

## 기능성 지질 추출 소재로서 Fish Frames의 지질성분 특성

김정균 · 한병욱 · 김혜숙 · 박찬호 · 정인권 · 최영준 · 김진수 · 허민수\*

경상대학교 해양생물이용학부/해양산업연구소

### Lipid Characteristics of Fish Frame as a Functional Lipid Resource

Jeong-Gyun Kim, Byung-Wook Han, Hye-Sook Kim, Chan-Ho Park, In-Kwon Chung,  
Yeung Joon Choi, Jin-Soo Kim and Min-Soo Heu<sup>†</sup>

Division of Marine Bioscience/Institute of Marine Industry,  
Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

#### Abstract

Lipid characteristics of 6 species of fish frame (armored weasel-fish, AW; chum salmon, CS; spanish mackerel, SM; common mackerel, CM; conger eel, CE and skipjack tuna, ST) were studied by determining total lipid (TL) contents, lipid classes, and fatty acid composition. The highest yield of bone was obtained from ST frame (64.2%), followed by CS frame (57.9%), CE frame (54.6%), AW frame (41.6%), SM frame (41.7%), and CM frame (32.6%). The highest neutral lipid content was also found in total lipid (TL) from SM bone (23.3 g/100 g), followed by TL from CE bone (21.5 g/100 g), CS bone (16.0 g/100 g), and CM bone (15.5 g/100 g), while those from ST and AW bones were 7.2 g/100 g and 0.4 g/100 g, respectively. The prominent lipid classes of neutral lipids (NL) from all fish bones and muscles were triglyceride (TG), however, which was much lower in AW than in other fishes. The percentages of EPA and DHA in NL from fish bone were in the descending order of CS (29.3%), ST (27.1%), AW (27.0%), CM (25.7%), SM (21.6%), and CE (14.9%). Based on the lipid characteristics, the CS frame was the best resource for extraction of a functional lipid.

**Key words:** byproducts, fish frame, fish bone, seafood wastes, functional lipid

#### 서 론

Fish frame은 일반적으로 냉동식품, 조미가공품, 통조림, 연제품 등과 같은 수산가공품의 제조 과정 중 육질부만을 취하기 위하여 세편 뜨기 또는 육 분리를 하였을 때 육질부를 제외하고 남은 중골 부위를 말하는 것으로, 수산가공품의 제조 과정 중에 다량 발생하고 있다. 이와 같은 fish frame은 중골 부위에 붙어있는 다량의 근육(1,2)은 물론이고, 중골 부위에는 collagen(3,4), 칼슘(4-8) 및 EPA 및 DHA(3,4) 등과 같은 건강 기능성 성분이 다량 함유되어 있어, 아주 유용한 식품 재자원이다. 하지만, fish frame의 경우 지질제거를 위하여 소성처리(9)한 후 칼슘 추출 소재로 이용을 시도하고 있을 뿐만 아니라, 무기질 및 지질 제거공정을 통하여 collagen의 추출 소재로의 이용(10)을 시도하고 있다. 이로 인해 기능성 지질성분인 EPA 및 DHA 등을 다량 함유하고 있는 어류 뼈의 지방은 대부분 소성처리 또는 용매에 의하여 제거되고, 폐기되어 환경오염을 야기하고 있다. 이러한 일면에서 어류 뼈로부터 칼슘 및 collagen을 추출하고자 하는 경우 전처리 공정에서 지질을 우선적으로 제거한 다음, 이를

정제 및 이용할 수 있다면 식품 재자원의 효율적 이용 측면에서 의미가 있으리라 판단되고, 또한 이를 위하여 반드시 fish frame에 분포하는 지질성분 특성의 검토가 이루어져야 하리라 판단된다.

한편, fish frame의 이용에 대한 연구로는 fish frame에 잔존하는 근육을 연제품의 증량제로서 이용(1,11), 가수분해에 의한 기능성 peptide의 제조를 위한 시도(12), 칼슘제 제조를 위한 시도(9), 기능성 콜라겐의 제조를 위한 시도(10) 등이 검토되고 있으나, 기능성 지질의 추출을 위한 시도는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 근년에 집단급식 소재로 많이 이용되고 있는 연안산 삼치, 고등어 및 봉장어의 frame, fillet 원료로 많이 이용되고 있는 원양산 붉은 메기 frame, 훈제품의 원료로 이용되고 있는 원양산 연어 frame 및 통조림의 원료로 이용되고 있는 가다랑어 frame과 같은 6종의 fish frame으로부터 기능성 지질을 추출하여 고도 이용을 위한 기초 연구의 일환으로서 이들의 지질특성에 대하여 검토하였고, 아울러 근육 지질과도 비교하였다.

\*Corresponding author. E-mail: heu1837@intizen.com  
Phone: 82-55-640-3177, Fax: 82-55-640-3170

## 재료 및 방법

### 재료

기능성 지질 소재로서 근년에 집단급식 소재로 많이 이용되고 있는 연안산 고등어, 삼치 및 봉장어의 frame, fillet 원료로 많이 이용되고 있는 원양산 붉은 메기 frame, 혼제품의 원료로 이용되고 있는 원양산 연어 frame 및 통조림의 원료로 이용되고 있는 가다랑어 frame과 같은 6종의 fish frame을 검토하였고, 이들의 학명, 길이, 중량, 시료 채취지 및 시료 채취시 상태 등은 Table 1과 같다.

### 일반성분 및 어류 뼈의 수율

일반성분은 AOAC(13)법에 따라 수분은 상압 가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 ether를 사용하는 Soxhlet법에 따라 측정하였고, 회분은 건식회화법으로 측정하였다. 어류 뼈의 수율은 fish frame에 대한 어류 뼈의 상대비율(%)로 하였다.

### 지질의 추출 및 분획

Bligh와 Dyer법(14)으로 추출한 fish frame유의 극성 및 비극성 지질은 Juaneda와 Rocquelin의 방법(15)에 따라 Sep-pak silica cartridge(Waters Associates Milford, Massachusetts, USA)를 사용하여 분획하였다. 즉, fish frame로부터 추출한 총지질(70~80 mg)을 칼럼에 충전한 다음 chloroform(20 mL) 및 chloroform/methanol(49:1, 30 mL)을 이용하여 차례로 추출한 회분을 중성지질로 하였고, 이어서 methanol(30 mL)로 추출한 회분을 극성지질로 하였다.

### 지질 조성 및 지방산 조성의 분석

분획된 중성지질의 조성은 박층 크로마토그래피법으로 분별, 확인하였다(16). 즉, TLC plate(Kieselgel 60F<sub>254</sub>, Merck Co., Germany)를 건조(110°C, 1시간)하여 활성화시킨 다음 중성지질을 spotting 한 후 석유에테르-아세트산(80:20:1, v/v/v)의 혼합용매로 중성지질을 전개하였다. 이어서 황산-중크롬산염 시약을 발색제로 분무한 다음, 120°C에서 탄화시켜 표준품의 R<sub>f</sub>값과 비교하여 동정하였다. 이를 TLC scanner(Shimadzu CS-910, Tokyo, Japan)로 각 성분의 상대함량을 계산하였다. 총지질 및 중성지질의 지방산조성 분석을 위한 시료는 1.0 N 알코올성 KOH용액으로 검화한 다음 14% BF<sub>3</sub>-methanol(3 mL)을 가하고 환류 가열하여 지방산 메

틸에스테르화하여 조제하였고, 이를 capillary column(Supelcowax-10 fused silica wall-coated open tubular column, 30 m×0.25 mm i.d., Supelco Ltd., Tokyo, Japan)을 장착한 GC(Shimadzu 14A, carrier gas: He, detector: FID, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 지방산의 동정은 표준 지방산과의 retention time을 비교하여 동정하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분 및 수율

지질 추출원으로 검토한 붉은 메기, 연어, 삼치, 고등어, 봉장어 및 가다랑어와 같은 6종 어류의 근육과 뼈에 대한 일반성분의 결과는 Table 2와 같다. 어종에 관계없이 수분함량의 경우 어류 뼈(34~60%)가 어류 근육(72~81%)에 비하여 확연히 낮았고, 조회분(뼈, 10~38%; 육 0.8~1.4%) 및 조지방(뼈, 1.9~23.7%; 육, 1.0~4.8%) 함량의 경우 확연히 높은 경향을 나타내었다. 어류 뼈와 근육 간 조단백질 함량의 차이는 1.2~3.0%범위에서 높거나 낮은 정도이었고, 예외적으로 붉은 메기의 경우 뼈가 근육에 비하여 5.5% 정도 높았다. 이와 같이 어류 뼈가 어류 근육에 비하여 조회분이 높고, 조단백질이 유사하거나 높은 것은 어류 뼈의 경우 collagen과 무기질이 서로 침착하여 있는 상태로 존재하고 있기 때문이라 판단되었다(17). 6종 어류 뼈의 조지방 함량은 삼치 뼈가 23.7%로 가장 높았고, 다음으로 봉장어 뼈(21.9%), 고등어 뼈(16.4%), 연어 뼈(16.3%) 및 가다랑어 뼈(8.2%) 등의 순이었으며, 백색육 어류인 붉은 메기 뼈의 경우 1.9%로, 다른 어류 뼈에 비하여 아주 낮았다. 한편, Kim 등(3)은 어류 뼈의 건물당 지질함량의 경우 고등어 등과 같은 적색육 어류 뼈는 33.7%로 높았으나, 대구, 명태 및 민태와 같은 백색육 어류 뼈는 2%로 아주 낮아 차이가 있었다고 보고한 바 있다. 따라서, 지질의 추출을 고려한 수율 면에서 붉은 메기와 같은 백색육 어류 뼈는 지질 추출원으로 적절하지 않으리라 판단되었다.

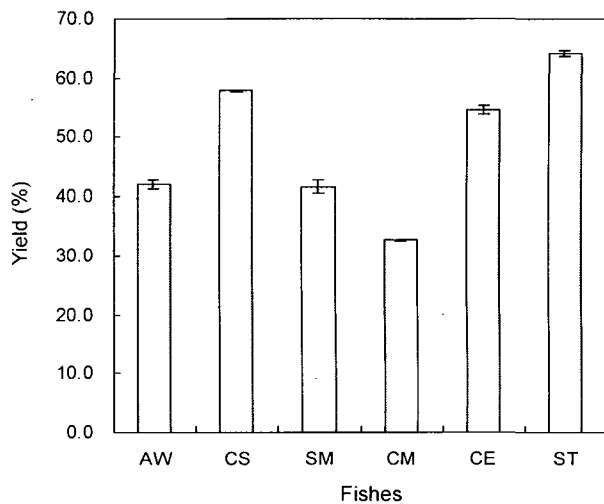
붉은 메기, 연어, 삼치, 고등어, 봉장어 및 가다랑어의 frame에 대한 뼈의 수율은 Fig. 1과 같다. 어류 뼈의 수율은 가다랑어가 64.2%로 가장 높았고, 다음으로 연어(57.9%), 봉장어(54.6%), 붉은 메기(42.0%), 삼치(41.7%) 등의 순이었으며, 고등어가 32.6%로 가장 낮았다. 이와 같이 가다랑어 뼈의 수율이 가장 높은 것은 가다랑어 뼈의 경우 통조림 제조

Table 1. Length and weight of fish frame used in this experiment

Fishes	Scientific name	Main products	Fish frame		Sampled state
			Length (cm)	Weight (g)	
Armored weasel-fish	<i>Hoplobrotula armata</i>	Fillet	61.3±2.9	310.0±20.0	Frozen
Chum salmon	<i>Oncorhynchus keta</i>	Smoked foods	60.8±1.4	233.0±14.0	Frozen
Spanish mackerel	<i>Scomberomorus niphonius</i>	Fillet	46.8±2.8	132.0±22.0	Fresh
Common mackerel	<i>Scomber japonica</i>	Fillet	28.3±1.8	37.2±2.6	Frozen
Conger eel	<i>Conger myriaster</i>	Seasoned foods	55.3±3.6	23.0±2.3	Fresh
Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Canned foods	28.8±1.3	33.0±5.0	Cooked

**Table 2. Proximate composition of muscle and bone from fish frame** (g/100 g)

Fishes	Parts	Moisture	Crude ash	Crude lipid	Crude protein
Armored weasel-fish	Muscle	81.3±0.1	0.8±0.0	1.0±0.0	16.9±0.2
	Bone	60.0±0.0	15.7±0.1	1.9±0.1	22.4±0.3
Chum salmon	Muscle	73.4±0.0	1.2±0.0	4.6±0.0	20.8±0.1
	Bone	48.7±0.1	15.9±0.0	16.3±0.0	19.1±0.2
Spanish mackerel	Muscle	73.7±0.1	1.3±0.0	3.9±0.0	21.1±0.1
	Bone	40.5±0.0	16.8±0.0	23.7±0.0	19.0±0.2
Common mackerel	Muscle	72.7±0.0	1.4±0.0	4.8±0.0	20.5±0.2
	Bone	45.2±0.0	19.1±0.0	16.4±0.0	19.3±0.2
Conger eel	Muscle	80.4±0.0	1.0±0.0	4.6±0.0	14.0±0.0
	Bone	51.3±0.0	10.0±0.0	21.9±0.0	16.8±0.1
Skipjack tuna	Muscle	72.3±0.1	1.1±0.0	4.2±0.0	22.4±0.1
	Bone	34.2±0.0	38.2±0.0	8.2±0.0	19.4±0.1

**Fig. 1. Yields of fish bone to fish frame.**

AW, Armored weasel-fish; CS, Chum salmon; SM, Spanish mackerel; CM, Common mackerel; CE, Conger eel; ST, Skipjack tuna.

를 위하여 자숙처리한 후 육을 분리함으로 인하여 중골로부터 육의 분리가 용이하였기 때문이라 판단되었다(17).

#### 구성 지질함량

Fish frame으로부터 분리한 근육 및 뼈의 총 지질과 이로부터 Sep-pak silica cartridge를 사용하여 분획(중성지질 및 극성지질)한 결과는 Table 3과 같다. 붉은 메기를 제외한 5종 어류로부터 추출한 총 지질은 근육과 뼈에 관계없이 중성지질이 86.6~98.4%의 범위로 대부분을 차지하여, 이들 fish frame 지질의 경우 대부분이 축적지질로 구성되어 있다고 판단되었다.

한편, Kim 등(3)도 각시가자미, 봉장어 및 고등어와 같은 3종의 어류 뼈로부터 총 지질을 추출하여 분획, 정량한 결과 대부분이 중성지질로 구성되어 있었고, 이들은 생명유지원인 조직지질이라기보다는 운동에너지원인 축적지질이라 보고한 바 있다. 그러나, 붉은 메기의 근육과 뼈로부터 추출한 총지질의 경우 중성지질이 각각 37.7% 및 21.8%로 다른 어

**Table 3. Total lipid (TL), neutral lipid (NL), and polar lipid (PL) contents in muscle and bone from fish frames** (g/100 g)

Fishes <sup>1)</sup>	Parts	TL	NL	PL
AW	Muscle	1.0±0.0	0.4 (37.7±0.9) <sup>2)</sup>	0.6 (62.3±3.2)
	Bone	1.9±0.1	0.4 (21.8±1.0)	1.5 (78.2±2.1)
CS	Muscle	4.6±0.0	4.2 (91.7±1.6)	0.4 ( 8.3±1.6)
	Bone	16.3±0.0	16.0 (98.0±0.6)	0.3 ( 2.0±0.6)
SM	Muscle	3.9±0.0	3.8 (97.9±1.5)	0.1 ( 2.1±1.5)
	Bone	23.7±0.0	23.3 (98.4±0.3)	0.4 ( 1.6±0.3)
CM	Muscle	4.8±0.0	4.6 (95.8±0.6)	0.2 ( 4.2±0.6)
	Bone	16.4±0.0	15.5 (94.7±1.2)	0.9 ( 5.3±0.2)
CE	Muscle	4.6±0.0	4.4 (95.8±0.7)	0.2 ( 4.2±0.7)
	Bone	21.9±0.0	21.5 (98.3±1.0)	0.4 ( 1.7±1.0)
ST	Muscle	4.2±0.0	3.6 (86.6±0.65)	0.6 (13.4±0.6)
	Bone	8.2±0.0	7.2 (88.0±0.2)	1.0 (12.0±0.2)

<sup>1)</sup>AW, Armored weasel-fish; CS, Chum salmon; SM, Spanish mackerel; CM, Common mackerel; CE, Conger eel; ST, Skipjack tuna.

<sup>2)</sup>The numbers in parentheses indicate the percentage of neutral lipid or polar lipid contents to total lipid content.

류의 근육과 뼈의 중성지질에 비하여 확연히 낮았다. 6종 어류 뼈로부터 추출한 총 지질 중 중성지질 함량은 삼치가 23.3 g/100 g으로 가장 많았고, 다음으로 봉장어(21.5 g/100 g), 연어(16.0 g/100 g), 고등어(15.5 g/100 g)의 순이었으며, 자숙 처리되어진 가다랑어와 백색육 어류인 붉은 메기의 경우 각각 7.2 g/100 g 및 0.4 g/100 g으로 다른 4종의 어류에 비하여 확연히 낮았다. 한편, 유지가공 분야에서는 유지의 갈변과 이취의 원인이 된다고 하여 탈검처리로 제거(18)하는 극성지질의 함량은 일반 지질 추출소재의 경우 대체로 10% 내외인데(19) 반하여, 연어(2.0%), 삼치(1.6%), 고등어(5.3%) 및 봉장어(1.7%)의 경우 이보다 낮아 탈검처리가 필요없는 수준이었으며, 붉은 메기(78.2%) 및 가다랑어(12.0%)의 경우 이보다 높았다. 이상의 결과와 보고로 미루어 보아 어류 뼈로부터 기능성 지질을 추출하고자 하는 경우 수율적인 면에서는 중성지질 조성비가 높은 삼치 뼈가 가장 우수하

리라 판단되었고, 다음으로 붕장어 뼈였으며, 극성지질의 조성비가 높은 붉은 메기 뼈와 가다랑어 뼈는 갈변 및 이취의 원인 인자인 극성지질의 함량이 높아, 탈검처리를 하여야 하는 등으로 인해, 이용하기에 다소 문제가 있으리라 판단되었다.

**중성지질의 조성**

붉은 메기, 연어, 삼치, 고등어, 붕장어 및 가다랑어의 근육 및 뼈로부터 분획한 중성지질을 TLC로 분리, 동정한 결과 (Table 4), 어종 및 근육과 뼈에 관계없이 모든 추출원에서 triglyceride(TG), free fatty acid(FFA), free sterol(FS) 및 monoglyceride(MG)와 같은 4성분이 동정되었다. 그리고, 붉은 메기를 제외한 5종 어류의 중성지질은 모두가 근육 지방 및 뼈 지방에 관계없이 TG가 주성분(근육 지방, 71.9~83.2%; 뼈 지방, 74.2~86.9%)이었으나, 다음으로 근육 지방의 경우, FFA(8.1~19.2%), FS(4.6~7.5%), MG(1.5~5.2%)의 순이었는데 반하여, 뼈 지방의 경우, FS(5.5~15.5%),

FFA(3.7~6.2%), MG(2.6~4.6%)의 순으로 차이가 있었다. 이와 같은 결과는 근육 지방과 뼈 지방간에 공기 중에 노출되어 있는 정도의 차이 때문이라 판단되었다.

한편, 붉은 메기 지방의 경우, 5종의 어류와 같이 중성지질의 주성분이 TG라는 사실에는 차이가 없었으나, 그 조성비(근육 지방, 48.6%; 뼈 지방, 43.4%)가 확연히 낮았고, 또한 FFA의 조성비 또한 근육 지방(41.6%) 및 뼈 지방(45.3%)에 관계없이 모두 5종의 어류에 비하여 확연히 높았다. 한편, 유지 산업 분야에서는 기능성 지질의 조제를 위한 정제공정에서 반드시 알칼리 성분을 이용하여 유리지방산을 제거하고 있다(20). 이와 같이 유리지방산을 알칼리로 중화 제거하는 탈산공정을 고려한 기능성 지질의 추출원으로는 근육보다는 뼈가 우수하였고, 뼈 중에서는 연어 뼈, 삼치 뼈, 고등어 뼈 및 붕장어 뼈 등이 고려 대상이 되었으나, 붉은 메기 뼈 및 가다랑어 뼈 등은 적절하지 않으리라 판단되었다.

**극성지질의 조성**

근육 및 뼈로부터 분획한 극성지질을 TLC 및 TLC scanner로 분리, 동정한 결과(Table 5), 근육의 극성지질에서는 6종의 어류 모두가 phosphatidylethanolamine(PE), phosphatidyl-inositol(PI), phosphatidylserine(PS), phosphatidylcholine(PC), sphingomyelin(SPM)과 같은 5성분이 분리, 동정되었으나, 뼈의 극성지질에서는 가다랑어를 제외한 5종의 어류의 경우 PE, PS, PC와 같은 3성분만이, 가다랑어의 경우 5종 어류에서 분리, 동정된 3성분 이외에 SPM이 더 분리, 동정되어 차이가 있었다. 근육의 극성지질은 어종에 관계없이 모두 PC가 53.9~70.7%를 나타내어 주성분이었고, 다음으로 PE(15.3~24.4%)이었으며, 가다랑어를 제외하고는 PI, PS 및 SPM 등의 경우 10%미만을 나타내었다.

한편, Oh와 Lee(21)는 가다랑어를, Jeong 등(22)은 멸치, 송어, 전어, 방어, 고등어, 조피볼락, 참돔, 감성돔, 도다리, 붕장어, 넙치 및 말쥐치와 같은 연안 어류 12종을 시료로 하여 극성지질을 분리, 동정한 결과 어종에 관계없이 PC와

**Table 4. Lipid class compositions of neutral lipid in the muscle and bone from fish frame (%)**

Fishes <sup>1)</sup>	Parts	TG <sup>2)</sup>	FFA	FS	MG
AW	Muscle	48.6±3.4	41.6±2.3	9.1±1.8	0.7±0.3
	Bone	45.3±2.8	43.4±3.2	9.5±1.6	1.8±0.9
CS	Muscle	75.6±3.1	12.2±2.2	7.0±1.6	5.2±1.7
	Bone	86.9±4.2	4.0±1.4	5.5±2.1	3.6±1.6
SM	Muscle	83.1±2.9	8.1±1.8	5.0±1.4	3.8±1.4
	Bone	82.6±2.4	3.7±1.7	11.1±3.3	2.6±1.1
CM	Muscle	82.6±3.2	9.9±2.2	5.1±2.1	2.4±0.5
	Bone	74.2±1.9	6.2±2.1	15.0±2.2	4.6±1.7
CE	Muscle	77.6±4.3	14.4±1.4	4.6±1.9	3.4±0.7
	Bone	84.4±2.2	4.0±1.2	8.0±2.3	3.6±0.5
ST	Muscle	71.8±2.7	19.2±1.8	7.5±2.2	1.5±0.8
	Bone	75.8±3.0	6.1±2.0	15.5±1.8	2.6±0.2

<sup>1)</sup>See the legend of Table 3.

<sup>2)</sup>TG, triglyceride; FFA, free fatty acid; FS, free sterol; MG, monoglyceride.

**Table 5. Lipid class composition of polar lipid in the muscle and bone from fish frame (%)**

Fishes	Parts	PE	PI	PS	PC	SPM
Armored weasel-fish	Muscle	20.0±1.8	3.3±0.7	8.3±2.1	62.4±3.6	6.0±0.7
	Bone	27.8±1.6	-	6.3±1.1	65.9±4.6	-
Chum salmon	Muscle	17.5±2.1	0.3±0.8	6.3±1.4	70.7±2.8	5.2±1.4
	Bone	19.7±2.2	-	4.9±0.7	75.4±4.3	-
Spanish mackerel	Muscle	24.4±3.2	2.8±0.9	6.7±0.6	61.3±2.7	4.8±1.3
	Bone	26.4±2.8	-	4.7±0.2	68.9±2.4	-
Common mackerel	Muscle	20.8±2.9	4.3±0.7	9.0±0.4	61.5±5.3	4.4±2.2
	Bone	26.0±2.4	-	7.3±0.9	66.7±3.8	-
Conger eel	Muscle	21.4±2.4	6.9±1.0	9.4±2.1	53.9±2.6	8.4±1.5
	Bone	29.4±2.2	-	12.8±1.5	57.8±3.0	-
Skipjack tuna	Muscle	15.3±1.6	2.7±0.6	7.2±1.3	62.3±2.0	12.5±1.8
	Bone	18.3±1.5	-	13.6±1.2	65.3±2.2	-

PE, phosphatidylethanolamine; PI, phosphatidylinositol; PS, phosphatidylserine; PC, phosphatidylcholine; SPM, sphingomyelin.

PE가 주성분이었다고 보고한 바 있다. 어류 뼈의 극성지질의 경우도 어중에 관계없이 PC가 57.8~75.4% 범위로 주성분이었고, 다음으로 PE(18.3~29.4%)이었으며, 근육의 극성지질보다는 이들의 조성비가 높았다. 이와 같은 결과는 어류 뼈 지방의 경우 가다랑어 뼈 지방을 제외하고는 극성지질에서 모두 3성분만이 동정되어, 극성지질의 총 함량에 대한 각 성분의 조성비가 상대적으로 증가하였기 때문이라 판단되었다. 한편 어류 근육 및 뼈에 관계없이 가다랑어가 다른 5종 어류에 비하여 SPM의 조성비가 높거나 또는 검출(다른 5종 어류 뼈의 경우 불검출)되었는데, 이는 다른 어류의 경우 조미가공품, fillet 제품, 훈제품 및 기타 연제품 등의 부산물이어서 열처리가 동반되지 않았으나, 가다랑어의 경우 통조림 가공 부산물이어서 loin의 분리를 쉽게 하기 위해 열처리가 동반되었기 때문이라 판단되었다. 한편, Oh와 Lee(21)의 경우도 가다랑어를 열처리한 결과 PC와 PE의 경우 조성비가 감소한 데 반하여, SPM의 경우 조성비가 증가하였다고 보고한 바 있다.

#### 총지질의 지방산 조성

Fish frame의 근육으로부터 추출한 총지질의 지방산 조성을 살펴보기 위하여 GC로 분석한 결과는 Table 6과 같다. 총지질의 지방산 조성은 붉은 메기의 경우 폴리엔산이 51.5%로 전체의 절반이상을 차지하였고, 다음으로 포화산과 모노엔산이 각각 24.9%와 23.7%로 유사하였다. 붉은 메기 근육의 주요 구성 지방산은 22:6n-3(34.6%), 16:0(17.5%), 18:1n-9(15.3%) 등이었다. 연어, 삼치 및 고등어의 경우 폴리엔산과 모노엔산이 각각 34.2~37.8%범위, 33.9~38.6%범위로 크게 차이가 없었으나, 포화산(23.6~31.1%)에 비하여는 조성비가 높았다. 이들 어류의 주요 구성 지방산으로는 16:0(17.5~20.4%), 18:1n-9(19.2~21.1%) 및 22:6n-3(14.9~17.8%) 등이었다. 붕장어의 경우, 일반적인 어류의 경향과는 달리 모노엔산이 50.6%로 거의 절반이상을 차지하여 상당히 특이하였고, 다음으로 포화산(26.9%) 및 폴리엔산(22.5%)이었다. 붕장어의 주요 구성 지방산으로는 16:0(20.0%), 18:1n-9(33.0%) 및 22:6n-3(10.0%) 등이었다. 한편, 가열처리 시료인 가다랑어의 경우, 포화산이 42.6%로 가장 높았고, 다음으로 폴리엔산(35.0%) 및 모노엔산(22.4%)의 순이었다. 그리고, 주요 구성 지방산으로는 16:0(27.0%), 18:1n-9(13.8%) 및 22:6n-3(23.1%) 등이었다. 이들 어류 근육의 총지질의 조성 중에 건강 기능성 지질 성분이라 할 수 있는 EPA+DHA 조성비율은 붉은 메기가 41.8%로 가장 높았고, 다음으로 가다랑어(27.0%), 삼치(24.7%), 고등어(24.3%), 연어(21.6%) 그리고 붕장어(15.1%)의 순이었다. 이와 같이 다른 5종 어류의 지방산 조성에 비하여 붉은 메기의 지방산 조성이 특히 불포화도가 높은 것은 붉은 메기를 구성하고 있는 지질의 대부분이 불포화도가 높은 조직지질로 구성되어 있기 때문이라 판단되었다(22).

붉은 메기, 연어, 삼치, 고등어, 붕장어 및 가다랑어의 뼈로

Table 6. Fatty acid compositions of total lipids (TL) of muscles from fish frame (area %)

Fatty acid	Fishes <sup>1)</sup>					
	AW	CS	SM	CM	CE	ST
14:0	1.1	1.0	4.2	5.6	2.8	3.2
15:0	0.2	0.5	0.4	0.7	0.3	1.3
16:0	17.5	17.5	20.4	20.2	20.0	27.0
17:0	0.3	0.5	0.4	0.6	0.4	2.1
18:0	5.7	3.8	4.9	3.5	3.2	8.6
20:0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4
Saturates	24.9	23.6	30.7	31.1	26.9	42.6
16:1n-7	1.9	7.9	6.3	5.0	8.5	4.5
16:1n-5	0.4	0.4	0.3	0.6	0.3	0.4
18:1n-9	15.3	21.1	20.4	19.2	33.0	13.8
18:1n-7	3.3	4.4	3.8	4.2	5.4	3.3
18:1n-5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
20:1n-9	2.7	1.4	1.5	2.8	1.9	0.3
22:1n-11	trace	0.4	trace	2.4	1.2	trace
22:1n-9	trace	2.9	1.5	0.3	0.2	trace
Monoenes	23.7	38.6	33.9	34.7	50.6	22.4
16:2n-4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.1
16:3n-3	0.2	0.1	0.1	0.4	0.4	0.1
18:2n-6	1.5	4.2	1.3	2.2	1.0	1.1
18:2n-4	0.2	0.4	0.3	0.2	trace	trace
18:3n-4	0.3	0.6	0.1	0.2	0.3	0.4
18:3n-3	0.2	1.4	0.9	1.1	0.4	0.5
18:4n-3	0.1	1.6	1.4	0.8	0.3	0.6
20:2n-6	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1	trace
20:3n-3	trace	0.1	0.2	0.2	trace	trace
20:4n-6	3.4	1.3	2.3	1.0	1.1	2.2
20:4n-3	0.4	0.7	0.4	0.5	0.6	0.3
20:5n-3	7.2	6.7	6.9	8.6	5.1	3.9
21:5n-3	0.2	0.5	0.3	0.3	0.2	trace
22:4n-6	0.4	0.2	0.4	0.2	0.3	0.2
22:5n-6	0.8	0.3	0.5	0.5	0.3	2.0
22:5n-3	1.3	4.1	1.9	1.5	2.0	0.5
22:6n-3	34.6	14.9	17.8	15.7	10.0	23.1
Polyenes	51.5	37.8	35.4	34.2	22.5	35.0

<sup>1)</sup>See the legend of Table 3.

부터 추출한 총지질의 지방산 조성은 Table 7과 같다. 붉은 메기의 경우 18:1n-9를 주성분(28.1%)으로 하는 모노엔산이 39.9%로 가장 높았고, 다음으로 22:6n-3을 주성분(19.0%)으로 하는 폴리엔산(35.6%) 및 16:0을 주성분(14.4%)으로 하는 포화산(24.5%)의 순이었다. 연어의 경우, 22:6n-3을 주성분(20.5%)으로 하는 폴리엔산이 47.5%로 거의 절반을 차지하였고, 다음으로 18:1n-9를 주성분(17.1%)으로 하는 모노엔산(29.7%), 16:0을 주성분(14.2%)으로 하는 포화산(22.8%)의 순이었다. 그리고, 삼치와 붕장어의 경우, 18:1n-9를 주성분(각각 21.3% 및 35.3%)으로 하는 모노엔산이 각각 36.4% 및 50.3%으로 가장 높았고, 다음으로 16:0을 주성분(각각 22.1% 및 20.4%)으로 하는 포화산(각각 33.6% 및 28.4%) 및 22:6n-3을 주성분(각각 16.3% 및 9.6%)으로 하는 폴리엔산(각각 30.0% 및 21.3%)의 순이었다. 고등어와 가다랑어의 경우 16:0을 주성분(각각 23.6% 및 25.9%)으로 하는 포화산이 각각 37.2% 및 41.1%로 가장 높았고, 다음으로 22:6n-3을 주성분(각각 18.6% 및 22.5%)으로 하는 폴리엔산(각각

**Table 7. Fatty acid compositions of total lipids (TL) of bones from fish frames (area %)**

Fishes <sup>1)</sup>	AW	CS	SM	CM	CE	ST
Fatty acid						
14:0	1.9	3.9	4.8	4.7	4.5	4.3
15:0	0.1	0.3	0.6	1.2	0.3	1.3
16:0	14.4	14.2	22.1	23.6	20.4	25.9
17:0	0.1	0.3	0.5	1.4	0.3	1.9
18:0	7.9	3.9	5.1	5.9	2.8	7.3
20:0	0.1	0.2	0.5	0.4	0.1	0.4
Saturates	24.5	22.8	33.6	37.2	28.4	41.1
16:1n-7	4.5	6.0	8.1	6.5	9.0	5.6
16:1n-5	0.2	0.3	0.4	0.6	0.4	0.5
18:1n-9	28.1	17.1	21.3	14.0	35.3	12.3
18:1n-7	4.1	4.1	4.9	3.4	4.9	2.8
18:1n-5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1
20:1n-9	2.7	1.9	1.4	2.1	0.3	0.8
22:1n-11	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
22:1n-9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Monoenes	39.9	29.7	36.4	27.1	50.3	22.5
16:2n-4	0.9	0.4	0.6	0.2	0.3	1.1
16:3n-3	0.1	0.2	0.6	0.1	0.3	0.2
18:2n-6	1.0	3.9	1.1	1.1	0.8	1.5
18:2n-4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2
18:3n-4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.3
18:3n-3	0.2	1.2	0.8	0.6	0.3	0.4
18:4n-3	0.3	1.3	1.4	1.4	0.3	0.7
20:2n-6	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1
20:3n-3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
20:4n-6	3.2	0.7	0.9	2.1	1.1	1.3
20:4n-3	0.3	1.6	0.3	0.3	0.5	0.2
20:5n-3	5.8	9.3	6.2	7.4	4.7	5.4
21:5n-3	0.1	0.8	0.1	0.3	0.2	0.1
22:4n-6	0.6	0.4	0.1	0.4	0.4	0.2
22:5n-6	0.5	0.4	0.2	0.9	0.3	1.6
22:5n-3	2.8	5.5	0.5	1.4	1.9	0.5
22:6n-3	19.0	20.5	16.3	18.6	9.6	22.5
Polyenes	35.6	47.5	30.0	35.7	21.3	36.4

<sup>1)</sup>See the legend of Table 3.

35.7% 및 36.4%) 및 18:1n-9를 주성분(각각 14.0% 및 12.3%)으로 하는 모노엔산(각각 27.1% 및 22.5%)의 순이었다. 또한, 주요 기능성 지질 성분의 하나인 EPA + DHA의 조성비는 연어가 29.8%로 가장 높았고, 다음으로 가다랑어(27.9%), 고등어(26.0%), 붉은 메기(24.8%), 삼치(22.5%) 등의 순이었다.

근육과 뼈 상호간의 포화산, 모노엔산 및 폴리엔산의 조성 및 주요 지방산들의 조성은 붕장어와 가다랑어의 경우에 있어서는 차이가 없었으나, 붉은 메기, 연어, 삼치 및 고등어의 경우 크게 차이가 있었다. 그리고, EPA + DHA 조성비와 총 지질 함량 및 지질 조성의 결과를 함께 고려하는 경우 기능성 지질의 추출원으로 근육보다는 뼈가 적절하였다. 기능성 지질 추출원으로 뼈의 경우 삼치가 가장 적절하였고, 다음으로 연어, 고등어의 순이었으며, 수율이 낮으면서 중성지질의 조성비가 낮은 붉은 메기, 총지질의 함량이 낮은 가다랑어, 기능성 지방산의 조성비가 낮은 붕장어 등의 경우 이들에 비하여 적절하지 못하다고 판단되었다.

**중성지질의 지방산 조성**

각 어류의 fish frame에서 분리한 근육 중의 중성지질의 지방산 조성은 Table 8과 같다. 붉은 메기의 경우, 폴리엔산이 48.3%로 전체의 약 절반을 차지하였고, 다음으로 포화산과 모노엔산이 각각 25.1%와 26.6%였으며, 주요 구성 지방산은 22:6n-3(30.1%), 16:0(17.1%), 18:1n-9(15.0%) 등이었다. 연어, 삼치 및 고등어의 경우, 폴리엔산과 모노엔산이 각각 33.2~37.3%범위, 34.2~39.1%범위로 크게 차이가 없었으나, 포화산의 범위(23.6~31.6%)에 비하여 높았다. 이들 어류의 주요 구성 지방산으로는 16:0(18.0~20.6%), 18:1n-9(19.3~21.4%) 및 22:6n-3(15.0~18.1%) 등이었다. 붕장어의 경우, 일반적인 어류의 경향과는 달리 모노엔산이 50.4%로 거의 절반이상을 차지하였고, 다음으로 포화산(26.8%) 및 폴리엔산(22.7%)이었다. 붕장어의 주요 구성 지방산으로는 16:0(20.2%), 18:1n-9(33.6%) 및 22:6n-3(9.9%) 등이었다. 한편, 가열처리 시료인 가다랑어의 경우, 포화산이 41.0%로

**Table 8. Fatty acid compositions of neutral lipids (NL) of muscles from fish frames (area %)**

Fishes <sup>1)</sup>	AW	CS	SM	CM	CE	ST
Fatty acid						
14:0	2.4	0.7	4.2	5.8	2.7	3.4
15:0	0.3	0.4	0.4	0.8	0.4	1.2
16:0	17.1	18.0	20.2	20.6	20.2	26.3
17:0	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	1.8
18:0	5.0	3.8	5.0	3.4	3.0	7.9
20:0	trace	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4
Saturates	25.1	23.6	30.7	31.6	26.8	41.0
16:1n-7	3.9	8.0	6.4	5.2	8.3	4.8
16:1n-5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4
18:1n-9	15.0	21.4	20.6	19.3	33.6	13.2
18:1n-7	4.1	4.5	3.8	4.2	5.1	3.2
18:1n-5	trace	0.1	0.1	0.2	trace	0.2
20:1n-9	3.2	1.4	1.4	2.7	1.8	0.3
22:1n-11	trace	0.5	trace	2.6	1.0	0.2
22:1n-9	trace	2.8	1.5	0.4	0.2	0.1
Monoenes	26.6	39.1	34.2	35.2	50.4	22.4
16:2n-4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2
16:3n-3	trace	0.1	0.1	0.4	0.3	0.1
18:2n-6	1.4	4.3	1.2	2.0	1.0	1.2
18:2n-4	trace	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1
18:3n-4	0.3	0.6	0.1	0.3	0.3	0.4
18:3n-3	0.3	1.4	1.0	1.2	0.4	0.4
18:4n-3	0.5	1.4	1.3	0.6	0.3	0.7
20:2n-6	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
20:3n-3	trace	0.1	0.2	0.1	0.1	trace
20:4n-6	2.9	1.4	2.3	0.9	1.0	2.1
20:4n-3	0.7	0.7	0.3	0.5	0.7	0.2
20:5n-3	8.5	6.3	6.9	8.3	5.2	3.9
21:5n-3	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	trace
22:4n-6	0.3	0.2	0.3	0.1	0.3	0.3
22:5n-6	0.6	0.3	0.5	0.4	0.3	2.2
22:5n-3	1.8	4.0	1.6	1.4	2.0	0.8
22:6n-3	30.1	15.0	18.1	15.6	9.9	23.8
Polyenes	48.3	37.3	35.1	33.2	22.7	36.6

<sup>1)</sup>See the legend of Table 3.

가장 높았고, 다음으로 폴리엔산(36.6%) 및 모노엔산(22.4%)의 순이었다. 그리고, 주요 구성 지방산으로는 16:0(26.3%), 18:1n-9(13.2%) 및 22:6n-3(23.8%) 등이었다. 붉은 메기를 제외한 이들 5종 어류 근육 중성지질의 지방산 조성은 총지질의 지방산 조성보다 아주 유사하였고, 단지 붉은 메기 근육 중성지질의 지방산 조성이 총지질의 지방산 조성보다 약간 차이가 있었다. 이와 같은 경향은 붉은 메기를 제외한 5종 어류 근육의 총지질은 대부분이 중성지질로 구성되어 있었으나, 붉은 메기 근육의 총지질은 오히려 극성지질의 조성이 높았기 때문이라 판단되었다. 이들 6종 어류근육의 중성지질은 건강 기능성 지질 성분이라 할 수 있는 EPA+DHA 조성 비율이 붉은 메기가 38.6%로 가장 높았고, 다음으로 가다랑어(27.7%), 삼치(25.0%), 고등어(23.9%), 연어(21.3%) 및 붕장어(15.1%)의 순이었다. 총 지질의 EPA+DHA 조성 비율에 대하여 어류 근육의 중성지질을 구성하는 EPA+DHA 조성 비율 역시 붉은 메기의 경우 차이가 인정되었으나, 나머지 5종 어류의 경우 차이가 인정되지 않았다.

뼈의 중성지질의 지방산 조성은 Table 9와 같다. 붉은 메기의 경우, 18:1n-9를 주성분(24.3%)으로 하는 모노엔산과 22:6n-3을 주성분(17.8%)으로 하는 폴리엔산(37.3%)의 조성비가 높았고, 16:0을 주성분(16.2%)으로 하는 포화산이 25.5%로 이들에 비하여 낮았다. 연어의 경우, 22:6n-3을 주성분(20.3%)으로 하는 폴리엔산이 47.6%로 거의 절반을 차지하여 조성비가 가장 높았고, 다음으로 18:1n-9를 주성분(16.9%)으로 하는 모노엔산(29.3%), 16:0을 주성분(14.4%)으로 하는 포화산(23.1%)의 순이었다. 그리고, 삼치와 붕장어의 경우 18:1n-9를 주성분(각각 22.4% 및 34.9%)으로 하는 모노엔산이 각각 37.3% 및 50.2%로 가장 높았고, 다음으로 16:0을 주성분(각각 21.9% 및 19.6%)으로 하는 포화산(각각 33.6% 및 27.5%) 및 22:6n-3을 주성분(각각 15.6% 및 9.8%)으로 하는 폴리엔산(각각 29.1% 및 22.3%)의 순이었다. 고등어와 가다랑어의 경우 16:0을 주성분(각각 23.5% 및 26.6%)으로 하는 포화산이 각각 37.5% 및 41.9%로 가장 높았고, 다음으로 22:6n-3을 주성분(각각 18.2% 및 22.5%)으로 하는 폴리엔산(각각 35.7% 및 35.1%) 및 18:1n-9를 주성분(각각 13.9% 및 12.6%)으로 하는 모노엔산(각각 26.8% 및 23.0%)의 순이었다. 이와 같은 6종 어류 뼈의 중성지질의 지방산 조성은 근육의 중성지질의 지방산 조성보다 유사하였고(Table 8), 붉은 메기를 제외한 5종 어류 뼈의 중성지질의 지방산 조성이 총지질의 지방산 조성(Table 6과 7)과도 유사한 경향이었으나, 붉은 메기의 경우, 총지질의 지방산 조성과는 약간 차이가 있었다. 어류 뼈의 중성지질을 구성하는 EPA+DHA 조성 비율은 연어가 29.3%로 가장 높았고, 다음으로 가다랑어(27.1%), 붉은 메기(27.0%), 고등어(25.7%), 삼치(21.6%) 등의 순이었으며, 붕장어가 14.9%로 다소 낮았다. 이와 같은 어류 뼈의 중성지질의 EPA+DHA 조성 비율은 붉은 메기를 제외하고는 뼈 유래 총지질의 EPA+DHA 조성

Table 9. Fatty acid compositions of neutral lipids (NL) of bones from fish frames (area %)

Fatty acid	Fishes <sup>1)</sup>					
	AW	CS	SM	CM	CE	ST
14:0	2.8	3.9	5.0	4.9	4.3	4.6
15:0	0.1	0.4	0.4	1.3	0.3	1.4
16:0	16.2	14.4	21.9	23.5	19.6	26.6
17:0	0.1	0.4	0.5	1.4	0.4	2.0
18:0	6.1	3.9	5.3	5.9	2.7	6.9
20:0	0.2	0.1	0.5	0.5	0.2	0.4
Saturates	25.5	23.1	33.6	37.5	27.5	41.9
16:1n-7	3.4	5.8	7.8	6.8	8.9	5.4
16:1n-5	0.3	0.3	0.4	0.7	0.5	0.5
18:1n-9	24.3	16.9	22.4	13.9	34.9	12.6
18:1n-7	5.1	4.2	5.0	3.5	5.1	2.9
18:1n-5	0.1	trace	0.1	0.1	0.3	0.1
20:1n-9	3.8	1.8	1.5	1.6	0.3	0.9
22:1n-11	0.1	0.1	trace	0.1	0.1	0.3
22:1n-9	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3
Monoenes	37.2	29.3	37.3	26.8	50.2	23.0
16:2n-4	0.6	0.6	0.5	0.3	0.3	0.9
16:3n-3	0.1	0.2	0.6	0.1	0.3	0.2
18:2n-6	1.0	4.2	1.1	1.4	0.9	1.1
18:2n-4	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3
18:3n-4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
18:3n-3	0.2	1.3	0.8	0.7	0.1	0.4
18:4n-3	0.2	1.5	1.4	0.9	0.3	0.7
20:2n-6	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1
20:3n-3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	trace
20:4n-6	3.2	0.7	0.9	2.4	1.1	1.4
20:4n-3	0.4	1.4	0.3	0.3	0.5	0.2
20:5n-3	9.2	9.0	6.0	7.5	5.1	4.6
21:5n-3	trace	0.7	0.3	0.2	0.2	0.1
22:4n-6	0.6	0.4	trace	0.5	0.4	0.2
22:5n-6	0.5	0.5	0.2	0.7	0.3	1.7
22:5n-3	2.7	5.6	0.6	1.6	2.2	0.4
22:6n-3	17.8	20.3	15.6	18.2	9.8	22.5
Polyenes	37.3	47.6	29.1	35.7	22.3	35.1

<sup>1)</sup>See the legend of Table 3.

비율과도 유사하였다.

#### 극성지질의 지방산 조성

Fish frame의 근육 유래 극성지질의 지방산 조성은 Table 10과 같다. 붉은 메기의 경우 22:6n-3을 주성분(36.2%)으로 하는 폴리엔산의 조성비가 53.1%로 절반 이상을 차지하여 특이하였고, 다음으로 16:0을 주성분(17.8%)으로 하는 포화산(24.8%)과 18:1n-9를 주성분(15.4%)으로 하는 모노엔산(22.1%)의 순이었으며, 근육 유래 총지질의 지방산 조성보다 큰 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 붉은 메기의 경우, 총지질의 62.3%가 극성지질(Table 3)이었기 때문이라 판단되었다. 연어의 경우도 붉은 메기와 같이 22:6n-3을 주성분(16.1%)으로 하는 폴리엔산이 40.3%로 대부분을 차지하였으나, 붉은 메기와는 달리 다음으로 18:1n-9를 주성분(18.1%)으로 하는 모노엔산(35.5%), 16:0을 주성분(16.1%)으로 하는 포화산(24.2%)의 순이었다. 그리고, 삼치, 고등어 및 가다랑어의 경우 22:6n-3을 주성분(각각 21.9%, 16.8% 및 26.4%)으

Table 10. Fatty acid compositions of polar lipids (PL) of muscles from fish frames (area %)

Fatty acid	Fishes <sup>1)</sup>	AW	CS	SM	CM	CE	ST
14:0		0.3	3.0	4.3	4.7	1.8	1.9
15:0		0.1	0.3	0.4	0.9	0.1	0.7
16:0		17.8	16.1	28.7	25.3	18.0	22.8
17:0		0.3	0.5	0.5	0.9	0.4	2.4
18:0		6.1	3.9	4.4	5.1	4.5	9.6
20:0		0.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4
Saturates		24.8	24.2	38.6	37.3	25.1	37.8
16:1n-7		0.6	8.0	4.5	3.3	6.9	3.7
16:1n-5		0.3	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3
18:1n-9		15.4	18.1	18.5	15.8	25.2	15.6
18:1n-7		3.0	3.6	3.3	3.8	6.5	3.5
18:1n-5		0.2	trace	trace	trace	0.1	trace
20:1n-9		2.6	1.4	1.0	1.3	0.9	0.5
22:1n-11		trace	trace	trace	1.8	0.5	trace
22:1n-9		trace	4.0	1.0	0.7	trace	trace
Monoenes		22.1	35.5	28.6	27.1	40.3	23.6
16:2n-4		0.5	0.2	0.3	0.6	0.4	0.5
16:3n-3		0.3	0.1	0.3	0.3	0.4	0.1
18:2n-6		1.6	3.3	1.0	1.9	0.5	0.7
18:2n-4		0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	trace
18:3n-4		0.3	0.6	0.4	0.2	0.1	0.2
18:3n-3		0.2	0.2	0.8	0.8	0.1	0.1
18:4n-3		0.1	0.2	0.8	0.7	0.4	0.2
20:2n-6		0.2	0.1	trace	0.3	0.4	trace
20:3n-3		0.1	0.1	0.4	0.4	0.1	trace
20:4n-6		3.7	0.2	2.6	1.7	1.9	2.4
20:4n-3		0.1	0.7	0.7	0.3	0.2	0.1
20:5n-3		6.7	12.1	6.6	8.8	6.9	3.7
21:5n-3		0.2	0.2	trace	0.2	0.1	trace
22:4n-6		0.5	0.1	0.3	0.2	0.3	0.3
22:5n-6		0.9	0.2	0.5	0.7	0.6	3.3
22:5n-3		1.2	5.8	1.5	1.6	3.2	0.6
22:6n-3		36.2	16.1	21.9	16.8	18.9	26.4
Polyenes		53.1	40.3	38.3	35.6	34.6	38.6

<sup>1)</sup>See the legend of Table 3.

로 하는 폴리엔산(각각 38.3%, 35.6% 및 38.6%)과 16:0을 주성분(28.7%, 25.3% 및 22.8%)으로 하는 포화산(38.6%, 37.3% 및 37.8%)이 유사한 조성으로 18:1n-9를 주성분(각각 18.5%, 15.8% 및 15.6%)으로 하는 모노엔산의 조성비(각각 23.1%, 27.1% 및 23.6%)보다는 확연히 높았다. 그리고, 붕장어의 경우 18:1n-9를 주성분(25.2%)으로 하는 모노엔산이 40.3%로 가장 높았고, 다음으로 22:6n-3을 주성분(18.9%)으로 하는 폴리엔산(34.6%), 16:0을 주성분(18.0%)으로 하는 포화산(25.1%) 등의 순이었다. 붉은 메기를 제외한 5종 어류 근육 유래 극성지질의 지방산 조성은 총지질의 지방산 조성과는 상당히 차이가 있었는데, 이는 중성지질에 비하여 총지질을 구성하는 극성지질의 조성 비율이 낮았기 때문이라 판단되었다.

붉은 메기, 연어, 삼치, 고등어, 붕장어 및 가다랑어의 뼈 유래 극성지질의 지방산 조성은 Table 11과 같다. 뼈 유래 극성지질의 지방산 조성은 붉은 메기의 경우 18:1n-9를 주성분(30.3%)으로 하는 모노엔산이 41.4%로 가장 높았고, 다

Table 11. Fatty acid compositions of polar lipids (PL) of bones from fish frames (area %)

Fatty acid	Fishes <sup>1)</sup>	AW	CS	SM	CM	CE	ST
14:0		1.6	3.1	4.2	3.9	3.6	3.1
15:0		0.1	0.5	0.3	1.3	0.6	1.6
16:0		13.9	15.4	23.3	24.2	21.7	24.4
17:0		0.3	0.4	0.4	0.9	0.5	1.8
18:0		8.5	5.9	6.0	6.5	3.6	8.9
20:0		0.1	0.2	0.5	0.5	0.3	0.5
Saturates		24.5	25.5	34.7	37.3	30.3	40.3
16:1n-7		5.0	6.2	6.6	5.9	7.3	4.3
16:1n-5		0.2	0.2	0.4	0.3	0.4	0.2
18:1n-9		30.3	20.5	25.9	18.5	34.5	18.7
18:1n-7		3.5	4.1	4.8	3.6	4.8	3.1
18:1n-5		0.1	trace	0.1	0.1	0.2	0.1
20:1n-9		2.2	1.6	1.0	1.3	0.4	0.6
22:1n-11		0.1	0.3	trace	0.1	0.1	0.2
22:1n-9		trace	0.1	trace	0.1	0.1	0.3
Monoenes		41.4	33.0	38.8	29.9	47.8	27.5
16:2n-4		1.0	0.7	0.7	0.7	0.9	0.7
16:3n-3		trace	0.3	0.5	0.1	0.3	0.2
18:2n-6		0.8	2.9	0.7	1.8	0.7	0.8
18:2n-4		0.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2
18:3n-4		0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2
18:3n-3		0.2	1.5	0.6	0.5	0.1	0.2
18:4n-3		0.3	1.0	0.9	0.6	0.3	0.4
20:2n-6		0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
20:3n-3		0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1
20:4n-6		2.9	1.2	1.4	2.1	2.0	1.5
20:4n-3		0.3	0.8	0.2	0.4	0.3	0.1
20:5n-3		4.3	7.5	4.9	6.4	3.9	6.0
21:5n-3		trace	0.3	0.5	0.2	0.1	0.1
22:4n-6		0.5	0.6	0.1	0.5	0.4	0.3
22:5n-6		0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	1.9
22:5n-3		2.8	5.1	1.0	1.6	1.5	0.5
22:6n-3		20.0	18.4	13.6	16.8	10.3	18.9
Polyenes		34.1	41.5	26.5	32.8	21.9	32.2

<sup>1)</sup>See the legend of Table 3.

음으로 22:6n-3을 주성분(20.0%)으로 하는 폴리엔산(34.1%), 16:0을 주성분(13.9%)으로 하는 포화산(24.5%)의 순이었다. 이와는 달리 연어의 경우 22:6n-3을 주성분(18.4%)으로 하는 폴리엔산이 41.5%로 가장 높았고, 다음으로 18:1n-9를 주성분(20.5%)으로 하는 모노엔산(33.0%) 및 16:0을 주성분(15.4%)으로 하는 포화산(25.5%)의 순이었다. 삼치와 붕장어의 경우 붉은 메기와 같이 18:1n-9를 주성분(각각 25.9% 및 34.5%)으로 하는 모노엔산이 각각 38.8%와 47.8%로 가장 높았고, 다음으로 16:0을 주성분(각각 23.3% 및 21.7%)으로 하는 포화산(각각 34.7% 및 30.3%) 및 22:6n-3을 주성분(각각 13.6% 및 10.3%)으로 하는 폴리엔산(각각 26.5% 및 21.9%)의 순이었다. 그리고, 고등어와 가다랑어의 경우, 16:0을 주성분(각각 24.2% 및 24.4%)으로 하는 포화산이 각각 37.3%와 40.3%로 가장 높았고, 다음으로 22:6n-3을 주성분(각각 16.8% 및 18.9%)으로 하는 폴리엔산(각각 32.8% 및 32.2%) 및 18:1n-9를 주성분(각각 18.5% 및 18.7%)으로 하는 모노엔산(각각 29.9% 및 27.5%)의 순이었다. 이와 같은



6종 어류 뼈 유래 극성지질의 지방산 조성은 총 지질의 지방산에 비하여 붉은 메기의 경우 유사하였으나, 이를 제외한 5종 어류의 경우 차이가 있었다.

## 요 약

수산가공 부산물인 fish frame을 기능성 지질 추출소재로서의 이용 가능성을 검토하기 위하여 6종의 fish frame(붉은 메기, 연어, 삼치, 고등어, 봉장어, 가다랑어 등)에 대한 지질 성분 특성에 대하여 살펴보았다. Fish frame에 대한 어류 뼈의 수율은 가다랑어가 64.2%로 가장 높았고, 다음으로 연어(57.9%), 봉장어(54.6%), 붉은 메기(42.0%), 삼치(41.7%) 등의 순이었으며, 고등어가 32.6%로 가장 낮았다. 어류 뼈 유래 총지질 중 중성지질의 함량은 삼치가 23.3 g/100 g으로 가장 많았고, 다음으로 봉장어(21.5 g/100 g), 연어(16.0 g/100 g), 고등어(15.5 g/100 g)의 순이었으며, 가다랑어와 붉은 메기의 경우 다른 4종의 어류에 비하여 확연히 낮았다. 붉은 메기를 제외한 5종 어류의 중성지질 모두가 근육 및 뼈 지방에 관계없이 TG가 주성분(근육지방, 71.9~83.2%; 뼈지방, 74.2~86.9%)이었고, 다음으로 근육지방의 경우, FFA(8.1~19.2%), 뼈지방의 경우 FS(5.5~15.5%)이었다. 붉은 메기의 경우, 중성지질의 주성분인 TG의 조성비(근육지방, 48.6%; 뼈지방, 45.3%)가 다른 어류에 비하여 확연히 낮았고, FFA의 조성비 또한 근육지방(41.6%) 및 뼈지방(43.4%)에 관계없이 모두 5종의 어류에 비하여 확연히 높았다. 어류 뼈의 중성지질의 EPA+DHA 조성은 연어가 29.3%로 가장 높았고, 다음으로 가다랑어(27.1%), 붉은 메기(27.0%), 고등어(25.7%), 삼치(21.6%)의 순이었고, 봉장어의 경우 14.9%에 불과하였다. 이상의 수율, 중성지질 함량, 유리지방산 조성 및 EPA+DHA 조성 비율의 결과로 미루어 보아 기능성 지질 추출원으로는 연어가 가장 우수하였고, 다음으로 삼치, 봉장어, 고등어, 가다랑어 등의 순이었으며, 붉은 메기의 경우 부적절하다고 판단되었다.

## 문 헌

- Kim SK, Park PJ, Kim GH. 2000. Preparation of sauce from enzymatic hydrolysates of cod frame protein. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 635-641.
- Wendel AP. 1999. Recovery and utilization of Pacific whiting frame meat for surimi production. *PhD Dissertation*. Oregon State University, USA.
- Kim JS, Choi JD, Koo JG. 1998. Component characteristics of fish bone as a food source. *Agric Chem Biotechnol* 41: 67-72.
- Kim JS, Yang SK, Heu MS. 2000. Component characteristics of cooking tuna bone as a food resource. *J Korean Fish Soc* 33: 38-42.
- Shizuki O. 1981. Fish bone. *New Food Industry* 23: 66-72.
- Lee CK, Choi JS, Jeon YJ, Byun HG, Kim SK. 1997. The properties of natural hydroxyapatite isolated from tuna bone. *J Korean Fish Soc* 30: 652-659.
- Watanabe H, Takewa M, Takai R, Sakai Y. 1985. Cooking rate of fish bone. *Bull Japan Soc Fish* 54: 2047-2050.
- Tsutagawa Y, Hosogai Y, Kawai H. 1994. Comparison of mineral and phosphorus contents of muscle and bone in the wild and cultured horse mackerel. *J Food Hyg Soc Japan* 34: 315-318.
- Kim JS, Cho ML, Heu MS. 2000. Preparation of calcium powder from cooking skipjack tuna bone and its characteristics. *J Korean Fish Soc* 33: 158-163.
- Kim JS, Park JW. 2004. Characterization of acid-soluble collagen from Pacific whiting surimi processing byproducts. *J Food Sci* 69: C637-642.
- Carpo C, Himmelbloom B. 1994. Quality of mince from Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) frames. *J Aqua Food Prod Tech* 3: 7-17.
- Benjakul S. 1997. Utilization of wastes from Pacific whiting surimi manufacturing—proteinase and protein hydrolysate. *PhD Dissertation*. Oregon State University, USA.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC.
- Bligh EG, Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37: 911-917.
- Juaneda P, Rocquelin G. 1985. Rapid and convient separation of phospholipid and nonphosphorus lipids from rat heart using silica cartridge. *Lipids* 20: 40-41.
- 藤野安彦. 1980. 脂質分析法入門. 學會出版センター, 東京. p 108.
- Kim JS, Yeum DM, Kang HG, Kim IS, Kong CS, Lee TG, Heu MS. 2002. *Fundamentals and applications for canned foods*. 2nd ed. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. p 276-277.
- Zama K. 1970. Oxidation of the phospholipids of aquatic animals, in symposium on oxidation of marine animal lipids. *Bull Japan Soc Sci Fish* 36: 867-868.
- Bosund I, Granrot B. 1969. Lipid hydrolysis in frozen baltic herring. *J Food Sci* 34: 13-17.
- Kim JS, Ha JH, Lee EH. 1997. Refining of squid viscera oil. *Agric Chem Biotechnol* 40: 294-300.
- Oh KS, Lee EH. 1988. Studies on the processing of powdered *Katsubushi* and its flavor constituents. 2. Lipid components of powdered *Katsubushi*. *Bull Korean Fish Soc* 22: 19-24.
- Jeong BY, Moon SK, Choi BD, Lee JS. 1999. Seasonal variation in lipid class and fatty acid composition of 12 species of Korean fish. *J Korean Fish Soc* 32: 30-36.

(2004년 10월 28일 접수; 2005년 3월 2일 채택)