

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) 高次加工を目指した加工技術開発に関する研究 ① 通電加熱技術等による省エネ・省力化型加工製造技術開発及び実証研究		
予 算 区 分	国庫 (先端技術展開事業費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 24 年度～平成 30 年度		
担 当	(主) 上田 智広、(副) 藤嶋 敦		
協 力 ・ 分 担 関 係	国立大学法人 東京海洋大学、国立研究開発法人 水産研究・教育機構、株式会社フロンティアエンジニアリング、北海道工業技術センター、学校法人 日本大学		

### <目的>

通電加熱装置は精密な温度制御が可能で加工品の品質向上に期待が持てるとともに、生産ラインのシステム化により大量生産にも対応ができる装置である。本研究では冷凍ウニやイクラ等の生食用加工品の製造工程に通電加熱技術を組み入れた生産システムを開発することを目的とする。

### <試験研究方法>

#### 1 冷凍ウニ製造技術の開発

冷凍ウニの製造技術の有効性を、生産現場で実証するため、平成27年度に県内の水産加工業者 1 社にバッチ式通電加熱生産機を導入した。業者による試験製造に合わせてのセンターでは試作品の品質確認を行った。

##### (1) 解凍時の身崩れの防止

加工場に合わせた生産能力を拡大 (処理容量 1 リットル→10リットル) したため、品質安定化のために工程を改良し、身崩れの状況から品質を評価した。

##### ア 従来法

ウニ→殻割→むき身→通電加熱 (初期温度12℃から70℃まで攪拌加熱, むき身: 2%食塩水, 1:5) →液切り (2～3時間) →トレー詰め→真空包装→エアブラスト凍結 (-30℃, 25分) →保管(-30℃)

##### イ 改良法

ウニ→殻割→むき身→通電加熱 (初期温度70℃で2分間保持、攪拌加熱, むき身: 2%食塩水, 1:5) →液切り (2～3時間) →トレー詰め→真空包装→ブライン凍結 (-30℃, 25分) →保管(-30℃)

##### ※ 主な改良点は次のとおりである

①加熱工程: 食塩水を低い温度から設定温度に昇温→食塩水を予め設定温度に昇温しウニを投入

②凍結工程: エアブラスト凍結→ブライン凍結

##### (2) 冷凍ウニの成分分析と貯蔵性

この通電加熱試作品と市販製品 (脱水処理し冷凍耐性を持たせた製品で塩ウニに近い凍結製品) の一般成分と塩分を測定した。また両製品を10℃で3日貯蔵したウニの生菌数を測定した。

#### 2 イクラ製造技術の開発

##### (1) イクラの塩漬時間

平成28年度に通電処理した卵は塩分の浸透が早いことが確認されたため、塩漬中の卵を経時的にサンプリングして、その塩分を測定した。

##### (2) 連続式通電加熱処理システムの開発

平成28年度にバッチ式イクラの生産機 (生産能力:100kg/h) を導入したが、さらに生産効率の向上を図

るため、パイプ式リング電極加熱ユニットを用いた連続式イクラ処理システムを検討した。また、このシステムで加熱した卵と通常の加熱していない卵から調製したイクラの破断強度を比較し、加熱による硬化抑制を検証した。

<結果の概要・要約>

1 冷凍ウニ製造技術の開発

(1) 解凍時の身崩れ防止

従来法と改良法で調製して得られた試作品を図1に示した。



図1 冷凍ウニの解凍後の比較（左，従来法；右，改良法）

冷却方式をブライン凍結に変えたことにより解凍時の身崩れが改良された。図2にはウニを各凍結方法で凍結したときの品温の変化を示した。冷凍時、最大氷結晶生成帯（-1℃~-5℃）と呼ばれる、固相から液相に相転移が起こる際の品温の冷却速度が遅くなる温度範囲を通過する時間が長い場合、細胞内の氷結晶の成長が促進され、細胞を破壊して食品の品質にダメージを与えると考えられている。-30℃のブライン凍結は、同じ温度のエアブラスト凍結に比べて氷結晶生成帯の通過時間が1/4に短縮されており、氷結晶の生成が抑制され身崩れ防止に効果を示したものと考えられる。

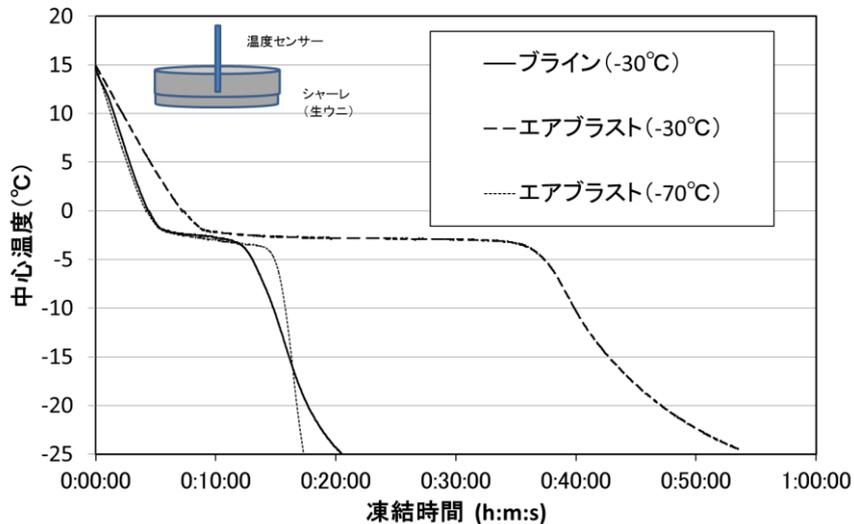


図2 各種凍結法により、ウニを凍結させたときの品温の変化

(2) 通電加熱による冷凍ウニの栄養評価と貯蔵性

表1には冷凍生ウニ製品（市販製品）と通電加熱処理冷凍ウニ製品（通電加熱試作品）との性状を示した。市販製品と比較して、通電加熱試作品は3%程度水分が高かった。市販製品が凍結に耐えるように十分な脱水を行っているためと考える。通電加熱試作品は粗タンパク質は3%低かったが、脱水に関連した

ものとする。また塩分は通電加熱試作品が少し高かったが、2%の食塩水に浸漬して通電加熱処理したことが影響していると考えられる。一般生菌数は通電加熱処理により検査法の検出限界以下となり、市販製品と比べても貯蔵性が向上していた。

表1 市販製品と通電加熱試作品の分析結果

検体数	一般生菌数 (cfu/g)	一般成分 (%)				塩分 (%)
		水分	粗タンパク質	粗脂肪	灰分	
市販製品	$1.7 \times 10^3$	71.7	17.8	3.8	1.8	0.3
通電加熱試作品	<200	75.4	14.9	3.9	1.9	0.6

## 2 イクラ製造技術の開発

### (1) イクラの塩漬時間

通電加熱処理した卵の塩漬工程中の塩分の変化を図3に示した。市販製品の塩分は2%前後であり、8分間程度の塩漬時間が一般的である。それに対して実験で通電処理せず調製したイクラは当初予想したよりも塩分が低めに推移している。これは塩漬水から取り上げた後、塩分がそれ以上卵に浸透しないように卵表面の付着液を直ちにふき取ったことによるものと思われる。一方、通電加熱処理したイクラは付着液をふき取っているにもかかわらず、8分の塩漬により3%近い塩分量となり、市販製品よりもかなり塩分量が高くなった。通電加熱処理でイクラを製造する場合は、適度な塩分量となるように塩漬時間を短縮することが必要である。

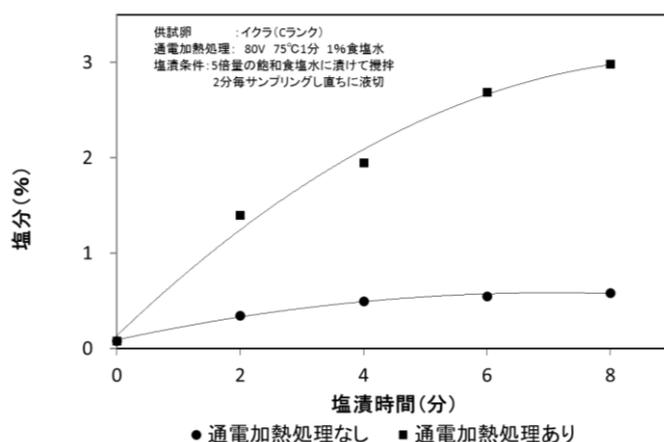


図3 卵の塩漬中の塩分の変化

### (2) 連続式通電加熱処理システムの開発

卵を食塩水とともにパイプ内に圧送すると、移送物の温度変動が繰り返り起こり制御不能となった。ポンプや配管内で卵が潰れて、その程度によって導電率が変化することや定量的に卵を移送出来なかったことが原因と考えられた。そこで、食品移送用ポンプにピストンポンプを使って試験したところ、温度制御が可能となり、イクラを専門に扱う生産規模が大きい企業においても十分対応できる生産システム（生産能力概算160~400kg/h）を開発できた（図4）。なお、本ユニットを用いて通電加熱し得られたイクラ試作品の硬化抑制効果を図5に示した。通電加熱処理しない卵は分析時まで時間が経過したため、調味液に浸漬する前の原料卵の状態ですでに少し硬化が進んでいた。この卵は調味後にさらに硬くなった。一方、通電加熱処理したイクラは加熱時から硬化していないため、破断強度は低く、調味後も低い状態を維持していた。

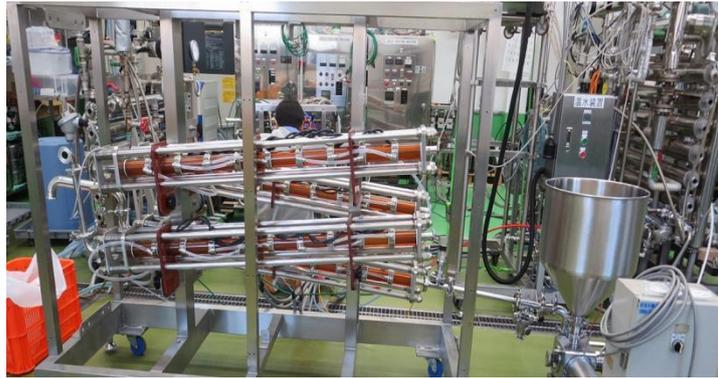


図4 イクラの連続式通電加熱システム

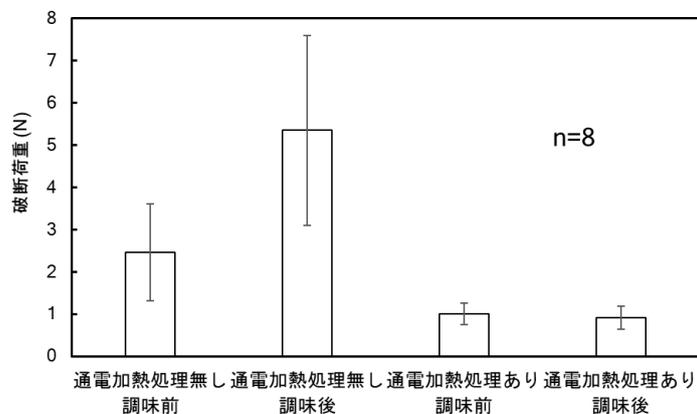


図5 連続式通電加熱処理によるイクラの硬化抑制効果

#### <今後の問題点>

##### 1 冷凍ウニ製造技術の開発

ウニは成熟度の進行や鮮度の低下により、冷凍前に身崩れが起こってしまうことがあり、その状態のウニを凍結しても良い品質の凍結ウニにはならない。このようなウニでも身崩れしない冷凍技術の開発が必要である。

##### 2 イクラ製造技術の開発

加熱する際の温度等による性状変化の把握が必要である。

#### <次年度の具体的計画>

##### 1 冷凍ウニ製造技術の開発

成熟の進んだウニの冷凍条件等と品質の関係について検討する。

##### 2 通電加熱を用いたイクラ製造技術開発

県内の水産加工業者等に技術の普及を図るとともに、イクラの品質をさらに向上させるため、連続方式による最適な加工条件を検討する。

#### <結果の発表・活用状況等>

上田 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「地域資源を活用した省エネ・省コスト・高付加価値型の水産業・水産加工業の実用化・実証研究」研究成果報告書