



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	甲殻類の脂質：Ⅰ. モロトゲアカエビ(<i>Pandalopsis japonica</i>)の筋肉と卵の脂質
Author(s)	座間, 宏一; ZAMA, Kōichi; 丸山, 亨 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 27(3-4), 181-190
Issue Date	1976-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23597
Type	departmental bulletin paper
File Information	27(3_4)_P181-190.pdf



甲殻類の脂質

I. モロトゲアカエビ (*Pandalopsis japonica*) の筋肉と卵の脂質

座間 宏一・丸山 享・高橋 是太郎

Lipids of the Crustacea

I. Lipids of the muscle and the egg of the prawn (*Pandalopsis japonica*)

Kōichi ZAMA, Tōru MARUYAMA and Koretarō TAKAHASHI

Abstract

The total lipid obtained from the muscle and the egg of the prawn were fractionated by using a silicic acid column, and analyzed by thin layer chromatography.

The lipid compositions of the muscle and the egg were as follows: sterol ester and hydrocarbon 0.5, 3.1; free sterol 13.3, 1.2; triglyceride 8.0, 49.8; partial glyceride 0.1, 0.6; free fatty acid 2.4, 2.4; phosphatidic acid 2.1, 0.2; phosphatidylethanolamine 19.1, 10.4; phosphatidylcholine 40.9, 25.7; inositolphospholipid 9.4, 0.0; sphingomyelin 1.4, trace; phosphatidylglycerol 0.0, 0.2; pigments 0.5, 1.3 and unidentified lipids 2.3, 5.1%; respectively.

The major fatty acids of these lipids were $C_{16:0}$, $C_{16:1}$, $C_{18:1}$, $C_{20:5}$ and $C_{22:6}$ acids. The individual lipid exhibited the characteristic fatty acid patterns.

緒 言

甲殻類の脂質に関する研究は水せい動物間の食物連鎖との関連性、または種固有の脂質代謝を明らかにするために行われたものが多く、甲殻類プランクトンのカラヌス目 (*Calanoida*)、アミ目 (*Mysidacea*)、端脚目 (*Amphipoda*)、オキアミ目 (*Euphausiacea*) などでは、その構成脂肪酸は飽和酸やモノエン酸に比し、ポリエン酸の占める割合が大きく、不ケン化物はおもに高級アルコール、ステロールよりなることが報告されている¹⁾²⁾。

一方、エビ類の属する長尾亜目 (*Macrurura*) の脂質に関しては Ackman ら³⁾ や Krzeczowski⁴⁾ のホッコクアカエビ (*Pandalus borealis*) および Lewis⁵⁾ のシラエビの一種 (*Pasiphaea sp.*) の脂肪酸組成、鹿山ら⁶⁾ の相模湾と駿河湾産の数種のエビの脂質、主としてワックスエステル⁷⁾の性状、林⁷⁾ の数種の海産エビと淡水産エビの脂肪酸組成に関する研究などがみられる。しかしリン脂質を対象としたものは少なく、わずかに deKoning ら⁸⁾ の Rock lobster (*Jasus lalandii*) の肝すい臓と卵のリン脂質およびそれらの脂肪酸組成に関するものがみられるにすぎない。

本報では、食用に供され北海道沿岸で多産されるモロトゲアカエビの筋肉および卵の脂質成分を検

* 北海道大学水産学部食品化学第一講座
(Laboratory of Food chemistry, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

Table 2. Fractionation of Fraction-A on silicic acid.

Fraction	Eluting solvent (v/v)	Volume, in ml	Yield (mg)	Major component
A-1	Hex	500	14	HC
A-2	Benz-Hex (15:85)	1100	6	SE
A-3	Et ₂ O-Hex (5:95)	1700	733	TG
A-4	Et ₂ O-Hex (5:95)		164	FFA, Pig
A-5	Et ₂ O-Hex (15:85)	1400	983	ST
A-6	Et ₂ O-Hex (30:70)	1200	20	MG, DG, ST
A-7	Et ₂ O-Hex (50:50)	1200	33	Uk, ST
A-8	MeOH	1200	26	PL, ST

2.078 g of Fraction-A on adsorbent (120 g, 2.8×39 cm)

Abbreviation: HC: Hydrocarbon Pig: Pigment
 SE: Sterol ester Uk: Unknown
 MG: Monoglyceride Hex: Hexan
 DG: Diglyceride Benz: Benzene
 PL: Phospholipid Et₂O: Ether

Table 3. Fractionation of Fraction-B on silicic acid.

Fraction	Eluting solvent (v/v)	Volume, in ml	Yield (mg)	Major component
B-1	Et ₂ O-Hex (15:85)	310	8	ST, FFA
B-2			6	ST
B-3	CHCl ₃ -MeOH (98:2)	370	105	ST, PA
B-4	CHCl ₃ -MeOH (50:50)	250	94	PA, PE

228 mg of Fraction-B on adsorbent (14 g, 1.2×22.5 cm)

アセトン溶出部 (画分B) の再分画: Sterol, Phosphatidic acid および微量の遊離脂肪酸よりなる画分Bはケイ酸カラムクロマト法によって再分画し, 表3に示す結果を得た。さらに Phosphatidic acid は画分B-3より調整 TLCにより分離, 精製を行った。

メタノール溶出部 (画分C) の再分画: 主としてリン脂質よりなる画分Cをクロロホルムに溶解し, ケイ酸カラムに注入後, クロロホルム, クロロホルム-メタノールおよびメタノールで順次溶出を行い, 図1に示す結果を得た。この溶出曲線より表4に示すごとく画分C-1より画分C-6の6画分に分別した。

Phosphatidylethanolamine: 主として Phosphatidylethanolamine よりなる画分C-3は Rouserら¹⁰⁾の方法によって, DEAEセルローズカラム (30 g, 1.8×45 cm, アセテート型) に注入後, 440 mlのクロロホルム-メタノール (7:1, V/V) で溶出する画分を除いた後, クロロホルム-メタノール (7:3, V/V) 550 mlで溶出を行い Phosphatidylethanolamine 268 mg (P 4.16%, N 1.82%, N/P 0.97)を得た。

Inositol phospholipid: 画分C-4 120 mgより調製 TLCによりイノシトール, グリセロールおよびPの存在陽性, アミノ塩基およびコリンの存在陰性の Inositol phospholipid と考えられる脂質 95 mgを得た。

Phosphatidylcholine: 主として Phosphatidylcholine よりなる画分C-5 1.26 gを無水エタノールに溶解し, アルミナカラム (Merck, 36 g, 1.2×28.3 cm) に注入後, 95% エタノール 720 mlで溶出を行い 1.09 gの Phosphatidylcholine (P 4.02%, N 1.80%, N/P 0.99)を得た。

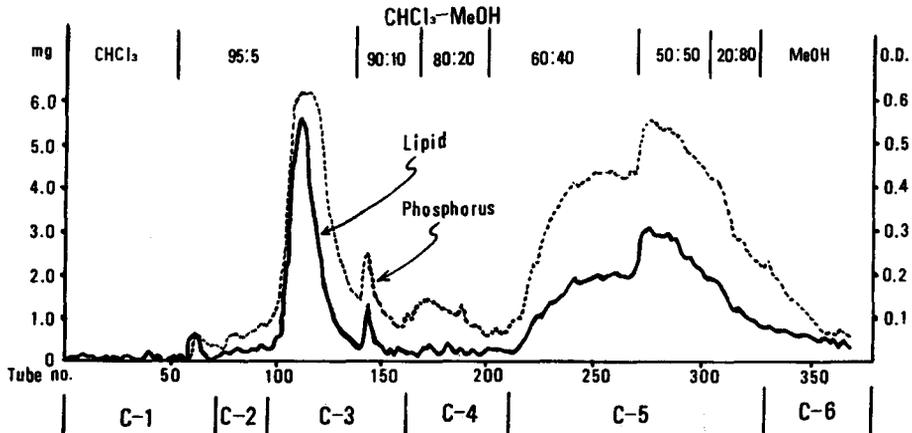


Fig. 1. Fractionation of Fraction-C on a silicic acid column. Silicic acid column: 450 g, (4.9×53.3 cm) Each tube: 25 ml

Table 4. Fractionation of Fraction-C on silicic acid.

Fraction	Tube no.	Yield (mg)	Component
C-1	1~69	155	ST, PA
C-2	70~95	136	PA, PE
C-3	96~159	2740	PE
C-4	160~209	316	PI
C-5	210~328	4576	PC
C-6	329~369	340	PC, SM

8.961 g of Fraction-C on adsorbent (450 g, 4.8×53.3 cm)

Sphingomyelin: Sphingomyelin と Phosphatidylcholine の混合物である画分 C-6 150 mg を冷ケン化後、エーテル処理し、エーテル不溶の粗 Sphingomyelin を得た。このものをアルミナカラム (5.0g, 10×7.5cm) に供し、165ml のリグロイン-クロロホルム-メタノール (1:1:1, V/V) で溶出し、TLC 的に単一で標品の IR スペクトルと一致する精製 Sphingomyelin 45 mg を得た。

Phosphatidylcholine および Phosphatidylethanolamine の α および β 位の脂肪酸: Phosphatidylcholine 66 mg を無水エーテルに溶解後、5mM CaCl₂ 水溶液に溶解したヘビ毒 (*Crotalus admanteus*) を加え、30°C, 4 時間酵素分解を行い、また Phosphatidylethanolamine 43 mg についても前記同様ヘビ毒を用いて 50 時間酵素分解を行った。加水分解生成物はそれぞれケイ酸カラムに供しエーテルで脂肪酸を、メタノールで Lysophosphatidylcholine または Lysophosphatidylethanolamine を溶出した。Lysophospholipid を加水分解して得られる脂肪酸を α 位脂肪酸とし、前記エーテルで溶出する脂肪酸を β 位脂肪酸とした。これらの脂肪酸組成は表 5 に示すとおりである。

Sphingomyelin の構成成分: Sphingomyelin 33 mg を N 塩酸-メタノールと封管中で 100°C, 6 時間加水分解を行い 19 mg の脂肪酸メチルエステルおよび Sphingosine 塩酸塩に得た。この Sphingosine 塩酸塩より 10 mg の Sphingosine 塩基を得た。この組成は表 6 に示すとおりである。

卵の脂質

脂質の抽出と分画: 卵 298 g (湿重量) より筋肉の場合と同様に Bligh-Dyer 法によって抽出を行

Table 5. *Fatty acid composition of the lipids obtained from the prawn muscle.*

Lipid Cn: m	SE	FFA	TG	MG	PA	IP	PE		PC		SM
							α	β	α	β	
12>	1.7	0.9	2.0								0.1
14:0	2.1	2.1	5.1	6.8	1.1	1.1	0.9	0.9	5.7	2.8	3.8
1	0.9	0.4	2.5	1.7			0.2		1.4	0.2	0.6
2	1.2	0.7			0.2	0.4		0.3			
15:0	0.6										
16:0	8.9	5.7	15.6	27.4	11.4	21.8	27.5	2.9	37.3	1.9	15.7
1	8.5	9.5	16.1	15.2	12.2	3.7	8.0	4.8	17.9	20.4	10.3
2	2.2	1.9	3.7	1.1	0.9	0.6	0.5	0.3	3.1	1.6	1.4
18:0	1.8	1.3	2.2	2.6	2.4	8.7	2.6	0.9	2.8	0.2	2.7
1	15.9	9.3	24.0	22.4	27.9	22.5	35.6	16.4	24.1	39.3	17.6
2	2.1	2.5	2.1	5.3	7.2	2.1	2.4	0.8	3.4		2.7
3					2.9	1.0		2.0		2.6	1.0
19:0							1.2				1.3
20:0	0.9						2.7		1.8	2.9	3.2
1	2.2	1.6	2.9	3.2							
2	0.1	0.2			0.4						0.2
3											1.7
4	4.9	5.5	3.0	2.6	1.6	4.0	1.2	4.4	0.7	2.3	11.7
5	19.2	27.4	11.0	4.9	18.4	25.1	11.7	26.6	1.8	19.4	5.8
21:0						1.6	0.6				0.5
22:0	0.4										
1	3.1	2.4		6.8	0.7			1.1			
2						6.3					
3	5.4	3.6	0.2								
4					0.4			0.4			18.2
5		1.8									1.1
6	17.9	23.1	6.3		11.4		4.9	38.2		6.2	0.4
Uk			3.3		0.9	1.1					

Table 6. *Composition of sphingosine base of the sphingomyelin obtained from the prawn muscle.*

Cn: m	t_R (min)	%	Cn: m	t_R (min)	%
14:0	1.3	8.7	20:1	8.8	4.9
16:1	2.3	51.9	20:0	9.8	tr
16:0	2.5	tr	22:1	17.8	tr
18:1	4.5	34.3	22:0	19.5	tr
18:0	4.9	tr	24:0	34.6	tr

い 28.68g (9.62%) の全脂質を得た。このもの 26.41g に 10 倍容のアセトンを加え、アセトン可溶部 16.05g およびアセトン不溶部 10.35g に分別した。両者を TLC で検討した結果、前者は主として中性脂質、後者は主としてリン脂質よりなることが認められた。

アセトン可溶部 (画分 AS) の再分画: 画分 AS 1.19g をケイ酸カラムクロマト法により再分画し、表 7 に示す結果を得た。Triglyceride および遊離脂肪酸は両者を主成分とする AS-3 から McCarthy¹¹⁾ の方法に従って分画した。すなわちエーテルに溶解した AS-3 293mg をアルカリケイ酸カラム (5g, 1.0×14.0cm) に注入し、エーテル 300ml で Triglyceride 280mg を、次いで 2% ギ酸-エーテル

Table 7. Fractionation of the acetone soluble lipids from the prawn egg on silicic acid.

Fraction	Eluting solvent (v/v)	Volume, in ml	Yield (mg)	Major component
AS-1	Hex	390	4	HC
AS-2	Benz-Hex (15:85)	780	1	SE
AS-3	Et ₂ O-Hex (5:95)	1780	748	TG, FFA
AS-4	Et ₂ O-Hex (20:80)	1370	13	FFA, ST
AS-5	Et ₂ O-Hex (30:70)	780	27	ST, MG, DG
AS-6	Et ₂ O-Hex (50:50)	780	3	Uk
AS-7	MeOH	780	324	PL

1.193 g of acetone soluble lipids on adsorbent (67 g, 2.0×58.5 cm)

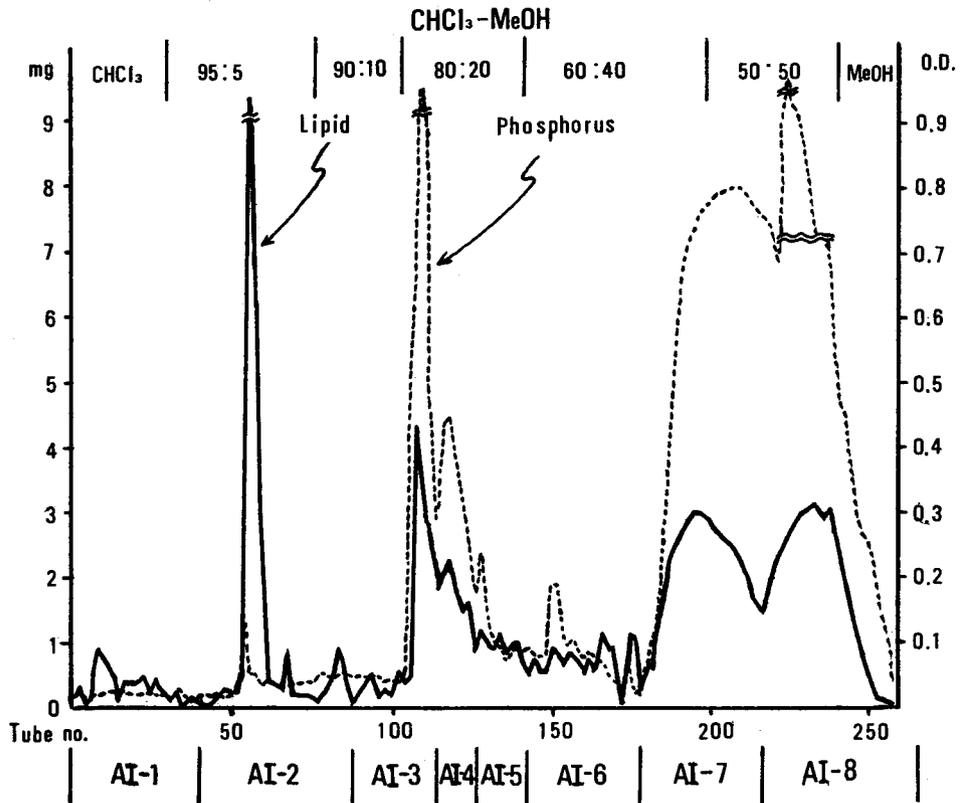


Fig. 2. Fractionation of the acetone insoluble lipids on a silicic acid column. Silicic acid column: 180 g, (3.3×55 cm) Each tube: 25 ml

300 ml で遊離脂肪酸 3 mg を得た。また画分 AS-5 より調製 TLC によって Mono および Diglyceride 画分を得た。

アセトン不溶部 (画分 AI) の再分画: 画分 AI 4.36 g をケイ酸カラムクロマト法により再分画し

Table 8. Fractionation of the acetone insoluble lipids from the prawn egg on silicic acid.

Fraction	Tube no.	Yield (mg)	Major component
AI-1	1~40	75	HC, SE
AI-2	41~87	785	TG, PA
AI-3	88~113	401	PG, PE, LysoPE
AI-4	114~125	173	PE
AI-5	126~143	71	PE
AI-6	144~177	81	Uk
AI-7	178~216	1323	PC
AI-8	217~267	1214	PC, LysoPC
AI-9	268	37	Uk

4.360 g of the acetone insoluble lipids on adsorbent (180 g, 3.3×55.0 cm)

Abbreviation: PG: Phosphatidylglycerol

Table 9. Refractionation of AI-3 on silicic acid.

Fraction	Eluting solvent	Volume, in ml	Yield (mg)	Major component
AI-3-1	CHCl ₃	300	10	PG
AI-3-2	CHCl ₃ -MeOH (7:1)	450	66	PE
AI-3-3	CHCl ₃ -MeOH (7:3)	450	42	PE
AI-3-4	MeOH	900	21	PE, LysoPE
AI-3-5	CHCl ₃ -MeOH (8:2), containing 10 ml of NH ₄ OH and 0.025 M Ammonium acetate	500	103	LysoPE

355 mg of AI-3 on adsorbent (25 g, 1.8×54.8 cm)

図2に示す結果を得た。この溶出曲線より表8に示すごとく画分 AI-1 より AI-9 の9画分に分別した。

Phosphatidic acid: Triglyceride と Phosphatidic acid よりなる画分 AI-2 647mg をクロロホルムに溶解し、ケイ酸カラム (50 g, 1.8×46.0 cm) に注入後、700 ml のクロロホルムで Triglyceride を主とする画分 (603 mg) とさらに 500 ml のクロロホルム-メタノール (9:1, V/V) で Phosphatidic acid を主とする画分 (42 mg) を溶出した。後者の 39 mg をクロロホルムに溶解し、DEAE セルローズカラム (5 g, 1.8×11.0 cm, アセテート型) に注入後、クロロホルム 200 ml で溶出を行い 15 mg の脂質を得た。このものは TLC 的には単一スポットを示し、P およびグリセロール陽性、コリンおよびアミノ塩基陰性であり Phosphatidic acid と同定した。

Phosphatidylethanolamine: Phosphatidylglycerol, Phosphatidylethanolamine および Lysophosphatidylethanolamine よりなる画分 AI-3 355 mg より表9に示すとおりケイ酸カラムクロマト法により精製 Phosphatidylethanolamine 108 mg (P 3.54%, N 1.49%, N/P 0.93) を得た。

Phosphatidylcholine: 主として Phosphatidylcholine よりなる画分 AI-7 1258 mg を無水エタノールに溶解、アルミナカラム (48 g, 1.8×20.5 cm) に注入後、さらに 800 ml の 95% エタノールで溶出を行い 547 mg の精製 Phosphatidylcholine (P 3.42%, N 1.63%, N/P 1.05) を得た。

各脂質の脂肪酸組成: 前述の筋肉脂質の脂肪酸組成の決定に用いた方法と同様にして測定し、表10に示す結果を得た。

Table 10. *Fatty acid composition of the lipids obtained from the prawn egg.*

Lipid Cn:m	SE	FFA	TG	MG+DG	PA	PE		PC	
						α	β	α	β
12>	32.5		1.2	4.5	1.4	5.1	10.0	16.6	2.7
14:0		4.8	5.3	8.2	7.7	3.3	4.0	1.3	0.7
1		0.5	0.3		1.0	1.0		0.4	0.7
2		0.5	0.4		0.7	0.7	4.7		
16:0		23.6	18.7	28.6	23.0	17.5	9.4	9.5	1.7
1		10.3	20.7	22.7	12.7	10.6	14.5	7.2	2.5
2		0.2	1.0		1.4	1.7	6.9		
18:0		1.5	0.8		2.2	2.7	10.1	2.6	0.7
1		50.0	30.7	25.4	28.4	32.7	20.2	29.8	32.3
2		1.9	1.4		1.8	2.7	4.1		2.3
3						4.2			
20:0	64.1	2.8		7.0					
1			2.0	1.9	4.6	5.3	4.1		11.2
2					0.6		0.8		0.8
3									0.2
5						4.0	3.0	5.8	17.6
22:0		0.3			5.0			6.8	9.9
1					tr			0.1	1.3
2			12.5		4.6		0.2		
3	3.4								
5								0.2	0.1
6			3.0		2.4			2.4	13.0
Uk		3.6	2.0	1.6	2.5	8.5	8.0	11.7	2.3

Table 11. *Composition of the lipids of the prawn muscle and egg (%)*.

Lipid classes	Muscle	Egg
Hydrocarbon+Sterol ester	0.5	3.1
Sterol	13.3	1.2
Triglyceride	8.0	49.8
Partialglyceride (Mono+Di)	0.1	0.6
Free fatty acid	2.4	2.4
Phosphatidic acid	2.1	0.2
Phosphatidylethanolamine	19.1	10.4
Phosphatidylcholine	40.9	25.7
Inositolphospholipid	9.4	—
Sphingomyelin	1.4	tr
Phosphatidylglycerol	—	0.2
Pigments	0.5	1.3
Other lipids	2.3	5.1

筋肉および卵の脂質組成

ケイ酸カラムクロマト法によって得られた各画分について TLC を行い、デンシトメトリーによって組成を算出し、表 11 に示す結果を得た。

考 察

甲殻類の脂質に関する研究はプランクトンについてのものが多く、また大型甲殻類ではエビ・カニ類の肝油などの内臓油に関するものは多いが、食用に供される筋肉や卵脂質に関する報告は少ない。

本報ではモロトゲアカエビの筋肉および卵脂質について検討した結果、脂質含量はそれぞれ1.15% および9.62% で卵に比し筋肉では著しく低い。しかし筋肉の脂質含量は林⁷⁾の数種の海産エビと大差はないが、鹿山⁸⁾によって報告された深海産エビよりは低いことが認められた。

脂質組成は表11に示したように、筋肉ではPhosphatidylcholine, Phosphatidylethanolamineなどのリン脂質およびSterol含量が高く、いわゆる組織脂質が主であり、Triglycerideなどの貯蔵型脂質は少い。一方卵ではTriglycerideなどの貯蔵型脂質含量が高く、発生時のエネルギー源として利用されるものと考えられる。

筋肉脂質に認められたInositol phospholipidは卵脂質に認められず、また卵脂質に微量存在するPhosphatidylglycerolは筋肉脂質には認められない。一方Sphingomyelinは筋肉および卵双方の脂質中に存在している。

筋肉より得られたSphingomyelinは表6に示したようにC₁₄~C₂₄Sphingosine塩基を構成成分とするが、その主体はC₁₆, C₁₈-Sphingosine塩基である。このことは哺乳類や魚類のSphingomyelinがC₁₈-Sphingosineを主構成成分としていることや、Moscatelliら¹²⁾のザリガニ(*Procambarus charkii*)より得られたSphingosine塩基がC₁₄およびC₁₆-Sphingosine塩基を主体としているという報告と考えあわせ興味あることである。

各脂質を構成している脂肪酸はC_{16:0}, C_{16:1}, C_{18:1}, C_{20:5}およびC_{22:6}酸が主成分で、それぞれの脂質に広く分布している。しかし脂質の種類によりこれらの主要脂肪酸の占める割合が異なるのみならず、他の構成脂肪酸の種類も異っていることが認められた。さらに同一種の脂質でも筋肉と卵より得られたものでは、それぞれ特異的な脂肪酸組成を示している。すなわち筋肉のSterol esterではC_{16:0}, C_{16:1}, C_{18:1}, C_{20:5}酸およびC_{22:6}酸がおもな脂肪酸として存在しているのに対し、卵のものではC₁₂以下の酸およびC_{20:0}酸が大部分を占めている。また卵のTriglycerideではC_{22:2}酸を多く含有し、筋肉のものに多く存在しているC_{22:6}酸を欠いている。さらに、筋肉のPhosphatidic acidはC_{20:5}酸を多量含有しているにもかかわらず、卵のものにはこの脂肪酸は含有されていない。

筋肉および卵のPhosphatidylcholineおよびPhosphatidylethanolamineの α , β 位に結合する脂肪酸を酵素水解によって検討し、その結果を表5および表10に示した。これらの表より明らかなように筋肉および卵のPhosphatidylcholineでは α 位には飽和脂肪酸が、 β 位には不飽和度の高い脂肪酸が多く存在していることが認められた。一方、Phosphatidylethanolamineではこの傾向はかならずしも明確ではない。しかしこの事実は脂質構成脂肪酸の差異との関連性で将来検討すべき問題である。

本論文は昭和49年4月の日本水産学会(東京)と昭和51年1月の日本水産学会北海道支部大会にて講演発表した。

文 献

- 1) Yamada, M. (1972). New observation on the lipids of aquatic origin. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* **19**, 513-533
- 2) Ackman, R.G., Eaton, C.A., Sipos, J.C., Hooper, S.N. and Castell, J.D. (1970). Lipids and fatty acids of two species of North Atlantic krill (*Meganyctiphanes norvegica* and *Thysanoëssa inermis*) and their role in the aquatic food web. *J. Fish. Res. Bd. Canada* **27**, 513-533
- 3) Ackman, R.G. and Eaton, C.A. (1967). Fatty acid composition of the decapod shrimp, *Pandalus borealis*, in relation to that of euphausiid, *Meganyctiphanes norvegica*. *J. Fish. Res. Bd. Canada* **24**, 467-471
- 4) Krzeczkowski, R.A. (1970). Fatty acids in raw and processed Alaska shrimp. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **47**, 451-452
- 5) Lewis, R.W. (1967). Fatty acid composition of some marine animals from various

- depth. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 24, 1101-1115
- 6) 鹿山 光・中川平介 (1975). 相模・駿河湾産エビ類マイクロネクトンの脂質とくにワックスエステルについて. *油化学* 24, 441-445.
 - 7) 林 賢治 (1976). 生息深度を異にする海産動物の脂質-VI. エビ類中性脂質の脂肪酸組成の特徴について. *北大水産彙報* 27, 21-29.
 - 8) deKoning, A.J. and McMullan, K.B. (1966). Phospholipids of marine origin II. The rock lobster (*Jasus lalandii*). *J. Sci. Food Agr.* 17, 117-120
 - 9) Gaver, R.C. and Sweely, C.C. (1965). Methods for methanolysis of sphingolipids and direct determination of long-chain bases by gas chromatography. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 42 (1), 294-298
 - 10) Rouser, G., Kritchevski, G., Heller, D. and Lieber, E. (1963). Lipid composition of beef brain, beef liver and the sea anemone. Two approaches to quantitative fractionation of complex lipid mixtures. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 40(2), 425-454
 - 11) McCarthy, R.D. and Duthie, A.H. (1962). A rapid quantitative method for the separation of free fatty acids from other lipids. *J. Lipid Res.* 3, 117-119
 - 12) Moscatelli, E.A. and Gilliland, K.M. (1969). 14: Sphingosine, a novel sphingosine base from *Procambarus clartii*. *Lipids* 4, 244-245