

駿河湾で漁獲された深海性サメ類3種の筋肉の脂質特性について

小泉鏡子*¹・瀧野修作*²・落合芳博*³

駿河湾で漁獲された深海性サメ類3種(ヨロイザメ, ユメザメ, オンデンザメ)の筋肉の脂質特性を明らかにするため, 脂質含量, 脂質組成, 脂肪酸組成について分析を行った。脂質含量と脂質組成については, ヨロイザメとユメザメは類似していたが, オンデンザメはこれら2種とは異なっていた。一方, 中性脂質の脂肪酸組成については, ヨロイザメとオンデンザメではオレイン酸の組成比が最も高かったが, ユメザメではDHAが最も高かった。今回分析した3種の深海性サメ類の筋肉中の炭化水素及びワックスエステル含量は0.03~0.04g/100gであり, 食用禁止魚であるバラムツやアブラソコムツ(約17.0g/100g)に比べて少なく, 食用利用に問題ないと考えられた。

キーワード: 深海性サメ類, 筋肉, 脂質含量, 脂質組成, 脂肪酸組成

現在, 日本におけるサメ類の漁獲量は年間35,000トン前後であり, 主に外洋性のヨシキリザメ, アオザメ, ネズミザメ及び沿岸性のアブラツノザメなどが漁獲されている*⁴。サメ類の筋肉は古くから練り製品原料として利用され, かまぼこ原料特性などについて数多くの研究がなされてきた¹⁻²⁾。また, サメ類の中でも深海性サメ類の肝油には, 肌の新陳代謝の活性化, 免疫力の強化, 抗酸化作用などの機能性を有するスクワレンが大量に含まれており³⁾, 健康食品素材として広く利用されている。また, スクワレンに水素を添加したスクワランも化粧品原料として利用されている。このため, 深海性サメ類については, 肝臓脂質(肝油)に関する研究は数多くなされている⁴⁻⁵⁾が, 筋肉脂質に関する知見は非常に少ない。現在, ほとんど利用されていない深海性サメ類筋肉の食品利用における安全性の確認のためには筋肉脂質に関する知見が重要と考える。

本研究では, 駿河湾で漁獲された深海性サメ類3種の筋肉の脂質性状について調べた結果, 若干の知見を得ることができたので報告する。

報告に先立ち, 深海性サメ類の入手にご協力いた

いた小川漁協所屬長兼丸長谷川久志氏, 長谷川一孝氏に厚くお礼申し上げる。

材料及び方法

2014年5月~11月に駿河湾の水深200m~800m深において底立ちはえ縄漁により漁獲されたヨロイザメ*Dalatias licha*, ユメザメ*Centroscymnus owstonii*, オンデンザメ*Somniosus pacificus*の3種の深海性サメ類各1尾ずつを試料とした。ヨロイザメとユメザメはラウンド状態で凍結されたものを入手した。解凍後体長と体重を測定し, 3枚に卸して皮を除去した筋肉をブロック状(10×20×5cm)に切り分けた。さらに, 肝臓重量を測定して肝臓重量比を算出した。オンデンザメは漁獲直後に解体し, 背側筋肉を胸鰭基部から30cm幅で脊椎骨及び皮付きの状態で切り出した。切り出した塊から脊椎骨及び皮を除去した後, さらにブロック状(10×20×10cm)に切り分けた。これら3種のサメ類筋肉は分析に供するまで-30℃で保存し, それぞれ3~4個のブロック状筋肉から試料を採取して以下の分析に供した。なお, 分析結果は3~4ブロックの平均値として示した。

2017年1月26日受理

静岡県水産技術研究所(本所)業績第1163号

*¹静岡県水産技術研究所開発加工科*²東海大学海洋学部*³東海大学海洋学部, 現東北大学大学院農学研究科*⁴平成27年度国際漁業資源の現況No.33さめ類の漁業と資源調査(総説)【http://kokusai.fra.go.jp/H27/H27_33.pdf】

一般成分として水分、灰分、粗タンパク質、脂質含量を測定した。水分は105℃常圧加熱乾燥法、灰分は550℃灼熱灰化法、粗タンパク質はケルダール法により分析を行った。脂質含量はBligh & Dyer法のHanson and Olley 変法⁶⁾に準じて全脂質を抽出し、重量を測定した。

抽出した全脂質をSep-pakシリカカートリッジ (Waters) により非極性脂質とリン脂質 (極性脂質) に分けた後、それぞれの重量を測定した。非極性脂質は薄層クロマトグラフィー (TLC) を用いて各脂質クラスを分画した。展開溶媒はヘキサン : エーテル : 酢酸 (80:20:1 v/v/v) を用い、展開後、3%酢酸銅-8%リン酸試薬 (w/v) を噴霧した。130℃で20分加熱発色させ、パブリックドメインの画像処理ソフト (Scion Image) を用いて黒化度を測定した。

脂肪酸組成は、抽出した脂質をHiratsuka *et al.*⁷⁾に準じて塩酸-メタノールによりメチルエステル化した後、キャピラリーカラムを用いたガスクロマトグラフ (GC-14A (株)島津製作所) により分析した。なお、分析条件は以下のとおりである。分析カラム ; TC-WAX (30m × 0.25 mm i.d. ジーエルサイエンス(株)) , カラム温度 ; 初期温度 : 170℃, 昇温速度 : 1℃/min, 最終温度 : 225℃。

結果及び考察

分析に供した深海性サメ類の全長、体重、肝臓重量及び肝臓重量比を表1に、一般成分の分析結果を図1に示した。

表1 供試魚の概要

	ヨロイザメ	ユメザメ	オンデンザメ
全長(cm)	123.0	112.8	345.0
体重(kg)	11.1	12.8	約300 ¹⁾
肝臓重量(kg)	3.1	2.6	—
肝臓重量比(%) ²⁾	27.9	20.3	—

*1 漁獲者による推定値

*2 肝臓重量比 = 肝臓重量/体重 × 100

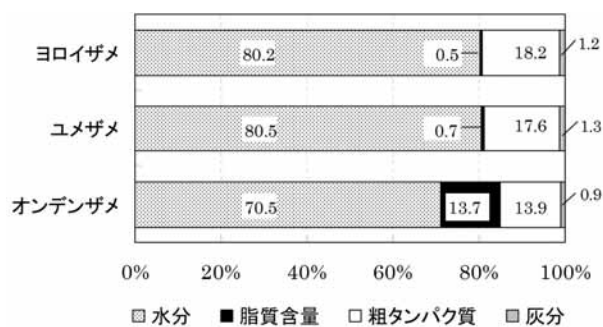


図1 一般成分の分析結果

ヨロイザメとユメザメはそれぞれ水分が80.2%、80.5%、脂質含量が0.5%、0.7%といずれも水分が高く、脂質含量が低かった。また、粗タンパク質はそれぞれ18.2%、17.6%であり、両者の一般成分の組成は類似していた。一方、オンデンザメの一般成分を他の2種と比較すると、脂質含量が13.7%と著しく高く、水分、粗タンパク質はそれぞれ70.5%、13.9%と低いなど、一般成分の組成が異なっていた。

ヨロイザメとユメザメの脂質含量は、是枝ら¹⁾が報告した鹿児島県沿岸海域で漁獲された10種類のサメ類の筋肉 (普通肉) の粗脂肪量0.2~3.0%と類似していたが、オンデンザメの脂質含量はそれらと比較して高かった。今回試料としたオンデンザメは、体長3m以上、体重約300kgであり、是枝ら¹⁾が試料としたサメ類 (体長60~107cm, 体重1~47kg) よりかなり大きいため、種による差以外に魚体サイズが脂質含量に影響を及ぼしている可能性も考えられる。

深海性サメ類3種の筋肉全脂質 (TL) の脂質組成を表2に示した。なお、本研究ではスクワレンなどの炭化水素 (HC) とワックスエステル (W) については合計値として示した。深海性サメ類3種の脂質含量と脂質組成の分析結果をもとに、筋肉100g中のHCとWの含量を算出したところ、ヨロイザメは0.04g、ユメザメとオンデンザメは0.03gであった。一方、深海性魚類のバラムツやアブラソコムツは、W含量が高く下痢性食中毒を起こすため食品衛生法により食用禁止魚とされているが、これらは脂質含量13.8~23.1%のうち約89%がWであり⁸⁾、筋肉100g中の含量に換算すると、約17gとなる。今回の深海性サメ類3種のW

表2 全脂質 (TL) の脂質組成

	(%)		
	ヨロイザメ (n=3)	ユメザメ (n=3)	オンデンザメ (n=4)
脂質含量	0.5±0.2	0.7±0.0	13.7±2.7
リン脂質 (PL)	69.4±1.4	67.4±1.5	11.0±0.7
中性脂質 (NL)	30.6±1.4	32.6±1.5	89.0±0.7
HC+W ¹⁾	8.0±0.2	4.2±0.7	0.2±0.2
TG ²⁾	4.5±0.1	10.1±0.1	70.6±1.5
FFA ³⁾	3.2±0.0	5.0±0.3	—
ST ⁴⁾	8.6±0.7	6.1±0.1	2.0±0.2
MG+DG ⁵⁾	0.7±0.2	1.3±0.1	—
others ⁶⁾	5.7±0.3	5.8±0.5	16.2±0.9

平均値±標準偏差 ¹⁾HC+W : 炭化水素+ワックスエステル
— : 未検出

²⁾TG : トリグリセリド

³⁾FFA : 遊離脂肪酸

⁴⁾ST : ステロール

⁵⁾MG+DG : モノグリセリド+ジグリセリド

⁶⁾others : その他

含量はこれらと比較してはるかに低いため、W含量の点では食用利用に問題ないと考えられた。

W以外の脂質組成については、脂質含量が高いオンデンザメでは中性脂質 (NL) 89%の中でトリグリセリド (TG) が70%と高く、リン脂質 (PL) は11%と低かったが、脂質含量が低いヨロイザメとユメザメはPLが約70%を占めNLは約30%と低かった。林ら⁹⁾は、脂質含量が2%以上の深海魚ではNLの含有率は86~98%と高く、脂質含量が1%以下の深海魚ではNLの含有率は48~70%と低いと報告している。また、一般的にPL量はTL量の多寡に係わらずほとんど変動しないとされている¹⁰⁾。本研究においても、脂質含量が高いオンデンザメではNLの含有率が高かったが、脂質含量が低いヨロイザメとユメザメではNLの含有率が低く、相対的にPLの含有率が高くなっており、従来の知見と一致した。

深海性サメ類3種のTL, PL及びNLの脂肪酸組成をそれぞれ表3~5に示した。3種ともTL, PL及びNLの主要な構成脂肪酸はパルミチン酸 (C16:0), オレイン酸 (C18:1), ドコサヘキサエン酸 (C22:6) (DHA) であった。

TLの脂肪酸組成比は魚種ごとに異なっており、ヨロイザメとユメザメはDHAが最も高く34~42%であったのに対し、オンデンザメはC18:1が42%と最も高かった。ヨロイザメとユメザメの脂肪酸組成はTLの70%を占めるPLの脂肪酸組成と、オンデンザメの脂肪酸組成はTLの90%を占めるNLの脂肪酸組成とよく一致していた。

NLの脂肪酸組成は、ヨロイザメとオンデンザメはC18:1が最も高く、ユメザメはDHAが最も高かった。林ら⁹⁾によれば、調査した19種の深海魚のうち16種の深海魚に含まれるNLはその構成脂肪酸として多量のモノエン酸を含む傾向があり、中でもC18:1の含有率が高いと報告している。ヨロイザメとオンデンザメのNLの脂肪酸組成はこの知見と一致していたが、ユメザメは異なる傾向を示した。一般に、魚類の筋肉の脂質性状は餌の脂質の影響を強く受けることが知られているが、深海性サメ類の食性については未解明の部分が多いことから、今後、さらに検討を行う必要があると考える。

以上、本研究の結果、駿河湾で漁獲された3種の深海性サメ類の筋肉脂質特性はそれぞれ異なっていたが、いずれも筋肉脂質中のHC及びW含量は極めて少ないことが明らかとなった。このことから、現在ほとんど利用されていない深海性サメ類の筋肉の食用利用について問題はないと考えられた。

表3 全脂質 (TL) の脂肪酸組成

	(%)		
	ヨロイザメ (n=3)	ユメザメ (n=3)	オンデンザメ (n=4)
C14:0	0.6±0.0	0.5±0.2	1.2±0.1
C15:0	—	0.2±0.0	0.2±0.0
C16:0	21.6±0.1	21.9±1.3	16.9±0.2
C17:0	0.3±0.0	—	0.4±0.0
C18:0	3.9±0.4	3.4±0.5	2.5±0.1
C16:1	1.4±0.2	1.9±0.2	5.7±0.3
C17:1	0.4±0.0	0.4±0.0	0.2±0.0
C18:1	20.4±0.9	13.3±0.6	42.2±0.5
C20:1	0.4±0.1	0.6±0.1	3.8±0.3
C22:1	—	—	2.3±0.1
C16:2	—	0.2±0.0	0.3±0.0
C16:3	0.3±0.0	0.2±0.1	0.5±0.0
C18:2	—	—	0.9±0.1
C18:3	—	—	0.1±0.1
C20:4	5.6±0.3	3.4±0.1	2.5±0.0
C20:5	1.9±0.0	1.7±0.1	3.7±0.1
C22:5	1.9±0.0	2.4±0.7	1.4±0.3
C22:6	34.1±0.3	42.4±2.1	11.0±0.6
未同定	7.2±0.4	7.9±2.0	4.4±0.5
飽和酸	26.4±0.3	25.8±0.8	21.2±0.3
モノエン酸	22.7±0.7	16.2 ±1.1	54.1±1.0
ポリエン酸	43.8±0.0	50.1±2.4	20.3±0.8

平均値±標準偏差

—：未検出

表4 リン脂質 (PL) の脂肪酸組成

	(%)		
	ヨロイザメ (n=3)	ユメザメ (n=3)	オンデンザメ (n=4)
C14:0	0.6±0.0	0.6±0.0	0.7±0.0
C15:0	0.1±0.0	0.2±0.0	—
C16:0	20.0±1.7	20.8±0.5	21.2±1.7
C18:0	4.2±0.3	3.2±0.5	6.2±0.4
C16:1	1.3±0.1	1.5±0.0	2.9±0.4
C18:1	18.6±1.6	12.4±0.2	15.5±0.8
C20:1	—	0.6±0.0	0.7±0.1
C22:1	—	—	—
C16:2	0.3±0.0	0.2±0.0	—
C16:3	0.2±0.0	0.2±0.0	—
C18:2	0.2±0.0	0.2±0.0	0.6±0.1
C18:3	—	0.2±0.0	—
C18:4	—	—	—
C20:4	6.3±0.3	3.9±0.1	10.4±0.2
C20:5	2.1±0.2	2.0±0.0	6.0±0.9
C22:4	0.4±0.0	0.3±0.0	0.9±0.1
C22:5	3.7±0.4	3.1±0.0	3.4±0.1
C22:6	30.6±4.6	40.5±0.3	22.4±2.1
未同定	11.5±0.6	10.4±0.1	9.3±1.2
飽和酸	24.9±1.3	24.7±0.1	28.1±1.3
モノエン酸	19.8±1.7	14.5±0.2	19.0±1.0
ポリエン酸	43.8±3.6	50.4±0.2	43.5±1.3

平均値±標準偏差

—：未検出

表5 中性脂質 (NL) の脂肪酸組成

	(%)		
	ヨロイザメ (n=3)	ユメザメ (n=3)	オンデンザメ (n=4)
C14:0	0.4±0.0	0.3±0.1	1.2±0.1
C15:0	—	0.2±0.0	0.3±0.0
C16:0	13.9±0.2	16.0±0.3	15.7±0.6
C18:0	4.9±0.3	1.9±0.1	2.6±0.1
C16:1	4.5±0.2	4.1±0.1	5.5±0.3
C18:1	39.9±0.5	23.0±0.4	40.6±0.7
C20:1	2.8±0.1	1.4±0.1	3.5±0.2
C22:1	3.3±0.1	1.1±0.0	2.1±0.1
C16:2	0.3±0.0	0.4±0.0	0.6±0.0
C16:3	0.4±0.0	0.4±0.0	0.6±0.0
C18:2	0.6±0.0	0.5±0.1	1.0±0.0
C18:3	0.3±0.0	0.3±0.0	0.7±0.0
C18:4	—	—	0.2±0.0
C20:4	3.8±0.1	2.1±0.0	2.5±0.1
C20:5	1.7±0.0	1.5±0.1	4.0±0.1
C22:4	0.3±0.0	0.8±0.0	0.4±0.0
C22:5	1.7±0.0	4.0±0.2	1.8±0.1
C22:6	13.7±0.1	33.4±1.4	9.8±2.6
未同定	7.6±0.2	8.6±0.1	6.8±0.3
飽和酸	19.2±0.5	18.5±0.6	19.8±0.8
モノエン酸	50.6±0.9	29.5±0.8	51.7±1.9
ポリエン酸	22.6±0.2	43.4±1.5	21.7±2.4

平均値±標準偏差

— : 未検出

文 献

- 1) 是枝登・石神次男・藤田薫(1982) : サメ類筋肉のかまぼこ原料適性について, 日本水産学会誌, **48** (12), 1815~1819.
- 2) 志水寛・町田律・竹並誠一(1981) : 魚肉肉糊のゲル形成特性に見られる魚種特異性, 日本水産学会誌, **47**(1), 95~104.
- 3) 辻本満丸(1906) : 黒子鮫油に就て, 工業化学雑誌, **9**(10), 953~958.
- 4) Patrick P.D., John K.V., Stephanie R. D.(1990) : Squalene content and neutral lipid composition of livers from deep-sea sharks caught in Tasmanian waters, *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, **41**, 375~387.
- 5) Michael J. B., Peter D. N.(1995) : Lipid fatty acid and squalene composition of liver oil from six species of deep-sea sharks collected in southern Australian waters, *Comp. Biochem. Physiol.*, **110B** (1), 267~275.
- 6) Hanson S.W.F., Olley J.(1963) : Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to

tissue homogenates, *J. Biochem.*, **89**, 101~102.

- 7) Hiratsuka S., Kitagawa T., Matsue Y., Hashidume M., Wada S.(2004) : Lipid class and fatty acid composition of phospholipids from the gonads of skipjack tuna, *Fish. Sci.*, **70**, 903~909.
- 8) Mori M., Saito T., Nakanishi Y., Miyazawa K., Hashimoto Y. (1966) : The composition and toxicity of wax in the flesh of castor oil fishes, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **32**(2), 137~145.
- 9) 林賢治・山田実(1975) : 生息深度を異にする海産動物の脂質-III 深海魚の中性脂質組成脂肪酸の特徴について, 日本水産学会誌, **41**(11), 1161~1175.
- 10) Toyomizu M., Nakamura T., Shono T. (1976) : Fatty acid composition of lipid from Horse mackerel muscle- Discussion of fatty acid composition of fish lipid, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **42**(1), 101~108.

Characteristics of lipid of muscles in three species of deep-sea sharks caught in Suruga Bay

Kyoko Koizumi, Shusaku Takino and Yoshihiro Ochiai

Abstract There are many reports on the characteristics of liver oil of deep-sea sharks, but only a few reports on the lipid of muscles. Lipid content, lipid class, and fatty acid compositions of muscles in the deep-sea sharks *Dalatias licha*, *Centroscymnus owstonii*, and *Somniosus pacificus* were analyzed to clarify their lipid characteristics. Lipid content and lipid class of *D. licha* were similar to those of *C. owstonii*, whereas those of *S. pacificus* revealed marked differences. The fatty acid compositions of neutral lipids in the muscles of *D. licha* and *S. pacificus* differed from those in *C. owstonii*. In *D. licha* and *S. pacificus* the percentage of oleic acid was the highest, whereas in *C. owstonii*, docosahexaenoic acid was the most predominant fatty acid. According to previous studies, high levels of wax esters are present in *Ruvettus pretiosus* and *Lepidocybium flavobrunneum* (approximately 17.0 g/100 g of muscle). Therefore, eating these two species were prohibited in Japan. By comparison, the content of wax esters in the muscles of *D. licha*, *C. owstonii*, and *S. pacificus* (0.03-0.04 g/100 g of muscle) was markedly lower. Our findings suggested that the muscles of three species of deep-sea sharks caught in Suruga Bay could be edible.

Key words: deep-sea sharks, muscle, lipid content, lipid class, fatty acid composition