福岡県大島産アカモクSargassum hornerの成熟と湯通し加工品の品質との関係

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者名	篠原,直哉 後川,龍男 深川,敦平 秋本,恒基 上田,京子 木村,太郎 黒田,理恵子 赤尾,哲之
発行元	日本水産學會
巻/号	75巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 70-76
発行年月	2009年1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

AgriKnowledge

Nippon Suisan Gakkaishi 75(1), 70–76 (2009)

福岡県大島産アカモク *Sargassum horneri* の成熟と湯通し加工品の品質との関係

篠原直哉,[1a*] 後川龍男,[1b] 深川敦平,[1c] 秋本恒基,[1]
上田京子,[2] 木村太郎,[2] 黒田理恵子,[2] 赤尾哲之[2]

(2008年1月17日受付，2008年8月13日受理)

[1]福岡県水産海洋技術センター研究部，[2]福岡県工業技術センター生物食品研究所

The relationship between maturity and quality of boiled products of "Akamoku" *Sargassum horneri* collected off Oshima Island (Fukuoka Prefecture)

NAOYA SHINOHARA,[1a*] TATSUO USHIROKAWA,[1b] ATSUTOSHI FUKAGAWA,[1c]
TSUNEKI AKIMOTO,[1] KYOKO UEDA,[2] TARO KIMURA,[2]
RIEKO KURODA[2] AND TETSUYUKI AKAO[2]

[1]*Fukuoka Fisheries and Marine Technology Research Center, Fukuoka, Fukuoka 819–0165,* [2]*Fukuoka Industrial Technology Center, Biotechnology and Food Research Institute, Kurume, Fukuoka 839–0861, Japan*

"Akamoku" *Sargassum horneri* belongs to the algae family and is widely distributed in coastal areas of Japan. Although historically a boiled form of Akamoku has been consumed only in part of the Tohoku region of Japan, interest in Akamoku as a food has recently been increasing in other areas. In this study, we made Akamoku processed foods from fresh Akamoku algae harvested from December 2005 to April 2006 in the Chikuzen Sea of Fukuoka prefecture. The fresh Akamoku algae were processed as follows: the algae were classified according to harvested period, and each of the algae was boiled with diluted seawater and then ground into small pieces. The tenacity, fucoidan content and color of the processed products were measured to evaluate quality.

For products from Akamoku algae collected from December 2005 to January 2006 (the early growth period), the fucoidan content was low (0.03–0.49 g/100 g (wet basis)) as was the tenacity (33–36 J/m^2). On the other hand, the fucoidan content and the tenacity increased in the products using Akamoku algae gathered from February 2006 to April 2006, which corresponded to the late growth period of Akamoku. The amounts of fucoidan and tenacity in the product using Akamoku algae in the late growth period were 0.57–0.66 g/100 g (wet basis) and 94–115 J/m^2, respectively. The maturity rate of Akamoku alga in the early growth period was 0%. Then the rate gradually increased with the time of the Akamoku harvest, and finally reached 100% for Akamoku algae harvested in March 2006. The maturity rate of the algae body is proportional to the fucoidan content and the tenacity in the processed product. In other words, the maturity rate of the Akamoku algae in fields is a good indicator of product quality. The color of boiled young Akamoku is green, which is preferred by consumers. However, the color becomes brown gradually with the growth of the Akamoku algae. From these results, we conclude that the alga body just before maturity is the most suitable for Akamoku processed food.

キーワード：アカモク，アカモク加工品，色調，成熟，生殖器床，粘性，福岡県，フコイダン

* Tel : 81-946-52-3218. Fax : 81-946-52-3324. Email : n-shinohara@st.sea-net.pref.fukuoka.jp
[a] 現所属：福岡県水産海洋技術センター内水面研究所
[b] 現所属：福岡県農林水産部水産局水産振興課
[c] 現所属：福岡県農林水産部水産局漁業管理課

アカモク *Sargassum horneri* はヒバマタ目ホンダワラ科に属する一年性の大型褐藻であり，北海道東部を除く日本列島のほか朝鮮半島，中国沿岸に分布している。[1,2] 本種はガラモ場と呼ばれる藻場を形成し，流失後は流れ藻となる。これらの藻場や流れ藻は産卵場や様々な幼稚魚の成育場としての機能が知られ，水産資源の保護・増大の観点から重要視されている。よって，アカモクをはじめとするホンダワラ類の藻場については人工的に造成する試みが各地で行われてきた。[3]

福岡県におけるアカモクの食用利用はこれまでほとんどなかったが，秋田県八森地方では「ぎばさ」，新潟県佐渡地方では「ながも」，富山県では「ながらも」と呼ばれ，[4-8] これらの地域では代表的な食用海藻と位置づけられており，卸売市場に出荷され，競りによる取引が行われているほか，スーパーなどの小売店でパック詰め生原藻の販売，アカモクの加工品として湯通し裁断するものを始め，乾燥，調味などによる商品の製造・販売が行われている。また，各県の研究機関で加工技術開発が行われており，新潟県ではフリーズドライスープなどが開発されている。[9-11] さらに，資源の管理も各地で行われており，新潟県佐渡地方では漁業者により収穫期間や収穫量の規制，採苗や種苗の育成などの活動が行われている。[10]

アカモク湯通し加工品の最大の特徴としては粘りのある食感があげられるが，この粘りはフコイダンやアルギン酸などに代表される多糖類が関与しているとされている。[11] 特にフコイダンはオキナワモズクやガゴメコンブなどに多く含まれ，[12,13] 抗血液凝固活性，[14] コレステロールの低下作用，[15] 抗腫瘍効果[16]などの働きを持つことが知られている。また，福岡県大島産アカモクについては，同一採取地点で定期的に採取したアカモク原藻のフコイダンの定量評価が行われており，福岡県産アカモク原藻にもフコイダンが含まれることが報告されている。[11] このようなことから近年，福岡県の二丈町福吉，宗像市大島，北九州市岩屋といった筑前海に面した地域において漁協婦人部などにより，新たな特産品として地先のアカモク資源を利用した湯通し加工品の製造・販売活動が始まっている。アカモク湯通し加工品の特徴としては湯通し処理により褐色から変化した鮮やかな緑色や粘り気のある食感があげられる。しかし，これまで筑前海沿岸産のアカモクの加工に適した採取時期などの知見はほとんど調査・報告されていなかったため，生産現場からは福岡県産の原藻をもとにより良い製品をつくる上での適正な採取時期の把握が望まれていた。そこで，鮮やかな緑色で粘りがあり，フコイダンなどの有用成分を豊富に含むことがより良い加工品の条件であると定義し，適正な採取時期を解明することを目的とした。具体的には福岡県宗像市大島の長崎鼻地先で採取されたアカモクについて漁場における成長・成熟を把握するとともに，各時期別に採取したアカモク原藻を用いて湯通し加工品を作り，色調，粘性，フコイダン量の変化などについて測定した。次に，成長・成熟状況と時期別の品質との関係を検討し，これらの知見に基づきアカモク加工に適した採取時期の特定を試みた。

試料及び方法

試料の採取は2005年11月から2006年4月にかけて福岡県宗像市大島長崎鼻地先（Fig. 1）で月に一度行った。潜水調査により水深5m域のアカモクを付着基ごと採取し，成長・成熟状況の把握用のサンプルに用いた。また，これらのサンプルのうち2005年12月以降に採取したサンプルを湯通し加工品の色調，粘性，フコイダン含量の測定に使用した。水揚げしたアカモクはすみやかに福岡県水産海洋技術センターに持ち帰り，処理を行った。サンプルは付着基部から全長の1/3にあたる部分を除去したすべての部分（枝，葉，生殖器床）を用いた。これらは真水で洗浄した後，約30秒間90℃の2/3希釈海水で湯通しを行い，南常鉄工株式会社製ミートチョッパー（M-22E）に3.2mm穴プレートを用いて裁断（ミンチ加工）したものを湯通し加工品とし，出来た加工品は真空パック包装を行い，−30℃で冷凍保存した。また，2005年2月及び3月に同海域で同様の方法で採取した原藻を用いて出来た湯通し加工品を冷蔵保存時の色調変化を把握するためのサンプルとして用いた。

長崎鼻の水深5mにおけるアカモクの成長を把握するため，毎月の全長及び重量の測定を行った。全長は付着基部から主枝先端までの長さを測定した。重量はプラスチック製のカゴに入れ30分程度放置し，水気を切った後に湿重量を測定し平均値を算出した。成熟率は生殖器床の有無を目視で観察し，生殖器床を有する個体数が

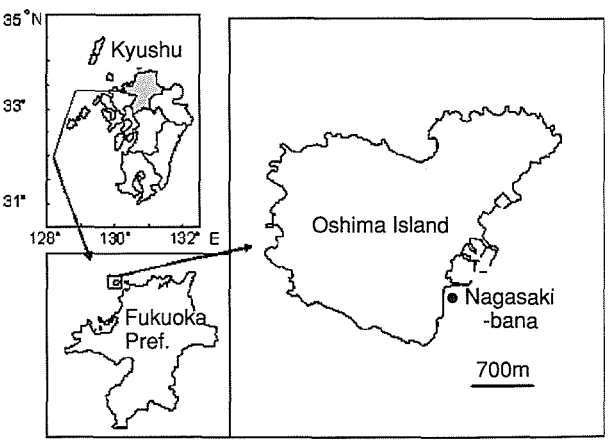


Fig. 1 Sampling site of Akamoku (●) off Oshima Island.

全体に占める割合を求め，漁場のアカモクの成熟を判断する材料とした。このとき確認に用いた生殖器床は吉田の報告[17]に従い形成開始直後の雌雄の判別が困難な未熟なものから精子・卵を放出中のもの，精子・卵の放出が終了し，先端が流失中のものまでの様々な段階のものを含んでいる。また，雌雄の各生殖器床が確認できる段階から生殖器床の基部から先端までの長さを生殖器床長として測定した。

湯通し加工品の表面の色調を比較するため，ミノルタ社製の分光測色計（CM-508d）を使用してL*a*b*表色系による測定を行った。試料は白色タイル上に静置し，三脚で固定した分光測色計のセンサー部を試料に垂直に付着させ，L*a*b*表色系により測定した。測定は1検体につき15回，測定1回ごとに試料を元の容器に戻し，全体をよく混和してから，再度白色タイル上に静置し，測定を行った。現在，アカモク湯通し加工品は販売元が冷蔵（+5℃）保存で賞味期限を設け販売していることから，製品の冷蔵保存時の色調変化を把握するため，収穫期前半（2月）及び収穫期後半（3月）の原藻を用いて加工した冷凍保存中の加工品を5℃冷蔵庫中で解凍し，その後，5℃で保存し，0日目，2日目，5日目，9日目の製品表面の色調を測定した。

湯通し加工品の特徴として粘性（ねばり）があげられる。この粘性を数値化するため，アカモク加工品サンプル約19 mLをシャーレにいれ，プラスチック製の円柱（プランジャー）を圧着し，その後引っ張りあげることにより生じる付着力を粘性と定義し，測定を行った。測定には株式会社山電社製のクリープメーター（レオナー：RE-3305）に200 *gf*のロードセルを使用し，円柱型プランジャー（No. 56：直径20 mm）とステンレス製のシャーレ（ST-40：直径40 mm×高さ15 mm）を用いて，シャーレにすりきり入れ，プランジャーを圧着した後1 mm/秒で引っ張りあげる時の付着力を測定し，粘性とした。

アカモク加工品中のフコイダン含量を把握するため，フコイダン抽出を行った。抽出方法は前報[11]に従った。アカモク加工品中のフコイダン量を比較するため，フコイダン量の換算は湿重量及び乾燥重量あたりに行い，湿重量，乾燥重量とも100 gを1サンプルとし，2回抽出操作を行い，平均値をフコイダン含量とした。

結　果

アカモクの成長，成熟　アカモクは11月には漁場に出現し始め，全長74 cm，重量37 gであった。12月では全長230 cm，重量83 g，翌年1月には全長897 cm，重量1,266 gにまで成長した。1月には生殖器床の形成が確認され，漁場全体の78%が生殖器床を持つ状態であった。この時期の生殖器床は雌雄ともさほど大型化しておらず，雄の生殖器床で38 mm，雌では13 mmであり，雌雄の区別は出来るものの卵・精子を放出する段階には至っていなかった。その後，2月には全長796 cm，重量1,046 g，3月は全長582 cm，重量1,656 gとなり，生殖器床をもつ個体の割合は2月の83%から，

Table 1 Seasonal variation in length and weight of Akamoku off Oshima Island

Date	No. of Specimens	Length (cm)	Weight (g)
Nov-05	21	74± 31*	37± 21*
Dec-05	30	230± 97	110± 83
Jan-06	9	897±177	1,266±420
Feb-06	12	796±250	1,046±617
Mar-06	10	581±109	1,656±774
Apr-06	11	396±157	565±323

* Values are mean±standard deviation.

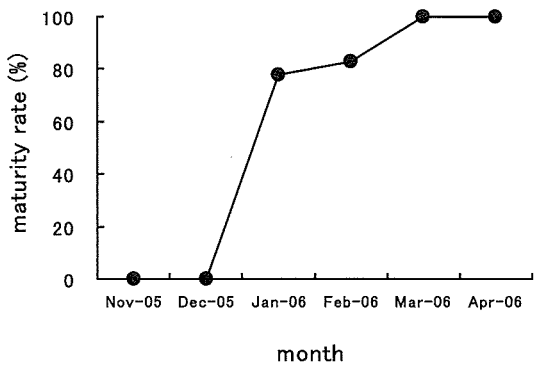


Fig. 2 Monthly change in maturity rate of Akamoku off Oshima Island.

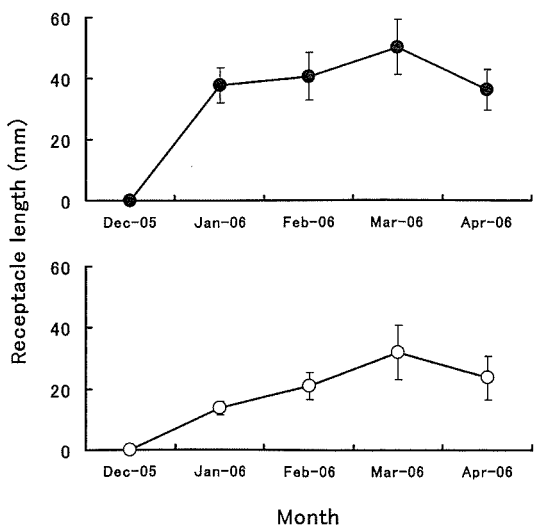


Fig. 3 Monthly change in receptacle length of Akamoku off Oshima Island. Values are mean±standard deviation (n=20). ●: male, ○: female.

3月になると，100％とすべての個体が生殖器床を持つ状態となった。生殖器床長は2月の段階では雄で41 mm，雌で21 mmであるが，卵・精子の放出は確認されなかった。3月には雄は50 mm，雌は32 mmに達し，この時期になると雌雄とも生殖器床からの卵・精子の放出が確認された。4月では全長396 cm，重量565 gと前の月に比べいずれも減少しており，先端は枯死流失が確認された。生殖器床も4月は雄が36 mm，雌が24 mmと前の月に比べ減少し，生殖器床は卵・精子を放出している個体が少なく，先端が枯死流失している状態であった。

加工品の色調，粘性，フコイダン含量　2005年12月から2006年4月の間の1月毎に宗像市大島長崎鼻5 m域で採取されたアカモクで製造した湯通し加工品の表面の色調をFig. 4に示した。L* 値は，12月から1月までは21.92～22.26の範囲で緩やかに増加しながら推移し，1月から2月の間に著しく増加し，2月に最大値である30.52を示した。その後はしだいに減少し，3月に24.73, 4月に21.73であった。a* 値は，12月が－7.37と最小値を示し，その後はしだいに増加し，1月で－5.05, 2月で－4.41を示した。2月から3月の間に著しく増加し，3月には－0.25となり，その後，4月に0.14と最大値を示した。b* 値は，12月から1月までは24.19～25.75の範囲で緩やかに減少し，その後2月に増加し，最大値となる29.54を示した。その後はまた減少傾向が続き，3月で25.08, 4月で17.06となった。目視による観察では12月から2月までの湯通し加工品の表面の色調は鮮やかな緑色であるが，3月になると緑色であるもののかなりくすんだ緑色を示し，4月には緑色でなく褐色がかった色調となった。アカモク湯通し加工品について各月毎の粘性の推移をFig. 5に示した。12月から1月は32.65 J/m^2～36.49 J/m^{2}の範囲で推移したが，2月以降は2倍以上の値を示し，粘性は93.99 J/m^2～115.45 J/m^{2}の範囲で推移した。また，3月に最大値（115.45 J/m^2）を示した。4月は95.78 J/m^{2}とやや弱くなっている。目視による粘性の観察では12月から1月の湯通し加工品の粘性はほとんどない状態であり，十分な粘性が認められたのは2月以降の加工品であった。フコイダン含量の季節変動についてアカモク湯通し加工品中のフコイダンを抽出し，加工品に含まれるフコイダン含量について季節変動の評価を行った。結果をFig. 10に示す。アカモク加工品湿重量100 gあたりのフコイダン含量は12月では0.03 gとわずかであったが，1月以降には0.49 g～0.66 gの範囲で算出された。2月に最大値（0.66 g/加工品質重量100 g）を示し，その後，わずかに減少する傾向がみられた。また，アカモク加工品乾燥重量100 gあたりのフコイダン含量については12月では0.43 gとわずかであり，その後1月から2月の間で6.36～6.90 gの範囲で推移し，3月に最大値である7.67 gとなった。4月には6.38 gと減少した。

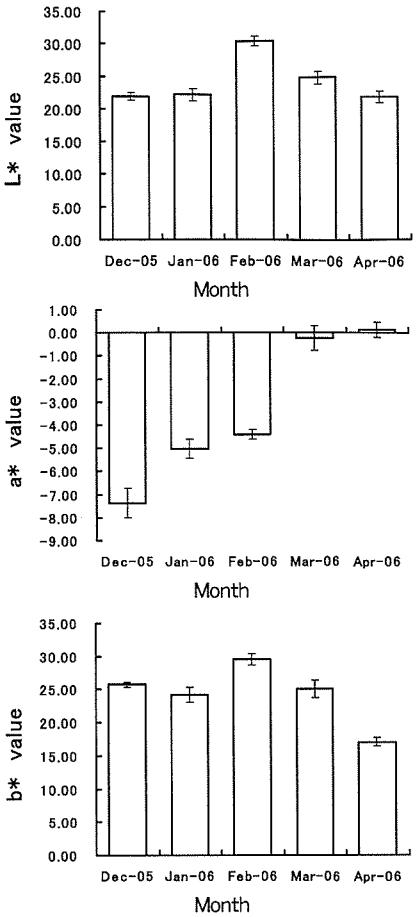


Fig. 4　Monthly change in color difference parameters (L*, a*, b*) of boiled product. Values are mean ± standard deviation (n = 15).

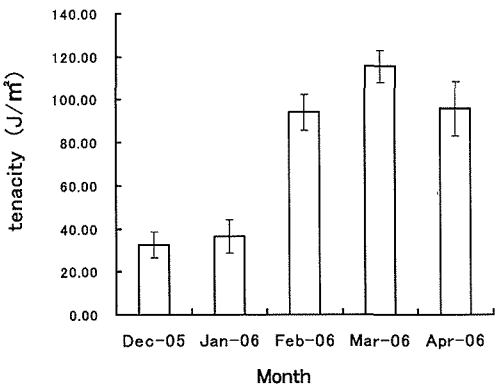


Fig. 5　Monthly change in tenacity of boiled product. Values are mean ± standard deviation (n = 5).

冷蔵保存時の色調変化　2005年2月及び3月に採取したアカモク原藻を用いた冷蔵保存時のL*a*b* 表色系による色調変化をFig. 7に示した。L* 値は，0日目か

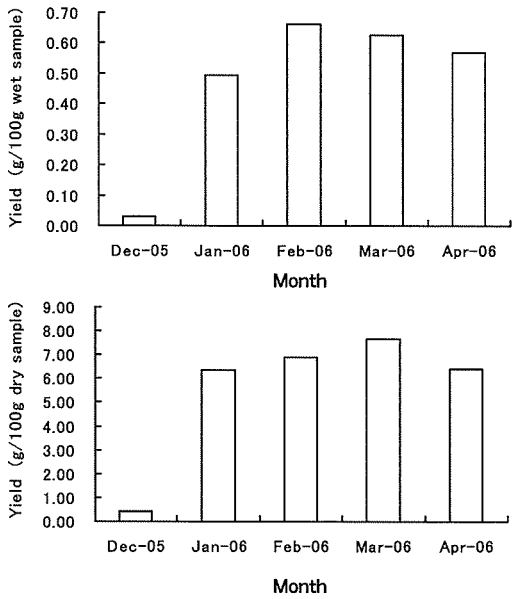


Fig. 6 Monthly change in the fucoidan content in boiled products: a) per 100 g of wet alga, (n=2) and b) per 100 g of dry alga (n=2).

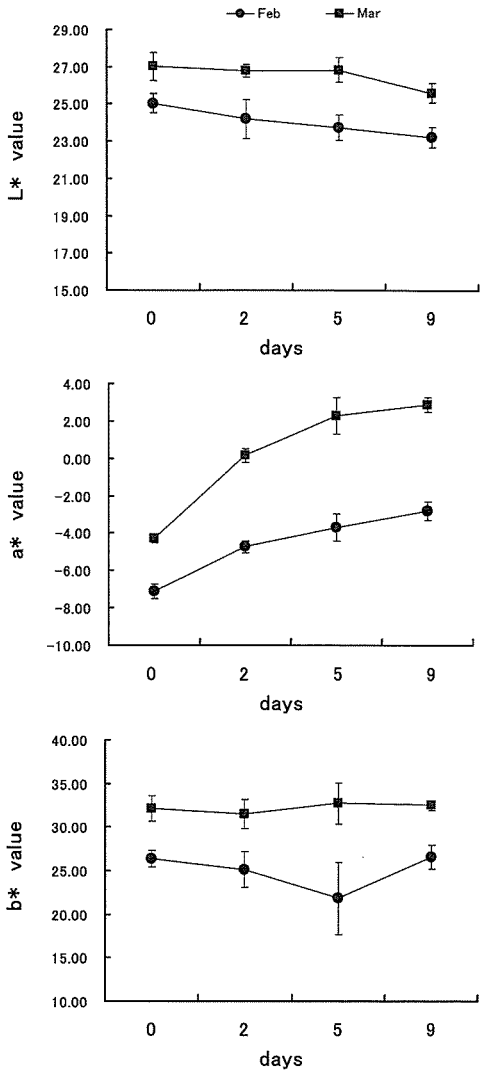


Fig. 7 Change in the color difference parameters (L*, a*, b*) of boiled product during storage at 5℃. Values are mean±standard deviation (n=15).

ら9日目の間で2月の加工品では23.25～25.03の範囲，3月の加工品では25.62～27.02の範囲であり，2月，3月いずれの加工品も緩やかに減少しながら推移した。a*値は2月の加工品は0日目に－7.11であり，その後，3日目に－4.73, 5日目に－3.68, 9日目には－2.79となり，次第に増加しながら推移した。一方，3月の加工品のa*値は0日目は－4.27を示したが3日目にはゼロ値を超え0.17を示し，その後，5日目に2.28, 9日目に2.86と次第に増加した。b*値は，2月の加工品は26.36～26.58の範囲で推移した。また，3月の加工品では31.49～32.72の範囲で推移した。目視による観察では2月，3月いずれの加工品も解凍当日は鮮やかな緑色を示していたが3月の加工品は3日目には緑色の鮮やかさが退色し，5日目，9日目には褐色となった。一方，2月に採取したアカモクの加工品は9日間冷蔵保存した場合でも，緑色であった。

考　　察

アカモクの成長，成熟　2005年11月から2006年4月にかけての福岡県宗像市大島長崎鼻水深5m域におけるアカモクは11月に幼体が出現し，最大値は1月の平均全長で897 cmであった。また，重量は3月に1,656 gに達している。その後4月まで生育が確認された。アカモクの成熟は生殖器床の形成，発達に起因するが，漁場におけるアカモクの生殖器床の有無を百分率で示した結果，1月には生殖器床を持つ個体が急激に出現し，全体の78％を示し，その後2月では83％に達した。さらに3月にはすべての個体が生殖器床を有するようになった。黒田ら[18]による前報においてアカモクの成熟過程を藻体と生殖器床の形態に基づき，未成熟期（生殖器床出現前），成熟途上期（未成熟だが雌雄の区別が可能な生殖器床が存在），成熟・配偶子放出期（成熟の最盛期，生殖器床が十分に伸長し，雌株から卵の放出が確認される），衰退期（配偶子の放出が進み，枯死・流出直前）と4つのタイプに類型した。これに基づき今回対象とした時期別のアカモクを分類すると11月から12月が未成熟期，1月～2月が成熟途上期，3月が成熟・配偶子放出期，4月以降は衰退期となる。このうち，成熟途上期に類型した1月及び2月のアカモクは生殖器床を有する割合がそれぞれ78％と83％と割合で比較すると変わらないが，生殖器床長で比較すると雄では平均で1月が38 mm, 2月が41 mmであり，雌で

は1月が14 mm, 2月が21 mmであった。特に雌の生殖器床長は1月から2月にかけて急激に成長しており，各月の雌生殖器床長測定値の最大値で比較すると，1月では18 mmであるのに対し，2月は27 mmと大型であり，生殖器の発達に差がみられた。

加工品の色調，粘性，フコイダン含量　アカモクはワカメ，コンブ類と同じ褐藻類であり，生体時，表面は一様に褐色を呈するが，熱を加えることにより，緑色に変化する。これはカロチノイド色素に包まれているクロロフィルが細胞中に溶け出し，呈色すると考えられている。[19] 今回対象としている2005年12月から2006年4月の間に採取したアカモク加工品の色調を比較した結果，未成熟期（12月）から成熟途上期（1〜2月）に採取・加工した場合には鮮やかな緑色を呈したが，成熟・配偶子放出期（3月），衰退期（4月）と成熟段階が進むにつれ，色調は緑色が不鮮明になり，最終的には褐色化する傾向がみられた。加工時の観察では衰退期にあたる4月のサンプルは湯通し処理をしても全体的に褐色であり，鮮やかな緑色にはならなかった。特に配偶子を放出した後の生殖器床は湯通しした後も褐色のままで変化しなかった。これらの生殖器床は組織の一部や全体が枯死していることが伺えた。また，黒田らはアカモクの成熟段階が進むにつれ全重量に占める葉，茎部分の重量比が小さくなり，最小となる衰退期には雄株は41％以上，雌株は38％以上になることを報告している。[18] このように生殖器床が多くを占める衰退期のアカモク藻体が配偶子放出の終了により，枯死した生殖器床が増加していくことで色調が緑色から褐色へと変化していくものと思われる。アカモクは湯通し裁断を行うことにより，強い粘性をもつようになり，この食感がアカモク加工品の大きな特徴となっている。今回対象とした2005年12月から2006年4月までのサンプルで粘性の比較を行った。粘性は，未成熟期（12月）及び成熟途上期にあたる1月までは粘りはあまりないが，成熟途上期の後半にあたる2月から加工品に粘性が生じた。その後，成熟・配偶子放出期の3月に最大値となり，衰退期の4月でも十分な粘性があった。加工時の粘性の観察では2月以降の加工品の粘性（93.99 J/m^2）であれば十分にアカモク湯通し加工品として販売に供することが出来ると判断された。さらに，加工品に含まれるフコイダン含量について湿重量100 g及び乾燥重量100 gあたりのフコイダン含量を比較したところ，湿重量では成熟途上期にあたる2月に最大値を示し，乾燥重量では成熟・配偶子放出期の3月に最大値を示した。また，粘性の時期的変化の結果と比較すると乾燥重量におけるフコイダン含量の推移と一致しており，これは乾燥藻体（原藻）100 gあたりのフコイダン含量が成熟・配偶子放出期に最大値となるという前報[18]の結果とも一致した。また，アカモク湯通し加工品を食品として摂取する場合には湿重量での換算となるがその場合には成熟途上期の2月が最も多く含まれた。

冷蔵保存時の色調変化　現在，福岡県下で加工されているアカモク湯通し加工品は出荷・流通の都合上，一度冷凍保存された後，販売先に出荷されている。よって，販売時には解凍後の冷蔵（5℃）保存で賞味期限を表示している。そこで，原料の採取時期の違いが，冷蔵保存による加工品表面の色調変化に及ぼす影響について確認するため，冷蔵（5℃）保存による加工品の色調の短期間（9日間）変化について比較した。サンプルの採取を行った時期を前報[18]に基づいて類型した場合，2005年2月は成熟途上期にあたり，同年3月は2月と比較して成熟・配偶子放出期に近い時期にあたる。成熟途上期（2月）の色調は数値の上では緑色が退色するものの9日間保存した場合も緑色を呈した。一方，成熟が進んだ3月の原藻ではより褐色に変化しやすいことが明らかになった。この結果から加工品原料としてのアカモク原藻は成熟が進むほど出来る製品の色調が悪くなる傾向が伺えた。また，成熟が進むことにより，加工時には緑色を呈しているアカモク加工品も短期間の冷蔵保存により褐色化する可能性があることが伺えた。

結論　今回の報告ではより良いアカモク加工品として，加工品表面の色調は鮮やかな緑色であり，十分な粘りがあり，かつフコイダンが豊富に含まれる加工品という定義を行い，適正採取時期の特定を試みた。その結果，11月から4月までの期間で最も良い加工品は2月に採取したアカモクであった。この時期の加工品はa* 値で−4.41を示し，見た目で鮮やかな緑色を呈した。また，粘性も94.0 J/m^{2}であり，湿重量中のフコイダン含量は最大値の0.66 gであった。2月は成熟途上期にあたり，生殖器床は配偶子の放出が行われていないものの，雌雄生殖器床は雄で平均41 mm，雌で平均21 mmに達し，漁場のアカモク全体のうち生殖器床をもつ個体の割合では84％であった。よって，アカモクの採取時期の指標としては生殖器床を持つ割合が80％を超えた時期のアカモクが最も加工に向いていると考えられる。アカモク加工品の色調は成熟に従い次第に鮮やかな緑色は退色し，配偶子の放出が始まると急激に退色が進む傾向があり，粘性は生殖器床の形成・発達に伴い高くなる。よってアカモク湯通し加工品の原料を採取する適正な時期を生殖器床の状態で考えると配偶子の放出直前の時期とも言える。前報ではアカモクの生殖器床を持つ割合は2005年2月中旬の0〜20％であった時期から95〜100％に達するまでの期間が2週間であり，ごく短期間で生殖器床が発達することを報告している。[11] よって，実際にアカモクの適正採取時期を特定するためには頻繁な漁場でのモニタリングが不可欠であり，加工可能な時期

も数週間という短期間に限られることが予測される。今回得られた知見により，漁業者が実際にアカモク加工を行う上で，採取開始時期の特定が可能となることによって色調が鮮やかな緑色で，十分な粘りと豊富なフコイダンを持つアカモク加工品の生産が可能になると思われる。

文　献

1) 吉田忠生.「新日本海藻誌　日本産海藻類総覧」内田老鶴圃，東京．1998.
2) 寺脇利信.「藻類の生活史集成　第2巻　褐藻・紅藻類」（堀　輝三編）内田老鶴圃，東京．1993; 160–161.
3) 大野正夫.「海藻資源養殖学　水産養殖学講座　第10巻」緑書房，東京．1987.
4) 大野正夫.「有用海藻誌—海藻の資源開発と利用に向けて」内田老鶴圃，東京．2004.
5) 戸松　誠.「全国水産加工品総覧」（福田　裕，山澤正勝，岡崎恵美子監修）光琳，東京．2005; 550–551.
6) 池原宏二．日本海沿岸における食用としてのホンダワラとアカモク．藻類 1987; **35**: 233–234.
7) 藤田大介，浜田　仁，渡辺　信編．富山県の藻類．富山県水産試験場，富山．1994.
8) 中林信康．海の森健全化技術の確立研究（緊急磯焼け対策モデル事業）．秋田県水産振興センター事業報告書，秋田．2006; 182–185.
9) 池田　徹．水産物高付加価値化技術開発事業．平成12年度新潟県水産海洋研究所年報，新潟．2000; 121–124.
10) 羽吉浜・第一羽吉浜漁業協同組合ながも生産部会．アカモク養殖にむけた取り組み．漁村 2005; **71**(7): 16–23.
11) 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．福岡県大島産アカモク *Sargassum horneri* 中に含まれる多糖類の季節変動．日水誌 2007; **73**: 739–744.
12) 田幸正邦，上原めぐみ，川島由次，知念　功，本郷富士弥．オキナワモズクからフコイダンの分離・同定．応用糖質科学 1996; **43**: 143–148.
13) 西出英一．ガゴメコンブからのフコース含有多糖の抽出法の検討．日水誌 1981; **47**: 1233–1235.
14) 酒井　武，加藤郁之進．コンブ由来フコイダンのオリゴ糖は経口投与で血栓形成抑制作用を示す．化学と工業 2005; **58**: 580–582.
15) 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．オキナワモズクから分離したフコイダンが高コレステロール食供与ラットの血清コレステロール濃度に及ぼす影響．応用糖質科学 1996; **43**: 49–153.
16) 松田太一，佐々木甚一，栗原秀幸，波田野六男，高橋是太郎．アカモク（*Sargassum horneri*）抽出物の抗腫瘍性．北大水産彙報 2005; **56**: 75–86.
17) 吉田吾郎．広島湾における褐藻アカモクのフェノロジーとその個体群間分化に関する研究．水産総合研究センター研究報告 2005; **15**: 27–126.
18) 黒田理恵子，木村太郎，上田京子，赤尾哲之，篠原直哉，後川龍男，深川敦平，秋本恒基．福岡県筑前海産褐藻アカモク *Sargassum horneri* の成熟と粘質多糖量の変化．日水誌 2008; **74**: 166–170.
19) 太田冬雄.「水産加工技術」恒星社厚生閣，東京．1980.