

陸上養殖のカワハギを用いた機能性食品開発に関する研究

Development of functional food using on land-cultivated *Stephanolepis cirrhifer*.

増田知也¹⁾、中込啓介²⁾、後藤慶一²⁾³⁾、秋山信彦²⁾³⁾、齋藤寛²⁾³⁾

1) 東海大学・海洋学部, 2) 東海大学大学院海洋学研究科,

3) 東海大学先進生命科学研究所・高機能性食品研究部門

Tomoya Masuda¹⁾, Keisuke Nakagomi²⁾, Keiichi Goto²⁾³⁾, Nobuhiko Akiyama²⁾³⁾ and Hiroshi Saito²⁾³⁾

1) School of Marine Science and technology, Tokai University

2) Course of Oceanography, Graduate School of Oceanography, Tokai University

3) Division of Functional Food Science, Institute of Advanced Biosciences, Tokai University

[要旨]

カワハギは、需要の高い魚であるが、漁獲は安定していない。そのため、陸上養殖が確立されつつある。また、カワハギは肝が大きくなる冬が旬であるため、夏場での流通を実現するには冷凍保存法の検討が必要である。そこで、フィーレや肝の冷凍保存について検討した。その結果、フィーレはNaClを1%、トレハロースを10%加えた溶液への浸漬が望ましく、肝臓は-80℃での保存が適していた。また、GC-MSでの分析では、肝臓にエイコサペンタエン酸(EPA)やドコサヘキサエン酸(DHA)などのn-3系高度不飽和脂肪酸が含まれていたことから、肝臓を用いた機能性食品の開発に関して検討を行った。

[Abstract]

Stephanolepis cirrhifer is a high demand fish, but catch of it is unstable. So, the on land fish farming is going to establish. As the liver of *Stephanolepis cirrhifer* is growing in winter, so the study of cryopreservation method is needed to realize for the fish circulation in summer. Cryopreservation methods were examined for fillet and liver of *Stephanolepis cirrhifer*. As a result, it was desirable that fillet was immersed in a solution of 1% NaCl and 10% trehalose for 5-10 minutes, and the liver was suitable for storage at -80 degrees of Celsius. In the analysis with GC-MS, n-3 type of highly unsaturated fatty acids such as eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) were contained in the liver; Study of development the functional food using fillet and liver of *Stephanolepis cirrhifer* was done.

[Key Words]

on land cultivation, *Stephanolepis cirrhifer*, functional food, unsaturated fatty acid

1. はじめに

東海大学海洋学部の付近では地下海水が汲み上げられ、カワハギの陸上養殖がされており、市場で天然魚よりも高く取引されている。これは、カワハギの価値が肝臓の大きさに依存しているためだと考えられてい

る[1]。

カワハギの旬は、秋から冬とされており、保存方法が確立されていないために旬ではない時期に食すことが難しい。そのため、冷凍保存によるカワハギの流通が求められている。

食品機能性表示は、特定保健用食品と栄養機能食品

においてのみ可能であったが、機能性表示食品制度の施行により、機能性を分かりやすく表示した商品の選択肢が増え、消費者がそうした商品の情報を得て選択できることが期待されている。

機能性食品になりうる食品の開発として、魚の脂質にはエイコサペンタエン酸 (EPA) やドコサヘキサエン酸 (DHA) などの n-3 系高度不飽和脂肪酸に富んでおり、生活習慣病やアレルギー疾患などに対する予防効果や治療効果が注目されている。こういった中でカワハギの脂肪酸組成に関する研究は、他の魚種に比べ少ないため、カワハギの保存方法と肝臓に含まれる脂質の分析を行い、機能性食品としての可能性について検討した。

2. 実験方法

2-1 冷凍保存方法の検討

フィーレは、NaCl 8%・トレハロース 8%を加えた溶液、NaCl 3%・トレハロース 8%を加えた溶液、NaCl 1%・トレハロース 8%を加えた溶液、NaCl 1%・トレハロース 10%を加えた溶液、トレハロース 8%のみを加えた溶液、トレハロース 10%のみを加えた溶液[2]を調製し、それぞれの溶液に対して 0 分、5 分、10 分、15 分、20 分間浸漬した。その後、水洗いしたのちピチットシートを用いて乾燥させ、プラスチックラミネーションフリーザーで -40℃にて瞬間冷凍した。

肝臓は、フードプロセッサーにて攪拌したのちアルミ皿に充填し、一週間-20℃、-80℃で冷凍保存した[3]。また、比較のために 4℃での冷蔵保存も行った。

2-2 一般成分分析

カワハギの瞬間冷凍したフィーレとコントロールを調製し、一般成分分析を行った。水分は常圧加熱乾燥法、タンパク量はケルダール法、脂質量はソックスレー抽出法、灰分量は灼熱灰化法で測定し、炭水化物量は「100 (%) - (水分+粗タンパク質+粗脂質+粗灰分)」の差し引き法で算出した。

2-3 GC-MS を用いた脂肪酸分析

全脂質の抽出を行い、Sep-pak シリカカードリッジによる全脂質の分画、次に塩酸-メタノールを用いた脂肪酸のメチルエステル化を行った。その後、メチルエステル化した検体を GC-MS により脂肪酸分析を行った。

2-4 カワハギを用いた製品の開発

2-4-1) フィーレと肝を用いた蒲鉾の作製

赤羽義章[4]の報告を参考に製品の製造を行った。カワハギに NaCl 1.5%を加え 30 秒×3 回攪拌を行った。スケトウダラ 2A 級すり身に NaCl 1.5%を加え 30 秒×3 回攪拌を行った。それぞれ得られたすり身は、カワハギ 6 : スケトウダラ 4 の比率になるよう計算し、30 秒×2 回攪拌を行った。そこへ肝臓が 0%、5%、2%になるように添加し、攪拌を行った。その後、ジップロックに成型したかまぼこを入れ、袋中の空気をストロー等でなるべく脱気した。調整した肉糊は、30℃で 30 分予備加熱し、100℃30 分間本加熱した後、齋藤寛研究室所属の 10 名で官能評価を行った。

2-4-2) 物性測定

調整した加工食品の品温を常温にし、加工食品を切り出して試験片を作成し、直径 5mm の球形プランジャーを用いたレオメーターで、破断強度 (g) と破断凹み (cm) を測定し、ゲル剛性 (g/cm) を算出して、品質判定を行った。

3. 結果

3-1 冷凍保存方法の検討

フィーレは、トレハロースを最大 10% 添加したが、コントロールと比較しても、甘味は感じられなかった。NaCl は、最大 8% 添加し、コントロールと比較して塩味が感じられ 3%、1% と塩分濃度を下げたところ、3% でも塩味が強く、1% でも 15-20 分間浸漬すると塩味を感じた。

肝臓は、4℃、-20℃、-80℃それぞれを常温に戻し評価したところ、4℃では、コントロールに比べ、魚臭く、見た目、味、ともに品質が低下した。次に、-20℃では、4℃に比べ香りは悪くなかったが、コントロールと比較で品質の低下が見られた。一方、-80℃では、香り、色、ともにコントロールとほぼ同様の結果となった。

3-2 一般成分分析

NaCl 1%、トレハロース 10% 添加した溶液に浸漬したフィーレの一般成分分析の結果を表 1 に示した。カワハギのフィーレは、水分と灰分は生の検体の値が高かった。しかし、脂質は生に比べ 10 分溶液に浸漬し

た検体の値が高く、たんぱく質は生に比べ5分溶液に浸漬した検体の値が高かった。また、炭水化物も生の検体に比べ10分溶液に浸漬した検体の値が高かった。

表 1. カワハギフィーレの一般成分

一般成分分析 結果						
	生の個体	0分浸漬	5分浸漬	10分浸漬	15分浸漬	20分浸漬
水分(%)	80.01	78.92	77.66	77.75	78.27	78.00
灰分(%)	1.38	0.85	0.83	0.85	0.85	0.80
脂質(%)	0.40	0.44	0.45	0.46	0.40	0.45
たんぱく質(%)	17.76	18.55	19.31	18.8	17.72	18.3
炭水化物(%)	0.46	1.24	1.75	2.14	2.76	2.46

3-3 GC-MS を用いた脂肪酸分析

GC-MS のクロマトグラムを図 1 に示す。

肝臓の脂肪酸分析を行った結果、脂肪酸のピークは、14 本検出された。29 分 26 秒に検出されたピークはエイコサペンタエン酸で(図 2)、41 分 43 秒に検出されたピークは、ドコサヘキサエン酸であった(図 3)。

図 1. GC-MS クロマトグラム

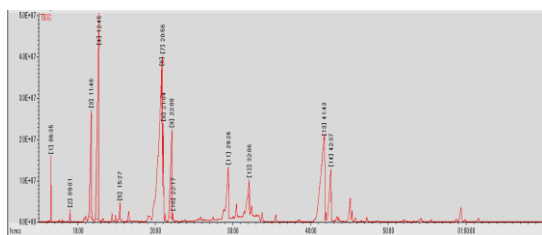


図 2. 5, 8, 11, 1, 4, 17-Eicosapentaenoic acid

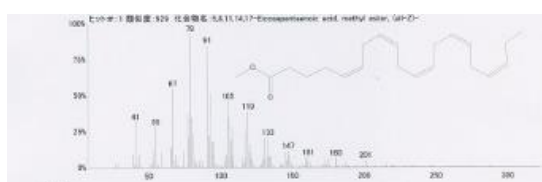
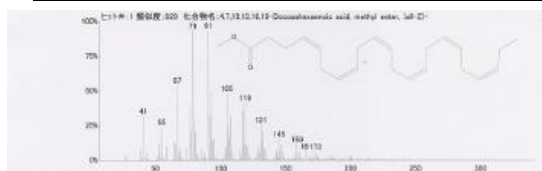


図 3. 4, 7, 10, 13, 16, 19-Docosahexaenoic acid



3-4 カワハギを用いた製品の開発

3-4-1) フィーレと肝を用いた蒲鉾の作製

肝臓添加を5%に調整した蒲鉾は、味、香ともに5段階評価で、味が2.6点、香りが2.4点と半分より下

の値となり、魚臭い、生臭い、塩辛い、肝臓が入っているのに肝臓の香りがしないという意見があった。肝臓添加を12%に調整した蒲鉾は、0%と比べて食感が柔らかく、弾力が低かった。しかし、パサツキやなめらかさ、喉ごしに大差は見られなかった。一方で、甘味、旨味、味の広がり、味の厚みは高い値を示した。また、味の深さも増加したが、逆に魚臭いという意見も見られた。

3-4-2) 物性測定

作成した蒲鉾の破断強度 (g) は、肝なし 943、肝あり (5%) 634、肝あり (12%) 377 であり、破断凹み (mm)、肝なし 9.22、肝あり (5%) 9.55、肝あり (12%) 7.67 であった。従って、ゲル剛性 (g/mm) は、肝なしでは 102.3 と最も高い値を示し、肝あり (5%) 66.4、肝あり (12%) では 49.2 となり、肝臓の添加量が多い方が、ゲル剛性 (g/mm) の値が減少した。

4. 考察

カワハギの冷凍保存条件は、フィーレが NaCl 1%、トレハロース 10% の添加が望ましく、カワハギは身が薄く、短い時間で浸漬した場合でも味に変化が生まれると考えられる。また、トレハロースを 10% まで濃度を濃くしてもフィーレに影響がなかったことは、トレハロースが砂糖よりも甘味を感じにくく、保存料として適していると考えられる [5]。肝臓は、-80℃ で冷凍保存した検体がコントロールの検体に味、香り、視覚が一番近い結果であるため、最も適していると考えられる。肝臓には脂質を多く含有しており、より低温で保存することで酵素が働きにくいためだと考えられる。

一般成分分析では、炭水化物の値が生検体と冷凍保存した検体で結果に違いがあったが、添加したトレハロースの糖質が関与しているのではないかと考えられる。

脂肪酸組成分析では、EPA や DHA などの脂肪酸を検出していることから、機能的表示食品の条件に挙げられている「健康の維持及び増進に資する特定の保健の目的が期待できる」という項目にふさわしいと考えられる [6]。しかし、カワハギの肝を用いた加工品による人間や動物を対象とした試験は行っていないため、生物学的根拠は確かではない。

フィーレと肝を用いた蒲鉾の作製は、肝臓 5% 蒲鉾では肝臓の味が感じなかったが、肝臓 12% 蒲鉾では、

肝臓の味は感じられたが、魚臭さが前面に出てしまった。これは、日ごろからの魚の好みの違いによって良い意見と悪い意見が出たと考える。また、物性値の結果から、本実験で開発した肝臓12%添加は、破断強度377gであり、市販されている蒲鉾の最大の破断強度が450g [7]であることと比較し低い数値を示しており、高齢者の方向けの機能性表示食品として実用性があると考えられる。

5. 引用文献

- [1] 山田敏之 長崎県総合水産試験 (2012)
- [2] 坂本啓ら 宮城県水産研究報告 15-24(2011)
- [3] 富山農林水産総合技術センター 食品研究所 No.39 1-6(2015)
- [4] 赤羽義章 京都大学 1-119(1989)
- [5] 太田義雄ら トレハロースによる米粉パンの老化抑制効果 245-249(2011)
- [6] 「機能性表示食品」制度における機能性に関する科学的根拠の検証-届け出られた研究レビューの質に関する検証事業報告書 1-79(2015)
- [7] 藤井祐士農林水産技術会議事務局 研究報告 9号 79-81(2009)

6. その他の業績

【技術移転】地下海水を利用したカワハギ養殖については、カネヘイ養魚場にて事業化に成功した。商工会議所でも三保の特産とするために、「キモハギ」の商標登録をした。

7. 謝辞

また、本稿を書く機会を与えてくださり、いつも温かな叱咤激励をいただいている平山令明先生に感謝申し上げます。