

浜田漁港における沖合底びき網漁獲物の高鮮度化に関する研究

岡本 満^{1a}・沖野 晃¹・竹谷万理¹・井岡 久¹

Study on Improve freshness of Aquatic products captured by offshore trawl fishery based on Hamada fishing port

Mitsuru OKAMOTO, Akira OKINO, Banri TAKETANI and Hisashi IOKA

キーワード：イノシン酸，塩干カレイ，沖合底びき網漁業，鮮度保持，ムシガレイ，リシップ

はじめに

島根県浜田漁港を基地とし操業を行っている沖合底びき網漁業（沖底）は現在5ヶ統で、年間約3,000トン、約15億円を水揚げする浜田地域の基幹漁業となっている。また、全国1位の生産量を占める塩干カレイの原料供給をはじめ、地元の水産加工業や鮮魚流通業など、関連産業を支える漁業として地域経済への寄与度は大きい。

2013年3月に浜田地域水産業構造改革推進プロジェクト協議会は、沖底を対象とした改革計画を策定し、高船齢化した漁船を今後10年以上使用可能な大規模なリシップ（再生工事）を行い、併せて漁獲物の高鮮度化と付加価値向上、省エネ・省力化等による収益性の改善を実証する取り組みを開始した。

リシップにおける高付加価値化の取り組みでは、新たに海水冷却装置を整備し、船上での漁獲物の予冷機能の増強を図り、漁獲物の鮮度向上や活魚化率の向上を目指すこととしている。そこで、これらの取り組みが効果的なものとなるよう、予備調査を含めて5年間にわたる調査を行ったので、その結果を報告する。

資料と方法

沖底の実態調査

1) 乗船調査 2012年5月12日~18日に沖底船に乗船し、作業工程の確認をはじめ鮮度管理の実態調査を行った。操業実態については、漁場での網入れから網揚げ、船上での漁獲物処理手順など各工程

の経過を観察した。漁獲物冷却水槽内の水温、工程ごとの漁獲物温度、外気温、魚船内温度、魚箱内温度を測定した。外気温度、魚船内温度、魚箱内温度の測定はボタン型温度ロガー（KN ラボラトリーズサーモクロンGタイプ）を、冷却水温度、各工程の漁獲物温度はハンディタイプ防水型デジタル温度計（佐藤計量器製作所 SK-250WPIJ-N）を用いて計測した。また、調査対象魚種は、主要な漁獲対象であり、鮮度低下速度も速いムシガレイ（*Eopsetta grigorjewi*）とし、各工程の漁獲物の温度は腹腔内温度を5個体ずつ測定した。また、魚箱内温度は航海前半と航海後半の木箱と発泡箱の4区分について、魚体の間に温度ロガーを差し込み測定した。

2) 鮮度調査 沖底は通常1週間サイクルで入出港を繰り返す。1週間の航海期間の中で初日に漁獲された魚と最終日に漁獲された魚には鮮度差が生じる。そこで乗船調査と併せて、鮮度分析用の供試魚として、航海前半と航海後半別の木箱入りと発泡箱入りのムシガレイを試料魚として採取し、鮮度分析を行った。分析項目はATP関連化合物とし、測定値からK値を算出した。ATP関連化合物は、有眼側普通筋2gの10%過塩素酸抽出液を高速液体クロマトグラフ（島津製作所 LC-VP）で表1の条件により定量し

表1. HPLCによるATP関連化合物の定量条件

検出器	: SPD-10Avp
検出波長	: 254nm
分析カラム	: STR-ODS II (150mm × 4.6i.D, 信和化工)
カラム温度	: 40°C
移動相	: 100mMリン酸-トリエチルアミン/アセトニトリル = 100/1
移動相流量	: 1ml/min

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

^a 現所属：内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

た。なお、ATP 関連化合物中にはイノシン酸 (IMP) が含まれる。

リシップ船による漁獲物の高品質化

1) 鮮度調査 乗船調査結果に基づき、リシップ船に搭載された海水冷却装置を活用した漁獲物の鮮度評価に関する調査を行った。調査は2013年にリシップを先行実施したA船団、2014年からはB船団、C船団の2ヶ統、2015年からはD船団、E船団の2ヶ統を加え、浜田の沖底全船団5ヶ統を対象に2016年まで調査を実施した。鮮度評価の対象とした試料魚はムシガレイとし、鮮度保持技術の向上に必要なK値および体表の一般生菌数を計測した。一般生菌数は、2012年～2014年で計8回検査を実施し、有眼側体表の氷が当たっていない部分を1尾につき10cm²を検体輸送用試験管付綿棒（日本綿棒 メンディップ CTB-1512A）で拭き取り、5尾分を合わせて希釈液とともに綿棒ごとストマッカーで磨砕、検液とし、標準寒天平板で35℃、48時間混釈培養し、出現した細菌の集落数を計数した。

2) 活魚化試験 夏季の高水温期における活魚化率の向上がリシップ事業の目標の一つで、漁業者から要望もあったウチワエビ (*Ibacus ciliatus*) の高温耐性について室内実験を実施した。沖底船が水揚げした活ウチワエビを入手し、10℃に調整した水槽中で馴致した。馴致したウチワエビは15分かけて水温25℃および30℃に昇温し、その後10℃水槽に1時間浸漬したのち、7℃の海水中で経過を観察する「昇温試験区」と、25℃および30℃までは「昇温試験区」と同様に処理し、設定温度に達してから、各温度で30分間放置したのち、10℃水槽に戻し、その後の経過を観察する「高水温暴露試験」の2試験区を設定した。

3) タイ類の色調保持試験 冷却海水によるタイ類の予冷について「体表の赤色が出ない」とする漁業者がある一方で、他の漁業者からは「出る」との相反する見解が示されたことから、冷却海水が体色に及ぼす影響を室内実験により検証した。キダイ (*Dentex tumifrons*) は沖底または釣りで漁獲された漁獲後1日以内の鮮魚で、マダイ (*Pagrus major*) およびチダイ (*Evynnis japonica*) は釣りで漁獲された活魚を延髄刺殺し供試魚とした。冷却には電子低温水槽（池田理化）を用い、1～3℃に調整した表2の混合比の真水：海水中に40分間浸漬した。浸漬後、頭を左にして下氷の上に新聞紙とパーチ（樹脂フィルム）を敷いたクーラーボックス内に並べ、5℃の冷蔵庫内で貯蔵し、色調の測定に供した。なお、浸漬

表2. 色調保持試験に使用した海水濃度

魚種	海水濃度					試料魚
	全海水	2/3海水	1/2海水	1/3海水	水道水	
マダイ	○	○	—	○	○	釣り、活魚の活魚
キダイ	○	—	○	○	○	同上
チダイ	○	—	—	—	○	底びき及び釣りの鮮魚

時間と貯蔵方法は、乗船調査結果に基づいて設定した。色調の評価は暗室内で色差計（日本電色工業 NS333）のセンサーを魚体の左右両側の計10ヶ所に当て、CIE（国際照明委員会）が提唱しているL*a*b*を測定し赤紫色の強度を示す「a*」（エースター）¹⁾を評価指標とした。また、同時に写真撮影し、目視による色調も確認した。

4) 加工用原魚の評価 全船を対象とした鮮度調査を実施する過程で平成28年度漁期より、漁獲後1日以内のムシガレイで、K値が一定の基準を満たしていることを条件に「沖獲れ一番」として出荷する沖底漁獲物の新たなブランド化の取り組みが開始された。しかし、冷海水装置の導入による鮮度保持の取り組み効果を引き出すためには、帰港1日前の高鮮度魚だけでなく、他の操業期間中の漁獲物についても高鮮度化の利点について評価すべきである。そこで、漁獲物の多くを占める加工用ムシガレイのK値と鮮度低下に伴い減少するIMP量を調べた。

(1) 冷海水装置による冷却効果 2013年以降リシップ船で冷海水による予冷を行ったムシガレイのうち、帰港3日前以降の漁獲物を「冷海水仕様」とし、魚箱に「冷」の字を表記あるいはラベルを付けて他の漁獲物との区別をする取り組みが行われている。「冷海水仕様」のムシガレイは、主に塩干カレイ製造用の原料として利用されるものが多いことから、海水冷却装置導入後の鮮度評価を実施した。また、それらを原料とした塩干品の試作を行い、その品質について調べた。

(2) 塩干カレイ製造工程の改善 ムシガレイを原料とする塩干カレイは、浜田地域の水産加工業者の重要な出荷製品となっているが、高鮮度化した原魚の利点を生かせれば、IMP量が多い「旨味」のある塩干カレイの製造、出荷が可能となる。そこで、良質な塩干カレイの製造・出荷・販売の拡大を目的とし、従来の加工工程の見直しについて検討した。

(3) ムシガレイの冷凍耐性 ムシガレイは、冷凍による品質劣化が著しいとされ、塩干カレイの原料には従来生鮮魚のみ使用されてきた。原料価格が水揚量により大きく変動する魚種でもあることから、

原料を沖底に頼る地元の加工業者にとって、沖底原料の安定確保が経営上の重要な要件となっている。近年、他産地との競合による販売不振の影響もあり、塩干カレイ加工業者の経営環境は悪化していることから、原魚の冷凍処理について検討した。凍結用原料は2012年9月～2013年5月にかけて水揚げされ

た木箱のムシガレイ（80尾～100尾入り）で、航海前半の魚を金属製の凍結パンに入れ替え、 -25°C で凍結し、同温度で保管した。2013年6月に塩干カレイを製造する業者に、通常の塩干カレイとほぼ同様の加工工程による製造を依頼し、廃棄率や製品の品質、作業時の課題等について聞き取り調査を行った。

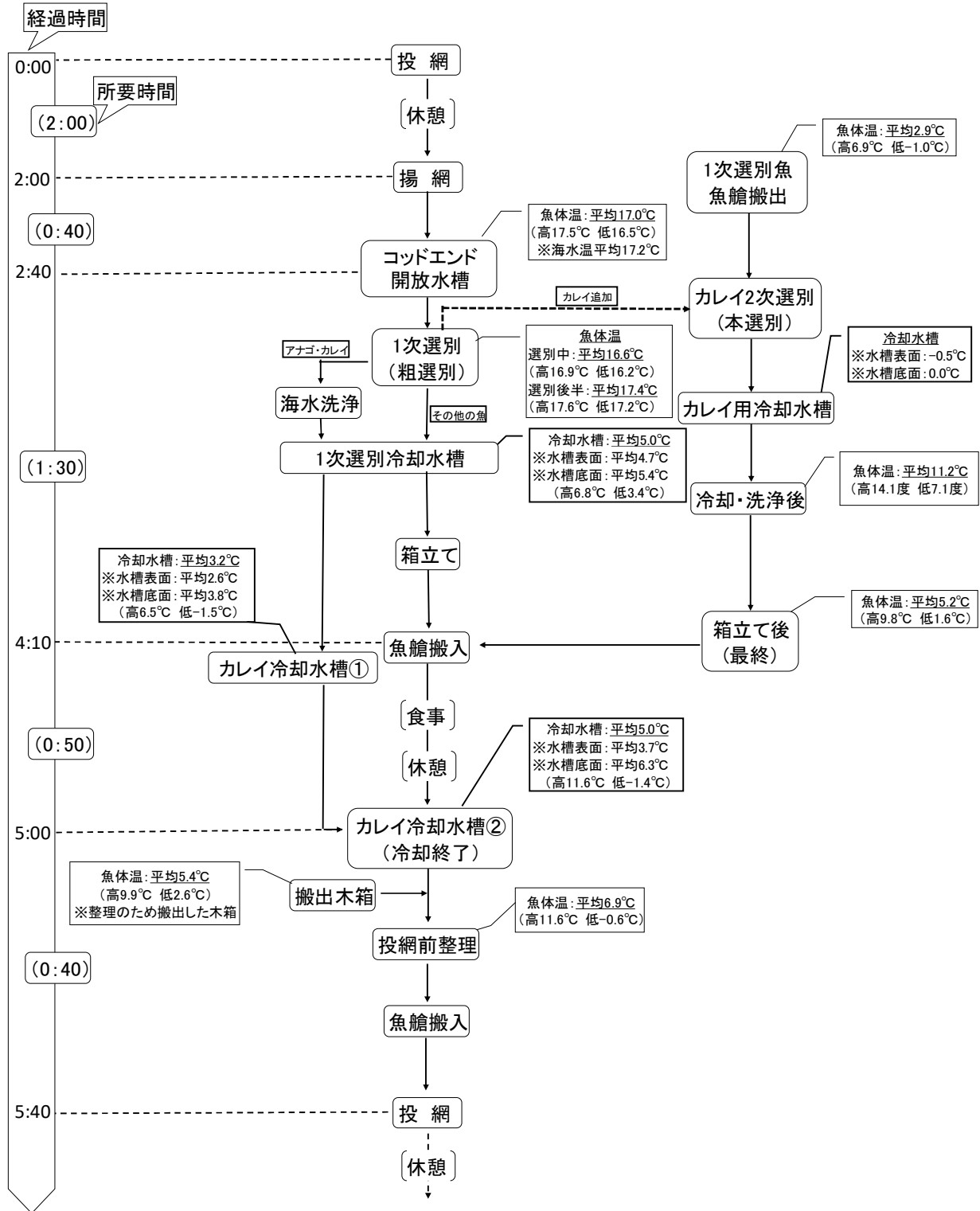


図1. 曳網1回次における浜田沖底の作業工程例

結果と考察

沖底の実態調査

1) 乗船調査 浜田の沖底は2 そうびきの漁法を採っている。図1は自船における投網から次回投網までの作業工程と温度管理の実態を経時的に調査した結果に準じて例示したものである。浜田の他の沖底船もほぼ同様の工程を経ており、次回投網までの5時間40分の間、船上での漁獲物の取り扱いは細かな作業の繰り返しと無駄のない作業手順で行われている様子が見える。投網から約2時間後の揚網時の船上での漁獲物の取り扱い状況は、コッドエンド(魚捕部)に入った漁獲物を右舷の区画(「コッドエンド開放水槽」と表記)に入れ、魚種ごとに1次選別(粗選別)を行った後、海水に氷を加えて作った冷水槽(200Lおよび100L コンテナ)中で冷却を行う。ムシガレイの場合、魚体が冷えた段階で一時、魚艙に収容し、最終の箱立てに必要な魚が集まるまで曳網を繰り返す。ある程度数の箱詰めが完了できる漁獲物が確保できると、魚艙から搬出した漁獲物と合わせて測定板を使用した2次選別(本選別)を行い、最終的な箱立てをして水揚げ時まで魚艙に保管される。

漁獲物の冷却から箱立てまでの工程は魚種によって異なり、また航海後半は活魚の管理も加わることから、漁労作業の状況はより複雑になる。

作業工程別のムシガレイの腹腔内温度を図2に示した。船上で行われる粗選別後の水氷冷却、魚艙での保管中は、魚体温は下がるが、その後行われる魚艙からの搬出や新たなカレイを加えた2次選別以降の魚体温は上昇する傾向にあった。これは、船上で外気の影響を受けていることを示唆している。また、2次選別時に新たに加わる漁獲物(今回操業時)が

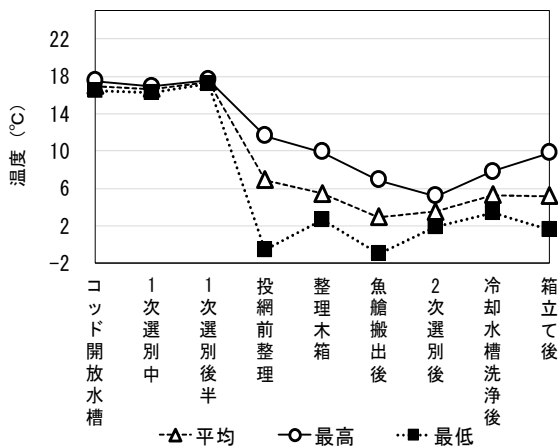


図2. 作業工程別ムシガレイ腹腔内温度

十分に冷却されないまま箱立てされることも観察された。

ムシガレイの冷却水槽の水温の経時変化を図3に示した。なお、1次選別の冷却は同時に水揚げされた他種の漁獲物と同じ水槽で行い(図1における「1次選別冷却水槽」)、そこからカレイとアナゴのみを別の水槽で冷却していた(図1における「カレイ冷却水槽①」および「カレイ冷却水槽②」)。揚網時の漁獲物の魚体温は約17°Cでほぼ海水温と変わらないため、冷却水槽にカレイを投入すると水槽の温度は上昇する。冷却中、水槽上層の水温と水槽下層の水温の温度差は冷却中に経時的に大きくなり、最大で10°C以上になることも観察された。上層、下層の攪拌が行われない状況では冷却ムラが生じやすく、魚体温がばらつき、その後の鮮度差につながる事が示唆された。

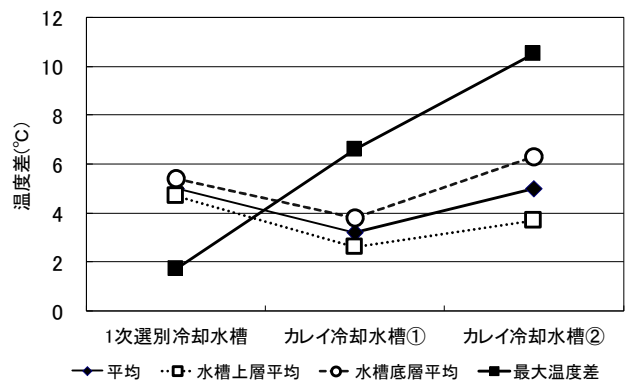


図3. ムシガレイ冷却水槽表面・底面の水温

航海中の外気温度と魚艙内温度の関係を図4に示した。外気温度は16°C~24°Cの範囲であったが、魚艙内温度は4°C~8°Cの範囲で変化した。魚艙には出航時に氷を満載して貯蔵することから、低温に保たれているが、操業が開始すると氷の取り出しや魚箱の出し入れに伴う開閉作業が影響して外気が流れ込

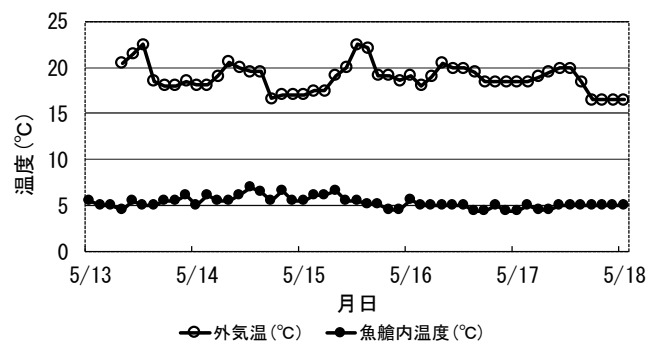


図4. 操業期間中の外気温度と魚槽内温度の経時変化

み、操業中の魚船内の温度変化を示していることが観察された。8月～9月の高温期においては、高温の海水温度に加え、外気温度も高いことから、魚船内温度はさらに大きくなることも予想された。航海前半および航海後半における木箱と発泡箱のムシガレイの魚体温度を図5に示した。箱立て時の魚体温が7.0℃～9.5℃の時、魚船収容後、0℃に達するまで約半日以上かかるが、2次選別から箱立て時の魚体温の上昇を防ぐことで0℃に到達するまでの時間が短縮し、効果的な鮮度保持が可能になると思われた。また、航海後半の魚箱では0℃まで下がりきらないうちに漁港に着き、競りにかけられる可能性もあり、競りの後の温度上昇を考慮すると、箱立て時の低温管理の重要性が示唆された。

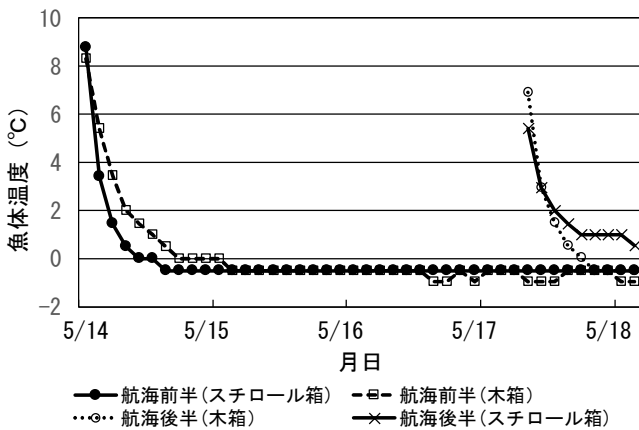


図5. ムシガレイ魚体温度の経時変化（箱立て後）

2) 鮮度調査 漁港水揚げ時のムシガレイ (n=10) のK値を図6に、IMP量を図7に示した。木箱、発泡箱ともに航海前半の魚に比べ、航海後半の魚のK値が低い傾向を示し、貯蔵時間による差異が認められた。IMP量は貯蔵時間が長くなるほど低くなる傾向を示し、漁獲から水揚げまでの貯蔵時間の長さを反映していることが確認できた。但し、同じ魚箱内の魚でもK値、IMP量ともに個体差が大きく、品質面でバラツキがあることも分かり、低温管理の徹底の必要性が示唆された。

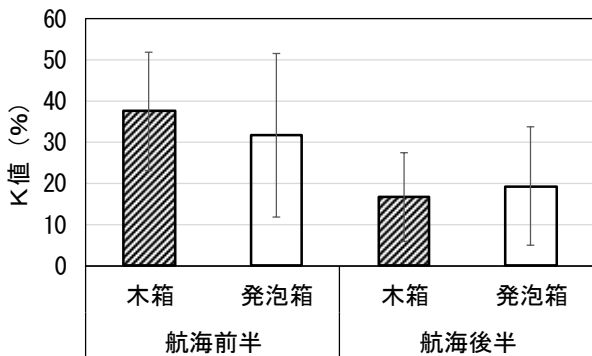


図6. 航海前半・後半および魚箱別ムシガレイのK値 (n=10, エラーバーは標準偏差)

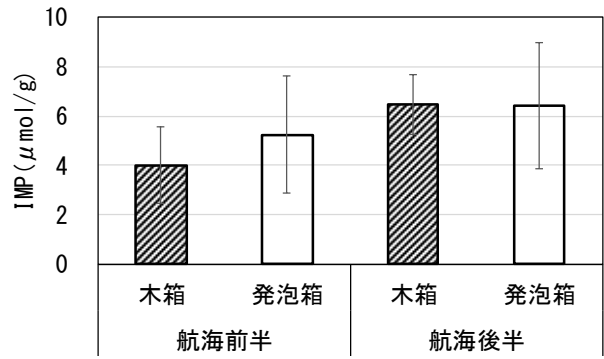


図7. 航海前半・後半および魚箱別ムシガレイのIMP量 (n=10, エラーバーは標準偏差)

向を示し、漁獲から水揚げまでの貯蔵時間の長さを反映していることが確認できた。但し、同じ魚箱内の魚でもK値、IMP量ともに個体差が大きく、品質面でバラツキがあることも分かり、低温管理の徹底の必要性が示唆された。

リシップ船による漁獲物の高品質化

1) 鮮度調査 2012年に実施した乗船調査における鮮度管理実態調査の結果から、船上での漁獲物の取り扱いについて以下の三点が課題として挙げられた。①予冷水槽における上層、下層の温度ムラ、②複数曳網魚の箱詰めによる鮮度のバラツキ、③2次選別工程による魚体温の上昇、が漁獲物の鮮度に影響を及ぼしていることが推察された。①、②は作業員の理解と努力で解決できるが、③の本選別工程の改善は、沖底の作業工程の根幹に関わることであり、従来の船上処理方法を大きく変える必要がある課題と考えられた。しかし、鮮度低下の主原因と推察されることから、高鮮度化による魚価向上を目指すためには関係者の理解を得ながら、一つ一つの課題を解決していくことが重要と思われた。そこで、当面、船上における魚の予冷条件を魚体温が5℃以下を確認することを目標として取り組んでもらうこととし、2次選別をしない魚（無選別魚）の鮮度評価を行った。図8に2012年8月20日および9月11日に水揚げされた航海前半および航海後半のムシガレイについて、2次選別工程の有無など、計6試験区を設定し、測定したK値を示した。8月20日、9月11日とも漁期の中でも海水温、気温とも最も高い高温期に当たり、この時期の漁獲物の冷却程度が大きな鮮度差引き起こしているとの見地から調査を行ったものである。両日とも2次選別工程有りの「選別魚」はK値の平均値が高く、個体による数値のバラツキが大きかった。一方、8月20日及び9月11日の航海後半の無選別魚は、K値の平均値は10.5%

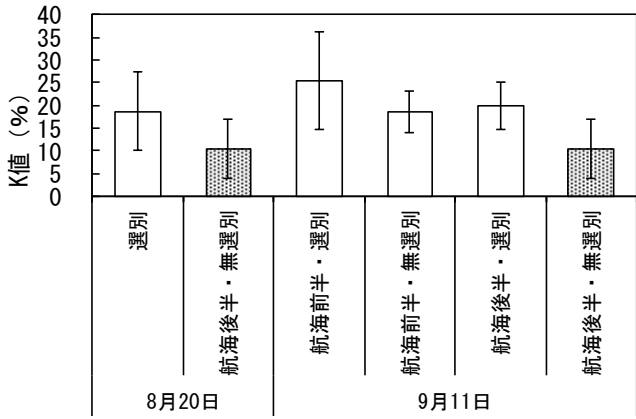


図8. リシップ船漁獲物の鮮度 (n=10, エラーバーは標準偏差) (2012年)

と低かった。また、9月11日の魚は航海前半、航海後半のいずれの魚も選別魚に比べ、無選別魚のK値は低く、特に航海後半の無選別魚は、生食用として流通可能な水準の鮮度であった。水揚げ時のムシガレイ体表の一般生菌数を図9に示した。航海前半の

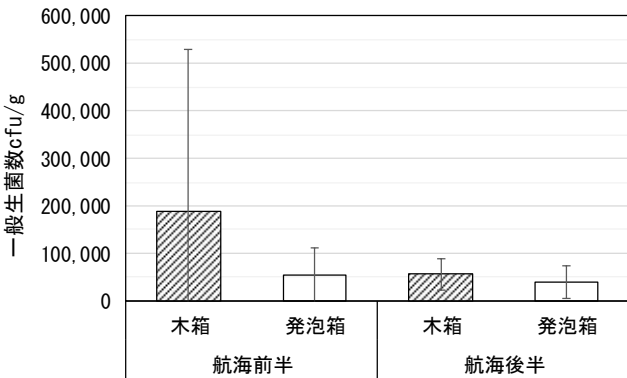


図9. ムシガレイ体表の一般生菌数 (n=8, エラーバーは標準偏差) (2012年~2014年)

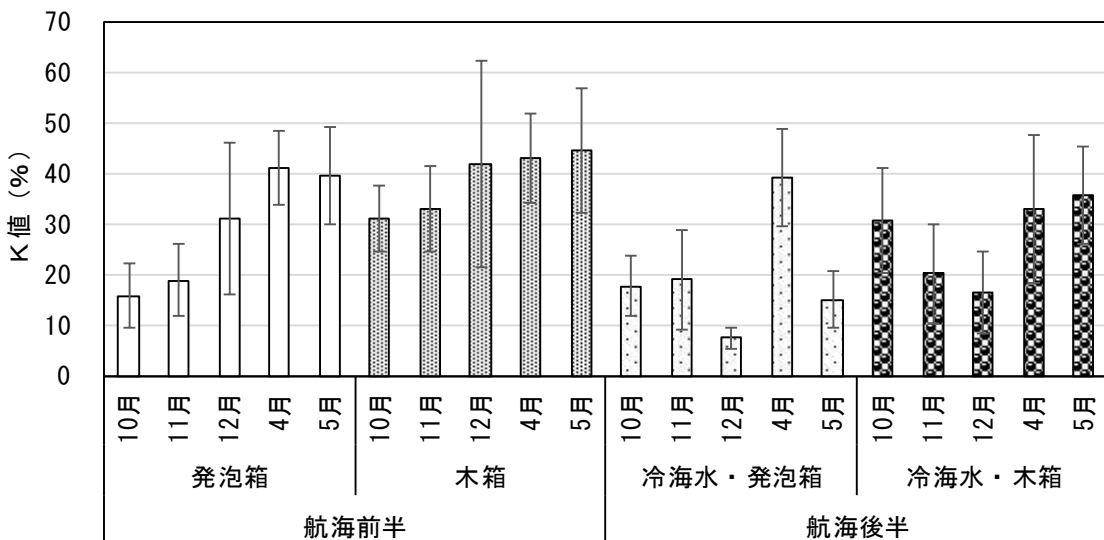


図10. 航海別、魚箱別のムシガレイの鮮度 (n=10, エラーバーは標準偏差) (2012年漁期)

木箱入りの魚は他の試料魚の 10^4 cfu/g 台に比べ 10^5 cfu/g 台と一桁高く、航海前半の木箱入りの魚は菌数面での課題が示唆された。発泡箱入りの魚は航海前半および後半とも差異はなく、航海後半の木箱もほぼ同等であった。航海前半の木箱入りの魚の菌数が多い原因は不明だが、魚箱や船上での魚の取り扱い方法に問題があった可能性もある。

リシップ船における冷海水の使用効果を調べるため、操業前半および操業後半における発泡箱と木箱別の鮮度について2012年漁期の結果を図10に示した。操業前半の木箱入りのムシガレイのK値の平均値は34.1%で操業後半の23.5%に比べ約10%高く、貯蔵期間の長さともK値には正の相関が認められた。操業前半の発泡箱入りの魚のK値は29.4%で木箱の魚の38.7%に比べ鮮度は約10%低く、操業後半の魚では発泡箱19.7%、木箱27.3%と発泡箱のK値が低かった。航海後半のムシガレイは航海前半のものより鮮度が良く、木箱入りのムシガレイより発泡箱入りの魚の鮮度が良いことが明らかとなった。現在、沖底のムシガレイの生食用基準を内山ら²⁾の報告を基にK値20%とし高鮮度魚の出荷の取り組みが進められている。

沖底漁獲物の高鮮度化の取り組みにより、従来、加工あるいは加熱調理向けの用途に限られていたムシガレイは生食可能な魚として出荷可能であることを明らかにした。1次選別のみ行い2次選別工程を省いたムシガレイは冷海水で予冷することでK値20%以下の水準の維持が可能であることが確認できた。生食用基準のK値20%以下のムシガレイの出荷を達成するために以下の①~③の条件を順守する

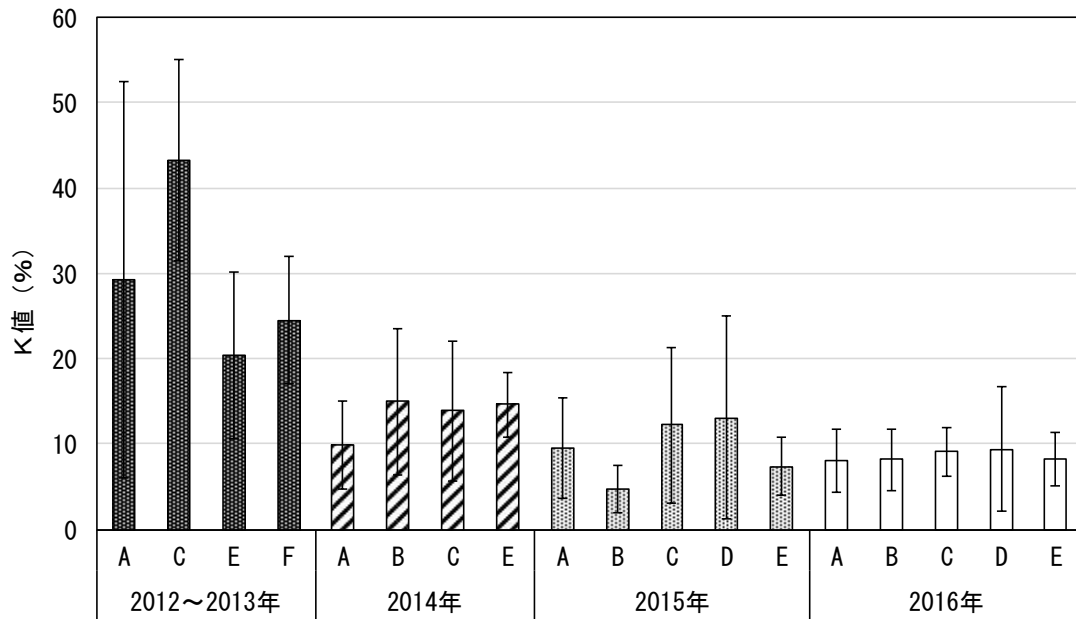


図 11. 高鮮度化の取り組みによるムシガレイ K 値の変化(n=10, エラーバーは標準偏差)

よう漁業者に提示し、鮮度の向上に取り組んだ。① (漁港水揚げ日を基準に) 1 日以内に獲れたもの、②一曳網で箱詰めされたもの (2 次選別魚の箱詰め禁止)、③5°C以下に予冷したものを発泡箱に詰め、以後水揚げまで蓋を開けないこと。鮮度分析の結果を随時、漁業者に提供しながら、ムシガレイの高鮮度化に取り組んでもらった結果を図 11 に示した。取り組み開始当初は、個体により K 値がばらついたが、徐々に改善され、2016 年には全船が目標を達成することができた。その結果、沖底の新ブランド魚「沖獲れ一番」の出荷の取り組みが 2016 年漁期より開始された。なお、船上での低温管理を徹底するため、「沖獲れ一番」の漁獲物の出荷基準は「市場出荷前日に漁獲されたものとし、漁獲直後に魚体温を 5°C 以下まで冷却し、その後の低温管理が徹底され、水揚げされた漁獲物」であること条件として取り組んでいる。

2) 活魚化試験 低温で馴致したウチワエビを入れた水槽の水温が 25°C, 30°Cに到達した時点で、10°C水槽に戻す「昇温試験」では 25°C, 30°Cの両試験区とも 48 時間以内に供試した 5 尾全てが斃死した。また、設定温度に達したのち 30 分間そのまま維持し、10°C水槽に戻す「高水温暴露試験」では両試験区とも 24 時間で供試した 5 尾とも斃死した。これらの結果から、高水温がウチワエビに及ぼす影響は大きく、高水温期におけるウチワエビの活魚化率の向上は難しいことが示唆された。

3) タイ類の色調保持試験 図 12 に測定したマダ

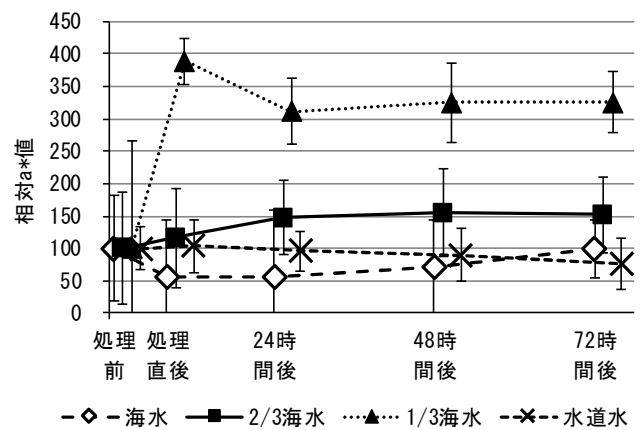


図 12. マダイの相対 a* 値 (n=3-5, エラーバーは標準偏差)

イ体側の a* 値を基に浸漬処理直前を 100%とした時の相対値を「相対 a* 値」として示した。処理直後に海水区の相対 a* 値は低下したが、24 時間後以降は緩やかに回復し、72 時間後には 98.6%となり処理前とほぼ同等となった。一方、1/3 海水の場合、処理直後の赤色度は処理前の約 4 倍を示し、徐々に低下したものの 72 時間後でも処理前の約 3 倍の相対 a* 値となり、海水濃度の影響が示唆された。キダイの結果を図 13 に示した。海水区の相対 a* 値が処理直後に 21.9%に低下したが、24 時間後には 73.7%にまで回復した。図 14 のチダイでは、キダイ、マダイと同様、処理直後に海水区の相対 a* 値が 59%まで低下したが、その後緩やかに回復し 72 時間後には 69%まで回復した。撮影画像を見る限り視覚的には、キダイ、

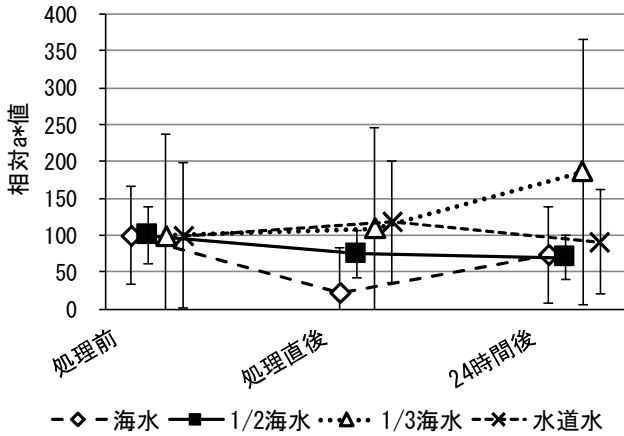


図 13. キダイの相対 a* 値 (n=5, エラーバーは標準偏差)

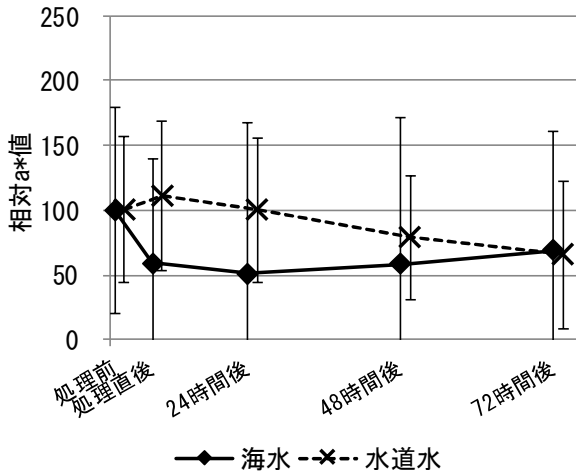


図 14. チダイの相対 a* 値 (n=2-5, エラーバーは標準偏差)

マダイ, チダイの何れも 100%海水での処理直後に処理前の赤色が退色するが, その後, 回復する傾向が観察された. マダイでは 1/3 海水, 2/3 海水処理では赤色が強まり, キダイでは 1/3 海水で相対 a* 値が高くなり, 赤色が強まる傾向が認められた. マダイ, キダイでは赤色を強めるための適度な海水濃度があることも示唆され, 実験を繰り返し知見の集積を図る必要があると思われる.

4) 加工用原魚の評価

(1) 冷海水装置による冷却効果 「沖獲れ一番」

が帰港 1 日前以降漁獲されたムシガレイとする取り組みに対し, 帰港 3 日前以降のムシガレイを「冷海水仕様」と称し, 魚箱に「冷」の字を表記し, 出荷する取り組みが進められている.

図 15 に魚箱の種類別 (発泡箱, 木箱), 航海前半および航海後半 (冷海水仕様) 別に 2012 年 10 月～

2013 年 5 月にかけて漁獲された計 5 回のムシガレイ中の K 値, 図 16 に IMP 量を示した. K 値は, 航海前半の発泡箱と木箱, 航海後半の発泡箱と木箱では発泡箱の魚が有意 ($p < 0.01$) に鮮度が良く, 航海前半と航海後半の発泡箱同士, 木箱同士で有意 ($p < 0.01$) に航海後半の魚の鮮度が良かった. IMP 量は鮮度低下にともない分解消失するが, K 値同様発泡箱入りの魚は木箱入りよりも IMP 量は多く ($p < 0.01$), 航海前半より後半の魚の IMP 量が多かった ($p < 0.01$). このことから, IMP 量の多い順に並べると, 冷海水仕様の航海後半の発泡箱 > 冷海水仕様の木箱 = 航海前半の発泡箱 > 航海前半の木箱入りの魚の順となり, 航海日数が短く, 発泡箱入りの魚に IMP 量は多い結果となった.

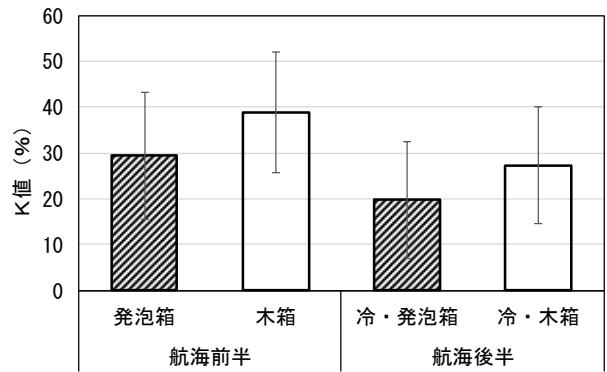


図 15. 規格別ムシガレイの K 値 (n=50, エラーバーは標準偏差)

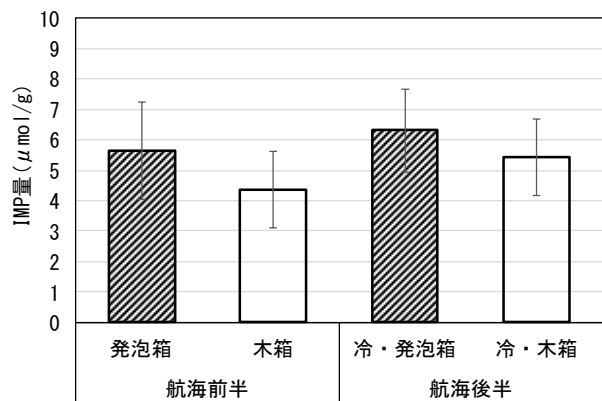


図 16. 規格別ムシガレイの K 値 (n=50, エラーバーは標準偏差)

(2) 塩干カレイ製造工程の改善 冷海水処理による IMP 量の多いムシガレイの利点を生かし, 塩干カレイの製造工程の見直しについて検討した. 図 17 に 2012 年の 8 月～10 月にリシップ船が水揚げした冷海水仕様のムシガレイと同試料魚から調製した塩

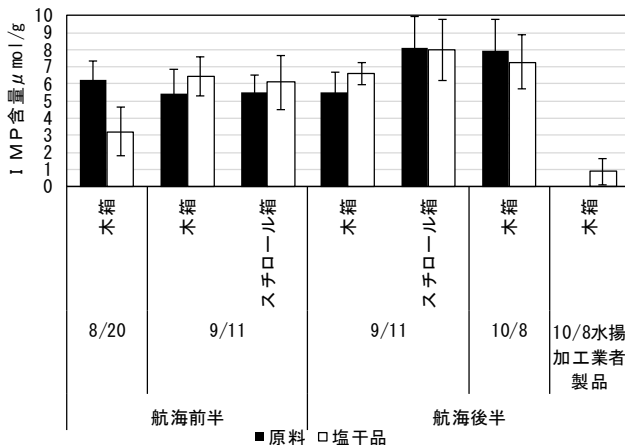


図 17. 規格別塩干ムシガレイの IMP 量 (n=50, エラーバーは標準偏差)

干カレイ中の IMP 量を示した。また、併せて冷海水仕様のムシガレイを原料とし、加工業者により製造された塩干カレイの分析値も示した。試作の工程は以下とおりである。①原料→②水洗→③鱗・内臓除去→④水洗→⑤塩漬→⑥水洗→⑦乾燥→⑧製了→⑨冷凍とした。温度管理は⑦乾燥工程(26°C, 2時間)を除く全工程で品温が5°C前後となるよう氷を使用しながら行った。その結果、9月以降の試料魚(n=10)は原料のIMP量に比べ試作品中のIMP量が高いかもしくはわずかに低く、大きなIMP量の減少は認められなかった。8月の試料魚で試作した塩干カレイのIMP量は半減していたが、その原因は不明であった。一方、加工業者が製造したものでは平均0.89μmol/g(n=10)で、試作品の平均値5.83μmol/g(n=60)に比べ著しく低く、低温管理の不徹底によることが示唆された。

(3) ムシガレイの冷凍耐性 沖底で漁獲されるムシガレイの冷凍耐性について、昭和43~48年にかけて調査が行われている³⁻⁵⁾。当時の-20°Cの営業用冷凍庫では保管中にイノシン酸が減少することや凍結前に塩類や糖類溶液に浸漬することで一定の効果が得られるとする報告がなされたが、現時点で冷

表 3. 塩干カレイ製造に用いたムシガレイ原魚

水揚げ日(冷凍日)	規格	数	冷凍期間(日)	備考
2012/10/08	80入	70	240	グレーズ処理有り
2012/10/15	100入	90	233	〃
2012/11/20	100入	90	188	〃
2012/12/23	100入	90	165	〃
2013/04/21	100入	90	46	
2013/05/19	100入	90	17	
合計		520		

※原魚は水揚げ日当日に、凍結パンに立て替え後、-25°C冷凍庫にて凍結
 ※原魚は航海前半(非冷海水仕様)の木箱入り漁獲物
 ※試料魚提供日は、2013年6月6日

凍原料を使用した製造は行われていない。表3に示した冷凍ムシガレイを原料とし、通常の塩干カレイとほぼ同様の加工工程による製造を行ってもらった。その後の聞き取り調査の結果から、出荷可能な良品の出現率は、生鮮原料加工時とほぼ変わらず、低級品の発生は生鮮魚と比較しても遜色なく、製品の品質、作業時の取り扱いについても通常と変わらないとの評価を得た。

まとめ

乗船調査による作業工程調査を行ったことで鮮度低下の要因が2次選別工程に起因していることが明らかとなり、浜田の沖底漁獲物の高鮮度化の取り組みや新たなブランド「沖獲れ一番」の創出につながったことは本調査の大きな成果といえる。問題となった2次選別の工程は現在も行われており、加工用原魚の1cm刻みといわれるサイズ分け作業が船員の労働強化の一因にもなっていることから、業界関係者の理解を得ながら今後、改善していくべき課題と思われる。

リシップ後の漁獲物の鮮度調査結果を関係者間で情報共有したことで、沖底漁獲物の鮮度向上を図る取り組みが進展した。その結果、K値20%以下の生食可能な高鮮度なムシガレイの供給が可能となり、沖底の調査を開始して5年目の2016年漁期からは、沖底の新たなブランド魚「沖獲れ一番」のムシガレイの出荷が始まり、地元はもとより消費地側の沖底漁獲物に対する意識が変わっていくことが期待される。当初の目標の一つであった高水温期における活魚化率の向上に関しては、漁業者から要望のあったウチワエビでは困難であることが示唆された。しかし、活魚全体の出荷額は、リシップ3年後の2015年漁期には、リシップ前の約3倍に増加し、冷海水装置が有効に活用されていることが推察された。

魚類の色調について大島⁶⁾は魚の色の変わる仕組みについて、色素胞の神経支配は交感神経によるものであることや各種のホルモンによるコントロールが行われていること、色素胞を含む膜構造による光の干渉など魚の色には各種の要素が複雑に影響していることを紹介している。また、林ら⁷⁾は、マダイの色調制御については0°Cでの低温貯蔵が赤色素胞を拡散し、黒色素胞の凝集を促進すること、さらにカリウム濃度を高めた人工海水への浸漬処理は、黒色素胞の凝集を相乗的に強めること、20°Cでの処理は赤色素胞、黒色素胞とも凝集傾向を示すことなどを報告している。沖底で獲れたマダイやキダイでも

冷海水処理を行うことである程度、同様の反応が起こると思われる。したがって、沖底のタイ類の色調保持のためには、冷海水による船上での低温管理は基本的な作業として必要であると考えられる。また、希釈海水に色揚げ効果が認められることから、さらに試験を行いながら、最適な船上処理技術の確立を図っていく必要がある。

農林水産省が発表した 2016 年度水産加工品統計調査によれば、本県の塩干カレイの生産量は 2,574 トンで、沖底の調査を開始した 2012 年度の生産量 4,258 トンに比べ 1,684 トン減少し、4 年間で 39.5% の大幅な低下率となっている。統計上、塩干カレイの生産量は日本一の産地にはなっているが、経営環境は益々厳しさを増していることが推察される。現在、地元加工業者の中には、事業規模の縮小を検討する経営者も出てきており、地域経済に少なからず影響を及ぼしていることがうかがえる。一方、リップ事業による漁獲物の高鮮度化が図られていることで、水産加工業者にとって、良質な原料を使用した良質な製品作りが可能な環境が整ったといえる。的確な低温管理を行えば IMP 量が多い製品化が可能であることを地元で開催された研修会などで紹介し、早速、低温管理に取り組む企業も出てきた。さらに品質を訴求する製品作りが望まれる。

品質劣化が著しいとされてきたムシガレイの冷凍原魚化の可能性について、塩干カレイの専門の加工業者に依頼した結果、冷凍原魚の使用について問題は特に見当たらないとの評価を受けたが、冷凍温度や保管温度が原料や製品の品質に影響を及ぼすことや、生鮮魚と比べ、塩分の浸透性、官能的な食味試験、成分の変化、市場の評価などが異なることも想定されることから、既設の冷凍保管設備の更新なども含め解決すべき課題は多い。水産加工業界を取り巻く経営環境は厳しいが、良質な原料を利用した良質な加工品作りを実現し、真の日本一の塩干カレイの産地になっていくことを期待したい。

謝辞

本研究は、島根県機船底曳網漁業連合会に所属する浜田あけぼの水産、浜吉水産、福宝水産、栄徳水産浜田、漁業協同組合 JF しまね浜田支所、浜田市、島根県水産課ならびに島根県浜田水産事務所の関係者の協力により得られた成果であり、謝意を表します。また、沖底漁獲物の鮮度向上のきっかけとなった予備調査において、乗船調査に快く協力して頂いた浜田あけぼの水産ならびに第 11・12 あけぼの丸の船長はじめ乗組員の皆様に心よりお礼申し上げます。

文献

- 1) 齋藤 進編著. 食品色彩の科学. 幸書房 1997; 173-189.
- 2) 内山 均, 江平重男. 核酸関連化合物から見た魚類鮮度化学研究の現状 (総説). 日本水産学会誌 1970 ; 36 : 977-992.
- 3) 岩本宗昭, 日野佳明. 凍結貯蔵を行う場合のカレイ塩干加工法について. 島根県水産試験場事業報告 1966-1968 ; 303-304.
- 4) 岩本宗昭, 日野佳明. 凍結貯蔵を行う場合のカレイ塩干加工法について. 島根県水産試験場事業報告 1969-1971 ; 249-252.
- 5) 岩本宗昭, 篠原国一, 日野佳明. 凍結貯蔵を行う場合のカレイ塩干加工法についてII. 島根県水産試験場事業報告 1972-1973 ; 281-286.
- 6) 大島範子: 青い魚はなぜ青い? 一魚の体色変化の不思議を探る - (<http://www.mnc.tohoku.ac.jp/v-lab/fish/index.html>, 東邦大学メディアネットセンターバーチャルラボラトリー, 2017 年 11 月 24 日).
- 7) 林 茂群, 潮 秀樹, 大島敏明, 山中英明, 小泉千秋. 養殖マダイ色素顆粒のカリウム凝集に対する温度の相乗効果. 日本水産学会誌 1998 ; 64 : 280-285.

