

## 떡장어脂質의 주된 트리글리세리드의 脂肪酸組成

李應昊 · 和田 俊 · 小泉千秋 · 大島敏明 · 野中順三九  
釜山水産大學 食品工學科 東京水産大學 食品生産化學科

### Fatty Acid Combination of Major Triglyceride in Hagfish Flesh Lipids

Eung-Ho LEE

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,  
Namgu, Pusan, 608 Korea

Shun WADA, Chiaki KOIZUMI, Toshiaki OHSHIMA and Junsaku NONAKA

Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Fisheries,  
Konan-4, Minato, Tokyo, 108 Japan

The extracted hagfish (*Eptatretus burgeri*) flesh lipid was separated into following fractions by column chromatography on Bio-beads SX-2 and Sephadex LH-20 prior to gas chromatographic analysis of their fatty acid compositions: polar lipid, triglyceride and free fatty acid. The major fatty acids of total lipid and triglyceride in hagfish were  $C_{16:0}$ ,  $C_{16:1}$ , and  $C_{18:1}$ . The ratio of  $C_{18:0}/C_{18:1}$  in the total lipid and triglyceride of hagfish was 0.1. The polar lipid of the hagfish muscle was mainly composed of phosphatidyl choline (65.5%) and phosphatidyl ethanolamine (28.0%). The triglyceride obtained was fractionated into four fractions by HPLC on the basis of partition numbers. Both the fatty acid composition and triglyceride composition on the basis of the total carbon number in the acyl chains of the triglyceride were analysed by the GLC. From the information obtained on triglyceride compositions based on the total carbon number by GLC and the partition number by HPLC and fatty acid composition by GLC, the combination of fatty acid in each triglycerides was estimated. A computer was used for estimation of the fatty acid combination in the triglyceride because hagfish lipid triglyceride was composed of various kinds of fatty acids. Fortyfour kinds of triglyceride were estimated. The major triglycerides in hagfish flesh lipid were found to those of ( $1 \times C_{16:0}$ ,  $2 \times C_{18:1}$ ; 13.5%), ( $1 \times C_{16:0}$ ,  $1 \times C_{18:0}$ ,  $1 \times C_{18:1}$ ; 7.2%), ( $1 \times C_{16:1}$ ,  $2 \times C_{18:1}$ ; 5.4%), ( $2 \times C_{16:0}$ ,  $1 \times C_{22:5}$ ; 5.2%), ( $1 \times C_{14:0}$ ,  $2 \times C_{18:1}$ ; 4.5%), ( $2 \times C_{18:1}$ ,  $1 \times C_{22:5}$ ; 3.6%), ( $1 \times C_{14:0}$ ,  $1 \times C_{18:0}$ ,  $1 \times C_{18:1}$ ; 2.7%) and ( $1 \times C_{14:0}$ ,  $1 \times C_{16:0}$ ,  $1 \times C_{18:2}$ ; 2.2%).

### 緒 論

눈이 퇴화되어 피부에 매몰되어버려 눈이 없고, 약탈성이 강하고 夜間活動이 강한 습성을 가진 것이 떡장어이다. 우리나라에서는 예로부터 이 떡장어를 脫皮한 다음 調味液을 발라 구어서 즐겨 먹고 있다.

이 떡장어에 대해서는 熔燒중의 ATP 關聯物質의 變化에 관한 金과 李<sup>1)</sup>의 報告 및 actomyosin의 加熱變性에 대한 卞과 李<sup>2)</sup>의 報告가 있을 뿐 食品學的인 研究는 의외로 적다. 本報에서는 떡장어의 脂質組成을 GLC 및 HPLC를 이용하여 分析한 結果로부터 떡장어 脂質의 트리글리세리드 組成을 推定하였다.

材料 및 方法

1. 試料

1981년 4월 釜山 자갈치魚市場에서 살아있는 먹장어, *Eptatretus burgeri*(GIRARD)를 脫皮하고 急速凍結하여  $-80^{\circ}\text{C}$  凍結庫에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

2. 脂質의 抽出

脫皮凍結된 먹장어를 半解凍하여 內臟, 卵巢 등을 제거하고 잘게 절단한 다음 小型 chopper(stainless steel製)로써 磨碎한 것을 일정량 취하여 Bligh and Dyer法<sup>3)</sup>으로 抽出하였다.

3. 脂質의 分劃

Fig. 1과 같이 칼럼에 Bio-beads SX-2를, 溶離液으로 벤젠을 사용하는 크로마토그래피로 極性脂質劃分과 中性脂質劃分으로 分劃하였다. 中性脂質劃分

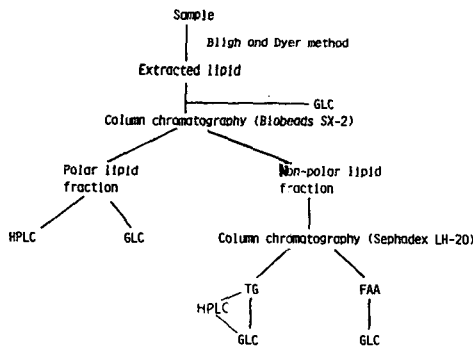


Fig. 1. The procedure of extraction and fractionation of the samples

은 다시 溶離液으로서 칼로로포름을 사용하는 Sephadex LH-20 칼럼크로마토그래피로 트리글리세리드劃分과 유리지방산劃分으로 分劃하였다.

4. 트리글리세리드의 고속액체크로마토그래피(HPLC)

트리글리세리드(TG)는 Table 1과 같은 分析條件으로 partition number [PN=total acyl carbon number(TC)-2×(double bond)]別로 分劃分取하였다. 표준트리글리세리드인 tripalmitin(PN 48),

Table 1. Composition for HPLC analysis of triglyceride

Instrument:	Nihonbunko, JASCO LC-A700
Column:	30cm×3.9 mm i. d. stainless steel
Packing material:	$\mu$ -Bondapak C <sub>18</sub>
Mobile phase:	MeOH:CHCl <sub>3</sub> =9:1 (v/v)
Flow rate:	1.5 ml/min
Temperature:	50°C
Detector:	RI, 8 X
Chart speed:	5 mm/min

2-oleo-1,3-distearin(PN 52)를 사용하여 동정하였다.

5. 가스 크로마토그래피(GLC)

脂肪酸 methyl ester 調製: 混合脂肪酸의 경우는 油脂 200 mg로서 調製한 混合脂肪酸을 IN 알코올性 KOH로 비누화한 다음 14% BF<sub>3</sub>-MeOH 3 ml를 加하여 95°C에서 15분간 還流加熱하여 脂肪酸 methyl ester를 調製하였다. TG의 경우는 소량(5~50  $\mu$ l)의 TG를 벤젠 2 ml를 넣어 녹인 다음 14% BF<sub>3</sub>-MeOH 2 ml를 加하여 85°C에서 30分間 還流加熱하여 脂肪酸 methyl ester를 調製하였다.

GLC에 의한 脂肪酸 methyl ester 分析: 다음과 같은 條件으로 脂肪酸 methyl ester를 分析하였다. 機種: Shimazu gas chromatograph GC-4 BM 또는 GC-4 A, 칼럼: 15% diethylene glycol succinate on Chromosorb W(60~80 mesh) 유리칼럼 ( $\phi$  3mm×3 m), carrier gas: 질소(流速 16 ml/min), 칼럼온도: 195°C, 檢出器: FID, 檢出器溫度: 250°C.

GLC에 의한 TG 分析: HPLC에 의하여 PN 別로 分取한 各 TG劃分을 acyl carbon number에 기초를 두어 다음과 같은 조건으로 TG를 分析하였다. 機種: Shimazu gas chromatograph GC-4 BM, 칼럼: 1% JXR silicon on gaschrom Q (100~120 mesh) 유리칼럼( $\phi$ 3 mm×0.5 m), carrier gas: N<sub>2</sub> (流速 100 ml/min), 칼럼온도: 250~340°C (2°C/min 昇溫), 檢出器: FID, 檢出器溫度: 340°C. 표준 TG로서는 trimiristin (TC42), tripalmitin (TC 48), tristearin (TC 54) 및 triarachidin (TC 60)을 사용하여 동정하였다.

6. 極性脂質의 HPLC Pattern

磷脂質의 HPLC는 다음과 같은 조건으로 分析하였다. 機種: Shimazu liquid chromatograph LC-

Table 2. A program of calculation for triglyceride estimation by Hewlett Packard 9845B micro-computer (187KB)

```

1  System : Hewlett Packard 9845B MICRO-COMPUTER(87KB)
2  Language : Extended BASIC
3  Installation : National Fisheries University of Pusan
4
5  -----
6  A PROGRAM OF CALCULATION FOR TRIGLYCERIDE ESTIMATION
7  -----
8
9  DIM F(4,20),Tc(20),Db(20),Mt(4,12),Htc(13,21),Mp(4,12),Fr(4)
10 Fr(1)=20.5
11 Fr(2)=36.1
12 Fr(3)=27.8
13 Fr(4)=15.5
14 R4="-----"
15 INPUT "R4=";R4
16 K=(R4-42)/2
17 FOR I=1 TO 20
18   READ Y:(I),Db(I)
19 NEXT I
20 FOR I=1 TO 4
21   FOR J=1 TO 20
22     READ F(I,J)
23   NEXT J
24 NEXT I
25 FOR I=1 TO 4
26   FOR J=1 TO 12
27     Mp(I,J)=Mt(I,J)
28   NEXT J
29 NEXT I
30 FOR I=1 TO 4
31   FOR J=1 TO 12
32     Mp(I,J)=Mt(I,J)
33   NEXT J
34 NEXT I
35 FOR I=1 TO 20
36   FOR J=1 TO 20
37     I1=I TO 20
38     I1=I TO 20
39     Xn=Tc(I)+Tc(I1)+Tc(I1)-2*(Db(I)+Db(I1))+Db(I11)
40     IF Pn=Kxn THEN GOTO R11
41 N11: NEXT I11
42 NEXT I1
43 NEXT I
44 FOR I=1 TO 12
45   FOR J=1 TO 20
46     Htc(I,21)=Htc(I,21)+Htc(I,J)
47   NEXT J
48 NEXT I
49 FOR I=1 TO 21
50   FOR J=1 TO 12
51     Htc(13,I)=Htc(13,I)+Htc(J,I)
52   NEXT J
53 NEXT I
54 FIXED I
55 FOR J=1 TO 21
56   PRINT #8
57   FOR G=1 TO 13
58     PRINT "|";Htc(G,J);
59   NEXT G
60   PRINT TAB(78);"|"
61   NEXT J
62   PRINT #8
63   FOR G=1 TO 12
64     PRINT "|";Mp(K,G);
65   NEXT G
66   PRINT TAB(78);"|"
67   PRINT #8
68   STANDARD
69 STOP
70 R11: Trig=Tc(I)+Tc(I1)+Tc(I11)
71 I1=(I11-42)/2
72 IF (F(K,I1)<=.001) OR (F(K,I11)<=.001) OR (F(K,I11)<=.001) OR (Mt(K,I1)<=
.001) THEN GOTO N11
73 PRINT LIN(I);"Pn=";Pn;"RB(10)";"TAB(10);"TC,DB="";TAB(20);Tc(I);Db(I);TAB(35);Tc
(I1);Db(I);TAB(30);Tc(I11);Db(I11)
74 Fat0=F(K,I)+F(K,I1)+F(K,I11)
75 I1=(I11-42)/2
76 PRINT "#";K;" ";I1;"#";F(K,I)
77 PRINT "#";K;" ";I11;"#";F(K,I1)
78 PRINT "#";K;" ";I111;"#";F(K,I11)
79 PRINT "I1=";I1
80 PRINT "TOT CB=";Trig
81 IF (I=1) AND (I1=1) THEN GOTO Eq4
82 IF Mt(K,I1)=0 THEN N11
83 IF I=1 THEN GOTO Eq1
84 IF I=11 THEN GOTO Eq2
85 IF I=111 THEN GOTO Eq3
86   Minval=MIN(F(K,I),F(K,I1),F(K,I11))-Mt(K,I1)/3
87 Retn:
88   Htc(I,I)=Htc(I,I)+Minval
89   Htc(I,I1)=Htc(I,I1)+Minval
90   F(K,I)=F(K,I)-Minval
91   F(K,I1)=F(K,I1)-Minval
92   F(K,I11)=F(K,I11)-Minval
93   Mt(K,I1)=Mt(K,I1)-Minval*3
94   PRINT "MINVAL=";Minval
95   PRINT "Mt(K,I1)=";Mt(K,I1)
96   PRINT "Htc(I,I)=";Htc(I,I)
97   PRINT "Htc(I,I1)=";Htc(I,I1)
98   PRINT "Htc(I,I11)=";Htc(I,I11)
99   GOTO N11
100 Eq1: Minval=MIN(F(K,I)/2,F(K,I1),Mt(K,I1)/3)
101 GOTO Retn
102 Eq2: Minval=MIN(F(K,I)/2,F(K,I1),Mt(K,I1)/3)
103 GOTO Retn
104 Eq3: Minval=MIN(F(K,I1)/2,F(K,I),Mt(K,I1)/3)
105 GOTO Retn
106 Eq4: Minval=MIN(F(K,I)/3,Mt(K,I1)/3)
107 GOTO Retn
108 END

```

3A, 칼럼: Partisil-10 SCX stainless steel 칼럼( $\phi$  4.6 mm $\times$ 25 cm), 移動相: AcCN/H<sub>2</sub>O/MeOH=60/7/30(v/v) 流速: 1.5 ml/min, 檢出器: RI 檢出器, 溫度: 40°C

7. 먹장어 脂質의 TG 組成推定

個個 TG 의 脂肪酸組合解析에는 Hewlett Packard 9845 B micro-computer(187KB)를 이용하였다. 즉 Table 2와 같은 計算 program 을 作成하여, RN 에 따른 TG 組成, 總炭素數에 따른 TG 組成 및 脂肪酸 組成의 結果를 처리하여 個個 TG 의 脂肪酸組合를 推定하였다.

結果 및 考察

먹장어 肉 脂質의 脂肪酸組成

먹장어의 脂質含量은 6.1% 였다. Fig. 1에서와 같이 Bio-beads SX-2 칼럼크로마토그래피로 分劃한 結果極性脂質이 7.6%, 非極性脂質은 92.4% 였고 非極性脂質을 다시 Sephadex LH-20 칼럼크로마토그래피로 分劃한 結果 트리글리세리드가 96.4%, 유리 지방산이 3.6% 였다. 總脂質(TL), 極性脂質(PL), TG 및 유리지방산(FFA)의 脂肪酸組成을 Table 3

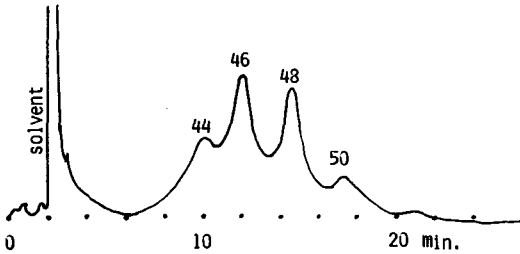


Fig. 2. High-performance liquid chromatogram of triglyceride fraction of hagfish flesh lipid on  $\mu$ -Bondapak C<sub>18</sub> column. Figure above peak indicates partition number

Column : 30 cm $\times$ 3.9 mm i. d. stainless steel  
 Mobile phase : MeOH : CHCl<sub>3</sub>( 9 : 1, v/v)  
 Flow rate : 1.5 ml/min  
 Detector : RI detector  
 Chart speed : 5 mm/min

에 나타내었다. 總脂質의 경우 飽和酸이 34.3%, monoene 酸이 43.1%, polyene 酸이 22.7% 였다. C<sub>16:0</sub>(16.6%), C<sub>16:1</sub>(12.5%) 및 C<sub>18:1</sub>(28.0%)이 특히 함량이 많았고, 總脂肪酸의 57.1% 를 차지하였

Table 3. Fatty acid composition of hagfish lipid (mol %)

FA	TL	PL	TG	FFA
14:0	8.6	1.4	6.0	6.0
14:1	0.6	0.4	0.6	0.6
15:0	0.9	1.6	0.9	1.0
15:1	0.1	0.1	0.2	0.4
16:0	16.6	15.0	17.1	16.5
16:1	12.5	3.7	10.1	10.5
17:0	tr.	1.4	0.1	tr.
17:1	0.5	1.0	1.5	1.6
18:0	3.1	10.8	3.6	3.5
18:1	28.0	18.5	38.4	34.6
18:2	1.2	0.5	0.7	3.5
18:3	2.5	1.5	3.5	4.3
20:0	0.3	0.2	0.3	1.0
20:2	tr.	0.3	tr.	0.6
20:5	2.7	8.6	1.5	2.3
21:0	4.7	1.4	1.7	1.0
22:0	0.1	tr.	0.1	tr.
22:1	1.4	6.4	2.3	2.9
22:2	0.8	0.5	0.8	0.8
22:5	9.5	16.5	6.5	5.8
22:6	6.0	10.3	4.2	3.2
Sat.	34.3	31.8	29.8	29.0
unsat. (mono)	43.1	30.1	53.1	50.6
unsat. (poly)	22.7	38.2	17.2	20.5

TL: total lipid PL: polar lipid TG: triglyceride FFA: free fatty acid FA: fatty acid

다. PL 는 飽和酸이 31.8%, monoene 酸이 30.1%, polyene 酸이 38.2% 였으며, C<sub>16:0</sub>(15.0%), C<sub>18:0</sub>(10.8%), C<sub>18:1</sub>(18.5%), C<sub>22:5</sub>(16.5%) 및 C<sub>22:6</sub>(10.3%)이 함량이 많았고, 이들이 總脂肪酸의 71.1% 를 차지하였다. TG 는 飽和酸이 29.8%, monoene 酸이 53.1% polyene 酸이 17.2% 였고, C<sub>16:0</sub>(17.1%) C<sub>16:1</sub>(10.1%) 및 C<sub>18:1</sub>(38.4%)이 TG 總脂肪酸의 65.6% 를 차지하였다. FFA 는 飽和酸이 29.0%, monoene 酸이 50.6%, polyene 酸이 20.5% 였고, C<sub>16:0</sub>(16.5%), C<sub>16:1</sub>(10.5%) 및 C<sub>18:1</sub>(34.6%)이 FFA 總脂肪酸의 61.2% 를 차지하여, TG 와 비슷한 경향이였다. C<sub>18:0</sub>/C<sub>18:1</sub> 의 比를 보면 TL, TG 및 FFA 는 0.1이고, PL 는 0.6이였다. 이같은 이미 報告된 다른 魚種과 비교하여 보면 spiny dog fish<sup>4)</sup> 가 0.1이고, 22種 海産魚類脂質의 平均값이 0.14인 것과 비슷한 값이였다.<sup>5)</sup>

트리글리세리드의 partition number에 따른 分劃 Sephadex LH-20 칼럼크로마토그래피로 分劃한 TG 를 HPLC 로 分劃한 chromatogram 은 Fig. 2와

먹장어脂質의 주된 트리글리세리드의 脂肪酸組成

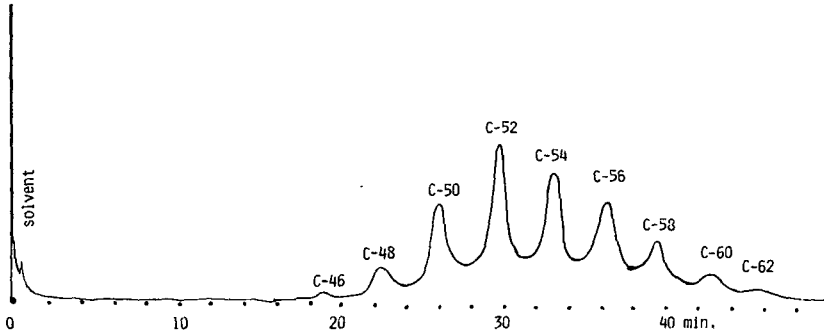


Fig. 3. Gas liquid chromatogram of triglyceride fraction of hagfish flesh lipid on JXR-Silicon column

Column : 50 cm×3 mm i.d. glass  
 Carrier gas : 100 ml/min, N<sub>2</sub>  
 Column temp. : 250-340 °C at 2°C/min  
 Detector : FID detector  
 Instrument : Shimadzu GC-4BM

Packing material : 1% JXR silicon on  
 gaschrom Q(100-120 mesh)  
 Detector temp. : 345°C  
 Chart speed : 5 mm/min

같다. TG는 4개의 peak로 분리되었으며, 流出順으로 각각 fraction 1, 2, 3, 4로 하였다. 各 fraction의 PN은 標準品の retention time(Rt)과 비교하여 44, 46, 48 및 50으로 推定하였다. peak面積으로 計算한 PN에 따른 TG組成은 Table 4와 같이 PN 44, PN 46, PN 48 및 PN 50 TG가 주된 것이므로서 各各의 組成比는 20.5%, 36.1%, 27.8% 및 15.6%였다.

Table 4. Percentages of each triglyceride fraction separated by HPLC

Fraction number	Partiton number	Area, %
1	44	20.5
2	46	36.1
3	48	27.8
4	50	15.6
Total		100

HPLC로 分割한 各劃分の 總炭素數에 기인한 TG組成 및 脂肪酸組成

HPLC로 分割한 各 TG區分을 각각 GLC로 分析하여 總炭素數에 따른 TG組成을 分析한 GLC chromatogram은 Fig. 3과 같고, TG組成은 Table 5와 같다. 먹장어脂質中 組成比가 높은 區分은 fraction 1, 2 및 3이고 fraction 2에서는 總炭素數 50(C-50), C-52, C-54, C-56 및 C-58의 TG가 중요한 것이었다. fraction 3도 fraction 2와 같은 경향이었고 fraction 1은 C-48, C-50, C-52, C-54, C-56 및 C-58의 TG가 중요한 것이었다.

Table 5. Triglyceride composition of the fractions separated by HPLC (mol %)

Fraction	1 (PN 44)	2 (PN 46)	3 (PN 48)	4 (PN 50)
Area(%)	20.5	36.1	27.8	15.6
Triglyceride				
C-44	tr.	—	—	—
C-46	3.2	tr.	—	—
C-48	10.1	6.5	1.1	0.8
C-50	10.4	23.2	13.1	5.9
C-52	15.5	16.7	41.4	22.9
C-54	22.6	15.5	20.5	27.5
C-56	19.2	22.0	12.3	16.9
C-58	10.7	12.6	11.7	12.6
C-60	8.3	3.5	tr.	10.7
C-62	—	—	—	2.8
Total	100	100	100	100

脂肪酸組成은 Table 6과 같고 fraction 1의 構成脂肪酸는 20種類, fraction 2 및 3은 17種類, fraction 4는 16種類로 種類가 많았다. 그런데 fraction 1은 C<sub>14:0</sub> 11.0%, C<sub>16:0</sub> 12.6%, C<sub>18:1</sub> 19.4%, C<sub>18:1</sub> 22.1% 및 C<sub>22:5</sub> 10.4%이고 그외는 모두 7.3%以下였다. fraction 2도 fraction과 類似하였는데 C<sub>14:0</sub>, C<sub>16:0</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>18:1</sub> 및 C<sub>22:5</sub>의 脂肪酸組成比가 높았다. fraction 3은 C<sub>16:0</sub>이 22.6%, C<sub>18:1</sub> 49.3%였고

그 이외는 모두 5.5%以下였으며, fraction 4는 C<sub>16:0</sub> 20.3%, C<sub>18:1</sub>이 14.6%, C<sub>21:0</sub> 31.0%였고 그외는 모두 9%以下였다.

**Table 6. Fatty acid composition of hagfish tri-glyceride fractions separated by HPLC(mol %)**

Fraction	1 (PN 44)	2 (PN 46)	3 (PN 48)	4 (PN 50)
Fatty acid				
14:0	11.0	7.8	3.3	3.5
14:1	0.8	0.4	0.1	—
15:0	1.0	0.7	0.3	0.3
15:1	0.1	tr.	0.1	tr.
16:0	12.6	16.7	22.6	20.3
16:1	19.4	13.3	5.5	2.6
17:0	0.1	0.1	0.6	0.6
17:1	1.0	0.9	0.6	0.4
18:0	2.2	1.3	3.4	9.0
18:1	22.1	39.6	49.3	14.6
18:2	2.2	1.1	0.6	2.9
18:3	1.6	1.8	3.8	3.2
20:0	0.3	0.3	—	0.7
20:5	4.3	1.4	0.6	0.3
21:0	1.7	0.6	1.7	31.1
21:1	0.1	—	tr.	tr.
22:0	0.3	0.2	0.1	0.2
22:1	0.1	—	tr.	tr.
22:5	10.4	8.5	4.5	2.5
22:6	7.3	4.6	2.0	0.7
unknown(1)	1.5	0.8	0.8	4.0
unknown(2)	tr.	tr.	tr.	3.1
Total	100	100	100	100

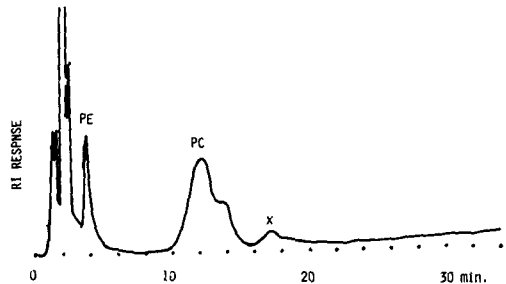
**먹장어脂質의 트리글리세리드組成**

PN 에 따른 TG 組成, 總炭素數에 따른 TG 組成 및 脂肪酸組成 즉 Table 4, 5, 6의 資料를 computer 처리한 結果 0.1%以上 함유될 可能性이 있는 TG는 Table 7에서와 같이 44種類의 TG가 함유되어 있다고 推定되며, 그 合計는 69.7%였다. 組成비가 가장 큰것은 (1×C<sub>16:0</sub>, 2×C<sub>18:1</sub>)로서 13.5%였고 다음이 (1×C<sub>16:0</sub>, 1×C<sub>18:0</sub>, 1×C<sub>18:1</sub>) 7.2%, (1×C<sub>16:1</sub>, 2×C<sub>18:1</sub>) 5.4%, (2×C<sub>16:0</sub>, 1×C<sub>22:5</sub>) 5.2%, (1×C<sub>14:0</sub>, 2×C<sub>18:1</sub>) 4.5%, (2×C<sub>18:1</sub>, 1×C<sub>22:5</sub>) 3.6%, (1×C<sub>14:0</sub>, 1×C<sub>18:0</sub>, 1×C<sub>18:1</sub>) 2.7% 및 (1×C<sub>14:0</sub>, 1×C<sub>16:0</sub>, 1×C<sub>18:2</sub>) 2.2% 등이었다. 이들 TG 중 C<sub>18:1</sub>을 1分子이상 함유하는 것의 組成비의 合計는 52.4%에 達하고, 2分子이상 함유하는 것은 35.9%였다. Wada 등<sup>1)</sup>은 전갱이 筋肉脂質의 주된 TG의 脂肪酸組合에 대한 報告에서 重要한 TG는 각각 (1×C<sub>16:1</sub>, 2×C<sub>18:1</sub>; 26.5%), (1×C<sub>16:0</sub>, 2×C<sub>22:1</sub>; 15.1%) 및 (1×C<sub>16:0</sub>, 1×C<sub>18:0</sub>, 1×C<sub>18:1</sub>; 14.1%)였다고 하였으며 기타 114種類의 TG의 脂肪酸組成

을 밝혔는데 (1×C<sub>16:1</sub>, 2×C<sub>18:1</sub>)과 (1×C<sub>16:0</sub>, 1×C<sub>18:0</sub>, 1×C<sub>18:1</sub>)은 上述한 바와 같이 먹장어 筋肉脂質에서도 重要한 TG였으므로 類似한 경향을 찾아 볼 수 있었다.

**極性脂質의 HPLC Pattern**

먹장어 極性脂質의 HPLC chromatogram은 Fig. 4에 나타내었다. phosphatidyl ethanolamine (PE), phosphatidyl choline (PC) peak의 面積比로 計算한 PE 및 PC의 비는 Table 8에서와 같이 PE 28.0%, PC 65.5%였다.



**Fig. 4.** High-performance liquid chromatogram of polar lipid fraction of hagfish flesh lipid on Wattman PXS-SCX column

PE : phosphatidyl ethanolamine  
PC : phosphatidyl choline  
X : unidentified

**Table 8. Percentages of phosphatidyl ethanolamine(PE), phosphatidyl choline(PC) and X(unidentified) fraction in polar lipid of hagfish**

Polar lipid	Area(%)
PE	28.0
PC	65.5
X	6.6

**要 約**

먹장어 筋肉脂質을 Biobeads SX-2 및 Sephadex LH-20을 이용한 칼럼크로마토그래피에 걸어 트리글리세리드(TG)劃分을 分劃하고 이 TG劃分을 HPLC에 걸어 partition number 別로 分劃하였다. 그리고 partition number에 따른 TG 組成, 總炭素數에 따른 TG 組成 및 脂肪酸組成을 分析한 資料를 computer 처리하여 TG 構成 脂肪酸組合을 推定하였다.

總脂質의 경우 飽和酸 34.3%, monoene酸 43.1%, polyene酸 22.7%, 重要脂肪酸은 C<sub>16:0</sub> (16.6%),

떡장어脂質의 주된 트리글리세리드의 脂肪酸組成

Table 7. Major triglyceride composition of hagfish flesh lipid

Fatty acid combination	TC	DB	PN	Fraction	% in whole triglyceride *
2×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>18:1</sub>	46	1	44	1	1.1
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>16:0</sub> , 1×C <sub>18:2</sub>	48	2	44	1	2.2
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>16:1</sub> , 1×C <sub>18:1</sub>	48	2	44	1	1.2
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>18:0</sub> , 1×C <sub>18:3</sub>	50	3	44	1	1.6
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>18:0</sub> , 1×C <sub>22:5</sub>	54	5	44	1	0.6
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>20:0</sub> , 1×C <sub>20:5</sub>	54	5	44	1	0.3
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>20:5</sub> , 1×C <sub>22:1</sub>	56	6	44	1	0.1
1×C <sub>14:1</sub> , 1×C <sub>15:1</sub> , 1×C <sub>21:1</sub>	50	3	44	1	0.1
1×C <sub>14:1</sub> , 2×C <sub>18:1</sub>	50	3	44	1	0.7
1×C <sub>15:0</sub> , 1×C <sub>17:0</sub> , 1×C <sub>22:5</sub>	54	5	44	1	0.1
2×C <sub>16:0</sub> , 1×C <sub>22:5</sub>	54	5	44	1	5.2
2×C <sub>16:1</sub> , 1×C <sub>18:1</sub>	50	3	44	1	1.1
2×C <sub>18:1</sub> , 1×C <sub>22:5</sub>	58	7	44	1	3.6
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>14:1</sub> , 1×C <sub>20:0</sub>	48	1	46	2	0.3
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>16:0</sub> , 1×C <sub>18:1</sub>	48	1	46	2	1.9
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>18:0</sub> , 1×C <sub>18:2</sub>	50	2	46	2	1.1
1×C <sub>14:0</sub> , 2×C <sub>18:1</sub>	50	2	46	2	4.5
2×C <sub>14:1</sub> , 1×C <sub>22:0</sub>	50	2	46	2	0.1
1×C <sub>15:0</sub> , 1×C <sub>17:1</sub> , 1×C <sub>18:1</sub>	50	2	46	2	0.7
1×C <sub>16:0</sub> , 1×C <sub>16:1</sub> , 1×C <sub>18:1</sub>	50	2	46	2	1.4
1×C <sub>16:0</sub> , 1×C <sub>18:0</sub> , 1×C <sub>18:3</sub>	52	3	46	2	0.2
1×C <sub>16:1</sub> , 2×C <sub>18:1</sub>	52	3	46	2	5.4
1×C <sub>16:1</sub> , 1×C <sub>20:5</sub> , 1×C <sub>22:0</sub>	58	6	46	2	0.2
2×C <sub>17:0</sub> , 1×C <sub>22:5</sub>	56	5	46	2	0.1
1×C <sub>17:1</sub> , 1×C <sub>20:5</sub> , 1×C <sub>21:0</sub>	58	6	46	2	0.2
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>14:1</sub> , 1×C <sub>22:0</sub>	50	1	48	3	0.1
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>15:1</sub> , 1×C <sub>21:0</sub>	50	1	48	3	0.1
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>16:0</sub> , 1×C <sub>18:0</sub>	48	0	48	3	0.4
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>18:0</sub> , 1×C <sub>18:1</sub>	50	1	48	3	2.7
1×C <sub>15:0</sub> , 1×C <sub>17:0</sub> , 1×C <sub>18:1</sub>	50	1	48	3	0.3
2×C <sub>16:0</sub> , 1×C <sub>18:1</sub>	50	1	48	3	1.1
1×C <sub>16:0</sub> , 1×C <sub>18:0</sub> , 1×C <sub>18:2</sub>	52	2	48	3	0.3
1×C <sub>16:0</sub> , 2×C <sub>18:1</sub>	52	2	48	3	13.5
1×C <sub>17:0</sub> , 1×C <sub>20:5</sub> , 1×C <sub>21:0</sub>	58	5	48	3	0.3
1×C <sub>17:1</sub> , 1×C <sub>18:3</sub> , 1×C <sub>21:0</sub>	56	4	48	3	0.6
3×C <sub>18:1</sub>	54	3	48	3	6.0
2×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>22:0</sub>	50	0	50	4	0.2
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>15:0</sub> , 1×C <sub>21:0</sub>	50	0	50	4	0.3
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>16:0</sub> , 1×C <sub>20:0</sub>	50	0	50	4	0.7
1×C <sub>14:0</sub> , 1×C <sub>17:1</sub> , 1×C <sub>21:0</sub>	52	1	50	4	0.4
1×C <sub>14:0</sub> , 2×C <sub>18:0</sub>	50	0	50	4	0.8
1×C <sub>16:0</sub> , 1×C <sub>18:0</sub> , 1×C <sub>18:1</sub>	52	1	50	4	7.2
1×C <sub>17:0</sub> , 1×C <sub>18:3</sub> , 1×C <sub>21:0</sub>	56	3	50	4	0.6
2×C <sub>18:0</sub> , 1×C <sub>18:2</sub>	54	2	50	4	0.1
Total					69.7

\* The triglycerides at a concentration of less than 0.01% are omitted.

C<sub>16:1</sub> (12.5%) 및 C<sub>18:1</sub> (28.0%)였고, 極性脂質은 飽和酸 31.8%, monoene酸 30.1%, polyene酸 38.2%, 重要脂肪酸은 C<sub>16:0</sub> (15.0%), C<sub>18:0</sub> (10.8%), C<sub>18:1</sub> (18.5%), C<sub>22:5</sub> (16.5%) 및 C<sub>22:6</sub> (10.3%), TG는 飽和酸 29.8%, monoene酸 53.1%, polyene酸 17.2%, 重要脂肪酸은 C<sub>16:0</sub> (17.1%), C<sub>16:1</sub> (10.1%) 및 C<sub>18:1</sub> (38.4%)였다. 전반적으로 보면 C<sub>18:1</sub>의 함량이 높은 것이 特徵이었으며, C<sub>18:0</sub>/C<sub>18:1</sub>의 比는 0.1이었다. 極性脂質은 phosphatidyl choline(65.5%)과 phosphatidyl ethanolamine(28.0%)으로 구성되어 있었다.

GLC 資料 및 HPLC에서 얻은 partition number를 사용하여 鯖장어 脂質 TG의 構成脂肪酸組合을 computer를 이용하여 推定한 結果 二重結合을 1個, 2個, 3個, 4個, 5個, 6個, 7個 가지고, 總炭素數는 46에서 58의 범위내에 分布하며, 0.1% 이상 함유될 可能性이 있는 TG는 44種類로 推定되었으며 그 合計는 69.7%였고, 重要한 TG는 (1×C<sub>16:0</sub>, 2×C<sub>18:1</sub>; 13.5%), (1×C<sub>16:0</sub>, 1×C<sub>18:0</sub>, 1×C<sub>18:1</sub>; 7.2%), (1×C<sub>16:1</sub>, 2×C<sub>18:1</sub>; 5.4%), (2×C<sub>16:0</sub>, 1×C<sub>22:5</sub>; 5.2%), (1×C<sub>14:0</sub>, 2×C<sub>18:1</sub>; 4.5%) (2×C<sub>18:1</sub>, 1×C<sub>22:5</sub>; 3.6%) (1×C<sub>14:0</sub>, 1×C<sub>18:0</sub>, 1×C<sub>18:1</sub>; 2.7%) 및 (1×C<sub>14:0</sub>, 1×C<sub>16:0</sub>, 1×C<sub>18:2</sub>; 2.2%) 등이었다. 이들 TG중 C<sub>18:1</sub>을 1分子이상 함유하는 것의 組成比의 合計는 52.4%, 2分子이상 함유하는 것은 35.9%였다.

## 謝 辭

資料를 整理하는데 있어 computer처리에 協助하

여 주신 釜山水産大學 應用數學科 辛翔澤 教授 및 朴萬坤 教授님께 謝意를 표합니다.

## 文 獻

1. 金用根 · 李應昊. 1973. 鯖장어 熔燒中의 ATP 關聯物質의 變化. 韓國食品科學會誌 5(4), 206-209.
2. 卞在亨 · 李應昊. 1974. 鯖장어의 筋肉蛋白質에 관한 營養生化學的 研究. 1. Actomyosin의 加熱變性. 釜山水大研究報告 12(2), 21-28.
3. Bligh, E. G. and W. J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37, 911-917.
4. Wada, S. C. Koizumi and J. Nonaka. 1976. Lipids analysis of barracuda and longnose lancetfish. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 42, 1145-1151.
5. 山田 實 · 林賢治. 1975. 22種의 魚類および軟體動物脂質의 脂肪酸組成. 日水誌 41(11), 1143-1152.
6. Wada, S., C. Koizumi, A. Takiguchi and J. Nonaka. 1980. Studies on fatty acid combination of major triglyceride in jack mackerel flesh lipids. J. Tokyo Univ. Fish. 67(1), 35-43.