



| | |
|------------------|---|
| Title | 魚類筋肉脂質の冷凍貯蔵中における変化：Ⅱ 数種魚類筋肉脂質 |
| Author(s) | 高間, 浩蔵; TAKAMA, Kōzō; 座間, 宏一 他 |
| Citation | 北海道大學水産學部研究彙報, 22(4), 290-300 |
| Issue Date | 1972-02 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/23461 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 22(4)_P290-300.pdf |



魚類筋肉脂質の冷凍貯蔵中における変化

Ⅱ 数種魚類筋肉脂質*

高間浩蔵**・座間宏一**・五十嵐久尚**

Changes in the Flesh Lipids of Fish during Frozen Storage.

Part II. Flesh lipids of several species of fish

Kōzō TAKAMA, Kōichi ZAMA and Hisanao IGARASHI

Abstract

The minced flesh of five species of fish was stored at -20°C for up to 100-120 days, and the samples were withdrawn at intervals throughout the stored period. The properties of the lipids extracted from these samples were compared.

The rates of free fatty acid production in this minced flesh, exhibited as $\mu\text{M}/\text{day}/100\text{ g}$, were approximately as follows: Alaska pollack 12.0 (up to 40 days, and then the free fatty acid development held at a level of ca. $450\ \mu\text{M}/100\text{ g}$ of flesh), mackerel 8.0, yellowtail 3.1 and northern blenny and flying squid 2.0, respectively. The accumulating amounts of the liberated free fatty acids were fairly less when compared with those of decreased lipids.

From these findings, the lipid degradations were attributed to the influences of hydrolysis and oxidation.

緒 言

低温貯蔵中の魚肉脂質の変化に関しては、すでに多くの研究があり(例えば¹⁻⁵⁾、脂質の水解に伴う遊離脂肪酸の生成することが定説になっているようである。遊離脂肪酸の生成は魚肉蛋白の不溶化と関係があり⁶⁻⁸⁾、魚肉の品質保持に影響する重要な一因子と考えられている。

著者らは前報⁹⁾において、近海産ホンマグロ細碎肉の -20°C 貯蔵時の脂質成分の変化について報告したが、細碎肉として貯蔵した場合、フィーレー状、あるいは魚体そのままで貯蔵された従来の研究報告とは異なり、遊離脂肪酸の蓄積は少く、脂質減少の顕著な時期にはとくに高度不飽和酸が消失することなどから、酸化分解の程度の大いことを推察した。さらにタラのような少脂魚においてはリン脂質のみの分解が知られているが、ホンマグロの場合、トリグリセリドの分解することも認めた。今回、さらに数種の魚類細碎肉について同様の検討を行ったので報告する。

実 験

試料 次の5種類の魚肉を用いたが、いずれも入手後直ちに精肉部をとり、チョッパーで細碎後、ポリエチレン袋に詰め -20°C に貯蔵した。その時点をも0日貯蔵とした。

スケトウダラ (*Theragra chalcogramma*, PALLAS) は1967年1月北海道砂原沖で水揚げし、冷室に一夜放置したものを用いた。サバ (*Scomber japonicus*, HOUTTUYN) は1967年9月北海道森

* 日本水産学会(昭和44年10月、仙台市)にて一部講演発表

** 北海道大学水産学部食品化学第一講座

沖で捕獲されたものを用いた。ナガツカ (*Stichaeus grigorjewi*, HERZENSTEIN) は 1968 年 6 月に森沖で得られたものを一夜冷室に放置したもの、またフクラゲ (*Seriola quinqueradiata*, T. et S.) は 1968 年 10 月北海道松前沖で水揚げされ、函館魚市場に入荷されたものである。スケトウダラは 500g ずつ、ナガツカは 250g ずつ、またサバとフクラゲは脂質含量より、それぞれ 100g ずつをポリエチレン袋に詰めた。さらに硬骨魚類とは組織的にも著しく異なり、しかも実際に冷凍貯蔵が行われているスルメイカ (*Todarodes pacificus*, STEENSTRUP) をも用いた (1966 年 9 月, 函館近海産)。この場合は、胴部を“ひらき”にしたのみで 4 尾分ずつ貯蔵し、試験日には剥皮後、1/8 量の海砂とともに搗潰し脂質抽出に供した。

脂質抽出 各試料とも、試験日には凍結状態のまま細切し、クロロホルム・メタノール (2:1, by vol) 混液 3 倍容で 1 度、2 倍容で 2~3 度攪拌抽出を繰返し、抽出液を Folch の洗浄法で水洗し、クロロホルム層を乾燥、濃縮して得られた残留物を総脂質とした。

ケイ酸カラムクロマトグラフィー 1. リン脂質と単純脂質の分別 脂質量 (2~2.5g) の 40 倍量のケイ酸 (Mallinckrodt 製, 前報⁹⁾) のようにメタノール処理後 110°C で活性化) をクロロホルムに懸濁させ 3×30cm の二重管式カラムに充填し、5°C の流水を通しながら N₂ 気流中でクロマトを行った。試料は出来るだけ少量のクロロホルム溶液としてカラムに供し、クロロホルム 700 ml, およびアセトン 500 ml の溶出区を単純脂質区分とし、続いて得られるメタノール (750 ml) 溶出区をリン脂質区分として分別した。

2. 遊離脂肪酸の分別 関東化学製ケイ酸をメタノールに懸濁させ微粒子を除去後、アセトンで 1 度、エーテルで 1 度洗浄、風乾したのち、その 15g を MCCARTHY ら¹⁰⁾ の方法に従い、イソプロパノール・苛性カリ溶液 (1.8g の苛性カリを 30 ml のイソプロパノールにとかす) 30 ml とエーテル 90 ml に混合し、5 分後にカラム (2×15 cm) に充填した。1 で分取した単純脂質 1g を少量のエーテル溶液としてカラムに供し、エーテル 150 ml での溶出区を中性脂質区分とし、さらに 2% ギ酸・エーテル 200 ml での溶出区を遊離脂肪酸区分として得た。

その他の実験法 構成脂肪酸の検索は前報⁹⁾ と同様にしてメチルエステルを調製後、日立 F6-D ガスクロマトグラフ、ジエチレングリコール・コハク酸ポリエステル固定相を用い (3mm×2m スチールカラム) 分析を行った。脂質成分確認のための薄層クロマトグラフィーは Wakogel B-0 プレートを 110°C, 30 分活性化後、単純脂質区分にはヘキサン・エーテル・酢酸 (90:10:1, by vol) を、リン脂質区分にはクロロホルム・メタノール・酢酸・水 (25:15:4:2, by vol) を展開剤として行った。また酸価は常法により、ヨウ素価は WIJS 法によって測定した。

結果および考察

チョッパー細碎肉をポリエチレン袋詰として -20°C に貯蔵した際の経日的な脂質変化を全脂質、リン脂質、中性脂質および遊離脂肪酸について示すと Table 1 のようである。また Fig. 1 に試料肉 100g 中の脂質量の変化を示したが、遊離脂肪酸の生成量 ($\mu\text{M}/100\text{g}$ 肉) を経日的に図示すると Fig. 2 のようである。Table 1 および Fig. 1 より脂質減少のパターンの類似性からほぼ 3 群 (リン脂質が主に変化するスケトウダラ・イカ群; 中性脂質が主に変化するサバ・フクラゲ群および双方とも減少するナガツカ・ホンマグロ群) に大別されるが、脂肪酸生成量からみると Fig. 2 のようにスケトウダラおよびイカは約 40 日以後は殆んど遊離脂肪酸が生成されない。しかしスケトウダラの遊離脂肪酸生成速度は貯蔵後 40 日位迄は約 12.0 $\mu\text{M}/\text{日}$ と極めて高い。サバは約 8.0 $\mu\text{M}/\text{日}$ で脂質含量や血合筋含量との関係で速度が高いものと思われる。ナガツカは約 2.0 $\mu\text{M}/\text{日}$ の速さで遊離脂肪酸を生成するが、貯蔵後 40 日位迄のイカも同程度の速さを示している。フクラゲはサバとナガツカとの間の 3.1 $\mu\text{M}/\text{日}$ を示している。全脂質の約 80% がリン脂質で占められているスケトウダラやイカでは比較

Table 1 Lipid data for the minced flesh of various species of fish during storage at -20°C

| Alaska pollack | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------|------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|-------------------|
| Days | Total lipid | | | Total PL ^{a)} | | Total NL ^{b)} | | FFA ^{c)} |
| | % of minced flesh | A.V. | I.V. | % of TL ^{d)} | I.V. | % of TL | I.V. | % of TL |
| 0 | 0.85 | 27.2 | 191.9 | 81.2 | 157.6 | 12.9 | 203.6 | 4.7 |
| 10 | 0.76 | 42.3 | 194.3 | 73.7 | 122.7 | 13.1 | 202.9 | 13.1 |
| 30 | 0.83 | 49.6 | 197.0 | 66.3 | 180.0 | 14.4 | 142.4 | 18.1 |
| 40 | 0.79 | 54.4 | 195.6 | 66.6 | 180.1 | 13.9 | 130.7 | 17.7 |
| 60 | 0.77 | 65.4 | 180.4 | 61.0 | 114.6 | 16.9 | 179.8 | 20.8 |
| 90 | 0.76 | 60.7 | 199.0 | 60.5 | 172.1 | 17.1 | 151.2 | 21.0 |
| 120 | 0.76 | 62.7 | 202.0 | 60.8 | 174.9 | 15.8 | 171.7 | 22.4 |
| Flying squid | | | | | | | | |
| 0 | 1.73 | 27.6 | 171.8 | 81.5 | 168.6 | 12.1 | 186.6 | 0.9 |
| 7 | 1.72 | 26.0 | 163.8 | 80.8 | 165.1 | 12.8 | 187.2 | 1.4 |
| 21 | 1.70 | 30.2 | 165.9 | 80.0 | 155.0 | 11.2 | 190.3 | 1.3 |
| 28 | 1.60 | 27.2 | 166.3 | 79.5 | 146.5 | 12.5 | 187.7 | 1.6 |
| 42 | 1.79 | 26.1 | 164.8 | 79.3 | 156.4 | 11.2 | 194.6 | 2.3 |
| 70 | 1.51 | 30.8 | 182.1 | 78.5 | 145.1 | 13.2 | 187.6 | 2.2 |
| 98 | 1.30 | 30.6 | 173.7 | 76.1 | 75.2 | 13.8 | 180.3 | 3.1 |
| Northern blenny | | | | | | | | |
| 0 | 1.63 | 8.5 | 166.8 | 34.3 | 133.7 | 57.7 | 174.1 | 1.2 |
| 10 | 1.42 | 10.6 | 179.8 | 35.9 | 102.1 | 53.5 | 179.5 | 2.8 |
| 20 | 1.46 | 13.5 | 172.3 | 36.3 | 175.0 | 54.8 | 180.9 | 2.7 |
| 25 | 1.61 | 13.1 | 170.4 | 29.2 | 171.8 | 60.2 | 179.2 | 6.2 |
| 40 | 1.58 | 13.6 | 178.7 | 36.1 | 174.3 | 59.5 | 187.2 | 2.5 |
| 60 | 1.50 | 14.3 | 182.0 | 36.7 | — | 60.0 | 189.3 | 3.3 |
| 120 | 1.51 | 19.5 | 170.2 | 30.5 | 160.3 | 58.3 | — | 6.0 |
| Yellowtail | | | | | | | | |
| 0 | 5.01 | 6.3 | 157.2 | 18.4 | 140.8 | 76.8 | 156.7 | 1.4 |
| 7 | 5.80 | 6.5 | 164.7 | 16.4 | 157.7 | 81.2 | 163.3 | 2.4 |
| 14 | 4.61 | 7.2 | 165.2 | 18.6 | 153.0 | 76.8 | 155.4 | 2.4 |
| 21 | 5.81 | 5.9 | 188.6 | 14.3 | 153.1 | 78.8 | 186.3 | — |
| 28 | 5.41 | 7.2 | 193.6 | 15.5 | — | 76.5 | 189.0 | 2.0 |
| 56 | 5.74 | 7.4 | 186.4 | 14.4 | 192.1 | 77.2 | 190.4 | 3.1 |
| 84 | 5.63 | 9.0 | 186.5 | 13.5 | 161.2 | 82.2 | 188.1 | 4.3 |
| Mackerel | | | | | | | | |
| 0 | 15.52 | 2.3 | 149.4 | 6.2 | 108.1 | 89.7 | 151.1 | 0.5 |
| 10 | 16.25 | 3.5 | 152.9 | 5.5 | 160.8 | 92.5 | 145.4 | 0.7 |
| 20 | 15.92 | 3.7 | 150.9 | 4.1 | 109.5 | 91.1 | 142.6 | 0.7 |
| 30 | 14.71 | 3.8 | 141.4 | 5.9 | 93.5 | 90.0 | 140.6 | 1.0 |
| 40 | 14.95 | 3.7 | 146.4 | 5.6 | 93.6 | 89.2 | 146.7 | 1.5 |
| 80 | 14.63 | 3.6 | 109.3 | 5.9 | 63.7 | 88.8 | 146.3 | 1.6 |
| 110 | 14.42 | 4.8 | 149.5 | 5.5 | 115.1 | 88.9 | 146.4 | 1.3 |

a) Phospholipid, b) Neutral lipid, c) Free fatty acid, d) Total lipid

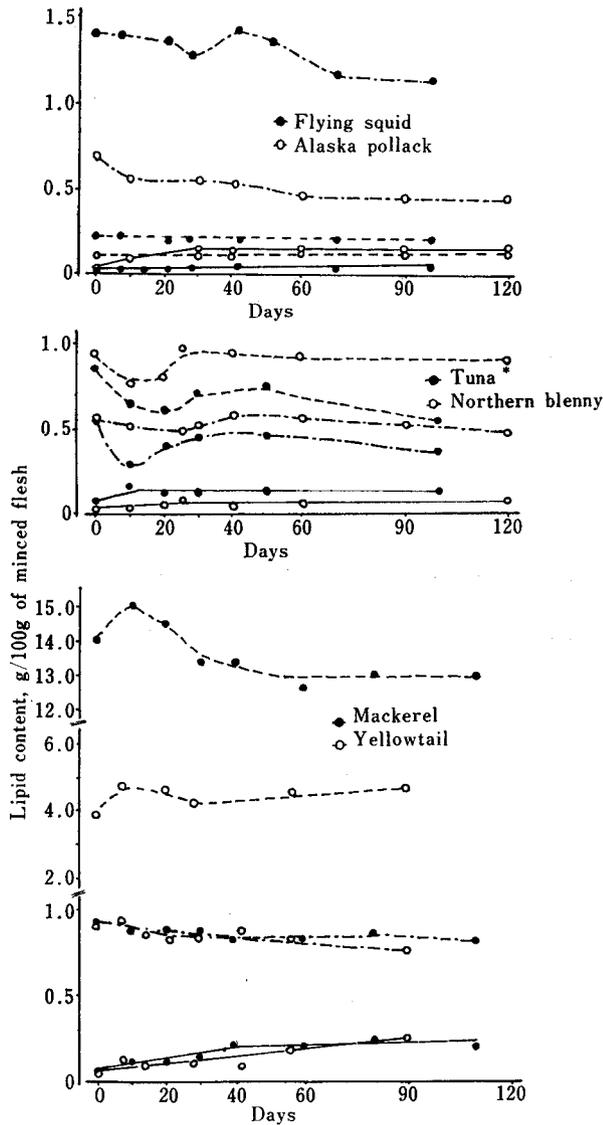


Fig. 1 Changes of lipid content in several stored species of fish at -20°C

--- : Phospholipid, ---- : Neutral lipid, — : Free fatty acid

* From data in previous report¹⁾

的短期間(約40日)のうちに遊離脂肪酸の生成が止まり、全脂質の約60%以上が中性脂質によって占められるナガツカ、フクラゲ、サバの場合と異った結果を示している。生成遊離脂肪酸の飽和酸:モノ不飽和酸:高度不飽和酸量比(Table 3-c)をみるとほぼ一定に近い値であるところから、脂質成分の水解は均一的に行われ、特異的に開裂されるものではないようである。たゞ、脂質成分の顕著な減少を示す貯蔵後10~20日前後では主に高度不飽和酸が減少しており、酸化分解による消失によるも

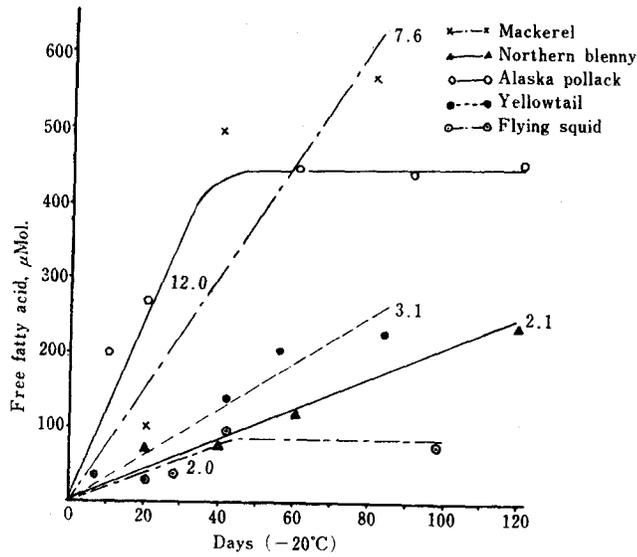


Fig. 2 Developments of free fatty acid during storage at -20°C of various species of fish

Numbers in Fig. show the development amounts of free fatty acid a day

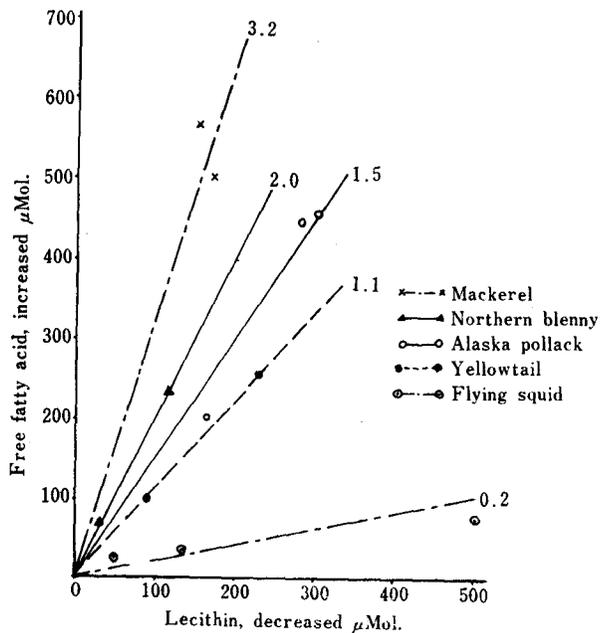


Fig. 3 Relation between decrease of phospholipid (as lecithin) and development of free fatty acid during storage at -20°C

Numbers in Fig. show the molar ratio of increased free fatty acid per decreased phospholipid (as lecithin)

Table 2 Fatty acid composition of the minced flesh of various species of fish during storage at -20°C

| Alaska pollack | | | | | | | |
|----------------|----|------|------|------|------|------|------|
| Days | | 0 | 10 | 20 | 60 | 90 | 120 |
| 14:0 | N* | — | — | — | — | — | — |
| | F | 2.6 | 2.6 | 2.2 | 4.4 | 2.9 | 2.5 |
| | P | 2.7 | 2.8 | 1.9 | 2.6 | 1.6 | 2.6 |
| 16:0 | N | — | — | — | — | — | — |
| | F | 32.9 | 34.6 | 26.6 | 45.2 | 41.9 | 33.8 |
| | P | 40.8 | 42.0 | 37.1 | 51.4 | 33.8 | 37.0 |
| 16:1 | N | — | — | — | — | — | — |
| | F | 5.7 | 6.6 | 6.1 | 5.6 | 5.2 | 5.4 |
| | P | 5.9 | 9.2 | 7.7 | 4.0 | 3.6 | 3.9 |
| 18:0 | N | — | — | — | — | — | — |
| | F | 6.4 | 5.3 | 4.4 | 4.3 | 4.5 | 4.2 |
| | P | 8.3 | 7.6 | 8.2 | 4.3 | 10.9 | 10.6 |
| 18:1 | N | — | — | — | — | — | — |
| | F | 22.8 | 22.9 | 21.0 | 19.9 | 21.1 | 22.1 |
| | P | 24.7 | 23.6 | 25.2 | 24.2 | 26.6 | 26.3 |
| 20:1 | N | — | — | — | — | — | — |
| | F | 4.3 | 1.2 | 4.3 | 3.2 | 4.2 | 4.1 |
| | P | 4.6 | 4.3 | 5.2 | 4.5 | 5.5 | 4.9 |
| 20:5 | N | — | — | — | — | — | — |
| | F | 14.9 | 10.2 | 18.0 | 8.8 | 9.7 | 13.7 |
| | P | 2.9 | 3.2 | 4.0 | 1.2 | 5.7 | 5.0 |
| 22:6 | N | — | — | — | — | — | — |
| | F | 4.2 | 4.4 | 9.6 | 2.5 | 3.4 | 6.1 |
| | P | 3.8 | 0.8 | 3.7 | 2.5 | 5.5 | 2.4 |
| Flying squid | | | | | | | |
| Days | | 0 | 7 | 21 | 28 | 42 | 98 |
| 14:0 | N | 17.9 | 10.7 | 9.2 | 8.3 | 6.8 | 7.7 |
| | F | 3.8 | 3.8 | 3.4 | 3.6 | 3.6 | 3.4 |
| | P | 3.5 | 3.0 | 3.9 | 2.9 | 3.5 | 3.4 |
| 16:0 | N | 18.7 | 15.8 | 27.0 | 27.4 | 45.7 | 50.9 |
| | F | 49.3 | 48.8 | 41.5 | 48.0 | 37.1 | 33.4 |
| | P | 49.6 | 50.4 | 54.1 | 69.0 | 59.5 | 69.3 |
| 16:1 | N | 11.1 | 12.1 | 9.3 | 7.1 | 10.8 | 6.9 |
| | F | 3.6 | 3.8 | 2.5 | 2.5 | 3.9 | 3.6 |
| | P | — | — | — | — | — | — |
| 18:0 | N | 10.7 | 9.2 | 7.4 | 8.5 | 6.5 | 7.4 |
| | F | 15.3 | 15.9 | 12.4 | 16.7 | 12.5 | 10.3 |
| | P | 10.0 | 8.8 | 11.1 | 8.4 | 10.9 | 11.0 |
| 18:1 | N | 18.3 | 23.2 | 20.5 | 21.5 | 14.3 | 12.8 |
| | F | 7.5 | 7.2 | 6.8 | 8.5 | 9.1 | 10.0 |
| | P | 6.9 | 5.8 | 7.4 | 6.6 | 8.2 | 6.6 |
| 20:1 | N | 8.7 | 9.7 | 10.6 | 9.7 | 6.4 | 7.1 |
| | F | 7.1 | 6.6 | 8.2 | 7.7 | 7.8 | 7.1 |
| | P | 6.6 | 5.8 | 8.0 | 5.5 | 5.5 | 6.0 |

Table 2 Continued

| Flying squid | | | | | | | |
|--------------|---|------|------|------|-----|------|------|
| Days | | 0 | 7 | 21 | 28 | 42 | 98 |
| 20:5 | N | 2.6 | 3.3 | 5.0 | 2.5 | 0.1 | 1.6 |
| | F | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.3 | 0.6 | 0.7 |
| | P | 1.6 | 1.8 | 1.4 | 0.7 | 0.5 | 0.1 |
| 22:5 | N | 2.5 | 5.3 | 1.7 | 8.0 | 3.3 | 1.5 |
| | F | 3.5 | 4.6 | 7.2 | 4.1 | 8.5 | 9.4 |
| | P | 10.2 | 10.2 | 6.7 | 3.1 | 4.1 | 0.2 |
| 22:6 | N | — | — | — | — | — | — |
| | F | 4.4 | 5.2 | 14.3 | 5.7 | 13.8 | 18.9 |
| | P | 7.5 | 11.7 | 4.0 | 1.1 | 2.5 | tr |

| Northern blenny | | | | | | | |
|-----------------|---|------|------|------|------|------|------|
| Days | | 0 | 15 | 20 | 40 | 60 | 120 |
| 14:0 | N | 6.5 | 4.6 | 5.7 | 4.2 | 4.8 | 5.1 |
| | F | — | 3.0 | 5.0 | 3.5 | 1.6 | 2.3 |
| | P | 1.2 | 1.8 | 1.4 | 1.0 | 1.2 | 1.2 |
| 16:0 | N | 18.3 | 17.8 | 16.9 | 18.9 | 18.3 | 22.7 |
| | F | — | 18.0 | 21.3 | 17.5 | 17.1 | 15.7 |
| | P | 32.5 | 48.6 | 50.9 | 32.9 | 33.3 | 33.3 |
| 16:1 | N | 15.3 | 15.7 | 14.7 | 15.7 | 15.8 | 15.0 |
| | F | — | 12.0 | 14.7 | 12.9 | 13.1 | 10.7 |
| | P | 5.7 | 7.9 | 6.6 | 10.0 | 7.5 | 7.5 |
| 18:0 | N | 3.3 | 3.6 | 4.7 | 4.0 | 4.4 | 4.2 |
| | F | — | 5.9 | 6.7 | 5.3 | 12.0 | 4.4 |
| | P | 13.1 | 6.9 | 7.6 | 9.5 | 9.7 | 9.7 |
| 18:1 | N | 28.4 | 29.8 | 32.6 | 26.8 | 27.3 | 27.5 |
| | F | — | 26.4 | 26.9 | 30.2 | 27.8 | 27.0 |
| | P | 28.9 | 21.5 | 20.6 | 24.3 | 24.7 | 24.7 |
| 20:1 | N | 8.6 | 11.5 | 11.8 | 9.2 | 6.3 | 11.7 |
| | F | — | 6.3 | 8.0 | 6.0 | 5.9 | 6.2 |
| | P | 4.9 | 4.7 | 4.1 | 4.4 | 4.2 | 4.2 |
| 22:6 | N | 9.1 | 0.5 | — | 1.5 | 1.2 | 0.9 |
| | F | — | 6.0 | 4.8 | 5.3 | 6.0 | 8.9 |
| | P | — | — | — | 1.7 | 4.4 | 4.4 |

| Yellowtail | | | | | | | |
|------------|---|------|------|------|------|------|------|
| Days | | 0 | 14 | 28 | 42 | 56 | 84 |
| 14:0 | N | 5.0 | 5.9 | 4.3 | 4.3 | 6.4 | 5.2 |
| | F | 3.5 | 2.7 | 2.2 | 2.0 | 2.2 | 2.4 |
| | P | 1.6 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 0.7 | 1.0 |
| 16:0 | N | 23.7 | 19.7 | 23.8 | 29.8 | 25.2 | 10.6 |
| | F | 25.8 | 22.3 | 24.7 | 27.5 | 21.9 | 25.0 |
| | P | 27.4 | 46.1 | 37.8 | 46.8 | 35.5 | 39.4 |
| 16:1 | N | 9.2 | 10.9 | 8.7 | 7.8 | 10.8 | 25.4 |
| | F | 6.6 | 6.7 | 9.0 | 8.8 | 8.3 | 10.1 |
| | P | 8.7 | 3.6 | 5.6 | 4.4 | tr | 6.7 |

Table 2 Continued

| Yellowtail | | | | | | | |
|------------|---|------|------|------|------|------|------|
| Days | | 0 | 14 | 28 | 42 | 56 | 84 |
| 18:0 | N | 6.8 | 8.0 | 5.9 | 6.3 | 6.5 | 7.1 |
| | F | 10.8 | 9.8 | 8.6 | 7.3 | 6.9 | 9.0 |
| | P | 25.0 | 17.0 | 17.6 | 14.0 | 20.2 | 6.0 |
| 18:1 | N | 34.8 | 33.8 | 28.3 | 22.8 | 30.5 | 30.7 |
| | F | 21.9 | 21.2 | 24.6 | 21.1 | 22.7 | 24.9 |
| | P | 21.0 | 16.0 | 16.7 | 15.4 | 18.2 | 21.0 |
| 20:1 | N | 5.4 | 6.9 | 4.9 | 4.4 | 4.8 | 4.4 |
| | F | 3.9 | 4.1 | 3.5 | 3.3 | 3.6 | 3.4 |
| | P | 3.0 | 2.2 | 2.0 | 0.1 | 1.8 | 2.0 |
| 22:1 | N | 4.7 | 5.1 | 3.8 | 4.3 | 5.3 | 4.6 |
| | F | 5.2 | 7.7 | 6.3 | 8.3 | 9.8 | 7.2 |
| | P | 0.9 | 2.0 | 5.2 | 5.5 | 4.4 | 3.4 |
| 22:6 | N | 0.7 | 0.8 | 4.0 | 5.2 | 1.8 | 3.7 |
| | F | 10.9 | 11.8 | 9.7 | 11.4 | 14.7 | 10.6 |
| | P | 1.9 | 0.7 | — | — | 9.0 | 8.9 |
| Mackerel | | | | | | | |
| Days | | 0 | 5 | 20 | 40 | 80 | 110 |
| 14:0 | N | 2.6 | 3.7 | 7.8 | 2.9 | 4.0 | 4.1 |
| | F | 4.5 | 2.9 | 2.4 | 2.6 | 2.4 | 1.7 |
| | P | 1.1 | 1.7 | 3.2 | 0.9 | 1.3 | 0.9 |
| 16:0 | N | 26.2 | 35.2 | 30.0 | 25.5 | 23.6 | 25.5 |
| | F | 29.0 | 32.1 | 23.8 | 23.5 | 22.4 | 24.7 |
| | P | 48.2 | 34.8 | 48.3 | 35.5 | 38.1 | 35.2 |
| 16:1 | N | 9.1 | 6.2 | 10.0 | 6.5 | 7.0 | 7.8 |
| | F | 8.4 | 7.9 | 7.5 | 7.8 | 7.2 | 8.0 |
| | P | 4.1 | 4.3 | 4.2 | 5.3 | 4.5 | 4.3 |
| 18:0 | N | 6.4 | 5.5 | 4.8 | 5.2 | 5.9 | 7.4 |
| | F | 12.1 | 11.3 | 8.7 | 8.3 | 6.8 | 6.6 |
| | P | 21.6 | 29.4 | 17.2 | 22.4 | 18.0 | 21.9 |
| 18:1 | N | 33.8 | 27.5 | 30.2 | 28.2 | 38.8 | 35.4 |
| | F | 24.1 | 31.7 | 31.8 | 31.7 | 34.0 | 34.6 |
| | P | 18.4 | 21.9 | 20.0 | 25.8 | 24.4 | 26.2 |
| 20:1 | N | 7.2 | 6.0 | 5.1 | 6.5 | 6.9 | 7.2 |
| | F | 4.5 | 4.4 | 5.5 | 6.1 | 6.7 | 4.7 |
| | P | 1.9 | 2.2 | 1.0 | 3.0 | 1.9 | 2.2 |
| 20:5 | N | 4.5 | 3.0 | 3.1 | 4.8 | 7.0 | 4.9 |
| | F | 1.5 | 1.7 | 5.6 | 3.2 | 4.6 | 7.1 |
| | P | — | — | — | 0.5 | 3.0 | 1.0 |
| 22:1 | N | 4.8 | 3.0 | 2.0 | 5.6 | — | — |
| | F | 1.0 | 0.7 | 3.0 | 2.8 | 1.5 | — |
| | P | — | — | — | 0.5 | — | 0.4 |
| 22:6 | N | — | 1.4 | — | 7.8 | 1.3 | — |
| | F | 1.8 | — | 3.3 | 6.5 | 1.3 | — |
| | P | — | — | — | 0.8 | 1.9 | 1.4 |

* N: Neutral lipid, F: Free fatty acid, P: Phospholipid

のと考えられる。Fig. 3 に生成遊離脂肪酸量と減少リン脂質量 (レシチンとして計算) との関係を示したが、もしリン脂質 (レシチン) の水解によってのみ遊離脂肪酸が生成するとすれば、OLLEY ら¹¹⁾ も指摘しているようにリゾーリン脂質の蓄積が行われずとして、レシチン 1 μ M の減少で 2 μ M の遊離脂肪酸が生成することとなり、生成遊離脂肪酸 μ M/減少レシチン 1 μ M (θ とする) は 2.0 となる。さらに中性脂質もともに水解するときは $\theta > 2.0$ となる。BOSUND ら⁶⁾ のニシン貯蔵 (-15°C) の結果では血合筋で $\theta = 4.6$ 、普通筋で $\theta = 2.7$ であることを示しているが、ナガヅカで 2.0、スケトウダラで 1.5、フクラゲで 1.1、サバで 3.2、イカで 0.2 を示し、サバを除いていずれも θ は 2.0 以下である。

Table 3 Fatty acid content of minced flesh of various species of fish during storage at -20°C

| Alaska pollack ^{a)} | | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|-----|
| Days | Satd. acid | | Monoenoic acid | | Polyenoic acid | | *M.M.W. of FA | |
| | mg/100 g flesh | % of Total FA | mg | % of Total FA | mg | % of Total FA | PL | NL |
| 0 | 256 | 53 | 172 | 36 | 51 | 11 | 276 | — |
| 10 | 209 | 54 | 146 | 38 | 30 | 8 | 274 | — |
| 20 | 179 | 49 | 143 | 39 | 45 | 12 | 278 | — |
| 60 | 195 | 61 | 108 | 34 | 18 | 5 | 276 | — |
| 120 | 168 | 53 | 115 | 36 | 33 | 11 | 278 | — |
| Flying squid ^{a)} | | | | | | | | |
| 0 | 639 | 64 | 166 | 16 | 197 | 20 | 275 | — |
| 7 | 619 | 63 | 133 | 13 | 235 | 24 | 277 | — |
| 21 | 676 | 70 | 165 | 17 | 118 | 13 | 272 | — |
| 28 | 724 | 81 | 121 | 13 | 45 | 6 | 265 | — |
| 42 | 748 | 75 | 175 | 17 | 74 | 7 | 267 | — |
| 98 | 586 | 85 | 100 | 14 | 6 | 1 | 263 | — |
| Northern blenny ^{b)} | | | | | | | | |
| 0 | 436 | 34 | 631 | 49 | 214 | 17 | 274 | 275 |
| 20 | 439 | 39 | 590 | 52 | 103 | 9 | 269 | 274 |
| 40 | 447 | 36 | 588 | 48 | 192 | 16 | 269 | 275 |
| 120 | 410 | 35 | 609 | 52 | 141 | 13 | 266 | 272 |
| Yellowtail ^{b)} | | | | | | | | |
| 0 | 1.8 g | 41 | 2.3 g | 52 | 0.3 g | 7 | 272 | 272 |
| 7 | 2.1 | 45 | 2.1 | 46 | 0.4 | 9 | 270 | 274 |
| 14 | 1.6 | 40 | 2.1 | 52 | 0.3 | 8 | 273 | 270 |
| 21 | 1.6 | 32 | 2.3 | 46 | 1.1 | 22 | 276 | 268 |
| 28 | 1.9 | 43 | 2.0 | 44 | 0.6 | 13 | 277 | 278 |
| 84 | 1.2 | 28 | 2.7 | 62 | 0.5 | 11 | 278 | 272 |
| Mackerel ^{b)} | | | | | | | | |
| 0 | 5.3 g | 38 | 7.4 g | 53 | 1.4 g | 10 | 268 | 270 |
| 10 | 6.7 | 45 | 7.0 | 47 | 1.2 | 8 | 274 | 268 |
| 20 | 6.5 | 46 | 6.7 | 46 | 1.1 | 8 | 262 | 269 |
| 40 | 5.8 | 44 | 6.4 | 48 | 1.1 | 8 | 269 | 273 |
| 110 | 4.9 | 39 | 6.3 | 50 | 1.4 | 11 | 274 | 275 |

Table 3 Continued

| Alaska pollack ^{c)} | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------|
| Days | Satd. acid | | Monoenoic acid | | Polyenoic acid | | *M.M.W. |
| | mg/100 g flesh | % of Total FA | mg | % of Total FA | mg | % of Total FA | |
| 0 | 17 | 42 | 13 | 33 | 10 | 25 | 282 |
| 10 | 43 | 43 | 31 | 31 | 26 | 26 | 290 |
| 20 | 40 | 34 | 38 | 31 | 42 | 35 | 291 |
| 60 | 87 | 54 | 46 | 29 | 27 | 17 | 273 |
| 90 | 80 | 50 | 49 | 30 | 31 | 20 | 275 |
| 120 | 70 | 41 | 54 | 32 | 47 | 27 | 285 |
| Flying squid ^{c)} | | | | | | | |
| 0 | 11 | 71 | 3 | 19 | 1 | 10 | 271 |
| 7 | 18 | 71 | 4 | 18 | 3 | 12 | 271 |
| 21 | 14 | 59 | 4 | 17 | 5 | 24 | 279 |
| 28 | 18 | 71 | 5 | 19 | 3 | 10 | 272 |
| 42 | 23 | 55 | 9 | 21 | 10 | 24 | 280 |
| 98 | 18 | 49 | 8 | 21 | 11 | 31 | 284 |
| Northern blenny ^{c)} | | | | | | | |
| 0 | 6 | 31 | 9 | 45 | 5 | 23 | 282 |
| 20 | 13 | 34 | 20 | 51 | 6 | 15 | 277 |
| 40 | 11 | 27 | 20 | 50 | 9 | 22 | 279 |
| 60 | 16 | 32 | 24 | 49 | 10 | 19 | 265 |
| 120 | 21 | 23 | 42 | 46 | 27 | 30 | 296 |
| Yellowtail ^{c)} | | | | | | | |
| 0 | 32 | 46 | 27 | 39 | 11 | 15 | 283 |
| 7 | 35 | 49 | 25 | 36 | 10 | 15 | — |
| 14 | 41 | 41 | 41 | 41 | 18 | 18 | 289 |
| 28 | 29 | 42 | 31 | 44 | 10 | 14 | 283 |
| 56 | 45 | 35 | 59 | 45 | 20 | 20 | 287 |
| 84 | 56 | 40 | 65 | 46 | 13 | 13 | 281 |
| Mackerel ^{c)} | | | | | | | |
| 0 | 39 | 48 | 32 | 39 | 10 | 12 | 276 |
| 20 | 40 | 36 | 54 | 49 | 17 | 15 | 279 |
| 40 | 78 | 36 | 108 | 49 | 33 | 15 | 279 |
| 80 | 79 | 33 | 119 | 50 | 42 | 17 | 280 |
| 110 | 65 | 34 | 90 | 47 | 35 | 18 | 283 |

a) Calculated from the fatty acid composition of phospholipid (as lecithin)

b) Calculated from the fatty acid compositions of phospholipid (as lecithin) and neutral lipid (as triglyceride)

c) Calculated from the fatty acid composition of free fatty acid fraction

* M.M.W.: Mean molecular weight

Table 2 にリン脂質および中性脂質の主なる脂肪酸の組成を示したが、前者をレシチンとして、また後者をトリグリセリドとして平均分子量からそれぞれの脂肪酸の絶対量 (mg, あるいは g/100 g 肉) を飽和酸:モノ不飽和酸:高度不飽和酸比として Table 3-a, b に示した。この結果からは一応の傾向

を導き難いが、たゞイカの場合は経日的には平均して高度不飽和酸が減少し、飽和酸が多く占めるようになる結果を示している。しかも、この場合でも $\theta=0.2$ で遊離脂肪酸蓄積量が極めて低く、とくに高度不飽和酸の酸化分解による影響と考えられる。

凍結魚肉脂質の空気酸化については CHIZHOV ら¹²⁾の研究によれば、2段階に別れて行われ、最初は組織内酸素 ($0.7\sim 1.0\times 10^{-4}$ g/g) により酸化が行われ、2段階目は外部からの拡散酸素によって酸化が行われることが認められている。脂質量をプロットして得た Fig. 1 の結果でも、貯蔵後10~20日前後の顕著な脂質酸化分解と40~50日以後の緩慢な脂質減少が認められ、とくに細碎肉調製時の混入空気の影響も加わって貯蔵初期(10~20日前後)の脂質減少が大きいものと考えられる。

文 献

- 1) Lovern, J.A., Olley, J. and Watson, H. (1959) *J. Sci. Food Agric.*, **10**, 327-337
- 2) Dyer, W.J. and Fraser, D.I. (1959) *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **16**, 43-52
- 3) Olley, J. and Lovern, J.A. (1960) *J. Sci. Food Agric.*, **11**, 644-652
- 4) Bligh, E.G., (1961) *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **18**, 143-145
- 5) Bosund, I. and Ganrot, B. (1969) *J. Food Sci.*, **34**, 13-18
- 6) Olley, J., Pirie, R. and Watson, H. (1962) *J. Sci. Food Agric.*, **13**, 501-516
- 7) King, F.J., Anderson, M.L. and Steinberg, M.A. (1962) *J. Food Sci.*, **27**, 363-366
- 8) Anderson, M.L. and Steinberg, M.A. (1964) *Ibid.*, **29**, 327-330
- 9) 高間浩蔵・座間宏一・五十嵐久尚 (1967) 本誌, **18**, 240-247
- 10) McCarthy, R.D. and Duthie, A.H. (1962) *J. Lipid Res.*, **3**, 117-119
- 11) Lovern, J.A. and Olley, J. (1962) *J. Food Sci.*, **27**, 551-559
- 12) Chizhov, G.B. and Rodin, E.M. (1968) *Pishch. Tekhnol.*, 52-55 (*Chemical Abstract* より引用)