

藻場食害対策としての持続可能なウニ養殖技術の開発（第2報）

Development of sustainable sea urchin aquaculture technology as a measure against seaweed bed damage

(Second Report)

ウニ生殖腺の新規冷凍保管に向けた身溶け抑制試験と味への影響評価

Techniques for preventing meat degradation and evaluating the effect of the new frozen storage method on the taste of
sea urchin gonads

仁木大輔・長崎稔拓・加藤愛

Daisuke Niki, Toshihiro Nagasaki, Ai Kato

食品開発研究所 食品加工グループ

鳥取県では、ムラサキウニの異常繁殖に伴う藻場の衰退に対応するため、令和4年度より「ウニ駆除・養殖による藻場再生プロジェクト」が実施され、駆除されたウニの地域資源化に向けた技術開発が進められている。ウニの生殖腺は形状が崩れて液状化する「身溶け」が発生しやすく、特に冷凍・解凍後は顕著に起きるため、品質の低下や流通上の課題となっている。従来、ミョウバン処理や湯引き、アルコール処理などの方法で身溶けを抑制しているが、現場では加熱や有機溶媒を使用しない方法が求められている。本研究では、生殖腺の冷凍保管技術の改良を目的とし、様々な処理液の浸漬による身溶け抑制効果を検討した。その結果、酸性溶液に短時間処理した試験区において、風味への影響を抑えつつ、身溶けを抑制できる可能性が示された。本成果は、ウニの冷凍保存技術に関する新たな可能性を示すものである。

In Tottori Prefecture, the “Sea Urchin Culling and Aquaculture-based Seaweed Bed Restoration Project” has been implemented since fiscal year 2022 to address the decline of seaweed beds caused by the abnormally massive reproduction of purple sea urchins. Technology is being developed to utilize the eradicated sea urchins as a regional resource. However, sea urchin gonads are prone to “meat breakdown,” which causes them to lose their shape and become liquid-like, particularly after freezing and thawing. This leads to quality degradation and distribution challenges. Conventional methods, such as alum, boiling, and alcohol treatments, have been used to suppress meat breakdown. However, on-site operations require methods that do not involve heating or the use of organic solvents. This study aimed to improve frozen storage technology for gonads and evaluate the effectiveness of various treatment solutions in inhibiting meat breakdown. The results indicated that the impact on flavor could be suppressed, and meat breakdown was inhibited in test areas treated with an acidic solution for a short period of time. These findings suggest new application possibilities for sea urchins stored using the improved frozen storage technology.

1 はじめに

全国的に発生しているムラサキウニの藻類食害は、鳥取県においても確認されており、令和4年度から「ウニ駆除・養殖による鳥取の豊かな藻場再生プロジェクト」に取り組んでいる。これまで、駆除したウニの養殖に適した給餌方法を検討し、昆布を味の調整として活用出来る可能性を見出した¹⁾。本プロジェクトでは給餌方法の検討とは別に、ウニの新規冷凍保管技術の

開発にも取り組んでいる。

生ウニを冷凍保管すると、解凍の際に表層膜が破れ、内容物が出てしまう“身溶け”が発生するが（図1）、身溶けを起こすと商品価値が下がることから、流通上の課題となっている²⁾。近年では、電磁波解凍装置を使用することで身溶けの進行を遅らせることが出来ると報告されているが³⁾、身溶けを完全に抑制出来る訳ではなく、さらに特殊な装置の導入も必要であることか

ら未だ実現には至っていない。また、身溶けを抑制するため一般的にはミョウバン処理、湯引き、高濃度のアルコール処理などの方法が採られている⁴⁾が、漁業関係者からは熱やアルコールに頼らない方法が求められている。そこで本研究では、新規の冷凍保管技術開発の要望を受け、様々な処理溶液を使い、身溶けの抑制効果を調べた。

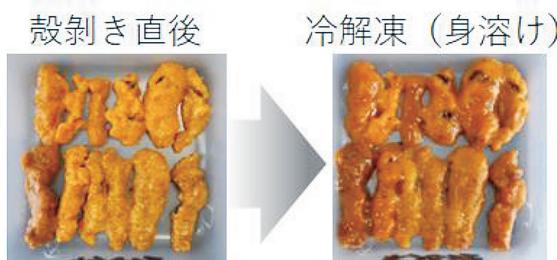


図1 ウニの身溶け

2 実験方法

2.1 ウニの身溶け抑制試験

本試験に用いたムラサキウニは、鳥取県漁業協同組合協力のもと鳥取県沿岸にて採捕され、漁港内にて維持管理されていたものを受け取り、鳥取県産業技術センター・食品開発研究所にてエアレーションを行いながら、5°Cの冷蔵室内で翌日まで活かした状態で保管し、生うにパックリ（東京電子工業(株)製）を用いて1個体ずつ身出した。身出したウニ生殖腺は保冷材で冷却した人工海水（海水の素ドライタイプ、ジェックス(株)）にまとめて浸漬し混合した。

冷凍保存試験は、生ウニを表1及び表2に示す各種溶液で浸漬させた後、生殖腺をプラスチックトレーに置き、ナイロン袋へ入れて、-40°Cで冷凍保管した。評価時はナイロン袋ごと流水解凍を行い、解凍後のウニの状態を目視で確認して比較した。

表1 各処理溶液によるウニの身溶け抑制試験

NO.	処理溶液	浸漬時間
1	未処理	—
2	0.3% (+)-カテキン水和物溶液	20分
3	0.3% 緑茶由来カテキン混合物溶液	20分
4	1% タンニン酸溶液	20分
5	1% キトサン溶液+乳酸	20分
6	10% クエン酸溶液	20分
7	10% 乳酸溶液	20分
8	10% 炭酸カリウム溶液	20分
9	1% 水酸化カルシウム溶液	20分
10	10% ε-ポリリジン溶液	20分
11	10% ブルラン溶液	20分
12	1% カルボキシメチルセルロース溶液	20分

表2 酸類によるウニの身溶け抑制試験

NO.	処理溶液	浸漬時間
1	未処理	—
2	2% クエン酸溶液 (pH 2.0)	5秒
3	2% クエン酸溶液 (pH 2.0)	20分
4	10% クエン酸溶液 (pH 1.5)	5秒
5	10% クエン酸溶液 (pH 1.5)	20分
6	炭酸水 (pH 4.5)	20分

2.2 ウニの味の分析

味の分析は、味覚センサーTS-5000Z（インテリジェントセンサー・テクノロジー社製）により実施した。分析用のウニは処理区ごとに約10g分のウニ生殖腺を混合して用いるため、生殖腺を水切りネットで裏漉して、十分均質化したペーストを用いた。測定溶液の調製は、まず均質化した各ウニ試料を秤量して純水で30倍希釈し、ボルテックスミキサーにより十分に攪拌、懸濁させた。この溶液の遠心後の上清を、食品用フィルターで浮遊物を除き、測定まで冷蔵で保管した。

ウニにおける旨味および旨味コクの測定には、さらに希釈した溶液による再測定が必要とされているため、測定用サンプル溶液をさらに純水で5倍希釈し、元のウニに対して150倍希釈となる溶液を調製して測定した。

未処理の試験区を基準として味への影響を調べた。基準であるNo.1：未処理試験区の測定値を0とした際の相対値として表す。使用した味覚センサーでは、食品を口に入れた際に感じられる先味に相当するものと

して、酸味/苦味雜味/渋味刺激/旨味/塩味の5つと、飲み込んだ後にも持続的に感じられる後味に相当するものとして、苦味/渋味/旨味コクの3つの計8項目が測定可能である。また測定値について一般的にサンプル間で1の差があるとその違いが感じられるとされており、味覚が敏感な人では0.5の差でも違いが感知できる場合があるとされている。

3 結果と考察

3.1 各処理溶液によるウニの身溶け抑制試験

表1の各溶液に浸漬処理した解凍後のウニについて、プラスチックトレーに並べた状態の外観を図2に示す。

目視により、No.1：未処理（ネガティブコントロール）区では冷解凍による身溶けの発生が見られ、一方でNo.6：クエン酸溶液、No.7：乳酸溶液では、高い身溶け抑制効果が認められた。これらのことから、酸性溶液への浸漬により、ウニ表面のタンパク質を変性させることで冷解凍による身溶けを抑制できることが分かった。

逆にアルカリ性の溶液であるNo.8：炭酸カリウム溶液、No.9：水酸化カルシウム溶液では著しい身溶けが確認され、浸漬直後から溶液内で溶解が進行している様子が確認された。

また、タンパク質の凝集や表面コーティング、保水性の維持などの効果を期待したNo.2：(+)-カテキン水和物溶液、No.3：緑茶由来カテキン混合物溶液、No.4：タンニン酸溶液、No.5：キトサン(+乳酸)溶液、No.10： ϵ -ポリリジン溶液、No.11：プルラン溶液、No.12：カルボキシメチルセルロース溶液においては、身溶けの発生が確認され、これらの物質には、ウニの身溶け抑制効果はないことが考えられた。

冷解凍後の身溶け抑制効果以外にも、浸漬溶液のpHを変化させることでウニの香りの質や強度が変わっていることが確認された。通常のウニでは香りは殆ど感じられず、わずかに磯の香りを感じる程度であるが、pHを低下させると磯の香りが明らかに強く感じられた。当センター職員数名での確認ではあるが、特に不快に感じる匂いではなく水産食品としての香りが強く

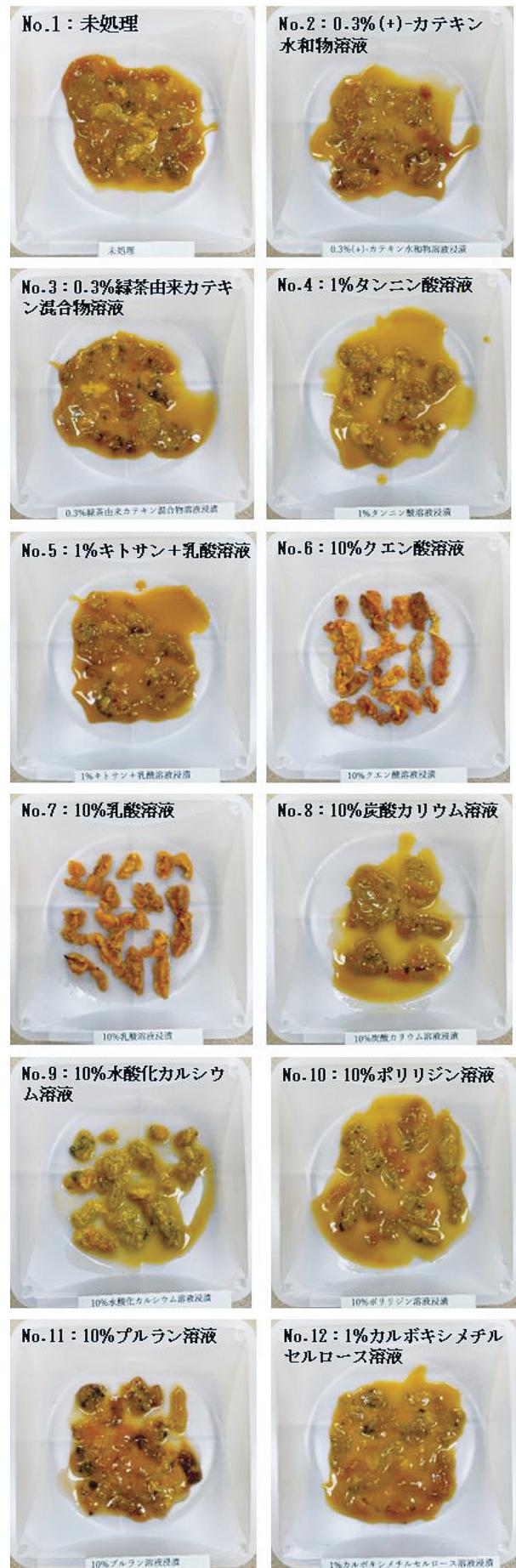


図2 各試験区のウニの身溶けの様子

なっているという感想が聞かれた。

一方で、pHを上げたアルカリ性の溶液に浸漬させたウニについても香りの強度の上昇が確認されたが、強いアミン臭を伴う不快な匂いとなっていた。

これらの結果をもとに、酸類の身溶け抑制効果に焦点を当て、酸類の中で比較的安価なクエン酸及び炭酸水処理時の処理条件、味への影響について検討した。

3.2 酸類によるウニの身溶け抑制試験

クエン酸への20分浸漬によってウニの身溶け抑制効果が示されており、この原理は酸性溶液によるウニ表面のタンパク質の変性と考えられる。

そこで、表面のタンパクのみを変性させるために今までの20分浸漬だけでなく、短時間でのクエン酸処理を試験した。表2の酸溶液で浸漬処理した解凍後の各ウニについて、プラスチックトレーに並べた状態の外観を図3に示す。

目視による観察の結果、No.2~5：クエン酸試験区では身溶けが抑制され、形態が維持されていた。

味覚センサーにより、解凍後のウニの味への影響を調べた結果を表3に示す。No.2~5：クエン酸試験区は酸味の増加及び塩味が低減する傾向を示した。特に、No.2、4の5秒処理試験区はNo.3、5の20分処理試験区と比べて、酸味の著しい増加や1.0以上の旨味減少等を起こさなかった。

各試験区のウニを食味したところ、酸濃度を上げた10%クエン酸処理（No.4、5）や浸漬時間を20分に設定した試験区（No.3、5）では、ウニの先味に酸味を感じ、レモンを食べているように感じた。一方で、No.2の試験区はクエン酸由来の酸味を殆ど感じなかったことから、ウニ本来の味に近い状態を維持しつつ、身溶けを抑制できるといった結果が得られた。

また、No.6：炭酸水試験区（pH4.5）では身溶けが起きていたことから、試験液のpHも重要な身溶け抑制要因であると推測された。

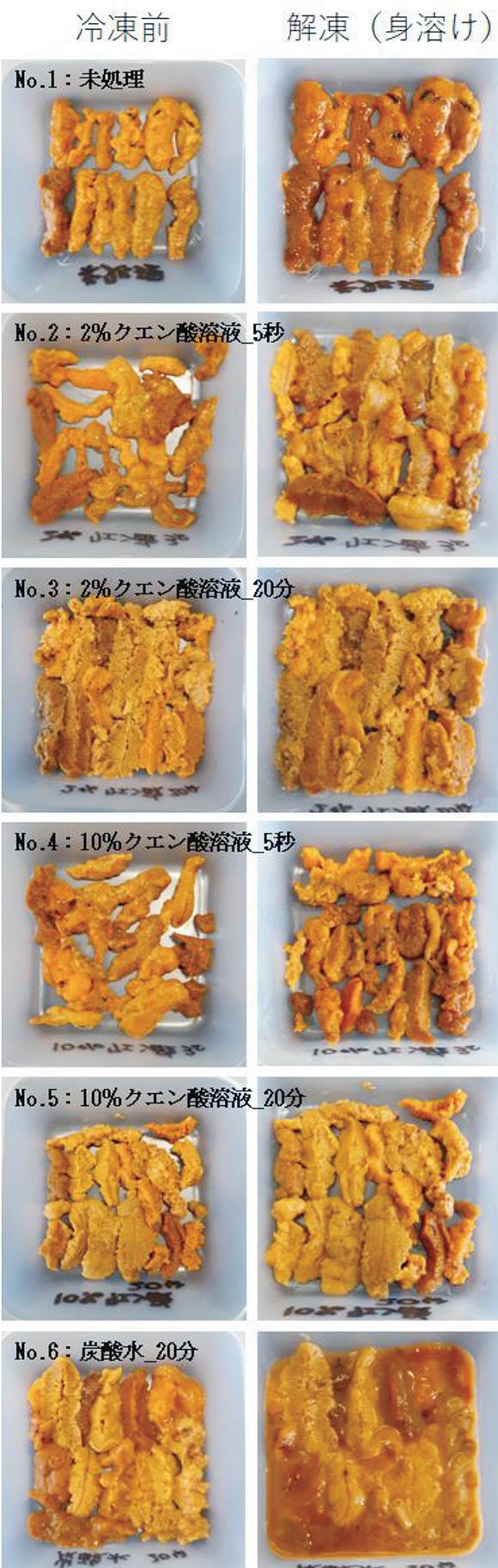


図3 各酸性溶液試験区のウニの身溶けの様子

表3 解凍後のウニの味覚センサー分析結果

No.		酸味	苦味・雜味	渋味刺激	旨味	塩味	苦味	旨味コク
1	未処理	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2%クエン酸_5秒	1.3	0.7	0.7	-0.5	-5.6	0.6	0.0
3	2%クエン酸_20分	9.1	-6.5	0.4	-2.0	-10.0	0.7	-0.2
4	10%クエン酸_5秒	4.7	-0.7	0.2	-0.8	-6.9	1.3	-0.2
5	10%クエン酸_20分	25.2	-11.1	0.9	-5.2	-5.0	0.4	-0.4
6	炭酸水_20分	-2.0	6.5	2.2	-0.5	-8.4	1.0	-0.1

4 おわりに

本研究では、冷凍・解凍により品質が低下しやすいウニの「身溶け」に着目し、酸性溶液による短時間処理がその抑制に有効である可能性を示した。従来の処理法では加熱や有機溶媒の使用が課題となっていたが、今回試験したクエン酸の短時間浸漬法は風味への影響も少なく、現場ニーズに適した技術といえる。今後は処理条件の最適化や他の酸性溶液との比較、官能評価との相関による実用性の検証などが求められている。また、駆除ウニの有効活用により、流通可能な加工としての価値向上が期待されるとともに、藻場再生と地域資源循環の両立を目指した持続可能な取り組みとして発展させていきたい。

謝 辞

本研究は、鳥取県農林水産部水産振興局漁業調整課の委託事業「ウニ駆除・養殖による鳥取の豊かな藻場再生プロジェクト」(令和4年度～6年度)を活用して、鳥取県栽培漁業センター、鳥取県栽培漁業協会、鳥取県漁業協同組合の協力のもと実施した。ここに記して謝意を表す。

文 献

- 仁木ら；藻場食害対策としての持続可能なウニ養殖技術の開発（第1報），鳥取県産業技術センター研究報告, 28, p. 13-18 (2025)
- 篠山茂行；水産物の品質上の問題点, 冷凍食品技術研究所, No.6, p. 18-31 (1987)

3) 成田ら；電磁波解凍による道産冷凍水産物の形態、食感保持の試み, 平成30年度道総研中央水産試験場事業報告書, p. 135-137 (2019)

4) 三上加奈子, 木村稔；ウニ冷凍物及びその製造方法, 特開2020-198843