

【研究論文】

【平成29～30年度 地域企業競争力強化支援事業】

水産加工品における機能性油脂の安定化技術実証研究

佐藤 信行, 藤原 健^{*1}, 千葉 友結菜^{*1}, 伊藤 淑恵^{*2}, 羽生 幸弘, 櫻井 晃治^{*3}, 畑中 咲子, 橋本 建哉
 食品バイオ技術部, ^{*1}水産技術総合センター
 (^{*2}現 企画・事業推進部, ^{*3}現 農業・園芸総合研究所)

水産加工品の高付加価値化を目指し、東北大学が開発した粉末魚油(DHAを含む油脂を安定化させた粉末)のカマボコへの添加について検討を行った。まず、粉末魚油添加量の異なるカマボコの破断応力、色などについて評価し粉末魚油添加の影響を確認した。また、カマボコの加熱前後のDHA含有量を測定した。魚油無添加の揚げカマボコを対照に行った官能評価では、粉末魚油添加カマボコは対照と同等の評価だった。県内企業の実製造ラインにおいて粉末魚油を添加した焼きカマボコと揚げカマボコの試作を行ったが、製造上大きな問題は生じなかった。

キーワード:DHA, 粉末魚油, カマボコ

1 緒言

宮城県の水産加工の中核である練り製品は、東日本大震災により大きな被害を受け、回復基調にはあるものの、出荷量は未だ震災前の7割程度¹⁾にとどまっており、販売先開拓のための商品開発が急務である。そこで、東北大学が開発した粉末魚油(DHA(docosa-hexaenoic acid)を含む油脂を安定化させた粉末)²⁾のカマボコへの添加について、食味を保ちながら製造する技術を実証し、商品化を目指すこととした。

まず、粉末魚油添加による影響を確認するため、添加量の異なるカマボコを試作し破断応力、色について評価した。次に、加工後のDHA残存を確認するため、粉末魚油添加カマボコと、対照として液状魚油を添加した焼きカマボコのDHAを測定した。さらに、粉末魚油の食味への影響を確認するため、DHAを添加しない揚げカマボコを対照に粉末魚油添加カマボコの官能評価を行った。また、実製造での課題を明らかにするため県内企業での試作も行った。

なお、産業技術総合センターが小規模試作と物性評価・成分評価を行い、水産技術総合センターが製造規模での試作を担当した。

2 カプセル添加によるカマボコ物性等への影響の検討

粉末魚油を含むカマボコを製造する際の基本データとして、添加量により物性や色調がどのように変化するか確認した。

2.1 カマボコの調製

図1に示す製造工程により、すり身、塩、水と粉末魚油のみからなるカマボコを調製した。粉末魚油は水で膨潤させてからすり身に加えるため、粉末魚油の添加量が多くなると添加する水も増える。そこで、粉末魚油は添加しないが、粉末魚油を添加したカマボコと同量の水

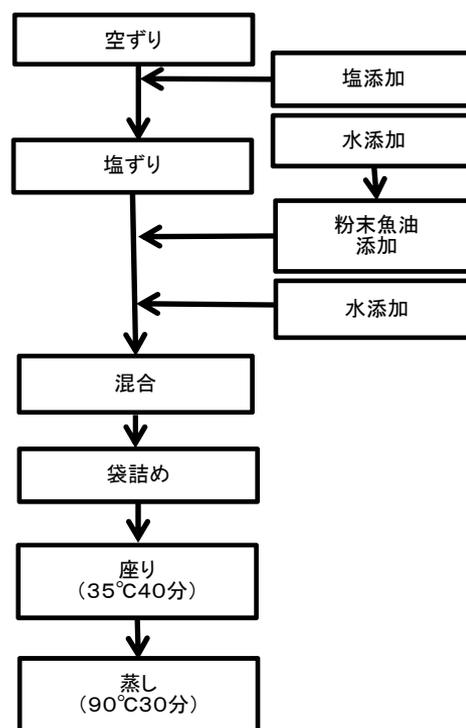


図1 製造工程概要

を加えた区も設定した(表1)。すり身は、スケトウダラ冷凍すり身(オーシャンフェニックス社, SA級)を用い、粉末魚油は、青葉化成株式会社の「JENO-3」(DHA含有率11%)を用いた。塩化ナトリウム添加量はすり身に対して3%とした。水はすり身の30%量とし、粉末魚油を添加する場合は粉末魚油の4倍量の水を膨潤のために加えた。粉末魚油添加量は、生地に対してDHA含有率が0.1%, 0.6%, 1.0%となるように配合し、その際の添加水分率(すり身に対する水の割合)は35%, 59%, 77%となった。

空ざり、塩ざり、混合は、小型攪拌機(株エフ・エム・アイ ロボクープRM3200VD スチール刃)で実施した。粉末魚油は水を添加して膨潤後、塩ざりしたすり身に添加して混合した。空ざり、塩ざり、混合時の品温は、10℃以下となるよう管理した。混合後、3Lの手回し充填機を用いて折径48mmのケーシングに詰めた後、35℃の恒温水槽中で温水に浸漬し、40分間保持した(坐り)。その後、コンビオープン(フジマック株 FSCCWE61, 10.1kW)を用い、スチームモード90℃で30分間蒸しを行った。

2.2 カマボコの評価方法

蒸したカマボコを5℃にて一晩保管した後、25℃恒温水槽に浸漬して室温に戻してから評価を行った。物性測定は、カマボコを厚み25mmに切断したものを試料として、25℃の室内で、押し込み法により行った³⁾。クリープメーター(株式会社山電 RE2-33005)に2kgf(フルスケール)のロードセルを装着し、5mm球のプランジャーを用いて速度1mm/secで測定し、応力と歪率のグラフから破断点を得た。破断点での応力を破断応力、破断点での歪率を破断歪率とし、破断歪率の0%~10%における

応力の差と5mm球の投影面積から初期弾性率を求めた。カマボコの水分率は、常圧加熱・乾燥助剤法(105℃, 5時間)により行った⁴⁾。色測定は、25mm厚みに切断したサンプルを用いて色差計(日本電色工業株 Σ-80)で行い、L*,a*,b*を得た。

水分率は2反復、その他の測定はそれぞれ10回以上測定し、その平均値を得た。

2.3 カマボコの評価結果

カマボコの水分率の測定結果を図2に示す。粉末魚油添加カマボコの水分は、添加水分率が増えてもほぼ一定だったが、粉末魚油を添加せずに水のみ加えたカマボコの水分は、添加水分率が増えると上昇した。

カマボコの破断応力の測定結果を図3に示す。添加水分率35%, 59%では、粉末魚油の添加の有無に関わらず破断応力は低下したが、添加水分率77%では粉末魚油添加が無添加に比べ高くなった。

カマボコの破断歪率の測定結果を図4に示す。粉末魚油を添加したカマボコは、同じ添加水分率のカマボコに比べ破断歪率が小さく、より小変形で破断することがわかった。

表1 生地の配合

	DHA含有率(%)	すり身に対する添加水分率(%)	冷凍すり身(g)	粉末魚油(g)	水(g)
コントロール	0	30	400	0	120.0
粉末魚油(DHA0.1%)	0.1	35	400	4.8	139.3
粉末魚油(DHA0.6%)	0.6	59	350	25.4	206.6
粉末魚油(DHA1.0%)	1.0	77	300	36.3	235.1
粉末魚油なし(DHA0.1%相当水分)	0	35	400	0	139.3
粉末魚油なし(DHA0.6%相当水分)	0	59	350	0	206.6
粉末魚油なし(DHA1.0%相当水分)	0	77	300	0	235.1

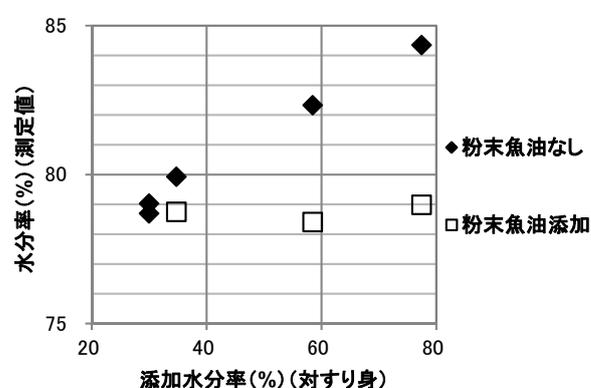


図2 カマボコの水分率の測定結果

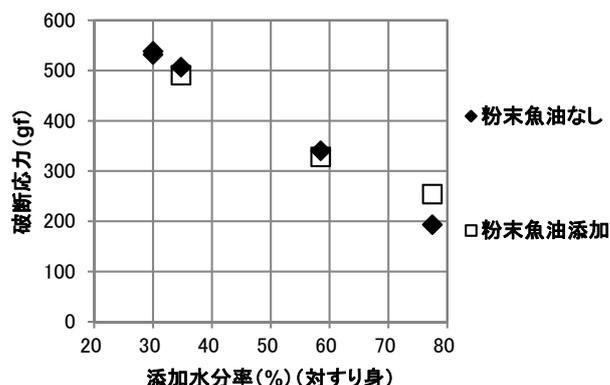


図3 カマボコの破断応力

カマボコの初期弾性率の測定結果を図5に示す。粉末魚油を添加したカマボコは、同じ添加水分率のカマボコに比べ、初期弾性率が大きかった。

カマボコの明度(L*)の測定結果を図6に示す。粉末魚油添加カマボコは同じ添加水分率のカマボコに比べ添加水分率58%、77%で明度が高くなった。

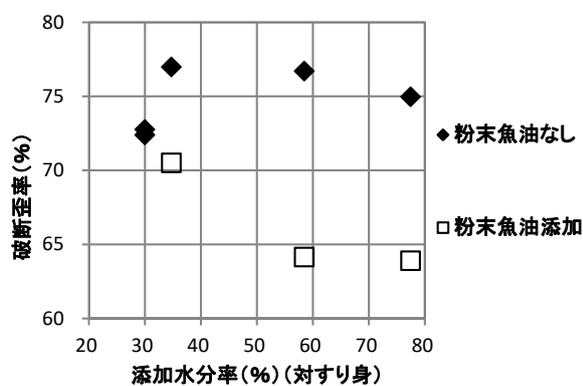


図4 カマボコの破断歪率

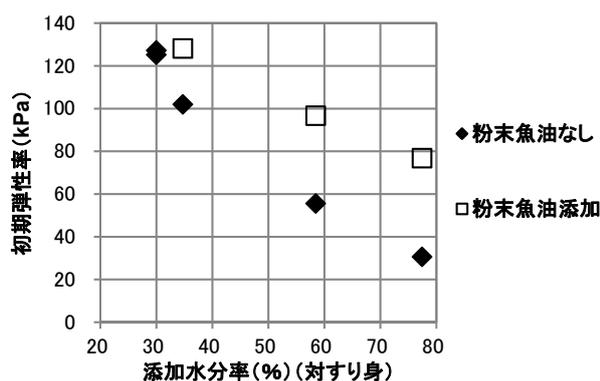


図5 カマボコの初期弾性率

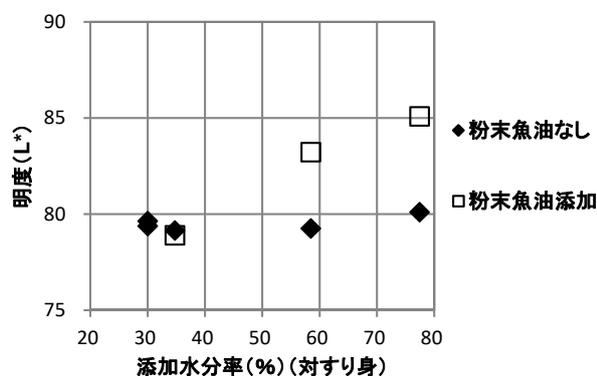


図6 カマボコの明度(L*)

3 DHA残存率の測定と食味評価

DHAの加工後の残存率を確認するため、粉末魚油添加

カマボコと対照として液状魚油を加えた焼きカマボコを調製し、加熱前後のDHA含有量の測定を行った。また、粉末魚油の食味への影響を確認するため、揚げカマボコを調製し官能評価を行った。

3.1 カマボコの調製

表2の配合比でカマボコ生地を調製し、焼き加工と揚げ加工を水産技術総合センター設備で行った。液状魚油には市販の精製魚油(DHA22%含有)を用いた。生地調製にはサイレントカッター(株なんつねMAINICA CM-21)を用いた。成形機(株日本キャリア工業 フードフォーマーCF-15)を用いて、厚み15mmの小判型(1枚約60g)に成形した。

焼き加工では、成形後、5℃で一晩坐りをかけた後、スチームコンベクションオーブン(ニチワ電気株SCOS-1010 RH)により、210℃湿度30%設定で、芯温80℃目標に8～9分の加熱を行った。

揚げ加工は、成形後、坐りはかけず二槽式フライヤー(北沢産業株KFE-82-S)により、110℃と180℃のサラダ油(大豆油及びなたね油)で2度揚げした。

3.2 カマボコ中のDHA含有量測定

液状魚油添加、粉末魚油添加それぞれについて生地と焼きカマボコの水分率とDHA含有量を測定した。

焼きカマボコは、10枚をミキサーでホモジナイズして測定試料とした。水分率は、2.3記載の方法で行った。配合から計算した生地のDHA含有率を表3に示す。DHA含有量の測定は、ホモジナイズしたサンプルからサンプリングし、酸分解法⁵⁾により粗脂肪を抽出した。その粗脂肪を乾燥・秤量し、三フッ化ホウ素・メタノール溶液によ

表2 生地の配合比

	配合比(重量比)		
	コントロール (魚油添加なし)	液状魚油 添加	粉末魚油 添加
冷凍すり身	100	100	100
塩	2.5	2.5	2.5
水	70	70	70
みりん	2	2	2
砂糖	2	2	2
デンプン	5	5	5
粉末魚油 (DHA11%)	0	0	10
液状魚油 (DHA22%)	0	5	0

ンプリング及び酸分解法による粗脂肪抽出は3回繰り返して実施した。GCのキャリアはヘリウムガスを用い、カラムはDB-WAX(30m, 内径0.25mm, 膜厚0.25 μm)を用いた。エステル交換前にヘプタデカン酸を内標をとって添加した試料と、内標を添加しなかった試料について測定を行い、その差分からDHA含有率を算出した。

DHAの含有率(固形分あたり)の測定結果を図7に示す。生地の固形分あたりのDHA含有率は、表3の計算値とほぼ同程度の値となり、計算値と同じく粉末魚油添加より液状魚油添加が高かった。生地と焼き加工後で比較した結果、粉末魚油添加は前後で有意差がなかったのに対し、液状魚油添加では有意に減少したが、当初予想していた大きな差はみられなかった。液状魚油では、加熱によりDHAが減少すると想定していたが、今回の試作では大きな減少はみられなかった。これは、今回の加熱温度がさほど高くなかったこと(中心温度80℃)や、カマボコ中で油脂(DHAを含む)がタンパク質のゲルに分散されていること、市販魚油中に酸化防止剤が添加されているため魚油中のDHAが酸化されにくかったためと推察された。

表3 生地のDHA含有率の計算値と水分測定値

	コントロール (DHAなし)	液状魚油 添加	粉末魚油 添加
DHA含有率(%)(湿重量あたり)(計算値)	0	0.590	0.574
DHA含有率(%)(固形分あたり)(計算値)	0	2.83	2.52
水分(%)(測定値)	81.07	79.17	77.18

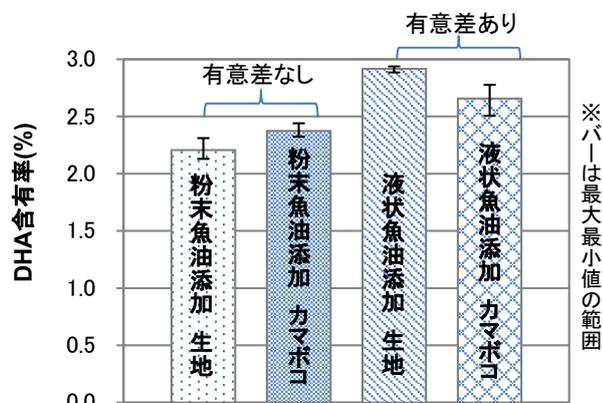


図7 DHA含有率の測定結果(固形分あたり)

3.3 カマボコの食味の評価

3.1で調製した揚げカマボコ(図8)について、魚油添加なしのコントロールを対照に、液状魚油添加カマボコと粉末魚油添加カマボコの官能評価を行った。官能評価の評価者は、水産練り製品製造業の従業員30名に依頼した。評価項目は、魚臭さ、味、外観及び総合評価とし、コントロール(魚油添加なし)を対照に評価を行った。

カマボコの魚臭さの結果を図9に示す。魚臭さについて、「同じ」、「少し感じる」、「感じる」、「強く感じる」を0, -1, -2, -3として回答の平均を算出した。粉末魚油添加カマボコの魚臭さの平均は、-0.80、液状魚油添加カマボコの魚臭さの平均は-0.50と、大きな差は認められなかった。

カマボコの固さの結果を図10に示す。「柔らかい」、「やや柔らかい」、「同じ」、「少し固い」、「固い」を-2, -1, 0, 1, 2として回答の平均を算出した。粉末魚油添加カマボコの平均は0.80、液状魚油添加カマボコの平均は-0.20と、粉末魚油添加がやや固いという評価になった。

味の好ましさの結果を図11に示す。「好ましくない」、「やや好ましくない」、「同じ」、「やや好ましい」、「好ましい」を-2, -1, 0, 1, 2として回答の平均を算出した。粉末



図8 調製した揚げカマボコ

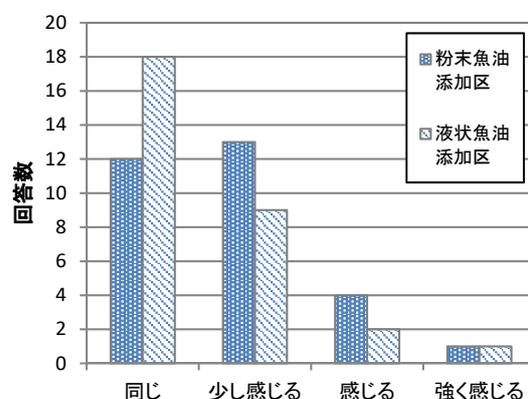


図9 コントロールと比較した魚臭さ

魚油添加カマボコの平均は0.10, 液状魚油添加カマボコの平均は0.57と, 大きな差は認められなかった。

外觀の好ましさの結果を図12に示す。「好ましくない」、「やや好ましくない」、「同じ」、「やや好ましい」、「好ましい」を-2, -1, 0, 1, 2として回答の平均を算出した。粉末魚油添加カマボコの平均は0.40, 液状魚油添加カマボコの平均は-0.80と, 液状魚油添加の外觀はやや好ましくないという評価になった。

総合評価の結果を図13に示す。「好ましくない」、「やや好ましくない」、「同じ」、「やや好ましい」、「好ましい」を-2, -1, 0, 1, 2として回答の平均を算出した。粉末魚油添加カマボコの平均は0.00, 液状魚油添加カマボコの平均は0.07と, どちらもコントロールとほぼ同等の評価となった。

以上の結果から, 揚げカマボコへの粉末魚油の添加は, 総合的にみると食味に大きな影響を与えないと考えられた。

4 実製造ラインでの試作

実製造ラインでの課題の洗い出しを目的に, 焼きカマボコと揚げカマボコの試作を県内企業で行った。生地の主な配合比(すり身, 水, 粉末魚油)を表4に示す。試作の結果, 焼きカマボコの搬送に問題があったが, クリアランスの調整により解決できた。また, 揚げカマボコでは問題は生じなかった。

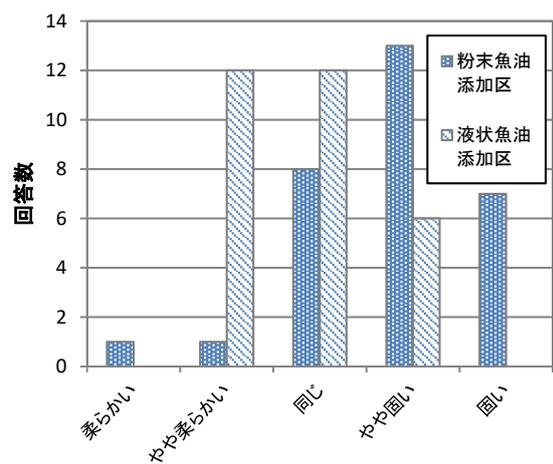


図10 コントロールと比較した固さ

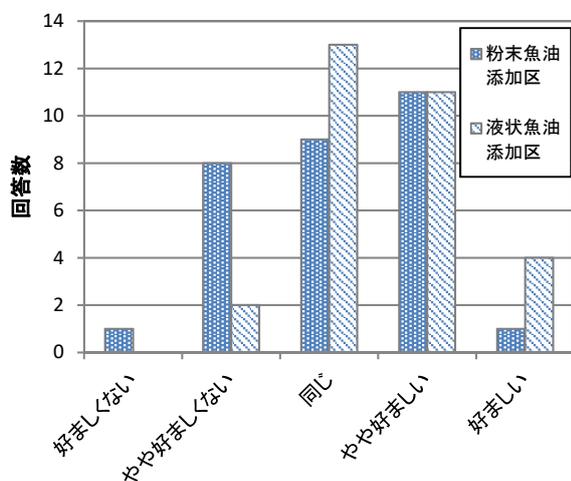


図11 コントロールと比較した味の好ましさ

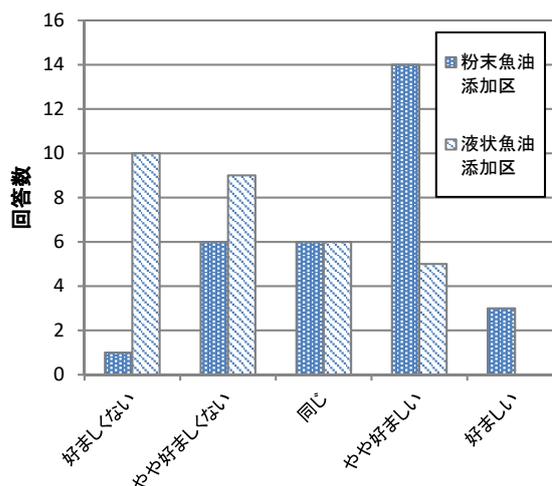


図12 コントロールと比較した外觀の好ましさ

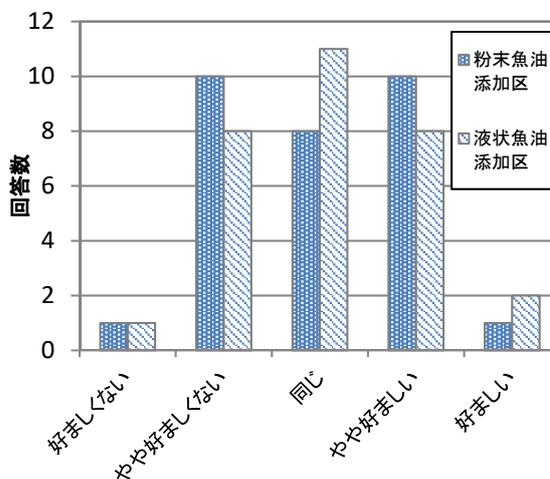


図13 コントロールと比較した総合評価

表4 生地の配合比

	焼きカマボコ	揚げカマボコ
冷凍すり身	100	100
水	51	61
粉末魚油	10.4	10.5

5 結言

粉末魚油(DHAを含む油脂を安定化させた粉末)のカマボコへの添加について検討し、以下の結果を得た。

- (1) 粉末魚油の添加による物性や色調への影響を確認した。粉末魚油添加カマボコは、粉末魚油を添加しないカマボコに比べ、より小変形で破断することがわかった。また、明度L*は粉末魚油添加により高くなる傾向がみられた。
- (2) 粉末魚油添加カマボコと液状魚油添加カマボコの焼き加工前後のDHA含有量を測定した。粉末魚油添加では加工前後に有意差がなかったのに対し、液状魚油添加では有意に減少したが、当初予想していたような大きな差はみられなかった。
- (3) 粉末魚油添加カマボコと液状魚油添加カマボコの官能評価を、魚油無添加の揚げカマボコを対照として行った。粉末魚油添加カマボコは総合評価では対照と同等の評価であり、食味に大きな影響を与えないと考えられた。
- (4) 県内企業の実製造ラインで粉末魚油を添加したカマボコを試作したが、焼きカマボコ、揚げカマボコとも大きな問題は生じなかった。

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とした研究室の皆様、及び青葉化成株式会社阿久津光紹様には貴重な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官能評価や製品化へのアドバイスなどご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 農林水産省. 水産物流通調査水産加工統計調査(平成29年). 2018.
http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/suisan_ryutu/suisan_kakou/index.html, (参照 2019-06-19)
- 2) 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.
- 3) 山澤正勝, 関信夫, 福田裕編. かまぼこ その科学と技術. 恒星社厚生閣, 2003, p.331.

- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 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.