

機能性食品開発に向けたゴマサバ中骨の脂質性状調査

Investigation of lipid characteristics of the bone in spotted mackerel for development of functional food

功刀公輔¹⁾、金澤佑樹²⁾、平塚聖一¹⁾³⁾

¹⁾東海大学大学院海洋学研究科, ²⁾東海大学海洋学部, ³⁾東海大学先進生命科学研究所

Kousuke Kunugi¹⁾, Yuuki Kanazawa²⁾, Seiichi Hiratsuka¹⁾³⁾

¹⁾ *Course of Oceanography, Graduate School of Oceanography, Tokai University*

²⁾ *School of Marine Science and Technology, Tokai University*

³⁾ *Institute of Advanced Biosciences, Tokai University*

[要旨]

利用価値の低いゴマサバの中骨を食品素材化するため、ゴマサバの中骨の栄養成分特に脂質成分の性状について調べた。その結果、水揚げ時期や魚体重量により成分が変動しやすい筋肉部とは異なり、ゴマサバの中骨は重量歩留まり、カルシウム量、脂質量、DHA 組成比がほぼ一定の値であった。このことから、ゴマサバの中骨はカルシウムと n-3 系脂肪酸の両方の成分を含有した栄養強化食品の素材としての価値を有していると考えられた。

[Abstract]

The properties of nutritional components, especially lipid characteristics of the bone in spotted mackerel which commercial value is low, were examined. As a result, chemical components of the muscle in spotted mackerel showed large fluctuations among samples, however, in the bone of spotted mackerel, the weight yield, calcium content, lipid content and DHA ratio of fatty acid were almost constant. These results suggest that the bone in spotted mackerel has the value as a material of the nutritionally enriched food containing the components of both calcium and n-3 type fatty acid.

[Key Words]

spotted mackerel, bone, lipid content, fatty acid composition

1. はじめに

魚類の骨は日本人に不足している栄養素であるカルシウムを手軽に摂取できる食材である。イワシ類等の小魚を骨ごと摂取するほか、

サケの軟骨を酢漬けた氷頭なます¹⁾やウナギ等の中骨を油で揚げた骨せんべい²⁾等はカルシウム補給に優れた加工品の代表であるが、これらは咀嚼力が低下した高齢者にとっては摂取が困難である。一方、カツオ、サバ等の大

型魚の加工時には中骨が副産物として大量に排出されている。しかし、それらの大部分は飼肥料の材料となっており利用価値は低い。

そこで、水産加工副産物である中骨をカルシウム素材として食品利用できれば水産加工業者と消費者の両方にメリットが生じる。さらに、魚類の骨の成分はリン酸カルシウムのほか、タンパク質と脂質も含まれていること³⁾、カツオ、サバ等の赤身魚の脂質はn-3系脂肪酸を豊富に含有していること⁴⁾から、赤身魚の骨はカルシウムに加えてn-3系脂肪酸の供給源にもなりうる可能性がある。

本研究では、ゴマサバの中骨を栄養強化食品素材として活用するための基礎的知見を得ることを目的として、ゴマサバの中骨の栄養成分特に脂質性状を調査することとした。

2. 結果の概要

2-1) 材料

2017年9月～2018年11月に静岡県沼津港に水揚げされたゴマサバを用いた。図1に試料として用いたゴマサバの魚体重量と魚体重量に対する中骨の重量比との関係を示した。今回、試料として用いたゴマサバは99尾であり、それらの体重は $414 \pm 89\text{g}$ (294～614g)と幅があった。しかし、魚体重量に占める中骨の重量比は $1.50 \pm 0.16\%$ とほぼ一定であった。

2-2) 中骨及び筋肉の一般成分

表1に筋肉及び中骨の一般成分を示した。脂質はBligh&DyerのHanson&Olley変法⁵⁾により分析し、その他の成分は常法に従って分析した。筋肉では水分が70.8%と最も多く、次いでタンパク質が23.9%となっており、脂質

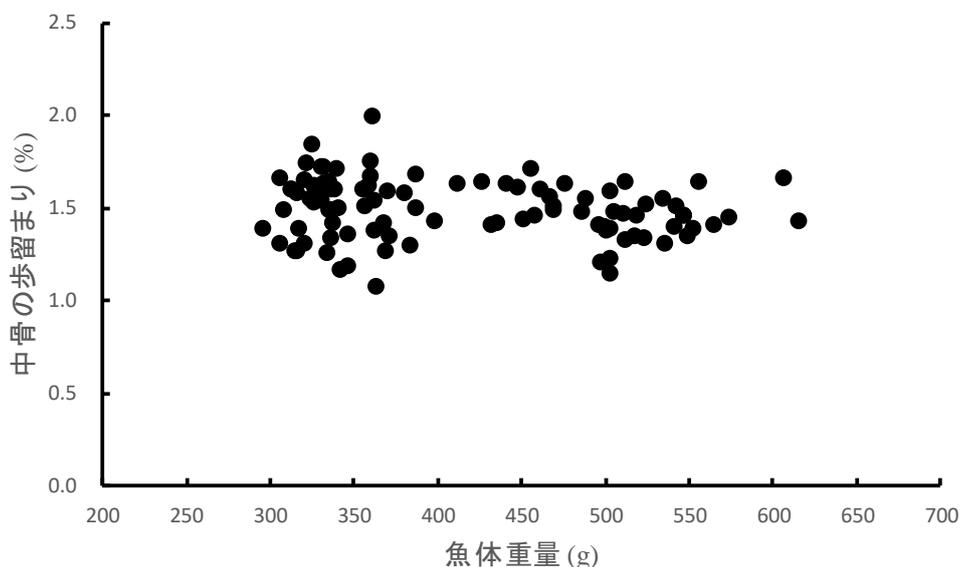


図1 ゴマサバの魚体重量と中骨の歩留まりとの関係

表1 ゴマサバの中骨と筋肉の一般成分

| | (%) | |
|-------|------------|------------|
| | 中骨 | 筋肉 |
| 水分 | 52.1 ± 6.5 | 70.8 ± 1.9 |
| 脂質 | 14.7 ± 3.9 | 3.3 ± 1.8 |
| 灰分 | 15.6 ± 1.2 | 1.5 ± 0.1 |
| タンパク質 | 14.4 ± 1.7 | 23.9 ± 1.0 |

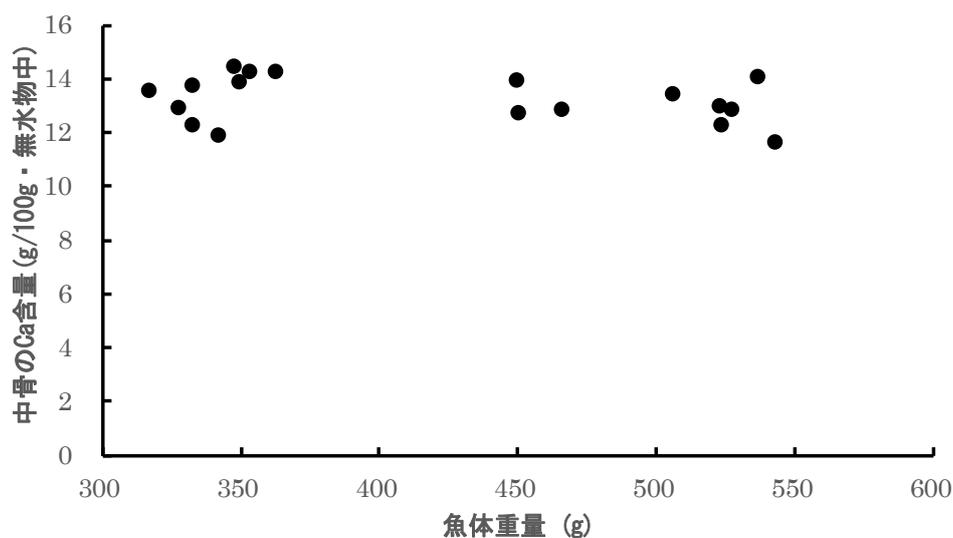


図2 ゴマサバの魚体重量と中骨のカルシウム含量との関係

は 3.3% であ
った。一方、中骨では脂質が 14.7% と多く、こ
の値は筋肉の脂質の 4.5 倍であった。また、水
分を除くと脂質 14.7%、灰分 15.6%、タンパク
質 14.4% と 3 成分がほぼ同量の比率であった。
図 2 に筋肉の脂質量と中骨の脂質量との関係
を示した。筋肉の脂質量と中骨の脂質量とは
正の相関が見られた。しかし、筋肉では脂質
量が 1% 以下の個体も見られたが、中骨の脂質
量は全ての個体で 9% 以上であった。図 3 に魚
体重量と中骨のカルシウム量との関係を示し
た。カルシウムは硝酸と過塩素酸で湿式灰化
した後にテストワコーカルシウム測定キット
を用いて比色法により分析した。ゴマサバ中
骨のカルシウム量は無水物換算値で 13.3 ± 0.8
g/100g であり、個体間で大きな変動は見られ

ず一定の値であった。

2-3) 中骨の脂質組成及び脂肪酸組成

表 2 にゴマサバ中骨の脂質組成を示した。
脂質組成はシリカゲルカートリッジにより極
性脂質と非極性脂質に分画した後、TLC⁶⁾によ
り分析した。中骨の主要な脂質はトリアシル
グリセロール(TG)であり、脂質の 75.7% を占
めていた。また、リン脂質(PL)は 17.2%、ステ
ロール(ST)は 7% であった。表 3 にゴマサバの
筋肉及び中骨の脂肪酸組成を示した。脂肪酸
組成は抽出した全脂質を三フッ化ホウ素メタ
ノールにてメチルエステル化した後、ガスク
ロマトグラフにて分析した。筋肉、中骨い

表2 ゴマサバ中骨の脂質組成

| (%) | |
|-----------------|------------|
| 脂質クラス | 組成比 |
| トリアシルグリセロール(TG) | 75.7 ± 7.3 |
| ステロール(ST) | 7.0 ± 1.8 |
| 遊離脂肪酸(FFA) | 0.1 ± 0.3 |
| リン脂質(PL) | 17.2 ± 7.5 |

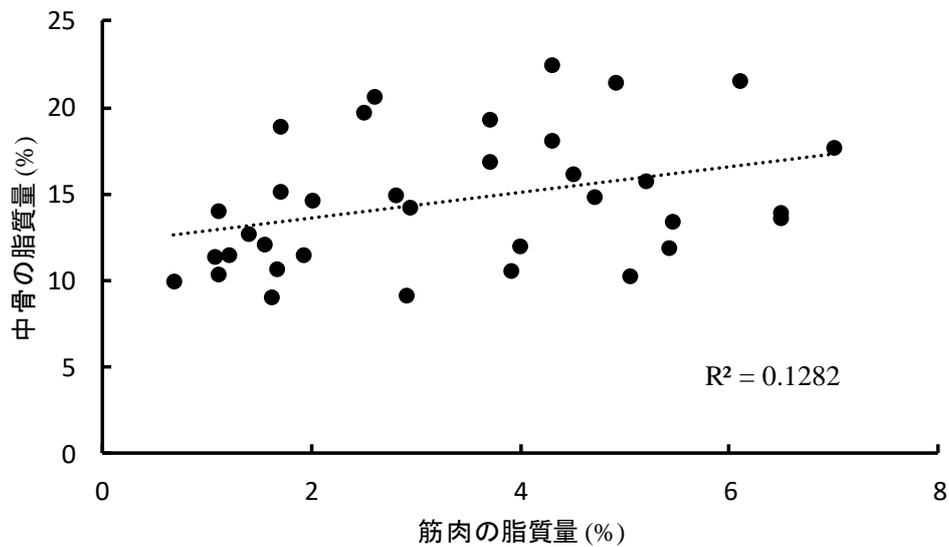


図3 ゴマサバ筋肉の脂質量と中骨の脂質量との関係

れも最も組成比の高い脂肪酸は C16:0(パルミチン酸) であり、次いで C22:6n-3 (ドコサヘキサエン酸、DHA) であった。個々の脂肪酸組成比では、C16:0 と C22:6n-3 が中骨に比べて筋肉で有意に高く、C20:5n-3 (エイコサペンタエン酸、EPA) は筋肉に比べて中骨で有意に高かった。一方、不飽和度別では、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸のいずれも筋肉と中骨とで差は認められなかった。図 4 に主要な脂肪酸の筋肉と中骨における脂肪酸組成比の関係を示した。C16:0 と C18:1n-9 では筋肉と中骨で正の相関を示したが、C22:6n-3 は筋肉と中骨で組成比に関係は見られず、中骨の C22:6n-3 組成比は筋肉のそ

れに左右されずに比較的一定の値であった。

3. 考察

魚類の部位別の重量比は種類、成長度、漁獲された時期などにより異なるが、魚体に占める全ての骨の割合は 4~11% であること、無水物換算値では灰分が 30~65%、有機物が 35~70% であること、さらには成長するにつれて、水分が減少して脂質と灰分が増加する傾向があることが報告されている³⁾。本研究の結果から、ゴマサバの魚体重量に占める中骨の割合は 1.50% ± 0.16%、中骨に含有している

表3 ゴマサバにおける筋肉と中骨の脂肪酸組成

| 脂肪酸 | (Wt %) | |
|------------|--------------|----------------|
| | 筋 肉 | 中 骨 |
| C 14:0 | 3.57 ± 1.18 | 4.48 ± 0.51 * |
| C 15:0 | 0.97 ± 0.29 | 1.14 ± 0.29 |
| C 16:0 | 22.06 ± 2.36 | 20.39 ± 1.83 * |
| C 17:0 | 1.19 ± 0.93 | 1.08 ± 0.10 |
| C 18:0 | 6.27 ± 0.89 | 5.63 ± 0.71 * |
| C 20:0 | 0.47 ± 0.08 | 0.50 ± 0.07 |
| C 16:1 n-7 | 4.47 ± 0.79 | 5.57 ± 0.39 * |
| C 18:1 n-9 | 14.97 ± 2.33 | 14.52 ± 1.60 |
| C 18:1 n-7 | 3.07 ± 0.36 | 2.94 ± 0.27 |
| C 20:1 n-9 | 1.59 ± 0.22 | 1.68 ± 0.27 |
| C 16:2 n-4 | 1.31 ± 0.19 | 1.62 ± 0.21 |
| C 16:3 n-4 | 1.22 ± 0.17 | 1.32 ± 0.25 |
| C 18:2 n-6 | 0.65 ± 0.13 | 0.74 ± 0.07 |
| C 18:3 n-3 | 0.71 ± 0.38 | 0.78 ± 0.09 |
| C 18:4 n-3 | 0.83 ± 0.36 | 1.04 ± 0.26 |
| C 20:4 n-3 | 0.47 ± 0.08 | 0.58 ± 0.09 |
| C 20:4 n-6 | 2.48 ± 0.45 | 2.29 ± 0.37 |
| C 20:5 n-3 | 6.09 ± 0.80 | 7.39 ± 0.52 * |
| C 22:4 n-6 | 0.51 ± 0.17 | 0.54 ± 0.22 |
| C 22:5 n-3 | 1.67 ± 0.23 | 1.75 ± 0.17 |
| C 22:5 n-6 | 1.22 ± 0.36 | 1.02 ± 0.21 |
| C 22:6 n-3 | 18.11 ± 3.02 | 16.29 ± 1.78 * |
| その他 | 6.30 ± 2.29 | 6.81 ± 3.23 |
| 飽和脂肪酸 | 34.45 ± 2.85 | 33.17 ± 2.36 |
| 一価不飽和脂肪酸 | 24.10 ± 2.84 | 24.73 ± 1.74 |
| 多価不飽和脂肪酸 | 35.15 ± 3.64 | 35.29 ± 2.41 |
| n-3/n-6 | 5.17 ± 0.67 | 5.49 ± 0.70 |

注) *は有意差があることを示す($p < 0.05$ by student's t-test)

カルシウム量は 13.3 ± 0.8 g/100g といずれも個体間で大きな差は見られずほぼ一定の値を示した。また、ゴマサバ中骨の脂質量は筋肉の脂質量と正の相関が見られるものの、少な

くても9%以上含有していること、さらにはゴマサバの主要な n-3 系脂肪酸である DHA の組成比は筋肉では個体差が大きい、中骨では筋肉に比べて変動が少なく比較的一定の値

であること等

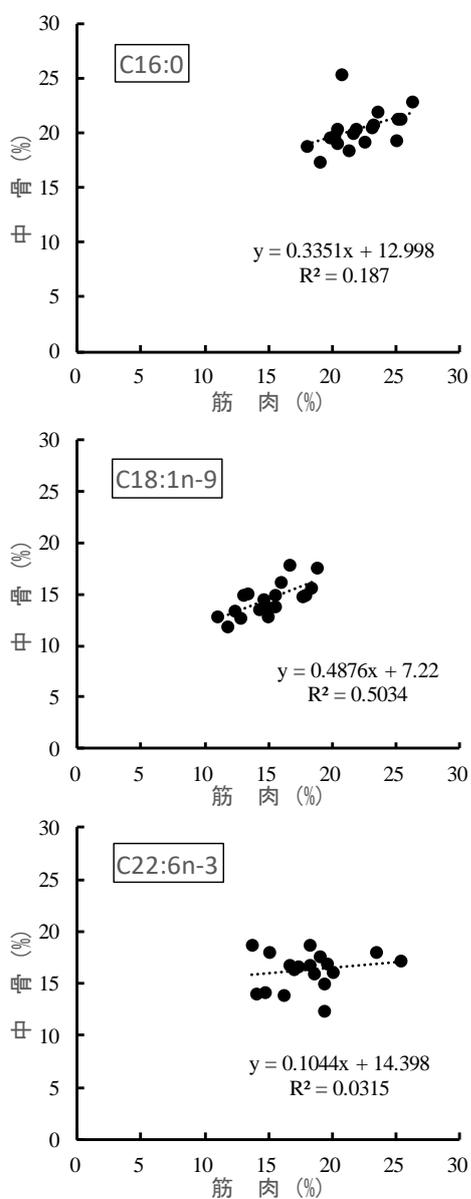


図4 ゴマサバの筋肉及び中骨の脂肪酸組成比が明らかになった。一般に、魚類は水揚げ時期や漁場によって魚体重量や魚体の化学成分特に脂質量が大きく異なり、このことが魚類を加工原料として利用する際に品質管理を難しくしている一因になっている。これに

対し、今回の研究結果より、ゴマサバの中骨は水揚げ時期や魚体重量が異なっても含有される成分に変動が少なかったことから、栄養成分の含有量で付加価値を向上させる製品の原料としては利用しやすいものであると考えられた。すなわち、ゴマサバの加工時に排出されている中骨はカルシウムと n-3 系脂肪酸の両方の成分を含有する特徴を有した栄養強化食品の素材として、十分な価値を有していると考えられた。今後は製造工程及び製品の保存期間における栄養成分等の変化を把握することで製品化が可能になると考えられた。

4. 引用文献

- [1] 乙坂ひで、東北・北海道の郷土料理, ナカニシヤ出版, 京都, 162 (1994).
- [2] 神田三亀男ら、聞き書 広島の食事, 農山漁村文化協会, 東京, 96 (1987).
- [3] 太田静行、*New Food Industry*, 23, 46-53 (1981).
- [4] 齋藤洋昭、*食品工業*, 36, 33-43 (1993).
- [5] Hanson SWF and Olley J、*J Biochem.*, 89, 101-102 (1963).
- [6] 平塚聖一ら、*日本水産学会誌*, 77, 1089-1094 (2011).

5. その他の業績

【学会等発表】

- (1) 功刀公輔、金澤佑樹、平塚聖一：ゴマサバ中骨の脂質性状、日本水産学会春季大会、2019.3 東京