

수산식품의 지질영양

정 보 영

경상대학교 해양과학대학

서 언

최근 우리나라 국민건강 영양조사 결과에 의하면, 2001년도 국민 1인당 1일 평균 에너지 섭취량은 1,975.8kcal였으며, 3대 영양소인 단백질, 지(방)질, 당질의 에너지 구성비는 14.9/19.5/65.6으로 나타났다. 이 결과를 1969년도 3대 영양소의 에너지 구성비 (12.5/7.2/80.3)와 비교하면 당질의 섭취율은 크게 감소한 반면, 단백질과 지질의 섭취율은 증가하였으며, 특히 지질섭취의 증가는 감소된 당질 섭취량의 대부분을 차지하였다 (2001년도 국민건강영양조사, 2002). 한편 우리나라 국민 1인당 1일 지질 공급량은 1980년 37g이었던 것이 식생활의 변화와 더불어 급속히 증가하여 1990년에는 72g으로 10년 동안 약 95%나 크게 증가하였으나, 이후부터는 완만하게 증가하여 2002년에는 85.6g으로 1992년에 비하면 약 20%의 증가에 그쳤다 (식품수급표, 2002). 이러한 지질섭취량의 증가현상은 소득수준의 향상과 더불어 육류를 포함한 다양한 식품이 원활하게 공급될 수 있었기 때문으로 생각된다. 하지만 유택해진 식품의 공급은 에너지의 과잉섭취 현상을 초래하였고, 이는 비만이나 서구형 질병이 증가하게 된 원인으로 알려져 있다. 따라서 최근에는 에너지 밀도가 낮은 식품이 선호되고 있고, 비만이나 성인병의 예방에 효과적인 식품으로 알려진 수산식품의 소비가 증가하고 있는 추세이다.

그동안 지질생화학이나 영양학에 관한 연구가 끊임없이 수행됨에 따라 지질을 구성하는 지방산의 생리적 기능이나 스테롤, 지용성 비타민, 그리고 미량생리활성물질 등에 관한 수많은 연구 결과가 축적될 수 있었으며, 특히 지방산에 대해서는 목적에 따라 선별하여 섭취하려는 시대에 이르렀다. 따라서 지질의 일반적인 영양기능에 대하여는 기존의 총설 (Gurr, 1984; Simopoulos et al., 1986)을 참고하기로 하고, 여기에서는 먼저 지방산의 종류와 그들의 산화속도에 대하여 간단히 언급하고자 한다. 다음으로는 수산식품에 특징적으로 함유되어 있는 n-3 지방산의 분포와 이들 지방산의 계절변화 및 자연산과 양식산 어류에서의 차이에 대하여 저자의 연구결과를 중심으로 소개하고, 그리고 몇 가지 생리기능에 대하여 간단히 기술하고자 한다.

지방산의 산화속도

지질은 중성지질, 인지질, 지방산, 스테롤, 지용성 비타민 등으로 구성되어 있으며, 지질이 영양학적으로 중요한 이유는 3대 영양소 중 가장 높은 에너지를 생산할 수 있다는 점일 것이다. 지방산은 에너지 생산을 위하여 생체내에서 완전히 산화되면 CO₂와 H₂O로 되는데 그 산화속도는 지방산의 종류에 따라 다르다. Leyton *et al.* (1987)은 rat를 이용하여 여러 가지 지방산에 대한 생체내 산화속도를 측정한 결과, 포화지방산에서는 탄소수가 짧은 지방산이 TCA cycle로의 진입이 쉽기 때문에 산화되기 쉬운 반면, 탄소수가 긴 지방산일수록 산화되기 어렵다고 보고하였다. 또한 rat에 불포화지방산을 투여하였을 때 투여 초기에는 oleic acid (18:1)의 산화속도가 포화지방산인 lauric acid (12:0)와 거의 같았으나, 16시간 이후에는 γ -linolenic acid (18:3 n-3)가 투여량의 약 65%나 산화되어 가장 높은 산화속도를 보였고, 다음으로 oleic acid, linoleic acid, γ -linolenic acid(18:3 n-6), arachidonic acid (20:4 n-6)의 순으로 산화속도가 늦었다고 하였다.

수산식품의 섭취변화와 지방산

지질의 에너지원 이외의 주요 기능을 보면, 필수지방산 (linoleic, linolenic, arachidonic acids)으로서의 역할을 하며, 생체막 및 지방조직의 구성성분이 되고 지용성 비타민의 흡수를 조절하기도 하고, 비타민 B 및 단백질을 절약하는 등 다양한 작용을 한다. 특히 지질의 구성지방산 중 docosahexaenoic acid (DHA, 22:6 n-3), eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5 n-3) 등의 n-3 지방산은 생체방어, 질병의 방지와 회복, 신체리듬의 조절, 노화억제 등의 생체조절기능을 가지는 식품의 3차 기능성 성분으로 알려져 있고, 이들 지방산들이 유일하게 수산식품에 다량 함유되어 있기 때문에 수산식품이 건강식품으로 확고히 자리잡게 되었다. 이러한 현상은 국민 1인당 1년 동안 어패류의 순섭취량이 1993년 31.6kg에서 2002년에는 36.3kg으로 증가한 사실에서 확인될 수 있다. 한편 조식품공급량으로 볼 때 2001년도 우리나라 국민 1인당 1년간 수산식품공급량은 약 66.9kg으로서 세계 제1위의 수산식품소비국으로 부상하였고, 2위는 일본 (63.9kg), 3위 대만 (35.5kg), 4위 뉴질랜드 (26.1kg), 5위 덴마크 (26.5kg), 6위 미국 (21.2kg) 등의 순으로 수산식품을 소비하고 있다 (식품수급표, 2002).

수산식품에 특징적으로 함유되어 있는 n-3지방산이 세계적으로 이목이 집중된 동기는 그린랜드 에스키모에 대한 덴마크의 Dyerbergy와 Bang (1979)이 실시한 역학조사가 계기가 되었다. 이 조사에서 생선이나 해수(海獸)를 주식으로 하는 에스키모는 육류를 주식으로 하는 덴마크인에 비하여 지질섭취량이 많음에도 불구하고 심근경색 등 혈전성 질환의 발생률이 극히 낮았음을 보고했다. 일반적으로, 고지방식을 하는 경우에는 혈액 중의 cholesterol (CHOL)이나 중성지질 (triglyceride, TG)이 증가하여 혈전성 질환을 유인하거나 동맥경화를 촉진시킨다. 그러나 고지방식을 하는 에스키모의 혈액 중에는 총 CHOL이나 TG 함량이 정상적이었기 때문에, 이들 혈액지질의 지방산 조성을 분석한 결과 에스키모 혈액지방산에는 DHA, EPA 등 n-3 지방산의 함량이 높은 반면, 덴마크인의 경우는 arachidonic acid (AA, 20:4 n-6)등의 n-6 지방산이 풍부하였음을 확인하였다. 따라서, 이 역학조사에 의하여 혈전성 질환에 대한 n-3 지방산의 기능이 주목받게 되었으며, 섭취지질의 함량보다 질(質)의 중요성이 강조되었다.

어류근육 중 n-3 지방산의 분포

Table 1은 어류근육의 n-3 (주로 EPA, DHA) 및 n-6 (주로 AA) 지방산의 조성비를 나타냈다. 72종의 어류를 그들의 주요 서식지에 따라 표·중층회유어, 연안암초어, 저서어 그리고 담수어로 나누었다. 지질함량은 해산어의 경우 정어리등 표·중층회유어가 평균 6.09%로써 가장 높고, 다음이 볼락 등 연안암초어로 평균 3.41%이었으며, 문절망둑 등 저서어에서는 평균 2.27%로 가장 낮았다. 이들 중 표·중층회유어에서 지질함량이 가장 높은 것은 이들 어류가 다른 어류에 비하여 활동성이 크기 때문에 활동을 위한 에너지원으로 지질을 주로 이용하기 때문으로 생각된다. 반대로 저서어는 이동성이 극히 낮은 어류로서 활동을 위한 에너지를 그다지 요구하지 않기 때문에 지질함량이 낮은 것으로 판단된다. 한편 담수어의 경우는 지질함량이 평균 4.40%였으나, 뱀장어와 칠성장어를 제외하면 약 2.0%로서 시험된 어류 중에서 지질함량이 가장 낮았다. 해산어의 붕장어, 담수어인 뱀장어 및 칠성장어의 지질함량이 높은 것은 장어류의 독특한 종 특이성 때문으로 간주된다. 특히 뱀장어는 5~12년간 담수에서 서식하다가 강하하여 난류를 따라 심해로 산란회유를 하는데, 이때 뱀장어는 생식기관이 성숙되는 반면 소화기관은 퇴화되어 절식하면서 심해의 산란장을 찾아간다 (정, 1991). 따라서 뱀장어의 지질함량이 다른 어종에 비하여 월등히 높은 이유는 뱀장어의 산란회유 과정에서 절식에 따른 에너지원으로 지질을 이용하기 위해 근육지질을 축적하는 특이성을 가진 것으로 생각된다. 실제 뱀장어의 최장 절식 기록은 약 4년 (1,515일)으로 알려져 있다. 일반적으로 농축산물에 비하여 어류의 근육지질함량은 변동의 폭이 크다. 그 이유는 농축산물은 비교적 생육환경이 거의 일정하여 계절에 따른 지질함량의 변동이 적지만, 어류 특히 회유어의 경우는 환경조건의 변화가 크기 때문에 지질함량의 계절변동 폭도 크다. 정어리와 같은 어류는 산란회유시 에너지원이나 생식소의 지질원으로서 지방조적이나 동체부분의 근육지질을 소모하기 때문에 계절에 따라 지질함량 차이가 약 12%정도나 되는 경우도 있다.

어류근육의 n-3 지방산 조성비는 대체로 농축산물의 경우에 비하여 높은 반면 n-6 지방산의 조성비는 낮다. 표·중층 회유어의 n-3 지방산 조성비는 17.1~49.1% (평균 30.0%)의 범위였고, n-6 지방산은 1.48~5.94% (평균 3.88%)의 범위를 나타냈다. 연안 암초어의 n-3 및 n-6 지방산 조성비는 14.5~39.4% (평균 26.2%) 및 1.46~8.82% (평균 5.98%)의 범위였고, 저서어의 경우는 9.40~51.7% (평균 32.6%) 및 2.99~16.1% (평균 7.38%)의 범위였다. 이상의 결과에서 알 수 있듯이 n-3 지방산의 조성비는 어종에 따라 약간 다르나 저서어> 표·중층 회유어>연안 암초어의 순으로 높았으며, n-6 지방산의 조성비는 저서어> 연안 암초어> 표·중층 회유어의 순으로 높았다. 따라서 n-3/n-6비는 표·중층 회유어가 평균 8.85로써 가장 높았고, 다음이 연안 암초어 (평균 5.03)였고, 저서어 (평균 4.42)에서 가장 낮았다. 저서어에서 n-3 및 n-6 지방산을 포함한 고도불포화지방산 (polyunsaturated fatty acid, PUFA)의 조성비가 높은 것은 이들 어류의 지질중 인지질의 조성비가 높기 때문으로 생각된다. 인지질은 생체막 구성성분으로서 지질함량이 낮은 小脂魚에서는 축적지질인 중성지질에 비하여 인지질의 조성비가 높고, 또한 PUFA의 조성비는 중성지질보다 인지질에서 높기 때문에 지질함량이 비교적 낮은 저서어에서 PUFA인 n-3 및 n-6

Table 1. Distribution of n-3 and n-6 fatty acid in 72 species of fish*

(%)

Fish species**	Lipid	n-3 FA	n-6 FA	n-3/n-6
Mid-surface dwelling, Migratory fish (표- 중층회유어)				
1. Sardine (정어리)	6.28	30.1	4.87	6.18
2. Anchovy (멸치)	3.66	38.2	4.47	8.54
3. Horn fish (학꽂치)	1.26	49.1	4.85	10.1
4. Ice goby (사백어)	4.52	40.0	2.01	19.9
5. Striped mullet (숭어)	3.52	27.8	3.35	8.30
6. Hickoryshad (전어)	6.08	23.8	4.12	5.78
7. Yellow tail (방어)	6.59	25.9	4.28	6.05
8. Sea bass (농어)	2.98	29.1	4.78	6.09
9. Nothern sand lance (까나리)	10.6	34.7	1.48	23.4
10. Mackerel (고등어)	16.6	24.9	4.35	5.72
11. Ocean perch (망상어)	2.63	32.3	4.83	6.69
12. Jack mackerel (전갱이)	11.5	22.3	3.06	7.29
13. Hair tail (갈치)	9.98	19.2	1.94	9.90
14. Coho salmon (A, 은연어)	9.76	24.1	5.94	4.06
15. Coral fish (자리돔)	1.26	35.5	4.77	7.44
16. Seapike (애꼬치)	1.99	33.7	3.46	9.74
17. Yellow drum (수조기)	1.61	32.1	5.82	5.52
18. Spanish mackerel (삼치)	4.93	29.6	2.91	10.2
19. Redlip croaker (참조기)	9.87	17.1	2.38	7.18
Average	6.09	30.0	3.88	8.85
Coastal and reep dwelling fish (연안압초어)				
20. Black rockfish (볼락)	3.12	23.1	2.53	9.13
21. Red sea bream (참돔)	1.56	26.0	6.38	4.08
22. Schlegel's black rockfish (우럭)	7.47	32.5	4.85	6.70
23. Black sea bream (감성돔)	2.37	23.7	8.82	2.69
24. Rock trout (노래미)	2.62	17.2	3.07	5.60
25. File fish (취치)	0.88	38.9	11.4	3.41
26. Multicolorfin rainbowfish (용치)	1.08	39.4	9.85	4.00
27. Cocktail wrasses (어랭놀래기)	2.38	28.0	5.87	4.77
28. Sevenband grouper (능성어)	1.64	28.8	7.23	3.98
29. Hwangeombolnag (황점볼락)	1.24	27.5	6.57	4.19
30. Gasungeo (가승어)	8.80	14.5	1.46	8.24
31. Striped beakperch (돌돔)	8.03	20.3	3.48	5.83
32. Largescale blackfish (벵에돔)	3.81	25.1	6.78	3.70
33. Gold porgy (흑돔)	2.80	22.3	5.40	4.13
Average	3.41	26.2	5.98	5.03

* Jeong et al., J. Fish. Sci. Tech., 1, 12- (1998).

** A, aquaculture; f, female; m, male.

Table 1. Continued

(%)

Fish species**	Lipid	n-3 FA	n-6 FA	n-3/n-6
Demersal fish (저서어) (%)				
34. Common brackish goby (문절망둑)	0.79	34.8	11.6	3.00
35. Green ling (귀노래미)	0.93	49.8	5.52	9.02
36. Spotted haibut (범가자미)	1.16	36.4	10.3	3.53
37. Sea eel (붕장어)	9.19	20.3	2.99	6.79
38. Bastard, Flatfish (넙치)	0.76	43.3	7.34	5.90
39. Red tongue-sole (참서대)	1.02	34.1	9.23	3.69
40. Red gurnard (달강어)	2.19	26.5	4.08	6.50
41. Flounder sole (참가자미)	1.70	26.9	5.10	5.27
42. Stone flounder (돌가자미)	2.53	29.5	4.23	6.97
43. File fish, Scraper (말취치)	0.89	41.8	10.3	4.06
44. Angler, Goose fish (아귀)	1.35	45.1	8.31	5.47
45. Flat head (양태)	1.39	32.5	8.32	3.91
46. Finespotted flounder (도다리)	1.49	30.9	6.19	4.99
47. Long shanny (장갱이)	5.12	28.0	5.15	5.44
48. Harvest fish (병어)	4.73	17.0	4.99	3.41
49. Grass puffer (복섬)	0.78	38.3	15.2	2.52
50. Japanese stargazer (얼룩등구멍)	0.60	38.8	9.68	4.01
51. Saddled weever (쌍동가리)	2.52	27.4	6.09	4.50
52. Electric ray (전기가오리)	0.74	25.8	16.1	1.60
53. Sand smelt (보리멸)	1.19	40.9	7.09	5.77
54. Devil stinger (쑤기미)	1.06	38.3	6.27	6.11
55. Blenny (베도라치)	1.71	33.7	5.51	6.12
56. Inshore hagfish (떡장어)	9.47	9.40	2.05	4.59
57. Skate (상어가오리)	0.66	41.6	5.51	7.55
58. Grass fish (f, 꼼치)	0.53	50.0	7.74	6.46
59. Grass fish (m, 꼼치)	0.63	51.7	5.97	8.66
Average	2.27	32.6	7.38	4.42
Fresh water fish (담수어) (%)				
60. Pale chub (f, 피라미)	4.30	25.1	6.01	4.18
61. Pale chub (m, 피라미)	2.40	25.5	6.47	3.94
62. Perch (걱치)	1.45	28.8	7.23	3.98
63. Dark sleeper (동사리)	0.79	31.6	15.3	2.07
64. False (모래모지)	1.11	30.6	10.0	3.90
65. Striped shiner (돌고기)	2.68	25.7	6.59	3.90
66. Gold fish (붕어)	1.10	29.3	16.4	1.79
67. Spined loach (기름중개)	2.59	20.5	8.05	2.55
68. Cornet fish (누치)	1.88	25.7	7.58	3.39
69. Mandarin fish (쏘가리)	3.40	22.3	9.63	2.32
70. Eel (뱀장어)	20.4	19.0	3.46	5.49
71. Bass (A, 민물농어)	1.24	21.7	20.1	1.08
72. River eight-eye lamprey (칠성장어)	13.9	16.5	2.47	6.68
Average	4.40	24.8	9.18	3.48

지방산의 조성비가 다른 어류에 비하여 높은 경향이 있다. 한편, 담수어의 n-3 지방산 조성비는 16.5~31.6% (평균 24.6%)의 범위로 해산어류에 비하여 낮은 반면, n-6 지방산은 2.47~20.1% (평균 9.1%)의 범위로 가장 높았고, n-3/n-6비 (평균 3.48)가 시험된 모든 어류 중 가장 낮았다.

어류근육 중 n-3 지방산의 계절변화

어류는 지질함량이 높은 계절일수록 맛이 좋다. 하지만 어류 근육의 계절에 따른 지질함량은 어류의 성장과 생식주기 등 내적 인자와 먹이, 해황 등 외적 인자에 의하여 영향을 받기 때문에 그 변동의 원인은 복잡하다 (Stansby, 1986). 그러나 어류 근육 중의 축적지질은 생식선의 발달을 위하여 주로 소비됨으로 어류의 맛은 산란 전 지질함량이 높은 시기가 좋고, 보통 이 시기를 '제철'이라고도 한다. 그리고 DHA, EPA 등 n-3 지방산 함량 역시 지질함량과 비례하기 때문에 지질함량이 높은 시기의 어류일수록 이들 지방산을 다량 함유하게 된다. Jeong et al. (1999)은 12종의 해산 어류를 대상으로 하여 지질함량, 지질 class 조성 및 지방산 조성의 계절변화를 조사하였으며(Table 2), 그 결과는 다음과 같다. 중성지질의 주요 class는 TG 및 sterol이었으며, TG 조성비는 총지질 (total lipid, TL) 함량과 로그함수로 양의 상관관계 ($r=0.91$, $p<0.001$)를 나타내었다. 인지질의 주요 class는 phosphatidylcholine과 phosphatidylethanolamine이었으며, 양자의 조성비는 TL 함량이 적은 어종에서 높은 경향을 나타냈다. 시험된 어류의 주요 지방산은 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 monounsaturated fatty acid (MUFA)인 18:1 n-9와 16:1 n-7의 조성비의 변화는 TL 함량변화와 비례하였으나, PUFA인 DHA와 EPA의 조성비의 변화는 역비례하였으며, 이들 MUFA와 PUFA 조성비와의 변화 사이에는 로그함수로 음의 상관관계 ($r=-0.87$, $p<0.001$)를 나타냈다. 그러나 saturated fatty acid (SFA)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.

자연산 및 양식산 어류의 n-3 지방산

일반적으로 사람들은 식품이 자연 그대로의 상태, 즉 색깔과 맛, 그리고 향기를 가지고 있는 것을 선호한다. 어류의 경우에도 자연산은 양식산에 비하여 선호되고 있고 가격 또한 비싸다. 이러한 현상은 자연산의 경우는 공급보다 수요가 많은 이유를 우선적으로 들 수 있지만, 또 하나의 주요한 이유는 어류양식 기술이 발달하기 전 사람들의 미각이 이미 자연산에 적응되어 있어 양식산 어류의 맛에 아직 적응하지 못하고 있기 때문인 것으로도 생각된다. 하지만 식품영양학적인 관점에서는 양식산이 자연산에 비하여 월등히 가치가 있다. 예를 들어 DHA, EPA를 포함하는 TL 함량은 양식산이 천연산에 비하여 약 2배 이상이나 많이 함유되어 있다. 저자의 연구그룹 (Moon et al., 2000)이 우리나라 양식어류 중 8종을 선택하여 지질함량, 지질 class, 그리고 지방산 조성을 비교 연구한 결과를 보면 다음과 같다. 평균 TL 함량은 자연산이 2.64%,

Table 2. Seasonal variation in n-3 fatty acids of total lipid in 12 species of Korean fish (%)

Fish species**	Month	Year	TL (WT%)	EPA	DHA	n-3 PUFA (WT%)
Mid-surface dwelling, Migratory fish						
1. Anchovy	Mar.	1995	3.66	14.3	20.4	1.10
	Jun.	1995	5.03	13.2	18.8	1.58
	Sep.	1995	7.37	9.28	18.6	2.01
	Dec.	1995	9.31	12.3	16.1	2.62
2. Striped mullet	Mar.	1995	3.52	10.7	7.26	0.55
	Jun.	1995	1.63	12.2	17.3	0.31
	Sep.	1995	4.79	6.16	14.1	0.95
	Dec.	1995	5.61	15.1	5.19	1.12
3. Hickoryshad	Apr.	1995	6.08	12.4	8.05	1.22
	Jul.	1995	12.0	15.3	6.83	2.62
	Oct.	1995	14.2	14.3	6.05	2.86
	Jan.	1996	8.61	8.25	7.01	1.29
4. Yellow tail	Apr.	1995	6.59	4.21	17.7	1.41
	Jul.	1995	3.44	4.52	18.7	0.69
	Oct.	1995	5.24	7.37	21.0	1.46
	Jan.	1996	11.7	5.93	20.5	3.06
5. Mackerel	May	1995	16.6	7.41	13.6	3.45
	Aug.	1995	16.5	6.48	15.4	3.58
	Nov.	1995	13.2	5.88	15.6	2.81
	Feb.	1996	10.0	5.08	15.6	2.05
Coastal and reep dwelling fish						
6. Red sea bream	May	1995	1.56	6.21	14.3	0.20
	Aug.	1995	2.40	5.85	12.3	0.38
	Nov.	1995	3.77	8.23	11.5	0.65
	Feb.	1996	0.81	6.92	35.5	0.20
7. Schlegel's black rockfish	May	1995	7.47	6.53	20.9	2.01
	Aug.	1995	7.26	8.39	16.1	1.74
	Nov.	1995	4.29	6.42	17.5	1.01
	Feb.	1996	4.27	6.68	19.3	1.09
8. Black sea bream	May.	1995	2.37	5.94	9.52	0.32
	Aug.	1995	1.76	6.61	20.0	0.30
	Nov.	1995	5.44	7.25	9.94	0.92
	Feb.	1996	2.92	5.94	12.5	0.47

Table 2. Continued

(%)

Fish species**	Month	Year	TL (WT%)	EPA	DHA	n-3 PUFA (WT%)
Demersal fish						
9. Finespotted flounder	Mar.	1995	1.16	8.18	14.6	0.17
	Jun.	1995	1.88	15.6	9.81	0.31
	Sep.	1995	2.58	10.8	10.7	0.48
	Dec.	1995	1.05	16.7	17.6	0.23
10. Sea eel	Apr.	1995	9.19	5.10	11.1	1.47
	Jul.	1995	6.39	4.27	10.5	0.92
	Oct.	1995	5.77	3.33	8.74	0.68
	Jan.	1996	14.4	3.81	10.0	1.97
11. Bastard, Flatfish	Apr.	1995	0.76	5.31	23.0	0.12
	Jul.	1995	1.79	6.27	32.5	0.44
	Oct.	1995	1.74	4.78	34.6	0.44
	Jan.	1996	2.36	6.57	25.5	0.66
12. File fish, Scrapper	May	1995	0.89	10.1	28.0	0.19
	Aug.	1995	0.66	10.8	26.2	0.14
	Nov.	1995	1.02	16.0	22.7	0.25
	Feb.	1996	0.98	7.18	29.6	0.21

Jeong et al., J. Korean Fish. Soc., 32, 30 (1999).

양식산이 5.42%이었고, NL은 TL 함량의 약 84%를 차지하였으며, NL의 주요 class는 TG였다. DHA와 EPA는 n-3 PUFA 함량의 약 85%를 차지하였고, 이들 n-3 PUFA 함량은 양식산이 자연산에 비하여 약 2배 이상 함유되어 있었다(Table 3). 따라서 양식산 어류는 자연산 어류에 비하여 n-3 지방산의 급원으로서 더욱 가치 있는 자원임을 알 수 있었다.

전술한 바와 같이 어류의 맛은 지질함량이 높은 계절일수록 좋은 것으로 알려져 있으므로 양식산이 소비자들에게 더욱 선호되어야 마땅하나 그렇지 못한 이유는 지질함량의 많고 적음보다는 자연을 선호하는 인간의 마음에서 비롯된 것이 아닌가 생각된다.

한편 인간의 건강한 생명활동을 위해서는 n-3 및 n-6 지방산의 균형적인 섭취가 필요하다. 오늘날 n-3/n-6의 섭취비율은 전세계적으로 0.2~0.3의 범위로 서구에서 약간 낮고, 수산물을 비교적 선호하는 일본이나 우리나라의 경우는 약 0.3정도의 수준이다. 따라서 n-6 지방산의 섭취비율이 대체로 높은 상태이지만, n-3 지방산을 n-6 지방산과 유사한 수준으로 섭취하면 n-3 지방산이 n-6 지방산의 활성을 억제함으로써 이 지방산 유래의 질병발병이 억제된다. 이러한 이유로 n-3/n-6 지방산섭취의 적정비율은 아직까지 정설은 없으나 보통 1.0으로 보고 있다.

N-3 지방산의 주요 생리기능

Table 3. Comparison in EPA and DHA of 8 species of wild (W) and aquaculture (Aqua., A) fish (g/100g muscle)

Fish name		TL	EPA	DHA
1. Yellow tail (Bang-eo)	Wild	6.59	0.27	1.13
	Aqua.	8.09	0.42	1.63
	A/W ratio	1.2	1.5	1.4
2. Sea bass (Nong-eo)	Wild	2.64	0.17	0.31
	Aqua.	5.05	0.33	0.75
	A/W ratio	1.9	2.0	2.5
3. Red sea bream (Cham-dom)	Wild	1.56	0.06	0.14
	Aqua.	4.87	0.25	1.14
	A/W ratio	3.1	4.1	8.0
4. Striped beakperch (Dol-dom)	Wild	5.86	0.40	0.83
	Aqua.	5.54	0.32	0.81
	A/W ratio	0.9	0.8	1.0
5. Rock fish (Jo-pi-bol-nag)	Wild	7.47	0.48	1.53
	Aqua.	7.14	0.47	1.39
	A/W ratio	1.0	1.0	0.9
6. Black rock fish (Bol-nag)	Wild	2.65	0.23	0.46
	Aqua.	6.29	0.45	0.97
	A/W ratio	2.4	2.0	2.1
7. Sevenband grouper (Neung-seong-eo)	Wild	1.64	0.09	0.14
	Aqua.	5.68	0.32	0.73
	A/W ratio	3.5	3.7	5.1
8. Bastard (Neob-chi)	Wild	0.76	0.02	0.10
	Aqua.	1.85	0.06	0.40
	A/W ratio	2.4	2.4	4.1

Moon et al., J. Fish. Sci. Tech., 3, 118 (2000)

N-3 지방산의 생리기능은 혈중지질저하작용, 혈압강하작용, 항혈전작용, 항염증작용, 항암작용, 항알레르기작용, 항비만작용 (Takahashi and Takahashi, 2000), 항당뇨작용, 망막반사능향상작용, 뇌기능개선작용 등이 알려져 있다. 심혈관계질환은 혈중지질저하작용, 혈압강하작용, 항혈전작용과 밀접한 관계가 있고, 노인성치매는 뇌기능개선작용과 관련성이 밀접하다. 암 발생의 위험인자로서는 식물(食物), 화학물질 또는 virus 등의 환경인자나 노화, 유전, 면역능, 호르몬대사등의 숙주측 인자가 복잡하게 관여하고 있으나, 이 중 환경인자, 특히 식사성 인자가 크게 관여하는 것으로 알려져 있다. 여기에서는 혈중지질저하작용, 혈압강하작용, 항암작용, 뇌기능개선작용에 대하여 이들 질환의 발생과 억제에 대하여 섭취지질의 문제를 간단히 기술하고자 한다.

DHA를 쥐에 경구 투여한 시험군은 대조군 (투여하지 않은 시험군)에 비하여 혈장 콜레스테롤 농도는 약 50% 수준으로 낮았고, 혈장 중성지질 (triglyceride)농도도 70% 수준으로 저하하였

다. 또한 수축기혈압 (최고혈압) 및 확장기혈압 (최저혈압) 역시 약 20 mmHg 저하한 것으로 보아 DHA의 효과가 인정되었다 (Hashimoto et al., 1999). 한편 Cater (1989)는 고지방식이 (옥수수油 20%)가 유선발암제인 7,12-dimethyl- benzanthracene (DMBA)에 의해 발암시킨 쥐의 유암발생에 미치는 영향을 검토한 결과, 고지방식이군에서 유암 발생을 및 1마리당 유암수가 증가하였다고 보고하였다. 이 결과는 고지방식이가 암의 발생에 촉진적으로 작용함을 기술하였으나, 지질의 종류에 따라서도 암의 발생율이 다르다. Reddy와 Maruyama (1986)은 청어유 (EPA 16%, DHA 11% 함유)와 옥수수油를 rat에 투여한 결과, 고지방식이군에서 대장발암이 촉진되었으며, 또한 저지방식이군 및 고지방식이군 양자 모두에서 청어유투여군이 옥수수油투여군에 비하여 발암율과 1마리당 대장암수가 현저히 감소하였음을 보고하였다. 또한 Jurkowski와 Cave (1985)는 어유의 유암 발생에 미치는 영향을 검토한 결과, 어유식이군이 옥수수油식이군에 비하여 유암 발생이 크게 억제되었으며, 특히 유암중량이 전자는 후자에 비하여 약 30%에 불과하여, 어유를 섭취한 쥐에서 일단 발생한 유암의 경우에도 그 증식이 크게 억제되었음을 보고하였다. 高田 등 (1994)는 정제 EPA 및 linoleic acid (LA)를 반합성무지방 사료에 각각 5% 비율로 첨가하여 쥐에 자유롭게 섭취시키고, 대장발암제인 azoxymethane을 피하주사하여 대장암을 발생시켜 EPA와 LA의 대장발암에 미치는 영향을 검토한 결과, 대장발암율은 EPA식이군에서 33%, LA식이군에서 69%를 나타내었고, 1마리당 대장암수는 전자에서 0.4 ± 0.6 , 후자에서 1.7 ± 1.7 로써 n-3 지방산인 EPA식이군의 현저한 발암억제작용을 보고하였다. 이러한 n-3 지방산의 생리적 기능은 n-6 지방산의 기능을 조절하므로써 발휘된다. 즉 과잉 섭취된 AA는 AA-cascade에 의하여 과잉의 prostglandin, thromboxane, leukotriene 등 생리활성물질의 생성으로 동맥경화, 암, 염증 등의 질병현상을 유발한다. 그러나 이러한 증상은 EPA, DHA등의 섭취로 AA의 대사기능을 억제하므로써 항동맥경화, 항암, 항염증 등의 기능을 가져온다. 또한 DHA는 뇌, 망막등 신경세포에서 특징적인 지방산으로서, 태어나 신생아의 뇌세포형성에 크게 기여하며, 노인의 치매현상을 억제하는데도 유효한 성분으로 알려져 있다.

DHA와 IQ와 관련한 연구로써, 300명의 미숙아를 모유식이군 (DHA포함)과 분유식이군 (DHA 불포함)으로 나누어서 성장시킨 후 7~8세 시기에 IQ를 조사하였더니, 모유식이군의 아동이 IQ가 10정도 높았다는 사실도 알려져 있다 (矢澤, 1994). 鈴木 (1993)는 이유직후의 쥐에 정어리油 (DHA 함유)와 야자유 (LA 함유)를 사료로 하여 6개월간 사육후 24시간 동안 급수를 중단한 다음, 미로의 출구에서 물을 찾는 미로실험을 한 결과, 정어리油식이군은 헤매지 않고 곧 출구에 도달하였으나 야자유식이군은 정어리油식이군에 비하여 많은 시행착오를 거듭하여 3분이 경과한 후에야 출구에 도달하였음을 관찰하여 DHA의 학습능 효과를 밝혔다.

수산식품의 섭취빈도와 사망률과의 관계

최근 Hirayama et al. (1992)은 수산식품의 섭취빈도가 7가지 질병 (뇌혈관질환, 심장질환, 고혈압, 위암, 간암, 자궁암, 간경변)으로 인한 사망위험률에 미치는 영향을 조사하여 발표하였다. 결과로서 수산물을 매일 섭취하는 경우를 기준 (1.00)으로 하였을 때, 전체 사망 위험율은 “때때

로 섭취”<“간혹 섭취”<“무섭취”의 순으로 증가하였다. 또한 질병의 종류에 따른 섭취빈도의 영향을 살펴 본 결과, 자궁암과 간병변으로 인한 사망위험율은 “매일섭취”에 비하여 “무섭취”의 경우가 각각 2.6배 및 2.4배로 증가하여, 7가지 질병 중 사망위험율이 가장 높았고, 다음으로는 고혈압과 위암으로 약 1.7~1.8배, 나머지 질병은 1.1~1.4배의 위험율을 나타내었다고 보고하였다. 따라서 이 결과는 수산물의 건강기능성 식품으로서의 역할을 재차 강조하고 있다.

결 언

어류는 n-3 지방산의 조성비가 n-6 지방산에 비하여 3.5~5.9배로 높았다. 따라서 인간의 건강한 생명활동을 위해서 n-3 및 n-6 지방산의 균형적인 섭취가 요구되므로 농축산식품과 수산식품이 조화된 식품을 섭취하는 식습관이 필요하다. 그리고 수산식품의 경우는 맛이 좋은 계절이 지질함량이 많고, 또한 일반적으로 양식산이 자연산에 비하여 EPA, DHA 등의 n-3 지방산의 함량과 조성비가 높기 때문에 향후 소비자의 수산식품 선택시에 좋은 참고가 될 것으로 기대된다. 이들 이외에도 최근 n-3 지방산의 항비만 기능에 관한 연구들이 끊임없이 계속되고 있어 많은 업적들이 기대되고 있다.

참고문헌

1. Carter, C.A. (1989) *Carcinogenesis*, 10, 1369.
2. Dyerberg, J. and H.O. Bang (1979) *Lancet*, II, 433.
3. Gurr, M. I. (1984) *Role of fats in food and nutrition*, Elsevier Applied Science Publishers, London and New York.
4. Hashimoto, M. et al. (1999) *J. Nutr.*, 129, 70.
5. Hirayama, Y. (1992) *Chugaiyaku*, 45, 157.
6. Jeong, B.Y. et al. (1998) *J. Fish. Sci. Tech.*, 1, 129.
7. Jeong, B.Y. et al. (1999) *J. Korean Fish. Soc.*, 32, 30.
8. Jurkowski, J.J. and W.T. Cave Jr. (1985) *J. Natl. Cancer Inst.*, 74, 1145.
9. Leyton, J. et al. (1987) *Br. J. Nutr.*, 57, 383.
10. Moon, S.K. et al. (2000) *J. Fish. Sci. Tech.*, 3, 118.
11. Reddy, B.S. and H. Maruyama (1986) *Cancer Res.*, 46, 3367.
12. Simopoulos, A.P., R.R. Kifer and R.E. Martin (1986) *Health effects of polyunsaturated fatty acids in seafoods*, Academic Pres, Inc., New York.
13. Stansby, M.E. (1986) *Health effects of polyunsaturated fatty acids in seafood*, Academic press, London, pp. 389-401.
14. Takahashi, Y. and I. Takahashi (2000) *Br. J. Nutr.*, 84, 175.
15. 농촌경제연구원 (2002) 2001년도 식품수급표, 동양인쇄포럼, 서울.

16. 보건복지부, 한국보건사회연구원 (2002) 2001년도 국민건강영양조사, 서울.
17. 정문기 (1991) 한국어도보, 일지사, 서울.
18. 高田秀穂, 箕浦俊之, 日置紘士郎 (1994) 水産脂質, pp. 88, 恒星社厚生閣, 東京.
19. 鈴木平光 (1993) 食糧-その科學と技術, 31, 65.
20. 矢澤一良 (1994) 脂質營養學, 3, 45.