

갯장어의 일반성분과 지방산의 계절적 변화

안창범* · 신태선

여수대학교 식품공·영양학부

Seasonal Variation of Lipids and Fatty Acids of Sharp Toothed Eel (*Muraenesox cinereus*)

Chang-Bum Ahn* and Tai-Sun Shin

Division of Food Technology and Nutrition, YosU National University, YosU 550-749, Korea

Abstract

Seasonal variation of fatty acid composition and crude lipid in sharp toothed eel (*Muraenesox cinereus*) muscle was investigated. Crude lipid content varied from 3.85 to 12.59 g/100g, comprising the highest content in November. The major fatty acids of total lipid, neutral lipid, and phospholipid were C16:0, C23:0, C16:1, C18:1, C20:5, and C22:6, but in phospholipid, C18:3n-6 was also the major fatty acid. The C22:6 content of the neutral lipid was much lower compared to that of the total lipid and phospholipid. The content of polyunsaturated fatty acids (ranged from 73.93 to 66.23%) in phospholipid was higher than that of any other lipid fraction. In glycolipid, C20:1 and C14:1 were higher compared to those of any other lipid fraction, but C20:5 and C22:6 were lower. The annual average ratio of n-3 to n-6 of total lipid, neutral lipid, phospholipid, and glycolipid was 10.82, 12.27, 6.63, and 6.50, respectively. The particular trend of seasonal variation of fatty acid composition was not showed in total and neutral lipid. However, the samples caught in September and November had a high crude lipid content with a significantly lower content of polyunsaturated fatty acids in phospholipid. Also, the content of monounsaturated fatty acids in glycolipid was lower in samples of September, November, and January.

Key words – Sharp toothed eel, seasonal variation, crude lipid, fatty acid

서 론

장어류는 비타민 A, 단백질 및 지방의 함량이 높아 한국에서 건강식품으로 인기가 높은 어종이다. 이 중에서 갯장어(Sharp toothed eel, *Muraenesox cinereus*)는 다른 장어에 비해 특히 주둥이가 길고 3각형으로 돌출되어 있으

며 양턱에는 2~3줄의 이빨이 있고, 앞쪽에는 역세고 큰 송곳니가 있는 것이 특징이다. 우리나라 제주도 남방해역에서 겨울철을 보내고 봄이 되면 중국연안 또는 우리나라 서남해안으로 북상했다가 가을에 다시 남하한다[5]. 따라서 제주도를 제외한 다른 지역의 경우 겨울철에는 거의 찾아볼 수 없고 여름철에 주로 서남해 해안일부 지방에서 그 담백하고 독특한 맛 때문에 회나 샤부샤부(뜨거운 물에 살짝 데쳐서 먹는 일본식 요리의 일종)로 소비되는데 그나마 최근의 경향이고 일제시대부터 시작해서 최근 4~

*To whom all correspondence should be addressed
Tel : 061-659-3411, Fax : 061-659-3410
E-mail : a321@yosu.ac.kr

5년 전까지는 어획되는 갯장어의 전량이 고가로 일본으로 수출되었다. 이런 실정이고 보니 국내에서도 여수지역을 제외하고는 갯장어에 대해서 잘 모를 뿐만 아니라 식품학적인 연구보고도 거의 없다. 본 연구에서는 갯장어의 식품학적 기초 자료를 얻기 위해 갯장어의 연중 일반성분 및 지방산 조성의 변화를 분석, 검토하였다.

재료 및 방법

재료

2000년 5월부터 2001년 4월 사이에 전남 여수시 가막만 일대에서 주낙(5월에서 10월) 또는 간혹 저인망으로(11월에서 4월) 어획된 갯장어를 산채로 실험실로 옮겨와 체중 300~400 g (체장 55~60 cm), 200~300 g (체장 50~55 cm) 및 100~200 g (체장 45~50 cm)의 3군으로 나누어 드레스 (dressed) 상태로 한 다음 총 15마리(각 군에서 5마리씩)의 육 부분만을 각각 동량 취하여 냉각장치가 부착된 마쇄기(KNIFETEC 1095 Sample Mill, FOSS TEC-ATOR, Sweden)로 혼합, 마쇄하여 시료로 사용하였다.

일반성분

수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro-Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet, 회분은 건식회화법으로 측정하였다.

지질의 추출 및 분획

시료의 총지질은 Bligh와 Dyer법[2]으로 추출하였으며, 추출된 지질의 중성지질, 인지질 및 당지질은 TLC (thin layer chromatography)로 분획하였다. 즉, Silica gel (Type, GF; size, 10-40 μ ; Binder CaSO₄)을 도포하여 제작한 규산 박층판(20×20 cm, layer thickness 0.65 mm)에 지질 약 200 mg을 chloroform에 녹여 점적(spotting)한 다음 미리 전개용매(n-hexane : diethyl ether : acetic acid = 80 : 30 : 1, v/v)로 포화시킨 전개조에서 전개시켰다. 전개가 끝난 후 질소 기류 하에서 전개용매를 충분히 증발시키고 자외선(240 nm)을 조사하여 확인된 각 지질군을 도포된 규산과 함께 분취하였다. 이 때 사용된 표준품으로는 triglyceride, diglyceride, monoglyceride, phosphatidyl ethanolamine 및 galacto-cerebroside를 사용하였다. Silica gel과 결합된 지질을 추출하기 위해 중성지질은 di-

ethyl ether 약 200 ml, 인지질과 당지질은 chloroform과 methanol의 2:1 (v/v) 혼합용액 약 200 ml을 가하여 냉장 (4±1℃) 하에서 24시간 동안 교반, 추출하였다. 이 같은 조작을 5회 반복하였고 두 번째 이후의 추출시간은 1시간으로 하였다. 5회 반복하여 추출한 용제를 여과한 다음 감압, 건조하여 지방산 분석시료로 사용하였다.

지방산 methyl ester 제조 및 분석

지방산의 methylation은 AOCS 방법의 Ce-66[1]에 의하여 12.5%의 BF₃-MeOH 시약을 사용하여 지방을 methyl ester화 한 다음, 석유 에스테르로 추출하였다. 지방산 methyl ester의 분석은 GLC (HP 5890, Hewlett-packard Co., USA)로 행하였고 분석조건은 다음과 같다. Column은 SP-2560 capillary column (100 m×0.25 mm I.D×0.25 μ m film thickness; Supelco. Inc. Bellefonte, USA)을 사용하였고, 검출기는 FID를 사용하였다. Column의 초기 온도는 180℃로 하여 10분간 유지한 후 3℃/min으로 240℃까지 온도를 상승시키고 30분간 유지하였다. Injector 온도는 220℃, detector 온도는 240℃, carrier gas는 helium, 유속은 0.8 mL/min, split ratio는 100:1로 하였다. 각 지방산 methyl ester의 동정은 표준 지방산 methyl ester (Supelco Cat. No 2-4056, Supelco. Inc. Bellefonte, USA)의 머무름 시간과 비교하여 확인하였고 각 지방산의 함량은 각 표준물질의 표준곡선을 작성하여 지방산의 무게를 구하고 상대 백분율로 나타내었다.

통계처리

본 실험의 모든 결과는 평균과 표준편차로 나타내었으며, 통계처리는 SPSS program을 이용하였고, 유의차 검정은 ANOVA test와 Duncan's multiple range test로 행하였다.

결과 및 고찰

일반성분

일반적으로 어패류의 일반성분은 먹이, 수온 및 생식선의 성숙 또는 산란 등에 따라 연중 변화가 많다[6]. 특히 지질 및 수분함량의 변화가 심하다. 지질함량은 산란 및 회유로 인해 소비가 심하고 산란기에는 잘 먹지 않기 때

문에 대체로 낮다. 특히 몸통의 지질소비가 심하고 어체의 크기에 따라서도 다르다. 어패류의 지질함량은 계절적인 변동이 매우 심한데 이것은 수온, 먹이, 생식선의 성숙과 관계가 있다고 할 수 있다. 산란 및 회유로 인한 지질소비가 심하고 산란기에는 잘 먹지 않는 이유로 인해 지방함량이 대체로 낮다. 특히 몸통의 지질소비가 강하며, 어체의 크기에 따라서도 다르다. Wada[13,14]는 한국 해안을 따라 어획되는 정어리는 3월 중순에서 4월 중순의 산란 직후는 지질함량이 가장 낮고 식욕이 왕성해지는 5월부터 점차 증가하여 7월과 8월에 가장 높다고 하였다. 이처럼 정어리의 경우는 태평양계군, 일본해계군 및 구주계군 모두 봄철 산란 직후에 지질함량이 최저로 되고 색이기(索餌期)인 가을에 큰 폭으로 증가한다. 방어의 경우도 근육지질의 연중변화가 자연산이나 양식산을 막론하고 현저하다는 것이 보고되고 있다[11].

본 실험의 갯장어의 경우 지방함량은 3.85~12.59 g/100g의 범위로 11월에 그 함량이 가장 많았고, 5월에 가장 낮았으며, 갯장어를 주로 식용하는 7월에서 9월 사이의 지방함량이 많지도 적지도 않은 중간 정도였다. 갯장어는 산란기인 봄(5~6월경)에 식욕이 저하되었다가 8~9월경부터 왕성한 식욕을 보인다고 했는데[5], 갯장어의 연중 지방함량의 변화는 이와 관련이 깊은 것으로 판단된다. 수분함량은 지방함량이 많은 시기에 적게 나타나 역의 관계를 나타내었고, 단백질 및 회분함량은 거의 변화가 없었다(Table 1).

Table 1. Seasonal variation of proximate compositions in sharp toothed eel (g/100 g)

Month	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Ash
May	71.91 ± 0.95 ^a	3.85 ± 0.29 ^d	20.92 ± 1.76 ^a	2.13 ± 0.13 ^a
July	70.34 ± 0.84 ^{ab}	7.26 ± 0.66 ^c	19.51 ± 0.64 ^{ab}	2.05 ± 0.17 ^a
Sep.	67.13 ± 1.15 ^c	10.73 ± 1.07 ^b	18.83 ± 0.72 ^b	1.84 ± 0.16 ^b
Nov.	66.72 ± 1.93 ^c	12.59 ± 1.34 ^a	18.01 ± 0.89 ^c	1.70 ± 0.19 ^c
Jan.	69.07 ± 1.11 ^b	9.06 ± 0.69 ^b	18.51 ± 0.57 ^b	1.94 ± 0.15 ^{ab}
April	70.02 ± 0.95 ^b	6.81 ± 0.77 ^c	19.85 ± 1.56 ^a	2.03 ± 0.13 ^a

^{a-d}Different characters in the same column are significantly different(p<0.05)
Values are means and standard deviations of triplicate measurements(n=3).

지방산 조성

갯장어의 총지질, 중성지질, 인지질 및 당지질의 월별 구성 지방산 조성은 Table 2, 3, 4 및 5와 같다. 총지질의 주요 구성 지방산은 C16:0, C23:0, C16:1, C18:1, C20:5 및 C22:6이었으며 C18:2 (linoleic acid)와 C18:3 (linolenic acid)과 같은 필수 지방산의 함량은 매우 낮았다. 폴리엔산의 함량은 58.99~66.17%의 범위로 매우 높았으며 폴리엔산 중에서도 C20:5 (eicosapentaenoic acid, EPA) 및 C22:6 (docosahexaenoic acid, DHA)을 비롯한 n-3계 지방산이 폴리엔산 총함량의 약 90%를 차지하고 있었다. 그리고 n-6계 지방산에 대한 n-3계 지방산의 비(n-3/n-6)를 살펴보면 총지질의 경우 10.82 (연평균)로 중성지질(연평균 12.27)에 비해서는 다소 낮았지만 인지질(연 평균 6.63) 및 당지질(연평균 6.50)의 경우보다는 훨씬 높았다. 심혈관 질환의 예방에 n-3계 지방산, 특히 EPA가 중요한 역할을 하는 것으로 널리 알려져 있는데, Suzuki 등[12]은 담수산 무지개 송어, 뱀장어 및 잉어의 n-3/n-6의 비율을 조사한 결과 그 비율이 자연산 무지개 송어(3.68), 양식산 뱀장어(2.96), 양식산 무지개 송어(2.77), 자연산 뱀장어(1.43), 자연산 잉어(1.18), 양식산 잉어(0.59)의 순이었으며, 이는 “어떤 어종이 우리의 건강에 좋은 영향을 미치는가”에 대한 척도로 삼을 수 있을 지도 모른다고 보고한 바 있다. 이 같은 결과와 비교해 볼 때 갯장어는 같은 과에 속하는 뱀장어에 비해서도 월등히 높은 n-3/n-6의 비를 나타내고 있었다(Table 2). 그러나 n-3계 지방산의 과잉섭취에 대한 문제점이 지적되고 있고, n-3/n-6의 비가 1/5 이하가 적절하다는 보고[3]가 있는 것으로 보아 갯장어의 지나친 섭취에 관해서는 앞으로 좀더 구체적인 논의가 필요할 것으로 본다.

중성지질의 주요 구성지방산은 총지질의 경우와 같았지만, 총지질에 비해 폴리엔산의 총함량이 낮았다. 이는 특히 DHA의 함량이 총지질에 비해 매우 낮았기 때문이었다(Table 3). 인지질의 주요 구성지방산도 총지질이나 중성지질과 유사하였으나 C16:1과 C18:1의 함량이 낮은 반면 필수지방산인 C18:3n-6의 함량이 높은 것이 특징이었으며, 폴리엔산의 총함량은 73.93~66.23%의 범위로 다른 어느 지질획분보다도 높았다(Tabel 4). 수중(정어리, 방어, 참돔 및 은어) 어육 인지질의 경우도 C16:0, C18:0,

Table 2. Seasonal variation of the fatty acid compositions of total lipid in sharp toothed eel (weight %)

Fatty acid	May	July	Sep.	Nov.	Jan.	Apr.
C11:0	0.25 ± 0.01 ^c	0.27 ± 0.02 ^c	0.32 ± 0.02 ^b	0.59 ± 0.03 ^a	0.31 ± 0.02 ^b	0.26 ± 0.03 ^c
C12:0	0.30 ± 0.02 ^b	0.26 ± 0.01 ^c	0.34 ± 0.02 ^b	0.63 ± 0.03 ^a	0.35 ± 0.02 ^b	0.30 ± 0.02 ^b
C13:0	0.04 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.01 ^a	0.02 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.01 ^a	0.02 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.01 ^a
C14:0	2.18 ± 0.10 ^d	2.96 ± 0.14 ^b	3.28 ± 0.16 ^a	2.86 ± 0.14 ^b	2.34 ± 0.12 ^{cd}	2.42 ± 0.12 ^c
C15:0	0.52 ± 0.03 ^c	0.54 ± 0.02 ^c	0.51 ± 0.03 ^c	0.74 ± 0.04 ^a	0.50 ± 0.03 ^c	0.61 ± 0.04 ^{bc}
C16:0	7.27 ± 0.35 ^a	6.33 ± 0.91 ^c	6.61 ± 0.34 ^b	7.40 ± 0.37 ^a	6.64 ± 0.33 ^b	6.19 ± 0.55 ^c
C17:0	0.30 ± 0.01 ^c	0.22 ± 0.01 ^d	0.42 ± 0.02 ^b	0.43 ± 0.04 ^b	0.49 ± 0.02 ^a	0.25 ± 0.01 ^{cd}
C18:0	2.28 ± 0.12 ^a	1.80 ± 0.09 ^a	1.88 ± 0.09 ^a	2.21 ± 0.15 ^a	1.98 ± 0.10 ^a	1.92 ± 0.10 ^a
C20:0	0.20 ± 0.01 ^a	0.14 ± 0.01 ^b	0.01 ± 0.01 ^c	0.01 ± 0.01 ^c	0.20 ± 0.01 ^a	0.11 ± 0.01 ^b
C21:0	0.01 ± 0.01 ^b	0.02 ± 0.01 ^b	0.03 ± 0.01 ^b	0.01 ± 0.01 ^b	0.07 ± 0.01 ^a	0.01 ± 0.01 ^b
C22:0	0.02 ± 0.01 ^b	0.01 ± 0.01 ^b	0.12 ± 0.01 ^a	0.06 ± 0.02 ^b	0.03 ± 0.01 ^b	0.03 ± 0.01 ^b
C23:0	6.24 ± 0.21 ^a	3.16 ± 0.28 ^c	2.23 ± 0.13 ^d	3.26 ± 0.16 ^c	3.61 ± 0.31 ^b	3.01 ± 0.15 ^c
C24:0	0.02 ± 0.01 ^a	0.02 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.01 ^a	0.01 ± 0.01 ^a	0.01 ± 0.01 ^a	0.01 ± 0.01 ^a
ΣSaturated	19.63 ± 0.15 ^a	15.76 ± 1.28 ^b	15.80 ± 1.29 ^b	18.24 ± 1.58 ^a	16.55 ± 1.27 ^b	15.15 ± 0.75 ^b
C14:1	0.99 ± 0.07 ^b	0.84 ± 0.04 ^c	1.09 ± 0.05 ^b	2.03 ± 0.10 ^a	1.11 ± 0.06 ^b	0.91 ± 0.05 ^{bc}
C15:1	0.07 ± 0.02 ^b	0.06 ± 0.02 ^b	0.07 ± 0.02 ^b	0.17 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.01 ^b	0.02 ± 0.01 ^c
C16:1	8.16 ± 0.92 ^b	8.74 ± 0.94 ^{ab}	9.27 ± 0.46 ^a	10.59 ± 0.83 ^a	8.03 ± 0.84 ^b	8.26 ± 0.82 ^b
C17:1	0.37 ± 0.02 ^d	0.69 ± 0.07 ^b	0.84 ± 0.04 ^a	0.54 ± 0.03 ^b	0.81 ± 0.04 ^a	0.49 ± 0.02 ^{bc}
C20:1	2.01 ± 0.11 ^a	2.06 ± 0.10 ^a	0.62 ± 0.03 ^c	0.97 ± 0.06 ^b	0.57 ± 0.04 ^c	1.23 ± 0.06 ^b
C18:1(trans)	0.25 ± 0.03 ^a	0.12 ± 0.01 ^b	0.11 ± 0.01 ^b	0.18 ± 0.01 ^b	0.18 ± 0.01 ^b	0.15 ± 0.01 ^b
C18:1(cis)	7.27 ± 1.01 ^a	7.12 ± 0.45 ^a	7.06 ± 0.79 ^a	7.88 ± 0.79 ^a	7.73 ± 0.83 ^a	7.18 ± 0.59 ^a
C22:1	0.08 ± 0.02 ^a	0.10 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.02 ^a	0.12 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.02 ^b	0.09 ± 0.02 ^a
C24:1	0.47 ± 0.07 ^a	0.38 ± 0.02 ^a	0.25 ± 0.01 ^b	0.26 ± 0.03 ^b	0.44 ± 0.02 ^a	0.37 ± 0.02 ^a
ΣMonounsaturated	19.67 ± 1.63 ^b	20.11 ± 1.48 ^b	19.39 ± 1.23 ^b	22.74 ± 1.90 ^a	18.98 ± 1.81 ^b	18.70 ± 1.34 ^b
C18:3n-3	1.73 ± 0.08 ^a	0.53 ± 0.03 ^c	1.10 ± 0.06 ^b	0.52 ± 0.03 ^c	1.36 ± 0.16 ^{ab}	0.67 ± 0.03 ^c
C20:3n-3	0.25 ± 0.04 ^b	0.13 ± 0.01 ^c	0.14 ± 0.01 ^c	0.16 ± 0.02 ^c	0.33 ± 0.02 ^a	0.17 ± 0.02 ^c
C20:5n-3	13.55 ± 1.26 ^c	17.30 ± 1.56 ^b	19.82 ± 0.99 ^a	14.40 ± 0.92 ^c	13.51 ± 0.97 ^c	14.29 ± 1.01 ^c
C22:6n-3	38.67 ± 2.39 ^b	39.88 ± 2.19 ^b	36.02 ± 1.85 ^c	37.25 ± 2.53 ^{bc}	42.24 ± 3.07 ^a	44.87 ± 3.01 ^a
Σ n-3	54.20 ± 2.71 ^c	57.84 ± 3.03 ^b	57.08 ± 2.95 ^b	52.33 ± 3.26 ^c	57.44 ± 2.87 ^b	60.00 ± 3.23 ^a
C18:2n-6(trans)	0.12 ± 0.05 ^a	0.16 ± 0.01 ^a	0.07 ± 0.02 ^b	0.06 ± 0.01 ^b	0.05 ± 0.01 ^b	0.06 ± 0.01 ^b
C18:2n-6(cis)	2.01 ± 0.22 ^a	1.53 ± 0.08 ^b	1.53 ± 0.09 ^b	1.03 ± 0.05 ^c	1.45 ± 0.07 ^b	1.49 ± 0.07 ^b
C18:3n-6	2.17 ± 0.11 ^a	2.22 ± 0.11 ^a	2.21 ± 0.12 ^a	2.74 ± 0.15 ^a	2.09 ± 0.15 ^a	2.05 ± 0.17 ^a
C20:3n-6	0.86 ± 0.04 ^c	1.19 ± 0.06 ^c	1.45 ± 0.07 ^b	1.08 ± 0.05 ^c	2.27 ± 0.35 ^a	1.50 ± 0.08 ^b
Σ n-6	5.16 ± 0.23 ^b	5.10 ± 0.26 ^b	5.26 ± 0.62 ^b	4.91 ± 0.27 ^b	5.86 ± 0.77 ^a	5.10 ± 0.57 ^b
C20:2	0.05 ± 0.01 ^d	0.15 ± 0.01 ^c	1.03 ± 0.05 ^a	0.76 ± 0.06 ^b	0.07 ± 0.03 ^{cd}	0.09 ± 0.03 ^c
C22:2	1.28 ± 0.06 ^a	1.04 ± 0.05 ^{ab}	1.47 ± 0.07 ^a	0.99 ± 0.05 ^b	1.12 ± 0.06 ^a	0.99 ± 0.14 ^b
ΣPolyunsaturated	60.69 ± 3.09 ^b	64.13 ± 3.77 ^a	64.84 ± 3.93 ^a	58.99 ± 3.22 ^b	64.49 ± 3.72 ^a	66.18 ± 3.56 ^a
n-3/n-6 ratio	10.50	11.34	10.85	10.66	9.80	11.76

^{a-d}Different characters in the same row are significantly different(p<0.05)
 Values are means and standard deviations of triplicate measurements(n=3).

갯장어의 일반성분과 지방산의 계절적 변화

Table 3. Seasonal variation of the fatty acid compositions of neutral lipid in sharp toothed eel (weight %)

Fatty acid	May	July	Sep.	Nov.	Jan.	Apr.
C11:0	0.39 ± 0.02 ^b	0.49 ± 0.02 ^b	0.32 ± 0.02 ^b	0.19 ± 0.02 ^b	0.20 ± 0.01 ^b	1.07 ± 0.05 ^a
C12:0	0.39 ± 0.02 ^b	0.56 ± 0.03 ^b	0.36 ± 0.02 ^b	0.51 ± 0.03 ^b	0.52 ± 0.03 ^b	2.41 ± 0.12 ^a
C13:0	0.03 ± 0.02 ^c	0.05 ± 0.01 ^c	0.03 ± 0.01 ^c	0.04 ± 0.01 ^c	0.09 ± 0.01 ^b	0.22 ± 0.01 ^a
C14:0	3.33 ± 0.61 ^b	5.23 ± 0.46 ^a	4.33 ± 0.22 ^b	3.87 ± 0.29 ^b	3.34 ± 0.17 ^b	2.58 ± 0.13 ^c
C15:0	0.75 ± 0.04 ^b	0.90 ± 0.05 ^a	0.62 ± 0.03 ^b	1.02 ± 0.05 ^a	0.73 ± 0.04 ^b	0.79 ± 0.04 ^b
C16:0	9.85 ± 0.53 ^a	10.76 ± 0.84 ^a	8.25 ± 0.65 ^b	9.49 ± 0.47 ^a	8.99 ± 0.87 ^b	5.92 ± 0.34 ^c
C17:0	0.68 ± 0.03 ^a	0.80 ± 0.04 ^a	0.55 ± 0.03 ^b	0.77 ± 0.04 ^a	0.24 ± 0.01 ^c	0.59 ± 0.03 ^b
C18:0	2.94 ± 0.15 ^a	2.83 ± 0.14 ^a	2.24 ± 0.11 ^b	2.84 ± 0.14 ^a	2.57 ± 0.13 ^b	1.87 ± 0.09 ^c
C20:0	0.27 ± 0.01 ^a	0.24 ± 0.01 ^a	0.18 ± 0.02 ^b	0.13 ± 0.01 ^c	0.16 ± 0.01 ^{bc}	0.30 ± 0.02 ^a
C21:0	0.14 ± 0.01 ^c	0.35 ± 0.02 ^b	0.81 ± 0.04 ^a	0.45 ± 0.02 ^b	0.13 ± 0.01 ^c	0.12 ± 0.01 ^c
C22:0	0.02 ± 0.01 ^b	0.09 ± 0.02 ^a	-	0.02 ± 0.01 ^b	0.02 ± 0.01 ^b	0.02 ± 0.01 ^b
C23:0	5.33 ± 0.37 ^a	2.81 ± 0.14 ^c	2.24 ± 0.11 ^d	2.98 ± 0.15 ^c	3.52 ± 0.18 ^b	2.51 ± 0.13 ^d
C24:0	0.01 ± 0.01 ^b	0.05 ± 0.01 ^a	0.02 ± 0.01 ^b	0.02 ± 0.01 ^b	0.01 ± 0.01 ^b	0.02 ± 0.01 ^b
ΣSaturated	24.13 ± 1.75 ^a	25.16 ± 1.35 ^a	19.95 ± 1.02 ^b	22.33 ± 1.34 ^{ab}	20.52 ± 1.03 ^b	18.42 ± 0.92 ^b
C14:1	1.45 ± 0.07 ^b	1.70 ± 0.09 ^b	1.15 ± 0.06 ^b	1.61 ± 0.08 ^b	1.61 ± 0.08 ^b	7.04 ± 0.35 ^a
C15:1	0.19 ± 0.02 ^b	0.15 ± 0.02 ^b	0.09 ± 0.01 ^b	0.10 ± 0.02 ^b	0.11 ± 0.01 ^b	1.18 ± 0.06 ^a
C16:1	11.58 ± 1.12 ^a	11.97 ± 0.96 ^a	10.60 ± 0.53 ^a	12.17 ± 0.61 ^a	10.34 ± 0.76 ^a	8.60 ± 0.43 ^b
C17:1	0.47 ± 0.02 ^b	0.80 ± 0.04 ^a	0.94 ± 0.05 ^a	0.61 ± 0.03 ^{ab}	0.39 ± 0.02 ^b	0.45 ± 0.02 ^b
C20:1	0.89 ± 0.04 ^b	0.79 ± 0.04 ^b	0.54 ± 0.03 ^c	0.70 ± 0.04 ^{bc}	1.25 ± 0.06 ^a	0.37 ± 0.02 ^d
C18:1(trans)	0.24 ± 0.01 ^a	0.15 ± 0.01 ^b	0.12 ± 0.01 ^b	0.28 ± 0.01 ^a	0.24 ± 0.01 ^a	0.22 ± 0.01 ^a
C18:1(cis)	10.21 ± 0.83 ^a	8.91 ± 0.65 ^{ab}	7.42 ± 0.57 ^c	9.36 ± 0.57 ^a	6.89 ± 0.35 ^c	8.11 ± 0.45 ^b
C22:1	0.09 ± 0.02 ^a	0.13 ± 0.01 ^a	0.05 ± 0.01 ^{bc}	0.08 ± 0.02 ^{ab}	0.05 ± 0.01 ^c	0.06 ± 0.01 ^b
C24:1	0.27 ± 0.01 ^b	0.35 ± 0.02 ^b	0.28 ± 0.01 ^b	0.19 ± 0.03 ^c	0.44 ± 0.02 ^a	0.10 ± 0.01 ^c
ΣMonounsaturated	25.39 ± 1.96 ^a	24.95 ± 1.42 ^a	21.19 ± 1.56 ^b	25.10 ± 1.26 ^a	21.30 ± 1.57 ^b	26.13 ± 1.28 ^a
C18:3n-3	1.25 ± 0.06 ^b	0.98 ± 0.05 ^b	1.06 ± 0.05 ^b	1.98 ± 0.10 ^a	1.68 ± 0.08 ^a	1.10 ± 0.06 ^b
C20:3n-3	0.32 ± 0.03 ^a	0.14 ± 0.01 ^b	0.15 ± 0.02 ^b	0.16 ± 0.01 ^b	0.39 ± 0.02 ^a	0.16 ± 0.02 ^b
C20:5n-3	13.98 ± 1.22 ^b	15.59 ± 0.98 ^b	20.76 ± 1.04 ^a	14.93 ± 0.98 ^b	15.99 ± 0.80 ^b	13.77 ± 0.69 ^b
C22:6n-3	28.14 ± 1.47 ^b	28.75 ± 1.52 ^b	30.89 ± 1.58 ^b	30.73 ± 2.10 ^b	34.04 ± 1.94 ^a	33.38 ± 1.67 ^a
Σ n-3	43.69 ± 2.93 ^c	45.46 ± 2.27 ^c	52.86 ± 2.64 ^a	47.80 ± 2.59 ^b	52.10 ± 2.61 ^d	48.41 ± 2.42 ^b
C18:2n-6(trans)	0.13 ± 0.01 ^b	0.27 ± 0.01 ^a	0.07 ± 0.02 ^c	0.05 ± 0.01 ^c	0.06 ± 0.02 ^c	0.12 ± 0.01 ^b
C18:2n-6(cis)	2.46 ± 0.12 ^a	1.81 ± 0.09 ^b	1.97 ± 0.10 ^b	1.19 ± 0.06 ^c	1.96 ± 0.10 ^b	1.64 ± 0.08 ^b
C18:3n-6	0.22 ± 0.01 ^c	0.18 ± 0.01 ^c	0.21 ± 0.01 ^c	0.96 ± 0.05 ^b	0.13 ± 0.02 ^c	2.54 ± 0.13 ^a
C20:3n-6	1.86 ± 0.09 ^a	1.05 ± 0.05 ^b	1.87 ± 0.09 ^a	0.70 ± 0.04 ^b	1.80 ± 0.09 ^a	1.74 ± 0.09 ^a
Σ n-6	4.67 ± 0.23 ^b	3.31 ± 0.17 ^c	4.12 ± 0.23 ^c	2.90 ± 0.15 ^d	3.95 ± 0.20 ^c	6.04 ± 0.30 ^a
C20:2	0.81 ± 0.04 ^a	0.16 ± 0.01 ^{bc}	0.32 ± 0.01 ^b	0.83 ± 0.04 ^a	0.82 ± 0.04 ^a	0.08 ± 0.01 ^c
C22:2	1.30 ± 0.07 ^{at}	0.94 ± 0.05 ^b	1.54 ± 0.08 ^a	1.02 ± 0.05 ^b	1.31 ± 0.07 ^{ab}	0.93 ± 0.05 ^b
ΣPolyunsaturated	50.47 ± 3.14 ^c	49.87 ± 2.49 ^c	58.84 ± 2.94 ^a	52.55 ± 2.63 ^c	58.18 ± 3.01 ^a	55.46 ± 2.77 ^b
n-3/n-6 ratio	9.36	13.73	12.83	16.48	13.19	8.01

^{a-d}Different characters in the same row are significantly different(p<0.05)
Values are means and standard deviations of triplicate measurements(n=3).

Table 4. Seasonal variation of the fatty acid compositions of phospholipid in sharp toothed eel (weight %)

Fatty acid	May	July	Sep.	Nov.	Jan.	Apr.
C11:0	0.21 ± 0.01 ^d	0.38 ± 0.02 ^c	0.49 ± 0.02 ^b	0.45 ± 0.02 ^{bc}	0.59 ± 0.03 ^b	0.81 ± 0.04 ^a
C12:0	0.48 ± 0.02 ^d	0.87 ± 0.04 ^c	0.37 ± 0.02 ^d	0.92 ± 0.05 ^{bc}	1.30 ± 0.07 ^a	0.80 ± 0.04 ^c
C13:0	0.03 ± 0.01 ^c	0.02 ± 0.01 ^c	0.12 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.01 ^{ab}	0.10 ± 0.01 ^a	0.07 ± 0.01 ^b
C14:0	0.31 ± 0.02 ^d	0.58 ± 0.03 ^c	1.02 ± 0.05 ^a	0.70 ± 0.04 ^b	0.81 ± 0.04 ^b	0.71 ± 0.02 ^b
C15:0	0.19 ± 0.02 ^c	0.26 ± 0.01 ^c	0.46 ± 0.02 ^a	0.37 ± 0.02 ^b	0.45 ± 0.03 ^a	0.42 ± 0.02 ^a
C16:0	4.85 ± 0.34 ^c	6.66 ± 0.33 ^b	7.57 ± 0.38 ^a	7.38 ± 0.37 ^a	6.16 ± 0.31 ^b	6.48 ± 0.31 ^b
C17:0	0.60 ± 0.03 ^a	0.67 ± 0.03 ^a	0.74 ± 0.04 ^a	0.72 ± 0.04 ^a	0.63 ± 0.03 ^a	0.43 ± 0.02 ^b
C18:0	1.91 ± 0.12 ^d	1.79 ± 0.08 ^d	4.30 ± 0.21 ^a	3.34 ± 0.17 ^b	2.74 ± 0.15 ^c	3.27 ± 0.16 ^b
C20:0	0.08 ± 0.01 ^b	0.02 ± 0.01 ^c	0.07 ± 0.01 ^b	0.15 ± 0.02 ^a	0.04 ± 0.02 ^c	0.01 ± 0.01 ^c
C21:0	0.23 ± 0.02 ^a	0.06 ± 0.02 ^c	0.04 ± 0.01 ^c	0.11 ± 0.01 ^b	0.17 ± 0.02 ^a	0.14 ± 0.01 ^b
C22:0	0.08 ± 0.03 ^c	0.10 ± 0.02 ^c	0.19 ± 0.02 ^a	0.10 ± 0.01 ^c	0.11 ± 0.01 ^c	0.16 ± 0.01 ^b
C23:0	9.84 ± 0.59 ^a	7.16 ± 0.34 ^c	4.93 ± 0.25 ^d	7.94 ± 0.41 ^b	5.83 ± 0.29 ^d	6.84 ± 0.34 ^c
C24:0	0.02 ± 0.01 ^b	0.02 ± 0.01 ^b	0.01 ± 0.01 ^b	0.10 ± 0.01 ^a	0.11 ± 0.01 ^a	0.13 ± 0.02 ^a
ΣSaturated	18.82 ± 0.99 ^b	18.59 ± 0.93 ^b	20.31 ± 1.02 ^b	22.36 ± 1.15 ^a	19.04 ± 1.01 ^b	20.28 ± 1.01 ^b
C14:1	1.64 ± 0.08 ^c	2.92 ± 0.15 ^b	3.60 ± 0.18 ^a	2.95 ± 0.16 ^b	4.03 ± 0.20 ^a	2.55 ± 0.13 ^b
C15:1	0.13 ± 0.02 ^a	0.40 ± 0.02 ^b	0.74 ± 0.04 ^a	0.38 ± 0.02 ^b	0.43 ± 0.02 ^b	0.22 ± 0.01 ^b
C16:1	1.65 ± 0.08 ^b	1.86 ± 0.09 ^a	2.08 ± 0.10 ^a	1.83 ± 0.09 ^a	1.99 ± 0.12 ^a	1.79 ± 0.05 ^{ab}
C17:1	0.05 ± 0.01 ^b	0.04 ± 0.02 ^b	0.09 ± 0.01 ^a	0.10 ± 0.01 ^a	0.29 ± 0.01 ^b	0.09 ± 0.01 ^a
C20:1	0.15 ± 0.02 ^b	0.20 ± 0.01 ^a	0.17 ± 0.02 ^a	0.10 ± 0.01 ^c	0.22 ± 0.01 ^d	0.07 ± 0.01 ^c
C18:1(trans)	0.05 ± 0.01 ^b	0.06 ± 0.01 ^b	0.10 ± 0.01 ^a	0.10 ± 0.02 ^a	0.11 ± 0.02 ^a	0.09 ± 0.02 ^a
C18:1(cis)	3.23 ± 0.26 ^c	4.04 ± 0.20 ^a	3.84 ± 0.19 ^a	3.42 ± 0.21 ^{bc}	3.40 ± 0.17 ^{bc}	3.67 ± 0.17 ^{ab}
C22:1	0.08 ± 0.01 ^c	0.04 ± 0.01 ^c	2.19 ± 0.12 ^a	0.96 ± 0.05 ^b	1.33 ± 0.08 ^b	1.29 ± 0.06 ^b
C24:1	0.30 ± 0.01 ^a	0.40 ± 0.02 ^a	0.66 ± 0.03 ^a	0.56 ± 0.03 ^a	0.42 ± 0.02 ^a	0.66 ± 0.03 ^a
ΣMonounsaturated	7.27 ± 0.37 ^c	9.97 ± 0.49 ^b	13.46 ± 0.71 ^a	10.39 ± 0.54 ^b	12.22 ± 0.61 ^a	10.43 ± 0.50 ^b
C18:3n-3	0.22 ± 0.01 ^b	0.24 ± 0.01 ^b	0.28 ± 0.01 ^b	0.44 ± 0.02 ^a	0.22 ± 0.01 ^b	0.14 ± 0.01 ^c
C20:3n-3	0.14 ± 0.02 ^b	0.10 ± 0.01 ^b	0.18 ± 0.02 ^a	0.19 ± 0.02 ^a	0.13 ± 0.01 ^b	0.14 ± 0.01 ^b
C20:5n-3	11.40 ± 0.57 ^a	10.77 ± 0.54 ^a	11.46 ± 0.57 ^a	10.90 ± 0.55 ^a	10.51 ± 0.53 ^a	11.62 ± 0.58 ^a
C22:6n-3	49.66 ± 2.48 ^a	45.36 ± 2.27 ^{bc}	46.40 ± 2.32 ^b	47.87 ± 2.42 ^b	43.62 ± 2.23 ^c	50.63 ± 2.52 ^a
Σ n-3	61.42 ± 3.07 ^a	57.47 ± 2.87 ^b	58.32 ± 2.91 ^b	59.40 ± 3.01 ^{ab}	54.48 ± 2.52 ^c	62.53 ± 3.18 ^a
C18:2n-6(trans)	0.02 ± 0.01 ^b	0.04 ± 0.02 ^b	0.04 ± 0.01 ^b	0.07 ± 0.01 ^a	0.04 ± 0.01 ^b	0.06 ± 0.01 ^a
C18:2n-6(cis)	0.69 ± 0.03 ^a	0.63 ± 0.03 ^a	0.68 ± 0.03 ^a	0.72 ± 0.04 ^a	0.55 ± 0.03 ^a	0.69 ± 0.03 ^a
C18:3n-6	10.72 ± 0.54 ^c	12.59 ± 0.63 ^a	6.26 ± 0.31 ^d	6.15 ± 0.32 ^d	13.20 ± 0.66 ^a	5.43 ± 0.27 ^d
C20:3n-6	0.32 ± 0.02 ^a	0.16 ± 0.01 ^b	0.16 ± 0.01 ^b	0.17 ± 0.02 ^b	0.12 ± 0.01 ^b	0.19 ± 0.01 ^b
Σ n-6	11.75 ± 0.60 ^b	13.42 ± 0.65 ^a	7.14 ± 0.36 ^c	7.11 ± 0.36 ^c	13.91 ± 0.71 ^a	6.37 ± 0.32 ^c
C20:2	0.30 ± 0.02 ^a	0.20 ± 0.01 ^b	0.28 ± 0.01 ^a	0.29 ± 0.01 ^a	0.02 ± 0.01 ^c	0.01 ± 0.01 ^c
C22:2	0.46 ± 0.02 ^a	0.34 ± 0.02 ^b	0.49 ± 0.02 ^a	0.45 ± 0.02 ^a	0.32 ± 0.02 ^b	0.37 ± 0.02 ^b
ΣPolyunsaturated	73.93 ± 3.02 ^a	71.43 ± 3.57 ^a	66.23 ± 3.39 ^b	67.25 ± 3.36 ^b	68.73 ± 3.41 ^b	69.28 ± 3.46 ^{ab}
n-3/n-6 ratio	5.23	4.28	8.17	8.35	3.92	9.81

^{a-d}Different characters in the same row are significantly different(p<0.05)
 Values are means and standard deviations of triplicate measurements(n=3).

갯장어의 일반성분과 지방산의 계절적 변화

Table 5. Seasonal variation of the fatty acid compositions of glycolipid in sharp toothed eel (weight %)

Fatty acid	May	July	Sep.	Nov.	Jan.	Apr.
C11:0	2.54 ± 0.13 ^b	2.46 ± 0.12 ^b	1.79 ± 0.09 ^d	2.13 ± 0.12 ^c	3.91 ± 0.19 ^a	2.15 ± 0.11 ^c
C12:0	2.78 ± 0.14 ^a	2.54 ± 0.13 ^a	2.33 ± 0.12 ^a	2.46 ± 0.12 ^a	2.37 ± 0.12 ^a	2.43 ± 0.12 ^a
C13:0	0.29 ± 0.01 ^b	0.20 ± 0.01 ^b	0.04 ± 0.02 ^d	2.25 ± 0.11 ^a	0.12 ± 0.01 ^c	0.25 ± 0.01 ^b
C14:0	1.33 ± 0.05 ^c	1.65 ± 0.08 ^c	3.71 ± 0.19 ^a	2.30 ± 0.11 ^b	3.75 ± 0.18 ^a	1.35 ± 0.06 ^c
C15:0	0.55 ± 0.04 ^c	0.59 ± 0.03 ^c	1.22 ± 0.06 ^a	0.40 ± 0.02 ^c	0.90 ± 0.04 ^b	1.38 ± 0.07 ^a
C16:0	3.26 ± 0.16 ^b	3.20 ± 0.16 ^b	5.32 ± 0.27 ^a	5.08 ± 0.25 ^a	5.14 ± 0.26 ^a	3.25 ± 0.16 ^b
C17:0	0.55 ± 0.03 ^b	0.59 ± 0.03 ^b	1.26 ± 0.06 ^a	1.23 ± 0.06 ^a	1.51 ± 0.08 ^a	0.48 ± 0.02 ^b
C18:0	2.25 ± 0.11 ^c	1.78 ± 0.09 ^d	4.12 ± 0.22 ^b	5.23 ± 0.26 ^a	5.24 ± 0.26 ^a	2.48 ± 0.12 ^c
C20:0	0.09 ± 0.01 ^c	0.02 ± 0.01 ^d	0.04 ± 0.02 ^d	0.24 ± 0.01 ^b	0.36 ± 0.02 ^b	0.60 ± 0.03 ^a
C21:0	0.13 ± 0.01 ^c	0.17 ± 0.02 ^c	0.22 ± 0.01 ^c	0.62 ± 0.03 ^b	0.92 ± 0.04 ^a	0.70 ± 0.04 ^b
C22:0	0.18 ± 0.02 ^d	0.22 ± 0.01 ^d	0.65 ± 0.03 ^b	0.40 ± 0.02 ^c	0.84 ± 0.04 ^a	0.65 ± 0.05 ^b
C23:0	1.25 ± 0.06 ^b	1.07 ± 0.05 ^c	1.93 ± 0.10 ^a	0.94 ± 0.05 ^c	1.32 ± 0.07 ^b	1.35 ± 0.08 ^b
C24:0	0.02 ± 0.01 ^d	0.17 ± 0.02 ^c	0.12 ± 0.01 ^c	0.33 ± 0.02 ^a	0.24 ± 0.01 ^b	0.30 ± 0.02 ^a
ΣSaturated	15.23 ± 0.76 ^d	14.65 ± 0.73 ^d	22.76 ± 1.15 ^b	23.61 ± 1.18 ^b	26.62 ± 1.33 ^a	17.37 ± 0.87 ^c
C14:1	9.36 ± 0.47 ^d	9.17 ± 0.46 ^d	12.43 ± 0.62 ^b	18.16 ± 0.92 ^a	18.26 ± 0.91 ^a	10.21 ± 0.51 ^c
C15:1	0.81 ± 0.04 ^c	1.02 ± 0.05 ^c	4.47 ± 0.22 ^a	2.20 ± 0.11 ^b	2.63 ± 0.15 ^b	2.50 ± 0.13 ^b
C16:1	2.21 ± 0.11 ^d	3.70 ± 0.19 ^b	3.64 ± 0.18 ^b	2.93 ± 0.16 ^c	3.59 ± 0.18 ^b	4.05 ± 0.20 ^a
C17:1	0.55 ± 0.03 ^c	0.43 ± 0.02 ^d	0.81 ± 0.04 ^b	0.29 ± 0.01 ^d	0.32 ± 0.02 ^d	1.18 ± 0.06 ^a
C20:1	54.08 ± 2.70 ^a	51.61 ± 2.58 ^b	28.69 ± 1.47 ^d	30.19 ± 1.54 ^d	23.56 ± 1.17 ^c	40.30 ± 2.01 ^c
C18:1(trans)	3.87 ± 0.19 ^a	0.02 ± 0.01 ^c	0.75 ± 0.04 ^b	0.49 ± 0.02 ^b	0.46 ± 0.02 ^b	0.53 ± 0.03 ^b
C18:1(cis)	2.37 ± 0.13 ^d	2.89 ± 0.14 ^d	5.68 ± 0.29 ^a	3.53 ± 0.19 ^c	4.69 ± 0.23 ^b	2.35 ± 0.11 ^d
C22:1	0.18 ± 0.01 ^e	1.13 ± 0.06 ^d	2.22 ± 0.11 ^c	1.82 ± 0.09 ^c	2.91 ± 0.16 ^b	6.50 ± 0.35 ^a
C24:1	0.39 ± 0.02 ^c	0.11 ± 0.01 ^c	0.75 ± 0.04 ^b	1.02 ± 0.05 ^b	1.58 ± 0.07 ^a	1.45 ± 0.07 ^a
ΣMonounsaturated	73.82 ± 3.69 ^a	70.09 ± 3.53 ^a	59.44 ± 2.97 ^b	60.64 ± 3.03 ^b	58.00 ± 2.90 ^b	69.07 ± 3.47 ^a
C18:3n-3	0.31 ± 0.02 ^b	0.02 ± 0.01 ^c	0.49 ± 0.02 ^a	0.24 ± 0.01 ^b	0.01 ± 0.01 ^c	0.05 ± 0.01 ^c
C20:3n-3	0.26 ± 0.01 ^a	0.11 ± 0.02 ^b	0.16 ± 0.02 ^b	0.12 ± 0.01 ^b	0.20 ± 0.01 ^a	0.23 ± 0.01 ^a
C20:5n-3	2.27 ± 0.11 ^c	4.20 ± 0.21 ^a	3.96 ± 0.19 ^a	3.52 ± 0.19 ^b	3.41 ± 0.17 ^b	4.15 ± 0.21 ^a
C22:6n-3	5.18 ± 0.26 ^c	8.98 ± 0.45 ^a	9.05 ± 0.47 ^a	7.71 ± 0.38 ^b	9.28 ± 0.46 ^a	7.23 ± 0.36 ^b
Σ n-3	8.02 ± 0.40 ^c	13.31 ± 0.67 ^a	13.66 ± 0.68 ^a	11.59 ± 0.57 ^b	12.90 ± 0.65 ^a	11.66 ± 0.58 ^b
C18:2n-6(trans)	0.06 ± 0.01 ^c	0.11 ± 0.01 ^b	0.10 ± 0.01 ^b	0.05 ± 0.01 ^c	0.48 ± 0.02 ^a	0.05 ± 0.01 ^c
C18:2n-6(cis)	1.03 ± 0.05 ^a	0.89 ± 0.04 ^b	0.81 ± 0.04 ^b	0.57 ± 0.03 ^c	1.16 ± 0.07 ^a	0.70 ± 0.04 ^{bc}
C18:3n-6	0.55 ± 0.03 ^b	0.02 ± 0.01 ^d	1.01 ± 0.05 ^a	0.40 ± 0.02 ^b	0.01 ± 0.01 ^d	0.25 ± 0.01 ^c
C20:3n-6	0.88 ± 0.04 ^b	0.43 ± 0.02 ^c	0.35 ± 0.02 ^c	2.46 ± 0.12 ^a	0.16 ± 0.02 ^d	0.15 ± 0.02 ^d
Σ n-6	2.52 ± 0.15 ^b	1.45 ± 0.07 ^{cd}	2.27 ± 0.11 ^b	3.48 ± 0.17 ^a	1.81 ± 0.09 ^c	1.15 ± 0.05 ^d
C20:2	0.29 ± 0.01 ^c	0.04 ± 0.02 ^d	1.20 ± 0.06 ^a	0.50 ± 0.03 ^b	0.40 ± 0.02 ^{bc}	0.45 ± 0.02 ^b
C22:2	0.11 ± 0.02 ^c	0.46 ± 0.02 ^b	0.67 ± 0.03 ^a	0.17 ± 0.01 ^c	0.28 ± 0.01 ^b	0.30 ± 0.01 ^b
ΣPolyunsaturated	10.94 ± 0.55 ^d	15.26 ± 0.76 ^b	17.80 ± 0.89 ^a	15.74 ± 0.78 ^b	15.39 ± 0.79 ^b	13.56 ± 0.67 ^c
n-3/n-6 ratio	3.18	9.18	6.02	3.33	7.13	10.14

^{a-c}Different characters in the same row are significantly different(p<0.05)
Values are means and standard deviations of triplicate measurements(n=3).

C18:1, C20:5, C22:6 등이 주요한 구성지방산이고, C20:5 및 C22:6 등의 고도불포화지방산의 조성비가 동일개체의 TG (triglyceride)의 그것보다 일반적으로 높으며, 어류의 인지질의 대부분을 차지하고 있는 PC (phosphatidylcholine)의 제 2 위치에 n-3계의 고도불포화지방산이 많이 결합되어 있다고 보고되고 있다.

한편 당지질의 주요 구성지방산은 C16:0, C18:0, C18:1, C14:1, C20:1, C20:5 및 C22:6으로서 다른 지질획분과 차이를 보였으며, C20:1과 C14:1의 함량이 특이적으로 많았고 EPA와 DHA의 함량은 그렇게 많지 않은 편이었다. 특히 C20:1의 경우는 연중 23.56~54.08%의 범위로 함량 면에서 매우 높을 뿐만 아니라 연중 변화도 심했다. 이로 인하여 모노엔산이 포화산이나 폴리엔산보다 훨씬 많은 함량을 차지하고 있었다.

총지질과 중성지질의 지방산의 연중변화는 뚜렷한 경향을 찾을 수 없었다. 인지질과 당지질에 있어서는 지방산 군별로 살펴보면, 인지질의 경우는 조지방함량이 많은 9월과 11월에 폴리엔산의 함량이, 당지질의 경우는 9, 11 및 1월에 모노엔산의 함량이 유의적으로 낮았다. 지질함량이 많은 11월을 전후해서 당지질의 모노엔산의 구성비율이 다른 달에 비해 상당히 낮은 것은 특이적으로 그 함량이 많으면서 월별 변화가 심한 C20:1의 영향 때문이었다. 한편, n-3/n-6 비는 총지질의 경우 연중 고른 분포를 나타내었지만, 중성, 당 및 인지질의 경우는 월별 변화가 심해 뚜렷한 경향을 찾아 볼 수 없었다. 다만 조지방 함량이 높은 11월에 중성지질과 인지질의 n-3/n-6의 비가 가장 높은 경향을 나타내었다.

이 같은 지방산의 계절적 변화는 갯장어가 가지는 특유의 경향일 수도 있고, 어류 지질의 지방산 조성은 먹이와 매우 밀접한 관련이 있는데[7-10], 어획된 장소가 육지와 매우 가까워 육지에서 유입되는 각종 무기 및 유기물 조성의 변화가 심하고, 최근 들어 양식장에서 다량 유출되는 각종 사료 찌꺼기 등의 영향을 많이 받기 때문일 수도 있을 것으로 사료되나 앞으로 이와 관련해서는 좀더 자세한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 정어리의 경우도 연중 지방산 조성에서 일정한 경향을 나타내고 있다는 보고가 많지만[13,14] 뚜렷한 경향을 나타내지 않는다는 보고도 있다[4].

요 약

전남 여수지역의 특산품이라 할 수 있는 갯장어의 연중 지질성분의 변화를 살펴보기 위해 일정 시기별로 채취한 갯장어의 일반성분 및 근육지질의 각 획분별 지방산 조성을 분석, 검토하였다.

조지방 함량은 3.85~12.59 g/100 g의 범위로 11월에 그 함량이 가장 많았고, 5월에 가장 낮았다. 수분함량은 지방함량이 많은 시기에 적게 나타나 역의 관계를 나타내었다. 총지질 및 중성지질의 주요 구성지방산은 C16:0, C23:0, C16:1, C18:1, C20:5 및 C22:6이었으나 중성지질은 총지질에 비해 C22:6의 구성비율이 특히 낮았다. 인지질의 주요 구성지방산도 총지질이나 중성지질과 유사하였으나 C18:3n-6의 함량이 높은 것이 특징적이었고, 폴리엔산의 총합량(73.93~66.23%)은 다른 지질획분에 비해 가장 높았다. 당지질의 경우는 C20:1 및 C14:1의 함량이 특이적으로 매우 높았으나 EPA와 DHA의 함량은 낮았다. 총지질, 중성지질, 인지질 및 당지질의 연평균 n-3/n-6 비는 각각 10.82, 12.27, 6.63 및 6.50이었다. 총지질과 중성지질의 지방산의 연중변화는 뚜렷한 경향을 찾을 수 없었으나, 인지질의 경우는 조지방 함량이 많은 9월과 11월에 폴리엔산의 함량이, 당지질에 있어서는 9, 11 및 1월에 모노엔산의 함량이 유의적으로 낮았다.

감사의 글

본 연구는 여수대학교 산업기술·지역개발연구소의 2001년도 학술연구비에 의하여 수행된 결과이며 이에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

1. AOCS. 1989. Official Method and Recommended Practices of AOCS. 4th eds., American Oil Chemists' Society, Washington DC, USA.
2. Bligh, E. G. and W. J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* **37**, 911-917.
3. Budowski, P. and M. A. Crawford. 1985. α -Linolenic acid as a regulator of the metabolism of

- arachidonic acid: dietary implications of the ratio, n-6:n-3 fatty acids. *Proc. Nutr. Soc.* **44**, 221-229.
4. Haysahi, K. and T. Takagi. 1977. Seasonal variation in lipids and fatty acids of sardine(*Sardinops melanosticta*). *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* **28**, 83-94.
 5. Kim, Y. U., Y. M. Kim and Y. S. Kim. 1994. Commercial fishes of the costal and offshore water in Korea. p. 51, National fisheries research and development agency (South Korea).
 6. Leu, S. S., S. N. Jhaveri, P. A. Karakoltsidis and S. M. Constantinides. 1981. Atlantic mackerel(*Scomber scombrus*, L) : Seasonal variation in proximate composition and distribution of chemical nutrients. *J. Food Sci.* **46**, 1635-1638.
 7. Morishita, T., K. Uno, T. Araki and T. Takahashi. 1989. Comparison of the fatty acid composition in cultured red sea bream differing in the localities and culture method, and those in wild fish. *Nippon Suisan Gakkaishi* **55**, 847-852.
 8. Nakagawa, H., Y. Takahara and G. R. Nematipour. 1991. Comparison of lipid properties between wild and cultured ayu. *Nippon Suisan Gakkaishi* **57**, 1965-1971.
 9. Ohshima, T., S. Wada and C. Koizumi. 1983. Comparison of lipids between cultured and wild sea breams. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **49**, 1405-1409.
 10. Ota, T., S. Sasaki, T. Abe and T. Takagi. 1990. Fatty acid composition of the lipids obtained from commercial salmon products. *Nippon Suisan Gakkaishi* **56**, 323-327.
 11. Shimizu, Y., M. Tada and K. Endo. 1973. Seasonal variations in chemical constituents of yellow-tail muscle-I. Water, lipid and crude protein. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **39**, 993-999.
 12. Suzuki, H., K. Okazaki, S. Hayakawa, S. Wada, and S. Tamura. 1986. Influence of commercial dietary fatty acids on polyunsaturated fatty acids of cultured freshwater fish and comparison with those of wild fish of the same species. *J. Agric. Food Chem.* **34**, 58-60.
 13. Wada, M. 1955. Biochemical studies on the fat of sardine body. Part 1. On the seasonal variation in fat, unsaponifiable matter and cholesterol contents in several tissues of the sardine body. *J. Agri. Chem. Soc. Japan.* **29**, 339-342.
 14. Wada, M. 1955. Biochemical studies on the fat of sardine body. Part 3. On the seasonal variation in the fat content in different tissues of male and female sardine. *J. Agri. Chem. Soc. Japan.* **29**, 465-471.

(Received April 3, 2002; Accepted May 9, 2002)