

# 知恵の伝承料理にみる昆布豆とミネラル

上 田 十基子・南 出 隆 久・大 谷 貴美子

## Relationship between “Konbumame” and mineral in transmission cooking

TOKIKO UEDA · TAKAHISA MINAMIDE · KIMIKO OHTANI

**要 旨**：This study was subjected to examine the physical and chemical changes of kelp and beans in “Konbumame” cooking.

“Konbumame” cooking is one of the transmission cooking in Japan. The sodium and potassium contents of kelp were reduced during boiling and calcium content of cooked beans (soybean, uzuramame, kintokimame) was also decreased. Mineral of kelp shifted to soften beans and sodium contents were increased remarkably. Soybean restrained the elution of amino acids into soup less than the other beans. As cooking time passed, softening of surface and inner in kelp structure made progress strikingly with soybean. Alginic acid of kelp was solubilized when softening of inner structure of kelp was generated. From these results, it was found that soybean among beans was better treatment to bring about solubilize of mineral, amino acids, and alginic acid and softening structure of kelp.

(Accepted September 5, 2001)

### 緒 言

豊かになった日本の食生活において健康志向の高まりとともに、ミネラルの重要性が注目されてきている。

食品に含まれるミネラルは、人体を構成する栄養素であるとともに代謝調節作用など多くの生理作用と密接に関係する要素であり、身体機能の維持増進などに関連してその役割が重要視されている<sup>1)</sup>。

「知恵の伝承料理」とは優れた技術や食材の組み合わせなど古くから各地域で食べられている料理で、「京のおばんざい」などがよく知られている<sup>2)</sup>。その一つに、大豆と海藻<sup>3)~5)</sup>を用いて作る伝承料理の「昆布豆」がある。昆布は、グルタミン酸ソーダを含むことからうま味を付加するのにダシとして用いられるが、昆布の主成分である炭水化物やカリウム、カルシウム、マグネシウムなどのミネラルを有効活用する方法は佃煮や煮物に限られている。一方、昆布豆に用いられる大豆は良質のタンパク質や脂質に富むとともに、イソフラボン、オリゴ糖、サポニン、フィチン酸も含むことから大豆成分の3

次機能に近年関心が高まっている<sup>6)</sup>。大豆以外に日本でよく用いられてるうずら豆や金時豆はでんぷんが豊富で煮豆の他スープやサラダにも利用されている。

このように豆類と海藻は、日本型食事の重要な栄養源であるが、両者を一緒に調理することでどのような特徴をもった料理になるかについての研究はほとんどなされていない。

そこで本研究では、この「昆布豆」に着目し、昆布を大豆と一緒に煮ることでミネラル及び遊離アミノ酸、アルギン酸の溶出量、および昆布の硬さにどのような影響があるか調べるとともに、大豆以外の豆との比較を行った。また、大豆成分の一つであるサポニンやフィチン酸が昆布の硬さに及ぼす影響について調理学の立場から検討を行った。

### 実験方法

#### 1. 材料

昆布は、北海道産の乾燥真昆布を購入し、実験試料用

に2 cm×2 cmにカットした。豆類として大豆、うずら豆、金時豆は国産のものを市場より購入し用いた。

## 2. 調理操作

### 1) 煮る操作

豆は蒸留水100ml (20~25℃) に一晩浸漬し、一画分につき10 g, または乾燥昆布8 gをピーカーに入れた蒸留水200mlに加えガラス板で蓋をし、電熱ヒーター(ナショナルNK-685SG, 100V, 300W)で沸騰後30分, 60分, 90分, 120分加熱した。この操作で得られた煮汁, 昆布, 豆類を分析した。加熱中, 煮汁の量が一定(200ml)になるように蒸留水を加え調節した。

### 2) サポニン, フィチン酸溶液の調整

サポニン水溶液は0.001%, 0.01%, 0.1%, 1%, フィチン酸水溶液は0.001%, 0.01%, 0.1%の濃度のものを調整し, 1)に準じ加熱を60分行い, 煮汁, 昆布のカルシウム, および昆布の破断強度を測定した。

## 3. 測定方法

### 1) ミネラル

固体試料(昆布, 豆)は, 液体窒素で凍結後, ミキサーで粉碎し約1 g, 液体試料(煮汁)は5 mlを, それぞれのつばに取り電気炉で105℃4時間常圧乾燥し, 水分を測定後, 550℃20時間灰化を行い, 6N HCl 4.2ml, 1% LaCl<sub>3</sub> 2.5mlを加え, 蒸留水で25mlに定量したものを原液としてミネラルの測定に用いた。

原子吸光光度計(HITACHI508A型)を用い, マグネシウム, カルシウムは原子吸光分析法, ナトリウム, カリウムは炎光光度分析法により測定した。リンはモリブデン青吸光光度法<sup>6)</sup>, 鉄はフェナントロリン法<sup>7)</sup>により測定した。

### 2) 遊離アミノ酸

液体試料(煮汁)1 mlを適宜希釈し, 煮汁中の遊離アミノ酸をニンヒドリン法により測定した<sup>6)</sup>。遊離アミノ酸含量は, グルタミン酸として示した。

### 3) アルギン酸<sup>8)</sup>

液体試料(煮汁)中のアルギン酸をカルバゾール比色法<sup>9)</sup>により測定した。

### 4) 破断強度

昆布の破断強度の測定はナイフ型のプランジャーを使用し, クリープメーター(山電レオナー, RE-3305)で, 破断荷重と破断歪率を測定した。測定条件は, ロードセル2 kgfまたは20 kgf, 格納ピッチ0.05sec, 測定歪率99%, 測定速度0.5mm/sec, 接触面積0m<sup>2</sup>とした。

## 実験結果

### 1. 調理操作における昆布, 豆のミネラル含量の変化

#### 1) 昆布, 豆のミネラル含量

試料である昆布や豆に含まれているミネラル含量についてはTable1に示した。

昆布中のミネラルは鉄は微量しか含まれていなかったが, リンを除いて豆類に比べて非常に豊富であった。豆の種類によるミネラル含量の違いは, ほとんど見られなかったが, リンは大豆に多く含まれていた。

Table1 Mineral Contents of Kelp and Beans

	Na	K	Ca	Mg	Fe	P
Kelp	319*	6973	861	571	4.3	222
Soybean	37	187	107	260	1.5	692
Uzura bean	66	125	71	172	1.7	446
Kintoki bean	76	133	75	177	1.5	498

\* mg/100 g f.wt.

### 2) 昆布, 豆類を単独で煮たときの加熱によるミネラル溶出量の変化

Fig.1は, 昆布, 豆類をそれぞれ単独で煮たときの加熱によるミネラル溶出量の変化を示したものである。縦軸は, 加熱前のものを100として示した。

単独で煮ると, すべてのミネラルは加熱に伴い減少した。120分の加熱で昆布中のナトリウム, カリウムはともに高い溶出量(30~40%)を示した。一方, 豆類の中では, 大豆はナトリウムの溶出(60%)が多く, うずら豆, 金時豆では, カリウムの溶出(50~70%)が多かった。カルシウムの溶出は昆布ではあまり見られなかったのに対し, 大豆や金時豆のように加熱とともに減少するタイプと, うずら豆のように加熱60分まで減少しその後あまり変化しないもののタイプがあり, 豆の種類によってカルシウムの溶出パターンに違いのあることがわかった。いずれもカルシウムが溶出した時期に, 煮崩れが始まっていた。

### 3) 昆布と豆を一緒に煮たときの, 豆に残存するミネラル含量

Fig.2は, 昆布と豆を一緒に煮たときの, 豆に残存するミネラル量を示したものである。縦軸は浸漬した豆に含まれるミネラル量を100とした。ナトリウムについては, 含量が多かったので, 別途記載した。

豆を単独で煮た時は, 加熱に伴いミネラル含量が減少したのに比べ, 昆布を加えらうずら豆のカルシウムは増加した。大豆や金時豆では, 豆からの溶出は抑えられるもののそれほど増加しなかった。カリウムは昆布と一緒に煮ても, 全ての豆で増加しなかった。ナトリウムはいずれの豆ももとの含量の10倍前後含むことがわかり, 特に大豆で多く吸収された。

### 4) 昆布と豆を一緒に煮たときの, 昆布に残存するミネラル量

昆布と豆を一緒に煮たときの, 昆布に残存するミネラル含量をFig.3に示した。

昆布を単独で煮ると, ナトリウム, カリウムが加熱に伴い徐々に減少するのに対し, 豆を加えて煮ると豆の種

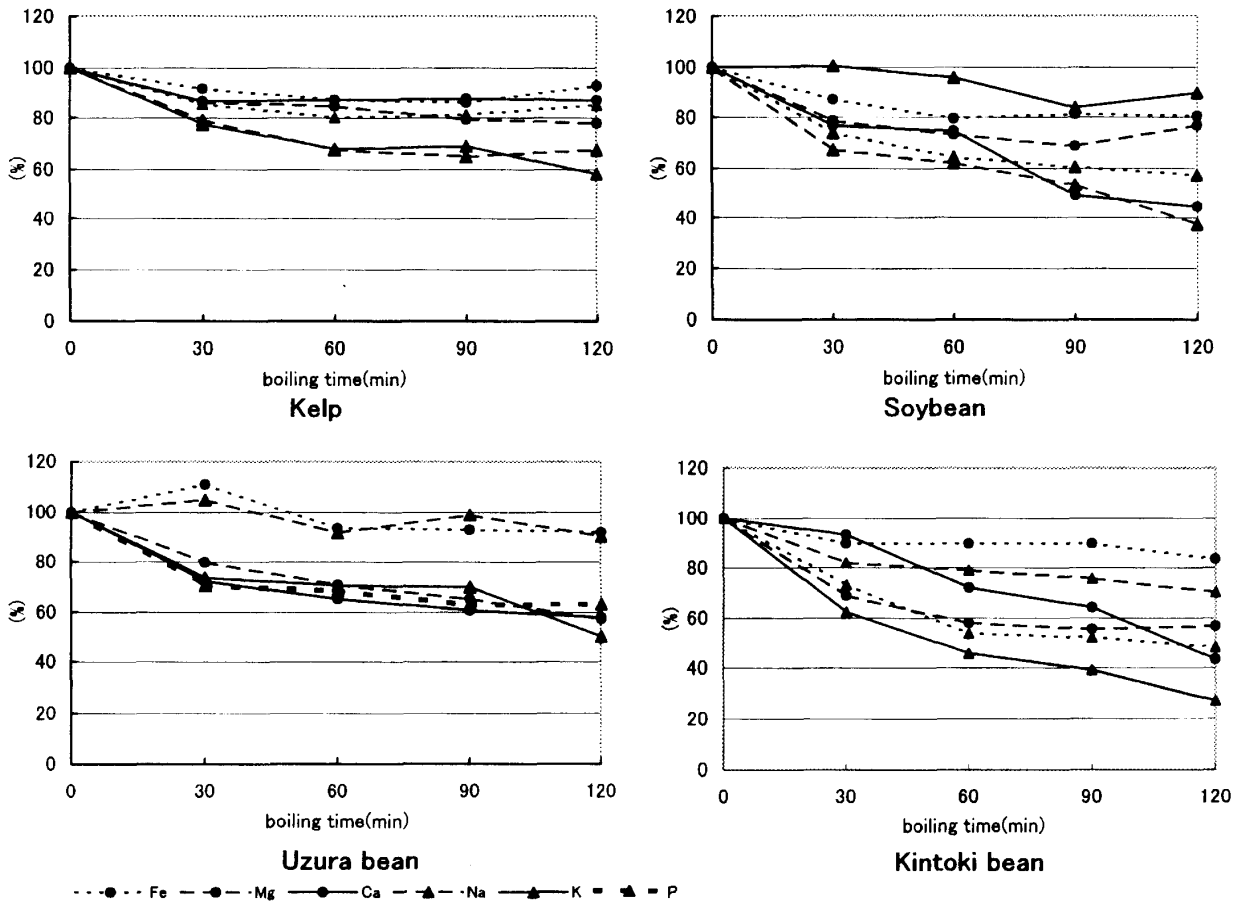


Fig.1 Changes in Mineral Contents of Kelp, Soybean, Uzura bean and Kintoki bean during boiling

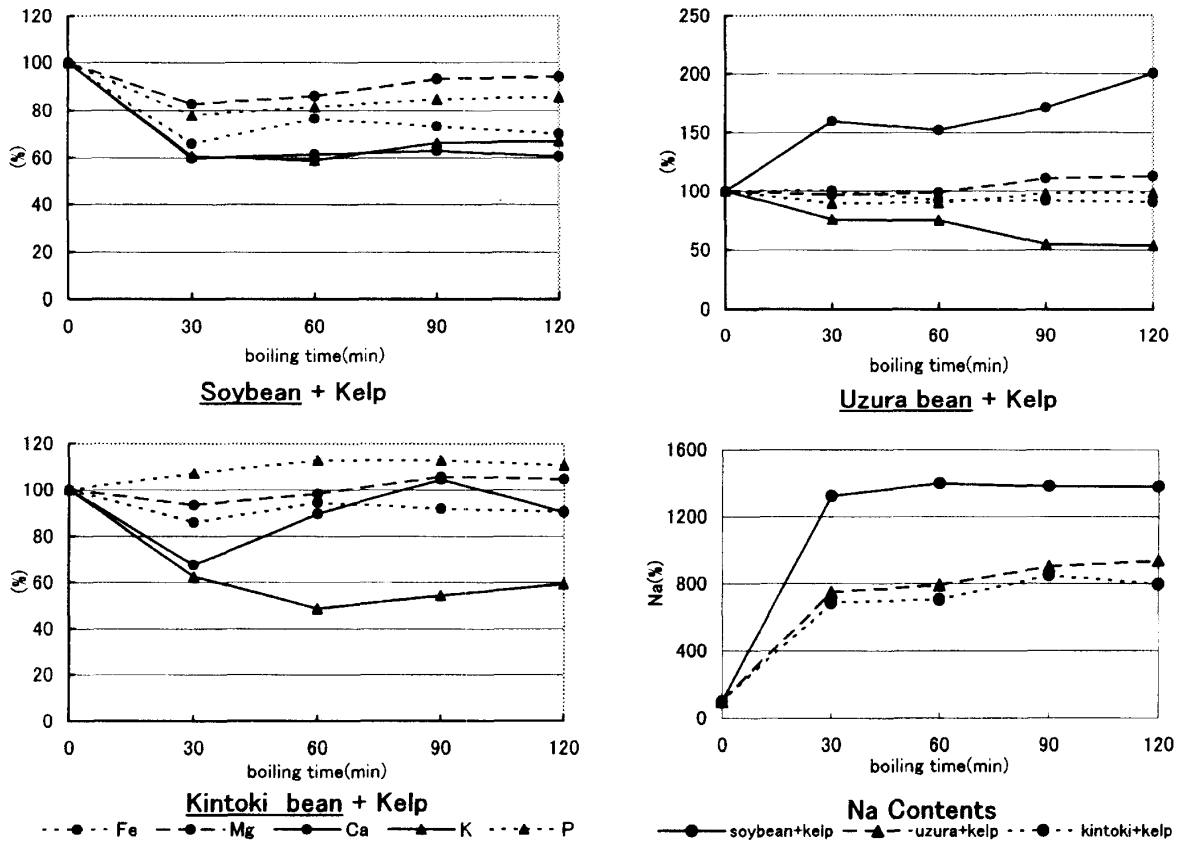


Fig.2 Mineral Contents of Beans cooking with Kelp

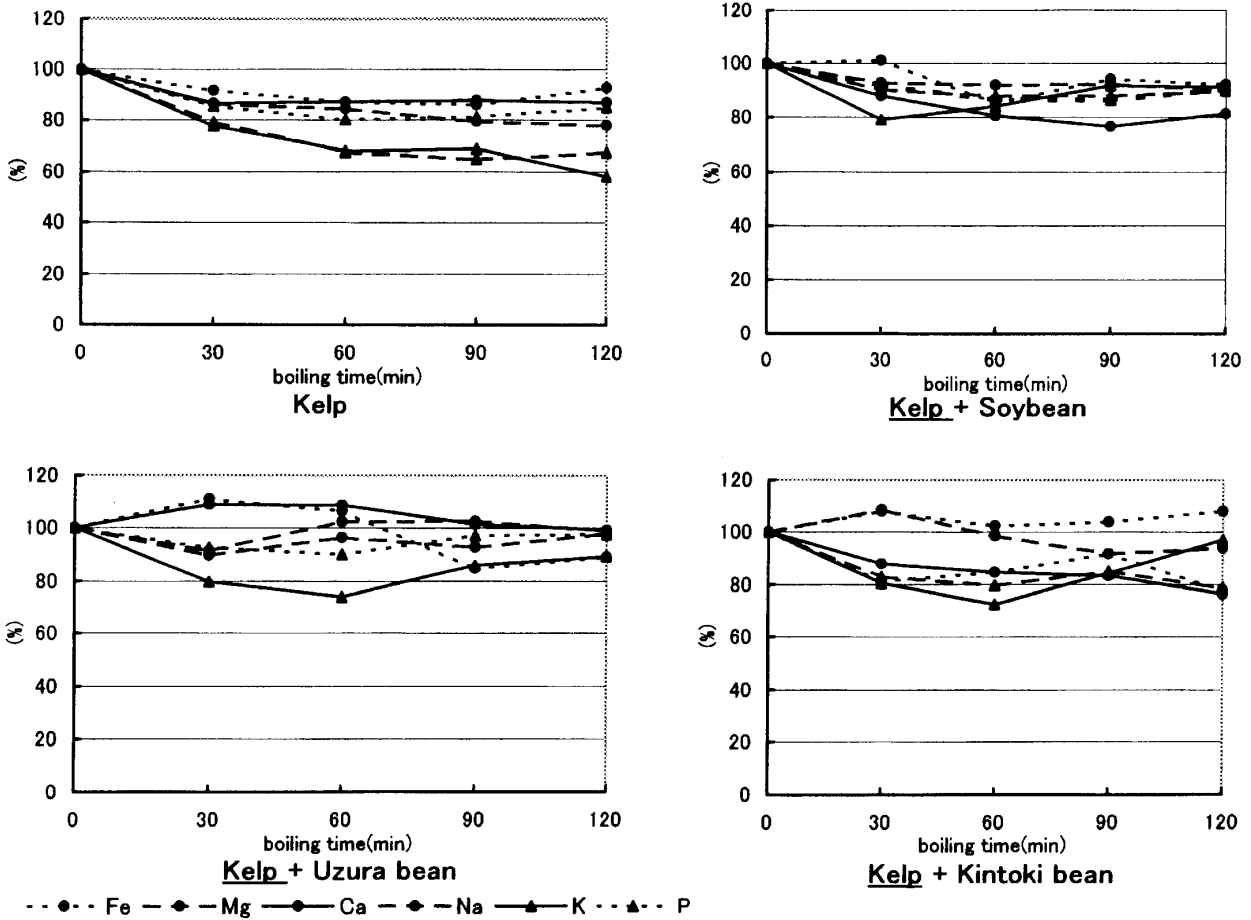


Fig.3 Mineral Contents of Kelp cooking with Beans

類に関係なく、その溶出が抑えられることがわかった。大豆と金時豆を加えることで昆布からのカルシウムの溶出が促進された。一方、マグネシウムの溶出は豆を加えることで、抑制されるだけでなく、うずら豆と一緒に煮ることで増加した。

2. 調理操作における昆布の硬さの変化

Fig. 4は、昆布の表面を破断する力を示しており、数値が低いほど柔らかくなることを示している。

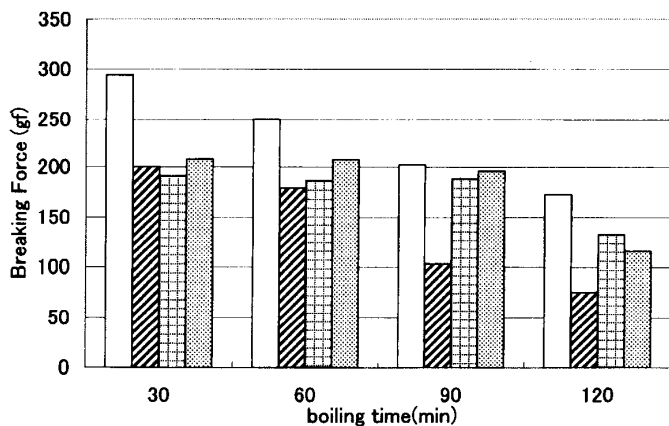


Fig.4 Breaking Force of Kelp (outside)

□ Kelp ▨ Soybean ▩ Uzura bean ■ Kintoki bean

Fig. 5は、昆布を破断する時に内部が歪んだ割合を示しており、ひずみの値が大きくなるほど、柔らかくなる。これらの結果から、昆布表面の固さは、昆布のみ煮た場合よりも、豆を加えたほうが30分から60分までの早い段階でいずれの場合でも柔らかくなり、特に大豆で顕著に柔らかくなることがわかった。また、内部の固さは、昆布だけ煮るよりも、豆と一緒に煮ることで、大豆では60分以上で昆布が軟化した。金時豆、うずら豆では、早い段階から昆布の軟化が起こった。

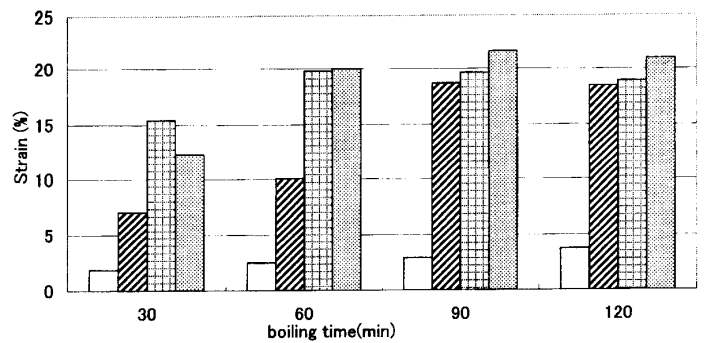


Fig.5 Strain of Kelp (inner)

□ Kelp ▨ Soybean ▩ Uzura bean ■ Kintoki bean

3. 煮汁中に溶出したアルギン酸, アミノ酸量の変化

煮汁中に溶出したアルギン酸量を示したのがFig. 6である。昆布のみ煮ると加熱に伴いアルギン酸の溶出は、わずかであるが増加した。大豆と一緒に煮ることで多く溶出した。また、煮汁中へのアミノ酸溶出量を調べたのがFig.7であるが、豆や昆布を単独で煮るときより、一緒に煮る方がアミノ酸の溶出が抑えられた。

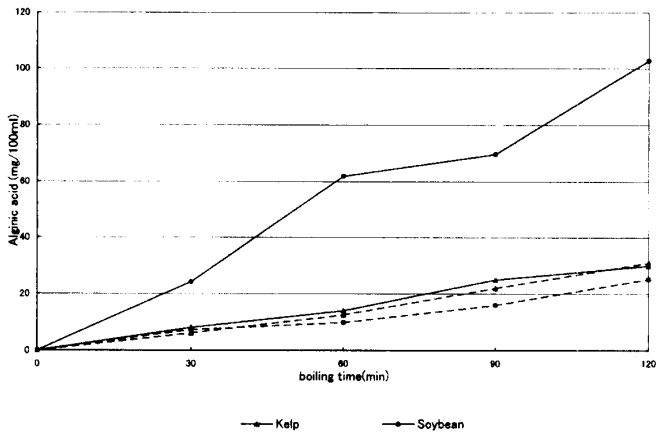


Fig.6 Alginic acid leakage from Kelp and Beans into soup

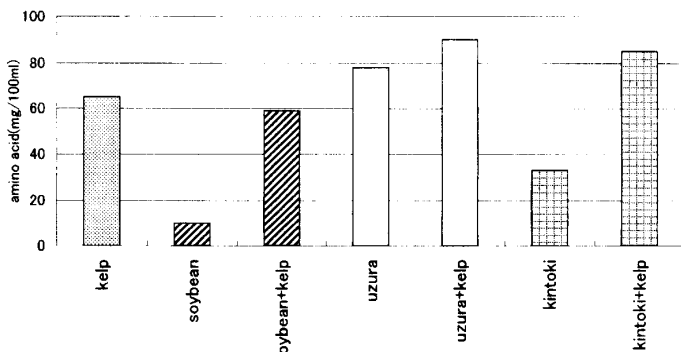


Fig.7 Total Amino Acid Contents in soup for 90min boiling

4. サポニンおよびフィチン酸が昆布のミネラル含量と物性に与える影響

豆中のどの成分が昆布の硬さに影響を及ぼしたのか、大豆に含まれるサポニンとフィチン酸に注目し検討を行った。Fig. 8は、サポニンおよびフィチン酸溶液で昆布を60分煮たときの、煮汁中のカルシウム溶出量を示し、Fig.9は同じく60分煮たときの昆布中のカルシウム残存量を示した。縦軸は、何も加えずに昆布を蒸留水で煮た時を100とした。

まず、サポニンについてみると、濃度が増加するにしたがって、昆布からの溶出量は減少し、0.01%を超えると溶出量が再び増加した。しかし、昆布中のカルシウム含量は0.1%を除き、いずれも違いは認められなかった。

つぎにフィチン酸についてみると、濃度が増えるにつれ煮汁中へのCaの溶出は増加するとともに昆布中のカルシウムは減少した。

Fig.10, Fig.11は、サポニンやフィチン酸が昆布の硬さに及ぼす影響について示したものである。

昆布の表面はサポニン1%で一番軟化が起こった。内部は、煮汁中のサポニン濃度が濃くなり、膨潤が不均一

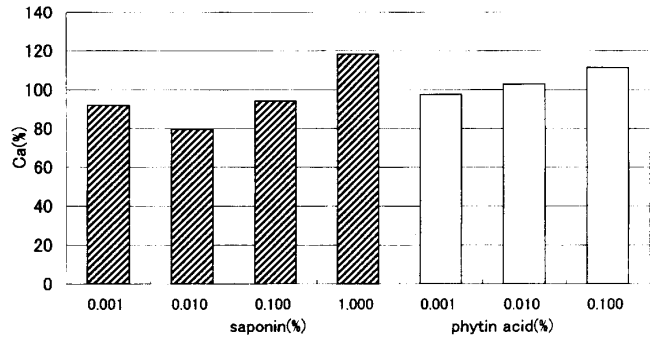


Fig.8 Ca contents in soup with saponin and phytin acid

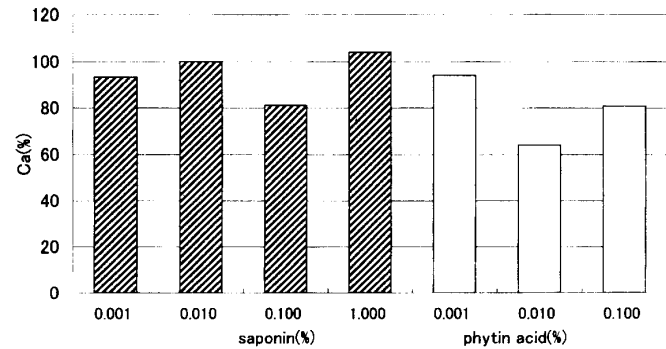


Fig.9 Ca contents in Kelp with saponin and phytin acid

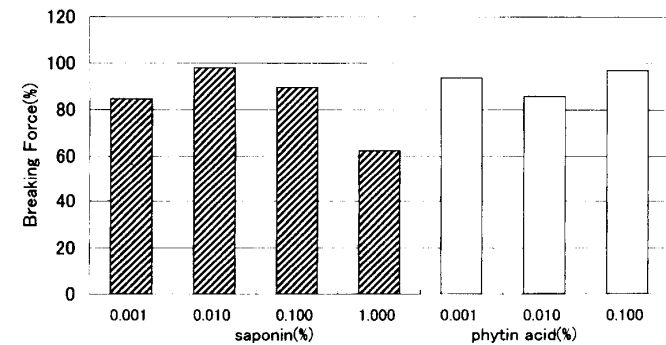


Fig.10 Breaking Force of Kelp with saponin and phytin acid

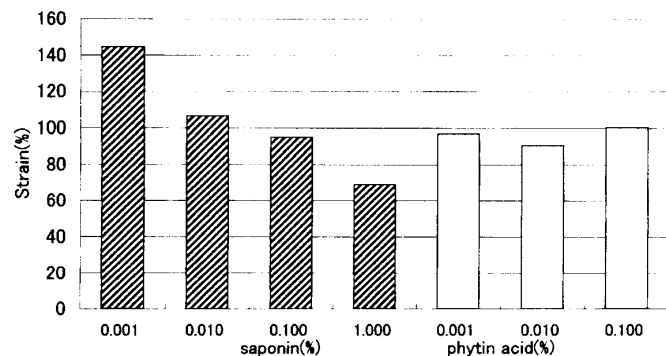


Fig.11 Strain of Kelp with saponin and phytin acid

な加熱により、逆に芯が残ってしまった。フィチン酸については、濃度を変えても昆布の硬さにそれほど大きな影響は見られなかった。

### 考 察

本研究の実験結果より、昆布と豆を一緒に煮ることで、加熱により豆の組織の軟化が進み、煮汁中へ溶出した昆布のミネラルが豆に移行したものと考えられる。豆の種類により昆布のカルシウム、マグネシウムの溶出に違いが見られたが、これは細胞壁の構造形態や構造保持にカルシウム、マグネシウムがどう影響しているかによるものである。アルギン酸は、カルシウムと細胞壁の構成成分となっており、大豆を加えることでカルシウムとアルギン酸を溶出することが認められたことから、昆布の軟化に作用していることがわかった。とくに、大豆中に多く含まれているサポニンとフィチン酸のカルシウムに対する作用に相違があった。

これらの結果から、「昆布豆」における大豆成分と昆布の軟化を表したのがFig.12である。まず、イオン吸着性の高いフィチン酸が昆布からカルシウムを吸着し、煮汁中へ溶出させ不溶性のフィチン酸カルシウムとなる。一方、サポニンはカルシウムの溶出には作用せず、昆布の軟化を引き起こした。

このことから、サポニンは、カルシウムの溶出による軟化ではなく、それ以外の作用によって昆布を軟化させることが分かったが、その作用についてはさらに検討しなければならない。

### 要 約

昆布のみ煮た場合、昆布中のナトリウムとカリウムは時間経過に伴って減少した。豆のみ煮た場合、大豆では90分、うずら豆、金時豆では60分でカルシウムの含量の減少が見られた。豆の種類による昆布のミネラル含量への影響に顕著な差は見られなかったが、昆布から溶出したミネラルは加熱に伴い軟化した豆に移行することがわかった。特に、ナトリウムで顕著であった。煮汁へのアミノ酸の溶出は、うずら豆、金時豆に比べて大豆で抑えられた。昆布組織の硬さは、加熱時間とともに表面も内部も軟化が進み、特に大豆と一緒に煮ることで昆布内部の軟化が顕著であった。また、アルギン酸の溶出量は昆布内部の軟化が起こる時期に増加した。フィチン酸は昆布のカルシウムを溶出させ、サポニンは、昆布の軟化を促進した。昆布の成分を有効に利用する場合、豆の中でも大豆と一緒に煮ることでミネラル、アミノ酸、アルギン酸の可溶化と昆布組織の軟化をもたらすことを認めた。

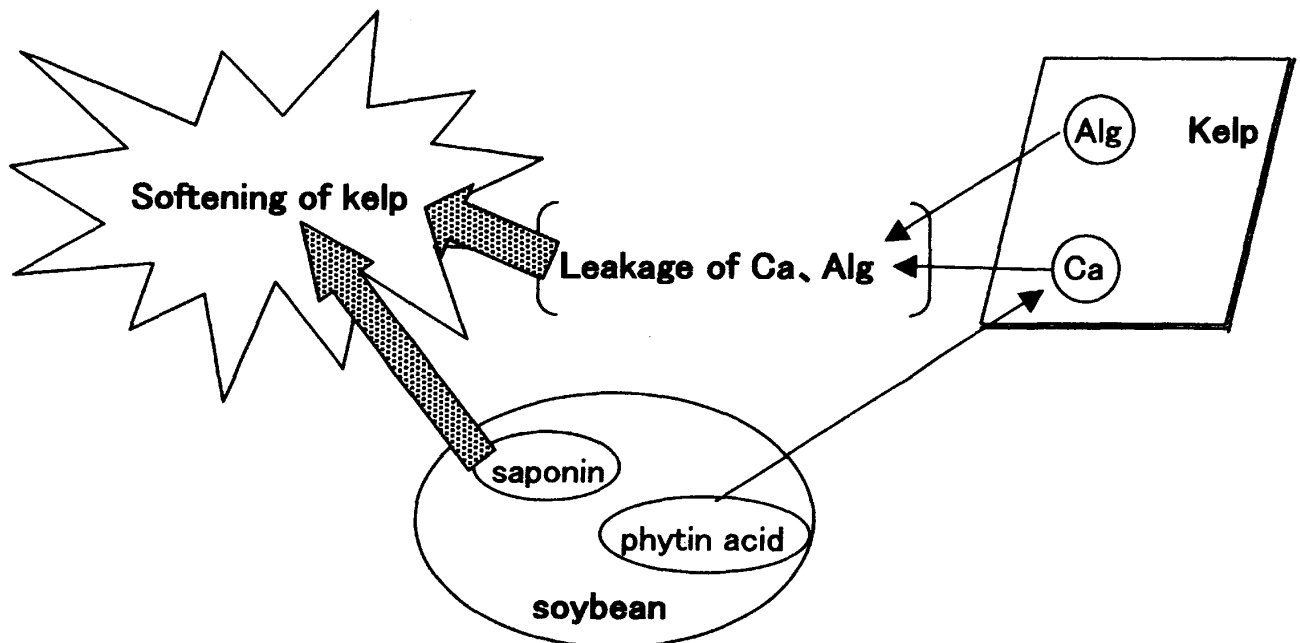


Fig.12 Image for elution of calcium ion and alginic acid from kelp

## 文 献

- 1) 大西圭・1993. 海藻の科学 (朝倉書店)
- 2) 宮下章 1994. 海藻 (法政大学出版局)
- 3) 岡村金太郎 1984. 日本の食文化体系7 海藻譜 (東京書房社)
- 4) 京都新聞社編 1998. 京のおばんざい12か月 (京都新聞社)
- 5) 山内文男・大久保一良 1992. 大豆の科学 (朝倉書店)
- 6) 日本食品工業学会 食品分析法編集委員会 1986. 食品分析法 pp.360-363 (光琳)
- 7) 日本食品工業学会 食品分析法編集委員会 1986. 食品分析法 pp.282-288 (光琳)
- 8) 中川禎人・奥田弘枝 1996. アルギン酸カルシウムからのカルシウム脱離に及ぼす有機酸ナトリウム塩の影響・日食科工誌, 43, 526-534
- 9) 山中なつみ・小川宣子 2000. メカブより溶出する粘性物質の理化学的特性 (第2報) 調理科学, 33, 44-52