HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	貝類の脂質：Ⅴ．ホタテガイの組成脂肪酸について
Author(s)	林, 賢治; 山田, 実
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 26(2), 182-191
Issue Date	1975-09
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23557
Type	bulletin (article)
File Information	26(2)_P182-191.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

目的から，底生貝と垂下養殖貝との比較をおこない，構成脂肪酸と環境要因との関係について若干の検討を加えた。

試料および実験方法

試　料

試料ホタテガイは，青森県陸奥湾産（東田沢，蟹田）と北海道函館湾産（函館港内，上磯），内浦湾産（森，砂原）および網走産（サロマ湖内，ノトロ湖内，常呂）のものを採集した。函館湾産の試料貝はいずれも底生貝であるが，他3地域の試料貝はそれぞれ同時期に採集した底生貝と垂下養殖貝である。

試料貝について，その全重量，殻高，殻幅および全軟体部重量を測定した。試料貝は閉殻筋（貝柱）および閉殻筋を除いた軟体部に分割処理し，それぞれ脂質の抽出に供した。また，網走産試料貝は閉殻筋と消化盲嚢（内臓塊）について分析した。試料貝の採集日，個体数および貝重量などは表1に一括して示してある。

なお，試料貝は採集後凍結して実験室に搬入し，分析に供するまで −20°C に保蔵した。

実験方法

試料貝各部位からの脂質の抽出およびアセトン可溶性の中性脂質の分別は前報[1]で述べた方法で行った。また，網走産試料貝の閉殻筋および消化盲嚢から得た脂質（1g）については，110°C，5時間，活性化したシリカゲル：セライト 545 (2: 1, W/W, 40 g) を用いたカラムクロマトグラフィーにより，クロロホルム（400 ml）とメタノール（200 ml）を溶出溶媒としてそれぞれ中性脂質と複合脂質に分画した。

中性脂質からの混合脂肪酸の調製，混合脂肪酸のメチル化，脂肪酸メチルのガスクロマトグラフィー（GLC）は前報の方法[1),3)]に従がった。

また，中性脂質の酸価，ヨウ素価（Wijs 法）および不ケン化物含有率を測定[7]した。

実験結果および考察

脂質含量および中性脂質の性状

ホタテガイの閉殻筋，閉殻筋を除いた軟体部又は消化盲嚢の脂質含有率および全脂質に占める中性脂質の含有率は表2に示す。

閉殻筋の脂質含有率は 0.5-0.7% の範囲にあり，閉殻筋を除いた軟体部の 1.3-3.6% に比較して低かった。また，軟体部中の消化盲嚢では 7.9-8.9% と高い含有率を示した。

脂質含有率は，生息地域間で著しい差異は認められなかった。しかし，ホタテガイ[8]，Atlantic deep-sea scallop (*Placopecten magellanicus*)[9] の各組織の脂質含有率に季節的変動のあることが報告されていることから，脂質含有率は常に一定のものでなく，貝の成長・成熟，餌料量，水温などが密接に関係するものと考えられる。

全脂質に占める中性脂質の含有率は，閉殻筋で低く，閉殻筋を除いた軟体部又は消化盲嚢で高い傾向を示した。また，この傾向は閉殻筋に比べ，閉殻筋を除いた軟体部又は消化盲嚢の脂質含有率が高い結果と相い対応した。

中性脂質の性状についてみると，酸価は各試料貝でバラツキを示したが，このことは試料貝の処理中にリパーゼ作用により生じた遊離脂肪酸の増加による結果と思われる。また，ヨウ素価は閉殻筋に比べ，閉殻筋を除いた軟体部で高い値を示し，不ケン化物含有率は，逆に，閉殻筋で高値であった。

Table 1. *Localities, habitats, quantities and weights of the giant ezo scallops examined.*

Locality	Date of collect	Habitat	Age of shellfish	Quantity of shellfish	Total weight (g)	Shell		Total soft part weight (g)
						height (cm)	width (cm)	
Hakodate bay								
1. Hakodate	Sept. '70	Wild	3	26	84-191 (122)***	9.0-12.0 (10.5)		(43)
2. Hakodate	July '71	Wild	3	17	93-187 (122)	10.1-12.2 (10.9)		(53)
3. Kamiiso	July '71	Wild	3	14	103-209 (160)	11.2-12.8 (12.1)		(69)
Uchiura bay								
4. Mori	Dec. '71	Cultivated*	2	15	170-258 (220)	10.5-12.5 (11.2)	3.5-4.3 (3.9)	72-117 (94)
5. Sawara	June '72	Wild	2	15	128-166 (144)	10.6-11.9 (11.2)	2.4-3.1 (2.7)	62- 83 (75)
6. Sawara	June '72	Cultivated	2	9	97-142 (119)	9.7-11.4 (10.5)	2.8-3.5 (3.1)	36- 60 (48)
Abashiri region								
7. Notoro Lake	July '73	Wild	3	11	63-161 (90)	8.9-11.8 (9.9)	1.7-2.6 (2.1)	25- 78 (42)
8. Saroma Lake	July '73	Cultivated	2	10	106-119 (115)	9.9-10.5 (10.2)	2.4-2.7 (2.6)	39- 47 (44)
9. Tokoro	July '73	Wild	3	10	103-164 (134)	10.1-11.9 (10.9)	2.2-2.7 (2.6)	46- 67 (54)
Mutsu bay								
10. Higashi-tazawa**	Mar. '72	Wild	3	11	115-175 (147)	10.5-11.5 (10.8)	2.3-3.3 (2.8)	52- 74 (70)
11. Higashi-tazawa	Mar. '72	Cultivated	2	3	101-143 (119)	9.8-11.3 (10.4)	2.5-3.0 (2.7)	47- 69 (59)
12. Kanida**	Mar. '72	Cultivated	2	16	99-138 (117)	9.7-10.7 (10.3)	2.5-3.3 (2.9)	41- 64 (52)

* Giant ezo scallops are cultivated by the hanging method.
** Higashi-tazawa and Kanida belong to Aomori prefecture, and others to Hokkaido.
*** Data in ( ) show the average per one giant ezo scallop.

北大水産彙報 26(2). 1975.

Table 2. *Lipid contents and characteristics of the neutral lipids in adductor muscles and soft parts or digestive diverticula of the giant ezo scallops.*

Locality of giant ezo scallop	Part (g)		Lipid content (% to wet wt.)	Neutral Lipid			
				Content* (%)	Acid value	Iodine value	Unsap. matter(%)
Hakodate bay							
1. Hakodate, W**	Adductor muscle	940	0.6	21.2	15.4	160.0	45.3
	Soft parts***	180	3.6	82.8	4.4	228.0	6.8
2. Hakodate, W	Addcutor muscle	450	0.6	23.3	—	178.6	40.4
	Soft parts	450	2.0	87.2	11.9	240.5	5.8
3. Kamiiso, W	Adductor muscle	530	0.7	22.4	—	174.0	41.7
	Soft parts	440	2.1	89.1	13.9	233.1	6.2
Uchiura bay							
4. Mori, C**	Adductor muscle	600	0.5	26.6	43.1	196.5	16.3
	Soft parts	710	1.5	77.9	38.4	216.0	10.8
5. Sawara, W	Adductor muscle	484	0.7	21.2	26.1	189.4	16.7
	Soft parts	586	2.2	88.0	16.6	198.1	7.9
6. Sawara, C	Adductor muscle	207	0.5	21.4	—	—	40.8
	Soft parts	198	1.3	76.4	24.2	197.9	9.9
Abashiri region							
7. Notoro Lake, W	Adductor muscle	177	0.5	25.2#	—	—	—
	Digestive diverticula	30	7.9	82.5#	—	—	—
8. Saroma Lake, C	Adductor muscle	224	0.6	24.5#	—	—	—
	Digestive diverticula	39	8.8	85.2#	—	—	—
9. Tokoro, W	Adductor muscle	264	0.6	24.3#	—	—	—
	Digestive diverticula	48	8.9	79.2#	—	—	—
Mutsu bay							
10. Higashi-tazawa W,	Adductor muscle	272	0.6	35.7	52.2	192.2	32.4
	Soft parts	458	1.5	81.8	84.9	206.8	9.6
11. Higashi-tazawa, C	Adductor muscle	52	0.7	21.6	—	—	39.2
	soft parts	115	2.2	80.3	58.9	200.9	8.2
12. Kanida, C	Adductor muscle	283	0.6	34.8	71.8	184.0	37.1
	Soft parts	502	1.4	73.9	83.8	215.5	12.7

* % to total lipids. ** W: wild giant ezo scallop, C: cultivated giant ezo scallop.
*** Soft parts removing adductor muscle.
\# Neutral lipids are fractionated by column chromatography used silicic acid-celite 545 (2: 1, W/W), and others of no marks are acetone-soluble lipids.

Table 3. *Fatty acid compositions of the neutral lipids in adductor muscles*

Locality	Hakodate bay						Uchiura bay					
	1. Hakodate		2. Hakodate		3. Kamiiso		4. Mori		5. Sawara		6. Sawara	
Habitat	Wild		Wild		Wild		Cultivated		Wild		Cultivated	
Part	Adductor muscle	Soft* part	Adductor muscle	Soft part	Adductor muscle	Soft part	Adductor muscle	Soft part	Adductor muscle	Soft part	Adductor muscle	Soft part
Fatty acid												
12:0	tr**	0.3	0.2	0.2	0.7	0.3	0.1	0.2	0.1	tr	0.1	tr
:1	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0.1	0.1	tr	tr	tr	tr
13:0	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
:1	tr	tr	tr	tr		tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
14:0	4.1	4.9	4.1	6.5	7.0	5.6	7.1	10.5	6.6	10.7	8.1	13.4
:1	1.2	0.5	tr	tr	tr	tr		0.2	tr	0.3	0.5	0.2
15:0	1.5	0.4	0.7	0.4	0.8	0.5	1.7	0.8	1.3	0.8	2.0	0.7
:1	1.4	tr	tr	0.1	tr	0.2	0.7		0.5	0.1	0.7	
16:0	19.6	12.6	19.4	13.7	20.8	13.5	30.8	26.3	27.9	21.8	30.6	24.3
:1	7.2	13.2	5.4	12.9	5.9	12.7	9.1	17.1	9.9	22.2	12.5	25.7
:2			0.9	1.5	1.2	0.6						
17:0	2.1	1.4	0.7	0.5	1.0	0.8	2.1	0.2	1.4	0.5	0.7	0.7
:1	2.2	1.6	0.3	1.7	0.5	1.4	4.4	1.2	2.5	1.6	1.1	0.4
18:0	5.5	2.5	7.0	1.6	6.9	2.3	5.0	3.0	3.9	2.7	4.9	2.5
:1	10.2	8.4	7.5	7.8	7.7	7.5	6.0	10.5	7.1	8.8	7.3	8.9
:2	tr	1.2	0.2	0.3	0.3	0.8	0.3	2.6	0.2	2.1	1.0	1.5
:3	2.6	0.4	1.1	tr	1.1	0.2	2.8	1.6	1.5	1.1		0.4
:4	2.3	3.0	1.2	2.4	1.1	2.5	4.4	6.2	3.7	5.8	3.6	4.4
19:0	tr	1.2	tr	1.1		1.3		1.7	0.5	2.5	0.4	2.4
:1	2.1	1.5	2.1	1.1	1.6	0.9	0.5	0.2	0.6	0.8		0.2
20:1	6.4	2.3	4.5	1.9	4.3	2.9	1.7	0.8	1.0	0.9	0.4	1.5
:2			0.6	tr	tr	0.3	tr	0.2	1.0	tr	0.6	0.3
:4	3.8	1.5	3.1	1.7	3.1	1.9	1.1	0.5	0.6	tr	1.2	tr
:5	18.0	39.3	28.4	40.3	27.0	38.7	14.2	9.6	20.8	16.4	19.5	11.7
21:1				tr					tr	tr		
:5	tr	1.9	3.1	2.3	2.4	1.9		1.1	1.1	tr	0.7	tr
22:1	tr	tr				0.3						
:2			tr									
:5			tr	tr	tr	tr			tr			
:6	9.8	1.8	9.4	2.0	6.7	2.9	8.0	5.5	7.7	1.0	4.1	0.8
24:1					tr							
Saturated acids	32.8	23.3	32.1	24.0	37.2	24.3	46.8	42.7	41.7	39.0	46.8	44.0
Monoenoic acids	30.7	27.5	19.8	25.5	20.0	25.9	22.5	30.1	21.6	34.7	22.5	36.9
Polyenoic acids	36.5	49.1	48.0	50.5	42.9	49.8	30.8	27.3	36.6	26.4	30.7	19.1

* Soft part removing adductor muscle. ** tr: Trace.

脂肪酸組成

各試料貝の閉殻筋，閉殻筋を除いた軟体部又は消化盲嚢の中性脂質の脂肪酸組成は表3に示す。

ホタテガイ中性脂質の脂肪酸中，比較的含有率の高いのは 14:0 酸，16:0 酸，18:0 酸，16:1酸，18:1 酸，20:5 酸および 22:6 酸であり，プランクトン食性のアカザラガイ[4] の結果とよく類似していた。なお，函館湾産と網走産の閉殻筋では，20:1 酸および 20:4 酸の含有率が，内浦湾産と陸奥湾産のそれらと比較して僅かに高い値を示した。

次に，閉殻筋と閉殻筋を除いた軟体部又は消化盲嚢の脂肪酸組成を比較してみると，閉殻筋を除いた軟体部又は消化盲嚢では，14:0 酸，16:1 酸の含有率が高く，閉殻筋では，16:0 酸，18:0 酸およ

and soft parts or digestive diverticula of the giant ezo scallops. (% *wt*).

Abashiri region						Mutsu bay					
7. Notoro Lake		8. Saroma Lake		9. Tokoro		10. Higashi-tazawa		11. Higashi-tazawa		12. Kanida	
Wild		Cultivated		Wild		Wild		Cultivated		Cultivated	
Adductor muscle	Digestive diverticula	Adductor muscle	Digestive diverticula	Adductor muscle	Digestive diverticula	Adductor muscle	Soft part	Adductor muscle	Soft part	Adductor muscle	Soft part
	0.1			0.1	0.3	0.1	0.1	1.2	0.3	0.3	0.4
	tr			tr		tr	tr	0.1	0.2	tr	0.1
	tr			tr		tr	tr	0.1	tr	tr	tr
tr	tr			tr		tr	tr	tr	tr	tr	tr
1.9	7.0	2.0	6.5	2.1	6.3	8.1	16.5	18.1	18.1	10.0	15.3
0.1	0.6	0.1	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	1.0	0.3	0.2	0.3
0.7	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	1.2	0.6	2.5	0.4	1.3	0.6
0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	tr	0.3	tr	0.3	
20.6	16.4	15.9	26.0	17.5	12.8	27.3	22.9	22.1	23.8	35.0	23.4
8.0	16.2	7.2	18.3	8.5	14.1	11.3	22.0	16.4	19.6	9.7	11.2
0.2	0.5	0.2		0.2	0.3	0.5		0.7			
1.8	1.0	1.6	0.6	1.4	0.5	0.4	0.3	1.3	0.5	2.5	0.3
0.8	1.6	0.5	1.1	0.5	1.1	2.4	1.5	0.2	1.8	2.8	1.8
16.1	2.1	13.0	2.9	13.0	2.4	6.5	3.3	1.4	3.2	5.1	4.1
11.0	19.1	8.7	13.3	10.2	9.6	5.5	6.9	6.1	7.6	6.2	6.5
0.8	2.5	0.5	2.3	0.4	1.0	0.3	1.0	3.6	0.1	0.3	1.0
0.6	1.8	0.5	1.7	0.6	0.9	0.7	0.5	1.9	0.8	0.2	1.1
0.4	4.6	1.2	3.6	1.0	2.9	3.1	3.4	4.6	3.5	2.2	6.0
0.3	0.9	0.2	0.6	0.2	0.9	0.2	2.5	2.5	1.6	0.4	2.0
1.6	1.0	1.0	0.8	1.2	0.9	0.7	0.3	0.1	0.2	0.2	0.7
6.0	3.2	4.5	3.2	5.5	2.5	1.2	0.4	0.1	0.3	0.3	0.4
1.2	0.7	1.3	0.7	0.6	0.2	0.3	0.2	2.9	tr	0.3	tr
3.3	0.6	5.0	0.8	7.2	6.1	3.9	1.0	2.5	0.5	3.1	1.5
12.8	14.1	17.5	14.1	14.2	30.6	17.9	13.9	5.7	13.8	12.5	16.1
0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1		tr	tr			
1.0	0.4	1.5	0.3	1.4	1.2	1.3	tr		0.3	tr	1.6
0.2	0.4	0.5	0.3	0.1	0.2	tr					
		0.5					tr				
0.3	tr	0.4		0.4	0.2						
9.7	4.0	14.9	1.7	12.6	4.1	6.9	2.5	4.6	3.1	7.2	5.6
0.3	tr	0.3									
41.4	28.3	33.3	37.1	34.8	23.6	43.8	46.2	49.2	47.9	54.6	46.1
28.3	42.4	23.2	37.6	26.5	28.8	21.3	31.3	24.3	30.0	19.7	21.0
30.3	29.2	43.5	25.2	38.6	47.5	34.9	22.5	26.5	22.1	25.8	32.9

び 22:6 酸の含有率が高い関係を示した。(図 1) また，閉殻筋，閉殻筋を除いた軟体部又は消化盲嚢のいずれも 20:5 酸含有率が 22:6 酸のそれより高い傾向が認められた。

とくに，閉殻筋の 22:6 酸含有率が，他部位より比較的高い傾向は，アカザラガイ[4] の分析結果と一致した。Ackman ら[10] はフナガタガイの 1 種 (*Arctica islandica*) について同様の結果を認め，筋肉脂質中のトリグリセリドを構成する 22:6 酸 (ω3) は，餌料 (藻類) からの取り込みおよび 20:5 酸 (ω3) からの変換により生成蓄積したものであり，そして筋肉脂質中のトリグリセリドが 22:6 酸の貯蔵機能を役っているものと推定している。

一方，採集地域による脂肪酸組成の差異についてみると，函館湾産では，閉殻筋を除いた軟体部のポリエン酸 (とくに 20:5 酸が多量) が，内浦湾産と陸奥湾産では飽和酸が，それぞれ高い含有率を

示した。また，同時期に採集した網走産試料貝についても差異が認められ，ノトロ湖産の閉殻筋では飽和酸を，サロマ湖産の閉殻筋および常呂産の閉殻筋と消化盲嚢ではポリエン酸を，さらにノトロ湖とサロマ湖産の消化盲嚢ではモノエン酸を，それぞれ比較的著量に含有した。これらの若干の差異は，試料貝の生息環境条件の相違，たとえば，ノトロ湖が汽水湖であって，サロマ湖および常呂沿岸とは餌料生物にも質的・量的な相違があることとも関係があるものと思われる。

また，同一地域においても底生貝と垂下養殖貝とでは，生育環境下における餌料に相違のあることが推察される。そこで，底生貝と垂下養殖貝間で，その脂肪酸組成に差異が認められるかどうか，陸奥湾産，内浦湾産および網走産の試料貝について，主要脂肪酸の含有率から比較検討した。(図2)

陸奥湾産では，両者間に著るしい差異は認められないが，内浦湾産の垂下養殖貝で，14:0酸，16:0酸，16:1酸の含有率が高く，それに対して底生貝では20:5酸，22:6酸の含有率が高い結果を示した。網走産についていえば，消化盲嚢について，垂下養殖貝では16:0酸と16:1酸が，底生貝では20:5酸と22:6酸が，それぞれ比較的高い含有率を示した。

さらに，底生貝と垂下養殖貝について，14:0酸，16:0酸，16:1酸の含有率合計および20:5酸

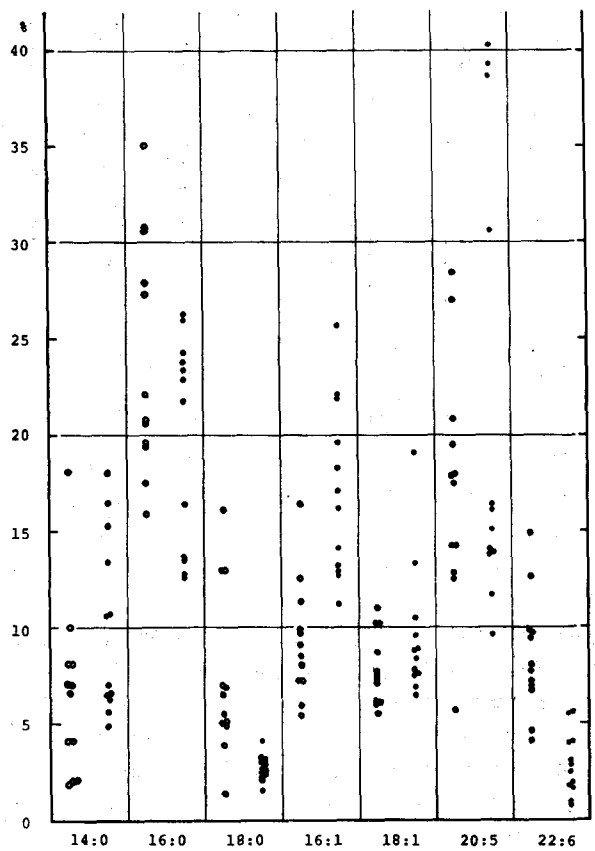

Fig. 1. Distribution of the major fatty acid contents in the neutral lipids of adductor muscles (○) and soft parts or digestive diverticula (●) of the giant ezo scallops.

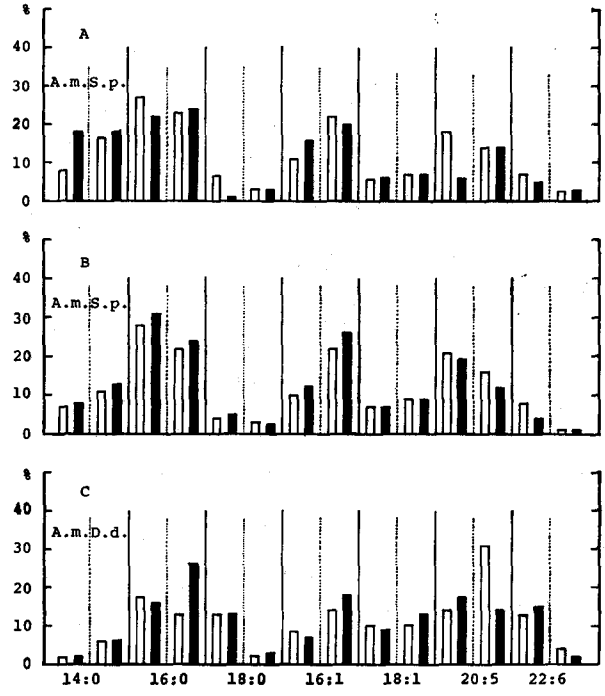

Fig. 2. Major fatty acid contents in the neutral lipids of the wild and cultivated giant ezo scallops.
Wild (□), Cultivated (■), A.m.: Adductor muscles, S.p.: Soft parts, D.d.: Digestive diverticula, A: Higashi-tazawa, B: Sawara, C: Saroma Lake, Tokoro.

と 22: 6 酸の含有率合計を比較した。(図 3) その結果，垂下養殖貝である網走産（サロマ湖）の消化盲嚢，陸奥湾産（東田沢）の閉殻筋および内浦湾産（砂原）の閉殻筋と閉殻筋を除いた軟体部については，いずれも (14: 0+16: 0+16: 1) 酸含有率は底生貝のそれより高く，相対的に (20: 5+22: 6) 酸含有率は低い関係にあった。これらの結果は，植物プランクトン（珪藻類）の含有脂質が 14: 0 酸，16: 0 酸および 16: 1 酸を比較的多量に含むこと[11-14]と相関し，垂下養殖貝は珪藻類などの植物プランクトンの含有脂質の影響をより強くうけているものと思われる。

すなわち，これらの底生貝と垂下養殖貝に認められた差異は，垂下養殖貝が微細プランクトン（主として珪藻類）を餌料として多く摂食するのに対して，底生貝ではデトリタスも餌料として摂食することから，餌料の質的，量的な相違とも密接な関係にあるものと推察される。また，ホタテガイの生育・成熟に関与する光量，水温および生活範囲の自由度などが脂質代謝に与える影響も考慮する必要があるかも知れない。この様な観点をさらに追究するためには，今後，ホタテガイの成長過程における各組織の脂質の蓄積，移動および代謝について詳細に検討する必要がある。

終りに，試料貝の採集にご協力いただいた北海道網走水産試験場，中川義彦氏に感謝します。

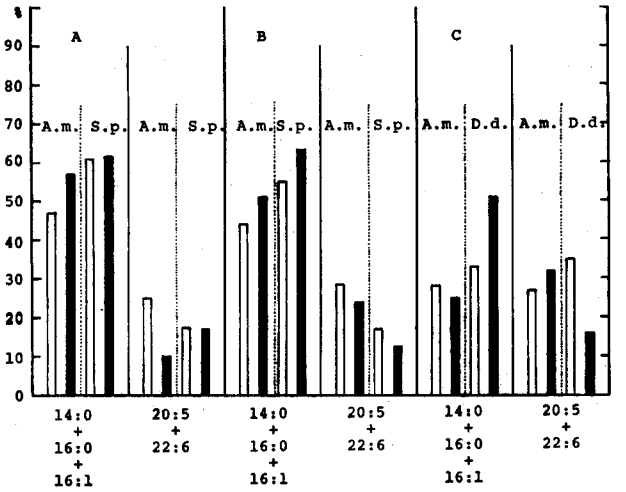

Fig. 3. Contents of (14:0+16:0+16:1) acids and (20:5+22:6) acids of the wild and cultivated giant ezo scallops.
Wild (□), Cultivated (■), A.m.: Adductor muscles, S.p.: Soft parts,
D.d.: Digestive diverticula, A: Higashi-tazawa, B: Sawara, C: Saroma Lake, Tokoro.

文　　献

1) Hayashi, K. and Yamada, M. (1972). Studies on the lipids of shell-fish I. On the visceral lipid composition of abalone, *Haliotis discus hannai* (Ino). *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **38**, 255–263.
2) Hayashi, K. and Yamada, M. (1974). *Ditto* III. On the fatty acid and sterol compositions of a purple and a lischke's tegula top shell snails. *Bull. Fac. Hokkaido Univ.* **25**, 247–255.
3) 林 賢治・山田 実 (1975). 貝類の脂質 IV. 富山湾産巻貝5種の脂肪酸組成について. 北大水産彙報 **26**, 176–181.
4) Hayashi, K. and Yamada, M. (1973). Studies on the lipids of shell-fish II. On the lipid composition of Japanese prickly scallop. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **39**, 809–817.
5) 木下虎一郎・平野 義見 (1935). 北海道産ホタテガヒ *Pecten* (*Patinopecten*) *yessoensis* Jay の食餌に就て. 動雑 **47**, 1–7.
6) 北海道網走水産試験場事業報告書. 昭和 39 年度 (1964), pp. 170–177, 昭和 46 年度 (1971), pp. 136–142.
7) 日本油化学協会編 (1966). 基準油脂分析試験法. pp. 268, 朝倉書店, 東京.
8) Takahashi, K. and Mori, K. (1971). Seasonal variations in the metabolism of lipids and glycogen in the scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay) I. Biochemical studies. *Tohoku J. Agri. Res.* **22**, 114–125.
9) Idler, D.R., Tamura, T. and Wainai, T. (1964). Seasonal variations in the sterol, fat and unsaponifiable components of scallop muscle. *J. Fish Res. Bd. Canada.* **21**, 1035–1042.
10) Ackman, R.G., Epstein, S. and Kelleher, M. (1974). A comparison of lipids and fatty acids of the ocean quahaug, *Arctica islandica*, from Nova Scotia and New Brunswick. *Ibid.* **31**, 1803–1811.
11) Ackman, R.G., Jangaard, P.M., Hoyle, R.J. and Brockerhoff, H. (1964). The

origin of marine fatty acids I. Analysis of the fatty acids produced by the diatom *Skeletonema costatum*. *Ibid* **21**, 747–756.

12) Leiws, R.W. (1969). The fatty acid composition of Arctic marine phytoplankton and zooplankton with special reference to minor acids. *Limnol. Oceanogr.* **14**, 35–40.

13) Ackman, R.G., Tocher, C.S. and McLachlan, J. (1968). Marine phytoplankter fatty acids. *J. Fish Res. Bd. Canada* **25**, 1603–1620.

14) Watanabe, T. and Ackman, R.G. (1974). Lipids and fatty acids of American (*Crassostrea virginica*) and European flat (*Ostrea edulis*) oysters from a common habitat, and after one feeding with *Dicrateria inornata* or *Isochrysis galbana*. *Ibid* **31**, 403–409.