

調理によるワカメ中の無機成分の変化

畑 明美・南光 美子

Changes in Mineral Contents in Wakame (*Undaria Pinnatifida* SURING.) Thalls as Affected by Some Cooking Treatments

AKEMI HATA and YOSHIKO NANKO

The objective of this investigation was to determine the effects of mineral contents, hardness and color of the ash-treated and untreated Wakame thalls during storage at 20°C condition. On the other hand, mineral contents and hardness of dipped specimens in water were evaluated, and also, the influences of mineral contents in cooked specimens were estimated from viewpoint of cooking. The obtained results were as follows;

- 1) Although mineral contents of untreated specimens did not markedly change during 70 days storage, calcium and iron contents of ash-treated specimens were remarkably increased after 30 days storage. The hardness of ash-treated specimens was higher than that of untreated ones, but the both of them was gradually decreased after 30 days storage, and the fresh color of ash-treated specimens was maintained in comparison with untreated ones.
- 2) All mineral elements in specimens were more or less decreased by dipping treatment in water, and especially, potassium, sodium, calcium and iron in specimens were more eluted after dipping treatment for 5 to 10 minutes. Besides, the hardness of the both of ash-treated and untreated specimens was gradually decreased according as long of dipping time, but the hardness of ash-treated specimens was exceeded in comparison with untreated ones.
- 3) All mineral elements in specimens were more or less decreased by treatments of dipping in vinegar, boiling and dipping in hot water, and especially, calcium and magnesium contents in specimens were remarkably decreased by dipping treatment in vinegar.

(Received July 20, 1983)

ワカメは日本近海特産の海藻であり、わが国では古事記（711年）あるいは延喜式（927年）などに利用の記録がみられ、食用の歴史は古いものがある。

現在でも、ワカメはアオノリ、マコンブ、ヒジキなどの海藻類とともに、炭水化物、ビタミン類及びミネラルの給源として、極めて有用な食品とされている。

ところで、ワカメの系統としてはナンブワカメ、ナルトワカメなどが知られているが、これらは採取後ほとんどが乾燥製品（素干し、湯抜き干し、淡水洗い干

しなど）として供給されており、その製造方法は、それぞれの産地で古くから経験的に工夫された独特の方法が伝承されている。

なかでも、鳴門地方では原藻を灰でまぶした後天日乾燥させた、いわゆる灰干しワカメがみられ、その製品は保蔵性が高く、かつ調理摂食時の色調あるいは硬さ（歯ごたえ）、香気などがともに優れていることが指摘されている。

そこで本報では、灰干しワカメ及び素干しワカメを

京都府立大学食物学科栄養学・調理学講座

Laboratory of Nutrition and Science of Cookery, Department of Food Science, Kyoto Prefectural University

用いて、それぞれ製品の保蔵中の無機成分含有量、硬さ並びに色調の変化を比較検討するとともに、実際の調理に際しては、水に浸漬するいわゆるもどし操作を行うことから、もどし操作過程での無機成分含有量及び硬さの経時的変化を調査した。

さらに、実際調理の立場から、食酢浸漬、加熱あるいは湯通しなどの各種操作が、無機成分含有量に及ぼす影響を及ぼすかについても検討したので、その結果を報告する。

実験材料及び方法

供試材料には、1981年3月中旬に兵庫県三原郡西淡町阿那賀地区で採取されたワカメを使用した。

灰干しワカメは、採取後直ちに藻体全面にほぼ均一にワカメ用処理灰（みどり灰とも呼ばれ、当地方特有のもので、その組成は明らかにされていない）をまぶし、2日間天日乾燥を行い、素干しワカメは採取後無処理のまま、2日間同様に乾燥したものである。

保蔵中の変化を調査するため、得られた製品は20℃に制御したインキュベーター中に保存し、所定日に取出して分析に供した。すなわち、ワカメ藻体を茎部中肋部を除いて1cm×1cmの正方形に切断した後、任意に10g秤取して300倍量（試料10gを50倍量の蒸留水で洗浄を6回繰り返す）の蒸留水で洗浄し、水切りを10分間行ったものを用いた。

もどし操作については、それぞれの乾燥ワカメを無作為に5g秤取し、300倍量の蒸留水にそれぞれ5分10分、15分間浸漬した後、水切りを10分間行ったものを分析試料とした。

また、調理操作については、乾燥ワカメを任意に3g秤取し、上述と同様に洗浄、水切りしたものを、50倍量の食酢（市販品）中及び対照として蒸留水中に30分間浸漬、並びに100倍量の蒸留水中に入れて15分間加熱、さらに100倍量の沸騰させた蒸留水を注ぎ入れ

15分後に取り出したものの4操作区を設け、いずれも5分間の水切りを行ったものを分析試料とした。

無機成分分析は、常法により湿式灰化後、Fe、Mg、Ca、Cu、Mn、Na及びKの7元素について、原子吸光分光分析法及び蛍光分析法によって測定した。また、色調については測色色差計で、硬さについては、レオメーターで測定を行った。すなわち、藻体切片（3cm×3cm）を10片用意し、中央部に直径3mmの円孔をあけたゴム板の上に切片を乗せ、両端をさらにゴム板で固定して、直径5mmの円管形アダプターを用い、3mmの貫入応力で示した。

実験結果および考察

一般に生産地では、灰干しワカメの品質は、6月梅雨期を過ぎるとやや劣る傾向があると言われている。そこで、灰干し及び素干しワカメともに、梅雨期の以前、すなわち製造後70日を指標とし、その間の変化を調べることとした。

素干し及び灰干しワカメについて、貯蔵70日目の無機成分含有量を示すと第1表のとおりである。灰干しでは素干しに比べ、Fe及びMnで約2倍、Caでは約4倍の含量を示して注目されたが、他の元素ではほとんど相違がみられなかった。また、洗浄することによって各元素いずれも若干の減少がみられた。

一方、ワカメ用処理灰中の無機成分含有量をみるとCa、K、Fe及びNaではかなりの高含量を示し、またMn含量もこれらについて相当の含量を示している。これと灰処理との関係を見ると、他の元素では藻体中への浸透は示唆されなかったが、とくにCaでは灰中のCaイオンの浸透が著しいことが考えられ、またFeについても、相当な浸透を生じることが伺われた。

したがって、灰処理して乾燥させた灰干しワカメでは、Ca及びFeの含量が高いことが明らかに指摘さ

第1表 ワカメの無機成分含有量

(mg%乾物重)

成分		Fe	Mg	Ca	Cu	Mn	Na	K
洗浄前	素干しワカメ	75.0±1.5	1667±23	1917±39	9.0±1.4	23.0±0.8	4500±56	5750±81
	灰干しワカメ	140.0±10.8	1620±28	7750±101	10.0±0.2	45.0±2.1	4375±11	5500±96
洗浄後	素干しワカメ	56.7±2.1	1620±21	1700±50	4.4±0.5	15.0±0.8	4017±48	5000±58
	灰干しワカメ	135.0±5.8	1580±38	5000±81	10.0±0.3	23.0±0.8	4000±23	4850±76
処理用灰		1800±10.0	1156±9	5938±65	25.3±0.2	429.9±2.8	1832±16	2149±33

注：70日間貯蔵した乾燥ワカメについて、藻体の300倍量の水で洗浄したものを分析試料とした。

れ、本来乾燥海藻類の多くは、Ca, Na 及び Fe などのミネラル源として有用されるなかでも、灰干しワカメが貴重なものであると言えるだろう。

なお、一般に乾燥ワカメについて示される藻体無機成分含有量について、本調査での藻体中の Fe および Ca などでは若干高含量であり、Na では幾分低い含量を示したが、これは藻体の発育程度、採取時期の差異などの影響によるものと思われる。

次に、乾燥後の貯蔵過程で、無機成分含有量がどのような変化をするかについてみると、素干しの場合は第2表に、灰干しの場合は第3表に示したとおりである。

すなわち、素干しワカメでは採取時から、乾燥後の貯蔵30日目及び70日目の無機成分含有量は、Mn のみ漸減の傾向を示したが、その他の元素はほとんど大きな変化は認められなかった。

一方、灰干しワカメでは灰処理直後から、Kはほとんど変化しなかったが、Mg 及び Na では経時的にわずかにその含量が増加した。また、貯蔵30日以降の Fe 及び Cu ではその含量が増加し、Mn はほぼ半減する結果となった。また、とくに Ca 含量が、処理直後より経時的に急増したことが注目された。

このように、灰処理及びその後の貯蔵過程で、それぞれの元素によって明らかな含有量の変化が認められる。当実験からは、直ちにその理由を明らかにはいえないが、原藻の生育条件、採取時期などの外に、藻体

及び使用する灰中の無機成分あるいはその存在形態などによって、大きな影響を受ける可能性を示唆している。

ちなみに、西淡地方ではかつてシダ灰、松葉、竹灰などの処理が試みられたが、とくに梅雨期以降に一部製品が溶解するものさえみられ、現在では改良された木灰が専用されている。その組成は明らかでないが、渡辺¹⁾の調査によると、チップ工場の木灰、製材工場の木灰、練炭灰などによって、水溶性Ca 量に大きな差異のあることを認め灰中の水溶性 Ca 量が 5,000~10,000ppm の灰を用いれば、良質の灰干しワカメが得られるとしている。

したがって、今後灰中の各無機成分について、藻体中へ浸透、吸収される機構を検討する必要があると同時に、灰中に有毒金属が多く含まれることも考えられ処理灰の組成について、ワカメの品質面だけでなく人体への健康面でも十分な配慮が望まれるところである。

次に、貯蔵過程での硬さについて、その経時の変化を示すと第1図のとおりである。灰干しワカメは明らかに素干しワカメより硬い結果が認められた。その経時の変化をみると、いずれの場合でも、貯蔵30日目をピークとしてそれ以降は減少する傾向を示した。

佐藤ら²⁾³⁾、渡辺¹⁾らの調査によると、灰干しワカメは素干しワカメに比べ、明らかに破断力値(硬さ)は高いことが認められ、この理由として組織結合 Ca

第2表 素干しワカメ中無機成分含有量の経時的变化

(mg%乾物重)

成分 試料	Fe	Mg	Ca	Cu	Mn	Na	K
原藻(採取時)	53.0±1.0	1500±35	1550±58	5.0±0.1	50.0±0.2	4250±27	5000±98
貯蔵30日後	50.2±1.0	1500±18	1500±40	5.0±0.1	23.0±0.1	4500±35	5355±68
貯蔵70日後	56.7±2.1	1620±21	1700±50	4.4±0.5	15.0±0.8	4017±48	5000±58

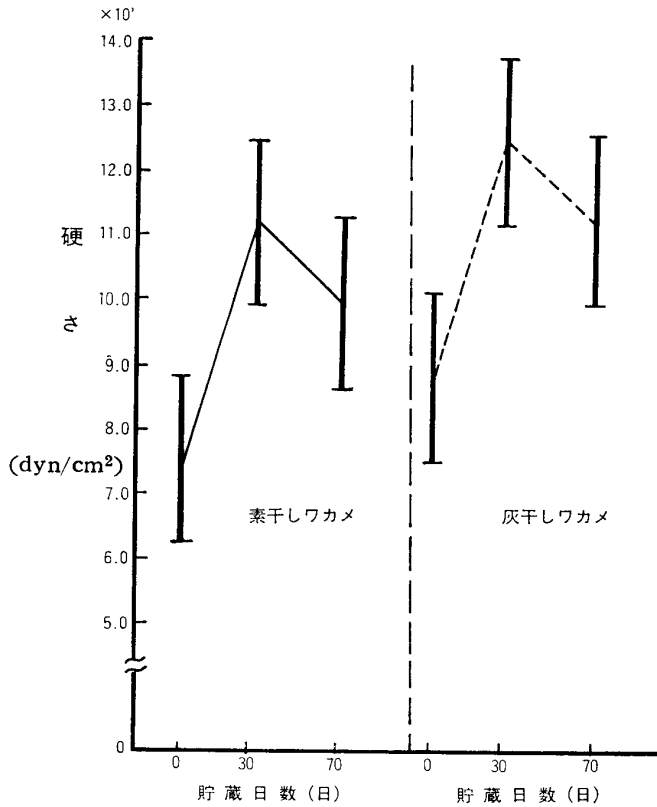
注：藻体の300倍量の水で洗浄したものを分析試料とした。

第3表 灰干しワカメ中の無機成分含有量の経時的变化

(mg%乾物重)

成分 試料	Fe	Mg	Ca	Cu	Mn	Na	K
灰処理直後	55.0±1.0	1450±38	2500±33	5.0±0.1	45.0±1.0	3000±45	4955±16
灰処理1日後	45.0±0.8	1500±26	3750±69	5.0±0.1	45.0±0.1	3330±13	5000±30
貯蔵30日後	135.0±2.3	1500±39	3800±79	10.0±0.3	23.0±0.2	3750±20	4900±41
貯蔵70日後	135.0±5.8	1580±38	5000±81	10.0±0.3	23.0±0.8	4000±23	4850±76

注：300倍量の水で洗浄したものを分析試料とした。



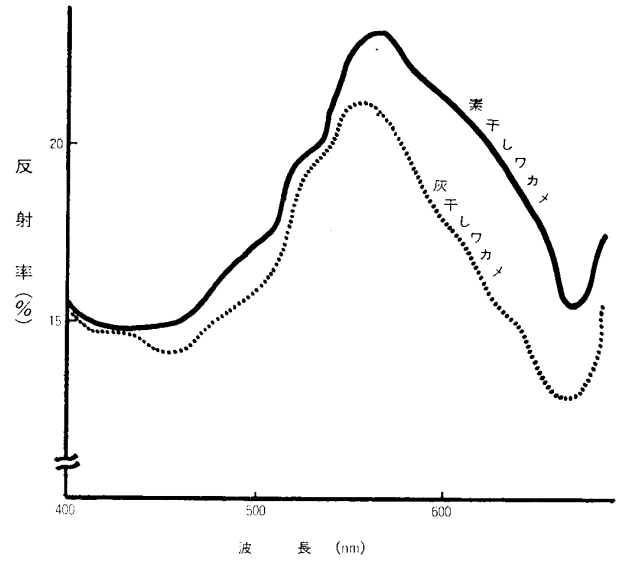
第1図 貯蔵中のワカメの硬さの変化

注：藻体の300倍量の水で洗浄した試料による

量の多いこと、また藻体アルギン酸がCaと結合して不溶性化することなどを指摘しているが、灰処理直後から、Ca含量が急増することを示した本実験の結果とも符合するように考えられる。また、藻体軟化とアルギン酸リアーゼ活性との関係について、天日による素干し乾燥では酵素活性の大部分が残在するのに対して、灰干しの場合にはその活性がほとんど残在しないことを認め¹⁾、アルギン酸リアーゼ活性の残存によって、組織の軟化が促されるとしている。

本実験での藻体の硬さが、貯蔵30日目以後減少するのは、当該酵素活性と関係しているものと思われるが、灰干しワカメでも減少する理由は明らかではない。

次に、灰干しワカメの特色の一つとして、貯蔵中に色調の変化が少なく、摂食時に鮮緑色を呈して好評である。この点について、貯蔵70日後の灰干し及び素干しワカメの色調を、測色色差計で測定した結果は第2図に示すとおりである。いずれの場合でも、ほぼ緑黄波長域で反射率はピークを示したが、緑青色から橙赤色域を通じて灰干しワカメは素干しワカメに比べて反射率が低く、かつ黄、橙色域の反射率に大きな差異が認められた。したがって、本調査に用いた試料では、灰干し及び素干しワカメのいずれも70日間の貯蔵後で

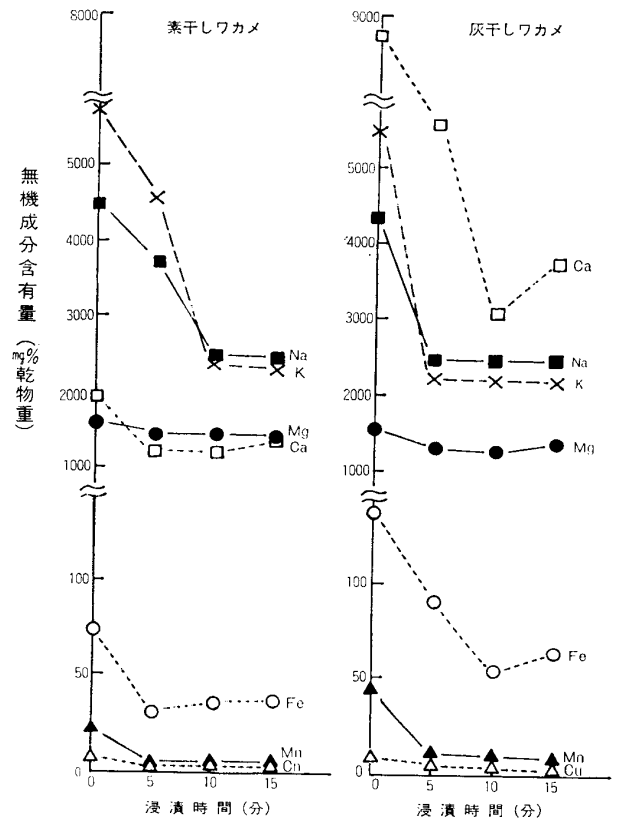


第2図 ワカメの色調の変化

注：70日間貯蔵した乾燥ワカメについて、藻体の300倍量の水で洗浄した試料による

は基本的に色調には著しい差異はないが、概して灰干しワカメの方が緑黄色が濃い傾向を示している。

渡辺¹⁾の調査結果もほぼ同様な傾向を示しており、これは灰のアルカリ成分がクロロフィルの分解を抑制し、さらにクロロフィルaの一部がフィリンとなるこ



第3図 浸漬にともなう無機成分含有量の変化

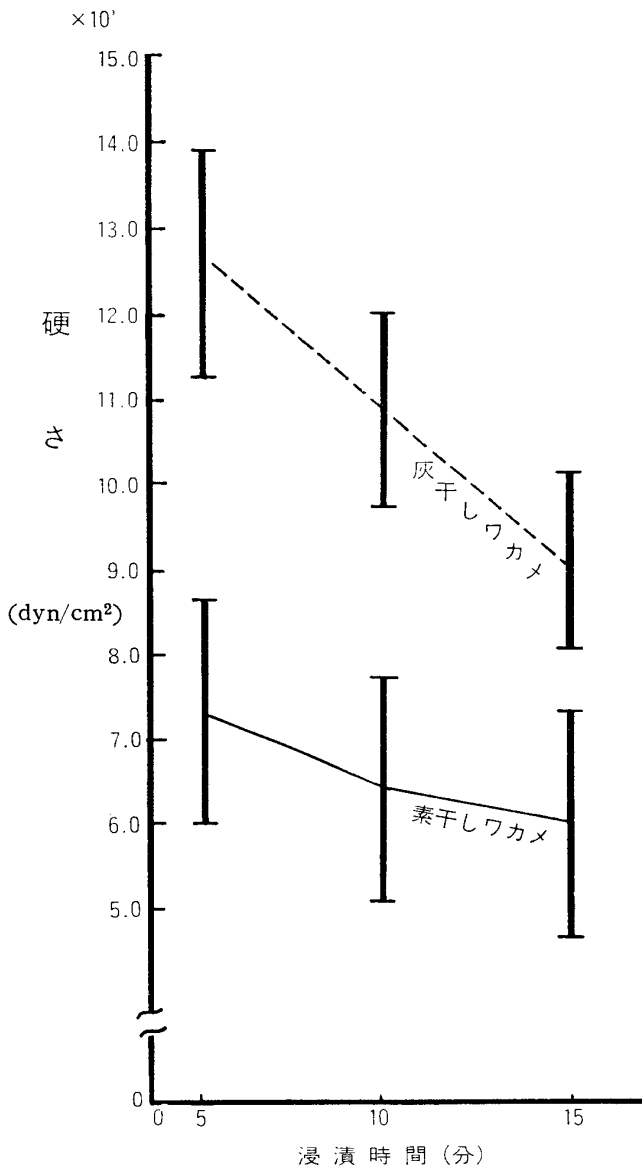
注：70日間貯蔵したワカメについて浸漬前の乾燥状態を0として示した

とによって、灰干しの場合は鮮緑化並びにその安定化がみられるものと示唆されている。

したがって、藻体の pH 上昇に関する灰の組成、灰の処理量などについて、更に詳細な検討が望まれる。

次いで、実際の乾燥ワカメを摂食するに当たり、水に浸漬してもどし操作を行うことが多いことから、所定時間水浸漬した場合に、藻体中無機成分含有量がどのように変化するかを調べた結果は第3図に示したとおりであり、同時に浸漬時間とワカメの硬さの変化を測定した結果は、第4図に示すとおりである。

いずれのワカメについても、Cu, Mn 及び Mg は比較的減少の程度が少ないのに対して、K, Na, Ca 及び Fe では相当の減少を示し、とくに灰干しの場合は5分間浸漬で K 及び Na ではほぼ $\frac{1}{2}$ に減少したことが注



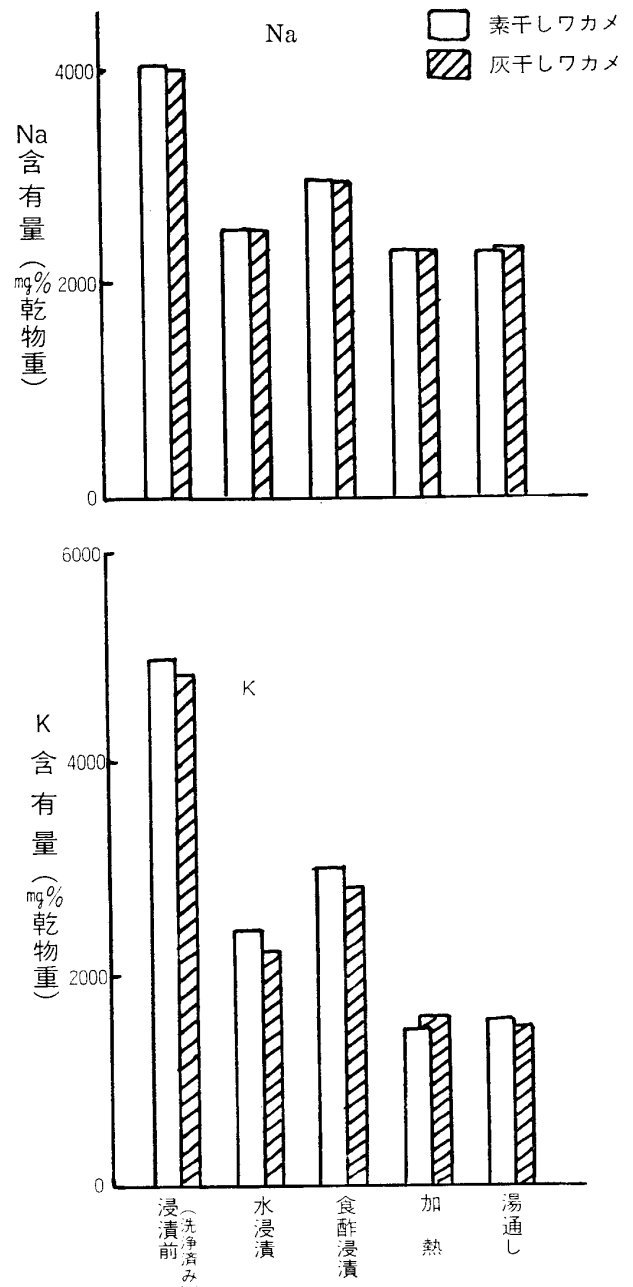
第4図 浸漬時間とワカメの硬さの変化

注：70日間貯蔵したワカメを供試した

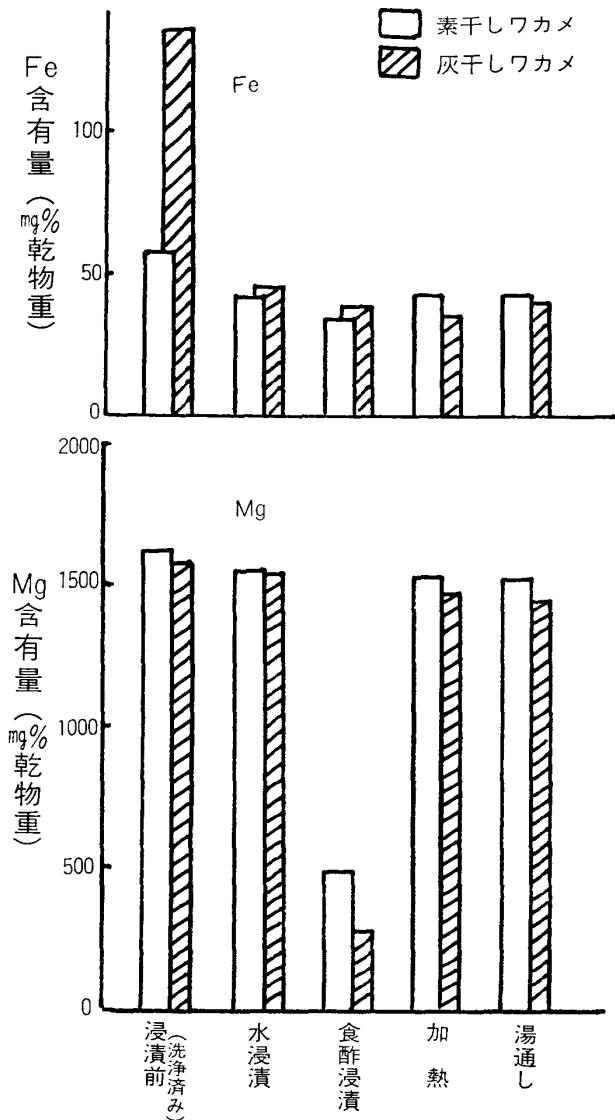
目される。素干しの場合でも、10分間浸漬で同様な傾向を示したが、K及びNaは易溶性成分であるためその変化が著しいものと考えられる。

また、Ca及びFeにおいても、浸漬5分～10分間でかなり減少し、とくに灰処理ワカメではほぼ $\frac{1}{2}$ に減少した。これら比較的移動性の少ない元素についても大きな変化が認められることは、乾燥処理あるいは灰処理乾燥などの操作によって、藻体の組織細胞が変性し、あるいは無機成分の形態にもなんらかの変化を生じた結果、このような現象がみられたのかも知らない。

通常乾燥ワカメの水によるもどし操作時間は、5分



第5図-1 調理操作による無機成分含有量の変化



第5図-2 調理操作による無機成分含有量の変化

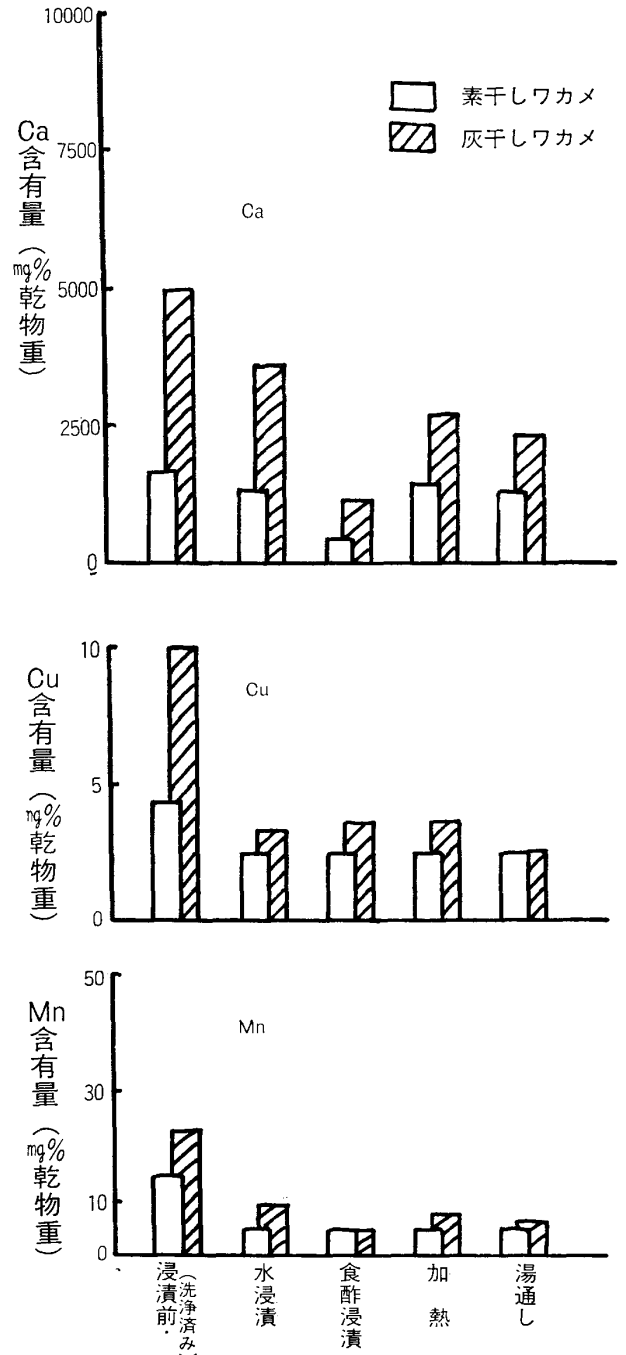
～10分間程度であることが多く、その点では摂食時のワカメの硬さ（歯ぐたえ）とも関連するが、比較的短時間のもどし操作がミネラル摂取の上からは望ましいと言えよう。

なお、浸漬時間と硬さの関係については、いずれの場合でも、浸漬時間が長くなるにつれて軟化が促される結果を示している。

いずれにしても、実際のワカメの調理目的に応じて、もどし操作過程でのミネラル並びに軟化の実態を十分理解しておく必要がある。

次に、各種の調理法が藻体中の無機成分含有量に及ぼす影響を調査した結果は、第5図に示したとおりである。

すなわち、それぞれの調理操作によって、各元素間の挙動に相違が認められ、Cu, Mn, Fe ではいずれ



第5図-3 調理操作による無機成分含有量の変化

も操作間に著しい差異はみられなかったが、とくに食酢処理ではK及びNaの減少が少なく、Ca, Mgの顕著な減少が注目された。

栗田ら⁴⁾はワカメの食酢処理によるCaの変化について調査した結果、試料3gに食酢50mlを用い常温で30分間浸漬したところでは、約50%のCaが食酢中に溶出したことを認めている。

また、佐藤ら²⁾³⁾は不溶性アルギン酸区分中のCa及びMgは、水もどし操作に比べてその含量が少ないことを報告している。

いずれも、食酢処理によって結合されていた金属元素が溶出することを示しており、アルギン酸分子の分散状態の変化、不溶性アルギン酸の増加などの藻体内の化学的变化を誘起していることが示唆されている。

いずれにしても、食酢による調理操作によって Ca 及び Mg の著しい減少は注目される場所であり、灰干しまたは素干しワカメの食用目的によって調理操作も異なることから、ミネラル源としてその利用をはかる点でさらに詳細な検討が望まれるところである。

要 約

本調査では、灰干しワカメ及び素干しワカメを供試して、製品の貯蔵過程における無機成分含有量、硬さ及び色調の変化を調べるとともに、実際調理の立場から、乾燥ワカメの水浸漬過程、あるいは食酢浸漬、加熱処理などの各種調理操作の過程で、無機成分含有量、硬さなどがいかなる変化をするかについて検討した。その結果、以下の諸点が明らかとなった。

1. 素干しワカメでは、貯蔵70日後までは藻体中の無機成分含有量はほとんど大きな変化はみられなかったが、灰干しワカメでは、Ca, Fe 及び Cu の含有量が貯蔵30日以後増加し、とくに Ca, Fe でその傾向が著しかった。
2. 藻体の硬さは、灰干しワカメの方が素干しワカメ

より優れていた。また、いずれの場合もその硬さは貯蔵30日目までは増加したが、30日目以後は減少する傾向を示した。

3. 貯蔵70日後の藻体の色調は、灰干しワカメは素干しワカメに比べ緑黄色が優れていた。
4. 水浸漬によって、藻体中から各元素は溶出されたが、5分～10分間の浸漬処理で K, Na, Ca, 及び Fe の溶出が大きいことが認められた。
5. 灰干しワカメ、素干しワカメともに、水浸漬時間が長くなるに伴って硬さは減少したが、その場合でも灰干しワカメの方が硬さは勝っていた。
6. 食酢浸漬、加熱及び湯通しの各調理操作によって無機成分含有量はいずれも減少するが、なかでも食酢浸漬によって K 及び Na の減少が少なく、またとくに Ca 及び Mg の減少が著しいことが注目された。

たおこの報告の一部は調理科学研究会近畿支部第7回研究発表会で発表した。

(1983年7月20日受理)

文 献

- 1) 渡辺忠美：日本大学学位論文要旨 (1982)
- 2) 佐藤孜郎, 佐藤邦子：家政学雑誌 28 463 (1977)
- 3) 佐藤邦子, 佐藤孜郎：家政学雑誌 28 467 (1977)
- 4) 栗田とよ, 藤野富士代：食 9, 6 (1961)