

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	AI画像認識による幼生同定技術の開発と幼生輸送予測によるマガキ養殖業の効率化・安定化
予算区分	受託（イノベーション創出強化研究推進事業）
研究期間	令和2年度～令和4年度
部・担当者名	養殖生産チーム：〇十川麻衣 企画・普及指導チーム：森山祥太
協力機関・部及び担当者名	(国研)水産研究教育機構水産資源研究所, 株式会社IDDK, 株式会社プロトソリューション, アンデックス株式会社
<p><目的> プランクトンネットを用いて採集したサンプルについて、同一物体の重複がない画像をマイクロイメージングデバイスにより連続的に撮影する技術を開発する。得られた画像をAI画像認識にかけ、マガキ幼生を同定できるよう学習させ、計数及び大きさを測定する技術を開発する。これらの技術により、従来の検鏡による方法より迅速かつ高精度に幼生密度データを取得する。さらに、複数箇所から得られた幼生密度データを同時に閲覧するためのスマートフォンアプリを開発し、幼生の分布状況をリアルタイムで把握可能にするとともに、得られた幼生密度分布から粒子追跡モデルにより幼生輸送をシミュレーションし、数日後の幼生分布域を情報発信する。 水産技術総合センターでは、マガキ幼生のサンプリング、撮影画像からのマガキ幼生の同定、AI同定結果の正誤判定、従来の顕微鏡を用いた同定・計数方法における精度の定量化を担当する。</p> <p><試験研究方法> マガキ幼生出現期（6～8月）に松島湾3点で週1回程度のサンプリングを行い、マイクロイメージングデバイスによる撮影用試料を採集した。幼生は北原式プランクトンネット（口径22.5cm, メッシュサイズ75μm）を用いて2.5m鉛直曳きにより採集するとともに、環境データ（水温、塩分）を測定し、次回サンプリングの際の目安に用いた。採集したサンプルは撮影担当者に提供し、撮影された画像からマガキ幼生を同定して教師データの作成を支援した。また、AI同定結果の正誤判定を行ったほか、AIの判定から漏れているマガキ幼生について追加で同定することにより精度の向上をサポートした。精度の定量化については、7月13日に松島湾3点で3回ずつ採取した9サンプルを用いた。各サンプルを3回ずつ同定・計数し、サイズごとの平均と標準偏差を求め、平均を標準偏差で割った値（%）を誤差とした。</p> <p><結果の概要> 2021年6月22, 28日, 7月5, 12, 13, 15, 19, 26日, 8月2, 10, 24日に松島湾の3点で、1点あたり2～3回のサンプリングを行い、合計60個のサンプルを取得した（図1）。2021年は例年どおり7月中旬～下旬に幼生が大量出現したため、7月のサンプリング回数を増やすことにより、事業の推進に必要なサンプル数を確保した。採集したサンプルは撮影担当者に提供し、撮影された370枚の画像から4,908個のマガキ幼生を同定した（図1-1-②）。また、AIによる判定済みの232枚の画像から1,265個について正誤判定を行った。 AIの同定精度は、殻高200μm以上では約90%となっており昨年度より向上した。従来の顕微鏡を用いた人の同定・計数精度の定量化については、殻高200μm以上で誤差が12.8%となったため、人による同定精度を87.2%とした。顕微鏡を用いた従来の検鏡方法でこのような誤差が生じる原因としては、合計数でもバラツキが生じていたことから、各サンプルの検鏡間で幼生の角度や重なりによって計数できていない（見落としている）幼生数が増えるためと考えられた。今年度の結果から、殻高200μm以上の幼生におけるAIの同定精度は、人の同定精度とほぼ同等となっており、実用レベルに近づいている。</p>	

<主要成果の具体的なデータ>

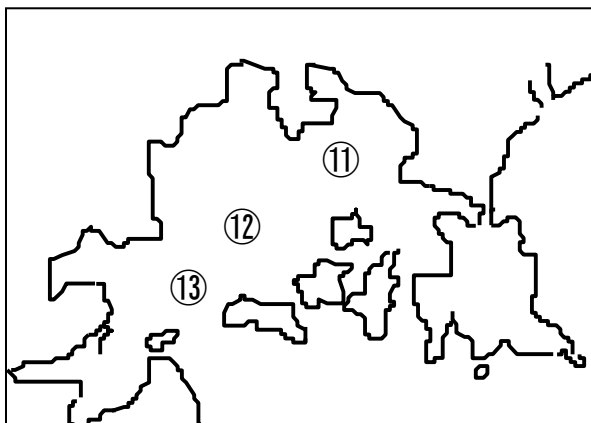


図1 松島湾の測点

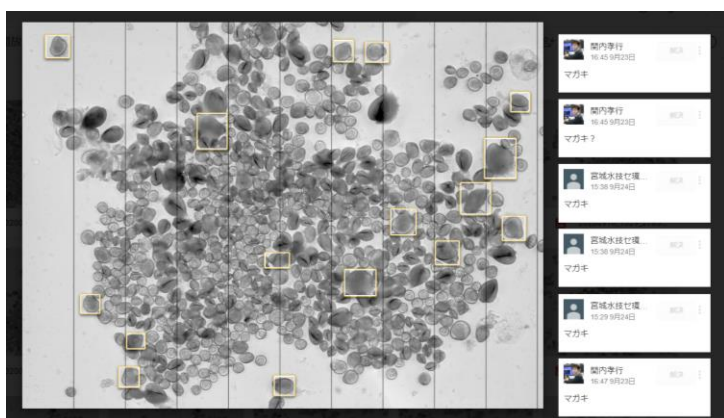


図2 Google ドライブの画像コメント機能を用いたマガキ幼生の同定作業

<今後の課題と次年度以降の具体的な計画>

引き続きマガキ幼生サンプルの取得及び提供、撮影された画像からのマガキ幼生の同定、AI同定結果の正誤判定を継続する。

また、来年度は殻高 200 μm 以下の幼生についても AI の同定精度の向上をサポートするとともに、顕微鏡を用いた従来の同定・計数と AI 画像判別との精度比較を行う予定である。

<結果の発表、活用状況等>

○生産者向け説明会

- ・宮城県漁協鳴瀬支所において生産者 13 名に本事業の実施内容を紹介した (7 月 16 日)。

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	水産加工廃棄物の有効利用に関する研究
予算区分	県単
研究期間	令和2年度～令和3年度
部・担当者名	水産加工開発チーム：○鈴木花，三浦悟，垂水裕樹，紺野智太，永木利幸
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的> 宮城県の塩蔵タラ生産量は2014年以降8000～9000tで推移し、全国生産量の7割以上を占め全国1位となっている。その多くは塩釜地区で生産されるが、原料は主に頭、内臓が除かれたドレスの輸入原料が用いられる。ドレス原料からフィレーまでの歩留まりは約75%とされており、生産量から推定すると約3,000tが加工残渣として排出され、ミール原料等として利用されている。また、石巻地域では近海のマダラを利用している企業もあり、そうした企業では頭部、内臓も併せて加工残渣として排出し、多くはミール原料に活用されている。</p> <p>魚骨の利用については、エキス抽出後、その残渣によりアパタイトの製造技術などが公知化されているが、高度な技術や設備を要することから県内の水産加工企業が取組むことは困難である。そのため、本事業では、県内水産加工企業も比較的簡便に取り組むことが可能な破砕、摩砕、高温高压技術等を用いて食品素材等への利用開発を行う。</p> <p><試験研究方法> 1 ペットフードへの利用検討・素材化試験 県内の協力企業Aでは、タラ加工残渣のペットフードへの利用を検討しているが、令和2年度は当チームで製造を行った中骨粉末をペットフード製造業者へ提供し、利用可能か確認した。回答は犬や猫の総合栄養食に使用する素材としてはカルシウム量が多すぎるとのことだった。そのため、今年度はタラの中骨から採肉した身（筋肉や腎臓等）のペットフードへの利用を検討し、素材開発を行った。</p> <p>2 中骨粉末（非除去区）添加かまぼこの物性試験 令和2年度はタラ中骨の粉末化試験を行い、中骨粉末（非除去区）及び、骨から筋肉や腎臓等の付着物を除去した後の中骨粉末（除去区）を作製し、一般成分、遊離アミノ酸、ヒドロキシプロリン等の分析を行った。また、中骨粉末（非除去区）添加かまぼこを試作し、味や舌触り等について確認した。</p> <p>事業成果の情報提供を水産加工企業に紹介したところ、中骨粉末は「カルシウムが豊富で良いが、かまぼこに添加した際、弾力を増加させる効果があったら尚良い」という意見があった。そのため、今年度は中骨粉末（非除去区）をかまぼこに添加した場合の物性について確認するため、ケーシングかまぼこを調製し、クリープメーターを用いて測定した。また、折り曲げ試験を行い、しなやかさについて評価した。</p> <p>試験区は、中骨粉末（非除去区）をすり身に対し5%を固定とし、水の添加量をすり身に対し70%、80%、90%、100%とした4試験区と中骨粉末添加無しの対照区を調製した（表1）。すり身は、スケトウダラ冷凍すり身（SA級）を用いた。</p> <p>生地調整は、冷凍すり身品質検査基準に準じて行い、まず、半解凍すり身を立型式高速カッターで空ざり、塩ざりした後、中骨粉末及び水を加えて混合した。混合後、生地を手回しソーセージフィルターを用いて折径48mmの塩化ビニリデンフィルムに詰め、スチームコンベクションオーブンをを用い、加熱スチームモードで35℃、40分間坐り工程を行った。その後、スチームモードで90℃、30分間加熱した。加熱終了後は直ちに冷水に投入して十分に冷却を行い、冷却後はおおよそ5℃で保管した。試験品は48時間以内に測定を行うこととした。</p> <p>測定は、厚さ25mmの輪切りにしたものを試料とし、クリープメーターで押し込み法により行</p>	

った。直径 5mm 球のプランジャーを用いて速度 1 mm/sec で測定し、試験片が抵抗を失って破断したときの荷重量を破断強度とし、破断点での凹みの大きさを破断変形とした。

さらに、しなやかさの目安として折り曲げ試験を行った。試験片はケーシングかまぼこを 3mm の輪切りにしたものを扱い、評価基準については表 2 のとおりとした。

表 1 記事の配合調整 (重量%)

	すり身	食塩	中骨粉末	水
対照区	100	2.5	0	70
水 70%区	100	2.5	5	70
水 80%区	100	2.5	5	80
水 90%区	100	2.5	5	90
水 100%区	100	2.5	5	100

表 2. 折り曲げ試験評価基準

評点	性 状
5	4つ折りにしても亀裂が生じない
4	2つ折りでは亀裂を生じないが4つ折りにすると亀裂が生じる
3	2つ折りでは亀裂を生じないが4つ折りにすると分離する
2	2つ折りで亀裂を生じる
1	2つ折りで2片に分離する

3 中骨添加かまぼこ試作及び食味アンケート

令和 2 年度に製造試験を行った中骨粉末 (除去区) 及び中骨を細断し高温高压処理した中骨の活用を想定して、それぞれを添加した 2 種類の揚げかまぼこを試作し、舌触り、味について水産技術総合センター職員 (19 人) を対象にアンケート調査を実施した。

かまぼこの材料及び配合は、すり身に対し、水 70%、食塩 2.5%、砂糖 5%、でんぷん 5%、グルタミン酸ナトリウム 0.5%とし、中骨粉末 (除去区) はすり身、水、食塩、砂糖、でんぷんの合計重量に対し 2%添加し、高温高压処理した中骨についてはフードプロセッサで混合した後、15%添加した。

試作は立型式高速カッターを用い、空ずり、塩ずり、水伸ばし、調味量等の混合を行い、成形を行った後、スチームコンベクションオーブンをを用い加熱スチームモードで 40°C、60 分間坐りを行った。最後に、フライヤーで 2 度揚げ (①120°C、約 5 分、②180°C、約 30 秒) し完成とした (

アンケート項目は、魚臭さ、ざらつき・異物感、見た目、味の 4 項目とし、それぞれ 5 段階評価とした。

4 開発した成果物の食品素材としての評価

令和 2 年度に開発した成果物 (中骨粉末、中骨ペースト、高温高压処理中骨) の、食品素材としての適正をはかった。

<結果の概要>

1 ペットフードへの利用検討・素材化試験

・素材開発①

圧搾分離機を用いて身 (筋肉や腎臓等) を採肉した後、脱水機を用いて血液等の水分の脱水を行った (図 1)。脱水は採肉中に筋肉や脊髄等から血液や水が絞り出され混入したため行った。採肉後の歩留まりは約 62%、最終歩留まりは約 37%で、水分は 85.5%であった。

この素材は、タラのペットフード素材化に関心を示している専門商社 (工業原材料を扱い供給している) を通じて、ペットフード製造会社 (2社) へ提供し、素材として使用可能かヒアリングを行った。

その結果、「脊髄等の夾雑物が多く異物混入と間違われる可能性があり使用出来ない」とのことだった。これは、圧搾分離機の目間サイズでは、押しつぶされた脊髄や細かい筋が通り抜けてしまうことが原因だと考えられた。また、水分量も多く歩留まりが悪くなるとの意見もあった。

しかし、「なめらかであればタンパク源としては使用出来る」旨回答があったため、夾雑物及び水分の除去を行うために下記の素材開発②の方法で再度試験を行った。

・素材開発②

圧搾分離機を用いて採肉した後、リファイナーを用いて夾雑物の除去（裏漉し）を行い、スクリュープレスを用いて脱水を行った（図2）。リファイナーにより筋や皮、脊髄などの夾雑物は概ね取り除け、スクリュープレスにより水分は77.9%まで脱水された。採肉後の歩留まりは約61%、最終歩留まりは約18%であった。リファイナーを運転する際は原料及び機器本体に水をかけながら作業を行うため、裏漉し後の歩留まりは測定しなかった。

この素材は、専門商社を通してペットフード製造会社（7～8社）へ提供、紹介を行った。

2 中骨粉末（非除去区）添加かまぼこの物性試験

調整したかまぼこの物性測定の結果を図3に示した。破断強度及び破断変形、折り曲げ試験については1試験区ごとに6回測定し、その平均値を用いた。また、弾力の指標としてゼリー強度（破断強度×破断変形）を算出した。

破断強度は水70%～90%区は対照区より数値が高く、水100%区については、対照区と同程度であった。破断変形は、水90%区が最も高く、次に水70%区が高かった。水80%区及び水100%区は対照区と同程度であった。水70%～90%区はゼリー強度が対照区より高く、弾力があることが示された。

また、折り曲げ試験評価は、粉末を加えた4試験区はすべて対照区より優れており、しなやかであることが示された。水100%区及び対照区は破断強度、破断変形ともに同程度であったが、折り曲げ試験評価については水100%区の方が優れている結果となった。

これら物性試験の結果から、中骨粉末5%の添加により、水の添加量90%までは対照区以上の弾力及びしなやかさが得られ、また、水の添加量を100%まで増加させた場合でも対照区と同程度の物性が得られることが明らかになった。

このことから中骨粉末にはかまぼこに弾力やしなやかさを付与する効果及び水伸ばし効果があると考えられた。

3 中骨添加かまぼこの試作及び食味アンケート

中骨粉末（除去区）添加かまぼこ高温高压処理中骨添加かまぼこの食味アンケート結果を図5に示した。

魚臭さについては、どちらも「全く感じなかった」、「それほど感じなかった」が約9割を占めた。中骨粉末（除去区）添加かまぼこは「やや感じた」が1割であった。ざらつき・異物感については、中骨粉末（除去区）添加かまぼこは「全く感じなかった」、「それほど感じなかった」が9割を占めていたが、高温高压処理中骨添加かまぼこは約7割であった。これは高温高压処理による脆化が弱かった部分の中骨が原因だと考えられる。見た目についてはどちらも「とても良い」～「普通」が9割以上を占めていた。味については、「とても美味しい」が、中骨粉末（除去区）添加かまぼこは約7割、高温高压処理中骨添加かまぼこが約8割であった。後者の方が評価が高かった理由は、「魚の味がよく出ていて旨味を強く感じた」、「クセや臭みがなく旨味を感じる」等であった。これは中骨粉末（除去区）とは違い、筋肉や腎臓等の付着物も含まれていることが原因だと考えられる。

これらの結果から、中骨粉末（除去区）添加かまぼこは、「魚臭さやざらつき、異物感等はそれほど感じず、美味しい」という評価が得られ、高温高压処理中骨添加かまぼこは「ざらつき・異物感等は少し感じるが、魚臭さはなく旨味があり美味しい」という評価が得られた。また、後者はざらつき・異物感等が課題とされたが、高温高压処理の条件を厳しくすることで改善可能と考えられた。

4 開発した成果物の食品素材としての評価

中骨粉末（非除去区及び除去区）は、製造工程の加熱及び乾燥で菌の増殖は抑えられており、

かまぼこに添加した際もざらつきが少なく、味も「おいしい」という意見が多数なことから食品素材として適正であると考えられた。

中骨ペーストは、令和2年度に試作を行ったが、湿式粉碎機によりクリアランス 270 μm と 150 μm で2回摩砕したが、滑らかさは得られなかった。また、湿式粉碎機による処理の際に目詰まりが発生し、品温が 38 $^{\circ}\text{C}$ にまで達したことから菌の増殖リスクが高く食品素材としては不適切であったため、今年度はペーストを使用した試作は行わなかった。温度上昇対策として、機器内の冷却水ジャケットに水を流し、冷やしながら摩砕を行う対処法が考えられる。

高温高压処理中骨は、レトルト殺菌装置で 120 $^{\circ}\text{C}$ 30 分で処理しており、菌の増殖は抑えられていると考えられ、かまぼこに添加した際も「旨味がありおいしい」という意見が多数なことから、食品素材として適切であると考えられた。

<主要成果の具体的なデータ>

採肉



脱水



脱水後



図1 素材開発①

採肉



裏漉し



脱水



脱水後



図2 素材開発②

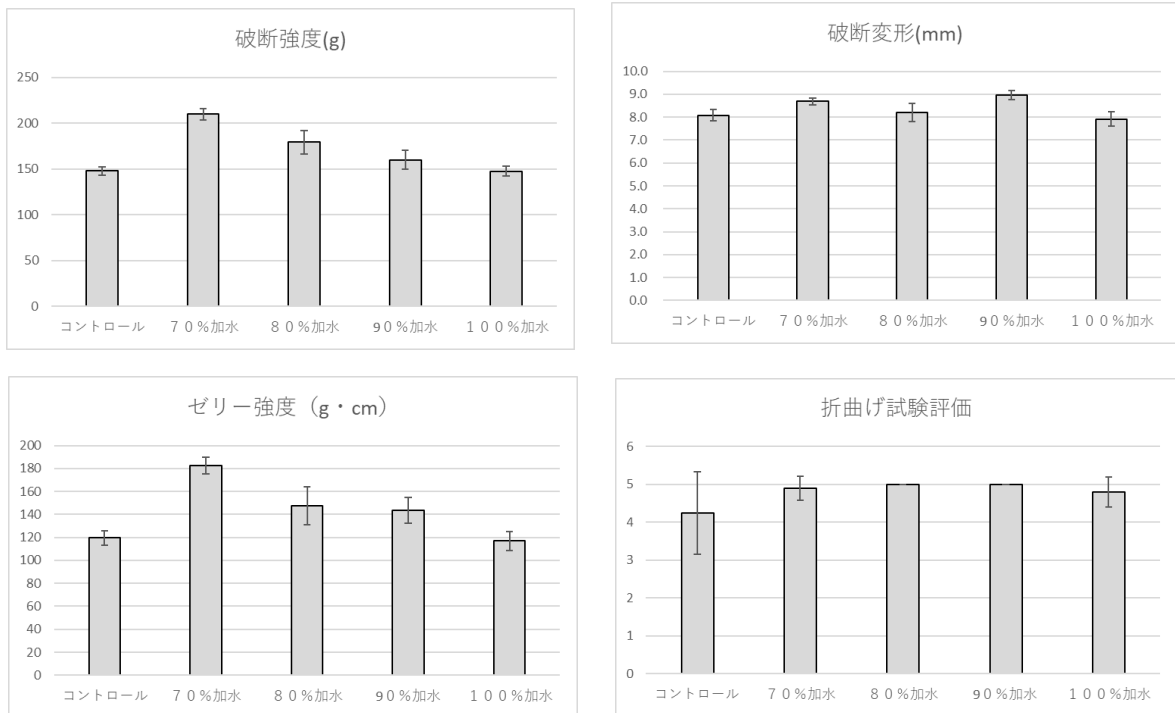


図3 かまぼこ物性評価結果 (n = 6、エラーバーは標準偏差)

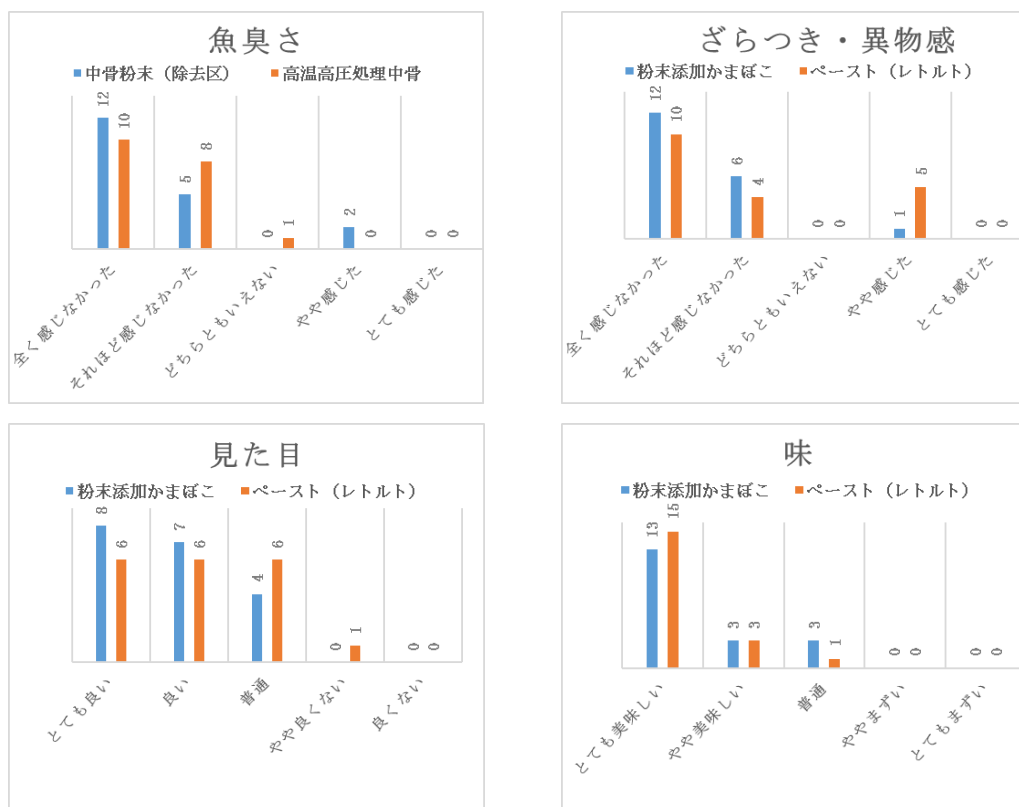


図4 かまぼこ試食アンケート結果

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

本事業は今年度が最終年度であるが、塩釜市の協力企業では、塩蔵タラ加工時に排出される残渣をペットフード商材とする取組を行っており、技術支援及び情報提供が必要である。

<結果の発表・活用状況等>

(1) 協力企業への技術支援

タラ中骨や中骨に付着している筋肉や腎臓等の利用について、協力企業へ技術提供及び公開実験棟機器を用いた技術支援を行った。

また、令和2年度に当チームの技術支援により、タラの頭部を焙焼後、沸騰水中で抽出したエキスに出汁（キノコ、コンブ）と調味料を加えたスープを開発し、これを用いた「真鱈の白子鍋セット」を商品化した企業では、新たにこの出汁を使用した「平目餃子」が商品化された。この商品は第46回宮城県水産加工品品評会において「宮城県漁業協同組合代表理事組合長賞」を受賞した（図5）。

(2) 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、試作加工品等について、練り製品業者5社、水産加工業者2社に情報提供を行った。練り製品業者からは、中骨粉末について、「かまぼこだけでなく他の食材にも使えそう」、「商材を製造してくれる業者があったら紹介して欲しい」と高評価が得られた。また、「かまぼこに添加した際、弾力が増す効果等があったら尚良い」という意見もあった（表3）。

(3) 第46回宮城県水産加工品品評会でのPR

令和4年1月26日、石巻で開催された第46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、成果物の展示を実施した。

(4) 第28回低・未利用資源有効利用研究連絡会

(5) 令和3年度業際研究会交流会



図5 技術支援商品

表3 情報提供に関する意見等

業種	会社名	意見等
水産練り製品	A社	カルシウムやコラーゲンなど従来製品にない栄養素を副原料として添加できるのは魅力 商品設計の上でも粉末が扱いやすく、安定生産が行われることに期待する
	B社	カルシウム強化は消費者への訴求としては良いと思われるが、製造コストも嵩むことになるので、製造上のメリットもあれば使用しやすい
	C社	粉末が使用しやすいと思われる
	D社	製品として生産可能となった際には改めて情報提供願いたい 練り製品以外の利用も可能ではないか
	E社	当社では鯖中骨を添加した練り製品を販売中。他魚種の中骨利用についても関心はあるが、先行商品が堅調に売れていることから当面は鯖中骨で商品展開していくつもりである
缶詰及び一般加工	F社	試作をしたいので粉末及び中骨から採取した魚肉ペーストのサンプルを希望
	G社	エキス（出汁）については、単体では味が弱いだが、他の副原料を加えることで旨味が増幅される（副原料については企業秘密）。この出汁を使用した「真鱈の白子鍋セット」は、百貨店の歳暮ギフトやふるさと納税の返礼品に採用された

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	環境変化に伴う地域水揚げ水産物の加工開発試験
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	水産加工開発チーム：○垂水裕樹，紺野智太，鈴木花，三浦悟，永木利幸
協力機関・部及び担当者名	
<p><目的></p> <p>近年、海況等の変化により、本県近海ではこれまで加工用原魚として重要な位置を占めていた、サンマ・シロサケ・スルメイカ等の冷水性魚種の水揚げが減少し、サワラ・タチウオ・タイ類等の暖水性魚種の水揚げが増加している。</p> <p>県内の水産加工企業では、こうした地元水揚げ魚種の変化がどの程度継続するのか判断し難く、特に一次処理機器への設備投資について躊躇しているのが現状である。</p> <p>また、県内の水産加工機器メーカーにおいても、同様の理由から機器開発が遅れる傾向にある。</p> <p>以上のことから、現在水揚げが増加しているものの、加工用原魚として利用が進まない暖水性魚種について、利用加工上の課題を明らかにし、加えてその課題を解決することにより、利用を促進し、加工用原魚不足解消の一助にする。</p> <p><試験研究方法></p> <p>令和3年度は、サワラ・タチウオ・チダイについて、水揚げ統計の整理、経時的な成分分析、加工工程ごとの歩留まり測定を実施した。</p> <p>また、原魚特性を把握し、その特性に適した加工品を試作した。</p> <p>さらに、原魚情報や試作した加工品レシピについて、企業訪問、各種イベント、県HP・SNS・広報誌等の情報ツールを活用したPR活動を実施し、認知度向上及び加工利用促進を図った。</p> <p>1 水揚げ統計整理</p> <p>宮城県総合水産行政情報システムにより県内で水揚げされたサワラ・タチウオ・チダイの産地別、漁業種類別、月別の水揚げ統計を整理した。</p> <p>2 サンプルング・季節的成分変化（一般成分・遊離アミノ酸）</p> <p>定置網で漁獲され、石巻魚市場に早朝水揚げされたサワラ・タチウオ・チダイを、2021年の6月から9月の期間、各月1回ずつサンプルングした。</p> <p>入手したサンプルはクーラーボックス内で上げ氷の状態市場から500m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。サンプルの中から、毎月同程度の魚体サイズのものを3尾抽出し、魚体測定（尾叉長及び体重）を行った後、可食部（フィレーのうち骨・皮を除く）を直ちにフードプロセッサーで均質化した。</p> <p>均質化したサンプルを用いて、水分・粗タンパク・粗脂肪・灰分を分析した。水分は常圧加熱乾燥法、粗タンパクはケルダール法、粗脂肪はソックスレー抽出器を用いたエーテル抽出法、灰分は直接灰化法で求めた。</p> <p>遊離アミノ酸は高速液体クロマトグラフィー（以下「HPLC」）を用いて分析を行った。</p> <p>遊離アミノ酸分析では、サンプルを混合・均質化後、約1gを秤量した。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。</p> <p>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1のとおりとし</p>	

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、袋の上から当て水で流水解凍し、再度混合・均質化してから分析に供した。

表1 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

3 加工工程ごとの歩留まり測定

2で入手した6月のサンプルを測定サンプルとし、ラウンド(丸)から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1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、14種類の加工品を試作した。うち「サワラの冷燻」「タチウオの味噌漬け」、「チダイのレトルト鯛飯の素」、の3品について、試作を繰り返し、加工条件等を検討した。

5 事業成果の普及・情報発信

暖水性魚種の認知度向上・加工利用促進を目的とし、県内水産加工企業等に対し、各種イベントや企業訪問時等に情報提供及び試作加工品の提供を行った。

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HPやInstagram(インスタグラム)の他、県広報誌、マスコミによるPR活動を実施した。

<結果の概要>

1 水揚げ統計整理

宮城県総合水産行政情報システムにより、2010年から2021年における県内でのサワラ・タチウオ・チダイの水揚げ統計を整理した。産地別、漁業種別、2021年の月別水揚げ量の推移をそれぞれ図1~3に示した。

サワラについて、東日本大震災以前の2010年には年間合計で378tが水揚げされ、そのうち気仙沼で136t(36.0%)、石巻で134t(35.4%)が水揚げされた。その後の水揚げ量は各年で大きく変動しており、2021年は年間合計で131tが水揚げされ、減少傾向であった。2021年は石巻で81t(61.8%)が水揚げされ、その大部分を占めていた。漁業種別にみると、震災以前から水揚げ量の大部分を定置網が占めており、2021年は年間合計131tのうち、101t(77.1%)が定置網で漁獲された。2021年の月別にみると、5月から徐々に水揚げ量が増加し、8月の31tがピークであった。8月は石巻で27t(87.1%)が水揚げされた。主な水揚げ時期である7月~11月には年間合計(131t)の85.5%を占める112tが水揚げされた。

タチウオについて、2017年までは水揚げ量が少なかったものの、2018年以降は大きく水揚げ量が増加し、2021年には年間合計で506tが水揚げされた。そのうち石巻で430t(85.0%)が

水揚げされた。漁業種別にみると、2017年では年間合計33tのうち、底曳網で31t(93.9%)とその大部分を占めていたが、2018年以降は定置網でも多く漁獲されるようになり、2021年には、年間合計506tのうち、定置網で226t(44.7%)、底曳網で222t(43.9%)が漁獲された。2021年の月別にみると、6月から急激に水揚げ量が増加し、8月の115tがピークであった。8月は石巻で104t(90.4%)が水揚げされた。

チダイについて、2015年までは水揚げ量が少なかったものの、2016年以降大きく水揚げ量が増加し、2021年には年間合計で352tが水揚げされた。そのうち石巻で327t(92.9%)が水揚げされた。漁業種別にみると、水揚げ量が大きく増加した2016年から2021年にかけて、水揚げ量のほとんどを底曳網が占める傾向が継続しているが、中でも2021年は、底曳網が286tと前年比で211.9%と大きく増加し、年間合計352tの81.3%を占めた。2021年の月別にみると、7月から徐々に水揚げ量が増加し、ピークとなった9月だけで年間合計352tのうちの195t(55.4%)が水揚げされた。また9月水揚げ量195tのうち、石巻で181t(92.8%)が水揚げされた。

2 季節的成分変化（一般成分・遊離アミノ酸）

2021年に定置網で漁獲され、石巻魚市場に水揚げされたサワラ・タチウオ・チダイの魚体測定結果と一般成分分析結果を表2及び図4に示した。

サワラ及びタチウオについて、6月から9月にかけて、水分割合が増加する一方、粗脂肪割合が減少した。粗タンパク及び灰分の割合については大きな変化は見られなかった。

チダイについて、9月の粗脂肪割合のみ大きく減少していたものの、その他での大きな変化は見られなかった。

遊離アミノ酸分析の結果を表3に示した。

サワラについて、全ての月において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。旨味を呈するグルタミン酸や甘味を呈するアラニンの含有量は少なく、月ごとの大きな変化は見られなかった。

タチウオについて、ヒスチジンは含まれていなかった。また6月と8月を比較すると、旨味を呈するグルタミン酸、甘味を呈するアラニン及びプロリンが8月に大きく増加していた一方で、苦味を呈するリジンは大きく減少していた。

チダイについて、他の2魚種と比較すると、旨味を呈するグルタミン酸、甘味を呈するグリシンが比較的多く含まれていたが、月ごとの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

サワラ・タチウオ・チダイの各加工工程について歩留まりを測定した結果を表4に示した。

サワラについて、サクまでの歩留まりが54%と比較的高いものの、臭いや変色の原因となる血合部分が多いため、原料利用の際は検討が必要。

タチウオについて、ドレスでの歩留まりが53%と低かった。そのため、一般的には腹の皮がついたまま「筒切り」にして切り身販売されることが多い一方で、水産加工企業からの聞き取りによれば、「簡便食」・「骨なし魚」のニーズが高まっている昨今は、歩留まりが低いものの3枚卸し（フィーレ）以上の加工形態での引き合いが強いとのことだった。

チダイについては、一般的なマダイの歩留まりにおおよそ近い結果であった。頭部の割合が大きいため、ドレス加工では前工程から歩留まりが14ポイントのマイナスであった。

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、14種類の加工品を試作した。うち「サワラの冷燻」、「タチウオの味噌漬け」、「チダイのレトルト鯛飯の素」、の3品について、加工条件を繰り返し検討し、レシピを開発した（図5～図7）。

5 事業成果の普及・情報発信

上記で得られた事業成果について普及活動を実施したので、主な取組を下記のとおり報告する。

(1) メールによる情報提供

令和3年5月21日、事業概要及び整理した水揚げ統計情報について、県内水産加工企業約200社にメール送付による情報提供を行った。

(2) 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、水揚げ統計情報、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(図8)。

(3) 仙台うみの杜水族館「深海ナイト水族館」イベントでのPR

令和3年11月6日、仙台うみの杜水族館で一般客向けに開催された「深海ナイト水族館」イベントにおいて、事業紹介ブースを設置し、事業成果のPR、「チダイのレトルト鯛飯の素」、「タチウオの味噌漬け」等の試作加工品展示を実施した(図9)。暖水性魚種に興味を持ち、当チームによる事業説明を受けたり、試作加工品を手取る来場客が複数見受けられた。

(4) 第46回宮城県水産加工品品評会でのPR

令和4年1月26日、石巻で開催された第46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、「チダイの押し寿司」等の試作加工品展示、レシピの配布を実施した(図10)。暖水性魚種に興味を持ち、当チームによる事業説明を受けたり、試作加工品を手取る企業が複数見受けられた。

(5) 県HP及びSNS等の活用によるPR

昨年度新たに開設した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、暖水性魚種の認知度向上・利用促進を図るとともに、HPとSNSの連動したPRを実施した(図11~図12)。

- ・水産加工開発チームHP URL

： <https://www.pref.miyagi.jp/site/gaiyou/kakoukaihatu-gyoum.html>

- ・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/

また、宮城県東部地方振興事務所情報誌「いしのまき地域だより」に本事業の紹介記事を掲載し、暖水性魚種が県内で最も多く水揚げされる石巻地域における認知度向上・利用促進を図った。

(6) 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としての暖水性魚種に注目しており、本事業の取組についても下記のとおり度々報道された(図13)。

- ・東北放送(「Nスタみやぎ」2021/8/31放送)
- ・石巻かほく(2021/10/2掲載)
- ・ミヤギテレビ(「OH!バンドス」2021/11/22放送)
- ・東日本放送(「チャージ!」2022/2/2放送)

<主要成果の具体的なデータ>

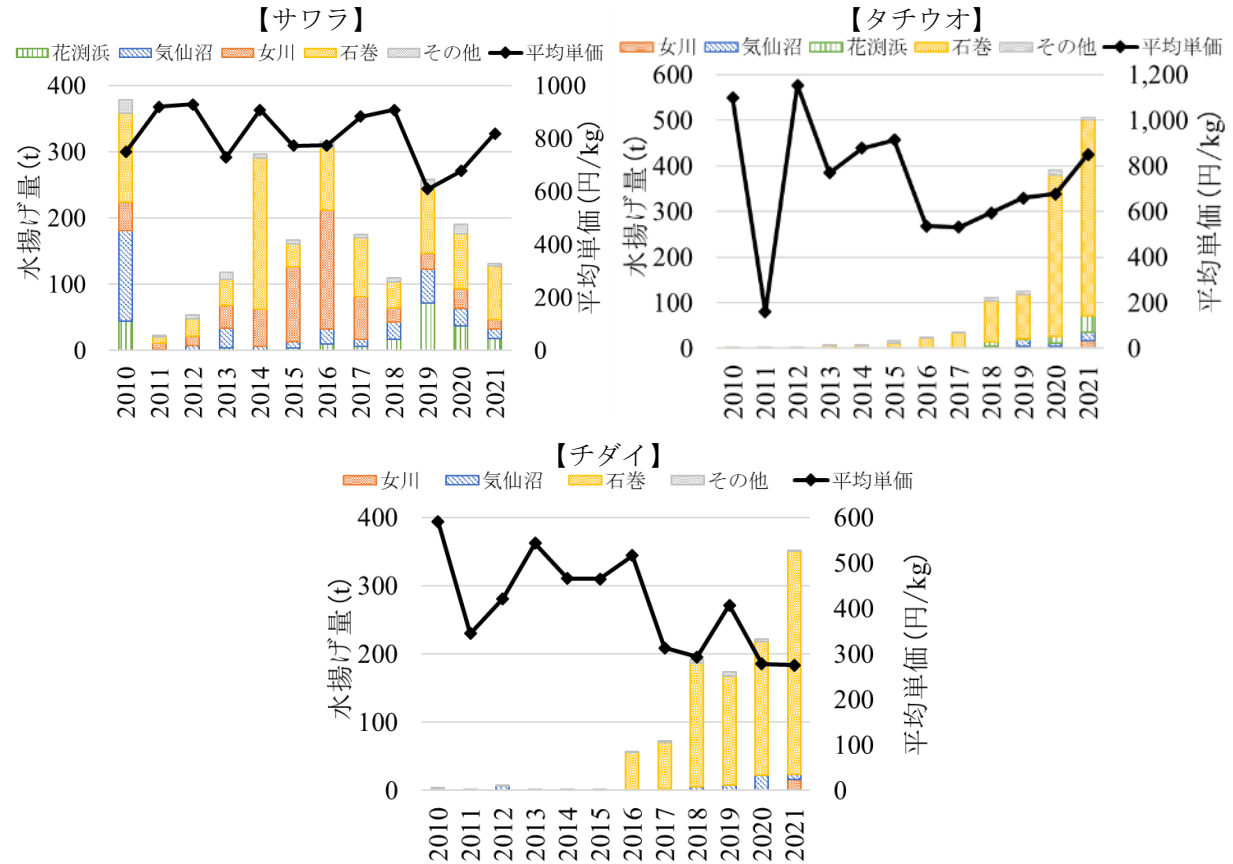


図1. サワラ、タチウオ、チダイの産地別水揚げ量及び平均単価の推移（2010年～2021年）

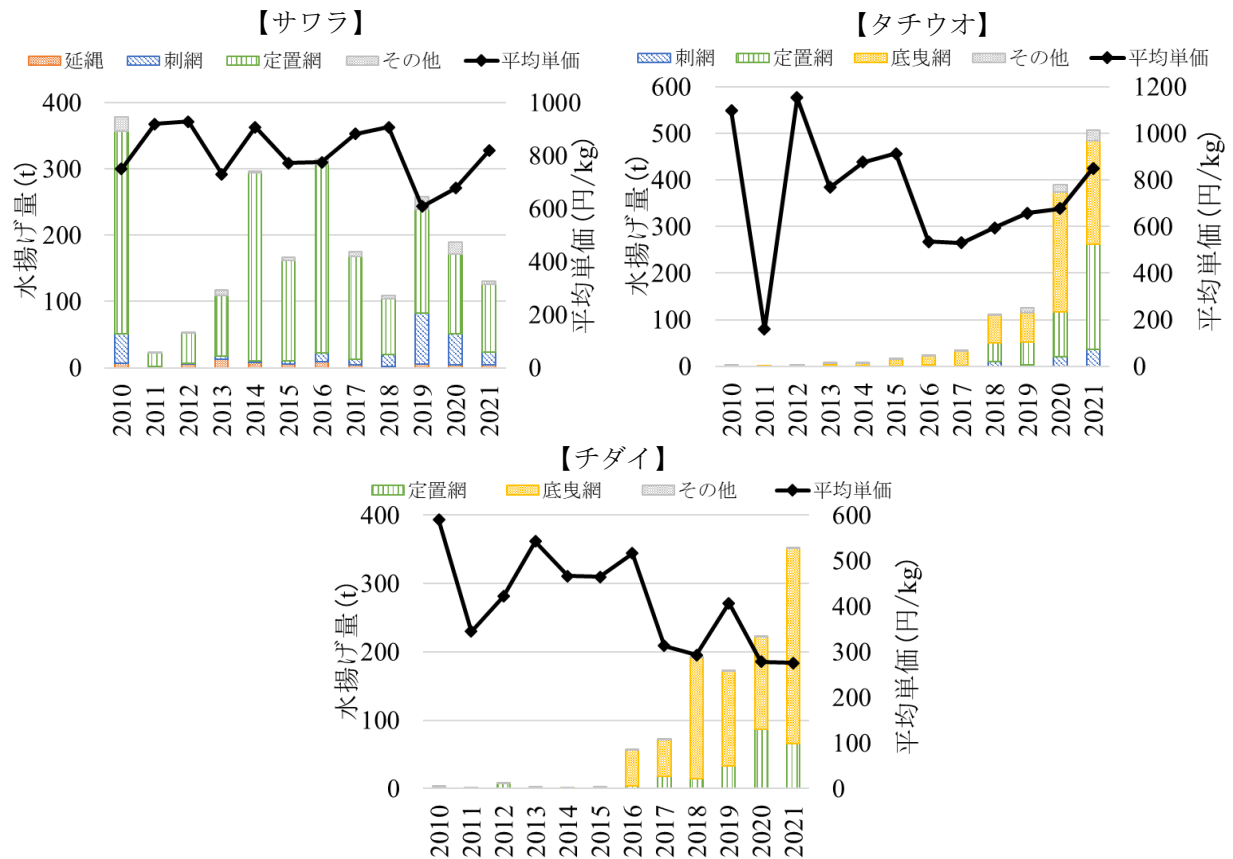


図2. サワラ、タチウオ、チダイの漁業種別水揚げ量及び平均単価の推移（2010年～2021年）

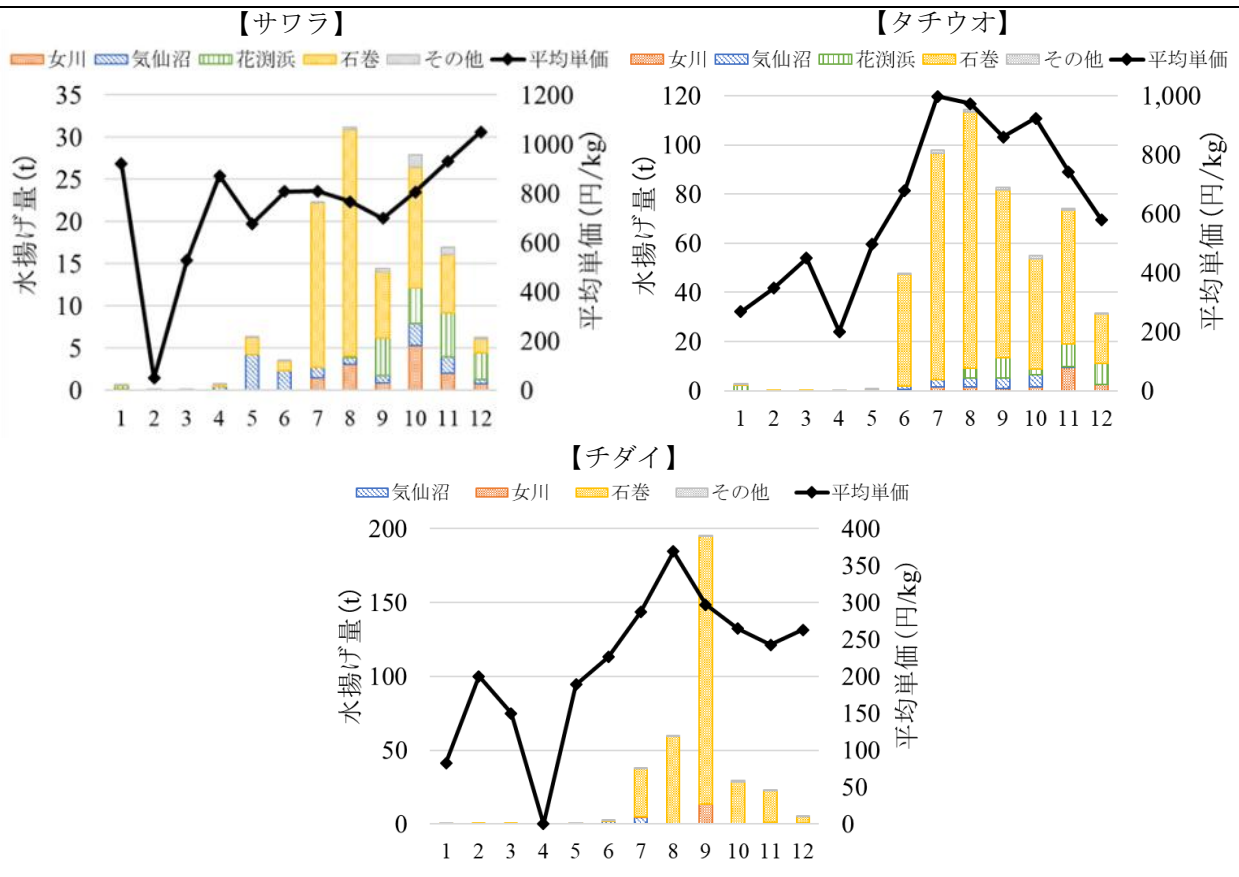


図 3. サワラ，タチウオ，チダイの月別水揚げ量及び平均単価の推移（2010年～2021年）

表 2. 2021年に定置網で漁獲されたサワラ，タチウオ，チダイの魚体測定結果及び一般成分分析結果（n=3, mean±sd）

【サワラ】						【タチウオ】							
尾叉長 (cm)	体重 (g)	水分 (%)	粗タンパク (%)	粗脂肪 (%)	灰分 (%)	肛門前長 (cm)	体重 (g)	水分 (%)	粗タンパク (%)	粗脂肪 (%)	灰分 (%)		
6月	49.7±1.0	1,133±111	68.5±3.1	20.8±0.1	8.9±1.6	1.6±0.0	6月	37.7±1.2	947±82	67.1±1.4	17.3±0.3	15±0.2	1.4±0.0
7月	72.5±2.7	2,780±298	72.4±1.8	21.6±0.2	4.0±0.1	1.6±0.1	7月	40.5±1.1	1,113±115	68.1±0.8	18.3±0.1	12.8±2.5	1.2±0.1
8月	59.8±1.5	1,633±74	71.1±1.1	20.9±0.2	7.6±1.2	1.7±0.1	8月	40.0±0.7	940±91	72.7±1.4	17.0±0.5	10.5±2.1	1.2±0.1
9月	78.7±1.4	3,293±157	77.0±0.1	21.7±0.5	1.2±0.5	1.6±0.1	9月	40.7±1.3	1,107±62	75.7±1.5	17.9±0.5	6.9±1.9	1.4±0.2

【チダイ】						
尾叉長 (cm)	体重 (g)	水分 (%)	粗タンパク (%)	粗脂肪 (%)	灰分 (%)	
6月	20.3±0.6	268±6	75.0±0.3	20.1±0.2	3.8±0.1	1.8±0.3
7月	19.8±0.7	259±21	72.3±1.1	20.9±0.3	5.0±0.2	1.7±0.1
8月	21.3±0.2	300±16	74.7±0.4	20.7±0.1	5.3±0.8	1.7±0.0
9月	23.3±0.6	375±32	76.1±0.7	20.5±0.4	0.1±0.0	1.5±0.0

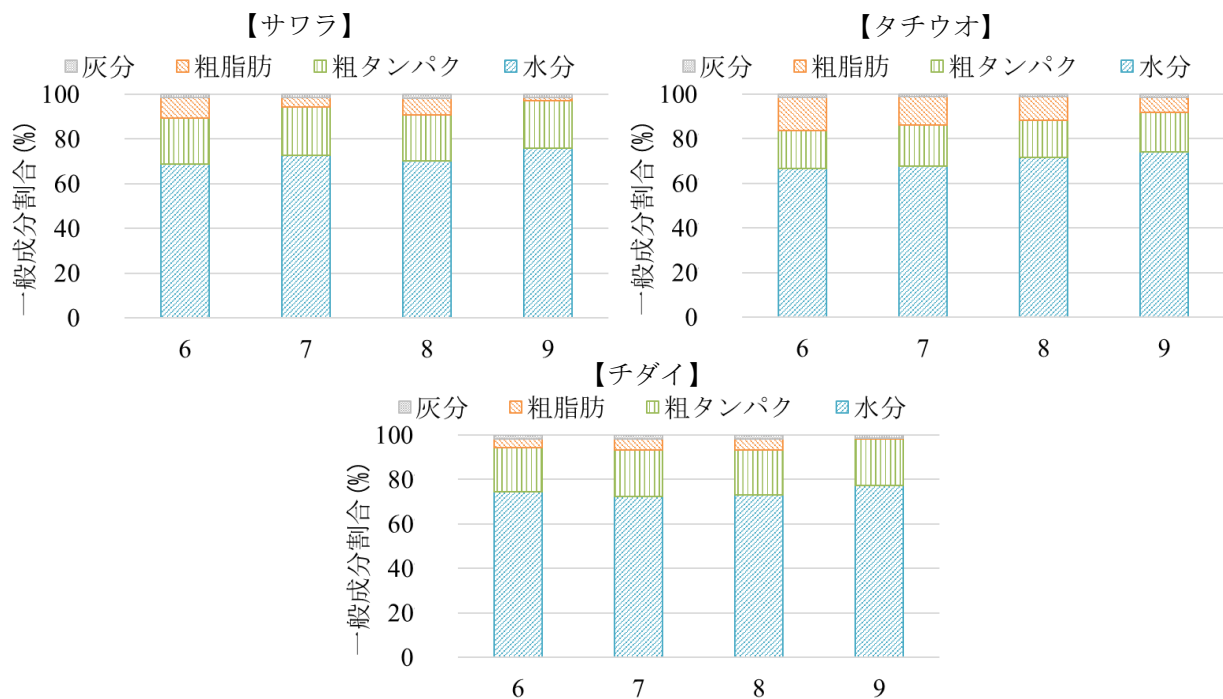


図 4. 2021 年に定置網で漁獲されたサワラ，タチウオ，チダイの月別の一般成分分析結果 (n=3)

表 3. 2021 年に定置網で漁獲されたサワラ，タチウオ，チダイの遊離アミノ酸分析結果





	【サワラ】			【タチウオ】			【チダイ】					
	(mg/100g)	6月	7月	8月	(mg/100g)	6月	7月	8月	(mg/100g)	6月	7月	8月
Asp	0	0	0	0	0	0	1±1	0	0	0	0	0
Glu	13±0	10±1	10±0	9±0	10±0	21±0	18±0	19±1	15±1	18±0	19±1	15±1
Ser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
His	276±0	415±8	317±8	0	0	0	17±2	19±1	0	17±2	19±1	0
Gly	2±3	0	0	0	0	0	13±0	14±1	3±4	13±0	14±1	3±4
Thr	0	3±5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ala	15±0	8±0	12±0	26±1	21±1	36±1	13±1	14±1	12±0	13±1	14±1	12±0
Tyr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Val	7±0	8±1	8±0	7±1	8±0	9±0	6±0	7±0	7±1	6±0	7±0	7±1
Met	0	0	0	3±2	1±1	5±0	0	0	0	0	0	0
Phe	0	0	0	3±0	2±3	3±0	0	0	0	0	0	0
Ile	3±0	4±0	1±1	2±0	9±8	3±0	2±1	0	0	2±1	0	0
Leu	4±0	5±0	4±0	4±0	3±2	6±0	3±0	3±0	0	3±0	3±0	0
Lys	16±0	22±1	27±0	45±2	18±13	19±0	11±0	27±2	20±1	11±0	27±2	20±1
Pro	0	0	0	0	0	15±0	0	0	0	0	0	0
合計	337±2	475±12	379±10	100±7	72±4	117±2	83±3	103±6	57±4	83±3	103±6	57±4

表 4. 2021 年に定置網で漁獲されたサワラ，タチウオ，チダイの各加工工程の歩留まり測定結果







【サワラ】

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	86	81	80	63	54
加工工程写真						
備考	丸のまま	前工程から鰓・内臓除去	前工程から頭部除去	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	前工程から皮・小骨を除去

【タチウオ】

加工工程名称	ラウンド	ドレス	2枚卸し	3枚卸し
歩留まり (%)	100	53	51	41
加工工程写真				
備考	丸のまま	前工程から頭部・内臓・鱭除去	前工程から2枚に卸し尾部除去	前工程から3枚に卸し中骨を除去

【チダイ】

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	83	69	65	48	37
加工工程写真						
備考	丸のまま	前工程から鰓・内臓除去	前工程から頭部除去	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	前工程から皮・小骨を除去

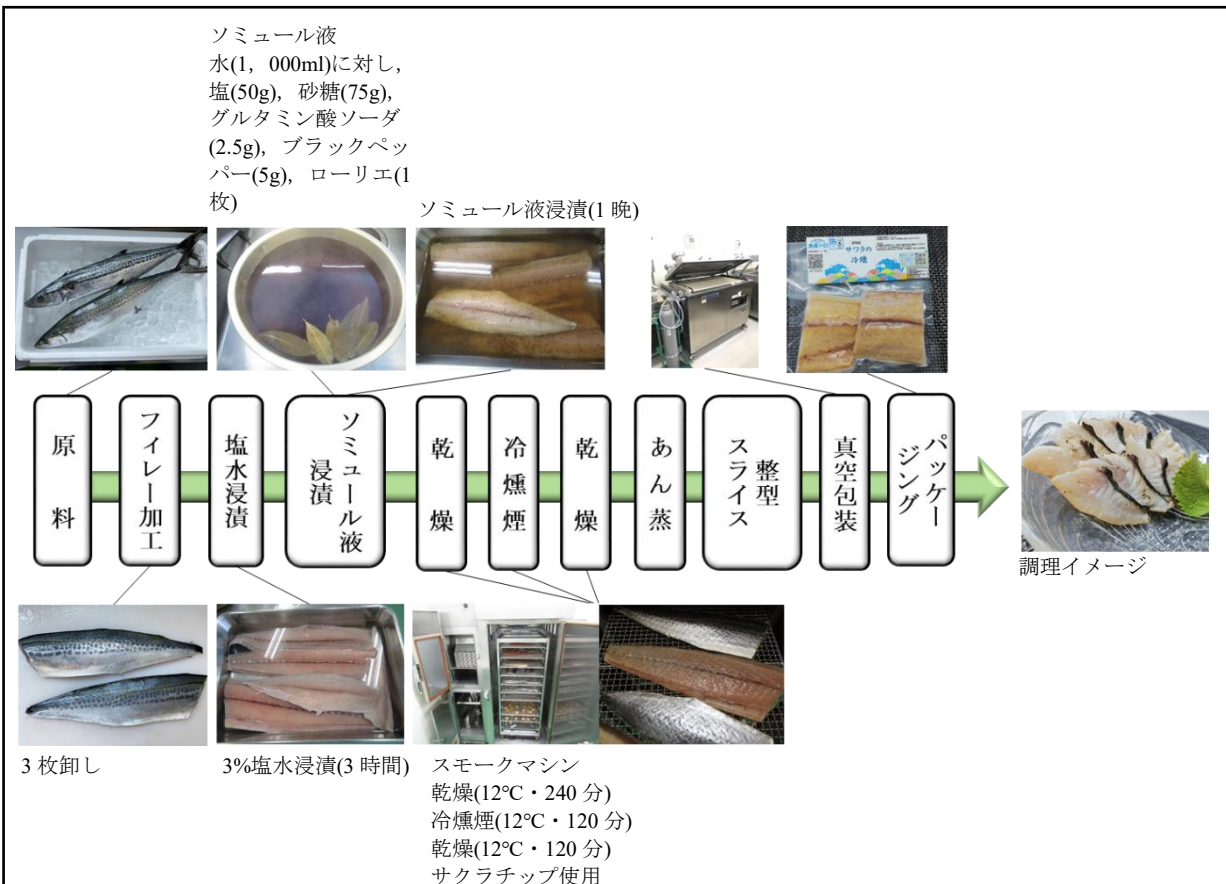


図5. 「サワラの冷燻」の製造工程図

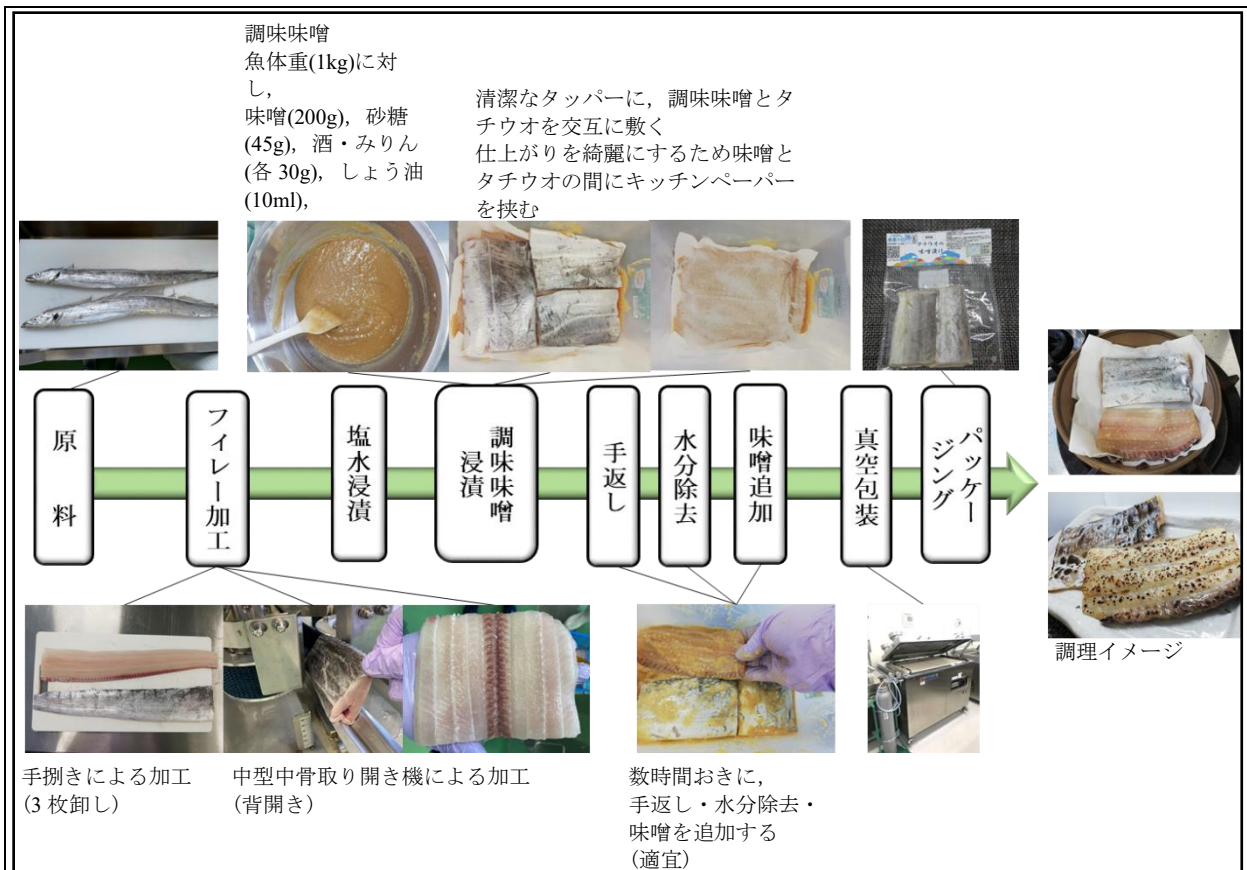


図 6. 「タチウオの味噌漬け」の製造工程図

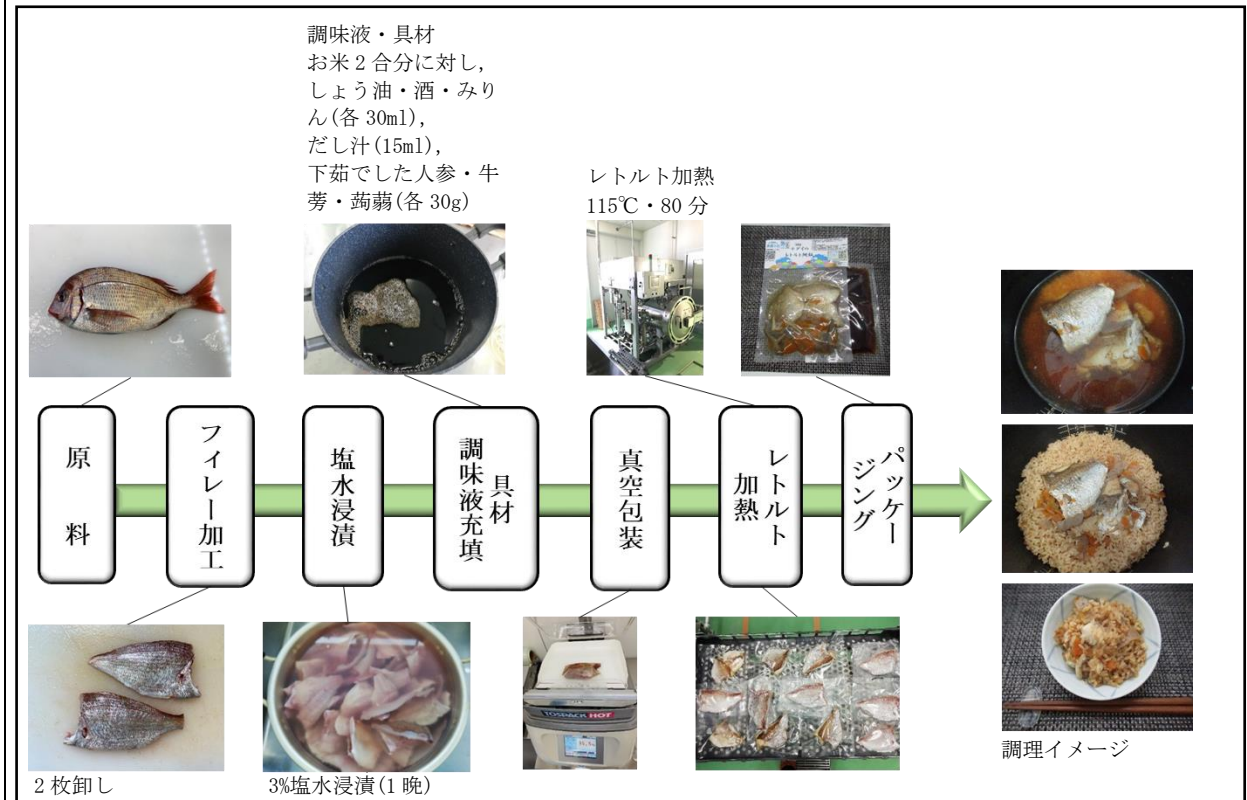


図 7. 「チダイのレトルト鯛飯の素」の製造工程図



図 8.水産加工企業への情報提供の様子と提供した試作加工品（右下）



図 9. 仙台うみの杜水族館「深海ナイト水族館」イベントにおける事業 PR の様子



図 10. 第 46 回宮城県水産加工品品評会の会場における事業 PR の様子



図 11. 県 HP での PR (水産加工開発チーム/加工品レシピの紹介)



図 12. 水産加工開発チーム Instagram (インスタグラム) での PR



図 13. TV 取材の様子

<今後の課題と次年度以降の具体的計画>

- ・加熱方法別加工特性の把握。
- ・水産加工企業等への暖水性魚種情報及び試作加工品等の提供。
- ・製品化を検討す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>

- ・第28回低・未利用資源有効利用研究連絡会
- ・令和4年3月末現在，PR活動を実施した県内水産加工企業数社において，暖水性魚種（主にチダイ）加工品の製品化を検討している。

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	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：○鈴木花，三浦悟，永木利幸
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り組みと補助金等を活用した施設・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等の技術支援、加工技術に関する相談への対応等とおおして県内の水産加工企業等の取り組みを支援する。</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，水産加工企業等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。 2. 技術支援 水産加工企業等が取り組む新商品の開発や既存商品の改良のための取り組みに対して，実験棟に整備した46種類の加工機器を利用した技術支援を行う。 3. その他 食品加工に関する講習会や展示会等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等に参加し，研究成果等の情報発信を行う。</p> <p><結果の概要> 1. 加工相談 ・令和3年度の加工相談件数は103件で，月別には4月と12月が13件と最も多く，次いで3月が12件，6月と10月が11件，その他の月は1～10件であった。（図1） ・相談者を地域別に見ると，実験棟が所在する石巻地域が38件と最も多く，次いで仙台地域が22件，塩釜地域が12件，女川地域が6件，気仙沼地域が4件，南三陸地域が2件，県外が2件，県内のその他の地域（大崎市，亶理町等）からの相談が17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29件，次いで機器が28件，食品衛生が11件，成分が8件，技術情報が2件，紹介依頼が4件，その他が21件であった。（図3） ・相談内容については，県内では水産加工品の製造方法やレトルト処理条件，保存方法等についての相談が多かった。また，県外では実験棟の見学についての相談が多かった。 ・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>	

2. 技術支援

- ・施設の機器利用件数は153件で、延べ186台(20種)の機器が利用された。(図4)
- ・利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116件と多く、全体の76%を占めていた。次いで、大崎市・塩釜市・仙台市が6件、気仙沼市・多賀城市・亶理町が4件、栗原市・東松島市が2件、登米市・名取市・大河原町が1件であった。
- ・機器の利用頻度としては、レトルト殺菌装置が91回と最も多く、次いで、密着真空包装機が33回、スチームコンベクションオープン及び冷温風乾燥機が9回、スモークマシンが7回、多用途真空包装機が6回使用された他、真空フライヤーや両面焼成機なども利用された。
- ・実際に商品化に至ったものは、技術支援事例としてホームページで紹介した。

3. その他

- ・研究報告会等に参加し、食品加工や水産加工機器に関する情報収集を行った他、実験棟を活用した機器実演会を開催した。(表1)
- ・新型コロナウイルスの影響により、講演会や報告会等はWeb開催となり、毎年講演会を行っている宮城県水産練り研究会は、今年度も活動することができなかった。
- ・(国研)水産研究・教育機構が主催する「低・未利用資源有効利用研究連絡会」では、情報収集を行う他、水産加工開発チームの事業や実験棟利用について情報提供を行った。

<主要成果の具体的なデータ>

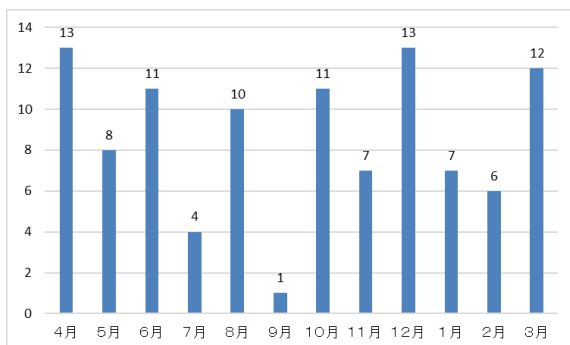


図1 加工相談件数(R3年度)

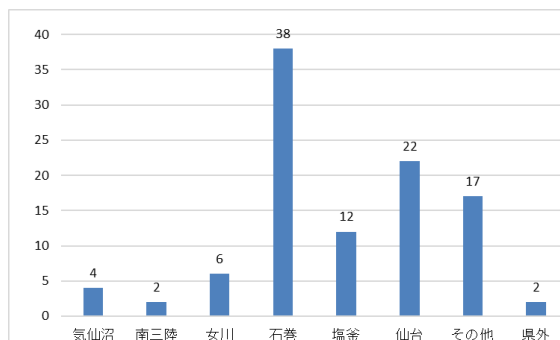


図2 地区別相談件数(R3年度)

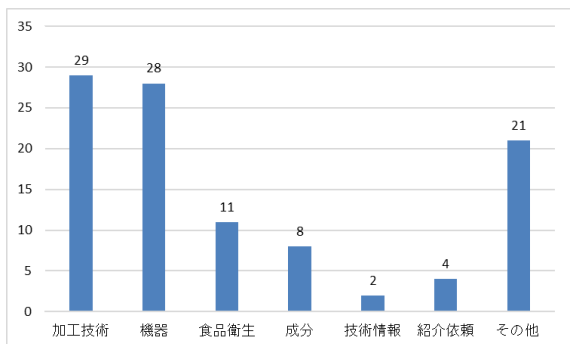


図3 内容別相談件数(R3年度)

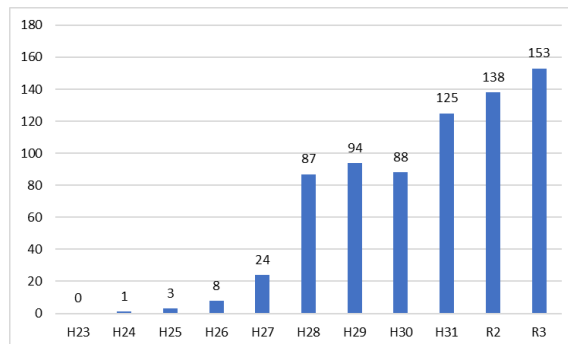


図4 施設利用件数(H23~R3年度)

表1 講習会及び研修会等参加概要

時 期	場 所	内 容	対象・主催等
8 月	石 巻	東芝テック（株）機器実演会	東芝テック（株）
11 月	Web	水産利用関係研究開発推進会議・研究会	水産研究・教育機構
11 月	Web	第 28 回低・未利用資源有効利用研究連絡会	水産研究・教育機構
12 月	Web	次世代放射光シンポジウム	東北大学
2 月	Web	みやぎ知財セミナー	宮城県産業技術総合センター
2 月	Web	第 3 回放射光利用実地研修	宮城県産業技術総合センター

＜今後の課題と次年度以降の具体的計画＞

- ・新型コロナウイルスの影響により、講演会やセミナーの実施が難しく、情報発信を行う機会が少なくなっていることから、水産加工企業が実験棟を利用する際に研究成果等の情報発信を行う。
- ・商品開発に関する要望や課題について聞き取りをし、情報発信と技術支援を行う。