

## 赤色肉魚類의 高度不飽和脂質의 利用에 關한 研究

### 1. 정어리·고등어의 部位別 脂質含量 및 脂肪酸 組成의 季節的 變化

李康鎬·李炳昊\*·鄭寅鶴·徐載壽·丁宇鎮·金忠坤

釜山水產大學 食品工學科, \*東義大學校 食品營養學科  
(1986년 7월 20일 수리)

## Utilization of Polyunsaturated Lipids in Red Muscled Fishes

### 1. Lipid Composition and Seasonal Variation in Fatty Acid Composition of Body Oil and Lipids from Different Sections of Sardine and Mackerel

Kang-Ho LEE, In-Hak JEONG, Jae-Soo SUH, Woo-Jin JUNG, Chung-Gon KIM

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,  
Nam-gu, Pusan 608, Korea

and

Byeong-Ho LEE

Department of Food and Nutrition, Dong Eui University  
(Received July 20, 1986)

As the first part of the studies on utilization of polyunsaturated lipids in red muscled fishes like sardine (*Sardinops melanosticta*) and mackerel (*Scomber japonicus*), lipid distribution in body sections, whole body, meat, viscera, skin, and head, lipids, polar and nonpolar, and fatty acid composition of the oils obtained from these body sections, and seasonal variations in fatty acid composition, particularly in the content of polyenoic acids, EPA and DHA, were determined.

The content of total lipids was ranged 22.2% to 27.2% in case of sardine without broad difference between body sections, while in case of mackerel 36.7% to 38.8% unevenly in skin and head.

The lipids of both fish were composed of more than 80% of non-polar lipid and there was not much differences in the fatty acid composition between the lipids, polar and non-polar. The major fatty acids of the lipids were C<sub>14:0</sub>, C<sub>16:0</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>20:1</sub>, C<sub>20:4</sub>, C<sub>20:5</sub>, and C<sub>22:6</sub>, and these acids, C<sub>18:1</sub>, C<sub>16:0</sub>, C<sub>22:6</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>14:0</sub>, C<sub>16:1</sub>, were in high quantity in order.

Seasonal variation in fatty acid composition of sardine oil did not show any great variety between sections. There was a tendency in general that saturated and monoenoic acids began to decrease in winter and showed the minimum in April; hereafter get to increase again, while polyenoic acids showed the maximum in April. Both C<sub>20:5</sub> and C<sub>22:6</sub> acids were high in the season of April to July. Variation in fatty acid content was in a width of 8% for saturated, 5% for monoenoic, and 12% for polyenoic acid. C<sub>20:5</sub> and C<sub>22:6</sub> acid were varied in 9.4% and 9.8%, respectively.

In case of mackerel oil, seasonal variation tended same as in sardine oil except the fact that the saturated and monoenoic acid decreased to the minimum in the term of April to July in which the polyenoic acid content was also higher marking 27.3% to 36.1% in average. Fatty acid variation was in a range of 6.3% for saturated, 8.3% for monoenoic, and 13.8% for polyenoic acid but

variation of  $C_{20:5}$  and  $C_{22:6}$  acid was 4,3% and 3,4% respectively.

When fresh sardine was stored for 10 days at  $5^{\circ}\text{C}$ , oxidation was rapidly initiated and consequently resulted in fast loss of  $C_{20:5}$  and  $C_{22:6}$  acids.

It is concluded from the results that the catch of sardine and mackerel in the season of April to June would be adequate for the preparation of polyunsaturated lipid condensed oil in regard to sectional lipid distribution and its variation in seasons.

## 시 론

우리나라 연근해 어업의 주 어종은 역시 다확성어족인 정어리 고등어 등 적색육어류이다. 정어리는 연간 15만톤의 생산을 올리면서도 魚價의 불안정으로 출어를 기피하는 현상마저 빚고 있어 다시 우리 연안에 회유해 온 대량자원의 이용에 문제점이 되고 있다.

최근 소위 “등이 푸른 생선”에 대한 새로운 평가가 일어나게 된 것은 이들 적색육어 지질중에 많이 분포하는 고도불포화지방산의 영양적 가치와 생리적 활성에 관한 관심이 높아진 때문이다(Sanders and Naismith, 1980; 鹿山, 1982; Sanders *et al.*, 1981; Dyerberg, 1982; Bang *et al.*, 1976; Hirai *et al.*, 1980) 이들 지질은 탄소수 20개 이상의  $\omega$ 3계열 고도불포화지방산을 대량 함유하는 것이 특징이며 그중 주요한 것은 eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5,  $\omega$ 3)와 docosahexaenoic acid (DHA, 22:6,  $\omega$ 3)이며 그의 장쇄 monoene 산이다. 생체내에서 EPA와 DHA는 prostaglandin(PG)과 leukotrien(LT)과 같은 생리활성물질로 전환하여 이들이 혈진증이나 심근경색과 같은 성인병을 예방할 수 있다고 알려져(秦 등, 1985; 鹿山, 1982) 건강을 추구하는 사람들의 화제에 오르게 되고 의학적으로 관심을 집중하게 되었다.

정어리, 고등어 지질은 명태간유, 오징어유, 크릴유 등과 함께 EPA와 DHA 함량이 높은(전체지방산의 10~30%) 기름으로 알려져 있고(大鶴 등, 1984; 山田 등, 1975) 최근에는 어유종의 고도불포화 지방산을 소재로 한 소위 건강식품으로서 어유농축물을 이용하거나 지방산 조성이 부실한 유지 또는 가공식품에 농축어유를 첨가하는 연구도 이루어지고 있다(稻嶺과 片平, 1984)

본 연구에서는 적색육어의 고도이용을 위한 연구의 일환으로 정어리유 및 고등어유의 지질조성과 고도불포화 지방산의 어체 부위별 분포, 및 그들의 계절적 변화를 측정하고 또 원료어의 선도저하에 따른 지질의 변패 및 지방산 조성상의 변화를 보고자 하

였다. 이 연구의 결과는 정어리 및 고등어유를 고도 불포화지질의 소재로 이용할 때 원료의 선택시기와 고농도불포화지질유의 가공을 위한 기초자료가 될 것이다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료어

본 실험에 사용된 정어리(*Sardinops melanosticta*)와 고등어(*Scomber japonicus*)는 1985년 7월부터 1986년 6월까지 부산공등어시장에서 선도 양호한(VBN; 21 mg%, K-값; 18) 것을 구입하여 시료로 사용하였다.

### 2. 시료유의 조제

기름의 추출 지질의 추출은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 시료중량에 대한 4배량의 클로로포름-메탄을 혼합용매(2:1 v/v)를 가하고 브렌더에서 마쇄한 다음 어두운 곳에 24시간 방치추출한 후 흡인 여과하였다. 위의 추출조작을 3회 반복하여 추출액을 합한 후 일정량의 물을 가하여 메탄올층을 제거한 후 농축하였다.

부위별 지질함량 측정시는 시료어를 전체와 육, 내장, 표피, 및 두부의 4부위로 나누어 지질을 추출하였다.

시료유의 분획 아래와 같은 방법으로 극성지질과 비극성지질로 분획하였다. 즉 유리칼럼( $\phi$  2 cm  $\times$  h. 40 cm)에 규산(Mallinkrodt, 100 mesh) 20 g을 클로로포름에 현탁한 후 충전하고 약 500 mg의 시료유를 소량의 클로로포름에 용해하여 칼럼에 흡착시켰다. 클로로포름을 300 ml 흘려서(2~3 ml/min) 비극성 지질을 용출시키고, 이어 250 ml의 메탄올을 흘려서(1~2 ml/min) 극성지질을 용출시켰다. 용출시킨 용액을 회전진공증발기에서 농축하여 지방산 분석 시료로 사용하였다.

3. 방 법

총지질의 정량 시료의 조지질함량은 Bligh and Dyer(1959) 법에 따라 분석하였다.

지방산 조성의 분석 추출한 지질을 메탄올성 5% 염산(藤野, 1980)으로 메틸화하여 정제한 지방산메틸 에스테르를 gas liquid chromatography(GLC)로 분석하였으며 측정 조건은 아래와 같다.

Instrument	Pye-Unicam series 304 Chromatograph
Column	3.0 m × 3.0 mm i. d., stainless steel column 10% DEGS on 60~80 mesh Chromosorb W <sup>a</sup>
Carrier gas	35 ml/min. nitrogen
Column temp.	195°C
Injector temp.	250°C
Detector	FID at 250°C
Chart speed	0.25 cm/min.

과산화물값의 측정 조지질산화의 촉도인 과산화물값은 포화 KI용액을 사용하는 AOAC(1980)법에 따랐다.

카르보닐값의 측정 카르보닐값은 2.4 DNPH/벤젠 용액을 사용하는 Henick(1954)법에 준하여 측정하였다.

산값의 측정 유리지방산의 량을 의미하는 산값은 10N 수산화칼륨-에탄올용액을 사용하여 기준유지 분석시험법(日本油化學協會, 1983)에 따라 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 정어리와 고등어의 극성지질과 비극성 지질의 함량비와 각 지질의 지방산 조성

고등어와 정어리의 전어체 및 육, 내장, 껍질, 두부 등 각 부위별 총지질, 극성지질 및 비극성 지질의

함량은 Table 1 과 같다. 부위별 총지질 함량은 표피와 두부에 많은 것을 볼 수 있으며 이 양부위에 약 75% 분포하고 있다. 고등어의 경우 비극성 지질은 육, 두부, 내장, 전체, 껍질의 순으로 83.6%에서부터 97.4%까지의 분포를 나타내었다. 정어리는 육, 두부, 표피, 전체, 내장의 순으로 80.2%에서부터 92.2%까지의 분포를 보였다. 전체적으로 고등어가 정어리보다 결합지질의 량이 3~6% 적은 편이었다. 고등어와 정어리 모두 육지질에 극성지질의 함유량이 가장 많았고 비극성 지질은 표피에 많은 것으로 보아 비극성 지질이 주로 피하와 내장에 축적되어 있는 것으로 보인다.

上田(1976)에 따르면 고등어의 전체지질에 대한 극성지질의 비는 지질함량에 따라 4.10~37.5%로 그 폭이 넓고 지질함량이 높을수록 극성지질이 차지하는 비율이 높아지는 것으로 보고하고 있다.

佃(1978)은 정어리의 표피, 혈합육, 보통육에 함유되어 있는 지질의 조성을 조사하여 비극성 지질이 표피에서 98.7%로 가장 많고, 혈합육 보통육에서는 각각 92.5%와 92.7%라고 보고하고 있으며 山田(1979)은 표피가 93.45% 보통육과 혈합육이 각각 91.12%와 91.37%라고 보고하고 있다. Hayashi 등(1977)은 정어리의 육과 내장의 지질조성을 조사하여 육의 극성지질의 비가 내장보다 높다고 보고하여 본 실험의 결과와 동일한 경향이였다.

정어리와 고등어의 극성 및 비극성지질의 지방산 조성은 Table 2~5와 같다. 정어리의 극성지질의 지방산 조성은 육에서 polyene 산의 비율이 43.9%로 가장 높은 반면 전어체를 포함한 다른 부위에서는 20~25%의 비교적 낮은 함량을 보였다. 이것은 육에서 극성지질의 함량이 높은 것과 관계가 있을 것으로 사료된다. 山田(1979)은 정어리 지질의 polyene 산 비가 보통육에서 46.55%로 가장 높고 혈합육에 38.05%, 내장에 34.72%, 껍질부에 32.79% 함유되어 있다고 보고하고 있다.

Table 3은 정어리의 비극성지질의 지방산 조성을 나타낸 것으로서 극성지질의 경우와 같이 육에서

Table 1. Lipid content in different body sections of mackerel and sardine (g/100g)

	Mackerel			Sardine		
	Total lipid	Polar	Non-polar	Total	Polar	Non-polar
Whole body	13.271	1.430	11.837	9.156	0.815	8.340
Muscle	2.301	0.377	1.923	2.341	0.463	1.877
Viscera	0.996	0.117	0.878	2.288	0.178	2.109
Skin	5.094	0.132	4.961	2.492	0.226	2.265
Head	4.879	0.663	4.215	2.035	0.370	1.664

**Table 2. Fatty acid composition of polar lipid in sardine (%)**

Fatty acid	Whole body	Muscle	Viscera	Skin	Head
12:0	2.1	0.2	0.3	1.8	0.1
14:0	5.0	2.3	5.4	5.3	5.0
15:0	0.9	0.4	0.6	0.9	0.9
16:0	25.1	26.3	25.1	24.2	24.0
17:0	1.2	0.9	1.1	1.3	1.3
18:0	6.1	5.3	6.6	6.3	6.6
20:0	0.7	0.6	0.7	1.0	1.5
Saturated	41.1	36.0	39.8	40.8	39.4
16:1	5.5	3.2	6.2	5.9	5.7
18:1	23.9	14.3	29.5	16.7	24.0
20:1	1.8	1.3	1.7	1.8	1.8
22:1	1.3	0.8	1.6	1.5	1.4
Monoenoic	32.5	19.6	39.0	35.0	32.9
18:2	1.5	0.9	1.3	1.9	1.6
20:2	0.4	0.1	0.3	0.4	0.7
20:3	—	—	—	—	—
20:4	1.3	2.1	1.3	1.2	1.2
20:5	5.6	8.8	4.5	4.5	5.5
22:3	—	0.3	0.2	1.1	0.3
22:4	1.6	1.9	1.6	1.3	1.5
22:5	0.8	0.9	0.9	0.9	1.4
22:6	13.4	28.9	10.2	22.8	25.1
Polyenoic	24.6	43.9	20.3	22.8	25.1

**Table 3. Fatty acid composition of nonpolar lipids in sardine (%)**

Fatty acid	Whole body	Muscle	viscera	Skin	Head
12:0	0.7	0.1	0.2	0.1	0.6
14:0	7.8	7.5	8.8	8.9	9.4
15:0	1.2	0.8	1.1	1.0	1.1
16:0	21.3	21.6	24.6	23.0	22.0
17:0	1.5	1.4	1.4	1.4	1.6
18:0	4.5	5.1	5.3	5.0	5.1
20:0	1.6	1.3	1.3	1.2	1.5
Saturated	38.6	37.8	42.7	40.6	41.3
16:1	8.2	8.5	9.4	9.3	9.4
18:1	12.8	13.6	12.0	13.0	10.3
20:1	5.8	4.3	4.2	4.3	4.5
22:1	2.4	2.4	2.3	2.4	2.4
Monoenoic	29.2	2.88	27.9	29.0	26.6
18:2	2.2	1.9	1.6	1.4	2.0
20:2	0.8	—	0.2	0.2	0.1
20:3	—	—	—	—	—
20:4	1.3	1.7	1.5	1.6	1.5
20:5	12.4	12.2	11.8	12.2	13.0
22:3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
22:4	1.0	1.3	1.0	1.1	1.1
22:5	1.5	1.9	1.3	1.6	1.6
22:6	10.4	12.2	10.0	10.6	10.1
Polyenoic	30.1	31.7	27.9	29.2	29.9

**Table 4. Fatty acid composition of polar lipids in mackerel (%)**

Fatty acid	Whole body	Muscle	Viscera	Skin	Head
12:0	1.0	0.4	0.4	1.4	1.5
14:0	4.3	3.6	4.4	5.4	4.1
15:0	0.7	0.6	0.8	0.8	0.8
16:0	21.8	22.8	22.4	22.1	22.1
17:0	1.2	1.1	1.4	1.2	1.4
18:0	6.7	8.1	7.0	6.1	7.0
20:0	0.9	0.7	0.9	1.2	0.9
Saturated	36.6	37.3	37.3	38.2	37.8
16:1	5.1	4.5	5.2	5.8	5.1
18:1	27.4	25.8	26.0	30.7	25.5
20:1	1.7	1.5	1.6	2.0	1.5
22:1	1.6	1.5	1.6	1.8	1.4
Monoenoic	35.8	33.3	34.4	40.3	33.5
18:2	1.5	1.4	1.6	1.7	1.5
20:2	0.7	0.5	0.5	0.8	0.5
20:3	—	—	—	—	—
20:4	2.0	2.3	2.3	1.3	2.5
20:5	4.6	4.7	5.1	3.8	4.7
22:3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
22:4	1.7	1.8	2.1	1.0	2.2
22:5	1.2	1.2	1.4	1.1	0.8
22:6	14.2	16.1	12.5	10.0	13.0
Polyenoic	26.2	28.4	25.8	19.9	15.5

**Table 5. Fatty acid composition of non-polar lipids in mackerel (%)**

Fatty acid	Whole body	Muscle	Viscera	Skin	Head
12:0	0.9	0.2	0.4	0.1	0.1
14:0	5.0	4.5	4.9	4.6	5.2
15:0	0.9	1.2	1.5	1.1	1.5
16:0	21.5	22.4	22.4	21.5	21.3
17:0	1.5	2.1	2.2	1.8	2.4
18:0	8.1	6.2	6.4	6.4	6.3
20:0	1.0	1.4	1.4	1.1	1.5
Saturated	38.9	38.0	39.22	36.6	38.3
16:1	5.5	6.1	5.4	5.7	6.5
18:1	20.3	21.66	20.6	23.8	17.9
20:1	1.8	3.9	3.7	4.1	3.5
22:1	3.4	2.1	1.7	2.3	2.0
Monoenoic	31.0	33.7	31.4	35.9	29.9
18:2	1.5	1.8	1.9	1.6	1.8
20:2	0.3	0.6	0.6	0.5	0.6
20:3	—	—	—	—	—
20:4	1.2	2.3	2.4	2.1	2.8
20:5	5.7	5.8	6.3	6.0	6.5
22:3	1.5	0.5	0.5	0.5	0.6
22:4	2.9	1.4	1.2	1.2	1.7
22:5	0.8	1.4	1.4	1.4	1.6
22:6	13.66	14.2	13.9	12.7	14.8
Polyenoic	27.5	28.0	28.2	26.0	30.4

polyene 산의 비율이 31.7%로 높았으나 극성지질에서 보다는 10%이상 적었다. 한편 전어채 및 다른 부위에서는 27~30%의 분포를 보여 극성지질에서 보다 전체적으로 높은 경향을 보였다. 그러나 포화산과 불포화산의 비에 있어서는 양 지질 모두 육을 제외한 부위에서는 약 40:60 이었다. 그중 EPA와 DHA의 함량비를 비교하여 보면 정어리의 비극성지질에서는 EPA가 내장부의 11.8%에서 부터 두부의 13.0%에 이르기까지 매우 고른 분포를 보인 반면 DHA는 육부분만이 12.2%였고 다른 부위에서는 10.0~10.6%의 분포였다. 그러나 극성지질에서는 EPA가 육부분에 8.8%, 그의 부위에서는 4.5~5.6%였고 DHA는 육부분에 28.9%, 그의 부위에 10.1~25.1%로 육중에 그 비가 높다. 佃(1978)은 정어리의 껍질, 보통육, 혈합육 별로 극성지질과 비극성지질의 지방산 조성을 보았는데 그 결과에 의하면 비극성지질에서는 껍질에 EPA가 17.4% DHA가 5.5%, 보통육에 EPA가 15.9% DHA가 5.9%, 혈합육에 EPA가 15.9% DHA가 6.7% 함유되어 있고 극성지질에는 껍질에 EPA가 9.6% DHA가 20.6%, 보통육에 EPA가 13.4% DHA가 38.0%, 혈합육에 EPA가 13.3% DHA가 36.8%였다. Table 5는 비극성지질의 지방산 조성을 나타낸 것으로 포화산이 내장에서 39.2%로 가장 높았고 껍질에서 36.6%로 가장 낮은 반면 다른 부위는 38.0~38.9%의 분포를 보여 포화산과 불포화산의 비는 약 38:62였다. 포화산중 C<sub>16:0</sub>가 21.3~22.4%였고 monoene 산은 껍질에서 가장 많아 35.9%의 함량비를 보였으며 기타 부위에서는 29.9~33.7%로 정어리의 비극성지질보다는 훨씬 높은 값을 보였다. 그중 C<sub>18:1</sub>이 17.9~23.8%로 가장 많았다. Polyene 산은 두부의 30.4%가 가장 높았으며 그의 부위는 26.0~28.2%였다. 그중 EPA는 5.7~6.5%, DHA는 12.7~14.8%로 두부에서 가장 높았고 표피에서 가장 적었다.

Table 4는 고등어의 부위별 극성지질의 지방산 조성을 나타낸 것으로 포화산은 36.6~38.2%로 표피에서 가장 높았고 그중 C<sub>16:0</sub>가 21.8~22.8% monoene 산은 껍질부가 40.3%로 가장 높고 그의 부위는 33.3~35.8%의 분포였으며 그중 C<sub>18:1</sub>이 25.5~30.7%로 비극성지질에서 보다 훨씬 높음을 보이고 있다. polyene 산은 15.5~28.4%로 비교적 낮고 그중 C<sub>20:5</sub>는 3.8~4.7%, C<sub>22:6</sub>은 10.0~16.1%로 비극성지질에 비하여 낮았다.

이상의 결과를 종합하면 정어리와 고등어의 부위별 극성 및 비극성지질의 지방산 조성은 큰 차이를

볼 수 없고 다소의 차이는 정어리의 극성지질에서 포화산의 비율이 약간 높고 고등어에 있어서 monoene 산이 다소 높다는 정도였다. 각 지질을 구성하는 중요 지방산은 C<sub>14:0</sub>, C<sub>16:0</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>20:1</sub>, C<sub>20:4</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:6</sub> 이었고 양적으로는 C<sub>18:1</sub>, C<sub>16:0</sub>, C<sub>22:6</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>14:0</sub>, C<sub>16:0</sub> 산의 함량이 높았다.

## 2. 정어리 體油 및 部位別脂質의 脂肪酸 組成의 季節的變化

Table 6은 1985년 12월부터 1986년 7월간에 어획된 정어리 體油의 지방산 조성의 변화를 월별로 나타낸 것이다. 실험기간중 큰 폭의 변화는 없으나 포화지방산에 있어서는 겨울철에 31.8~41.8%로 높았다가 점차 감소하여 봄철에는 33.4~36.3%로 낮아졌다. 여름철에는 36.6~38.1%로 다시 높아지는 경향을 보였다. 이 경향은 monoene 산의 경우에도 비슷하여 12월에 가장 높고 4월에 가장 낮은 값을 보였다. 그러나 polyene 산의 경우는 1월부터 점차 증가하여 4월에 41.4%로 최고값에 도달하여 5~7월에 점차 감소하는 경향을 보였다.

그중 C<sub>20:5</sub>와 C<sub>22:6</sub> 산의 거동을 보면 C<sub>20:5</sub>는 1~3월에 7.4~8.8%, 4월에 20.6%로 높고 5~7월에 14.5~10.9%로 감소하였고 C<sub>22:6</sub>은 2~3월에 13.2~15.5%로 높다가 4월에 7.5%로 최저였고 5~7월에 7.9~12.7%로 다시 증가하는 추세를 보였다. 이 두 불포화산은 3~5월 사이에 24~28%에 달하는 높은 함량을 보였다.

體油 및 부위별지질의 포화지방산과 불포화 지방산의 조성비는 최저값으로 포화산이 31.4~33.7%, monoene 산이 24.2~27.6%, polyene 산이 27.5~33.5%, 최대값으로 포화산이 38.~41.2% monoene 산이 29.2~31.4% polyene 산이 39.5~42.0% 범위로 큰 차이가 없다. polyene 산중 C<sub>20:5</sub>와 C<sub>22:6</sub> 산의 함량은 부위별의 다소의 차이는 있으나 C<sub>20:5</sub> 산이 최저 6.1~9.2%, 최고 14.4~20.6% C<sub>22:6</sub> 산이 최저 4.7~8.4%, 최고 13.3~18.2%로 C<sub>20:5</sub>의 함량이 다소 높음을 나타내고 있다.

정어리는 4월경에 그 지질함량이 가장 적다(荒井, 1942)는 것과 4월 정어리에 EPA 함량과 polyene 산의 함량이 높은 것과 관련이 있을 것으로 여겨진다.

Table 7~10은 정어리의 육·내장·껍질두부의 각 부위별 지방산 조성의 연중변화를 나타낸 것이다. Table 7에서 보는 바와 같이 정어리 육지질의 경우는 體油(Table 6)의 경우와 같은 경향으로 포화산은

Table 6. Seasonal variation in fatty acid composition of sardine body oil

(%)

Fatty acid	DEC.	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY
12:0	0.4	0.1	0.2	—	0.4	0.2	0.3	0.2
14:0	8.0	12.1	8.0	7.0	8.5	6.1	8.7	7.3
15:0	0.6	0.7	0.8	1.1	0.8	0.8	1.1	0.8
16:0	18.1	24.2	22.3	21.3	17.0	20.0	22.2	22.7
17:0	0.8	1.0	1.1	1.0	2.0	1.9	0.8	1.2
18:0	2.6	3.5	6.1	5.9	4.7	6.0	3.4	4.3
20:0	1.3	0.2	2.1	—	—	2.1	0.8	1.1
Saturated	31.8	41.8	40.6	36.3	33.4	38.1	37.4	36.6
16:1	6.2	9.5	8.0	8.0	11.3	10.5	15.7	8.0
18:1	14.8	13.8	14.2	13.6	11.9	13.1	10.3	13.1
20:1	11.7	7.8	3.4	5.9	1.3	2.3	3.4	5.0
22:1	6.8	0.3	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	2.4
Monoenoic	39.5	33.4	27.2	28.1	25.2	26.5	29.9	28.5
18:2	1.5	1.8	1.7	2.6	5.0	4.2	2.6	1.7
20:2	0.2	1.3	3.2	1.9	2.7	3.0	2.9	—
20:3	—	0.1	1.1	—	0.2	—	0.1	—
20:4	0.6	9.8	2.5	4.6	3.0	0.9	4.8	1.4
20:5	10.3	7.4	8.8	8.5	20.6	13.8	10.9	14.5
22:3	0.4	1.0	0.4	1.6	0.5	0.7	1.3	0.5
22:4	1.6	—	1.2	0.4	—	1.0	0.2	1.1
22:5	1.6	0.8	1.5	0.1	1.9	1.7	1.3	1.7
22:6	11:3	4.7	13.2	15.5	7.5	10.2	7.9	12.7
Polyenoic	27.5	26.9	33.6	35.2	41.4	35.5	32.0	33.6

Table 7. Seasonal variation in fatty acid composition of sardine muscle lipids

(%)

Fatty acid	DEC.	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY
12:0	0.2	0.1	0.2	—	0.4	0.2	0.5	1.9
14:0	7.7	6.6	6.7	5.2	8.4	7.3	6.0	6.7
15:0	0.5	1.2	0.9	0.7	0.8	0.5	1.0	0.9
16:0	19.5	21.5	19.0	25.6	16.9	23.1	16.5	21.2
17:0	0.7	1.3	1.0	0.7	2.0	1.5	1.0	1.6
18:0	3.2	3.5	5.7	6.6	4.7	5.4	4.4	5.2
20:0	0.7	0.4	1.2	0.4	0.5	0.7	0.8	1.3
Saturated	32.5	34.6	34.7	39.2	33.7	40.6	30.2	38.8
16:1	8.6	9.5	9.6	5.7	11.2	10.6	7.1	7.7
18:1	15.7	13.8	13.4	19.9	11.9	11.8	9.6	10.5
20:1	9.3	7.7	4.5	4.1	1.3	1.8	8.8	3.9
22:1	5.2	0.3	0.8	0.3	1.0	1.9	0.2	2.2
Monoenoic	38.8	31.3	28.3	30.0	25.4	24.2	30.8	24.3
18:2	1.3	1.8	2.0	2.2	5.0	2.5	2.2	2.0
20:2	—	1.3	2.6	1.8	2.7	2.5	1.6	0.4
20:3	—	0.1	0.1	0.1	0.2	—	0.1	—
20:4	0.7	9.8	3.5	2.4	3.0	0.7	7.1	1.8
20:5	14.5	7.4	9.2	7.5	20.5	16.0	10.4	11.8
22:3	0.4	1.0	0.8	0.4	0.5	0.4	2.0	0.5
22:4	0.5	—	0.5	1.0	—	0.7	0.3	1.4
22:5	1.8	1.8	1.9	1.5	1.9	1.2	1.8	1.8
22:6	8.5	4.7	16.2	14.2	7.5	10.9	18.0	15.8
Polyenoic	27.7	27.9	36.8	31.1	41.3	34.9	43.8	35.5

赤色肉魚類의 高度不飽和脂質의 利用에 關한 研究

Table 8. Seasonal variation in fatty acid composition of sardine viscera lipids (%)

Fatty acid	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY
12:0	—	0.1	—	—	0.2	0.2	1.2
14:0	5.9	10.9	4.2	—	7.2	8.0	7.8
15:0	1.1	0.6	1.0	—	0.8	1.3	1.1
16:0	23.1	20.3	27.1	—	19.8	23.4	21.2
17:0	1.2	0.9	0.9	—	1.8	1.4	1.6
18:0	4.2	6.3	6.0	—	4.9	6.0	5.1
20:0	0.3	1.7	0.1	—	1.4	1.0	1.5
Saturated	35.8	40.8	39.3	—	36.1	41.4	31.7
16:1	7.4	9.6	9.1	—	11.3	10.3	9.3
18:1	18.2	13.4	14.9	—	12.4	10.8	11.7
20:1	4.3	4.5	0.9	—	3.3	4.7	4.4
22:1	0.5	0.8	0.4	—	3.0	0.5	2.3
Monoenoic	30.4	28.3	25.3	—	30.0	26.4	27.7
18:2	2.1	2.0	1.5	—	4.3	2.2	2.1
20:2	1.9	2.6	0.7	—	3.0	1.4	0.4
20:3	0.2	0.1	—	—	—	—	—
20:4	3.9	3.5	2.0	—	0.8	5.3	1.8
20:5	11.4	9.2	10.8	—	14.4	10.0	12.5
22:3	0.5	0.8	0.1	—	0.5	—	0.5
22:4	0.2	0.5	0.6	—	0.9	1.9	1.1
22:5	1.4	1.9	1.4	—	1.6	1.1	1.6
22:6	10.7	16.2	18.2	—	8.4	10.5	11.2
Polyenoic	32.3	36.8	35.3	—	33.9	32.2	31.2

Table 9. Seasonal variation in fatty acid composition of sardine skin lipids (%)

Fatty acid	DEC.	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY
12:0	0.3	—	0.2	—	0.6	0.2	0.2	0.7
14:0	7.9	7.1	7.8	10.2	8.4	7.1	7.3	8.3
15:0	0.5	1.8	0.8	0.5	0.6	0.8	1.5	1.0
16:0	17.4	24.8	20.1	22.9	16.9	19.7	16.5	21.2
17:0	0.7	1.4	1.1	0.6	1.8	2.1	0.9	1.3
18:0	3.0	5.4	6.0	6.6	4.6	5.6	4.5	5.0
20:0	1.1	0.7	1.5	0.3	—	2.0	1.0	1.6
Saturated	30.9	41.2	37.5	41.1	32.3	37.5	34.8	39.1
16:1	9.3	6.6	9.3	5.6	10.6	12.4	10.4	9.0
18:1	16.2	15.5	14.5	15.8	10.9	12.3	11.5	12.0
20:1	9.7	6.6	4.7	5.7	4.6	1.9	4.7	4.9
22:1	5.1	0.5	0.8	0.3	0.8	1.9	0.5	2.3
Monoenoic	40.3	29.2	29.3	37.4	26.9	28.5	27.1	28.2
18:2	1.8	3.0	2.1	2.2	3.8	4.8	3.2	2.1
20:2	0.8	2.2	2.6	2.4	2.9	3.2	2.4	0.7
20:3	—	0.1	0.1	0.1	0.2	—	0.1	—
20:4	0.6	5.3	3.6	3.1	5.6	0.8	6.0	1.7
20:5	13.5	6.1	9.1	6.1	17.3	14.5	12.7	12.7
22:3	0.6	0.9	0.8	0.7	0.9	0.6	1.2	0.5
22:4	0.7	0.5	0.3	0.2	1.0	0.7	0.2	1.1
22:5	3.2	1.0	1.3	1.4	2.2	1.7	1.4	1.6
22:6	6.7	8.6	13.3	5.1	6.2	7.6	10.9	11.6
Polyenoic	27.9	27.7	33.2	21.3	39.5	33.9	38.1	31.9

Table 10. Seasonal variation in fatty acid composition of sardine head lipids (%)

Fatty acid	DEC.	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JULE	JULY
12:0	0.3	0.1	0.2	—	0.4	0.2	1.7	1.3
14:0	7.9	6.9	9.7	6.8	7.5	7.7	8.0	8.5
15:0	0.5	1.2	0.6	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0
16:0	17.4	21.0	20.5	24.5	16.5	19.4	16.5	20.8
17:0	0.7	1.4	0.8	1.0	1.7	1.9	1.1	1.5
18:0	3.0	3.9	5.3	5.5	4.5	5.2	4.2	5.1
20:0	1.1	0.1	0.9	0.5	—	1.5	0.8	1.5
Saturated	30.9	34.6	38.0	38.7	31.4	36.8	33.3	39.7
16:1	8.4	9.7	9.2	7.2	10.3	11.6	9.4	8.9
18:1	16.3	14.3	12.4	18.9	11.4	11.8	11.5	11.0
20:1	9.7	4.9	4.4	4.5	5.3	3.2	8.6	4.9
22:1	5.1	—	0.6	0.4	0.6	3.0	—	2.3
Monoenoic	39.5	28.9	26.6	31.0	27.6	29.6	31.1	27.1
18:2	1.8	1.6	1.7	2.4	3.9	3.9	3.5	2.0
20:2	0.8	1.9	2.3	2.3	2.4	2.6	2.4	0.7
20:3	—	—	0.1	—	0.1	—	0.6	—
20:4	0.6	7.3	4.1	3.5	5.1	1.0	7.5	1.7
20:5	13.5	16.8	9.2	8.7	17.0	13.6	13.1	12.7
22:3	0.6	0.6	1.2	0.3	0.7	0.7	0.1	0.5
22:4	0.7	1.3	0.3	1.0	1.5	1.5	2.2	1.0
22:5	3.2	1.5	1.3	1.3	2.1	1.7	1.2	1.6
22:6	6.7	10.5	14.9	10.1	9.2	8.5	5.9	11.5
Polyenoic	27.9	41.5	35.1	29.6	42.0	33.5	35.6	31.7

4월에 최저값에 달하고 5~7월에 다소 높은 값을 유지하였다. monoene 산의 경우도 12월~1월에 31.3~38.8%로 높았다가 점차 감소하여 4~5월에 낮아 24.2~25.4%에 달하고 이후 증가하는 추세였다. polyene 산의 경우는 역시 4~6월에 34.9~43.8%로 여름철에 높은 값을 보이고 겨울과 6월 이후는 27.7~31.1%로 낮은 값을 보였다. 육의 경우도 體油의 것과 같이 4~6월에  $C_{20:5}$ 와  $C_{22:6}$ 의 함량이 27~28.4%에 달하여 높은 값을 보였다.

내장유의 지방산 조성의 계절적 변화(Table 8) 또한 앞의 경우와 비슷한 경향으로 포화산과 monoene 산은 2~4월에 낮은 값을 보이고 12~2월과 5~7월에 보다 높은 값을 보인 반면 polyene 산은 3~5월에 높아  $C_{20:5}$ 와  $C_{22:6}$ 의 함량이 이 기간에 22.8~29%에 달하였다.

Table 9는 껍질의 지방산 조성을 나타낸 것으로 계절적 변화는 위의 경우와 같고 polyene 산 중  $C_{20:5}$ 와  $C_{22:6}$ 의 함량이 4~8월간에 23.5~24.3%로 높은 편이었다.

두부의 경우도 Table 10에서와 같이 타부위의 경우와 같고 포화산은 4월에 31.4%로 최저값에 달하고 12~3월에는 30.9~38.0%, 5~7월에는 33.3~

39.7%였고 monoene 산 또한 4월에 27.6%로 가장 낮았고 12~3월에 31.0~39.5%, 5~7월 29.6~31.1%였다. polyene 산의 경우는 4월에 42.0%로 높고 4~7월에  $C_{20:5}$ 와  $C_{22:6}$ 산이 26.2~24.2%의 높은 함량을 보였다.

이상의 결과를 종합해 보면 정어리 體油 및 부위별 지질의 지방산조성의 계절적 변화에 있어서는 월별의 약간의 차이는 있으나 전체적으로 포화산과 monoene 산은 겨울철에서 점차 감소하여 4월경에 최저값에 달하여 그 이후 다시 증가하는 반면 polyene 산은 1~3월에 점차 증가하여 4월경에 최고값에 도달하여 다시 감소하는 경향이나  $C_{20:5}$ 와  $C_{22:6}$ 산의 함량이 높은 시기는 대체로 4~7월 사이였다.

지방산함량의 변화폭은 포화산이 32.4~40%인 8%이고 monoene 산이 25.4~30.4%로 5%전후, polyene 산이 42~30.2%로 12% 전후이고  $C_{20:5}$ 는 7.9~17.3%,  $C_{22:6}$ 은 6.3~16.1% 범위였다.

### 3. 고등어의 體油 및 부위별 지질의 지방산 조성의 계절적 변화

Table 11은 고등어 체유의 지방산 조성의 변화를 나타낸 것이다. 구성 주요 지방산은  $C_{14:0}$ ,  $C_{16:0}$ ,  $C_{18:0}$ ,



赤色肉魚類의 高度不飽和脂質의 利用에 關한 研究

C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>20:1</sub>, C<sub>18:2</sub>, C<sub>20:4</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:6</sub> 였고 C<sub>16:0</sub> 와 C<sub>18:1</sub> 이 전체의 40~50%를 차지하였다. C<sub>20:5</sub> 는 5~10%, C<sub>22:6</sub> 은 9~18%로 그 합이 전체의 14~25%를 차지하였다.

Table 12~15는 고등어의 육, 내장, 표피, 두부 지질의 지방산 조성변화를 나타낸 것으로 주요구성 지방산은 채유때와 유사하였다. polyene 산의 함량비는 육에서 23~34%, 내장에서 26~32%로 표피의 19~34%, 두부의 25~33% 보다 높았다.

지방산 조성의 계절적인 변화는 부위에 따라 다소 경향이 다르나 크게는 정어리의 경우와 같이 포화산과 monoene 산은 여름철에 낮아지고 polyene 산은 높아지는 경향이였다. 다만 정어리의 경우와 다른 점은 최저값을 나타내는 시기가 4월이었던 것에 반해 고등어의 경우는 그 폭이 넓어 부위에 따라 4~6월이었고 이 시기에 polyene 산도 평균 27.3~36.1%의 높은 함량을 보였다.

지방산 조성에 있어서 연중 변화의 폭은 그리 크지 않다. 포화산의 경우 최저값으로 31.1~32.6%, 최고값으로 37.5~39.9%, monoene 산은 최저값으로 28.8~29.7%, 최고값으로 35.0~40.1%, polyene 산은 최저값으로 21.7~23.7%, 최고값으로 33.3~39.7

%의 범위에 있고 평균 변화폭은 포화산이 32.1~38.4% 즉 6.3%, monoene 산이 28.2~36.5% 즉 8.3%, polyene 산이 22.3~36.1% 즉 13.8%로 polyene 산의 변화량과 포화산과 monoene 산의 합과 비슷하고 정어리 때와는 다소 차이를 보이고 있다.

이 기간 중의 C<sub>20:5</sub> 는 평균 5.3~9.6%, 즉 4.3% C<sub>22:6</sub> 산은 10.2~17.6%, 즉 3.4%의 변화폭을 보여 함량으로서는 높은 C<sub>22:6</sub> 산이 C<sub>20:5</sub> 산 보다 변화폭이 약간 적었다.

4. 5°C 저장시의 지방산 조성의 변화

Table 16은 신선한 정어리를 5°C에 10일간 저장하였을 때 선도저하에 따른 지방의 변패를 실험한 결과이다. VBN이 저장초기에 20에서 10일후 87에 달하였다. 이와 비례하여 과산화물값도 24에서 90으로 증가하였으며 카아보닐값은 18에서 51로 증가하였다. 산값도 0.8에서 1.14로 증가하여 저온저장하에서도 지질의 산화가 매우 빠름을 나타냈다. 또한 Table 17은 저온저장중의 지방산 조성의 변화를 조사한 결과로 10일간 저장에서도 polyene 산의 함량이 감소하는 추세를 보이고 monoene 산은 증가의 기미를 나타내었다. 이때 C<sub>20:5</sub> 와 C<sub>22:6</sub> 은 각각 13.8와 11.2%에

Table 11. Seasonal variation in fatty acid composition of mackerel whole body lipids (%)

Fatty acid	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE
12:0	0.3	0.6	0.6	0.2	0.3	0.1	—	—	—	—	0.1
14:0	4.0	3.8	5.3	4.8	5.4	4.6	4.3	4.3	6.3	3.1	3.6
15:0	1.9	0.8	1.3	1.1	0.5	1.7	0.9	1.0	0.8	0.8	1.2
16:0	20.9	21.1	21.5	22.8	19.4	22.4	24.3	22.2	18.9	19.8	17.2
17:0	2.3	1.4	2.0	1.6	0.9	2.7	1.0	1.2	1.3	1.2	1.7
18:0	6.6	6.3	4.6	5.5	3.5	6.9	6.3	5.7	5.5	7.8	6.8
20:0	1.4	1.5	1.8	1.4	0.8	1.3	0.7	0.6	0.4	—	0.6
Saturated	37.4	35.5	37.1	37.4	30.8	39.7	37.5	35.0	33.2	32.7	31.1
16:1	4.8	4.9	4.9	7.4	5.7	7.2	7.1	7.1	9.1	4.3	6.0
18:1	20.7	25.4	21.6	20.8	20.8	16.8	29.5	23.2	20.8	20.6	19.5
20:1	4.0	4.9	5.8	3.5	9.8	3.2	3.2	3.0	4.4	4.8	3.9
22:1	2.0	2.2	1.7	1.7	6.7	1.6	0.3	0.3	0.4	3.7	0.4
Monoenoic	21.5	37.4	34.0	33.4	43.0	28.8	40.1	33.6	34.7	33.4	29.7
18:2	1.7	1.7	2.6	1.8	1.4	1.7	1.9	2.2	2.3	2.0	2.8
20:2	0.7	0.9	0.7	0.4	0.3	0.4	1.3	1.2	1.2	1.9	1.8
20:3	—	—	—	—	—	—	0.2	0.2	0.1	—	—
20:4	3.6	1.1	1.4	2.3	1.0	3.3	2.0	2.6	5.5	1.1	4.0
20:5	6.8	5.8	7.0	8.5	8.8	5.7	4.9	7.1	10.8	7.1	8.9
22:3	0.5	0.2	0.3	0.5	0.4	0.7	0.8	0.8	1.0	0.5	1.4
22:4	1.6	1.1	0.7	0.6	0.2	1.7	0.4	0.6	0.3	1.8	0.5
22:5	1.4	1.3	1.1	1.7	2.3	2.2	0.7	1.2	1.6	1.0	1.4
22:6	14.0	14.0	13.3	12.0	10.6	14.6	9.4	14.7	9.6	18.3	18.3
Polyenoic	30.3	26.1	27.1	27.8	25.0	30.3	21.6	30.6	32.3	33.7	39.2

Table 12. Seasonal variation in fatty acid composition of mackerel muscle lipids (%)

Fatty acid	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE
12:0	0.5	0.5	0.5	1.2	0.5	0.1	—	—	—	—	0.3
14:0	4.3	3.5	4.2	4.1	6.6	4.1	2.9	3.5	3.7	3.1	4.0
15:0	2.0	1.0	1.3	1.2	0.6	1.2	0.8	1.2	1.3	0.8	1.2
16:0	20.9	20.4	20.6	19.2	17.7	18.9	24.5	22.0	18.5	19.6	19.5
17:0	2.2	1.7	1.8	1.7	1.0	2.1	1.0	1.0	1.2	1.7	1.3
18:0	6.7	5.8	5.2	5.8	2.9	6.3	10.8	7.3	7.3	7.6	7.3
20:0	1.4	1.5	1.6	1.4	1.5	1.2	0.7	0.8	0.4	0.1	0.7
Saturated	38.0	34.4	35.2	34.5	30.8	33.9	40.7	35.8	32.4	33.9	34.4
16:1	5.0	4.1	4.5	5.6	5.2	5.7	4.3	5.6	7.3	4.3	6.7
18:1	17.4	23.5	23.4	23.6	18.2	17.0	19.1	21.3	18.7	21.3	24.6
20:1	3.7	4.7	5.2	4.5	7.2	4.4	1.8	3.4	3.4	4.5	4.4
22:1	1.6	1.7	1.5	1.8	3.6	2.7	—	0.7	0.3	4.0	0.3
Monoenoic	27.7	34.1	34.6	35.5	34.2	29.8	25.2	31.0	29.7	34.1	36.1
18:2	1.8	2.1	2.4	2.1	1.9	1.8	1.9	2.5	1.8	2.3	2.4
20:2	0.66	0.9	0.8	0.5	1.9	1.8	0.4	0.9	0.7	1.7	1.7
20:3	—	—	—	—	—	—	—	0.2	—	—	0.2
20:4	2.7	1.3	1.5	1.7	0.7	2.2	2.4	2.1	4.9	1.3	4.0
20:5	5.9	5.9	6.6	6.2	7.4	6.8	5.3	5.6	8.9	5.7	7.8
22:3	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	1.1	0.4	0.9	0.5	0.9
22:4	1.6	1.1	0.7	0.6	1.9	1.0	0.7	1.4	0.7	1.8	0.3
22:5	1.3	1.1	1.1	2.2	0.7	2.6	1.1	0.9	1.6	1.2	1.1
22:6	16.4	17.2	15.2	15.7	10.5	19.3	19.8	17.4	18.3	17.4	12.2
Polyenoic	30.0	29.9	28.6	29.4	23.7	34.8	32.7	31.4	37.8	31.9	29.5

Table 13. Seasonal variation in fatty acid composition of mackerel viscera lipids (%)

Fatty acid	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE
12:0	0.1	1.5	0.7	0.1	0.3	0.2	—	—	—	0.1	0.1
14:0	4.3	4.8	4.5	4.3	6.6	5.5	3.9	4.3	4.5	2.3	2.8
15:0	1.1	1.6	1.5	1.1	0.5	1.4	1.2	1.0	1.4	0.6	0.7
16:0	19.8	19.8	20.4	19.8	17.8	22.5	24.1	22.2	18.7	22.3	19.3
17:0	1.8	2.3	1.2	1.8	1.0	2.3	1.4	1.2	1.4	1.5	2.4
18:0	5.6	5.0	4.9	5.6	2.7	6.8	9.9	5.7	6.6	8.3	6.7
20:0	1.2	1.8	1.5	1.2	1.4	1.2	1.1	0.6	0.5	1.0	0.3
Saturated	33.9	36.8	34.7	33.9	30.3	39.9	41.6	35.0	33.1	36.1	32.4
16:1	5.8	4.8	4.7	5.8	5.5	7.0	5.7	7.1	8.6	3.7	6.4
18:1	23.5	19.5	26.9	23.5	17.8	17.4	18.6	23.2	18.8	31.0	24.3
20:1	4.4	5.3	5.1	4.4	16.1	4.2	2.1	3.0	3.3	4.0	3.3
22:1	1.7	1.5	1.5	1.7	3.0	2.4	0.4	0.3	0.3	2.7	0.5
Monoenoic	35.4	31.1	38.2	35.4	42.4	31.0	26.8	33.6	31.0	41.4	34.4
18:2	1.9	2.5	2.3	2.6	1.9	1.8	2.1	2.2	2.5	1.6	2.0
20:2	0.7	0.5	0.5	—	0.3	0.4	1.0	1.2	1.1	1.7	1.2
20:3	—	—	—	—	—	—	0.4	0.2	—	—	0.2
20:4	3.0	1.4	1.6	2.1	0.8	2.0	4.2	2.6	4.3	1.1	2.8
20:5	7.0	6.6	6.2	7.0	9.6	6.7	4.9	7.1	9.6	4.4	9.0
22:3	0.6	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4	1.9	0.8	1.1	0.3	0.3
22:4	1.6	0.9	0.8	0.6	1.5	0.9	0.7	0.6	0.6	1.5	0.3
22:5	1.6	1.3	1.3	2.4	1.3	1.5	1.2	0.2	1.6	0.6	1.3
22:6	15.6	16.6	15.0	14.1	10.7	13.8	13.7	14.8	15.1	11.1	15.0
Polyenoic	32.0	30.1	28.0	29.3	26.5	27.5	30.1	29.7	35.9	22.3	33.2

赤色肉魚類의 高度不飽和脂質의 利用에 關한 研究

Table 14. Seasonal variation in fatty acid composition of mackerel skin lipids (%)

Fatty acid	JULY	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE
12:0	1.1	0.8	—	0.4	0.2	—	—	—	—	0.5
14:0	4.7	4.2	5.1	6.3	5.2	6.3	4.3	4.8	4.0	4.8
15:0	2.2	1.1	0.7	0.6	1.3	1.1	1.0	1.3	0.9	1.2
16:0	20.6	21.1	21.1	17.7	19.8	25.0	22.3	18.4	19.9	19.3
17:0	2.3	1.7	1.3	1.0	2.2	1.2	1.2	1.5	1.3	1.5
18:0	6.5	5.5	5.8	3.0	6.4	7.9	7.4	5.5	6.6	6.8
20:0	1.5	1.5	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	0.5	1.5	0.8
Saturated	38.9	35.9	34.8	30.0	36.2	42.6	37.3	32.0	34.2	39.1
16:1	5.1	4.6	7.2	6.1	5.7	7.6	6.7	9.1	5.7	7.7
18:1	20.6	26.8	24.9	19.3	17.0	23.2	24.6	20.8	24.0	26.0
20:1	4.5	5.1	4.3	13.7	4.4	2.6	3.4	3.5	4.7	5.2
22:1	2.2	1.5	2.3	10.2	2.7	—	0.3	0.3	3.8	0.3
Monoenoic	32.4	38.0	38.7	49.3	29.8	33.4	35.0	33.7	38.2	39.1
18:2	2.0	2.2	1.4	1.3	1.8	2.0	2.3	2.3	2.6	2.6
20:2	0.7	0.6	0.5	0.2	0.6	0.7	1.1	1.3	1.8	1.9
20:3	—	—	—	—	—	0.5	0.3	—	—	0.2
20:4	2.3	1.4	1.9	0.7	2.2	3.1	2.2	3.9	1.2	3.4
20:5	5.9	6.0	7.9	6.7	6.8	5.4	5.1	9.4	5.5	7.1
22:3	0.5	0.3	—	0.3	0.5	0.9	0.5	0.7	0.5	0.9
22:4	1.3	0.6	—	1.4	1.0	0.5	0.5	0.6	1.5	0.2
22:5	1.3	1.0	0.8	—	2.6	0.9	1.0	1.6	1.4	1.0
22:6	12.0	12.2	12.2	9.2	19.3	8.2	13.1	14.3	13.0	8.7
Polyenoic	26.0	24.3	24.6	19.8	34.8	22.2	23.1	34.1	27.5	26.0

Table 15. Seasonal variation in fatty acid composition of mackerel head lipids (%)

Fatty acid	JULY	OCT.	NOV.	DEC.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE
12:0	0.6	0.1	0.9	0.2	—	—	—	—	0.5
14:0	5.1	4.5	5.9	4.9	6.1	6.4	5.0	5.1	4.7
15:0	1.8	0.9	0.6	1.2	1.2	0.9	1.2	0.6	1.1
16:0	22.0	20.1	19.6	19.4	24.5	24.6	19.7	23.8	18.7
17:0	2.7	1.5	1.2	2.0	1.4	1.1	0.8	0.2	1.3
18:0	6.9	5.2	3.4	5.0	7.1	5.9	5.6	6.4	5.8
20:0	1.6	0.8	1.0	1.2	1.1	0.4	0.3	0.9	0.6
Saturated	40.7	33.1	32.6	33.9	41.4	37.6	32.6	37.0	32.6
16:1	5.8	6.8	5.9	7.5	9.0	7.5	8.5	7.0	7.5
18:1	15.4	23.2	19.7	19.6	18.6	25.1	21.2	22.9	24.1
20:1	3.7	4.0	10.7	4.2	2.2	2.5	4.1	2.7	5.6
22:1	1.9	2.5	8.0	2.8	0.3	0.1	0.3	2.2	—
Monoenoic	26.8	36.5	44.6	34.1	30.1	35.2	34.1	34.8	37.2
18:2	2.0	1.2	1.3	1.8	2.1	1.5	0.9	1.9	2.5
20:2	0.6	0.6	—	0.3	0.8	0.8	1.3	1.3	4.3
20:3	—	—	—	—	0.4	—	—	—	—
20:4	3.2	1.8	1.2	1.8	2.5	2.1	4.7	1.1	4.4
20:5	6.0	8.0	7.9	7.2	6.3	6.2	9.4	6.3	6.5
22:3	0.5	0.4	—	0.4	1.2	0.9	1.3	0.2	1.4
22:4	1.4	0.5	—	0.8	0.5	0.5	0.6	1.0	0.3
22:5	1.4	2.1	—	1.5	1.1	0.9	1.7	0.7	1.1
22:6	12.4	13.4	11.3	16.1	12.4	12.9	13.4	14.1	9.7
Polyenoic	27.5	28.0	21.7	19.9	27.3	25.8	33.3	26.6	30.1

**Table 16. Changes in freshness and lipid deterioration in sardine during the storage at 5°C**

	Storage time (day)			
	0	3	5	10
VBN	21	38	55	87
POV	24	32	39	90
COV	18	28	30	51
AV	0.8	0.9	1.05	1.14

**Table 17. Changes in fatty acid composition of sardine stored at 5°C (%)**

Fatty acid	Storage time (day)		
	0	5	10
12:0	0.2	0.1	0.2
14:0	6.1	10.6	9.3
15:0	0.8	0.3	0.2
16:0	20.0	19.6	20.3
17:0	1.9	1.2	1.4
18:0	6.0	5.2	5.7
20:0	2.0	1.1	1.7
Saturated	38.0	41.0	40.0
16:1	10.5	10.0	9.1
18:1	13.1	13.9	17.2
20:1	2.3	3.0	2.9
22:1	0.6	—	0.6
Monoenoic	26.5	26.9	29.8
18:2	4.2	3.1	3.9
20:2	3.0	2.7	3.4
20:3	—	0.1	—
20:4	0.9	0.8	0.5
20:5	13.8	13.2	11.2
22:3	0.7	0.7	0.6
22:4	1.0	1.0	0.7
22:5	1.7	2.1	1.4
22:6	10.3	8.3	8.5
Polyenoic	35.6	32.0	30.2

서 10.3%와 8.5%로 감소하였다.

庄野(1973)은 고등어를 저온(5°C~ -25°C)에 저장하면서 지질의 산패정도를 시험하여 보고한 바에 따르면 저온에 저장하여도 지질의 산화와 가수분해로 인한 유리 지방산의 증가가 상당히 진행되며 특히 극성지질의 산화로 인한 DHA의 감소가 격심하다고 보고하였다. 한편 橋口 등(1984)도 고등어를 저온(+5°C)에 저장하여 선도저하와 지방산 조성의 변화를 실험한 결과 주로 monoene 산이 감소한다고 보고하였다. 그리고 豊水 등(1980)은 정어리는 저온에서도 다른 백색육어에 비하여 산화에 대한 감수성이

매우 크다고 보고하였다.

정어리의 불포화산을 이용대상으로 할 때는 5°C 정도의 온도에서도 신속한 처리가 요청됨을 말하고 있다.

### 결론 및 요약

정어리 고등어 등에 함량이 높은 고도불포화지방산의 이용을 위한 기초조사로서 지질조성 각 부위별 함량 및 지방산조성, 지방산조성의 부위별 계절적 변화, 저장중의 지방산 조성의 변화등을 실험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

이를 요약하면 :

1. 정어리와 고등어의 육, 내장, 표피, 두부 등 부위별 지질의 함량은 정어리의 경우 각부위가 22.2~27.2%로 전어체에 고루 분포하는 반면 고등어에 있어서는 표피와 두부에 36.7~38.8%로 편중분포하고 있다.
  2. 정어리와 고등어의 부위별 지질의 극성 및 비극성 지질의 조성은 모두 비극성지질이 80% 이상을 차지하였고 구성지방산 조성도 큰 차이가 없었다.
  3. 각지질을 구성하는 중요지방산은 C<sub>14:0</sub>, C<sub>16:0</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>20:1</sub>, C<sub>20:4</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:6</sub>, 이었고 양적으로는 C<sub>18:1</sub>, C<sub>16:0</sub>, C<sub>22:6</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>14:0</sub>, C<sub>16:1</sub>의 순이었다.
  4. 정어리의 부위별 지질의 계절별 지방산 조성의 변화는 부위별로 다소의 차이는 있으나 전체적으로 포화산과 monoene 산은 겨울철에 감소하여 4월경에 최저값에 달하고 이후 점차 증가하는 추세인 반면 polyene 산은 1~3월 부터 점차 증가하여 4월경에 최고값에도 달하여 다시 감소하는 경향이였다. 이때 C<sub>20:5</sub> 및 C<sub>22:6</sub> 산의 함량이 높은 시기는 4~7월 간이었다. 지방산함량의 변화폭은 포화산이 8%, monoene 산이 5%, polyene 산이 12% 전후였고 C<sub>20:5</sub>와 C<sub>22:6</sub> 산은 각각 9.4%, 9.8%로서 다소 큰 변화량을 보였다.
  5. 고등어의 부위별 지질의 계절적 지방산조성의 변화에 있어서 부위별로 다소의 차이는 있으나 정어리의 경우와 대동소이하였다. 그러나 포화산과 monoene 산의 최저시기가 4~6월로 폭이 넓었고 이 시기에 polyene 산도 평균 27.3~36.1%의 높은 함량을 보였다.
- 지방산 조성의 변화폭은 포화산이 6.3%, monoene 산이 8.3%, polyene 산이 13.8%였고 이 기간중 C<sub>20:5</sub>

산은 4.3%, C<sub>22:6</sub>은 3.4% 범위로 정어리 때 보다는 그 변화가 적었다.

6. 정어리를 5℃ 10일간 저장하였을 때 지질의 산화가 빨랐고 그에 따라 polyene 산 특히 C<sub>20:5</sub>와 C<sub>22:6</sub> 산이 급속한 감소경향을 나타내었다.

이상의 결과를 종합하면 고도불포화산의 이용을 위하여는 정어리 고등어의 부위별 지질의 함량, 지질조성, 지방산 조성으로 보아 특정부위 보다는 전어체 유지가 유리하며 시기적으로는 3~6월에 어획되는 시료가 유리 함을 알 수 있다.

### 謝 辭

본 연구는 1985년도 산학협동재단의 학술연구비와 대형선망어업협동조합의 matching fund의 지원으로 수행되었으며 이에 대하여 심심한 사의를 표하는 바입니다.

### 문 헌

A. O. A. C. 1982. Official Method of Analysis, 14th ed., Assoc. of Offic. Agri. Chemists, Washington, D. C. p. 489.

荒井玄蕃. 1942. 水産製造 工學講座, 第 6卷, 魚油製造 厚生閣, 東京. p. 13.

Bang, H. O., J. Dyerberg, and N. Hjerne. 1976. The composition of food consumed by Greenland Eskimos, Acta. Med. Scand., 200, 69—73.

Bligh, E. G. and W. J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification, Can. J. Bio. Physiol. 37, 911—917.

Dyerberg, J. 1982. in "Nutritional evaluation of long-chain fatty acids in fish oil" (Barlow and Stansby ed.) Academic Press, New York., 245—261.

Folch, J., M. Lee and G. H. Sloane Stanly. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol Chem. 226, 497—501.

藤野安彦. 1980. 脂質分析法入門, 學會出版センター, 東京, pp. 155—156.

長谷川峯天. 1984. 高度脱臭 EPA 油について, New Food Industry, 26(4), 26—29.

橋口亮・鈴木和威・松本丈夫. 1984. 鮮魚の鮮度低下に伴う K 値の變化と總脂質の劣化について, 日食工誌. 31(1), 1—9.

Hayashi, Kenji and Toru Takaqi. 1977. Seasonal variation in lipids and fatty acids of sardine, *Sardinops melanosticta*, Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 28(2), 83—94.

秦和彦・藤田孝天. 1985. EPAの生理活性効果, 食品工業, 9下., 53—59.

Henick, A. S., M. F. Benca and Mitchell Jr. 1954. Estimating carbonyl compounds in rancid fats and Foods, J. Am. Oil Chem. Soc., 31, 38.

Hirai, A., T. Hamazaki, T. Terano, T. Nishi Kawa, Y. Tamura, A. Kumagai and J. Sajiki. 1980. Eicosapentaenoic acid and platelet function in Japanese. Lancet, II, 1132—1133.

稻嶺成男・片平亮太. 1984. 品質改良劑としての乳化EPAの水産練製品への利用, New Food Industry, 26(5), 16—18.

日本油化學協會. 1984. 基準油脂分析試驗法 1.1.4.4—83.

Sanders. T. A. B., and D. J. Naismith. 1980. Conflicting roles of polyunsaturated fatty acids, Lancet, I, 645—655.

Sanders. T. A. B., S. M. Vickers, and A. P. Haines. 1981. Effect on blood lipids and haemostasis of a supplement of cod liver oil, rich in EPA and DHA in healthy young man. Clin. Sci. 61, 317—324.

鹿山光. 1982. 魚油, その營養と復權, 1—27.

庄野壽彦・豊水正道. 1973. 低温貯藏中における魚肉の脂質變化—II, 日水誌. 39(4), 417—421.

豊水正道・花岡研一. 1980. 魚の細碎普通肉の-5℃貯藏中における脂質酸化と脂質酸化感受性, 日水誌. 46(8), 1007—1010.

佃信夫. 1978. マイワシ脂質の冷凍貯藏中における變化, 東海水研報. 94, 51—57.

上田正. 1976. マサバ脂質の脂肪酸組成の變化とそれに關する因子—I, 日水誌. 42(4), 479—484.

山田實・林賢治. 1975. 22種の魚類および軟體動物脂質の脂肪酸組成, 日水誌. 41(11), 1143—1152.

山田充阿彌. 1979. マイワシ體各部の脂質の酸化, 東海水研報. 99, 23—29.