

완도산 마른 참김(양식산)과 마른 등근돌김(천연산)의 지방질 조성

鄭永勲 · 李應昊 · 吳光秀 · 車庸準 · 安昌範 · 李泰憲

釜山水產大學 食品工學科
(1985년 7월 10일 수리)

Lipid Components of Dried Laver(Cultured *Porphyra tenera* and
Wild *Porphyra suborbiculata*) Produced at Wan-do in Korea

Young-Hoon CHUNG, Eung-Ho LEE, Kwang-Soo OH,
Yong-Jun CHA, Chang-Bum AHN and Tae-Hun LEE

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,
Nam-gu, Pusan 608, Korea
(Received July 10, 1985)

Lipids extracted from two kinds of sun-dried laver samples, wild *Porphyra suborbiculata* and cultured *Porphyra tenera*, produced at Wan-do in Korea were studied. Dried *P. suborbiculata* contained 0.8% total lipid(TL) which consisted of 21.4% neutral lipid(NL), 53.4% glycolipid(GL) and 25.2% phospholipid(PL), and dried *P. tenera* contained 1.2% TL which consisted of 30.5% NL, 50.3% GL and 19.2% PL. Among the NL of dried *P. suborbiculata* and *P. tenera*, free fatty acid(41.4%, 39.0%), triglyceride(25.6%, 28.8%) and free sterol(22.1%, 16.7%) were predominant. Digalactosyl diglyceride(34.7%, 46.6%) and monogalactosyl diglyceride(19.2%, 18.0%) were the major components among the GL. Sulfoquinovosyl diglyceride(4.2%) was also identified in *P. tenera* only. And main lipids in the PL of *P. suborbiculata* and *P. tenera* were phosphatidyl ethanolamine(40.3%, 35.7%) and phosphatidyl choline(28.6%, 30.7%) and followed by phosphatidyl serine(15.1%, 19.2%) and phosphatidyl inositol(16.0%, 14.4%). The major fatty acids in the TL of the dried *P. suborbiculata* were 20:5(29.4%), 16:0(23.4%) and 20:4(13.0%), and those of the dried *P. tenera* were 20:5(36.7%), 16:0(16.2%), 16:1(10.7%) and 18:1(9.7%). The fatty acid composition of the both samples in the NL fraction were similar to the pattern in those of the TL. The abundant fatty acids in the PL of the both dried laver were 20:5, 16:0 and 18:1. In case of the GL fraction, the main fatty acids of the dried *P. suborbiculata* were 16:0, 20:5, 18:1 and 20:4, while those of the dried *P. tenera* were 20:5, 16:0 and 18:1.

서 론

김은 홍조류에 속하는 우리나라의 대표적인 식용 해조류의 일종으로서 많은 양이 마른 김으로 가공되어 소비되며, 한국인의 식생활에 중요한 위치를 차지하고 있는 일종의 전통수산가공식품이다. 김에는 천연산과 양식산이 있는데, 요사이 양식기술이 발달되어 양식산 김이 대량 생산되고 있다. 양식산 김의

지방질 성분에 관한 보고^{10~14)}는 있으나, 천연산과 양식산 마른 김의 지방질성분을 비교한 연구는 드물다.

본 연구에서는 마른 김의 식품, 영양학적인 기초 자료를 얻기 위하여 완도산 마른 참김(양식산)과 마른 등근돌김(천연산)의 지방질성분을 분석하여 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료: 본 실험에 사용한 마른 김은 1985년 2월에 전남 완도에서 생산된 양식산 참김, *Porphyra tenera* 과 천연산 둥근돌김, *Porphyra suborbiculata* 을 각각 6시간 일건(日乾)하여 시료로 사용하였다.

지방질의 추출 및 분획: Bligh 와 Dyer법¹⁾으로 지방질을 추출한 후 같이 섞여 있는 chlorophyll, carotenoid 등의 색소를 Sato²⁾의 방법에 따라 대부분의 색소를 제거한 후 실리스산 판 크로마토그래피법에 의하여 전보^{3,4)}와 같은 방법으로 중성지질, 당지질 및 인지질로 분획하였다.

지방질획분의 조성 및 지방산조성의 분석: 분획된 중성지질, 당지질 및 인지질의 구성지질을 박층크로마토그래피(TLC)에 의하여 각각 분별·확인하였다. TLC plate는 Kieselgel 60F₂₅₄ (0.25 mm precoated, Merck Co.)를 110°C에서 1시간 건조, 활성화시킨 것을 사용하였고, 전개용매는 중성지질의 경우 석유에테르-디에틸에테르-아세트산 (80:20:1, v/v)⁵⁾, 당지질 및 인지질은 클로로포름-메탄올-물(65:25:4, v/v)⁶⁾를 사용하였다. 그리고 황산-중크롬산염시약을 발색제로 분무하고 120°C에서 탄화시켰다. 동정은 표준품의 *R_f*값과 비교하였고, TLC scanner (Shimadzu, CS-900)에 의하여 분획된 지방질성분의 상대함량(%)을 계산하였다. 추출된 중지방질 및 분획된 지질획분은 IN 알코올성 KOH로 경화한 다음 14% BF₃-MeOH 3 ml를 가하여 95°C에서 30분간 환류가열하여 지방산 메틸에스테르를 조제한 후 전보³⁾와 같은 방법으로 GLC로써 분석하였다.

결과 및 고찰

지방질조성: 시료의 수분 및 조지방질 함량을 보면 양식산 마른 참김은 수분 11.6%, 조지방질 1.2%, 천연산 마른 둥근돌김은 수분 12.7%, 조지방질 0.8%였는데, 건물량 기준으로 보면 양식산 마른 참김은 조지방질 1.4%, 천연산 마른 둥근돌김은 0.9%로서 양식산 참김쪽이 조지방질함량이 약간 높은 편이였다. 천연산 및 양식산 해조류의 지방질성분에 대한 자료가 드물어 비교하기 어렵지만, 어류의 경우 천연산 및 양식산 방어, 은어, 참돔의 지방질에 관하여 Ohsima 등^{7~9)}은 양식산의 지방질함량이 천연산에 비하여 다소 높다고 보고한 바 있다. 천연산 및 양식산 마른 김의 이력한 지방질함량의 차이는

Table 1. Lipid contents of total lipid separated from wild and cultured sun-dried laver

Lipid content	Percentage in total lipid (wt%)			
	NL	GL	PL	
<i>P. suborbiculata</i> (wild)	0.8%	21.4	53.4	25.2
<i>P. tenera</i> (cultured)	1.2%	30.5	50.3	19.2

NL: neutral lipid, GL: glycolipid, PL: phospholipid

조체종속(藻體種屬)에 따른 고유의 지질생합성 능력과 조체(藻體)의 성숙도 및 의부적 요인 즉 영양상태, 온도, 가스압 등에 따라 많은 영향을 받을 것으로 생각된다. 천연산 마른 둥근돌김과 양식산 마른 참김의 중성지질(NL), 당지질(GL) 및 인지질(PL)의 함량을 Table 1에 나타내었다. 중성지질, 당지질 및 인지질의 함량은 중량비로서 천연산 마른 둥근돌김이 각각 21.4%, 53.4%, 25.2%였고, 양식산 마른 참김은 30.5%, 50.3%, 19.2%로 둥근돌김(천연산)이 참김(양식산)에 비해 중성지질의 함량이 약간 낮은 반면, 인지질, 당지질과 같은 국성지질의 함량이 다소 높았다. 특히 천연산 마른 둥근돌김 및 양식산 마른 참김 모두 총지방질에 대한 당지질의 함량이 50% 이상으로 상당히 높은 경향을 보이고 있다. 林 등¹⁰⁾도 해조류 17種 중 김의 총지방질에 대한 아세톤 가용성지질획분의 함량이 42.9%~59.2%라고 보고한 바 있다.

또 河¹¹⁾도 김의 당지질함량이 40.9%~52.2%로 다른 지방질획분에 비하여 월등히 높다고 보고한 바 있다. 그러나 이러한 비교는 지방질분획법의 차이와 색소성분 등 이물질 함유 여부에 따라 다소의 차이는 있을 것으로 생각된다.

중성지질조성: 중성지질획분의 조성은 Table 2와 같다. 천연산 마른 둥근돌김 및 양식산 마른 참김 모두 유리지방산의 함량이 각각 41.3%, 39.0%로 중성지질의 주체를 이루고 있었으며, 다음으로 트리글리세리드가 25.6%, 28.8%, 유리스테롤이 22.1%, 16.7%로 그 함량이 많았다. 그외에 esterified sterol 및 hydrocarbon과 미동정물질이 소량 확인되었다. 이같은 중성지질의 조성은 다른 동식물유와 비교할 때 트리글리세리드의 함량은 낮고 유리지방산의 함량이 월등히 높은 경향을 나타내었다. 이는 원래 김의 생원조(生原藻) 중성지질 중 유리지방산의 함량이 높으며,¹¹⁾ 김의 건조과정 중 지방질성분의 일부가 유리지방산으로 분해되었기 때문이라 생각된다.

완도산 마른 참김(양식산)과 마른 둥근돌김(천연산)의 지방질 조성

Table 2. Composition of neutral lipids separated from sun-dried laver

Sample	Composition(%)	FS ^{a)}	DG	Unknown	FFA	TG	ES & HC
<i>P. suborbiculata</i> (wild)	22.1	4.4	3.9	41.3	25.6	2.7	
<i>P. tenera</i> (cultured)	16.7	6.7	6.2	39.0	28.8	2.6	

^{a)} FS: free sterol, DG: diglyceride, FFA: free fatty acid, TG: triglyceride, ES & HC: esterified sterol and hydrocarbon,

Table 3. Composition of glycolipids separated from sun-dried laver

Sample	Composition(%)	SQDG ^{a)}	DGD	Unknown (1)	CMH	SG	Unknown (2)	MGD	Unknown (3)	ASG	Unknown (4)
<i>P. suborbiculata</i> (wild)	—	34.7	8.2	6.6	4.2	3.4	19.2	7.9	9.4	6.4	
<i>P. tenera</i> (cultured)	4.2	46.6	2.5	2.1	3.3	5.0	18.0	3.9	5.4	9.0	

^{a)} SQDG: sulfoquinovosyl diglyceride, DGD: digalactosyl diglyceride, CMH: cerebroside, SG: steryl glycoside, MGD: monogalactosyl diglyceride, ASG: acylsteryl glyceride

당지질조성 : 당지질획분을 TLC로 분리한 크로마토그램은 Fig. 1과 같고, 이를 TLC scanner에 의하여 정량한 결과는 Table 3과 같다. 천연산 마른 둥근돌김 및 양식산 마른 참김의 당지질은 TLC상에 각각 9개, 10개의 반점으로 분별할 수 있었는데, 그 중 6개는 확인할 수 있었다. 즉 이들 중에서 둥근돌김 및 참김 모두 digalactosyl diglyceride가 각각 34.7%, 46.6%로 함량이 가장 높았고, 다음으로 monogalactosyl diglyceride가 19.2%, 18.0%로 digalactosyl diglyceride와 더불어 당지질의 주성분

을 이루고 있었다. 그 다음으로 acylsteryl glyceride, cerebroside 및 steryl glycoside가 소량 함유되어 있었다. 특히 양식산 마른 참김에는 천연산 마른 둥근돌김에 존재하지 않는 sulfoquinovosyl diglyceride가 4.2% 존재하는 것이 특이한 점이었다.

Sato¹²⁾는 김의 당지질획분은 digalactosyl diglyceride, monogalactosyl diglyceride가 주성분을 이루며 소량의 함유황지질이 존재한다고 보고한 바 있다. 본 실험결과도 폐현은 유사한 경향이라고 볼 수 있다.

인지질조성 : 인지질조성을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 마른 둥근돌김(천연산) 및 마른 참김(양식산) 모두 4종류의 인지질이 확인되었고, 그 중 phosphatidyl ethanolamine이 각각 40.3%, 35.7%로 그 함량이 가장 많았고, 그 다음으로 phosphatidyl choline이 28.6%, 30.7%로 인지질획분의 주성분을 이루고 있었다. 그 외에 phosphatidyl serine과 phosphatidyl inositol이 천연산 마른 둥근돌김에는 각각 15.1%, 16.0%, 양식산 마른 참김에는 19.2%, 14.4% 함유되어 있었다.

Table 4. Composition of phospholipids separated from sun-dried laver

Sample	Composition (%)	PS ^{a)}	PI	PC	PE
<i>P. suborbiculata</i> (wild)	15.1	16.0	28.6	40.3	
<i>P. tenera</i> (cultured)	19.2	14.4	30.7	35.7	

^{a)} PS: phosphatidyl serine, PI: phosphatidyl inositol, PC: phosphatidyl choline PE: phosphatidyl ethanolamine

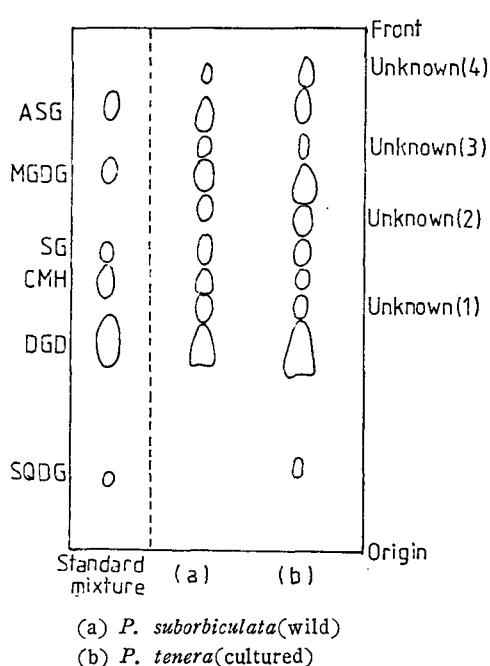


Fig. 1. Thin-layer chromatogram of glycolipids separated from sun-dried laver.

지방산조성 : 천연산 마른 둥근돌김 및 양식산 마른 참김의 총지방질(TL), 중성지질(NL), 인지질(PL) 및 당지질(GL)의 지방산조성은 Table 5와 같다. 총

Table 5. Fatty acid composition of TL, NL, PL, and GL separated from sun-dried laver (area %)

Fatty acid	<i>P. suborbiculata</i> (wild)				<i>P. tenera</i> (cultured)			
	TL	NL	PL	GL	TL	NL	PL	GL
12:0	0.3	0.2	0.3	1.3	0.2	0.2	0.6	0.1
14:0	2.3	2.5	2.4	5.0	3.5	4.9	4.0	1.2
15:0	0.6	0.7	1.1	0.8	0.2	0.5	0.8	0.1
16:0	23.4	24.8	26.2	25.2	16.2	15.0	17.0	23.7
17:0	0.5	0.2	0.5	0.6	1.6	1.8	1.6	2.3
18:0	1.5	2.0	2.9	1.9	0.7	1.0	1.0	0.8
19:0	2.6	2.8	1.2	1.7	1.8	1.5	1.3	3.1
20:0	0.6	0.6	0.4	1.0	0.5	0.8	0.5	0.2
22:0	0.6	0.5	0.4	0.3	0.9	1.0	1.4	0.6
Saturated	32.4	34.3	35.4	37.8	25.6	26.7	28.2	32.1
16:1	4.0	4.2	4.5	1.7	10.7	15.4	5.6	2.8
18:1	6.9	7.9	9.9	10.9	9.7	6.7	11.1	14.5
20:1	2.2	1.6	1.4	1.6	3.9	4.5	3.2	2.1
22:1	1.3	1.9	1.5	1.1	1.2	1.8	1.5	1.9
Monoenoic	14.4	15.6	17.3	15.3	25.5	28.4	21.4	21.3
18:2	2.0	1.1	2.4	3.7	2.4	2.4	2.4	1.4
18:3	5.3	6.0	2.9	5.6	3.6	5.0	3.4	1.6
18:4	1.4	1.6	1.9	1.0	0.6	0.7	0.7	0.6
20:2	2.0	2.1	1.7	2.0	2.0	2.2	2.6	2.0
20:4	13.0	15.5	9.5	9.1	3.7	5.6	3.6	1.5
20:5	29.4	23.8	28.8	22.4	36.7	29.0	37.7	39.4
Polyenoic	53.1	50.1	47.2	46.9	49.0	44.9	50.4	46.5

TL: total lipid, NL: neutral lipid, PL: phospholipid, GL: glycolipid

지방질의 구성지방산은 천연산 마른 둥근돌김의 경우 포화산 32.4%, 모노엔산 14.4% 및 폴리엔산이 53.1%로 폴리엔산이 전체의 절반 이상을 차지하였고 양식산 마른 참김도 포화산 25.6%, 모노엔산 25.5% 및 폴리엔산 49.0%로서 역시 고도불포화지방산의 조성비가 높았으며, 천연산 마른 둥근돌김에 비하여 포화산과 폴리엔산의 조성비가 다소 낮았고 모노엔산의 조성비는 다소 높았다. 천연산 마른 둥근돌김의 총지방질의 주요구성지방산은 20:5(29.4%), 16:0(23.4%) 및 20:4산(13.0%)으로서 이들 지방산이 전체지방산의 65.8%를 차지하였고, 양식산 마른 참김의 경우는 20:5(36.7%), 16:0(16.2%), 16:1(10.7%) 및 18:1산(9.7%)으로서 이들 지방산이 전체지방산의 73.3%를 차지하고 있었다. 즉 20:5(EPA)의 함량이 가장 많다는 것이 두드러진 결과이다. 또한 대체적인 경향으로 보아 천연산 마른 둥근돌김과 양식산 마른 참김의 총지방질의 지방산조성은 약간의 차이가 있음을 알 수 있었다.

Ito 등¹³⁾은 해조류의 지방산조성은 환경조건에 따라 크게 영향을 받으며, 특히 생육심도(生育深度)의 영향이 크다고 하였다. 河¹¹⁾는 16:0산이 해조류 지방산의 주성분을 이루며 녹조류, 갈조류는 홍조류에

비하여 18:2산 및 18:3산의 함량이 높고 홍조류종에서 특히 김류는 20:5산과 16:0산이 주성분을 이룬다고 보고한 바 있다. 또한 安藤 등¹⁴⁾은 마른 김은 세포질, 세포벽이 손상됨이 없이 규칙바르게 배열되어 있고, 중성지질은 세포질내에 과립(顆粒)으로서 존재하며 인지방질은 세포질내의 주변에 둑근나이테 형태로 존재함으로써 외기에 노출되지 않아, 마른 김은 건조 공정이 있음에도 불구하고 고도불포화지방산의 보존효과가 우수하며, 산패취가 나지 않는다고 하였다. 이러한 마른 김의 지방질성분은 그 함량이 건물량기준으로 1% 내외이므로 지방질의 공급보다는 20:4, 20:5산과 같은 ω3계열의 장쇄(長鎖)고도불포화지방산의 존재가 식품영양학적으로 중요시될 수 있다고 생각된다.

한편 중성지질의 지방산조성은 총지방질의 지방산조성과 거의 유사한 경향을 나타내고 있다. 천연산 마른 둥근돌김의 중성지질의 주요구성지방산은 16:0(24.8%), 20:5(23.8%), 20:4(15.5%) 및 18:1산(7.9%)이 주체를 이루고 있으며, 양식산 마른 참김의 중성지질의 경우는 20:5(29.0%), 16:1(15.4%), 16:0(15.0%), 18:1산(6.7%)의 조성비가 높았다.

완도산 마른 참김(양식산)과 마른 둥근돌김(천연산)의 지방질 조성

인지질의 경우 천연산 마른 둥근돌김 및 양식산 마른 참김의 주요구성지방산은 20:5(28.8%, 37.7%), 16:0(26.2%, 17.0%) 및 18:1산(9.9%, 11.1%)이었으며 양자간에 큰 차이는 없었다. 천연산 마른 둥근돌김의 중성지질에는 20:4산이 15.5%로 많은 편이었는데, 양식산 마른 참김은 5.6%로 함량의 차이가 있었다. 그래서 마른 참김에는 고도불포화지방산함량이 인지질획분쪽이 50.4%, 중성지질획분이 44.9%로서 인지질획분쪽이 약간 많은데 비하여 마른 둥근돌김은 인지질획분이 47.2%, 중성지질획분이 50.1%로서 참김과는 상반되는 경향이 있었다. Ito¹³⁾ 등이 기술한 바와 같이 해조의 지방산조성에 있어 포화지방산은 수심이 깊을수록 증가하고 대부분의 불포화지방산은 반대로 수심이 깊을수록 감소하였는데 양식산과 천연산의 환경조건 중 서식해역의 수심과 관계가 있는 것으로 추정된다.

총지방질의 절반 이상을 차지하는 당지질의 지방산조성은 천연산 마른 둥근돌김의 경우 16:0(25.2%), 20:5(22.4%), 18:1(10.9%) 및 20:4산(9.1%)이 주체를 이루고 있었고, 양식산 마른 참김의 주요구성지방산은 20:5(39.4%), 16:0(23.7%) 및 18:1산(14.5%)의 순으로 조성비가 높았다.

천연산 마른 둥근돌김 및 양식산 마른 참김의 지방산조성을 전체적으로 비교하여 보면 주요구성지방산은 16:0, 16:1, 18:1, 20:4 및 20:5산이었고, 천연산 마른 둥근돌김이 양식산 마른 참김에 비하여 20:5산 및 16:1산의 함량이 낮은 반면, 20:4산 및 16:0산의 함량이 높았다.

요약

우리 나라 전통수산가공식품인 천연산 마른 둥근돌김과 양식산 마른 참김의 지방질을 실리스산 판크로마토그래피로 중성지질, 당지질 및 인지질로 분획하고 TLC 및 GLC로써 이들 지방질획분의 지방질조성 및 지방산조성을 분석하였다.

중성지질, 당지질 및 인지질의 함량은 중량비로서 천연산 마른 둥근돌김은 21.4%, 53.4%, 25.2%였고, 양식산 마른 참김이 30.5%, 50.3%, 19.2%로서 모두 당지질함량이 월등히 높았다. 천연산 마른 둥근돌김 및 양식산 마른 참김의 중성지질조성은 양자 모두 유리지방산이 41.3%, 39.0%, 트리글리세리드 25.6%, 28.8%, 유리스테롤 22.1%, 16.7%로 주요구성성분이었다. 당지질조성은 천연산 마른 둥

근돌김 및 양식산 마른 참김 모두 digalactosyl diglyceride와 monogalactosyl diglyceride가 주성분을 이루고 있었다. 그리고 양식산 마른 참김에는 천연산 마른 둥근돌김에 존재하지 않는 sulfoquinovosyl diglyceride가 4.2% 함유되어 있었다. 인지질조성을 보면 천연산 마른 둥근돌김과 양식산 마른 참김에는 phosphatidyl ethanolamine과 phosphatidyl choline이 주요구성성분이었고, 다음이 phosphatidyl serine 및 phosphatidyl inositol이었다.

천연산 마른 둥근돌김의 총지방질의 주요구성지방산은 20:5(29.4%), 16:0(23.4%) 및 20:4산(13.0%)이었고, 양식산 마른 참김은 20:5(36.7%), 16:0(16.2%), 16:1(10.7%) 및 18:1산(9.7%)이었다. 중성지질의 지방산조성은 총지방질의 지방산조성과 그 패턴이 비슷하였다. 천연산 마른 둥근돌김 및 양식산 마른 참김의 인지질의 지방산조성은 20:5, 16:0 및 18:1산 등의 조성비가 높았고, 당지질의 경우 천연산 마른 둥근돌김은 16:0, 20:5, 18:1 및 20:4산이었고, 양식산 마른 참김은 20:5, 16:0 및 18:1산이 주요구성지방산이었다. 전체적으로 보아 천연산 마른 둥근돌김 및 양식산 마른 참김의 주요구성지방산은 16:0, 16:1, 18:1, 20:4 및 20:5산이었다. 양식산 마른 참김이 천연산 마른 둥근돌김보다 20:5 및 16:1산의 함량이 높은 반면 20:4 및 16:0산의 함량은 낮은 경향이었다.

문헌

- Bligh, E.G. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37, 911—917.
- Sato, S.. 1975. Fatty acid composition of lipid in some species of marine algae. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 41(11), 1177—1183.
- 金敬三·吳光秀·李應昊. 1984. 養殖 및 天然產海 장어의 脂質成分. 韓水誌 17(6), 506—510.
- 李應昊·吳光秀·李泰憲·安昌範·鄭永勳·金敬三. 1985. 우렁쉥이 및 미녀덕의 지방질성분, 한국 식품과학회지 17(4), 289—294.
- Mangold, Helmut K. 1969. Thin-layer chromatography. International Student Edition. pp. 374—379.
- 藤野安彦. 1978. 脂質分析法入門, 學會出版センター, pp. 107—108.

7. Ohsima, T., H.D. Widjaja, S. Wada and C. Koizumi. 1982. A comparision between cultured and wild ayu lipids. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 48(12), 1795—1801.
8. 大島敏明・和田俊・小泉千秋. 1983. 養殖及び天然マダイの脂質成分の比較. Journal of the Tokyo University of Fisheries 69(2), 117—122.
9. 大島敏明・和田俊・小泉千秋. 1983. 養殖及び天然マダイの脂質成分の比較. 日水誌 49(9), 1405—1409.
10. 林 賢治・黄田 茂・加藤和昭・山田 實. 1974. 海藻類 17種のacetone 可溶性脂質の組成脂肪酸. 日水誌 40(6), 609—617.
11. 河奉錫. 1981. 海藻類の 脂質組成の 關 硏究.
- 慶尚大學校 論文集(自然) 20 , 1~38.
12. Sato, S.. 1971. Studies on glycolipids in marine algae- I . Fractionation of galactolipids and composition of galactolipids in a red algae, *Porphyra tenera*, Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 37(4), 326—332.
13. Ito, K. and Y. Tsuchiya. 1977. Differential fatty acid composition of some marine algae associated with their habit at depths, Tohoku J. Agr. Res. 28, 145—150.
14. 安藤英雄・金田尚志. 1968. アサクサノリの脂質組成とその抗酸化性について. 榮養と食糧 21, 245—248.