

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

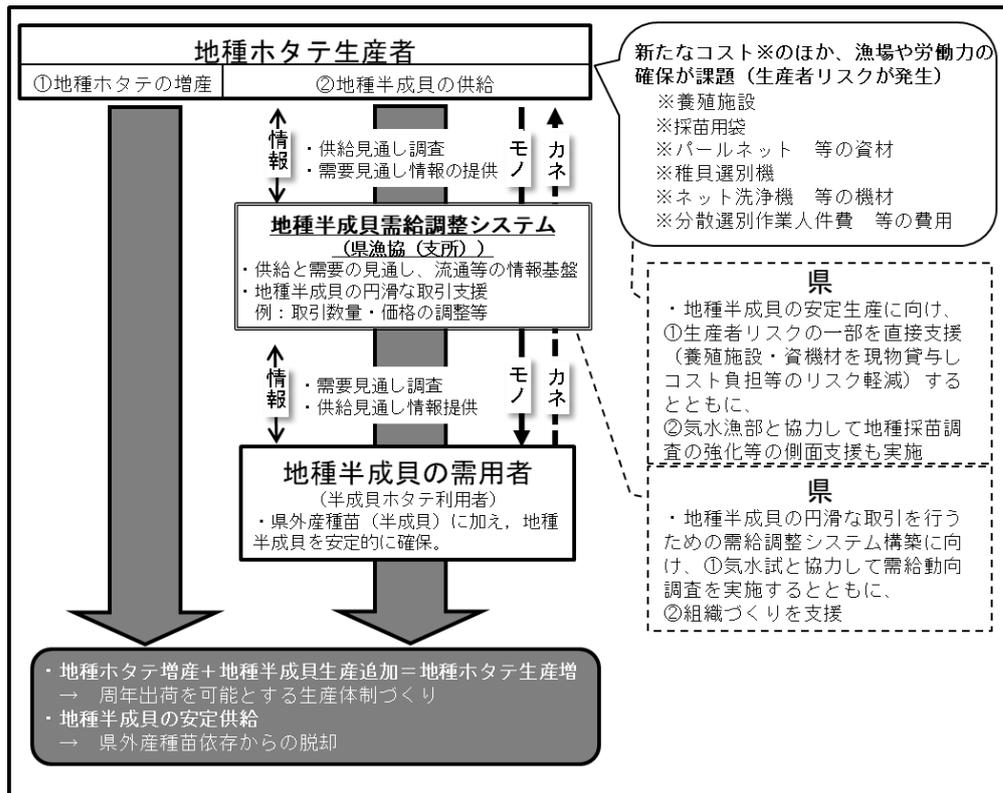
課題の分類	増養殖技術
研究課題名	養殖振興プラン推進事業（ホタテガイ地先種苗安定確保促進事業）
予算区分	県単
研究期間	平成28年度～令和2年度
部・担当者名	養殖生産チーム：熊谷明，企画・普及指導チーム：菊池亮輔 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：齋藤憲次郎，地域水産研究チーム：押野明夫
協力機関・部及び担当者名	気仙沼地方振興事務所水産漁港部 東部地方振興事務所水産漁港部

<目的>

本県ホタテガイ養殖における県外産半成貝種苗への依存度を下げするため、地先種苗（地種）増産の取組みを強化する。また、地種増産の拠点づくりを進め、県産の半成貝・小型貝の供給体制を構築し、本県ホタテガイ養殖生産ならびに周年出荷の安定化を図る。

<試験研究方法>

- （1）販売用の地種を新たに生産・増産するのに必要な資材（パールネット等）の貸与
- （2）地種採苗に係る調査の強化
- （3）地種半成貝の需給調整システム構築に向けた需給動向調査と組織づくり
- （4）移入半成貝の生育状況調査



年間スケジュール(唐桑地区)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
養殖作業スケジュール		採苗袋投入		選別分散(1回目)				選別分散(2回目)				
事業実施内容	浮遊幼生調査			資材貸与(1回目)				資材貸与(2回目)				資材貸与(3回目)
			地種半成貝供給									

<結果の概要>

- (1) 地種生産体制強化（増産・半生貝供給）に向けた生産者支援
 - ・気仙沼市階上地区、大谷地区のホタテ養殖業者計10経営体に対し、ホタテガイ地先種苗（地種）の増産に必要な養殖カゴ、浮き球、養殖ロープ等の資材を貸与するとともに、採苗及び分散等の作業毎に技術指導を行った。
 - ・十三浜地区の協力漁業法人1経営体に対し、地種の増産及び半成貝供給（計6万枚）に必要な養殖カゴ、浮き球等の資材を貸与した。また、平成29年に十三浜で採苗した半成貝を、平成30年10月から女川地区で試験養殖し、5月に生残を確認した結果、沖側漁場では生残率97%、平均殻長11.4cm、岸側漁場では同90%、12.2cmと生残、成長とも良好であった。
- (2) 地種採苗に係る調査の強化
 - ・従来調査では、海中の浮遊幼生数と試験採苗器への付着稚貝数の把握は水深10m層で行っていたが、唐桑地区においてはさらに水深20m層でも実施し、従来よりも広範囲に調査を行った。調査結果は「ホタテガイ採苗通報」に盛り込み漁業者に提供した。
 - ・中部地区でも採苗調査を行い、適期に採苗器が投入されたが、その後の生残が悪く、令和2年出荷分の稚貝が確保できなかった。
- (3) 地種半生貝等の需給調整システム構築に向けた需給動向調査と組織づくり
 - ・気仙沼地方振興事務所水産漁港部及び関係支所の調整により、受給調整システムが構築された結果、歌津支所等の生産者に小型貝74千枚（R1採苗）、唐桑支所の生産者に半成貝9千枚（H30採苗）が種苗として配付された。
 - ・東部地方振興事務所水産漁港部及び女川支所の調整により、女川支所の生産者に半成貝9.8千枚（H30採苗）が配布された。
- (4) 移入半成貝の生育状況調査
 - ・近年、県外から移入した半成貝のへい死が課題となっていることから、令和元年11月に唐桑地区に移入された半成貝について令和2年3月にへい死状況等の調査を行った。

<主要成果の具体的なデータ>

①県北部

- 唐桑支所 : 小型貝 10 千個を生産し、志津川支所へ配付
(1月17日: 平均殻長 30~40mm)
半成貝 9 千個 (H30 採苗) を生産し、同地区内の他漁業者へ配付
(5月17日: 平均殻長 60~70mm)
- 気仙沼地区支所: 小型貝 35 千個を生産し、志津川支所へ配付
(12月10日: 平均殻長 30~40mm)
- 大谷本吉支所 : 小型貝 29 千個を生産し、歌津支所へ 23 千個、志津川支所へ 6 千個配付
(1月14日: 平均殻長 30~40mm を歌津支所, 1月23日: 平均殻長 30~40mm を志津川支所)

②県中部

- 十三浜支所 : 半成貝 9.8 千枚を生産し、女川町支所へ配布
(6月20日: 4.8 千枚 (平均殻長 85 mm), 12月6日: 5 千枚 (平均殻長 91 mm))

(4) 移入半成貝の生育状況調査

令和2年3月に実施した調査では、へい死率は1割未満であった。

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・今後の地種ホタテの増産に向けて、①養殖筏増設に伴う資材等の投資コストの増加、②分散・選別等の作業量増加に伴う労働力不足の2点が課題となっている。
- ・今年度は昨年度に引き続き、①投資コスト増の課題に対し、必要資材の現物貸与により支援したが、次年度以降は協力経営体の増加について検討し、②労働力不足の課題解決を図る。
- ・中部地区においては、採苗不良で稚貝が確保出来なかったことから、採苗後の監視を強化し、種苗の安定確保に向けた指導を継続する。

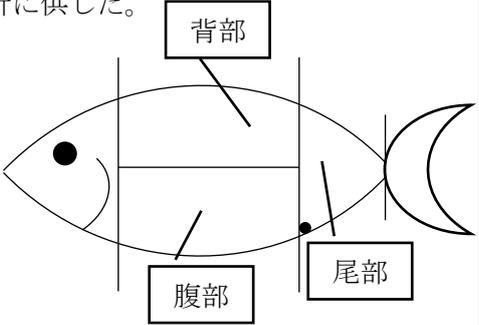
<結果の発表，活用状況等>

- 「令和元年度ホタテガイ採苗通報」の全 12 報のうち 8 報に「(2) 地種採苗に係る調査の強化」で実施した調査結果を盛り込み，漁業者等へ情報提供した。
- 本事業を活用したことで，ホタテガイの放卵の遅れ等により種苗が不足したホタテガイ漁業者（歌津地区等）へ地種種苗を配付することができた。

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	加工
研究課題名	養殖振興プラン推進事業（ギンザケの高付加価値化のための技術開発事業）
予算区分	県単
研究期間	平成28年度～令和2年度
部・担当者名	水産加工開発チーム 松崎圭佑・千葉結友奈
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的> 前年度の試験で、宮城県産養殖ギンザケは5月上旬には既に身割れが起きていることが明らかとなった。今年度は、県産養殖ギンザケの身割れ発生開始時期の調査を行うほか、餌止めによる身割れの抑制効果についても検証を行う。また、今後の品質向上の基礎的知見を得るため、他サケ・マス類との成分比較も行う。</p> <p><試験研究方法> 1 身割れ発生時期の調査 3月～6月の各月1回、県産養殖ギンザケ3尾をサンプリングして身割れの確認を行ったのち、3枚におろしてから図1に示す3部位に切り分け、以下の分析に供した。 (1) 一般成分（水分・粗タンパク・粗脂肪・灰分） 背部・腹部・尾部それぞれの筋肉をフードプロセッサーで均質化し、一般成分を分析した。水分は常圧加熱乾燥法、粗タンパクはケルダール法、粗脂肪はジエチルエーテルを用いたソックスレー抽出法、灰分は直接灰化法により求めた。 (2) 脂肪酸組成 背部のみを用いて、Bligh-Dyer法に基づいて抽出した脂質を2N水酸化ナトリウム-メタノールと2N塩酸-メタノールでエステル化し、ガスクロマトグラフィーで分析した。</p>  <p>図1 ギンザケのサンプリング部位</p> 2 餌止めによる身割れ抑制効果の検証 6月20日（試験開始時）に、4日間餌止めをした県産養殖ギンザケ30尾を畜養イケスに移し、7月16日まで4週間餌止めを行った。原則として1週間ごとに5尾をサンプリングし、身割れの確認を行ったのち、5尾中3尾を1の試験と同様に切り分け、一般成分・脂肪酸組成・脂質組成を分析した。一般成分・脂肪酸組成は1の試験と同様に行った。また、サンプリング時に除去した内臓を重量測定後、ソックスレー抽出法により粗脂肪を求め、内臓の粗脂肪の割合を算出した。 3 他サケ・マス類との成分比較 9月17日に購入した海外産天然ギンザケ（冷凍・ドレス）3尾を、重量を測定した後3枚におろし、各個体の右側のフィレを背部・腹部・尾部の3部位に分けたものをサンプルとした。一般成分分析は全てのサンプルを使用し、脂肪酸組成・遊離アミノ酸量は背肉を用いて分析した。一般成分・脂肪酸組成は1・2の試験と同様に行い、遊離アミノ酸の分析は高速液体クロマトグラフィーを使用した。比較する県産養殖ギンザケは2の試験の6月20日のギンザケを用いた。 <p><結果の概要> 1 身割れ発生時期の調査 肥満度は5月15日までは14.9～15.2の範囲にあったが、6月20日は15.5となり、試験開始時のサンプルよりも増加した（図2）。 身割れは3条件（条件1：フィレを平面上に静置、条件2：フィレを直径3cmの棒を置いた平面上に静置、条件3：フィレの3分の2を垂下）で行ったが、3月26日以外は、全てのサンプルが条件3に至るまでに身割れした（表1）。</p>	

一般成分は、試験期間を通して各部位の粗タンパクと灰分に差は認められなかったが、粗脂肪は4月から5月にかけて増加しており、特に腹部でその傾向が顕著であった。今回調査したギンザケの身割れは4月から発生していたが、脂肪の増加した時期とは一致していなかった（図3）。

脂肪酸組成について、調査期間を通して、いずれのサンプルもパルミチン酸・オレイン酸・リノール酸・DHAが多く含まれていた。中でも、オレイン酸は全てのサンプルに30%以上含まれていた。身割れが発生した時期の前後で脂肪酸組成に変化はなく、身割れとの関連は認められなかった。また、今回のサンプルの脂肪酸組成は現在宮城県内のギンザケ養殖に使用されている飼料のものと良く類似しており、飼料の脂肪酸組成が養殖ギンザケの脂肪酸組成に影響を及ぼしている可能性が考えられた（図4）。

2 餌止めによる身割れ抑制効果の検証

肥満度は、餌止め4日後と1週間後ではそれぞれ平均で14.9、15.2であったが、餌止め2週間後と3週間後はそれぞれ平均で12.9、13.9と減少した（図5）。

なお、餌止め4週間後（7月16日）のサンプルの肥満度がそれ以前と比べて上昇していたが、餌止めを行っていたギンザケが再び成長することは考えにくく、サンプリングに問題があった可能性が考えられた。

身割れは、餌止め4日後（6月20日）と比べて、餌止め1週間後は最もフィレーにかかる負荷が少ないと考えられる条件1から身割れするサンプルが減り、身割れが抑制されている可能性が考えられた。一方、餌止め2週間後以降は再び条件1から身割れするサンプル数が増え、餌止め期間の長さや身割れの発生状況の関係は明確ではなかった（表2）。

一般成分は、餌止め2週間後の粗脂肪が全ての部位で減少していたが、それ以降は餌止め4日後・1週間後とあまり変わらない値を示した（図6）。

内臓脂肪の付着状況について、餌止め4日後と餌止め1週間～4週間を目視確認で比較したところ、個体差は見られるものの、餌止めによって内蔵に蓄積された脂肪（内蔵脂肪）は経時的に大きく減少していた（図7）。

また粗脂肪は、餌止め4日後に平均24.4%あったものが餌止め3週間後には平均20.4%まで減少した。魚体測定で明らかに内臓重量の減少がみられたのは餌止め2週間後であったが、粗脂肪の減り方と内臓重量の減少には時間差がみられた（図8）。

脂肪酸組成については、6月20日・7月16日のどちらのサンプルも、変化は見られなかった。餌止めを行うことによるギンザケの筋肉中の脂肪酸組成への影響は小さいものと考えられた（図9）。

3 他サケ・マス類との成分比較

一般成分について、海外産天然ギンザケは、いずれの部位も養殖ギンザケより水分が多く、粗脂肪が低かった（図10）。

脂肪酸組成については、いずれのサンプルも、パルミチン酸・オレイン酸・EPA・DHAが多かった。今回脂肪酸組成を分析した養殖ギンザケはEPAが2.3～2.9%、DHAが6.8～9.1%程度含まれていたが、海外産天然ギンザケはEPAが7.3～10.2%、DHAが19.0～27.0%含まれており、養殖ギンザケよりも多かった。

また、養殖ギンザケではサンプルごとに脂肪酸の組成比はばらつきがほとんど見られなかったが、海外産天然ギンザケではDHAが最も多いものとオレイン酸が最も多いものがあり、ばらつきが見られた（図11）。

遊離アミノ酸量については、海外産天然ギンザケと宮城県産養殖ギンザケ（6月20日サンプリング・餌止め4日後のギンザケ）を比較したところ、どちらのギンザケも類似した傾向を示しており、両者に明確な違いは認められなかった（図12）。

<主要成果の具体的なデータ>

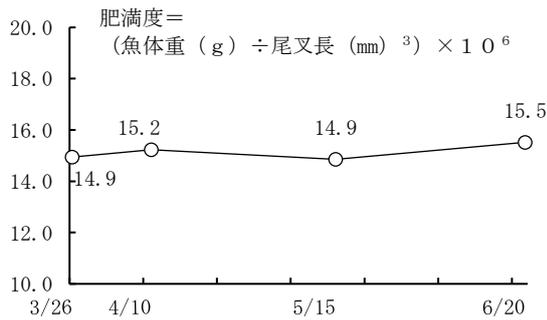


表1 身割れ発生時期調査に用いたサンプルの身割れ発生状況

	3月 26日	4月 10日	5月 15日	6月 20日
身割れあり (条件1～)	0	2	0	3
身割れあり (条件2～)	0	1	2	0
身割れあり (条件3～)	0	0	1	0
身割れなし	3	0	0	0

図2 身割れ発生時期調査に用いたサンプルの肥満度

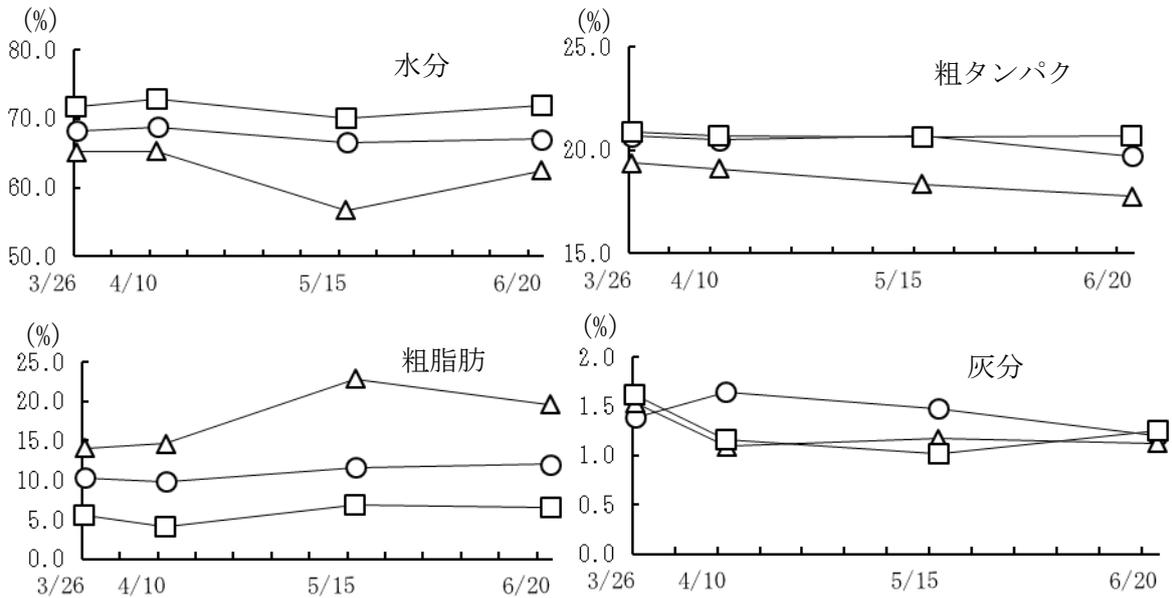
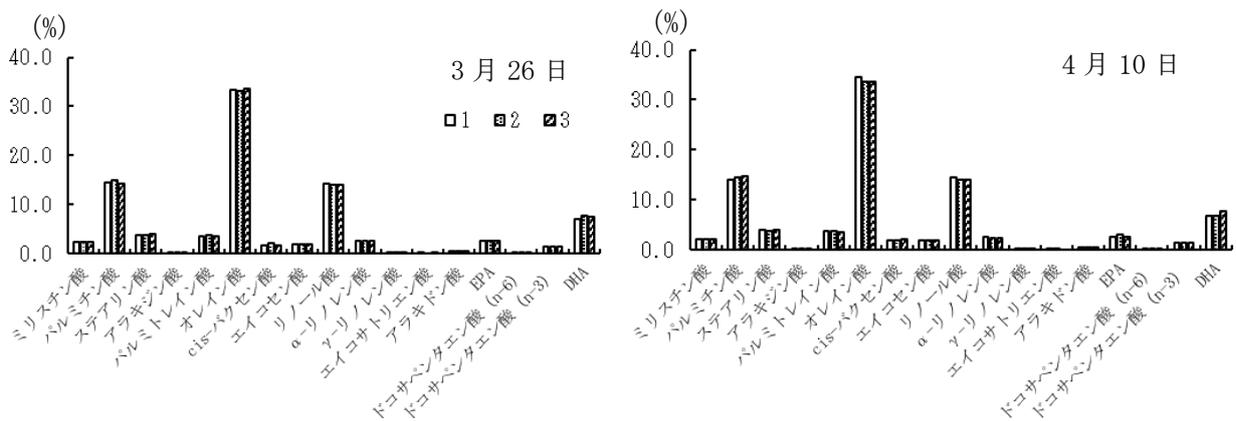


図3 身割れ発生時期調査に用いたサンプルの一般成分 (平均値、n=3)



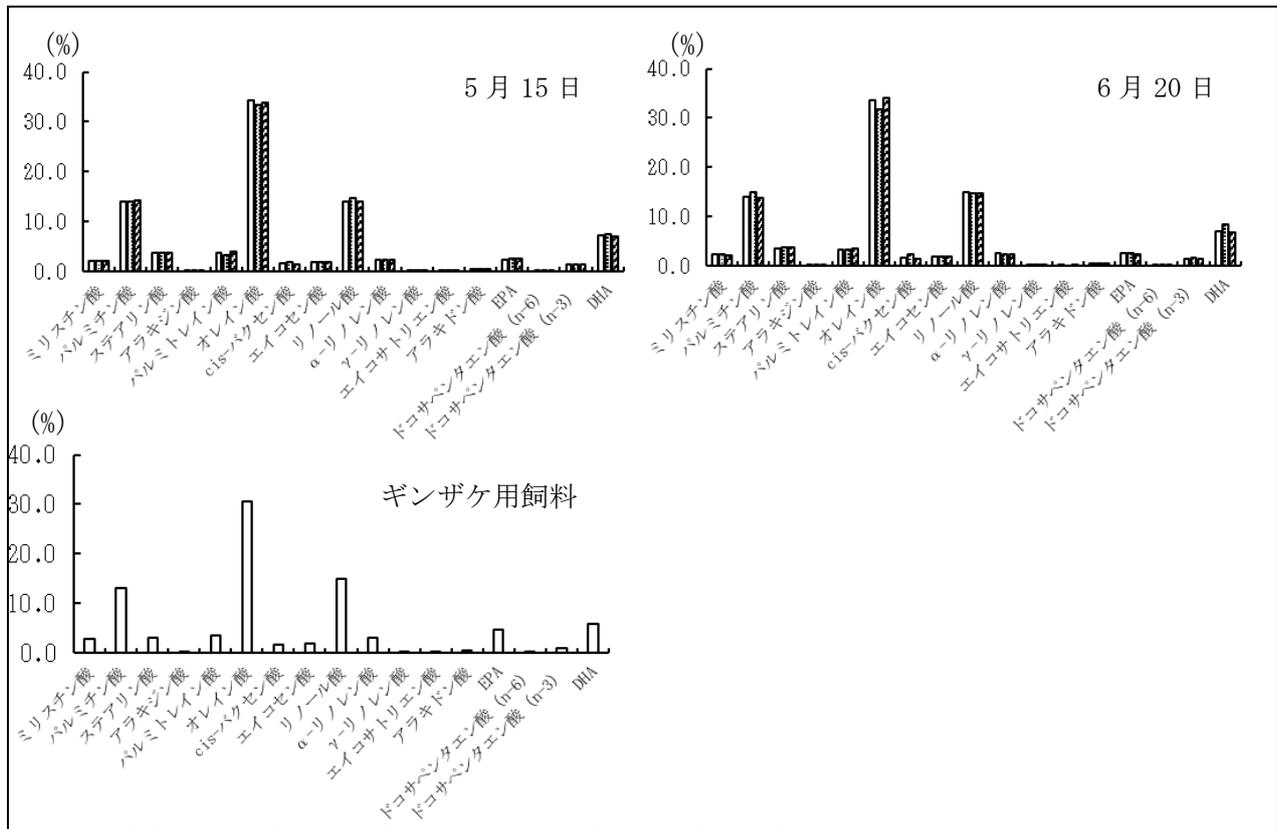


図4 身割れ発生時期の調査に用いたサンプルの脂肪酸組成
 ※ギンザケ用飼料は平成30年12月に入手・分析した。

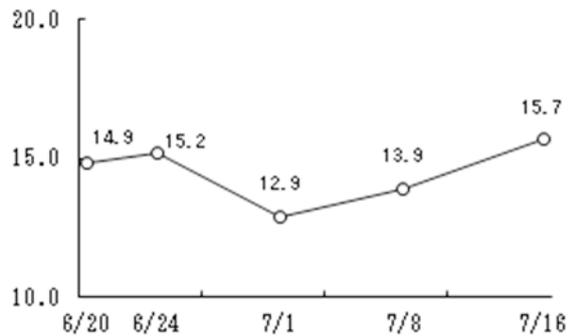
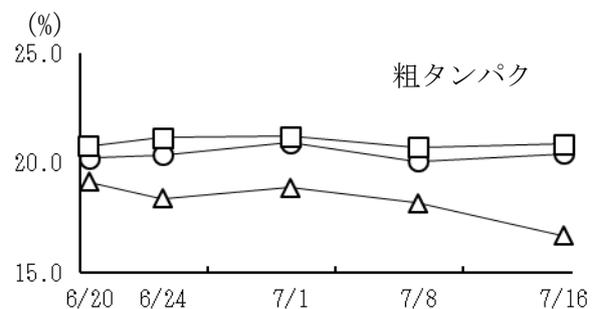
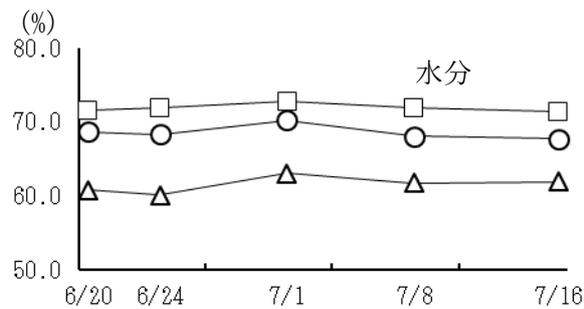


図5 餌止めによる身割れ抑制効果の検証に用いたサンプルの肥満度

表2 餌止めによる身割れ抑制効果の検証に用いたサンプルの身割れ発生状況

	6月 20日	6月 24日	7月 1日	7月 8日	7月 16日
身割れあり (条件1～)	4	2	4	3	4
身割れあり (条件2～)	0	1	0	1	1
身割れあり (条件3～)	0	1	0	0	0
身割れなし	1	1	1	1	0



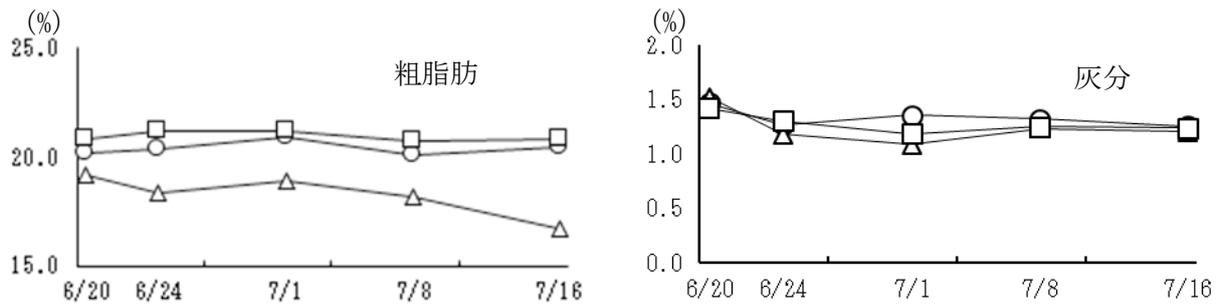


図6 餌止めによる身割れ抑制効果の検証に用いたサンプルの一般成分 (平均値、n=3)

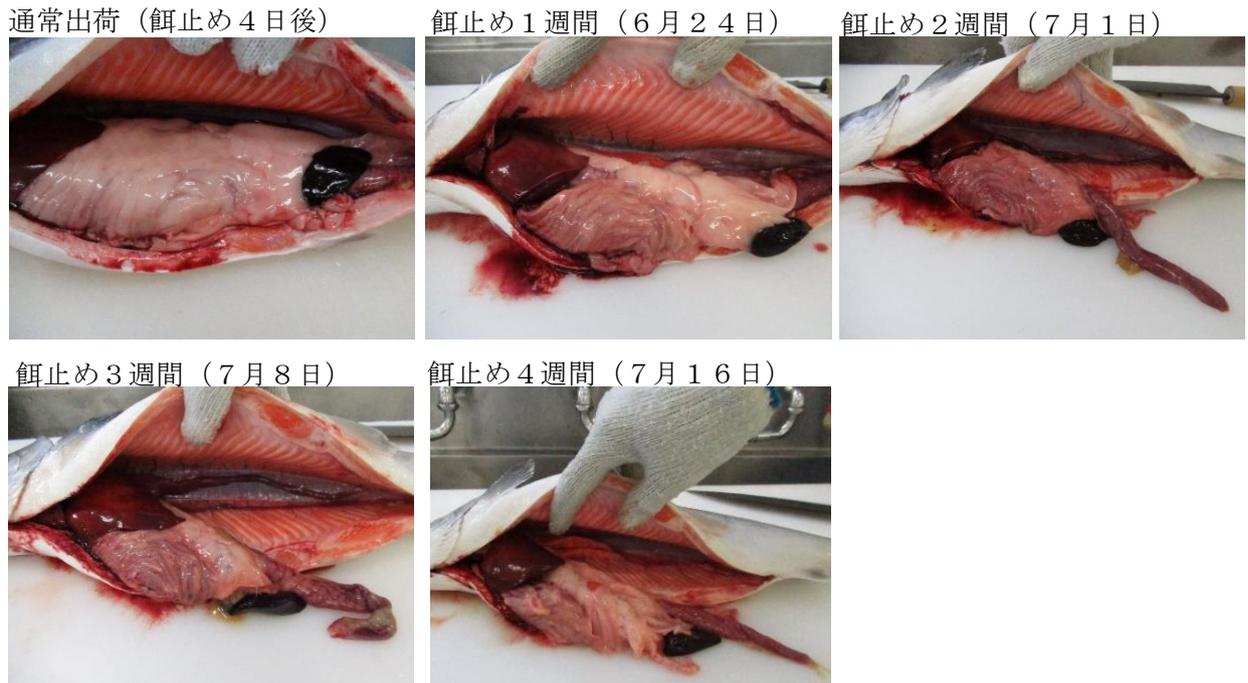


図7 餌止めしたサンプルの内臓脂肪の付着状況

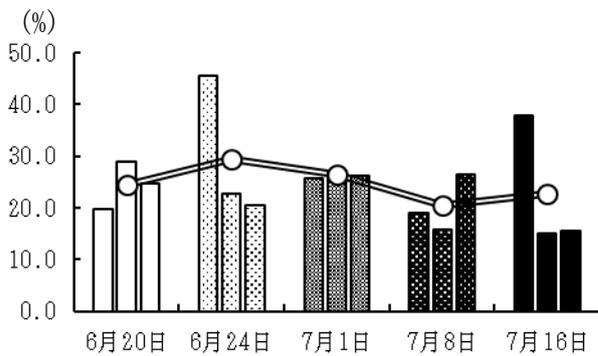


図8 餌止めによる身割れ抑制効果の検証に用いたサンプルの内臓の粗脂肪 (折れ線は平均値を示す)

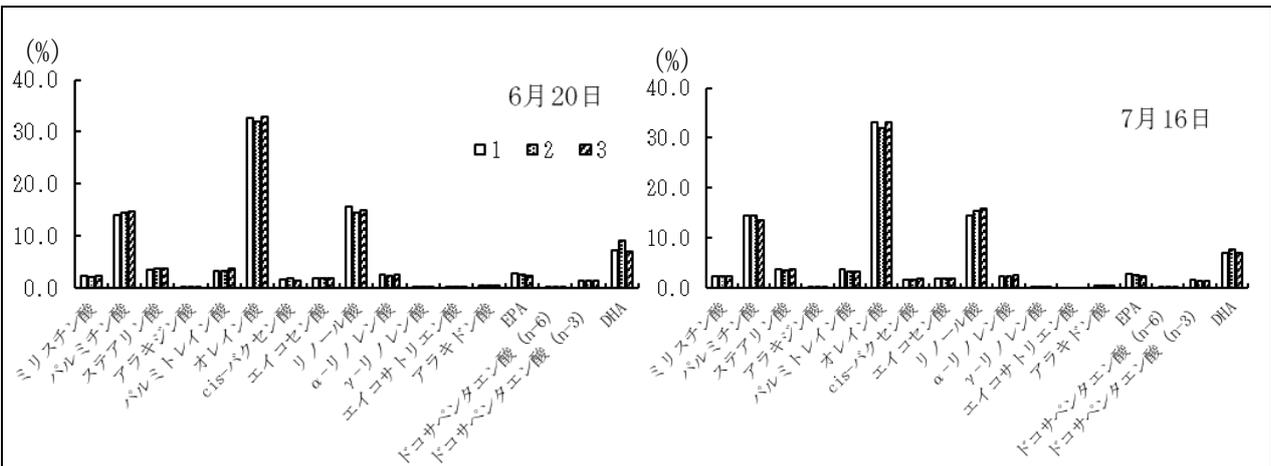


図9 餌止めによる身割れ抑制効果の検証に用いたサンプルの脂肪酸組成

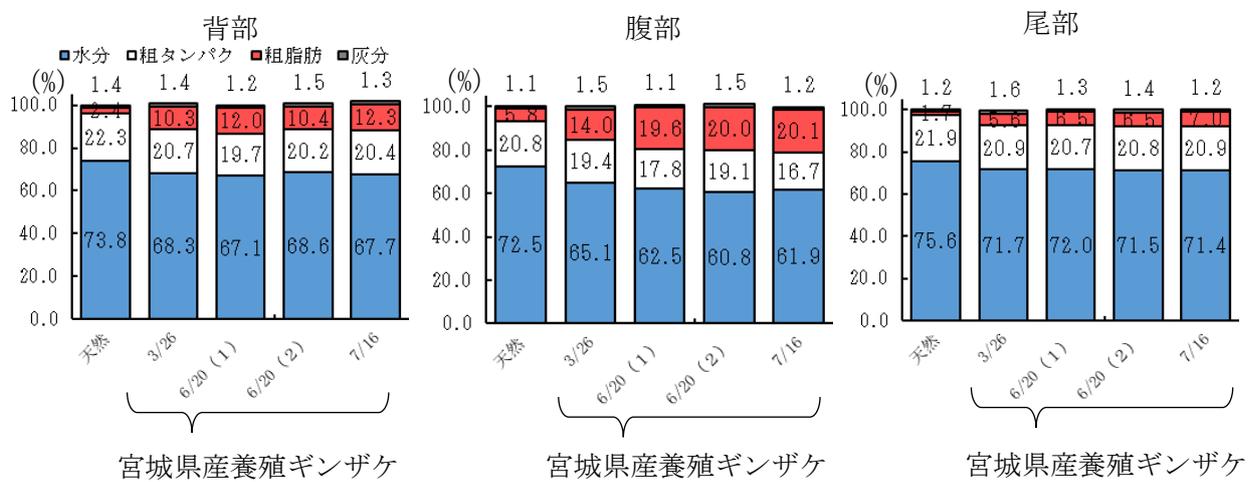


図10 海外産天然ギンザケと宮城県産養殖ギンザケの一般成分 (平均値)

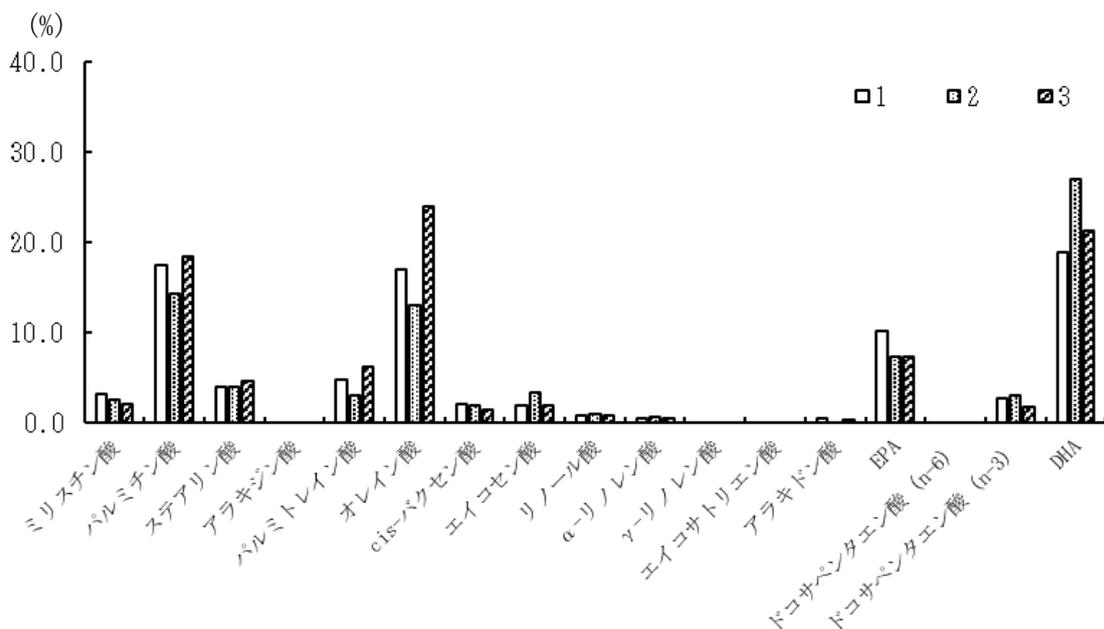


図11 海外産天然ギンザケの脂肪酸組成

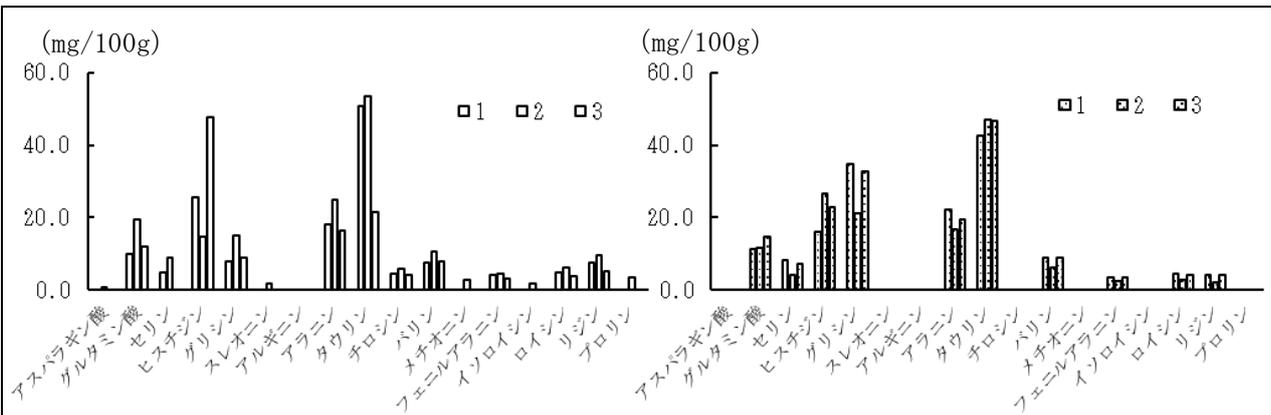


図1 2 海外産天然ギンザケと宮城県産養殖ギンザケの遊離アミノ酸量
(左：天然 右：養殖 (6/20 餌止め4日後のギンザケ))

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

今年度分析を行った脂肪酸組成・遊離アミノ酸量等の検討を行い、県漁協へ報告する。今年度県漁協からは活締めと野締めの身質や歩留まり、冷凍した場合の差等について調査したいと要望があったため、次年度はこれらの項目について検討し、引き続き試験を行う。

<結果の発表、活用状況等>

8月26日に、本要旨の掲載内容を県漁協へ報告した。

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	養殖振興プラン推進事業(高品質カキ提供事業)
予算区分	県単
研究期間	平成28年度～令和2年度
部・担当者名	企画・普及指導チーム：菊地亮介 気仙沼水産試験場地域水産研究チーム：田邊 徹
協力機関・部及び担当者名	東部地方振興事務所水産漁港部
<p><目的> 例年剥きガキの漁期開始時期に卵持ちガキと言われる成熟ガキの割合が高く、剥き開始が遅れる原因となっている。本来、剥きガキの漁期開始時期は高単価が期待されるため、出荷を行うためには、早期の産卵促進とその後の身入り回復が重要な課題である。 近年、殻付きカキの需要が増大しており、カキ養殖では今後、殻付きカキのウェイトを高めていく必要がある。ただし、単に水揚げしたカキをばらしたただけのものは、殻の大きさや身入りのばらつきが大きく、評価が低い。そこで、オイスターバー等で評価の高い、サイズの揃った身入りの良い殻付きガキを生産するため蓄養方法の検討を行い、殻付きガキの生産額の増大に寄与するもの。</p> <p><試験研究方法> 1 早期出荷生食用カキ生産対策事業 10月9日に階上カキ処理場において生産者がむいたカキについて、一人10個体程度を採取し、聞き取り調査を行った。採取した生産者は10名で、何れも8月に温湯処理を実施したカキであった。彼らの漁場の近傍に設置している試験筏に垂下しているカキを対照として、20個同日採取し、目視で成熟状況を確認するとともに、軟体部乾燥重量/軟体部湿重量より含水率を推定し、温湯処理の効果について考察した。</p> 2 高品質殻付きガキ安定出荷対策事業 効率よく形が良いカキを生産するため、表浜支所小網倉地区で平成30年度に採苗した原盤を用いて、原盤1枚当たりの付着密度を20個、50個に調整したうえで養殖ロープに挟み込み、令和元年7月17日から表浜支所小網倉地区において、密度を調整していない対照区(付着密度120個)とともに垂下した。 同地区でカキの収穫が始まる翌年10月に、各試験区からサンプルを取り上げて1粒にばらしたうえで、殻長・殻高・殻幅・全体重量・軟体部重量を計測する。軟体部については湿重量を計測後105℃の乾燥庫で48時間乾燥して重量を測定し、湿重量に対する乾燥重量の比率を算出し、身質評価の指標とする。 <p><結果の概要> 1 早期出荷生食用カキ生産対策事業 温湯処理を行った時期は、8月初旬が4例、中旬が3例、下旬が3例だった。温湯処理を行った区は、行っていない対照と比べ、含水率が低い傾向にあった。このことから、漁期前の温湯処理には身入りの向上効果があるものと推察された。また、生殖巣の退縮が確認された個体の割合は、1例をのぞき、何れも対照区よりも高く、温湯処理が残卵抑制に効果的に作用したものと推察された。 これまでの結果についても併せて考えると、温湯処理は、カキの産卵を誘発する効果が見られ、温湯処理は初期の残卵対策や身入り向上に寄与するものと推察される。</p> 2 高品質殻付きガキ安定出荷対策事業 令和2年10月にサンプルを回収し、計測等を行って身質評価の指標とする。本試験の結果については、令和2年度の成果要旨に記載する。	

<主要成果の具体的なデータ>

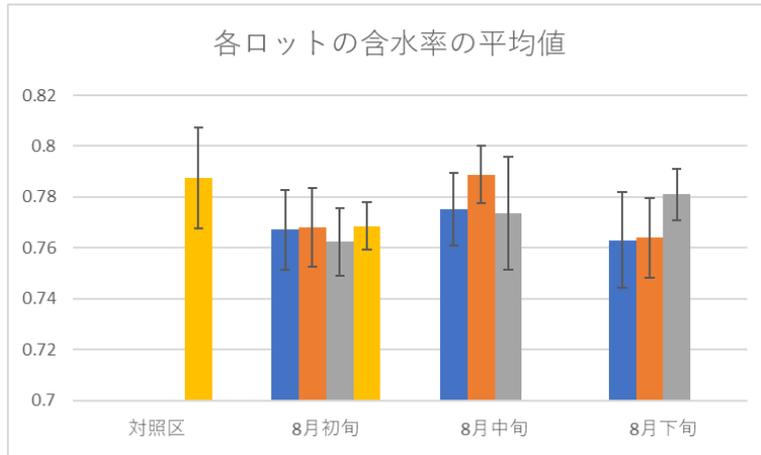


図1 温湯処理のカキの成熟状況に対する影響

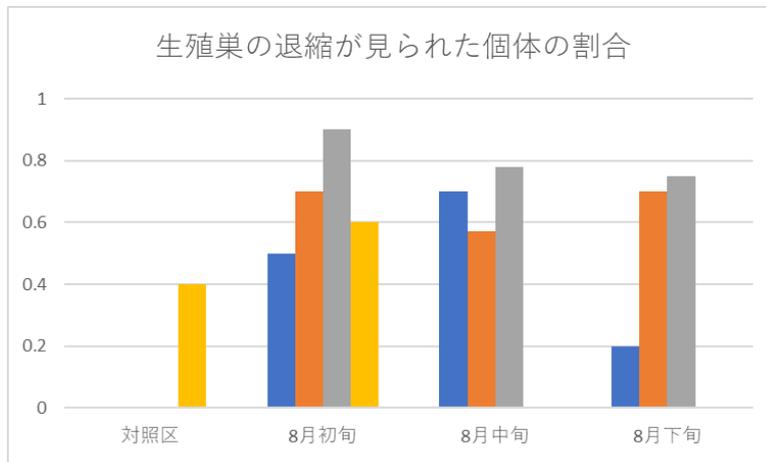


図2 生殖巣の退縮が見られた個体の割合

<結果の発表, 活用状況等>

試験結果については、検体採取等に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

(令和元年度)

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	養殖振興プラン推進事業（ノリ養殖最適生産モデル構築事業）
予算区分	県単
研究期間	平成28年度～令和2年度
部・担当者名	水産加工開発チーム ○松崎圭佑、三浦悟
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的> 震災後、県内のノリ養殖は、品質向上に取り組んだ結果、味で全国的な評価を受けている浜もあるが、漁場環境と比較するなどして客観的に養殖ノリを評価した事例はなかった。昨年度までは、宮城県産ノリの認知度向上と販売力強化を図るために、漁場環境調査と生産されたノリの成分分析によるデータの把握を行った。 昨年度までは、乾海苔の一般成分や遊離アミノ酸の成分分析を行いタンパク質含量により品質が異なり、そのタンパク質含量は原藻に依存することが推察された。 今年度については、乾海苔の品質指標の一つである色に着目し、簡易的手法による色素成分の分離を検討した。</p> <p><試験研究方法> 海苔の色素の抽出については、乾海苔（優B相当）を小型粉砕機により粉末化し、粉末の10倍量のジエチルエーテル及びアセトンで抽出した。 抽出液は、アルミプレートにシリカゲルを塗布した薄層クロマトグラフィープレートに毛细管を用いてスポットし、展開液を入れたスクリーン管に封入し展開液による色素の分離状況を観察した。 展開液についてはアセトンとヘキサンの混合比（7：3、6：4、5：5）を変え色素の展開状況を確認した。</p> <p><結果の概要> 色素の分離については、紅藻類の代表的な色素として知られているクロロフィルa、カロテン、ルテイン（表1）に主眼を置き、明瞭なバンドが分離できるかを実験した。 その結果、アセトンにより抽出した色素を、アセトンとヘキサンを5：5の割合で混合した展開液で、展開したところ明瞭なバンドが得られ、上からカロテン、クロロフィルa、ルテインと推測された（図1）。 あわせて、ジエチルエーテルでの抽出物も同様に展開したところ、同様に主要色素は分離できたものの、3種の色素以外に不明なバンドも出現（図2）したことから、ブラックライトを照射し確認したところ、視認されたバンド以外にも分離されていることが確認されたことから、展開液の比率を変えて再度展開したところ、ヘキサン：アセトンの比率を6：4とし、ジエチルエーテルにより抽出したもので明瞭な7個のバンドが得られた。 このことから、改めて文献検索を行ったところ、一般社団法人日本生物教育学会発行の学会誌「生物教育 第53巻 第1・2号」に乾燥海藻食品の光合成色素に関する記述があり、それによると、上からカロテン、クロロフィルa、フェオフィチン、クロロフィルb、ルテイン、フコキサンチン、クロロフィルcと推察された（図4）。 以上のことから、乾海苔粉砕物に10倍量のジエチルエーテルを加えて抽出した色素を、薄層クロマトグラフィープレートに定量的にスポットすることが出来れば、バンドの消長や色の濃淡により品質の目安を、高額な機器を用いずに客観的に捉えることが可能と思われた。 一方、海苔には脂溶性色素の外、水溶性のフィコビルンが含まれており、このフィコビルンはタンパク質と共有結合している。これまでの本事業の結果からは、タンパク質含量が海苔の品質に影響することが推察されており、タンパク質の多寡によりフィコビルン色素量も増減</p>	

すると考えられ、今後、脂溶性光合成色素と共に水溶性のフィコビルリンについても海苔の客観的品質指標になり得ると思慮され、これらの簡易測定法の開発と併せ、機械分析による簡易測定法の精度の確認が課題となった。

<主要成果の具体的なデータ>

表1 薄層クロマトグラフィーで検出される海藻中の光合成色素

色素	化学的性質	光合成色素	色	シアノバクテリア	紅藻類	ケイ藻類	褐藻類	緑藻類	種子植物 コケ・シダ	
クロロフィル	Mgを中心金属にもつポルフィリン環に、鎖状のフィトールが結合	クロロフィルa	青緑	○	○	○	○	○	○	
		クロロフィルb	黄緑					○	○	
		クロロフィルc	薄緑			○	○			
カロテノイド	鎖状の長い不飽和炭化水素	カロテン	β-カロテン	橙黄	○	○	○	○	○	
		キサントフィル	ルテイン	黄		○			○	○
			フィコキサンチン	褐			○	○		
フィコビルリン	ポルフィリン環が開いた形で、中心金属は持たない。	フィコシアニン	青	○	○					
		フィコエリトリン	赤	○	○					

参考 数研出版 フォトサイエンス 生物図録

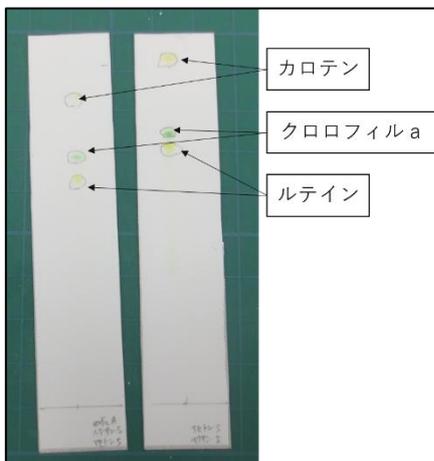


図1 アセトン抽出と展開

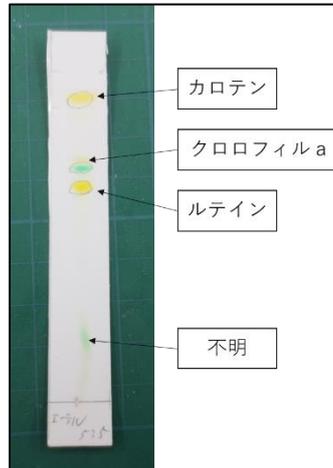


図2 ジエチルエーテル抽出と展開

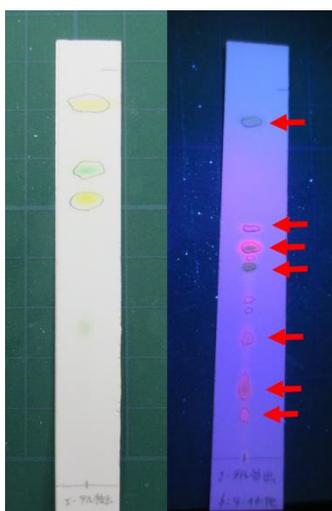


図3 ブラックライトによる不明バンドの確認

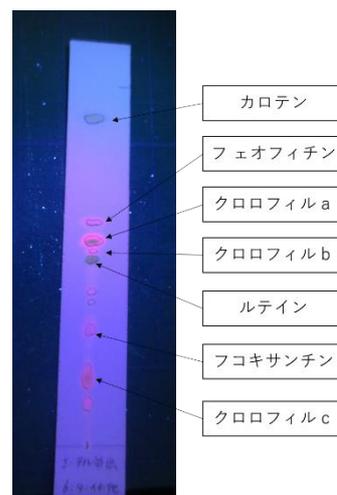


図4 不明バンドの同定

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター，気仙沼水産試験場

課題の分類	増養殖
研究課題名	養殖振興プラン推進事業 ホヤ病障害対策生産技術開発
予算区分	県単
研究期間	平成28年度～令和2年度
部・担当者名	養殖生産チーム：○熊谷 明，本庄美穂 気仙沼水産試験場：○田邊徹，他力将，藤田海音
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

<目的>

東日本大震災後に女川湾竹浦において養殖マボヤにエダコブコケムシ（以下コケムシ）の付着が多く見られるようになり，問題になっている。分布域の拡大や被害量の増加が懸念されることから，県内ホヤ漁場におけるコケムシの付着状況調査を行った。

<試験研究方法>

マボヤ被囊軟化症の調査時にホヤに付着しているコケムシの付着状況の調査を行った。

令和元年6～7月及び令和2年2～3月の2回，県内ホヤ養殖場9海域（湾）21定点（図1）において，1定点あたり養殖筏3～5台を任意に抽出し，1台につき連続した養殖ロープ3本について，各ロープ上部8株目までのホヤを対象とした。株ごとにホヤに付着しているコケムシを，目視により，微量，少量，多量に区分した。

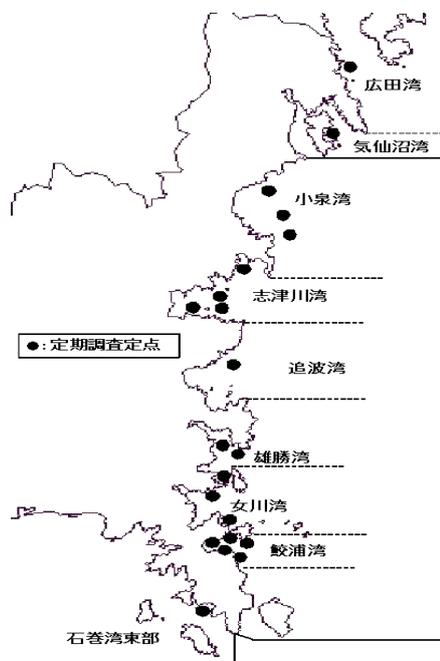


図1. 調査定点

<結果の概要>

6～7月調査では，8カ所（大沢，蔵内，荒砥，戸倉，竹浦，出島，寺間，塚浜）でコケムシの付着が確認された。そのうち，蔵内，荒砥で付着量が多い筏があった。

2～3月調査では，3カ所（稲淵浜，荒砥，竹浦）で確認された。付着数はいずれも微量であった。

昨年度の調査では，8カ所で付着が確認されたが，今年度は9カ所であった。海域的には志津川湾，女川湾の調査点が多かった。

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

年2回のマボヤ被囊軟化症モニタリング調査の際に，引き続き県内ホヤ養殖漁場21定点において，コケムシの付着状況調査を実施し，状況把握に努める。定点以外で付着が報告された漁場においても，必要に応じて調査する。

<結果の発表，活用状況等>

マボヤ被囊軟化症モニタリング調査の際に，各地点のホヤ養殖業者に対してコケムシの付着状況等について情報提供した。

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	養殖振興プラン推進事業（養殖種苗発生産育状況調査事業）
予算区分	県単
研究期間	平成28年度～令和2年度
部・担当者名	養殖生産チーム：○伊藤博 企画・普及指導チーム：○杉本晃一，菊池亮輔 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：○鈴木貢治，○齋藤憲次郎
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>震災により変化した漁場環境で養殖種苗の確保及び生産を行うため，カキ，ホタテガイ，ホヤ種苗発生産育状況及びノリ，ワカメの生育状況調査，さらに通報発行を行うことにより，沿岸養殖業の復旧及び発展を推進する。</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：令和元年9月～令和2年3月（漁場調査は令和元年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－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2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月から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 種がき関連調査及び養殖通報の発行（中南部）</p> <p>カキ母貝の成熟状況，浮遊幼生の分布状況，漁場環境等を定期的に調査し，養殖通報を介して養殖業者に情報を提供した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実施期間：令和元年6月～8月 ・調査水域：母貝の成熟度調査は松島湾，万石浦の2点，浮遊幼生調査は石巻湾10点，松島湾3点，万石浦1点の計14点 ・調査方法：母貝の成熟度調査は概ね1ヵ月に2～4回の頻度で実施した。浮遊幼生調査は7月3日～31日までに石巻湾で4回，松島湾で3回，万石浦で2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，十三浜で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，仙台管区気象台とともに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を，7月に採苗器への稚貝の付着状況を調査し，採苗に関する情報提供を行った。</p>	

5 マボヤ採苗調査及び採苗通報の発行

気仙沼湾において12月から翌年1月にマボヤ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。

6 マガキ採苗調査及び採苗通報の発行（北部）

気仙沼湾と志津川湾において8月から9月にマガキ浮遊幼生の出現状況と稚貝の付着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20回 栄養塩情報18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・教育機構東北区水産研究所の協力により、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。
- ・漁場の水温は、種網の張り込み解禁日の9月20日に23℃以下（種網の張り込みに適した水温）に低下した。9月下旬から10月上旬にかけて水温は22～23℃に上昇したため（図1）、ノリ芽にクビレや芽傷みが観察された。
- ・10月3日～22日に種網の冷蔵入庫が開始されたが、10月12日～13日に通過した台風19号の降雨により、湾内の比重は干出の目安とされる $18\sigma^{15}$ 以下に大きく低下した。
- ・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」22%、「普通」が52%、「悪い」が26%であった。平成13年度以降、「悪い」の割合が最も高くなった。張り込み後の水温上昇、台風通過後の低比重での干出・冷蔵入庫により、種網の質が低下したものと考えられた。

(3)生産期の状況

- ・種網は、10月中旬頃には、ほぼ冷蔵入庫もしくは沖出し済みとなり、早い漁場では10月下旬に初摘採が行われた。
- ・11月中旬頃からあかぐされ病が確認され、ほぼ生産期を通して確認され続けたが、症状は軽かった。
- ・秋芽網生産、冷蔵網生産ともに、広範囲でバリカン症が確認されたが、被害は軽微であった。

2 種がき関連調査及び養殖通報の発行

研究会の浮遊幼生調査結果では、松島湾で7月下旬に全幼生数16,830個体、8月上旬に大型幼生が14～88個体確認された。万石浦・牡鹿半島西側の漁場でも7月下旬に全幼生数が10,000個体以上、8月上旬に大型幼生が最大420個体確認され、松島湾沖では大型幼生が7,460個体と大量に出現した（図2）。熟度調査や付着稚貝調査の結果からもこの時期がピークであったと考えられる（図3）。

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を行い、併せて情報提供した。

・気仙沼地先（杉ノ下）水温予測の結果

岩手県大船渡市の気温と気仙沼地先（杉ノ下）の表層水温との間に強い相関が見られることから、気象庁が発表する大船渡市の予測気温と杉ノ下の直近実測水温を基に表層平均水温を予測した結果、期間全体を通じて概ね誤差±1℃以下で予測することができた（図4）。

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12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月下旬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

大型幼生は5月上旬から、採苗器への付着は5月中旬からそれぞれ見られ、どちらも昨年より1日遅かった。また、その後の大型幼生数や付着数の増加に基づき、5月下旬に採苗器の投入時期に

入った旨を漁業者等に伝えた。なお、付着ピーク時の付着数は今年の約3倍であった(図6)

・ホタテガイ採苗器への稚貝付着状況調査

7月下旬に採苗器内の稚貝数を計数した結果、1採苗器あたりの稚貝数は930~2,076個であり、今年の約1/2であった。また、稚貝の殻長組成については、4mm未満のものが8割以上を占めており、昨年と比較すると全体的に小型であった(図7)。稚貝の採取時期である9月には殻長12mm以上の稚貝が不足したことから各漁業者は8~10mmのフルイを使い必要数の確保に努めた。

5 マボヤ採苗調査及び採苗通報の発行

調査結果を踏まえ、ホヤ幼生調査結果6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。

6 マガキ採苗調査及び採苗通報の発行(北部)

調査結果を踏まえ、種がき(マガキ)幼生通報5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。

<主要成果の具体的なデータ>

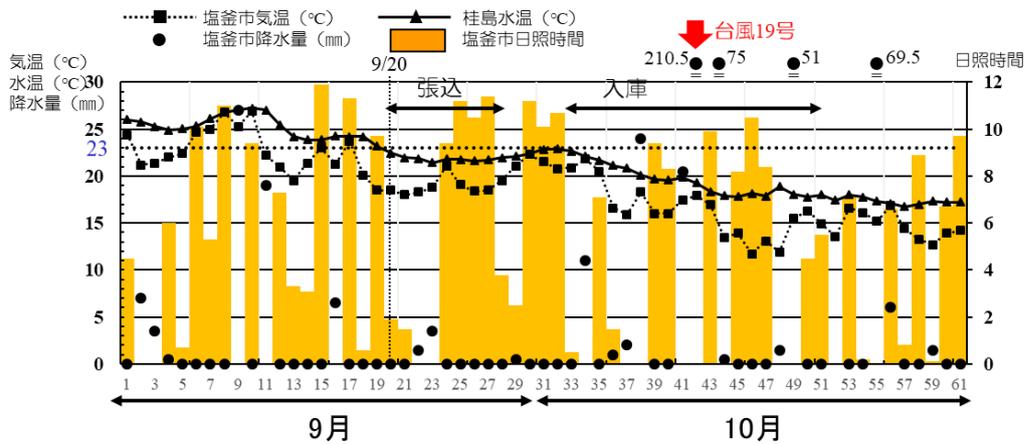


図1 育苗期の気温・水温・降水量・日照時間の推移

▼カキ浮遊幼生の出現状況(松島湾8/8・石巻湾8/9)

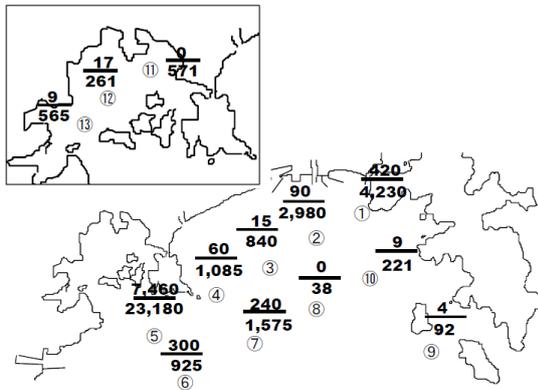


図2 カキ浮遊幼生調査結果(8月8,9日)

上段:付着期(250μm以上)幼生数
下段:全幼生数

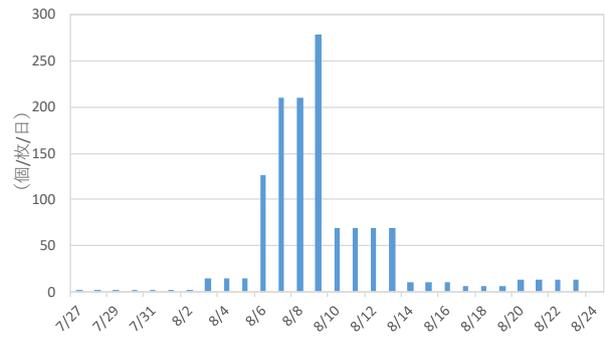


図3 カキ付着稚貝数の推移

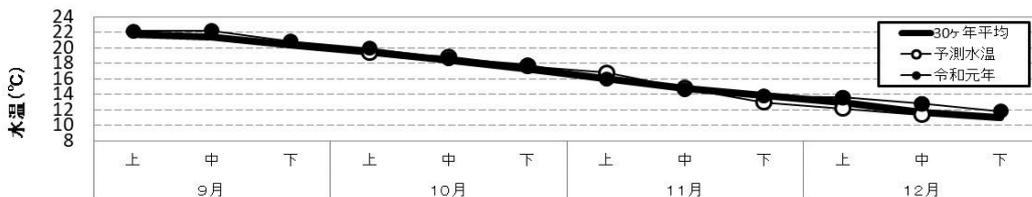


図4 杉ノ下の予測水温と実測水温の推移

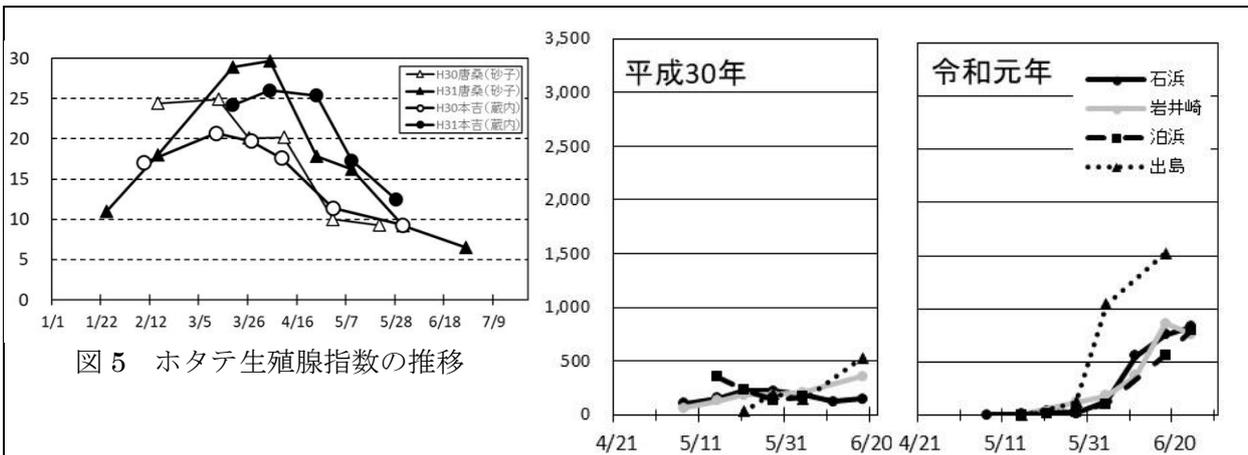


図5 ホタテ生殖腺指数の推移

図6 付着稚貝数の推移

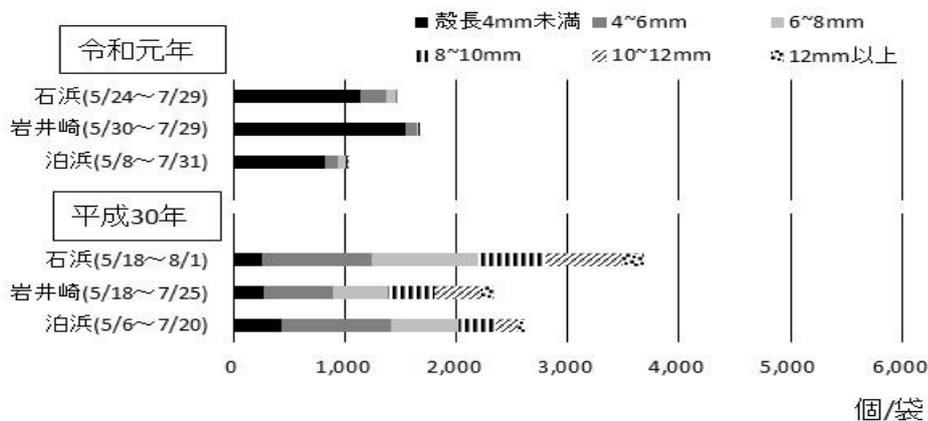


図7 ホタテ稚貝の付着状況

＜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20報，栄養塩情報18報）
- ・種がき通報（中南部）：計6報
- ・ワカメ通報：計11報
- ・ホタテガイ採苗通報：計12報
- ・マボヤ採苗通報：計6報
- ・マガキ採苗通報（北部）：計5報

(結果の発表)

- ・「昨年度の種ガキ採苗の経過と本年度の採苗について」令和元年度カキ養殖研修会
- ・「仙台湾におけるマガキ幼生の分布」2019年水産海洋学会発表大会
- ・「近年の種がき採苗の状況」第70回東北地方気候情報連絡会
- ・「仙台湾のマガキ幼生発生状況と稚貝の付着状況」令和元年度二枚貝類飼育技術研究会
- ・「ホタテ採苗結果とワカメ育苗管理」令和元年度浜と水試の情報交換会

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	食料生産地域再生のための先端技術展開事業（社会実装促進業務委託事業） 養殖ギンザケの重要疾病（EIBS）の防除対策技術
予算区分	受託
研究期間	平成30年度～令和2年度
部・担当者名	養殖生産チーム：藤原健，熊谷明，○本庄美穂
協力機関・部 及び担当者名	（国研）水産研究・教育機構 増養殖研究所
<p><目的></p> <p>本事業は、平成25年度～29年度に実施された農林水産技術会議の「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」（漁業・漁村型）の「サケ科魚類養殖業の安定化，省コスト・効率化のための実証研究委託事業」で得られた成果（EIBSの抗体検査法の開発）を普及するためのものである。</p> <p>最終普及目標として、県内の内水面養魚場14経営体のうち12経営体（8割）に普及することとしている。</p> <p><試験研究方法></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 昨年度検査群の追跡調査 昨年度に抗体検査を行った12経営体の種苗について、海面でのEIBS発生状況について聞き取り調査を行った。また、5月に中部地区でギンザケのへい死が見られ、魚病検査を行った。 2. EIBS抗体検査の実施 内水面養魚場15経営体（県内9，県外6）で飼育されているギンザケ各20尾について、EIBS収束1ヵ月後の8月から10月に血液を採取した。採取した血液は、血清中のEIBSウイルス抗体価をELISA法で測定し、抗体の有無を判定した。陽性判定ラインは、未感染魚51尾を測定し、そのデータを基に算出した。 <p><結果の概要></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 昨年度検査群の追跡調査 聞き取りの結果、海面養殖でEIBSの発症が確認されたところはなかった。4月に1生簀で緩慢遊泳が見られたが、EIBSの遺伝子検査を実施したところ、陰性であった。なお、これらのうち県外に種苗が出荷されたところが1ヵ所あった。 5月に実施したへい死の検査では、外部・内部とも特徴的な症状は見られず、EIBSの遺伝子検査も陰性で、病気が原因ではないと考えられた。 2. EIBS抗体検査の実施 陽性魚が検出された経営体では、20尾中10尾～20尾（50～100%）が陽性で、抗体価平均値は5.1～56.8であった。抗体価の平均値が低いロットがあり、今後、海面でのEIBS発生に影響があるか追跡調査を行っていく。 <p><今後の課題と次年度以降の具体的計画></p> <ul style="list-style-type: none"> ・抗体検査を行った群について、海面でのEIBS発生状況について追跡調査を行う。 ・次年度は最終年度であり、目標である県内の内水面養魚場12経営体で抗体検査を実施する。 ・県外の養魚場への普及については、当該県の魚病担当者と連携しながら周知していく。 <p><結果の発表、活用状況等></p> <ul style="list-style-type: none"> ・各養魚場に検査結果を報告し、EIBS防除対策に活用された。 ・本事業推進会議（第1回令和元年6月，第2回令和2年1月）で結果等を報告した。 ・他県の魚病担当者に本技術について情報提供を行った。 ・「宮城県におけるサケとギンザケの疾病対策」（さーもん・かふえ，令和元年6月14日盛岡市） 	

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	ワカメの品種改良と品種特性に応じた養殖生産方法の開発
予算区分	県単
研究期間	平成29年度～令和元年度
部・担当者名	気仙沼水産試験場地域水産研究チーム：○押野明夫・田邊徹・他力 将・藤田海音 普及指導チーム：鈴木貢治・齋藤憲次郎
協力機関・部 及び担当者名	
<p><目的></p> <p>本県は沿岸養殖が盛んであり、中でも藻類養殖についてはノリ、ワカメ、コンブを中心として全国的に屈指の生産実績があったが、東日本大震災により大きな被害を受けた。震災から8年が経過する中で水産養殖業の復旧・復興策により再建が順次進められてきた。</p> <p>震災後、養殖ワカメに対する生産者の依存度は、北・中・南部とも高く、葉に厚みがあって柔らかく個体当たりの葉の収量が多い優良品種やメカブ（胞子葉）収量の多い品種の開発も生産現場から強く求められている。このような背景から選抜育種や異品種の交配によってさまざまな特長を持つ新しい品種の開発に努める。また、今後の環境変動を考慮し、高水温や低栄養塩濃度、病障害等への耐性を持つ品種・系統を探ることも長期的には必要であり、特に高水温や低栄養塩濃度によるワカメの芽落ち、生育不良および色落ち等の事象についての対策方法についても引き続き検討する。</p> <p>優良新品種の開発後はその維持のため種苗生産用の配偶体の保存培養・拡大培養を継続し、種苗の供給体制の整備も行う。</p> <p><試験研究方法></p> <ol style="list-style-type: none"> 既存フリー配偶体の整理・継代培養 気仙沼水産試験場で保存中のワカメ配偶体の培養を繰り返し、雌雄混合のまま保存された配偶体については、永年保存と交配に備えるため雌雄の分離作業を継続する。 優良形質をもつワカメの胞子葉（メカブ）または配偶体の収集 昨年度に引き続き地元優良形質ワカメのメカブを入手し、配偶体を作成する。 交配種の高水温耐性・低栄養耐性の検査 高水温耐性・低栄養耐性が確認された品種と県内優良系統を交配させて幼芽を作り、室内の培養装置で26℃までの高水温、低栄養条件を設定し、幼芽の生育状況を観察する。 交配種の養殖試験・新品種の特性評価 高水温耐性・低栄養耐性が確認された各系統の種苗を天然漁場に沖出しして養殖し、収穫時期に形態を測定するとともに、次年度の配偶体作成に備えて胞子葉の成熟まで維持管理する。 交配種の雌雄配偶体作成 養殖した交配種の葉体やメカブの生長が良いものを選抜してラベルを付けて養殖したまま保存し、春季の配偶体作成用に母藻を確保する。 タレストレス症調査 病虫害対策ワカメ養殖で近年品質低下をもたらすタレストリス症について、発生状況を明らかにし、防除方法を検討する。 <p><結果の概要></p> <ol style="list-style-type: none"> 既存フリー配偶体の整理・継代培養 概ね4月～5月、10月～11月の2回、保存中の各系統ワカメの雌雄配偶体少量を採取し、新しい培養液に移植して、空調22℃、照度1,000Lux、光周期14L10Dの条件下で培養を継続した。 優良形質をもつワカメの胞子葉（メカブ）または配偶体の収集 今年度は新たな優良形質のワカメは見当たらなかったため、収集は行わなかった。 交配種の高水温耐性・低栄養耐性の検査 前年度まで扱ってきた高水温耐性が確認された日本海起源のA系統とT系統は、県北部の養殖海域の一部で導入が不可とされたことから、気仙沼湾西湾内で採集し高水温耐性が確認された天然ワカメのH系統（図1）を用いて交配試験を実施した。このH系統と優良品種とされる気仙沼市唐桑町 	

のK系統、南三陸町歌津のU系統および同町志津川のS系統間で正逆交雑を行って屋外養殖試験用の種苗を育成し、葉長が1~3mmになった幼芽を採苗糸から剥離して実験に用いた。各試験区に収容した幼芽は9~15個体である。実験には窒素NとリンPを殆んど含まない人工海水を用い、三態窒素濃度をPESI用原液を添加して調整した。

三態窒素濃度段階はPESIを添加しない希薄濃度区T (約2 μ g/L) , 低濃度区 (約14 μ g/L) , 中濃度区 (約25 μ g/L) および高濃度区H (約45 μ g/L) の4通りとした。実験は温度勾配培養装置内で行い、温度は20 $^{\circ}$ C, 22 $^{\circ}$ C, 24 $^{\circ}$ C及び26 $^{\circ}$ Cの4通りとした。照度は約3,000Lux, 光周期は10L14Dに設定した。生育状況の評価は、幼芽に異常が無い場合は評点5, 幼芽の組織に異常は無いが退色が認められる場合は評定4, 異常がある場合はその程度によって評点1~3とした。評点4と評点5の個体数を合計を正常個体とし、試験区の総個体数に対する正常率とした。

地元原系統K σ ×K ρ は、20 $^{\circ}$ Cでは8日目まで各栄養塩濃度区で異常個体は見られなかったが、15日目にかけて希薄栄養塩濃度区と低栄養塩濃度区で正常率が低下した。また、水温22~26 $^{\circ}$ Cの範囲では水温が高いほど、栄養塩濃度が低いほど正常率の低下が急激であった(図2, 左図)。一方、交配系統K σ ×H ρ とK ρ ×H σ は、いずれも20日までいずれの栄養塩濃度、水温でも幼体は正常であった(図2, 上図・下図)。

地元原系統U σ ×U ρ は、8日目に水温20 $^{\circ}$ Cで栄養塩濃度が低いほど幼体の異常が多く見られ、水温22 $^{\circ}$ C以上ではいずれの栄養塩濃度でも殆ど正常個体がみられなかった(図3, 左図)。また、交配系統U σ ×H ρ とU ρ ×H σ もいずれも20日までいずれの栄養塩濃度、水温でも幼体は正常であった(図3, 上図・下図)。

地元原系統S σ ×S ρ は、6日目以降に水温20 $^{\circ}$ Cでも栄養塩濃度が低いほど幼体の異常が多く見られ、水温22 $^{\circ}$ C以上では10日目以降に正常率の低下が見られた(図4, 左図)。一方、交配系統S σ ×H ρ とS ρ ×H σ は、20日目でも全ての栄養塩濃度、水温で異常は認められなかった(図4, 上図・下図)。

4 交配種の養殖試験・新品種の特性評価

3の試験で用いた系統と交配種、計7系統の種苗を気仙沼湾内湾で11月から養殖試験を開始し、4月中旬にそれぞれ上位10個体をサンプリングして、全重、葉長、葉厚など形態の他、葉緑素指標値(SPAD)を測定した(表1)。

多くの測定項目で上位を占めていたのは交配系統K ρ ×H σ で、次いで交配種S ρ ×H σ 、原系統H σ ×H ρ の順であった。ただし、サンプリング時にはワカメをアカモク等のホンダワラ類で厚く覆われ、生長の良否を判定することは困難とおもわれ、次世代の選抜に重点を置くこととなった。

5 交配種の雌雄配偶体作成

各系統ワカメのうち全長が大きいもの上位5個体程度の孢子葉にラベルを取り付け、6月上旬から同月下旬に配偶体作成用として養殖を継続した。

6 タレストレス症調査

漁業者と県漁協への聴き取りでは、今年度の県北部海域のワカメ養殖においては、収穫時期の1月から3月までタレストレス症の発生が殆ど無いとのことであった。また、同時期に実施した気仙沼湾内の漁場巡回調査でも養殖ワカメへのタレストレス寄生は観察されなかった。

<主要成果の具体的なデータ>

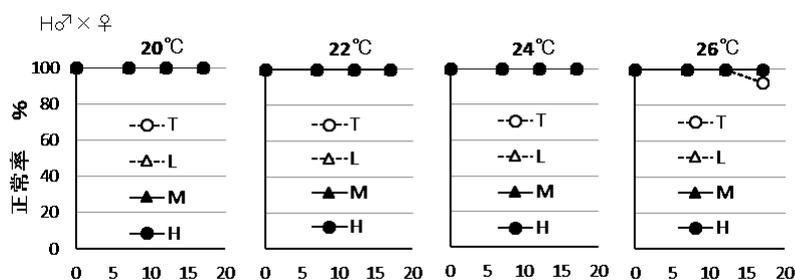


図1 気仙沼内湾天然ワカメH系統幼芽の各温度における正常率の推移
横軸：日数, ○=希薄濃度区T, △=低濃度区L, ▲=中濃度区M, ●=高濃度区H

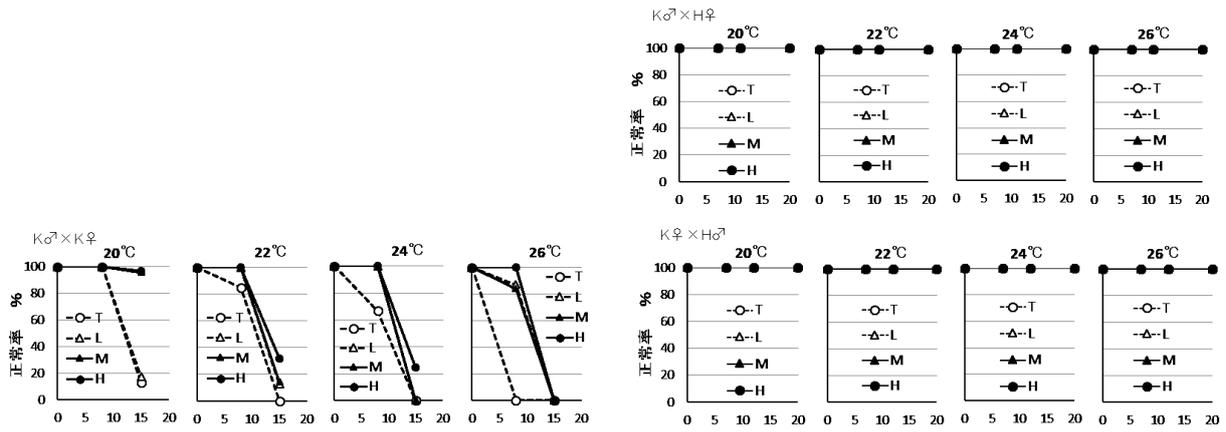


図2 原系統Kと原系統Hを用いて作出した交配系統幼芽の各温度における正常率の推移
 左図：原系統K♂×K♀，右上図：交配系統K♂×H♀，右下図：交配系統K♀×H♂
 横軸：日数，○＝希薄濃度区T，△＝低濃度区L，▲＝中濃度区M，●＝高濃度区H

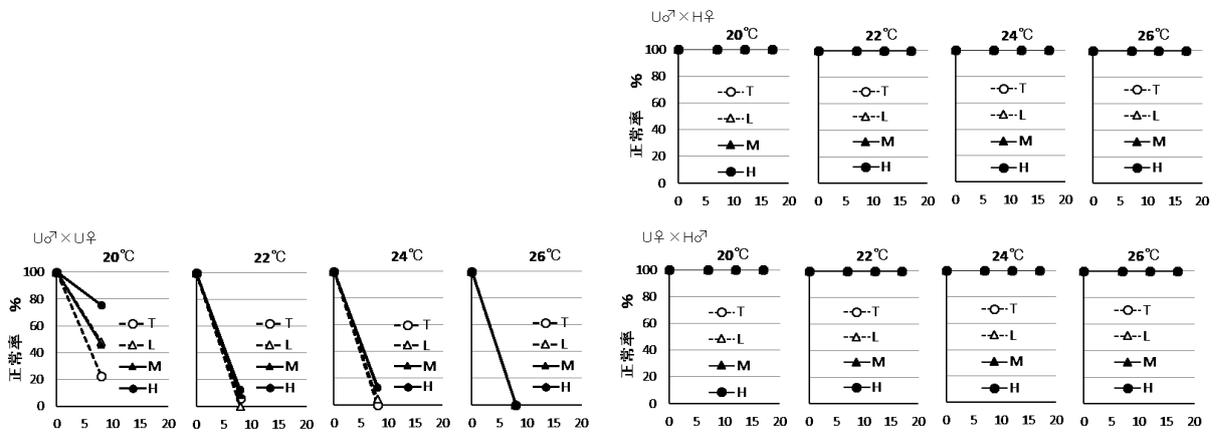


図3 原系統Kと原系統Uを用いて作出した交配系統幼芽の各温度における正常率の推移
 左図：原系統U♂×U♀，右上図：交配系統U♂×H♀，右下図：交配系統U♀×H♂
 横軸：日数，○＝希薄濃度区T，△＝低濃度区L，▲＝中濃度区M，●＝高濃度区H

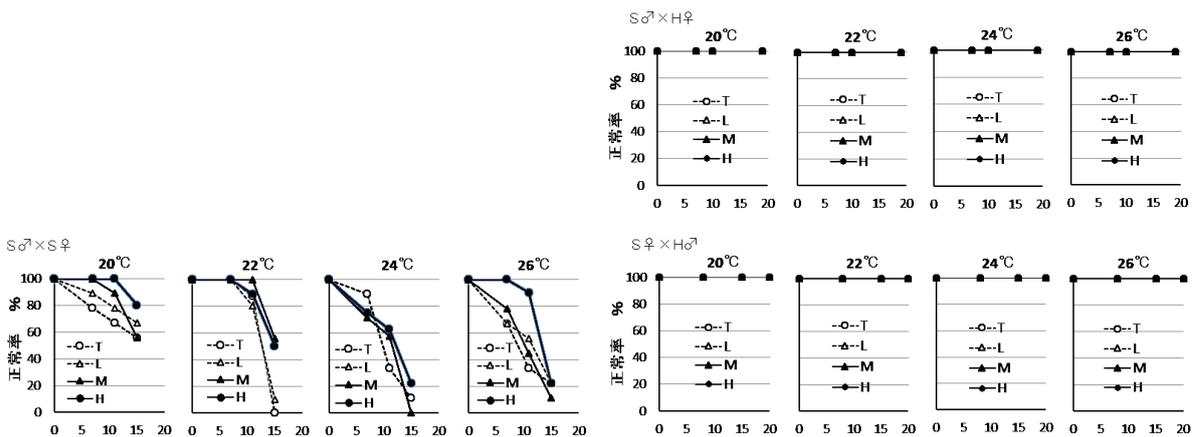


図4 原系統Sと原系統Hを用いて作出した交配系統幼芽の各温度における正常率の推移
 左図：原系統S♂×S♀，右上図：交配系統S♂×H♀，右下図：交配系統S♀×H♂
 横軸：日数，○＝希薄濃度区T，△＝低濃度区L，▲＝中濃度区M，●＝高濃度区H

表1 養殖試験を行った各系統ワカメの計測値および相対値

採取月日：令和2年4月17日 測定月日：令和2年4月17日

系統	全長	葉長	葉幅	欠刻幅	葉子葉		葉		全重	葉重	メカブ重	茎重
	cm	cm	cm	cm	幅	長さ	葉厚①	SPAD値				
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	Z数mm					
H♂×目♀	114.0	86.5	85.0	8.8	6.3	14.9	0.54	3.2	372.2	306.7	47.9	17.5
相対比	0.93	0.93	0.88	0.76	0.87	0.91	0.99	0.54	1.00	1.00	0.84	0.80
K♂×目♀	94.7	80.4	72.3	7.9	5.8	11.7	0.54	2.7	250.4	234.6	30.8	12.8
相対比	0.77	0.87	0.74	0.88	0.80	0.71	0.99	0.46	0.67	0.76	0.54	0.44
K♀×H♂	122.7	92.8	90.9	11.5	7.3	16.4	0.52	4.7	357.6	280.8	57.3	19.5
相対比	1.00	1.00	0.94	1.00	1.00	1.00	0.96	0.80	0.96	0.92	1.00	0.67
U♂×目♀	106.3	86.2	79.3	7.6	6.4	10.6	0.55	5.9	315.6	271.4	32.3	11.8
相対比	0.87	0.93	0.82	0.86	0.88	0.85	1.00	1.00	0.85	0.89	0.56	0.41
U♀×H♂	115.4	86.7	88.5	8.1	6.4	12.3	0.52	3.9	272.6	216.3	32.5	23.8
相対比	0.94	0.93	0.91	0.70	0.88	0.75	0.94	0.65	0.73	0.71	0.57	0.82
S♂×目♀	96.2	72.9	67.1	6.3	5.4	11.9	0.49	3.5	277.5	234.5	29.3	13.7
相対比	0.78	0.79	0.69	0.55	0.74	0.72	0.89	0.59	0.75	0.76	0.51	0.47
S♀×H♂	113.0	83.6	97.1	10.3	6.8	15.7	0.48	5.0	355.7	271.4	55.2	29.1
相対比	0.92	0.90	1.00	0.89	0.94	0.95	0.89	0.84	0.96	0.88	0.96	1.00

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・高温耐性のある系統と交配系統の継代養殖を継続し、2世代目以降も収量の多い系統を選抜して配偶体を保存する。
- ・引き続き、高温耐性をもつ交配種の作出を継続し、収量増と収穫期間の延長について検討する。

<結果の発表、活用状況等>

特になし

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	県単
研究期間	令和元年度 ～ 令和2年度
部・担当者名	企画・普及指導チーム：杉本晃一，養殖生産チーム：伊藤博 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：齋藤憲次郎，地域水産研究チーム：田邊 徹
協力機関・部及び担当者名	東部地方振興事務所水産漁港部，宮城県漁業協同組合十三浜支所青年研究会 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 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。雌生殖床に卵が確認できた2月に雌雄の生殖床を藻体から切り出し，粉碎法により受精した幼胚を収集した。また，母藻を管理している水槽に自然落下した幼胚を収集した。 得られた幼胚は，カキ殻，メラミンスポンジ，クレモナ糸を巻き付けた塩ビ枠等の採苗基質に蒔き付けて，遮光幕により遮光した流水水槽で管理した。また，海水を満たしたプラスチック製の箱に基質を納め，幼胚を蒔き付けて冷蔵保存した。 <p>(2) アカモク種苗の養殖試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 12月に水槽で飼育管理中に基質から脱落し，水槽の底面で成長したアカモク種苗を水槽から剥離した。得られた種苗（約300株）をクレモナ糸に挟み込み，巻き付け用ロープ（50m）に固定し，結束バンドで養殖用ロープ（幹綱）に固定した。宮城県漁業協同組合北上町十三浜支所青年研究会の協力により，相川漁港の漁場で養殖試験を実施した。 <p>2 ヒジキの増養殖試験の実施</p> <p>(1) 天然ヒジキ種苗とした養殖試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成31年2月に青年漁業者が志津川湾の岩礁で採取した約20cmの天然ヒジキを仮根の有無別に分け，その後，藻体を約10本ずつとなるようロープに挟んだ後，共同で養殖試験を行った。なお，仮根の無いヒジキは藻体下部を市販のプラスチック製結束バンドで束ねたものを使用し，仮根の有無別で生長等を比較した。 令和2年3月も昨年同様にヒジキを入手し，仮根の無いヒジキについては輪ゴム等を用いて結束し，志津川湾等で養殖試験を行った。 <p>(2) 天然ヒジキを母藻とした種苗生産（海中育苗）による種苗生産試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 天然ヒジキ及び基質（貝殻等），プラスチック製コンテナを用いて，ヒジキ受精卵から幼芽までの海中育苗について検討した。 <p>(3) 養殖試験後の越年仮根の飼育試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 養殖試験で得られた仮根部を室内水槽に移し，生長等の経過観察を行った。 <p>3 アラメの増養殖試験の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> 気仙沼湾の天然アラメを母藻とした種苗生産及び養殖試験を実施した。 	

4 アサリの増養殖試験の実施

令和元年4～6月に前年に設置した採苗器から回収した天然採苗種苗、9月に宮城県漁協七ヶ浜水産振興センターで生産した人口採苗種苗を屋内水槽で流水飼育した。これらの種苗を11月に試験後に垂下し、養殖試験を行った。

5 生産者への技術指導

生産者の行う取り組みに対し、技術指導を行った。

<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

- ・カキ殻やメラミンスポンジ等の基質に幼胚を蒔き付け、遮光して流水飼育したが、幼胚は基質から脱落し、水槽の底面に付着して生長した(図1)。
- ・基質に幼胚を蒔き付けて冷蔵保存し、9月に在庫して静置培養したが、移し替え時に幼胚が脱落した。

(2) アカモク種苗の養殖試験

- ・12月に十三浜支所青年部の協力により、相川漁港外のワカメ筏(100mシングル)の一部(60m)で水平張方式の養殖試験を実施した。2月中旬以降にコンブ類が繁茂し、4月に数10cmから3m程度に生長したアカモクを収穫した(収穫量約100kg)(図2)。収穫されたアカモクには成熟した生殖床が確認された。京都府のアカモク養殖と比較して、幹綱50mあたりの収穫量は1/6程度となった。
- ・京都府海洋センターの種苗生産や養老漁協の養殖の状況について視察し、情報収集を行った。

2 ヒジキの増養殖試験の実施

(1) 天然ヒジキ種苗とした養殖試験

- ・養殖試験の結果、仮根の有り無しともに刈取り時期である令和元年6月には全長約70cmにまで生長し(図3)、同様に生長した傾向が見られた。
- ・試験中の脱落・流失については、仮根有りの株は全て残存しており、一方、結束バンドで束ねた株の60%ではすべてのヒジキが抜けており、残り40%の株ではヒジキは残存しているものの本数が減少(流失)したことから、結束方法については引き続き検討が必要である。
- ・令和2年3月に採取したものについては、輪ゴムで結束後、3月中に養殖試験を開始することができたが、開始後間もないことから計測等は次年度以降に行うこととした。

(2) 天然ヒジキを母藻とした種苗生産(海中育苗)による種苗生産試験

- ・平成31年6月に天然ヒジキと付着基質をプラスチックコンテナに収容して海中に垂下した結果、受精卵は基質に付着させ生長させることができた。
- ・ヒジキ受精卵は、基質上で生長が見られたものの、幼芽まで生長したのはわずかであった。これは、ムラサキイガイ等の生物に覆われ、これらの除去時に相当数のヒジキ幼芽が脱落したものであると思われることから、より深くに垂下するなどして他生物の付着防止を検討する必要があると思われる。

(3) 養殖試験後の越年假根の飼育試験

- ・越年假根を室内で飼育したところ、仮根部の多くは枯死したが、仮根の一部から新たな出芽が見られ、室内で越年させることができた。
- ・出芽部分は小さく脆弱でありロープに挟むことが困難であることから、越年假根を種苗として用いるには一層の検討が必要である。

3 アラメの増養殖試験の実施

- ・令和10月に気仙沼湾で成熟アラメを採取し、その後は、ワカメのタンク採苗と同様の方法で遊走子付けを行った。なお、基質にはクレモナ糸等のほか、カキ殻を用いた。
- ・遊走子はその後、順調に生長し、配偶体を経て11月には芽胞体に生長した。
- ・気仙沼水産試験場の試験後に10月に沖だしたものは翌年1月に約3cmと生長した(図4)。
- ・漁業者からの配付要望に応え、歌津地区等に翌年から順次、配付を行った。
- ・今年度の実施状況を踏まえ、暫定版の採苗マニュアルを作成した。

4 アサリの増養殖試験の実施

11月に天然採苗種苗168個(3.7~39.8mm)、人工採苗種苗900個(1~4.7mm)を試験筏に垂下し、養殖試験中。

5 生産者への技術指導

- ・宮城県漁協松島支所青年研究会が行うアサリ天然採苗試験に対する技術指導を行った。
- ・宮城県漁協七ヶ浜支所が行うノリ高温耐性種養殖試験に対する技術指導を行った。

<主要成果の具体的なデータ>



図1 水槽の底面に付着したアカモク種苗



図2 アカモク養殖試験の収穫時



図3 生長した養殖ヒジキ(仮根無し)



図4 貝殻上で生長するアラメ幼芽



図5 アサリ天然採苗



図6 アサリ養殖試験籠

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・ヒジキについては、仮根のない藻体を束ねる方法を引き続き検討する。
- ・アラメについては、引き続き沖だし時期と管理方法の検討が必要。
- ・アカモクについては、種苗の管理方法、付着基質について検討する必要がある。
- ・アサリについては、養殖試験を継続する。

<結果の発表、活用状況等>

- ・令和元年度第16回全国漁青連北海道・東北・茨城ブロック会議
- ・令和元年度宮城県水産青年フォーラム

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	平成28年度～令和2年度
部・担当者名	環境資源チーム：○増田義男 気仙沼水産試験場 地域水産研究チーム：他力 将・○藤田海音
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 東北区水産研究所 資源環境部 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> 貝毒調査海域・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水） 調査項目：①貝毒原因プランクトン出現数（南部海域：荻浜27回/年，中部海域：塚浜26回/年，北部海域：気仙沼湾は調査点毎に49回/年，唐桑半島東部47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)19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)30回/年） ③トゲクリガニ貝毒量（麻痺性貝毒量：南部海域6回/年，中部海域5回/年，北部海域6回/年） ④シスト鉛直分布調査（北部1点） ⑤本県沿岸におけるシスト調査（唐桑半島東部～南部海域，計65点）</p> <p><結果の概要> 1. 貝毒 1) 下痢性貝毒 (a) 荻浜 荻浜内湾定点で<i>Dinophysis fortii</i> は，4月下旬から7月上旬に出現し，6月24日にピーク（1,020 cells/L）となった（図1）。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ12.5～21.7℃，30.15～32.54であった。最大出現時の水温は17.2℃，塩分32.38であった。 また，<i>D. acuminata</i> は，3月中旬，4月上旬から7月上旬に出現し，5月13日にピーク（3,340 cells/L）となった（図1）。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ8.0～21.7℃，30.88～33.67であった。最大出現時の水温は13.3℃，塩分32.53であった。 荻浜沖合定点で<i>D. fortii</i> は4月下旬から7月上旬に出現し，6月10日にピーク（5,210 cells/L）となった（図2）。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ11.4～22.3℃，30.23～33.04であった。最大出現時の水温は13.9℃，塩分33.04であった。 また，<i>D. acuminata</i> は，4月上旬から7月下旬，9月下旬に出現し，6月10日にピーク（8,960 cells/L）となった（図2）。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ8.1～22.6℃，30.23～33.42であった。最大出現時の水温は13.9℃，塩分33.04であった。 荻浜内湾定点に垂下したムラサキイガイから，5月8日に0.53 mgOA当量/kgの下痢性貝毒が検出され，出荷自主規制措置となったが，8月20日に解除となった。</p>	

(b) 塚浜

塚浜定点で*D. fortii* は、5月上旬から7月下旬、9月下旬、10月下旬に出現し、6月17日にピーク (1,650 cells/L) となった (図3)。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ9.0~22.1℃, 30.10~33.83であった。最大出現時の水温は14.5℃, 塩分33.22であった。

また、*D. acuminata* は、3月中旬、4月上旬、5月上旬から6月下旬にかけて出現し、5月27日にピーク (470 cells/L) となった (図3)。出現期間における水温・塩分範囲は、それぞれ6.3~16.1℃, 30.82~33.83であった。最大出現時の水温は12.0℃, 塩分32.64であった。

塚浜定点に垂下したムラサキイガイから、5月28日に0.22 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10日に解除となった。

(c) 気仙沼湾および唐桑半島東部

気仙沼湾で*D. fortii*は、4月上旬から7月上旬、7月下旬、9月下旬に出現し、5月27日にピーク (300 cells/L) となった (図4)。出現期間における岩井崎定点の水温・塩分範囲はそれぞれ5.5~24.1℃, 30.59~33.70であった。最大出現時の水温は15.6℃, 塩分32.23であった。唐桑半島東部では、5月27日に大沢定点で確認された300 cells/Lが最大であった (図4)。

また、*D. acuminata*は気仙沼湾で、4月上旬から5月下旬、6月中旬から7月上旬、9月下旬から1月下旬、2月上旬から3月下旬にかけて港町定点で多く出現し、9月18日にピーク (7,590 cells/L) となった (図4)。出現期間における港町定点の水温・塩分範囲はそれぞれ6.1~25.2℃, 12.29~33.68の範囲であった。最大出現時の水温は22.6℃, 塩分は30.41であった。唐桑半島東部では、5月27日に大沢定点で確認された300 cells/Lが最大であった (図4)。

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28日に0.30 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27日に解除となった。

2) 麻痺性貝毒

(a) 荻浜

荻浜内湾定点で*Alexandrium* spp.は、1月下旬、3月上旬から6月中旬、9月下旬にかけて出現し、4月22日にピーク (1,710 cells/L) となった (図5)。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ5.1~22.6℃, 30.15~33.48であった。最大出現時の水温・塩分は、水温12.5℃, 塩分32.21であった。

また、荻浜沖合定点で*Alexandrium* spp.は1月下旬、3月中旬から5月下旬にかけて出現し、4月15日にピーク (4,050 cells/L) となった (図5)。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ7.3~22.3℃, 30.23~33.96であった。最大出現時の水温は10.4℃, 塩分31.15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9日に8.7 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28日に解除となった。

(b) 塚浜

塚浜定点で*Alexandrium* spp.は、3月上旬から3月中旬、5月中旬~6月中旬、9月中旬にかけて出現し、5月20日にピーク (190 cells/L) となった (図6)。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ7.1~23.3℃, 25.81~33.48であった。最大出現時の水温は11.2℃, 塩分32.64であった。

塚浜定点に垂下したムラサキイガイから麻痺性貝毒は検出されなかった。

(c) 気仙沼湾および唐桑半島東部

気仙沼湾で*Alexandrium* spp.は、5月上旬から7月上旬、2月中旬から3月下旬にかけて港町定点で多く出現し、3月2日にピーク (6,340 cells/L) となった (図7)。出現期間における港町定点の水温・塩分範囲はそれぞれ7.6~19.0℃, 12.29~33.73であった。最大出現時の水温は8.8℃, 塩分は33.73であった。唐桑半島東部では3月16日に大沢定点で確認された420 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、5月24日に12.0 MU/gの麻痺性貝毒が検出され、出荷自主規制措置となったが、7月14日に解除となった。

2. シスト

1) シスト鉛直分布調査

震災以降、シストの分布密度のモニタリングを実施してきた気仙沼湾奥部において、11月上旬に採泥したサンプルのシスト密度の鉛直分布を調べたところ、表層（0～1 cm層）でおよそ20個/cm³確認された後、7～11 cm層にピーク（約300個/cm³）が見られた（図8）。

昨年度の調査結果と比較すると表層付近でシストがほぼ確認されない傾向はほぼ同様であったが、シストの高密度層が10 cm以深にも拡大した。これまでの調査結果より、調査地点における年間の土壌の堆積速度はおよそ1.8 cmであると推定されていることから、堆積によりシストの高密度層が下層部へと推移していく傾向が確認された。

2) 本県沿岸におけるシスト調査

2018年の大規模な麻痺性貝毒の発生をふまえ、全県的なシストの分布状況を明らかにすることを目的に調査したところ、2018年に比べ2019年は宮城県沿岸全域でシストの密度が低下した。小泉・伊里前湾を除き、複数の調査点でシスト密度が100個/cm³を下回った（図9）。特に気仙沼湾、小泉・伊里前湾、追波湾、女川湾牡鹿半島東部海域では2018年に比べ、2019年では減少傾向にあった。

<主要成果の具体的なデータ>

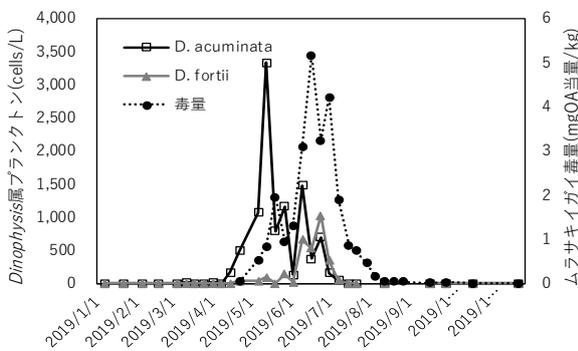


図1 萩浜内湾定点における
下痢性貝毒原因プランクトンと
毒化状況の推移

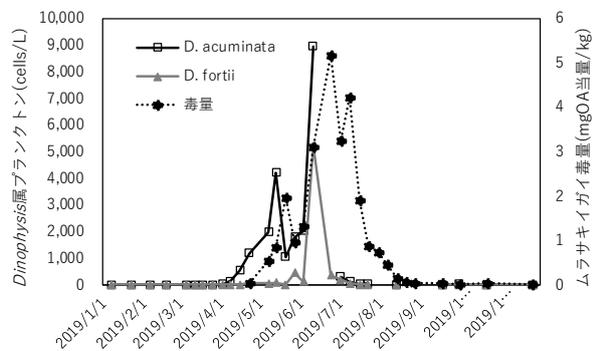


図2 萩浜沖合定点における
下痢性貝毒原因プランクトンと
毒化状況の推移

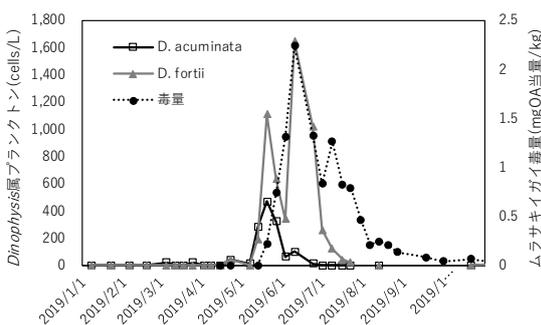


図3 塚浜定点における
下痢性貝毒原因プランクトンと
毒化状況の推移

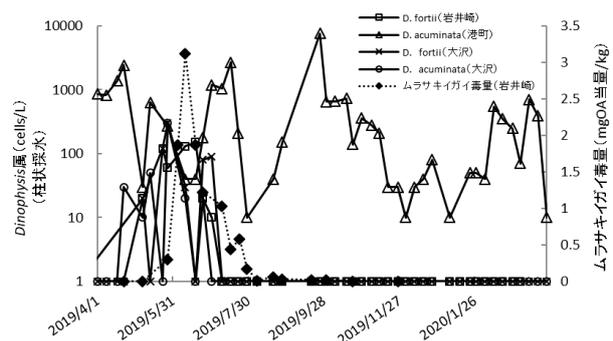


図4 気仙沼湾における
下痢性貝毒原因プランクトンと
毒化状況の推移
(※左軸プランクトン密度は対数軸)

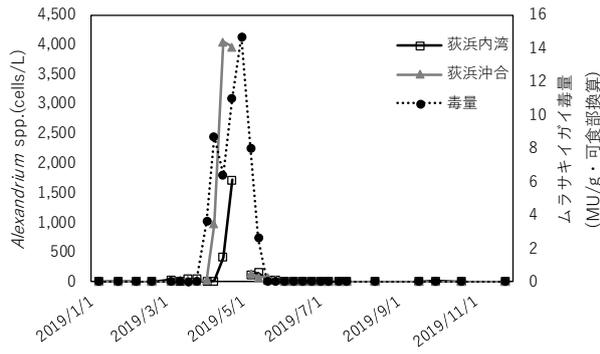


図5 茨浜定点における
麻痺性貝毒原因プランクトンと
毒化状況の推移

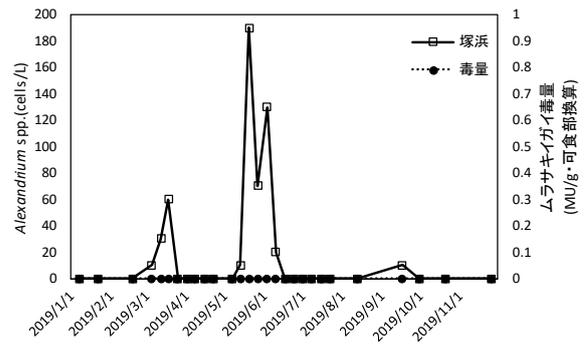


図6 塚浜定点における
麻痺性貝毒原因プランクトンと
毒化状況の推移

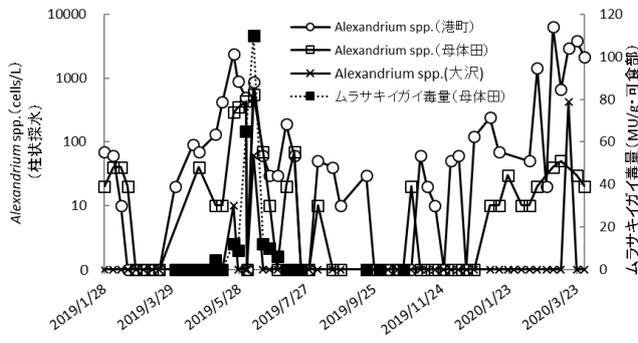


図7 気仙沼湾における
麻痺性貝毒原因プランクトンと
毒化状況の推移
(※左軸プランクトン密度は対数軸)

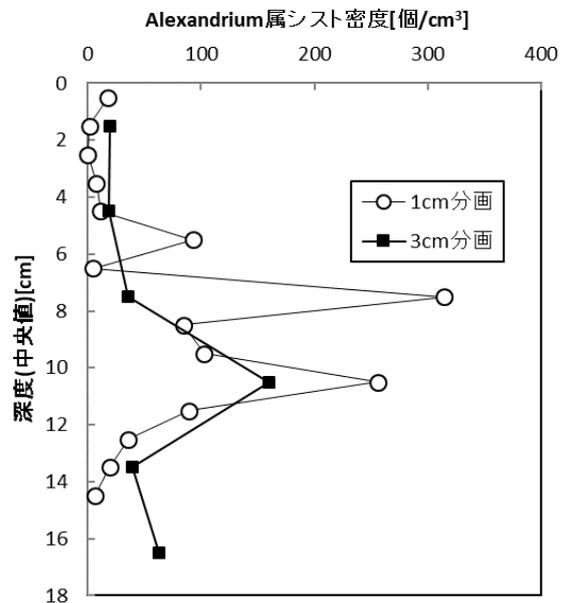
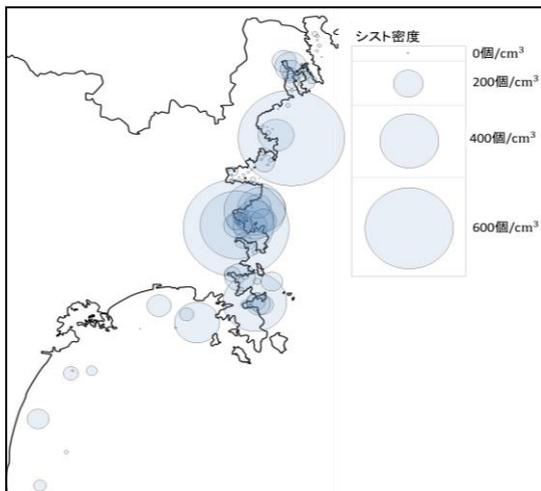


図8 気仙沼湾湾奥部における
Alexandrium 属シスト密度の柱状分布



(参考) 2018年のシスト分布状況

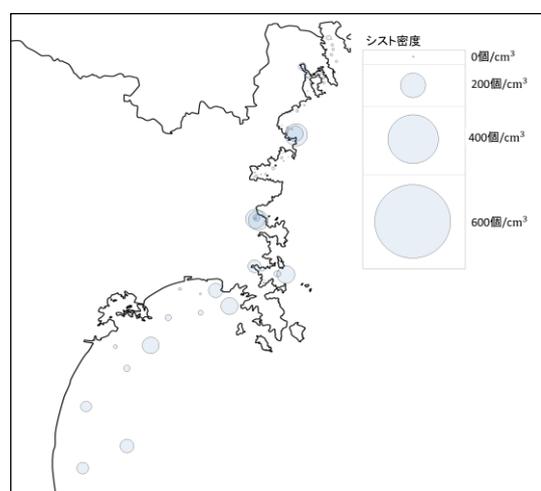


図9 今年度のシスト分布状況

表1 麻痺性貝毒による出荷自主規制状況（平成31年1月1日より令和元年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
南部海域	アカガイ	5.0	H30.4.3	H31.1.29
北部海域（気仙沼）	アカザラガイ	7.3	H30.4.5	R1.10.1
追波湾	ホタテガイ	6.0	H30.11.27	H31.1.22
追波湾	ホタテガイ	4.3	H31.3.19	R1.7.2
追波湾	カキ	7.2	H31.4.1	R1.5.13
南部海域（荻浜）	ムラサキイガイ	8.7	H31.4.9	R1.5.28
石巻湾東部	カキ	4.8	H31.4.15	R1.5.7
石巻湾中央部	カキ	7.0	H31.4.22	R1.5.13
石巻湾中央部	アサリ	16.0	H31.4.26	R1.5.21
南部海域	アカガイ	11.0	R1.5.8	R1.6.11
北部海域	ムラサキイガイ	12.0	R1.5.24	R1.7.24
気仙沼湾	ホタテガイ	36.0	R1.6.11	R1.9.3
追波湾	ホタテガイ	5.0	R1.6.11	R1.7.2
唐桑半島東部	ホタテガイ	5.0	R1.6.25	R1.7.30
気仙沼湾	ホタテガイ	7.2	R1.9.10	R1.10.15
北部海域	アカザラガイ	6.1	R2.3.3	規制中
南部海域（鳴瀬）	ムラサキイガイ	4.2	R2.3.10	規制中
石巻湾西部	カキ	8.8	R2.3.16	規制中
志津川湾	ホタテガイ	11.0	R2.3.17	規制中
追波湾	ホタテガイ	4.9	R2.3.17	規制中
南部海域（荻浜）	ムラサキイガイ	15.0	R2.3.24	規制中
石巻湾東部	カキ	6.7	R2.3.30	規制中
女川湾・牡鹿半島東部	ホタテガイ	5.1	R2.3.31	規制中
南部海域	アカガイ	11.0	R2.3.31	規制中

表2 下痢性貝毒による出荷自主規制状況（平成31年1月1日より令和元年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
南部海域（荻浜）	ムラサキイガイ	0.53	R1.5.8	R1.8.20
北部海域（岩井崎）	ムラサキイガイ	0.30	R1.5.28	R1.8.27
中部海域（塚浜）	ムラサキイガイ	0.22	R1.5.28	R1.9.10
追波湾	ホタテガイ	0.21	R1.5.28	R1.8.20
女川湾・牡鹿半島東部	ホタテガイ	0.17	R1.6.4	R1.7.30
雄勝湾	カキ	0.24	R1.6.10	R1.7.1
気仙沼湾	ホタテガイ	0.21	R1.6.11	R1.7.2
雄勝湾	ホタテガイ	0.31	R1.6.11	R1.8.6
女川湾・牡鹿半島東部	カキ	0.43	R1.6.11	R1.7.8
北部海域（気仙沼）	アカザラガイ	0.17	R1.6.11	R1.7.10
追波湾	カキ	0.54	R1.6.12	R1.7.3
石巻湾中央部	アサリ	0.59	R1.6.13	R1.7.18
荻浜湾	カキ	0.29	R1.6.17	R1.7.8
小泉・伊里前湾	ホタテガイ	0.22	R1.6.18	R1.7.9
志津川湾	ホタテガイ	0.24	R1.6.18	R1.7.9
石巻湾東部	カキ	0.35	R1.6.24	R1.7.29
唐桑半島東部	ホタテガイ	0.53	R1.6.25	R1.7.23

<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34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48報

2. 研究分野への活用状況

令和元年度東北ブロック水産業関係研究開発推進会議資源環境部会・貝毒研究分科会報告書
他、貝毒発生機構解明等に活用

3. 研究発表等

- 1) (口頭発表) 増田義男・岡村悠梨子, 2019年春夏季に大発生した下痢性貝毒プランクトンについて, 日本水産学会東北支部会
- 2) (口頭発表) 増田義男・岡村悠梨子, 2019年春夏季に大発生した下痢性貝毒原因プランクトンについて, 令和元年度東北ブロック水産業関係研究開発推進会議資源環境部会 貝毒研究分科会 (赤潮・貝毒部会 東日本ブロック)
- 3) (ポスター発表) 田邊徹, 他力将, 庄子充広, 渋谷和明, 気仙沼湾奥におけるAlexandrium属プランクトンのシスト堆積状況, 令和元年度日本水産学会春季大会
- 4) (ポスター発表) 田邊徹, 藤田海音, 増田義男, 他力将, 岡村悠梨子, 宮城県沿岸におけるまひ性貝毒の発生とシストの残存との関係, 令和元年度日本水産学会春季大会

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	温排水影響調査事業
予算区分	電源立地対策交付金（国庫）
研究期間	平成26年度～
チーム・担当者名	環境資源チーム：○雁部総明，増田義男
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的></p> <p>女川原子力発電所から排出される温排水が，周辺海域に与える影響を把握するため，県，周辺自治体，東北電力の間で締結された，「女川原子力発電所周辺の安全確保に関する協定書」に基づく「温排水測定基本計画」に従い，各種の測定調査を実施し，「女川原子力発電所環境調査測定技術会」，「女川原子力発電所環境保全協議会」で調査結果の報告を行う。</p> <p><試験研究方法></p> <p>女川湾内で下記の調査を実施した他，東北電力(株)が実施した関係調査結果も含めたとりまとめを行った。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 水温塩分調査点（43点・年4回） (2) 水温モニタリング調査（女川湾沿岸6点・周年観測） (3) 流動調査（1点2層・15昼夜連続観測・年2回） (4) 水質調査（16点・年4回） (5) 底質調査（18点・年2回） (6) 養殖生物調査（マガキ・マボヤ） <p><結果の概要></p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 水温塩分調査：平成31年4月10日，令和元年7月11日，10月17日，令和2年1月22日に各調査点（図1）で水深0.5・1・2・3・4・5・7・10・15・20m及び海底上層2m層の水温・塩分を調査した。令和元年度の水温観測範囲は表1に示すとおりである。 発電所の前面海域と各浮上点及び取水口の水温はほぼ周辺海域の水温の範囲内にあり，温排水の影響と考えられる異常な値は観測されなかった。 (2) 水温モニタリング調査：出島・寺間・竹ノ浦・高白・塚浜及び寄磯の6定点で簡易式記録水温計を用いて表層水の水温を測定し，結果をとりまとめた。 (3) 流動調査：令和元年7月3日～7月17日及び令和2年1月11日～1月25日に定点（St.2）の2m層・15m層で，自記式流向流速計を用いて15日間の連続観測を行い，流向・流速のデータを得た。 (4) 水質調査：湾内16点で，水深0.5・5・10m及び海底上層1m層の採水を透明度観測及び水温塩分調査と同時に実施した。水質分析は，pH・SS・DO・COD・NH₄-N・NO₂-N・NO₃-N・PO₄-Pについて行い，結果をとりまとめた。 (5) 底質調査：湾内18点で令和元年5月13日と同年10月10日に採泥した。底質の測定分析は，泥温・含水率・酸化還元電位・粒度組成・強熱減量・全硫化物・CODについて行い，結果をとりまとめた。 (6) 養殖生物調査：5，6月にマボヤ，2月にマガキの養殖生物調査を実施し，養殖生物の測定等により生育状況の結果をとりまとめた。 <p>(1)，(2)については，平成31年度第4四半期，令和元年度第1～3四半期分の調査結果が，環境調査測定技術会での評価及び環境保全監視協議会での確認を受け，それぞれ四半期報告書として公表された。また，平成30年度調査の(1)～(6)の結果を東北電力(株)の調査結果とともに「平成30年度女川原子力発電所温排水調査結果報告書」として取りまとめ，同様に評価・確認を受けた後公表されたほか，印刷物を作成し関係機関に送付した。</p>	

<主要成果の具体的なデータ>

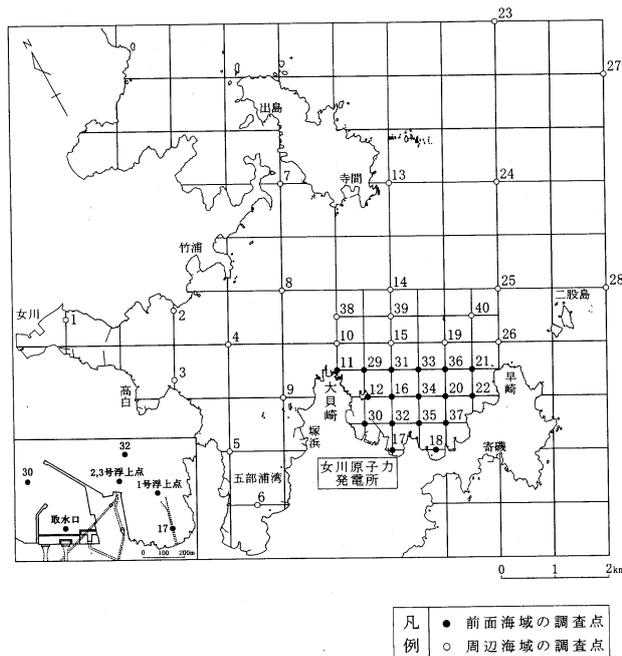


図1 水温塩分調査地点

表1 水温塩分調査（四半期毎）における水温測定範囲

調査年月日	平成 31 年 4 月 10 日	令和元年 7 月 11 日	10 月 17 日	令和 2 年 1 月 22 日
海域区分				
周辺海域	5.2～6.7℃	12.4～21.3℃	17.5～19.5℃	9.8～11.0℃
前面海域	5.7～6.4℃	15.2～18.4℃	17.9～19.5℃	9.7～10.7℃
1号機浮上点	6.0～6.4℃	15.7～18.2℃	18.1～19.5℃	10.0～10.0℃
2・3号機浮上点	5.9～6.4℃	15.9～18.1℃	18.7～19.4℃	10.1～10.1℃
取水口	5.9～6.0℃	16.2～18.3℃	18.7～19.5℃	9.9～9.9℃

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・本年度までと同様に「女川原子力発電所環境放射能及び温排水測定基本計画」（平成 31 年 4 月 1 日から一部改正施行）に基づき、温排水影響調査を継続実施する。
- ・調査結果について、（1）、（2）については、毎年度四半期ごとに環境調査測定技術会での評価及び環境保全監視協議会での確認を受け、四半期報告書として先行して公表される。
- ・また、（3）～（6）については、一括して翌年度に（1）、（2）と同様に評価、確認を受け、年度報告書に記載し公表する。
- ・令和元年度の調査結果は第 4 四半期分の評価・確認を各会議で受けた後に、（1）～（6）及び東北電力(株)調査結果とともに一括して年度報告書として公表される。

<結果の発表、活用状況等>

- ・平成 30 年度第 4 四半期～令和元年度第 3 四半期「女川原子力発電所環境放射能及び温排水調査結果」（四半期報）
- ・「平成 30 年度女川原子力発電所温排水調査結果」（年報）
- ・「原子力だよりみやぎ」（144号～147号）に掲載

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	平成29年度～令和2年度
部・担当者名	養殖生産チーム：藤原健，上田賢一，伊藤博，熊谷明，○本庄美穂 気仙沼水産試験場：○田邊徹，他力将
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

<目的>

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。

<試験研究方法>

1 養殖衛生管理指導

(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。

(2) 着地検査

①平成30年度群：平成31年1月に導入されたギンザケ輸入卵（3カ所）及びアトランティックサーモン輸入卵（1カ所）について、昨年度から引き続き、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。

②令和元年度群：令和元年12月～翌1月に導入されたギンザケ輸入卵（3カ所）について、2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。

2 疾病の発生予防・蔓延防止

(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。せつそう病およびビブリオ病については、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。

(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。

(3) コイヘルペスウイルス（KHV）病対策

県内養鯉場3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。

(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。

<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18件、水産用抗菌剤使用指導書を7件発行し、適正使用について指導した。また、2～3月に養魚場巡回指導を行い、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平成30年度群：月1回電話により聞き取りを実施し、3カ所とも良好であった。
- ②令和元年度群：2月に現地調査、3月に聞き取りを実施し、健康状態に問題はなかった。

2 疾病の発生予防・蔓延防止

(1) 魚病診断・薬剤感受性試験

魚病診断は内水面で27件、海面で26件実施した(表1)。魚種別では、ギンザケが23件(海面及び内水面合計)と半分近くを占めた。

疾病別では、マボヤの被囊軟化症が13件と最も多く、他には内水面においてEIBSやせっそう病、冷水病等が見られた。

薬剤感受性試験は、イワナとギンザケ(淡水)からせっそう病菌が分離され、一部の菌株でSMMXとOA耐性を示した。また、イワナから分離したピブリオ病菌の一部の菌株がSIZ耐性であった(表2)。

(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海域で軟化個体が確認され、確定診断により5海域全てで発生を確認した。全体では軟化個体の割合は1.8%で前年同時期(0.2%)に比べて増加し、今後の発生状況を注視する必要がある。また2～3月調査では、既発生海域3海域で軟化個体が確認され、確定診断の結果、2海域で発生を確認した。軟化個体の割合は0.2%で、前年同時期と同程度であった。

(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。

<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、夏季の調査で軟化個体の割合が増加しており、次年度の発生状況を注視し、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(令和元年6月 全国養鱒技術協議会魚病対策研究部会)
 - ・「マボヤ被囊軟化症の国内侵入と疾病の現状」(令和元年7月 東京大学海洋学教育プログラム)
 - ・「水産防疫について」(令和元年8月 青年漁業士養成講座)
 - ・「シロサケ放流事業における魚病対策」(令和元年9月 ふ化放流防疫対策業務打合せ)
 - ・魚病発生状況等の報告と話題提供「海面搬入後のギンザケのへい死について」(令和元年11月 東北・北海道魚類防疫地域合同検討会)
 - ・「海面搬入後のギンザケのへい死について」(令和2年2月 岩手県魚類防疫講習会)
 - ・魚病発生状況等について情報提供(令和2年3月 宮城県魚類防疫会議資料※)
- ※新型コロナの影響で会議中止となり、資料送付のみ。

<主要成果の具体的なデータ>

表1 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
せつそう病							3						3	1		2	
冷水病		1		1									2	1		1	
ビブリオ病			1										1			1	
細菌性腮病			1										1			1	
EBS			1	3									4	4			
IHN+冷水病						1							1		1		
不明		1	3	3	1		4						12	5		1	9
その他				3									3				
合計	0	2	6	10	1	1	7	0	0	0	0	0	27	11	1	6	9

(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	ニジマス	マボヤ	その他
ビブリオ病		1											1	1			
マボヤ被囊軟化症			3	6							3	1	13			13	
不明		1		1							1		3	2	1		
その他								7		1		1	9	9			
合計	0	2	3	7	0	0	0	7	0	1	4	2	26	12	1	13	0

表2 薬剤感受性試験

病原菌	月	魚種	OTC(テラマイシン他)				OA(パラザン他)				FF(アクアフェンL他)				SMMX(ダイメトン他)				SIZ(イスラン他)			
			-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++
せつそう病菌	10	ギンザケ	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	5	4	0	0	1	0	0	1	3
	10	イワナ	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	2
ビブリオ病	6	イワナ	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	5	/	/	/	/	0	0	2	2

-:効かない、+:ほとんど効かない、++:効きにくい、+++:よく効く

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	ギンザケに対する赤血球封入体症候群原因ウイルス（PRV-2）の感染試験ならびにサンプリングの委託事業
予算区分	受託
研究期間	平成30年度～令和元年度
部・担当者名	養殖生産チーム：藤原健，熊谷明，○本庄美穂 内水面水産試験場：太田裕達，本田亮，野知里優希
協力機関・部及び担当者名	委託元：(国研)水産研究・教育機構 増養殖研究所

<目的>

ギンザケ養殖において、赤血球封入体症候群（EIBS）は、最大の被害をもたらすウイルス病で、ワクチンの開発が望まれている。平成25～29年度に「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」の中で、宮城県と増養殖研究所等は共同でワクチン開発を行い、一定の効果を有するDNAワクチンが開発された。しかしながら、防御効果には個体差が大きく、ワクチン効果の改善が課題になっている。本事業は増養殖研究所で改良したワクチンの有効性試験を行うもの。

<試験研究方法>

1. ウイルス感染源比較試験

従来使用している感染源（病魚の腎臓、脾臓の10倍希釈ホモジネートをろ過滅菌したもの）が長期保存により、病原性が低下していないか検証するため、新しく調整した感染源と比較試験を行った。ギンザケ0才魚（平均魚体重16.6g）各30尾を下記に設定した試験の条件でウイルスを腹腔注射（100 μ l/尾）により感染させ、12 $^{\circ}$ Cに調整した飼育水で流水飼育を行った。感染後0日、17日、29日、38日目に各10尾サンプリングし、ヘマトクリット（Ht）値の測定と血液と脾臓を採取した。0日目と38日目には感染させていない対照区について同様に測定と採取を行った。なお、EIBSは貧血が特徴の疾病で、発症すると貧血の度合いを示すHt値が30以下に低下する。

- ①従来・通常希釈区（PBSで10倍希釈）
- ②新・通常希釈区（PBSで10倍希釈）
- ③新・高濃度希釈区（感染源原液）

2. EIBSワクチン試験

増養殖研究所が作製したEIBSワクチン各種と対照区あわせて10試験区を設定して、ギンザケ0才魚（平均魚体重24.0g/尾）40尾ずつに各ワクチンを接種した後、標識した。そして、サンプリング回ごとに4群に分け、10尾ずつを100L水槽に混養し、流水飼育を行った。6週間後にEIBSウイルスを腹腔に接種し、感染後0日、17日、28日、38日目にHt値の測定と血液、脾臓の採取を行った。0日目には血清も採取した。飼育水温はワクチン接種からウイルス感染までは14 $^{\circ}$ C、感染後は12 $^{\circ}$ Cとした。

<結果の概要>

1. ウイルス感染源比較試験

Ht値の測定とサンプル採取を行い、委託元である増養殖研究所に送付した。最もHt値が低下した29日目の結果では、①従来・通常希釈区が最も低い値を示し、次いで②新・通常希釈区となり、③新・高濃度希釈区は17日目と同程度のHt値であった（図1）。従来の感染源は新しい感染源に比べて病原性の低下は見られなかった。また、新しい感染源で原液を用いた高濃度希釈区では、通常希釈区に比べて、Ht値が低下しなかったが、一般的にウイルス感染価が高いほど発症とその後の回復が早まることから、Ht低下のピークは17日目と29日目の間にあった可能性が高い。

2. EIBSワクチン試験

Ht 値の測定とサンプル採取を行い、委託元である増養殖研究所に送付した。ワクチンの効果について、増養殖研究所で解析を行っている。

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・事業は今年度で終了であり、今までの成果について増養殖研究所が公表する予定である。
- ・今までの成果を基に、増養殖研と連携して、今後、製薬メーカーがワクチン開発に取り組むよう働きかけを行っていく。

<結果の発表、活用状況等>

- ・ Piscine orthoreovirus 2 に対する DNA ワクチンの開発，松山知正 他，令和 2 年度日本魚病学会春季大会講演要旨

<主要成果の具体的なデータ>

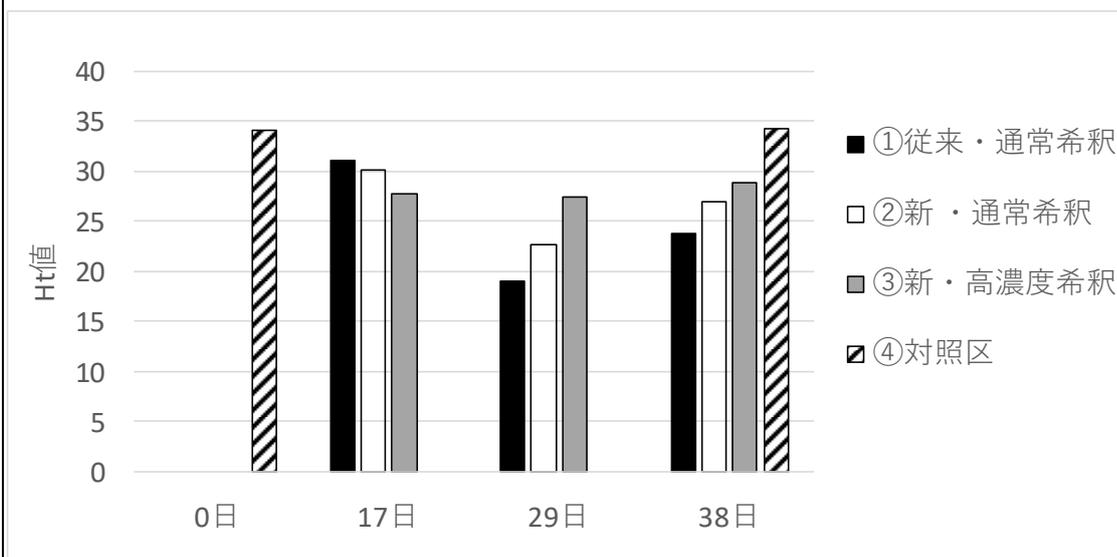


図1 感染源の比較試験における Ht 値の推移

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	米中心飼料による純国産ギンザケ養殖技術開発と凍結・解凍技術の革新による輸出の拡大
予算区分	委託
研究期間	平成28年度～令和元年度
部・担当者名	企画・普及指導チーム：杉本晃一
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 東北区水産研究所
<p><目的> 本事業で開発する米中心飼料について、養殖生産現場で実用が可能か実証試験を実施し、開発する飼料によるギンザケの成長や飼育成績を把握する。</p> <p><試験研究方法> 平成29年から令和元年まで南三陸町(2試験区)及び女川町(1試験区)に米中心餌料区と通常餌料区を設定し、各試験区について5～15尾を採取しサンプルとした。これらは尾叉長、体重、内臓除去体重を計測し、両区の成長を比較した。また、同一由来の種苗を導入して試験を行った南三陸町の試験区については、種苗導入尾数・重量、給餌量、水揚尾数・重量等から生残率や増肉係数を算出し、試験区間で比較を行った。なお、米中心餌料の給餌期間は、平成29年は、南三陸町では5月中旬から約1ヶ月間、女川町では6月中旬から約1ヶ月間、平成30年は、南三陸町では5月中旬から約1ヶ月間、女川町では5月中旬から約1ヶ月間、令和元年は南三陸町では4月上旬から約3ヶ月間、女川町では5月上旬から約2ヶ月間とした。</p> <p><結果の概要> 平成29年から令和元年まで南三陸町(2試験区)及び女川町(1試験区)に米中心餌料区と通常餌料区を設定し、計9組の試験区で体重の成長を比較した(図1)。同一日にサンプリングできない試験区があったものの、米中心餌料区と通常餌料区の成長は、ほぼ同程度であった。同一日に最終サンプリングができた5試験区について、その体重を比較したところ、H30年の南三陸町(中山平)の試験区のみ、米中心餌料区で有意に重い結果となったが(U検定, $p < 0.01$)、それ以外の4試験区では有意な差は認められなかった(U検定, $p > 0.05$) (図1)。 南三陸町の試験区では1イケスあたり5,000kgの種苗を導入し、3ヵ年計6試験区の生残率は79.1%から95.7%であった(表1)。米中心餌料を約2か月間給餌した令和元年の試験では、種苗由来「穂高」の米中心餌料区と通常餌料区の生残率は87.6%および89.5%、増肉係数は1.42および1.37であった。同様に種苗由来「中山平」の米中心餌料区と通常餌料区の生残率は79.1%および77.7%、増肉係数は1.52および1.59であった(表1)。6試験区のうち、生残率について米中心餌料区のほうが高かった区は4試験区であり、増肉係数が低かった区は3試験区であった。 給餌試験の結果、南三陸町と女川町の試験区ともに、米中心餌料区と通常餌料区の成長は同程度であった。また、南三陸町の飼育成績から、両区の生残率と増肉係数に大きな差異は認められなかった。これらのことから、本事業で開発された米中心餌料によるギンザケの成長、生残率は現状を下回らないものと考えられた。</p>	

<主要成果の具体的なデータ>

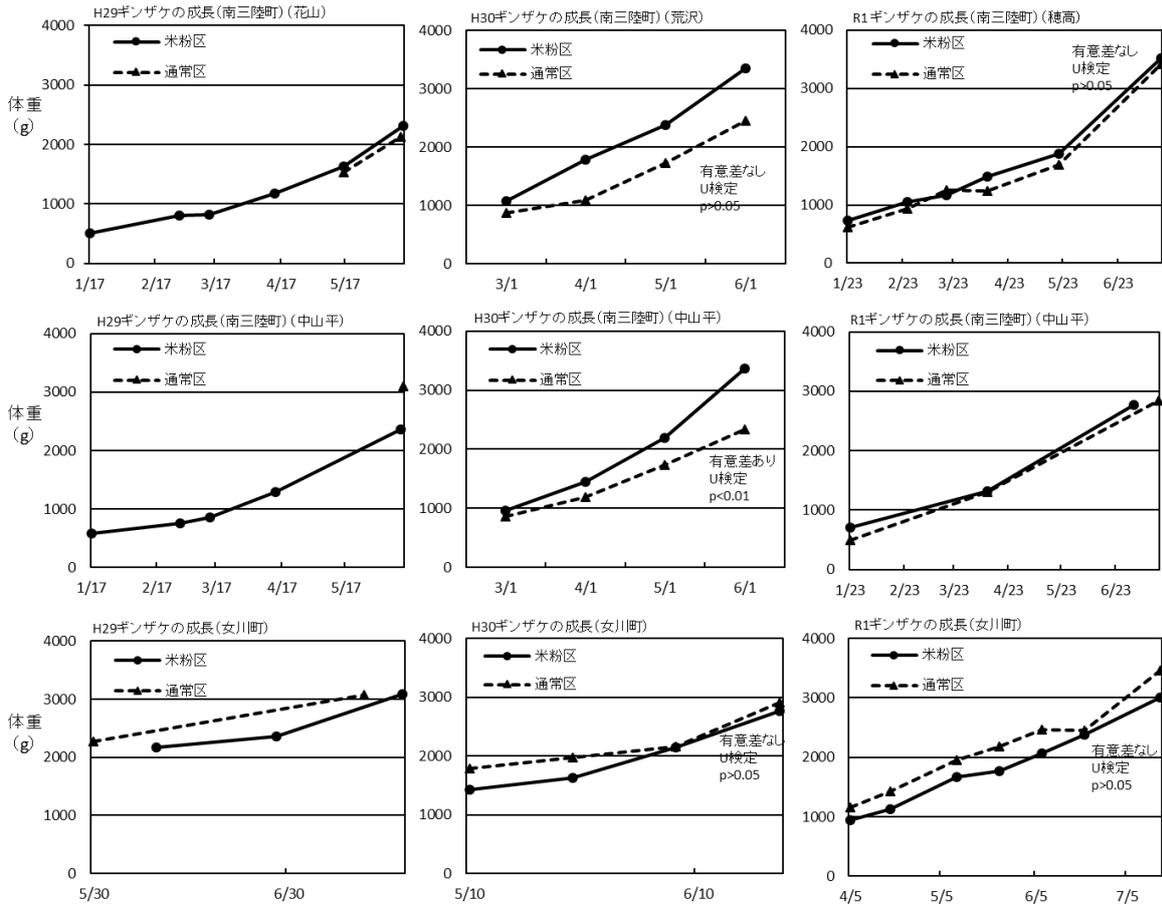


図1 米由来餌料と通常餌料を給餌したギンザケの成長(体重)

表1 米由来餌料と通常餌料を給餌したギンザケの飼育成績

項目	南三陸町 (H29)				南三陸町 (H30)				南三陸町 (R1)			
	米粉区	通常区	米粉区	通常区	米粉区	通常区	米粉区	通常区	米粉区	通常区	米粉区	通常区
種苗由来	花山		中山平		荒沢		中山平		穂高		中山平	
収容尾数	35,927	37,600	29,762	29,249	29,586	29,120	30,087	34,483	31,952	31,812	33,036	32,188
収容重量(kg)	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
稚魚重量 (g)	139	133	168	171	169	172	166	145	156	157	151	155
斃死尾数	1,542	2,659	5,868	6,098	4,272	3,599	1,336	2,024	3,964	3,329	6,892	7,180
生残率	95.7%	92.9%	80.3%	79.2%	85.6%	87.6%	95.6%	94.1%	87.6%	89.5%	79.1%	77.7%
水揚げ尾数	34,385	34,941	23,894	23,151	25,314	25,521	28,751	32,459	27,988	28,483	26,144	25,008
水揚げ重量(kg)	80,803	82,636	57,057	58,919	59,125	59,950	72,956	82,755	73,291	66,206	68,299	56,621
平均目廻り	2.350	2.365	2.388	2.545	2.336	2.349	2.538	2.550	2.619	2.324	2.612	2.264
給餌量	93,420	100,260	83,100	89,180	84,340	81,460	96,660	99,000	97,080	83,680	96,140	81,940
増肉係数	1.23	1.29	1.60	1.65	1.56	1.48	1.42	1.27	1.42	1.37	1.52	1.59

<今後の課題と次年度以降の具体的な計画>

特になし。

<結果の発表, 活用状況等>

宮城県産の飼料米を用いた米中心餌料で養殖し, 宮城県産栗チップで燻した新商品「みやぎサーモン SMOKE」が発表された。

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

試験研究機関名：内水面水産試験場

課題の分類	増養殖
研究課題名	食料生産地域再生のための先端技術展開事業（社会実装促進業務委託事業） 高成長ギンザケ生産技術
予算区分	受託
研究期間	平成30年度～令和2年度
部・担当者名	内水面水産試験場 中家浩，本田亮，野知里優希
協力機関・部及び担当者名	東京大学大学院農学生命科学研究科附属水産実験所 菊池潔，細谷将
<p><目的></p> <p>養殖用ギンザケ卵については、1995年以降、防疫上から天然ギンザケ卵が輸入できなくなったため、国内で継代飼育している親魚から生産しているが、遺伝的近交が懸念されている。平成25年に内水面水産試験場で保持しているギンザケ選抜群から高成長系第3世代を作出した。しかしながら、近交が進みこれ以上の選抜効果は無いことが判明したため、ゲノムセレクション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系を作出した。</p> <p>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して魚価が下落する。高成長系を民間養魚場に配布して普及させることで、魚価の高い水揚げ早期への出荷前倒し、水揚げ時期分散の実現を図る。</p> <p><試験研究方法></p> <ol style="list-style-type: none"> 高成長系第3世代の発眼卵生産と配布 <ul style="list-style-type: none"> ゲノムセレクションにより交配させた高成長GS系（平成28年度作出）の採卵を行い、得られた発眼卵を岩手県内の民間養魚場に配布した（残った一部は継代飼育に供した）。 民間養魚場での高成長系第3世代の種苗育成および海面養殖での追跡調査 <ul style="list-style-type: none"> 昨年度、発眼卵を配布した高成長系第3世代について、岩手県の民間養魚場で5トン以上の種苗を海面へ出荷する。 昨年度、宮城県の民間養魚場で自家採卵した高成長系第3世代について、5トン以上の種苗を海面へ出荷する。 海面養殖において、高成長系第3世代及び他系統の生簀毎の成長について追跡調査を実施する。 民間養魚場での自家採卵群の遺伝的多様度の検証（担当：東京大学） <ul style="list-style-type: none"> 昨年度宮城県内の民間養魚場で自家採卵した高成長系第3世代の親魚および稚魚の遺伝解析を行い、遺伝的多様度の検証を行った。 高成長GS系の偽雄作出 <ul style="list-style-type: none"> 高成長GS系の全雌作出のため、高成長GS系から採卵して得た仔稚魚を雄性ホルモン処理し、育成する。 <p><結果の概要></p> <ol style="list-style-type: none"> 高成長系第3世代の発眼卵生産と配布 <ul style="list-style-type: none"> 平成28年級高成長GS系雌237尾と雄146尾を交配させ、発眼卵2,969百粒を生産した（発眼率86.3%）（表1）。 得られた発眼卵のうち2,939百粒を12月10日に岩手県内の民間養魚場へ配布した。 民間養魚場での高成長系第3世代の種苗育成および海面養殖での追跡調査 <ul style="list-style-type: none"> 11月20日、昨年度岩手県の民間養魚場へ配布した高成長系第3世代の発眼卵から育成した稚魚5トンを南三陸町海面養殖場へ出荷した。海面へ出荷後、高成長系及び他系統の生け簀において定期的に追跡調査を実施中。出荷終了後増肉係数、生残率や出荷時期・販売単価等を分析し、収益性評価等を行う。 昨年度宮城県内の民間養魚場で自家採卵した高成長系第3世代は、EIBSによる斃死の発生等により海面への種苗出荷を中止した。 	

3) 民間養魚場での自家採卵群の遺伝的多様度の検証 (担当: 東京大学)

・交配に利用した全親魚 (雄: 72尾、雌: 273尾) およびそれと同数の稚魚を解析に供した。稚魚は浮上後にランダムに採取した個体を用いた。過去に宮城県内水面試験場の親魚群で多型性が高いことを確認している5個のマイクロサテライト座のうち2個について多型解析を行った。このうち、解析が完了した1座 (Omm1058) についてアレル頻度を求め、世代間で比較した (表2)。その結果、世代間でアレル頻度に大きな差異はなく、レアアレル (出現頻度: < 0.05) でも稚魚世代で消失したものは認められなかった。また、ヘテロ接合度の期待値と観測値を求め、近交係数を算出したが、世代間で大きな変化は認められなかった (表3)。最後に、雄親、雌親それぞれのアレル頻度を利用して *in silico* 交配を行って、稚魚の遺伝子型の出現頻度の期待値を算出し、実際の観測値と比較した。その結果、各遺伝子型の出現頻度の期待値と観測値の間の相関係数は0.96と高く、民間業者での交配による遺伝子型頻度の変化は小さかったと考えられた (図1)。民間業者での聞き取り調査時点では、無意識に大型個体を親魚として選んでしまう可能性を認識しており、遺伝的多様性の縮小が懸念されていたが、上記の解析結果からは無作為交配が行われており、親魚群と同程度の遺伝的多様性が維持できていたと考えられた。

4) 高成長GS系の偽雄作出

・高成長GS系の全雌作出のため、高成長GS系から採卵して得た仔稚魚を雄性ホルモン処理し、育成中。

<主要成果の具体的なデータ>

表 1. 内水面水産試験場のギンザケ採卵実績

	採卵月日	系統	雌 (尾数)	雄 (尾数)	採卵数 (百粒)	発眼卵数 (百粒)	発眼率 (%)
①	R1年11月7日	H28高成長GS	198	120	3,330	2,939	92.2
②	R1年11月12日	H28無選抜	50	45	176	35	84.3
③	R1年11月22日	H28高成長GS	39	26	580	30	80.4

(②, ③の発眼卵数は収容卵数)

表 2. Omm1058 座における各アレルの出現頻度を雄親、雌親、稚魚で算出した結果
(世代間でアレル頻度の急激な変化は認められなかった)

	アレルサイズ									
	254	258	262	266	270	274	278	290	298	302
雄親	0.147	0.066	0.015	0.037	0.147	0.177	0.140	0.000	0.265	0.007
雌親	0.116	0.061	0.013	0.031	0.083	0.145	0.234	0.002	0.309	0.007
稚魚	0.154	0.087	0.006	0.033	0.121	0.148	0.179	0.002	0.260	0.010

表 3. Omm1058 座における雄親、雌親、稚魚のヘテロ接合度の期待値、観測値および近交係数
(世代間で大きな変化は認められなかった)

	個体数	ヘテロ接合度		近交係数
		期待値	観測値	
雄親	72	0.836	0.824	0.014
雌親	273	0.805	0.827	-0.027
稚魚	345	0.832	0.822	0.012

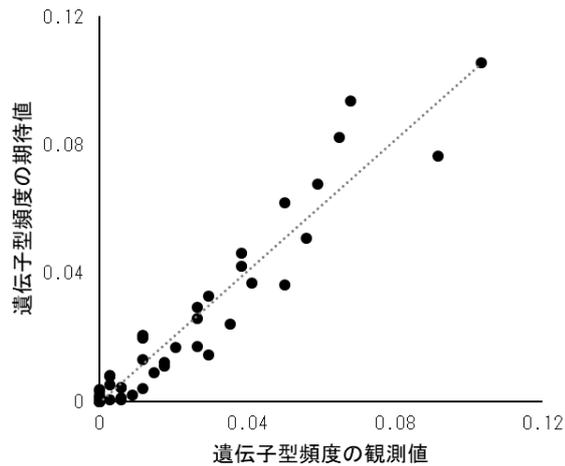


図 1. 親魚のアリル頻度を利用した稚魚の遺伝子型頻度の観測値と期待値
 (観測値と期待値との間の相関係数は 0.96 と高く、民間業者での交配による
 遺伝子型頻度の変化は小さかった)

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

民間養魚場での高成長系第 3 世代の種苗育成および海面養殖での追跡調査

- ・今年度、発眼卵を配布した高成長 GS 系第 3 世代について、岩手県の民間養魚場で 5 トン以上の種苗を 2020 年秋に海面へ出荷する。海面養殖において、成長・生簀毎の増肉係数・生残率や出荷時期・販売単価等を分析し、収益性評価を行う。

<結果の発表，活用状況等>

本事業は、農林水産技術会議の「食料生産地域再生のための先端技術展開事業（社会実装促進業務委託事業）」の「サケ科魚類養殖の安定化、省コスト・効率化のための実証研究」の 1 課題として実施した。

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

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	食料生産地域再生のための先端技術展開事業のうち社会実装促進業務委託事業（貝類養殖業の安定化、省コスト・効率化のための実証研究）
予算区分	受託（復興庁・農林水産省の実証研究事業「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」のうち「社会実装促進業務委託事業（水産業分野）」）
研究期間	平成30年度～令和2年度
部・担当者名	水産技術総合センター 企画・普及指導チーム：柴久喜光郎・杉本晃一・菊池亮輔 気仙沼水産試験場：菊田和也 同 普及指導チーム：鈴木貢治・齋藤憲次郎
協力機関・部及び担当者名	国立研究開発法人水産研究・教育機構東北区水産研究所， 国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所， 国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所， 海洋エンジニアリング（株）， 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></p> <ul style="list-style-type: none"> 東日本大震災後に激減した宮城県産カキの生産と市場競争力を取り戻すため、平成25年度から平成29年度まで食料生産地域再生のための先端技術展開事業（貝類養殖業の安定化、省コスト・効率化のための実証研究）において、地域特性を活かしながらブランド化が見込める高品質カキ（未産卵一粒カキ及び潮間帯干出カキ）を効率的・安定的に生産する技術を開発し、生産現場へ導入した。 実証研究の中で生産したカキは新しいブランドカキ（ブランド名：未産卵一粒カキ＝「あまころ牡蠣」、潮間帯干出カキ＝「あたまっこカキ」）として高単価での取引が見込めるオイスターバーや飲食店等に出荷されている。 今後確実な復興を遂げるためには、社会実装の取組を発展・強化し、被災地域への技術体系の着実な導入を図ることが必要となっていることから、未産卵一粒カキや潮間帯干出カキなどの高品質カキ生産技術を導入し、これまでの実証研究成果を他地区へ普及させるとともに、既に生産技術が定着している南三陸町の「あまころ牡蠣」については、更なる販路開拓に取り組むもの。 <p><社会実装の方法></p> <ol style="list-style-type: none"> マガキ幼生同定手法，シングルシード生産方法，未産卵一粒カキ・潮間帯干出カキの養殖技術 <ul style="list-style-type: none"> ○実装地の選定 <ul style="list-style-type: none"> ・漁協青年研究会等を対象に技術の紹介を行い，1地区以上の実装地を選定する。 ○技術の移転 <ul style="list-style-type: none"> ・選定した実証地において，環境に合わせて技術を改良しながら技術移転する。 天然一粒種から作る未産卵カキ（「あまころ牡蠣」）の品質維持管理と販路の開拓 <ol style="list-style-type: none"> ① 消費者・バイヤー等への対応 <ul style="list-style-type: none"> ・県内外における展示会等でのPR及び新規顧客の開拓。 ・品質維持管理向上のための技術指導。 	

② 販路拡大・・・地元の主眼を置いた消費拡大の検討。

- ・販売戦略を目的とした研修会の開催。
- ・冷凍出荷による販路拡大の検討。
- ・次年度に向けた販売目標の明確化と共有。

＜結果の概要＞

1 マガキ幼生同定手法、シングルシード生産方法、未産卵一粒カキ・潮間帯干出カキの養殖技術

(1) マガキ幼生同定手法

- ・本技術を取り入れることにより、迅速かつ正確にマガキ幼生を同定できるようになった。本年度は、これを基に「種ガキ通報」15報（北部5報，中南部10報）を発行し、種ガキ生産者に速やかに情報提供した。

(2) シングルシード生産方法、未産卵一粒カキ・潮間帯干出カキの養殖技術

○実装地の選定

- ・石巻湾支所職員，松島支所職員・漁業士へ技術を紹介。
- ・その結果，新たな実装地として松島支所（シングルシード生産方法＋潮間帯干出カキ）を選定した。

○技術の移転

1) 石巻地区支所・石巻市東部支所（シングルシード採苗技術＋未産卵一粒カキ養殖技術）

- ・石巻地区支所青年部に対し，生育確認等現地指導・報告会等を延べ9回実施した。
- ・石巻市東部支所漁業研究会に対し，生育確認等現地指導等を述べ8回実施した。
- ・実証研究において出荷可能な時期として積算温度（10℃以上の水温の毎日合計）が150℃・日という知見があり，この積算水温までに出荷サイズまで成長するかを確認した。積算水温が150℃・日に達したのは石巻地区支所の沢田（万石浦内）で5月の中旬，そのほかの地区は5月末であり，この時期までに出荷サイズに達したのは石巻地区支所の折浜のみであった。折浜のカキは東京都の飲食店へ出荷予定であったが，大腸菌検査不合格や下痢性貝毒による出荷規制などにより出荷できなかった。未産卵で出荷できなかった石巻地区支所・石巻市東部支所ともに「未産卵」で出荷できなかったシングルシードについては，「未産卵」ではないものの，通常の生産よりも高品質で高単価な「一粒カキ」として，身入り等の品質を確認しながら県内のカキ取扱業者や東京の飲食店へ販売することとしている。

2) 河北町支所（シングルシード採苗技術＋潮間帯干出カキ養殖技術）

- ・河北町支所漁業士に対し，生育確認・干出養殖等現地指導を13回実施した。
- ・長面で通常生産される1年仔を用いて，平成31年2月14日から令和元年5月24日の間，長面浦水道部の工事用橋梁から供試貝を収容したフロート付きネットと丸カゴを潮間帯に垂下するとともに対照として潮下帯に丸カゴを垂下して，生残及び形状変化の追跡と，干出後のカキについて中央水研で呈味成分分析を行った。なお，今回の干出養殖は先行事例である，あたまっこカキ（松島湾浦戸地区）で用いられた技術そのままを適用するのではなく，長面での普及を念頭に置き，フロート付きネットおよび丸カゴを用いた方法の導入を試みた。潮間帯養殖では，近年，市販の専用バスケットを用いた手法も行われるようになってきているが，高価な品であるため，コスト上昇が課題となっている。そこで，市販のフロート付きネットとは別に自作品を用意して比較したところ，両者に大きな違いがないことを確認した。実際の養殖では，市販フロート付きネットは浮力調整が不適切であったことに起因する干出過多が原因と思われる斃死が発生した。

- ・干出後のカキの呈味成分分析結果では、遊離アミノ酸総量・甘味アミノ酸総量・グリコーゲン量が対照区である丸カゴ水没区を下回っていた。これらは、落葉したアマモが潮間帯に位置するフロート付きネットや丸カゴに絡みついて被覆し水交換を阻害したこと、フロート付きネットの浮力調整の不備による干出過多等が要因と推測され、今後、干出方法の改善が必要と思われた。
- ・平成 30 年 9 月に長面浦に樹脂製採苗器を投入し、10 月に剥離して得たシングルシード種苗を、防汚処理施工済みの養殖ネットで育成した。このカキを用いて令和元年 12 月 6 日から、長面浦西湾奥に単管パイプを組んで設置した干出用イカダにおいて干出養殖を開始した。干出養殖にはトリカルネット製の自作カゴを使用し、平均潮位に設置した。干出は 4 ヶ月間を目処に実施予定で、干出後は中央水研による呈味成分分析と、仲買業者からの評価を得る予定である。
- ・また、令和 2 年度の干出用種苗として、令和元年 9 月に長面浦に投入した樹脂製採苗器を 10 月に剥離してシングルシード種苗を確保し、防汚処理施工済みの養殖ネットで育成中。

3) 松島支所（シングルシード採苗技術＋潮間帯干出カキ養殖技術）

- ・松島支所漁業士に対し、シングルシード採苗・干出養殖等の現地指導、技術導入打合せや結果報告などの指導を 12 回実施した。
- ・河北町支所で平成 30 年 9 月に採苗したシングルシードを譲り受け、令和元年 9 月 17 日から令和 2 年 2 月 4 日まで干出養殖を実施。干出養殖は松島町磯崎海域に竹材を組んで設置した干出用イカダの平均潮位にトリカルネットカゴと丸カゴを固定するとともに、対照として潮下帯に丸カゴを垂下して、生残及び形状変化の追跡と、干出後のカキについて中央水研で呈味成分分析を行った。
- ・生残について、トリカルネットでは 1 カゴ当たり 77 個～100 個を収容のうえ干出養殖を開始したが、干出開始後に初めて確認した時点で約 30～40 個体が死亡した。死亡の原因は、長面から抱卵したカキを輸送したことが刺激となり、松島で干出養殖を行った直後にカキが放卵・疲弊したことから、その後の干出に耐えられなかったものと推測された（同ロットの水没区は死亡個体無し）。なお、その後の死亡は見られなかった。
- ・形状の変化については、干出後のカキは擦れて白化が顕著であり、擦れすぎて殻皮のみならず、その下のチョーク層まで摩耗が進行している個体が見受けられた。試験前は干出地が湾奥であることから干出時の外力は弱いと予想したが、実際の加速度センサーの計測値を見ると、浦戸（先行生産地）よりも動揺が大きいことが分かった。磯崎は浅場であるため風波で干出時に叩かれるような外力を受けたと想像されるとともに、死亡個体を除去したことにより収容密度が低下しカゴ内でよりカキが移動しやすくなったのも摩耗過多の一因と思われた。
- ・呈味成分については、令和 2 年 1 月 6 日にサンプリングしたものを分析したところ、遊離アミノ酸総量・甘味アミノ酸総量・グリコーゲン量が対照区である丸カゴ水没区を下回っていた。また、浦戸のあたまっこカキと比較しても呈味成分が低い結果となったが、これはあたまっこカキが身入りの良好な時期にサンプリングしているのに対し、松島では身が入り始める 1 月にサンプリングしたことによる影響が考えられた。それとともに、環境的には浦戸よりも磯崎の方が冬期の低水温や大きな外力（ネットの中でカキが動きやすい）が顕著であり、冬期のクロロフィル量が少なさなどと総合的に関与することで、成長・身入りに不利であると推測された。今年度は長面産の 1 年仔で試験的に干出を実施したが、今後は松島で採苗したシングルシードを用いて干出を行い呈味成分がどうなるか確認するとともに、今回作出した干出カキでも加熱すると味が濃いと感じるとの意見もあることから、加熱したカキの成分分析も検討していく。

- ・また、令和2年度の干出用種苗として、令和元年8月に松島湾に投入した樹脂製採苗器を9月に剥離してシングルシード種苗を確保し、防汚処理施工済みの養殖ネットで育成中。

2 天然一粒種から作る未産卵カキ（「あまころ牡蠣」）の品質維持管理と販路の開拓

- ・首都圏及び地元でのイベント出展やメディアでのPR活動等の成果も着実にみられている。出荷販売数量は平成30年と同数の15千個であったが、取引件数は県内3.5倍増・県外2倍増と平成30年に対し増加がみられ、これまでのPR活動の成果がみられている(図1)。
- ・事業終了後を見据えて「あまころ牡蠣」の販売継続のため、本年度から漁協支所も販促活動に参加している。令和元年8月に開催されたジャパンインターナショナルシーフードショー2019(東京)でコンタクトのあった海外輸出企業より「あまころ牡蠣」のサンプル提供について志津川支所へ依頼があり、桃浦かき生産者合同会社で冷凍試験を行った200個の内、10個を当該企業へサンプル提供している。評価が良好であれば残りのサンプルを提供し再評価を行うこととしている。また、令和2年2月開催のシーフードショー大阪(写真1)では、国内のバイヤー4件から取引希望があり、内3件はサンプル希望、外食業1件が取引希望であった。3~4月に最終の生産個数が確定後、漁協支所を窓口取引を行う予定である。また、平成30年から2ヶ年の販売実績をもとに具体的な販売目標を作成し、漁協支所、生産者と令和2年度の販売目標と取組み内容について協議を行っている。
- ・今年度までは大手オイスターバー1社による販売計画を軸にしてきたが、取引量の減少に伴い、地元を主体とした販売と副次的な冷凍利用も視野に入れた体制にシフトすることで、漁協支所、観光協会(町)と連携して「あまころ牡蠣」を定着させていくスキームが形成されてきている。

<主要成果の具体的なデータ>

1 マガキ幼生同定手法、シングルシード生産方法、未産卵一粒カキ・潮間帯干出カキの養殖技術



長面干出状況 (H31.2.14~R1.5.24)



長面干出状況 (R1.12.6~)



松島干出状況 (R1.9.17~R2.2.4)



作出した干出カキ (松島)

2 天然一粒種から作る未産卵カキ（「あまころ牡蠣」）の品質維持管理と販路の開拓

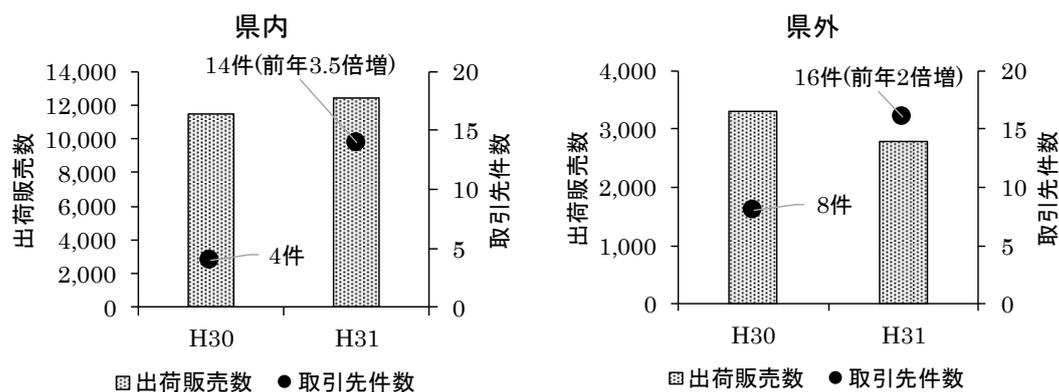


図1 県内・外出荷販売数および取引件数(H30・H31)



第17回シーフードショー大阪「あまころ牡蠣」の出展PR(2/19~20)

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- 1 マガキ幼生同定手法，シングルシード生産方法，未産卵一粒カキ・潮間帯干出カキの養殖技術
 - ・石巻地区支所と石巻市東部支所については，青年部及び漁業研究会としての活動は終了するが，青年研究会員個人で当該技術を導入する漁業者がいることから，必要に応じて指導を継続する。
 - ・河北町支所と松島支所については，漁業者がどのようなカキを生産したいのかを再確認しながら指導を継続する。

2 天然一粒種から作る未産卵カキ（「あまころ牡蠣」）の品質維持管理と販路の開拓

- ① 県外・内ともに取引件数の伸びがみられていることから，引き続き販促活動を積極的に行う。
 - ・地元向け販促活動の強化 …… 商店街および飲食店向けのPR
 - ・増加した取引先への販促活動の強化 …… 取引数の増加を目指す
- ② 成長比較試験等に基づく作業・管理工程について生産者と検討を行う(出荷時期を見据えた育成管理)。

<結果の発表、活用状況等>

- ・シングルシード牡蠣ネットワーク 2019 に生産者も参加し「あまころ牡蠣」展示・解説(平成 31 年 4 月 23 日)

- ・東北復興水産加工品展示商談会に生産者及び漁協担当者も参加し「あまころ牡蠣」出展・解説(令和元年6月25～26日)
- ・ジャパン・インターナショナル・シーフードショー2019に生産者及び漁協担当者も参加し「あまころ牡蠣」出展・解説(令和元年8月20～23日)。
- ・アグリビジネス創出フェア2019(令和元年11月20～21日)で「あまころ牡蠣」出展・解説。
- ・第17回シーフードショー大阪(令和2年2月19～20日)に漁協担当者も参加し「あまころ牡蠣」出展・解説。

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター内水面水産試験場

課題の分類	増養殖
研究課題名	原種サクラマス利用のための特性評価
予算区分	県単
研究期間	平成29年～令和元年度
部・担当者名	○野知里 優希, 本田 亮, 中家 浩
協力機関・部及び担当者名	

<目的>

当场では、放流歴の無い河川から採取したサクラマス（ヤマメ）2系統（伊里前川系、大原川系）を系統保存してきた。県内の主な河川では増殖事業により関東系ヤマメ等の他県産種苗が放流されてきたため、本県固有の個体群はほとんど存在しないと考えられる。したがって、当场が系統保存する2系統は、非常に貴重な原種である。

三陸南部のサクラマスの特徴として、生活史の多様性が知られている。伊里前川系統は、河川残留型が多く出現し、大原川系統は、0+ 秋にスモルト化する特徴を有していることから、それぞれの特徴を活かした増養殖への利用が期待される。

近年、遺伝的多様性保持のため増殖用種苗として地元系の重要性が認識され、一部の県内漁協では、自河川系や県内系種苗の利用を進めているほか、利用目的に合わせて河川残留型種苗・降海型種苗の使い分けも検討されている。また、各種マス類の海面養殖が全国的に取組まれる中、ギンザケに続く新たな海面養殖種の開発が必要である。

これらの背景から、2系統の原種を今後増養殖に利用することを目的に、それぞれの特性を明らかにし、内水面漁協や養殖業者への啓蒙・普及を行う。

<試験研究方法>

1 池中飼育での伊里前川系統および大原川系統の成長率および相分化の調査

平成25年級伊里前川系統および大原川系統サクラマスを親魚として、平成28年に作出した各系統150尾の稚魚にピットタグを打ち込み、1か月または2ヶ月ごとに体重および相分化を調査した。しかし、令和元年5月および10月に取水トラブルがあり、両系統とも全て斃死してしまった。そのため、伊里前川系統は平成29年7月から令和元年8月まで、大原川系統は平成29年6月から令和元年4月までの相分化ごとの体重の推移と雌雄尾数を求めた。

2 偽雄の探索と全雌個体の作出

大原川系統の0歳の秋におけるスモルト化率は3～4割ほどであり、そのほとんどが雌個体である。サクラマスの海面養殖を実施するにあたり、成長が良く、海水適応能を有したスモルト種苗が必要である。平成29年に作出したスモルト選抜群F1に17 α メチルテストステロン（以下、MT）による雄性ホルモン処理（ふ化直後から浮上まで週2回2時間の浸漬処理をし、浮上後60日間MTを添加した飼料を給餌）を行った。処理した集団からPCR法により遺伝的に雌であり、精巣を有する個体（偽雄）を抽出し、別に飼育していた同級群の雌と交配させた。

<結果の概要>

1 池中飼育での伊里前川系統および大原川系統の成長率および相分化の調査

飼育期間中に両系統とも斃死個体があり、伊里前川系統は令和元年8月末時点で111尾、大原川系統は令和元年4月末の時点で109尾であった。相分化の調査の結果、伊里前川系統の相分化は平成29年11月以降から中・後期スモルトが観察された個体(1+春スモルト)、飼育期間中にパー・銀毛パー・前期スモルトが観察された個体(パー)に区分した。また、大原川系統サクラマスの相分化は、平成29年6月から平成30年2月までに中・後期スモルトが観察された個体(0+秋スモルト)、平成30年3月から中・後期スモルトが観察された個体(1+春スモルト)、平成29年6月から平成30年2月までに

中・後期スマルトが見られ、その後パーとなり、再び中・後期スマルトが観察された個体(0+秋・1+春スマルト)、飼育期間中にパー・銀毛パー・前期スマルトが観察された個体(パー)に区分した。最終的に区分できた尾数は、伊里前川系統は137尾、大原川系統は133尾であった。

両系統の相分化の区分ごとの雌雄の尾数を表1に示した。両系統とも、1+春スマルトは雌の割合が高く、パーでは雄の割合が高い傾向であった。大原川系統の0+秋スマルトでは雌雄の尾数割合がおおよそ1:1であった。次に両系統の相分化ごとの体重の推移を図1に示した。特に大原川系統の0+秋スマルトの成長は他区と比較して、良好な成長が見られた。

2 偽雄の探索および全雌個体の作出

PCR法により5尾の偽雄を抽出した(表2)。27尾の雌個体と交配させた結果、発眼率は66.7~75.3%であった(表3)。

<主要成果の具体的なデータ>

表1 相分化ごとの雌雄尾数

相		雄	雌
伊里前川 (137尾)	1+春スマルト	2	41
	パー	69	25
	0+秋スマルト	20	23
大原川 (133尾)	1+春スマルト	4	29
	0+秋・1+春スマルト	1	10
	パー	42	4

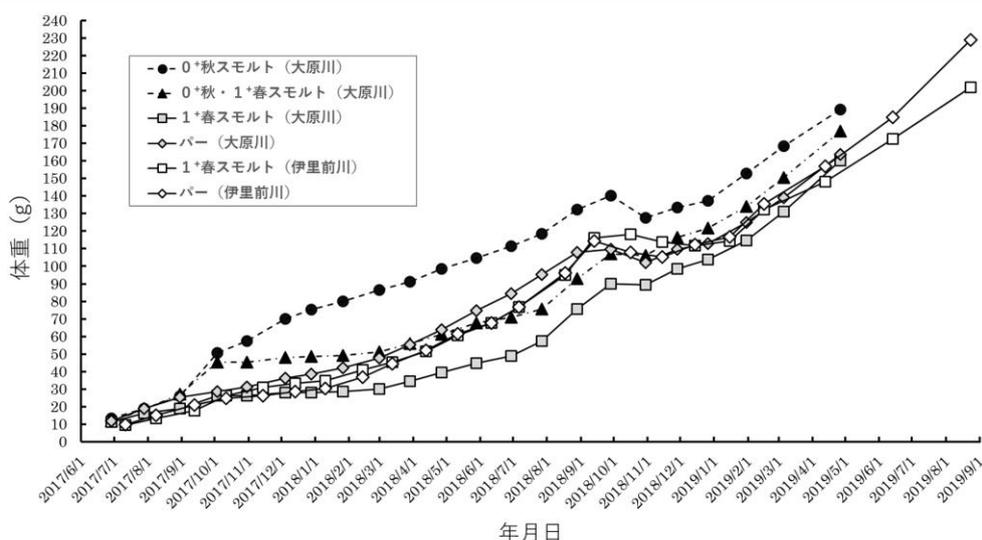


図1 相分化ごとの体重の推移

表2 抽出した偽雄の尾叉長および体重

個体番号	尾叉長 (mm)	体重(g)
1	327	403
2	290	293
3	275	212
4	318	377
5	276	233
平均	297.2	303.6

表3 使用した偽雄ごとの発眼率

採卵月日	雌 (尾数)	偽雄 (個体番号)	発眼率 (%)
R1年10月4日	27	1	66.7
		2	75.3
		3	70.1
		4	69.6
		5	71.6

<結果の発表，活用状況等>

- ・東北・北海道内水面試験研究連絡協議会にて得られた結果を報告
- ・令和元年度宮城県水産技術総合センター試験研究成果発表会にて報告
- ・県内の増養殖用サクラマス種苗生産業者に親魚用として伊里前川系統の発眼卵を譲渡

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター気仙沼水産試験場

課題の分類	増養殖技術
研究課題名	イガいの生産技術安定化試験
予算区分	県単
研究期間	平成31年度～令和3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，他力 将
協力機関・部及び担当者名	普及指導チーム，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

<目的>

本県では近年、麻痺性貝毒の発生等が問題となり、毒化しやすい漁場では、ホタテガイやアカザラガイなど長期間毒化する貝種に代わる養殖品目の開発と普及が望まれている。

在来種のイガイは、アカザラガイやホタテガイよりも減毒期間が短い可能性があり、また、関東地方でも消費されることから市場性も高く、北部地域養殖技術開発や普及への要望も大きい。本県では本種が地域特産種になり得るとして、平成21年から養殖技術開発に取り組み、初期発生条件を解明するとともに、成長速度や生残率が高いため養殖種として適していることを明らかにした。東日本大震災の発生による中断を経て、平成27年より改めて養殖技術開発を行ってきたところであるが、種苗生産の安定化や、効率的な養殖方法の開発など一連の養殖技術の確立が不十分であり、早急な対策が望まれる。

<試験研究方法>

1. 完全養殖

平成29年に採苗し、現在飼育を継続している個体を用いて採苗試験を行い、完全養殖を成功させる。

2. 生残条件の把握と、生残率向上方法の開発

6穴のマイクロプレートを用いて、平均殻長約160 μ mのイガイ幼生を7日間飼育した。1ウェル当たり10mlの濾過海水(100%海水と70%海水(脱塩水で調整))を用い、個体は概ね30個体収容、2日ごとに5万細胞の*Nannochloropsis oculata*を給餌、12時間の明暗20 $^{\circ}$ Cの飼育とした。試験区は抗生剤としてオキシテトラサイクリン(OTC)、クロラムフェニコール(CP)、ストレプトマイシン(SM)を用い、濃度は何れも初期10 μ Mとし、中日にさらに10 μ M増えるよう追加した。

また、6穴のマイクロプレートを用いて初期D型幼生について、使用する餌料プランクトンを変えて7日間、飼育を行った。1ウェル当たり10mlの濾過海水(100%海水と70%海水(脱塩水で調整))を用い、個体は概ね30個体収容、2日ごとに10万細胞の*Nannochloropsis oculata*、*Pavlova lutheri*、*Chaetoceros neogracile*をそれぞれ又は2種類の混合給餌はそれぞれ5万細胞ずつ給餌、12時間の明暗、20 $^{\circ}$ Cの飼育とした。

3. 養殖方法の検討

簡便な養殖カゴを用いて飼育を行っているが、これに加えて、カゴ等を用いない養殖方法の検討を行う。

<結果の概要>

1. 完全養殖

平成29年に採苗し、現在飼育を継続している個体を用いて採苗試験を行い、人口採苗を実施した。その結果約1,000個体の稚貝を得、現在中間育成を実施している。

2. 生残条件の把握と、生残率向上方法の開発

抗生剤を使用した試験区で生残率の向上が確認された(図1)。また、抗生剤を使用した試験区では、生残している個体については何れも殻長200 μ mを超えており、一方対照区の平均殻長は概ね180 μ mであったことから(図2)、殻長200 μ m以降の斃死の要因として、細菌性の疾病が少なくとも一つの要因として考えられた。

また、幼生の初期餌料について再検討したところ、*N. oculata*、*P. lutheri*、*C. neogracile*の順で平均殻長が大きく、他の二枚貝類と異なり、*N. oculata*の餌料効果が高い種類であると考えられる。また、*C. neogracile*については、単独では初期餌料としては適さなかったものの、*N. oculata*との混合餌料としたところ1週間後の平均殻長が最も大きかった(表1)。このことから、*C. neogracile*は粒径

の問題で初期餌料に適さないものの、ある程度成長した後は、餌料として期待できるものと考えられた。

以上より、本種幼生の餌料としては、初期は*P.lutheri*と*N.ocularata*の混合餌料を与え、成長が進んだ段階で*C.neogracile*を追加する方法が良いと考えられた。

3. 養殖方法の検討

当歳貝及びネットで中間育成を行った1歳貝についてカゴを使わない綿のソックネットを用いた養殖方法を検討した。この方法では、垂下を初めて3~4ヶ月程度で綿のネットは分解され、消失した。ただ、ゴム部分は残存していたことから、この部分については取り除く必要があるものと考えられた。

当歳貝についても同様の方法で中間育成が可能であったことから、カゴを使わない養殖方法の開発は可能であると考えられた。今後はその後の成長を追跡調査し、有効性を確認する。

<主要成果の具体的なデータ>

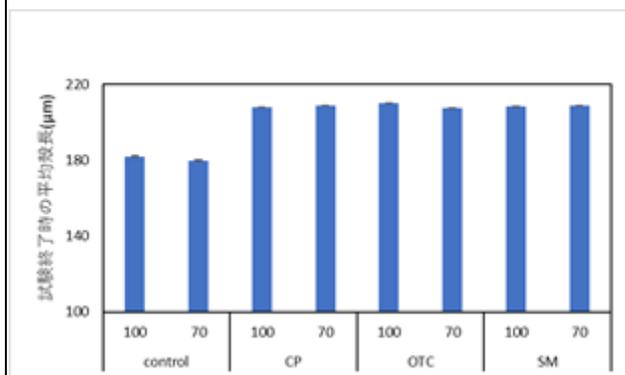


図1 100%及び70%海水における、イガイ幼生飼育時における抗生剤試験終了時の平均殻長(n=3)

CP: クロラムフェニコール
OTC: オキシテトラサイクリン
SM: ストレプトマイシン

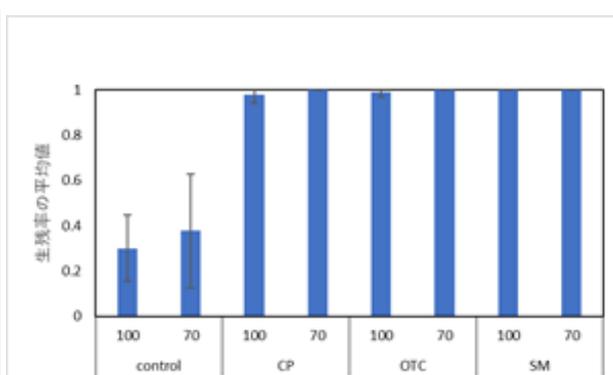


図2 100%及び70%海水における、イガイ幼生飼育時における抗生剤試験終了時の平均青山率(n=3)

CP: クロラムフェニコール
OTC: オキシテトラサイクリン
SM: ストレプトマイシン

表1 イガイ幼生の飼育における餌料プランクトンの検討
殻長120 μmで試験を開始し、1週間後の平均殻長と、日間成長率を算出

餌料種類	平均殻長(μm)	日間成長率 ((平均殻長-120)/6)
<i>Pavlova lutheri</i>	146.9	4.5
<i>Chaetoceros neogracile</i>	126.6	1.1
<i>Nannochloropsis oculata</i>	162.1	7.0
<i>Pavlova lutheri</i> & <i>Nannochloropsis oculata</i>	163.7	7.3
<i>Chaetoceros neogracile</i> & <i>Nannochloropsis oculata</i>	165.6	7.6
<i>Chaetoceros neogracile</i> & <i>Pavlova lutheri</i>	156.7	6.1

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

1. 採苗の安定化

(1) 殻長200 μ m前後の斃死を低減

・200 μ m前後で発生する斃死要因に細菌性の疾病の可能性が考えられたことから、飼育環境の見直しを図り、稚貝の量産化技術を検討する。

(2) 養殖方法の確立

・現在行っている養殖技術について、再度試験及び確認を行い、養殖マニュアルに反映させる。

(3) 試験養殖

・漁業者を対象に生産した種苗を配布し、試験養殖を実施する。

<結果の発表、活用状況等>

・「イガイ養殖技術開発について」新・みやぎ・シー・メール第25号

・田邊徹, 「養殖環境下における在来イガイの成長」二枚貝類飼育技術研究会ポスター発表, 2019年12月17,18日, 姫路

・田邊徹, 「在来種イガイの採苗試験」二枚貝類飼育技術研究会ポスター発表, 2019年12月17,18日, 姫路

事業課題の成果要旨

(令和元年度)

試験研究機関名：内水面水産試験場

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	平成29年度～令和2年度
部・担当者名	内水面水産試験場 中家浩, 本田亮, 野知里優希
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的></p> <p>内水面水産試験場で開発したイワナ全雌三倍体の生産技術については、平成14年に水産庁から三倍体魚等の特性評価等に適合していることの確認を受けた。その後、県内養魚場へ種苗を試験的に配布し、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年から市場出荷している。当場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1～2日経過した雌親魚から採卵した卵を、1回あたり10～30千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、アトキンスふ化槽で発眼卵まで管理し、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、ふ化後仔稚魚をFRP水槽で育成した。 <p>2 民間養魚場への種苗・発眼卵配布</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成30年および29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排除し、民間養魚場に配布した。また、令和元年に生産した発眼卵についても配布した。 <p>3 平成30年作出群の三倍体化率の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> 当場で平成30年に作出したイワナ全雌三倍体と通常二倍体イワナの血液塗抹標本を作製し、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"> 10月24日及び29日に採卵した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"> 当場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、平成28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"> 令和元年9月20日から10月29日までのうち計9日間で雌親魚331尾から594千粒採卵し、計34回温度処理を行った。収容後、得られた発眼卵は約206千粒で、発眼率は平均で36.6%（23.0～52.1%）であった。また、発眼卵の一部のふ化仔魚と死卵の割合から算出したふ化率は、平均68.7%（54.0～84.0%）であった。（表1・2） <p>2 民間養魚場への種苗・発眼卵配布および温度処理指導</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成30年、29年および28年に生産したイワナ全雌三倍体種苗について、それぞれ、33,628尾（平均体重18.7～36.0g/尾）、4,419尾（45.0～141.0g/尾）、318尾（157g）を民間養魚場（6経営体） 	

へ配布した。

- ・12月5日に発眼卵25千粒，12月11日に発眼卵15千粒を民間養魚場へ配布した。その後，約10千尾の稚魚を育成中。

3 平成30年作出群の三倍体化率の確認

- ・当場で平成30年に作出したイワナ全雌三倍体（N=57）と通常二倍体イワナ（N=10）の赤血球長径を測定した結果，57尾中1尾を除いて赤血球が大型化しており，三倍体化率は98.2%であった。（図1）

4 性転換雄（偽雄）の作出

- ・10月24日及び29日に採卵した全雌二倍体イワナについて，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

- ・10月24日に荒川系統から14千粒，10月29日に栗駒系統から8千粒採卵した。また，10月24日および10月29日に，平成28年度に作出した偽雄を用いて全雌21千粒を採卵した。（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	27
令和元年	594	13.5	206	36.6	-	-

表2 R元年度イワナ全雌三倍体種苗生産実績内訳

採卵日	親魚系統	発眼卵 (粒)	発眼率 (%)	発眼卵収容水槽	ふ化率 (%)
2019/9/20	H25荒川全♀(電照)	14,650	40.4	アトキンスふ化槽	72.0
2019/9/25	H25荒川全♀(電照)	9,825	27.3	アトキンスふ化槽	71.0
2019/9/27	H25荒川全♀(電照)	4,208	23.0	FRP水槽	63.0
		5,917	31.9	FRP水槽	
2019/10/4	H25荒川全♀(電照)	4,583	23.9	アトキンスふ化槽	-
		7,108	33.8	角形ふ化槽	
2019/10/11	H25荒川全♀(電照)	14,017	35.7	FRP水槽	84.0
2019/10/24	H27栗駒通常	3,708	39.1	アトキンスふ化槽	75.0
		6,775	26.1	アトキンスふ化槽	
2019/10/24	H26荒川通常	3,942	34.4	アトキンスふ化槽	62.0
		53,333	52.1	アトキンスふ化槽	
2019/10/25	H26荒川全♀	24,925	50.3	(民間配布)	-
		18,783	39.9	アトキンスふ化槽	
2019/10/29	H27栗駒	4,508	24.8	アトキンスふ化槽	54.0
2019/10/29	H27荒川全♀	11,533	24.1	アトキンスふ化槽	-
		3,117		アトキンスふ化槽	
		15,000		(民間配布)	

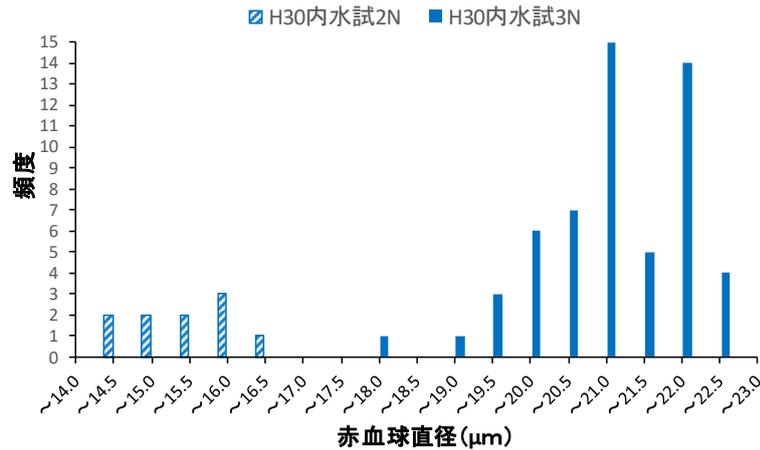


図1 平成30年作出イワナ全雌三倍体と通常二倍体イワナの赤血球長径平均値の分布

表3 全雌二倍体イワナ・通常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 (%)
R元年10月24日	荒川	H26	40	29	166	136	96.4
R元年10月24日	荒川(全雌)	H26	40	23	166	135	97.1
R元年10月29日	栗駒	H27	23	29	83	75	92.3
R元年10月29日	栗駒(全雌)	H27	23	14	83	80	91.1

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・発眼卵収容後、ふ化仔魚までの間に水カビが拡がり斃死要因となっている。発眼卵が密接せず通水性の良い収容方法と、銅イオン等による水カビ防止により生残率改善の余地があり、検討を行う。
- ・温度処理後の生残率には、採卵する卵質が大きな要因となっているため、親魚養成時の卵質強化の検討を行う。
- ・全雌三倍体作出においては、1回当たり約10千粒を温度処理しているが、量産化のためには1回当たりの処理量を増やし、短期間で効率的に生産できる処理工程を検討する。

<結果の発表、活用状況等>

特に無し。