

【研究論文】

【令和3年度 県単独試験研究】

機能性油脂を保持したかまぼこの長期保存技術の開発 — 地域特産物の特性制御技術の検討 —

小山 誠司, 佐藤 信行^{*1}, 大坂 正明^{*2}, 畑中 咲子

食品バイオ技術部

(*¹現 企画事業推進部, *²現 カゴメ株式会社イノベーション本部農資源開発部)

水産練り製品の高付加価値化を目指し、国立大学法人東北大学と青葉化成(株)が開発した「粉末魚油」(架橋ゼラチンにより魚油を安定化させた粉末)を添加したかまぼこの製造技術の実証に平成 29 年度から取り組んできた。本研究では、粉末魚油を添加した揚げかまぼこをレトルト殺菌(115℃, 43 分)し、24℃, 6 ヶ月間の保存試験を実施した。その結果、魚油に含まれる機能性成分のドコサヘキサエン酸(以下, DHA)は減少せず、物性や色調, 香味も維持されることがわかった。

キーワード: かまぼこ, DHA, 粉末魚油, レトルト殺菌

1 緒言

宮城県の主要な水産加工品である練り製品は、生産量が東日本大震災で大きく落ち込み、令和元年度には全国第 5 位まで回復したものの、震災前に比べ生産量は 6 割程度にとどまっている¹⁾。そのため販路開拓に向けた高品質化や新製品開発の取り組みが続いている。

当センターでは、平成 29 年度から宮城県水産技術総合センターと共同で DHA を含む健康志向食品として、DHA 含有の酸化安定性に優れる粉末魚油を添加したかまぼこの製造技術の実証に取り組んできた²⁾。粉末魚油は、東北大学大学院農学研究科の仲川清隆教授と青葉化成(株)が開発した商品で、架橋ゼラチンによって魚油を安定化させ、魚油に含まれる DHA 等の不飽和脂肪酸の酸化を抑制するとともに、徐放性があることを特徴としている³⁾。

かまぼこの賞味期限は冷蔵で 1 週間程度だが、レトルト殺菌により賞味期限の延長と常温流通が可能になり、新たな商品形態や販売ルートの開拓につながると考えられる。一方でレトルト殺菌は高温高圧(例:121℃, 4 分)な処理となり、成分や物性、色調、風味への影響が懸念されたため⁴⁾、令和 2 年度には粉末魚油を添加したかまぼこについてレトルト殺菌後の物性や色調、食味試験を行うことで最適なレトルト殺菌条件を 115℃, 43 分と決定した⁵⁾。令和 3 年度は、レトルト殺菌後 24℃, 6 ヶ月間の保存試験を行い、DHA 含有量、物性、香気成分等の特性について検討したので報告する。

2 方法

2.1 材料

すり身は、プレミアパシフィックシーフーズ社のスケトウダラ冷凍すり身(SA級)を用いた。粉末魚油は、青葉化成(株)のJENO-3(DHA含量11%)を使用した。物性維持のためのトランスグルタミナーゼ(以下, TG)は味の素(株)のアクティブTG-Kを用いた。

2.2 かまぼこの調製, 保存

表1の配合で、既報⁵⁾の通り生地を調製した。まず冷凍すり身をバンドソー((株)秋山機械, TS-20)で切断し、立型式高速カッター((株)エフ・エム・アイ, R-10D)で空ずり・塩ずりした後、水, TG, 粉末魚油を加え混合した。この際、空ずり、塩ずりおよび混合時の品温は10℃以下となるよう管理した。

表1 生地の配合

材 料	配合(重量比)
すり身	100
水	70
食塩	2.5
TG	0.5
粉末魚油	10

できあがった生地を成型機((株)日本キャリア工業, CF-15)で小判型に成形し, スチームコンベクションオーブン(ニチワ電機(株), SCOS-1010RH)により40℃, 90%Rhで1時間保持し座りを行った。その後, 室内で約1時間保持した後, サラダ油で110℃, 4分と160℃, 1分の二度揚げを行った。冷却後, 多用型真空包装機(吉川工業(株), LHG-P60)でアルミラミネート袋に真空包装し, レトルト殺菌装置((株)サムソン, SGC(MC)60/10D)により115℃, 43分のレトルト殺菌を行った。

保存試験は24℃(東京理化学器械(株), 低温恒温チャンバーFMC-100)で行い, 1ヵ月, 3ヵ月および6ヵ月後に分析した。

2.3 分析方法

物性は, クリプメーター((株)山電, RE2-33005)でロードセル19.6N, 平面クサビ型プランジヤー(No.49, クサビ先端幅1mm×13mm, 角度30°)を用いて, 速度1mm/secで歪率90%まで圧縮し, かまぼこ内部の破断応力と破断歪率を測定した。かまぼこは厚さ約10mmに裁断してから表面の着色部分をナイフで取り除いた。

断面色の色調は分光測色計(コニカミノルタ(株), CM-700d)を用いて測定した。表色系はCIE LAB色空間, 光源はD65, SCI(正反射光含む)方式, 10°視野で行った。

水分は, 常圧加熱乾燥助剤添加法(105℃, 5時間)により測定した⁶⁾。

DHA含量は, 酸分解法により粗脂肪抽出⁷⁾を行い, 粗脂肪を乾燥後, 三フッ化ホウ素・メタノール溶液によりメチルエステル化し⁸⁾, ガスクロマトグラフ(以下, GC)((株)島津製作所, GC-2030)により分析した。キャリアガスは窒素, カラムはDB-WAX(10m, 内径0.25mm, 膜厚0.25μm, アジレント・テクノロジー(株))を用いた。内部標準にはヘプタデカン酸を用い, 試料中にあらかじめ混合してメチルエステル化を行った。

香り成分の分析は, 固相マイクロ抽出法(以下, SPME)により, かまぼこ試料を封入したバイアル中の気層(以下ヘッドスペース)の成分を吸着させ, ガスクロマトグラフ質量分析計(以下GCMS, (株)島津製作所, GCMS-QP2010 Plus)で行った。SPMEは Supelco StableFlex 2cm SPMEファイバーDVB/CAR/PDMS(メルク社)を使用し, 吸着は40℃, 20分, 脱着は240℃, 2分で行った。カラムはDB-WAX(60m, 膜厚0.5μm, 内径0.32mm, アジレント・テクノロジー(株)), キャリアガスはヘリウムを用い, 流速3mL/分, カラム温度40~240℃,

昇温速度4℃/分, 分析時間50分で行った。

食味試験は宮城県産業技術総合センター職員6~10名で, 硬さと着色を5点法(5点強, 1点弱)により絶対評価で行い, 味, 香り, 外観, 色調, 総合評価についてそれぞれ任意でコメントをもらった。

3 結果

3.1 物性

物性測定の結果を図1に示した。破断応力, 破断歪率はほぼ一定で推移しており, 大きな変化はなかった。

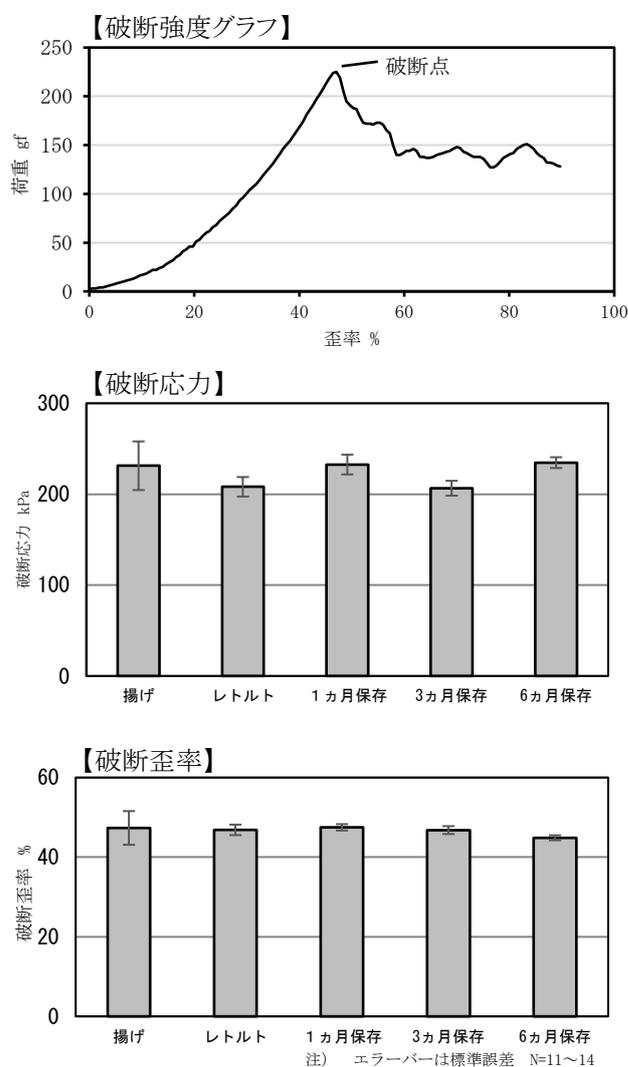


図1 かまぼこ内部の破断強度と破断応力・歪率

3.2 断面の色調

断面の色調は, 揚げとレトルト殺菌後の色差が2.66と最も大きく, 明度(L*)が下がり, a*値とb*値がやや上昇

した。保存中の色差(ΔE^*ab)は2未満であり、大きな変化は見られなかった(表2)。

表2 断面の色調と色差

	L*	a*	b*	ΔE^*ab
揚げ	84.03	-1.35	9.72	2.66
レトルト殺菌	82.51	-0.85	11.85	—
1ヵ月保存	82.94	-0.92	12.27	0.60
3ヵ月保存	82.87	-0.06	12.93	1.39
6ヵ月保存	83.46	-0.20	12.18	1.21

※色差 ΔE^*ab はレトルトに対する差を表示

3.3 DHA含量

各段階におけるDHA含量を図2に示した。

生地から揚げ、レトルト殺菌、保存後までおよそ3%で推移していた。

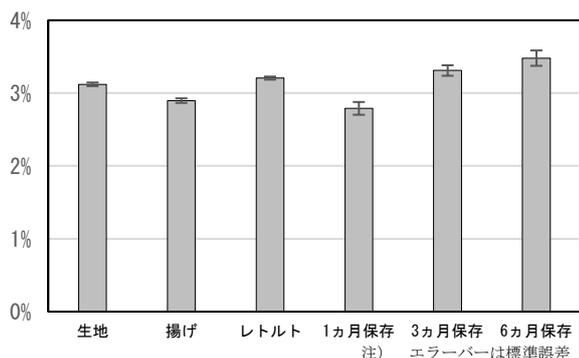


図2 固形分中DHA含量の推移

3.4 香気成分分析

GCMS分析の結果を図3に示した。魚臭の原因として知られるトリメチルアミンは、生地から保存期間まですべての段階で出現していた。2-エチルフラン等のフラン化合物やヘキサナール等のアルデヒド・ケトン類は、揚げやレトルト殺菌等の加熱工程から増加し、保存期間中も維持されていた。

3.5 食味試験

食味試験における硬さと着色についての評価結果を表3に示した。硬さの評価はほぼ一定だったが、コメントにおいて、異味異臭等の指摘はないものの、焼き魚様の匂い、やや柔らかい、口中で崩れやすい等の記載がみられた(データ非掲載)。

表3 5点法による食味評価結果

	硬さ					着色				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
揚げ		5	2	1		4	4			
レトルト殺菌	1	3	3	1		3	4	1		
1ヵ月保存	1	4	3	2		3	3	3		
3ヵ月保存		2	4			2	3	1		
6ヵ月保存	1	3	5			2	3	4		

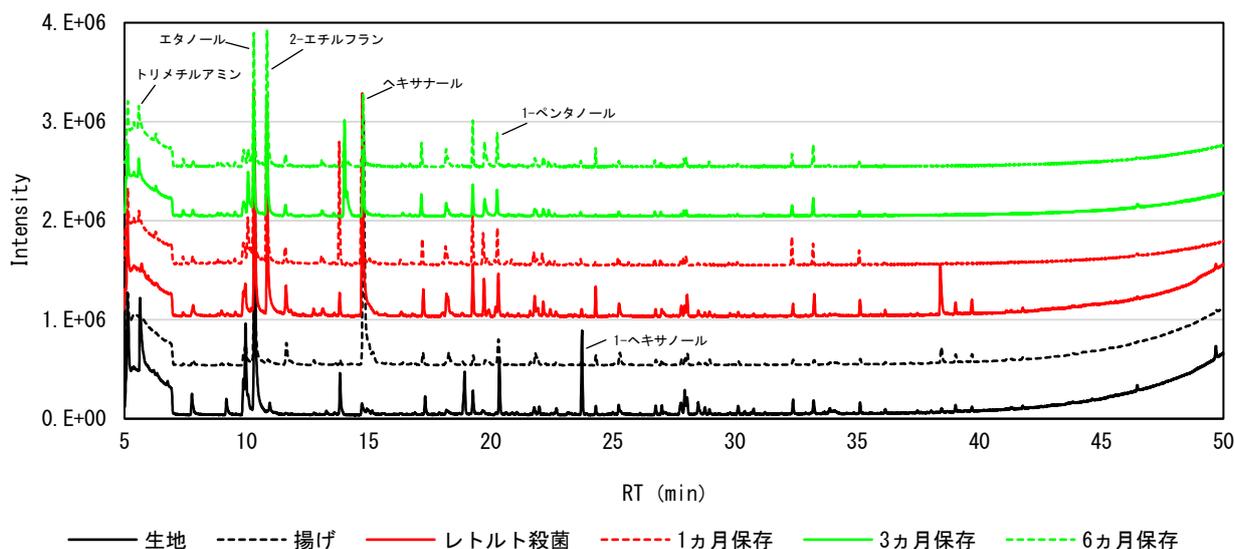


図3 粉末魚油添加揚げかまぼこのGCMS分析結果

4 考察

レトルト殺菌による物性変化は既報⁵⁾でも報告したとおりTGの添加で改善され、保存期間中も物性は維持されるものの(図1)、食味試験のコメントでは、脆い、崩れるといった記載があり、やはりかまぼこらしい硬さ・弾力(いわゆるプリプリ感)が期待されていると思われた。TG添加時のすり身の温度やTGの反応時間の検討、あるいはデンプンの配合等が必要と考えられた。

DHA含量は各段階を通じて固形分当たり約3%を維持していた(図2)。当初、保存期間中に漸減することも想定していたが、保存1ヵ月目は3%を下回ったものの、3ヵ月目、6ヵ月目は生地中の含量を上回った。これは保存中に生じたドリップにより水溶性成分が流出し、固形分当たりのDHA含量が見かけ上増加したと考えられ、さらに魚油の粉末化による脂肪酸の酸化抑制と真空包装による酸素の遮断によりDHAの分解が抑えられたためと考えられた。

GCMSによる香气成分分析では、魚臭を構成しているトリメチルアミンのほか、揚げやレトルト殺菌工程によってフラン類やアルデヒド・ケトン類が生成されており、保存期間中も保持されていることがわかった(図3)。食味試験においては総じて焼き魚のような匂いとのコメントがあり(データ非掲載)、これら香气成分がかまぼこの匂いを構成している可能性があった。また、魚油を配合したことから保存中に酸化臭の発生を予想したが、食味試験では期間を通じて指摘はなく、GCMS分析からもそれを窺わせるような結果は得られなかった。

5 結言

粉末魚油を添加した揚げかまぼこをレトルト殺菌し、6ヵ月間の保存試験を実施し、物性、色調、DHA含量、香气成分への影響を確認した。

- (1) 保存6ヵ月後において、物性、色調、DHA含量、香气成分に大きな変化はなかった。
- (2) 食味試験において、異味異臭等は確認されなかった。
- (3) 粉末魚油を添加した揚げかまぼこのレトルト殺菌品は、24℃、6ヵ月保存後も特性が維持されることを確認した。

謝辞

本研究を進めるにあたり東北大学大学院農学研究科 仲川清隆教授をはじめ研究室の皆様、青葉化成(株) 泉開発研究所阿久津光紹課長に貴重なアドバイスを頂きました。宮城県水産技術総合センター三浦悟副主任 研究員を始め職員の皆様には揚げかまぼこの製造とレトルト殺菌で御協力、アドバイスを頂きました。また、宮城県水産練り研究会会員の皆様には製品化へのアドバイスなどご協力を頂きました。

記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 農林水産省. 水産加工統計調査
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/suisan_r_yutu/suisan_kakou/
- 2) 佐藤信行, 藤原健, 千葉友結菜, 伊藤淑恵, 羽生幸弘, 櫻井晃治, 畑中咲子, 橋本建哉. 水産加工品における機能性油脂の安定化技術実証研究. 宮城県産業技術総合センター研究報告, 2019, No.16, p.21-26
- 3) 半澤康彦, 仲川清隆, 青木茂太, 伊藤隼哉, 松本俊介, 阿久津光紹, 金内誠, 宮澤陽夫. ゼラチンの酵素架橋が粉末魚油の特性に与える影響. 日本食品科学工学会誌. 2016, 63(5), p.209-216.
- 4) 岡田稔, かまぼこの科学. 成山堂書店. 2000, p.164-165
- 5) 佐藤信行, 大坂正明, 畑中咲子. 機能性油脂を保持したかまぼこの長期保存技術の開発. 宮城県産業技術総合センター研究報告, 2021, No.18, p69-73
- 6) 財団法人日本食品分析センター編. 分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説. 中央法規出版, 2001, p.10-28.
- 7) 公益社団法人日本食品衛生協会. 食品衛生検査指針理化学編2015. 2015, p.62-64.
- 8) 公益社団法人日本食品衛生協会. 食品衛生検査指針理化学編2015. 2015, p.73-77.