して顕著に高く、ケイ酸濃度はやや低い傾向が見られた(表7)。このような各栄養塩のバランスや水温環境が異なることにより、2021年は渦鞭毛藻が出現する頻度が多くなった可能性がある。以上のように夏季の噴火湾における各環境要因は年や場所による差が見られるため、継続してモニタリングすることが望ましいと示唆される。

表7 2019年, 2020年, 2021年における環境要因の全地点(伊達, 虻田, 八雲, 森)平均。

	2019年全地点平均						2020年全地点平均						2021年全地点平均					
	7月 前半	7月 後半	8月 前半	8月 後半	9月 前半	9月 後半	7月 前半	7月 後半	8月 前半	8月 後半	9月 前半	9月 後半	7月 前半	7月 後半	8月 前半	8月 後半	9月 前半	9月 後半
水温(°C)																		
0m	15.9	17.7	21.0	20.8	21.4	19.6	18.8	19.8	20.8	21.2	20.6	20.0	17.4	20.6	21.3	21.6	21.8	20.1
10m	14.4	16.9	15.2	20.3	19.5	19.6	16.5	17.7	19.3	19.7	19.9	20.0	16.5	16.1	20.9	21.1	20.6	20.2
20m	12.8	16.2	9.1	19.8	17.8	17.7	14.4	15.9	16.3	17.0	20.5	20.1	15.1	13.9	17.1	20.3	17.4	19.5
25-30m	11.0	12.4	4.9	17.8	12.0	15.1	10.7	13.5	11.3	14.5	19.8	19.9	12.7	10.3	12.6	18.8	15.5	18.1
塩分																		
0m	32.13	31.93	31.78	31.28	31.50	32.67	31.42	31.31	31.62	31.81	32.48	32.53	31.38	31.50	31.93	31.91	32.55	32.80
10m	32.16	32.10	32.36	32.09	33.39	32.85	32.13	32.23	32.26	32.36	32.87	32.88	31.55	32.31	32.31	32.61	33.02	33.15
20m	32.39	32.20	32.60	32.53	33.62	33.53	32.59	32.87	32.76	32.86	33.21	33.02	31.86	32.67	32.29	33.04	33.44	33.59
25-30m	32.47	32.30	32.57	33.53	33.15	33.61	32.63	32.96	32.62	33.00	33.17	33.03	32.12	32.69	32.73	33.19	33.46	33.73
クロロフィルa濃度(µg/L)																		
0m	1.00	2.28	1.25	0.83	1.00	0.62	1.22	0.93	0.79	0.81	1.26	1.09	0.76	1.09	0.93	0.86	0.48	0.75
10m	0.76	0.95	0.62	0.59	0.71	0.52	0.45	0.36	0.54	0.55	0.76	1.18	0.68	0.94	0.55	0.70	1.45	0.54
20m	1.72	1.06	1.72	0.58	1.83	1.32	0.70	0.67	0.49	0.99	0.69	0.90	0.93	1.16	0.85	0.83	0.71	0.62
25-30m	0.91	0.95	1.09	0.57	0.94	1.46	1.56	1.15	1.63	1.17	0.65	0.65	0.91	0.88	0.57	0.74	5.74	0.48
溶存有機態窒素(µM)																		
0m	0.30	0.59	0.66	0.73	0.71	0.46	0.39	0.58	0.17	0.36	0.19	0.27	0.46	0.72	0.93	0.61	0.31	0.51
10m	0.33	0.47	0.70	0.77	0.36	0.37	0.15	0.32	0.26	0.54	0.18	0.18	0.28	0.46	0.57	0.62	0.35	0.37
20m	0.36	0.53	1.11	0.74	1.99	0.53	0.57	0.23	0.18	0.27	0.41	0.59	0.55	0.62	0.62	0.87	0.33	0.52
25-30m	0.63	1.44	3.81	3.64	3.54	2.11	0.43	0.49	0.42	1.26	0.76	0.67	0.64	3.02	1.40	1.23	0.54	1.05
リン酸態リン(µM)																		
0m	0.16	0.20	0.10	0.12	0.09	0.10	0.10	0.09	0.07	0.08	0.11	0.11	0.28	0.50	0.48	0.55	0.22	0.33
10m	0.17	0.14	0.20	0.13	0.09	0.10	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.08	0.23	0.27	0.21	0.42	0.23	0.33
20m	0.20	0.20	0.38	0.11	0.31	0.16	0.09	0.08	0.08	0.13	0.16	0.11	0.16	0.50	0.26	0.59	0.39	0.41
25-30m	0.29	0.38	0.89	0.70	0.43	0.41	0.14	0.16	0.22	0.32	0.17	0.11	0.40	2.04	0.95	0.72	0.73	0.87
ケイ酸(µM)																		
0m	1.97	7.36	13.39	15.91	19.18	3.77	4.73	5.93	3.19	10.51	9.91	10.45	1.87	7.56	6.98	6.91	2.30	3.19
10m	0.84	1.57	3.19	7.69	3.12	2.71	1.15	1.43	1.53	2.56	2.91	5.35	0.40	1.76	0.98	3.48	0.60	1.96
20m	0.95	2.69	5.86	4.40	7.75	2.70	0.42	1.23	0.99	3.44	4.22	5.24	0.60	2.25	1.24	4.87	1.74	2.41
25-30m	1.82	6.69	12.70	15.72	8.37	8.20	2.33	3.67	6.22	6.89	4.24	5.30	0.93	13.83	4.37	6.27	2.99	5.86

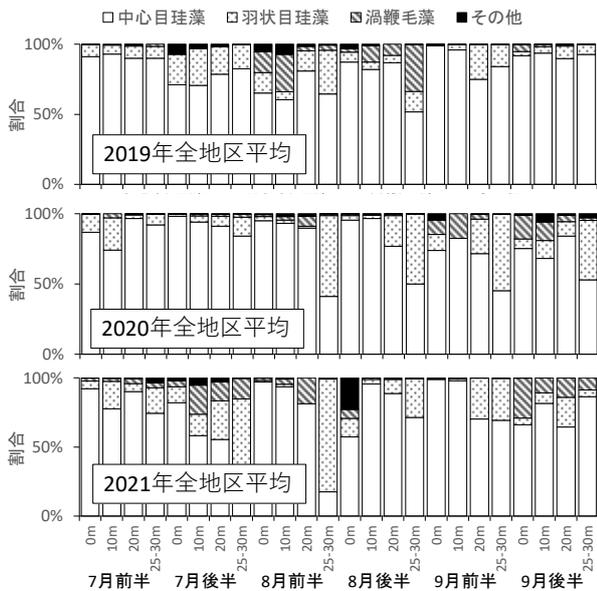


図4 2019年, 2020年, 2021年の植物プランクトン組成の全地点平均。

17. コンプ養殖漁業振興研究（受託研究）

担当者 調査研究部 秋野秀樹, 北川雅彦
協力機関 戸井漁業協同組合, 函館市

(1) 目的

近年、函館市沿岸の天然コンプの生産量は急減しており、資源の減少が危惧されている。一部の地域では群落が著しく衰退し、既に種苗生産に使用するための母藻を確保することが困難な状況になっている。一方、養殖コンプの生産量は比較的安定しているものの、天然コンプの成熟時期の変化、母藻の不足、種苗生産工程における病害の発生、海中での養成開始直後の芽落ちなど、未解決の問題も数多く残されている。これらの問題の一部は、環境変動が影響していると推察される。コンプ漁業生産の維持のため、早急な天然資源の回復と海洋環境の変化に合わせた養殖技術の改良が求められている。

(2) 経過の概要

ア 成熟誘導技術の簡易化の検討

(ア) 簡易型装置の試作

300Lの水槽（ダイライト社 RL-300L）に観賞魚用の冷却装置 2 台（ゼンスイ ZR-130E, GEX クーラー Cool Way200）を取り付けた簡易型の成熟誘導装置を試作した（図 1）。装置には LED 照明（トミー精工 WPRW01 白色光 33W）を 3 本取り付け、装置の直上で $200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ (12,000 lx) の光量を供給でき、通常のコンプ種苗生産に用いる採苗バット（100L）を 2 台収容可能である。

この装置を用いてガゴメの成熟誘導を行った。海水

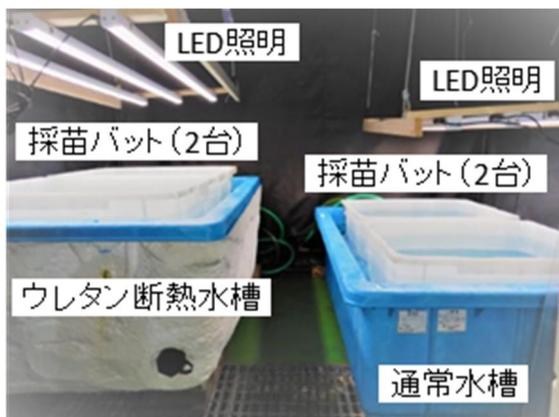


図 1 簡易型成熟誘導装置及びウレタン断熱水槽の全体写真

温 $11\sim 12^{\circ}\text{C}$ 、日照条件を 10L : 14D、滅菌海水 100L に対して ES-NT を 250ml 添加して 6 月 15 日より函館市大船産ガゴメを、7 月 12 日より函館市日浦産ガゴメを蓄養し成熟誘導を行った。

(イ) 低コスト化の検討

海水冷却コストの低下を目的として、簡易型装置と同型の水槽に発泡ウレタンを厚さ 5cm で吹きつけた断熱水槽を試作し、ウレタンのない水槽と同様の冷却・照明装置を設置した（図 1）。簡易型装置と同時期にガゴメの成熟誘導を行い、期間中の消費電力量を消費電力量メーター（ELPA 社 EC-05EB）で比較した。

イ 早期種苗生産体制の構築

戸井漁業協同組合の小安種苗センターにおいて、事業規模の成熟誘導試験を行った。2021 年 7 月 19 日に根崎産の天然マコンプ（本場折浜）、浜町産の天然マコンプ（黒口浜）、浜町産天然ミツイシコンプを各海域から採取し母藻とし、同日より以下の処理を行って成熟誘導を開始した。

各母藻の葉状部についてスポンジと滅菌海水で表面の付着海藻や珪藻を落とす作業を繰り返して洗浄し、A4 サイズの籠に収納できる大きさに適宜切断した。種苗センターの冷却用水槽に、滅菌海水を満たした採苗バット（100L）を配置し、バット 1 台につき葉状部を入れた籠を 2 枚浮かべて蓄養をした。バット数は根崎産天然マコンプ用に 10 台、浜町産天然マコンプ用に 7 台、ミツイシコンプ用に 4 台の計 30 台とした。光条件は $3,500\sim 5,000\text{lx}$ 、育成水温は $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ とし、滅菌海水に ES-NT を 300ml と二酸化ゲルマニウム溶液を 5ml



図 2 母藻蓄養の状態

添加し、通気を行って海水を循環させた(図2)。

1週間ごとに葉状部を取り出してペーパータオルで表面を清拭し、表面に残存していた付着海藻を取り除いたのち、滅菌海水を交換して蓄養を継続した。海水交換ごとにコンブ表面の子嚢斑形成状況を確認した。マコンブ、ミツイシコンブは9月1日に採苗を行い、通常の種苗生産を行った。

(3) 得られた結果

ア 成熟誘導技術の簡易化の検討

(ア) 簡易型装置の試作

今回試作した簡易型装置を用いることでコンブ類の成熟誘導を行うことができた。大船産ガゴメは成熟誘導開始から85日後の9月8日に採苗に適した状態に成熟した。日浦産ガゴメは成熟誘導開始から79日後の9月29日に採苗できる状態に成熟した。これらは前田・北川(2021)が58日間の成熟誘導により採苗ができた事例よりも日数を要している。この要因として光源としてLEDを用いたことによる可能性がある。Mizuta *et al.* (2007)はマコンブの子嚢斑形成が青色光によって白色光よりも促進されることを報告している。今後は光源や光色の違いによる成熟誘導に要する期間の違いを比較し、より最適な条件を検討する。

簡易型装置1台の製作費用は、水槽が約5万円、冷却器が2台で約15万円、照明装置に約5万円を要し、合計約25万円である。装置1台につき2台の採苗バットを収納でき600mの種苗糸を生産できるが、換水用の滅菌海水を別途冷却する設備がない場合には、もう1台簡易装置を用意する必要がある。

(イ) 低コスト化の検討

図3に成熟誘導期間のうちデータが取得できた8月2日から9月2日までの消費電力量の推移を示す。簡易型水槽(通常水槽)の1日の平均消費電力は5.48kwh、ウレタン層を持つ断熱水槽の1日の平均消費電力は3.96kwhとなり、約30%の節電を行うことができた。今回の成熟誘導に要した日数として85日、電力料金として35円/kwhを用いると、1回の成熟誘導にかかる費用は断熱のない簡易型水槽で16,300円、断熱水槽で11,800円(10円以下四捨五入)となり、差額は4,500円となる。ウレタン施工費には作業費込みで約10万円を要したので電気代節約の効果が出るためには20年以上が必要になり、期待したほどの節電効果は得られなかった。

種苗センターのような事業規模の水槽では容積に対する水槽の表面積が小さくなるので、ウレタン断熱の効果は小さくなる可能性がある。一方ウレタン施工の費用についても面積当たりの施工費が小さくなる可能性があるため、引き続き費用対効果を検討する。

イ 早期種苗生産体制の構築

図4に種類別、銘柄別の成熟状況を示す。ミツイシコンブが最も早く成熟しはじめ、成熟誘導開始から約1カ月経過後の8月23日には両面に子嚢斑が形成された葉状部の割合が半数を超えた。浜町産のマコンブ(黒口銘柄)もほぼ同様の経過であった。根崎産のマコンブ(本場折銘柄)における子嚢斑形成状況は、8月23日においては両面に形成された葉状部の割合は30%以下であった。いずれのコンブも成熟誘導開始から43日経過した8月31日に採苗可能な母藻が必要な数量に達し、9月1日に一斉に採苗を行ったが、浜町産のミツイシコンブやマコンブ(黒口銘柄)については、より早い時期に採苗を行うことも可能と推定された。

いずれの種についても遊走子の放出が順調に行われ、採苗後の種苗生産についても大きなトラブルは発生しなかった。小安地先では本場折銘柄のマコンブを10月6日、10月14日に沖出し・仮植を行い、10月22日に養殖ロープに差し込み本養成が行われた。

事業規模でマコンブの成熟誘導を行ったのは本試験が初である。現在の採苗所が保有する人員、設備を用いて行うことが可能であることを示した。難易度の高

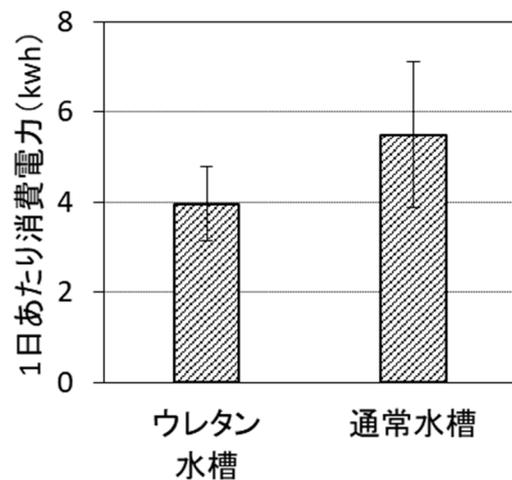


図3 ウレタン断熱水槽と通常の水槽との消費電力の比較
エラーバーは標準偏差を示す

い作業はなく、次年度以降も事業規模の成熟誘導の実施は可能と考えられた。

成熟に至るまでの日数がコンブ種類や銘柄によって異なるほか、同じ産地のコンブであっても個体の違いにより成熟までの日数がばらつく問題点があり、コストの削減や計画的な採苗のためには、成熟に至るまでの日数を判定する手法の開発が必要と考えられた。

前田高志, 北川雅彦. 成熟誘導技術によるガゴメの早期種苗生産と促成養殖の普及. 令和元年度道総研函館水産試験場事業報告書. 2021: 8-11.

Mizuta H, Kai T, Tabuchi K, Yasui H. Effects of light quality on the reproduction and morphology of sporophytes of *Laminaria japonica* (Phaeophyceae). *Aquaculture Research*. 2007;38. 1323-1329.

(4) 参考文献

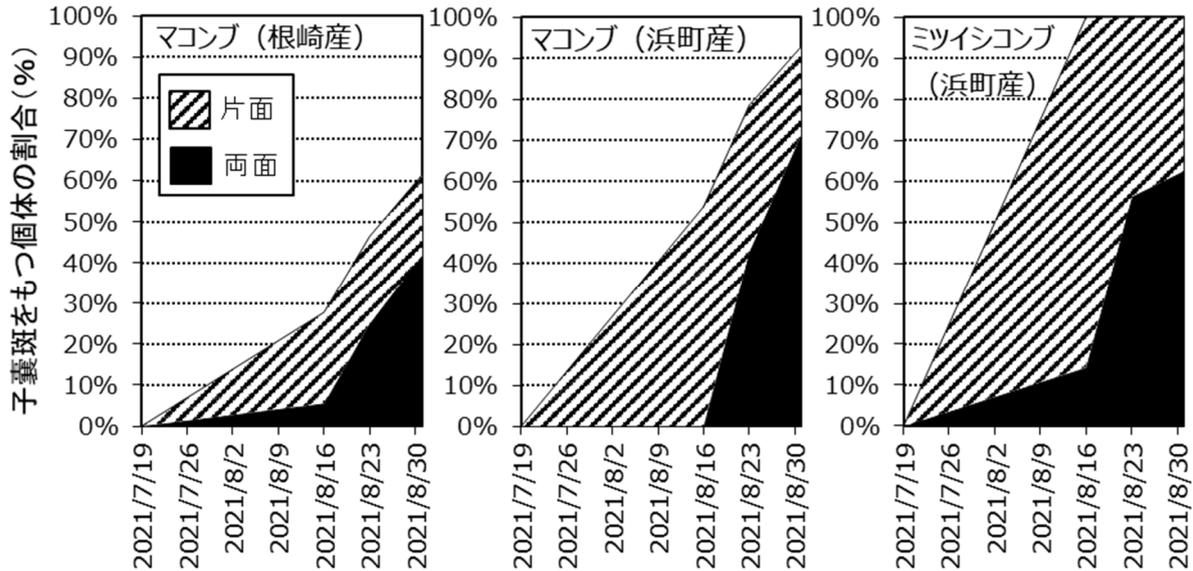


図4 成熟誘導したコンブの子嚢斑の形成状況の推移

II その他

Ⅱ その他

1. 技術の普及指導

指導事項	指導月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
一般相談	4月	電話	マスコミ関係	1	苫小牧沖は他地域に比べ獲れる魚の種類が多い理由について	渡野邊
一般相談	4月	メール	普及技術指導所	1	稚貝に混入していたホヤについて	金森
一般相談	4月	電話	漁業関係者	1	キタムラサキウニの飼育方法について	酒井
一般相談	4月	メール	普及技術指導所	1	利尻ウニセンターの出エゾバフンウニ斃死要因について	酒井
一般相談	4月	電話	漁業関係者	1	エゾバフンウニの斃死状況・要因について	酒井
一般相談	4月	来場	普及技術指導所	1	上磯はまなす漁港及び入舟漁港で吹き良さらされている赤い浮遊物について	酒井
技術指導 (企業指導)	4月	訪問	漁業関係者	2	養殖ワカメのボイル加工後の黄変の分析について	酒井・秋野
一般相談	4月	場内	教育機関	1	ヨーロッパザラボヤサンプルの提供依頼	金森
一般相談	5月	電話	マスコミ関係	1	松前小島周辺の生態系(クロマグロの分布回遊と対馬暖流)について	板谷
一般相談	5月	電話	漁業関係者	1	キズナマコの蓄養回復について	酒井
一般相談	5月	電話	民間企業	2	冬季のアオリ養殖について	秋野
一般相談	5月	電話	個人	1	コンブ漁における房州砂の使い道について	秋野
マスコミ	5月	電話	マスコミ関係	1	日本海スルメイカ北上期調査結果について	三原
一般相談	5月	メール	普及技術指導所	1	採取物の種について	酒井
一般相談	5月	メール	普及技術指導所	1	海中中間育成時の減耗要因について	酒井
一般相談	5月	メール	民間企業	1	付着物除去貝と未除去貝のA貝比率について	金森
一般相談	5月	メール	普及技術指導所	1	ウニのTTX蓄積の可能性について	金森
マスコミ	6月	電話	マスコミ関係	1	日本海スルメイカ北上期調査結果について	三原
マスコミ	6月	電話	マスコミ関係	1	石狩湾系ニシンの2020年度漁期まとめ(HP公表)について	三原
一般相談	6月	電話	普及技術指導所	1	噴火湾環境情報に記載されている水温塩分情報の生物への影響について	渡野邊
技術指導 (企業指導)	6月	メール	普及技術指導所	1	着底稚仔生産技術にかかわる技術指導	酒井
一般相談	6月	メール	市町村	1	不稔アオサについて	酒井
一般相談	6月	メール	普及技術指導所	1	ナマコ初期餌料について	酒井
一般相談	6月	電話	漁業関係者	1	ウルベラ培養手法について	酒井
一般相談	6月	電話	漁業関係者	1	キタムラサキウニの種苗生産について	酒井
一般相談	6月	メール	普及技術指導所	1	変形コンブについて	秋野
マスコミ	6月	ビデオ会議	マスコミ関係	1	函館コンブの不良原因	秋野
技術指導 (企業指導)	6月	場内	市町村		呈色海水の検鏡(プランクトンは少なく赤潮ではない)	金森
技術指導	6月	場内	教育機関		ヨーロッパザラボヤサンプルの提供依頼	金森
マスコミ	7月	電話	マスコミ関係	1	日本海スルメイカ漁場一斉調査結果について	三原
一般相談	7月	メール	漁業関係者	1	麻痺性貝毒プランクトンの出現密度について	金森

指導事項	指導月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
一般相談	7月	来場	民間企業	2	なまこ飼料について	板谷・酒井
技術指導 (企業指導)	7月	訪問	漁業関係者	10	ナマコのいけす育成方法と採苗方法を指導	酒井
技術指導	7月	訪問	市町村	3	ウニの種苗生産育成技術に関する講演	酒井
マスコミ	8月	電話	マスコミ関係	1	浮魚ニュース8, 9号について	三原
一般相談	8月	電話・メール	漁業関係者	1	貝毒減毒の予想について	金森
マスコミ	8月	電話	マスコミ関係	1	江差港内の赤潮について	板谷
マスコミ	8月	電話	マスコミ関係	1	浮魚ニュース12号について	三原
マスコミ	8月	電話	マスコミ関係	1	浮魚ニュース12号について	三原
一般相談	8月	来場	市町村	2	岩手からの養殖用アワビの移入について	酒井
一般相談	9月	電話	市町村	1	近年のイカの不漁について	三原
一般相談	9月	電話	市町村	2	岩手からの養殖用アワビの移入について	酒井
マスコミ	9月	電話	マスコミ関係	1	試験研究は今(No.936)の内容に関して	武藤
一般相談	9月	メール	漁業関係者	1	生産者向け分散作業時の注意喚起について	金森
技術指導 (企業指導)	9月	場内	市町村	2	呈色海水の検鏡(カレニア・ミキモイによる赤潮)	金森
技術指導 (企業指導)	9月	場内	漁業関係者	1	呈色海水の検鏡(メソディニウム・リュブラムによる赤潮)	金森
一般相談	10月	電話	研究機関	1	カレイ稚魚の採集に使用するソリネットについて	武藤
マスコミ	10月	電話	マスコミ関係	1	スケウダラニュースの内容について	武藤
マスコミ	10月	来場	マスコミ関係	1	ブリの漁獲量と生態について	渡野邊
マスコミ	10月	電話	マスコミ関係	1	スケウダラ刺し網に泥状の付着物が着くことについて	武藤
一般相談	10月	電話	民間企業	1	スケウダラの水揚げが少ないが、赤潮プランクトンの影響があるのか？	武藤
マスコミ	10月	メール	マスコミ関係	1	室蘭港のミキモイ赤潮について	金森
一般相談	10月	メール	漁業関係者	1	赤潮に関して相談している専門家について	金森
一般相談	10月	メール	北海道	1	カレニア・セリフォルミスのギミノジミン産生の根拠となる文献について	金森
一般相談	10月	メール	漁業関係者	1	噴火湾のミキモイ出現状況について	金森
一般相談	10月	来場	任意団体	1	水中構造物となまこ栽培漁業	酒井
技術指導 (企業指導)	10月	場内	漁業関係者	1	海水の検鏡(有害プランクトンは確認されず)	金森
技術指導 (企業指導)	10月	場内	市町村	1	呈色海水の検鏡(有害プランクトンは確認できず_赤潮ではない)	金森
技術指導 (企業指導)	10月	場内	普及技術指導所	1	海水の検鏡(メソディニウム・リュブラムによる赤潮)	夏池
技術指導 (企業指導)	10月	場内	漁業関係者	1	海水の検鏡(アワビへい死関係_カレニア・ミキモイ確認)	夏池
技術指導 (企業指導)	10月	場内	漁業関係者	1	海水の検鏡(アワビへい死関係_カレニア・ミキモイ確認)	夏池
技術指導	10月	場内	漁業関係者	4	道東赤潮にともなう道東からのウニ種苗搬入について	板谷・酒井・秋野
技術指導 (企業指導)	10月	場内	漁業関係者	1	海水の検鏡(有害プランクトンは確認されず)	夏池
一般相談	11月	電話	マスコミ関係	1	ナマコの価格、銘柄などについて	酒井

指導事項	指導月	実施場所 又は方法	対象者	人数	指導事項の概要	担当者
マスコミ	11月	電話	マスコミ関係	1	今漁期のスケトウダラの漁獲状況について	武藤
マスコミ	11月	電話	マスコミ関係	1	浮魚ニュース20号について	三原
マスコミ	11月	電話	マスコミ関係	1	浮魚ニュース20号について	三原
一般相談	11月	電話	普及技術指導所	1	コンブ付着した石の培養方法について	秋野
一般相談	11月	メール	民間企業	1	「噴火湾海洋観測システム整備委託業務」に関するお問い合わせ	金森
一般相談	11月	メール	民間企業	1	「噴火湾海洋観測システム整備委託業務」に関するお問い合わせ	金森
一般相談	11月	メール	漁業関係者	1	第5回赤潮情報の衛星画像について	金森
一般相談	11月	メール	北海道	1	上磯さけへい死の要因について	金森
一般相談	11月	メール	普及技術指導所	1	ミキモトイ赤潮のカキへの有害性について	金森
マスコミ	11月	電話	マスコミ関係	1	スケトウダラニュース今年度第2号の内容について	武藤
技術指導 (企業指導)	11月	来場	漁業関係者	1	ナマコの着底稚仔生産	酒井
技術指導	11月	場内	普及技術指導所	2	養殖カキで見られた内部異常と赤潮の関係について	酒井・金森
マスコミ	12月	電話	マスコミ関係	1	スケトウダラニュース今年度第2号の内容について	武藤
マスコミ	12月	電話	マスコミ関係	1	11月の函館の漁獲状況について	三原
一般相談	12月	電話	北海道	1	松前に打ち上げられたマイワシについて	渡野邊
マスコミ	12月	電話	マスコミ関係	1	ブリの漁獲状況や生態について	渡野邊
マスコミ	12月	電話	マスコミ関係	1	松前に打ち上げられたマイワシについて	渡野邊
マスコミ	12月	電話	マスコミ関係	1	松前に打ち上げられたマイワシについて	板谷
マスコミ	12月	電話	マスコミ関係	1	松前に打ち上げられたマイワシについて	板谷
マスコミ	12月	電話	マスコミ関係	1	松前に打ち上げられたマイワシについて	板谷
マスコミ	12月	電話	マスコミ関係	1	松前に打ち上げられたマイワシについて	渡野邊
一般相談	1月	電話	普及技術指導所	1	マナマコ着底稚仔生産方法	酒井
一般相談	1月	電話	普及技術指導所	1	ナマコ放流礁について	酒井
一般相談	2月	電話	任意団体	1	ナマコの飼料の入手方法等	酒井
一般相談	2月	電話	漁業関係者	1	親潮の流入状況について	渡野邊
マスコミ	2月	電話	マスコミ関係	1	2021年秋の苫小牧スルメイカ豊漁について	三原
一般相談	3月	電話	教育機関	1	ナマコ放流効果調査について	酒井
一般相談	3月	メール	研究機関	1	Alexandrium属シストの発芽速度測定手法の詳細について	夏池

3. 研修・視察来場者の記録

区 分	人数	来場年月日	適 用	
道内	4	令和3年7月14日	浜中町	ウニ種苗技術および施設視察
道内	1	令和4年8月24日	北海道	水産林務部長施設視察
道外	1	令和3年10月	北海道	コンブ種苗生産技術研修正受け入れ
道内	6	令和4年1月14日	JICA	施設視察

4. 所属研究員の発表論文等一覧

- 安価なタイムラプスカメラを用いた中間育成中のホタテガイ稚貝の行動観察（技術報告）. **夏池真史**, **金森 誠**, 山崎千登勢, 西田芳則, 本家一彦. 北水試研報 100:55-62
- 近年の道南太平洋海域における産卵期直前のスケトウダラ成魚の分布とその変化. **武藤卓志**, **志田 修**. 北水試研報 101:11-23
- 噴火湾における垂下式養殖ホタテガイの生残・成長におよぼす耳吊り作業時期の影響. **夏池真史**, **金森 誠**, 一ノ瀬寛之, 中田幸保. 北水試研報 101:25-30
- 北海道忍路湾におけるホソメコンブ子葉斑面積の簡易推定法（資料）. 高谷義幸, 川井唯史, **秋野秀樹**. 北水試研報 101:39-42
- 道央日本海～オホーツク海海域のホッケの近年における1歳での成熟率について. **板谷和彦**. 北水試だより 104号.
- スケトウダラ太平洋系群に久しぶりに高豊度年級群が加入か!?. **武藤卓志**. 試験研究は今 936号.
- 道南マコンブ養殖で試験中の成熟促進技術について. **秋野秀樹**. 試験研究は今 948号.
- マナマコの着底稚仔の粗放的中間育成と直接放流. **酒井勇一**. 育てる漁業 497号.
- 塩性湿地における溶存酸素量の変化がチチブとビリンゴの分布および成長に与える影響. **木村俊介**, 尾崎友輔, 若狭達也, 畠山 信, 田中 克, 中山耕至. 2021年度日本魚類学会年会講演要旨集.
- 中間育成時のホタテガイ稚貝における *Francisella halioticida* 感染調査. 古本佑一, **金森 誠**, 河原未来, 良永知義, 伊藤直樹. 令和4年度日本魚病学会秋季大会要旨集.
- 道央日本海～オホーツク海海域のホッケの資源評価と管理について. **板谷和彦**. 北日本漁業経済学会第50回大会要旨集.
- 函館湾および噴火湾における有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium pacificum* および *A. catenella* の2018年から2020年の出現状況. **夏池真史**, **金森 誠**, 前田高志, 嶋田 宏, 坂本節子. 日本プランクトン学会誌 69(1):1-10, 2022
- Semi-automatic recognition of juvenile scallops reared in lantern nets from time-lapse images using a deep learning technique. **Masafumi Natsuike**, Yuki Natsuike, **Makoto Kanamori**, Kazuhiko Honke. Plankton Benthos Research 17(1): 91- 94, 2022
- 貝毒検査とサンプルサイズについての考察-1. 松嶋良次, 内田 肇, 渡邊龍一, 及川 寛, 扇田いづみ, 高坂祐樹, **金森 誠**, 山本圭吾, 赤嶺達郎, 鈴木敏之. 食品衛生学雑誌 62(6):126-137, 2021
- Characterization of pioneer microbiomes associated with the Japanese sea cucumber *Apostichopus japonicus*. YU Juanwen, YONEZAWA Masanori, YAMANO Ryota, MINO Sayaka, SAWABE Tomoo, **SAKAI Yuichi**. 令和3年度農芸化学会北海道支部会 講演要旨集.
- Alfabetian Harjuno Condro Haditomo, Masanori Yonezawa, Juanwen Yu, Sayaka Minol, **Yuichi Sakai** and Tomoo Sawabe. The Structure and Function of Gut Microbiomes of Two Species of Sea Urchins, *Mesocentrotus nudus* and *Strongylocentrotus intermedius*, in Japan | *Frontiers in Marine Science* | www.frontiersin.org December 2021 | Volume 8 | Article 802754
- マナマコの流体力特性と構造物の流体力学的陰影の影響 Hydrodynamic characteristics of sea cucumber *Apostichopus japonicus* and hydrodynamic effects of structure. 田中 優斗, **酒井 勇一**, 神田 紘暉, 江口 剛, 高木 力. 第45回エアロ・アクアバイオメカニズム学会講演会資料.
- Taxonomic revision of the genus *Amphritea* supported by genomic and in silico chemotaxonomic analyses, and the proposal of *Aliamphritea* gen. Ryota Yamano, Juanwen Yu, Chunqi Jiang, Alfabetian Harjuno Condro Haditomo, Sayaka Mino, **Yuichi Sakai**, Tomoo Sawabe. Published: August 10, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271174>

令和3年度
道総研函館水産試験場事業報告書

令和5年（2023年）3月発行

編集 北海道立総合研究機構水産研究本部
発行 〒040-0051 北海道函館市弁天町20番5号
電話 0138-83-2892（代表）
FAX 0138-83-2849

© 2023 Fisheries Research Department
Printed in Japan

Correct citation for this publication :

Annual Report of 2021 Fiscal Year.
Hakodate Fisheries Research Institute,
Fisheries Research Department, Hokkaido Research Organization,
Hakodate, Hokkaido, Japan 2023, 119p. (In Japanese)