

鎌倉産アカモク *Sargassum horneri* の特性と 食品への利用に関する研究

谷口（山田）亜樹子（管理栄養学科・教授）

〔研究目的〕

アカモク *Sargassum horneri* は、10m 程度に成長する褐藻類ホンダワラ科に属する海藻であり、老成すると赤褐色になることからこの名が付けられた。アカモクは、北海道（最北端部を除く）から九州に広く分布し、新潟県の一部および秋田県では昔から食している海藻である。また、地域によって呼び名が変わり、「ギバサ（秋田、石川）」「ギンバソウ（山形）」「ナガモ（新潟）」「ナガラモ（富山）」「花マツモ（能登半島）」と呼ばれている¹⁾。生の状態では褐色を帯びており、茹でると鮮やかな緑色に変化し、シャキシャキとした粘りのある食感をもつ。アカモクの粘りや滑り成分のフコイダンは、抗腫瘍作用、免疫力向上などの作用が知られており、機能性が期待できる。

アカモクは藻場として、魚類や貝類の産卵や幼生・稚魚の成育の場としての役割の他、リンなどを栄養成分として吸収することにより、赤潮防止などの水質浄化の役割を担っている²⁾。鎌倉を含め漁業の盛んな地域では、このアカモクが漁をする上で邪魔になることから「ジャマモク」と呼ばれ、産業廃棄物として多く廃棄されている現状があった。近年では食感がよいことから、アカモクの研究や商品化が行なわれている。しかし、鎌倉沿岸で獲れたアカモクはあまり利用されていないのが現状である。

本研究では、鎌倉産のアカモクの成分について調べ、さらに、アカモクの雄株と雌株の特徴を調べ、食品製造への応用について考え、新規食品を考案したので、報告する。

〔方法〕

1. 試料

試料のアカモクは鎌倉海岸に生育（2017年2月収穫）したものをを用いた。雌株雄株の比較は、雌株と雄株に分別したアカモクをそれぞれ50g取り、200mlの湯を注ぎ30秒間ガラス棒でかき混ぜ、それを吸引ろ過し、100倍に希釈したものを試料とした。

2. アカモクの一般成分の測定

一般成分は、日本食品標準成分表に準じた分析法に従い測定した。すなわち、水分は常法³⁾に従い、105℃で測定し、恒量になるまで乾燥し算出した。タンパク質量はケルダール分解法⁴⁾、脂肪はソックスレー抽出法⁵⁾、灰分は直接灰化法⁶⁾で測定した。炭水化物は差し引き法にて、算出した。

3. 食物繊維量の測定

食物繊維の測定法はプロスキー変法⁷⁾を用いた。すなわち、粉碎したアカモク1gをプロスキー法⁸⁾に準じて、耐熱性 α -アミラーゼ、プロテアーゼ、アミログルコシダーゼに

より順次処理し、ろ液と残渣とを分別し、エタノールおよびアセトンで沈殿洗浄し、乾燥させ、秤量した。

4. ミネラル量の測定

ミネラル量の測定は原子吸光度分析法⁹⁾により行なった。原子吸光分光光度計は島津製作所 AA-6300 を用い、カルシウム (422.7nm)、ナトリウム (589.0nm)、亜鉛 (213.9nm)、鉄 (248.3nm)、銅 (324.8nm)、マグネシウム (285.2nm)、カリウム (766.5nm) を測定した。

5. 水溶性糖量の測定

水溶性糖量の測定はフェノール~硫酸法¹⁰⁾を用いた。試料1.0mL に 5% フェノール液 1.0mL を添加して混合した後、濃硫酸5.0mL を速やかに液面に直接滴下するように加えた。その後10分間静置後、混合し、30°Cの水浴中の中に10分間保ったものを吸光度 490nm で測定した。なお、検量線はグルコースを用いて上記を同様の操作にて作製した。

6. 水溶性タンパク質量の測定

280nm 法¹¹⁾を用いて測定した。280nm 吸光度の値に0.8を乗じて算出した。

7. ポリフェノール量の測定

ポリフェノール量はフォーリン-デニス法¹²⁾を用いて測定した。すなわち、3.2ml の水に200 μ l の試料溶液を加え200 μ l のフォーリン-デニス試薬を加えて攪拌し、さらに、400 μ l の飽和炭酸ナトリウム水溶液を加え、10分間放置後、700nm 吸光度を測定した。ポリフェノール量の算出は、没食子酸を用いた検量線から算出した。

8. 色調の測定

色調の測定は、アカモク10g に95%エタノール90ml を入れ、色素を抽出したものを色差計により行った。色差計はコニカミノルタ社製分光則色計 CM-600d を用いた。

9. 電気泳動法によるタンパク質の分子量分布

非変性ポリアクリルアミドゲル電気泳動法により、タンパク質の分子量を測定した。アトー社製のパジェル・コンパクトゲル（濃度10%）、ミニスラブ電気泳動装置（アトー AE-730）を用いて、常法¹³⁾により行った。

10. アカモクの食品への利用

鎌倉産アカモクを用いた食品を調理し、栄養計算をした。

[結果と考察]

1. アカモクの一般成分および食物繊維量について

鎌倉産アカモクの一般成分を測定した結果（表1）、水分は約87%と一般の海藻類と同程度であり、ワカメと比較すると、炭水化物と灰分が多かった。鎌倉産アカモクはワカメ

に比べ、炭水化物約1.2倍、灰分約1.3倍高かった。炭水化物量が多いのは食物繊維が多いことが確認され、鎌倉産アカモクの食物繊維は5.0%とワカメに比べ約1.4倍多かった。このことから、灰分、食物繊維の多い海藻であることがわかり、機能性の期待できる海藻であった。

表1. 鎌倉産アカモクの一般成分

(g/100g)				
水分	タンパク質	脂質	炭水化物	灰分
86.8	2.0	0.1	6.8	4.3

2. ミネラル量について

鎌倉産アカモクの一般成分を測定し、灰分が多いことが確認されたので、さらに各ミネラル量の測定を行った。その結果、特にカリウム、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、鉄が多いことが確認された（表2）。このように各ミネラルが多いことがわかり、特にカルシウム、マグネシウム、鉄は日本人に不足しやすいミネラルであるため、このことからアカモクは身体によい食品と考えられた。

表2. 鎌倉産アカモクのミネラル量

(mg/100g)							
K	Na	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu
1178	519	257	191	160	103	0.9	0.5

3. 雄株、雌株の特性と成分の比較について

雄株、雌株のそれぞれの成分の特性を知るため、初めに株を分別した（図1）。雄株の特徴は、生殖器床が長く、とがった形をしているのに対し、雌株の特徴は、生殖器床が雌株に比べて短く太く、表面につぶつぶがついたような模様があり、株の形が異なっていた。

さらに、水溶性糖量、水溶性タンパク質量、ポリフェノール量の各成分を調べ、比較したところ（表3）、水溶性糖量、水溶性タンパク質量ともに雄株に比べ、雌株の方が多く、各々約6倍量雌株が多いことが確認された。ポリフェノール量は雄株、雌株ともに多く、ワカメなどの海藻より多く、抗酸化作用などの機能性が期待できた。

色調は、アカモクは生では茶褐色であるが、アカモクをエタノールに漬けると雄株、雌株ともに、あざやかな緑色となった。表4に示した通り、雄株に比べ、雌株は明度が高く、黄色、緑色が強かった。この色はクロロフィルとフコキサンチンといわれており、抗腫瘍作用が期待される。

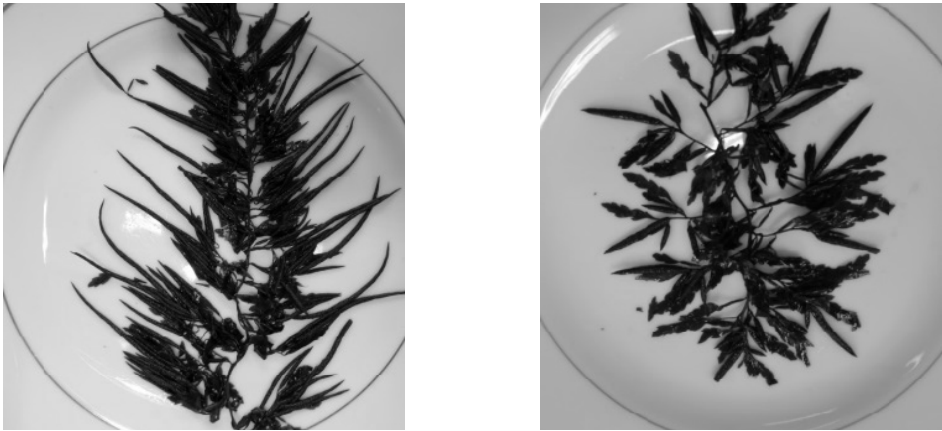


図1. 雄株、雌株の特徴（左：雄株、右：雌株）

表3. 鎌倉産アカモクの雄株、雌株の成分の比較

	雄株	雌株
水溶性糖量 (mg/100g)	3.3	19.7
水溶性タンパク質量 (mg/100g)	0.12	0.67
ポリフェノール量 (μ g/100g)	145	136

表4. 鎌倉産アカモクの色調

	雄株	雌株
L*	45.95	51.75
a*	-5.81	-6.82
b*	20.03	23.37

4. 電気泳動法によるタンパク質の分子量分布

雄株と雌株の水溶性タンパク質について電気泳動法を用いて、分子量分布を調べたところ(図2)、雄株に比べ雌株は分子量の大きいタンパク質が検出された。主な分子量は、雄株は分子量25,000~14,000であったのに対し、雌株は66,000~14,000であり、雌株は雄株に比べ、粘質物が多く、さらに水溶性糖量、水溶性タンパク質量ともに多く、このことより糖タンパク質があることが推察された。この成分についてはさらに今後の検討と考えられた。

5. アカモクの食品への利用

鎌倉産アカモクを用いて、食品を調理し、栄養計算を行った。いくつかの食品を検討したが、今回はアカモク入りご飯、アカモク入りスープ、アカモク入り切干し大根、アカモク入り豆腐、アカモク入りかまぼこ揚げの5品目について、表5に示した。各調理食品ともに磯の風味があり、アカモクにより歯ごたえのある食感となり、さらにアカモク独特の

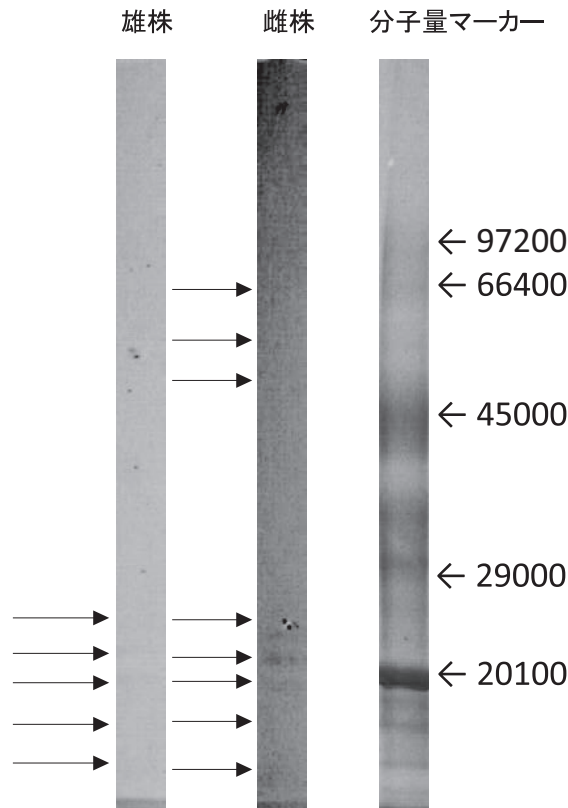


図2. 電気泳動法によるアカモク抽出液の分子量分布

粘りやぬめりの食感が合い、評価の高い食品となった。

[要約]


鎌倉産アカモクの一般成分を測定した結果、炭水化物、灰分が多く、ワカメに比べ、炭水化物約1.2倍、灰分約1.3倍、食物繊維約1.4倍高かった。ミネラル量を測定した結果、特にカリウム、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、鉄が多かった。さらに水溶性糖量、水溶性タンパク質量について、雄株雌株の比較をしたところ、雌株の方が多かった。また、ポリフェノール量は雄株雌株ともに多かった。色調は、雄株に比べ雌株は明度が高かった。鎌倉産アカモクを用いて、いくつかの食品を検討したが、いずれもアカモクにより歯ごたえのある食感となり、さらにアカモク独特の粘りやぬめりの食感が合い、評価の高い食品となった。

鎌倉産アカモクは色が濃く、ポリフェノール量が多く、抗酸化作用などの機能が期待できた。これについてはさらに検討する必要があると考えた。

[謝辞]

本研究は鎌倉女子大学学術研究所の助成により研究を遂行しました。心から感謝申し上げます。

表5. アカモクの食品への利用

	<p><u>アカモク入りご飯</u>：磯の香りがして風味が良くなり、ほのかな塩味とぬめりけがあり、色合いも良く、食べやすい炊き込みご飯となった。</p> <p>エネルギー177kcal、タンパク質3.0g、脂質0.4g、炭水化物37.0g、鉄0.4mg、食物繊維総量0.5g、食塩相当量0.9g/100g 当り</p>
	<p><u>アカモク入りスープ</u>：磯の香りとコンソメが合い、相乗効果により味が良くなり、粘りやぬめりがあり、飲みやすいスープとなった。</p> <p>エネルギー33kcal、タンパク質1.1g、脂質2.7g、炭水化物0.7g、鉄0mg、食物繊維総量0.3g、食塩相当量0.7g/100g 当り</p>
	<p><u>アカモク入り切干し大根煮</u>：アカモクのぬめりと切干し大根の歯ごたえが丁度良く、野菜のしんなり感もマッチして食感が良かった。</p> <p>エネルギー152kcal、タンパク質6.2g、脂質2.2g、炭水化物26.8g、鉄2.8mg、食物繊維総量7.3g、食塩相当量2.1g/100g 当り</p>
	<p><u>アカモク入り豆腐</u>：豆腐とアカモクの相性が良く、磯の香りとぬめりけがあり、食べやすい豆腐となった。アカモクのプチプチした食感も豆腐にあっていた。</p> <p>エネルギー64kcal、タンパク質5.8g、脂質3.5g、炭水化物2.4g、鉄1.7mg、食物繊維総量1.2g、食塩相当量0g/100g 当り</p>
	<p><u>アカモク入りかまぼこ揚げ</u>：揚げることで、磯の香りが増し風味が良くなり、外の衣のサクサク感とかまぼこの食感が2層となり食感が良かった。</p> <p>エネルギー120kcal、タンパク質10.8g、脂質3.1g、炭水化物12.7g、鉄1.7mg、食物繊維総量7.3g、食塩相当量0.8g/100g 当り</p>

[文献]

- 1) 大野雅夫：有用海藻誌、海藻の資源開発と利用に向けて、内田老鶴圃，東京，p. 125 (2004).
- 2) Umezaki, I.: Ecological studies of *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh in Obama Bay, Japan Sea. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, 50, p.1193 (1984).
- 3) 堤 忠一：食品分析ハンドブック (小原哲二郎監修)、食品成分の分析 1. 水分、東京、建帛社、p.17 (1972).
- 4) 柳田藤治編著：醸造・食品学実験書、3.3.2 タンパク質、東京、食品研究社、p.226 (1985).
- 5) 堤 忠一：食品分析ハンドブック (小原哲二郎監修)、食品成分の分析 3.B. 脂肪の定量、東京、建帛社、p.119 (1972).
- 6) 岩尾裕之：食品分析ハンドブック (小原哲二郎監修)、食品成分の分析 5.A. 灰分の定量、東京、建帛社、p.259 (1972).

- 7) 前川昭夫、菅原龍幸監修：新食品分析ハンドブック、2.1.6.4.Prosky (AOAC-AACC) 法、東京、建帛社、p.133 (1999).
- 8) 前川昭夫、菅原龍幸監修：新食品分析ハンドブック、2.1.6.5.Prosky 変法 (水溶性と不溶性食物繊維の分別 (AOAC) 法、東京、建帛社、p.135 (1999).
- 9) 前川昭夫、菅原龍幸監修：新食品分析ハンドブック、2.5.5.無機質の定量法、東京、建帛社、p.164 (1999).
- 10) 福井作蔵：生化学実験法 1 還元糖の定量法、VI-1フェノールー硫酸法、第2版、東京、学会出版センター、p.50 (1990).
- 11) 菅原潔、副見正美：生化学実験法 1 蛋白質の定量法、第3版、東京、学会出版センター、p.10 (1990).
- 12) 須田郁夫：食品機能研究法、4-1ポリフェノールの分析法、比色定量法、東京、光琳、p.318 (2000).
- 13) 林健志、大場義樹：ポリアクリルアミドゲル電気泳動法、蛋白核酸酵素、Vol.17、p.304 (1972).