ノ ー ト

土佐湾におけるマルソウダの
脂質含量とその脂肪酸組成の周年変化北村 有里^{*1}・野村 明^{*1}・和田 俊^{*2}^{*1} 高知県工業技術センター (〒781-51 高知県高知市布師田 3992-3)^{*2} 東京水産大学 (〒108 東京都港区港南 4-5-7)Seasonal Variation in Lipid Content and Fatty Acid Composition of
Round Frigate Mackerel, *Auxis rochei* Risso, in Tosa BayYuri KITAMURA^{*1}, Akira NOMURA^{*1}, and Shun WADA^{*2}^{*1} Kochi Prefectural Industrial Technology Center
(3992-3, Nunoshida, Kochi-shi, Kochi-ken, 〒781-51)^{*2} Tokyo University of Fisheries
(4-5-7, Konan, Minato-ku, Tokyo, 〒108)

Abstract : Lipid content, fatty acid composition and lipid class of round frigate mackerel, *Auxis rochei* Risso were investigated to utilize more effectively, high fat-fish which was unsuitable for Souda-bushi (boiled, smoke-dried and molded fish). Lipid content in orbital tissue of round frigate mackerel caught in Tosa Bay was found highest (30~65%), while that in the gonad lowest (below 2%), throughout the entire year. Decrease in lipid content was greatest in September in the orbital, belly, and dorsal muscle tissue, while no other tissue showed seasonal variation. Main fatty acids constituted in this fish oil of every tissue were oleic, docosahexaenoic and palmitic acids. Continuous change was noted in fatty acid composition throughout the year in all tissues at 15~30% for docosahexaenoic acid (DHA) and 10~20% for icosapentaenoic acid (EPA). In the sample obtained in June, the main lipid classes of the orbital tissue, belly and dorsal muscles were triacylglycerol, whereas the gonad, liver and the red muscle contained much phospholipid.

Key words : round frigate mackerel, Souda-bushi, lipid content, fatty acid composition, lipid composition

1 緒 言

マルソウダは高知県内で年間 12000 t が漁獲され、全国で水揚げされる量の 60% を占めている。それらの大半は宗田節に加工され、その工程で排出される頭部及び内臓はフィッシュミールに加工される。また、高品質な宗田節には、脂質含量の少ない原魚が適しており、4 月から 6 月に漁獲されるものは筋肉中の脂質が多いために高品質な製品にはならない。そのためにこの時期の原魚は節としての利用価値が低く、価格は低迷し、生産調整されることもある。

そこで本研究では加工時に排出される内臓及び頭部並びに 4 月から 6 月の未利用原魚を有効に利用するための基礎的知見を得ることを目的として周年にわたるマルソウダ各組織の脂質含量、脂肪酸組成及び脂質クラスについて調べた。

2 実 験

2・1 供試魚及び分別部位

平成 6 年 9 月から平成 7 年 6 月の間に高知県土佐清水市下ノ加江漁港に水揚げされた硬直中のマルソウダを試した (Table 1)。それぞれの時期に漁獲された魚 10 尾 (雄、雌各 5 尾) から脳、眼か(窩)、肝臓、生殖せん(腺)、腹側普通筋、背側普通筋及び深層血合筋をそれぞれ

Table 1 Seasonal Variation in Body Weight and Length of Round Frigate Mackerel.

Month	Body weight (g)	Body length (cm)
Sep.	171.9±23.8*	24.3±0.9*
Nov.	431.5±43.1	30.4±1.3
Jan.	370.8±94.7	28.9±1.1
Apr.	405.5±42.2	31.1±1.7
Jun.	766.2±123.5	35.6±1.5

* Mean±S. D (n=10)

れ分別採取した。

2.2 脂質含量及び脂肪酸組成

Bligh and Dyer の方法¹⁾により脂質を抽出し、脂質含量を求めた。また、脂肪酸組成は抽出した脂質をけん化後、三フッ化ホウ素メタノール溶液でメチルエステル化し、それを検液としてガスクロマトグラフ (HP 5890 SERIES II, HEWLETT PACKARD 社製) によって測定した。なお、ガスクロマトグラフの条件は、カラムの初期温度 70℃ (5 min), 昇温速度 10℃/min, 最終温度 240℃ (40 min) で、キャピラリーカラム (TC-WAX, φ0.32 mm×30 m, GL サイエンス社製) を用いた。

2.3 脂質クラス

脂質クラスは薄層クロマトグラフィーにより行った。すなわち、6月に漁獲された魚の各組織から調製した脂質抽出液をシリカゲルを塗布した薄層板に展開 (展開液 石油エーテル/ジエチルエーテル/酢酸=80:20:1 vol/vol) 後、硫酸を噴霧して 80℃ で加熱し炭化させ、二波長クロマトスキャナー (CS-9000, 島津製作所製) を用い、波長 540 nm で測定してスポットの R_f 値から脂質クラスを同定した。

3 結果及び考察

Fig. 1 に各組織の周年にわたる脂質含量を示した。年間を通じて脂質含量が最も多い組織は眼窩で 30~65%, 少ない組織は生殖腺で 2% 以下であった。眼窩, 腹側普通筋及び背側普通筋の脂質含量は 4~6 月にかけて最も増加し, 9 月に減少した後, 再び 11 月~1 月に増加した。また, 脂質含量の最も少ない時期と多い時期の格差は眼窩では約 2 倍, 筋肉では 5~6 倍に達した。

9 月に水揚げされた魚は産卵前の 6 月のものと比べて体長で約 10 cm 短く, 体重は 1/4~1/5 であった。6 月に漁獲された魚と 9 月に漁獲された魚が, その体長の違いから同一の群れとは考えられないが, マルソウダの足摺岬周辺海域での生活史を基にして考えると, 筋肉の脂質含量は産卵を境にして大きく増減しており, 産卵前の増加と, 産卵直後の減少は明確であった。また, 脂質含

Fig. 1 Seasonal Variation in Lipid Content of Each Tissue of Round Frigate Mackerel.

量が増加し始める時期は産卵という生理的要素に加えて, 海水の温度が低下する時期 (11 月~1 月) と一致しているように思われる。このことは体脂肪の蓄積が産卵あるいは海水の温度と密接に関連²⁾していることを示唆している。

脳, 生殖腺, 肝臓及び血合筋の脂質含量は年間を通じてほぼ一定であった。

Fig. 2 に各組織の周年にわたる脂肪酸組成を示した。

最も周年変化の著しかった組織は生殖腺と血合筋であった。生殖腺は 1 月及び 4 月魚ではその組成に大差はなかったが, 6 月から 11 月にかけてのものではステアリン酸, イコサペンタエン酸 (EPA) が痕跡程度にまで減少した。特に 11 月魚ではオレイン酸とパルミチン酸の 2 種の脂肪酸で 99% 以上を占めていた。また, ドコサヘキサエン酸 (DHA) は産卵前の 6 月魚では 35% も含有されていたが, 11 月魚では痕跡程度しか含有されていなかった。このことから DHA は生殖機能と密接にかかわっているものと推察される。一方, 血合筋では EPA, オレイン酸及びステアリン酸の 3 種の脂肪酸が, それぞれ, 1% 前後~10%, 1% 前後~18%, 1%~25% 含まれ, 周年にわたり大きな変動が認められた。

その他の組織の組成比は産卵直後の 9 月魚を除いてほぼ一定であった。各組織での組成比は異なっていたものの, 主要脂肪酸はいずれも, パルミチン酸, オレイン酸及び DHA であった。

脂質の主要構成脂肪酸は, 脳ではオレイン酸 (20~30%) > パルミチン酸 (15~30%) > DHA (15~20%), 眼窩では DHA (15~25%) ≥ オレイン酸 (15~20%) > パル

Fig. 2 Fatty Acid Composition of Each Tissue of Round Frigate Mackerel throughout the Entire Year.

ミチン酸 (15~20%), 肝臓ではパルミチン酸 (20~30%) > オレイン酸 (10~30%) > DHA (20~25%), 腹側普通筋及び背側普通筋では、パルミチン酸 (20~30%) ≥ DHA (20~30%) > オレイン酸 (15~25%) の順に多く含有されていた。

トリコサン酸を内部標準物質とし、ガスクロマトグラフィーで組織の脂肪酸を測定し、各ピークの面積比から各組織 100 g 当たりの絶対量を算出した。DHA は眼窩に 11054~20969 mg/100 g, 腹側普通筋 467~3126 mg/100 g, 背側普通筋 320~3018 mg/100 g, 肝臓 682~

2168 mg/100 g, 血合筋 460~1403 mg/100 g, 脳 1193~1755 mg/100 g, 生殖腺は痕跡程度~324 mg/100 g, の順に多く含まれていた。EPA は眼窩に 5498 mg/100 g, 腹側普通筋 254~1808 mg/100 g, 背側普通筋 147~1203 mg/100 g, 肝臓 293~1124 mg/100 g, 血合筋は痕跡程度~260 mg/100 g, 生殖腺は痕跡程度~156 mg/100 g 含まれており、脳は 4 月魚だけ 438 mg/100 g 含まれていたが、その他の時期では痕跡程度であった。

Fig. 3 にマルソウダ各組織の脂質クラスを示した。脳ではトリアシルグリセリン (37.6%), リン脂質区 (モ

Fig. 3 Lipid Class in Each Tissue of Round Frigate Mackerel Caught in June.

ノアシルグリセリンを含む) 及びステロールの順に含まれ、生殖腺ではリン脂質区 (53.3%), 遊離脂肪酸及びステロールが主要成分であった。眼窩、腹側及び背側普通筋ではトリアシルグリセリン (それぞれ 90.9, 94.5, 89.4%) が大半を占め、それら部位の脂質クラスは類似していた。肝臓と血合筋はリン脂質区 (それぞれ 36.1, 35.9%), トリアシルグリセリン, 1,2-ジアシルグリセリン, 遊離脂肪酸及びステロールの順に含まれる類似した脂質クラスであることがわかった。

眼窩、腹側普通筋及び背側普通筋には、エネルギーを蓄えるため、蓄積脂質であるトリアシルグリセリンが、その他の組織には、細胞の膜構成脂質であるリン脂質が多く含まれる傾向がみられた。また、カツオ、マグロ等の赤身魚に認められる深層血合筋にはビタミン B 群, ミオグロビン, シトクロムを多く含有し、その役割は肝臓と同様な働きをしていると言われている³⁾ことから、脂質クラスにおいても肝臓と血合筋では類似した傾向がみられたものと推察した。

以上の結果、マルソウダの脂質に含まれる DHA はカツオやマグロの眼窩に含まれる量より少ないもののマ

イワシよりは多く⁴⁾また、EPA はマイワシよりは少ないもののカツオやマグロより多く、EPA, DHA の組成比に基づけばそれらの中間型に属する魚種であるように考えられる。これまで利用価値の低かったマルソウダの頭部及び内臓並びに 6 月から 9 月の未利用原魚に含まれる脂質は生理活性機能を有する DHA 及び EPA^{5)~7)}の供給源として今後期待できるものと推察される。

(受付: 1996 年 4 月 8 日, 受理: 1996 年 6 月 24 日)

文 献

- 1) E.G. Bligh, W.J. Dyer, *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911 (1951).
- 2) 志水 寛, 多田正実, 遠藤金次, 日水誌, 39, 993 (1973).
- 3) 松原貞代松, 落合 明, 岩井 保, “魚類学 (上)” 恒星社厚生閣 (1974) p. 45.
- 4) 矢澤一良, *New Food Industry*, 34, 37 (1992).
- 5) 井上良計, 三澤嘉久, 近藤 寿, *New Food Industry*, 34, 43 (1992).
- 6) 鈴木平光, 食品と開発, 27, 6 (1992).
- 7) 齋藤洋昭, 食品工業, 7, 33 (1993).

[報文] *Bacillus* sp. 由来のホスホリパーゼ C による 大豆リン脂質の加水分解

鎌田 正純・原 節子・戸谷 洋一郎

成蹊大学工学部 (〒180 東京都武蔵野市吉祥寺北町 3-3-1)

ホスファチジルコリン (PC), ホスファチジルエタノールアミン (PE), ホスファチジルイノシトール (PI), ホスファチジン酸 (PA) から構成される大豆リン脂質に対する *Bacillus* sp. 由来のホスホリパーゼ C の加水分解性を種々の条件下で検討した。

ジエチルエーテルとリン酸緩衝液から成る 2 層の反応系では PC が最も加水分解され易く、続いて PE>PI>PA の順であり、水系では PI が優先的に加水分解され、続いて PC>PE>PA の順であった。

水系において、PC と PE の加水分解はトリス-塩酸緩衝液よりもリン酸緩衝液中で起こりやすかったが、PI の加水分解では 2 種の緩衝液間の差が小さかった。PA は最も加水分解され難い基質であった。*Bacillus* sp. 由来のホスホリパーゼ C を用いたジエチルエーテル-リン酸緩衝液の 2 層系加水分解反応はリン脂質混合物から PI を濃縮する簡便・迅速な方法として利用できるものと考えられた。

(連絡者: 戸谷洋一郎) Vol. 45, No. 11, 1255 (1996).

[報文] 寄生性線虫, *Ascaris suum* における スフィンゴミエリン

杉田 陸海^{*1}・栗本 綾子^{*1}・Dulaney John T.^{*2}・

鈴木 實^{*3}・鈴木 明身^{*3}・太田 聡^{*1}

^{*1} 滋賀大学教育学部化学教室 (〒520 滋賀県大津市平津 2-5-1)

^{*2} テネシー大学医学部腎臓学教室 (951 Court Avenue, 649D Memphis, TN 38163, USA)

^{*3} 東京都臨床医学総合研究所生体膜教室 (〒113 東京都文京区本駒込 3-18-22)

高等動物には普遍的に存在しているスフィンゴミエリン (セラミドホスホコリン) も、下等動物においては、極めてその分布が限られており、今までに、はっきりと単離及び同定について報告されているのは、軟体動物の一部 (貝類) からにすぎない。こうした中で、動物寄生性線虫のブタカイチュウ, *Ascaris suum* (袋形動物, 線虫綱) を用いてスフィンゴミエリンの存否を精査し、セラミド成分の異なる 2 種類のスフィンゴミエリン (24:0 脂肪酸-d, br 17:0 長鎖塩基を成分とするもの及び 24:0 ヒドロキシ脂肪酸-d, br 17:1 長鎖塩基を成分とするもの) の単離に成功した。

(連絡者: 杉田陸海) Vol. 45, No. 11, 1261 (1996).

[ノート] 土佐湾におけるマルソウダの 脂質含量とその脂肪酸組成の周年変化

北村 有里^{*1}・野村 明^{*1}・和田 俊^{*2}

^{*1} 高知県工業技術センター (〒781-51 高知県高知市布師田 3992-3)

^{*2} 東京水産大学 (〒108 東京都港区港南 4-5-7)

宗田節に向かない脂質含量の多いマルソウダを有効利用するためにマルソウダの脂質含量、脂肪酸組成及び脂質クラスについて調べた。脂質含量は周年にわたり、眼窩が30~65%と最も多く、生殖腺は2%以下と最も少なかった。眼窩、腹側普通筋及び背側普通筋には、9月に減少する周年変化がみられた。その他の組織ではほぼ一定の脂質含量であった。全組織でオレイン酸、DHA及びパルミチン酸を主要脂肪酸として含んでいたが、その組成は各組織で異なり、また時期によっても相違が見られた。全ての組織でDHAは15~30%、EPAは10~20%含有されていた。6月に漁獲されたマルソウダの眼窩、腹側普通筋及び背側普通筋では、トリアシルグリセリンが主成分であったが、生殖腺、肝臓及び血合筋ではリン脂質を多く含んでいた。

(連絡者: 北村有里) Vol. 45, No. 11, 1267 (1996).

[ノート] 各種固体酸触媒を用いたミルセン-6,7-オキシドの異性化

吉田 信也・倉田 武夫

明治大学理工学部工業化学科 (〒214 川崎市多摩区東三田 1-1-1)

各種固体酸触媒存在下におけるミルセン-6,7-オキシド (1) の異性化を研究した。HSZ-360 HUA (H-Y 360) を触媒として用いたとき、1-エテニル-3,3-ジメチル-7-オキサビシクロ [2.2.1] ヘプタン (2) および 2-メチル-6-メチレン-7-オクテン-3-オン (4) が選択率良く生成できることを見いだした。

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{N 611 N}$ を用いたときには、2-メチル-6-メチレン-1,7-オクタジエン-3-オール (5) が収率良く得られた。

また、新規な異性化生成物として 4-エテニル-6,6-ジメチル-3-シクロヘキセン-1-オール (3a)、4-エテニル-2,2-ジメチル-3-シクロヘキセン-1-オール (3b) の生成を見いだした。

(連絡者: 吉田信也) Vol. 45, No. 11, 1271 (1996).

[ノート] 硫酸 2-(ペルフルオロアルキル) エチル塩 同族体水溶液の臨界ミセル濃度

玉木 国夫・菅野 敦志

横浜市立大学文理学部化学教室 (〒236 横浜市金沢区瀬戸 22-2)

硫酸 2-(ペルフルオロアルキル) エチル塩同族体 $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{C}_2\text{H}_4\text{SO}_4\text{M}$ ($\text{M}=\text{Li}$, $n=4, 6, 8, 10$; $\text{M}=\text{Na}$, $n=4, 6, 8$) と、比較のために、硫酸アルキル塩同族体 $\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{SO}_4\text{M}$ ($\text{M}=\text{Li}$, Na , $m=8, 10, 12, 14$) の水中における臨界ミセル濃度 (cmc) を測定し、25℃ の cmc 値を、 $\log \text{cmc}=A+Bn$ (or m) の形に表した。 $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{C}_2\text{H}_4\text{SO}_4\text{M}$ の B 値は -0.44 となり、これは cmc 値はペルフルオロアルキル鎖の CF_2 基一つ当たり、約 2.8 の因子で減少することを意味する。 $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{C}_2\text{H}_4\text{SO}_4\text{M}$ と $\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{SO}_4\text{M}$ の B 値の比はほぼ 1.5 となる。 $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{C}_2\text{H}_4\text{SO}_4\text{M}$ の cmc はおよそ $m=1.5n+2$ の $\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{SO}_4\text{M}$ の cmc に相当するとしてよい。 $\text{C}_8\text{F}_{17}\text{C}_2\text{H}_4\text{SO}_4\text{Na}$ と $\text{C}_{10}\text{F}_{21}\text{C}_2\text{H}_4\text{SO}_4\text{Na}$ のクラフト点はそれぞれ 46℃ と 67℃ であった。

(連絡者: 玉木国夫) Vol. 45, No. 11, 1277 (1996).