

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖技術
研究課題名	海水温上昇に対応した持続的養殖探索事業
予算区分	みやぎ環境税
研究期間	令和3年度～
部・担当者名	企画・普及指導チーム：小野利則 養殖生産チーム：本庄美穂、本田麻衣 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：伊藤貴範、金澤未来 地域水産研究チーム：植松康成
協力機関・部及び担当者名	気仙沼地方振興事務所水産漁港部、宮城県漁業協同組合志津川支所青年部 東部地方振興事務所水産漁港部、宮城県漁業協同組合女川支所青年部 仙台地方振興事務所水産漁港部、宮城県漁業協同組合七ヶ浜水産振興センター
<p><目的></p> <p>気象庁地球環境・海洋部発表（平成30年3月12日）によると、平成29年までの約100年にわたる海洋平均海面水温（年平均）の上昇率は+1.11℃/100年であり海水温上昇に向かっている。一方、三陸沖でも海面水温の上昇傾向が明瞭であり、長期的に見た場合、本県では養殖期間の短縮や周年養殖が不可能となる可能性がある。</p> <p>近年、海藻等による二酸化炭素の吸収・固定効果（ブルーカーボン）が注目されており、本県沿岸部において海藻類等の増養殖を推進することは地球温暖化・環境保全に資するものである。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 アカモクの増養殖試験の実施</p> <p>(1) 天然アカモクを母藻とした採苗と種苗生産</p> <ul style="list-style-type: none"> 天然の母藻を採取し、屋外水槽で流水・通気により管理した。4月に母藻を管理している水槽に付着器質（カキ殻、ホタテ殻）を並べ、幼胚の自然落下による採苗を行い、飼育棟内で流水管理した。 <p>(2) アカモク種苗の養殖試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 採苗後に飼育管理していた器質を養殖用ロープに挟み込みを行い（図1）、10月下旬から宮城県漁業協同組合鳴瀬支所の漁業者の協力を得て養殖試験を実施 <p>2 ヒジキの増養殖試験の実施</p> <p>(1) 天然ヒジキを母藻とした種苗生産養殖試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和5年8月に大谷本吉地区から天然ヒジキの提供を受け、母藻から放出された受精卵を用いて採苗を行った。仮根上部で切除した天然ヒジキをパンライト水槽内で養生し、水槽内で自然落下した受精卵を150μmメッシュで濾し取り濃縮し、採苗器とした塩ビパイプを組み合わせた枠にクレモナ9mmを巻き付けたものとカキ殻とホタテ殻に濃縮した受精卵を散布する方法で実施した。 <p>3 アラメの増養殖試験の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> 10月、11月及び12月の計3回、歌津、戸倉及び大島で採取された母藻を使用し、種糸にはクレモナ（1、2、3mm）を用いて、各太さ10枚（1枚あたり約25m）採苗を実施した。 <p>4 三倍体カキの作出と飼育試験</p> <p>(1) 作出試験</p> <ul style="list-style-type: none"> R5年7～8月に女川のカキ生産者より母貝を購入し、4回作出試験を行った。採卵・採精は切開法で行い、切り出した卵は1時間静置後に卵1個あたり精子100個を目安として水温25℃で媒精した。倍化处理は、高水温・カフェイン併用法（媒精20分後に32℃カフェイン10mM海水に10分間浸漬）にて行った。倍化处理卵は海水で洗浄後、30Lパンライト水槽に収容した。 <p>(2) 幼生の飼育試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 受精から24時間後に20μmネットによりD型幼生を回収し、100Lパンライト水槽に収容し 	

た。飼育水温は 24～27℃で、飼育水の換水は、幼生の状態に応じて部分換水と全換水を併用して行った。餌は *Chaetoceros calcitrans* と *Chaetoceros gracilis* を成長に応じて給餌した。採苗は、250μm のネットで成熟幼生を回収し、200L のダウンウェリング水槽に收容して行った。附着基質にはカキ殻細片を用いた。

(3) 倍化率の判定

- ・成熟幼生の細胞の核 DNA を DAPI 染色液により蛍光染色し、フローサイトメーターで核の蛍光強度を定量することで倍数性の判定を行った。

(4) 稚貝の養殖試験

- ・作出した稚貝は、女川のカキ漁場に R5 年 11 月中旬から座布団カゴ (12 月からバスケット) に收容して垂下し、生残率と殻高の計測を月 1 回行った。また、R4 年に作出して同年 10 月に沖出しした稚貝については、R4 年度中に倍化率の判定ができなかったため、R5 年 6～9 月に開殻し、成熟具合や産卵状況を確認した。

5 藻類の効率的な種苗生産方法の検討

アラメについて、配偶体の培養を活用した効率的な生産方法を検討する。また、新たな養殖種としてダルスの普及に取り組んでいるが、種苗生産期間が長いことや夏場の高水温が課題になっており、冷蔵保存が可能かどうか温度試験に取り組む。

(1) アラメの効率的な生産方法の検討

- ・県内のアラメの配偶体を雌雄別に単離し、保存する。

(2) ダルス種苗の温度試験

- ・R5 年 4 月にカキ殻に採苗し、12 日間、500Lux 以下で管理し、盤状体を確認したものを使用した。プラスチック容器 (5.5L、半透明、密閉式蓋付き) にカキ殻 3 個とろ過海水 2.5L を入れ、①照度あり、②照度なしを用意した。照度ありは、黒ビニル袋で側面を覆い、蓋をして、約 300lux の照度に調整した。照度なしはプラスチック容器を黒ビニル袋に入れて、完全に光を遮断した。温度別 (5℃、10℃、15℃、22℃、28℃) に設定した温度勾配器で培養し、観察は月 1 回～2 ヶ月に 1 回実施し、カキ殻上のダルスを実体顕微鏡で 5mm 四方枠内のダルスの数を計測した。1 枚のカキ殻で任意の 3 ヶ所を測定し、平均値を求めた。

<結果の概要>

1 アカモクの増養殖試験の実施

(1) 天然アカモクを母藻とした採苗と種苗生産

- ・10月上旬には、カキ殻器質では5.9mmサイズで10株程度、ホタテ殻器質では7.8mmサイズで16株程度の生長と附着が確認できた。

(2) アカモク種苗の養殖試験

- ・試験養殖したアカモクは、水温の低下や附着物に覆われて生長阻害され、3月末までに収穫可能なサイズに至らなかった (図2)。

2 ヒジキの増養殖試験の実施

(1) 天然ヒジキを母藻とした種苗生産試験

- ・新芽の発芽を確認したものの消失し、冬季における再発芽を期待したが採苗器への珪藻附着が著しく、沖出しには至らなかった。
- ・唐桑地区で海面での生育試験を行った前年度採苗群はロープ等の附着基質にイガイ等の附着物が大量に附着し、成長は確認できなかった。

3 アラメの増殖試験の実施

- ・2月時点で、10月採苗群で葉長は平均30mm程度まで生長しており、希望のあった歌津地区へ提供した他、沖出しによる中間育成を実施した。(図3)
- ・11月採苗群及び12月採苗群については、平均2～5mm程度まで生長しており、10月沖出し群とあわせて希望のある支所(気仙沼地区、歌津)へ提供した。(図4)

4 三倍体カキの作出と飼育試験

- ・R5年7月20日及び8月24日に作出試験をそれぞれ2回ずつ実施した。得られたD型幼生数は8～40万個で、D型幼生への変態率は処理区で1.6～33.3%となり、非処理区の80.6～90.8%と比べ

て低くなった。

- 成熟幼生の倍化率は13.4～92.6%で、作出ロットによってバラつきが大きかった。倍化率が90%以上のロットのみ採苗を行った。
- 作出した500個程度の三倍体シングルシード種苗を非処理区の種苗とともにR5年11月14日に女川のカキ漁場に沖出しした（図5）。R6年3月21日時点では殻高30mm前後となっており、10月頃まで調査を続ける予定である（図6）。
- R4に作出した三倍体種苗は、R5年6～9月に開殻して成熟や産卵の状況を確認した結果、三倍体種苗でも非処理区と同程度まで成熟している個体が多くみられ、産卵後と思われる個体も多くみられたことから、倍化率が低かったことが推察された。

5 藻類の効率的な種苗生産方法の検討

(1) アラメの効率的な生産方法の検討

- R5年12月12日に気仙沼市大島で、12月22日に石巻市網地島で採捕したアラメ母藻から配偶体を単離した。網地島産アラメからは雌7個、雄15個、大島産アラメからは雌10個、雄14個の配偶体を保存した。

(2) ダルス種苗の温度試験

- 実際の水温は①5℃設定では6.8～8.1℃、②10℃設定では8.8～10.5℃、③15℃設定では13.7～13.9℃、④22℃設定では20.1～22.6℃、⑤28℃設定では27.8～28.5℃で、試験区によっては設定温度との差が確認された。
- 5月の観察では、28℃区の照度あり、なしともにダルスがほとんど確認されなかった（図7）。照度ありは蓋が浮いていて海水が減り、塩分濃度が上昇して死滅した可能性が考えられた。照度なしでは海水の減少は確認されなかったが、ダルスも確認されなかった。6月の観察では、22℃区の照度なしでダルスが確認されなくなった。15℃区（照度なし）においても、ダルス個体数が減少していた。8月の観察では、15℃照度なしでダルスが確認されなくなり、10℃照度なしでも極めて少なくなった。5～15℃照度ありでは直立体が多く観察された。22℃照度ありでは、直立体は少なく、赤味の強い大型の盤状体が観察された。9月以降は温度勾配器の故障で観察できず、試験を終了した。8月までの結果から、5℃設定区では照度なしでもダルの盤状体が確認され、冷蔵保存の可能性が示された。

<主要成果の具体的なデータ>



図1 沖出ししたアカモク



図2 試験養殖の様子



図3 アラメ種苗管理の様子



図4 配布した種枠（2月時点）



図5 海面での養殖試験



図6 R5年作出のシングルシード種苗

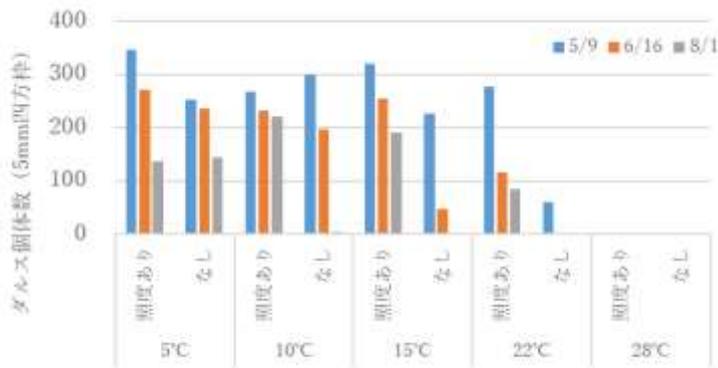


図7 温度別のダルス個体数 (5mm 四方枠) の平均値

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・アカモクについては、技術普及先の調整が課題である。
- ・ヒジキについては、母藻の成熟状況の見極めを行うとともに、養生環境の改善を行う必要がある。
- ・アラメについては、藻場造成等への関心が高まっており、漁業者からアラメ人工採苗を実施したいという希望もあることから、現地での技術支援及び指導を行う。
- ・三倍体カキの作出と飼育試験では、幼生の生残率が低いことに加えて、倍化率が不安定であることから三倍体種苗を大量かつ安定して作出することに課題がある。本県での三倍体カキ養殖の有用性を判断するためには、県外の民間種苗を用いた試験を今後は検討する必要がある。
- ・藻類の種苗生産方法の改良については、アラメについては今年度保存した配偶体を用いて、種苗生産を行い、従来の方法と比較する。ダルスについては引き続き、温度試験を行い、冷蔵保存が可能か検討する。

<結果の発表、活用状況等>

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖技術
研究課題名	海水温上昇に対応した持続的養殖探索事業（ホタテガイ地先種苗安定確保促進事業）
予算区分	みやぎ環境税
研究期間	令和3年度～
部・担当者名	企画・普及指導チーム：齋藤憲次郎、養殖生産チーム：岩淵龍一 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：伊藤貴範、金澤未来
協力機関・部及び担当者名	気仙沼地方振興事務所水産漁港部 東部地方振興事務所水産漁港部
<p><目的></p> <p>ホタテガイは冷水性の二枚貝であり、本県は養殖の南限に位置することから、海洋温暖化による影響を最も受けやすい状況にある。本県のホタテガイ養殖は、県外から中間種苗（半成貝）を購入し出荷サイズまで短期間に育成する「半成貝養殖」が主流であるが、海水温の上昇に伴い、近年、半成貝の大量へい死が問題となり水揚げが不安定となっている。このため、県外産半成貝への依存度を下げ、地先種苗による「地種養殖」の取組を支援するとともに、地種半成貝の供給体制を構築することで、本県産ホタテガイの水揚げの安定化を推進するもの。</p> <p><試験研究方法></p> <p>(1) 地種養殖を行う生産者に対する資材の貸与 地種生産を普及させるためには、生産者の新たなコストを低減する必要があるため、地種生産に必用な資材の貸与を行い、地種生産の拠点づくりを進める。</p> <p>(2) 地種の優位性検証 本事業で生産した「地種半成貝」と「県外産半成貝」について、同様の環境下で養殖や屋内試験を行い、生残率や成長量を確認することで地種の優位性の有無を把握する。</p> <p>(3) 地種生産者への技術指導と生産支援 地種生産状況の把握と種苗管理等に係る技術指導を行なうことで安定した地種の供給を図る。また、地種の需要調査や出荷立会いを行い、安定した地種の供給体制の構築を図る。</p> <p><結果の概要></p> <p>(1) 地種養殖を行う生産者に対する資材の貸与 〔中部管内〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・昨年度までに、十三浜地区と女川町出島地区の地種生産者2経営体に資材の貸与を行い生産拠点の体制づくりを図ってきた。 ・今年度は出島地区に対して、半成貝25千個の生産に必要な資材（養殖カゴ等）の追加貸与を実施し増産体制を整えた。 ・中部管内では十三浜地区（60千個）と女川町出島地区（75千個）を併せて135千個の地種供給体制が構築されている（図1）。 <p>(2) 地種の優位性検証 〔北部管内〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・養殖されているホタテを地種由来と半成貝由来での成熟状況の比較を行った。生殖腺指数は3月3週が地種13.7～18.0%、半成貝10.0～10.4%で、3月5週は地種14.6～19.6%、半成貝12.9～13.2%であり、地種の成熟が早くなっていた。3月5週は3月3週より地種、半成貝ともに成熟は進んで 	



図1 中部地区の地種半成貝供給体制

いるものの、地種の成熟が早いことが示された（図2）。

〔中部管内〕

（追跡調査）

- 令和4年度に2地区から購入した地種半成貝と県外産半成貝について、同様の環境下で養殖されたものの成長等について調査を行った。
- 結果、成長に大きな差は見られなかったが、生残率は十三浜地区のものがやや低かった（図3）。なお、同地区の個体は出血痕や変形率が他地区より高かったことが関係していると考えられ、ヒアリングにより昨シーズンよりも時化が多く、施設の揺動による影響が窺えた。

（高水温耐性試験）

- 令和5年6月に対象区及び微流水で水温27℃に管理した2試験区を設け、それぞれ地種半生貝由来の成貝と県外産半生貝由来の成貝を各10個体収容し、16日間の高水温耐性室内試験を行った。へい死貝を由来とする水質悪化や、サンプルの品質、収容槽内環境に差異があった可能性があり、今回の比較試験では地種の高水温耐性について明瞭な結果を得ることはできなかった。

（3）地種生産者への技術指導と生産支援

〔北部管内〕

- 種苗調達及び融通状況の実態把握を行う。

〔中部管内〕

- 十三浜地区と女川町出島地区の地種生産者の種苗分散時技術指導と生産状況の把握について引き続き行なった。なお、令和5年度は、採苗不良から目標を下回ったものの、2地区から昨年度をやや上回る計73千個の地種半成貝が県内4カ所へ出荷された（表1）。出荷された地種半成貝については、2調査点で生残率や成長の追跡調査を行う。

<主要成果の具体的なデータ>

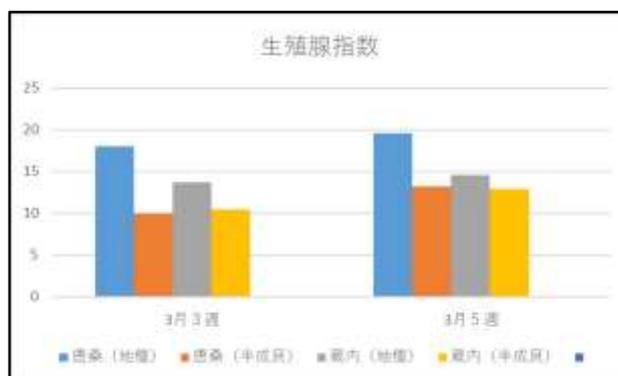


図2 ホタテガイの生殖腺指数の推移

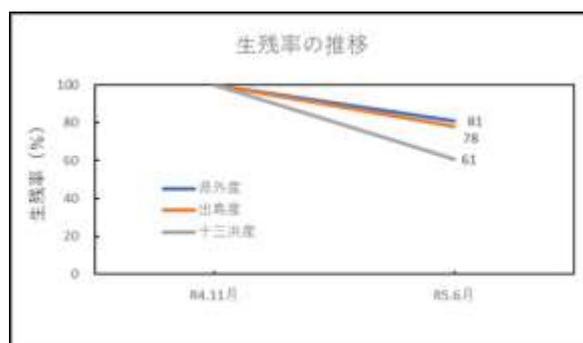


図3 中部地区における殻付重量と生残率の推移

表1 中部地区における令和5年度地種半成員の出荷状況

生産地区	出荷時期	出荷先	重量(kg)	出荷個数(個)
女川出島	11月	A	471	6,217
	11月	B	572	7,550
	12月	C	544	7,453
十三浜	11月	A	3,719	52,066
合計			5,306	73,286

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

[北部管内]

- 地種について、余剰な種苗は必要数量を確保できなかった生産者に融通されていると聞くことから、実態把握に努める。

[中部管内]

- 本事業で生産される地種半成員は品質等から購入者の評価が高く、供給を求める漁業者は増加傾向にあることから、引き続き、地種生産の拠点づくりの拡充を図る。

<結果の発表、活用状況等>

- 進捗や結果については、協力いただいた漁協支所へ適宜報告した。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	持続可能なみやぎの養殖振興事業(高品質カキ安定化事業)
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和7年度
部・担当者名	養殖生産チーム：○本庄美穂、熊谷明 企画・普及指導チーム：齋藤憲次郎 気仙沼水産試験場地域水産研究チーム：○長田知大、小野寺淳一
協力機関・部及び担当者名	気仙沼地方振興事務所水産漁港部 東部地方振興事務所水産漁港部 仙台地方振興事務所水産漁港部
<p><目的> 平成30年に中部海域の一部で養殖カキのへい死が発生し、それを受けて県内カキ養殖場におけるへい死状況の把握と原因を明らかにし、対策につなげる。</p> <p><試験研究方法> (1) 一斉調査 R5年10～12月に県内カキ養殖場10カ所において調査を行った。調査は上層から約100個をサンプリングしてへい死率を求めるとともに、50個体について精密測定を行った。精密測定では、殻高、軟体部重量指数(軟体部重量/殻付き重量×100)を把握した。宮戸は上層ロープと下層ロープの2種類、鳴瀬は秋挟みの上層ロープと下層ロープ及び春挟みの上層ロープと下層ロープの4種類を調査した。 ※調査地点と年齢 南部3カ所(1年子)：松島、宮戸(上下)、鳴瀬(秋挟み上下、春挟み上下) 中部3カ所：長浜(1年子)、給分(1年子及び2年子)、尾浦(2年子) 北部4カ所(唐桑は3年子、それ以外は2年子)：志津川、歌津、階上、唐桑</p> <p>(2) 温湯試験 カキはR5年8月に採取した鳴瀬・年越し(R3年採苗し、抑制を経て、R4年秋に挟み込みしたもの)を使用した。ろ過海水40L(ポリタンク50L)にチタンヒーター2台とエアレーションを設置して、カキを網に入れて10個体ずつ下記の条件で温湯した。対照区(Co.)は自然海水(28.2℃)・30秒で同様に実施した。温度は水温計(SATO)で常時測定した。温湯後はすみやかに、小型水槽(透明20L)に移し、エアレーションを入れてろ過海水かけ流し(約1L/分)で飼育し、産卵の有無を12～15時間観察した。産卵は飼育水に濁りが確認されたら、生物顕微鏡で飼育水を検鏡し、卵の有無で判断した。試験当日及び翌日に死亡個体を確認し、試験は3回繰り返した。 また、温湯前のカキ30個体について、殻高、殻付き重量、軟体部重量、性別を計測した。成熟状況を把握するために、熟度指数※と生殖巣の横断面からの配偶子漏出の有無を確認するとともに、生殖巣内の透明箇所の有無により直近で産卵を経験したかどうかを判断した。 ※熟度指数 = (軟体部横断面の長径(mm) - 内臓径(mm)) / 軟体部横断面の長径</p> <p>試験設定 ①60℃、30秒 ②65℃、20秒 ③65℃、30秒 ④70℃、10秒 ⑤70℃、20秒 ⑥75℃、10秒 ⑦75℃、20秒 ⑧Co. (自然海水28℃)、30秒</p>	

<結果の概要>

1 カキへい死に係る原因調査

(1) 一斉調査

へい死率は0～78%で南部と中部でへい死が多かった(図1)。R4の同時期のへい死率は3～60%で、R4、R5の両年調査を行った中南部5カ所全てでR4よりR5はへい死率が高かった。一方、北部は全体的にへい死率が低かった。上層と下層を比較したロープでは、いずれも下層のへい死率が低かった。

(2) 温湯試験

- 一部の水槽で温湯4～13.5時間後に濁りが確認され、飼育水中に卵が認められた(表1)。③65℃30秒区と⑤70℃・20秒区では、3回中2回と最も多く産卵が認められた。また、同じ温度では温湯時間が長いほど産卵する傾向が見られた。
- 温湯前の熟度は16～43%の範囲(平均32%)で、個体によって成熟状況にばらつきがあった。生殖巣横断面からの配偶子漏出は明らかに認められたものは30個体中1個体で大部の個体では認められなかった。また全ての個体で生殖巣に透明箇所が認められ、直近で産卵を経験したと判断された。1日後の死亡率は⑦75℃・20秒区で30～60%と高く、他は0～10%であった。
- 一部の試験区でのみ産卵が確認されていることや産卵までの時間が長いことより、今回の試験で温湯により確実に産卵を誘発することは確認できなかった。

<主要成果の具体的なデータ>

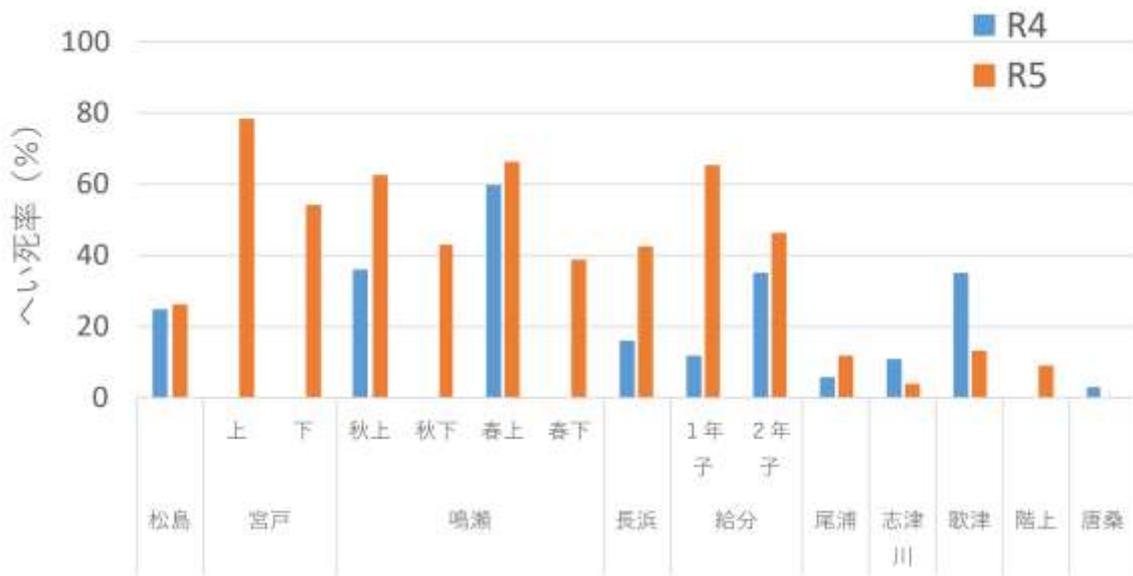


図1 へい死率

表1 温湯処理による産卵誘発効果の試験結果

温度条件		回	産卵の有無	所要時間	死亡率(%)
60°C	30秒	1回目	○	13.5時間後	0
		2回目	—		0
		3回目	—		0
65°C	20秒	1回目	—		0
		2回目	—		0
		3回目	—		0
	30秒	1回目	○	4時間後	0
		2回目	—		0
		3回目	○	8時間後	0
70°C	10秒	1回目	—		0
		2回目	—		10
		3回目	—		0
	20秒	1回目	—	12時間後	0
		2回目	○		0
		3回目	○		4時間後
75°C	10秒	1回目	○	8.5時間後	0
		2回目	—		0
		3回目	—		10
	20秒	1回目	—	6時間後	60
		2回目	△少ない		50
		3回目	—		30
Co. 温湯なし	30秒	1回目	—		0
		2回目	—		0
		3回目	—		0

<今後の課題と次年度以降の具体的な計画>

出荷時期にへい死状況について県内一斉調査を行う。温湯処理については、室内実験により実施時期について検討する。

<結果の発表、活用状況等>

試験結果については、協力いただいた漁協支所へ報告した。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	持続可能なみやぎの養殖振興事業（ギンザケ高付加価値のための技術開発事業）
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和7年度
部・担当者名	内水面水産試験場 ○森山祥太、君島裕介 水産技術総合センター養殖生産チーム：○熊谷明、本庄美穂、本田麻衣
協力機関・部及び担当者名	水産研究・教育機構 水産技術研究所
<p><目的> 宮城県のギンザケ養殖は、水温が上昇する7月末までしか養殖できず、6月下旬以降に水揚げが集中するため価格が下落する。そのため、魚価が高い水揚げ早期へ出荷を前倒しすることにより、水揚げ集中時期の分散を可能にする成長の早い種苗が求められる。成長の早い種苗の作出にあっては、遺伝的近親交配が懸念されるため、ゲノムセレクション(GS)の考え方により、無選抜群からゲノム育種価の高い個体を選抜して高成長系と交配させ、遺伝的多様度を回復させた高成長GS系（以下「高成長系」）を作出した。また、早期出荷を実現させるためには、大型稚魚の出荷及び内水面養魚場における早熟雄の発生を抑制するために種苗を全雌化することが必要となる。このことから、遺伝的多様度を回復させた高成長系ギンザケから全雌種苗を作出し、生産現場への普及と安定的な生産体制の構築を図った。</p> <p>EIBS（赤血球封入体症候群）は養殖ギンザケに発生するウイルス感染症で、原因ウイルス（PRV-2）が赤血球内で増殖することにより封入体を形成し、最終的には赤血球が壊れることで貧血症で死亡する。内水面種苗生産場および海面生け簀で発生し、特に海面で発生すると死亡率が高く、ギンザケ養殖の経営に大きな損失を与える。一般的に内水面で本病に感染し、十分な抗体を獲得した種苗では海面で本病が発生することはない。海面での本病の防疫対策を進めるために種苗における抗体の有無を確認することが重要となる。このことから、「食料生産地域再生のための先端技術展開事業（平成25～29年度）で開発したELISA法を用いて、ギンザケ種苗の抗体価を測定した。</p> <p><試験研究方法> （1）高成長系ギンザケ種苗普及（高成長系全雌種苗の成長比較） 令和4年12月に事業者へ試験配布した発眼卵（94千粒）から得られた高成長系全雌種苗と、対象区として通常種苗の成長比較を行い、高成長系全雌種苗の優位性を確認する。</p> <p>（2）EIBS抗体価測定 宮城県の海面生け簀にギンザケ種苗の出荷を予定している宮城県と岩手県の25養殖場を検査対象とした。これらの養殖場においてEIBSの収束から1か月以上経過した令和5年8月下旬から10月上旬に各20尾のギンザケ稚魚0+（平均魚体重30g～115g）の尾部から末梢血約0.5mLを採取した。4℃で一晩保存した後、遠心分離（815×g、15分間、4℃）し、血清を43℃で20分間インキュベートした後、-80℃で保存しELISAの測定に供した。ELISAの測定は熊谷ら（2024）の方法に従った。あらかじめ同様の方法で測定したEIBSフリー魚の抗体価から算出した2.03（平均値+5×標準偏差）より高い場合を陽性と判定した。</p> <p><結果の概要> （1）高成長系ギンザケ種苗普及（高成長系全雌種苗の成長比較） ・A養魚場へ試験配布した高成長系全雌種苗と、対象区であるB養魚場通常種苗の成長比較を行った。 ・平均魚体重の推移を図1に示した。令和5年は猛暑の影響で飼育水温が20℃を上回る等、例年がない高水温で推移したのに加え、高成長系全雌種苗で度重なる疾病が確認され、生残率は40%に留まった（図2）。また、両養魚場では、高水温による餌止めを行ったことから高成長系全雌種苗と対象区の両方で成長不良も確認されるなど、成長比較試験としては不適な条件であった</p>	

(図3)。

- ・このことから、高成長系全雌種苗の生残尾数が減少し、高成長系全雌種苗単独で海面養殖(生簀)への移行は難しくなったため、10月の計測で成長比較試験を中止した。

(2) EIBS抗体価測定

EIBS抗体は確認され、養殖場別の抗体価の平均値は3.8~63.6(平均23.7)であった。抗体陽性率は10%~100%で、平均は63.8%であった。

現在、海面生け簀におけるEIBSの発生状況と抗体陽性率の関係を調査中である。

<主要成果の具体的なデータ>

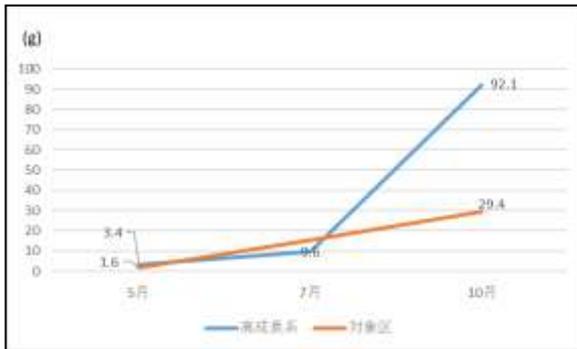


図1 平均魚体重の推移

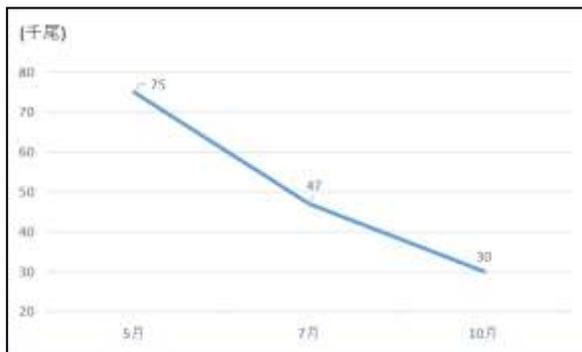


図2 高成長系の生残数推移



図3 高成長系と対象区の比較写真
R5.10月(冷凍サンプル)

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

(1) 高成長系ギンザケ種苗普及

- ・令和5年は猛暑の影響で、河川水を使用する他の内水面養魚場でも飼育水温が20℃を上回るなどし、斃死や成長不良が多く聞かれ、ギンザケ稚魚生産には非常に難しい年であった。
- ・今後も高成長系全雌種苗を希望する事業者を対象に試験配布を行い、海面養殖における増肉係数、生残率、出荷時期、販売単価等を分析し、収益性評価を行う。
- ・また、温暖化の影響は今後も継続することが見込まれ、ギンザケの海面養殖期間が更に短縮することも想定される。大型種苗による海面移行が可能な高成長系全雌種苗の需要が高まることも想定されるため、民間での高成長系種苗生産体制の確立が課題である。

(2) EIBS抗体価測定

次年度も9~10月頃に検査を希望する養殖場において、本年度と同様にEIBS抗体の保有状況を調査し、海面でのEIBSの発生との関係を検討する。

<結果の発表、活用状況等>

(1) 高成長系ギンザケ種苗普及

試験配布先事業者への報告など。

(2) EIBS抗体価測定

検査結果を種苗生産養殖場と系列会社に報告し、内水面および海面でのEIBS被害の軽減のための飼育管理等の参考になっている。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖・加工																																				
研究課題名	持続可能なみやぎの養殖振興事業（ノリ養殖最適生産技術開発事業）																																				
予算区分	県単																																				
研究期間	令和3年度～令和5年度																																				
部・担当者名	水産加工開発チーム ○紺野智太、阿部真紀子、菅原幹太、三浦悟、永木利幸																																				
協力機関・部及び担当者名																																					
<p><目的></p> <p>震災後、ノリ生産者数は震災前の約55%に減少し、「量から質へ」と、収益性の高い生産構造への転換が求められる中、本事業ではノリ養殖最適生産技術開発事業として、加工工程が品質に及ぼす影響およびノリの美味しさについて把握することを目的に調査を行った。</p> <p>本研究では、ノリ原藻摘採後の陸上での処理工程（以下「前処理工程」という）において、基礎的な情報を収集するとともに乾ノリ製品の仕上がりにも及ぼす影響を評価した（以下「乾ノリ前処理工程がノリ原藻に及ぼす影響の検討」とする）。また、生産者から、実際に食べた時の美味しさ、特に食べた時にうま味（遊離アミノ酸）が抽出される量について調べて欲しいと要望があったことから、ある任意の時間にノリから抽出される遊離アミノ酸の量について測定した（以下「ノリの抽出アミノ酸の測定」とする）。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 サンプルング・成分分析（一般成分分析・遊離アミノ酸）</p> <p>（1）乾ノリ前処理工程がノリ原藻に及ぼす影響の検討</p> <p>東松島市矢本を漁場として選定し、前処理工程における水環境の測定、ノリ原藻および排水（泡および赤水）をサンプルングした(表1)。水環境の測定では、各工程毎に水温、pH、溶存酸素、塩分を測定した。また、前処理工程におけるノリ原藻細胞の顕微鏡観察を行った。ノリ原藻は、サンプルングを行い、その場で液体窒素による凍結処理を行った。分析に供するまで-30℃で凍結保管した。この原藻から製造された乾ノリについては、チャック付きの袋に入れアルミホイルで遮光しながら実験棟に持ち帰り、室温で保管した。排水については、泡および赤水を採取し、分析に供するまで-30℃で凍結保管した。</p> <p>（2）ノリから抽出するアミノ酸の測定</p> <p>東松島市矢本および亘理町荒浜を漁場として選定し、乾ノリおよびばらノリをサンプルングした。サンプルングした乾ノリおよびばらノリは分析に供するまでチャック付きの袋に入れ、アルミホイルで遮光した状態でデシケーターに入れ、室温で保管した。</p> <p>（3）一般成分（水分・粗タンパク・灰分・粗脂肪および炭水化物）</p> <p>一般成分のうち、水分、粗タンパク、灰分を分析した。ノリに含まれる粗脂肪は、これまでの知見から、その含有量が極めて少ないことが分かっているため、分析は行わなかった。水分は常圧加熱乾燥法、粗タンパクはケルダール法、灰分は直接灰化法で定量し、差し引いた分を「粗脂肪および炭水化物」とした。</p> <p>表1 ノリから抽出するアミノ酸の測定に用いたサンプル</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>試験区</th> <th>日時</th> <th>場所</th> <th>摘採したノリ原藻</th> <th>製造されたノリ</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>令和5年12月15日</td> <td>東松島市矢本</td> <td>秋芽網3番摘み</td> <td>乾ノリ</td> <td>赤ぐされ病あり</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>令和6年1月18日</td> <td>東松島市矢本</td> <td>冷凍網2番摘み</td> <td>乾ノリ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>令和6年1月18日</td> <td>東松島市矢本</td> <td>秋芽網5番摘み、冷凍網2番摘み混合</td> <td>乾ノリ</td> <td>混合割合は不明</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>令和6年2月14日</td> <td>東松島市矢本</td> <td>秋芽網8番摘み、冷凍網3番摘み混合</td> <td>乾ノリ</td> <td>混合割合は不明</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>令和6年1月12日</td> <td>亘理町荒浜</td> <td>冷凍網2番摘み</td> <td>ばらノリ</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		試験区	日時	場所	摘採したノリ原藻	製造されたノリ	備考	A	令和5年12月15日	東松島市矢本	秋芽網3番摘み	乾ノリ	赤ぐされ病あり	B	令和6年1月18日	東松島市矢本	冷凍網2番摘み	乾ノリ		C	令和6年1月18日	東松島市矢本	秋芽網5番摘み、冷凍網2番摘み混合	乾ノリ	混合割合は不明	D	令和6年2月14日	東松島市矢本	秋芽網8番摘み、冷凍網3番摘み混合	乾ノリ	混合割合は不明	E	令和6年1月12日	亘理町荒浜	冷凍網2番摘み	ばらノリ	
試験区	日時	場所	摘採したノリ原藻	製造されたノリ	備考																																
A	令和5年12月15日	東松島市矢本	秋芽網3番摘み	乾ノリ	赤ぐされ病あり																																
B	令和6年1月18日	東松島市矢本	冷凍網2番摘み	乾ノリ																																	
C	令和6年1月18日	東松島市矢本	秋芽網5番摘み、冷凍網2番摘み混合	乾ノリ	混合割合は不明																																
D	令和6年2月14日	東松島市矢本	秋芽網8番摘み、冷凍網3番摘み混合	乾ノリ	混合割合は不明																																
E	令和6年1月12日	亘理町荒浜	冷凍網2番摘み	ばらノリ																																	

(4) ノリに含まれる全ての遊離アミノ酸の抽出

ノリに含まれる全ての遊離アミノ酸（以下、「全アミノ酸」とする）は、「エタノール還流抽出法」により抽出した。

(5) ノリから抽出する遊離アミノ酸の抽出

乾ノリおよびばらノリから抽出する遊離アミノ酸（以下、「抽出アミノ酸」とする）は、抽出器に乾ノリ0.5g程度、ばらノリ0.2g程度を秤量し、200mlのトールビーカーに蒸留水150mlを加え、36℃程度に加温した。ビーカーに抽出器を入れ、5秒間浸漬させた後、抽出器のピストンを1ストローク/秒となるように10秒間ピストンを動かし、その後抽出器を10秒間水切りし、抽出液とし、蒸留水で250mlメスフラスコに定容後、15ml遠沈管に入れ、分析に供するまで-30℃で冷凍保管した。

(6) 遊離アミノ酸分析

高速液体クロマトグラフィー（以下「HPLC」）を用いて分析を行った。分析機器はアジレント・テクノロジー（株）製（Agilent 1260 Infinity series）を用いた。アミノ酸の誘導體化は、Agilent 1260 Infinityオートサンプラーの自動プレカラム誘導體化機能を用いた。各遊離アミノ酸は、市販のスタンダードを用いた絶対検量線法により、アスパラギン酸（Asp）、グルタミン酸（Glu）、セリン（Ser）、ヒスチジン（His）、グリシン（Gly）、スレオニン（Thr）、アルギニン（Arg）、アラニン（Ala）、チロシン（Tyr）、バリン（Val）、メチオニン（Met）、フェニルアラニン（Phe）、イソロイシン（Ile）、ロイシン（Leu）、リジン（Lys）、プロリン（Pro）を定量した。なお、結果については水分を除いた乾燥重量の割合で表記した。

<結果の概要>

1 乾ノリ前処理工程がノリ原藻に及ぼす影響の検討

(1) 前処理工程記録および水環境測定

前処理工程の順番および原藻並びに排水サンプリング箇所、細胞検鏡の箇所、水環境測定の結果を表2に示した。

(2) 一般成分分析(ノリ原藻・乾ノリ)

ノリ原藻および乾ノリの一般成分分析の結果と、それを乾燥重量に換算した結果を表3に、排水の一般成分分析結果を表4に示した。排水の主成分は淡水であり、泡については粗タンパクが多く、粗脂肪および炭水化物が少なかった。また、赤水については、泡に比べ粗タンパクが少なく、粗脂肪および炭水化物が多かった。

一般成分分析結果から「摘採後」と「乾ノリ」を比較すると、灰分は減少し、粗タンパクと粗脂肪および炭水化物が増加した。また、排水の泡や赤水では、粗タンパクや粗脂肪および炭水化物が含まれており、工程が進むにつれて原藻から少しずつ流出していると考えられる。一般成分は含有成分の絶対値ではなく、その工程における割合（相対値）であるため、どの成分がどの程度減少したか断言できないが、前年の試験結果も含めて考えると、灰分は前処理が進むにつれて徐々に減少し、乾ノリでは11~12%になる傾向である。

灰分は工程が進行するにつれて減少するが、粗脂肪および炭水化物はその結果が反映されて増加した。工程における粗脂肪および炭水化物の減少量が少ないため、灰分の割合の減少が反映されていると考えられる。以上のことから、減少する割合については、灰分が最も多く、粗脂肪および炭水化物が最も少ないと考えられる。

(3) ノリに含まれる全ての遊離アミノ酸分析

遊離アミノ酸分析の結果を表5および図2に、排水に含まれる遊離アミノ酸の含有量の分析結果を表6に示した。分析結果から原藻および乾ノリに含まれる主要な遊離アミノ酸は、Asp(アスパラギン酸)、Glu(グルタミン酸)、Ala(アラニン)が確認されたため、この3種類に着目した。なお、ここでは全アミノ酸の分析結果を記載した。

排水に含まれる遊離アミノ酸においてもAsp、Glu、Alaが検出されたため、工程が進むことで遊離アミノ酸が少しずつ原藻から流出すると考えられるが、原藻中のAspおよびGluは増加した。特に原藻に含まれるGluについては、海水と淡水が切り替わる「細断後」以降、含有量が増加した。これは前年に行った研究（塩釜市浦戸）と同様の結果であったことから、ノリの前処理工程にお

いて水環境が淡水に切り替わることでGluが増加する要因になることが考えられる。また、Alaについても前年に行った研究の結果同様、工程が進むにつれて含有量が減少した。

(4) 前処理工程におけるノリ原藻細胞の検鏡

前処理工程におけるノリ原藻細胞の顕微鏡観察の結果を表7に示した。なお、全ての写真で観察される茶褐色の物体は葉緑体である。細胞が練り工程で葉体が毀傷することで細胞壁の形が変化し、その後淡水が浸潤したことで、浸透圧の差から細胞が膨潤し、細胞の様子や細胞そのものの形が変化してしまったと考えられる。

(5) 一般成分分析(乾ノリ・ばらノリ)

分析に供した乾ノリおよびばらノリの一般成分分析の結果と、それを乾燥重量に換算した結果を表8、9に示した。

(6) ノリから抽出するアミノ酸の測定

分析に供した乾ノリおよびばらノリの全アミノ酸の分析結果と、抽出アミノ酸の分析結果を表10に示した。ここでは、全アミノ酸のうち、抽出アミノ酸の割合を「抽出効率」とした。なお、結果は水分を除いた乾燥重量換算で記載した。上述同様に、遊離アミノ酸ではAsp、Glu、Alaの3種類に着目した。

ノリから抽出するアミノ酸の測定は、過去に福岡県水産海洋技術センターで行われているが、その知見は少ない。既報では、遊離アミノ酸抽出試験として、乾ノリを加温した蒸留水で、振とうしながら、数分から60分抽出を行っている。また、遊離アミノ酸の抽出については、秋芽網や冷凍網の初期で抽出しやすいことが報告されている。今回の実験では実際に食べた時に得られる離アミノ酸量を定量するため、紅茶抽出器で、口の中の動きを再現するためにピストンを動かしながら抽出した。また、抽出時間もより短くすることで、ヒトが食べている時間に準えた。

乾ノリの抽出効率はA、B、C、Dの順で少なくなった。比較的摘み回数の少ないAおよびBにおいては、抽出効率は30%程度であったが、摘採回数が多いノリを使用したCおよびDについては、抽出されるアミノ酸が10%程度であった。このことから、摘採回数が多いほど、抽出効率が低下することが分かった。また、過去の知見から、ノリの摘採回数が増えるにつれ、抽出するアミノ酸の時間あたりの量は少なくなることが知られているが、今回も同様の結果となり、口に含んだ時に短時間で味を感じやすいのは、秋芽網および冷凍網それぞれの網の生産初期のものであると考えられる。

一方、E(ばらノリ)の抽出効率は70%以上と試験区の中で最も高かった。今回の結果では、ばらノリの方が乾ノリよりも短時間で抽出するアミノ酸の量が多いことから、味を強く感じられることがわかった。今回の研究では乾ノリとばらノリの生産者が異なるため、ばらノリの前処理工程が影響しているか、摘採したノリの状態が影響しているか判断することは出来ない。そのため、ばらノリの有用性の検討のためにも、今後さらなる実験が必要である。

<主要成果の具体的なデータ>

表2 前処理工程及び環境測定の結果

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
前処理工程	摘採	→	活性タンクでの貯留	→	大粗異物除去	→	貯留	→	異物除去①	→	異物除去②	→	洗浄・練り	→
水温(°C)	-	-	10.3	-	11.0	-	11.0	-	11.4	-	11.7	-	11.3	-
pH	-	-	6.28	-	6.26	-	6.28	-	6.26	-	6.26	-	6.26	-
溶存酸素(%)	-	-	90	-	95	-	96	-	96	-	97	-	96	-
塩分(%)	-	-	3.07	-	3.15	-	3.14	-	3.14	-	3.10	-	3.17	-
備考			原藻の貯留										原藻の毀傷	

表 2 前処理工程及び環境測定の結果 (つづき)

No.	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
前処理工程	練り	⇒	細断	⇒	熟成	⇒	調合	⇒	濾き前 (貯留)	⇒	乾燥	⇒	乾ノリ
水温 (°C)	-	-	11.0	-	10.3	-	-	-	10.2	-	-	-	-
pH	-	-	6.60	-	6.94	-	-	-	6.78	-	-	-	-
溶存酸素 (%)	-	-	98	-	98	-	-	-	97	-	-	-	-
塩分 (%)	-	-	0.35	-	0.10	-	-	-	0.09	-	-	-	-
備考	練機2台使用 原藻の毀傷			浸透圧による細胞膨潤			水と原藻を 調合						

表 3 前処理工程におけるノリ原藻の一般成分 (乾燥重量換算 (下) n=5、mean±sd)

No	2	3	11	14	16	18	20	23	27
工程 (%)	摘採後	活性タンク中	異物除去中	洗浄・練り後	練り後	細断後	熟成後	濾き前	乾ノリ
水分	90.0±0.3	90.3±0.3	90.4±0.1	89.9±0.2	89.7±0.0	90.1±0.2	90.7±0.4	90.8±0.3	7.5±0.1
粗タンパク	3.9±0.2	3.9±0.1	3.8±0.1	4.0±0.2	4.2±0.1	4.1±0.1	3.9±0.1	3.9±0.1	40.4±0.2
灰分	1.8±0.1	1.8±0.1	1.7±0.0	1.8±0.1	1.7±0.0	1.6±0.0	1.2±0.1	1.1±0.0	11.3±0.1
粗脂肪及び炭水化物	4.2±0.1	3.9±0.2	4.1±0.2	4.3±0.3	4.3±0.1	4.3±0.2	4.1±0.4	4.3±0.4	40.8±0.2

No	2	3	11	14	16	18	20	23	27
工程 (%)	摘採後	活性タンク中	異物除去中	洗浄・練り後	練り後	細断後	熟成後	濾き前	乾ノリ
粗タンパク	39.4±1.6	40.6±0.7	40.0±1.4	39.7±2.3	41.1±1.2	40.9±1.3	42.8±2.6	42.3±2.5	43.6±0.2
灰分	18.2±0.7	18.7±1.1	17.5±0.4	17.8±1.4	16.6±0.2	16.2±0.4	13.4±0.2	11.4±0.5	12.3±0.1
粗脂肪及び炭水化物	42.4±0.9	40.7±1.5	42.6±1.4	42.5±2.9	42.3±1.2	42.9±1.6	43.9±2.7	46.2±3.0	44.1±0.3

表 4 前処理工程における排水 (泡、赤水) の一般成分 (左) 及び乾燥重量換算した一般成分 (右) n=1)

No.	17	19	No.	17	19
前処理工程	細断中	熟成中	前処理工程	細断中	熟成中
排水 (%)	泡	赤水	排水 (%)	泡	赤水
水分	99.2	99.6	粗タンパク	3.5	1.7
粗タンパク	0.03	0.01	灰分	80.0	72.2
灰分	0.7	0.3	粗脂肪及び炭水化物	16.5	26.1
粗脂肪及び炭水化物	0.1	0.1			

表5 前処理工程におけるノリ原藻の遊離アミノ酸の含有量（乾燥重量換算、n=5、mean±sd）

No.	2	3	11	14	16	18	20	23	27
前処理工程 (mg/100g)	摘採後	活性タンク中	異物除去中	洗浄・練り後	練り後	細断後	熟成後	濃き前	乾ノリ
Asp	80±21	90±10	137±21	140±14	154±14	154±4	161±6	175±15	172±15
Glu	452±122	470±38	464±49	465±45	468±9	525±7	590±19	593±29	725±56
Ser	19±5	21±2	21±1	22±2	24±2	24±1	23±0	22±1	17±2
His	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gly	29±7	32±4	19±2	25±5	19±2	34±1	33±5	30±5	20±1
Thr	17±4	18±1	17±2	18±2	18±1	17±1	20±3	20±1	22±1
Arg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ala	843±233	875±42	846±91	826±79	872±13	816±26	888±38	839±77	727±57
Tyr	1±1	0	0	0	0	0	0	0	8±1
Val	9±2	11±1	10±1	10±2	10±1	91±1	12±0	13±3	21±1
Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phe	0	0	0	0	0	0	0	1±1	5±5
Ile	3±2	4±0	5±1	5±1	5±0	4±0	5±0	4±2	10±2
Leu	5±2	7±1	8±1	7±1	8±1	6±0	7±0	8±1	20±1
Lys	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pro	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	1458±396	1529±80	1526±155	1518±139	1578±27	1588±48	1739±50	1704±116	1748±129

表6 前処理工程における排水（泡、赤水）の遊離アミノ酸含有量（n=1）

No.	17	19
前処理工程 排水 (mg/L)	細断中 泡	熟成中 赤水
Asp	10	0
Glu	19	14
Ser	14	0
His	0	0
Gly	8	0
Thr	5	0
Arg	20	0
Ala	29	19
Tyr	4	0
Val	5	0
Met	0	0
Phe	0	0
Ile	5	0
Leu	10	0
Lys	0	0
Pro	0	0
合計	129	33

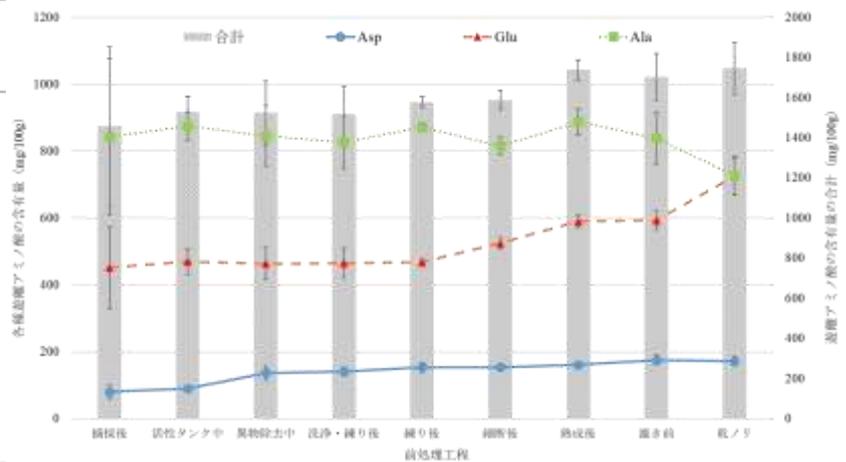


図1 前処理工程におけるノリ原藻の遊離アミノ酸含有量の変化（乾燥重量換算、n=5）

表7 前処理工程におけるノリ原藻細胞の顕微鏡写真（倍率400倍）

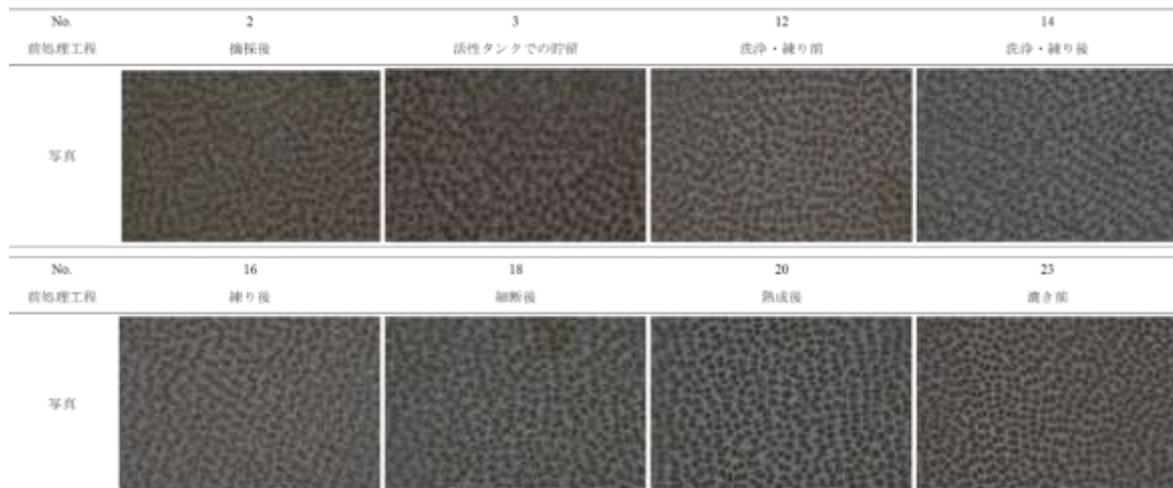


表 8 ノリの抽出アミノ酸の分析に供したサンプルの一般成分 (n=5、mean±sd)

試験区 (%)	A	B	C	D	E
水分	7.5±0.1	6.6±0.1	8.5±0.7	9.0±0.1	3.4±0.2
粗タンパク	40.4±0.2	44.9±0.3	38.6±0.4	36.1±0.1	41.1±0.3
灰分	11.3±0.1	13.5±0.5	10.2±0.4	11.5±0.2	9.9±0.3
粗脂肪及び炭水化物	40.8±0.2	35±0.3	42.7±1	43.3±0.5	45.6±0.4

表 9 ノリの抽出アミノ酸の分析に供したサンプルの一般成分 (乾燥重量換算 n=5、mean±sd)

試験区 (%)	A	B	C	D	E
粗タンパク	43.6±0.2	48.1±0.4	42.2±0.5	39.7±0.2	42.6±0.3
灰分	12.3±0.1	14.4±0.6	11.2±0.4	12.7±0.2	10.2±0.3
粗脂肪及び炭水化物	44.1±0.3	37.5±0.3	46.7±0.9	47.6±0.4	47.2±0.4

表 10 乾ノリおよびばらノリに含まれる全アミノ酸及び抽出アミノ酸 (乾燥重量換算 n=5、mean±sd)

試験区 抽出したアミノ酸 (mg/100g)	A		B		C		D		E	
	全アミノ酸	抽出アミノ酸	全アミノ酸	抽出アミノ酸	全アミノ酸	抽出アミノ酸	全アミノ酸	抽出アミノ酸	全アミノ酸	抽出アミノ酸
Asp	172±15	61±10	215±21	67±8	243±10	41±7	153±3	0	143±5	135±2
Glu	725±56	216±31	1198±22	293±29	1180±23	155±34	747±9	74±9	875±23	652±17
Ser	17±2	0	22±1	0	15±7	0	17±0	0	24±1	0
His	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gly	20±1	0	18±1	0	16±1	0	20±0	0	23±1	0
Thr	22±1	0	29±2	0	22±11	0	25±0	0	23±1	0
Arg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ala	727±57	241±26	898±11	251±22	897±141	126±26	510±6	59±6	1180±35	924±23
Tyr	8±1	0	11±6	0	11±6	0	12±0	0	0	0
Val	21±1	0	31±3	0	32±1	0	27±0	0	19±0	0
Met	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phe	5±5	0	19±2	0	17±1	0	15±0	0	7±0	0
Ile	10±2	0	18±2	0	18±1	0	16±0	0	7±0	0
Leu	20±1	0	28±3	0	27±1	0	26±0	0	19±0	0
Lys	0	0	0	0	0	0	0	0	17±1	0
Pro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	1748±120	518±68	2487±61	612±58	2477±163	322±68	1568±16	133±15	2320±41	1711±34
遊離アミノ酸の含有量の合計における抽出効率(%)	29.6		24.6		13.0		8.5		73.8	

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

前処理工程によるノリ原藻変化の数値化、原藻と製品(乾ノリ、ばらノリ)に含まれる成分の数値化、製品を食べた時の味の感じ方と原藻の質の関係の数値化など、摘採後の加工工程に関して一般化できる情報を収集・解析し、一定の成果を得たことから、本事業は今年度をもって終了した。

<結果の発表、活用状況等>

- ・宮城県漁業協同組合および生産者に結果の報告を行った。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖技術
研究課題名	持続可能なみやぎの養殖振興事業（養殖種苗発生生育状況調査事業）
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和7年度
部・担当者名	養殖生産チーム：○藤原健、本田麻衣 企画・普及指導チーム：○齋藤憲次郎、小野利則 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：○伊藤貴範、○金澤未来
協力機関・部及び担当者名	仙台地方振興事務所水産漁港部、東部地方振興事務所水産漁港部、 気仙沼地方振興事務所水産漁港部、宮城県漁業協同組合、各支所青年部・研究会
<p><目的></p> <p>本県の主要養殖品目であるカキ、ホタテガイの種苗発生生況調査やノリ、ワカメの生育状況調査を行い、通報発行を通して安定した養殖種苗の確保及び生産を推進する。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 ノリ漁場調査及び養殖通報の発行</p> <p>ノリ生育状況、病障害、漁場環境等を定期的に調査し、養殖通報及び栄養塩情報等を介して養殖業者等に情報提供を実施した。</p> <p>(1) 実施期間：令和5年9月～令和5年3月（漁場調査は9月～12月）</p> <p>(2) 調査水域：松島湾育苗漁場及び沖合生産漁場</p> <p>(3) 調査項目：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ノリ葉体一葉長、蛍光顕微鏡100倍・1視野当たりの芽付き、病障害の有無、色調 ・環境項目－水温、比重、栄養塩（三態窒素、リン酸態リン）、残留塩素 <p>(4) 調査方法：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・育苗期（9月中旬～10月中旬） 週1回漁場調査を実施し、調査当日に養殖通報を発行した。また、調査の翌日に漁場調査時に採水した海水の栄養塩分析結果を栄養塩情報として発行した。 ・生産期（10月下旬～3月下旬） 12月下旬までは週1回漁場調査を実施し、調査の翌日に、漁場調査時に採水した海水の栄養塩分析結果を含めた養殖通報を発行した。また、1月～3月下旬は週1回、ノリ養殖業者から提供された海水の栄養塩分析結果を栄養塩情報として発行した。 <p>2 種がき調査及び養殖通報の発行（中南部）</p> <p>母貝の成熟状況、浮遊幼生の分布状況、漁場環境等を定期的に調査し、養殖通報を通して養殖業者に情報提供を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実施期間：令和5年6月～8月 ・調査水域：母貝の熟度調査は松島湾、万石浦の2点、浮遊幼生調査は石巻湾10点 ・調査方法：母貝の成熟度調査は月に4回程度で実施した。浮遊幼生調査は7月5日～8月4日までに石巻湾で10回実施した。また、石巻市佐須浜に試験採苗器を垂下し、稚貝の付着状況を1～3日に1度の頻度で観察した。 <p>3 ワカメ漁場調査及び養殖通報の発行</p> <p>広田湾、気仙沼湾、小泉湾、歌津、志津川湾、十三浜において9月から12月にワカメ種苗の生育状況（葉長、色、病障害、管理状況等）、水温、透明度、栄養塩濃度の調査を行い、育苗管理に関する情報提供を行った。また、仙台管区气象台が開発した手法を用いて、気仙沼地先の水温予測も行った。</p> <p>4 ホタテガイ採苗調査及び採苗通報の発行</p> <p>広田湾、気仙沼湾、小泉湾、歌津、志津川湾、及び十三浜、女川町出島において4月から6月にホタテガイの母貝成熟度及び浮遊幼生の出現状況等を調査し、採苗に関する情報提供を行った。</p>	

5 マガキ幼生調査及び通報の発行（志津川湾）

志津川湾において、7月～9月にかけてマガキ浮遊幼生の出現状況を定期的に調査し、採苗に関する情報提供を行った。

<結果の概要>

1 ノリ漁場調査及び養殖通報の発行

(1) 通報発行回数：養殖通報17回 栄養塩情報21回

(2) 育苗期の状況

- ・育苗期は種網を張り込む水位が重要となるが、基準となる水深棒の平均水面は震災後の地盤沈下とその後の地盤上昇により変動している。国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所塩釜庁舎の協力により、育苗期前に基準水深棒に潮位計を設置して平均水面を算出し、育苗管理のための潮位表を作成した。
- ・張り込み解禁となる9月20日の松島湾内（桂島）の水温は、採苗・育苗の目安となる23℃を大きく超える28.0℃となっており、安定して23℃を下回ったのは10月1日からでした
- ・種網の冷蔵入庫は10月13日～10月27日にかけて行われた。
- ・ノリ網のアンケート調査の結果、本年度のノリ芽の健全度は「良い」38.1%、「普通」が46.3%、「悪い」が15.5%であった。種網の張り込み後に、三態窒素の値が、色落ちする傾向にあると言われる、 $3\mu\text{g-at/l}$ を下回る調査点が見られたものの、水温が23℃を下回るまで種網の張り込みを待った生産者が多かったためか、種網の状況が良好であったと考えられる（図1、図2）。

(3) 生産期の状況

- ・秋芽網の張り込みは10月中旬から開始され、早い漁場では11月上旬に初摘採も行われた。
- ・11月中旬頃から、一部の漁場ではバリカン症の発生が確認された。
- ・あかぐされ病は11月下旬頃から一部の漁場で確認され、その後多くの漁場で確認されました。また、冷凍網生産期において黒潮続流の北上の影響と考えられる水温が低下しない状況により、あかぐされ病が蔓延しているといった報告があった。

2 種がき関連調査及び養殖通報の発行

(1) 通報発行回数：養殖通報10回

(2) 採苗の状況

- ・松島湾では6月26日（平年7月3日）に産卵の目安とされる積算水温600℃を超え、7月上旬～8月下旬にかけて採苗が行われた。
- ・石巻湾では7月2日（平年7月14日）に積算水温600℃を超えた。沖合では7月下旬から数百～数千個/100L程度の浮遊幼生がみられた。大型幼生は沖合、地先ともに7月下旬にまとまってみられ（図3）、この時期に採苗が行われた。
- ・R5年の宮城県は6月～8月は南からの暖かい空気が流れ込みやすかった。そのため、松島湾や佐須浜では水温が平年より2℃～4℃高く推移し、一部で産卵が早く行われたと考えられ、石巻湾で7月上旬に浮遊幼生が数百個/100L、佐須の試験連でも数十～数百個/枚/日の付着ピークがみられたが、付着のピークは昨年同様8月上旬であった（図4）。

3 ワカメ漁場調査及び養殖通報の発行

- ・漁場調査結果を踏まえ、ワカメ養殖通報（計11報）を作成し、関係漁業者や漁協及び関係機関に情報提供した。なお、ワカメ養殖通報において気仙沼地先の水温予測（図4）を行い、併せて情報提供した。
- ・また、黒潮が例年より北上し海水温が高くなっている海域があることから、注意喚起を行うとともにQRコードを付して定地水温取得の情報提供を行った。

4 ホタテガイ採苗調査及び採苗通報の発行

- ・調査結果を踏まえ、ホタテガイ採苗通報（計9報）を作成し、関係漁業者や漁協及び関係機関に情報提供した。
- ・ホタテガイ母貝の成熟度調査
唐桑地区及び大谷本吉地区ともに4月中旬までに生殖腺指数の低下が見られた（図5）。
- ・ホタテガイ浮遊幼生・付着稚貝調査
大型幼生の出現、採苗器への付着はともに4月下旬から見られ、どちらも昨年と同時期だった。

また、その後の大型幼生数や付着数が低調に推移したことから、分散投入を漁業者へ呼びかけた。なお、6月上旬の付着ピーク時の付着数は昨年を下回った（図6）。

- ・漁協職員からの要請に応じ、成熟度測定手法について実物を用いた技術指導を行ったほか、浮遊幼生サンプリング方法及び検鏡方法等の指導を行った。

5 マガキ幼生調査及び通報の発行（志津川湾）

- ・調査結果を踏まえ、種がき（マガキ幼生）通報（計10報）を作成し、関係漁業者や漁協及び関係機関に情報提供した。
- ・志津川湾では、調査を開始した7月上旬から浮遊幼生の出現が見られ、8月上旬～8月下旬にかけて大型幼生のまとまった出現も確認された（図7）。
- ・令和5年度の志津川湾での採苗は、大型幼生の出現ピークが確認された8月上旬から原盤投入が始まり、8月中旬にかけて順調に行われた。
- ・採苗期間中マガキ浮遊幼生の出現が続いたため厚種となった。

<主要成果の具体的なデータ>

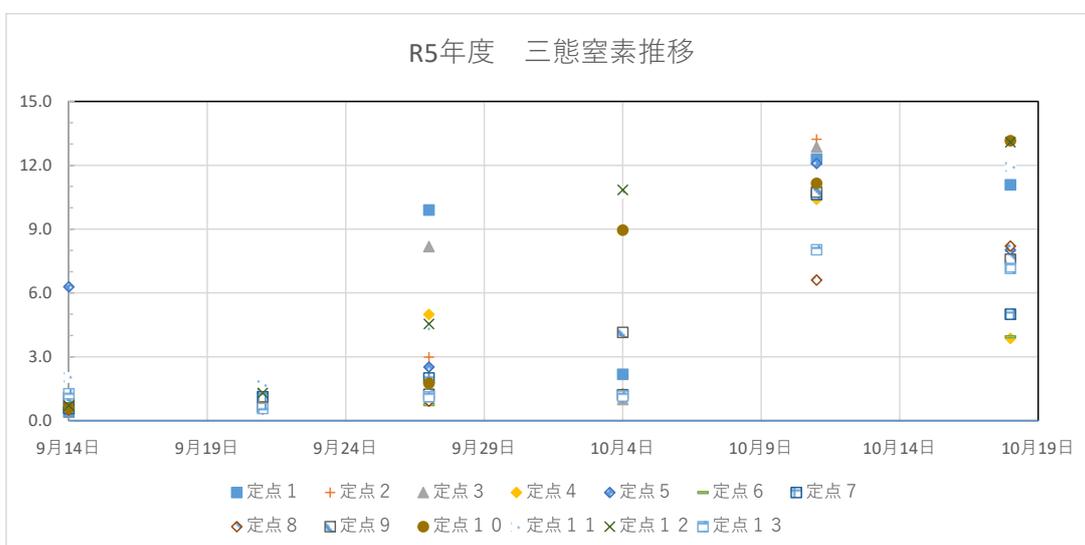


図1 育苗期調査の栄養塩濃度（三態窒素）の推移

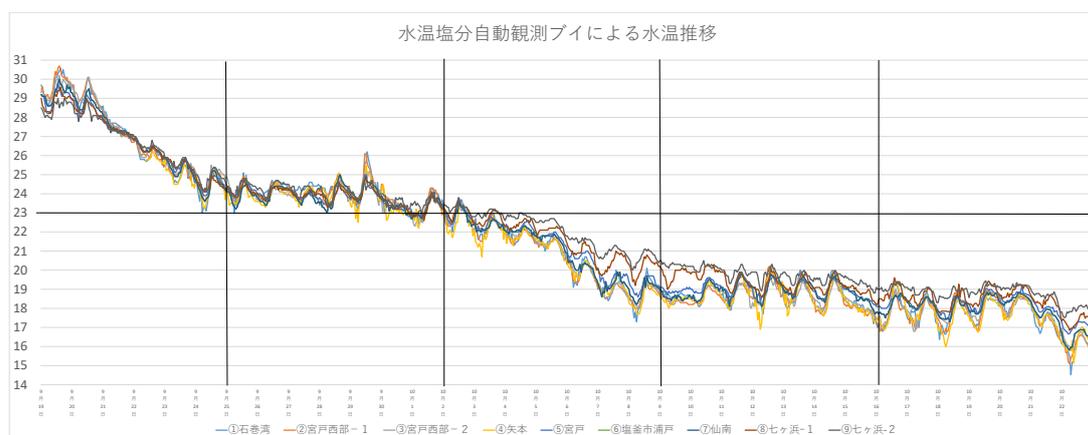


図2 水温塩分自動観測ブイによる育苗漁場水温推移

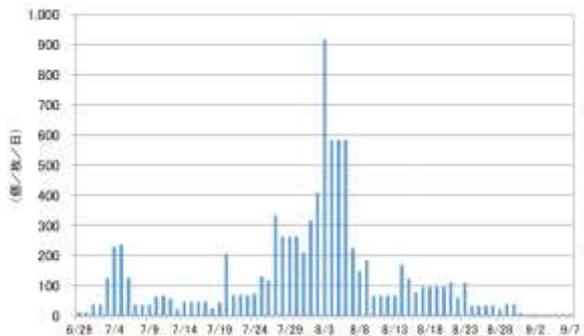


図3 カキ浮遊幼生調査結果（7月28日石巻湾） 図4 試験連による付着状況調査（佐須）
 上段：付着期（250 μ m以上）幼生数
 下段：全幼生数

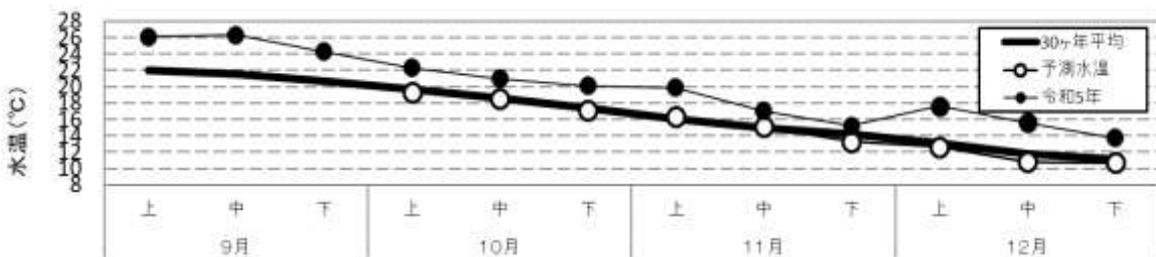


図4 杉ノ下の予測水温と実測水温の推移

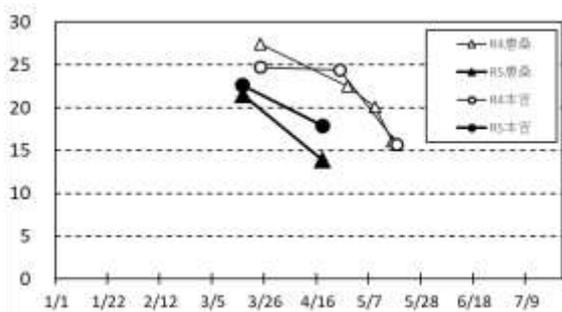


図5 ホタテ生殖巣指数の推移

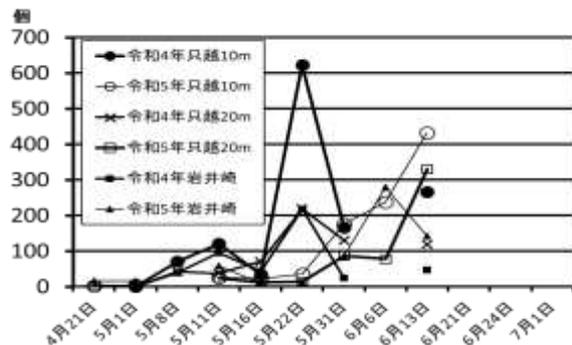


図6 付着稚貝数の推移

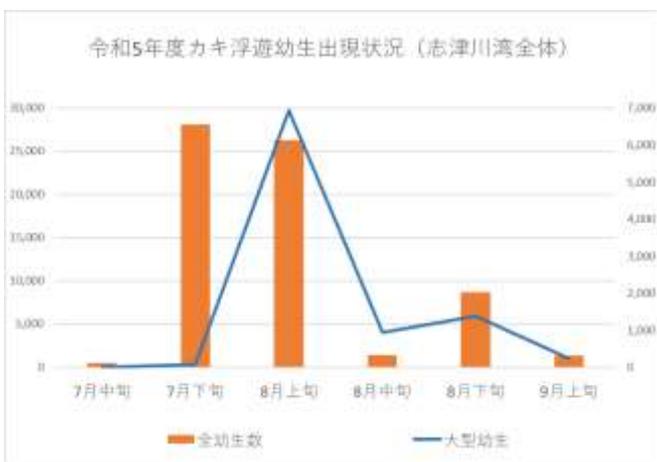


図7 マガキ浮遊幼生出現状況（志津川湾湾央部）

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

次年度もノリ・ワカメの成育状況、及びマガキ・ホタテガイ・マガキの種苗発生状況の調査を継続し、迅速に通報を発行する。

<結果の発表、活用状況等>

(各種通報の発行)

調査結果は以下の通報において、関係漁業協同組合を通じて漁業者へ周知するとともに、HPに掲載し、関係機関へ情報提供した。

- ・ノリ通報：計38報（うち養殖通報17報、栄養塩情報21報）
- ・種がき通報（中南部）：計10報
- ・ワカメ養殖通報：計11報
- ・ホタテガイ採苗通報：計9報
- ・種がき（マガキ幼生）通報（志津川湾）：計10報

(結果の発表)

- ・「種ガキ採苗について～昨年度の経過と令和5年度の採苗～」令和5年度カキ養殖研修会

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	持続可能なみやぎの養殖振興事業（高温耐性ワカメ開発事業）
予算区分	県単
研究期間	令和5年度～令和7年度
部・担当者名	気仙沼水産試験場 地域水産研究チーム：田邊徹、○長田知大
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的></p> <p>本県で非常に盛んなワカメ養殖であるが、ワカメの養殖は主に水温が下降する秋季から水温が上昇し始める春季に行われる。ワカメの養殖を行うにあたっては、育苗や養殖初期である秋季の海水温の低下時期が養殖期間を決める重要な条件であるが、近年の気温の上昇および黒潮続流の北上などの影響を受け特に沿岸域の秋季の海水温低下が遅れる傾向にあり、養殖期間の短縮による生産量の減少が懸念されている。その中で、生産現場からはこれまでの日程で養殖を可能とする育苗や養殖初期に高水温耐性のある種苗等が求められている。</p> <p>これまで室内実験で、気仙沼湾内の湾奥海域から採取したワカメ（気仙沼市階上地区で自生していたもの、以下H系統）で高水温耐性が期待される結果が得られている。その後、生長面で優れるワカメ（南三陸町志津川地区で養殖されたもの、以下S系統）との交配により、S系統の原藻と同程度の生長を示す結果が得られている。本事業ではH系統から作出した種苗の漁場における高水温耐性の有無や養殖による生長や形質の評価を目的とする。</p> <p><試験研究方法></p> <p>過去の試験より高水温耐性が期待されるH系統と、良好な生長が期待されるS系統のフリー配偶体を用いて、H系統とS系統の交配による種苗（H系統の雄性配偶体とS系統の雌性配偶体を使用、以下試験区）およびS系統同士の交配による種苗（S系統の雌性および雄性配偶体を使用、以下対照区）を作出、気仙沼市階上地区のワカメ生産者3名および南三陸町志津川地区の宮城県漁協志津川支所青年部による養殖試験に供した（図1）。</p> <p>試験養殖は、一般的な養殖開始時期から概ね1ヶ月早い10月上旬より始めた（階上地区；令和5年10月3日、志津川；令和5年10月12日）。なお、洋上の養殖試験は、種糸を枠のままあるいは枠から外した種糸を穏やかな海域に設置し2週間程度養殖場になじませる育苗期間と、その後、種糸を適宜切断し二本よりロープに挟み込み、洋上に張り込む本養殖の期間からなる。</p> <p>育苗期間終了後、各漁場の種糸の一部について単位長さあたりの芽数を付着密度として計数し、試験養殖開始前の付着密度をもとに生残率を得た。その後、本養殖が可能な程度残存した階上地区の2業者については、本養殖試験に移行し、月に一度程度観察するとともに、一部の全長測定を行った。令和6年1月および令和6年3月には、養殖中のワカメについて一部を根本より刈り取り、図2に示す各項目の測定を行った。</p> <p>なお、試験期間中、図1に示す「生産者B」および「漁協志津川支所青年部」地点付近の施設に水温記録計を設置、表層水温を計測するとともに、週に1回程度施設付近表層の栄養塩濃度を測定した。</p> <p><結果の概要></p> <p>試験養殖期間中の平均水温の推移及び栄養塩濃度の推移をそれぞれ図3及び図4に示した。10月上旬から中旬の平均水温は、階上、志津川の両地区ともワカメの幼芽の生長に好適な水温の上限とされる20℃を上回っていたが、その後は20℃未満で推移した。生長停滞や芽落ちに繋がるとされる栄養塩濃度の下限は、三態窒素で20 µg/L、リン酸態リンで3 µg/Lで、階上地区では観測期間中、三態窒素で2週、リン酸態リンで3週下回ったが、志津川地区ではいずれのサンプリング回次においてもこの値を下回った。</p> <p>各漁場での種苗の生残率を図5に示した。階上地区の試験漁場での試験区および対照区の生残率は9.6%～28.0%、志津川地区の試験漁場での両区の生残率は0%および0.06%であった。なお、</p>	

階上地区の生産者Cの漁場では試験区の種苗の生育不良により種糸が廃棄されたため、生残率のデータを得ることが出来なかった。いずれの漁場においても、試験区と対照区の種苗生残率に明確な差は認められなかった。これは、試験養殖開始後順調に水温が低下したことで、高水温下での養成期間が短かったためと推察される。また、志津川地区の漁場では、いずれも階上地区より生残率が低い傾向にあったが、これは試験養殖期間中を通して栄養塩濃度が低い環境であったことから芽落ちなどが発生したためと推察される。

本養殖試験を実施した階上地区の2漁場における試験区および対照区の各測定項目のうち、全長および胞子葉（メカブ）重量の推移を図6に、全測定項目の最終的な値は表1に示した。試験区と対照区的全長に明確な差はなく、過去の試験と同様にH系統と高生長系統との交配により作出した種苗は、高生長系統同士の交配種苗と同程度同程度の成長であった。また、他の測定項目についても、試験区と対照区とに顕著な差は見られなかった。

なお、階上地区生産者AおよびBの漁場で試験養殖された試験区および対照区の水カメは1月から3月にかけて各生産者の手によって収穫され、生水カメ、塩蔵ワカメ、生メカブとして出荷され、品質としては特に差がなかったとのことであった。

<主要成果の具体的なデータ>

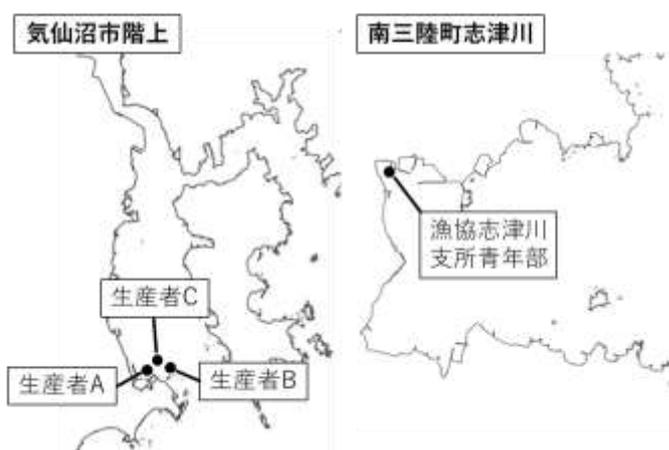


図 1. 試験養殖を実施した各漁場の位置

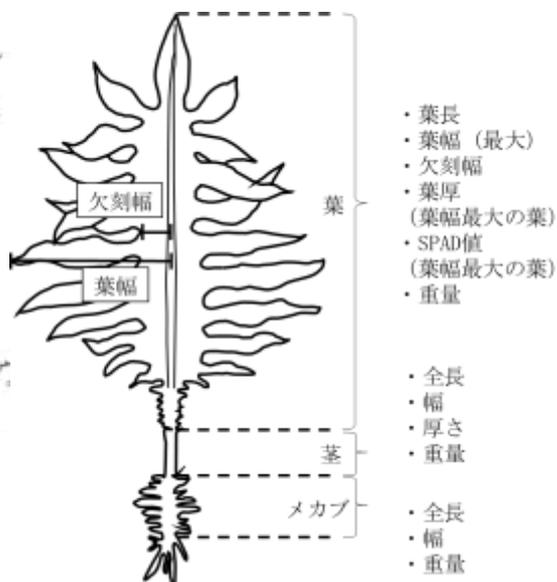


図 2. 精密測定における測定項目

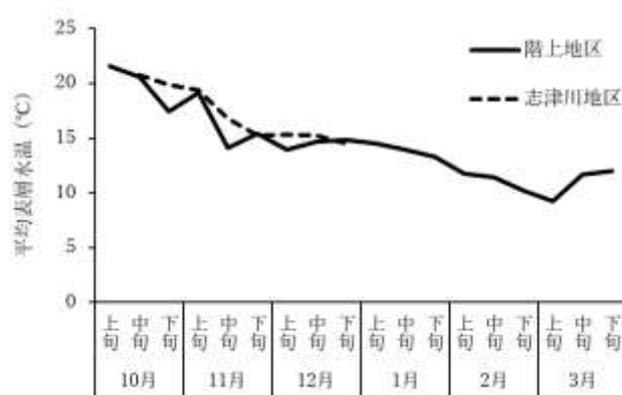


図 3. 階上地区および志津川地区における平均表層水温の推移

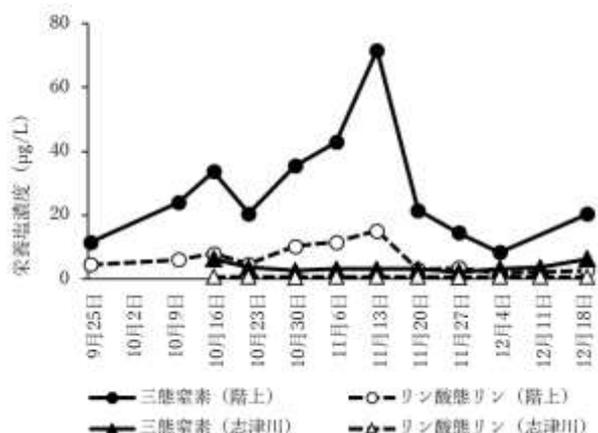


図 4. 階上地区および志津川地区における平均栄養塩濃度の推移

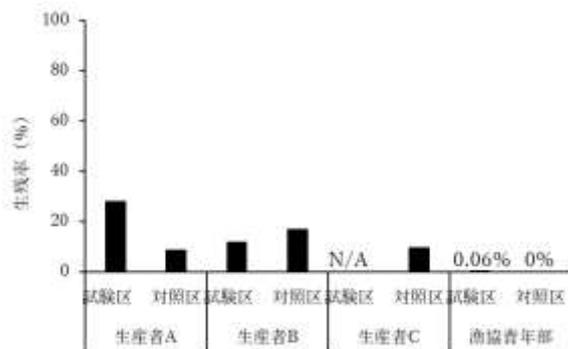


図 5. 各漁場での種苗の生残率

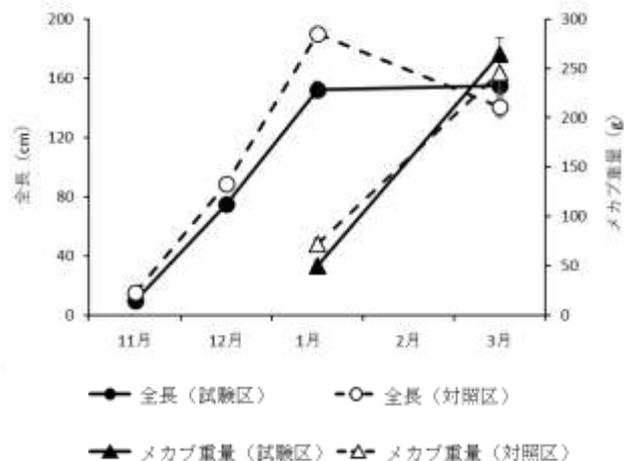


図 6. 全長および孢子葉（メカブ）重量の推移

表 1. 試験区および対照区における全測定項目の最終的な数値（平均値±標準偏差）

		形 態									
		全長	葉長	葉幅	欠刻幅	孢子葉（メカブ）		茎（中肋）			葉厚
						幅	長さ	幅	長さ	厚さ	
						cm	cm				
試験区	生産者A	162.6±17.4	130.5±18.2	38.6±8.4	7.5±1.8	9.6±1.4	32.9±6.5	0.3±1.1	0.6±2.0	0.7±2.3	0.23±0.04
	生産者B	147.3±24.3	114.7±23.4	32.1±6.6	6.2±1.6	8.1±0.9	33.9±5.8	0.0	0.0	0.0	0.22±0.04
	平均値	155.0±22.5	122.6±22.4	35.4±8.2	6.8±1.8	8.8±1.4	33.4±6.2	0.2±0.8	0.3±1.5	0.4±1.7	0.22±0.04
対照区	生産者A	150.4±51.5	111.9±38.0	48.8±17.4	6.5±2.6	8.6±1.1	41.7±8.8	0.5±1.2	1.0±2.2	1.3±2.7	0.25±0.03
	生産者B	115.6±16.3	84.1±13.3	44.7±6.4	7.6±1.1	7.9±1.2	32.9±7.1	0.0	0.0	0.0	0.23±0.03
	平均値	133.0±42.0	98±31.7	46.8±13.3	7.1±2.1	8.3±1.2	37.3±9.1	0.3±0.9	0.5±1.6	0.6±2.0	0.24±0.03

		SPAD	重量										
			3回測定	全重	葉重	メカブ重	削メカブ重	茎重					
									中間値				
									g	g	g	g	g
試験区	生産者A	12.9±3.61	770.9±154.0	445.5±128.4	324.6±49.8	262.6±51.8	0.8±2.6						
	生産者B	14.7±3.06	467.5±77.0	263.5±62.7	204±43.2	158±33.9	0.0						
	平均値	13.8±3.5	619.2±194.5	354.5±136.0	264.3±76.3	210.3±68.2	0.4±1.9						
対照区	生産者A	16.9±2.3	798.8±264.7	503.5±201.7	294.2±85.3	238.2±77.9	1.1±2.3						
	生産者B	17.0±2.0	524.8±127.5	328.0±90.9	196.8±65.0	163.5±56.8	0.0						
	平均値	16.9±2.2	661.8±248.6	415.8±179.4	245.5±90.1	200.8±77.7	0.5±1.7						

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

本試験では、H系統を利用した交配種苗の高水温耐性の評価を目的としていたものの、試験時の環境条件等の影響から高水温耐性の検証には至らず、最終的な生長等を追跡できた試験漁場も気仙沼湾の2か所に留まった。次年度以降はより水温が高い条件での養殖試験を実施し、改めて高水温耐性の有無の検証を行うとともに、試験養殖を更に広い範囲で行い多様な環境での生育を確かめる、段階的に行い沖出し可能な水温帯を探るなど、より発展的な養殖試験を実施する。

<結果の発表、活用状況等>

本事業での成果や試験経過は気仙沼水産試験場が主催する浜と水試の情報交換会や宮城県漁業協同組合青年部気仙沼総合支所支部通常総会の研修会などで報告したほか、三陸新報、東北放送などによる取材に応じ、広く周知を図った。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	持続的なみやぎの養殖振興事業（新規養殖種開発事業）
予算区分	県単
研究期間	令和5年度～令和7年度
部・担当者名	水産技術総合センター養殖生産チーム：岩淵龍一 気仙沼水産試験場：田邊徹、金澤未来
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的> 近年の激しい海洋環境の変動に対応するため、本件沿岸に生息する水産生物の新規養殖種としての可能性を探り、技術開発に取り組むことを目的とし、宮城県沿岸に生息しているが養殖対象となっていない二枚貝類について本件沿岸での養殖の可能性を探るため、各貝類の種苗生産技術開発及び養殖技術開発に取り組む。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 アサリ アサリの種苗生産及び中間育成について、過去のマニュアルを参考に、種苗生産及び中間育成を行い、技術確認を行うとともに、養殖種としての適性を把握することを目的とした。6月に気仙沼湾大島地先及び松岩地先よりアサリを採取し、同波路上地先の気仙沼水産試験場の試験筏において垂下畜養を行い使用するまで維持した。このアサリを母貝とし、産卵誘発を行い得られた浮遊幼生を飼育、その後の着底稚貝についても飼育を殻長約1.5mmまで継続した。</p> <p>2 イワガキ イワガキについて、過去のマニュアルを参考に、種苗生産の技術確認を行った。 9月及び10月に気仙沼湾唐桑地先から採取したイワガキを用いて切開法により得られた卵及び精子を用いて人工受精を行い、発生した幼生について飼育を行った。 その後、成熟幼生については、原盤及びシングルシード方式でそれぞれ採苗した。</p> <p>3 イタヤガイ イタヤガイについて、成熟時期の確認のため陸上施設での飼育管理を行った。 十三浜及び女川でホタテガイ分散時に選別されたイタヤガイを母貝候補として4月に搬入し、7月末までの間に成熟状況確認及び産卵誘発試験を行った。</p> <p>4 その他貝類及び餌料の整理 これまで種苗生産技術開発に取り組んできたイガイについて、過去のマニュアルを参考に200Lパンライト水槽による種苗生産試験を実施するとともに、種苗生産の大規模化を目指し、1.5トン角型水槽で浮遊幼生飼育を行った。親貝については、同波路上地先の気仙沼水産試験場の試験筏において飼育を行っている平成30年作出群を使用した。 気仙沼水産試験場で継代培養を行っている微細藻類について、寒天培地を用いてクリーニングを行い、継代培養を継続した。</p> <p><結果の概要></p> <p>1 アサリ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・親貝の畜養時の垂下水深は1.5mとした。 ・8月2日に環境水温+5℃の昇温及び生殖巣懸濁液の添加により産卵を誘発し得られた受精卵を発生させ、得られたD型幼生を200Lパンライト水槽2基にそれぞれ2個体/ml程度、1.5t角型水槽に1.5個体/mlで収容し給餌飼育を行った。 ・200Lパンライト水槽については止水、2~3日に一度の半換水、1.5t角型水槽については平均殻長120µm以上となった時点より一日当たり1~2回転程度の流水かけ流しにより飼育した。 	

- ・飼育水温は25℃、餌は*Pavlova lutheri*及び*Chaetoceros neogracile*を用いた。
- ・この間浮遊幼生の密度の変化は見られず、斃死は発生しなかった。
- ・平均殻長約230μmでダウンウェリング水槽へ収容、着底変態率は0.69～0.81であり、約200万個の着底稚貝を得た。
- ・稚貝の飼育条件は、水温25℃、餌は*C. neogracile*と*Tetraselmis tetrathele*の混合餌料、一日あたり1～2回転の流水かけ流しとした。
- ・1.5tで飼育した幼生に由来するロットについては、その後アップウェリング飼育、200L水槽に由来する稚貝についてはダウンウェリングでの飼育を継続した。
- ・稚貝については平均殻長1.5mm程度までは斃死なく順調に成長したが、その後の飼育中に発生したポンプトラブルにより大部分を失った。
- ・生残した一部(約6万個)を中間育成試験に供し、次年度結果を確認する予定。

アサリの浮遊幼生飼育について問題は生じなかった。一方、着底稚貝については、ダウンウェリング及びアップウェリングのシステムを同じ循環経路で、かつ約200万個を総量200L程度の飼育水で、一日あたり1～2回転程度のかげ流しにより、超高密度飼育していたが、アップウェリング系で使用したポンプが停止したことにより、ダウンウェリングで飼育していたアサリについても水質の悪化を要因として斃死したものと考えられた。この点については、稚貝の飼育時に超高密度飼育を避け、飼育系にゆとりを持たすこと、流路を独立させることなどの対策が必要であると考えられた。

2 イワガキ

- ・9月25日及び10月2日に切開法により卵及び精子を採取し、人工授精を行い、2日後にD型幼生を得た。
- ・得られたD型幼生は、200Lパンライト水槽3基にそれぞれ1個体/ml程度で収容して飼育した。
- ・飼育水温は24℃、*Chaetoceros calcitrans*及び*Chaetoceros neogracile*を餌とし、2～3日に1回半換水を行った。
- ・浮遊幼生の期間にへい死等は発生せず、平均殻長約330μmで一部は原盤を投入した水槽へ収容し、残りの幼生はダウンウェリング水槽へ収容した。
- ・原盤は1連15枚のものを12連使用し、1枚あたり平均48個の付着が確認され、ダウンウェリング飼育については、約1万個の付着稚貝を得た。
- ・得られた原盤及び付着稚貝については、12月にそれぞれを気仙沼湾内の試験イカダへ沖出したが、海水温が15℃程度と低かったことで付着稚貝の斃死が確認された。

既存のマニュアルに基づいて種苗生産の技術を確認したことにより、今後の技術普及へ展開することが可能となった。

なお、実施時期が遅くなったことにより飼育水を加温する必要があった。また、低温の環境に沖出したことで付着稚貝の斃死も確認されたことから、飼育水を加温する必要がなく、飼育水と同程度の水温に沖出しができる夏季に種苗生産を実施することが望ましいと考えられた。

3 イタヤガイ

- ・5月18日に10個体を取り上げ、成熟状況を確認したが、生殖腺の発達は見られなかった。
- ・5月31日に昇温刺激による産卵誘発を実施したが、放卵・放精は確認されなかった。
- ・管理期間中の飼育水温は10～21℃。*Tetraselmis* sp.を餌として飼育を継続したが、徐々に数が減り、7月末で試験を終了した。

人工採卵を行うには、成熟が進んだものを母貝として使用することが望ましいと考えられた。

4 その他貝類

(1) イガイについて

5月23日、6月6日、6月23日の3回採卵を実施した。

5月23日採卵分

- ・D型幼生を200Lパンライト水槽4基にそれぞれ2～3個体/mlで収容し飼育したが、平均殻長200μm程度からの斃死が発生、1水槽のみ眼点を持つ成熟幼生が得られた。

- ・飼育条件は水温を20℃、半換水/2～3日の止水、餌は*Nannochloropsis*、適宜換水及び給餌を行いながらの止水飼育とした。
- ・D型幼生を6t角型水槽に2個体/mlで収容し、無加温条件で飼育を行った。

6月6日採卵分

- ・D型幼生を1.5t角型水槽に1.5個体/ml、1tパンライト水槽にそれぞれ収容し飼育した。
- ・水温20℃とし、1.5t角型水槽については平均殻長150μmまでは止水、その後精密濾過海水を一日あたり1～2回転かけ流し、餌は*Nannochloropsis*を24時間点滴によりおおむね1～2万細胞となるよう添加した。
- ・16日後に眼点を持つ成熟幼生を160万個得た。
- ・1tパンライト水槽については20℃、止水で半換水/2～3日、餌は*Nannochloropsis*を飼育したが、平均殻長200μm程度から斃死が発生し、眼点幼生を得るに至らなかった。
- ・1.5t角型水槽については、眼点を持つ成熟幼生の割合が88%となった時点で、この幼生を収容していた水槽に原盤等を垂下する形で採苗を試みたが、水槽底面に着底稚貝は確認されたものの、垂下した原盤へのイガイの付着は確認されなかった。

6月23日採苗分

- ・D型幼生を1.5t角型水槽に3個体/mlとなるよう収容し飼育した。
- ・水温は20℃とし、平均殻長150μmまでは止水で、その後精密濾過海水を一日あたり1～2回転かけ流し、餌は*Nannochloropsis*を24時間点滴によりおおむね1～2万細胞/mlが維持されるよう添加した。
- ・16日後に眼点を持つ成熟幼生を160万個得た。
- ・得られた幼生についてはダウンウェリング水槽で飼育し、一部は親貝用として養殖試験に供した。
- ・着底稚貝については自然水温(おおむね21～25℃)*Nannochloropsis*及び*T. tetrathele*を給餌した。

イガイについては、幼生飼育で、殻長200μm程度の時期に発生する斃死対策が課題であったが、流水かけ流し飼育により浮遊幼生時期に起こる斃死の軽減が図られた。また、大型水槽を用いた飼育により大量の成熟幼生飼育を可能とした。

(2) 微細藻類について

気仙沼水産試験場で継代培養している微細藻類5種類をそれぞれ寒天培地に植え継ぎ、細菌のコロニーと同所のない微細藻類コロニーを回収することでクリーニングを行った。クリーニングを行った微細藻類は、液体培地で継代培養を行っている。

<主要成果の具体的なデータ>

1 アサリ

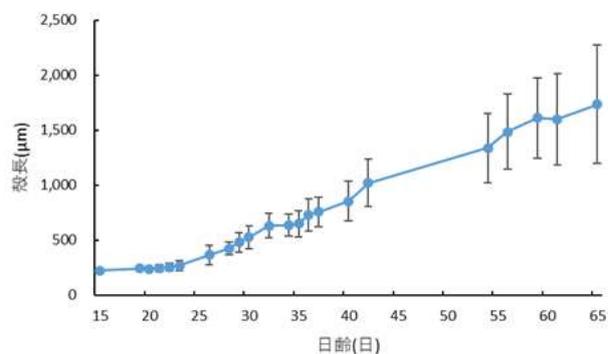


図1 アサリ稚貝の成長

アサリ稚貝は成長の個体差が非常に大きいことがわかる。

2 イワガキ



図2 原盤で採苗したイワガキ (249個付着)

3 イタヤガイ



図3 使用したイタヤガイ母貝候補

4 その他貝類 イガイ

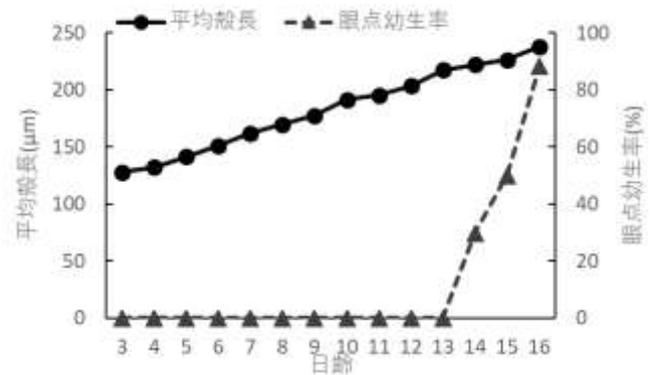


図4 6月6日に採卵し、1.5t水槽で飼育した幼生の成長

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

1 アサリ

- ・令和5年度に実施した中間育成試験について経過を観察する。
- ・アサリは人工種苗を用いた養殖種としては極めて不適であるが、依然として養殖に対する要望が大きい種であることから、養殖種としての可能性を検討し、評価することが課題。
- ・結果を整理し、マニュアルに反映させる。

2 イワガキ

- ・青年部等からイワガキ養殖に関する要望があることから、天然及び人工採苗に関する技術の指導を実施する。

3 イタヤガイ

- ・引き続き採卵試験を行うにあたり、成熟が進んだ時期に母貝を搬入して産卵誘発試験を行うこととする。

4 その他貝類

(1) イガイ

- ・着底変態については現状なお不安定であり、今後着底変態の安定化が課題である。
- ・一方、気仙沼水産試験場のオープンラボに設置している6t角型水槽を用いて特に加温を行わず幼生飼育を実施することで大規模幼生飼育を実証することで今後の普及への道筋をつける。
- ・得られた稚貝について養殖試験を随時拡大実施していく。

(2) その他の貝類

近年特に漁場環境の変化が激しく、適応可能な養殖種の開発について要望も大きいため、今後も様々な貝種について引き続き養殖技術の開発や、過去に取り組んだ養殖種の技術継承に取り組む。

<結果の発表、活用状況等>

気仙沼水産試験場で例年実施される浜と水試の情報交換会において、イガイの養殖技術開発についての紹介を行った。種苗生産試験で得られた知見については、順次マニュアルの改編を実施し、反映させている。

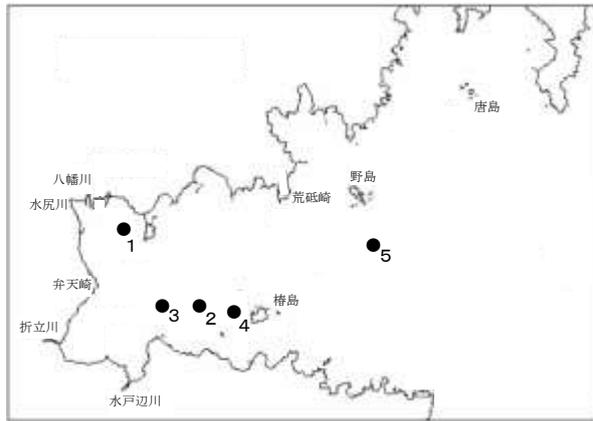


図3 志津川湾水質調査地点

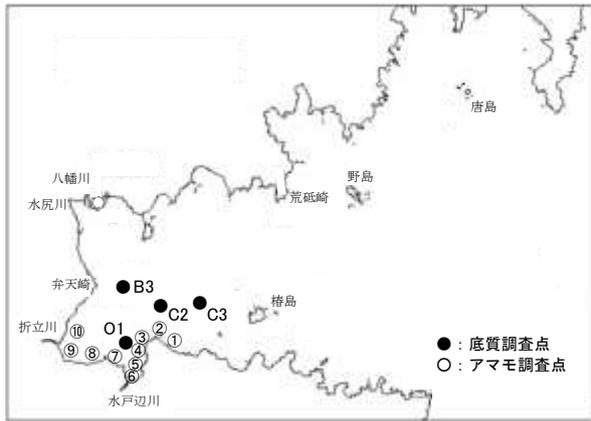


図4 志津川湾底質・生物モニタリング地点

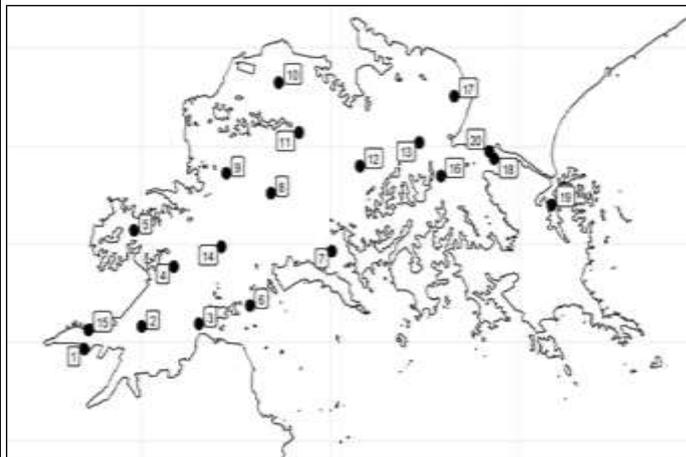


図5 松島湾水質調査地点

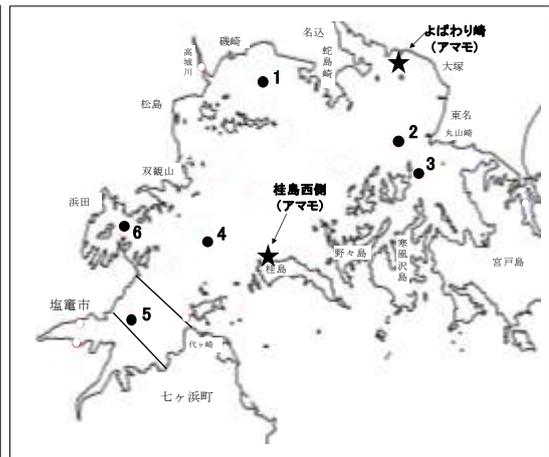


図6 松島湾底質・生物モニタリング地点

<結果の概要>

1 環境調査

(1) 気仙沼湾

1) 水質調査

気仙沼湾の調査結果を表-1に示した。表層水温は8.4～26.5℃、底層水温は8.6～24.9℃の範囲で推移した。表層塩分は18.5～34.6、底層塩分は33.1～34.6の範囲で推移した。表層のDOは4.5～13.9 mg/Lの範囲で推移し、10月に3点 (St.1 (大浦)、St.2 (梶ヶ浦)、St.3 (松岩)) で水産用水基準 (6.0 mg/L以上) を満たしていなかったが、内湾漁場の夏季底層における基準 (4.3 mg/L以上) は満たしていた。底層のDOは2.8～12.1 mg/Lの範囲であり、8月に1点 (St.7 (日向貝))、10月に5点 (St.1、St.2、St.3、St.5 (二ツ根)、St.7) で水産用水基準 (6.0 mg/L以上) を満たしていなかったが、10月のSt.1とSt.2を除く定点では内湾漁場の夏季底層における基準 (4.3 mg/L以上) は満たしていた。pHは表層では8.0～8.3、底層では7.9～8.3の範囲で推移した。透明度は1.5～19.0 mの範囲であった。

2) 底質・生物モニタリング調査

底質のシルト含有率は、St.1 (湾奥部) で72.0%、St.2 (湾央部) で80.1%、St.3 (湾口部) では17.3%であった (表4)。全硫化物は0.01～0.65 mg/g乾泥、CODは5.6～46.1 mg/g乾泥、強熱減量は3.8～11.5%の範囲であり、全硫化物とCODは湾奥部と湾央部で水産用水基準 (全硫化物: 0.2 mg/g乾泥以下、COD: 20 mg/g乾泥以下) を満たしていなかった (表4)。マクロベントスの個体数はSt.1 (湾奥部) で73個体、St.2 (湾央部) で62個体、St.3 (湾口部) で41個体と湾奥部で最も多くなっており (表5)、昨年度と同様、全点で多毛類が優占した。マクロベントスの種同定を実施した湾奥部 (St.1) の確認個体数の上位5種は *Scoletoma longifolia* (カタマガリギボシイソメ)、*Tharyx* sp.、*Corella japonica* (ドロボヤ)、*Praxillella pacifica* (ナガオタケフシゴカイ)、SYLLINAE属の1種、であった。

汚染指標種のシズクガイはSt.2 (湾央部) で確認され、チヨノハナガイは昨年度に引き続き全

点で確認されなかった（表5）。

アマモの生育密度は10調査点のうち9点で点生から濃生であった（表6）。全調査点の生育密度の平均点は2.4点で昨年度（2.8点）よりも減少した。また、宮城県レッドデータリストにおいて情報不足（DD）に分類されているオオアマモの分布を調査点⑤において確認した。

（2）志津川湾

1）水質調査

志津川湾の調査結果を表2に示した。表層水温は10.0～27.8℃、底層水温は10.4～27.6℃の範囲で推移した。表層塩分は31.6～34.5、底層塩分は31.5～34.6の範囲で推移した。表層のDOは6.8～9.6mg/Lの範囲で推移し、全点で水産用水基準を満たしていた。底層のDOは2.6～9.3mg/Lの範囲で推移し、7月に1点（St.3（椿島））、9月に2点（St.3、St.6（戸倉出張所前））で水産用水基準を満たしていなかったが、9月のSt.3を除く定点では内湾漁場の夏季底層における基準は満たしていた。pHは表層で7.9～8.3、底層で7.8～8.3の範囲で推移した。透明度は2.0～14.5mの範囲であった。

2）底質・生物モニタリング調査

底質のシルト含有率は、O1（湾奥部）で74.4%、C2（湾中央部）で37.2%、C3（湾中央部）で61.6%、B3（湾中央部）で29.7%であった（表4）。全硫化物は0.04～0.12 mg/g乾泥、CODは7.5～35.3 mg/g乾泥、強熱減量は3.7～10.7%の範囲であり、O1（湾奥部）及びC3（湾中央部）のCODが水産用水基準を満たしていなかった（表4）。

マクロベントスの個体数はO1（湾奥部）で16個体、C2（湾中央部）で77個体、C3（湾中央部）で117個体、B3（湾中央部）で52個体であり、C3で最も多かった（表5）。また、はB3（湾中央部）を除く全点で多毛類が優占し、B3（湾中央部）は甲殻類が優占した。マクロベントスの種同定を実施した調査点で確認された個体数上位5種は、B3（湾中央部）では*Byblis japonicus*（ニッポンスガメ）、*Orchomene* sp.（ツノフトソコエビ属）、*Scoletoma longifolia*（カタマガリギボシイソメ）、*Praxillella pacifica*（ナガオタケフシゴカイ）、*Cirrophorus miyakoensis*（ミヤコヒメエラゴカイ）であり、湾奥部のO1では*Scoletoma longifolia*（カタマガリギボシイソメ）、*Cirrophorus miyakoensis*（ミヤコヒメエラゴカイ）、*Musculista senhousia*（ホトトギスガイ）、NEREIDID AE（ゴカイ科）、*Eteone* sp.であった。汚染指標種のシズクガイは全点で、チヨノハナガイはB3（湾中央部）で確認された（表5）。

アマモの生育密度は10調査点の全点で点生から密生であった（表7）。全調査点の生育密度の平均点は2.0で昨年度（3.2）と比べ減少し、震災前（平成22年度：3.5）と比較すると依然として低い状況であった。また、宮城県レッドデータリストにおいて情報不足（DD）に分類されるオオアマモの分布を調査点①、②、⑦において確認した。

（3）松島湾

1）水質調査

松島湾の調査結果を表3に示した。表層水温は3.0～30.7℃、底層水温は3.4～30.2℃の範囲で推移した。表層塩分は19.3～33.4、底層塩分は22.8～33.5の範囲で推移した。表層のDOは3.8～11.2 mg/Lの範囲で推移し、6月に1点、8月に18点、10月に8地点で水産用水基準を下回った。そのうち、内湾漁場の夏季底層における基準を下回ったのは、8月に2点（St.1, 20）、10月に2点（St.1, 19）であった。底層のDOは2.4～11.0 mg/Lの範囲で推移し、6月に3点、8月にすべての点、10月に11点で水産用水基準を下回った。そのうち、内湾漁場の夏季底層における基準を下回ったのは、8月に6点（St.1, 2, 4, 10, 15, 20）、10月に2点（St.1, 19）であった。pHは表層、底層ともに7.4～8.4の範囲にあった。

2）底質・生物モニタリング調査（表4, 5）

底質分析の結果、シルト含有率が63.3～88.2%、全硫化物が0.08～0.96 mg/g乾泥、CODが11.8～30.9 mg/g乾泥、強熱減量が0.7～13.2%の範囲にあった。シルト含有率は前年に比べ、St.1（磯崎）で低下、St.4（湾中央部）で上昇した。全硫化物は前年、St.1（磯崎）、St.2（丸山崎）、St.3（朴島東側）、St.5（塩釜）で水産用水基準（全硫化物：0.2 mg/g乾泥以下）を満たしていなかったが、今回St.2（丸山崎）は基準値の範囲内となり、一方St.1（磯崎）、St.3（朴島東側）、St.5（塩釜）の3点が水産用水基準を満たさなかった。また、CODは前年、St.2（丸山崎）、St.3（朴

島東側)、St.5 (塩釜)、St.6 (浜田) で水産用水基準 (20 mg/g乾泥以下) を満たしていなかったが、今回St.3 (朴島東側) は基準値の範囲内となり、St.2 (丸山崎)、St.5 (塩釜)、St.6 (浜田) の3地点で水産用水基準値を満たさなかった。

マクロベントスは、St.2 (丸山崎) で8種、32個体、St.4 (湾中央部) で14種、37個体確認された。St.2では前年に比べ生物種、個体数ともに減少がみられた。多毛類が優占しており、他に甲殻類が確認された。なお、汚染指標種のシズクガイは見られなかった。St.4では多毛類、軟体類が優先し、他に甲殻類などがみられ、前年に比べ生物種、個体数ともに増加した。なお、汚染指標種のシズクガイは2個体確認された。種同定を実施した結果、St.2 (丸山崎) では *Tharyx* sp. が最優占種であり、次いで *Scoletoma longifolia* (カタマガリギボシイソメ) が多く確認された。St.4 (湾中央部) では *Maldanidae* sp. (タケフシゴカイ) が最も優占しており、次いで *Scoletoma longifolia* (カタマガリギボシイソメ)、*Molgulidae* sp. (フクロボヤ) の順に多く確認された。

アマモは、従来からの調査点であるよばわり崎において、2年ぶりに点生が確認された。よばわり崎では、東日本大震災後は確認されていない状態が続き、令和2、3年度に点生が確認されていたが、昨年は確認されなかった。一方、平成24年から新たに調査点に加えた桂島の西側では、アマモの生育密度は密生であり、前年同様高い数値であった (表8)。

2 赤潮調査

赤潮発生状況を表9に示した。気仙沼湾で令和5年6月26日に *Heterosigma akashiwo*、同年7月3日に *Heterosigma akashiwo* と *Prorocentrum sigmoides*、同年7月24日に *Noctiluca scintillans*、翌年3月4日に *Euglena* spp.、翌年3月15日に *Scrippsiella* spp. の赤潮が発生した。また、雄勝沖で令和5年7月27日に *Noctiluca scintillans*、同年8月28日に松島湾で *Scrippsiella* spp. の赤潮が確認された。

いずれの赤潮においても漁業被害は見られなかった。

3 *Alexandrium* 属プランクトンシスト残存状況調査

県内の *Alexandrium* 属のシスト分布は表10のとおりである。昨年度調査の結果と比べると、志津川湾以北では唐桑半島以北で昨年度よりも減少傾向、追波湾以南では雄勝湾で増加傾向、追波湾、長面浦で減少傾向となった。

< 主要成果の具体的なデータ >

(1) 気仙沼湾

表1 気仙沼湾水質調査結果

St	透明度(m)			水深 (m)	水温(°C)			塩分			DO(mg/L)			DOが基準*を下回った 回数/調査回数	DOが基準*を 下回った月	pH		
	最大	最小	平均		最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均			最大	最小	平均
1	7.5	1.5	4.0	0	22.0	9.8	16.4	33.6	28.3	32.1	13.9	4.7	9.1	1 / 6	10月	8.2	8.0	8.1
				B-1	24.9	10.0	15.5	34.1	33.1	33.6	8.3	2.8	6.3	1 / 6	10月	8.2	7.9	8.0
2	12.0	2.5	5.8	0	26.5	9.6	16.7	34.2	18.5	31.5	12.9	4.5	8.6	1 / 6	10月	8.3	8.0	8.1
				B-1	24.0	9.4	15.1	34.3	33.2	33.8	11.4	4.0	7.6	1 / 6	10月	8.2	7.9	8.0
3	14.0	2.5	7.2	0	26.0	9.5	16.9	34.2	25.6	31.7	12.1	5.9	8.8	1 / 6	10月	8.3	8.0	8.1
				B-1	24.2	9.1	15.0	34.3	33.3	33.8	11.9	4.3	7.9	1 / 6	10月	8.2	7.9	8.1
4	10.0	3.0	7.0	0	26.2	8.4	16.4	34.2	22.2	31.9	12.0	6.0	8.7	0 / 6	—	8.3	8.1	8.1
				B-1	24.9	9.3	15.3	34.5	33.3	33.7	12.1	6.3	8.3	0 / 6	—	8.3	7.9	8.1
5	8.0	2.0	5.7	0	25.7	9.2	16.3	34.6	30.8	32.9	11.4	6.2	8.3	0 / 6	—	8.2	8.0	8.1
				B-1	24.8	9.0	15.3	34.6	33.2	33.8	12.1	5.9	8.4	1 / 6	10月	8.3	7.9	8.1
6	19.0	4.5	9.8	0	25.2	9.6	16.7	34.6	32.0	33.4	11.1	6.6	8.3	0 / 6	—	8.2	8.0	8.1
				B-1	22.3	8.6	15.1	34.6	33.5	33.9	10.6	6.7	8.4	0 / 6	—	8.2	8.0	8.1
7	19.0	3.0	10.3	0	26.1	8.5	16.7	34.6	23.1	32.4	11.2	5.7	8.3	0 / 6	—	8.2	8.0	8.1
				B-1	22.0	8.7	14.1	34.2	33.4	33.9	9.0	5.8	7.4	2 / 6	8月,10月	8.2	8.0	8.1

※基準は社団法人 日本水産資源保護協会編水産用水基準である

(2) 志津川湾

表2 志津川湾水質調査結果

St	透明度(m)			水深 (m)	水温(°C)			塩分			DO(mg/L)			DOが基準 [※] を下回った 回数/調査回数	DOが基準 [※] を 下回った月	pH		
	最大	最小	平均		最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均			最大	最小	平均
1	12.5	4.5	9.7	0	26.3	11.5	17.7	34.5	32.8	33.7	9.6	7.3	8.1	0/6	—	8.2	8.0	8.1
				B-1	20.4	10.4	15.3	34.5	33.6	34.0	9.2	6.9	7.9	0/6	—	8.2	7.9	8.1
2	13.5	5.0	9.3	0	26.3	11.3	17.7	34.5	32.8	33.7	9.3	6.9	7.9	0/6	—	8.2	8.0	8.1
				B-1	20.4	10.5	15.2	34.5	33.6	34.0	8.6	6.2	7.9	0/6	—	8.2	8.0	8.1
3	14.5	4.0	8.2	0	27.2	11.1	17.9	34.5	32.1	33.4	8.7	7.3	8.0	0/6	—	8.2	8.0	8.1
				B-1	20.3	10.4	15.0	34.5	33.7	34.0	8.3	2.6	6.5	2/6	7月,9月	8.2	7.8	8.0
4	14.5	4.5	9.7	0	26.4	11.6	17.7	34.4	32.7	33.7	9.4	7.1	8.1	0/6	—	8.2	8.0	8.1
				B-1	20.8	10.4	14.7	34.6	33.7	34.0	9.3	6.1	7.5	0/6	—	8.3	7.9	8.1
5	6.0	2.5	4.6	0	27.5	11.1	17.9	34.5	32.1	33.3	9.2	7.2	8.2	0/6	—	8.3	7.9	8.1
				B-1	25.1	11.6	16.9	34.5	33.3	33.8	8.7	6.0	7.9	1/6	—	8.2	7.9	8.1
6	5.0	2.5	3.8	0	27.4	11.0	17.8	34.5	31.6	33.2	8.7	7.0	8.1	0/6	—	8.2	7.9	8.1
				B-1	25.4	11.3	16.4	34.3	33.3	33.7	9.2	5.4	7.9	1/6	9月	8.3	7.9	8.0
7	4.0	2.5	3.3	0	27.8	11.5	17.7	34.0	31.8	33.2	9.2	6.8	8.4	0/6	—	8.3	7.9	8.1
				B-1	27.2	11.8	17.2	34.3	31.8	33.5	9.1	7.4	8.1	1/6	—	8.3	7.9	8.1
8	12.0	3.0	7.3	0	27.2	11.1	17.6	34.5	32.7	33.5	8.4	7.0	7.8	0/6	—	8.2	8.0	8.1
				B-1	27.3	10.6	16.2	34.5	31.5	33.6	8.8	7.3	7.9	2/6	—	8.3	7.9	8.1
9	12.0	3.0	6.1	0	26.9	10.4	17.7	34.5	32.6	33.4	8.6	7.3	8.1	0/6	—	8.2	8.0	8.1
				B-1	27.5	10.9	16.5	34.4	31.9	33.5	8.8	6.8	8.0	1/6	—	8.2	7.9	8.1
A	3.5	2.0	3.0	0	22.4	11.1	15.2	34.5	32.5	33.2	9.2	8.4	8.8	0/6	—	8.3	8.0	8.1
				B-1	27.6	11.0	17.9	34.5	31.6	33.2	9.3	7.2	8.3	1/6	—	8.3	7.9	8.1
B	9.0	3.0	5.8	0	25.7	10.0	16.5	34.5	32.6	33.4	9.2	7.2	8.2	0/6	—	8.3	7.9	8.1
				B-1	21.7	11.1	14.6	34.4	33.3	33.9	8.8	7.0	8.0	0/6	—	8.3	7.9	8.1

※基準は社団法人 日本水産資源保護協会編水産用水基準である。

(2) 松島湾

表3 松島湾水質調査結果

St	透明度(m)			水深 (m)	水温(°C)			塩分			DO(mg/L)			DOが基準 [※] を下回った 回数/調査回数	DOが基準 [※] を 下回った月	pH		
	最大	最小	平均		最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均			最大	最小	平均
1	4.5	2.0	3.2	0	28.6	6.2	17.2	33.0	28.0	30.9	10.0	3.8	6.7	3/6	6月, 8月, 10月	8.3	7.6	8.0
				B-1	25.9	5.8	16.1	33.1	31.7	32.4	10.2	3.2	6.9	3/6	6月, 8月, 10月	8.3	7.8	8.1
2	4.0	2.0	3.0	0	29.2	5.8	16.9	33.1	29.9	31.9	10.5	5.3	8.2	1/6	10月	8.3	7.9	8.1
				B-1	25.7	5.8	16.0	33.3	31.7	32.3	10.5	3.2	7.4	2/6	8月, 10月	8.3	7.9	8.1
3	2.5	1.5	2.1	0	29.2	5.2	16.7	33.0	30.2	31.8	10.9	4.4	7.8	2/6	8月, 10月	8.3	7.9	8.1
				B-1	29.2	5.9	16.8	33.3	30.2	31.9	10.5	4.4	7.7	2/6	8月, 10月	8.3	7.9	8.1
4	3.5	1.0	2.1	0	29.5	4.9	16.9	33.2	24.3	30.5	10.8	4.6	8.0	2/6	8月, 10月	8.4	7.8	8.1
				B-1	29.3	4.8	16.7	33.2	24.3	30.6	10.8	4.1	7.8	2/6	8月, 10月	8.4	7.8	8.1
5	2.5	0.5	1.5	0	29.8	3.4	16.8	32.8	21.1	29.1	11.0	4.9	8.0	1/6	8月	8.3	7.8	8.1
				B-1	29.9	3.9	16.7	33.1	23.9	30.2	11.0	4.5	7.9	1/6	8月	8.3	7.8	8.1
6	5.5	1.5	3.1	0	29.4	5.1	16.6	33.2	29.9	31.7	10.4	5.4	8.0	1/6	8月	8.3	7.8	8.1
				B-1	28.9	5.3	16.4	33.3	30.4	32.0	10.3	4.6	7.7	2/6	8月, 10月	8.3	7.9	8.1
7	4.0	1.5	2.6	0	29.3	5.4	16.8	33.1	30.3	31.9	10.1	4.7	7.6	1/6	8月	8.3	7.7	8.1
				B-1	29.1	5.5	16.8	33.2	30.5	32.0	10.1	4.3	7.5	2/6	8月, 10月	8.3	7.8	8.1
8	3.5	1.5	2.3	0	30.1	4.3	16.6	33.0	29.3	31.3	10.6	5.7	8.3	1/6	8月	8.4	7.9	8.2
				B-1	29.0	4.7	16.2	33.3	30.5	31.8	10.6	4.8	8.1	1/6	8月	8.4	7.9	8.2
9	3.5	1.5	2.3	0	29.7	4.3	16.7	33.0	29.7	31.4	10.7	5.3	8.4	1/6	8月	8.4	7.9	8.2
				B-1	29.6	4.4	16.4	33.2	30.3	31.7	10.7	5.1	8.2	1/6	8月	8.4	7.9	8.2
10	2.5	1.0	1.5	0	30.7	3.4	16.4	32.7	29.3	31.0	10.8	4.4	8.2	1/6	8月	8.4	7.8	8.2
				B-1	29.5	3.4	16.1	32.8	30.3	31.3	11.0	3.4	8.1	1/6	8月	8.4	7.8	8.2
11	3.5	1.0	2.2	0	30.2	3.1	16.2	32.4	28.6	30.7	11.1	5.6	8.4	1/6	8月	8.4	7.8	8.2
				B-1	28.5	4.3	16.0	33.0	30.7	31.6	11.0	4.8	8.0	1/6	8月	8.4	7.9	8.2
12	4.0	1.5	2.8	0	30.2	4.2	16.4	32.9	24.8	29.9	10.4	6.3	8.5	0/6	—	8.3	7.9	8.2
				B-1	28.2	4.8	16.0	33.0	30.9	31.8	10.4	4.7	8.0	1/6	8月	8.3	7.9	8.2
13	3.5	1.0	2.3	0	30.4	3.0	16.1	31.6	22.8	29.4	11.2	5.9	8.7	1/6	8月	8.4	7.4	8.1
				B-1	28.8	3.8	16.1	32.6	22.8	30.0	10.8	4.3	8.3	1/6	8月	8.4	7.4	8.1
14	4.5	1.5	2.9	0	29.6	5.3	16.9	33.4	29.9	31.8	10.3	5.3	8.0	2/6	8月, 10月	8.3	7.8	8.1
				B-1	28.6	5.2	16.3	33.3	30.7	32.1	10.4	4.7	7.8	2/6	8月, 10月	8.3	7.9	8.1
15	3.5	2.5	3.3	0	29.1	6.1	17.2	33.1	29.7	31.8	10.0	5.1	7.7	2/6	8月, 10月	8.3	7.8	8.1
				B-1	27.4	6.2	16.5	33.2	31.2	32.3	10.0	4.1	7.0	3/6	6月, 8月, 10月	8.3	7.8	8.1
16	2.5	1.4	1.8	0	30.1	3.3	16.3	31.7	29.6	30.6	11.0	5.3	8.3	1/6	8月	8.3	7.8	8.2
				B-1	30.0	4.4	16.5	32.7	30.0	31.3	10.9	5.3	8.3	1/6	8月	8.3	7.8	8.2
17	3.0	1.0	2.0	0	30.3	3.2	16.4	31.9	28.1	30.3	11.2	4.8	8.4	1/6	8月	8.3	7.8	8.2
				B-1	29.6	3.9	16.3	32.6	30.2	31.2	11.0	4.6	8.3	1/6	8月	8.3	7.8	8.2
18	3.0	1.5	2.0	0	30.0	4.8	16.9	31.6	28.7	30.3	10.4	4.4	7.6	1/6	8月	8.3	7.7	8.1
				B-1	30.0	4.8	16.5	32.5	30.0	31.3	10.3	4.4	7.5	2/6	8月, 10月	8.3	7.8	8.1
19	3.5	1.5	2.4	0	28.9	5.9	16.5	31.1	19.3	28.1	10.1	3.9	7.5	2/6	8月, 10月	8.3	7.8	8.0
				B-1	27.7	9.9	17.7	33.5	29.9	31.8	9.9	2.4	6.4	3/6	6月, 8月, 10月	8.4	7.8	8.1
20	1.2	0.1	0.6	0	30.2	4.7	17.0	31.2	29.2	30.6	10.1	3.9	7.0	2/6	8月, 10月	8.3	7.7	8.0
				B-1	30.2	4.7	17.0	31.5	28.8	30.5	10.1	3.9	7.0	2/6	8月, 10月	8.3	7.7	8.0

※基準は社団法人日本水産資源保護協会編水産用水基準である。

表4 底質調査結果

	St	シルト含有率 (%)	全硫化物 (mg/g乾泥)	COD (mg/g乾泥)	強熱減量 (%)
気仙沼湾	1	72.0	0.65	46.1	11.1
	2	80.1	0.33	44.3	11.5
	3	17.3	0.01	5.6	3.8
志津川湾	B3	29.7	0.04	7.5	3.7
	C2	37.2	0.05	14.4	5.5
	C3	61.6	0.08	25.6	8.8
	O1	74.4	0.12	35.3	10.7
松島湾	1	88.2	0.88	14.7	11.3
	2	67.2	0.13	30.9	10.7
	3	74.7	0.23	11.8	10.8
	4	63.3	0.08	13.6	10.7
	5	83.8	0.96	20.7	13.2
	6	79.4	0.06	23.9	10.7

表5 生物モニタリング調査結果 (数字は個体数)

	気仙沼湾			志津川湾				松島湾	
	St1	St2	St3	St.B3	St.C2	St.C3	St.O1	St2	St4
多毛類	57	51	30	16	65	89	11	29	26
甲殻類	4	8	10	30	2	2	1	1	1
棘皮類				1					
軟体類				4	4	10	3		3
その他	12	3	1		6	16	1	2	7
計	73	62	41	51	77	117	16	32	37
うち	シズクガイ			1	1	9	1		2
	チヨノハナガイ			2					

表6 気仙沼湾における藻場調査の結果

St	アマモ 生育密度	生育密度 5段階評点	オオアマモ 分布
1	疎生	2	-
2	なし	0	-
3	点生	1	-
4	疎生	2	-
5	密生	3	○
6	疎生	2	-
7	疎生	2	-
8	濃生	4	-
9	濃生	4	-
10	濃生	4	-

表7 志津川湾における藻場調査の結果

St	アマモ 生育密度	生育密度 5段階評点	オオアマモ 分布
1	密生	3	○
2	密生	3	○
3	点生	1	-
4	密生	3	-
5	疎生	2	-
6	点生	1	-
7	疎生	2	○
8	疎生	2	-
9	疎生	2	-
10	点生	1	-

表8 松島湾における藻場調査の結果

St	アマモ 生育密度	生育密度 5段階評価	オオアマモ 分布
よわばり崎	点生	1	-
柱島北西部	密生	5	-

表9 赤潮の発生状況

調査日	優占種	分布域	水温	細胞密度 (cells/mL)	漁業被害
6月26日	<i>Heterosigma akashiwo</i>	気仙沼市港町	21.4	35,360	なし
7月3日	<i>Heterosigma akashiwo</i>	気仙沼市港町	23.8	365	なし
	<i>Prorocentrum Sigmoides</i>			2,160	
7月24日	<i>Noctiluca scintillas</i>	気仙沼市唐桑町 (鮎立漁港)	24.0	225	なし
7月24日	<i>Noctiluca scintillas</i>	気仙沼市唐桑町 (宿漁港)	—	492	なし
7月24日	<i>Noctiluca scintillas</i>	気仙沼大島	23.1	747	なし
7月27日	<i>Noctiluca scintillans</i>	雄勝沖	—	878	なし
8月28日	<i>Scrippsiella</i> sp.	松島湾	—	942	なし
3月4日	<i>Euglena</i> spp.	気仙沼湾	9.8	50,000以上	なし
3月12日	<i>Scrippsiella</i> sp.	気仙沼湾	—	23,000	なし

表10 各年における各海域の*Alexandrium*属シストの推移

	2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
仙台湾	9	305	23	134	9	436	0	146	0	48	0	191
鮎浦湾	24	436	データなし		8	149	0	71	0	16	0	59
女川湾	0	213	0	139	0	47	0	27	0	22	0	66
雄勝湾	32	113	データなし		38	59	0	26	0	9	8	74
追波湾	16	425	データなし		0	127	0	30	0	521	0	326
長面浦	5	519	0	157	8	67	14	104	0	2,703	6	695
志津川湾	0	140	0	42	0	89	4	96	0	39	4	38
小泉伊里前湾	3	498	0	353	0	44	5	283	0	56	0	41
気仙沼湾	42	449	10	122	0	737	6	1,384	0	216	0	256
唐桑半島東部	23	77	7	75	0	72	21	132	9	317	0	17

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

環境調査:漁場保全対策推進事業調査指針に準じて実施する。

<結果の発表、活用状況等>

- ・赤潮等の発生時には調査結果を取りまとめ、関係各機関・漁業者等に情報提供し被害の未然防止に役立てた。
- ・水質調査の結果は随時ホームページ上に公開し、関係機関に情報提供を行った。
- ・臨時調査結果は提供先の行政機関の参考資料として活用された。
- ・調査結果の沿岸漁場環境のデータベース化を進めた。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	環境
研究課題名	持続可能なみやぎの漁場環境づくり推進事業（内水面）
予算区分	県単
研究期間	令和2年度～令和6年度
部・担当者名	内水面水産試験場 君島裕介
協力機関・部及び担当者名	鳴瀬吉田川漁業協同組合、広瀬名取川漁業協同組合、花山漁業協同組合
<p><目的> 河川環境の変化は、河川に生息する魚類の資源状況に大きな影響を与える。近年、地球温暖化がもたらす河川・沿岸域の水温上昇、極端な豪雨や渇水による河川流量の変化や水域への外来種の侵入は、水質、河床環境及び魚類生態系に様々な影響を及ぼすことが報告されている。そのため、持続的な漁業を行うためには、河川に生息する魚類相の把握や漁業対象魚種の資源調査による漁場環境の把握及び外来種対策が必要となることから、県内の2河川及び花山ダムを対象に各種調査を実施する。</p> <p><試験研究方法> 1 鳴瀬川での魚類相調査 図1に示した鳴瀬川中流域の3調査点（調査点1：鹿原橋付近、調査点2：鳴瀬橋付近、調査点3：高倉橋付近）で7月11日および10月18日に投網による採捕を実施し、種の同定及び標準体長、体重について調べた。</p> 2 広瀬川における天然アユの遡上調査 5月11日、25日及び6月7日、22日に図2に示す広瀬川の3調査点（調査点1：名取川合流点付近、調査点2：郡山堰下付近、調査点3：愛宕堰下付近）において投網による採捕を実施した。採捕したアユの数からCPUE（投網1投あたりの天然アユの採捕尾数）を求め、各地点最大50尾を持ち帰り、標準体長及び体重を計測した。 3 花山ダムにおける外来魚対策 7月1日から15日までの期間に、花山ダムで花山漁業協同組合が主体となり実施した電気ショックボートによる外来魚駆除に関して、指導及び助言を行った。同漁協より駆除した個体数及びサイズについてのデータ提供を受けたほか、一部を持ち帰り胃内容物の観察及び分析を行った。 <p><結果の概要> 1 鳴瀬川での魚類相調査 魚類は合計で4科11種が確認され、漁業権対象となるウグイ類、オイカワ、アユが確認された（表1）。</p> 2 広瀬川における天然アユの遡上調査 各調査点における天然アユのCPUE（直近3ヶ年と2016年から2020年までの平均値）を図3に示した。調査期間を通して、調査点1のCPUEは5.0～46.4尾/投、調査点2のCPUEは10.5～61.2尾/投、調査点3のCPUEは15.9～63.3尾/投であった。最上流の調査点3では、6月下旬にCPUEの値が63.3尾/投であり、過去10年間で2番目に大きい値となった。 3 花山ダムにおける外来魚対策 オオクチバス620個体（前年度比45%）が駆除された。令和4年度に全個体の95.1%を占めていた全長10cm以下の個体が6.8%まで減少するなど、サイズ組成の変化が確認された（図4）。また、胃内容物について調べたオオクチバスは26個体が全長10.7～18.7cmの幼魚で、1個体が全長43.8cmの成魚であった。空胃率は25.9%、胃内容物のあった個体のうち85%が魚類を捕食しており、強い魚食性が示された（表2）。	

<主要成果の具体的なデータ>



図1 鳴瀬川における調査点

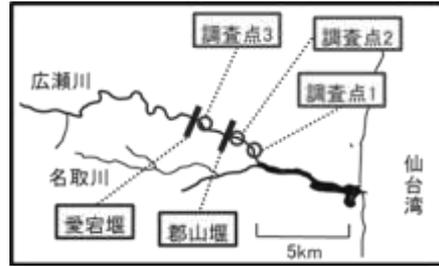


図2 広瀬川における調査点

表1 鳴瀬川における魚類相調査結果

	年	~2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023	
		月	6	10	6	10	6	10	6	10	6	10	7	-	6	10	6	10	6	10	7	10	
サケ科	ヤマメ																						
	イワナ																						
コイ科	ウグイ・マルタウグイ																						
	カマツカ																						
	オイカフ																						
	ビワヒガイ																						
	ニゴイ																						
	アブラハヤ																						
	タイリクバラタナゴ																						
	モツゴ																						
	ゲンゴロウフナ																						
	ギンブナ																						
	タモロコ																						
	モロコ類																						
	タナゴ																						
タナゴ類																							
キュウリオ科	アユ																						
	ワカサギ																						
ボラ科	ボラ																						
カジカ科	カジカ																						
	ドジョウ科	ドジョウ																					
シマドジョウ																							
サンフィッシュ科	オオクチバス																						
ハゼ科	オオヨシノボリ																						
	シマヨシノボリ																						
	トウヨシノボリ																						
	ジュズカケハゼ																						
	ヨシノボリ類																						
	マハゼ																						
	ウキゴリ																						
ヌマチチブ																							
種数		25	24	9	5	8	11	6	8	8	5	8	8	9	0	8	9	11	4	9	8	7	10

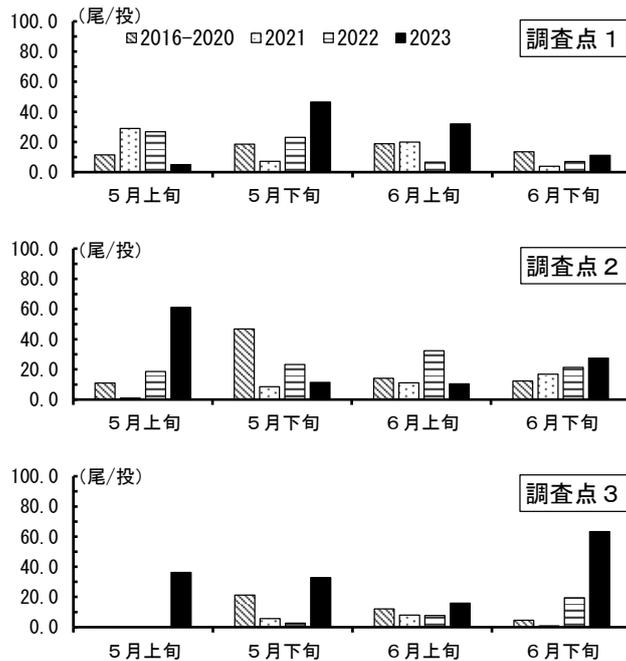


図3 各調査点における天然アユの平均採捕尾数

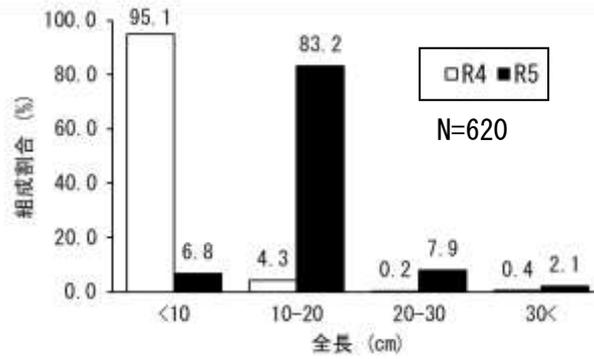


図4 花山ダムにおけるオオクチバス駆除個体の全長組成

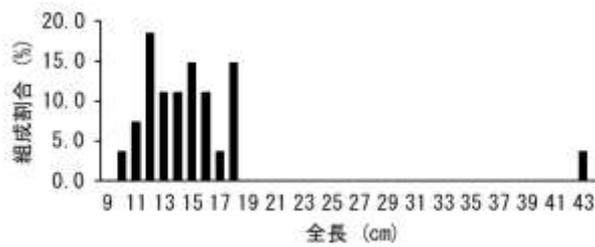


図5 胃内容物を調査したオオクチバス駆除個体の全長組成

表2 花山ダムにおけるオオクチバスの胃内容物分析結果

採集日	2023/7/7
標本数 (N)	27
胃内容物	
空胃率 (%)	25.9
胃内容物重量 (g, mean±SD)	0.37 ± 0.33
胃内容物重量指数 (% , mean±SD)	0.79 ± 0.50
(内訳, %)	
全ての魚類	85
ギバチ <i>Pseudobagrus tokiensis</i>	5
ハゼ科の一種 Gobiidae sp.	5
全ての無脊椎動物	15
イカリムシ <i>Lernaea cyprinacea</i>	5
端脚目の一種 Amphipoda sp.	5
十脚目の一種 Decapoda sp.	5

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

引き続き、調査を継続する。

<結果の発表、活用状況等>

広瀬川の天然アユの遡上調査結果は、宮城県のホームページに公表した。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	環境
研究課題名	沿岸環境変動等把握調査事業
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和7年度
部・担当者名	環境資源チーム：石川哲郎、高津戸啓介
協力機関・部及び担当者名	

<目的>

近年、海洋汚染問題が大きく取り上げられ、中でも難分解性のプラスチック類については、微細なものはマイクロプラスチック（MPs）と呼ばれている。MPsが生物与える影響が大きく懸念されているが、本県沿岸での分布状況等についてはこれまでほとんど報告が無いため、早急に分布状況を把握する必要がある。本年度は調査方法を確立し、モニタリングを行うための基盤を構築することを目的とする。

仙台湾では、アカガイが長期間麻痺性貝毒により毒化しており、水産業へ大きな影響を与えている。これまで、長期間の貝毒プランクトン及びシストのモニタリング調査を行っていることから、データの蓄積を行うと共に関係機関と協力し、原因の究明を行う。

<試験研究方法>

1 海洋プラスチック調査

- 【調査期間】 令和5年11月に1回MPsの採取を行った。
- 【調査場所】 仙台湾調査定点の0～8で各調査につき1回の曳網を行った(図1)。
- 【調査方法】 調査は、昨年度検証した方法により、調査船「開洋」で実施した。ろ水計を取り付けた気象庁型ニューストーンネット（75cm×75cm、目合0.35mm）を10分間曳網し、MPsを採取した。採取したMPsは、これまで検討したアルカリ処理及び常温フェントン法により夾雑物の分解を試みた。

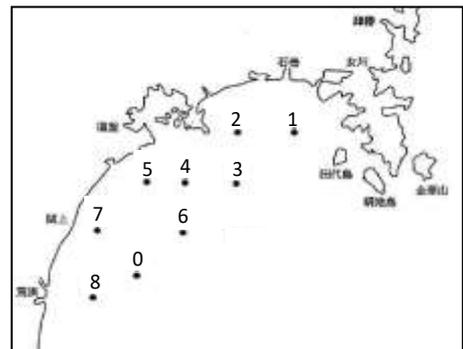


図1 仙台湾調査定点

2 仙台湾における貝毒原因究明調査

- 【調査期間】 4～7月及び2、3月の各月1回
- 【調査場所】 仙台湾9点(図1)
- 【調査方法】 環境調査及び、柱状採水を行い、貝毒原因プランクトンの出現状況の確認。

<結果の概要>

1 海洋プラスチック調査

アルカリ処理と常温フェントン法による夾雑物の分解を試みたが、令和4年度よりも卵やカイアシ類などの甲殻類プランクトンが多く、卵の殻やカイアシ類の外殻が分解されず、多くがソーティングが困難な状態で残ってしまった。これまでよりも沖合での調査となったため、動物プランクトンが多く採集され、消化できなかった可能性が高い。今後、夾雑物が多いサンプルを分解するための化学処理法を検討する必要がある。

2 仙台湾漁場環境および有害プランクトン出現状況調査

漁場環境及びプランクトン出現状況：下痢性貝毒原因プランクトンの*Dinophysis fortii*は、5～7月に出現したが、いずれの調査においても密度は0～10 cells/Lと過去と比べ低い密度であった。また、*D. acuminata*は4～7月に出現した。まひ性貝毒原因プランクトンの*Alexandrium* spp.は、4～6月に主に出現し、4月25日にSt.3で最大の4,150 cells/Lとなった。

<主要成果の具体的なデータ>

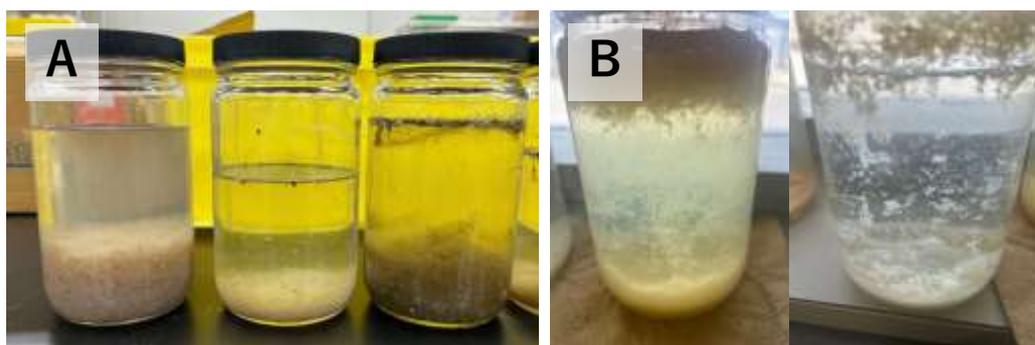


図2 A：採集直後のサンプル B：アルカリ処理及び常温フェントン法後のサンプル

表1 仙台湾における貝毒原因プランクトン出現状況

調査日	<i>Alexandrium</i> spp. (cells/L)		<i>D. Fortii</i> (cells/L)		<i>D. acuminata</i> (cells/L)		表層水温 (°C)		底層水温 (°C)	
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小
4月4日	630	30	0	0	30	0	13.5	10.8	11.7	9.9
4月25日	4,150	140	10	0	100	0	13.1	11.2	12.2	9.7
6月8日	40	0	30	0	50	0	20.2	19.2	15.2	12.3
7月27日	0	0	0	0	10	0	27.4	25.9	18.3	16.0
2月8日	20	0	0	0	0	0	15.6	11.1	13.3	9.6
3月24日	10	0	0	0	0	0	12.7	9.9	12.1	11.1

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

1 海洋プラスチック

- ・本年度採集した仙台湾のサンプルを用いて、夾雑物が多いサンプルの分解方法を検討の上、女川湾等で調査を行い、仙台湾との比較を行う。

2 仙台湾漁場環境および有害プランクトン出現状況調査

- ・来年度も今年度と同様に、仙台湾における貝毒プランクトン出現状況のモニタリングを継続する。

<結果の発表、活用状況等>

[結果の発表]

- ・仙台湾、松島湾の各水質調査結果については、当センターのホームページに掲載した。
- ・仙台湾の有害プランクトンの出現状況として4～7月及び2, 3月の結果を関係機関にメールやHPで迅速に情報提供した。

[活用状況等]

- ・それぞれの調査結果については、漁船漁業や養殖生産などの沿岸漁業における基礎的な環境情報として活用されるだけでなく、レジャー等の基礎情報として広く利用されている。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	環境
研究課題名	有用貝類毒化監視・販売対策事業
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和12年度
部・担当者名	環境資源チーム：○高津戸啓介・石川哲郎 気仙沼水産試験場 地域水産研究チーム：○植松康成・田邊徹
協力機関・部及び担当者名	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産資源研究所(塩釜) 奥村裕
<p><目的> 震災後の貝毒の監視体制を再構築し、貝毒に係る安全管理により本県二枚貝等の販路回復と輸出等新たな販路開拓を支援する。</p> <p><試験研究方法> 調査海域・定点：①南部海域：荻浜湾（荻浜2定点） ②中部海域：女川湾（塚浜）、十三浜・雄勝・谷川等県漁協採水試料、 ③北部海域：気仙沼湾（港町、母体田、二ツ根、岩井崎）、唐桑半島東部（滝浜、大沢 ※県漁協唐桑支所採水試料）、志津川湾（椿島内、金浦 ※県漁協志津川支所採水試料）、小泉・伊里前湾（唐島内、唐島沖、田ノ浦 ※県漁協歌津支所採水試料） 調査項目：①貝毒原因プランクトン出現数 ・南部海域：荻浜 25回/年 ・中部海域：塚浜 23回/年 ・北部海域：気仙沼湾は調査点毎に31回/年（港町31回/年、岩井崎30回/年）、唐桑半島東部27回/年、志津川湾、小泉・伊里前湾は調査点毎に13回/年。 ②ムラサキイガイ貝毒量 ○下痢性貝毒量：南部海域(荻浜)22回/年、中部海域(塚浜)23回/年、北部海域(岩井崎)17回/年 ○麻痺性貝毒量：南部海域(荻浜)25回/年、中部海域(塚浜)25回/年、北部海域(松岩)23回/年</p> <p><結果の概要> 1 貝毒 (1) 下痢性貝毒 (a) 荻浜 荻浜湾で<i>Dinophysis fortii</i> は、主に5月上旬から7月中旬に出現し、沖合定点で6月19日にピーク（140 cells/L）となった。（図1）。出現期間における表面水温範囲は10.7～27.2℃で、最大出現時の表面水温は20.4℃、塩分は32.16であった。 また、<i>Dinophysis acuminata</i> は、主に4月上旬から7月上旬に出現し、沖合定点で6月26日にピーク（410 cells/L）となった（図1）。出現期間における表面水温範囲は9.9～29.8℃で、最大出現時の表面水温は22.5℃、塩分は31.98であった。 毒化監視の指標種として荻浜湾定点に垂下したムラサキイガイからは規制値を超える下痢性貝毒は検出されなかった。 (b) 塚浜 塚浜定点で<i>D.fortii</i> は、主に5月上旬から6月下旬に出現し、6月19日にピーク（600 cells/L）となった（図2）。出現期間における表面水温範囲は13.1～21.1℃で、最大出現時の表面水温は19.1℃、塩分は31.71であった。 また、<i>D.acuminata</i> は、主に4月上旬～7月上旬にかけて出現し、5月22日にピーク（80 cells/</p>	

L) となった(図2)。出現期間における表面水温範囲は9.1~26.3℃で、最大出現時の表面水温は14.1℃、塩分は32.97であった。

塚浜定点に垂下したムラサキイガイから6月27日に0.17 mgOA当量/kgの下痢性貝毒が検出され出荷自主規制措置がとられたが、8月1日に解除となった(表1)。

(c) 気仙沼湾および唐桑半島東部

気仙沼湾で*D. fortii* は、5月上旬から7月下旬に岩井崎定点で多く出現し、6月19日にピーク(660 cells/L)となった(図3)。出現期間における岩井崎定点の表面水温範囲は10.8~24.4℃で、最大出現時の水温は17.7℃、塩分31.8であった。唐桑半島東部では、7月10日に大沢定点で確認された3,220 cells/Lが最大であった(図3)。

また、*D. acuminata* は5月中旬から7月下旬にかけて港町定点で多く出現し、6月12日にピーク(1,300 cells/L)となった(図3)。出現期間における港町定点の表面水温範囲は13.2~25.5℃で、最大出現時の水温は19.2℃、塩分は23.0であった。唐桑半島東部では、5月22日に大沢定点で確認された350 cells/Lが最大であった(図3)。

気仙沼湾の岩井崎定点に垂下したムラサキイガイから5月17日に0.21 mgOA当量/kgの下痢性貝毒が検出され出荷自主規制措置がとられたが、9月14日に解除となった(表1)。

(d) 志津川湾及び小泉・伊里前湾

志津川湾で*D. fortii* は、4月下旬から6月下旬に椿島定点で多く出現し、5月11日にピーク(720 cells/L)となった(図4)。小泉・伊里前湾では4月下旬から6月下旬に唐島沖定点で多く出現し、6月5日にピーク(1,040 cells/L)となった(図4)。

また、*D. acuminata* は志津川湾では5月上旬から5月中旬に金浦定点で多く出現し、5月11日にピーク(100 cells/L)となった(図4)。小泉・伊里前湾では5月上旬から6月上旬に唐島沖定点で多く出現し、5月29日にピーク(80 cells/L)となった(図4)。

(2) 麻痺性貝毒

(a) 荻浜

荻浜湾で*Alexandrium* spp.は、主に4月上旬から6月上旬にかけて出現し、沖合定点で4月10日にピーク(3,030 cells/L)となった(図5)。出現期間における表面水温範囲は10.6~24.3℃で、最大出現時の水温は12.1℃、塩分は32.76であった。

荻浜内湾定点に垂下したムラサキイガイは、4月11日に6.2 MU/gの麻痺性貝毒が検出され、出荷自主規制措置がとられたが、5月16日に解除となった。

(b) 塚浜

塚浜湾で*Alexandrium* spp.は、主に4月中旬から6月中旬にかけて出現し、5月30日にピーク(580 cells/L)となった(図6)。出現期間における表面水温範囲は9.1~19.9℃で、最大出現時の水温は14.7℃、塩分は33.21であった。

塚浜定点に垂下したムラサキイガイは、5月31日に6.3 MU/gの麻痺性貝毒が検出され、出荷自主規制措置がとられたが、6月20日に解除となった。(表2)

(c) 気仙沼湾および唐桑半島東部

気仙沼湾で*Alexandrium* spp.は、3月下旬から5月下旬にかけて港町定点で多く出現し、4月18日にピーク(36,120 cells/L)となった(図7)。出現期間における港町定点の表面水温範囲は9.4~15.6℃で、最大出現時の水温は10.3℃、塩分は30.1であった。唐桑半島東部では5月29日に大沢定点で確認された1,870 cells/Lが最大であった(図7)。

気仙沼湾の母体田定点に垂下したムラサキイガイからは、4月19日に4.1 MU/gの麻痺性貝毒が検出され、出荷規制措置がとられたが、7月4日に解除となった。(表2)

(d) 志津川湾及び小泉・伊里前湾

志津川湾で*Alexandrium* spp.は、4月中旬から6月上旬にかけて金浦定点で多く出現し、5月11日にピーク(4,860 cells/L)となった(図8)。小泉・伊里前湾では、4月上旬から5月下旬にかけて田ノ浦定点で多く出現し、5月11日にピーク(2,590 cells/L)となった(図8)。

<主要成果の具体的なデータ>

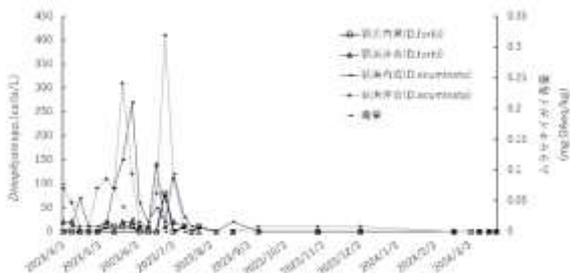


図1 荻浜内湾及び沖合定点における下痢性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

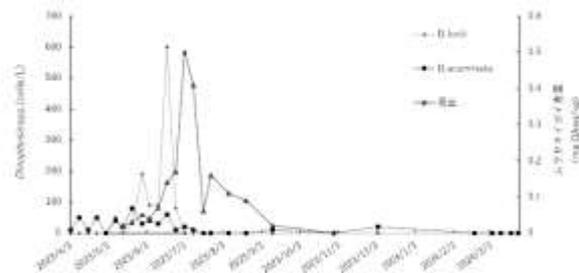


図2 塚浜定点における下痢性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

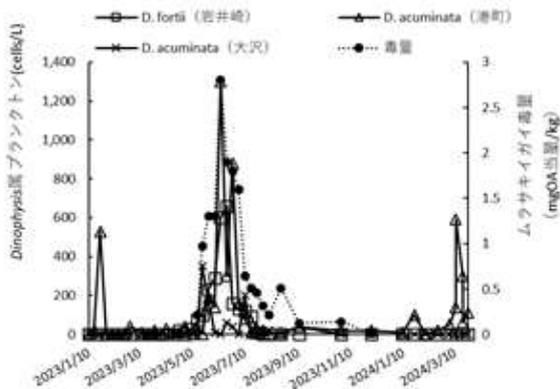


図3 気仙沼湾における下痢性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

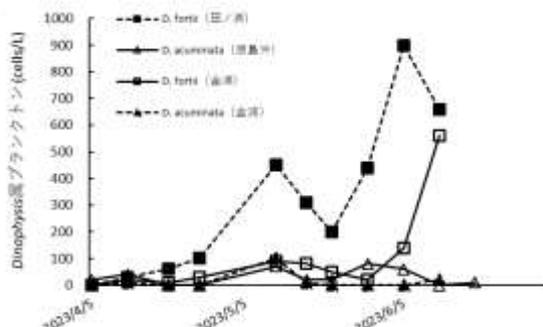


図4 志津川湾および小泉・伊里前湾における下痢性貝毒原因プランクトン出現状況の推移

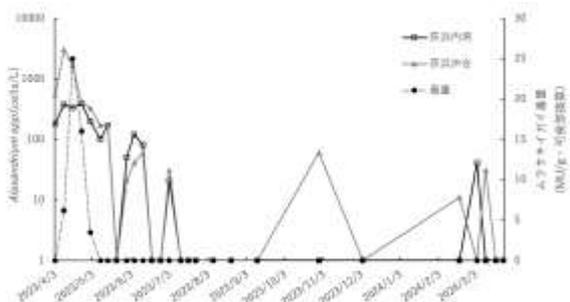


図5 荻浜定点における麻痺性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

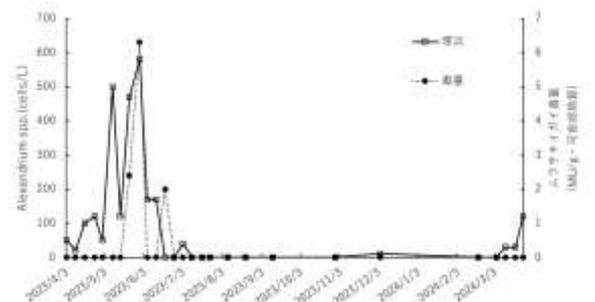


図6 塚浜定点における麻痺性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

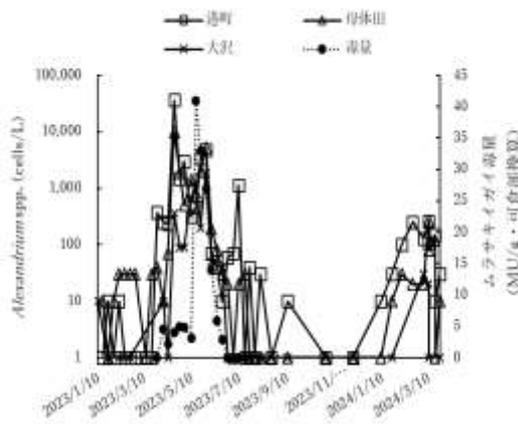


図7 気仙沼湾における麻痺性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移
(※左軸プランクトン密度は対数軸)

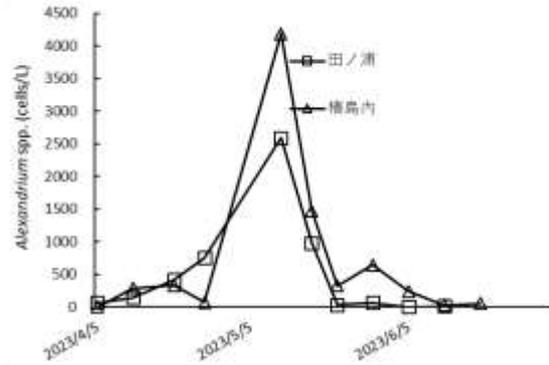


図8 志津川湾、小泉・伊里前湾における麻痺性貝毒原因プランクトン出現状況の推移

表1 下痢性貝毒による出荷自主規制状況 (令和4年1月1日より令和5年3月31日現在)

海域	対象種	規制開始時の毒量 (mgOA当量/kg・可食部)	出荷規制期間	
			規制開始	規制解除
北部海域(岩井崎)	ムラサキイガイ	0.21	R5. 5. 22	R5. 9. 14
中部海域(塚浜)	ムラサキイガイ	0.17	R5. 6. 27	R5. 8. 1
追波湾(十三浜)	ホタテガイ	0.22	R5. 5. 23	R5. 8. 22
唐桑半島東部(大沢)	ホタテガイ	0.24	R5. 5. 30	R5. 7. 18
女川湾・牡鹿半島東部(女川・谷川)	ホタテガイ	0.47	R5. 5. 30	R5. 7. 18
気仙沼湾(大島)	ホタテガイ	0.19	R5. 6. 6	R5. 7. 4
雄勝湾(水浜・立浜)	ホタテガイ	0.52	R5. 6. 13	R5. 7. 18
小泉・伊里前湾(歌津・田の浦)	ホタテガイ	0.31	R5. 6. 20	R5. 7. 25
志津川湾(戸倉・志津川)	ホタテガイ	0.21	R5. 6. 20	R5. 7. 25
唐桑半島東部(大沢)	ホタテガイ	0.20	R5. 8. 1	R5. 8. 29
追波湾(十三浜)	ホタテガイ	0.17	R5. 10. 10	R5. 10. 31
追波湾	ホタテガイ	0.17	R5. 10. 10	R5. 10. 31
雄勝湾(雄勝湾)	カキ	0.29	R5. 6. 19	R5. 7. 10

表2 麻痺性貝毒による出荷自主規制状況（令和5年1月1日より令和6年3月31日現在）

海域	対象種	規制開始時の毒量 (MU/g・可食部)	出荷規制期間	
			規制開始	規制解除
北部海域（気仙沼）	アカザラガイ	5.7	R4.2.16	R5.2.21
北部海域（気仙沼）	アカザラガイ	5.8	R5.4.11	R5.12.19
南部海域（表浜）	アカザラガイ	12.0	R5.5.16	R5.8.14
石巻湾	アカガイ	5.2	R4.8.30	R5.2.28
仙台湾沿岸	アカガイ	7.0	R4.9.27	R5.2.28
仙台湾沖合	アカガイ	9.6	R4.5.17	R5.5.16
北部海域（松岩）	ムラサキイガイ	4.1	R5.4.19	R5.7.4
中部海域（塚浜）	ムラサキイガイ	6.3	R5.5.31	R5.6.20
南部海域（荻浜）	ムラサキイガイ	6.2	R5.4.11	R5.5.16
唐桑半島東部（大沢）	ホタテガイ	7.9	R5.4.25	R5.11.14
気仙沼湾（大島・唐桑）	ホタテガイ	5.2	R5.4.11	R5.11.14
小泉・伊里前湾（歌津・田の浦）	ホタテガイ	4.2	R5.4.18	R5.10.31
志津川湾（志津川）	ホタテガイ	26.0	R5.5.2	R5.11.28
追波湾（十三浜）	ホタテガイ	4.6	R5.4.25	R5.9.26
雄勝湾（水浜・立浜）	ホタテガイ	4.3	R5.5.9	R5.10.17
女川湾・牡鹿半島東部（女川・谷川）	ホタテガイ	4.8	R5.5.16	R5.8.14
追波湾（十三浜）	ホタテガイ	9.1	R5.11.7	R5.12.12
小泉・伊里前湾（歌津）	カキ	9.1	R5.5.29	R5.6.19
志津川湾（志津川）	カキ	13.0	R5.5.22	R5.6.12
雄勝湾（雄勝湾）	カキ	6.4	R5.5.29	R5.6.19
石巻湾東部（表浜）	カキ	7.4	R5.4.17	R5.5.9
石巻湾西部（沢田）	カキ	9.0	R5.4.17	R5.5.9
追波湾（船越）	マボヤ	5.2	R5.5.16	R5.6.20
雄勝湾（雄勝湾）	マボヤ	4.2	R5.5.23	R5.6.13
中部海域（新北上川）	ヤマトシジミ	5.4	R5.6.1	R5.6.22

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

貝毒モニタリングは水産業基盤整備課作成の貝毒検査計画により引き続き実施する。

<結果の発表、活用状況等>

「貝毒原因プランクトン出現状況」：環境資源チーム計31報

「気仙沼湾・唐桑半島東部海域貝毒プランクトン調査結果」：地域水産研究チーム計31報

「志津川湾、小泉・伊里前湾貝毒プランクトン調査結果」：地域水産研究チーム計13報

2. 研究分野への活用状況

令和5年度漁場環境保全関係研究開発推進会議赤潮・貝毒部会東日本貝毒分科会報告書ほか、貝毒発生機構解明等に活用

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	カキ中のノロウイルス低減対策に関する研究
予算区分	受託
研究期間	令和5年度 ～ 令和7年度
部・担当者名	養殖生産チーム：○藤原健、上田賢一、熊谷明
協力機関・部及び担当者名	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所：松嶋良次、大島千尋 国立医薬品食品衛生研究所：上間匡 保健環境センター：佐々木美江、坂上亜希恵、山谷聡子
<p><目的> ノロウイルス等の病原性微生物に汚染されていないカキの生産を目指し、病原性微生物による人為汚染カキを作製し、亜塩素酸水やウルトラファインバブル等を用いたカキ中の病原性微生物低減法を検証することを目標とする。 これらの検証は初めに水産技術研究所で室内実験を実施し、ノロウイルスの低減効果が見られた試験については、宮城県水産技術総合センターにて実際のカキ生産海域の海水を用い、規模を拡大して検証する。本年度は、高水温海水に畜養したカキのノロウイルス低減効果について検討した。</p> <p><試験研究方法> 使用したノロウイルスは GI.7（汚染カキ作成時の終濃度 5.2 log copies/L）、GII.17（同 5.8 log copies/L）である。 汚染ガキの作成は昨年度までに確立した汚染カキ作成手順に従った。まず 200L 水槽にろ過海水 175L とカキ 70 個を収容し、止水、無給餌、水温 20℃で 1～4 日間馴致する。馴致後に 1 回目のウイルスを 1mL、24 時間後に 2 回目のウイルスを同じく 1mL 添加し、その 24 時間後に浄化を開始した。浄化は 25℃で 24 時間としたが、GII.17 については浄化時間を 2～7 日間に延長した試験も実施した。供試したカキはノロウイルスの定量まで 80℃で保存した。 ノロウイルスの定量は感染性推定遺伝子検査法（推定法）と ISO 法で実施した。推定法は保健環境センターにて、ISO 法は検体を水技研に送付し（一社）海事検定協会で実施した。なお推定法では 5～6 個体を個体別に定量したが、ISO 法では 7～8 個体をプールした 2 検体を定量した。</p> <p><結果の概要> GI.7では浄化しない汚染ガキの中腸線のウイルス量は4.0～4.3 log copies/L、25℃で24時間浄化後は3.7～3.9 log copies/Lとやや減少したが有意差はなかった。GII.17では汚染ガキでは5.1～5.2 log copies/L、25℃で24時間浄化後は5.0～5.3 log copies/Lで、減少はみられなかった（図1）。 GII.17について浄化時間を2～7日間に延長したところ、中腸線のウイルス量は浄化しない汚染ガキと比較し浄化後では特に4日後以降は明らかに減少した。これは推定法、ISO法いずれも同様であった。なお有意差は推定法で3日目以降から認められた。（図2）</p>	

<主要成果の具体的なデータ>

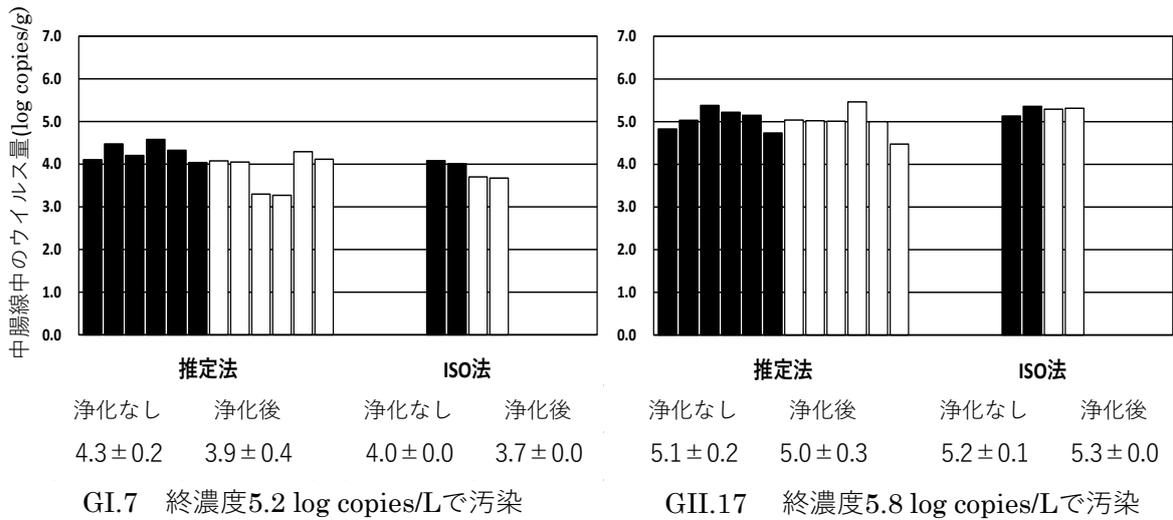
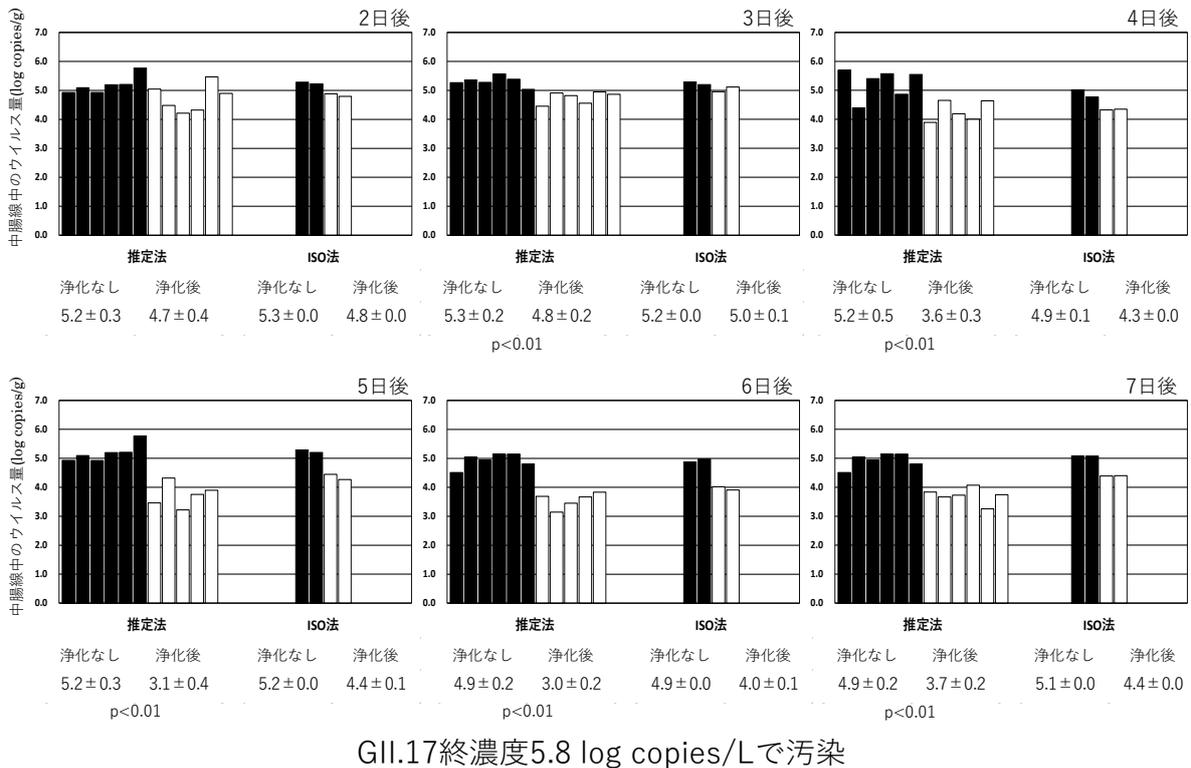


図1 カキ中腸線中のウイルス量 (25°C24時間浄化)



GII.17終濃度5.8 log copies/Lで汚染

図2 カキ中腸線中のウイルス量 (25°C2~7日間浄化)

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

水産技術研究所で実施した室内実験においてマイクロファインバブルや高 pH による浄化効果が認められたことから、これらについて検証する。

<結果の発表、活用状況等>

委託元の実績報告書を提出した。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	養殖衛生管理体制整備事業
予算区分	国補
研究期間	令和3年度～令和7年度
部・担当者名	養殖生産チーム：○本庄美穂、本田麻衣、熊谷明 気仙沼水産試験場：○長田知大
協力機関・部及び担当者名	宮城県漁業協同組合 内水面水産試験場 気仙沼地方振興事務所水産漁港部、東部地方振興事務所水産漁港部
<p><目的></p> <p>本事業では、養殖水産物の安全性の確保を図ることを目的として、水産用医薬品の適正使用等の養殖衛生管理指導、疾病の発生予防・蔓延防止策の指導を行う。また、マボヤ被囊軟化症（特定疾病）について、「マボヤ被囊軟化症防疫対策指針」に基づき定期調査を行い、県内の発生状況を把握する。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 養殖衛生管理指導</p> <p>(1) 水産用医薬品の適正使用指導 水産用ワクチンや抗菌剤等の水産用医薬品について適正使用の指導および使用実態調査を実施した。</p> <p>(2) 着地検査</p> <p>①令和4年度群：令和4年12月～翌1月に県内に導入されたギンザケ輸入卵（2件）とニジマス輸入卵（1件）について、4月から6月まで月1回、健康状態等について調査を行った。また5月からギンザケ（1件）が県外からの移動により追加された。</p> <p>②令和5年度群：令和5年12月～翌1月に導入されたギンザケ輸入卵（3件）及びニジマス（2件）について、1月から3月まで月1回、健康状態等について調査を行った。</p> <p>2 疾病の発生予防・蔓延防止</p> <p>(1) 魚病診断・薬剤耐性菌の調査 県内養魚場等から依頼される魚病診断を実施した。ビブリオ病、せつそう病および冷水病については、薬剤感受性試験を実施し、薬剤耐性菌の出現動向を調べた。</p> <p>(2) マボヤ被囊軟化症調査 水温上昇期の6～7月及び低水温期の2～3月の年2回、21定点において、任意に抽出した筏（3～5台/地点）1台当たり3本程度の養殖ロープの上部8株について、触診を行い、軟化個体数を把握するとともに、遺伝子検査（PCR）により確定診断を行った。</p> <p>(3) コイヘルペスウイルス（KHV）病対策 県内養鯉場1カ所において、4月および10月の2回、コイ各30尾を対象に、KHVの保菌検査を行った。また、ため池と河川でマゴイのへい死が発生した際に、KHV検査を実施した。</p> <p>(4) アユの冷水病等対策 アユ養魚場等2カ所において、各60尾を対象に冷水病及びエドワジエラ・イクタルリの保菌検査を行った。</p>	

<結果の概要>

1 養殖衛生管理指導

(1) 水産用医薬品の適正使用

ビブリオ病ワクチンの使用指導書を11件、水産用抗菌剤使用指導書を3件発行し、適正使用について指導した。また、R5年1～12月における水産用医薬品の使用状況についてアンケート調査を実施した。

(2) 着地検査

- ①令和4年度群：全て良好であった。
- ②令和5年度群：全て良好であった。

2 疾病の発生予防・蔓延防止

(1) 魚病診断・薬剤感受性試験

内水面の魚病診断を25件（前年度21件）、海面の魚病診断を26件（前年度22件）の合計51件実施した。内水面では、ギンザケが15件と最も多く、疾病では細菌性冷水病が7件（混合感染含む）、ギンザケのEIBS（赤血球封入体症候群）が5件（混合感染含む）と多く、他にはせっそう病、細菌性鰓病、連鎖球菌症などが確認された。また、河川やため池、用水路等での魚類へい死事故が多発し、高水温が原因と考えられるアユのへい死が河川で発生した。海面では、ホヤの被囊軟化症が16件と最も多く、高水温の影響で夏腐れや被囊軟化症の被害が目立った。また、ギンザケの海面搬入後にせっそう病2件、EIBS1件が確認された他、高水温の影響や海水馴致不良と考えられたへい死が5件あり、痩せや小型の魚が多かった。

薬剤感受性試験では、一部の菌株で薬剤耐性がみられた。ギンザケから分離したせっそう病の菌株で、SMMXとSIZで－（効かない）、OAで++（効きにくい）、連鎖球菌症の菌株で、OAで+（ほとんど効かない）であった。

(2) マボヤの被囊軟化症調査

6～7月調査では、既発生海域5海域で発生を確認した。全体では軟化個体の割合は6.5%で前年同時期（2.7%）より増加した。また2～3月調査では、軟化個体は確認されなかった。

(3) KHV病対策

保菌検査及びため池、河川での死亡魚の検査ともに、KHVは全て陰性であった。

(4) アユの冷水病等対策

冷水病及びエドワジエラ・イクタルリの保菌検査は全て陰性であった。

<主要成果の具体的なデータ>

表1 令和5年度魚病診断件数

(1)内水面

魚病名	月別														魚病内訳			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計	ギンザケ	ニジマス	イワナ	その他	
細菌性冷水病		3		1						1			5	2	2	1		
せっそう病			1			1							2	1		1		
細菌性鰓病				2									2	1	1			
連鎖球菌症				1									1	1				
EIBS			1	3									4	4				
IHN+細菌性冷水病							1						1		1			
EIBS+細菌性冷水病			1										1	1				
不明	1	2	1	2	1								7	4		1	2	
その他					2								2	1			1	
合計	1	5	4	9	3	1	1	0	0	1	0	0	25	15	4	3	3	

(2)海面

魚病名	月別														魚病内訳			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計	ギンザケ	ホシガレイ	マボヤ	その他	
せつそう病								2				2	2	2				
EIBS							1					1	1					
被囊軟化症			3	13								16			16			
不明												0						
その他							1		2	3	1	7	6				1	
合計	0	0	3	13	0	0	1	1	4	3	1	0	26	9	0	16	1	

表2 令和5年度薬剤感受性試験

病原菌	月	魚種	OTC (テラマイシン酸他)				OA(パラザン他)				FF(アクアフェン他)				SMMX(ダイメトン他)				SIZ(イスラン他)			
			-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++
細菌性冷水病	5	ニジマス	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	1
細菌性冷水病	5	ギンザケ	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
せつそう病菌	6	イワナ	0	0	0	3	感性*				0	0	0	3	NT				NT			
せつそう病	10	ギンザケ	0	0	0	3	感性*				0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	0	3
せつそう病	12	ギンザケ	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0
連鎖球菌症	7	ギンザケ	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2

-:効かない,+:ほとんど効かない,+:効きにくい,+++:よく効く

*新しく基準が変更(耐性、中間、感性)

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・魚病診断や保菌検査を迅速に実施し、疾病の発生予防・蔓延防止策の指導を行う。
- ・マボヤの被囊軟化症については、継続して発生状況を注視し、蔓延防止策を継続する。

<結果の発表、活用状況等>

- ・魚病診断結果に基づき、治療方法、防疫対策等の指導を実施した。
- ・サケマス類の魚病発生状況等の報告(令和5年6月 全国養鱒技術協議会魚病対策研究部会)
- ・「水産防疫について」(令和5年8月 青年漁業士養成講座)
- ・魚病発生状況等の報告と話題提供(令和5年11月 東北・北海道魚類防疫地域合同検討会)
- ・カキのへい死について話題提供(令和5年12月 魚病症例研究会)
- ・魚病発生状況等の情報提供(令和6年3月 宮城県魚類防疫推進会議)

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	秋さけ来遊資源安定化推進事業
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和7年度
部・担当者名	養殖生産チーム：○白石一成 気仙沼水産試験場：小野寺淳一
協力機関・部及び担当者名	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産資源研究所
<p><目的> 本県のサケ資源は、長年にわたるふ化放流の努力と海面漁業者からの協力によって人為的に造成されたものであり、沿岸漁業の漁家経営や関連産業を支える重要な漁業資源となっている。しかし、ふ化放流事業の根幹を成すふ化場の老朽化や捕獲・飼育従事者の高齢化等が進んでおり、稚魚飼育作業等について一層の効率化等を図るなど安定した増殖事業の実施体制を確立する必要がある。このため、計画的な採捕、採卵、飼育、放流に至る一連の作業に関する調査・指導、適正な資源管理のための回帰資源動向調査、来遊予測および稚魚沖合移動時期の調査を実施し、ふ化放流事業の安定とサケ資源の造成を図る。</p> <p><試験研究方法> 1 回帰資源動向調査 (1) 沿岸漁獲状況調査 魚市場別旬別漁獲数について、水産業基盤整備課が集計したデータを取りまとめて、来遊予測の基礎資料とした。 (2) 河川捕獲状況調査 河川別旬別捕獲数について、水産業基盤整備課が集計したデータを取りまとめて、来遊予測の基礎資料とした。また、年齢組成については、各ふ化場が採取した鱗を用い、その年輪の数によって年齢を査定した。 (3) 来遊予測 シブリング法により 2023(令和5)年度の来遊数を予測した。</p> 2 沿岸環境調査 本県沿岸の水温について、「漁海況情報」から得たデータ等とサケ適水温との関係を検討した。 3 生産技術調査：サケふ化場の技術指導を実施した。 (1) 稚魚沖合移動時期の調査 沿岸域における稚魚の沖合移動時期とサイズ等を明らかにし、稚魚放流適期等の再検討に資することを目的に、本県沿岸11カ統の定置網採捕魚の入網時期、サイズ等を調査した。 (2) サケ遡上群に係る調査 早期遡上群のサケ稚魚に、耳石標識[ALC等]を施して放流したのち、回帰時期の親魚の状況等を調査し、早期遡上群の有用性を確認することで、資源の造成に役立てる。 (3) 餌料添加物効果等調査 抗菌性等が報告されている、アスタキサンチンをフィードオイルと共に餌料に添加して、フィードオイルのみの添加区、無添加の対照区と比較することで、効果を検討する。 (4) サケ稚魚餌料環境調査 県沿岸域で得られたネットサンプル等について、過去と現在の餌料プランクトンの種別又は属別の組成や個体数を調査し、餌料環境の状況等を比較する。 <p><結果の概要> 1 回帰資源動向調査 (1) 沿岸漁獲状況調査</p>	

本県の沿岸漁獲数は13千尾（対前年比41%）であった。漁獲のピークは11月上旬であり、漁期を通じて低水準で推移した（図1）。

（2）河川捕獲状況調査

本県の河川捕獲数は5千尾（対前年比33%）であった。捕獲状況は沿岸漁獲状況と同様に低調であった（図2）。来遊魚の単純回帰率（今期の来遊数/4年前の稚魚放流数）は0.1%で、前年度と同様に低水準であった（図3）。河川全体の年齢組成は、3年魚 51.0%、4年魚 42.2%、5年魚 6.3%であった。例年、来遊の主体となる3～5年魚のうち、3年魚と4年魚の比率が高かった（図4）。

（3）来遊予測

近年の低水準の来遊に対して「シブリング法」が、実績値に近い予測値を算出できると考えられた。「シブリング法」は、同一年級群（放流年が同じ）の若齢魚から翌年の年齢群を推定する方法である。本手法による2023年度の来遊予測値は2万9千尾であり、実績値1万8千尾の予測値に対する比率は62%であった。（図5）。

2 沿岸環境調査

4～5月がサケ稚魚の沿岸滞留期であり、この時期の水温変動等は稚魚の成育にマイナスの影響を及ぼすことが知られている。2023年4～5月の表面水温等の海況は、いずれも平年並みから平年より高めであって、稚魚の成育に良い条件ではなかったと考えられた。

また、10～11月が親魚の沿岸来遊期であり、この時期の大きな海洋環境変化は親魚の来遊に影響を与えることが知られている。2023年10～11月の宮城県沖合水温等の海況は、平年より高めであった。

3 生産技術調査

県内のサケふ化場（図6）に対して水産資源研究所さけます部門、仙台・東部・気仙沼水産漁港部と連携してふ化場巡回を行い、それぞれの体制に応じた採卵、卵管理及び仔稚魚管理等の飼育技術指導を実施した。ふ化場への技術指導等を定期的に行うことで、種卵の確保や稚魚の育成等、ふ化放流事業の安定化を図ったが、来遊数が減少したことで、親魚確保が計画どおりに行えず、自河川由来の卵による稚魚放流数は前年より減少した。

4 回帰率向上のための調査

（1）稚魚の沖合移動時期の調査

本調査において、稚魚の採捕は、4月19日から5月12日までの間に95尾認められた（図7、表1）。北部海域（歌津港）で、4月に採捕された尾又長9～10cmの群は大型群に相当し、5月に採捕された尾又長7～9cmの群は小型群に相当し、また中部海域（金華山仁王、網地島大根）で、4月に採捕された尾又長7～9cmの群は小型群に相当するとみられた。

（2）サケ遡上群に係る調査等業務

北上川の遡上群を用いて、北上川漁協大嶺ふ化場で、施標を実施。令和5年11月21日の採卵群（240千粒）に対して、12月21日から22日にかけて、ALC耳石標識を実施した。その後は、北上川漁協大嶺ふ化場で管理・育成し、令和6年3月7日に稚魚（239千尾、平均尾又長4.8cm）を放流した。また、3～6年後には、回帰親魚の施標の有無を確認し、混入率を評価する。

（3）餌料添加物効果等調査

飼育開始から終了までの尾又長の成長比並びに血糖値は、アスタキサンチン添加区とフィードオイル添加区で、無添加区よりや高い値で推移した。アスタキサンチン添加区とフィードオイル添加区の成長比並びに血糖値は、同程度で推移した（図8）。なお、供した稚魚の尾又長については、開始時は約3.5cm、終了時は約5cmであるが、試験区ごとに別水槽で行ったため、それぞれの開始時を基準とした尾又長の成長比を示した。

（4）サケ稚魚餌料環境調査

県沿岸域で得られたネットサンプル等について、過去と現在の餌料プランクトンの種組成や個体数を調査し、餌料環境の状況等を比較した。浅海定線調査でネットを用いて、春季（3～5月）に採取した餌料プランクトン等のサンプルについて、属別の個体数を計測した。調査地点は、St.4、St.6、St.11（図9）とし各採取サンプルの計測値について、採集年ごとに平均値として示した（図10）。

稚魚の放流から親魚の来遊までには3～5年を要するが、稚魚放流年の餌料環境状況と、3～5年後の来遊状況（図11）に、対応が見られなかった。近年の来遊数は、顕著な減少傾向が続いている

が、冷水性餌料プランクトンの出現状況から見て、3~5年前の沿岸餌料環境状況が、特に不良とは考えられなかった。例えば、餌料として重要な冷水性カイアシ類は、過去の豊漁年である2007~2009年頃は、一部で高い値が見られたものの、近年に比べて、常に高くはなかった。冷水性端脚類と冷水性カイアシ類については、不良年である、近年(2020年前後)も分布が確認されており、サケ親魚ほどの減少傾向は見られない。近年の親魚来遊数の減少には、地球温暖化に伴い、外洋域の環境変化の影響を受けた可能性が考えられる。なお、上記「稚魚の沖合移動時期の調査」で採取された稚魚の胃内容物調査(胃内容物中にプランクトンが見られた場合の平均値)の結果では、歌津港の*Eucalanus*属のみ高い値であったが、他は数個体程度の出現状況であった。

<主要成果の具体的なデータ>

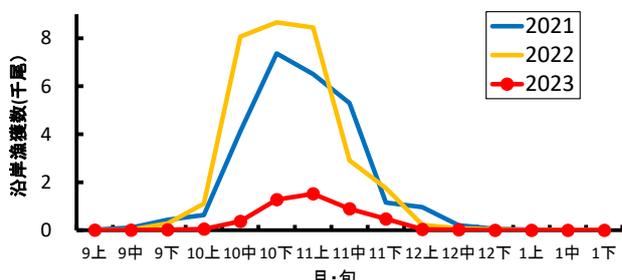


図1 旬別沿岸漁獲数

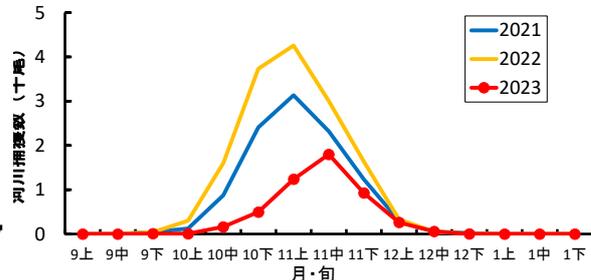


図2 旬別河川捕獲数

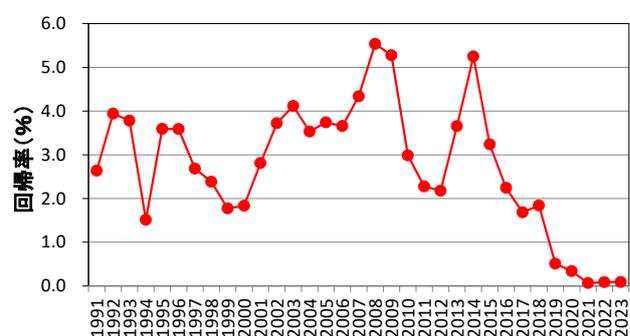


図3 単純回帰率

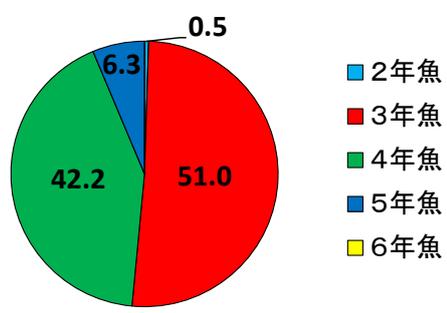


図4 年齢組成

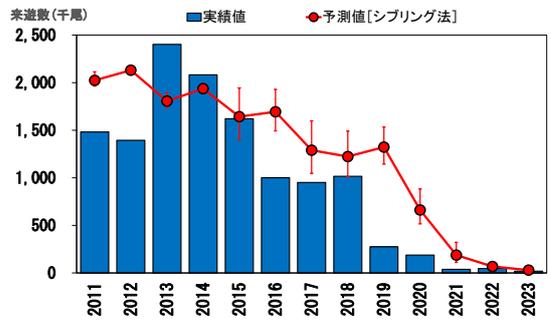


図5 来遊予測値と実績値



図6 県内のサケふ化場の位置 (宮城県さけます増殖協会 HP より)

表1 サケ稚魚採捕状況

調査定置網	調査期間	採捕数	平均尾又長 (cm)	採捕の期間
日門	4月19日～6月30日	0		
大谷三丁目	4月19日～6月30日	0		
大谷四丁目	4月19日～6月30日	0		
歌津港	4月19日～6月30日			
"	[歌津港4月採集分]	16	9.5	4月19日～21日
"	[歌津港5月採集分]	33	8.6	5月1日～12日
歌津泊崎	4月19日～6月30日	0		
江ノ島五丁目	4月19日～6月30日	0		
江ノ島三丁目	4月19日～6月30日	0		
金華山仁王	4月19日～6月30日	8	8.8	4月20日
金華山垂水	4月19日～6月30日	0		
網地島新瀬	4月19日～6月30日	0		
網地島大根	4月19日～6月30日	38	8.4	4月19～20日
合計		95		



図7 調査定置網の位置

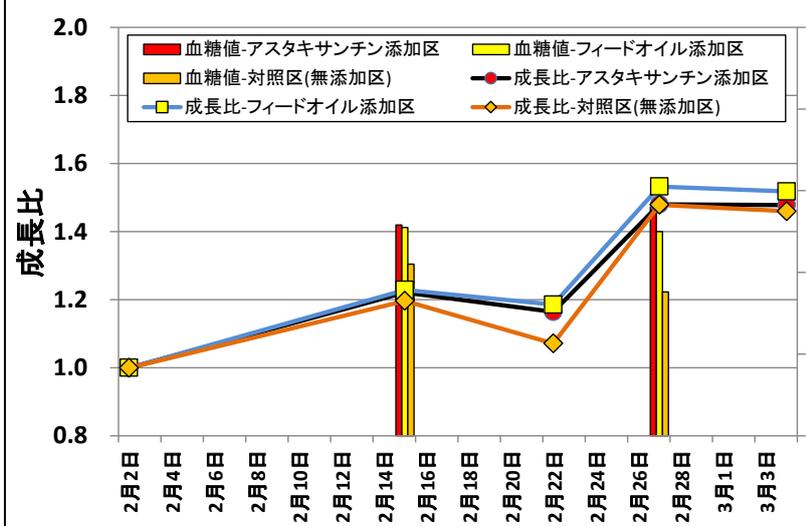


図8 餌料添加物効果等調査の結果
折線グラフは各試験区の成長比、棒グラフは各試験区の血糖値の値を示す

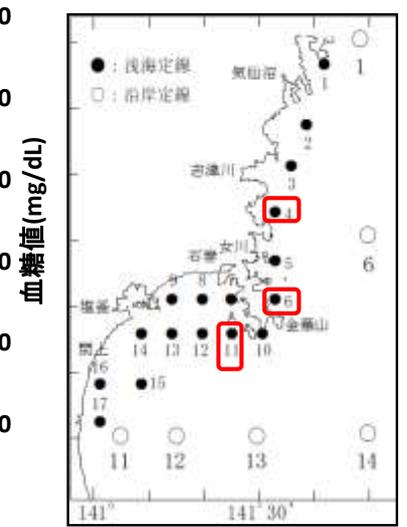


図9 調査地点
一稚魚餌料環境調査地点図

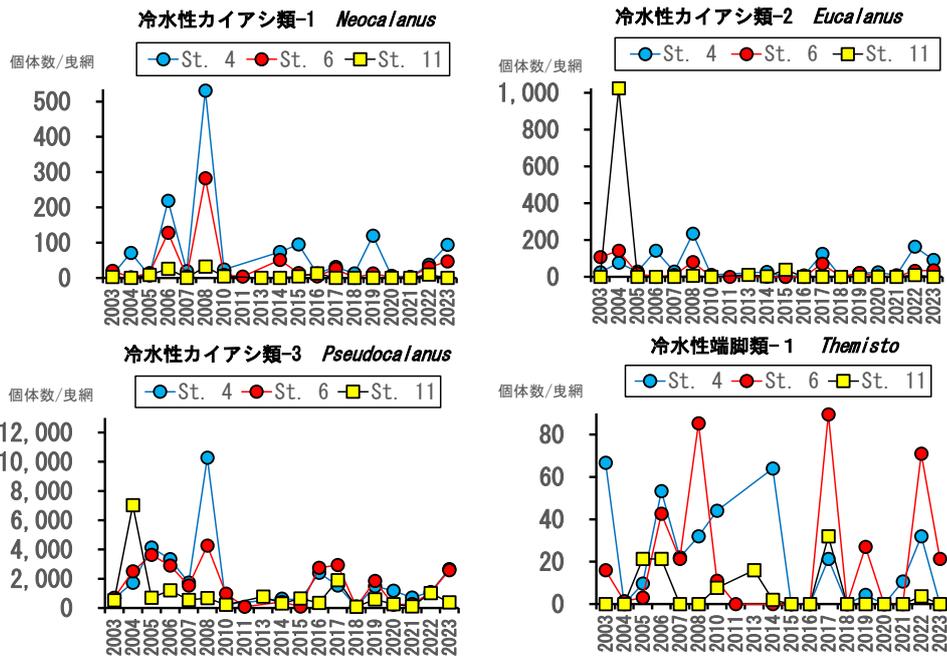


図 10 餌料プランクトンの推移ーネットサンプル調査

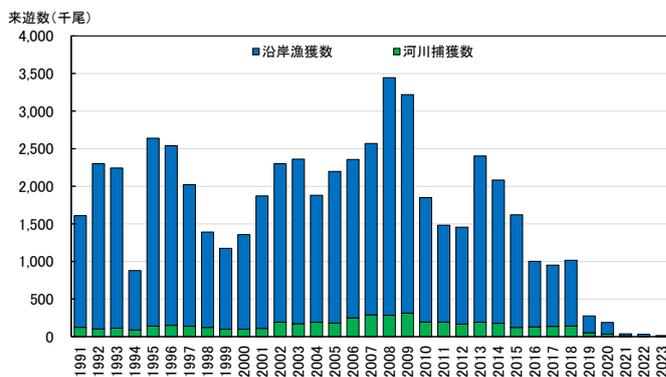


図 11 サケ来遊数の推移
来遊数は沿岸漁獲数と河川捕獲数の合計値

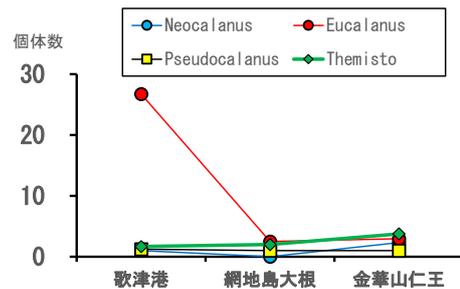


図 12 稚魚胃内容物中の餌料プランクトン数

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・サケふ化放流事業の安定と資源造成のため、引き続き、回帰資源動向調査、沿岸環境調査、生産技術調査、回帰率向上のための調査等を実施する。また、シブリング法等による来遊予測を行い、ふ化場関係者等に情報提供する。
- ・ふ化場巡回指導等により計画的な採卵の実施や適切な卵管理、稚魚管理の徹底により資源の造成を図る。
- ・近年の来遊尾数は低調に推移していることから、回帰率向上に向けた取組等を実施し、宮城県さけます増殖振興プランに定められた目標の達成を目指す。

<結果の発表、活用状況等>

- ・サケ資源動向に関するデータは、農林水産省研究ネットワークのサーバーへ情報提供することで、迅速かつ一元的に管理されている（取りまとめ機関：国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所）。これらの情報は、国や他県の機関と共有することによって、サケ資源に関する諸施策の展開や、今後の調査研究の基礎資料として役立っている。本県においても増殖体制における基礎資料として、更にはふ化放流団体等への指導等に大きな役割を果たしている。
- ・来遊状況、来遊予測等について、サケ増殖団体主催の研修会や内水面漁場管理委員会において報告している。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	伊達いわな販路拡大・生産体制強化事業
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和5年度
部・担当者名	内水面水産試験場 ○森山祥太、君島裕介
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的> 内水面水産試験場で開発したイワナ全雌三倍体については、県内養魚場へ種苗を配布し、平成25年に「伊達いわな」と命名してブランド化を進め、翌26年から市場への出荷が行われている。当场では量産化技術確立のため、温度処理（倍加処理）方法の再検討や卵管理方法の改良等を行ってきた。今後、伊達いわなの更なる普及のため、種苗増産と配布に加え生残率向上を図るもの。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 イワナ全雌三倍体の種苗生産</p> <ul style="list-style-type: none"> ・週2回の熟度鑑別を行い、鑑別後の翌日に雌親魚から採卵した卵を、1回あたり10～20千粒を目安に受精から10分後、28℃の温水に15分間浸漬する温度処理を行った。温度処理後、受精卵を1時間吸水させ、アトキンスふ化槽に収容して発眼卵まで管理し、検卵時に発眼率を算出した。 ・検卵した発眼卵をアトキンスふ化槽およびFRP水槽でふ化まで管理し、ふ化後は仔稚魚をFRP水槽で育成した。 <p>2 民間養魚場への種苗配布</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和4年に作出したイワナ全雌三倍体種苗を育成し、スリット型選別器により小型魚や奇形魚を分別した後、民間養魚場へ有償配布した。 <p>3 令和4年作出群の三倍体化率の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当场で令和4年に倍加処理したイワナと継代しているイワナの血液塗沫標本を作製し、赤血球長径を測定して三倍体化率を確認した。 <p>4 性転換雄（偽雄）の作出</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全雌二倍体イワナについて、ふ化後90日間17α-メチルテストステロンに浸漬させ、雄化ホルモン処理を行った。 <p>5 イワナ全雌三倍体の親魚候補の継代飼育</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当场で継代飼育している荒川系（1989年に鳴瀬川水系荒川で採集した天然魚から継代）と栗駒系（栗駒山の枝沢由来の天然魚を継代飼育していた養殖魚を1980年に導入し継代）から採卵した。また、令和元年に作出した偽雄を使用し、全雌二倍体を作成した。 <p><結果の概要></p> <p>1 イワナ全雌三倍体の種苗生産</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和5年10月17日から11月1日までのうち計6日間で雌親魚539尾から515千粒採卵し、計34回温度処理を行った。収容後、得られた発眼卵は240千粒で、発眼率は平均46.7%（18.7～59.1%）であった。また、ふ化率は平均55.6%（40.0～65.7%）であった。（表1・2） <p>2 民間養魚場への種苗配布及び温度処理指導</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和4年に生産したイワナ全雌三倍体種苗について、14,000尾を民間養魚場（4経営体）へ有償配布した。 ・民間養魚場1経営体に偽雄を提供し、温度処理等の技術指導を行い、イワナ全雌三倍体の作出を 	

支援した。

3 令和4年作出群の三倍体化率の確認

- ・当場で令和4年に倍化处理したイワナ56尾とイワナ継代群9尾の赤血球長径を測定した結果、倍化处理したイワナすべての赤血球が大型化しており、三倍体化率は100%であった。(図1)

4 性転換雄（偽雄）の作出

- ・令和5年11月2日に採卵した全雌二倍体イワナ2千尾について、ふ化後90日間17 α -メチルテストステロンに浸漬させ、雄化ホルモン処理を行った。

5 イワナ全雌三倍体の親魚候補の継代飼育

- ・採卵数は38千粒で、令和元年度に作出した偽雄を用いて全雌二倍体を作成した。全雌二倍体の発眼率は、同日採卵したイワナ継代群（通常二倍体イワナ）の発眼率と同等であった。(表3)

<主要成果の具体的なデータ>

表1 イワナ全雌三倍体種苗生産実績の推移

年度	処理卵数 (千粒)	1回あたり 処理卵数 (千粒)	発眼卵数 ① (千粒)	発眼率 (%)	稚魚尾数② (2~5g/尾) (千尾)	生残率 (②/①) (%)
平成23年	295	-	8	2.8	-	-
平成24年	1,029	41.2	148	14.4	-	-
平成25年	588	29.4	32	5.4	-	-
平成26年	687	7.7	214	31.1	50	23
平成27年	338	12.5	93	27.6	15	16
平成28年	515	13.2	189	36.7	22	11
平成29年	553	12.0	226	41.0	41	18
平成30年	462	9.6	171	36.9	42	25
令和元年	594	13.5	206	34.7	57	28
令和2年	640	20.6	164	25.6	42	26
令和3年	640	20.0	140	22.9	52	37
令和4年	469	19.5	182	37.1	34	19
令和5年	515	15.1	240	46.7		
平均	563	17.9	155	27.9	39	22.6

表2 R5年度イワナ全雌三倍体種苗生産実績内訳

採卵日	採卵数 (粒)	発眼卵 (粒)	発眼率 (%)	発眼卵収容水槽	ふ化率 (%)
10月17日	99,286	41,757	42.1	アトキンスふ化槽	42.4
10月20日	76,178	38,349	50.3	アトキンスふ化槽	65.4
10月24日	107,181	63,295	59.1	アトキンスふ化槽	65.7
10月27日	103,316	52,447	50.8	アトキンスふ化槽	59.8
10月31日	102,809	39,500	38.4	アトキンスふ化槽	40.0
11月1日	26,080	4,874	18.7	アトキンスふ化槽	40.0
合計	514,850	240,222	46.7		55.6

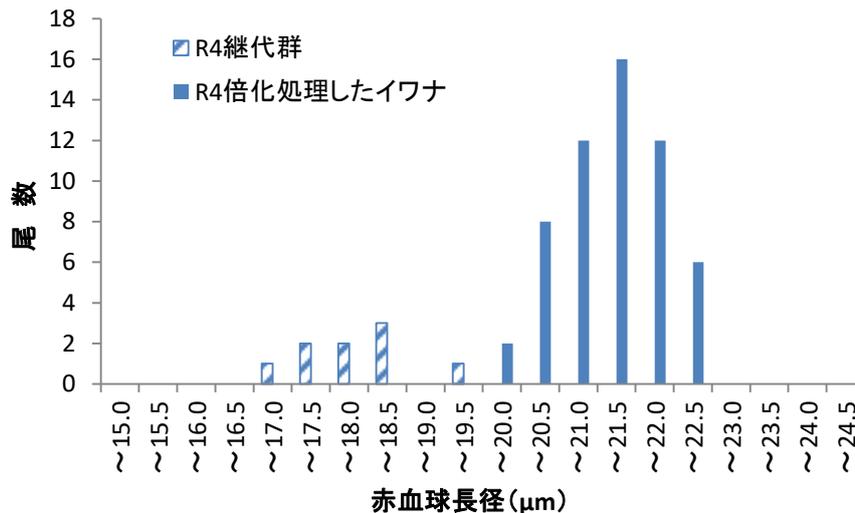


図1 令和4年に倍化処理したイワナとイワナ継代群の赤血球長径平均値の分布

表3 通常二倍体イワナ・全雌二倍体イワナの採卵実績

採卵月日	系統	作出年度	雌 (尾数)	雄 (尾数)	採卵数 (百粒)	発眼卵 収容数 (百粒)	発眼率 (%)
① R5年11月2日	荒川・栗駒	H30,R1	30	30	349	30	88.7
② R5年11月2日	荒川・栗駒(全雌)	H30,R1	30	30	382	70	89.9

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・令和4年に作出し、令和5年に配布したイワナ全雌三倍体種苗の生残率は19%と前年を下回る結果となった。これは、稚魚を育成する水槽内にイタチが侵入し食害されたためであり、以後は食害防除のため水槽の上にトリカルネット等を設置して小動物の侵入防止を図っている。
- ・また、これまで課題であったイワナ全雌三倍体種苗の奇形（下顎の変形）については、給餌方法の見直し（自動給餌機から手まき給餌へ）を図り、奇形率を11%から5%程度まで半減させることができた。このことにより、奇形魚除去作業を大幅に削減でき、出荷できる歩留まりが向上したことから、今後も再現性を確認する。

<結果の発表、活用状況等>

- ・令和6年度伊達いわな振興協議会で報告予定。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖																						
研究課題名	栽培漁業事業化推進事業（アカガイ・エゾアワビ）																						
予算区分	国補																						
研究期間	平成29年度～																						
部・担当者名	養殖生産チーム（種苗生産施設） ○藤原健、大友強、岩淵龍一																						
協力機関・部及び担当者名																							
<p><目的> 震災以前の本県アワビの漁獲量は、最盛期 250t、漁獲金額は 20 億円程度で岩手県に次ぐ国内第 2 位であり、沿岸漁業の重要な磯根資源であった。また、本県を代表するブランド魚種のアカガイについては、平成 12 年度までは 300t 前後の漁獲量であったが、近年は資源量が減少している。 震災後のアワビおよびアカガイの漁獲量は、それぞれ 100t 前後で推移しており、平成 27 年に再建した種苗生産施設で、国の支援事業を活用して種苗生産を再開していたが、国の支援事業の縮小に伴い、引き続き県の事業として再開し、栽培漁業対象魚種の種苗生産・放流を行い、資源管理を継続する必要がある。</p> <p><試験研究方法> アカガイについては平均殻長 2mm、50 万個を目標に種苗生産を行った。エゾアワビについては、宮城県から委託を受けた（公財）宮城県水産振興協会が、種苗生産施設を使用して、成熟促進したエゾアワビから令和 5 年 3～4 月に採卵・採苗し、放流用アワビの種苗生産を行った。また、前年度から継続飼育していた令和 4 年採苗群を県内の漁協に配布した。</p> <p><結果の概要> （アカガイ種苗生産） 親貝は仙台湾で採取されたものを用い、7月に採卵を行った。回収した浮上幼生は500ℓパンライト水槽8槽を用いて止水方式で飼育した。着底期にプラスチック製のテープで作成した採苗器（通称リボン型採苗器）を投入し、これに付着させて飼育した。10月に渡波漁船漁業協同組合、11月に仙南4地区小型底びき網漁業連絡協議会にそれぞれ37千個ずつ配布した（表1）。 （アワビ種苗生産） （公財）宮城県水産振興協会が生産したエゾアワビ種苗（令和4年採苗群）934千個を6～7月及び10～11月に宮城県漁業協同組合各支所と牡鹿漁業協同組合に配布した（表2）。 （公財）宮城県水産振興協会が、令和5年3～4月に計3回の採卵を実施した（表3）。その後、10～12月にかけて剥離・選別を実施し、約130万個の種苗を令和6年度の配布に向けて継続飼育している。</p> <p><主要成果の具体的なデータ> （アカガイ種苗生産）</p> <p>表1 アカガイ種苗生産・配布状況</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>採卵誘発月日</th> <th>ふ化幼生 収容数 (千個)</th> <th>生産 個数 (千個)</th> <th>配布先</th> <th>配布日</th> <th>配布 数量 (千個)</th> <th>平均 殻長 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">7月24日</td> <td rowspan="2">6,000</td> <td rowspan="2">75</td> <td>仙南4地区小型底曳き網漁業連絡協議会</td> <td>11月14日</td> <td>37.5</td> <td rowspan="2">3.0</td> </tr> <tr> <td>渡波漁船漁業協同組合</td> <td>10月30日</td> <td>37.5</td> </tr> </tbody> </table>							採卵誘発月日	ふ化幼生 収容数 (千個)	生産 個数 (千個)	配布先	配布日	配布 数量 (千個)	平均 殻長 (mm)	7月24日	6,000	75	仙南4地区小型底曳き網漁業連絡協議会	11月14日	37.5	3.0	渡波漁船漁業協同組合	10月30日	37.5
採卵誘発月日	ふ化幼生 収容数 (千個)	生産 個数 (千個)	配布先	配布日	配布 数量 (千個)	平均 殻長 (mm)																	
7月24日	6,000	75	仙南4地区小型底曳き網漁業連絡協議会	11月14日	37.5	3.0																	
			渡波漁船漁業協同組合	10月30日	37.5																		

(アワビ種苗生産)

表2 令和5年度エゾアワビ種苗(令和4年採苗群)の地区別配布実績(千個)

北部		中部		南部		合計	
計画	実績	計画	実績	計画	実績	計画	実績
540	468	283	251	235	216	1,058	934

表3 エゾアワビ種苗生産状況(令和5年採卵群)

採卵日	採卵数 (千個)	ふ化幼生数 (千個)	投入幼生数 (千個)
令和5年3月6日	7,270	4,525	2,880
令和5年3月26日	9,235	4,110	3,055
令和5年4月3日	8,060	2,345	1,675
計	24,565	10,980	7,610

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

(アカガイ種苗生産)

採卵の技術開発及び種苗生産の安定化・効率化を図る。

(アワビ種苗生産)

(公財)宮城県水産振興協会に委託して種苗生産を実施し、適切な飼育管理により安定的に生産する。

<結果の発表、活用状況等>

特になし。