

어류 *Stromateus stellatus*에 의한 설사성 식중독과 지질 특성

이종수* · 김지회* · 이태식* · 박정흠*
 경상대학교 수산가공학과/해양산업연구소, *국립수산진흥원

Diacyl glyceryl ethers as the Causative Agent in the Diarrheal Episode Associated with Consumption of *Stromateus stellatus*

Jong Soo LEE[†], Ji Hoe KIM^{*}, Tae Seek LEE^{*} and Jeong Heum PARK^{*}

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

^{*}National Fisheries Research and Development Institute, Pusan 619-902, Korea

There was an outbreak of food poisoning due to eating well-cooked imported tropical fish, *Stromateus stellatus* on May, 2000, in Korea. Gastrointestinal symptoms such as diarrhea (92%), nausea (77%), abdominal pain (54%), vomiting (46%) and headache (23%) were experienced within 0.5~2 hours (median 1 hour) after eating. Any specific natural toxins were not confirmed concerned to those poisoning, but large amount of abnormal lipid (23%) was found from the muscle such as 1-O-diacyl glyceryl ethers (DAGE), which was consisted of 61.8% of total lipid. The 16:0 (66.3%) and 18:1 (15.8%) alkyl chains were dominant in all alkyl chains of DAGE which were presumed as the causative agent for the diarrheal food poisoning. Oleic acid (18:1) was found as a major fatty acid at the sn-2 or 3 in DAGEs. O-16:0-18:1-18:1 (16.2%), O-16:0-18:1-22:1 (14.7%) and O-18:0-18:1-22:1 (11.0%) were contained as the major molecular species of DAGEs by RI-HPLC.

Key words: *Stromateus stellatus*, Diacyl glyceryl ether (DAGE), Glyceryl ether (GE), Food poisoning

서 론

최근 우리나라 연안의 자원 감소와 함께 수산물 수입이 자유화되면서 세계 여러나라에서 각종 수산물이 수입되고 있다. 1999년 및 2000년도의 우리나라 수산물 수입량은 매년 74만톤을 상회하고 있으며 (Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 2001), 대부분 우리나라 사람들이 선호하는 어종이지만 경우에 따라서는 우리나라 연안에서는 서식치 않아 일반 명칭이 불명확한 수산물들도 수입되어 유통되고 있는 실정이다. 국가에서는 수산물 섭취로 인한 건강장해를 방지하기 위하여 국내산은 물론 수입산에 대하여 병원성세균, 중금속, 자연독, 항생제 등 여러 가지 항목에 대하여 검사를 실시하고 있다 (Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 2000). 그러나, 이러한 검사항목은 대부분 우리 나라에서 문제가 되거나 혹은 국제적으로 잘 알려진 것에 대하여 설정하고 있으며, 국내에서 큰 문제를 야기하지 않으면 주목을 받지 못하고 있는 실정이다.

열대 지방에서는 이전부터 여러 종의 어류에 의하여 ciguatera 중독이라는 특이한 식중독이 빈발하고 있으며 이로 인하여 전세계적으로 매년 많은 사람들이 피해를 입는 것으로 알려져 있으나 (Legrand, 1998), 우리 나라에서는 수입 수산물에 대한 이 독에 관한 조사는 거의 이루어지지 못하고 있다. 또한, 최근에는 지금까지 알려지지 않았던 새로운 종류의 패류독소들이 보고되어 (Hu et al., 1995; McMahon and Silke, 1998; Satake et al., 1998) 우리나라의 경우도 외국에서 수입되는 수산물에 의한 피해가 우려된다.

2000년 5월 부산에서는 우리 나라의 일반 명칭이 없는 원양산 (남태평양으로 추정) 수입 냉동어류를 조리 섭취 후, 설사를 주 증상으로 하는 식중독이 발생하였으며 다행히 입원할 정도의 증상은 아니었다. 조사 결과, 중독 원인 어류는 *Stromateus stellatus* (*Stromateus maculatus*는 *S. stellatus*의 유어기명 또는 동종 이명, Photo. 1)로 밝혀졌다. 이 종은 칠레 및 아르헨티나의 서부해역, 뉴질랜드의 북부해역 등 남태평양 해역에 서식하는 어종으로 칠레에서는 'pampanito'라고 불리우며 diacyl glyceryl ether (DAGE)를 다량 함유하는 것으로 알려져 있다 (Hashimoto, 1983). 또, DAGE는 소화 흡수가 잘되지 않아 사람이 섭취하거나 가축의 사료로도 부적합하다고 보고되었다 (Kang et al., 1997). 일본에서는 *S. stellatus*의 섭취에 의한 설사의 가능성이 이미 오래 전에 제기되었고 (Iida, 1971), 최근 아르헨티나 해역에서 어획한 동일 어종에 의한 식중독이 발생하였다고 보고되었으나 (Sato et al., 2000) 그 증상은 알려져 있지 않다.

본 연구에서는 *S. stellatus* 섭취로 인한 설사성 식중독의 증상과 이 어류에 함유된 원인독 성분과 어류에 함유된 특이 지질 성분을 분석한 결과를 보고한다.

재료 및 방법

시료어

시료는 식중독이 발생하였을 당시 (2000년 5월)에 조리에 사용되고 남은 냉동 *S. stellatus*의 fillet을 -20°C로 동결하여 두고 실험에 사용하였다.

[†]Corresponding author: leejs@gshp.gsnu.ac.kr



Photo 1. Picture of *Stromateus stellatus*.
(From <http://www.ictiochile.terra.cl>)

역학조사

조리한 *S. stellatus* 육을 섭취한 16명을 대상으로 연령, 성별, 섭취량, 잠복기 및 증상 등에 대하여 설문으로 조사하였다.

일반 성분 분석 및 지질의 분리

일반 성분은 상법에 따라 분석하였으며, 지질 성분은 근육을 마쇄하여 3배량의 아세톤으로 3회 추출하여 농축후, diethylether (DEE)와 물로 분배하여 수용성 성분을 제거하고 DEE 획분을 농축하여 지질 시료로 하였다.

독성 시험

Mouse 복강투여에 의한 독성은 지용성과 수용성 획분을 구분하여 측정하였다. 근육의 아세톤 추출물의 지용성 획분의 독성은 설사성 패류독의 분석방법 (Quilliam and Wright, 1995)과 ciguatera 분석방법 (Lewis, 1995)에 준하여 독성을 측정하였고, 수용성 획분은 복어독 분석방법 (Kawabata, 1978)에 따라 근육을 0.1% acetic acid로 추출하여 독성을 측정하였다. 한편, 지질 시료에 대하여는 mouse 복강 투여 이외에 경구 투여법도 병행하여 치사여부와 기타 증상을 면밀히 관찰하였다. 그리고 기억상실성 패류독의 원인성분으로 알려진 domoic acid는 high performance liquid chromatography (HPLC, Spectra Physics P-4000)를 사용하여 분석하였다 (Wright et al., 1989).

지질조성의 분석

지질 일정량을 IATROSCAN 전용 silicagel rod-SIII (10 cm) 칼럼을 사용하여 hexane-DEE-acetic acid (90:10:1, v/v/v) 혼합용매로 전개후 IATROSCAN TH-10 TLC/FID Analyzer (IATRON Laboratories, Tokyo)로 분석하였다.

총지질 지방산의 분석

지질을 A.O.C.S.법 (1990)에 준하여 검화후 지방산을 methyl ester화하여 Omegawax 320 capillary 칼럼 (30 m×0.32 mm, Supelco, USA)상에서 gas-liquid chromatography (GLC, Shimadzu GC 14A, Shimadzu, Japan)로 분석하여 각 지방산의 면적비를 백분율로 나타내었다. 칼럼은 180°C에서 3°C/min로 230°C까지 승온 조건에서 injector 및 FID detector는 250°C로 유지하면서 분석하였다.

DAGE의 분리 및 조성 분석

지질 일정량을 TLC plate (Kieselgel F₂₅₄, 2×20 cm, Thickness 0.25 mm, Merck, USA)상에 점적후 hexane-DEE-acetic acid (85:15:1, v/v/v) 혼합용매로 전개하여 DAGE에 상당하는 획분을 클리어모아 DEE로 추출하였다. 한편, 추출된 DAGE에 1N KOH/95% ethanol로 75°C에서 50분간 검화한 다음 10배량의 물로 희석후 DEE로 glyceryl ether (GE) 획분을 추출하고, 나머지 용액은 1N HCl로 중화후 분해된 지방산을 DEE로 추출하여 각각 hexane-DEE-acetic acid (90:10:1, v/v/v)를 혼합용매로 한 TLC상에서 재정제하여 순수 GE와 지방산을 얻었다.

지방산은 총지질의 지방산과 동일하게 methyl ester화하여 Chromopack CP-SIL 88 (50 m×0.25 mm, Supelco) 칼럼을 이용한 GLC (GC-380, GL Science, Japan)로 분석하였다. GE (11.8 mg)는 3 mL의 무수 아세톤과 perchloric acid (HClO₄) 2방울을 가하여 실온에서 30분간 반응시켜 GE의 2,3-O-isopropylidene 유도체를 조제후 동량의 물을 가하여 DEE로 추출하였다 (Hanahan et al., 1963). 추출한 isopropylidene 유도체는 hexane-DEE-acetic acid (90:10:1, v/v/v)를 혼합용매로한 TLC에서 분리하여 (4.8 mg) 지방산과 동일한 칼럼으로 분석하였으며, GC/MS (Column: 5% PH Me Siloxane, 30 m×0.32 mm, GLC: HP 6890, Hewlett Packard, MS: JMS-700, JEOL, Japan)로 동정하였다.

결과 및 고찰

식중독 증상

*S. stellatus*로 조리한 음식을 섭취한 사람은 40대에서 50대의 중년 남녀로서 총 16명이었으나 이중 중독 증상을 나타낸 사람은 13명으로 전체 섭취자 중 81%의 발증율을 나타내었다. 설사, 메스꺼움 등 이상 증상은 어육을 30g 이상 섭취하였을 때 발현되었으며, 잠복기는 30분~2시간 (평균 1시간)이었다. 이러한 증상은 병원에서 특별한 치료를 받지 않아도 하루 정도 지속되다가 점차 회복되었으며, 30g 이하의 소량을 섭취한 경우에는 증상이 나타나지 않았다. 중독 환자의 증상은 마비 등의 신경계 증상은 나타나지 않았으나, Fig. 1에 나타낸 바와 같이 여러 가지 증상이 복

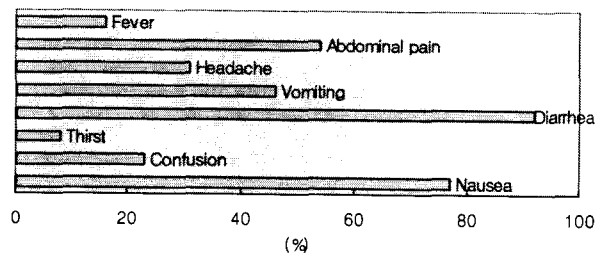


Fig. 1. Symptoms of the food poisoned patients (n=13) after consumption the fish.

합적으로 나타났으며, 1회 이상 설사 증상을 나타낸 환자가 92%로 가장 많았으며, 메스꺼움 (77%), 복통 (54%), 구토 (46%), 두통 (31%), 어지러움 (23%), 발열 (16%) 등의 순으로 조사되어 이 증독은 설사를 주증상으로 하는 소화기계의 장애임을 알 수 있었다.

S. stellatus (*S. maculatus*) 섭취시 사람에서 설사의 우려가 있거나 혹은 식중독이 발생한 사실이 이미 보고되었으나 (Iida, 1971; Sato et al., 2000) 그 증상은 알려져 있지 않아 본 조사에서 처음 밝혀진 것으로 생각된다.

급성독성

Mouse 복강 주사법을 이용한 급성 독성시험에서는 근육을 0.1% acetic acid로 가열 추출한 수용성 획분을 mouse에 복강 주사하였을 때에는 domoic acid 투여시의 증상과 유사하게 얼굴 주위를 scratch하는 증상을 다소 나타내었으나 24시간 후에도 사망하지 않았으며 기기분석에 의하여 domoic acid는 검출되지 않았다. 또한, 지용성 획분에서도 설사성패류독이나 ciguatera독 등 mouse를 치사시키는 어떠한 급성 독성분도 검출되지 않았다.

한편, 근육에서 추출한 지질만을 mouse에 경구 투여한 경우, mouse 체중의 1/20 이하량까지는 특별한 증상을 나타내지 않았으나 1/20 이상의 다량의 지질을 경구 투여할 경우 항문에서 소화되지 아니한 지질의 누출이 확인되었으며 투여량이 증가함에 따라 그 정도가 심하였다. 또한, 복강 주사의 경우, mouse 체중의 1/40 상당량까지는 특별한 증상을 나타내지 않았으나 1/20에서는 3마리중 1마리가 2일째에 사망하였고, 나머지 2마리는 체중의 경우 점차 감소하였으나 3일째까지 사망하지 않았다.

일반성분 및 지질 조성

근육의 일반성분 조성은 수분 60.9%, 단백질 14.8%, 지질 23.0%, 회분 1.2%로서 우리나라 연안 회유성 어류보다 수분 함량이 적고 지질 함량이 많은 특징을 나타내었다 (Jeong et al., 1998). 특히 지질의 조성을 보면 DAGE 61.8%, 중성지질의 triglyceride (TG) 35.3%, 극성지질 1.1%, 탄화수소와 스테롤이 각각 0.7%, 유리지방산 0.3%를 나타내어 연안의 일반적인 어류가 TG를 주성분으로 하는데 비하여 이 어종은 DAGE가 주성분으로 함유되어 있었다.

DAGE를 함유한 해산 어류들로서는 판새류인 상어류가 대표적인 어종으로 알려져 있으며, 특히 심해산 상어 간유에는 다량의 DAGE가 함유되어 있다 (Shimma, 1982). Karnovsky et al. (1946)은 경골어류 21종을 분석한 결과, 체지방은 전체의 5% 이하이며 이 중 DAGE는 2% 이하라고 하였으나, Mori et al. (1972)은 뉴질랜드 근해에서 어획한 경골어류 (*Stromateus maculatus*, *Cubiceps gracilis*, *Centrolopus* sp.)들에서 지질의 50% 이상이 DAGE라고 하였다. Iida (1971)는 칠레산 어류 *S. maculatus*의 근육에 함유된 지질 (20.1%) 중 불검화물 (16.4%)의 대부분이 DAGE라고 보고하여 어종에 따라 지질의 조성이 크게 다를 수 있다.

총지질의 지방산 조성

총지질의 지방산 조성을 분석한 결과를 Table 1에 나타내었다. 포

Table 1. Fatty acid composition in total lipid (area %)

Saturates	%	Monoenes	%	Polyenes	%
14:0	5.90	14:1 (n-7)	0.04	18:2 (n-6)	0.93
15:0, iso	0.35	16:1 (n-7)	6.59	18:2 (n-4)	0.12
15:0 anteiso	0.12	16:1 (n-5)	0.26	18:3 (n-3)	0.97
15:0	0.40	17:1 (n-10)	0.08	18:4 (n-3)	2.02
16:0, iso	0.07	17:1 (n-8)	0.38	18:4 (n-1)	0.09
16:0	11.06	18:1 (n-9)	27.39	20:3 (n-3)	0.36
phytanic	0.46	18:1 (n-7)	0.27	20:4 (n-6)	1.28
17:0	0.40	18:1 (n-5)	0.66	20:4 (n-3)	1.32
18:0	3.06	20:1 (n-11)	6.56	20:5 (n-3)	4.46
19:0	0.06	20:1 (n-9)	1.17	21:5 (n-3)	0.27
20:0	0.60	20:1 (n-7)	0.06	22:2 (n-6)	0.34
22:0	0.13	22:1 (n-11)	5.15	22:3 (n-6)	0.12
24:0	0.10	22:1 (n-9)	4.88	22:4 (n-6)	0.43
		22:1 (n-7)	0.30	22:5 (n-6)	0.33
		24:1 (n-9)	0.97	22:5 (n-3)	1.17
		24:1 (n-7)	1.27	22:6 (n-3)	6.86
		24:1 (n-5)	0.19		
Total	22.70		56.23		21.06

화지방산의 경우 16:0이 11.1%, 1가 불포화지방산의 경우는 18:1 (n-9)가 27.4%, 고도불포화 지방산에서는 22:6 (n-3)가 6.9%를 차지하여 각각 주지방산으로 나타났다. 한편, 1가 불포화 지방산이 전체의 56%로서 포화 및 고도불포화 지방산의 2배 이상을 차지하여 일반 어류들에 비하여 1가 불포화 지방산의 함량이 높고 포화 및 고도불포화 지방산의 비율이 낮았다 (Jeong et al., 1998).

DAGE의 지방산 및 alcohol 조성

DAGE를 지방산과 GE로 분해하여 지방산은 methyl ester로, GE는 acetonation에 의하여 isopropylidene 유도체로 각각 조제하여 GC에서 분석하였다 (Fig. 2). 특히, GE의 경우는 GC/MS에 의하여 분자 ion (M^+), $M-15$ (CH_3) ion 및 base peak로서 isopropylidene 특유의 fragment ion인 m/z 101에 나타나는 ion peak에 의하여 10개의 성분을 동정하였다 (Hayashi and Kawasaki, 1985).

*S. stellatus*의 GE는 Table 2에 나타낸 바와 같이 포화의 16:0 GE가 66.3%로 가장 많았으며, 이중 결합 한개의 18:1 GE가 15.8%, 14:0 GE가 6.5%, 18:0 GE가 4.3%의 순으로서 칠레산 (Iida, 1971)이나 뉴질랜드산 (Mori et al., 1972)의 *S. maculatus*에 비하여 16:0 GE는 다소 적었으며, 18:1 GE는 이들보다 다소 조성비율이 높았다. 이러한 조성은 일부 오징어 (*Berryteuthis magister*, *Gonatopsis makko*)의 내장유에 함유된 DAGE의 GE 조성 (Hayashi and Kawasaki, 1985)과 유사하였으나, 심해산 상어 간유의 DAGE에 포함된 alcohol 조성 (Shimma, 1982; Hanahan et al., 1963)이나 *Centrolopus* sp.의 DAGE에 포함된 GE (Mori et al., 1972)가 18:1 GE를 주성분으로 하는 것과는 다른 조성이었다.

한편, 지방산의 경우는 총 16종의 지방산이 검출되었으며, 이중 18:1>22:1>20:1의 순으로 1가 불포화 지방산의 비율이 높았으며, 포화지방산은 16:0과 14:0이 많았다. 특히, 22:1 (19.2%)과

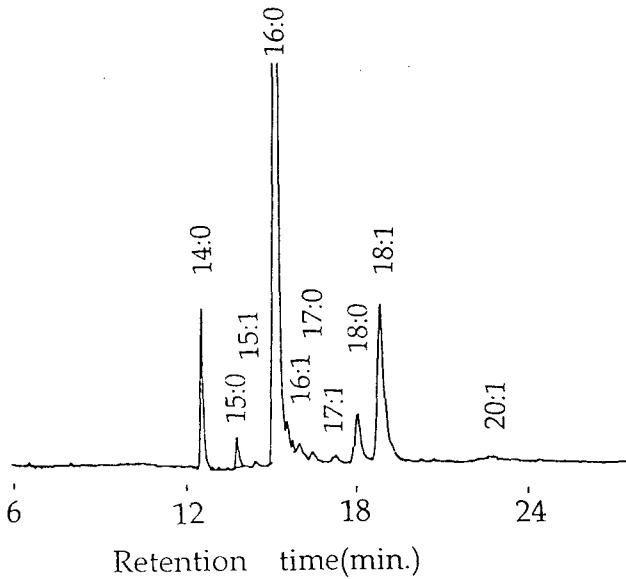


Fig. 2. GLC chromatogram of long chained alcohols in DAGEs.

Table 2. Fatty acid chains of 1-O-alkyl diacylglycerol (area %)

	<i>S. stellatus</i>	
	GE	fatty acid
14:0	6.5	4.2
15:0	1.7	
15:1	0.4	
16:0	66.3	6.2
16:1	1.8	5.0
17:0	0.9	
17:1	0.6	tr
18:0	4.3	2.9
18:1	15.8	37.6
18:2		1.3
20:1	1.7	10.1
20:5 (n-3)		3.0
22:1 (n-11)		19.2
22:5 (n-6)		1.3
22:6 (n-3)		5.1
24:1 (n-9)		4.1

20:1 (10.1%)의 조성비가 높아 총지질의 지방산 조성과는 다르게 되어 있었다. 한편, 뉴질랜드산과 비교하여 보면, 18:1의 비율은 비슷하였으나 그 외의 지방산들의 조성은 큰 차이를 나타내었다. 이들 결과는 DAGE를 함유한 어류에 있어서 구성 alkyl chain이나 지방산의 조성은 어종이나 지역에 따라 다르게 되어있음을 시사하였다.

DAGE 분자종 조성

최근 Endo et al. (2001)은 역상계의 칼럼을 이용한 HPLC로 DAGE를 분리하여 시차 굴절계로 분석하고 MS에 의하여 동정하

는 방법을 개발하여 아르헨티나 해역에서 어획한 *S. stellatus*의 DAGE 분자종을 정량하였다. 이들이 사용한 것과 동일한 칼럼과 HPLC 및 동일한 용매 조건하에서 분석한 분자종의 chromatogram과 분자종의 조성을 각각 Fig. 3 및 Table 3에 나타내었다. Chromatogram상에서는 20개의 DAGE 분자들의 peak가 검출되었으며, 19개의 peak가 동정되었으나, 실제로 16개 peak의 정량이 가능하였다. 특히, GE의 구성 지방산 분석시에 검출되지 않았던 지방산 (24:1)도 포함되어 있었다.

단일 분자종으로서 주성분은 alkyl chain에 16:0, acyl기에 2몰의 18:1 (oleic acid)를 가진 분자종이 16.2%를 나타내었고, 이어 alkyl chain에 16:0, acyl기에 18:1과 22:1을 가진 분자종이 14.7%, alkyl chain에 18:0, acyl기에 2몰의 18:1을 가진 분자종이

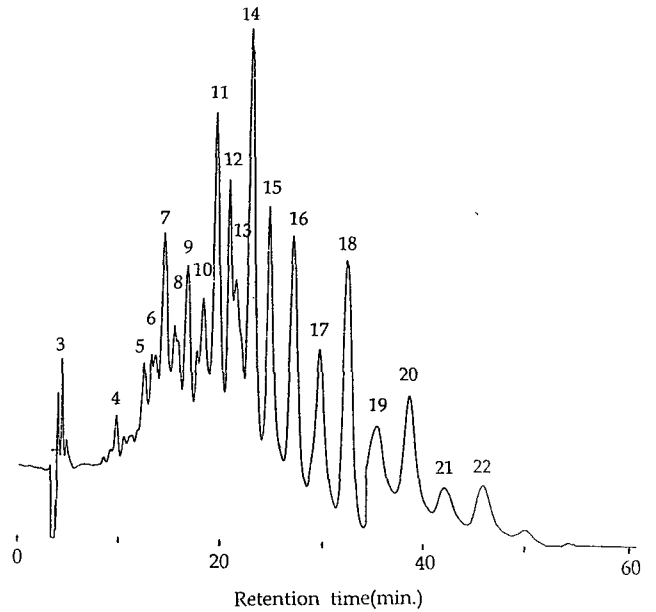


Fig. 3. RI-HPLC chromatograms of DAGEs.

Table 3. Composition of the DAGEs extracted from *S. stellatus*

Peak No.	Retention time (min.)	DAGE	% (area)
5	12.28	O-14:0-18:1-22:6	1.2
6	12.99	O-14:0-18:1-20:5	0.7
7	14.20	O-16:0-18:1-22:6	4.2
8	15.18	O-18:1-16:0-20:5	1.8
9	16.42	O-18:0-18:1-22:6	3.8
10	17.92	O-18:0-18:1-20:5	1.7
11	19.14	O-14:0-18:1-18:1	9.0
12	20.46	O-14:0-16:0-18:1	5.9
13	21.12	O-18:1-18:1-18:1	5.9
14	22.64	O-16:0-18:1-18:1	16.2
15	24.42	O-16:0-16:0-18:1	9.1
16	26.75	O-18:0-18:1-18:1	11.0
17	29.26	O-16:0-18:0-18:1	5.5
18	31.88	O-16:0-18:1-22:1	14.7
19	34.80	O-16:0-18:1-24:1	4.2
20	37.95	O-16:0-18:1-22:1	5.2

11.0%의 순이었다. 또한, alkyl chain에 16:0를 가진 분자종의 전체 비율이 가장 높아 GE를 구성하는 alkyl chain의 주성분이 16:0인 것과 일치하였으며, 이러한 결과는 GE를 구성하는 다른 alkyl chain이나 지방산의 구성비와도 유사하였다. 한편, 아르헨티나 해역에서 어획한 동일 어종의 DAGE 분자종 조성 (Endo et al., 2001)과 비교해 보면, 조성비는 약간 달랐으나 주성분은 거의 비슷하였다. 20:5나 22:6과 같은 고도불포화 지방산을 포함하는 분자종도 존재하였으나 이 경우 다른 지방산은 1가 불포화 지방산 또는 포화산으로 되어 있었다.

DAGE의 특성

본 연구에서 *S. stellatus*를 섭취한 사람에서 설사 등의 식중독 증상을 나타내었으나 mouse를 사용한 독성시험에서는 강한 독성은 나타나지 않았다. Iida (1971)는 *S. maculatus* 근육 지질의 GE에 관하여 보고하면서 이 어육을 시식한 사람에서 설사의 염려가 있다고 한 바 있다. 그리고 batyl alcohol 또는 상어 간유의 불검화물을 mouse에게 장기간 투여시 각 조직에 병리 조직학적 손상이 있다는 것이 보고되었으며 (Agduhr et al., 1934), mouse에 대한 batyl alcohol의 LD₅₀ (피하주사)은 3g/kg 이상이라고 추정하였다 (Berger, 1948). 또한 Kang et al. (1997)은 DAGE가 소화 흡수가 곤란하여 사람이 섭취하거나 닭이나 돼지 등 가축의 사료로서는 부적합하다고 하였다. 그러나, Kaneda et al. (1955)은 0.2g의 batyl alcohol 및 cerachyl alcohol을 mouse에게 1개월간 강제 투여하여도 특별한 이상은 없었다고 하였으며, 그 이외의 여러 보고 (Alexander et al., 1959; Sandler, 1949; Mangold, 1972; Hardy and Mackie, 1971; Kamiya, 1982)에서도 GE가 특별한 독성이 없다고 하였다. 본 실험에서도 mouse 체중의 1/20 이상 특별히 다량의 DAGE 함유 지질을 투여시 증상을 나타내어 일반적인 독성이라기 보다는 오히려 과다 섭취증이라고 생각된다.

Brohult (1963)에 의하면, 사람은 하루 평균 10~100 mg의 batyl alcohol에 상당하는 GE를 각종 식품으로부터 섭취한다고 하였다. 본 연구에서 *S. stellatus* 지질에 의한 설사성 식중독은 GE를 분해할 수 있는 효소가 부족하며, 이러한 어류를 식용하는 습관이 없는 우리나라 사람들이 일시에 다량의 GE를 함유한 어육을 섭취하여 체내에서 충분히 소화되지 않아 발생한 것으로 추정된다. 그러나, 앞에 언급한 여러 보고들이 대부분 실험 동물의 체중에 비하여 극히 소량의 GE를 투여한 결과들로서 일시에 다량 또는 장기간 섭취시에 따른 소화 흡수를 포함한 독성에 관하여도 더욱 연구가 수행되어야 하며, GE를 다량 함유한 이러한 어종을 식용 가능어로 취급할 것인지에 대하여는 구체적인 검토 후 기준을 설정하여 이와 유사한 식중독을 예방하는 것이 필요하다고 하겠다.

그러나, GE는 새로운 치료용 또는 화장품의 원료로서도 이용되고 있어 (Hayashi and Kawasaki, 1985) 이를 다량 함유한 해산 어류들의 탐색과 새로운 이용이 기대된다.

요 약

2000년 5월 부산에서 수입 냉동어 *S. stellatus*에 의하여 발생한

설사성 식중독의 원인성분을 규명하기 위하여 조사한 결과는 다음과 같다.

식중독 환자들의 증상은 0.5~2시간 (평균 1시간)에 증상이 시작되었으며 주된 증상은 소화기계의 설사 (92%), 메스꺼움 (77%), 복통 (54%), 구토 (46%), 두통 (31%), 어지러움 (23%), 발열 (16%) 등의 순으로 나타났다.

어육 추출물로부터는 식중독과 관련된 어떠한 자연독 성분도 검출되지 않았으며, diacyl glyceryl ethers (DAGEs)를 다량 함유한 특이 지질이 다량 (23%) 함유되어 있었다.

설사의 원인으로 추정되는 DAGE의 alkyl chain에는 16:0, 18:1이 주성분이었으며 8개의 다른 장쇄 alkyl chain이 소량 함유되어 있었고, DAGEs의 sn-1,2에 결합된 주요 지방산은 oleic acid (18:1)이었다.

DAGEs를 구성하는 분자종은 O-16:0-18:1-18:1 (16.2%), O-16:0-18:1-22:1 (14.7%), O-18:0-18:1-22:1 (11.0%)이 주된 구성성분이었다.

감사의 글

DAGE 분자종 분석과 GE 조성 분석에 협조하여 주신 일본 Tohoku University 대학원의 Yasushi Endo 조교수와 박 시범씨에게 감사드립니다. 또, 총지방산 조성을 분석하여 주신 경상대학교 정보영 교수에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Agduhr, A.E., G. Blix and B. Vahlquist. 1934. Studies on the influence of some natural fats and their components on animal tissue structures. *Upsala Laecareforen Foerh.*, 40, 183~387.
- Alexander, P., D.I. Connel, A. Brohult and S. Brohult. 1959. Reduction of radiation induced shortening life span by a diet argumented with alkoxy glycerol esters and essential fatty acids. *Gerontologia*, 3, 147~159.
- 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.
- Berger, F.M. 1948. The relationship between chemical structure and central depressant action of substitute ethers of glycerol. *J. Pharmacol. Exptl. Therap.*, 93, 470~481.
- Brohult, A. 1963. Alkoxyglycerols and their use in radiation treatment an experimental and clinical study. *Acta Radiol. Suppl.*, 233, 1~99.
- Endo, Y., M.T. Endo, H.S. Seo and K. Fujimoto. 2001. Identification and quantification of molecular species of diacyl glyceryl ether by reversed-phase high-performance liquid chromatography with refractive index detection and mass spectrometry. *J. Chromatogr.*, A 911, 39~45.
- Hanahan, D.J., J. Ekholm and C.M. Jackson. 1963. Studies on the structure of glyceryl ethers and the glyceryl ether phospholipids of bovine erythrocytes. *Biochem.*, 2, 630~641.
- Hardy, R. and P.R. Mackie. 1971. Observation on the chemical com-

- position and toxicity of ratfish. *J. Sci. Fd. Agric.*, 22, 382~388.
- Hashimoto, Y. 1983. Marine toxins. Japan Sci. Soc. Press. pp. 139~142 (in Japanese).
- Hayashi, K. and K. Kawasaki. 1985. Unusual occurrence of diacylglycerylethers in liver lipids from two species of Gonatid squids. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 51, 593~597.
- Hu, T., J.M. Curtis, Y. Oshima, M.A. Quilliam, J.A. Walter and J.L.C. Wright. 1995. Spirollides B and D, two novel macrocycles isolated from the digestive glands of shellfish. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 2159~2161.
- Iida, H. 1971. Glyceryl ethers in *Stromateus maculatus*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 37, 338 (in Japanese).
- Jeong, B.Y., B.D. Choi, S.K. Moon and J.S. Lee. 1998. Fatty acid composition of 72 species of Korean fish. *J. Korean Fish. Sci. Tech.*, 1, 129~146.
- Kamiya, H. 1982. Nutrition and toxicity of glyceryl ethers. In *Non-glyceride-lipids of Marine Animals*, Jap. Fish. Soc., ed. Koseisha-Koseikaku, pp. 141~147 (in Japanese).
- Kang, S.-J. S.P. Lall and R.G. Ackman. 1997. Digestion of the 1-O-alkyl diacylglycerol ethers of Atlantic dogfish liver oils by Atlantic Salmon *Salmo salar*. *Lipids*, 32, 19~30.
- Kaneda, T., S. Ishii, T. Sakai and K. Arai. 1955. Studies on the nutrition and toxicity in various marine animal's oil. 1. Nutrition of batyl alcohol. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 12, 41~45.
- Karnovsky, M.K., W.S. Rapson and M. Black. 1946. South African fish products part X X IV, The occurrence of α -glyceryl ethers in the unsaponifiable fractions of natural fats. *J. Soc. Chem. Ind.*, 65, 425~428.
- Kawabata, S. 1978. Tetrodotoxin. Inspection Guide Lines for the Foodstuffs II (ed. by Department of Environment and Hygiene), Association of Japanese Food Hygiene, Tokyo, pp. 231~240.
- Legrand, A.M. 1998. Ciguatera toxins: Origin, transfer through the food chain and toxicity to human. In *Harmful Algae*, B. Reguera, J. Blanco, M.L. Fernandez and T. Wyatt, eds. Xunta de Galicia and IOC of UNESCO, pp. 39~43.
- Lewis, R.J. 1995. Detection of ciguatoxins and related benthic dinoflagellate toxin: *in vivo* and *in vitro* methods. In *IOC Manuals and Guides 33, Manual on Harmful Marine Microalgae*, G.M. Hallegraeff, D.M. Anderson and A.D. Cembella, eds. UNESCO, pp. 135~161.
- McMahon, T. and J. Silke. 1998. Re-occurrence of winter toxicity. *Harmful Algal News*, 17, p. 12.
- Mangold, H.K. 1972. Biological effects and biomedical applications of alkoxy lipids. In *Ether Lipids, Chemistry and Biology*, F. Snyder, ed. Academic Press, New York, pp. 157~176.
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 2000. Annual Report for the trends of Fisheries Industry, pp. 308 (in Korean).
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 2001. Basic data for the Fisheries, pp. 176 (in Korean).
- Mori, M., S. Hichiki, H. Kamiya and Y. Hashimoto. 1972. Three species of teleost fish having diacyl glyceryl ethers in the muscle as a major lipid. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 38, 56~63.
- Quilliam, M.A. and J.L.C. Wright. 1995. Methods for diarrhetic shellfish poisons, In *IOC Manuals and Guides 33, Manual on Harmful Marine Microalgae*, G.M. Hallegraeff, D.M. Anderson and A.D. Cembella, eds. UNESCO, pp. 95~111.
- Sandler, O.E. 1949. Experimental studies on the erythropoietic effect of yellow bone marrow extracts and batyl alcohol. *Acta Med. Scan.*, 133, Suppl., 255.
- Satake, M., K. Ofuji, H. Naoki, K.J. James, A. Furey, T. McMahon, J. Silke and T. Yasumoto. 1998. Azaspiracid, a new marine toxin having unique spiro ring assemblies, isolated from Irish mussels, *Mytilus edulis*. *J. Am. Chem. Soc.*, 120, 9967~9968.
- Sato, T., H.S. Seo, T. Endo and K. Fujimoto. 2000. Toxicity of lipid contained in Fish, *S. stellatus*. In *Abstract for the Meeting of the Jap. Soc. Fish. Soc. 2000*, Nippon Suisan Gakkai, p. 108 (in Japanese).
- Shimma, Y. 1982. Distribution in elasmobranch. In *Nonglyceride-lipids of Marine Animals*, Jap. Fish. Soc., ed. Koseisha-Koseikaku, pp. 9~22 (in Japanese).
- Wright, J.L.C., R.K. Boyd, A.S.W. De Freitas, M. Falk, R.A. Foxall, W. D. Jamieson, M.V. Laycock, A.W. McCulloch, A.G. McInnes, P. Odense, V.P. Pathak, M.A. Quilliam, M.A. Ragan, P.G. Sim, P. Thibault, J.A. Walter, M. Gilgan, D.J.A. Richard and D. Dewar. 1989. Identification of domoic acid, a neuroexcitatory amino acid, in toxic mussels from eastern Prince Edward Island. *Can. J. Chem.*, 67, 481~490.

2001년 9월 8일 접수

2001년 11월 27일 수리