

マイワシ (*Sardnops melanostica*) 各部位から調製したリン脂質混合物の脂質組成

西脇 充*・大谷 忠*・荻原国威*・樫八重 勝****・小沢昭夫***
山根哲夫***・前川昭男**

(平成 14 年 11 月 29 日受付/平成 15 年 7 月 24 日受理)

要約：前報で生の魚体から分離、回収したリン脂質混合物に難の成長促進効果があること、および生の魚体からタンパク質分解酵素を用いてリン脂質を回収するための前処理としての酵素処理条件について報告した。

本報告では、工業的にリン脂質を回収する場合を想定し、魚加工場で発生する加工副産物（頭、骨、内臓）中のリン脂質含量を知ることとを目的とし、生の魚体を肉部、頭・中骨混合物および内臓部の 3 部位にわけ、それぞれの総脂質含有量、総脂質中リン脂質含有量と脂肪酸組成および各部位から回収したリン脂質混合物、リン脂質混合物中のリン脂質含量などにつき検討した。

その結果は次のようにまとめられた。

1. マイワシ全魚体の総脂質量は約 13% で、総脂質中リン脂質は約 11% であった。
2. マイワシ全魚体の脂肪酸組成は食品成分表に示されたものとほぼ同じで、全脂肪酸中 n-3 の合計は 32% であった。
3. マイワシの 3 部位中、総脂質含量がもっとも多い部位は内臓部 20% で、肉部と頭・中骨混合物は 9~12% であった。しかし、各部位の総脂質中リン脂質含量は 10~13% と部位による差は少なかった。
4. 各部位から回収したリン脂質混合物の回収率は肉部と頭・中骨混合物が 19~20% で、内臓部は 8% であった。
5. リン脂質混合物中の総脂質量は乾物換算で肉部 29%、内臓部 23%、頭・中骨混合物 19% であった。また総脂質中のリン脂質含量は内臓部が 57% ともっとも高く、肉部、頭・中骨混合物は 19~20% と低かった。
6. 以上より、マイワシ各部から回収できるリン脂質は生原料に対し肉部が 1.2%、内臓部が 1.1% で、頭・中骨混合物は 0.7% であった。

キーワード：マイワシ、リン脂質混合物、リン脂質、部位別リン脂質含量、脂質組成

1. はじめに

前報で、魚体から回収したリン脂質混合物には難の成長促進効果¹⁾があることおよびマイワシから、酵素処理により、リン脂質混合物を分離、濃縮するための条件につき報告した²⁾。

中性脂質は生体内で分子同士が遊離のまま集合し、細胞内で油滴となっていることが多いが、藤野ら³⁾は複合脂質はタンパク質、核酸、多糖などの非脂質成分と会合、あるいは結合していることが多いことからリン脂質の収率を高めるためには、原料にタンパク質含量の高い部位を使用するのが望ましいと報告している。しかし、工業的に製造

する場合は、経済性から食用との競合を避け、水産加工場から発生する頭、骨、内臓などの加工副産物を使用する例が多くなる。加工副産物中の部位ごとのリン脂質含量についての報告は見られないので、マイワシを肉部、頭・中骨混合物および内臓部の 3 部位に分け、それぞれから、リン脂質混合物を抽出した。リン脂質混合物から総脂質を抽出した後、それぞれの脂質組成および脂肪酸組成を測定した。

2. 実験材料および方法

供試原料：マイワシ鮮魚 10 kg (2001 年 8 月 8 日購入) を原料とした。うち 15 尾約 1 kg の全魚体をチョッパーでミンチした後、よく混合し、一般成分と脂質の分析に供し

* 東京農業大学農学部畜産学科

** 東京農業大学応用生物科学部生物応用化学科 (名誉教授)

*** 日本バイオ・サイエンス株式会社

**** マルイ農業協同組合

た。残りの9kgを肉部、頭・中骨混合部および内臓部にわけ、部位ごとの試験に供した。

リン脂質混合物の調整：前報の結果にもとづいてそれぞれの重量を測定した後、ステンレス製容器に採り、原料の半量の水を加え、酸化防止剤エトキシキンを原料に対して200 ppm 添加した後、ウォーターバス中で加温した。45℃に達した時点でタンパク質分解酵素プロテアーゼP（アマノエンザイム株）を原料に対して160 ppm 加え、45～50℃を保ちながら、50分間反応させ、直ちに直火で95℃、3分間過熱し、酵素を失活させた。ついで反応液を3,500 rpm、3分間遠心分離し、中性脂質区分、水溶性区分および残渣区分に分けた。リン脂質は残渣区分に移行するので、残渣区分を80℃の通風乾燥器内で8時間乾燥した後、粉碎してリン脂質混合物とした。

一般成分分析：水分は常圧加熱乾燥法（135℃、2時間）、粗タンパク質はケルダール法で測定した窒素量に6.25を乗じて算出し、粗灰分は電気炉灰化法（550℃、8時間）でそれぞれ定量した。

総脂質の定量：BLIGH and DYERの方法⁴⁾を一部簡略化した改良法で行った。改良法の詳細および総脂質中の脂質組成、脂肪酸組成の測定法は前報に示した通りである。

3. 結果と考察

マイワシ全魚体の一般成分と脂質組成および前報で報告した成分をあわせて表1に示した。今回の測定値は水分67.4%、粗たんぱく質13.6%、および総脂質13.3%であり、総脂質中リン脂質含量は10.5%、トリアシルグリセロール82.3%、その他の脂質7.2%であった。総脂質の主な脂肪酸組成は14:0、16:0、18:0、20:5n-3、22:6n-3などであり高度不飽和脂肪酸が多く含まれていた。脂肪酸のうち、n-3脂肪酸が31.6%を占めていた。脂肪酸組成は食品成分表の数値とほぼ一致していた。

これらの数値を前報と比較すると、今回は粗タンパク質が若干多く、総脂質が少ない程度で大きな違いは見られなかったが、総脂質中リン脂質は前報の4.3%に対し今回は10.5%と2倍以上多く、逆にその他の脂質は全報の19.6%に対し今回は7.2%と1/2程度であった。

わが国周辺で漁獲される主な魚種の脂質含量は魚種、季節、成長度や環境によって変動することが知られている。通常、脂質含量の多い魚体は水分含量が低いというように、脂質含量と水分とは逆の関係にあるが、粗タンパク質や粗灰分については大きな差はないとされている。脂質については、蓄積脂質は時期により変動するが、組織脂質の変動は少ないものとされており、イワシ、マアジ、カツオ、ブリ、マダイ、マダラでは魚種に関係なくほぼ600～800 mg/100 g程度と一定している。本実験のマイワシ購入時期は6月と8月で、鮮魚として肉部、頭・中骨混合部と内臓部の各画分のリン脂質含量から逆算して、原料のリン脂質を算出しても、その値はほぼ一致することから測定による誤差とも考え難い。食肉の成分については報告が多いが、全魚体についての報告は少ないので、今後分析値を集積することとする。

表1 マイワシの一般成分および脂質組成

| (%) | | |
|-------------|-------|------|
| | 今回 | 前報 |
| 水分 | 67.4 | 65.6 |
| 粗タンパク質 | 13.6 | 11.5 |
| 粗灰分 | 5.7 | 7.7 |
| 総脂質 | 13.3 | 15.2 |
| 総脂質の脂質クラス組成 | | |
| リン脂質 | 10.5 | 4.3 |
| トリアシルグリセロール | 82.3 | 76.1 |
| その他の脂質 | 7.2 | 19.6 |
| 総脂質の脂肪酸組成 | | |
| 14:0 | 7.5 | 6.9 |
| 15:0 | 0.4 | 0.7 |
| 16:0 | 18.4 | 20.7 |
| 16:1 | 8.3 | 6.5 |
| 17:0 | 0.4 | 0.6 |
| 18:0 | 3.8 | 3.8 |
| 18:1 | 12.2 | 12.9 |
| 18:3 n-6 | trace | 0.4 |
| 18:3 n-3 | 0.8 | 1.5 |
| 18:4 n-3 | 0.6 | 1.3 |
| 20:1 | 1.8 | 2.7 |
| 20:2 n-6 | 0.9 | 0.5 |
| 20:3 n-6 | 1.9 | 3.2 |
| 20:4 n-6 | 1.6 | 1.2 |
| 20:4 n-3 | 0.7 | 0.9 |
| 20:5 n-3 | 16.9 | 12.4 |
| 22:1 | 3.9 | 2.5 |
| 22:5 n-3 | 2.6 | 2.0 |
| 22:6 n-3 | 10.0 | 14.4 |
| その他 | 7.3 | 4.9 |
| n-3合計 | 31.6 | 31.2 |

供試原料の部位別割合及び各部位の一般成分と総脂質の脂質組成を表2に示した。

マイワシ各部位の重量割合は肉部がもっとも多く61.6%を占め、頭・中骨混合部は27.8%、内臓部は10.6%であった。

水分含量：肉部が68.4%、頭・中骨混合部が67.8%とほぼ同じ値であったが、内臓部は50.9%と低かった。

粗タンパク質：もっとも高かったのは内臓部の24.6%であり、ついでに肉部の15.4%、頭・中骨混合部は9.7%と低かった。

粗灰分：頭・中骨混合部が13.1%と高く、内臓部と肉部は約4～5%であった。

総脂質：部位間で差があり、内臓部が20.0%ともっとも高かった。肉部は12.1%で頭・中骨混合部は低かった。水分含量の高い肉部では総脂質が低く、水分含量の低い内臓部では総脂質量が高いなど両者は逆であった。

総脂質の脂質組成：リン脂質含量がもっとも高かった部位は頭・中骨混合部の12.9%であった。肉部と内臓部はそれぞれ10.6%、10.1%とほとんど差が見られなかった。

トリアシルグリセロールは肉部が約86%ともっとも高く、頭・中骨混合部と内臓部は約80～82%とやや低かつ

表 2 マイワシ各部位の重量割合と一般成分および脂質組成 (%)

| | 肉 部 | 頭・中骨混合部 | 内臓部 |
|-------------|-------|---------|-------|
| 重量 | 61.6 | 27.8 | 10.6 |
| 水分 | 68.4 | 67.8 | 50.9 |
| 粗タンパク質 | 15.4 | 9.7 | 24.6 |
| 粗灰分 | 4.1 | 13.1 | 4.5 |
| 総脂質 | 12.1 | 9.4 | 20.0 |
| 総脂質の脂質組成 | | | |
| リン脂質 | 10.6 | 12.9 | 10.1 |
| トリアシルグリセロール | 86.4 | 82.3 | 80.3 |
| その他の脂質 | 3.0 | 4.8 | 9.6 |
| 総脂質の脂肪酸組成 | | | |
| 14:0 | 7.2 | 7.2 | 8.1 |
| 15:0 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |
| 16:0 | 19.3 | 18.6 | 19.6 |
| 16:1 | 7.9 | 7.9 | 9.0 |
| 17:0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 18:0 | 3.8 | 3.9 | 4.1 |
| 18:1 | 12.5 | 10.9 | 12.7 |
| 18:3 n-6 | trace | 0.2 | trace |
| 18:3 n-3 | 0.9 | 1.0 | 0.9 |
| 18:4 n-3 | 0.7 | 0.7 | 0.6 |
| 20:1 | 1.8 | 2.1 | 1.9 |
| 20:2 n-6 | 0.8 | 0.8 | 1.0 |
| 20:3 n-6 | 2.2 | 2.4 | 1.7 |
| 20:4 n-6 | 1.5 | 1.6 | 1.6 |
| 20:4 n-3 | 0.7 | 0.8 | 0.6 |
| 20:5 n-3 | 15.5 | 16.4 | 17.4 |
| 22:1 | 2.8 | 3.4 | 2.8 |
| 22:5 n-3 | 2.7 | 2.5 | 2.2 |
| 22:6 n-3 | 11.1 | 11.7 | 9.2 |
| その他 | 7.7 | 6.9 | 5.6 |
| n-3合計 | 31.6 | 33.1 | 30.9 |

た。その他の脂質では内臓部がもっとも高かったが、これはクロマトグラフから判断し、その多くは遊離コレステロールと推察された。

総脂質の脂肪酸組成：18:1, 20:5n-3 および 22:6n-3 が部位によりやや違いが見られたが、ほとんどの脂肪酸に差は見られなかった。n-3 の総量についても部位間の差は僅かであった。

肉部、頭・中骨混合部および内臓部の各部位からのリン脂質混合物の収率、リン脂質混合物の一般成分、総脂質の脂質クラス組成と脂肪酸組成を表3に示した。

収率がもっとも高かったのは肉部の 20.7% で、ついで頭・中骨混合部の 19.0% であり、内臓部はもっとも低く 8.0% であった。

水分含量：水分がもっとも高かったのは内臓部の 16.4% で、ついで、頭・中骨混合部の 6.8% および肉部の 5.8% であった。内臓部の水分が高かったのは製造時の乾燥が不十分だったためだと考えられた。

粗タンパク質：肉部の 62.8% がもっとも高く、ついで内臓部の 59.1%、頭・中骨混合部の 46.6% であった。

粗灰分：頭・中骨混合部は 28.9% ともっとも高く、肉部、内臓部は約 4~5% と低かった。

総脂質：総脂質がもっとも高かったのは、肉部で 27.3% であった。頭・中骨混合部と内臓部はそれぞれ 17.7%、19.3% であった。内臓部は乾燥が不十分だったため、比較を正確にするため、乾物換算した値を括弧内に示した。

総脂質の脂質組成：リン脂質がもっとも高かったのは内臓部の 56.7% で、総脂質の半分以上がリン脂質で占められていた。頭・中骨混合部、肉部にはほとんど差は見られず約 19~20% であった。

総脂質の脂肪酸組成：内臓部では他の部位に比べて 16:0 と 18:1 がやや多く、20:5n-3 が少なかったが、その他の脂肪酸については部位間にほとんど差が見られなかった。n-3 の総量は内臓部の値が他に比べてやや少なかった。

以上の結果から、マイワシの各部位から得られたリン脂質混合物中リン脂質含有量は表4に示すように、肉部 1.2%、内臓部 1.1% および頭・中骨混合部 0.7% となった。

工業的なリン脂質資源として考えると、肉部は食用として除外されるので、内臓と頭・中骨混合部が対象となるが、内臓部は肉部と等しい良質な資源と見られ、内臓には劣るが、頭・中骨混合部も使用できるものと考えられた。

表 3 各部位別リン脂質混合物の割合および一般成分と脂質組成 (%)

| | 肉 部 | | 頭・中骨混合部 | | 内 臓 部 | |
|-------------|-------|--------|---------|--------|-------|--------|
| 脂質混合物 | 20.7 | | 19.0 | | 8.0 | |
| 水分 | 5.8 | | 6.8 | | 16.4 | |
| 粗タンパク質 | 62.8 | | 46.6 | | 59.1 | |
| 粗灰分 | 4.1 | | 28.9 | | 5.2 | |
| 総脂質 | 27.3 | 29.0 * | 17.7 | 19.0 * | 19.3 | 23.1 * |
| 総脂質の脂質クラス組成 | | | | | | |
| リン脂質 | 19.4 | | 20.0 | | 56.7 | |
| トリアシルグリセロール | 77.8 | | 71.9 | | 21.9 | |
| その他の脂質 | 2.8 | | 8.1 | | 1.4 | |
| 総脂質の脂肪酸組成 | | | | | | |
| 14:0 | 7.1 | | 6.5 | | 6.5 | |
| 15:0 | 0.5 | | 0.5 | | 0.5 | |
| 16:0 | 19.1 | | 18.7 | | 24.7 | |
| 16:1 | 7.5 | | 7.1 | | 6.7 | |
| 17:0 | 0.4 | | 0.5 | | 0.9 | |
| 18:0 | 4.4 | | 4.2 | | 7.6 | |
| 18:1 | 11.1 | | 10.9 | | 15.1 | |
| 18:3 n-6 | trace | | trace | | trace | |
| 18:3 n-3 | 0.9 | | 0.9 | | 0.8 | |
| 18:4 n-3 | 0.6 | | 0.6 | | 0.4 | |
| 20:1 | 1.6 | | 1.8 | | 0.9 | |
| 20:2 n-6 | 0.8 | | 0.9 | | 1.2 | |
| 20:3 n-6 | 2.1 | | 2.2 | | 2.3 | |
| 20:4 n-6 | 1.6 | | 1.6 | | 1.5 | |
| 20:4 n-3 | 0.6 | | 0.7 | | 0.5 | |
| 20:5 n-3 | 14.7 | | 14.5 | | 8.4 | |
| 22:1 | 6.3 | | 5.7 | | 4.3 | |
| 22:5 n-3 | 2.3 | | 2.4 | | 2.1 | |
| 22:6 n-3 | 10.8 | | 12.8 | | 10.1 | |
| その他 | 7.8 | | 7.4 | | 5.6 | |
| n-3合計 | 29.9 | | 31.9 | | 22.3 | |

*: 総脂質の()内の数値は乾物換算である

表 4 マイワシ各部位から得られたリン脂質混合物中のリン脂質含量 (%)

| 部 位 | リン脂質混合物 収率 | 総 脂 質 | 総脂質中 リン脂質 | マイワシ各部位の リン脂質 |
|---------|---------------|-------|--------------|------------------|
| 肉 部 | 20.7 | 29.0 | 19.4 | 1.2 |
| 頭・中骨混合部 | 19 | 19.0 | 20.0 | 0.7 |
| 内 臓 部 | 8 | 23.1 | 56.7 | 1.1 |

謝辞：本研究を進めるにあたり，日本バイオ・サイエンス株式会社の中村安夫氏，糸山一重氏に御協力をいただき，ここに謝意を表します。

引用文献

- 1) 西脇 充・大谷 忠・萩原国威・中島修一・高崎興平・前川昭男・山根哲夫，2000. ヒナに対する魚粉の成長促進効果，日本家禽学会春季大会号，37，35.
- 2) 西脇 充・大谷 忠・萩原国威・小沢昭夫・山根哲夫・前川明男，2003. マイワシからリン脂質混合物の分離，農学集

報投稿中.

- 3) 藤野安彦，1972. 食品中の複合脂質，食衛誌，13，257-271.
- 4) BLIGH, E.G. and DYER, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37, 911-917.
- 5) 新編食品成分表，1998. 科学技術庁資源調査会編，126，一橋出版.
- 6) 川島利兵衛編，1981. 新水産ハンドブック，講談社，東京，450-463.
- 7) 小泉千秋，1984. 魚類の脂質，水産ねり製品技術研究会誌，10，145-157.

Lipid composition of the phospholipid mixture prepared from each part of raw sardine (*Sardcnops melanostica*)

By

Mitsuru NISHIWAKI*, Tadashi OHTANI*, Kunitake OGIHARA*, Akio OZAWA***, Masaru KASHIYAE****, Tetsuo YAMANE*** and Akio MAEKAWA**

(Received November 29, 2002/Accepted July 24, 2003)

Summary : In the previous paper, it was reported that the phospholipid mixture prepared from fish had a growth promoting effect on chick, and the conditions necessary for enzymatic preparation of phospholipids from fish using protease was determined.

The aim of this report is to estimate the content of phospholipids in the by-product in the fish-manufacturing factories for effective use of the industrial recovery of phospholipids. The total lipid content was examined together with, the content of phospholipids in total lipids and the fatty-acid composition in the three parts of raw sardine and phospholipid mixture in three parts of raw sardine, meat, head-and-bone mixture and viscera were determined.

The results are summarized as follows.

1. The content of total lipids, phospholipids in total lipids in raw sardine was 13% and 11%.
2. Fatty-acid composition of raw sardines was similar to that shown in the table of food composition, and the sum of n-3 fatty acids in the total fatty acids was 32%.
3. The content of total lipids in raw sardines was highest in the viscera (20%) and lowest in the meat and head-and-bone mixture (9–12%). However, the content of phospholipids in the total lipids from each part was 10 to 12%, and there was only a small difference among the three parts.
4. The recovery percentage of phospholipids from the meat and head-and-bone mixture was 19 to 20% and that from the viscera was 8%.
5. The content of total lipids in the phospholipid mixture was 29% on a dry weight basis in the meat, 23% in the viscera and 19% in the head-and-bone mixture. The content of phospholipids in the total lipids was highest in the viscera (56%) and low in the meat and head-and-bone mixture (19 to 20%).
6. The amount of recoverable phospholipids from raw meat, viscera and head-and-bone mixture was estimated to be 1.2, 1.1 and 0.7%, respectively.

Key Words : Sardine, Phospholipid mixture, Phospholipid, Lipid content in each part, Lipid class composition

* Department of Zootechnical Science, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

** Department of Applied Biology and Chemistry, Faculty of Applied Bio-Science, Tokyo University of Agriculture (Honorary Professor)

*** Nippon Bio-science co., Ltd.

**** Marui Agricultural co., op.