未利用海藻の成分特性について

誌名	青森県ふるさと食品研究センター研究報告 = Report of Aomori Prefectural Local Food Research Center
ISSN	13490400
著者名	雫石,志乃舞 成田,清一
発行元	青森県ふるさと食品研究センター
巻/号	2号
掲載ページ	p. 17-22
発行年月	2004年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

青森県ふるさと食品研究センター
研究報告　第２号（2004）

未利用海藻の成分特性について

雫石　志乃舞・成田　清一

Characteristic of ingredients of unused seaweed

Shinobu SHIZUKUISHI, Seiichi NARITA

キーワード：スジメ（*Costaria costata*），チガイソ（*Alaria crassifolia*），
海藻成分（Ingredient of seaweed）

最近、健康増進に関わる食品の機能についての関心が急速に高まっており、水産食品もその例に漏れない。高度経済成長以降、高カロリー、高脂質の欧米型食事にシフトしてきたわが国では、糖尿病、高血圧症、肥満、動脈硬化症などの生活習慣病に悩む人が増加している。そのため日本型食事、すなわち、米を主食とし、大豆、野菜、魚、海藻を中心とした食事が見直されつつある。特に海藻はビタミン、ミネラルが多く良質の食物繊維も豊富であり、種類によって様々な健康機能性をもつ優れた食品である。

本県沿岸には200種以上の海藻が分布しているが、経済価値があって漁獲されている種は限られている。県増養殖研究所では、美味であるが、生育量が少ないために漁獲販売されていないスジメ、チガイソなどを対象に増殖技術を開発している。食品としてこれらの海藻を活用するには、その栄養特性を十分に理解することが必要であるが、スジメ及びチガイソに関する栄養特性などの知見は乏しい。そこで本研究では一般成分、無機成分などの栄養成分や、健康増進に関わる機能性成分について調査することを目的とした。

試　験　方　法

1．試　　料

2003年４月から６月に東通村石持地先で採取されたチガイソ（*Alaria crassifolia*　コンブ目　チガイソ科）及び2003年３月から５月に三厩村三厩地先で採取されたスジメ（*Costaria costata* コンブ目　コンブ科）について、水道水で洗浄した後、直ちに凍結乾燥し、粉砕したものを試料とした。対照として石持地先にて６月に採取されたマコンブ（*Laminaria japonica*　コンブ目　コンブ科）を同様にして処理した。

2．一 般 成 分

常法に従い測定した。

3．総食物繊維

Prosky変法[1] により測定した。

4．アルギン酸量

試料に100倍量の１％炭酸ナトリウム溶液を加え、90℃で60分間加熱し、遠心分離後上清をカルバゾール硫酸改良法[2] にて比色定量した。

5．無 機 成 分

Na、Kについては希酸抽出法[3] にて調製した試験溶液を、またFe、Ca、Mgについては乾式灰化法[3] にて調製した試験溶液を用いて、それぞれを原子吸光光度計にて測定した。

6. 遊離アミノ酸組成

試料を80%エタノールで抽出後[4]、濃縮乾固し、その0.02N HCl 溶解液を高速アミノ酸分析計（日立L—8500A）にて定量した。

7. 総ポリフェノール量

試料に50%エタノールをおよそ20ml加え、20分間超音波処理抽出した後、25mlに定容した。次にろ過（ADVANNTEC No.7）を行い、ろ液から100μl を試験管に採り、純水4ml、5倍希釈Folin-Ciocaltus試薬1ml、10%（W/V）Na_2CO_3水溶液1mlを加え撹拌した後、暗所で1時間反応させた。反応終了後ただちに760nmにおける吸光度を測定した。標準品として（+)-カテキンを用い、試料中のポリフェノール量をカテキン量に換算し、総ポリフェノール量として示した。

8. DPPHラジカル消去能

Hatano[5] らの方法を用い、安定なラジカルである1,1- Diphenyl-2-picrylhydrazyl（DPPH)を試料の50%エタノール抽出液と反応させて、試料のラジカル消去能を測定した。

9. β—カロテン

試料0.5gをガラス乳鉢にとり、ピロガロール3g、ケイ砂1g、エタノール10mlを加え摩砕した。ガラスフィルターでろ過し、残渣をさらにエタノール10mlで3回摩砕抽出した。抽出液をエタノールで100mlに定容し、その10mlに60%（W/V）水酸化カリウム溶液1mlを加え、撹拌しながら56℃の水浴中で20分間加熱けん化した。水冷後、1%（W/V）塩化ナトリウム溶液23ml、2-プロパノール6ml、酢酸エチル-n-ヘキサン混液（1：9V/V）15mlを加え、10分間振とうし、遠心分離後上層をナス型フラスコに移した。水層に酢酸エチル-n-ヘキサン混液15mlを加え、さらに2回同様に抽出し、抽出液をあわせた後、40℃ で溶媒を減圧留去した。残留物をエタノールに溶解し、HPLCに供した。

結果及び考察

1. 一般成分及び総食物繊維

表1に各海藻の一般成分及び総食物繊維を示した。

表1 試料海藻の一般成分及び総食物繊維(g/100g乾物)

項目	スジメ			チガイソ			マコンブ
	3月	4月	5月	4月	5月	6月	
灰分	20.9	18.0	19.9	15.1	15.6	17.3	24.9
粗タンパク質	20.6	19.2	15.2	18.0	11.6	13.5	10.0
粗脂肪	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
炭水化物	58.4	62.7	64.7	66.8	72.7	69.1	65.0
総食物繊維	55.0	58.1	54.2	62.3	61.4	64.9	54.2
アルギン酸	36.6	47.5	42.2	27.9	21.6	22.7	29.7

いずれの海藻においても、炭水化物が最も大きい割合を占め、総食物繊維も47%から59%弱と非常に高い値を示した。食物繊維は難消化性であるので、栄養素としての機能はもたないが、肥満予防、血糖の上昇抑制、大腸ガンの発症抑制などさまざまな機能性をもつ。特にチガイソはいずれの月においても50%を超える値を示しており、食物繊維の供給源として有用であると考えられる。アルギン酸は主に褐藻類に含まれる多糖類で、整腸作用や抗腫瘍活性などさまざまな生理作用があることが知られている6)。スジメのアルギン酸含量は、36～47g/100g乾物と著しく高い値を示した。チガイソのアルギン酸含量は21～28g/100g乾物とスジメより低い値であった。

2. 無機成分

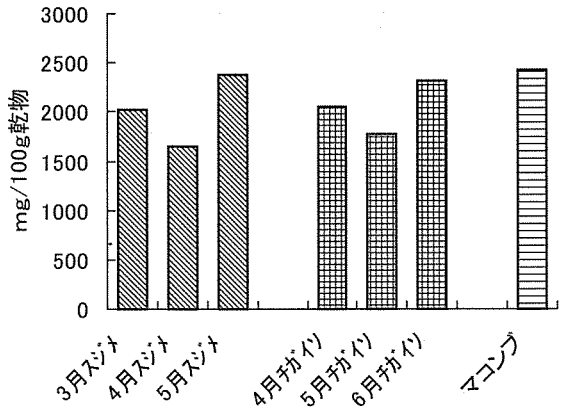

図1 ナトリウム濃度

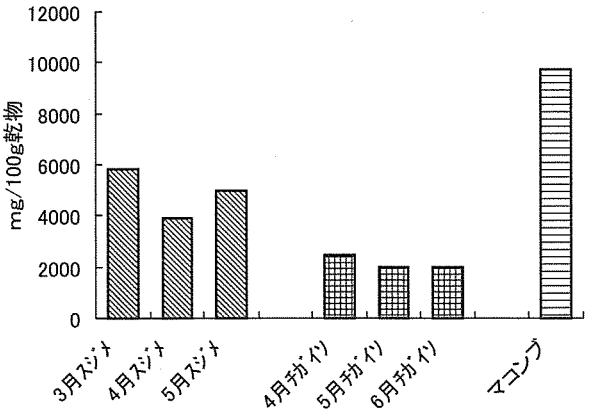

図2 カリウム濃度

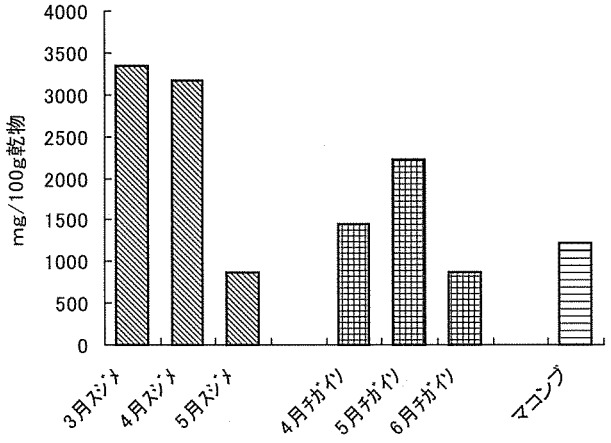

図3 カルシウム濃度

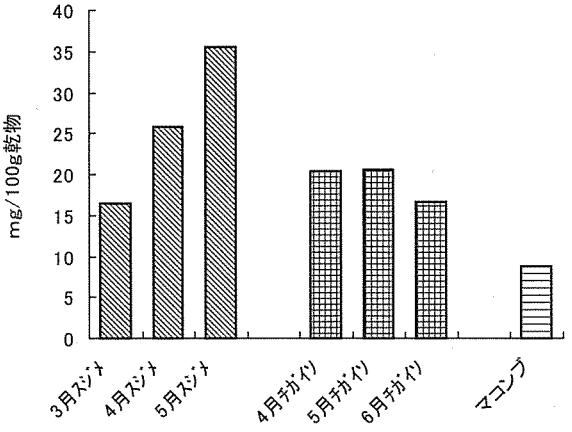

図4 鉄濃度

図１～図５に各海藻における無機成分の含量を示した。海藻は海水中の無機成分を吸収、濃縮する機能をもつことから、多種類の金属・非金属を藻体中に含み、人体への無機成分供給源としてきわめて優れている。今回分析したいずれの海藻においても、他の無機成分と比較してKの含量が高かった。Kは生体内では浸透圧調節や、神経興奮の伝達、筋収縮に関与しており、Naとは血圧に対する作用で拮抗している。Kの摂取量が少ないと高血圧になりやすく、逆にKを十分にとっていると高血圧発症の予防に効果があることが知られている。スジメにおいてはいずれの月もK>Naの関係であった。しかしながらスジメのK含量をマコンブと比較すると、1/3～1/2であり、チガイソではマコンブのおよそ1/5～1/4程度であった。

FeはCaとともに不足しやすい無機質である。スジメでは月が経過するとともにFe量は増加し逆にチガイソでは減少する傾向を示した。

Caは人体では99%が化合物の形で歯と骨に含まれ、残りはイオンとして血液凝固、筋肉収

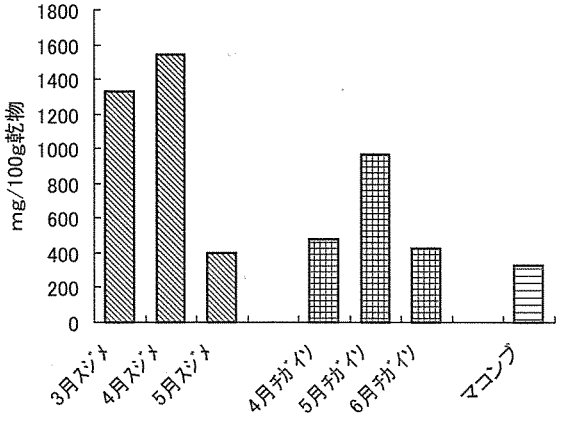

図5 マグネシウム濃度

縮、神経の興奮、免疫機能の維持など重要な役割をもつため、血中のCaイオン濃度が減少すると、それを補給するために骨のCaが遊離する。このことから長期にわたるカルシウムの摂取不足は骨や歯を弱め、骨粗しょう症の原因となる。3月及び4月のスジメは非常にCa量が多く、マコンブのおよそ3倍であった。Mgは骨や歯の重要な成分として、また、血液のpH緩衝作用やCaとの拮抗作用による筋肉や神経の弛緩や収縮作用に関与することが知られている。その他、タンパク質と結合して酵素の補助因子や賦活剤として働いている。血糖をエネルギーに変化させるときにもMgは必要であり、アルコール飲料の常用者はMgが不足がちになる。3月及び4月のスジメはMg含量が1000mg/100g乾物と非常に高い値を示し、この時期のスジメはCa及びMgのよき供給源となり得ることが示された。

3. 遊離アミノ酸組成

表2 遊離アミノ酸組成 (mg/100g乾物)

	スジメ			チガイソ			マコンブ
	3月	4月	5月	4月	5月	6月	
P-Ser	1.6	5.3	9.1	2.0	2.2	1.6	4.6
Tau	5.9	9.7	28.7	1.6	3.1	4.6	4.6
Urea	0.0	0.0	0.0	8.8	4.0	14.5	0.0
Asp	3.3	12.2	29.8	8.3	9.9	6.8	76.1
Thr	1.8	2.9	6.2	2.4	3.4	3.4	5.0
Ser	3.0	4.2	13.8	7.7	7.0	6.0	4.1
Glu	28.9	12.9	152.1	24.4	22.5	13.8	235.3
Gln	19.9	8.4	41.7	16.5	6.6	5.1	7.5
Sar	0.0	6.3	12.1	0.7	10.5	5.1	0.0
Gly	1.1	1.5	12.4	2.4	3.7	4.2	2.2
Ala	86.2	102.9	167.3	53.8	29.4	47.7	11.5
Cit	7.5	2.5	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0
a-ABA	0.3	0.2	0.0	0.7	0.3	0.3	0.0
Val	1.4	1.5	4.6	2.9	5.1	5.2	4.5
Cys	0.0	3.1	0.0	2.1	2.1	0.6	0.0
Met	0.3	0.0	0.3	0.5	0.8	0.5	0.0
Cysthi	1.1	1.0	1.9	1.9	2.9	1.5	2.0
Ile	0.5	1.1	1.8	1.5	1.9	1.5	2.7
Leu	0.3	1.2	1.8	1.2	1.8	2.4	4.9
Tyr	0.5	0.9	3.0	1.4	6.5	5.1	2.5
Phe	2.2	0.5	4.3	2.7	8.6	6.7	3.1
b-Ala	0.3	0.3	0.8	0.5	0.6	2.2	0.7
$EOHNH_2$	1.9	3.5	10.5	3.9	4.0	4.0	5.9
Orn	0.3	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Lys	0.5	1.3	3.9	0.5	1.0	1.2	3.3
His	0.3	0.0	0.0	0.6	1.1	0.0	1.0
Arg	1.5	2.4	5.9	0.9	1.1	1.1	4.9
Pro	34.9	28.9	131.8	31.2	26.1	23.9	29.6
合計	205.5	214.9	651.9	180.9	166.2	169.0	416.1

表2に各海藻における遊離アミノ酸組成を示した。

スジメ及びチガイソの主な遊離アミノ酸は共に、タウリン、アスパラギン酸、グルタミン酸、グルタミン、アラニン、プロリンであった。チガイソは各月において遊離アミノ酸含量に大きな変動はみられなかったが、スジメは月が経過するにしたがって遊離アミノ酸が増加する傾向を示した。スジメ及びチガイソはコンブ目に属するが、旨味成分であるグルタミン酸はマコンブの1/5～1/2程度であった。

4. 総ポリフェノール量及びDPPHラジカル消去能

図６～７に各海藻の総ポリフェノール含量とDPPHラジカル消去能を示した。

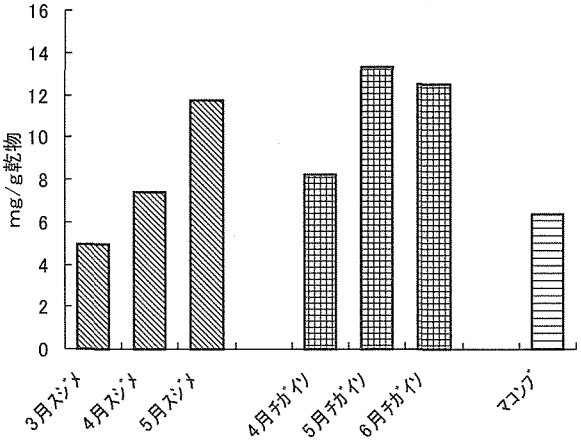

図6　総ポリフェノール含量

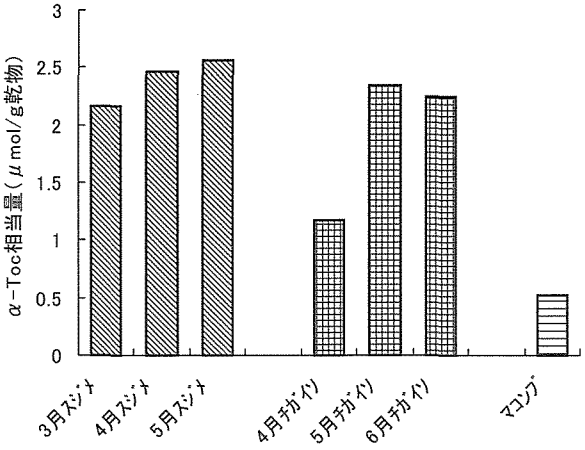

図7　DPPHラジカル消去能

海藻類は他の生物に捕食されないように忌避物質を分泌している。たとえば、アワビ類は褐藻類を好んで食するが、褐藻類はそれに対抗するためにポリフェノール類を分泌している。また褐藻類はタンニンを多く含み、特にシオミドロ目、コンブ目、ヒバマタ目に多いことが知られている。コンブ目であるスジメおよびチガイソはマコンブと同等、もしくはそれ以上のポリフェノール量を示し、スジメにおいては月が経過するにしたがって増加する傾向を示した。チガイソでは５月に最も高い値を示した。

現在、海藻の抗酸化性成分として知られているものにはフェノール類が圧倒的に多い。本海藻種に含まれるポリフェノールの抗酸化性を知るために、DPPHラジカル消去能を測定したところ、総ポリフェノールの増減とほぼ類似した傾向を示した。すなわち、スジメでは３月の総ポリフェノール含量が最も低かったが、DPPHラジカル消去能も同様であった。チガイソでは４月の総ポリフェノール含量が最も低く、５月が最も高い値を示したが、DPPHラジカル消去能も同様であった。また、３月スジメの総ポリフェノール含量はマコンブのおよそ3/4であるにもかかわらず、DPPHラジカル消去能はマコンブのおよそ４倍であった。これは同じコンブ科であってもポリフェノールの構成成分が異なるためではないかと推察された。

5. β―カロテン量

図８に各海藻のβ―カロテン含量を示した。

β―カロテンは食物等に含まれる天然のカロテノイド色素である。β―カロテンはレチノールの前駆体であるとともに、それ自身が一重項酸素の優れた消去物質である。海藻では乾燥したノリ、アオノリ類などに多く含まれることが知られている。スジメでは、月が経過するにしたがって減少する傾向を示した。チガイソでは４、５月と変わらない値を示したが、６月に採取されたものは若干低い値を示した。いずれの海藻でも、マコンブより低い値を示した。スジメやチガイソは、海水温が上昇するにつれ、葉体の先から枯れ始め赤茶色を呈してくるが、このことと β―カロテンの減少との関連が推察された。

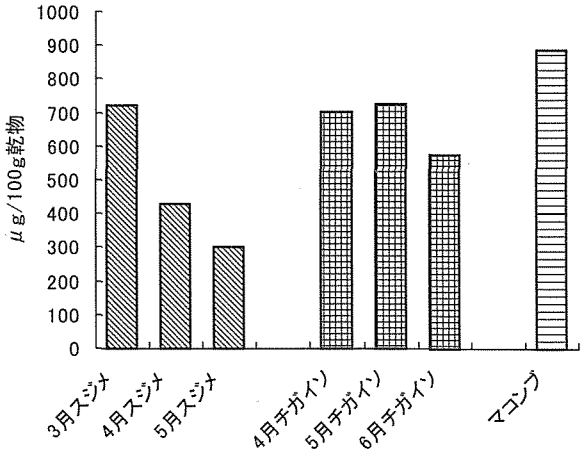

図8　β―カロテン含量

要　　約

2003年４月から６月に東通村石持地先で採取されたチガイソ、及び2003年３月から５月に三厩村三厩地先で採取されたスジメを対象に、その栄養成分および機能性成分について調査した。

チガイソ及びスジメは旨味成分であるグルタミン酸含量はマコンブに劣るが、食物繊維、Fe含量等ではマコンブより高いことや、DPPHラジカル消去能においても高い活性を示したこと、また、スジメでは高いアルギン酸含量を示したことなどから、これら２種の海藻は機能性食品の素材として有望と判断された。

謝　　辞

本試験の実施に当たり、海藻試料を提供して頂いた青森県水産総合研究センター増養殖研究所の佐藤康子技師及びふるさと食品研究センター下北ブランド研究開発センターの若本由加里技師に厚く御礼申し上げる。

引 用 文 献

1）(財)日本食品分析センター：五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説，中央法規出版，東京，2001，66-80.

2）菅原龍幸・前川昭男：新食品分析ハンドブック，建帛社，東京，2000，108-109.

3）(財) 日本食品分析センター：五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説，中央法規出版，東京，2001，90-94.

4）甲田道子・松本仲子：こんぶだし汁の調製法と調理適性，調理科学23，302-306（1990）

5）T.hatano，H.Kagawa，T.Yasuhara，and T.Okuda: Two new flavonoids and other constituents in licorice root: Their relative astrinigency and radical scavenging effects. Chem. Pharam. Bull.，36，2090-2097（1988）

6）山田信夫 ： 海藻利用の科学，成山堂書店，東京，2000，97-103.