

事業課題の成果要旨

(平成29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(早採りワカメ生産による経営向上対策事業)
予算区分	県単
研究期間	平成28年度～平成30年度
部・担当者名	気仙沼水産試験場地域水産研究部：押野明夫・田邊徹・庄子充広・澁谷和明 同 普及指導チーム：齋藤憲次郎
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

<目的>

ワカメの生産金額の向上のためには、高単価が期待できる早取りワカメの出荷及びメカブ生産の増大が有効であると考えられるが、その最適な生産条件等は明らかとなっていない。そこで、内湾と湾外の養殖漁場の養殖形態に応じた野外試験を行い、早取りの副次的な効果である間引きによる葉体の重量の増加、メカブ重量の増加を把握して、効率的で収益性の高い生産手法を明らかにし、生産者の所得向上に寄与するもの。

<試験研究方法>

平成29年11月下旬～平成30年3月中旬にかけて気仙沼湾内湾漁場(森漁港地先1地点)において気仙沼湾西湾で優良品種とされるワカメ種苗を用いて養殖試験を実施した。

1. 間引き養殖試験

1) 個体密度低減間引きによる生産量増加効果試験

11月下旬～12月上旬に比較的成長の遅い幼葉を間引きする試験として、大葉(概ね110～180cm) 5個体/株・仮根上切除区、大葉10個体/株・仮根上切除区、大葉5個体/株・元葉上刈取区、大葉10個体/株・元葉上刈取区その他、間引きしない対照区(19～26個体/株)の5試験区を設置した。なお、元葉上刈取区は元葉上30～40cmで刈り取ることとした。なお、各試験区の種苗は5株ずつとした。

ワカメの測定は12月に中間測定を行い、2月上旬～中旬に全量を採集して重量測定を行った。採取したワカメの測定の際には、ワカメの先枯れ、擦れによる葉の劣化、水生動物の付着や寄生等により品質が悪く食用には向かない部分は除去した。

2) 早取りワカメ収穫後の葉体の育成試験

上記試験と同様に、初冬に早取りワカメを収穫後に残った比較的小さい(概ね30～120mm)ワカメを育成する試験として、小葉5個体/株・仮根上切除区、小葉10個体/株・仮根上切除区、小葉5個体/株・元葉上刈取区、小葉10個体/株の計4試験区を設定した。なお、元葉の刈り取りは1)と同様に行った。

ワカメ重量の測定は1)試験より1ヶ月ほど後の3月中旬に同じ方法で行った。

<結果の概要>

1) 個体密度低減間引きによる生産量増加効果試験

対照区のワカメ総収穫量は約44kg、除去重量は約5kgであり除去率は11.9%であった。各株上位5個体の平均全長は216～253cm、平均重量は648～809g、上位10個体の平均全長は191～231cm、平均重量は550～676gであった。

大葉5個体/株・仮根上切除区のワカメ総収穫量は約28kg、除去重量は約2.8kgであり除去率は10.0%であった。平均全長は対照区よりもやや小さかったが平均重量は3割ほど上回った。しかし、総収穫量は対照区の半分程度であった(表1)。

一方、大葉5個体/株・元葉刈取区のワカメ総収穫量は約47kgであった。除去重量は約1.7kgとわずかであり、除去率は4.3%で対照区や大葉5個体/株・仮根上切除区の1/2以下と低く、測定中の観察ではワカメの色調が良く触感も滑らかで良質であった。平均全長、平均重量ともに対照区と同程度であった(表2)。

大葉10個体/株・仮根上切除区のワカメ総収穫量は約38kgであり、除去重量は約3.1kgで除去率は8.4%であった。平均全長、平均重量ともに対照区と同程度であった(表3)。

大葉10個体/株・元葉刈取区のワカメ総収穫量は約51kgで、除去重量は約2.9kgとわずかであった。除去率は5.8%で対照区や大葉10個体/株・仮根上切除区より低く、ワカメの色調が良く触感が滑らかで良質であった。平均全長、平均重量ともに対照区と同程度であった(表4)。

以上のことから、仮根上から間引きすることに余りメリットはなく、養殖途上で元葉上から間引きした方が収穫量を下げずに最終的に品質の良いワカメを生産できると推察された。

2) 早取りワカメ収穫後の葉体の育成試験

小葉5個体/株・仮根上切除区のワカメ総収穫量は約33kg、除去率は14.7%であった。一方、小葉5個体/株・元葉刈取区のワカメ総収穫量は約45kg、除去率は4.3%で仮根上切除区の1/3以下と低く、測定中の観察では色調が良く触感も滑らかで良質であった。

小葉10個体/株・仮根上切除区のワカメ総収穫量は約47kg、除去率は11.0%であった。一方、小葉10個体/株・元葉刈取区のワカメ総収穫量は約77kgと本試験中で最大であった。除去率は5.5%で仮根上切除区の1/2と低く、ワカメの色調が良く触感も滑らかで比較的良質であった。

以上のことから、初冬に元葉上から収穫し、残ったワカメを初春まで養殖すれば収穫量を下げずに最終的に品質の良いワカメを生産できると推察された。

<主要成果の具体的なデータ>

表1 大葉5個体/株・仮根上切除区のワカメ収穫量

株No.	開始時=12月1日			最終収穫日=2月6日			合計			収穫時		
	採取量 g	除去量 g	除去率 %	個体数	採取量 g	除去量 g	除去率 %	採取量 g	除去量 g	除去率 %	平均全長 cm	平均重量 g
1	187	0	0.0	5	4,967	406	8.2	5,154	406	7.9	196	993
2	242	48	19.8	5	5,222	661	12.7	5,464	709	13.0	230	1,045
3	1316	91	6.9	5	5,127	449	8.8	6,443	540	8.4	204	1,026
4	1080	109	10.1	5	3,962	360	9.1	5,042	469	9.3	202	792
5	1183	127	10.7	5	4,712	560	11.9	5,895	687	11.7	173	942
平均			9.5				10.1			10.0	201	960
計	4,008	375			23,990	2,436		27,998	2,811			

大葉5個体(仮根上切除)

表2 大葉5個体/株・元葉上刈取区のワカメ収穫量

株No.	開始時=11月28日			中間間引き=12月19日			最終収穫日=2月16日			合計			収穫時上位5個体		
	採取量 g	除去量 g	除去率 %	採取量 g	除去量 g	除去率 %	個体数	採取量 g	除去量 g	除去率 %	採取量 g	除去量 g	除去率 %	平均全長 cm	平均重量 g
1	363	22	6.1	389	0	0.0	11	8,135	313	3.8	8,887	335	3.8	209	1,176
2	197	21	10.7	212	0	0.0	21	11,711	287	2.5	12,120	308	2.5	256	1,105
3	463	60	13.0	273	0	0.0	15	7,509	440	5.9	8,245	500	6.1	219	913
4	296	21	7.1	291	2	0.7	15	7,013	364	5.2	7,600	387	5.1	217	896
5	339	49	14.5	347	20	5.8	30	8,922	298	3.3	9,608	367	3.8	198	776
平均			10.2			1.3				4.1			4.3	220	973
計	1,658	173		1,512	22	1.5		43,290	1,702		46,460	1,897			

大葉5個体(元葉上刈取り)

表3 大葉10個体/株・仮根上切除区のワカメ収穫量

株No.	開始時=12月1日			最終収穫日=2月6日			合計			収穫時		
	採取量 g	除去量 g	除去率 %	個体数	採取量 g	除去量 g	除去率 %	採取量 g	除去量 g	除去率 %	平均全長 cm	平均重量 g
1	312	43	13.8	10	6,338	558	8.8	6,650	601	9.0	185	792
2	146	10	6.8	10	6,210	566	9.1	6,356	576	9.1	189	621
3	688	57	8.3	10	6,689	556	8.3	7,377	613	8.3	212	669
4	398	66	16.6	14	8,613	737	8.6	9,011	803	8.9	186	615
5	533	59	11.1	10	7,522	486	6.5	8,055	545	6.8	203	752
平均			11.3				8.2			8.4	195	690
計	2,077	235			35,372	2,903		37,449	3,138			

大葉10個体(仮根上切除)

表4 大葉10個体/株・元葉上刈取区のワカメ収穫量

株No.	開始時=11月28日			中間間引き=12月21日			最終収穫日=2月20日			合計			収穫時上位10個体		
	採取量 g	除去量 g	除去率 %	採取量 g	除去量 g	除去率 %	個体数	採取量 g	除去量 g	除去率 %	採取量 g	除去量 g	除去率 %	平均全長 cm	平均重量 g
1	254	22	8.7	159	17	10.7	35	10,131	459	4.5	10,544	498	4.7	207	759
2	115	25	21.7	171	9	5.3	14	8,040	703	8.7	8,326	737	8.9	205	738
3	308	25	8.1	411	40	9.7	26	10,063	570	5.7	10,782	635	5.9	201	721
4	271	24	8.9	249	7	2.8	23	8,866	599	6.8	9,386	630	6.7	168	690
5	87	9	10.3	98	7	7.1	18	11,230	414	3.7	11,415	430	3.8	235	873
平均			11.5			7.1				5.9			5.9	203	756
計	1,035	105		1,088	80			48,330	2,745		50,453	2,930	5.8		

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

・本事業は平成30年度まで継続するが、そのうち「早採りワカメ生産による経営向上対策事業」の課題は今年度で終了

<結果の発表、活用状況等>

・既に試験結果の概要を試験場近隣の漁業者に情報提供し、一部の漁業者が間引きによる早取りワカメの収穫と収穫増に向けた試みを実践中である。

事業課題の成果要旨

(平成29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～平成30年度
部・担当者名	気仙沼水産試験場 普及指導チーム：齋藤憲次郎，地域水産研究部：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

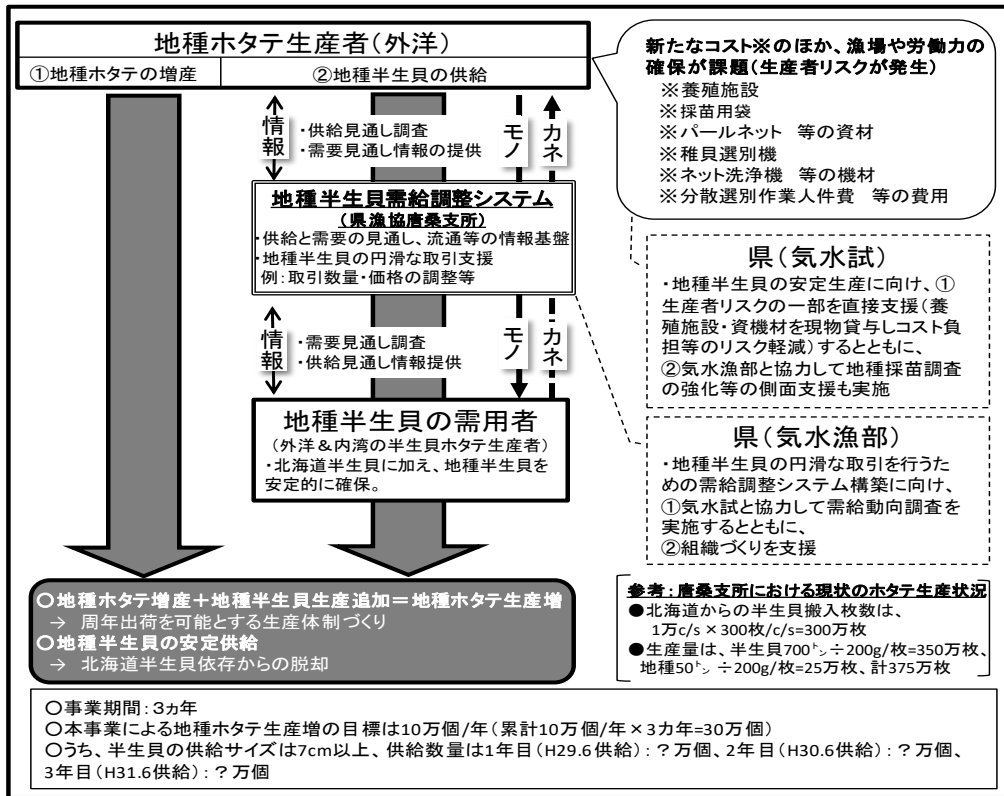
<目的>

震災後、半成員を用いた生産が主体となり、出荷時期に偏りの生じているホタテガイ養殖について、周年出荷を可能とするとともに、北海道半成員に過度に依存する生産体制からの脱却に向け、地種による生産体制を強化する。

<試験研究方法>

宮城県漁協唐桑支所をモデル地区として、次の取組を実施する。

- （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
- （2）地種採苗に係る調査の強化
- （3）地種半生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



年間スケジュール(H29年度～H30年度前半)

	平成29年度												平成30年度				
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8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)						選別	自家養殖(耳吊)		
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)		浮遊幼生調査		資材貸与(1回目)		
			地種半成員供給														

<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
 - ・唐桑地区の協力生産者5経営体に対し、地種の増産及び半成貝供給（計10万枚）を行うに当たり必要となる養殖カゴ、浮き球、養殖ロープ等の資材を現物貸与した。
 - ・地種養殖の生産性向上に向け、採苗及び稚貝の選別分散等の作業ステージ毎に、歩留り向上と作業効率化のための技術指導を行った。
- (2) 地種採苗に係る調査の強化
 - ・従来調査では、幼生分布（プランクトンネット採集）と試験採苗器への稚貝付着の把握は10m以浅だったが、新たに10～20m層でも実施、より広範囲な幼生分布及び稚貝付着状況を把握した。調査結果は迅速に地種生産者に提供し、地種の安定採苗に寄与した。
- (3) 地種半生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
 - ・地種半生貝の供給については、宮城県漁協唐桑支所が需給調整役となり、平成29年6月に同支所組合員間において地種半成貝（H28採苗群：28千枚）の円滑な配布が行われた。
- (4) 移入半成貝の生育状況調査
 - ・近年、移入半成貝の斃死が課題となっていることから、移入時期の平成29年11月以降、県北部海域（唐桑、志津川）において生育状況の把握を行った。

<主要成果の具体的なデータ>

平成30年3月現在の確保数量は10.5万枚（平均殻長は約6cm、うち半成貝供給分は約3.0万枚）で、ほぼ計画（目標：年10.0万枚増産）どおり進んでいる。

なお、平成28年採苗群の地種ホタテは平成29年5～6月に養殖カゴから垂下養殖に移行、さらに成長させ平成29年12月から出荷が行われている。

表 唐桑地区の協力生産者5経営体における地種ホタテ増産状況（平成30.3現在）

	A	B	C	D	E	計
① 平成27年度生産量	50,000枚	0枚	50,000枚	27,000枚	10,000枚	137,000枚
② 平成28年度生産量	100,000枚	12,000枚	65,000枚	50,000枚	15,000枚	242,000枚
③ 平成29年度生産量	120,000枚	40,000枚	82,500枚	65,000枚	40,000枚	347,500枚
④ H27/H28増産数量(②-①)	50,000枚	12,000枚	15,000枚	23,000枚	5,000枚	105,000枚
⑤ ④のうち販売用(半成貝として)	12,000枚	2,000枚	3,000枚	8,000枚	3,000枚	28,000枚
⑥ H28/H29増産数量(③-②)	20,000枚	28,000枚	17,500枚	15,000枚	25,000枚	105,500枚
⑦ ⑥のうち販売用(半成貝として)※予定	4,500枚	5,000枚	3,500枚	5,000枚	10,000枚	28,000枚

移入半成貝の斃死率（平成30年2月現在）については、気仙沼湾（唐桑）では前期（11月）移入群、後期（12月）移入群ともに約1割であり、地種では約2割であった。志津川湾（戸倉）では前期（11月）移入群、後期（12月）移入群、地種ともに約1割であった。志津川湾（荒砥）では前期（11月）移入群、後期（12月）移入群ともに約1割であり、平成29年漁期で見られた大量斃死は見られていない。

<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。

<結果の発表、活用状況等>

- ・漁業者の取組みについて新聞1媒体（水産新聞）に記事掲載。

事業課題の成果要旨

(平成29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～平成30年度
部・担当者名	養殖生産部：伊藤博 普及指導チーム：富川なす美 気仙沼水産試験場地域水産研究部：田邊 徹, 庄子 充広
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
<p><目的></p> <p>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。</p> <p>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、ばらし時期、蓄養方法などを検討し、殻付きガキの生産額の増大に寄与するもの。また、生食用殻付きカキについて、適正な浄化時間を検討するため、浄化前の大腸菌・生菌数の推移について調査する。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 早期出荷生食用カキ生産対策事業</p> <p>昇温処理による産卵誘発を行ったカキを漁場で飼育しつつ、その後の成熟や身入り状況を把握する。</p> <p>1) 平成28年7月に、気仙沼水産試験場の試験筏に1歳のカキを垂下し、原則週1回の頻度で11月まで熟度調査を実施した。また同所に垂下していたカキを9月末に環境水温+5℃の昇温による産卵誘発を行い再び試験筏に垂下し、熟度調査を実施した。平成29年度はこのカキの生殖巣より組織標本を作製し、顕微鏡下で生殖巣の観察を行い、配偶子による雌雄の判別と、生殖小胞内に十分に発達した配偶子が確認され、放出痕跡はあるものの、食細胞の浸潤や卵崩壊が確認されない放出期、生殖小胞に食細胞の浸潤や卵崩壊が確認される吸収期、生殖小胞に配偶子も食細胞も確認されない未分化期とした生殖巣の退縮課程について評価した。</p> <p>2) 平成29年8月及び9月に気仙沼湾で養殖されていたマガキを用いて、60℃30秒及び70℃10秒の温湯処理区と対照区で試験を行い、温湯処理の4時間後産卵の有無を確認した。</p> <p>2 高品質殻付きガキ安定出荷対策事業</p> <p>1) ばらし後の蓄養方法の最適条件の把握</p> <p>株をバラした直後の殻付きガキを直径40cm、高さ20cm、目合い2.5cmの丸カゴに収容し、蓄養試験を実施した。試験期間は2週間とし、試験開始時、1週間後、2週間後にサンプルを取り上げて計測した。計測項目は、殻長、殻高、殻幅、全体重量、むき身湿重量、むき身乾燥重量とし、乾燥重量については、105℃の乾燥庫で48時間の乾燥を行った。試験実施時の餌環境を把握するためにクロロフィルセンサーを垂下し、水温とクロロフィル濃度を計測した。</p> <p>試験1：カキを1カゴに20個ずつ収容し、水深1m、3m及び5mに垂下した。 クロロフィルセンサーは、水深1mと5mに垂下した。</p> <p>試験2：カキを10個と20個収容したカゴを水深5mに垂下した。 クロロフィルセンサーは、水深1mと5mに垂下した。</p> <p>2) 殻付きガキの大腸菌浄化試験</p> <p>2017年10月から2018年2月にかけて10日に一回程度、浄化前のカキを30個体ずつサンプリングし、生菌数、大腸菌数(E. coli)を測定し、推移を調べた。</p>	

<結果の概要>

1 早期出荷生食用カキ生産対策事業

1) 熟度調査結果

カキの産卵は水温が 3m 水深で安定して 20℃を超えた時点で確認された。このとき、15m では 20℃を超えてはいなかったものの、産卵が確認された。その後、一部の個体で産卵が確認される状況が続き、水温が安定して 20℃を下回る状況となった時点で身入りが始まった個体が散見されるようになった。組織標本の観察では、産卵誘発区と対照区では、生殖巣の退縮傾向に明確な差は見られなかった。これは、誘発を行った時期に対照区でも産卵があったことが要因と考えられた。また、上層のカキは下層のカキに比べ生殖巣が退縮した個体の割合が高くなる傾向が見られた。これは秋期になり外気温の影響を受ける上層の水温が下層よりも低く推移したことが要因であると考えられた。11月7日の調査では、雄と判別可能であった個体は全体の 33.4%、雌は 12.5%で、このうち、放出期の個体の割合は、雄で 22.2%、雌では 0%で残りは吸収期であったことから、雌よりも雄で生殖巣が残りやすい傾向があるものと考えられた。

2) 温湯処理による産卵誘発試験を表 1 に示した。何れの試験においても温湯処理区で産卵が確認され、温湯処理は産卵誘発効果が期待できるものと考えられた。

※なお、冬期の餌料条件が身入りに与える影響について検討するため、平成 28 年の冬期に餌料条件を変えて飼育していたカキを、平成 29 年 5 月に試験筏に垂下したが、同 9 月に来襲した台風 18 号により、サンプルを流失したため、試験を取りやめた。

2 高品質殻付きガキ安定出荷対策事業

1) ばらし後の蓄養方法の最適条件の把握

試験 1 :

クロロフィル濃度は、水深 1m、5mとも徐々に低下していた。水深別に見ると、5mの方が1mより試験期間を通じて高く、5mの平均が1.2 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、1mが0.7 $\mu\text{g}/\text{l}$ であった。水温も5mの方が高く平均で7.5℃、1mの平均が5.1℃であった。むき身の湿重量に対する乾燥重量の比（以下、乾湿比）は、試験開始時が17.7%であったのに対し、試験開始1週間後では、水深3mに垂下したカキが一番高く17.1%、次いで5mで16.3%で1mは15.4%で全水深で減少した。カキ毎の乾湿比のバラツキを見ると、試験開始時は、2.54であった標準偏差が、水深3mでは5.21、1mで3.66と大きくなったが、5mは1.98でバラツキが小さくなった。試験開始2週間後では、乾湿比が1mで17.2%、3mで16.2%、5mで16.4%で1mでは回復が見られたものの、3mは低下、5mは横ばいであった。標準偏差については、水深1mで2.12、3mで1.52、5mで1.28となり、全水深で試験開始時より小さくなり、垂下期間が長くなると、カキ毎のバラツキが減少すると考えられた。

試験 2 :

試験開始1週間後の乾湿比は、20個収容した区では、15.0%と試験開始時の15.3%とほぼ同程度であったが、10個収容した区では、16.7%へ上昇した。標準偏差は、20個が2.48、10個が2.05で試験開始時の1.77より大きくなった。試験開始2週間後では、20個区で乾湿比が16.5%へ上昇し、10個区は、16.4%でほぼ横ばいであった。標準偏差については、20個区が1.84と小さくなり、10個区は、2.07と変化が見られなかった。クロロフィル濃度及び水温については、試験1と同様に水深1mと5mで計測したが、機器の不調により、計測されていなかったため、データは得られなかった。

以上のことから、水深5mでも蓄養が可能であるが、個体毎の身入りの向上やバラツキを小さくするためには、最低2週間程度の期間が必要だと考えられた。ただし、カゴ当たりの収容個数を10個程度まで収容密度を小さくすれば、1週間程度まで蓄養期間を短縮が可能だと考えられる。

2) 殻付きガキの大腸菌浄化試験

10月26日に生菌数が1,700/g、大腸菌数が40MPN/100g、2月20日に生菌数が330/gの値を示したが、これ以外は生菌数が300/g未満、大腸菌(E. coli)数が18MPN/100g未満であり、食品衛生法の基準(生菌数:50,000/g、大腸菌数:230MPN/100g)を上回ることにはなかった(表2)。10月26日に生菌・大腸菌が検出されたのは、10月22日に64.5mm、23日に95.5mmの降雨があったことが影響していると考えられた。

<主要成果の具体的なデータ>

表1 温湯処理による産卵誘発試験結果

第一回次			
	試験ロット数	産卵ロット数	産卵誘発成功率
60°C30秒区	3	3	100%
70°C10秒区	3	3	100%
対照区(23°C30秒区)	3	0	0%
第二回次			
	試験ロット数	産卵ロット数	産卵誘発成功率
60°C30秒区	3	3	100%
70°C10秒区	3	3	100%
対照区(20°C30秒区)	3	0	0%

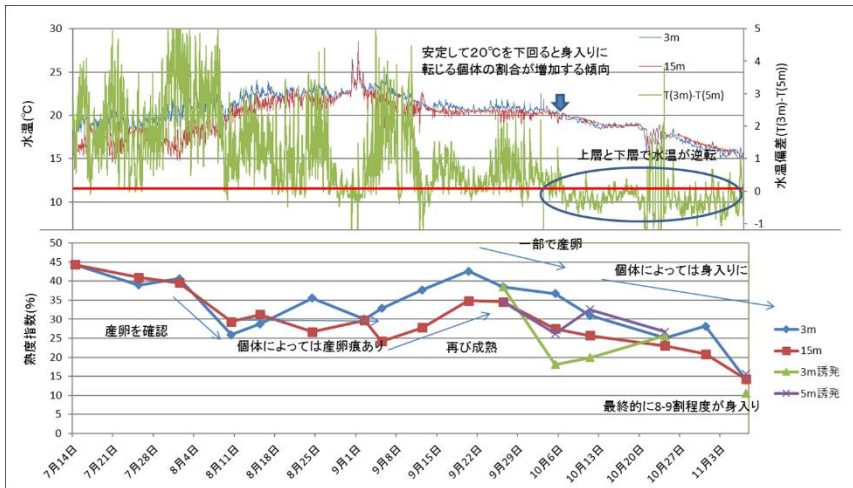


図1 熟度調査結果

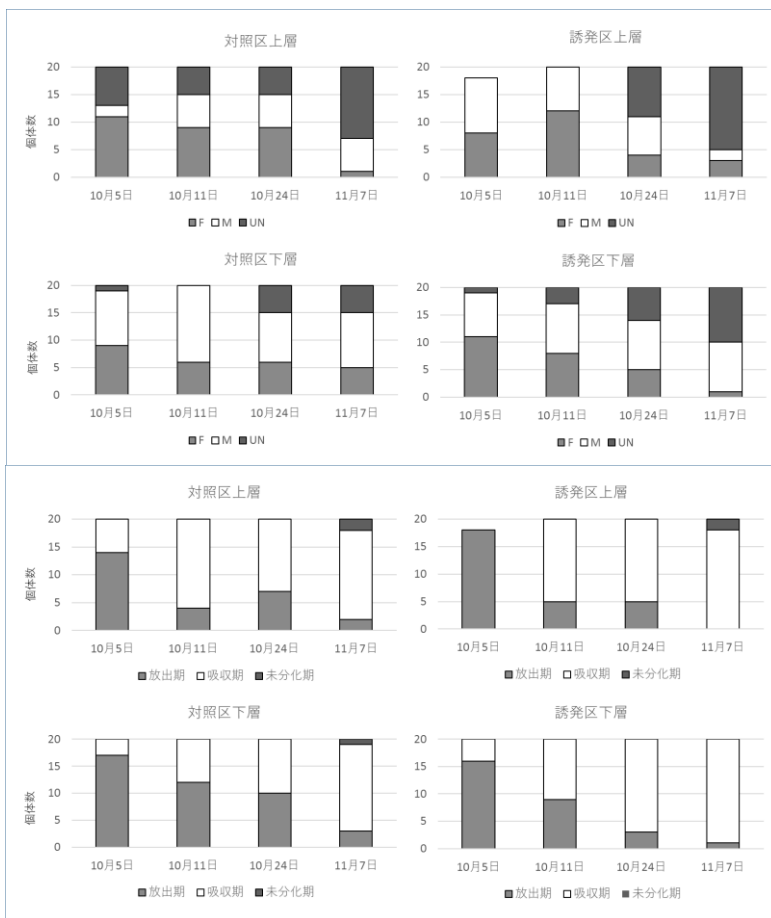


図2 組織標本観察結果(上：雌雄，下：生殖層発達段階)

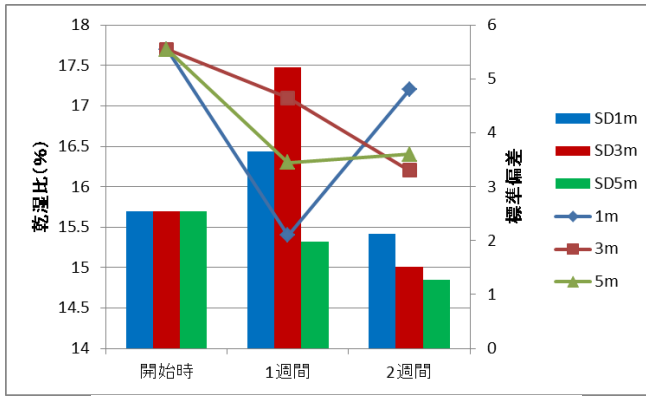


図3 水深別蓄養試験中の乾湿比 (SDは標準偏差)

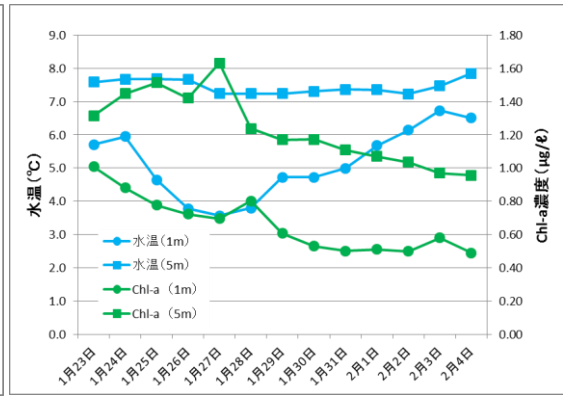


図4 水深別蓄養試験期間中のクロロフィル濃度と水温

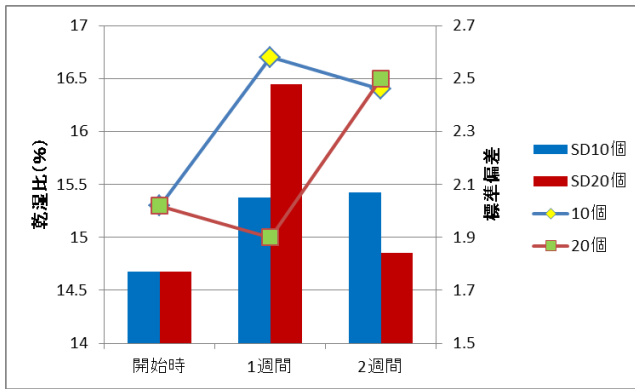


図5 収容密度別蓄養試験中の乾湿比 (SDは標準偏差)

表2 カキ中の生菌数・大腸菌数の推移

	生菌数 (/g)	E.coli (MPN/100g)
10月6日	<300	<18
10月19日	<300	<18
10月26日	1700	40
11月9日	<300	<18
11月16日	<300	<18
11月28日	<300	<18
12月7日	<300	<18
12月19日	<300	<18
1月9日	<300	<18
1月25日	<300	<18
2月6日	<300	<18
2月20日	330	<18

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

1 早期出荷生食用カキ生産対策事業

1) 今年試験区を台風により流失したため、次年度改めて、冬期の栄養条件が、身入りに及ぼす影響について明らかにし、これまで得られた結果より卵持ちを低減する管理手法の検討を行う。

2 高品質殻付きガキ安定出荷対策事業

1) ばらし後の蓄養方法の最適条件の把握

今年度は、原盤への付着個数を制限し低密度で養殖した場合の殻の形成を調査する予定であったが、試験用に設置した採苗器にカキ種苗の付着がなく試験が実施できなかった。今後、採苗場所や時期を精査し次年度に再度実施し、殻の形が良くなる付着密度について検討を実施する。

また、今年度までは12月～3月の冬季に試験を実施したが、殻付きカキは1年中出荷可能であることから、冬季以外の蓄養方法についても試験を実施する。

2) 殻付きガキの大腸菌浄化試験

養殖漁場から大腸菌で汚染されたカキを確保するのが困難なことから、人為的に汚染させたカキで浄化試験を行う必要がある。

<結果の発表、活用状況等>

田邊徹, 渋谷和明, 庄子充広(2018)養殖マガキにおける温湯処理の産卵誘発効果について, 宮城水産研究報告書, 18: 51-53.

事業課題の成果要旨

(平成29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～
部・担当者名	養殖生産部 ○菊田拓実, 伊藤博 水産加工開発部 ○上野あゆみ, 藤原健
協力機関・部及び担当者名	宮城県漁業協同組合 東松島漁業生産組合
<p><目的></p> <p>震災後、県内生産者は宮城県養殖振興プラン（再生期～発展期）に基づき養殖ノリの品質向上に取り組み、全国的な評価を受けている浜もある。</p> <p>本事業では、宮城のノリ（みちのく寒流ノリ）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う。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 生産地域ごとの成分分析</p> <p>県内の漁場による養殖乾ノリの成分の違いを摘採時期及び摘採回数の観点から把握するために、仙台湾北部（石巻湾，矢本，東松島），中部（七ヶ浜），南部（亶理）の5漁場で、同一生産者の秋芽及び冷凍網を選定し、それぞれの1番摘み及び2番摘みの乾ノリを検体とした。1検体につき10枚程度を細断混合し、成分分析に用いた。また、それぞれの漁場で1週間に1回程度表層水を採水し、栄養塩濃度（硝酸態窒素，亜硝酸態窒素，アンモニア態窒素，リン酸態リン）を測定した。</p> <p>(1) 一般成分分析</p> <p>水分は常圧乾燥法，粗タンパクはマクロ改良ケルダール法，粗脂肪はエーテル抽出法，灰分は直接灰化法を用いて分析した。炭水化物は差し引き方で算出した。</p> <p>(2) 遊離アミノ酸分析</p> <p>分析試料を40℃の温水に3分浸漬した後に濃度が80%となるようエタノールを加え，沸騰水浴中で15min，3回抽出し，抽出液を減圧下で濃縮・乾固したものをジエチルエーテルで3回脱脂した。脱脂後の抽出液を減圧下で濃縮・乾固し，蒸留水で定容した後に0.45µmフィルターでろ過したものを調整試料とした。調整試料はAgilent製1260 infinity型HPLCにより分離，定量した。分析カラムにはProshell 120 EC-C18を用いた。</p> <p>(3) イノシン酸分析</p> <p>(2)と同様の方法で試料を調整し，Agilent製1260 infinity型HPLCにより分離，定量した。分析カラムにはZORBAX SB C-18を用いた。</p> <p>(4) 海水の栄養塩分析</p> <p>栄養塩濃度（硝酸態窒素，亜硝酸態窒素，アンモニア態窒素，リン酸態リン）は，ビーエルテック株式会社製QuAAtro2-HRを用いて測定した。</p> <p>2 等級ごとの成分分析</p> <p>入札等級で等級が高いものと低いもの（同一地区のもの）を比較した。同一の摘採地区で生産された乾ノリについて，サンプリングした当日の入札等級が一番高いもの（“優A”相当）と低いもの（“2A”相当）を選定し，秋芽網，冷凍網の生産期にそれぞれ2回ずつ入手したものを検体とし，一般成分，遊離アミノ酸，イノシン酸について分析した。（検体の概要は表5を参照）</p>	

<結果の概要>

1 生産地域ごとの成分分析

(1) 一般成分分析

- 1) 秋芽網検体では、石巻湾、矢本、東松島の北部地域で1番摘みから2番摘みにかけて粗タンパク量が減少し、炭水化物量が増加していた。七ヶ浜及び亘理の中部―南部地域ではその逆の傾向が見られた。粗脂肪についてはいずれの地域でも1番摘みから2番摘みにかけて減少した。灰分は石巻湾のみ1番摘みから2番摘みにかけて増加し、他の地域では減少した。(表1)
- 2) 冷凍網検体では、石巻湾では、1番摘みから2番摘みにかけて粗タンパク量が増加し、炭水化物量が減少した。それ以外の地域ではそれとは逆の傾向が見られた。粗脂肪は石巻湾及び矢本で1番摘みから2番摘みにかけて増加し、東松島及び七ヶ浜では割合が減少した。灰分は石巻湾、矢本、東松島の地域で1番摘みから2番摘みにかけて増加し、七ヶ浜では減少する傾向が見られた。(表2)
- 3) また、秋芽網と冷凍網を比較すると、粗タンパク量について冷凍網検体の方が1番摘みと2番摘みの差が大きかった。

(2) 遊離アミノ酸分析

- 1) 秋芽網検体の遊離アミノ酸総量は矢本、東松島及び七ヶ浜で1番摘みから2番摘みにかけて減少し、石巻湾及び亘理では増加する傾向が見られた。遊離アミノ酸組成は七ヶ浜以外の地域で1番摘みから2番摘みにかけてグルタミン酸が減少し、アラニンが増加した。アスパラギン酸は東松島以外の地域で1番摘みから2番摘みにかけて増加した。(表3)
- 2) 冷凍網検体の遊離アミノ酸総量は矢本、東松島及び七ヶ浜で1番摘みから2番摘みにかけて減少し、石巻湾では増加する傾向が見られた。遊離アミノ酸組成はいずれの地域においてもグルタミン酸が1番摘みから2番摘みにかけて減少した。石巻湾でアスパラギン酸が1番摘みから2番摘みにかけて増加し、それ以外の地域では減少傾向が見られた。アラニンについては地域による傾向は見られなかった。(表4)
- 3) 秋芽網検体と冷凍網検体を比較すると、遊離アミノ酸総量では秋芽網検体は1番摘みと2番摘みの差が全体的に小さかったことに対して、冷凍網検体では1番摘みと2番摘みで大きく変化している地域が多かった。また冷凍網検体は、七ヶ浜の1、2番摘み、矢本の2番摘みを除いて遊離アミノ酸総量が秋芽網検体より多かった。平成28年度の試験においても、冷凍網及び1番摘みで遊離アミノ酸総量が多くなる傾向が確認されている。
- 4) 呈味性アミノ酸組成では、冷凍網検体の方が秋芽網と比較してグルタミン酸及びアラニンの量が多い傾向があった。

(3) イノシン酸分析

- 1) 秋芽網検体のイノシン酸量は、矢本で1番摘みから2番摘みにかけて増加し、それ以外の地域では減少した。(表3)
- 2) 冷凍網検体のイノシン酸量は、矢本及び東松島の中部地域で1番摘みから2番摘みにかけて減少し、石巻湾及び七ヶ浜の北部、中部地域では減少する傾向が見られた。(表4)
- 3) 秋芽網検体と冷凍網検体を比較すると、七ヶ浜以外の地域では冷凍網検体の方が秋芽網検体よりイノシン酸量が多い傾向が見られた。加えて、冷凍網の方が1番摘みと2番摘みの差が大きかった。

(4) 海水の栄養塩分析

石巻湾の三態窒素濃度は0.2～10.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ の範囲で推移し、平均値は2.7 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ 、リン酸態リンは0.1～2.1 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ の範囲で推移し、平均値は0.3 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ であった(図1)。矢本の三態窒素濃度は1.2～13.3 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ の範囲で推移し、平均値は4.3 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ 、リン酸態リンは0.1～2.1 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ の範囲で推移し、平均値は0.5 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ であった。東松島の三態窒素濃度は1.4～12.7 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ の範囲で推移し、平均値は4.2 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ 、リン酸態リンは0.2～2.8 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ の範囲で推移し、平均値は0.3 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ であった。亘理の三態窒素濃度は2.7～54.8 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ の範囲で推移し、平均値は15.9 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ 、リン酸態リンは0.2～0.5 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ の範囲で推移し、平均値は0.4 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ であった。石巻湾、矢本、東松島では12月中は三態窒素濃度が概ね3 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ 以上で推移したが、1月に入ると3 $\mu\text{g-at}/\text{L}$ を下回ることが多くなった。漁場ごとの比較では亘理が最も三態窒素濃度が高く、矢本と東松島が同程度、石巻湾が最も低かった。リン酸態リンは年変動、漁場ごと共に明確な傾向はみられなかった。栄養塩濃度とノリの成分と比較して明確な関連性は見出せなかったが、三態窒素濃度が低い冷凍網期でもグルタミン酸、アラニン、イノシン酸は多い傾向にあった。

2 等級ごとの成分分析

(1) 一般成分分析

1) 高い等級の方が粗タンパク量が多く、炭水化物量が少ないことが確認された。一方、灰分と粗脂肪については等級による傾向は確認できなかった。(表6)

(2) 遊離アミノ酸分析

1) すべての試験区において、高い等級の方が遊離アミノ酸総量は多いことが確認された。また、同一等級においても、冷凍網期(N o. 3, 4)の検体の方が遊離アミノ酸総量は多いことが確認された。(表7)

2) 呈味性アミノ酸では、アスパラギン酸の割合は高い等級で大きい傾向があった。グルタミン酸及びアラニンの割合は等級による傾向は見られなかった。

(3) イノシン酸分析

1) 1回目の検体を除き高い等級の方が低い等級より多い結果となった。また、同一等級では、秋芽網期(N o. 1, 2)の検体の方が冷凍網期(N o. 3, 4)よりイノシン酸量は多く、遊離アミノ酸総量とは異なる結果となった。(表7)

<主要成果の具体的なデータ>

(1) 生産地域ごとの成分分析

表1 秋芽網検体の一般成分 (g/100g, 括弧内は乾燥重量比)

漁場	石巻湾		矢本		東松島		七ヶ浜		亶理	
	1番	2番	1番	2番	1番	2番	1番	2番	1番	2番
水分	8.3	7.8	7.1	7.7	7.1	7.8	6.0	7.1	8.3	9.4
粗タンパク	43.5(47.4)	41.0(44.5)	41.5(44.7)	40.4(43.8)	45.6(49.1)	38.7(42.0)	41.8(44.4)	43.7(47.1)	37.4(40.8)	40.0(44.1)
粗脂肪	1.4(1.5)	0.7(0.7)	0.8(0.9)	0.8(0.9)	1.2(1.2)	0.8(0.9)	1.1(1.2)	0.6(0.7)	0.9(0.9)	0.6(0.6)
炭水化物	36.5(39.9)	39.5(42.9)	39.5(42.5)	40.8(44.1)	35.8(38.7)	43.4(47.0)	41.6(44.3)	41.4(44.5)	42.8(46.7)	39.5(43.7)
灰分	10.3(11.2)	11.0(11.9)	11.1(11.9)	10.3(11.2)	10.3(11.0)	9.3(10.1)	9.5(10.1)	7.2(7.7)	10.6(11.6)	10.5(11.6)

表2 冷凍網検体の一般成分 (g/100g, 括弧内は乾燥重量比)

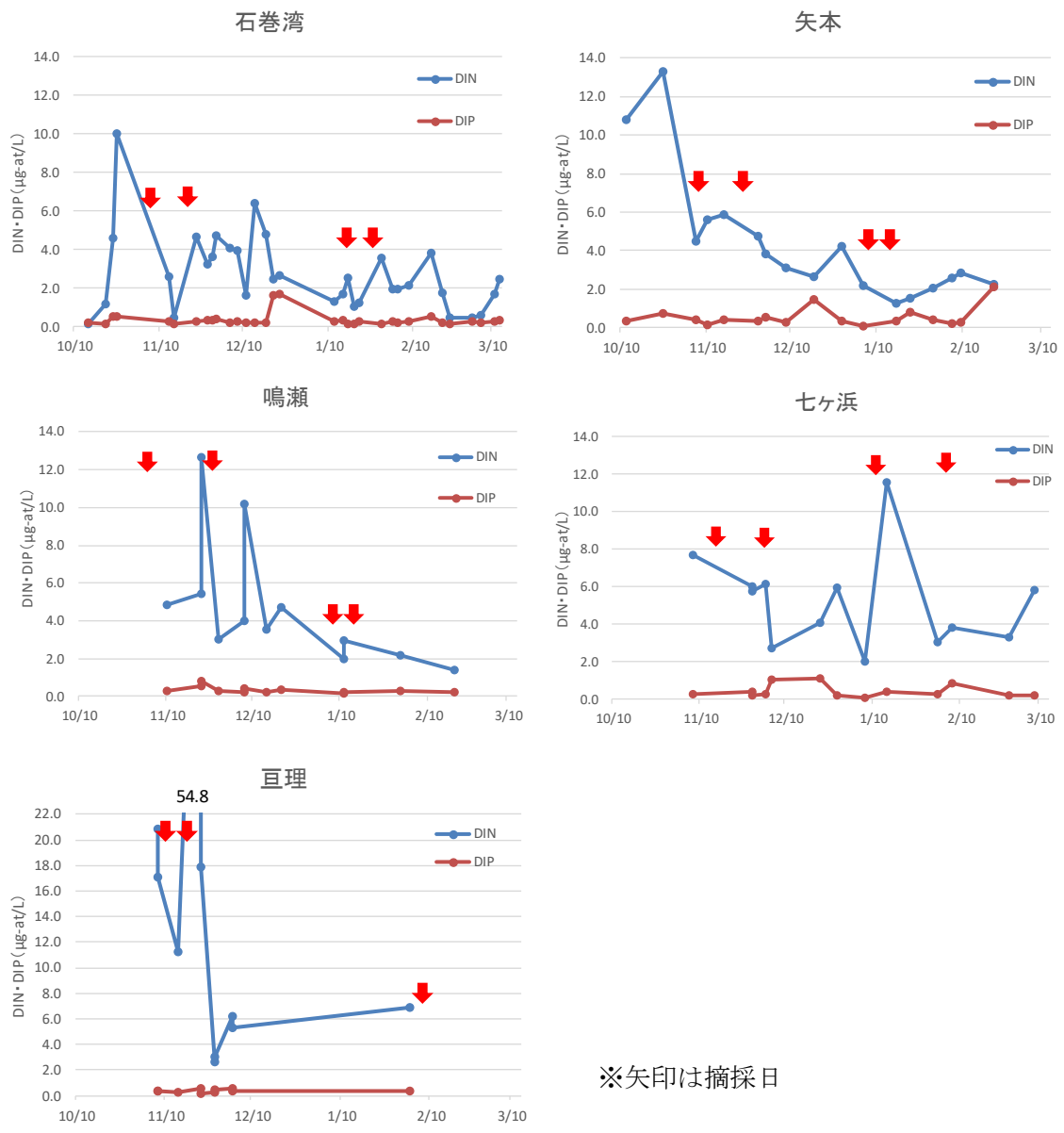
漁場	石巻湾		矢本		東松島		七ヶ浜		亶理
	1番	2番	1番	2番	1番	2番	1番	2番	1番
水分	7.3	6.8	7.6	7.0	7.6	8.3	6.6	7.1	7.1
粗タンパク	37.0(39.9)	44.2(47.4)	44.3(48.0)	32.5(34.9)	47.4(51.3)	39.7(43.3)	43.1(46.2)	35.6(38.3)	45.4(48.8)
粗脂肪	0.6(0.6)	1.1(1.2)	1.1(1.2)	1.1(1.2)	0.9(0.9)	0.8(0.9)	1.0(1.1)	0.9(0.9)	1.4(1.5)
炭水化物	46.0(49.6)	35.4(38.0)	36.1(39.0)	46.5(50.0)	34.9(37.8)	40.6(44.3)	38.5(41.2)	46.0(49.6)	32.6(35.2)
灰分	9.1(9.9)	12.5(13.4)	10.9(11.8)	12.9(13.9)	9.2(10.0)	10.6(11.5)	10.8(11.5)	10.4(11.2)	13.5(14.5)

表3 秋芽網検体の遊離アミノ酸量及びイノシン酸量 (mg/100g 乾燥重量あたり)

漁場 アミノ酸	石巻湾		矢本		東松島		七ヶ浜		亶理	
	1番	2番	1番	2番	1番	2番	1番	2番	1番	2番
アスパラギン酸	224.0	234.1	230.6	322.7	220.6	186.3	321.2	341.3	263.6	344.7
グルタミン酸	1067.9	863.5	1141.4	714.8	1794.9	1201.1	1139.8	972.2	1099.7	754.9
セリン	24.5	24.9	26.5	23.6	21.9	13.2	35.1	23.0	28.3	22.7
ヒスチジン	1.9	0.9	1.4	0.0	2.6	0.8	0.9	0.4	0.1	0.6
グリシン	18.3	16.8	18.1	17.2	19.6	19.4	15.8	18.7	12.6	22.9
トレオニン	31.5	24.9	41.4	31.1	32.6	28.6	33.2	27.2	33.9	28.7
アルギニン	14.7	15.5	18.0	15.7	15.2	16.2	23.0	17.9	11.0	16.1
アラニン	577.9	804.3	765.3	994.9	755.1	796.0	1299.6	1085.6	816.8	1092.3
チロシン	18.2	16.9	18.7	15.6	16.9	17.5	20.5	16.7	13.4	16.9
シスチン	9.5	12.2	11.9	11.9	11.2	12.5	12.4	12.2	11.8	11.3
バリン	51.0	43.4	49.3	40.2	53.8	50.7	48.0	42.4	37.2	40.9
メチオニン	5.2	5.1	4.3	4.4	3.9	5.2	5.2	4.5	4.8	5.7
フェニルアラニン	28.2	22.1	21.7	13.8	25.4	28.1	27.5	20.7	17.5	17.1
イソロイシン	26.2	20.4	22.5	17.0	26.5	26.0	24.1	19.3	15.9	19.1
ロイシン	39.0	30.5	32.5	24.0	36.3	39.6	37.2	28.1	20.8	26.9
リシン	22.2	18.5	20.7	17.4	21.9	18.5	19.1	16.4	16.6	18.0
プロリン	238.5	256.9	237.6	239.4	233.6	252.8	336.7	209.9	221.4	214.1
遊離アミノ酸総量	2398.7	2411.0	2662.0	2503.8	3292.1	2712.2	3399.4	2856.4	2625.2	2652.7
イノシン酸	130.7	98.2	118.7	128.7	160.6	115.7	161.3	141.3	127.3	113.0

表4 冷凍網検体の遊離アミノ酸量及びイノシン酸量 (mg/100g 乾燥重量あたり)

漁場 アミノ酸	石巻湾		矢本		東松島		七ヶ浜		亶理
	1番	2番	1番	2番	1番	2番	1番	2番	1番
アスパラギン酸	92.2	287.0	419.8	131.6	365.0	183.1	204.2	124.0	470.7
グルタミン酸	1365.9	1343.8	1466.1	874.7	2197.7	1727.5	1153.1	872.7	1822.1
セリン	19.0	36.9	32.5	9.7	22.1	16.7	23.3	13.2	30.8
ヒスチジン	6.7	13.9	10.3	11.6	12.9	10.3	15.3	133.1	13.0
グリシン	19.6	18.4	10.3	10.6	15.2	25.0	18.1	10.6	12.0
トレオニン	29.5	34.9	34.4	25.6	38.8	38.4	38.8	32.5	50.7
アルギニン	14.8	20.9	21.4	14.6	21.6	19.4	21.2	17.2	19.0
アラニン	1441.4	1857.1	906.6	504.3	1202.2	1512.6	1122.8	660.6	1953.0
チロシン	14.7	16.2	19.8	10.4	18.1	17.5	20.9	14.5	15.7
シスチン	9.2	12.1	8.2	7.2	9.1	10.2	9.2	7.2	12.3
バリン	36.1	40.5	54.1	31.9	59.7	50.0	49.1	35.6	51.2
メチオニン	3.4	6.0	2.3	2.1	3.5	5.6	4.4	3.2	5.5
フェニルアラニン	20.0	21.0	30.0	14.9	30.8	23.1	27.8	19.4	19.1
イソロイシン	18.5	22.6	31.7	16.1	31.1	24.6	28.9	19.3	20.0
ロイシン	28.8	33.4	46.4	24.2	42.4	36.9	44.8	29.8	28.3
リシン	9.7	15.1	17.0	10.6	17.4	15.5	17.5	12.6	15.3
プロリン	24.2	14.6	20.9	10.6	22.5	15.6	19.4	16.0	14.2
遊離アミノ酸総量	3154.0	3794.4	3131.9	1710.8	4110.2	3732.1	2819.0	2021.6	4552.8
イノシン酸	97.9	174.2	175.6	118.5	213.5	150.1	125.8	139.0	199.3



※矢印は摘採日

図1 石巻湾，矢本，東松島，七ヶ浜，亶理における三態窒素濃度 (DIN)，リン酸態リン濃度 (DIP)

(2) 等級ごとの成分分析

表5 等級別検体の概要

検体番号	入札日	入札等級・単価	
		高等級 (摘採地区)	低等級 (摘採地区)
No.1	H29.11.21	優A・16.4円 (七ヶ浜菖蒲田)	1A・13.7円 (七ヶ浜吉田浜)
No.2	H29.12.8	チ優B・14.4円 (七ヶ浜菖蒲田)	シ〇1等・13.9円 (七ヶ浜菖蒲田)
No.3	H30.1.11	優A・20.7円 (七ヶ浜菖蒲田)	冷1A・14.9円 (七ヶ浜菖蒲田)
No.4	H30.2.2	優B・14.8円 (七ヶ浜菖蒲田)	1A・14.3円 (七ヶ浜菖蒲田)

表6 等級別検体の一般成分 (g/100g, 括弧内は乾燥重量比)

検体番号	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4	
	高	低	高	低	高	低	高	低
水分	8.2	7.6	7.7	7.8	8.4	8.5	8.4	7.9
粗タンパク	47.0(51.2)	42.0(45.4)	45.8(49.6)	40.1(43.5)	47.5(51.8)	41.8(45.6)	47.2(51.5)	41.6(45.2)
粗脂肪	1.3(1.5)	1.0(1.1)	0.6(0.7)	0.6(0.7)	0.9(1.0)	1.0(1.1)	1.0(1.1)	0.9(0.9)
炭水化物	34.0(37.0)	38.4(41.6)	36.8(39.8)	43.8(47.5)	32.8(35.8)	37.2(40.7)	33.3(36.4)	40.0(43.5)
灰分	9.5(10.3)	11.0(11.9)	9.1(9.9)	7.7(8.3)	10.4(11.4)	11.5(12.6)	10.1(11.0)	9.6(10.4)

表7 等級別検体の遊離アミノ酸及びイノシン酸量 (mg/100g 乾燥重量あたり)

検体番号 アミノ酸	No.1		No.2		No.3		No.4	
	高	低	高	低	高	低	高	低
アスパラギン酸	421.8	272.5	350.4	292.8	396.6	240.3	433.7	316.5
グルタミン酸	1131.3	1180.4	1124.3	826.6	1273.7	1460.7	1486.5	1133.5
セリン	32.4	19.8	31.6	17.5	31.4	24.2	38.4	32.9
ヒスチジン	2.2	0.0	0.7	2.5	201.9	178.4	200.3	147.8
グリシン	21.8	19.8	18.5	31.1	23.9	26.2	17.6	15.3
トレオニン	35.8	27.4	34.0	23.3	47.8	36.6	40.3	32.9
アルギニン	20.5	16.6	17.8	13.1	23.2	18.7	20.2	17.9
アラニン	1251.1	943.5	1184.5	984.3	2112.9	1557.6	2258.7	2025.4
チロシン	21.6	15.5	20.5	13.7	18.7	14.2	17.4	17.0
シスチン	10.7	11.0	12.6	11.6	13.4	10.2	14.5	12.5
バリン	51.7	43.0	51.7	36.2	45.6	35.0	44.4	40.2
メチオニン	3.9	4.8	5.0	4.8	5.4	3.6	7.3	6.6
フェニルアラニン	26.4	24.0	24.5	19.4	19.4	18.0	23.7	17.9
イソロイシン	26.2	21.1	24.7	17.2	21.9	18.4	24.4	20.1
ロイシン	40.0	30.3	36.4	24.7	34.0	25.8	34.5	30.2
リシン	23.1	19.1	20.3	15.0	16.3	13.2	14.2	13.0
プロリン	213.0	428.4	361.5	288.2	18.5	15.3	19.9	19.2
遊離アミノ酸総量	3333.4	3077.1	3319.1	2622.0	4304.5	3696.3	4695.9	3898.7
イノシン酸	169.4	174.6	204.9	118.7	129.1	92.4	159.5	123.0

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

乾ノリの成分と漁場環境や等級に関するデータが得られたが、生産工程や加工工程に関するデータが不足していることから、これらの聞き取り調査と漁場ごとに生ノリと乾ノリの成分分析を行い、各工程がノリの成分に与える影響を調べる。

<結果の発表、活用状況等>

なし

事業課題の成果要旨

(平成29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・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27年度～平成30年度
部・担当者名	内水面水産試験場 ○野知里 優希, 松崎 圭佑, 本田 亮 水産加工開発部 ○上野 あゆみ, 藤原 健
協力機関・部及び担当者名	みやぎ銀ざけ振興協議会

<目的>

県内の養殖ギンザケは、活け締めにより高付加価値化を図り、活け締めしたギンザケを「みやぎサーモン」としてブランド化を図っている。一方で、生産者グループごとに、活け締め作業が異なっており、品質にバラツキが生じていると考えられる。本試験では、出荷現場での活け締めギンザケの質を向上させるため、現状の活け締め工程の課題を明確化し、課題解決のための資料を得ることを目的とした。

<試験研究方法>

1 脱血処理時の異なる水温による放血量の違いについて

従来の活け締め作業では、脱血時に飼育海水中で放血させることが推奨されている。一方で、ギンザケの活け締め現場では、作業効率と鮮度保持の観点から、氷水中での放血が実施されている。氷水中での放血は、急激な水温変化により、ギンザケが心停止し、十分に放血ができない可能性がある。そこで、ギンザケの脱血処理時に飼育海水または氷水中で放血させ、水温の違いにより、放血量が異なるのかを検証した。まず、海面飼育したギンザケ（平均魚体重1.2kg/尾）に麻酔処理を施し、ハサミを用いて鰓を切断した。切断後、速やかに、19.8℃の海水（飼育海水区、N=5/区）または1.5℃の氷水（氷水区、N=4/区）に浸漬し、30分間放血させた。また、対照区として、苦悶死させたギンザケの鰓を切断し、海水中で放血させた（苦悶死区、N=5/区）。脱血処理前後に魚体重を測定し、その体重差を1尾の放血量と定め、魚体重100g当たりの放血量を求めた。

2 締め方の違いによる鮮度保持効果の検証

ギンザケを取り揚げ時に沈静化させ、適切な活け締めをした場合の鮮度を評価するため、死後硬直指数及びK値を測定し、野締め（苦悶死）したギンザケの値と比較した。測定は各試験区につき3尾ずつ実施した。試験に使用したギンザケの概要は表1に示した。

表1 試験に使用したギンザケの概要

調査回	日時	採取場所	水揚げ場所	処理方法	備考
1回目	6月19日	南三陸町戸倉	船上	活け締め機	
2回目	7月3日	南三陸町志津川	陸上	活け締め機	活魚船にて運搬
3回目	7月11日	女川町出島	船上	包丁による延髄破壊	
4回目	7月15日	南三陸町志津川	陸上	活け締め機	活魚船にて運搬

(1) 死後硬直指数

養殖生け簀からできるだけストレスを与えないように取り上げ、活け締めしたギンザケ及び、野締めしたギンザケを氷水で冷却しながら宮城県水産技術総合センター水産加工開発部公開実験棟に搬入した。その後、5℃の冷蔵庫内に保管し、死後硬直指数を経時的に測定した。

※死後硬直指数

水平な台上の端に、体長 1/2 が垂れ下がるように魚体の頭部を置き、台から尾びれの付け根までの垂下長を L、一定時間毎に測定した垂下長を L' とし、下記の式より算出した。

$$R = \frac{L - L'}{L} \times 100$$

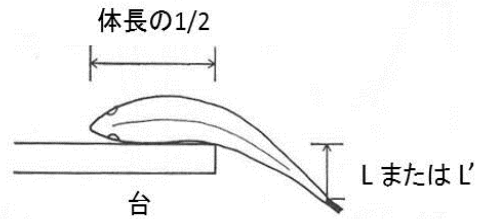


図1 硬直指数の測定イメージ

(2) K値測定

死後硬直指数の検体と同様に搬入・保管したギンザケから、経時的に背側中央部の筋肉 1g を採取した。これを試料として 5 %過塩素酸で抽出し、水酸化カリウム溶液で中和後 -30℃ の冷凍庫に保存し、高速液体クロマトグラフィーにより測定した。

3 出荷・搬送にかかわる試験

活け締め作業の場所・方法が異なる3民間会社（それぞれをA, B, Cとする。）について以下の内容を調査した。

(1) 搬送時のスカイタンク内の水温・収容尾数および搬送時間

スカイタンク（容量：1056 L）の底部から 10 cm（下層）、30 cm（中層）、60 cm（上層）の位置で、5分おきに連続して水温を測定した。また、搬送時間（スカイタンクにギンザケの収容が終了してから市場到着までの時間）を測定した。

(2) 活け締め作業時間と市場到着時のギンザケの硬直状態

全行程の作業時間（網寄せ～脱血処理～スカイタンクへの収容）を測定した。その後、市場到着時にスカイタンク内からギンザケ（N=21～70尾）を無作為に取り上げ、死後硬直状態を目視で判断した。硬直状態の基準として、完全に垂れ下がった状態で硬直に達していない個体（硬直前）、垂れ下がっているが、硬直が進んでいる状態（硬直中）、垂れ下がっておらず硬直している状態（完全硬直）とした。

(3) ATPの残存量

各民間会社のスカイタンクからギンザケ（平均魚体重2.5 kg）を3尾ずつ無作為に取り上げ、その硬直状態ごとにATPの存在量を測定した。また、分析に供したギンザケは水揚げから2～3時間の個体とし、ATPの測定は2-(2)と同様の手順で実施した。

<結果の概要>

1 脱血処理時の異なる水温による放血量の違いについて

魚体重 100 g 当たりの脱血量を求めると、各試験区の平均値は、飼育海水区で 2.53 ml、氷水区で 2.48 ml、苦悶死区で 0.35 ml となった（図 2）。これらの結果より、氷水中でも、ギンザケは十分に放血できることが示唆された。

2 締め方の違いによる鮮度保持効果の検証

(1) 死後硬直指数

1 回目（6/19 戸倉）では、野締め区は 4 時間後に死後硬直のピークに達したのに対し、活け締め区は 8 時間後がピークであった。その後解硬に向かい、48 時間後にはいずれの試験区も完全解硬となった（図 3）。2 回目（7/3 志津川）でも同様に、野締め区が 4 時間後、活け締め区は 8 時間後に死後硬直のピークに達した。27 時間後の硬直指数は、活け締め区は 32 %、野締め区は 21 % だった（図 3）。

平成4年に活け締めしたギンザケの硬直指数を測定した結果では、最高値に達したのは20時間後であった。今回の試験では8時間後に最高値に達したことから、十分に鮮度保持効果が得られていない結果となった。

(2) K値測定

活け締め区については、活け締めを施してから4～8時間後まではK値が急速に上昇したが、20%程度に達した後は穏やかな上昇となり、24時間後には30%台となった。また、野締め区も活け締め区と同様なK値の推移が見られた(図4)。今回の試験では、活け締めと野締めのK値に大きな差は見られなかった。

3 出荷・搬送に関わる試験

(1) 搬送時のスカイタンク内の水温・収容尾数および搬送時間

各グループの活け締め作業から市場出荷までの調査結果について表2に示した。AおよびCのスカイタンク内の水温は、5℃以下であったが、Bは10.5℃に達していた。収容尾数は、Cが293尾以上と最も多かったが、Bは搬送時間が最も長く、さらに、市場到着時の気温は20℃を超えていた。すなわち、Bは気温の高い中、長時間の搬送によって、スカイタンク内の水温が著しく上昇したと考えられた。

(2) 活け締め作業時間と市場到着時のギンザケの硬直状態

各民間会社のギンザケ硬直状態の割合を、図6に示した。各グループ完全硬直の割合はAで40%、Bの前半(電気タモによる沈静化有り)で20%、後半(殴打)で71%、Cは71%であった。また、各グループの活け締め開始から硬直割合を調べるまでの時間は、Aで約1時間50分、Bの前半で約3時間45分、Bの後半で約3時間、Cで2時間から3時間であった。どの民間会社も2～4時間で完全硬直に達している個体は、2-(1)で苦悶死させたギンザケと同様な死後硬直指数を示していた。

(3) ATPの残存量

合計で9尾のギンザケの内、硬直前が4尾、硬直中が1尾、完全硬直が4尾であった。また、各硬直状態のATPの残存量は、硬直前>硬直中>完全硬直となった(図7)。今回の結果から、ATP残存量に個体差はあるが、硬直なしの個体はATPが高い値で残存しており、鮮度保持効果が得られている個体も少なからず存在していることが示唆された。

<主要成果の具体的なデータ>

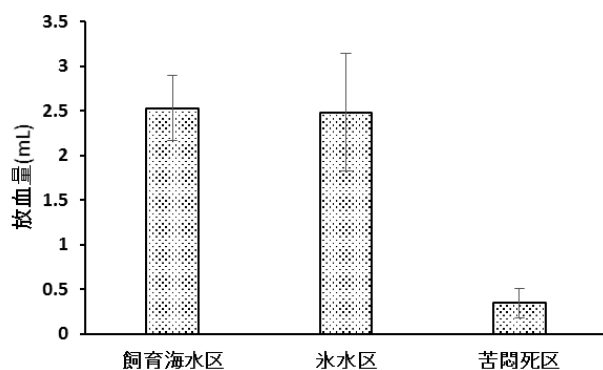


図2 ギンザケ100gあたりの放血量
(平均値±標準偏差)

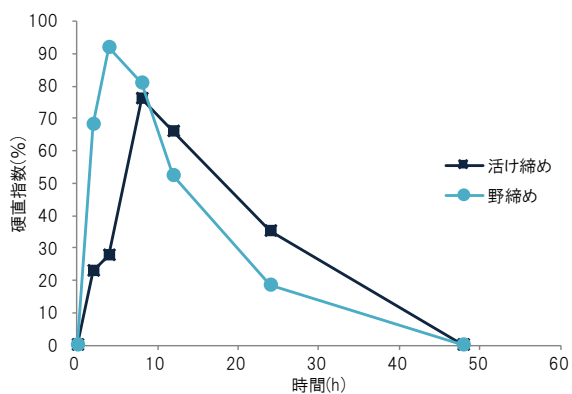


図3 死後硬直指数結果 (1回目 戸倉)

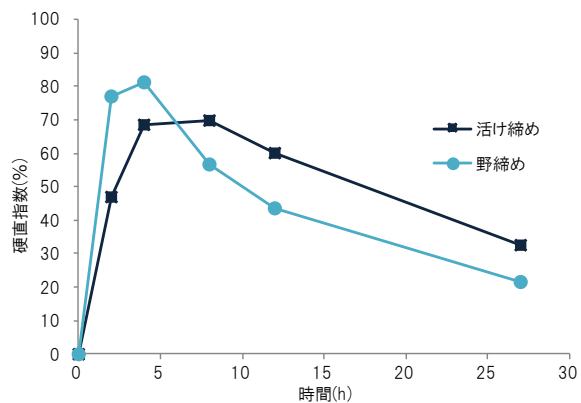


図4 死後硬直指数結果 (2回目 志津川)

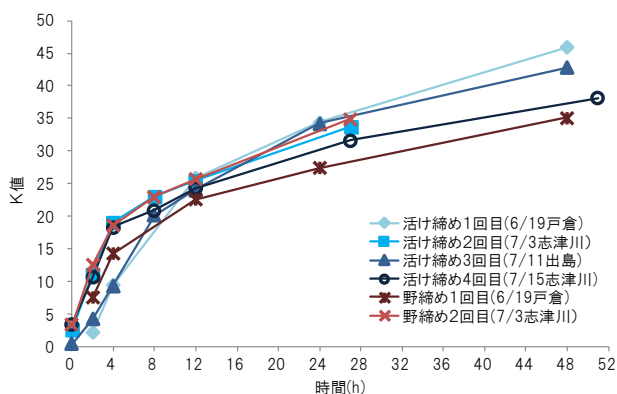


図5 活け締め区および野締め区のK値の推移

表2 各民間会社の活け締め作業から市場出荷までの工程と所要時間

	水揚げ場所	網寄せ時の状況	沈静化の有無	脱血処理後のタンク内の様子	1タンクの収容尾数と平均魚体重	水揚げ作業時間	スカイタンクの水温 (活け締めから輸送まで)	搬送時間 (水揚げ作業終了から市場到着までの時間)	市場到着時の気温
A	陸上	暴れている。 (生け簀内に散水)	なし	暴れている魚がいる。	247尾以上 2.6 kg	55分	最低: 中層 -1.5°C 最高: 中層 4.0°C	1時間	10.7°C
B	船上	暴れている。 (終盤に疲弊した魚を観察)	あり 前半: 電気タモ 後半: 殴打	暴れている魚が少ない。	276尾以上 2.5 kg	1時間27分	最低: 中層 0°C 最高: 上層 10.5°C	2時間21分	20.8°C
C	船上	暴れている。 (終盤に疲弊した魚を観察)	なし	暴れている魚がいる。	293尾以上 2.5 kg	1時間28分	最低: 中層 -1.5°C 最高: 下層 4.5°C	1時間52分	11.9°C

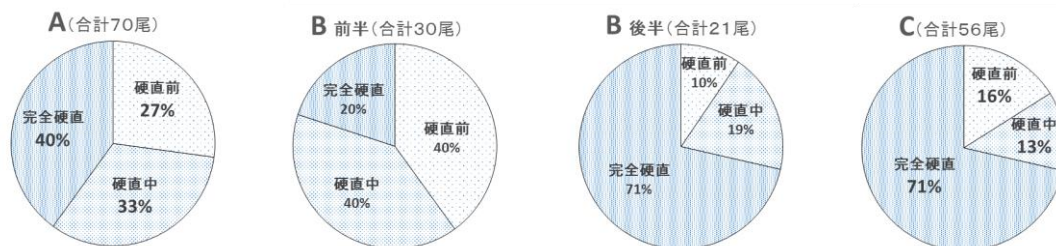


図6 各民間会社が市場出荷したギンザケの硬直割合

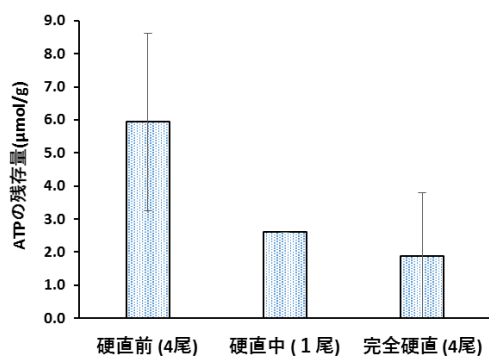


図7 各硬直状態におけるATPの残存量
(平均値±標準偏差)

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

1 死後硬直指数とK値

2の試験では、活け締めしたにもかかわらず十分な鮮度保持効果が得られない結果となった。原因として、ギンザケを安静に処理することができなかった、または、飼育時の高水温が鮮度に影響した可能性が考えられた。魚種ごとに差はあるが、冬期より高水温となる夏期の水揚げの方が魚の鮮度が低下すると報告されている。本試験は、6月下旬から7月にかけて実施しており、養殖場に近い歌津の定地水温が6月下旬以降、ギンザケの養殖限界水温とされる18℃に近い水温を示していることから、飼育水温が鮮度保持効果に影響したと考えられた。そのため、次年度以降は極力暴れさせずにギンザケを処理し、水揚げ時の飼育水温が鮮度保持効果にどのように影響するのか詳細に検証する必要がある。

2 ATPの残存量

各民間会社のギンザケは活け締め直後にかかわらず、完全硬直の割合が高く、ATPの値も低かった。ATPを高い値で存在させるためには、ギンザケを安静に処理する必要がある。そのためには、生簀への散水、電気タモ等による沈静化により確実に延髄を切断するなどの作業工程の改善が必要である。一方で、活魚船を利用した活け締めを行う方法も考案されており、ギンザケの鮮度保持効果が十分に得られているのか調査する必要がある。

<結果の発表、活用状況等>

活魚船を利用した活け締め説明会にて結果報告（平成30年2月27日）

事業課題の成果要旨

(平成29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～平成32年度
部・担当者名	養殖生産部：太田裕達，伊藤博，○本庄美穂，菊田拓実 普及指導チーム：富川なす美，柴久喜光郎 気仙沼水産試験場：○田邊徹，澁谷和明，庄子充広
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，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>

1 コケムシの付着状況調査

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。

平成29年6～7月及び平成30年2～3月の2回，県内ホヤ養殖場9海域（湾）21定点（図1）を基本とし，1定点あたり養殖筏3～5台を任意に抽出し，1台につき連続したロープ3本を対象に各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。

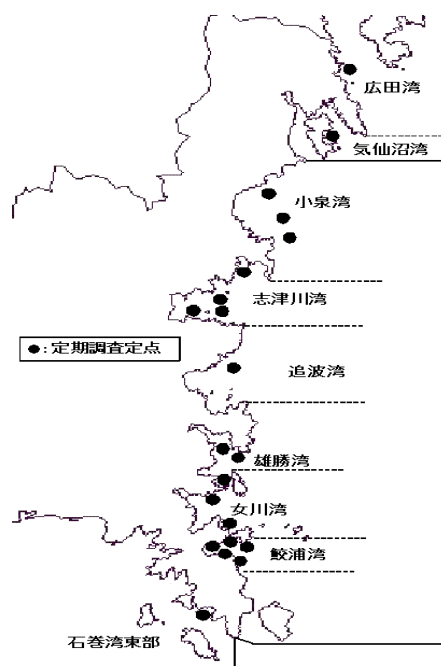


図1. 調査定点

<結果の概要>

1 コケムシの付着状況調査

6～7月調査では，6カ所（大谷，蔵内，歌津，荒砥，竹浦，寺間）でコケムシの付着が確認された。そのうち，荒砥で付着量が多い筏1台があった。

2～3月調査では，2カ所（蔵内，竹浦）で確認された。

昨年度の調査では，7カ所で付着が確認されたが，今年度は6カ所であった。そのうち，寺間で微量ではあったが，付着が初めて確認された。

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

1. コケムシの付着状況調査

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。

事業課題の成果要旨

(平成29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～平成32年度
部・担当者名	養殖生産部：○伊藤博，杉本晃一，菊田拓実 普及指導チーム：○富川なす美，柴久喜光郎 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：○中家浩，○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> 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及び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 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：平成29年9月～平成30年3月（漁場調査は平成29年9月～12月） (2) 調査水域：松島湾育苗漁場及び沖合生産漁場 (3) 調査項目： ・ノリ葉体一葉長，蛍光顕微鏡100倍・1視野当たりの芽付き，病障害の有無，色調 ・環境項目－水温，比重，栄養塩（三態窒素，リン酸態リン），残留塩素</p> <p>(4) 調査方法： ・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> <p>2 種がき関連調査及び養殖通報の発行（中南部） 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> <p>・実施期間：平成29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11日～8月29日までに石巻湾で9回，松島湾で3回，万石浦で4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> <p>3 ワカメ漁場調査及び養殖通報の発行 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う。また，仙台管区气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う。</p> <p>4 ホタテガイ採苗調査及び採苗通報の発行 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う。</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う。

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う。

<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－16回 栄養塩情報－17回

(2)育苗期の状況

- ・漁場の水温は、桂島、七ヶ浜（三本口）で種網の張り込み解禁日の9月20に23℃以下（種網の張り込みに適した水温）に低下しその後若干上昇したが、23℃を上回ることにはなかった（図1）。
- ・9月下旬から10月上旬にかけては好天の日が多かったため、干出過多が原因と思われる、チヂレやクビレなどの障害が多くノリ芽に見られた。

(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。

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月上旬から大型幼生が10～92個体確認され、7月下旬には水技センターの調査で全幼生が20,000個体以上、大型幼生が400個体以上確認された。万石浦・牡鹿半島西側の漁場でも7月下旬に全幼生数が1,000個体以上、大型幼生が10個体以上確認された。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。

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報を迅速に作成し、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、11月下旬を除き期間全体を通じて誤差±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報を迅速に作成し、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

唐桑地区では4月上旬、大谷本吉地区では昨年同時期の4月中旬に生殖腺指数が低下した（図5）。

・ホタテガイ浮遊幼生・付着稚貝調査

大型幼生の出現及び採苗器付着開始は、それぞれ昨年同時期である4月下旬及び5月上旬から見られた（図6）。なお、その後の大型幼生の出現状況等を踏まえ、5月中旬に通報発行を通して採苗器の投入を呼びかけた。

・ホタテガイ採苗器への稚貝付着状況調査

1採苗器あたりの稚貝数は483個から5,240個であり、殻長4mm未満のものが主体であった（図7）。昨年より全体的に少なく小型であったが、各地区においては今期の必要量を確保できた。

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報を迅速に作成し、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報を迅速に作成し、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>

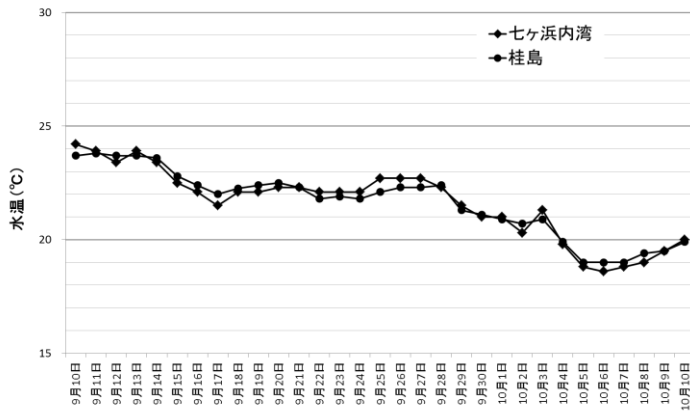


図1 松島湾育苗漁場の水温推移

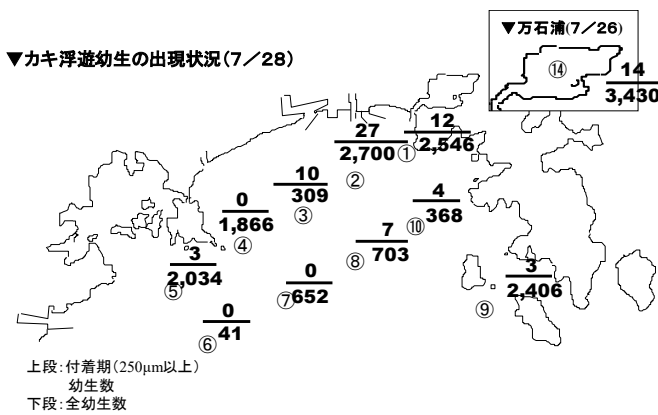


図2 カキ浮遊幼生調査結果
上段:付着期(250μm 以上)幼生数
下段:全幼生数

▼試験連付着状況調査結果(8/29)

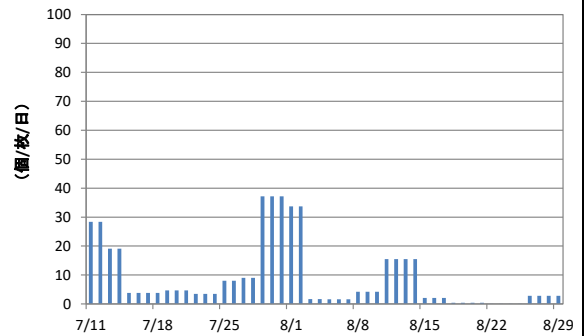


図3 カキ付着稚貝数の推移

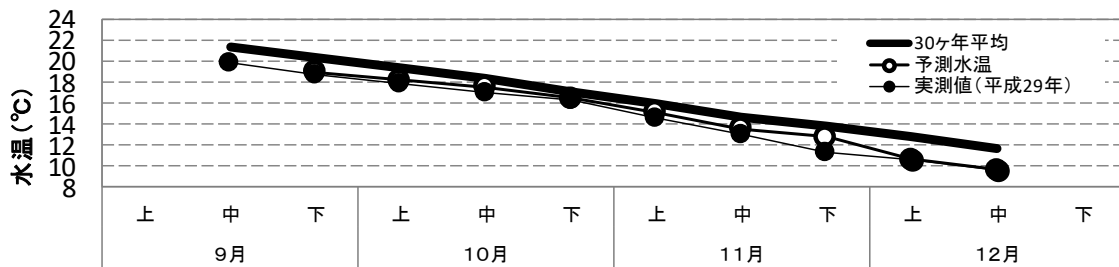


図4 杉ノ下の予測水温と実測水温の推移

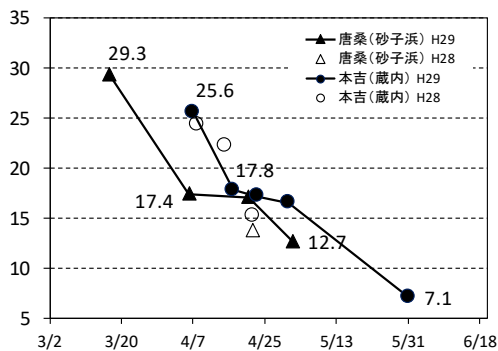


図5 ホタテ生殖腺指数の推移

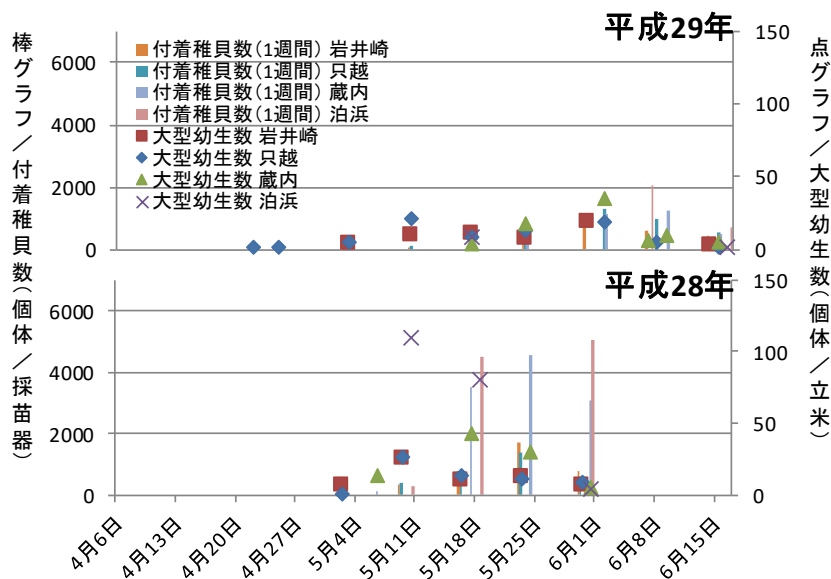


図6 ホタテ大型幼生数と付着稚貝数の推移

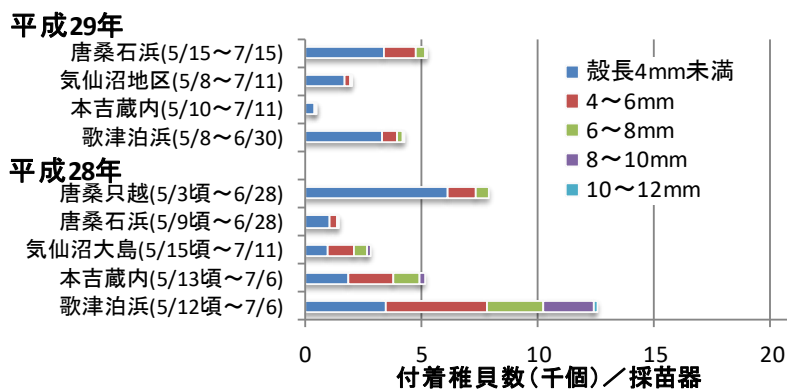


図7 ホタテ稚貝の付着状況

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

引き続き次年度もノリ・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行い，分かりやすい文章及び図表表現により通報を作成し，迅速に通報を発信する。

<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33報（うち養殖通報16報，栄養塩情報17報）
- ・種がき通報（中南部）：計13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6報
- ・マガキ採苗通報（北部）：計6報
- ・「宮城県におけるカキ浮遊幼生の発生状況と稚貝の付着状況」平成29年度日本水産学会東北支部会，平成29年度かき養殖研修会，水産研究開発成果情報

事業課題の成果要旨

(平成29年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター養殖生産部

課題の分類	増養殖技術
研究課題名	二枚貝増養殖技術高度化と北部地域に密着した新規貝類養殖品目の開発
予算区分	県単
研究期間	平成28年度～平成30年度
部・担当者名	養殖生産部：○伊藤博，菊田拓実 気仙沼水産試験場地域水産研究部：○田邊 徹，澁谷和明
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
<p><目的> 本県は沿岸養殖業が盛んであり，中でも二枚貝養殖は非常に重要な品目となっている。カキ養殖においては，県中部海域（荻浜湾）における適正養殖量の試算方法が報告されており，この手法を他のカキ生産海域に応用し，養殖生産の高度化，安定化を図ることは非常に有用である。また，平成24及び25年に松島湾で発生した夏期の異常高水温によると考えられるカキの斃死に対して，他県で報告されている抑制期間延長による斃死リスク軽減方法について，本県においても有効であるか検証する必要がある。アサリは，松島湾や万石浦において，一部の漁協が天然採苗の取り組みを実施しているが，資源の増大や生産物の出荷にまでは至っていないため，これらの海域における幼生の発生状況や稚貝の生残を把握するとともに，効率的な天然採苗方法，移植方法を確立することが重要である。 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，加えて，関東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年度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。しかし，東日本大震災の発生に伴う事業の終了により，着底条件等の解明には至っておらず，一連の養殖技術の確立のために本研究を行うもの。</p> <p><試験研究方法> 1 カキの適正養殖量の試算と高水温による斃死を軽減する方法の検討 (1) 適正養殖量の試算 松島湾の磯崎において，カキを4月に挟み込み，2月まで成長状況を把握する。同地点において測器を用い，水温，クロロフィルa量の推移を把握する。 (2) 高水温による斃死を軽減する方法の検討 松島湾の磯崎において，4月に挟み込んだカキと抑制期間を延長し，8月に挟み込んだカキについて，生残と成長を把握する。 2 アサリの効率的な天然採苗方法と稚貝移植方法の検討 (1) 幼生発生状況調査 万石浦の1点及び松島湾の3点で，平成29年6～8月に週1回程度プランクトンネットを用いて浮遊幼生調査を行った。得られた試料は冷凍保存し，モノクローナル抗体法を用いて計数した。 (2) 稚貝生息状況調査 万石浦の3地区と松島湾の3地区および鳥の海の1地区に造成された干潟でアサリの生息密度調査を行った。万石浦では沢田6点，梨木畑3点で平成29年5月に，万石浦の黒島3点及び松島湾の名籠5点，野々島3点，馬放島3点および鳥の海の3点では平成29年6月に調査を行った。干潟では15×15cm コドラートを用い，稚貝は1mm目合いのメッシュを用いてアサリを採集し，個体数と殻長の測定を行った。また，各地点で地盤高，底質粒度組成の測定を行った。 (3) 身入り調査 松島湾において4～5月に4測点でアサリの身入り調査を行った。殻長，殻高，殻幅および軟体部重量を測定し，肥満度（（殻長×殻高×殻幅）×100）および丸型係数（（殻幅/殻長）×100）を算出した。</p>	

3 イガいの養殖方法の確立

(1) 着底条件の解明

- ・気仙沼湾に平成28年6月に森漁港及び気仙沼湾試験筏に条件を変えて設置した試験連を、平成29年9月に回収し付着したイガイ類の同定を行い、付着条件の解明を試みた。
- ・初期幼生の成長条件及び着底条件を明らかにするため、平成29年5月から計11回の採卵を行い、幼生飼育を行った。また、幼生の生育不調が見られたことから、8月にマガキの幼生を眼点を確認される成熟幼生まで飼育した。
- ・上記で得られたイガいの眼点幼生を、タイマーと定量ポンプを用いて4時間半で干→満、1時間半の潮止まり、4時間半で満→干、1時間半の潮止まりを1潮として、一日2潮、潮位差20cmで潮間帯を再現した水槽により飼育し、付着状況を観察した。
- ・稚貝等に給餌するために餌料用微細藻類を粗放培養している時に発生する不調の原因究明を行うため、藻類培養試験を実施した。

(2) 養殖試験

- ・平成28年5月より開始した成長試験で、平成29年5月の計測結果により1年間の成長速度を既報と比較し、北部海域での養殖適正を検討した。
- ・人工採苗試験により得られた稚貝を養殖試験に供し、初期の成長を明らかにし、養殖適正を把握する。

<結果の概要>

1 カキの適正養殖量の試算と高水温による斃死を軽減する方法の検討

(1) 適正養殖量の試算

カキの軟体部重量は10月に24.7g(9個体)、12月に14.3g(6個体)、3月には28.3g(10個体)であった。12月に低下しているが、10月までの斃死が多くサンプル数が少なかった影響と考えられる。

水温は1.1~28.9°Cの範囲、クロロフィルa量は2.3~13.4mg/Lの範囲で推移した(図2)。

(2) 高水温による斃死を軽減する方法の検討

4月挟みのカキの生残率は、10月の時点で56%と例年より低い値を示した。8月挟みのカキは期間を通じて90%以上の生残率を示したが、3月でも出荷サイズに至らなかった。本年は水温が平年並みであったことから、水温が斃死の原因とは考えられないが、抑制期間を延長することで斃死は軽減されていた。

2 アサリの効率的な天然採苗方法と稚貝移植方法の検討

(1) 幼生発生状況調査

万石浦では、7月12日~9月27日の期間に100~1,280個体/m³の幼生が出現し、7月26日と8月29日にピークがみられたが、着底期の幼生は確認されなかった(図3)。松島湾では、7月24日に幼生のピークがみられ、St.12とSt.13で50,000個体/m³以上の幼生が出現した(図5,6)。このとき、着底期の幼生も20~40個体/m³確認された。

(2) 稚貝生息状況調査

万石浦では、6月6日に沢田で44~2,398個/m²、梨木畑で89~1,687個/m²、黒島で622~3,286個/m²のアサリが確認された(表1)。松島湾では、6月7日に名籠で89~488個/m²、野々島で44~178個/m²、馬放島で0~1,332個/m²のアサリが確認された(表3)。鳥の海では、6月26日に調査を行ったが、アサリは確認されなかった。

地盤高は表3,4のとおりで、万石浦の3地区については平成26年から継続して測定しているが、極端な変動はなかった。粒度組成は図6のとおり。

(3) 身入り調査

6~7月は肥満度が14.6~20.1、丸型指数が49.8~53.2であった(表6)。

3 イガいの養殖方法の確立

(1) 着底条件の解明

- ・潮間帯及び試験筏(常に水面下)に設置した試験連に付着したイガイ類については、観察されたすべての個体がムラサキイガイであり、在来のイガイは確認されなかった。このことから、本種は垂下した採苗器へ付着する付着形態をとらない種類であると推察された。
- ・人工種苗生産試験では、殻長150μm前後及び200μm前後で斃死した。この斃死については、気仙沼

水産試験場の取水システムの影響が考えられ、原因究明を行い、殻長150 μ m前後で発生していた斃死は改善されたが、200 μ m前後の斃死要因が解明できなかった。同条件で飼育したマガキの幼生でも成長に著しい個体差が生じており、二枚貝類の採苗不調の要因把握が次年度以降の課題である。なお、数百個体の着底稚貝を得たことから、これについては養殖試験に供している。

- ・イガイ幼生を人工潮位差再現システムにおいて飼育し、着底状況を確認したところ、イガイは当初底面に着底し、その後1m程度になった段階で平均水面よりも低く、干潮時に干出するラインよりも上部程度に移動する傾向が見られた。しかし、幼生数を十分確保できず、得られた着底稚貝が10個体程度であったことから、次年度再度試験を行い、付着稚貝の動向について試験を行う。
- ・粗放培養を行うとき、海水の殺菌に用いる次亜塩素酸ナトリウムの中和に用いるチオ硫酸ナトリウムに、微細藻類の増殖抑制効果が見られることが明らかとなった。

(2) 養殖試験

- ・試験に供したイガイは低水温期には成長の停滞が見られたが、それ以外の時期では成長がみられ、1年後の成長量は表1のとおりでありこれは既報とほぼ同様の値を示した。また、生残率についても既報とほぼ同様の値を示したことから、本種は本県北部海域でも養殖が可能であると考えられた。
- ・人工種苗生産で得られた付着稚貝を気仙沼水産試験場の試験筏に垂下しており、平成30年5月に確認する予定。

<主要成果の具体的なデータ>

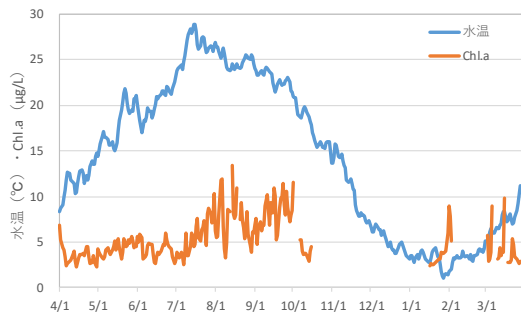


図1 松島湾における水温・クロロフィルa量の推移

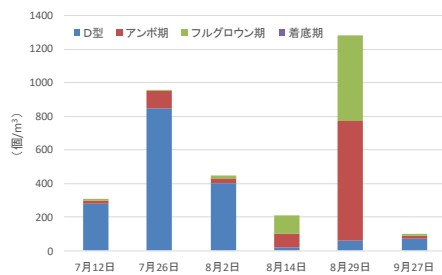


図2 万石浦におけるアサリ浮遊幼生数の推移

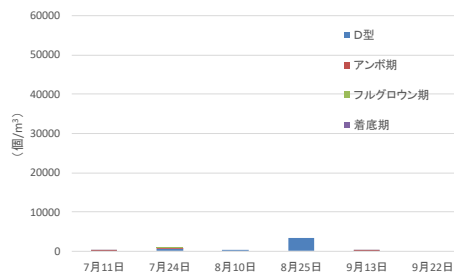


図3 松島湾St.11におけるアサリ浮遊幼生数の推移

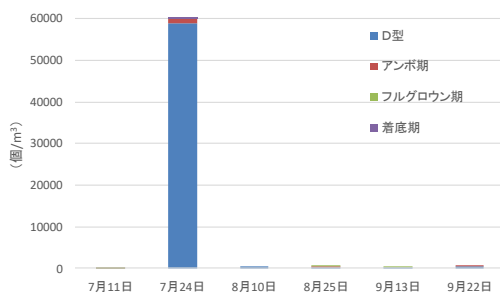


図4 松島湾St.12におけるアサリ浮遊幼生数の推移

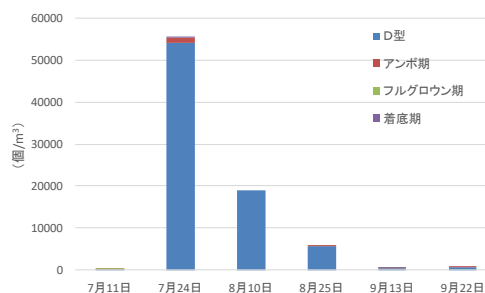


図5 松島湾St.13におけるアサリ浮遊幼生数の推移

表1 万石浦におけるアサリの生息数 (個/m²) と地盤高 (m)

	アサリ密度 (個/m ³)	地盤高 (m)
沢田1	2,398	-0.504
沢田2	710	-0.436
沢田3	488	-0.53
沢田4	1,421	-0.386
沢田5	444	-0.523
沢田6	44	0.706
梨木畑1	577	-0.333
梨木畑2	133	-0.613
梨木畑3	1,687	-0.666
梨木畑4	133	-0.358
梨木畑5	89	-0.219
梨木畑6	622	-0.088
黒島1	622	-
黒島2	1,066	-
黒島3	3,286	-

表2 松島湾におけるアサリの生息数 (個/m²) と地盤高 (m)

	アサリ密度 (個/m ³)	地盤高 (m)
名籠1	178	-0.685
名籠2	488	-0.691
名籠3	89	-0.956
名籠4	488	-
名籠5	89	-
野々島1	178	-0.913
野々島2	89	-0.917
野々島3	44	-0.903
馬放島1	1,332	-0.682
馬放島2	0	-0.421
馬放島3	799	-0.947

表3 鳥の海におけるアサリの生息数 (個/m²) と地盤高 (m)

	アサリ密度 (個/m ³)	地盤高 (m)
鳥の海1	0	0.622
鳥の海2	0	0.011
鳥の海3	0	-0.275

表6 松島湾のアサリの肥満度および丸型指数

	肥満度	丸形指数
4/26名籠	18.4	50.9
4/27内裡島	14.6	49.8
5/29白崎浜	19.2	53.2
5/30代ヶ崎	20.1	51.9



図6 万石浦, 松島湾, 鳥の海の干潟の粒度組成

表7 成長試験結果
既報の値は田邊(2012)による。

試験区	試供貝数 (個)	平均殻高 (mm±SD)		殻高増加 量 (mm)	生残率 (%)	既報の値	
		開始時	終了時			殻高増加 量 (mm)	生残率 (%)
<50mm	5	41.9 ± 4.7	81.0 ± 4.4	39.1	80.0	38.9	88.1
50-70mm	25	59.8 ± 6.0	88.2 ± 6.0	28.4	92.0	31.6	91.4
70-85mm	50	78.5 ± 4.6	101.8 ± 7.5	23.3	86.0	27.3	85.7
85-100mm	50	90.5 ± 4.0	112.6 ± 9.7	22.0	90.0	20.7	92.9
100<	16	104.0 ± 3.8	123.7 ± 4.9	19.7	100.0	16.0	86.4

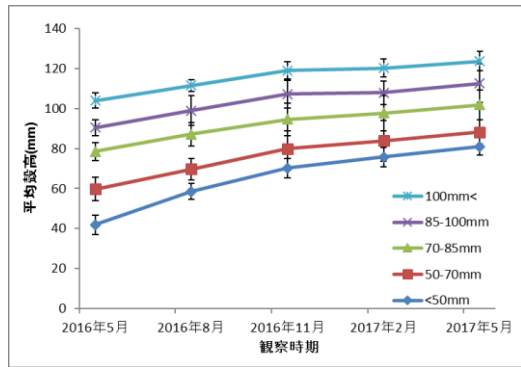


図7 成長試験結果

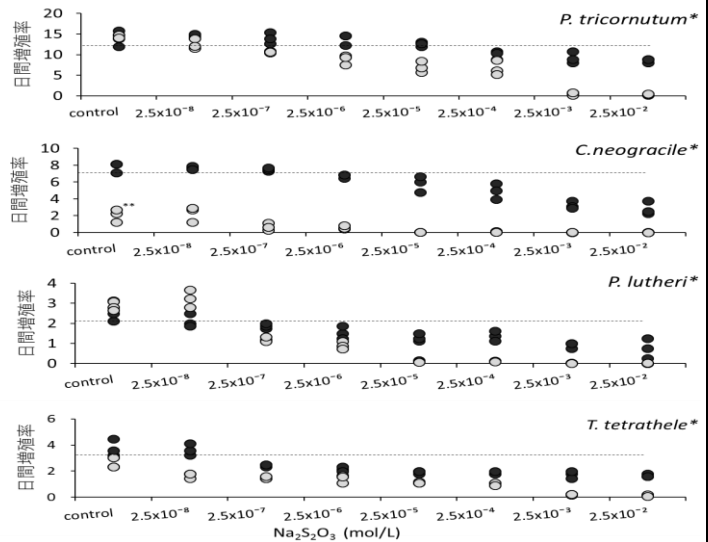


図8 餌料用微細藻類の異なるチオ硫酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 濃度における日間増殖率($n=3$)
● : 滅菌海水区, ○ : 非滅菌海水区

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- 1 カキの適正養殖量の試算と高水温による斃死を軽減する方法の検討
 - ・引き続き、カキの成長とクロロフィルa量の推移を把握する。
 - ・付着物量、湾内の養殖数量を把握する。
- 2 アサリの効率的な天然採苗方法と稚貝移植方法の検討
 - ・引き続き、幼生の発生状況と稚貝の生息状況を把握する。
 - ・効率的な天然採苗方法、稚貝の移植方法を検討する。
- 3 イガイの養殖方法の確立
 - (1) 着底条件の解明
 - ・ $200\mu\text{m}$ 前後で発生する斃死要因を解明し、人工種苗生産技術を確立する。
 - ・再度、付着後の稚貝の動向について検討を行い、着底する場所が潮下帯で、その後潮間帯に移動することを確認する。
 - (2) 養殖試験
 - ・人工採苗試験により得られた稚貝の1歳時における成長を把握し、既存の知見を合わせることで成長式を得る。
 - (3) 養殖方法の確立
 - ・種苗生産及び養殖方法をとりまとめ、マニュアル化を図る。

<結果の発表、活用状況等>

- ・アサリの調査結果について、万石浦漁場整備開発促進協議会研修会で情報提供した他、県漁協松島支所、浦戸支所、七ヶ浜支所、仙南支所で報告した。
- ・「万石浦・松島湾の造成干潟におけるアサリの発生状況について」平成29年度東北ブロック水産業関係研究開発推進会議資源生産部会増養殖分科会、平成29年度宮城県水産技術総合センター試験研究成果発表会
- ・田邊徹(2018) 餌料用微細藻類培養におけるチオ硫酸ナトリウム($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$)の影響について。宮城水産研究報告書, 18 : 1-6.

事業課題の成果要旨

(平成29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～平成31年度
部・担当者名	気仙沼水産試験場地域水産研究部：○押野明夫・田邊徹・庄子充広・澁谷和明 普及指導チーム：中家浩・齋藤憲次郎
協力機関・部及び担当者名	

<目的>

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5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。

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。

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。

<試験研究方法>

1 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ながら、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行う。

2 優良形質をもつワカメの胞子葉（または配偶体）の収集

主に県内の養殖用優良品種とされるワカメの胞子葉（メカブ）を入手し、配偶体を作成する。

3 交配種の高温耐性・低栄養耐性の検査

高温耐性・低栄養耐性が確認された品種と県内優良品種を交配させて幼芽を作り、26℃までの高水温、低栄養条件下での生育状況を観察する。

4 交配種の養殖試験・新品種の特性評価

高温耐性・低栄養耐性が確認された品種の種苗を高水温期に天然漁場に沖出しし、その後の生育状況を観察する。また、交配種作成に用いる地元優良種の形態を測定する。

<結果の概要>

1 既存フリー配偶体の整理・継代培養

概ね4月、7月、10月及び1月の4回、保存中の各ワカメ配偶体の培養液の交換を行い、空調22℃、照度1,000Lux、光周期14L10Dの条件下で培養を継続した。雌雄混合の配偶体については、永年保存と交配に備えるため雌雄の分離作業を行った。

2 優良形質をもつワカメの胞子葉（または配偶体）の収集

平成29年6月～7月に気仙沼市唐桑町（広田湾）、南三陸町歌津（小泉湾）、南三陸町志津川と同戸倉（志津川湾）から計4系統の養殖用優良品種のワカメ胞子葉（メカブ）を10個体程度入手した。また、高水温に耐性を持つワカメの探索のため、県内で夏季に高水温になり易い石巻湾の小淵浜地先及び佐賀県から胞子葉を5個体前後入手した。それぞれの胞子葉について個体ごとに雌雄配偶体を作成し、増殖させながら培養を継続中である。

3 交配種の高温耐性・低栄養耐性の検査

既に高温耐性が確認された日本海起源のA系統とB系統、志津川湾の地元優良種Cの間で交配を行い、幼芽が1～3mmになったものを実験に用いた。各試験区に收容した幼芽は10～15個体である。

実験には窒素源と磷源を殆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。栄養塩濃度段階はPESIを添加しない試験区T（以下、濃度T、2μg/L）、低濃度試験区L（以下、濃度L、14μg/L）、中濃度試験区M（以下、濃度M、25μg/L）および高濃度試験区H

(以下、濃度H, 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。生育状況の評価については、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を付けた。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相対値(=正常率)とした。

地元優良種C σ \times σ は、20 $^{\circ}$ Cと22 $^{\circ}$ Cでは11日目まで濃度Hと濃度Mでは、殆ど異常は認められなかったが、24 $^{\circ}$ C以上では濃度M以下で日数の経過とともに正常率が低下する傾向がみられた(図1)。交配種C σ \times A σ は、濃度Hと濃度Mでは26 $^{\circ}$ Cまで殆ど異常は認められなかった。濃度Tと濃度Mでは、20 $^{\circ}$ Cと22 $^{\circ}$ Cで正常率が低い傾向にあった(図2)。交配種C σ \times B σ は、濃度Mと濃度Hでは水温26 $^{\circ}$ Cまで全て正常であった(図3)。

なお、他の地元優良種と高温耐性が確認された日本海起源のA系統とB系統との交配種の試験については、受精率が低かったり幼芽の生育不良などが生じたため、再度試験の準備を行っているところである。

4 交配種の養殖試験・新品種の特性評価

今年度は同時期の気仙沼湾や志津川湾では養殖海域の水温が22 $^{\circ}$ C以上となることが見込めなかったことから、試験海域を石巻市牡鹿小淵浜地先(石巻湾)とした。9月15日に高温耐性・低栄養耐性が確認されたB系統と対照区として気仙沼湾優良系統(K系統)の種苗を同海域の養殖施設の水深1mに垂下した。10月18日の観察では、B系統は種苗糸サンプル16cmに42個体の生残が確認された。その葉長は1~23mmの範囲にあり、平均葉長は6.3mmであった(図4)。K系統の残存個体は確認されなかった。この期間中の表層水温は21.0~22.4 $^{\circ}$ Cで、B系統は比較的高い水温でも生育可能と推察されたが、生残率を高めるため食害生物防除対策なども今後の課題である。

<主要成果の具体的なデータ>

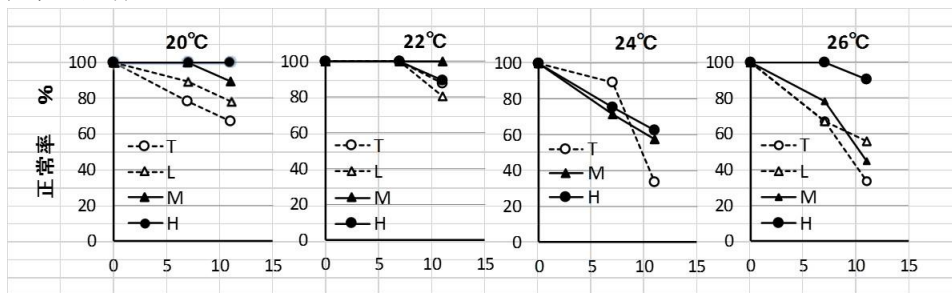


図1 地元優良種C σ \times σ 幼芽の各温度における正常率の推移

横軸：日数, \circ = 試験区T, \triangle = 試験区L, \blacktriangle = 試験区M, \bullet = 試験区H

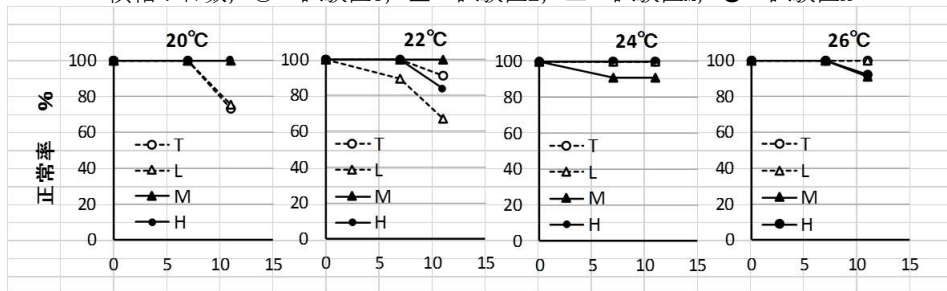


図2 交配種C σ \times A σ 幼芽の各温度における正常率の推移

横軸：日数, \circ = 試験区T, \triangle = 試験区L, \blacktriangle = 試験区M, \bullet = 試験区H

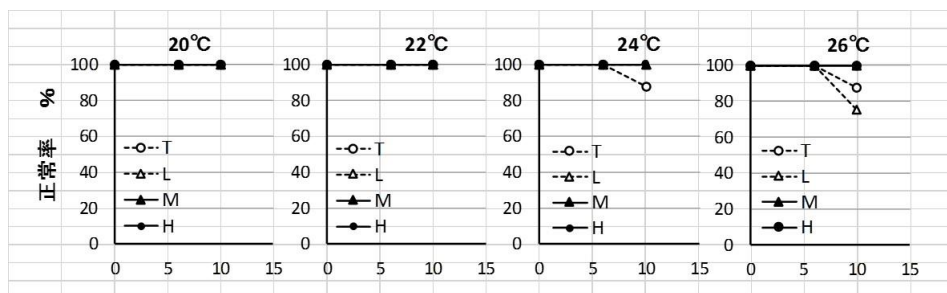


図3 交配種C σ \times B σ 幼芽の各温度における正常率の推移

横軸：日数, \circ = 試験区T, \triangle = 試験区L, \blacktriangle = 試験区M, \bullet = 試験区H

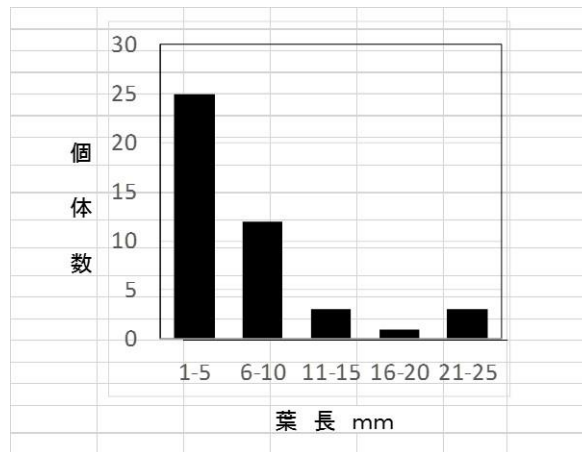


図4 石巻湾で試験養成した高温耐性系統のワカメ幼葉の葉長分布
平成29年9月15日～10月18日

<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種の養殖を行い，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

(平成29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～平成32年度
部・担当者名	環境資源部：和泉祐司・○山崎千登勢 気仙沼水産試験場 地域水産研究部：田邊徹・○澁谷和明
協力機関・部及び担当者名	
<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50回/年，中部海域：塚浜23回/年，北部海域：気仙沼湾は調査点毎に37回/年，唐桑半島東部31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)15回/年，中部海域(塚浜)18回/年，北部海域(岩井崎)13回/年）・（麻痺性貝毒量：南部海域(荻浜)18回/年，中部海域(塚浜)18回/年，北部海域(松岩)17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6回/年，北部海域5回/年） ④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、5月上旬から6月下旬に出現し、6月12日にピーク（60cells/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13.7～19.3℃，31.51～32.39であった。最大出現時の水温は17.3℃，塩分31.78であった。 また，<i>Dinophyssiis acuminata</i> は、4月下旬から5月下旬に出現し、4月24日にピーク（30cells/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9.3～15.9℃，32.55～33.11であった。最大出現時の水温は9.3℃，塩分33.11であった。 荻浜沖定点で<i>D.fortii</i> は5月下旬から7月上旬に出現し、6月12日にピーク（50cells/L）となった。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ14.2～19.2℃，塩分31.72～32.55であった。最大出現時の水温は16.5℃，塩分31.78であった。 また，<i>D.acuminata</i> は、4月中旬から10月上旬に出現し、4月17日にピーク（50cells/L）となった。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ10.6～20.8℃，30.15～33.22であった。最大出現時の水温は10.6℃，塩分32.86であった。 荻浜内湾定点に垂下したムラサキイガイから、7月3日に最高毒量で0.03mgOA当量/kgの下痢性貝毒が検出されたが、規制値（0.16mgOA当量/kg）を超える値は検出されなかった。</p>	

(b) 塚浜

塚浜定点で*D.fortii* は、3月下旬から10月下旬に出現し、6月5日にピーク（740cells/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7.7～19.2℃、31.05～33.67であった。最大出現時の水温は12.8℃、塩分32.91であった。

また、*D.acuminata* は、3月上旬から7月上旬にかけて出現し、6月5日にピーク（280cells/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7.6～19.2℃、30.69～33.76であった。最大出現時の水温は12.8℃、塩分32.91であった。

塚浜定点に垂下したムラサキイガイから、6月13日に0.25mgOA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、7月25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6月下旬にかけて岩井崎定点で多く出現し、6月12日にピーク（40cells/L）となった（図3）。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12.1～18.0℃、31.65～33.16であった。最大出現時の水温は13.8℃、塩分は32.66であった。唐桑半島東部で*D.fortii* の出現は確認されなかった。

また、*D.acuminata* は気仙沼湾で、4月中旬から7月下旬にかけて港町定点で多く出現し、6月12日にピーク（3180cells/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9.5～20.4℃、30.97～33.56の範囲であった。最大出現時の水温は13.6℃、塩分は32.31であった。唐桑半島東部で*D.acuminata* の出現は確認されなかった。

気仙沼湾の岩井崎定点に垂下したムラサキイガイから6月13日に0.46mgOA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2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、2月上旬から9月中旬にかけて出現し、4月24日にピーク（300cells/L）となった（図4）。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ6.2～23.5℃、29.23～33.78であった。最大出現時の水温・塩分は、水温9.3℃、塩分33.11であった。

また、荻浜沖定点で*Alexandrium spp.* は1月下旬から9月中旬にかけて出現し、3月21日にピーク（2,024cells/L）となった（図4）。出現期間における水温・塩分範囲はそれぞれ6.6～22.3℃、27.78～33.67であった。最大出現時の水温は7.7℃、塩分33.49であった。

荻浜内湾定点に垂下したムラサキイガイは、5月1日に2.4MU/gの麻痺性貝毒が検出された。すでに同規制海域内の鳴瀬で平成29年4月11日に12.0MU検出されたことから出荷自主規制措置が執られていたが、鳴瀬で5月16日から規制値以下となり5月31日に解除となった。

(b) 塚浜

塚浜定点で*Alexandrium spp.* は、4月中旬から9月中旬にかけて出現し、4月17・24日、5月8日にピーク（30cells/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9.4～20.0℃、30.69～33.62であった。最大出現時の水温は9.4～9.8℃、塩分30.69～33.62であった。

塚浜定点に垂下したムラサキイガイの麻痺性貝毒は、全て1.9MU/g未満であった。

(c) 気仙沼湾および唐桑半島東部

気仙沼湾で*Alexandrium spp.* は、4月上旬から7月下旬にかけて港町定点で多く出現し、7月10日にピーク（610cells/L）となった（図6）。出現期間における港町定点の水温・塩分範囲はそれぞれ9.1～20.4℃、22.34～33.61であった。最大出現時の水温は20.4℃、塩分は30.97であった。唐桑半島東部では5月29日に大沢定点で確認された10cells/Lが最大であった（図6）。

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17日に10.0MU/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、6月6日に解除となった。

2. シスト

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100個体/cm³確認された後、5～7cm層にピーク（およそ400個体/cm³）が見られ、10cm以深では0～30個体/cm³とほとんど確認されなかった（図7）。

昨年度の調査結果と比較すると表層付近のシスト密度、10cm以深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、ピークの位置が2~3cm程度低下した。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1.8cmであると推定されていることから、堆積によりシストのピークが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>

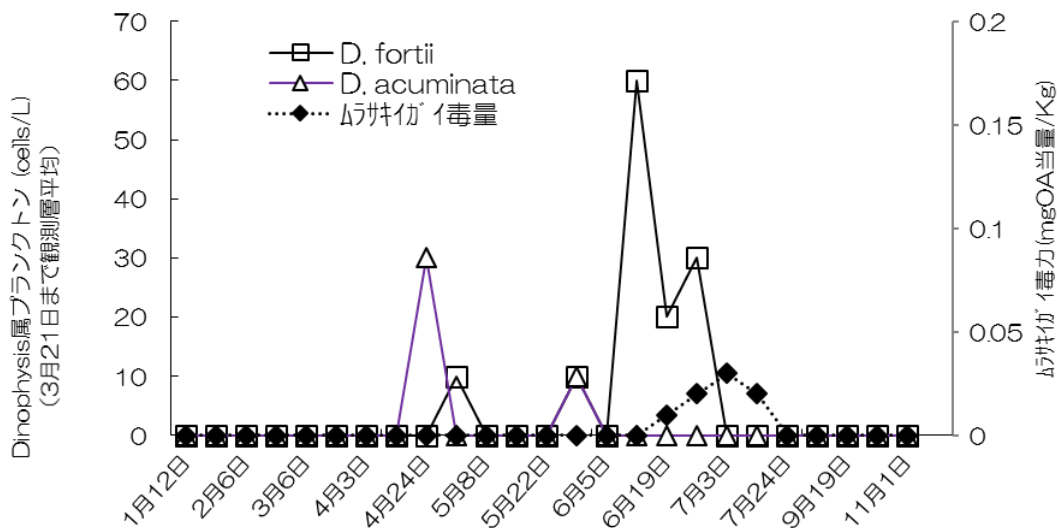


図1 荻浜内湾定点における下痢性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

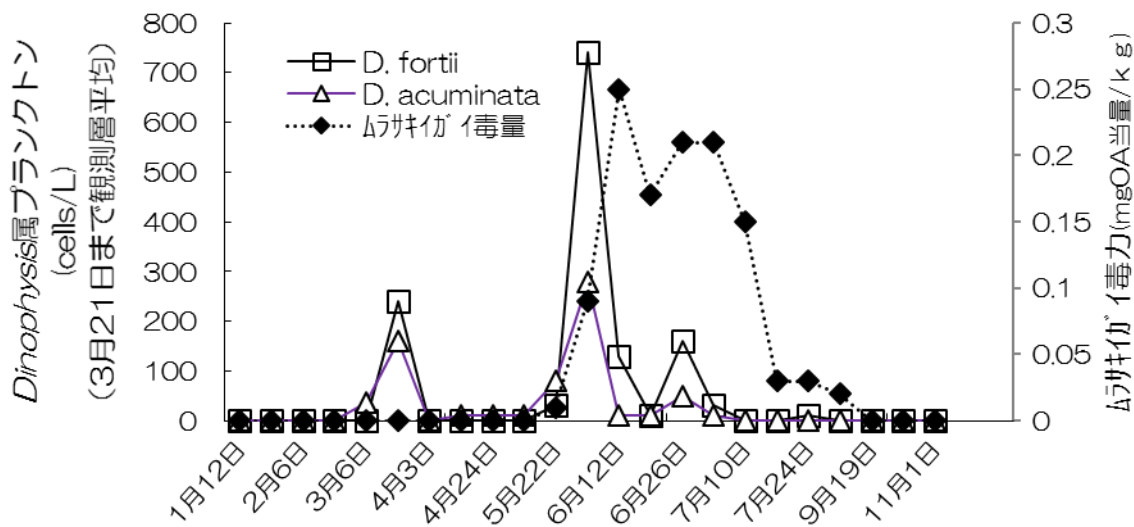


図2 塚浜定点における下痢性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

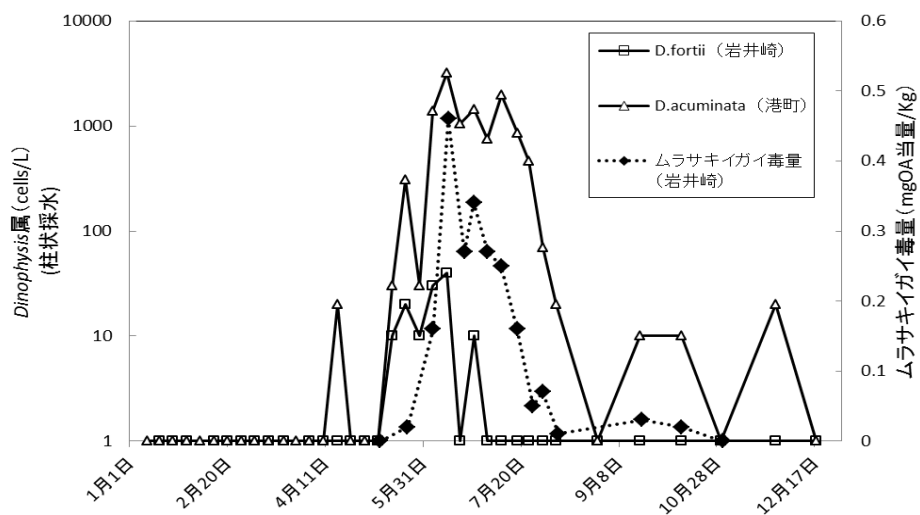


図3 気仙沼湾における下痢性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移
 (※左軸プランクトン密度は対数軸)

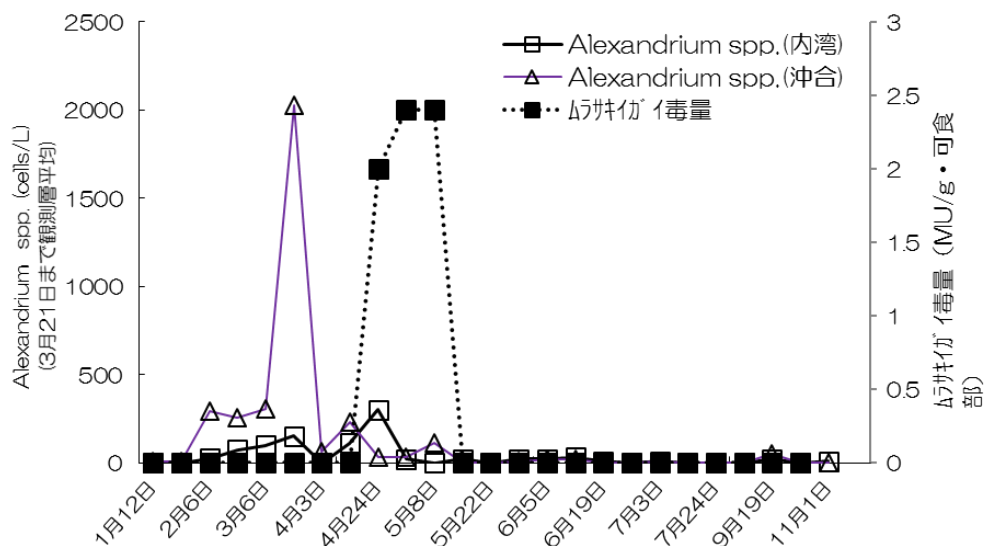


図4 荻浜定点における麻痺性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

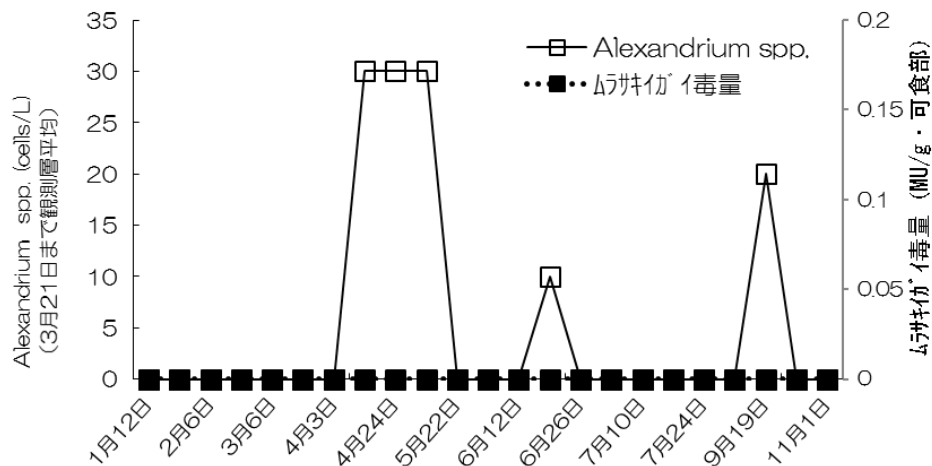


図5 塚浜定点における麻痺性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

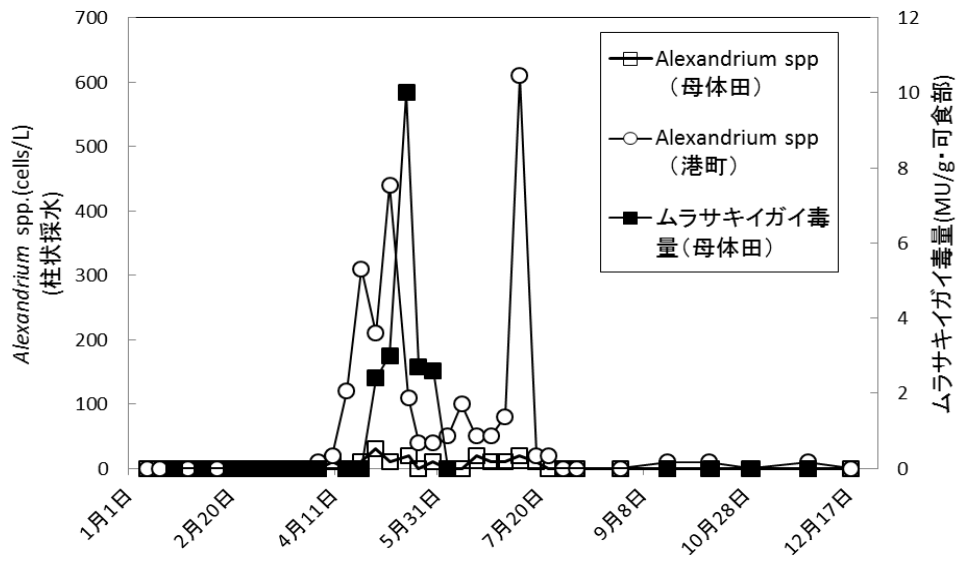


図 6 気仙沼湾における麻痺性貝毒原因プランクトンと毒化状況の推移

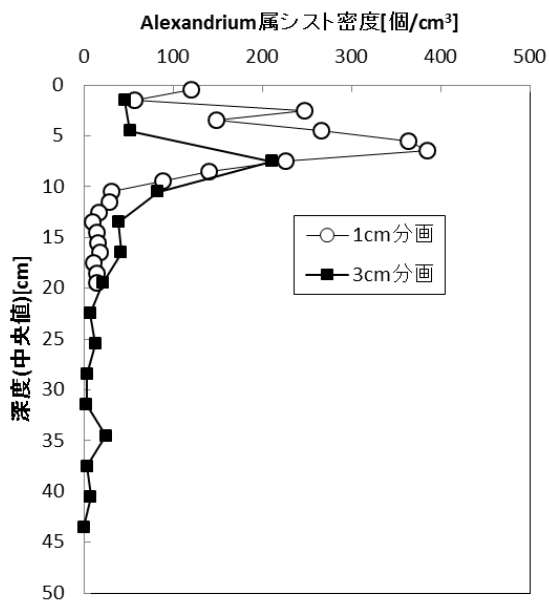


図 7 気仙沼湾湾奥部における *Alexandrium* 属シスト密度の柱状分布

表1 麻痺性貝毒による出荷自主規制状況（平成29年1月1日より平成29年12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（鳴瀬）	ムラサキイガイ	12.0	H29.4.11	H29.5.30
北部海域（気仙沼）	アカザラガイ	6.9	H29.5.2	H29.7.11
北部海域（松岩）	ムラサキイガイ	10.0	H29.5.17	H29.6.6
北部海域（気仙沼）	ホタテガイ	5.4	H29.5.23	H29.6.13
北部海域（気仙沼）	アカザラガイ	7.7	H29.7.19	H29.8.9

表2 下痢性貝毒による出荷自主規制状況（平成29年1月1日より平成29年12月31日現在）

海域	対象種	規制開始時の毒量 (mgOA当量/kg・可食部)	出荷規制期間	
			規制開始	規制解除
北部海域（女川湾・牡鹿半島東部）	ホタテガイ	0.20	H29.6.6	H29.7.11
中部海域（追波湾）	ホタテガイ	1.10	H29.6.13	H29.7.11
北部海域（岩井崎）	ムラサキイガイ	0.46	H29.6.13	H29.8.2
中部海域（塚浜）	ムラサキイガイ	0.25	H29.6.13	H29.7.25
中部海域（雄勝湾）	ホタテガイ	0.23	H29.7.4	H29.7.25

<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>

1.速報配信実績

「貝毒原因プランクトン出現状況」：環境資源部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」：地域水産研究部37報

2.研究分野への活用状況

平成29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

研究発表等

- 1) 山崎千登勢・和泉祐司、仙台湾における麻痺性貝毒原因プランクトン（PSP）と二枚貝に蓄積された毒量の関係、平成29年度東北ブロック水産業関係研究開発推進会議・資源生産部会・貝毒研究分科会（赤潮・貝毒部会）

事業課題の成果要旨

(平成29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～
部・担当者名	環境資源部：和泉祐司，山崎千登勢
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29年4月21日，7月11日，10月11日，平成30年1月12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。平成28年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：平成29年7月5日～7月19日及び平成30年1月12日～1月26日に定点（St.1）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5月18日と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。 (6) 養殖生物調査：5，6月にマボヤ，2月にマガキの生育調査を実施し，これらの結果をとりまとめた。 <p>(1)，(2)については，平成28年度第4四半期，平成29年度第1～3四半期分を，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公表された。また，平成28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28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，印刷し，関係機関に送付した。</p>	

<主要成果の具体的なデータ>

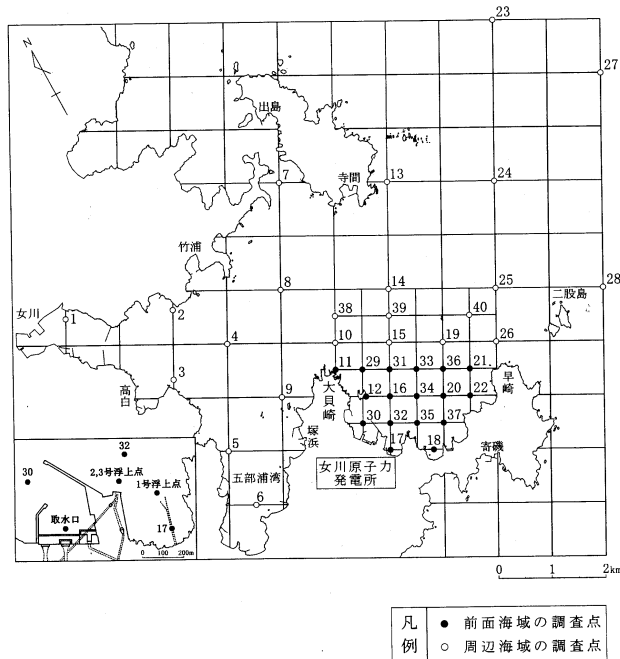


図1 水温塩分調査地点

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 29 年 4 月 21 日	7 月 11 日	10 月 11 日	平成 30 年 1 月 12 日
海域区分				
周辺海域	8.2～9.6℃	14.0～25.4℃	18.1～18.8℃	8.5～11.2℃
前面海域	8.3～9.2℃	14.1～23.4℃	18.3～18.6℃	9.8～10.7℃
1号機浮上点	8.4～9.2℃	15.5～23.1℃	18.4～18.5℃	10.2～ 10.4℃
2・3号機浮上点	8.8～9.1℃	15.2～22.8℃	18.4～18.5℃	10.0～ 10.4℃
取水口	9.1～9.1℃	15.1～22.2℃	18.4～18.6℃	9.8～ 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 11 年 2 月一部改正）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、毎年度四半期毎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。
- ・平成 29 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 28 年度第 4 四半期～平成 29 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 28 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」（137号～140 号）に掲載

事業課題の成果要旨

(平成29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～32年度
部・担当者名	養殖生産部：太田裕達，伊藤博，○本庄美穂，菊田拓実 普及指導チーム：富川なす美，柴久喜光郎 気仙沼水産試験場：○田邊徹，庄子充広
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：本田亮 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、今年度より、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の実施

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) 着地検査の実施

県内養魚場3カ所に導入されたギンザケ輸入卵について、平成30年1月から3ヶ月間、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が分離された場合は、薬剤感受性試験を実施し、薬剤耐性菌の調査を行った。

(2) マボヤ被囊軟化症調査

①定期調査

対策指針に基づき、水温上昇期の6～7月及び低水温期の2～3月の年2回、定点（9海域合計21地点）で調査を実施した。任意に抽出した筏（3～5台/地点）において、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。

②2年子における秋季調査

前年度2～3月の調査で、3年子の生残が極めて不良であった北部海域1漁場について、2年子の秋季に同疾病による斃死の可能性が疑われたことから、この漁場で10月に調査を行った。

③水深別調査

モニタリング調査で発症が確認された中部海域1漁場（筏1台、3本のロープ）で、水深別に上部、中部、下部2株ずつを対象に被囊軟化症調査を行った。最上部の水深は5m、最下部の水深は12mであった。

(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、4～5月および10月の2回、マゴイ（または錦鯉）各30尾を対象に、遺伝子検査（PCR）によりKHVの有無を検査した。また、11月にため池でマゴイの死亡が1件確認され、KHV検査を行った。

(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の指導

ビブリオ病ワクチンの使用指導書を8件発行し、適正使用の指導を実施した。水産用抗菌剤については、平成30年1月より購入にあたって指導機関が発行する使用指導書が必要となったことから、周知に努めるとともに、使用指導書を2件発行した。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) 着地検査の実施

1月に現場調査を実施し、その後は月1回聞き取りを実施し、3カ所とも対象動物の健康状態等に問題は発生しなかった。

2 疾病の発生予防・蔓延防止

(1) 魚病診断・薬剤感受性試験

魚病診断は内水面を21件、海面を12件実施した(表1)。魚種別では、ギンザケが11件(海面及び内水面合算)、マボヤが8件と多かった。次いでイワナが4件、シロサケ、ヤマメ及びヒラメが各2件であった。疾病別では、マボヤの被囊軟化症(定期調査)が8件と最も多く、次いでギンザケのEIBS(合併症を含む)が7件であった。

薬剤感受性試験は、せつそう病菌及びビブリオ病菌の一部の菌株で++(効きにくい)結果であった(表2)。

(2) マボヤの被囊軟化症調査

①定期調査

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、確定診断の結果、4海域で発症を確認した。全体では軟化個体の割合は0.26%で前年同時期の0.71%より減少した。また2～3月調査では、既発生海域1海域で軟化個体が確認され、確定診断の結果、発症を確認した。軟化個体の割合は0.17%で、前年同時期の0.05%に比べるとやや増加した。軟化個体の割合や前年度発症が確認された漁場で発症が確認されなかった漁場もあることから、昨年度よりも蔓延傾向にないと推察された。これは、昨年度より早い時期からの東京電力の補償による水揚げや台風被害等により漁場でのホヤの絶対数が少ない傾向にあったこと、平成29年度は春季～初夏にかけて低水温で推移したことが要因として推察された。

②2年子における秋季調査

斃死個体の近傍のマボヤやエボヤから被囊軟化症の原因虫体遺伝子が検出された。このことから条件によっては2年子の秋に本疾病による斃死が発生しうる可能性が示唆された。

③水深別調査

触診による軟化個体は、各ロープで上部1～3個体、中部0～1個体、下部0～1個体確認され、遺伝子検査では上部1個体のみが陽性であった。全体的に軟化個体が少なかったため、水深によって発症に差がでるか把握できなかった。

(3) KHV 病対策

養鯉場における保菌検査及びため池での死亡魚の検査とも、全てKHV検査の結果は陰性であった。

(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、2件とも全て陰性であった。

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・水産用抗菌剤の使用指導書の発行に係る新たな仕組みについては導入されたばかりであり、引き続き、周知に努める。

- ・保菌検査や養魚場等より依頼される魚病診断を迅速に実施し、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、昨年度と比較して、被害の拡大・蔓延はみられなかったものの発症は確認されており、蔓延防止策を検討する。

<主要成果の具体的なデータ>

表1：魚病診断件数

魚病名	月別													合計	魚病内訳					
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	ニジマス		イワナ	ギンザケ	シロサケ	ヤマメ	その他	
IHN					1								1	2					2	
EIBS			1	4	1								6				6			
水カビ病	1											1	2				2			
細菌性腫瘍				1									1		1					
アミルウーティニウム症					1								1						1	
せつそう病+冷水病			1										1		1					
EIBS+冷水病			1										1				1			
カラムナリス病+冷水病				1									1				1			
IHN+カラムナリス病				1									1	1						
ビブリオ病+水カビ病												1	1		1					
不明		1							1	1			4				1	1		
その他												1	1						2	
合計	1	1	3	7	3	0	0	1	1	0	0	4	21	1	4	9	2	2	3	

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		ヒラメ	マボヤ	
被囊軟化症			3	1	3							1	8			8	
シュドモナス病					1								1		1		
シュドモナス病+アクアレオウィルスヒラメ1型				1									1		1		
ビブリオ病+せつそう病								1					1	1			
ビブリオ病+BKD								1					1	1			
合計	0	0	3	2	4	0	0	2	0	0	1	0	12	2	2	8	

表2：薬剤感受性試験

病原菌	SMMX(ダイメトン他)				OTC(テラマイシン酸他)				OA(パラザン他)				FF(アクアフェン他)			
	-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++
せつそう病菌	0	0	1	5	0	0	0	6	0	0	3	3	0	0	0	6
ビブリオ病	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	2	4

-:効かない、+:ほとんど効かない、++:効みにくい、+++ :よく効く

<結果の発表、活用状況等>

- ・魚病診断結果に基づいた、治療方法、防疫対策等の指導を実施した。
- ・魚病発生状況等については、宮城県魚類防疫会議（平成30年3月）等で養殖業者へ情報提供を行った。

事業課題の成果要旨

(平成29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	養殖ギンザケの重要疾病に対する防除対策
予算区分	受託
研究期間	平成25年度～平成29年度
部・担当者名	養殖生産部：太田裕達・○本庄美穂・菊田拓実 内水面水産試験場：熊谷明・本田亮
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

<目的>

ギンザケは宮城県において、生産金額が最大の養殖対象魚種であり、60億円の市場規模を持つが、ビブリオ病と赤血球封入体症候群（EIBS：アイブス）による魚病被害が発生しており、本事業ではその対策に取り組む。

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」（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」の1課題として、(国研)水産研究・教育機構 増養殖研究所と共同で実施する。

<試験研究方法>

EIBS感染履歴検査法の開発（実証試験）

内水面養魚場14経営体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月下旬から10月下旬に1回ずつ血液を採取した。なお、養魚場1経営体については、1ヶ月後に再度血液を採取した。採取した血液は増養殖研究所で、血清中のEIBSウイルス抗体価をELISA法で測定し、陽性を判定した。陽性判定ラインは、未感染魚34尾のデータを基に算出したものである（平均値+3×標準偏差）。その後、海面養殖でEIBSが発症したかどうか聞き取り調査を行った。

<結果の概要>

EIBS感染履歴検査法の開発（実証試験）

陽性魚が検出された経営体では、20尾中2尾～20尾(10～100%)が陽性で、陽性の抗体価平均値は5.6～126.9であった。2回検査を行った養魚場1経営体では、1回目は20尾中2尾が陽性と低い割合だったが、2回目は14尾中12尾が陽性であった。河川水を使用している養魚場では、夏季の高水温により十分な抗体が産生される前にEIBSが収束し、その後飼育水温の低下とともに疾病が再発し、抗体陽性魚の割合が増加した可能性が示唆された。

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・EIBS感染履歴検査については、次年度から本格的に運用することとし、普及に努める。
- ・ビブリオ病対策については、平成28年度までの成果で、市販ビブリオ病ワクチンを5月に約5gサイズで用法用量どおりに使用することで翌年の海面出荷終了の7月まで効果が持続することが示唆された。平成29年に一部の養魚場でその方法でワクチンを使用したギンザケについて、今後、海面での追跡調査を行い、市販ビブリオ病ワクチンの活用によりビブリオ病対策が可能か検証する。

<結果の発表，活用状況等>

- ・本庄美穂 「ギンザケのビブリオ病と EIBS の防除対策」
(東北北海道魚類防疫地域合同検討会 平成 29 年 11 月 16 日)
- ・本庄美穂 「ギンザケのビブリオ病と EIBS の防除対策」
(伊達のぎん内水面生産者会議 平成 30 年 3 月 7 日)
- ・本庄美穂「魚病に関する最新情報について」
(宮城県魚類防疫推進会議 平成 30 年 3 月 15 日)
- ・先端技術導入マニュアル【ギンザケ養殖編】を作成し，関係者に配布。
ほか，事業の報告会等で発表した。また，養魚場巡回や現場指導等で業者に周知した。

事業課題の成果要旨

(平成29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	宮城県の海域特性を活かしたマガキ養殖技術の開発と実証
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「貝類養殖業の安定化，省コスト・効率化のための実証研究」）
研究期間	平成 25 年度～29 年度
部・担当者名	養殖生産部：太田裕達・伊藤博・本庄美穂・菊田拓実 普及指導チーム：富川なす美・柴久喜光郎 気仙沼水産試験場地域水産研究部：雁部総明・押野明夫・田邊徹・庄子充広・澁谷和明 同 普及指導チーム：中家浩・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 沿岸漁業資源研究センター長 神山孝史
<p><目的></p> <ul style="list-style-type: none"> ・本県のカキ養殖業は、40 億円以上の市場規模を持ち、地域の重要な基幹産業となってきた。また、カキ種苗においては、本県は全国への供給地域として大きな役割を果たしてきた。本県のカキ養殖業への壊滅的な被害を与えた平成 23 年の東日本大震災からの復興は始まっているものの、平成 24 年のカキ生産量は、震災前の十数パーセントに過ぎず、全国流通量に占めるシェアはいまだ回復が見込めない状況にある。 ・生産量の回復の遅れには、養殖施設の復旧の遅れ以外に主産地の人口流出などの問題も絡んでおり、従来の生産手法では回復が難しい状況にある。 ・失われた宮城県産カキの市場競争力を取り戻すためには、新たな手法を取り入れながら地域特性を生かした方法で高品質のカキを効率的、安定的に生産し、それをアピールしていくことが重要である。 ・そこで、本県の潤沢な天然種苗を一粒カキ種苗（シングルシード）として活用し、一粒カキのカゴ垂下方式による養殖方法を開発する。また、未産卵カキを出荷することによる養殖期間の短縮により、コスト削減と高品質化を図る。 ・輸入シングルシード採苗器については、採苗効率の悪さや入手し難さの問題は将来の漁業者への技術普及の障害となるため、入手しやすくより採苗に効果的な国産プラスチック製採苗器を開発する必要がある。本課題では、従来型よりも採苗効率の高い材質や形状を有するプラスチック付着器を開発し、一粒カキ用種苗の安定的供給体制の確立のための基盤を作ることを目的とする。 <p><試験研究方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・宮城県漁業協同組合関係支所の協力を得ながら、マガキの大型幼生の出現期に松島湾，石巻湾，志津川湾でプラスチック製採苗器を投入し、天然一粒カキ種苗（天然シングルシード）を採取する。 ・採苗したカキ種苗を効率的に剥離し、選別する技術を検討する。 ・自家採苗や種苗産地との連携を推進し、養殖技術の実証と産業の育成を図る。また、県内各地への普及を図りつつ、各海域個別の普及課題を抽出していく（図 1）。 ・昨年から生産してきた未産卵一粒カキのマスコミ向け試食会や展示会に出展し、知名度アップと販路拡大を進める。 	

<結果の概要>

- ・昨年度、プラスチック製採苗器及びホタテガイ選別機の応用により良質の天然シングルシードの大量確保に成功した「あまころ牡蠣」は10万個以上生産され、量産体制が構築された。
- ・カキ種苗収集機を使用せず、シート上で天然シングルシードを手で払い落とす生産工程の改良を行うことにより、初期技術導入コストの削減が可能となった(図2)。
- ・船上や現場海岸で使用できる海水仕様の高圧洗浄機の導入を行い、カゴの洗浄や採苗器の洗浄作業の効率化を実現した(図3)。
- ・5月に東京都及び宮城県仙台市のオイスターバーでメディア向けの試食会に出展し、試験成果品である志津川湾産天然シングルシード未産卵0歳カキ「あまころ牡蠣」の知名度向上を図った(図4)。それによって、「あまころ牡蠣」が多くのメディアで取り上げられ、知名度が上昇した。あわせて、宮城県漁協志津川支所及び試験生産者グループが実施した「あまころ牡蠣」の首都圏オイスターバー出荷を支援した(図5)。
- ・出荷先が限られていた「あまころ牡蠣」はオイスターバー以外にも新たな出荷先として地元南三陸町の「さんさん商店街」でも販売され、地産地消も始まった(図6)。
- ・宮城県漁協唐桑支所及び試験生産者により、松島湾産天然シングルシードを用いて生産された未産卵0歳一粒カキは、昨年に引き続き今年度も「もまれっ娘牡蠣 VO」として東京市場に出荷された。

<主要成果の具体的なデータ>

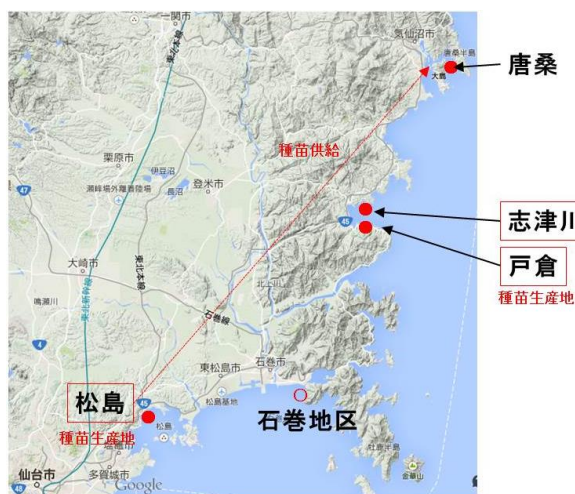


図1 平成28年度実証海域

地名 種苗産地

● 主要養殖実証海域

○ 試験(普及)海域



図2 カキ収集機を使用しない生産工程の改良



図3 高圧洗浄機の導入



図4 「あまころ牡蠣」を試食会に出展、生産者によるPR
(平成29年5月23日：東京都内のオイスターバー)



図5 首都圏オイスターバーに陳列された「あまころ牡蠣」



図6 南三陸町商店街での販売

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

次年度以降も生産、販売が継続するよう技術的支援を行うとともに、販売促進、販路拡大への活動支援を行う。

<結果の発表、活用状況等>

- ・東京都（平成29年5月23日）及び仙台市（平成29年5月24日）のオイスターバーで「あまころ牡蠣・あたまっこカキ」試食会で、天然種苗由来未産卵一粒カキ「あまころ牡蠣」のPR及び試食提供。首都圏のTV放送2媒体、宮城県のTV放送2媒体、新聞11媒体、Web配信94媒体で記事掲載。
- ・水産技術総合センター「種がき通報」（調査の一部を当事業で実施、小型幼生の計数に蛍光抗体法を活用）13報発行（平成29年7月11日～8月29日）。
- ・気仙沼水産試験場「種がき（マガキ幼生）通報」6報発行（平成29年8月3日～9月5日）。
- ・第19回ジャパン・インターナショナル・シーフードショー「あまころ牡蠣」出展・解説（平成29年8月23～25日）。
- ・（有）湊文社月刊アクアネットに成果関連記事掲載（「あまころ牡蠣」と「あたまっこカキ」宮城で生まれた新たなブランドカキ、その養殖の現状と展望）（平成29年7月）。

- ・漁業者向け成果報告会「浜と水試の情報交換会」（平成 29 年 9 月 7 日）において、「あまころ牡蠣生産の取組について」のタイトルで成果発表。
- ・アグリビジネス創出フェア 2018（平成 29 年 10 月 4 日～6 日）に「あまころ牡蠣」出展・解説。
- ・みやぎまるごとフェスティバル 2017（平成 29 年 10 月 14 日～15 日）で「あまころ牡蠣」の展示・解説。
- ・第 15 回シーフードショー大阪（平成 30 年 2 月 21 日～22 日）に「あまころ牡蠣」出展・解説。

事業課題の成果要旨

(平成29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	高成長ギンザケ系統作出とその評価（食料生産地域再生のための先端技術展開事業）
予算区分	受託
研究期間	平成25年度～29年度
部・担当者名	内水面水産試験場 ○本田亮，松崎圭祐，野知里優希
協力機関・部及び担当者名	国立研究開発法人水産研究・教育機構北海道区水産研究所 黒川忠英 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> 養殖用ギンザケ卵は1995年以降、防疫上、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卵を生産しているが、遺伝的近交が懸念されている。内水面水産試験場で保持しているギンザケ系統では、これまでに2世代の選抜を行ってきた（高成長系第2世代）。そこで、近交リスクを回避しつつさらなる選抜を行い、高成長系第3世代を作出する。併せて、遺伝的多様度を維持するための高成長連鎖DNAマーカーを探索するとともに、雄の一部は成熟して海面養殖用種苗として適さないため、全雌化を行い、高成長系第3世代全雌種苗の供給体制を確立する。</p> <p><試験研究方法> 1) 高成長系第3世代の全雌種苗の作出と系統保存 平成25年度に作出した（平成25年級）高成長系第3世代の採卵を行った。得られた発眼卵の一部を、県内ギンザケ種苗生産者に配布した。 平成27年級高成長系に雄性ホルモン処理を行った群から187個体の遺伝的性を調べ、遺伝的雌（偽雄）を選び出して飼育し、成熟状況を確認した。 2) ゲノムセレクションによる高成長系の遺伝的多様度の回復 ゲノムセレクションの考え方により平成28年級無選抜系の中からゲノム育種価の高い個体を選抜し、高成長系と交配した群（高成長GS系）を、高成長系および無選抜系と混合して平成29年6月6日から平成30年2月26日まで飼育試験を行った。 ※ 遺伝解析については東京大学が担当した。 3) 高成長系第3世代の海面飼育試験 女川湾御前浜にある海面小型生け簀において、平成27年級高成長系および無選抜系を平成28年12月16日から平成29年7月19日まで混合飼育し、成長比較を行った。</p> <p><結果の概要> 1) 高成長系第3世代の全雌種苗の作出と系統保存 高成長系第3世代および無選抜系について採卵した。成長遅延により成熟を1年遅らせた高成長系は47.7～66.6%と低い発眼率となったが、無選抜系は85%以上の発眼率となった（表1）。 また、高成長系の発眼卵5万粒を県内のギンザケ種苗生産者に配布した。 平成27年級高成長系偽雄77尾を飼育したが、成熟した個体は無かった。また、昨年成熟しなかった平成25年級高成長系偽雄163個体も成熟せず、全雌種苗は作出できなかった。 2) ゲノムセレクションによる高成長系の遺伝的多様度の回復 高成長系と高成長GS系について、平均体重・尾叉長とも有意な差はなく、両集団は無選抜系よりも、それぞれ体重で10.7g，14.9g，尾叉長で10.7mm，14.5mm有意に大きかった（図1）。 また、アレルリッチネス解析の結果、高成長GS系において遺伝的多様度の増大が確認できた（高成長GS系：82.8，無選抜系：74.1，高成長系：67.4） また、高成長系第3世代の遺伝的近交度を下げるため、遺伝解析により無選抜系から体重上位10%の個体から親魚を選び出し、高成長系と交配させて採卵を行った（表1）。 3) 高成長系第3世代の海面飼育試験 海面飼育試験の結果、高成長系が無選抜系に比べて平均尾叉長で13%有意に上回った（図2）。</p>	

<主要成果の具体的なデータ>

表1.平成29年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)	発眼率 (%)
H29年10月31日	H25高成長	51	25	433	64.1
H29年11月7日	H25高成長	31	20	125	66.1
H29年11月10日	H25高成長	33	50	184	47.7
H29年11月13日	H25高成長	29	31	117	52.6
H29年11月16日	H25高成長	15	2	70	66.6
H29年11月7日	H26無選抜	14	6	97	88.9
H29年11月8日	H26無選抜	26	30	156	90.3
H29年11月10日	H26無選抜	35	31	220	91.7
H29年11月13日	H26無選抜	38	22	258	85.3
H29年11月10日	H25高成長♀×H26無選抜♂	33	4	78	46.5
H29年11月13日	H25高成長♀×H26無選抜♂	29	4	33	51.3
H29年11月8日	H25高成長♂×H26無選抜♀	6	6	28	83.3
H29年11月10日	H25高成長♂×H26無選抜♀	4	50	29	83.0
H29年11月13日	H25高成長♂×H26無選抜♀	2	15	13	64.8

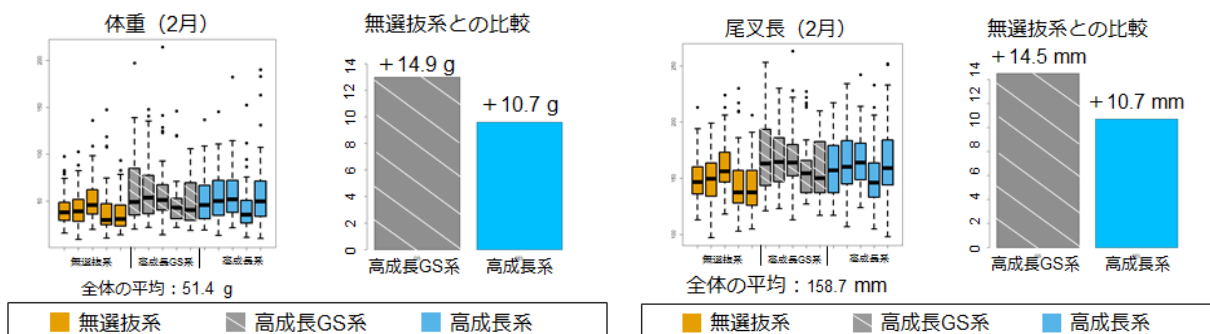


図1. GSによる交配評価のための混合飼育試験結果 (2月魚体測定結果)

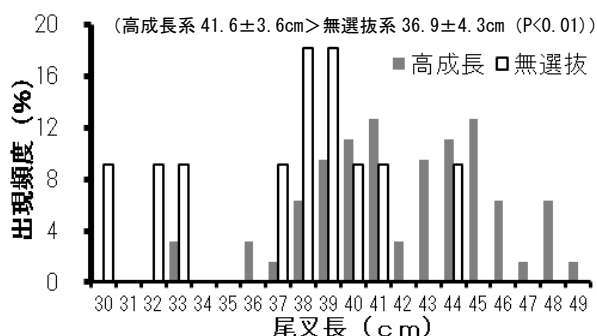


図2. 海面小型生け簀による飼育試験結果

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

1) 高成長系第3世代の継続飼育と全雌種苗の作出

高成長系, 高成長系偽雄, 無選抜系の飼育を継続し, 今回, 成熟しなかった平成27年級高成長系偽雄を高成長系と交配させて全雌種苗を作出する。得られた高成長系発眼卵をギンザケ種苗生産者に配布し, 内水面および海面での飼育状況を追跡調査し, 高成長性を評価するとともに, 民間養魚場での自家採卵による高成長系の普及を図る。

2) 高成長系の遺伝的多様度の回復

ゲノムセレクションにより得られた高成長GS系を, 遺伝的多様度を回復させた高成長系として飼育を継続し, 内水面のギンザケ種苗生産者に発眼卵を配布し, 普及を図る。

無選抜系上位形質群と高成長系と交配させた群について, 高成長系および無選抜系と成長比較試験を行い, 高成長形質を維持したまま遺伝的多様度回復を目的とした交配手法の検証を行う。

<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」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」の1課題として実施した。

試験結果は, 宮城県漁業協同組合およびギンザケ種苗生産者15業者に養魚場巡回時に報告した。

・「ギンザケの体サイズ形質に関するゲノミックセレクション-III-遺伝的多様性・高成長性に関する後代比較試験」○小林純也・細谷将・菊池潔(東大水実)・永島宏・小野寺淳一・杉本晃一・佐藤好・松崎圭佑・熊谷明・上田賢一・野知里優希・本田亮(宮城県水試)・永野惇(龍谷大学)・黒川忠英(水産機構北水研) 平成29年度日本水産学会春季大会発表(2018.3.26-30). 東京。

事業課題の成果要旨

(平成29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	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～平成31年度
部・担当者名	普及指導チーム：富川なす美
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

<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率、生残率を把握する。

<試験研究方法>

南三陸町および女川町における1年目の実証試験を開始する。4月は通常の飼料を用いるが死亡個体数等の記録、水温の測定を実施した。

南三陸町では5月中旬、女川町では6月中旬に1-1で開発した米中心飼料(米20%)に切り替えたが、約1ヶ月で米中心飼料が無くなったため、通常飼料に戻した。

米中心飼料の給餌が終了するまで各生簀(コントロールを含む)から定期的にサンプリングを行い、体長・体重の測定を実施した。

原則としてサンプリングは、水揚げした中から無差別に15尾とした。

<結果の概要>

各生け簀の漁期を通じた飼育成績を表1に、水揚げ時毎の平均目廻りを図1, 2に示した。

各試験区と対照区を比較すると、生残率や増肉係数に大差はなく、米中心飼料の給餌による影響は少なかった。

米中心飼料の給餌開始直前と給餌終了直前の測定結果を表2、図3, 4に示した。

女川においては、給餌開始直前の平均体重は試験区が2,169g、対照区が2,278gで対照区の方が大きかったが、給餌終了直前では、試験区が3,087g、対照区が3,073gであった。

期間中の増重量に対する給餌開始時との体重の比((終了時の平均体重-開始時の平均体重/開始時の平均体重))では、試験区が0.42、対照区が0.35で試験区の成長率が良い結果となった。

表1 試験生け簀の飼育実

項目	女川		南三陸町			
	試験区	対照区	試験区①	対照区①	試験区②	対照区②
収容尾数	38,178	33,400	35,927	37,600	29,762	29,249
収容重量(kg)	6,400	6,000	5,000	5,000	5,000	5,000
稚魚重量(g)	168	180	139	133	168	171
斃死尾数※	4,928	3,342	1,542	2,659	5,868	6,098
生残率※	87.1%	90.0%	95.7%	92.9%	80.3%	79.2%
水揚げ尾数※	33,250	30,058	34,385	34,941	23,894	23,151
水揚げ重量(kg)※	60,818	70,901	80,803	82,636	57,057	58,919
平均目廻り※	1.829	2.359	2.350	2.365	2.388	2.545
給餌量	74,700	87,110	93,420	100,260	83,100	89,180
増肉係数※	1.37	1.34	1.23	1.29	1.60	1.65

※女川町については、推定値(複数の生け簀を混合して水揚げしているため)

南三陸町においては、試験区①で給餌開始直前の平均体重は試験区が1,636g、対照区が1,537gで試験区、給餌終了直前では、試験区2,313g、対照区2,123gで若干差が大きくなった。

期間中の増重量に対する給餌開始時との体重の比は、試験区が0.41、対照区が0.38で女川と同様に試験区の成長率が良い結果となった。

なお、南三陸町の試験区②は、水揚げ日との調整がつかず給餌開始直前のサンプリングが出来なかった。

給餌終了直前の平均体重は、試験区2,356g、対照区2,882gで対照区の方が大きかった。

<主要成果の具体的なデータ>

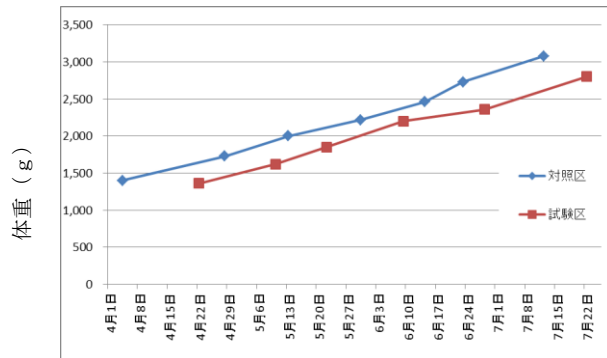


図1 水揚げ時の平均目廻りの推移 (女川町)

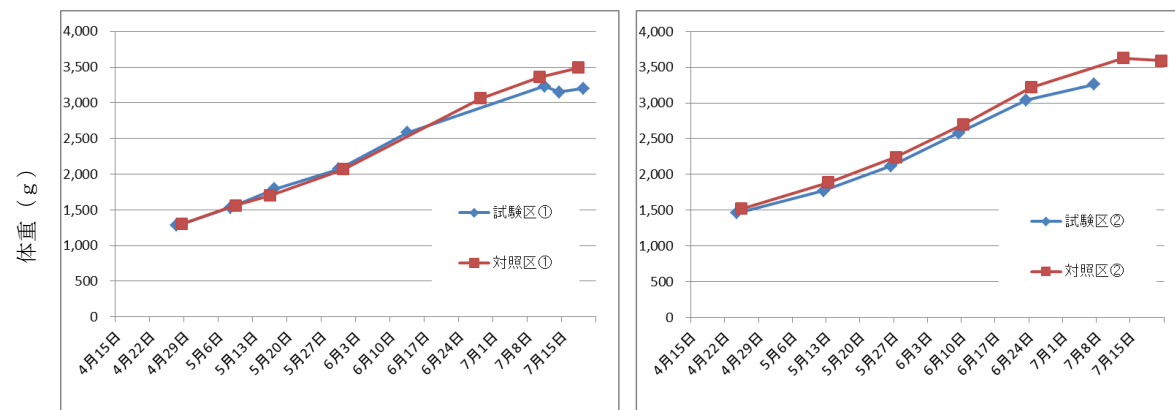


図2 水揚げ時の平均目廻りの推移 (南三陸町)

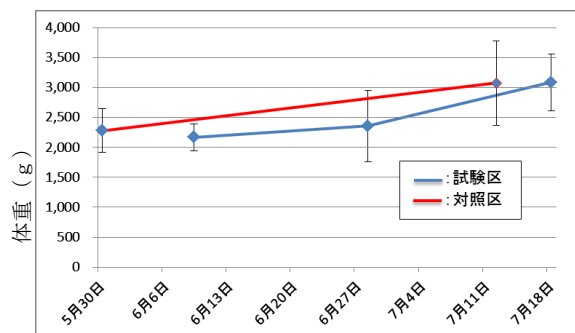


図3 試験給餌期間中の試験区と対照区の体重の推移 (女川)

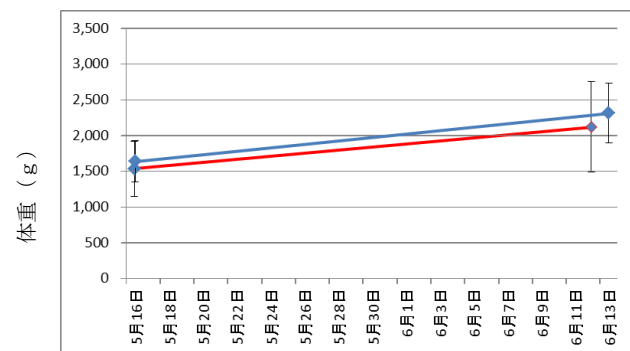


図4 試験給餌期間中の試験区と対照区の体重の推移 (南三陸町①)

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

今年度の試験については、全期間及び米中心飼料の給餌期間ともに、通常飼料との成長や生残に大差がない結果が得られた。

しかしながら、米中心飼料の給餌期間が1ヶ月と短期間であったため、餌料の違いによる差が現れにくかったことも考えられる。

そのため、今後は提供する米中心飼料の供給量を増やすか、給餌開始時期を早め魚体が小さい時期から試験を開始し、米中心飼料の給餌期間を延長することも必要と考える。

次年度においても開発された米中心飼料（米由来成分30%）での、実証試験を実施する。

<結果の発表、活用状況等>

特になし。

事業課題の成果要旨

(平成29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	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～32年度
部・担当者名	野知里 優希, 松崎 圭佑, 本田 亮
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的></p> <p>当場では、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、当場が系統保存する2系統は、非常に貴重な原種である。</p> <p>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+ 秋にスマ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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 池中飼育での大原川系統および伊里前川系統の成長率および相分化の調査</p> <p>平成25年級大原川系統および伊里前川系統サクラマスを親魚として、作出した各系統150尾の稚魚にピットタグを打ち込み、1か月ごとに体重および相分化を調査した。相分化については、サクラマスの体表および鰭の様子を目視にて観察し、相（パー、銀毛パー、前期スマルト、中・後期スマルト）を決定した。また、給餌量はライトリッツの給餌率表を基に決定し、飼育水槽は魚の成長段階に応じて変更した。</p> <p>2 全雌サクラマスの作出およびスマルト化率の調査</p> <p>大原川系統サクラマスのスマルト化率は、3～4割ほどであり、そのほとんどが雌個体である。そのため、サクラマスの海面養殖を実施するためには、海水適応能を有したスマルト個体が必要である。本試験では、全雌個体のスマルト化率を調査した。まず、平成25年級群に17α-メチルテストステロンで雄性化処理を施し、7尾の偽雄を得た。このうち、6尾を用いて、全雌サクラマスを作成し、12月時のスマルト化率を調査した。スマルト化率を調査する際に、体表が銀白色化となり、背鰭および尾鰭の先端が黒化した個体をスマルトとし、パーマークが確認出来る個体をパーと識別した。給餌量は、2週間ごとに体重を求め、ライトリッツの給餌率表を基に決定した。</p> <p>3 高成長系統の作出</p> <p>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種苗が必要となる。本試験では、海面養殖に適した種苗の作出を目的とし、大型のスマルト個体のみを交配させた。まず、平成27年級大原川系統サクラマスおおよそ1000尾から311尾のスマルト個体（平成27年級スマルト群）を抽出し、これらを親魚候補として池中飼育した。平成29年に、飼育したスマルト個体群の体重を測定し、上位99尾の中から、雌親魚55尾、雄親魚25尾を用いて交配させた。交配時の雌雄の比率は、おおよそ雌：雄＝2:1とした。また、作出した群の一部に17α-メチルテストステロンで雄性化処理を施した。</p>	

<結果の概要>

1 池中飼育での大原川系統および伊里前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死亡した個体があり、大原川系統が129尾、伊里前川系統が137尾となった（平成30年3月末）。相分化の結果は、観察した月ごとにそれぞれの相に区分し、その平均体重と尾数を示した（表1、表2）。ただし、大原川系統は中・後期スマルトから、パー、銀毛パー、前期スマルトに相が変化する日付が同じ個体ごとに7群に区別した（表1）。大原川系統は7月28日に中・後期スマルトが最も多く観察された（45/129尾）。また、中・後期スマルトに変態する時期は7月下旬頃だが、その後、中・後期スマルトの継続期間に個体ごとバラツキがあることが示された。伊里前川系統では、11月14日に1尾、12月13日に5尾の中・後期スマルトが観察された。大原川系統のパー群では、10月3日に38尾、10月30日に1尾の放精する雄個体が観察され、伊里前川系統では、10月11日に53尾の放精する雄個体が観察された。

2 全雌サクラムスの作出およびスマルト化率の調査

平成28年12月6日に、合計413尾の雌雄を判別したところ、49尾が雄個体であった。雄個体が混在した理由として、遺伝的に雌の個体ではなく、通常の雄個体を抽出した可能性があった。そこで、全体から雄個体のみを除き、雌個体のみでスマルト化率を求めたところ、85%がスマルト個体であった（図1）。また、各群から20尾ずつ尾又長および体重を測定した結果、スマルト個体は尾又長および体重ともパー個体を上回っていたが、肥満度はパー個体の方が高い数値であった。（表3）

3 高成長系統の作出

親魚として交配させた、平成27年級スマルト群および平成26年級通常群の尾又長・体重の平均値、卵径を表4に示した。スマルト群の方が通常群と比較して、尾又長・体重の平均値を上回ったが、卵径の平均値は下回った。

<主要成果の具体的なデータ>

表 1 大原川系統サクラムスの月ごとの相分化と体重

相		6月28日	7月28日	8月30日	10月3日	10月30日	12月4日	12月28日
パー群	パー	11.7 [30]	19.6 [39]	22.9 [67]	27.7 [55]	28.9 [67]	32.8 [75]	34.3 [76]
	銀化パー	11.3 [35]	15.6 [36]	20.1 [10]	27.1 [24]	30.5 [12]	33.8 [4]	32.3 [3]
	前期スマルト	12.4 [14]	18.9 [4]	27.1 [2]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]
スマルト群①	パー	- [-]	- [-]	- [-]	45.4 [1]	48.6 [3]	52.2 [4]	57.5 [3]
	銀化パー	12.9 [1]	- [-]	30.1 [3]	49.8 [2]	45.8 [2]	44.1 [1]	45.2 [2]
	前期スマルト	13.1 [3]	- [-]	31.1 [2]	46.0 [2]	- [-]	- [-]	- [-]
	中・後期スマルト	12.3 [1]	18.9 [5]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]
スマルト群②	パー	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	55.7 [3]	53.7 [16]	54.3 [8]
	銀化パー	12.9 [7]	- [-]	- [-]	50.5 [7]	48.6 [13]	- [-]	55.0 [6]
	前期スマルト	12.4 [9]	15.3 [1]	- [-]	46.7 [9]	- [-]	- [-]	54.9 [2]
	中・後期スマルト	- [-]	18.4 [15]	25.8 [16]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]
スマルト群③	パー	12.0 [2]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	75.6 [3]	73.2 [2]
	銀化パー	11.4 [2]	- [-]	- [-]	- [-]	70.4 [2]	- [-]	75.9 [3]
	前期スマルト	14.7 [3]	21.5 [2]	22.0 [1]	- [-]	53.7 [5]	62.3 [4]	63.9 [2]
	中・後期スマルト	- [-]	17.6 [5]	26.3 [6]	50.4 [7]	- [-]	- [-]	- [-]
スマルト群④	パー	9.1 [1]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]
	銀化パー	12.0 [2]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	77.7 [4]
	前期スマルト	16.7 [1]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	72.9 [4]	- [-]
	中・後期スマルト	- [-]	17.1 [4]	22.3 [4]	45.7 [4]	54.4 [4]	- [-]	- [-]
スマルト群⑤	パー	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	77.9 [2]
	銀化パー	12.5 [4]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	89.1 [3]
	前期スマルト	15.6 [3]	- [-]	- [-]	48.9 [2]	- [-]	- [-]	99.3 [2]
	中・後期スマルト	- [-]	19.3 [7]	26.4 [7]	54.2 [5]	61.7 [7]	80.8 [7]	- [-]
スマルト群⑥	パー	11.2 [1]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]
	銀化パー	15.1 [2]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]
	前期スマルト	13.8 [7]	19.4 [2]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]	- [-]
	中・後期スマルト	10.9 [1]	19.3 [9]	25.9 [11]	49.3 [11]	57.9 [11]	74.5 [11]	81.8 [11]

※ 平均体重【尾数】

※ □ は中・後期スマルトの観察期間示す。

表 2 伊里前川系統サクラマスの子どもの相分化と体重

相	7月11日	8月8日	9月12日	10月11日	11月14日	12月13日
パー	10.0【82】	14.7【112】	20.9【106】	24.9【83】	26.7【103】	29.2【110】
銀化パー	9.5【55】	13.4【25】	16.4【31】	25.7【50】	30.1【27】	32.5【22】
前期スマルト	—【—】	—【—】	—【—】	29.0【4】	34.7【6】	—【—】
中・後期スマルト	—【—】	—【—】	—【—】	—【—】	48.3【1】	40.8【5】

※ 平均体重【尾数】

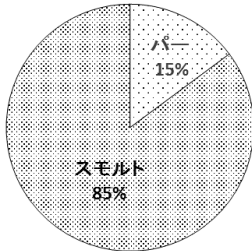


図 1 大原川雌個体のスマルト化率

表 3 パーおよびスマルトの平均尾又長，体重および肥満度

	尾又長(mm)	体重(g)	肥満度
パー	143.6	33.5	11.2
スマルト	184.6	68.7	10.7

表 4 交配させた親魚の尾又長・体重および卵径の大きさ

親魚		尾又長(mm)	体重(g)	卵径(mm)
平成27年級	♀	368.7【343~403】	669.1【565~912】	5.3
スマルト選抜群	♂	354.6【335~382】	552.1【453~779】	
平成26年級	♀	301.7【198~375】	355.6【211~697】	5.9
通常群	♂	296.6【223~345】	320.2【136~501】	

※ 平均値【最小~最大】

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・大原川系統および伊里前川系統の成長率および相分化について引き続き調査する。
- ・平成 29 年度に作出した高成長群と通常群の成長率およびスマルト化率を調査する。
- ・ホルモン処理を施した高成長群から遺伝的な雌を抽出し，偽雄を探索する。

<結果の発表，活用状況等>

なし

事業課題の成果要旨

(平成29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	内水面魚類養殖において低魚粉飼料を効率的に利用するための研究
予算区分	県単
研究期間	平成28年度 ～ 平成30年度
部・担当者名	内水面水産試験場 松崎圭佑, 野知里優希, 本田亮
協力機関・部及び担当者名	日本農産工業株式会社 水産技術センター
<p><目的> 世界的な魚粉不足により飼料価格が高騰し、魚類養殖の生産経費が増大している。国際的には主要な養殖魚の飼料に使用されている魚粉を安価な別の原料で置き換え、魚粉含有率を20%程度にした低魚粉飼料の利用と、それに適した系統の作出が行われているが、国内では、魚種や地域等を限定した研究が多い。一方、宮城県内の内水面魚類養殖業では低魚粉飼料に関する情報等が不足しているため普及が進んでいない状況にあり、使用している飼料も魚粉含有率は50%近くにのぼる。そこで、内水面のギンザケ等のマス類について魚粉の配合割合の異なる餌を用いて比較給餌試験等を実施し、内水面魚類養殖業者が低魚粉飼料を有効に活用するための知見を得る。また、魚粉の代替として、植物タンパクを原料とした飼料に適した系統の作出に係る基礎試験を行う。</p> <p><試験研究方法> 1 低魚粉飼料の給餌試験 昨年度に引き続き、代替タンパク質としてチキンミールを用いた低魚粉飼料2種（魚粉35%・同20%）、現在市販されている低魚粉飼料、通常魚粉含有率の飼料（同50%）の計4種を用いて、ライトリッツの給餌率表に基づいてギンザケとイワナで比較給餌試験を行い、各飼料間での成長差について検討した。試験飼料は日本農産工業（株）が製造した粒径約3mmのEPを使用し、チキンミール代替以外は栄養素の添加等は行わなかった。飼育は側面底部に穴を開け、排水可能にした黒色200L円形水槽を8基（4試験区×2基）使用し、ギンザケは60尾（30尾/区）、イワナは50尾（30尾/区と20尾/区の反復区を設定）を供試魚とした。飼育中は原則として週1回魚体重の測定、水槽のローテーション、給餌量の補正を行った。また、現在県内のマス類養殖で通常使用されている飼料と同程度の魚粉配合率である魚粉50%の飼料の価格比を1とし、試験に用いた各飼料の魚体1kg増にかかる経費を価格比として算出した。</p> 2 植物タンパク原料飼料に適した系統の作出に係る基礎試験 平成28年級群の通常ギンザケ（300尾/区）を用いて7月26日から選抜育種を開始した。選抜育種には魚粉を15%に削減し、代替タンパクが動物タンパクのもの（動物タンパク区）と植物タンパクのもの（植物タンパク区）の2種類の飼料を使用し、対照区として通常飼料を使用した。11月2日と2月8日に無作為に各区30尾ずつ魚体重を測定し、水槽のローテーションと給餌量の補正を行った。 <p><結果の概要> 1 低魚粉飼料の給餌試験 両魚種で水温条件を変えた2種類の給餌試験を行ったが、全ての試験で飼料間での成長差はみられなかった。このことから、今回使用したような動物タンパクを代替タンパク質として使用した低魚粉飼料は、県内のマス類養殖で十分使用可能であると考えられた。各試験における低魚粉飼料のコスト削減効果等については、以下のとおりである。</p> (1) ギンザケ ① 8月9日～9月27日（平均水温11.8±0.97℃、表1、図1） 主として河川水を使用し、計50日間飼育した。市販低魚粉飼料と魚粉35%飼料では9%、魚粉20%飼料では21%のコスト削減効果が得られた。 ② 11月8日～12月20日（平均水温9.5±0.40℃、表2、図2） 伏流水のみを使用して43日間飼育した。市販低魚粉飼料と魚粉35%飼料では12%、魚粉20%飼料では23%のコスト削減効果が得られた。	

(2) イワナ

① 5月23日～6月30日 (平均水温8.1±0.21℃, 表3, 図3)

伏流水のみを使用して39日間飼育した。市販低魚粉飼料では10%, 魚粉35%飼料では9%, 魚粉20%飼料では21%のコスト削減効果が得られた。

② 7月12日～9月26日 (平均水温12.6±1.49℃, 表4, 図4)

主として河川水を用いて77日間飼育した。市販低魚粉飼料と魚粉35%飼料では11%, 魚粉20%飼料では21%のコスト削減効果が得られた。

2 植物タンパク原料飼料に適した系統の作出に係る基礎試験 (図5)

試験開始時の平均魚体重は9.4g～9.9g/尾であった。11月2日には植物タンパク区で他の試験区に比べて成長が良好でない個体が見られたが、各試験区の平均魚体重は28.4g/尾 (動物タンパク区), 27.6g/尾 (植物タンパク区), 27.9g/尾 (対照区) であり、有意差は認められなかった。2月8日の測定では54.8g/尾 (動物タンパク区), 47.1g/尾 (植物タンパク区), 52.2g/尾 (対照区) となり、植物タンパク区が他の試験区よりやや成長が劣っていたが、良好な成長を示しているものもみられた。今後は供試魚が海面出荷時のサイズ (140g/尾) に達した時点で各試験区の魚体重の上位20%と下位20%の個体を選別する。

<主要成果の具体的なデータ>

表1 給餌試験結果 (ギンザケ, 河川水使用)

	市販低魚粉飼料		魚粉50%飼料	魚粉35%飼料	魚粉20%飼料
	低魚粉飼料	飼料	飼料	飼料	飼料
試験前平均体重(g)	84.7±4.48	83.8±5.30	84.2±4.85	83.9±4.40	
試験後平均体重(g)	107.8±8.68	106.4±9.78	109.2±8.92	107.2±7.24	
総給餌量(g)	1211.4	1196.8	1208.5	1193.7	
餌料効率(%)	76.1	75.2	73.6	78.1	
増肉係数	1.31	1.33	1.36	1.28	
成長倍率(%)	127.2	126.8	126.4	127.8	
魚体1kg増にかかる経費(価格比)	0.91	1.00	0.91	0.79	

表2 給餌試験結果 (ギンザケ, 伏流水使用)

	市販低魚粉飼料		魚粉50%飼料	魚粉35%飼料	魚粉20%飼料
	低魚粉飼料	飼料	飼料	飼料	飼料
試験前平均体重(g)	107.2±9.22	108.9±8.94	107.8±10.65	105.0±10.91	
試験後平均体重(g)	137.4±15.51	140.0±17.70	137.4±17.27	134.4±17.64	
総給餌量(g)	1143.3	1166.0	1145.6	1127.8	
餌料効率(%)	105.5	106.7	103.4	104.1	
増肉係数	0.95	0.94	0.97	0.96	
成長倍率(%)	128.1	128.6	127.5	128.0	
魚体1kg増にかかる経費(価格比)	0.88	1.00	0.88	0.77	

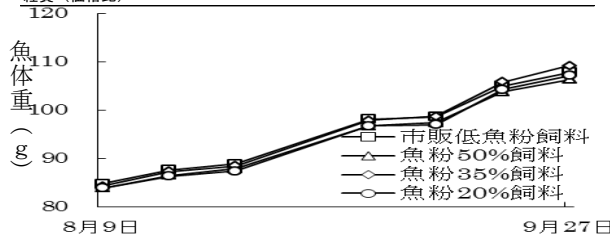


図1 給餌試験結果 (ギンザケ, 河川水使用)

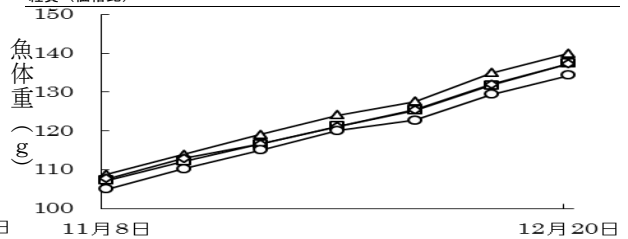


図2 給餌試験結果 (ギンザケ, 伏流水使用)

表3 給餌試験結果 (イワナ, 伏流水使用)

	市販低魚粉飼料		魚粉50%飼料	魚粉35%飼料	魚粉20%飼料
	低魚粉飼料	飼料	飼料	飼料	飼料
試験前平均体重(g)	79.9±9.65	79.9±11.07	80.9±10.62	80.1±9.24	
試験後平均体重(g)	96.2±9.54	96.3±12.30	97.1±12.13	95.9±11.05	
総給餌量(g)	663.5	662.8	670.5	658.7	
餌料効率(%)	122.2	123.1	121.1	117.5	
増肉係数	0.82	0.81	0.83	0.85	
成長倍率(%)	120.3	120.4	120.1	119.3	
魚体1kg増にかかる経費(価格比)	0.90	1.00	0.91	0.79	

表4 給餌試験結果 (イワナ, 河川水使用)

	市販低魚粉飼料		魚粉50%飼料	魚粉35%飼料	魚粉20%飼料
	低魚粉飼料	飼料	飼料	飼料	飼料
試験前平均体重(g)	97.8±11.46	97.6±12.54	97.6±10.05	98.9±11.97	
試験後平均体重(g)	147.0±19.73	154.8±20.43	146.7±17.48	150.9±20.51	
総給餌量(g)	3307.7	3342.4	3288.2	3334.3	
餌料効率(%)	74.4	85.1	74.6	76.9	
増肉係数	1.34	1.18	1.34	1.30	
成長倍率(%)	150.3	158.3	150.3	151.9	
魚体1kg増にかかる経費(価格比)	0.89	1.00	0.89	0.79	

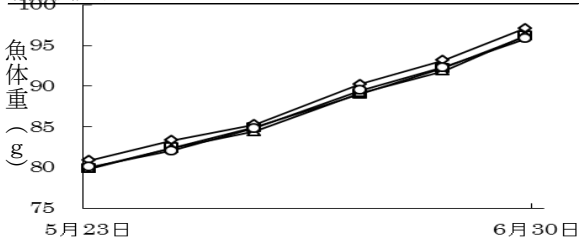


図3 給餌試験結果 (イワナ, 伏流水使用)

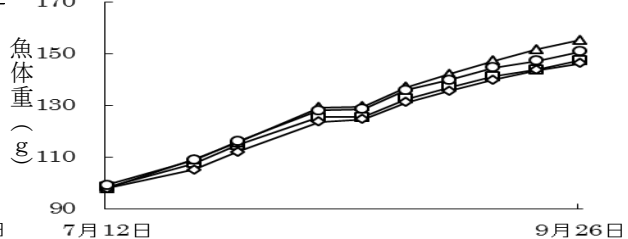


図4 給餌試験結果 (イワナ, 河川水使用)

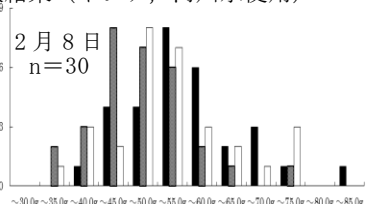
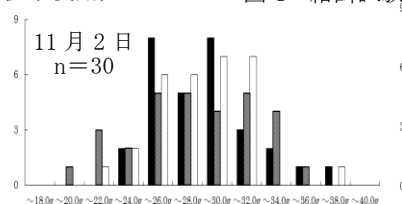
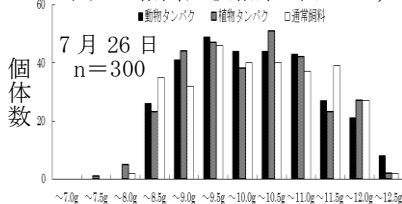


図5 ギンザケ選抜育種試験結果

<今後の課題と次年度以降の具体的な計画>

次年度以降は官能検査や成分分析により、比較給餌試験の供試魚の食味の違いの有無について明らかにする必要がある。

<結果の発表, 活用状況等>

比較給餌試験の結果について、宮城県水産研究報告第18号に発表した。また、内水面養魚場の巡回時にも同結果を情報提供し、低魚粉飼料の有効性について説明した。

事業課題の成果要旨

(平成29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	伊達いわな販路開拓・生産体制支援事業
予算区分	県単
研究期間	平成29年度～平成30年度
部・担当者名	内水面水産試験場 松崎圭佑, 野知里優希, 本田亮
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的></p> <p>当場では、平成14年にイワナ全雌三倍体の生産技術について、水産庁長官の確認を受けた。平成23年からは東日本大震災で被害を受けた内水面漁業の復興と振興を図るため、「内水面優良種苗実用化事業（平成23-25年）」でイワナ全雌三倍体の量産に着手し、平成25年には本種に「伊達いわな」とネーミングし、試験的に民間養殖業者への出荷を開始したほか、「伊達いわな振興協議会」を設立してブランド化とその品質の維持に関する取り組みも行い始めた。平成26年からはイワナ全雌三倍体の市場流通も始まり、当場でも「イワナ全雌三倍体作出技術の安定化とブランド品種作出のための遺伝資源の保存事業（同26-28年）」の中で、三倍体作出の際の温度処理方法を再検討し、安定的な種苗の量産に取り組み、「内水面優良種苗実用化事業」の事業期間内に1割前後であった発眼率を3割前後まで向上することに成功した。</p> <p>しかし、今後伊達いわなの増産が見込まれる中、当場で作出しているイワナ全雌三倍体を安定的に民間養殖業者へ配布するためには、更なる生残率の向上が必要である。そのため、本事業では受精卵から発眼卵までと、発眼卵以降での卵管理方法を変えた複数の試験区を設定し、最適な卵管理方法を検討することで、より効率的にイワナ全雌三倍体の量産を行えるようにする。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 イワナ全雌三倍体の生残率向上に関する試験</p> <p>(1) 発眼卵までの卵管理</p> <p>原則として週2回熟度鑑別を行い、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10千粒を目安として受精から10分経過した後に、28℃に加温した温水に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、(1) アトキンスふ化槽方式、(2) ハッチングジャー方式（φ150mm塩ビ管）、(3) 増収型様ふ化槽方式（図1。アトキンスふ化槽に収容）の3種類の方法で発眼卵まで管理し、検卵時に発眼率を算出した。</p> <p>(2) ふ化までの卵管理</p> <p>検卵した発眼卵を、(1) FRP水槽方式①（図2）、(2) FRP水槽方式②（図3）、(3) アトキンスふ化槽方式（図4）の3種類の方式でふ化まで管理した。ふ化時には、(1) と (2) は原則として発眼卵の一部をトリカルネットに収容して、孵化仔魚の尾数と死卵数からふ化率を算出した。(3) は、ふ化後にふ化盆に残った死卵の数を求め、収容した発眼卵との割合からふ化率を算出した。</p> <p>2 民間養魚場への種苗配布および採卵・温度処理指導</p> <p>「伊達いわな振興協議会」の会員に対して、希望する年級と数量を聞き取りし、当場で保有しているイワナ全雌三倍体の種苗を配布した。また、温度処理を実施している民間養魚場へ当場で作出した偽雄を提供し、採卵・温度処理の指導を行い、イワナ全雌三倍体を作成した。</p> <p>3 偽雄の雄化率の比較、平成28年度作出群の三倍体化率の確認</p> <p>10月24日に、平成27年に17α-メチルテストステロン（以下、MT）を用いて雄化させた全雌二倍体イワナについて、(1) ふ上までMTに浸漬し、ふ上後60日間MTを添加した飼料を給餌した群（以下、浸漬+エサ群）と、(2) ふ化後90日間MTに浸漬させた群（以下、浸漬のみ群）の腹部を切開して生殖腺の形成状況を確認し、雄化率を比較した。</p> <p>また、当場と民間養魚場で平成28年度に作出したイワナ全雌三倍体（N=30）と通常二倍体イワナ（N=10）の血液塗沫標本を作製して赤血球長径を測定し、三倍体化率を確認した。</p>	

4 通常二倍体イワナ・全雌二倍体イワナの種苗生産

当場でイワナ全雌三倍体を作成する際の親魚候補となる通常二倍体イワナについて、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）から種苗生産した。また、当場で保有している偽雄を使用し、全雌二倍体についても同様に種苗生産した。

<結果の概要>

1 イワナ全雌三倍体の生残率向上に関する試験（表1、表2）

平成29年9月28日～11月2日の期間中、計10日で雌親魚278尾から採卵し、46回温度処理を行った。発眼率とふ化率に関する試験結果は以下の通りである。

(1) 発眼卵までの卵管理

合計で553千粒採卵したうち、得られた発眼卵は約226千粒で、全体での平均の発眼率は41.0%であり、これまでで最も高い発眼率となった。アトキンスふ化槽方式と増収型様ふ化槽方式の発眼率は、それぞれ平均で50.8%と52.4%であったが、ハッチングジャー方式では平均25.4%となった。このことから発眼卵までの管理にはアトキンスふ化槽方式と増収型様ふ化槽方式を使用するのが最適と考えられるが、ハッチングジャー方式は卵管理の省スペース化を図ることができるので、注水量等を変更しながら同方式の発眼率向上も検討すべきと考えられた。

(2) ふ化までの卵管理

FRP水槽方式①ではふ化率は平均39.1%であったが、FRP水槽方式②とアトキンスふ化槽方式のふ化率はそれぞれ平均60.1%と79.8%となった。省スペースで多数の発眼卵を管理でき、ふ化率も高いことから、ふ化まではアトキンスふ化槽方式で卵管理を行うことが適当であると考えられた。

2 民間養魚場への種苗配布および採卵・温度処理指導

伊達いわな振興協議会員である各民間養魚場へ、8月～11月に平成28年度作出群（当歳魚）を8,691尾（17.3～25.0g/尾）、平成27年度作出群（1歳魚）を956尾（153.6g/尾）配布した。当歳魚は配布前に7mm～9mm間隔のスリットを用いて種苗を選別した。種苗を配布した各養魚場に聞き取りしたところ、生残状況は概ね良好であった。また、温度処理を実施している民間養魚場では、合計で150千粒採卵し、得られた発眼卵は約50千粒（発眼率30%）であった。

3 偽雄の雄化率の比較、平成28年度作出群の三倍体化率の確認

腹部を切開して生殖腺を確認した個体のうち、浸漬のみ群では30尾中20尾が発達した精巣を持っていたが、浸漬+エサ群では32尾中精巣が発達していたのは4尾にとどまり、オス化しているが精巣が未熟な個体や、卵巣と精巣が両方形成されている個体があった。（表3）浸漬+エサ群は浸漬のみ群よりもホルモン処理の期間が長く、魚体に蓄積したホルモンの総量が多かったために十分にオス化していない可能性が考えられた。

また、平成28年度に当場と民間養魚場で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の赤血球長径を測定した結果、当場では30尾中1尾、民間養魚場では30尾中3尾を除いて赤血球が大型化しており、三倍体化率はそれぞれ96.7%と90.0%であると考えられた。（図5）

4 通常二倍体イワナ・全雌二倍体イワナの種苗生産（表4）

11月2日に、平成26年度に作出した偽雄を用いて全雌二倍体用に13千粒採卵した。11月13日には、当場で保有する2系統から、それぞれ26千粒と27千粒を継代用に採卵した。

<主要成果の具体的なデータ>

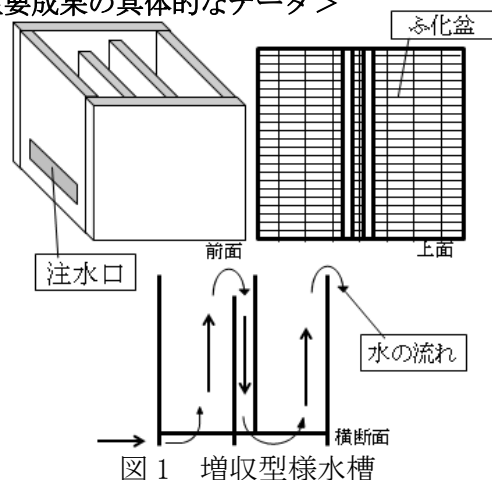


図1 増収型様水槽

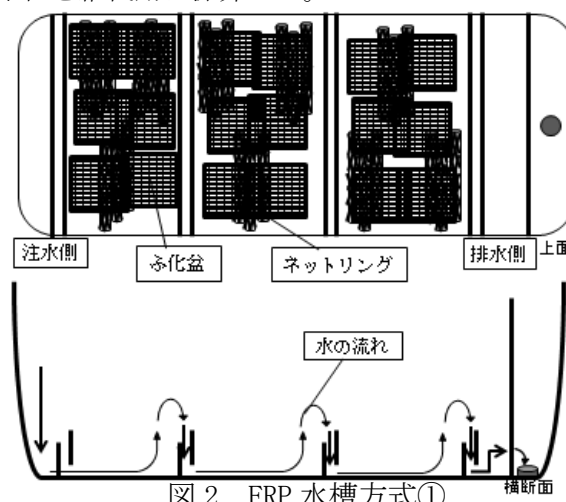


図2 FRP水槽方式①

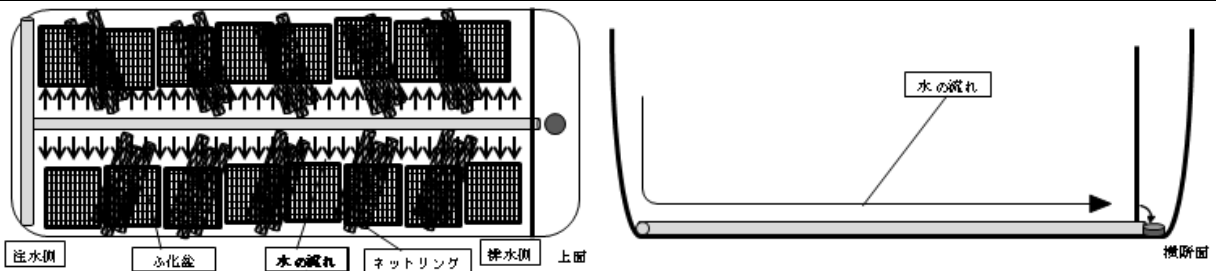


図3 FRP水槽方式②

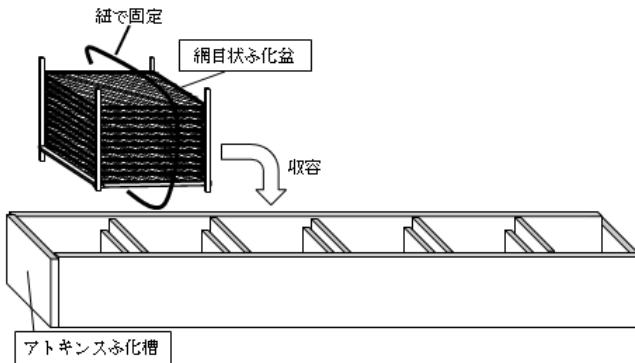


図4 アトキンスふ化槽方式

表1 イワナ全雌三倍体の発眼率の推移

年度	処理卵数 (千粒)	1回あたり 処理卵数 (千粒)	発眼 卵数 (千粒)	発眼率 (%)	5gサイズ 取上尾数 (千尾)
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
平成27年	338	12.5	93	27.6	15
平成28年	515	13.2	189	36.7	22
平成29年	553	12.0	226	41.0	-

表2 平成29年度作出イワナ全雌三倍体の発眼率・ふ化率等

採卵日	雌親魚の 年級	管理 方式	発眼率 (%)	ふ化率 (%)	備考 (ふ化方式)
平成29年9月28日	平成23年級	アトキンスふ化槽	55.0	41.3	FRP水槽方式①
10月5日(1)	"	増収型様ふ化槽	24.8	未計測	"
(2)	"	アトキンスふ化槽	69.5	85.5	FRP水槽方式②
10月6日	"	アトキンスふ化槽	21.1	74.5	"
10月11日	"	ハッチングジャー	9.0	43.1	FRP水槽方式①
10月19日(1)	"	増収型様ふ化槽	52.3	53.0	FRP水槽方式②
(2)	"	アトキンスふ化槽	29.0	48.9	"
(3)	"	"	44.3	55.6	"
10月25日(1)	"	ハッチングジャー	32.5	88.1	アトキンスふ化槽方式
(2)	"	アトキンスふ化槽	31.4	87.5	"
(3)	"	"	39.1		
(4)	"	ハッチングジャー	36.3		
10月26日(1)	"	アトキンスふ化槽	73.2	75.8	"
(2)	平成24年級	"	67.9		
(3)	"	"	44.8	33.0	FRP水槽方式①
(4)	"	"	44.0		
(5)	"	"	48.5		
(6)	"	"	73.3	43.3	FRP水槽方式②
10月31日(1)	平成23年級	増収型様ふ化槽	80.1	86.0	アトキンスふ化槽方式
(2)	平成24年級	アトキンスふ化槽	57.5	90.2	"
(3)	"	"	63.0	87.2	"
11月1日・11月2日	"	ハッチングジャー	23.7	67.9	"

表3 平成28年度作出イワナ偽雄の雄化率等

	オス	オス (生殖腺 未発達)	卵巣+ 精巣	性別 不明	メス	雄化率 (%)	MT浸漬期間	MT経口投与期間
浸漬のみ	20	-	-	-	10	67	ふ化後90日間 (週2回・2時間/回・100ppm)	-
浸漬+エサ	4	2	2	1	23	13	ふ化～浮上まで (週2回・2時間/回・100ppm)	浮上後60日間 (100ppmMT噴霧飼料)

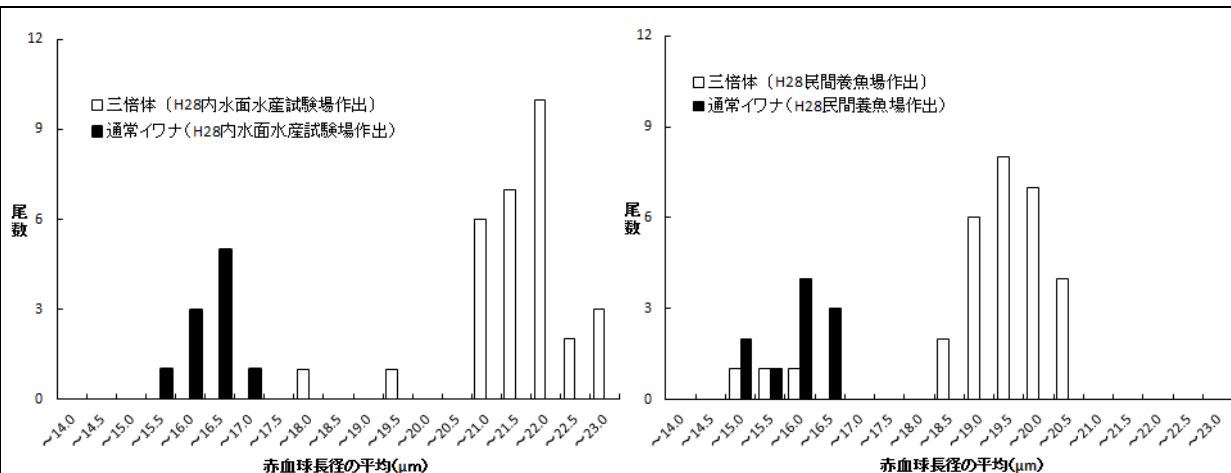


図5 平成28年度作出イワナ全雌三倍体と通常二倍体イワナの赤血球長径平均値の分布 (左：内水面水産試験場、右：民間養魚場)

表5 全雌二倍体イワナ・通常二倍体イワナの発眼率等

採卵日	系統	発眼率(%)	雌親魚の年級	ふ化率(%)
平成29年11月2日	荒川系(全雌二倍体用)	86.4	平成24年級	未計測
11月13日	荒川系	49.3	〃	87.3
〃	栗駒系	49.4	〃	90.2

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

今年度作出した三倍体の種苗は現在飼育中であるが、飼育水槽ごとに尾数にバラツキがある。三倍体は通常魚に比べて細胞の表面積と体積の比が小さくなるために酸欠になりやすく、次年度以降は適正な飼育密度とそれによる初期減耗の変動について明らかにする必要がある。

また、三倍体生産の際に必要な偽雄については、従来から行われてきたホルモンの浸漬と経口投与の組み合わせよりも、ホルモン浸漬のみの方法で偽雄が多数作出できる可能性が示唆された。次年度は、上記2つの方法で作出中の種苗の雄化率を比較し、最適な方法を明らかにする必要がある。

<結果の発表、活用状況等>

血液塗沫標本の作製に協力頂いた民間養魚場に対して、三倍体化率の結果を情報提供した。