

# 1. 水産物流通加工技術強化支援事業

岡崎 恵美子・岡本 昭・桑原 浩一  
山道 敦・後藤 孝二・一崎 絵理香

## I. 水産物加工流通技術の指導

本県水産加工業の振興を図るため、水産加工技術の相談や施設の開放などによる業界の技術の高度化、地域製品の品質向上、加工業者の自主管理体制の確立支援、鮮度保持などの流通技術を支援するとともに水産加工業者等を対象とした水産加工研修会を開催した。平成20年度は、当センターが開発したスルメイカのねり製品化技術およびさかな味噌の製造技術等の普及・展開を目的とした技術指導が多かった。

### (1) 水産加工開発指導センターの施設・機器の開放による技術支援

施設・機器を開放し、製品の改良・開発、新技術の導入試験を加工業者と実施し指導・助言した。(試作品の作製、品質検査、賞味期限検査等 159 件 329 名)

### (2) 先進知見・技術の普及・指導

研修会、巡回指導の開催：「水産加工品の賞味期限について」(県央地区)、「イカのねり製品」(県北地区)、「新しい醗酵食品について」(県北・県央地区)など研修会を35回実施した。

また、イカねり製品やさかな味噌の製造技術、鮮度保持に関する指導など36回(80件)の巡回指導を実施した。

技術相談：品質保持、製品開発・改良に関する問い合わせ等406件(1,421名)に対応した。

### (3) 水産加工開発指導センターが開発に関わった水産加工品

平成20年度は9品目の開発と1品目の改良を行った。このうち平成20年度長崎県水産加工振興祭品評会で「戸石のいか寿し」(長崎市 ミサキフーズ有限会社)、「いかステラ」(長崎市 株式会社将大)、「飛魚つみれ」(五島市 五島漁業協同組合岐宿支所女性部浜ちどり会)、「イカスミかまぼこセット」(南島原市 有限会社シキシマ)が受賞した。平成20年度の共同開発商品として、上記4品目のほか「焼ひもの楽

チャン」(長崎市 山道水産株式会社)、「鱈ぼっぱまん」(長崎市 長崎市新三重漁業協同組合女性部はまいそ)、「跳ねるのすり身」(長崎市 有限会社海産工房梅元)、「さかな味噌ちゃんぽん」(長崎市 豆源亭)、「まるごとイカが?」(雲仙市 有限会社みゆき蒲鉾本舗)、改良として「若ごんあじの開き」(長崎市 有限会社柏木水産 柏洋食品)を行った。なお「鱈ぼっぱまん」、「跳ねるのすり身」は県央水産業普及指導センターと連携して指導を行った。

### (4) 水産加工技術指導体制の確立

社団法人長崎県水産加工振興協会が実施する平成「長崎俵物」認定にかかる工場検査などに対して助言・指導した。

### (5) 水産加工研修会の開催

県内水産加工業者等を対象として、社団法人長崎県水産加工振興協会と共同で研修会を開催した。

## II. 日本型水産業に対応したトレーサビリティシステムの研究開発

独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所が実施する上記事業に参画した。

長崎県からは県内におけるアサリの流通について報告した。

(担当：山道)

## 2. 塩干品高品質化原料調査研究事業

一崎 絵理香・桑原 浩一

塩干品は、ねり製品、煮干し製品に次ぐ、本県の主要な水産加工品の一つである。近年、消費者の健康志向や柔らかい商品を好む傾向に合わせて低塩分・高水分な塩干品が製造されている。それらは、従来の製品と比較して保存性が低いことから、冷凍流通が主流となっている。しかし、店頭では冷蔵販売される場合が多く、解凍時に発生するドリップが問題となっている。そこで、塩干品の凍結解凍時のドリップ（離水）発生を抑制する製造条件を明らかにするため、本年度は塩漬条件について検討をおこなった。

### 方 法

**試料** 五島灘にて漁獲されたマアジ *Trachurus japonicus* を延髄刺殺により即殺し、背肉から採取した1×1×10 cmの魚肉片を使用した。

**塩漬処理条件** 採取した魚肉片を0～12%の食塩溶液に5℃で最大25時間まで塩漬した。塩漬処理後、魚肉片を分割し、塩分、水分、離水率を測定した。

**塩分の測定** 魚肉片の塩分は、塩分濃度計（SUMISALT300 住友化学工業社製）で測定した。

**水分の測定** 分割した魚肉片を105℃で恒量となるまで乾燥し、乾燥前後の重量を測定した。

**離水率の測定** 分割した魚肉片を、-50℃で一週間凍結保管した後、4℃で5時間解凍した。凍結解凍前後の魚肉片重量を測定し、次式を用い離水率を算出した。

$$\text{離水率 (\%)} = (A - B) / A \times 100$$

A：凍結前の魚肉片重量

B：凍結解凍後の魚肉片重量

### 結 果

**魚肉中の塩分** マアジ魚肉を様々な濃度の食塩溶液で塩漬処理すると食塩濃度が高いほど、魚肉中の塩分は速く上昇した。1.5, 3, 6 および 12%の食塩溶液で2.5時間塩漬した魚肉の塩分は、0.4, 0.9, 2.3, および 2.8%であった。

**魚肉中の水分** 未塩漬魚肉の水分は73.3%であった。塩漬魚肉の水分は、3%以下の食塩溶液で塩漬した場合は経時的に増加し、6%ではほぼ横ばい、12%では減少し、25時間後に64.7%となった。

**凍結解凍時の離水率** 魚肉の凍結解凍時に発生する離水率は、未塩漬魚肉では4.1%であった。0%食塩溶液で塩漬すると2.5時間後に18%、25時間後には24.1%まで上昇した。その一方、3%以上で塩漬した場合は、25時間経過後も、1.1～4.1%であり、離水率の上昇が抑制された（図1）。離水率が抑制された要因として、様々な検討を行った結果、魚肉タンパク質の主要な構成成分であるミオシンの塩溶解性が影響していると推察された。

### ま と め

- 1) 生鮮マアジ魚肉を様々な濃度の食塩溶液で塩漬した場合の魚肉への塩分の浸透は、食塩濃度が高いほど速かった。また水分は12%食塩溶液で塩漬した場合のみ減少した。
- 2) 生鮮マアジ魚肉では3%以上の食塩溶液で塩漬した場合、凍結解凍時の離水（ドリップ）が抑制されることが明らかとなった。

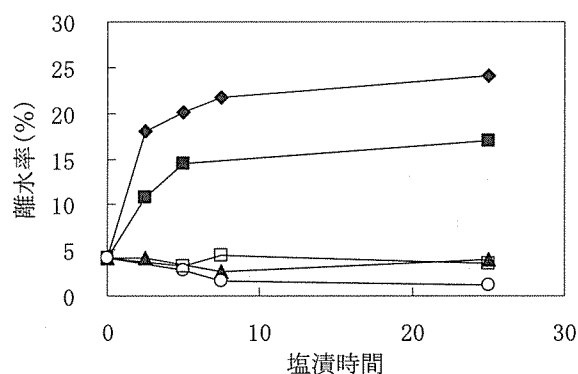


図1. 塩漬処理が生鮮マアジ魚肉の凍結解凍時の離水率に及ぼす影響（塩漬処理に用いた食塩溶液の濃度：◆；0%，■；1.5%，▲；3%，○；6%，□；12%）

（担当：一崎）

### 3. 発酵技術を利用した水産加工新製品開発事業

桑原 浩一・山道 敦

日本各地には独特の製法で作られる個性的な発酵食品「とうふよう」や「なれずし」などが存在し、これらは微生物による作用でタンパク質を分解した食品である。一方、「塩辛」や「くさや」に代表される水産物の発酵食品は、微生物による発酵というよりも高濃度の食塩で腐敗を抑制しながら、魚介肉に内在する酵素によりタンパク質を分解させた食品である。しかしながら、食塩は消費者に敬遠されがちであるため低塩化傾向にあり、腐敗を抑えることは出来なくなり、内在酵素によるタンパク質の分解を十分に行えず、製品の保存性も悪くなる。

本事業は、個性的な発酵食品の製法と水産物特有の自己消化作用とを融合させた新たな水産発酵食品の製法を確立しようとするものである。

#### 方 法

**イカの前処理** 50℃で凍結保管しておいた小型アオリイカを5℃の冷蔵庫中に一夜放置して半解凍し、胴肉を採取したのちに剥皮して、約2.5mm幅に細切りした。また、凍結保管しておいたスルメイカから肝臓を採取し、肝臓の表皮を除いたのちにフードカッターで破碎した。

**イカ塩辛の調製** 細切りした胴肉の重量に対して、破碎した肝臓10%を加え、さらに胴肉と肝臓の合計重量に対して20%の食塩あるいは有機酸塩を加えて、5℃で20日間熟成した。なお、肝臓を加えない対照も作製した。

**タンパク質の分解の確認** 熟成中のイカ塩辛を採取し、筋肉タンパク質の分解を確認した(Laemmli法<sup>1)</sup>に準じたSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動法)。

**一般生菌数の測定** 簡易法(スリーエム社製のペトリフィルムを使用)で、一般生菌数を測定した。

#### 結 果

**タンパク質の分解** 20%の有機酸塩を加えると、5℃保存下でのアオリイカ筋肉タンパク質の分解はほぼ完

全に抑えられたが、10%のスルメイカ肝臓を加えると、徐々に筋肉タンパク質は分解されることを確認した。

**一般生菌数の変化** 20%の食塩あるいは有機酸塩を加えたイカ塩辛の一般生菌数の変化を図1に示した。調製直後の塩辛では、 $10^3$ 個/gのオーダーであったが、20%の食塩を加えると熟成中に一般生菌数は減少し、昔ながらの伝統的な製法で作った塩辛は、保存性が高いことが確認された。有機酸塩は、食塩と同様に一般生菌数を減少させ、10日以降では300個/g以下となり、食塩の場合よりも低い値であった。

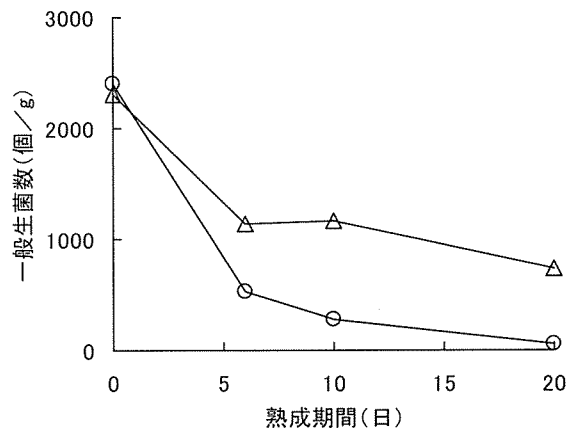


図1. イカ塩辛熟成中の一般生菌数の変化  
—△—食塩 —○—有機酸塩

#### ま と め

10%前後のスルメイカ肝臓と20%前後の有機酸塩を加えることで、塩辛さを低減しながら、保存性の高いイカ塩辛を生産できる可能性が推察された。

#### 文 献

- 1) Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 1970; 227: 680-685.

(担当：桑原)

## 4. イカ肉の高度有効利用に関する研究（連携プロジェクト研究）

桑原 浩一（長崎県総合水産試験場）・玉屋 圭（長崎県工業技術センター）  
石原 賢司（中央水産研究所）・川崎 学（長崎蒲鉾水産加工業協同組合）  
長富 潔（長崎大学水産学部）

現在、ねり製品の主原料は魚肉の冷凍すり身である。ねり製品の製造において、冷凍すり身を原料にすることは、原料魚の確保、前処理、排水処理施設が不要といった利点がある上、工程の簡略化や計画的な生産を可能としている。

一方、県内各地で定置網などにより水揚げされているスルメイカは、漁獲量の多い時期に傷のあるイカが多数生じ、低価格で取り引きされている。総合水試では、ねり製品原料には不適とされていたスルメイカから、魚肉並みの弾力を有するねり製品を作る独自の技術を開発した。本技術は傷のあるイカの新しい利用法としてその応用が期待されているが、商業的にイカのねり製品を安定生産するためには、魚肉と同様にイカ肉の冷凍すり身が必要である。

本研究は、Ⅰイカ肉の冷凍すり身化技術の開発、Ⅱ未利用部の有効利用法の開発、Ⅲねり製品やエキスの体調調節作用の究明の3つの課題から成る。

### Ⅰ. 冷凍すり身化技術に関する研究

イカねり製品の効率的な生産を図るには、イカの冷凍すり身が必要であり、長期保管が可能であることが望ましい。そこで、長期間の凍結保管が可能なイカ冷凍すり身を開発する。

#### ①イカ肉の冷凍変性防止法の開発（総合水試）

モデル的に冷凍すり身を調製して冷凍保管中の品質変化を調べ、有機酸塩にねり製品の物性を維持する効果があることを確認した。

#### ②冷凍すり身保管中の品質変化の確認（長崎蒲鉾協）

生産レベルでイカ冷凍すり身を試作し、その保存性を確認した。生産レベルにおいても有機酸塩は、優れた効果を示した。ただし、内臓除去や皮剥ぎなどの前処理に予想以上の手間を要し、すり身の価格に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。

### Ⅱ. 未利用部の有効利用法の開発

イカ冷凍すり身の生産においては、残さとして頭脚

肉、鰭肉、内臓などが排出される。歩留りを高めるため、これら未利用部の有効利用法を開発する。

#### ①未利用部に適した分解条件の確立（工技セ）

イカ肉タンパク質のエキス化を図るため、市販酵素を用いて効率的にイカ肉タンパク質を分解する条件を検討した。平成19年度の試験で、高い効果を示したアルカリプロテアーゼを用いて、適切な酵素濃度や反応時間を検討した。また、タンパク質の分解に伴い高血圧予防効果が発現することも確認した。

#### ②未利用部の塩溶解性の確認（総合水試）

頭脚肉や鰭肉の食品素材化を図るため、これら部位の塩溶解性を調べ、頭脚肉タンパク質は胴肉よりもやや低濃度の食塩および有機酸塩で、溶解することを確認した。

#### ③未利用部の自己消化防止法の開発（長大水）

頭脚肉や鰭肉の食品素材化を図るため、これら部位の自己消化作用を解析した。自己消化作用が活発な部位は、鰭肉>頭脚肉>胴肉の順で、鰭肉の自己消化作用は有機酸塩を加えても完全に抑制することは出来なかった。

### Ⅲ. 体調調節作用の究明

イカのねり製品およびエキスが有する体調調節作用を明らかにするため、実験動物を用いた飼育試験を行い、生体レベルでの体調調節機能を解明する。

#### ①イカねり製品の機能性（中央水研）

イカねり製品は、腸管免疫系を活性化することを明らかにし、これはイカ肉のタンパク質と脂質の相互作用によることが推察された。

#### ま と め

各課題は計画通りに成果が得られている。ただし、スルメイカ冷凍すり身の価格が大きな問題であり、価格を抑えるために効率的な前処理法を確立することが、平成21年度における課題である。

（担当：桑原）

## 5. 長崎県産魚を用いた機能性発酵食品（さかな味噌）の開発 （連携プロジェクト研究）

岡本 昭・山道 敦・後藤 孝二（総合水産試験場）  
山崎 省吾・土井 康平（環境保健研究センター）  
前田 正道（工業技術センター）・大島 敏明（東京海洋大学）  
西明 眞理・田中 一成・田丸 静香（長崎県立大学）

長崎県は全国有数の漁業生産量を誇る水産県であるが、水産加工品生産量は漁業生産量に比較して低位にあり、加工経営体の多くは小規模な事業者である。このため、機能性など多様化する消費者ニーズに対応した新製品の開発、加工技術の向上や販路開拓等が遅れている。一方、本県には安価で定期的に多獲される魚があり、低・未利用資源の有効利用のため、これらを原料とした低コストの魚醤油製造法を開発し、製造法を普及してきた。この実績から、引き続き発酵技術に着目して、機能性を有した新規食品素材の開発に取り組んだ。

以下に各研究項目の概要を報告する。なお、詳細は事業終了後、研究プロジェクト報告として取りまとめる。

### 1. さかな味噌に最適な醸造法の研究

**発酵に用いる穀物種の研究** 米および麦麴を用いて発酵させた食品素材の性状を把握するため、加熱細切したエソ肉、食塩、米麴または麦麴を混合し、25～30℃で発酵した。90日後にこの素材について一般成分、アミノ酸組成、遊離アミノ酸、脂肪酸組成、糖および糖アルコール組成、有機酸組成を明らかにした。その結果、2種の麴で製造した発酵食品素材に優位な差は認められなかった。

**風味改善の研究** 魚肉を原料とした発酵食品素材の風味を改善するため糖添加、麴添加、糖・麴添加、対照の4区分で魚肉を発酵した。発酵させて90日後に上記の成分分析を行うとともに、味覚分析装置(SA402B)を用いて味覚の数値化を行った。その結果、麴や当の添加により、甘みの増加、苦味の減少が認められたことから、製造原料の配分や糖を添加することで、味覚の改善が図られることが示唆された。

### 2. さかな味噌の機能性の研究

さかな味噌は、ラットにおいて油脂経口投与後の血

中中性脂肪濃度の上昇を大豆味噌より抑制する傾向を示した。また、ヒトで油脂あるいは米飯摂取後の血中中性脂肪濃度あるいは血糖値にはさかな味噌あるいは大豆味噌摂取で差は観察されなかった。これらの結果から、食後中性脂肪濃度あるいは食後血糖値にさかな味噌は大豆味噌と同程度の作用を発揮することが明らかとなった。

また、アジ、ゴマサバ、スルメイカ肉を発酵させた素材の抗酸化能について、市販されている発酵食品と比較した結果、活性酸素を半減させる能力が5～10倍程度高いことが明らかになった。

### 3. 企業レベルでの実証試験およびさかな味噌の嗜好性の検討

当プロジェクトにより開発したさかな味噌の醸造法について、企業レベルでの生産を前提として民間企業に対して技術指導を行い、商品化した。この他、民間企業4社および1団体に対して技術普及を行ない、現在試作に取り組んでいる。また、利用方法の開拓として飲食店業への利用促進を図り、さかな味噌を調味料に使用した「さかな味噌ちゃんぽん」が開発され、メニューとして提供されている。より一層の利用促進を図るため、平戸市および長崎市において飲食店、ホテル旅館業、味噌醤油製造業、商工関係者などを対象とした説明会を実施し、地域の特産物、郷土料理等への活用方法などを検討するための意見交換を行った。

### 4. さかな味噌の安全性の確認

発酵食品素材中での細菌層の経時的な変化を捉える為、菌数測定と16S rRNAの塩基配列による種鑑別法を用い調査した。

一般細菌数は10% NaClを添加した標準寒天培地と無添加の標準寒天培地による測定において、調査期間を通じほぼ同菌数を推移した。乳酸菌数は一般生菌数と同様、発酵開始後5日まで菌数の増加を示したが、

6日目以降 10<sup>2</sup> ~ 10<sup>3</sup> cfu/g で推移した。

一般生菌数時に出現した菌種はほぼ同様の推移を示し、発酵 14 日目までは *Staphylococcus* 属が主体で、21 日目～ 35 日目までは *Staphylococcus* 属から *Bacillus* 属への菌種の変化が認められ、42 日目以降は *Bacillus* 属が主たる菌種となった。乳酸菌数測

定時に出現した菌種は発酵 70 日目まで乳酸菌として *Enterococcus faecium/faecalis* が分離された。また、発酵 2, 3 および 4 日目に *Staphylococcus* 属、42 日目以降には *Bacillus* 属も本培地中から分離され、84 日目には *Bacillus* 属が主たる菌種となった。

(担当：岡本)

## 6. 新規海水浄化装置を用いたイカ高密度活魚輸送システムの開発 (長崎県課題公募型共同研究)

安元 進・山本 純弘・岡本 昭・後藤 孝二 (総合水産試験場)  
大脇 博樹 (工業技術センター)・古川 健治・山口 正美  
(株式会社古川電機製作所)

現在、トラックを用いた各種魚類の活魚輸送が行われ、九州各地から首都圏へ生きたままの魚を届けることが可能となっている。活魚輸送は輸送密度によってコストが決定されるため、魚種によっては20%以上の高密度輸送が行われている。

そのような状況の中、イカの活魚輸送に関しては、イカからのアンモニア排泄量が魚に比べて著しく多いために、従来の方法では2~3%程度の輸送密度が限界となっているが、この密度では経済的に成立しないため九州から首都圏へのイカの活魚輸送はできていないのが実情である。このためイカの輸送密度を上げて、活イカ輸送コストを低減し、県産イカの首都圏での競争力強化を図ることが可能となる。

### 目 的

これまで、総合水産試験場(以下、総合水試)では、アオリイカの排出する海水中アンモニアの濃度が20ppm以上になるとへい死が見られ、海水温20℃で収容密度を5%としたとき24時間で20ppmまで上昇することから、急激なアンモニアの増加とアンモニア濃度がアオリイカの生残に強く関わっていることを確認している。

一方、工業技術センター(以下、工技)が開発した高シリカゼオライト吸着材を用いた海水浄化装置を使用することで、魚が飼育水中に排泄するアンモニアを効率的に分解除去できることを確認した。

この装置をイカの活魚輸送用の海水浄化装置として応用することで、イカから排出されるアンモニアを効率的に分解し、イカの高密度輸送を可能にできる可能性がある。これらの知見をもとに本装置を用いたイカの高密度活魚輸送システムを開発した。

### 方 法

本共同研究の目的を達成する為に、工技、総合水試、(株)古川電機製作所(以下、古川電機)それぞれに

おいて、以下に示す役割を分担して開発を行った。

工技では、電解槽の改良及び電極の長寿命化の検討、総合水試では、イカの活魚輸送実験の実施、古川電機製作所では、活魚輸送システムの設計、装置製作、装置・システムの実証試験を行った。これらは、それぞれが担当したが、情報交換を密に行い、研究担当者間で検討内容を協議しながら実施した。

### 結 果

工技は、電解槽の改造を行った。これまで電極表面の付着物(スケール)を剥離させるため、一定時間で陰陽極を交互反転させてきたが、この方法では電極寿命が短くなることが問題であった。本共同研究では、電解槽の流れ方向の断面積を小さくして電解槽を通過する海水の流速を速くすることでスケールが付着しにくい構造とした。また、流速と電解電流密度とスケール析出の相関について検討し、電極寿命が長く、スケール析出が少ない条件を見出した。更に、新規に作製した電解槽に最適な電極を選定した。その結果、イカの活魚輸送に際して問題なく使用できる電解槽を開発した。

総合水試は、イカの活魚輸送実験を行った。生きたイカを使った実験は、実験に供するイカの入手や実験までの蓄養等、困難が多い。海面生け簀の利用、掛け流し水槽の利用等の検討を行って実験に使用するイカの選別を実施できるようになり、実際の輸送実験に向けたデータ収集を行った。また、アオリイカが排泄するアンモニア量の温度依存性の評価を行い、海水浄化装置にかかる負荷量を決定した。

古川電機は、工技と総合水試における評価を基にして、活魚輸送システムの設計、装置製作、装置・システムの実証試験を行った。開発した活魚輸送システムは、イカの収容水槽、イカの個別収容カゴ、海水浄化装置、泡沫分離装置から構成されている。イカの収容量、アンモニア負荷量等から算出した海水浄化装置の

能力から、200リットル水槽用の海水浄化装置試作機を試作した。

イカの活魚輸送実験は、前記海水浄化装置試作機を使用して行った。イカの収容水槽の容量は200リットル（泡沫分離装置等を含めた全海水量は230リットル）に、アオリイカ15.3kg（収容密度6.7%）を入れ、システム全体を冷蔵車に搭載して24時間の走行試験を実施した。その結果、24時間後においても試験に使用したアオリイカは全数生存しており、今回開発したイカの活魚輸送システムが有効に機能した

ことが確認された。この結果は、本システムを利用することで、長崎県で漁獲されるイカを生きのまま高密度（経済的に成立する密度）で首都圏まで輸送できる可能性が示された。

#### ま と め

本共同研究の実験により、現在開発を続けている海水浄化システムを活用することで、アオリイカを6.7%で24時間全数生きのまま輸送することが可能であることを実証した。

（担当：岡本，山本）



## 7. 魚介類の出荷前蓄養と環境馴致による高品質システム技術開発 (新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業)

岡本 昭

本事業は1. 沿岸漁獲物の短期蓄養による高品質生産システム開発, 2. 環境馴致による付加価値向上技術開発, 3. 環境馴致が高品質化に与える効果のメカニズム解明と蓄養技術への応用により新しい漁業(活魚運搬方法を含む)・加工・流通や蓄養を加えた新システムを構築し, 水産物の高品質化による高付加価値化を実現することを目標として平成20年度から実施された。本事業の体制は, 独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所を中核機関として3大学, 6公設試, 民間3団体からなっており, 当水試はアオリイカの蓄養と流通のマニュアル作成のテーマで共同参画している。

### 目 的

これまでアオリイカの蓄養中のへい死原因のひとつにアンモニアの蓄積が挙げられ, 魚類と比較して, アンモニアの排出がより大きいことを確認した。アンモニア抑制のためには塩化マグネシウムやエタノールによる処理が有効であること, 環境による条件も無視できないことを確認している。また, アオリイカの高品質な鮮度維持技術開発のため, その評価指標として外套筋中のATP関連物質の挙動や外套筋の透明感について近赤外線を用いて把握する可能性を見出した。

これらの知見に基づき, アオリイカの適正な収容密度について明らかにするための評価法を開発する。また, アオリイカの商品価値を決定する上で重要な外套筋の透明感について, 透明感を維持する条件や鮮度指標として評価する技術を開発することを目的とした。加えて, 平成20年度は水槽の色や光力など周辺環境がアオリイカの行動にどのような影響を及ぼすかを把握し, 適正な収容密度の得られる水槽の色, 光力等の条件を決定する。

### 1. アオリイカ外套筋の筋収縮に及ぼす保存温度の影響

#### 方 法

アオリイカを即殺後, 氷蔵, 5℃, 10℃, 15℃, 20℃に保存し, 外套筋の収縮を計測した。また, 各保存温度で経時的に筋原線維 MfMg<sup>2+</sup>-ATPase 活性, 筋小胞体 SRCa<sup>2+</sup>-ATPase 活性を測定した。

#### 結 果

①筋収縮は保存温度が氷蔵>5℃>20℃>15℃>10℃の順に高かった。

②筋原線維 MfMg<sup>2+</sup>-ATPase 活性は反応温度依存性が見られた。

③魚類同様アオリイカ外套筋でも氷蔵に近い低温保存で筋小胞体 SRCa<sup>2+</sup>-ATPase 活性は反応温度依存性が見られた。筋小胞体のCa<sup>2+</sup>取り込み能の低下に伴う, 筋原線維上のCa<sup>2+</sup>濃度の上昇によって, MfMg<sup>2+</sup>-ATPase 活性が賦活化され, 筋収縮が加速される低温硬直現象が起こっていると考察された。なお, 詳細については下記文献<sup>1)</sup>を参考にされたい。

### 2. 近赤外線を用いたアオリイカ外套筋の透明感の測定

#### 方 法

アオリイカを即殺後, 外套筋を3cm角に切断し, 真空包装後, 氷蔵, 5℃, 10℃, 15℃, 20℃に保存し, 近赤外の波長帯で分光光度計を用いて透過度を測定した。

#### 結 果

結果を図1に示す。外套筋の透過度を近赤外分光によって測定したところ, 飼育温度が15℃のとき15℃>10℃≒5℃>20℃>氷蔵の順に透過率が抑制された。

### 3. 高密度蓄養条件の検討

#### 方 法

高密度蓄養条件を検討するため, アオリイカを収容した水槽の周辺を白, 黒, 青の色や光力を変えた条件でアオリイカの行動をビデオ等により一定時間, 観察, 解析して行動特性を検討する。

#### 結 果

アオリイカの行動は黒い水槽の場合, 収容直後から

行動は安定するが、白や透明な水槽においては行動が落ちつくまでに3～5分の時間を要した。

### 文 献

- 1) 本田栄子, 岡本昭他: アオリイカ外套筋の筋収縮に及ぼす保存温度の影響. 日本食品化学会誌 2009;16(1):15-19

(担当: 岡本)

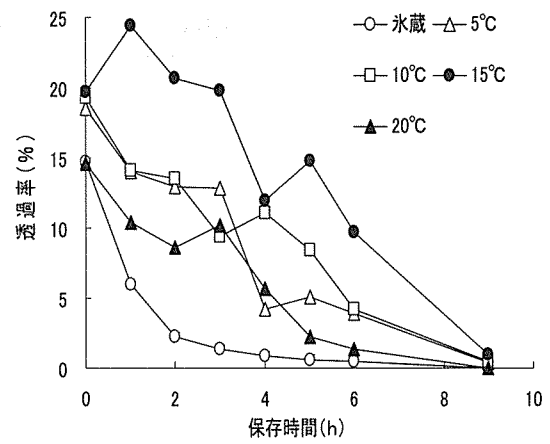


図1 アオリイカ外套筋の保存中の透過率の推移

## 8. シイタケ廃菌床抽出物およびビタミンEの投与による 養殖ブリ血合肉褐変抑制効果の検討 (新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業)

山道 敦・岡本 昭・大島 敏明<sup>※</sup>

入江や島嶼の多い本県は、静穏な海域を確保しやすいことから魚類養殖が盛んである。その中でも最も生産量が多いブリ類は、本県の養殖業において非常に重要であるとともに、本県の食文化に欠かせない魚種である。ブリは冷蔵保管すると比較的短期間で血合肉が褐色に変色（褐変）し、それにより商品価値が著しく低下する。その原因は血合肉に多く含まれる赤い色素ミオグロビンが酸化し、褐色のメトミオグロビンに変化（ミオグロビンのメト化）するためである。

そこで本研究では、酸化抑制効果を有する成分が多く含まれることが知られており、本県でも栽培が盛んなシイタケの廃菌床抽出物および、既に養殖ブリの血合肉褐変抑制効果が確認されているビタミンE<sup>1)</sup>を混合した餌料の投与による、養殖ブリの血合肉褐変抑制効果の確認を行なった。

### 方 法

血合肉の褐変抑制効果を得るためのシイタケ廃菌床抽出物の配合割合を把握するとともに、抑制効果の度合いを検討するため既に効果が認められているビタミンEとの比較を行なうために、2回の試験を行った。

**供試魚** 五島列島近海で養殖されたブリ *Seriola quinqueradiata*（1回目試験：平均体重 4.6kg、平均尾叉長 66.0cm、48尾、2回目試験：平均体重 3.6kg、平均尾叉長 59.4cm、48尾）を長崎漁港水産加工団地協同組合から活魚で購入し 3×3×3m 生簀 4基にそれぞれ 12尾ずつ収容し、試験に供した。

**餌料調製** 長崎県漁業協同組合連合会から購入した冷凍マサバを解凍しミートチョッパーで粉碎したものに、等重量のモイストレット用魚粉（日清丸紅飼料㈱「ハマチモイスト FUNE」）を混合し 16mm 径に造粒したものを基本餌料とした。

なお2回目試験では魚肉に内在する酵素を失活させるため、冷凍マサバを十分に蒸気加熱して用いた。

**馴致飼育** 収容翌日から1回目試験は8日間、2回目試験は20日間、基本餌料にて馴致飼育を行なった。

**投与試験** 抽出物またはビタミンEを混合した餌料を6日間および15日間投与した。試験区の設定および投与餌料の配合は表1のとおりとした。なお、2回目試験ではより高濃度で抽出物を配合するため、真空凍結乾燥（約3.9倍に濃縮）した抽出物（以下濃縮抽出物）を使用した。投与方法は1回目試験では魚体重の3%、2回目試験では魚体重の2%を上限として毎日飽食給餌を行なった。

表1 投与試験餌料の配合

1回目試験 餌料配合	試験区			
	対照区	抽出物1%区	抽出物5%区	抽出物10%区
基本餌料	900	900	900	900
シイタケ廃菌床抽出物	0	10	50	100
蒸留水	100	90	50	0
2回目試験 餌料配合	試験区			
	対照区	濃縮抽出物5%区	濃縮抽出物10%区	ビタミンE区
基本餌料	900	900	900	900
真空凍結乾燥シイタケ廃菌床抽出物	0	50	100	0
ビタミンE	0	0	0	10
なたね油	0	0	0	10
蒸留水	100	50	0	80

### 品質評価試験

#### 1) 血合肉試料の調製

投与が終了した翌日に生簀から取り上げ、断頭即殺、脱血、脊髓破壊を施し、直ちに氷水にて冷却した。その後速やかに実験室に運搬して魚体の前処理を行ない、採取したフィレ肉から切り出した血合肉をマルチカッターにて2.5mm厚にスライスした。これを5℃に設定した低温実験室内にて空気に暴露しながら保存し、取り上げ日から7日間色調の変化および吸光度の測定に供した。

※東京海洋大学

## 2) 色調

1 試験区あたり 3 個体の供試魚からそれぞれ血合肉のスライスを 7 枚ずつ採取し、ミノルタ製ポータブル色差計 CR-300A を用いて各スライスの  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  値を 3 回ずつ測定した。

## 3) メト化率

ミオグロビンのメト化率の上昇に伴い低下することが報告されており<sup>2)</sup>、その指標として用いられている吸光度比 (540nm/503nm) について、1 試験区あたり 3 個体の血合肉を 1g 採取し、冷却したりん酸緩衝液 (pH6.5) を加え破碎したものを 3,000rpm で 5 分間遠心分離し、上清を 0.22  $\mu$ m メンブランフィルターでろ過し得られた抽出液の吸光度を島津製作所製 UV-1650PC を用いて計測した。

## 結 果

### 1) 色調の変化

$L^*$  値：いずれの試験においても保存日数の経過に伴い  $L^*$  値は上昇した。また、試験区による差は認められなかった。

$a^*$  値：いずれの試験においても保存日数の経過に伴い  $a^*$  値は低下した。2 回目試験の投与期間 6 日間ではビタミン E 区で、投与期間 15 日間では濃縮抽出物 5%、10% 区およびビタミン E 区で  $a^*$  値の低下遅延が認められた。

0 日目の数値のおよそ半分の値である 15 を下回る日数を  $a^*$  値低下の目安とした場合、2 回目試験の各試験区で  $a^*$  値の平均値が 15 を下回った日数は、投与期間 6 日間では対照区および濃縮抽出物 5% 区が 3 日目、濃縮抽出物 10% 区が 2 日目であり、ビタミン E 区が 4 日目であった。一方投与期間 15 日間では対照区が 2 日目、濃縮抽出物 5%、10% 区が 3 日目、ビタミン E 区が 4 日目であり、いずれにおいてもビタミン E 区で最も遅かった (図 1)。

$b^*$  値：いずれの試験においても保存日数の経過に伴い  $b^*$  値は上昇した。また 1 回目試験および 2 回目試験の投与期間 15 日間において、濃縮抽出物区およびビタミン E 区で上昇の遅延が認められた。なお 2 回目試験のほうがいずれの試験区も全般的に数値が高かった (図 2)。

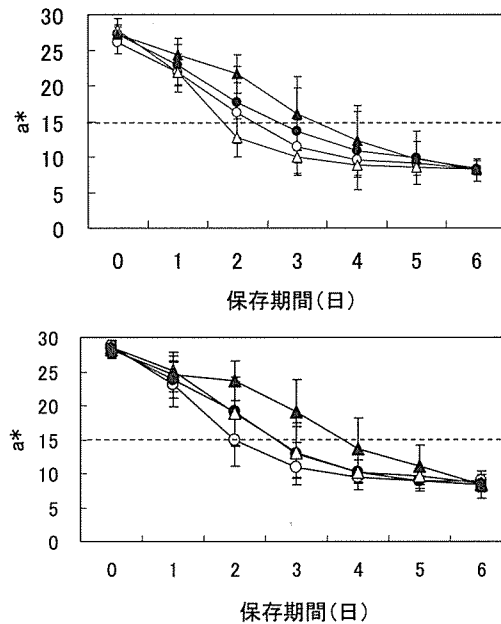


図 1 各種餌料を投与した養殖ブリ血合肉の 5°C 保存中における  $a^*$  値の変化  
上：2 回目試験の投与期間 6 日間，下：2 回目試験の投与期間 15 日間 (—○—対照区，—●—濃縮抽出物 5% 区，—△—濃縮抽出物 10% 区，—▲—ビタミン E 区)

### 2) メト化率

吸光度比 (540nm/503nm) は保存日数の経過に伴い低下した (メト化率は上昇した)。1 回目試験では各試験区間での差は認められなかったが、2 回目試験ではビタミン E 区でメト化進行の遅延が認められた (図 3)。

## ま と め

- 1) 養殖ブリ保存中における血合肉褐変の進行により色調は  $L^*$  値および  $b^*$  値が上昇し、 $a^*$  値が低下することが明らかになった。
- 2) ビタミン E および濃縮抽出物の 15 日間の投与により血合肉保存中の  $a^*$  値の低下および  $b^*$  値の上昇を抑制する効果が確認され、ビタミン E が最も高い効果を示した。

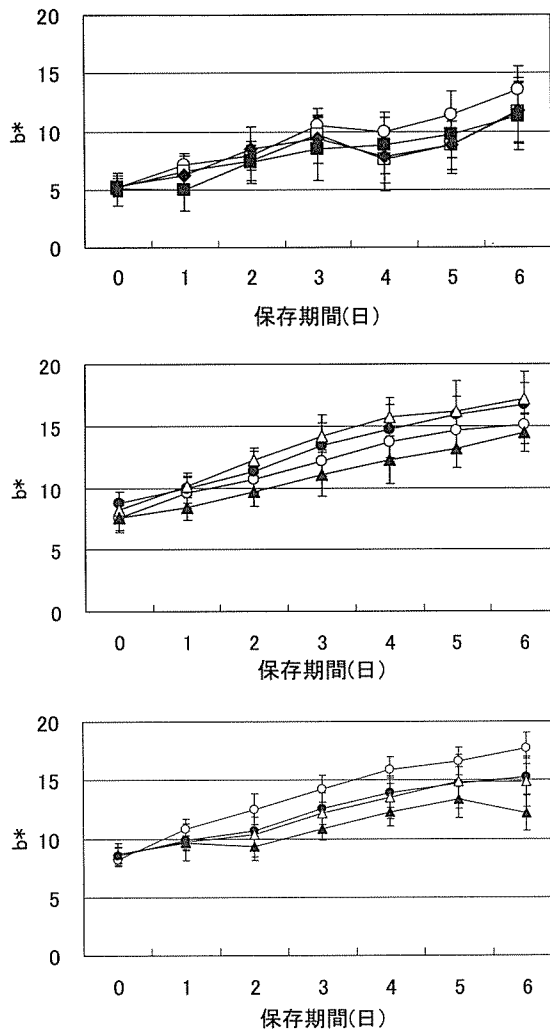


図2 各種餌料を投与した養殖ブリ血合肉の5°C保存中におけるb\*値の変化  
 上：1回目試験（○—対照区，●—抽出物1%区，△—抽出物5%区，▲—抽出物10%区），中：2回目試験の投与期間6日間，下：2回目試験の投与期間15日間（○—対照区，●—濃縮抽出物5%区，△—濃縮抽出物10%区，▲—ビタミンE区）

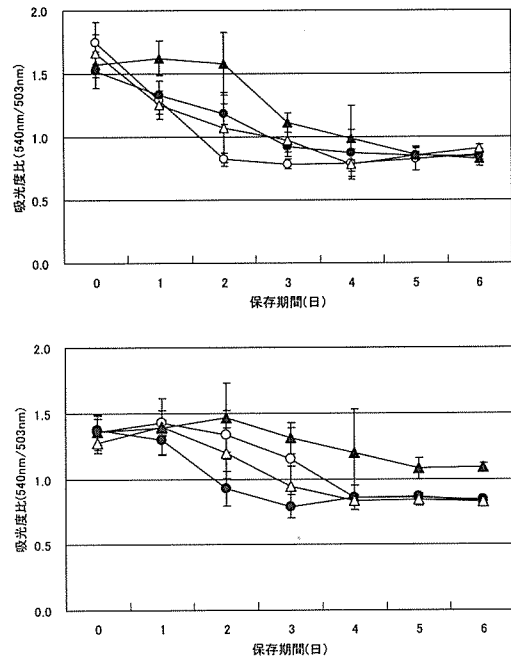


図3 各種餌料を投与した養殖ブリ血合肉の5°C保存中における吸光度比（540nm/503nm）の変化  
 上：2回目試験の投与期間6日間，下：2回目試験の投与期間15日間（○—対照区，●—濃縮抽出物5%区，△—濃縮抽出物10%区，▲—ビタミンE区）

### 文 献

- 1) 岡本昭・橘勝康・新井博文：平成19年度長崎県総合水産試験場事業報告，長崎県総合水産試験場，長崎，2008，189-192
- 2) 尾藤方通：メトミオグロビンの測定，主としてマグロ肉について，水産生物化学・食品学実験書（斎籐恒行・内山均・梅本滋・河端俊治編），恒星社厚生閣，東京，1974，275-280

（担当：山道）

## 9. 近海カツオ釣り一本釣り漁業における漁獲物の品質に関する研究

岡本 昭・岡崎恵美子（総合水産試験場）・佐谷 守朗・山下 秀幸・佐久間秀行  
笹尾 信（独立行政法人水産総合研究センター開発調査センター）  
橘 勝康（長崎大学水産学部）

九州西方海域における一本釣りカツオ漁業について、船体の小型化や乗組員数の削減等により経費を削減するとともに、小型化した船舶に適した鮮度向上による付加価値向上を図ることにより、コストに見合った収入を確保し、当該システムが採算のとれる漁業者に魅力ある新たな操業システムを開発する。

このため漁獲物の保冷貯蔵には、海水殺菌装置を導入して殺菌冷海水を使用し、従来の通常の冷海水による製品と差別化を図る。以上により、高鮮度の高品質製品を製造し、単価の向上を目指す。

本研究は独立行政法人水産総合研究センター開発調査センターおよび長崎大学水産学部との共同研究で実施し、このうち当機関はカツオの細菌検査を担当した。近海カツオ一本釣り漁船に設置された殺菌冷海水および漁獲されたカツオ魚体の細菌数、大腸菌数、大腸菌群数およびピブリオ生菌数について調査したので報告する。

### 方 法

調査は第1回6月28～29日、第2回7月26～28日、第3回10月5～6日の3回行った。

**第1回調査** 次の項目における滅菌冷却海水を、それぞれ①カツオを入れる前に、②カツオを出して氷蔵した後、③カツオを出してその後に入れた滅菌冷却海水を採取した。採集は長崎魚市場水揚げされた当日の朝に実施し、採取ビンに入れた後、直ちに長崎県総合水産試験場に持ち込み、検査に供した。

**第2回調査** 7月26～28日に下記5箇所て採水した海水の一般生菌数、大腸菌、大腸菌群を測定した。

①生海水②調合水③入れ替え前の冷却水④水揚げ時の冷却水（初日漁獲分）⑤水揚げ時の冷却水（2日目漁獲分）

**第3回調査** 10月5～6日にカツオの魚体表面および採水した海水の一般生菌数、大腸菌、大腸菌群お

よびピブリオを測定した。カツオの魚体表面については10月5,6日の両日、水槽中のカツオ6尾について、体表面をふき取り、g単位での菌数として実施した。また、冷却水について次の3点および別の2つの水槽（S1,S3）で冷却海水を採取した。A1；漁獲物投入前の海水、A2；冷却水入れ替え時、A3；水揚げ時。

**計測方法** 一般生菌数は、ニッスイ TC 培地に接種後、 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ 、48 時間培養後に、大腸菌、大腸菌群は、ニッスイ EC 培地に接種後、 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ 、24 時間培養後に、ピブリオはニッスイ EC 培地に接種後、 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ 、20 時間培養後、発育した集落を計測した。

### 結 果

**第1回調査** 調査結果を表1に示す。一般生菌数はカツオを入れる前であっても、冷却海水中にも  $4.96 \times 10^4/\text{g}$  認められた。カツオを出した後でもオーダーは変わらず、今回はカツオを水揚げ後、再度入れた滅菌冷却海水のほうが  $5.67 \times 10^3/\text{g}$  と低かった。

**第2回調査** 調査結果を表2に示す。生海水、調合水からは一般生菌数はそれぞれ  $< 20/\text{g}$ 、 $< 100/\text{g}$  と少ない。しかし、当初の冷却水は、入れ替え前の冷却水、初日の水揚げ時の冷却水、翌日の水揚げ時の冷却水についてそれぞれgあたり  $1.35 \times 10^4$ 、 $2.21 \times 10^4$ 、 $2.07 \times 10^3$  であった。

**第3回調査** 第3回目についてもgあたり一般生菌数は  $10^4$  オーダーである。大腸菌も  $10^2$  オーダーを認めた。カツオの表面についても海水と同様の結果となった。

（担当：岡本）

表1 第1回調査結果 (個 / g)

	水槽から採 集；カツオを 入れる前	カツオを出し て氷蔵した後	カツオを出し てその後に入 れた滅菌冷却 海水
生菌数	$4.96 \times 10^4$	$5.83 \times 10^4$	$5.67 \times 10^3$
大腸菌群	< 50	$5.40 \times 10^3$	< 10

表2 第2回調査結果 (個 / g)

	①生海水	②調合水	③入れ替え 前の冷却水	④水揚げ時 の冷却水 (初 日漁獲分)	⑤水揚げ時 の冷却水 (2 日目漁獲分)
生菌数	< 20	< 100	$1.35 \times 10^4$	$2.21 \times 10^4$	$2.07 \times 10^3$
大腸菌	—	—	< 10	< 10	< 10
大腸菌群	—	—	< 100	$5.90 \times 10^2$	$1.05 \times 10^2$

— ; N.D.

表3 第3回調査結果 (個 / g)

	2009/10/5 水揚げ	2009/10/6 水揚げ	A 1	A 2	A 3	S1	S3
生菌数	$1.63 \times 10^4$	$2.33 \times 10^4$	$1.24 \times 10^5$	$1.35 \times 10^4$	$2.90 \times 10^4$	$3.20 \times 10^4$	$2.00 \times 10^3$
大腸菌数	$3.96 \times 10^2$	< 50	—	< 10	< 50	< 10	< 50
大腸菌群数	$4.35 \times 10^2$	$3.06 \times 10^2$	$1.20 \times 10^2$	< 10	$2.00 \times 10^2$	< 10	< 50
ビブリオ	< 10	—	—	< 50	< 10	< 50	< 50

A1 ; 漁獲物投入前の海水、A2 ; 冷却水入れ替え時、A3 ; 水揚げ時。また、別の2つの水槽 (S1,S3) で冷却海水を採取した。— ; N.D.