

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	スマート水産業推進プロジェクト（ドローンによるノリ養殖業のスマート化）
予算区分	国補（地方創生推進交付金）
研究期間	令和4年度～令和6年度
部・担当者名	養殖生産チーム：○岩淵龍一、藤原健
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的> 現行の「ノリ生育調査」は、現場でノリ網を目視または、網の一部のサンプルを検鏡することで、生育状況を判断しているが、広大なノリ漁場のほんの一部を観察しているに過ぎず、網羅的に把握するのは困難である。そこで、空中ドローンのマルチスペクトルカメラ（NDVI 画像）を用いた植生診断技術を活用し、生育状況の良し悪しを「数値化」及び「見える化」することで、迅速に、養殖業者へ情報提供し、ノリ養殖の生産性向上に寄与することを目指す。</p> <p><試験研究方法> 1 ノリ養殖漁場空撮調査 仙台湾内の生産漁場（花刈吉田港地先）を空撮した。撮影機体は Phantom4 Multispectral（図1）を用いた。</p> <p><結果の概要> 1 ノリ養殖漁場空撮調査 （1）空撮調査 生産期の空撮調査を令和6年2～3月に4回、仙台湾内の漁場（花刈吉田港地先）において陸上からドローンを操縦して行った。ノリ網をマルチスペクトルカメラで空撮し、RGB（光学カメラ）画像、NDVI画像及び各波長帯カメラ画像（R、G、B、RE、NIR）データを取得した（図2）。NDVI画像は高度別に空撮を行い、目的の画像が得られる高度を模索した結果、撮影に使用した機体・カメラ性能では、高度20m以下での撮影が摘記していると考えられた（図3）。なお、昨年度同様にノリ網の水没深度が深いと目的とする画像が得られず、水深およそ10cmを超えると目的の画像は得られなかった。 機体毎の飛行可能風速条件とは別に、目的の画像を撮影するための風速条件はRGB画像でおよそ8m/s以下、NDVI画像で5m/s以下と考えられた。また、いずれの画像撮影においても海面反射の影響の少ない晴天時や太陽高度の高い時間帯を避けた撮影が適していることを確認した。</p> <p>（2）画像解析 解析ソフトにはPix4D mapperを用いた。自動飛行により連続撮影を行った各波長帯画像データのうち一部で全体図としての画像合成が行えた（図4）。 画像合成には画像どうしを繋ぎ合わせるための目印である特徴点が必要であるが、海面の撮影では撮影画像に特徴点がなく、解析ソフト上、合成は不可とされている。しかし、風速、海面反射などの影響がなく、条件が整ったごく限られた場合にのみ合成が可能であることが分かった。</p>	

<主要成果の具体的なデータ>



図1 使用機体
(Phantom4 Multispectral)

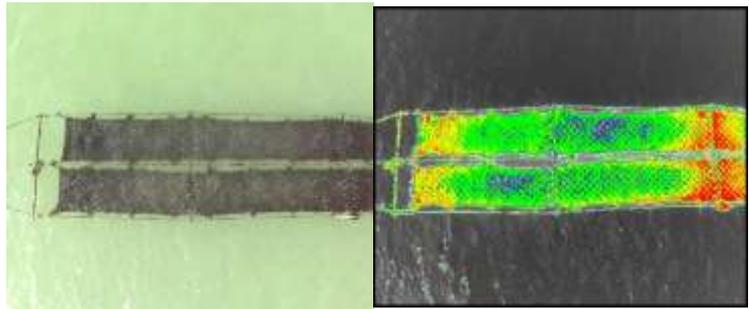


図2 撮影したノリ網 (左: RGB 画像、右: NDVI 画像)

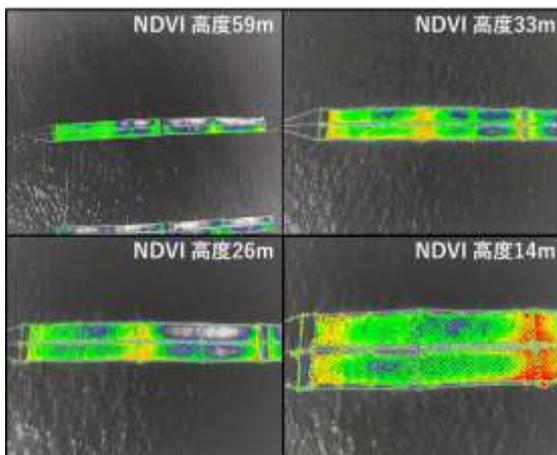


図3 高度別NDVI撮影画像

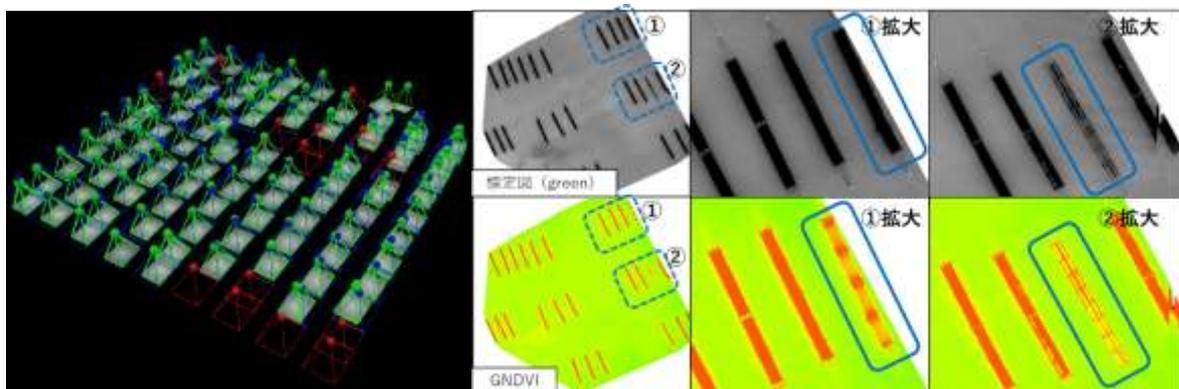


図4 Pix4D mapper による画像合成処理及び標定図・GNDVI 画像

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・取得した空撮画像とノリ葉体の状態を照合し、確認する。
- ・ノリ網のNDVI画像の取得条件を検討する。

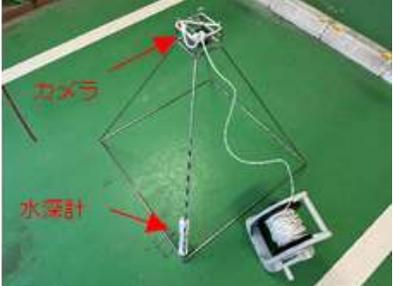
<結果の発表、活用状況等>

なし

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	環境
研究課題名	気仙沼湾における藻場モニタリング
予算区分	県単
研究期間	令和4年度～令和6年度
部・担当者名	気仙沼水産試験場：植松康成、佐伯光広、田邊徹、小野寺淳一、長田知大
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的> 気仙沼湾の一部漁場では震災前の密度を超えて増加したキタムラサキウニの摂食圧を原因とする海藻群落の衰退（磯焼け）が生じている。このため、ウニ、アワビなどの飼料海藻が極端に不足し、成長や身入りに悪影響を与えており、地元の関係漁業者からその対応が強く求められている。これまで、県では海藻群落の調査手段として、実際に潜水しての枠取り調査やライントランセクト法によるモニタリング調査を実施していたが経費や労力の面から継続が難しいため、潜水作業の代替として、水中カメラ及び水中ドローンを利用した藻場のモニタリングの調査手法を開発し、気仙沼湾全域のウニの分布状況及び藻場を把握する取組を行う。</p> <p><試験研究方法> 1 画像解析（AIモデル開発）及びデータ加工モデル構築 令和4年度に開発した水中カメラ（図1）による調査手法は、船上で水中カメラの撮影間隔を5秒に1回の連続撮影に設定して海底に降ろし、船上に引き上げるという作業を繰り返すことによって得ている（図2）。このため、得られた画像の中から目視で海底画像を選択した上でさらに1m×1m四方の海藻の面積やウニの個体数を推定しているため、調査結果の整理に時間を要することが課題となっていた（図2）。この課題を解決するため、「宮城県と東日本電信電話株式会社（NTT 東日本）とのDX推進に関する連携協定」に基づき、AIによる画像解析技術を有する、NTT 東日本とともに藻場の被度とウニの個体数を判別するAIモデルの開発を行った。</p> <p><結果の概要> 1 画像解析（AIモデル開発）及びデータ加工モデル構築 開発されたシステムの概要を示した（図3）。「解析使用フォルダ」に取得した画像を格納し、解析ソフトを起動すると、海底画像が自動選定され、海藻被度（kaisou）、ウニの個体数（uni）の解析結果がそれぞれのフォルダに格納される（図3）（図4）。また、透明度が悪く海底を判定できなかった写真はボケ写真のフォルダ（boke）に格納（図4）または海底画像無しと判定される。AI解析による海藻被度の解析結果を図5に示した。海藻と判定した部分は白くマスキングされ、海藻被度が数値で示される。同じくウニの個体数のAI解析結果を図6に示した。ウニと判定されたものは四角で囲まれ、個体数が数値で示される。透明度や底質によっては判定精度の低下がみられたが、十分に解析時間の短縮になる技術と考えられた。今後、教師データの調整によってさらなる精度の向上につなげられると考えられる。</p> <p><主要成果の具体的なデータ></p>	
	
<p>図1 水中カメラ装置</p>	

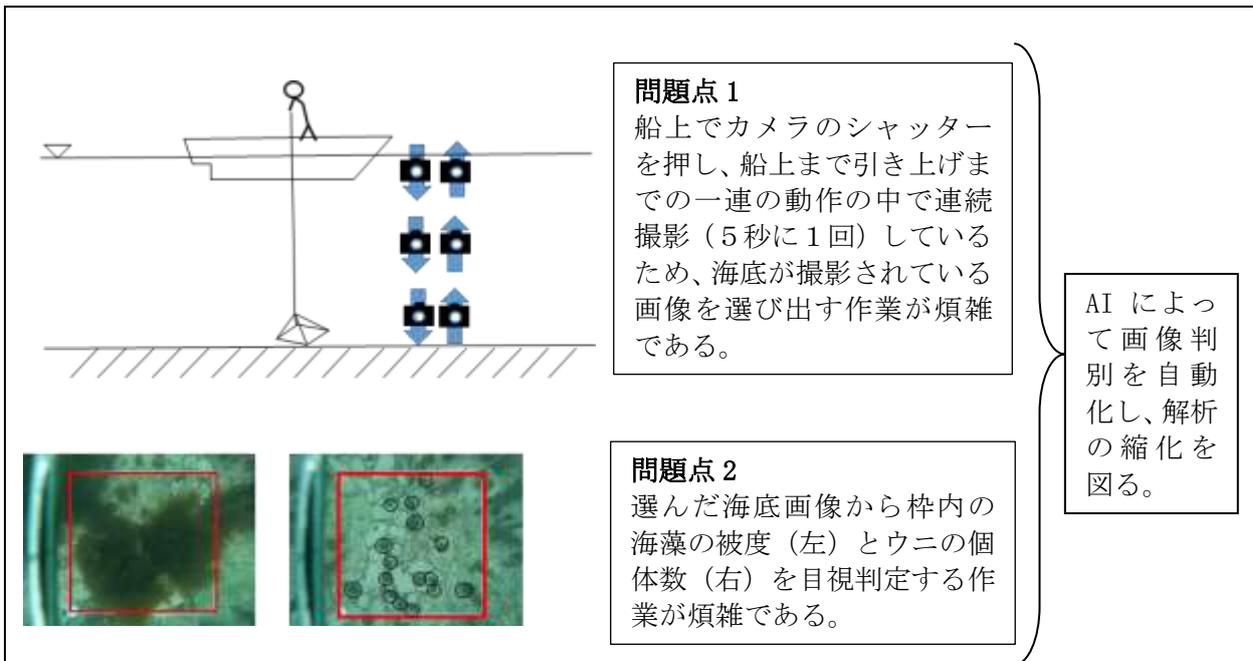


図 2 作業の模式図と問題点

■動作環境と動作内容

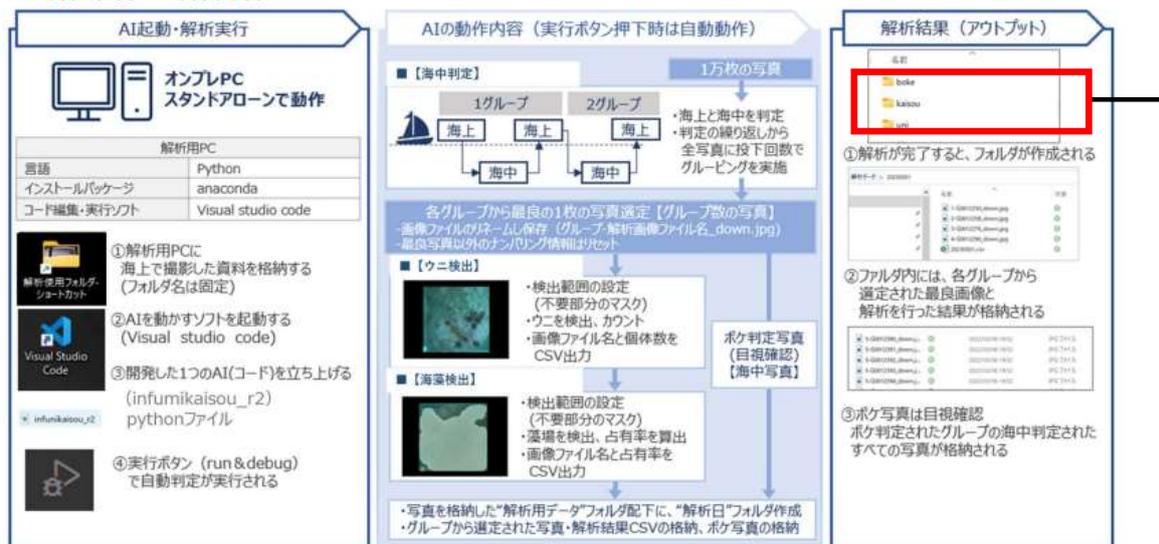
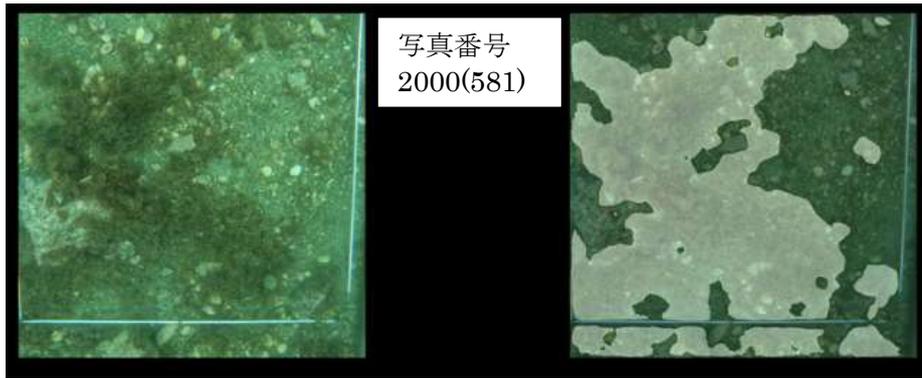


図 3 開発プログラムの概要



図 4 解析画像結果

(各調査点の一連の写真がボケ写真、海藻、ウニの各フォルダに格納される)



```

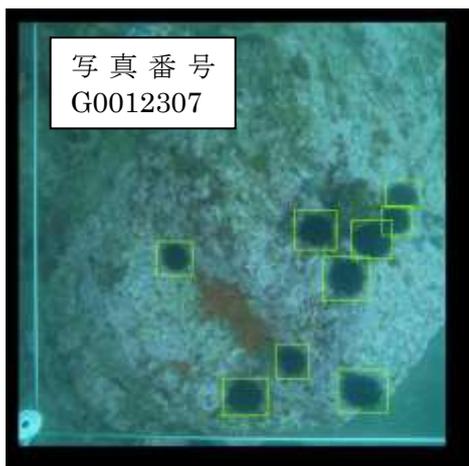
30-2000 (581)_down.jpg,55.13812244897959,2000 (581)
海画像無し,--
32-2000 (594)_down.jpg,0.0,2000 (594)
33-2000 (601)_down.jpg,4.782922448979591,2000 (601)
34-2000 (612)_down.jpg,0.0,2000 (612)

```

図5 海藻被度のAI判別結果

上左:実際の画像、上右:海藻判定画像(白色部分)

下:数値で被度が示される(55.1%)



```

画像,ウニ個数,元画像名
0-G0012250_down.jpg,0,G0012250
1-G0012276_down.jpg,5,G0012276
2-G0012307_down.jpg,9,G0012307
3-G0012331_down.jpg,0,G0012331
4-G0012346_down.jpg,3,G0012346
5-G0012405_down.jpg,1,G0012405

```

図6 ウニ個体数のAI判別結果

左:ウニと判別したAI処理画像

右:個体数が数値で示される(9個体)。

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

教師データの調整によって藻場面積とウニの個体数のAI判別の精度向上を図る。AI判別を気仙沼湾の藻場モニタリングに導入し効率的な調査を実施し、今後の藻場造成のための基礎資料とする。

<結果の発表、活用状況等>

水中カメラは水産多面的機能調査のモニタリングで活用されている。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	増養殖
研究課題名	新たな生産基盤創出のための陸上養殖技術開発事業
予算区分	県単
研究期間	令和5年度～令和12年度
部・担当者名	内水面水産試験場：君島裕介 養殖生産チーム：上田賢一
協力機関・部及び担当者名	宮城県漁協志津川支所、同戸倉出張所 気仙沼地方振興事務所水産漁港部
<p><目的></p> <p>海洋環境の変化によるシロサケの水揚げ量減少や近年のサーモン養殖の他道県への拡大により、稚魚生産に必要な種卵確保が困難になることが懸念されているほか、イワナやギンザケのイクラに新規需要が発生する可能性がある。</p> <p>水揚げ量の減少を補い、養殖業の安定生産を実現するために「陸上養殖（特に閉鎖循環式陸上養殖）」を活用し、効率的に多量の卵を確保することを目的に、ギンザケ及びイワナの成長促進や成熟制御・採卵技術に関する試験を実施した。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 照度コントロール試験</p> <p>(1) ギンザケ</p> <p>無選抜系ギンザケ（令和2年級群）を、短日処理区及び自然光区の2試験区に分け飼育試験を実施した。短日処理区の飼育条件を表1に示した。自然光区では照度コントロールは実施せず、自然光下で飼育を行い、飼育水は全期間で伏流水及び河川水を同量混合して使用した。</p> <p>成熟期に腹部圧迫による熟度鑑別を実施し、卵または精子が出るものを成熟、出ないものを未成熟とし、その割合を調べた。</p> <p>(2) イワナ</p> <p>栗駒系イワナ（平成30年級群）を、短日処理区及び自然光区の2試験区に分け飼育試験を実施した。短日処理区及び自然光区の飼育条件及び成熟割合は、上述のギンザケの場合と同様とした。</p> <p>2 ギンザケ逆馴致試験</p> <p>令和5年6月14日に海面養殖ギンザケ（令和3年級群）を南三陸町志津川湾（戸倉地区）から60個体、内水試8t円型水槽に搬入し、海水から完全に淡水になるまでの時間で3試験区（6時間区、24時間区及び48時間区）・20個体ずつに分け、海水から淡水へ馴致を行った。馴致後も飼育を続け、成熟個体割合や生残率を調べた。</p> <p><結果の概要></p> <p>1 照度コントロール試験</p> <p>各試験区の水温及び日長について、図1に示した。ギンザケは令和5年6月12日から10月26日まで、イワナは令和5年6月12日から10月30日までの期間で試験を実施した。</p> <p>(1) ギンザケ</p> <p>各試験区のギンザケの成熟割合の推移を図2に示す。短日処理区は自然光区よりも成熟が促進されたが、差は小さかった。照度コントロールのストレスによると思われる摂餌不良が発生し、短日処理区と自然光区で平均体重が大きくかけ離れてしまったことが影響したと考えられる。</p> <p>(2) イワナ</p> <p>各試験区のイワナの成熟割合の推移を図3に示した。人為的に日長と水温をコントロールした短日処理区では自然光区よりも1ヶ月程度早く成熟し、採卵することができることが確認できた。</p>	

2 逆馴致試験

搬入直後からの生残率について図4に示した。最初の3日間は馴致時間が短い6時間区の生残が良かったが、残りの2試験区でも6日後までに生残率が低下した。へい死個体には擦れ等の傷が見られず、原因は主に飼育水の水質悪化や輸送等のストレスによるものと考えられた。

採卵期まで生残したのは8個体（メス1個体、オス7個体）であった（表2）。オスは全ての個体で腹部圧迫により採精ができる程度に成熟していたが、メスは卵巣の発達がみられたものの、未成熟であった。この原因は、淡水への馴致の時期が本来の生活史に比べて早いことが影響したと考えられた。

<主要成果の具体的なデータ>

表1 短日処理区の飼育条件

月 週	6			7				8				9			
	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
日長(h)	12			10				8							
伏流水	0%			50%				100%							
河川水	100%			50%				0%							

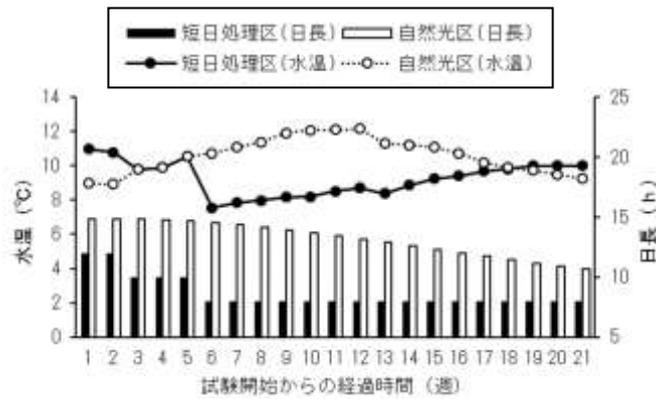


図1 各試験区の水温及び日長

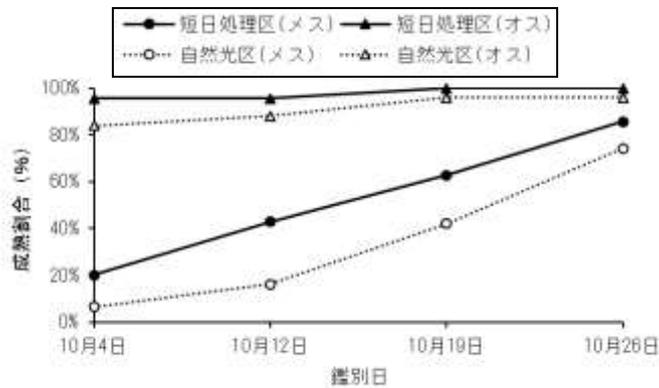


図2 各試験区のギンザケの成熟割合

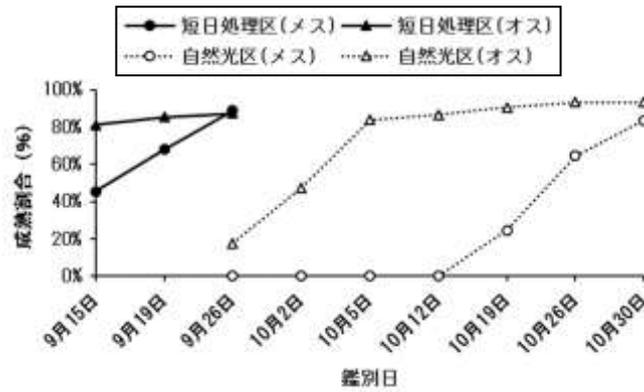


図3 各試験区のイワナの成熟割合

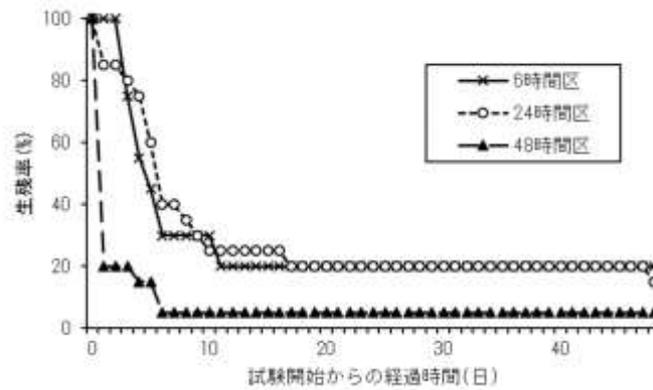


図4 各試験区のギンザケの生残率

表2 生残個体の測定及び観察結果

個体番号	性別	GSI(生殖腺指数)	全長(cm)	体重(g)	生殖腺重量(g)	内臓重量(g)
1	メス	15.0	60	2780	416	73
2	オス	2.9	62	2922	86	178
3	オス	5.4	66	2548	137	133
4	オス	6.8	65	2538	172	67
5	オス	5.0	67	3090	155	92
6	オス	4.4	60	2847	125	138
7	オス	5.1	60	1988	102	42
8	オス	4.3	58	2092	92	43

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

1 照度コントロール試験

ギンザケでは、照度コントロールを含む環境馴致の期間を長くとり等ストレス軽減を図り、試験方法を見直して成熟を促進する要因を明らかにしていく。

イワナでは、結果を踏まえ成熟促進の再現性について確認する。

2 ギンザケ逆馴致試験

令和6年度の試験魚について、輸送等のストレスを最小限に抑えるため、令和5年11月から石巻市の水産技術総合センターの飼育棟で稚魚の海水飼育を開始した。淡水への逆馴致試験については、防疫や成熟の観点からギンザケの生活史を踏まえ、閉鎖循環式陸上養殖研究棟で実施し、改めて生残・成熟状況について把握する。

<結果の発表、活用状況等>

令和5年2月に宮城県漁協志津川支所、戸倉地区ギンザケ部会員及びその他協力機関に結果を報告した。

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	資源
研究課題名	海況変化を見据えた新たな水産資源の持続的活用推進事業（新たな魚種の探索）
予算区分	環境税
研究期間	令和5年度～令和7年度
部・担当者名	環境資源チーム：増田義男、長岡生真
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的> 近年、海水温の上昇等により、サンマ、秋サケなどの冷水性魚種の歴史的な不漁が続いており、これに伴って漁業者の経営悪化、県内魚市場の水揚げ低迷、水産加工業者の加工原料不足等が深刻化している。一方で、タチウオ、チダイなどの暖水性魚種の来遊・水揚げが増加している。このような状況から環境変化に対応した新しい魚種の開拓や新漁法の検討を実施する。</p> <p><試験研究方法> 水揚げが増加傾向にあり水産資源として将来的に有用な魚種の生態調査を実施した。</p> <p><結果の概要> (1) タチウオの移動回遊生態把握調査 追波湾（9月）、仙台湾（11月）において釣獲したタチウオ計58尾にアンカータグを装着し1標識放流を実施した（図1）。</p> <p>(2) アカムツの分布調査および生態把握調査 8月に宮城県沖合海域においてアカムツの釣獲調査を実施したが、釣獲されたのはさば類のみであった。石巻魚市場において、アカムツの漁獲物の体長組成を調査した結果、金華山周辺で操業する刺し網では30cm～40cm前後の大型のアカムツを狙った操業を行っていた（図2）。 GSIは雌雄ともに7月以降上昇し、9月にピークとなった。10月には急激に減少したことから、9月～10月の間に産卵していると考えられた。年齢査定の結果、雄は10歳、雌は15歳まで見られ、宮城県海域におけるアカムツの成長様式や成熟に関する知見が初めて得られた。（図3、図4）</p> <p>(3) チダイの生態把握調査 石巻魚市場で水揚げされるチダイは、主に小型底曳き網や定置網で漁獲されており、体長測定の結果、14cmと25cmにモードが見られた（図5）。 GSIは雌雄ともに7月にピークとなり、8月～10月に減少したことから、8月～10月の間に産卵していると考えられた（図6）。</p> <p>(4) カガミダイの生態把握調査 石巻魚市場で水揚げされるカガミダイは、主に小型底曳き網や定置網で漁獲されており、体長測定の結果、24cmと32cmにモードが見られた（図7）。</p>	

<主要成果の具体的なデータ>



図1 標識を付けたタチウオ

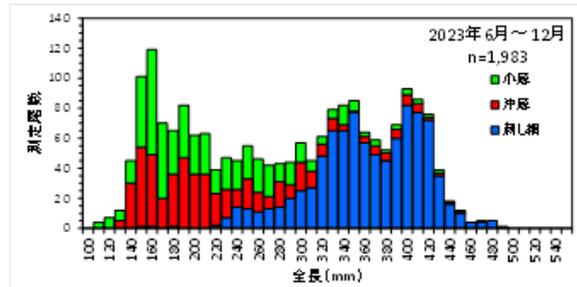


図2 2023年に石巻魚市場へ水揚げされたアカムツの体長組成

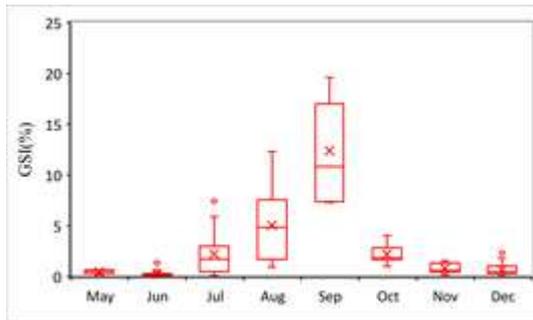


図3 アカムツ（雌）の成熟度の変化

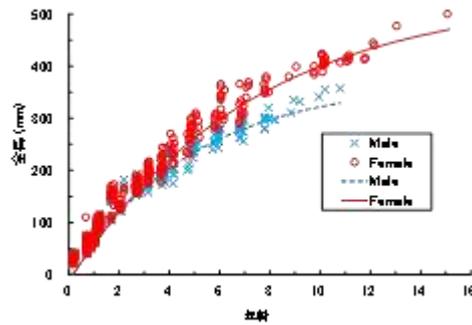


図4 宮城県で漁獲されたアカムツの年齢と成長の関係

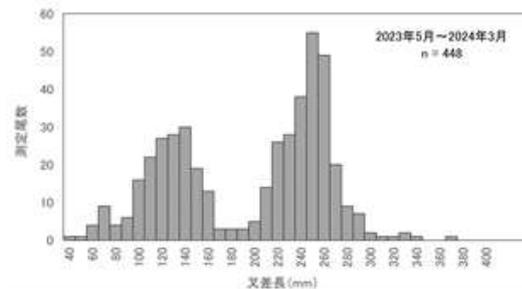


図5 2023年5月から2024年3月に石巻魚市場へ水揚げされたチダイの体長組成

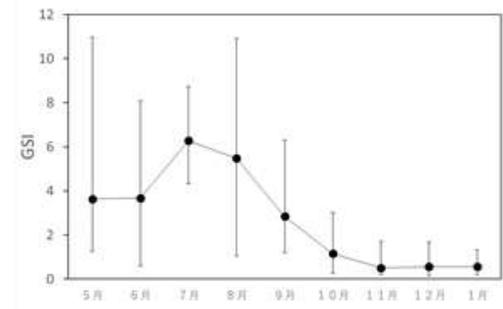


図6 チダイの成熟度の変化

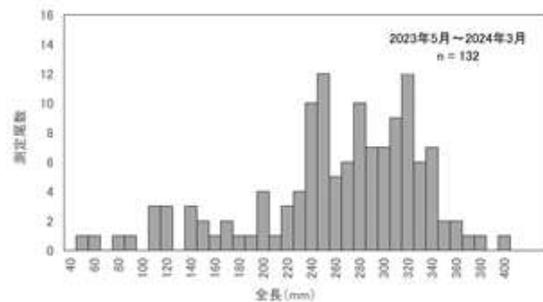


図7 2023年5月から2024年3月に石巻魚市場へ水揚げされたカガミダイの体長組成

<今後の課題と次年度以降の具体的な計画>

- ・タチウオ：標識放流調査による移動回遊の把握
- ・アカムツ：宮城県沿岸域における生態把握
- ・チダイ、カガミダイ：成長様式や成熟に関する情報の把握

<結果の発表・活用状況等>

- ・増田義男・時岡 駿・櫻井慎大（2024）宮城県沿岸域におけるアカムツの年齢と成長. R5東北底魚研究連絡会議発表

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	加工
研究課題名	海況変化を見据えた新たな水産資源の持続的活用推進事業 (新たな資源の活用技術の開発・既存資源の有効利用)
予算区分	環境税
研究期間	令和5年度～令和7年度
部・担当者名	水産加工開発チーム：菅原幹太、阿部真紀子、紺野智太、永木利幸、三浦悟
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的></p> <p>近年、海水温の上昇等により、サンマ、秋サケなどの冷水性魚種の歴史的な不漁が続いており、これに伴う漁業経営の悪化や水揚げの低迷による加工原料不足等が深刻化している。一方で、タチウオ、チダイなどの暖水性魚種の水揚げが増加している。また、ギンザケ稚魚、エイ類など、これまで加工原料とされなかった低・未利用魚種の加工原料化にSDGsの観点から注目が集まっている。</p> <p>このような状況の中、水産加工業者は「新原料の確保」や未利用魚などの「既存原料の有効活用」などが喫緊の課題となっており、海況変化に柔軟な対応ができる産業構造への転換を図ることにより、なりわいを維持・発展することを目的とする。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 暖水性魚種の加工開発</p> <p>令和5年度は暖水性魚種の水揚動向やアカムツ・シイラの原魚特性の把握及び加工特性を活かした試作の検討を行った。</p> <p>(1) 水揚統計整理</p> <p>宮城県総合水産行政情報システムにより、2010年1月1日から2023年12月31日に県内で水揚げされたタチウオ・チダイ・サワラ・アカムツ・シイラの産地別、2023年の月別の水揚統計を整理した。</p> <p>(2) サンプルング・成分分析(一般成分・遊離アミノ酸)</p> <p>アカムツ、シイラについて、漁獲月別、加熱方法別の成分分析を実施した。また、アカムツ、シイラのサンプルング一覧を表1に示した。栄養・呈味成分分析方法は下記のとおり。</p> <p>1) 漁獲月別の成分分析</p> <p>アカムツ、シイラは表1のサンプルング一覧に記載したものを使用した。入手したサンプルは鮮度保持を保ち搬入したアカムツから10尾抽出し、魚体測定後、さらに5尾を抽出し、可食部をフードプロセッサーで均質化した。シイラは搬入したサンプルから3～4尾を魚体測定後、可食部をフードプロセッサーで均質化した。</p> <p>2) 加熱方法別の成分分析</p> <p>アカムツは9月(100g以上)、シイラは10月(1kg未満)にそれぞれサンプルングしたものを使用し、「煮熟」、「焙焼」、「蒸煮」の3種の方法でサンプルを加熱した。分析サンプル数は、各加熱方法でアカムツが5尾、シイラが3尾とした。</p> <p>加熱方法は、煮熟は鍋を用い、焙焼と蒸煮はスチームコンベクションオーブンをを用いてそれぞれオーブンモード250℃とスチームモード100℃で、いずれの方法とも中心温度が85℃に達してから1分間加熱したものを分析に供した。中心温度の測定にはデジタル温度計を用いた。分析サンプルの調整は各加熱後、室温で放冷し、粗熱を取った後、可食部をフードプロセッサーにより均質化した。</p>	

表1 アカムツ、シイラのサンプリ

対象魚種	サンプリング時期	サンプリング場所	漁業種類	サイズ	備考
アカムツ	6月			100g未満	環境資源チームより提供
	7月	石巻魚市場	底曳網	100g以上	
	9月			100g以上	
シイラ	8月	気仙沼魚市場	一本釣	1kg以上	
	10月	石巻魚市場	定置網	1kg未満 1kg以上	

(一般成分)

水分は常圧加熱乾燥法、粗タンパクはケルダール法、粗脂肪はソックスレー抽出器を用いたエーテル抽出法、灰分は直接灰化法、炭水化物は差し引き法で求めた。

(遊離アミノ酸)

高速液体クロマトグラフィー(以下「HPLC」)を用いて遊離アミノ酸の含有量の分析を行った。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。

表2 HPLC分析条件(左)及び移動相のグラジエント

		時間(分)	移動相 A:B(w/v)
カラム	Agilent Poroshell HPH-C18(3.0*100mm*2.7μm)	0	96:4
カラム温度	40°C	1.50	96:4
移動相	グラジエント分析	3.50	88.5:11.5
	A) 10mM 四ホウ酸ナトリウム・リン酸水素二ナトリウム(pH8.2)	14.00	50:50
	B) アセトニトリル/メタノール/水(4.5:4.5:1)	15.00	40:60
移動相流量	0.7mL/min	15.01	0:100
		19.50	0:100
検出器	DAD sig338.0nm;10nm, Ref390nm;20nm	19.51	96:4
	FLD Ex230nm, Em450nm	23.50	96:4

(3) 加工工程ごとの歩留まり測定

アカムツ、シイラについて、ラウンドからフィレーにするまでの各加工工程の歩留まり(%)を測定した。各加工工程については包丁による手捌きで処理した。歩留まりはサンプルから無作為に3尾を抽出し測定した。

(4) 加工品の試作

各魚種の分析結果及び加工特性を踏まえ、暖水性魚種は7品の加工品試作を行った。

2 低・未利用魚種の加工開発

(1) 原料の選定・状況把握

生産者及び水産関係団体、企業等との意見交換や情報収集により、2023年度はギンザケ稚魚、ホシエイ、アカエイ、規格外の乾ノリ、規格外のカキ、採卵後のギンザケ親魚を研究対象とし、その状況把握を行い、あわせてサンプリングを行った。

(2) 成分分析

ギンザケ稚魚、ホシエイ、アカエイの可食部の一般成分分析・遊離アミノ酸分析を行った。一般成分分析・遊離アミノ酸分析は、前記暖水性魚種と同様の方法で行った。

加えて、ホシエイ、アカエイについてはコラーゲンの含有量が見込まれることから、ヒドロキシプロリン含有量を分析した。分析は一般財団法人日本食品分析センターに委託した。実施した試験区は、ホシエイヒレ肉(皮なし)などを含めた6試験区とした。

(3) 加工工程ごとの歩留まり測定

ホシエイ、アカエイを測定サンプルとし、ラウンド（丸）から歩留まり（%）を測定した。ヒレ部分を可食部とし、包丁による手捌きで処理した。

（４）飲食店におけるアンケート調査

石巻の飲食店で、「ホシエイの煮つけ」を消費者に提供し、消費者の「ホシエイ」に対する評価のアンケート調査を行った。サンプル原料は、2024年11月に定置網で漁獲され、石巻魚市場に水揚げされたものを購入し、漁獲当日中にヒレ部位を切り取り、皮を引き、5℃の冷蔵庫においてヒレに対し3倍量の上水に一晚浸漬したものを提供した。浸調理方法は飲食店にて、下処理したヒレを調味液で煮込んだ。

調査は2023年10月24日（火）、宴会の利用者（20名）を対象とし、「ホシエイ」という魚種の認知などを含めた9項目を設定した。

（５）規格外の乾ノリを利用したノリ醤油製造に関する分析

規格外の乾ノリの有効利用に関するノリ生産者からの相談をもとに、醤油の製造について検討を行った。ノリはタンパク質の含有量が高い（乾ノリ：39.4%、焼ノリ：41.4%）ことから、醤油の原料に適していると考えられ、加えて、ノリに醤油麴を添加し発酵熟成させた醤油の製造は、過去の知見が少ないことから、発酵熟成期間の基礎的なデータの収集を行うことを目的に、ノリを主原料とするノリ醤油製造試験を実施した。なお、比較対象として、規格外の乾ノリ以外にも、製造年の異なる乾ノリ、焼ノリ、生ノリを原料に使用した。

また、絞り後の各試験区における遊離アミノ酸の含有量の合計、種類別含有量について分析を行った。遊離アミノ酸の分析方法は、前記暖水性魚種の遊離アミノ酸分析と同様とした。

（６）加工品の試作

ギンザケ稚魚、ホシエイ、アカエイについて、成分分析の結果や加工特性を勘案しながら加工品の試作を行った。また、宮城県漁業協同組合鳴瀬支所より、規格外のカキの利用方法についての相談をもとに、規格外のカキを用いた加工品試作・試食会を行い、情報提供を行った。

<結果の概要>

1 暖水性魚種の加工開発

（１）水揚統計整理

産地別、2023年の月別水揚量の推移をそれぞれ整理した。

タチウオ：2018年以降大きく水揚量が増加し、2023年には年間合計で253tが水揚げされた。月別では6月から水揚量が増加し、9月の58tがピークであった。

チダイ：2016年以降大きく水揚量が増加し、2023年には年間合計で242tが水揚げされた。月別では5月に水揚量が増加し、8月の77tがピークであった。

サワラ：東日本大震災以前の2010年には年間合計で378tの水揚げが見られたが、水揚量は各年で大きく変動し、2023年は年間合計で88tとなり、減少傾向であった。月別では7月から水揚量が増加し、8月の35tがピークであった。

アカムツ：2015年から水揚量が増加し、2023年には年間合計で30tが水揚げされた。月別では6月から水揚量が増加し、7月の8tがピークであった。

シイラ：東日本大震災以前の2010年には年間合計で341tの水揚げが見られたが、水揚量は各年で大きく変動し、2023年は年間合計で128tとなり、減少傾向であった。月別では5月から水揚量が増加し、10月の40tがピークであった。

（２）成分分析

1) 漁獲月別の成分分析

アカムツ、シイラの魚体測定結果と一般成分分析結果を表3、4に示した。

アカムツでは6月は粗脂肪が少なく、7、9月に粗脂肪が多かったが、時期やサイズが異なることから、粗脂肪量が少ないのは時期またはサイズによるものなのか把握することが出来なかった。また、アカムツの遊離アミノ酸含有量（6、7、8月）を比較したところ、9月にリジンが減少したが、総じて大きな変化は見られなかった。

シイラではヒスチジンが総遊離アミノ酸含有量の80%以上を占めていた。重量別に見たところ1kg以上（8、10月）ではリジン、アラニンの順に多く含まれて、1kg未満（10月）のシイラでは

リジンが見られなかった。

2) 加熱方法別分析

アカムツ、シイラの一般成分分析結果を表5に示した。

アカムツの主要な遊離アミノ酸構成成分はグルタミン酸、アラニン、リジンであったが、加熱方法の違いによる大きな変化は見られなかった。また、シイラでは各加熱方法ともにヒスチジンが総遊離アミノ酸含有量の約80%以上を占め、蒸煮で454mg/100gと最も増加したが、加熱方法の違いによる大きな変化は見られなかった。

(3) 加工工程ごとの歩留まり測定

アカムツ、シイラの各加工工程について歩留まりを測定した結果を表6に示した。

アカムツは高価な魚種であることから、歩留まりを活かした利用加工が求められると考える。

(4) 加工品の試作

分析結果を基に各魚種の加工特性を踏まえ、「アカムツの炊き込みご飯の素」について、加工品試作し、レシピ開発した(図1)。その他、「タチウオの蒲焼き風」、「シイラの一晩干し」等の試作を行った。

2 低・未利用魚種の加工開発

(1) 原料の選定・状況把握

1) ギンザケ稚魚

ギンザケ稚魚生産者より、海面養殖出荷時のオーダーサイズに満たない、未利用のギンザケ稚魚(以下「ビリ群」という)を加工原料として利用したいとの相談をもとに、2023年度では利用先の無いビリ群が4養魚場で計4.7 t 排出されていることが確認されたため、研究対象魚とした。

2) ホシエイ・アカエイ

ホシエイ、アカエイの定置網への入網が多くみられ、また、加工企業等からの加工利用に関する相談をもとに、毒針や尿素などの適切な処理を行うことで、加工利用の可能性があるため、研究対象魚とした。

3) 規格外の乾ノリ

ノリ製造の乾燥工程で排出される規格外の乾ノリの有効利用を目的に、生産者から醤油加工に関する相談を受けたことから、規格外の乾ノリ加工利用の課題解決に有益であると判断し、研究対象とした。

4) 規格外のカキ

宮城県漁業協同組合鳴瀬支所より、サイズが小さく、見た目が悪い規格外の出荷出来ないカキの有効利用について、相談を受けたことから研究対象とした。

5) 採卵後のギンザケ親魚

宮城県漁業協同組合指導部より、養魚場から毎年3~5t排出される採卵後のギンザケ親魚の有効利用について、相談を受けたことから研究対象とした。

(2) 成分分析

ギンザケ稚魚、エイ類(ホシエイ、アカエイ)、採卵後のギンザケ親魚の魚体測定結果を表7、8に示した。

1) ギンザケ稚魚

ギンザケ稚魚の一般成分分析結果を表9に遊離アミノ酸結果を表10に示した。

水分では、養殖ギンザケ可食部が66.0 % (2015、日本食品標準成分表)であるのに対して、ギンザケ稚魚で水分が多いことが分かった。また、遊離アミノ酸分析の構成は、多い順にグルタミン酸、グリシン、リジンであった。

2) ホシエイ・アカエイ

ホシエイ、アカエイの一般成分分析及び遊離アミノ酸分析の結果を表9、10に示した。

ヒドロキシプロリンの分析結果及びコラーゲン含量の推定値を表11に示した。ヒドロキシプロリンはコラーゲン中の全アミノ酸の約10%を占めるため、コラーゲン量を測定する指標となっており、含量の10倍相当量がコラーゲン量と考えられている。

また、千葉県水産総合研究センターよるとアカエイの軟骨・肉・皮には6610～6790 mg/100gのコラーゲンが含まれているとの報告されている。さらに、ホシエイの皮にも多くのコラーゲンが含まれていたため、エイ類の皮には多くのコラーゲンが含まれていると考えられた。

(3) ホシエイ・アカエイの加工工程ごとの歩留まり測定

ホシエイ、アカエイの歩留まり測定の結果を表12に示した。体の中心部を非可食部、両ヒレを可食部と想定し、ヒレの皮を引く前、引いた後の歩留まりをそれぞれ測定した。ホシエイはヒレ（皮あり）の歩留まりがアカエイより大きい。皮を引いた後の歩留まりはホシエイ、アカエイそれぞれ18.3%、20.7%と、大きな差は見られなかった。そのため、ホシエイはアカエイよりも皮が歩留まりに影響する割合が大きいと考えられた。

(4) ホシエイの飲食店におけるアンケート調査

調査回答者数は20人中12人、回答率は60%であった。回答者の属性は、全て宮城県内在住の男性であり、年齢については、40代2名、50代5名、60代4名、70代以上1名であった。

調査の結果、「ホシエイ」の認知度は低く、ホシエイ（その他エイ類を含む）を食べたことのある人は少なかった。しかし、食べることに對する抵抗感は少なく、「ホシエイの煮つけ」に対する評価は、「美味しい、とても美味しい」が大多数であった。また、食感、臭いに対しても、比較的良い評価を得られた。特に、臭いについて、軟骨魚類には、筋肉中に2%の尿素が含まれているとされ、酵素（ウレアーゼ）や加水分解で尿素が分解されると、アンモニア臭を発する。しかし、エイ類を調理するうえで、適切な下処理を行うことで、調理後のアンモニア臭を低減することが可能で、「美味しく食べられる」ことが分かった。

(5) ノリ醤油製造に関する分析

各試験区の仕込みの配合割合を表13に示した。当初の配合割合では、諸味の粘度が高く、攪拌が困難であったため、18%食塩水を、2023年3月28日、4月14日、5月1日の計3回、各試験区に追加した。

発酵熟成期間における諸味中のpH、塩分、温度（樽）、全窒素、ホルモール窒素、タンパク分解率の推移を図2から図7に示した。

また、搾り後の遊離アミノ酸の分析結果について、表13に示した。

(6) 加工品の試作

研究対象魚種の分析結果及び原魚・加工特性を踏まえて、「ホシエイの調味乾燥加工品」を試作し、レシピ開発した（図8）。その他、ギンザケ稚魚（甘露煮、干物、燻製）、エイ類（ホシエイのみりん干し、アカエイの調味乾燥加工品）等の試作を行った。また、規格外のカキについて当チームで12品レシピ考案し、相談のあった宮城県漁業協同組合鳴瀬支所に対して試食会を行った

<主要成果の具体的なデータ>

1 暖水性魚種の加工開発

表3 アカムツ（注1）、シイラ（注2）の魚体測定結果（アカムツ：n=10、シイラ（1kg以上）：n=3（10月）、4（8月）、シイラ（1kg未満）：n=3、mean±sd）

	【アカムツ】			【シイラ】				
	月	6月	7月	9月	月	8月	10月	
サイズ		100g未満	100g以上	100g以上	サイズ	1kg以上	1kg以上	1kg未満
尾又長 (cm)		15.23±0.4	24.99±1.8	27.90±1.4	尾又長 (cm)	75.5±15.3	58.5±6.3	38.8±1.3
重量 (g)		60.4±4.9	299.5±55.3	353.6±41.8	重量 (kg)	4.3±2.6	1.9±0.7	0.49±0.0

表4 アカムツ（注1）、シイラ（注2）の漁獲月別の一般成分分析結果（アカムツ：n=5、シイラ（1kg以上）：n=3（10月）、4（8月）、シイラ（1kg未満）：n=3、mean±sd）

【アカムツ】				【シイラ】			
月	6月	7月	9月	月	8月	10月	
サイズ	100g未満	100g以上	100g以上	サイズ	1kg以上	1kg以上	1kg未満
水分 (%)	79.4±1.2	71.0±3.1	68.8±2.7	水分 (%)	78.3±1.3	76.7±1.5	77.2±0.1
粗タンパク (%)	18.3±0.5	16.8±0.8	16.8±0.5	粗タンパク (%)	20.7±0.8	21.3±1.2	21.6±0.6
粗脂肪 (%)	2.6±1.4	11.4±2.4	15.2±3.9	粗脂肪 (%)	0.5±0.2	1.1±0.7	0.7±0.2
灰分 (%)	1.1±0.1	1.2±0.1	1.0±0.1	灰分 (%)	1.3±0.0	1.4±0.0	1.5±0.1
炭水化物 (%)	-1.5±0.9	-0.4±2.7	-1.8±2.6	炭水化物 (%)	-0.8±0.7	-0.5±0.4	-1.0±0.6

表5 アカムツ（注3）、シイラ（注4）の加熱方法別の一般成分分析結果（アカムツ：n=5、シイラ（1kg未満）：n=3、mean±sd）

【アカムツ】					【シイラ】				
	生	煮熟	焙焼	蒸煮		生	煮熟	焙焼	蒸煮
水分 (%)	68.8±2.7	62.2±3.7	51.6±2.5	60.5±2.0	水分 (%)	77.2±0.1	73.6±0.8	74.2±0.3	72.5±0.5
粗タンパク (%)	16.8±0.5	17.7±2.8	24.0±3.4	19.0±0.9	粗タンパク (%)	21.6±0.6	24.3±0.6	24.9±1.5	25.3±0.4
粗脂肪 (%)	15.2±3.9	17.1±4.0	22.1±3.3	20.2±2.3	粗脂肪 (%)	0.7±0.2	0.7±0.0	0.7±0.1	0.7±0.0
灰分 (%)	1.0±0.1	1.1±0.1	1.6±0.1	1.1±0.1	灰分 (%)	1.5±0.1	1.6±0.0	1.7±0.1	1.7±0.0
炭水化物 (%)	-1.8±2.6	1.9±2.6	-1.9±0.6	-0.8±0.6	炭水化物 (%)	-1.0±0.6	-0.2±1.1	-1.6±1.2	-0.2±0.3

（注1）：2023年6、7、9月に底曳網で漁獲されたアカムツを使用。

（注2）：2023年8月に一本釣り、10月に定置網で漁獲されたシイラを使用。

（注3）：2023年9月に定置網で漁獲された100g以上サイズのアカムツを使用。

（注4）：2023年10月に定置網で漁獲された1kg未満サイズのシイラを使用。

表6 2023年に漁獲されたアカムツ、シイラの各加工工程の歩留まり測定結果

【アカムツ】					
加工工程名称	ラウンド	セミドレス	ドレス	2枚卸し	3枚卸し
歩留まり (%)	100%	86%	68%	66%	46%
加工工程写真					
備考	丸のまま	前工程から鰓・内蔵を除去	前工程から頭部を除去	前工程を2枚に卸し尾部を除去	前工程から中骨・腹骨を除去

【シイラ】						
加工工程名称	ラウンド	セミドレス	ドレス	2枚卸し	3枚卸し	サク
歩留まり (%)	100%	85%	71%	69%	46%	41%
加工工程写真						
備考	丸のまま	前工程から鰓・内蔵を除去	前工程から頭部を除去	前工程を2枚に卸し尾部を除去	前工程からカマ・中骨・腹骨を除去	前工程から皮を除去

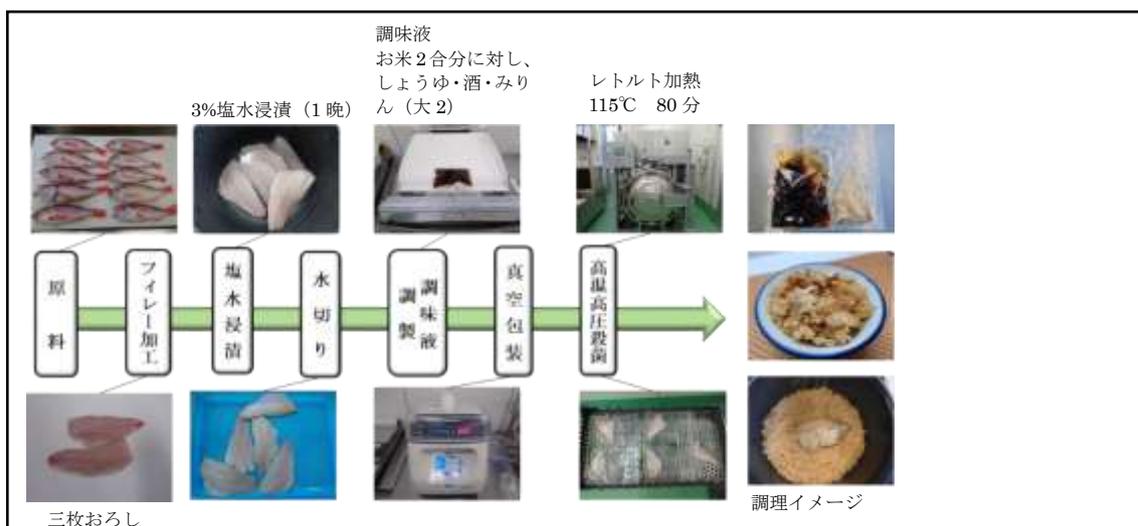


図1 「アカムツの炊き込みご飯の素」の製造工程

2 低・未利用魚種の加工開発

表7 2023年9月にサンプリングしたギンザケ稚魚(n=5)、2023年12月にサンプリングした採卵後のギンザケ親魚(雄、雌、ともにn=10)の魚体測定データ(mean±sd)

	ギンザケ稚魚	採卵後の ギンザケ親 魚(雄)	採卵後の ギンザケ親 魚(雌)
標準体長(cm)	14.50 ± 0.40	58.0 ± 4.0	54.1 ± 2.7
魚体重(kg)	0.03 ± 0.04	2.5 ± 0.4	1.9 ± 0.2

表8 2022年4月にサンプリングしたホシエイ(n=5)、2023年11月にサンプリングしたアカエイ(n=4)の魚体測定データ(mean±sd)

	ホシエイ	アカエイ
体盤長(cm)	32.6 ± 2.3	30.5 ± 7.0
体盤幅(cm)	42.2 ± 2.4	31.9 ± 5.1
魚体重(kg)	2.4 ± 0.4	1.3 ± 0.7

表9 ギンザケ稚魚、ホシエイ、アカエイの一般成分分析結果(ホシエイ・ギンザケ稚魚はn=5、アカエイはn=4、mean±sd)

単位(%)	ギンザケ稚魚	ホシエイ	アカエイ
水分	81.0 ± 1.3	80.8 ± 1.0	78.2 ± 1.6
粗脂肪	0.7 ± 0.0	0.9 ± 0.1	0.3 ± 0.1
粗タンパク	16.3 ± 0.8	19.5 ± 0.8	22.5 ± 1.6
灰分	2.2 ± 0.2	2.0 ± 0.3	2.7 ± 1.0
炭水化物	- 0.1 ± 1.0	- 3.6 ± 0.6	- 3.7 ± 0.5

表 10 ギンザケ稚魚、ホシエイ、アカエイの遊離アミノ酸分析結果(ホシエイ・ギンザケ稚魚は n=5、アカエイは n=3、mean±sd)

単位 (mg/100g)	ギンザケ稚魚	ホシエイ	アカエイ
Asp	22.2 ± 5.1	10.7 ± 0.8	0.0
Glu	41.8 ± 7.7	16.7 ± 2.5	9.8 ± 0.1
Ser	11.7 ± 9.6	0.0	4.1 ± 0.2
His	0.0	0.0	0.0
Gly	38.8 ± 6.4	42.1 ± 18.3	26.5 ± 12.1
Thr	13.0 ± 2.8	0.0	0.0
Arg	16.8 ± 4.0	43.1 ± 28.6	0.0
Ala	28.4 ± 4.0	10.1 ± 1.4	8.5 ± 2.6
Tyr	10.6 ± 1.9	0.0	0.0
Val	22.7 ± 3.3	7.9 ± 0.6	9.3 ± 4.9
Met	10.8 ± 2.0	3.3 ± 0.4	3.7 ± 1.9
Phe	11.0 ± 2.2	1.6 ± 0.8	0.0
Ile	11.2 ± 2.1	4.1 ± 2.7	1.7 ± 0.1
Leu	22.0 ± 4.4	4.8 ± 0.9	3.4 ± 0.5
Lys	29.5 ± 6.8	6.0 ± 0.5	4.6 ± 1.2
Pro	0.0	0.0	0.0
合計	290.6 ± 55.2	150.4 ± 47.2	71.6 ± 9.8

表 11 ヒドロキシプロリン分析の結果

単位(mg/100g)	ホシエイ				アカエイ		
	①ヒレ肉 (皮なし)	②軟骨	③ヒレ肉 (皮なし)・軟骨	④皮	⑤ヒレ肉 (皮なし)	⑥軟骨	軟骨・肉・皮
ヒドロキシプロリン	110	390	160	810	110	460	
推定コラーゲン量	1100	3900	1600	8100	1100	4600	6610~6790

(※)川島時英 (2022). 機能性成分とおいしさを全面に打ち出したアカエイの商品化. ていち、第 141 号、42-53 より引用

表 12 ホシエイ・アカエイの歩留まり測定 (ホシエイは n=4、アカエイは n=2、mean±sd)

	ラウンド	ヒレ (皮あり)		ヒレ (皮なし)	
	重量(kg)	重量(kg)	歩留まり(%)	重量(kg)	歩留まり(%)
ホシエイ	3.8 ± 0.9	1.5 ± 0.3	39.4 ± 4.5	0.8 ± 0.2	20.7 ± 1.9
アカエイ	1.15 ± 0.01	0.3 ± 0.0	26.1 ± 0.2	0.21 ± 0.0	18.3 ± 1.0



表 13 ノリ醤油製造試験の配合割合

試験区	ノリ原料(g)	醤油麹(g)	水(g)	食塩(g)	仕込み当初の 想定塩分(%)	仕込み当初の 総重量(g)	追加した 18%食塩 水(g)	最終重 量(g)	絞過後 総重量 (g)	製品の 歩留まり (%)
亘①	2500	750	8520	1870	18.0	13640	32960	46600		
亘②	2240	760	8510	1850	17.9	13360	32240	45600		
亘③	2500	750	8510	1850	17.9	13610	32790	46400		
亘④	5050	1510	5000	1900	27.5	13460	28440	41900	32340	77.2

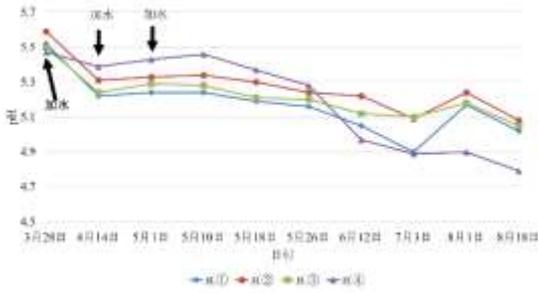


図2 pHの推移

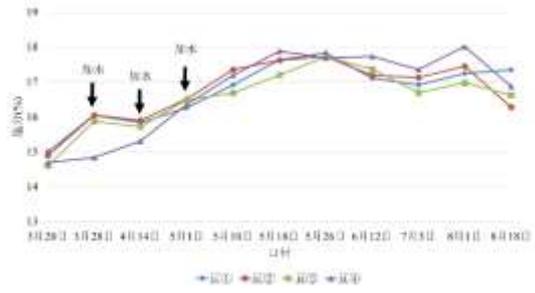


図3 塩分の推移



図4 温度（樽）の推移

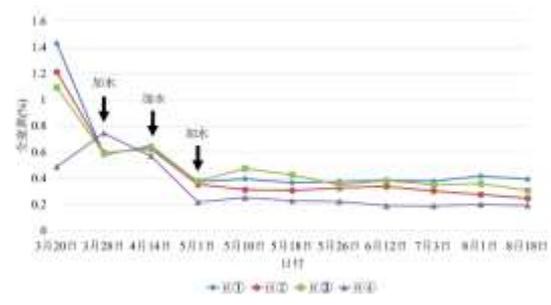


図5 全窒素の推移

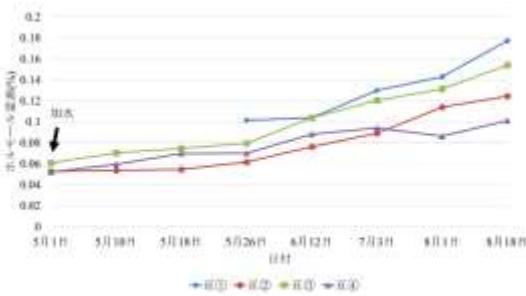


図6 ホルモン窒素の推移

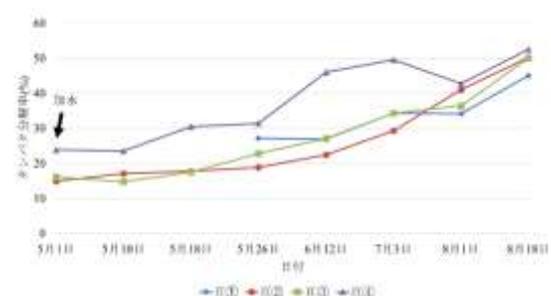


図7 タンパク分解率の推移

表14 遊離アミノ酸分析の結果

遊離アミノ酸 (mg/100ml)	豆①	豆②	豆③	豆④
Asp	71.3	27.0	39.0	50.6
Glu	167.2	56.6	72.5	111.0
Ser	59.1	18.4	24.2	27.7
His	17.1	0.0	0.0	12.4
Gly	28.1	8.9	13.0	13.6
Thr	50.1	17.1	21.1	20.6
Arg	105.8	34.4	41.7	49.8
Ala	134.6	44.9	69.3	33.2
Tyr	61.4	19.7	24.4	28.8
Val	84.4	31.8	38.4	35.2
Met	30.5	9.2	12.2	9.3
Phe	63.6	21.9	26.5	33.3
Ile	55.0	19.1	24.7	26.9
Leu	112.6	39.1	48.8	49.2
Lys	86.9	27.5	36.5	38.2
Pro	39.7	0.0	16.0	22.2
total	1167.5	375.8	508.4	562.0

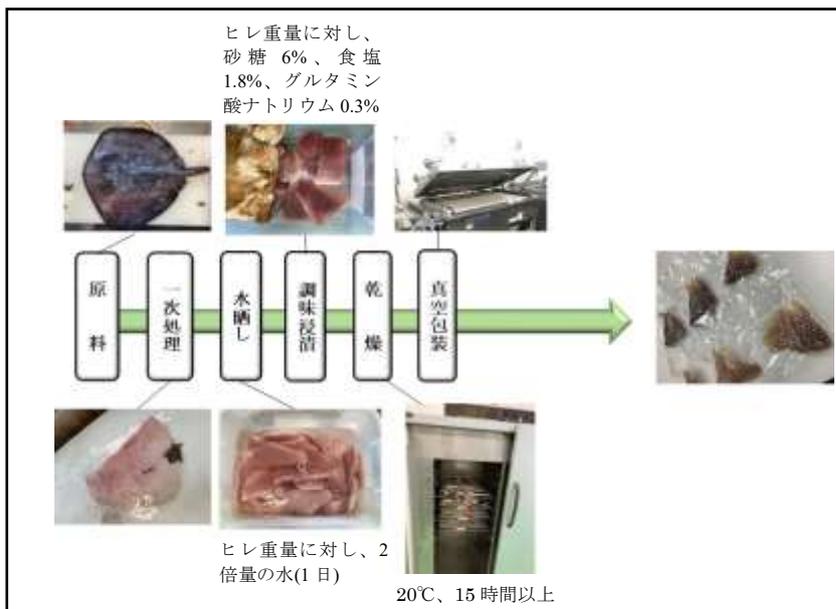


図8 「ホシエイの調味乾燥加工品」の製造工程図

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・新たな加工原料となり得る暖水性魚種及び低・未利用魚種の探索に加えて、その魚種ごとの特性や有用成分の把握。
- ・水産加工企業等への暖水性魚種及び低・未利用魚種情報及び試作加工品等の提供。
- ・製品化を検討している水産加工企業等に対する伴走型支援の実施。
- ・認知度向上、消費拡大を目指した成果普及活動の実施。

<結果の発表、活用状況等>

対象魚種の認知度向上・加工利用促進等を目的とし、県内の水産加工企業等に対し、下記の取組を行った。

(1) 企業訪問時等における情報提供

- ・企業による当実験棟の利用時や当チームによる企業訪問時に事業概要、水揚げ統計データ、原料サンプル、試作加工品、レシピ等について情報提供した。

(2) 第48回宮城県水産加工品品評会・みやぎ出前講座等でのPR

- ・2023年1月23日、石巻で開催された第48回宮城県水産加工品品評会の会場において、事業紹介ブースを設置し、事業成果のPR等を実施した。
- ・品評会審査中に開催されたみやぎ出前講座では「みやぎの海に変化あり！？～増加する暖水性魚種や低・未利用魚の活用に向けた取り組み～」と題し、暖水性・低・未利用事業の進捗状況等について、30名程度の加工企業に情報提供した。
- ・宮城県水産練り研究会や『学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ2023』等で事業成果のPRを行い、暖水性魚種、低・未利用魚種の利用促進、また、一般消費者に対し、認知度向上を図った。

(3) SNS等の活用によるPR

- ・Instagram (インスタグラム) で、事業進捗状況、試作加工品レシピ等を投稿し、暖水性魚種・低・未利用魚種の利用促進・認知度向上を図るとともに事業成果のPRを実施した。

水産加工開発チーム公式Instagramアカウント

URL : https://www.instagram.com/miyagi_suisangijutsu_kakoken/

(4) マスメディア報道によるPR

- ・サンマ・シロサケ等冷水性魚種の記録的不漁が継続していることから、県内の各マスメディアも代替魚の利活用に注目しており、本事業の取組について下記のとおり報道された。

日本放送協会 (NHK)、東北放送 (株) (TBC)、ミヤギテレビ (MMT)

石巻日々新聞、福島民友新聞、生活クラブ生協連合会

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	加工
研究課題名	県内水産物における熟成工程および品質評価方法の検討
予算区分	県単
研究期間	令和5年度～令和7年度
部・担当者名	水産加工開発チーム：○紺野智太、阿部真紀子、菅原幹太、永木利幸、三浦悟
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的></p> <p>水産物の品質は、「鮮度」が最重要視されてきたことから、「活締め」や「脱血」等の「高鮮度処理」技術に関して多く研究され、一般に周知されている。一方、「うま味」を最大限に引出すために、高鮮度処理した水産物を「熟成」させる技術についても注目されつつある。畜肉では水分や温度をコントロールする「エイジング」が一般的であるが、水産物では一部の飲食店が経験と勘で行うものの、研究事例は少ない。</p> <p>水産物の品質の指標としては、「鮮度」を数値化した「K値」が一般的だが、この値は熟成すると共に値が大きくなることから、熟成水産物の品質の指標としては適さない。このため、本事業では、本県の主要な水産物の「熟成」について、味や食感、臭い、色・形などの観点から、「K値」のみに依らない評価方法を検討することを目的とする。また、魚種毎に熟成の適否を判断するための基礎資料とする。</p> <p><試験研究方法></p> <p>1 サンプル</p> <p>(1) 対象魚種の選定</p> <p>対象魚種として、ギンザケ、ヒラメ、メカジキを選定し、令和5年度はギンザケを主体に試験を実施した。</p> <p>(2) サンプリングおよび前処理</p> <p>ギンザケのサンプリング内容を表1に示す。ギンザケは上げ氷で水産加工公開実験棟に持ち帰った後、体表面のぬめりを除去するため、たわしを用いて十分な量の水道水で洗浄した後、エラ・内臓を除去し、熟成試験に供した。</p> <p>2 適切な熟成工程の検討</p> <p>適切な熟成工程の検討のための条件を表2に示した。熟成方法はウェットエイジング（以下、「WA」とする）およびドライエイジング（以下、「DA」とする）の2つの方法を施した。試験では、熟成工程の検討として5つの変数（水産物の形態、包装の形態、吸水材の交換頻度、保存温度、食塩の影響）を設定し、検討を行った。試験終了後のサンプルは、魚体をサクに調整し真空包装を行った後、-30℃で保管した。</p> <p>WAでは、津本式1)の熟成方法を参考に行った。魚体を吸水紙（リードペーパー、ライオンハイジーン(株)）で包み、さらにその上から耐水紙（サンプルーフG、旭化成ホームプロダクツ(株)）で包装した後、真空包装用袋に入れ、真空包装機（LH-P60/200、吉川工業(株)）で包装した。その後、水を張り温度を一定にしたクーラーボックスの中で魚体を浮かべながら熟成させた。</p> <p>DAでは、熟成肉の熟成条件2)を参考にした。すなわち、魚体を低温恒温恒湿機（TPAC-240-20、(株)いすゞ製作所）で温度1℃、湿度70%に設定し、包装せずにそのまま熟成させた。</p> <p>3 品質評価のための測定</p> <p>(1) 一般生菌数測定</p> <p>細菌検査キット BACcT（日本細菌検査(株)）を用いて一般生菌数を測定した。なお、比較対象として、量販店で購入した刺身の一般生菌数も測定した。コロニー数については1.0×10^5CFU/gを基準に評価した。</p>	

(2) 官能評価

当センター職員5名で嗜好型官能評価を行った。熟成前(0日目)のサンプルを基準に、熟成させたサンプルを評価した。評価項目は味、臭い、食感、身色を加味した総合評価とした。なお、官能評価を行った職員に対して、五味識別テストは実施しなかった。

(3) 重量測定

ギンザケの試験区G-W-1、2、4、5、G-D-1、2、3について、熟成試験での重量の継時変化を測定した。

4 事業成果の普及・情報発信

事業の認知度向上を目的とし、県内飲食店に対し事業説明を行った。また、広く一般県民にも事業成果の普及を図るため、水産加工開発チームのInstagram(インスタグラム)によるPR活動を実施した。

<結果の概要>

1 量販店で購入した刺身の一般生菌数測定の結果

量販店で購入した刺身の一般生菌数測定を実施したところ、白身で 6.0×10^5 CFU/g、赤身で 3.8×10^5 CFU/g、サケ・マス類で 7.2×10^4 CFU/gであった。調理加工日当日の刺身における一般生菌数でも 1.0×10^5 CFU/g以上の菌数が検出されたことから、熟成試験の基準値である 1.0×10^5 CFU/gは十分安全な基準であると考えられる。しかし、一般生菌数だけでなく食中毒菌(腸炎ビブリオ等)の存在が懸念されるため、安全性を担保する上で、今後測定する必要があると考えられる。

2 適切な熟成工程の検討

(1) 一般生菌数測定の結果から見たWAにおける適切な熟成工程の検討

結果を表3に示した。水産物の形態においては、14日目まで2検体のうち1検体が基準値を超えた。G-W-2では21日目まで基準値未満、G-W-3では28日目まで基準値未満であった。吸水材の交換頻度においては、G-W-4およびG-W-5では14日目では基準値を超えた。保存温度においては、G-W-6およびG-W-7では13日目までは基準値未満であった。一方で、G-W-8では6日目まで基準値を超えた。以上のことから、WAのセミドレスまたはドレス、吸水材の交換頻度は週1回、保存温度は 1°C 以下が好ましいことが示唆された。

(2) 一般生菌数測定の結果から見たDAにおける適切な熟成工程の検討

結果を表4に示した。G-D-1およびG-D-2は21日目まで基準値未満であったが、G-D-3は21日目では基準値を超えた。また、G-D-1およびG-D-2から、食塩の影響では、一般生菌数の差は無かった。以上のことから、DAでは、フィーレで熟成させることが良いことが示唆され、食塩の影響についてはさらに検討が必要であった。

(3) 官能評価

結果を表5に示した。熟成前のギンザケとG-W-1、G-W-4、G-D-1、G-D-3を官能評価で比較した結果、熟成させたギンザケ全てで、熟成5~7日目まで養殖臭が低減し、味が濃くなったと感じられ、熟成で食味が向上したと判断した。

(4) 重量測定

結果を図1に示した。G-W-1、G-W-4、G-W-5から、重量減少は吸水材の交換頻度の回数に比例した。また、G-W-1及G-W-2、G-D-1およびG-D-3からフィーレの方が重量減少が大きかった。WA(G-W区)とDA(G-D区)では、DAの方が重量減少が大きかった。

3 事業成果の普及・情報発信

(1) 企業訪問等による事業説明

県内の水産関連企業7社、水産関連団体3団体、大学1校へ事業説明を行った。

(2) 会議等での説明

表6のとおり各種会議等で説明を行った。

(3) SNS等の活用によるPR

水産加工開発チーム公式インスタグラムを活用し、本研究に関する情報発信を3回行った。

※水産加工開発チーム公式Instagramアカウント

URL : https://www.instagram.com/miyagi_suisangijutsu_kakoken/

<主要成果の具体的なデータ>

表1 対象魚種のサンプリング内容

魚種	日時	場所	購入した形態	購入した状態 (締め方等)
	令和5年4月19日	石巻市雄勝	ラウンド	氷締め
ギンザケ	令和5年5月9日	石巻魚市場	ラウンド	氷締め
	令和5年6月15日	石巻魚市場	ラウンド	氷締め

表2 対象魚種における適切な熟成工程の検討のための条件

試験区	魚種	熟成方法	水産物の形態	包装の形態	吸水材の交換頻度	保存温度	食塩の影響	備考
G-W-1			フィーレ					
G-W-2	ギンザケ	WA	セミドレス	真空包装	週1回	1℃	特になし	
G-W-3			ドレス					
G-W-4	ギンザケ	WA	フィーレ	真空包装	週3回	1℃	特になし	
G-W-5					週5回			
G-W-6						-1℃		
G-W-7	ギンザケ	WA	フィーレ	真空包装	週3回	1℃	特になし	
G-W-8						5℃		
G-D-1			フィーレ					
G-D-2	ギンザケ	DA	フィーレ	包装無し	交換無し	1℃	3%食塩水に1時間浸漬	
G-D-3			セミドレス					

表3 ギンザケにおける WA で検討した変数および一般生菌数測定の結果 (n=1)

試験区	検討した変数		経過日数								備考
			0	6	7	13	14	15	21	28	
G-W-1		フィーレ	○	○	△						14日目で2検体のうち1検体は×
G-W-2	水産物の形態	セミドレス	○	○	○	○					21日目で終了
G-W-3		ドレス	○	○	○	○	○				28日目で終了
G-W-4	吸水材の交換頻度	週3回	○	○	×						
G-W-5		週5回	○	○	×						
G-W-6		-1℃	○	○	○						13日目で終了
G-W-7	保存温度	1℃	○	○	○	×					
G-W-8		5℃	○	×							

○ : 1.0×10^5 CFU/g未満、 × : 1.0×10^6 CFU/g以上

表4 ギンザケにおける WA で検討した変数および一般生菌数測定の結果 (n=1)

試験区	検討した変数		経過日数			備考
			0	14	21	
G-D-1	水産物の形態 及び食塩の影響	フィーレ	○	○	○	トリミング箇所は21日目で×
G-D-2	食塩の影響	3%食塩水に1 時間浸漬	○	○	○	トリミング箇所は21日目で×
G-D-3	水産物の形態	セミドレス	○		×	

○ : 1.0×10^5 CFU/g未満、 × : 1.0×10^6 CFU/g以上

表5 ギンザケの官能評価の結果（上表：WA、下表：DA、n=1）

試験区	評価項目	経過日数					備考
		0	2	5	7	13	
G-W-1	味	核酸系のうま味あり	うま味、甘みあり	甘みあり	甘みあり	味が濃い	
	臭い	養殖臭あり	養殖臭あり	養殖臭無し	養殖臭無し	酸化臭あり	
	食感	弾力あり	0日目よりも柔らかい	ねっとり、柔らかい	ねっとり、柔らかい	ねっとり、柔らかい	
	身色	綺麗なオレンジ	鮮やかなオレンジ	徐々に濃くなる	5日目と同じ	濃いオレンジ	
	その他			皮目の脂が溶けてきた	皮目の脂が溶けてきた	皮目の脂が溶けている	
	総合評価	新鮮なギンザケ	適度に柔らかいが、新鮮さもある	臭いが無く、食べやすい	臭いが無く、食べやすい	酸化臭があるが、味は濃い	
G-W-4	味	核酸系のうま味あり	うま味、甘みあり	甘みあり	甘みあり	味が濃い	
	臭い	養殖臭あり	養殖臭あり	養殖臭無し	養殖臭無し	酸化臭あり	
	食感	弾力あり	0日目よりも柔らかい	柔らかい	柔らかい	柔らかい	
	身色	綺麗なオレンジ	綺麗なオレンジ	綺麗なオレンジ	綺麗なオレンジ	綺麗なオレンジ	
	その他			皮目の脂が溶けてきた	皮目の脂が溶けてきた	皮目の銀毛が残らない	
	総合評価	新鮮なギンザケ	適度に柔らかいが、新鮮さもある	臭いが無く、食べやすい	臭いが無く、食べやすい	生食の限界	

試験区	評価項目	経過日数			備考
		0	7	14	
G-D-1	味	核酸系のうま味あり	甘みあり	味が濃い	
	臭い	養殖臭あり	養殖臭無し	酸化臭あり	
	食感	弾力あり	ねっとり、柔らかい	ねっとり、柔らかい	
	身色	綺麗なオレンジ	綺麗なオレンジ	濃いオレンジ	
	その他		皮目の脂が溶けてきた	皮目の脂が溶けている	
	総合評価	新鮮なギンザケ	臭いが無く、食べやすい	酸化臭があるが、味は濃い	
G-D-3	味	核酸系のうま味あり	甘みあり	味が濃い	
	臭い	養殖臭あり	養殖臭無し	酸化臭あり	
	食感	弾力あり	柔らかい	柔らかい	
	身色	綺麗なオレンジ	綺麗なオレンジ	綺麗なオレンジ	
	その他		皮目の脂が溶けてきた	皮目の銀毛が残らない	
	総合評価	新鮮なギンザケ	臭いが無く、食べやすい	生食の限界	

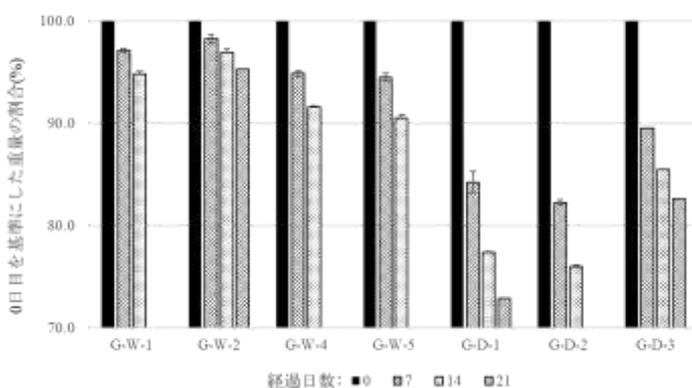


図1 ギンザケの熟成前後の重量変化の割合（n=1~5、mean±sd）

表6 各種会議等での事業説明

会議等名称	日時	場所	発表形式	対象者	備考
養殖研究会交流会	令和5年9月12日	林業技術総合センター	ポスター	県研究機関	
令和5年度水産利用関係研究開発推進会議	令和5年11月14日~15日	水産研究・教育機構 横浜庁舎	プレゼンテーション	研究機関	
第48回宮城県水産加工品品評会	令和6年1月23日	石巻市水産振興センター	ポスター	水産加工企業	
第6回石巻専修大学研究シェアリング・プログラム	令和6年2月27日	石巻専修大学	ポスター	水産加工企業、研究機関等	

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・対象魚種の熟成前後での品質評価（データ取り）
- ・K値に依らない品質評価方法の検討

<結果の発表、活用状況等>

- ・令和5年度水産利用関係教育推進会議での事業成果発表
令和5年11月14~15日 水産研究・教育機構 横浜庁舎
タイトル「ギンザケにおける適切な熟成工程の検討」
- ・短報「一般生菌数から検討したギンザケの適切な熟成工程」

事業課題の成果要旨

(令和5年度)

試験研究機関名：水産技術総合センター

課題の分類	加工
研究課題名	みやぎの水産物流通促進事業
予算区分	県単
研究期間	令和3年度～令和12年度
部・担当者名	水産加工開発チーム：○菅原幹太、三浦悟
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的> 東日本大震災の被害を受けた本県の水産加工業は、復興に向けた県内水産加工企業の懸命な取組みと補助金などを活用した施設・設備の復旧により、水産加工品出荷額は回復しつつある。しかし、原材料の不足や価格の高騰、震災により失われた販路の回復や人手不足など、依然として多くの課題を抱えている。このため、石巻市魚町に再建した「水産加工公開実験棟」の加工機器を活用し、新商品開発や既存商品改良などの技術支援、加工技術に関する相談への対応などを通し、県内の水産加工企業等の取組みを支援する。</p> <p><試験研究方法> 1 加工相談 水産加工技術や機器類、食品衛生や成分、加工委託先の紹介依頼など、水産加工企業などから寄せられる多岐にわたる加工相談に対し、当センターが有する知見や他県の研究情報などを提供するほか、必要に応じて水産加工公開実験棟（以下「実験棟」という。）における試作試験を提案する。</p> <p>2 技術支援 水産加工企業などが取り組む新商品の開発や既存商品の改良に対して、実験棟に整備した46種類の加工機器の使用許可などによる技術支援を行う。</p> <p>3 その他 食品加工に関する講習会や展示会などへ参加して情報収集を行うほか、水産加工企業の集まるセミナーなどに参加し、研究成果などの情報発信を行う。</p> <p><結果の概要> 1 加工相談 ・今年度の加工相談件数は44件で、月別には9月と10月が7件と最も多く、次いで1月が6件、12月が5件、その他の月は0～4件であった。（図1） ・相談者を地域別に見ると、石巻地域が16件と最も多く、次いで仙台地域が11件、県外が7件、塩竈地域が5件、気仙沼地域が3件、女川地域が2件であった。（図2） ・相談内容別では、加工技術に関する相談が11件と多く、次いで紹介依頼が6件、食品衛生、成分、技術情報が3件、機器が2件、その他は16件であった。（図3） ・相談内容については、暖水性魚種、低未利用魚種などの水産加工原料や、加工技術や機械に関すること、食品衛生や成分、原料調達や製造委託可能な加工企業に関する相談などがあった。また、農産品（大豆）の加工相談や鹿の処理に関する相談など水産以外の相談もあった。 ・加工技術や機器についての相談のうち、商品開発に関するものは、実際に実験棟の機器を使用して試作を行うなど技術支援にも繋がった。</p> <p>2 技術支援 ・機器使用件数は93件、延べ100台(15種)の機器が使用された。（図4） ・使用者を地域別に見ると、加工相談件数同様、実験棟が所在する石巻地域が76件と多く、全体の82%を占めていた。次いで、塩竈地域が7件、仙台地域が3件、気仙沼地域が2件、その他では</p>	

大崎市が2件、名取市、東松島市、角田市が1件であった。

- ・機器の使用頻度としては、レトルト殺菌装置が80回と最も多く、次いで、電子スモーク装置、真空凍結乾燥機が3回、過熱水蒸気調理機、スチームコンベクションオーブンが2回使用された他、卓上真空包装機やサーモンスライサーなども利用された。

3 その他

- ・研究報告会などに参加し、食品加工や水産加工機器などに関する情報収集を行った。(表1)

<主要成果の具体的なデータ>

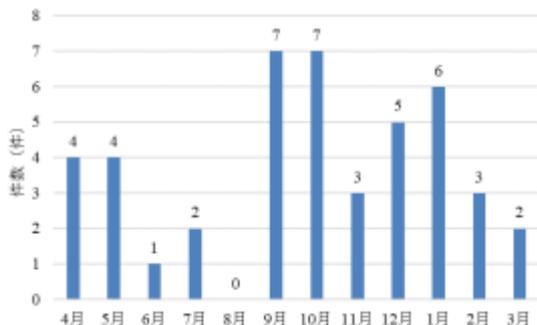


図1 加工相談件数 (R5年度)

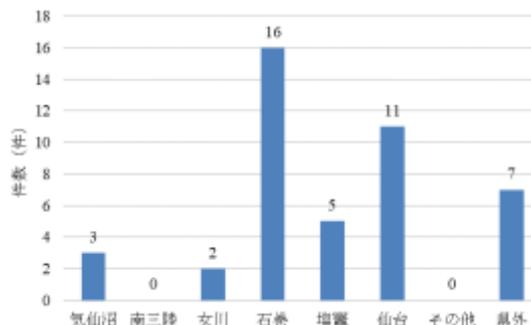


図2 地域別相談件数 (R5年度)

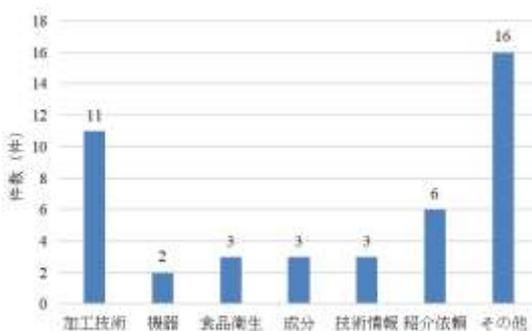


図3 内容別相談件数 (R5年度)

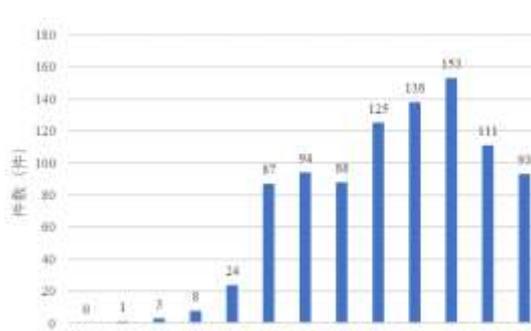


図4 機器使用許可件数 (H23～R5年度)

表1 講習会及び研修会等参加概要

時期	場所	内容	主催等
4月	WEB	JFRL講演会 (異臭・異物編)	(一財) 日本食品分析センター
5月	仙台	(株)寺岡システム機器実演会	(株) 寺岡システム
	石巻	石巻地区水産加工研究会勉強会	石巻地区水産加工研究会
6月	東京	FOOMA JAPAN2023	(一社) 食品機械工業会
7月	石巻	石巻地区水産加工研究会勉強会	石巻地区水産加工研究会
8月	塩竈	HACCP講習会	(一社) 大日本水産会
9月	石巻	石巻地区水産加工研究会勉強会	石巻地区水産加工研究会
11月			
2月	仙台	KCみやぎ産学共同研究会・成果報告会	東北大学農学研究科附属放射光生命農学センター (A-Sync)
	千葉	スーパーマーケットトレードショー2024	(一社)全国スーパーマーケット協会
3月	石巻	石巻地区水産加工研究会勉強会	石巻地区水産加工研究会

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・今年度の機器使用許可件数について、前年と比較し伸び悩んでいることから、各種イベントやSNSを活用し、商品開発試験のために公開実験棟の機器を使用できることを積極的にPRしたい。また、商品開発に関する要望や課題について聞き取りを行い、情報発信と技術支援を行う。