

令和4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	15
2. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究）	
2. 1 イカ類	18
2. 2. 1 スケトウダラ（道西日本海檜山海域）	26
2. 2. 2 スケトウダラ（道南太平洋）	31
2. 3 ホッケ	38
2. 4 イワシ・サバ類	41
2. 5 養殖ホタテガイの成長モニタリング調査	46
2. 6 噴火湾環境調査	49
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	51
4. 栽培漁業技術開発調査（経常研究）	
4. 1 栽培漁業地域展開事業	52
5. 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）	53
6. ホタテ貝等二枚貝類に関するモニタリング（経常研究）	
6. 1 貝毒プランクトンモニタリング調査	57
7. 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）	62
8. 水産資源調査・評価推進委託事業（公募型研究）	
8. 1 我が国周辺水産資源調査	65
8. 2 国際水産資源調査（クロマグロ）	66
9. 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）	
9. 1 スケトウダラ日本海北部系群	67
9. 2 スケトウダラ太平洋系群	68
10. 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）	72
11. 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）	73
12. 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）	76
13. 北海道赤潮対策緊急支援事業のうち漁場環境緊急対策事業のうち赤潮の発生メカニズムの解明等による発生予察	

手法の開発及び新たな赤潮原因プランクトンの水産生物に対する毒性の影響等の調査（公募型研究）	77
14. 北海道資源生態調査総合事業（受託研究）	
14. 1 資源・生態調査	78
14. 1. 1 エビ類（トヤマエビ）	78
14. 1. 2 アカガレイ	85
14. 2 資源管理手法開発試験調査	
14. 2. 1 ホッケ	90
15. 養殖ホタテガイ生産安定化試験（受託研究）	92
16. コンブ養殖技術研究（受託研究）	97
II その他	
1. 技術の普及および指導	100
2. 試験研究成果普及・広報活動	102
3. 研修・視察来場者の記録	102
4. 所属研究員の発表論文等一覧	103

令和4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

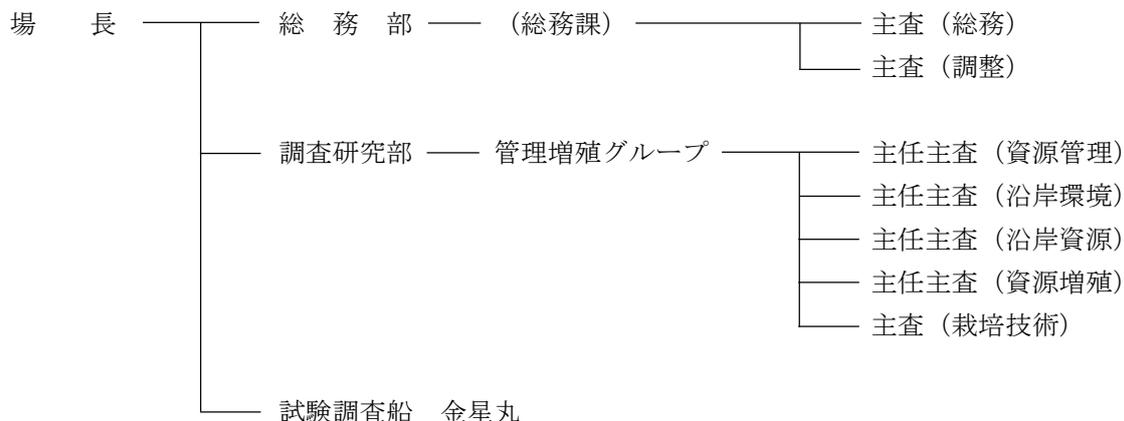
研究室	共用実験施設	海洋調査関連施設
通年使用施設 4 面積 252.0 m ²	通年使用施設 10 面積 135.1 m ² 各月使用施設 4 面積 136.8 m ²	通年使用施設 2 面積 187.3 m ²

※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	11	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 馬 場 勝 寿

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) 中 江 英 樹
 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) 藤 岡 崇
 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) 夏 池 真 史
 研 究 職 員 水 上 卓 哉
 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 永 田 誠 一
 航 海 長 花 川 良 治
 通 信 長 名 和 仁
 一 等 航 海 士 石 田 友 則
 二 等 航 海 士 酒 井 勝 雄
 三 等 航 海 士 大 國 義 博
 一 等 機 関 士 本 間 勇 次
 操 機 長 山 上 修 司
 司 厨 長 佐 藤 誠
 機 関 主 任 大 嶋 康 裕
 船 員 石 橋 聖 也
 船 員 金 丸 昇 平
 船 員 樋 口 和 樹
 船 員 新 山 悠 斗
 船 員 山 村 駿 斗

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

放流や養殖の対象としてエゾバフンウニ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うえ、飼育密度や水質の管理は困難である。さらにウルベラ波板の培養には 17℃程度の加温海水を要し、波板の洗浄などの作業も多い。

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 5 mm 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（釧路拠点）が担当し、開発した技術を上磯郡漁協ウニ種苗センターで実証試験した。

300ml トレイを用いた小規模試験での殻径 5 mm 未満の個体は、直上からの撮影画像をフリーソフト Image J を用いて計測した。実証試験では万能投影機で拡大してデジタルノギスを用いて殻径を測定した。

試験に用いたボイル乾燥海藻は 70℃に加熱した水道水で 2 分間ボイル処理した後、天日で 1 次乾燥した上で、乾燥機 (LC-124, Espec. Corp) を用いて 80℃で 24 時間乾燥した。その後市販の電動ミルで海藻細片に粉碎して試験に供試した。

試験に関連する指標は以下の式より算出した。

着底率 (%) = 稚ウニ数 / 変態期幼生数 × 100%

日間成長量 (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

日間増重率 (%) = 100 × (Ln 終了時重量 - Ln 開始時重量) / 飼育日数

日間摂餌率 (%) = 100 × 2 × 総摂餌量(乾物) ÷ (開始時平均体重 + 終了時平均体重) ÷ 個体数 ÷ 飼育日数

餌料転換効率 (%) = 100 × 個体数 × (終了時平均体重 - 開始時平均体重) ÷ 総摂餌量(乾物)

摂餌量(mg) = 100 × 体重増加量(mg) ÷ 餌料転換効率(%)

週間身入り速度 = [(終了時生殖巣乾重量 / 終了時体重) - (開始時生殖巣乾重量 / 開始時体重)] × 7 / 試験日数

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

令和 4 年 3 月 27 日に採卵・育成した変態期の幼生を 4 月 15 日にウルベラ波板の面積当たり 3.20 個体/cm²（上磯郡漁協での目標採苗密度 0.18 個体/cm²の 17.8 倍相当）になるように 300ml 容積の試験用トレイに収容して、18℃の室温で 3 日間静置した。4 月 18 日から換水率が 0.3 換水/時（従来育成時の換水率）～ 10.0 換水/時になるように 10 試験区各 3 繰り返しとして、35 日目の 5 月 22 日に平均殻径と個体数を調べた。

(イ) 採苗基質

a 春採苗群

令和 2 年に単離した付着珪藻 20 株に、新たに単離した 11 株を加えた 31 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 6 穴ウェルと称す）の 3 穴に収容して 24 時間静置し、底面に付着させた。また 1cm × 1cm のウルベラ波板片を投入したウェルと、基質を入れないウェル（対照区）、キートセラスを 5 万細胞/ml の濃度で添加したウェルを各 3 穴を設定した。

令和 4 年 4 月 20 日に採卵後、常法で育成した変態期幼生を、5 月 14 日に上記 34 試験区 3 穴計 102 穴に

10 個体ずつ計 1,020 個体を収容した。これらを暗黒条件(24D)で18°Cに設定した恒温機(LP-1PP,NK system)に静置して、3日後の着底率を調べた。

b 秋採苗群

a 春採苗群に使用した付着珪藻 31 株のうち、E と H の 2 株を除く計 29 株を 10ml 容積の 6 穴ウェルの 3 穴に収容して 24 時間静置し、ウェル底面に付着させた。さらに、ウルベラ波板片(1×1cm)と基質を入れない対照区を含め計 31 試験区を設置し、ここに、令和 4 年 10 月 26 日に採卵後、常法で育成した変態期の幼生を、11 月 18 日に 5 個体ずつ収容した。これらを上記と同じ条件で静置して、3日後の着底率を調べた。

(ウ) 飼育密度

令和 3 年 9 月 22 日に採卵し、ボイル乾燥ワカメ細片を給餌しながら多段水槽で育成した稚ウニを、令和 4 年 5 月 13 日に篩い分けした。このうち平均殻径 1.3 mm (1 mm 種苗と称す)、平均殻径 4.2 mm (4 mm 種苗と称す)、平均殻径 7.6 mm (8 mm 種苗と称す)の稚ウニを、300ml 容積のトレイ(底面積 207.9cm²)を 5 等分した区画に表 1 の密度で各 3 試験区ずつ収容した。無調温海水を 6 換水/時で掛け流し、ボイル乾燥ワカメを週 2 回給餌して、35 日間育成した。

表 1 各試験区の収容密度と個体数

試験区	サイズ	×2	×6	×10	×15	×18
密度 (個体/cm ²)	1mm種苗	0.31	0.90	1.56	2.20	2.80
	4mm種苗	0.22	0.66	1.10	1.52	1.95
	8mm種苗	0.04	0.11	0.19	0.27	0.40
供試個体数	1mm種苗	13	37	65	91	116
	4mm種苗	9	27	46	63	81
	8mm種苗	2	5	8	11	17

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 着底稚仔(付着珪藻および加工海藻)

令和 4 年 4 月 20 日に採卵し、常法で育成した変態期幼生を、5 月 14 日にウルベラを繁茂させた波板に採苗した。7 日後の 5 月 21 日に、ここから着底直後の稚ウニを剥離した。前述の(イ)採苗基質 **a 春採苗群**で用いた 31 株の珪藻を付着させた 10ml 容積の 6 穴ウェル(各試験区 3 穴)と、海藻細片(乾燥・塩蔵・ボイル乾燥ワカメ細片、並びに乾燥・ボイル乾燥マコンブ

細片)を収容した 5 試験区各 3 穴に加え、1cm×1cm のウルベラ板を収容した 3 穴の計 37 試験区に剥離した稚ウニを 5 個体ずつ収容して、16 日目に体長を測定した。

b 初期稚ウニ(加工海藻)

300ml 容積のトレイを 5 等分した 1 区画に、(ウ)飼育密度で用いた 1 mm 種苗、4 mm 種苗および 8 mm 種苗を、表 1 の×6 試験区の密度で収容した。これらに乾燥ワカメ、ボイル乾燥ワカメ、理研ワカメ(株)理研で生産している食用ボイル乾燥ワカメ製造時に出る廃棄ワカメ片)、乾燥コンブ、ボイル乾燥コンブを飽食量給餌して、35 日目に殻径を測定した。

c 後期稚ウニ(配合飼料: 水産資源研究所(釧路拠点))

(a) 稚ウニ育成に必要な飼料量の推定

殻径 6 mm の稚ウニ 108 個体を 18 個のカゴに 6 個体ずつ収容し、計 6 試験区で 3 カゴ/試験区とした。海水中で水戻しして 1.5 時間後(0 日区)、2 日後(2 日区)、または 4 日後(4 日区)の乾燥マコンブまたは湯通し乾燥マコンブを給餌し、13~14°C の飼育水をかけ流して 20 日間飼育した。2 日ごとに残餌を回収して新しい餌を給餌し、回収した残餌を乾燥して摂餌量を乾物で算出した。

また、殻径 7mm の稚ウニ 72 個体を 12 個のカゴに 6 個体ずつ収容し、計 4 試験区で 3 カゴ/試験区とした。海水中で水戻しして 1.5 時間後(0 日区)、または 2 日後(2 日区)の湯通し乾燥ワカメの葉状部または中肋を給餌し、その他は上述の試験と同様とした。

両試験とも、体重と摂餌量から日間摂餌率(乾物)と餌料転換効率を算出した。

さらに、殻径 5mm から 20mm までの間は、成長に伴い餌料転換効率は変化しないと仮定し、殻径 5mm(約 60mg)、10mm(約 500mg)、および 15mm(約 1,700mg)の稚ウニをそれぞれ殻径 10mm、15mm、および 20mm(約 4,000mg)まで育てた場合の摂餌量(餌料の必要量)を餌料ごとに乾物で試算した。

(b) 給餌後の蛋白質溶出を考慮した飼料中至適蛋白質含量の検討

成長および身入りに最も適した餌料中の蛋白質含量(至適蛋白質含量)を求めるため、蛋白質源である小麦グルテン含量を段階的に変化させた配合飼料を作成し、6 mm 種苗、13 mm 種苗、30 mm 種苗に、グルテン 0、

2, 4, 7, 10%の飼料を与える実験Ⅰと、グルテン 5, 10, 15, 20, 30, 40%の飼料を与える実験Ⅱを行った(計6回)。試験区毎に6個体を収容した籠を3つ用意し、12~14℃の飼育水をかけ流して上述の配合飼料を飽食量給餌し、日間増重率を算出した。

生殖巣が分化して間もない13mm種苗および最小成熟サイズに達した30mm種苗については、試験開始時・終了時の体重と生殖巣乾燥重量を元に、週間身入り速度(体重に対する生殖巣乾重量の割合の週間増加速度)を求めた。

給餌後に飼料蛋白質が海水中へ溶出して蛋白質含量が減少することを考慮するため、海水浸漬1日後および3日後の飼料に残存する蛋白質を測定し、含有量の平均値をその飼料の蛋白質含量とした。飼料蛋白質含量と、日間成長率および週間身入り速度の折れ線回帰分析を行い、溶出を考慮した上での至適蛋白質含量を求めた。

ウ) 種苗生産施設における実証試験

(ア) 試験機での飼育試験

a 4月,5月採卵群

ウルベラ波板1枚を収容した4.1L容積のトレイ4枚に、令和4年4月および5月に採卵・育成した変態期の幼生をそれぞれ2.7万個体ずつ収容した。室温20℃で7日間弱く通気しながら静置後、5段1組の試験機の最上段を除く下4段にこのトレイを収容した(以降多段育成と称す)。最上段のトレイに6換水/時の割合で無調温海水を掛け流し、下4段まで全てのトレイに同量の飼育水が行き渡るように配置して飼育を開始した。収容60日目には、全ての波板上のウルベラが枯渇したため、刷毛で稚ウニを波板から剥離し、ボイル乾燥ワカメ粉末を毎週1~2回残餌を見ながら飽食量給餌した。60日目、90日目、150日目にトレイ直上から写真撮影して、生残個体数を確認するとともに、ここから任意に抽出した50個体の殻径を測定した。

同じ採卵群を7.5t水槽で従来育成した(波板3,380枚を設置した7.5t水槽5基に、変態期幼生を50万個体~100万個体投入して採苗し、波板上のウルベラの枯渇に合わせて別途培養していた新たなウルベラ波板を追加して、稚ウニ密度の調整と餌料添加を行う)。多段育成と同日に、従来育成している7.5t水槽の上流から下流に向かって4箇所から各5枚、計20枚の波板を抽出して個体数を計数するとともに、各4箇所から50個体ずつ計200個体を回収して、殻径を測定し

た。7.5t水槽での密度は計数した20枚の波板上の平均個体数を波板の表裏の面積(30cm×60cm×2)当たりに換算した。多段育成ではトレイの底面積(31.5cm×66.5cm)当たりに換算して密度を算出した。

また、管理に要した時間(残餌廃棄後給餌する作業時間)と給餌量を記録した。

b 選別育成

令和3年8月6日に採卵して、多段水槽で育成した個体を11月12日に回収し、2.5分目合いと1分目合いの2つの篩を用いてサイズ分けした。2.5分目合いの篩上に残った平均殻径7.7±1.3mm種苗は、4.1Lトレイ当たり588個体(0.28個体/cm²)、1分目合いの篩上に残った平均殻径4.5±1.2mm種苗は588個体(0.28個体/cm²)、972個体(0.46個体/cm²)、1,613個体(0.77個体/cm²)ずつそれぞれトレイ1枚に収容して、週2回ボイル乾燥ワカメを飽食量給餌し、6換水/時の割合で換水して180日間飼育した。

(イ) 餌料供給量の検討

道南地区でマコンブ養殖残渣(コンブ製造時に廃棄される付着器と前部の葉状体部)の利用を検討している加工業者から、取り扱っている養殖残渣の年間生産量を聞き取った。

また、食用ワカメを加工販売している(株)理研食品(本社 宮城県多賀城市)に、廃棄されるワカメの生産量(餌料としての供給可能量)を問い合わせた。

(ウ) 種苗生産コストの削減効果

道内の80万~880万個体/年のエゾバフンウニ種苗生産施設から、人件費を除く施設運営費を聞き取り調査した。

また、試験機での実証試験結果から、多段育成導入時に期待されるコスト削減効果を試算した。

(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

収容して35日目の平均殻径と、収容時の変態期幼生数に対するトレイ上の個体数を生残率として図1に示した。種苗生産施設で通常掛け流している0.3換水/時に対して、1.2換水/時と2.5換水/時~10.0換水/時で育成した方が、平均殻径は有意に大きくなった

(Dunnett 検定 $P < 0.05$)。一方、採苗後の生残率には有意な差は認められなかった (Dunnett 検定 $P > 0.05$)。

(イ) 採苗基質

a 春採苗群

単離した付着珪藻 31 株の中でウルベラに勝る変態促進効果が認められるものは確認できなかった (Dunnett 検定 $P > 0.05$, 図 2)。またウルベラと同等程度の着底率を示したのは U のみであった。

b 秋採苗群

供試した付着珪藻の中で、ウルベラに勝る変態促進効果が認められる珪藻株は確認できなかった (Dunnett 検定 $P > 0.05$, 図 3)。ウルベラと同等の着底率を示した付着珪藻は G, L, R, にの 4 株であった。

これまでの試験では、ウルベラを上回る変態促進効果を示す株は認められず、同等程度の効果が期待できる株も調査のたびに異なっていた (表 2)。

現時点では、採苗基質としてウルベラが最も実用的であると考えられた。

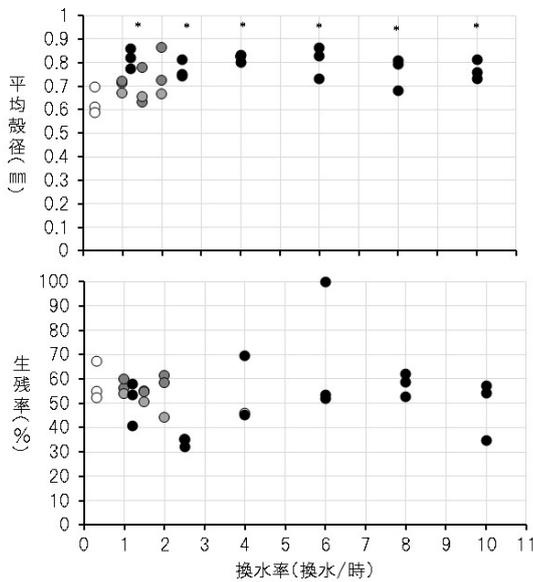


図 1 換水率別の平均殻径(上図)と生残率
* : 対照区 (○: 0.3 換水/時) に対して有意に大きい
Dunnett 検定 $P < 0.05$

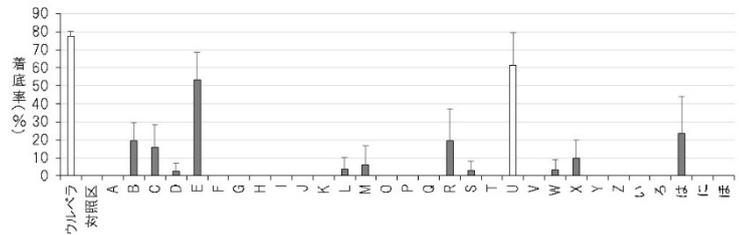


図 2 基質別着底率(春採苗群)

白抜きのパールはウルベラと同等の着底率であった

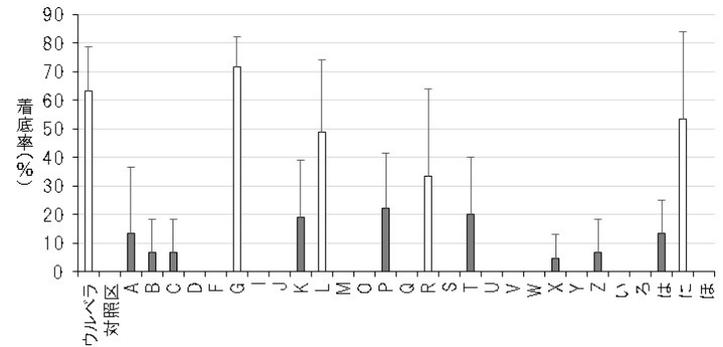


図 3 基質別着底率(秋採苗群)

白抜きのパールはウルベラと同等の着底率であった

表 2 供試した株と着底率(平均値±SD)

	ウルベラ	対照区	A	B	C	D	E	F	G	H	I
R3年秋	66.7±23.1	0	0	6.7±11.5	56.7±20.8	0	13.3±11.5	0	40.0±20.0	17.0±20.6	60.0±20.0
R4年春	77.6±2.5	0	0	19.4±10.1	16.1±12.2	2.6±4.4	53.3±15.3	0	0	0	0
R4年秋	63.3±15.3	0	13.3±23.1	6.7±11.5	6.7±11.5	0	ND	0	71.7±10.4	ND	0
	J	K	L	M	O	P	Q	R	S	T	U
R3年秋	40.0±20.0	33.3±23.1	20.0±0	0	0	40.0±20.0	0	45.6±32.0	6.7±11.5	0	ND
R4年春	0	0	3.7±6.4	6.1±10.5	0	0	0	19.4±17.8	3.0±5.2	0	61.5±17.8
R4年秋	0	18.9±20.1	48.9±25.3	0	0	22.2±19.2	0	33.3±30.6	0	20.0±0	0
	V	W	X	Y	Z	い	ろ	は	に	ほ	
R3年秋	ND										
R4年春	0	3.3±5.8	10.0±10.0	0	0	0	0	23.3±20.8	0	0	
R4年秋	0	0	4.8±8.2	0	6.6±11.5	0	0	13.3±11.5	53.3±30.6	0	

数値は平均値±SD

白抜きはウルベラと同等の着底率(Dunnett検定 $P > 0.05$)

密度別の日間成長量を図4に示した。1mm種苗では従来飼育密度の2倍(×2, 0.31個体/cm², 従来飼育時の密度は後述の表5参照)から, この18倍に相当する×18倍(2.80個/cm²)まで, 有意な差は認められなかった(Dunnett検定 P>0.05)。また, 平均殻径1.3mmの種苗も6換水/時の流水条件下ではボイル乾燥粉末を利用し成長できることが明らかになった。

4mm種苗では従来飼育密度の2倍(×2)に相当する0.22個/cm²に対して, 0.66個/cm²~1.95個/cm²まで全ての密度で成長量が小さかった(Dunnett検定 P<0.05)。

8mm種苗では, 従来飼育密度の2倍(×2)に相当する0.04個/cm²~0.40個/cm²まで有意な差は認められなかった(Dunnett検定 P>0.05)。

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 着底稚仔(付着珪藻および加工海藻)

今年度試験に用いた株のうち, A, H, I, J, R, ろの6試験区では, ウルベラと同等の成長を示した(図5)。なお, 付着珪藻Eは試験期間中に供試個体が全滅した。海藻細片別の平均殻径は, ウルベラを給餌した試験区に比べて有意に小さく(Dunnett検定 P<0.05), 初期餌料として寄与しなかった(図6)。

b 初期稚ウニ(加工海藻)

6換水/時の換水条件下では1mm種苗(平均殻径1.3mm)種苗でも乾燥コンブ以外の海藻粉末で成長が確認できた。理研ワカメは初期餌料として十分活用できると考えられた(図7)。

c 加工海藻および配合飼料(後期稚ウニ: 水産資源研究所)

(a) 稚ウニ育成に必要な餌料量の推定

各試験の日間成長率, 日間摂餌率, 餌料転換効率を表3に示した。乾燥マコンブ, 湯通し乾燥マコンブとも4日区では残餌が溶解し, 正確な摂餌量を測定できなかったため, 日間摂餌率と餌料転換効率は算出できなかった。また, 湯通し乾燥ワカメでは水戻し4日後に溶解し始めたため, 4日区を設定しなかった。

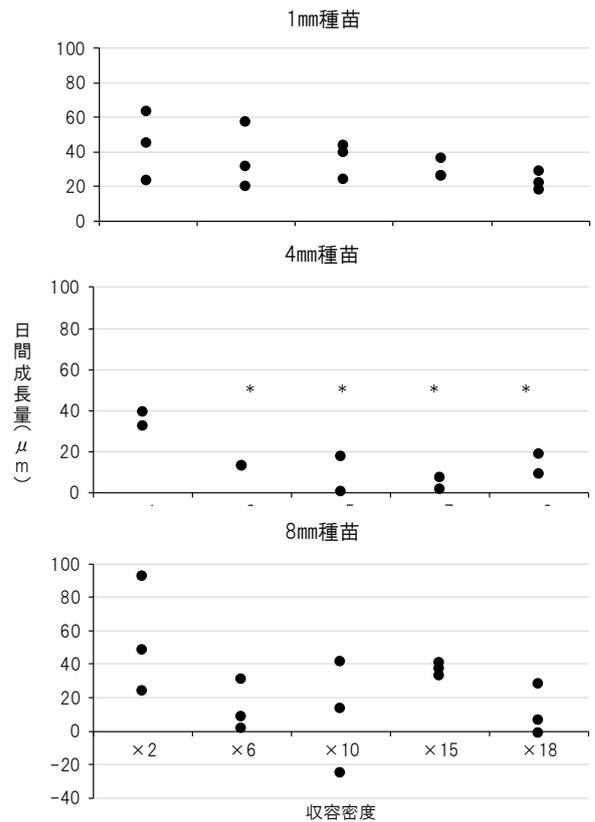


図4 サイズ別の収容密度と日間成長量の関係

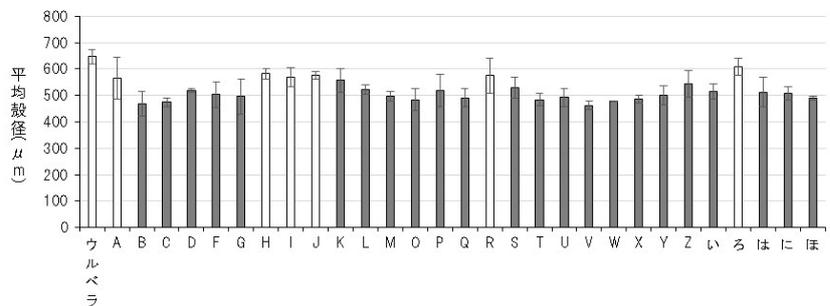


図5 付着珪藻種ごとの初期成長

白抜きのはウルベラと平均殻径に有意差がなかった(Dunnett検定)

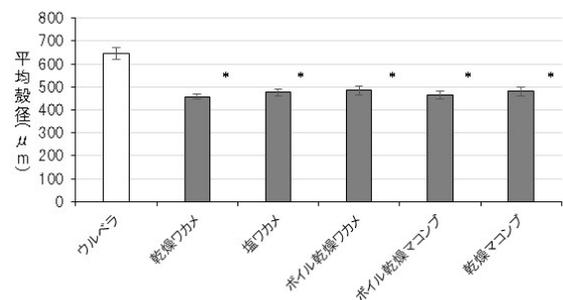


図6 海藻粉末ごとの初期成長

全ての海藻細片でウルベラよりも平均殻径は小さかった(Dunnett検定 P<0.05)

マコンブでは、湯通しの有無によらず、0日区よりも2日区での摂餌量が増えて成長も高まったが、餌料転換効率に明瞭な差はなかった。また、湯通しによって摂餌量は増えなかったが、餌料転換効率が高まって成長が向上した。

湯通しワカメでは、部位によらず、0日区よりも2日区で摂餌量が増えたが、餌料転換効率が低下したため、結果として成長には差が生じなかった。また、0日区では葉状部のほうが中肋よりも成長がやや良かった。

0日区と2日区を平均した乾燥マコンブと湯通し乾燥マコンブの餌料転換効率は、それぞれ82%、109%であった。湯通し乾燥ワカメでは、4試験区(葉状部の0日区、葉状部の2日区、中肋の0日区、中肋の2日区)を平均した餌料転換効率は97%であった。これらの数値を用いて試算したサイズ別の餌料必要量を表4に示した。100万個体を育成する場合、5mmから10mmまで育成するためには乾燥重量で404kg~537kg、5mmから20mmまで育成するためには乾燥重量で3,615kg~4,805kgを要すると考えられた。

以上の結果から、後期稚ウニに与える餌料としては、少ない量で高成長を得られることから湯通し乾燥マコンブが好適だと考えられた。

また、水戻し後の日数を経た方が成長するため、残餌を回収せずに古い餌料を食べさせる給餌法が適切だと考えられた。

(b) 給餌後の蛋白質溶出を考慮した至適蛋白質含量の検討

飼料中の蛋白質含量と日間増重率の関係を種苗サイズ別に検討した結果を図8に示した。どのサイズも殻

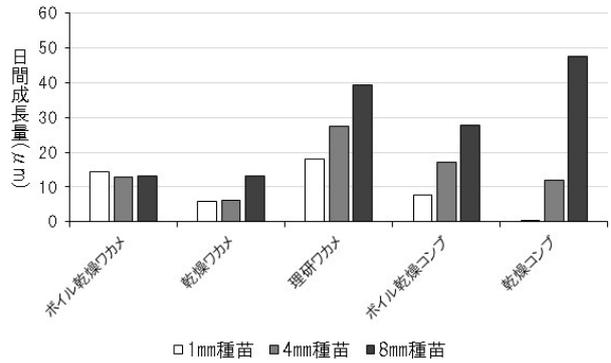


図7 餌料海藻別の日間成長量

成長には2%程度の蛋白質で十分であることが明らかになった。飼料中の蛋白質含量と身入り速度の関係を種苗サイズ別に検討した結果を図9に示した。身入りに最適な蛋白質含量は13mm種苗では13%、30mm種苗では15%程度と推定され、身入りでは増重量に比べて至適蛋白質含量が高いことがわかった。一方で、増重量、身入りとも他種ウニにおける至適蛋白質含量の既報値(20~35%)を大きく下回った。先行研究では、蛋白質の溶出を考慮せず、海水浸漬前の蛋白質含量分析値を用いて至適含量を求めていたため、ウニの摂餌時点では想定よりも蛋白質含量が低下しており、結果として至適含量が過大に見積もられてきたと推察された。

乾燥マコンブ類のタンパク含有量はそれぞれ6.9~11.0%、乾燥ワカメは13.6%、ボイル乾燥したカットワカメのタンパク質含量は18.0%とされている(日本食品標準成分表2015年版)。

このことから未成熟サイズである殻径13mm以下の稚ウニの餌として、乾燥マコンブや乾燥ワカメ並びに湯通し乾燥ワカメには殻成長に必要なタンパク質は十分

表3 加工海藻の種類と水戻し後の日数が成長と摂餌に与える影響

飼料種	乾燥マコンブ			湯通し乾燥マコンブ			湯通し乾燥ワカメ葉状部		湯通し乾燥ワカメ中肋	
	0日区	2日区	4日区	0日区	2日区	4日区	0日区	2日区	0日区	2日区
飼料の水戻し日数	0日区	2日区	4日区	0日区	2日区	4日区	0日区	2日区	0日区	2日区
日間成長率 (%)	2.9 ± 0.6	4.1 ± 0.4	3.6 ± 0.3	4.0 ± 0.1	5.0 ± 0.4	4.8 ± 0.1	4.7 ± 0.1	4.5 ± 0.1	4.2 ± 0.1	4.3 ± 0.1
日間摂餌率 (%)	3.7 ± 0.3	4.4 ± 0.2	N.A.	3.6 ± 0.3	4.2 ± 0.1	N.A.	3.4 ± 0.4	6.4 ± 0.4	3.6 ± 0.2	4.9 ± 0.1
餌料転換効率 (%)	75 ± 9	88 ± 11	N.A.	107 ± 13	110 ± 10	N.A.	128 ± 13	66 ± 5	111 ± 7	84 ± 1

表4 摂餌率から試算したエゾバフンウニのサイズ別必要餌料

飼料種		乾燥マコンブ	ボイル乾燥マコンブ	ボイル乾燥ワカメ
1個体当たり (mg)	5→10mm	537	404	454
	10→15mm	1,463	1,101	1,237
	15→20mm	2,805	2,110	2,371
100万個体当たり (kg)	5→10mm	537	404	454
	10→15mm	1,463	1,101	1,237
	15→20mm	2,805	2,110	2,371
	5→20mm	4,805	3,615	4,062

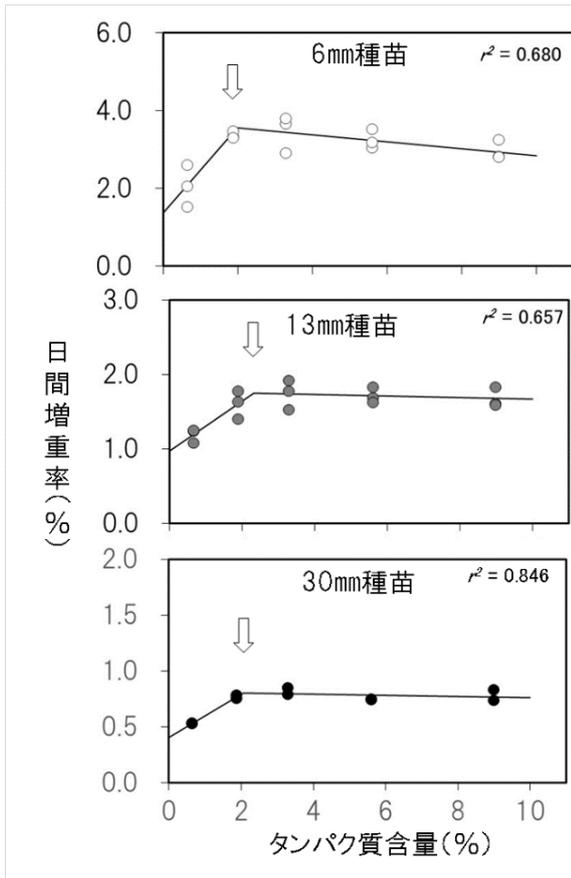


図 8 飼料中のタンパク質含量と日間増重率の関係

図右肩の数値は矢印部分を分岐点としたときの折れ線に対する当てはまりの良さを示す

量含まれていると考えられた。

ウ) 種苗生産施設における実証試験

(ア) 試験機での飼育試験

a 4月, 5月採卵群

4月採卵群と5月採卵群の平均殻径と密度の関係を, 7.5t 水槽での従来飼育の結果と比較した(表5)。従来飼育した4月採卵群と5月採卵群では, 波板への採苗率が異なるため収容60日目での飼育密度は4月採卵群が5月採卵群の3倍になり, このときの平均殻径は低密度の后者(4月採卵群の1/3)で1.5倍程度大きかった。従来飼育では60日目と90日目の測定終了後に分散を行って餌料(ウルベラ波板)の補給と密度を調整した。多段育成では60日目までのウルベラ給餌期間中に餌が枯渇したため, 4月採卵群の1.74個体/cm²の飼育トレイ以外の飼育区で従来飼育に比べ日間成長量が劣っていた。またこの4月採卵群の60日目から90日目までの間の日間成長量は1.10個体/cm²以下の密度で従来飼育に比べ高かった。120

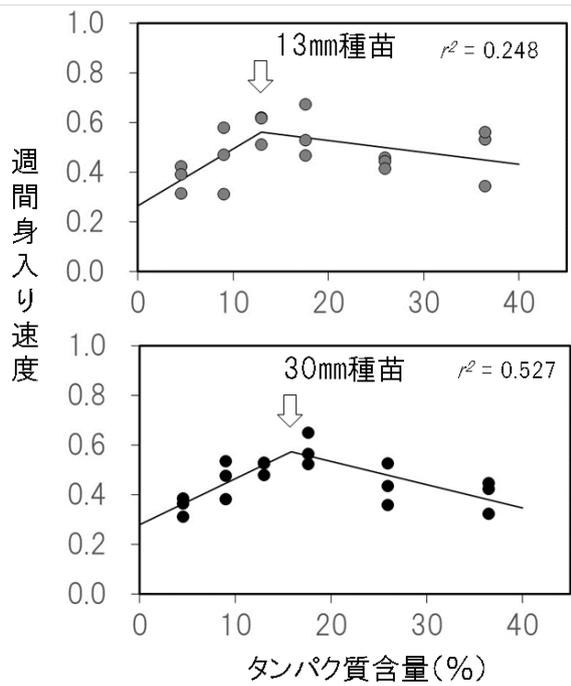


図 9 飼料中のタンパク含量と身入り速度の関係(実験Ⅱ)

図右肩の数値は矢印部分を分岐点としたときの折れ線に対する当てはまりの良さを示す

日目までの飼育期間中, 数回配管が外れ給水が途絶え, これにより大型個体が斃死した影響で日間成長量がマイナスになった。5月採卵群では90日目以降従来飼育に比べ多段育成で日間成長量が高まった。

本試験に用いた多段トレイは5段1セットとして, 従来飼育の波板30枚入りホルダーと同等の投影面積(60×60cm=3,600cm²)になる。そこで収容して90日目, 120日目, 150日目に, 殻径組成を元と同じ投影面積当たりで得られる5mm以上の個体数(期待値)を従来飼育と比較した(図10)。4月採卵群では90日目に従来飼育の1.3倍の4,100個体/3,600cm²であった。7.5t 水槽1基当たり90日で12.3万個体生産できることになり, 従来の150日をかけて7.5t 水槽1基当たり5mm以上の個体を7.6万個体程度生産するよりも60日程度短い期間で生産できる。従来飼育でも同期間で3,200個体/3,600cm²生産できると考えられるが, 波板からの剥離と5mm未満の個体の選別の手間や剥離に伴う種苗への負担, さらに成長が遅れている

表 5 実証試験での育成結果

試験群	4月採苗群			多段育成			試験群	5月採苗群			多段育成		
	7.5t	密度	殻径	日間成長量	密度	殻径		日間成長量	7.5t	密度	殻径	日間成長量	密度
収容後 日数	個体/cm ²	mm	μm/日	個体/cm ²	mm ¹⁾	μm/日 ²⁾	収容後 日数	個体/cm ²	mm	μm/日	個体/cm ²	mm ¹⁾	μm/日 ²⁾
60	0.16	2.35	33.18	3.30	3.04	30.43	60	0.05	3.50	52.40	2.86	2.04 ^a	27.93
				3.80	2.25 ^a	22.51					2.67	2.08 ^a	28.71
				2.94	2.44 ^a	24.43					3.32	2.39 ^a	33.91
				1.74	4.02	40.21					3.62	2.24 ^a	31.33
90	0.11	4.21	62.16	1.62	3.68	48.44	90	0.06	5.14	54.66	1.28	2.95 ^a	30.61
				1.10	5.13 ^A	110.37					1.06	3.48 ^a	46.72
				0.57	5.15 ^A	107.33					1.12	3.06 ^a	22.21
				0.56	5.08	74.46					1.05	3.45 ^a	40.33
120	0.06	4.60	12.80	0.91	5.45	58.79	120	0.04	4.83	-10.37	0.85	5.61	80.63
				0.78	5.04	-3.16					0.75	4.57	32.91
				0.55	4.13	-34.13					0.72	5.44	72.10
				0.53	5.06	-0.69					0.82	4.56	33.62
150	0.02	5.29	23.24	0.62	6.563 ^A	37.20	150	0.03	5.31	16.03	0.31	5.70	3.20
				0.52	5.99	31.91					0.30	6.31	64.39
				0.43	7.36 ^A	107.90					0.53	5.56	4.48
				0.39	7.54 ^A	82.75					0.46	5.96	51.78

- 1) 同時に育成を開始した従来育成時の平均殻径に比べ有意に大きい場合はA、小さい場合はaで示した(Dunnett検定 P<0.05)
 2) 同時に育成を開始した従来飼育に比べ日間成長量が劣る場合を網掛けした

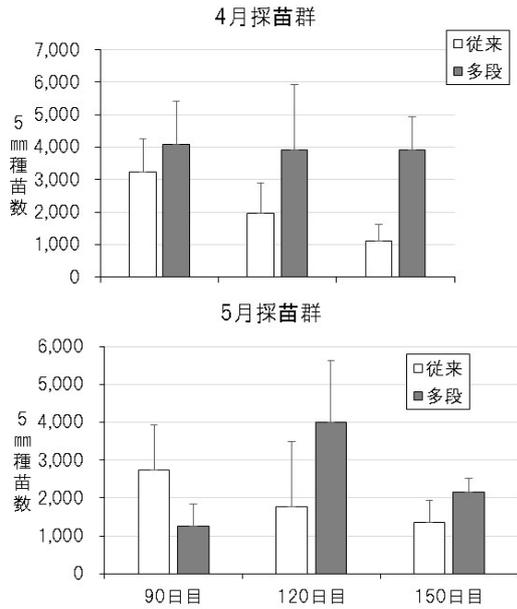


図 10 投影面積当たりの 5 mm以上の個体数

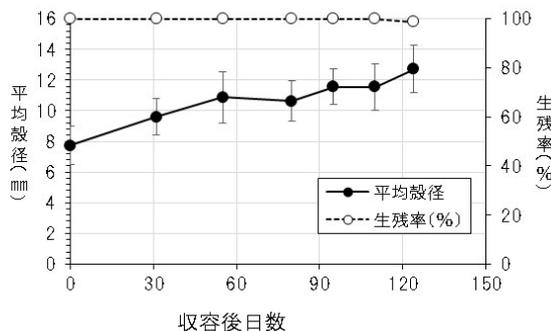


図 11 7.7 mm種苗の成長

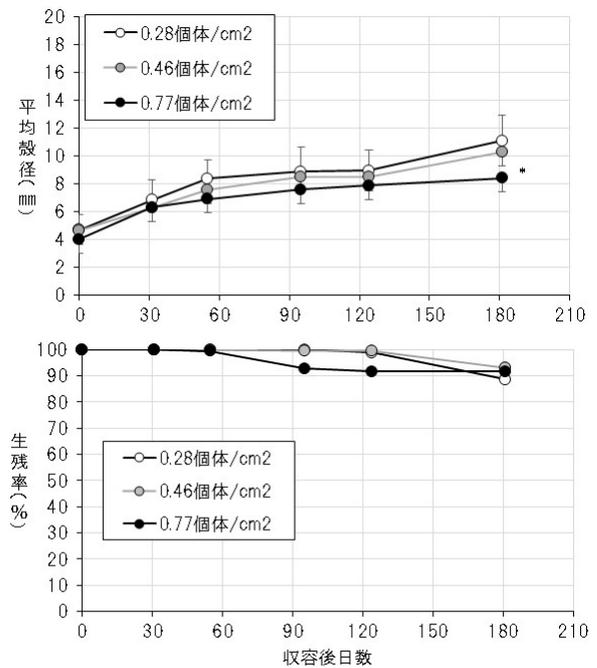


図 12 4.5 mm種苗の成長(上)と生残率(下)

* :Dunnett 検定 P<0.05

小型個体の育成を考慮して、2回の分散を繰り返しながら延べ150日程度育成している。

5月産卵群では、多段育成した90日目時点の5mm以上の種苗数は1,261個体/3,600cm²で7.5t水槽当りに換算すると3.8万個体程度と、4月採卵群の1/3程度と少なかった。30日経過した120日目時点では4,000個体/3,600cm²と4月採卵ロットと同等になった。

多段育成でボイル乾燥ワカメ細片を飽食量給餌したときに要した総給餌量は2.5g/トレイ/週～5.0g/トレイ/週で、この管理に要したトレイ当たりの平均時間は3.7分/トレイであった(4トレイ当たり15分)。

5mm種苗以下の育成では、摂餌量が少ないため残餌を正確に測定することは困難である。そこで、週2回の観察で残餌がなくなる程度(2.5g/トレイ/週から成長に伴い5g/トレイ/4日に増加)のボイル乾燥ワカメ細片を給餌した。この累積給餌量を元に、2mmから5mm種苗までの100万個体の種苗育成に必要なボイル乾燥ワカメ細片は85kgと推定された。

b 選別育成

多段育成個体を、シリコン製のへらを用いてトレイから剥離し、篩を用いて平均殻径7.7mm種苗と4.5mm種苗に選別して、ボイル乾燥ワカメ細片を給餌して育成した。7.7mm種苗は30日の育成で平均殻径が9.6mmに(60.1μm/日)、55日目に10.9mm(53.2μm/日)に成長した(図11)。

4.5mm種苗は30日の育成で平均殻径6.3～6.8mmに成長したが、60日目以降、0.77個体/cm²の高密度区での成長が停滞した(図12)。

いずれも剥離による斃死は認められなかった。

(ア)試験機での飼育試験 a 4月、5月採卵群 の育成では60日目までの餌不足(ウルベラ板の枯渇)と60日目以降の小型個体の飢餓によると考えられるトレイ外への逃避による干出や、成長差に由来する共食いなどによる減耗が確認できた。後述するように、多段育成を行うための初期投資を小さくするために高密度の育成を中心に試験を進めてきたが、初期の採苗密度を下げればより効率的な育成を図ることができると考えられた。また初期に成長が良かった個体(トビ群)を本試験で示した密度で多段育成することで、養殖用の大型種苗の短期間育成も可能になると考えられた。

(イ)餌料供給量の検討

道南地区でマコンブ養殖残渣の利用を検討している加工業者からの聞き取りでは、南茅部地区周辺5箇所ですら廃棄される葉状部は400t/年(乾燥重量)である。全道ではこのおよそ5倍に当たる2,000t/年程度の葉状部の加工残渣が生産されていると推定される。

また(株)理研食品では、乾燥重量で9t/年のボイル乾燥した廃棄物が生産され一部廃棄されている(一部は韓国向けに餌料として輸出)。

道内での令和2年度の5mm種苗の生産個体数は7,158万個体/年であった(令和2年度栽培漁業用種苗等の生産・入手・放流実績(全国))。

(株)理研食品で廃棄される9t/年のボイル乾燥ワカメだけで、この1.5倍の10,588万個体を育成できる。

2mm種苗を5mm種苗まで育成するために要する乾燥マコンブ量は推定していないが、c 加工海藻および配合飼料 (a) 稚ウニ育成に必要な餌料量の推定の結果から、ボイル乾燥ワカメを給餌した場合と同等程度と推定できる。仮に100kg/100万個体とした場合、道内で廃棄されるマコンブ葉状部の乾燥重量2,000tで育成できる5mm種苗は2,000億個体を育成できる量に相当する。

5mm種苗100万個体を20mmまで育成する際に必要な量は乾燥マコンブ、ボイル乾燥マコンブでそれぞれ4,805kgおよび3,615kgと推定される(表4)。これは20mm種苗を41.6億個体育成するために十分な量であり、令和2年度に養殖された20mm種苗(369万個体、令和2年度栽培漁業用種苗等の生産・入手・放流実績(全国))の113倍を育成できる。

これらのことから道内の種苗生産施設が、ウルベラを用いる従来飼育から多段育成に切り替えても、必要餌料は十分に確保できると考えられる。

(ウ)種苗生産コストの削減効果

ウルベラ板の培養は、使用の1～2か月前から洗浄済みの波板840枚を、168枚の種板(母藻)とともに7.5t水槽1基に収容して、17℃～20℃に加温した培養液で拡大培養する。

道内のエゾバフンウニ種苗生産施設では、このウルベラ板30枚を1枠に収容し、屋内の7.5t水槽5基～10基にそれぞれ26枠～30枠設置する。ここに別個飼育した変態期幼生を7.5t水槽当たり50万個体～100万個体収容して採苗し、飼育を開始する。その後成長

に合わせて上述の方法で別途培養した新たなウルベラ板を追加して、稚ウニの密度を下げるとともに餌を供給する(分散)。これを数回繰り返して育成している。この工程で5mm種苗を100万個体育成するためにウルベラ板をのべ10,140枚を必要とする(表6)。ウルベラ板の培養に不可欠な波板の洗浄に要する労力は、100枚/人/日程度であるため、100万個体の生産に必要な波板(10,140枚)の洗浄作業のみでも101日/人を要する。この他、出荷や選別作業が1水槽当たり1日/2~3人程度必要になる。

一方、多段育成では5mm種苗100万個体に必要なウルベラ波板の枚数は73枚で、従来飼育の採苗時の2.2%に削減できる。15枚の波板を収容できる100L程度のバットが5つあれば必要量を賄えることになるため、培養時の加温コストや、波板の洗浄を含めた作業量を大幅に削減できる。殻径2mmに達してからは海藻細片給餌へと切り替えられるため、新たなウルベラの培養は不要になる。成長に合わせて週1回~2回程度の給餌作業が新たに加わるが、食べきれない程度の給餌を行うことで、残餌や糞の処理と合わせて必要な作業時間はトレイ4枚当たり15分程度で済む。生産に必要なトレイ枚数は5mm種苗100万個体の生産で採苗から順次密度の削減するために最大で999枚になる計算だが、作業日数は当初の波板準備の1日と合わせて、43日程度で済む。

また、従来飼育では5mm種苗の出荷までにのべ78,750tの飼育水を要するが、多段育成ではその15%程度に当たる11,928tに削減できる見込みである。施設では必要量を揚水するため同時に複数のポンプを動かすが、揚水量の削減はこのポンプ稼働数の削減やそれに伴う電気代の削減のほか、濾過水量の削減とポンプの稼働率の低下に伴うメンテナンス費用(維持管理費用)の削減に寄与する。

道内の800万から80万個体のエゾバフンウニ種苗生産施設での人件費を除く2020年度の施設運営費について、電気代、消耗品、維持管理費、加温・燃油

日、その他の比率を聞き取って図13に示した。人件費を除く施設運営費全体の8割から9割を、ウルベラ培養(消耗品と加温に用いる電気代)と揚水(ポンプの稼働に用いる電気代と維持管理費)に関わるコストが占めている。また、電気代は本事業開始時(2020年度)の17.5円/KWhに対し、2023年には1.57倍に高騰し(新電力ネットHPより)、波板やこれを収納する鉄製のホルダーの価格もおおよそ1.5倍に高騰している。波板は、波板からの種苗の剥離や洗浄作業で壊れやすく、これを支える鉄製のホルダーも海水の電触により3年で更新せざるを得ないため、大量の廃棄物を生み出しているが、これらの使用数の削減は廃棄物の削減にも寄与する。

一方、今回作成した試験機は、5段トレイを既存水槽の上に展開するタイプで、設備の移動などを伴わずに利用できるが、1セット(トレイ10枚設置)33.4万円を新たに投資する必要がある。道内施設は建設後平均30年経過し老朽化している。人手不足な上、人件費の高騰もある中で、新たな設備投資に予算を割く余裕がない機関も多いため、運営費の削減見込み金額に応じて、技術と設備の普及を図る必要がある。

結果の概要

- ・現時点ではウルベラは試験した付着珪藻類に比べ採苗基質として最も実用的である。

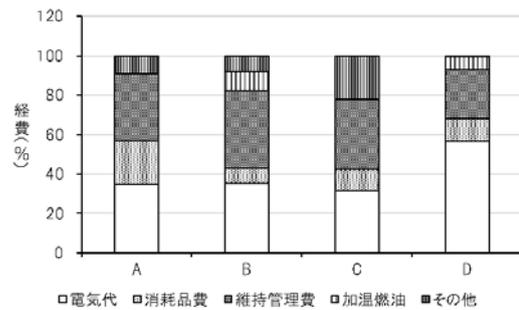


図13 ウニ種苗生産施設の運営費

AからDの施設に従って年間種苗生産規模は小さい

表6 従来飼育時と多段育成時の比較

育成工程	従来飼育				多段育成			
	水槽数	波板数	使用水量(t/日)	のべ使用水量(t)	水槽数 ¹⁾	波板数	使用水量(t/日)	のべ使用水量(t)
着底以降	5	3,380	262.5	15,750	0.5	73	10.5	631
2mm時	10	6,760	525	31,500	4.5	0	88.8	3,296
4mm時	15	10,140	787.5	78,750	7.3	0	143.9	11,928
主な作業と波板洗浄:101日					2mm以降の給餌:のべ43日			

1) 多段育成で要する投影面積を既存水槽に換算した

- ・殻径 2 mm以上に成長した個体は、高換水率条件下で海藻細片を摂餌して成長できるため、これを餌料とした多段育成が可能となった。
- ・海藻細片の餌料価値は、海水にさらされてから向上するため、残餌の回収は不要で食べきる量の給餌が効率的である。
- ・海藻細片は民間企業からの購入の他、道内で生産される養殖残渣の利用も可能であり、その供給量は道内で種苗生産や中間育成する需要を上回る。
- ・多段育成ではウルベラの必要数を従来の 0.7%に削減できるため、培養に関わる労力やコストを削減できる。
- ・多段育成では飼育水量の削減が可能になる。
- ・多段育成により飼育期間を短縮できる他、施設面積当たりの生産数を増やし、既存施設での生産能力を高められる。

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
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

水産試験場内の水槽試験室に容量 300L の水槽を設置し、これに観賞魚用クーラー（ゼンスイ ZR-180E）で10℃に冷却した水道水を循環させた。水槽内にコンブの採苗に使われる 100 L 容のコンテナを2台設置し加熱殺菌した海水約 85 L を満たした。LED 照明（TOMY 精工 WPRW01×3）を設置して 12,000lx（光合成光量子束密度 180 μ mol/m²/sec），10L:14D に設定し、早期種苗生産装置とした。

函館市日浦地区で 2022 年 6 月 10 日に採取したガゴメ母藻を適宜切断して平たい籠に収納し、滅菌海水を満たした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 2022 年 9 月 14 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 2022 年 7 月 19 日から実施した。母藻となるガゴメは、函館市浜町地先から 2022 年 7 月 19 日、2022 年 7 月 20 日早朝に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 10L:14D，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（GeO₂として 2mg/ml）を 5ml 添加し、通気を行って海水を循環させた。

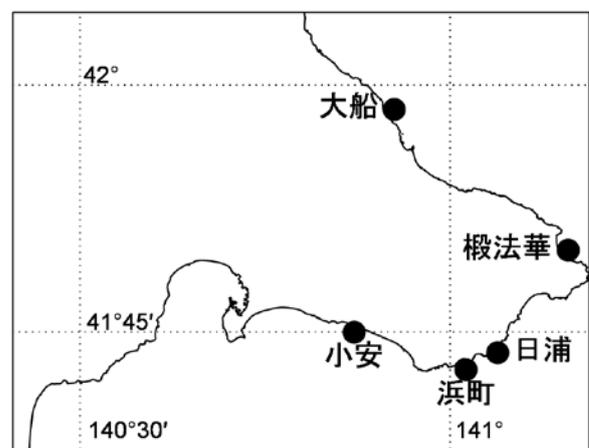


図1 促成養殖ガゴメの生育状況調査地点

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

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)で概ね月に1回程度の間隔で実施した。このうち大船地区において養殖条件を検討するため、育成密度を間引きによって変える試験を行い、前年度から養殖中の2022年3月4日に1株あたりのガゴメの本数を10本、7本、5本に調整した試験区を設定した。また、育成水深の条件の検討のため、日浦地区において水深別の養殖試験を行い、試験区として水深2mと3.5mの試験区を設定した。

調査で採取したガゴメは葉長、葉幅、中帯部幅、湿重量を測定したほか、色差計(コニカミノルタ CM-700d)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、乾燥重量を求めたほか、乾燥藻体を根元から90cmの長さで切断して乾燥重量を測定した値を製品重量とした。

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、2022年7月、8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 実用的な早期種苗生産体制の構築

(ア) 簡易的な成熟誘導装置の開発

日浦地区のガゴメについて約3ヶ月の成熟誘導によって子嚢斑が形成された。成熟が見られなかった前年

度とほぼ同様の蓄養条件であったが成熟が見られた。使用したガゴメの産地や内部物質の蓄積状況によっても成熟までの日数は変化するものと推測された。今回の試験で用いた装置の規模では4~6枚の母藻が生産でき、長さ300~600mの種苗糸が生産可能な量である。

装置全体の費用は、水槽が約6.5万円、クーラーが約9万円であり、照明や採苗用のコンテナは採苗所に既存の資材を転用できるため安価に小規模な成熟誘導を実施可能といえる。

小安種苗センターにおける事業規模の成熟誘導では、成熟誘導の開始から35日後の2022年8月24日の観察時から子嚢斑の形成が見られはじめ、57日後の2022年9月15日には子嚢斑が葉状部の両面に形成されるなど成熟が十分となった。前年度よりも早い進行であり、前田・北川(2021)が58日間の成熟誘導処理で約90%の個体に子嚢斑が形成された事例に近い結果であった。

イ 促成養殖ガゴメの生長・品質に及ぼす養殖条件の検討

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2に示す。大船地区における複数条件の間引き処理の結果、間引の実施により当初目標の50gを超えた個体は得られなかったが、養殖では高単価の等級になる個体重量(40g以上)の割合が増加し、収益増大に寄与することが分かった(図3)。

日浦地区において水深別に養殖試験を行ったところ、水深2mよりも3.5mにおいて収量が増大し、2022年8月まで養殖期間を延長すると収量は減少した(図4)。これは水深2mにおいて水中光量が最適な光量を超え

るためと推測され、養殖期間を長くすると末枯れなど負の影響があると推測された

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.

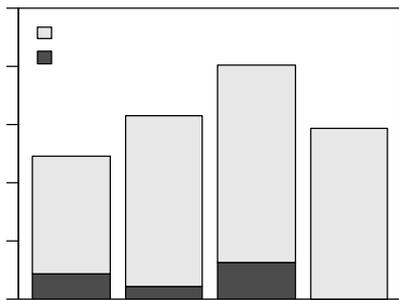
ウ 道南海域3地区における促成養殖技術の実用化試験と評価

有用成分であるフコイダン含量は、地域によらず3%前後の値となり、マコンブの2倍程度の含量であることが分かった(図5)。一部の海域では8月以降減少し、自己分解による成分の消費が起きている可能性がある。

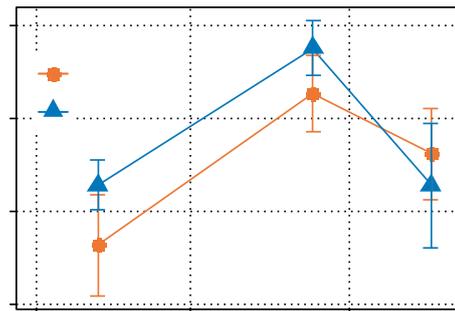
どの試験区でも有用成分の含量やガゴメの収量を最適化するための指標として色調（明度）が使用できる可能性がある(図6)。コンブ業者に乾燥品を評価させたところ、40g以上あればとろろ昆布原料に使い、50g以上あればおぼろ昆布の原料に使えるレベルの品質であることが分かった。

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



(対照区)



2. 漁業生物の資源・生態調査研究（経常研究費）

2.1 イカ類

担当者 調査研究部 三原栄次・藤岡 崇

(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得て、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、漁業生産高報告（1985～2021年）及び水試集計速報値（2022, 2023年）を用いて生鮮スルメイカの漁獲量を集計した。集計期間は4月から翌年3月までの年度集計である。集計範囲について、道北日本海は宗谷地区を除く稚内市～増毛町、道央日本海は石狩市～浜益村、道南日本海はせたな町～福島町（八雲町熊石地区を含む）、渡島太平洋は知内町～長万部町（八雲町熊石地区を除く）とした。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を用いた。

函館港については、近海いか釣りによって水揚げされたスルメイカの日別漁獲量・操業隻数を収集し、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、小型いか釣り漁船の操業隻数と漁獲量を集計し、CPUE（1日1隻あたり漁獲量）を算出した。

イ 調査船調査

調査船金星丸（151トン、1300馬力）により、2022

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、自動いか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。

これらの調査船調査は、水産資源調査・評価等推進委託事業により実施した。

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、各地区に水揚げされた漁獲物の生物測定を行った。2022年は6～9月に檜山管内のいか釣り、6～10月に函館港のいか釣り、7～11月に函館市木直町の定置網による漁獲物を測定した。

いか釣りについては、銘柄別に漁獲物を購入して生物測定を行い、銘柄別の箱数で測定結果を引き延ばして水揚げ日の漁獲物組成を把握した。定置網の漁獲物については、無選別に100尾程度を抽出して生物測定を行い、水揚げ日の漁獲物組成を把握した。

これらの漁獲物調査は、水産資源調査・評価等推進委託事業により実施した。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

(ア) 北海道日本海

1985年度以降の北海道日本海における生鮮スルメ

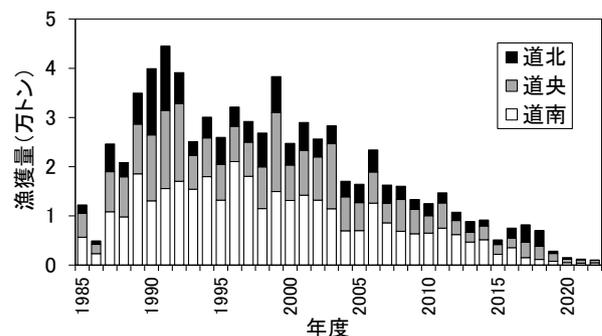


図1 北海道日本海における生鮮スルメイカ漁獲量の経年変化

イカ漁獲量の経年変化を図1に示した。北海道日本海の漁獲量は1986年度には4,906トンであったが、その後急激に増加し、1991年度には最高の44,522トン記録した。その後は2~4万トンの範囲で変動したが、2004年度から減少傾向となり、2022年度の漁獲量は1985年度以降では最も少ない1,017トンとなった。海域別では、道南と道央の漁獲量が大半を占める年が多

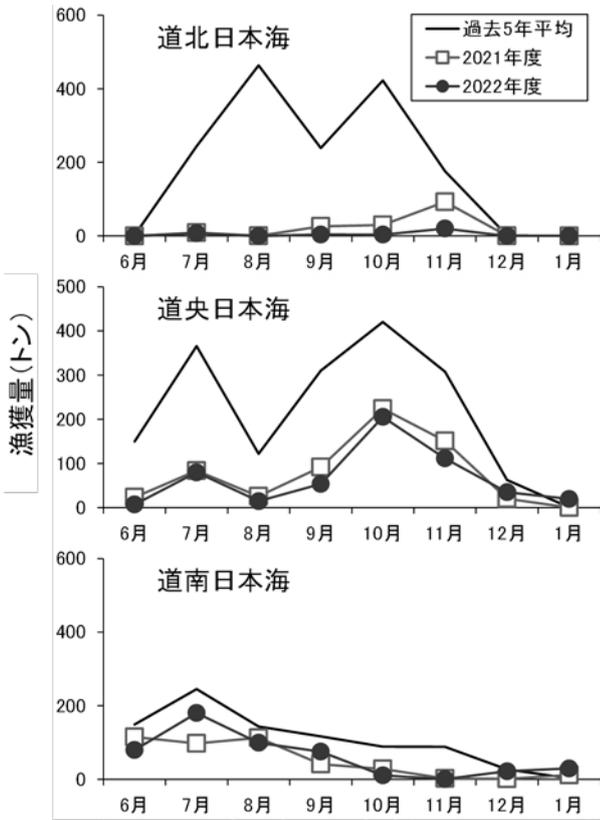


図2 道北、道央および道南日本海の月別漁獲量
過去5年平均は2017年~2021年の平均値

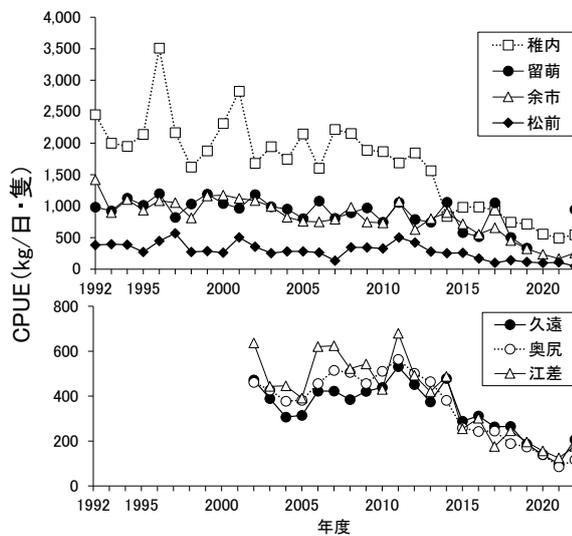


図3 北海道日本海の代表7港における小型いか釣り漁船のCPUEの経年変化

いが、2017~2018年度は、道北の割合が高かった。

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。道北日本海では、例年8月と10月に漁獲量のピークがみられたが、2022年度は漁期を通して低調に推移し、11月に僅かに漁獲量があった。道央日本海は例年7月と10月に漁獲量のピークが見られるが、2021、2022年度の7月の漁獲量は少なく、10月にピークが見られた。道南日本海では例年7月に漁獲量が最も多くなり、その後右肩下がりに減少する傾向がある。2022年度は11月まで同様の傾向にあったが、12月と1月の漁獲量は若干増加した。

北海道日本海の代表7港における小型いか釣り漁船

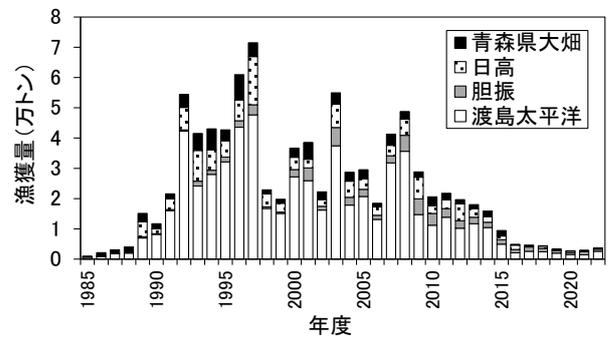


図4 道南太平洋における生鮮スルメイカ漁獲量の経年変化

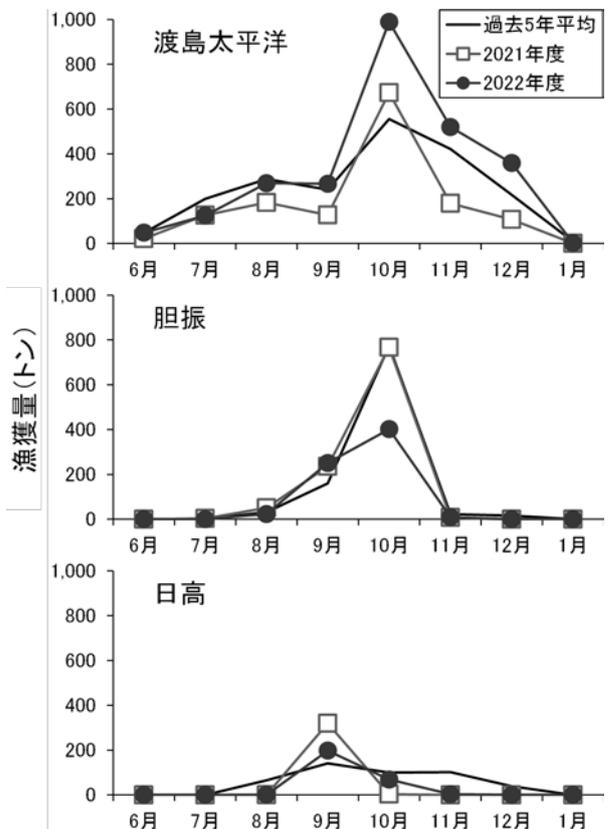


図5 渡島太平洋、胆振、日高の月別漁獲量

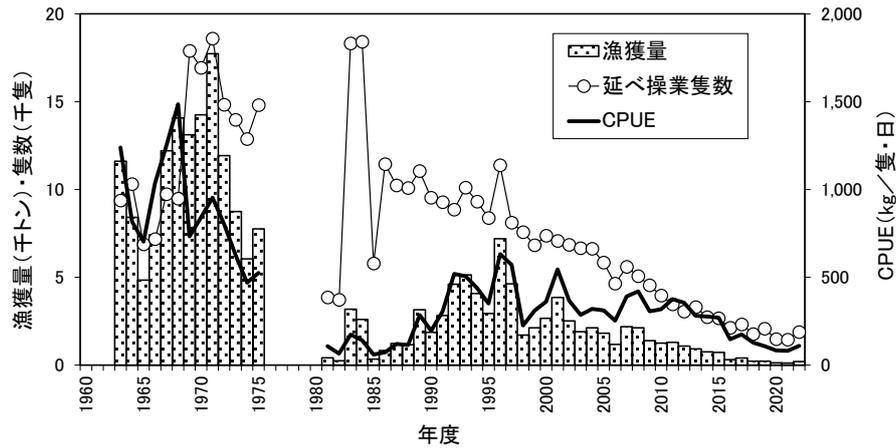


図6 函館近海における小型いか釣りによるスルメイカの漁獲量、延べ出漁隻数およびCPUEの経年変化
1976～1980年度はデータ欠落

の年間CPUEは、2012年度前後からいずれの港でも減少傾向にあり、特に2014年度から2015年度にかけて大きく減少した港が多い(図3)。2022年度のCPUEは松前を除く全ての港で前年度の値を上回った。

(イ) 津軽海峡～道南太平洋

道南太平洋における生鮮スルメイカの漁獲量は1985年度に950トンであったが、1989年度から急増し1997年度には最高の71,500トンを記録した(図4)。その後は2014年度まで1.5万～5万トンの範囲で変動し、2015年度以降は急激に減少した。2022年度の漁獲量は3,599トンで前年度を若干上回った。

渡島太平洋、胆振および日高における月別漁獲量を図5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。2021、2022年度は10月に漁獲量のピークが見られた。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、2022年度の月別漁獲量は9月から増加し10月にピークが見られた。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。2022年度は9月にピークが見られ10月も漁獲があったが、それ以外の月はほとんど漁獲がなかった。

1963年度以降の函館港の近海いか釣りによるスルメイカ漁獲量、延べ操業隻数およびCPUEの経年変化を図6に示した。漁獲量は1960～1970年代には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、1996年度をピークにその後は減少傾向にある。2022年度の漁獲量は206トンで、1963年度以降の最低値であった前年(117トン)を上回った。延べ操業隻数は1980年代後半から減少傾向となり、2022年度は1,879隻であった。CPUEは

漁獲量よりも変動が小さく、1990年代中盤以降は変動しながらも横ばいで推移していたが、2012年度以降は減少傾向となった。2022年度のCPUEは110kg/日・隻で前年(81kg/日・隻)を上回った。

函館港の近海いか釣りによるスルメイカ漁獲量、延べ操業隻数およびCPUEの旬別変化を図7に示した。

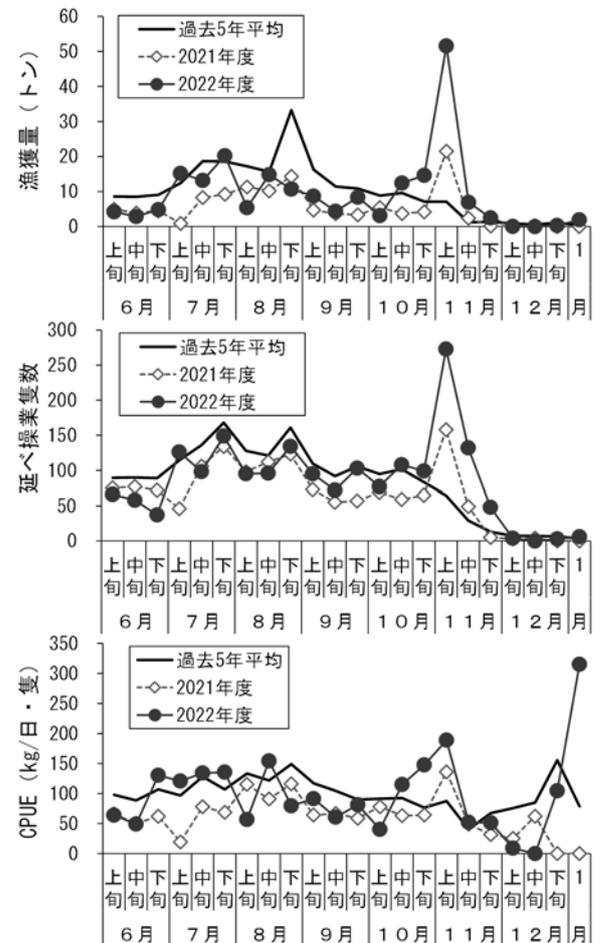


図7 函館近海における小型いか釣りによるスルメイカの漁獲量、延べ操業隻数およびCPUEの旬別変化

2022年度の漁獲量と延べ操業隻数は11月上旬に突出して高く前年および過去5年平均を大きく上回り、それ以外では7~8月に比較的較高かった。CPUEは1月に最も高く、それ以外では6月下旬~7月下旬、8月中旬、および10月中旬~11月上旬に高めで推移し、過去5年平均を上回った。

イ 調査船調査

(ア) 日本海スルメイカ北上期調査(5/20-25)

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、北緯40°10'線付近以南では沖合まで広く分布していたが、それ以北では東経139°20'線付近から沿岸側に限られ、調査海域の北西側では例年以上に沖合冷水が沿岸寄りに張り出していた(図8)。

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0~0.25の低い値だった。5地点の平均CPUEは0.12で、前年の5地点の平均(0.09)と同程度で、過去5年の平均(4.9)を下回り、2001年以降で3番目に低い値だった。

(イ) 日本海・太平洋スルメイカ漁場一斉調査(6/14-21)

深度50m層では沖合からの冷たい水が前年より沿岸寄りに張り出しており、水温は調査海域の北西側を中心に低くなっていた(図9)。深度50mで10℃以上の水温帯は、北緯42°以南では沿岸から東経139°付近まで分布していたのに対し、北緯42°以北では沿岸寄りに限られていた。

日本海5調査点のCPUEは0~0.83であった。5調査点の平均CPUEは0.22で、前年7調査点の平均値(0.37)を下回り、2010年以降の最低値となった。

(ウ) 太平洋スルメイカ漁場一斉調査(8/17-21)

深度50m層の水温は津軽海峡東側~下北半島周辺で高く、恵山岬沖から登別沖にかけて15℃以下の比較的低温の海域が見られた(図10)。

漁獲調査点3点のCPUEは2.20~5.73で、CPUEが最も高かったのは木直沖のSt.1だった。3点の平均CPUEは3.90で2021年の値(2.45)および過去5年平均値(2.39)を上回ったが、2010年以降続く低い水準の範囲内であった。

(エ) 11月道南太平洋スルメイカ調査(11/1-4)

登別沖~下北半島沖における深度50m層の水温は13~17℃台であり、津軽海峡東側では前年に比べ若干低めだった(図11)。

3調査点のCPUEはいずれも過去5年と比べ最も高い

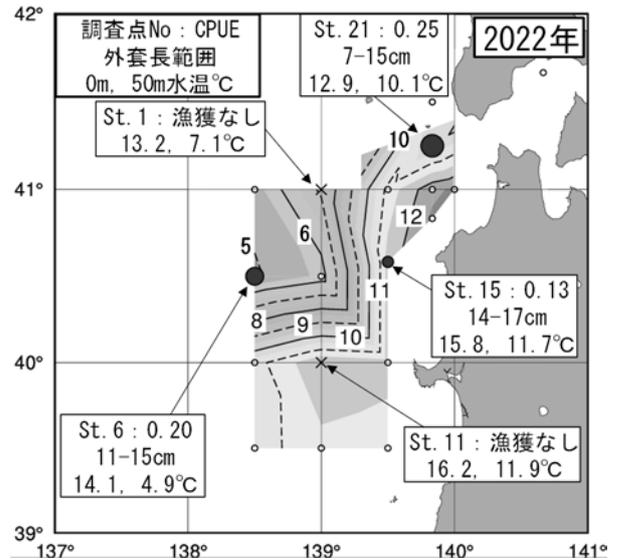


図8 日本海スルメイカ北上期調査結果。矢印の先は漁獲調査点で●の大きさはCPUEに比例、×は漁獲なし。等温線は深度50mの水温

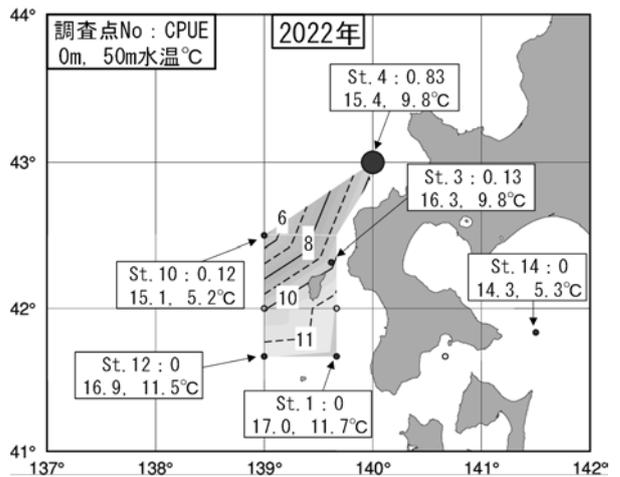


図9 日本海スルメイカ漁場一斉調査結果 図の見方は図8と同様

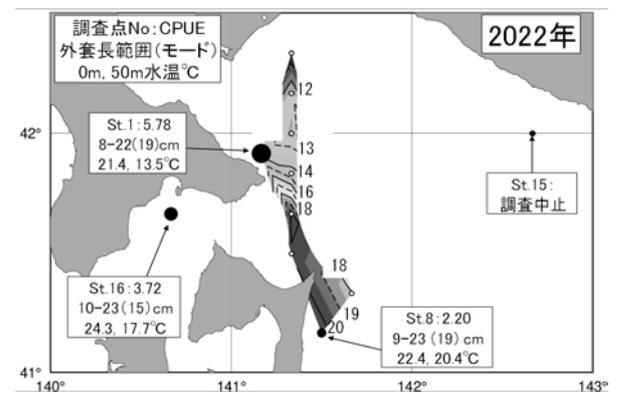


図10 太平洋スルメイカ漁場一斉調査結果 図の見方は図8と同様

値であった。この時期に来遊の主体となる冬季発生系群の資源量は少ないと考えられるが、11月の道南太平

洋としては、例年に比べ南下途中の群れが比較的多く来遊していた可能性が考えられた。

(オ) 標識放流調査結果

2022年の標識放流では、8月の漁場一斉調査のSt.1で58尾、St.16で42尾、11月の分布調査のSt.16で57尾の標識放流を実施した(表1)。

これらのうち、2022年8月20日にSt.16(函館沖)で放流した1個体が2023年11月8日に青森県東通村岩屋沖で再捕された。再捕した漁具はいか釣りで、再捕時の外套長は250mmであった。

ウ 漁獲物調査

道南日本海では6月に乙部地区(奥尻沖)、9月に江差地区(江差沖)で水揚げされたイカ釣り漁獲物を測定した(図12)。2022年の外套長組成のモードは6月に18cm、9月に20cmであり、2021年に比べ大型の傾向にあった。成熟度は雌雄ともに6月には90%以上が未熟であったが、9月には半数以上が成熟しており、2021年に比べて成熟個体の割合は高かった。

函館近海いか釣りの漁期中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代用した(図13)。2022年の外套長組成は漁期を通して前年より大型で、過去5年平均と比較すると同程度または大型であった。雄の成熟度を過去5年平均と比較すると、7~8月は未熟個体の割合が低かったが、10~11月は高かった。雌の成熟度は、過去5年平均と比べ7~11月まで未熟個体の割合が低かった。

太平洋側の木直地区における定置網の漁獲物について、7、9、11月の3回調査を行った(図14)。2022年の外套長組成を前年および過去5年平均と比較すると、7月は大型個体の割合が高かったが、9月は同程度または若干大型であった。11月は前年より若干大型であったが、過去5年平均に比べると24cm以上の大型個体の割合が少なかった。2022年の成熟度は雌雄ともに9月に成熟個体の割合が高かったが、7月と11月は殆どが未熟個体であった。前年および過去5年平均と比較すると、雌雄ともに7月と9月に成熟個体の割合が高かったが、11月には少なかった。

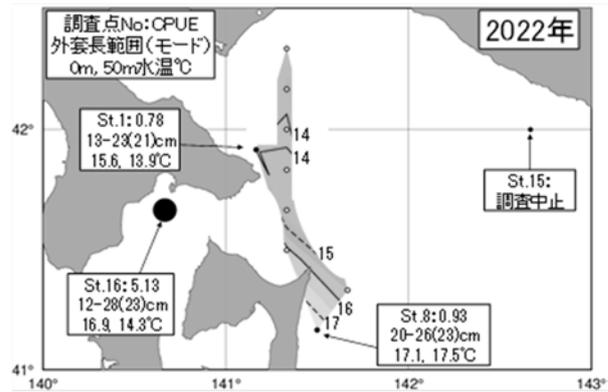


図11 11月道南太平洋スルメイカ調査結果
図の見方は図8と同様

表1 2022年度のスルメイカ標識放流情報

放流日	放流場所	放流地点	放流尾数	標識番号
		緯度・経度		
2022/8/19	St.1	42° 00.27'N	58	JPN P94
	木直沖	141° 06.44'E		
2022/8/20	St.16	41° 40.27'N	42	JPN P95
	函館沖	140° 40.19'E		
2022/11/1	St.16	41° 40.27'N	57	JPN P96
	函館沖	140° 40.19'E		

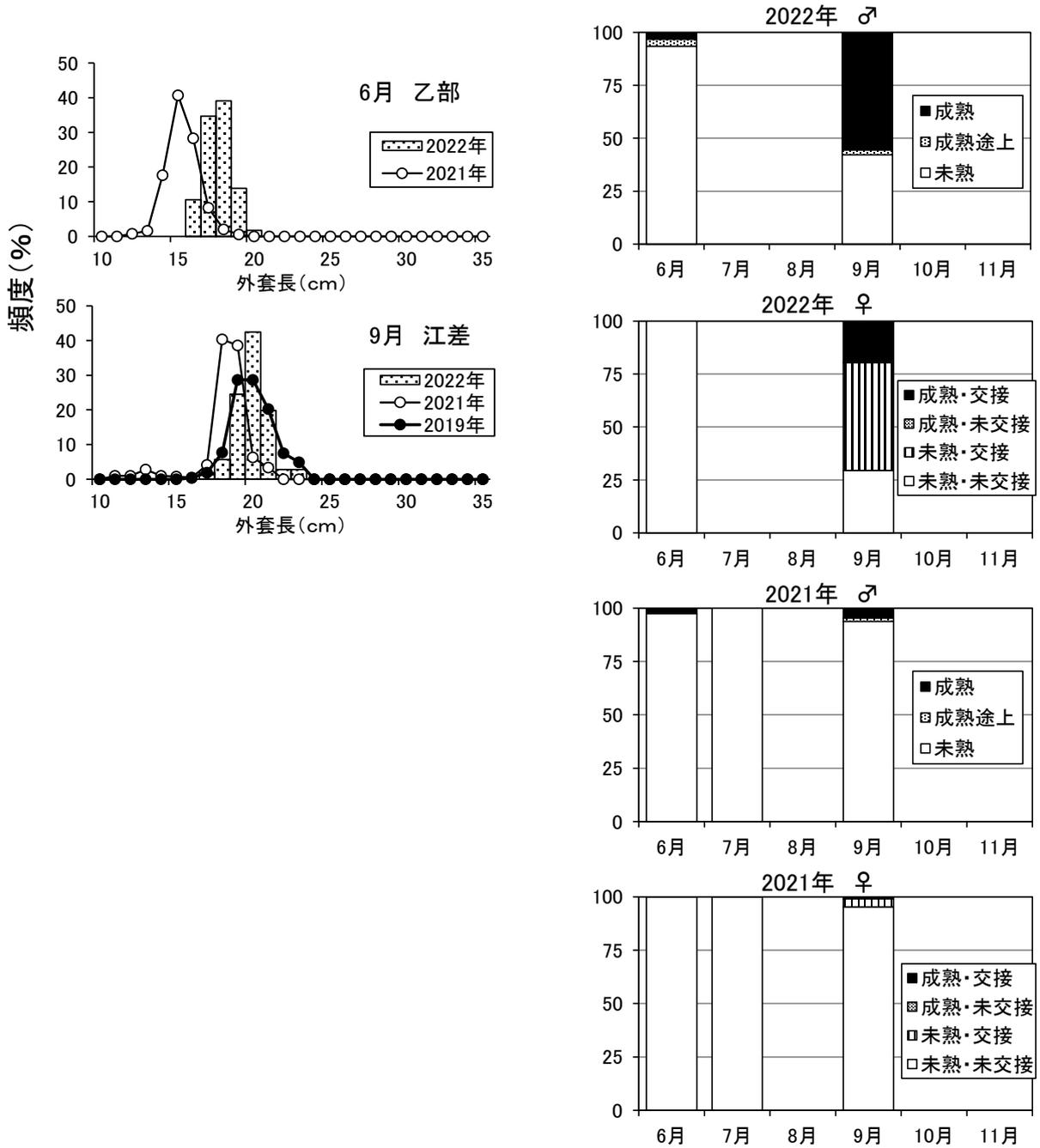


図 12 道南日本海のいか釣りによるスルメイカ漁獲物の外套長組成 (左) と雌雄別成熟度の月別変化 (右)

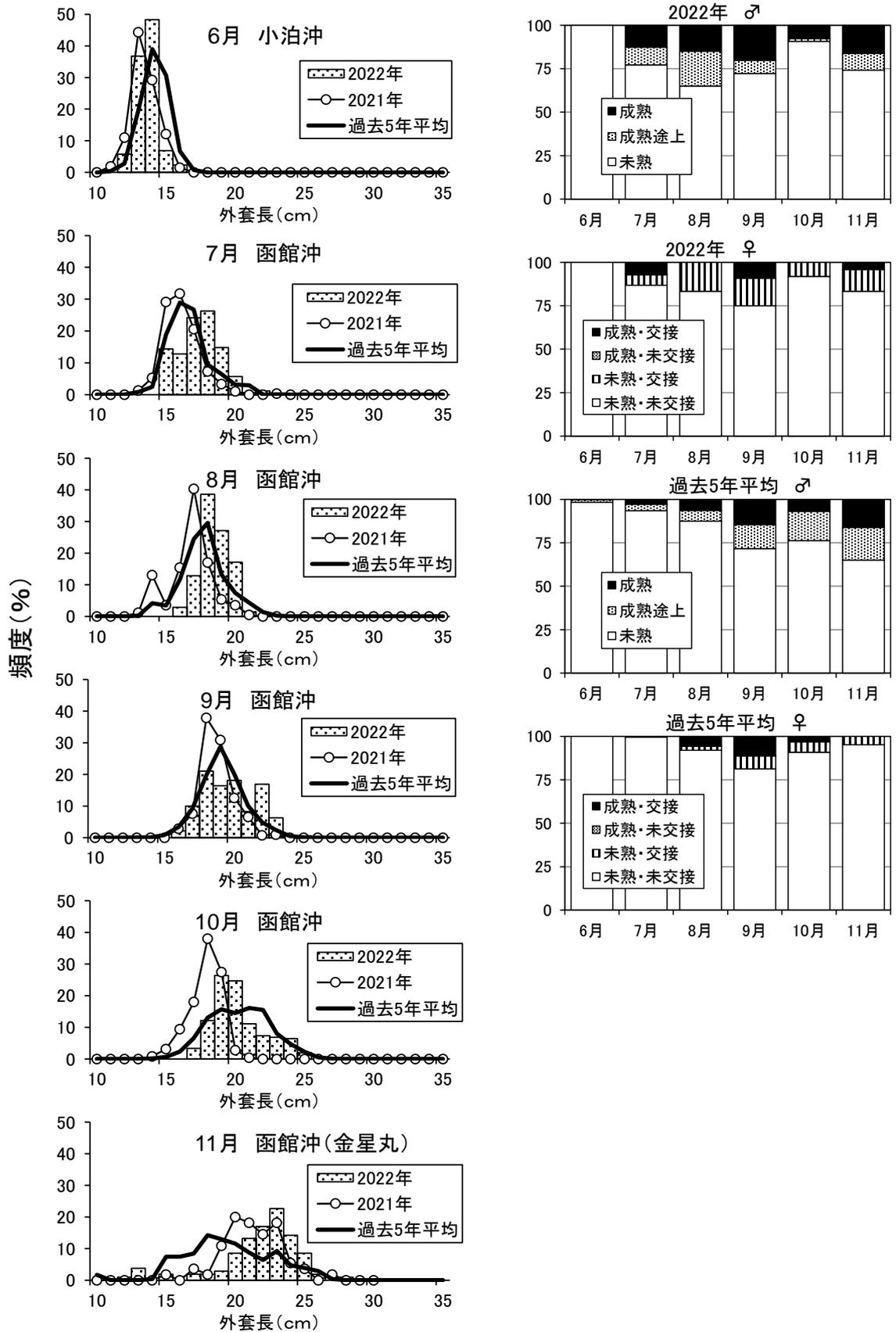


図 13 函館近海いか釣りによるスルメイカ漁獲物の外套長組成 (左) と雌雄別成熟度の月別変化 (右)

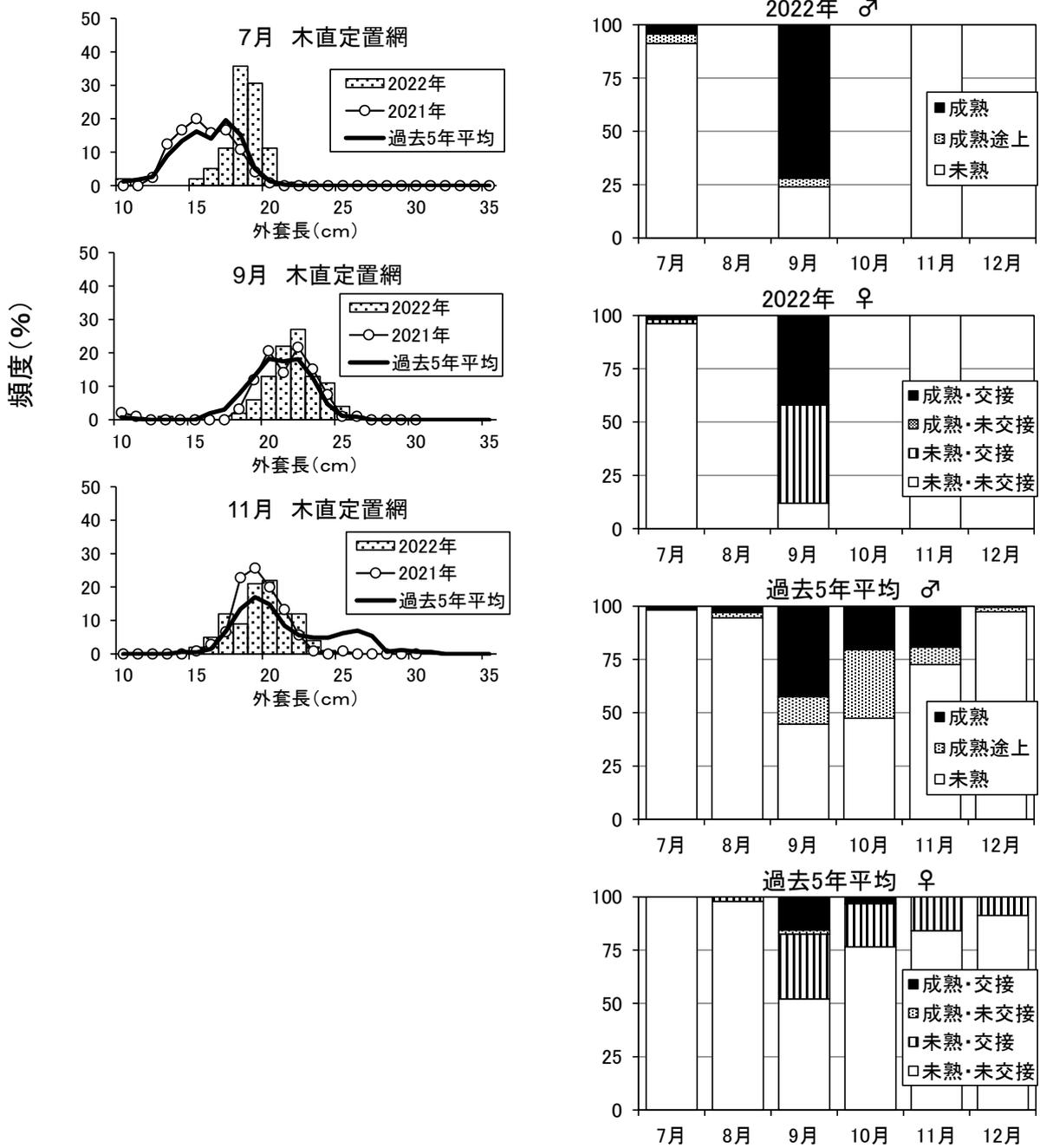


図 14 函館市木直町の定置網によるスルメイカ漁獲物の外套長組成（左）と雌雄別成熟度の月別変化（右）

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 藤岡 崇・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（2022年，2023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（2022年，2023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) 2022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。2022年度の檜山管内の漁獲量は410トンで，前年度（244トン）の約1.7倍に増加した

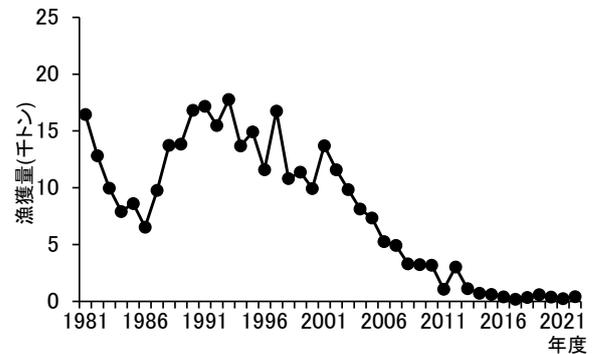


図1 檜山管内におけるスケトウダラ漁獲量の推移

表1 スケトウダラの地区別漁獲量と金額

	2021年度漁期計		2022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	244	43,509	410	75,415	168	173
江差	0	0	0	0	-	-
上ノ国	0	0	0	0	-	-
奥尻	0	0	0	0	-	-
合計	244	43,509	410	75,415	168	173
松前	0	2	0	0	0	0
福島	0	0	0	0	-	-
合計	0	2	0	0	0	0

※ 4月～翌年3月計（漁業生産高報告）。2022年度は暫定値。
 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。
 2022年度のデータの一部分は水試速報集計値を使用。

（表1）。檜山管内の漁獲金額は0.8億円で，前年度（0.4億円）の約2倍に増加した（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

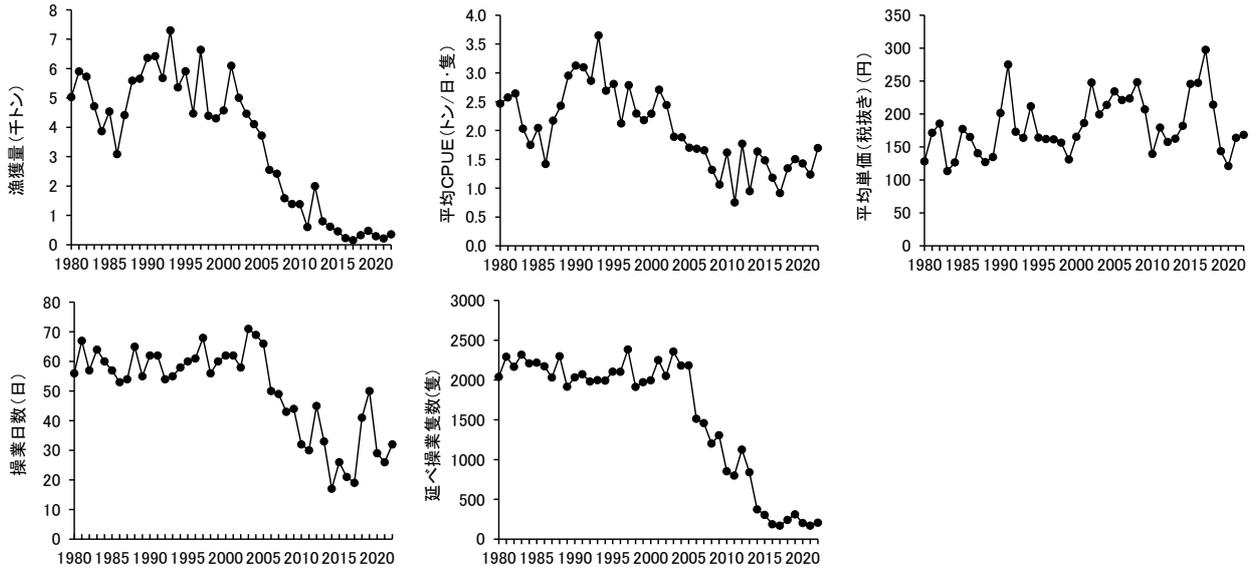


図2 すけとうだら延縄漁業による漁獲結果の経年変化（乙部町）

となった。1994年度以降は年変動があるものの再び減少傾向となっている。2022年度の漁獲量は351トンで前年度（210トン）の約1.7倍に増加し、平均CPUEは1.7トンで前年度（1.2トン）の約1.4倍に増加した。

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。2022年度は168円であった。

2022年度の操業日数と延べ操業隻数は、それぞれ32日と207隻で、ともに前年度（26日、170隻）よりも増加した。

c 漁獲物の特徴

2018～2022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。

2018年度は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）が主体に漁獲されていた。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（2022年度の7歳と6歳）が主体となっている。この間の尾叉長は、2018年度は概ね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まって漁獲され、2022年度は40～45cm台の個体が多く漁獲された。

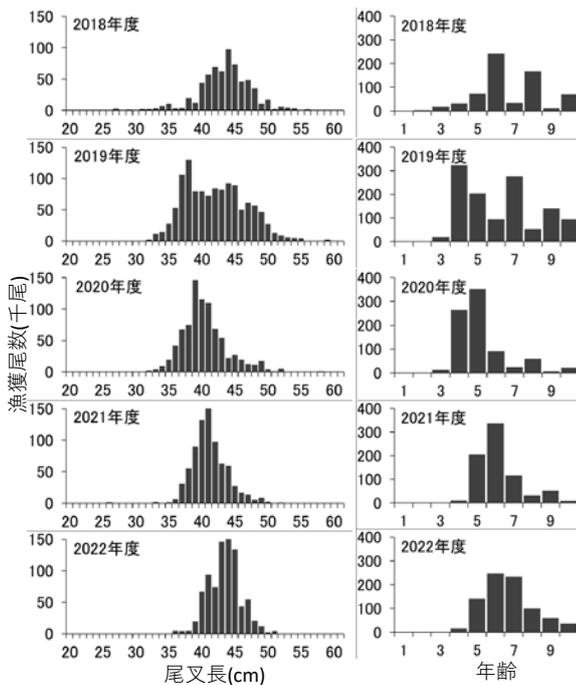


図3 檜山海域において延縄で漁獲されたスケトウダラの尾叉長組成と年齢組成

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13～17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

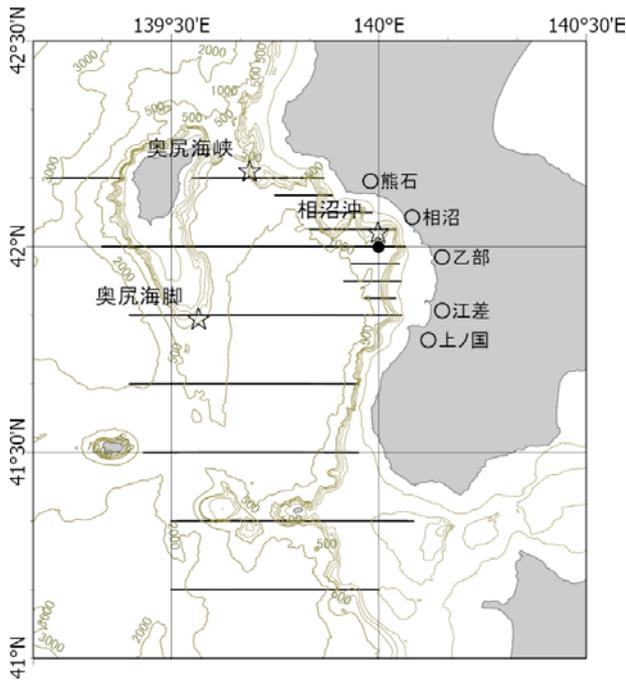


図4 スケトウダラ調査海域図
 実線(—)は魚探調査ライン
 星印(★)はトロール調査点
 白丸(○)は海洋観測点

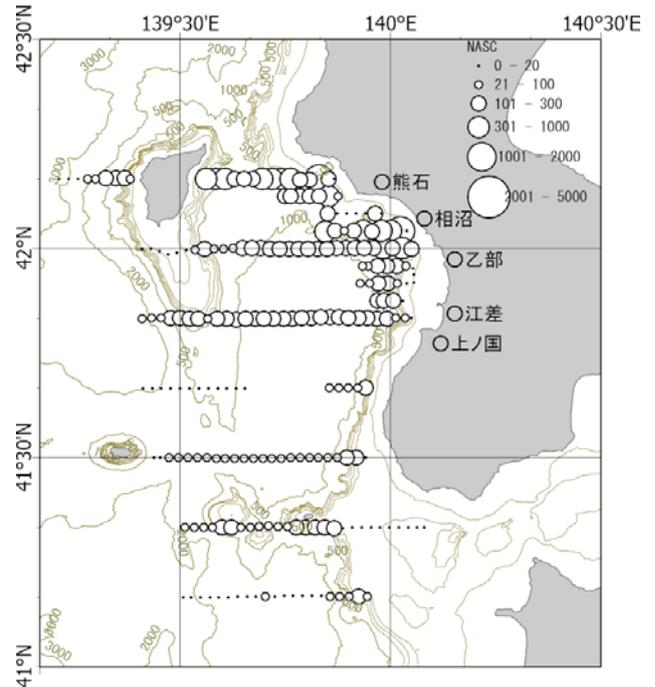


図5 調査海域全体の魚群の水平分布
 ○の大きさが魚群反応量を示す

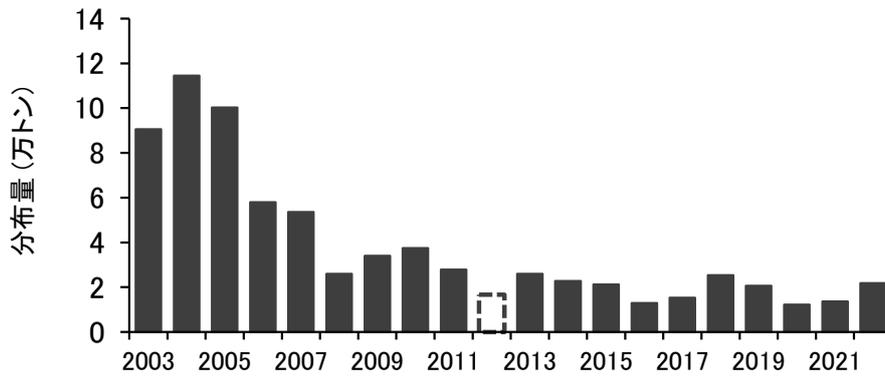


図6 檜山海域のスケトウダラ現存量の推移
 ※2012年は荒天による欠測等により過小評価されているため参考値

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。

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

スケトウダラは奥尻海峡周辺に多く分布していた。スケトウダラ漁場が形成される沿岸域では、相沼沖にまとまった分布が見られた (図5)。また、江差沖～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

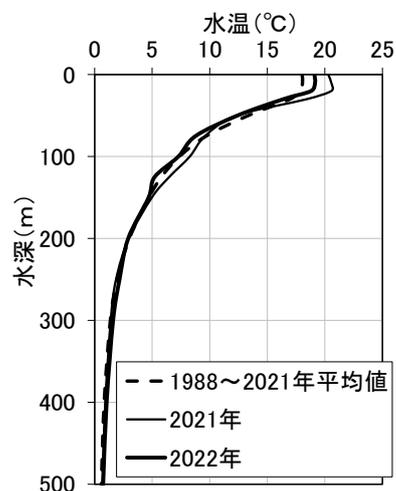


図7 乙部沖の10月の鉛直水温分

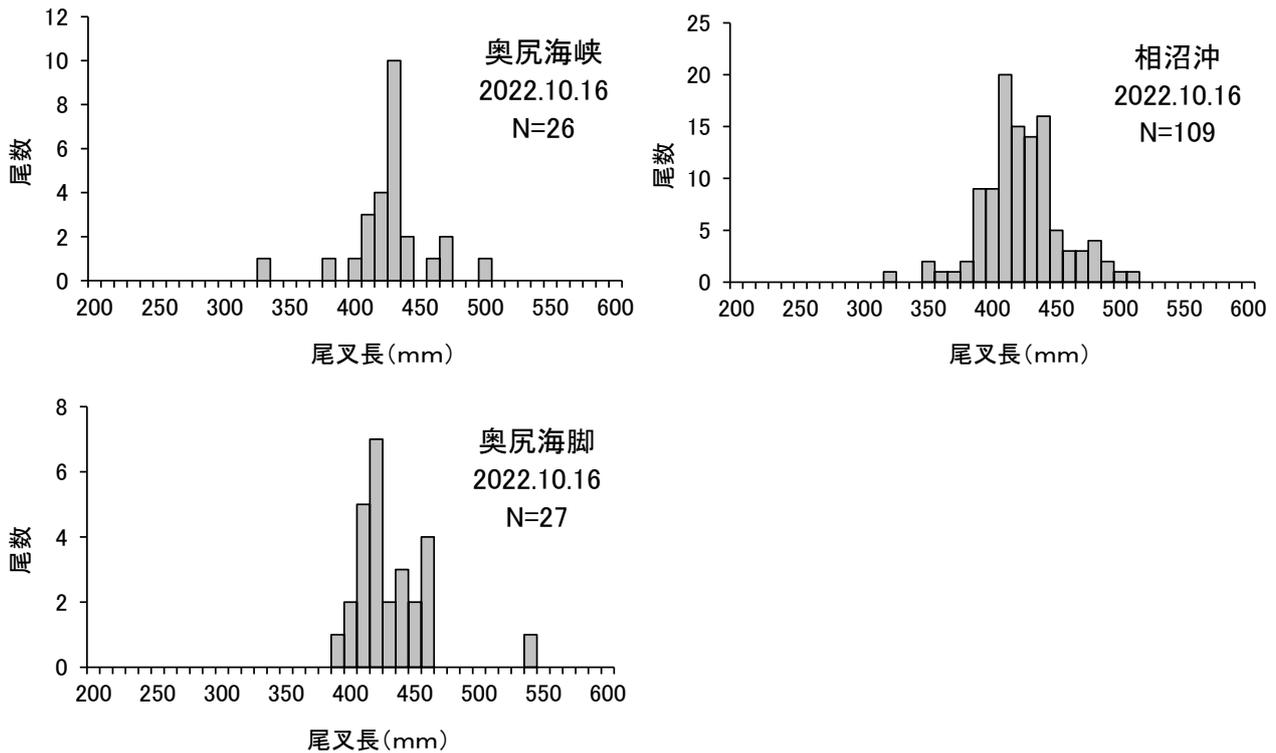


図8 着底トロール調査で漁獲したスケトウダラの尾叉長組成

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）。2022年の分布量は21,866トンで、前年（13,662トン）の約1.6倍に増加した。

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43cm前後、奥尻海脚は尾叉長40cm～47cm、相沼沖は尾叉長38cm～45cm（図8）が主体で、昨年と同調査と比較して42～45cmの割合が高かった。

(イ) 産卵群漁期中分布調査（新規加入量調査）

2022年12月10～12日に、奥尻島以南の檜山海域で計量魚探調査、海洋観測調査を「(ア)産卵群漁期前分布調査」と同様に実施した（図9）。なお、トロール調査は荒天のため実施できなかった。

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、乙部以南の海域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。2022年のスケトウダラ分布量は1,062トンで、前年（1,628トン）を下回り、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の水温は前年および平年より0.5～1.5℃高かった（図12）。

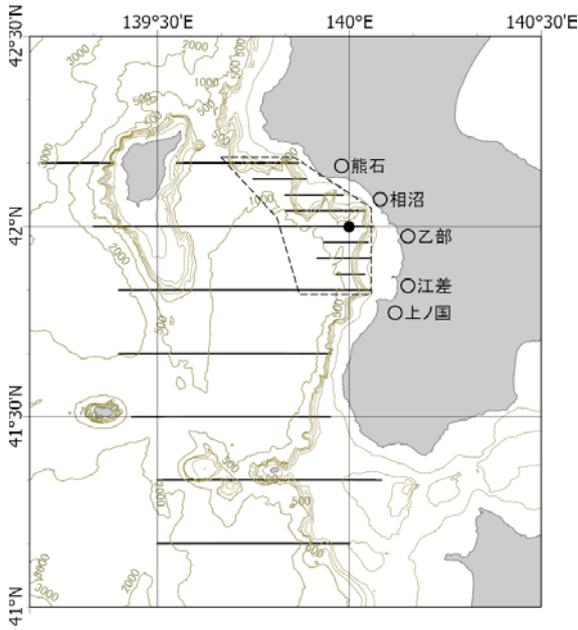


図9 スケトウダラ調査海域図
 実線(—)は魚探調査ライン
 破線は図11の魚群分布量を算出した範囲
 星印(★)はトロール調査点
 黒丸(○)は海洋観測点

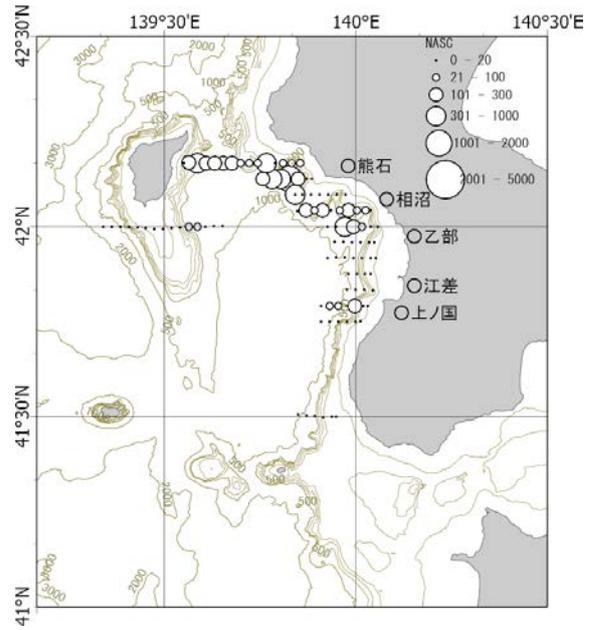


図10 調査海域全体の魚群の水平分布
 ○の大きさが魚群反応量を示す

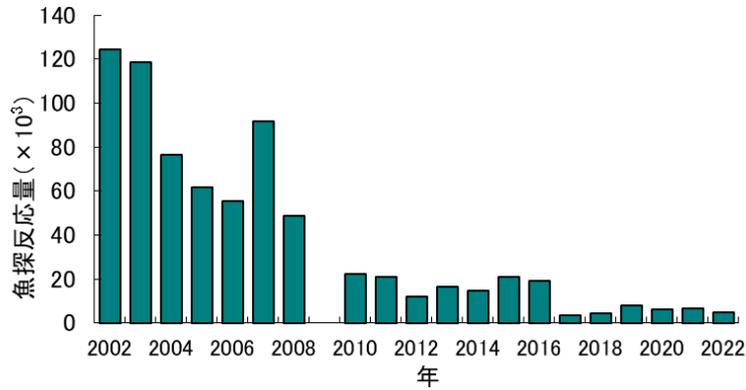


図11 延縄漁場とその周辺のスケトウダラ分布量の推移
 ※2009年は荒天で調査中止

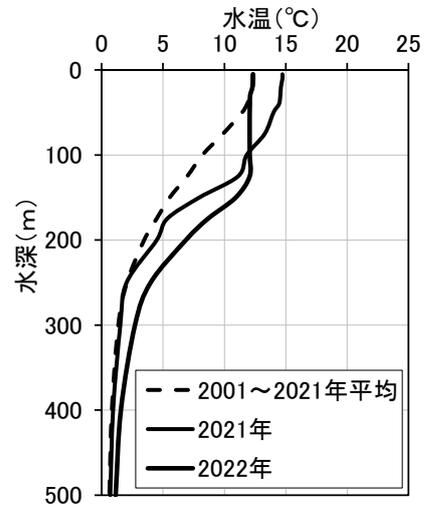


図12 乙部沖の12月の鉛直水温分布

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、2022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、沖合底びき網漁業（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（以降、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、船団名、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みられたので、これらの説明変数はそれぞれ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)。

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

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～2022 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)、Group は船団名 (操業日誌の記入を依頼している各船団の名前) 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

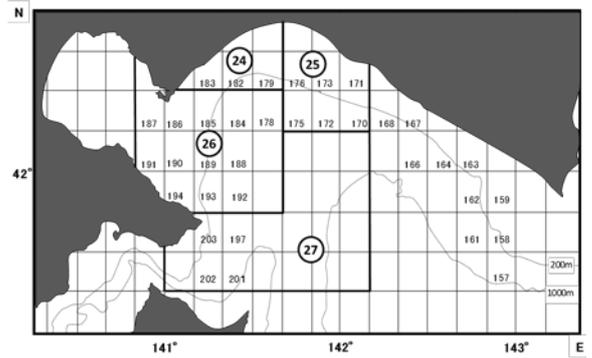


図 1 沖底漁業における CPUE 対象海区

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 50～600m 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)。

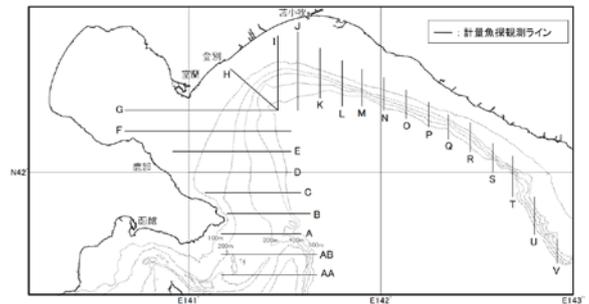


図 2 産卵来遊群分布調査海域

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：2022 年 8 月 30～9 月 10 日
- 2 次調査：2022 年 11 月 10～15 日
- 3 次調査：2023 年 1 月 12～13 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上を航走し、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 *MASC* 値 (m^2/nmi^2) に調査面積を乗じて算出した累積 *MASC* 値で示した。平均 *MASC* 値は、次式に従って算出した。

$$\text{平均 } MASC \text{ 値} = \sum_i \left(MASC_i \times \frac{L_i}{\sum_i L_i} \right)$$

ここで、 $MASC_i$ 、 L_i は調査線 i の平均 *MASC* 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、2009 年度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 年度には、久しぶりに高豊度年級群となった
2016 年級群が漁獲加入したことから漁獲量は増加
に転じ、2019 年度は 3.9 万トン、2021 年度には 4.5
万トンとなったが、2022 年度は 3.7 万トンに減少
した（表 2、図 3）。

漁業種別にみると、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つ
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、2022 年度は 2.4 万トンと
2021 年度（2.7 万トン）をやや下回った。定置網漁

業の漁獲量は、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。2020 および
2021 年度には 6 千トンを上回ったが、2022 年度は
1.6 千トンとなった。沖底漁業は、おおむね 3 万ト
ン以下で推移しており、1999 年度に 2.8 万トン
を記録した。その後、2016 年度までおおむね 1.5 万
～2.5 万トンで推移したが、2017 年度には 1.0 万ト
ンを下回った。2018 年度以降は 1.0 万～1.4 万トン
で推移し、2022 年度は 2021 年度をやや下回る 1.2 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（図 4）、
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。2001～2013 年度は 3 万トン前後、2014
年度以降は 0.9 万～2.0 万トン程度で推移しており、
2022 年度は前年度より半減し 0.9 万トンであった。
胆振管内では変動は小さく、2005 年度以降、2 万ト
ン前後で推移してきた。2016 年度以降は 1.0 万ト
ン前後となっており、2022 年度は 1.1 万と前年度
よりもやや増加した。日高管内では渡島、胆振管内
より少なく、1985～1999 年度は 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
れ以前と比べ増加しており、2022 年度は 5.5 千ト
ンと前年度よりも増加した。

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			小計	沖底	合計
	刺し網	定置網	その他			
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	10,987	44,949
2022	23,977	1,613	31	25,621	11,576	37,197

年度計（4～3月）、2022年度は暫定値

b 漁業情報

(a) 刺し網漁業の漁獲成績報告書から算出した資源量指数（以降、刺し網資源量指数）の推移

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 1,000 以下であったが、
2010 年度にかけて増加し、2010 年度には 2,900 台
となった。その後、2015 年度までは 2,000 前後の高
い水準で推移したが、2016～2020 年度はやや低下
し、1,500 前後となった。2021 年度には 2,000 台ま
で増加したものの、2022 年度は前年度よりもやや減
少し、1,706 となった。なお、この 2 ヶ年はそれ以
前よりも資源量指数は増加したが、漁期前半（特に

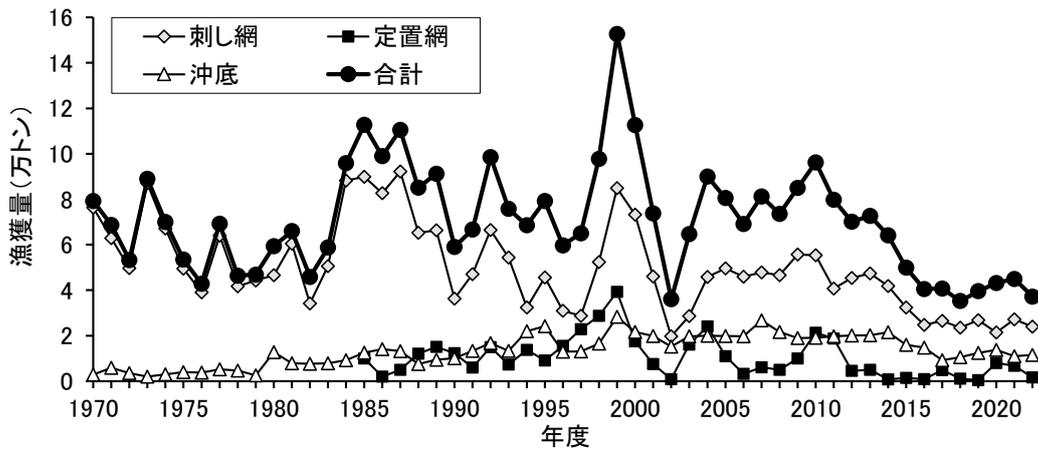


図3 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁業種別漁獲量の推移

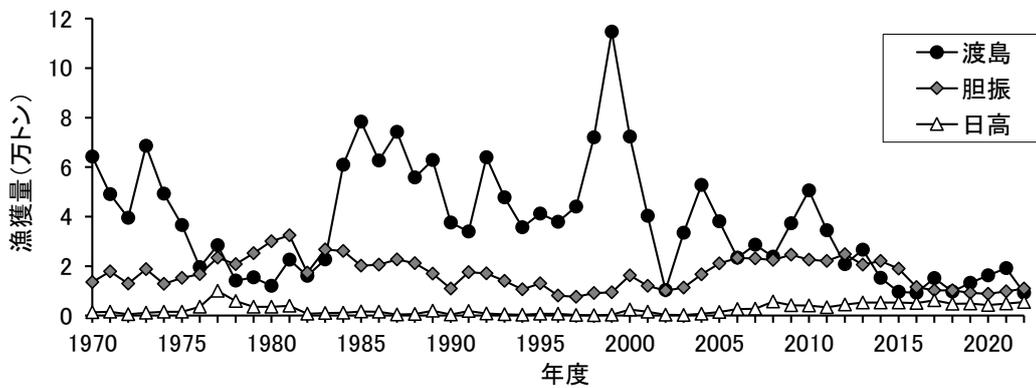


図4 道南太平洋海域におけるスケトウダラ振興局別漁獲量の推移

10月)の割合は低い値となっており、産卵来遊時期が遅くなってきていることが伺われる(図5)。

(b) 刺し網漁業の操業日誌から算出した標準化CPUEの推移

刺し網漁業の標準化CPUEは、2010年度は37.5であったが、その後急減し、2016年度には1.6となった。しかし、2019年度から2年連続して急増し、2020年度は33.9となった。2021年度には再び減少して18.8となったものの、2022年度は20.9と2021

年度と同程度の値となった(図6)。

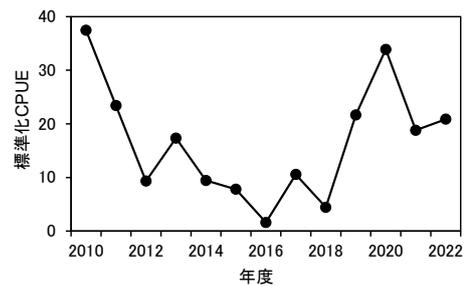


図6 刺し網漁業操業日誌に基づく標準化CPUEの推移

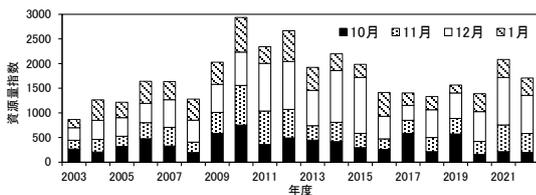


図5 刺し網漁業の資源量指数の推移

(c) 沖底漁業のCPUE

沖底漁業におけるCPUEは、1999~2016年度にかけては、おおよそ5.0~7.0で比較的安定して推移した。2017~2019年度には一時的に4.0前後まで

減少したが、それ以降は再び増加傾向を示し、2022年度は8.5と1985年度以降の最高値となった(図7)。

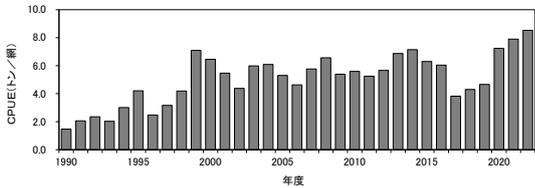


図7 沖底漁業のCPUEの推移

(イ) 漁獲物の生物測定調査

2020~2022年度のスケトウダラ漁獲物の尾又長および年齢組成を図8に示した。2022年度の漁獲物の尾又長は25~63cmの範囲にあり、44cmにモードがみられた。年齢は6歳(2016年級群)が全漁獲尾数の約6割を占め、5歳(2017年級群)、7歳(2015年級群)がこれに続き、5~7歳で全漁獲物の93%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, 単位: m^2/nm^2)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20万を超える高い水準で推移した。2016年度以降は、10~20万程度で推移していたが、2022年度は31.3万まで増加した。2次調査(11月中旬)の反応量は、調査を開始した2001年度以降徐々に増加し、2007年度には280.1万、2009年度には420.3万となり、それ以降も2014年度まで200万前後の高い水準であった。2015年度以降は100万前後と低く推移し、2019年度には46.7万と2002年度並みに低下した。2020年度からは2年連続して急増し、2021年度には257.7万となったが、2022年度には減少し126.6万となった。

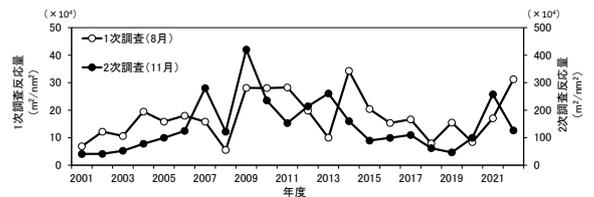


図9 スケトウダラ調査時期別の魚探反応量

なお、両調査で得られた反応量を、それぞれの平

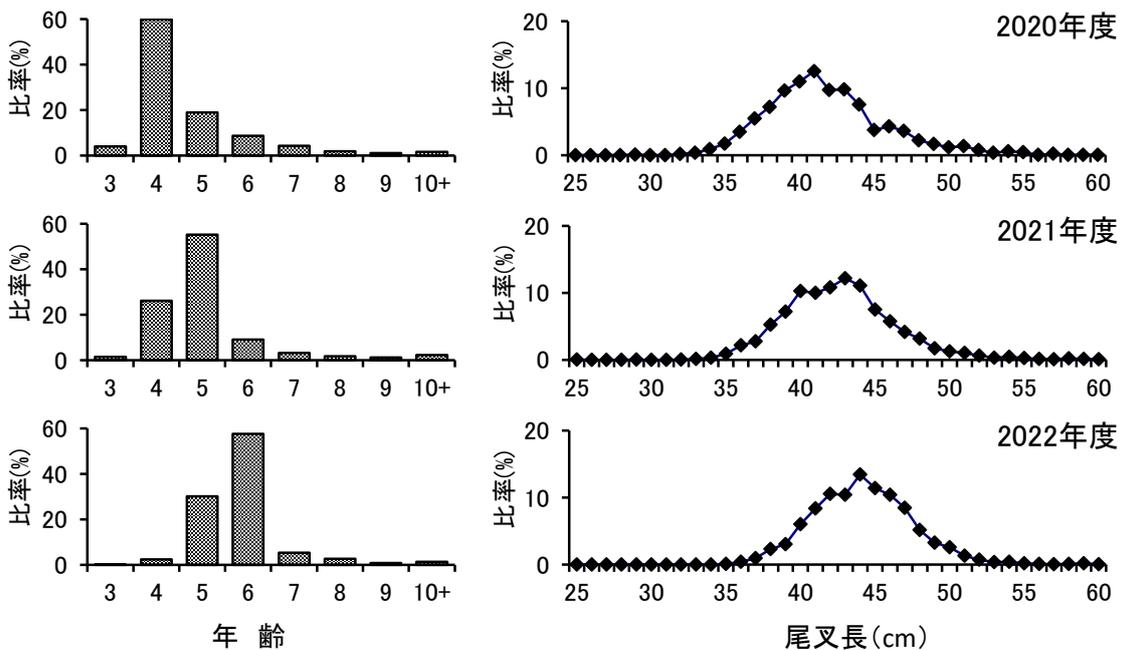


図8 道南太平洋海域におけるスケトウダラ漁獲量の年齢および尾又長組成

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となった(図10)。

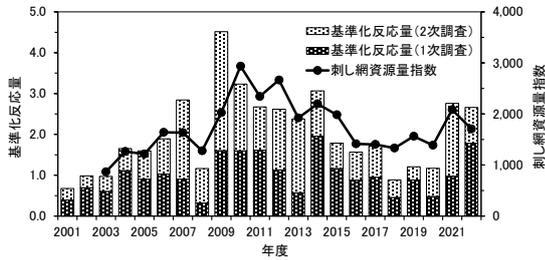


図10 調査時期別の基準化反応量および刺し網資源量指数の推移

ウ 資源解析

(ア) 年齢別漁獲尾数の推移

漁獲尾数は、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、2016～2019年には0.7億尾まで減少した。2020および2021年度はやや増加し0.9億尾となったものの、2022年度には再び0.7億尾となった(図11)。

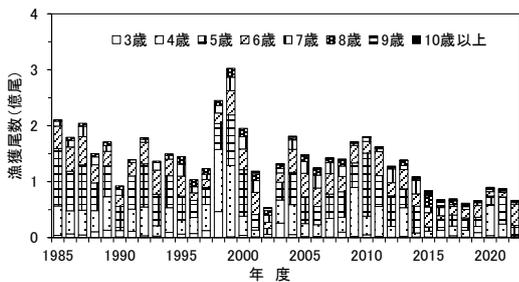


図11 道南太平洋海域におけるスケトウダラの年齢別漁獲尾数の推移

(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を用いた。資源水準を評価した期間については、刺し網資源量

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、2003～2021年度の19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、2022年度の水準指数は98であったことから(図12)、2022年度の資源水準は中水準と判断した。

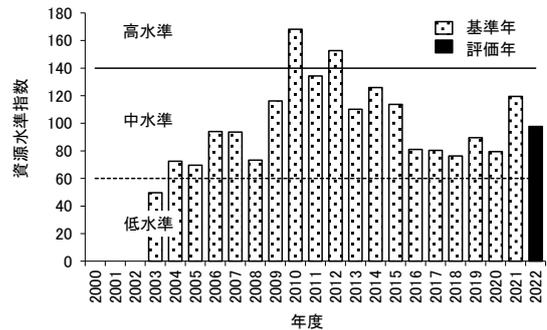


図12 道南太平洋海域におけるスケトウダラの資源水準(資料は刺し網資源量指数)

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4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

担当者 調査研究部 木村俊介・武藤卓志

(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 漁獲統計調査

漁獲統計データは1985～2021年の漁業生産高報告と2022年の水試集計速報値を用いた。漁期年は1月～12月、海域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、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て集計した。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。また、漁協毎の銘柄別水揚げデータを収集し、漁法別銘柄別漁獲量を集計した。

イ 年齢別漁獲尾数

道南海域において漁獲量の多い地区の漁獲物をサンプリングし、規格毎に測定を行った。2022年は、松前さくら漁協（刺し網）、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）でサンプリングを行った。測定項目は体長、体重、性別、成熟度、生殖腺重量、肝臓重量し、耳石を用いて年齢査定を行った。

アにおいて収集した漁協毎の水揚げデータを使用して、規格毎の年齢組成を引き伸ばして漁協・漁法別の漁獲量とした。これを海域全体の漁獲量で漁法別に引き伸ばし、合算することで道南海域全体の年齢別漁獲尾数を求めた。なお、耳石による年齢査定を実施しているのは2007年以降であり、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。

ウ 資源尾数および重量

Popeの近似式を用いたコホート解析（VPA）により資源尾数を算出し、年齢毎の平均体重を乗じて資源重量を求めた。

エ 加入尾数と親魚重量

道南海域のホッケは10～12月に産卵し、12～2月頃

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 年級とした。また、 $n+1$ 年（1歳時点）の資源尾数を n 年級の加入尾数とすると、 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。成熟率は1歳で0.8、2歳以上で1とし、1歳の成熟尾数は n 年の2歳資源尾数に成熟率（0.8）を乗じた尾数とした。

オ 仔稚魚分布調査

試験調査船金星丸で4月に実施している道西日本海定期海洋観測時に、丸稚ネット（口径1.3m、長さ4.2m）を使用してホッケ仔稚魚を採集した。採集地点は定期海洋観測定点のうち、夜間に観測を行った定点とした。曳網は船速2ノットで10分間行い、採集物は90%エタノールで保存して持ち帰り、種同定とホッケ仔稚魚の計数を行った。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

道南海域におけるホッケの漁獲量は1980年代後半には20千トン台であったが、その後減少が続き、2017年には1985年以降で最低の599トンとなった（図1）。2018年以降は増加傾向にあったが、2022年は前年から4,292トン減少して2,700トンとなった。海域別にみると道南日本海の漁獲量は2017年まで概ね海域全体と同様の変動をしていたが、2018年以降海域全体の漁獲量が増加しても道南日本海では大きな増加が見ら

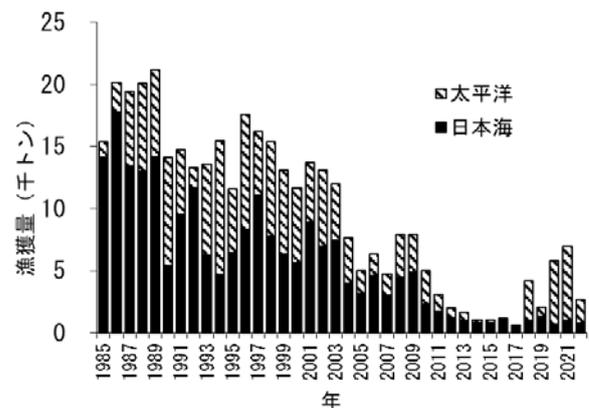


図1 道南海域におけるホッケ漁獲量の推移

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	2022年			2021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	96.9	0.0	96.9	352.8	0.1	352.9	27.4	14.6	27.4
	底建網	405.9	99.3	505.3	427.2	124.7	552.0	95.0	79.6	91.5
	刺し網	57.3	53.2	110.5	43.7	23.3	67.0	131.1	228.4	165.0
	まき網	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
	その他	40.5	2.7	43.2	36.6	3.4	40.1	110.7	79.1	108.0
	小計	600.6	155.3	755.9	860.4	151.6	1,012.0	69.8	102.5	74.7
道南太平洋	定置網	1,342.2	113.5	1,455.7	4,583.0	527.6	5,110.6	29.3	21.5	28.5
	底建網	27.6	27.6	55.3	336.6	84.1	420.7	8.2	32.8	13.1
	刺し網	261.2	101.4	362.6	212.3	163.0	375.3	123.0	62.2	96.6
	まき網	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
	その他	51.1	19.7	70.8	58.2	15.3	73.5	87.8	128.7	96.3
	小計	1,682.1	262.3	1,944.4	5,190.1	790.1	5,980.2	32.4	33.2	32.5
合計	2,282.8	417.6	2,700.4	6,050.5	941.6	6,992.1	37.7	44.3	38.6	

れなかった。一方で、道南太平洋では変動傾向が異なっており、1980年代後半から1990年代半ばにかけて大きく増加し、その後減少した。2018年に大きく増加すると2021年には5,980トンとなったが、2022年は4,036トン減少して1,944トンとなった。

2022年の海域別・漁法別の漁獲量を2021年と比較すると、道南日本海、道南太平洋いずれも主体は前年と変わらず、前者では底建網、後者では定置網が主体であった(表1)。両海域ともに定置網と底建網の漁獲量は前年から減少したが、刺し網では道南太平洋の秋季を除き前年から増加した。

イ 年齢別漁獲尾数

道南海域における年齢別漁獲尾数は1998年に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が、その後は2008、2009年の一時的な増加を除いて減少が続き、2017年には0.1千万尾となった(図2)。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ったが、2022年は前年の2.7千万尾から大きく減少して0.6千万尾となった。年齢組成をみ

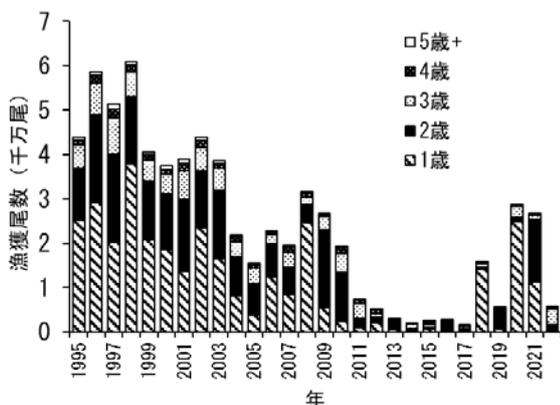


図2 道南海域におけるホッケの年齢別漁獲尾数の推移

ると1歳と2歳の若齢魚が漁獲の大半を占めており、漁獲量が大きく減少した2011年以降では漁獲量の多かった2008、2018、2020年に1歳魚が90%近くを占めていた。

ウ 資源尾数および重量

VPAによって算出した資源尾数は1996年の14.3千万尾から徐々に減少して2004~2007年には5千万尾前後となった(図3A)。2008年には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が続き資源尾数は減少した。2018年に2017年級の加入によって3.3千万尾に増加すると豊度の高い2019年級の加入もあり近年は資源尾数が増加傾向にあったが、2019年級以降の加入が少なかったため2022年には前年の4.4千万尾から大きく減少し1.1千万尾となった。

資源重量は資源尾数と同様の推移を示しており、2007年級の加入により増加した2008、2009年を除いて1996年の46千トンから減少が続き、2017年には2.7千トンとなった(図3B)。2017、2019年級の加入により近年は増加傾向にあったが、2022年は前年の15千トンから大きく減少して5.6千トンとなった。

エ 親魚重量と加入尾数

親魚量と加入尾数の推移を図4に示した。各年級の親魚量(その年級を産み出した親魚量)は1996年級では24.4千トンであったが、2009、2010年級を除いて

減少が続き、2015～2018年級は2千トン前後の非常に低い水準で推移した。2019年以降は豊度の高い2017年級、2019年級が成熟したことで親魚量は増加傾向に

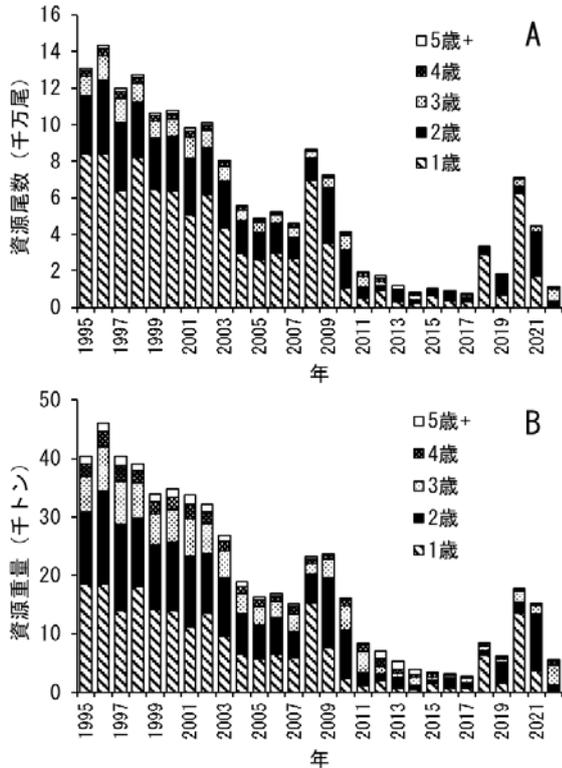


図3 道南海域におけるホッケの資源尾数(A)と資源重量(B)の推移

あったが、2022年級では5.2千トンに減少した。

加入尾数は1995年級の8.4千万尾から減少傾向が続き2006年級では2.7千万尾となった。2007年級は6.9千万尾の加入があったが、2009～2016年級では加入が少ない年級が続いた。近年では2017、2019年級の加入がそれぞれ2.9千万尾、6.2千万尾と多かったが、その後の年級は加入が少なく、2021年級では1995年級以降で最も少ない0.1千万尾であった。

オ 仔稚魚分布調査

2014年以降の道南日本海におけるホッケ仔稚魚採集数を図5に示した。2022年は16定点で採集を行い、4定点で合計16尾のホッケ仔稚魚が採集された。

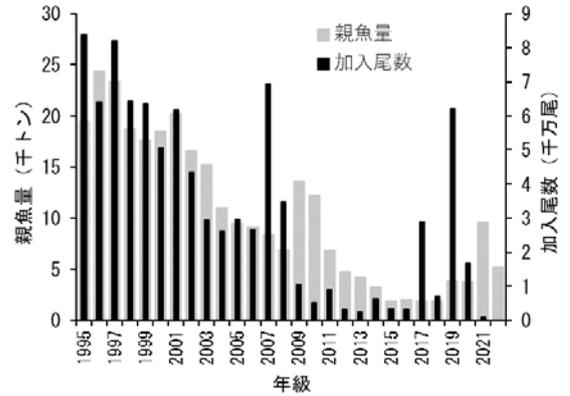


図4 各年級の親魚量と加入尾数
親魚量はその年級を産み出した親魚量

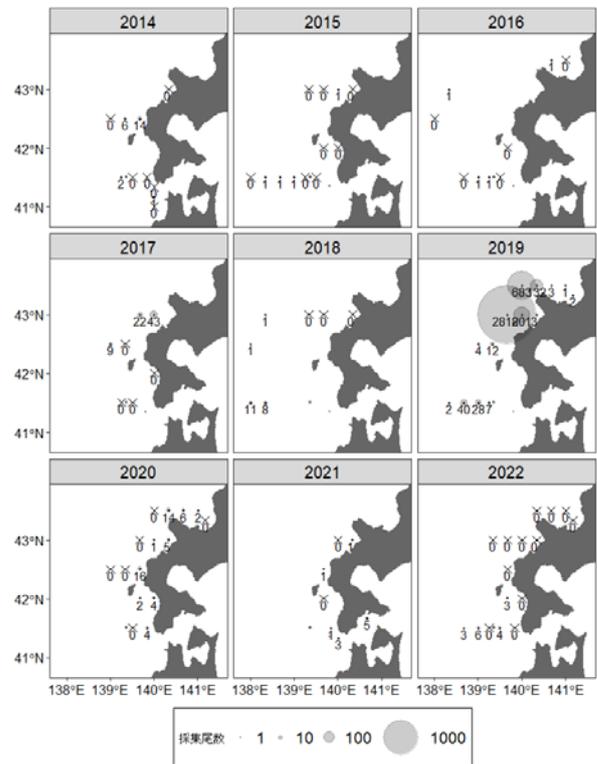


図5 丸稚ネットによるホッケ仔稚魚の採集数

2. 4 イワシ・サバ類

担当者 調査研究部 藤岡 崇・三原栄次
共同研究機関 釧路水産試験場

(1) 目的

道南太平洋海域に来遊するイワシ類（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，サバ類の魚種判別は，第一背鰭の1～9棘までの基部長と尾叉長との比率から行った。

(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。

2022年の渡島管内の累計漁獲量（暫定値）は13,305トンで，2021年（22,490トン）の約6割に減少した（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，4トンと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

渡島半島東岸の木直沖（6/21，12/8）の定置網で漁獲されたマイワシの測定を行った（図1）。

体長組成は，6/21は15～19cmが，12/8は13～15cmが主体であった。

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年計	22,490	0	5	22,495
2022/01	0	-	-	0
2022/02	-	-	-	0
2022/03	0	-	-	0
2022/04	0	-	-	0
2022/05	213	-	0	213
2022/06	1,111	-	3	1,114
2022/07	430	0	0	430
2022/08	309	-	-	309
2022/09	32	-	-	32
2022/10	0	0	-	0
2022/11	1,529	-	-	1,529
2022/12	9,681	-	0	9,681
2022年計	13,305	0	4	13,309

出典：北海道水産現勢及び指導所集計速報値

2022,2023年は暫定値

※「0」は漁獲量50kg未満，「-」は漁獲無し

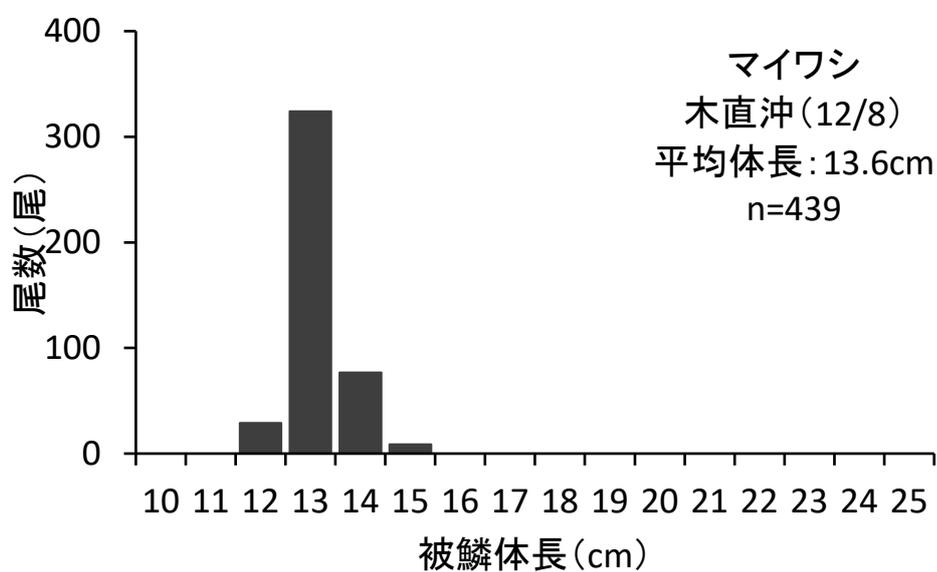
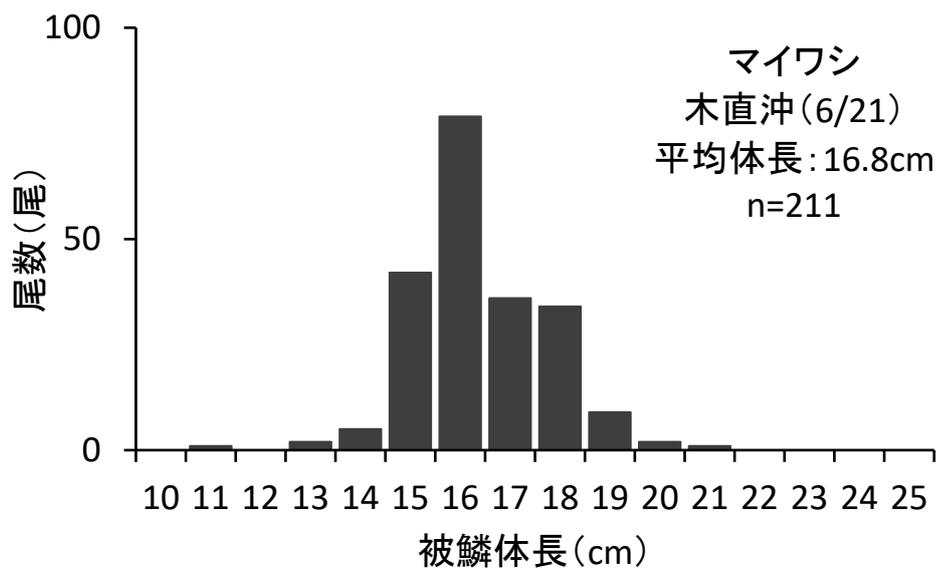


図1 定置網等で漁獲されたマイワシの体長組成

イ カタクチイワシ

(ア) 漁況の経過

2022年の渡島管内の累計漁獲量(暫定値)は239トンで、前年(33トン)より増加した(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1千トン未満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(6/21)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11~14cmが主体であった(図2)。

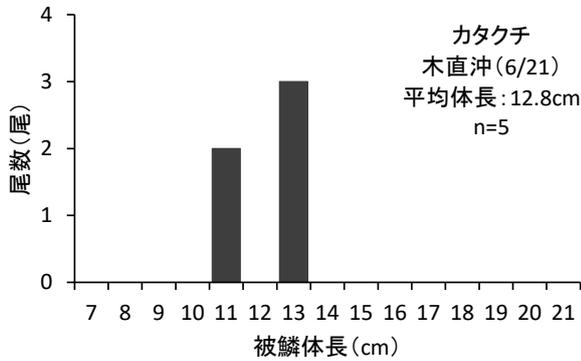


図2 定置網で漁獲されたカタクチイワシの体長組成

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)			
	渡島	胆振	日高	道南計
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年計	33	0	0	33
2022/01	0	-	-	0
2022/02	0	-	-	0
2022/03	0	-	-	0
2022/04	0	-	-	0
2022/05	5	-	-	5
2022/06	22	-	-	22
2022/07	36	-	-	36
2022/08	9	-	-	9
2022/09	108	-	-	108
2022/10	25	-	-	25
2022/11	34	-	-	34
2022/12	0	-	-	0
2022年計	239	0	0	239

出典: 北海道水産現勢及び指導所集計速報値

2022,2023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)。

2022年の渡島管内の累計漁獲量(暫定値)は19,835トンで、2021年(23,904トン)に比べ減少した(表3)。胆振管内では496トンと2001年以降で最も多く、日高管内では1,314トンと2021年(2,901トン)に比べ半減した。

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)、渡島半島東岸の木直沖(6/21, 11/15, 12/8)の定置網で漁獲されたサバ類の測定を行った(図3)。

マサバの尾又長組成は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、ゴマサバの尾又長組成は19~35cmの範囲にあった。

各サンプルのマサバの尾数割合は、木直沖(6/21)と浦河沖(6/22)が100%、木直沖(11/15)は99%、木直沖(12/8)は大中99%、込97%であった。

表3 道南太平洋におけるサバ類の漁獲量

年/管内	(単位:t)			
	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年計	23,904	345	2,901	27,151
2022/01	1	-	-	1
2022/02	0	-	-	0
2022/03	0	-	-	0
2022/04	0	-	-	0
2022/05	32	23	7	61
2022/06	245	10	587	842
2022/07	1,646	10	365	2,021
2022/08	587	3	1	591
2022/09	748	5	16	770
2022/10	1,074	48	183	1,305
2022/11	8,457	344	131	8,932
2022/12	7,044	54	23	7,121
2022年計	19,835	496	1,314	21,645

出典:北海道水産現勢及び指導所集計速報値

2022,2023年は暫定値

※「0」は漁獲量50kg未満,「-」は漁獲無し

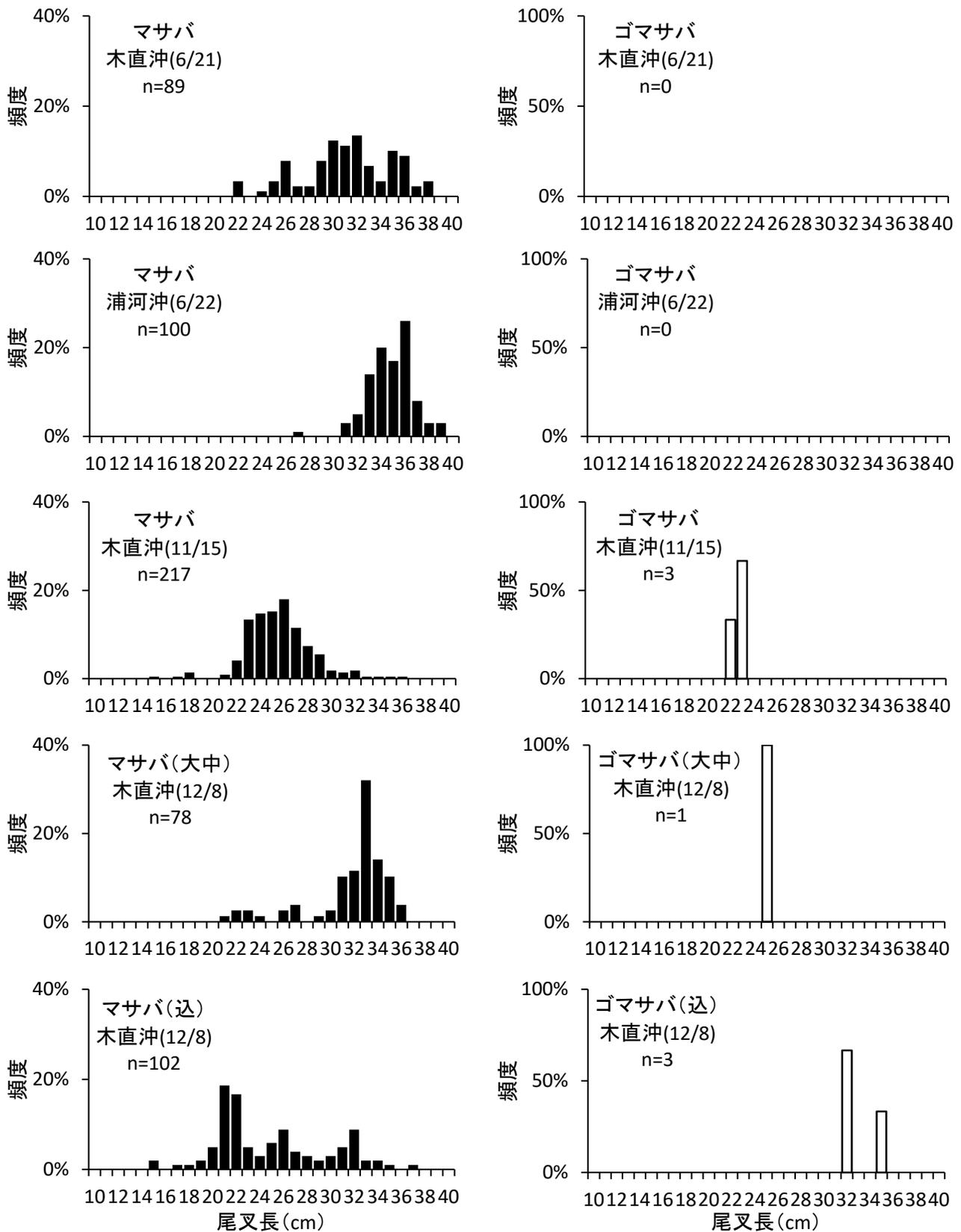


図3 定置網で漁獲されたマサバとゴマサバの尾叉長組成

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 水上卓哉・夏池真史

(1) 目的

噴火湾のホタテガイ養殖漁業は年間3~12万t、金額で83~348億円を水揚げする地域の基幹産業である(2015~2021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。毎年のホタテガイの成長・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、「11 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、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、2022年春に耳吊りしたホタテガイの成長・生残を2022年7月~2023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5月までとなった。また、2022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、多項目水質計(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濃度は試水250mLをGF/F濾紙で濾過後、DMFで抽出し、蛍光光度計にて分析して推定した。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(1999, 2000, 2006, 2010, 2017年耳吊り貝)

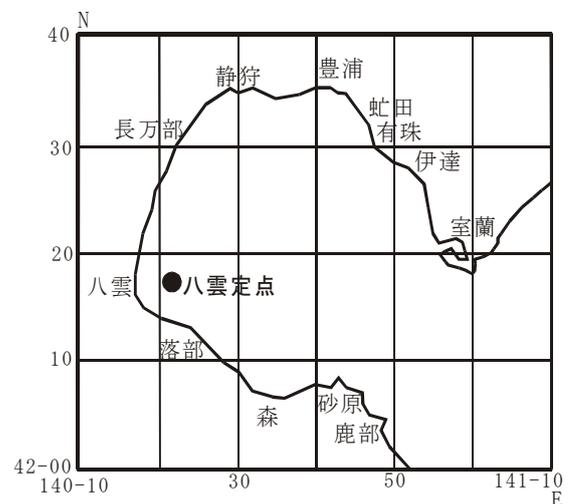


図1 調査定点

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、 14.7 ± 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

2022年耳吊り貝の各部位重量は、出荷時期にあたる1月に軟体部、貝柱、中腸腺および生殖巣のいずれの部位も成長不良年以下であった(図2B, C, D, E)。また、成長良否の指標としている2月の貝柱重量は、2022年耳吊り貝が 11.2 ± 0.6 g (平均値±標準偏差)と成長不良年と同程度であり(図2C)、2000年(平均10.1 g)、2017(同10.7 g)および2006年(同11.1 g)に次いで過去4番目に低かったため、成長は不良と判断した。

2022年耳吊り貝の平均殻高は、7月から8月にかけて低下しているが(図2A)、調査協力漁業者によると7月の調査連は他の月の調査連よりも大きい稚貝を耳吊りしたとのことであった。8~11月にかけては、いずれの部位の大きさも概ね標準年以上で推移した。しかし、殻高と中腸腺重量は1~2月、軟体部重量と生殖巣重量は12~翌2月、貝柱重量は1~3月の期間で標準年を下回り(図2A, B, C, D, E)、成長停滞が認められた。また、軟体部重量と中腸腺重量は11~翌1月にかけて減少し(図2B, D)、貝柱重量は12~翌1月にかけて減少した(図2C)。このように、エネルギーを蓄積する部位である貝柱と中腸腺の縮小が確認されたことから、11~翌1月にかけてエネルギー不足が生じた可能性が示唆された。1~2月にかけては、軟体部重量、貝柱重量、中腸腺重量および生殖巣重量はいずれも増加に転じ、3月には貝柱重量を除いて標準年並に回復した。貝柱重量は4月に標準年並になった。生殖巣重量と生殖巣指数は標準年と同様に4~5月にかけて急激に減少または低下したことから、この期間に放精放卵したものと考えられた(図2E, F)。

平均水温は7月から8月にかけて急激な低下がみられ、8月が標準年を 5°C 下回ったが、9月には標準年以上になった(図3A)。9月から翌3月にかけての平均水温は標準年および成長不良年よりも高く推移

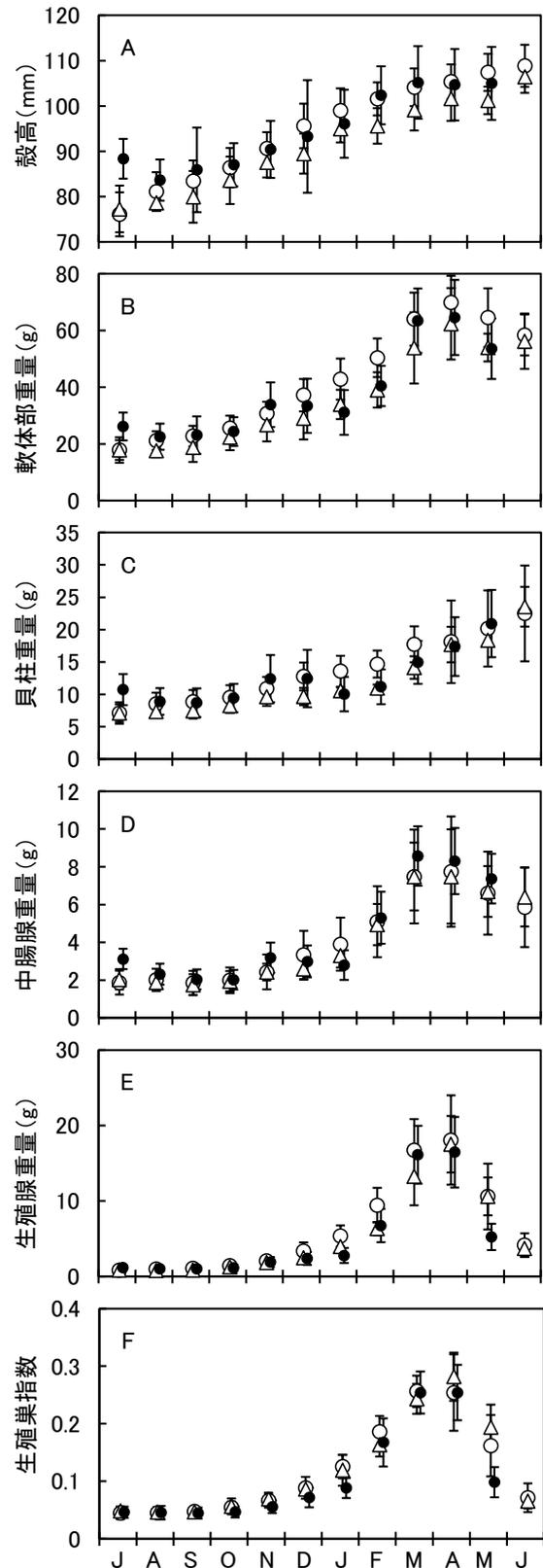


図2 八雲定点における耳吊り養殖ホタテガイ(2齢貝)の殻高(A)、軟体部重量(B)、貝柱重量(C)、中腸腺重量(D)、生殖巣重量(E)、生殖巣指数(F)の季節変化。○:標準年、△:成長不良年、●:2022年耳吊り貝。縦棒は標準偏差

し、特に10月と12月の平均水温は標準年よりも2℃以上高かった。4月以降の平均水温は標準年以上で推移し、5月が標準年よりも約3℃高かった。また、同期間中のクロロフィルa濃度は、12月から翌4月にかけて標準年よりも低く推移した(図3B)。このように、冬期間に低クロロフィルa濃度が観測されたことから、過去の成長不良年に共通してみられる餌料不足が本調査年でも生じたと考えられた。また、貝柱と中腸腺の重量が低下した12月と翌1月の平均水温は標準年よりも高く、ホタテガイの代謝活性が高かったことも成長不良を助長させた要因になったと推察される。

2022年耳吊り貝の出荷時期(12~翌4月)の平均生残率は71%であり、近5年では2021年耳吊り貝に次いで高いものの、生残率が高水準であった1991~2002年(平均86%)には及ばなかった(図4)。2022年耳吊り貝の出荷時期(12~翌4月)の死殻の殻高組成は、2017年以降(2018年除く)と比較すると、例年同様に70~85mmが主体ではあるが、85~100mmの割合が減少し、70mm未満の割合が増加した(図5)。2022年耳吊り貝の平均殻高は、8月が83.6mmと70mmを超えており、10月が87.0mmと85mmを超えていたことから、70mm未満の死貝は耳吊り直後の4~7月頃に、70~85mmの死貝は9月までの間に主に死亡し

たものと推察された。よって、2022年耳吊り貝は近年の中では比較的耳吊り後の比較的早い時期での死亡が多く、耳吊り直後にホタテガイが成育に不適な環境に晒されたと思われる。

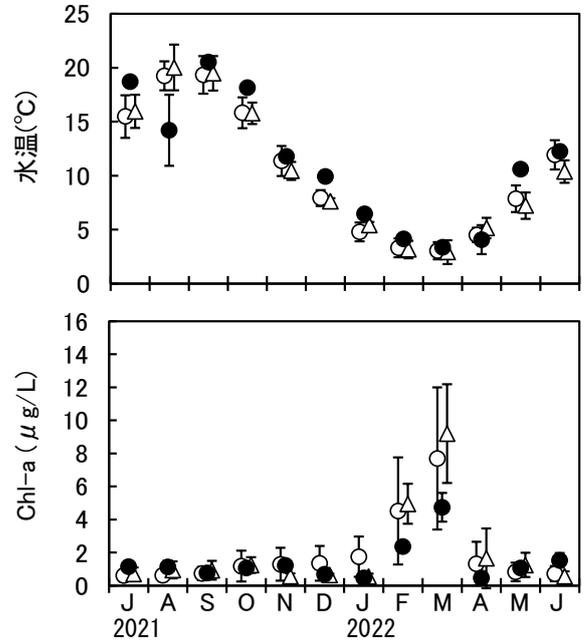


図3 八雲定点における深度5, 10, 15mの平均水温(A)と平均クロロフィルa濃度(B)の季節変化。○：標準年，△：成長不良年，●：2022年。縦棒は標準偏差

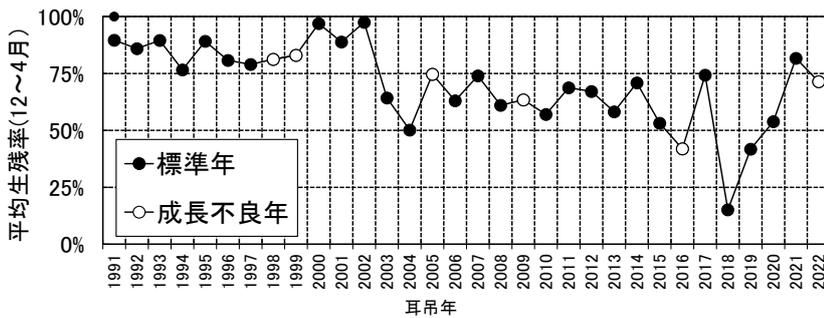


図4 八雲定点における1991~2022年耳吊りホタテガイ(2齢貝)生残率の経年変化

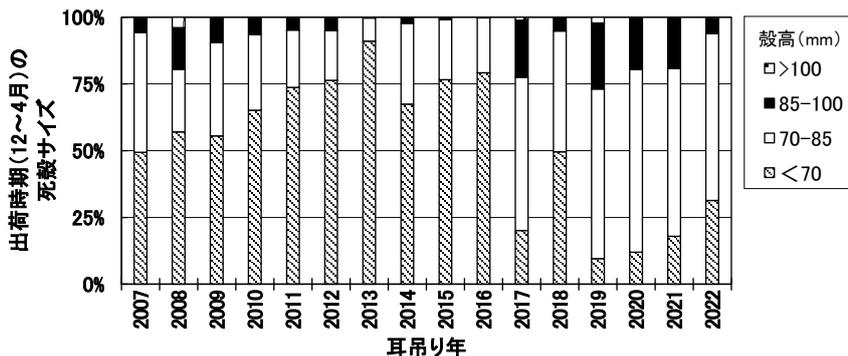


図5 八雲定点における2007~2022年耳吊りホタテガイ(2齢貝)死殻の殻高組成の経年変化

2. 6 噴火湾環境調査

担当者 調査研究部 木村俊介・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類等の底生魚類の好漁場となっているほか、ホタテガイやコンブ類等の養殖業も盛んに行われ、水産業や関連する地元産業にとって重要な海域である。これらの漁業では年によって漁場の形成位置が異なることや、大量へい死が起こることがある一方で、近年ではブリ等の暖海性魚類の水揚げが増加しており、これらの現象には水温や溶存酸素等の海洋環境が影響し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峡を調査し、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、2022年5月18～20日、6月3～5日、7月11～12日、7月30～31日、9月9～10日、11月27～29日、2023年2月15～16日の計7回下記の調査を実施した。

図1に示す35定点において、CTD (Sea-bird社製, SBE-911plus)を用いて水温、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 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

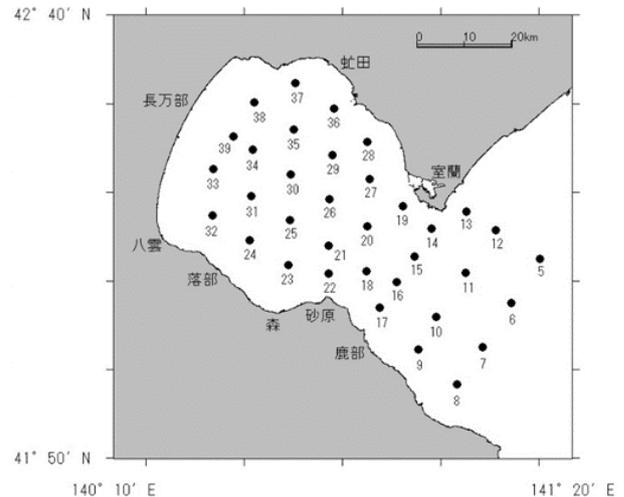


図1 噴火湾環境調査の調査定点

(図中の数字は調査点番号)

https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/section/zoushoku/tpc05300000002_iz.html

○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

2022年2月から2023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2a, bに示した。2022年5月から8月頃までは中底層に低温低塩分な親潮系水が分布していた一方で、表層には日射による昇温と河川水などの淡水流入による高温低塩分な夏季噴火湾表層水が分布していた。9月になると表層は大気からの冷却により次第に水温が下がり、中底層には高温高塩分な津軽暖流水が流入し始め、11月には全層が津軽暖流水に覆われていた。2月調査時には大気により表層が冷却されたことで鉛直混合が進み、海面から底層まで低温高塩分で一様な冬季噴火湾固有水が形成されていた。

以上のように、2022年度の噴火湾では春季から夏季には中底層に親潮系水、表層に夏季噴火湾表層水が分布し、秋季には中底層から津軽暖流水が湾内に流入し

始め冬季には水塊が置き換わるという季節変化を示していた。

(イ) 貧酸素水塊の発達と解消

噴火湾中央部 (St. 31) の溶存酸素量の季節変化を図 2c に示した。例年、噴火湾の底層では春季から夏季にかけて溶存酸素量が減少して貧酸素水塊 (3ml/L 以下) が形成される。この貧酸素状態は秋季に津軽暖流水が湾内底層に流入することで解消され、冬季に1年で最も溶存酸素量が高くなる。

2022年は5月、6月調査時に底層で4ml/L以下となっており、7月には底層に2ml/L以下の貧酸素水塊が分布していた。この貧酸素状態は8月も継続し、9月以降に津軽暖流水が湾内底層に流入して水塊の交換が起こったことで徐々に解消された。2月には表層が冷却されて鉛直混合が起こったことで溶存酸素も表層から底層まで6ml/L以上の高い値となっていた。

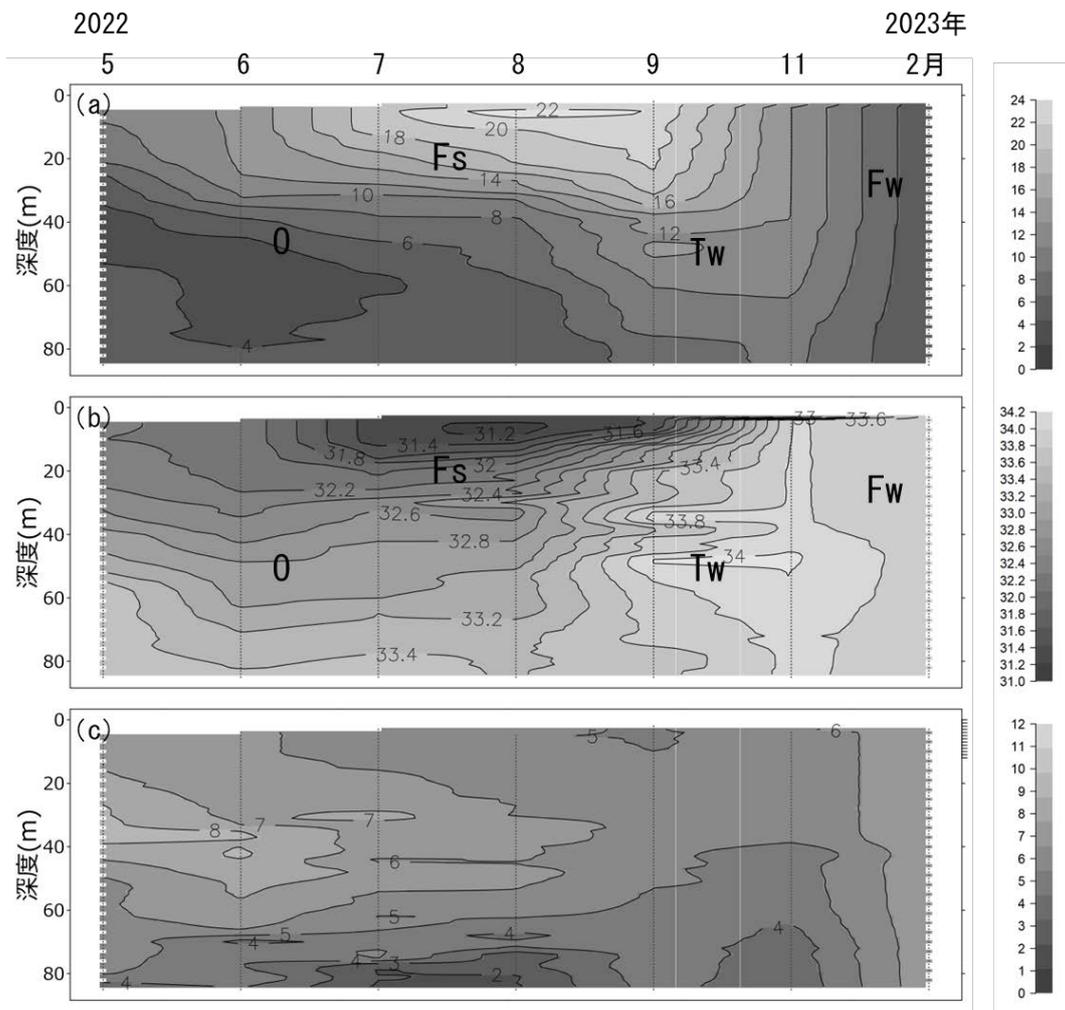


図2 噴火湾中央部 (St. 31) における水温、塩分、溶存酸素の推移

(a) : 水温, (b) 塩分, (c) 溶存酸素

0 : 親潮系水, Fs : 夏季噴火湾表層水, Tw : 津軽暖流水, Fw : 冬季噴火湾水

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 藤岡 崇・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進展させる。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、6月、10月、12月、2月）と図2（8月は諸事情により、道東海域の観測点の一部を金星丸で実施）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、12月は試験調査船金星丸および試験調査船北辰丸で、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>

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	4/18~4/20	24	金星丸
6月	6/3~6/6	24	金星丸
8月	7/29~7/31	33	金星丸
10月	9/30~10/2	24	金星丸
12月	11/10~11/15	21	金星丸・北辰丸
2月	2/16~2/18	23	北辰丸

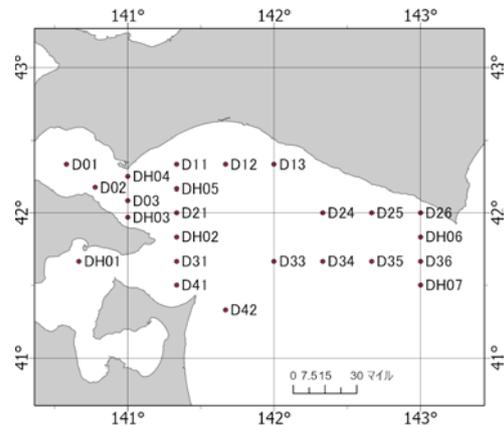


図1 道南太平洋海域観測定点（4月、6月、10月、12月、2月）

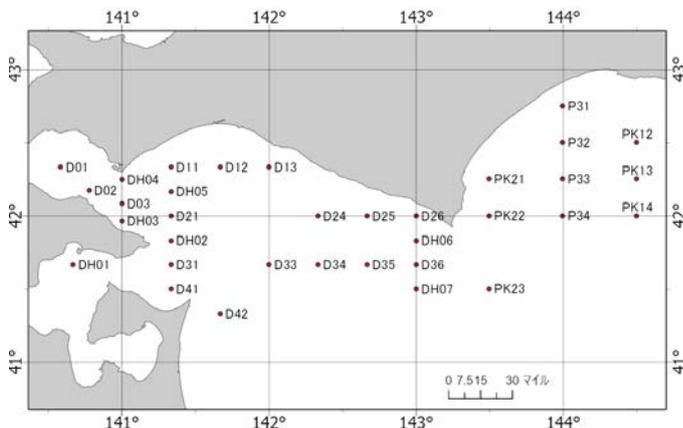


図2 道南太平洋海域観測定点（8月）

4. 栽培漁業技術開発調査・栽培漁業地域展開事業（経常研究）

4.1 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。

なかった（図1, Dunnett検定 $P > 0.05$ ）。また、これ以外の試験区での変態率は *Ulveilla* 舐め板に比べ有意に変態率が低かった（Dunnett検定 $P < 0.05$ ）。

昨年と今年の両試験でいずれも変態率が高かったのは、No. 2, No. 3, No. 8, No. 9, No. 17, No. 19, No. 27 の7種であった。

今後は、これら7種の変態促進及び初期餌料としての効果とその汎用性について検討する。

(2) 経過の概要

本年度は3月10日に栽培公社で採卵し、3月14日に函館水試に搬入した幼生を試験に供試した。

ア 着底用基質の探索

昨年試験した No. 1～No. 30 までの付着珪藻のうち No. 5, No. 6, No. 28 の3種を除く27種の付着珪藻を用いて昨年と同様の試験を行った（平成3年度函館水産試験場事業報告書参照）。

(3) 得られた結果

ア 着底用基質の探索

珪藻 No. 2, No. 3, No. 8, No. 9, No. 13, No. 17, No. 19, No. 27, No. 29 の9試験区での変態率は、*Ulveilla* 舐め板を用いた試験区に有意な差は認められ

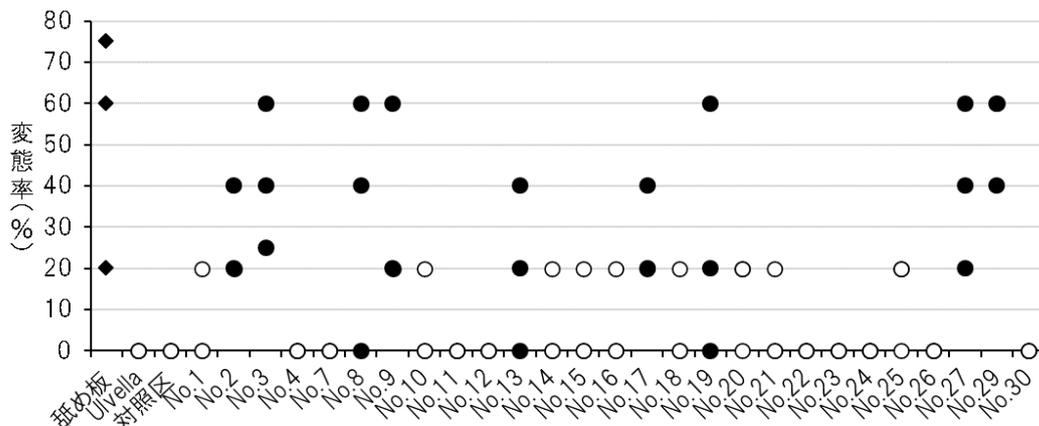


図1 収容5日目の変態率

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(○ Dunnett検定 $P < 0.05$)

5. マナマコ資源増大研究Ⅲ.

ーマナマコ人工種苗放流技術マニュアル化試験ー（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,
檜山地区水産技術普及指導所奥尻支所,
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,
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、道内各地で漁獲量が増し、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 の塩基配列と核 DNA の 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するとともに、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）

<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/saibai/section/saibai/att/namakoshishin.pdf>。

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）。さらに 2018 年度から本年度までの 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 16 日、6 月 12 日と、秋漁期の 11 月 28 日、R5 年 1 月 12 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。

(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 1 日に雌 30 個体と雄 46 個体から 4,946 万個の受精卵を採取した。このうち 508.8 万個を荷捌き所に設置した 1t 水槽 4 基で育成し、残りの 4,463 万個の受精卵は 0 漁港に直接放流した。

8 月 19 日に育成した着底稚仔 118.9 万個体を、Q, K, O の 3 漁港にそれぞれ 27.7 万個体、73.9 万個体、17.3 万個体放流した。

広域で実施している潜水器漁業の漁獲物を 4 月 25 日、5 月 18 日、5 月 24 日、6 月 7 日の漁獲物から各 100 個体ずつ触手を採取して 99.5%エタノールで固定した。

また、放流漁港周辺のたも取り漁業での 6 月 14 日と 6 月 22 日の漁獲物から各 100 個体ずつ触手を採取して 99.5%エタノールで固定した。

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

4 月 27 日に放流区沖で行われた潜水器漁業の漁獲物 100 個体の触手を採取して 99.5%エタノールで固定した。

また、11 月 18 日に放流区を中心に 8 方向にのぼしたライン沿いのライントランセクト調査で回収した個体から触手を採取して、99.5%エタノールで固定した。

(イ) せたな町大成区

8 月 19 日と 11 月 24 日に放流区を中心として南北方向に 270m 張ったライントランセクト調査を行った。回収したマナマコから触手を採取して、99.5%エタノールで固定した。

11 月 24 日にアワビセンターで生産した当歳種苗（平均体

長 22.8 mm) 37,614 個体を放流した。

ウ) マナマコの表出率に影響する物理的要因の検討

(ア) 放流個体の行動

3月3日～4月17日までの44日間、乙部町元和漁港(70m×75m×水深4m)の放流区にタイムラプスカメラを設置して、日照のある時間帯に毎分1枚写真撮影しマナマコの行動を観察した。なお、本調査と後述する(イ)行動特性調査は、北海道大学大学院水産工学研究室と共同で実施した。

(イ) 行動特性調査

女那川にあるウニ養殖場(50m×50m×水深4m)の砂で底質が占められた海底面に、長径30cm程度の転石を1㎡の範囲を目安に3段に積み上げた転石区を5m間隔で格子状に設置した。

8月9日に養殖場内にある平均重量178gのマナマコ20個体を採取し、このうち7個体に超音波発信器を、13個体にナンバリングしたスパゲッティタグを装着して、中心の転石区(0.85㎡:放流区)に放流した。8月22日、9月7日、9月8日、10月5日、10月27日、11月7日に潜水により標識個体の追跡調査を行った。標識個体が見つかった場合は浮上して陸上からレーザー距離計(DISTRO S910, Leica社)を用いて発見位置の座標を測距した。また、10月5日には新たに3個体に発信器を、10月27日には11個体にナンバリングしたスパゲッティタグを装着して放流区に放流した。なお、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。

このときここに生息するツマベニホンヤドカリを採取して、後述する食害試験に供した。

(ウ) 食害試験

1.4Lのタッパウェア6個に上述の調査点で採取したツマベニホンヤドカリを1個体ずつ収容した。このうち3個には長径3cmの小石を容積が500mlになるよう3段に敷き、残り3個には何も敷かず、7換水/日になるように無調温濾過海水をかけ流して試験区とした。

3日後(10月30日)に、それぞれの試験区に稚マナコ(平均体長7.9±2.7mm)を3個体ずつ収容して、11月26日(収容後27日)まで生残を調べた。

エ) 放流技術マニュアルの作成

H22年からH25年まで栽培水産試験場での栽培漁業技術開発試験で、以降本年度まで函館水試の地域展開事業および本事業で継続して実施してきた白老地区での着底稚仔放流試験、

H26年からR3年度まで函館水試の資源増大Ⅱおよび本事業で実施してきたせたな町大成区で実施してきた着底稚仔および

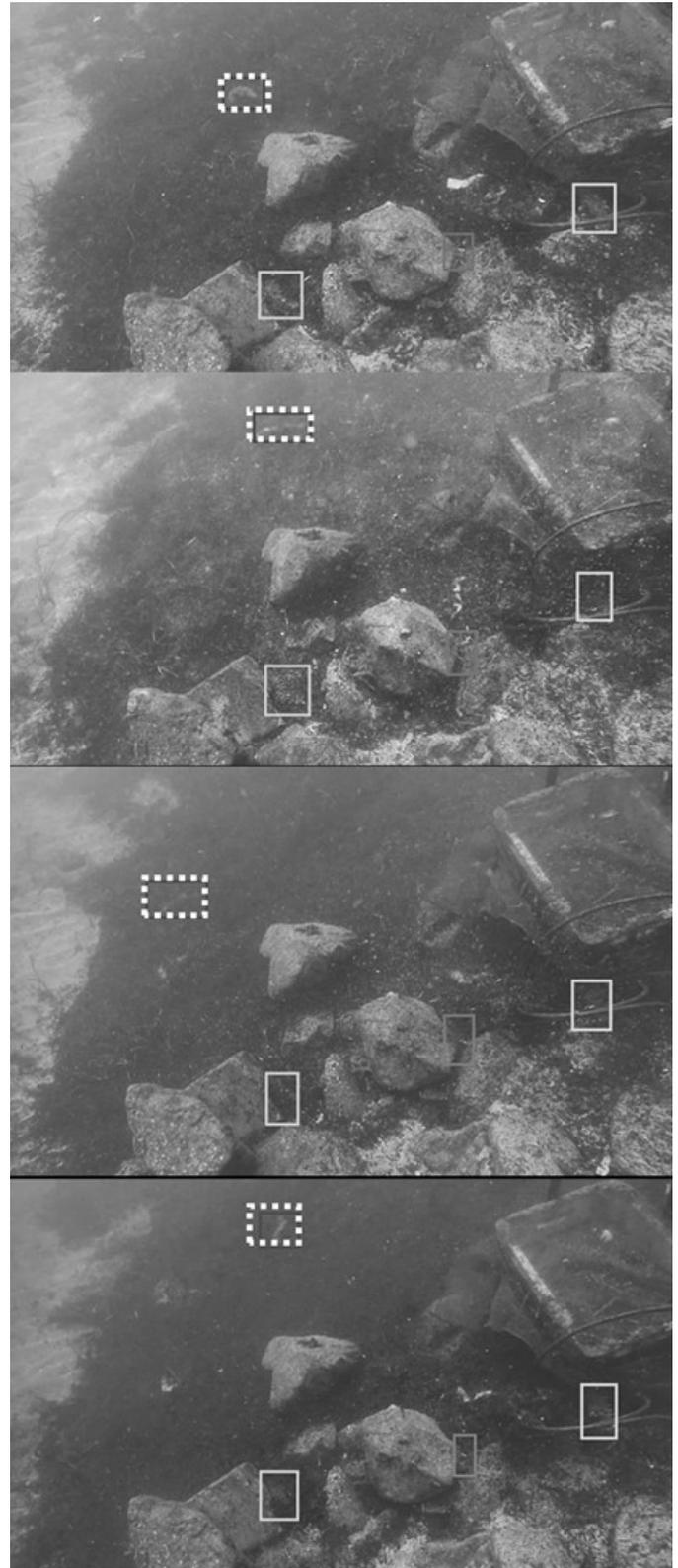


写真1 流される漁獲サイズのマナマコ

破線で囲んだ個体は11:57～17:49までの画像の中で流れている様子が確認できた(他の実線で囲んだ3個体は転石やレイの近傍で流されていない)

越冬種苗と当歳種苗，奥尻地区で実施してきた当歳種苗と越冬種苗の放流効果調査，さらに恵山町と乙部町で実施してきた行動特性調査の結果を纏めて，放流技術マニュアルを作成する。

(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

後述するサイトに公開したマニュアル総論の 8 ページ～9 ページに放流方法と中間育成手法の概要について，各論の 13 ページ～34 ページに，放流時期から放流・中間育成事例をまとめた。

イ) 当歳・越冬種苗放流による資源添加効果の検討

公開したマニュアル総論の 10 ページ～12 ページに放流方法と中間育成手法の概要について，各論の 35 ページ～59 ページに，放流時期から放流・中間育成事例をまとめた。

ウ) マナマコの表出率に影響する物理的要因の検討

(ア) 放流個体の行動

3月4日 11:57～17:49 までのおよそ6時間にわたり，漁獲サイズのマナマコ 1 個体が，波浪により定位できずに左右に振られ続ける様子が観察された(写真1)。一方で，高さ 10cm 程度の転石や，ここに設置したプラスチックのトレイの近傍にいた 3 個体は波浪に流されることはなかった。

水中の構造物は漁獲サイズの受動的な移動(波などによる流失)のリスクを低減すると考えられた。

(イ) 行動特性調査

放流区に残留していた個体の総重量の経時変化を，1m²当たりの重量に換算して図1に示した。産卵期から夏眠期に至る10月上旬まで，放流区での総重量は添加量よりも減少していたが(1.0kg/m²以下)，11月は1.8kg/m²に増加した。

標識を装着した個体の発見個体の分散範囲を図2に示した。産卵期(8/9と8/22放流群)，夏眠期(10/27放流群)のいずれも放流当初13日～16日目までに放流区から大きく移動していた。

今回用いた外部標識の装着方法で標識を装着した個体の14日間の行動を，標識を付けていない個体と水槽内で比較した試験では，最大移動速度，総移動距離，停滞時間および遮蔽物への隠遁時間に有意な差は認められていない(平成29年度 函館水産試験場 事業報告書参照)。放流当初の移動は，放流時の放流区密度(8/9 4.2kg/m²，8/22 2.4kg/m²，10/5 1.1kg/m²，10/27 2.7kg/m²)が影響している可能性がある。

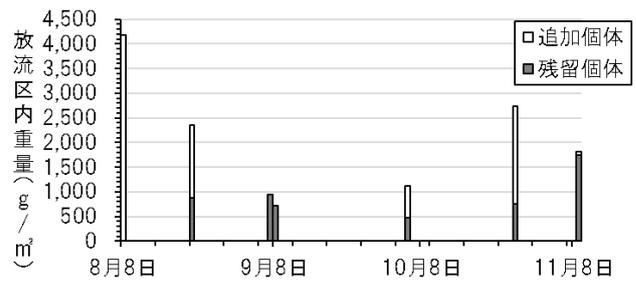


図1 放流区でのマナマコ重量

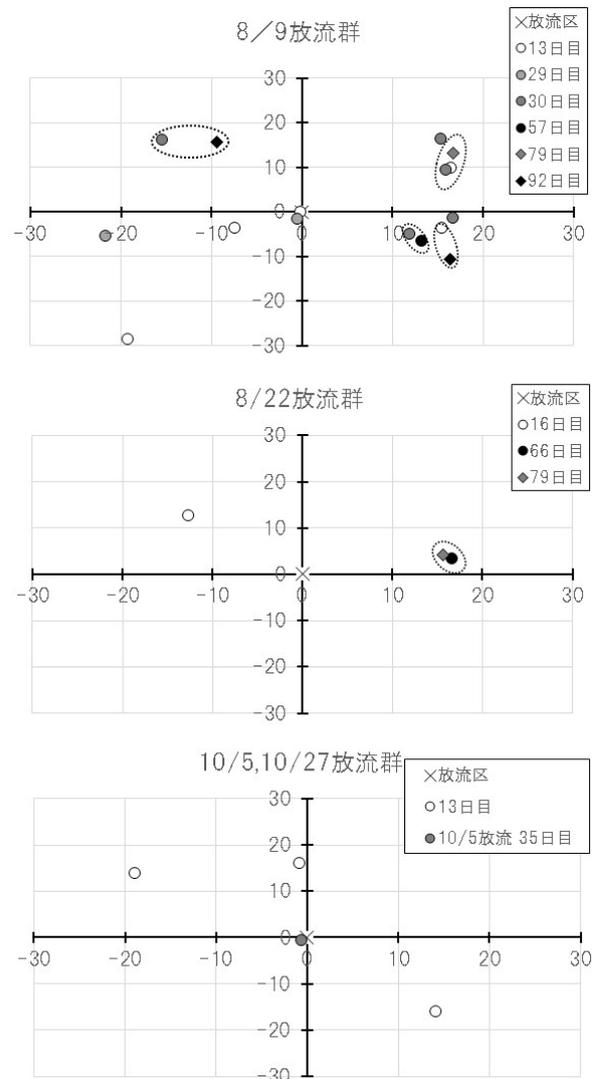


図2 放流区(座標原点)からの分散範囲

破線で囲んだものは同一個体
座標の数値は原点からの距離(m)

(ウ) 食害試験

ツマベニホンヤドカリによる食害は、底質に敷石があると軽減されると考えられた(図3)。

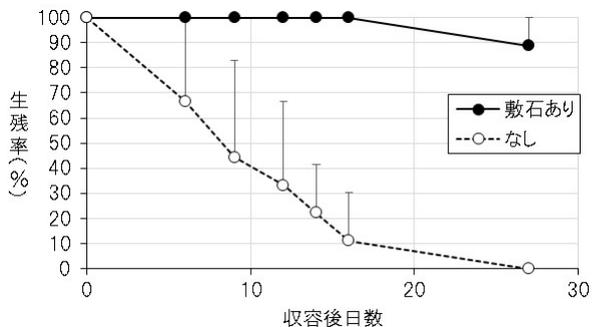


図3 稚ナマコの生残率の経時変化

エ) 放流技術マニュアルの作成

上述のア)～ウ)の試験結果を基に放流技術マニュアルを作成し、函館水産試験場ホームページ上に公開した。

https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/section/zoushoku/att/Manual_sea_cucumber.pdf

参考文献

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

6. ホタテガイ等二枚貝類に関するモニタリング（経常研究）

6.1 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・水上卓哉
 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。

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	1	1	1	1	1	1
虻田	1	1	1	2	2	2	1	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	0	1	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）。

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
下痢性貝毒	自主規制	可食部	4 MU/g
		自粛規制	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

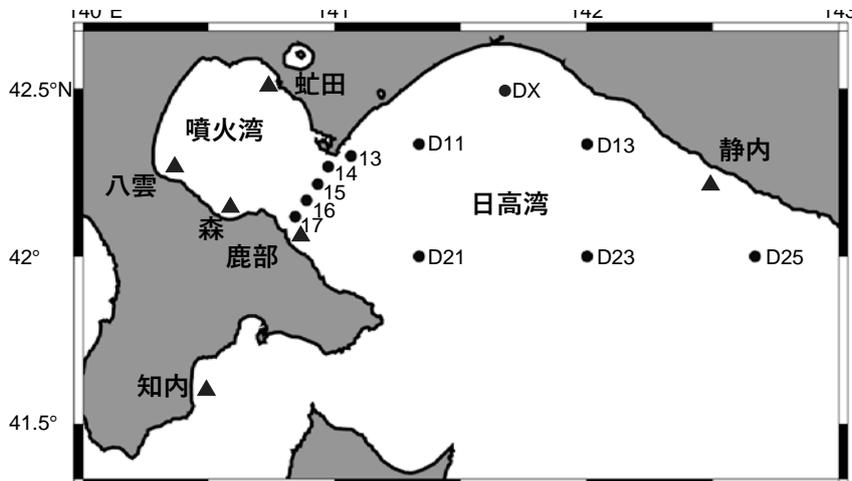


図1 モニタリング調査点（▲）と臨時広域調査点（●）の位置図

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4年（2018～2021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高い¹⁾。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* 属の出現量はモニタリング調査では静内1点しか調べられておらず、日高湾広域における出現状況を代表しているか不明である。そこで、2022年6月3～5日と7月11～12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。

(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。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。

ここでは2022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0A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（2022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. catenella* が1～8月に出現し（表3）、本種が出現した水温は1.7～20.9℃、塩分は27.78～33.84であった。*A. catenella* の最高出現密度は7月14日の噴火湾湾口部（鹿部）の31,300細胞/Lであり、出現した深度30mの水温は8.1℃、塩分は32.77であった（表4）。臨時広域調査では、日高湾で *A. catenella* が6月に0～1,030細胞/mL、7月に0～44,400細胞/mLの範囲で出現した。

Dinophysis fortii は1月、4～9月に出現した。*D.*

fortii が出現した水温は2.6～21.8℃、塩分は31.04～34.04であった。最高出現密度は6月21日の噴火湾湾口部（鹿部）の深度20mの170細胞/Lであり、出現した深度での水温はそれぞれ9.4℃、塩分は32.40であった。*Dinophysis acuminata* は1～10月に出現した。*D. acuminata* が出現した水温は1.2～21.3℃、塩分は27.88～34.04であった。最高出現密度は6月6日の太平洋中部（静内）での600細胞/Lであり、出現した深度0mの水温は9.4℃、塩分は33.88であった。*Dinophysis norvegica* は2～7月に出現した。*D. norvegica* が出現した水温は2.6～14.0℃、塩分は30.43～33.20であった。最高出現密度は120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やや多かった。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、二枚貝等の出荷自主規制や出荷自粛期間も増加傾向にある。

イ 二枚貝等の出荷規制

噴火湾東部と噴火湾北西部の各海域において、それぞれ6月8日から12月9日まで、6月22日から12月27日まで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。また、噴火湾南西部海域において12月7日から12月22日まで出荷自粛措置がとられた。また、ホタテ以外にも噴火湾南西部においてマガキおよびマボヤで、太平洋西部においてウバガイ、バカガイ、サラガイでも7月から10月にかけて出荷自主規制措置がとられた。

文献

- 1) 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 1) の出現状況. 北海道水産試験場研究報告 99: 1-8.
- 2) 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.
- 3) 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.

表 3 津軽海峡から太平洋中部海域における貝毒プランクトン調査点

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* (旧 *A. tamarense*) の最高出現密度(細胞/L)の経年変化

年/海	津軽海	噴火湾北	噴火湾	噴火湾	太平洋	太平洋
域	峡	西・南西部	東部	湾口	西部	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	10
2006	60	1,180	1,130	600	340	50
2007	10	630	40	500	150	0
2008	0	150	30	30	10	
2009	0	970	390	970	10	30
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
2022	50	3,730	21,300	31,300		500

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

年/海 域	津軽海 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	20
2006	10	40	50	100	60	100
2007	0	30	20	10	30	0
2008	10	50	20	10	40	
2009	10	50	30	40	0	80
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
2022	40	160	130	170		50

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

年/海 域	津軽海 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						
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
2022	30	320	460	140		600

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

年/海 域	津軽海 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						
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
2022	0	40	60	130		100

7. 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 夏池真史・水上卓哉・木村俊介・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

2022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
養殖海域の水深	17m
養殖施設幹綱深度	2ヒロ(約3m)
テボ(籠と幹綱を結ぶロープ)	1ヒロ半(約2.25m)
仮分散漁具	目合2分サブトン籠(10籠/連)・鍾200匁
仮分散実施年月日	2022/8/9
仮分散密度	150, 300, 600個体/籠
本分散漁具	目合3分の10段丸籠・鍾1kg
本分散実施年月日	2022/9/15・2022/10/26
本分散密度	30, 50, 70個体/籠
試験終了年月日	2023/3/13

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段のサブトン籠の2段目、5段目および8段目とした。

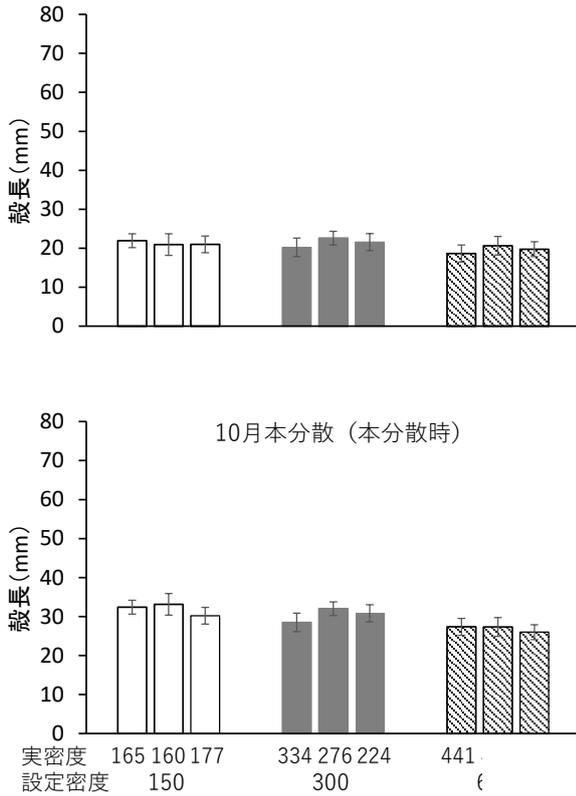


図1 本分散時(9月, 10月)の稚貝の殻長(縦棒は標準偏差)

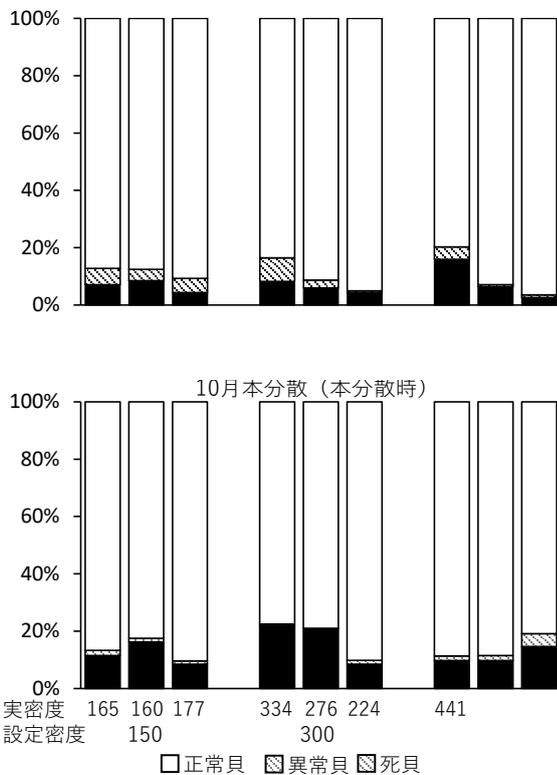


図2 本分散時(9月, 10月)の稚貝の正常生貝, 外部異常生貝, 死貝の割合

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

と考えられる養殖施設の振動がその後の稚貝の育成良否に及ぼす影響を明らかとするために、室内育成と野外育成を組み合わせた実験を行った。結果についてはデータを取りまとめた栽培水試事業報告書を参照。

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。なお、令和5年度から新規事業(重点研究「深刻化する養殖ホタテガイ大量死発生機序の総理解」)として同様の試験を継続してデータを収集・分析するため、詳細な結果の公表は見送ることとする。

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を検討した。

(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、9月の正常貝率(89.4%)よりも10月の正常貝率(84.9%)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、成育への密度の影響は見られなかった。

(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63.2mm, 10月本分散で58.1mm), 分散時期が早い方が成長は良かった。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概ね認められた。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月本分散の全条件の正常貝率の平均値は89.3%であり、10月本分散の全条件の正常貝率の平均値は82.6%であった。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。本年の稚貝の成育は概ね良好と考えられた。一方、10月本分散で仮分散密度が600個体/籠の条件の正常貝率は平均63.6%となり、他の条件よりも成育が悪かった。加えて、10月本分散で仮分散密度が600個体/籠の条件では、本分散密度が増えるほど成育が悪くなる傾向が見られた。本年は、過去2年の同様の稚貝の育成試験結果と比較して最も成育が良好であった年と言える(2020年、2021年、2022年の全条件における正常貝率の平均は、それぞれ62.1%、68.2%、85.9%)。噴火湾における稚貝の成育状況は、年ごとに異なることが知られているが(金森ら 2022)、3年間にわたる稚貝育成試験においても同様の傾向が認められた。3カ年の試験を通して、夏～秋に実施される仮分散密度、本分散時期や密度といった管理条件が稚貝の成育に大きく影響すること、成育への影響は年ごとに大きく異なることから、年ごとに異なる何らかの因子も成育に大きく影響すると考えられた。このような年ごとに異なる因子を明らかにすることは、成育不良の発生を予測し、順応的な管理を実行する上で今後の重要な課題と考えられる。

イ 稚貝管理に必要な環境情報と適切な管理手法の検討

令和2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深の水溫鉛直分布を比較すると、成育不良年は8月後半に水溫躍層が弱まっていること、9月の水溫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月後半の水溫観測結果から、成育不良のリスクを判断することが有効と考えられる。令和2～4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た。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。これらの検討結果を元に、夏季の噴火湾の環境の特徴とともに生産者が調節可能な管理に関する情報を8、9、10月に噴火湾環境調査速報としてHPで公開した(<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/section/zoushoku/tpc05300000002iz.html>)。

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.

8. 水産資源調査・評価推進委託事業（公募型研究）

8.1 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,
藤岡 崇, 武藤卓志,
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2022年4月～2023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

2022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。

8. 2 国際水産資源調査 (クロマグロ)

担当者 調査研究部 三原栄次・藤岡 崇
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837.1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。2022年の全道の漁獲量は前年とほぼ同じ302.2トンであった。2000年以降は2002年を除く全ての年で渡島管内の漁獲量が全道の8割以上を占めており、2022年は総漁獲量の83%に当たる250.3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計量された値)を図2に示した。2022年に水揚げされたクロマグロの魚体重は、10kg台から250kg台で、40kg台が最も多く、次いで20kg台が多かった。2021年と比べると、40kg台の割合が大幅に増加、50kg以上も17%から23%に増加し、40kg未満は54%から29%に低下した。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。

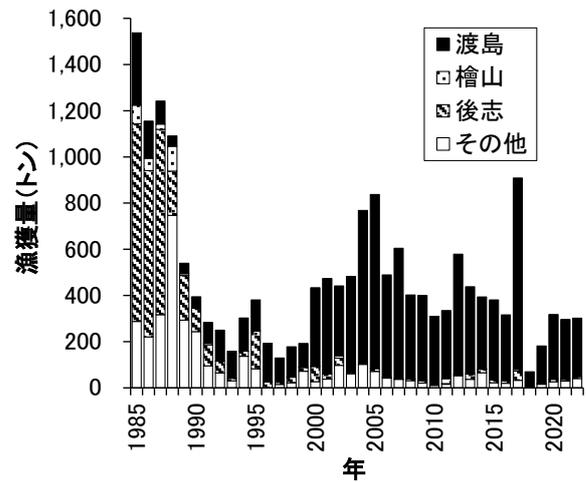


図1 北海道におけるクロマグロ漁獲量の推移

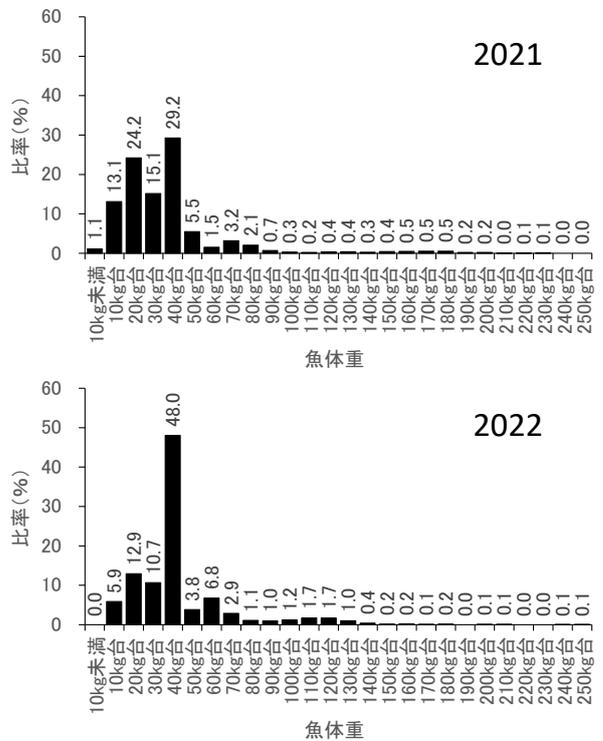


図2 渡島管内の漁業協同組合(松前さくら漁協, 福島吉岡漁協および戸井漁協)で水揚げされたクロマグロの魚体重組成

9. 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）

9. 1 スケトウダラ日本海北部系群

担当者 調査研究部 藤岡 崇・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。

(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

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。

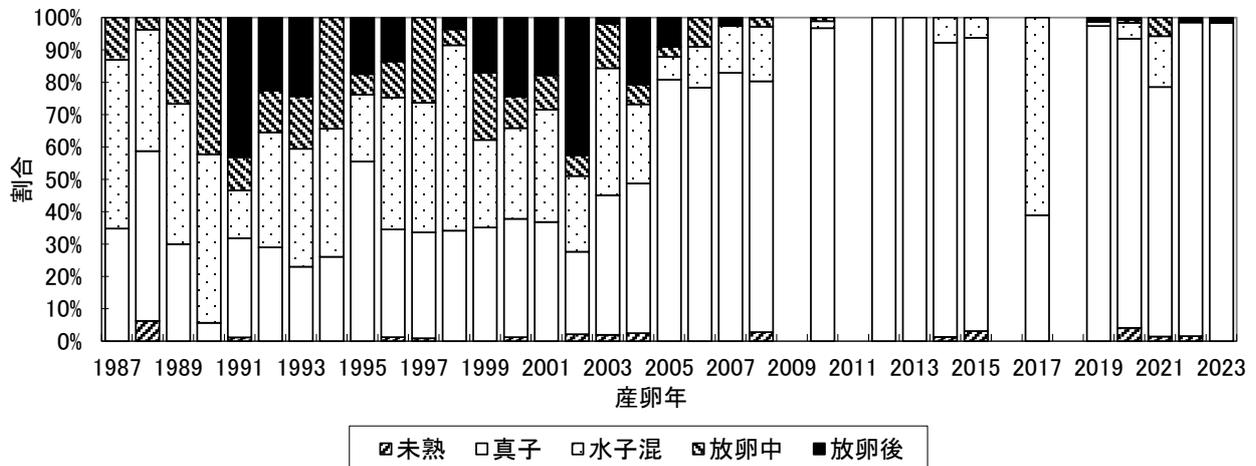


図1 檜山海域で漁獲されたスケトウダラ卵の成熟割合の推移（1月中下旬）

2009, 2011, 2016, 2018 年はデータ無し

9. 2 スケトウダラ太平洋系群

担当者 調査研究部 武藤卓志, 藤岡崇
 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。

2022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

2022年11月10～15日(金星丸)

2022年11月8～10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

2022年5月18～19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、計量魚探データ解析用ソフトウェアEchoView(Myriax社

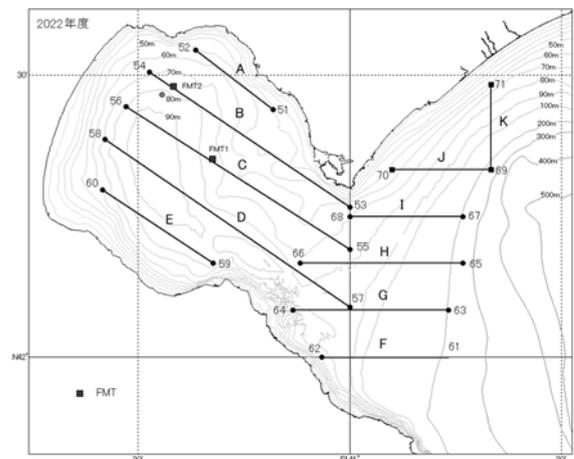


図1 調査海域

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。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、2022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

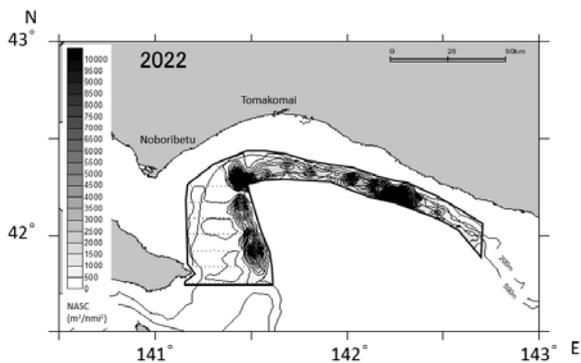


図2 産卵場周辺海域におけるスケトウダラ産卵群の分布(2022年11月)

る反応は、渡島沖～胆振沖(Cライン及びHライン)及び日高沖(Pライン)にかけて濃密に観察された(注:調査ラインに関しては、本事業報告書2.2.2スケトウダラ(道南太平洋の図2を参照されたい)。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41cmにモードがみられ、6歳魚が主体であった(図3)。

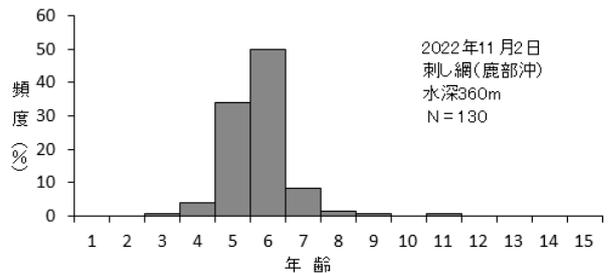
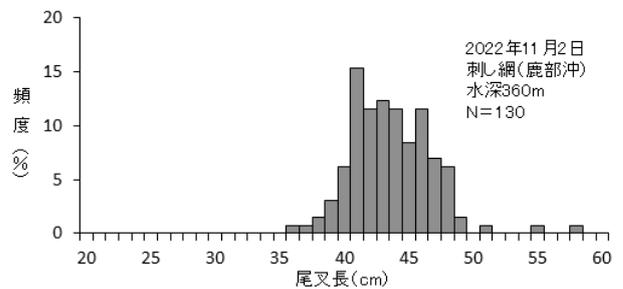


図3 刺し網により漁獲されたスケトウダラの体長(尾叉長)及び年齢組成

また、登別沖(N42°15',E141°28')で行った海洋観測の結果、水温は過去の平均値(2002~2021年に本調査で行った観測水温の平均値)よりも、水深150~250mにかけて1.0℃前後は低かった。スケトウダラ産卵群の好適水温である5℃以下の水温は、水深180m以深となっており、過去の平均値(水深210m以深)よりも30m程度浅場に形成されていた(図4)。

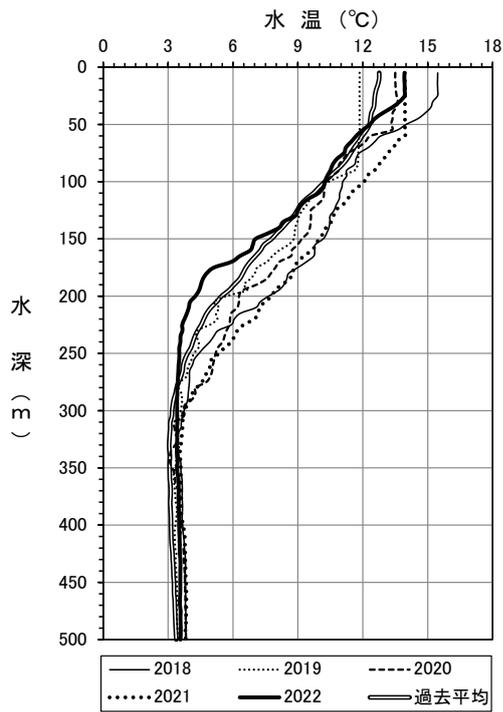


図4 11月中旬における登別沖 (N42° 15' , E141° 28') の水温の鉛直分布

イ 初期成長・生残メカニズムの解明

(ア) 魚群の分布

2022年5月のスケトウダラ稚魚とみられる魚群反応は、噴火湾湾口域の胆振側(地球岬沖)に観察された(図5)。過去にこのように湾口域に濃密な魚群反応が観察された2007年及び2016年では、その年生まれの稚魚(2007年

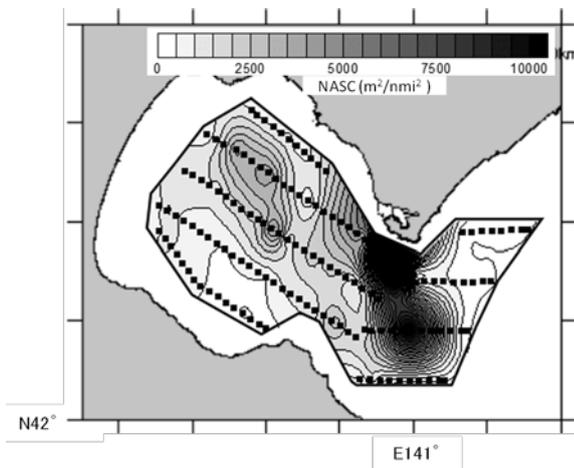


図5 5月におけるスケトウダラ稚魚の魚群反応 (NASC : m²/nmi²)

級群及び2016年級群)は、その後資源量の多い年級群(高豊度年級群)となった。このことから、2022年級群も今後高豊度年級群になることが期待される。

(イ) 胃内容物調査結果

5月に噴火湾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、2022年は主要3種以外のカイアシ類及びその他(主に種判別が困難な消化物)の割合が高かった(図6)。

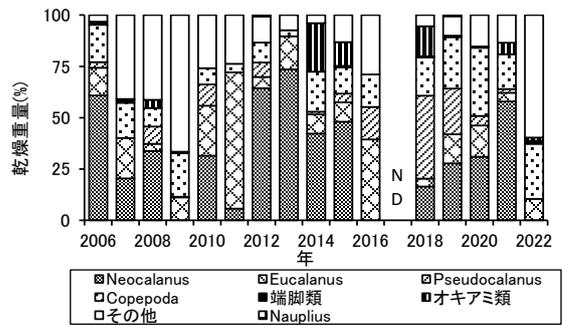


図6 スケトウダラ稚魚の胃内容物組成

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による曳網記録を表2に示した。2022年は、FMTによる稚魚のサンプリングが2回しかできなかったが、曳網地点のCPUEで重み付けした平均全長は30.55mmで、2021年(24.26mm)よりも大型化した。なお、平均全長が30mmを上回ったのは2019年以来で、3年振りであった。

表2 フレームトロールネット (FMT) の曳網記録

網番号	May19FMT1	May19FMT2	
調査年月日	20220519	20220519	
投網	時間	13:22	15:52
	位置	N42°20.603 E140°40.072	N42°28.353 E140°35.244
	水深(m)	73	78.1
曳網方向(°)	303	300	
曳網開始	時間	13:26	15:57
	位置	N42°20.677 E140°39.916	N42°28.482 E140°35.037
	水深(m)	75.1	77.6
ワープ長	始(m)	170	106
	中(m)	170	116
	終(m)	170	116
曳網深度	始(m)	24	24
	中(m)	28	22
	終(m)	30	19
船速(kt)	3	3	
曳網時間(min)	15	15	
揚網開始	時間	13:41	16:12
	位置	N42°21.189 E140°38.910	N42°29.026 E140°34.209
	水深(m)	78.8	75.6
揚網終了	時間	13:44	16:16
	位置	N42°21.241 E140°38.817	N42°29.077 E140°34.163
	水深(m)	79.2	75.1
ろ水計(回転数)	31465	20040	
スケトウダラ採集尾数	73	345	

10. 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 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

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 沿岸定点での目視調査

2022年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作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

2022年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、太平洋～津軽海峡（襟裳岬～函館市）の165点、道西日本海（福島町～積丹岬）の47点、合計212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 沿岸定点における目視調査

調査を実施した松前地区では、前年は3個体の大型クラゲが目視されたが、2022年は目視されなかった（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、前年は大型クラゲが目視されなかったが、2022年は1個体が目視された（表2）。

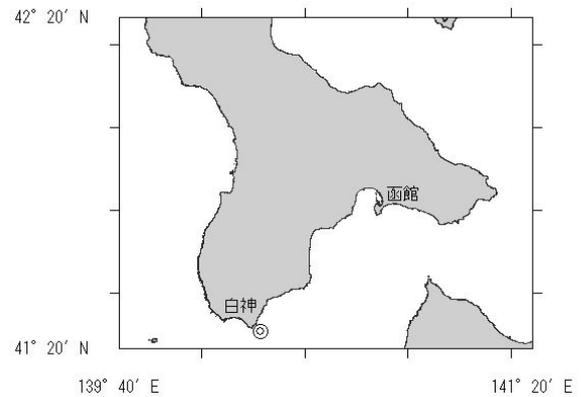


図1 沿岸定点の位置（◎：調査定点）

表1 沿岸定点における大型クラゲの目視数

調査期間		松前
9月	上旬	0
	中旬	0
	下旬	0
10月	上旬	0
	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目視調査結果

調査期間	海域	目視数
2022/8/30-9/10	道南太平洋	0
2022/9/9-9/10	噴火湾	0
2022/9/27-9/30	道西日本海	0
2022/9/30-10/1	道南太平洋	0
2022/10/13-10/17	道西日本海	0
2022/11/1-11/3	太平洋・津軽海峡	1
2022/11/10-11/15	道南太平洋	0
2022/11/27-11/28	道南太平洋・噴火湾	0

調査点数 太平洋～津軽海峡：165点、道西日本海：47点

11. ザラボヤ被害防止ネットワーク構築委託事業

担当者 調査研究部 水上卓哉・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す。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

2022年6月～2023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、2022年6月～11月が各5枚（計15枚）、2022年12月及び2023年1月が各3枚（計9枚）である。調査の対象としたホタテガイは2022年春の耳吊り貝（2021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上で公表した。

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、2022年12月および2023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、2010～2021年の平均値（以下、平年値）と比較すると、概ね下回って推移したが、11月1月は平年値に近い値であった（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、7～9月にみられ、付着個体数の季節変化のデータも踏まえると、この時期の付着が多かったと考えられる。平均体長は11月と12月を除いて概ね平年並みであった（図2）。付着重量は11月が平年値を大きく上回ったのを除いて、概ね平年並みであった（図3）。

(イ) 情報配信

(ア) で得られた調査結果は、7月～11月に令和4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した。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/skhn14000008r0r.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同時に確認することができるようにした。情報配信した内容については、業界紙に計5回掲載され、漁業関係者への情報周知が促進された。

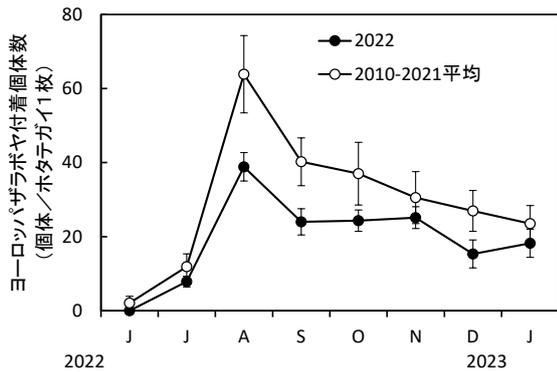


図1 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ付着個体数の季節変化(縦棒は標準誤差)

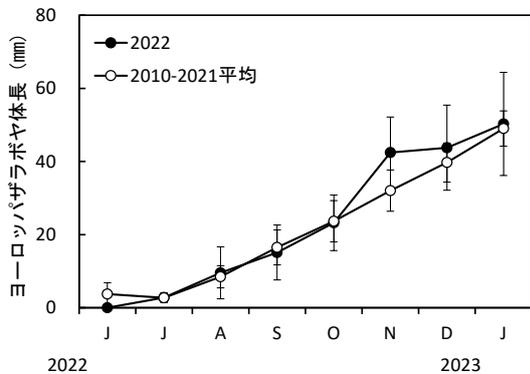


図2 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボ平均体長の季節変化(縦棒は標準偏差)

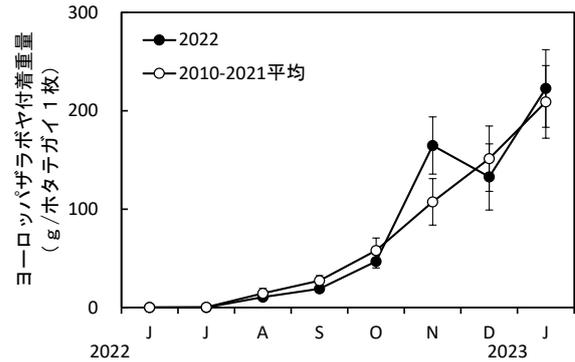


図3 噴火湾八雲調査点におけるヨーロッパザラボヤ付着重量の季節変化(縦棒は標準誤差)

(イ) ホタテガイへの影響

除去貝と未除去貝の各部位の大きさを比較したところ、12月の調査では、殻高、殻長は未除去貝の方が大きく、殻付重量、軟体部重量、生殖腺重量は、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、殻長、殻付重量、軟体部重量、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月に生じ始めていることが示唆された。また、1月調査での除去貝と未除去貝との大きさの比率(未除去貝/除去貝)は、殻高・殻長では94%、軟体部・閉殻筋重量では87~91%、中腸腺・生殖腺重量では82~84%と差が生じており、特に中腸腺と生殖腺の差が大きかった(表2)。このように、未除去貝は除去貝よりも1月以降に成長差が生じることから、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。

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)	93.0 ± 11.9	96.9 ± 6.8	104.2%
殻長(mm)	93.5 ± 15.9	97.6 ± 7.4	104.3%
殻付重量(g)	92.4 ± 22.6	89.2 ± 17.8	96.6%
軟体部重量(g)	33.5 ± 9.5	33.1 ± 7.7	98.9%
閉殻筋重量(g)	12.5 ± 4.4	12.5 ± 3.6	100.6%
中腸腺重量(g)	3.0 ± 0.8	3.0 ± 0.8	99.3%
生殖巣重量(g)	2.4 ± 0.9	2.2 ± 0.7	90.4%

*, **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 * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$)。

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)	99.2 ± 7.4	93.3 ± 6.6 **	94.1%
殻長(mm)	98.5 ± 6.8	93.1 ± 6.8 **	94.5%
殻付重量(g)	93.7 ± 20.4	79.3 ± 16.6 **	84.6%
軟体部重量(g)	33.6 ± 8.2	29.1 ± 7.5 *	86.6%
閉殻筋重量(g)	10.6 ± 2.6	9.7 ± 2.9	90.9%
中腸腺重量(g)	3.1 ± 0.7	2.5 ± 0.8 **	82.2%
生殖巣重量(g)	3.1 ± 1.0	2.6 ± 1.1	83.5%

*, **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 * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$)。

12. 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 夏池真史
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 佐藤敦一

(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

本年度は事業最終年度にあたり、これまでの研究で得られた結果のとりまとめ期間と位置づけた。従って、細課題「ア 種苗の移動による Fh 菌拡散可能性の検討」および「イ 北海道南部海域における養殖場の疫学調査」とともに主に研究データのとりまとめ等を進めた。

(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。得られた研究成果については 2 報の学術論文として発表された (Furumoto *et al.*, 2023; Kawahara *et al.*, 2024)。

参考文献

- Furumoto, Y., Kanamori, M., Natsuike, M., Kawahara, M., Yoshinaga, T., Itoh, N. *Francisella halioticida* infection of intermediately cultured juvenile scallops *Mizuhopecten yessoensis* in southern Hokkaido. 魚病研究 2023; 58; 8-14.
- 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.
- Kawahara, M., Kanamori, M., Natsuike, M., Yoshinaga, T., Itoh, N. Four-year field survey on francisellosis in Yesso scallops *Mizuhopecten yessoensis* cultured in southern Hokkaido, Japan. *Aquaculture* 2024; 578; 1-8.

13. 北海道赤潮対策緊急支援事業のうち赤潮の発生メカニズムの解明等による発生予察手法の開発及び新たな赤潮原因プランクトンの水産生物に対する毒性の影響等の調査（公募型研究）

担当者 調査研究部 板谷和彦, 秋野秀樹,
藤岡 崇, 木村俊介

共同実施機関 中央水産試験場, 釧路水産試験場, さけます内水面水産試験場, 栽培水産試験場, 水産研究・教育機構（水産技術研究所, 水産資源研究所）, 北海道水産林務部

(1) 目的

令和3年9月に道東太平洋海域で発生し、地域を担う沿岸漁業に壊滅的な打撃をもたらした赤潮について、発生メカニズムの推定とシナリオ検討による予察手法の推定を行うとともに、漁業被害軽減に向けた注意・警戒基準について検討する。

(2) 経過の概要

函館水試では、試験調査船金星丸を用いて8月定期海洋観測中に海洋観測および採水調査を実施し、試料は海洋環境Gにて分析に供した。

(3) 得られた結果

7月29～31日に行われた定期海洋観測時にCTD海洋観測を34点、赤潮採水を13点で行った（表1, 図1）。

表1 赤潮調査点

St.	緯度	経度	CTD	赤潮
D01	42-20.00	140-35.00	●	
D02	42-10.80	140-46.80	●	
D03	42-05.00	141-00.00	●	
D11	42-20.00	141-20.00	○	○
D12	42-20.00	141-40.00	○	
D13	42-20.00	142-00.00	○	○
D21	42-00.00	141-20.00	○	
D24	42-00.00	142-20.00	○	
D25	42-00.00	142-40.00	○	○
D26	42-00.00	143-00.00	○	○
D31	41-40.00	141-20.00	○	○
D33	41-40.00	142-00.00	○	
D34	41-40.00	142-20.00	○	
D35	41-40.00	142-40.00	○	
D36	41-40.00	143-00.00	○	○
D41	41-30.00	141-20.00	○	
D42	41-20.00	141-40.00	○	
DH01	41-40.00	140-40.00	○	
DH02	41-50.00	141-20.00	○	
DH03	41-58.00	141-00.00	●	
DH04	42-15.00	141-00.00	●	○
DH05	42-10.00	141-20.00	○	
DH06	41-50.00	143-00.00	○	
DH07	41-30.00	143-00.00	○	
PK12	42-30.16	144-29.76	○	○
PK13	42-15.16	144-29.76	○	○
PK14	42-00.16	144-29.76	○	○
P31	42-45.15	143-59.76	○	
P32	42-30.16	143-59.76	○	
P33	42-15.16	143-59.76	○	
P34	42-00.16	143-59.76	○	
PK21	42-15.16	143-29.77	○	○
PK22	42-00.16	143-29.77	○	○
PK23	41-30.16	143-29.77	○	○

●：噴火湾環境調査点を代用

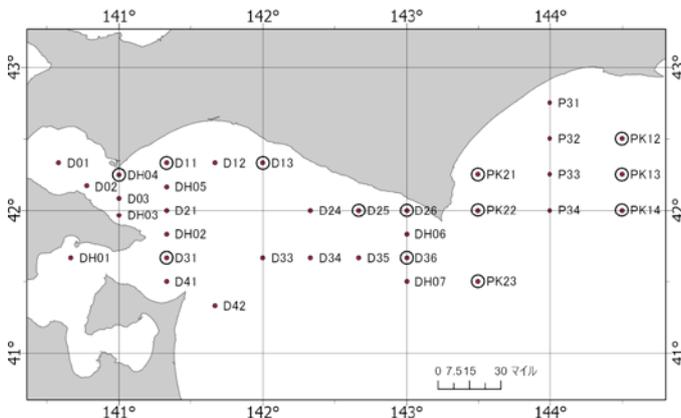


図1 赤潮調査点

14. 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。

14.1 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5年度調査評価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ンネット（<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/shigen/j12s220000004ss.html>）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2022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べ操業回数を集計しCPUE（操業1回当たりの漁獲量）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、1985～2021年は漁業生産高報告、2022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。

延べ操業回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操業回数だったが、1999年以降は渡島管内のみを対象として集計した。CPUEについても延べ操業回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漁獲量からCPUEを算出し、1999年以降は渡島のえびかご漁獲量のみを用いてCPUEを算出した。

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

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が集計した銘柄別漁獲量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 $t_i = j_i + d_i / 365'$ として成長解析を行った(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。

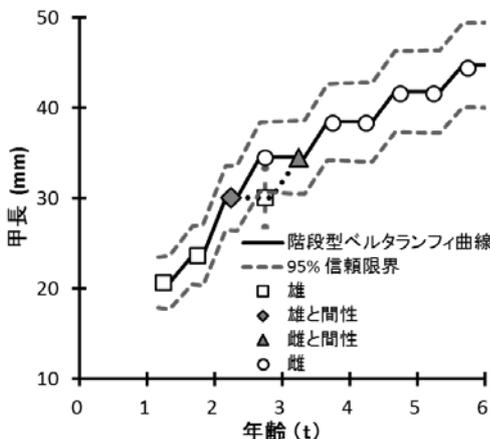


図1 噴火湾におけるトヤマエビの成長モデル

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⁾。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 、 t_0 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、 M_0 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 M_0 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 $\sigma(t)$ 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、 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、

f_a 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における最高年齢を春漁では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)は田内・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)で求めたが、2021年秋漁の2.5歳と3.5歳の F は2022年春漁の漁獲量急減の影響による異常値と考えられたため、これを除いた平均値とした。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。

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

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

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

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

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

$$(10) F_{a,y} = \frac{1}{3}(F_{a,y-1} + \dots + F_{a,y-3})$$

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2022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2018年までは300トン前後で推移したが、2019年に減少に転じ、2022年は過去最少の41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、1985~2022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。2022年の各海域の漁獲割合は渡島が68%、胆振が28%、日高が3%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年以降に再び減少し、2022年は28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、1985~2022年の平均で78%を占めた。次いでホッコクアカエビが20%、その他エビ類が2%であった。ホッコクアカエビは1980年代や2007年には半分以上を占める年もあったが、2012年以降は10%未満であった。2022年の割合はトヤマエビが88%、ホッコクアカ

エビが3%, その他エビ類が9%であった。

噴火湾海域のえびかご漁業でのトヤマエビの漁獲量とCPUEを図3に示した。トヤマエビの漁獲量は、1990年の787トンをピークに増減を繰り返しながら減少傾向となり、2007~2014年は200トン未満となった。2015~2018年は200トン台に回復したが、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方が多かった。

CPUEは2000年以降、常に秋漁の値が春漁の値を上回っていた。秋漁のCPUEは2014年から、春漁では2015年から増加し、秋漁では2015年、春漁では2016年にピークとなったが、それぞれ翌年から減少傾向となり、2022年のCPUEは春漁と秋漁ともに1993年以降の最低値となった。

えびかご協議会で集計されている2005年以降の銘

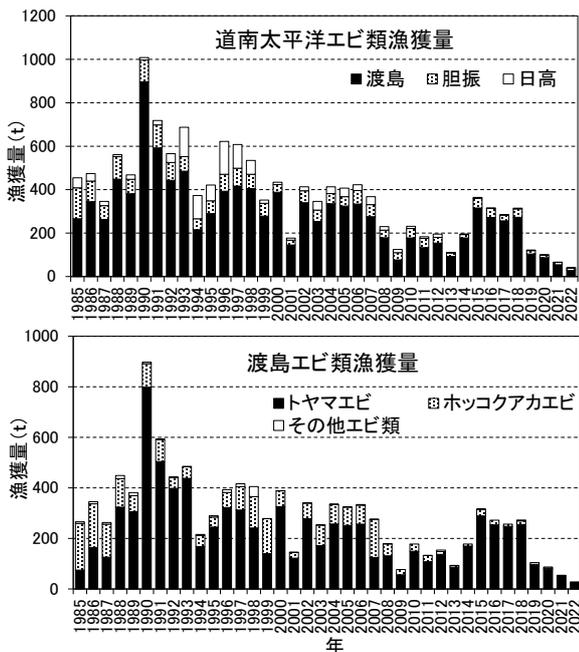


図2 道南太平洋の管内別のエビ類漁獲量（上図）と渡島管内エビ類の種類別漁獲量（下図）

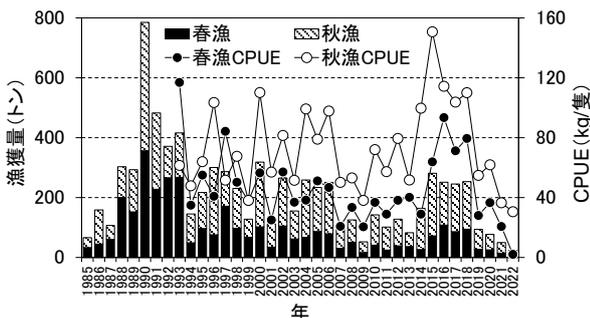


図3 噴火湾海域の漁期別漁獲量とCPUE

柄別漁獲量、漁獲金額および単価の推移を図4に示した。銘柄別漁獲量の推移を見ると、春漁では中、秋漁では小またはメス大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、2022年春漁では5,306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。ほとんどの年で秋漁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

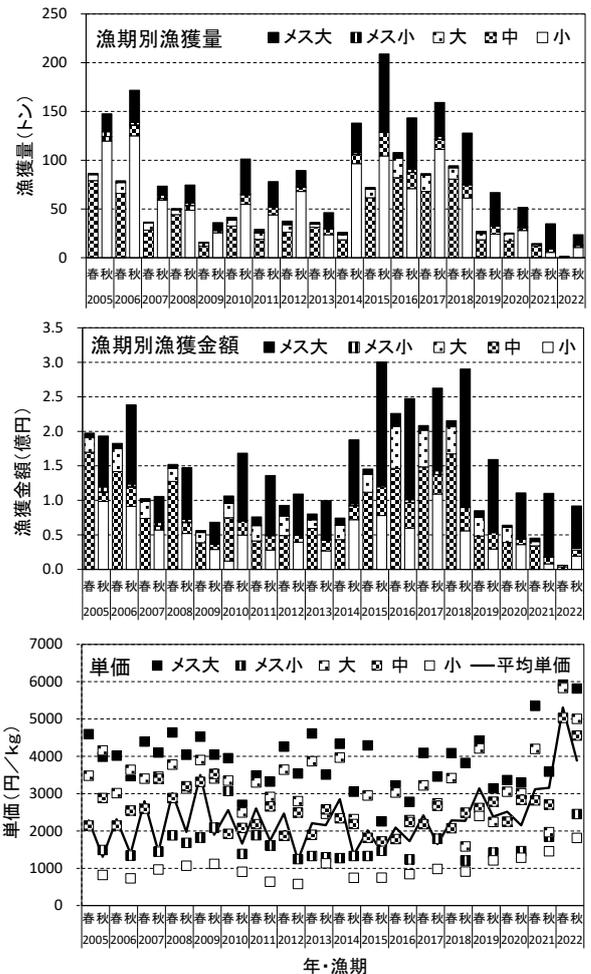


図4 漁期別・銘柄別の漁獲量、漁獲金額および単価

体であった。また、春季・秋季ともに甲長 30 mm前後に性転換中の個体が含まれていた。2022 年の春漁の甲長のモードは雄が 26mm, 雌が 29mm であり, いずれも他の年より小さかった。前年の春季と比べると雄では同じ, 雌では 1mm 小さかった。2022 年秋漁の甲長のモードは雄が 23mm, 雌が 31mm であり, 雄は年による変動幅の範囲内であったが, 雌は他の年に比べて小さかった。前年と比べると雄では 1mm 程度大きく, 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 14 mm)以上から 10 節(同 17 mm)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。2022 年の漁獲尾数は春漁では前年比 0.07 倍の 5.2 万尾(2 歳が 4.3 万尾, 3 歳が 0.9 万尾, 4+歳が 0.1 万尾)と非常に少なく, 秋漁では 137 万尾(前年比 0.87 倍)であった。

VPA により推定された漁期開始前の資源尾数を図 7 に, 資源重量を図 8 に示した。春漁の資源尾数及び資源重量は 2007 年に急減して以来 2,000 万尾(200 トン)を下回る年が続いたが, 2014 年に 3,226 万尾(275 トン)に増加し, その後 200 トン以上の年が続いた。しかし 2019 年以降急減し, 2022 年には 1994 年以降で最低の 355 万尾(33 トン)となった。秋漁の資源尾数と資源重量は, 春漁と同様の変動傾向を示すが, 2022 年の資源尾数は前年から 4%増の 284 万尾であり, 資源重量は春漁と同様に 1994 年以降で最低の 39 トンとなった。

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 年間で基準年とし, その期間における春漁期の資源重量の平均値を 100 として標準化した値を資源水準指数とし, 100±40 の範囲を中水準, その上下を高水準と低水準とした。2022 年の資源水準指数は 13 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

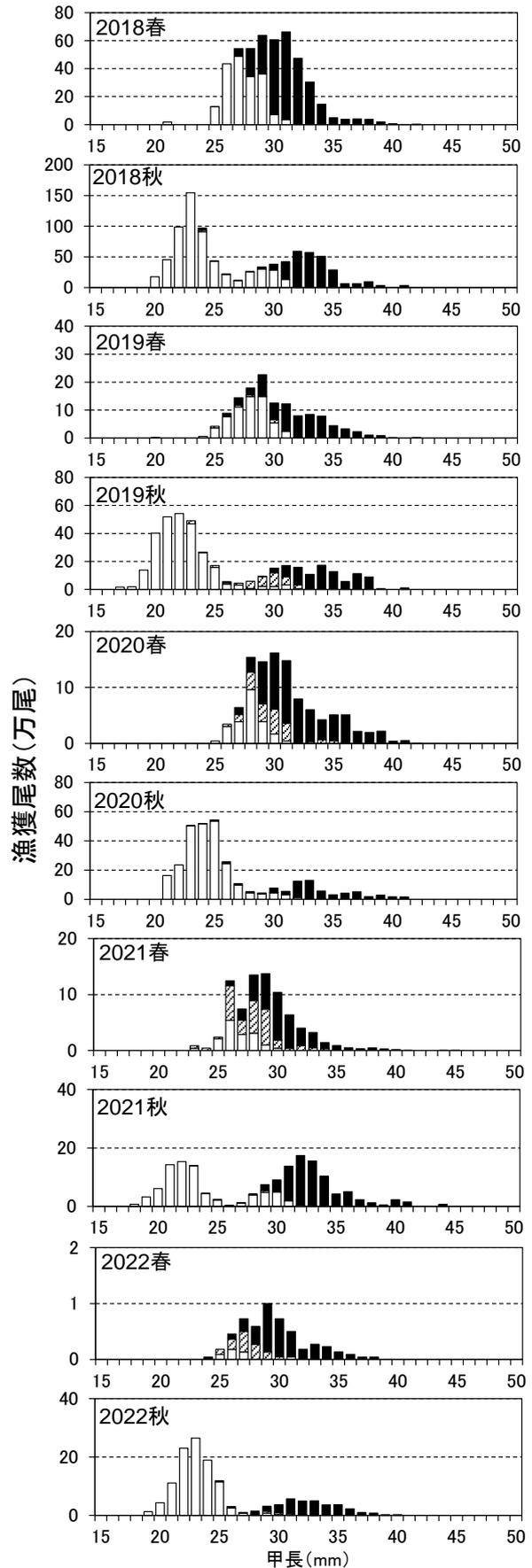


図5 2018~2022年に噴火湾海域で漁獲されたトヤマエビの漁期別甲長組成

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一. 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)

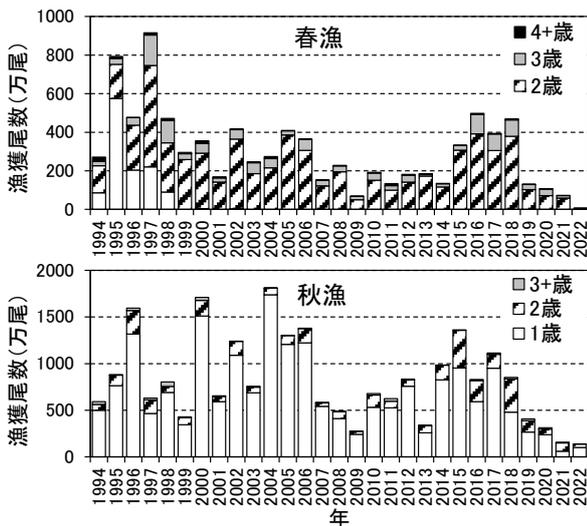


図6 年齢別漁獲尾数の推移

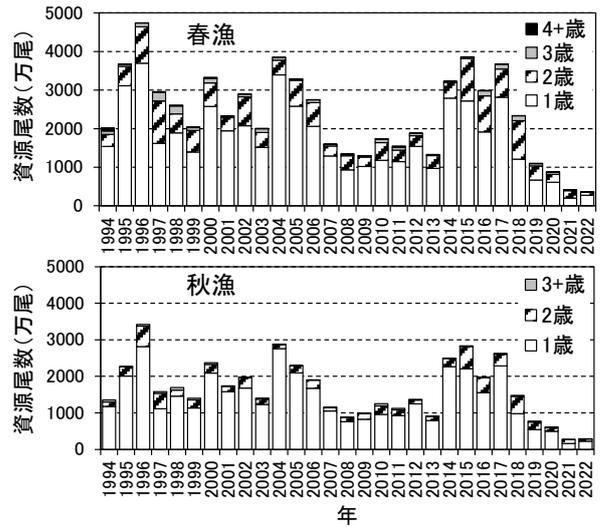


図7 年齢別資源尾数の推移

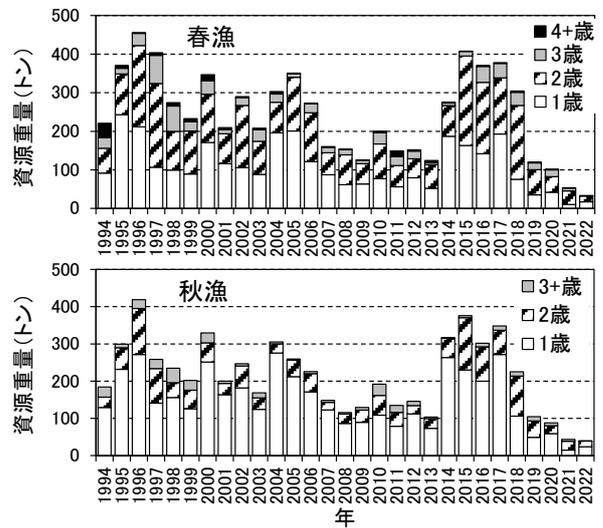


図8 年齢別資源重量の推移

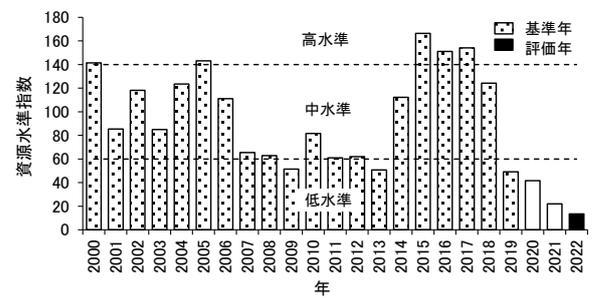


図9 噴火湾におけるトヤマエビの資源水準

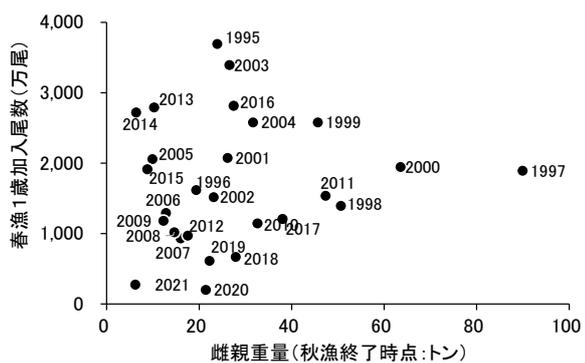


図 10 噴火湾におけるトヤマエビ雌親の資源重量と春漁期の1歳加入尾数との関係(マーカー横の数値は年級を示す)

14. 1. 2 アカガレイ

(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1985～2021年は漁業生産高報告、2022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。2022年の測定回数は5月27日、8月1日および10月20日の3回（491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

担当者 調査研究部 武藤卓志

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）。2022年は2月17～18日に北辰丸で実施した。

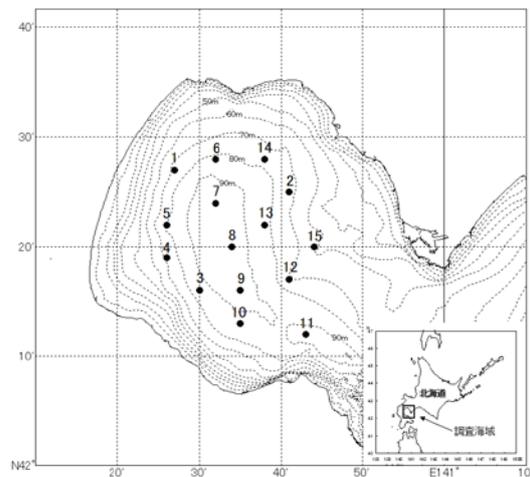


図1 アカガレイ若齢魚調査地点図

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ば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ば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2022年の263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

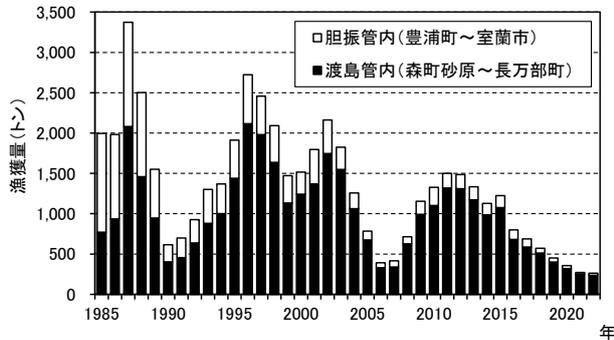


図2 噴火湾アカガレイ漁獲量の経年変化

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、2021年は272トン、2022年は1985年以降で最低値を更新する263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、2021年は1億円台、2022年は1億円を下回り6千万円となった。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、2022年は248円となった。

(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
2022年	88	81	58	7	3	237	20	0	3	0	3	26	263

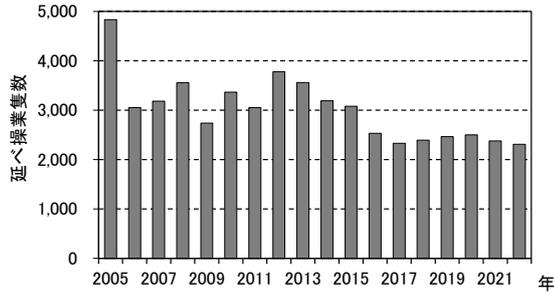


図3 きれい刺し網漁業における延べ操業隻数

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年には2,300隻台となった。その後は2,300～2,500台で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。2022年度の刺し網漁獲物の年齢組成は、6歳(2016年級群)、次いで9歳(2013年級群)が多く、この2年級群で全体の70%以上を占めた(図4)。また、全長組成は、33cmに主モード、30cm及び37cmに副モードがみられる多峰型を示した(図5)。

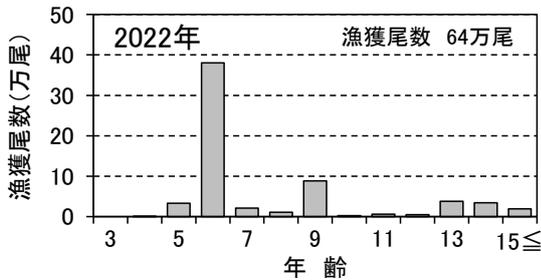


図4 アカガレイ漁獲物の年齢別漁獲尾数

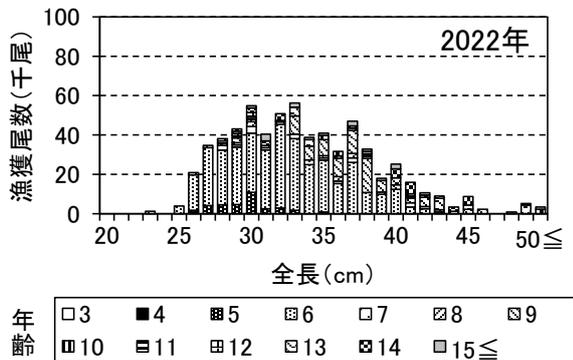


図5 アカガレイ漁獲物の全長別漁獲尾数の経年変化

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、2022年には6歳となり漁獲物の主体となったが、6歳時の漁獲尾数は40万尾を下回っており(図4)、2013年級群の6歳時の漁獲尾数を下回った。

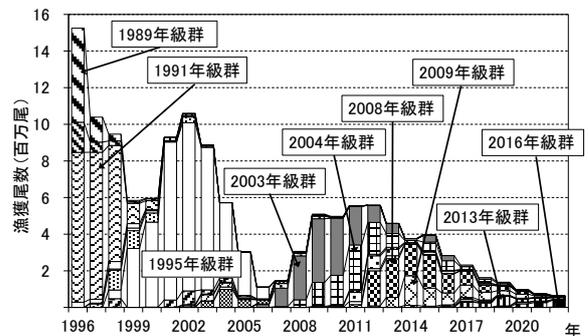


図6 アカガレイの年級群別漁獲尾数の推移

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

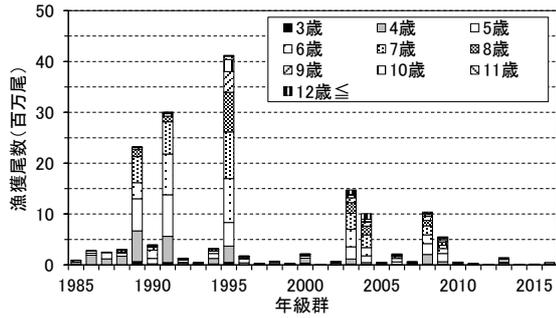


図7 アカガレイの年級群別漁獲尾数の推移

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)。

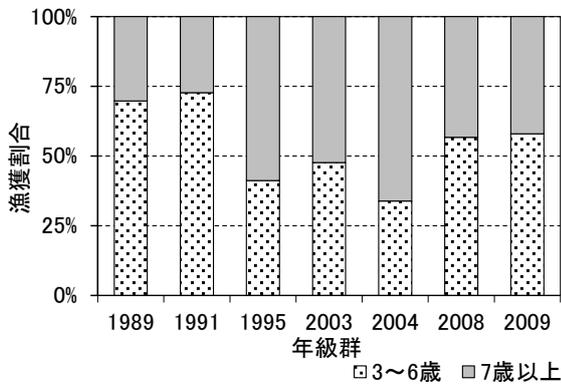


図8 アカガレイ高豊度年級群の3～6歳の年級群別漁獲尾数の推移

(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2022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から、高豊度年級群の出現が予測可能であると考えられており、2016年級群及び2017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た。

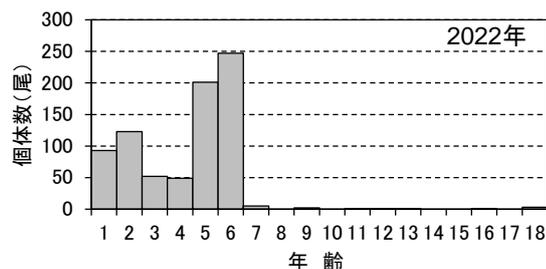


図9 ソリネット調査で採集されたアカガレイの年齢組成

2022年2月の調査でもこの2年級群の採集個体数は後続の2018～2021年級群(2022年で4～1歳)よりも突出して多かった。

ウ 資源評価

(ア) 2022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と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、2022年の水準指数は23であったことから、低水準と判断した。

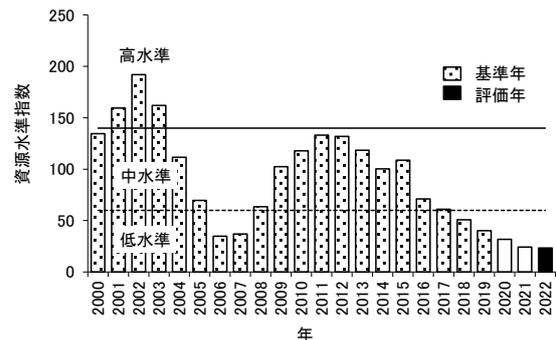


図10 噴火湾海域におけるアカガレイの資源水準

(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、2023年にはそれぞれ15歳、14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年級群も漁獲尾数は2019年(6歳)をピークに減少傾向にあることから(図6)、2023年(10歳)の漁獲尾数は2022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た2016年級群は、2022年には6歳となり漁獲尾数の大幅な増加が期待されたものの、それほど大きな増加にはならなかった。これについては、刺網漁業における漁獲サイズは全長20cm以上であるが(図5)、2016年級

生魚類資源の変動. 水産研究助成事業報告 (令和4年度), (財)北水協会 (2023)

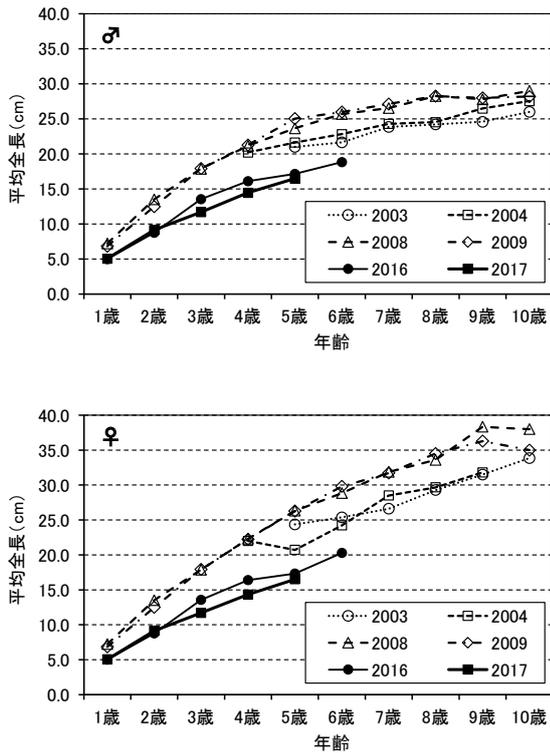


図 11 ソリネット (2 月) で採集されたアカガレイ
イ高豊度年級群の年齢別平均全長

群は他の高豊度年級群と比べると成長が悪く、6 歳の平均全長で 20cmに達する程度であったことから (図 11), 刺網漁業の漁獲対象に達した割合が少なかったためと考えられる。しかし、2023 年には 7 歳となり漁獲サイズまで成長する割合が増えると推測されることから、2023 年の 7 歳の漁獲尾数は 6 歳時を上回ることが期待される。また、2023 年に 6 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ており (図 9), 2023 年には刺し網漁業の漁獲対象に加わると見込まれるが、2017 年級群も 2016 年級群同様、成長が悪いことから (図 11), これらの 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推測される。そのため、資源動向は横ばいと判断した。

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, 吉岡太一, 石川智也, 堀川洸：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

14. 2 資源管理手法開発試験調査

14. 2. 1 ホッケ

担当者 調査研究部 木村俊介

(1) 目的

近年ホッケの親魚量は低い水準で推移しており、道や国、関係業界からは実効性の高い資源管理技術の開発・提案が強く求められている。ホッケ資源が回復基調とならない要因には、これまでの管理方策が啓発に留まり、直近の資源量や漁獲圧を迅速に分析評価して、その結果に基づいた実効性ある資源管理方策を施策展開できていないことが挙げられる。これを解決するために、本課題では資源評価の効率化、迅速化、高精度化に必要な技術開発と、漁獲圧が着実に低減し資源回復を図ることのできる資源管理手法の開発を目的とし、以下の課題を設定した。

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) 小型魚の混獲を低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討

ウ 資源評価および管理方策の提言

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共同で実施し、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季と秋季の年2回、規格毎に漁獲物のサンプリングを行い、生物測定を行った。2022年は、松前(松前さくら漁協、刺し

網)、砂原(砂原漁協、底建網)、木直(南かやべ漁協木直支所、定置網)および恵山(えさん漁協、刺し網)の4地区で計5回サンプリングを行った。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 資源評価および管理方策の提言

前事業期に変更した資源管理指針に本事業期の成果を加えて更新した。

(3) 得られた成果

ア 生物測定調査

2022年に測定を行ったホッケ漁獲物の年齢体長組成を図1に示した。木直の定置網による漁獲物は、5月ではモードが310mm台で3歳魚(2019年級)が約70%を占めており、11月の漁獲物はモードが290mm台で1歳魚(2021年級)が約45%を占めていた。砂原の底建網による5月の漁獲物はモードが290mm台で3歳魚が約66%を占めていた。松前の刺し網による6月の漁獲物は280mm台と300mm台の割合が高く、3歳魚が約37%、4歳魚(2018年級)と5+歳魚がいずれも約29%を占めていた。恵山の刺し網による11月の漁獲物はモードが310mm台で3歳魚が約66%を占めていた。定置網、底建網の漁獲物は春期では3歳魚、秋期では1歳魚が主体となっていた一方で、刺し網ではいずれの漁期でも3歳魚以上の高齢魚が主体となっており、2022年の漁獲物全体では3歳魚の割合が高くなっていた。

イ 資源評価および管理方策の提言

資源管理手法開発試験調査報告書(平成30年~令和4年度)を参照。

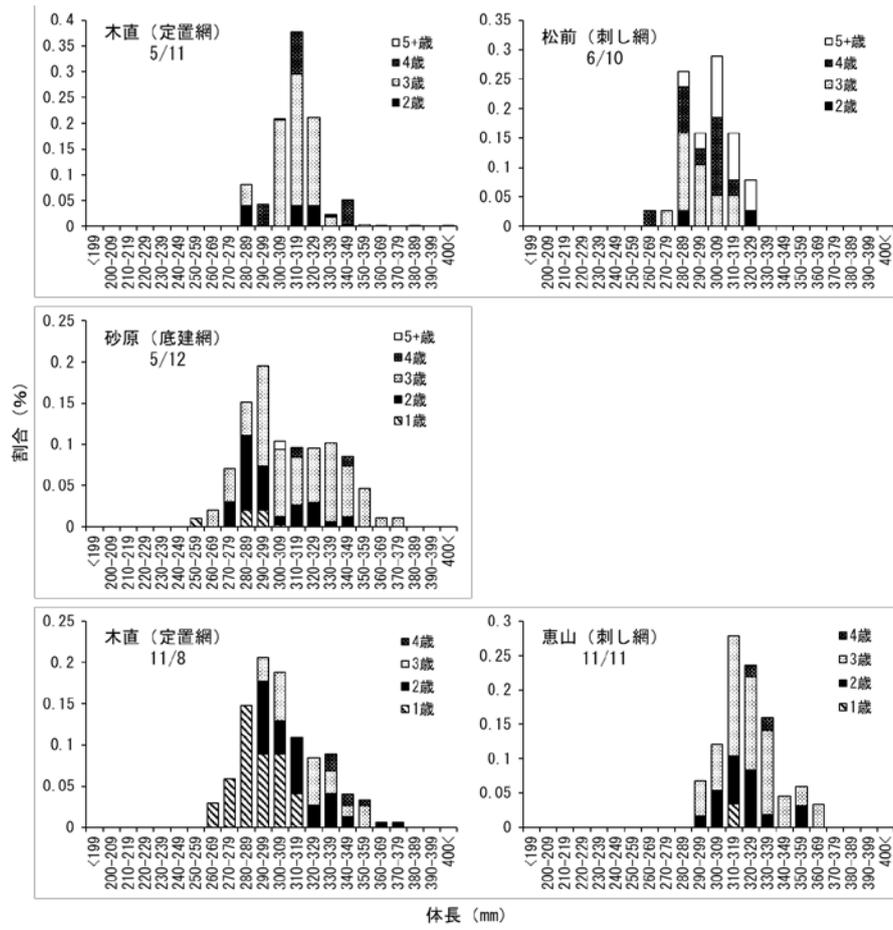


図1 2022年に道南海域の主要地区で漁獲されたホッケの年齢体長組成

15. 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 夏池真史・水上卓哉
・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

2022 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-Profilier 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 10m 深と 9 月後半の 10~25m 深の採水は欠測になり、伊達の 7 月の栄養塩測定は欠測にな

った。

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 (NH_4 , NO_3 , NO_2), リン酸態リン (PO_4), ケイ酸 (SiO_2) 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、9 月の 10m 深で水温 20℃ 以上となった。塩分は全地点の平均値で見ると 7 月前半の 0m 深で 30 を下回った。溶存酸素 (5.7~10.3 mg/L) は基準を下回る層はなかった (表 3)。

表 1 各地点の水温 (°C)。灰色の層は高水温 (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	-	20.4	-	21.8	-	20.2
	10m	-	16.1	-	17.7	-	19.8
	20m	-	12.7	-	14.5	-	19.7
	25m	-	10.6	-	13.4	-	19.3
虻田	0m	18.9	22.1	21.8	22.7	21.3	20.7
	10m	14.0	17.8	21.8	16.7	20.4	20.4
	20m	8.2	15.8	17.0	14.8	20.3	19.5
	25m	8.1	15.0	15.9	13.2	20.2	19.0
八雲	0m	-	20.9	-	22.4	-	20.3
	10m	-	18.6	-	18.3	-	20.4
	20m	-	18.0	-	11.9	-	20.3
	30m	-	14.0	-	7.9	-	17.7
森	0m	19.5	19.4	18.4	21.3	20.9	20.4
	10m	13.1	18.5	14.8	19.1	20.3	20.4
	20m	10.3	17.0	11.2	15.6	16.2	20.5
	30m	7.7	16.1	8.2	11.8	13.1	19.9
平均	0m	19.2	20.7	20.1	22.1	21.1	20.4
	10m	13.5	17.7	18.3	17.9	20.4	20.3
	20m	9.3	15.9	14.1	14.2	18.3	20.0
	30m	7.9	13.9	12.1	11.6	16.6	19.0

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	-	31.07	-	28.91	-	32.46
	10m	-	32.63	-	33.20	-	33.53
	20m	-	32.92	-	33.54	-	33.60
	25m	-	32.88	-	33.65	-	33.72
虻田	0m	28.84	30.61	31.01	30.40	32.43	32.03
	10m	32.14	32.04	31.19	33.11	33.19	33.10
	20m	32.86	32.84	32.66	33.49	33.23	33.54
	25m	32.93	32.97	32.94	33.45	33.24	33.71
八雲	0m	-	30.17	-	29.87	-	31.40
	10m	-	31.50	-	32.32	-	32.43
	20m	-	31.72	-	32.80	-	33.15
	30m	-	32.16	-	32.88	-	33.31
森	0m	28.14	31.09	31.92	31.01	31.44	32.65
	10m	32.15	31.51	32.80	32.37	31.77	32.65
	20m	32.43	32.04	32.71	32.55	32.82	32.72
	30m	32.58	32.77	32.63	32.78	32.86	33.13
平均	0m	28.5	30.7	31.5	30.0	31.9	32.1
	10m	32.1	31.9	32.0	32.8	32.5	32.9
	20m	32.6	32.4	32.7	33.1	33.0	33.3
	30m	32.8	32.7	32.8	33.2	33.0	33.5

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。クロロフィル a 濃度 0.50 μg/L 未満(八雲, 2003~2018 年, 7~9 月, 水深 5~15m の平均値 0.57 μg/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 月後半から 9 月まで森の 30m 深を中心に, また 7 月後半と 9 月後半の八雲と 7 月後半と 8 月後半の伊達で基準を下回る水深帯があった。虻田では調査期間を通じてクロロフィル a 濃度が基準を上回り, 全層的に高い数値で推移した。また, 7 月前半の虻田と森の 0m 深で

比較的高いクロロフィル a 濃度(それぞれ, 3.11 μg/L, 4.23 μg/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。各地点ともに全体的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。7 月前半の虻田と森の 0m 深でクロロフィル a 濃度が顕著に高かったときは, ほとんど中心目珪藻類と羽状目珪藻類で占められていた。2021 年に噴火湾における発出現および赤潮形成が確認された有害赤潮プランクトンのカレニア・ミキモトイは, 2022 年 9 月前半の虻田において出現したが, その出現量はきわめて少なかった(40 細胞/L)。なお, 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, 2022 年の噴火湾内では検出されなかった。

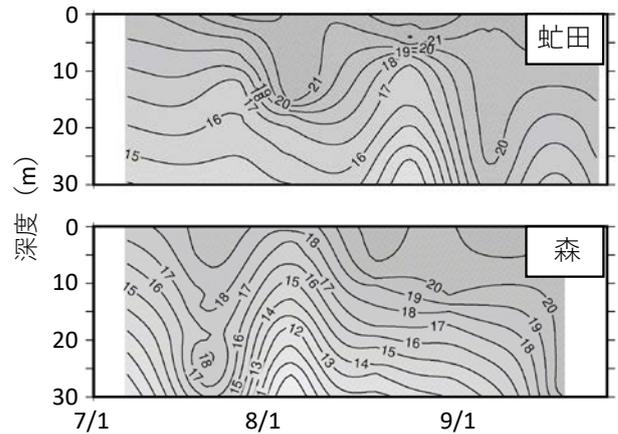


図 1 虻田および森の水温の鉛直分の季節変化。等値線上の数値は水温を示す

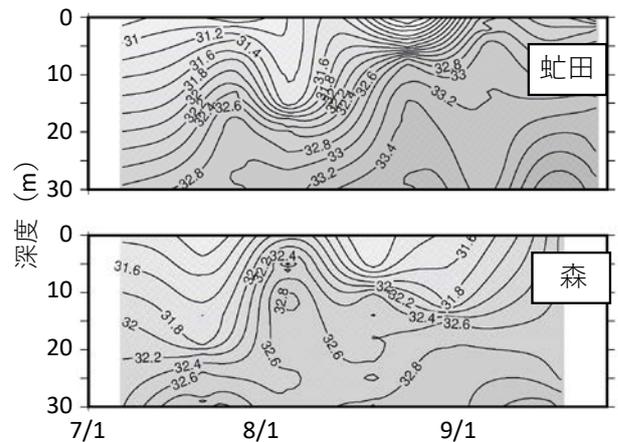


図 2 虻田および森の塩分の鉛直分の季節変化。等値線上の数値は水温を示す

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	-	7.6	-	7.5	-	7.5
	10m	-	8.3	-	8.3	-	7.5
	20m	-	8.5	-	8.2	-	7.4
	25m	-	8.4	-	7.9	-	7.3
虻田	0m	9.4	7.6	7.5	7.2	7.3	7.5
	10m	9.3	7.6	7.4	8.2	7.3	7.2
	20m	10.1	8.1	7.7	7.9	7.3	7.1
	30m	6.8	8.2	7.6	7.4	6.9	6.9
八雲	0m	-	7.8	-	7.7	-	7.5
	10m	-	7.6	-	7.3	-	7.4
	20m	-	7.5	-	8.7	-	7.2
	30m	-	8.1	-	6.4	-	5.7
森	0m	9.1	7.5	7.5	7.7	7.2	7.2
	10m	9.8	7.4	8.1	7.7	7.2	7.2
	20m	10.3	7.8	8.7	7.7	7.8	7.1
	30m	10.1	8.2	9.1	7.7	8.4	7.1
平均	0m	9.3	7.6	7.5	7.5	7.3	7.4
	10m	9.5	7.7	7.8	7.9	7.3	7.3
	20m	10.2	8.0	8.2	8.2	7.5	7.2
	30m	8.5	8.2	8.4	7.4	7.6	6.7

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) 0.5 μM未満, リン酸態リン(PO₄) 0.1 μM未満, ケイ酸(SiO₂) 1.0 μM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0~20m層において数値の低い層が最も頻繁に見られた。9月前半の虻田と森の0m深で溶存態無機窒素濃度がやや高い値は(それぞれ1.91 μM, 3.50 μM), アンモニア態窒素(NH₄)濃度の上昇が原因であった。このとき, 同じサンプル中に, 大型の渦鞭毛藻で細胞内にアンモニアを蓄える性質のあるヤコウチュウが比較的多く検出された。このヤコウチュウ由来のアンモニアがサンプル処理の過程で試水中に溶け込んだために溶存態無機窒素濃度が上昇したと考えられた。次いで, リン酸が8~9月と7月後半と9月江南の虻田, 7月前半の森で0~20m深で低い値を示す傾向が見られた。一方で, 各地点では表層を中心にケイ酸濃度は比較的高く推移しており, 本年は特に夏季に降水量が多かったため, 河川水による栄養塩の供給量が多かったことが示唆された。

エ 2019年から2022年までの環境要因の比較

2019年から2022年の水温と塩分の変動, 特に鉛直的な成層の状態を比較すると(表8), 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た。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。2022年は一時的に躍層が弱まることもあったが, 総じて他の年と比較して7月から9月前半まで水温と塩分による躍層が維持されていたと言える。9月後半に津軽暖流水の流入とともに躍層が弱まることは例年並みであった。

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	-	-	-	6.21	-	0.80
	10m	-	-	-	0.47	-	0.15
	20m	-	-	-	2.16	-	0.33
	25m	-	-	-	3.99	-	1.29
虻田	0m	2.07	3.43	0.24	0.94	1.91	0.13
	10m	0.49	0.22	-	0.23	0.85	-
	20m	0.76	0.54	1.06	1.40	0.70	-
	25m	3.97	1.09	1.59	2.19	0.72	-
八雲	0m	-	1.11	-	0.08	-	0.70
	10m	-	0.17	-	0.34	-	0.58
	20m	-	1.44	-	3.41	-	0.86
	30m	-	2.53	-	10.96	-	4.04
森	0m	0.25	0.62	0.55	0.41	3.50	0.44
	10m	0.20	0.84	0.26	0.37	0.77	0.35
	20m	0.23	1.10	0.63	1.41	0.51	0.41
	30m	1.33	1.23	2.17	2.30	0.79	0.89

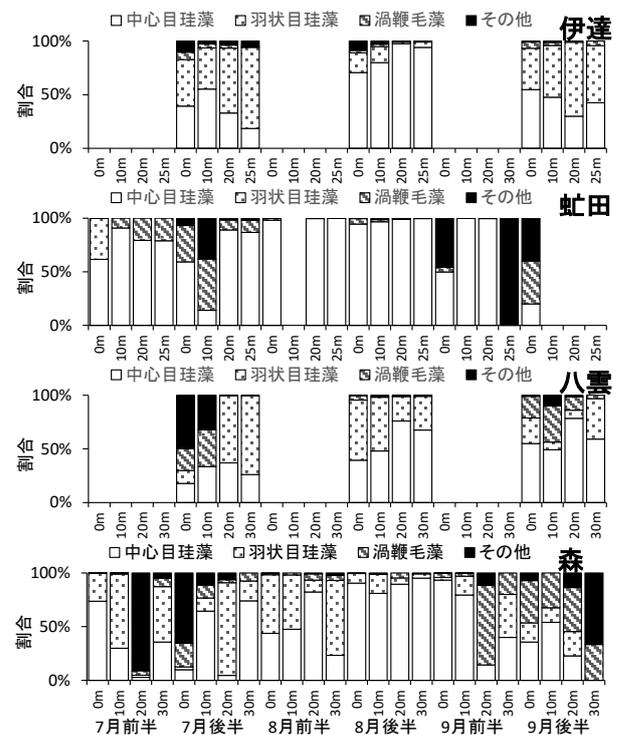


図3 各地点の植物プランクトン組成

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(0.5μM未滿)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	-	-	-	6.21	-	0.80
	10m	-	-	-	0.47	-	0.15
	20m	-	-	-	2.16	-	0.33
	25m	-	-	-	3.99	-	1.29
虻田	0m	2.07	3.43	0.24	0.94	1.91	0.13
	10m	0.49	0.22	-	0.23	0.85	-
	20m	0.76	0.54	1.06	1.40	0.70	-
	25m	3.97	1.09	1.59	2.19	0.72	-
八雲	0m	-	1.11	-	0.08	-	0.70
	10m	-	0.17	-	0.34	-	0.58
	20m	-	1.44	-	3.41	-	0.86
	30m	-	2.53	-	10.96	-	4.04
森	0m	0.25	0.62	0.55	0.41	3.50	0.44
	10m	0.20	0.84	0.26	0.37	0.77	0.35
	20m	0.23	1.10	0.63	1.41	0.51	0.41
	30m	1.33	1.23	2.17	2.30	0.79	0.89

表 6 各地点のリン酸態リン濃度(μM)。灰色の層は低濃度(0.1μM未滿)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	-	-	-	0.16	-	0.11
	10m	-	-	-	0.07	-	0.07
	20m	-	-	-	0.33	-	0.09
	25m	-	-	-	0.47	-	0.20
虻田	0m	0.12	0.07	0.14	0.10	0.29	0.09
	10m	0.10	0.09	-	0.19	0.14	-
	20m	0.30	0.18	0.19	0.35	0.13	-
	25m	0.64	0.19	0.25	0.36	0.17	-
八雲	0m	-	0.22	-	0.18	-	0.24
	10m	-	0.15	-	0.14	-	0.14
	20m	-	0.23	-	0.46	-	0.12
	30m	-	0.31	-	1.08	-	0.44
森	0m	0.11	0.04	0.24	0.11	0.29	0.21
	10m	0.09	0.11	0.12	0.10	0.11	0.11
	20m	0.12	0.14	0.22	0.18	0.12	0.10
	30m	0.35	0.24	0.35	0.32	0.24	0.14

表 7 各地点のケイ酸濃度(μM)。灰色の層は低濃度(1μM未滿)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	-	-	-	37.97	-	9.31
	10m	-	-	-	2.33	-	2.22
	20m	-	-	-	8.21	-	2.08
	25m	-	-	-	11.86	-	4.97
虻田	0m	64.41	3.64	3.68	9.57	18.11	11.67
	10m	1.79	3.18	-	3.10	3.82	-
	20m	2.21	5.47	5.54	7.64	3.85	-
	25m	11.18	14.60	6.33	8.28	4.43	-
八雲	0m	-	7.58	-	4.97	-	9.47
	10m	-	1.51	-	3.54	-	3.06
	20m	-	3.86	-	9.36	-	3.40
	30m	-	5.71	-	33.84	-	11.44
森	0m	28.26	3.10	5.20	2.74	3.25	2.50
	10m	0.53	1.31	2.18	2.69	2.70	3.11
	20m	1.66	1.32	3.01	4.28	2.46	2.87
	30m	1.81	1.59	3.85	4.81	3.89	3.40

2022年はクロロフィルa濃度や栄養塩類濃度に例年に見えない特徴は見られなかったが(表7),7月前半や9月前半にその他の藻類の割合が多くなる場合が見られた。

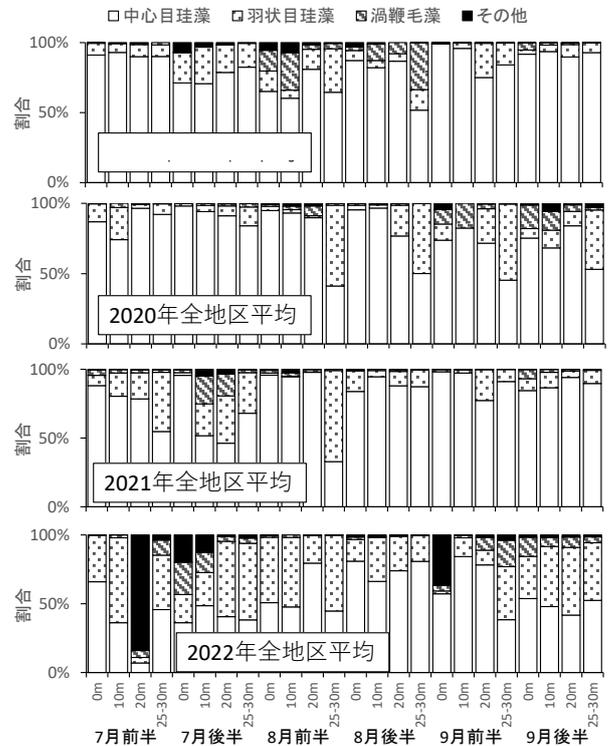


図 4 2019年, 2020年, 2021年, 2022年の植物プランクトン組成の全地点平均

表8 2019年, 2020年, 2021年, 2022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				2022年全地点平均			
	7月 前半	8月 後半	9月 前半	9月 後半	7月 前半	8月 後半	9月 前半	9月 後半	7月 前半	8月 後半	9月 前半	9月 後半	7月 前半	8月 後半	9月 前半	9月 後半
0m	15.9	17.7	21.0	20.8	18.8	19.8	20.8	21.2	17.4	20.6	21.3	21.6	19.2	20.7	20.1	20.4
10m	14.4	16.9	15.2	20.3	16.5	17.7	19.3	19.7	16.5	16.1	20.9	21.1	13.5	17.7	18.3	20.3
20m	12.8	16.2	9.1	19.8	14.4	15.9	16.3	17.0	15.1	13.9	17.1	20.3	9.3	15.9	14.1	20.0
25-30m	11.0	12.4	4.9	17.8	10.7	13.5	11.3	14.5	12.7	10.3	12.6	18.8	7.9	13.9	12.1	19.0
	塩分															
0m	32.13	31.93	31.78	31.28	31.42	31.31	31.62	31.81	31.38	31.50	31.93	31.91	28.49	30.73	31.47	32.13
10m	32.16	32.10	32.36	32.09	32.13	32.23	32.26	32.36	31.55	32.31	32.31	32.61	32.14	31.92	31.99	32.93
20m	32.39	32.20	32.60	32.53	32.59	32.87	32.76	32.86	31.86	32.67	32.29	33.04	32.65	32.38	32.69	33.10
25-30m	32.47	32.30	32.57	33.53	32.63	32.96	32.62	33.00	32.12	32.69	32.73	33.19	32.76	32.69	32.79	33.47
	クロロフィルa濃度 (µg/L)															
0m	1.00	2.28	1.25	0.83	1.22	0.93	0.79	0.81	0.76	1.09	0.93	0.86	3.67	1.55	1.72	0.81
10m	0.76	0.95	0.62	0.59	0.45	0.36	0.54	0.55	0.68	0.94	0.55	0.70	1.09	0.90	0.64	0.56
20m	1.72	1.06	1.72	0.58	0.70	0.67	0.49	0.99	0.93	1.16	0.85	0.83	1.63	1.02	1.71	0.48
25-30m	0.91	0.95	1.09	0.57	1.56	1.15	1.63	1.17	0.91	0.88	0.57	0.74	0.28	0.63	0.57	0.56
	溶存無機態窒素 (µM)															
0m	0.30	0.59	0.66	0.73	0.39	0.58	0.17	0.36	0.46	0.72	0.93	0.61	1.16	1.72	0.39	1.91
10m	0.33	0.47	0.70	0.77	0.15	0.32	0.26	0.54	0.28	0.46	0.57	0.62	0.34	0.41	0.26	0.35
20m	0.36	0.53	1.11	0.74	0.57	0.23	0.18	0.27	0.55	0.62	0.62	0.87	0.50	1.03	0.85	2.10
25-30m	0.63	1.44	3.81	3.64	0.43	0.49	0.42	1.26	0.64	3.02	1.40	1.23	2.65	1.62	1.88	4.86
	リン酸態リン (µM)															
0m	0.16	0.20	0.10	0.12	0.10	0.09	0.07	0.08	0.28	0.50	0.48	0.55	0.11	0.11	0.19	0.14
10m	0.17	0.14	0.20	0.13	0.09	0.08	0.07	0.08	0.23	0.27	0.21	0.42	0.10	0.11	0.12	0.13
20m	0.20	0.20	0.38	0.11	0.09	0.08	0.08	0.13	0.16	0.50	0.26	0.59	0.21	0.18	0.20	0.33
25-30m	0.29	0.38	0.89	0.70	0.14	0.16	0.22	0.32	0.40	2.04	0.95	0.72	0.49	0.25	0.30	0.56
	ケイ酸 (µM)															
0m	1.97	7.36	13.39	15.91	4.73	5.93	3.19	10.51	1.87	7.56	6.98	6.91	46.34	4.77	4.44	13.81
10m	0.84	1.57	3.19	7.69	1.15	1.43	1.53	2.56	0.40	1.76	0.98	3.48	1.16	2.00	2.18	2.91
20m	0.95	2.69	5.86	4.40	0.42	1.23	0.99	3.44	0.60	2.25	1.24	4.87	1.94	3.55	4.28	7.37
25-30m	1.82	6.69	12.70	15.72	2.33	3.67	6.22	6.89	0.93	13.83	4.37	6.27	6.49	7.30	5.09	14.69

16. コンプ養殖技術研究（受託研究）

担当者 調査研究部 秋野秀樹

協力機関 戸井漁業協同組合（委託元：北海道大学・函館市）

(1) 目的

近年、函館市沿岸の天然コンブ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、養殖コンブの生産量は比較的安定しているものの、天然コンブの成熟時期の変化、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。コンブ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 事業規模の成熟誘導技術の導入

(ア) 母藻収容密度と成熟状況の関係

戸井漁業協同組合の種苗生産施設において、2022年7月19日に浜町産の天然マコンブ（黒口浜）、同年7月20日に根崎産の天然マコンブ（本場折浜）に以下の処理を行って成熟誘導を開始した。各母藻の葉状部をスポンジと滅菌海水で洗浄して付着海藻や珪藻を落とし、長さ25cm程度に適宜切断した葉片を作成した。種苗センターの冷却用水槽に、滅菌海水を満たした採苗容器（100L）を配置し、葉片を十枚程度立てかけて収容した高密度試験区と、平たい籠に葉片を2枚収容し、容器内に葉片を水平に置いて蓄養した対照区を設けて蓄養した。

いずれもの手法においても光条件は3,500～5,000 lx、育成水温は10～12℃とし、採苗容器内の滅菌海水約85LにES-NTを300mlと二酸化ゲルマニウム溶液(2g/L)を5ml添加し、通気を行って海水を循環させた。

1週間ごとに葉片を取り出して滅菌海水と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、採苗容器の滅菌海水を交換して蓄養を継続した。枯死している部分が認められた場合は適宜切除した。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。

(イ) コンプの部位別の成熟状況の比較

①の母藻として用いた根崎産天然マコンブ葉状部の一部について全長を測定し、全長に対して仮根部側から1/4までの部位、全体の中央部、先端から1/4までの部位から長さ25cm程度の葉片を切り出しコルクボーラーで穴をあけて他の葉片と区別して①と同様に蓄養した。2022年9月5日に各葉片の子嚢斑の形成状況を確認し、1: 子嚢斑の形成が見られない 2: 葉状部全体に占める子嚢斑の面積の割合が1/3以下、3: 葉状部に占める子嚢斑の面積の割合が1/3以上の3つに目視で分類し、それぞれの形成状況の葉片を計数した。

(ウ) 成熟誘導技術による促成マコンブの特性把握

(ア) で成熟誘導を行った根崎産の天然マコンブについて2022年9月5日に、成熟した葉片を選び母藻として種苗生産を開始した。生産した種苗は2022年10月25日に海面養殖を開始し、開始後約5日程度は種苗糸のまま養殖を行ったのち（仮植）、11月上旬から種苗糸をロープに挟み込んで養殖を行った（本養成）。比較対照として成熟誘導によらない種苗生産を同様にを行い、11月11日に仮植、5～7日後に本養成を行った。これらの種苗は2023年1月以降、1か月に1回程度の追跡調査を行った。

イ 促成養殖コンブと天然コンブの成熟誘導日数の比較

函館市小安地先沖合で促成養殖されたマコンブを2022年7月20日に採取し、試験（ア）と同様の処理を行って成熟誘導を行った。収容密度については試験（ア）の対照区と同様に採苗容器1台につき葉片を2枚収容し、経過観察を行った。

ウ 促成養殖コンブを母藻にした種苗の健苗性の確認

イの試験において成熟が確認された葉片を用いて2022年9月8日から種苗生産を行い、2022年10月25日から海面養殖を開始し、ア（ウ）の種苗と追跡調査を行った。

(3) 得られた結果

ア 事業規模の成熟誘導技術の導入

(ア) 母藻収容密度と成熟状況の関係

小安種苗センターにはほぼ常勤する戸井漁業協同組合の職員と、センターのパート従業員を指導しながら行った。母藻の洗浄と海水の交換については通常の種苗生産においても行う作業であり、作業上の問題は生じなかった。洗浄後の母藻からの葉片の作成においては、後述する(イ)における部位を中心に選ぶことで効率の良い成熟誘導が可能となった。

採苗容器内の葉片の収容密度を約5倍に高めた試験区では、成熟誘導終了時に成熟していたコンブ葉片の割合は対照区よりも低い結果が得られた(図1)。対照区では光源に対してコンブ葉片が水平に置かれるが、試験区では縦に置かれるため葉片に当たる光量が不足しがちと考えられる。

今年度は戸井漁業協同組合内のすべての需要に対応する量の種苗糸が生産できたため、事業規模の成熟誘導ができることを示すことができた。次年度では収容密度の再検討を行い、成熟誘導のコストを下げることを目指す。

(イ) 成熟誘導技術による促成マコンブの特性把握

部位別の成熟状況について図3に示す。先端部の葉片でより早く成熟が進行し、中間部がそれに次いだ。先端部は成熟誘導中に縁辺部が枯死し、葉片が次第に縮小するケースが見られた。また、表在性の海藻の付着が他の部位に比較して多く、これらが増殖するため成熟誘導には適さない場合があると考えられた。

仮根部に近い部位は、葉片に厚みがあり表皮組織も

硬いため成熟誘導中の枯死は少ないが成熟が遅く成熟誘導の目的には合わないため、母藻の中央部付近を用いて葉片を作成することが好適であると考えられた。

(ウ) 成熟誘導技術による促成マコンブの特性把握

育成した種苗を海面養殖した結果を図2に示す。成熟誘導による種苗は1月及び2月の調査時には通常採苗の種苗に比べて葉長や葉状部の湿重量が有意に上回っていたが、3月の調査時点では有意差はなかった。コンブの成長に好適な水温や栄養塩が存在する1月から3月にかけてどちらも急速に葉状部を伸長したためと考えられる。

イ 促成養殖コンブと天然コンブの成熟誘導日数の比較

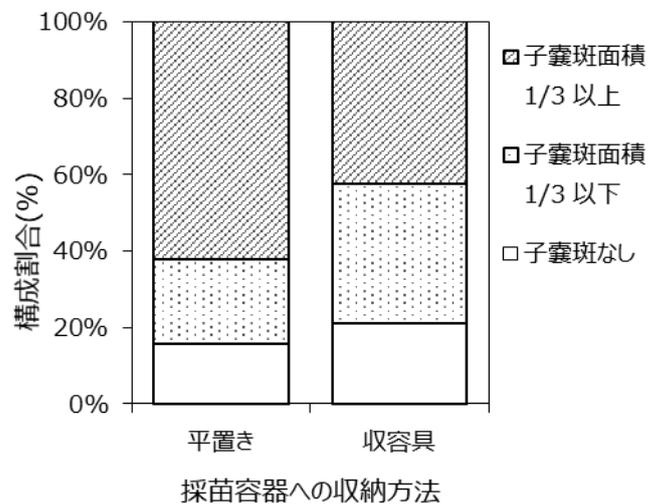


図1 収容方法の違いによるマコンブの成熟状況の違い(2022年9月5日)

図2: 成熟誘導と通常採苗の種苗の違いによる促成マコンブの成長推移 (左: 葉長の推移 右: 葉状部湿重量の推移)

促成養殖コンブを母藻に用いた場合でも成熟誘導によって子嚢斑形成が見られ、遊走子の放出や種苗の生産も可能であった。

天然の母藻不足に対応する手法として成熟誘導技術と促成養殖コンブの利用によって、促成養殖コンブの母藻及び種苗の確保は可能であると考えられる。

ウ 促成養殖コンブを母藻にした種苗の健苗性の確認

得られた母藻から生産した種苗を 2022 年 10 月 25 日から海面養殖し、成熟誘導を行わない天然マコンブを母藻に生産した種苗を 2022 年 11 月 11 日から海面養殖を行い、2023 年 3 月 23 日に追跡調査を行った。図 4 に示されるように葉長の平均値はやや低いが試験区間で有意な差は認められなかった。

種苗性の確認については今後の追跡調査によるが、

(4) 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. 令和元年度道総研函館水産試験場事業報告書. 2021 : 8-11.

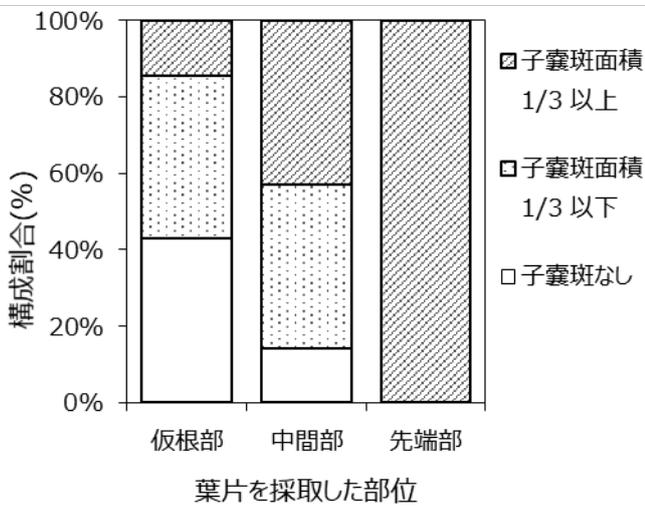


図 3 葉片を採取した部位の違いによるマコンブ成熟状況の比較(2023 年 9 月 5 日)

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 ・ 件 数	指導事項の概要	担当者
技術指導 (企業指導)	4	水試	管内漁協	1	海面着色通報の試水を検鏡した(赤潮ではない)	夏池真史
一般相談	4	電話	道外一般	1	ナマコ桁網の視察について	板谷和彦
報道取材	4	電話	報道機関	1	噴火湾におけるホタテガイの大量死について	夏池真史
報道取材	5	メール	映像製作会社	1	北海道産ホッケの生態について	木村俊介
報道取材	5	電話	報道機関	3	今年の函館のスルメイカ漁況について	三原栄次
一般相談	6	電話	水産庁栽培養殖課	1	R3年度にホタテガイの出荷が良好であった理由	夏池真史
報道取材	6	電話	報道機関	10	スルメイカ資源調査結果、漁況と不漁の原因について	三原栄次
報道取材	6	メール	映像製作会社	1	恵山地区根ボッケに関するTV番組のテロップ・ナレーション内容の確認	木村俊介
技術指導 (企業指導)	7	水試	管内漁協・市役所	5	海面着色通報の試水を検鏡した(5件中5件が赤潮)	夏池・水上
一般相談	7	電話・メール	胆振振興局水産課	1	ウバガイの麻痺性貝毒減毒傾向について	夏池真史
一般相談	7	電話・メール	栽培公社	1	太平洋西部におけるウバガイの麻痺性貝毒原因種について、および麻痺性貝毒プランクトンの出現に関する調査手法についての相談	夏池真史
一般相談	7	メール	栽培公社	1	白老沖における貝毒プランクトン調査結果における意見照会	夏池真史
報道取材	7	電話	報道機関	2	6、7月の函館の漁獲状況について	三原栄次
報道取材	7	電話	報道機関	2	太平洋西部の貝の高毒化の原因等について	夏池真史
技術指導 (企業指導)	8	水試	管内漁協・市役所	2	海面着色通報の試水を検鏡した(2件中1件が赤潮)	夏池・水上
報道取材	8	電話	報道機関	3	7月の函館のスルメイカ漁獲状況、資源来遊について	三原栄次
技術指導 (企業指導)	9	水試	管内漁協・市役所	14	海面着色もしくは赤潮疑似試水を検鏡した。14件のうちほとんどは函館湾沿岸でのカレニア・ミキモトイによる赤潮 2件は別地区での別種による赤潮	夏池・水上
技術指導 (企業指導)	9	水試	管内漁協・市役所	16	函館湾連絡協議会赤潮監視体制による検鏡	夏池・水上
報道取材	9	電話	報道機関	6	函館港内で発生したカレニア・ミキモトイ赤潮について	夏池真史
報道取材	9	面接	報道機関	1	スルメイカの漁況、来遊・資源について	三原栄次
一般相談	9	電話	函館市消防本部	1	赤潮発生時の海難救助の注意点	夏池真史
一般相談	9	電話	一般企業	1	コンブ養殖、培養のコツについて	秋野秀樹
一般相談	9	電話	檜山総合振興局水産課	1	ヘテロシグマ・アカシオについて	夏池真史
一般相談	9	電話	管内漁協	1	カレニア・ミキモトイ出現時のヒラメ種苗の放流について	板谷和彦
一般相談	10	電話	一般企業	1	コンブ養殖、培養のコツについて	秋野秀樹
一般相談	10	電話	管内漁協	1	ホヤの被囊軟化症の病原性について	秋野秀樹
技術指導 (企業指導)	10	水試	管内漁協・市役所	28	函館湾連絡協議会赤潮監視体制による検鏡	夏池・水上
報道取材	10	メール	報道機関	1	9月の函館のスルメイカ漁獲結果と今後の漁況について	三原栄次
報道取材	10	電話	報道機関	1	噴火湾におけるヨーロッパザラボヤの付着状況がわかる写真の提供依頼	水上卓哉
報道取材	10	電話	報道機関	1	スケトウダラニュース今年度第1号の内容について	武藤卓志
一般相談	11	電話	管内役場	1	サーモン養殖試験における記録すべき項目と注意すべき点	板谷和彦

指導事項	指導月	実施場所 又は方法	対象者	人数 ・件 数	指導事項の概要	担当者
一般相談	11	電話	管内漁協	1	噴火湾プイが示す砂原沖の10月末の10m深における塩分20～25程度 の低下について、ホタテへの影響はあるか？	夏池真史
一般相談	11	電話・メール	海保	1	ズワイガニとベニズワイガニ、および雌雄の見分け方	三原栄次
報道取材	11	電話	報道機関	1	噴火湾トヤマエビの漁獲量と資源状況	三原栄次
報道取材	10	電話	報道機関	1	スケトウダラニュース今年度第2号の内容について	武藤卓志
一般相談	12	メール	北海道大学	1	垂下養殖ホタテガイ生産施設にトヤマエビの稚エビはいるか？	夏池真史
一般相談	12	メール	管内漁協	1	噴火湾ホタテガイの麻痺性貝毒規制が長引いた理由は？	夏池真史
一般相談	12	対面	メイン大学	1	ホタテガイ養およびコンブ漁業に関する基礎的情報の意見交換	秋野・ 夏池・水上
一般相談	12	メール・対面	胆振地区水指	1	養殖ホタテのタイムラプスカメラによる観察について	夏池真史
報道取材	12	メール	報道機関	1	11月の函館のスルメイカ漁獲結果と今後の漁況について	三原栄次
一般相談	1	電話	松山水指奥尻支所	1	時まきホタテのタイムラプスカメラによる観察について	夏池真史
一般相談	1	電話・メール	檜山水産技術普及 指導所奥尻支所	1	地まきホタテのタイムラプスカメラによる観察について	夏池真史
報道取材	1	電話	報道機関	1	スケトウダラニュース今年度第3号の内容について	武藤卓志
報道取材	2	電話	報道機関	2	今年度の函館のスルメイカ漁獲結果について	三原栄次
報道取材	2	電話	報道機関	1	渡島周辺で漁獲されるニシンについて	板谷和彦
報道取材	2	電話	報道機関	1	マナマコの放流について	酒井勇一
技術指導 (企業指導)	3	水試	管内漁協	1	海面着色通報の試水を検鏡した(赤潮ではない)	夏池真史
技術指導 (企業指導)	3	水試	管内漁協	2	噴火湾での貝毒プランクトンの検鏡	夏池・水上

2. 試験研究成果普及・広報活動

会議名等	開催地	開催日	人数	内容	備考
令和4年度渡島管内漁業士会フォーラム	函館市	令和4年6月7日	30	コンブに関する課題・函館水試で行っているナマコ関連試験	秋野・酒井
イカ資源評価と予測に関する講演会	web	令和4年6月13日	100	道南海域におけるスルメイカの漁況と2022年度北上期調査結果	三原
渡島噴火湾地区指導協議会総会	森町	令和4年6月30日	15	養殖場の環境調査の意義と調査方法の講演および指導	板谷
八雲町漁協ホタテ部会	八雲町	令和4年7月26日	30	噴火湾養殖ホタテガイの生産安定化を目指して-稚貝育成試験(八雲地区)について-	夏池
噴火湾ホタテ生産振興協議会	函館市	令和4年7月27日	35	水温観測ブイデータの活用方法について	板谷
えびかご漁業における資源評価に係る勉強会	八雲町	令和4年9月6日	26	噴火湾におけるトヤマエビの資源状況と資源管理について	三原
胆振渡島すけとうたら刺網漁業協議会総会	函館市	令和4年9月22日	120	道南太平洋海域におけるスケトウダラの資源状態と漁況予測について	武藤
鹿部商工会水産部会・加工組合青年部合同講習会	鹿部町	令和4年9月26日	12	道南太平洋海域におけるスケトウダラの資源状態と漁況予測について	武藤
室蘭漁協沖底部会研修会	室蘭市	令和4年9月29日	15	道南太平洋海域におけるスケトウダラとスルメイカの漁況と資源状況	武藤・三原
北海道ほたて漁業振興協会室蘭支部会議	虻田町	令和4年11月1日	36	噴火湾養殖ほたて貝に関する調査研究について講演	夏池
令和4年度噴火湾ほたて漁業漁業士会	豊浦町	令和4年11月16日	15	道南における赤潮について講演	夏池
令和4年度ナマコ全国会議	メール会議	令和5年11月24日～29日	32	北海道の種苗生産・放流・漁獲実績・私見研究結果	酒井
森漁協ホタテ養殖部会	森町(森漁協)	令和4年11月30日	30	ホタテガイ調査研究および道南における赤潮について講演	夏池
令和4年度ブルーカーボンセミナー	釧路市	令和5年12月1日	30	コンブ養殖の手法、近年のトピック	秋野
渡島北部地区漁業士会情報交換会	森町	令和4年12月2日	15	ホタテガイ調査研究および道南における赤潮について講演	夏池
青函水産試験研究交流会議(ホタテ部会)	函館市国際水産・海洋総合研究センター	令和4年12月6日	24	画像認識技術による養殖ホタテガイ稚貝の行動解析と今後の稚貝育成試験	夏池
青函水産試験研究交流会議(ホタテ部会)	函館市国際水産・海洋総合研究センター	令和4年12月6日	24	カレニア・ミキモトイ赤潮のホタテガイに対する有害性	水上
令和4年度赤潮プランクトン研修会	函館市国際水産・海洋総合研究センター	令和4年12月8日	10	顕微鏡を用いた赤潮プランクトンの観察法研修	夏池
令和4年度赤潮プランクトン研修会	函館市国際水産・海洋総合研究センター	令和4年12月8日	10	道南における赤潮の発生状況やカレニアセンサーの使用報告等について講演	水上
北海道ナマコ増殖研究会	札幌市	令和5年1月19日	50	マナマコの放流効果調査について	酒井
砂原漁協ほたて養殖部会通常総会議	森町(砂原漁協)	令和5年1月27日	25	赤潮の現状およびホタテとの関係についてホタテ稚貝養殖と貝毒関連について	夏池
令和4年度函館市水産産学連携交流会	函館市川汲地区	令和5年2月20日	45	促成コンブ養殖の課題について	秋野
令和4年度函館市水産産学連携交流会	函館市小安地区	令和5年2月21日	50	促成コンブ養殖の課題について	秋野
渡島噴火湾組合長会	八雲町	令和5年3月17日	15	ホタテガイ貝毒プランクトンについて	夏池

4. 所属研究員の発表論文等一覧

水試刊行物

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. 金森 誠, **夏池真史**, 瀬戸啓介, 白井睦実, 河井 渉, 吉田 聡. 北水試研報 102:13-22

噴火湾における養殖ホタテガイ中間育成籠の動揺とその物理要因に対する現場観測の試み. **夏池真史**, 西田芳則, 金森誠, 佐藤政俊, 本家一彦. 北水試研報 102:23-30

マツカワ礫石の年齢形質としての有効性. 吉村圭三, 山口浩志, **板谷和彦**. 北水試研報 102:35-40

ホッケ道南群における漁獲物の年齢と体サイズとの関係(資料). 下田和孝, **藤岡 崇**. 北水試研報 102:41-48

後志地区で漁獲されるホッケの脂質含量の季節変化および魚体長や肥満度との関係. **板谷和彦**, 辻 浩司, 成田正直, 蛭谷幸司. 北水試研報 103:19-27

マナマコ種苗の放流場所と放流方法について. **酒井勇一**. 北水試だより 106:13-17.

キタムラサキウニへの外部標識方法の開発. **酒井勇一**. 試験研究は今 960号.

道南日本海で採集されたホッケ仔稚魚について. **木村俊介**. 試験研究は今 972号.

学会誌

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**. 北日本漁業第50号41-46, 2022.

Francisella haliotidica infection of intermediately cultured juvenile scallops *Mizuhopecten yessoensis* in southern Hokkaido. Yuichi Furumoto, Makoto Kanamori, **Masafumi Natsuike**, Miku Kawahara, Tomoyoshi Yoshinaga, Naoki Itoh Fish Pathol. 56; 8-14. 91-94, 2023.

Juanwen Yu, **Yuichi Sakai**, Sayaka Mino and Tomoo Sawabe(2022) Characterization of microbiomes associated with the early life stages of sea cucumber *Apostichopus japonicus* Selenka frontiers in Marine Science 9, 1-17.

Ryota Yamano, Juanwen Yu, Chunqi Jiang, Alfabetian Harjuno Condro Haditomo, Sayaka Mino, **Yuichi Sakai**, Tomoo Sawabe (2022) Taxonomic revision of the genus Amphritea supported by genomic and in silico chemotaxonomic analyses, and the proposal of Aliamphritea gen. nov. PLOS ONE 17(8)

その他広報誌

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 No. 497. 3-7.

学会・シンポでの口頭発表

メタボロミクス解析で探るホタテガイへい死のメカニズム. 相本直哉, 酒井隆一, 金森 誠, **夏池真史**. 日本農芸化学会 北海道・東北合同支部大会講演要旨集, 2022.

沿岸漁業の持続性確保と漁村地域の存続. **板谷和彦**. 水産政策委員会シンポジウム「新水産基本計画と水産科学：現場と政策の乖離を埋めるために必要な研究とは」令和4年度日本水産学会講演要旨集, 2022.

成長段階の異なるエゾバフンウニにおける至適蛋白質含量. 高木聖実, 長谷川夏樹, 渡辺 剛, **酒井勇一**, 鶴沼辰哉. 第18回棘皮動物研究集会講演要旨集, 2022.

Juanwen Yu, Sayaka Mino, Tomoo Sawabe, **Yuichi Sakai** (2022) Characterization of microbial changes in larvae with intestinal atrophy of sea cucumber *Apostichopus japonicus* 日本水産学会秋季大会要旨集

田中 優斗(北大 水産科学院), **酒井 勇一**(道総研 函館水産試験場), 神田 紘暉(北大 水産科学院), 江口 剛(北大 水産科学院), 高木 力(北大 水産科学研究院) (2022)

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 第45回エアロ・アクアバイオメカニズム学会講演会資料 (2022.3.22, オンライン開催)

山野瞭太・兪 隼文・美野さやか・澤辺智雄(北大院水)・**酒井勇一**(函館水試) (2022) マナマコ幼生由来の新規 *Aliamphritea* 属細菌のゲノム分類 日本水産学会 北海道支部会 要旨集

令和4年度
道総研函館水産試験場事業報告書
令和6年(2024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

© 2024 Fisheries Research Department
Printed in Japan

Correct citation for this publication :

Annual Report of 2022 Fiscal Year.
Hakodate Fisheries Research Institute,
Fisheries Research Department, Hokkaido Research Organization,
Hakodate, Hokkaido, Japan 2024, 103p. (In Japanese)