



Title	ホタテガイ中腸腺組織中のエイコサペンタエン酸含量について
Author(s)	林, 賢治; HAYASHI, Kenji; 中川, 義彦 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 35(3), 187-194
Issue Date	1984-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23861
Type	departmental bulletin paper
File Information	35(3)_P187-194.pdf



ホタテガイ中腸腺組織中のエイコサペンタエン酸含量について

林 賢 治*・中 川 義 彦**

Studies on the Content of Eicosapentaenoic Acid in Hepatopancreas
of Scallop, *Patinopecten yessoensis*

Kenji HAYASHI* and Yoshihiko NAKAGAWA**

Abstract

To develop a new source of marine medicinal resources, the content of eicosapentaenoic (20:5) acid was determined for an inedible part of the hepatopancreas of the scallop, *Patinopecten yessoensis*.

The weights of hepatopancreas of the examined scallops were 3.3 g-7.7 g for the cultivated shellfish (I) and 4.9 g-8.9 g for the wild one (II), accounting for 5.9%-12.5% and 8.8%-13.9% of the soft body tissue, respectively.

The hepatopancreas yielded lipid contents of 2.7%-13.3% for (I) and of 5.2%-12.3% for (II). Major 20:5 and minor docosahexaenoic acids in both the neutral and polar hepatopancreas lipids were of the fatty acid type.

The absolute amounts of 20:5 acid in the hepatopancreas were 15.8 mg-98.1 mg for (I) and 89.9 mg-167.5 mg for (II), respectively. The amounts of 20:5 acid found in the tissue from May to October for (I) were relatively larger than at other times, due to seasonal variations.

In conclusion, the potential resources of 20:5 acid from the hepatopancreas of the scallop were computed to be about 75 tons per year from scallop fisheries in Hokkaido, Japan, based on past catches (133000 tons in 1983). This estimation leads to the recommendation that the hepatopancreas of the scallop should be utilized as a source of 20:5 acid.

結 言

未利用資源である海産動物ならびに海藻類の水溶性および脂溶性成分は、それらの化学的特性を明らかにすると同時に、生物活性・薬理作用の面からの見直し、あるいはそれらの化学誘導体等のファインケミカルへ志向することによって、天然物工業材料としてその付加価値を高め、それらの有効利用をはかることも今後の水産科学の課題である。

近年、北海道のホタテガイは、その水揚げ生産高も13万トン台(昭和57年度13.1万トン、昭和58年度13.3万トン)に達し、これは東北三県(青森県・岩手県・宮城県)の3.8万トンを凌駕し、ますます重要な水産資源となっている。しかし、ホタテガイの非可食部の中腸腺(軟体部重量の8%~12%程度¹⁾に相当する)は、一部が魚類の廃棄部と混合して肥料原料として利用されている程度で充分活用されていない。

本研究では、海洋生化学資源の新たな利用方法の開発の観点から、ホタテガイの中腸腺成分の

* 北海道大学水産学部水産化学実習工場
(Training Factory, Department of Chemistry, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 北海道立函館水産試験場
(Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)

有効利用をはかることを目的とし、まず垂下養殖貝および底生貝の中腸腺組織中のエイコサペンタエン酸(20:5酸)含量を明らかにし、ホタテガイの中腸腺組織が医薬用途の為の20:5酸供給源となり得るかその可能性について検討した。

試料および実験方法

試料

試料ホタテガイは、北海道佐呂間湖産の垂下養殖貝(1974年4月~1975年3月、毎月1回採集)および能取湖産(1974年6月)と常呂外海産(1974年4月、7月、9月、)の底生貝をそれぞれ4~21個体用いた。

各試料貝は、1個体ずつ軟体部重量と中腸腺重量を測定した後、分割した中腸腺をそれぞれ合一して脂質の抽出に供した。試料貝の採集日、個体数、軟体部および中腸腺重量は、表1に一括して示してある。

Table 1. Locality, habitat, and weights of soft body tissue and hepatopancreas of scallop examined.

Locality and Collection date	Habitat	Age	Quantity	Soft body tissue** (A) g	Hepato-pancreas** (B) g	B/A %
Lake Saroma						
Apr. 11, '74	Cultivated*	3	20	81.7	7.7	9.4
May 29		2	18	35.5	3.8	10.4
June 20		2	20	36.1	4.5	12.5
July 19		2	19	44.3	4.3	9.7
Aug. 20		2	20	39.9	3.9	9.8
Sep. 19		2	19	41.1	4.3	10.5
Oct. 15		2	20	49.6	4.6	9.3
Nov. 13		2	21	59.6	4.4	7.4
Dec. 4		2	20	63.8	5.2	8.2
Jan. 22, '75		2	20	58.2	3.9	6.7
Feb. 13		2	20	51.5	3.3	6.4
Mar. 20		2	20	58.1	3.4	5.9
Lake Notoro						
June 3, '74	Wild	4	5	78.7	8.4	10.7
June 10		4	4	67.0	7.9	11.8
June 18		4	5	53.2	7.1	13.3
June 24		4	25	61.6	7.9	12.8
Off Tokoro						
Apr. 26, '74	Wild	4	10	64.1	8.9	13.9
July 1		4	5	88.0	8.6	9.8
Sep. 2		4	10	55.4	4.9	8.8

* Shellfish were cultivated by the hanging method.

** Average per one shellfish.

脂質の抽出および中性脂質と極性脂質の分画

中腸腺組織からの脂質の抽出は、クロロホルム-メタノール (1:2 v/v) の混合溶剤を用いた Bligh & Dyer 法²⁾ に準じて行った。また、中腸腺脂質 (1 g) は、110°C、5 時間、活性化した珪酸 (マリンクロット製、100 mesh): 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かけ、クロロホルム (400 ml) で中性脂質を、続いてメタノール (200 ml) により極性脂質を分画した。

脂肪酸メチルの調製

中性脂質と極性脂質は常法に従って、1 N KOH-エタノール溶液中で加熱ケン化して脂肪酸を調製し、ついで脂肪酸を BF₃-メタノール溶液³⁾ 中でメチル化した。また、中性脂質と極性脂質の不ケン化物含有率を測定⁴⁾ した。

ガスクロマトグラフィー (GLC)

脂肪酸メチルの GLC 分析は、水素炎イオン化検出器を装備した柳本製 G8 型ガスクロマトグラフで行った。分析条件は、10% DEGS (Chromosorb W AW, 80~100 mesh) の充填剤 (ガスクロ工業製) を詰めたカラム (U 字管ステンレス製、3 mmφ×1.5 m) を用い、カラム温度 180°C、試料注入口および検出器温度 240°C、キャリアーガス 窒素、燃焼ガス 水素および空気の流量をそれぞれ 0.7 kg/cm², 15 ml/min, 0.6 l/min で測定した。脂肪酸メチルの同定は、標準品の保持時間との比較、また、脂肪酸の炭素数、不飽和度と相対保持容量の関係および脂肪酸メチルの水素添加前後のクロマトグラムの比較から行った。なお、水素添加は、脂肪酸メチルを n-ヘキサンに溶解し、活性ラネーニッケル触媒を用いて、40°C、常圧下で水素を通気して行った。また、脂肪酸組成は百分率 (wt %) で表した。

結 果

中腸腺重量

試料ホタテガイ 1 個体の平均軟体部重量、平均中腸腺重量および軟体部重量に対する中腸腺の比率を表 1 に示す。試料貝 1 個体の中腸腺重量は、垂下養殖貝 (佐呂間湖産) 3.3 g~7.7 g (平均値 4.4 g)、底生貝 (能取湖産、常呂外海産) 4.9 g~8.9 g (平均値 7.7 g) の範囲にあった。これら中腸腺は軟体部重量に対して、垂下養殖貝 5.9%~12.5% (平均値 8.9%)、底生貝 8.8%~13.9% (平均値 11.6%) を占めたが、垂下養殖貝については季節的な変化が認められ、4 月~10 月 (平均値 10.2%) が他の時期に比べて高い比率を示した。

なお、底生貝 (4 年貝) の中腸腺重量は、垂下養殖貝 (主に 2 年貝) のそれより高値であったが、これは試料貝の成長・成熟の相違による結果と考えられた。

中腸腺の脂質含有率と脂質の性状

試料ホタテガイ中腸腺の脂質含有率および脂質に占める中性脂質と極性脂質の比率ならびにそれらの不ケン化物含有率を表 2 に示す。中腸腺の脂質含有率は、垂下養殖貝 2.7%~13.3% (平均値 8.3%)、底生貝 5.2%~12.3% (平均値 8.6%) の範囲にあったが、垂下養殖貝では季節的な変化が著しく、5 月~10 月 (平均値 11.2%) が他の時期に比べて高い比率を示した。この脂質含有率の増加時期は、同海域の春季 (4 月~6 月) のプラクトン増殖期⁵⁾ とほぼ一致し、秋季 (9 月~10 月) のプラクトン増殖期まで持続していた。

Table 2. Lipid content and characteristics of lipids in hepatopancreas of scallop examined.

	Lipids %*	Neutral lipids(NL) %**	Polar lipids(PL) %**	Unsaponifiables %	
				in NL	in PL
Lake Saroma					
Apr. 11, '74	2.7	39.2	60.8	12.3	14.1
May 29	13.3	65.7	34.3	8.2	7.6
June 20	12.0	72.8	27.2	4.5	6.9
July 18	12.8	73.0	27.0	6.9	10.0
Aug. 20	11.4	73.7	26.3	11.1	11.5
Sep. 19	8.3	59.0	41.0	11.5	10.4
Oct. 15	9.4	62.3	37.7	12.9	10.5
Nov. 13	7.2	73.8	26.2	11.1	13.2
Dec. 4	6.7	74.3	25.7	12.3	10.3
Jan. 22, '75	6.8	68.5	31.5	11.5	9.5
Feb. 13	5.1	63.3	36.7	10.1	12.3
Mar. 13	3.9	56.4	43.6	13.3	13.9
Lake Notoro					
June 3, '74	7.8	56.4	43.6	9.5	10.1
June 10	8.3	52.4	47.6	11.4	13.2
June 18	11.3	64.5	35.5	11.1	9.9
June 24	12.3	64.3	35.7	8.2	9.2
Off Tokoro					
Apr. 26, '74	5.2	30.8	69.2	10.1	11.4
July 1	8.1	53.9	46.1	9.7	11.1
Sep. 2	7.5	67.3	32.7	11.2	11.6

* % to wet wt basis. ** % to total lipids.

宮城県女川湾産の垂下養殖ホタテガイの中腸腺の脂質含有率は、1月～8月で増加傾向にあり、そして8月～12月で減少傾向を示すことが報告⁶⁾されている。この脂質含有率の増加時期は、本実験の佐呂間湖産の垂下養殖貝では若干シフトしていたが、これは両海域の水温、餌料条件などの育成環境やホタテガイの成長・成熟の相違による結果と考えられた。なお、本実験の垂下養殖貝と底生貝では、同時期の試料貝の中腸腺の脂質含有率に顕著な差異は認められなかった。

中腸腺脂質に占める中性脂質および極性脂質の比率は、それぞれ垂下養殖貝が平均値で65.2%と34.8%、底生貝が平均値で55.7%と44.3%を示した。両試料の4月を除くと、他の時期ではいずれも極性脂質より中性脂質の比率が高かった。また、垂下養殖貝では、中腸腺組織中の中性脂質含量(1.1%～9.3%、平均値5.6%)の季節的变化は、極性脂質含量(1.6%～4.6%、平均値2.7%)のそれに比べて著しかった。なお、中性脂質と極性脂質の不ケン化物含有率は、それぞれ垂下養殖貝が平均値で10.5%と10.9%、底生貝が平均値で10.2%と10.9%を示した。

中性脂質と極性脂質の20:5酸含有率

試料ホタテガイ中腸腺の中性脂質および極性脂質の脂肪酸組成をそれぞれ表3と表4に示す。

中性脂質と極性脂質は、主要な脂肪酸として、飽和酸の 16:0 酸, 18:0 酸, モノエン酸の 16:1 酸, 18:1 酸, 20:1 酸, ポリエン酸の 20:5 酸, 22:6 酸を含有した。

中性脂質の 20:5 酸含有率は、垂下養殖貝 7.5%~20.5%(平均値 15.7%), 底生貝 13.6%~26.0%(平均値 17.4%) であり、一方、極性脂質のそれはそれぞれ 11.0%~29.4%(平均値 20.2%), 22.6%~34.1%(平均値 24.2%) の範囲で変動していた。垂下養殖貝では、20:5 酸含有率に季節的な変化が認められ、中性脂質の 5 月~8 月(平均値 19.8%), 極性脂質の 4 月~10 月(平均値 23.9%) が他の時期に比べて高値であった。極性脂質中の全ポリエン含有率(垂下養殖貝, 平均値 46.3%; 底生貝, 平均値 48.9%) は、中性脂質中の全ポリエン酸 (33.7%; 34.2%) より高く、また、20:5 酸含有率も極性脂質で高値を示した。

中性脂質と極性脂質の脂肪酸組成において、20:5 酸は 22:6 酸より含有率が高く、20:5 酸/22:6 酸比も、それぞれ垂下養殖貝が平均値で 4.6 と 6.1、底生貝が平均値で 4.5 と 6.5 を示したが、これらの結果はホタテガイ各組織の脂質脂肪酸中、22:6 酸含有率が低く、20:5 酸含有率が高い特性⁷⁾と一致した。

Table 3. Distribution of main fatty acids of neutral lipids in hepatopancreas of scallop examined.

	Fatty acids (Weight percent composition)												20:5 22:6
	14:0	16:0	18:0	16:1	18:1	20:1	18:4	20:5	22:6	Sat	Mono	Poly	
Lake Saroma													
Apr. 11, '74	4.7	25.7	6.6	10.0	16.5	4.4	3.8	7.5	2.7	39.8	35.5	24.6	2.8
May 29	7.1	17.6	2.9	16.6	10.7	1.9	4.8	19.6	3.4	29.9	33.2	36.8	5.8
June 20	6.3	15.6	2.3	18.2	9.6	2.1	4.7	20.5	3.3	26.5	34.8	38.7	6.2
July 19	6.5	18.3	2.2	17.4	10.7	2.5	4.1	19.3	3.4	29.4	34.4	36.1	5.7
Aug. 20	5.7	17.7	2.2	17.5	11.6	2.4	3.5	19.7	4.2	27.9	35.5	36.7	4.7
Sep. 19	7.0	19.6	2.6	17.1	13.0	2.3	2.5	15.7	4.2	32.9	36.3	30.7	3.7
Oct. 15	5.8	18.7	2.7	16.6	12.4	3.7	3.4	15.8	4.2	29.8	37.0	33.2	3.8
Nov. 13	7.0	20.7	3.1	17.9	12.9	3.0	3.8	16.4	4.1	32.4	38.5	29.0	4.0
Dec. 4	6.5	19.7	2.9	15.8	12.5	2.6	5.9	16.6	4.3	30.5	35.4	34.1	3.9
Jan. 22, '75	5.3	19.1	2.9	14.7	14.2	2.5	6.2	15.7	4.2	28.8	36.6	34.5	3.7
Feb. 13	4.6	17.5	3.6	9.2	13.6	2.7	11.5	11.3	6.8	27.2	33.0	39.8	1.7
Mar. 20	5.7	21.0	4.3	11.7	15.9	3.7	5.6	10.3	5.8	32.5	37.9	29.6	1.8
Lake Notoro													
June 3, '74	8.5	18.1	1.7	17.8	18.4	1.9	2.8	13.9	4.5	30.5	41.9	27.5	3.1
June 10	7.6	18.6	2.9	18.0	15.4	2.6	2.7	15.3	4.2	31.5	39.7	28.9	3.6
June 18	8.2	18.2	2.1	20.4	14.3	1.6	2.6	16.7	3.5	30.7	39.7	29.5	4.8
June 24	8.2	16.6	2.3	18.2	13.8	2.1	4.0	16.3	4.3	29.4	38.3	32.4	3.8
Off Tokoro													
Apr. 26, '74	5.3	21.1	7.8	8.9	11.5	3.8	6.9	13.6	4.0	36.9	28.3	34.7	3.4
July 1	10.6	16.6	2.6	15.5	8.8	1.1	4.0	20.1	2.5	31.9	30.2	37.8	8.0
Sep. 2	5.4	13.5	2.5	13.1	10.0	1.4	4.2	26.0	5.2	23.2	28.4	48.3	5.0

Sat: Total Saturated acids, Mono: Total monoenoic acids, Poly: Total polyenoic acids.

Table 4. Distribution of main fatty acids of polar lipids in hepatopancreas of scallop examined.

	Fatty acids (Weight percent composition)												20:5 22:6
	14:0	16:0	18:0	16:1	18:1	20:1	18:4	20:5	22:6	Sat	Mono	Poly	
Lake Saroma													
Apr. 11, '74	5.8	4.7	2.0	8.6	3.0	3.3	12.0	29.4	12.7	13.5	19.5	66.9	2.3
May 29	9.9	9.5	1.6	22.8	5.5	0.8	7.7	23.0	3.0	24.4	33.6	41.9	7.7
June 20	10.5	17.0	2.7	24.2	8.3	1.3	5.1	16.3	1.2	33.5	37.5	29.1	13.6
July 19	11.2	9.7	2.2	19.2	3.3	0.3	8.3	19.4	1.1	29.8	27.4	42.7	17.6
Aug. 20	5.0	11.2	2.1	14.7	5.6	1.5	6.9	28.0	5.4	22.3	25.8	52.0	5.2
Sep. 19	5.2	13.9	2.5	13.5	6.8	1.7	7.3	27.4	5.2	24.0	25.7	50.4	5.3
Oct. 15	6.2	10.7	2.8	16.1	11.1	1.3	6.3	23.9	5.2	23.6	33.0	43.3	4.6
Nov. 13	10.9	17.2	3.1	19.7	8.6	2.5	5.6	13.0	3.0	34.6	34.1	31.4	4.3
Dec. 4	10.4	12.7	2.4	11.9	7.4	1.4	16.7	16.5	5.4	27.3	25.7	47.0	3.1
Jan. 22, '75	9.7	13.1	2.4	11.3	7.7	1.7	15.8	16.1	5.1	26.8	25.5	47.7	3.2
Feb. 13	11.2	14.2	2.5	8.2	7.3	1.2	21.3	11.0	4.3	30.3	22.8	47.0	2.6
Mar. 20	7.7	10.3	2.4	8.7	6.6	0.9	19.8	18.2	5.8	23.5	20.4	56.2	3.1
Lake Notoro													
June 3, '74	5.8	10.7	2.7	15.2	6.3	1.1	5.8	25.3	3.7	24.6	28.8	46.5	6.8
June 10	7.5	12.1	1.8	18.2	11.1	0.5	5.3	23.3	3.3	25.2	34.2	40.7	7.1
June 18	8.6	11.8	2.2	19.3	8.7	0.7	5.3	22.6	2.5	27.3	33.5	39.2	9.0
June 24	9.7	12.6	2.6	16.5	7.5	1.2	5.4	23.5	3.7	28.0	29.2	42.8	6.4
Off Tokoro													
Apr. 26, '74	7.4	8.5	2.7	9.1	4.7	0.7	14.9	25.6	7.7	23.6	18.2	58.2	3.3
July 1	7.3	8.5	1.4	11.3	5.6	0.6	6.0	34.1	5.3	19.5	21.9	58.7	6.4
Sep. 2	5.6	10.3	3.1	11.2	5.3	1.4	5.8	30.9	4.7	21.5	22.0	56.4	6.6

Sat: Total saturated acids, Mono: Total monoenoic acids, Poly: Total polyenoic acids.

中腸腺組織中の20:5酸含量

試料ホタテガイ1個体の中腸腺組織中に含有される20:5酸と22:6酸含量および20:5酸/22:6酸比を表5に示す。20:5酸含量は、垂下養殖貝15.8mg~98.1mg(平均値57.2mg)、底生貝89.9mg~167.5mg(平均値124.0mg)の範囲にあった。また、中腸腺組織1g当りの20:5酸含量を算出すると、垂下養殖貝4.6mg~25.4mg(平均値19.3mg)、底生貝10.1mg~21.2mg(平均値16.4mg)であった。一方、中腸腺線織に含有される22:6酸含量は、垂下養殖貝6.7mg~17.8mg(組織1g当り2.0mg~4.6mg)、底生貝16.4mg~36.4mg(2.7mg~4.6mg)の範囲で変動していた。

垂下養殖貝では、20:5酸含量に季節的变化が認められ、特に5月~10月(65.2mg~98.1mg, 平均値80.8mg)が他の時期に比べて高含量であった。また、この期間の22:6酸含量は14.0mg~17.8mg(平均値15.5mg)であり、20:5酸/22:6酸比も4.1~6.9(平均値5.3)の高値を示した。

Table 5. Absolute amounts (in mg) of 20:5 and 22:6 acids in hepatopancreas of scallop examined.

	20:5 acid		22:6 acid		20:5/22:6
	in Hepato-pancreas(A)*	in one gram of (A)	in (A)	in one gram of (A)	
Lake Saroma					
Apr. 11, '74	37.3	4.8	15.7	2.0	2.4
May 29	96.5	25.4	15.2	4.0	6.3
June 20	66.6	14.8	14.0	3.1	4.8
July 19	98.1	22.8	14.2	3.3	6.9
Aug. 20	86.4	22.2	17.8	4.6	4.9
Sep. 19	65.2	15.2	14.6	3.4	4.5
Oct. 15	71.8	15.6	17.4	3.8	4.1
Nov. 13	43.5	9.9	10.7	2.4	4.1
Dec. 4	51.0	9.8	14.1	2.7	3.6
Jan. 22, '75	37.3	9.6	10.6	2.7	3.5
Feb. 13	16.8	5.1	8.8	2.7	1.9
Mar. 20	15.8	4.6	6.7	2.0	2.3
Lake Notoro					
June 3, '74	112.0	13.3	24.7	2.9	4.5
June 10	109.7	13.9	21.7	2.7	5.1
June 18	133.3	18.8	22.5	3.2	5.9
June 24	167.5	21.2	36.4	4.6	4.6
Off Tokoro					
Apr. 26, '74	90.0	10.1	26.9	3.0	3.3
July 1	165.5	19.2	23.6	2.7	7.0
Sep. 2	89.9	18.3	16.4	3.3	5.5

* Average per one shellfish.

考 察

20:5 酸は、生体内で酵素的に酸化されて、血圧下降、血管拡張、利尿作用、平滑筋収縮、血小板凝集阻害等の生物活性を発現して、生体の調節因子として重要な役割を果すプロスタグランジンの前駆体であることが知られている。一方、20:5 酸は、動脈硬化抑制作用、血栓形成抑制作用、血圧低下作用等の循環器成人病の予防に有効^{8,9)}とされ、すでに20:5 酸含有のマイワシ油等の魚油が健康食品化されている。また、20:5 酸は閉塞性動脈炎、虚血心、脳梗塞等の治療効果についてもその有効性が検討されつつあり、これらのことから20:5 酸は今後医薬品またはその各種誘導体の原料となり得る可能性が考えられる。

ホタテガイの中腸腺組織は、その脂質脂肪酸中の22:6 酸含有率が低く、20:5 酸含有率の高い特性(表3, 表4)を示すので、脂肪酸中から20:5 酸の濃縮・分離が容易となり、22:6 酸含有率の高いマイワシ油^{10,11)}等の魚油脂肪酸中からの20:5 酸の濃縮・分離に対しても有利であると思われる。本実験の結果(表5)から、ホタテガイの中腸腺組織に含有される20:5 酸の潜在資源量は、

ホタテガイの生産量 13.3 万トン, 軟体部重量の比率 38%, 中腸腺重量の比率 10%。および中腸腺組織 1 g 中の 20:5 酸含量 15 mg, の数値を用いて試算すると, 大約 75 トン/年と見積られ, ホタテガイ中腸腺が 20:5 酸の供給源として利用し得ると考察された。

文 献

- 1) 北海道立網走水産試験場事業報告, 昭和 48 年度 (1973). 81 p. 昭和 49 年度 (1974). 97 p.
- 2) Bligh, E.G. and Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* **37**, 911-917.
- 3) Morrison, W.R. and Smith, L.M. (1962). Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid Res.* **3**, 600-608.
- 4) 日本油化学協会編 (1966). 基準油脂分析試験法. 268p. 朝倉書店, 東京.
- 5) 中川義彦・林 賢治 (1978). サロマ湖産養殖ホタテガイの脂質含量の季節的变化について. 北大試月報 **35**, 58-66.
- 6) Takahashi, K. and Mori, K. (1971). Seasonal variations in the metabolism of lipids and glycogen in the scallop, *Patinopecten yessoensis* I. Biochemical studies. *Tohoku J. Agr. Res.* **22**, 114-125.
- 7) 林 賢治・山田 実 (1975). 貝類の脂質 V. ホタテガイの組成脂肪酸について. 北大水産彙報 **26**, 182-191.
- 8) 森田育男・室田誠逸 (1983). 魚油の動脈硬化性疾患予防効果. 化学と生物 **21**, 168-173.
- 9) 竹内 務・片平亮太 (1983). EPA について. *New Food Industry* **25**, 5-9.
- 10) Hayashi, K. and Takagi, T. (1977). Seasonal variation in lipids and fatty acids of sardine, *Sardinops melanosticta*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* **28**, 83-94.
- 11) 日本水産油脂協会 (1983). 太平洋系まいわしの成分調査. 32p. 東京.