令和７年３月改定

岩手県水産技術センター年報

令和２年度

（２０２０）

岩手県水産技術センター
Iwate Fisheries Technology Center
〒026-0001　釜石市大字平田第３地割 75 番地３
3－75－3　Heita,Kamaishi City,Iwate Prefecture, JAPAN

はじめに

令和２年度は、東日本大震災津波の発生から 10 年の節目となり、新たな 10 年へ力強い一歩を踏み出すはずであったにもかかわらず、水産業へは元年度にも増して厳しい現実を突きつけこれまで誰も経験したことがないほどの大きな波となって行く手に立ちはだかりました。

一例をあげれば、秋サケの漁獲量が震災後最低の１千７百トン、県漁連共販取扱数量では、アワビが 97 トン、震災前３ヶ年平均の 28%、養殖ワカメが１万１千トン、同 50%、養殖ホタテガイが１千４百トン、同 22%に止まるなど、令和に入って以降、震災前の生産量を下回る傾向が顕著となり、回復に向けた正念場を迎えています。

加えて、漁場での海藻不足、平年と異なる海水温や栄養塩の変動、麻痺性貝毒による出荷自主規制期間の長期化など、様々な問題が顕在化しています。

このような中、令和２年度は、秋サケの早期資源回復に向け、春季海水温の上昇等に対応するため放流稚魚のサイズや遊泳力に一定の可能性を、アワビ等の餌となる大型褐藻類の藻場回復に向け、ドローン撮影画像解析による生育面積把握や種類判別の有効性を、半フリー種苗生産技術を用いて 10 月に養成を開始、生長したスジメを海藻が芽を出す２月に漁場へ設置し、ウニの摂餌圧吸収による海藻の芽の保護効果を、更には、県産水産物の高鮮度流通に向け、K値測定による魚市場に水揚されたサワラやマイワシ等の高鮮度や低温保管による高鮮度の持続期間などを明らかにすることができました。

これらの成果は、職員が当所先輩諸氏の取組みに学び、生産者や漁協の皆さまからの貴重な意見・提案に真摯に耳を傾け、関係機関の皆さまから最新情報や知見を貪欲に収集することにより得ることができたものであり、改めて関係の皆さまに感謝と御礼を申し上げます。

今後も、地球温暖化に伴う海洋環境の変化等の的確な把握に努めるとともに、これらへの対応策として、本県の主力である秋サケ、アワビ、ウニ、養殖ワカメ等の生産量回復、水揚量が増加している魚種等の利用促進に向け、更には、新たな養殖対象種の導入も視野に技術で道を切り拓いていけるよう、関係の皆さまとの一層の連携のもと、所員一丸となって取り組んで参りますので、引き続きのご理解とご支援を賜りますよう、よろしくお願いたします。

令和３年 10 月８日

岩手県水産技術センター所長
稲荷森 輝明

もくじ

Ⅰ 総括

1 組織概要

⑴ 組織と所掌事務……1

⑵ 職員の定数及び現員数……1

2 予算概要

⑴ 令和２年度歳入決算……1

⑵ 令和２年度歳出決算……2

3 主要財産

⑴ 土地……3

⑵ 建物……3

⑶ 漁業指導調査船……3

Ⅱ 試験研究業務（令和２年度の試験研究結果）

1 漁業経営の高度化・安定化に関する研究開発

⑴ 漁業経営に関する研究

① カキ養殖経営体の経営分析……5

⑵ 市場流通に関する研究……14

2 食の安全・安心の確保に関する技術開発

⑴ 二枚貝等の貝毒に関する研究

① 麻痺性貝毒で毒化した介類の毒量減衰式の作成……21

② 麻痺性貝毒で毒化した介類の低毒化技術の開発……28

③ 貝毒モニタリング調査……33

3 生産性・市場性の高い産地形成に関する技術開発

⑴ 秋サケ増殖に関する研究……38

⑵ アワビ・ウニ等の増殖に関する研究

① ドローンによる海藻現存量の把握手法の検討……67

② 餌料海藻造成手法の検討……69

③ 種苗生産の安定・低コスト化技術の開発・普及……82

④ 効果的なナマコ増殖技術の開発……84

⑤ より経済効果の高いアワビ資源管理手法の検討……87

⑶ 海藻類養殖の効率生産化に関する研究

① 人工種苗生産技術に関する研究……98

⑷ 二枚貝等養殖の安定生産に関する研究

① ホタテガイの安定生産手法の検討……100

② マガキの天然採苗手法の検討……109

③ アサリ増養殖技術の検討……117

④ 病害発生状況の把握と対策検討……120

⑸ 水産生物の病害虫の防除に関する研究

① 病害虫対策に関するモニタリング……126

4 水産資源の持続的利用に関する技術開発

⑴ 漁業生産に影響を与える海況変動に関する研究……129

⑵ 定置網及び漁船漁業における主要漁獲対象資源の持続的利用に関する研究……141

⑶ 震災による磯根資源への影響を考慮したアワビ・ウニ資源の持続的利用に関する研究……166

5　いわてブランドの確立を支援する水産加工技術の開発
⑴ 加工技術の開発に関する研究
① 通電加熱技術などによる新たな製造技術の開発……172
⑵ 県産水産物の特徴等を生かした加工品開発等に関する研究
① 県産水産物の原料特性に関する研究（マイワシ）……175
② 県産水産物を利用した加工品開発等に関する研究（ワカメの品質に関する研究）……179
③ 養殖貝類の呈味成分に関する研究……183
⑶ 県水産物の高鮮度流通に関する研究
① 高鮮度加工流通システムに関する研究（サワラ・マイワシ）……186
② 高鮮度加工流通システムに関する研究（マボヤ）……190
⑷ 低・未利用資源の有効利用に関する研究
① 機能性成分（セレノネイン）の有効活用……195
6　恵まれた漁場環境の維持・保全に関する技術開発
⑴ 主要湾の底質環境に関する研究……200
⑵ 県漁場環境保全方針に定める重点監視水域（大船渡湾・釜石湾）の環境に関する研究……205
⑶ ワカメ養殖漁場の栄養塩に関する研究
① 主要養殖漁場の栄養塩動向の把握……211
② 栄養塩予測技術の精度向上……213
Ⅲ 情報・広報業務
1　学会誌投稿……218
2　口頭発表……218
3　成果報告会……218
4　広報……219
5　新聞・テレビ・ラジオ等報道……221
6　施設利用……221
Ⅳ 指導・相談業務
1　委員、審査員等の派遣……222
2　大学等との交流……224
3　職員派遣等……224
4　講習、技術研修会等……230
5　研修受け入れ……231
6　指導、相談……232
7　水産加工開放実験室利用状況……234
Ⅴ 水産業改良普及指導業務……235
Ⅵ 漁業指導用通信業務
1　沿革……236
2　令和２年度通信業務概要……237
3　令和２年度釜石無線局の通信業務取扱実績……238
資料
1　沿革……239
2　職員名簿……240

Ⅰ　総括

１　組織概要

⑴　組織と所掌事務（令和２年４月１日現在）

所　長
- 副所長
  - 総　務　部―庶務、予算経理、財産管理、施設管理等
  - 企画指導部―研究企画調整、情報分析、経営安定研究等
  - 水産業普及指導員―水産技術普及、漁業担い手育成等
  - 漁業資源部―漁業資源調査、水産情報配信システム運用、海況調査、サケ・マス資源調査等
  - 岩　手　丸―漁撈試験調査指導、海洋観測調査等（乙海域）※
  - 北　上　丸―漁撈試験調査指導、海洋観測調査等（丙海域）※
- 副所長
  - 利用加工部―水産物加工技術開発、食品衛生管理研究等
  - 増 養 殖 部―アワビ、ウニ等増養殖技術研究等、ワカメ、ホタテ、カキ等養殖技術研究等
  - 漁場保全部―漁場環境保全研究調査、貝毒発生監視調査等

※船舶職員及び小型船舶操縦者法施行令別表第一（第五条関係）11 及び 12 による

⑵　職員の定数及び現員数（令和２年４月１日現在）

職区分／所組織	定数	行政職		研究職	技能職	計	備考
		事務	技術				
所長	１（１）			１		１	
副所長	２（２）			２		２	
総務部	２（２）	２				２	
企画指導部	３（３）			３		３	
水産業普及指導員	１（１）		１			１	
漁業資源部	７（７）			７		７	
利用加工部	４（３）			３		３	
増養殖部	６（６）			６		６	
漁場保全部	４（４）			４		４	
調査船　岩手丸	１１(１１)		１１			１１	
調査船　北上丸	６（６）		６			６	
定数計（現員計）	４７(４６)	２	１８	２６		４６	

２　予算概要（２年度決算概況）

⑴　令和２年度歳入決算　　単位：千円

歳入予算区分	決算額	備考
１　行政財産使用料	８	電柱敷地料他
２　財産収入	１２５	自販機設置料他
３　国庫委託金	２，９６５	先端技術展開事業費
４　受託事業収入	２１，８６３	資源調査評価事業受託他
５　諸収入	３６９	公舎料他
合　計	**２５，３３０**	

⑵　令和２年度歳出決算　　単位：千円

歳　出　予　算　区　分	決　算　額	備　　考
１　水産技術センター費	**５７０，６７６**	
（１）管理運営費	４６５，１２３	
①　人件費（職員）	３３４，３２０	県単（職員４６人）
②　人件費（会計年度任用職員）	２５，２０１	県単
③　事務費	１０５，５８９	県単（庁舎管理、設備保守等）
④　新漁場観測ユニット整備費	１３	県単
（２）試験研究費	１０５，５５３	
①　漁ろう試験費	７７，７０９	県単
②　利用試験費	１，２５７	県単
③　増殖試験費	３９６	県単
④　漁場環境保全調査費	１，３６３	県単
⑤　海洋微小生物遺伝子解析調査事業費	４９３	受託
⑥　資源評価調査費	７，９１６	受託
⑦　漁場形成・漁海況予測事業	１０，１８０	受託
⑧　さけ・ますふ化放流抜本対策事業	２，８０２	受託
⑨　先端技術展開事業費	２，９６５	国庫（委託）
⑩　国際資源評価等推進事業費	４７２	受託
２　水産業振興費	**２５，７９０**	
①　水産業改良普及費	１３３	国庫
②　水産物品質管理推進事業費	７９３	国庫、県単
③　漁場保全総合対策事業費	２，９８２	国庫、県単
④　大型クラゲ出現調査費	７６９	受託
⑤　さけ、ます増殖費	１５，６８２	県単
⑥　アワビ、ウニ資源増大技術開発事業費	７２０	県単
⑦　魚病対策指導費	４１８	国庫
⑧　養殖業振興事業費	１，４４４	県単
⑨　栽培漁業推進事業費	８８１	国庫
⑩　いわての水産業次世代人材確保育成事業費	３９	県単
⑪　海洋資源管理事業費	４８８	受託
⑫　質の高い水産物の安定確保対策事業	１，２９３	県単
⑬　漁業担い手確保・育成対策事業費	１４８	県単
３　漁港漁場整備費	**８１９**	
管理費（事務費）	８１９	県単
４　その他（人事管理費他）	**５，１５７**	県単
合　　計	**６０２，４４２**	

３ 主 要 財 産

⑴ 土地

用 地 区 分	面　　積	備　　考
①センター施設用地	３９，９９７．１８㎡	H3.2.26　取得
②旧水産試験場用地	３，０６８．５９㎡	
③海水取水送水用地	３，０９２．３２㎡	借地
計	４６，１５８．０９㎡	

⑵ 建物

建 物 区 分	面　　積	備　　考
ア　センター施設	８，９２４．８９㎡	H6.3.31　取得
①研究管理棟	４，２１５．８８㎡	
②種苗開発棟	２，４１９．７３㎡	
③漁具倉庫棟	１，０７８．９５㎡	
④水産加工実験棟	７９１．９８㎡	
⑤海水ろ過棟	２０１．７３㎡	
⑥発電室等附属施設	２１６．６２㎡	３棟一括
イ　旧水産試験場施設	２３３．４８㎡	S43.3　建設
①職員公舎	２３３．４８㎡	
計	９，１５８．３７㎡	

⑶ 漁業指導調査船

ア　岩手丸	第３種従業制限	漁船	官公庁船	乙海域
・総トン数	１５４トン	（進水　平成２１年１２月１６日）		
・船体寸法	長さ　３４．４０ｍ	幅　７．００ｍ	深さ　３．００ｍ	
・最大速力	１３．８０ノット	主機関　1,０２９Kw（1,400 馬力）		
・乗船定員	船舶職員　１２名	調査員等　５名	計　１７名	
イ　北上丸	第３種従業制限	漁船	官公庁船	丙海域
・総トン数	３８トン	（進水　平成２６年２月２２日）		
・船体寸法	長さ　２５．８５ｍ	幅　５．２８ｍ	深さ　２．５２ｍ	
・最大速力	１３．２５ノット	主機関　８０９Kw（1,094 馬力）		
・乗船定員	船舶職員　７名	調査員等　５名	計　１２名	

Ⅱ　試験研究業務（令和２年度の試験研究結果）

研究分野	１　漁業経営高度化・安定化に関する研究開発	部　名	企画指導部
研究課題名	⑴　漁業経営に関する研究 ①　カキ養殖経営体の経営分析		
予算区分	県単（水産物品質管理推進事業）		
試験研究実施年度・研究期間	令和元年度～令和５年度		
担当	（主）堀越　健　（副）佐々木　博幸、宮田　小百合		
協力・分担関係	水産振興課、広域振興局水産部・水産振興センター、関係漁業協同組合		

＜目的＞

経営改善による養殖経営体の収益向上を図るためには、経営実態を把握する必要がある。そこで、県内のカキ養殖を営む経営体の労働状況や事業収支等を調査し、カキ養殖にかかる生産状況および経営状況を把握するとともに、その特性について解析した。

＜試験研究方法＞

１　材料と方法

令和２年度に、釜石湾漁業協同組合（以下、漁協）の平成 27～令和元年度カキ（マガキ）養殖経営体を対象に、経営体別・月別・規格別出荷数量及び養殖施設台数の資料解析並びに養殖実態の聞き取り調査を実施した。

経営体別・月別・規格別出荷数量については荷主別品名等級一覧表、養殖施設台数については漁業権行使状況調査を資料として使用した。

資料については漁協から提供いただき、年度別・月別の出荷数量、養殖施設１ｍあたりの出荷数量、貝毒による出荷自主規制の影響について調査した。

また、カキ養殖経営体数及び施設数は年変動があり、全体での経年比較が困難な場合もあることから、全経営体のうち平成 27～令和元年度の調査期間中、継続してカキ養殖を行った 11 経営体を比較対象経営体として設定した。

なお、平成 27～28 年度は規格外のカキが kg 単位で出荷されているが、漁協では平成 29 年度から規格外のカキは取り扱わない方針としたことから、集計にあたっては、規格外のカキは自家消費扱いとして計算対象から除外した。

本文中、出荷個数及び出荷金額をまとめて表記する場合、「出荷数量」と記載し、金額は全て税抜きとした。

＜結果の概要・要約＞

１　漁協からの聞き取りによるカキ養殖実態調査結果

漁協におけるカキ養殖は、延縄垂下式原盤挟み込み養殖で、カゴ分散蓄養・殻付き出荷（個数単位）となっている（図１）。

カキの養殖漁場は釜石湾内にあり、一区第 225 号白浜沖（以下、白浜浦漁場）で原盤の挟み込みによる本養成、一区第 224 号石浜（以下、石浜漁場）で出荷用に分散したカキのカゴ養殖（分散蓄養）を行っている（図２）。

カキ種苗（原盤）は、宮城県から購入しており、地場採苗は行っていない。例年２～３月頃に原盤を搬入し、14～23 ヶ月で出荷するが、施設の空きを利用して 24 ヶ月以上持ち越す場合もある（図３）。

原盤は、白浜浦漁場の施設延長 300mに対して 70 枚×70 本（4,900 枚）を購入し、垂下連１連あたり 12 枚の原盤を挟み込み、およそ１～1.5m間隔で垂下している。

石浜漁場では、各経営体が 100mの施設を保有し、出荷頻度により垂下数を調整している。

出荷は、市場上場と買い受け人出荷がある。市場の単価は随時変動するが、買い受け人出荷は、漁協と買い受け人が漁期前に協議して数量と単価を決めており、漁期中の単価は概ね同じである。

出荷個数の調整は、漁協が各経営体の希望する出荷個数及び出荷時期をとりまとめてから買い受け人と協議して単価・個数・出荷時期を決め、各経営体に対して個数及び時期を再配分している。この調整以外の出荷が市場上場となっている。

その他、特大・大サイズは大部分が市場上場となっている。

2　養殖カキ年度別出荷状況調査結果

平成27～令和元年度におけるカキ養殖経営体数及び出荷数量の推移について、表１に示した。

平成29年度にはカキ出荷数量の特異的な増大が見られたことから、漁協に聞き取りした結果、平成28年２月に購入した原盤に付着しているカキ種苗が非常に多かったことにより、一時的に出荷数量が増大したと考えられた。

経営体数は、平成27年度の21経営体から令和元年度には13経営体に減少した。

全体の出荷個数は、特異的な平成29年度を除くと、平成27～28年度は736～747千個、平成30～令和元年度は521～643千個となっており、２カ年平均で比較すると22%の減少となった。

また、比較対象経営体では、平成27～28年度は413～439千個、平成30～令和元年度は421～544千個となっており、２カ年平均で比較すると13%の増となった。

１経営体あたりの平均出荷個数を比較したところ、全体では１経営体あたり31～67千個に対し、比較対象経営体では38～69千個となった。

以上のことから、出荷数量の減少は経営体数の減少によるもので、令和元年度までに休業または廃業した経営体は、継続して養殖している比較対象経営体に比べて出荷数量が少なかったと考えられた。

3　養殖カキ月別出荷状況調査結果

年度別・月別・規格別出荷個数を図４に示した。出荷は５～２月で４月、１月は出荷がなかった。

平成29年度は、特異的な出荷数量増大があったことから、平成29年度を除いた月別・規格別出荷個数を比較した。

＜５～６月＞

- 平成27～28年度は出荷個数のうち33.5～42.0%、平成30～令和元年度は0.4～5.6%だった。
- 規格別に見ると、平成27～28年度は５～６月出荷個数のうち、小サイズは72.4～91.9%、平成30～令和元年度は0～0.2%だった。

＜７月＞

- 平成27～28年度は出荷個数のうち16.5～17.3%、平成30～令和元年度は0～20.4%だった。
- 規格別に見ると、平成27～28年度は７月出荷個数のうち、中サイズは66.9～91.2%、平成30～令和元年度は0～41.3%だった。

＜８～10月＞

- 平成29年度以外では出荷が散発的であり、比較は困難と考えられた。

＜11月＞

- 平成27～28年度は出荷個数のうち0～7.6%、平成30～令和元年度は28.7～35.5%だった。
- 規格別に見ると、平成27～28年度は11月出荷個数のうち、小サイズ0～30.8%、中サイズ0～59.7%、平成30～令和元年度は小サイズ18.0～29.2%、中サイズ48.6～78.6%だった。

＜12月＞

- 他の月に比べて月あたりの出荷個数にばらつきが少なく、買い受け人出荷を中心とした主軸となる出荷時期と考えられた。
- 年間出荷個数のうち12月の出荷個数は、24.0～41.9%となった。

＜２月＞

- 平成27年度に小サイズのみ散発的な出荷があったが、他の年度では出荷がなかった。

比較対象経営体の年度別月別出荷個数を図５、月別出荷比率を図６に示した。

各年度とも 12 月は年間出荷個数の概ね 30～40%で推移しており、12 月は安定した個数を出荷する時期として位置付けていると考えられた。

平成 27～28 年度は、小サイズ個体の出荷を主体とした６月を中心に、５～９月に分散して出荷したと考えられた。

平成 30 年度は、経営体毎の出荷個数にばらつきが大きくなっており、出荷比率で比較すると、12 月に出荷予定だったものを７月に出荷したと考えられた。

以上のことから、平成 27～28 年度の５～６月は小サイズ主体の出荷だったものが 30 年度以降は８月、11 月出荷に切り替わり、11 月は出荷数量が増加して中サイズの比率が高くなる等、平成 27～28 年度と 30 年度以降で５～11 月の出荷傾向に変化があったことが示唆されたが、月単位での出荷は年度毎にばらつきや傾向が変化していることから、12 月以外の出荷数量は流通事情等に左右され流動的になりやすいと考えられた。

月別の出荷数量について漁協に確認したところ、12 月は築地市場等から一定数の注文があり、調整にあたっては、11～12 月出荷予定数量を確保した上で各月の配分を行っている。

また、漁協では各生産者の出荷できる規格及び個数を常時把握しており、それらを買い受け人の注文数に応じて割り振っていることから、各月のばらつきは注文数によって毎年変動することが分かった。

4　養殖施設１ｍあたりの出荷数量調査結果

養殖施設１ｍあたりの出荷数量は、白浜浦漁場施設総延長の 50%が単年度出荷数量に対応するものとした。

また、聞き取り調査及び年度別・月別出荷状況調査の結果から、出荷数量抑制や持ち越し分の増減等を考慮し、比較対象経営体別に５ヵ年の平均値とした。

これまでの研究結果から、出荷個数と施設数には正の相関があり、今回の調査でも５ヵ年の合計出荷個数と白浜浦漁場施設総延長には概ね正の相関があったが、施設総延長に比べて出荷個数が低いと思われる経営体もあった（図７、図８）。

これらの経営体について漁協に聞き取りしたところ、年齢や労働力などの経営事情により、出荷個数を抑制している可能性が示唆された。

比較対象経営体における１ｍあたり出荷数量について、表２及び図９～10 に示した。

平均出荷個数は 165.5 個／ｍ（標準偏差 23.32）、平均出荷金額は 10,703.3 円／ｍ（標準偏差 1,435.57）となった。

規格別に見ると、中・小サイズは経営体毎のばらつきが大きく、中・小サイズの出荷比率が１ｍあたりの出荷金額に及ぼす影響が大きいと考えられた。

５ヵ年の経営体別・規格別平均単価を表３に示した。

中・小サイズで１～２円／個、特大・大サイズで 10～13 円／個の差が見られた。

漁協聞き取り調査結果から、中・小サイズは買い受け人出荷が主体で単価の差が小さく、特大・大サイズは、市場上場数量が多く単価の差が中小サイズよりも大きくなっていると考えられた。

以上のことから、施設数、特大・大サイズの市場上場個数及び中・小サイズの出荷個数が各経営体の出荷金額の差に大きく影響していると考えられ、１ｍあたりの規格・個数・単価のわずかな差であっても経営体毎の出荷金額では大きな差になることが分かった。

また、１ｍあたりの出荷数量で平均値を大きく下回った経営体は、出荷数量が抑制傾向にあった経営体であることが示唆された。

なお、１ｍあたりの生産数量について漁協に確認したところ、経営体毎に規格別出荷比率、特に中・小サイズの比率が異なるのは、経営体毎の管理の違いによるものであるとの説明があり、生産者の競合によって差が生じていると考えられた。

５　貝毒による出荷自主規制の影響調査結果

平成 27 年度以降における釜石湾海域の貝毒による出荷自主規制期間を表４に示した。

漁協では、平成 29 年４月から麻痺性貝毒によるホタテガイ出荷自主規制期間が長期化しているが、カキは平成 30 年５～６月に 28 日間の自主規制期間があったのみであった。

比較対象経営体における月別出荷の年間比率を表５に示した。

平成 27～28 年度の５～６月は、出荷個数 32.5～41.1%、出荷金額 29.0～32.1%だったが、平成 29 年以降は個数 0.1～4.8%、金額 0.2～3.9%と減少し、11 月の出荷が中サイズを中心に増加している。

貝毒が長期化する前は、春出荷により衛生上の課題をクリアすることを目的としていたが、貝毒長期化以降、リスク分散もあって 11 月の注文数が増加したものと考えられた。

年度別・月別出荷状況調査の結果から、平成 27～28 年度の出荷では、小サイズは５～６月の出荷が多数を占めていたが、平成 29 年度以降は、これらが 11 月に中サイズとして出荷されることで金額的な損失は抑えられたものと考えられた。

平成 30 年度は、実際にカキの出荷自主規制があり、一部の経営体では出荷自主規制解除直後、12 月出荷予定のカキが７月に前倒しで出荷されたと思われる出荷比率のばらつきが見られたが、年度別出荷状況調査結果のとおり、近年の出荷数量減少は経営体数減によるもので、平成 29 年度の特異的な出荷数量増大、漁協の調整等もあって、貝毒による出荷数量の影響は、最小限に抑えられたと考えられる。

なお、出荷時期の調整にあたっては、全経営体が 100mの施設を保有する石浜漁場を緩衝領域として活用することで出荷自主規制の影響による突発的な出荷時期の調整も対応可能だったと推察された。

＜主要成果の具体的なデータ＞

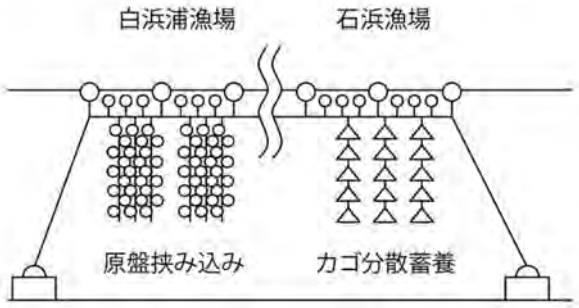


図１　漁協におけるカキ養殖模式図

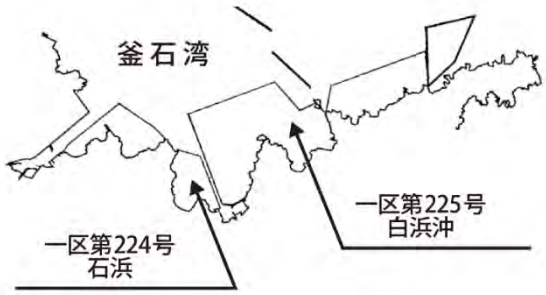


図２　釜石湾漁場図

（岩手県農林水産部水産振興課「漁業権連絡図」を使用。）

図３　漁協のカキ養殖サイクル

表１　年度別経営体数・出荷数量

単位：千個・千円

年度	経営体数	全経営体			比較対象経営体（11）		
		個数	金額	平均出荷個数	個数	金額	平均出荷個数
平成 27 年度	21	747	47, 540	36	413	26, 517	38
平成 28 年度	21	736	46, 341	35	439	27, 584	40
平成 29 年度	18	1, 198	76, 124	67	764	48, 645	69
平成 30 年度	17	521	35, 241	31	421	28, 504	38
令和元年度	13	643	42, 989	49	544	36, 397	49

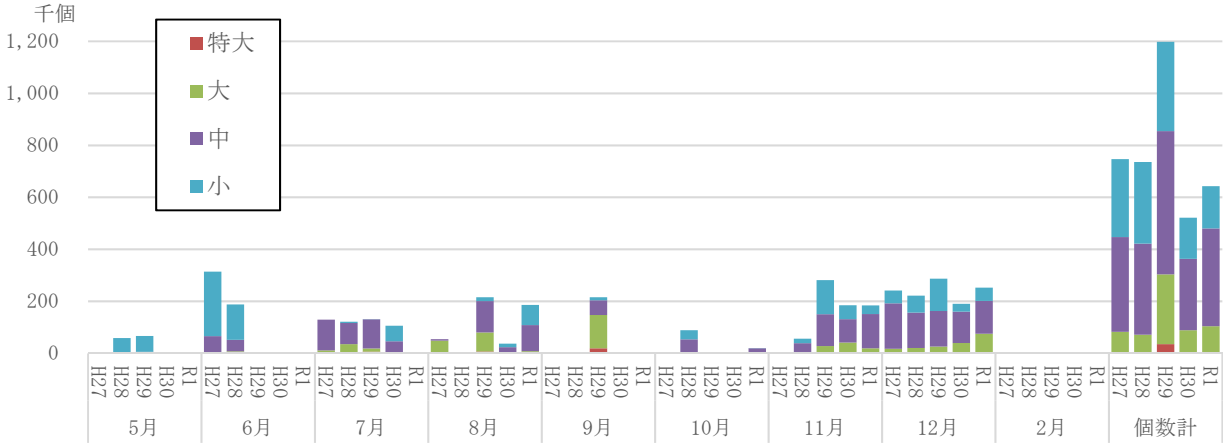


図４　年度別・月別・規格別出荷個数

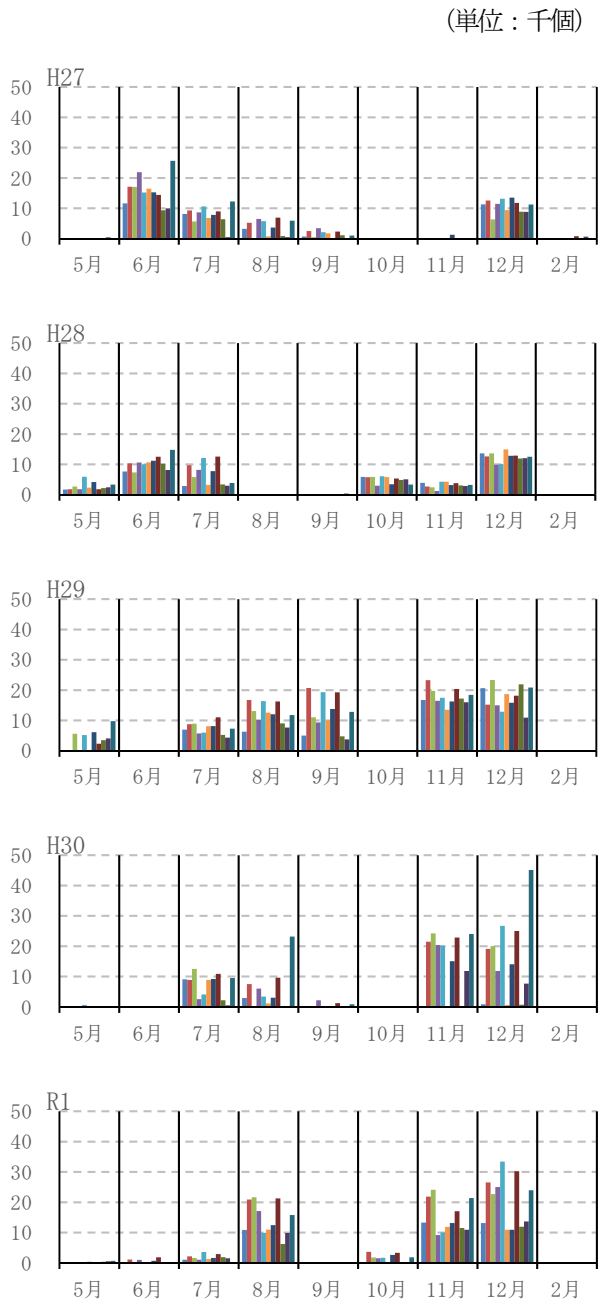


図５　経営体別・年度別・月別出荷個数（比較対象経営体）

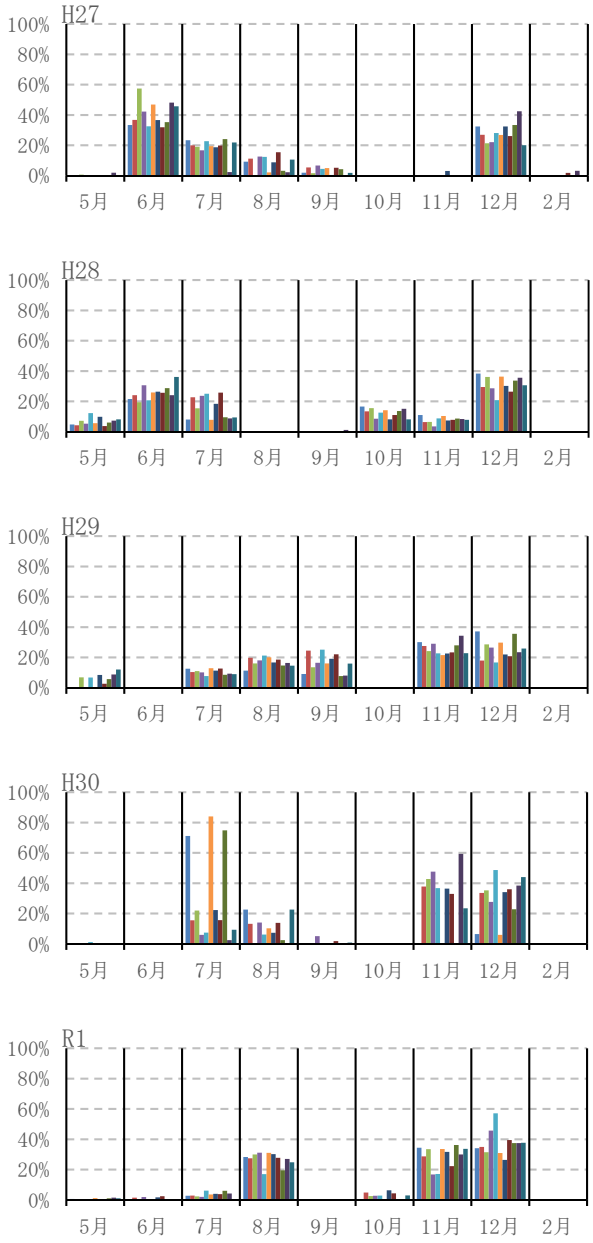


図６　経営体別・年度別・月別出荷比率（比較対象経営体）

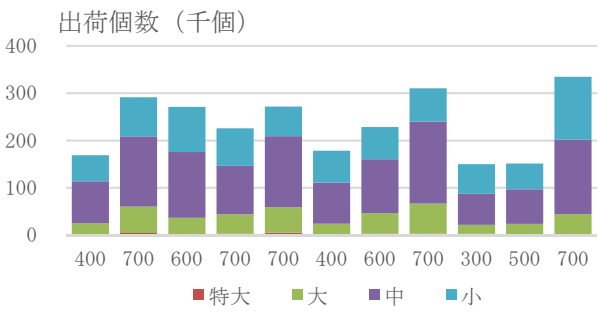


図７　比較対象経営体別５ヵ年合計出荷個数（横軸ラベルは白浜浦漁場施設総延長）

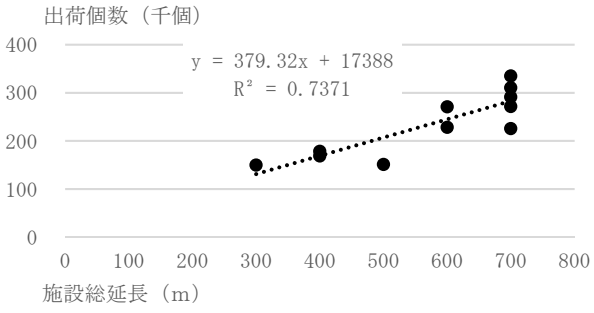


図８　比較対象経営体における５ヵ年合計出荷個数と施設総延長の相関

表２　比較対象経営体における養殖施設１mあたり平均出荷数量

（単位：個・千円）

各経営体の白浜浦漁場施設総延長	特大／m		大／m		中／m		小／m		合計／m	
	数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額
400m	2.1	240.9	23.1	1,908.6	88.6	5,854.6	55.2	2,886.1	168.9	10,890.2
700m	2.6	299.6	31.9	2,714.5	84.9	5,557.1	47.1	2,447.7	166.3	11,018.9
600m	1.4	165.6	23.0	1,950.9	92.7	6,055.7	63.5	3,287.7	180.6	11,460.0
700m	1.5	182.6	23.7	2,071.0	58.5	3,855.2	45.3	2,336.7	128.9	8,445.4
700m	2.8	330.1	30.9	2,690.3	85.8	5,617.0	35.7	1,827.5	155.2	10,464.8
400m	2.1	248.3	21.9	1,725.2	86.8	5,727.6	67.5	3,483.9	178.4	11,185.0
600m	2.1	227.6	28.9	2,358.1	76.0	4,922.6	45.4	2,332.6	152.3	9,840.9
700m	1.8	206.2	36.4	3,128.5	99.0	6,490.1	40.2	2,091.5	177.3	11,916.2
300m	3.5	401.5	25.4	2,074.5	87.6	5,823.1	83.4	4,329.7	199.9	12,628.8
500m	1.0	116.1	18.0	1,510.7	58.3	3,869.4	43.8	2,267.9	121.0	7,764.1
700m	0.9	104.2	24.4	2,226.7	89.9	5,869.6	76.0	3,922.1	191.1	12,122.6
平均	1.97	229.34	26.12	2,214.44	82.54	5,422.00	54.82	2,837.56	165.46	10,703.34
標準偏差	0.74	85.54	5.06	454.32	12.56	817.71	14.90	773.69	23.32	1,435.57
最大	3.5	401.5	36.4	3,128.5	99.0	6,490.1	83.4	4,329.7	199.9	12,628.8
最小	0.9	104.2	18.0	1,510.7	58.3	3,855.2	35.7	1,827.5	121.0	7,764.1

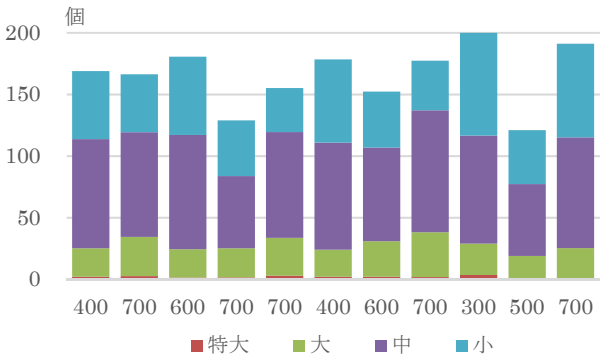


図９　比較対象経営体別養殖施設１mあたり平均出荷個数（横軸ラベルは白浜浦漁場施設総延長）

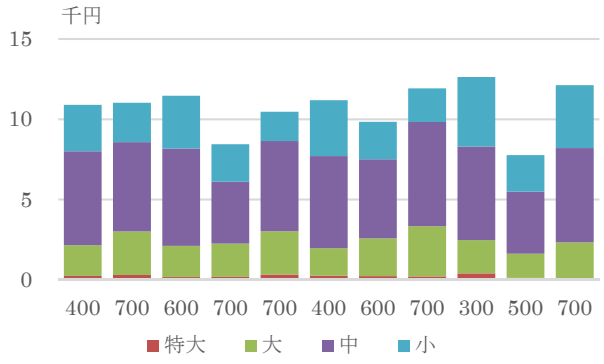


図10　比較対象経営体別養殖施設１mあたり平均出荷金額（横軸ラベルは白浜浦漁場施設総延長）

表３　比較対象経営体における５ヵ年平均単価

各経営体の白浜浦漁場施設総延長	特大	大	中	小	合計
700	116.9	82.7	66.1	52.3	64.5
600	116.8	85.2	65.5	52.0	66.2
700	116.6	85.0	65.3	51.7	63.4
700	119.0	87.5	65.9	51.6	65.5
400	118.0	87.2	65.5	51.2	67.4
600	118.0	78.8	66.0	51.6	62.7
700	109.5	81.7	64.8	51.4	64.6
300	115.8	86.0	65.6	52.0	67.2
500	115.1	81.5	66.5	51.9	63.2
700	115.6	84.1	66.4	51.8	64.1
平均	116.30	84.64	65.71	51.74	64.76
最大	119.0	91.4	66.5	52.3	67.4
最小	109.5	78.8	64.8	51.2	62.7

表４　釜石湾海域における出荷自主規制期間（平成27年度以降・岩手県農林水産部水産振興課調べ）

区分	種類	発生年	規制日	解除日	規制期間
麻痺	ホタテガイ	H29	H29.4.18	H29.12.19	245日
		H29	H29.12.26	H30.1.20	25日
		H30	H30.3.6	R1.9.3	546日
	マボヤ	H29	H29.5.23	H29.6.27	35日
		H30	H30.5.2	H30.7.25	84日
		H30	H30.7.31	H31.4.2	245日
	マガキ	H30	H30.5.15	H30.6.12	28日

表５　月別出荷比率（比較対象経営体）

年度	5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		2月	
	個数	金額	個数	金額	個数	金額	個数	金額	個数	金額	個数	金額	個数	金額	個数	金額	個数	金額
H27	0.1%	0.2%	41.0%	32.0%	19.6%	20.6%	8.7%	12.7%	2.3%	3.9%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	27.8%	30.2%	0.3%	0.3%
H28	6.8%	5.6%	25.7%	23.4%	16.4%	18.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	12.3%	11.8%	7.8%	8.3%	30.8%	32.6%	0.0%	0.0%
H29	4.8%	3.9%	0.0%	0.0%	10.5%	11.3%	17.2%	17.0%	16.9%	17.6%	0.0%	0.0%	25.5%	25.1%	25.1%	25.1%	0.0%	0.0%
H30	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	16.9%	14.5%	9.4%	10.4%	0.5%	0.7%	0.0%	0.0%	35.9%	35.8%	37.3%	38.5%	0.0%	0.0%
R1	0.2%	0.3%	0.4%	0.6%	1.7%	2.0%	27.8%	25.2%	0.0%	0.0%	2.9%	3.0%	28.7%	28.1%	38.3%	40.7%	0.0%	0.0%

＜今後の問題点＞

本県カキ養殖は生産から出荷に至るまで、その形態は多岐にわたっており、生産及び経営実態を把握するためには更なるデータの蓄積が必要である。

＜次年度の具体的計画＞

引き続き、県内養殖経営体の事業収支及び生産実態を調査し、各経営指標により収益性や生産性等を評価するとともに、評価基準算出の資料とする。

＜結果の発表・活用状況等＞

なし

研究分野	１　漁業経営の高度化・安定化に関する研究開発	部　名	企画指導部
研究課題名	⑵　市場流通に関する研究		
予算区分	県単独事業（水産物品質管理推進事業）		
試験研究実施年度・研究期間	令和元年度～令和５年度		
担当	（主）宮田 小百合　（副）堀越 健、佐々木 博幸		
協力・分担関係	広域振興局水産部・水産振興センター、関係漁業協同組合		

＜目的＞

本県の主要養殖生物であるホタテガイ、カキは、東日本大震災津波により生産量が激減した。復旧・復興事業で漁船や施設など生産体制は回復しているものの、生産は震災前の６割に留まっている。震災で失った市場シェアや新たに得た流通体制などの状況や価格動向については把握・解析されていない。

そこで、県内漁協及び取扱い業者への聞き取り調査により、養殖カキ生産地における生産・流通の現況把握を行う。

＜試験研究方法＞

カキ養殖の主要生産地のうち、漁協あるいは旧漁協単位で宮古地域２地区、釜石地域１地区、大船渡地域２地区の５地区（以下「５地区」という。）を選定し、平成 30 年度または令和元年度の生産量と生産額、生産技術の現状、水揚げから出荷までのプロセス、流通経路と出荷先について聞き取り調査を行った。また、県内のカキ取扱い業者へ県産カキの評価について聞き取り調査を行った。

なお、本調査は平成９年度岩手県養殖貝類流通対策調査業務委託事業「平成９年度岩手県養殖貝類流通対策調査報告書（平成 10 年３月株式会社水土舎）」（以下「平成９年度岩手県養殖貝類流通対策調査報告書」という。）を参考に実施した。

＜結果の概要・要約＞

１　生産量及び生産額

岩手県におけるカキの生産量（殻付換算）は、平成以降年々増加し平成 12 年度に 14,310ｔとなったが、東日本大震災の平成 23 年度に激減した。平成 30 年度は 6,646ｔまで回復している（図１）。一方、生産額は、平成初期に増加後年々減少傾向となり、東日本大震災後の平成 23 年度に激減したが、平成 30 年度は 1,866 百万円まで回復している（図２）。

５地区の平成８年度と令和１年度の生産量及び生産額の合計値について、むき身カキと殻付きカキ別で比較した（図３）。

５地区におけるむき身カキは、生産量は 64%減少して 149ｔ、生産額は 66%減少して 268 百万円、殻付きカキは、生産量は 60%減少して 5,809 千個、生産額は 36%減少して 568 百万円となった。

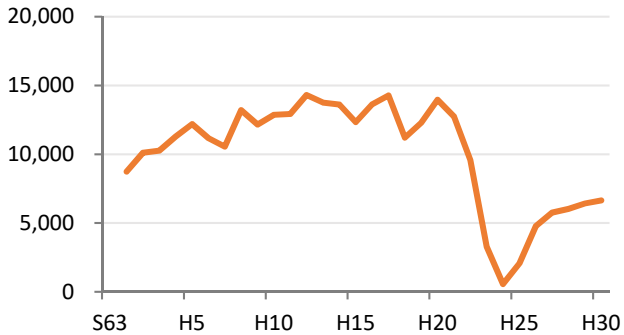


図１　岩手県のカキ生産量（殻付換算）の推移

農林水産省漁業・養殖業生産統計より作成

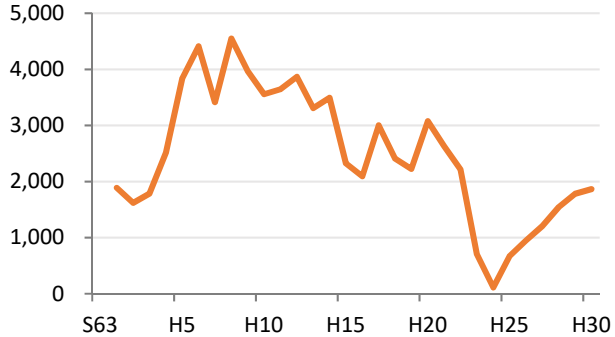


図２　岩手県のカキ生産額の推移

農林水産省漁業・養殖業生産統計より作成

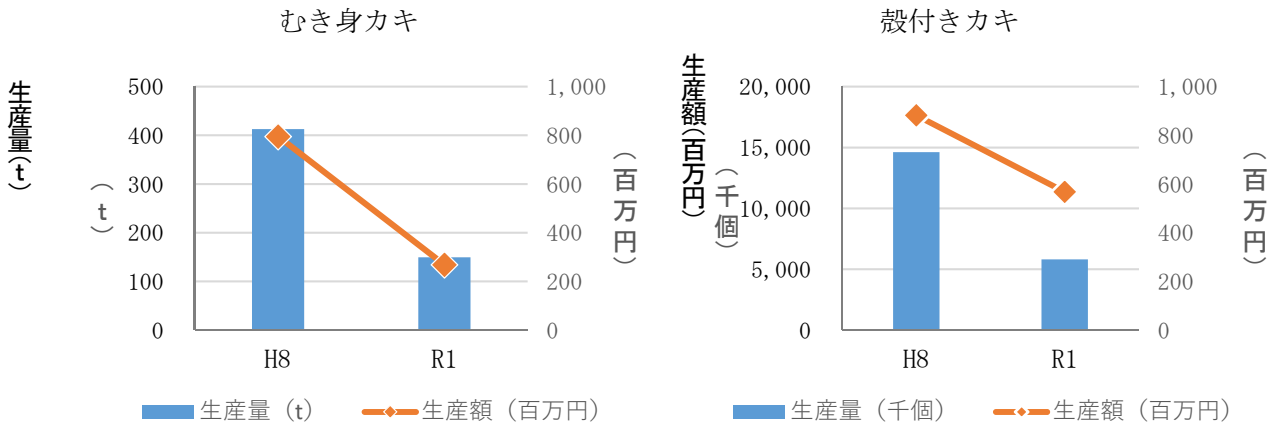


図３　５地区のカキ生産量と生産額

平成９年度岩手県養殖貝類流通対策調査報告書及び聞き取り調査結果より作成

２　生産技術の現状

５地区のカキ養殖の生産方法の概要を表１に示した。

⑴　養殖方法

湾奥の静穏域では筏式施設で、波の強い外洋域では延縄式施設が採用される傾向がある。

⑵　種苗

地場採苗は行われておらず、主に宮城県石巻市の生産者から共同購入あるいは個人購入されている。単価は、1,011～1,050 円/連（税込）でばらつきがある。

⑶　経営体及び施設

他養殖種の兼業状況は、ホタテ、ワカメ、コンブ、ホヤで、地区により異なる。

⑷　生産サイクル

ア　種苗搬入

時期は、組合共同購入は 10～３月、個人購入は４～７月が中心である。

イ　温湯駆除

時期は、８、９月中心であるが、実施については地区ごとにばらつきがある。

ウ　出荷

時期は、むきカキは 10～4 月中心で、出荷開始は卵の状態により遅れる場合もある。Ｂ地区では産直向けに７月まで出荷している。

殻付きカキは 10～５、６月中心で、Ｄ地区ではノロウイルス対策のために１月と卵持ちの９月を除き１年中出荷している。Ｂ地区では殻付きカキを加熱用冷凍加工品として周年出荷している。

夏季の出荷については、ホタテ養殖作業との重複、また、貝毒発生の可能性があるという理由で、取り組まない地区がある。なお、８月まで出荷して豊洲市場取扱い開始日（10 月１日）に出荷を再開できるように生産するために、カキの産卵前後の身入りが悪い水カキの時期を調整し、養殖作業上のノウハウを有している地区もある。

表１　５地区のカキ養殖の生産方法の概要

地区		A地区		B地区	
区分		むき身	殻付	むき身	殻付
方法	施設	延縄		筏	
種苗	購入形態	組合共同購入、個人購入		組合共同購入、個人購入	
	購入先	宮城県		宮城県石巻市	
	組合員供給単価	1連1,011～1,322円		1連　　円	
経営体	着業者数（人）	25人	1～5人程	殻付のうち一部	75人
	兼業状況	ホタテ、ワカメ、コンブ（一部）	ワカメ・コンブ（一部）	ホタテ	ホタテ
生産サイクル	種入れ（月）	10～3月	10～3月	12月、3～4月	12月、3～4月
	間引き（月）	4～7月	4～7月		
	温湯駆除（月）			8～9月	8月～9月
	出荷開始（月）	10～4月（加熱）	10～5月（加熱）	10～7月（加熱） 10～5月（生食）	1年中（加熱） 10～5月（生食）

地区		C地区		D地区	
区分		むき身	殻付	むき身	殻付
方法	施設	延縄		筏、延縄	
種苗	購入形態	組合共同購入		組合共同購入	
	購入先	宮城県石巻市（渡波）		宮城県石巻市	
	組合員供給単価	1連　1,320円		1連1,626円	
経営体	着業者数（人）		10人	10人位	20人位
	兼業状況		ワカメ・ホタテ・ホヤ	ホタテ	ホタテ
生産サイクル	種入れ（月）		2月	4～10月	4～10月
	間引き（月）		2月		
	温湯駆除（月）		―	4、8月	4、8月
	出荷（月）		6月～12月（生食）	10～3月位	10～8月（1月除く）

地区		E地区	
区分		むき身	殻付
方法	施設	延縄	
種苗	購入形態	組合共同購入、個人購入	
	購入先	宮城県石巻市、松島町	
	組合員供給単価	1連1,650円	
経営体	着業者数（人）	12人	3人（内2人むき身兼業）
	兼業状況	ワカメ1人・ホヤ9人	ホヤ3人
生産サイクル	種入れ（月）	5～7月	5～7月
	間引き（月）		
	温湯駆除（月）	8～9月	8～9月
	出荷（月）	10～4月位	10～6月位

聞き取り調査結果より作成

３　カキ流通の現状

５地区のカキの出荷の概要を表２に示した。

⑴　出荷方法

ア　梱包・表示

むき身カキは主に加熱用として、5kg または 10kg 単位でビニール袋に詰め、氷を入れた発泡スチール箱に入れて出荷される。殻付きカキは主に生食用として、氷または保冷剤を入れた発泡箱に入れて出荷される。発泡スチール箱には、ブランド名として商標登録名、湾名、漁協名の他、生産者個人

名、生産者番号などを記載している。

イ　規格

むき身カキの規格は、地区により異なり、主に１個の重さにより大、中、小の３サイズに設定されている。１粒のサイズを特に設定していない地区もある。

殻付きカキの規格は、地区により異なり、１個の重さ、大きさ、あるいは双方により、２～４サイズに設定されている。

表２　５地区のカキ出荷の概要

地区区分		A地区		B地区	
		むき身（加熱用）	殻付（加熱用）	むき身（主に加熱用）	殻付（主に生食用）
出荷	梱包形態	ビニール袋内包 10 kg発泡箱 氷詰め	発泡箱 氷詰め	ビニール袋内包 5kg 発泡箱 氷詰め	発泡箱 氷詰め 中30、大20
	出荷ブランド名	湾名	商標登録名、湾名	漁協名	漁協名
	生産者等の記載	個人名	個人名	加工所住所、個人名	加工所住所、個人名
	組合手数料	1%～4%	1%	9%	9%
	サイズ規格	大18g 以上､中13g～18g 未満、小13g 未満	特大50～70g、大20～50g		大15 ㎝以上、200 g 中10 ㎝以上、150～200 g
	出荷経費負担	全額個人	全額個人	全額個人	全額個人
	出荷先及び荷受け	豊洲市場 産地市場 その他	市内 県内外 イベント、その他	豊洲、盛岡 産地市場（個人出荷）	豊洲市場、東京近郊、仙都魚類（名古屋以北）
地区区分		C地区		D地区	
		むき身	殻付（生食用）	むき身	殻付（生食用）
出荷	梱包形態		（市場） 特大15 個/箱×4 箱(60 個) 大20 個/箱×4 箱（80 個） 中15 個/箱×4 箱（120 個） 氷詰め （その他） 特大 80 個/箱、大 100 個/箱、中120 個/箱、小150 個/箱	ビニール袋内包 10kg 発泡箱 氷詰め	発泡箱 保冷材 大20 入、中30 入、小40 入
	出荷ブランド名		地域名	地域名	地域名
	生産者等の記載		生産者番号	生産者番号	生産者番号
	組合手数料		6%	5%	5%
	サイズ規格		特大220 g 以上 大190～220 g 未満 中120～190 g 未満 小80～120 g 未満	大400 粒/箱 平均600～700 粒	大20 入：14 ㎝以上 中30 入：11.5 ㎝以上 小40 入：10 ㎝以上
	出荷経費負担		全額個人	全額個人	全額個人
	出荷先及び荷受け		豊洲市場、東京北魚、仙都魚類、岩手魚類	豊洲市場５社 足立、横浜、川崎	豊洲市場５社 関東、名古屋
地区区分		E地区			
		むき身（加熱用）	殻付（生食用）		
出荷	梱包形態	ビニール袋内包 発泡 10 kg入 氷詰め	発泡箱 保冷剤 大 20 入・中 30 入・小 40 入		
	出荷ブランド名	漁協名	漁協名		
	生産者等の記載	生産者屋号	個人名、生産者番号		
	組合手数料	1%～5%	5%		
	サイズ規格	大30～40 g 中20～30 g 未満 小10～20 g 未満	大260 g～ 中180～259 g 小130～179 g		
	出荷経費負担	全額個人	全額個人		
	出荷先及び荷受け	豊洲市場（大都魚類、第一水産）、産地市場	豊洲市場（大都魚類、第一水産）		

聞き取り調査結果より作成

⑵　流通経路と出荷先

ア　流通経路

主な流通経路を図４に示した。また、主な出荷パターンは次のとおり。

(ｱ)　漁協が共同で消費地市場へ出荷（主流）

(ｲ)　漁協等が産直、通販、イベント等で直接消費者へ出荷

(ｳ)　漁協が小売・外食店へ出荷

(ｴ)　漁業者が産地市場へ出荷

新型コロナ感染拡大による影響で、緊急事態宣言等により売上が減少し、漁協により産直サイト等の通販に積極的に取り組んでいる。

取引先から夏まで注文が入るようになった。また、２月以降も産地市場でもむき身を一定の価格で取り扱うようになっている。

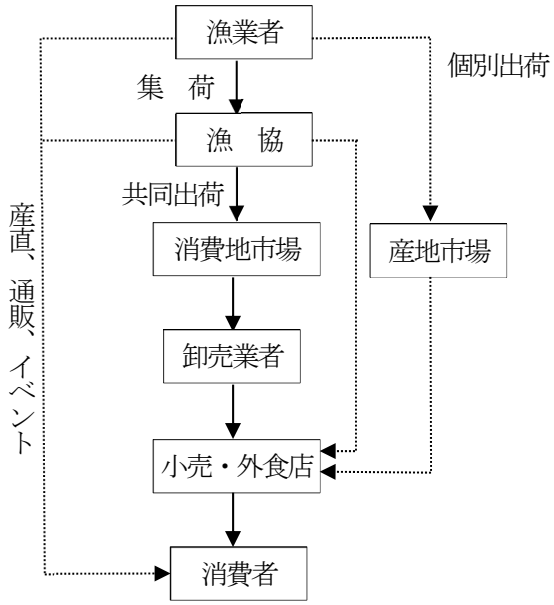


図４　主なカキの流通経路

聞き取り調査結果より作成

イ　出荷先

出荷先を、むき身は表３、殻付きは表４に示した。

むき身の令和１年度の出荷先は、東京 66%、岩手県 32%で、平成８年度と比べて、東京都が減少し、岩手県が増加している（図５）。

殻付きカキの令和１年度の出荷先は、東京 54%、東京除いた関東６県は合計 23%、その他は 17%で、平成８年度と比べて、東京の割合が減少し、その他の地域の割合が増加している（図６）。

表３　５地区のむき身カキの出荷先　(kg)

	東京都	千葉県	神奈川県	埼玉県	岩手県	茨城県	栃木県	宮城県	群馬県	その他	合計
H８	358,027	0	0	0	33,580	0	0	17,319	0	3,569	412,495
R１	99,169	0	525	0	48,329	0	0	1,449	0	0	149,472

平成９年度岩手県養殖貝類流通対策調査報告書及び聞き取り調査結果より作成

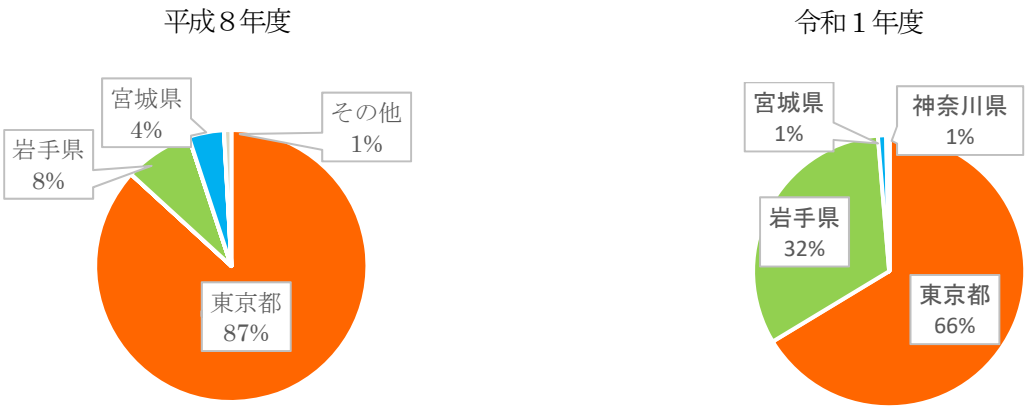


図５　５地区のむき身カキ出荷先組成

平成９年度岩手県養殖貝類流通対策調査報告書及び聞き取り調査結果により作成

表４　５地区の殻付きカキの出荷先　（個）

	東京都	千葉県	神奈川県	埼玉県	岩手県	茨城県	栃木県	宮城県	群馬県	その他	合計
H８	10, 736, 990	875, 270	802, 780	776, 020	24, 412	594, 420	457, 820	170, 780	142, 320	37, 067	14, 617, 879
R１	3, 133, 823	197, 120	635, 000	192, 860	283, 732	250, 050	80, 980	70, 130	0	965, 532	5, 797, 586

平成９年度岩手県養殖貝類流通対策調査報告書及び聞き取り調査結果より作成

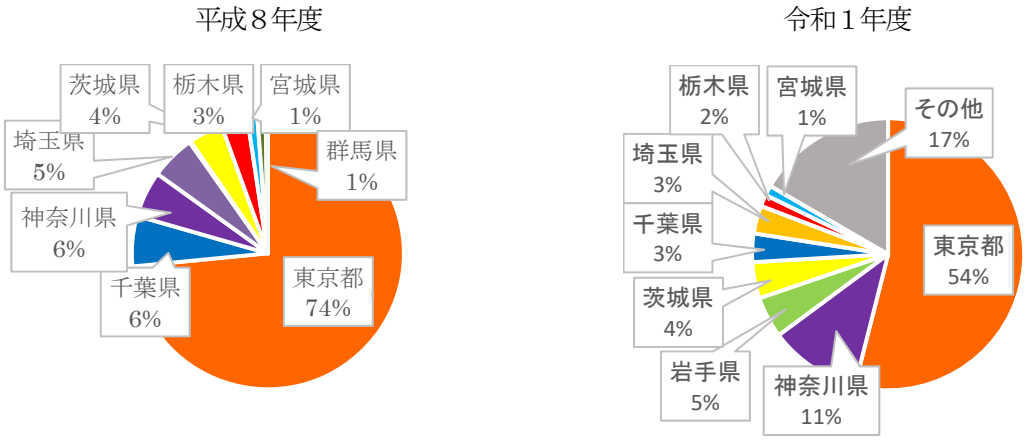


図６　５地区の殻付きカキ出荷先組成

平成９年度岩手県養殖貝類流通対策調査報告書及び聞き取り調査結果により作成

４　県産カキの評価

東京を中心にオイスターバーを展開する㈱ゼネラル・オイスターの直営事業所で、主に自社店舗向けのカキ加工品を製造している㈱ゼネラルオイスター大槌事業本部大槌センターへ、県産カキの評価について聞き取り調査を行った。

⑴　評価について

県産カキは品質面の評価が高い。ただし、品質にバラツキがある地域も一部にあり、大きな要因と

して生産者の意識と努力の差を挙げている。また、西日本のカキとの違いは、内臓量が少なく、身が締まっていている点で、評価が高い一方、内臓量が少ないためカキ臭さが少なくカキ好きの消費者には物足りない声もあるとのことである。

⑵　ニーズについて

当会社では、オイスターバー用のカキとしては小さくかつブランドがある殻付きカキを望んでおり、現在、県産のカキも取り扱っている。なお、ブランドがあっても水カキは利用されない。

加工用原料としては安くて一定量以上のむき身カキを望んでおり、現在、県産カキは取り扱われていない。県産むき身カキは単価が高く、1 日に取引できる量も限られているためで、宮城県のように 1 日に大量に生産され、生産地で入札される取引でなければ利用されないと思われる。

＜今後の問題点＞

県産カキの流通の現状や市場ニーズの把握が不十分である。

＜次年度の具体的計画＞

県産カキについて、消費地市場の関係者に聞き取り調査を実施する。

また、県産ホタテガイの市場流通調査を実施する。

＜結果の発表・活用状況等＞

なし

研究分野	２　食の安全・安心の確保に関する技術開発	部　名	漁場保全部
研究課題名	⑴　二枚貝等の貝毒に関する研究 ①　麻痺性貝毒で毒化した介類の毒量減衰式の作成		
予算区分	県単（水産物品質管理推進事業）		
試験研究実施年度・研究期間	令和元年度～令和２年度		
担当	（主）加賀　新之助　　（副）渡邊　志穂、瀬川　叡、多田　裕美子		
協力・分担関係	北里大学海洋生命科学部		

＜目的＞

東日本大震災後、貝毒原因プランクトンの大量発生によりホタテガイ等の毒化が大きな問題となっている。

特に、大船渡湾では麻痺性貝毒によるホタテガイの高毒化のため、長期間に亘る出荷自主規制を余儀なくされ、漁場によっては貝毒が抜けやすいとされるマガキへ養殖種の変更も行われている。

そこで、出荷自主規制解除時期を予測することにより、計画的な出荷再開へ養殖管理の目安として、毒化した介類の麻痺性貝毒減衰時期予測式を作成する。

＜試験研究方法＞

１　麻痺性貝毒原因プランクトンの出現細胞密度のモニタリング

大船渡湾における介類等の毒化の主たる原因藻類は、*A. catenella*（Group Ⅰ）であることから、同種の出現状況を調べるため、湾中央部の清水地先（St.S、水深24 m）に調査定点を設けた。同定点において、2020年４～９月に、毎月１～４回プランクトン試料を採取した。すなわち、Van Dorn採水器を用いて2 m毎に海水を採取し、その500 mLを重力ろ過法によりアクリル枠ふるい（孔径20 μm）でろ過し、5 mLに濃縮した。次に、これら濃縮試料1 mLを計数板に展開し、倒立顕微鏡下(オリンパス社製CKX41)で観察して*A. catenella*（Group Ⅰ）様の細胞数を数え、海水中の細胞密度を算出した。本法による最小計数密度は、10 cells/Lである。種の同定は、形態観察と分子生物学的な判定手法の２通り実施した。形態観察は、観察された生細胞を毛細管でスライドグラス上に拾いFluorescent Braightener 28（Sigma社製)を用いて蛍光染色し、カバーグラスで覆った後に落射蛍光装置付顕微鏡（オリンパス社製BX53)を用いて鎧板の観察により実施した。形態観察による種の同定は、吉田(2000)に基づいて実施した。分子生物学的な判定手法による種の同定は、可能な範囲で*A. catenella*（Group Ⅰ）様の細胞について毛細管を用いて１細胞ずつ分離し、それぞれのDNA抽出物を作成して、multiplex PCR（Nagai, 2011）により実施した。

２　介類の毒量モニタリング

2020年１月にSt.Sの深度10 m付近にホタテガイ(*Patinopecten yessoensis*)、マガキ（*Crassostrea gigas*)、マボヤ（*Halocynthia roretzi*)、ムラサキイガイ(*Mytilus galloprovincialis*)、アサリ(*Ruditapes philippinarum*)、エゾイシカゲガイ(*Clinocardium californiense*)を垂下した。ホタテガイは、養殖連のまま深度8～12 mに、ムラサキイガイ、マガキおよびマボヤは、丸カゴ式容器に入れて深度10 mに、アサリは、丸カゴ式容器に軽石を入れた網袋を収容して深度10 mに垂下した。これらの介類は、大船渡湾で養殖されていたものをそれぞれ供試した。

本研究の目的が、介類による毒の減衰時期予測を検討することであることから、*A. catenella*（Group Ⅰ）の出現細胞密度が高まった時期および同種が消滅した時期に、集中して介類を取り上げ、殻長、殻高、殻幅、殻付重量（全重量）および可食部重量（湿重量）を測定した。その後、「食品衛生検査指針 理化学編2005」（厚生労働省監修、日本食品衛生協会発行）の方法に準拠して毒物質を抽出し、Oshima (1995)の報告に従い、機器分析法（HPLC-蛍光法)によって毒成分を分析した。貝類は、中腸線を含む可食部、マボヤは、肝膵臓を含む可食部を毒量分析の対象とした。得られたむき身1g当たりのnanomole数

(nmol/g 可食部)の結果は、MU/g 可食部の値に比毒性換算した。分析時に計測した介類の計測結果については、表１に示した。なお、介類の毒量減衰式の作成に当たり、過去に同様の調査を行った「二枚貝等貝毒安全対策事業（水産庁委託　水産業振興事業委託費）　1998～1999 年」および県単独事業で実施した 2018 年のデータも併せて解析の対象とした。

表１　分析時に計測した介類の殻長、殻高、全重量、可食部重量の平均値

介類	個体数	殻長 mm	殻高 mm	殻幅 g	殻付重量 g	可食部重量 g
ホタテガイ	130	126.1 ± 10.1	121.2 ± 9.3	32.5 ± 2.6	210.9 ± 42.9	86.0 ± 17.3
マガキ	130	76.9 ± 8.3	138.6 ± 17.2	39.7 ± 5.6	195.7 ± 37.2	34.4 ± 8.5
マボヤ	130	―	110.7 ± 13.2	―	230.1 ± 63.6	68.1 ± 19.8
ムラサキイガイ	128	40.8 ± 4.6	79.9 ± 7.8	30.3 ± 3.7	46.5 ± 15.3	7.9 ± 3.1
アサリ	129	32.9 ± 3.4	22.6 ± 4.9	13.9 ± 1.5	6.6 ± 1.8	2.1 ± 0.7
エゾイシカゲガイ	129	56.5 ± 2.2	49.1 ± 2.1	33.2 ± 1.6	44.8 ± 5.3	14.8 ± 2.8

※平均値±標準偏差

※可食部重量には、中腸線あるいは肝膵臓を含む

＜結果の概要・要約＞

１　2020 年の麻痺性貝毒原因プランクトンの出現細胞密度のモニタリング

2020 年５月 27 日には、*A. catenella*（Group Ⅰ）がほぼ消滅した（海水１ﾘｯﾄﾙ当たり 100 細胞未満）。

２　2020 年の介類の毒化と毒量減衰率

毒量減衰率の解析に当たっては、*A. catenella*（Group Ⅰ）がほぼ消滅した５月 27 日以降の毒量を用いて実施した。ホタテガイが 477.3MU/g 可食部と６種貝類の中では最高毒量を示し、次いでムラサキイガイが 203.4MU/g 可食部、アサリが 150.1MU/g 可食部、マボヤが 130.3MU/g 可食部、エゾイシカゲガイが 112.4MU/g 可食部、マガキが 11.0MU/g 可食部の順であった（図１）。

介類の減衰率算出には、Kaga et al.（2015）に従った。ホタテガイ 1.87%／日、マガキ 4.92%／日、マボヤ 2.45／日、ムラサキイガイ 3.08／日、エゾイシカゲガイ 6.81／日であった（表３）。アサリは、相関分析で有意性が認められなかった（表２）。なお、昨年度は、*A. catenella*（Group Ⅰ）が出現している時期に試験を実施し、減衰率を算出したため、今年度と比較できなかった。

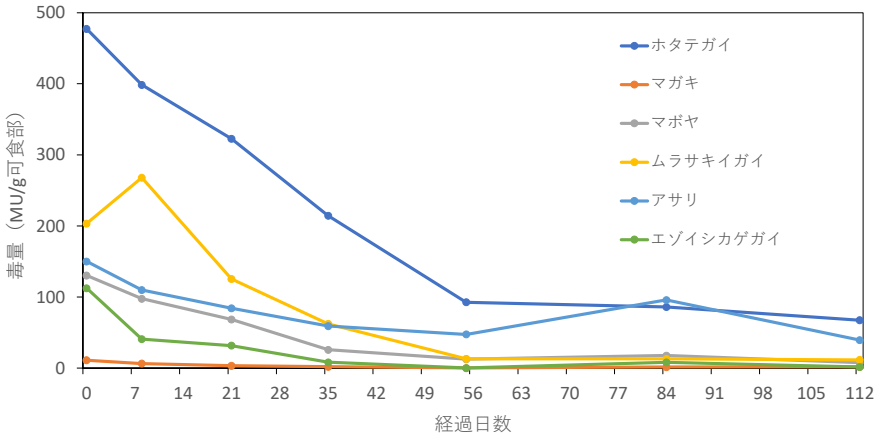


図１　2020年大船渡湾清水定点における水深10ｍに垂下した６種介類の
麻痺性貝毒量の推移（令和２年５月27日を0日目としたその後の経過日数）

表２　2020年６種介類可食部の毒量と経過日数の相関分析

介類	年	データ数 (n)	ピアソン相関係数 (r)	有意性 (P)
ホタテガイ	2020	7	−0.955	**
マガキ	2020	4	−0.993	**
マボヤ	2020	7	−0.925	**
ムラサキイガイ	2020	7	−0.919	**
アサリ	2020	7	−0.708	NS
エゾイシカゲガイ	2020	4	−0.919	**

NS有意性なし, * $0.01 \leq P < 0.05$, ** $0.001 \leq P < 0.01$

表３　2020年６種介類可食部の毒量と経過日数の単回帰分析

介類	年	回帰係数	減衰率(%/日)	決定係数 (r^2)	回帰係数の有意性 (P)
ホタテガイ	2020	−0.0187	1.87	0.912	**
マガキ	2020	−0.0492	4.92	0.986	**
マボヤ	2020	−0.0245	2.45	0.855	**
ムラサキイガイ	2020	−0.0308	3.08	0.845	**
アサリ	2020				
エゾイシカゲガイ	2020	−0.0681	6.81	0.934	*

NS有意性なし, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$

３　介類の毒量減衰率のまとめ

今年度が試験研究期間の最終年度であることから、過去のデータに基づき毒量減衰率を算出した。

⑴　ホタテガイ可食部の毒量減衰率

毒量と経過日数の相関分析を実施したところ、1998～1999 年および 2020 年の３年間に有意な負の相関関係が認められた（$P < 0.01$）（表４）。各年の単回帰分析を行ったところ、回帰係数が有意で、精度の高い（ $r^2 = 0.859$～0.971）回帰式が得られた（表５）。これにより、ホタテガイ可食部の毒量減衰率が１日当たり 1.96 ± 0.23%（平均値±標準偏差）であることを示した。

表４　ホタテガイ可食部の毒量と経過日数の相関分析

年	データ数 (n)	ピアソン相関係数 (r)	有意性 (P)
1998	11	−0.986	**
1999	7	−0.969	**
2018	17	−0.575	NS
2020	7	−0.955	**

NS有意性なし, * $0.01 \leq P < 0.05$, ** $0.001 \leq P < 0.01$

表５　ホタテガイ可食部の毒量と経過日数の単回帰分析

年	回帰係数	減衰率(%/日)	決定係数 (r^2)	回帰係数の有意性 (P)
1998	−0.0222	2.22	0.971	**
1999	−0.0178	1.78	0.859	**
2020	−0.0187	1.87	0.912	**

NS有意性なし, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$

⑵　マガキの毒量減衰率

毒量と経過日数の相関分析をしたところ、2020 年のみ有意な負の相関関係が認められた（$P < 0.01$）（表６）。各年の単回帰分析を行ったところ、回帰係数が有意で、精度の高い（ $r^2 = 0.986$）回帰式が得られた（表７）。これにより、マガキ可食部の毒量減衰率が１日当たり 4.92%であることを示した。

表６　マガキ可食部の毒量と経過日数の相関分析

年	データ数 (n)	ピアソン相関係数 (r)	有意性 (P)
1998	3		
1999	1		
2018	1		
2020	4	−0.993	**

NS有意性なし, * $0.01 \leq P < 0.05$, ** $0.001 \leq P < 0.01$

表７　マガキ可食部の毒量と経過日数の単回帰分析

年	回帰係数	減衰率(%/日)	決定係数 (r^2)	回帰係数の有意性 (P)
2020	−0.0492	4.92	0.986	**

NS有意性なし, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$

⑶　マボヤの毒量減衰率

毒量と経過日数の相関分析をしたところ、1998 年、2018 年、2020 年の３年間に有意な負の相関関係が認められた（$P < 0.01$）（表８）。各年の単回帰分析を行ったところ、回帰係数が有意で、精度の高い（ $r^2 = 0.855$〜0.880）回帰式が得られた（表９）。これにより、マボヤ可食部の毒量減衰率が１日当たり 4.52 ± 3.90%（平均値±標準偏差）であることを示した。

表８　マボヤ可食部の毒量と経過日数の相関分析

年	データ数 (n)	ピアソンの相関係数 (r)	有意性 (P)
1998	11	−0.938	**
2018	9	−0.935	**
2020	7	−0.925	**

NS有意性なし, * $0.01 \leq P < 0.05$, ** $0.001 \leq P < 0.01$

表９　マボヤ可食部の毒量と経過日数の単回帰分析

年	回帰係数	減衰率(%/日)	決定係数 (r^2)	回帰係数の有意性 (P)
1998	−0.0208	2.08	0.880	**
2018	−0.0902	9.02	0.873	**
2020	−0.0245	2.45	0.855	**

NS有意性なし, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$

⑷　ムラサキイガイの毒量減衰率

毒量と経過日数の相関分析をしたところ、1998 年、1999 年、2020 年の３年間に有意な負の相関関係が認められた（$P < 0.01$）（表 10）。各年の単回帰分析を行ったところ、回帰係数が有意で、精度の高い（ $r^2 = 0.840$〜0.863）回帰式が得られた（表 11）。これにより、ムラサキイガイ可食部の毒量減衰率が１日当

たり 3.11 ± 0.78%（平均値±標準偏差）であることを示した。

表10　ムラサキイガイ可食部の毒量と経過日数の相関分析

年	データ数 (n)	ピアソンの相関係数 (r)	スピアマンの順位相関係数(r_s)	有意性 (P)
1998	11		−1.000	**
1999	7	−0.917		**
2020	7	−0.919		**

NS有意性なし, * $0.01 \leq P < 0.05$, ** $0.001 \leq P < 0.01$

表11　ムラサキイガイ可食部の毒量と経過日数の単回帰分析

年	回帰係数	減衰率(%/日)	決定係数 (r^2)	回帰係数の有意性 (P)
1998	−0.0391	3.91	0.863	**
1999	−0.0235	2.35	0.840	**
2020	−0.0308	3.08	0.845	**

NS有意性なし, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$

⑸ アサリの毒量減衰率

毒量と経過日数の相関分析をしたところ、有意性は認められなかった（表２）。

⑹ エゾイシカゲガイの毒量減衰率

毒量と経過日数の相関分析をしたところ、2020 年のみに有意な負の相関関係が認められた（$P <$ 0.01）（表 12）。単回帰分析を行ったところ、回帰係数が有意な回帰式が得られた（表 12）。これにより、エゾイシカゲガイ可食部の毒量減衰率が１日当たり 6.81%であることを示した（表２）。

表12　エゾイシカゲガイ可食部の毒量と経過日数の相関分析

年	データ数 (n)	ピアソンの相関係数 (r)	有意性 (P)
2018	5	−0.827	NS
2020	4	−0.919	**

NS有意性なし, * $0.01 \leq P < 0.05$, ** $0.001 \leq P < 0.01$

表13　エゾイシカゲガイ可食部の毒量と経過日数の単回帰分析

年	回帰係数	減衰率(%/日)	決定係数 (r^2)	回帰係数の有意性 (P)
2020	−0.0681	6.81	0.934	*

NS有意性なし, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$

４　介類の毒量減衰式の作成

３で示した介類の毒量減衰率のまとめから、ホタテガイ、マボヤおよびムラサキイガイにおいて３か年のデータが得られた。そこで、統計的な解析はできないが、減衰式作成を試みた。毒量と経過日数との間で以下のとおりそれぞれの介類において、毒量減衰式が得られた（図２）。

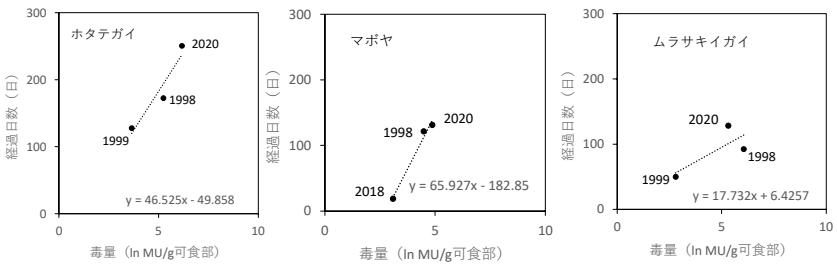


図２　３種介類における減衰式（途中経過）

ホタテガイ：y=46.525x−49.858

マボヤ：y=65.927−182.85

ムラサキイガイ：y=17.732x+6.4257

x：ln（*A. catenella*（Group Ⅰ）がほぼ終息後の最高毒量，y：経過日数

本予測式は、*A. catenella*（Group Ⅰ）がほぼ終息（海水１ﾘｯﾄﾙ当たり 100 細胞未満）した後に活用する。また、毒量は、*A. catenella*（Group Ⅰ）がほぼ終息した後の最高毒量を活用する。経過日数は、初めて自主規制値４MU/g 可食部よりも下回る毒量が検出されるまでの日数である。

５　毒量減衰式の検証

2020 年のホタテガイ生産海域における介類の毒化状況と本研究で作成した毒量減衰式について、毒量が自主規制値を下回るまでの経過日数の予測値と実測値の差を検証した。ホタテガイでは、予測値が実測値よりも２～52 日上回る結果となった。マボヤでは、予測値が実測値よりも 11 日上回る結果であった（表 14）。なお、ムラサキイガイは、2020 年の検査結果が公表されなかったため検証できなかった。今回の結果は、毒量減衰式を現場で用いるためにはデータ数を増やして統計的な解析を行う必要があることを示した。

６　介類の自主規制解除までの日数早見表（暫定版）

表14　2020年ホタテガイ生産海域における介類が自主規制値を下回るまでの経過日数（実測値）と毒量減衰式における予測値の検証

海域名	介類	*A. catenella* (Group Ⅰ)がほぼ終息した後の介類の最高毒量(MU/g可食部)	初めて４MU/g可食部を下回るまでの経過日数（実測値）	初めて４MU/g可食部を下回るまでの経過日数（予測値）	予測値との差（予測値－実測値）
南部海域	ホタテガイ	59	133	140	7
大船渡湾西部	ホタテガイ	83	140	156	16
越喜来湾	ホタテガイ	70	146	148	2
山田湾	ホタテガイ	19	35	87	52
宮古湾	ホタテガイ	12	35	66	31
南部海域	マボヤ	35	41	52	11

これまでの結果から５種介類について、暫定的ではあるが、毒量減衰率に基づく自主規制解除までの日数（週）の早見表を作成した（表 15）。

表15　５種介類の毒量と自主規制解除までの日数（週）早見表　（暫定版）

毒量（MU/g可食部）	ホタテガイ	マガキ	マボヤ	ムラサキイガイ	エゾイシカゲガイ
5	4週	3週	3週	4週	3週
6	5週	4週	4週	5週	3週
7	7週	4週	4週	5週	4週
8	8週	4週	5週	6週	4週
9	8週	5週	5週	6週	4週
10	9週	5週	5週	7週	4週
11	10週	5週	6週	7週	5週
12	10週	6週	6週	7週	5週
13	11週	6週	6週	8週	5週
14	12週	6週	6週	8週	5週
15	12週	6週	7週	8週	5週
20	14週	7週	7週	10週	6週
40	19週	9週	10週	13週	7週
60	22週	10週	11週	15週	8週
80	24週	11週	12週	16週	8週
100	26週	12週	12週	17週	9週

※早見表の使用上の注意事項

⑴ 早見表は、生産現場での計画的な介類の出荷再開のために役立てられるものである。出荷自主規制解除

後に出荷を再開しようとする場合は、当該二枚貝等の公定法による可食部毒量の検査の結果に基づき、規制値を超える二枚貝等が出荷されることのないよう十分注意願うこと。

⑵ 早見表の毒量は、麻痺性貝毒原因プランクトン（旧）タマレンセがほぼ終息（100 細胞／L 未満）した後

の最高毒量を使用すること。

⑶ 解析に用いたデータ数が少ないため、早見表（暫定版）は随時更新するもの。

⑷ 春から夏にかけて毒化し、再び秋から冬にかけて再毒化する場合には、早見表は使用できないこと。

7　減衰率を用いた規制解除年月日の予測値検証

ホタテガイの減衰率を用いた規制解除までの実測値との差（予測値－実測値）は、-35 日～46 日であった。マボヤの実測値との差は、１回のデータであるが、3 日であった。ホタテガイの差がプラスである理由については、出荷再開に当たり、中毒を未然に防止する観点から再開時期を遅らせて貝毒検査を実施するなどの影響が考えられた。一方、ホタテガイの差が唯一マイナスとなった釜石湾海域の毒化については、高毒化（130MU/g 可食部）のため、減衰率だけでは予測困難であり精度の高い予測式が必要あると示唆された。

表　16　５種介類の出荷自主規制・解除の状況と減衰率を用いた規制解除年月日の予測値の検証

自主規制対象種（検査対象種等）	海　域	規制時の貝毒量（MU/g）	規制開始年月日	規制解除年月日	プランクトン消滅後の最高毒量		予測値（日）	規制解除年月日（予測値）	実測値との差（予測値－実測値：日）
					毒量	月日			
ホタテガイ	中南部海域	6.6	R2.3.17	R2.9.15	22.0	R2.6.8	101	R2.9.17	2
ホタテガイ	南部海域	4.1	R2.3.24	R2.10.27	59.0	R2.6.1	150	R2.10.29	2
ホタテガイ	三陸町海域	6.6	R2.4.28	R2.9.29	70.0	R2.6.8	159	R2.11.14	46
マボヤ	南部海域	9.3	R2.5.12	R2.7.28	35.0	R2.5.31	61	R2.7.31	3
ホタテガイ	釜石湾海域	86.0	R2.5.19	R3.2.2	130.0	R2.6.22	190	R2.12.29	-35
ホタテガイ	宮古湾海域	19.0	R2.5.26	R2.7.21	12.0	R2.6.1	70	R2.8.10	20
ホタテガイ	中部海域	6.7	R2.5.26	R2.6.23	5.1	R2.6.1	27	R2.6.28	5
ホタテガイ	大槌湾海域	19.0	R2.5.26	R2.9.1	34.0	R2.6.8	123	R2.10.9	38
ホタテガイ	山田湾海域	15.0	R2.6.2	R2.7.28	19.0	R2.6.8	93	R2.9.9	43

＜今後の問題点＞

データ数を増やして統計的な解析を行い介類の毒量減衰式を作成する必要がある。

アサリの自主規制解除までの早見表を作成するため、早急に追試験が必要である。

＜次年度の具体的計画＞

令和２年度で本研究は終了。

＜結果の発表・活用状況等＞

なし

研究分野	２　食の安全・安心の確保に関する技術開発	**部　名**	漁場保全部
研究課題名	⑴　二枚貝等の貝毒に関する研究 ②　麻痺性貝毒で毒化した介類の低毒化技術の開発		
予算区分	県単（水産物品質管理推進事業）		
試験研究実施年度・研究期間	令和元年度～令和５年度		
担当	（主）加賀　新之助　　（副）渡邊　志穂、瀬川　叡、多田　裕美子		
協力・分担関係	北里大学海洋生命科学部		

＜目的＞

東日本大震災後、貝毒原因プランクトンの大量発生によりホタテガイ等の毒化が大きな問題となっている。

そこで、北里大学との共同により、短期間の給餌飼育による麻痺性貝毒の低毒化技術を開発することを目的とする。

なお、マガキ及びホタテガイの麻痺性貝毒減衰機構の解明と減衰効果のある飼料の開発は北里大学が担当し、当所は給餌飼育によるマガキ及びホタテガイの低毒化試験方法の確立と麻痺性貝毒を効果的に低毒化するための給餌飼育技術開発を担当する。

＜試験研究方法＞

本研究は、ホタテガイの毒蓄積における個体差およびホタテガイが飼育海水中に放出する毒量を考慮に入れたSekiguchi et al. (2001)の方法に従い、*A. catenella* (Group Ⅰ)の摂餌による個体別のホタテガイの麻痺性貝毒蓄積を行った後にフェザーミール給餌（以下、「FM給餌」という）による低毒化現象を確認した。

１　材料

⑴ 給餌用 *A. catenella* (Group Ⅰ)

令和２年10月７日に北里大学小檜山准教授から供与された大船渡湾産の *A. catenella* (Group Ⅰ) 株は、F/2培地３リットル中、15℃、20 μmol photon/m^2/s (12:12h LDcycle)の条件下で培養し、対数増殖期にある細胞密度2,500-3,000 cells/ml程度に増殖したものを試験に用いた。

⑵ ホタテガイ

本県沿岸では、令和２年に麻痺性貝毒による出荷自主規制が広域化した。そのため、毒化していない海域からホタテガイの入手を試みた。すなわち、ホタテガイ生産海域区分の北部海域からホタテガイを入手した。野田村漁業協同組合の地種（１次分散したベビーホタテ）110個体を野田村漁協から県北広域振興局水産部を介して令和２年10月30日に譲り受けた。同ホタテガイは、水産技術センターまでクーラーボックス内のスポンジに海水を浸漬し、下氷をして速やかに持ち帰り、表面の付着物を除去した後、１ μmカートリッジフィルターでろ過した海水を通水し水槽内に収容し、通気しながら、16.8-18.4° Cの条件下で５日間馴致させた（写真１）。その後、試験開始直前に無作為に12個体を抽出し（可食部湿重量, mean ± SD= 0.79 ± 0.18g, n=12）、試験に供した。なお、ベビーホタテは、令和２年10月30日に野田村漁業協同組合のホタテガイ生産者が朝採取し、漁港内の蓄養水槽に流水かけ流しで飼育したものである。

⑶ フェザーミール

令和２年９月29日に北里大学佐藤繁教授から供与されたフェザーミール溶液（0.14g/40 ml）を用いて試験を実施した。

２　方法

ホタテガイ９個体は、写真２に示すとおり１個体ずつ500 ml容器に収容した。これらの検体は、ろ過海水300 mlを満たした500 ml容の水槽９個に個体別に浸漬し、通気しながら14.6-15.7° C、20 μmol photon/m^2/s (12:12h LDcycle)の条件下で飼育した。飼育海水は、全て１ μmのカートリッジフィルター

でろ過したものを用い、１日１回新たに調整したものと交換した。

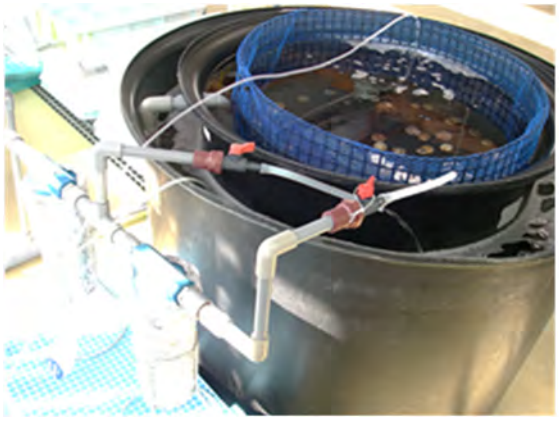


写真１　馴致期間中の飼育水槽

写真２　ホタテガイ低毒化試験

⑴ 毒化試験区

培養した *A. catenella*（Group Ⅰ）細胞は、あらかじめ飼育条件に馴致しておいたろ過海水 300 ml を含む水槽に細胞密度が 300-400 cells/ml になるように加えた。次にホタテガイを同水槽に移し、上記の条件下で毒化試験区（No. 1-3）として飼育した。24 時間後、ホタテガイを同様に調整した *A. catenella*（Group Ⅰ）細胞を含むろ過海水 300 ml 入りの水槽に移して飼育し、この操作を繰り返し、４日間給餌しながら飼育した。給餌期間中は、*A. catenella*（Group Ⅰ）をろ過海水に添加直後および 24 時間経過後に、それぞれ各水槽の海水の一部を採取して、顕微鏡観察により *A. catenella*（Group Ⅰ）細胞を計数し、摂餌された細胞数を算出した。給餌 24 時間後の海水 100 ml は、各水槽から毎日採取し、酢酸を添加して pH を４付近に調整した後、低温保存し、飼育海水中の毒量分析用の試料とした。飼育中のホタテガイ検体は、４日目に３個体採取し、可食部を摘出した後、個体別に-30° C に凍結保存し、蓄積毒量分析用の試料とした。

⑵ 無給餌区および FM 給餌区

試験に用いたホタテガイ検体は、*A. catenella*（Group Ⅰ）を含まない海水を用いて無給餌区（No. 4-6）、フェザーミール給餌区（No. 7-9）に分けて１個体ずつそれぞれの区で合計３個体を 500 ml 容器に収容し飼育した。フェザーミール給餌区は、フェザーミール溶液（0.14g/40 ml） 1 ml をろ過海水 300 ml を含む水槽に７日目まで毎日加えて試験した。無給餌区およびフェザーミール区では、24 時間後の海水 100 ml を各水槽から毎日採取し、酢酸を添加して pH を４付近に調整した後、低温保存し、飼育海水中の毒量分析用の試料とした。飼育中のホタテガイ検体は、それぞれの試験区から８日目に３個体採取し、可食部を摘出した後、個体別に-30° C に凍結保存し、蓄積毒量分析用の試料とした。

⑶ ホタテガイおよび給餌した *A. catenella*（Group Ⅰ）の麻痺性貝毒成分の分析

ホタテガイ検体の麻痺性貝毒成分の分析は、個体別に殻長、殻高、全重量、可食部湿重量（中腸線を含む）を測定し、可食部を「食品衛生検査指針 理化学編 2005」（厚生労働省監修、日本食品衛生協会発行）の方法に準拠して毒物質を抽出し、Oshima（1995）の報告に従い、機器分析法（HPLC-蛍光法）によって実施した。得られたむき身１g 当たりの nanomole 数(nmol/g)の結果は、MU/g の値に比毒性換算した。

給餌した *A. catenella*（Group Ⅰ）細胞は、給餌ごとにその一部を Oshima（1995）の方法により毒物質を抽出し、その毒成分を HPLC-蛍光法で分析した。

⑷ 飼育海水中の麻痺性貝毒成分の分析

採取した飼育海水は、各試験区において連続する飼育日数すべてを合一し、氷冷下で５分間超音波処理して残存する *A. catenella*（Group Ⅰ）細胞を含む懸濁粒子をホモジナイズした後、ろ紙を用いてろ過し、得られたろ液に 0.1N 水酸化ナトリウムを滴下して pH5.5 に調整後、クロマトグラフ活性炭(Wako)を充填したガラスカラム(2×5 cm)に添加した。その後、活性炭に吸着した毒成分は、200 ml の純粋で洗浄

し、1%酢酸/25%エタノール200 mlにて溶出させ、溶出画分を減圧濃縮（40℃）後、凍結乾燥した。得られた固形物は、1 mlの0.03M酢酸に溶解し、限外ろ過(Milipore, Ultarafree-MC)した後、ろ液をOshima (1995)の方法に従い、HPLC蛍光法により分析した。なお、Sekiguchi et al.（2001）は、海水に溶出した麻痺性貝毒成分の活性炭カラムによる回収試験を行い、93.3±10.4%の毒が回収できるとしている。そこで、本研究において得られた海水中の毒量は、この回収率(93.3%)で補正した値を採用した。

＜結果の概要・要約＞

1　*A. catenella*（GroupⅠ）のホタテガイへの給餌試験

ホタテガイの飼育試験は、ホタテガイ９検体を９個の水槽中で個別に飼育し、それぞれの検体に同量の*A. catenella*（GroupⅠ）培養細胞を給餌して行った。飼育期間中へい死するホタテガイ検体は、認められなかった。

2　*A. catenella*（GroupⅠ）培養細胞の毒含量および毒成分組成

給餌ごとに採取した４検体の*A. catenella*（GroupⅠ）培養細胞の毒含量および毒成分にはほとんど差が認められなかった。毒含量は398.1±71.0 fmole/cell（mean±SD, n=4)と算出され、毒成分組成はGTX4およびC2がそれぞれ70.5±3.8 mol%および22.8±2.8 mol%と大半を占め、その他に微量のGTX3とneoSTXが検出された。

3　*A. catenella*（GroupⅠ）の給餌毒量に対するホタテガイ毒量と飼育海水総毒量の積算値の毒量収支

図１に*A. catenella*（GroupⅠ）の給餌毒量に対するホタテガイ毒量と飼育海水総毒量の積算値の毒量収支を示す。全体的に見ると、３連の実験全てで供給した毒量を下回る毒がホタテガイおよびその飼育海水から回収された。毒化試験区では、給餌量の43-56%の毒がホタテガイに、24-30%の毒が飼育海水中に検出された。給餌量の13-31%の毒は回収できず、実験系から消失した。無給餌区およびFM給餌区では、それぞれ供給した毒量の17-19%および14-23%の毒量がホタテガイに、18-24%および23-29%の毒が飼育海水中に検出された。実験系から消失した毒量は、毒化試験区よりも増加し、それぞれ供給した毒量の59-62%および52-57%が消失した。

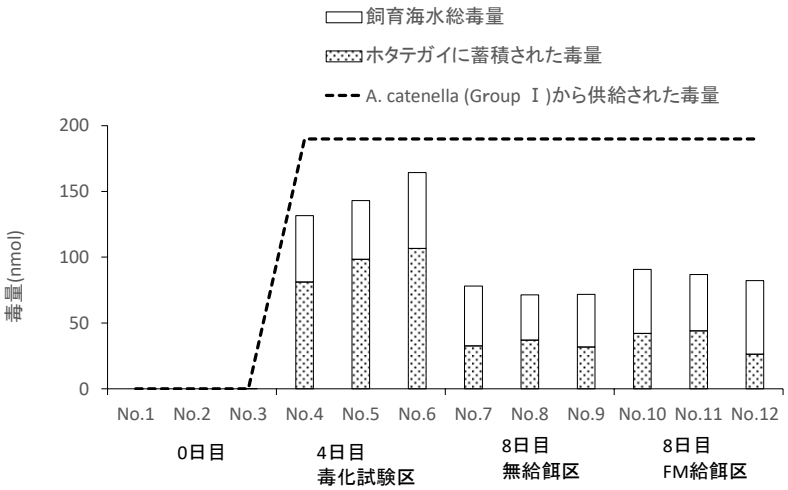


図1　*A. catenella* (Group Ⅰ)の給餌毒量に対するホタテガイ毒量と飼育海水総毒量の積算値の毒量収支

無給餌区およびFM給餌区のホタテガイは、毒化試験区のホタテガイの毒量に比べ有意に毒量が減少した(Sheffe's F test, $p < 0.01$)（図２）。一方、無給餌区とFM給餌区のホタテガイ毒量には、有意差が認められなかった。すなわち、無給餌区とFM給餌区では、毒量の減少に差は認められなかった。そこで、ホタテガイの毒成分組成割合について検討した。

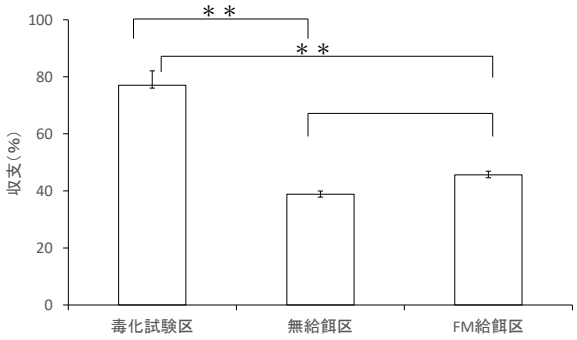


図２　*A. catenella* (Group Ⅰ)の給餌毒量に対するホタテガイ毒量と飼育海水総毒量の積算値の毒量収支割合
＊＊　$p < 0.01$, barは標準偏差

図３に各試験区の麻痺性貝毒成分について、11α-sulfo 型と 11β-sulfo 型、および 11 位に硫酸エステル基を持たない 11 位還元型に分けて示す。FM 給餌区では、11 位還元型の毒量が無給餌区に比べ有意に増加した(Sheffe’s F test, $p < 0.01$)。また、毒化試験区のホタテガイ毒量に対して、無給餌区および FM 給餌区ともに 11β-sulfo 型は有意に減少(Sheffe’s F test, $p < 0.01$)、11α-sulfo 型は有意に増加した(Sheffe’s F test, 無給餌区 $p < 0.01$, FM 給餌区 $p < 0.05$)。つまり、毒化試験区に対しては、FM 給餌区は、無給餌区に比べ 11α-sulfo 型が除去されていることを示す。以上の結果をまとめると、毒化試験区に対しては、FM 給餌区は無給餌区に比べ毒量の減少に差異は認められなかったものの、毒成分組成において 11α-sulfo 型が除去されつつ、11 位還元型が有意に増加した。

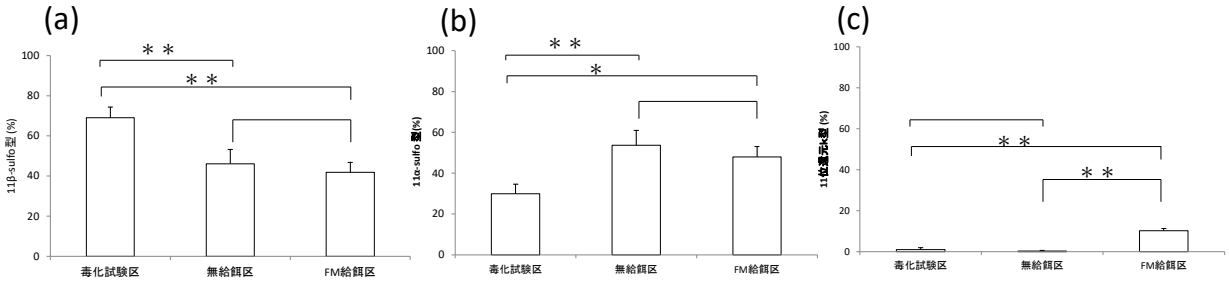
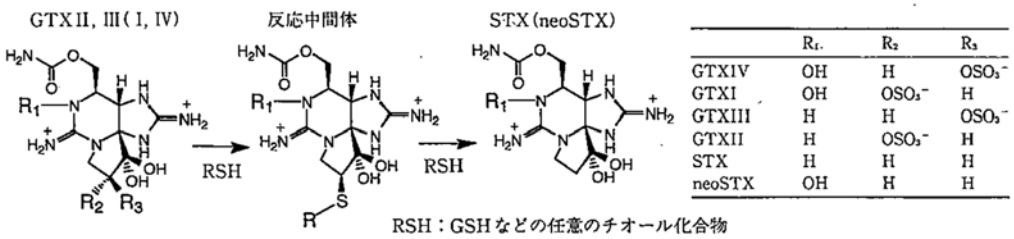


図３　ホタテガイにおける各試験区の麻痺性貝毒成分の毒組成割合
(a) 11β-sulfo型、(b)11α-sulfo型、(c)11位還元型
＊＊　$p < 0.01$
＊ $p < 0.05$
barは標準偏差

Sato et al. (2000) は、GTX2, 3 あるいは GTX1, 4 など 11 位に硫酸エステルを持つ毒成分がグルタチオンやメルカプトエタノールのようなチオール化合物の作用で還元分解され、STX あるいは neoSTX に変換される過程で、GTX の 11 位の炭素がチオール化合物の硫黄と共有結合した安定な反応中間体を生成することを報告した（図４）。このような反応中間体は、HPLC などの通常の毒分析法では検出することができず、



	R_1	R_2	R_3
GTXIV	OH	H	OSO_3^-
GTXI	OH	OSO_3^-	H
GTXIII	H	H	OSO_3^-
GTXII	H	OSO_3^-	H
STX	H	H	H
neoSTX	OH	H	H

図４　チオール化合物による GTX 群から STX 群の毒への変換における反応中間体の存在

中間体に変化した毒は反応系から消失したように見える。また、中間体の生成は、生理的条件下で起こることから、有毒渦鞭毛藻の捕食により貝に移行した麻痺性貝毒成分は、貝の生体成分であるチオールと結合して体内に存在し、代謝を受けることが推定される。本研究において観察された毒が反応系から消失した現象は、このようなチオール化合物による毒成分の変換が一部関与したものと推察した。

「佐藤繁. 麻痺性貝毒成分の除去. 特開 2009-171954, 2009.」では、FM 給餌により毒化ホタテガイの 11α-sulfo 型の麻痺性貝毒成分を顕著に除去できることが確認されている。FM はホタテガイの体内で消化され、豊富に含まれるシステインが遊離して 11α-sulfo 型の麻痺性貝毒成分を分解するとしている。また、システインなど、SH 基の近傍にアミノ基を有するチオール化合物も in vitro で 11α-sulfo 型の毒成分と反応するが、生じた結合体は著しく不安定で自発的に分解されるともしている。本研究においては、毒化試験区に対して FM 給餌区は無給餌区に比べ 11α-sulfo 型が除去されていることから上記の反応が生じたものと推察した。また、毒化試験区に対して FM 給餌区は無給餌区に比べ 11 位還元型が有意に増加したことから、11 位に硫酸エステルを持つ毒成分がシステインのようなチオール化合物の作用で還元分解され、STX あるいは neoSTX に変換されたものと推察した。

以上のことから、毒化試験区に対しては、FM 給餌区は無給餌区に比べ、麻痺性貝毒成分除去効果があったものと考えられた。

＜今後の問題点＞

1　FM 飼料に改良を加えて、無給餌区に比べ有意に毒量が減少することを確認する必要がある。

2　今回、マガキについて同様の試験を行ったが、マガキの毒化レベルにおいて個体差が大きく、給餌方法等を検討する必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

1　改良を加えた FM 飼料により、今年度と同じ試験を実施する。

＜結果の発表・活用状況等＞

なし

研究分野	２　食の安全・安心の確保に関する技術開発	**部　名**	漁場保全部
研究課題名	⑴　二枚貝等の貝毒に関する研究 ③　貝毒モニタリング調査		
予算区分	国庫・県単（漁場保全総合対策事業費）		
試験研究実施年度・研究期間	平成26年度～令和５年度		
担当	（主）渡邊 志穂（副）加賀 新之助、瀬川 叡、多田　裕美子		
協力・分担関係	三陸やまだ漁業協同組合、大船渡市漁業協同組合		

＜目的＞

貝類の毒化時期における海況及び水質の変化と貝毒原因プランクトンの出現状況及び貝類の毒化状況を調査することにより、解決策を探るための基礎資料とする。

＜試験研究方法＞

山田湾及び大船渡湾に調査地点を各１点設置し（図１）、気海象、水質、貝毒原因プランクトン量及び貝毒量の変化を調査した。調査期間及び採水層については、表１のとおりとした。貝毒検査の概要は表２に示した。

なお、*Alexandrium* 属の種名については、令和２年３月に国立研究開発法人水産研究・教育機構により提案された表記に従った（「*Alexandrium* 属種名変更の問題と今後の対応について」（http://feis.fra.affrc.go.jp/plankton/douteiirai/alexandriumindex.html））。

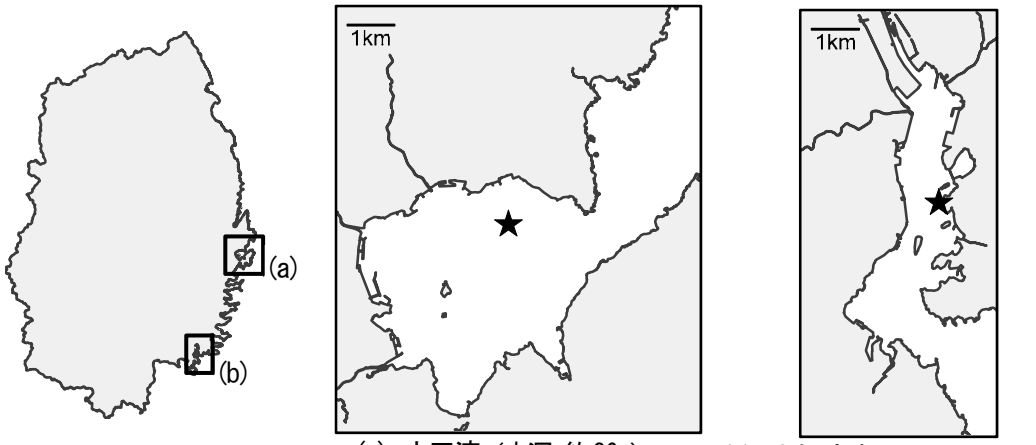


図１　調査地点
（国土地理院の基盤地図情報を背景地図に使用）

表１　調査期間及び採水層

湾名	山田湾	大船渡湾
調査期間	５月から10月まで 延べ18回	４月から翌年３月まで 延べ41回
採水層	０mから20mまで ５mごと５水深	０mから22mまで ２mごと12水深

表２　貝毒検査の概要

湾名		山田湾	大船渡湾
貝毒検体	貝種	ホタテガイ	
	採取水深	10m深付近	
	採取個数	10枚/１検体	
貝毒検査	検査項目	下痢性貝毒	麻痺性貝毒
	検査回数	18回	32回

＜結果の概要・要約＞

図２に山田湾、図３に大船渡湾の推移を示す。

１　山田湾

⑴　下痢性貝毒原因プランクトン

Dinophysis fortii（以下、*D. fortii*）は調査開始日の５月下旬から９月下旬まで断続的に検出されたが、６月下旬までが主要な出現期間とみなされた。最高細胞密度は６月15日の15ｍ深で240 cells/L、水温は11.1℃であった。

Dinophysis acuminata（以下、*D. acuminata*）は調査開始日の５月下旬から９月下旬まで断続的に検出された。最高細胞密度が示されたのは*D. fortii*と同日の同水深で180 cells/Lであった。

⑵　麻痺性貝毒原因プランクトン

Alexandrium catenella（Group I）は調査開始日の５月下旬から６月中旬まで検出された。最高細胞密度は６月１日の15 ｍ深で790 cells/L、水温は11.2℃であった。

At complex（旧）*A. catenella*が検出されたのは10月５日の１採水層のみで、細胞密度は０ ｍ深で10 cells/L、水温は20.3℃であった。

⑶　貝毒量

ホタテガイ可食部あたりの下痢性貝毒量は、期間を通して出荷の自主規制値である0.16 mgOA当量/kg、および監視の強化のための基準値である0.05 mgOA当量/kgを下回った。なお、年度最高値は６月29日に示された0.04 mgOA当量/kgであった。

２　大船渡湾

⑴　下痢性貝毒原因プランクトン

*D. fortii*は５月上旬から８月下旬まで連続して検出された。最高細胞密度は６月11日の14 ｍ深で170 cells/L、水温は12.1℃であった。

*D. acuminata*は10月と11月を除いて概ね年間を通して検出された。最高細胞密度は６月17日の14ｍ深および６月24日の16 ｍ深でともに580 cells/L、水温はそれぞれ11.9℃と13.5℃であった。

⑵　麻痺性貝毒原因プランクトン

Alexandrium catenella（Group I）は調査開始日の４月上旬から６月中旬及び12月下旬から３月下旬まで検出された。最高細胞密度は４月15日の16 ｍ深で106,800 cells/L、水温は8.5 ℃であった。

Alexandrium pacificum（Group IV）は８月中旬から９月上旬まで検出された。最高細胞密度は９月１日の２ ｍ深で2,050 cells/L、水温は23.7℃であった。

⑶　貝毒量

ホタテガイ可食部あたりの麻痺性貝毒量は、調査開始日である４月１日の時点で出荷の自主規制値（４MU/g）を上回る値（140 MU/g）を示していた。年度最高値は４月30日の280 MU/gで、出荷の自主規制値を下回るようになったのは翌年２月５日以降であった。

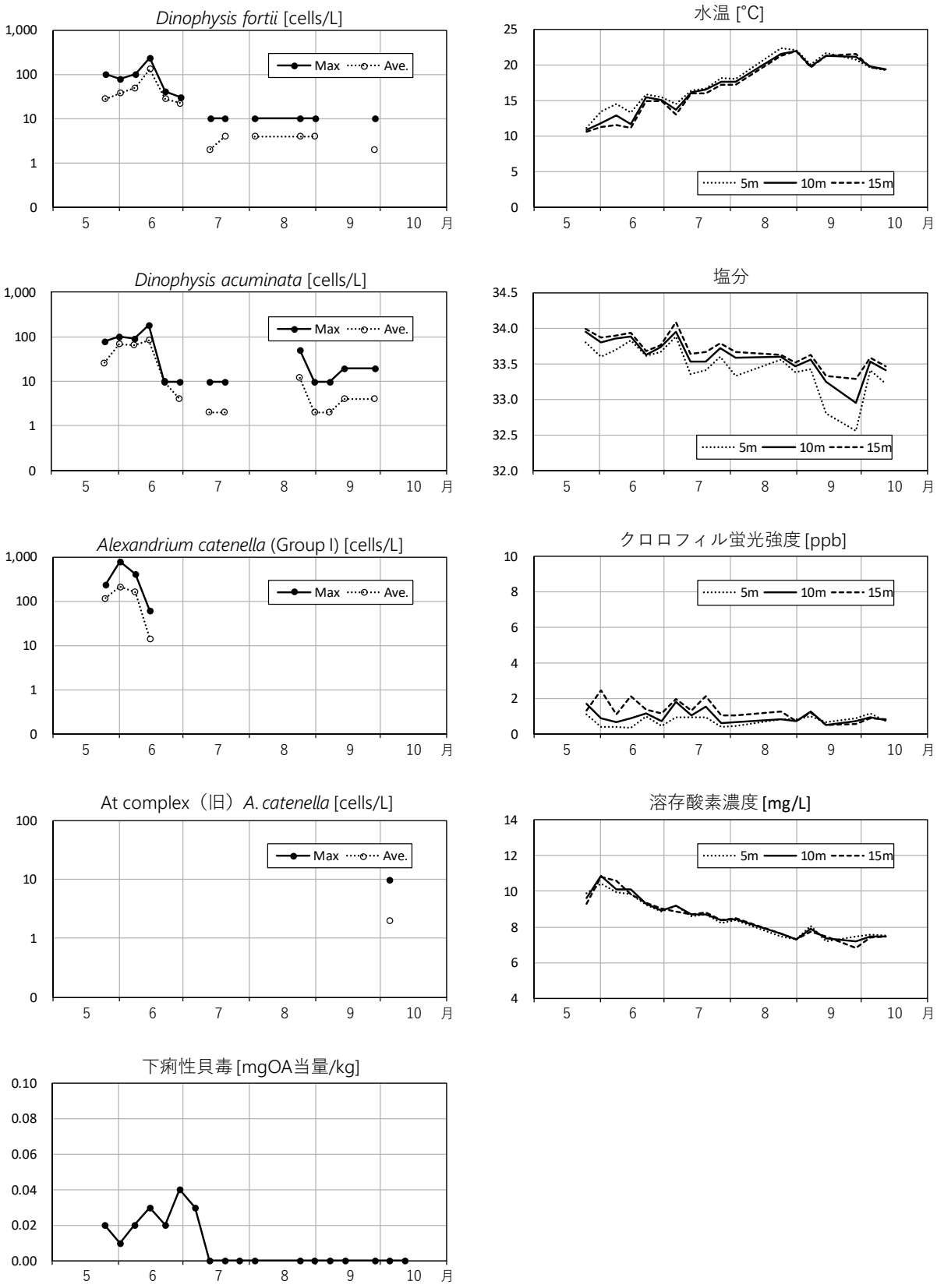


図２　山田湾の推移

（貝毒原因プランクトン細胞密度は水柱最高密度と水柱平均密度を示した）

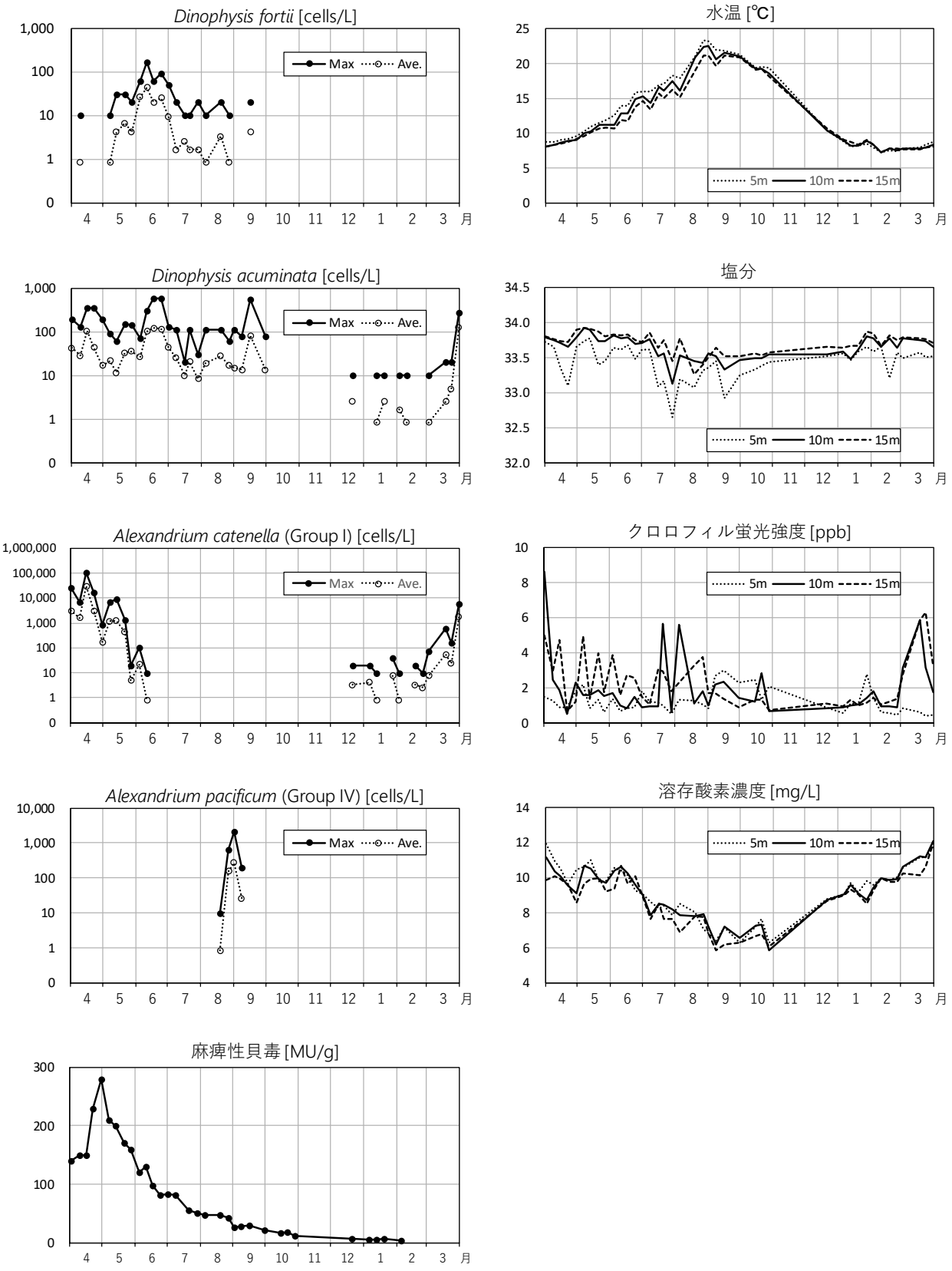


図３　大船渡湾の推移

（貝毒原因プランクトン細胞密度は水柱最高密度と水柱平均密度を示した）

＜次年度の具体的計画＞

山田湾及び大船渡湾において、貝毒原因プランクトンの出現状況とホタテガイの毒化状況の調査を実施する。

＜結果の発表・活用状況等＞

貝毒原因プランクトンの調査結果については、調査終了後に直ちに、県水産振興課、水産部、水産振興センター、県漁連及び関係漁協等に情報提供し、的確な貝毒の監視及び安全な貝類の流通に活用した。

研究分野	３　生産性・市場性の高い産地形成に関する技術開発	**部　名**	漁業資源部
研究課題名	(1)　秋サケ増殖に関する研究		
予算区分	県単（さけ・ます増殖事業）、国庫委託（さけます等栽培対象資源対策事業）		
試験研究実施年度・研究期間	平成24～令和５年度		
担当	（主）清水　勇一、（副）長坂　剛志		
協力・分担関係	水産振興課、国立研究開発法人水産研究・教育機構（水産資源研究所、水産技術研究所）、北海道さけ・ます内水面水産試験場、一般社団法人岩手県さけ・ます増殖協会、北里大学、北海道大学、東京大学、静岡大学、唐丹町漁業協同組合、三陸やまだ漁業協同組合		

＜目的＞

岩手県の秋サケ回帰尾数は、平成８年度をピークに近年低迷しており、回帰尾数減少の原因解明と回復に向けた対策が求められている。

本研究では、確実な種卵確保による増殖事業の推進に資するため、資源変動を把握しながら回帰予測の精度向上を図ることを目的に、放流稚魚の追跡調査と回帰親魚の年齢・魚体サイズ・耳石等に係る調査を行う。また、早急な資源回復に資するため、人為的に関与できる種苗生産・放流技術の改良と普及を目的に、沿岸の高水温化に対応した放流時期やサイズの検討、環境変化に強い種苗を生産するための飼育環境や餌料、系統の検討を行うとともに、稚魚放流後の初期減耗を緩和するための海水馴致放流等の技術開発を行う。

＜試験研究方法＞

１　岩手県沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況

岩手県沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況を明らかにするため、漁業指導調査船「岩手丸」（以下、岩手丸）により表層トロール網（ニチモウ製LCネット、袖網間隔10m、袖口高さ７m）を用いて採集調査を実施した。表層トロールは、３ノットで30分間曳網し、採捕尾数と曳網面積から分布密度を算出した。採集調査と併せて、CTD（シーバード社 SBE9plus）による水温・塩分の測定とノルパックネットによる動物プランクトンの採集を行った。調査点は、野田湾、宮古湾、山田湾、大槌湾、釜石湾、唐丹湾及び吉浜湾の各湾口付近の７地点並びに八木、黒埼、熊の鼻、閉伊埼、トドヶ埼及び尾埼の６地点の距岸距離５マイル以内の沿岸海域とした。

２　親魚の回帰状況

県内の沿岸河川のうち、片岸川、織笠川及び津軽石川にそ上した親魚については、それぞれの河川で盛期を中心に雌雄各600尾程度を目安に魚体測定と年齢査定を行ったほか、各河川の雌100尾については、繁殖形質（孕卵数等）を測定した。なお、その他の河川については、（一社）岩手県さけ・ます増殖協会が、そ上したサケ親魚から雌雄約２万尾の鱗を採取し、年齢査定を行った。

３　秋サケ回帰予測

令和２年度の回帰尾数は、令和元年度と同様に、２歳魚及び２歳魚との相関が弱い３歳魚の予測については県沿岸域の幼稚魚分布密度を用い、４歳魚以上の予測にはシブリング法を用いて予測した。また、各河川の予測には河川ごとにシブリング法を用い、各河川の年齢組成・資源変動を反映した予測としたほか、時期別に回帰効率を補正した。なお、分布密度と３年後の４歳魚の回帰尾数には、有意な正の相関関係がある（平成29年年報で報告）。

４　サケ大規模実証試験施設での種苗生産・放流技術の開発

令和２年級は、最適餌料の探索試験、遊泳力強化手法の検討試験、適期適サイズ放流の検討試験を行うとともに、平成 30 年級及び令和元年級と同様に北上川水系の卵を用いた高温耐性試験を行った。各試験区について、成長、遊泳力、飢餓耐性により飼育稚魚を評価した。なお、沿岸滞泳期における分布と成長を把握するため、高温耐性試験を除く試験区において個別の耳石温度標識を施標して放流し、沿岸域での追跡調査を行った。

⑴ 令和元年級（令和２年春放流）稚魚の追跡調査

令和元年級の試験魚を放流後、山田湾、唐丹湾及び釜石湾において、漁業指導調査船「北上丸」（以下、北上丸）による火光利用敷網を用いた追跡調査を行い、採捕数を各試験区で比較した。なお、これまでに大規模実証試験施設で標識放流した試験区を表１に示した。

表１　大規模実証試験施設で実施した試験（平成 26～令和２年級）

年級	実施試験	試験設定		
平成26	密度	低密度10kg/m^3	通常密度20kg/m^3	高密度30kg/m^3
平成27	密度	低密度15kg/m^3	通常密度20kg/m^3	高密度25kg/m^3
平成28	餌料	サケEPC区	サケDPC区	マスEPC区
平成29	餌料	サケEPC区	海産魚用EPC区	マスEPC区
平成30	餌料	サケEPC区	乳酸Ca区	
	密度	低密度10kg/m^3	通常密度20kg/m^3	高密度50kg/m^3
	移入	北上水系砂鉄川	沿岸河川片岸川	
	流速強化	流速強化区2cm/s	対照区0.5cm/s	
令和元	餌料	サケEPC区	アスタキサンチン添加区	オイル添加区
	流速強化	流速強化区2cm/s	対照区0.5cm/s	
	移入	北上水系砂鉄川	沿岸河川片岸川	
	大型稚魚放流	3～4g放流		
令和2	餌料	アスタキサンチン添加区	オイル添加区	
	流速強化	流速強化区2cm/s	対照区0.5cm/s	
	移入	北上水系砂鉄川	沿岸河川片岸川	
	大型稚魚放流	4g以上放流		

⑵ 令和２年級（令和３年春放流）稚魚の飼育試験

大規模実証試験施設の飼育池に各河川からの発眼卵又は受精卵を収容した。飼育はサケ・ふ化飼育管理の手引（平成 20 年度版）に従った。餌料にはサケ EPC（日清丸紅飼料株式会社製）を用い、ライトリッツの給餌率表に従って給餌した。飼育水には大規模実証試験施設の井戸水（水温 10～11℃）を用いた。

ア　最適餌料の探索

県内の標準餌料であるサケ EPC にアスタキサンチンオイル（バイオジェニック株式会社製：アスタビオ AR-F、令和元年級試験の追試として設定）をフィードオイル（A オイル S16）で 10 倍希釈し、希釈溶液を重量比で５％添加したものを給餌する BG アスタキサンチン添加区、フィードオイルを５％添加したオイル添加区（対照試験区として設定）及び総カロテノイド-アスタキサンチン混合液（サイエンテック株式会社製：アスタアップ®（アスタキサンチン含有量 85～93%））をフィードオイルで 25 倍希釈し、希釈溶液を重量比で５%添加したものを給餌する ST アスタキサンチン添加区の３試験区を設定した。ST アスタキサンチン添加区及びオイル添加区には令和２年 12 月２日採卵群（山形県産）各 20 万粒、BG アスタキサンチン添加区には令和２年 12 月 11 日採卵群（片岸川産）10 万粒を用いた。

試験中は概ね１週間毎に 30 尾（放流時は 100 尾）の尾叉長と体重を測定した。また、健苗性を検討するため、概ね１週間毎に５尾の血液中の血糖値をワンタッチベリオビュー（ジョンソンエンドジョ

ンソン株式会社製）を用いて測定した。

また、池出し直後、魚体重１ｇ台時点及び放流直前のサケ稚魚について、稚魚１尾を直径34㎜の円形パイプ型水槽（スタミナトンネル、有限会社タカツ産業社製）に封入し、ポンプにより水流を起こし強制的に遊泳させることで、遊泳力を測定した。持続遊泳力については５尾、瞬発遊泳力については20尾を測定した。持続遊泳力は、10cm/secから１分間に１cm/secずつ流速を強め、遊泳できなくなった時点の流速とした。瞬間遊泳力は、10cm/secから１秒に1cm/secずつ流速を強め、遊泳できなくなった時点の流速とした。

さらに、放流直前の稚魚を用いて飢餓耐性試験を実施した。水産技術センターの種苗棟水槽内のカゴ（50cm×30cm×60cm）に各試験区400尾を無作為かつ均等になるよう２群に分けて搬入し、海水かけ流しで飼育した。１群は無給餌での飼育とし、もう１群は饑餓による死亡を明確にするために飽和量給餌での飼育とした。試験期間中は１日ごとに死魚を計数し、生残率が50%を下回った時点で試験終了とした。試験終了時には、各群の稚魚概ね100尾の尾叉長及び体重を測定した。

イ　遊泳力強化方法の検討（さけます等栽培対象資源対策事業）

試験区は、流速強化区(流速約２cm/sec)と対照区(同約0.5cm/sec)の２つとし、令和２年12月14日採卵群（片岸川産）を８万粒ずつ２群に分けて飼育した。流速強化区では、飼育池の排水部に取り外し式のポンプを取り付け、注水部へと戻すことで流速を強化し、昼間の12時間（６時～18時）を流速２cm/secの強化行程、夜間（18時～翌朝６時）を流速0.5cm/secの安息行程として飼育した。また、アと同様に成長比較、遊泳力測定及び飢餓耐性試験を行った。

ウ　適期適サイズ放流の検討（大型稚魚放流）

サイズを重視した放流を検討するため、前年度と同様に、放流適期外の６月まで飼育を行い、４ｇ以上の大型稚魚を放流した。なお、添加餌料の効果を追試するため、通常のサケEPC餌料（対照区）、アスタキサンチン（アスタアップ®）添加餌料（STアスタキサンチン添加区）及びフィードオイル添加餌料（オイル添加区）での飼育を行った。STアスタキサンチン添加区及びオイル添加区には令和２年12月16日採卵群（片岸川産）各6.7万粒、対照区には令和２年12月19日採卵群（片岸川産）及び21日採卵群（片岸川産）5.6万粒を用いた。また、アと同様に成長比較、遊泳力測定及び飢餓耐性試験を行った。

エ　高温耐性試験

高水温耐性を有すると想定される北上川水系の砂鉄川と、対照区として沿岸の片岸川から大規模実証試験施設に受精卵を移入した。砂鉄川産は令和２年11月12日及び13日採卵群５万粒、片岸川産は令和２年11月14日採卵群15万粒を用いた。

平成30年級の砂鉄川及び片岸川産稚魚について、水温によるストレス反応に関与し、高温耐性の指標とされるヒートショックプロテイン（HSP）遺伝子を分析したところ、高水温区（18℃で飼育）において、HSPファミリーの一部である*hsp30*と*hsp47*について、砂鉄川産が片岸川産より高く発現していた（令和元年年報報告）。令和元年級においては、１日ごとに飼育水温を上昇させる長期高温耐性試験を実施した。令和２年級では、令和元年級と同様にHSP遺伝子の発現解析及び長期高温耐性試験を実施したほか、砂鉄川産の高温耐性の有無をより正確に判断するため、高水温に即座に投入し、その反応を確認する短期高温耐性試験を追加した。

また、平成30年、令和元年及び令和２年度に実施した各稚魚の特徴把握試験の追試として、アと同様に成長比較、遊泳力測定及び飢餓耐性試験（魚体重１ｇ台時点及び放流直前）を実施した。

①　発生比較

受精卵各100粒を、砂利を敷いたカゴ（30cm×20cm×５cm）に播き、ふ化開始時の積算水温を比較した。また、両河川親魚の交配による子孫（以下、交雑種）の形質について調査するため、砂鉄川及び片岸川産親魚の交配（片岸川 雌×砂鉄川 雄）により交雑種を作出し、同様に比較した。

②　短期高温耐性試験

砂鉄川及び片岸川産稚魚を原水温（約 11.0℃）から 26.5℃の水中に投入し（５尾投入×10 回試行）、通常遊泳の状態から魚体が転覆し通常遊泳が不可能となるまでの時間（平衡喪失時間）を測定した。また、HSP 遺伝子の発現を測定するため、試験後の各河川稚魚及び両河川の交雑種 10 個体について、尾叉長及び体重を測定後、筋肉と脳を RNAlater（Qiagen 社製）に浸漬して４℃で一晩インキュベートした後、－80℃で保存した。

③　長期高温耐性試験

砂鉄川、片岸川、気仙川及び田老川由来の稚魚並びに交雑種２種（片岸川 雌 × 砂鉄川 雄及び田老川 雌 × 気仙川 雄）について、原水温区（約 11.0℃）と昇温区（12.0～26.0℃）に分け、概ね 60 尾ずつ容器（74cm×44cm×35cm）内で給餌飼育（魚体重 2.5%、１日につき午前中に１回）した。昇温区の水温は 12℃から開始し、最高設定水温（26℃）まで１日に２℃ずつ上昇させ、各水温における生残率を確認した。また、HSP 遺伝子の発現を測定するため、試験開始前、開始後１日目、３日目、５日目、７日目及び８日目に、各試験区概ね 10 尾ずつ尾叉長及び体重を測定後、筋肉と脳のサンプリングを行い、②と同様の手順で保存した。なお、昇温区において生存個体が３尾未満となった時点で試験を終了した。

④　令和元年級サケ稚魚の HSP 遺伝子の発現解析

令和元年級の砂鉄川及び片岸川由来の稚魚について、静岡大学においてリアルタイム定量 PCR 法により、HSP 遺伝子の発現解析を行った。各稚魚を原水温区（約 11.0℃）、高水温区（約 18.0℃）及び生存限界水温区（約 23.0℃）に暴露して飼育し、試験開始前、開始後６時間、３日目及び７日目に筋肉と脳のサンプリングを行い、②と同様の手順で保存した。また、予備実験として、安家川産令和元年９月 17 日採卵群（早期回帰群）由来の稚魚についても、同様に解析を行った。

５　令和元年級（令和２年春放流）の海中飼育試験（さけます等栽培対象資源対策事業）

試験は山田湾において、三陸やまだ漁業協同組合と連携して実施した。個別の耳石温度標識を施標した河川放流群、短期海中飼育群、通常海中飼育群及び改良大目網海中飼育群の４試験群を設定し、それぞれ 40 万尾を飼育試験に用いた。短期海中飼育群は、通常１ヶ月程度海中生簀で飼育する期間を２週間（1/2）に短縮して放流する試験群である。改良大目網海中飼育群は、通常の海中飼育網と１寸目にイセを入れて目合をつぶした飼育網（イセ大目網）を結合した、２段式の海中飼育生簀（図１）を用いて飼育した試験群であり、海中飼育開始時は通常の目合いで飼育を行い、１ヶ月が経過した時点で大目網部分を海中に落網することで、潮通しの改善による飼育環境の改善と一部小型稚魚の逃避により、適正密度での飼育による健苗性向上を目的としている。

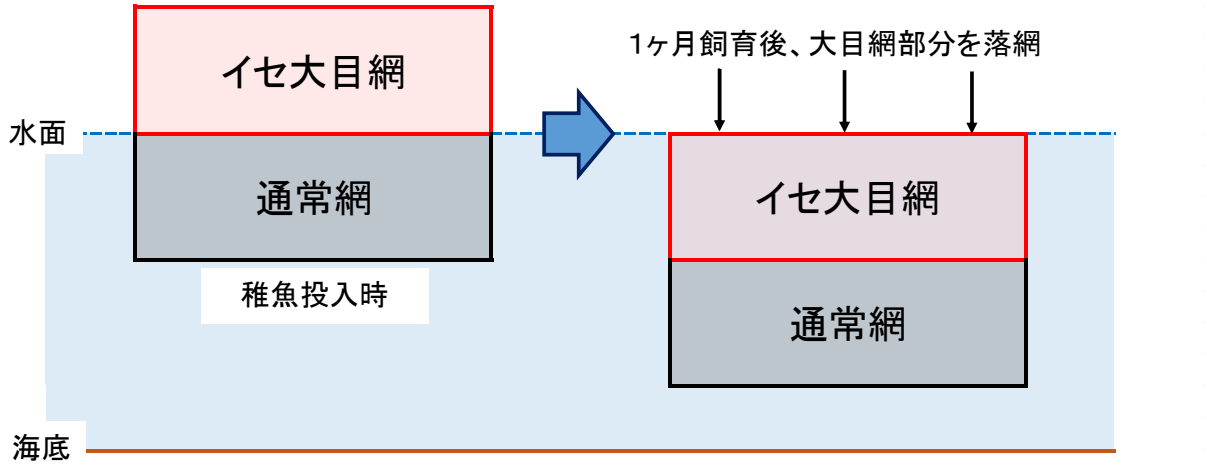


図１　改良大目網海中飼育群の飼育模式図

各海中飼育群については、令和２年３月 23 日より山田湾の海中生簀において海中飼育を開始した。各成長段階における各試験群の尾叉長と体重を測定したほか、４⑵アと同様の手順で、池出し直後及び海中飼育開始直後並びに各成長段階におけるサケ稚魚の遊泳力を測定した。また、各成長段階において、一部の稚魚を-80℃で凍結保存し、北里大学にて筋肉及び肝臓中のトリグリセリドとグリコーゲン含有率を測定した。

放流後は、北上丸による火光利用敷網調査及び船外機船によるまき網調査により、稚魚の追跡を行った。

＜結果の概要・要約＞

１　岩手県沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況

令和２年春季（令和元年級）の調査では、前年度調査（平成 30 年級）と同様に、分布密度は０尾/㎢となった。（図２）

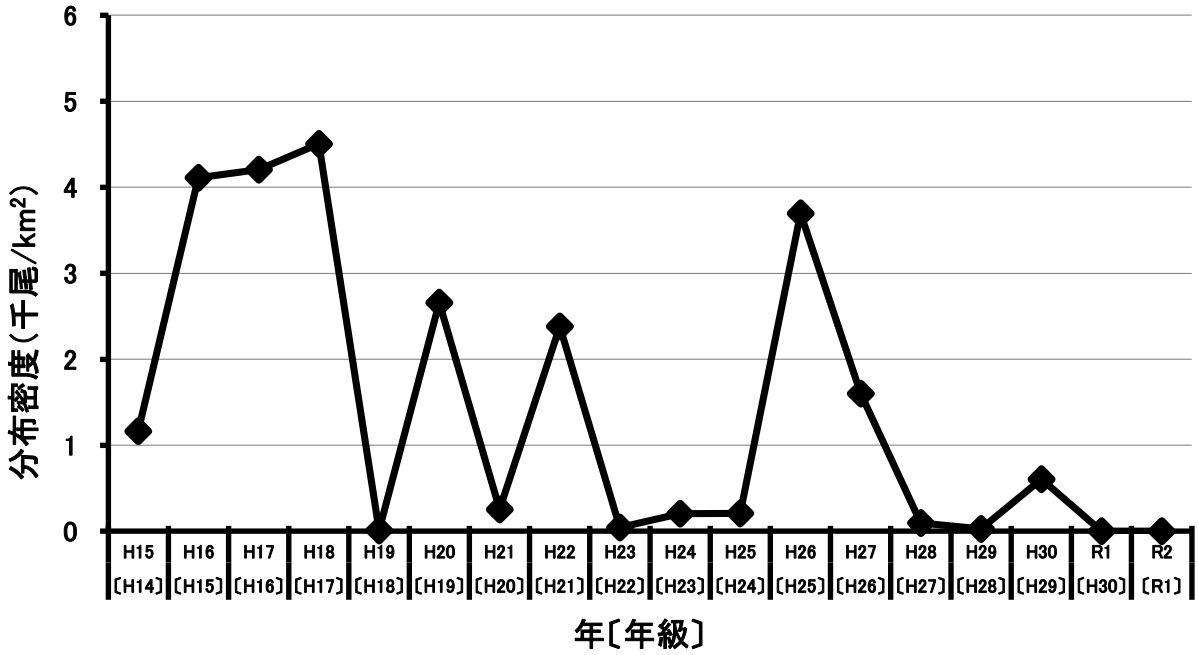


図２　表層トロール調査によるサケ幼稚魚分布密度の経年変化

２　親魚の回帰状況

⑴　令和２年度の回帰状況

令和２年度の沿岸漁獲（海産親魚捕獲含む）及び河川捕獲を合わせた回帰尾数は 591 千尾（令和元年度 765 千尾、対前年比 77.2%）となり、昭和 50 年以前のレベルまで減少した（図３）。また、目立った回帰のピークは見られなかった。

回帰尾数の内訳は、沿岸漁獲が 436 千尾（対前年比 71.1%）、河川捕獲が 106 千尾（対前年比 92.6%）、海産親魚捕獲が 50 千尾（対前年比 127.6%）であり、河川そ上率は 17.9%と前年度の 14.9%を上回った。

地区別漁獲割合では、平成 25～27 年度の平均放流割合（県北：県央：県南＝25：44：31）に対し、県北の漁獲割合は 46%（平均放流割合の約 1.8 倍）と高く、県南は 18%（平均放流割合の 58%）と低く、平成 27 年以降県北偏重の同様の傾向となった（図４）。

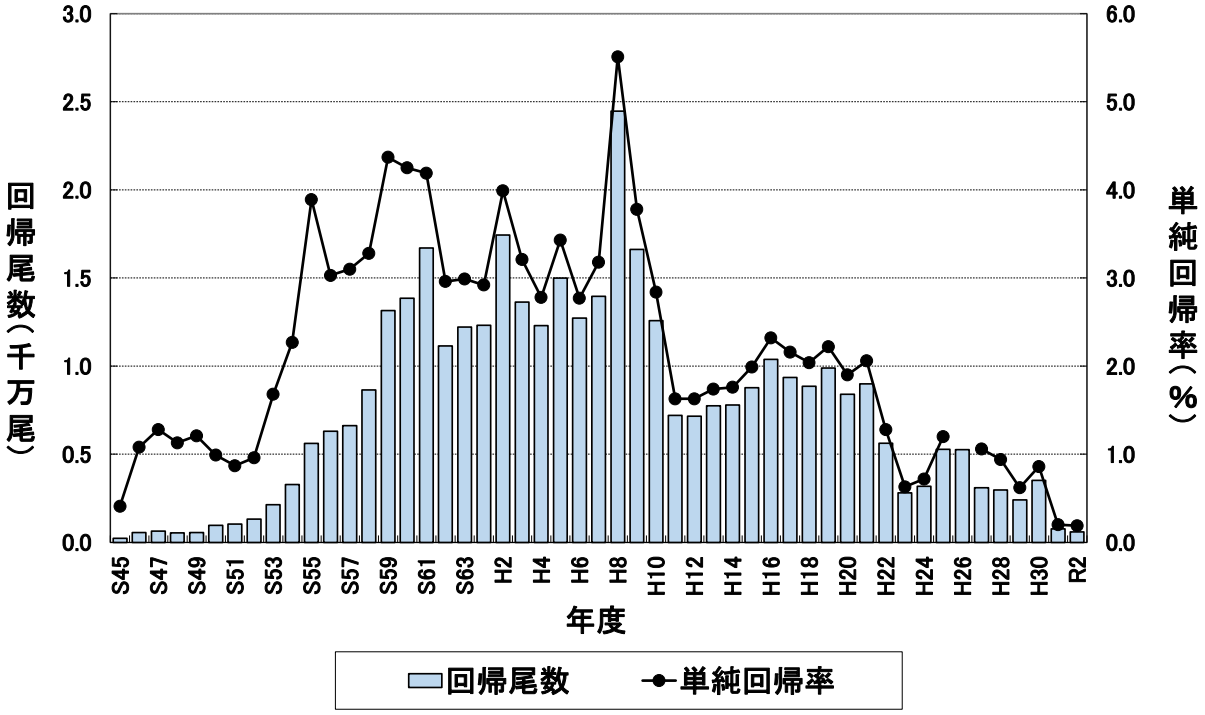


図３　年度別回帰尾数と単純回帰率

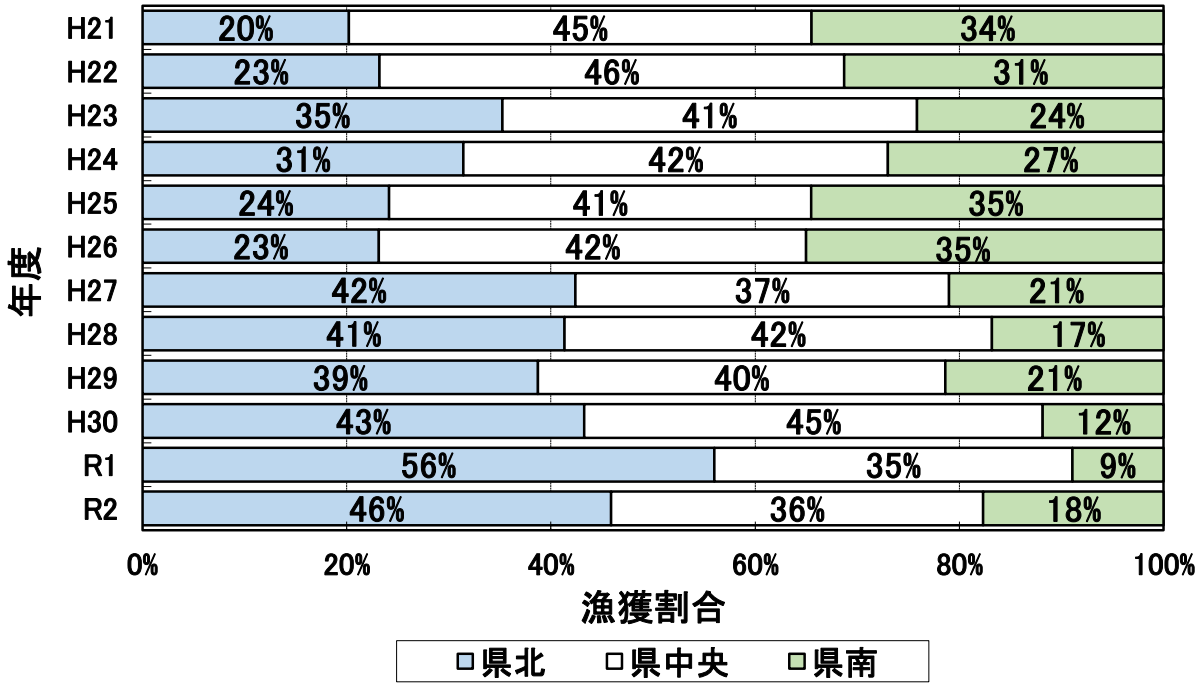


図４　地区別漁獲割合の推移

県北：種市～普代市場　県中央：田野畑～船越市場　県南：大槌～大船渡市場

⑵　年齢構成、体サイズ及び繁殖形質調査結果

県全体における回帰親魚の年齢組成は、主群を占める４歳魚の割合が著しく高くなった（図５）。片岸川、織笠川及び津軽石川に回帰した雌４年魚の体重は、前年を下回った（図６）。

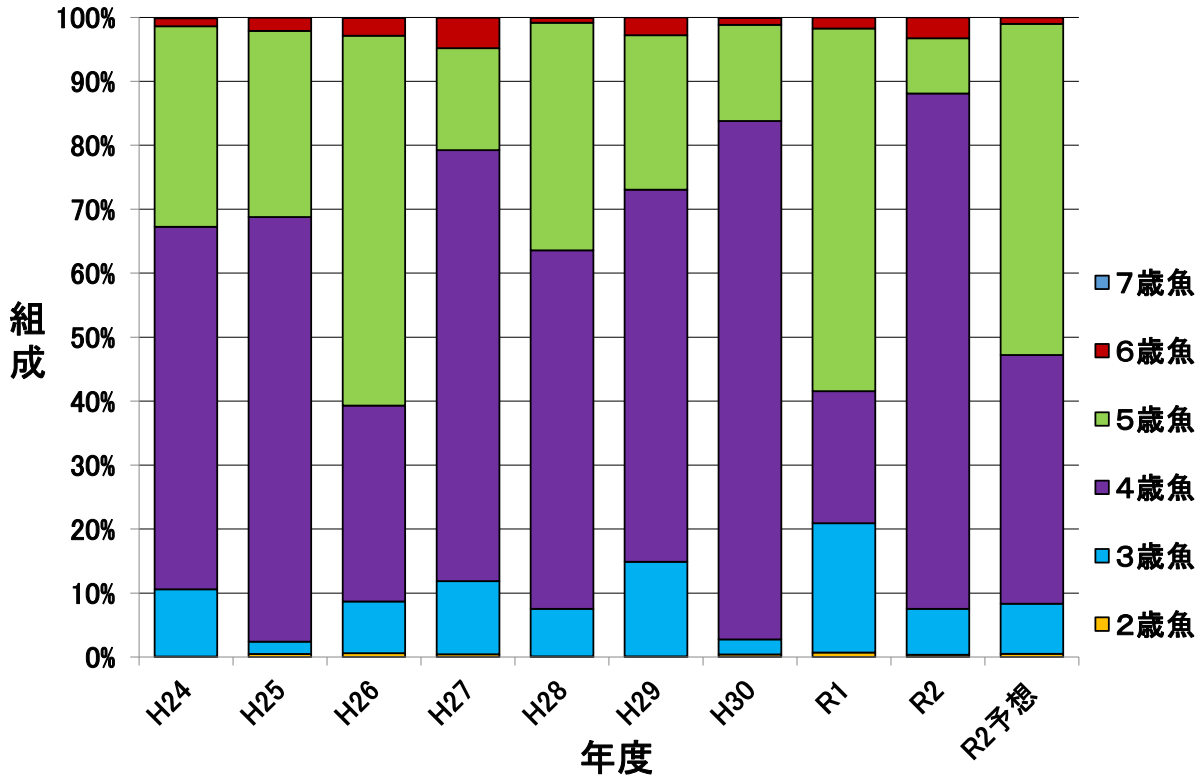


図５　年度別県全体の年齢組成

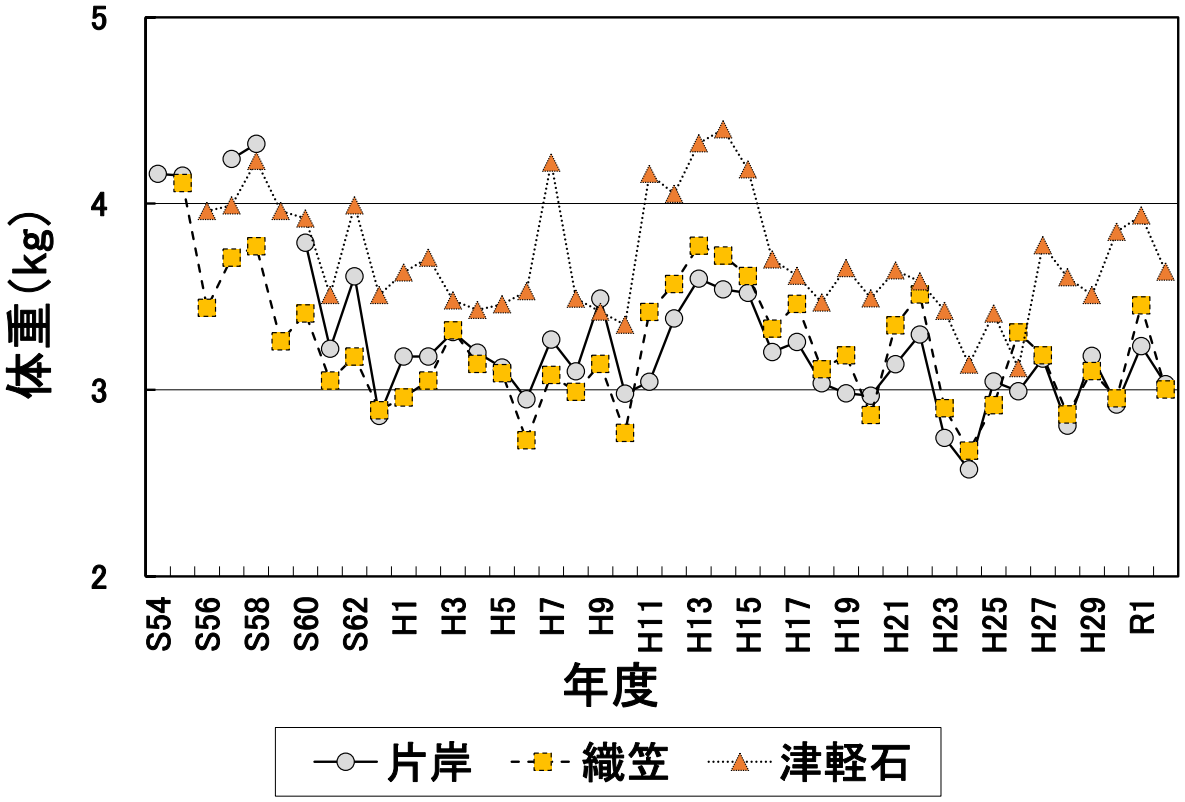


図６　片岸川、織笠川及び津軽石川における回帰親魚の平均体重の経年変化

４年魚の平均孕卵数は、片岸川では2,954粒（平成８～令和２年の平均値2,850粒）、織笠川では2,278粒（同2,729粒）、津軽石川では2,865粒（同3,031粒）であり、片岸川で前年度よりも増加したが、津軽石川及び織笠川で減少した（図７）。なお、織笠川４年魚の平均孕卵数は過去最低となった。

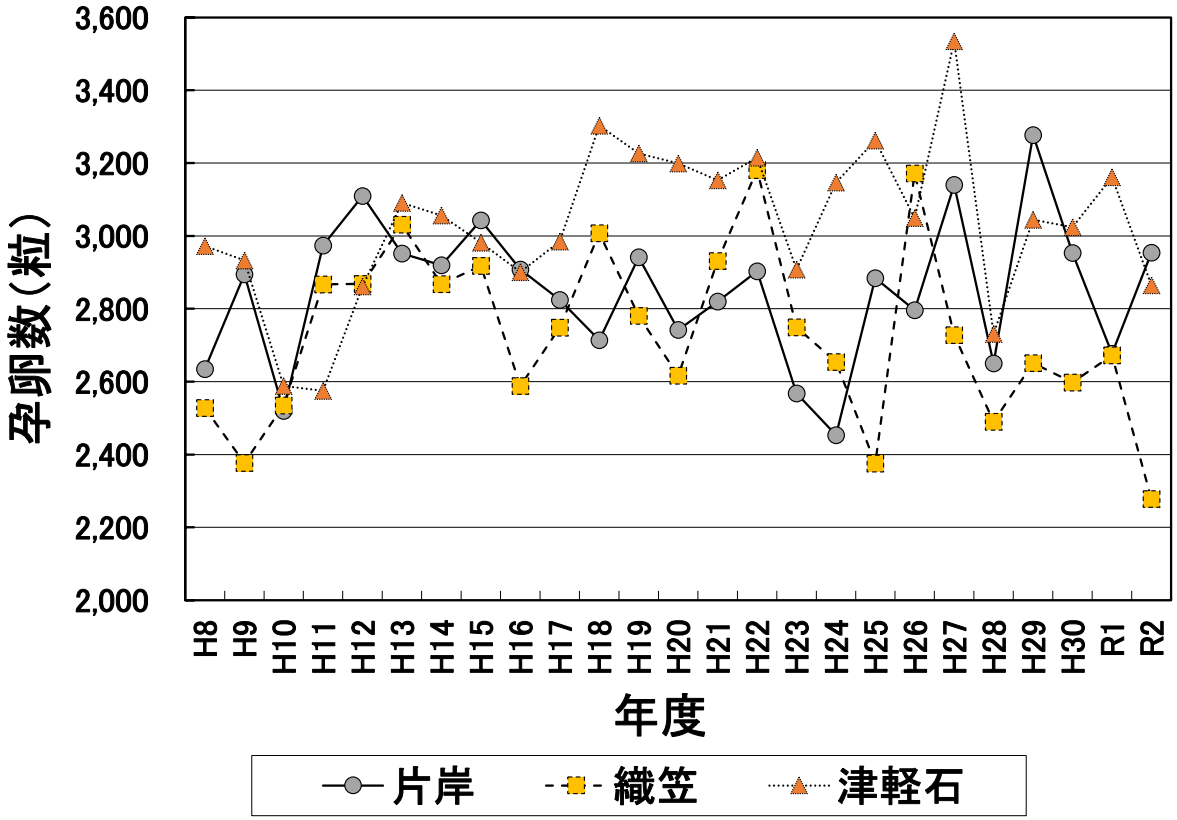


図７　片岸川、織笠川及び津軽石川における孕卵数の経年変化

３　秋サケ回帰予測

令和２年度の予測尾数は中央値1,948千尾であったが、漁期を通して予測下限値を下回り、回帰実績は591千尾と予測値を大きく下回った（図８）。

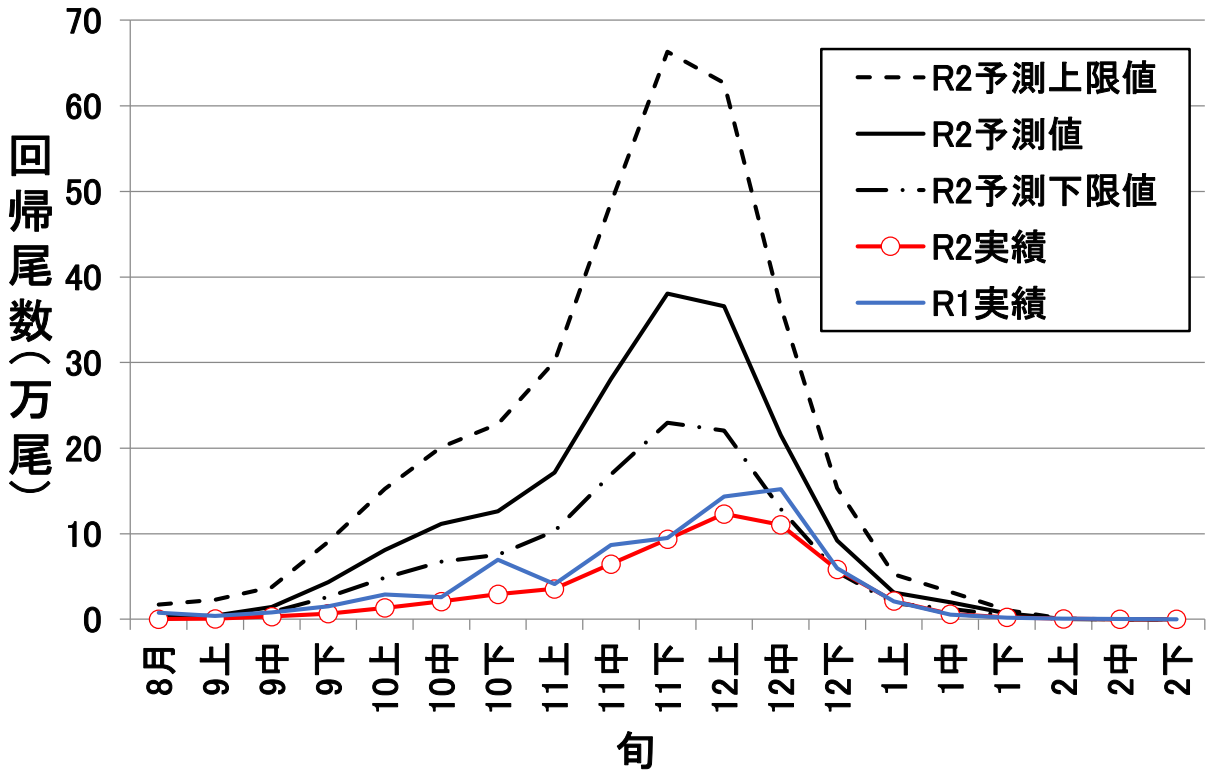


図８　海面及び河川における回帰の予測値と実績値

４　サケ大規模実証試験施設での種苗生産・放流技術の開発

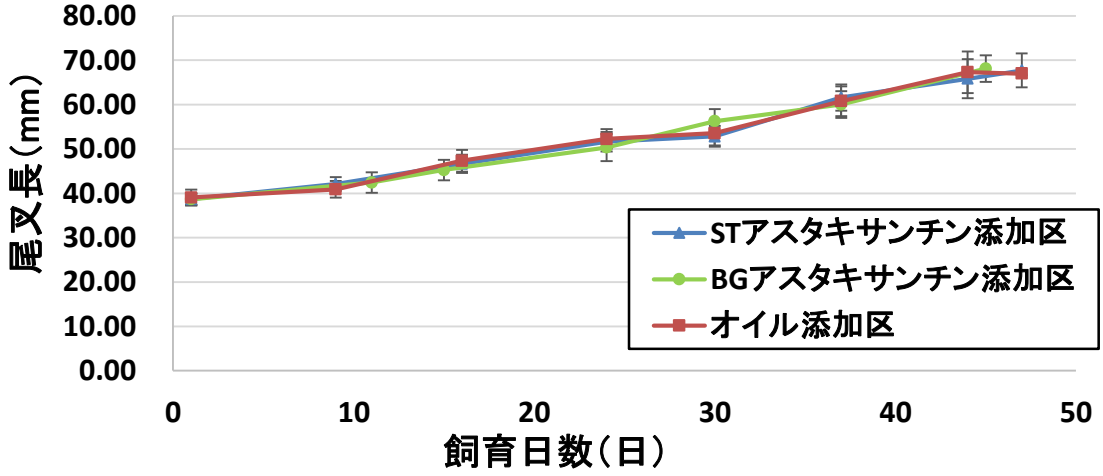
⑴　令和元年級（令和２年春放流）稚魚の追跡調査

令和２年３月 26 日から５月 24 日までの期間に、1,081 尾のサケ幼稚魚を採捕し、そのうち 367 尾が耳石温度標識魚であった。標識種類毎の採捕数は、アスタキサンチン添加区 54 尾（採捕率 0.0284%）、フィードオイル添加区 61 尾（同 0.0321%）、遊泳力強化区 19 尾（同 0.0146%）、低密度飼育区９尾（同 0.0069%）と試験区間で明確な違いは見られなかった。なお、サケ大規模実証試験施設で放流した稚魚以外の標識魚が 224 尾採捕され、うち 125 尾は山田湾で実施した海中飼育試験の稚魚であった。

⑵　令和２年級（令和３年春放流）稚魚の飼育試験

ア　最適餌料の探索

飼育開始から終了までの尾叉長及び体重は、アスタキサンチン添加区とオイル添加区で、同程度で推移した（図９）。



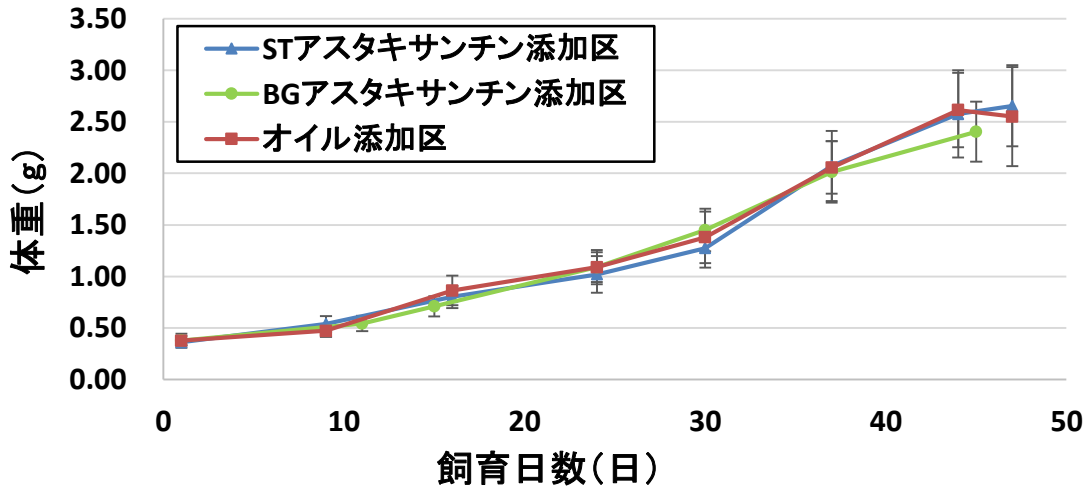


図９　各試験区における平均尾叉長及び体重の推移

いずれの試験区も飼育試験中の稚魚の状態は良好であり、血糖値は100mg/dL前後で推移した（図10）。

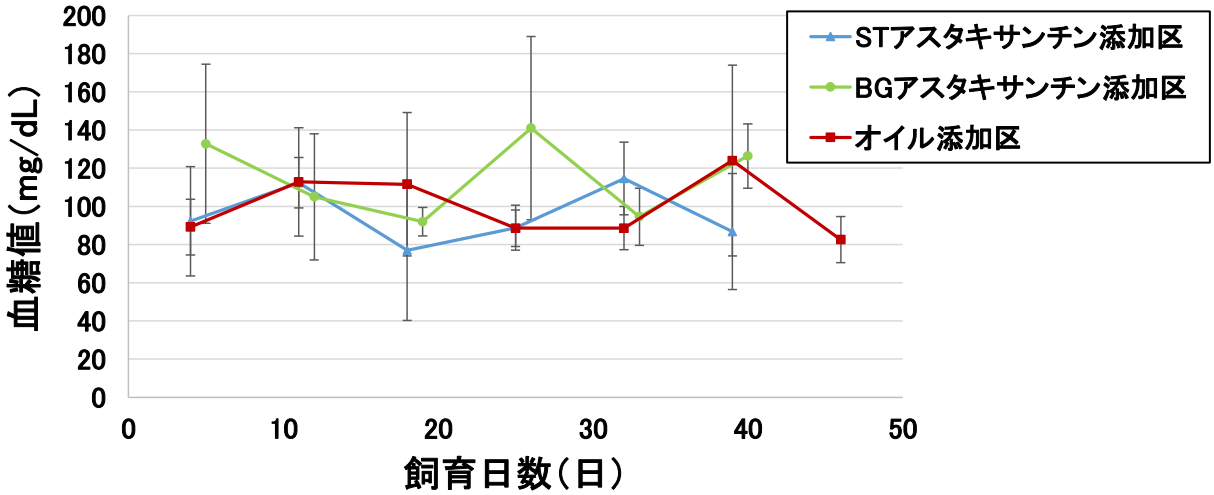


図 10　各試験区における平均血糖値の推移

各試験区の遊泳力は、令和元年度と同様に、飼育日数の経過とともに持続・瞬間遊泳力が上昇する傾向が見られた（図 11）。また、各試験区間で遊泳力に差は見られなかった。

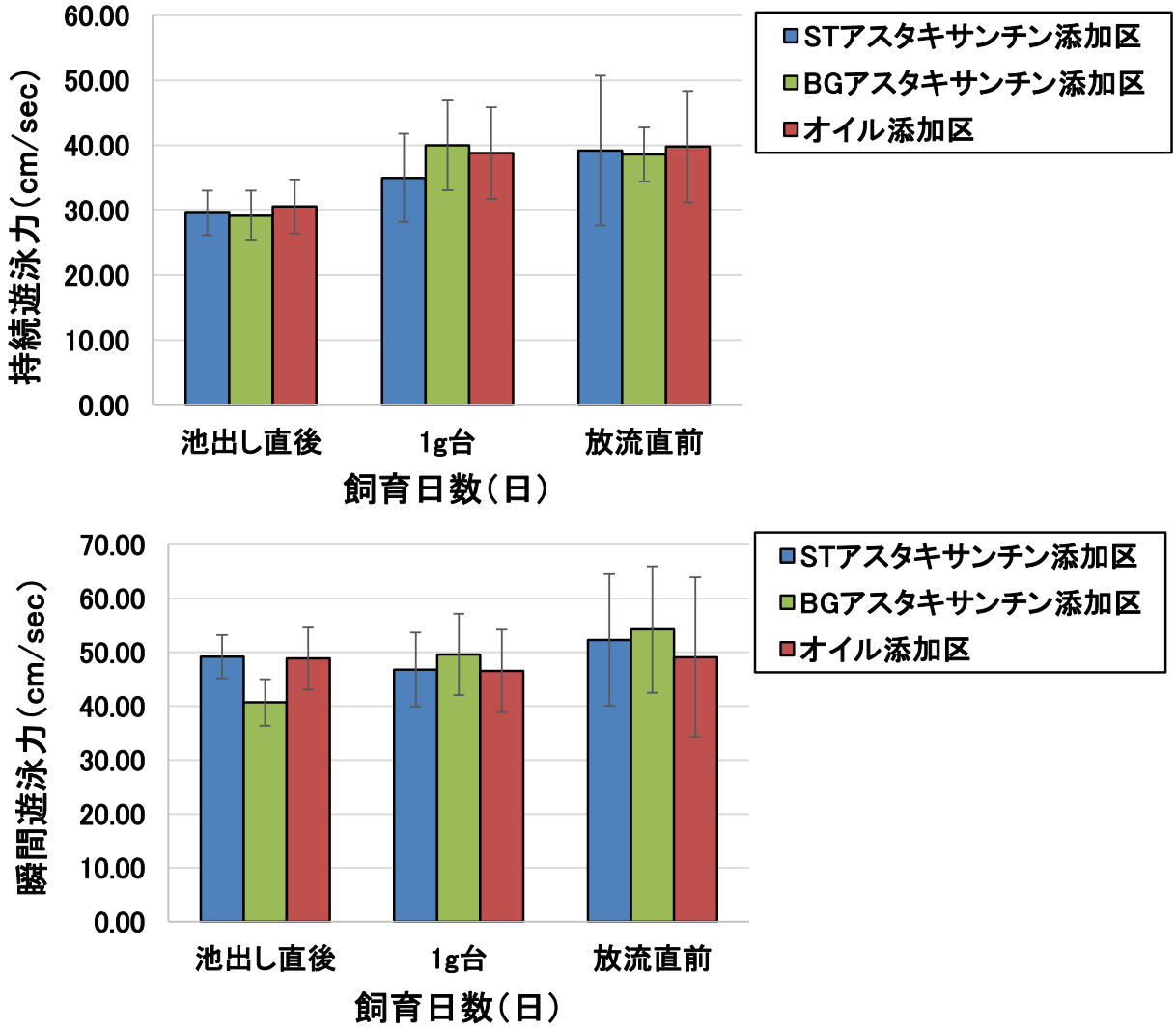


図 11　各試験区における持続・瞬間遊泳力の推移

飢餓耐性試験を実施したところ、各試験区の無給餌群とも試験開始から 18～19 日で生残率が 50%を下回った（図 12）。なお、給餌群については、飼育期間中の生残率は 100%であった。

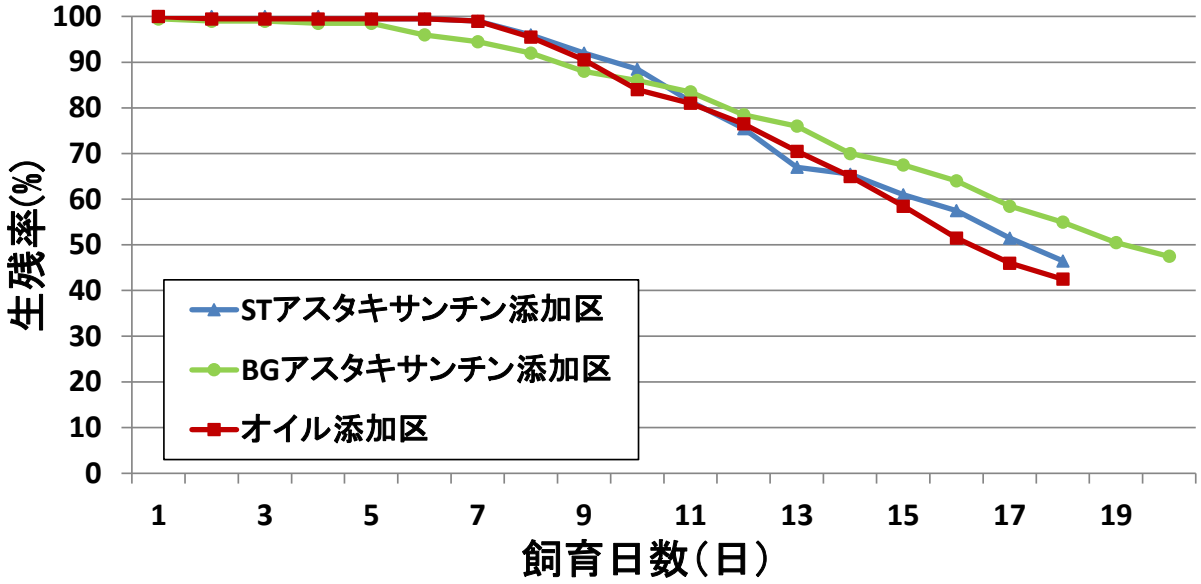


図 12　各試験区の無給餌飼育における生残率の推移

表２　各試験区の飢餓耐性試験の試験期間、日数及び水温

	試験期間	試験日数	水温
STアスタキサンチン添加区	R3.4.12～4.29	18	9.7～11.0℃
BGアスタキサンチン添加区	R3.4.30～5.19	19	10.0～12.9℃
オイル添加区	R3.4.12～4.29	18	9.7～11.0℃

表３　各試験区の無給餌飼育開始時と終了時の尾叉長、体重及び肥満度

試験群		無給餌区 尾叉長(mm)	体重(g)	肥満度	給餌区 尾叉長(mm)	体重(g)	肥満度
STアスタキサンチン添加区	開始	67.72	2.66	8.52	67.72	2.66	8.52
	終了	65.64	2.09	7.37	78.53	4.33	8.89
	増減率(%)	97	79	86	116	163	104
BGアスタキサンチン添加区	開始	66.97	2.55	8.43	66.97	2.55	8.43
	終了	64.61	1.95	7.04	77.43	4.17	8.95
	増減率(%)	96	77	84	116	163	106
オイル添加区	開始	68.12	2.40	7.60	68.12	2.40	7.60
	終了	64.98	1.81	6.52	73.87	3.52	8.68
	増減率(%)	95	75	86	108	146	114

イ　遊泳力強化方法の検討（さけます等栽培対象資源対策事業）

飼育開始から終了までの尾叉長及び体重は、令和元年度と同様に、流速強化区と対照区で同程度の推移を示した（図 13）。

血糖値については、飼育 20 日目までは流速強化区の方が高い傾向があったが、26 日目以降は同様の推移を示し、30～40 日目に 140～150mg/dL 前後の高い値を示した後、47 日目に 60mg/dL 前後まで低下した（図 14）。

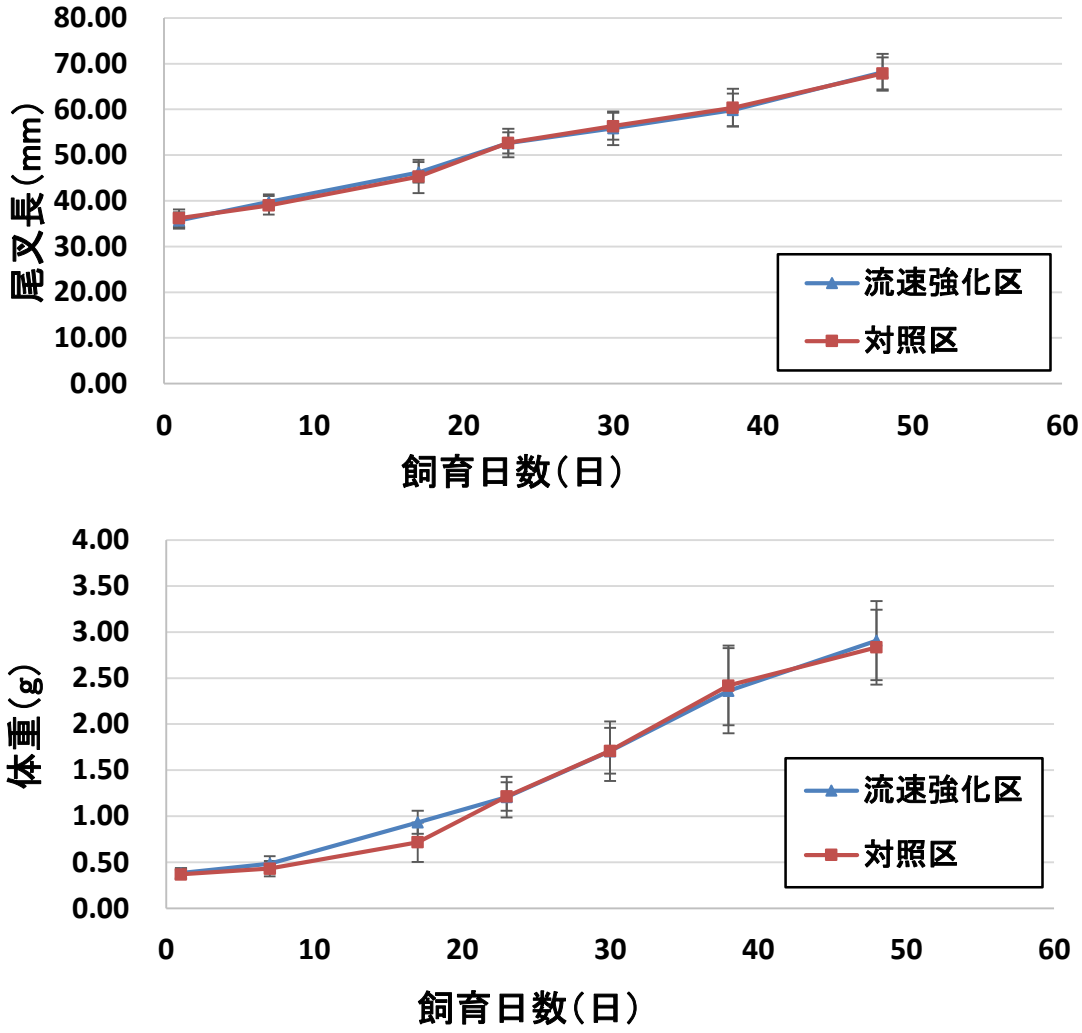


図 13　各試験区における平均尾叉長及び体重の推移

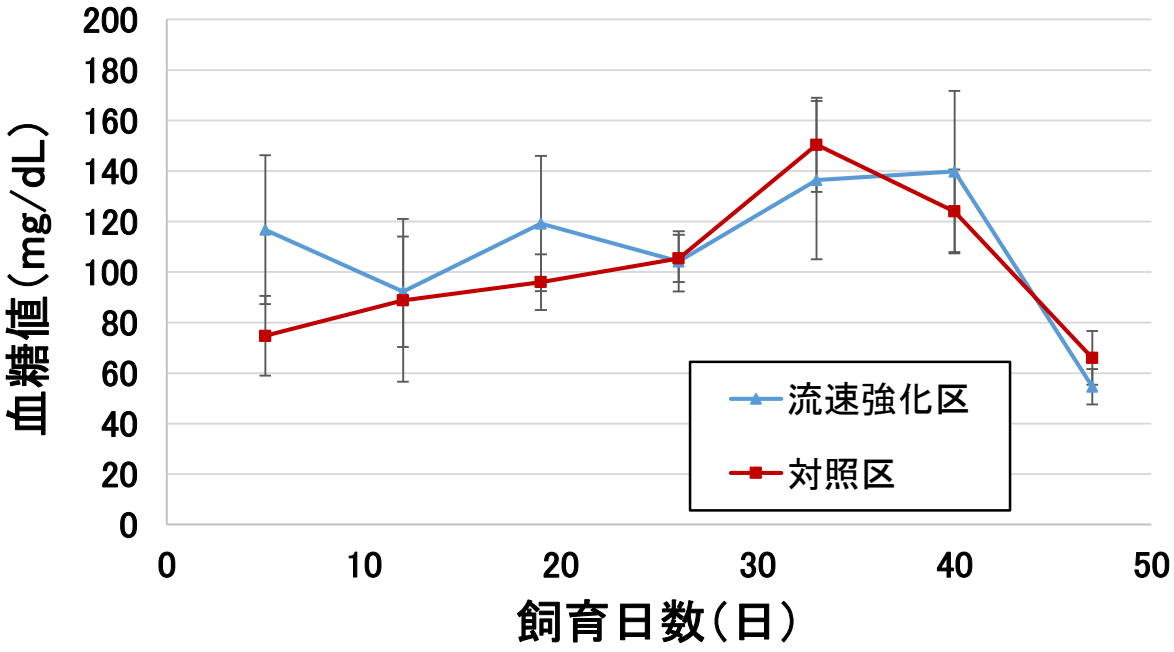


図 14　各試験区における平均血糖値の推移

遊泳力は持続・瞬間遊泳力ともに流速強化区と対照区で同程度の推移を示し、飼育 26 日目までは増加傾向、それ以降は低下傾向を示した（図 15）。

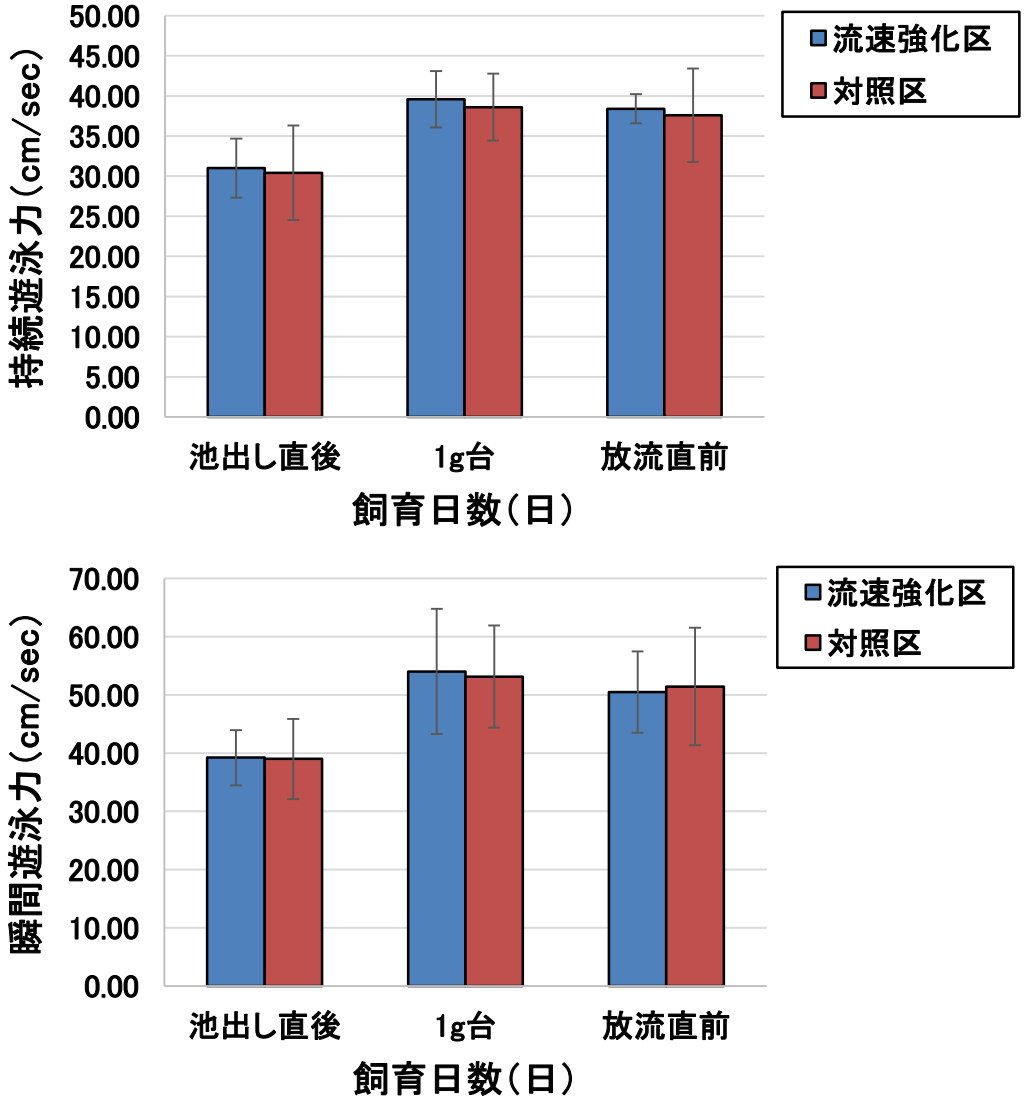


図 15　各試験区における持続・瞬間遊泳力の推移

飢餓耐性試験を実施したところ、飼育 11 日目までは、流速強化区の無給餌群の方が対照区よりも低い生残率を示したが、12 日目以降逆転した（図 16）。試験終了時の尾叉長、体重及び肥満度の増減率については、両試験区で同程度であった（表５）。なお、給餌群については、飼育期間中の生残率は 100%であった。

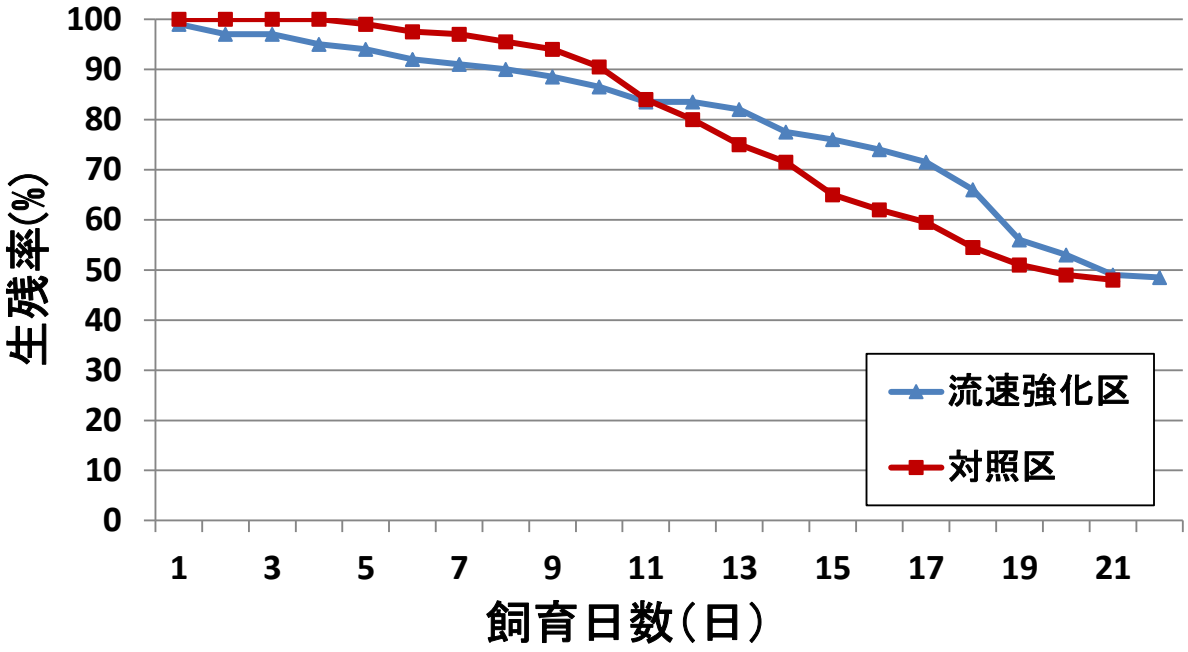


図 16　各試験区の無給餌群における生残率の推移

表４　各試験区の飢餓耐性試験の試験期間、日数及び水温

	試験期間	試験日数	水温
流速強化区	R3.5.10～5.31	22	11.0～14.0℃
対照区	R3.5.10～5.30	21	11.0～13.7℃

表５　各試験区の無給餌飼育開始時と終了時の尾叉長、体重及び肥満度

試験群		無給餌区			給餌区		
		尾叉長(mm)	体重(g)	肥満度	尾叉長(mm)	体重(g)	肥満度
流速強化区	開始	67.88	2.83	9.04	67.88	2.83	9.04
	終了	69.33	1.95	5.79	80.45	4.84	9.24
	増減率(%)	102	69	64	119	171	102
対照区	開始	68.11	2.91	9.21	68.11	2.91	9.21
	終了	69.48	2.00	5.91	83.92	4.89	8.22
	増減率(%)	102	69	64	123	168	89

ウ　適期適サイズ放流の検討(大型稚魚放流)

令和２年４月 21 日から大規模実験施設内にて大型稚魚放流に向けて飼育を開始し、令和３年６月 18 日（飼育日数：59 日）に放流した。放流サイズは、尾叉長 76～88㎜、体重 7.1～8.5ｇ（表６）で、前年度の大型稚魚のサイズ(2.7～4.3g)を大きく上回った。

表６　令和２年級大型放流稚魚の尾叉長、体重及び肥満度

池番号	飼育方法	放流年月日	尾叉長(mm)	体重(g)	肥満度
No.1	STアスタキサンチン添加	令和3年6月18日	83.70±4.38	4.50±0.74	7.61±0.48
No.2	フィードオイル添加	令和3年6月18日	81.75±5.09	4.42±0.88	8.01±0.56
No.6	通常餌	令和3年6月18日	80.15±3.77	4.07±0.59	7.87±0.50

※尾叉長、体重、肥満度は100個体の平均±標準偏差で示した。

※肥満度＝体重÷尾叉長^3

飼育開始から終了までの尾叉長は各試験区で同程度の推移を示したが、体重については、飼育 30 日目以降、ST アスタキサンチン添加区及びオイル添加区において、対照区と比べて有意に増加した（図 17）。血糖値については各試験区で同様の傾向を示し、飼育 30 日目までは変動が大きかったが、それ以降は 80～100㎎/dL 前後で安定して推移した（図 18）。試験開始後から 30 日目までに各試験区で斃死が発生しており、血糖値の変動はその影響を反映しているものと考えられる。

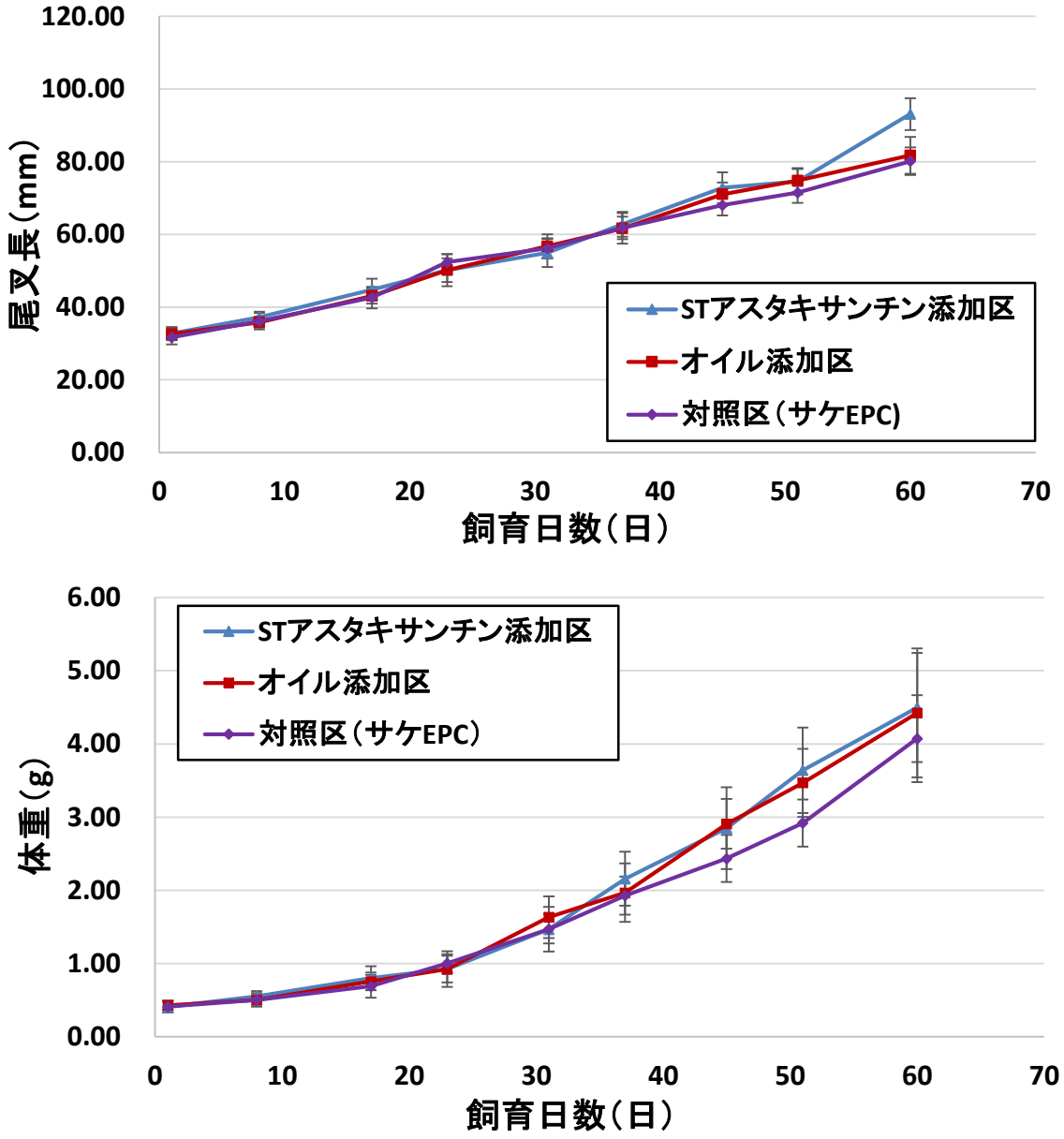


図 17　長期飼育試験区における平均尾叉長及び体重の推移

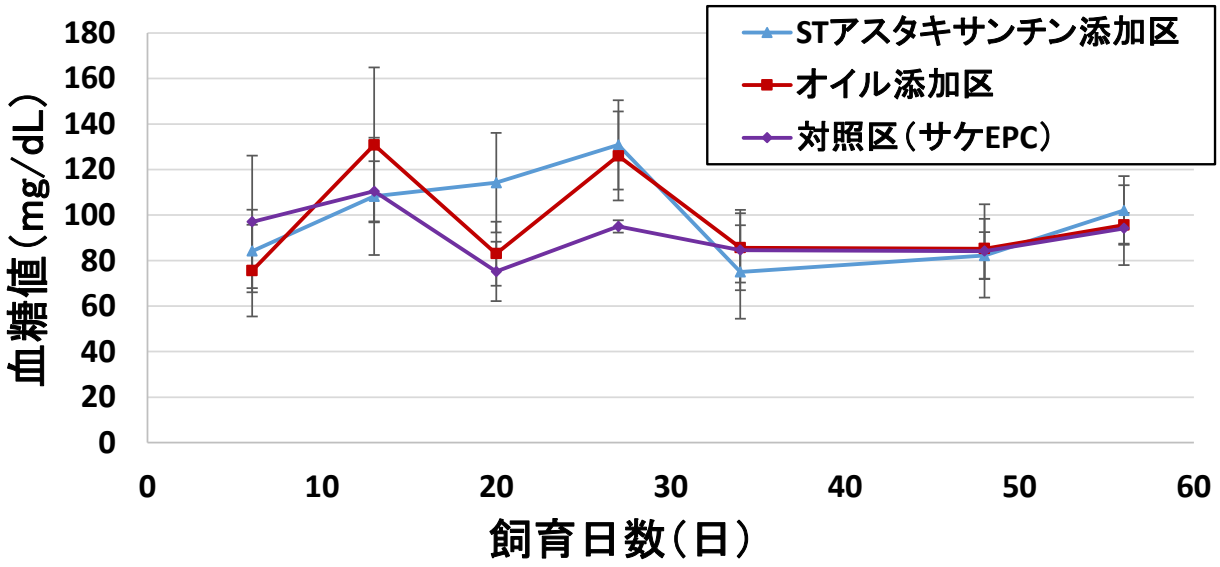


図 18　各試験区における平均血糖値の推移

遊泳力を測定したところ、各試験区で飼育日数の経過につれて、持続・瞬間遊泳力が上昇する傾向が見られ、放流直前の ST アスタキサンチン添加区で最大となった（図 19）。飢餓耐性試験については、現在実施中である。

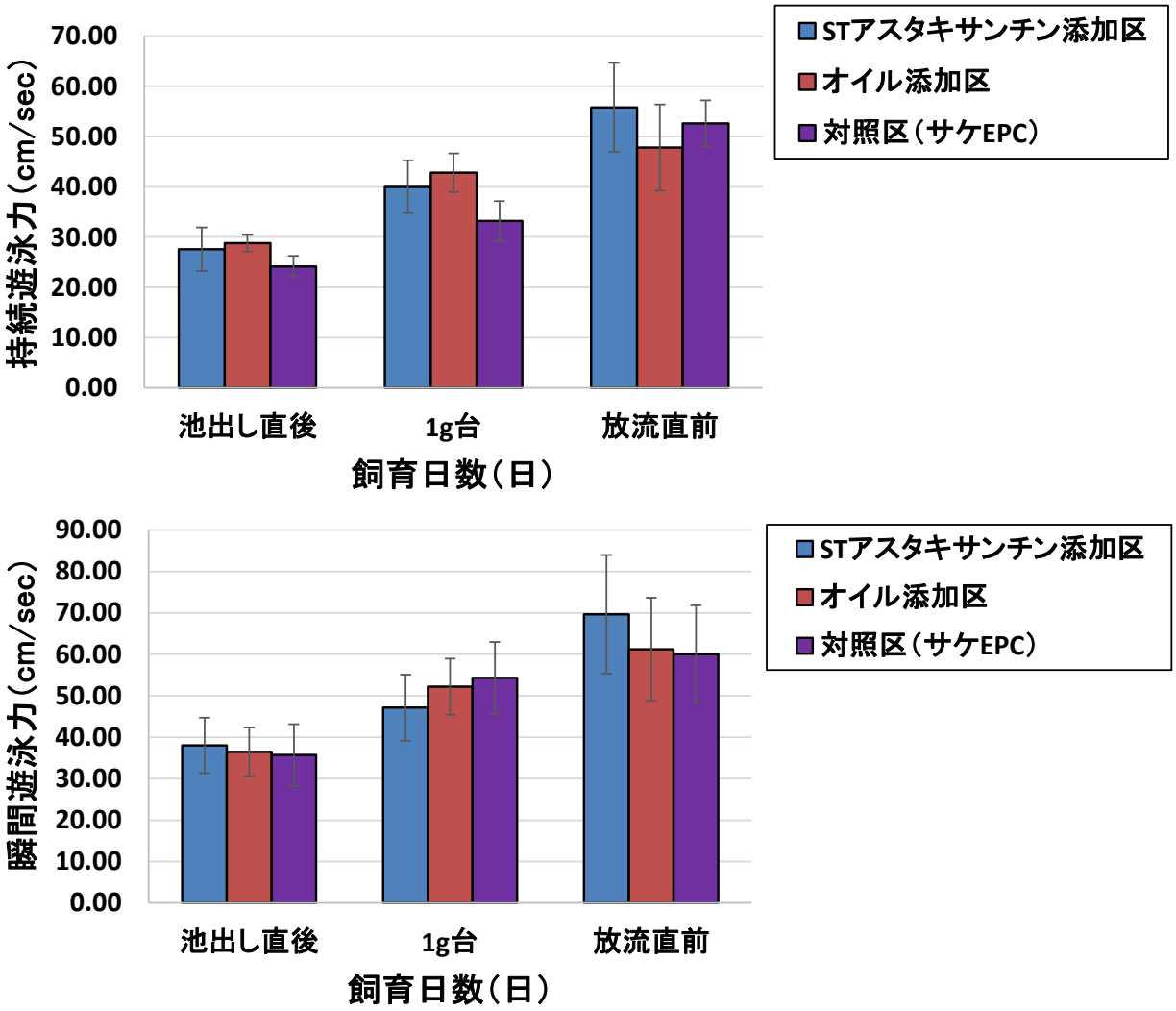


図 19　各試験区における持続・瞬間遊泳力の推移

エ　高温耐性試験

飼育開始から終了までの尾叉長及び体重は、砂鉄川及び片岸川産で同程度の推移を示した（図 20）。いずれの試験区も飼育試験中の稚魚の状態は良好であり、血糖値は 80～120mg/dL の範囲で推移した（図 21）。

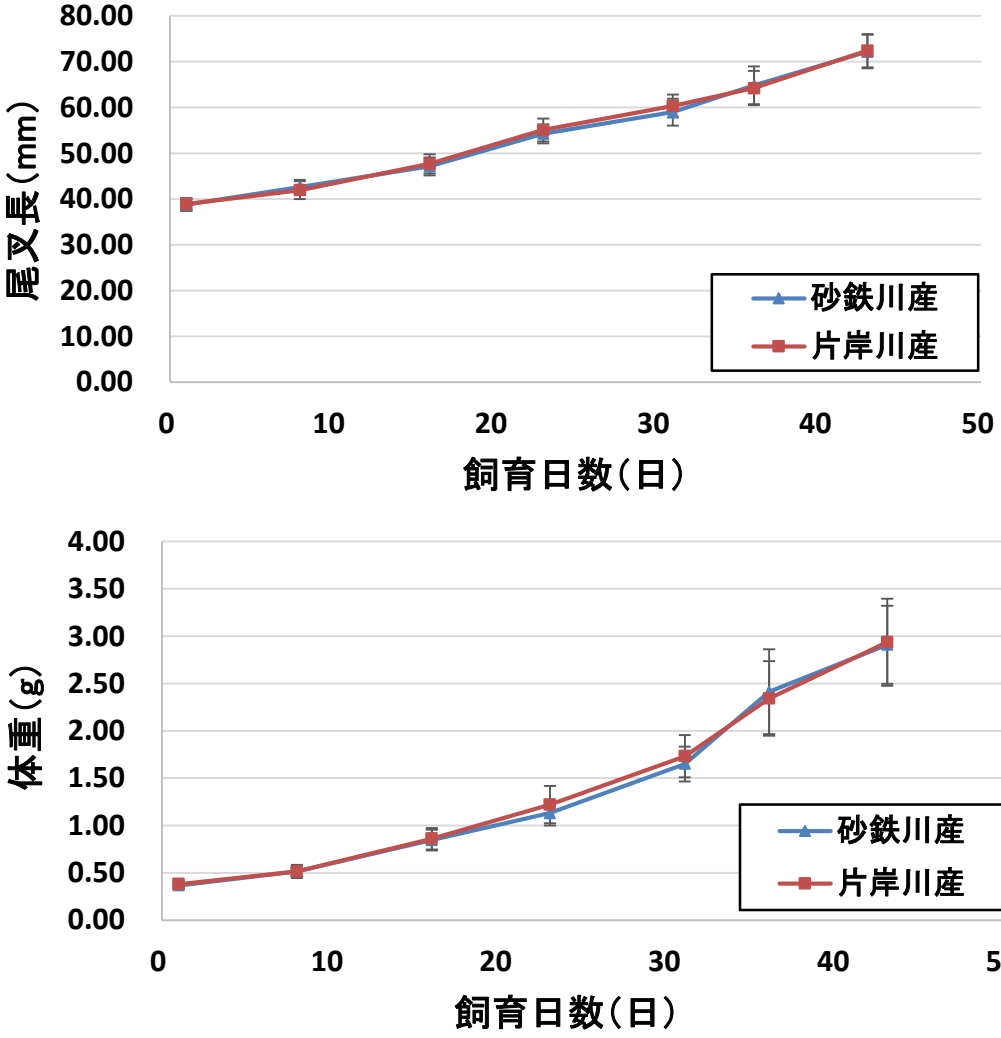


図 20　砂鉄川及び片岸川産稚魚の平均尾叉長及び体重の推移

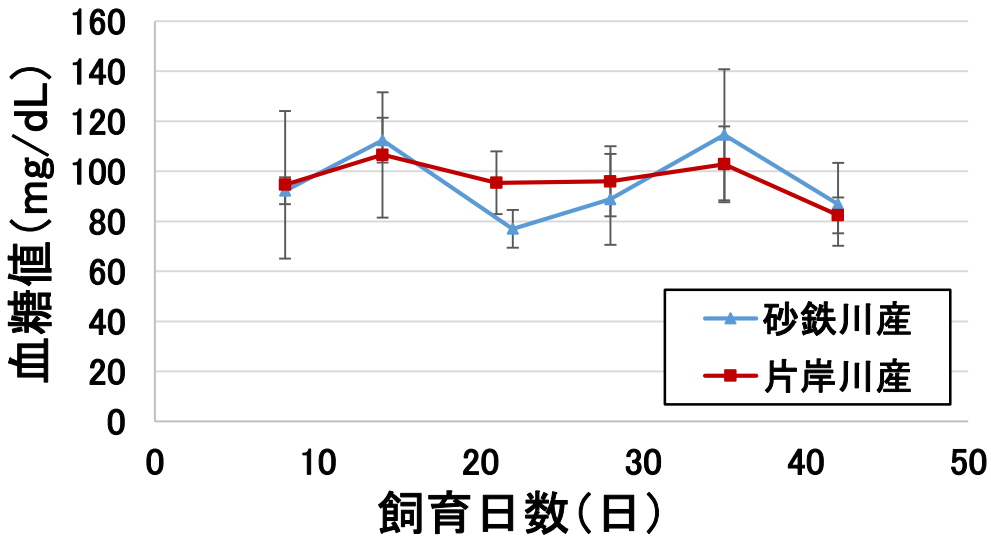


図 21　砂鉄川及び片岸川産稚魚の平均血糖値の推移

遊泳力は持続・瞬間遊泳力ともに砂鉄川及び片岸川産で同程度の推移を示し、飼育 26 日目までは増加傾向、それ以降は低下傾向を示した（図 22）。

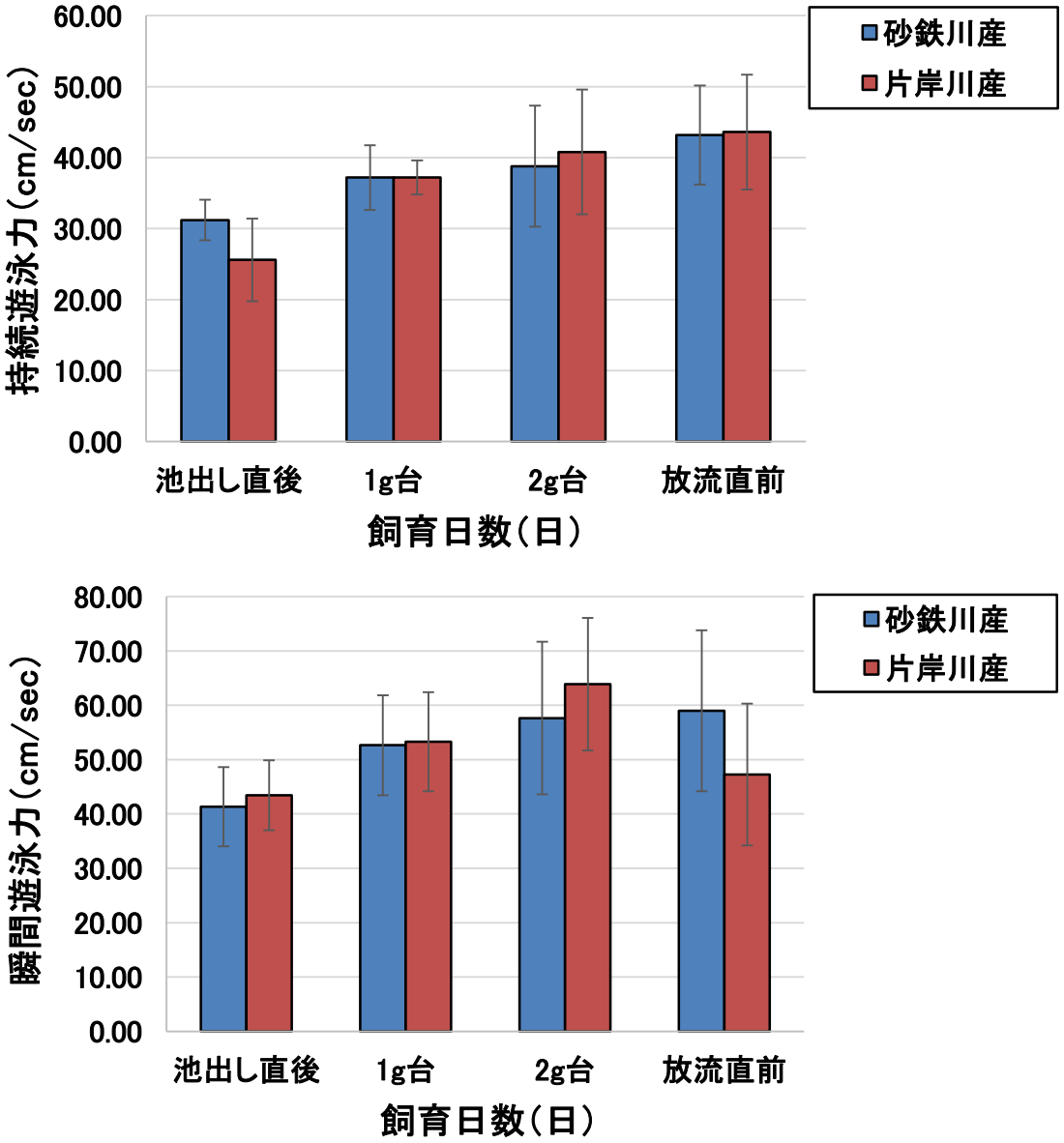


図 22　砂鉄川及び片岸川産稚魚の持続・瞬間遊泳力の推移

魚体重１ｇ台時点及び放流直前の両河川由来稚魚について、飢餓耐性試験を実施したところ、１ｇ台時点の稚魚では、砂鉄川産の方が飼育 19 日目以降の生残率の低下が緩やかであった。一方で、放流時点の稚魚では片岸産稚魚の方が高い生残率を示し、平成 30 年度及び令和元年度の試験結果とは逆の傾向を示した（図 23）。なお、給餌飼育を行った稚魚については、飼育期間中の生残率は 100％であった。

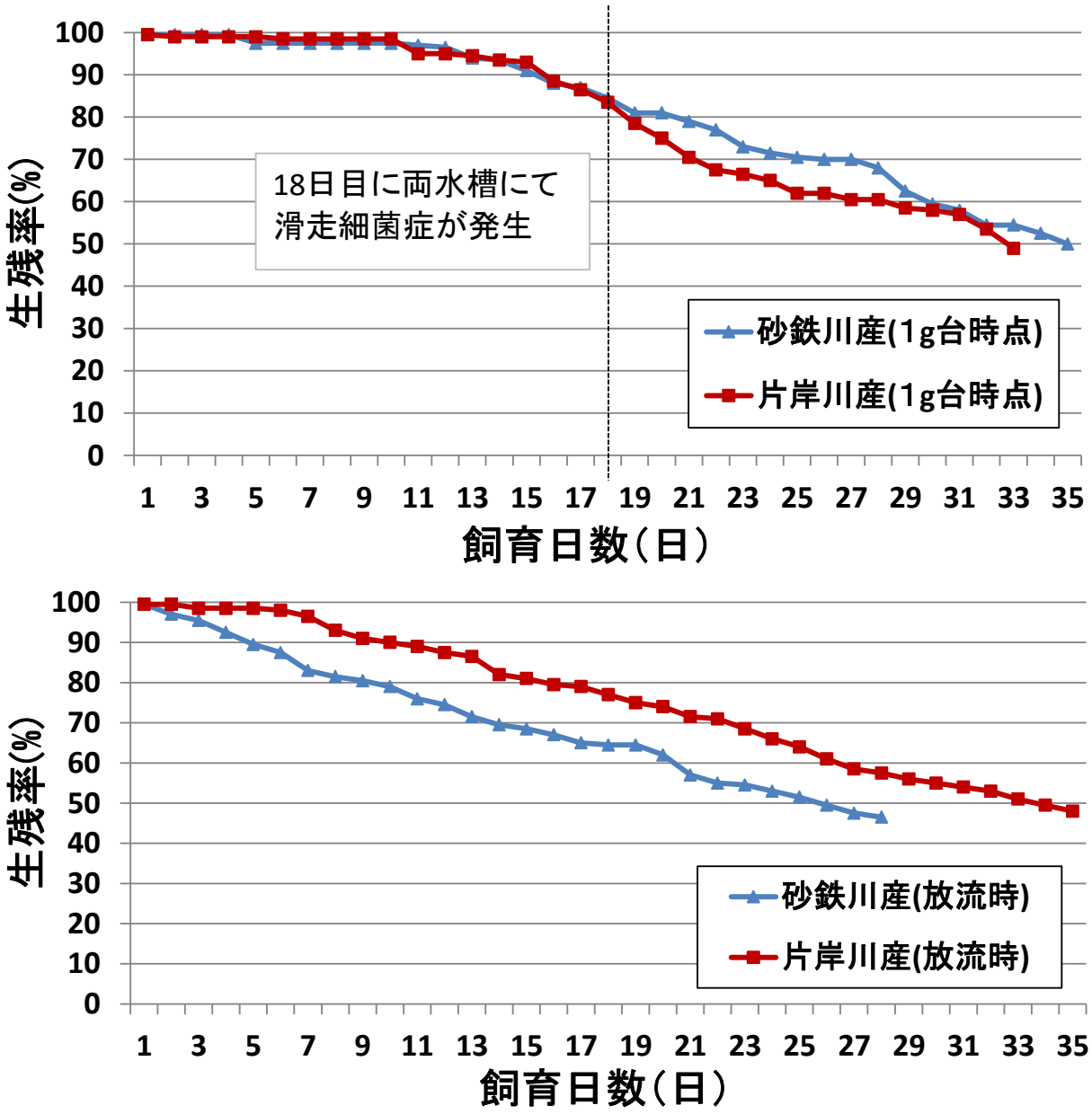


図 23　砂鉄川及び片岸川産稚魚の無給餌飼育における生残率の推移

表７　砂鉄川及び片岸川産稚魚の飢餓耐性試験の試験期間、日数及び水温

	試験期間	試験日数	水温
砂鉄川産（1g台時点）	R3.2.12～3.17	35	7.1～8.9℃
片岸川産（1g台時点）	R3.2.12～3.15	33	7.1～8.9℃
砂鉄川産（放流時）	R3.3.9～4.5	28	8.1～10.7℃
片岸川産（放流時）	R3.3.9～4.12	35	8.1～10.7℃

表８　砂鉄川及び片岸川産稚魚の無給餌飼育開始時と終了時の尾叉長、体重及び肥満度

試験群		無給餌区 尾叉長(mm)	無給餌区 体重(g)	無給餌区 肥満度	給餌区 尾叉長(mm)	給餌区 体重(g)	給餌区 肥満度
砂鉄川産(1g台時点)	開始	49.72	0.97	7.85	49.72	0.97	7.85
	終了	49.89	0.72	5.77	68.43	2.95	9.15
	増減率(%)	100	74	73	138	303	117
片岸川産(1g台時点)	開始	48.65	0.90	7.76	48.65	0.90	7.76
	終了	51.40	0.80	5.86	71.07	3.11	8.64
	増減率(%)	106	89	76	146	344	111
砂鉄川産(放流時)	開始	72.22	2.91	7.69	72.22	2.91	7.69
	終了	66.60	2.14	7.25	85.82	5.64	8.89
	増減率(%)	92	74	94	119	194	116
片岸川産(放流時)	開始	72.40	2.94	7.69	72.40	2.94	7.69
	終了	67.62	1.98	6.38	91.35	6.33	8.26
	増減率(%)	93	68	83	126	216	107

①　発生比較

ふ化開始時の積算水温は、砂鉄川産は448.5℃、片岸川産は475.8℃であり（表９）、平成30年級及び令和元年級と同様に砂鉄川産の方がふ化が早かった。また、両河川の交雑種は積算水温475.8℃でふ化が開始したが、ふ化のピークは片岸川産より早かった（図24）。

表９　令和２年級砂鉄川、片岸川及び交雑種のふ化時の積算水温

採卵月日	♀親魚	♂親魚	試験群	ふ化年月日	ふ化積算温度(℃)
令和2年11月13日	砂鉄川産♀	砂鉄川産♂	砂鉄川(純系)	令和2年12月14日	448.5
令和2年11月14日	片岸川産♀※	片岸川産♂	片岸川(純系)	令和2年12月19日	475.8
令和2年11月14日	片岸川産♀※	砂鉄川産♂	交雑種	令和2年12月19日	475.8

※ 同一個体を使用

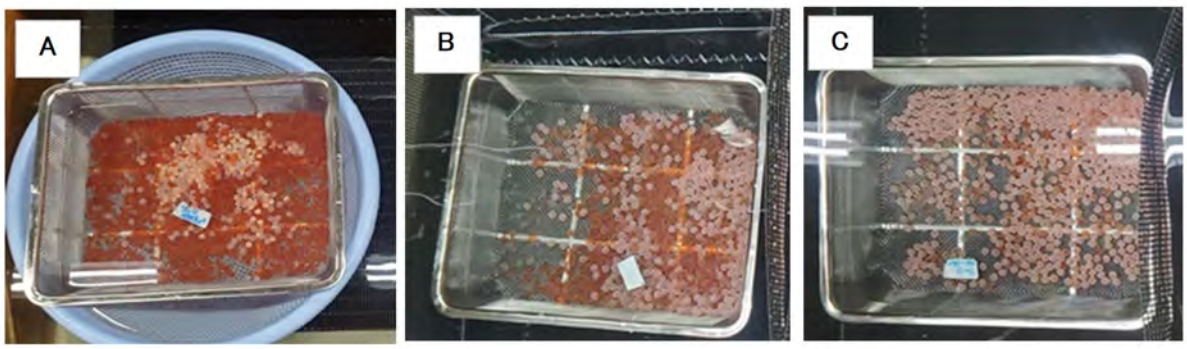


図24　令和２年級砂鉄川、片岸川産及び交雑種の受精卵観察

Ａ：砂鉄川純系（積算水温：489.2℃）　Ｂ：交雑種（同：475.8℃）　Ｃ：片岸川純系（同：475.8℃）

②　短期高温耐性試験

砂鉄川産は投入後５分以内に平衡を喪失した尾数が片岸川産よりも多かったが、26分以降も平衡を維持する個体が認められた（図25）。また、同一の試験群の中でも平衡喪失時間は１～30分間まで多岐にわたり、個体差が大きかった。

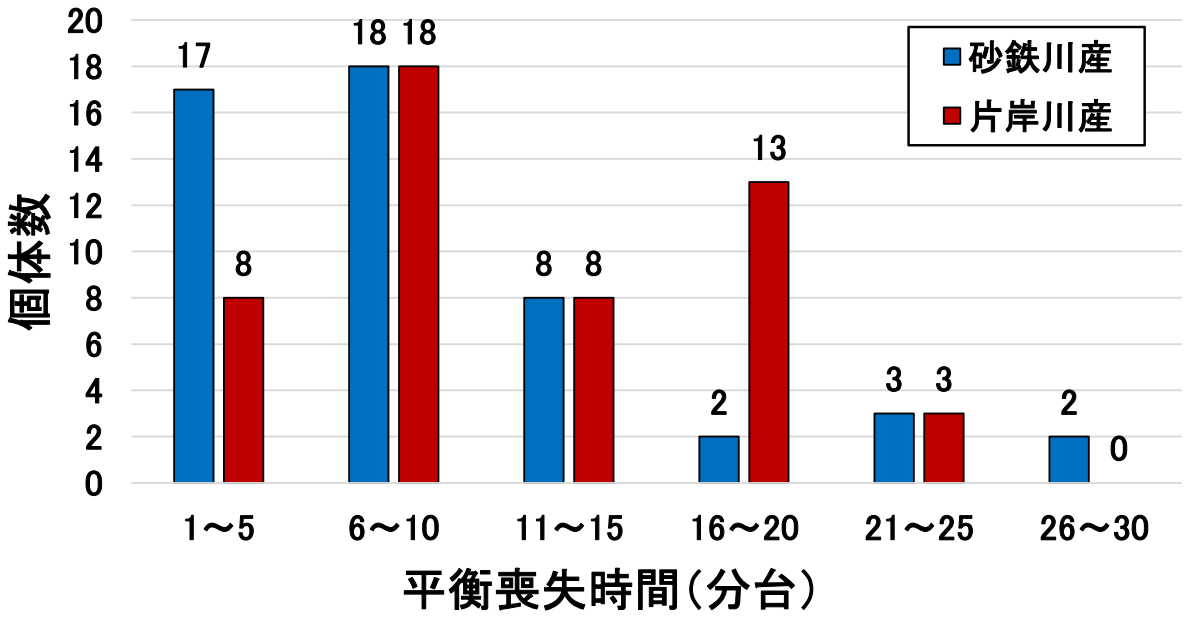


図 25　砂鉄川及び片岸川産稚魚の高水温下（26.5℃）における平衡喪失時間

③　長期高温耐性試験

砂鉄川産は 22℃の飼育水温で生残率が低下したが、片岸川産は 26℃の飼育水温においても生残率が 100%のままであった（表 10）。なお、砂鉄川の昇温区については 22℃（飼育６日目）、気仙川の昇温区については 18℃（飼育４日目）でへい死が多発したことから、その時点で試験を終了した。田老川産及び砂鉄・片岸川産交雑種については、現在試験を実施中である。

表 10　長期高温耐性試験における各試験区の生残率

試験区	飼育日数（日）（昇温区水温（℃））							
	1（12）	2（14）	3（16）	4（18）	5（20）	6（22）	7（24）	8（26）
砂鉄川 昇温区	100.0	100.0	98.1	95.0	84.2	22.7	－	－
砂鉄川 原水温区	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	－	－
片岸川 昇温区	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
片岸川 原水温区	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
気仙川 昇温区	98.1	90.2	76.1	52.0	－	－	－	－
気仙川 原水温区	100.0	100.0	94.0	80.6	－	－	－	－
交雑種 昇温区（気仙川♂×田老川♀）	98.3	100.0	95.9	97.3	100.0	83.3	100.0	28.6
交雑種 原水温区（気仙川♂×田老川♀）	98.3	100.0	93.9	100.0	94.4	100.0	100.0	100.0

④　令和元年級サケ稚魚のヒートショックプロテイン（HSP）遺伝子の発現解析

令和元年級の砂鉄川及び片岸川産稚魚のサンプルを分析した結果、原水温区・高水温区ともに HSP 遺伝子の発現に有意差は認められなかった（図 26）。一方で、安家川の早期回帰群由来のサケ稚魚サンプルを分析したところ、高水温区（18℃）及び生存限界水温区（23℃）において、砂鉄川及び片岸川産稚魚と比較して *hsp47* が有意に高く発現していた。

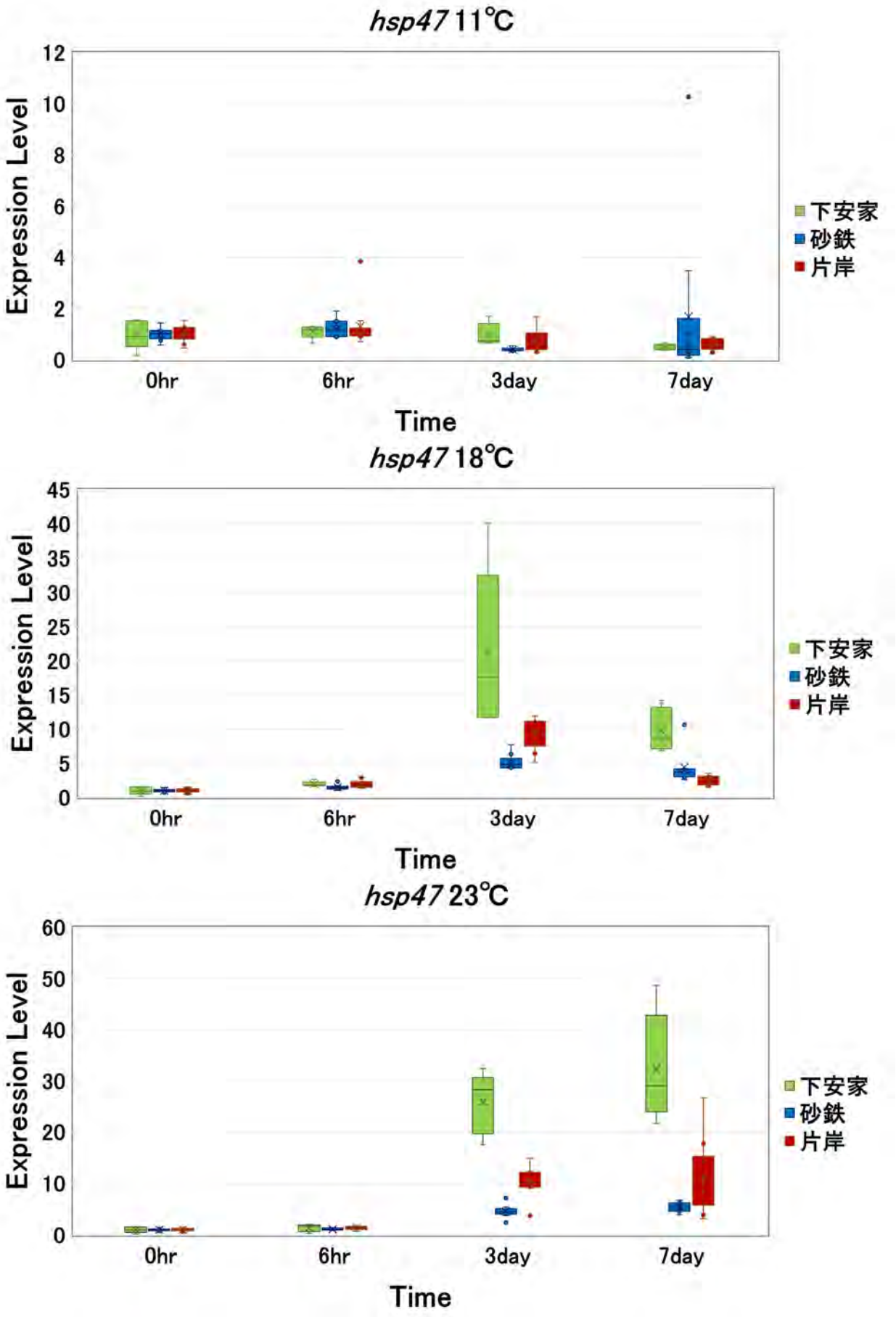


図 26　砂鉄川、片岸川及び安家川（早期回帰群）産稚魚の高水温区における *hsp47* の発現解析

５　海中飼育試験（さけます等栽培対象資源対策事業）

短期海中飼育群は令和２年４月７日（飼育日数：47 日うち海面 14 日）、通常海中飼育群は４月 22 日（同：62 日うち海面 29 日）、改良大目網海中飼育群は５月 13 日（同：83 日うち海面 50 日）、河川放流群は４月 20 日（同：60 日）に放流した。

各試験群とも飼育日数の経過とともに体重の増加が見られた（図 27）。特に改良大目網海中飼育群については、大目網落網後に大きく体重が増加した。

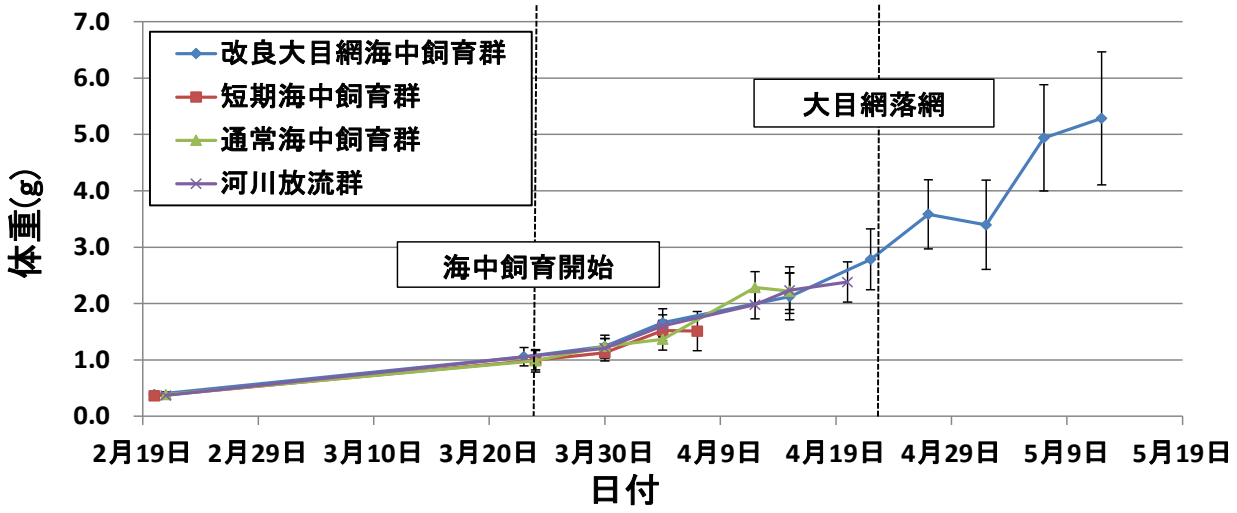


図 27　各試験群の平均体重の推移

各試験群の遊泳力は、持続・瞬間遊泳力ともに飼育 30 日目頃までは、各試験群とも概ね上昇する傾向が見られた。通常海中飼育群では、飼育 59 日目の測定で持続遊泳力が低下した。改良大目網海中飼育群では、飼育 61 日目に持続・瞬間遊泳力ともに低下したが、77 日目以降では上昇に転じ、最大となった（図 28）。

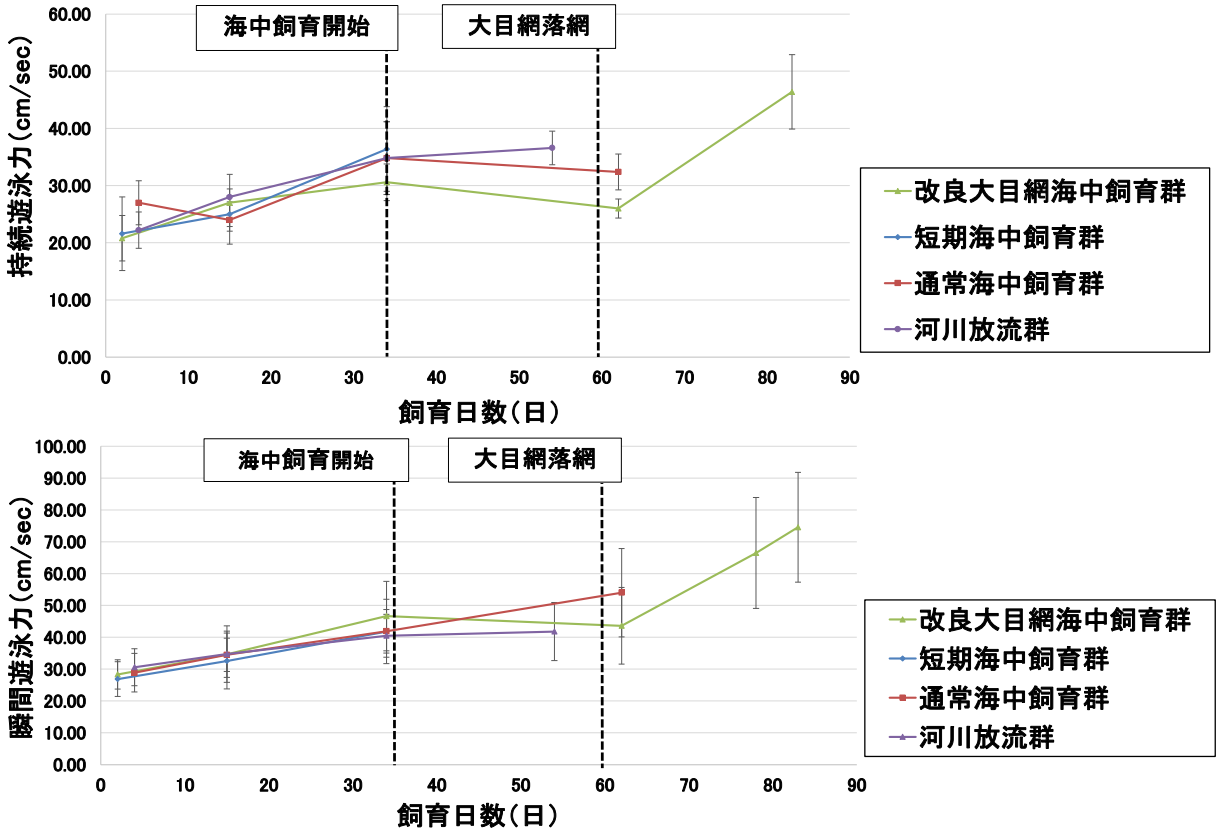
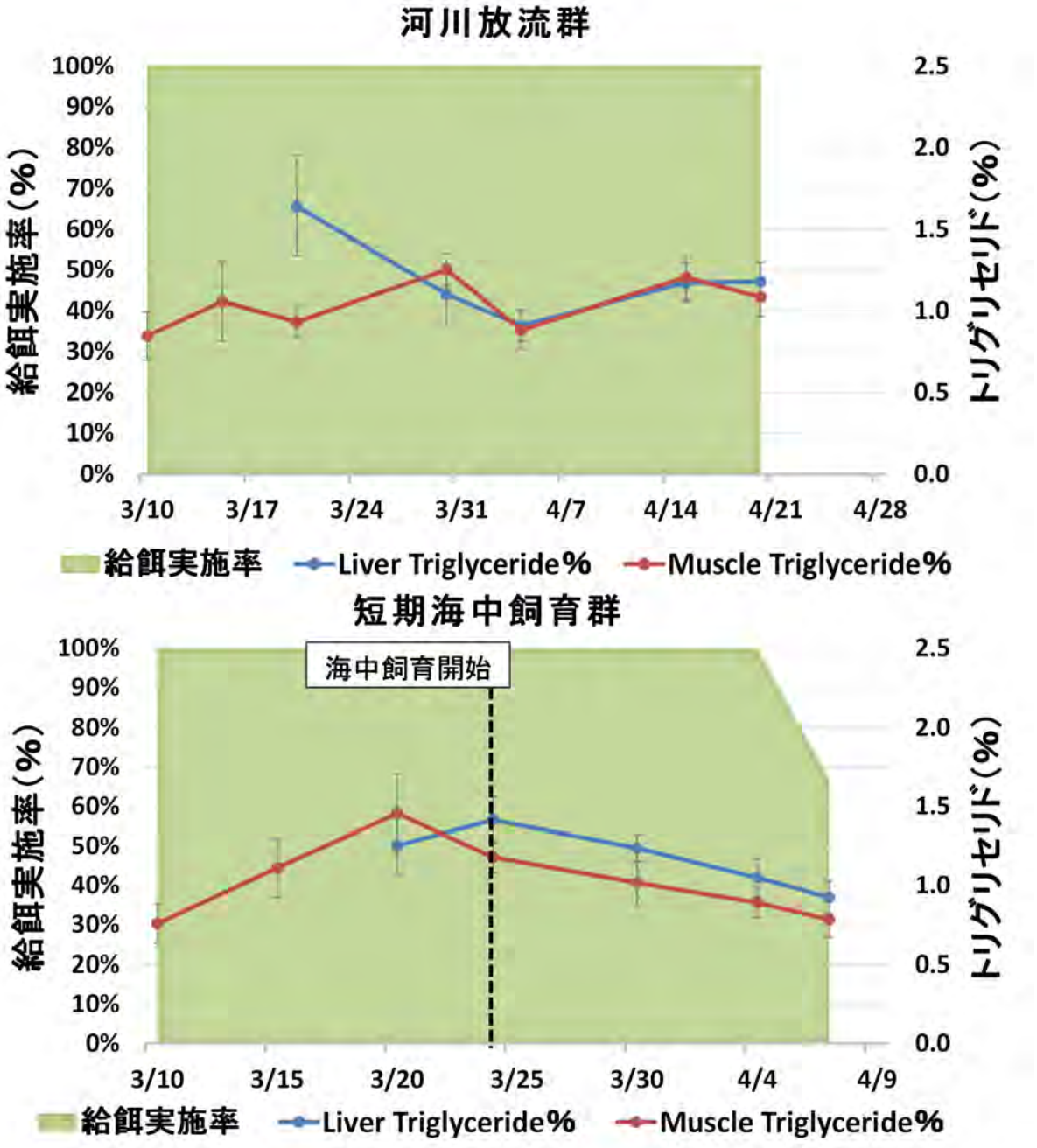


図 28　各試験群の持続・瞬間遊泳力の推移

肝臓及び筋肉中におけるトリグリセリド含有率と給餌実施率（１日の給餌実施予定回数に対する実際の給餌回数の割合）の関係を図 29 に示した。トリグリセリド含有率は、給餌実施率と同調している傾向が見られた。

また、尾叉長と肝臓及び筋肉中におけるグリコーゲンの含有率の関係を図 30 に示した。グリコーゲン含有率は、尾叉長が 50㎜ を超えると筋肉、肝臓の順に大きく低下した。



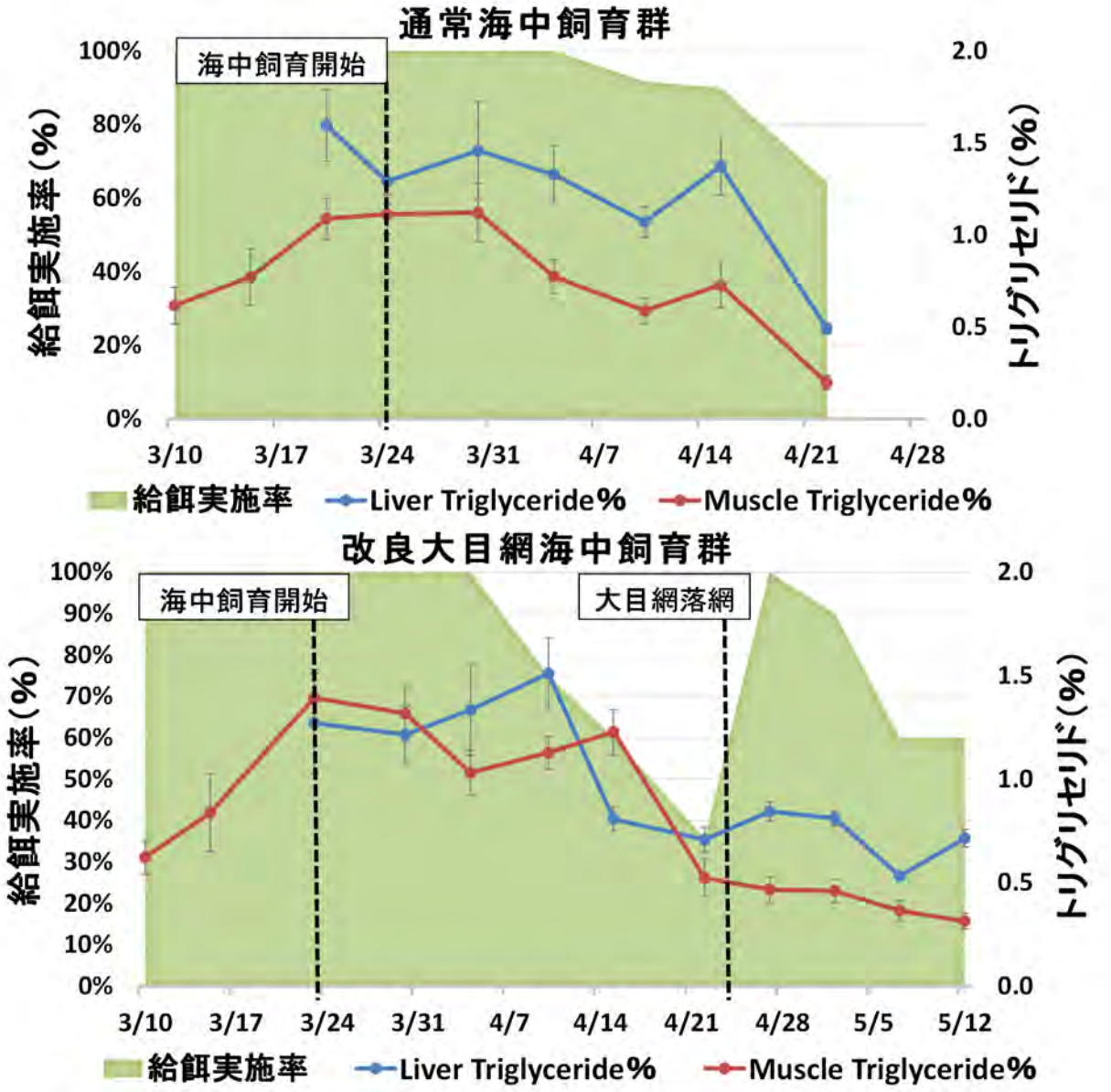
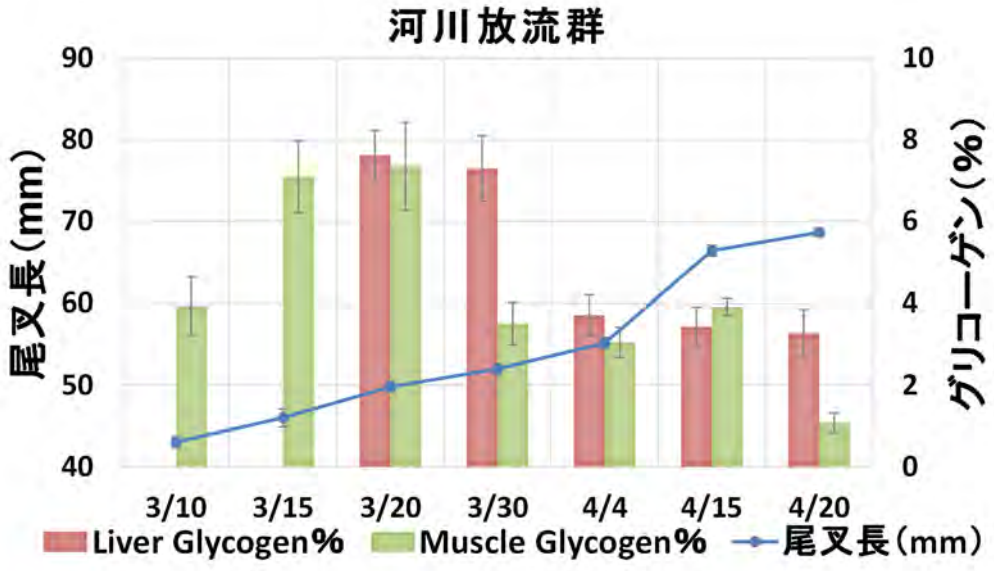


図 29　各試験群の給餌実施率とトリグリセリド含有率の推移



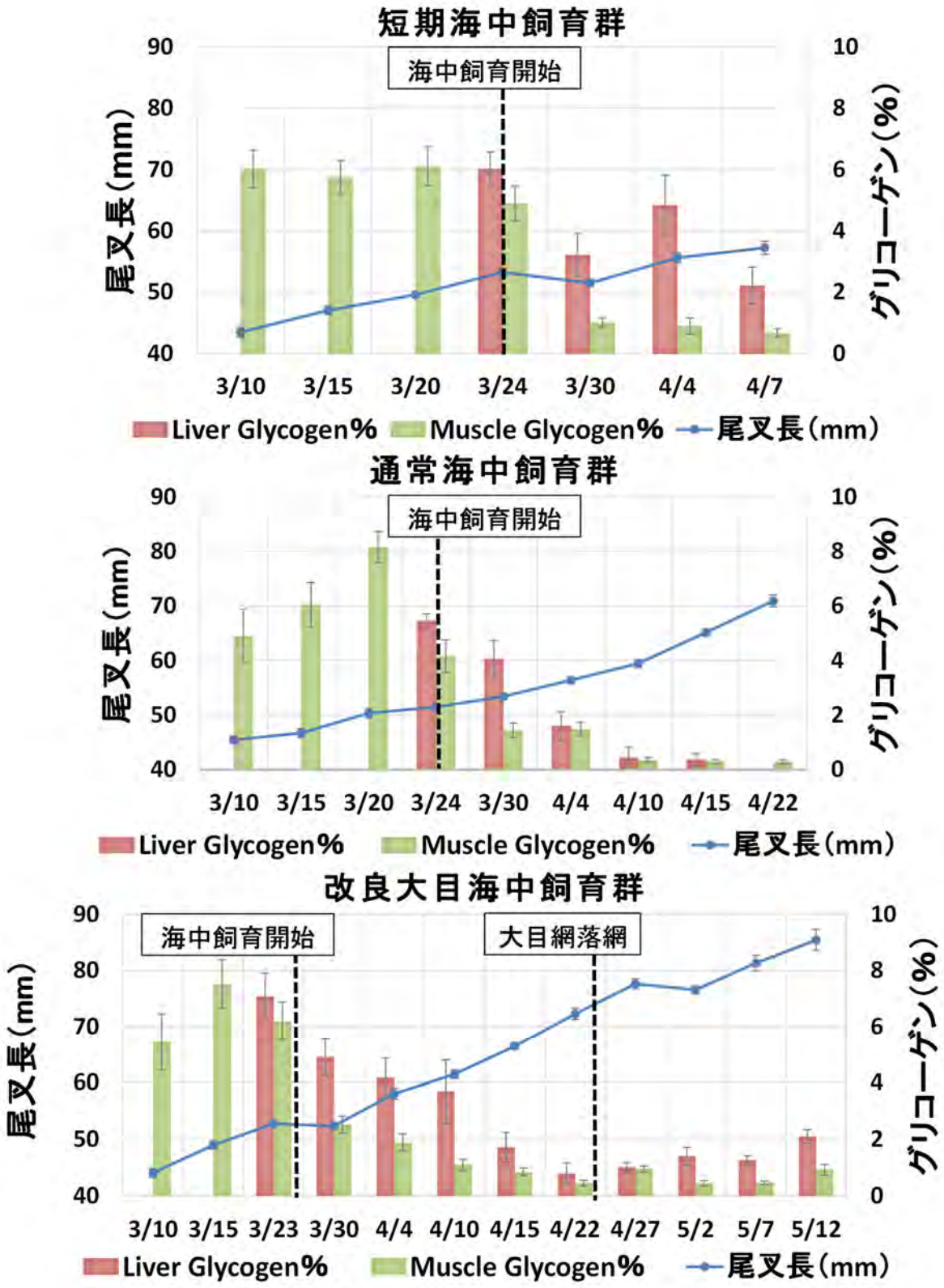


図 30　各試験群の尾叉長と肝臓・筋肉中のグリコーゲン含有率の推移

火光利用敷網調査による追跡では、河川放流群65尾(採捕率0.0163%)、短期海中飼育群15尾(同0.0038%)、通常海中飼育群34尾（同0.0085%)、改良大目網海中飼育群11尾（同0.0028%）が採捕された。また、まき網調査による追跡では、令和２年４月23日に1,150尾のサケ幼稚魚を採捕し、そのうち310尾が耳石温度標識魚であった。標識種類毎の採捕数は、河川放流群83尾（採捕率0.0208%)、短期海中飼育群18尾（同0.0045%)、通常海中飼育群73尾（同0.0183%)、改良大目網海中飼育群３尾（同0.0008%）であり、同試験以外の標識魚が133尾採捕された。

＜今後の問題点＞

１　岩手県沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況

初期減耗要因を解明するため、モニタリングの継続が必要である。

２　親魚の回帰状況

岩手県の回帰資源状況の把握及び採卵に必要な回帰予測を行うため、モニタリング調査の継続が必要である。

３　秋サケ回帰予測

予測値と実績値にずれが生じていることから、使用するデータ範囲の見直しや近年の海況の動向を踏まえた補正を検討する。

４　サケ大規模実証試験での種苗生産・放流技術の開発

⑴　令和２年級（令和３年春放流）稚魚の追跡調査

北上丸による追跡調査を行い、耳石日周輪紋を解析して、餌・流速・魚体サイズが幼稚魚期の成長と生残に与える効果を把握する必要がある。また、放流した稚魚の状態を把握するため、採捕した稚魚の体成分分析（一般成分、グリコーゲン、トリグリセリド等）を行う必要がある。

⑵　飼育試験

遊泳力及び飢餓耐性は健苗性や近年の海況条件への適応能力を評価する指標として有効と考えられるため、今後も各試験区において当該能力の測定試験を実施するほか、サケ親魚の回帰状況調査結果と合わせ、稚魚の健苗性を評価する指標としての適格性を評価する必要がある。

ア　最適餌料の探索

餌料へのアスタキサンチンの添加は、１ヵ月の飼育期間における投与の場合、サケ稚魚の遊泳力や飢餓耐性の向上は認められなかったが、２ヵ月の長期投与により遊泳力の向上に寄与する傾向が見られた。一方、これまでの試験において、成長に伴い遊泳力が高まる傾向が見られたことから、サケ稚魚の成長を効率的に促進する新たな餌料の探索が必要である。

イ　遊泳力強化方法の検討（さけます等栽培対象資源対策事業）

現行の条件での流速強化ポンプシステムによる飼育では、有意な遊泳力の上昇が見られなかったことから、流速を強化する時間や最適な流速、摂餌方法等の詳細な条件を再度検討する必要がある。

ウ　適期適サイズ放流の検討（大型稚魚放流）

近年の海洋環境等を考慮した適期適サイズ放流の検討を行う必要がある。

エ　高温耐性試験

これまでの試験において、北上水系サケの高温耐性の有無を明らかにできていないことから、北上水系のサケ稚魚について追試を行い、高温耐性の有無を再確認するほか、HSP遺伝子の発現量の有意な増加が認められた早期回帰群由来の稚魚についても、同様の調査を行う必要がある。

５　海中飼育試験（さけます等栽培対象資源対策事業）

海中飼育網の大目化により稚魚の成長及び遊泳力が向上したほか、トリグリセリドと摂餌、グリコーゲン含有率と尾叉長の間に関係性が見られた。今後は、本試験で得られた知見を基に適性飼育密度の把握や給餌量・給餌方法の検討等を試み、大型で健康な稚魚の放流が可能となる海中飼育手法を検討する必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

１　岩手県沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況

岩手丸表層トロール調査による幼稚魚の採集と採捕したサンプルの耳石日周輪紋による成長解析を実施する。

２　親魚の回帰状況

片岸川、織笠川及び津軽石川における年齢組成、魚体と繁殖形質のモニタリング調査及び県内各河川の年齢組成から、年級別・年齢別回帰尾数を求め、資源状態を把握する。

３　秋サケ回帰予測

回帰時の海況や地域毎に分けた予測手法を検討する。

４　サケ大規模実証試験施設での種苗生産・放流技術の開発

⑴　令和３年級稚魚の追跡調査

北上丸による追跡調査を行い、耳石日周輪紋を解析して、餌・流速・魚体サイズが幼稚魚期の成長と生残に与える効果を把握する。また、採捕した稚魚の体成分分析（一般成分、グリコーゲン、トリグリセリド等）を行い、放流した稚魚の状態を把握する。

⑵　飼育試験

遊泳力及び飢餓耐性を測定し、各試験区のサケ稚魚の健苗性評価を行う。

ア　最適餌料の探索

成長速度、耐病性、遊泳力、飢餓耐性等を効率的に向上させる新たな餌料の探索を行う。

イ　遊泳力強化方法の検討（さけます等栽培対象資源対策事業）

流速の強化時間や最適な流速、摂餌方法等の飼育条件を再検討する

ウ　適期適サイズ放流の検討（大型魚放流）

令和元年級及び令和２年級に引き続き大型魚放流を行うとともに、近年の海況を考慮した適期適サイズ放流を検討する。

エ　高温耐性試験

北上川水系の稚魚の特徴の再現性を確認するほか、早期回帰群由来の稚魚について、高温耐性の有無を確認する。

５　海中飼育試験（さけます等栽培対象資源対策事業）

改良大目海中飼育網を用いた海中飼育環境のモニタリングによる適正飼育密度の把握及び適正給餌量・給餌方法の検討。

＜結果の発表・活用状況等＞

１　研究発表等

清水　さけますふ化放流事業の概要（令和２年度いわて水産アカデミー講義）

清水　令和２年度岩手県秋さけ回帰予報（定置大謀研修会）

清水　令和２年度秋サケ回帰予報（ぎょれん情報）

令和２年度岩手県秋サケ回帰予報（水技ＨＰ、年１回）

秋サケ回帰情報（水技ＨＰ、年３回）

サケ稚魚放流情報（水技ＨＰ、年５回）

研究分野	３　生産性・市場性の高い産地形成に関する技術開発	**部　名**	増養殖部
研究課題名	⑵　アワビ・ウニ等の増殖に関する研究 ①　ドローンによる海藻現存量の把握手法の検討		
予算区分	県単		
試験研究実施年度・研究期間	平成 31 年度～令和５年度		
担当	（主）滝澤　紳（副）小林俊将、髙梨　脩、渡邉成美、北川真衣		
協力・分担関係	国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所宮古庁舎、沿海漁業協同組合、広域振興局水産部・水産振興センター		

＜目的＞

アワビやウニ類は餌の海藻類が不足すると、肥満度や身入りの低下、成長の停滞が生じる。これまでの調査結果から、本県沿岸に生育する海藻類のうち主要な餌料であるコンブの生育量は、冬期の海水温の高低に左右されることが明らかにされており、近年はこの時期の水温が高めに経過する影響でコンブの生育量が少ない年が多くなっている。この餌料海藻不足への対策としては、これまでの試験で、海中造林やウニ除去が一定の効果があることが確認されている。

このような対策の導入に当たっては、各漁場の藻場の分布状況の特徴を把握したうえで、最も効果が見込める漁場を選定して実施する必要がある。また、このような情報は種苗放流漁場の選定に際しても有益である。これまで、藻場の分布状況や海藻類の現存量の把握については、潜水による調査で対応していたことから、広範囲に漁場全体をとらえることが困難であった。そのような状況に対し、近年他の道県では、ドローンを用いた方法の検討が進められており、本県においても本手法の導入を検討する。

＜試験研究方法＞

令和２年８月５日に県内沿岸域において、ドローンを用いた空撮を行った。撮影機材は Mavic Pro Platinum（DJI 社製）を使用した。撮影時のカメラは常に鉛直下向きになるように設定し、汀線から沖側へ約 250m 及び汀線と平行に約 600m の範囲について、画像同士が 20～50%ほど重なるよう、飛行高度は 150m に設定し、撮影した。

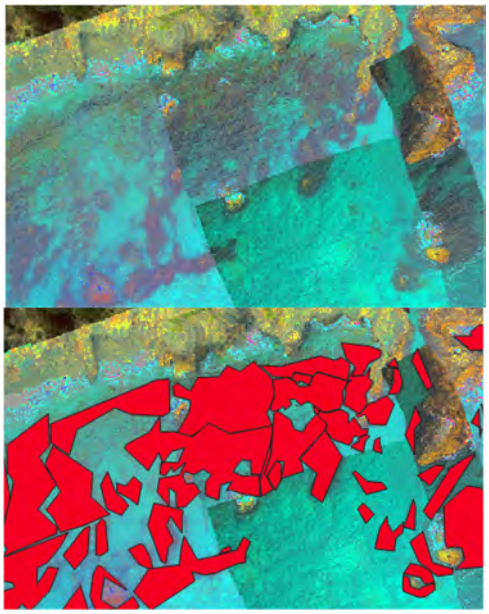
撮影画像の合成及び藻場面積の計算は、地理情報システムソフト（QGIS）を用いて行った。撮影時に画像に付与された緯度経度及び画像に写った地形等を手掛かりとして画像を合成した。その後、合成画像に写った藻場の有無を目視で判別し、藻場があると判断された部分を塗りつぶして面積を計算した。同様に実施した令和元年７月の調査と本調査で得た合成画像のうち、重複する 167,324 ㎡の範囲について、藻場面積をそれぞれ計算し、比較した

＜結果の概要・要約＞

令和２年も令和元年と同様、合成画像の全域で、藻場の分布域が明瞭に判別でき、対象範囲の最深部の水深約 13m までは藻場の有無を判別できることが確認された。

藻場面積は、28,418 ㎡であり、令和元年７月の結果と比較するとおよそ 88%(図２)と、ほとんど藻場面積の変化は確認されなかった。

令和元年と２年の２か年の結果から、ドローンによる調査は、藻場の規模や季節的消長、さらには年変動を広範囲に把握する上で非常に有効な手法であると考えられる。



赤色：海藻(種不明)

図１　藻場判別前の撮影画像（上)、藻場判別後の撮影画像（下）
判別しやすいように両画像とも色彩処理済

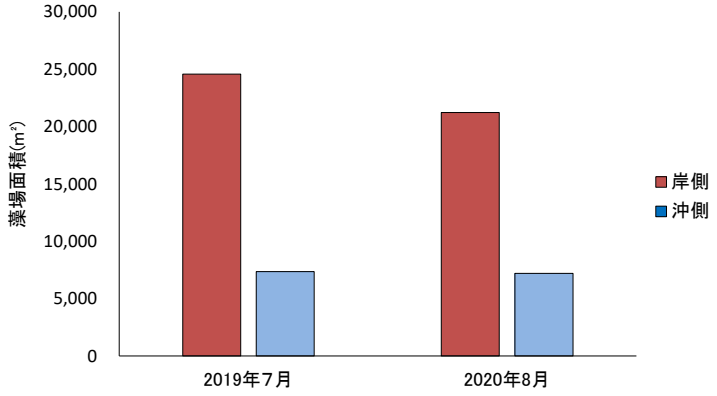


図２　藻場面積の年変動

＜今後の問題点＞

今後、県内漁協等へドローンを使った調査手法を普及するにあたり、ドローンの操作方法や画像解析方法のマニュアル化をする必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

同調査地点において、再度調査を実施し、藻場面積や生育場所の経年変化を把握する。

＜結果の発表・活用状況等＞

滝澤　アワビ資源の状況(あわび資源有効活用実証試験実施報告会)

研究分野	３　生産性・市場性の高い産地形成に関する技術開発	**部　名**	増養殖部
研究課題名	⑵　アワビ・ウニ等の増殖に関する研究 ②　餌料海藻造成手法の検討		
予算区分	県単		
試験研究実施年度・研究期間	平成 31 年度～令和５年度		
担当	（主）北川　真衣（副）滝澤　紳、小林　俊将、高梨　脩、渡邉　成美		
協力・分担関係	国立研究開発法人水産研究・教育機構東北区水産研究所、田老町漁業協同組合、重茂漁業協同組合、越喜来漁業協同組合		

＜目的＞

アワビやウニ類は餌の海藻類が不足すると、肥満度や身入りの低下、成長の停滞が生じる。これまでの調査結果から、本県沿岸に生育する海藻類のうち主要な餌料であるコンブの生育量は、冬期の海水温の高低に左右されることが明らかにされており、近年はこの時期の水温が高めに経過する影響でコンブの生育量が少ない年が続いている。この餌料海藻不足への対策としては、これまでの試験で、海中造林やウニ除去が一定の効果があることが確認されている。しかし、既存の海中造林では、海藻類の養成開始直後に芽落ちしやすく、その養成は不安定である。さらには天然餌料海藻の芽がウニの摂餌圧を被る冬期までに十分な量の海藻類を養成できておらず、海中造林でウニの摂餌圧を抑制するまでには至っていない。また、ウニの除去には多大な労力と経費を要すること、除去した痩せウニの事業規模での活用方法が確立していないことから、これらの対策は普及していない。

以上のことから、天然餌料海藻の芽出し時期にウニの摂餌圧を分散させることで天然餌料海藻（主にコンブを対象）の芽を守り、繁茂させるための、簡便で効果的な餌料対策を検討する。

＜試験研究方法＞

スジメやコンブといった大型褐藻類を餌料として冬期に漁場に設置し、それをウニに摂餌させることで天然コンブの幼葉に対する摂餌圧を分散して天然コンブの幼葉を守る手法を検討した。令和２年度は、スジメを餌料として用い、外湾と内湾の２漁場において実証試験を行った。

１　外湾

⑴　概要

外湾のモデル海域として宮古市重茂地先で試験を行った。

⑵　試験漁場

水深５～６ｍの岩盤、転石帯において、海底５ｍ×５ｍの範囲にスジメを設置する「スジメ給餌区」を設定し、その周辺海底を「対照区」とした。

⑶　スジメの成熟～養成

３L フラスコ内のスジメ無基質配偶体を令和２年７月 17 日から、照度 6,000 lx、光周期９L15D、水温 15℃の条件下で成熟を促し、芽胞体を確認した時点で通気を開始した。９月 10 日、幼葉を肉眼で確認した後、100L パンライト水槽で止水・通気による培養に移行した。培養条件は、照度最大約 10,000 lx（光源の直近）～最小約 1,000 lx（光源の最遠）、光周期９L15D、水温 20℃に設定した。本培養により生産したスジメ種苗を 10 月 28 日（沖出し１回目）及び 11 月 18 日（沖出し２回目）、垂下ロープ各 25 本に挟み込み、それを試験漁場付近の延縄式養殖施設に垂下し、養成を開始した。なお、挟み込みは、長さ 3.5m の垂下ロープの下方部分２ｍにスジメ種苗 10 株とした（図１）。

⑷　試験漁場へのスジメ設置

令和３年２月 24 日、沖出し１回目のスジメ７本、沖出し２回目のスジメ 13 本の計 20 本を、垂下ロープごと試験漁場のスジメ給餌区に設置した（図２）。垂下ロープは両端に土俵袋で作製した錘を結び付けて固定した（図３）。

スジメ設置の際、計測用のスジメも別途、両沖出し回次の垂下ロープを１本ずつ回収し、垂下ロープ１

m あたりの重量及び全長を計測した。

⑸　生物生息量調査及びモニタリング

令和３年２月 24 日、スジメ給餌区へのスジメ設置前に、試験漁場の生物生息量調査を実施した。本調査は全てスキューバ潜水により行い、２m×２m の方形枠（２カ所）内の固着性以外の徒手採捕可能なサイズの動物（概ね１㎤以上）及び大型海藻類を採集した。採集したエゾアワビ、キタムラサキウニは個体毎に殻長・殻径と重量、その他の動植物は種類別に個体を計数し、総重量を計測した。また、スジメ設置１カ月後の３月 19 日、スジメ給餌区に加え、スジメ給餌区の端から０m（スジメ給餌区に隣接している場所）、５m、10m 及び 15m 離れた地点を対照区として、スキューバ潜水により目視で観察した。

図１　沖出しをしたスジメ（外湾）

図２　スジメ設置の様子（外湾）

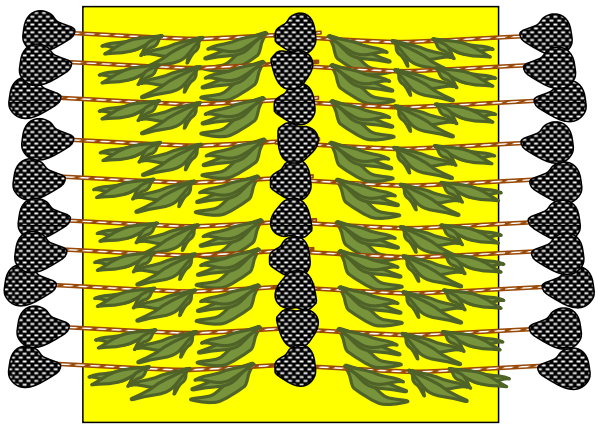


図３　スジメ設置のイメージ（外湾）

２　内湾

⑴　概要

内湾のモデル海域として大船渡市越喜来湾奥で試験を行った。

⑵　試験漁場

水深４～５mの砂地にある独立した根３個をそれぞれの試験区とした。試験区とした根は、試験区②を中心に、試験区①は北西方向に 10m、試験区③は東方向に３m 離れている。なお、試験区①は、スジメを設置せず、ウニの密度を 400g/㎡とし、試験区②は、スジメを設置し、ウニの密度を 400g/㎡とし、試験区③は、スジメを設置せず、ウニの密度を０g/㎡とした。

ウニの密度は根の投影面積を基に算出した。試験区内のウニの密度調整は令和２年 11 月 25 日にスキューバ潜水により実施した。その後、スジメの設置前にウニが多数移動し、試験区内のウニ密度が設定密度

から大幅にずれたため、スジメ設置日の令和３年２月 17 日に試験区内のウニの密度を再調整した。さらに、試験区②を中心とした半径 15m 範囲のウニを除去した。

⑶　スジメの成熟～養成

給餌用のスジメは２種類用意した。１つ目は、３L フラスコ内のスジメ無基質配偶体を令和２年７月 17 日から、照度 6,000 lx、光周期９L15D、水温 15℃の条件下で成熟を促し、芽胞体を確認した時点で通気を開始した。９月 10 日、幼葉を肉眼で確認した後、100L パンライト水槽で止水・通気による培養に移行した。培養条件は、照度最大約 800 lx（光源の直近）～最小約 70 lx（光源の最遠）、光周期９L15D、水温 20℃に設定した。２つ目は、３L フラスコ内のスジメ無基質配偶体を令和２年７月 31 日から、照度 9,000 lx、光周期９L15D、水温 15℃の条件下で成熟を促し、芽胞体を確認した時点で通気を開始した。その条件のまま、挟み込み時まで、適宜スジメの密度を調整しながらフラスコ内で培養した。

11 月９日、上記２種類のスジメ種苗のうち、１つ目の種苗は垂下ロープ７本に、２つ目の種苗は垂下ロープ３本にそれぞれ挟み込んだ後、令和２年 11 月 17 日、試験漁場付近の延縄式養殖施設に垂下し、養成を開始した。なお、挟み込みは、長さ約８m の垂下ロープの下方部分 4.5mにスジメ種苗約 23 株とした（図４）。

上記２種類のスジメ種苗は養成後、同様の生長を示したことから、以後の作業や測定においては区別せずに用いた。

⑷　試験漁場へのスジメ設置とスポアバッグ設置

令和３年２月 17 日、試験区②にスジメを垂下ロープごと設置した（図５）。垂下ロープを計２本、予め根に設置済みのU字ボルトに結束バンドを用いて固定した。船上から定期的に目視観察を続け、目測でスジメの量が半分程度に減少した３月 10 日にスジメを再設置した。なお、スジメの再設置は、２月 17 日に設置したスジメを垂下ロープごと取り除いた後、別のスジメの垂下ロープ２本を用いて２月 17 日と同様に行った。スジメの設置と再設置の際、計測用に別途、垂下ロープを１本ずつ回収し、垂下ロープ１m あたりの重量及び全長を計測した。

令和２年 12 月４日に、コンブ母藻を収容したスポアバッグを各試験区の根の直近に設置した。令和３年２月 17 日、スポアバッグ内のコンブ母藻は枯死流失してほとんどなくなっていたことから、スポアバッグを回収した。

⑸　生物生息量調査及びモニタリング

令和２年 11 月 25 日、各試験区内のウニの密度調整にあたり、スキューバ潜水により試験区③の根表面の固着性以外の徒手採捕可能なサイズの動物（概ね１㎤以上）を取り除く形で採集した。令和３年２月 17 日、スジメ設置作業と共に、２⑵に記述した半径 15m 範囲のウニの除去、ウニの密度再調整、各試験区の動植物の観察をスキューバ潜水により実施した。さらに、３月 10 日のスジメ再設置の際、潜水により目視で観察し、１カ月後の試験漁場の様子を確認した。

図４　沖出しをしたスジメ（内湾）

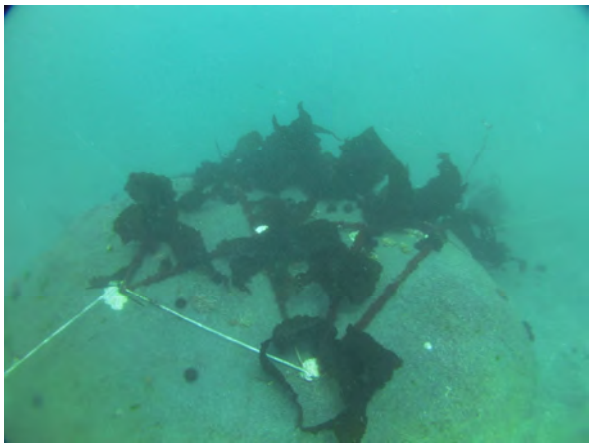


図５　スジメ設置後の試験区②（内湾）

図６　試験区に設置したスポアバッグ（内湾）

＜結果の概要・要約＞

１　外湾

⑴　スジメの成熟～養成

設置時の給餌用スジメの様子を沖出し日別に図７、８にそれぞれ示した。また、給餌用スジメの総重量及び平均全長を図９に示した。令和３年２月 24 日における給餌用スジメの１m 当たりの重量と平均全長は、令和２年 10 月 28 日沖出しで重量 1.17kg/m、平均全長 85.1cm、11 月 18 日沖出しで重量 1.81kg/m、平均全長 94.6cm であった。重茂地先の水深５m における日平均海水温は、10 月 28 日からの 20 日間（11 月 17 日）で平均 16.5℃（最高 17.6℃、最低 15.1℃）であり、11 月 18 日から 20 日間（12 月７日）で平均 14.2℃（最高 15.6℃、最低 12.9℃）であった（東北ブロック沿岸水温速報）。一方、スジメ種苗の沖出しの目安は、海水温が 17℃以下とされている（青森県水産総合研究センター増養殖研究所だより第 108 号）。よって、より好適な水温環境で養成ができた沖出し２回目のスジメの方が生育が良好となったと推察される。

測定結果から、スジメ給餌区には約 64kg（（1.17 kg/m× ２m/本× ７本）＋（1.81 kg/m× ２m/本×13 本））のスジメを設置したと推定される。一方、令和３年２月 24 日の生物生息量調査では、試験漁場のキタムラサキウニの生息密度は 153g/㎡であった。ウニ類の海藻摂餌量と水温ならびにサイズとの関係（町口 1997）を基に、スジメ設置前である令和３年１月 16 日から２月 15 日の日平均海水温（8.7℃）でのキタムラサキウニの日間摂餌量をキタムラサキウニ個体重量の９％とすると、スジメ給餌区内の１か月間のキタムラサキウニの摂餌量は 10.3kg と推定される。よって、スジメ給餌区内には、キタムラサキウニ摂餌量の６倍のスジメを設置したことになり、設置量としては十分であると考えられた。

⑵　生物生息量調査及びモニタリング

令和３年２月 24 日に実施した生物生息量調査の結果を図 10、試験漁場の様子を図 11、図 12 に示した。動物の生息密度はキタムラサキウニ 4.5 個体/㎡（153g/㎡）、イトマキヒトデ 4.6 個体/㎡（27.5g/㎡）、ヤドカリ類 0.4 個体/㎡（0.5g/㎡）であった。植物は、方形枠（２カ所）内には大型海藻類は確認されず、無節石灰藻が優占し、フクロノリが僅かに観察された。方形枠（２カ所）外で、大型褐藻類の幼葉が僅かに観察された（図 13）。

３月 19 日には、スジメ給餌区では、設置したスジメの垂下ロープが波によって移動し、偏りが多少生じていたものの、大半のスジメが残っていた（図 14、15）。キタムラサキウニウニやアワビがスジメを摂餌している様子が観察された（図 16、17）。スジメ給餌区内では、キタムラサキウニは少なく、スジメによるむち打ち効果によるものと推察された。また、植物は、大型褐藻類の幼葉が観察された（図 18）他、フクロノリが一定量観察された。一方、同日の対照区においては、対照区０m には大型褐藻類の幼葉は見られず、フクロノリが一定量観察された（図 19）。また、キタムラサキウニが一定数観察され、マナマコも確認された（図 20）。対照区５m では、大型褐藻類の幼葉は見られず、フクロノリとスガモが観察され、キタムラサ

キウニが一定数観察された（図 21）。対照区 10m では、大型褐藻類の幼葉は確認できなかった。スガモが一定量観察され、キタムラサキウニも一定数観察された（図 22）。対照区 15m では、大型褐藻類の幼葉は観察されなかった。また、フクロノリやスガモもほとんどなく、無節石灰藻が生えているのみであった（図 23）。ウニは一定数確認された。

以上のように、令和３年３月 19 日には、大型褐藻類の幼葉はスジメ給餌区のみで確認され、対照区では確認されなかった。また、スジメ給餌区から離れるほど植物の現存量は少なくなり、スジメ給餌区からの距離 10m以遠で顕著であった。これらは、給餌用スジメの設置によってウニの摂餌圧が分散された効果と示唆される。

図７　設置時のスジメ（R2.10 沖出し）（外湾）

図８　設置時のスジメ（R2.11 沖出し）（外湾）

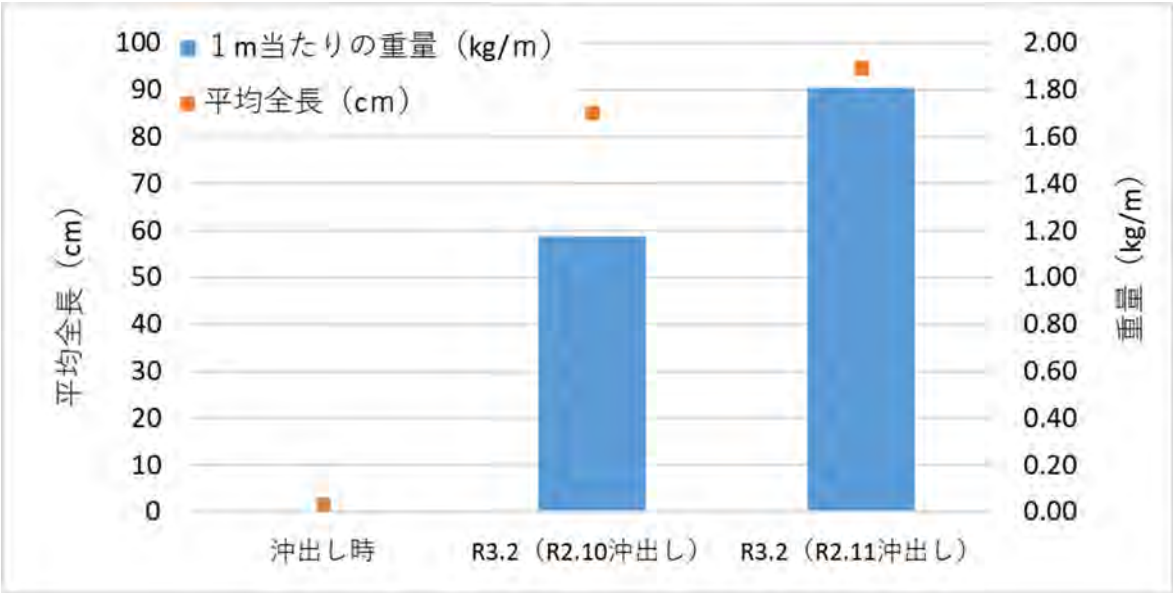


図９　給餌用スジメの１m 当たり重量と平均全長（外湾）

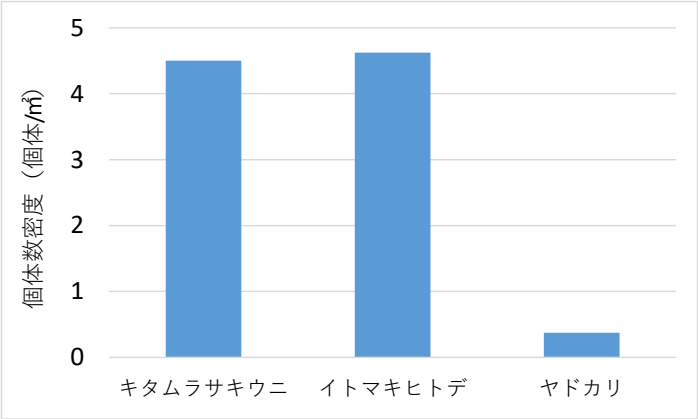


図 10　試験漁場の生物生息量（令和３年２月 24 日、外湾）

図 11　R3.2.24　試験漁場（外湾）

図 12　R3.2.24　試験漁場（外湾）

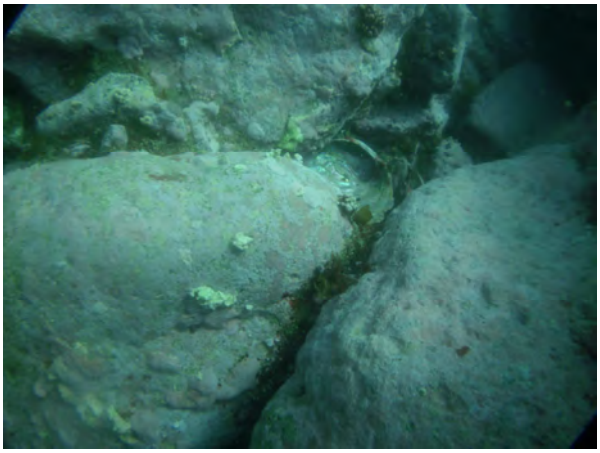


図 13　R3.2.24　試験漁場　大型褐藻類幼葉（外湾）

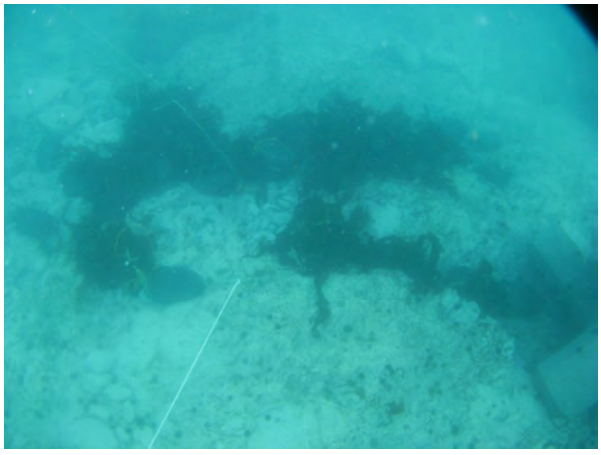


図 14　R3.3.19　スジメ給餌区（外湾）

図 15　R3.3.19　スジメ給餌区（外湾）

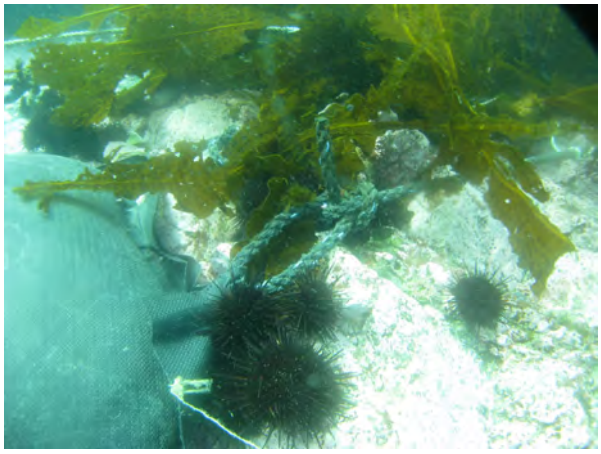


図 16　R3.3.19　スジメ給餌区（外湾）

図 17　R3.3.19　スジメ給餌区（外湾）

図 18　R3.3.19　スジメ給餌区　大型褐藻類幼葉（外湾）

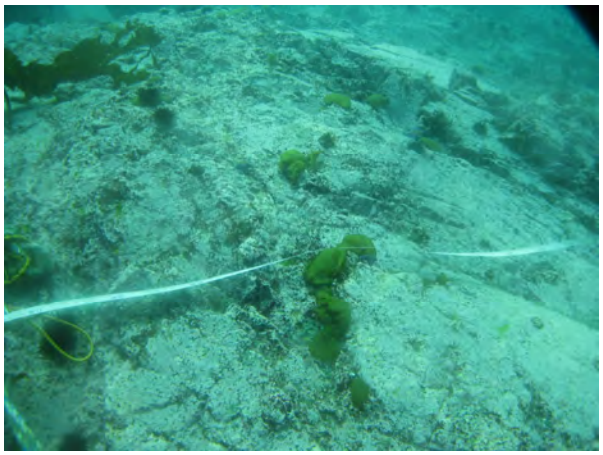


図 19　R3.3.19　対照区０m（外湾）

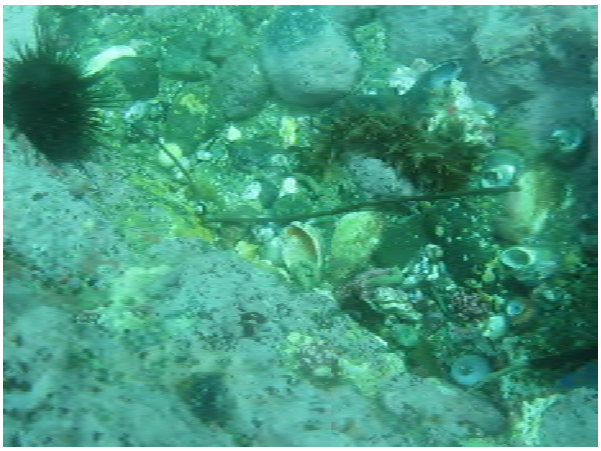


図 20　R3.3.19　対照区０m（外湾）

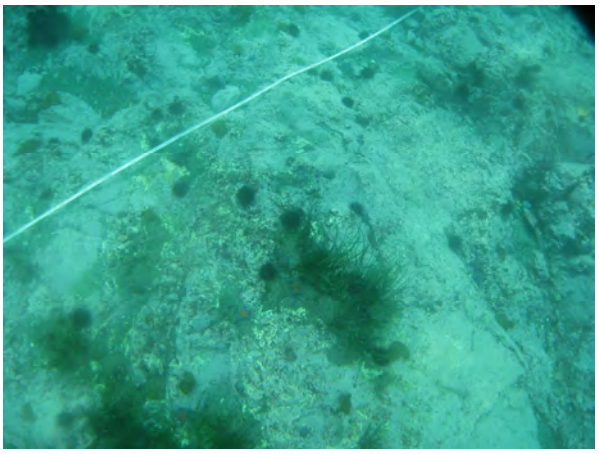


図 21　R3.3.19　対照区５m（外湾）

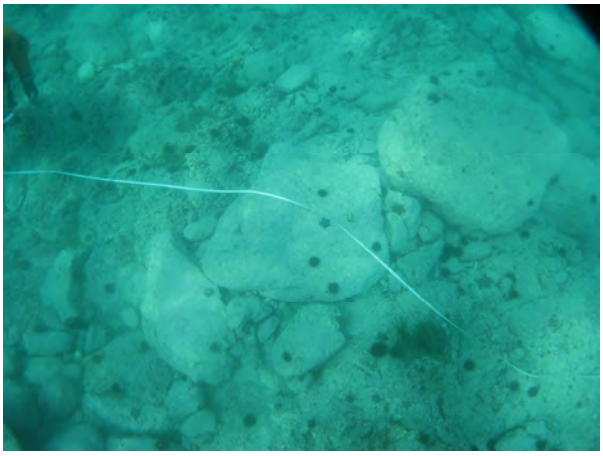


図 22　R3.3.19　対照区 10m（外湾）

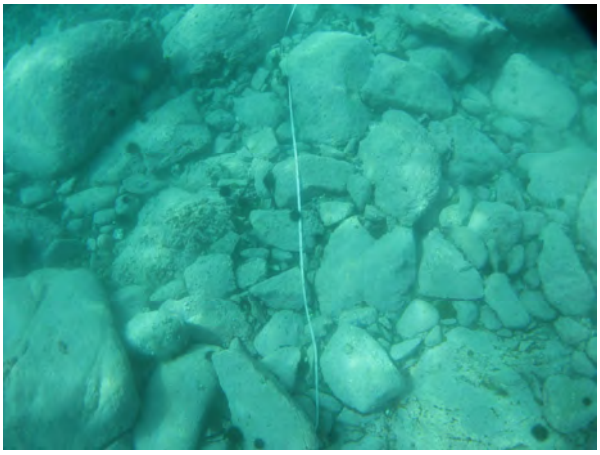


図 23　R3.3.19　対照区 15m（外湾）

２　内湾

⑴　スジメの成熟～養成

設置と再設置時の給餌用スジメを図 24、25 にそれぞれ示した。また、給餌用スジメの１m 当たりの重量及び平均全長を図 26 に示した。給餌用スジメの１m 当たりの重量と平均全長は、令和３年２月 17 日には重量 0.21kg/m、平均全長 44.0cm、３月 10 日には重量 0.56kg/m、平均全長 72.6cm であった。１m 当たりの総重量、垂下ロープの長さ及び設置本数から設置したスジメの総重量は、２月 17 日には 1.9kg、３月 10 日には 5.0kg と推定された。また、２月 17 日に設置し、３月 10 日に回収したスジメの総重量は 1.3kg であった。

⑵　生物生息量調査及びモニタリング

令和２年 11 月 25 日の生物生息量調査の結果を図 27 に示した。動物の生息密度は、キタムラサキウニが 7.5 個体/㎡（144.7g/㎡）、イトマキヒトデが 1.4 個体/㎡（22.7g/㎡）、ヒレガイが個体 0.2 個体/㎡（1.7g/㎡）であった。植物は、試験区内には大型海藻類、小型海藻類ともに確認されなかった。

令和３年２月 17 日の各試験区の様子を図 28～33 に示した。試験区①では、植物はフクロノリが優占し、大型褐藻類の幼葉は見られなかった。動物は、キタムラサキウニが優先し、イトマキヒトデをわずかに確認した。試験区②では、植物はアオサ類を確認した他、大型褐藻類の幼葉もわずかに確認した。動物はキタムラサキウニが優占し、イトマキヒトデが少数観察された。試験区③では、植物はアオサ類が観察され、大型褐藻類の幼葉もわずかに確認された。動物は、周囲から移動してきたキタムラサキウニと、肉植性巻貝が少数確認された。

３月 10 日の各試験区の様子を図 34～図 42 に示した。試験区①では、２月同様フクロノリが優占し、ケウルシグサも確認された一方、コンブやワカメの幼葉は確認されなかった。動物はキタムラサキウニが優占し、イトマキヒトデが少数観察された。試験区②では、植物はアオサ類が優占し、大型褐藻類の幼葉が確認された（図 39）。２月 17 日に設置したスジメは目測で半分程度に減少しており、ウニ類のものと推察される摂餌痕も確認された（図 43）。試験区③では、植物はアオサ類が優占し、大型褐藻類の幼葉が確認された（図 42）。動物はキタムラサキウニが少数、小型の肉植性巻貝が極少数確認された。

以上から、給餌用のスジメを設置することによってウニの摂餌圧が分散され、大型褐藻類の幼葉が保護されることが示唆された。

図 24　R3.2.17　設置時のスジメ（内湾）

図 25　R3.3.10　再設置時のスジメ（内湾）

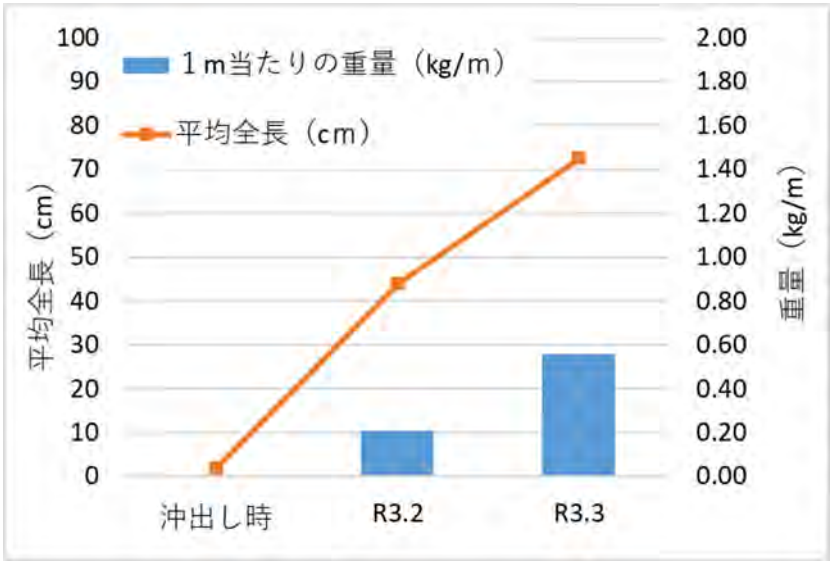


図 26　給餌用スジメの１ｍ当たりの重量と平均全長（内湾）

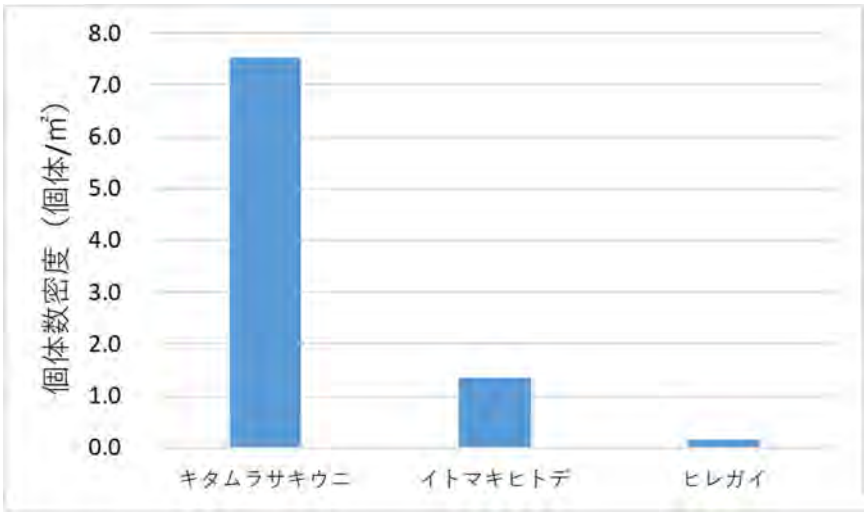


図 27　試験漁場の生物生息量（R2.11.25　内湾）

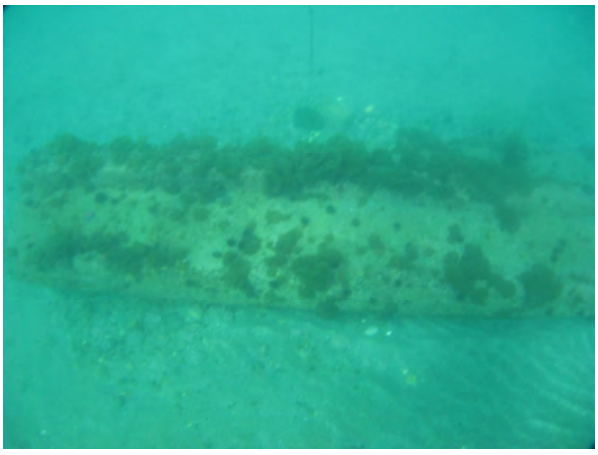


図 28　R3.2.17　試験区①　（内湾）

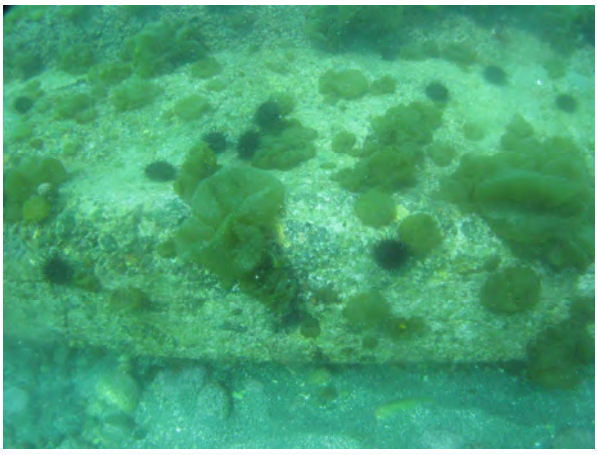


図 29　R3.2.17　試験区①　（内湾）

図 30　R3.2.17　試験区②　スジメ設置前（内湾）

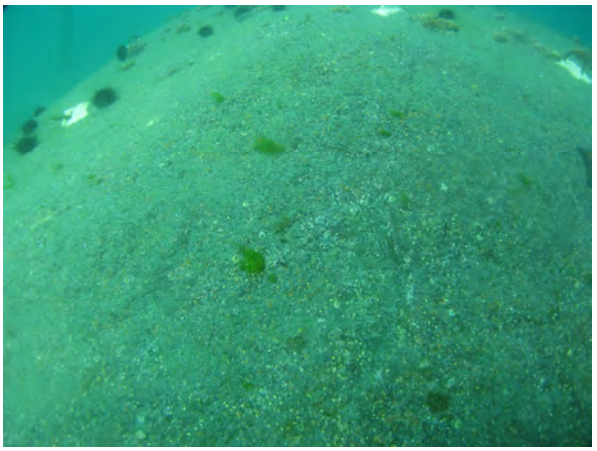


図 31　R3.2.17　試験区②　スジメ設置前（(内湾）

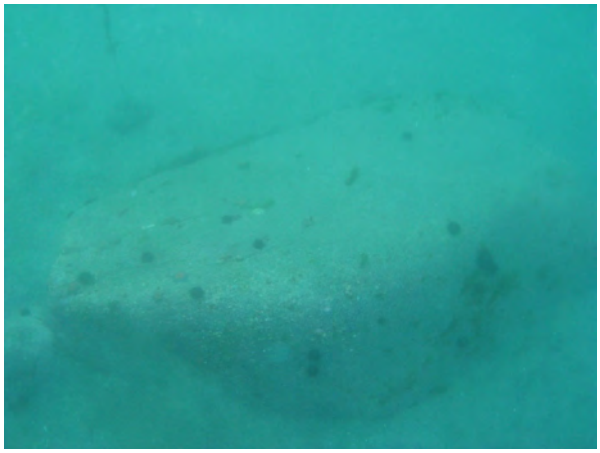


図 32　R3.2.17　試験区③（内湾）

図 33　R3.2.17　試験区③（内湾）

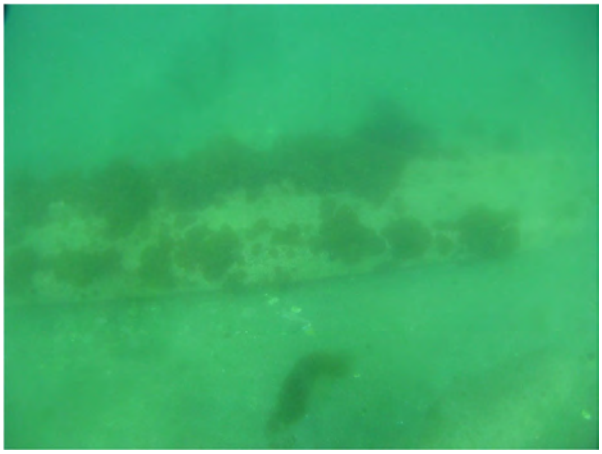


図 34　R3.3.10　試験区①（内湾）

図 35　R3.3.10　試験区①（内湾）

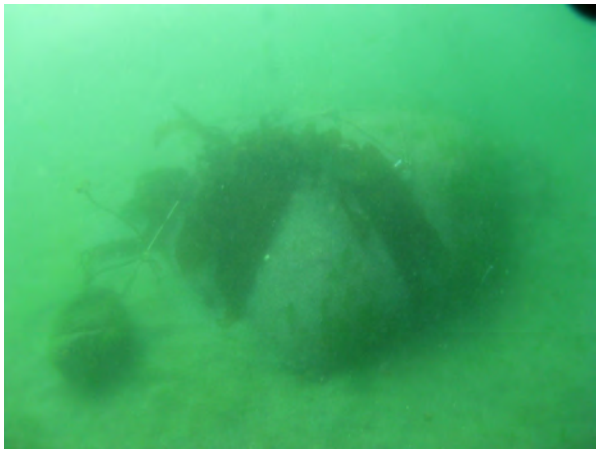


図 36　R3.3.10　試験区②　スジメ回収前（内湾）

図 37　R3.3.10　試験区②　スジメ再設置後（内湾）

図 38　R3.3.10　試験区②　スジメ再設置後（内湾）

図 39　R3.3.10　試験区②　大型褐藻類幼葉（内湾）

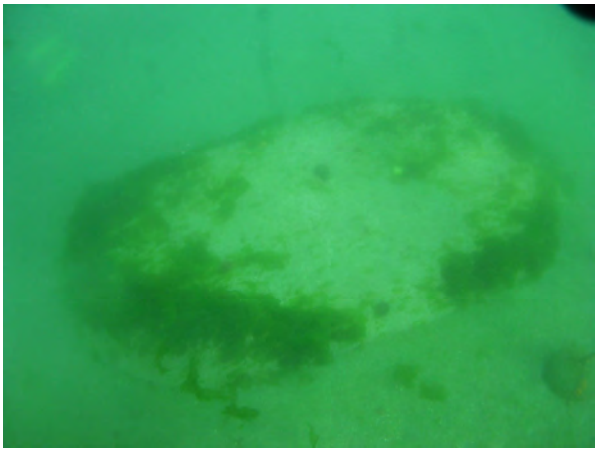


図 40　R3.3.10　試験区③（内湾）

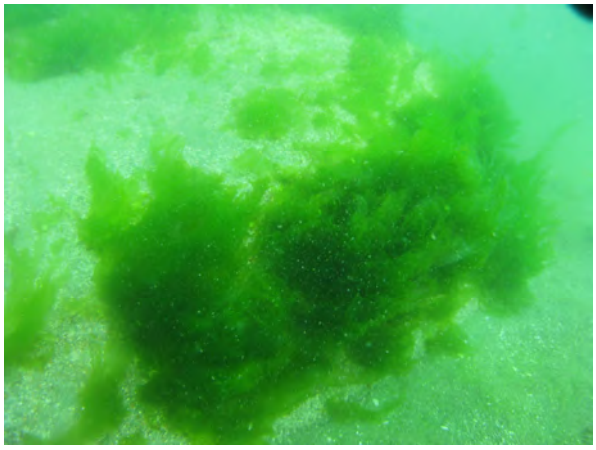


図 41　R3.3.10　試験区③（内湾）

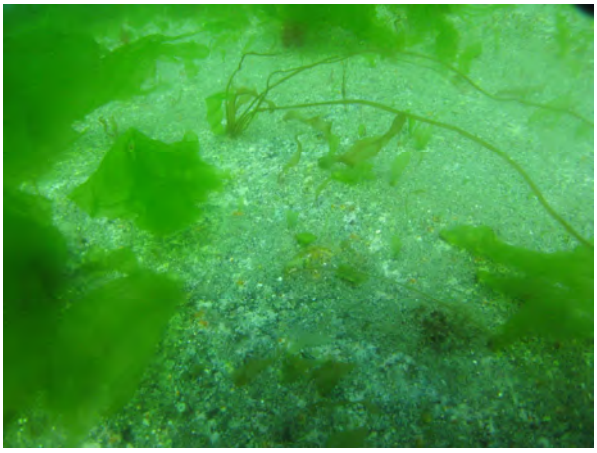


図 42　R3.3.10　試験区③　大型褐藻類幼葉（内湾）

図 43　R3.3.10　回収したスジメ（内湾）

＜今後の問題点＞

岩手県沿岸では、天然コンブは初夏に最大現存量を記録することから、当該時期までの間、本試験による天然コンブの幼葉の保護効果について定期的なモニタリングを継続する必要がある。

スジメは給餌用海藻として有効であることが示唆されたが、本技術の現場展開を踏まえ、給餌用海藻の選択

肢を多くするため、スジメに加えてコンブやワカメも給餌用海藻としての特徴を整理するとともに早期育成技術を確立する必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

漁場での実証試験について、令和３年度夏季までモニタリングを継続する。また、スジメ、コンブ、ワカメについて、早期育成・養成方法を検討する。

＜結果の発表・活用状況等＞

１　広報等

北川　アワビ・ウニの餌対策～視点を変えた新たな試み～（いわて漁連情報12月号）

研究分野	３　生産性・市場性の高い産地形成に関する技術開発	**部　名**	増養殖部
研究課題名	⑵　アワビ・ウニ等の増殖に関する研究 ③　種苗生産の安定・低コスト化技術の開発・普及		
予算区分	国庫		
試験研究実施年度・研究期間	平成 23 年度～令和２年度		
担当	（主）髙梨脩（副）小林 俊将・北川 真衣		
協力・分担関係	国立研究開発法人水産研究・教育機構　水産技術研究所、東京大学大気海洋研究所、一般社団法人岩手県栽培漁業協会		

＜目的＞

岩手県沿岸はアワビの好漁場であり、アワビの漁獲量（平成22年度）は都道府県別で最も多い283トン、全国漁獲量1,461トンのおよそ２割を占めていた。岩手県では、この漁獲量を維持、増大するため、年間800万個の種苗放流と漁獲規制などの資源管理を実施してきたが、東日本大震災津波によりアワビ資源は大きな被害を受けた。平成22年生まれ（震災時の年齢は０歳）の天然稚貝が全県的に壊滅的な被害を受け、さらには、県内のアワビ種苗生産施設が全壊し、平成23年から26年にかけて種苗放流の休止または縮小を余儀なくされたことから、アワビ資源の減少、低迷を招いている。

このような状況から、アワビ種苗生産・放流の再開によるアワビ資源の増加が強く求められており、その一方で放流を行う各沿海漁協では復旧・復興のための経済的な負担が膨らんでいることから、震災前の種苗生産体制への単なる復旧ではなく、最先端の技術を活用し、従来以上に効率的な体制を構築することが急務である。

本研究では、アワビ初期稚貝の好適餌料である針型珪藻を用いた飼育技術の導入により、従前より飛躍的に生産効率の高い種苗生産技術の開発を行う。

＜試験研究方法＞

アワビ初期稚貝の生残と成長向上効果が認められる針型珪藻の培養と給餌等の技術を事業規模の種苗生産に導入するため、県内のアワビ種苗生産施設（（一社）岩手県栽培漁業協会、田老町漁協、重茂漁協、広田湾漁協）を対象に、針型珪藻の元種を供給し、元種培養から大量培養に関する技術を施設ごとに指導した。

＜結果の概要・要約＞

針型珪藻の元種は、県内のアワビ種苗生産施設４機関へ延べ15回、供給した。各アワビ種苗生産施設や当所にて、培養技術に関する説明や実技指導を延べ14回実施した。

重茂漁協については令和２年３～４月に、広田湾漁協については令和２年４～５月に、元種培養、拡大培養及び大量培養をそれぞれ技術指導し、アワビ初期稚貝飼育時期において安定的に培養・給餌していることを確認した。また、当該技術の更なる定着を図るため、それぞれの施設の設備・器具に合わせた培養手順書を作成・配布した。

上記２施設に当該技術が導入されたことにより、既に技術導入済であった（一社）岩手県栽培漁業協会及び田老町漁協を含む県内全４施設において、針型珪藻の適切な管理と効率的な培養・給餌技術が導入された。

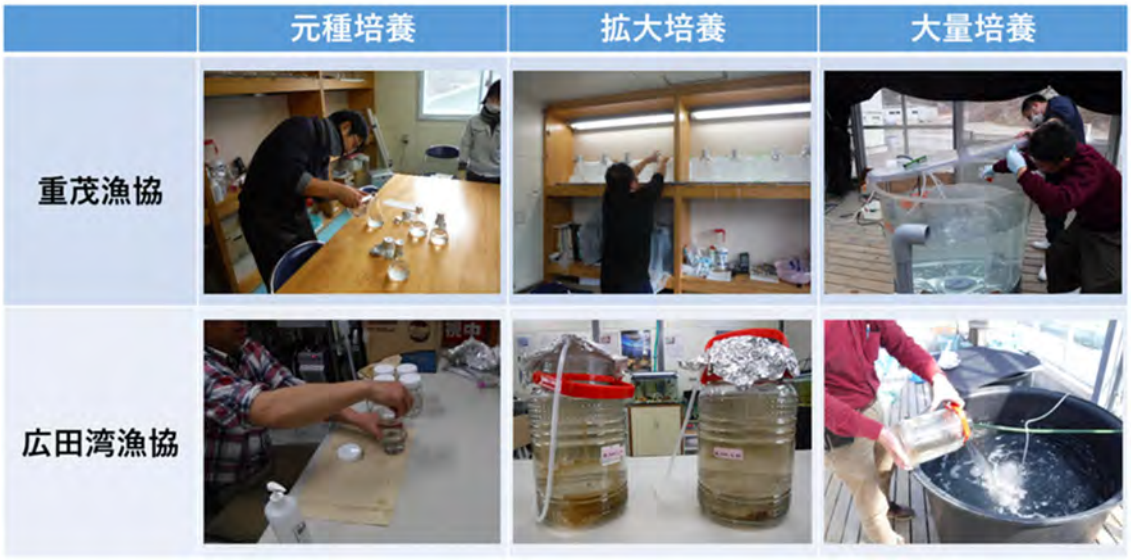
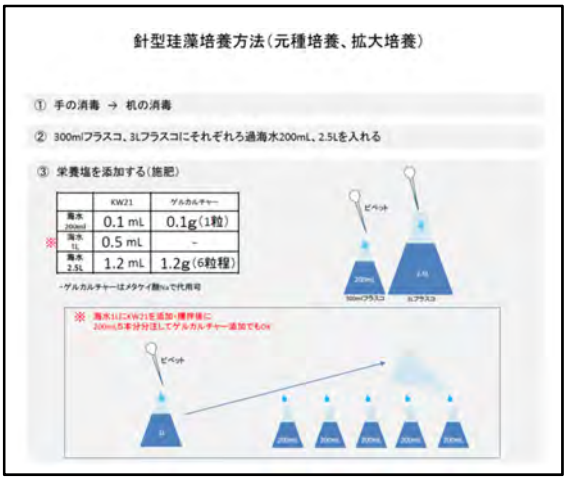


図１　各施設における針型珪藻培養の様子

重茂漁協



広田湾漁協

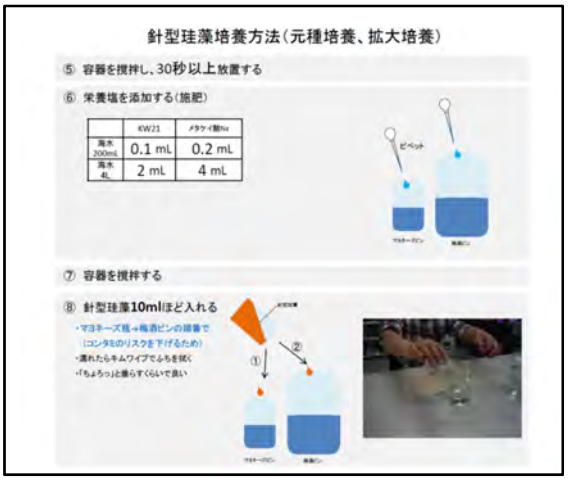


図２　各施設における培養手順書（一部抜粋）

＜今後の問題点＞

針型珪藻の培養については、培養・給餌指導及び培養手順書の配布等により、各種苗生産施設の機器・設備に合わせた培養技術の導入が完了したが、当該技術は毎年度実施され定着されることが肝要である。このため、継続して各施設の培養状況を確認し、必要に応じて技術指導を行う必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

継続して各施設の針型珪藻培養状況を確認し、必要に応じて技術指導を行う。

＜結果の発表・活用状況等＞

なし

研究分野	３　生産性・市場性の高い産地形成に関する技術の開発	**部　名**	増養殖部
研究課題名	⑵　アワビ・ウニ等の増殖に関する研究 ④　効果的なナマコ増殖技術の開発		
予算区分	県単（栽培漁業推進事業費）		
試験研究実施年度・研究期間	平成31年度～令和５年度		
担当	（主）小林　俊将（副）、高梨　脩、北川　真衣		
協力・分担関係	久慈市、久慈市漁業協同組合、㈱アルファ水工コンサルタンツ、東北大学、県北広域振興局水産部		

＜目的＞

ナマコは、近年の中国での需要増加や、アワビ・ウニと餌料を競合しないことなどから、栽培漁業対象種として漁業者やその関係団体から注目されている。本県では人工種苗生産技術が確立され、放流事業が行われているが、有効な標識技術がなかったことから放流技術に関する知見は極めて乏しく、放流効果も把握されていない。そのような状況に対し、近年、他の道県では、ＤＮＡを用いた親子鑑定の技術が開発され、放流後の追跡調査が可能となった。

そこで、このような遺伝情報を用いたナマコ種苗の追跡調査を行い、放流後の成長、生残状況を明らかにして、種苗放流による資源増大効果を把握するとともに、より効果的な放流技術を開発する。

＜試験研究方法＞

１　放流効果調査

平成28年度に（一社）岩手県栽培漁業協会種市事業所において生産されたマナマコ人工種苗（平均体長30㎜）を、平成29年３月、久慈市の漁港内（横沼、久喜及び舟渡漁港）に設置された貝殻礁へ各6,000個体放流した。その後、放流個体の分散状況や成長を把握するため、放流１年８か月後の平成30年11月と放流１年11か月後の平成31年１～２月に各１回、放流した漁港内において、任意の数のナマコを採取した。平成30年11月の採取は、11月13日に横沼漁港及び舟渡漁港、11月14日に久喜漁港で行い、平成31年１～２月の採取は、１月31日に横沼及び久喜漁港、２月３日に舟渡漁港で行った。採取個体はメントールで麻酔した後、体長及び体重を測定し、ＤＮＡ抽出用に触手の一部を採取した。その後、採取個体は採取地点に放流した。

２　ＤＮＡ解析による親子判別

放流効果調査で放流したマナマコ人工種苗の親ナマコと漁港からの採取個体について、令和元年度に触手からＤＮＡを抽出し、ミトコンドリアＤＮＡを解析し、両者のＤＮＡ配列を比較することで親子判別を行った。親子判別の結果から、漁港からの採取個体を放流個体である可能性が高い個体（以下「高個体」という。）、放流個体である可能性が低い個体（以下「低個体」という。）、ＤＮＡ配列が読み取れず親子判別できなかった個体（以下「不明個体」という。）に分別した（算出する際には、不明個体を除いた個体のみで計算した。）。

３　放流効果の検証

親子判別結果をもとに、漁港で採捕された高個体の採捕数、移動距離、成長を整理し、放流効果を検証した。

＜結果の概要・要約＞

１　放流効果調査及びＤＮＡ解析

２回の調査で合計165個体のマナマコが採捕された。ミトコンドリアＤＮＡの解析により165個体中、高個体が51個、低個体が91個、不明個体が23個だった（詳細は前報に記載）。

２　放流効果の検証

(1) 放流種苗の残存率

２回の調査で採捕されたマナマコの高個体、低個体、不明個体の合計個体数を図１に示した。

採捕された高個体の数は横沼漁港が32個体で最も多く、採捕割合も高かった。各漁港に放流した種苗数は同じことから、放流種苗の残存率は横沼漁港が最も高かった可能性が示唆された。

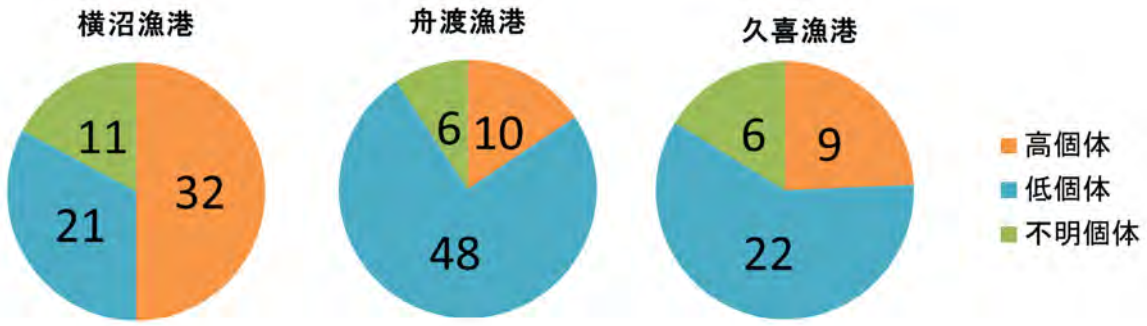


図１　２回の調査で採捕されたマナマコの高個体、低個体、不明個体の合計個体数

(2) 放流種苗の移動

放流１年８か月後の１回目の調査で採捕されたマナマコの高個体について、放流地点である貝殻礁設置場所からの移動距離を漁港別に比較すると、舟渡漁港及び久喜漁港では全ての個体が放流地点から概ね10m以内で採捕されたのに対して、横沼漁港では全ての個体が20～30m移動した地点で採捕された。

これらの結果、横沼漁港は舟渡漁港、久喜漁港と比較して、放流したマナマコの採捕率が高く、放流後の移動距離が大きい可能性が示唆された。横沼漁港、舟渡漁港、久喜漁港の貝殻礁を設置した底質は、それぞれ、砂礫底、砂質底、砂泥底であり、底質の違いが採捕率と移動距離に影響を与えた可能性が考えられた。

(3) 放流種苗の成長

放流１年11か月後の２回目の調査で採捕された高個体の体重組成を図２に示した。平均体重は48.5±36.4gで最大134.0ｇ、最小5.2ｇだった。採捕された高個体26個体のうち４個体（15.4%）が体重100ｇ以上あり、30 mm種苗は放流２年後から漁獲加入する可能性が示唆された。

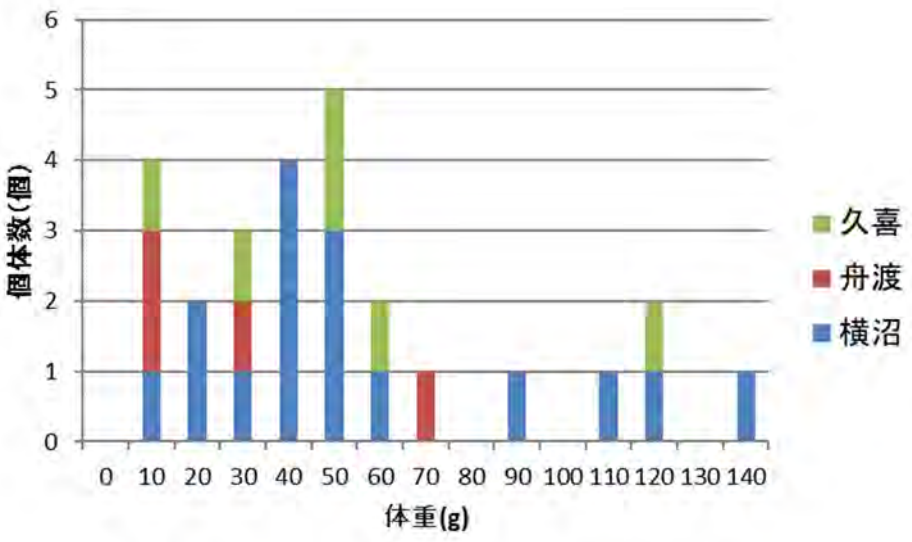


図２　放流１年11か月後に採捕されたマナマコの高個体の体重組成

＜今後の問題点＞

マイクロサテライトＤＮＡを用いたＤＮＡ解析を行い、ミトコンドリアＤＮＡの解析結果と照らし合わせることで、より正確な親子判別及び放流効果の把握をする必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

平成30年度に得られたサンプルから、マイクロサテライトＤＮＡを用いたＤＮＡ解析を行う。

＜結果の発表・活用状況等＞

なし

研究分野	３　生産性・市場性の高い産地形成に関する技術開発	**部　名**	増養殖部
研究課題名	⑵　アワビ・ウニ等の増殖に関する研究 ⑤　より経済効果の高いアワビ資源管理手法の検討		
予算区分	県単		
試験研究実施年度・研究期間	平成23年度～令和５年度		
担当	（主）北川　真衣、渡邉　成美　（副）滝澤　紳		
協力・分担関係	国立研究開発法人水産研究・教育機構東北区水産研究所、東京大学大気海洋研究所、一般社団法人岩手県栽培漁業協会、野田村漁業協同組合、田老町漁業協同組合、吉浜漁業協同組合		

＜目的＞

岩手県ではエゾアワビ（以下、アワビと記す）は重要な資源であるが、近年は漁獲量が低迷している。これは、東日本大震災津波による稚貝の流失や平成23年から平成26年までのアワビ種苗放流の休止や大幅な縮小によるアワビ資源の低迷が原因と考えられ、この状況は今後数年続くことが懸念されている。一方、種苗放流は安定的な資源添加が見込めることから、その重要性が増している。放流後のアワビの生残率は種苗放流方法によって大きく異なることが明らかとなっており、より効果的な種苗放流方法の確立が急務である。

以上より、放流貝の資源状況を把握するとともに、より効果的な種苗放流方法の確立をすることで、アワビ資源の回復及び漁獲量の増大を図る。

また、近年、岩手県沿岸ではマダコが多数確認され、アワビへの食害が危惧されている一方で、マダコによる食害の影響の大きさは明らかとなっていない。よって、アワビ漁場において、マダコによる食害の影響の大きさを確認する。

＜試験研究方法＞

１　放流貝の漁獲加入状況調査

⑴　放流貝混獲調査

大船渡市吉浜湾の専属漁場を対象に、吉浜漁協のアワビ漁実施日に調査した。漁獲されたアワビの一部を天然貝と放流貝に分け、それぞれを計数し、総重量を測定した。漁獲物の重量と放流貝の重量から、混獲率を推定した。また、漁獲量から漁獲量指数（漁獲量指数は平成22年の天然貝の漁獲量を１とした時の他年の天然貝と各年の放流貝の漁獲量の増減を表す）を求め、混獲率との関係について検討した。

⑵　漁獲加入年数把握試験

平成26年から平成28年にかけて金属タグ（㈱イー・ピー・アイ製）を殻長30㎜程度のアワビ人工種苗（以下金属タグ付きアワビ）に取り付け、吉浜湾の専属漁場へ放流した（平成26年：1,967個体、平成27年：3,600個、平成28年：9,758個）。金属タグには、放流年が判別できる刻印を施した。その後、上記の放流貝混獲調査時に、漁獲された金属タグ付きアワビを確認し、漁獲加入に係る年数の把握を行った。

２　より効果的な種苗放流方法の検証

⑴　容器放流の効果の検証

容器を用いた種苗放流（以下、容器放流）によって放流直後の生残率が向上することが分かっている（平成15年度岩手県水産技術センター年報）。その一方で、漁獲時までの容器放流の効果については明らかとなっていない。そこで、容器放流とばらまき放流による放流貝の回収の差を比較した。

容器放流には、巡流水槽でのアワビ種苗生産で使用する平板を用いた（写真１）。容器放流とばらまき放流のそれぞれについて、放流方法が判別できる刻印を施した金属タグを平均殻長約29mmのエゾアワビ人工種苗5,000個に取り付け、平成28年10月、それぞれの放流方法で吉浜湾の専属漁場に放流した（写真２、３）。なお、容器放流した個体のうち、放流時に容器内に残存した個体は剥離してばらまき放流で放流した。その後、漁獲物の一部を対象に金属タグ付き個体を探し、発見された当該個体を集計し、次式によ

り発見率を算出した。

$$\text{ばらまき放流の発見率}\alpha = \frac{\text{ばらまき放流用のタグをつけたアワビの発見個体数}}{\text{ばらまき放流用のタグをつけたアワビの放流個体数}}$$

$$\text{容器放流の発見率}\beta = \frac{\text{容器放流用のタグをつけたアワビの発見個体数}-(\text{容器内に残存してばらまき放流したアワビの個体数}\times\alpha)}{\text{容器放流で海底に移動したアワビの個体数}}$$

写真１　放流に使用した容器

写真２　容器放流の様子

写真３　ばらまき放流の様子

⑵　放流容器の改良と適正密度の検討

アワビ種苗生産で使用する波板を用いた放流容器について、より放流効果を高める改良と、アワビ種苗の適正な収容密度について検討した。従前の容器（以下、従前容器）は波板が固定されていたのに対し、改良容器は、波板が海底に接触するよう、波板が可動する構造にした（写真４、５）。

令和２年 10 月７日 13 時、平均殻長 30mm のアワビ種苗を従前容器と改良容器のそれぞれ収容し、容器ごと暗所で静置した（写真６）。10 月８日７時（収容 18 時間後）、野田村地先の漁場に３つの定点（定点A、B、C）を設定し、容器を海底に設置した（写真７）。各定点の水深は、定点Aで 8.4m、定点Bで 4.8m、定点Cで 6.4mであった。容器の海底設置７時間後に容器を回収し、容器に残存しているアワビ種苗を計数した。各定点における容器の種類、容器内の波板の枚数及びアワビ種苗収容個体数は表１のとおり設定した。

表１　各定点における放流容器種類、容器内の波板の枚数及びアワビ種苗収容個体数

定点	容器種類	波板枚数	収容個体数
A	従前容器	8	800
A	従前容器	8	500
A	従前容器	8	300
A	従前容器	5	300
A	従前容器	5	200
A	改良容器	5	650
A	改良容器	5	300
A	改良容器	5	200
B	従前容器	8	1,000
B	従前容器	8	500
B	従前容器	5	650
B	従前容器	5	500
B	改良容器	8	800
B	改良容器	8	500
B	改良容器	8	500
B	改良容器	8	300
B	改良容器	5	500
C	従前容器	8	500
C	従前容器	5	500
C	従前容器	5	500
C	改良容器	8	1,000
C	改良容器	8	500
C	改良容器	5	500
C	改良容器	5	500

写真４　従前容器
放流時には、写真掲示の上側を海底に向けて設置。波板は結束バンド・ロープ等で固定され動かないことから、海底の形状によっては波板が海底に接触しない。

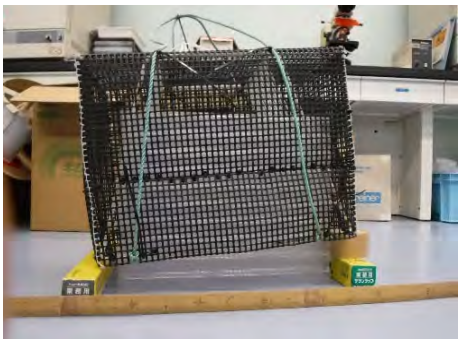


写真５　改良容器
波板が海底に接触するよう、波板が下方に可動する構造としている。

写真６　アワビ種苗の容器への収容

写真７　放流の様子

３　マダコ食害影響調査

宮古市田老地先の漁場において、表２に示すアワビ２群（Ⅰ群（写真８）、Ⅱ群（写真９））を令和２年 10 月 21 日に船上からのばらまき放流後、12 月 25 日にへい死個体の貝殻をダイバーによる潜水で採集した。採集したへい死個体の貝殻から、貝殻表面の色や標識によりⅠ群とⅡ群のへい死個体を抽出した後、マダコによる穿孔痕（写真 10、11）の有無を確認した。マダコに捕食されたへい死個体の貝殻は、マダコによる穿孔痕を有する場合と有しない場合があり、水槽実験によりその割合が示されている（藤田ら、2003）ことから、次式によりマダコの捕食によるへい死個体数を推定した。さらに、マダコの捕食によるへい死率や死因の割合を次式により算出した。

マダコの捕食によるへい死個体数＝A/B･･･C

マダコの捕食によるへい死率＝C/D×100

死因の割合（マダコの捕食が死因）＝C/E×100

A：穿孔痕を有するへい死個体の数

B：マダコに捕食されたへい死個体のうち、穿孔痕を有する個体の割合（藤田ら、2003）

D：放流個体数

E：採集したへい死個体の数

表２　マダコ食害影響調査に用いたアワビ人工種苗

	放流個体数（個体）	平均殻長（mm）	最小殻長（mm）	最大殻長（mm）	特長
Ⅰ群	1,668	59.6	31	80	貝殻表面が全て緑色であり、識別可能。
Ⅱ群	129	101.3	90	127	標識としてピンク色のビニール被膜針金を呼水孔に装着。

写真８　Ⅰ群アワビ個体

写真９　Ⅱ群アワビ個体

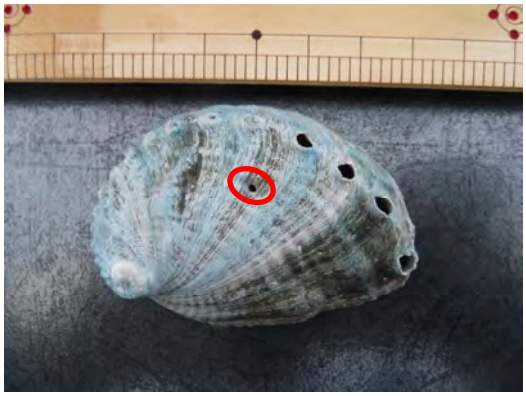


写真 10　マダコ穿孔痕（Ⅰ群）赤丸部分が穿孔痕

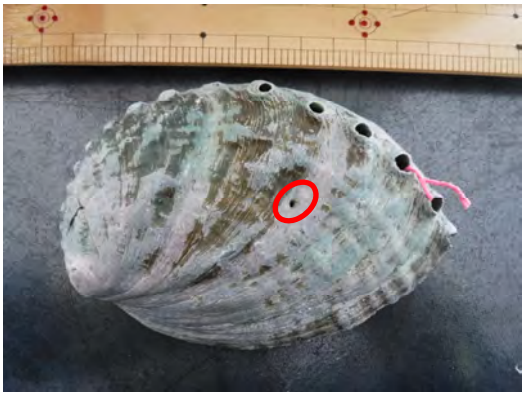


写真 11　マダコ穿孔痕（Ⅱ群）赤丸部分が穿孔痕

＜結果の概要・要約＞

１　放流貝の漁獲加入状況調査

⑴　放流貝混獲調査

吉浜湾専属漁場におけるアワビ漁獲量指数と放流貝重量混獲率の推移を図１に示した。

放流貝漁獲量は平成25年以降減少し、28年に最小値を記録した後、増加に転じている。この変化と同調し、放流貝混獲率は平成25年以降低下し、平成28年に最低値（8.6%）を記録した後、上昇に転じ、平成30年には平成25年以前と同水準となっていた。これらの減少・低下は、震災による種苗放流の休止が影響したと推察される。対して、平成29年以降の増加・上昇は、平成27年の本格再開後に種苗放流された放流貝が漁獲加入していることに加え、平成27年以降は天然貝の漁獲が減少し低位にあることから、天然貝の漁獲量減少も要因のひとつと考えられる。

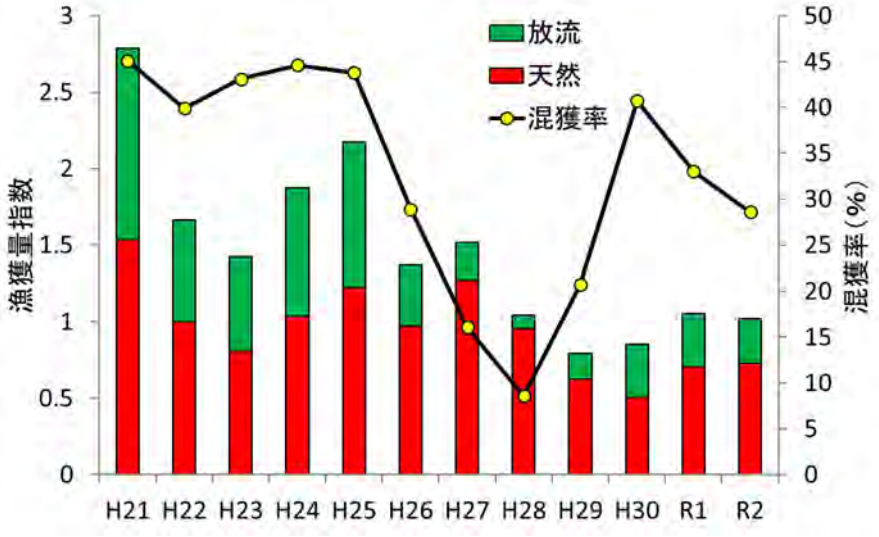


図１　吉浜漁協におけるアワビ漁獲指数と混獲率の推移

⑵　漁獲加入年数把握試験

金属タグ付きアワビは、平成 26 年放流貝は平成 29 年から、平成 27 年放流貝は平成 30 年から、平成 28 年放流貝は平成 30 年から確認された（図２）。このように、平成 26 年から平成 28 年に放流したアワビは、いずれも放流後２～３年には漁獲加入を開始した。

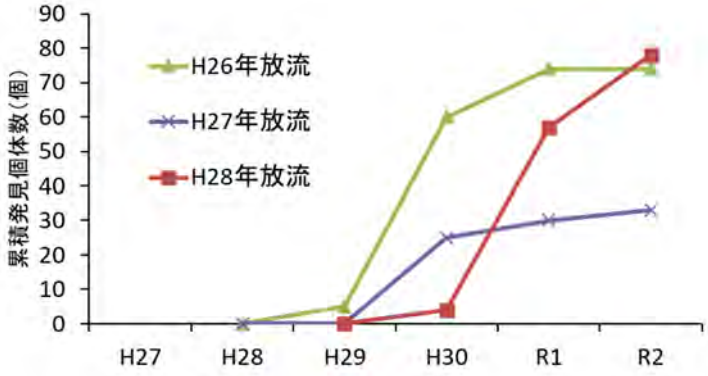


図２　金属タグ付きアワビの累積発見個体数

２　より効果的な種苗放流方法の検証

⑴　容器放流の効果の検証

両放流方法の放流結果と令和２年度（令和３年３月末）までの調査結果を表３に示した。容器放流を行った 5,000 個体の内、容器から海底に移動したものが 4,679 個体、容器に残存したものが 321 個体であった。この容器に残存した 321 個体は容器から剥離し、ばらまき放流を行った。令和２年度までの調査において、アワビの発見率は、容器放流では 0.0092、ばらまき放流では 0.0068 であった。なお、容器放流の発見率は、容器放流時に残存してばらまき放流した個体の発見率を 00068 と仮定して算出した。

以上から、容器放流は、ばらまき放流の約 1.35 倍のアワビが回収されていると推定され、容器放流がより効果的な種苗放流手法であるといえる。

表３　放流結果と令和２年度までの調査結果

放流方法	放流個体数	容器放流した個体数	ばらまき放流した個体数	漁獲・発見された個体数	発見率	ばらまき放流に対する容器放流の比率
容器放流	5,000	4,679	321	45	0.0092	1.35
ばらまき放流	5,000	0	5,000	34	0.0068	

⑵　放流容器の改良と適正密度の検討

各定点において回収した容器に残存していたアワビ種苗の個数と残存率を表４に示した。

このうち、複数定点において設定した条件（①従前容器、波板８枚、アワビ種苗 500 個収容、②改良容器、波板８枚、アワビ種苗 500 個収容、③改良容器、波板５枚、アワビ種苗 500 個収容）の残存率を図３

に示した。

表４　アワビ種苗の残存個体数と残存率

定点	容器 種類	波板 枚数	収容 個体数	残存 個体数	残存率(%)
A	従前容器	8	800	500	62.5
A	従前容器	8	500	332	66.4
A	従前容器	8	300	117	39.0
A	従前容器	5	300	106	35.3
A	従前容器	5	200	57	28.5
A	改良容器	5	650	185	28.5
A	改良容器	5	300	60	20.0
A	改良容器	5	200	42	21.0
B	従前容器	8	1,000	195	19.5
B	従前容器	8	500	209	41.8
B	従前容器	5	650	100	15.4
B	従前容器	5	500	91	18.2
B	改良容器	8	800	59	7.4
B	改良容器	8	500	18	3.6
B	改良容器	8	500	85	17.0
B	改良容器	8	300	14	4.7
B	改良容器	5	500	9	1.8
C	従前容器	8	500	108	21.6
C	従前容器	5	500	134	26.8
C	従前容器	5	500	274	54.8
C	改良容器	8	1,000	178	17.8
C	改良容器	8	500	56	11.2
C	改良容器	5	500	132	26.4
C	改良容器	5	500	84	16.8

３定点で設定した条件「①従前容器、波板８枚、アワビ種苗 500 個収容」の残存率は“定点A＞定点B＞定点C”であった。２定点で設定した条件では、「②改良容器、波板８枚、アワビ種苗 500 個収容」の残存率は“定点B≒定点C”であり、「③改良容器、波板５枚、アワビ種苗 500 個収容」の残存率は“定点B＜定点C”であった。このように、従前容器では、定点間で残存率の差が大きく、その差は底質を中心とした環境の違いに起因するであろうことが予想された。一方、改良容器では、２定点の残存率は同等ないしは定点Bの方が低い傾向を示した。

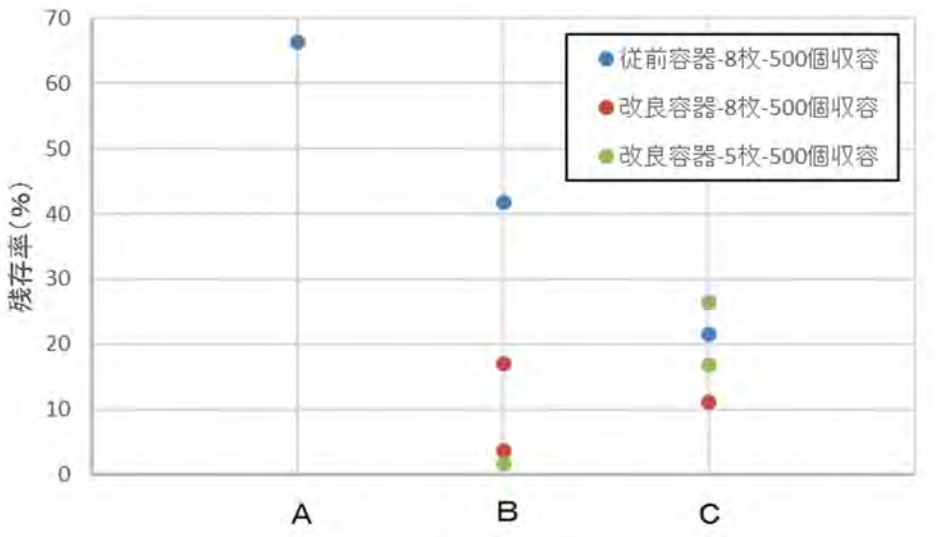


図３　複数定点において設定した条件のアワビ残存率

同一設定条件でも定点間で残存率に差が認められたことから、設定条件別の残存率を定点毎に図４、図５及び図６にそれぞれ示した。各定点で、同一の波板の枚数では、従前容器に比べて改良容器で残存率は低い傾向にあった。波板の枚数や収容個数と残存率の間に明瞭な関係は認められなかった。

このように、“波板が海底に接触するよう、波板が可動する構造にした”容器の改良は効果が認められた。収容密度は最適値の把握には至らなかった一方、本試験設定の範囲以下は適当であろうことが示唆された。

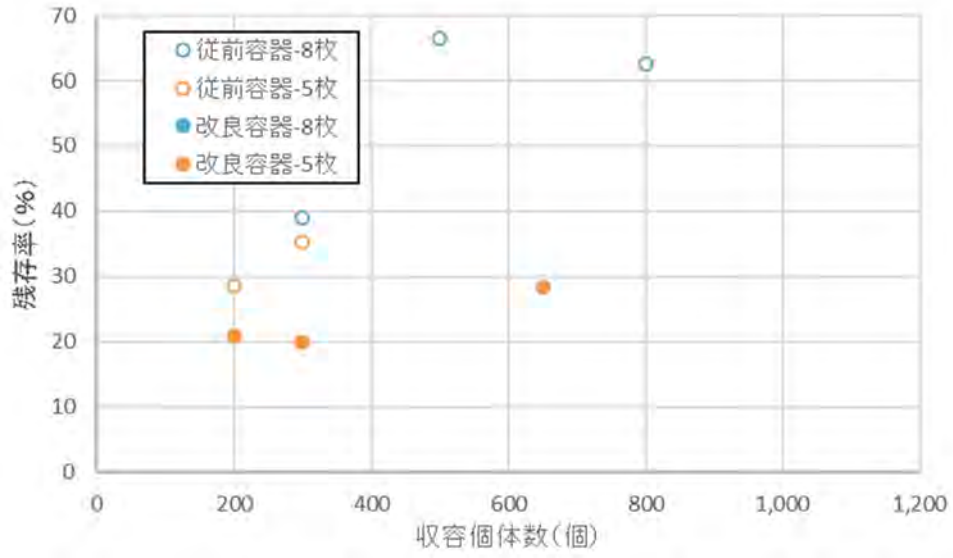


図４　定点Aにおけるアワビ残存率

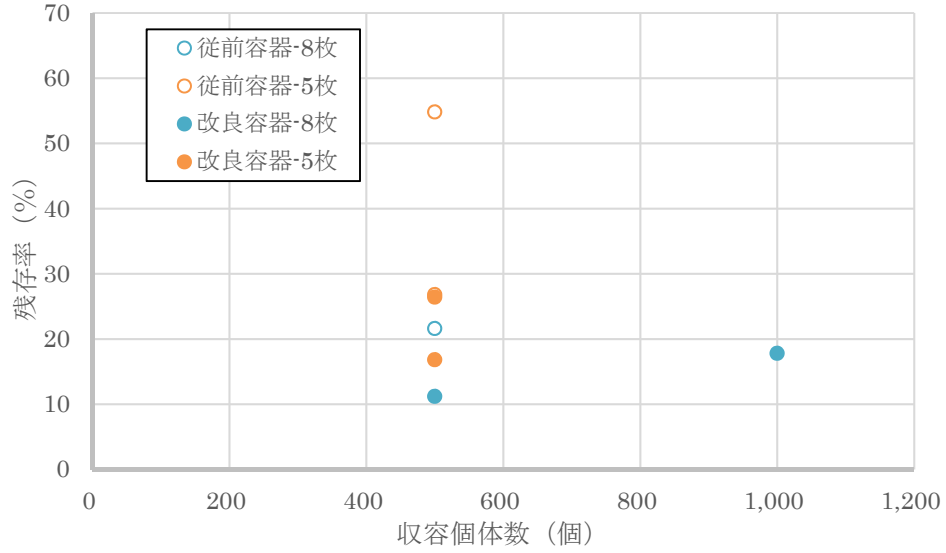


図５　定点Ｂにおけるアワビ残存率

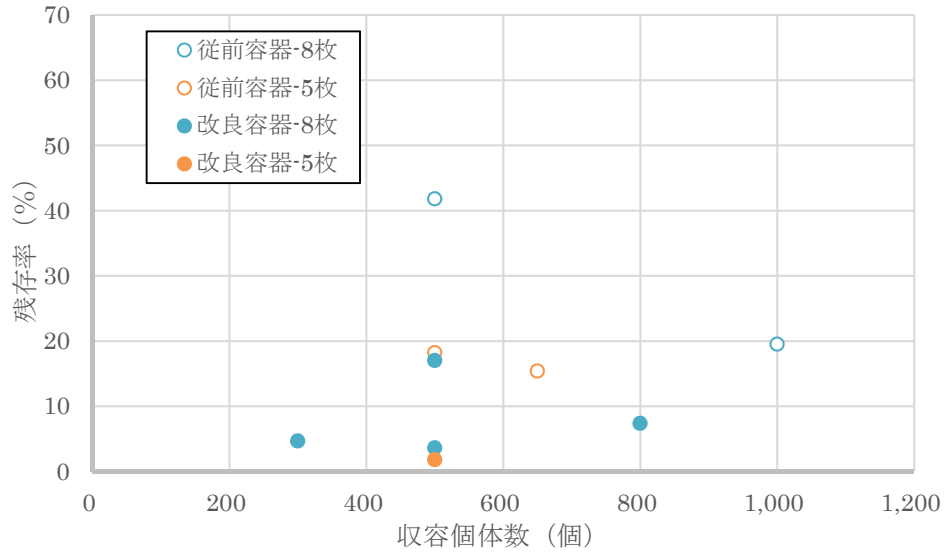


図６　定点Ｃにおけるアワビ残存率

３　マダコ食害影響調査

Ⅰ群において、へい死個体は159個体であり、放流後約２カ月間のへい死率は9.5%と推定された（表５、図７）。また、上記159個体のうち、マダコの捕食によるへい死個体は129個体と推定され、放流後約２カ月間のマダコの捕食によるへい死率は7.7%であった（表６、図７）。死因の割合は、マダコの捕食が81.1%、マダコの捕食以外が18.9%と推定された（図８）。

Ⅱ群において、へい死個体は37個体であり、放流後約２カ月間のへい死率は28.7%と推定された（表５、図７）。また、上記37個体のうち、マダコの捕食によるへい死個体は24個体と推定され、放流後約２カ月間のマダコの捕食によるへい死率は18.6%であった（表６、図７）。死因の割合は、マダコの捕食が64.9%、マダコの捕食以外が35.1%と推定された（図８）。

本県沿岸での年間の自然死亡率は、約30%（武市、1988）、21%（大村ら、2015）と報告されている。上

記死亡率は推定方法により数値に幅があるものの、それらと比較しても、約２カ月間のマダコの捕食によるへい死率 7.7～18.6%は極めて高い。加えて、約２カ月間の死因の割合も、マダコの捕食では 64.9～81.1%と極めて高い。よって、令和２年度のようにマダコの生息数が多い年には、アワビに対するマダコの食害の影響は極めて大きいと考えられる。

本調査では潜水により回収したへい死個体を用いているが、発見できずに回収しなかったへい死個体も相当数あろう。よって、実際のへい死率は更に高く、マダコの食害の影響は本結果よりも更に大きいと考えられる。

表５　穿孔痕の有無別へい死個体数

	穿孔痕		計
	有	無	
Ⅰ群	63	96	159
Ⅱ群	12	25	37
計	75	121	196

表６　死因別へい死個体数

	死因		計
	マダコ食害	マダコ食害以外	
Ⅰ群	129	30	159
Ⅱ群	24	13	37
計	153	43	196

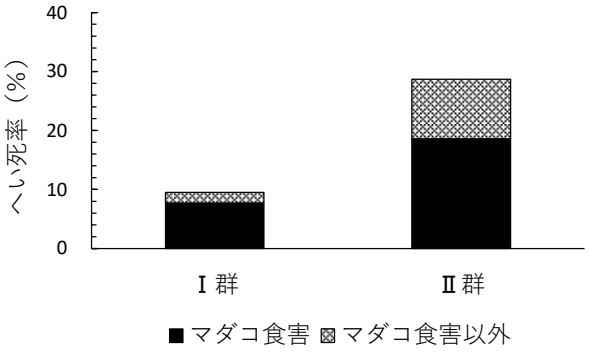


図７　調査個体の死因別へい死率

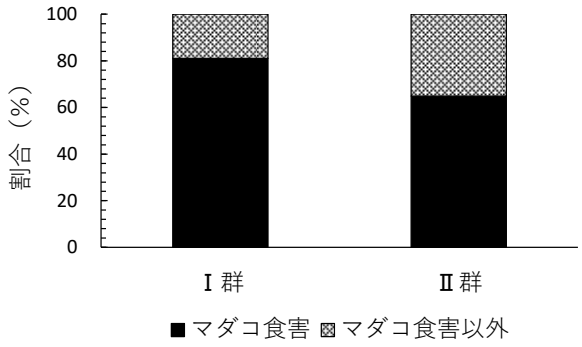


図８　へい死個体の死因割合

＜今後の問題点＞

１　放流貝の漁獲加入状況調査

⑴　放流貝混獲調査

震災以降に放流した個体の加入状況把握のため、今後も放流貝混獲調査の継続が必要である。

⑵　漁獲加入年数把握試験

平成27年度、平成28年度に放流したアワビについては、今後も漁獲加入が続くと予想され、回収の中心となる放流後年数が今後に明らかとなることから、試験の継続が必要である。

２　より効果的な種苗放流方法の検証

⑴　容器放流の効果の検証

1⑵の結果から H28 年度に放流したアワビは今後も漁獲が続くと予想されるため、数年間は調査を継続する必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

１　放流貝の漁獲加入状況調査

⑴　放流貝混獲調査

吉浜漁協のアワビの開口時（専属漁場）に混獲調査を実施する。

⑵ 漁獲加入年数把握試験

混獲調査時に金属タグ付きアワビの確認を継続し、放流貝の回収の中心となる放流後年数を把握し、回収率等について整理する。

２　より効果的な種苗放流方法の検証

⑴ 容器放流の効果の検証

混獲調査に併せて試験放流個体（金属タグ付アワビ）を計数し、その結果から容器放流の効果を検証する。必要に応じて、容器放流を実施する地区への支援・指導を行う。

＜結果の発表・活用状況等＞

１　研究発表等

２　研究論文・報告書等

３　広報等

４　その他

滝澤　吉浜地区におけるアワビ資源動向（あわび生息調査報告会（吉浜漁協））

滝澤　アワビ資源の状況（あわび資源有効活用実証試験実施報告会（県漁連））

研究分野	３　生産性・市場性の高い産地形成に関する技術開発	**部　名**	増養殖部
研究課題名	⑶　海藻類養殖の効率生産化に関する研究 ①　人工種苗生産技術に関する研究		
予算区分	県単		
試験研究実施年度・研究期間	平成 27 年度～平成 35 年度		
担当	（主）滝澤　紳（副）小林　俊将		
協力・分担関係	北里大学、関係各漁業協同組合、沿岸広域振興局水産部・水産振興センター		

＜目的＞

本県のワカメ養殖は、色の良さや葉の厚み等の品質を重視するとともに、病虫害による被害の発生を防ぐ観点から、３月から４月に限定して比較的若い葉体を収穫している。しかし、この方法では養殖施設当たりの生産量が少なくなるとともに漁家の収益にも影響することから、短期間でより早く生長するワカメ種苗の開発が生産者から求められている。また、近年出荷量が増加している、間引いたワカメを生出荷する「早採りワカメ」については、出荷時期を早めることや、早採りワカメを専用の施設で繰り返し生産することによる生産量の増加などにより、漁家の増収への寄与が期待できる。

本研究では、従来の人工種苗生産技術を改良し、早期に沖出しすることでワカメの生育を早めることが期待される種苗として、1.5～２㎝ほどの短い種糸に付着した種苗（以下「半フリー種苗」という。）の生産技術の開発に取り組み、その有効性が確認できたことから、生長が早い等の優良な形質を有する系統の検索を行い、これら技術の導入等によりワカメの生育を早め、養殖施設当たりの収穫量の増大や早期収穫の可能性について検討する。

＜試験研究方法＞

従来の種苗よりも高温耐性を持ち、高水温下でも沖出しが可能である種苗を選抜するため、素材として母藻１個体起源の無基質配偶体を作出した。母藻は、県内の内湾から令和２年７月 15 日に採取した５個体と外洋に面した天然ワカメ漁場から令和２年７月 29 日に採取した５個体の計 10 個体である。配偶体は、各母藻の芽株から放出された遊走子を 500ml 三　角フラスコに注入し、19℃に設定した恒温室内で、照度 100～500 lux、明暗周期 12L:12D の条件で培養し、無基質配偶体を作出した。

＜結果の概要・要約＞

内湾から採取した母藻５個体と外洋から採取した母藻５個体の計10個体の全てから１個体起源の無基質配偶体を作出することができた。

＜今後の問題点＞

人工種苗である半フリー種苗の有効性が確認できたことから、今後は生長が早い等の優良な形質を有する系統の検索を行い、高品質かつ生長の早い種苗生産の可能性についての検討が必要である。

＜次年度の具体的計画＞

１　優良系統の収集及び形質の確認

無基質培養配偶体から、フリー種苗を生産し、養殖試験を行って生長や品質等を評価する。

２　種苗生産技術の普及

県内の漁協等が有する種苗生産施設に対し、本研究で確立された半フリー種苗生産技術を普及し、技術移転を図る。

＜結果の発表・活用状況等＞

滝澤　フリー種苗・半フリー種苗を使ったワカメ養殖について（令和２年度第１回わかめ共販ブロック会議）

研　究　分　野	３　生産性・市場性の高い産地形成に関する技術開発	部　名	増養殖部
研　究　課　題　名	⑷　二枚貝等養殖の安定生産に関する研究 ①　ホタテガイの安定生産手法の検討		
予　算　区　分	県単（養殖業振興事業費）		
試験研究実施年度・研究期間	平成21年度～令和５年度		
担　当	（主）渡邉　成美　（副）滝澤　紳		
協力・分担関係	関係各漁業協同組合、沿岸広域振興局水産部・水産振興センター、		

＜目的＞

本県の重要な養殖対象種であるホタテガイを安定的に生産するためには、浮遊幼生の出現状況データ等を参考にしながら適期に採苗器を垂下し、良質な地場種苗を確保する必要がある。そこで、浮遊幼生と付着稚貝の出現状況等を調査し、そのデータを生産者等に情報提供した。

また、近年ではホタテガイ養殖において、耳吊り後のへい死が問題となっている。この課題解決に向けて必要な知見を得るため、唐丹湾を定点として、ホタテガイ養殖試験を実施した。青森県での試験により、カゴ養殖は耳吊り養殖に比べてホタテガイにかかるストレスが小さいことがわかっている。このことから、ホタテガイのカゴ養殖試験を実施し、作業効率や生残率等について耳吊り養殖と比較した。

＜試験研究方法＞

１　ホタテガイの浮遊幼生及び付着稚貝の出現状況調査

⑴　浮遊幼生出現調査

唐丹湾口南側の水深約60mに設置されている養殖施設を調査定点とし、令和２年４月24日から７月６日まで計11回、北原式定量プランクトンネットを用いて水深20mから鉛直曳きしてサンプルを採取した。その後、サンプル内の幼生を万能投影機を用いて計数した。水温は直読式総合水質計（JFEアドバンテック社製、型式AAQ176）を用いて観測した。

⑵　付着稚貝出現状況調査

令和２年４月 24 日から７月６日まで、上記⑴と同じ調査定点で、水深 10m に試験採苗器（タマネギ袋に幅 0.5m×長さ１m のネトロンネット２枚を収容したもの）の垂下と回収を計 10 回繰り返し、試験採苗器に付着した稚貝を万能投影機を用いて計数した。

２　採苗器投入適期調査

令和２年４月 24 日、５月８日、５月 25 日、６月８日、６月 22 日、７月６日に、上記１⑴と同じ調査定点で、水深 10m に試験採苗器（タマネギ袋に幅 0.5m×長さ１m のネトロンネット２枚を収容したもの）を垂下し、８月３日に一斉に回収した。その後、それぞれの採苗器について目視により稚貝を計数し、比較した。

３　カゴ養殖試験

⑴　カゴ養殖試験

唐丹湾央北側のホタテガイ養殖漁場を定点とし、カゴ試験区と耳吊り試験区を設定し各区における生残率等について比較した。

試験には、殻長 70mm 前後（65～80mm）の半成貝を使用した。カゴ試験区では、丸カゴ（図１）を用い、１カゴあたり 15 枚の半成貝を収容した。丸カゴ５カゴを繋げたものを１連とし、水深５m付近（3.7～7.7m）に垂下する浅吊り区と水深 10m付近（7.4～11.4m）に垂下する深吊り区を設け、各２連を垂下した。耳吊り試験区では、唐丹町漁協のホタテガイ養殖業者が実際に養殖に使用する耳吊り垂下連（耳吊りホタ

テガイ数：1連当たり130枚）と同じ設定とし、３連を垂下した（図２）。各試験区ともに令和２年５月27日に垂下し、８月26日に生残状況等の確認、11月10日にカゴ替え及び生残状況等の確認を行った。

また、試験区には自動記録式温度ロガー（HOBO社製、ティドビットV2）、加速度計（HOBO社製、ペンダントGロガーUA-004-64）を設置した（図２）。加速度計は、X軸センサーの正方向が垂直方向の下方となるようにカゴ試験区、耳吊り試験区の10m水深部分に設置し、10分間隔で重力加速度（以下、加速度）を測定した。加速度の測定は、令和２年５月27日から８月10日に行った。解析に当たってはX軸加速度の測定値のみを用い、静止時の測定値と加速度差を求めて解析し、カゴ試験区と耳吊り試験区間の上下振動の大きさを比較した。

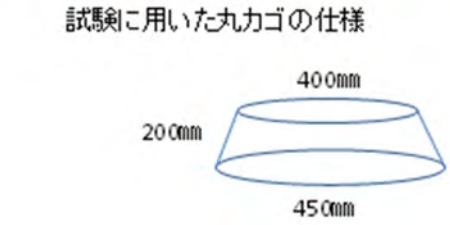


図１　試験に用いたカゴ

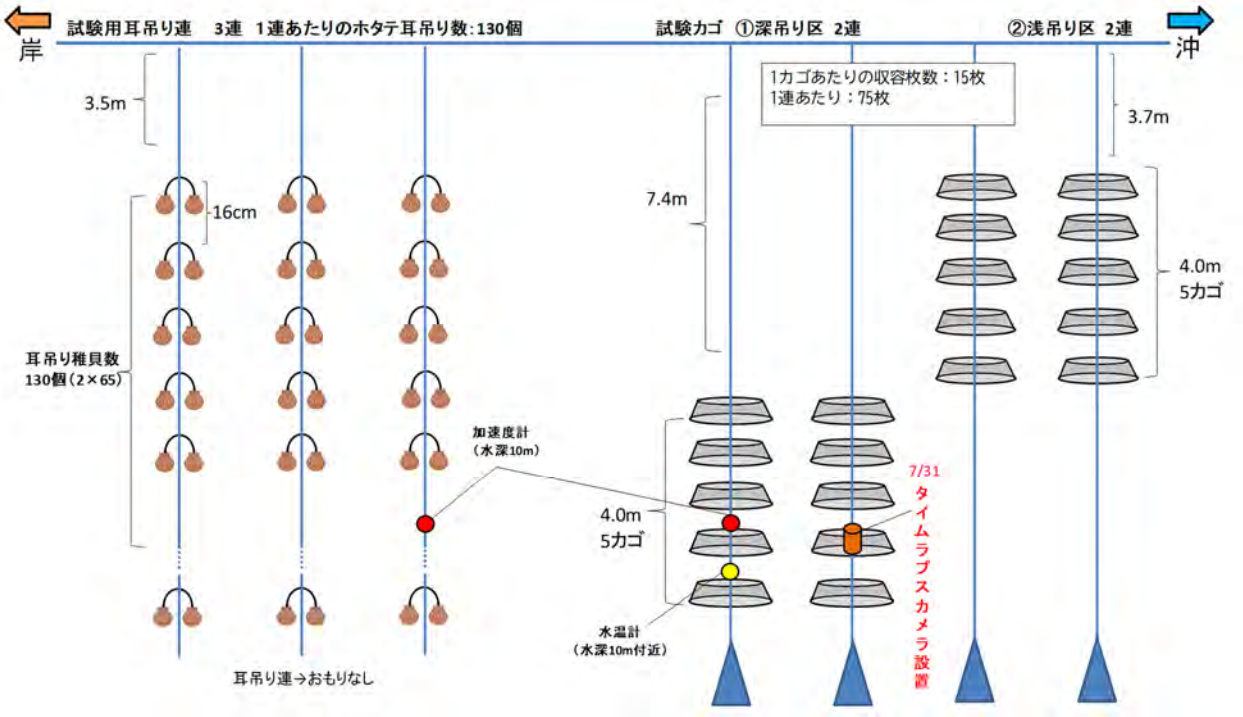


図２　試験区垂下連模式図

⑵　タイムラプスカメラを用いた試験区の観察

令和２年７月 31 日から８月 26 日までカゴ試験区の深吊り区の上から４段目のカゴに小型タイムラプスカメラ（㈱エコニクス製）を設置し（図３）、カゴ試験区内のホタテガイの様子を観察した。タイムラプスカメラによる撮影は、午前４時から 20 時の 30 秒毎に１回の設定とした。８月 26 日にカメラを回収し、パソコンで撮影データを確認した。

図３　カゴにタイムラプスカメラを設置した様子

＜結果の概要・要約＞

１　ホタテガイの浮遊幼生及び付着稚貝の出現状況調査

４月中旬から６月上旬にかけての海水温は、例年に比べ高めに推移した。６月中旬以降は、水温の低下と上昇を繰り返す不安定な海況であった（図４）。

殻長 200μm以上の浮遊幼生の出現数は４月から７月上旬の期間を通して０～４個体/㎥と非常に少なかった（図５）。

付着稚貝数は６月22日に回収した試験採苗器で、592個／袋・週と最大値を記録した。令和２年度の付着盛期は６月中旬であり、付着盛期や付着盛期時の付着数の傾向は平成30年度、令和元年度と同様であった（図６）。

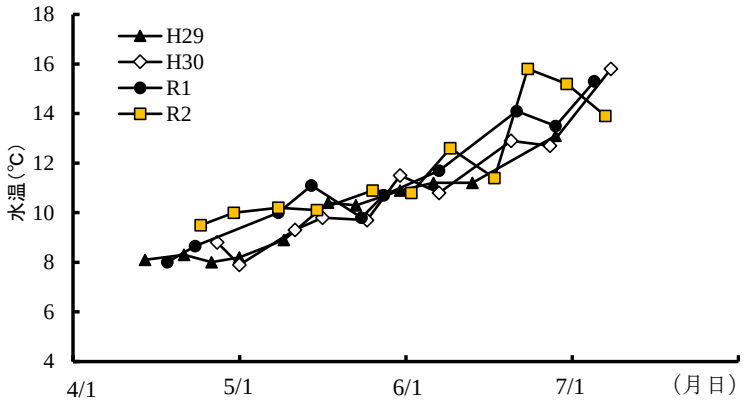


図４　唐丹湾定点における水深 10m 水温

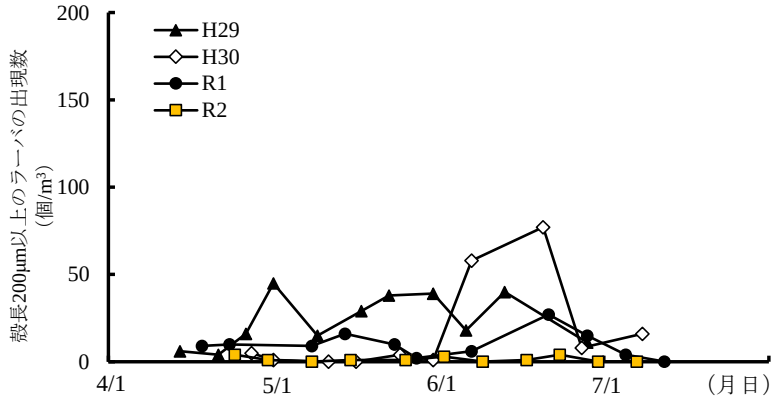


図５　唐丹湾における殻長 200μm 以上のホタテガーラーバ出現数

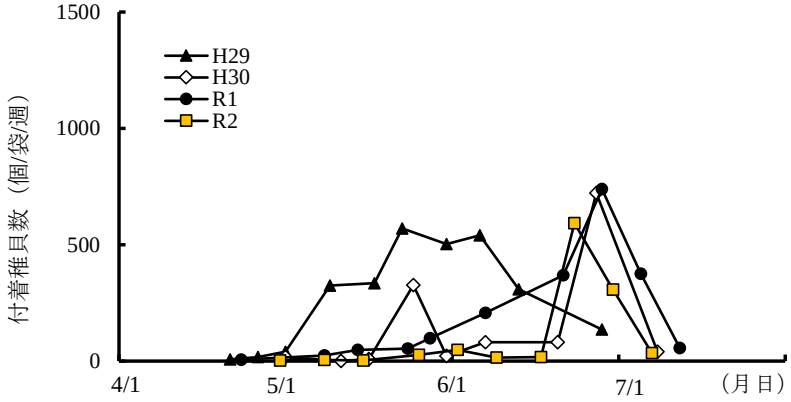


図６　唐丹湾における１週間当たりのホタテガイ付着稚貝数

２　稚貝付着盛期調査

投入日別の各採苗器の付着稚貝数を表１、図７に示す。二枚貝の付着稚貝数が最も多かったのは４月24日投入分であったが、付着稚貝のほとんどはキヌマトイガイ、ムラサキイガイであり、ホタテガイは全体の７％であった。ホタテガイの付着稚貝数は４月24日、５月８日、５月25日、６月８日投入分で200個から250個ほどであった。このうちホタテガイ以外の付着稚貝数が少なかったのは、６月８日投入分であった。

各採苗器のホタテガイ付着稚貝の大きさを表２、図８に示す。採苗器のホタテガイの付着稚貝のうち、６mm以上の大型の稚貝が多かったのは５月８日と５月25日投入分でそれぞれ136個、６月８日投入分で109個であった。

これらのことから、令和２年度の唐丹湾における採苗器投入適期は、６月上旬から中旬であったと推察された。

表１　投入日別の各採苗器の付着稚貝数等（個）

採苗器投入日	4月24日	5月8日	5月25日	6月8日	6月22日	7月6日
調査日	8月3日					
キヌマトイガイ	839	490	386	167	4	1
ムラサキイガイ	1570	716	632	94	4	5
ホタテガイ	191	243	246	222	31	5
合計	2600	1449	1264	483	39	11
ホタテガイの割合(%)	7	17	19	46	79	45

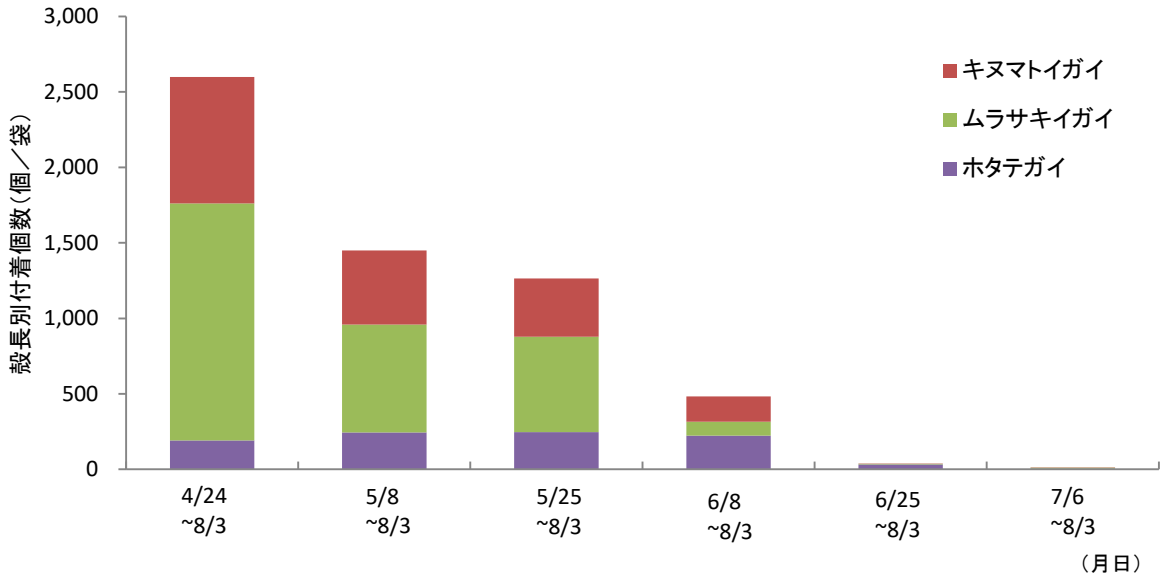


図７　投入日別の各採苗器の付着稚貝数

表２　投入日別の各採苗器のホタテガイ付着数（個）

採苗器投入日		4月24日	5月8日	5月25日	6月8日	6月22日	7月6日
採苗器回収日		8月3日					
殻長別付着個数（個／袋）	11mm	61	43	22	0	0	0
	8mm	24	55	39	23	0	0
	6mm	11	38	75	86	2	0
	4mm	8	17	25	24	8	0
	2mm	74	62	58	67	17	0
	1mm	13	28	27	22	4	5
合計		191	243	246	222	31	5
6mm以上の付着稚貝数		96	136	136	109	2	0

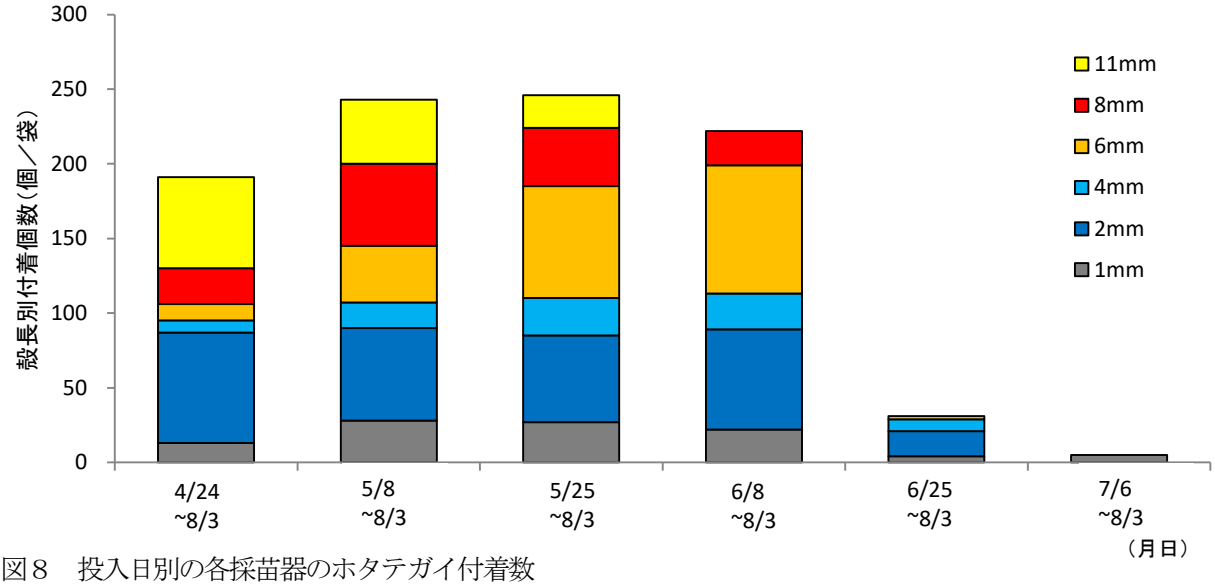


図８　投入日別の各採苗器のホタテガイ付着数

３　ホタテカゴ養殖試験

⑴　カゴ養殖試験

両試験区における加速度差の推移を図９に示す。両試験区ともに、計測期間中の加速度差は0.5G以下であり、大きな振動はなかったものと推察された。その中でも、相対的には耳吊り試験区で加速度差がやや大きく、振動が大きな傾向が見られた。これは、当試験で使用した耳吊り連はおもりをつけないものであり、潮流による影響を受けやすかったためと推察される。

令和２年11月10日時点のカゴ試験区、耳吊り試験区における生残率を表３に示す。生残率はカゴ試験区で74.7%、耳吊り試験区で76.9%であり、大きな差は見られなかった。

カゴ試験区、耳吊り試験区共に付着生物等の付着が見られた（図10）。特にカゴ試験区では、カゴを覆うように大量の付着物が付着していたため、全てのカゴにおいてカゴ替えを実施した。

当試験は令和３年６月上旬までを予定しており、今後も生残状況等について確認していく。

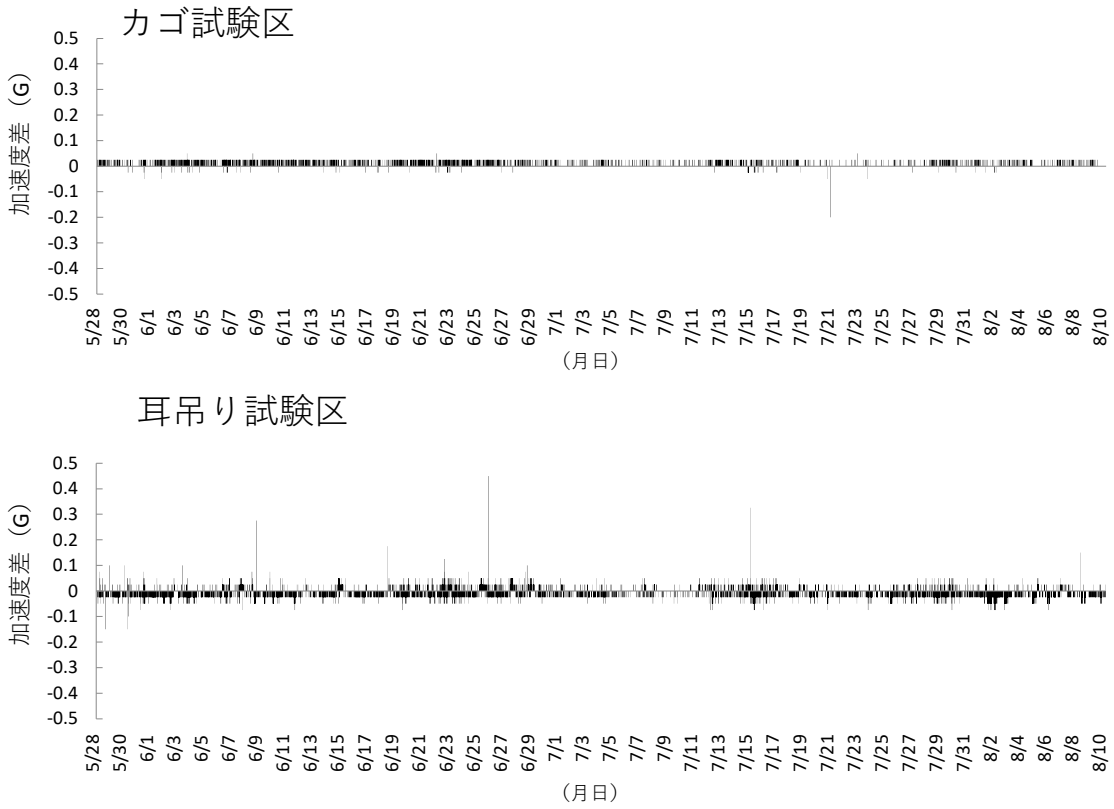


図９　各試験区における加速度差の推移

表３　各試験区におけるホタテガイの生残率等（令和２年 11 月 10 日時点）

	収容数（枚）	生残数（枚）	生残率（%）
カゴ試験区	300	224	74.7
耳吊り試験区	268	206	76.9

図 10　カゴ試験区（右）と耳吊り試験区（左）の様子（令和２年 11 月 10 日）

⑵　タイムラプスカメラを用いた試験区の観察

撮影期間中、ホタテガイはカゴ内を移動することもあったが、基本的にはタイムラプスカメラを設置した側の反対側（写真の右方向）に密集していた。撮影開始前のカメラの設置作業時にホタテガイがカゴの片側に密集したものと思われるが、撮影開始後も密集した状態のまま移動せずじっとしている個体が多数確認された。また、よく移動する個体と、撮影期間中はほとんど移動しない個体が存在していた。

映像を見ると、８月５日には多くのホタテガイが外套縁膜や触手を伸ばしている様子が観察できた一方、８月 21 日頃から触手の伸びが小さくなる個体が確認され始め、８月 25 日には、各個体で触手の伸びは小さかった（図 11）。試験定点の水温は、８月５日には 17.1℃であり、８月 14 日以降に 20℃を超える日が続き、８月 25 日には 22.6℃であった（図 12）。

ホタテガイは水温が 20℃以上になると摂餌に影響が生じ、成長が止まるなど、高水温の影響は大きい。これらのことから、海水温の変動により、ホタテガイの生理状態が変化し、その変化を映像で把握したものと考えられる。

今回使用したタイムラプスカメラは、日中に 30 秒毎に１枚撮影する設定で１か月ほど連続して撮影することができ、鮮明な映像が得られた。丸カゴへの設置方法については検討が必要であるが、海中の養殖ホタテガイの状態を観察するうえで有効な方法である。

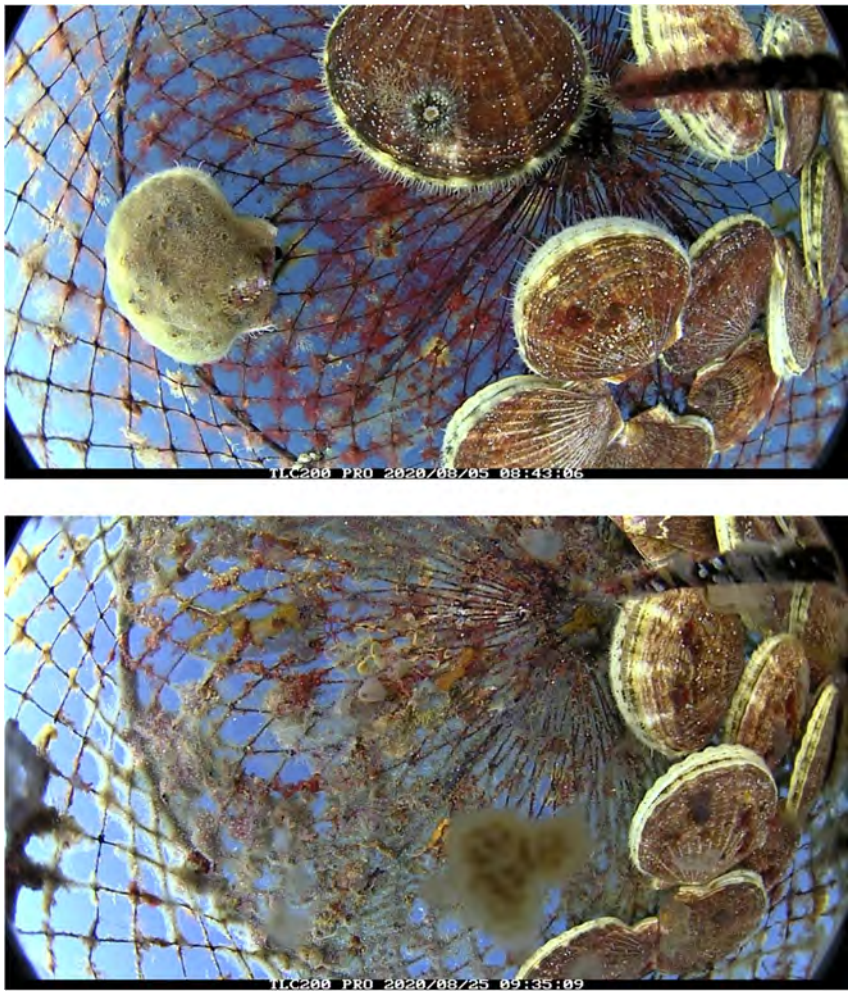


図 11　８月５日（上）と８月 25 日（下）におけるカゴ試験区内のホタテガイの様子

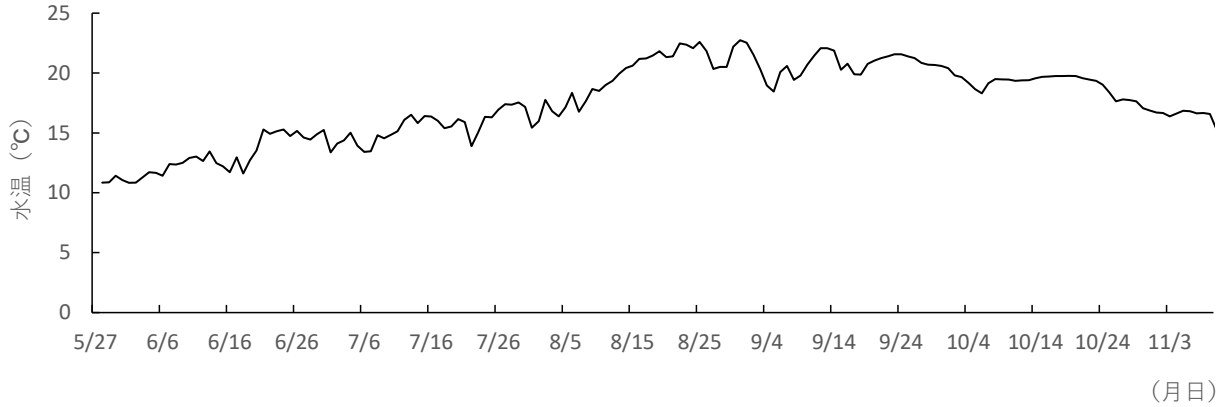


図 12　唐丹湾における水深 10mの水温

＜今後の問題点＞

１　ホタテガイの浮遊幼生及び付着稚貝の出現状況調査
　天然採苗を安定的に実施するためには、調査結果に基づく採苗適期を判断することが必要。

＜次年度の具体的計画＞

１　ホタテガイの浮遊幼生及び付着稚貝の出現状況調査
　浮遊幼生及び付着稚貝の出現状況調査を継続し、天然採苗の実施に必要な情報を提供する。
２　カゴ養殖試験
　令和３年６月上旬までホタテカゴ養殖試験を継続し、丸カゴと耳吊りにおける生残率等について比較する。

＜結果の発表・活用状況等＞

１　研究発表等
２　研究論文・報告等
３　広報等
　ホタテガイ採苗情報（１～11 報、臨時号１、２報）
４　その他

研究分野	３　生産性・市場性の高い産地形成に関する技術開発	**部　名**	増養殖部
研究課題名	⑷　二枚貝等養殖の安定生産に関する研究 ②　マガキの天然採苗手法の検討		
予算区分	県単		
試験研究実施年度・研究期間	平成 24 年度～令和５年度		
担当	（主）北川　真衣（副）小林　俊将、滝澤　紳、高梨　脩、渡邉　成美		
協力・分担関係	広田湾漁業協同組合、陸前高田市、岩手医科大学、沿岸広域振興局水産部大船渡水産振興センター		

＜目的＞

マガキは、本県の重要な養殖対象種であるが、東日本大震災により宮城県の種苗生産地が被災し、岩手県への種苗供給が不安定となった。さらに、海外ではカキ養殖へ重大な被害をもたらす疾病が発生しており、種苗の導入による病原体の持ち込みが危惧される。これらのことから、県内で種苗を生産する技術を確立させ、安全な種苗の安定供給を図る。

＜試験研究方法＞

１　積算水温

令和２年３月 24 日から令和２年 10 月 31 日までの間、広田湾小友浦において潮間帯１カ所（脇ノ沢漁港岸壁）及び養殖施設周辺１カ所（小友境養殖施設）の水温を測定した（図１）。潮間帯では、カキ殻に封入した温度ロガーを潮位表基準面からの高さ０㎝および＋100 ㎝の高さに設置し、養殖施設周辺においては、水深 1.0m 及び 4.2m の位置に温度ロガーを設置して１時間おきに水温を測定した。

観測日毎の平均水温を算出し、式１によりマガキの成熟有効積算水温を求めた。

式１．　$T=\Sigma(Ti-10)$　（T：積算水温　Ti：１日の平均水温）

２　浮遊幼生調査

広田湾内の岸壁３か所（脇ノ沢漁港、矢ノ浦漁港、大陽漁港：図１）を定点とし、各定点で幼生を目合 20 ㎛・口径 20 ㎝のネットを用いて海底直上からの鉛直曳きにより採集した。サンプルは実体顕微鏡下で観察し、マガキ幼生を計数した。調査は令和２年７月１日～10 月 13 日まで週１～２回行った。

３　付着稚貝調査

ホタテ貝殻（以後、「原板」）10 枚を１連とした採苗器（図２）を、浮遊幼生調査と同じ定点（図１）に１連ずつ垂下し、週１～２回新しい採苗器と入れ替えた。回収した採苗器をルーペ（倍率５×～15×）で観察し、付着したカキ稚貝を計数し、原板１枚当たりの付着個体数を求めた。調査は令和２年７月８日～10 月 13 日まで週１～２回行った。

４　塩分

浮遊幼生調査と付着稚貝調査を行う３定点で表層の海水を採取し、多項目水質計で塩分を測定した。調査は令和２年７月８日～10 月 13 日まで週１～２回行った。

５　抑制試験

令和元年８月 30 日に大陽漁港で採苗したマガキを用いて養成試験を実施した。原板を用いた採苗器（図３）で天然採苗した種苗をそのまま養成する通常の養成方法と、クペールを用いたシングルシード用採苗器（図４）で天然採苗したシングルシードの種苗をバスケットに入れて養成する方法について、それぞれ抑制をするものとしないものを用意し、試験区Ａ（原板抑制有）、試験区Ｂ（原板抑制無）、試験区Ｃ（シングルシード抑制有）、試験区Ｄ（シングルシード抑制無）として種苗の種類毎に抑制の効果を検証した。当試験に用いたマガキの詳細及び養成の過程は表１のとおり。

シングルシードで養成した試験区Ｃ及び試験区Ｄについては、二次養成を開始した令和２年３月

31 日～令和３年１月 21 日まで３ヶ月に１回程度の頻度で、分散と共に、殻長及び殻高を計測した。原板で養成した試験区 A 及び試験区 B については、令和３年１月 21 日の最終計測のみ行った。なお、最終計測時は殻長、殻高に加え殻幅、殻付き重量及び軟体部重量を計測し、式２により身入りを求めた。

式２．　身入り（%）＝軟体部重量（g）／殻付重量（g）×100

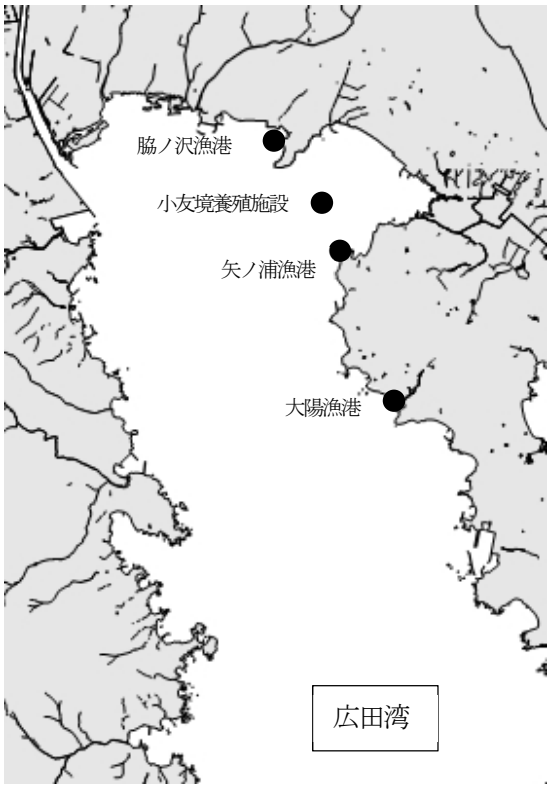


図１　調査海域および調査定点

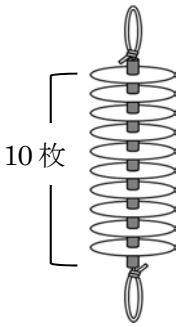


図２　付着調査用採苗器

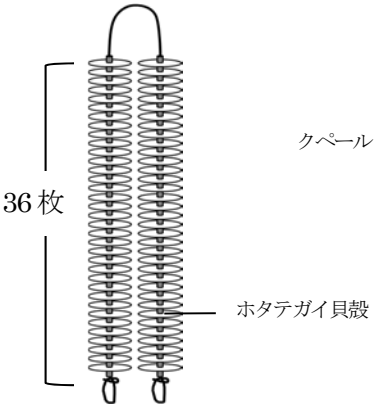


図３　採苗器

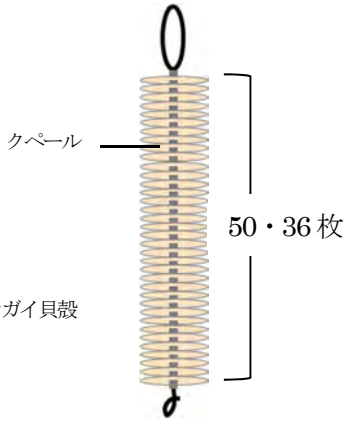


図４　シングルシード用採苗器

表１　抑制試験に用いたマガキの詳細及び養成過程

試験区	A（原板抑制有）	B（原板抑制無）	C（ｼﾝｸﾞﾙｼｰﾄﾞ抑制有）	D（ｼﾝｸﾞﾙｼｰﾄﾞ抑制無）
採苗器の種類	ホタテ		クペール	
抑制の有無	有り	無し	有り	無し
採苗開始日	令和元年８月30日			
採苗場所	大陽漁港岸壁			
抑制場所	大陽漁港岸壁			
抑制開始日	令和元年10月29日	無し	令和元年10月29日	無し
養成場所	広田湾奥養殖施設			
一次養成方法	採苗器ごと養殖施設に垂下			
一次養成開始	令和元年12月10日			
二次養成方法	採苗器のまま養殖施設に垂下養成		シングルシードにし、バスケットで養成	
二次養成開始	令和２年３月31日			
分散の回数	養殖施設所有者が適宜対応		３回	
養成終了日（最終計測）	令和３年１月21日			

＜結果の概要・要約＞

１　積算水温

試験海域における 10℃以上の積算水温を図５に示した。マガキが産卵可能となる積算水温 600℃に達したのは、脇ノ沢漁港岸壁の潮間帯 100cm で最も早く７月 14 日、小友境の養殖施設（水深 4.2m）で最も遅く８月 17 日であった。

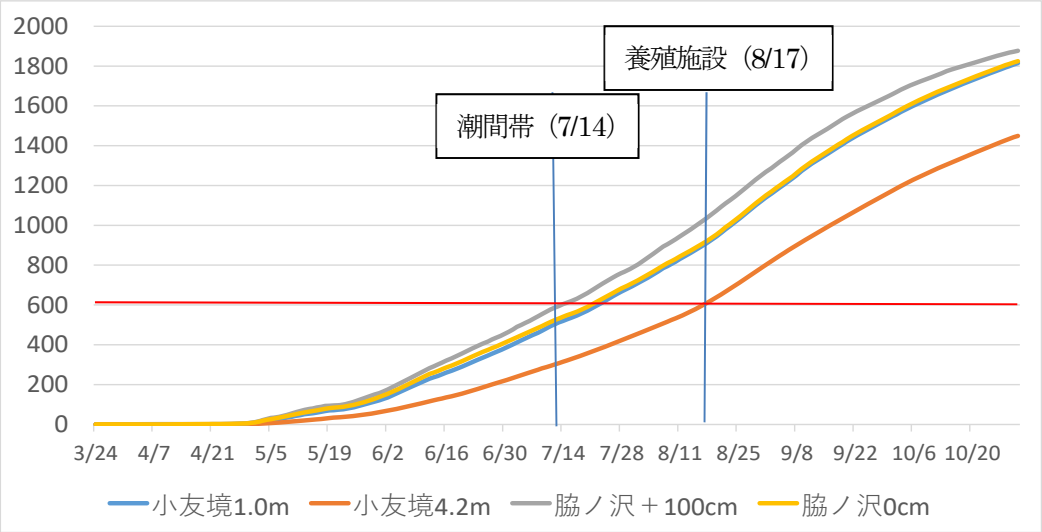


図５　調査海域における 10℃以上の積算水温

２　浮遊幼生調査

殻長 100 ㎛以下の小型の浮遊幼生出現密度を図６に示した。各定点での最多出現数は、脇ノ沢漁港は８月 13 日の 60 個体/Ｌ、矢ノ浦漁港は９月 17 日の 107 個体/Ｌ、大陽漁港は８月 27 日の 94 個体/Ｌだった。いずれかの定点で 20 個体/L・日以上の幼生が出現したピークは７月 22 日（あるいはそれ以前）、８月 13 日、８月 27 日、９月 17 日の４回だった。積算水温から幼生の由来を推察すると、７月 22 日（あるいはそれ以前）のピークは潮間帯由来、８月 13 日のピークは潮間帯又は養殖施設由来、８月 27 日及び９月 17 日のピークは養殖施設由来の幼生の可能性が高いと考えられた。

殻長 100μm 以上の幼生の出現数は少なく、付着間近の殻長 250 ㎛以上の浮遊幼生は８月 27 日及び９月 10 日に 0.1 個体/L の低密度で大陽漁港のみで確認された。

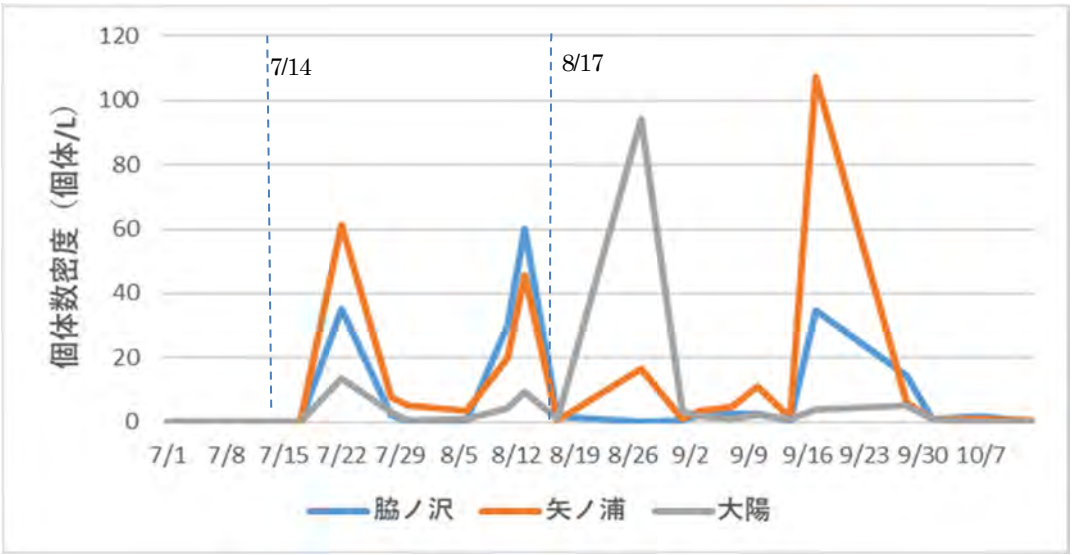


図６　殻長 100μm以下のマガキ小型幼生出現密度の推移

３　付着稚貝調査

原板１枚１日当たりの稚貝の付着個体数の推移を図７に示した。最多付着量数は８月 17 日～８月 26 日の大陽漁港での 55.7 個体/日・枚であった。大陽漁港の付着のピークは８月 17 日から９月３日まで継続しており、ピークの前半は潮間帯由来の幼生が付着し、後半は養殖施設由来の幼生も併せて付着した可能性が考えられた。

一方、脇ノ沢漁港においては９月 28 日～９月 30 日の 0.9 個体/日・枚、矢ノ浦漁港では９月７日～９月９日の 2.3 個体/日・枚が最多付着量数であった。脇ノ沢漁港と矢ノ浦漁協でも大陽漁港と同程度の浮遊幼生の出現が確認されているにもかかわらず付着数が少なかったこと、大陽漁港では浮遊幼生の出現ピークの前から付着のピークが生じていることから、各定点に出現した小型幼生は、必ずしもその定点での付着に寄与しているわけではないと考えられた。

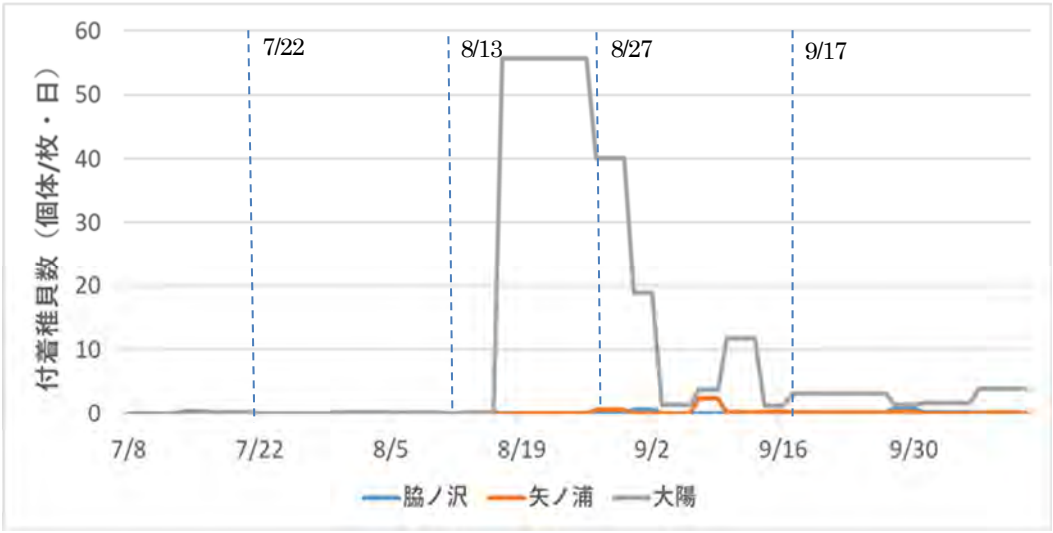


図 ７　マガキ付着稚貝数の推移

４　産卵誘発要因の推定

脇ノ沢漁港岸壁（潮間帯０m）及び小友境（養殖施設 4.2m）の水温の推移を図８に、脇ノ沢漁港岸壁の潮位表基準面からの高さ０㎝の塩分の推移を図９に、調査定点がある陸前高田市の日間降水量を図 10 にそれぞれ示した。

これらの環境要因の変動から前述の４回の浮遊幼生出現のピーク毎に産卵誘発刺激を推察すると、７月 22 日のピークは７月前半から続く降雨に起因する塩分の低下と潮間帯での水温の上昇、８月 13 日のピークは８月９日の降雨に起因する塩分の低下と潮間帯での水温の変動及び養殖施設での水温の上昇、８月 27 日のピークは養殖施設での水温の変動、９月 14 日のピークは降雨による塩分の低下と養殖施設での水温の変動が影響している可能性があった。しかし、本試験データのみから産卵誘発の要因を特定するのは困難であった。

５　３定点の漁場環境の比較

脇ノ沢漁港岸壁、矢ノ浦漁港岸壁、大陽漁港岸壁の３定点の潮位表基準面からの高さ０㎝の水温の推移を図 11 に、塩分の推移を図 12 にそれぞれ示した。調査期間中、３定点の水温は連動して変動しているが、脇ノ沢漁港、矢ノ浦漁港と比較して大陽漁港の水温が約１～２℃低めに推移した（図 11）。脇ノ沢漁港、矢ノ浦漁港は湾奥の水深の浅い海域に隣接していることから、夏場は気温上昇の影響を受けやすいと推察される。

また、いずれの調査点でも塩分が 30 以下の低塩分の期間が長く、７月下旬には 10～15 まで低下していた（図 12）。７月下旬の塩分の低下は同期間の降雨の影響と考えられた（図 10）。大陽漁港

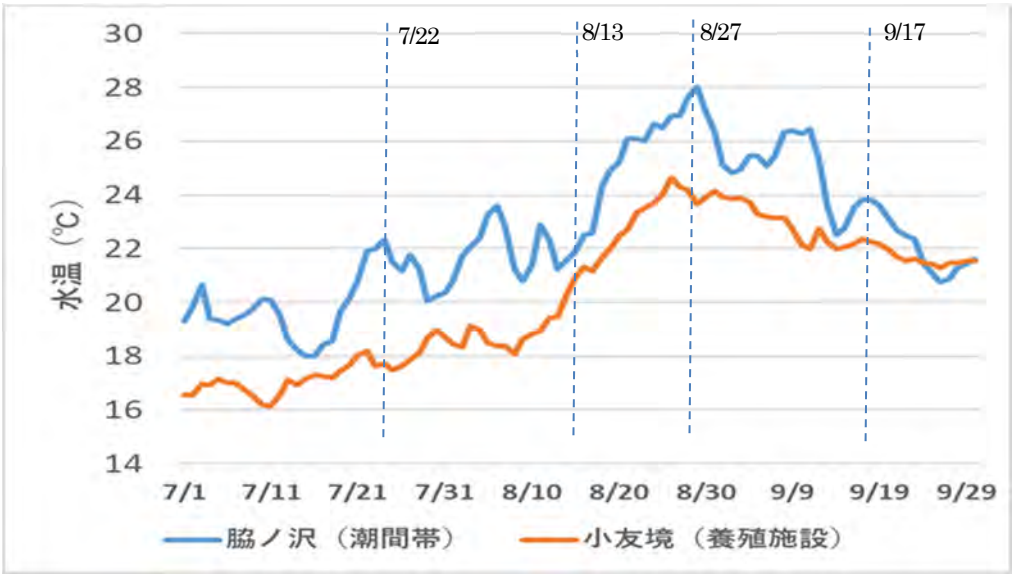


図８　脇ノ沢漁港岸壁（潮間帯 0cm）及び小友境（養殖施設 4.2m）の水温の推移

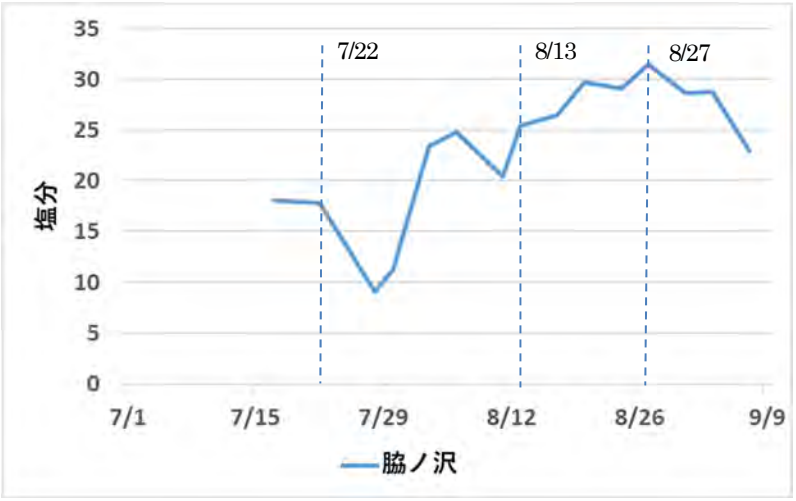


図９　脇ノ沢漁港岸壁での塩分の推移

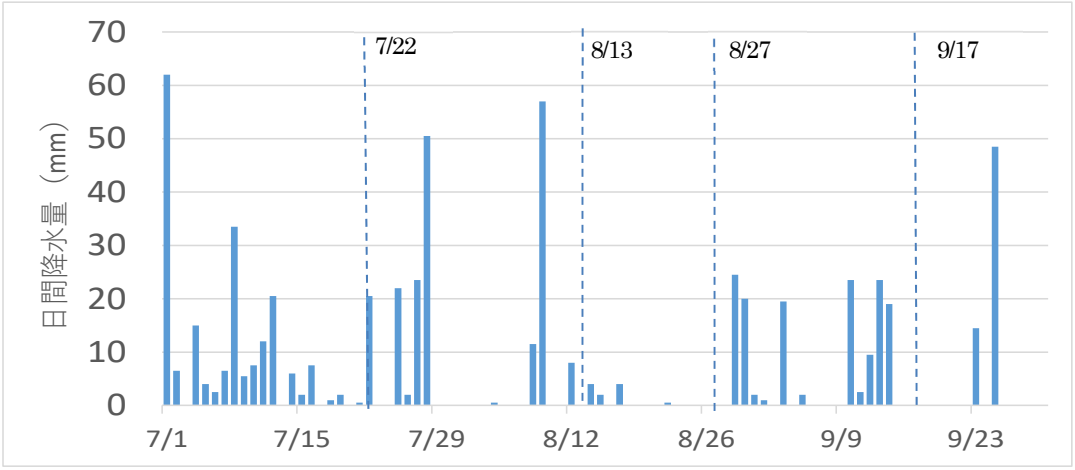


図 10　陸前高田市の日間降水量
（気象庁が提供する「降水量の日合計」を使用して作成）

岸壁より内湾にある脇ノ沢漁港岸壁及び矢ノ浦漁港岸壁の定点で低塩分の傾向が顕著であったことから、これらの調査定点では湾奥に河口がある気仙川等の河川水の影響が大きいものと推察された。

今回の調査で３定点のうち大陽漁港は脇ノ沢漁港、矢ノ浦漁港と比較して水温が低く、塩分が高い傾向が認められた。

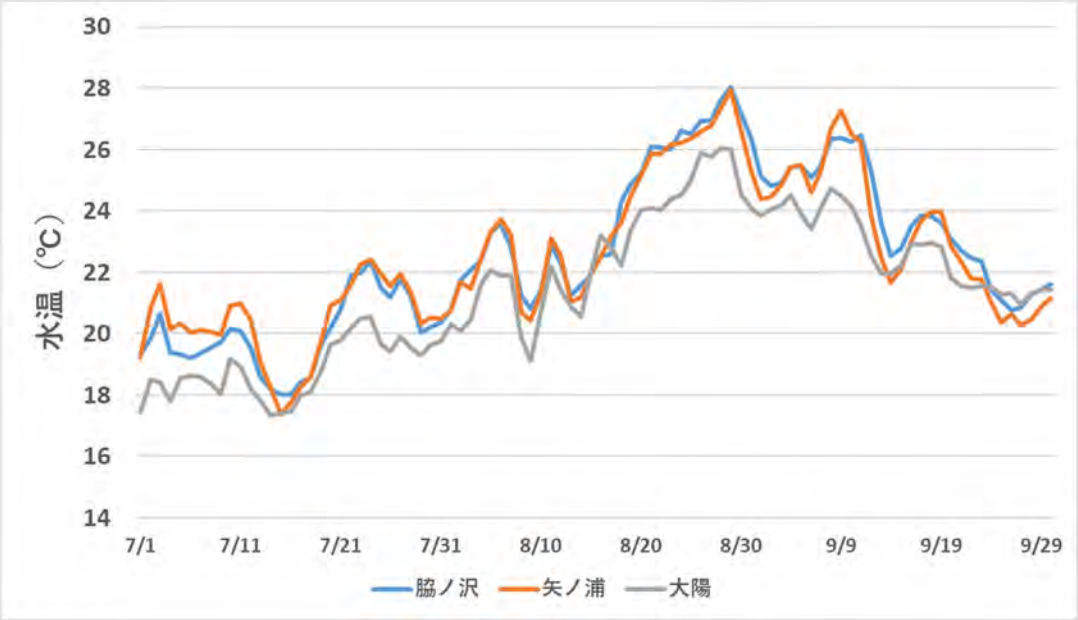


図 11　各定点での水温の推移

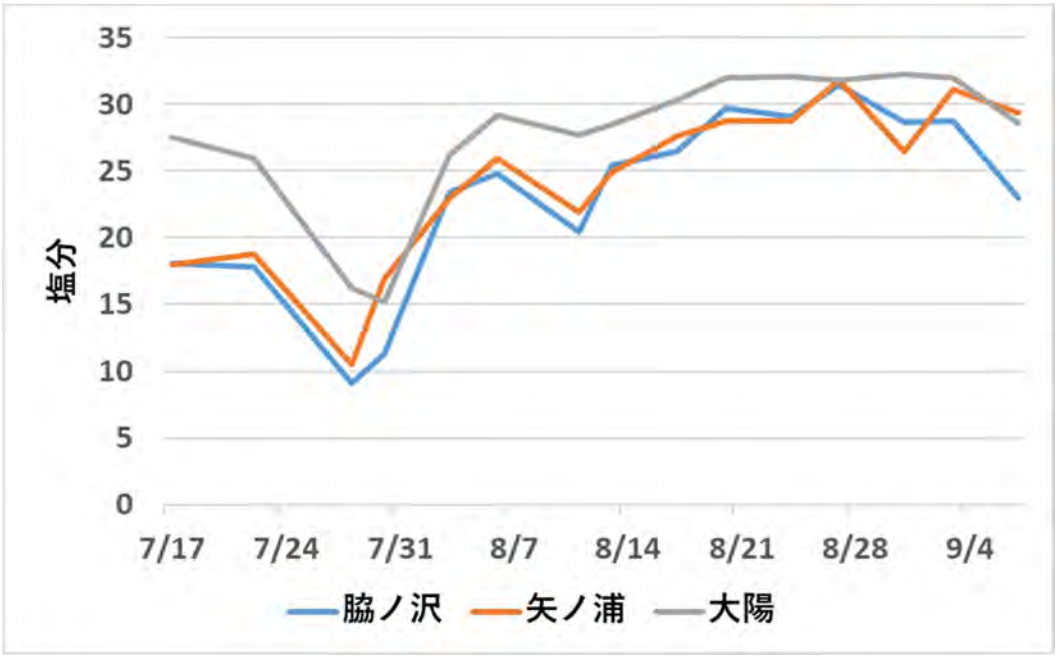


図 12　各定点での塩分濃度の推移

6　抑制試験

各試験区の計測結果を表２に示した。また、シングルシードで養成した試験区 C（(抑制有）と試験区 D（抑制無）の平均殻長及び平均殻高の推移を図 13 に示した。原板及びシングルシードのいずれの養成法においても抑制の有無による試験終了時の平均殻付き重量に有意差は無かった。また、シングルシードで養成した試験区 C（抑制有）と試験区 D（抑制無）の比較では、平均殻長と平均殻高は同じ傾向で推移し（図 11）、本試験では抑制の有無による成長差は認められなかった。

一方、試験終了時の身入りについては、原板で養成した試験区Ａ（抑制有）と試験区Ｂ（抑制無）では　有意差は無かったものの、シングルシードで養成した試験区Ｃ（抑制有）は試験区Ｄ（抑制無）より有意に低く（ｔ検定：P<0.01）、シングルシードに関しては抑制した試験区での身入りが悪い結果となった。

本試験では岸壁で抑制を行い、その効果の検証を試みたが、抑制を開始したのが10月下旬と遅く、かつ抑制期間が１か月強と短かったことから、抑制の効果が明確に表れなかった可能性が考えられた。

また、原板とシングルシードの養成法の違いに着目すると、試験終了時の平均殻付き重量に有意差は無く成長差は認められなかった。しかし、身入りにつては、シングルシードで養成した試験区が原板で養成した試験区よりも抑制の有無にかかわらず有意に低く（ｔ検定：P<0.01）、身入りが悪い結果になった。

本試験ではシングルシードの養成においてバスケットを使用したが、分散のタイミングで飼育密度が高い状況であったことを確認しており、飼育密度の影響で身入りが低下した可能性が考えられた。

表２　抑制試験における各試験区の計測結果

計測日	試験区	試験区Ａ	試験区Ｂ	試験区Ｃ	試験区Ｄ
	養成法	原板	原板	ｼﾝｸﾞﾙｼｰﾄﾞ	ｼﾝｸﾞﾙｼｰﾄﾞ
	抑制の有無	有	無	有	無
二次養成開始時	平均殻長（ｍｍ）	―	―	17.4	14.6
R2.3.31	平均殻高（ｍｍ）	―	―	24.7	19.7
養成終了時	平均殻長（ｍｍ）	58.9	60.3	54.3	52.3
R3.1.21	平均殻高（ｍｍ）	90.9	93.3	102.0	105.9
	平均殻幅（ｍｍ）	34.3	33.4	32.6	31.8
	平均殻付重量（ｇ）	90.7	96.4	95.9	93.8
	平均軟体部重量（ｇ）	18.8	19.1	14.7	15.8
	身入り（%）	20.7	19.8	15.3	16.8

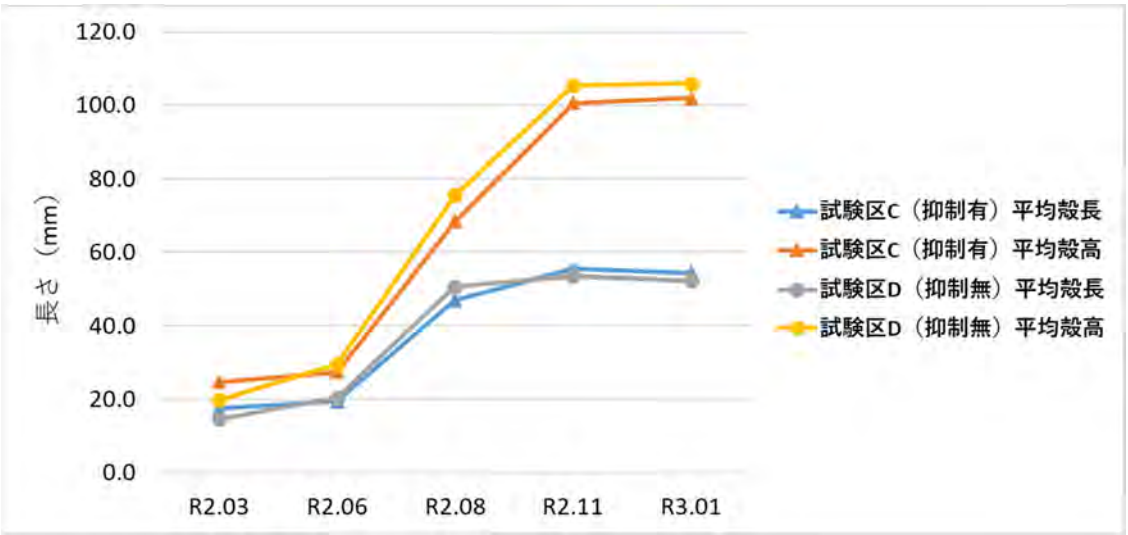


図13　シングルシードで養成した試験区の平均殻長と平均殻高の推移

＜今後の問題点＞

各定点の漁場環境と産卵誘発、浮遊幼生の出現及び付着の関係を整理する必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

本年度と同定点で水温の測定、浮遊幼生調査、付着稚貝調査及び採苗器の投入を行って経年変化を調査する。また、塩分ロガーを用いた塩分の測定も加えて行い、水温、降水量以外の環境要因を調査する。

＜結果の発表・活用状況等＞

岩手県マガキ採苗速報（No.1～8）を関係機関に発行