

水戻し処理による海藻中のタンパク質、ビタミンC及びミネラル類の溶出について

萩原和夫 箱山年子

Exudation of Protein, Vitamin C and Minerals from Dried Marine Algae during Water Immersion Treatment.

Kazuo OGIWARA and Toshiko HAKOYAMA

Nagano-Ken Junior College, 49-7, Miwa 8-chome, Nagano, 380, Japan

ABSTRACT [*Journal of Nagano-ken Junior College, No. 39, pp. 1~7—(1984)*]
The exudation rates of total solid matter, protein, calcium and iron from dry marine algae (Arame, Ogo-nori, Konbu, Hijiki, Hitoegusa and Wakame) into immersion water were determined.

The following results were obtained.

- (1) 43% of solid matter in Konbu exuded into water during 20 min immersion, followed the rate was 36% for Wakame and 24% for Arame.
- (2) The rate of protein exudation was 20—25% for Arame, Ogo-nori, Hijiki and Hitoegusa, but the rate was only 10.8% for Wakame.
- (3) Exudation rate of calcium was 18% for wakame, 8% for Konbu, 5% for Arame and Hijiki.
- (4) Exudation rate of iron was more than 50% for Arame and Ogo-nori, 19% for Wakame, 12% for Hitoegusa, 2—5% for Konbu and Hijiki.
- (5) When 60 min water immersion treatment, the exudation rates of nutritive elements were similar results in the case of 20 min immersion.

緒言

海藻類はヨードをはじめ種々のミネラル類の給源としては以前から評価されており、また近年は食物繊維の給源、あるいは低エネルギー（ローカロリー）の食品として注目されている。

海藻類は乾燥製品として販売されていることが

多く、その使用にあたっては水に浸漬して水戻しをしてから食用に供することが一般に行なわれている。

その水戻し処理の過程で海藻中の種々の成分の流出することが予想されるので、著者らもその実態について検討をすすめて来ている。コンブ、ワ

カメ, ヒジキ中のミネラル類のうちヨード, ナトリウム, カリウム, マグネシウム, リンの溶出率については関本氏¹⁾らによって既に報告されている。

海藻中のタンパク質など有機成分の消化吸収利用については否定的に考えられて来ている²⁾ことではあるが, それらに関する報告は少なく, 検討が十分なされているとはいえない。

著者らはミネラル類とともにタンパク質やビタミン類についても利用出来る可能性もあるのではないかと考え, その栄養的価値や利用効率についての再検討をすすめて来ている。それら著者らが検討をすすめて来た事項のうち今回原藻のままに近い状態で一般に食用に供されている海藻³⁾であるアラメ, オゴノリ, コンプ, ヒジキ, ヒトエグサ, ワカメについて水戻し処理によって溶液中に溶出する全固形分, タンパク質, ビタミンCとミネラル類のうちカルシウム, 鉄についての結果を一応まとめたので報告する。

なおエゴノリも実験材料としてとりあげたが, これは原藻のまま食することはほとんどなく, 水とともに煮溶かしたのち全体をゲル状に固めたも

の(エゴテンなどという)を食するのが一般的⁴⁾であり, 溶出による栄養成分の損失は考えなくてもよいと思われたので, 原藻中の成分含量の測定結果のみを報告することにした。

実験方法

1. 試料

試料はエゴノリ以外はいずれも市販品を用いたが, それらを一覧表にして Table 1 に示した。エゴノリは主産地である佐渡・相川町より本学, 伊藤教授が直接入手されたものを提供していただいた。

2. 浸漬処理

各試料10gを精秤, 秤取し, 表面積のあるもの(コンプ, ワカメ)は2cm四方の大きさに切り, またヒモ状(棒状)のものは2cm位の長さにぎざみ, いずれも夫々300ml容のビーカーに入れ20°C前後の純水200mlを加え, 関本氏らと同様一定時間(20分間並びに60分間)浸漬した。

Table 1. Marine algae used this experiment.

Sample name	Classification	Drying method
Arame (Eisenia)	Phaeophyta (Brown algae)	Dried in the sun
Ego-nori (Compylaephora)	Rhodophyta (Red algae)	Dried in the sun
Ogo-nori (Gracilaria)	Rhodophyta (Red algae)	Dried in the sun
Konbu (Laminaria)	Phaeophyta (Brown algae)	Dried in the sun
Hijiki (Hijikia)	Phaeophyta (Brown algae)	Boiled and dried
Hitoegusa (Monostroma)	Chlorophyta (Green algae)	Dried in the sun
Wakame (Undaria)	Phaeophyta (Brown algae)	Blanched and dried

3. 測定事項並びに方法

浸漬後吸水されずに残った水を分別し, 更に試料に付着した水分をよくおとして合わせ, 吸水後の試料重量及び分離した水量(吸着されずに残った浸漬液)並びにその水中に溶存している全固形分, タンパク質, カルシウム, 鉄, ビタミンCの量を測定した。なおビタミンCについては参考の

ため浸漬後の試料に残存している分についても測定した。

測定方法は全固形分量は浸漬液を蒸発乾固して求めた。タンパク質はケルダール法⁵⁾による。カルシウムの定量は過マンガン酸容量法⁶⁾による。鉄の定量はオルトフェナントロリン比色法⁷⁾による。ビタミンCはインドフェノール法⁸⁾による。

水戻し処理による海藻中のタンパク質、ビタミンC及びミネラル類の溶出について

Table 2. Contents of some nutrients in dry marine algae.

Sample name	Water (g/100g)	Protein (g/100g)	Ash (g/100g)	Calcium (mg/100g)	Iron (mg/100g)	Vitamin C (mg/100g)
Arame	13.2	10.2	10.8	1485	10.1	11.5
Ego-nori	15.3	11.3	13.6	428	6.4	—
Ogo-nori	18.6	11.2	18.4	272	2.8	—
Konbu	14.0	7.2	30.4	930	11.5	0
Hijiki	12.5	6.1	17.0	1426	37.6	0
Hitoegusa	17.1	14.7	19.0	331	64.8	0
Wakame	10.9	14.6	31.7	753	6.8	2.2

実験結果

1. 今回試料として用いた海藻類中の成分の分析結果は Table 2 のとおりである。

タンパク質の多いのはヒトエグサ、ワカメで約 14.6%、アラメ、オゴノリ、エゴノリが 10~11%、コンブ、ヒジキが 6~7% という結果となっている。

カルシウムはオゴノリ、ヒトエグサが幾分少なく 300 mg% 前後であるがその他は 750~1500 mg% も含有する結果となっていて、これで見るとかぎりカルシウム給源として期待を抱かせる。

鉄はヒジキ、ヒトエグサが多目で 40~60 mg%、他は 3~12 mg% と期待したほど多い含量ではない。

ビタミンCについては測定がやや困難であったこともあるが、ワカメでは四訂日本食品標準成分表⁶⁾中に示されている量より大分少ない 2.2 mg% 程であり、アラメが 11.5 mg% と今回とりあげた試料の中では一番多かった。

2. 水戻し処理による海藻類の吸水膨潤度の結果を Table 3 に示した。今回の実験方法で 20 分間の浸漬のばあい、ヒジキの約 3.9 倍からコンブ、ワカメ、アラメの順に膨潤率は高くなり、ヒトエグサが 6 倍ともっとも高い吸水量を示している。このように海藻の種類によって吸水率が異なる。

オゴノリだけは水を加えるとまもなくとろけてきて、全体がペースト状になって固形分と浸漬残水との分離が出来ない状態となってしまうので正確な数値が出し難く、異常に高い値を示している。それは後述の溶出成分の分析値についても同様なことがいえる。

60分間の浸漬では全般に吸水が更にすすむ傾向とはなっているが、ヒジキを除いては時間をかけてもその増加はあまりなく水戻し時間は 30 分以内で十分といえそうである。

Table 3. Change in the weight of dry marine algae during water immersion.

Sample name	Initial	After water immersion	
		20min	60min
Arame	10.0(g)	59.5(g)	59.7(g)
Ogo-nori	10.0	131.3	128.6
Konbu	10.0	42.8	49.1
Hijiki	10.0	38.4	50.2
Hitoegusa	10.0	60.0	60.0
Wakame	10.0	55.2	63.8

Table 4. The quantities of some nutrients exudation during 20 - and 60-min water immersion of dry marine algae.

Sample name	Total solid matter (g/100g)		Protein (g/100g)		Calcium (mg/100g)		Iron (mg/100g)	
	20min	60min	20min	60min	20min	60min	20min	60min
Arame	20.4	23.3	2.2	2.7	74	99	5.1	5.8
Ogo-nori	9.6	13.4	2.4	2.9	—	46	1.5	—
Konbu	37.0	38.4	1.0	1.0	76	74	0.3	0.3
Hijiki	16.9	25.0	1.1	1.3	69	129	1.8	2.5
Hitoegusa	16.0	21.2	3.3	2.9	—	81	7.5	7.3
Wakame	32.0	30.4	1.6	2.0	300	316	1.3	1.4

Table 5. The rates of some nutrients exudation during 20- and 60-min water immersion of dry marine algae. (%)

Sample name	Total solid matter		Protein		Calcium		Iron	
	20min	60min	20min	60min	20min	60min	20min	60min
Arame	23.5	26.8	21.4	26.0	4.9	6.6	50.6	57.4
Ogo-nori	11.8	16.5	21.1	25.7	—	16.7	52.8	—
Kombu	43.0	44.7	14.6	14.1	8.2	7.9	2.9	2.8
Hijiki	19.3	28.6	18.1	21.2	4.9	9.1	4.9	6.7
Hitoegusa	19.3	25.6	22.4	19.6	—	24.5	11.6	11.3
Wakame	35.9	34.1	10.8	13.7	18.7	16.7	18.8	20.7

3. 水浸漬による海藻中の成分の溶出について、試料を夫々20分間および60分間20°C位の純水に浸漬した時に浸漬水中に溶出した海藻中の全固形分、タンパク質、カルシウム、鉄並びにビタミンCの溶出量を測定した結果は Table 4 のようであった。それを比較検討し易くするため溶出率で示したのが Table 5 である。

どの成分も溶出量や溶出率が試料の種類によって異った値となっている。

全固形分の溶出率は20分の浸漬でオゴノリの11.8%からコンブの43%と幅がある。

タンパク質の溶出率はアラメの10.8%からヒトエグサの22.4%の間におさまっており、種類間の差異が比較的少ない。

カルシウムの溶出率は著者らの測定結果でも、関本氏らの報告¹⁾とほぼ同じ傾向の結果を示し、ワカメが18%近くであり他の海藻は5~8%となっている。

鉄の溶出率はアラメ、オゴノリが50%程であるのに対しヒトエグサ、ワカメは12~19%、コンブ、

ヒジキは3~5%と種類によって差が大きい。

ビタミンCの溶出量については正確な数値が得られなかったので Table 4, 5 に示さなかったが、アラメでおよそ65%、ワカメで約30%の溶出があった。

60分の浸漬のばあいも全般に20分浸漬のばあいと大体似た傾向の溶出となっていると云ってよく、浸漬時間が長くなってもどの成分も溶出量が極端に増加することはなく、むしろ溶出する成分ははじめの20分間に大部分が溶出してしまうと考えられる。また水分の吸収がすすむと共に溶出した成分の一部が再吸収されることも起るようである。

考 察

今回の実験は海藻の種類ごとの成分含量や溶出量についての普遍値(代表値)を求めることを目的にしたものではなく、乾燥製品の海藻類を水戻し処理したときに栄養成分が溶出して損失をまねいていること、更にはその量が海藻の種類によってどのような傾向になるかなどを確認し、海藻製

品を食用に供するときの一般的な留意点をさぐることを目的としたものである。

先ず水戻し処理による吸水率についてみると、海藻の種類によって差が幾分みられるものの、今回の実験条件においての吸水速度は最終的には少ないもので5倍から多いもので6倍程に重量が増加した結果となっている。製品によっては吸水して15倍～20倍にも重量がふえる海藻もあるといわれているし、実際そのような製品のあることも確認しているが、一般的には例えば生ワカメは水分90%程であり、その状態に戻るのが吸水の限界の目安と考えられる。

したがって水分10%の乾燥ワカメが生ワカメの状態に戻るのは最高でも10～12倍の吸水でとどまるのが一般的と考えられる。

事実、今回実験に用いたワカメを長時間水に浸漬して限界まで吸水させたとところ重量増加は約12倍となった。

然し今回著者らが観察したオゴノリのばあいのように固形分がとろけてしまい、全体がゲル化して水分を保持したばあいは非常に高倍率の水分を保持する現象となる。

但しオゴノリを除きワカメをはじめ今回用いた他の海藻は20°C程度の水に60分間浸漬しておいた程度では自然にとろけてしまうようなことはおこさない。

次に栄養成分の溶出についてであるが、予想した通り検討したいずれの海藻も水戻し処理すると、結果の説明で述べたごとく浸漬水中に栄養成分が相当に溶出することがみられる。全固形分ではコンブからの溶出は浸漬20分でも40%をこえておりその内容は食塩分や表面の粘質多糖類などが主になっているものと考えられる。次いでワカメの35%、あとはアラメ、ヒジキ、ヒトエグサなどは20%前後の溶出で、やはり食塩分や粘質物が主であろうがタンパク質やミネラルもかなりの比率で溶出している。

また海藻類の乾燥製品はその製造に当って煮沸

処理してから乾燥したものや、塩水や真水で洗ってから干したものもある⁷⁾とのことなので、その段階でもかなりの栄養成分が溶出して失われているとも考えられる。更に水戻し処理でも失われ、実際に食する段階では原藻のもっていた栄養成分が大分損失してしまうのである。

個々の栄養素で水戻し処理で失われるのが特に目立つのはアラメ、オゴノリ、ヒジキ、ヒトエグサなどのタンパク質が20～25%も溶出して来ること、ワカメのカルシウムが18%の溶出となっていること、鉄についてはアラメ、オゴノリでは50%以上も溶出してしまうことなどである。またコンブ中のヨウ素は90%以上も溶出すると報告¹⁾されている。この様に溶出し易いということは、ミネラルをはじめ海藻の成分の多くは組織の構成々分として強固な結合状態にあるのではなく、ゆるやかな結合構成になっているか、海水中の成分などを吸収したものが、遊離したままで存在しているなど、かなり離脱し易い状態にあると見られる。

したがって水戻し処理をした後に実際に食される時点でのそれぞれの栄養成分の量は、採取直後の原藻中の含有量とは勿論、市販乾燥品そのままの分析値や成分表の値ともかなりかけはなれた数値となってしまっていることに留意する必要がある。

それでもなおカルシウムは乾燥試料100g中アラメで約1400mg、ヒジキで約1300mg、コンブで約850mg、ワカメで約500～600mgも残存させているし、また鉄はヒトエグサが約57mg、ヒジキが約35mg、コンブが約11mg、アラメやワカメでも約5mg残存させているので、その数値だけからみるとミネラル類のよき給源といえる面のあることも否定出来ない。

然しもう一つの観点として、水戻しした状態のもので考えると、100gは乾燥品としては多くても15g位にしか相当せず、一回に食べる量(実摂取量)はあまり多くは出来ないという実情もあるし、ヒジキなどはミネラル類の含有量は多くて

も、その利用率はよくないとの指摘⁹⁾もあり、ミネラル類の給源として考えるばあいにも、100g当りの含量だけでは評価出来ない面のあることにも留意する必要がある。

もっともこの成分の溶出し易い性質が、例えばコンブからダンをとるなどに利用されているわけであり、その他の海藻についても水戻しに用いた浸漬水の残りを何らかのかたちで利用する様な工夫が望まれる。

ビタミンCについては仮りに原藻にかなり含まれていても、乾燥化や水戻し処理で失われる分が多く、給源として殆んど期待出来ないとした方が無難と考える。

また海藻は一般に細胞壁が硬く、ヒトの消化酵素では消化されないとされ²⁰⁾、四訂日本食品標準成分表²¹⁾でもエネルギー値としては0としてある。

海藻の炭水化物はヒトの消化酵素では消化出来ない多糖類が殆んどともいわれている²⁰⁾ので糖質は可能性が少ないとしても、タンパク質をはじめ他の有機成分も水中に相当溶出しているということは、ヒトの消化管内においても溶出して消化され吸収利用されるもののあることを示唆しているとも考えられるので、その面の検討を更に進める必要があると考える。

摘 要

海藻の乾燥製品を水戻し処理したとき、浸漬水中に溶出する栄養成分のうちタンパク質、ビタミンC、カルシウム、鉄について検討し、次の様な結果を得た。

(1) 各海藻に含有されるタンパク質量はヒトエグサ、ワカメが14.6%程で一番多く、ついでアラメ、オゴノリ、オゴノリなどが11%前後、コンブ、ヒジキは少なくとも6~7%の結果であった。

カルシウムの含有量はアラメ、ヒジキに1400mg%以上含まれており、含有の少ないヒトエグサ、オゴノリなどでも300mg%であった。

鉄の含有量はヒトエグサが一番多く64.8mg%、ついでヒジキ37.6mg%、コンブ11.5mg%、ワカメ6.8mg%、オゴノリ2.8mg%であった。

ビタミンCはアラメに11.5mg%、ワカメに2.2mg%とわずか含まれるが他からは測定出来なかった。

(2) 20分間水に浸漬したときの全固形分の溶出率はコンブが一番多く43%、ついでワカメ36%、アラメ23%の順となっている。

タンパク質はアラメ、オゴノリ、ヒジキ、ヒトエグサなどが20~25%溶出しており、ワカメの10.8%が一番少ない溶出率となっている。カルシウムはワカメが18%溶出しているが、他はコンブが8%、アラメ、ヒジキが5%と比較的少ない。

鉄の溶出はアラメ、オゴノリで50%以上にもなるのに対し、ワカメは19%、ヒトエグサ11.6%、コンブ、ヒジキは3~5%と海藻の種類によって差が大きい結果となった。

60分間の水浸漬をしたばあいも大体同様な傾向となっている。

海藻の乾燥品を食用に供するとき行う水戻し処理によってかなりの栄養成分が溶出し、損失をまねいていることに留意する必要があることが知れた。

終りに臨み、本研究のきっかけを与えて下さり、試料の提供並びに種々の御教示を賜りました本学、伊藤徳教授に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 関本邦敏外：栄養と食糧 36 No. 1 21~24 (1983)
- 2) 横浜康継：海藻の謎 (三省堂) 184頁~186頁 (1982)
- 3) 杉田浩一外編：新編日本食品事典 (医歯薬出版) 480頁 (1982)
- 4) 伊藤徳外：長野県短期大学紀要第30号5頁 (1975)
- 5) 永原太郎外：食品分析法 (柴田書店) 153頁, 163頁, 232頁 (1976)
- 6) 科学技術庁資源調査会編：四訂日本食品標準成分表 (1982)

水戻し処理による海藻中のタンパク質、ビタミンC及びミネラル類の溶出について

- 7) 桜井芳人編：総合食品事典（同文書院）989頁（1974）
- 8) 関本邦敏外：日本栄養・食糧学会総会講演要旨集（京都）167頁（1984）
- 9) 鴻巣常二編：水産食品と栄養（恒星社厚生閣）118頁（1984）
- 10) 谷口宏吉外：食品材料学（朝倉書店）187頁（1977）