

長崎産ボラ卵巣およびからすみの成分評価

伊藤克磨,^{1*} 松嶋はるか,² 故野崎征宣,² 大迫一史,³ 松林法寛²

(2005年3月28日受付, 2005年9月8日受理)

¹長崎大学大学院生産科学研究科, ²長崎大学水産学部, ³長崎県総合水産試験場Studies on the composition of mullet *Mugil cephalus*
roe and Karasumi produced in NagasakiKATSUMA ITOH,^{1*} HARUKA MATSUSHIMA,² THE LATE YUKINORI NOZAKI,²
KAZUFUMI OSAKO³ AND NORIHIRO MATUBAYASI²¹Graduate School of Science and Technology, Nagasaki University, Bunkyo, Nagasaki 852-8521, ²Faculty of Fisheries, Nagasaki University, Bunkyo, Nagasaki 852-8521, ³Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Taira, Nagasaki 851-2213, Japan

A salted and dried roe of the mullet *Mugil cephalus*, is known as Karasumi and consumed worldwide. In order to present the characteristics of Karasumi produced in Nagasaki, proximate compositions and lipid classes were analyzed together with unprocessed roe available on the market for raw materials of the Karasumi. The Karasumi commercially produced in Nagasaki showed a ratio of 0.86 ± 0.11 of crude protein to crude lipid, whereas Karasumi of foreign products showed 0.65 ± 0.07 . The Karasumi is characterized by its high lipid content and wax ester content. The content of free fatty acids was higher than that of the unprocessed roe because of the decomposition of triacylglycerols which showed high content compared with other reports. The decomposition of wax ester was not observed during processing.

キーワード：からすみ, 粗脂質含量, 粗タンパク質含量, ボラ卵巣

魚類の卵巣には発生に必要な成分がすべて含まれており, 魚種による特異性が見られることから, 生物学的また生化学的観点から化学的分析が広く行われている。とりわけボラ卵巣の成分分析の歴史は古く, 1933年に Tsujimoto¹⁾はからすみのエーテル抽出物について分析を行い, ワックスエステル (WE) の存在を示唆した。Kafuku and Hata²⁾はその翌年, 生のボラ卵巣について同様の分析を行い, 卵巣に含まれる主要な脂質成分を報告している。1966年に Mori and Saito³⁾は他の魚種卵巣との比較を行い, ボラの卵巣には特異的に多量の WE が含まれることを明らかにしている。これらの結果を踏まえ, Iyengar and Schlenk⁴⁾はさらに詳しい分析を行い, WE が卵巣に局在すること, 奇数鎖の脂肪酸と脂肪族アルコールが高い割合で見出されること, さらに多価不飽和酸が他の生物に比べて高濃度に検出されることなどを明らかにした。更に, 鹿山ら⁵⁾や Mankura and Kayama⁶⁾はこの奇数鎖脂肪酸や脂肪族アルコールの生

合成過程や食物連鎖について一連の詳細な研究を報告している。

一方, ボラ卵巣の塩蔵乾燥品であるからすみが海外でも珍しい食品として取り扱われていることから, 食品学的な観点からも一連の研究がなされている。Lu *et al.*⁷⁾は生の卵巣とからすみについて, アミノ酸および脂質の成分の比較を行い, からすみの食感にプロリンと WE の高い含量が関与する可能性に言及している。また, 製造過程におけるアミノ酸, 脂質, 塩分の変化についても詳細な研究がなされている。Chiou *et al.*⁸⁾はタラコとからすみの製造過程におけるアミノ酸組成の変化について報告している。Iwasaki and Harada⁹⁾は, 栄養学的観点から粗タンパク質および脂質含量を多くの魚種の卵巣について比較し, ボラ卵巣は調べた魚卵の中でも特に脂質含量が高いことを報告している。ボラ卵巣に含まれる脂質含量は, 粗タンパク質の約 0.7 倍程度とたらこの場合の 0.2 倍に比べて高い値を示す。

* Tel : 81-95-819-2839. Fax : 81-95-819-2799. Email : norihiro@net.nagasaki-u.ac.jp

これまでの生化学的また食品学的観点からの一連の研究によって、からすみの食品としての最も大きな特性に WE の含有が関係していることは明らかである。しかし、過去の分析結果を比較してみるとその分析結果に大きな差が見られる。例えば、WE とトリアシルグリセロール (TAG) の重量比を見ても、鹿山らの 2.7~3.3 から Hayashi and Kishimura¹⁰⁾ の 12.9 と大きな差がある。また、粗脂質含量と粗タンパク質含量の比を見ても 0.58 から 0.72 と差がみられる。このような分析結果のばらつきには卵巣の産地が、また鹿山らが指摘しているように卵巣の成熟度などによる個体差が大きく関与しているものと推測される。

これまでの報告⁴⁻¹³⁾におけるからすみおよびボラ卵巣の分析は、多くの試料が市販の製品やその原料としての卵巣でなく、研究室で作られたものがほとんどであることから、からすみの特性をその構成成分の割合から明確にするには、実際に市販されている製品との比較が必要と思われる。本研究は、このような観点から、長崎産からすみと外国産からすみ (台湾, イタリア) および長崎産原料卵巣と外国産 (オーストラリア) 原料卵巣の脂質含量および WE 含量を比較し、市販からすみの食品としての特性を明らかにすることを目的とした。

試料および方法

試料 供試したからすみは、長崎で 2002 年 9 月に製造市販された 4 社 (A 社, B 社, C 社, D 社) の製品をそれぞれ 3 個, 計 12 個, 2003 年 12 月に製造された台湾産および同年 6 月製造のイタリア産それぞれ 2 個, 計 4 個を用いた。購入した製品は製造後真空包装されており、供試まで冷凍保存した。また、原料ボラ卵には、2002 年 11 月に長崎沿岸海域で漁獲された 3 個体分およびオーストラリアから輸入された 2002 年 6 月産

の冷凍卵巣 3 個を入手し、供試まで凍結保管 (-20°C) した。供試したからすみおよび原料ボラ卵の長さ, 幅, 厚み, および重量を Table 1 に示す。

一般成分および塩分 水分は 105°C 常圧加熱乾燥法, 塩分は塩分濃度計 (住友化学工業社製, SUMISALT300 型, 東京) で測定した。粗タンパク質含量はケルダール法, 粗脂質含量は Folch¹⁴⁾ らの方法により測定した。

脂質の分析 過酸化価はヨウ素滴定法¹⁵⁾にて測定した。酸価は水酸化カリウム溶液滴定法¹⁶⁾にて測定した。

脂質クラスの分析は次のように行った。シリカゲル (Silica gel 60, Merck 社製) を充填したオープンカラム (直径 2 cm, 長さ 60 cm) に粗脂質 150 mg を入れ、ヘキサン:ジクロロメタン (2:1 v/v) で WE を、ジクロロメタンで TAG を、メタノール:ジクロロメタン (1:1 v/v) で遊離脂肪酸を、メタノール:ジクロロメタン (20:1 v/v) でリン脂質を溶出させた。分画採取した脂質を減圧乾燥後秤量し、薄層クロマトグラフィー上にスポットして展開し標準脂質よりこれらを確認した。

からすみの物性 破断強度の測定は、レオメーター (レオテック製 RT-200 5D-D 型) を用いて行った。直径 1 mm の円柱状プランジャーを用い、からすみ表面の均等な部分 9 ヶ所を進入速度 6 cm/分 で測定した。

結 果

粗脂質含量と粗タンパク質含量 Table 2 にからすみおよび原料卵巣について水分含量, 粗脂質含量, 粗タンパク質含量および塩分含量を測定した結果を示す。長崎産からすみについては、4 つの異なった製造所の製品をそれぞれ 3 個体分供試し、製造所ごとの平均値および全体の平均値を示している。台湾産およびイタリア産の

Table 1 Measurements of Karasumi and raw materials

	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Weight (g)
Karasumi				
Nagasaki-A (n=3)	146.1±9.2*	40.8±3.9	11.5±1.3	45.6±4.4
Nagasaki-B (n=3)	122.1±6.1	36.2±2.1	13.2±0.8	40.4±1.0
Nagasaki-C (n=3)	130.9±7.0	35.4±3.3	12.2±1.0	38.8±1.7
Nagasaki-D (n=3)	109.6±2.8	36.3±1.8	12.9±0.6	40.9±0.9
Average (n=12)	127.3±15.2	37.2±2.5	12.5±0.8	41.3±2.9
Formosa (n=2)	139.7	36.7	11.7	53.0
Italy (n=2)	180.9	39.5	14.6	74.9
Raw Materials				
Australia (n=3)	165.3±12.1	41.7±1.3	25.9±2.6	98.5±1.2
Nagasaki (n=3)	206.3±10.5	40.4±3.4	30.2±1.3	172.1±35.4

* Number of samples (n) are shown in the bracket. Values are shown as Mean±SD except for n=2.

Table 2 Proximate compositions of Karasumi and raw materials

	Moisture (%)	Crude Lipid (%)	Crude Protein (%)	Salinity (%)	Lipid/Protein*
Karasumi					
Nagasaki-A (n=3)	22.5±1.4**	35.2±2.0	37.9±1.6	4.9±0.4	0.93±0.09
Nagasaki-B (n=3)	21.8±0.7	32.6±0.7	40.2±0.1	4.4±0.9	0.81±0.02
Nagasaki-C (n=3)	24.5±1.9	33.7±3.8	36.2±1.7	4.2±0.4	0.93±0.15
Nagasaki-D (n=3)	24.7±1.0	30.8±0.5	40.4±1.2	4.6±0.2	0.76±0.03
Average (n=12)	23.4±1.7	33.1±2.5	38.7±2.1	4.4±0.6	0.86±0.11
Formosa (n=2)	25.2	26.2	44.2	2.5	0.60
Italy (n=2)	25.2	29.7	42.8	2.7	0.69
Raw Materials					
Australia (n=3)	53.2±0.6	20.1±0.3	26.4±0.7	0.6±0.1	0.76±0.03
Nagasaki (n=3)	50.2±6.0	20.3±2.0	28.1±0.3	0.6±0.1	0.72±0.08

* Ratio of crude lipid to crude protein (g/g)

** Mean±SD

Table 3 Lipids class composition of Karasumi and raw materials

	WE (%)*	TAG (%)	FFA (%)	PL (%)	WE/TAG
Karasumi					
Nagasaki-A (n=3)	70.0±3.0**	16.1±1.5	9.5±0.6	4.4±1.2	4.4
Nagasaki-B (n=3)	71.1±1.0	15.3±1.6	8.8±0.9	4.8±0.3	4.7
Nagasaki-C (n=3)	70.1±2.6	16.4±2.3	9.8±0.5	3.8±0.1	4.4
Nagasaki-D (n=3)	68.0±1.8	17.2±1.0	9.7±0.1	5.1±0.8	4.0
Average (n=12)	69.8±1.3	16.3±0.8	9.5±0.5	4.5±0.6	4.3
Formosa (n=2)	65.1	19.4	10.4	7.5	3.4
Italy (n=2)	67.7	17.4	10.9	4.0	4.0
Raw Materials					
Australia (n=3)	67.2±1.7	19.9±2.1	4.1±2.3	8.8±2.4	3.4
Nagasaki (n=3)	71.3±2.1	20.3±2.1	1.8±0.6	6.5±0.3	3.6

* Abbreviations: WE, Wax esters, TAG, triacylglycerols, FFA, free fatty acids, PL, phospholipids, WE/TAG, ratio of WE to TAG (g/g).

** Mean±SD.

からすみについては2個体分の平均値を, また, 原料卵巣については3個体分の平均値を示している。水分を除くと主成分は脂質およびタンパク質である。からすみ製品の粗脂質含量は30.3%~38.0%と個体差が見られた。また粗タンパク質含量も34.3%~40.3%と個体差を示した。Hsu and Deng¹¹⁾は生の卵巣に約5.7%の炭水化物を検出しているが, 今回炭水化物の測定は行わなかった。

水分・塩分濃度 Table 2に示すように長崎産の製品は水分24.5±1.9%, 塩分5.1±0.5%を示した。外国産製品についても水分含量は長崎産とほぼ同じ値を示しているが, 塩分については小さな値を示している。

脂質クラス Table 3にからすみおよび原料卵巣のWE, TAG, 遊離脂肪酸(FFA), およびリン脂質(PL)の分析結果を示す。台湾産およびイタリア産のからすみについては2個の平均値を, その他は3個の平均値を

示す。長崎産からすみの脂質クラスについて見てみると, WEが約70%と最も大きな割合を示し, ついでTAGの16%, 遊離脂肪酸の約10%, リン脂質約5%の順であった。平均回収率は92±3%であった。Table 3の値はWE, TAG, FFA, およびPL含量の総和を100としたときの相対的な割合を示している。長崎産からすみのWE含量は66%~73%の範囲でばらつきが見られた。TAGも同様13.7%~18.6%と大きな個体差が見られた。

製造過程における脂質の酸化を調べるため, 過酸化価を測定したがほとんど検出されなかった。酸価について長崎産は16.9±1.0, 台湾産平均19.0, イタリア産平均20.8であった。

物性 食感に関係するとおもわれるからすみの物性値として破断強度の測定を行った。その結果をTable 4に示す。長崎産の破断強度は, 1.55±0.22 kg/cm²とほぼ

Table 4 Breaking strength of Karasumi

	Breaking strength (kg/cm ²)
Nagasaki-A	1.47±0.51*
Nagasaki-B	1.33±0.07
Nagasaki-C	1.56±0.49
Nagasaki-D	1.84±0.91
Average	1.55±0.22
Formosa	51.03±8.43
Italy	1.88±0.15

* Mean±SD (n=9).

均一な値を示しており、イタリア産ともほぼ同じ値を持つ。これに対し、台湾産のからすみの破断強度は $51.0 \pm 8.4 \text{ kg/cm}^2$ と大きな値を示した。破断強度と粗脂質含量および WE 含量との間の相関を求めてみると、粗脂質含量とは -0.49 、WE とは -0.17 と相関が見られなかった。

考 察

ボラ卵巣の特徴として高い脂質含量と高い WE 含量があげられる。Iwasaki and Harada⁹⁾は 14 種の魚種の卵巣の粗脂質含量および粗タンパク質含量を報告している。彼らの結果を用いて卵巣に含まれる粗脂質含量と粗タンパク質含量の比率 (L/P 比) を求めると魚種によって大きな差が見られる。マガレイなどの卵巣は約 0.12、マダイ、マサバやマイワシなどの卵巣は約 0.27 と粗タンパク質に比べ粗脂質含量が少ないのに対し、ボラ卵巣の L/P 比は 0.69 と他魚種に比較して大きくなっている。このことから L/P 比は魚種の特徴を示すひとつの指標として用いることができると考えられる。また、ボラ卵巣の粗脂質が卵巣の成熟度と密接な関係があることが鹿山ら⁵⁾の詳細な研究によって明らかにされている。彼らの報告によると、生殖腺指数が 3 を超えたところで急激に卵巣の脂質含量が増加し、成熟卵では約 41% (乾重量%) とほぼ一定の値を示すことが明らかにされている。水分を除くと魚卵のほとんどは脂質とタンパク質から構成されていると仮定し乾重量%を L/P 比に換算すると約 0.69 となる。また、さらに 3% の灰分を仮定し L/P 比に換算すると 0.73 となる。これらの値を成熟卵の L/P 比の標準的な値とみなし Table 2 に示す今回の測定値と比較すると、原料卵はほぼ同じ値を示すのに対し、長崎産からすみ製品の平均値は 0.86 と明らかに高い値を示す。

鹿山ら⁵⁾はまた WE 含量と生殖腺指数との関係についても考察を行い、生殖腺指数が 6.5 を超えると脂質中の WE 含量は 60% 台の値を示し、WE の増加に伴い他の脂質クラス成分は減少する傾向があることを明らかにし

ている。未加工の卵巣の脂質クラスについて鹿山ら⁵⁾の詳細な研究の他、Sen *et al.*¹³⁾や Joh and Koh¹⁷⁾ 含め 6 例の報告^{3,4,6)}がなされている。これらの論文に与えられている結果を比較すると、脂質中の WE の含量については 60~70% と鹿山らの結果とほぼ等しい値が示されているが、その他の脂質クラスに関しては非常にばらつきの大きな結果が報告されている。そこで、より詳細に比較するため、測定誤差の影響を受けにくい組成の大きな WE と TAG に注目し、WE と TAG の重量比 (W/T 比) を用いて比較した。鹿山らの結果を用いると未熟な卵巣の W/T 比は 1 よりも小さな値を示すが、生殖腺指数が 10 を超えると約 3.2 とほぼ一定の値を示すようになる。しかし、他の著者の報告は、8.4,⁴⁾ 6.2,⁶⁾ 8.5,¹³⁾ 6.6¹⁷⁾ と非常に大きな W/T 比を示している。今回測定したオーストラリア産および長崎産の原料卵巣の W/T 比はそれぞれ 3.6 および 3.4 と鹿山らの結果とほぼ等しい値であった。長崎産からすみの W/T 比は 4.3 と原料卵巣よりも大きな値を示した。

原料卵とからすみとの比較 Chiou and Konosu¹²⁾は、からすみ製造過程においてからすみの香りと味覚に関与する多くの遊離アミノ酸が増加することを詳細な分析により明らかにしている。しかし、報告されている粗タンパク質含量と粗脂質含量から L/P 比を求めると、製造過程における L/P 比の変化は明確ではない。一方、Lu *et al.*⁷⁾が報告している生の卵巣とからすみについて L/P 比を求めてみるとそれぞれ 0.61 及び 0.72 となり、からすみに加工することにより粗タンパク質含量の割合が減少する傾向が見られる。また、Table 2 に示すように今回の測定結果は、同一個体を用いて測定できないことおよび個体差が大きいことを考慮しても、原料卵巣とからすみでは明らかに L/P 比が異なるように思われる。そこで、原料卵巣とからすみの違いをより明確に示すため、各供試個体の L/P 比を脂質含量 (乾重量%) に対してプロットした結果を Fig. 1 に示す。白抜き記号で示すからすみのプロットと黒抜き記号で示す原料卵巣のプロットは明らかに異なった線上に分布している。さらに、粗脂質含量が大きくなるほど原料卵巣とからすみの違いが大きくなっている。からすみ製造過程において、脂質に対してタンパク質がより多く分解し、結果としてより粗脂質含量の大きな製品となっている。

Table 3 に示す原料卵巣とからすみの脂質クラスの詳細な分析結果を比較すると、WE 含量には大きな違いは見られないが、TAG および PL 含量の減少、および、FFA の増加が見られる。このことは、製造過程においてタンパク質同様に脂質も分解していることを示唆している。Fig. 2 に各供試試料の W/T 比を WE 含量に対してプロットした結果を示す。からすみの W/T 比のプロットは明らかに原料卵巣と異なった線上に分布している。WE 含

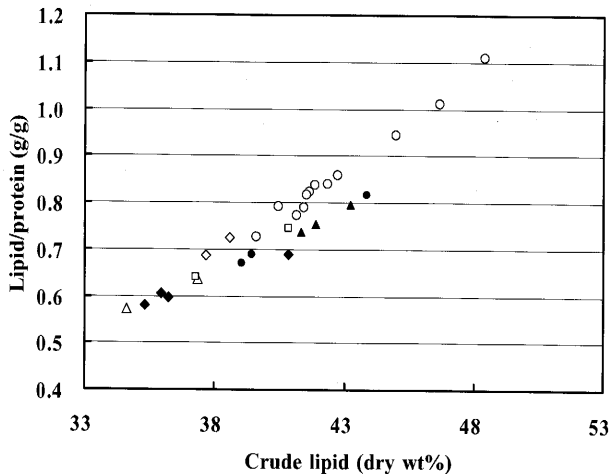


Fig. 1 Relation between the ratio of crude lipid to crude protein and lipid content. Open symbols and closed symbols show Karasumi and raw materials, respectively. Karasumi: ○ Nagasaki, △ Formosa, □ Italy, ◇ literatures.^{7-9,11)} Raw materials: ● Nagasaki, ▲ Australia, ◆ literatures^{7,8)}

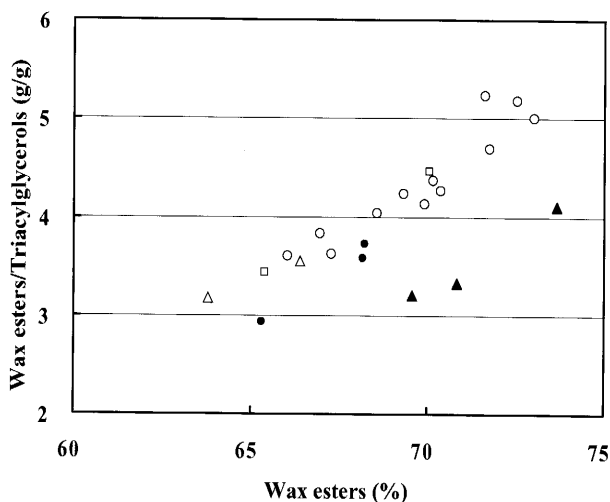


Fig. 2 Relation between the ratio of wax esters to triacylglycerols and wax ester content. Open symbols and closed symbols show Karasumi and raw materials, respectively. Karasumi: ○ Nagasaki, △ Formosa, □ Italy. Raw materials: ● Nagasaki, ▲ Australia.

量が増すほど原料卵巣とからすみのプロットの分布間の違いが顕著になっている。からすみになる過程で、TAGの分解が進んだ結果、原料卵巣よりWE含量が相対的に増加していると考えられる。製品に過酸化物質が検出されなかったことから、塩蔵、乾燥の加工段階での空気による酸化でなく酵素作用によりFFAに変化したものと推測される。

からすみ製品の特性 Fig. 1に過去の論文に示されている結果から求めたL/P比も併せてプロットしている。長崎産からすみのプロットをイタリア産、台湾産および過去の論文の値と比較すると、長崎産が最も粗脂質

含量が高いことが分かる。鹿山らの結果から求めた生の成熟卵巣の結果と今回求めた原料卵巣の結果を比較するとからすみ製品はすべて十分成熟した卵巣から作られていると見なせる。W/T比のプロットからも、十分成熟した原料卵巣が用いられていることが分かる。しかも、からすみ製品のL/P比およびW/T比はそれぞれ0.7~1.1および3.6~5.2と大きな個体差を示す。このことは、できるだけ粗脂質含量が高くしかもWE含量の高いからすみ製品が作られていること、言い換えると、高い脂質含量あるいは高いWE含量の製品が不良品として排除されていないことを示唆している。

水分含量および塩分濃度はからすみの保存性に大きく影響する。Hsu and Deng¹¹⁾はからすみの製造過程における塩分、水分および水分活性の関係を詳細に検討している。彼らの報告によれば、水分約26%、塩分約5%の時の水分活性は、バクテリアの繁殖に対し一般的に安全といわれる0.83まで減少する。Table 2に示すように長崎産の製品は水分 $24.5 \pm 1.9\%$ 、塩分 $5.1 \pm 0.5\%$ とほぼ安全な水分活性を示すまで乾燥されている。外国産についても水分含量はほぼ同じ値を示しているが、塩分については明らかに小さな値を示している。このことは、製造方法はほとんど変わらないが、塩分の浸透、脱塩過程が嗜好に合わせて調整されている事がわかる。

からすみの食感に関係する指標として破断強度を市販製品と研究室で作成したものを比較すると、市販品は台湾産を除いてはほぼ同じ値を示すのに対し、研究室で自作したものは同一個体でも大きなばらつきを示した。このことから、製造過程において卵粒をほぐす過程が破断強度に影響を与えていることが推測される。

結論 市販からすみはいずれも高い脂質含量およびWE含量を示すことから十分成熟した原料卵巣を用いて作られている。過酸化物質が検出されなかったことから、からすみは製造時において脂質酸化の影響を受けていない。しかし、遊離脂肪酸の増加やTAGの減少が見られることから、製造過程において酵素作用により脂質の分解が進んでいる。このことから、原料卵巣よりWE含量の高いからすみ製品が作られている。同様に粗タンパク質も製造過程において分解し、原料卵巣より相対的に脂質含量の高いからすみ製品となっている。外国産からすみは長崎産と比べて顕著な違いは認められなかったが、小さな塩分含量および脂質含量を示す傾向が見られた。

文 献

- 1) Tsujimoto M. On the oil of "karasumi". *J. Soc. Chem. Ind. Japan* 1933; **36**: 676B.
- 2) Kafuku K, Hata C. On the ovary oil of fresh mullet. *J. Soc. Chem. Ind. Japan* 1934; **37**: 455B.
- 3) Mori M, Saito T. The occurrence and composition of wax

- in mullet and stock fish. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1966; **32**: 730-736.
- 4) Iyengar R, Schlenk H. Wax ester of mullet (*Mugil cephalus*) roe oil. *Biochemistry* 1967; **6**: 396-402.
 - 5) 鹿山 光, 堀井郁夫, 池田康行. 魚卵脂質, とくにボラ卵巣のワックス・エステル. *油化学* 1974; **23**: 290-295.
 - 6) Mankura M, Kayama M. Synthesis and hydrolysis of wax ester in mullet. *J. Jpn. Oil. Chem. Soc.* 1989; **38**: 56-66.
 - 7) Lu JY, Ma M, Williams C, Chung RA. Fatty and amino acid composition of salted mullet roe. *J. Food Sci.* 1979; **44**: 676-677.
 - 8) Chiou TK, Matsui T, Konosu S. Proteolytic activities of mullet and alaska pollack roes and their changes during processing. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1989; **55**: 805-809.
 - 9) Iwaski M, Harada R. Proximate and amino acid composition of the roe and muscle of selected marine species. *J. Food Sci.* 1985; **50**: 1585-1587.
 - 10) Hayashi K, Kishimura H. Amount and composition of wax esters in salted and dried roe from mullet of Australia. *J. Jpn. Oil Chem. Soc.* 2002; **49**: 1401-1406.
 - 11) Hsu WH, Deng JC. Processing of cured mullet roe. *J. Food Sci.* 1980; **45**: 97-101.
 - 12) Chiou TK, Konosu S. Changes in extractive components during processing of dried mullet roe. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1988; **54**: 307-313.
 - 13) Sen PC, Dutta J, Ghosh A. Lipid composition of parshey (*Mugil parsia*). *Indian Chem. Soc.* 1977; **74**: 470-473.
 - 14) Folch J, Lees M, Stanley GHS. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Bio. Chem.* 1957; **226**: 497-509.
 - 15) 日本油化学協会編. 「基準油脂分析試験法 2 巻 4 号」日本油化学協会, 東京. 1971: 12-71.
 - 16) 日本油化学協会編. 「基準油脂分析試験法 2 巻 4 号」日本油化学協会, 東京. 1971: 1-83.
 - 17) Joh YK, Koh KB. Studies on wax esters in marine animals (1). *Korean J. Food Sci. Technol.* 1978; **10**: 409-414.