

ワカメの葉・茎・孢子葉およびスサビノリの ステロールならびに脂肪酸組成について†

加 藤 信 子
(家政学科・食物栄養)

緒 言

日本は四方を海に囲まれ、南からは暖流の黒潮が、北からは寒流の親潮の大きな二つの海流があるので、北と南とでは海藻種も、生え方も違い、変化に富んでいる。そのため日本沿岸は世界有数の海藻類生育域として知られている。

海外では、海藻を飼料・化学薬品の原料としての利用が多く、食用としては北欧スコットランド、アイルランドでスープの実として僅かに用いられている程度である。我が国では、既に奈良朝時代から食用藻としてコンブ、アマノリ、ワカメ、アラムの4種とホンダワラが生活の中に取り入れられていた^{1),2)}。また、海藻は古典的な薬用物質として駆虫薬・甲状腺疾病等に対する薬理作用もあり、古くから民間伝承の療法に用いられてきた。

最近、海藻は見直され sea weeds から sea vegetable と呼ばれるようになり各国で海藻の摂取を奨めている。これは海藻が低カロリーで無機質・ビタミンに富む食品であることは勿論のこと成人病、特に、心臓血管系の疾病、例えば、心筋梗塞、動脈硬化、血中コレステロール値の低下・抑制作用に有用であるということである^{3),4),5)}。海藻の脂質は、0.1~5%と僅かであるが、これら疾病と大きな関係があり、Reinerら⁶⁾は、褐藻類から分離したステロールでヒナの血漿コレステロール値の低下作用を報告している。また、植物ステロールの血漿・肝臓コレステロール低下についての研究報告もある⁷⁾。著者らは、海藻の脂質についての報告は

僅かであり、各種にわたる海藻の分析も非常に少ないことから、英虞湾(三重県浜島)で採集した50余種の海藻のステロールおよび脂肪酸組成について分析し報告した^{8),9)}。今回は、褐藻類のワカメ *Undaria pinnatifida* の葉・茎・孢子葉(俗称メカブ、ミミ)および海苔の原料である紅藻類スサビノリ *Porphyra yezoensis* のステロールならびに脂肪酸組成を分析したので報告する。なお、既に報告したものの中から食生活に深い関係のあるコンブ *Laminaria japonica*, ヒジキ *Hizikia fusiforme*, アオノリ *Enteromorpha clathrata*, ヒトエグサ *Monostroma nitidum*, トサカノリ *Meristotheca papulosa*, モズク *Nemacystus decipiens* の6種を載せた。

実 験 方 法

1. 実験材料および試薬

ワカメは、岩手県三陸海岸で養殖されているものを1982年3月、スサビノリは三重県松阪港沖で養殖されているものを1983年2月に採取したものである。

標準試薬として β -シトステロール、スチグマステロール、コレステロール、 5β -コレスタン、 β -コレスタノール、コレステロールオリエートはSigma Co., 脂肪酸メチルエステル混合物は, Applied Science Lab. Inc. (Lot No. 4309)、トリメチルシリル化剤 TMS-HT は東京化成KK その他は半井化学薬品の特級試薬、特にn-ヘキサンは、使用の都度精製して用いた。

2. 脂質の抽出

ワカメは、葉・茎と中央の葉脈そしてメカブの部分に分割後、スサビノリと共に既報⁸⁾に

† 海藻の脂質の研究(第3報)
Studies on Lipids of Marine Algae (Part 3)

従ってヘキサン抽出物を得た。この抽出物をベンゼンに8~50mg/mlの濃度¹⁰⁾になるように溶かして、それぞれの分析に用いた。なお、この試料はN₂置換して-20°Cで保存した。

3. 遊離型ステロールおよびエステル型ステロールの分画

抽出した脂質の薄層クロマトグラフィー(TLC)を行い遊離型とエステル型ステロールに分画した。即ち、キーゼルゲル60(Merck, 20×20cm, 0.25mm)を110°C, 30分加熱活性化したプレートに試料200~250μlと、同時に標品のβ-シトステロールおよびコレステロールオリエートを同一線上にスポットして展開した。展開溶媒は、ベンゼン-酢酸エチル(4:1, v/v)、検出は0.2% 2',7'-ジクロロフルオレセインの95%エタノール溶液を噴霧し紫外線下で、また、50%硫酸溶液を噴霧し、105°Cで5分間加熱した。R_fからステロール(S)画分とステロールエステル(SE)画分を削りとり、メタノール1mlを加えてから石油エーテルで抽出した。SE画分については、けん化後再び石油エーテルで抽出。抽出液は、水洗後、無水硫酸ナトリウムで脱水乾燥、N₂気流下で溶媒を留去し残渣をアセトン溶液にしてガスクロマトグラフィー(GC)を行った。

4. 不けん化物の分画および脂肪酸の調製

脂質抽出物のベンゼン溶液2~3mlを共栓付試験管にとり、N₂気流下で蒸発乾固後、50%メタノール20ml, ピロガロール500mgを添加して溶解した後荷性カリ4gを加えてN₂ガスを充填し、90°Cの温水中で時々振とうしながら3時間けん化を行った。冷却後約5倍容¹¹⁾の水で洗浄しながら分液漏斗に移し(ここで水の加えが十分でないと不けん化物の収量が少なくなり、水の加えが多いとエマルジョンが形成され分離しにくい)石油エーテルによる抽出を繰り返す。集めたエーテル層を十分に水洗し、無水硫酸ナトリウムで脱水、ロータリーエバポレーターにより43°Cで溶媒を留去して不けん化物を得た。これをアセトン溶液にしてGCを行った。また、TMS化した不けん化物についてもGCを行った。

一方、水層と水洗液は、すべて合わせて酸性(pH 1)にした後、石油エーテルで抽出を行い水洗・脱水乾燥後ロータリーエバポレーターで溶媒を留去して脂肪酸を得た。この脂肪酸は、Schlenkら¹²⁾のジアゾメタン法に準じてメチルエステル誘導体にしてGCを行った。

5. ステロールの同定と定量

ガスクロマトグラム上に分離された各ステ

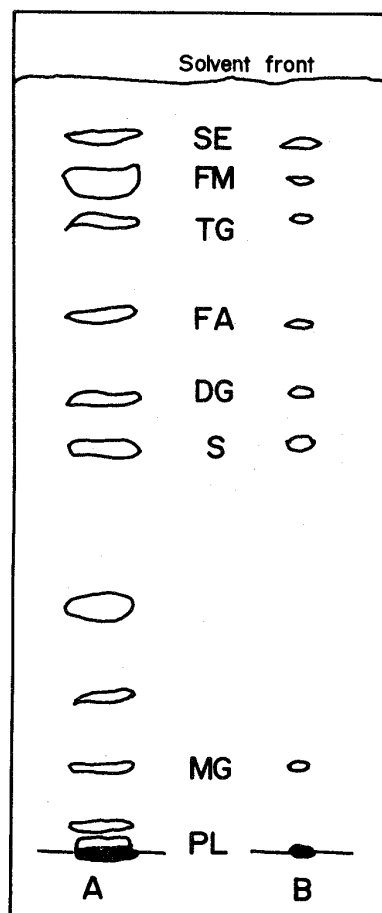


Fig.1. Thin-layer chromatogram of the lipids obtained from wakame.

The sample was spotted on a Kieselgel 60 plate and it was developed by using benzene-ethylacetate (4:1, v/v). Various spots on the plate were visualized by heating at 105°C after the plate was sprayed with 50% H₂SO₄ solution. A shows the wakame. B shows the authentic samples.

The authentic samples used were as follows: SE, Cholesterololeate; FM, Methylpalmitate; TG, Glycerol trioleate; FA, Palmitic acid; DG, Glycerol 1:3-dipalmitate; S, β-Sitosterol; MG, Glycerol 1-oleate; PL, Phospholipid.

ロールの同定は、標品のGC分析および文献¹³⁾の相対保持時間の比較により行った。また、ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) による各ステロールの同定確認も行った。

定量は内部標準物質として5 β -コレスタンを添加し、島津クロマトパック C-RIA で行った。

6. ガスクロマトグラフィー

水素炎イオン化検出器 (FID) を備えた島津 GC-4CM 型および GC-8A 型のガスクロマトグラフを用いた。ステロール分析には、Diasolid zs, 80~100 mesh (日本クロマト工業KK) を充填したガラスカラム (3mm \times 2m) を使用。分析条件は、カラム温度 250 $^{\circ}$ C, N₂ 流量 60ml/min であった。TMS 化したステロールの分析は、GC-8A 型を用い、Silicone OV-17 (G-SCOT) 0.28mm \times 20m ガラスキャピラリーカラムで、カラム温度 260 $^{\circ}$ C, N₂ 流量 50ml/min であった。

GC-MS は、日立 M-52 で、Diasolid zs のガラスカラム (3mm \times 2m), カラム温度 240 $^{\circ}$ C, イオン化電圧 20eV であった。

脂肪酸メチルエステルは、15% EGSS-X, Chromosorb WAW DMCS, 60~80 mesh (ガス

クロ工業KK) を充填したガラスカラム (3mm \times 2m), カラム温度 180 $^{\circ}$ C, N₂ 流量 60ml/min で行った。

結果および考察

1. 遊離ステロールとステロールエステル

抽出した脂質画分の TLC を Fig. 1 に示した。A は、ワカメ葉部の脂質画分、B は、標品のコレステロールオリエート (SE)、パルミチン酸メチルエステル (FM)、グリセロールトリオリエート (TG)、パルミチン酸 (FA)、グリセロール 1:3-ジパルミテート (DG)、 β -シトステロール (S)、グリセロール 1-オリエート (MG) およびホスホリピド (PL) である。

Rf 0.523 のステロール (S) 画分と Rf 0.915 のステロールエステル (SE) 画分をそれぞれ抽出して、GC で分析した結果を Table 1. に示す。

ヒトエグサは、遊離ステロールの 12% のエステル型を含有していたが、他の海藻は、0.0~7.4% と低い値を示した。岡ら¹⁴⁾の報告によるサラダ菜のその比は 100:122、パセリは 100:195 とエステル型の存在が多いのに対し、海藻は殆ど遊離型ステロールで含有され生育場

Table 1. Ratio of Free Sterol and Sterol Ester in Algae.

	Free sterol	:	Sterol ester
Brown Algae			
Wakame			
Ha ^{a)}	100	:	7.4
Kuki ^{b)}	100	:	0.0
Mekabu ^{c)}	100	:	0.0
Konbu	100	:	1.4
Hijiki	100	:	3.7
Mozuku	100	:	0.0
Green Algae			
Aonori	100	:	5.0
Hitoegusa	100	:	12.0
Red Algae			
Susabinori	100	:	0.0
Tosakanori	100	:	0.0

a) leaves

b) stipes and center vein

c) fruit bearing leaves

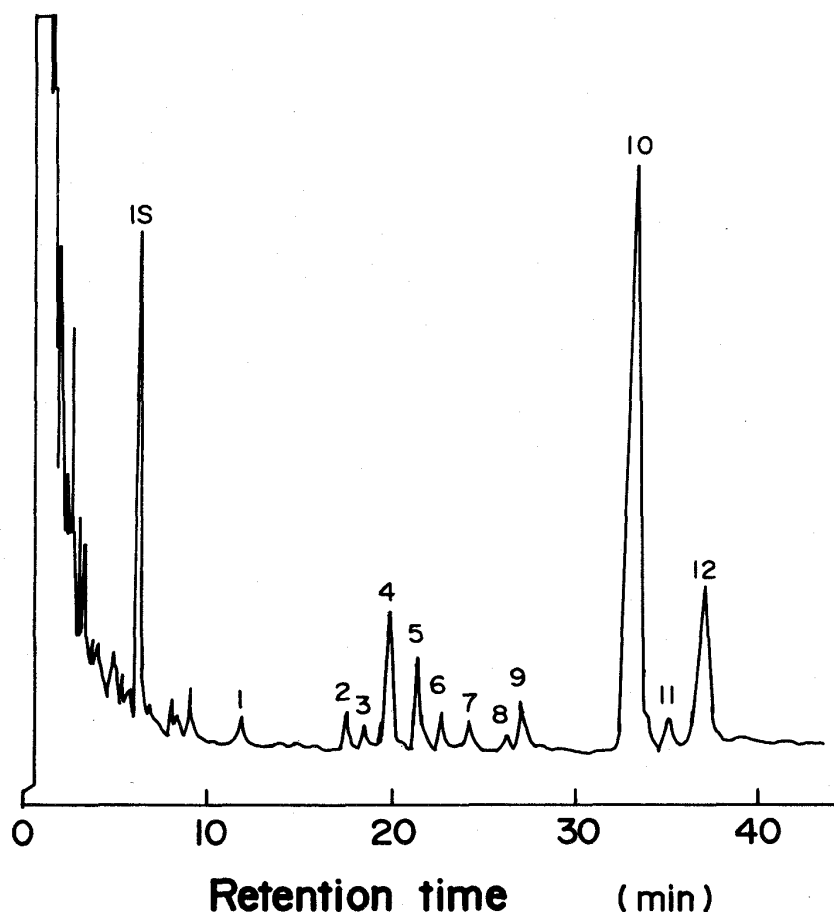


Fig.2. GLC analysis of the trimethylsilyl ethers of the sterols isolated from hitoegusa.

Conditions : column, OV-17 (0.28mm×20m, glass capillary column) ; oven temp., 260°C ; injection port temp., 280°C ; carrier gas, N₂ 50ml/min ; detector, FID.

Peaks : 1, $\Delta^{5,22}$ -C₂₆-sterol ; 2, γ -Tocopherol ; 3, 22-Dehydrocholesterol ; 4, Cholesterol ; 5, α -Tocopherol ; 6, Brassicasterol ; 7, Desmosterol ; 8, Campesterol ; 9, 24-Methylenecholesterol ; 10, Stigmasterol ; 11, β -Sitosterol ; 12, Fucosterol ; 13, 28-Isfucosterol ; IS, 5 β -Cholestane as internal standard.

所・条件の異なる陸生植物との相違を示した。
 なお、Fig. 1 の TG 画分および DG 画分の組成についても今後検討したい。

2. ステロールの同定および組成

緑藻ヒトエグサの TMS 化したステロールのガスクロマトグラムを Fig. 2 に示した。

ピークは、標品の相対保持時間と GC-MS からピーク 1. $\Delta^{5,22}$ -C₂₆-ステロール, 3. 22-デハイドロコレステロール, 4. コレステロール, 6. ブラシカステロール, 7. デズモステロール, 8. カンペステロール, 9. 24-メチレンコレステロール, 10. β -シトステロール, 11. フコステロール, 12. イソフコステロー

ール, と同定された。また、ピーク 2 は、 γ -トコフェロール、ピーク 5 は、 α -トコフェロールであることを同定・確認した¹⁵⁾。

海藻のステロール組成を Table 2. に示す。ワカメの葉・茎・メカブの各部位の主ステロールは、いずれもフコステロールで、全ステロールの 85.2, 79.1, 80.4% の割合で占められ、100g (乾燥) 中にそれぞれ、206, 119, 116mg を含有していた。また、24-メチレンコレステロールは、13.4, 18.3, 14.9% の割合で含有され、これは、32, 28, 21mg/100g の含量であった。これら 2 成分は、葉の部分に最も多く存在し、次いで茎・メカブの順であるが、茎とメカ

Table 2. Sterol Contents and Compositions in Algae.

	Yield of sterol mg/100g	Sterol compositions (%)									
		C ₂₆	22-De	Cho	Bra	Des	24-M	β -Sit	Fuco	Isof	Unknown
Brown Algae											
Wakame											
Ha	241.9		t	0.6			13.4		85.2		3.5
Kuki	150.4	0.2	t	t			18.3		79.1		
Mekabu	143.8	3.3	t				14.9		80.4		
Konbu	123.0			t			16.7		80.6		
Hijiki	53.4	1.0		0.7			4.4		93.4		
Mozuku	53.9	2.9	3.1	5.5			8.9		72.3		5.0
Green Algae											
Aonori	29.5	0.7	0.2	1.0	t		2.1	t	t	88.6	2.6
Hitoegusa	11.1	3.2	t	0.4	t	t	t	85.5	t	4.8	2.5
Red Algae											
Susabinori	5.8	0.9		46.9		40.4			1.4		
Tosakanori	20.0		0.2	82.0			5.8	3.2	4.1		4.2

Abbreviations used : C₂₆, $\Delta^{5,22}$ -C₂₆-sterol ; 22-De, 22-Dehydrocholesterol ; Cho, Cholesterol ; Bra, Brassicasterol ; Des, Desmosterol ; 24-M, 24-Methylenecholesterol ; β -Sit, β -Sitosterol ; Fuco, Fucosterol ; Isof, 28-Isofucosterol ; t, trace.

ブの間には大差なかった。

緑藻類の主ステロールは、種類により異なり、アオノリはイソフコステロールであり、ヒトエグサは β -シトステロールである。

紅藻類の主ステロールは、コレステロールのものが多いが、22-デハイドロコレステロールあるいはデズモステロールを主とするものもある。

手嶋ら¹⁶⁾は、24-メチレンコレステロールには、血清や肝臓のコレステロール値を低下させる作用があるとしていることから、このステロールを含有するワカメ、コンブ、モズクはこれら疾病に有用であり、健康維持に役立つ価値ある食品であるといえる。また、一般にメカブは葉より薬理効果が多いとして珍重されているが、ステロール含量からは、葉部が最も優れているといえる。

紅藻のスサビノリには、相対保持時間で0.984と1.070 (β -コレスタノールの保持時間を1としたとき)に、それぞれ46.9, 40.4%のピークがある。前者はコレステロールであったが、後者は、相対保持時間から α -トコフェロールのようでもあるが、2成分以上の混合ピークとも推察されるので、今後更に検討したい。何れにしてもスサビノリの主ステロールは、コレステロールであった。

3. 脂肪酸組成

Fig.3 にワカメの葉・ヒトエグサおよびスサビノリの脂肪酸のクロマトグラムを示し、脂肪酸量とその組成をTable 3 に示した。

緑藻は、C_{16:4}とC_{18:4}の存在が特徴的であり、褐藻・紅藻に現われるC₂₀の不飽和脂肪酸が非常に少ない。褐藻は、C₁₈とC₂₀の不飽和脂肪酸を同程度含有し、紅藻は、C_{16:0}, C_{20:5}を種類により特異的に含有する特徴がある。

ワカメの葉部・茎部そしてメカブ部は、C₁₈の不飽和脂肪酸を全脂肪酸の31, 27.1, 42.1%, C₂₀の不飽和脂肪酸を41, 38.5, 12%の割合で占め、この両者の不飽和脂肪酸で54~72%に達する。葉部の脂肪酸は、C_{18:1}, C_{18:3}, C_{20:2}, C_{20:4}, C_{20:5}に、茎は、C_{18:1}, C_{18:2}, C_{20:4}に、メカブは、C_{18:1}, C_{18:2}にそれぞれ富み、ワカメの各部位における脂肪酸組成の違いを示した。葉部は、脂肪酸においても必須脂肪酸と共に高度不飽和脂肪酸を茎・メカブより多く有し優れている。

紅藻のスサビノリは、C₁₈の不飽和脂肪酸が9.1%で他の紅藻類と比較しても低値であったが、C₂₀の不飽和脂肪酸を38.3%、その内のC_{20:5}、即ち、エイコサペンタエン酸のみで30%という他の海藻には見られない高い含有であった。また、スサビノリは、C_{22:4}において

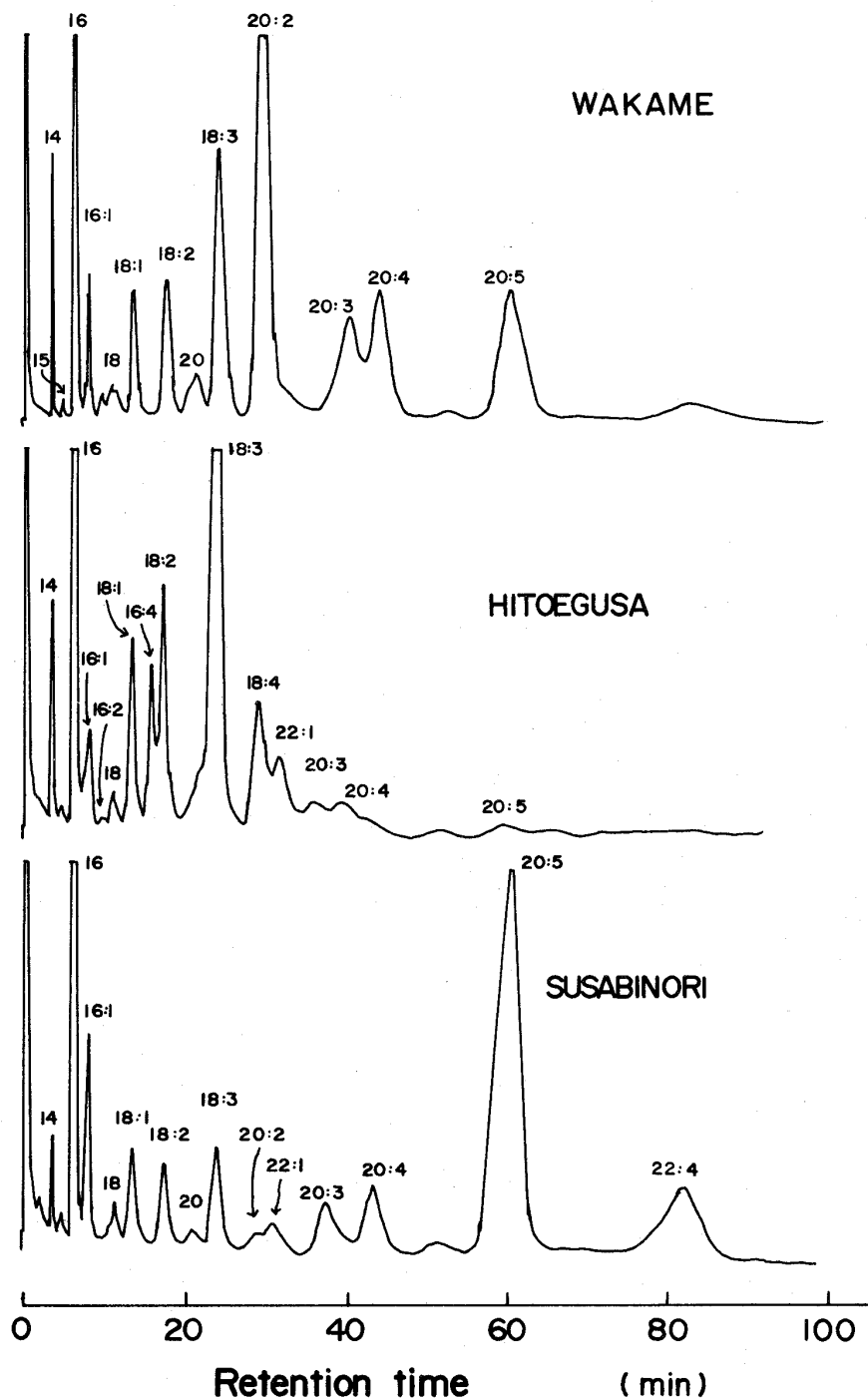


Fig.3. Gas-liquid chromatograms of methylated fatty acids in brown, green and red algae.

Conditions : column, EGSS-X, 15% (3mm × 2m, glass column) ; oven temp., 180°C ; injection port temp., 200°C ; carrier gas, N₂ 60ml/min ; detector, FID.

も 19.8% と高い値を示したのも特徴的であり、このような高い割合で含有する海藻は余りなく興味深い。

海藻の飽和脂肪酸は、パルミチン酸 (C₁₆) を主とし、全脂肪酸の 13~33% にあたり、C₁₄,

C₁₅, C₁₈, C₂₀ の飽和脂肪酸は 0.2~8.9% と少ない。ワカメの葉・茎・メカブおよびスサビノリの C₁₆ は、15.1, 23.7, 27.4, そして 20.3% でメカブが高い割合で含有した。

Table 3. Fatty Acid Contents and Compositions in Algae.

	Total acids mg/100g	Fatty acids (% of total acids)																				
		C-14		C-15		C-16				C-18				C-20					C-22		C-24	
		0	1	0	1	0	1	2	4	0	1	2	3	4	0	2	3	4	5	1	4	1
Brown Algae																						
Wakame																						
Ha	3284.7	4.3		0.4		15.1	3.8	0.1		1.6	12.0	8.8	10.2		2.2	16.7	0.8	13.0	10.5			
Kuki	80.8	4.0		0.4	t	23.7	2.1	t		1.9	11.0	10.6	5.5		1.5	6.7	1.7	24.2	5.9		t	
Mekabu	1284.5	8.9		0.4		27.4	1.9	t		4.1	29.8	11.0	1.3		2.6	1.1	0.9	6.6	3.4		0.4	
Konbu	55.5	6.6		0.5		12.6	3.9	0.2		0.2	12.0	5.6	6.0		2.3	14.7	1.0	20.8	11.8			
Hijiki	73.5	5.4		0.4		15.5	11.3	0.3		1.1	13.6	10.5	10.4		0.9	3.1	0.1	24.4	3.6			
Mozuku	537.9	4.0		0.4		22.6	4.0			1.4	15.5	7.8	7.9		1.6	9.2	1.4	11.4	11.5			
Green Algae																						
Aonori	150.2	1.3		0.2		12.9	3.3	10.7		1.8	9.7		17.3	15.7		2.5	9.2	14.4				
Hitoegusa	168.6	4.1	0.3	0.4	0.2	22.7	9.2	1.0	4.1	2.1	7.8	6.2	23.8	5.7	0.6		0.9	1.1	2.7	0.8		
Red Algae																						
Susabinori	129.8	0.7		0.2	0.2	20.3	3.7			1.3	2.6	2.4	4.1		0.6	0.7	3.7	4.1	30.0	2.2	19.8	2.7
Tosakanori		2.3		0.6	1.6	33.2	16.8	5.9		21.3	6.7	4.4	1.4		1.3	1.7	0.8	0.6	0.2			

一般に、飽和脂肪酸を摂取した場合には、血中コレステロール量は増大し、必須脂肪酸（EFA：リノール酸、アラキドン酸、リノレン酸）の摂取によってこれが低下するといわれ¹⁷⁾、また、Keys¹⁸⁾は、血中コレステロール値に変動をおよぼすのは、ラウリン酸 (C₁₂)、ミリスチン酸 (C₁₄)、パルミチン酸 (C₁₆) で、ステアリン酸 (C₁₈) は無関係であるとしている。海藻は血中コレステロール値に影響をおよぼす C₁₆ を平均 20.6±6.3% 含有するが、必須脂肪酸ならびにエイコサペンタエン酸等を含む高度不飽和脂肪酸をその 2~3 倍含有している。ワカメの葉においては、15.1% の C₁₆ に対して 72%、即ち、5 倍近い不飽和脂肪酸を含有した。ワカメの各部位を脂肪酸組成の面から比較しても葉は茎・メカブより多種の高度不飽和脂肪酸を広範囲にわたって含有しており優れているといえる。

褐藻のマツモの不飽和脂肪酸区が、ラットの血中コレステロールを有意に低下させたり¹⁹⁾、魚油の必須脂肪酸が、患者の血清コレステロール、トリグリセリド含量を低下したとの報告もある²⁰⁾。そして、これらの効果が高度不飽和脂肪酸によると考えられている。海藻は、この高度不飽和脂肪酸ならびに同様の効果を示すステロール類を含有していることから海藻の食品としての価値を認識したい。

今回、分析に供した試料は、採取した直後の

生鮮海藻の分析数値であるが、乾物として長期保存した場合、あるいは佃煮など調理処理した場合のこれら有用成分の変動について今後更に検討したい。

要 約

ワカメの葉・茎・メカブの各部位およびアサクサノリの原料であるスサビノリのステロール組成ならびに脂肪酸組成について調べ、海藻の食品としての価値を脂質の面から検討した。

1. ワカメの各部位の主ステロールは、24-メチレンコレステロールとフコステロールであり、葉部は乾燥重量 100g 当り 32.4mg の 24-メチレンコレステロールおよび 206mg のフコステロールを含有した。これは、茎部・メカブ部より有意に高い含量であった。しかし、茎・メカブ部両者の間に差は認められなかった。

2. スサビノリの主ステロールは、コレステロールで、全ステロールの 46.9% を占め、乾燥重量 100g 当り 2.7mg の含量である。これはのり 1 枚 (平均 3g, 上級品) 中 0.081mg という含量である。

3. ワカメの葉部の脂肪酸は、飽和脂肪酸を 23.7%、不飽和脂肪酸を 76.3% の割合で含有し、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸、アラキドン酸、エイコサペンタエン酸など高度不飽和脂肪酸に富んだ。

4. 茎部の脂肪酸は、飽和脂肪酸を 31.8%、

不飽和脂肪酸を 68.2% 含有し、オレイン酸、リノール酸、アラキドン酸に富んだ。

5. メカブ部の脂肪酸は、飽和脂肪酸を 43.5%、不飽和脂肪酸を 56.5% 含有し、オレイン酸とリノール酸に富むが、C₂₀ の不飽和脂肪酸は少ない。

6. スサビノリは、飽和脂肪酸を 23.3%、不飽和脂肪酸を 76.7% 含有し、ワカメ葉部と同じ割合であった。しかし、スサビノリはエイコサペンタエン酸のみで 30% の高値で含有されているのが特徴的であり、それは乾燥重量 100g 当り 38.9mg の含量である。そしてスサビノリの C₁₈ の不飽和脂肪酸は、9.1% と低い含有であった。

終りに、本研究を行うにあたり、海藻の採集・同定その他ご教示いただいた三重大学海藻増殖学教室前川行幸助教授、ワカメを提供頂きました名古屋市松栄株式会社石井満社長、ご指導をいただいた岐阜大学有賀那加夫教授ならびに丸山清史助教授に深謝し、研究施設に多大の便宜、ご支援を賜りました本学神谷一三理事長・神谷みゑ子学長ならびに懇切な助言をいただいた学科主任渡辺周一教授に謝意を表します。

なお、有賀那加夫教授は、昭和 59 年 6 月 20 日病のため急逝されましたことを付言し、ご冥福をお祈りいたします。

文 献

- 1) 新崎盛敏, 新崎輝子: 海藻のはなし, 東海大学出版会 (1978)
- 2) 小幡弥太郎: 日本人のたべもの, 河出書房新社
- 3) 野村 正: 海洋生物の生理活性物質, 化学の領域選書 15, 南江堂 (1978)
- 4) 亀田次郎: 福島医誌, 10, 251 (1960)
- 5) 亀田次郎: 福島医誌, 11, 289 (1962)
- 6) Reiner, E.: *Can. J. Biochem. Physiol.* 40, 1401 (1962)
- 7) 道 喜美代, 中山徳子, 江沢郁子: 栄養と食糧, 18, 436 (1965)
- 8) 加藤信子, 有賀那加夫: 岐阜大学教養部研究報告, 18, 53 (1983)
- 9) 加藤信子, 有賀那加夫: 岐阜大学教養部研究報

告, 19, 57 (1984)

- 10) 岡 芳子, 桐山修八, 吉田 昭: 栄養と食糧, 25, 543 (1972)
- 11) 津郷友吉, 山内邦男, 菅野長右ヱ門: 農化, 42, 367 (1968)
- 12) Schlenk, H., Gellerman, J. L.: *Anal. Chem.*, 32, 1412 (1960)
- 13) 池川信夫: 脂質の化学 (日本生化学会編), 東京化学同人, 502 (1974)
- 14) 岡 芳子, 桐山修八, 吉田 昭: 栄養と食糧, 26, 121 (1973)
- 15) 加藤信子, 有賀那加夫: 日本栄養・食糧学会総会第 38 回講演要旨集, 84 (1984)
- 16) Teshima, S. et al.: *J. Steroid Biochem.* 5, 69 (1974)
- 17) 瓜谷郁三, 中村道徳, 原 一郎, 福場博保: 脂質とその周辺, 共立出版 (1970)
- 18) Keys, A.: *J. Am. Dietec. Assoc.*, 51, 508 (1967)
- 19) Tsuchiya, Y.: *Proc. Intern. Seaweed Symp.* 6, 747 (1969)
- 20) Fontaine, M.: *Ann. Pharm. France*, 20, 73 (1962)