

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580300

研究課題名(和文) 魚肉タンパク質と魚油の混合利用に関する研究

研究課題名(英文) A study on the mixed use of fish protein and fish oil

研究代表者

岡崎 恵美子 (OKAZAKI, Emiko)

東京海洋大学・海洋科学技術研究科・教授

研究者番号：40371851

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、魚油と魚肉の混合利用における魚油の安定性等について定量的な指標により評価検討し産業へ応用拡大を図るための基礎的情報を得ることを目的とした取り組みを行い、以下の成果を得た。すり身に乳化混合した魚油の凍結解凍時の分離をポリオールが抑制する効果について油球分散を指標として評価し、その有用性を示した。乳化すり身ゲルにおいて、添加する脂質の融点がすり身中の脂質粒子の分布状態や加熱ゲル形成性に影響することを示した。乳化魚油の酸化安定性について、魚油の微粒化が有効であること、真空下で乳化後に空気を混合しても酸化安定性が保持されることを示した。

研究成果の概要(英文)：In this study, fish oil stability in emulsified surimi was assessed by quantitative indices to get the basic information for the application to industry, and the following results were obtained.

i) The preventive effect of sorbitol on the oil separation from frozen/thawed emulsified surimi was shown by the evaluation of oil distribution as an indicator of emulsifying stability.) It was clarified that the melting point of lipids emulsified in surimi influenced on the distribution of oil particle in surimi and its heat-induced gel-forming ability.) Although the oxidation was promoted especially in the case of vigorous mixing under air, the oil mixed with air after emulsifying with surimi under vacuum was rather stable as same as the emulsified oil under vacuum. These results suggested that the levels of emulsification affect the level of oxidation of oil in surimi gel, and that the complete emulsification protects fish oil from oxidation.

研究分野：水産利用

キーワード：魚肉すり身 魚油 微粒化 加熱ゲル形成能 凍結解凍 乳化安定性 酸化安定性 魚肉ソーセージ

1. 研究開始当初の背景

EPA・DHAは、臨床的に予防と治療の効果が確認された数少ない機能成分の一つである。サプリメントが市販されているが、とくに高齢者や病者にとっては食品として口から美味しく摂取することが非常に重要であり、魚油を添加しDHA・EPAを強化した食品の開発が行われてきた。しかし、添加した魚油の分離による原材料の結着性の低下や、酸化による不快臭発生などにより、食品としての嗜好性や保存性の低下を克服する必要があり、加工食品への魚油の利用は限定されていた。

以上の背景から、申請者は、冷凍すり身タイプの加工性・保存性に優れた中間素材(以下、得られた魚肉と魚油の乳化混合物を「乳化すり身」と呼ぶ)の研究の取り組みを行い、これまでに以下の知見を明らかにしてきた。

魚油の微粒化によるすり身の加熱ゲル形成能の向上。高速攪拌、すなわち強い物理的な力で魚油をすり身に混合すると微粒化し、すり身の加熱ゲル形成性に寄与する。乳化魚油によるすり身の加熱ゲル形成能向上。高度に乳化した魚油はすり身の加熱ゲル形成能を阻害せず、むしろ高める効果がある。

高度な魚油の乳化はすり身加熱ゲルの保水性・保油性も高め、凍結貯蔵後もドリップを分離しにくいなどの特徴を付与できる。

魚肉水溶性タンパク質はすり身への魚油の乳化を促進し、乳化可能な魚油量を大幅に増大させることができる。乳化すり身の凍結保存において、乳化安定化のために糖類の添加が有効である。乳化すり身は通常のすり身との混合性が高く、機能性に富む魚油を含む加工品を容易に製造できる。

以上のように、申請者は「乳化すり身」の研究開発の過程で、これまで報告されていない新規な現象を見出したが、魚肉と魚油を混合利用するうえで明らかにすべき点を網羅したのではなく、未だ断片的な情報にとどまっている。また、「乳化すり身」の基本原理は、疎水性と親水性の両方の部分を併せ持つタンパク質自身の乳化剤としての作用に基づくものと推察されるが、上述の研究によって明らかにされた現象を裏づけるメカニズムの解明には至っていない。

2. 研究の目的

本研究では、魚肉と魚油の乳化状態を定量的に評価できる指標の構築、「魚肉と魚油の混合利用」のうえで必要と考えられる各種現象のさらなる解明、ならびに乳化メカニズムの解明を目的とし、産業への応用拡大を図ることを目指すことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 魚肉すり身に乳化混合した魚油の凍結解凍時の分離に及ぼすポリオールの抑制効果の検討

供試試料： スケトウダラ冷凍すり身 (SA

級)を、魚油は精製魚油(TG99%以上)を用いた。魚油分離状況の判定が容易になるよう、魚油には0.3%のOil Red Oを加えて着色した。

魚油と魚肉すり身の乳化混合物の調製： スケトウダラ冷凍すり身に水を加えて所定水分量とし、魚油を少量ずつ加えながら、冷却真空高速攪拌機にて攪拌する操作を繰り返して乳化させた。このすり身乳化物にソルビトール0~15%を粉末状態で所定量加えて良く分散させ、粉末が溶解したことを確認してから再度攪拌した。ソルビトールの添加は、水分調整したすり身に対する重量比を変化させて添加した。このとき、いずれの乳化物においてもタンパク質：水：魚油の比率が一定となるようにした。これをポリ塩化ビニリデンチューブに充填し、所定条件にて凍結保管した。なお、魚肉すり身には製造時に約8%の糖類が含まれていることから、この影響を排除するために、水晒ししたすり身を出発原料とした実験も行った。すなわち、魚肉すり身を5倍量の0.1M NaClで水晒しし、12,000×g, 15minにて遠心分離する操作を3回繰り返して得た沈渣を「水晒し魚肉」とし、これに上記と同様の操作を行ってすり身乳化物を調製し、凍結保管した。

凍結したすり身乳化物の解凍と離油量測定： すり身乳化物を密封状態のまま氷水中で解凍し、魚油分離の有無を目視で観察するとともに、遊離油分を濾紙に吸収させヘキサン抽出し、離油量を求めた。

すり身乳化物の凍結後の性状評価： i)光学顕微鏡による油球観察と油球サイズの粒度分布測定、ii)POV測定による脂質酸化度測定、iii)デュヌイの表面張力計を用いた表面張力測定、iv)コーンプレートを用いた定常流測定による表面張力測定、等によった。

(2) 融点の異なる脂質の乳化がすり身の加熱ゲル形成性・保水性に及ぼす影響の検討
供試試料 スケトウダラ冷凍すり身 (FA級)、添加油として魚油2種(融点0 および27)、パーム油3種(融点13、24、40)を用いた。

乳化すり身加熱ゲルの調製： 解凍したすり身に3%NaClを加えて塩ずり後、各脂質を融解させてから塩ずり身に5%加え、冷却真空高速攪拌機を用いて攪拌し、乳化させた。これをチューブ状に成型し、90 で30分加熱し、加熱ゲルとした。

加熱ゲルの性状測定： レオメーターを用いた物性測定、圧搾ドリップによる保水性測定、光学顕微鏡による油球観察と油球サイズの粒度分布測定を行った。物性ならびに保水性については、0、25、60 の3種の温度帯で測定を行った。

(3) すり身加熱ゲル中の乳化魚油の酸化安定性に関する検討

供試試料： スケトウダラ冷凍すり身 (FA級) を、魚油は精製魚油 (TG99%以上) を用いた。

混合方法の異なる魚油-すり身加熱ゲルの調製： 解凍した冷凍すり身に 2.5%NaCl を加えて塩ずりし、8%の魚油を混合した。魚油の混合は 2 種の異なる攪拌速度 (300rpm、3,000rpm) で行い、油球サイズの異なるすり身乳化物を得た。また、これらをそれぞれ i) 真空下で混合、) 真空中で混合、または) 真空下で混合してから空気を混合の 3 条件で調製した。これらすり身乳化物をチューブに充てんし、レトルト加熱を行ったものを試料 (魚肉ソーセージモデル) とした。

魚肉ソーセージモデルの保管試験と性状評価： 魚油-すり身加熱ゲル 25 および 35 にて 30 日間保存後に脂質を抽出し、脂質酸化を PV ならびに TBARS、脂肪酸組成分析により脂質酸化を評価した。

4. 研究成果

(1) 魚肉すり身に乳化混合した魚油の凍結解凍時の分離に及ぼすポリオールの抑制効果の検討

水晒し魚肉に 25%の魚油を乳化混合し、これに 0~15%のソルビトールを添加したものを -30 で 2 日間凍結し、ソルビトール添加量と解凍後の離油率、ならびに顕微鏡観察による乳化物中の油球の分散状態との関係を調べた。その結果、ソルビトール添加量 5%以下では凍結解凍後に魚油分離が認められたが、10%以上では分離が認められなかった。離油量を測定したところ、魚油分離の認められなかった試料では離油量が 1%未満となり、目視観察による魚油分離の有無を裏付ける結果が得られた。

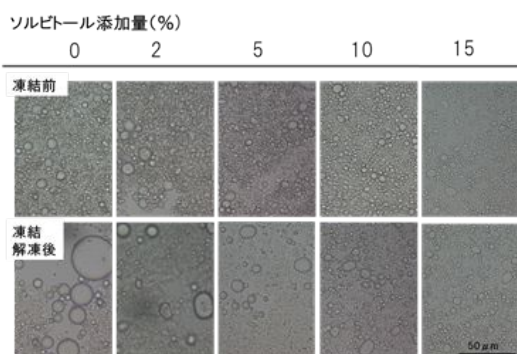


図 ソルビトールを添加した晒し魚肉乳化物 (魚油 25%含有) の凍結解凍前後における油球存在状態の顕微鏡観察結果

ソルビトール添加によりすり身乳化物の凍結解凍時における乳化魚油の安定化効果が得られることが確認されたため、ソルビトール添加量の異なる (0、5、10%) すり身乳化物を真空下または空気を混合した条件で調製し、-10、-30、-80 で 0

~3 ヶ月保管した場合の魚油分離に及ぼす影響を検討した。いずれの温度帯でも、ソルビトール無添加の乳化物では凍結解凍後に魚油の分離が生じ、油球の合一が観察されたが、ソルビトール 10%添加区では魚油分離は認められなかった。

すり身乳化物に対するソルビトールの添加は、魚油分離のみならず微細化した油球サイズの安定化にも寄与することが確認された。

(2) 融点の異なる脂質の乳化がすり身の加熱ゲル形成性・保水性に及ぼす影響の検討

いずれの融点の魚油、パーム油においても、すり身中に球状の状態分散し、加熱後もほぼ同一の形状を保持したままゲル化したことが確認された。

すり身中に分散した油球は、脂質の融点が低いほど油球サイズが小さくなる傾向がみられた。また、融点の低いものほどゲル形成能や保水性が高まる傾向がみられた。

(3) すり身加熱ゲル中の乳化魚油の酸化安定性に関する検討

塩ずり身に分散した魚油は、低速攪拌 (300rpm) での攪拌では直径 10-20 μm の油球が多く存在していたが、高速攪拌 (3,000rpm) ではほぼ 5 μm 以下となり、加熱後も安定的に形状を保持した。

空気混合条件下で調製した乳化ゲルは、高速攪拌によるものは低速攪拌によるものよりも酸化の進行が速かったが、真空下で調製した場合は、攪拌速度による明確な違いはみられなかった。

真空下ですり身と魚油を乳化混合させた後に空気を混合して調製した乳化ゲル中の脂質は、真空下で乳化混合したものと同等の酸化安定性を示した。

(4) 結果のまとめ

魚肉すり身に乳化混合した魚油 (トリグリセリドタイプ) の凍結解凍時の分離をポリオールが抑制する効果について油球分散を指標として評価し、その有用性を示した。高速攪拌によって微粒化した魚油がすり身の加熱ゲル形成性や保水性を高める現象について、とくに添加する油脂の性状に着目した検討を行い、油脂の融点がすり身中の脂質粒子の分布状態に大きく影響することや、融点が低いほど加熱ゲル形成性を高める傾向のあることを示した。

乳化魚油がバルクオイルよりも高い酸化安定性を示す現象について、これまで確認されていなかった高濃度タンパク質系であるソーセージタイプのモデル系を構築して検討した。その結果、魚油の微粒化が酸化安定性を高めることや、真空処理は乳化魚油の酸化安定性を高めるが、安定な乳化状態を調製後に空気を混合しても酸化安定性が保持されることが示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

岡崎恵美子：高濃度に魚油を含む乳化すり身の開発と利用に関する研究．日本水産学会誌，78，859-862，2012．(査読あり)

〔学会発表〕(計5件)

Yuanpei Gao, Akihide Takiguchi, Kazufumi Osako and Emiko Okazaki: The change of oxidative stability of fish oil emulsified in Surimi gel. 平成27年度日本水産学会春季大会，2015年3月28日，東京海洋大学(東京)。

Huynh Thi Thu Huong, Kazufumi Osako and Emiko Okazaki: Effect of fish oil emulsified in surimi on the physico-chemical properties of heat-induced surimi gel. SHOU-TUMSAT Joint Symposium on More efficient Utilization of Marine Bio- resource. 2014年11月6日，上海海洋大学(中国)。

Huynh Thi Thu Huong, Reo Ito, Naho Nakazawa, Yusuke Kakizaki, Kazuya Shirota, Tsutomu Hashimoto, Kazufumi Osako and Emiko Okazaki: Effects of emulsification of various kinds of oil having different melting points on the gel properties of heat-induced surimi gels. 平成26年度日本水産学会秋季大会，2014年9月20日，九州大学(福岡)

Huynh Thi Thu Huong, Reo Ito, Naho Nakazawa, Seiji Noda, Kazufumi Osako and Emiko Okazaki: "Changes in physical properties and protein solubility of heat-induced surimi gel prepared by emulsification with fish oil". 平成26年度日本水産学会春季大会，2014年3月，北海道大学(函館)。

植木由香，大迫一史，岡崎恵美子：凍結解凍による魚油と魚肉すり身の混合物の魚油分離に及ぼすポリオール添加の影響．平成24年度日本冷凍空調学会，2012年9月，北海道工業大学(札幌)。

〔図書〕(計1件)

Emiko Okazaki and Ikuo Kimura, Wiley Blackwell, Frozen surimi and surimi-based products: Seafood Processing Technology, Quality and Safety. 査読有，2013，209-235

〔その他〕(計1件)

岡崎恵美子：乳化すり身の製造と利用に関する研究．第22回水産油脂技術懇話会記録，1-15，2014

6. 研究組織

(1)研究代表者

岡崎恵美子 (OKAZAKI, Emiko)

東京海洋大学大学院・海洋科学技術研究科・教授

研究者番号：40371851

(2)研究分担者

大迫一史 (OSAKO, Kazufumi)

東京海洋大学大学院・海洋科学技術研究科・准教授

研究者番号：00452045