

# 福岡県大島産アカモクにおける粘性多糖類含有量の季節変動(第2報)

上田 京子\*<sup>1</sup> 黒田 理恵子\*<sup>1</sup> 木村 太郎\*<sup>1</sup> 赤尾 哲之\*<sup>1</sup>

篠原 直哉\*<sup>2</sup> 後川 龍男\*<sup>2</sup> 深川 敦平\*<sup>2</sup> 秋本 恒基\*<sup>2</sup>

## A Quantitative Analysis of Polysaccharides of Brown Algae Akamoku Collected off the Oshima Island (Fukuoka Prefecture) (second report)

Kyoko Ueda, Rieko Kuroda, Taro Kimura, Tetsuyuki Akao,

Naoya Shinohara, Tatsuo Ushirokawa, Atsutoshi Fukagawa and Tsuneki Akimoto

福岡県の沿岸に多く自生している褐藻アカモクは、食用として利用され始めており、近年販売実績を伸ばしている。今回、安定的にフコイタンを含む加工品を生産するために、アルギン酸、フコイタン含有量を漁場中の定点で雌雄別で評価した。結果として、アルギン酸含有量は雌雄の差、季節変化に関わらず、3.1~4.2g(湿藻体100g当たり)含まれていることが分かった。一方、フコイタンは成熟期以降に含まれ、雄株は1.0~1.7g(湿藻体100g当たり)、雌株は0.4~0.9g(湿藻体100g当たり)含み、雄株の方が多い傾向にあった。雌雄株をバランス良く収穫することで、安定した原料を得ることが出来ると分かった。アカモク加工品にはフコイタンが500~700mg程度含有し、フコイタンを豊富に含むことが明らかとなった。

### 1 はじめに

アカモクはヒバマタ目ホンダワラ科に属する褐藻の一種であり、日本沿岸一帯の広い地域に生息している海藻である。冬の間成長し、成長すると約10mにまで達する。東北地域では「ぎばさ」と呼ばれ、伝統的に良く食べられている海藻である。福岡県の沿岸においても多く自生しているが、福岡県では食用で利用することは一般的に行われていなかった。しかし、近年、福岡県水産海洋技術センターにおいてアカモクの収穫、加工、保存方法についての研究を行い、地元漁業者への普及を行っている。現在では県内の各漁協、支所に広がりを見せるとともに、順調に販売実績を伸ばしている。アカモク加工品の特徴としては強い粘りがあり、ポン酢や醤油などをかけ、かき混ぜて食べる「もずく」や「メカブ」と同様な市場の商品形態で道の駅等において販売されている。アカモクのねばりの成分として考えられる物質として、フコイタンやアルギン酸がある。フコイタンはフコースを主な構成糖とした硫酸化多糖の1つであり、その水溶液は高い粘性を示すことが知られている。また、アルギン酸は海藻の構成糖として知られており、増粘多糖としてアイスクリームなどの加工食品に多く用いられている。また、フコ

イタンは抗血液凝固作用<sup>1)</sup>、コレステロール低下<sup>2)</sup>、抗腫瘍効果<sup>3)</sup>、アルギン酸は血圧低下作用、整腸作用<sup>4,5)</sup>など、様々な機能を有する可能性が多く報告されている。我々は前報において、アカモクの生殖器床の出現に伴い、フコイタン含有量が急増することと、アルギン酸は成長のステージに関わりなく、ほぼ一定に含まれていること<sup>6,7)</sup>、また、生殖器床について詳細に調べた結果、生殖器床にほとんどのフコイタンが含まれていることについて報告を行った<sup>8)</sup>。アカモクは雌雄により生殖器床の形態が大きく異なることから、フコイタンの含有量が雌雄株で異なる可能性がある。そこで、本報では、安定的にフコイタンを含むアカモク加工品を生産するために、漁場中でのアカモクの雌雄に着目し、フコイタン、アルギン酸含有量を雌株、雌株に分けて、定点における季節変動を調べた。また、加工におけるフコイタン含有量の変化を調べるため、アカモク加工品に含まれるフコイタン含有量を測定した。次に、アカモクの特徴を知るために、フコイタンを多く含むとされるモズク類の海藻と、フコイタン含有量を比較した。

### 2 試料および実験方法

#### 2-1 試料

アカモクは福岡県宗像市大島松ヶ下沖水深3mの定点で2005年2月14日から2005年5月11日の間に採取したも

\*1 生物食品研究所

\*2 福岡県水産海洋技術センター

のを用いた。雌雄の判別は、生殖器床と呼ばれる配偶子を放出する器官で決定される。生殖器床が長くて細いものが雄株、短くて太いものが雌株である(図1)。試料として雌雄が判定できない時期には20個体、生殖器床を有する雌雄の区別が判定出来る時期には雌雄それぞれ10個体を採取した。

また、比較としたモズクは福岡県志摩町産フトモズク(*Tinocladia crassa*)、福岡県糸島町産モズク(*Nemacystus decipiens*)、沖縄県久米島産オキナワモズク(*Cladosiphon okamuranus*)の3種類をそれぞれ1個体ずつ調べた。

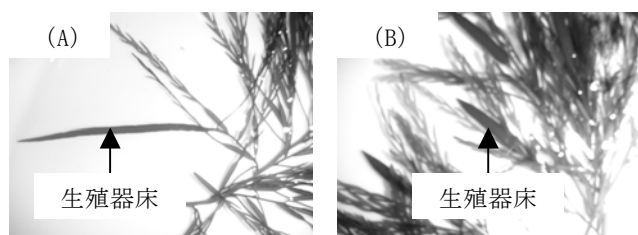


図1 アカモクの生殖器床：アカモク雄株(A)、アカモク雌株(B)

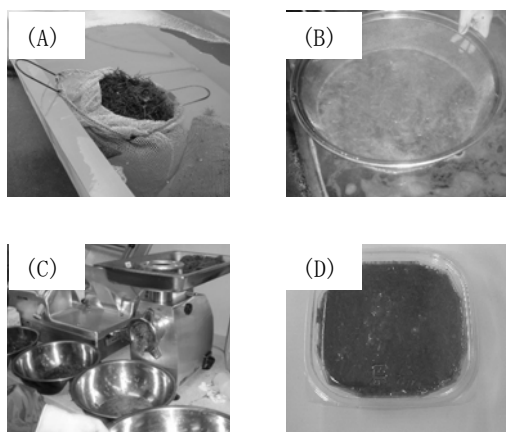


図2 アカモク加工工程：収穫されたアカモク(A)、茹工程(B)、ミンチ工程(C) 及びアカモク加工品(D)

## 2-2 試料の前処理

採取したアカモクの上部2/3を切り取り、凍結乾燥を行い、粉砕器で粉末化した。モズク類は凍結乾燥し、粉砕した。

## 2-3 加工品試料作製方法

実際の加工現場では、採取してきたアカモクの異物を水洗いによって、除去した後、薄めた海水(海水：水=2:1)で軽く茹で、水で冷却し、ざるに上げる。水気を切ったアカモクは、ミートチョッパーでミンチ状に裁断した後、パック詰めにする(図2)。今回、これに準じた方法で、採取したサンプルを加工し、分析を行った。

## 2-4 フコイダン及びアルギン酸の抽出方法

前報<sup>6,7)</sup>と同様に抽出を行った。

## 2-5 フコイダンの糖組成分析

精製したフコイダン1mgを蒸留水(100 $\mu$ l)に溶解し、トリフルオロ酢酸(200 $\mu$ l)を加え、100 $^{\circ}$ Cで3時間加水分解を行った。サンプルを減圧乾燥し、70%アセトニトリルに再溶解したものを測定試料とした。高速液体クロマトグラフにて分析を行い、フコース、グルコース、キシロースの構成糖比を調べた。

## 2-6 ウロン酸、硫酸基の定量

ウロン酸はカルバゾール硫酸改変法によって定量した<sup>9)</sup>。標品はガラクトuron酸を用いた。また、硫酸基はDodgson Price法により定量した<sup>10)</sup>。

## 3 結果と考察

### 3-1 アカモクのフコイダン含有量

アカモクの雌雄株についてフコイダン含有量の季節変化を図3に示す。但し、2月14日採取サンプルは生殖器床を有していない株と有していても雌雄の区別が判定できない株であったため、雌雄の区別を行わず、未分化とした。2月28日以降は雌雄の判別が可能となり、雄株、雌株を分けて分析を行った。未分化の段階においては、フコイダンがほとんど含まれていなかったが、2月28日以降は多く含まれており、雌雄株ともに変動が見られた。また、4月21日採取サンプルを除き、雄株のフコイダン含有量が多い傾向にあること、雄株のフコイダン含有量が最大になる時期(3月28日)と雌株のフコイダン含有量が最大になる時期(4月21日)は約1ヶ月ずれる傾向にあることも明らかとなった。以上の結果により、原藻の雌雄株の違い、季節によるフコイダン量の変動が大きいことが分かった。そこで、雌雄株を平均的に収穫することにより、期間を通じて、フコイダン量のばらつきを少なくすることが可能になると考えられる。

### 3-2 アカモクのアルギン酸含有量

アカモクの各採取日におけるアルギン酸含有量の変化を図4に示す。アルギン酸は、未分化、雄株、雌株、季節に問わず、3.1~4.2g（湿藻体100g当たり）であり、ほぼ同様の含有量であった。アルギン酸を常に一定量含む原藻が収穫できることが分かった。

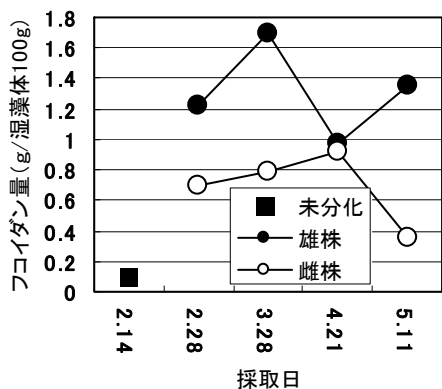


図3 フコイダン含有量の季節変化

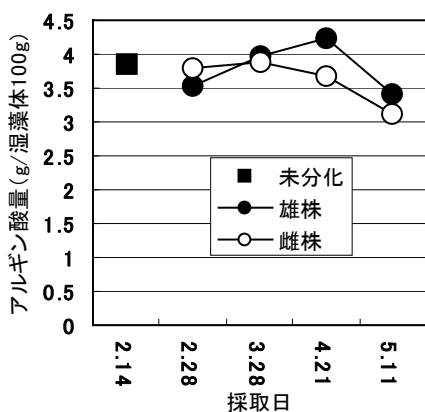


図4 アルギン酸含有量の季節変化



図5 加工時に出る粘性の高い液体

### 3-3 アカモク加工品中に含まれるフコイダン含有量

アカモクの加工現場において、湯通し工程中に粘性の高い液体が副産物として出来る（図5）。この液体にフコイダンが流出している可能性があるため、アカモク加工品中に含まれるフコイダン量を測定した。結果を図6に示す。今回の結果より、加工品中に含まれる

フコイダン量は500mg~700mg程度であり、原藻と比較して、加工品は7~5割のフコイダンを保持していることが明らかとなった。さらに加工条件を検討することにより、フコイダンをより多く保持したアカモク加工品を生産することが可能になるかもしれない。

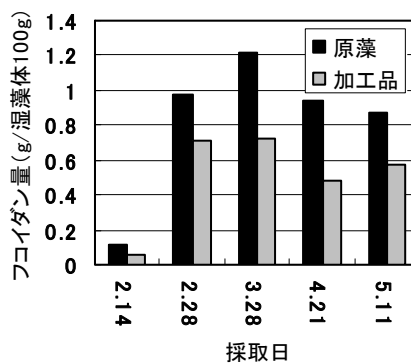


図6 加工品中のフコイダン量

### 3-4 アカモクとモズク類とのフコイダン含有量の比較

モズク類原藻とアカモクの原藻についてフコイダン含有量を比較した。その結果を図7に示す。アカモクについては、商品として用いる2/28以降の平均を記載した。今回のデータでは、アカモクは他のモズク類よりもフコイダンを多く含むことが示された。モズク類については1試料のみの分析であるため、さらなる解析が必要ではあるものの、アカモクにも同様にフコイダンが含まれていることが明らかとなった。

### 3-5 アカモク、モズク類の精製フコイダンの化学組成

海藻種・季節によって含まれるフコイダンの組成が異なることが知られている。そこで、モズク類、及びアカモクのフコイダンについて化学組成の検討を行った結果を表1、表2に示す。ここではデータを示していないが、アカモクについては季節を通じて、また雌雄間での化学組成に変動はあまり見られなかった。モズクについては、品種間の差があることが明らかとなり、特にオキナワモズクは、ウロン酸が、多く含まれていることが分かった。硫酸基については、アカモク、オキナワモズクと比較して、フトモズク、モズクの方が高いことが分かった。フコイダンの機能性については、その化学組成により異なるとの報告<sup>11)</sup>があり、アカモクのフコイダンについても他の海藻と異なる機能を有する可能性がある。フコイダンの組成と機能性については、さらなる研究が待たれる。

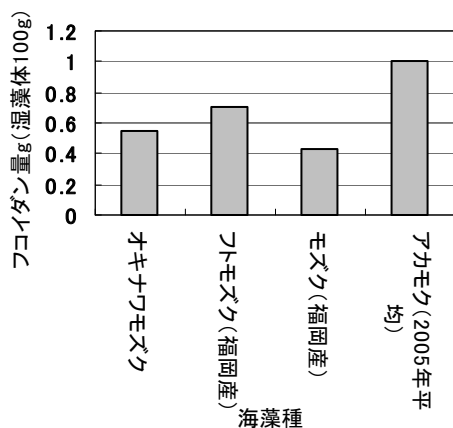


図7 フコイダン含有量の比較

表1 精製フコイダン中のウロン酸，硫酸基含有量

サンプル	フコイダン中の含量	
	ウロン酸/%	硫酸基/%
オキナワモズク	15.9	26.9
フトモズク (福岡産)	4.3	32.9
モズク (福岡産)	2.4	36.4
アカモク (2005年平均)	2.9	28.6

#### 4 まとめ

安定的にフコイダンを含むアカモク加工品を生産するために、雄株、雌株に分けて、定点におけるアルギン酸、フコイダン含有量の季節変動を調べた。アルギン酸は、雌雄、季節ともに含有量の差は見られなかった。一方、フコイダン含有量は、雄株が雌株よりも多い傾向があった。以上の結果から、雌雄株をバランス良く収穫することで安定した原料が得られることが分かった。また、アカモク加工品にはフコイダンが500～700mg程度含まれていることを明らかにした。アカモクはフコイダンを多く含む食材の1つとして、普及することが期待される。また、原藻と比較して、加工によって3～5割フコイダンが減少することが明らかとなった。この結果より、加工方法を検討することにより、フコイダンをより多く含む加工品を生産できることが分かった。また、フコイダンを含む加工副産物についても再利用の検討が必要である。

表2 精製フコイダンの糖組成

サンプル	糖組成		
	フコース : キシロース :		
	グルコース		
オキナワモズク	1.00	0.06	0.30
フトモズク (福岡産)	1.00	0.03	0.11
モズク (福岡産)	1.00	0.08	0.00
アカモク (2005年平均)	1.00	0.02	0.01

#### 5 参考文献

- 1) 酒井武，加藤郁之進：化学と工業，Vol. 58, pp. 580-582 (2005)
- 2) 上原めぐみ，田幸正邦，川島由次，福永隆生，尚弘子，知念功，本郷富士弥：応用糖質化学，Vol. 43, pp. 149-153 (1996)
- 3) 松田太一，佐々木甚一，栗原秀幸，波田野六男，高橋是太郎：北大水産彙報，Vol. 56, pp. 75-86 (2005)
- 4) 山田信夫：海藻利用の化学，pp. 90-104, 成山堂 (2001)
- 5) 浅岡力：New Food Industry, Vol. 43, pp. 1319 (2001)
- 6) 上田京子，木村太郎，黒田理恵子，赤尾哲之，篠原直哉，後川龍男，深川敦平，秋本恒基：福岡県工業技術センター研究報告，No. 17, pp. 31-34 (2007)
- 7) 木村太郎，上田京子，黒田理恵子，赤尾哲之，篠原直哉，後川龍男，深川敦平，秋本恒基：日水誌，Vol. 73, pp. 739-744 (2007)
- 8) 黒田理恵子，上田京子，木村太郎，赤尾哲之，篠原直哉，後川龍男，深川敦平，秋本恒基：日水誌，Vol. 74, pp. 166-170 (2008)
- 9) 福井作蔵：生物化学実験法 I 還元糖の定量法，pp. 62-64, 学会出版センター (1990)
- 10) Dodgson K. S., Price R. G.: Biochem. J., Vol. 84, pp. 106-110 (1962)
- 11) Schaeffer DJ, Krylov VS.: Ecotoxicol. Environ. Saf., Vol. 45, pp. 208-227 (2000)