

한국 연근해 어류 14종의 일반성분 및 지방산 조성

이두석 · 윤호동 · 김연계 · 윤나영 · 문수경¹ · 김인수¹ · 정보영^{1*}

국립수산과학원 식품안전과 · ¹경상대학교 식품영양학과/해양산업연구소

Proximate and Fatty Acid Compositions of 14 Species of Coastal and Offshore Fishes in Korea

Doo-Seog Lee, Ho-Dong Yoon, Yeon-Kye Kim, Na Young Yoon, Soo-Kyung Moon¹,
In-Soo Kim¹ and Bo-Young Jeong^{1*}

Food and Safety Research Division, NFRDI, Busan 619-705, Korea

¹Department of Food and Nutrition/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Proximate and fatty acid compositions in muscle tissue were studied in 14 species of coastal and offshore fishes in Korea. Lipid content ranged from 0.57 to 10.5% and was higher in migratory and reef dwelling fishes than in demersal fishes. Protein content ranged from 14.4 to 20.3% and moisture content ranged from 72.4 to 81.8% in all fish samples. There was a negative correlation between lipid and moisture content in all fish samples ($r = -0.90, P < 0.001$). The prominent fatty acids were 16:0, 22:6n-3 (docosahexaenoic acid, DHA), 18:1n-9, 20:5n-3 (eicosapentaenoic acid, EPA), 16:1n-7, 18:0 and 18:1n-7. Most demersal fishes contained considerably higher amounts of 20:4n-6 and/or 22:5n-3 compared with migratory and reef dwelling fishes. The proportion of total polyunsaturated fatty acid (PUFA), including DHA and EPA, was higher in demersal fishes (38.6-54.0%) than in migratory and reef dwelling fishes (23.5-35.2%).

Key words: Docosahexaenoic acid, Eicosapentaenoic acid, Fish, Lipid, PUFA

서 론

통계청 조사에 의하면, 우리나라 국민 1인당 연간 어패류 소비량은 1999년 30.7 kg에서 2008년에는 39.0 kg으로 10년 동안 약 27%나 증가하였다. 이에 반해 축육류의 국민 1인당 연간 소비량은 1999년 36.3 kg에서 2008년에는 40.7 kg으로 같은 기간 동안 약 11% 증가에 그쳤다(STATISTICS KOREA, 2011). 이렇게 어패류 소비량의 증가속도가 축육류의 경우에 비하여 훨씬 빠른 이유는 어패류와 같은 수산물이 건강식품으로서 소비자의 선호도가 크게 높아졌기 때문으로 생각된다. 건강식품으로 알려져 있는 수산물은 기능성 지질성분인 eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5n-3), docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) 등 n-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA)를 다량 함유하고 있는 것이 특징적이지만 축육류에는 이들 성분이 거의 함유되어 있지 않다(Ackman, 1989; Jeong et al., 1998a). 따라서 이러한 n-3 PUFA를 다량 함유하고 있는 수산물을 섭취하면 뇌혈관질환, 심장질환, 고혈압, 위암, 간암, 자궁암, 간경변 등에 의한 사망률을 낮출 수 있고(Dyerberg et al., 1978; Hirayama, 1990), 노화억제 및 집중력의 증가에도 효과가 있다고 알려져 있다(Crawford et al.,

1976). 지금까지 한국산 어류의 지방산조성에 대한 연구는 다수 진행되어 왔다(Jeong et al., 1998a, Jeong et al., 1999; Kim et al., 2001; Yoon et al., 2006; Moon et al., 2009). 특히 Jeong et al. (1998a)에 의해 72종 어류의 지방산조성에 대한 광범위한 연구가 수행되었으나 실제 시장에서 유통되고 있는 어류의 종류는 매우 다양하다. 따라서 본 연구는 현재 시장에서 유통되고 있으나, n-3지방산조성 등 식품영양성분에 대한 정보가 잘 알려져 있지 않은 14종의 연근해산 어류에 대하여 일반성분과 지방산 조성을 분석하였기에 보고자 한다.

재료 및 방법

시 료

분석에 사용된 14종의 어류에 대한 생물학적 성상을 Table 1에 나타내었다. 이들 어류는 2010년 4월에서 7월 사이에 활어 또는 선어상태로 대부분 삼천포 어시장으로부터 구입하였고, 갯장어는 경남 고성외 모 어업인으로부터 활어상태로 제공받았다. 구입한 어류는 빙장상태로 신속히 실험실로 옮겨서 먼저 체장, 체중 등 생물학적 성상을 측정하고, 비늘을 완전히 제거한 다음 어피가 붙어있는 상태로 육질부(가식부)를 채취한 후 speed cut-

*Corresponding author: byjeong@gnu.ac.kr

Table 1. Biological data of 14 species of coastal and offshore fishes in Korea

Common (Korean) name	Scientific name	n	Body weight (g)	Total length (cm)	Body length (cm)	Collection date	Collection place
Spotted sea bass (Jeom-nong-eo)	<i>Lateolabrax maculatus</i>	2	877 ± 146	44.5 ± 1.84	38.6 ± 1.63	Jul. 2010	Samcheonpo
Brown croaker (Min-eo)	<i>Miichthys miiuy</i>	5	316 ± 63.9	33.9 ± 1.82	28.6 ± 1.60	May, 2010	Samcheonpo
White croaker (Bo-gu-chi)	<i>Argyrosomus argentatus</i>	5	287 ± 14.5	28.4 ± 0.42	24.5 ± 0.35	Jun. 2010	Samcheonpo
Goldeye rockfish (Bul-bol-nag)	<i>Sebastes thompsoni</i>	12	179 ± 11.0	22.7 ± 0.89	18.8 ± 0.58	May, 2010	Samcheonpo
Red grouper (Bulg-ba-ri)	<i>Epinephelus akaara</i>	5	344 ± 77.2	29.4 ± 2.19	24.7 ± 2.01	May, 2010	Samcheonpo
Blotched eelpout (Deung-ga-si-chi)	<i>Zoarces gilli</i>	3	569 ± 104	59.2 ± 4.54	-	Jun. 2010	Samcheonpo
Blackthroat seaperch (Nun-bol-dae)	<i>Doederleinia berycoides</i>	6	307 ± 51.5	26.9 ± 1.86	22.8 ± 1.54	Jul. 2010	Samcheonpo
Purple pike conger (Gaed-jang-eo)	<i>Muraenesox cinereus</i>	7	364 ± 204	61.0 ± 7.48	-	Jun. 2010	Goseong
John dory (Dal-go-gi)	<i>Zeus japonicus</i>	3	957 ± 146	39.6 ± 1.45	33.0 ± 1.00	May, 2010	Samcheonpo
Marbled sole (Mun-chi-ga-ja-mi)	<i>Limanda yokohamae</i>	6	221 ± 23.8	-	-	Apr. 2010	Samcheonpo
Gummy shark (Byeol-sang-eo)	<i>Mustelus manazo</i>	3	701 ± 65.1	57.0 ± 2.00	-	Jun. 2010	Samcheonpo
Snubnose brotula (Bulk-eun-me-gi)	<i>Hoplobrotula armata</i>	4	494 ± 36.7	41.3 ± 0.50	-	Jun. 2010	Samcheonpo
Shaggy sea raven (Sam-se-gi)	<i>Hemirhamphus americanus villosus</i>	6	359 ± 152	27.5 ± 4.23	23.2 ± 3.54	Jun. 2010	Samcheonpo
(Yong-seo-dae)	<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	10	165 ± 27.7	31.8 ± 1.27	-	Jun. 2010	Samcheonpo

ter에 의해 마쇄 혼합하여 -70℃의 냉동고에 저장하여 두고 분석에 사용하였다. 모든 분석결과는 각 시료를 2그룹으로 나누어 2회씩 총 4회 분석의 평균치±표준편차(SD)로 나타내었다. 하지만 지방산조성비에 대한 분석자료는 평균치만 제시하였으나, 표준편차는 모두 0.75% 이하를 나타내었다.

일반성분 분석

일반성분 중 수분함량은 상압 가열건조법, 단백질함량은 Semimicro Kjeldahl법, 회분함량은 건식회화법으로 측정하였으며, 지질(total lipid, TL) 함량은 Bligh와 Dyer (1959)의 방법에 의하여 지질을 추출하고 중량법으로 측정하였다.

지방산 분석

TL의 지방산 methyl ester는 14% BF₃-Methanol 용액을 이용하여 조제하였다(AOCS, 1998). TL의 지방산 조성은 Omegawax 320 fused silica capillary column (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm film thickness, Supelco, Inc. Bellefonte, USA)을 장착한 GC (Shimadzu 17A, Shimadzu Seisakusho, Co, Ltd. Kyoto, Japan)로서 분석하였다. 시료 주입구(injector) 및 FI (flame ionization) 검출기(detector) 온도는 250℃로 하였으며, 컬럼오븐(column oven) 온도는 180℃에서 8분간 유지한 후 3℃/min으로 230℃까지 승온시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.0 kg/cm²)를 사용하고, split rate는 1:50으로 하였다. 분석된 지방산은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준품(Sigma Chemical Co., St Louis, USA)의 머무름시간(retention time)과 비교하여 동정하고, 표준품이 없는 지방산의 경우는 문헌상(Ackman, 1986; Moon et al., 2005)의 ECL (equivalent chain length)과 비교하여 동정하였다. 내부 표준품으로는 methyl tricosanoate (99%; Aldrich Chem. Co., Milwaukee, USA)를 사용하였다.

결과 및 고찰

일반성분 조성

한국산 연근해 어류 14종의 일반성분 조성을 Table 2에 나타내었다. 이들 어류의 수분함량은 72.4%(갯장어)-81.8%(달고기), 단백질함량은 14.4%(눈볼대)-20.3%(점농어), TL 함량은 0.57%(달고기, 붉은메기)-10.5%(갯장어)의 범위였으며, 회분함량은 1% 수준으로 어종간 차이가 거의 없었다. 이들 14종 어류의 수분함량과 TL 함량 사이에는 고도로 유의성 있는 음의 상관관계($y = -1.0233x + 83.218$, $r = -0.90$, $P < 0.001$)를 나타냈으나, 수분함량과 단백질함량 또는 단백질함량과 TL 함량 사이에는 어떠한 상관성도 나타나지 않았다. 이러한 결과는 주로 중성지질(triacylglycerol)이 유적(oil droplets)의 형태로 근육에 축적될 때 간질수분(interstitial water)과 대체됨으로써 근육 중 수분함량과 TL 함량이 음의 상관관계를 나타내는 것으로 알려져 있다(Shindo et al., 1986). 또한 이 현상은 근육 중 단백질함량이 거의 변화하지 않기 때문에 TL 함량과 수분함량 사이에는 더욱 분명한 음의 상관관계가 나타난다(Ackman, 1989). 이러한 결과는 72종 어류의 일반성분조성을 분석한 Jeong et al. (1998b)의 결과와도 유사하였다. 즉, Jeong et al. (1998b)은 72종의 어류를 표층층 회유어 19종, 연안 및 암초어 14종, 저서어 26종, 그리고 담수어 13종에 대하여 수분함량과 TL 함량 사이의 상관관계수 'r' 값이 각각 -0.81 ($P < 0.001$), -0.85 ($P < 0.001$), -0.64 ($P < 0.001$), -0.96 ($P < 0.001$)로서 모두 고도로 유의성 있는 음의 상관관계를 나타냈다고 하였다. 또한 Jeong et al. (1998c)이 보고한 12종의 어류에 대한 일반성분의 계절변화에서도 수분함량과 TL 함량 사이에는 $r = -0.86$ ($P < 0.001$)로서 역시 음의 상관관계를 나타내었다.

한편 일반적으로 회유성 어류는 근육 중 지질함량이 많다.

Table 2. Proximate composition of 14 species of coastal and offshore fishes in Korea (wt %)

Common name	Moisture	Protein	Lipid	Ash
Spotted sea bass	76.7 ± 0.05	20.3 ± 0.30	4.00 ± 0.20	1.38 ± 0.04
Brown croaker	78.7 ± 0.32	17.2 ± 0.85	3.14 ± 0.14	1.18 ± 0.02
White croaker	73.0 ± 0.15	17.9 ± 0.21	6.68 ± 0.10	1.51 ± 0.10
Goldeye rockfish	79.0 ± 0.13	15.5 ± 0.21	3.97 ± 0.17	1.31 ± 0.12
Red grouper	78.1 ± 0.08	18.9 ± 0.32	2.74 ± 0.08	1.21 ± 0.04
Blotched eelpout	77.8 ± 0.35	18.2 ± 0.60	3.48 ± 0.08	1.26 ± 0.03
Blackthroat seaperch	74.4 ± 0.67	14.4 ± 0.45	9.57 ± 0.64	1.30 ± 0.00
Purple pike conger	72.4 ± 0.37	17.3 ± 0.19	10.5 ± 0.29	1.23 ± 0.11
John dory	81.8 ± 0.29	18.1 ± 0.77	0.57 ± 0.01	1.18 ± 0.04
Marbled sole	78.5 ± 0.45	17.2 ± 0.53	2.65 ± 0.36	1.48 ± 0.03
Gummy shark	77.9 ± 0.16	20.0 ± 0.73	0.83 ± 0.03	1.67 ± 0.24
Snubnose brotula	81.5 ± 0.43	16.3 ± 0.19	0.57 ± 0.02	1.03 ± 0.04
Shaggy sea raven	79.9 ± 0.13	17.3 ± 0.18	1.09 ± 0.04	1.30 ± 0.09
Yong-seo-dae	79.0 ± 0.28	19.0 ± 0.78	1.24 ± 0.14	1.39 ± 0.01

이는 이들 어류가 산란 또는 색이 회유과정 중 활동을 위한 에너지원으로 지질을 주로 이용하기 때문으로 알려져 있다. 특히 근육 지질함량이 많은 뱀장어(약 20%)의 경우는 산란을 위하여 필리핀 북부해역까지 회유하는 과정 중에 TL을 에너지원으로 이용하고, 또한 이 과정 중에는 절식상태로 이동하기 때문에 산란 후에는 에너지의 고갈 등으로 일생을 마치게 된다(NFRDI, 1994). 반대로 저서성 어류는 이동성이 비교적 적은 어류로서 활동을 위한 에너지 요구량이 크지 않기 때문에 근육지질의 축적량이 비교적 적은 편이다. 그리고 연안 또는 암초어의 경우는 회유어와 저서어의 중간 정도의 활동을 하기 때문에 근육 중 지질함량도 중간 정도로 나타난다(Jeong et al., 1998b). 본 연구 결과에서도 표·중층 또는 회유성 어류인 점농어, 민어, 보구치, 눈볼대에서 TL 함량이 3.14-9.57%의 범위였고, 다음으로 연안 또는 암초어류인 불볼락, 붉바리, 등가시치 등에서 2.74-3.97%의 범위였으며, 그리고 갯장어를 제외한 저서성 어류인 달고기, 문치가자미, 별상어, 붉은메기, 삼세기, 용서대 등에서는 0.57-2.65%의 범위로 가장 낮은 지질함량을 나타내었다. 한편 갯장어의 경우에는 지질함량이 10.5%로서 본 연구에서 분석된 14종 어류 중 가장 높은 지질함량을 나타내었는데, 이는 저서성 어류이지만 회유성이기 때문에 활동을 위한 에너지의 축적 때문으로 생각된다. 본 연구에서 이용된 14종의 어류 중 민어와 갯장어 이외의 어종에 대한 식품영양성분을 분석한 연구는 거의 찾아 볼 수 없다. Yoon et al. (2006)의 자연산 및 양식산 민어 근육의 식품성분의 계절변화에 관한 연구에서는 지질함량이 자연산의 경우에는 0.34%(11월)-1.74%(5월)의 범위였고, 양식산의 경우에는 0.39%(11월)-2.17%(8월)의 범위였다고 보고하였다. 이 결과는 본 연구에서 분석된 민어(자연산 5월 채취)의 지질함량(3.14%)보다 다소 낮은 편이었다. 또한 Kim et al. (2001)은 통영산 갯장어(7월 채취) 근육의 지질함량을 5.1%로 보고하였으나, 이는 본 연구결과(10.5%)의 1/2 수준에 불과하였다. 이러

한 차이는 시료의 크기, 채취시기 등 생물학적 성상 또는 시료처리방법에 따른 차이로 보여진다. 한편 눈볼대는 표·중층 부어류 중에서 지질함량이 가장 높은 9.57%를 나타냈다. 이 결과는 눈볼대의 주요 먹이가 고등어나 갈치처럼 표·중층에 많이 출현하는 난바다 곤쟁어류를 주로 섭식(Huh et al., 2011) 하기 때문으로 보이고, 실제 고등어나 갈치는 지질함량이 많은 어종에 속한다(Jeong et al., 1998b).

총지방산 조성

Table 3에는 점농어, 민어, 보구치, 눈볼대 등의 표·중층 또는 회유성 어류와 불볼락, 붉바리, 등가시치 등의 연안 또는 암초어류에 대한 총지방산조성을 나타내었다. 이들 7종 어류에서 공통적인 주요 지방산은 16:0, 18:0, 14:0 등의 포화산, 18:1n-9, 16:1n-7, 18:1n-7 등의 모노엔산, 그리고 DHA, EPA 등의 폴리엔산이었으며, 이는 일반적으로 알려진 어류의 주요 지방산과 유사하였다(Jeong et al., 1998; Moon et al., 2009). 그러나 어종에 따라 이들 주요 지방산의 조성비는 상당한 차이를 보였다. 즉, 포화산 중에서 조성비가 가장 높은 16:0은 17.8%(등가시치)-23.0%(보구치)의 범위였고, 다음으로 조성비가 높은 18:0은 2.87%(등가시치)-5.26%(민어)의 범위였으며, 그리고 조성비가 가장 낮은 14:0은 2.53%(민어)-4.82%(불볼락)의 범위를 나타냈다. 또한 이들 어종에서 총포화산의 조성비는 민어(32.1%)에서 가장 높았고, 16:0, 18:0 등이 조성비가 가장 낮은 등가시치에서 총포화산 조성비 역시 가장 낮은 26.4%를 나타냈다. 모노엔산 중에서 조성비가 가장 높은 18:1n-9는 16.1%(붉바리)-26.7%(눈볼대)의 범위였고, 다음으로 조성비가 높은 16:1n-7은 7.20%(불볼락)-16.9%(보구치)의 범위였으며, 조성비가 가장 낮은 18:1n-7의 조성비는 3.76%(보구치)-7.04%(등가시치)의 범위였다. 또한 이들 어종에서 총모노엔산의 조성비는 18:1n-9의 조성비가 가장 높은 눈볼대(47.2%)

Table 3. Fatty acid composition of migratory, coastal and reef dwelling fishes in Korea (wt %)

Fatty acid	Spotted sea bass	Brown croaker	White croaker	Goldeye rockfish	Red grouper	Blotched eelpout	Blackthroat seaperch
12:0	tr ¹	0.10	0.12	tr	0.20	0.20	tr
14:0	3.34	2.53	2.73	4.82	4.32	3.11	3.46
15:0 iso	tr	0.17	0.11	0.20	0.16	0.16	0.10
15:0 anteiso	- ²	-	-	tr	-	-	-
15:0	0.32	0.50	0.43	0.61	0.47	0.26	0.36
16:0 iso	-	0.11	tr	-	0.15	-	0.16
16:0 DMA ³	0.15	0.15	-	tr	0.34	-	-
16:0	19.4	21.6	23.0	19.4	20.2	17.8	19.9
17:0 iso	0.25	0.25	0.25	0.15	0.33	0.40	0.14
Phytanic	-	0.40	-	-	-	0.38	0.29
17:0	0.30	0.46	0.42	0.45	0.45	0.48	0.39
18:0 iso	0.12	-	0.18	-	0.19	0.16	-
18:0 DMA	-	0.21	-	-	0.19	0.11	-
18:0	3.54	5.26	3.62	4.53	3.83	2.87	4.12
20:0	0.17	0.27	0.23	0.19	0.23	0.21	0.22
21:0	-	-	-	-	-	tr	-
22:0	-	0.17	0.15	-	0.23	0.16	0.13
ΣSaturates	27.7	32.1	31.3	30.5	31.3	26.4	29.3
14:1n-5	0.17	0.09	0.11	0.10	0.15	0.17	0.13
16:1n-9	0.38	tr	-	tr	0.19	0.31	-
16:1n-7	11.8	11.9	16.9	7.21	11.6	9.26	7.24
16:1n-5	0.21	0.20	0.18	0.25	0.27	0.26	0.18
17:1n-7	0.56	0.65	0.51	0.38	0.65	0.76	0.40
18:1 DMA	-	-	-	0.15	-	0.65	-
18:1n-11	-	-	-	-	0.14	-	-
18:1n-9	19.7	20.4	16.6	17.7	16.1	18.5	26.7
18:1n-7	5.01	3.91	3.76	4.45	5.62	7.04	4.17
18:1n-5	0.28	0.21	0.21	0.24	0.43	0.78	0.31
20:1n-9(+11)	1.90	-	-	-	1.56	-	-
20:1n-9	-	1.80	2.23	3.53	-	0.73	4.05
20:1n-7	0.20	0.27	0.29	0.32	0.46	0.56	0.18
22:1n-11	0.85	0.71	0.87	-	0.24	0.16	3.40
22:1n-9	0.18	0.15	0.18	-	0.16	0.17	0.39
22:1n-7	-	0.12	-	-	0.10	0.10	tr
ΣMonoens	41.2	40.5	41.8	34.4	37.7	39.4	47.2
16:2n-7	0.24	0.14	0.15	0.10	0.24	0.20	-
16:2n-4	-	0.20	0.35	0.43	0.47	0.90	0.21
16:4n-1	0.77	-	-	-	-	-	tr
18:2n-7	0.46	-	-	-	0.38	0.32	-
18:2n-6	3.82	1.06	0.82	1.97	0.68	1.09	0.84
18:2n-4	0.23	-	0.11	-	0.27	0.49	0.13
18:3n-6	0.23	0.17	0.17	-	0.18	0.21	0.15
18:3n-4	0.28	-	0.26	-	0.26	0.49	0.24
18:3n-3	0.73	0.61	0.43	1.32	0.21	0.32	0.44

Table 3. Continued

Fatty acid	Spotted sea bass	Brown croaker	White croaker	Goldeye rockfish	Red grouper	Blotched eelpout	Blackthroat seaperch
18:3n-4	0.28	-	0.26	-	0.26	0.49	0.24
18:3n-3	0.73	0.61	0.43	1.32	0.21	0.32	0.44
18:4n-3	0.83	0.59	0.52	2.23	0.21	0.94	0.46
18:4n-1	0.11	-	-	-	tr	0.46	tr
20:2NMID ⁴ (5,11)	0.10	-	-	-	0.40	0.21	-
20:2NMID(5,13)	-	-	-	-	-	0.07	-
20:2n-6	0.15	0.20	0.18	0.18	0.22	0.19	0.20
20:3n-6	tr	-	-	-	0.18	0.14	tr
20:3n-3	-	0.11	-	0.17	0.16	0.11	0.18
20:4n-6	1.48	2.19	2.01	1.20	2.79	2.25	1.13
20:4n-3	0.54	0.47	0.33	0.60	0.48	0.49	0.67
20:5n-3	6.79	5.42	6.87	8.78	6.16	15.1	4.12
21:5n-3	0.26	-	0.20	0.27	-	0.75	0.16
22:4n-6	0.23	0.48	0.38	0.15	1.10	0.24	0.29
22:4n-3	-	1.49	-	-	-	-	-
22:5n-6	0.39	0.56	0.39	0.36	0.43	0.36	0.33
22:5n-3	1.60	0.12	1.32	1.28	5.33	1.72	1.88
22:6n-3	11.8	13.9	12.4	16.1	10.8	7.08	11.8
ΣPolyenes	31.1	27.7	26.9	35.2	31.0	34.2	23.5
Σn-6 fatty acid	6.38	4.67	3.94	3.86	5.58	4.47	3.01
Σn-3 fatty acid	22.5	22.7	22.1	30.8	23.3	26.6	19.7

¹ 'tr', <0.1%; ² '-' not detected; ³ DMA, dimethylacetal; ⁴ NMID, non-methylene interrupted diene.

에서 역시 가장 높았고, 16:1n-7의 조성비가 가장 낮은 불볼락(34.4%)에서 가장 낮았다. 총모노엔산 조성비의 어종간 최대 차이는 약 13%로서 총포화산의 경우(약 6%)에 비하여 약 2배나 높은 수준이었다. 폴리엔산의 공통적인 주요 지방산 중에서 조성비가 가장 높은 DHA는 7.08%(등가시치)-16.1%(불볼락)의 범위였고, 조성비가 낮은 EPA는 4.12%(눈볼대)-15.1%(등가시치)의 범위였다. 이들 어종의 총폴리엔산 조성비는 23.5%(눈볼대)-35.2%(불볼락)의 범위로서 DHA, EPA의 조성비에 의존하였고, 조성비의 차이도 총모노엔산과 유사하게 약 12% 수준이었다. 한편 이들 공통적인 주요 지방산 외에 어종에 따라서는 조성비(약 3% 이상)가 높은 지방산도 수 종 발견되었다. 즉, 모노엔산 중에서는 20:1n-9의 조성비가 불볼락(3.53%)과 눈볼대(4.05%)에서 비교적 높았고, 또한 눈볼대에서는 22:1n-11의 조성비(3.40%)도 다른 어종에 비하여 높았다. 폴리엔산 중에서는 점농어에서 18:2n-6의 조성비가 3.82%로 비교적 높았고, 붉바리에서는 22:5n-3(docosapentaenoic acid, DPA)이 5.33%로 상당히 높은 수준의 조성비를 나타내었다. Table 3에서 언급한 7종의 어류 중 민어 이외의 어종에 대한 지방산조성을 연구한 보고는 거의 알려져 있지 않다. 따라서 민어의 지방산조성에 대하여 Yoon et al. (2006)의 결과(자연산 5월 채취)와 본 연구결과(자연산 5월)를 비교하면 상당한 차이를 나타내었다. 즉, 주요

지방산인 DHA와 EPA 조성비가 전자에서 2-3배나 높은 반면 다른 지방산의 조성비는 상대적으로 낮았다. 이러한 차이는 먹이 등 서식환경에 따른 차이로 추정된다.

Table 4에서는 주로 저서성 어류의 총지방산조성을 나타내었다. 이들 어류 중 갯장어는 저서성이지만 회유성어종으로서 총지방산조성이 Table 3에서 언급한 점농어, 민어, 보구치 등의 경우와 유사하였고, Kim et al. (2001)의 연구결과와도 유사하였다. 하지만 갯장어를 제외한 달고기, 문치가자미, 별상어, 붉은메기, 삼세기, 용서대 등의 저서성 어류에서의 주요 지방산조성은 Jeong et al. (1998a)이 보고한 저서성 어류의 경우와 유사하였으나, Table 3의 결과에서처럼 회유성 어류 또는 연안, 암초어류의 경우와는 상당한 차이를 나타냈다. 즉, 이들 6종의 어류에서 공통적인 주요 지방산은 포화산으로 16:0와 18:0, 모노엔산으로 18:1n-9, 폴리엔산으로 DHA, EPA 등이었다. 따라서 Table 3에서의 공통적인 주요 지방산 중에서 14:0, 16:1n-7, 18:1n-7 등이 저서성 어류에서는 공통적인 주요 지방산으로서 포함되지 않았다. 그러나 일부 어종에서는 16:1n-7, 18:1n-7 등을 비롯하여 20:4n-6, DPA 등이 주요 지방산으로서 함유되어 있었다. 포화산 중에서 16:0 조성비는 16.8%(삼세기)-21.6%(붉은메기)의 범위였고, 18:0의 조성비는 4.05%(문치가자미)-8.27%(별상어)의 범위였다. 이들 어류에서 총포화산의 조성비는 26.9%(삼

Table 4. Fatty acid composition of demersal fishes in Korea (wt %)

Fatty acid	Purple pike conger	John dory	Marbled sole	Gummy shark	Snubnose brotula	Shaggy sea raven	Yong- seo-dae
12:0	0.11	- ¹	tr ²	-	-	tr	tr
13:0	tr	-	-	-	-	-	tr
14:0	6.11	1.04	3.05	0.59	0.61	1.10	2.53
15:0 iso	0.15	-	0.20	0.07	0.44	0.10	0.45
15:0 anteiso	-	-	tr	0.14	-	-	0.20
15:0	0.53	0.40	0.55	0.29	-	0.31	1.15
16:0 iso	tr	-	0.22	-	-	tr	0.53
16:0 DMA ³	0.14	0.65	0.37	2.59	0.64	0.27	0.30
16:0	19.1	21.5	16.9	19.8	21.6	16.8	17.3
17:0 iso	0.18	0.22	0.62	0.33	0.23	0.23	1.28
17:0 anteiso	-	-	-	0.97	-	0.18	-
Phytanic	-	-	0.56	-	-	0.40	1.23
17:0	0.45	0.53	0.58	-	0.77	0.44	1.31
18:0 iso	0.20	-	-	0.40	0.29	0.32	0.33
18:0 DMA	-	1.31	-	0.68	0.53	0.37	-
18:0	3.52	6.76	4.05	8.27	7.80	6.10	5.57
20:0 DMA	-	-	-	-	-	-	0.14
20:0	0.26	0.13	0.15	-	-	0.18	0.53
21:0	-	-	-	-	-	-	0.17
22:0	0.13	-	-	-	-	-	0.31
ΣSaturates	31.0	32.5	27.3	34.1	32.9	26.9	33.4
14:1n-5	0.18	-	0.12	-	-	-	-
16:1n-9	0.29	-	0.55	0.17	-	0.34	0.28
16:1n-7	10.5	2.03	7.13	2.30	1.19	5.20	7.21
16:1n-5	0.20	0.13	0.20	0.14	0.21	0.16	0.49
17:1n-7	0.54	0.25	0.44	0.33	0.29	0.50	1.30
18:1 DMA	0.39	0.35	0.44	0.74	0.27	0.46	-
18:1 DMA	-	-	-	0.38	0.22	0.32	-
18:1n-11	-	-	1.05	0.15	-	-	0.45
18:1n-9	16.5	10.1	7.98	8.03	7.73	14.3	7.31
18:1n-7	3.29	1.62	6.40	5.13	2.14	0.31	4.41
18:1n-5	0.17	0.11	0.19	0.17	-	-	0.39
20:1n-11	-	-	2.18	0.11	0.21	-	1.96
20:1n-9(+11)	3.67	0.91	-	-	-	1.85	0.91
20:1n-9	-	-	1.84	0.50	0.57	-	-
20:1n-7	0.32	0.15	1.07	0.14	-	0.34	1.51
22:1n-11	3.41	0.20	0.32	0.13	0.22	0.62	1.09
22:1n-9	0.34	-	0.18	-	-	0.22	0.26
22:1n-7	tr	0.10	0.17	-	-	-	0.42
ΣMonoenes	39.9	15.9	30.3	18.4	13.1	24.6	28.0
16:2n-7	0.11	0.47	0.35	0.17	tr	0.10	0.84
16:2n-4	0.76	0.97	0.30	-	0.54	-	-
18:2n-6	0.83	0.54	0.51	0.68	1.06	1.09	1.05
18:2n-4	0.23	-	0.77	0.16	-	0.11	0.36
18:3n-6	0.19	0.25	0.18	0.10	0.25	0.19	0.39

Table 4. Continued

Fatty acid	Purple pike conger	John dory	Marbled sole	Gummy shark	Snubnose brotula	Shaggy sea raven	Yong-seo-dae
18:3n-4	0.49	0.36	0.47	-	-	0.22	0.51
18:3n-3	0.58	0.17	0.22	0.20	0.13	0.34	0.42
18:4n-3	0.78	0.11	0.59	-	-	0.39	0.44
18:4n-1	0.34	-	0.30	-	-	-	-
20:2NMID ⁴ (5,11)	-	-	0.30	0.22	-	-	0.12
20:2NMID(5,13)	0.10	-	0.19	-	-	-	0.23
20:2NMID(7,13)	-	-	tr	-	-	-	tr
20:2n-6	0.16	0.13	0.38	0.47	0.32	0.20	0.60
20:3n-6	0.12	0.14	0.17	0.19	0.17	0.06	0.20
20:3n-3	1.48	-	0.10	-	-	0.13	-
20:4n-6	-	7.37	2.21	6.37	5.08	5.42	0.27
20:4n-3	1.09	0.38	0.68	0.22	0.39	0.31	0.61
20:5n-3	7.57	3.60	16.9	6.18	4.98	11.8	10.4
21:5n-3	0.39	-	0.60	0.12	-	0.17	0.24
22:2NMID(7,13)	-	-	0.62	-	-	-	0.49
22:2NMID(7,15)	-	-	0.54	-	-	-	0.41
22:4n-6	0.46	1.21	1.17	1.28	1.17	0.39	2.17
22:4n-3	-	-	0.23	-	-	-	-
22:5n-6	0.28	1.57	-	0.78	1.56	0.48	1.14
22:5n-3	2.71	3.23	7.02	4.83	3.01	1.50	4.02
22:6n-3	10.4	31.1	7.58	25.5	35.3	25.6	13.5
ΣPolyenes	29.1	51.6	42.4	47.5	54.0	48.5	38.6
Σn-6 fatty acid	2.05	11.22	4.61	9.87	9.61	7.84	5.83
Σn-3 fatty acid	25.1	38.5	33.9	37.1	43.8	40.3	29.7

¹ '-' not detected; ² 'tr', <0.1%; ³ DMA, dimethylacetal; ⁴ NMID, non-methylene interrupted diene.

세기)-34.1%(별상어)의 범위를 나타냈으며, 이는 주로 16:0 및 18:0의 조성비에 의존하였다. 주요 모노엔산인 18:1n-9의 조성비는 7.31%(용서대)-14.3%(삼세기)의 범위였으며, 총모노엔산의 조성비는 13.1%(붉은메기)-30.3%(문치가자미)의 범위로 어종에 따라 큰 차이를 나타냈다. 또한 주요 폴리엔산 중에서 DHA의 조성비는 7.58%(문치가자미) -35.3%(붉은메기)의 범위였고, EPA의 조성비는 3.60%(달고기)-16.9%(문치가자미)의 범위로서 어종에 따라 조성비의 차이가 크게 나타났다. 따라서 이들 어류의 총폴리엔산의 조성비도 38.6%(용서대)-54.0%(붉은메기)의 범위로 어종에 따라 상당한 차이를 나타냈다.

한편 이들 공통적인 주요 지방산 이외에 조성비가 높은 지방산으로서 모노엔산 중에서는 16:1n-7이 문치가자미(7.13%), 삼세기(5.20%), 용서대(7.21%)에서 높았고, 18:1n-7은 문치가자미(6.40%), 별상어(5.13%), 용서대(4.41%) 등에서 높은 조성비를 나타내었다. 또한 폴리엔산 중에서는 20:4n-6의 조성비가 달고기(7.37%), 별상어(6.37%), 삼세기(5.42%), 붉은메기(5.08%) 등에서 높았고, DPA의 조성비는 갯장어와 삼세기를 제외한 5종의 저서성 어류에서 3% 이상의 높은 조성비를 나

타내었다. 그리고 별상어에서는 16:0 DMA (dimethylacetal)이 2.59% 함유되어 있었고, 다른 어종에 비하여 18:DMA, 18:1 DMA, 20:0 DMA 등 에테르지질성분의 조성비가 높은 경향이 있었다. DMA는 보통 인지질인 phosphatidylcholine이나 phosphatidylethanolamine 등의 glycerol 골격의 sn-1 위치에 비닐기가 에테르결합을 하고 있는 성분이다. 이 DMA는 진주조개 패주에서 총지방산조성의 10% 이상을 함유하는 것으로 알려져 있다(Saito, 2004; Moon et al., 2005). 또한 특이 지방산의 일종으로 22:2 NMID (non-methylene interrupted diene) 등의 성분이 문치가자미, 용서대 등에서 미량 함유되어 있었다.

본 연구에서는 지방산조성이 잘 알려지지 않거나 다소 미비한 한국 연근해 어류 14종을 대상으로 지방산조성을 분석하여 소비자에게 구체적이고 상세한 정보를 제공하고자 하였다. 향후에도 현재 시장에서는 유통되고 있으나 식품영양성분이 잘 알려지지 않은 다른 수산물에 대해서도 지방산조성 등 식품영양성분을 분석하여 소비자에게 더욱 정확한 정보를 제공하기 위하여 더 많은 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

- Ackman RG. 1986. WCOT (capillary) gas-liquid chromatography. In: Analysis of oils and fats. Hamilton RJ and Rossell JB, eds. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, U.S.A., 137-206.
- Ackman RG. 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. *Prog Food Nutr Sci* 12, 161-241.
- AOCS. 1998. AOCS official method Ce 1b-89. In: Official Methods and Recommended Practice of the AOCS (5th ed). Firestone D, ed. AOCS, Champaign, U.S.A.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917.
- Crawford MA, Hassam AG and Williams G. 1976. Essential fatty acids and fatal brain growth. *Lancet* 1(7957) 452-453.
- Dyerberg J, Bang HO, Moncada S and Vane JR. 1978. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis? *The Lancet* 312, 117-119.
- Hirayama T. 1990. Life-style and mortality: A large-scale census-based cohort study in Japan. *Contributions to Epidemiology and Biostatistics* 6, 1-133.
- Huh SH, Oh HS, Park JM and Back GW. 2011. Feeding habits of the blackthroat seaperch *Doederleinia berycooides* in the Southern sea of Korea. *Kor J Fish Aquar Sci* 44, 284-289.
- Jeong BY, Choi BD and Lee JS. 1998b. Proximate composition, cholesterol and a-tocopherol content in 72 species of Korean fish. *J Korean Fish Soc* 31, 160-167.
- Jeong BY, Choi BD and Lee JS. 1998c. Seasonal variation in proximate composition, cholesterol and a-tocopherol content in 12 species of Korean fish. *J Korean Fish Soc* 31, 707-712.
- Jeong BY, Choi BD, Moon SK and Lee JS. 1998a. Fatty acid composition of 72 species of Korean fish. *J Fish Sc Technol* 1, 129-146.
- Jeong BY, Moon SK, Choi BD and 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.
- Kim JS, Oh KS and Lee JS. 2001. Comparison of food component between conger eel (*Conger myriaster*) and sea eel (*Muraenesox cinereus*) as a sliced raw fish meat. *J Korean Fish Soc* 34, 678-684.
- Moon SK, Hong SN, Kim IS and Jeong BY. 2009. Comparative analysis of proximate compositions and lipid component in cultured and wild mackerel *Scomber japonicus* muscle. *Kor J Fish Aquat Sci* 42, 411-416.
- Moon SK, Kang JY, Kim KD, Kim IS and Jeong BY. 2005. Lipid components of the cultured pearl oyster (*Pinctada fucata martensii*) in Korea. *J Fish Sci Technol* 8, 189-194.
- NFRDI. 2008. Fishes of the Pacific Ocean. Hanguel graphics, Busan, Korea, 301.
- Saito H. 2004. Lipid and FA composition of the pearl oyster *Pinctada fucata martensii*: Influence of season and maturation. *Lipids* 39, 997-1005.
- Shindo K, Tsuchiya T and Matsumoto J. 1986. Histological study on white and dark muscles of various fishes. *Nippon Suisan Gakkaishi* 52, 1377-1399.
- STATISTICS KOREA. 2011. Fishery production survey. Received from <http://fs.fips.go.kr/main.jsp> on May 7.
- Yoon HS, Seo DC, An YK and Choi SD. 2006. Seasonal changes of body composition and elasticity between wild and cultured brown croaker, *Miichthys miiuy*. *Korean J Environ Biol* 24, 179-185.

2011년 11월 3일 접수
 2011년 11월 10일 수정
 2011년 12월 6일 수리