

ツルアラメの調理加工に関する研究

Study on a Cooking Process of Tsuruaramé (*Ecklonia stolonifera* Okamura)

伊藤 聖子*・成田 真由美*・加藤 陽治*

Seiko ITO, Mayumi NARITA and Yoji KATO

要 旨

ツルアラメは、独特の苦味や不快なえぐ味をもつが、海藻特有の粘質多糖類を含むことから豊富な食物繊維の給源と考え、食物繊維が不足しがちな肉料理のなかでも、中学校家庭科で必ずとりあげられるメニューであるハンバーグにツルアラメを添加、調理加工法について検討した。青森県大間町沿岸で採取されたツルアラメを材料にハンバーグを作成、ツルアラメの食感を活かしつつ、独特のえぐ味やぬめりを感じさせないミキサー破砕物を添加したものが、最も高い評価が得られた。一般的な一人分のハンバーグ生地に、ミキサー破砕したツルアラメを4g添加することで、1日の食物繊維摂取目標の約10.4%を占める2.6gの食物繊維を摂取できることがわかった。

キーワード：ツルアラメ、褐藻類、食物繊維、多糖類、ハンバーグ

1. 緒 言

ツルアラメ (*Ecklonia stolonifera* Okamura) は、コンブ科カジメ属の多年生褐藻類で、北九州北部から青森県周辺の日本海に分布している。青森県の北端に位置する大間町では、マコンブ漁が盛んで、その藻場はウニやアワビなどの餌場としても、漁業生産上重要な役割を果たしている。しかし約20年前から次第にマコンブの漁獲高が減少し、時期を同じくして大間町沿岸でツルアラメ群落の拡大が観察され、ツルアラメの繁殖がマコンブの生育に影響を与えていることが報告された^{1,2)}。

多くのコンブ科褐藻は、ウニやアワビの最も良好な餌料海藻と認められているが、ツルアラメはコンブ科褐藻の中では例外的に多数のポリフェノール化合物を二次代謝産物として多量に生成、蓄積していることから、それら植食動物に殆ど摂食されないことが明らかにされている³⁾。また、ツルアラメは生育について高い適応性があり、一度根付くと強固な群落を形成するため、機械による駆除だけではコストがかかる上、海底を傷つけてしまう恐れもある。よって、食料や飼料として利用される割合は少なく、ツルアラメを有効利用する手立てが検討されている。

一方、海藻には、海藻特有の多くの炭水化物が含まれており、最も有用なものは多糖類である。海藻の多

糖類は、骨格多糖類と粘質多糖類ならびに貯蔵多糖類に分けられ、ツルアラメなどの褐藻類には、粘質多糖類として極めて広く利用されているアルギン酸やフコイダン、貯蔵多糖類として熱水可溶性の β -グルカンであるラミナランを含んでいる⁴⁾。アルギン酸は、D-マンヌロン酸とL-グルロン酸から構成されるヘテロ多糖類であり、褐藻の種類、部位、採集季節などによって結合比が変動する。藻体中にはカルシウムやマグネシウムなどの不溶性塩として存在し、希アルカリで抽出されるが、調理時の食酢や熱によっても容易に低分子化する。アルギン酸の特性としては、水銀以外の二価以上の金属とは不溶性塩を、その他の金属とは水溶性塩を生成し、粘稠な溶液となることである。粘性の高いことを利用して、増粘剤や増量剤およびゲル化剤としての食品用途だけでなく、医薬、化粧品、工業用として広く用いられている^{5,6)}。アルギン酸と同様に、粘稠性を示す多糖であるフコイダンは、水やうすい塩酸にて抽出される。L-フコース（6-デオキシ-L-ガラクトース）を主な構成糖とする重合体で、L-フコース4硫酸の1,2-結合を主体としているが、1,3-, 1,4-結合も含み、種類や採集季節等によって含有量や単糖組成が異なることが知られている^{4,5,7-10)}。また、ラミナランはグルコースの β -1,3結合を有する重合体で、褐藻類のなかでもコンブ属に多く含まれる多糖で

*弘前大学教育学部家政教育講座食物学研究室

Laboratory of Food Science, Department of Home Economics, Faculty of Education, Hirosaki University

ある。β-1,3-グルカンの他、主鎖にβ-1,6結合が混合しているものや、マンニトールが結合しているという報告¹¹⁾もあり、アルギン酸やフコイダンと同様に、種類や採集季節等によって異なることが明らかにされている¹²⁾。

アルギン酸やフコイダンおよびラミナランを多量に含む褐藻類は、すぐれた食物繊維の給源であり、ツルアラメの食物繊維総量はマコンブと比較すると、約2倍という報告もある¹³⁾。近年、日本人の食生活の欧米化に伴って、食物繊維の摂取量は低下しており、摂取不足は心疾患や糖尿病、高血圧、肥満等の生活習慣病と深い関わりがあるとされている¹⁴⁾。ツルアラメは、多量に含まれるポリフェノールの影響で、苦味や不快なえぐ味をもつために食用としてはあまり好まれない一方、海藻特有の粘質多糖類を含み、豊富な食物繊維の給源と考えられる。そこで、低利用資源であったツルアラメを、食物繊維の給源として利用することを目的とし、食物繊維が不足しがちな肉料理、今回は中学校技術・家庭科の教科書で必ずとりあげられるメニューである「ハンバーグステーキ（以下ハンバーグ）」にツルアラメを添加し、調理加工法について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

1) ハンバーグの基本材料とツルアラメの添加形態

青森県大間町沿岸で5月に採取されたツルアラメを材料とし、ハンバーグ生地の基本材料（表1）に対して、ツルアラメの添加形態を（1）粉末、（2）角切り、（3）粉末+角切り、（4）細切り、（5）ミキサー破碎の5種類とした（写真1）。ツルアラメ粉末は、超遠心粉碎機（Retsch ZM100、スクリーンメツ

表1 ハンバーグ生地の基本材料（1人分）

材 料	
合い挽き肉	70 g
タマネギ	20 g
バター	2 g
パン粉	5 g
牛乳	20 ml
卵	10 g
塩	0.7 g
こしょう	適量
ナツメグ	適量
油	適量

シュ0.25 mm) にて微粉化したものを用いた。角切りは5mm四方に、細切りは1×10 mm にそれぞれキッチンばさみでカットした。ミキサー破碎は、家庭用ミキサーでツルアラメを破碎したものを用いた。粉末以外のツルアラメは、そのまま生地に加えると固くまとまりが悪くなるため、10%食酢溶液に浸したものを生地に添加した。

ハンバーグの作り方は、まずみじん切りにしたタマネギをバターで透明になるまで炒め、粗熱をとり、パン粉は牛乳に浸しておいた。次に、合い挽き肉に炒めたタマネギとパン粉、塩、こしょう、ナツメグおよび卵を合わせて粘り気が出るまでよく混ぜ、これを基本のハンバーグ生地とした。各ツルアラメをハンバーグ生地に均一になるよう混ぜ、小判型に成形した中央をくぼませて、フライパンで油を熱し、少し焦げ目がつくまで両面を焼いた後、蓋をして弱火で5～6分焼いた。

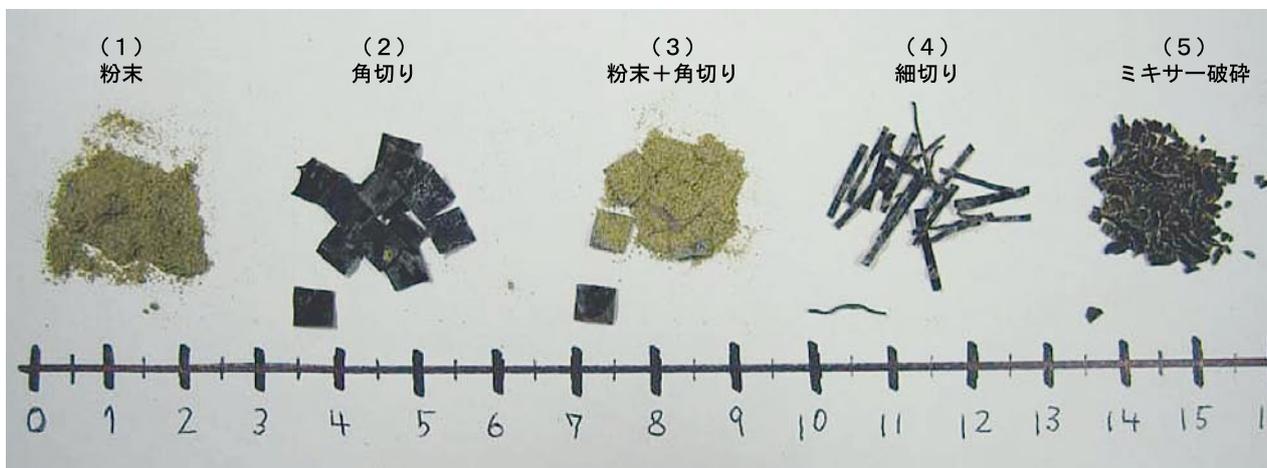


写真1 添加ツルアラメ

2) 食味官能検査

弘前大学教育学部に所属する20代学生15名を対象に、食味官能検査を行った。評価項目は、①外観（全体の見た目の評価）、②香り（摂取前後に感じる香り）、③味（甘味、旨味、後味）、④食感（歯ごたえや粘度、舌触り）、⑤総合評価とした。評価方法は、5が最も嗜好性が高く、1が最も嗜好性が低いという5段階評価法を用い、項目ごとに平均し評価点とした。

3) 採取時期の異なるツルアラメの含有成分の比較

青森県大間町沿岸で2月と8月に採取されたツルアラメを試料とした。各粉末50gに80%MeOHを500ml加え、24時間室温で攪拌抽出後に遠心分離（8,000rpm, 30分, 4℃）にて上清と沈殿に分けた。沈殿には再び80%MeOHを加え抽出、同操作を2回繰り返す、得られた上清をツルアラメ抽出液とした。抽出液は、フェノール・硫酸法¹⁵⁾にて全糖量を、カルバゾール・硫酸法¹⁶⁾にて酸性糖量を測定した。総ポリフェノールの測定は、フォーリン・チオカルト法¹⁷⁾にて、カテキン相当量として含有量を求めた。

3. 結果および考察

1) ツルアラメ添加ハンバーグの調理と食味

ハンバーグに加えるツルアラメの添加形態を（1）粉末、（2）角切り、（3）粉末+角切り、（4）細切り、および（5）ミキサー破碎の5種類とし、各添加量6g（約大さじ2）の場合の食味について比較した（写真2）。

ツルアラメの粉末を添加した場合、ハンバーグ全体の外観が緑色になり、生地は粉っぽく、焼き上がりも

パサパサしていた。ツルアラメの香り（コンブ類独特の香り）はなかったが、食感に不快なぬめりを感じるハンバーグとなった。角切りを添加した場合は、ツルアラメのコリコリとした食感はよかったが、よく噛まなければ飲み込めなため、ツルアラメ独特の苦味を感じるハンバーグとなった。粉末と角切りのツルアラメを混合した場合、粉末の時と同様にハンバーグが緑色になり、角切りと同様に飲み込みづらく、粘りと苦味が気になった。細切りの場合は、角切りよりも噛み切りやすく、ツルアラメのよい食感が残っていた。そしてミキサー破碎の場合、角切りや細切りよりも食べやすく、ツルアラメの食感もしっかりと感じられ、味の面では通常のハンバーグ（ツルアラメ無添加）とほとんど変わらないものができた。以上のことから、ハンバーグへのツルアラメの添加形態としては、ミキサー破碎物が最も好ましいという結果になった。

ここで、ツルアラメの添加量が6gの場合、ツルアラメ自体の塩味がハンバーグの味に影響し、若干塩味が強すぎるように感じた。食品成分表によると、真昆布乾燥重量100gには食塩相当量7.1gが含まれているとされ¹⁸⁾、ツルアラメも同様と考えると、ツルアラメ6gだけで0.42gの食塩摂取量となる。よって、ツルアラメ添加ハンバーグは、通常のハンバーグの1.6倍の塩分量となるため、塩味が強すぎたのだと考えた。そこで、ツルアラメの添加量を4g（食塩相当量：0.28g）にし、さらにハンバーグ生地に加える食塩量を0.5gに減らすこととした。また、ミキサー破碎を添加した場合、ハンバーグ表面にツルアラメの黒色が見えて少し外観が悪くなっていたので、ツルアラメ無添加の生地ですべて表面を覆い、これをツルアラメ添加ハン

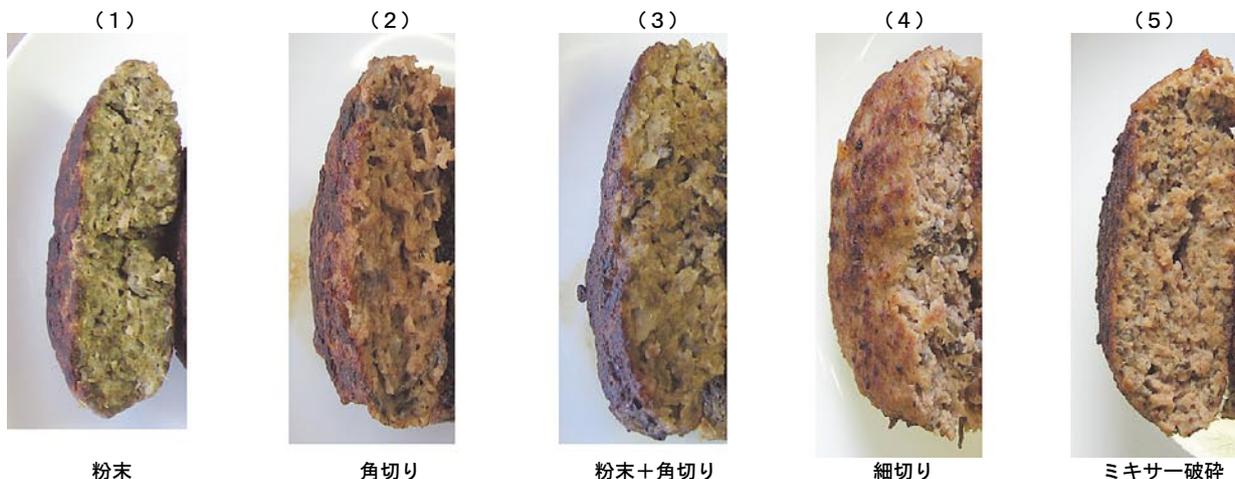


写真2 ツルアラメ添加ハンバーグ

バーグとして食味官能検査を行うこととした。

対照のツルアラメ無添加ハンバーグ A (材料：表 1) と、ツルアラメ添加ハンバーグ B (材料：表 2) の①外観 (全体の見た目の評価)、②香り (摂取前後に感じる香り)、③味 (甘味、旨味、後味)、④食感 (歯ごたえや粘度、舌触り) および⑤総合評価について、5段階評価し、ポイントをグラフ化した (図 1)。外観、香り、味および総合評価は、ツルアラメ無添加のものと大きな差がなく高評価が得られた。また、食感においては、ツルアラメ添加ハンバーグの方が約 1 ポイント高い評価が得られ、総合的に嗜好性の高いツルアラメ添加ハンバーグを調理することができた。肉をメイン食材とした料理では、どうしても食物繊維やミネラルが不足しがちになるが、その料理の付け合わせだけで栄養素を補うことは難しい。そこで、肉料理自体から食物繊維やミネラルを摂取するこ

とが望ましく、ツルアラメ添加ハンバーグの成分表を表 3 にまとめた。ツルアラメ添加ハンバーグは、ハンバーグ 1 食分で 2.6g の食物繊維が含まれ、通常のハンバーグと比較すると、約 5 倍の食物繊維摂取が期待できる。日本人の食物繊維摂取目標を 1 日 25g とした場合¹⁹⁾、10.4% を占める量となり、副菜に野菜サラダや海藻スープ、みそ汁などを添えることで、さらに多くの食物繊維やミネラル摂取が可能である。ツルアラメ添加ハンバーグは、中学校家庭科の調理実習において、地域食材を活かした料理として、食事バランスの向上を考える教材としても利用できるのではないかと考える。また、ハンバーグは子どもから大人まで多くの年代層に好まれるメニューであり、低利用だったツルアラメの消費拡大につながる調理加工法の提案ができたと考える。

表 2 ツルアラメ添加ハンバーグの材料 (1人分)

材 料	
合い挽き肉	70 g
タマネギ	20 g
バター	2 g
パン粉	5 g
牛乳	20 ml
卵	10 g
塩	0.5 g
こしょう	適量
ナツメグ	適量
油	適量
ツルアラメミキサー破砕物	4 g

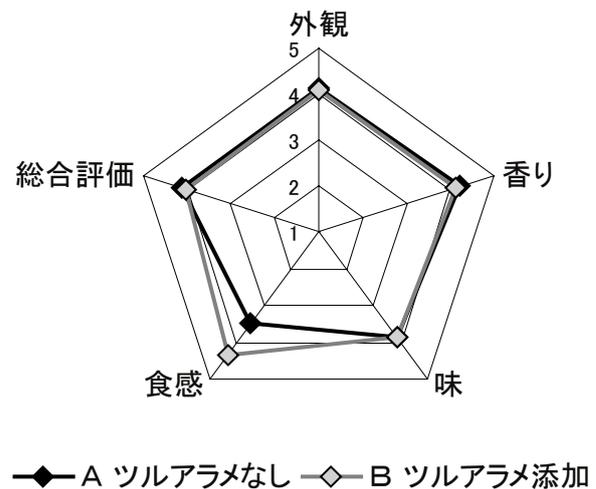


図 1 ツルアラメ添加ハンバーグ k 食味官能検査結果

表 3 ツルアラメ添加ハンバーグの成分表^{13, 18)}

食 品 名	分 量	エネルギー (kcal)	タンパク質 (g)	脂 質 (g)	炭水化物 (g)	灰 分 (g)	食物繊維 (g)
合挽肉	70 g	156	13.2	10.6	0.2	0.6	0
タマネギ	20 g	7	0.2	0	1.8	0.1	0.3
バター	2 g	15	0	1.6	0	0	0
パン粉	5 g	19	0.7	0.3	3.2	0.1	0.2
牛 乳	20m l	13	0.7	0.8	1.0	0.1	0
卵	10 g	15	1.2	1.0	0	0.1	0
ツルアラメ	4 g	13	0.2	0.1	2.9	0.8	2.1
計		238	16.2	14.4	9.1	1.8	2.6

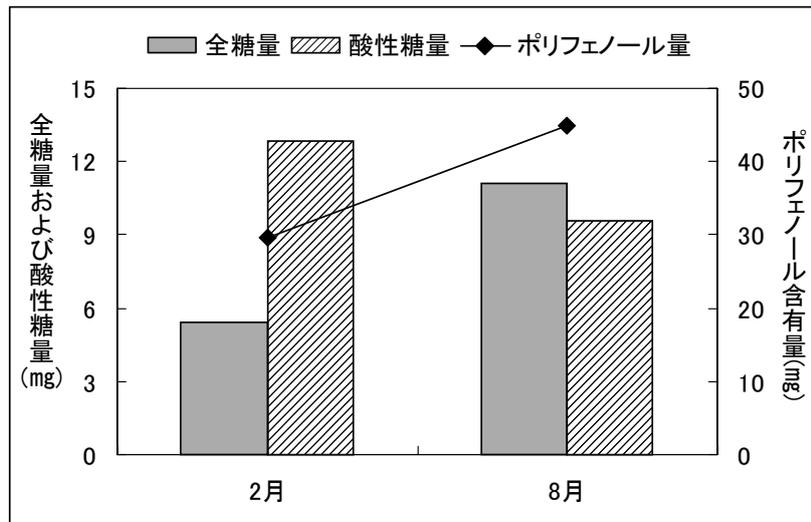


図2 採取時期の異なるツルアラメ含有成分の比較
(ツルアラメ粉末 1g あたり)

2) 採取時期の異なるツルアラメ含有成分の比較

海藻は、季節によって含有成分が異なることが一般的に知られており、調理加工に適したツルアラメの採取時期を探るため、後葉部が枯れ落ち新芽が成長する時期の2月と、成熟期となる8月にそれぞれ採取したツルアラメを比較することとした。ツルアラメ粉末1gあたりの、80%MeOH抽出液に含まれる各成分の含有量を図2にまとめた。全糖量は、2月は5.93mg、8月は11.10mg含まれ、酸性糖量は、2月が12.86mg、8月は9.57mg含まれていた。これより、成熟期の8月は全糖量が2月よりも約2倍多く、ラミナランなどの多糖が増加している可能性が示唆された。逆に、酸性糖量は新芽が出て成長が始まる2月から、成長とともに減少する傾向がみられ、2月はアルギン酸などの酸性多糖が多く含まれている可能性が示された。アルギン酸には、コレステロール低下作用や整腸作用が認められている²⁰⁾。そしてポリフェノールは、2月は29.53mg、8月は44.88mg含まれていた。8月採取のツルアラメは、苦味やえぐみが強いためあまり食されていなかったが、ポリフェノール含有量がツルアラメ特有の苦味やえぐみに関係していることが明らかとなった。ツルアラメのポリフェノールについては、抗酸化作用や血糖上昇抑制作用があることがこれまでに報告されている²¹⁾。

以上のことから、ハンバーグ等への食材としての利用は成長早期の冬から初夏に採取したツルアラメが適しており、成熟期の夏から初冬に採取したツルアラメ

は、ポリフェノール等の有効成分を抽出し、機能性食品等の開発に適していると考えられた。ツルアラメの含有成分のなかでも、ポリフェノール化合物についての研究報告はあるが、多糖類についてはまだ不明な点が多い。本研究によって、ツルアラメの食物繊維としての有効利用法が提案できたが、今後は多糖類の詳細についても検討することで、ツルアラメをより有効的に活用できると考える。

謝辞

本研究は大間漁業協同組合との共同研究成果の一部である。ツルアラメを提供して下さいました大間漁業協同組合に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 能登谷正浩: 青森県沿岸のツルアラメ, 日本水産学会誌, 61(1), 105-106 (1995)
- 2) 桐原慎二, 藤川義一, 蝦名 浩, 能登谷正浩: 青森県大間崎沿岸におけるツルアラメ卓越群落除去後に観察された海藻群落の遷移, 水産増殖 (Aquaculture Science), 54(1), 1-13 (2006)
- 3) 谷口和也, 蔵多一哉, 鈴木 稔: 褐藻ツルアラメのポリフェノール化合物によるエゾアワビに対する摂食阻害作用, Nippon Suisan Gakkaishi, 57(11), 2065-2071 (1991)
- 4) 山田信夫: 海藻利用の科学, 成山堂書 (2000)
- 5) 辻 啓介, 森 文平編集: 食物繊維の科学, 朝倉書店 (1997)

- 6) 笠原文善, 井上 修, 岩元勝昭, 島松秀典, 角谷 清: 海産植物資源の活用－現状と展望－, 藻類, **46**, 176-178 (1998)
- 7) 大石圭一編集: 海藻の科学, 朝倉書店 (1993)
- 8) Nishide, E. Anzai, H. Uchida, N. and Nishizawa, K.: Sugar constituents of fucose-containing polysaccharides from various Japanese brown algae. *Hydrobiologia.*, **204/205**, 573 (1990)
- 9) Honya, M. Mori, H. Anzai, M. Araki, Y. and Nishizawa, K.: Monthly changes in the content of fucans, their constituent sugars and sulphate in cultured *Laminaria japonica*. *Hydrobiologia.*, **398/399**, 411-416 (1999)
- 10) Sakai, T. Kimura, H. Kojima, K. Shimanaka, K. Ikai, K. and Kato, I.: Marine bacterial sulfated fucoglucuronomannan (SFGM) lyase digests brown algal SFGM into trisaccharides. *Mar. Biotechnol.*, **5**, 70-78 (2003)
- 11) 小林恒夫: 生体成分の化学, 養賢堂 (1979)
- 12) 前田昌徹, 西沢一俊: 総合多糖類科学 [下], 海藻多糖類, 講談社 (1976)
- 13) 雫石志乃舞, 山日達道: 乳酸発酵を用いた未・低利用海藻の食用化について－I, 青森県ふるさと食品研究センター研究報告第4号, 30-33 (2007)
- 14) 印南 敏, 桐山修八: 食物繊維, 第一出版株式会社 (1995)
- 15) Dubois, M. Gilles, K.A. Hamilton, J.K. Rebers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350-356 (1956)
- 16) Bitter, T. and Muir, H.M.: A modified uronic acid carbazole reaction. *Anal. Biochem.*, **4**, 330-334 (1962)
- 17) 木村英生, 長沼孝多, 小松正和, 恩田 匠: 地域農産素材等の機能性解明と高付加価値製品の開発, 山梨県工業技術センター, 研究報告 No.20, 101-104 (2006)
- 18) オールガイド五訂増補食品成分表2009, 実教出版 (2009)
- 19) 加藤陽治, 長沼誠子編集: 新しい食物学, 南江堂 (2001)
- 20) 浅岡力: 低分子化アルギン酸ナトリウムの効能とその効果, *New Food Industry*, **43(2)**, 13-19 (1998)
- 21) 岩井邦久: ツルアラメ (*Ecklonia stolonifera*) のポリフェノールに関する研究, 産業技術連携推進会議東北・北海道地域部会研究論文集, No.4, 127-129 (2004) (2010. 8. 9 受理)