

研 究 分 野	5 いわてブランドの確立を支援する水産加工技術の開発	部 名	利用加工部
研 究 課 題 名	(1) 加工技術の開発に関する研究 ① 通電加熱技術などによる新たな製造技術の開発		
予 算 区 分	県単（水産物産地強化促進事業）		
試験研究実施年度・研究期間	令和元年度～令和4年度		
担 当	（主）上田 智広、（副）藤嶋 敦		
協 力 ・ 分 担 関 係	株式会社フロンティアエンジニアリング		

### <目的>

通電加熱は食材に電気を流すと発生する抵抗熱を用いた加熱法である。この技術は、加熱温度の制御が容易であり、食品を均一に加熱できる。食材による加熱温度をある範囲に制御すると、食材の熱変性を抑制しつつ殺菌や酵素失活ができるため、生鮮品である冷凍ウニ製造やイクラの硬化防止の技術開発を推進してきた。今年度は、通電加熱して前処理後、凍結 - 解凍したときのウニの身崩れ防止効果について、通電加熱後のウニの表面構造を電子顕微鏡により観察し関連性を調べた。また、新たな課題として、ツノナシオキアミ中のチロシナーゼ活性制御による黒化防止、サバの寄生虫（アニサキス）に対する通電加熱の効果を検証した。

### <試験研究方法>

#### 1 通電加熱したウニ表面の構造変化

キタムラサキウニを 50～70℃、1 分間通電加熱処理したものを観察した。標本はグルタルアルデヒド・オスミニウム酸で二重固定し、エタノール及びブタノールで脱水後、更に凍結乾燥、オスミニウム蒸着を行い調製した。これを走査型電子顕微鏡（SEM）により観察した。

#### 2 ツノナシオキアミの変色防止の検討

冷凍ツノナシオキアミ（ブロック）を解凍後、同量の3%食塩水とともに、フードカッターを用いてホモジナイズし、ペースト化した。このペースト 300 g を10 cm角アクリル製通電加熱用水槽に入れて、35℃から 70℃の範囲で5℃間隔に設定した温度に到達後、1分間その温度を保持した。加熱したペーストは遠沈管に入れて速やかに冷却後、8,000 rpm 20分間遠心分離を行った。得られた沈査は遠沈管のまま、1週間冷蔵保管し色調の変化を観察した。また、上澄はアセトンを加えて得られた沈殿を試料として、L-チロシンを基質として、大場（1974）の方法に準じてチロシナーゼ活性を測定した。

#### 3 サバ寄生虫（アニサキス）の不活化の検討

マサバから採集したアニサキス数匹を生理食塩水とともに10 cm角アクリル製通電加熱用水槽に入れて、電圧を20 Vに設定（電流 1.14～1.24 A）し、30秒保持した。さらに、40 Vに設定（1.2～1.5 A）し30秒保持した。その間、水温は24.3～25.5℃の範囲にあった。その後、電圧を100 Vに設定し、温度25.5℃から55.4℃まで約2分間で昇温させた。通電加熱の操作中、寄生虫が死滅したと判断されるポイントを把握した。

### <結果の概要・要約>

#### 1 通電加熱したウニ表面の構造変化

図1に通電加熱後のウニの表面構造を示した。生殖小囊の表面を覆う膜が損傷すると、その下部に充満する生殖細胞（卵や精巣）が観察され、生殖小囊外への内容物の漏出が認められた。50℃～70℃での通電処理範囲では、高温のほうが膜表面の損傷が少ない印象を受けたが、タンパク質分解酵素等が作用する温度帯と関連する可能性が考えられた。

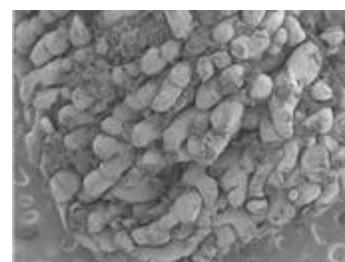


図1 通電加熱したウニの電子顕微鏡像 (SEM)

## 2 ツノナシオキアミの変色防止の検討

処理温度を35～65℃で通電加熱後1週間冷蔵保管したとき、黒変はペーストの表面から進み、45～50℃で加熱したとき最も変色した。さらに、65℃以上に加熱が進むと変色は抑制された(図2下段)。一方、黒変の原因とされるチロシナーゼ活性を調べると、50～55℃をピークとした活性を示し(図3)、黒変が最も進んだ範囲と多少の違いが認められた。また70℃でも見かけ上活性を示し、未加熱と比べても明らかに高い活性を示した。この理由には、加熱の影響を調べるため行った加熱処理中の酵素反応が影響していると考えられる。すなわち、粗酵素として調製した遠心分離後の上清には酵素以外に基質も含むため、設定温度に到達する間に酵素反応物が生成した可能性が考えられる。これは、図2上段に示した加熱温度によるペーストの色調の違いからも推定される。このように黒変は急速に進むことが考えられ、その防止には短時間で高温域まで品温を到達するよう通電条件を設定することが重要と考えられる。また、現場では大量処理する必要があるが、リング電極を等間隔に配置したパイプ式通電加熱装置による連続処理方法に期待が持てる。

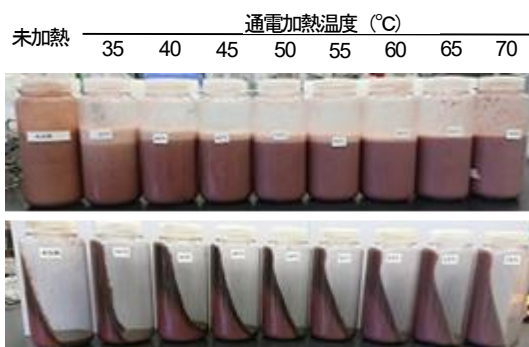


図2 ツノナシオキアミ保存中の変色の様子  
(上：通電加熱直後，下：通電加熱→4℃, 1週間保存)

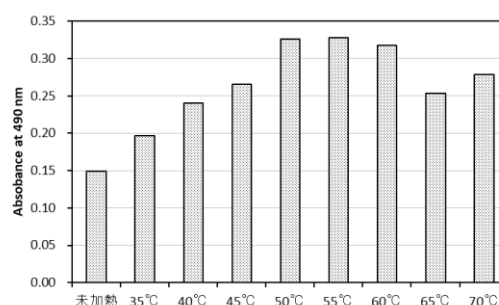


図3 ツノナシオキアミを通電加熱したときのチロシナーゼ活性

## 3 サバ寄生虫(アニサキス)の不活化の検討

電圧 20 V、40 Vでは、アニサキスに斃死が見られなかった。そこで、電圧 100 Vで昇温させて観察したところ、当初多くの個体が渦巻状になっていたものが、温度上昇とともに虫体をくねらす動きが見られた。その後、52℃付近に到達すると、形状が伸展し動きが無くなったことから、斃死したものと判断した。なお、52℃のとき電圧100 V、電流4.2 Aを示していた。観察の様子から、アニサキスの斃死は温度に大きく影響されると思われる。50℃付近の加熱処理は同時に魚、特にサバの身質において品質低下のリスクが高く、本技術を用いて鮮魚中のアニサキスを不活化するためには、さらなる技術的工夫が必要と考えられる。

### <今後の問題点>

- 1 通電加熱技術については、未だ一般的でなく、技術普及を図りながら導入を推進する必要がある。
- 2 今年度、イクラの通電加熱技術を県内水産加工業者に普及するため、公開試験を試みたが、不漁により卵が十分確保できず、少量のイクラによる圧送用ポンプによる連続式システムの稼働確認に留まった。

### <次年度の具体的計画>

- 1 冷凍ウニ製造技術の開発  
凍結ウニから派生する加工素材の開発
- 2 イクラ製造技術の開発  
県内水産加工業者等への技術普及と連続式通電加熱処理システムの更なる改善・改良

### <結果の発表・活用状況等>

#### 1 研究論文・報告書等

岡崎、上田、吉岡、福島、星野 東北被災地域における通電加熱を利用した高付加価値水産加工品の開発、JATAFFジャーナル8(2)(R2.2)。