

3種 貝類의 脂質組成에 관한 研究

孫 良 玉 · 河 奉 錫*

晉州看護保健專門大學 看護學科

* 慶尙大學校 食品營養學科

(1983년 11월 26일)

Studies on the Lipid Composition in Three Species of Shellfish

Young Ock Son and Bong Seuk Ha*

Dept. of Nursing Science, Jinju Health & Nurse's College

* *Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University*

(Received November 26, 1983)

Abstract

In this study, the lipid components of three species of shellfish included oyster(*Crassostrea gigas*), top shell(*Turbo cornutus*) representing salt water shellfish and corb shell(*Corbicula fluminea producta*) representing flesh water shellfish were analysed and nutritional significances were discussed.

Analysed the total lipid composition, and the fatty acid and sterol composition of total lipid were determined. The lipid was fractionated into three lipid classes neutral, glyco and phospholipid by column chromatography. The fatty acid composition of each lipid class and sterols were determined by gas liquid chromatography. The lipid components of total lipid and neutral lipid were estimated by thin layer chromatography and TLC scanner.

The results were as follows:

Total lipid contents of shellfish were 1.8% in oyster, 0.4% in top shell and 4.0% in corb shell. The contents of total fatty acid in total lipid were 80.7, 71.2 and 73.2%; and the contents of unsaponifiable matters were 15.4, 18.1 and 23.1% respectively.

Total lipids were mainly composed of triglycerides, polar lipid-pigments and sterols as major component, and hydrocarbon-esterified sterols were determined in each sample.

The major fatty acids in total lipid were palmitic(37.0%), eicosapentaenoic(13.5%) and linoleic acid(11.2%) in oyster, Octadecatetraenoic(15.8%), palmitic(11.2%), oleic(8.6%) and linoleic acid(8.1%) in top shell, but palmitic(34.0%), linoleic(12.3%) and paimitoleic acid(9.8%) in corb shell.

Particularly, the contents of eicosapentaenoic acid of oyster and top shell were higher than those of corb shell. Sterol composition from three species of shellfish were mainly consisted of cholesterol (42.7~64.0%), brassicasterol(15.6~24.7%) and 24-methylenecholesterol (4.7~21.9%). But sitosterol (5.3%) was detected only in oyster and 22-dehydrocholesterol(12.9%) was only in top shell.

The contents of fractionated neutral lipid was commonly higher than that of polar lipid in each sample. Glycolipid and phospholipid in polar lipid showed similar in quantity.

The neutral lipids were composed of triglycerides(33.0~36.7%), free sterols(25.7~31.2%), esterified sterol(12.4~23.7%) and free fatty acids(5.1~11.7%).

The contents of triglycerides and free sterols were higher than those of free fatty acids and esterified sterols.

The major fatty acids in neutral lipid were palmitic(23.4~26.4%) eicosapentaenoic(18.6~21.9%) and linoleic acid(9.0~5.4%) in oyster and corb shell but octadecatetraenoic(14.5%), eicosapentaenoic(13.5%) and palmitic acid(12.3%) in top shell.

The major fatty acids in glycolipid were eicosenoic(10.2%), palmitic(12.1%) and linolenic acid(10.2%) in oyster, Eicosenoic(26.0%), octadecatetraenoic(14.6%) and eicosadienoic acid(12.9%) in top shell. But eicosadienoic(21.4%) stearic(14.6%), octadecatetraenoic(8.5%) and eicosenoic acid(8.5%) in corb shell.

The major fatty acids in phospholipid were myristic(16.0%), stearic(10.6%), eicosenoic(10.5%) and palmitic acid(10.3%) in oyster, Oleic(22.2%), stearic(20.7%) and linolenic acid(11.8%) in top shell but eicosapentaenoic(25.1%), myristic(8.7%) and arachidonic acid(8.3%) in corb shell.

序 論

貝類의 脂肪酸 및 sterol組成에 관한 研究로는 多數¹⁻¹⁰⁾를 찾아 볼 수 있다. 이들 脂肪酸組成의 差異는 食性に 크게 關係된다고 하였으며¹⁾ 二枚貝는 卷貝보다 全 sterol의 含量이 낮은 反面에 cholesterol 以外的 다른 sterol組成이 多樣하며 卷貝는 大部分 cholesterol이 含有되는 差異가 있다고 報告²⁾되고 있다. 그리고 貝類의 脂質含量과 其他 構成脂質成分의 同定 및 含量에 관한 研究로는 東¹¹⁾이 同一한 生育場所에서 採取한 貝類의 脂質含量은 季節에 따라 變化된다고 報告하였고, Joh와 Hata^{7,12)}는 북방조개의 전복 등의 磷脂質을 構成하는 脂質成分의 組成을 그리고 Hayashi와 Yamada^{8,9)}는 전복 內臟油의 不鹼化合物의 組成을 各各 分析하여 報告하였다. 이 以外 貝類의 脂質成分에 관한 研究는 더 찾아볼 수 없고 特히 棲息環境이 다른 海產貝類와 淡水產貝類間의 脂質成分의 差異에 관한 研究는 거의 없는 形便이다.

그래서 著者들은 海產 및 淡水產의 3種 貝類를 試料로 하여 이들 筋肉에서 抽出한 總脂質의 構成脂質成分과 脂肪酸 및 sterol 成分을 定量하였고 다시 總脂質을 column chromatography로 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質로 分割하였으며 이들 各 脂質劃分의 脂肪酸組成을 定量하여 脂質成分의 特徵을 比較檢討하여 몇가지 結論을 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1. 材 料

本實驗에 使用한 3種 貝類는 產地로부터 購入하여 實驗室에 運搬한 直後, 貝殼만을 除去하고 內臟을 含有한 貝肉을 分析試料로 하였으며 水洗한 試料를 chloroform-methanol(2:1)溶液에 一晝夜 浸漬放置한 後 Bligh & Dyer法¹³⁾에 따라 總脂質을 抽出하였다. 試料의 種類, 採取場所 및 採取時期는 Table 1과 같다.

Table 1. Description of Sampled shellfish

Species	Description	
	Place Caught	Date
"CHAM GUL", Oyster, <i>Crassotrea gigas</i> THUMBERY	Deabang dong, Samcheonpo Si	April '81
"SORA", Top-shell, <i>Turbo cornutus</i> SOLANDER	Sinsoo Dong, Samcheonpo Si	April '81
"HURUMI ZECHEOB", Corb-shell, <i>Corbicula fluminea producta</i> V. MARTENS	Sanam Myean, Sacheon Gun	May '81

" " Korean common name of shellfish

2. 總脂質의 組成

1) 總脂質의 成分 分別 및 定量

總脂質을 構成하는 構成脂質成分은 前報¹⁴⁾에서와 같이 TLC(thin layer chromatography) 그리고 標

Table 2. Operation condition for TLC scanner

Instrument	Shimadzu dual-wave length TLC scanner(CS-910)
Wave length	350nm
Slit	Height; 1.25mm
Scanner speed	20mm/min
Scanning method	Reflection zig-zag by single-wave length

準脂質을 使用하여 同定하였고, TLC에 의하여 分離, 確認된 各 脂質成分은 Shimadzu CS-910 TLC-scanner로 定量하였으며, 이 때의 分析條件은 Table 2와 같다.

2) 總脂質의 脂肪酸組成

總脂質의 脂肪酸 分析方法是 基準油脂 分析試驗法¹⁵⁾으로 鹼化한 後 不鹼化物은 ether로 抽出하여 完全除去하였다. 그리고 分離된 脂肪酸을 ester化¹⁶⁾하여 混合脂肪酸 methylester를 調製하였고 이를 acetone 溶液으로 만들어 gas liquid chromatography (GLC)에 의하여 前報¹⁴⁾에서와 같이 定量하였으며 GLC 分析條件은 Table 3과 같다.

Table 3. Operation condition for gas-liquid chromatography

Items	Fatty acid methyl ester analysis	Sterol analysis
Instrument	GLC(Shimadzu GC-6A)	GLC(Shimadzu GC-6A)
Column	DEGS(15%)glass 2m×3mm I. D.	OV-17(1.5%)glass 2m×3mm I. D.
Column temp.	165°C	264°C
Detector oven temp.	180°C	280°C
Carrier-gas	N ₂ . 60ml/min	N ₂ . 60ml/min
Chart speed	5mm/min	5mm/min

3) 總脂質의 sterol組成

鹼化하여 얻어진 各 試料의 不鹼化物은 TLC에 의하여 純粹한 fraction(Fr.)으로 分離, 確認하였고, 이 때의 TLC-chromatogram은 Fig. 1과 같으며, 分離된 各 Fr.을 ether로 抽出한 後 evaporator에서 ether를 溜去하여 남은 量을 各 Fr.의 收得量으로 하였다. 그리고 Fr.中 Fr. 2도 GLC에 의하여 sterol 成分이 檢出되었으나 本實驗에서는 Fr. 1만을 試料로하여 sterol組成을 分析하였다. GLC 分析條件은 Table 3과 같으며 使用한 標準 sterol 및 定量方法是 前報¹⁴⁾와 같다.

4) 非極性脂質과 極性脂質의 分割 및 定量

Bligh & Dyer 法으로 採油하여 얻은 總脂質을 silicic acid column chromatography¹⁷⁾에 의하여 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質로 各各 分離하였다. Silicic acid column chromatography의 調製 및 위의 各 lipid class의 分割法은 前報¹⁴⁾에서와 같이 하였고 溶離된 各 lipid class를 evaporator에서 溶媒를 溜去한 다음 秤量하여 이들의 含量으로 하였다.

3. 中性脂質의 組成

1) 中性脂質의 成分 分別 및 定量

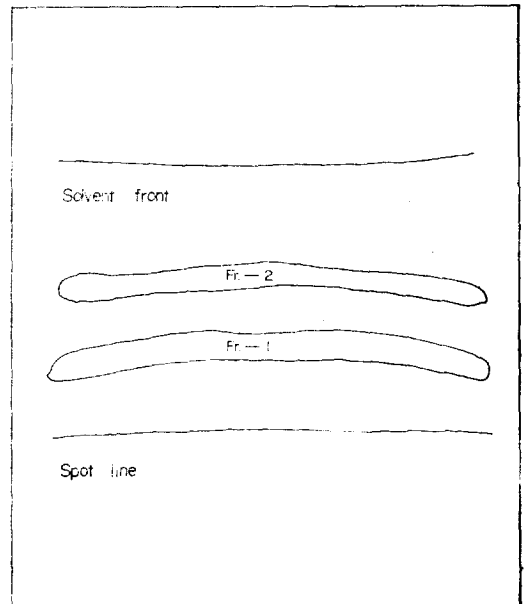


Fig. 1. An example of TLC chromatograms of the unsaponifiable matters from the total lipid of shellfish.

Absorbent: Wakogel B-10(500μ in thickness)
 Developing solvent: hexane-ether(7:3)
 Indicator: 0.01% rhodamin 6G-ethanol soln.

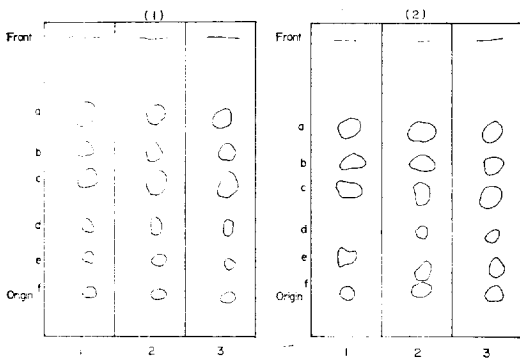


Fig. 2. Separation and identification of lipid composition in lipid classes from shellfish by thin layer chromatography.

Abtorbent: Wakogel B-10(500 μ in thickness)

TLC plate & developing solvent:

TLC plate(1) for total lipids: petroleum ether-ethyl ether-acetic acid(80:20:1)

TLC plate (2) for neutral lipids: n-hexane-ethyl ether-acetic acid(80:20:1)

Indicator: 55% sulfuric acid-potassium bichromate soln.

Samples: 1. *Crassostrea gigas* 2. *Turbo cornutus* 3. *C. producta* Mart.

Components ident:

TLC plate(1): a. Hydrocarbon & Esterified sterol b. Unknown c. Triglyceride d. Unknown e. Sterol g. Polar lipid & Pigment.

TLC plate(2): a. Esterified sterol b. Unknown c. Free fatty acid d. Free sterol

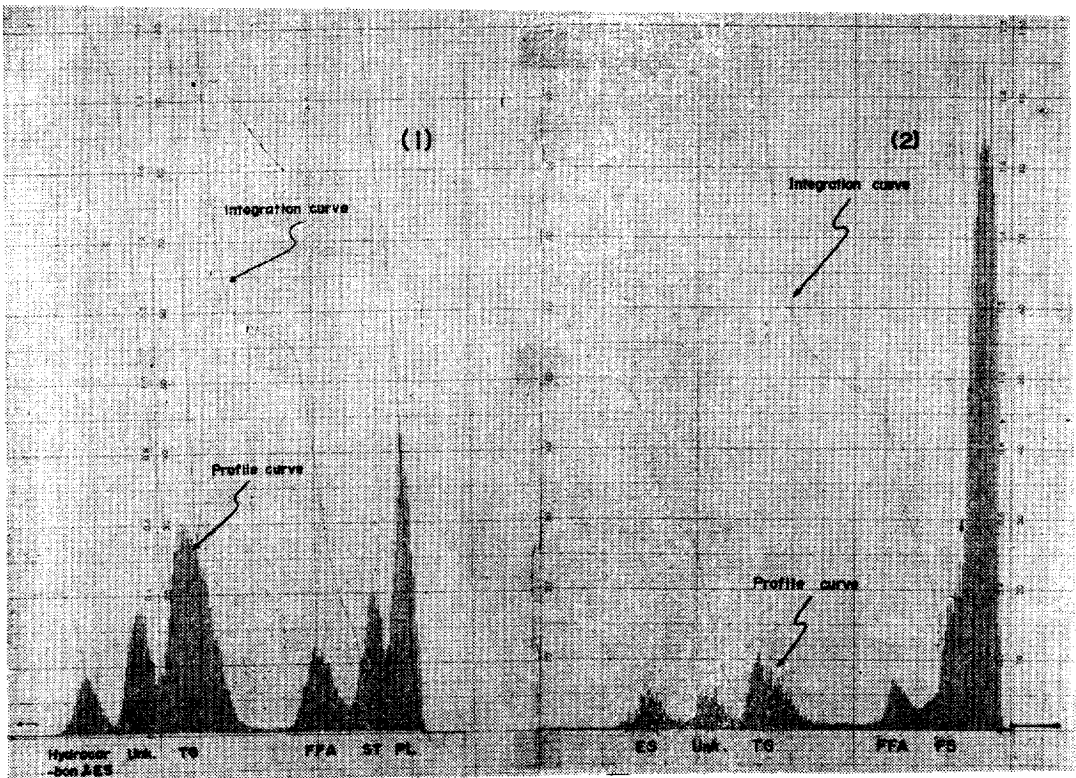


Fig. 3. Distribution profile and integration curve obtained by zig-zag scanning to zones on thin layer chromatograms of lipid classes from shellfish.

Numbers on profiles obtained by TLC scanner represent as:

(1): Total lipids from *Turbo cornutus* SOLANDER

(2): Neutral lipids from *Turbo cornutus* SOLANDER

Silicic acid column chromatography로 分劃된 中性脂質을 前報¹⁴⁾에서와 같이 TLC에 의하여 構成脂質成分을 分別 確認하여 定量하였다. 以上の 總脂質 및 中性脂質을 TLC로 分離한 chromatogram을 TLC-scanner에 의하여 作成한 profile과 積分曲線을 各各 Fig. 2와 Fig. 3에 例示하였다.

2) 中性脂質의 脂肪酸組成

Silicic acid column chromatography로 分劃된 中性脂質劃分의 脂肪酸組成은 앞의 總脂質의 脂肪酸分析과 같은 方法으로 脂肪酸 methylester를 調製하여 Table 3과 같은 條件에서 GLC로 定量하였다.

4. 極性脂質의 脂肪酸組成

Silicic acid column chromatography로 分劃된 糖脂質과 磷脂質의 各劃分의 脂肪酸組成은 3의 2)와 같은 方法으로 定量하였다.

結果 및 考察

1. 總脂質의 含量

本實驗에 使用한 3種貝類의 水分, 總脂質, 總脂肪酸 및 不鹼化物의 含量을 定量한 結果는 Table 4와 같다.

Table 4. Content of total fatty acids and unaponifiable matters from shellfish(% in weight)

Species	Moisture	Total lipid* (%)	Total fatty acids (%)	Unaponifiable matters (%)
<i>Crassostrea gigas</i>	78.7	1.8	80.7	15.4
<i>Turbo cornutus</i>	70.7	0.4	71.2	18.1
<i>C. producta Mart.</i>	81.9	4.0	73.2	23.1

* Extracted by chloroform-methanol solvent(by Bligh & Dyer method).

試料 貝類의 脂質含量은 참굴이 1.8%, 소라가 0.4%, 후루미제첩이 4.0%로서 나타났으며 이 중에서 후루미제첩의 脂質含量이 가장 많았다.

이는, 新聞과 田口¹⁾가 9種 貝의 脂質含量을 報告한 것과 林과 山田⁴⁾가 卷貝 5種의 脂質含量과 比較하여 볼때 本實驗의 脂質含量과는 약간의 差異를 나타내고 있다. 그러나 東¹¹⁾가 琵琶湖產主要貝類의 肉質成分의 季節의 變化에 관한 研究에서 同一한 生育場所에서 採取한 재첩(*Corbicula sandai*)의 脂質含量을 보면 1년생이 2.5%, 2년생이 3.6%로서 5월에 最高值를 나타내고 8월에는 1.4~2.0%로서 最低值를 나타낸다고 報告하였는데 이를 本實驗의 후루미제첩의 脂質含量과 比較하면 採取時期가 같은 5월인 것은 서로 비슷한 脂質含量을 나타내고 있는 것을 볼 수 있다.

即, 貝類의 脂質含量은 林과 山田⁴⁾가 貝類의 種類,

成熟度, 食餌 등에 따라 달라진다고 한 것에 關聯시킬 수 있다. 그리고 不鹼化物의 含量은 참굴에 15.4%, 소라에 18.1%, 그리고 후루미제첩에 23.1%를 各各 含有하여 굴, 소라에 比하여 재첩의 不鹼化物의 含量이 多少 높은 含量值를 나타내고 있다. 이 結果는 林과 山田⁴⁾가 卷貝 5種에 대한 不鹼化物의 含量이 소라(*Batillus cornutus*)의 肉質部에는 44.8%, 內臟部에는 15.7%가 含有하고 조각매물고둥(*Neptunaea intersculpta*)에서는 34.9%와 16.7%를, 물레고둥(*Buccinum striatissimum*)에서는 30.5%와 12.1%를 各各 含有한다고 報告한 것과 比較하여 거의 一致되는 結果이다.

2. 總脂質의 組成

1) 總脂質을 構成하는 脂質成分의 含量總脂質을 構成하는 脂質成分은 TLC scanner로 定量하였으며

Table 5. Composition of the total lipid from shellfish

(% of total lipid)

Lipid component	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Turbo cornutus</i>	<i>C. f. producta</i>
Hydrocarbon & ES	9.0	7.6	4.3
Unknown	2.0(0.54)	14.1(0.54)	3.6(0.54)
Triglycerides	32.2	46.4	37.9
Unknown	13.9(0.16)*	11.1(0.16)	11.8(0.16)
Sterols	14.5	7.2	13.6
PL & pigment	28.4	13.5	28.9

ES: Esterified sterols, PL: Polar lipids

* Number in parenthesis are Rf values of unknown lipids.

그 결과는 Table 5와 같다.

總脂質을 構成하는 脂質成分은 triglyceride가 總脂質에 대하여 참굴에 32.2%, 소라는 46.4% 그리고 후루미재첩은 37.9%로서 높은 含量值를 나타내어 이는 試料 貝類의 總脂質은 거의 切半정도가 triglyceride로 構成되고 있음을 볼 수 있다. 또한, 供試된 참굴, 소라 그리고, 후루미재첩이 다 같이 triglyceride, 다음으로 極性脂質-色素 混合層이 28.4%, 13.5%, 7.2% 및 13.6%가 各各 含有하여 大體로 triglyceride, 極性脂質-色素 混合層 및 sterol의 順으로 그 含量이 낮아지는 傾向을 나타내고 있어 海産貝類와 淡水産貝類間의 成分含量의 差異는 거의 찾아볼 수 없었다. 以上の 結果는 Joh와 Hata⁷⁾가 북방조개(*Spisula sachalinensis*)의 總脂質의 構成成分과 比較하여 多少의 差異가 있고 또, 이것은 上田⁸⁾가 바지락(*Tapes philippinarum*)의 肉質에서 抽出된 總脂質은 50% 以上이 極性脂質로 構成된다는 報告와 比較하여도 差異가 있다. 그리고 Hayashi와 Yamada⁹⁾가 전북(*Haliotis discus hannai*)의 內臟油에는 中性脂質이 90.1%가 含有한다는 報告와도 差異가 있다. 이것은, 本實驗에서 3種 貝類의 脂質成分을 서로 比較하기 위하여 內臟과 肉質을 같이 混合한 것을 供試했기 때문에 초래되는 結果라고 생각된다. 한편, Rf值 0.54의 未同定脂質이 試料 全部에서 나타났으며 특히, 소라에는 그 含量이 14.1%로서 triglyceride 다음으로 높은 含量分布를 하고 있었다. 또, Rf值 0.16인 未同定脂質이 참굴에서 13.9%, 소라에 11.1%, 재첩에 11.8%로서 sterol成分 다음으로 높은 含量分布를 하고 있는데 이는 標準脂質의 未備로 同定하지 못했으며 此後에 研究해 볼 과제다.

2) 總脂質의 脂肪酸組成

總脂質을 加水分解하여 얻은 脂肪酸을 GLC로 分析한 結果는 Table 6과 같으며 供試된 貝類사이에 나타나는 脂肪酸組成의 差異를 比較하기 위하여 各主要 構成脂肪酸-飽和酸 C_{14:0}, C_{16:0}, C_{18:0} 그리고 不飽和酸 C_{16:1}, C_{18:1}, C_{16:2}, C_{18:2}, C_{20:4} 및 C_{20:5}酸의 組成比를 Fig. 4에 表示하였다.

總脂質의 脂肪酸은 炭素數 14~20의 飽和酸과 monoene酸 그리고 不飽和酸 2~5의 polyene酸으로 構成됨을 알 수 있다. 참굴의 總脂質의 脂肪酸組成은 C_{16:0}酸의 含量이 37.0%로 가장 많았고, 그 다음으로 C_{20:5}酸이 13.5%, C_{18:2}酸이 11.2%로 나타나 主成分을 이루고 있었으며, 소라의 總脂質의 脂肪酸

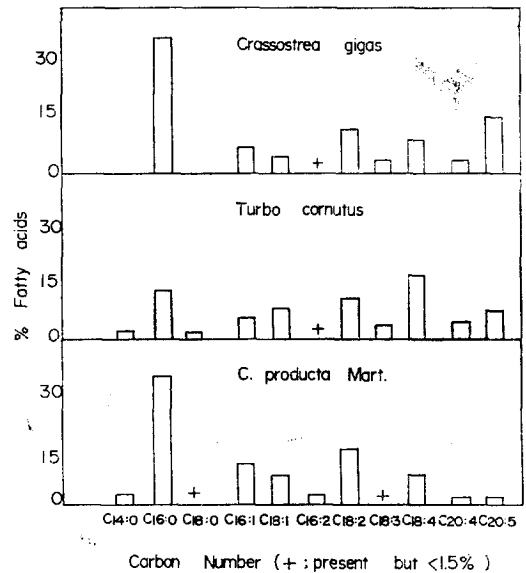


Fig. 4. The specific patterns of major component fatty acids of the total lipids from shellfish.

Table 6. Fatty acid composition of total lipid from shellfish (Expressed as peak area percentage)

Fatty acid	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Turbo cornutus</i>	<i>C. f. producta</i>
C _{14:0}	1.1	2.8	2.3
C _{16:0}	37.0	11.2	34.0
1	6.9	5.3	9.8
2	1.1	1.0	1.5
C _{18:0}	0.8	1.4	0.7
1	3.8	8.6	6.7
2	11.2	8.1	12.3
3	2.1	2.3	0.9
4	7.7	15.8	6.8
C _{20:1}	3.0	0.7	0.4
2	—	1.5	2.9
4	2.2	4.5	1.5
5	13.5	7.6	1.9
Saturated acid	38.9	15.4	37.0
Monoenoic acid	13.7	14.6	16.9
Polyenoic acid	37.8	40.8	27.8

組成은 C_{18:2}酸이 15.8%로 가장 많았고, 그 다음으로 C_{16:0}酸이 11.2%가 含有하여 主成分을 이루고 있다. 한편, 후루미재첩의 總脂質의 脂肪酸組成은 C_{16:0}酸의 含量이 34.0%로 가장 많았고, 그 다음으로 C_{18:2}酸이 12.3%가 含有하여 主成分을 이루고 있었다. 이러한 結果는 新聞과 田口¹⁾가 굴(*Crassostrea gigas*), 재첩 (*Corbicula japonica*) 및 소라(*Turbo cornutus*)의 肉質

部에서 抽出한 總脂質의 脂肪酸組成을 各各 分析한 것과 比較하여 C_{22:6}酸을 除外하고는 서로 類似하나 脂肪酸의 含量에서 多少의 差異가 있다. 그리고 林과 山田⁴⁾가 5種의 卷貝에서 抽出한 總脂質의 脂肪酸組成을 分析하여 소라(*Batillus cornutus*)의 肉質部와 內臟部에는 C_{16:0}酸이 36.5~45.2%, C_{18:1}酸이 12.6~16.6%, C_{14:0}酸이 11.0~12.4% 그리고 C_{20:5}酸이 0.9~1.7%가 各各 含有한다는 報告와 比較하여도 主要構成脂肪酸의 含量에서 多少의 差異가 있다. 그리고 供試된 貝類의 總脂質을 構成하는 脂肪酸組成을 Fig. 4에서와 같이 比較하면 참굴과 후루미재첩에서 가장 많이 含有하는 것이 C_{16:0}酸인데 比하여 소라에서는 C_{18:1}酸이 가장 많이 含有하는 脂肪酸으로 나타나는 것 外에는 脂肪酸組成의 pattern이 서로 비슷하다. 그러나 이에 比較하여 후루미재첩에서는 C_{20:5}酸이 1.9%가 含有되어 참굴에 13.5%, 소라에 7.6%보다도 그 含量이 훨씬 적은 特徵을 나타내고 있어 海産貝類脂質은 淡水産貝類脂質보다도 C_{20:5}酸의 高度不飽和酸의 含量이 一般으로 높게 나타나는 것으로 判斷된다. 한편, 總脂質을 構成하는 脂肪酸은 飽和酸이 38.9%, monoene 酸이 13.7%, polyene 酸이 37.8%, 소라는 飽和酸이 15.4%, monoene 酸이 14.6%, polyene 酸이 40.8% 그리고 후루미재첩은 飽和酸이 37.0%, monoene 酸이 16.9%,

polyene 酸이 27.8%로 各各 構成된다.

3) 總脂質의 sterol 組成

總脂質에서 얻은 不鹼化物의 量과 이것을 TLC로 Fig. 1에서와 같이 分離한 各 fraction의 含量比는 Table 7과 같다.

Table 7. Contents of unsaponifiable matters from shellfish and yield of two fractions from the unsaponifiable matters by thin layer chromatography (% in weight)

Species	Unsaponifiable matters in total lipid	Fractions from unsaponifiable matters	
		1	2*
<i>Crassostrea gigas</i>	15.4	53.9	46.1
<i>Turbo cornutus</i>	18.1	51.6	48.4
<i>C. f. producta</i>	23.1	53.9	46.1

* Fraction number as illustrated in Fig. chromatogram of TLC on separation of the unsaponifiables from shellfish.

그리고 試料別로 TLC에 의하여 分離된 Fr. 1를 試料로 하여 GLC로서 標準 sterol의 RRT와 比較하여 分析한 sterol의 組成은 Table 8과 같다.

Table 8. Composition of sterols from shellfish determined by GLC

(Expressed as peak area percentage)

Species	Percentile ratio of sterols by relative retention time*					
	0.67	0.83	1.00	1.13	1.37	1.66
<i>Crassosurea gigas</i>	4.6	—	42.7	23.2	21.9	5.3
<i>Turbo cornutus</i>	13.7	12.9	53.0	15.6	4.7	—
<i>C. f producta</i>	—	—	64.0	24.7	10.2	—

* Relative retention time(RRT) of the shellfish sterols are calculated in relation the retention time of choelsterol as 1.00 and the sterols identified are: 0.67; 24-norcholesta-5, 22-dien-3β-ol, 0.83; 22-dehydrocholesterol, 1.13; brassicasterol, 1.37; 24-methylenecholesterol, 1.66; sitosterol.

Table 7에서 처럼, 總脂質에서 얻어진 各試料의 不鹼化物을 TLC로 分離한 結果, Fr. 1(4-desmethylsterol)과 Fr. 2(4-methylsterol)로 分離되었으며 이들의 含量은 참굴에 53.9%와 46.1%, 소라에 51.6%와 48.4% 그리고 후루미재첩에 53.9%와 46.1%가 各各 含有되어 試料에서 다 같이 Fr. 1이 Fr. 2보다 若干 높은 傾向을 보였으나 그 含量은 거의 비슷하였다. 이를 미루어 보아 貝類의 sterol은 4-desmethylsterol과 4-methylsterol이 거의 같은 比率로

含有하는 것으로 判斷된다. 總脂質의 4-desmethylsterol組成은 cholesterol(RRT: 1.00)를 基準으로하여 다른 sterol peak를 同定하였다. Table 8에서 처럼 cholesterol은 3種 貝類에 共通의으로 存在하며 試料 貝類에서 主成分을 이루고 있음을 볼 수 있다. 即, 참굴의 cholesterol 含量이 42.7%, 소라에서는 53.0% 그리고 후루미재첩에는 64.0%가 含有하고 있다. 그리고 brassicasterol(RRT: 1.13)의 含量은 굴에서 23.2%, 소라에는 15.6% 그리고 후루미재첩

에는 24.7%로서 cholesterol 다음으로 그 함량이 많고, 다음은 24-methylenecholesterol(CRRT: 1.37)은 참굴에 21.9%, 소라에 4.7% 그리고 후루미재첩에는 10.2%가 각각 함유하고 있다. 이와같이 cholesterol, brassicasterol 및 24-methylenecholesterol은 각 試料에서 다 같이 존재하는 共通性이 있었다. 이러한 결과는 Joh와 Kim⁸⁾이 소라(*Turbo cornutus*)의 sterol成分은 cholesterol(98.0%) 외 22-dehydrocholesterol과 brassicasterol은 微量成分으로 함유하고 있다는 報告와 比較하여 本實驗의 소라의 sterol成分과는 差異가 있다. 그러나 Yasuda¹⁰⁾가 바지락(*Tapes japonica*)의 肉質部와 排泄物의 sterol組成을 分析하여 肉質部와 排泄物의 sterol成分은 同一하여 cholesterol이 40.1%와 53.4%, 24-methylenecholesterol은 32.2%와 21.8% 그리고 24-ethylcholesterol은 2.8%와 10.8%가 각각 함유하여 主成分을

이루고 이 외 24-norcholesta-5, 22-dien-3 β -ol, 24-methylcholesta-5, 22-dien-3 β -ol等이 微量成分으로 존재한다고 한 報告와 比較하여 sterol成分에서 類似함을 볼 수 있다. 그리고 Hayashi와 Yamada⁹⁾가 報告한 가리비(*Chlamys nipponensis akazara*)의 肉質部 및 內臟部를 混合하여 얻은 不鹼化合物中的 sterol成分과 比較하여도 sterol成分에서 類似함을 볼 수 있었다. 각 試料에서 同定된 이들 sterol成分의 peak面積의 合計値는 참굴이 97.7%, 소라가 99.9% 그리고 후루미재첩이 98.9% 였다.

4) 非極性脂質과 極性脂質의 含量

Silicic acid column에 의하여 分離한 非極性脂質과 極性脂質의 含量 그리고 非極性脂質인 中性脂質을 構成하는 脂質成分의 含量은 Table 9와 같다.

Table 9에서 試料別로 總脂質에 대한 非極性脂質

Table 9. Composition of the lipid classes from shellfish

Lipid fraction*	(% of lipid classes)		
	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Turbo cornutus</i>	<i>C. f. producta</i>
Nonpolar lipids**	61.8	63.2	61.4
Esterified sterols	20.8	12.4	23.7
Unknown	15.0(0.54)***	13.5(0.54)	7.5(0.54)
Triglycerides	33.0	36.7	33.0
Free fatty acids	—	11.7	5.1
Free sterols	31.2	25.7	30.6
Polar lipids	40.8	35.6	25.0
Glycolipids	20.6	18.5	15.5
Phospholipids	20.2	17.1	9.5

* Each lipid fraction was separated by silicic acid column chromatography and quantitated by gravimetric measurement.

** Component of nonpolar lipids was separated by thin layer chromatography and quantitated by TLC scanner.

*** Numbers in parenthesis are Rf values of unknown lipids.

과 極性脂質의 含量을 보면, 참굴에서는 61.8%와 31.2%로 이것의 含量 合計値가 93.0%이고, 소라에서는 63.2%와 35.6%로 이것의 含量 合計値가 98.8%이며, 후루미재첩에서는 61.4%와 25.0%로 이것의 含量 合計値가 86.4%가 된다. 이 결과는 Table 5와 같이 非極性脂質의 含量이 極性脂質보다 그 含量이 높음을 나타내고 있다. 그리고 極性脂質인 糖脂質과 磷脂質의 總脂質에 대한 含量比를 보면 참굴에는 20.6%와 20.2%이고, 소라에서는 18.5%와 17.1%이며 후루미재첩에서는 15.5%와 9.5%를 각각 나타내어 참굴과 소라에서는 糖脂質과 磷脂質의 構成比가 거의 비슷한데 比較하여 후루미재첩은 糖脂質의 含量이 磷脂質보다 若干 높은 特徵을 볼 수 있

다. 이 결과는 Hayashi와 Yamada⁹⁾가 가리비(*Chlamys nipponensis akazara*)의 內臟部의 總脂質에는 acetone 可溶性脂質이 85.2%가 함유한다고 報告한 것과 比較하여 類似한 傾向이며, 上田¹¹⁾가 바지락(*Tapes philippinarum*) 肉質의 總脂質은 50% 이상 이 極性脂質로 構成된다는 것과 比較하여 相異한 結果다. 本實驗의 非極性脂質과 極性脂質의 含量比에 대한 實驗結果는 肉質部와 內臟部를 混合하여 試料로 採取한 때문이라고 생각된다.

3. 中性脂質의 組成

1) 中性脂質을 構成하는 脂質成分의 含量

Table 9에서 처럼, 中性脂質을 構成하는 脂質成

분은 ES, TG, FFA 및 FS가 檢出되었으며 이 중에서 FFA가 글에서는 檢出되지 않았다. 그리고 試料貝類에서 中性脂質에 대하여 TG의 含量이 참굴은 33.0%, 소라가 36.7% 그리고 재첩이 33.0%이고 FS의 含量은 各各 31.2%, 25.7%, 30.6%로서 ES와 FFA의 含量에 比하여 그 含量이 많아 中性脂質의 主要成分임을 알 수 있다. 이러한 結果는, 上田⁵⁾가 바지락(*Tapes philippinarum*) 內臟을 除去한 肉質部에서 分離한 中性脂質에는 sterols이 78.7%, monoglyceride가 4.9%, diglyceride가 5.4%, 그리고 triglyceride가 6.0%를 各各 含有한다는 報告와 比較하여 中性脂質을 構成하는 脂質成分의 種類와 또한 그 含量에서 多少의 差異가 있음을 볼 수 있다. 그리고 Table 5에서의 sterols의 含量과 Table 9에서의 free sterols含量을 試料別로 서로 比較하면 Table 5와 Table 9에서 다 같이 참굴, 소라, 후루미재첩의 順으로 sterol成分의 含量이 적은 傾向을 나타낸다.

2) 中性脂質의 脂肪酸組成

中性脂質을 加水分解하여 얻은 脂肪酸를 GLC로 分析한 結果는 Table 10과 같고 供試된 貝類사이에서 나타나는 脂肪酸組成의 差異를 比較하기 위하여 各主要構成脂肪酸의 組成比를 Fig. 5에 表示하였다.

Table 10. Fatty acid composition of neutral lipid from shellfish
(Expressed as peak area percentage)

Fatty acid	<i>Crassos rea gigas</i>	<i>Turbo cornutus</i>	<i>C. f. products</i>
C _{14:0}	3.1	2.2	1.2
C _{16:0}	28.4	12.3	26.4
1	6.8	7.6	5.1
2	0.9	1.5	1.9
C _{18:0}	0.2	0.4	1.1
1	6.1	8.0	5.2
2	9.0	6.9	5.4
3	0.2	0.2	1.8
4	4.4	14.5	5.1
C _{20:1}	5.8	3.5	7.6
2	1.9	2.6	1.4
4	5.3	0.8	0.5
5	18.6	13.5	21.9
Saturated acid	31.7	14.9	28.7
Monoenoic acid	18.7	19.1	17.9
Polyenoic acid	40.3	40.0	38.0

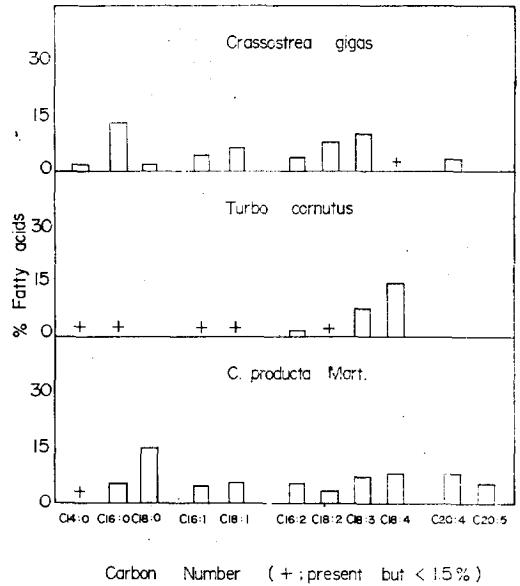


Fig. 5. The specific patterns of major component fatty acids of the neutral lipids from shellfish.

Table 10에서, 中性脂質을 構成하는 脂肪酸組成은 참굴에서는 C_{16:0}酸의 含量이 28.4%로 가장 많았고, 그 다음으로 C_{20:5}酸이 18.6%, C_{18:2}酸이 9.0%로 나타나 主成分을 이루고 있으며 소라의 中性脂質의 脂肪酸組成은 C_{18:4}酸이 14.5%로 가장 많았고 C_{20:5}酸이 13.5%, C_{16:0}酸이 12.3%로서 主成分을 이루고 있다. 한편, 후루미재첩의 中性脂質의 脂肪酸組成은 C_{16:0}酸이 26.4%로 가장 많았고 그 다음으로 C_{20:5}酸이 21.9%로서 主成分을 이루고 있었다. 참굴과 후루미재첩의 中性脂質을 構成하는 脂肪酸組成은 C_{16:0}酸의 含量이 가장 많고 그 다음으로 C_{20:5}酸의 含量이 많으며 그 외 C_{18:4}, C_{18:2} 및 C_{20:1}酸의 順으로 構成脂肪酸의 主體를 이루고 있는 pattern이 서로 類似한데 比하여, 소라의 中性脂質을 構成하는 脂肪酸組成은 C_{18:4}, C_{20:5} 및 C_{16:0}酸의 含量이 서로 같이 나타나면서 主成分을 이루고 있고 C_{16:0}酸의 含量이 참굴과 후루미재첩에 比하여 越等히 적은 含量을 나타내는 pattern은 特異한 點이라 볼 수 있다. 그리고 各 試料別로 總脂質과 中性脂質의 脂肪酸組成을 比較하면, 總脂質에서 높은 含量이 나타나는 脂肪酸는 中性脂質에서도 그 含量이 높게 나타나는 傾向이 있으나 C_{20:5}酸은 總脂質에서 보다 中性脂質의 脂肪酸組成에서 훨씬 높게 나타나는 特徵을 볼 수 있었다. 이러한 結果는 上田⁵⁾가 報告한 바지락(*Tapes*

philippinarum) 脂質의 脂肪酸組成과 大體로 一致하고 있음을 볼 수 있고 Joh와 Hata⁷⁾가 북방조개(*Spisula sachalinensis*)의 中性脂質의 脂肪酸組成은 C_{16:0} 酸이 13.3%, C_{16:1} 酸이 18.1% 그리고 C_{20:5} 酸이 19.2%로 主成分을 이루고 있다고 한 報告와 比較하여도 서로 類似하다. 참굴의 中性脂質을 構成하는 脂肪酸은 飽和酸이 31.7%, monoene酸이 18.7%, polyene酸이 40.3%, 소라는 飽和酸이 14.9%, monoene酸이 19.1%, polyene酸이 40.0%, 그리고 후루미재첩은 飽和酸이 28.7%, monoene酸이 17.9%, polyene酸이 38.0%로 各各 構成된다.

4. 極性脂質의 脂肪酸組成

1) 糖脂質의 脂肪酸組成

試料 貝類의 總脂質에서 分割된 糖脂質을 加水分解하여 얻은 脂肪酸을 GLC로 分析한 結果는 Table 11과 같고, 供試된 貝類사이에 나타나는 脂肪酸組成의 差異를 比較하기 위하여 各 主要 構成脂肪酸의 組成比를 Fig. 6에 表示하였다.

Fig. 6에서 처럼, 참굴의 糖脂質을 構成하는 脂肪酸組成은 C_{20:1} 酸이 14.3%, C_{16:0} 酸이 12.1%로 가장 많이 含有하며 소라는 C_{20:1} 酸이 26.0%로 가장 많고 그 외 C_{18:0} 酸이 14.6%, C_{20:2} 酸이 12.9%, C_{18:3} 酸이 7.5%가 含有하여 構成脂肪酸의 主成分을 이루며, 후루미재첩은 C_{20:1} 酸이 21.4%로 가장 많고 그 외

Table 11. Fatty acid composition of glycolipid from shellfish
(Expressed as peak area percentage)

Fatty acid	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Turbo cornutus</i>	<i>C. f. producta</i>
C _{14:0}	1.6	0.8	1.0
C _{16:0}	12.1	0.6	6.6
1	4.8	0.8	3.6
2	3.6	1.3	5.5
C _{18:0}	2.6	—	14.6
1	6.3	0.1	5.3
2	7.5	0.1	2.0
3	10.2	7.5	7.5
4	0.7	14.6	8.5
C _{20:1}	14.3	26.0	8.5
2	8.5	12.9	21.4
4	2.7	—	4.6
5	—	—	—
Saturated acid	16.3	1.4	22.2
Monoenoic acid	25.4	26.9	17.4
Polyenoic acid	33.2	36.4	49.5

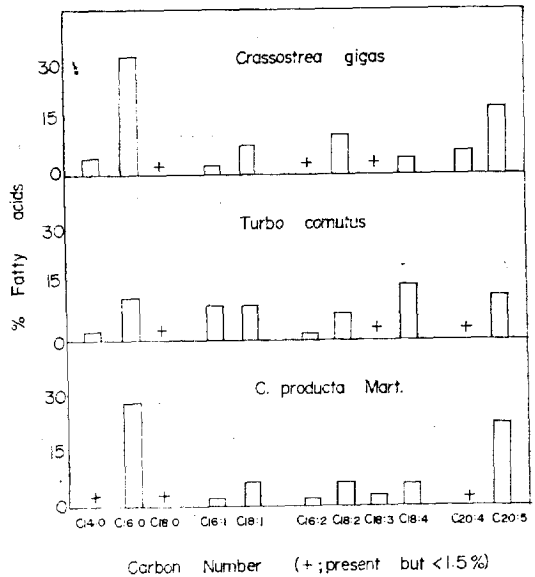


Fig. 6. The specific patterns of major component fatty acids of the glycolipids from shellfish.

C_{18:0} 酸이 14.6%, C_{18:4} 酸이 8.5%, C_{20:1} 酸이 8.5%, C_{18:3} 酸이 7.5%를 各各 含有하여 構成脂肪酸의 主成分을 이룬다. 糖脂質을 構成하는 脂肪酸組成은 大體로 供試된 試料에서 다 같이 C_{18:3}, C_{18:4}, C_{20:1} 및 C_{20:2} 酸의 高度不飽和酸이 構成脂肪酸의 主體를 이루고 있음을 볼 수 있다. 그러나 참굴에서는 C_{18:4} 酸의 含量이 微量이고 그 대신 C_{16:0} 酸의 含量이 12.1%로 다른 試料와는 달리 特異하게 높게 나타나며, 또한 후루미재첩에서는 C_{18:0} 酸의 含量이 14.6%로서 다른 試料에 比하여 越等히 높게 나타나는 差異點을 찾아 볼 수 있다. 이 結果는 貝類의 糖脂質을 構成하는 脂肪酸組成에 관한 報告가 없어 直接的인 比較가 어려우나, 上田⁵⁾가 바지락(*Tapes philippinarum*)의 肉質部에서 얻은 極性脂質을 構成하는 脂肪酸은 年中 C_{16:0} 酸이 13.7~17.8%, C_{20:5} 酸이 10.6~13.8% 그리고 C_{22:6} 酸이 10.4~15.7%가 含有하여 主成分을 이루고, 그 외 C_{18:3} 酸은 0.6~1.1%, C_{18:4} 酸은 0.8~2.0%, C_{20:1} 酸은 5.2~9.8%, 그리고 C_{20:2} 酸은 1.1~2.4%가 含有한다는 報告와 比較하면 相當한 差異가 있다. 참굴의 糖脂質을 構成하는 脂肪酸은 飽和酸이 16.3%, monoene酸이 25.4% 그리고 polyene酸이 33.2%, 소라는 飽和酸이 1.4%, monoene酸이 26.9%, polyene酸이 36.4% 그리고 후루미재첩은 飽和酸이 22.2%, monoene酸이 17.4%, polyene酸

이 49.5%로 各各 構成된다.

2) 磷脂質을 構成하는 脂肪酸組成

試料貝類의 總脂質에서 分割된 磷脂質을 加水分解하여 얻은 脂肪酸을 GLC로 分析한 結果는 Table 12

Table 12. Fatty acid composition of phospholipid from shellfish
(Expressed as peak area percentage)

Fatty acid	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Turbo cornutus</i>	<i>C.f. producta</i>
C _{14:0}	16.0	0.5	8.7
C _{16:0}	10.3	3.2	0.5
1	8.2	0.7	1.2
2	2.1	6.5	2.0
C _{18:0}	10.6	20.7	0.9
1	6.9	22.2	1.4
2	5.2	8.3	1.4
3	—	11.8	1.5
4	—	5.4	1.0
C _{20:1}	10.5	8.7	1.3
2	5.7	—	3.9
4	5.3	—	8.3
5	—	—	25.1
Saturated acid	36.9	24.4	10.1
Monoenoic acid	25.6	31.6	3.9
Polyenoic acid	18.3	32.0	43.2

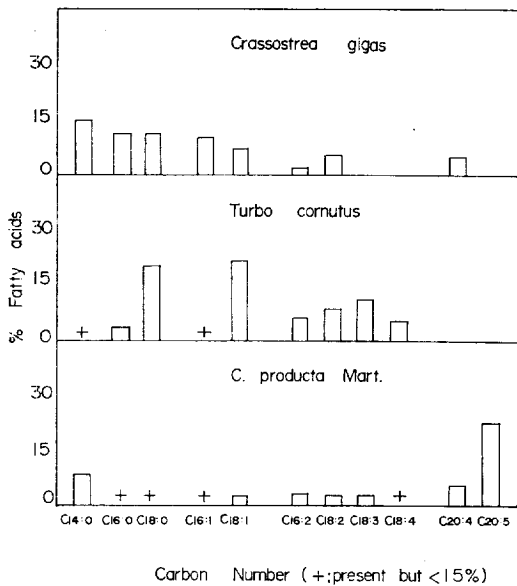


Fig. 7. The specific patterns of major component fatty acids of the phospholipids from shellfish.

와 같고 供試된 貝類사이에서 나타나는 脂肪酸組成의 差異를 比較하기 위하여 各 主要 構成脂肪酸의 組成比를 Fig. 7에 表示하였다.

Fig. 7에서 처럼 참굴의 磷脂質을 構成하는 脂肪酸組成은 C_{14:0}酸이 16.0%로 가장 많고, 그 다음으로 C_{18:0}酸이 10.6%, C_{20:1}酸이 10.5% 그리고 C_{16:0}酸이 10.3%가 含有되어 있고 소라의 磷脂質은 C_{18:1}酸이 22.2%로 가장 많고, 그 다음으로 C_{18:0}酸이 20.7%, C_{18:3}酸이 11.8%가 含有되어 構成脂肪酸의 主成分을 이루고 있다. 磷脂質을 構成하는 脂肪酸組成을 試料 別로 서로 比較하면, 全혀 그 pattern이 相異하다.

C_{20:4}와 C_{20:5}酸의 高度不飽和酸이 후루미재첩의 磷脂質을 構成하는 主要脂肪酸인데 比하여 소라와 참굴에서는 全혀 含有하지 않거나 微量含有하고 있으며, 소라와 참굴의 磷脂質을 構成하는 主要脂肪酸으로 檢出된 C_{18:0}와 C_{18:1}酸은 후루미재첩에서는 微量이 存在한다. 그리고 C_{14:0}酸이 참굴과 후루미재첩의 磷脂質에는 多量 存在하는데 比하여 소라에는 微量이 存在한다. 海産貝類인 참굴과 소라에서 보다도 淡水産貝類인 후루미재첩의 磷脂質에 C_{20:4}와 C_{20:5}酸의 含量이 높은 것은 特異한 點이라 볼 수 있다. 이들 脂質을 構成하는 脂肪酸組成에 관한 結果는 上田¹⁾가 主張한 바와 같이 採取時期, 環境泥溫 그리고 生物의 移動性 等 많은 環境要因에 의해서 脂肪酸組成이 달라진다고 생각된다. 이 結果는, Joh와 Hata⁷⁾가 북방조개(*Spisula sachalinensis*)의 脂質에 관한 것과는 構成脂肪酸의 種類와 含量에서 差異가 있음을 볼 수 있으며 座間 等¹⁹⁾이 가리비(*Chlamys nipponensis*)와 큰가리비(*Patinoptecten yesoensis*)의 肉質 및 內臟에서 얻은 磷脂質의 脂肪酸組成을 分析하여 lecithin에는 飽和酸이 12.1%, monoene酸이 69.9% 그리고 polyene酸이 18.0%가 含有하고, cephalin에는 飽和酸이 55.3%, monoene酸이 16.0% 그리고 polyene酸이 28.7%가 含有한다는 報告와 比較하면 거의 類似한 結果이다. 그리고 참굴의 磷脂質을 構成하는 脂肪酸은 飽和酸이 36.9%, monoene酸이 25.6%, polyene酸이 18.3%, 소라는 飽和酸이 24.4%, monoene酸이 31.6%, polyene酸이 32.0%, 그리고 후루미재첩은 飽和酸이 10.1%, monoene酸이 3.9%, polyene酸이 43.2%로 各各 構成된다.

要 約

棲息環境이 다른 海産 참굴, 소라 그리고 淡水産

후루미제첩의 3種 貝類를 試料로 總脂質을 抽出하여 thin layer chromatography와 TLC-scanner를 利用하여 總脂質을 構成하는 脂質成分을 定量하였다. 그리고 gas liquid chromatography로 總脂質의 脂肪酸 및 sterol 組成을 定量하였으며, 總脂質을 다시 column chromatography로 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質로 分劃하여 貝類脂質의 特徵을 比較 檢討하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 試料 貝類의 總脂質 含量은 굴이 1.8%, 소라가 0.4% 그리고 후루미제첩이 4.0%였다. 그리고 總脂質의 全脂肪酸의 含量은 굴이 80.7%, 소라가 71.2%, 후루미제첩이 73.2%였고 不鹼化合物은 굴이 15.4%, 소라가 18.1%, 후루미제첩이 23.1%였다.

2) 總脂質을 構成하는 脂質成分으로는 triglyceride, 極性脂質-色素 混合層 그리고 sterol成分이 가장 많았고 hydrocarbon-esterified sterol 混合層의 順으로 나타났다.

3) 總脂質을 構成하는 脂肪酸은 참굴에서는 palmitic(37.0%), eicosapentaenoic(13.5%) 및 linoleic acid(11.2%)가 主成分을 이루고 있고 소라에는 octadecatetraenoic(15.8%), palmitic(11.2%), oleic(8.6%) 및 linoleic acid(8.1%)가 主成分을 이루고 있으나, 후루미제첩에서는 palmitic(34.0%), linoleic(12.3%) 및 palmitoleic acid(9.8%)가 主成分을 이루고 있었다. 특히 참굴과 소라에서는 eicosapentaenoic acid의 含量이 후루미제첩보다 훨씬 많았다.

4) 3種 貝類의 sterol成分은 주로 cholesterol(42.7~64.0%), brassicasterol(15.6~24.7%) 및 24-methylenecholesterol(4.7~21.4%)였다. 그러나 참굴에서는 sitosterol(5.3%)이 소라에는 22-dehydrocholesterol(12.9%)이 檢出되었다.

5) 總脂質에서 分劃한 非極性脂質과 極性脂質의 含量은 試料에서 共通的으로 非極性脂質이 極性脂質보다 높았다. 그리고 極性脂質中에서는 糖脂質과 磷脂質의 含量비가 비슷하였다.

6) 中性脂質을 構成하는 脂質成分은 triglycerides(33.0~36.7%), free sterol(25.7~32.2%), esterified sterol(12.4~23.7%) 그리고 free fatty acids(5.1~11.7%)로 構成되어 있었다. 中性脂質을 構成하는 脂肪酸으로는 참굴과 후루미제첩에서는 palmitic(28.4~26.4%), eicosapentaenoic(18.6~21.9%) 및 linolenic acid(9.0~5.4%)가 主成分이었고 소라에서는 octadecatetraenoic(14.5%), eicosapentaen-

oic(13.5%) 및 palmitic acid(12.3%)가 主成分이었다.

7) 糖脂質을 構成하는 脂肪酸으로는 참굴에서는 eicosenoic(14.3%), palmitic(12.1%) 및 linolenic acid(10.2%)가 主成分이었고, 소라에서는 eicosenoic(26.0%), octadecatetraenoic(14.6%) 및 eicosadienoic acid(12.9%)가 主成分이었으며 후루미제첩에서는 eicosadienoic(21.4%), stearic(14.6%), octadecatetraenoic(8.5%) 및 eicosenoic acid(8.5%)가 主成分이었다.

8) 磷脂質을 構成하는 脂肪酸으로는 참굴에서는 myristic(16.0%), stearic(10.6%), eicosenoic(10.5%) 및 palmitic acid(10.3%)가 主成分이었고, 소라에서는 oleic(22.2%), stearic(20.7%) 및 linolenic acid(11.8%)가 主成分이었으며, 후루미제첩에서는 eicosapentaenoic(25.1%), myristic(8.7%) 및 arachidonic acid(8.3%)가 主成分이었다.

參考文獻

- 1) 新聞彌一郎, 田口脩子: 日水誌, 30(2), 153 (1964)
- 2) Hayashi, K. and Yamada, M.: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 38(3), 255(1972)
- 3) Hayashi, K. and Yamada, M.: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 39(7), 809(1973)
- 4) 林賢治, 山田實: 北大水産彙報, 26(2), 182(1975)
- 5) 上田正: 日水誌, 40, 949(1974)
- 6) 林賢治, 山田實: 北大水産彙報, 26(2), 176(1975)
- 7) Joh, Y.G. and Hata, M.: *Bull. Korean Fish. Soc.*, 9(3), 195(1976)
- 8) Joh, Y.G. and Kim, Y.K.: *Bull. Korean Fish. Soc.*, 9(3), 185(1976)
- 9) Kritchevsky, D., Tepper, S.A., Ditallo, N.W., and Holmes, W.L.: *J. Fd. Sci.*, 32, 64 (1967)
- 10) Shigejiro, Y.: *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 44(5), 525(1978)
- 11) 東恰: 日水誌, 31(8), 610(1965)
- 12) Joh, Y.G. and Hata, M.: *Bull. Korean Fish. Soc.*, 12(3), 181(1979)
- 13) Bligh, E.G. and Dyer, W.J.: *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911(1959)
- 14) 河奉錫: 韓水誌, 15(1), 59(1982)

- 15) 日本油化學協會：基準油脂分析法. 東京, 163. *phys. Acta.*, **57**, 562(1962)
- 16) 日本日清製油會社研究所：ガスクロマトグラフィーによる脂肪酸の定量分析法, 攷定 實, 第701號 (1974)
- 17) Bader, H. and Morgan, H. E. : *Biochem. Bio-*
- 18) 藤野安彦：生物化學實驗法 (9). 脂質分析法入門. 學會出版センター, 68(1978)
- 19) 座間宏一, 羽田野六男, 五十嵐久尚：日水誌, **26** (9), 917(1960)