

秋季藻類シンポジウム(2003. 10. 10)

「海藻加工技術の現状と展望」要旨

大野正夫¹⁾・加用守²⁾・川村伸正³⁾: ヒット素材の青海苔とモズク

日本人は伝統的に海藻を食するが、海藻の利用に大きな変化が生じている。インスタント食品と健康食品の普及で、ここ20年間に海藻商品として需要が拡大したのは、海藻サラダ、青海苔、モズクである。1980年代から20年間で、青海苔の需要は10倍以上になり、モズクは珍味として1,000トン足らずの食材から、全国のスーパーやコンビニストアの棚に置かれるようになり、沖縄県でのモズクの生産量は15,000トンに達している。ここで、注目されている青海苔とモズクについて述べる。

1. 青海苔

1-1 青海苔の利用

海藻食品業界で青海苔として扱われるのは、掛青海苔、もみ青海苔、粉末青海苔と呼ばれているアオノリ属、“海苔の佃煮”の素材になるヒトエグサ属、板東アオサと言われるアオサ属である。アオサ類が、日本各地に異常に繁殖して公害問題にまでなっているところもあるが、この大量発生しているアオサ類を肥料や飼料などに使う研究や窒素やリンの除去の使う研究も行われるようになった(大野 2002)。この項では、利用されているヒトエグサ属の仲間をヒトエグサ、アオサ属の仲間をアオサ、アオノリ属の仲間をアオノリと記述して、利用特性、生産、加工技術と用途などについて述べる。

棒状のアオノリは鮮やか緑色であり香りもよく、粉末にしてアオノリの炒り豆や、多くの茶菓子里に使われてきた。ヒトエグサは、沖縄、鹿児島、高知、愛媛、三河など暖海域では、長年、かき餅、振りかけなどの使われてきたが、生材料で汁物、煮物、和えもの、酢物、天ぷらなど野菜に近い使われ方で食されてきた。江戸時代では、ヒトエグサの乾燥品は贈答品としても重宝されていた。ヒトエグサは板状に干して保存し、正月の雑煮に入れる習慣が三河から江戸までの各地であった(今田2003)。ヒトエグサの佃煮は、東京の下町、佃島の名物であったことが明治時代の著書に書かれているので、すでに江戸時代からのヒトエグサは佃煮に使われていたかも知れない(図1, 岡村1924)。

アオサが食材として、大量に生産され始めたのは、1970年初めであり、アオサの大量発生が各地で話題になった頃である。アオサが食材としての利用が増大したのは、採取されるアオサの種類とも関連しているのではないと思われる。従来のアオサは、少し硬く苦くて食べられないという評価が、明治時代から1960年代に書かれた本でなされている。これらのアオサは、アオサ属の代表種のアオアオサであった。1970年代以降に、食用に採取されたアオサは、アオアオサではなく、異常繁殖しているアオサであることがわかった(大野2002)。この大量発生し食用にされるアオサは、最近、新種としてミナミアオサ(*Ulva ohnoi* Hiraoka et Shimada)と名付

けられた。この仲間は苦みがなく薄くて柔らかい特性がある。

1-2 青海苔の食材としての特性

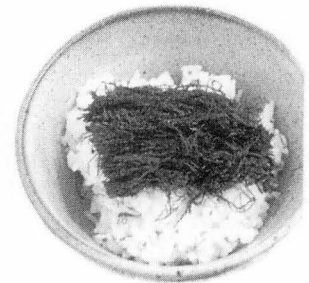
青海苔の栄養学からの効能については、アオノリの成分が多く文献でみられる(新崎・新崎1985)。褐藻はカルシウム、カリウム、ヨードが多く、緑藻は、マグネシウム、鉄、銅、アルミニウムを多量に含み、紅藻は全般的にこれらの成分の含有量は少ない。アオノリの成分で健康に効能が期待されるのはミネラル成分であり、カルシウムは500-1000mg/100g(乾燥重量)、鉄は10mg/100g(乾燥重量)などである。これらは多くの褐藻や紅藻より高い値である。マグネシウム成分は1.3g/100g(乾燥重量)であり、海藻の中では一番多い値を示している。マグネシウム摂取量は現代人は不足気味であり、健康への関わりに影響を与えており、アオノリからの摂取が期待される(山田2000)。海藻のなかで、各種ビタミンを多く含むのはアサクサノリであるが、アオノリは、カロチン、ビタミンB12、ビタミンC、D、Eが多い(辻1996)。海藻由来の食物繊維は高分子の多糖類で、ひとの消化酵素では分解されない糖質とされてきた。現在、食物繊維は胃腸の粘膜を被膜し、潰瘍を起こす菌を封じ込み、また、潰瘍自身もおす効用が明らかになった。このほか、成人病とされる多くの症状に、食物繊維は症状を和らげる効果が認められるようになった。アオノリをグリーンパウダーとして食卓におき、日常的に使いことにより健康への効用が期待される。

1-3 ヒトエグサ

養殖されているヒトエグサは、ヒトエグサ(*Monosotroma nitidum* Wittorock)であり薄い葉体で板状に抄くことができ、各地でノリのように板状にして乾燥させて保存し、汁



青のり(原藻)



鮭入り(瓶入り)内容量150g かつお入り(瓶入り)内容量140g しょうゆ味(瓶入り)内容量150g

図1. 四万十川ヒトエグサの佃煮と天然アオノリ姿干しパック。

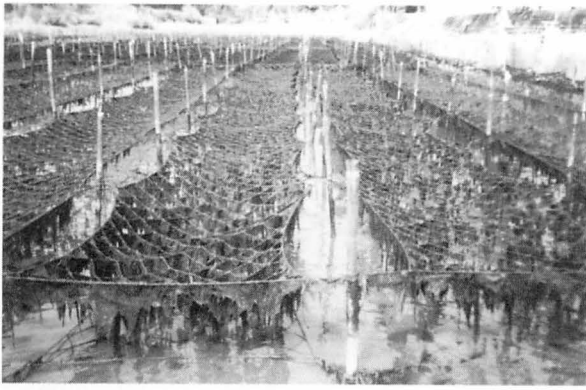


図2. 四万十川のヒトエグサ養殖。

ものは酢物として食されてきた。現在でもわずかであるが、このように抄いたヒトエグサが食されている。養殖によって生産されるヒトエグサの多くは、ヒトエグサ佃煮の原料となっている。ヒトエグサの佃煮の製法は基本的には、醤油と砂糖であり、それにみりん、アミノ酸、蜂蜜などが加えられており、さらに鰹節や山椒などを加えたものなど多種多様になっている。ヒトエグサ佃煮は大手業者のものから地方の特産品まであり、その実体はあまりはっきりしない。ヒトエグサの藻体は一層の細胞からできているので、透きとおる薄さであり滑らかで柔らかい。この特性が佃煮の素材としてあっていた。日本海側で岩ノリ採りの盛んな地方では、岩海苔の佃煮が売られているが、これらはウップルイノリやオニアマノリと呼ばれる自生するアマノリ属の藻体をヒトエグサと同じように煮込んだものである。岩海苔の佃煮も岩海苔だけでは硬く滑らかでないので、ヒトエグサが混ぜられている。

暖海性ヒトエグサの養殖生産量は、温暖な冬で雨量の多い年は多く、寒い冬は生産が落ちると言われている。ヒトエグサの生産量は、全国生産量は年間2,000-3,000トン（乾重量）であろう（図2、徳田ら1987）。ヒトエグサの主産地は、愛知県と三重県で、この両県で、全国の8割の生産量に占めている。このほか、徳島、愛媛、高知、鹿児島、静岡などもヒトエグサ養殖が行なわれている。平均価格はkg当り3,000~5,000円である。ヒトエグサの需要がほとんど佃煮であるので、バラ乾しでも板のりでもどちらでもよく、多くはバラ乾しで袋詰めにして出荷するようになった（図1）。また健康食品として小型のパックに詰められたバラ干しの商品も売ら



図3. 四万十川の天然アオノリ。

れるようになった。

1-4 アオノリ

食用に利用されている主要な種はスジアオノリ *Enteromorpha prolifera* (Müller) J. Agardh であり、ボウアオノリ *E. intestinalis* (Lin.) Nees とヒラアオノリ *E. compressa* (Lin.) J. Agardh も採取されている。スジアオノリは、2-4mmの幅で細長い主枝は数10cmから1mにも達する。それらの主枝から分枝が不規則にでるのが特長である。スジアオノリは日本各地の河口域や内湾で塩分の低い汽水域で、干潮時に長期間干出ししない潮間帯中部に繁茂しているが、食用に採取されるものは濃緑色で柔らかく香りの強い藻体である（図3）。塩分の少し高いところに繁茂するボウアオノリは濃緑色で細長く、30cm伸びたものが利用されている。ボウアオノリは根元付近で枝分かれるが、上部では分枝がみられないのでスジアオノリと区別がつく。インスタント食品への用途が拡大し、ポテトチップやスナックなどに付ける青粉として緑色で幅の広いアオノリが利用されるようになって、養殖されるヒラアオノリが大量に使われるようになった。ヒラアオノリは上部が1cmほどの幅になるのが特徴である。日本でのアオノリの利用は、姿干しの土産物以外は、乾燥させた粉末の状態の青粉として使われる。アオノリは濃緑色、柔らかい、香りが強いことなどが品質の基準であるが、品質の高い天然アオノリの産地は限られており、高知県の四万十川は天然アオノリの産地として知られ、地元の加工業者が商品開発に貢献した。養殖アオノリの産地は徳島、愛媛、千葉、岡山などであるが、良い品質でないと取引されないため、各地にアオノリ養殖場が広がる傾向はみられない（図4）。

養殖アオノリは機械摘みであり、採取された藻体は淡水で洗い、脱水機で水分を取り除いてセイロに並べて冷風乾燥し、プラスチックバッグに入れて梱包される。愛媛県県の瀬戸内海の西条周辺の海苔海養殖場で、春先に海苔養殖が終わってからヒラアオノリの養殖が行われている。ここで生産されるアオノリは、ほとんどポテトチップなどのスナックに使われており、価格はスジアオノリも安いながら100トンを越す生産量を示している。

1-5 アオサ

大阪周辺から全国に広まった焼きそばやお好み焼きの振り



図4. 吉野川の青海苔養殖の摘み取り。

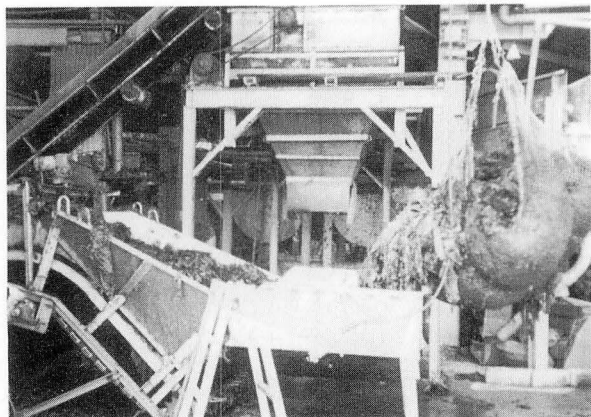


図5. 三河湾の アオサの加工 (出きる限り木製)

かけとしてアオノリが使われたがアオノリの代用品としてアオサが使われ始め、現在はアオノリの生産量を上回っている。アオサが食材として大量に生産され始めたのは、1970年代初めであり、アオサの大量発生が各地で話題になった頃である。アオサの主な産地は愛知県の三河地方であり、ほかに岡山、徳島、大分、鹿児島からも出荷される。

食用アオサの製造

食用に使われているアオサの大部分は、三河湾の愛知県渥美郡渥美町の三つのアオサ工場で生産されている。アオサの生産は4月より12月まで行なわれ、最盛期は7月から9月である。冬の期間は5°Cの大型倉庫にアオサをストックして、問屋の注文に応じている。アオサは、常温では変色しやすいので貯蔵にも神経を使う。三河地域の年間生産量は、およそ700トンあまりであり、全国のアオサ生産量は1,000トンを越えると推定される。

アオサの生産は、繁茂したアオサを、“とんぼ”と漁業者が呼ぶ横1.4m、縦0.7mのT字型のものを舟から引いて採取する。加工場に運ばれてきたアオサは、淡水で洗浄されて、脱水・乾燥させる。乾燥されたものは、粉碎され貝殻などの不純物が取り除かれて袋詰めされる(図5)。これらの作業は、ほとんど自動化されており、最後の不純物の除去に人手がいる。

不純物、主に貝殻であるが、不純アオサは1%くらい出てくるが、これらは鶏の餌として買い取られている。燃料は灯油を使っているが、臭いを付けないために、機械にオイルをできるだけ使わないようにしている。そのために機械の磨耗が速く、加工コストが意外に多くかかる。

1-6 青海苔業界の展望

ヒトエグサの用途は、佃煮以外に新しい商品が開発されていないので、需要は伸びずヒトエグサの生産量も低迷している。最近、ヒトエグサ佃煮に、小エビや鰹節などの素材を加えたものが発売されて、ヒトエグサの消費は伸びつつある。健康食品としてのヒトエグサのバラ干しの売れ行きも増大している。アオノリは多くのインスタント食品やスナックへの用途が拡大しており、高品質のアオノリは1kg当たり10,000円以上となり、原藻の値段としては最も高い価格となっている。アオノリの粉、青粉の用途は鮮やかなグリーン色のイ



図6. 3連パックの3杯酢入りモズク製品.

メージがよく、さらに各種食品の添加素材としての需要が伸びることが期待される。アオノリは健康に関わる機能性成分が多く含まれており、近い将来は機能性成分を抽出する原料としての需要が起こるだろう。アオサはアオノリの代用品として利用が拡大したが、食用産業への供給は安定している。今後は、採取される天然アオサは飼料や肥料としての用途が期待される。

2. モズク

2-1 モズク水産業

食品売場で並んでいるパックに入った3杯酢のモズクには、本モズクと糸モズクがある(図6)。本モズクは、褐藻類のオキナワモズク *Cladosiphon okamuranus* Tokida であり、沖縄県の与那国島・尖閣諸島を除く八重山諸島を南限(北緯24度)に鹿児島県奄美大島を北限(北緯29度)とする南西諸島(琉球列島)のサンゴ礁内に繁茂する亜熱帯性の海藻である(当真 1988, 1999)。体は盤状の付着器をもち、円柱状で管状で太さは1-1.5mmほどで互生的に数回分枝する。柔らかく粘性があり高さは23cmほどになる。自生するオキナワモズクは、潮下帯で水深8mほどまでの深さにある死んだサンゴ塊や海草など着生して育つ。パックで市販されているモズクの大半はオキナワモズクであるが、それよりも細いモズクは、糸モズクと言われている。この仲間は、和名はモズク (*Nemachystus decipiens* Kuckuck) で混乱しやすいので注意が必要である。この種は、多くはヤツマタモクやマメタワラなどのホンダワラ類の藻体に絡むように着生して育つ寄生海藻である。



図7. モズク養殖.

主枝は1mmほどで、オキナワモズクより細い。分布が本州の中・南部の太平洋岸、日本海岸から南西諸島まで分布域は広い。オキナワモズクより低温域が最適であり、養殖場の位置や採取時期がそのために制限される要因となっている（図7）。

オキナワモズクの天然産生産量は1987年（昭62）に2,292トンを生産したが、養殖が盛んになるにつれて減少し、最近では約300トン以下へと推移している。天然産モズクとして、本州各地ではフトモズク、イシモズクが採取し食されているが、加工食品業者が取り扱うほどの生産はなく、料亭などに塩漬のものが出荷されている。

モズクの全国生産量の95%が沖縄県である。3%あまりの生産が鹿児島県の奄美大島とされている。沖縄のモズク養殖の推移を表1に示す。沖縄のモズク養殖は1978年（昭54）頃から盛んになり、1981年（昭56）に約4,800トンの生産量となったが、販路がともなわない急激な生産増で価格は急落した。1997年（平9）は約10,000トンを生産したが、1998年（平10）は不作で約6,000トンの生産量に落ち込み多量の供給不足を生じた。翌年度は20,485トンと3倍以上生産されたにもかかわらず、加工業者の原料不足の思惑から価格が急騰して、生産額が62億円に達した。2002年（平14）には、16,385

トンと需要と供給のバランスがとれた状態にある。

糸モズクは加工業者に売られる価格が、本モズクの2-3倍の高値であるので、販路も限られており、生産量も本モズクの10-20%程度である。糸モズクの養殖場は、沖縄県でも限られたところで、主要な養殖場は数カ所である。糸モズク養殖は本モズクより早く始まり、3月から4月の水温の低い時期に採取が行われている。

本モズクの価格は年変動が大きいですが、大体1kg（塩漬）当たり150-170円の価格が生産者から加工業者にわたる価格である。

2-2 モズクの効用

モズクには、粘質多糖類のアルギン酸やフコイダンという粘りのある水溶性植物繊維が含まれている。これらの食物繊維は腸内で消化されず、大腸に達するとさらに水を吸収して膨らむので満腹感を感じる特性がある。消化されにくく腹持ちがよいためにダイエットとしての効果が、最初に認識されたモズクの効果であった。ふくらんだ水溶性食物繊維は腸内のビフィズス菌により分解されて短鎖脂肪酸といわれる酸になり、これが大腸を刺激し、大腸の蠕動（ぜんどう）運動を促進し、腸内を掃除し便秘を解消する手助けとなる。

モズクの水溶性の食物繊維は、腸内の悪玉コレステロール

表1. 沖縄県のモズク生産量、生産額、単価の推移。

年度	本モズク（オキナワモズク）			糸モズク（モズク）
	生産量（トン）	生産額（百万円）	単価（円）	生産量（トン）
1979（昭54）	1,043	447	429	
1980（昭55）	2,665	983	369	
1981（昭56）	4,835	778	161	
1982（昭57）	1,591	355	223	
1983（昭58）	1,616	438	241	
1984（昭59）	3,121	736	236	
1985（昭60）	4,450	673	151	
1986（昭61）	6,511	1,091	198	
1987（昭62）	7,402	1,108	150	
1988（昭63）	5,294	879	166	
1989（平元）	9,371	1,427	152	2,286
1990（平2）	10,428	1,503	144	2,281
1991（平3）	10,301	1,658	161	3,602
1992（平4）	10,247	1,389	136	2,240
1993（平5）	13,491	1,603	119	3,217
1994（平6）	9,933	1,113	112	2,013
1995（平7）	7,352	850	116	1,732
1996（平8）	7,430	882	119	1,376
1997（平9）	10,180	1,415	139	1,864
1998（平10）	5,932	1,166	197	863
1999（平11）	20,485	6,280	307	2,405
2000（平12）	15,133	1,861	123	1,908
2001（平13）	17,893	1,621	90.60	1,551
2002（平14）	16,385	-	-	1,213

出典：沖縄農林水産統計年報ほか、水産経済新聞より

をその中に包み込み体外に排出する働きがあり、循環器系の病気を代表する成人病にブレーキをかける働きがある。1997年夏に猛威をふるった病原性大腸菌0-157 に対して、三杯酢で味付けしたモズクを0-157の菌を加えた培地に加えると9時間後に菌は検出されなくなったという報告がなされ、モズクと酸による抗菌性の効果が広く認識された。最近ではモズクに含まれるフコイダンには、ガン細胞を自己消滅に導く作用があるとの研究発表があり、抗ガン性のある健康食品として注目されている。

2-3 モズク加工製品の変遷

モズク製品は1995年頃まで、7,000トンから9,000トンの供給を維持してきた。この頃までのモズク加工は、塩漬けパックや3杯酢のものでも大きいプラスチック・カップで入れたものであった。1995年に、モズクの3杯酢の製品をプリンやゼリーと同じサイズのカップにすることを山忠食品工業(株)が開発し、この形体のモズクパックがスーパーの店頭に並ぶようになり、モズクが一般家庭に浸透し需要が伸びるきっかけとなった。

ちょうど1997年の夏に、病原性大腸菌0-157 に対してモズクに抗菌性があることが新聞テレビで報道されることにより、モズク商品がスーパーの店頭から消えるほどになった。この年にモズクの生産は10,000トンであったが、翌年5月の台風でモズクが不作になり6,000トンになり、モズクの品不足が深刻になり海外からの輸入が考えられるようになった。翌年、1999年には空前の20,000トンの生産になったが、需要の伸びもあり価格が下がらずにモズクの漁獲高63億円にも達し、沖縄県の水産業漁獲高のトップがモズク養殖になった。その後モズクは健康食品としての認識が全国的に広がり、ほぼ安定した需要が続いている。

2-4 モズクの加工

採取から塩漬けの行程

モズクの網は水面下に張られているので、潜水して掃除機のように吸引して採取される(図7)。これらの原藻は、各地の漁協の作業場で洗浄されて不純物を除去されて、塩でまぶして出てくる水分を除いて1斗缶に入れて配送される。最近では、ほとんどの糸モズクと本モズクでも、一部は綺麗に洗浄



図8. モズクの不純物選別.

した後にそのまま1斗缶に冷凍して配送されるようになった。また、大手加工業者は1斗缶の廃棄に苦慮しており、1m角ほどのプラスチック袋に梱包する方法も取られている。

2-5 モズクの雑物選別

漁協から配送された塩漬けモズクには、まだ、かなりの雑物が混入しており、加工業者は雑物を除くことが、重要な工程となっている。

工程1: 下方から泡状に水を送り比重の小さい異物を水槽内に浮かせ、流水によりオーバーフローさせることによって水槽外へ流出させる選別を行う。また、比重の大きい異物を水槽内に沈めて選抜する。

工程2: 選別台にモズクを開け、モズクに絡まった異物や工程1で選抜仕切れなかった異物を目視により選別する。モズクに混在する異物は、砂、小石、網の毛羽、テグスがある。海藻には、イソズギナ、イトモズク、イトアミジなど小型の海藻が多い。小型甲殻類のワレカラ、ヨコエビ、コブムシの除去が難しい(図8)。

2-6 パック味付けモズク製造工程

選別されたモズクから殺菌・雑物処理、ブレンドとパック詰めの工程があるが、この工程は各企業で異なる(図9)。モズクと調味料のブレンドが売れ行きを大きく左右している。モズク原藻の品質は、あまり差がないが、消費者がモズクの味覚に長けるようになり、歯触りなどに厳しい注文が来るようになった。

3 モズク業界の課題と展望

モズク加工の最大の課題は、不純物を取り除くことである。現在、原藻から塩漬の段階で、洗浄と不純物の除去が行っているが、この時により多く不純物を除く努力がなされることを加工業者は要望している。そのために、契約購入も行われている現状である。

モズクの売り上げは、1998年以後の上昇カーブから2001年は落ち着きを見せて現在に至っている。近年のモズクの消費拡大を高めたのは、プリンやゼリーの容器と同じ容量にして3連カップに入れた製品にしたことによる。モズク原藻は生産地と塩漬け加工過程で品質は異なってくるが、さらに3杯酢の味付けが重要で、その味の調整が各社の売り上げに大きく関係するのがモズク加工業界の特長である。

今後、モズクの需要を拡大させるには、健康食品としてノ

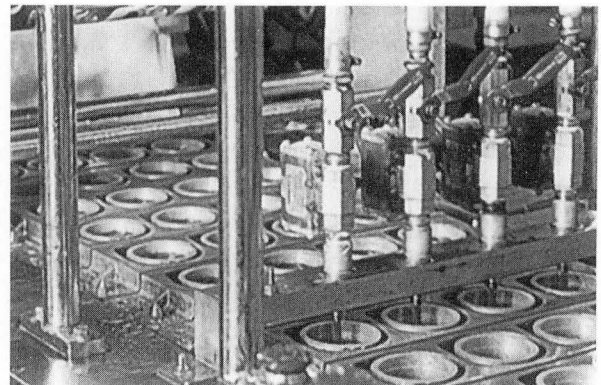


図9. 自動パック.

リ、昆布、ワカメのようにモズクを朝食から日常的に消費することアピールする必要がある。さらに、モズク商品の安定価格で安定供給には、原藻の生産の変動を安定化することが重要である。現在モズク原藻が沖縄だけの生産構造であり、天候により生産量が年により大きく変動していることが問題である。加工業者としては原藻の供給量が非常に不安要素であることが悩みである。モズク養殖技術の研究により、他県での本モズク養殖生産を振興させることや糸モズク(モズク)やフトモズクなどの養殖開発が期待される。

引用文献

- 新崎盛敏 1946. 青海苔. p. 77. 霞ヶ関書房.
 新崎盛敏・新崎輝子 1985. 海藻のはなし. p. 228. 東海大学出版会.
 Critchley, A. T. & Ohno, M. 1997. Seaweed resources of the world. p. 431. JICA.
- 今田節子 2003. 海藻の食文化. p. 188. 成山堂書店.
 岡村金太郎 1924. 趣味からみた・海藻と人生. p. 290. 内田老鶴圃.
 大野正夫 1990. 河口域に生育する海藻・海藻. 伊藤猛夫編 四万十川. p. 131-148. 高知市民図書館.
 大野正夫 2002. 新しい食材 アオサ. 能登谷正浩編著 アオサの利用と環境修復 (改訂版). p. 137-142. 成山堂書店.
 辻 啓介 1996. 海藻と健康・栄養. 大野正夫編 21世紀の海藻資源. p. 100-111. 緑書房.
 当真 武 1988. オキナワモズク. 諸喜田茂充編 サンゴ礁域の増養殖. p. 68-78. 緑書房.
 当真 武 1999. 魚まち. 199:40-45.
 徳田 広・大野正夫・小河久朗 1987. 海藻増養殖学. p. 354. 緑書房.
 山田信夫 2000. 海藻の無機成分とビタミン. 海藻利用の科学. p. 152-185. 成山堂書店.

(¹高知大学海洋生物教育研究センター,²有限会社 加用物産,³山忠食品工業株式会社)

