

事業課題の成果要旨

(令和2年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

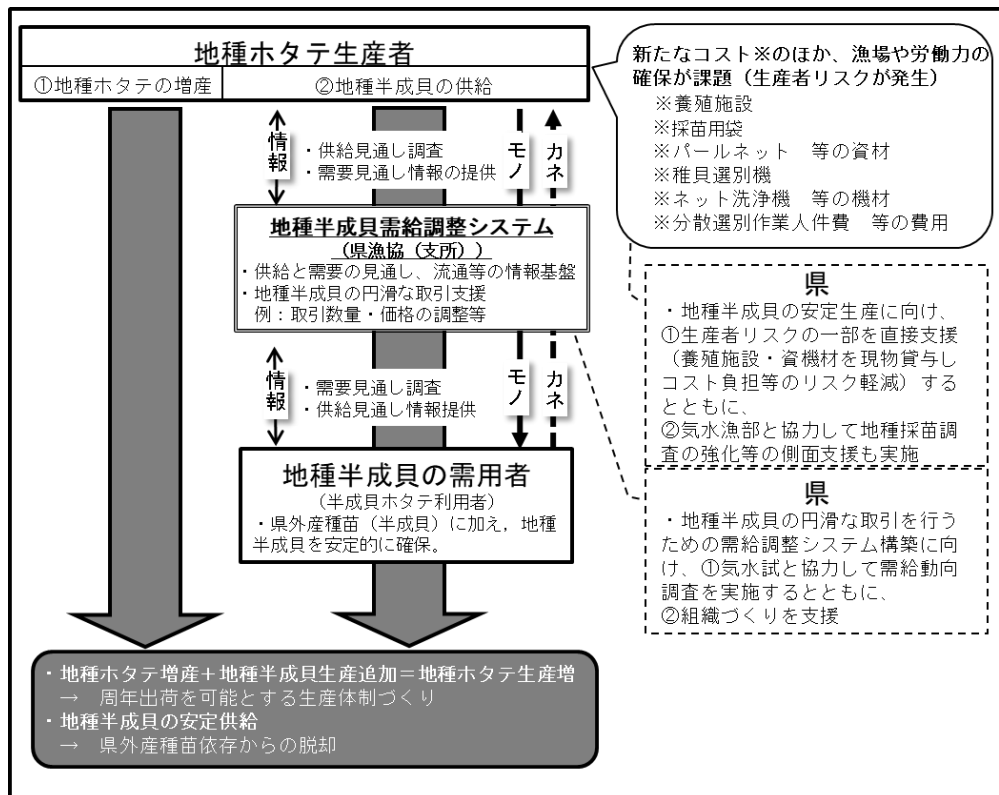
課題の分類	増養殖技術
研究課題名	養殖振興プラン推進事業（ホタテガイ地先種苗安定確保促進事業）
予算区分	県単
研究期間	平成28年度～令和2年度
部・担当者名	養殖生産チーム：熊谷明，企画・普及指導チーム：森山祥太 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：遊佐和洋，鈴木貢治，地域水産研究チーム：押野明夫
協力機関・部及び担当者名	気仙沼地方振興事務所水産漁港部 東部地方振興事務所水産漁港部

<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るとともに、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) 地種増産のための生産者支援
- (2) 地種採苗に係る調査の充実
- (3) 地種半成貝等の安定的な確保
- (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) 地種増産のための生産者支援

- ・北部管内では気仙沼市大谷地区のホタテ養殖業者1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。
- ・中部管内では、十三浜地区のホタテ養殖業者1経営体に対し、地種の増産及び半成員供給（計10.5万枚）に必要な養殖カゴ、浮き球等の資材を貸与するとともに、採苗及び分散等の技術指導を行った。

(2) 地種採苗に係る調査の充実

- ・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前年度から水深20m層でも実施し、また、今年度は岩井崎及び大前見においても水深20m層の浮遊幼生数の確認を実施するなど、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。
- ・中部管内では、十三浜と女川地区の生産者が行なう浮遊幼生と付着稚貝に係る調査指導等を実施し、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。

(3) 地種半成員等の安定的な確保

- ・北部管内での天然採苗がおおむね良好だったこと、また、移入半成員の生残が良好だったことから地種小型貝（殻長約3cm）の需要は無く、今期増産した種苗は半成員（殻長約7cm）まで育成することとした。
- ・中部管内では、令和2年度に採苗された地種の供給体制構築を図るため、令和3年3月に雄勝町東部支所・女川町支所へ事業説明を行ない、受給動向調査と新たな地種生産者の掘り起こしを行なった。

(4) 移入半成員の生育状況調査

- ・近年、県外から移入した半成員のへい死が課題となっていたことから、令和元年11月下旬及び12月上旬に唐桑地区に移入された半成員について令和2年10月にへい死状況等の調査を行った。その結果、へい死率は9.4～15.0%であった（表1）。

表1 移入半成員のへい死状況

搬入時期	調査個体数 (個)	平均殻長 (mm)	へい死個体数 (個)	へい死率 (%)	へい死個体の平均殻長 (mm)
①令和元年11月下旬	160	123.7	15	9.4	112.0
②令和元年11月下旬	160	123.2	24	15.0	101.0
③令和元年12月上旬	160	115.8	21	13.1	104.0

- ・中部管内では、令和元年6月に十三浜から女川へ試験出荷された地種半成員と、同年の移入半成員について生残と成長状況を令和2年4月に比較した。結果については表2のとおりであり、地種半成員と移入半成員はいずれも良好な生残状況であった。

表2 地種半成員と移入半成員の生残と成長状況

〔地種と移入貝の出荷状況〕					〔令和2年4月24日確認状況〕					
半成員生産地	出荷日	出荷先	出荷数	殻長 cm	養殖場所	調査 個体数	生残数	死貝数	生残率 %	殻長 cm
十三浜（地種）	R1.6.20	女川町	4,800	8.5	女川町	234	191	43	81.6	12.0
十三浜（地種）	R1.12.6	女川町	5,000	9.1	女川町	253	246	7	97.2	11.8
移入貝1	R1.秋	女川町			女川町	152	148	4	97.4	11.7
移入貝2	R1.秋	女川町			女川町	166	158	8	95.2	11.5

<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、養殖筏増設に伴う資材等の投資コストの増加が課題となっている。
- 今年度は昨年度に引き続き、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、次年度以降も協力経営体の増加について検討する。
- 中部地区においては、令和2年度は計画通り(地種半成貝10.5万個)の地種生産が行えており、令和3年度には地種半成貝の販売が拡大する見込みである。引き続き、受給動向調査を行うとともに、地種半成貝の円滑な取引が行えるよう組織づくりを支援する。

<結果の発表、活用状況等>

- 「令和2年度ホタテガイ採苗通報」の全12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。

事業課題の成果要旨

(令和2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 垂水裕樹，紺野智太，鈴木花
協力機関・部及び担当者名	

<目的>

昨年度までの試験では、県産養殖ギンザケについての身割れ発生開始時期及び餌止めによる身割れ抑制効果について検証や、県産養殖ギンザケと海外産天然ギンザケとの比較を実施した。

今年度は、他産地・他品種のサケ・マス類の生産量が年々増加している中、県産養殖ギンザケの販売時に、差別化してPR可能な成分等の分析について業界より要望があったことから、県産養殖ギンザケと他産地・他品種のサケ・マス類の成分比較を実施した。

<試験研究方法>

1 サンプルング

サンプルは小売店，加工企業等から冷凍状態の市販品を購入した。サンプルの詳細については表1に示した。購入したギンザケは保冷状態で持ち帰り，分析に供するまで-30℃で冷凍保存した。サンプルは包装の上から流水解凍し，いずれも背側の部位をフードプロセッサーで均質化し，分析に供した。

表 1. サンプル一覧と詳細

サンプルNo	養殖/天然	品種	産地	購入時の商品形態	購入先	分析部位
①	養殖	ギンザケ	県北中部	冷凍フィール	加工企業	背
②	養殖	ギンザケ	県中部	冷凍背サク	小売店	背
③	養殖	ギンザケ	他県	冷凍切り身	小売店	背
④	養殖	ギンザケ	チリ	冷凍切り身	小売店	背
⑤	養殖	サーモントラウト	チリ	冷凍サク	小売店	背
⑥	天然	ギンザケ	ロシア	冷凍セミドレス	加工企業	背

2 成分分析

(1) 一般成分（水分・粗タンパク・粗脂肪・灰分）

一般成分として，水分，粗タンパク，粗脂肪，灰分を分析した。水分は常圧加熱乾燥法，粗タンパクはケルダール法，粗脂肪はソックスレー抽出器を用いたエーテル抽出法，灰分は直接灰化法で求めた。

(2) 遊離アミノ酸

遊離アミノ酸は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。上記1の各サンプルを約1g秤量し，サンプルの入った50ml遠沈管にトリクロロ酢酸を加えてホモジナイズ後，遠心分離により除タンパクし，上澄みを採取する操作を合計3回繰り返した。その後，100mlのメスフラスコに超純水で希釈・定容してHPLCにより遊離アミノ酸の含量を分析した。

(3) 脂肪酸組成

脂肪酸組成はガスクロマトグラフィー（以下「GC」）で分析を行った。上記1の各サンプルを約7g秤量し，Bligh-Dyer法に基づき脂質を抽出した。その後，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，GCで分析を行った。

<結果の概要>

1 一般成分（水分・粗タンパク・粗脂肪・灰分）

養殖ギンザケについて，県北中部産と県中部産はいずれの成分の割合も近い数値となった（以下「県産」は県北中部産及び県中部産を意味する）。県産と他県産を比較すると，他県産は粗脂肪の割合が12.5%と県産の平均（15.9%）よりも3.4%低かった。県産とチリ産を比較すると，チリ産は粗脂肪の割合が14.4%と県産よりやや低いものの，他の成分ではおよそ近い数値となった。

県産ギンザケとチリ産サーモントラウトについては、いずれの成分においても大きな違いは見られなかった。

県産ギンザケとロシア産天然ギンザケを比較すると、ロシア産天然ギンザケでは水分の割合が県産の平均(64.4%)より73.8%と9.4%高く、粗脂肪の割合では、県産の平均(15.9%)より2.4%と13.5%も低かった。

以上より、県産の一般成分には大きな違いは見られなかったが、他県産、チリ産ギンザケと比較すると、特に粗脂肪の割合に違いがあることが明らかとなった。これは餌料成分、給餌方法、水揚げ時期等の違いによるものではないかと考えられた。

2 遊離アミノ酸

養殖ギンザケについて、県北中部産と県中部産を比較すると、県北中部産のほうが、ややグリシン含有量が多かったが、その他のアミノ酸ではおよそ近い数値となった。県産と他県産及びチリ産を比較すると、県産ではヒスチジン含有量の平均が56mg/100gと他県産及びチリ産の3倍以上の数値を示した。またチリ産はギンザケの中で、グルタミン酸含有量が24mg/100g、アラニン含有量が46mg/100gとそれぞれで最も多かった。

県産と他県産を比較すると、県北中部産のグリシンの含有量は、他県産の2倍以上の数値を示した。その他のアミノ酸では前述のヒスチジン以外は大きくは変わらなかった。

県産ギンザケとチリ産サーモントラウトについては、グリシン含有量が100mg/100g、グルタミン酸含有量が30mg/100g、セリン含有量が23mg/100gとそれぞれ全サンプル中で最も多かった。

県産ギンザケとロシア産天然ギンザケを比較すると、ロシア産天然ギンザケでは、遊離アミノ酸含有量の合計が全サンプル中で最も少なく、グルタミン酸、グリシン、アラニン等の含有量も最も少なかった。

以上より同じ養殖ギンザケの中でも、それぞれのアミノ酸含有量の特徴に違いがあることが明らかとなった。これは後述する脂肪酸組成同様、餌料成分が影響しているのではないかと考えられた。

3 脂肪酸組成

養殖ギンザケについて、県北中部産、県中部産、他県産を比較すると、全体的に類似した脂肪酸組成となった。県産とチリ産を比較すると、チリ産では、オレイン酸が42.8%、リノール酸が18.3%、 α -リノレン酸が5.2%とそれぞれ割合が高く、一方でパルミチン酸は11.5%、DHAは3.1%と低い割合であった。

県産ギンザケとチリ産サーモントラウトを比較すると、チリ産サーモントラウトでは、 α -リノレン酸が3.9%、EPAが4.5%とそれぞれ割合がやや高く、DHAは4.7%とやや低い割合であった。その他の脂肪酸の割合は県産ギンザケと類似した結果となった。

県産ギンザケとロシア産天然ギンザケを比較すると、ロシア産天然ギンザケでは、オレイン酸が17.0%、リノール酸が0.8%、 α -リノレン酸が0.5%とそれぞれ割合が低く、オレイン酸では県産ギンザケの半分以下の割合、リノール酸、 α -リノレン酸ではほとんど含まれていない結果となった。一方で、EPAは10.2%、DHAは19.0%と、EPAでは県産ギンザケの約5倍、DHAでは約3倍近い割合であった。

以上より、生産量が多く、市場でも主な競合相手となるチリ産のギンザケ及びサーモントラウトと県産ギンザケとでは、数種類の脂肪酸の割合に大きな違いがあることが明らかとなった。

参考データとして、平成30年度事業で分析した、県内同系列のギンザケ生産者が使用しているギンザケ用餌料の脂肪酸組成分析結果を再掲で示した(表5、図4)。これまでの養殖魚とその餌料に関する多くの論文等では、養殖魚等の脂肪酸組成は餌料の脂肪酸組成に大きく影響を受けているとされており、今回の結果からも、県産ギンザケとチリ産ギンザケ及びサーモントラウトとでは、餌料成分に大きな違いがあったと考えられる。特にチリ産ギンザケでは、オレイン酸、リノール酸、 α -リノレン酸の割合(植物由来)が多く、EPA、DHAの割合(動物由来)が低かったことから、チリ産ギンザケ用餌料については、県産ギンザケのそれより植物由来の原料が多く、また動物由来の原料が少なく配合されている可能性が考えられた。

また、一方で表5及び図4において、県産ギンザケと餌料の脂肪酸組成の割合を比較した際、県産ギンザケの方が、オレイン酸では多く、EPAでは少なくなっていることが分かるが、これは現在使用している餌料成分が平成30年度とは明らかに異なることを示しており、業界担当者に確認したところ、現に今年度の餌料では植物由来の原料が多く、また動物由来の原料が少なくなるように配合

割合が改良されているとのことであった。

＜主要成果の具体的なデータ＞

表 2. ギンザケ、サーモントラウトの産地別一般成分分析結果 (n=1)

(単位：%) サンプル 一般成分	養殖					天然
	ギンザケ (県北中部)	ギンザケ (県中部)	ギンザケ (他県)	ギンザケ (チリ)	サーモン トラウト (チリ)	ギンザケ (ロシア)
水分	64.1	64.7	65.6	64.9	65.3	73.8
粗タンパク	19.4	19.2	21.3	20.0	19.8	22.3
粗脂肪	15.8	15.9	12.5	14.4	14.7	2.4
灰分	2.0	1.6	2.4	2.1	1.7	1.4

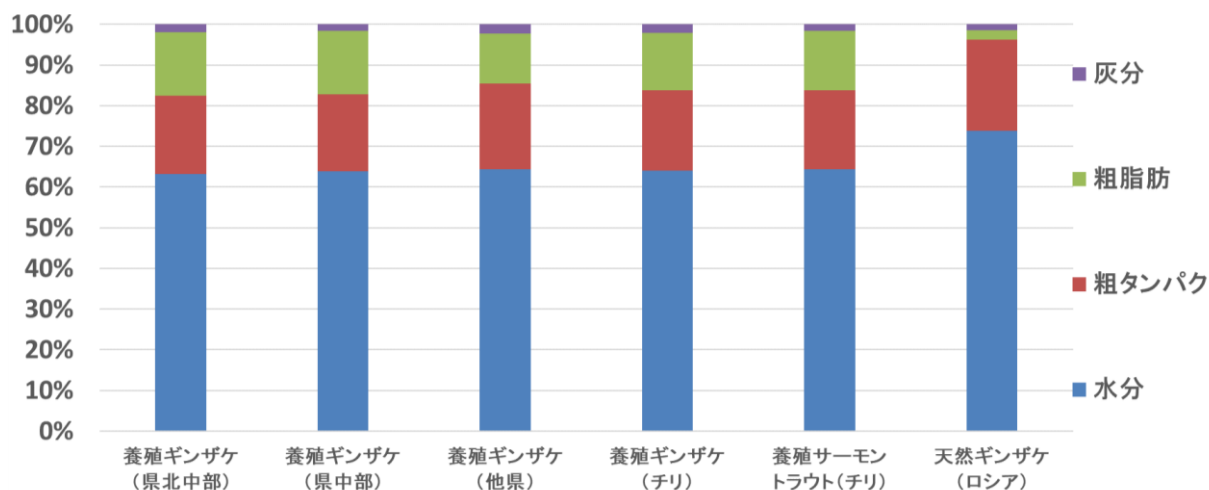


図 1. ギンザケ、サーモントラウトの産地別一般成分分析結果 (n=1)

表 3. ギンザケ、サーモントラウトの産地別遊離アミノ酸分析結果 (n=1)

サンプル アミノ酸名	養殖					天然
	ギンザケ (県北中部)	ギンザケ (県中部)	ギンザケ (他県)	ギンザケ (チリ)	サーモン トラウト (チリ)	ギンザケ (ロシア)
アスパラギン酸	0	0	0	6	0	0
グルタミン酸	12	14	10	24	30	9
セリン	10	6	7	11	23	5
ヒスチジン	58	54	15	10	42	25
グリシン	59	37	24	41	100	8
トレオニン	0	0	0	0	4	0
アルギニン	0	0	0	0	0	0
アラニン	29	36	36	46	24	18
チロシン	4	6	6	6	5	5
バリン	5	7	5	6	5	7
メチオニン	9	14	3	4	15	0
フェニルアラニン	2	7	3	6	2	4
イソロイシン	0	3	0	3	2	0
ロイシン	4	8	4	7	4	5
リジン	5	8	5	7	8	9
プロリン	0	0	0	0	0	0
遊離アミノ酸総量	197	198	117	176	266	95

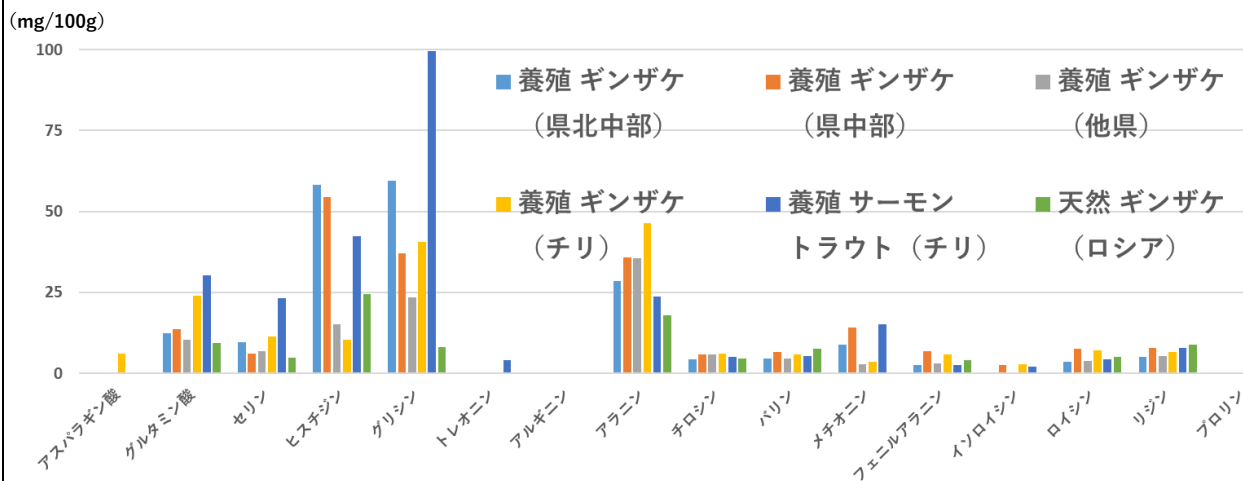


図 2. ギンザケ、サーモントラウトの産地別遊離アミノ酸分析結果 (n=1)

表 4. ギンザケ，サーモントラウトの産地別脂肪酸組成分析結果 (n=1)

脂肪酸	(単位：%)		養殖					天然
	サンプル	名称	ギンザケ (県北中部)	ギンザケ (県中部)	ギンザケ (他県)	ギンザケ (チリ)	サーモン トラウト (チリ)	ギンザケ (ロシア)
飽和脂肪酸	C14:0	ミリスチン酸	2.4	2.3	2.3	1.8	2.8	3.1
	C16:0	パルミチン酸	15.2	14.8	14.3	11.5	14.8	17.4
	C18:0	ステアリン酸	3.8	4.0	3.8	3.3	3.7	4.1
一価 不飽和脂肪酸	C16:1n7	パルミトレイン酸	3.5	3.5	4.0	3.4	4.3	4.9
	C18:1n9	オレイン酸	35.0	35.3	35.2	42.8	36.0	17.0
	C18:1n7	cis-バクセン酸	2.9	2.8	3.0	2.7	3.1	2.1
二価 不飽和脂肪酸	C18:2n6	リノール酸	15.6	16.6	15.3	18.3	14.2	0.8
	C18:3n6	γ-リノレン酸	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
	C18:3n3	α-リノレン酸	2.5	2.7	2.8	5.2	3.9	0.5
	C20:3n6	エイコサトリエン酸	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C20:4n6	アラキドン酸	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	C20:5n3	EPA	2.5	2.3	2.5	2.3	4.5	10.2
	C22:5n6	ドコサペンタエン酸 (n-6)	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C22:5n3	ドコサペンタエン酸 (n-3)	1.5	1.5	1.7	1.2	2.0	2.8
	C22:6n3	DHA	6.5	6.4	7.0	3.1	4.7	19.0

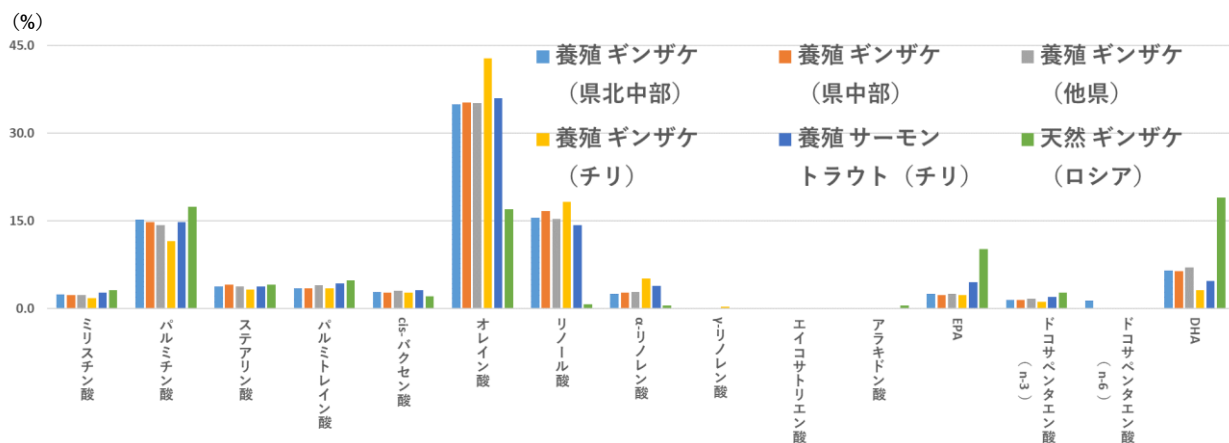


図 3. ギンザケ，サーモントラウトの産地別脂肪酸組成分析結果 (n=1)

表 5. 県産ギンザケ，平成 30 年度ギンザケ用餌料（再掲）の脂肪酸組成分析結果

脂肪酸	サンプル		ギンザケ (県北中部)	ギンザケ (県中部)	餌料
	名称				
飽和脂肪酸	C14:0	ミリスチン酸	2.4	2.3	2.8
	C16:0	パルミチン酸	15.2	14.8	13.2
	C18:0	ステアリン酸	3.8	4.0	3.1
一価 不飽和脂肪酸	C16:1n7	パルミトレイン酸	3.5	3.5	3.4
	C18:1n7	cis-バクセン酸	2.9	2.8	1.6
	C18:1n9	オレイン酸	35.0	35.3	30.7
二価 不飽和脂肪酸	C18:2n6	リノール酸	15.6	16.6	14.9
	C18:3n3	α-リノレン酸	2.5	2.7	3.1
	C18:3n6	γ-リノレン酸	0.0	0.0	0.0
	C20:3n6	エイコサトリエン酸	0.0	0.0	0.1
	C20:4n6	アラキドン酸	0.0	0.0	0.0
	C20:5n3	EPA	2.5	2.3	4.8
	C22:5n3	ドコサペンタエン酸 (n-3)	1.5	1.5	0.9
	C22:5n6	ドコサペンタエン酸 (n-6)	1.3	0.0	0.0
	C22:6n3	DHA	6.5	6.4	5.9

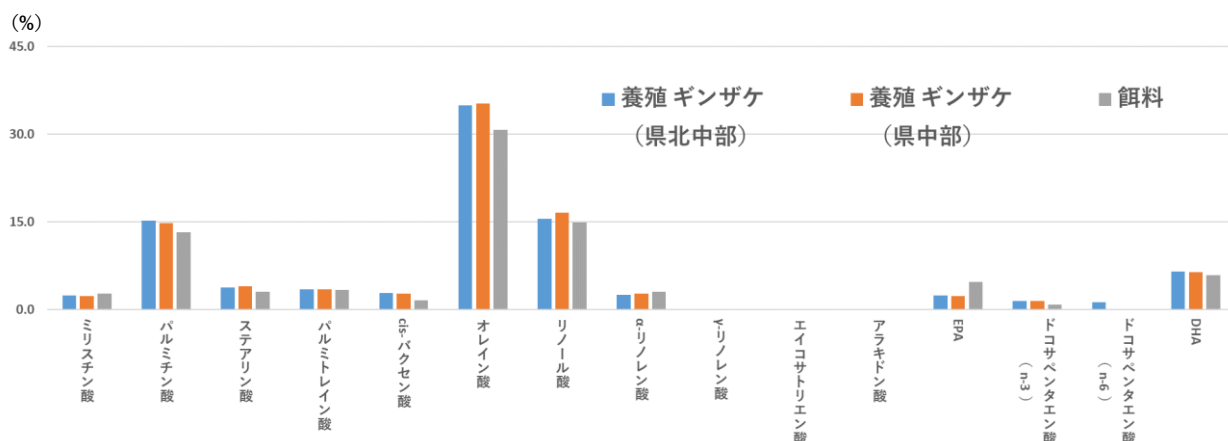


図 4. 県産ギンザケ，平成 30 年度ギンザケ用餌料（再掲）の脂肪酸組成分析結果

＜今後の課題と次年度以降の具体的計画＞

業界より，来年度は県内産養殖ギンザケの品質向上を目的に，既存餌料と改良餌料の比較給餌試験を実施したいとの要望があったことから，後継の新規事業により餌料成分やギンザケの発育段階における成分比較試験と，販売時の PR ポイントとなり得る成分の特徴把握を行いたい。

＜結果の発表，活用状況等＞

なし。

事業課題の成果要旨

(令和2年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	養殖
研究課題名	養殖振興プラン推進事業（ギンザケの海水馴致試験）
予算区分	県単
研究期間	令和2年度～
部・担当者名	養殖生産チーム 熊谷明，○本庄美穂
協力機関・部及び担当者名	宮城県漁業協同組合

<目的>

ギンザケ養殖は、11月に種苗を内水面養魚場から海面に搬入し、海水馴致後、海面での養殖が開始される。震災前は海水馴致を3日間行っていたが、震災以降は30分から1時間かけて徐々に海水濃度を上げながら種苗を生け簀まで運搬し、収容している。平成30年11～12月に中部地区において、ギンザケ海面搬入直後から1ヶ月以上にわたり、へい死が継続した。この年は、暖水塊の停滞により水温が順調に下降しなかったため、高水温の環境下に馴致できずに死亡した魚が多かったと考えられた。

そこで本試験では、海水馴致時における水温変化がギンザケに与える影響を把握し、高水温に対応した効率的な海水馴致方法の開発を目的とする。

<試験研究方法>

11月に2回の試験を実施した。1回目は養魚場Aから平均157g/尾、2回目は養魚場Bから平均177g/尾のギンザケ種苗をそれぞれ水技センターに搬入した。養魚場での魚の積み込み方法は、1回目は網ですくって、バケツに入れて重量を測定した後、活魚水槽に収容し、2回目はハンドリングの影響を少なくするために、フィッシュポンプとバケツを用いて収容した。

水技センター到着後、8つの200L円形水槽（黒色）に、1回目は42尾ずつ、2回目は35尾ずつ収容し、試験区毎の方法で海水馴致を行った後は海水の掛け流しで7～8日間飼育した。試験区として、①従来法区、②簡便法1区、③簡便法2区、④海水直接区の4区を設定した。各試験区は2水槽ずつとし、一方は試験期間中の生残率を求め、他方はサンプリング用とし、定期的に7尾ずつから採血し、血清中のナトリウムイオン濃度（イオン選択電極法）を測定した。飼育水はろ過海水の掛け流しとし、1回目は自然水温で試験を行った。2回目は水温変化の影響をみるために、試験開始から3日後までは自然水温で、3日後からは1.5℃/日ずつ昇温し、5日後以降は18.5℃を維持した。搬入数日前から試験終了時まで無給餌とした。

<試験区の設定>

- ①従来法区（3日間馴致：50%海水24時間+85%海水24時間）
- ②簡便法1区（50%海水3時間+85%海水1時間）
- ③簡便法2区（50%海水1時間）
- ④海水直接区

<結果の概要>

(1) 1回目

海水馴致時間が短いほど生残率は低かった（図1）。血中ナトリウムイオン濃度は、海水馴致時間が短いほど、海水移行後翌日の値が上昇した（図2）。一方、従来法区では3日後（100%海水移行1日後）のピークまで緩やかに上昇し、全試験区の中で最も上昇が抑えられた。他の3試験区は1日後をピークに2日後には下降した。水温は15～16℃で推移した（図3）。

海水馴致時間が短いほど死亡が多かったが、供試魚の運搬時のハンドリングの影響が考えられ、運搬前後のハンドリング等のストレスは、水温変化がなくても種苗の生残率に影響を与える可能性がある。

(2) 2回目

従来法区は死亡がなかったが、他の3試験区は1~2割死亡した(図4)。血中ナトリウムイオン濃度は、1日後は従来法区が最も低く、他の3試験区は190~196mEq/Lとほぼ同じくらいの値に上昇した。従来法区は、5日後のピークまでに、緩やかに値が上昇し、その後若干下降した。他の3試験区は1日後をピークに値は下降したが、海水直接区と簡便法2区は6日後に再び値が上昇した(図5)。水温は、開始時は14.9℃で3日後には14.0℃を示し、その後昇温により、3日後には15.5℃、4日後には16.9℃、5日後には18.4℃であった(図6)。

2回目の試験では、フィッシュポンプを使用して、ハンドリングのストレスを軽減したところ、生存率は向上したが、海水馴致を簡略化した試験区では、海水移行翌日に血中ナトリウムイオン濃度が上昇しており、種苗はストレスを受けていることがわかった。また、18.5℃に昇温した翌日に海水直接区と簡便法2区は血中ナトリウムイオン濃度が再び上昇しており、昇温の影響を受けた可能性が考えられる。

<主要成果の具体的なデータ>

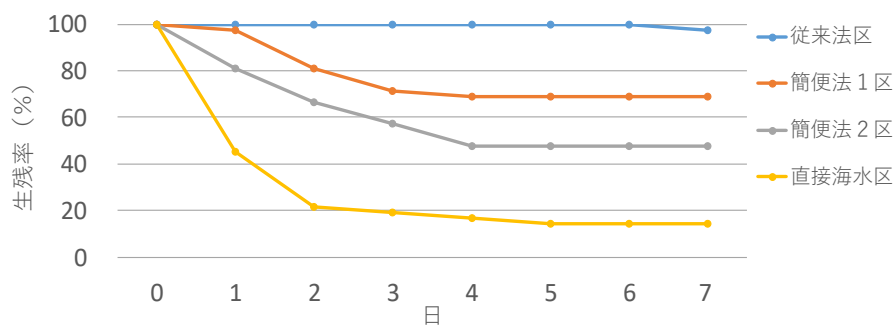


図1 生存率の推移 (1回目)

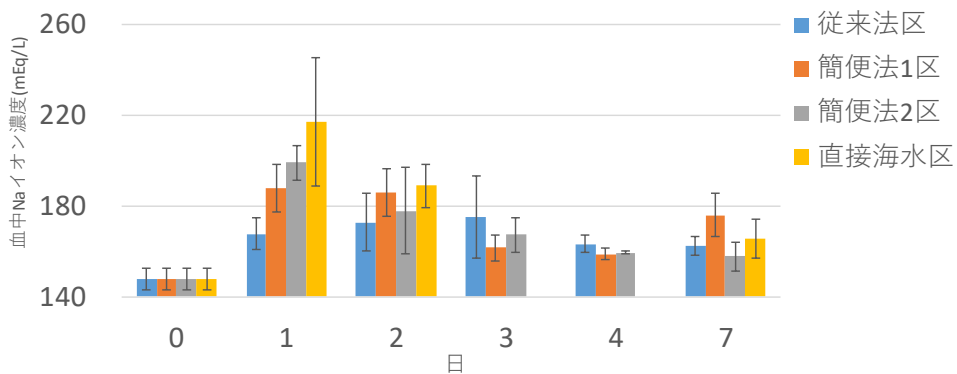


図2 血中ナトリウムイオン濃度の推移 (1回目)
※縦棒は標準偏差

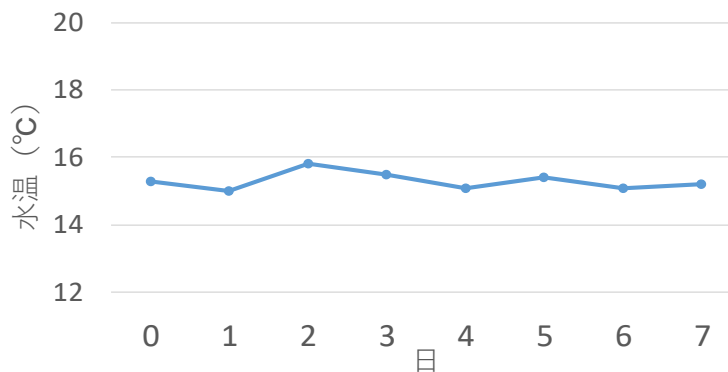


図3 飼育水の水温の推移 (1回目)

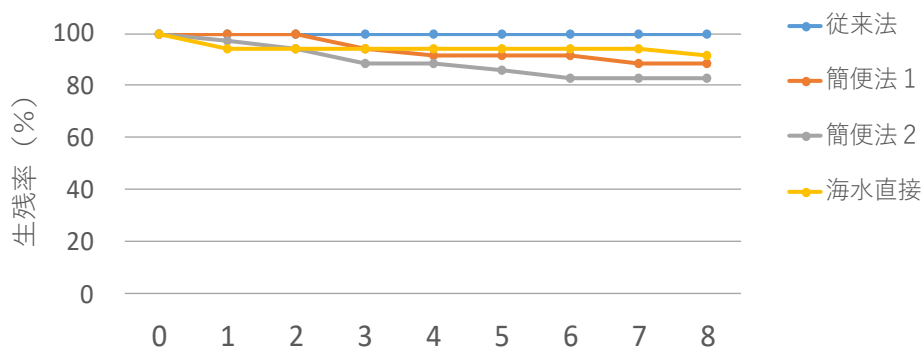


図4 生残率の推移 (2回目)

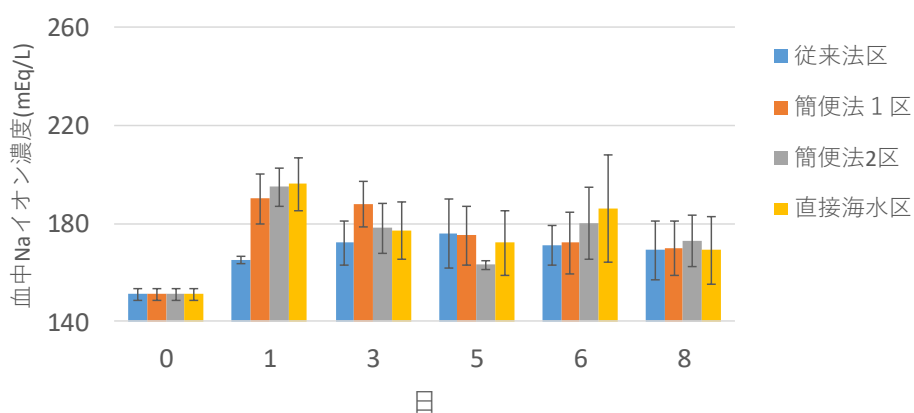


図5 血中ナトリウムイオン濃度の推移 (2回目)
※縦棒は標準偏差

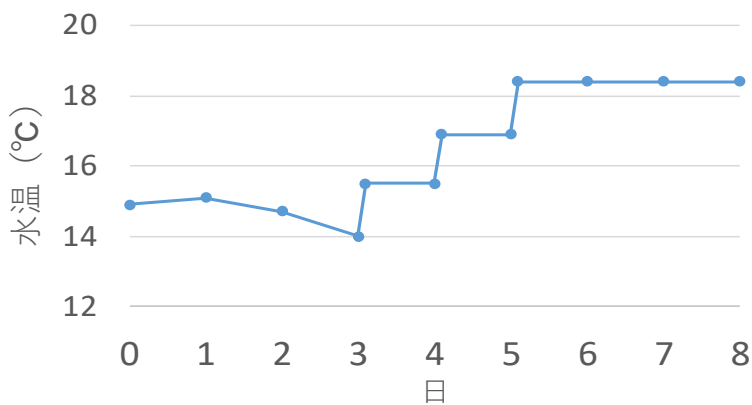


図6 飼育水の水温の推移 (2回目)

＜今後の課題と次年度以降の具体的計画＞

水温 18°Cで海水馴致試験を行い、高水温の影響を把握する。

＜結果の発表、活用状況等＞

宮城県漁業協同組合に結果を報告した。

事業課題の成果要旨

(令和2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：森山祥太 気仙沼水産試験場地域水産研究チーム：成田篤史
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

<目的>

1 マガキ浄化に関する試験

宮城県産の剥きガキは、10月から販売が開始されるが、この時期のマガキは、生産時期の中でも、海水温が高いことからマガキの海水を取り込む能力が活発である。餌のプランクトンとともに、海水中の汚染物質もよく取り込むため、消化器管に蓄積して汚染すると、食中毒が発生する可能性もある。しかし、県内のマガキの浄化施設の中には、一昼夜浄化後、カキ剥き作業中、浄化水槽のマガキを1度に取り上げないカキ処理場もある。そのため、マガキの浄化中の汚染物質の再取り込みの状況を、模擬的な浄化水槽を作成して再現することで、マガキの汚染状況を確認して、リスク低減のための浄化方法を探る。

2 高品質殻付きガキ安定出荷対策事業

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。

<試験研究方法>

1 マガキ浄化に関する試験

マガキ浄化後の取扱い方法が適正であるかどうかを実証するため、12月に、1トン水槽へ、浄化区と再給餌区で、それぞれ12個ずつ、マガキを丸かごに収容した。飼育水温は、チタンヒーターを使用して、8℃～11℃に設定した。

1トン水槽に海藻懸濁液（ミキサーで海藻を細かくした液）を入れ、4時間給餌させた後、マガキを浄化槽に移して20時間浄化した。再給餌区については、浄化後、海藻懸濁液入りの1トン水槽に再度移して、2時間給餌した。その後、浄化区、再給餌区のマガキをバットに収容し、12時間後に、排出物を回収し、プランクトン沈殿管で沈殿量を計測して処理の効果を考察した。

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ブに挟み込み、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。

<結果の概要>

1 マガキ浄化に関する試験

試験は、1回目、1月14日～15日、2回目、2月2日～3日に実施した。マガキの排出物の沈殿量は、浄化区は、1回目、0.1ml、2回目、0.1mlであった。再給餌区は、1回目、1.9ml、2回目、1.0mlであった。1回目、2回目ともに、再給餌区は、浄化区と比べて、プランクトン沈殿量が高い傾向にあった（表1）。これは、浄化後の給餌により、海藻懸濁液を再度取り込んだため、排出物が増えたと考えられる。よって、浄化したマガキであっても、水槽内の懸濁物を短時間で再度取り込むので、浄化槽のマガキは、水槽内から一度に全て取り上げる必要がある。

2 高品質殻付きカキ安定出荷対策事業

形状については、厚さ(殻幅)：幅(殻長)：長さ(殻高)が1：2：3を理想的な形状として評価した。原盤1枚当たりのカキ付着個数120個区(対象区)は、低密度区(20個区, 50個区)より幅(殻長)と厚さ(殻幅)の比率が小さく、付着密度が少ない(20個区, 50個区)方が形状は良好であった。軟体部については、湿重量・乾燥重量ともに低密度区(20個区, 50個区)は良好であったが、乾湿比は120個区(対照区)が12.8%と最も良く、次いで10個区が12.3%、30個区が11.6%となった。餌不足から全てのサンプルで身入り状況が悪く、水分量が多かったことが影響したと思われた。(表1)

<主要成果の具体的なデータ>

表1 浄化区と再給餌区で使用した殻付きカキの殻長・重量及び試験後の沈殿量

	試験区	平均殻長 (mm)	平均殻付き重量 (g)	沈殿量 (ml)
1回目	浄化区	144.6	209.0	0.1
	再給餌区	149.9	239.7	1.9
2回目	浄化区	138.8	216.4	0.1
	再給餌区	149.4	239.5	1.0

表2 カキ形状比率と乾湿比

原盤1枚当たり付着数	殻長 (mm)	殻高 (mm)	殻幅 (mm)	形状比率			原盤1枚当たり付着数	殻付重量 (g)	軟体部湿重量(g)	軟体部乾燥重量(g)	乾湿比	乾湿比標準偏差
				殻長	殻高	殻幅						
20個	58.1	106.7	29.0	1.6	3.0	0.8	20個	97.92	14.8	1.8	12.3%	2.1%
50個	58.8	107.7	30.9	1.6	3.0	0.9	50個	111.79	16.1	1.9	11.6%	1.1%
120個	55.9	115.6	26.7	1.5	3.0	0.7	120個	89.26	11.9	1.5	12.8%	2.8%

<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2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 紺野智太，垂水裕樹，三浦悟
協力機関・部及び担当者名	

<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。本事業では、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てきた。そのうち、原藻、乾ノリの一般成分や遊離アミノ酸の成分分析では、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。

昨年度は、乾ノリの品質指標の一つである色素に着目し、薄層クロマトグラフィーを活用した簡易的手法による色素成分の分離を行った。今年度は、脂溶性色素とともに、ノリの客観的品質指標になり得ると考えられる水溶性色素の含量について、機器分析による簡易測定方法を検討し、タンパク質及び水溶性色素含量と等級の関係性を明らかにすることを目的として分析比較を実施した。

<試験研究方法>

1 サンプルング

県内の代表的な乾ノリ生産地のうち、サンプルング対象として、石巻湾、矢本、鳴瀬、七ヶ浜、亘理の5漁場を選定した。乾ノリのサンプルングは令和3年1月29日の第6回入札にて行った。各浜の入札日当日における入札等級のうち、最も高い等級（高等級）と低い等級（低等級）をそれぞれ購入した（表1）。購入した乾ノリは、分析に供するまでは、アルミホイルで遮光し、デシケーターに入れ、室温で保管した。

表 1. サンプル一覧と詳細

	石巻湾	矢本	鳴瀬	七ヶ浜	亘理
高等級	冷優 A	優 B	冷 1 A	冷優 B	冷優 A
低等級	2 A	3 B	3 A	3 下	2 B
入札日平均単価 (円/枚)	11.7	8.9	9.9	6.8	10.4

2 成分分析

(1) 一般成分（水分・粗タンパク）

一般成分のうち、水分、粗タンパクを分析した。水分は常圧加熱乾燥法、粗タンパクはケルダール法で求めた。乾ノリの品質には粗タンパク含量が影響することは既知であるため、今回は水分と粗タンパクのみを分析項目とした。

(2) 遊離アミノ酸

遊離アミノ酸は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。各サンプルを約0.4 g秤量し、手作業で細断した。サンプルの入った50 ml遠沈管にトリクロロ酢酸を加えてホモジナイズ後、遠心分離により除タンパクし、上澄みを採取する操作を合計3回繰り返した。その後、100 mlのメスフラスコに超純水で希釈・定容して分析サンプルとし、HPLCにより遊離アミノ酸の含量を分析した。

(3) 水溶性色素

乾ノリの水溶性色素について、分光光度計(U-2000形日立ダブルビーム分光光度計)を用いて分析を行った。サンプルを約0.4 g秤量し、蒸留水10 mlとともに50 ml遠沈管に入れ、振とう・静置し、1日抽出を行った。次に、抽出液をろ過し、分析サンプル(水抽出物)とした。分析については、分析サンプルを石英セルに入れ、波長615 nm, 562 nm, 497 nmで吸光値を測定した。なお、吸光値をノリの単位重量変換したものを、吸光指数(吸光値/g)とした。

(4) 脂溶性色素

乾ノリの脂溶性色素についてHPLCを用いて分析した。サンプルを約10 g秤量・細断し、500 mlビーカーにノリ及びアセトン300 mlを加えて、2日間静置し、脂溶性色素を抽出した。次に、抽出液をろ過し、ロータリーエバポレーターを用いて減圧濃縮した後、1 mlメスフラスコに tert-ブチルメチルエーテル(以下、MTBE)で定容し、分析サンプルとし、HPLC分析に供した。

HPLCはAgilent 1260 Infinity seriesを用い、カラムはYMC Carotenoid(5 μm), 250 × 4.6 mmI.D, 溶離液はMTBE, メタノール及び水で下記表2のグラジエントで行い、流速は1 ml/min, 検出は460 nmで行った。なお、得られたピークの面積をノリの単位重量変換したものを、面積指数(面積/g)とした。

表 2. HPLC 分析における溶離液のグラジエント

時間	MTBE : メタノール : 水(v/v/v)
0分	30 : 66 : 4
20分	30 : 60 : 4
35分	45 : 66 : 4
35.1分	30 : 66 : 4
40分	30 : 66 : 4

<結果の概要>

1 一般成分(水分・粗タンパク)

産地等級別一般成分(水分・粗タンパク)の分析結果を表3, 図1に示した。水分含量について、七ヶ浜低等級が9.1%, 亙理低等級が8.0%とやや他のサンプルより高かったが、これらを除くと、全体的に約7%前後であり、大きな違いは見られなかった。粗タンパク含量について、全ての浜で、高等級の方が低等級より高く、これまでの様々な論文等で報告されているとおり、高品質な乾ノリほど高い粗タンパク含量である傾向が見られた。

また、図2に分析結果を等級順に示した。左端の石巻湾高等級(冷優A)が全サンプル中、最も等級が高く、右端に進むにつれて等級が低くなるように並び替えた。図2の粗タンパク含量について、石巻湾高等級(冷優A)から矢本高等級(優B)まで、鳴瀬低等級(3A)から七ヶ浜低等級(3下)までのそれぞれ区間で粗タンパク含量を比較すると、等級が下がるにつれて、徐々に粗タンパク含量が減少する傾向を示した。一方、鳴瀬高等級(冷1A)から亙理低等級(2B)までの区間では、等級下位である石巻湾低等級(2A)が等級上位の鳴瀬高等級(冷1A)の粗タンパク含量を上回る結果となっており、上記のような明らかな傾向は見られなかった。

2 遊離アミノ酸

産地等級別遊離アミノ酸分析結果を表4, 図3に示した。本事業成果やこれまでの様々な論文等でも報告されているとおり、高等級ほど遊離アミノ酸含量の合計が多い傾向にあった。ただし、鳴瀬のみ等級下位が等級上位の遊離アミノ酸含量の合計を上回っており、この傾向がみられなかった。また、ノリの品質には主に、アスパラギン酸、グルタミン酸及びアラニンが影響しているとされており、今回の結果でも主に上記の3種類が多く検出されたため、拡大して図4に示した。図4をみると、鳴瀬のグルタミン酸及びアラニンで、やはり等級下位が等級上位の含量を上回っていたが、その他の浜では、アスパラギン酸、グルタミン酸及びアラニンの全てで高等級は

ど含量が多い傾向であった。

以上の結果より、一部のサンプル（鳴瀬）を除き、高等級ほど旨味の呈味成分であるアスパラギン酸及びグルタミン酸、甘味の呈味成分であるアラニンの含量が多く、タンパク質を構成している遊離アミノ酸含量についても、等級付けの根拠となり得る指標的項目であることが示唆された。

3 水溶性色素分析

ノリに含まれる水溶性色素について分光光度計を用いて分析を行った。図5は水抽出物を分光光度計で測定したクロマトグラムであるが、水抽出物では、波長615 nm, 562 nm及び497 nmで極大吸収を示した。そのため、それぞれの吸収波長において吸光値を測定した結果を表5, 図6に示した。また、等級順に並べ替えたものを図7として示した。615 nm及び497 nmでは七ヶ浜高等級（冷優B）、562 nmでは亙理高等級（冷優A）が最も大きな値を示した。全ての波長において最も値が小さくなったのは、七ヶ浜低等級（3下）であった。全ての波長において、等級と吸光指数の間にやや相関が見られたが、相関が見られないサンプルもあった。石巻湾2Aについては、3つの波長全てで優等級よりも大きい吸光指数を示すことがあった。

ノリはタンパク質を多く含み、それには赤色を呈する色素のフィコビリントタンパク（フィコエリスリン、フィコシアニン等）が含まれている。これまでの知見において、フィコビリントタンパクの含量は等級と比例すると報告されており、今回の実験結果においても同様の結果が得られた。しかし、今回の実験においては抽出する時間が短かったことや、ノリの細断の際に手作業で細断したことから、抽出にムラが出たことも、高い相関が得られなかった原因ではないかと考えられる。等級に則した簡易的な手法確率のため、来年度については簡易的かつ最適なサンプル抽出方法について検討する。

4 脂溶性色素分析

ノリに含まれる脂溶性色素についてHPLCを用いて分析を行った。そのクロマトグラムを図8に示した。クロマトグラムをみると、脂溶性色素についてはリテンションタイム（以下、RT）が6.4分及び30.4分のピークが主要な脂溶性色素成分であり、RT30.4分については過去の知見からβ-カロテンであることが確認できたが、RT6.4分については特定できなかった。次に、RT6.4分及び30.4分の面積指数について、表5, 図9, 10に示した。図9及び10をみると、等級と脂溶性色素成分の含量の間には相関がないことが示唆された。したがって、ノリの等級判断については、脂溶性色素ではなく、水溶性色素が影響していることが示唆された。

<主要成果の具体的なデータ>

表 2. 乾ノリの産地等級別一般成分分析結果 (n=3)

サンプル 一般成分	石巻湾高等級 (冷優 A)	矢本高等級 (優 B)	鳴瀬高等級 (冷 1 A)	七ヶ浜高等級 (冷優 B)	亶理高等級 (冷優 A)
水分	7.3	7.4	7.0	7.1	7.4
粗タンパク	47.2	34.7	39.2	44.1	45.2
サンプル 一般成分	石巻湾低等級 (2 A)	矢本低等級 (3 B)	鳴瀬低等級 (3 A)	七ヶ浜低等級 (3 下)	亶理低等級 (2 B)
水分	7.3	7.3	7.0	9.1	8.0
粗タンパク	41.8	24.1	33.2	16.2	31.7

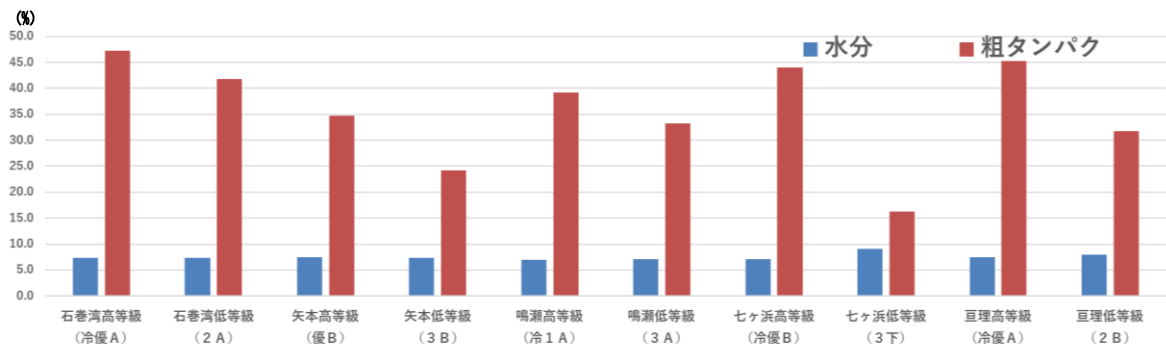


図 1. 乾ノリの産地等級別一般成分分析結果 (n=3) (産地順)

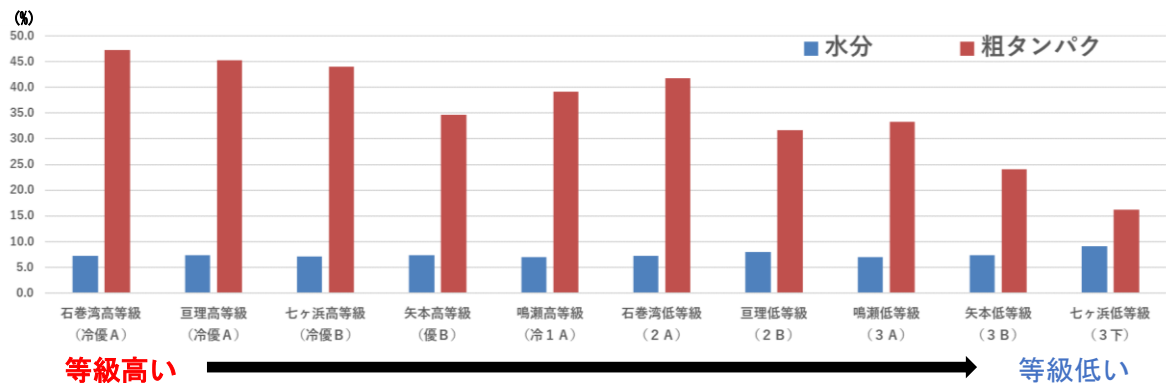


図 2. 乾ノリの産地等級別一般成分分析結果 (n=3) (等級順)

表 3. 乾ノリの産地等級別遊離アミノ酸分析結果 (n=1)

(単位: mg/100g)

サンプル アミノ酸名	石巻湾高等級 (冷優A)	石巻湾低等級 (2A)	矢本高等級 (優B)	矢本低等級 (3B)	鳴瀬高等級 (冷1A)	鳴瀬低等級 (3A)	七ヶ浜高等級 (冷優B)	七ヶ浜低等級 (3下)	亶理高等級 (冷優A)	亶理低等級 (2B)
アスパラギン酸	308	248	154	64	193	188	248	55	321	121
グルタミン酸	1,497	1,108	1,243	822	1,808	2,068	1,510	744	1,645	756
セリン	38	23	-	-	21	23	34	-	35	-
ヒスチジン	67	-	-	-	-	26	88	-	124	93
グリシン	50	37	30	-	33	-	42	-	-	-
トレオニン	29	29	22	-	23	23	28	-	29	20
アルギニン	30	28	38	-	29	-	28	-	28	44
アラニン	2,142	1,469	528	359	918	1,149	1,574	494	1,803	431
チロシン	17	17	51	-	12	-	18	-	16	43
バリン	20	26	13	21	21	28	21	19	28	26
メチオニン	48	41	33	17	40	13	48	13	49	35
フェニルアラニン	24	21	37	9	23	33	25	12	29	21
イソロイシン	22	20	21	17	13	16	23	-	17	14
ロイシン	36	33	17	9	25	15	37	-	35	26
リジン	24	19	19	6	18	13	22	5	23	14
プロリン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
遊離アミノ酸含量の合計	4,353	3,119	2,207	1,326	3,176	3,595	3,749	1,341	4,183	1,644

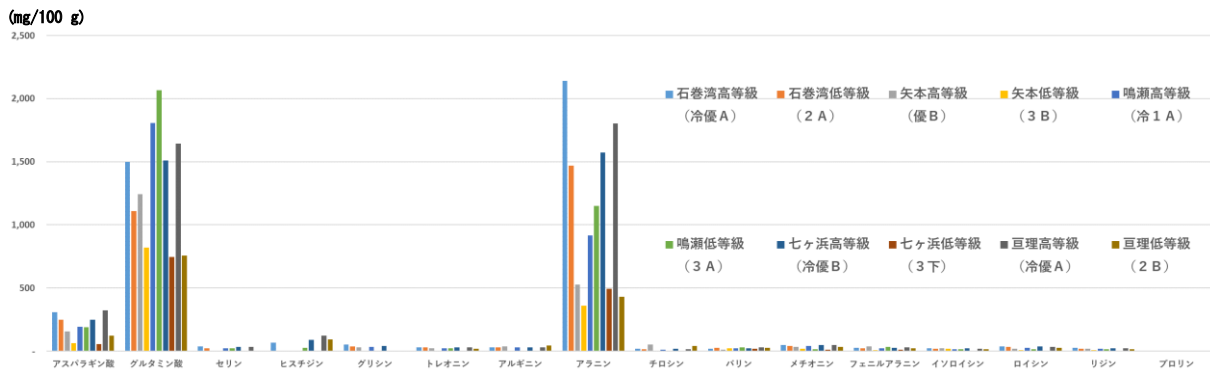


図 3. 乾ノリの産地等級別遊離アミノ酸分析結果 (全遊離アミノ酸) (n=1)

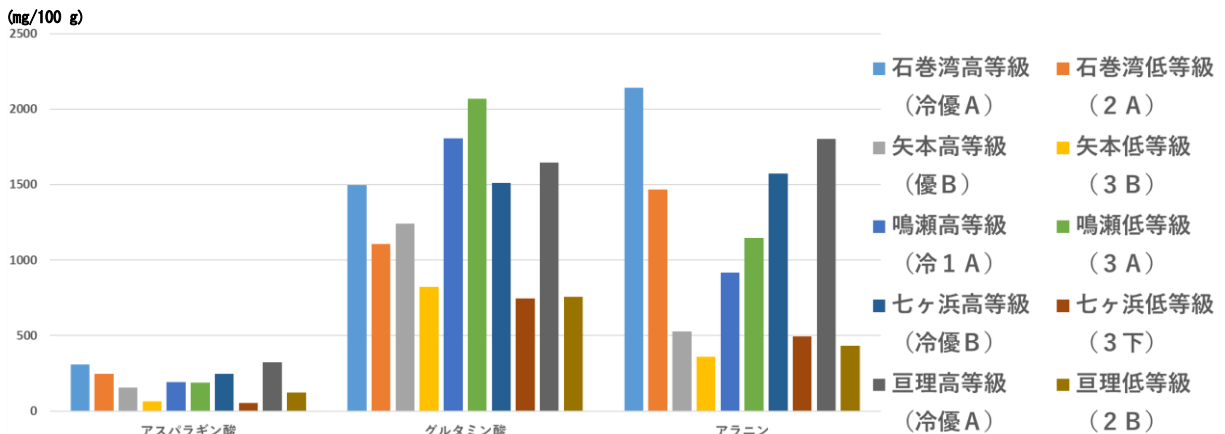


図 4. 乾ノリの産地等級別遊離アミノ酸分析結果 (産地順)
(アスパラギン酸, グルタミン酸, アラニン抜粋) (n=1)

表 4. 吸光光度計を用いた乾ノリ水抽出物の極大吸収波長分析結果 (n=1)

サンプル 吸光指数 (吸光値/g)	石巻湾高等級 (冷優A)	矢本高等級 (優B)	鳴瀬高等級 (冷1A)	七ヶ浜高等級 (冷優B)	亘理高等級 (冷優A)
615 nm	3.98	2.90	3.38	5.94	4.84
562 nm	10.07	7.54	9.50	12.55	12.73
497 nm	6.63	5.03	6.23	8.82	8.77

サンプル 吸光指数 (吸光値/g)	石巻湾低等級 (2A)	矢本低等級 (3B)	鳴瀬低等級 (3A)	七ヶ浜低等級 (3下)	亘理低等級 (2B)
615 nm	4.00	2.73	2.88	0.94	1.97
562 nm	9.74	7.31	9.04	2.64	5.31
497 nm	6.56	4.81	6.11	1.86	3.68

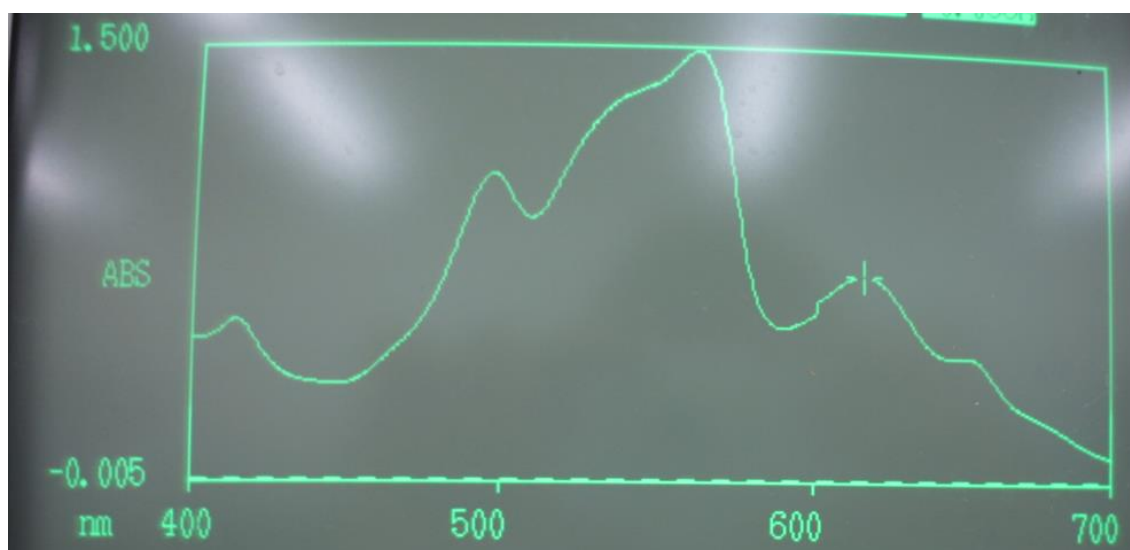


図 5. 分光光度計による乾ノリ水抽出物 (サンプル: 七ヶ浜冷優B) の吸収波長分析結果 (n=1)

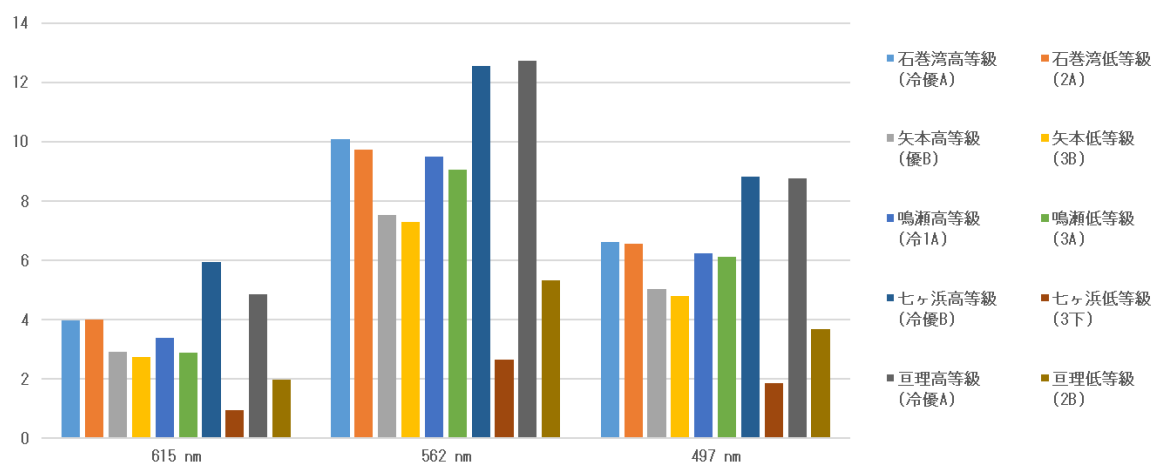


図 6. 乾ノリ水抽出物の産地等級別吸光指数 (吸光値/g) 測定結果 (産地順) (n=1)

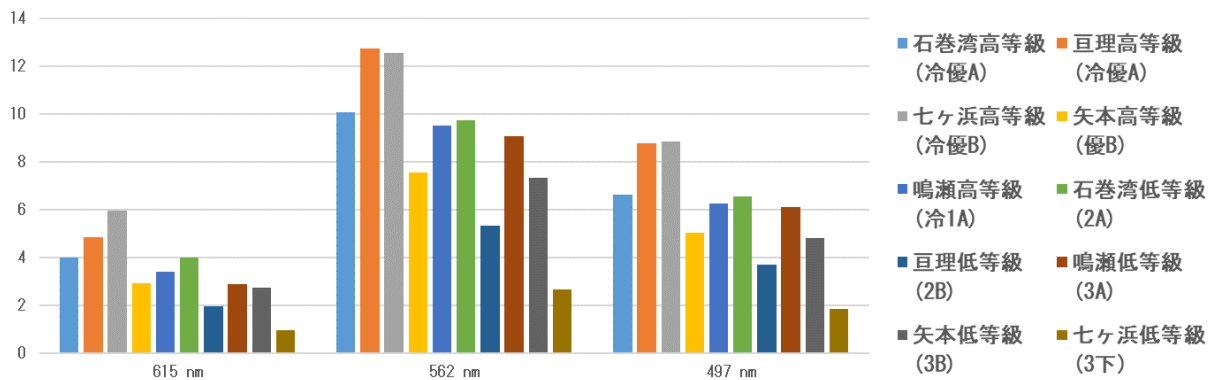


図 7. 乾ノリ水抽出物の等級順吸光指数 (吸光値/g) 測定結果 (等級順) (n=1)

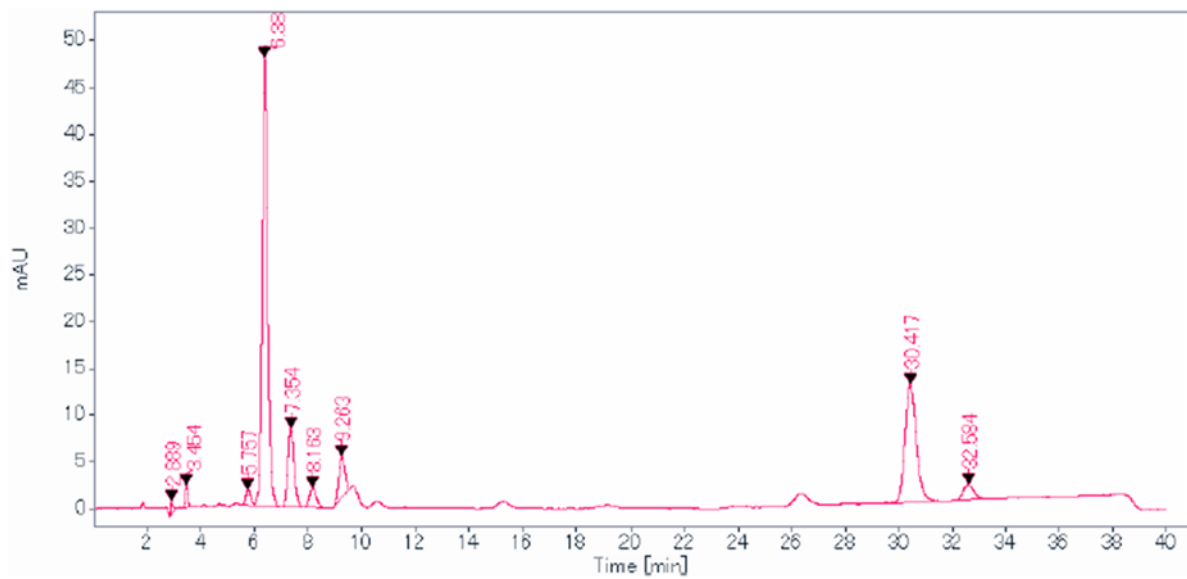


図 8. 乾ノリ脂溶性色素の HPLC 分析を行ったクロマトグラム (n=1)

表 5. HPLC を用いた乾ノリ脂溶性色素含量(μg/100 g)の分析結果 (n=1)

サンプル リテンションタイム	石巻湾高等級 (冷優A)	矢本高等級 (優B)	鳴瀬高等級 (冷1A)	七ヶ浜高等級 (冷優B)	亶理高等級 (冷優A)
RT 6.4 min	4.452	4.944	4.945	4.744	5.802
RT 30.4 min	0.504	0.487	0.490	0.539	0.335
サンプル リテンションタイム	石巻湾低等級 (2A)	矢本低等級 (3B)	鳴瀬低等級 (3A)	七ヶ浜低等級 (3下)	亶理低等級 (2B)
RT 6.4 min	5.370	3.617	5.323	3.488	5.701
RT 30.4 min	0.490	0.490	0.491	0.490	0.396

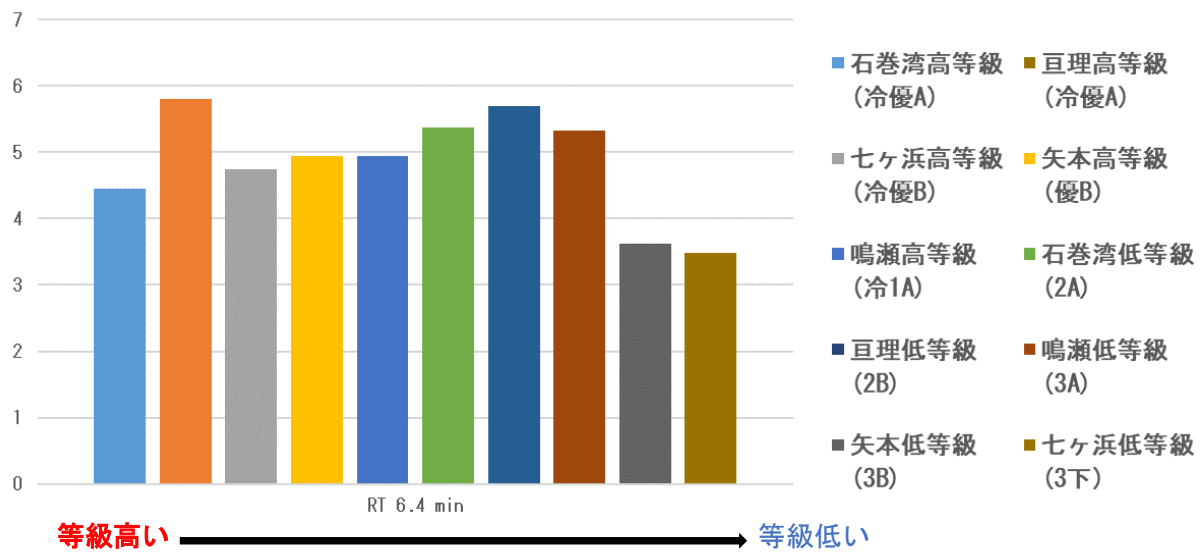


図 9. RT6.4 分のピークにおける面積指数 (面積/g) のデータ (n=1)

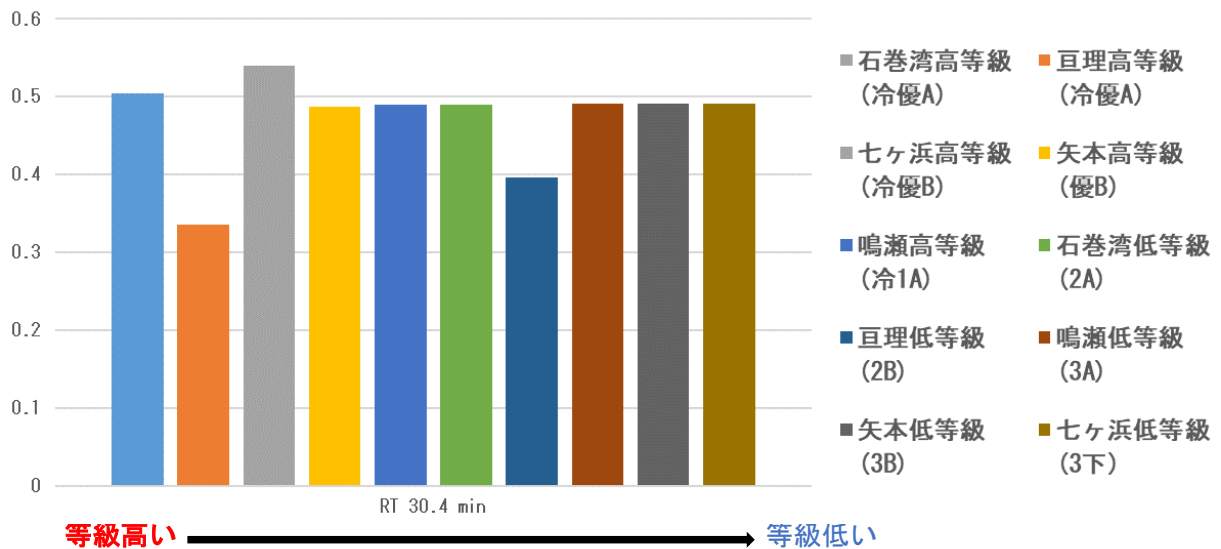


図 10. RT30.4 分のピークにおける面積指数 (面積/g) のデータ (n=1)

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

乾ノリにおける各種成分の比較を行った結果、過去の知見のとおりタンパク質との相関関係があることが示唆された。今年度は実験に用いた乾ノリのサンプル数も少なかったことから、来年度についてはサンプル数を増やし、等級とタンパク質や色素の関係についてもっと深く掘り下げたいと考えている。

○具体的な計画

- ・等級と乾ノリ水抽出物、遊離アミノ酸の相関関係
- ・乾ノリ水抽出物における主要色素の分析
- ・時期別、産地別での遊離アミノ酸、吸光値の比較

<結果の発表、活用状況等>

なし。

事業課題の成果要旨

(令和2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：○他力将
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地区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2年6～8月及び令和3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台につき連続した垂下ロープ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（コケムシが付着しているホヤが全体の10%以下），少量（同10～50%），多量（同50%以上）に区分した。

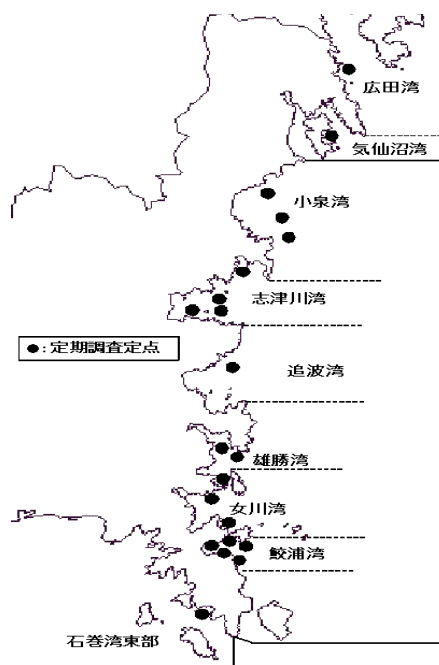


図1. 調査定点

<結果の概要>

6～8月の調査では，12カ所（大島，大谷，蔵内，田ノ浦，伊里前，荒砥，戸倉，十三浜，出島，寺間，竹浦，塚浜）でコケムシの付着が確認された。そのうち，蔵内，田ノ浦，伊里前，荒砥，戸倉，十三浜で付着量が多量の筏があった。

2～3月の調査では，10カ所（大島，大谷，蔵内，伊里前，荒砥，戸倉，出島，竹浦，塚浜，表浜）で確認された。そのうち，大島，蔵内，伊里前，荒砥で付着量が多量の筏があった。

昨年度の調査では，9カ所で付着が確認されたが，今年度は12カ所であった。海域的には小泉湾，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2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（養殖種苗発生生育状況調査事業）
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，森山祥太 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：○遊佐和洋，○鈴木貢治
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2年9月～令和3年3月（漁場調査は令和2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2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1ヵ月に2～5回の頻度で実施した。浮遊幼生調査は7月6日～8月25日までに石巻湾で8回，松島湾で10回，万石浦で1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7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，また，6月から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7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19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。
- ・桂島の水温は、9月24日以降に23℃以下（種網の張り込みに適した水温）に低下した。種網の冷蔵入庫は10月5日～18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」40%、「普通」が55%、「悪い」が5%であった。張り込み後に水温が概ね順調に低下したこと、豪雨による比重の低下がなかったこと、入庫時期に天候に恵まれて日照時間が長かったことにより、良好な種網が確保できたと考えられた。

(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。12月から栄養塩濃度（三態窒素）が低下する傾向がみられ（図1）、多くの漁場で色落ちが発生した。
- ・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た。一部の漁場では重症化した葉体が観察された。
- ・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

石巻湾では平年並みの7月21日に積算水温が600℃を超えたが、まとまった小型幼生が初めてみられたのは平年より遅い8月4日であった。8月11日以降、大型幼生が10個/100L以上みられ、この時期に採苗が行われた（図2）。日照時間の増加、水温上昇の要因となる梅雨明けが平年より遅れたことが幼生の発生に影響したと考えられる。

松島湾では平年並みの7月5日に積算水温が600℃を超え、7月13日以降、断続的に1,000個/100L以上の浮遊幼生がみられていたが、大型幼生が10個/100Lを超えたのは平年より大幅に遅れた8月14日が最初で、連続してみられたのは8月20～25日であった。石巻湾では小型幼生の大量発生がないにもかかわらず、7月22日以降、沖合の測点で断続的に大型幼生が出現した。松島湾の7月13日～8月14日の比重は18を下回る低い値となっており、低比重により湾内の幼生が石巻湾に流出したと考えられる。8月20日以降は比重が18以上に回復し、2点で10個/100L以上の大型幼生がみられ、この時期に採苗が行われた（図3）。松島湾では、2013年に低比重が原因でマガキ幼生が湾外に流出して採苗不良となっており（Takehi et al. 2016）、2020年も採苗不良は避けられたものの同様の現象が確認された。

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。なお、ワカメ養殖通報において気仙沼地先の水温予測（図3）を行い、併せて情報提供した。

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3月中旬に生殖腺指数の低下が見られた（図4）。

・ホタテガイ浮遊幼生・付着稚貝調査

大型幼生は4月下旬から、採苗器への付着は5月上旬からそれぞれ見られ、どちらも昨年より1旬早かった。また、その後の大型幼生数や付着数のが低調に推移したことから、総針の採苗器の使用と分散投入を漁業者へ呼びかけた。なお、付着ピーク時の付着数は昨年の約1/3であった(図5)。

・ホタテガイ採苗器への稚貝付着状況調査

6月上旬から中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217~838個であり、昨年の約1/3であった。また、7月下旬に調査した稚貝の殻長組成については、4~8mmのものが約7割を占めており、昨年と比較すると全体的に大型であった(図6)。

5 マゴ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4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。

<主要成果の具体的なデータ>

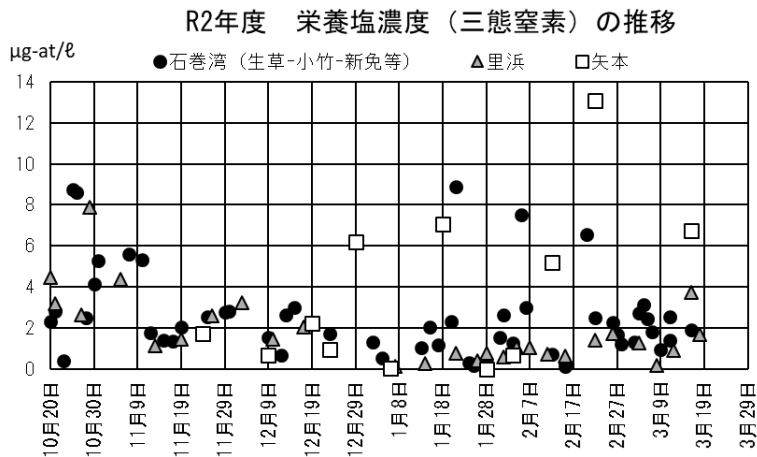


図1 生産期の栄養塩濃度(三態窒素)の推移

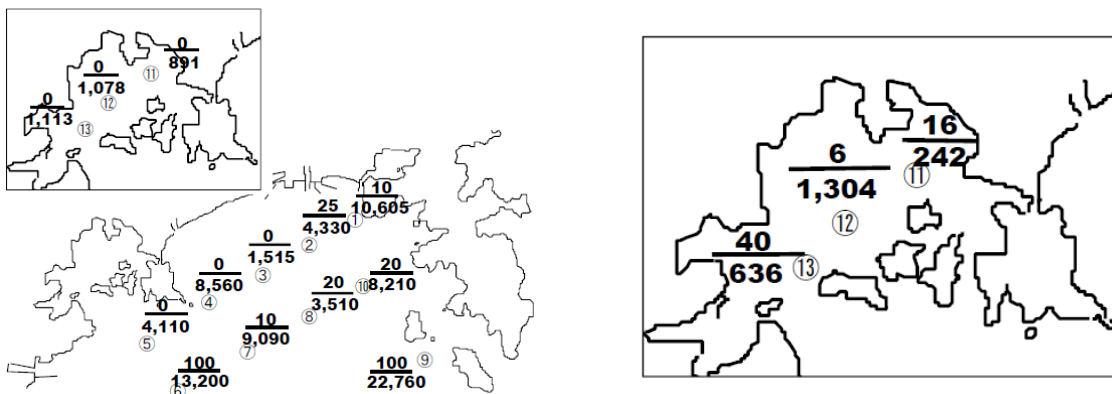


図2 カキ浮遊幼生調査結果(左:8月11日石巻湾・松島湾、右:8月20日松島湾)
 上段:付着期(250µm以上)幼生数
 下段:全幼生数

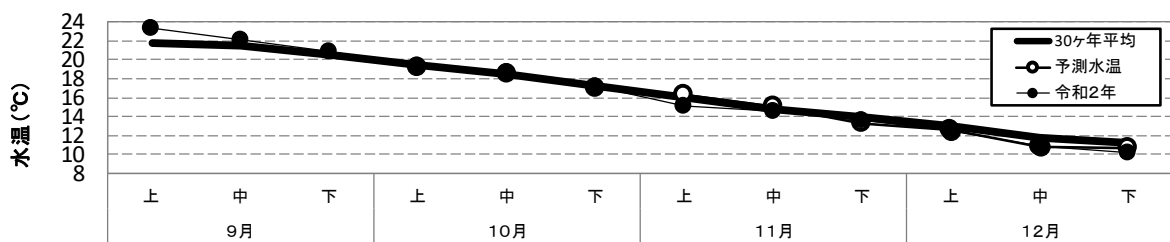


図3 杉ノ下の予測水温と実測水温の推移

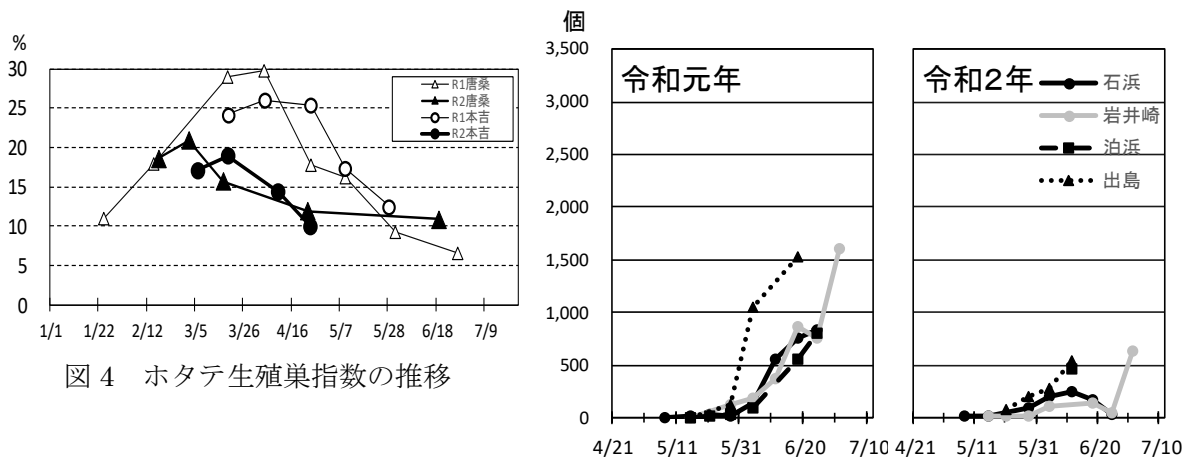


図4 ホタテ生殖巣指数の推移

図5 付着稚貝数の推移

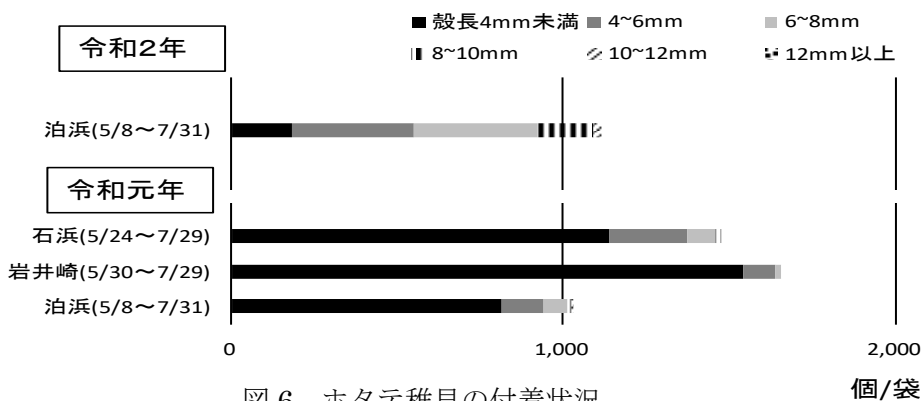


図6 ホタテ稚貝の付着状況

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

次年度もノリ・ワカメの育成状況，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30報（うち養殖通報19報，栄養塩情報21報）
- ・種がき通報（中南部）：計15報
- ・ワカメ通報：計12報
- ・ホタテガイ採苗通報：計12報
- ・マボヤ採苗通報：計4報
- ・マガキ採苗通報（北部）：計6報

(結果の発表)

- ・「今年度の概況、令和元年度の経過」種ガキ通報（号外）
- ・「今期のホタテ採苗結果と採苗後の管理について」令和2年度浜と水試の情報交換会

事業課題の成果要旨

(令和2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	AI画像認識による幼生同定技術の開発と幼生輸送予測によるマガキ養殖業の効率化・安定化
予算区分	受託（イノベーション創出強化研究推進事業）
研究期間	令和2年度～令和4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：森山祥太
協力機関・部及び担当者名	(国研)水産研究教育機構水産資源研究所、株式会社IDDK、株式会社プロトソリューション、アンデックス株式会社、仙台地方振興事務所水産漁港部

<目的>

プランクトンネットサンプルについて、同一物体の重複がない画像をマイクロイメージングデバイスにて連続的に撮影する技術を開発する。得られた画像をAI画像認識にかけ、マガキ幼生を同定できるよう学習させ、計数ならびに大きさを測定する技術を開発する。これらの技術により、従来の検鏡による方法よりも迅速かつ高精度に幼生密度データを取得する。複数箇所から得られた幼生密度データを同時に閲覧するためのスマートフォンアプリを開発して、幼生の分布状況をリアルタイムで把握可能にするとともに、得られた幼生密度分布から粒子追跡モデルにより幼生輸送をシミュレーションし、数日後の幼生分布域を情報発信する。

水産技術総合センターでは、小課題1(1)を担当し、マガキ幼生のサンプリング、撮影画像のマガキ幼生の同定、AI同定結果の正誤判定を行う。小課題1(2)ではマイクロイメージングデバイスによる画像撮影、小課題1(3)ではAIの画像認識によるマガキ幼生同定、小課題2(1)では粒子追跡モデルによる幼生分布予測、小課題2(2)では情報発信のためのスマートフォンアプリの開発等を行う。

<試験研究方法>

マガキ幼生出現期(6～8月)に松島湾の3点で週1回程度の幼生サンプリングを行い、マイクロイメージングデバイスによる撮影用試料を収集する。幼生は北原式プランクトンネット(口径22.5cm、メッシュサイズ75 μ m)を用いて2.5m鉛直曳きにより採取する。採取の際は、環境データ(水温、塩分)を測定し、前日までの出現情報と比較して、幼生の密度が高いと判断される測点を中心に行う。この環境データは次のサンプリングの際の目安にも用いる。さらに、観測した環境データは小課題2(1)による流動モデルの再現性の検証にも用いる。採集したサンプルはボトルに移して小課題1(2)に提供する。小課題1(2)で撮影された画像からマガキを同定し、小課題1(3)の教師データ作成を支援する。また、小課題1(3)によるAI同定結果の正誤判定を行い、同定精度の向上をサポートする。

<結果の概要>

2020年6月23、29日、7月6、13、20、28日、8月3、11、14、17、20日に松島湾の3点で、8月11、18日に石巻湾の10点で1点あたり2～3回のサンプリングを小課題1(2)と共同で行い、合計133個のプランクトンネットサンプルを取得した(図1)。2020年のマガキの大型幼生の発生状況は例年よりも遅く8月中旬まで十分量を確保できなかったが、調査期間を当初予定よりも延長して行うとともに、松島湾外(石巻湾)でもサンプリングを行うことで本研究の推進に十分な量の幼生を確保することができた。幼生の発生が遅れた主たる要因は7月の梅雨前線による長雨の影響で松島湾内が低塩分化し、表層で湾外に流出する流れが強化されたために幼生が湾外に流出したためである。同様の現象は2013年にも発生しており、そのときのデータを元に

Kakehi et al. (2016)がメカニズムを解明している。この知見・経験を生かして低塩分化が収束するまで幼生サンプリングを継続したこと、および幼生が流出した先である石巻湾でサンプリングを実施したことが十分なサンプルの確保につながった。採集したサンプルは小課題1(2)に提供した。小課題1(2)で撮影された110枚の画像から889個体のマガキ幼生を同定し(図1-1-②)、小課題1(3)へ提供した。小課題1(3)で作成した43枚のAIによるマガキ幼生判定済みの画像から正誤判定を行った。これら画像には682個のマガキ幼生が写っていた。AIがマ

ガキ幼生と判定したものは341個であり、そのうち316個は正解であった（2個は判別不能）。このことは、AIは23個の判定間違いと341個の見落としをして示している。ただし、本課題では200 μ m未満の中型幼生も含めて判定しているのに対し、AIは200 μ m以上の幼生を対象としているため、実際の見落としはより少ない。

<主要成果の具体的なデータ>

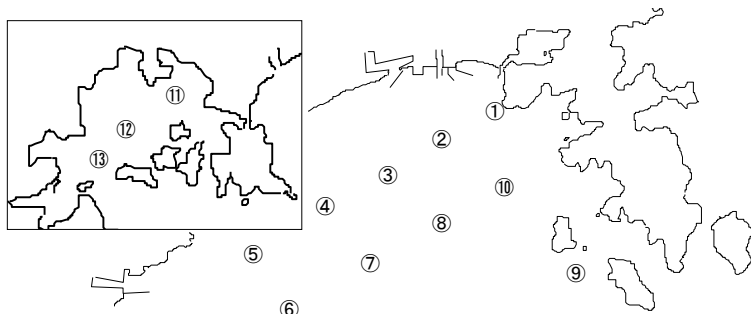


図1 松島湾・石巻湾の測点

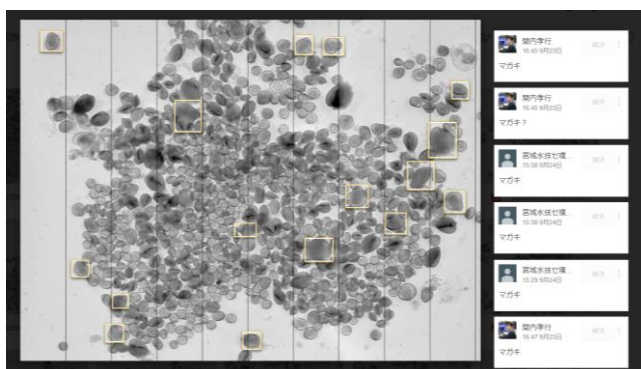


図2 Google ドライブの画像コメント機能を用いたマガキ幼生の同定作業

<今後の課題と次年度以降の具体的な計画>

引き続きマガキ幼生サンプルの取得と小課題1（2）への提供、小課題1（2）で撮影された画像からマガキを同定し小課題1（3）へ提供、小課題1（3）によるAI同定結果の正誤判定を継続する。また、従来法である顕微鏡観察による同定・計数の精度を確認する。

<結果の発表、活用状況等>

○生産者向け説明会

- ・宮城県漁協鳴瀬支所において漁協職員および生産者8名に本事業の実施内容を紹介した（11月9日）。
- ・宮城県漁協の松島湾で種ガキ採苗を行う支所の関係者および生産者等15名に本事業内容を紹介した（2月8日）。

○結果の発表

- ・「2020年の松島湾・石巻湾における種ガキ採苗時期の遅れ」2020年度水産海洋学会研究発表大会（11月20～23日）。

事業課題の成果要旨

(令和2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> 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。 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> 1. 昨年度検査群の追跡調査 昨年度に抗体検査を行った15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19経営体（県内11，県外8）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> <p><結果の概要> 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。4～5月にへい死が発生した2件について、魚病検査を実施したところ、EIBSではなかった。 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13尾～20尾（65～100%）が陽性で、抗体価平均値は10.8～71.5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> <p><今後の課題と次年度以降の具体的計画> 抗体検査の継続について、現場からの要望が高いことから、魚病対策の一環として取り組む。</p> <p><結果の発表，活用状況等> ・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2年6月，第2回令和3年1月）で結果等を報告した。 ・本事業の研究成果発表会（令和2年12月、福島市、参加者150名）でポスター発表を行った。</p>	

事業課題の成果要旨

(令和2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：遊佐和洋，鈴木貢治 地域水産研究チーム：他力将，成田篤史
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。3月～4月に生殖床から落下した幼胚をハンドネットで回収し，海水で洗浄した後，海水の入ったプラスチック箱に納め，1℃で冷蔵保存した（幼胚回収8回：約23万個）。 ・4月中旬に採取した幼胚（図1）をカキ殻、コンクリートブロック、水槽底面に蒔き付けて、遮光幕で遮光して管理した。 <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150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) 仮根上部で切除した天然ヒジキを種苗とする養殖試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和2年3月に宮城県漁業協同組合志津川支所青年部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ビニール皮膜針金及び輪ゴム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3年2月も昨年同様にヒジキを入手し，仮根の無いヒジキを5本ずつ輪ゴム等で結束し，挟み込んだロープのヨリを結束バンドで補強して気仙沼湾で養殖試験を行った。 <p>(2) 養殖試験に供したヒジキを母藻とした種苗生産試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・天然資源への影響を抑えた養殖の効率化及び簡便な種苗生産方法の検討のため，令和2年6月に水槽底面へ付着基質を設置し，母藻から受精卵が自然落下する方法で採卵を行い，種苗生産試験を実施した。 <p>(3) 越年仮根の飼育試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまで二度越年した仮根を使用し室内で飼育試験を実施した。試験に使用した仮根は出芽部分が小さく脆弱だったため，令和2年4月からエアレーションを利用した促成栽培で飼育して生長を促し，生長と主枝数の確認を行った。また，室内の飼育試験で比較的生長の早い幼芽を気仙沼湾 	

へ沖出しし、生長の確認を行った。

(4) 天然ヒジキ漁場における採苗試験

- ・令和2年8月に宮城県漁業協同組合志津川支所青年部とともに、志津川湾のヒジキ漁場にコンクリートブロック10個を投入し採苗試験を行った。

3 アラメの増養殖試験の実施

- ・10月下旬～11月中旬に気仙沼湾で成熟アラメ約20kgを採取して付着物等を除去した後、3時間ほど陰干しした。陰干し後はろ過海水を張った水槽に浸漬し、遊走子の放出が確認されたら採苗器を3時間ほど浸漬した。なお、採苗器にはクレモナ糸（100m/枠、計10枠）やシュロ縄（50m/枠、計15枠）のほか、カキ殻（500枚）を用いた。浸漬後は海水を張った別の水槽に採苗器を移して一晩静置し、静置後は1時間に1回転程度で海水を掛け流し、12時間明暗で育成した。

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、同年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同年11月に試験筏に垂下し、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

- ・6月に冷蔵保存した幼胚をプラスチック基質等に蒔き付けて、遮光した水槽で管理したが、幼胚からの発芽はほとんど確認できなかった。採集時に混入していた砂により、洗浄時に幼胚が損傷した可能性が考えられた。
- ・12月に管理水槽から剥離した種苗（約150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、十三浜支所相川で養殖試験を実施した。

(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。3月中までには収穫できる大きさまで生長が見られなかったため、収穫は次年度以降に行うこととした（図2）。

2 ヒジキの増養殖試験の実施

(1) 仮根上部で切除した天然ヒジキを種苗とする養殖試験

- ・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2年6月には全長約70cmにまで生長した（図3）。
- ・試験中の脱落・流失については、仮根有りの藻体は全て残存しており、一方、仮根の無い藻体をビニール皮膜針金及び輪ゴムで束ねたものについては、両区とも藻体は残存しているものの本数が20%程度まで減少（流失）したことから、藻体の束ねる本数を減らし、挟み込んだロープのヨリを補強する等の検討が必要である。
- ・令和3年2月に試験したものについては、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) 養殖試験に供したヒジキを母藻とした種苗生産試験

- ・受精卵を基質（ロープ、軽石等）に付着させることができたものの、付着数は少なく幼芽まで生長したものもわずかであった。これは、水槽内に母藻と基質を収容するのが早かったことから、受精卵が自然落下する前に基質が付着珪藻等により汚れ、ヒジキ受精卵の付着低下に繋がったものと考えられた。今後は母藻成熟のタイミングを見極め、受精卵を回収し基質に散布する方法での採卵を検討する必要がある。

(3) 越年假根の飼育試験

- ・令和2年4月から越年假根の飼育試験を開始し、21日後には平均全長9.7mmへ、43日後には14.2mmと生長し、平均主枝数も1.1本から2.2本と増加が確認された。
- ・飼育試験で生長の早い平均全長36.3mmの幼芽を5月に気仙沼湾へ沖出しし、14日目に平均全長

60.0mmと生長が確認された。

- ・今後も岩礁から採取した仮根がどの程度の期間生育し養殖生産に寄与できるか、試験筏での飼育試験を行い生長と生残を確認する必要がある。

(4) 天然ヒジキ漁場における採苗試験

- ・志津川湾のヒジキ漁場に投入したコンクリートブロック10個の付着状況等に関しては、今後確認を行うこととしている。

3 アラメの増養殖試験の実施

- ・採苗試験実施後、遊走子は順調に生長し、配偶体を経て12月には400 μ m程度の芽胞体に生長した。
- ・漁業者からの要望に応え、10月15日に宮城県漁協歌津支所青年部（寄木）、12月10日に宮城県漁協志津川支所青年部へ採苗方法等について指導を行ったほか、12月25日に宮城県漁協大谷本吉支所と気仙沼地区支所に、クレモナ系の枠をそれぞれ2枠ずつ配布した。
- ・一部の種苗については室内で継続育成をしているほか、気仙沼湾の試験筏に垂下し、養殖試験を継続している。
- ・今年度の実施状況を踏まえ、暫定版の採苗マニュアルについて、中間育成時の照度や流水の回転数など修正を加えた。

4 アサリの増養殖試験の実施

令和元年11月に垂下した天然採苗種苗168個(3.7~39.8mm)は、令和3年3月には94個(9.5~36.6mm)に減少した。人工採苗種苗900個(1.0~4.7mm)は、令和2年4月の時点で籠が破損し、大半が流出した。令和3年3月に残ったアサリは35個(5.3~18.2mm)に留まった。

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>

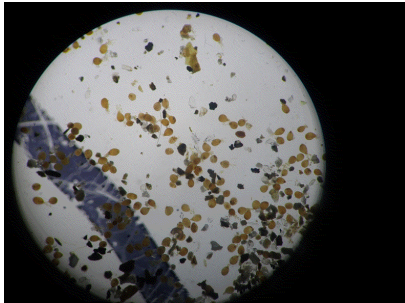


図1 回収したアカモク幼胚



図2 前年のアカモク養殖試験の収穫時



図3 生長した養殖ヒジキ



図4 シュロ縄上で生長するアラメ幼芽

<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、養殖試験は終了とし、生産者への天然採苗指導を行う。

<結果の発表，活用状況等>

- ・なし

事業課題の成果要旨

(令和2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	ワカメの病障害対策と品種改良
予算区分	県単
研究期間	令和2年度～令和4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・成田篤史・他力将・藤田海音 普及指導チーム：遊佐和洋・鈴木貢治
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的></p> <p>本県北部海域では、近年タレストリス症と称される寄生・食害により養殖ワカメの商品価値の低下や、出荷量が例年の2～3割ほど減少する等被害が深刻で、抜本的な対策が求められている。また、高水温や低栄養塩濃度への耐性を持つ系統を探索し、いくつかの系統で各耐性をもつ傾向がみられたが、今後も環境変動を考慮し、選抜育種・交配を継続して高水温や低栄養塩濃度によるワカメの芽落ちを軽減することが重要である。タレストリスの疾病については過去に調査事例があるものの、発生機序等は依然不明な点が多いことから、漁家経営の安定化のため疾病発生機序を解明するとともに、被害低減のための技術を開発する。ワカメの品種改良については環境変動に対応でき安定した海面生産性を維持でき、病障害被害を低減できる品種を選抜、固定する。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 病障害調査</p> <p>1) タレストリス症発生状況の疫学的調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既往の知見を整理するとともに、本疾病の消長、分布等の傾向について調査する。 <p>2) 原因虫体の生理生態学的性質の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原因虫体の生理生態学的性質について、好適水温塩分、非寄生生活下の生存可能期間等を室内試験を行う。 <p>2 ワカメの品種改良</p> <p>1) タレストリス症などの病障害を低減できる系統の探索</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各系統のタレストリス寄生数を計数し、発症の程度を比較する。 <p>2) タレストリス症など病障害が少なく環境変動に対応できる系統の選抜</p> <ul style="list-style-type: none"> ・病障害が軽度な系統の生長や葉厚、葉緑素値等を各系統間で比較し、各耐性を保有すると共に収穫量が多い系統を絞り込む。 <p><結果の概要></p> <p>1 病障害調査</p> <p>1) タレストリス症発生状況の疫学的調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・宮城県および岩手県の過去の知見から、淡水または通常海水の3倍濃度程度の高塩水浴でワカメに寄生したタレストリスの抑制に効果があることが判明した。 ・高塩水は経費がかかることや、ワカメの処理ごとに塩分が低下することが予想され、淡水浴または散水に絞って効果の確認を実施中である。 ・本年度も気仙沼湾内のワカメには、生産に影響する程の寄生は見られず、3月に気仙沼湾外のワカメからタレストリスと思われる寄生が確認された。 <p>2) 原因虫体の生理生態学的性質の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タレストリス寄生ワカメから原因虫体の採取を実施中で、好適水温塩分、非寄生生活下の生存可能期間等を室内試験によって行う予定である。 <p>2 ワカメの品種改良</p> <p>1) タレストリス症などの病障害を低減できる系統の探索</p> <ul style="list-style-type: none"> ・養殖試験を各系統の2代目(F2)にはタレストリス寄生数は見られなかった。 	

・次年度は、タレストリス寄生が見られやすい気仙沼湾外での養殖も試み、寄生の差異を確認する必要がある。

2) 環境耐性を持つワカメの選抜育種

①選抜した各系統の配偶体保存

昨年度から養殖試験を継続した各系統F1のメカブ（孢子葉）を6月に採取し、2～3時間冷暗所で陰干しをしてから、メカブの小片（3cm程度）を滅菌海水を収容した容器に浸漬して遊走子を放出させた。遊走子は滅菌海水を入れたプラスチックシャーレに適量（倍率40×で1視野2～3個程度）注入し、20℃、1,000ルクス程度の条件で3～4週間培養した。生長した配偶体は雌雄に分けて試験管に採取し、培養を継続して再度雌雄の確認を行った上で保存した。

なお、保存した系統は気仙沼湾天然系統（H系統）のF2 およびH系統と宮城県北部の気仙沼市唐桑町、南三陸町歌津、同町志津川で用いられている養殖用優良3系統（K系統、U系統、S系統）を正逆交雑した6系統のF2である。

②交雑系統の高温に対する耐性

昨年度に養殖試験を行ったもののうち比較的生長の良い系統の雌雄配偶体を催熟させて発芽させ、プラスチックシャーレ内で葉長が1～3mmに育成した幼芽（F2）を実験に用いた。

各試験区に収容した幼芽は10～20個体程度である。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用原液の添加によって調整した。

三態窒素濃度段階はPESIを添加しない希薄濃度区T（約3μg/L）、低濃度区（約14μg/L）、中濃度区（約25μg/L）および高濃度区H（約45μg/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℃、22℃、24℃及び26℃の4通りとした。照度は約3,000Lux、光周期は10L14Dに設定した。生育状況の評価は昨年度と同様に行った。

気仙沼湾系統H♂×H♀（F2）は、7日後までいずれの試験区でも異常個体は見られなかったが、15日後に26℃区で、20日後には24℃区と26℃区のいずれも希薄栄養塩濃度区で正常率が低下した（図1）。

交配系統K♀×H♂（F2）では、7日後までいずれの試験区でも幼体は正常であったが、14日後には26℃・希薄濃度区で、19日後には24℃・希薄濃度区および26℃・希薄濃度区と同低濃度区で正常率が低下した（図2）。

交配系統U♂×H♀（F2）では、いずれの試験区でも20日の試験期間に正常率の低下は見られなかった。

交配系統S♀×H♂（F2）では、14日後までいずれの試験区でも正常率の低下は見られなかったが、20日後に22℃と24℃の希薄濃度区、26℃の高濃度区以外の試験区で正常率が低下した。

以上のF2系統の幼芽はF1と同様に全体的に試験に用いた系統は従来の養殖ワカメよりも比較的高い水温や低栄養塩濃度でも生育可能であることが確認された。しかし、24℃以上では栄養塩濃度が低いほど幼芽の傷みが概ね2週間以降に起こることも観察された。

③交配種の雌雄配偶体作成

2月下旬に養殖中の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月上旬から行う配偶体作成用として確保した。

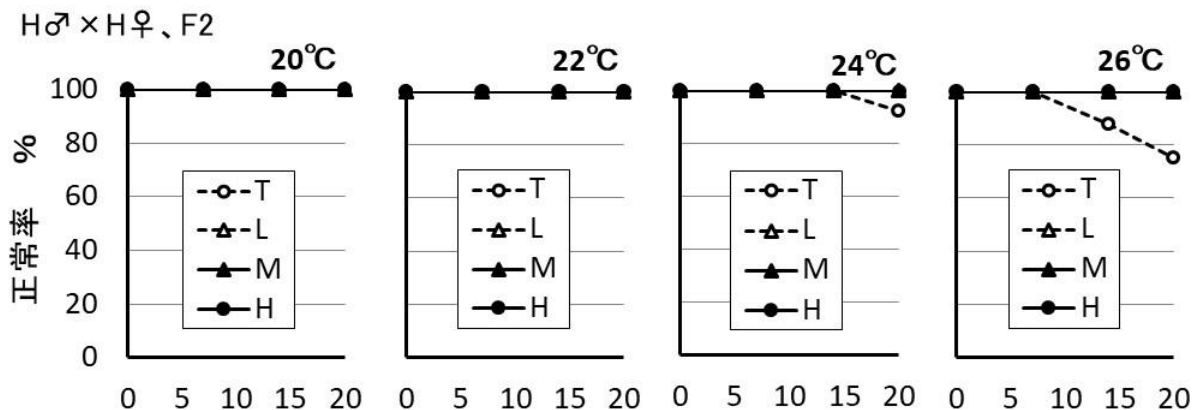


図1 気仙沼内湾天然ワカメ系統（H♂×H♀F2）幼芽の各温度における正常率の推移
横軸：日数，○＝希薄濃度区T，△＝低濃度区L，▲＝中濃度区M，●＝高濃度区H

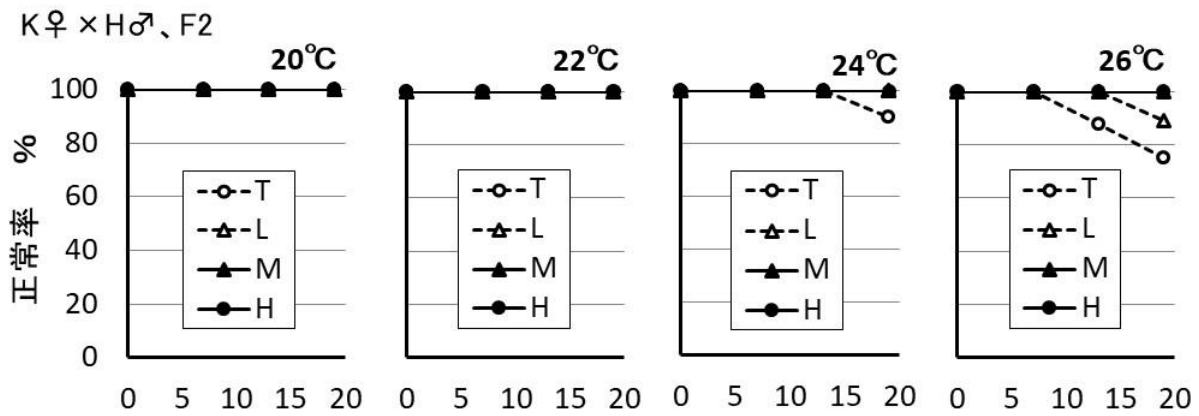


図2 K♀×H♂系統 (F2) 幼芽の各温度における正常率の推移
 横軸：日数, ○=希薄濃度区T, △=低濃度区L, ▲=中濃度区M, ●=高濃度区H

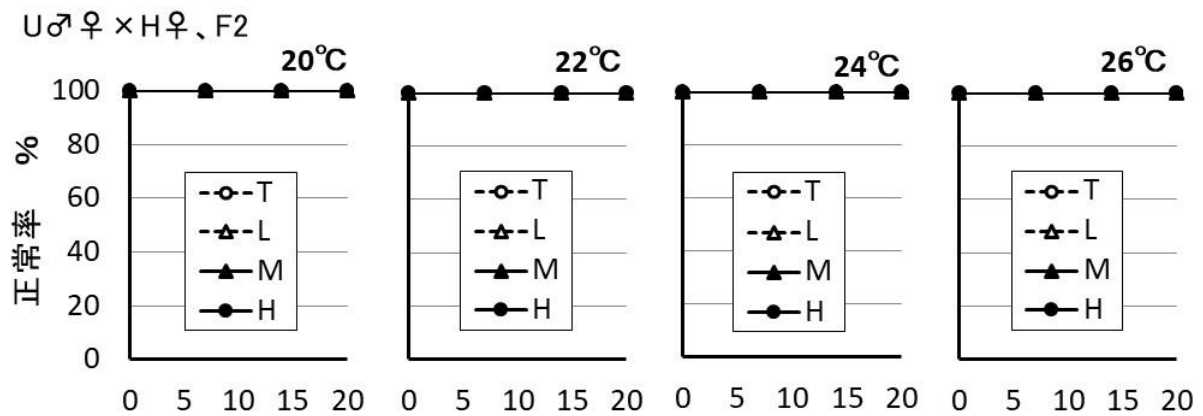


図3 U♂×H♀系統 (F2) 幼芽の各温度における正常率の推移
 横軸：日数, ○=希薄濃度区T, △=低濃度区L, ▲=中濃度区M, ●=高濃度区H

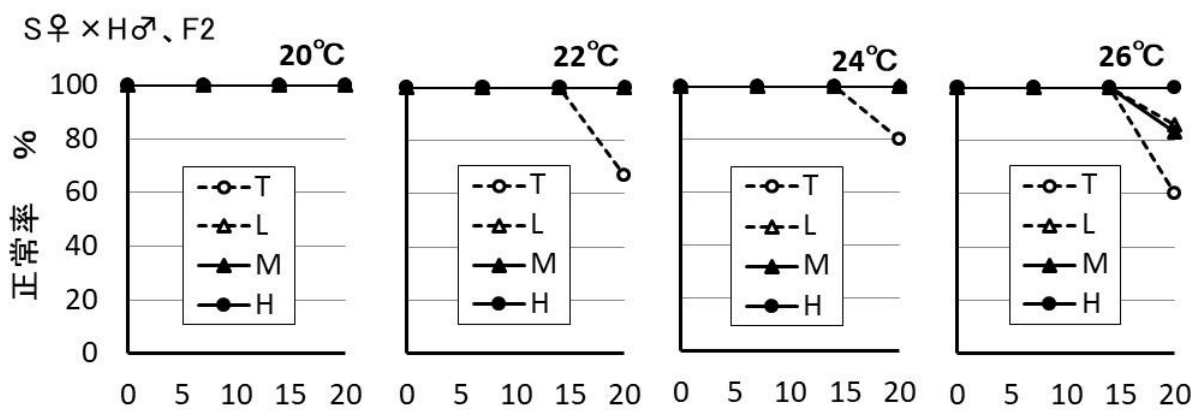


図4 S♀×H♂系統 (F2) 幼芽の各温度における正常率の推移
 横軸：日数, ○=希薄濃度区T, △=低濃度区L, ▲=中濃度区M, ●=高濃度区H

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・ワカメの主たる病障害であるタレストリス寄生について、その生態を引き続き観察していくとともに、寄生の予防や寄生葉体の対症療法の効果的な手法を検討する。
- ・高温耐性のある系統と交配系統の継代養殖を継続し、3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、養殖期間の延長による収量増と病障害に比較的強い系統の作出について検討する。

<結果の発表、活用状況等>

なし

事業課題の成果要旨

(令和2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：○田邊徹 気仙沼水産試験場 地域水産研究チーム：○藤田海音・他力将
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料），志津川湾（椿島内，金浦 ※県漁協志津川支所戸倉出張所採水試料），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50回/年，唐桑半島東部43回/年，志津川湾は調査点毎に13回/年，小泉・伊里前湾は調査点毎に18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)4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)28回/年） ③シスト鉛直分布調査（北部1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6月下旬に出現し，6月8日にピーク（50 cells/L）となった（図1）。出現期間における水温範囲は10.0～20.7℃であった。最大出現時の水温は17.7℃，塩分32.60であった。 また，<i>Dinophyssid acuminata</i> は，4月上旬から6月中旬に出現し，5月7日にピーク（330 cells/L）となった（図1）。出現期間における水温範囲は10.1～20.7℃であった。最大出現時の水温は12.3℃，塩分32.74であった。 荻浜沖定点で<i>D.fortii</i> は5月中旬から6月中旬に出現し，6月8日にピーク（110 cells/L）となった。出現期間における水温範囲は13.9～20.7℃であった。最大出現時の水温は17.9℃，塩分31.90であった。 また，<i>D.acuminata</i> は，3月上旬から7月上旬に出現し，5月7日にピーク（730 cells/L）となった。出現期間における水温範囲は8.4～20.4℃。最大出現時の水温は13.9℃，塩分32.66であった。 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。</p>	

(b) 塚浜

塚浜定点で*D. fortii* は、5月中旬から6月下旬に出現し、6月15、22日にピーク（110 cells/L）となった（図2）。出現期間における水温範囲は16.5～18.0℃であった。最大出現時の水温はそれぞれ16.5℃及び17.5℃、塩分33.37及び33.44であった。

また、*D. acuminata* は、3月中旬～9月上旬にかけて出現し、5月11日にピーク（190 cells/L）となった（図2）。出現期間における水温範囲は、8.2～24.8℃であった。最大出現時の水温は12.3℃、塩分33.19であった。

塚浜定点に垂下したムラサキイガイから、6月30日に0.20 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12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、5月中旬から9月中旬に出現し、5月18日にピーク（680 cells/L）となった（図3）。出現期間における二ツ根定点の水温・塩分範囲はそれぞれ14.0～25.7℃、20.99～33.57であった。最大出現時の水温は14.0℃、塩分33.57であった。唐桑半島東部では、5月25日に大沢定点で確認された380 cells/Lが最大であった（図3）。

また、*D. acuminata* は気仙沼湾で、5月中旬から8月中旬にかけて港町定点で多く出現し、6月22日にピーク（2,880 cells/L）となった（図3）。出現期間における港町定点の水温・塩分範囲はそれぞれ12.86～23.97℃、塩分21.62～32.45の範囲であった。最大出現時の水温は19.34℃、塩分は31.79であった。唐桑半島東部では、6月15日に大沢定点で確認された230 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9月7日に0.02 mgOA当量/kgの下痢性貝毒が検出されたが、基準値未満のため出荷自主規制等は実施されなかった。

(d) 志津川湾および小泉・伊里前湾

D. fortii は、志津川湾で5月中旬から8月上旬に出現し、6月17日にピーク（90 cells/L）となった（図4）。小泉・伊里前湾では6月上旬から7月下旬に出現し、6月17日にピーク（550 cells/L）となった（図4）。

また、*D. acuminata* は志津川湾で5月中旬から7月上旬に出現し、6月17日にピーク（230 cells/L）となった（図4）。小泉・伊里前湾では6月上旬から10月中旬に出現し、6月10日にピーク（480 cells/L）となった（図4）。

※志津川湾は5月7日、小泉・伊里前湾は6月3日より調査を開始した。

2) 麻痺性貝毒

(a) 荻浜

荻浜内湾定点で*Alexandrium* spp.は、3月上旬以降出現し、2020年については4月22日にピーク（140 cells/L）となった（図5）。また2021年については3月29日に6,810 cells/Lの出現が確認された。最大出現時の水温・塩分は、2020年については水温8.9℃、塩分32.21、2021年については9.9℃、32.76であった。

また、荻浜沖定点で*Alexandrium* spp.は3月上旬以降出現し、2020年については3月9日にピーク（1,030 cells/L）となった（図5）。また、2021年については3月29日に2,780 cells/Lの出現が確認された。最大出現時の水温は2020年については8.4℃、塩分33.24、2021年については9.4℃32.92であった。

荻浜内湾定点に垂下したムラサキイガイは、3月10日に4.4 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26日に解除となった。また、2021年3月15日に5.3MU/gが検出され出荷自主規制措置がとられた。

(b) 塚浜

塚浜定点で*Alexandrium* spp.は、3月上旬から9月上旬にかけて出現し、5月25日にピーク（6,190 cells/L）となった（図6）。出現期間における水温範囲は8.4～24.8℃であった。最大出現時の水温は13.3℃、塩分32.35であった。

塚浜定点に垂下したムラサキイガイは、4月16日に7.1 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、7月14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*Alexandrium* spp.は、令和2年2月中旬から5月下旬と令和3年1月下旬から3月下旬にかけて港町定点で多く出現し、令和2年4月27日にピーク（41,130 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6.97～17.28℃、21.62～33.84であった。最大出現時の水温は10.4℃、塩分は

32.72であった。唐桑半島東部では5月18日に大沢定点で確認された気仙沼湾の母体田定点に垂下したムラサキイガイから、4月8日に3.3 MU/gの麻痺性貝毒が検出され、出荷自粛措置となったのち、4月16日に7.1 MU/gとなり出荷規制措置がとられ、8月18日に解除となった。年が明けて令和3年3月2日には、3.3 MU/gの麻痺性貝毒が検出されて再度出荷自粛措置となったのち、3月9日に8.8 MU/gとなり出荷規制措置がとられ、3月19日現在も出荷規制措置が継続している（図7）。66,240 cells/Lが最大であった（図7）。

(d) 志津川湾および小泉・伊里前湾

志津川湾で*Alexandrium* spp.は、5月上旬から6月下旬にかけて樺島内定点で多く出現し、5月18日にピーク（5,870 cells/L）となった（図8）。小泉・伊里前湾では、5月上旬から6月上旬から6月下旬にかけて唐島沖定点で多く出現し、6月3日にピーク（40 cells/L）となった（図8）。

※志津川湾は5月7日、小泉・伊里前湾は6月3日より調査を開始した。

2. 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（0～1cm層）でおよそ900個/cm³確認された後、5～7cm層に第1のピーク（約1,000個/cm³）、13～15cm層に第2のピーク（約1,000個/cm³）が見られた（図9）。

昨年度の調査結果と比較すると表層付近で多くのシストが確認されたが、シストのピークが複数存在している状況は同様であった。第2のピークを見るとこれまでの調査結果よりも下層へ推移しており、堆積によりシストの高密度層が年々下層部へと推移していく傾向が確認された。

<主要成果の具体的なデータ>

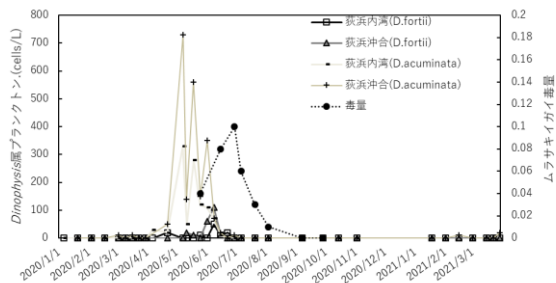


図1 萩浜内湾および沖合定点における下痢性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

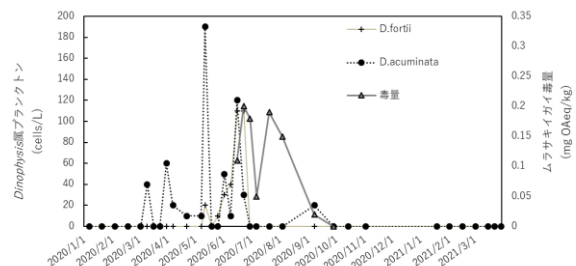


図2 塚浜定点における下痢性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

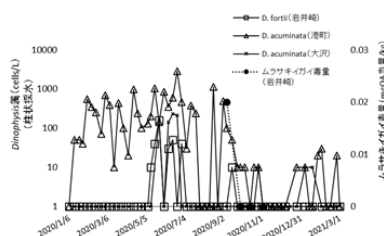


図3 気仙沼湾における下痢性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移（※左軸プランクトン密度は対数軸）

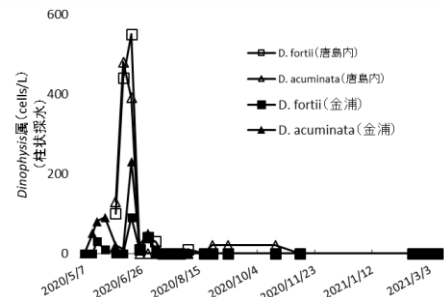


図4 志津川湾および小泉・伊里前湾における下痢性貝毒原因プランクトン出現状況の推移

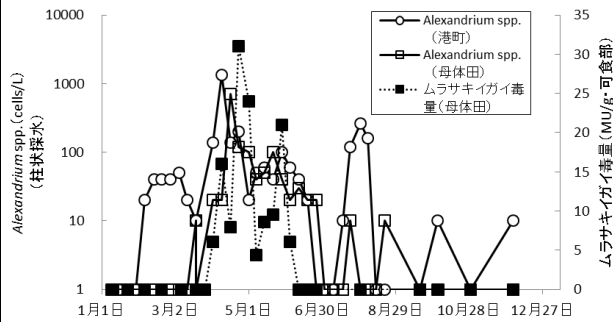


図 5 荻浜定点における麻痺性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

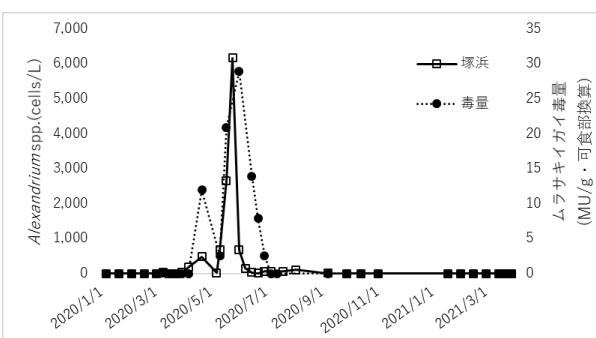


図 6 塚浜定点における麻痺性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

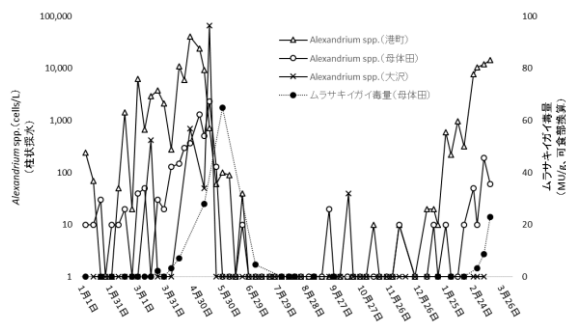


図 7 気仙沼湾における麻痺性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移 (※左軸プランクトン密度は対数軸)

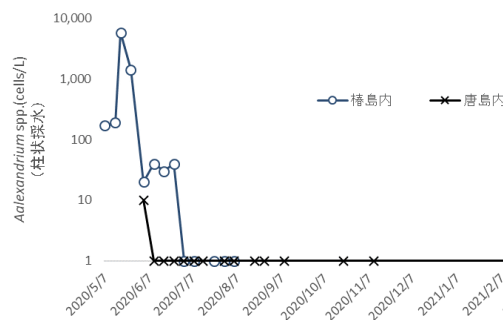


図 8 志津川湾, 小泉・伊里前湾における麻痺性貝毒原因プランクトン出現状況の推移 (※左軸プランクトン密度は対数軸)

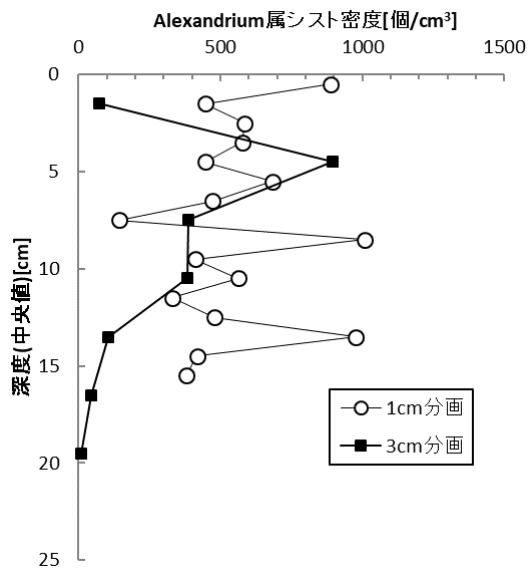


図 9 気仙沼湾奥部における *Alexandrium* 属シスト密度の柱状分布

表1 麻痺性貝毒による出荷自主規制状況（令和2年1月1日より令和3年3月30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	規制開始	規制解除	規制開始	規制解除	規制開始	規制解除
南部海域（萩浜）	ムラサキイガイ	4.2	R2.3.10	R2.5.26						
北部海域（松岩）	ムラサキイガイ	7.1	R2.4.16	R2.8.18	R3.3.9	-				
中部海域（塚浜）	ムラサキイガイ	12	R2.4.22	R2.7.14	R3.3.16	-				
南部海域	<変更後：石巻湾>	アカガイ	R2.3.31	R2.12.8						
	<変更後：仙台湾沿岸>	アカガイ	R2.3.31	R2.9.30	R2.10.20	R2.11.10	R2.11.17	R2.12.15	R3.3.23	-
	<変更後：仙台湾沖合>	アカガイ	R2.3.31	-						
北部海域（気仙沼）	アカザラガイ	6.1	R2.3.3	R2.9.16	R.3.1.19	R3.2.16	R.3.3.9	-		
気仙沼湾（大島）	アサリ	19.0	R2.5.11	R2.6.15						
志津川湾（志津川）	ホタテガイ	5.4	R2.3.10	R2.9.15	R2.9.30	R2.10.27	R2.11.2	R2.11.24		
追波湾（十三浜，船越）	ホタテガイ	4.9	R2.3.24	R2.12.1						
女川湾・牡鹿半島東部（女川・谷川）	ホタテガイ	5.1	R2.3.31	R2.11.17						
小泉・伊里前湾（歌津）	ホタテガイ	4.6	R2.4.7	R2.9.15	R2.9.23	R2.10.14				
雄勝湾（水浜，立浜）	ホタテガイ	11.3	R2.4.7	R2.10.6						
唐桑半島東部（大沢）	ホタテガイ	11.0	R2.4.14	R2.10.27						
気仙沼湾（唐桑，大島）	ホタテガイ	12.0	R2.4.14	R2.10.27						
石巻湾西部（鳴瀬・宮戸）	カキ	8.8	R2.3.16	R2.5.15	R3.3.15					
石巻湾東部（表浜）	カキ	6.7	R2.3.30	R2.4.20						
追波湾（河北町）	カキ	4.6	R2.4.13	R2.5.7						
雄勝湾（雄勝湾）	カキ	9.6	R2.4.13	R2.5.7	R2.6.1	R2.6.22				
気仙沼湾（大島）	カキ	4.5	R2.5.11	R2.6.1						
小泉・伊里前湾（歌津）	カキ	7.6	R2.5.18	R2.6.29						
女川湾牡鹿半島東部（女川）	カキ	6.7	R2.4.20	R2.5.18	R2.6.1	R2.6.22				
松島湾	カキ	7.6	R3.3.29	-						
北部海域（唐桑）	<変更後：唐桑半島東部（大沢）>	マボヤ		R2.6.25						
	<変更後：気仙沼湾（気仙沼）>	マボヤ	R2.5.21	R2.6.25						
	<変更後：小泉・伊里前湾（歌津）>	マボヤ		R2.6.25						
	<変更後：志津川湾（志津川）>	マボヤ		R2.6.25						
	<変更後：追波湾（十三浜）>	マボヤ		R2.6.30						
中部海域（女川）	<変更後：女川湾・牡鹿半島東部>	マボヤ	R2.5.18	R2.6.30						
	<変更後：雄勝湾>	マボヤ		R2.6.30						

表2 下痢性貝毒による出荷自主規制状況（令和2年1月1日より令和3年3月30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
中部海域（塚浜）	ムラサキイガイ	0.20	R2.6.23	R2.8.12
小泉・伊里前湾（歌津）	ホタテガイ	0.22	R2.6.16	R2.7.7
追波湾（十三浜）	ホタテガイ	0.33	R2.6.16	R2.7.21
雄勝湾（立浜）	ホタテガイ	0.23	R2.6.16	R2.7.14
女川湾・牡鹿半島東部	ホタテガイ	0.17	R2.6.16	R2.7.14
唐桑半島東部（大沢）	ホタテガイ	0.18	R2.6.30	R2.7.21

<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25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2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) 田邊 徹，千葉 美子，澁谷 和明，庄子 充広，大内 亜沙子，佐藤 智子. 下痢性貝毒によるマボヤ *Halocynthia roretzi* の毒化と毒の器官偏在. 日本水産学会誌 86(6), 476-482, 2020
- 2) 千葉美子，他力将，新貝達成，田邊徹，鈴木優子，阿部美和. 麻痺性貝毒により毒化したトゲクリガニの茹で加工による除毒効果の検証. 公衆衛生情報みやぎ (507) 21 - 28 Jul, 2020
- 3) 田邊 徹，加賀 克昌. 三陸沿岸海域における麻痺性貝毒の発生及び宮城県沿岸における原因プランクトンシストの残存状況. 月刊海洋. 2020. 593. 171-181

事業課題の成果要旨

(令和2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，田邊徹
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> <p>(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> <p><結果の概要></p> <p>(1) 水温塩分調査：令和2年4月17日，7月9日，10月15日，令和3年1月13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2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。</p> <p>(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。</p> <p>(3) 流動調査：令和2年4月4日～4月18日及び令和2年10月8日～10月22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。</p> <p>(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。</p> <p>(5) 底質調査：湾内18点で令和2年5月8日と同年10月6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。</p> <p>(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> <p>(1)，(2)については，令和元年度第4四半期，令和2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，令和元年度調査の(1)～(6)の結果を東北電力(株)の調査結果とともに「令和元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>

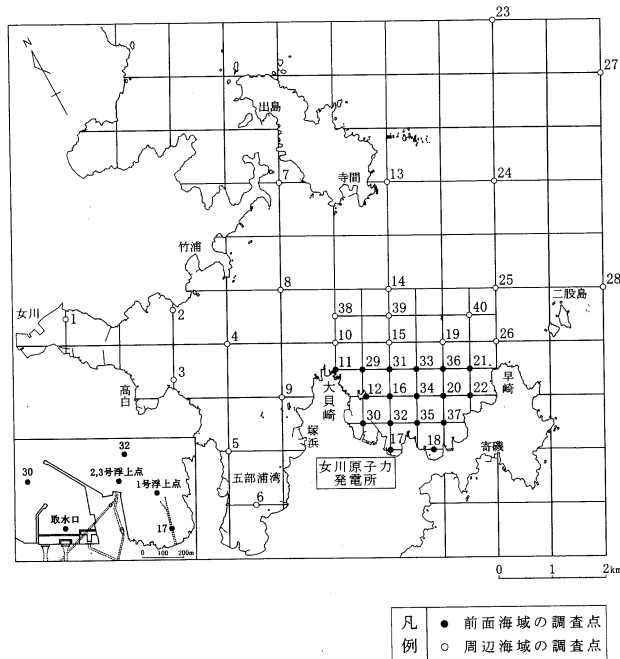


図1 水温塩分調査地点

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	令和2年 4月17日	7月9日	10月15日	令和3年 1月13日
海域区分				
周辺海域	8.7～9.2℃	13.5～20.3℃	18.8～20.0℃	7.7～11.1℃
前面海域	8.8～9.2℃	14.0～19.3℃	19.3～19.5℃	9.5～10.7℃
1号機浮上点	9.0℃	14.7～18.3℃	19.3～19.5℃	9.5～9.7℃
2・3号機浮上点	9.0～9.1℃	14.6～18.2℃	19.4～19.5℃	9.5～9.8℃
取水口前面	9.0～9.4℃	15.3～18.3℃	19.4～19.5℃	9.4～9.5℃

<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2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>

- ・令和元年度第4四半期～令和2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）
- ・「令和元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」（148号～151号）に掲載

事業課題の成果要旨

(令和2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	カキのノロウイルス低減対策に関する研究
予算区分	受託（レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業）
研究期間	令和2年度～令和4年度
部・担当者名	養殖生産チーム：○伊藤博・藤岡博哉・熊谷明
協力機関・部及び担当者名	(国研)水産研究教育機構水産技術研究所 大島千尋研究員、国立医薬品食品衛生研究所 上間匡室長、宮城県保健環境センター 植木洋総括研究員、坂上亜希恵研究員
<p><目的></p> <p>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、カキ中の病原微生物低減法を検証する。また、低減法の効果を検証するために必要なウイルス汚染カキの作成法を手順化する。</p> <p>宮城県水産技術総合センターでは、中課題3でヒトノロウイルス汚染カキの作成及び病原性微生物浄化法の実証化を担当する。中課題1ではヒトノロウイルス汚染カキ試料作成法の確立、中課題2ではカキおよび海水中の病原性微生物低減法の検討を行う。</p> <p><試験研究方法></p> <ol style="list-style-type: none"> 3月1～4日、9～12日にノロウイルスの取り込み試験を行った。試験には、宮城県保健環境センターより分与されたノロウイルス感染者の患者便から調製されたウイルス液を用いた。200Lパンライト水槽に175Lの濾過海水をため、カキ70個を収容し、通気を行った。餌は与えていない。試験開始の2～3日前からカキを水槽に収容して馴致し、試験開始時、24時間後、48時間後に$10^{9.4}$copiesのウイルスを添加した。72時間後に18個をサンプリングし、中腸腺を切り出して前処理を行い、ウイルスの測定を行う水産研究教育機構に送付した。ウイルスの定量は感染性推定遺伝子検査法を用いた。 3月15～18日に1と同様の方法でノロウイルスの取り込み試験を行った。48時間後、72時間後にそれぞれ9個をサンプリングし、中腸腺を切り出して前処理を行い、ウイルスの測定を行う水産研究教育機構に送付した。 <p><結果の概要></p> <ol style="list-style-type: none"> 1回目の試験では、開始時の水温は10.8°C、塩分は33.1であった。18個体中18個体でノロウイルスが検出され、平均濃度は$10^{4.8}$copies/gであった。2回目の試験では、水温は$11.3\sim 12.2^{\circ}\text{C}$、塩分は32.5であった。18個体中17個体でノロウイルスが検出され、平均濃度は$10^{5.3}$copies/gであった。この条件で$10^{5.0}$copies/g程度で汚染されることが明らかとなった。 水温は$11.6\sim 12.3^{\circ}\text{C}$、塩分は33.1であった。48時間後では9個体中8個体でノロウイルスが検出され、平均濃度は$10^{5.0}$copies/g、72時間後では9個体中8個体でノロウイルスが検出され、平均濃度は$10^{4.6}$copies/gであった。ウイルス濃度が$10^{5.0}$copies/g程度であれば48時間で汚染されることが明らかとなった。 <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"> 引き続きノロウイルス汚染カキの作成の実証化を行う。 病原性微生物浄化法の実証化を行う。 <p><結果の発表、活用状況等></p> <p>なし</p>	

事業課題の成果要旨

(令和2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，伊藤博，熊谷明，○本庄美穂 気仙沼水産試験場：○他力将，藤田海音，成田篤史
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、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2年度群：令和2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。

(2) マボヤ被囊軟化症調査

水温上昇期の6～8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本程度の養殖ローブの上部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15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、2～3月に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令和元年度群：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2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21件、海面で38件の合計59件実施した(表1)。魚種別では、ギンザケ(海面及び内水面合計)とマボヤが16件と最も多かった。疾病別では、マボヤの被嚢軟化症が16件と最も多く、次いでシュードモナス病(ホシガレイ)、EIBS(ギンザケ)等が見られた。また、ニジマスでイクチオホヌス症、クロソイでリンホシスチス病が初めて確認された。

薬剤感受性試験は、イワナから分離されたせつそう病菌でSMMX耐性を示した。また、ギンザケから分離した冷水病菌では耐性菌は見られなかった(表2)。

(2) マボヤの被嚢軟化症調査

6～8月調査では、既発生海域4海域で発生を確認した。全体では軟化個体の割合は2.0%で前年同時期(1.8%)より微増した。また2～3月調査では、既発生海域1海域で発生を確認した。軟化個体の割合は0.005%と、前年同時期(0.19%)と比較すると割合は減少した。

(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。
- ・マボヤの被嚢軟化症については、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2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2年6月 漁師カレッジ, 令和2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「クロソイの異常について」(令和2年11月 東北・北海道魚類防疫地域合同検討会)
- ・魚病発生状況等について情報提供(令和3年3月 宮城県魚類防疫推進会議)

<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													合計	魚病内訳			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	ギンザケ		ニジマス	イワナ	その他	
せつそう病		1												1			1	
冷水病	1													1	1			
ピブリオ病														0				
細菌性鰓病			1			1								2	2			
EIBS				1	1									2	2			
IPN	1													1			1	
ミズカビ病			1											1	1			
IHN+冷水病	1													1		1		
EIBS+冷水病			1											1	1			
ミズカビ病+IHN									1					1				1
イクチオホス症+IHN									1					1		1		
不明		1	1			3			1		1	1		8	1			7
その他										1				1				1
合計	3	2	4	1	1	4	0	3	1	1	1	0	21	8	2	2	9	

(2)海面

魚病名	月別													合計	魚病内訳			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	ギンザケ		ホシガレイ	マボヤ	その他	
シュードモナス病	1		6	1										8		8		
滑走細菌症						1								1		1		
被囊軟化症				9	6							1	16			16		
リンホシスチス病						1							1				1	
不明			3	1	1			2		1	1		9	7			2	
その他	1	1			1								3	1	1		1	
合計	2	1	9	11	8	2	0	2	0	1	1	1	38	8	10	16	4	

表2 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(イスタン他)			
			-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++
せつそう病菌	5	イワナ	0	0	0	5	0	0	3	1	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	5
冷水病	4	ギンザケ	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	3

-:効かない、+:ほとんど効かない、++:効みにくい、+++ :よく効く

事業課題の成果要旨

(令和2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，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

<目的>

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(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系を作出した。

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。

<試験研究方法>

- 1) 民間種苗生産場での高成長系第3世代の種苗育成および海面養殖での追跡調査
 - ・昨年度岩手県の民間種苗生産場から海面養殖場（宮城県）へ搬出した高成長系第3世代及び他系統の生け簀毎の成長について追跡調査を実施し、市場出荷後の収益性について評価する。
- 2) 民間種苗生産場での高成長GS系の種苗育成および海面養殖での追跡調査
 - ・昨年度、発眼卵を配布した高成長GS系について、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。
 - ・海面養殖において、高成長GS系及び他系統の生け簀毎の成長について追跡調査を実施する。
- 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）
 - ・平成30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う。

<結果の概要>

- 1) 民間養魚場での高成長系第3世代（2018年級）の種苗育成および海面養殖での追跡調査
 - ・令和元年11月に民間種苗生産場（岩手県）から海面養殖場（宮城県）へ搬入された種苗（2018年級群）を追跡調査した。計測期間を通じて高成長系が対照区に比べ、体長・体重とも下回る結果となった。要因として民間種苗生産場が海面への出荷サイズを勘案し、9月下旬から約2ヶ月間、高成長系の給餌量を抑制し、成長をコントロール（成長を抑制）したためと考えられた。内水面で長期間給餌量を制限された高成長系は、海面移行後のストレスが大きく、長期間摂餌不良となり、対照区と比較して成長が劣ったものと考えられた（図1）。
 - ・2018年級群の水揚げ出荷終了後に高成長系、対照区の収益性を整理した。高成長系導入により出荷前倒しができるように計画したが、海面移行後の長期間摂餌不良が響き成長が滞ったため、出荷前倒しはできなかった。最終的には総出荷量、平均単価、水揚げ金額に大きな差は生じなかった。
- 2) 民間種苗生産場での高成長GS系（2019年級）の種苗育成および海面養殖での追跡調査
 - ・令和2年11月18日、令和元年12月に岩手県の民間種苗生産場へ配布した高成長GS系の発眼卵から育成した稚魚5トンを南三陸町の海面養殖場へ搬出した。海面へ搬出後、高成長系及び対照区の生け簀において定期的に追跡調査を実施中である。なお、2019年級の高成長GS系については、給餌量抑制を行わず、昨年よりも大きいサイズで搬出を行っており、2021年2月時点では平均尾叉長、平均体重ともに同程度で成長している（図2）。水揚げ終了まで追跡調査を

継続し、成長、収益性の評価等を行う。

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)

- ・民間種苗生産場（宮城県）で2018年秋に自家採卵に用いた高成長系親魚及び生まれた稚魚の遺伝子解析を行い、高成長系統の遺伝的多様性が1世代でどの程度減少するのか、また、何世代にわたって維持できるか、遺伝的多様度の検証を実施した。世代間で対立遺伝子頻度やヘテロ結合度に大きな変化は認められず、1世代で遺伝的多様性の低下は認められなかった (図3)。また、親魚数を240個体以上で維持できれば、10世代以上にわたって遺伝的多様性を維持できると予測された (図4)。

<主要成果の具体的なデータ>

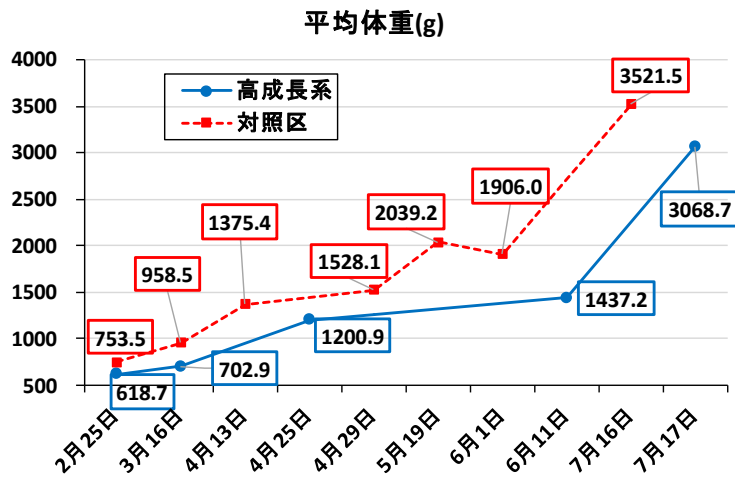


図1. 2018年級高成長系及び対照区の成長の推移 (海面養殖場移行後)

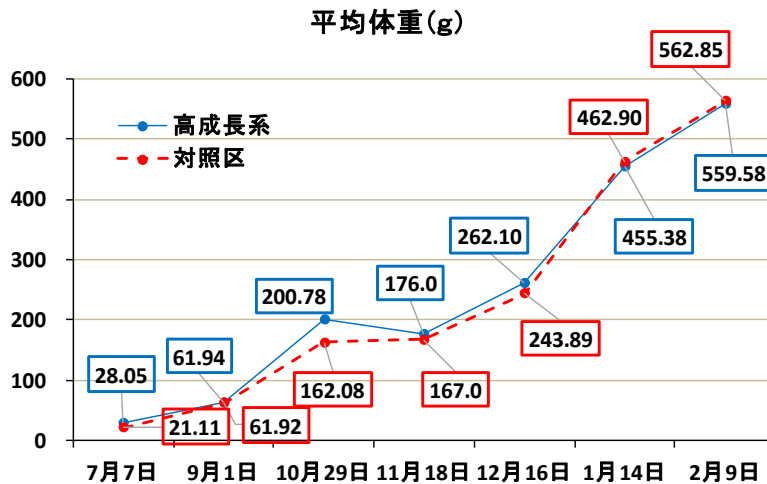


図2. 2019年級高成長系及び対照区の成長の推移

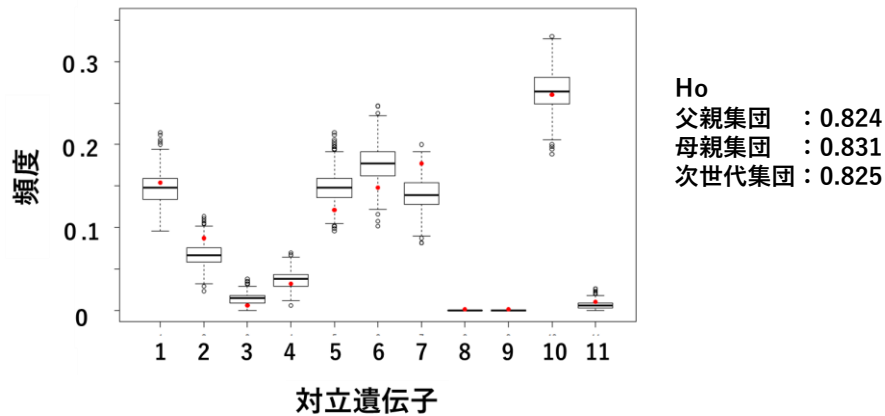


図3. Omm1058座における各対立遺伝子の頻度 (AF) を親子で比較した図。箱ひげ図は親世代の情報をもとに、次世代で生じ得る AF の分布を示す。赤いプロットは次世代の情報をもとに、同世代で起こり得る AF の平均値を示す。横軸は対立遺伝子の種類、縦軸は頻度。赤いプロットが箱ひげの範囲に収まっていることから、世代間で AF に大きな変化がなかったことが示された。

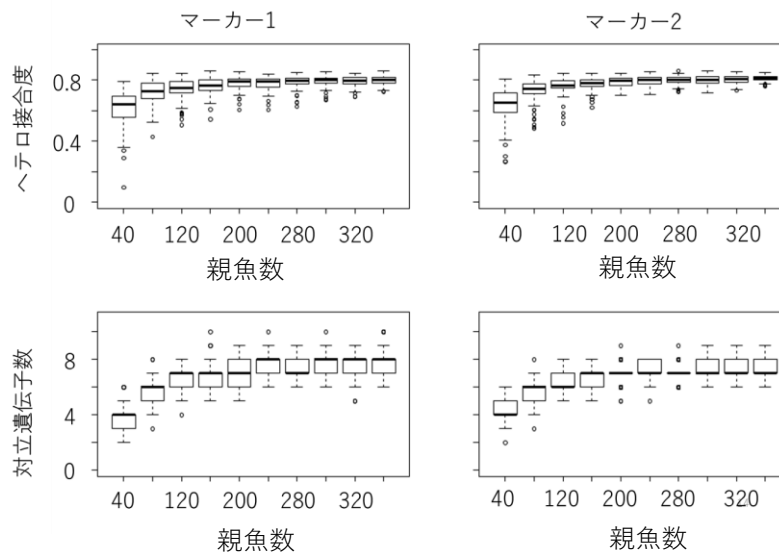


図4. Omm1058座とOts110座における10世代後の遺伝的多様性を予測した図。親魚数を40～360個体で変化させ(横軸)、ヘテロ接合度(上)と対立遺伝子数(下)を予測した(縦軸)。親魚数が240個体以上であれば遺伝的多様性を維持できることが示された。

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・事業規模でのメリットを十分に発揮するためには、内水面種苗生産場からの搬出サイズの大型化が必要である。
- ・養殖期間を更に短縮するため、高成長系種苗を全雌化し大型種苗の海面移行を可能にする必要がある。
- ・民間での高成長系種苗生産体制の確立。
- ・出荷の早期化を実現するためには高成長でより大型の種苗を導入する必要がある。全雌種苗を大量生産し、全雌大型種苗による事業規模の海面養殖実証試験に向けて取組を継続する。

<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1課題として実施した。

事業課題の成果要旨

(令和2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：森山祥太 気仙沼水産試験場：菊田和也 同 普及指導チーム：鈴木貢治・遊佐和洋
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 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」）として地元商店街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"> ○養殖技術の普及 <ul style="list-style-type: none"> 実施する地域の環境に合わせた技術改良を行うなどして、一粒カキ養殖の定着を図る。 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"> ニーズに合わせた生産と品質の均一化の検討。 ②消費拡大 <ul style="list-style-type: none"> 地元を主眼とした消費拡大の検討。 <p><結果の概要></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 <ol style="list-style-type: none"> (1) マガキ幼生同定手法技術 	

・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」21報（北部6報、中南部15報）を発行し、種ガキ生産者に情報提供した。

(2) シングルシード生産方法、未産卵一粒カキ・潮間帯干出カキ養殖技術の普及

・平成30年度から宮城県漁協河北町支所、石巻地区支所(青年部)、石巻市東部支所（青年部）の3地区と、令和元年度から松島支所を加えた計4地区に技術導入を進めてきた。さらに、令和2年度から新たにシングルシード生産に取り組む、表浜支所と石巻地区支所2漁業者（沢田・荻浜）にも技術導入を進めた。

表1 技術導入実績

技術導入時期	実装支所	導入技術
H30	河北町（個人）	シングルシード採苗＋潮間帯干出カキ
H30	石巻地区（青年部）	シングルシード採苗＋未産卵一粒カキ
H30	石巻市東部（青年部）	シングルシード採苗＋未産卵一粒カキ
R1	松島（個人）	シングルシード採苗＋潮間帯干出カキ
R2	表浜（個人）	シングルシード採苗＋一粒カキ（カゴ）
R2	石巻地区（沢田）（個人）	シングルシード採苗＋一粒カキ（バスケット）
R2	石巻地区（荻浜）（個人）	シングルシード採苗＋一粒カキ（バスケット）

○未産卵一粒カキ

・石巻地区支所・石巻市東部支所青年部ともに、未産卵一粒カキ養殖技術の導入を図ったが、実装地域の仙台湾では、水温の昇温が早い成熟が早く進み出荷時期が短くなる、浄化経費の捻出が困難、貝毒検査費用の負担等から、未産卵一粒カキの作出は難しいことが明らかになった。このことから、「未産卵」ではないものの、通常よりも高単価な「一粒カキ」として利活用し、取引先への出荷を見込んでいる。

○潮間帯干出カキ

・河北町支所・松島支所ともに、令和2年度は干出カゴに改良を加え、潮間帯干出カキの作出を行なっている。松島支所では、昨年度、外力（風等）の影響が大きく、カキが擦れ過ぎる等の課題が確認されていた。このことから、今年度は、外力の影響を干出水位を変えることで調整ができる丸カゴでの干出試験を行い、身入りが良好で、独特な外観のカキの作出が行えている。（生産者の直売所で店頭販売も開始）

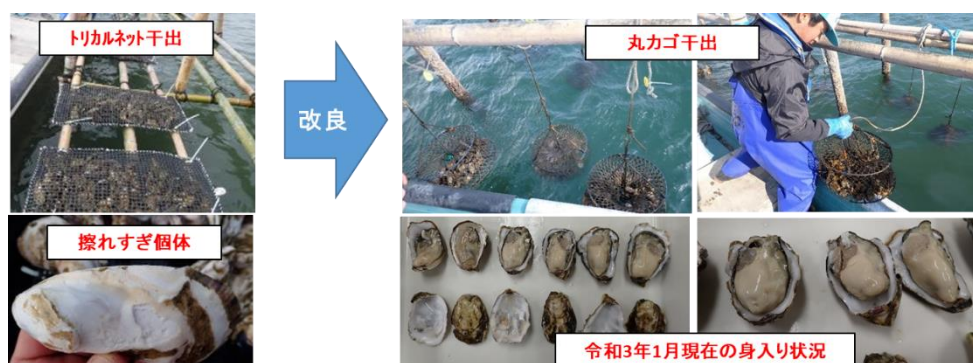


写真1 松島支所での干出カゴの改良状況

○シングルシード採苗技術を活用した一粒カキ（本技術の部分的な導入）

・石巻地区支所と表浜支所の3生産者は、令和2年度から、身入りが良く、特徴的な形態の一粒カキを作出するため、シングルシード採苗技術を活用し、養殖用バスケットやカゴを用いた

養殖試験を実施している。成育等は概ね良好で、生産者の一人は、今後、輸出用として一粒カキの量産化も検討している。



写真2 養殖用バスケットやカゴを用いた一粒カキの養殖試験

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

- ・コロナ過の影響により当初計画していた販促活動を行うことが厳しい状況の中、6月上旬には生産者及び漁協担当者と協議を行い、次年度以降も「あまころ牡蠣」の生産および販促活動の取組を継続することを確認した。
- ・6月中旬には「水産の日」イベントの一環として県関係機関の協力を得て職員向けの「あまころ牡蠣」斡旋販売や地元商店街、仙台方面の既存取引先へ個別の商談を進めたが、販売は苦戦し出荷数量は5,000個と目標達成には至らなかった。
- ・昨年度計画を進めていた首都圏飲食店への「あまころ牡蠣」出荷について、地元加工企業と連携を図り7月上旬には冷凍牡蠣を作成し、取引に繋げるためのサンプルとして活用を行った。9月上旬に首都圏飲食店へサンプル提供を行い、冷凍「あまころ牡蠣」の評価およびレシピ開発を依頼。解凍方法を検討することで生食としての利用が可能との評価を得た。レシピ開発については引き続き検討を行うこととしている。
- ・11月下旬に漁協、生産者と打合せを行い新たなパンフレット、ポスターを作成し、町、地元商店街(観光協会)、漁協へ配布。南三陸町全体で「あまころ牡蠣」PR活動を進めた(写真1)。また、これまで取引のある仙台圏の企業やレシピ開発を依頼している首都圏飲食店へ配布を行い、県外でのPR活動を進めることとしている。さらに、地元での飲食利用を図るため、12月上旬に南三陸町でワイン製造・販売、飲食を行う企業と「あまころ牡蠣」の利用について打合せを実施。冷凍「あまころ牡蠣」を提供し好評を得た。同企業とは次年度、飲食での利用を行うことで進めている。

<主要成果の具体的なデータ>

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



写真1 新たなパンフレット

<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・技術改良などの指導を引き続き行い、各地域の環境条件にマッチした一粒カキ生産技術の定着と、他地域への技術普及を図る。

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

本事業は今年度で終了するが生産者の生産意欲は高く、終了後も「あまころ牡蠣」の継続を望んでいる。また、地元漁協、観光協会、町も巻き込んで定着させていくというスキームができたことで、次年度以降の販売に向けた取組みにも大いに期待することができる。

昨年度から販売方法等は漁協、生産者と企画・検討を行ってきたが、本年度はほぼ未実施の状況となった。社会実装事業は終了するが、引き続き次年度の販売用種苗の生産管理指導を継続するとともに、令和2年度の計画をベースに漁協、生産者と連携し普及事業の一環として以下の取組みを検討する(図1)。

①出荷時期を見据えた育成管理(生育環境・餌料条件を加味した養殖の検討)。

②販売目標の明確と共有。

※これまでの生産実績や販売状況および漁場規模等を考慮し、次年度は生産目標を5万個として検討。

③地元商店街を中心に販売PR強化(町、観光協会との連携)および県外での販売PR活動。

④生食利用以外の活用(地元加工企業と連携した冷凍牡蠣の出荷の検討)。

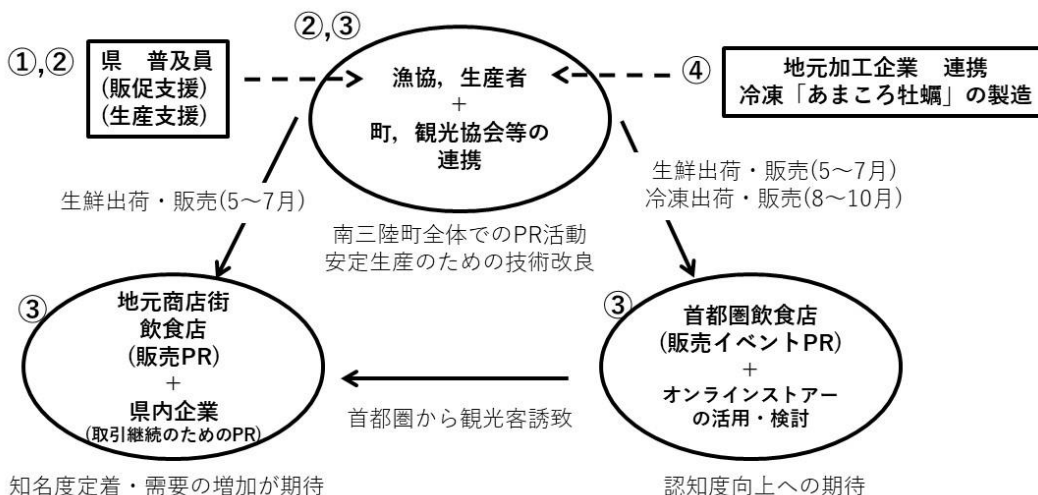


図1 次年度の取り組みイメージ

<結果の発表、活用状況等>

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
 ・ JATAFF ジャーナル (2021年2月1日発行) 「貝類養殖業の安定化, 省コスト・効率化のための実証研究—新しいカキ養殖技術の社会実装—」

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

・ アグリビジネス創出フェア 2020 WEB 開催 (令和2年11月11~13日) で「あまころ牡蠣」出展・解説。

・ JATAFF ジャーナル 伊藤貴(2021.2) 「貝類養殖業の安定化, 省コスト・効率化のための実証研究—新しいカキ養殖技術の社会実装—」

事業課題の成果要旨

(令和2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：○他力 将
協力機関・部及び担当者名	普及指導チーム
<p><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。</p> <p><試験研究方法> 1. 人工採苗試験 天然母貝と人工種苗由来母貝を用いて、人工採苗試験を行う。なお、産卵誘発方法には干出刺激と温度刺激を用いる。</p> <p>2. 生残条件の把握と、生残率向上方法の開発 初期飼育段階においてより健苗性の高い幼生を得るため、受精卵を収容してから48時間後にメッシュネットを用いて分散をする従来の方法に加えて、収容後24時間時点で浮上している個体から飼育水ごと分散をする方法を試みた。 また、D型幼生の殻長200μm以降でみられる原生動物などの混入による斃死を防止するため、飼育海水ろ過に用いていたプレフィルター（粗ろ過用）に加えて目合2.5μmのメンブレンフィルター（精密ろ過用）を導入し、飼育試験を行った。</p> <p>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。</p> <p><結果の概要> 1. 人工採苗試験 ・天然母貝 令和2年4月下旬と5月下旬の2回、天然母貝（4月下旬：雄6個体と雌4個体、5月下旬：雄7個体と雌4個体）を半日ほど日陰で干出後、精密ろ過海水を張った水槽に収容し、水温を25$^{\circ}\text{C}$まで上げることとで放卵と放精を誘発、約1000万粒（4月下旬：約600万、5月下旬：約400万）の受精卵を得た。 ・人工種苗由来母貝 令和2年6月中旬に、H30年に天然母貝から採苗、人工飼育した母貝（雄10個体、雌5個体）から約200万粒の受精卵を得た。なお、人工採苗は天然母貝と同様の方法で行った。 上記2種類の母貝から得られた受精卵について飼育した結果、令和3年1月時点で殻長約1cmの稚貝</p>	

を1万個程度得ることができ、現在中間育成を実施している。

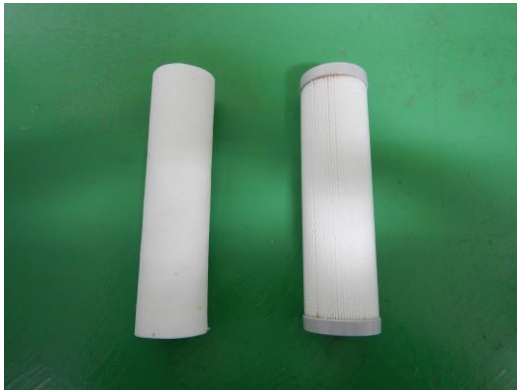
2. 生残条件の把握と、生残率向上方法の開発

従来の方法では、受精卵を収容してから48時間後に浮上している全てのD型幼生をメッシュネットを使って回収し、予め水を張った水槽に分散していた。この方法では、メッシュネットで幼生を受け取る際に幼生へ負荷がかかるため、分散後の生残率が80%ほどまで低下していた。

そこで令和2年度は、収容から24時間が経過した時点で早期に浮上しているD型幼生を、できるだけ刺激を与えないように飼育水ごと掬って分散をすることで、初期飼育段階における生残率が90%程度まで向上した。

また、飼育海水について、従来はプレフィルターを3段階組み合わせてろ過していたが（目合 $10\mu\text{m}\rightarrow 5\mu\text{m}\rightarrow 1\mu\text{m}$ ）、令和2年度は $10\mu\text{m}$ と $5\mu\text{m}$ のプレフィルターに加えて、3段階目に目合 $2.5\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターを使用した。これによってろ過精度が向上し、原生動物の混入などによる斃死はほとんどみられなくなった。

換水については、残餌や死亡個体による環境悪化を防ぐために行う必要があり、無換水で飼育したところ、飼育開始から約2週間後に水カビによる大量斃死がみられた（飼育密度：0.5個体/ml）。そのため、換水作業のハンドリングによる影響を極力避け、1週間に1回程度の換水は必要であると考えられた。



プレフィルター（左）とメンブレンフィルター（右）

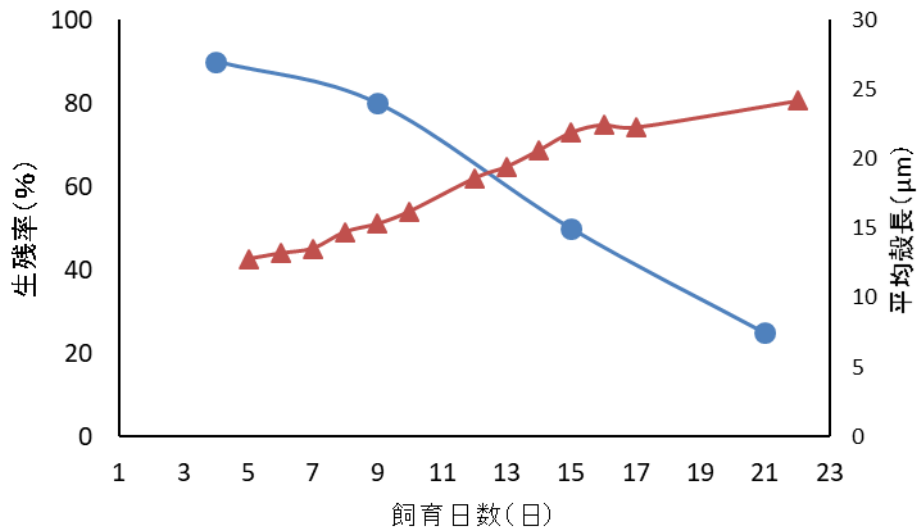
3. 養殖方法の検討

令和元年10月に、殻高3cm程度のイガイが付着したカキ殻を2本よりロープに挟み込み、ソックネットを被せて二ツ根試験筏に垂下し、養殖試験を開始した。養殖試験に供したイガイについて、令和3年3月時点の殻高で10cm程度まで成長が確認できたことから、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。今後も成長を追跡調査し、有効性を確認する。



垂下から約5か月経過後のイガイ

<主要成果の具体的なデータ>



人工産母貝（令和2年6月中旬）より採卵後ふ化したD型幼生のダウンウェリング水槽収容までの約3週間における生残率（●）と平均殻長（▲）の推移

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

(1) 殻長200μm前後の斃死を低減

殻長200μm前後での斃死について、令和2年度の飼育では初期段階のD型幼生分散方法の変更および飼育水に使用するろ過フィルターの変更によって斃死率の改善がみられたので、これらについて比較飼育試験を行い、より詳細な生残率等を算出する。

(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>

なし

事業課題の成果要旨

(令和2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，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"> 令和元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2年に生産した発眼卵についても配布した。 <p>3 令和元年作出群の三倍体化率の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> 当場で令和元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"> 11月2日及び9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29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2年9月30日から11月17日までのうち計10日間で雌親魚283尾から640千粒採卵し、計31回温度処理を行った。収容後、得られた発眼卵は約164千粒で、発眼率は平均で25.6%（10.5～52.2%）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56.2%（32.0～83.0%）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"> 令和元年に生産したイワナ全雌三倍体種苗について、それぞれ、32,797尾（平均体重16.3～49.7g/尾）を民間養魚場（7経営体）へ配布した。 	

・12月10日に発眼卵21千粒，12月17日に発眼卵12千粒を民間養魚場へ配布した。

3 令和元年作出群の三倍体化率の確認

・当場で令和元年に作出したイワナ全雌三倍体 (N=105) と通常二倍体イワナ (N=15) の赤血球長径を測定した結果，105尾中2尾を除いて赤血球が大型化しており，三倍体化率は98.1%であった。(図1)

4 性転換雄（偽雄）の作出

・11月2日及び9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

・11月5日に栗駒系統，11月9日に荒川系統から採卵した。また，11月2日および11月9日に，平成29年度に作出した偽雄を用いて全雌31千粒を採卵した。(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	34.7	57	28
令和2年	640	20.6	164	25.6	-	-

表2 R2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 (%)
2020/9/30	H27荒川全♀(電照)	3,429	10.5	アトキンスふ化槽	40.0
2020/10/6	H27荒川全♀(電照)	9,339	24.1	アトキンスふ化槽	48.0
2020/10/13	H27荒川全♀(電照)	8,670	24.7	アトキンスふ化槽	57.0
2020/10/23	H27荒川全♀(電照),H26全雌	6,223	29.1	アトキンスふ化槽	59.0
2020/10/30	H27荒川全♀(電照),H26全雌	46,688	52.2	アトキンスふ化槽	41.0
2020/10/30	H26荒川通常	15,839	22.8	アトキンスふ化槽	32.0
2020/11/2	H27荒川全♀	21,063	15.2	(民間配布)	-
2020/11/6	H28栗駒	26,795	25.3	アトキンスふ化槽	83.0
2020/11/10	H27荒川全♀	11,839	42.4	(民間配布)	-
		12,107	39.8	アトキンスふ化槽	75.0
2020/11/13	H28栗駒	2,375	22.8	FRP水槽	71.0
2020/11/17	H28栗駒				

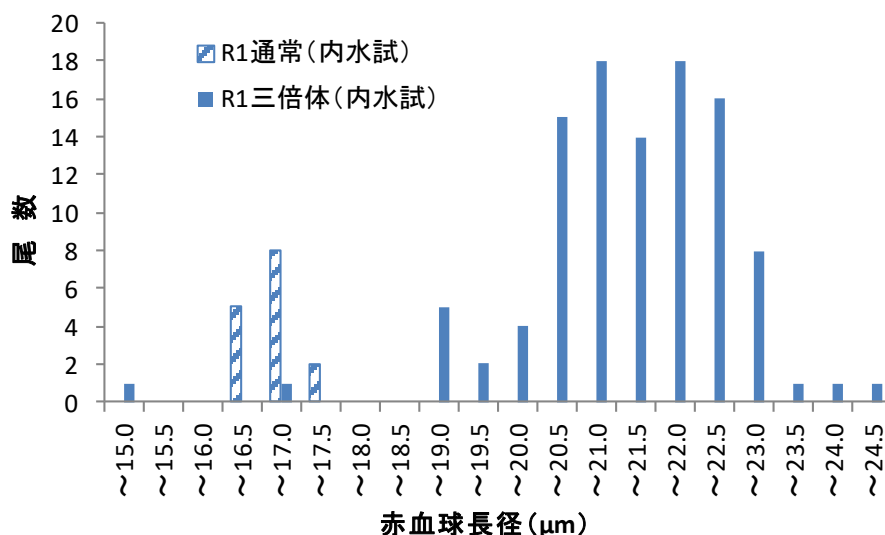


図1 令和元年作出イワナ全雌三倍体と通常二倍体イワナの赤血球長径平均値の分布

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)	発眼卵数 (百粒)	発眼率 (%)
① R2年11月2日	荒川	H26	30	18	76	40	81.5
② R2年11月5日	栗駒	H28	20	19	—	—	96.4
③ R2年11月9日	荒川	H26	10	30	235	204	92.3
④ R2年11月9日	荒川	H26	10	9	235	170	81.0

(①の発眼卵数は収容卵数)

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- 温度処理後の生残率には、採卵する卵質が大きく影響するため、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。