資 料

魚介類のタウリン含量

小 沢 昭 夫*, 青 木 滋*, 鈴 木 香 都 子*
杉 本 昌 明*, 藤 田 孝 夫*, 辻 啓 介**

* 日本水産 (株) 中央研究所

** 国立栄養研究所応用食品部

Taurine Content in Fish and Shells

Akio OZAWA,* Shigeru AOKI,* Katsuko SUZUKI,*
Masaaki SUGIMOTO,* Takao FUJITA* and Keisuke TSUJI**

* Central Research Laboratory, Nippon Suisan Kaisha, Hachioji, 192

** Division of Applied Food Research, National Institute of Nutrition,
Shinjuku-ku, Tokyo, 162

タウリンは非必須の含硫アミノ酸の一種であるが、すでに胆汁酸代謝への関与、循環系や肝胆系などの組織に及ぼす重要な生理作用などが知られている¹⁾。とくに各種動物の血清、肝臓コレステロールの上昇を抑制すること²⁾³⁾マウスコレステロール胆石を抑制すること⁴⁾、ヒトにおいても疲労回復⁵⁾、慢性肝炎の治療⁶⁾、血中コレステロールの低下作用⁷⁾を示すことが明らかにされた。これらの報告は、タウリン摂取が上述の疾患予防や治療に有益なことを支持する。したがって、栄養指導の面からタウリンの食品含有量、摂取量の実態などの基礎データを把握することが望まれているが、まだ十分なデータが報告されていない。

タウリンは動物組織に広く分布し、とくに水産物の甲殻類、頭足類および貝類のエキス分⁸⁾には多量に存在することが知られていたが、鴻巣ら⁹⁾によると魚類のなかにも、かなり豊富に含まれているものが見いだされている。魚類体内の各組織別含有量については、Boyd ら¹⁰⁾、Levi ら¹¹⁾ および Wilson ら¹²⁾により調べられ、また最近、坂口ら¹³⁾¹⁴⁾は数種の魚類について詳しく分析し、ブリやマサバのような赤身魚類には血合肉、心臓および脾臓にきわめて多く、普通肉や血液に少なく、また白身魚類ではこのような傾向はなく、比較的均一な分布を示すことを報告しているがなお分析例が少ない。

また、魚類以外の水産物について組織別に調べた例は見かけないので、今回著者らは比較的消費量が多い魚介

類 10 種の組織別タウリン含量を調べるとともに、トロール船が各地漁場で漁獲した 66 種の魚介類の可食部についても測定したので、その結果を報告する。

1. 実験方法

1) 試 料

各組織別のタウリン含量調査に供した魚介類は、クロマグロ、マサバ、シロザケ、マガレイ、スケトウダラ、ニジマス、スルメイカ、マダコ、ハマグリおよびナンキョクオキアミの 10 種で、スケトウダラは 1980 年 7 月、シロザケは 1982 年 6 月に、ともにベーリング海で漁獲した。

また、ナンキョクオキアミは 1982 年 2 月に、東経 140° 南緯 64° の地点で漁獲し、ただちに凍結し、-20°C 以下で保管したものである。

ハマグリは三重県の養殖場で育成したものである。

その他の 6 種は 1982 年 7 月 9 日に東京都中央卸売市場にて購入したもので、これらは近海で漁獲し、氷蔵したものである。

また、可食部のタウリン分析に供した魚類および軟体動物は日本水産(株)所属の遠洋トロール船が、各地漁場で漁獲し、急速凍結後、-20°C 以下で日本へ運搬したものの 54 種であり、また貝類は東京都中央卸売市場にて購入した 11 種である。

2) 試料の調製および分析方法

(1) タウリン 2~10個体から各組織を採取し、混合したのを磨碎、均一とし、その 2~10 g をとり、Hamil-

* 〒192 八王子市北野町 559-6

** 〒162 東京都新宿区戸山 1-23-1

Fig. 1. Chromatographic separation of taurine in the muscle of little calm.

Column : Hitachi Resin # 2611 (440 mm×9 mm), column temperature : 55°C, flow rate : 60 ml/hr.

Table 1. Taurine levels in various tissues of fish.

(mg/100 g)

Tissues	Blue fin tuna ^{a)}	Pacific mackerel ^{b)}	Chum ^{c)}	Dab ^{d)}	Allaska pollack ^{e)}	Rainbow trout ^{f)}
Dorsal muscle	61	24	20	134	93	14
Ventral muscle	—	44	35	105	104	12
Dark muscle	954	293	—	—	241	189
“ Chutoro ” ^{g)}	32	—	—	—	—	—
“ Otoro ” ^{h)}	29	—	—	—	—	—
Heart	658	579	220	326	363	452
Stomach	392	146	164	105	307	156
Pylorus	265	302	135	—	326	172
Intestine	256	173	16	84	246	220
Liver	178	143	41	186	179	160
Gall bladder	245	150	109	197	285	201
Spleen	—	—	168	706	214	289
Kidney	—	97	80	98	420	186
Testis	161	—	—	—	342	273
Ovary	—	—	129	67	296	166
Brain	136	111	115	116	363	54
Gills	73	87	65	84	163	170

^{a)} *Thunnus thynnus* (クロマグロ), ^{b)} *Scomber japonicus* (マサバ), ^{c)} *Oncorhynchus keta* (シロザケ), ^{d)} *Limanda herzensteini* (マガレイ), ^{e)} *Theragra chalcogramma* (スケトウダラ), ^{f)} *Salmo gairdneri irideus* (ニジマス), ^{g)} fatty dorsal muscle, ^{h)} fatty ventral muscle.

ton ら¹⁵⁾の方法により、1%ピクリン酸溶液 90 ml を加えてホモジナイズ後、濾過し、濾液を 100 ml とした。濾液 20 ml を Stein ら¹⁶⁾の方法により、イオン交換樹脂 Dowex 2×8 カラムを用いてピクリン酸を除去し、pH 2.2 のクエン酸緩衝液で 50 ml に定容した。その 0.5 ml をとり、Spackman ら¹⁷⁾の方法に基づく、自動分析装置 (日立、034 型自動液体クロマトグラフ) によ

り分析した。

この際に、タウリンと他のアミノ酸との分離は良好であることを確かめた。

(2) 一般成分分析 タウリンの場合と同様、磨砕した各組織を常法により測定した。ただし、タンパク質量は、全窒素に 6.25 を乗じたものである。

Table 2. Taurine levels in various tissues of mollusks and krill.

Tissues	(mg/100 g)			
	Squid ^{a)}	Octopus ^{b)}	Hard clam ^{c)}	Krill ^{d)}
Fin	270	—	—	—
Mantle	117	274	—	—
Arms and tentacles	159	593	159	—
Adductor muscle	—	—	146	—
Inhalent siphon	—	—	118	—
Tail muscle	—	—	—	289
Stomach	396	148	—	—
Intestine	—	228	—	—
Liver	189	—	99	—
Kidney	—	446	—	—
Ovary	938	506	—	413
Gills	347	223	204	—
Ink sack	237	219	—	—
Guts	—	—	—	341

^{a)} *Ommastrephes sloani pacificus* (スルメイカ)

^{b)} *Octopus vulgaris* (マダコ)

^{c)} *Meretrix lusoria* (ハマグリ)

^{d)} *Euphausia superba* (ナンキョクオキアミ)

2. 実験結果および考察

タウリンの測定例の一つとして、Fig.1 にアサリのクロマトグラムを示したように、タウリンと他の成分との分離は良好であった。他の試料についても同様であった。

10 種の魚介類の各組織別にタウリン含量を定量した結果は Table 1 および 2 のとおりである。

筋肉組織への分布状態を見ると、まずクロマグロでは赤身に 60 mg (100 g 中、以下同様) 程度含まれているのに対し、大トロと中トロでは 30 mg 程度、またはそれ以下で少なかったが、血合肉では 950 mg にも達し、著しく多いのが目立った。

マサバでは、クロマグロ同様に背肉と腹肉が低含量であるのに対し、血合肉にはかなり多かった。

シロザケでも背肉、腹肉とも 35 mg 程度またはそれ以下で少なかった。

マガレイでは背肉および腹肉とも 100 mg を越え、またスケトウダラでも背肉、腹肉とも 100 mg、血合肉では 240 mg とかなり多く含まれていた。これら底生魚の普通肉にはクロマグロやマサバ等の回遊性浮魚の普通肉と比べて、かなり多いのが特徴的であった。

淡水魚のニジマスでは、クロマグロ、マサバと同様に背肉と腹肉が低含量であるのに対し、血合肉では 180 mg

程度とかなり多く含まれていた。一般に、血合肉は普通肉と比べてタウリン含量が多いと報告¹⁸⁾されているが、本実験の結果も同様であった。

つぎに、臓器組織への分布状態をみると、クロマグロでは心臓に最も多く 600 mg を越え、ついで胃に多く、幽門垂および胆嚢にもかなり多く含まれていた。

マサバではやはり心臓に著しく多く、ついで幽門垂であった。マサバの肝臓には 498 mg 含まれると報告¹⁴⁾されているが、本実験では 97 mg と低い値であった。

シロザケでは心臓、脾臓および胃に多かったが、クロマグロやマサバの臓器に比べては低含量であった。

マガレイでは脾臓に 700 mg と著しく多く含まれ、ついで心臓に多かった。

スケトウダラでは腎臓に 400 mg 程度と多く、心臓、脳、胃、幽門垂および精巣にも 300 mg 程度含まれていた。

ニジマスでは心臓に多く、脾臓と精巣にもかなり多く含まれていた。

このように、臓器への分布状態は魚種により若干異なっているが、全般的に見て、心臓、脾臓に多いのに対し、鰓には少ない傾向にあった。

赤身魚類には血合肉、心臓、脾臓に多く、普通肉に少なく、また白身魚類にはこのような傾向はなく、均一な分布を示すことが報告¹³⁾されているが、本実験においても例外ではなかった。

つぎに、スルメイカの筋肉組織では肉鰭に多く、ついで足、外套の順であり、内臓では卵巣に 900 mg と著しく多く、また胃や鰓にもかなり多かった。

マダコでは足に最も多く、ついで生殖巣および腎臓に多く含まれていた。

ハマグリでは全体的にはほぼ均一に分布し、比較的高含量を示していた。

ナンキョクオキアミでは卵巣に多く、ついで内臓、筋肉の順で、いずれもかなり多く含まれていた。

つぎに、遠洋トロール船が漁獲した各地産の魚介類および東京都中央卸売市場で購入した貝類の筋肉部につき、タウリン含量および一般成分を分析した結果は、Table 3 および 4 のとおりである。

魚類ではアカウオ、キレンコダイ、メスケおよびシマメスケに 300 mg を越え、アラカブ、アサバガレイ、キガレイ、ホウボウ、マダイおよびホッケにもかなり多く含まれていた。マダイで 180 mg という値が報告¹⁹⁾されているが本実験結果は 230 mg と、やや高い値を示した。

これらに対し、ブルーコッド、アイナメ、アブラガレイおよびオキヒラスには少なく、30 mg 以下であった。

軟体動物および甲殻類には多く、ヤリイカは 300 mg、

Table 3. Taurine levels in the muscle of fish.

(mg/100 g)

	Sample		Fishing area	Taurine	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
ア ジ	Jack mackerel	<i>Trachurus novaezelandiae</i>	NZ ^{a)}	109	69.6	21.2	7.9	1.3
"	"	<i>Trachurus</i> sp.	S. Afr ^{b)}	206	77.8	19.3	1.5	1.4
アカウオ	Sea perch	<i>Helicolenus percoides</i>	NZ	356	74.9	19.1	4.9	1.1
"	Pacific ocean perch	<i>Sebastes alutus</i>	NORPAC ^{c)}	109	80.5	17.7	0.6	1.2
ア ラ	Groper	<i>Polyprion oxygeneion</i>	NZ	193	80.6	17.1	1.0	1.2
アカメダイ	Giant perch	<i>Lates</i> sp.	NORPAC	36	59.8	16.0	23.3	0.9
アオメスケ	Blue rock fish	<i>Sebastes mystinus</i>	"	78	77.2	15.8	6.0	1.0
アイナメ	White spotted greenling	<i>Hexagrammos stelleri</i>	"	24	77.5	13.8	6.6	2.1
アカハタ	Red banded grouper	<i>Epinephelus</i> sp.	"	75	75.3	18.2	5.5	1.0
アオイサキ	Blue maomao	<i>Scorpius aequipinnis</i>	NZ	43	77.8	19.2	1.6	1.4
アサバガレイ	Rock sole	<i>Lepidopsetta bilineata</i>	NORPAC	229	79.4	18.1	1.2	1.2
アブラガレイ	Arrowtooth flounder	<i>Atheresthes stomias</i>	"	28	82.2	15.2	1.3	1.1
アオヒラス	Ving fish	<i>Seriola</i> sp.	CHILE ^{d)}	49	64.0	16.8	18.1	1.1
アラカブ	Scorpion fish	<i>Scorpaena stephanica</i>	S. Afr	272	76.0	20.1	2.6	1.3
オキヒラス	Warehou	<i>Seriollala brama</i>	NZ	29	76.7	20.4	1.5	1.4
カツオ	Skipjack	<i>Euthynnus pelamis</i>	Jpn ^{e)}	167	71.2	24.6	2.2	1.7
カラスガレイ	Greenland halibut	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	NORPAC	157	74.1	13.6	11.3	1.0
ギンブカ	Ghost shark	<i>Hydrolagus novaezelandiae</i>	NZ	35	77.8	20.2	0.7	1.3
"	Peje-gallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	CHILE	68	78.0	20.4	0.3	1.2
ギンサワラ	Silver king fish	<i>Roxea solandri</i>	NZ	37	73.7	19.6	5.5	1.2
キングクリッ ブ	Ling	<i>Genypterus blacodes</i>	"	45	80.1	18.6	0.2	1.1
キンメスケ	Canary rock fish	<i>Sebastes pinniger</i>	NORPAC	151	76.2	17.7	5.1	1.0
ギンメスケ	Silvergray rock fish	<i>Sebastes brevispinis</i>	"	85	78.6	18.9	1.3	1.2
キンキン	Thorn head	<i>Sebastolobus macrochir</i>	"	120	80.7	16.7	1.6	1.0
ギンダラ	Black cod	<i>Anoplopoma fimbria</i>	NORPAC	40	71.1	14.3	13.5	1.1
キガレイ	Alaska plaice	<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	"	210	80.1	17.1	1.5	1.2
キレンコダイ	Reds	<i>Pagrus laniarius</i>	S. Afr	347	76.3	21.1	1.3	1.3
ギンヒラス	Silver fish	<i>Seriollala punctata</i>	NZ	78	72.5	19.0	6.5	1.1
クロメスケ	Black rock fish	<i>Sebastes melanops</i>	NORPAC	115	78.2	17.9	2.9	1.0

Table 3. (Continued.)

(mg/100 g)

	Sample		Fishing area	Taurine	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
コガネガレイ	Yellow fin sole	<i>Limanda aspera</i>	"	120	79.4	17.5	1.6	1.4
サクラダイ	Red sea bream	<i>Pagellus bellottii</i>	S. Afr	95	79.3	18.8	—	—
シシャモ	Capelin	<i>Mallotus villosus</i>	N. Atl ^{d)}	65	76.4	14.1	7.2	1.9
シルバーヘイ ク	Silver hake	<i>Merluccius bilinearis</i>	NZ	38	78.8	19.5	0.3	1.4
シマメヌケ	Flag rock fish	<i>Sebastes rubrivinctus</i>	NORPAC	302	79.7	17.9	1.3	1.1
シロガレイ	Flathead	<i>Hippoglossoides elassodon</i>	"	170	78.8	17.6	2.3	1.2
シモンガレイ	Four spot flounder	<i>Paralichthys dentatus</i>	N. Atl	135	80.7	17.5	0.5	1.2
タチウオ	Hair tail	<i>Trichiurus lepturus</i>	NZ	38	76.8	19.8	2.0	1.4
チョコダラ	Mora	<i>Halargyreus</i> sp.	"	120	80.0	18.4	0.5	1.1
ニシン	Atrantic herring	<i>Clupea harengus</i>	N. Atl	106	60.0	16.4	21.8	1.2
バトウ	Dory	<i>Cyttoidopus</i> sp.	NZ	110	77.0	21.6	0.2	1.2
ヒラニベ	Croaker	<i>Argyrosomus</i> sp.	S. Afr	159	75.2	20.3	3.1	1.4
ヒレナガナメ タ	Rex sole	<i>Glyptocephalus zachirus</i>	NORPAC	90	81.4	16.9	0.5	1.2
ブルーコッド	Blue cod	<i>Parapercis colias</i>	NZ	11	55.6	14.6	28.9	0.9
ベニダラ	Red cod	<i>Physiculus bachus</i>	"	60	80.7	17.9	0.4	1.0
ホキ	Hoki	<i>Macruronus novaezelandidae</i>	"	31	79.0	18.6	1.3	1.1
ホウボウ	Gurnard	<i>Chelidonichthys kumu</i>	NZ	227	74.2	23.7	0.5	1.6
ホッケ	Atka mackerel	<i>Pleurogrammus azonus</i>	NORPAC	216	71.6	17.2	10.0	1.2
マダラ	Pacific cod	<i>Gadus morhua macrocephalus</i>	"	135	81.1	17.3	0.3	1.3
マダイ	Snapper	<i>Pagrus auratus</i>	NZ	230	77.4	20.0	1.2	1.4
メヌケ	Blackthroat rock fish	<i>Sebastes aleutianus</i>	NORPAC	315	76.2	17.7	5.1	1.0

^{a)} NZ : the coast of New Zealand, ^{b)} S. Afr : the coast of Southern Africa, ^{c)} NORPAC : North Pacific Ocean, ^{d)} CHILE : the coast of Chile, ^{e)} Jpn : the coast of Japan, ^{f)} N. Atl : North Atlantic Ocean.

ズワイガニは 400 mg を越えていた。クルマエビで 146 mg 含まれると報告²⁰⁾されているが、本実験ではやや高い値であった。

また、貝類ではトコブシが 1,250 mg と著しく多く、サザエも 900 mg を越えていた。他の貝類も高含量を示し、ほとんどが 300 mg を越えていたが、アサリは 210 mg と従来の報告²¹⁾よりも低い値を示していた。

魚介類に含まれるタウリンは生息している海域の水温、塩分濃度²²⁾²³⁾、魚体の大きさ²⁴⁾、あるいは季節²⁵⁾によって変動するといわれているので、この点については今後の検討に待ちたい。

なお、一般成分については、従来報告²⁶⁾されているものと比し、大きな差異は認められなかった。

3. 要 約

水産物の体内におけるタウリンの分布を知る目的で、10 種の魚介類につき、組織別にタウリン含量を分析した。あわせて、トロール船が各地の漁場で漁獲した各種魚介類の筋肉部について分析し、つぎの結果を得た。

1) クロマグロおよびマサバの普通肉には低含量であるのに対し、マガレイおよびスケトウダラの普通肉にはかなり多く、また、いずれの魚類においても血合肉には

Table 4. Chemical constituents in the muscle of mollusks and crustaceans.

(mg/100 g)

	Sample		Fishing area	Taurine	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
アカイカ	Flying squid	<i>Ommastrephes bartrami</i>	Jpn	160	80.6	16.2	1.2	1.9
マツイカ	Short-finned squid	<i>Illex coindetii</i>	S. Afr	126	81.1	15.2	1.3	2.2
ヤリイカ	Common european squid	<i>Loligo vulgaris</i>	"	342	77.9	17.7	1.6	2.6
アカガイ	Broughton's ribbed ark	<i>Anadara broughtonii</i>	Jpn	472	85.4	11.5	0.4	2.6
アサリ	Little clam	<i>Tapes japonica</i>	"	211	85.9	9.6	2.2	2.1
イガイ	Hard shelled mussel	<i>Mytilus coruscum</i>	"	440	78.9	11.2	8.3	1.5
サザエ	Top shell	<i>Turbo cornutus</i>	"	945	78.0	18.9	1.8	1.2
バイ	Japanes ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	"	571	79.4	16.6	2.3	1.5
ツブ	Neptune	<i>Neptunea arthritica</i>	"	414	77.3	19.4	1.6	1.5
トコブシ	Abalone	<i>Sulculus supertexta</i>	"	1,250	79.9	16.5	1.7	1.7
トリガイ	Egg cockle	<i>Fulvia mutica</i>	"	372	73.6	22.7	2.0	1.5
ホタテガイ	Scallop	<i>Patiniopecten yessoensis</i>	"	116	82.4	15.4	0.4	0.9
ホッキガイ	Hen clam	<i>Splula sachalinensis</i>	"	596	84.5	10.8	2.9	1.7
ミルガイ	Keen's gaper	<i>Tresus keenae</i>	"	638	81.7	14.4	2.1	1.6
クルマエビ	Prawn	<i>Penaeus japonicus</i>	Mie ³⁾	199	76.9	21.1	0.6	1.4
ズワイガニ	Snow crab	<i>Chionoectes opilio</i>	NORPAC	450	81.8	15.2	0.6	2.3

³⁾ Mie : cultivated at Mie Prefecture.

多量に含まれていた。

2) 魚類の臓器における分布状態は魚種により若干異なっているが、全般的に見て、心臓、脾臓に多く、鰓に少ない傾向にあった。

3) スルメイカ、マダコ、ハマグリおよびナンキョクオキアミには全体にかなり高含量であり、とくに卵巣に多いのが目立った。

4) トロール船にて漁獲した魚類筋肉部の分析結果はアカウオ、キレンコダイ、メヌケおよびシマメヌケに多かった。

文 献

- 1) 岩田平太郎, 栗山欣弥: タウリンその代謝と生理・薬理作用, 112 (1975), 医歯薬出版 (東京)
- 2) 辻 啓介, 関登美子, 岩尾裕之: 含硫アミノ酸, 2, 143 (1979)
- 3) 辻 啓介, 岩尾裕之, 中川靖枝, 関登美子: 含硫アミノ酸, 3, 165 (1980)
- 4) 辻 啓介, 山中優美子, 市川富夫, 中川靖枝, 松浦裕子, 河村雅子: 含硫アミノ酸, 6, 249 (1983)
- 5) 田坂迪哉, 斉藤和雄, 高桑栄松: 鉄鋼労働衛生, 20, 80 (1971)
- 6) Matsuyama, Y., Morita, T., Higuchi, M. and Tsujii, T.: Sulfur Amino Acids, Biochemical and Clinical Aspectss, 461 (1983), Alan R. Liss, Inc. (New York)
- 7) 村上忠正, 松浦千文, 宇治木三太郎, 高田 尚, 三好秋馬, 梶山梧朗, 水野敏之, 井上正規, 朝倉靖夫, 角田幸信: 基礎と臨床, 7, 146 (1973)
- 8) 鴻巣章二: 日水誌, 37, 763 (1971)
- 9) 鴻巣章二, 松居 隆, 福家真也, 川崎一平, 田中洋美: 栄養と食糧, 31, 597 (1978)
- 10) Boyd, T.A., Cha, C., Forster, R.P. and Goldstein, L.: J. Exp. Zool., 199, 435 (1977)
- 11) Levi, G., Morisi, G., Coletti, A. and Catanzaro, R.: Comp. Biochem. Physiol., 49 A, 623 (1974)
- 12) Wilson, R.P. and Poe, W.E.: Comp. Biochem. Physiol., 48 B, 545 (1974)
- 13) 坂口守彦, 村田道代, 河合 章: 日本水産学会秋期大会 (1980)
- 14) 坂口守彦, 村田道代, 河合 章: 含硫アミノ酸, 5, 183 (1982)
- 15) Hamilton, P.B. and Tarr, R.R.: J. Biol. Chem., 158, 375 (1945)
- 16) Stein, W.H. and Moore, S.: J. Biol. Chem., 211, 915 (1954)
- 17) Spackman, D.H., Stein, W.H. and Moore, S.: Anal. Chem., 30, 1190 (1958)

- 18) 大石圭一 : *New Food Ind.*, 10, 1 (1968)
- 19) Konosu, S., Özay, M. and Hashimoto, Y. : *Bull. Jpn. Sci. Fish.*, 30, 930 (1964)
- 20) 藤田真夫, 遠藤金次, 清水 亘 : 近大農紀要, 5, 61 (1972)
- 21) 鴻巣章二, 藤本健四郎, 高島良子, 松下輝子, 橋本芳郎 : 日水誌, 31, 680 (1965)
- 22) Cholette, C., Gagnon, A. and Germain, P. : *Comp. Biochem. Physiol.*, 33, 333 (1970)
- 23) Gilles, R. : *Arch. Intern. Physiol. Biochim.*, 78, 91 (1970)
- 24) 坂口守彦, 清水 亘 : 日水誌, 31, 72 (1965)
- 25) 遠藤金次, 藤田真夫, 清水 寛 : 日水誌, 28, 1099 (1962)
- 26) 科学技術庁資源調査会編 : 4 訂日本食品標準成分表 (1982)

(昭和 59 年 3 月 28 日受理)