

マルソウダの脂質および脂肪酸組成の季節変動

森岡 克司, 堺 周平, 竹上千恵, 小島 渥

(1998年7月27日受付)

Seasonal Variations in Lipids and Fatty Acid Compositions of Frigate Mackerel *Auxis rochei**Katsuji Morioka,*² Syuhei Sakai,*²
Chie Takegami,*² and Atsushi Obatake*²

The seasonal variations in lipids and fatty acid compositions of frigate mackerel *Auxis rochei* caught off Kochi Prefecture were examined from the viewpoint of the effective utilization of fish wastes.

The lipid contents varied from 5.2 to 11.6% for the head, which accounted for about 42% of fish wastes, and from 7.0 to 17.9% for the orbital tissue throughout the year. Docosahexaenoic acid (DHA) was the major unsaturated fatty acid and accounted for more than 22.7% and 24.5% of the total fatty acids in the lipids of the head and orbital tissue, respectively. This result indicated that head portion including the orbital tissue may be useful source of DHA production.

キーワード: マルソウダ, 脂質, 脂肪酸組成, 季節変動

近年, 養殖魚を対象に魚を産地でフィレーや刺身に一次処理して消費地へ出荷する形態が増加する傾向にある。また, 地方に存在する漁村などの活性化のために地域漁業資源を有効に利用して新加工食品の生産を目指す動きもみられる。このような流れを受けて, 消費地で分散的であった残滓処理が今後生産地に集約化されることが予想される。残滓の利用に際して, 従来, 大規模な水産加工場では多量に排出される残滓をミールなどに加工, 処理している例がみられるが, 新たに残滓の集約化が起きるであろう生産地は, 地方に散在しているため, ミールの生産などの大規模な加工処理が成立しにくい現状にあると考えられる。そこで, 小規模な施設で簡便に一次処理することや付加価値の高いものを作り出すなどの工夫が必要とされている。そのためには, まず, 残滓中に含まれる脂質, タンパク質, エキス成分などの含量, 組成を調べ, その上で有効な利用法を検討する必要があると考えられる。

そこで, 本研究では高知県西部で最近企業化されたマルソウダ加工場での残滓を対象とし, その有効利用を図るための基礎的研究を実施した。以前には廃棄されていたマグロ類¹⁾やカツオ,^{2,3)} ヒラソウダ, マルソウダ⁴⁾な

どのカツオ類など大型回遊魚の頭部, 特に眼窩油には, ドコサヘキサエン酸 (DHA), エイコサペンタエン酸 (EPA) などの生理活性を示す脂肪酸が多く含まれていることが報告されており, その供給源として利用されている。⁵⁾ しかし, 魚, 特に回遊魚の脂質含量は季節的に変動することが知られており,^{6,7)} 脂質の利用に際してはその変動を調べる必要があるが, マルソウダの脂質の変動についてはほとんど知られていない。そこで, まずマルソウダの脂質成分 (脂質含量, 脂質組成, 全脂質の脂肪酸組成) の季節変動の概略についての知見を得るとともに, 残滓中の脂質成分の利用法について検討した。

実験方法

試料魚 高知県沖で漁獲されたマルソウダ *Auxis rochei* を高知県中央卸売市場で入手し用いた。魚体から眼窩周辺組織 (眼球, 眼窩脂肪組織を含む, 以下眼窩とする), 頭部 (眼窩周辺組織を除いたもの), 背部普通肉 (以下普通肉とする), 腹部普通肉 (以下腹部肉とする), 心臓, 肝臓および消化管 (内容物を除く) の7部位を採取し, 脂質の抽出に使用するまで -80°C で保存した。

脂質の抽出 全脂質は Bligh and Dyer 法⁸⁾ に従い,

*1 魚の加工処理残滓の有効利用に関する研究-I (Effective utilization of fish wastes-I).

*2 高知大学農学部水産利用学研究室 (Laboratory of Aquatic Product Utilization, Faculty of Agriculture, Kochi University, Nankoku, Kochi 783-8502, Japan).

クロロホルム-メタノールで抽出し、定量後、脂質組成および脂肪酸組成の分析まで -80°C で保存した。なお、脂質の抽出過程および保存中の酸化を防ぐために、0.001%のブチルヒドロキシトルエン (BHT) を溶かしたクロロホルムおよびメタノールを用いた。

脂質組成の分析 全脂質を Juaneda らの方法⁹⁾に従い、Sep-Pak Silica カートリッジ (Waters 製) を用いて非極性脂質 (NL) および極性脂質 (PL) に分画後、各脂質の重量を求めた。さらに NL をヤترون製クロマトロッド SIII に着点し、*n*-ヘキサソルジエチルエーテル-酢酸 (90:10:1, v/v/v) 溶液中で展開後、ヤترون製イアトロスキャン MK-5 を用いた TLC-FID によってその組成を求めた。

脂肪酸組成の分析 簡便前処理法¹⁰⁾で全脂質の脂肪酸メチルエステルを調製し、水素炎イオン化検出器を装備した島津製ガスクロマトグラフを用いて測定した。なお、分析条件は以下の通りである。カラムは CBP-20 キャピラリーカラム (島津製強極性カラム, 長さ: 50

m, 内径: 0.22 mm) を用い、カラム温度は 150°C から 230°C まで $2^{\circ}\text{C}/\text{分}$ で昇温後、一定とし、試料注入口温度および検出器の温度は 250°C とした。脂肪酸組成は島津製クロマトパック CR-6A で求めた。脂肪酸の同定は標準品として 14:0 (ミリスチン酸), 16:0 (パルミチン酸), 18:0 (ステアリン酸), 18:1n-9 (オレイン酸), 18:2n-6 (リノール酸), 18:3n-3 (α -リノレン酸), 20:0 (アラキシン酸), 20:1n-9 (ゴンドウ酸), 20:4n-6 (アラキドン酸), 20:5n-3 (EPA), 22:6n-3 (DHA) を用いて保持時間の比較により行うとともに、相対保持時間および ECL 値の文献値¹¹⁾との比較で行った。

結果および考察

マルソウダは、土佐湾西部で周年漁獲されるが、鮮度低下が非常に早く、冬場の脂質の少ない魚を宗田節の原料にする以外、有効に利用されておらず、非常に安価な魚である。最近、マルソウダの需要の拡大、ひいてはそ

Table 1. Percentage of the waste portions of frigate mackerel and their proximate compositions

Portion	Weight (g)	Ratio (%)	Proximate composition (%)			
			Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Whole fish	430	100	—	—	—	—
Wastes	215	50	—	—	—	—
Head	90	21	66.1	15.1	11.7	6.9
Viscera	35	8	72.1	20.8	4.8	1.9
Ventral meat	35	8	56.0	18.6	21.8	3.7
Others	55	13	—	—	—	—

Table 2. Seasonal variations in lipid contents of seven tissues from frigate mackerel

Date	Body length (cm)	Body weight (g)	Lipid content (%) ^{*1}						
			Orbital tissue	Head	Ventral meat	Ordinary meat	Liver	Heart	Digestive organs
Mar. 2, 1994	29.7 \pm 0.5 ^{*2}	460 \pm 17	13.2 \pm 0.5	7.8 \pm 0.2	9.8 \pm 0.5	1.8 \pm 0.1	3.2 \pm 0.1	3.3 \pm 0.2	2.8 \pm 0.1
Apr. 23, 1994	32.5 \pm 0.4	600 \pm 50	16.1 \pm 0.9	7.9 \pm 0.2	12.1 \pm 1.2	2.2 \pm 0.2	6.4 \pm 0.4	2.9 \pm 0.3	3.4 \pm 1.2
May. 22, 1995	36.2 \pm 1.5	826 \pm 89	15.6 \pm 2.8	9.9 \pm 0.5	18.9 \pm 2.5	2.1 \pm 0.2	3.9 \pm 0.5	2.9 \pm 0.9	3.0 \pm 0
Jul. 4, 1994	36.3 \pm 0.5	774 \pm 39	13.9 \pm 5.1	5.2 \pm 2.3	6.9 \pm 4.2	1.2 \pm 0.2	3.8 \pm 0.3	2.7 \pm 0.4	2.7 \pm 0.2
Aug. 25, 1994	23.1 \pm 0.1	164 \pm 5	10.1 ^{*3}	6.8	5.0	1.0	3.1	3.3	2.6
Sep. 6, 1995	23.0 \pm 0.4	156 \pm 4	7.0 ^{*3}	6.5	6.3	1.0	3.8	3.0	3.1
Oct. 16, 1995	30.9 \pm 0.6	481 \pm 6	14.3 \pm 1.4	8.3 \pm 1.2	9.7 \pm 3.1	1.3 \pm 0.4	6.6 \pm 2.6	2.9 \pm 0.9	2.5 \pm 0.3
Dec. 11, 1995	30.5 \pm 0.4	430 \pm 4	17.9 \pm 1.6	11.6 \pm 1.6	13.9 \pm 1.6	2.1 \pm 0.4	4.2 \pm 0.6	3.1 \pm 0.1	3.2 \pm 0.2

^{*1} Lipid was extracted with chloroform-methanol containing 0.001% butylated hydroxytoluene (BHT) according to the method of Bligh and Dyer.⁸⁾

^{*2} Mean \pm S.D. ($n=3$).

^{*3} Three samples were combined.

の魚価の安定化を図るために、高知県西部で本魚種を調味加工した製品を開発、販売するようになっている。そこで、まずマルソウダを加工処理した際に生じる残滓各部の割合と一般成分について11月に漁獲された魚体を用いて調べた。

Table 1に示したように全魚体430gのうち、可食部が215gと50%を占め、残り半分が残滓となる。この残滓のうち、頭部が最も多く、全魚体の21%を占め、内臓、腹部肉がそれぞれ全魚体の8%を占めていた。一般成分組成をみると、残滓の約42%を占める頭部の場合、粗タンパク質が15.1%、粗脂肪が11.7%を占めていた。魚類の脂質含量は、季節により大きく変動することが知られているので、定期的に試料魚を採取し、脂質成分の季節変動を調べた。

Table 2に試料魚の採取日、尾叉長、体重および試料7部位の脂質含量の季節変動を示す。なお、試料魚の採取は、1994年、1995年の2年間行った。8月下旬および9月上旬に使用した試料魚は他の時期に比べて小さかった。これらの試料魚は、この時期に高知県沖で主に漁獲される新子(しんこ)と呼ばれる当歳魚と推定されるため、他の試料魚とは異なる系群のものと考えられた。

試料7部位の脂質含量をみると、8月下旬および9月上旬に漁獲された試料魚を除き、眼窩、頭部および腹部肉では通年比較的高く、次いで肝臓、心臓、消化管、普通肉の順であった。脂質含量の変動のパターンは、心臓、消化管を除き、一般にイワシなどでみられるように⁶⁾10月から12月にかけて増加する傾向が見られた。

また餌料が少なくなる冬場に一旦減少した後、再びマルソウダの産卵期である5月に脂質含量が増加した。8月下旬および9月上旬に漁獲された試料魚の眼窩および

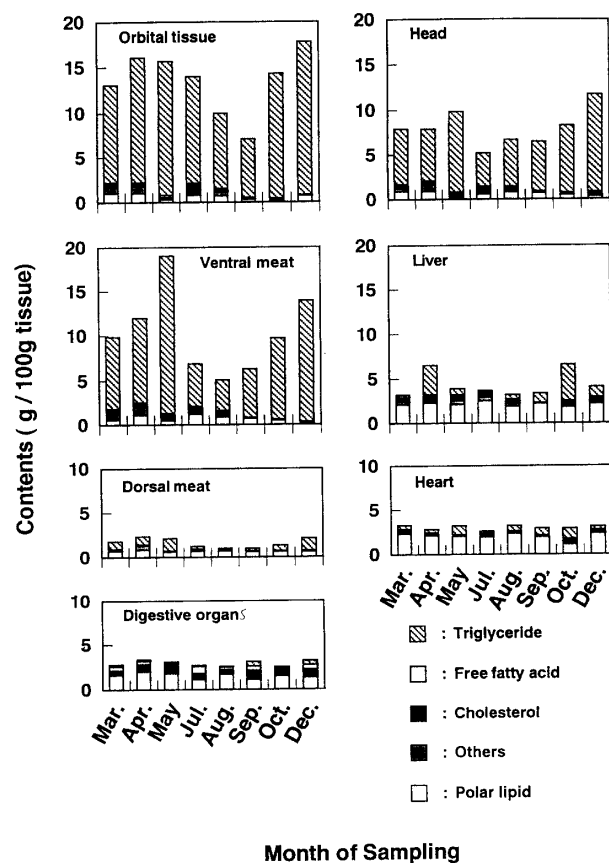


Fig. 1. Seasonal variations in lipid class compositions of seven tissues from frigate mackerel.

Table 3. Seasonal variations in fatty acid composition of lipid extracted from orbital tissue of frigate mackerel (%)*1

Fatty acid	Mar.	Apr.	May.	Jul.	Aug.*2	Sep.*2	Oct.	Dec.
14:0	4.4±0.4	3.8±0.1	3.4±0.1	3.8±0.8	4.2	4.8	4.7±0.3	5.0±0.3
16:0	16.1±0.8	13.6±0.9	10.5±1.1	17.1±3.5	20.2	20.1	14.4±0.6	15.4±1.7
16:1n-7	9.6±0.2	11.5±0.8	12.2±0.8	10.3±1.4	7.6	8.6	11.3±1.1	11.6±1.5
18:0	2.1±0.3	1.7±0.2	1.1±0.2	3.3±1.2	5.2	3.8	2.4±0.5	1.9±0.3
18:1n-9	12.8±0.6	12.5±1.1	12.0±0.5	13.2±2.0	10.1	9.3	10.8±0.5	10.7±0.3
18:1n-7	1.3±0.1	1.9±0.1	1.8±0.0	2.5±0.2	2.1	2.3	2.3±0.1	2.0±0.1
18:2n-6	1.6±0.3	1.6±0.1	1.4±0.1	1.3±0.0	1.5	1.3	1.2±0.1	1.3±0.1
18:3n-3	1.0±0.0	1.2±0.1	tr*3	tr	0.7	tr	tr	1.0±0.1
18:4n-3	1.4±0.1	1.6±0.0	1.0±0.1	1.3±0.2	1.1	1.1	1.0±0.1	1.4±0.3
20:4n-6	1.3±0.0	1.3±0.0	1.4±0.1	8.0±0.0	1.5	1.7	2.0±0.1	1.5±0.1
20:5n-3	9.6±0.1	12.0±1.1	10.6±0.5	8.0±1.0	7.3	9.1	11.8±1.5	10.9±0.6
22:6n-3	29.3±0.2	32.2±1.7	34.7±0.2	27.8±3.3	24.7	24.5	27.5±1.0	27.5±0.3
Others	9.6±0.2	5.3±0.9	10.0±0.3	9.8±0.7	13.8	13.4	10.5±0.6	9.8±0.9

*1 Mean±S.D. (n=3).

*2 Three samples were combined.

*3 tr: trace, <0.5%.

頭部の脂質含量は、他の試料魚に比べて低かった。カツオ、マグロなど高速回遊魚の眼窩脂肪は、高速遊泳時の眼球保護のために多くなると考えられており、8月下旬および9月上旬に漁獲された試料魚で眼窩の脂質含量が低かったのは、当歳魚であるため、まだ眼窩周辺組織が十分に発達していないためと推察された。

次に脂質組成を調べたところ (Fig. 1), 脂質含量が高い眼窩および頭部では、その大部分がトリグリセリドで占められていた。一方、脂質含量が大きく変動した腹部肉および肝臓の場合、マサバ、マイワシ、マアジ普通肉の脂質で見られるように、⁷⁾ 脂質の増減は、トリグリセリドの増減と一致し、リン脂質は通年ほぼ一定であっ

た。しかし、腹部肉の脂質の増減と肝臓のそれは必ずしも一致しなかった。心臓ではリン脂質が大部分を占めていた。消化管でもリン脂質の占める割合が高く、またコレステロール、遊離脂肪酸が他の部位に比べて比較的多く含まれていた。

次に試料7部位の全脂質の脂肪酸組成を Table 3-9 に示す。眼窩および頭部では、22:6n-3の組成比が最も高く、次いで16:0, 18:1n-9, 16:1n-7, 20:5n-3の順で高かった。眼窩脂質中の22:6n-3の組成比は、8月および9月の試料魚で24.7%および24.5%と少し低かったが、他の試料魚では27.5~34.7%と高く、カツオ眼窩油^{2,3)}のそれに匹敵するものであった。また、

Table 4. Seasonal variations in fatty acid composition of lipid extracted from head of frigate mackerel (%)^{*1}

Fatty acid	Mar.	Apr.	May.	Jul.	Aug. ^{*2}	Sep. ^{*2}	Oct.	Dec.
14:0	4.0±0.4	4.2±0.2	4.4±0.4	3.7±0.8	3.8	4.6	4.6±0.2	4.7±0.2
16:0	18.7±0.6	15.4±1.4	17.6±1.8	21.6±1.0	21.2	22.1	18.1±0.8	16.6±0.7
16:1n-7	6.4±0.5	6.8±0.1	8.2±0.7	6.4±0.8	5.7	7.4	7.3±0.6	8.8±0.5
18:0	3.5±0.4	3.7±0.1	2.7±0.3	5.8±1.1	7.6	5.4	4.7±0.5	2.8±0.1
18:1n-9	12.3±1.0	12.5±1.2	11.5±0.4	13.2±1.8	8.8	8.8	9.5±0.8	9.9±0.2
18:1n-7	1.4±0.1	2.2±0.0	2.0±0.1	2.9±0.2	2.2	2.5	2.6±0.1	2.2±0.1
18:2n-6	1.4±0.0	1.5±0.1	1.3±0.1	1.2±0.1	1.5	1.3	1.2±0.1	1.4±0.1
18:3n-3	1.0±0.0	1.2±0.0	tr ^{*3}	tr	tr	tr	tr	tr
18:4n-3	1.5±0.0	1.7±0.1	1.1±0.2	1.0±0.2	1.1	tr	0.9±0.1	1.0±0.1
20:4n-6	1.5±0.2	1.5±0.0	1.7±0.1	1.5±0.2	1.6	2.1	2.3±0.3	1.6±0.1
20:5n-3	9.7±0.2	10.4±0.5	10.2±0.4	6.6±1.1	6.8	8.9	10.9±0.6	11.2±0.4
22:6n-3	29.7±0.2	27.4±0.3	28.9±1.5	25.2±2.3	26.3	22.7	27.3±0.6	28.9±0.6
Others	9.0±0.5	8.6±0.5	10.4±0.4	10.4±0.2	13.6	14.2	10.6±0.3	10.8±1.0

^{*1}, ^{*2}, ^{*3} See the footnote of Table 3.

Table 5. Seasonal variations in fatty acid composition of lipid extracted from ventral meat of frigate mackerel (%)^{*1}

Fatty acid	Mar.	Apr.	May.	Jul.	Aug. ^{*2}	Sep. ^{*2}	Oct.	Dec.
14:0	3.5±0.2	4.3±0.2	3.6±0.3	3.1±1.4	3.9	4.5	4.0±0.1	3.8±0.5
16:0	20.7±0.9	21.6±1.1	18.7±1.6	23.6±0.7	23.4	23.3	19.3±0.3	16.5±0.8
16:1n-7	4.1±0.4	4.4±0.1	4.7±0.4	4.9±1.7	4.1	6.5	4.7±1.2	5.4±0.4
18:0	4.9±0.5	5.4±0.4	4.0±0.5	8.9±3.8	10.5	6.0	7.3±0.8	4.0±0.9
18:1n-9	14.3±0.6	10.8±1.7	11.0±1.4	13.0±2.6	7.1	7.7	8.0±0.7	11.7±1.8
18:1n-7	tr ^{*3}	2.3±0.0	2.3±0.1	3.3±0.5	2.4	2.5	2.6±0.3	2.5±0.3
18:2n-6	1.3±0.0	1.4±0.1	1.3±0.2	1.1±0.2	1.6	1.3	1.1±0.1	1.5±0.1
18:3n-3	1.1±0.1	1.3±0.0	tr	tr	tr	tr	tr	1.0±0.1
18:4n-3	1.5±0.3	1.8±0.4	1.4±0.2	tr	tr	tr	1.0±0.2	1.2±0.0
20:4n-6	1.3±0.0	1.4±0.1	1.6±0.3	1.7±0.5	1.7	2.2	2.2±0.2	1.8±0.1
20:5n-3	8.9±0.0	10.3±2.0	9.8±0.5	5.7±1.5	5.9	9.0	9.7±0.6	11.2±0.5
22:6n-3	26.6±0.8	25.4±1.1	28.8±1.8	23.5±2.0	24.7	22.5	26.9±1.8	29.0±0.5
Others	11.7±0.9	9.7±0.2	12.7±0.4	10.2±0.9	14.7	14.5	13.1±0.9	10.3±0.6

^{*1}, ^{*2}, ^{*3} See the footnote of Table 3.

Table 6. Seasonal variations in fatty acid composition of lipid extracted from liver of frigate mackerel (%)^{*1}

Fatty acid	Mar.	Apr.	May.	Jul.	Aug. ^{*2}	Sep. ^{*2}	Oct.	Dec.
14 : 0	tr ^{*3}	tr	tr	tr	tr	tr	1.0±0.1	tr
16 : 0	21.3±0.5	24.2±0.9	22.3±1.1	27.2±0.6	21.8	21.3	18.1±3.5	20.6±1.7
16 : 1n-7	1.1±0.0	2.2±0.2	1.2±0.2	1.4±0.5	1.1	1.3	2.3±0.5	1.6±0.2
18 : 0	8.1±0.1	7.5±0.9	7.0±1.3	9.5±0.1	7.4	6.8	7.6±0.7	6.8±0.4
18 : 1n-9	4.7±0.2	20.2±1.1	6.9±3.3	6.7±0.7	7.3	5.7	7.3±2.7	5.4±3.0
18 : 1n-7	2.7±0.1	3.4±0.6	2.6±0.6	2.3±0.1	2.5	2.7	3.2±0.6	2.1±1.0
18 : 2n-6	tr	tr	tr	tr	1.2	1.0	1.0±0.2	tr
18 : 3n-3	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
18 : 4n-3	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
20 : 4n-6	4.0±0.3	2.1±0.1	3.4±0.2	3.7±0.4	4.2	4.2	3.9±1.1	4.3±0.4
20 : 5n-3	10.4±0.1	6.5±0.7	8.5±0.9	6.5±1.2	5.9	7.2	10.3±2.1	11.3±0.4
22 : 6n-3	35.9±0.0	21.8±1.3	35.8±4.6	34.4±1.0	34.1	32.0	31.2±5.7	31.1±2.9
Others	11.8±0.8	12.0±1.0	12.3±0.6	6.8±1.0	14.5	17.8	14.2±5.1	16.8±1.0

*1, *2, *3 See the footnote of Table 3.

Table 7. Seasonal variations in fatty acid composition of lipid extracted from dorsal meat of frigate mackerel (%)^{*1}

Fatty acid	Mar.	Apr.	May.	Jul.	Aug. ^{*2}	Sep. ^{*2}	Oct.	Dec.
14 : 0	2.8±0.0	4.1±0.1	3.0±0.2	2.3±1.0	1.2	1.9	2.0±1.1	3.0±0.3
16 : 0	21.2±0.1	27.7±2.2	19.7±0.5	27.6±1.8	21.0	21.5	20.2±0.7	17.2±1.1
16 : 1n-7	3.9±0.7	4.0±0.1	3.4±0.8	4.0±1.1	2.3	3.1	2.7±0.8	4.2±0.3
18 : 0	7.7±0.6	8.4±0.1	6.4±0.5	12.1±3.7	11.0	8.5	9.5±1.6	5.0±0.6
18 : 1n-9	13.6±0.7	12.0±1.4	9.5±1.4	12.9±2.0	7.0	7.6	8.0±0.9	10.5±0.9
18 : 1n-7	tr ^{*3}	2.5±0.4	2.3±0.1	3.5±0.4	2.3	2.5	2.5±0.2	2.5±0.1
18 : 2n-6	1.2±0.1	1.4±0.1	1.2±0.1	1.2±0.1	1.2	1.1	1.0±0.2	1.3±0.1
18 : 3n-3	tr	1.2±0.2	tr	tr	tr	tr	tr	tr
18 : 4n-3	1.0±0.0	1.1±0.1	1.0±0.1	tr	tr	tr	tr	tr
20 : 4n-6	1.6±0.0	1.3±0.2	2.1±0.1	1.9±0.3	3.6	4.1	4.0±1.2	2.2±0.2
20 : 5n-3	7.7±0.9	7.5±0.7	8.8±0.3	5.0±1.5	6.9	9.1	9.1±0.1	9.5±0.2
22 : 6n-3	27.0±0.5	21.7±2.7	31.5±1.5	20.3±2.3	33.5	30.0	33.0±2.6	32.0±0.3
Others	12.3±0.2	7.1±1.6	11.1±0.9	8.4±0.5	10.0	10.6	8.1±2.8	12.5±1.1

*1, *2, *3 See the footnote of Table 3.

頭部脂質中の22 : 6n-3の組成比は、9月の試料魚で22.7%と低かったが、他の試料魚では25.2%から29.7%と高かった。心臓を除く他の部位でも主要な脂肪酸は、22 : 6n-3, 16 : 0, 20 : 5n-3, および18 : 1n-9であり、このほかには18 : 0の組成比も高かった。心臓では22 : 6n-3が平均値で39%を占め、次いで16 : 0, 18 : 0の組成比が高かった。

以上の結果から、マルソウダのすべての部位で組成比が最も高い脂肪酸は、22 : 6n-3 (DHA) であることが明らかとなった。特に心臓では、DHA含量が最も高か

った。しかし、心臓の脂質含量は約3%と低いことから、医薬品など高純度のものを求める場合を除いて利用価値はあまり高くないと考えられる。これに対して、残滓の約42%を占め、脂質含量の高い眼窩を含む頭部の利用が実際に残滓の利用に当たっては、DHAなどの機能性脂質の供給源として現実的であろう。そこで、今回得られた結果から頭部および眼窩のDHA含量を概算した。^{*3}

頭部のDHA量は、脂質含量の低い7月、魚体の小さい8月および9月の試料魚では試料100g当たり約

^{*3} DHA量 (g/100g) = 脂質含量 (g/100g) × (TG% × 0.96 + PL% × 0.52 + FFA%) × DHA% (羽田野六男, 西田清義: 昭和61年度魚介類有効栄養成分利用技術研究成果の概要, 1987, pp. 69-113).

Table 8. Seasonal variations in fatty acid composition of lipid extracted from heart of frigate mackerel (%)^{*1}

Fatty acid	Mar.	Apr.	May.	Jul.	Aug. ^{*2}	Sep. ^{*2}	Oct.	Dec.
14:0	tr ^{*3}	1.4±0.1	1.3±0.2	1.2±0.8	1.1	1.5	1.7±1.0	0.9±0.2
16:0	20.9±0.6	25.9±2.0	18.5±0.6	23.6±1.9	18.1	19.8	18.5±1.7	18.0±0.7
16:1n-7	1.2±0.1	1.6±0.1	1.4±0.4	1.7±1.1	1.7	2.0	2.2±1.6	1.2±0.2
18:0	12.4±0.4	13.8±0.9	10.5±1.6	15.7±4.0	12.6	10.1	11.0±1.4	11.0±0.5
18:1n-9	5.5±0.1	4.3±1.6	4.8±0.2	6.5±1.2	4.1	4.2	4.3±0.8	4.4±0.3
18:1n-7	4.0±0.0	4.2±0.2	3.0±0.1	4.7±0.9	3.2	3.1	3.8±0.3	3.9±0.3
18:2n-6	tr	tr	tr	tr	1.2	1.0	tr	tr
18:3n-3	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
18:4n-3	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
20:4n-6	1.8±0.1	1.8±0.1	2.1±0.2	1.8±0.2	2.3	2.8	2.0±1.2	2.4±0.1
20:5n-3	5.6±0.1	5.6±0.4	6.1±0.3	3.7±1.2	4.7	6.4	7.1±2.0	6.4±0.4
22:6n-3	39.1±0.3	32.4±0.6	43.3±1.5	31.2±3.5	41.0	38.5	42.8±5.9	44.2±1.0
Others	9.5±0.0	9.1±2.4	8.9±0.9	8.4±0.1	10.0	10.6	6.5±1.4	7.7±0.2

*1, *2, *3 See the footnote of Table 3.

Table 9. Seasonal variations in fatty acid composition of lipid extracted from digestive organ of frigate mackerel (%)^{*1}

Fatty acid	Mar.	Apr.	May.	Jul.	Aug. ^{*2}	Sep. ^{*2}	Oct.	Dec.
14:0	1.3±0.2	1.5±0.5	1.5±0.1	1.2±0.1	tr ^{*3}	2.8	1.3±0.6	2.1±0.4
16:0	22.5±1.7	22.2±2.8	18.4±3.6	22.2±0.9	21.2	29.2	21.9±1.1	25.8±1.2
16:1n-7	1.7±0.2	1.7±0.4	1.6±0.2	1.7±0.4	1.1	2.3	1.5±0.5	1.6±0.1
18:0	12.9±1.7	11.9±2.5	9.8±2.0	16.3±0.3	15.2	14.9	13.3±1.2	14.3±1.4
18:1n-9	5.9±0.7	6.2±1.4	5.7±0.7	8.3±1.1	5.0	6.1	5.3±0.6	5.6±0.3
18:1n-7	1.9±0.7	2.6±0.9	2.8±0.3	3.4±0.2	2.6	2.7	2.6±0.3	2.7±0.2
18:2n-6	tr	tr	1.1±0.2	tr	1.1	1.1	1.0±0.2	1.0±0.1
18:3n-3	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
18:4n-3	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
20:4n-6	4.0±0.9	3.5±0.6	4.9±0.5	3.8±0.3	5.5	3.8	5.8±0.7	4.5±0.3
20:5n-3	12.6±1.4	10.8±2.7	9.6±1.1	4.6±0.4	6.7	6.4	8.1±0.5	9.0±0.9
22:6n-3	28.2±1.8	29.5±3.1	35.0±3.1	24.2±0.4	28.9	18.7	30.1±2.2	24.4±2.8
Others	8.7±0.5	8.2±1.6	9.5±0.4	12.9±0.4	12.7	12.0	9.1±0.1	8.9±0.6

*1, *2, *3 See the footnote of Table 3.

1.0~1.5 g (平均 1.3 g), 脂質含量の高い 10 月から 5 月にかけては約 1.7~3.1 g (平均 2.3 g) であった。また、眼窩の DHA 量は、魚体の小さい 8 月および 9 月の試料魚では試料 100 g 当たりそれぞれ約 2.3 g および 1.5 g であったが、10 月から 7 月にかけては約 3.3 g から 5.1 g (平均 4.1 g) と、前者の試料魚に比べて高い値を示した。以上の結果から、マルソウダの頭部加工処理残滓は、通年 DHA などの機能性脂質の供給源として利用可能であるが、特に脂質含量の高い 10 月から 5 月にかけては有用であると推察した。

1994 年の高知県のソウダガツオ類の漁獲量は 11,310 t であり、その約 50% が宗田節などの加工品に利用さ

れるが、Table 1 の結果から頭部残滓は約 1,000 t にのぼると推定される。前述の DHA 量の概算結果と考え合わせるとマルソウダの残滓のうち、約 42% を占める頭部は原料費が安いことも含め、DHA などの機能性脂質の調製のための原材料として利用できる可能性が確認された。

文 献

- 1) 渡辺武彦, 杉井麒三郎, 山田充阿弥, 衣笠豊輔, 竹内昌明: マグロ頭部の有用脂質成分. 東海水研報, 127, 69-80 (1989).
- 2) 澤田哲志, 高橋是太郎, 羽田野六男: マグロ, カツオ眼窩油中のトリグリセリド組成. 日本誌, 59, 285-290

- (1993).
- 3) H. Saito, T. Watanabe, and T. Murase: The fatty acid composition characteristics of a highly migratory fish with seasonal variation of docosahexaenoic acid content in lipid of bonito (*Euthynnus pelamis*). *Biosci. Biotech. Biochem.*, **59**, 2186-2188 (1995).
 - 4) H. Saito and K. Ishihara: Docosahexaenoic acid content of fatty acids in the lipids of two species of frigate mackerel, *Auxis rochi* and *Auxis thazard*. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **60**, 1014-1016 (1996).
 - 5) 矢澤一良, 影山治夫: ドコサヘキサエン酸の生理活性. *油化学*, **40**, 974-978 (1991).
 - 6) 熊谷昌士: マイワシ脂質の地理的季節的变化, 「水産動物の筋肉脂質」(鹿山 光編), 恒星社厚生閣, 東京, 1985, pp. 139-148.
 - 7) 羽田野六男: 脂質, 「魚肉の栄養成分とその利用」(竹内昌昭編), 恒星社厚生閣, 東京, 1990, pp. 34-43.
 - 8) E. G. Bligh and W. J. Dyer: A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911-917 (1959).
 - 9) P. Juaneda and G. Rocquelin: Rapid and convenient separation of phospholipids and non phosphorus lipids from rat heart using silica cartridges. *Lipids*, **20**, 40-41 (1985).
 - 10) 吉中禮二, 佐藤 守: 水産化学実験法, 第1版, 恒星社厚生閣, 東京, 1989, pp. 75-81.
 - 11) R. G. Ackman: WCOT (capillary) gas-liquid chromatography, in "Analysis of oils and fats" (ed. by R. J. Hamilton and J. B. Rossel), Elsevier Applied Science Publisher, London, U.K., 1986, pp. 137-206.