

12종 어류의 지질 및 지방산 조성의 계절적 변화

정보영 · 문수경 · 최병대 · 이종수*

경상대학교 식품과학과 · 해양산업연구소, *경상대학교 수산가공학과 · 해양산업연구소

Seasonal Variation in Lipid Class and Fatty Acid Composition of 12 Species of Korean Fish

Bo-Young JEONG, Soo-Kyung MOON, Byeong-Dae CHOI and Jong-Soo LEE*

Dept. of Food Science/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

*Dept. of Marine Food Science and Technology/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

Seasonal variation in lipid classes and fatty acid compositions of total lipid (TL) of 12 species of Korean fish muscle, which caught off Tongyeong coast of the Southern Sea (Nam-Hae) from Mar. 1995 to Feb. 1996, was studied. Triglyceride (TG) and free sterol (ST) were prominent lipid classes of neutral lipid in all fish species. The percent of TG rose with increasing TL content by season, but that of ST fell. The prominent lipid classes of phospholipid were phosphatidylcholine (PC) and phosphatidylethanolamine (PE), percents of PC and PE were higher in the fish containing lower lipid. The prominent fatty acids in all fish species were 16:0 (19.5 ± 1.99%), 22:6 (n-3) (16.6 ± 7.46%), 18:1 (n-9) (15.8 ± 8.39%), 20:5 (n-3) (8.46 ± 3.70%), 16:1 (n-7) (7.06 ± 3.08%) and 14:0 (3.80 ± 2.15%). With increasing TL content by season, the percent of monounsaturated fatty acids (MUFA) such as 18:1 (n-9) and 16:1 (n-7) rose, but those of polyunsaturated fatty acids (PUFA) such as 22:6 (n-3) and 20:5 (n-3) fell. There was a negative correlation between the percent of the MUFA and the PUFA of total fatty acids. However, the PUFA content increased as the TL content increased by season. On the other hand, the percent of 16:0 almost unchanged by seasonal variation of lipid content.

Key words: seasonal variation, fish lipid, lipid class, fatty acid

서 론

어육의 계절에 따른 지질함량은 어류의 성장과 생식주기 등 내적 인자와 먹이 해황 등의 외적인 인자에 의하여 영향을 받기 때문에, 그 변동의 원인은 복잡하다 (Stansby, 1986 ; 鴻巢, 1992). 그러나 어육중의 축적지질은 생식선의 발달을 위하여 소비되므로, 어육의 맛은 산란 전 지질함량이 높은 시기에 좋은 것으로 알려져 있다.

계절에 따른 지질함량의 변화는 지질 구성성분, 즉 지질 class 및 지방산 조성에 영향을 미친다. 일반적으로 총지질 (total lipid, TL) 함량은 중성지질 (neutral lipid, NL, 주로 triglyceride, TG)의 축적 여부에 따라 변화하며, 인지질 (phospholipid, PL)은 생체막 구성성분이기 때문에 TL 함량 변화에는 거의 영향을 미치지 않는다. 또한 어류의 지방산에는 다양한 생리학적 기능을 갖는 eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA)와 같은 소위 n-3계 지방산이 다량 포함되어 있다 (Ackman, 1990). 이들 n-3계 지방산이 계절에 따라 지질함량 변화와 어떠한 상관성을 가지는지 식품영양학적 관점에서 검토되어야 하며, 그 결과는 소비자들의 계절에 따른 식료로서의 어류 선택에 있어 크게 도움이 될 것으로 생각된다. 이와 관련된 연구로서는 정어리 (Lee et al., 1986), 정어리 및 고등어 (Lee et al., 1986), 갈치, 고등어, 공치, 전갱이, 정어리 및 참조기 (임, 1987) 등의 계절에 따른 지방산 조성의 변화가 보고되어 있다. 그러나 이들의 연구에서는 지방산 분석시에 분리능이 다소 떨어지는 packed column을 사용하였으므로, 분리능이 우수한 capillary column을 사용하여 더욱 상세하고 다양한 어종에 대한 분석자료가 필요하다고 생각된다. 저자들은

최근 capillary column을 사용하여 72종의 한국산 어류 근육의 지방산 조성을 보고한 바 있는데 (Jeong et al., 1998a), 이와 관련하여 본 연구에서는 72종의 한국산 어류중 12종을 선택하여, 계절에 따른 주요 지질 및 지방산 조성의 변화를 검토하였기에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시료

실험에 사용된 어종은 전보 (Jeong et al., 1998b)와 같다. 즉 표 · 중층회유어 5종 (멸치, 송어, 전어, 방어, 고등어; 이하 회유어라 한다.), 연안암초어 3종 (조피불낙, 참돔, 감성돔; 이하 암초어라 한다.), 저서어 4종 (도다리, 붕장어, 넙치, 말쥐치)으로 총 12종의 주요 어류를 선정하였다. 이들 어류는 1995년 3월부터 1996년 2월까지 3개월 간격으로 통영 어시장에서 가능한 한 비슷한 크기의 어류를 활어상태 (고등어, 멸치제외)로 구입하여, 실험실에서 fillet로 한 다음 speed cutter로 근육을 마쇄 혼합하여 분석시료로 사용하였다. 모든 분석자료는 2 그룹으로 나누어 2회씩 총 4회 분석의 평균치로 각각 나타내었다.

TL 및 NL의 정량

TL은 Bligh and Dyer (1959)의 방법에 의하여 추출하고 증량법으로 정량하였다. PL 함량은 Bartlett (1959)의 방법에 따라 TL 중의 총 무기인의 양을 측정하고 다음, 총무기인의 양에 25배하여 PL 함량으로 나타내었으며, NL 함량은 TL과 PL 함량과의 차이로서 나타내었다.

Table 1. Seasonal variation in lipid class composition of 12 species of Korean fish

Fish species (Korean name) (Scientific name)	Collection month	TL (g/100g muscle)	NL	PL	NL class* (% of total lipid content)				PL class** (% of total lipid content)				
					ST	FFA	TG	SE	SPM	PC	PS	PI	PE
Mid-surface dwelling, Migratory fish													
1. Anchovy (Myeol-chi) (<i>Engraulis japonica</i>)	Mar. 1995	3.66	2.59	1.07	5.20	6.26	59.3	tr	0.26	15.8	0.40	0.87	11.9
	Jun. 1995	5.03	4.18	0.85	2.81	5.49	74.8	tr	0.21	10.1	0.25	0.57	5.75
	Sep. 1995	7.37	6.73	0.64	2.83	3.50	84.9	tr	0.06	5.40	0.06	0.23	2.98
	Dec. 1995	9.31	8.48	0.83	3.12	3.05	84.9	tr	0.06	5.09	0.12	0.82	2.83
2. Striped mullet (Sung-eo) (<i>Mugil cephalus</i>)	Mar. 1995	3.52	2.53	0.99	3.30	tr	68.6	tr	0.35	15.8	0.50	1.60	9.82
	Jun. 1995	1.63	0.96	0.67	6.22	4.92	47.9	tr	0.85	22.6	0.85	2.55	14.2
	Sep. 1995	4.79	4.25	0.54	3.78	1.71	83.3	tr	0.11	8.06	0.11	0.89	2.04
	Dec. 1995	5.61	4.81	0.80	3.06	5.71	77.0	tr	tr	8.71	1.23	1.57	2.69
3. Hickoryshad (Jeon-eo) (<i>Konosirus punctatus</i>)	Apr. 1995	6.08	5.06	1.02	3.79	1.48	78.0	tr	tr	12.1	tr	tr	4.57
	Jul. 1995	12.0	11.2	0.77	2.61	3.62	87.3	tr	0.08	3.15	0.04	0.54	2.63
	Oct. 1995	14.2	13.3	0.93	2.94	3.03	87.5	tr	0.06	3.74	0.06	0.43	2.25
	Jan. 1996	8.61	7.54	1.07	2.18	4.39	81.0	tr	0.41	7.04	0.38	1.47	3.14
4. Yellow tail (Bang-eo) (<i>Seriola quinqueradiata</i>)	Apr. 1995	6.59	5.77	0.82	3.98	tr	83.5	tr	0.09	8.12	0.20	0.46	3.64
	Jul. 1995	3.44	2.77	0.67	6.31	tr	74.3	tr	0.47	13.4	0.34	0.87	4.39
	Oct. 1995	5.24	4.47	0.77	3.58	2.99	78.7	tr	0.32	9.23	0.24	0.94	3.96
	Jan. 1996	11.7	10.1	1.57	2.19	tr	84.4	tr	0.22	8.86	0.19	1.06	3.07
5. Mackerel (Go-deung-eo) (<i>Scomber japonicus</i>)	May 1995	16.6	15.7	0.93	2.28	tr	92.1	tr	0.24	3.01	0.03	0.35	1.95
	Aug. 1995	16.5	15.7	0.79	2.37	1.31	91.6	tr	0.11	3.45	0.11	0.32	0.79
	Nov. 1995	13.2	12.6	0.58	1.64	tr	94.0	tr	tr	3.34	0.03	0.25	0.76
	Feb. 1996	10.0	9.11	0.90	2.12	tr	88.9	tr	0.07	5.52	0.07	0.48	2.82
Coastal and reef dwelling fish													
6. Red sea bream (Cham-dom) (<i>Chrysophrys major</i>)	May 1995	1.56	1.13	0.43	10.4	tr	61.8	tr	0.26	16.4	0.24	2.01	8.87
	Aug. 1995	2.40	1.71	0.69	7.22	2.15	61.7	tr	0.20	19.6	0.52	1.95	6.59
	Nov. 1995	3.77	3.08	0.69	6.52	tr	75.3	tr	tr	11.7	0.81	1.57	4.13
	Feb. 1996	0.81	0.36	0.45	16.9	tr	28.0	tr	1.71	36.0	1.06	4.40	12.0
7. Schlegel's black rockfish (Jo-pi-bol-nag) (<i>Sebastes schlegelii</i>)	May 1995	7.47	6.73	0.74	2.82	tr	85.4	1.81	0.10	7.72	0.10	0.55	1.46
	Aug. 1995	7.26	6.45	0.81	25.9	8.21	54.8	tr	0.09	7.71	0.11	0.72	2.53
	Nov. 1995	4.29	3.48	0.81	4.21	3.55	73.4	tr	tr	12.9	0.24	0.91	4.74
	Feb. 1996	4.27	3.51	0.76	4.61	tr	77.5	tr	0.23	11.8	0.11	1.00	4.79
8. Black sea bream (Gam-seong-dom) (<i>Acanthopagus schlegelii</i>)	May 1995	2.37	1.81	0.56	8.22	tr	68.3	tr	0.09	17.1	0.10	1.01	5.18
	Aug. 1995	1.76	1.26	0.50	6.81	tr	64.8	tr	0.41	18.4	0.24	1.33	7.99
	Nov. 1995	5.44	4.61	0.83	4.77	1.68	78.4	tr	0.23	9.30	0.46	1.09	4.11
	Feb. 1996	2.92	2.35	0.57	5.16	tr	75.2	tr	0.34	12.9	0.29	1.10	4.96
Demersal fish													
9. Finespotted flounder (Do-da-ni) (<i>Pleuronichthys cornutus</i>)	Mar. 1995	1.16	0.53	0.63	9.50	tr	36.2	tr	1.22	38.0	0.54	2.83	11.7
	Jun. 1995	1.88	0.98	0.90	5.23	tr	46.8	tr	0.56	35.7	0.83	2.67	8.12
	Sep. 1995	2.58	1.32	1.26	2.71	0.69	47.7	tr	0.90	37.2	1.00	2.48	7.34
	Dec. 1996	1.05	0.50	0.55	6.53	6.78	34.4	tr	0.37	38.7	0.37	4.11	8.86
10. Sea eel (Bung-jang-eo) (<i>Astroconger myriaster</i>)	Apr. 1995	9.19	8.61	0.58	4.28	tr	89.4	tr	0.23	3.85	0.19	0.41	1.63
	Jul. 1995	6.39	5.69	0.70	6.11	1.89	81.1	tr	0.18	7.45	0.45	0.78	2.03
	Oct. 1995	5.77	5.28	0.49	5.59	2.83	80.1	2.92	0.53	5.18	tr	1.13	1.70
	Jan. 1996	14.4	13.8	0.60	3.55	tr	92.3	tr	0.06	2.59	0.05	0.41	1.03
11. Bastard Flatfish (Neob-chi) (<i>Paralichthys olivaceus</i>)	Apr. 1995	0.76	0.13	0.63	7.11	tr	9.59	tr	1.49	55.9	1.10	4.76	20.1
	Jul. 1995	0.79	0.16	0.63	5.74	4.32	9.84	tr	1.12	52.4	1.22	4.36	20.7
	Oct. 1995	0.74	0.08	0.66	4.87	tr	5.93	tr	tr	64.3	tr	5.24	19.7
	Jan. 1996	2.36	1.28	1.08	2.23	2.05	49.9	tr	0.37	31.4	0.71	3.16	10.1
12. File fish, Scraper (Mai-jwi-chi) (<i>Navodon modestus</i>)	May 1995	0.89	0.26	0.63	29.3	tr	tr	tr	0.57	51.3	0.59	3.79	14.4
	Aug. 1995	0.66	0.12	0.54	17.9	tr	tr	tr	0.58	54.4	0.29	4.61	22.0
	Nov. 1995	1.02	0.37	0.65	36.5	tr	tr	tr	0.83	41.4	1.50	5.61	14.2
	Feb. 1996	0.98	0.27	0.71	27.8	tr	tr	tr	0.50	52.5	0.59	4.48	14.1

*TL, total lipid; NL, neutral lipid; ST, free sterol; FFA, free fatty acid; TG, triglyceride; SE, steryl ester.

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

지질 조성의 분석

일정량의 TL을 Silica Gel G plate (20×20 cm, 0.25 mm in thickness, E. Merck, Darmstadt, Germany)에 점적한 후, hexane/diethyl ether/acetic acid (80:20:1, v/v/v, NL 조성용)와 chloroform/methanol/acetic acid/water (65:45:1:2, by vol., PL 조성용)을 혼합용매로 하여 전개시킨 다음, 70% H₂SO₄/포화 K₂Cr₂O₇ 혼합액을 분무하여 120°C에서 약 7분간 탄화시켰다. 탄화된 각 spot를 Shimadzu High Speed TLC Scanner CS-920 (Shimadzu Seisakusho, Kyoto, Japan)에 의하여 570 nm에서 NL 및 PL 조성을 분석하였다 (Jeong et al., 1990).

지방산조성의 분석

일정량의 TL을 AOCS법 (1990)으로 methyl ester화한 후에 capillary column (Omegawax 320 fused silica capillary column, 30 m×0.32 mm i.d., Supelco Park, Bellefonte, PA, USA)이 장착된 gas-liquid chromatography (Shimadzu GC 14A, Shimadzu Seisakusho, Co. Ltd., Kyoto, Japan)를 이용하여 지방산 조성을 분석하였다. 분석조건은 injector 및 detector (FID) 온도를 각각 250°C로 하고, column 온도는 180°C에서 8분간 유지시킨 다음, 3°C/min로 230°C까지 승온시키고 15분간 유지시켰다. Carrier gas는 He (1.0 kg/cm²)를 사용하였으며, split ratio는 1:50으로 하였고, 내부 표준품으로는 methyl tricosanoate (Aldrich Chem. Co., Milwaukee, WI, USA)를 사용하였다.

결과 및 고찰

NL 및 PL 조성의 계절변화

Table 1에 12종 어류 근육의 TL, NL, PL 함량과 지질 조성의 계절변화를 나타내었으며, TL 함량은 전보 (Jeong et al., 1998b)의 결과를 인용하였다. NL의 조성은 cholesterol (ST), free fatty acid (FFA), triglyceride (TG), steryl ester (SE) 등 4종이 검출되었으며, PL의 조성은 sphingomyelin (SPM), phosphatidylcholine (PC), phosphatidyl serine (PS), phosphatidylinositol (PI), phosphatidylethanolamine (PE) 등 5종이 각각 검출되었다. NL의 주요 조성은 TG와 ST였으며, 전자는 TL중 흔적 (말쥐치)-94.0% (고등어)의 범위였으며, 후자는 1.64% (고등어)-36.5% (도다리)의 범위로 어종에 따라 큰 차이를 나타내었다. 특히, 말쥐치의 경우는 NL중 ST만이 검출되었다. 따라서 TL 함량이 높은 회유어와 암초어종 조피볼락, 그리고 저서어종 붕장어에서는 TG의 조성비가 높았으며, TL 함량이 낮은 저서어와 암초어에서는 TG 조성비가 낮은 반면 ST 조성비가 높은 경향을 나타내었다 (Copakumar, 1965). 한편 PL의 주요 조성은 PC와 PE였다. PC의 조성비는 TL중 2.59% (붕장어)-64.3% (넙치)의 범위였으며, PE는 0.79% (고등어)-22.0% (말쥐치)의 범위로 어종에 따라 다양하였다. PC 및 PE의 조성비는 TL 함량이 비교적 낮은 저서어와 암초어에서 높은 경향을 나타냈고, TL 함량이 비교적 높은 회유어 (붕장어 포함)에서 낮은 경향을 나타냈다. 따라서 TL 함량이 낮은 어종에서 ST의 조성비가 높은 것은 이것이 PL과 함께 생체막지질의 구성에 참

여하기 때문으로 생각된다.

모든 어종에서 TL 함량은 계절에 따라 변화하였으며, 특히 TL 함량이 많은 회유어 (붕장어 포함)에서 큰 변화를 나타내었다. TL 함량 (5.42 ± 4.48%)의 변동은 주로 NL 함량 (4.46 ± 4.42%)에 따라 변동하였고, PL 함량 (0.76 ± 0.22%)은 거의 변화를 나타내지 않았다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이 TG의 조성비와 NL 함량은 계절에 따라 TL 함량과 정의 상관관계 (TG, $r=0.9087$; NL, $r=0.9989$), ($p<0.001$)를 보였다. 이 결과는 계절에 따라 TL 함량의 증가는 NL중 TG의 축적이 주요 요인임을 알 수 있다. 이것은 PL 함량이 계절에 관계없이 거의 일정하였기 때문에 이 사실을 더욱 뒷받침하여 준다. 한편 PL의 주요 지질인 PC와 PE의 조성비는 계절에 따라 TL 함량 변화와 역의 상관관계 (PC, $r=-0.9588$; PE, $r=-0.9124$), ($p<0.001$)를 나타내었는데 (Fig. 2), 이것은 전술한 바와 같이 PL 함량은 거의 일정하기 때문에 TL 함량이 낮을 수

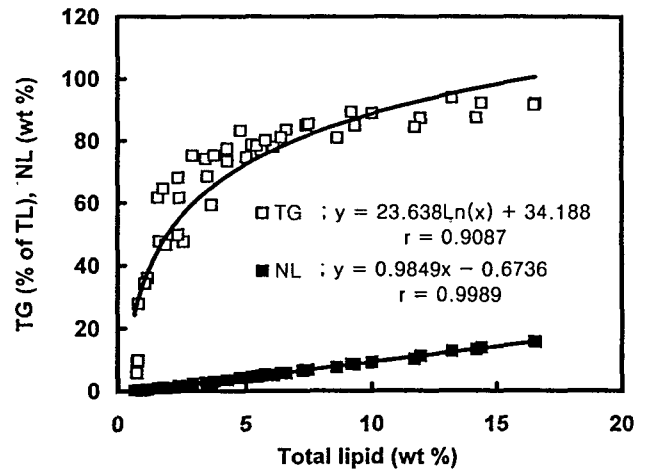


Fig. 1. Correlation between changes in total lipid content and triglyceride (TG, % of TL content), and neutral lipid (NL) content by season of 12 species of Korean fish.

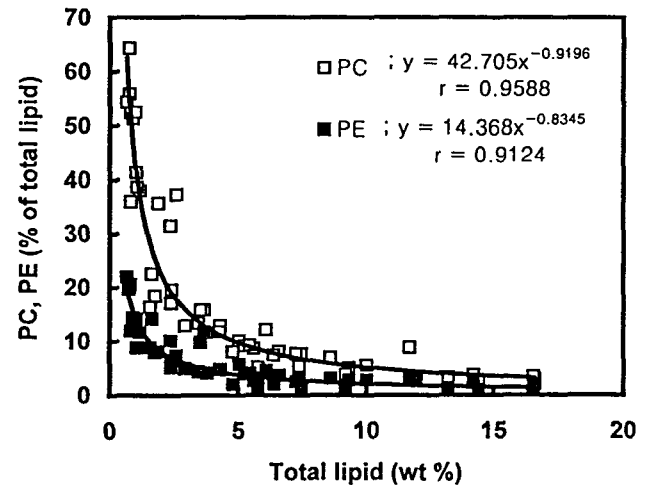


Fig. 2. Correlation between changes in total lipid content and phosphatidylcholine (PC) and phosphatidylethanolamine (PE) (% of TL) by season of 12 species of Korean fish.

Table 2. Seasonal variation in prominent fatty acids of total lipid of 12 species of Korean fish (Area %)

Fish species (Korean name)	Collection month	TL (wt%)	14:0	16:0	16:1 (n-7)	18:1 (n-9)	20:5 (n-3)	22:6 (n-3)	n-3 PUFA (wt%)	
Mid-surface dwelling, migatory fish										
1. Anchovy (Myel-chi)	Mar. 1995	3.66	5.78	18.8	5.89	5.28	14.3	20.4	1.10	
	Jun. 1995	5.03	6.54	18.1	6.50	5.63	13.2	18.8	1.58	
	Sep. 1995	7.37	6.26	22.3	7.32	9.48	9.28	18.6	2.01	
	Dec. 1995	9.31	6.81	22.4	7.85	9.19	12.3	16.1	2.62	
2. Striped mullet (Sung-eo)	Mar. 1995	3.52	4.30	21.7	10.6	6.80	10.7	7.26	0.55	
	Jun. 1995	1.63	3.17	16.5	7.74	3.82	12.2	17.3	0.31	
	Sep. 1995	4.79	3.57	18.7	15.5	17.6	6.16	14.1	0.95	
	Dec. 1995	5.61	6.11	20.4	15.8	3.86	15.1	5.19	1.12	
3. Hickoryshad (Jeon-eo)	Apr. 1995	6.08	9.53	22.2	10.0	15.6	12.4	8.05	1.22	
	Jul. 1995	12.0	10.4	19.1	12.4	12.2	15.3	6.83	2.62	
	Oct. 1995	14.2	8.16	22.4	12.5	16.6	14.3	6.05	2.86	
	Jan. 1996	8.61	7.34	22.7	10.6	23.0	8.25	7.01	1.29	
4. Yellow tail (Bang-eo)	Apr. 1995	6.59	2.71	19.9	5.48	22.2	4.21	17.7	1.41	
	Jul. 1995	3.44	3.37	17.8	5.64	18.8	4.52	18.7	0.69	
	Oct. 1995	5.24	3.79	22.5	5.93	14.8	7.37	21.0	1.46	
	Jan. 1996	11.7	3.93	20.0	6.10	18.8	5.93	20.5	3.06	
5. Mackeral (Go-deung-eo)	May 1995	16.6	3.13	17.4	4.45	22.0	7.41	13.6	3.45	
	Aug. 1995	16.5	4.33	20.2	3.50	12.8	6.48	15.4	3.58	
	Nov. 1995	13.2	4.41	20.0	4.88	16.9	5.88	15.6	2.81	
	Feb. 1996	10.0	3.50	19.2	4.62	19.1	5.08	15.6	2.05	
Coastal and reef dwelling fish										
6. Red sea bream (Cham-dom)	May 1995	1.56	3.44	19.3	6.20	19.8	6.21	14.3	0.20	
	Aug. 1995	2.40	2.29	20.3	7.81	20.9	5.85	12.3	0.38	
	Nov. 1995	3.77	3.43	21.8	7.04	16.9	8.23	11.5	0.65	
	Feb. 1996	0.81	1.08	21.6	3.25	6.21	6.92	35.5	0.20	
7. Schlegel's black rockfish (Jo-pi-bol-nag)	May 1995	7.47	2.99	16.0	6.39	20.4	6.53	20.9	2.01	
	Aug. 1995	7.26	3.50	16.4	7.39	19.0	8.39	16.1	1.74	
	Nov. 1995	4.29	3.05	17.9	8.69	23.0	6.42	17.5	1.01	
	Feb. 1996	4.27	2.89	17.2	6.87	20.9	6.68	19.3	1.09	
8. Black sea bream (Gam-seong-dom)	May 1995	2.37	3.35	20.0	6.87	16.1	5.94	9.52	0.32	
	Aug. 1995	1.76	2.80	20.3	7.47	13.7	6.61	20.0	0.30	
	Nov. 1995	5.44	2.69	21.7	9.59	25.9	7.25	9.94	0.92	
	Feb. 1996	2.92	2.64	20.3	10.2	23.3	5.94	12.5	0.47	
Demersal fish										
9. Finespotted flounder (Do-da-ri)	May 1995	1.16	1.60	19.6	9.33	10.9	8.18	14.6	0.17	
	Jun. 1995	1.88	4.36	14.1	6.63	9.28	15.6	9.81	0.31	
	Sep. 1995	2.58	2.63	17.4	7.06	12.7	10.8	10.7	0.48	
	Dec. 1995	1.05	2.48	17.8	4.84	7.96	16.7	17.6	0.23	
10. Sea eel (Bung-jang-eo)	Apr. 1995	9.19	4.45	18.6	7.98	28.8	5.10	11.1	1.47	
	Jul. 1995	6.39	4.10	18.7	7.50	31.5	4.27	10.5	0.92	
	Oct. 1995	5.77	3.31	19.9	7.82	41.4	3.33	8.74	0.68	
	Jan. 1996	14.4	3.78	18.4	8.25	37.8	3.81	10.0	1.97	
11. Bastard, Flatfish (Neob-chi)	Apr. 1995	0.76	3.44	19.9	5.06	13.0	5.31	23.0	0.12	
	Jul. 1995	0.79	1.84	17.1	3.26	9.31	6.27	32.5	0.44	
	Oct. 1995	0.74	1.19	22.2	3.35	10.1	4.78	34.6	0.44	
	Jan. 1996	2.36	4.78	20.1	6.62	10.4	6.57	25.5	0.66	
12. File fish, Scraper (Mal-jwi-chi)	May 1995	0.89	0.53	18.9	2.16	8.16	10.1	28.0	0.19	
	Aug. 1995	0.66	0.86	17.4	2.34	6.45	10.8	26.2	0.14	
	Nov. 1995	1.02	1.19	21.1	3.69	8.23	16.0	22.7	0.25	
	Feb. 1996	0.98	0.37	17.9	1.88	9.36	7.18	29.6	0.21	

Table 3. Coefficient of variation (CV, %) of total lipid and prominent fatty acid compositions by season of 12 species of Korean fish

Fish species	TL	16:0	16:1 (n-7)	18:1 (n-9)	20:5 (n-3)	22:6 (n-3)
Mid-surface dwelling, migratory fish						
1. Anchovy	39.4	11.1	12.6	30.4	17.6	9.62
2. Striped mullet	44.6	11.6	31.6	81.5	33.8	51.9
3. Hickoryshad	35.1	7.77	11.1	26.8	24.8	11.8
4. Yellow tail	52.6	9.59	4.83	16.2	26.3	7.91
5. Mackerel	22.3	6.64	13.8	21.9	15.8	6.45
Coastal and reef dwelling fish						
6. Red sea bream	59.4	5.65	32.8	42.1	15.4	62.3
7. Schlegel's black rockfish	30.6	5.01	13.5	7.96	13.3	11.3
8. Black sea bream	51.8	3.71	18.9	29.3	9.77	37.4
Demersal fish						
9. Finespotted flounder	42.6	13.3	26.5	20.1	31.3	27.4
10. Sea eel	44.1	3.59	3.97	16.5	18.3	9.95
11. Bastard, Flatfish	39.9	10.6	34.9	14.9	14.5	19.1
12. File fish, Scrapper	18.2	8.71	31.9	14.9	33.3	11.1
Average	40.1	8.11	19.7	26.9	21.2	22.2
Standard deviation	12.1	3.23	11.3	19.5	8.36	18.7

록 PL의 조성비가 높아지므로, 결국 PC, PE와 같은 지질의 조성비도 높아지게 되고, 또한 TG의 조성비와는 반대의 경향을 나타내게 된다.

지방산조성의 계절변화

12종 어류의 초기시료에 대한 지방산 조성은 이전에 보고 (Jeong et al., 1998a) 하였으므로, 여기에서는 n-3계 지방산을 포함한 주요 지방산조성의 변화를 나타냈다 (Table 2). 모든 어종에서 PUFA의 조성비가 가장 높았으며, 회유어와 암초어는 MUFA, SFA의 순으로 조성비가 높았으나, 저서어에서는 SFA, MUFA순으로 조성비가 높았다 (Jeong et al., 1998a). 이들 지방산 그룹의 조성비를 TL 함량과 관련하여 볼 때, PUFA의 조성비는 TL 함량과 역의 상관관계를 나타내 주었다. 이것은 TL 함량이 낮은 어류는 PUFA가 많은 PL의 조성비가 높고 PUFA가 적은 TG의 조성비가 낮기 때문이다 (Fogerty et al., 1986). PUFA의 주요 지방산은 DHA (22:6 (n-3))와 EPA (20:5 (n-3))였고, 20:4 (n-6)와 22:5 (n-3) (DPA) (Jeong et al., 1998a)도 어종에 따라 다르나 역시 상당량 존재하였다. 초기시료에서 DHA는 7.26% (송어)-28.4% (말쥐치)의 범위였으며, EPA는 4.21% (방어)-17.9% (도다리)의 범위를 나타내었다. 대부분의 어종에서 DHA의 조성비가 높았으나, 송어, 전어, 도다리의 경우는 EPA의 조성비가 높았다. 또한 감성돔, 도다리, 말쥐치는 20:4 (n-6)의 조성비가 약 5% 이상을 차지하였으며, 송어, 감성돔, 도다리는 DPA의 조성비가 약 5% 이상을 나타내었다. 20:4 (n-6)의 조성비가 높은 어류 (말쥐치, 도다리, 감성돔 등)는 잡식성으로 그들의 주요 먹이의 일종인 암초나 해저의 해조류와의 관련성이 높은 것으로 생각된다. 실제 미역, 모자반, 다시마 등의 해조류는 20:4 (n-6)의 조성비가 약 5~17%로 보고되어 있다 (Jeong et al., 1993). 또한 송어, 감성돔, 도다리 처럼 DPA의

조성비가 높은 어류에서 DHA의 조성비가 낮은 것으로 보아 이들 어류는 DPA가 DHA로의 생체내 생합성 효소 (Δ^4 desaturase)의 활성이 다른 어류에 비하여 낮은 특성을 갖고 있기 때문으로도 생각된다. 한편 MUFA의 주요 지방산은 18:1 (n-9), 16:1 (n-7)이었으며, 전자는 저서어종 방장어에서 28.8%로 전 어종중에서 가장 높았고, 후자는 송어에서 13.6%로 전 어종중에서 가장 높았다. SFA의 주요지방산은 16:0, 14:0였으며, 모든 어종중 전어에서 16:0 및 14:0의 조성비가 각각 22.2%, 9.53%로 가장 높았고, 18:0는 말쥐치에서 8.54%로 가장 높았으나, 어종에 따른 차이는 비교적 적었다.

이들 주요 지방산중 평균 4% 이상의 조성비를 갖는 지방산 조성의 계절에 따른 변동폭을 변이계수 (coefficient of variation, CV, %)로서 나타내었을 때 (Table 3), CV가 가장 높은 지방산은 18:1 (n-9) (7.96~81.5%, $26.9 \pm 19.5\%$)였으며, 다음으로 DHA (6.45~62.3%, $22.2 \pm 18.7\%$), EPA (9.77~33.8%, $21.2 \pm 8.36\%$), 16:1 (n-7) (3.97~34.9%, $19.7 \pm 11.32\%$)의 순이었으며, 16:0 (3.59~13.3, $8.11 \pm 3.23\%$)가 가장 낮은 CV를 나타냈다. 따라서 SFA인 16:0 조성비는 계절에 관계없이 거의 일정하였으나, MUFA (18:1 (n-9), 16:1 (n-7))와 PUFA (DHA, EPA)의 조성비가 근육지질의 함량변화와 함께 크게 변화하였는데, 특히 18:1 (n-9)와 DHA 조성비의 변화가 현저하였다. 즉 MUFA의 조성비는 지질함량과 비례하였고, PUFA의 경우는 역비례하였다. 따라서 MUFA와 PUFA의 조성비 사이에는 Fig. 3에서 볼 수 있듯이 로그 함수로 역의 상관관계 ($r = -0.8724$, $p < 0.001$)를 잘 나타내어 주었다. 본 연구에서, 고등어의 경우는 Ueda (1976) 및 Lee et al. (1986)의 보고와 유사하였으나, 다른 어류의 경우는 비교자료를 발견할 수 없었다. 또한 계절에 따른 어류 지질함량의 증가에 따라 MUFA의 조성비가 높아지므로, 그 함량 역시 증가가 예상되지만, Table 2 및 Fig. 4

에서 볼 수 있듯이 기능성성분으로서 중요한 EPA와 DHA의 함량변화도 지질함량 변화와 정의 상관관계 ($r=0.9516, p<0.001$)를 나타내 주었다.

결과적으로 지질함량이 많고 맛이 있는 계절에 n-3 PUFA (EPA, DHA) 함량 역시 많다는 사실을 알 수 있었으며, 또한 이 연구 결과는 소비자 특히 영양사의 계절에 따른 식료선택과 식단 작성에 있어 중요한 자료가 될 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

한국 남해 연근해에서 어획된 12종의 주요 어류 (표·중층회유어 5종; 멸치, 송어, 전어, 방어, 고등어; 연안암초어 3종; 조피볼락, 참돔, 감성돔; 저서어 4종; 도다리, 붕장어, 넙치, 말쥐치)를 대상으로 하여 그들의 지질 및 총지방산 조성비의 계절변화를 검토하였다.

NL의 주요 조성은 TG 및 ST이었으며, TG 조성비는 TL함량과 로그함수로 정의 상관관계 ($r=0.91, p<0.001$)를 나타내었다. PL의 주요 조성은 PC와 PE였으며, 양자의 조성비는 TL 함량이 적은 어종에서 높은 경향을 나타냈다. 시험된 어류의 주요지방산은 16:0 ($19.5 \pm 1.99\%$), DHA ($16.6 \pm 7.46\%$), 18:1 (n-9) ($15.8 \pm 8.39\%$), EPA ($8.46 \pm 3.70\%$), 16:1 (n-7) ($7.06 \pm 3.08\%$), 14:0 ($3.80 \pm 2.15\%$) 등이었다. 이들 주요 지방산중 MUFA인 18:1 (n-9)와 16:1 (n-7)의 조성비의 변화는 TL 함량 변화와 비례하였으나, PUFA인 DHA와 EPA의 조성비의 변화는 TL 함량 변화와 역비례하였다. 한편 이들 MUFA와 PUFA 조성비와의 변화 사이에는 로그함수로 정의 상관관계 ($r=-0.87, p<0.001$)를 나타냈다. 그러나 SFA (16:0)의 조성비는 계절에 따른 지질함량 변동의 영향을 거의 받지 않았다. 또한 EPA 및 DHA의 함량은 지질함량과 정의 상관관계 ($r=0.95, p<0.001$)를 보였다.

감사의 글

이 논문은 한국학술진흥재단의 1994년도 대학부설연구소 연구비 지원에 의하여 수행된 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Ackman, R.G. 1990. Nutritional composition of fats in seafoods. *Prog. Food Nutr. Sci.* 13, 161~241.
 A.O.C.S. 1990. AOCs official method Ce 1b-89. In *Official methods and recommended practice of the AOCs*, 4th ed., AOCS, Champaign, IL, USA.
 Bartlett, G.R. 1959. Phosphorous assay in column chromatography. *J. Biol. Chem.*, 234, 466~468.
 Bligh, E.G. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911~917.
 Copakumar, K. 1965. Seasonal variation in lipid composition of oil sardine. *Indian J. Fish.* 12 (1B), 1~5.
 Fogerty, A.C., Evans, A.J., Ford, G.L. and Kennett, B.H. 1986. Distribution of $\omega 6$ and $\omega 3$ fatty acids in lipid classes in Australian fish. *Nutr. Reports Int.*, 33, 777~786.
 Jeong, B.Y., D.M. Cho, S.K. Moon and J.H. Pyeun. 1993. Quality factors and functional components in the edible seaweeds-I. Distribution of n-3 fatty acids in 10 species of seaweeds by their habitats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 22, 621~628.
 Jeong, B.Y., B.D. Choi, S.K. Moon and J.S. Lee. 1998a. Fatty acid composition of 72 species of Korean fish. *J. Fish. Sci. Tech.*, 1, 129~146.
 Jeong, B.Y., B.D. Choi and J.S. Lee. 1998b. Seasonal variation in proximate composition, cholesterol and α -tocopherol content of 12 species of Korean fish. *J. Korean Fish. Soc.*, 31, in press.
 Jeong, B.Y., T. Ohshima, C. Koizumi and Y. Kanou. 1990. Lipid deterioration and its inhibition of Japanese oyster during frozen storage. *Nippon Suisan Gakkaish*, 56, 2083~2091.
 Lee, E.H., K.S. Oh, C.B. Ahn, Y.H. Chung, J.S. Kim and S.K. Jee. 1986. Seasonal variation in lipids and fatty acid composition of sardine, *Sardinops melanosticta*. *J. Korean Fish. Soc.* 18, 245~248.

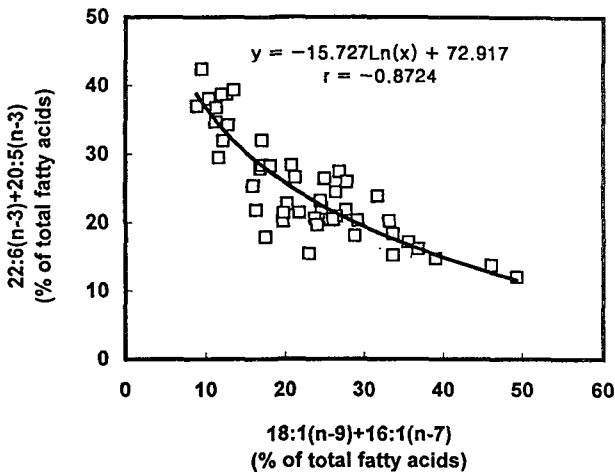


Fig. 3. Correlation between changes in 18:1 (n-9)+16:1 (n-7) (MUFA) and 22:6 (n-3)+20:5 (n-3) (PUFA) by season of 12 species of Korean fish.

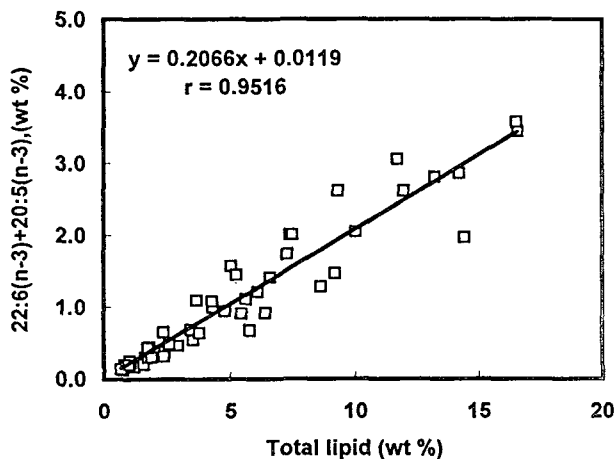


Fig. 4. Correlation between changes in total lipid and 22:6 (n-3)+20:5 (n-3) (PUFA) content by season of 12 species of Korean fish.

- Lee, K.H., I.H. Jeong, J.S. Suh, W.J. Jung and C.G. Kim. 1986. Utilization of polyunsaturated lipids in red muscled fishes. 1. Lipid composition and seasonal variation in fatty acid composition of body oil and lipid from different section of saridine and mackerel. *J. Korean Fish. Soc.*, 19, 423~435.
- Stansby, M.E. 1986. Fatty acids in fish. In *health effects of polyunsaturated fatty acids in seafood*, Simopoulos *et al.* eds., Academic press, London, pp. 389~401.
- Ueda, T. 1976. Changes in the fatty acid composition of mackerel lipid and probably related factors-III. Seasonal variations in fatty acid composition. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 42, 557~561.
- 鴻巣章二, 橋本周久. 1992. 水産利用化學. 恒星社厚生閣. 東京, pp. 25~39.
- 임채환. 1987. 해산어류의 지질성분의 계절적 변화. 부경대학교 이학석사 학위논문.

1998년 3월 20일 접수

1998년 10월 19일 수리