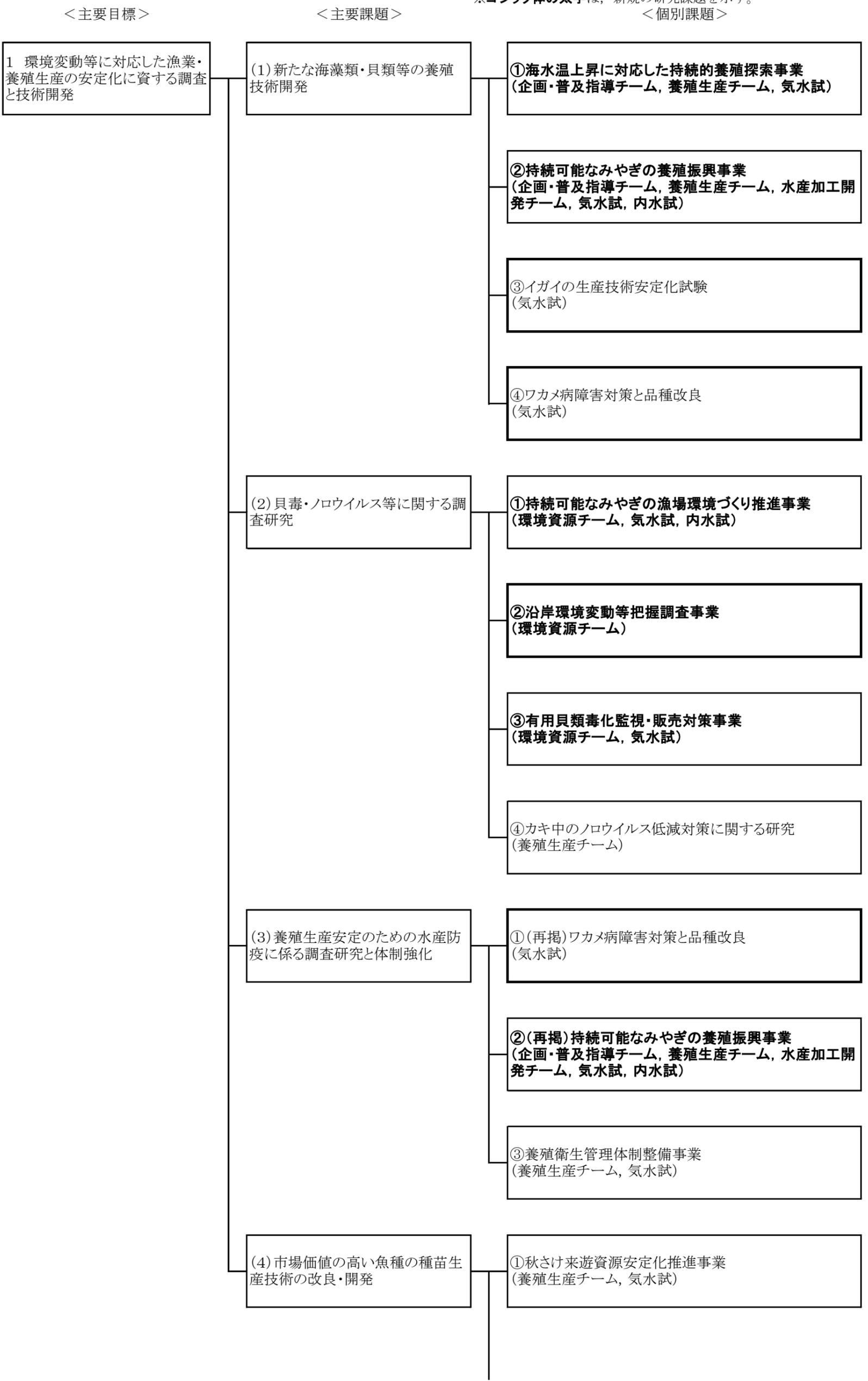
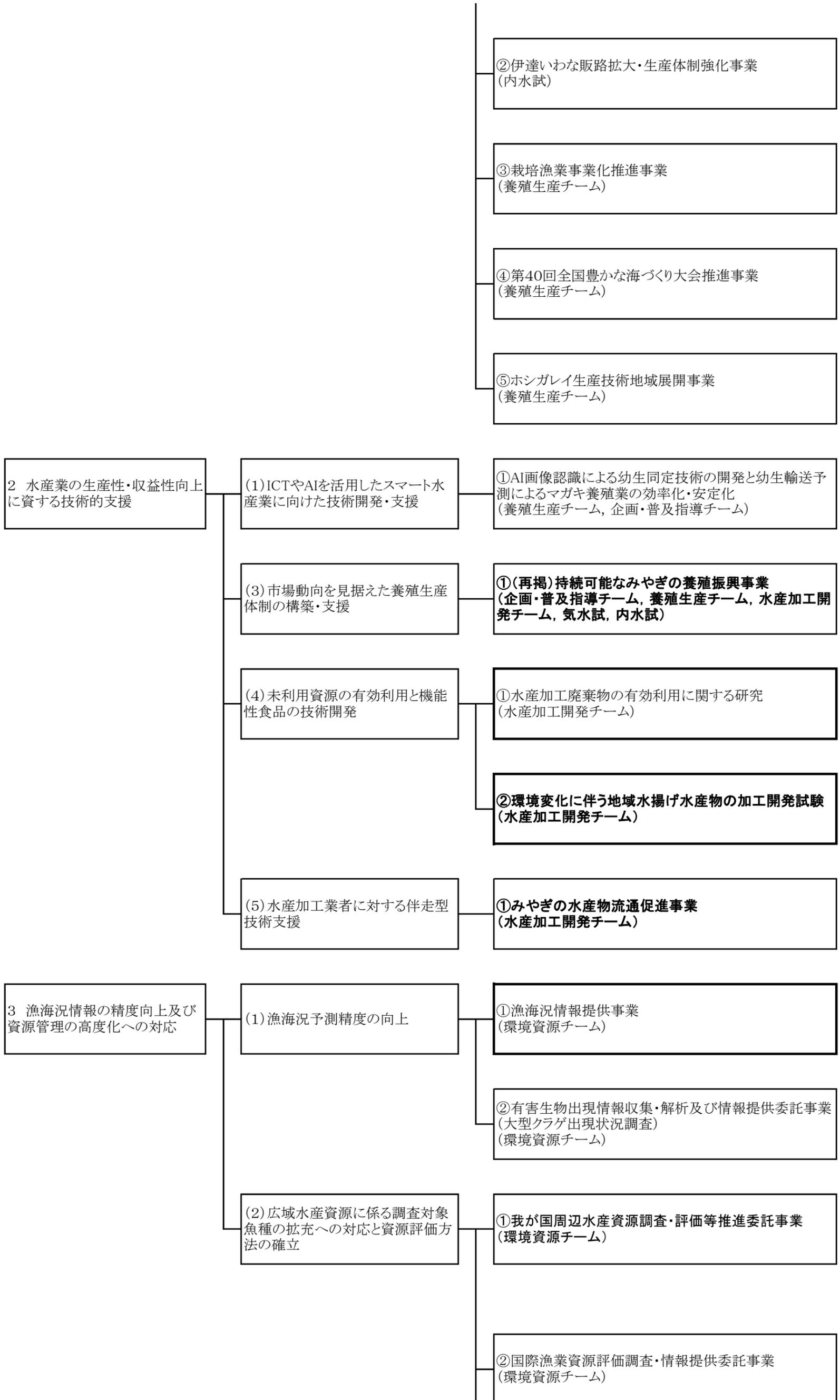
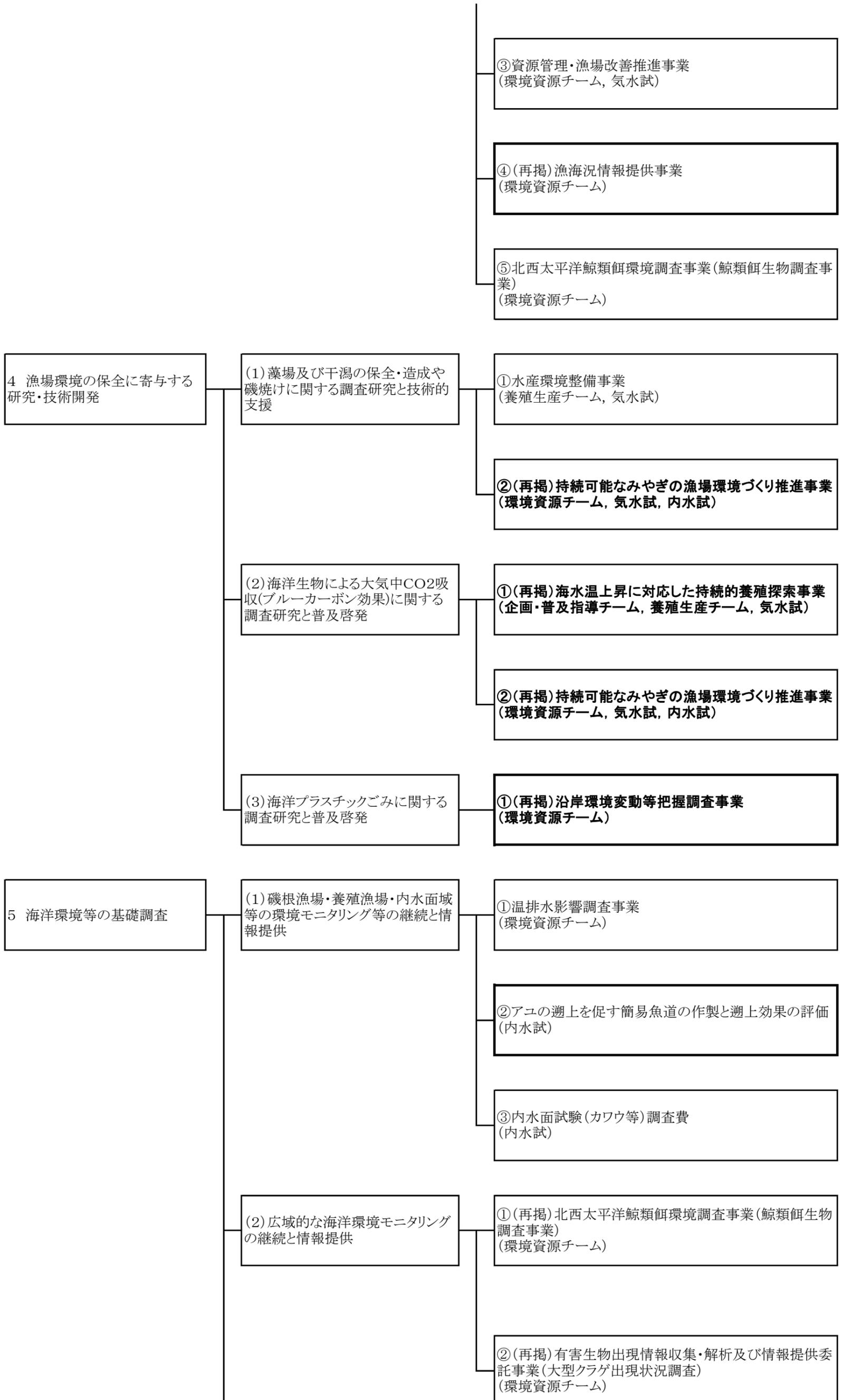


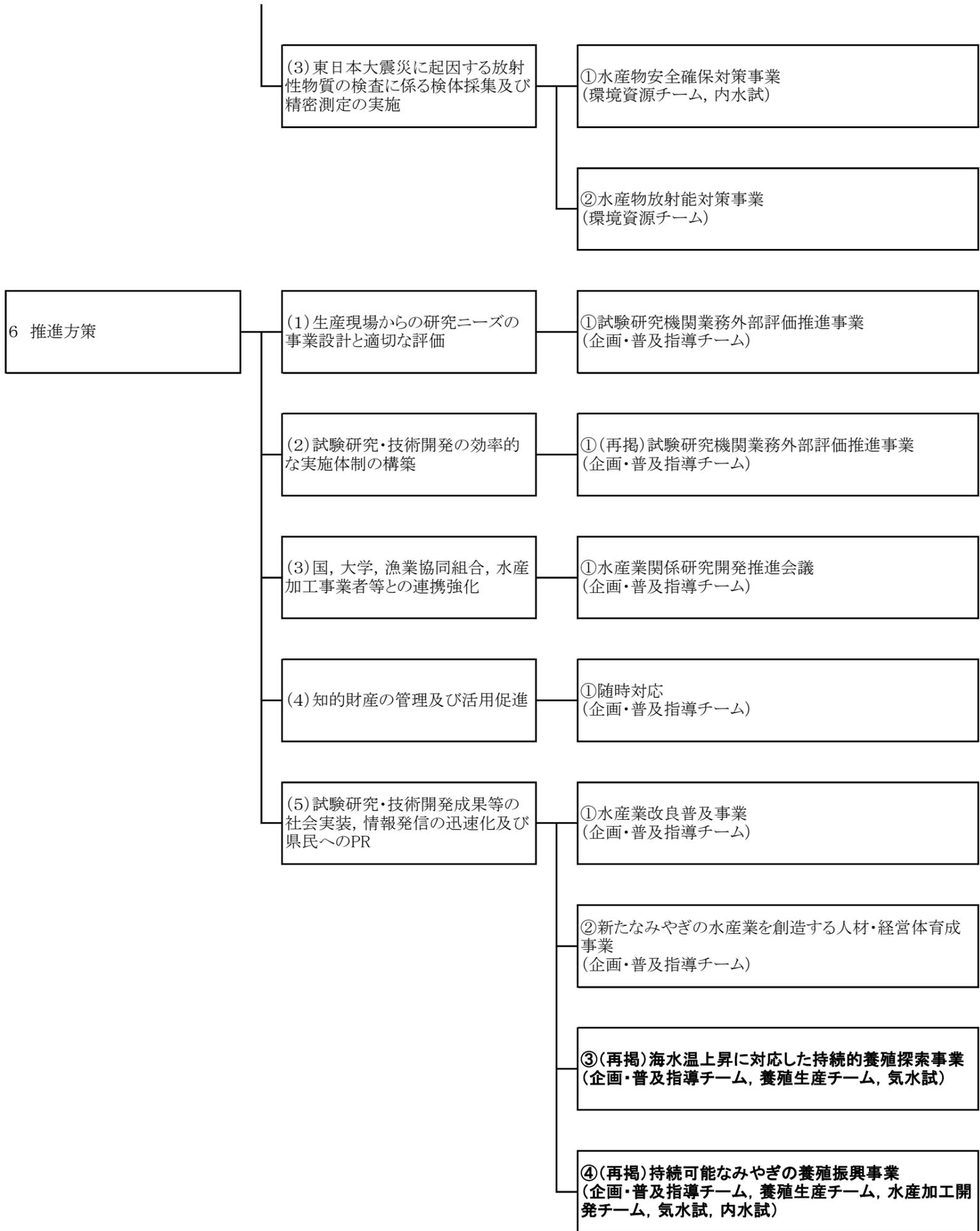
Ⅲ 試驗研究課題

- 政策的研究課題
 - 重点的研究課題
 - 経常的研究課題
- ※ゴシック体の太字は、新規の研究課題を示す。
<個別課題>









事業課題の成果要旨

(令和3年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖技術
研究課題名	海水温上昇に対応した持続的養殖探索事業
予算区分	みやぎ環境税
研究期間	令和元年度～令和3年度
部・担当者名	企画・普及指導チーム：小野利則 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：伊藤貴範，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	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。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（図1）、海水で洗浄した後、海水の入ったクーラーボックスに採苗器とともに納め，4℃で冷蔵保存した（幼胚回収1回：約5万個）。 ・4月に母藻を管理している水槽に付着器質（インシュロック，カキ殻，ホタテ殻，クレモナ糸，プラスチックプレート）を並べ，幼胚の自然落下による採苗を行い，遮光幕で遮光して流水管理した。 <p>(2) アカモク種苗の養殖試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・採苗後に飼育管理していた器質を養殖用ロープに挟み込みを行い（図2），11月初旬から水産技術総合センター試験筏にて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3年2月に全長約20cmの仮根の無いヒジキをビニール皮膜針金及び輪ゴム・割り箸で束ね，ロープに挟み込み養殖試験した。 <p>(2) 天然ヒジキを母藻とした種苗生産試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和3年7月に仮根上部で切除した天然ヒジキを母藻とし，パンライト水槽内で自然落下した受精卵を採集する方法で種苗生産を実施した。採集した受精卵を150μmメッシュで濾し取り濃縮して付着基質（ロープ等）に散布した。 <p>(3) 越年假根の飼育試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前年度から越年した仮根を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，6月に挟み込みを行い志津川湾へ垂下した。 <p>※試験の実施は宮城県漁協志津川支所青年部の協力を得て実施した。</p> <p>3 アラメの増養殖試験の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和3年10月7日，10月22日および10月26日で計3回の採苗を実施した。7日および22日の採苗では気仙沼湾の母藻を15本～20本程度，26日の採苗では志津川湾の母藻を7本使用した。採苗器にはクレモナ糸（40m/枠）を使用し，遊走子の放出を確認後は遊走子液に採苗器を一晩～2日程度 	

浸漬した。浸漬後は屋内の育苗用水槽へ採苗器を移し、LEDで照度3,000lx、12時間明暗に調整した区と天然光+LEDを補助的に用いた区の大きく2つの区に分けて育苗した。

<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

- ・冷蔵保存した種苗を7月に冷蔵庫管理から水槽管理に移行した。
- ・冷蔵保存（4℃）から水槽に移す際は約22℃に馴致無しで移しても問題なく発芽が確認できた。

(2) アカモク種苗の養殖試験

- ・水産技術総合センターの試験筏で養殖試験を行ったが、付着物の繁茂により3月中までには収穫可能な大きさへの生長は確認出来なかった。

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、7月に最大全長84cmまで生長し、仮根有りのヒジキと同様の生長を示した（図3）。一方で、仮根有りのヒジキと比べ、仮根の無いヒジキ（特に輪ゴム・割り箸）の流失が多く確認された。

(2) 天然ヒジキを母藻とした種苗生産試験

- ・幼芽出芽後、付着基質に珪藻等の付着が見られ、幼芽の脱落等が見られるようになったことから一部干出処理を行ったが干出処理を行わなかったものと差異は見られなかった。
- ・11月に付着器を海上へ沖出ししたが脱落し、養殖試験に供することはできなかった。
- ・当初は7月に養殖試験に供した母藻からの種苗生産を予定していたが、藻体への異物（イガイ等）の付着が多かったことから断念した。このため、母藻の採取時期の検討が必要である。

(3) 越年假根の飼育試験

- ・令和3年6月に挟み込みを行い志津川湾へ垂下した結果、(1)と同様の生長が確認された。
- ・令和3年7月から越年假根の養殖試験に供したローブに固着した仮根を、促成栽培で継続飼育している。
- ・異物の付着が著しくなる前の母藻採取時期の検討、母藻から落下した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 アラメの増養殖試験の実施

- ・照度の調整や飼育水温が低下する時期の加温処理、栄養塩の添加等によって順調に生育し、LED照射区、天然光区ともに令和4年3月時点で5mm～30mm程度の幼体に生長した（図4）。
- ・令和3年10月29日と11月2日に戸倉青年研究会へ採苗の技術指導を行い、その後は1か月に1回程度生育確認を実施し、今後の育苗方法等について指導を行っている。
- ・令和4年3月現在は屋内で天然光を用いて育苗を継続しているほか、気仙沼市波路上地先の気仙沼水産試験場試験筏での垂下育成も実施している。今後も平均全長10cm程度を目標に育苗を続け、育苗後は戸倉青年研究会と実施する本養殖試験種苗として利用を検討するほか、種苗配布を希望する漁協各支所への配布および配布後の生育確認を予定している。

<主要成果の具体的なデータ>

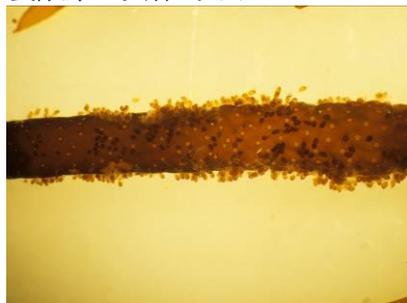


図1 回収前のアカモク幼胚



図2 採苗器に付着したアカモク



図3 生長した養殖ヒジキ



図4 クレモナ上で生長するアラメ幼芽
(令和4年2月末に撮影)

<今後の課題と次年度以降の具体的な計画>

- ・ヒジキについては、天然採苗や仮根を岩礁に残して採取したヒジキ養殖等の取り組みが必要である。
- ・アラメについては、より効率的な育苗を行うための沖出し時期の検討のほか、技術指導を行いながら、本養殖の手法についても併せて検討を行っていく必要がある。
- ・アカモクについては、種苗の管理方法、沖出し時期について検討する必要がある。

<結果の発表、活用状況等>

令和3年度 浜と水試の情報交換会 (WEB版)「アラメ養殖試験の取組みに対する支援(JF志津川支所戸倉青年研究会)」

事業課題の成果要旨

(令和3年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖技術
研究課題名	海水温上昇に対応した持続的養殖探索事業（ホタテガイ地先種苗安定確保促進事業）
予算区分	みやぎ環境税
研究期間	令和3年度～
部・担当者名	企画・普及指導チーム：森山祥太，養殖生産チーム：西澤裕子 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：伊藤貴範，鈴木貢治
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>

ホタテガイは冷水性の二枚貝であり、本県は養殖の南限に位置することから、海洋温暖化による影響を最も受けやすい状況にある。本県のホタテガイ養殖は、県外から中間種苗（半成貝）を購入し出荷サイズまで短期間に育成する「半成貝養殖」が主流であるが、海水温の上昇に伴い、近年、半成貝の大量へい死が問題となり水揚げが不安定となっている。このため、県外産半成貝への依存度を下げ、地先種苗による「地種養殖」の取組を支援するとともに、地種半成貝の供給体制を構築することで、本県産ホタテガイの水揚げの安定化を推進するもの。

<試験研究方法>

- (1) 地種養殖を行う生産者に対する資材の貸与
地種生産を普及させるためには、生産者の新たなコストを低減する必要があるため、地種生産に必用な資材の貸与を行い、地種生産の拠点づくりを進める。
- (2) 地種の優位性検証
本事業で生産した「地種半成貝」と「県外産半成貝」について、同様の環境下で養殖や屋内試験を行い、生残率や成長量を確認することで地種の優位性の有無を把握する。
- (3) 地種生産者への技術指導と生産支援
地種生産状況の把握と種苗管理等に係る技術指導を行なうことで安定した地種の供給を図る。また、地種の需要調査や出荷立会を行い、安定した地種の供給体制の構築を図る。

<結果の概要>

- (1) 地種養殖を行う生産者に対する資材の貸与
〔北部管内〕
 - ・昨年度までに引き続き宮城県漁協大谷本吉地区の地種生産者1経営体に資材（採苗器用資材）の貸与を行い生産支援を行った。新たに取り組む生産者は現れなかった。
 〔中部管内〕
 - ・昨年度まで、十三浜地区の地種生産者1経営体に資材の貸与を行い生産拠点の体制づくりを図っていた。
 - ・今年度から新たに女川町出島地区の1経営体が地種半成貝50千枚の出荷を目標に生産を開始することとなったため、生産に必要な資材（養殖カゴ、浮き球、養殖ロープ等）の貸与を実施した。
 - ・中部管内では十三浜地区（60千枚）と女川町出島地区（50千枚）を併せて110千枚の地種供給体制を構築した。（図1）



図1 令和4年度地種供給体制

(2) 地種の優位性検証

[北部管内]

- ・令和2年度産種苗は、他地区で必要数量が確保されたことなどから購入希望はなく継続飼育している。
- ・養殖されているホタテを地種由来と半成員由来でのへい死状況の比較を行った。生残率は地種で94.3～97.0%，半成員で95.0%で顕著な優位差は見られなかった。殻長は地種が110～153mm，半成員は82～116mmであり、地種の成長に比べ半成員の成長が追いついていない状況であった。(表1)

[中部管内]

- ・十三浜地区で令和2年度に採苗した種苗について、令和3年10月から令和4年1月までに地種半成員（殻長86～89mm）として34千枚が女川地区と雄勝東部地区の3経営体に出荷が行なわれた（表2）。令和4年度の夏頃までに水揚げが行なわれる予定であり、出荷先の各地区1カ所を地種半成員と県外産半成員（対照）の調査点として生残率や成長量を追跡する。
- ・令和4年1月に、対照区及び微流水で水温27℃に管理した2試験区を設け、それぞれに地種半成員と県外産半成員を各10個体収容して6日間の高水温耐性室内試験を実施した。両試験区は、同一条件下で試験した。試験5日目の生残率は、試験区1において、地種が40%，県外産が10%，試験区2において、地種が60%，県外産が50%であった。この結果から、地種が県外産よりも高水温耐性を持つ可能性が示唆された。(図2)

(3) 地種生産者への技術指導と生産支援

[北部管内]

- ・地種生産者へ養殖通報の提供などとあわせ、種苗分散時の技術指導を行った。

[中部管内]

- ・十三浜地区と女川町出島地区の地種生産者の種苗分散時技術指導と生産状況の把握を行なった。令和3年度の採苗について十三浜地区は採苗不良のため令和4年度の地種半成員出荷は難しい見込みであった。女川町出島地区については、目標通り地種半成員50千枚の出荷が行えることを確認したため、生産者及び所属支所と出荷先の調整を行なった。

<主要成果の具体的なデータ>

表1 唐桑・蔵内での成長等の比較

地区	蔵内		
	唐桑	地種	半生貝
由来	地種	地種	半生貝
垂下方法	ネット	耳吊り	耳吊り
生残率(%)	94.3	97.0	95.0
殻長(mm)	110～153	116～129	82～116
殻長(平均)	127.7	122.9	93.6

表2 十三浜地区の地種半成員出荷状況（令和3年度）

月日	出荷地域	数量 (kg)	数量 (枚)
10/24～1/7	女川①	1,278	17,823
12/7～12/15	女川②	940	12,690
1/8	雄勝東部	260	3,510
計		2,478	34,023

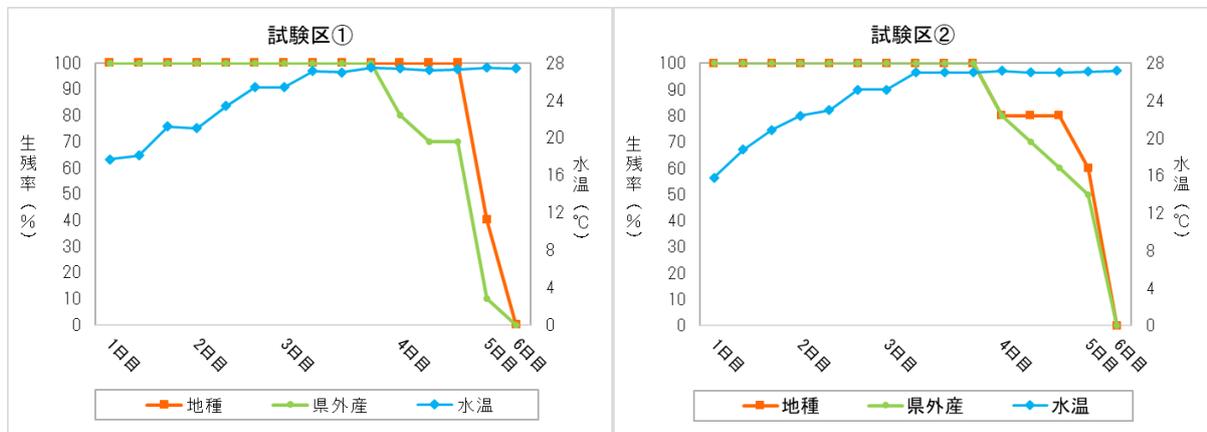


図2 試験区1（左）及び試験区2（右）におけるホタテガイ半成員の生残率の推移

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

[北部管内]

- ・地種生産者は多くいるものの、地種半成員の融通が積極的に行われておらず、生産量確保と一層の質の向上を図る。

[中部管内]

- ・昨年度まで出荷した地種の品質（生残・成長）が良好なことや、県外産半成員の質の低下もみられ、地種半成員の購入を希望する養殖漁業者は増加傾向にある。引き続き、地種生産の取組を拡充することで、本県産ホタテガイの水揚げの安定化を推進する。

<結果の発表、活用状況等>

- ・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3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	持続可能なみやぎの養殖振興事業 (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	令和3年度～令和7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, 永木利幸															
協力機関・部及び担当者名																
<p><目的></p> <p>本事業の前身となる「養殖振興プラン推進事業（平成28年度～令和2年度）」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の検証、県産養殖ギンザケと海外産天然ギンザケにおける成分比較の他、活メによる鮮度保持効果について検証した。</p> <p>本県のギンザケ養殖における出荷は、氷メと活メに分かれているが、活メについては未だ多くの生産者が手作業でメ作業を行っている現状にある。これまでの本県の試験研究結果では、水揚げ工程・メ作業におけるメ師の熟練度の影響により、商社系列ごと、生産者ごとに活メの鮮度保持効果が異なっている可能性が示唆されてきた。</p> <p>業界からは、活メの鮮度保持効果の検証について引き続き試験要望があったことから、今年度は、養殖ギンザケの水揚げ時に多くの生産者が行う「網寄せ※1」に着目し、網寄せによる経過時間が氷メ・活メの鮮度保持効果にそれぞれどのような影響を与えるか検証した。</p> <p>また一部の生産者では、水揚げ時に炭酸ガス麻酔を使用し、水揚げ作業効率の向上を図っている他、6次化の取組として、生産者が水揚げしたギンザケを水揚げ当日にフィレー加工するなど先進的な取組を実施していることから、それらについての鮮度保持効果等についても併せて検証した。（※網寄せ：出荷の際、出荷用生け簀の網を十数人の作業員で手繰り寄せ、ギンザケを密集させることでタモ網ですくいやすくする工程。ギンザケが高密度となり長時間暴れることで疲弊状態となり、一般的な鮮度指標とされているATPが早期に消失している可能性がある。）</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 サンプルング・試験区の設定</p> <p>サンプルングは石巻市雄勝町立浜の生産者に協力を頂き実施した。試験区の設定は表1のとおりとした。各試験区について処理した後、現地ではクーラーボックス内で上げ氷(内部温度5℃前後)にて冷蔵保管した。その後、現地から車で約1時間の距離にある宮城県水産技術総合センター水産加工公開実験棟に搬入した。実験棟では5℃設定の冷蔵庫で保管した。</p> <p>表1. 試験区の設定</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>試験区名</th> <th>サンプルング内容及び工程</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>氷メ</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 通常の氷メによる水揚げ工程を再現。 十分量の氷と海水が入ったクーラーボックスにギンザケを投入し30分間放置。 </td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>網寄せ序盤活メ</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 網寄せ直後のギンザケをタモ網で1尾ずつ取り上げ、まきりを使い、手作業により延髄を切断。 氷で5℃前後に調整した海水の入ったポリバケツにギンザケを投入し、30分間放血させるため放置。 </td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>網寄せ終盤活メ</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 網寄せ終盤の疲弊したギンザケを再現。 網寄せ直後のギンザケをタモ網で1尾ずつ取り上げ、常温海水の入ったクーラーボックスに入れ、30分間放置。 以降の工程は網寄せ序盤活メと同様。 </td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>炭酸ガス麻酔活メ</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 生産者が普段実施している炭酸ガス麻酔を利用した水揚げ工程。 網寄せ時に、ビニールシートをギンザケの下に海水ごと敷く。 そこへ炭酸ガスを約10分間かけて十分量投入した後、メ作業を実施。 以降の工程は網寄せ序盤活メと同様。 </td> </tr> </tbody> </table>		No.	試験区名	サンプルング内容及び工程	①	氷メ	<ul style="list-style-type: none"> 通常の氷メによる水揚げ工程を再現。 十分量の氷と海水が入ったクーラーボックスにギンザケを投入し30分間放置。 	②	網寄せ序盤活メ	<ul style="list-style-type: none"> 網寄せ直後のギンザケをタモ網で1尾ずつ取り上げ、まきりを使い、手作業により延髄を切断。 氷で5℃前後に調整した海水の入ったポリバケツにギンザケを投入し、30分間放血させるため放置。 	③	網寄せ終盤活メ	<ul style="list-style-type: none"> 網寄せ終盤の疲弊したギンザケを再現。 網寄せ直後のギンザケをタモ網で1尾ずつ取り上げ、常温海水の入ったクーラーボックスに入れ、30分間放置。 以降の工程は網寄せ序盤活メと同様。 	④	炭酸ガス麻酔活メ	<ul style="list-style-type: none"> 生産者が普段実施している炭酸ガス麻酔を利用した水揚げ工程。 網寄せ時に、ビニールシートをギンザケの下に海水ごと敷く。 そこへ炭酸ガスを約10分間かけて十分量投入した後、メ作業を実施。 以降の工程は網寄せ序盤活メと同様。
No.	試験区名	サンプルング内容及び工程														
①	氷メ	<ul style="list-style-type: none"> 通常の氷メによる水揚げ工程を再現。 十分量の氷と海水が入ったクーラーボックスにギンザケを投入し30分間放置。 														
②	網寄せ序盤活メ	<ul style="list-style-type: none"> 網寄せ直後のギンザケをタモ網で1尾ずつ取り上げ、まきりを使い、手作業により延髄を切断。 氷で5℃前後に調整した海水の入ったポリバケツにギンザケを投入し、30分間放血させるため放置。 														
③	網寄せ終盤活メ	<ul style="list-style-type: none"> 網寄せ終盤の疲弊したギンザケを再現。 網寄せ直後のギンザケをタモ網で1尾ずつ取り上げ、常温海水の入ったクーラーボックスに入れ、30分間放置。 以降の工程は網寄せ序盤活メと同様。 														
④	炭酸ガス麻酔活メ	<ul style="list-style-type: none"> 生産者が普段実施している炭酸ガス麻酔を利用した水揚げ工程。 網寄せ時に、ビニールシートをギンザケの下に海水ごと敷く。 そこへ炭酸ガスを約10分間かけて十分量投入した後、メ作業を実施。 以降の工程は網寄せ序盤活メと同様。 														

2 測定項目

(1) 死後硬直指数(%)

死後硬直指数(%)は図1のとおり測定した。すなわち、水平な台上の端に、尾叉長の半分が垂れ下がるように魚体の頭部を置き、台から尾鰭の付け根までの鉛直距離(L)を一定時間毎に測定した。各試験区3尾ずつ測定した。測定時間は、各試験区の処理終了時を0hとし、0h、1h、2h、4h、6h、8h、10h、12h、14h、16h、18h、20h、24h後とした。ただし、死後硬直指数がピーク到達後、2回程度連続で減少傾向に転じた場合はその時点で測定終了とした。なお、実験棟での測定は冷蔵庫内で行い、庫外への出し入れは行わないこととした。

死後硬直指数(%)

$$= \frac{L_0 - L_x}{L_0}$$

L_0 : 屠殺直後の長さ

L_x : x 時間後の長さ

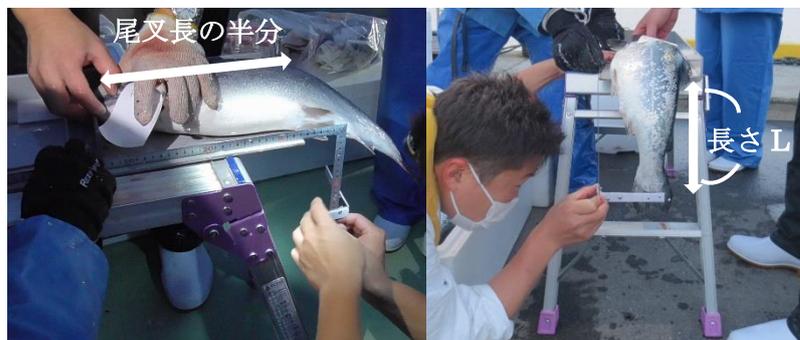


図 1. 死後硬直指数(%)の測定方法

(2) K値(%)

高速液体クロマトグラフィー(以下「HPLC」)を用いてATP、ADP、AMP、IMP、HxR、Hx量を定量し、K値(%)を算出した。各試験区3尾ずつ測定した。測定時間は、各試験区の処理終了時を0hとし、0h、2h、4h、8h、12h、18h、24h、36h、52h、60h後とした。分析に供するサンプルは、測定時間ごとに、ギンザケから背肉(皮・血合を除く)約1gをカッターで採取した。なお、実験棟での背肉採取は冷蔵庫内で行い、庫外への出し入れは行わないこととした。サンプル重量の測定については、現地の船上及び漁港では精秤が困難であったため、「0.1g単位」の測定とし、実験棟では「0.001g単位」の測定とした。採取したサンプルは直ちに、氷冷した10%過塩素酸10mlの入った50ml遠沈管に入れ、ガラス棒でホモジナイズした。その後、15分間氷冷状態で静置し、1M水酸化カリウム水溶液を約8ml加え、pHを約3に調整した。実験棟到着後、再度pHを中性(5~8)に調整し、HPLC分析に供するまでは-30℃の冷凍庫で凍結保存した。冷凍したサンプルを分析する際は、流水解凍し使用した。解凍したサンプルは再度ガラス棒でホモジナイズ後、遠心分離(0℃・21,000×g・5分)し、上澄みを採取した。上澄み採取後は超純水を約20ml加え、同様の操作を合計2回繰り返した。100mlメスフラスコに超純水で希釈・定容後、0.45μmシリンジフィルターで濾過したものを1.5mlバイアルに充填し、HPLCにより核酸関連物質の含有量を分析した。K値(%)は図2のとおり算出した。

K 値(%)

$$= \frac{HxR + Hx}{ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx}$$

IMP:イノシン酸

Hx : ヒポキサンチン

HxR : イノシン



図 2. K 値(%)の測定方法

(3) フィレー加工によるK値(%)及び遊離アミノ酸の経時的変化

加工フィレーのサンプルは、水揚げの約2時間後に、漁港から約100mの距離にある加工場において魚体処理システムによりフィレー処理されたものを用いた。フィレーは3枚入手し、K値及び遊離アミノ酸分析には同じサンプルを用いた。フィレーの保管は生産者が普段行っている方法に順じた。すなわち、フィレー処理から24時間までは-3℃保管、その後ピンボーン除去及び真空包装し、-30℃の冷凍庫にて1ヶ月間凍結保存したものをサンプルとした。またそれぞれの試験区を「24h」、「1month」とした。フィレー処理直後のものは水揚げから約2時間経過していることから「2h」とした。

K値の測定方法及び前処理方法は上記(2)と同様とした。

遊離アミノ酸分析では、K値分析同様、背肉から採取したサンプル約1gを秤量し、サンプルの入った50ml遠沈管にトリクロロ酢酸を加えてガラス棒でホモジナイズ後、遠心分離(0℃・21,100×g・5分)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。トリクロロ酢酸を加える操作は「10%・6ml」を1回、「5%・3ml」を2回とした。100mlメスフラスコに超純水で希釈・定容後、0.45µmシリンジフィルターで濾過したものを1.5mlバイアルに充填し、HPLCにより遊離アミノ酸の含有量を分析した。

アミノ酸の誘導体化は、Agilent 1260 Infinityオートサンプラーの自動プレカラム誘導体化機能を用いた。OPA(o-フタルアルデヒド)で1級アミノ酸を誘導体化した後、逆相カラムで分離し、フォトダイオードアレイ検出器及び蛍光検出器を用いて定量した。分析条件は表2のとおりとした。

各遊離アミノ酸は、市販のスタンダードを用いた絶対検量線法により、アスパラギン酸(Asp)、グルタミン酸(Glu)、セリン(Ser)、ヒスチジン(His)、グリシン(Gly)、スレオニン(Thr)、アルギニン(Arg)、アラニン(Ala)、チロシン(Tyr)、バリン(Val)、メチオニン(Met)、フェニルアラニン(Phe)、イソロイシン(Ile)、ロイシン(Leu)、リジン(Lys)、プロリン(Pro)を定量した。

すぐに分析に供しない場合はサンプルをジッパー付きのビニール袋に入れ、-30℃の冷凍庫で凍結保存した。冷凍したサンプルを分析する際は、流水解凍し、再度混合・均質化してから分析に供した。

表2 HPLC分析条件

カラム	Agilent Poroshell HPH-C18(3.0*100mm*2.7µm)
カラム温度	40℃
移動相	グラジエント分析 A) 10mM 四ホウ酸ナトリウム・リン酸水素二ナトリウム(pH8.2) B) アセトニトリル/メタノール/水(4.5:4.5:1)
移動相流量	0.7mL/min
検出器	DAD sig338.0nm;10nm, Ref390nm;20nm FLD Ex230nm, Em450nm

<結果の概要>

1 死後硬直指数(%)

各試験区における死後硬直指数の測定結果を図3に示した。網寄せ序盤活氷で最も死後硬直のピークが遅かった。2hでは、他の3試験区で58~78%と大幅に上昇したが、網寄せ序盤活氷は13%と低く推移しており、その後の死後硬直及び解硬の速度も緩やかであった。

一方、氷氷は1hで53%と急速に死後硬直が進行し、6hにはピークの91%まで上昇した。その後、解硬の傾向が見られたがその速度は比較的緩やかであった。

網寄せ終盤活氷及び炭酸ガス麻酔活氷は、近い傾向を示した。1hまでは網寄せ終盤活氷で14%、炭酸ガス麻酔活氷で0%と低く推移し、2hからは急速に死後硬直が進行し、網寄せ終盤活氷では4h(93%)、炭酸ガス麻酔活氷では6h(97%)でピークに達した。その後は氷氷及び網寄せ序盤活氷よりも比較的早い速度で解硬していく傾向が見られた。

氷氷が最も死後硬直の進行が早かった点については、氷氷用の氷水の温度(0℃付近)が低かつ

たため、細胞に対し強い冷却収縮が影響したと考えられた。

炭酸ガス麻醉活氷について、今回試験に協力していただいた雄勝のギンザケ生産者の水揚げ現場では、活氷作業の効率化を目的として、海水中へ炭酸ガスを注入することで、いわゆる酸欠状態を人為的に引き起こしていた。

網寄せ終盤活氷は、ギンザケを長時間・高密度で暴露環境に置き、網寄せ時間の長期化による酸欠状態を再現した試験区であることから、結果的に炭酸ガス麻醉活氷と近い傾向になったと考えられる。

2 K 値 (%)

各試験区における K 値の測定結果を図 4 に示した。死後硬直試験の結果で最も死後硬直が早く進行した氷氷において K 値が最も低く推移する結果となった。

一方、K 値が最も高く推移したのは網寄せ終盤活氷で、次いで、網寄せ序盤活氷及び炭酸ガス麻醉活氷に近い傾向で推移し、いずれも前述した死後硬直指数の推移とはリンクしない結果となった。タラ等の冷水性魚種やサケ科魚類においても、マダイ・ヒラメ等の白身魚と比較すると K 値の上昇が極めて早いことが知られており、今回のギンザケも試験区ごとに多少の差はあるものの、明確な鮮度指標としては適していないと考えられる。

3 フィレー加工による K 値 (%) 及び遊離アミノ酸の経時的変化

加工フィレーにおける K 値及び遊離アミノ酸の測定結果を図 5 及び表 3 に示した。

K 値について、2h では 4%と、他の 4 試験区に近い数値だったが、24h では 13%と、他の 4 試験区の 1/2 程度の低い数値で推移していた。1 ヶ月間-30℃で凍結した 1month では 16%と、K 値を低く維持していた。この要因として、フィレー加工までの短時間処理や、またピンボーン除去の効率化を目的とした低温環境 (-3℃) 保管等が考えられた。

遊離アミノ酸について、24h では、旨味を呈するグルタミン酸、苦味を呈するヒスチジン、甘味を呈するグリシン及びアラニンが増加した。1month ではグリシンが減少し、アラニンが増加した。

<主要成果の具体的なデータ>

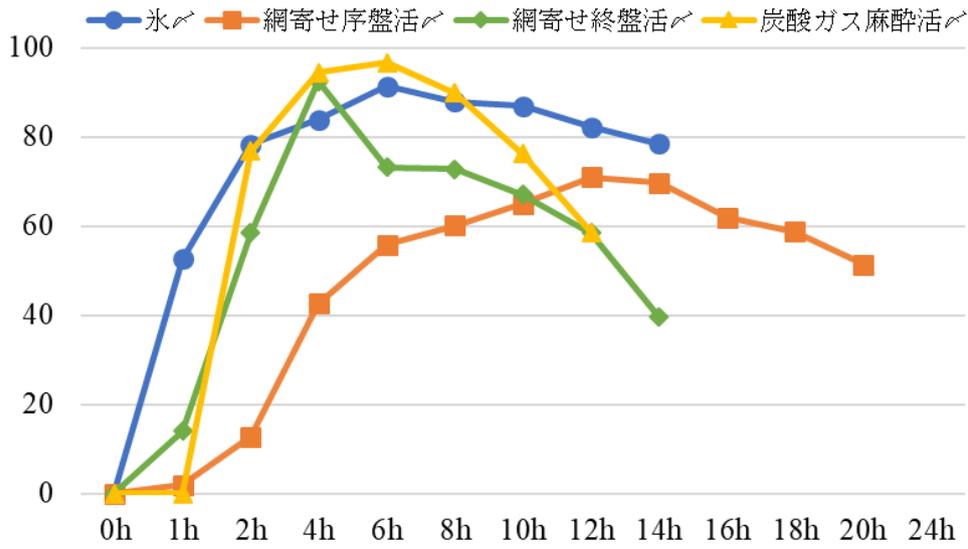


図3 死後硬直指数 (%) の経時的変化 (n=3)

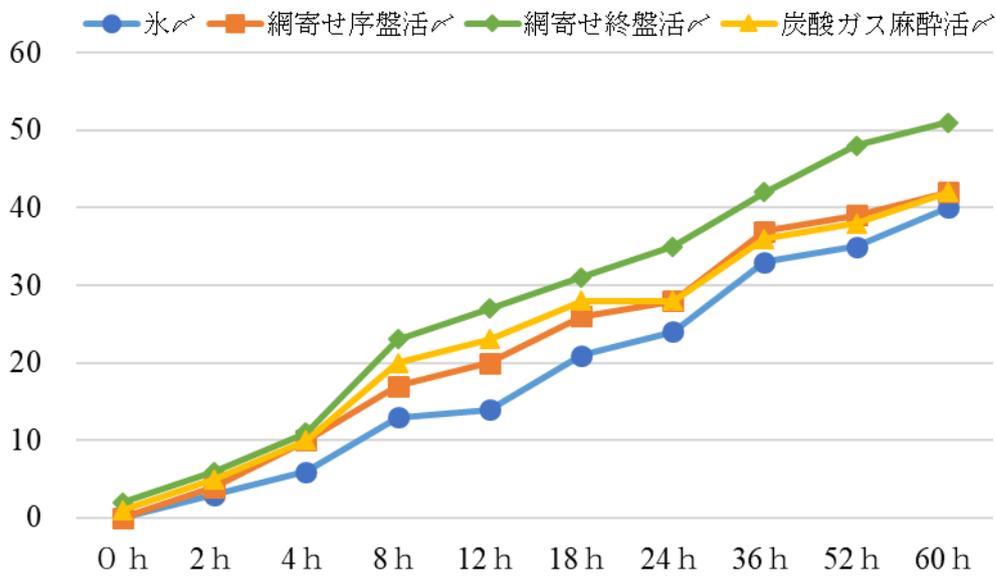


図4 K 値 (%) の経時的変化 (n=3)

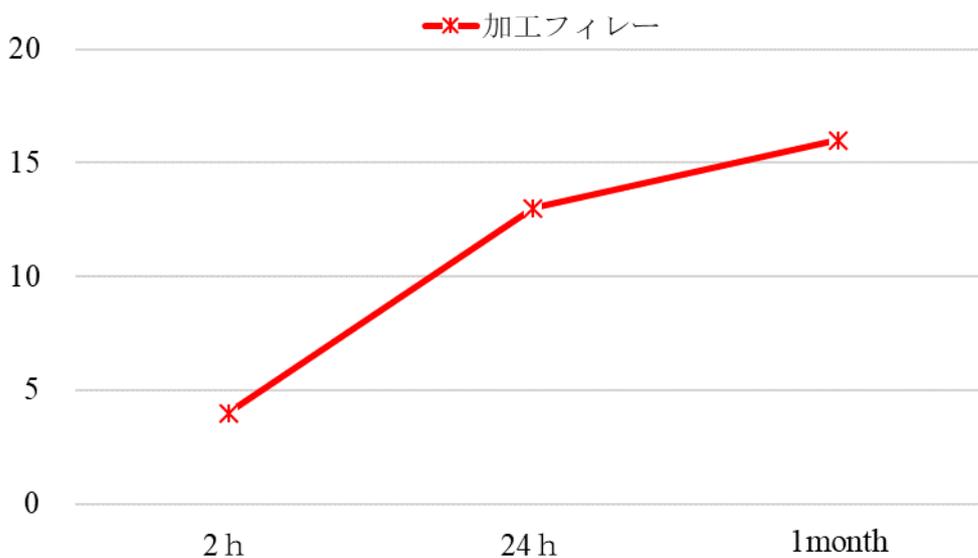


図5 ギンザケ加工フィラーにおける K 値 (%) の経時的変化 (n=3)

表3 ギンザケ加工フィレーにおける遊離アミノ酸分析結果 (n=3, mean±sd)

(mg/100g)	2h	24h	1month
Asp	1±1	0	0
Glu	12±2	19±1	20±1
Ser	0	0	0
His	61±9	68±8	70±7
Gly	43±9	51±8	44±7
Thr	0	0	0
Arg	0	0	0
Ala	21±3	29±3	34±3
Tyr	0	0	4±3
Val	6±1	7±1	8±1
Met	0	0	1±1
Phe	0	1±1	1±1
Ile	1±1	2±1	1±2
Leu	2±2	3±1	5±2
Lys	5±1	7±1	5±4
Pro	0	0	0
合計	150±25	185±22	195±17

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

昨今のサーモンブーム・国産原料ニーズ・国際情勢による輸入原料不足及び価格高騰等により国産養殖ギンザケの需要はますます高まっていくことが想定される。今後は本県の「みやぎサーモン」と各地のブランドサーモンについて、死後硬直、K値によらない鮮度指標等、数値的に差別化可能な項目の検証が求められる。

<結果の発表，活用状況等>

- ・宮城県漁業協同組合及び生産者に結果の報告を行った。

事業課題の成果要旨

(令和3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	持続可能なみやぎの養殖振興事業（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。養魚場Bから1回目は平均139g/尾、2回目は平均147g/尾のギンザケ種苗をそれぞれ水技センターに搬入した。

水技センター到着後、8つの200L円形水槽（黒色）に、45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9日間飼育した。試験区として、①3日間区、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18℃の高水温条件で試験を行った。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18℃で、3日後からは0.6～0.7℃/日ずつ昇温し、5日後にはおよそ20℃とし、その後0.6～0.7℃/日ずつ降温し、8日後には18℃とした。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>

- ①3日間区（従来法：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

生残率は①3日間区、②簡便法1区で高く、ほとんど死亡がなかった（図1）。次いで③簡便法2区で8割、④海水直接区で5割と馴致が短いほど低くなった。血中ナトリウムイオン濃度は、①3日間区以外は試験開始1日後に高く、2日以降低下したが、①3日間区は緩やかな上昇で抑えられていた（図2）。

(2) 2回目

生残率は①3日間区では9割以上と高かったが、馴致が短いほど低くなり、④海水直接区では2割であった（図3）。1回目と比較して、①3日間区以外では生残率が低下したが、これは海水馴致前の淡水の水温と海水温の差が大きかったことが影響したと考えられた。1回目は水温差が6.5℃であったが、2回目は12.8℃と大きかった。また生残率が低かったため、①3日間区以外は血中ナトリウムイオン濃度の測定用のサンプルが不足し、一部測定できなかった。血中ナトリウムイオン濃度は、1回目と同じ傾向を示し、①3日間区以外では1日後に高い値を示した（図4）。

<主要成果の具体的なデータ>

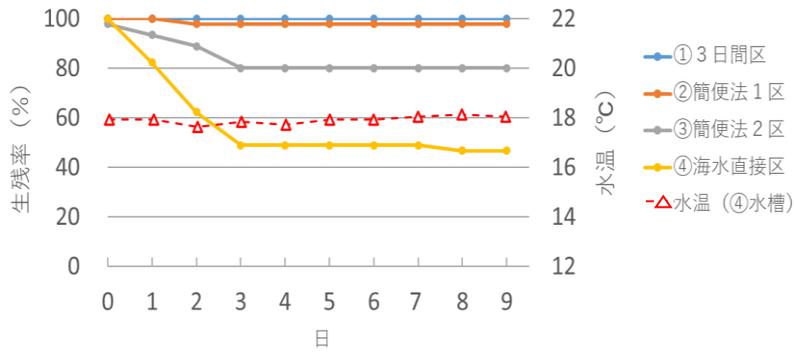


図1 生残率の推移 (1回目)

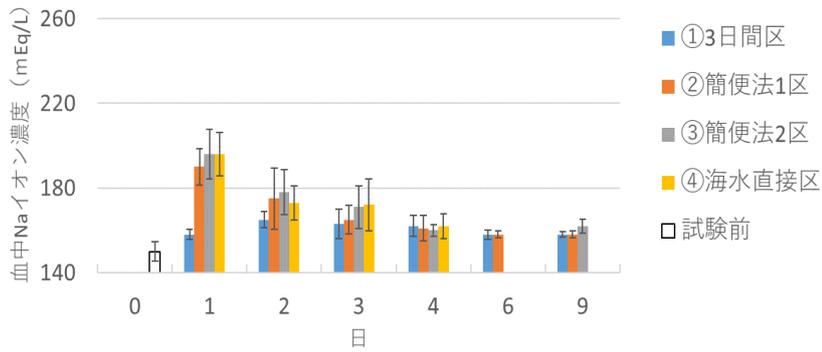


図2 血中ナトリウムイオン濃度の推移 (1回目)
※縦棒は標準偏差

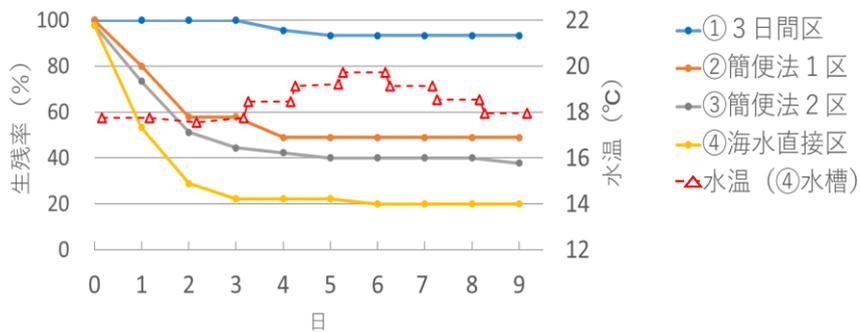


図3 生残率の推移 (2回目)

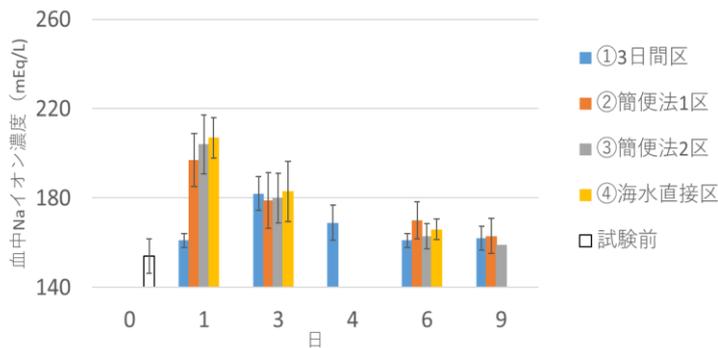


図4 血中ナトリウムイオン濃度の推移 (2回目)
※縦棒は標準偏差

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

2回目の試験では、生残率が低く、血中ナトリウムイオン濃度測定用のサンプル数が不足したため、途中昇温の影響を把握することができなかった。来年度、淡水と海水温との差を小さくして、再度試験を行う。

<結果の発表、活用状況等>

- ・協力機関である宮城県漁業協同組合に結果を報告した。
- ・魚類養殖業者や関係者に情報提供を行った（令和4年3月 宮城県魚類防疫推進会議）
- ・「高水温に対応したギンザケの海水馴致方法の検討」（令和4年3月 日本水産学会春季大会）

事業課題の成果要旨

(令和3年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	持続可能なみやぎの養殖振興事業(高品質カキ安定化事業)
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和7年度
部・担当者名	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：長田知大，小野寺淳一
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 仙台地方振興事務所水産漁港部

<目的>

1 干出処理によるカキの付着物除去試験

垂下養殖されるマガキに付着するムラサキイガイ等の付着生物は、マガキと競合して餌料を摂取するため、マガキの成長に影響を与える。この対策として本県では加熱した海水を用いた温湯処理による付着物の除去が行われることがあるが、一部の漁業者は付着物の除去に加えて身入りや味の向上も期待し、約2日間の干出を繰り返し行う処理を実施している。これを踏まえ、干出処理による付着物除去および身入りや成分への効果を検討し、殻付きカキ付加価値向上技術としての有用性を検証する。

2 殻付カキの高品質化

本県でのカキは剥き身生産が主体であるが、近年、高品質な殻付カキについては、国内だけでなく、香港やシンガポール等海外でも需要が増加しており、漁業収入向上のため殻付カキのウェイトを高めていく必要がある。ただし、一般的な養殖手法（垂下式）で生産したカキを出荷しても殻の大きさや身入りにばらつきがあり市場での評価は高くない状況にある。そこでバスケットやパールネットを用いて高品質な殻付カキの養殖方法を検討することで、殻付カキの生産額増大を図る。

<試験研究方法>

1 干出処理によるカキの付着物除去試験

マガキを収容した丸カゴを気仙沼市波路上地先の試験筏に垂下し、秋期、冬期、春期に1回ずつ干出処理を行う。干出処理はカキを丸カゴごと筏上に引き上げて行い（写真1）、干出の期間は降雨・降雪等のない日を選び約2日とする。成長や成分の測定は干出から約1ヶ月後に行い、軟体部重量、身入り度指数（写真2、 $(\text{外径}-\text{内径})/\text{外径} \times 100$ ）、遊離アミノ酸量、グリコーゲン量の各測定項目を、干出を行わない対照区と比較する。また、サンプリング時にはマガキを収容していた丸カゴの重量を計測し、この測定値と試験開始前の丸カゴの重量から丸カゴの付着物重量を求め、干出区と対照区を比較する。比較の際は統計的手法を用い、各測定値の母集団が不等分散を持つ可能性があるため、同時期の各区における測定値に対して Welch's t test を用いて検定を行った。



写真1. 干出処理時の様子



写真2. 身入り度指数の測定
矢印が外径，点線矢印が内径



写真3. 2回目のサンプリング時の干出区（左）と対照区（右）の丸カゴの様子

2 殻付カキの高品質化

石巻地区（荻浜）と松島地区で、一粒カキ種苗をバスケット（写真4）とパールネット（写真5）で比較して生産管理し、成長や形状を計測する。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を行う。



写真4. バスケット養殖

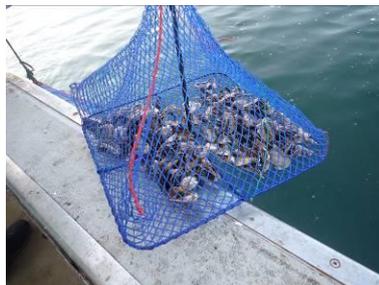


写真5. パールネット養殖

<結果の概要>

1 干出処理によるカキの付着物除去試験

干出処理は10月下旬（秋期）と12月下旬（冬期）に行い、サンプリングはそれぞれ干出処理から約1ヶ月後の11月下旬と1月下旬に行った。

干出試験区および対照区における軟体部重量と身入り度指数は図1のとおりであり、秋期、冬期のいずれの時期においても干出処理による有意な差は見られなかった（ $p>0.05$ ）。また、遊離アミノ酸量およびグリコーゲン含量はそれぞれ図2、図3のとおりであった。遊離アミノ酸の総量や、甘味を呈するとされる代表的なアミノ酸（グリシン、アラニン、トレオニン、セリン）が占める割合、グリコーゲン含量についても、秋期、冬期のいずれの時期においても試験区と対照区の間には有意な差は見られなかった（ $p>0.05$ ）が、秋期における干出試験区のグリコーゲン含量が対照区と比較し高くなる傾向が示された。各区の付着物重量は図4のとおりであり、干出処理区では秋期および冬期の干出処理により付着物重量が有意に減少した（ $p<0.05$ ）。これらの結果から、干出処理を行うことによりカキの成長や成分蓄積を阻害することなく付着物を除去し、出荷時期の秋期におけるグリコーゲン含量を向上させることができる可能性が示唆された。

2 殻付カキの高品質化

[石巻地区（荻浜）]

- ・バスケットとパールネットで比較管理した殻高の成長は図5のとおりで、当初の成長はパールネットの方が良いものの3月時点ではバスケットの成長が上回った。また、プロポーシオン比（表1）はバスケットの幅(殻長)の比率が若干小さく、細長い形状であった。



写真6. 3月の形状（左：バスケット，右：パールネット）

[松島地区]

- バスケットとパールネットで比較管理したところ、成長や形状は概ね同様であった。(図 6, 表 2)



写真7. 3月の形状 (左:パールネット, 右:バスケット)

<主要成果の具体的なデータ>

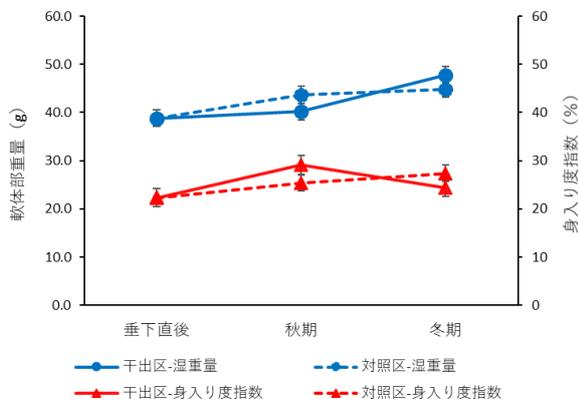


図1 干出前後の各区における軟体部重量, 身入り度指数の推移 (Mean±SE, n=30)

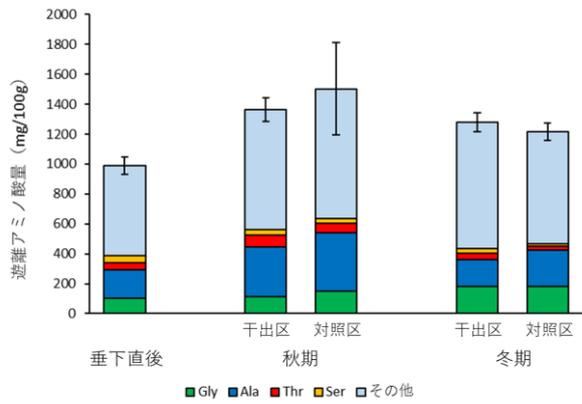


図2 干出前後の各区における遊離アミノ酸量の推移 (Mean±SE, n=10)

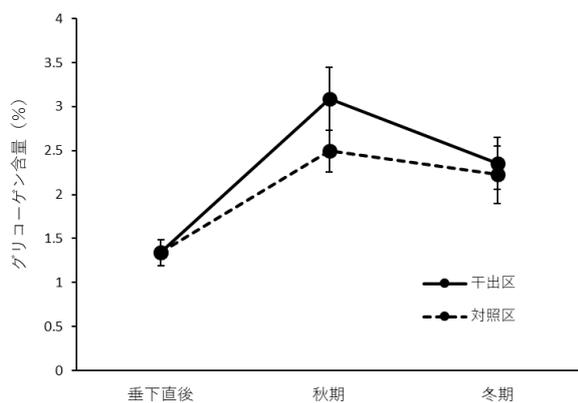


図3 干出前後の各区におけるグリコーゲン含量の推移 (Mean±SE, n=10)

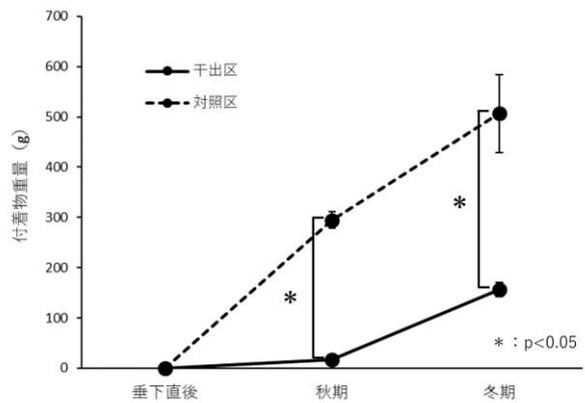


図4 干出前後の各区における付着物重量の推移 (Mean±SE, n=3)

[石巻地区 (萩浜)]

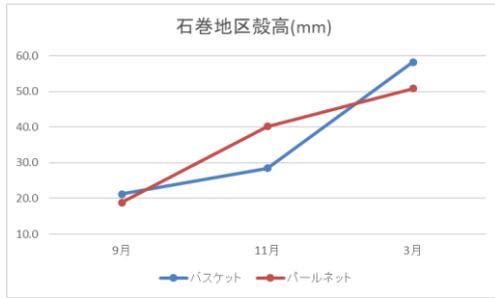


図5 殻高の推移 (石巻)

表1 3月計測値 (上段) とプロポーシ
ョン比 (下段)

養殖区分	殻幅	殻長	殻高
バスケット	17.4mm	32.2mm	58.2mm
	0.9	1.7	3.0
パールネット	17.7mm	33.6mm	50.8mm
	1.0	2.0	3.0

[松島地区]

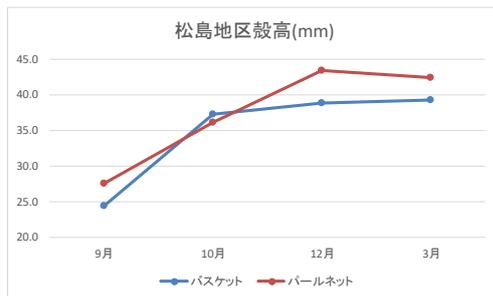


図6 殻高の推移 (松島)

表2 3月計測値 (上段) とプロポーシ
ョン比 (下段)

養殖区分	殻幅	殻長	殻高
バスケット	12.2mm	24.3mm	39.3mm
	0.9	1.9	3.0
パールネット	12.8mm	26.7mm	42.4mm
	0.9	1.9	3.0

<今後の課題と次年度以降の具体的な計画>

1 干出処理によるカキの付着物除去試験

今後は春期 (3回目) の干出処理およびサンプリングをそれぞれ4月下旬および5月下旬に行った後、残るサンプルの一部を出荷時期となる秋口まで垂下し、3回目の干出処理以降の身入り・成分の変化を追跡調査する。また、マガキに対し温湯処理を行った際の付着物除去効果や身入り、成分等への影響を検討し、干出処理による付着物除去効果や身入り・成分への影響との比較を行う。

2 殻付カキの高品質化

石巻地区については、管理当初は成長の良いパールネットを用い、その後は作業性の良いバスケットを使用する等、地域の環境にマッチした管理手法の検討を行うこととしており、引き続き出荷までの成長と形状を追跡する。

松島地区については、作業性の良いバスケットを中心とした生産管理の検討を行うこととしており、引き続き出荷までの成長と形状を追跡する。

<結果の発表、活用状況等>

試験結果については、協力いただいた漁協支所へ報告した。

事業課題の成果要旨

(令和3年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖・加工
研究課題名	持続可能なみやぎの養殖振興事業（ノリ養殖最適生産モデル構築事業）
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和6年度
部・担当者名	水産加工開発チーム ○紺野智太，鈴木花，垂水裕樹，三浦悟，永木利幸
協力機関・部及び担当者名	

<目的>

震災後、施設整備が進み生産体制が整ってきた一方で、ノリ生産者数は震災前の約55%に減少した。「量から質へ」と、収益性の高い生産構造への転換が求められる中、本事業ではノリ養殖業を営む各浜の特徴に応じた「最適生産モデルの構築」を目指す。

本研究では、ノリ原藻摘採後の陸上での処理工程（以下「前処理工程」という）において、前処理の各工程が原藻に及ぼす影響について基礎的な情報を収集するとともに前処理工程が乾ノリ、ばらノリ製品の仕上がり及びばらノリに影響を評価することを目的とした。また、宮城県漁業協同組合（以下「県漁協」という）の乾ノリ共販における等級について、乾ノリに含まれる成分の面から評価することを目的とした。

<試験研究方法>

1 サンプルング

（1）乾ノリ，ばらノリの前処理工程からのノリ原藻サンプルング

矢本，浦戸，荒浜の3漁場を選定し，合計4回のサンプルングを実施した（表1）。前処理工程で使用される機器を記録した上で，各工程の水環境（水温，pH，溶存酸素DO，塩分）を測定した。原藻の成分変化を伴うと考えられる前処理工程の前後でノリ原藻をサンプルングした。サンプルングしたノリ原藻は，氷温下で水産加工公開実験棟に持ち帰った後，全てのサンプルを十分な量の水道水で洗浄した。その後ペーパータオル等で葉体表面の水分を除去し，サンプル毎に小分けにし，分析に供するまで-30℃で凍結保管した。なお，これらの原藻から製造された乾ノリ及びばらノリについてもアルミホイルで遮光しながら実験棟に持ち帰り，分析に供するまで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.試験区及びサンプルングの詳細

試験区名	日時	場所	摘採したノリ原藻	乾ノリの種類
矢本	令和4年2月4日	東松島市矢本	秋芽網8番摘み，冷凍網3番摘み（混合）	板ノリ
浦戸	令和3年12月23日	塩竈市浦戸	秋芽網3番摘み	板ノリ
荒浜 1 回目	令和4年1月17日	亘理町荒浜	冷凍網2番摘み	板ノリ
荒浜 2 回目	令和4年3月1日	亘理町荒浜	冷凍網6番摘み	板ノリ，ばらノリ

（2）県漁協共販における乾ノリサンプルング

県漁協塩釜総合支所における令和4年1月14日の第5回入札及び令和4年1月28日の第6回入札の中からサンプルングを実施した（表2）。合格品と格付け製品を比較するため，格付け「交」及び「黒」については，矢本で生産された「冷優B」「交冷優A」「黒冷優B」を，格付け「飛」については，浦戸で生産された「優B」「飛優B」を，格付け「混」については，七ヶ浜で生産された「優A」「混優A」をそれぞれ購入した。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 2. サンプル一覧

名称	日時	生産場所	等級	格付け	備考
矢本優B	2022年1月14日	東松島市矢本	冷優B	-	
矢本黒優B	2022年1月14日	東松島市矢本	黒優B	黒	光沢が合格品よりもやや劣り、「別」製品よりも優れている
矢本交優A	2022年1月14日	東松島市矢本	交優A	交	枯葉、珪藻が混じっている
浦戸優B	2022年1月28日	塩竈市桂島	優B	-	
浦戸飛優B	2022年1月28日	塩竈市桂島	優B	飛	あおのりの類が7%未満混入している
七ヶ浜優A	2022年1月28日	七ヶ浜町	優A	-	
七ヶ浜混優A	2022年1月28日	七ヶ浜町	優A	混	あおのりの類が7%以上混入している

2 成分分析

(1) 一般成分（水分・粗タンパク・灰分・粗脂肪及び炭水化物）

一般成分のうち、水分、粗タンパク、灰分を分析した。粗脂肪は、複数サンプルを分析したところ、その含有量が極めて少ないため今回は分析しなかった。水分は常圧加熱乾燥法、粗タンパクはケルダール法、灰分は直接灰化法、粗脂肪及び炭水化物は差し引き法で求めた。

なお、結果については水分を除いた乾燥重量の割合で表記した。

(2) 遊離アミノ酸

凍結サンプルを約0.4g～3g程度秤量し、真空凍結乾燥機（アルバック社製）を用いて乾燥を行った。乾燥サンプルをハサミ及び乳鉢で十分細くなるまですり潰し、10%トリクロロ酢酸を10ml程度加えた後、全量が30mlとなるように水を加え、50ml遠沈管で1日程度常温に放置し抽出した。その後、抽出物をろ過し100mlメスフラスコに蒸留水で希釈・定容後、0.45μmシリンジフィルターで濾過したものを1.5mlバイアルに充填し、HPLCにより遊離アミノ酸の含有量を分析した。

アミノ酸の誘導体化は、Agilent 1260 Infinityオートサンプラーの自動プレカラム誘導体化機能を用いた。OPA（o-フタルアルデヒド）で1級アミノ酸を誘導体化した後、逆相カラムで分離し、フォトダイオードアレイ検出器及び蛍光検出器を用いて定量した。分析条件は表3のとおりとした。

各遊離アミノ酸は、市販のスタンダードを用いた絶対検量線法により、アスパラギン酸 (Asp)、グルタミン酸 (Glu)、セリン (Ser)、ヒスチジン (His)、グリシン (Gly)、スレオニン (Thr)、アルギニン (Arg)、アラニン (Ala)、チロシン (Tyr)、バリン (Val)、メチオニン (Met)、フェニルアラニン (Phe)、イソロイシン (Ile)、ロイシン (Leu)、リジン (Lys)、プロリン (Pro) を定量した。

表 3. 遊離アミノ酸分析のメソッド（左表）及び分析時間における移動相の流動比（右表）

カラム	Agilent Poroshell HPH-C18(3.0*100mm*2.7μm)	時間 (分)	移動相 A:B (v/v)
ガードカラム	InfinityLab Poroshell 120 EC-C18(3.0*5mm*2.7μm)	0	96 : 4
カラム温度	40°C	1.50	96 : 4
サンプル温度	5°C	3.50	88.5 : 11.5
移動相	グラジエント分析	14.00	50 : 50
	A) 10mM 四ホウ酸ナトリウム・リン酸水素二ナトリウム水溶液(pH8.2)	15.00	40 : 60
		15.01	0 : 100
	B) アセトニトリル/メタノール/水(4.5:4.5:1)	19.50	0 : 100
移動相流量	0.7ml/min	19.51	96 : 4
検出器	DAD 338.0nm;10nm, Ref390nm;20nm	23.50	96 : 4
	FLD Ex230nm, Em450nm		
分析時間	23.50分		

<結果の概要>

(1) 乾ノリ前処理工程がノリ原藻に及ぼす影響の検討

イ 前処理工程記録及びサンプリング箇所の決定

各試験区の前処理工程の順番及び原藻サンプリング箇所、細胞検鏡の箇所を表4, 5, 6, 7に示した。前処理工程の大まかな流れとして各生産者に共通なのは「原藻摘採」⇒「活性タンクでの貯留」⇒「異物除去・洗浄」⇒「練り」⇒「細断」⇒「熟成」⇒「濃度調整」⇒「ノリ漉き」⇒

「乾燥」であった。その中でも「異物除去・洗浄」及び「練り工程」では、違いがみられた。「異物除去・洗浄」では、各生産者で使用する機器の数が異なり、浦戸が最も少なく、荒浜が最も多い結果となった。「練り工程」では、矢本及び荒浜では、「洗浄・練り」の両方を一度に行う「洗練機」を使用した後に、「練り工程」を行っていたが、浦戸では「練機」による「練り工程」だけであった。

ロ 水環境測定の結果

各試験区のノリ前処理工程における水環境の測定結果を表4, 5, 6, 7に示した。

水温は各試験区共通の傾向がみられ、海水から淡水に切り替わるポイントである「細断工程」で1°C程度変化しており、それ以外の箇所では大きな変化はなかった。

pHは各試験区において、ほとんど変化がなく、前処理工程がpHに影響を及ぼすとは考えにくい結果となった。

溶存酸素については、各試験区共通で「活性タンク」貯留時で最も少なく、その後は曝気されるため徐々に酸素量が増加していく傾向がみられた。「活性タンク」貯留時において、浦戸では68%、矢本及び荒浜は4%と低かった。浦戸では摘採後の原藻を異物除去しながら随時活性タンクに入れるため溶存酸素量は他の試験区よりも多いが、浦戸以外の溶存酸素量が少ない原因としては、ノリ原藻が活性タンクに入ってから時間経過する中で、新鮮な海水を追加するなど酸素を供給する操作が無いためと考えられる。また、矢本においては、活性タンクが暗所に設置してあるため、光合成量よりも呼吸量が上回り、酸素量が減少したと考えられる。

塩分は各試験区共通の傾向がみられ、「細断工程」で、海水から真水に切り替わるため、「細断工程」を境に塩分が減少し始めていた。いずれの生産者も「漉き前」の貯留においては、0.1%前後と工程の中で最も塩分が少なくなっていた。

ハ 一般成分分析の結果

各試験区の前処理工程における乾燥重量あたりの一般成分分析の結果を表8, 9, 10, 11に、前処理工程における粗タンパク及び灰分の割合変化の推移については図1, 2, 3, 4に示した。

試験区ごとでは、矢本において、粗タンパクは「活性タンク」貯留時は36.1%であったが、「乾ノリ」は45.7%であり、9.6ポイント増加した。灰分は「活性タンク」貯留時は18.3%であったが、「乾ノリ」は12.0%であり、6.3ポイント減少した。

浦戸において、粗タンパクは「活性タンク」貯留時は39.4%であったが、「乾ノリ」は44.8%であり、5.4ポイント増加した。灰分は「活性タンク」貯留時は18.2%であったが、「乾ノリ」は11.4%であり、6.8ポイント減少した。

荒浜1回目において、粗タンパクは「活性タンク」貯留時は46.1%であったが、「乾ノリ」は45.2%あり、0.9ポイント減少した。灰分は「活性タンク」貯留時は18.3%であったが、「乾ノリ」は11.1%であり、7.3ポイント減少した。

荒浜2回目において、粗タンパクは「活性タンク」貯留時は33.6%であったが、「乾ノリ」は36.8%であり、0.2ポイント増加した。灰分は「活性タンク」貯留時は16.5%であったが、「乾ノリ」は11.5%であり、5.0ポイント減少した。

全ての試験区において、灰分が5.0~7.3ポイントと一定の割合で減少しているため、灰分は前処理が進むにつれて徐々に減少すると判断できる。一方で、粗タンパクについては、微減している試験区や、増加している試験区においてもその増加割合が0.2~9.6ポイントと一定ではないことから、前処理工程における粗タンパクの増減について、今回の試験結果からは判断することが難しい。ここで、ノリに含まれる粗脂肪は脂溶性であり水中には流れ出すことがなく、炭水化物はノリ原藻の細胞壁のみに存在し粗脂肪と同様に水中に流れ出さず、両者が全ての工程において一定割合で存在すると仮定する。仮定が正しければ、灰分または粗タンパクが減少した割合と同じ割合で、もう一方が増加することになるが、今回の試験結果では粗タンパクの増減が一定ではないことから、前述した仮説は棄却されることになる。すなわち、前処理工程において粗タンパクまたは灰分以外にも、粗脂肪または炭水化物が流出していることが考えられる。今回の試験において、炭水化物については差し引き法で求めたが、炭水化物についても積極的に分析し、前処理工程における動向についても追う必要があると考えられる。また、荒浜においては、矢本や浦戸と違う増減を示しただけでなく、異なる日程のサンプリングでも粗タンパクの増減について同様の傾向が見られ

たことから、荒浜の前処理工程に原因があると考えられる。

二 遊離アミノ酸分析の結果

各試験区の前処理工程における乾燥重量あたりの遊離アミノ酸の含有量の分析結果を表12, 13, 14, 15に、前処理工程における遊離アミノ酸含有量及びその合計の推移を図5, 6, 7, 8に示した。分析結果から原藻及び乾ノリに含まれる主要な遊離アミノ酸は、Asp, Glu, Alaであることが確認されたため、この3種類に着目した。各試験区及び各遊離アミノ酸 (Asp, Glu, Ala) において、前処理工程における含有量とその合計について比較した。

矢本において、Aspは「乾ノリ」が最も多かった。Gluは「活性タンク」貯留時が最も多く、それ以外の工程においてはほぼ一定であった。Alaは「練り後」から徐々に増え始め、「乾ノリ」で最も多かった。遊離アミノ酸の含有量の合計（以下、「合計」という）は「乾ノリ」が最も多く、次いで「活性タンク」貯留時となった。

浦戸において、Aspは増減が繰り返されるが、「熟成後」以降は微減した。Gluは「練り前」が最も多く、それ以外の工程では増減はあるもののほぼ一定であった。Alaも「練り前」が最も多く、それ以外の工程では増減はあるもののほぼ一定であった。合計は「練り前」が最も多かったが、それ以外ではほぼ一定であった。

荒浜1回目において、Aspは「活性タンク」貯留時が最も多く、その後は増減を繰り返しほぼ一定となった。Gluは「洗浄・練り後」が最も多く、「乾ノリ」が最も少なかった。Alaは「細断後」が最も多く、「活性タンク」貯留時が最も少なかった。「活性タンク」貯留時以外は増減を繰り返しているが、ほぼ一定であった。合計は、「洗浄・練り後」が最も多く、「乾ノリ」が最も少なかった。

荒浜2回目において、Aspは増減が繰り返されるが、「乾ノリ」が最も少なかった。Gluは「洗浄・練り後」が最も多く、「細断後」が最も少なかったが、「細断後」以降は増減はあるもののほぼ一定であった。Alaは「細断後」が最も多く、「活性タンク」貯留時が最も少なかった。「細断後」以降は増減はあるものの減少した。合計は「洗浄・練り後」が最も多く、「活性タンク」貯留時が最も少なかったが、それ以降はほぼ一定であった。

遊離アミノ酸の種類ごとにみると、Aspは前処理工程には依らずほぼ一定であった。Gluは矢本1回目以外は「練り前」または「洗浄・練り後」が最も多くなる傾向が見られた。そのため、Gluについては練り工程が増減に関与していることが考えられた。

以上のことが確認されたが、試験区ごとにおいて最も含有量が多い遊離アミノ酸がAlaまたはGluとなり、2つのグループに分けられた。Alaが優位なグループは荒浜1回目だけであり、それ以外はGluが優位なグループであった。Ala及びGluについては、前処理工程において、若干だが含有量が工程で入れ替わることがあるが、それ以外を除けば工程には依らず原藻に由来すると考えられた。2つのグループの違いについて、Gluが優位なグループは摘採回数が3番摘み以降の原藻を使用しており、Alaが優位なグループは摘採回数が2番摘みを使用していた。そのため、摘採回数によって、優位に含まれる遊離アミノ酸の種類が異なる可能性も考えられた。また、品種の違いが影響する可能性も考えられた。

ホ 前処理工程におけるノリ原藻細胞の検鏡

前処理工程におけるノリ原藻細胞の変化について、顕微鏡観察を行った（表16, 17, 18, 19）。細胞の変化は各試験区において共通であった。「活性タンク」貯留時では、細胞内に細胞内小器官と思われる構造が確認され、細胞が隙間無く並んでいる様子が観察された。「細断後」からは細胞の様子に変化が生じ始め、細胞内の構造が不明瞭となり、細胞自体が丸みを帯び始めた。これは検鏡前のプレパラート作成時に塩水を使用したため、原形質分離したことが原因であることが考えられる。「漉き前」では細胞の形もバラバラになる試験区もあり、浸透圧により細胞が壊れたことが考えられた。

(2) 「ばらノリ」の前処理工程が製品の仕上がり及び影響の検討

イ 前処理工程の記録及びサンプリング箇所の決定

前処理工程の順番及び機器メーカー、原藻サンプリング箇所、細胞検鏡の箇所を表20に示した。前処理工程の大まかな流れとしては、「原藻摘採」⇒「活性タンクでの貯留」⇒「大粗異物除去」⇒「細断」⇒「異物除去」⇒「脱塩」⇒「脱水」⇒「乾燥」であった。板ノリとの違いについては、

大きく分けて3つあった。1つ目は、工程自体が少ないことであった。2つ目は、脱塩工程を2回行うことであり、乾ノリ製造時には熟成で用いた機器を2つ並べて使用し、脱水を行っていた。3つ目は、脱水工程以降である。脱水工程は、スクリュープレスで脱水した後、回転する円盤上に原藻を落とし、それを風圧で分散させながらコンベアの上に散布されていた。乾燥工程を経て、ノリは一枚のシート状になり、それを手でほぐした後に、ばらノリとして袋詰めされた。形状はもちろんのこと、前処理工程も乾ノリとは大きく異なっていた。

ロ 水環境測定の結果

前処理工程における水環境の測定結果を表20に示した。

水温については「活性タンク」貯留時が最も高く、それ以降はほぼ一定であった。

pHは脱塩②時が最も高かったが、それ以外はほぼ一定であった。

溶存酸素は「活性タンク」貯留時に4%で最も少なく、その後は曝気されるため徐々に酸素量が増加していく傾向がみられた。これは板ノリの製造時と同様であり、時間経過する中で新鮮な海水を追加するなど酸素を供給する操作が無いことが原因であると考えられる。

塩分については、脱塩工程において、海水から真水に切り替わるため、塩分が減少しはじめ、「脱塩②」では最も低い0.08%となった。これは、板ノリの「漉き前」とほぼ同じ値であった。

ハ 一般成分分析の結果

前処理工程における乾燥重量あたりの一般成分分析の結果を表21に、前処理工程における粗タンパク及び灰分の割合変化の推移を図9に示した。粗タンパクについて、「活性タンク」貯留時は34.9%であったが、「ばらノリ」には33.3%であり、1.6ポイント減少した。灰分は「活性タンク」貯留時は19.1%であったが、ばらノリ時には9.9%であり、9.2ポイント減少した。乾ノリ（板ノリ）の灰分の平均は11.5%であるため、ばらノリは乾ノリよりも灰分が少ないことが確認された。乾ノリの前処理工程では、「練り工程」や「熟成工程」でノリ葉体を老化させることでノリ葉体を柔軟にしているが、ばらノリではそれらの工程がないにも関わらず、灰分及び粗タンパクが乾ノリよりも減少した結果となった。

二 遊離アミノ酸分析の結果

前処理工程における乾燥重量あたりの遊離アミノ酸の含有量の分析結果を表22に、前処理工程における遊離アミノ酸含有量及びその合計の推移を図10に示した。分析結果から原藻及びばらノリに含まれる主要な遊離アミノ酸は、Asp, Glu, Alaであることが確認されたため、この3種類に着目した。

Aspは「乾燥前」が最も多く、「脱塩②」が最も少なかった。Gluは「細断後」が最も多く、「ばらノリ」が最も少なくなった。Alaは「脱塩②」が最も多く、「ばらノリ」が最も少なかった。合計は「細断後」が最も多く、「ばらノリ」が最も少なかった。「ばらノリ」と「乾ノリ」を比較すると、「ばらノリ」の方がAsp, Gluが多かったが、Ala, 遊離アミノ酸の合計は少なかった。

ホ 前処理工程におけるノリ原藻細胞の検鏡

前処理工程のノリ原藻細胞の変化について、顕微鏡観察を行った（表23）。細胞の変化は乾ノリ前処理工程時と同じく、海水から真水に切り替わるポイントで変化が確認された。「活性タンク」貯留時では、細胞内に細胞内小器官と思われる黒点等が存在し、細胞間も隙間無く並んでいることが確認された。「脱塩②後」からは細胞の様子に変化が生じ始め、細胞内の黒点は消え、細胞自体が丸みを帯び始めた。これは検鏡前のプレパラート作成時に塩水を使用したため、原形質分離したことが原因であることが考えられた。

(3) 等級及び「交」「混（もしくは飛）」に格付けされた乾ノリに含まれる成分比較

イ 一般成分分析について

等級及び「交」「混（もしくは飛）」に格付けされた乾ノリに含まれる乾燥重量あたりの一般成分分析の結果を表24に示した。七ヶ浜については、「優A」の方が「混優A」よりも粗タンパクが3.5ポイント多く、灰分は1.0ポイント多かった。浦戸については、「飛優B」の方が「優B」よりも粗タンパクが2.1ポイント多く、灰分は同値であった。矢本については、粗タンパクにおいて「黒優B」が最も多く、ついで「交優A」、「冷優B」であった。灰分においては「交優A」が最も多く、

ついで「黒優B」,「冷優B」であった。

ロ 遊離アミノ酸分析について

等級及び「交」「混(もしくは飛)」に格付けされた乾ノリに含まれる乾燥重量あたりの遊離アミノ酸の含有量の分析結果を表25に示した。分析結果から乾ノリに含まれる主要な遊離アミノ酸はAsp, Glu, Alaであることが確認されたため、産地毎に3種類に着目し比較した。

七ヶ浜では「優A」に対して「混優A」を比較すると、Asp, Glu, Ala全てで少なかった。これはアオノリの含有率が多く、全てスサビノリで作られている「優A」に比べ各種遊離アミノ酸が減少したと考えられる。しかし、アオノリの遊離アミノ酸含有量は測定していないため、今後はアオノリも分析する必要がある。浦戸では「優B」に対して「飛優B」を比較すると、Asp, Gluは少なかったものの、Alaは多かった。矢本において「優B」に対して、「黒優B」及び「交優A」をそれぞれ比較すると、「黒優B」ではAspは少なかったが、Glu, Alaは多かった。「交優A」ではAsp, Gluは変化がなかったが、Alaは少なかった。生産者から、『ツヤがない「黒」が美味しい』『珪藻が多い「交」は美味しい』という情報が寄せられるが、「黒」についてはGlu, Alaが多いだけでなく、遊離アミノ酸の含有量の合計も多いことから、今回の結果が裏付ける結果となった。しかし、「交」については通常等級とほとんど変わらない結果となった。

<主要成果の具体的なデータ>

(1) 乾ノリ前処理工程がノリ原藻に及ぼす影響の検討

表 4. 矢本におけるノリ原藻サンプリング結果 (原藻採取箇所, 検鏡箇所, 水環境測定結果)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
前処理工程	摘採	⇒	活性タンクでの貯留①	⇒	大粗異物除去	⇒	貯留②	⇒	異物除去①	⇒	異物除去②	⇒
原藻採取	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○
細胞検鏡	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○
水温 (°C)	-	-	7.2	-	7.3	-	7.4	-	7.7	-	7.8	-
pH	-	-	6.87	-	6.84	-	6.87	-	6.83	-	6.85	-
溶存酸素 (%)	-	-	9	-	57	-	17	-	57	-	73	-
塩分 (%)	-	-	3.33	-	3.33	-	3.33	-	3.31	-	3.21	-
備考			原藻の貯留		大型異物の除去				小型異物 (ワレカラ等) の除去		小型異物 (ワレカラ等) の除去	
No.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
前処理工程	洗浄・練り	⇒	練り	⇒	細断	⇒	熟成	⇒	濃度調整	⇒	貯留③	⇒
原藻採取	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-	○	-
細胞検鏡	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-	○	-
水温 (°C)	7.8	-	-	-	7.2	-	6.0	-	-	-	5.9	-
pH	6.83	-	-	-	6.95	-	7.2	-	-	-	7.05	-
溶存酸素 (%)	79	-	-	-	89	-	66	-	-	-	86	-
塩分 (%)	3.31	-	-	-	0.45	-	0.20	-	-	-	0.18	-
備考	珪藻の除去及び原藻の毀傷		原藻の毀傷		混成機による細断		浸透圧による細胞膨潤		水と原藻を調合			
No.	25	26	27									
前処理工程	乾燥	⇒	乾ノリ									
原藻採取	-	-	○									
細胞検鏡	-	-	-									
水温 (°C)	-	-	-									
pH	-	-	-									
溶存酸素 (%)	-	-	-									
塩分 (%)	-	-	-									
備考												

表 5.浦戸におけるノリ原藻サンプリング結果（原藻採取箇所，検鏡箇所，水環境測定結果）

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
前処理工程	摘採 ゴミ取り	⇒	活性タンク での貯留	⇒	大粗異物 除去	⇒	異物除去	⇒	洗浄・貯槽	⇒	練り	⇒
原藻採取	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○
細胞検鏡	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○
水温 (°C)	-	-	5.2	-	-	-	6.0	-	6.2	-	6.1	-
pH	-	-	7.21	-	-	-	7.71	-	7.99	-	7.78	-
溶存酸素 (%)	-	-	68	-	-	-	81	-	85	-	88	-
塩分 (%)	-	-	3.16	-	-	-	3.18	-	3.16	-	2.70	-
備考	手作業で異 物除去		原藻の貯留		大型異物の 除去		小型異物 (ワレカラ 等)の除去		珪藻の除去		原藻の毀傷	

No.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
前処理工程	細断	⇒	熟成	⇒	濃度調整	⇒	貯留	⇒	乾燥	⇒	乾ノリ
原藻採取	-	○	-	○	-	-	○	-	-	-	○
細胞検鏡	-	○	-	○	-	-	○	-	-	-	-
水温 (°C)	7.6	-	9.8	-	-	-	10.8	-	-	-	-
pH	7.65	-	7.65	-	-	-	7.65	-	-	-	-
溶存酸素 (%)	86	-	67	-	-	-	89	-	-	-	-
塩分 (%)	1.20	-	0.17	-	-	-	0.03	-	-	-	-
備考			浸透圧によ る細胞膨潤		水と原藻を 調合						

表 6.荒浜 1 回目におけるノリ原藻サンプリング結果（原藻採取箇所，検鏡箇所，水環境測定結果）

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
前処理工程	摘採	⇒	活性タンクでの貯留	⇒	大粗異物除去	⇒	洗浄	⇒	異物除去①	⇒	洗浄	⇒
原藻採取	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
細胞検鏡	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水温 (°C)	-	-	7.1	-	7.0	-	7.1	-	8.0	-	8.2	-
pH	-	-	6.75	-	6.96	-	6.97	-	7.34	-	7.09	-
溶存酸素 (%)	-	-	4	-	26	-	15	-	60	-	30	-
塩分 (%)	-	-	3.30	-	3.30	-	3.30	-	3.26	-	3.27	-
備考			原藻の貯留		大型異物の除去		珪藻の除去		小型異物（ワレカラ等）の除去		珪藻の除去	

No.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
前処理工程	異物除去②	⇒	洗浄・練り	⇒	練り	⇒	細断	⇒	熟成	⇒	濃度調整	⇒
原藻採取	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-	○	-
細胞検鏡	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-	○	-
水温 (°C)	8.2	-	8.1	-	9.5	-	9.9	-	10.4	-	-	-
pH	7.27	-	7.56	-	7.35	-	7.44	-	7.39	-	-	-
溶存酸素 (%)	46	-	80	-	35	-	79	-	71	-	-	-
塩分 (%)	3.25	-	3.23	-	-	-	0.99	-	0.37	-	-	-
備考	小型異物（ワレカラ等）の除去		珪藻の除去及び原藻の毀傷		原藻の毀傷				浸透圧による細胞膨潤		水と原藻を調合	

No.	25	26	27	28	29
前処理工程	貯留②	⇒	乾燥	⇒	乾ノリ
原藻採取	○	-	-	-	○
細胞検鏡	○	-	-	-	-
水温 (°C)	9.0	-	-	-	-
pH	7.35	-	-	-	-
溶存酸素 (%)	91	-	-	-	-
塩分 (%)	0.08	-	-	-	-
備考					

表 7.荒浜 2 回目におけるノリ原藻サンプリング結果（原藻採取箇所，検鏡箇所，水環境測定結果）

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
前処理工程	摘採	⇒	活性タンクでの貯留	⇒	大粗異物除去	⇒	洗浄	⇒	異物除去①	⇒	洗浄	⇒
原藻採取	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
細胞検鏡	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水温 (°C)	-	-	8.5	-	7.5	-	7.4	-	7.7	-	7.9	-
pH	-	-	6.97	-	6.84	-	6.85	-	6.85	-	6.85	-
溶存酸素 (%)	-	-	4	-	21	-	25	-	63	-	62	-
塩分 (%)	-	-	3.32	-	3.14	-	3.13	-	3.21	-	3.21	-
備考			原藻の貯留		大型異物の除去		珪藻の除去		小型異物(ワレカラ等)の除去		珪藻の除去	

No.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
前処理工程	異物除去②	⇒	洗浄・練り	⇒	練り	⇒	細断	⇒	熟成	⇒	濃度調整	⇒
原藻採取	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-	○	-
細胞検鏡	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-	○	-
水温 (°C)	7.8	-	8.0	-	8.3	-	9.4	-	9.9	-	-	-
pH	6.85	-	6.85	-	6.89	-	6.91	-	7.02	-	-	-
溶存酸素 (%)	63	-	84	-	78	-	84	-	42	-	-	-
塩分 (%)	3.20	-	3.13	-	2.40	-	1.26	-	0.40	-	-	-
備考	小型異物(ワレカラ等)の除去		珪藻の除去及び原藻の毀傷		原藻の毀傷				浸透圧による細胞膨潤		水と原藻を調合	

No.	25	26	27	28	29
前処理工程	貯留②	⇒	乾燥	⇒	乾ノリ
原藻採取	○	-	-	-	○
細胞検鏡	○	-	-	-	-
水温 (°C)	8.1	-	-	-	-
pH	7.11	-	-	-	-
溶存酸素 (%)	90	-	-	-	-
塩分 (%)	0.16	-	-	-	-
備考					

表 8. 矢本における乾燥重量あたりの一般成分 (n=3, mean±sd)

No.	工程	粗タンパク (%)	灰分 (%)	粗脂肪及び炭水化物 (%)
3	活性タンク	36.1 ± 2.1	18.3 ± 0.7	45.6 ± 2.4
12	洗浄・練り前	40.2 ± 2.0	14.9 ± 0.4	44.9 ± 2.1
14	洗浄・練り後	39.0 ± 2.2	14.8 ± 0.3	46.1 ± 2.4
16	練り後	39.2 ± 4.8	14.5 ± 1.1	46.3 ± 5.6
18	細断後	41.6 ± 2.4	13.4 ± 0.6	45.0 ± 3.0
20	熟成後	43.5 ± 0.3	11.1 ± 0.3	45.4 ± 0.1
23	漉き前	43.9 ± 2.8	9.7 ± 0.6	46.4 ± 3.4
27	乾ノリ	45.7 ± 0.2	12.0 ± 0.4	42.3 ± 0.4

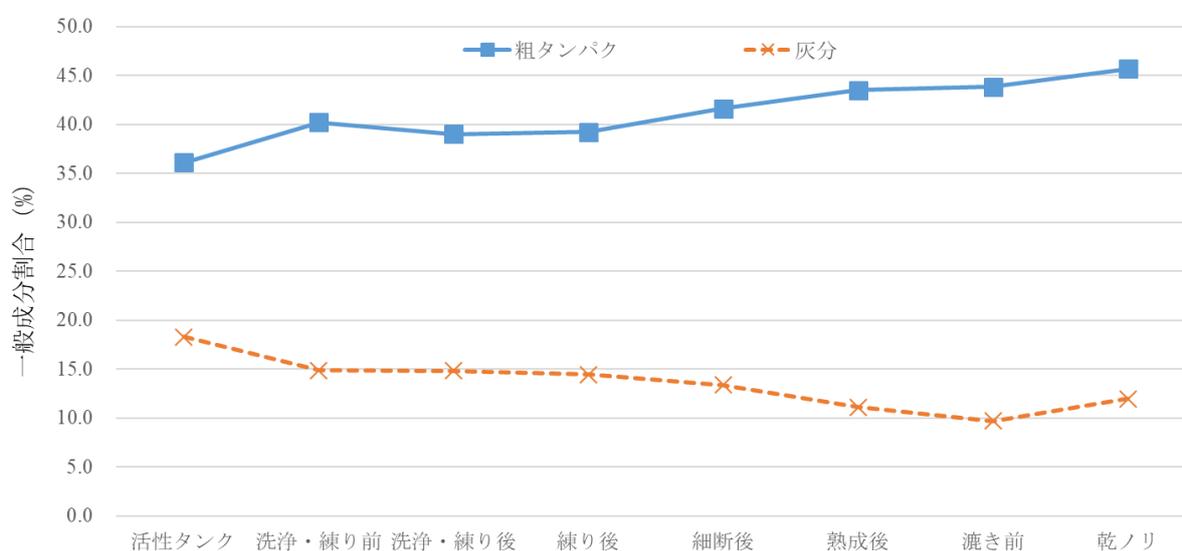


図 1. 矢本における乾燥重量あたりの一般成分 (粗タンパク・灰分) の推移

表 9.浦戸における乾燥重量あたりの一般成分 (n=3, mean±sd)

No.	工程	粗タンパク (%)	灰分 (%)	粗脂肪及び炭水化物 (%)
3	活性タンク	39.4 ± 3.9	18.2 ± 1.3	42.4 ± 3.6
10	練り前	39.4 ± 5.6	19.5 ± 4.1	41.1 ± 2.3
12	練り後	41.2 ± 2.5	16.5 ± 0.6	42.3 ± 3.1
14	細断後	42.0 ± 3.2	17.2 ± 0.4	40.8 ± 3.2
16	熟成後	41.9 ± 0.6	8.9 ± 0.4	49.2 ± 1.0
19	漉き前	43.1 ± 0.8	8.1 ± 0.3	48.8 ± 1.1
23	乾ノリ	44.8 ± 3.0	11.4 ± 0.7	43.8 ± 3.8

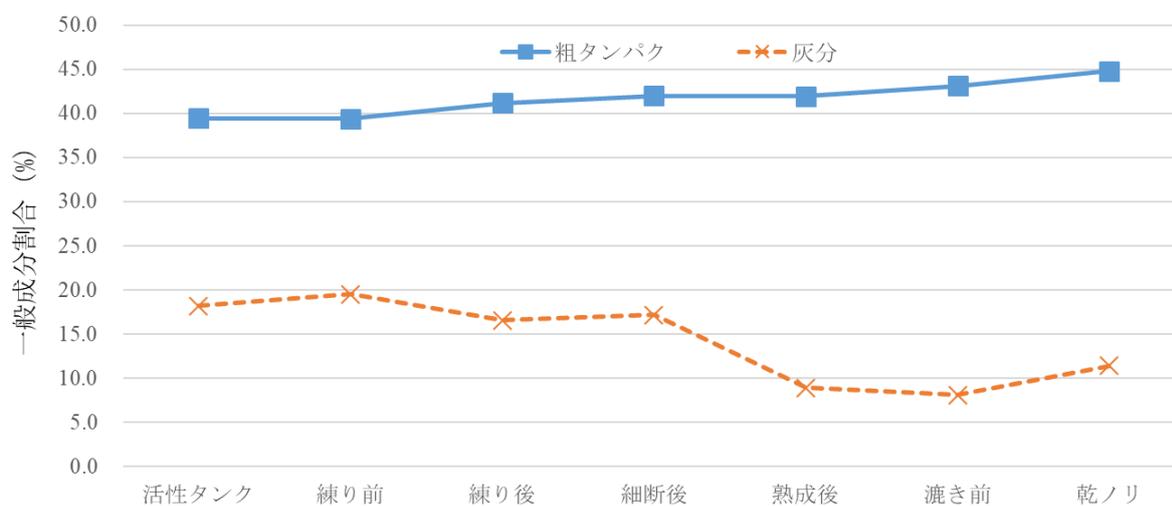


図 2. 浦戸における乾燥重量あたりの一般成分 (粗タンパク・灰分) の推移

表 10.荒浜 1 回目における乾燥重量あたりの一般成分 (n=3, mean±sd)

No.	工程	粗タンパク (%)	灰分 (%)	粗脂肪及び炭水化物 (%)
3	活性タンク	46.1 ± 2.5	16.0 ± 1.4	37.9 ± 3.8
14	洗浄・練り前	40.9 ± 1.2	13.8 ± 1.2	45.3 ± 2.2
16	洗浄・練り後	47.4 ± 1.8	13.8 ± 0.4	38.8 ± 2.1
18	練り後	44.8 ± 3.2	19.2 ± 1.5	36.0 ± 4.5
20	細断後	44.1 ± 0.6	14.5 ± 0.6	41.4 ± 0.4
22	熟成後	44.7 ± 0.5	9.9 ± 0.2	45.4 ± 0.4
25	漉き前	47.7 ± 0.7	8.8 ± 0.2	43.5 ± 0.8
29	乾ノリ	45.2 ± 0.6	11.1 ± 0.0	43.7 ± 0.6

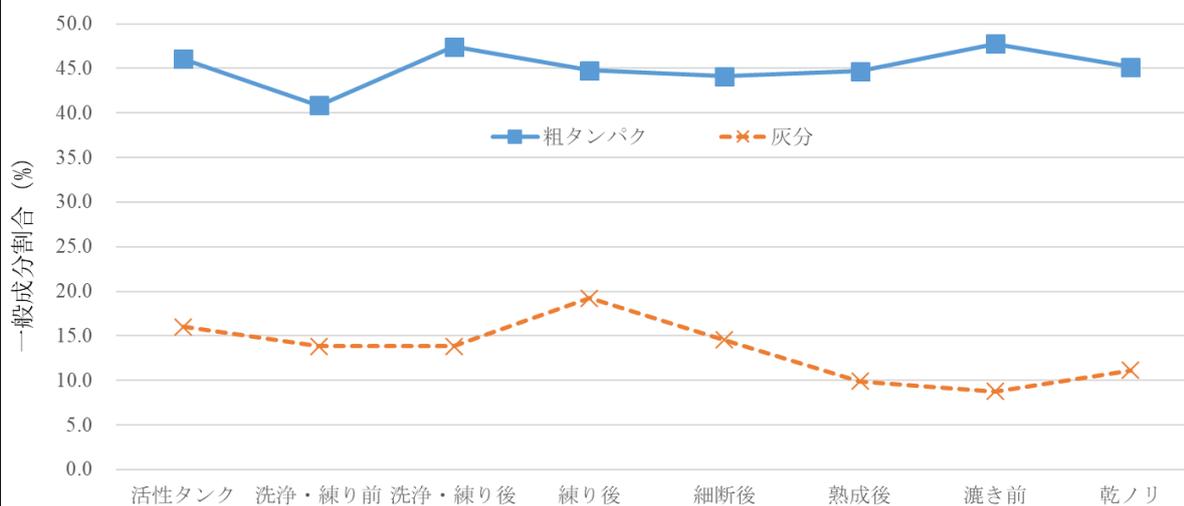


図 3. 荒浜 1 回目における乾燥重量あたりの一般成分 (粗タンパク・灰分) の推移

表 11.荒浜 2 回目における乾燥重量あたりの一般成分 (n=3, mean±sd)

No.	工程	粗タンパク (%)	灰分 (%)	粗脂肪及び炭水化物 (%)
3	活性タンク	33.6 ± 4.6	16.5 ± 0.7	49.8 ± 5.3
14	洗浄・練り前	28.7 ± 1.3	18.6 ± 1.2	52.7 ± 2.2
16	洗浄・練り後	28.7 ± 1.5	16.6 ± 1.2	54.7 ± 2.6
18	練り後	28.4 ± 0.5	14.6 ± 0.7	57.0 ± 1.2
20	細断後	32.4 ± 0.6	11.8 ± 0.5	55.8 ± 0.2
22	熟成後	33.2 ± 1.6	10.2 ± 0.6	56.6 ± 2.1
25	漉き前	31.3 ± 0.8	9.9 ± 0.6	58.8 ± 1.0
29	乾ノリ	36.8 ± 0.4	11.5 ± 0.3	51.7 ± 0.7

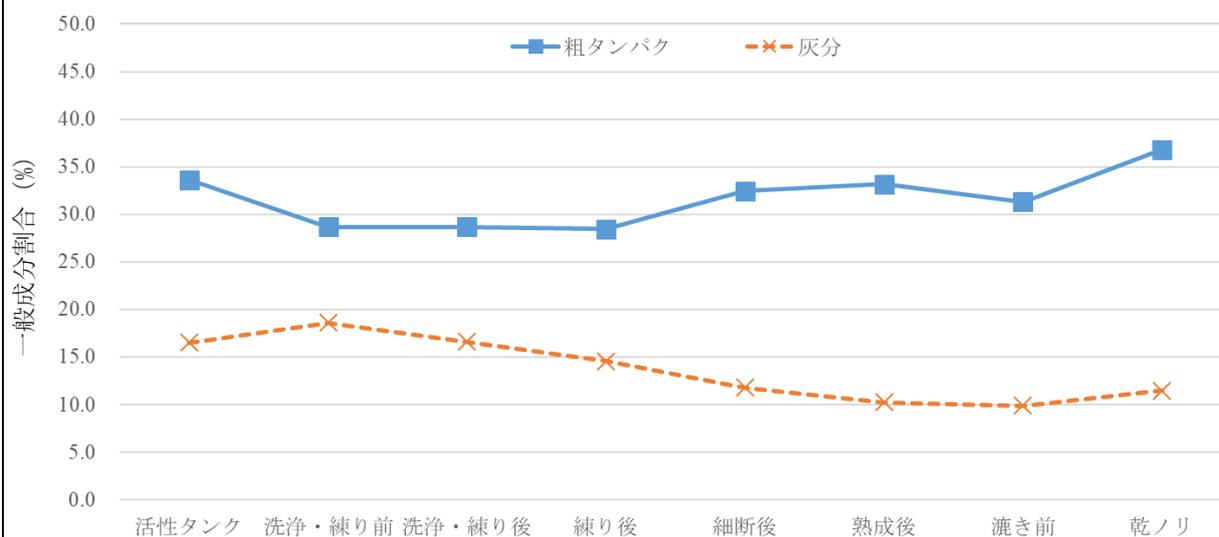


図 4. 荒浜 2 回目における乾燥重量あたりの一般成分 (粗タンパク・灰分) の推移

表 12. 矢本における乾燥重量あたりの遊離アミノ酸含有量 (n=3, mean±sd)

No. 工程	3 活性タンク	12 洗浄・練り前	14 洗浄・練り後	16 練り後	18 細断後	20 熟成後	23 漉き前	27 乾ノリ
Asp	115±7	94±13	90±21	78±7	98±13	129±27	121±19	219±17
Glu	1607±186	1112±179	1006±33	1087±101	1059±219	1140±99	1096±133	1102±55
Ser	34±4	17±14	13±12	7±7	0	0	0	12±11
His	45±40	22±19	20±17	33±3	36±5	25±22	34±34	38±33
Gly	28±11	10±18	0	0	0	18±18	25±24	14±14
Thr	0	0	0	0	0	0	8±8	30±2
Arg	0	0	0	0	0	0	0	0
Ala	624±32	501±86	510±20	599±67	619±115	698±61	659±72	828±123
Tyr	0	0	0	0	0	0	0	7±7
Val	19±17	0	0	9±9	10±10	22±19	30±0	178±30
Met	0	0	0	0	0	0	0	61±5
Phe	24±24	0	0	0	0	0	0	22±1
Ile	9±8	0	0	0	0	0	4±4	25±1
Leu	16±2	8±7	3±3	4±4	5±5	10±9	14±0	40±1
Lys	11±1	6±5	3±3	3±3	4±4	12±1	12±1	24±0
Pro	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	2532±252	1771±304	1646±61	1819±203	1831±383	2055±173	2002±267	2600±202

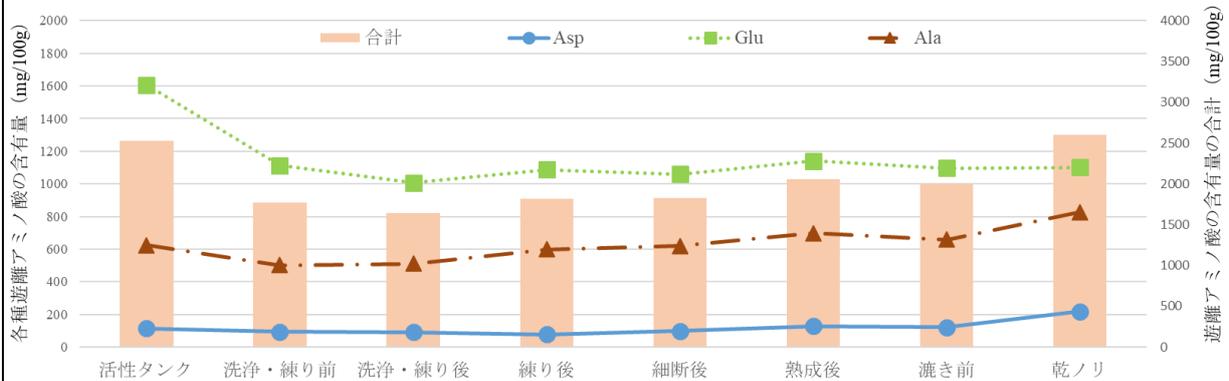


図 5. 矢本における乾燥重量あたりの各種遊離アミノ酸含有量及び合計の推移

表 13.浦戸における乾燥重量あたりの遊離アミノ酸含有量 (n=3, mean±sd)

No. 工程	3 活性タンク	10 練り前	12 練り後	14 細断後	16 熟成後	19 漉き前	23 乾ノリ
(mg/100g)							
Asp	201±4	274±3	211±24	230±4	287±8	206±10	141±34
Glu	1175±100	1740±27	1081±89	1032±42	1004±19	1073±35	1191±38
Ser	32±2	48±1	30±2	25±1	0	0	19±6
His	82±6	123±2	79±9	77±3	84±2	85±4	85±31
Gly	23±1	34±6	23±2	26±2	37±2	39±2	18±6
Thr	23±2	31±2	19±1	19±1	7±7	22±2	20±7
Arg	16±14	31±27	25±5	21±3	0	0	16±6
Ala	926±48	1409±3	871±69	886±34	1026±11	1097±34	923±355
Tyr	14±2	12±11	14±2	14±1	0	0	13±4
Val	27±2	40±1	27±1	25±1	32±0	30±2	24±7
Met	53±7	83±5	50±10	53±4	109±22	93±10	43±9
Phe	14±1	18±1	15±1	13±0	50±31	15±1	14±4
Ile	14±1	20±1	14±1	13±0	13±0	13±0	13±4
Leu	28±3	36±1	26±0	23±1	25±0	24±1	21±6
Lys	17±15	14±14	17±3	20±4	19±17	24±6	18±9
Pro	0	0	0	0	0	0	0
合計	2645±153	3914±65	2503±180	2478±86	2694±30	2719±73	2561±915

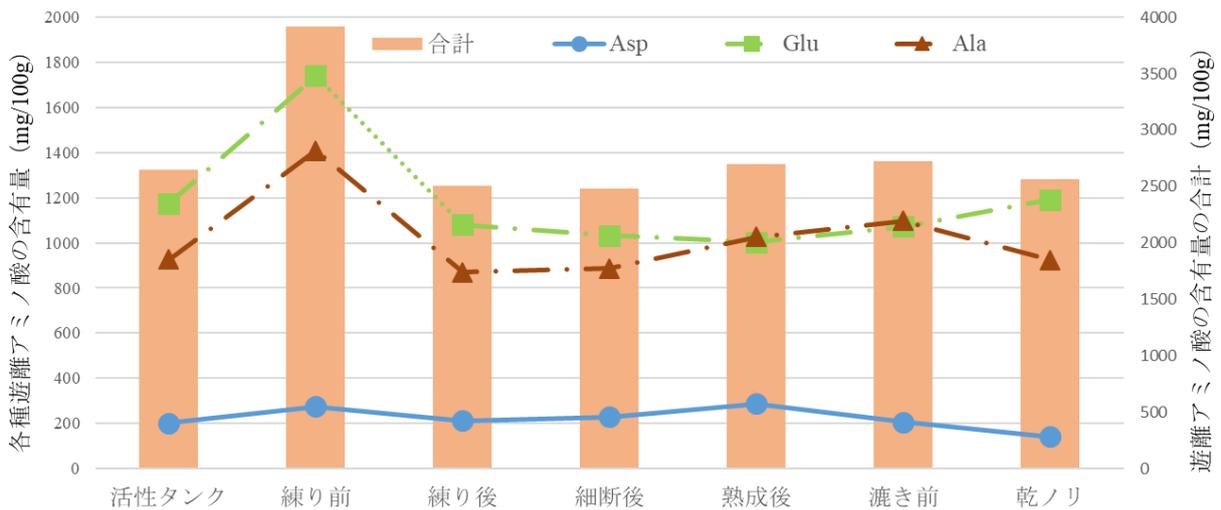


図 6.浦戸における乾燥重量あたりの各種遊離アミノ酸含有量及び合計の推移

表 14.荒浜 1 回目における乾燥重量あたりの各種遊離アミノ酸含有量 (n=3, mean±sd)

No. 工程	3 活性タンク	14 洗浄・練り前	16 洗浄・練り後	18 練り後	20 細断後	22 熟成後	25 漉き前	29 乾ノリ
(mg/100g)								
Asp	358±8	210±9	266±6	99±24	143±7	150±14	233±13	191±18
Glu	1011±30	1053±43	1173±31	933±171	826±57	996±87	1084±35	818±23
Ser	32±0	21±1	24±1	0	23±1	0	0	17±1
His	70±0	67±2	71±2	61±9	42±36	0	0	41±41
Gly	28±2	38±1	45±5	37±9	46±11	63±6	66±5	31±27
Thr	14±12	20±1	24±3	7±7	7±7	0	8±8	30±1
Arg	24±21	27±23	0	0	46±3	0	0	14±12
Ala	1230±32	1482±50	1592±46	1506±278	1629±101	1579±124	1572±44	1493±51
Tyr	0	0	15±25	0	7±7	0	0	18±1
Val	28±1	23±2	18±15	21±4	28±1	26±1	31±1	50±3
Met	54±8	52±4	48±8	59±14	65±6	68±5	69±9	46±2
Phe	13±1	11±1	11±1	50±8	20±1	56±3	59±4	17±1
Ile	14±2	10±1	12±0	9±2	14±1	0	17±7	24±2
Leu	23±0	19±1	21±0	14±2	33±2	20±2	24±1	32±2
Lys	18±1	16±2	18±1	14±3	23±1	18±2	21±0	21±1
Pro	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	2918±85	3050±97	3339±99	2809±525	2950±219	2975±236	3184±97	2843±72

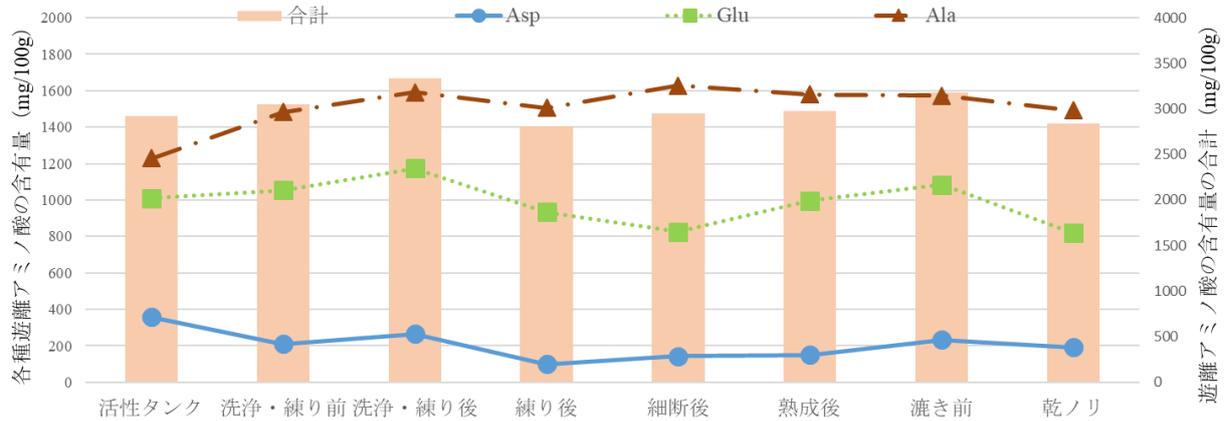


図 7.荒浜 1 回目における乾燥重量あたりの各種遊離アミノ酸含有量及び合計の推移

表 15. 荒浜 2 回目における乾燥重量あたりの遊離アミノ酸含有量 (n=3, mean±sd)

No. 工程	3 活性タンク	14 洗浄・練り前	16 洗浄・練り後	18 練り後	20 細断後	22 熟成後	25 漉き前	29 乾ノリ
(mg/100g)								
Asp	173±18	139±55	198±37	131±42	157±11	122±28	196±66	74±11
Glu	986±80	1368±98	1524±98	1149±14	891±26	887±125	1017±60	972±93
Ser	20±17	26±1	18±15	0	0	0	0	7±6
His	54±47	54±2	62±3	18±32	0	0	0	0
Gly	22±1	23±1	26±4	37±11	31±27	0	0	42±1
Thr	0	0	8±8	0	0	0	0	29±0
Arg	0	0	0	0	0	0	0	16±14
Ala	490±99	850±29	977±31	1062±21	1144±22	935±146	1060±36	818±89
Tyr	0	0	0	0	0	0	0	5±5
Val	63±5	59±5	79±9	89±7	145±25	152±6	183±38	74±9
Met	0	0	0	0	0	0	0	42±1
Phe	47±2	38±3	43±1	39±0	39±2	38±5	45±2	20±1
Ile	3±5	0	0	0	0	0	0	19±0
Leu	16±1	0	4±4	0	0	0	0	29±1
Lys	7±6	0	3±3	0	0	0	0	16±1
Pro	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	1881±245	2558±171	2941±128	2524±41	2408±76	2134±258	2501±107	2165±179

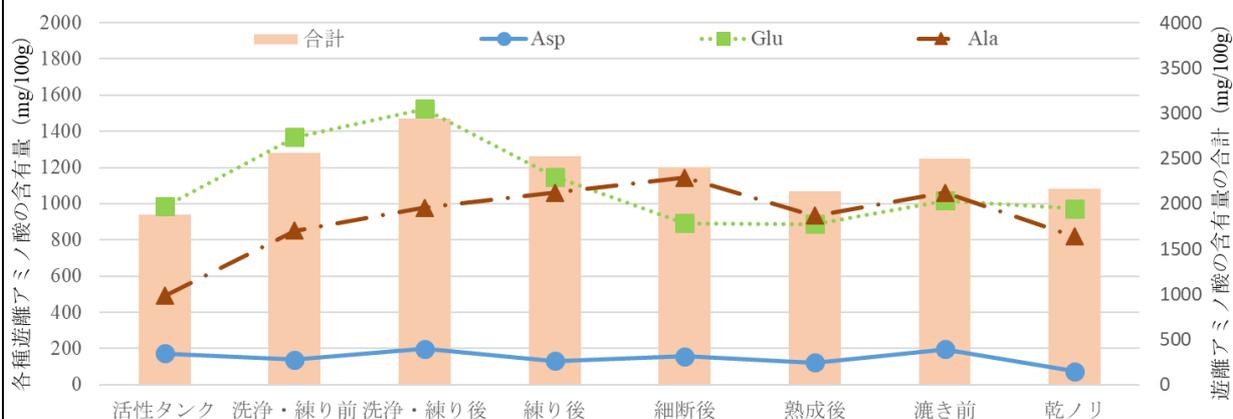


図 8. 荒浜 2 回目における乾燥重量あたりの各種遊離アミノ酸含有量及び合計の推移

表 16. 矢本における前処理工程のノリ原藻細胞の顕微鏡写真 (倍率 400 倍)

No	3	3	12	14
前処理工程	活性タンク (秋芽網 8 番)	活性タンク (冷凍網 3 番)	洗浄・練り前	洗浄・練り後
写真				
No	16	18	20	23
前処理工程	練り後	細断後	熟成後	漉き前
写真				

表 17.浦戸における前処理工程のノリ原藻細胞の顕微鏡写真（倍率400倍）

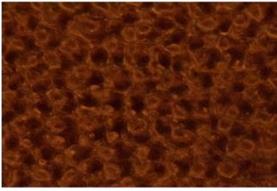
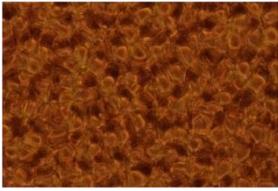
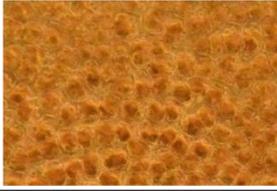
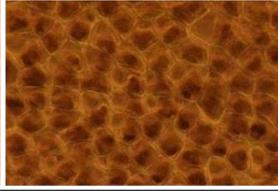
No	3	10	12	14
前処理工程	活性タンク	練り前	練り後	細断後
写真				
No	16	19		
前処理工程	熟成後	漉き前		
写真				

表 18.荒浜 1 回目における前処理工程のノリ原藻細胞の顕微鏡写真（倍率400倍）

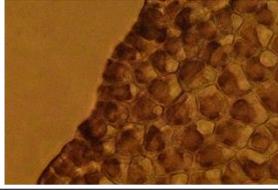
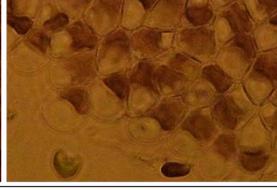
No	3	14	16	18
前処理工程	活性タンク	洗浄・練り前	洗浄・練り後	練り後
写真				
No	20	22	25	
前処理工程	細断後	熟成後	漉き前	
写真				

表 19.荒浜 2 回目における前処理工程のノリ原藻細胞の顕微鏡写真（倍率400倍）

No	3	14	16	18
前処理工程	活性タンク	洗浄・練り前	洗浄・練り後	練り後
写真				
No	20	22	25	
前処理工程	細断後	熟成後	漉き前	
写真				

(2)「ばらノリ」の生産工程が製品の仕上りに及ぼす影響の検討

表 20.ばらノリの前処理工程及び原藻採取並びに細胞検鏡箇所について

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
前処理工程	摘採	⇒	活性タンクでの貯留	⇒	大粗異物除去	⇒	細断	⇒	異物除去	⇒	脱塩①	⇒
原藻採取	-	-	○	-	-	-	-	○	-	○	-	○
細胞検鏡	-	-	○	-	-	-	-	○	-	○	-	○
水温 (°C)	-	-	8.5	-	7.4	-	-	-	7.7	-	7.8	-
pH	-	-	6.97	-	6.86	-	-	-	6.85	-	6.92	-
溶存酸素 (%)	-	-	4	-	21	-	-	-	50	-	75	-
塩分 (%)	-	-	3.32	-	3.21	-	-	-	3.22	-	0.86	-
備考			原藻の貯留		大型異物の除去		目合いは一番洗いモノを使用		小型異物(ワレカラ等)の除去			

No.	13	14	15	16	17	18	19
前処理工程	脱塩②	⇒	脱水・分散	⇒	乾燥	⇒	ばらノリ
原藻採取	-	○	-	○	-	-	○
細胞検鏡	-	○	-	○	-	-	-
水温 (°C)	7.7	-	-	-	-	-	-
pH	7.18	-	-	-	-	-	-
溶存酸素 (%)	90	-	-	-	-	-	-
塩分 (%)	0.08	-	-	-	-	-	-
備考			風圧及び回転盤で分散				

表 21.ばらノリにおける乾燥重量あたりの一般成分 (n=3, mean±sd)

No.	工程	粗タンパク (%)	灰分 (%)	粗脂肪及び炭水化物 (%)
3	活性タンク	34.9±5.1	19.1 ±1.7	46.0 ±6.4
8	細断後	35.5±1.7	17.8 ±0.3	46.7± 2.0
10	異物除去後	32.4 ±2.5	20.6±1.1	47.0 ±2.7
12	脱塩①後	35.4± 4.2	10.7±1.0	53.9 ±5.1
14	脱塩②後	34.1± 2.6	9.2 ±0.7	56.8 ±2.5
16	乾燥前	32.4 ±1.7	10.0 ±0.2	57.5 ±1.6
19	ばらノリ	33.3 ±1.1	9.9±0.7	56.7 ±1.7

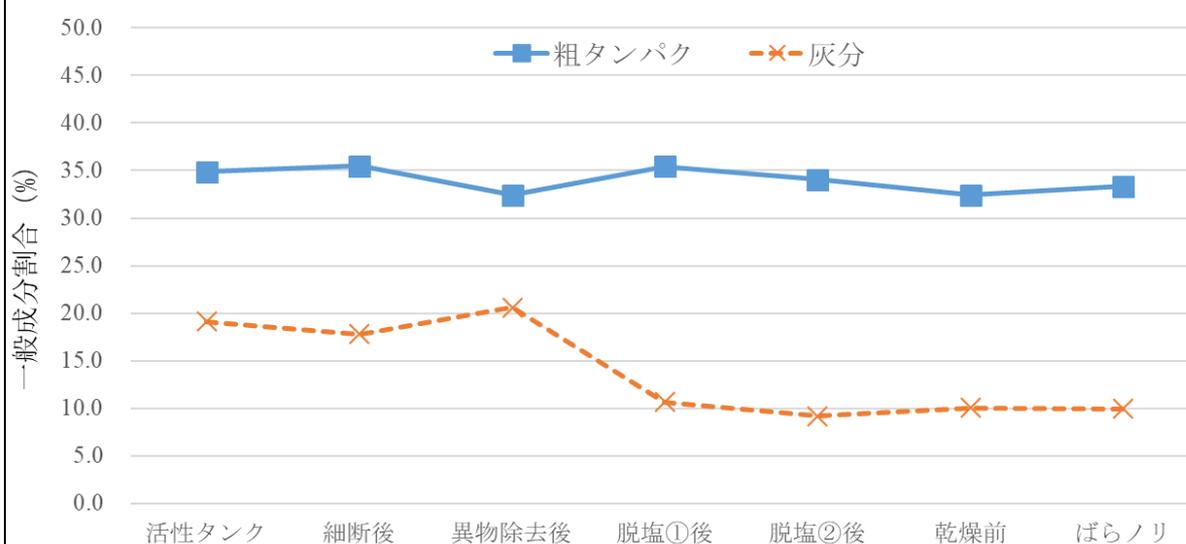


図 9. ばらノリにおける乾燥重量あたりの一般成分 (粗タンパク・灰分) の推移

表 22.ばらノリにおける乾燥重量あたりの遊離アミノ酸含有量 (n=3, mean±sd)

No. 工程	3 活性タンク	8 細断後	10 異物除去後	12 脱塩①後	14 脱塩②後	16 乾燥前	19 ばらノリ
(mg/100g)							
Asp	192±79	187±55	228±74	164±16	309±22	383±52	207±16
Glu	1208±165	1301±71	1179±20	1119±49	1133±92	1170±38	1043±52
Ser	26±3	25±2	20±1	0	0	0	23±1
His	50±44	71±1	72±3	46±40	48±42	0	57±3
Gly	18±2	28±6	19±0	19±2	30±16	6±6	19±1
Thr	13±11	8±8	13±11	16±14	30±2	0	23±1
Arg	0	0	0	0	0	0	0
Ala	957±163	1017±64	1004±90	1020±89	971±89	869±72	784±116
Tyr	0	0	0	0	0	0	0
Val	65±6	79±49	66±41	124±18	147±16	212±29	222±84
Met	0	32±32	29±50	0	0	0	0
Phe	53±6	49±3	49±2	50±4	53±5	53±4	46±4
Ile	3±3	2±2	5±1	4±4	6±5	11±0	0
Leu	5±5	6±5	8±1	11±1	16±1	21±0	4±4
Lys	9±1	12±1	10±0	14±2	18±1	21±1	11±0
Pro	0	0	0	0	0	0	0
合計	2599±339	2816±216	2702±92	2588±152	2761±210	2745±179	2439±235

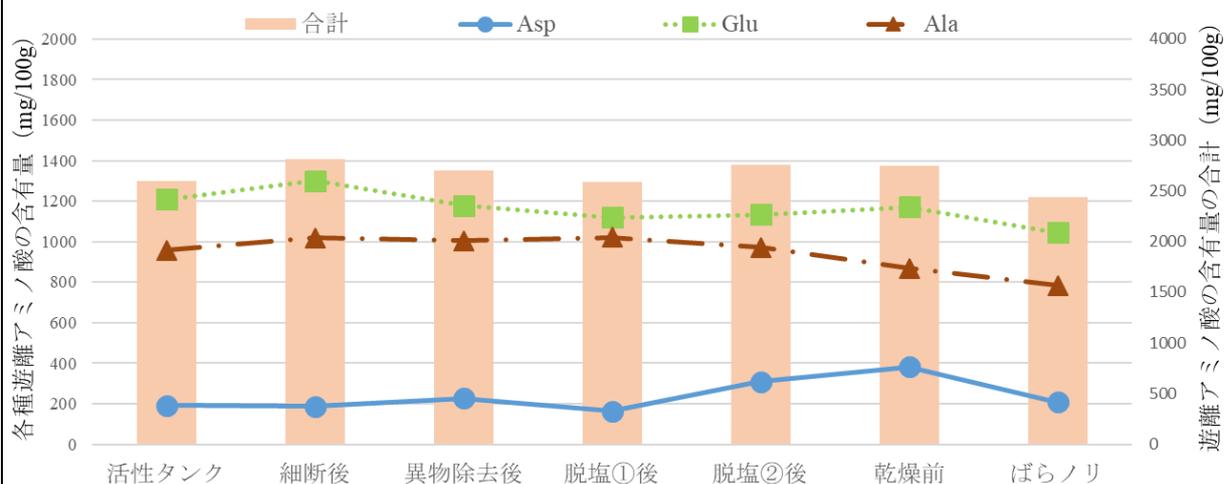
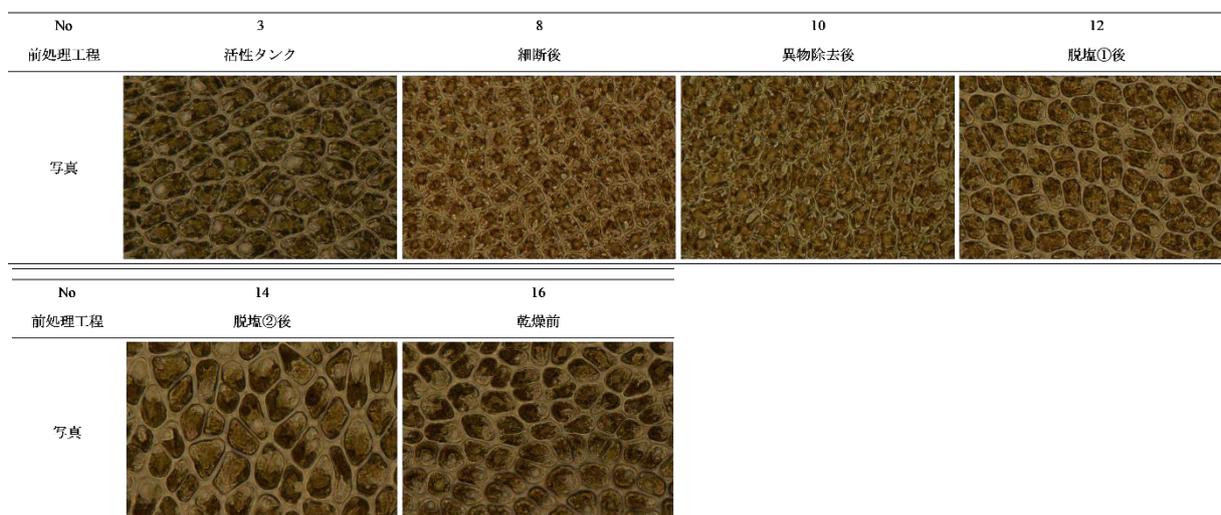


図 10. ばらノリにおける乾燥重量あたりの各種遊離アミノ酸含有量及び合計の推移

表 23.ばらノリにおける前処理工程のノリ原藻細胞の顕微鏡写真 (倍率400倍)



(3) 等級及び「交」「混（もしくは飛）」に格付けされた乾ノリに含まれる成分比較

表 24. 乾燥重量あたりの一般成分 (n=3, mean±sd)

		粗タンパク (%)	灰分 (%)	粗脂肪及び炭水化物 (%)
七ヶ浜	優A	50.5±0.2	11.1±0.4	38.4±0.3
	混優A	47.0±0.2	10.1±1.3	42.9±1.1
浦戸	優B	40.8±0.2	11.6±1.8	47.5±1.9
	飛優B	42.9±0.2	11.6±0.1	45.4±0.2
矢本	冷優B	49.5±0.3	14.2±0.1	36.4±0.4
	黒優B	54.9±0.2	15.2±0.1	29.9±0.1
	交優A	50.9±0.5	15.9±0.1	33.2±0.6

表 25. 乾ノリにおける乾燥重量あたりの遊離アミノ酸含有量 (n=3, mean±sd)

産地 格付け・等級 (mg/100g)	七ヶ浜 優A	七ヶ浜 混優A	浦戸 優B	浦戸 飛優B	矢本 優B	矢本 黒優B	矢本 交優A
Asp	204±18	129±7	108±6	97±9	399±17	230±23	395±14
Glu	1299±53	1071±33	1312±25	1380±29	1439±16	2082±68	1436±48
Ser	0	0	0	0	0	30±26	0
His	135±6	0	0	0	0	75±3	25±25
Gly	28±3	0	0	0	0	0	0
Thr	0	0	0	0	0	13±13	0
Arg	0	0	0	0	0	0	0
Ala	1928±28	1545±33	882±17	947±7	1156±35	1730±46	851±22
Tyr	0	0	0	0	0	0	0
Val	40±35	0	0	0	1±1	63±4	1±1
Met	79±4	62±4	36±32	57±3	69±2	74±1	71±7
Phe	31±0	23±0	34±27	18±1	29±1	26±1	26±1
Ile	32±1	27±1	20±2	18±1	32±4	25±0	27±3
Leu	45±3	31±1	29±2	26±3	41±2	37±1	37±1
Lys	40±4	35±2	38±2	33±1	43±1	37±2	40±2
Pro	0	0	0	0	0	0	0
合計	3856±106	2922±75	2458±33	2556±29	3209±35	4422±139	2909±111

＜今後の課題と次年度以降の具体的計画＞

今年度はノリ加工における前処理工程について、県内の主要3生産地でサンプリングし、前処理工程における原藻の変化についての知見を得た。しかし、粗タンパクの割合については試験区内で同一の傾向が見られなかったことから、来年度については炭水化物も分析することで前処理工程における原藻の変化について検証したい。また、前処理工程用の機器を製造しているメーカーへの聞き込みも検討中である。

○具体的な計画

- ・前処理工程における原藻の変化（一般成分及び遊離アミノ酸）に係る分析
- ・前処理工程用機器メーカーへの聞き込み
- ・ばらノリの優位性について分析（成分変化，一般成分，遊離アミノ酸）

＜結果の発表，活用状況等＞

- ・宮城県漁業協同組合及び生産者に結果の報告を行った。

事業課題の成果要旨

(令和3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	持続可能なみやぎの養殖振興事業 ホヤ病障害対策生産技術開発
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和5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，長田知大
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，水管内部に侵入した場合，水管を塞いで呼吸や摂餌を阻害しへい死を引き起こすとして問題になっている。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3年6～8月及び令和4年2～4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定点あたり養殖筏約3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。

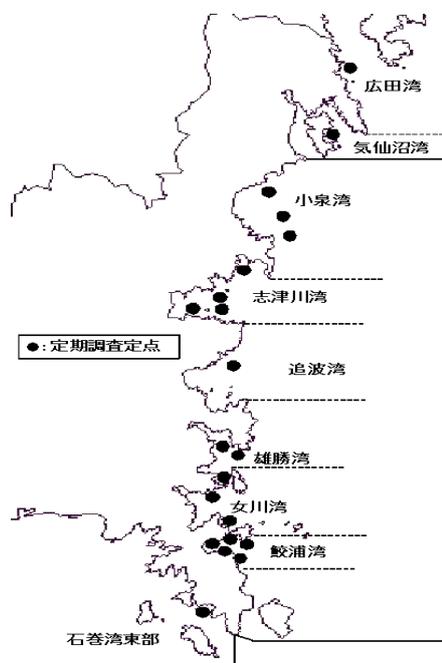


図1. 調査定点

<結果の概要>

6～8月の調査では，13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，表浜）でコケムシの付着が確認された。そのうち，大島，大谷，伊里前，荒砥，十三浜，寺間，塚浜で付着量が多量の筏があった。

2～4月の調査では，15カ所（大島，大谷，蔵内，田ノ浦，伊里前，荒砥，戸倉，雄勝，出島，寺間，竹浦，塚浜，鮫浦，谷川，表浜）で確認された。そのうち，大島，大谷，蔵内，荒砥，雄勝，塚浜で付着量が多量の筏があった。

昨年度は12カ所，今年度は15カ所で付着が確認されており，付着海域が拡大する傾向が見られた。

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3年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖技術
研究課題名	持続可能なみやぎの養殖振興事業（養殖種苗発生生育状況調査事業）
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和7年度
部・担当者名	養殖生産チーム：○藤岡博哉，十川麻衣 企画・普及指導チーム：○小野利則，森山祥太 気仙沼水産試験場 普及指導チーム：○伊藤貴範，○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>本県の主要養殖品目であるカキ，ホタテガイ，ホヤの種苗発生状況調査やノリ，ワカメの生育状況調査を行い，通報発行を通して安定した養殖種苗の確保及び生産を推進する。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 ノリ漁場調査及び養殖通報の発行 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3年9月～令和4年3月（漁場調査は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－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1回漁場調査を実施し，調査当日に養殖通報を発行した。また，調査の翌日に漁場調査時に採水した海水の栄養塩分析結果を栄養塩情報として発行した。 ・生産期（10月下旬～3月下旬） 12月下旬までは週1回漁場調査を実施し，調査の翌日に，漁場調査時に採水した海水の栄養塩分析結果を含めた養殖通報を発行した。また，1月～3月下旬は週1回，ノリ養殖業者から提供された海水の栄養塩分析結果を栄養塩情報として発行した。</p> <p>2 種がき関連調査及び養殖通報の発行（中南部） 母貝の成熟状況，浮遊幼生の分布状況，漁場環境等を定期的に調査し，養殖通報を通して養殖業者に情報提供を行った。</p> <p>・実施期間：令和3年6月～8月 ・調査水域：母貝の熟度調査は松島湾，万石浦の2点，浮遊幼生調査は石巻湾10点，松島湾3点の計13点 ・調査方法：母貝の成熟度調査は月に4回程度で実施した。浮遊幼生調査は6月22日～8月24日までに石巻湾で7回，松島湾で11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，十三浜において9月から12月にワカメ種苗の生育状況（葉長，色，病障害，管理状況等），水温，透明度，栄養塩濃度の調査を行い，育苗管理に関する情報提供を行った。また，仙台管区气象台が開発した手法を用いて，気仙沼地先の水温予測も行った。</p> <p>4 ホタテガイ採苗調査及び採苗通報の発行 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，8月に採苗器への稚貝の付着状況</p>	

を調査し、採苗に関する情報提供を行った。

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～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～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16回 栄養塩情報21回

(2)育苗期の状況

- ・育苗期は種網を張り込む水位が重要となるが、基準となる水深棒の平均水面は震災後の地盤沈下とその後の地盤上昇により変動している。国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所塩釜庁舎の協力により、育苗期前に基準水深棒に潮位計を設置して平均水面を算出し、育苗管理のための潮位表を作成した。
- ・桂島の水温は、9月19日には23℃以下（種網の張り込みに適した水温）に低下したが、張り込み後に水温が23℃を上回る日が見られた。
- ・種網の冷蔵入庫は10月4日～25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」31.8%、「普通」が55.6%、「悪い」が12.6%であった。張り込み後に水温が一時23℃を上回ったことや、三態窒素が低い（ $3\mu\text{g-at/L}$ を下回ると色落ちする傾向）日が見られたことから、種網の状況が悪いが前年より増加したと考えられる。

(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。沖出し後に栄養塩濃度（三態窒素）が低位に推移する傾向が見られたこと等により（図1）、多くの漁場で芽落ちの報告があった。
- ・11月中旬頃からあかぐされ病が確認されたが、蔓延は確認されず被害は軽微であった。
- ・一部漁場では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

(1)通報発行回数：養殖通報10回

(2)採苗の状況

- ・松島湾では平年より3日早い7月1日に産卵の目安とされる積算水温 600°C を超え、7月上旬から1,000個/100L以上の浮遊幼生がみられた。7月中旬～下旬にかけて大型幼生もまとまって出現し、この時期を中心に採苗が行われた。
- ・石巻湾では平年より10日早い7月12日に 600°C を超えた。沖合では7月中旬から数百個/100L程度の浮遊幼生がみられ、漁協青年部による地先調査では7月中旬から1,000個/100L以上の浮遊幼生がみられた。大型幼生は沖合、地先ともに7月中旬～8月上旬にまとまってみられ、この時期に採苗が行われた。
- ・R3年は順調に水温が上昇し、降水量及び日照時間が平年並であったとともに南東よりの風が卓越しており、順調に採苗が行われた。佐須の試験連では、7月中旬～8月上旬にかけて多く付着がみられ、幼生の出現状況と概ね一致していた。

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(計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(計12報)を作成し、関係漁業者や漁協及び関係機関に情報提供した。

- ・ホタテガイ母貝の成熟度調査

唐桑地区及び大谷本吉地区ともに4月上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

大型幼生の出現，採苗器への付着はともに4月下旬から見られ，どちらも昨年より1旬早かった。また，その後の大型幼生数や付着数が低調に推移したことから，分散投入を漁業者へ呼びかけた。なお，付着ピーク時の付着数は昨年の約1/4であった（図5）。

・ホタテガイ採苗器への稚貝付着状況調査

7月下旬から8月上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240～947個であり，昨年とほぼ同じであった。また，8月上旬に調査した稚貝の殻長組成については，各調査点ともに10mm以上のものがおおむね約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(計5報)を作成し，関係漁業者や漁協及び関係機関に情報提供した。

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(計7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>

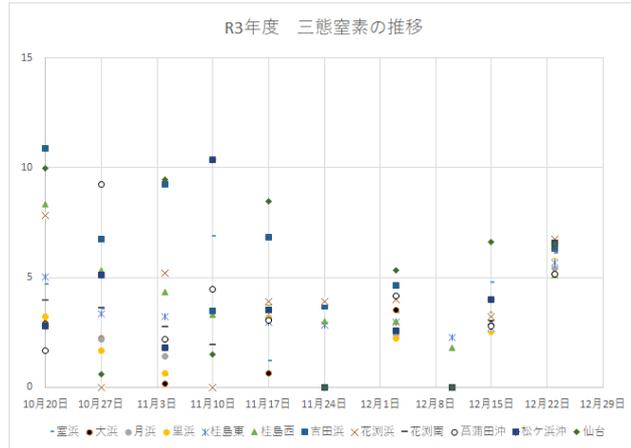


図1 生産期調査の栄養塩濃度（三態窒素）の推移

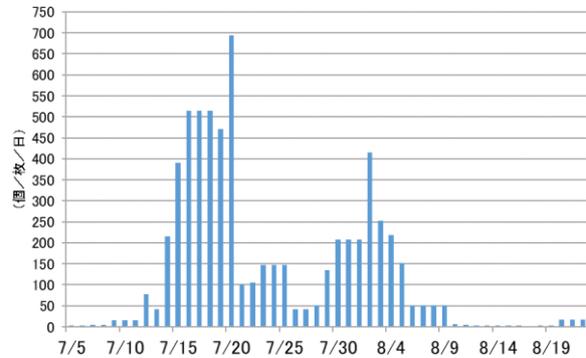
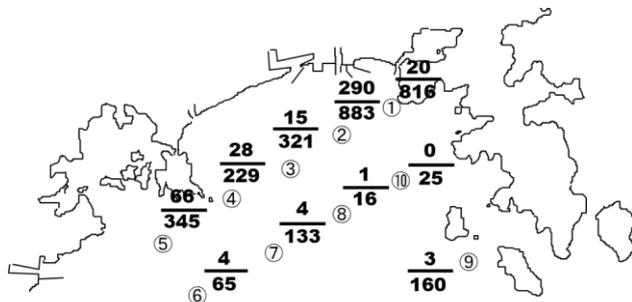


図2 カキ浮遊幼生調査結果（7月30日石巻湾）
上段: 付着期(250µm以上)幼生数
下段: 全幼生数

図3 試験連による付着状況調査（佐須）

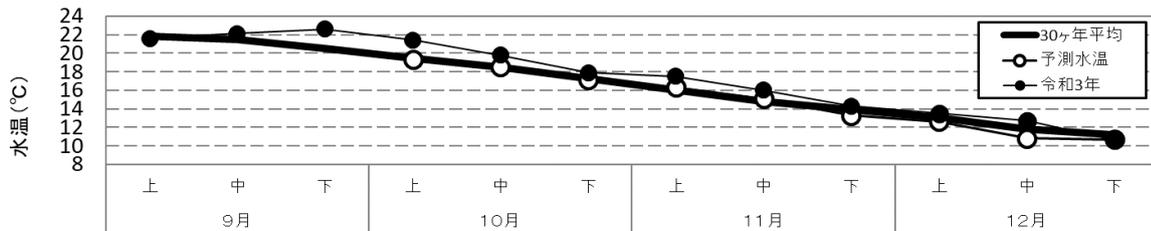


図4 杉ノ下の予測水温と実測水温の推移

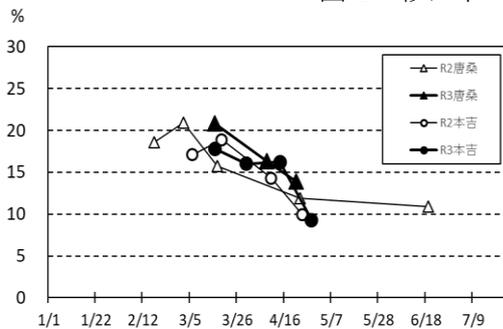


図5 ホタテ生殖巣指数の推移

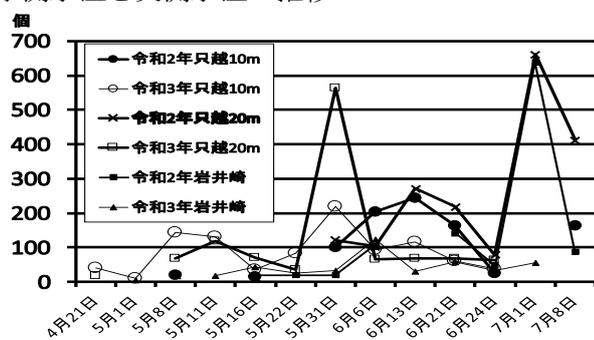


図6 付着稚貝数の推移

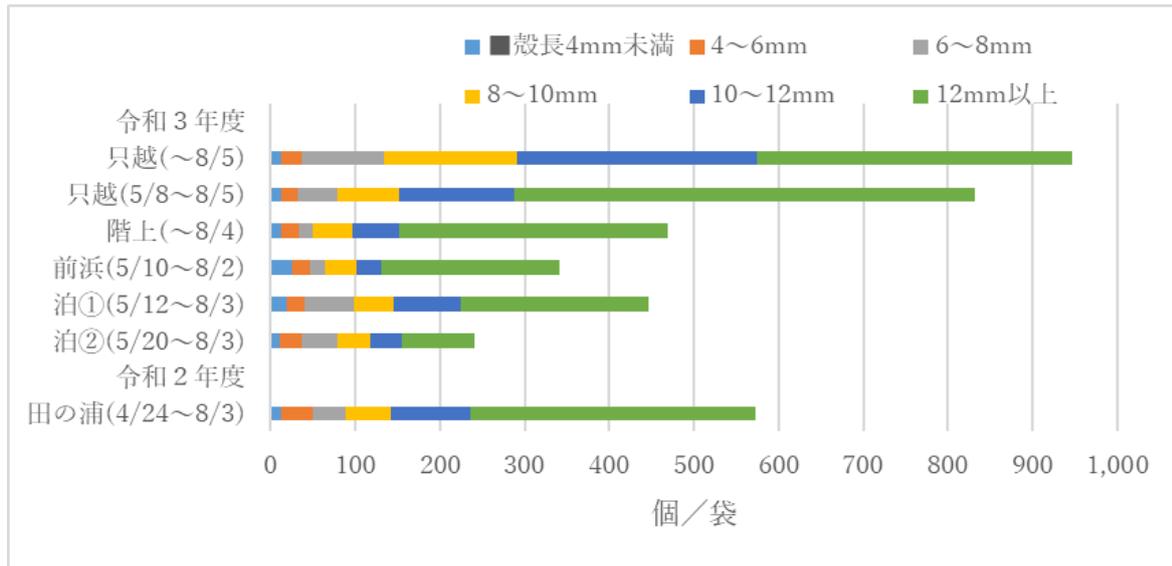


図7 ホタテ稚貝の付着状況

<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37報（うち養殖通報16報，栄養塩情報21報）
- ・種がき通報（中南部）：計10報
- ・ワカメ養殖通報：計12報
- ・ホタテガイ採苗通報：計12報
- ・ホヤ幼生調査結果：計5報
- ・種がき（マガキ幼生）通報（北部）：計7報

(結果の発表)

- ・「今年度の概況、令和2年度の経過」種ガキ通報（号外）
- ・「ホタテガイの近年における浮遊幼生出現・稚貝付着状況の推移」令和3年度浜と水試の情報交換会（HP掲載）

事業課題の成果要旨

(令和3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	ギンザケ高付加価値化のための技術開発事業（高成長系ギンザケ）
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和6年度
部・担当者名	内水面水産試験場 ○中家浩, 君島裕介
協力機関・部 及び担当者名	
<p><目的> 宮城県のギンザケ養殖は、水温が上昇する7月末までしか養殖できず、6月下旬以降に水揚げが集中するため価格が下落する。そのため、魚価が高い水揚げ早期への出荷前倒しをすることにより、水揚げ集中時期の分散を実現する成長の早い種苗が求められる。また、養殖用ギンザケ卵が輸入できなくなったため、国内で継代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。そのため、ゲノムセレクション(GS)の考え方により、無選抜群からゲノム育種価の高い個体を選抜して高成長系と交配させ、遺伝的多様度を回復させた高成長GS系（以下「高成長系」）を作出した。 早期出荷を実現させるためには、種苗を全雌化することが必要となる。全雌化により、大型稚魚の出荷及び内水面養魚場における、早熟雄を抑制することが可能となる。 遺伝的多様度を回復させた高成長系ギンザケから全雌種苗を作出し、生産現場への普及と供給体制の構築を図るもの。</p> <p><試験研究方法> 1) 親魚養成・継代飼育 ・令和元年級高成長系及び内水試で保有しているギンザケ無選抜群を養成し、継代飼育する。 2) 偽雄探索・養成 ・令和元年級高成長系から作出したふ化仔魚にホルモン処理を施した偽雄候補種苗の遺伝子解析を行う。 3) 民間種苗生産場での高成長系の種苗育成および海面養殖での追跡調査 ・令和元年度に当场から発眼卵の状態で岩手県の民間養魚場へ配布し、育成した高成長系種苗について、海面養殖へ移行後の追跡調査を実施する。</p> <p><結果の概要> 1) 親魚養成・継代飼育 ・令和4年秋の全雌種苗作出に向けて、親魚となる令和元年級高成長系を昨年から引き続き養成した。また、令和3年11月に内水試で保有する平成30年級無選抜ギンザケから採卵を行い、発眼卵3,500粒を収容した。 2) 偽雄探索・養成 ・平成28年級高成長系から作出したふ化仔魚にホルモン処理した偽雄候補の種苗1,000尾にPITタグを挿入して個体識別を行い、遺伝子解析用に鱭を切除した。 ・遺伝子解析用に切除した鱭からDNAを抽出し、PCRを用いて雌雄判別を行った。 3) 民間種苗生産場における高成長系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、高成長系及び対照区の生け簀において定期的に試験区の成長について追跡調査を実施した。その結果、水揚げが本格化する5月以降は、高成長系の平均体重が対照区を上回った(図1)。</p>	

<主要成果の具体的なデータ>

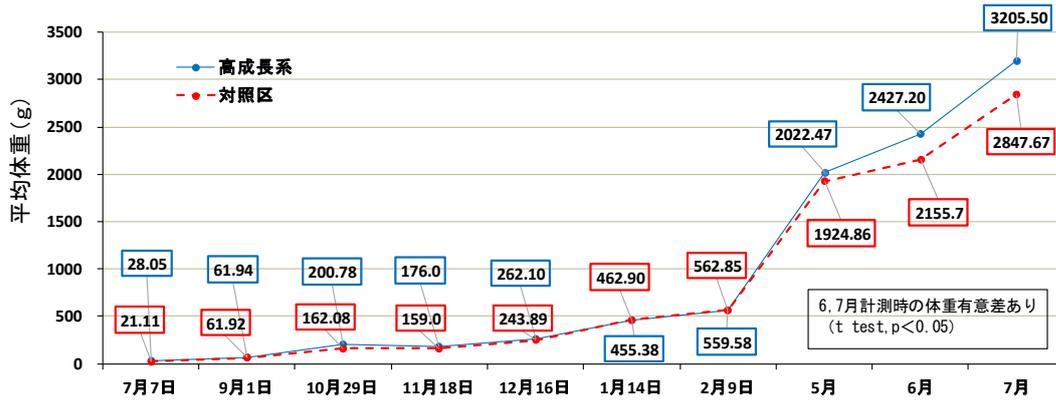


図1. 高成長系及び対照区の成長の推移(令和2年7月～令和3年7月)

<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。
- ・偽雄の遺伝子解析及び全雌種苗の作出。
- ・次世代全雌親魚育成のための偽雄作出。
- ・高成長系ギンザケ及び無選抜ギンザケの継代飼育。

<結果の発表, 活用状況等>

特になし。