

## 水戻しならびに温湯戻しによるヒジキ中ミネラル成分の減少

宮下 振一<sup>1)</sup>, 木下 健司<sup>1)</sup>, 山下 由美子<sup>2)</sup>, 岡崎 恵美子<sup>2)</sup>, 貝瀬 利一<sup>1)</sup>  
(<sup>1)</sup>東京薬科大学\*, (<sup>2)</sup>中央水産研究所\*\*)

### Decrease of Mineral Components in Hijiki by Soaking in Water and Warm Water

Shin'ichi MIYASHITA<sup>1)</sup>, Kenji KINOSHITA<sup>1)</sup>, Yumiko YAMASHITA<sup>2)</sup>, Emiko OKAZAKI<sup>2)</sup>, Toshikazu KAISE<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup>Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences, <sup>2)</sup>National Research Institute of Fisheries Science

#### Summary

Hijiki contains plenty of nutritious minerals and is a familiar foodstuff in Japan. On the other hand, it also contains a lot of inorganic arsenic. Previous study showed 80~90 % of arsenic (As) in hijiki was removed by soaking and boiling in water. However, the decrease of nutritious mineral components in hijiki by such processes has not been resolved well. In order to grasp the elution of Mg, K, Ca and Fe in hijiki by soaking in water or warm water, the elution volume of each element and As was investigated until 120 min at 20°C, 40°C, and 80°C. As a result, 75~95 % of As in Me-hijiki (sprout hijiki) and 70~90 % of As in Naga-hijiki (long hijiki) were removed by soaking in water at each temperature, whereas more than 50 % of Mg, K, Ca and Fe in hijiki remained. In addition, the elution volume of As in hijiki increased and also those of Mg and K slightly increased, as temperature rose, however those of Ca and Fe hardly changed. These results suggested that the soaking process was useful for removing inorganic As and didn't affect the discharge of mineral components too much. Therefore, processed hijiki is a resource of minerals sufficiently.

ヒジキはミネラル成分を豊富に含み、日本人の食生活に馴染み深い食材である。一方、ヒジキ中には有害な無機ヒ素が多量に含まれていることが知られている。我が国では日常の食生活の中でヒジキを食べる際、市販されている干しヒジキを直接食べることはせず、伝統的に20~30分間の水戻しを行ってから調理して摂食している。これまでの研究で、水戻しを行うことによりヒジキ中ヒ素(As)の32~60%が除去できることが報告されている<sup>1)</sup>。また水戻しを行った後、さらに煮付ける過程でヒジキ中Asの80~90%が除去できることが報告されている<sup>2)</sup>。一方、干しヒジキからヒジキの煮物を調理する過程でミネラル成分の減少が懸念されるが、ヒジキの水戻しならびに温湯戻しによるミネラル成分の減少については未解明な点が多い<sup>3)</sup>。本研究では、水戻しならびに温湯戻しによるヒジキ中のマグネシウム(Mg)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、鉄(Fe)およびAsの溶出を把握する目的で、それぞれの温度別条件における水戻し液ならびに温湯戻し液中の各元素濃度について経時変化を検討した。

#### 試薬・器具

硝酸(超高純度試薬)および過酸化水素(原子吸光分析用)は関東化学より購入した。定容にはメタルフリーポリプロピレン製のDigiTUBE(SCP SCIENCE製)を使用し、ガラス製器具は一切使用しなかった。ヒジキ試料は、韓国産干し芽ヒジキおよび干し長ヒジキを使用した。

\*所在地：八王子市堀之内1432-1 (〒192-0392)

\*\*所在地：横浜市金沢区福浦2-12-4 (〒236-8648)

## 装 置

ヒジキの粉末化はラボミルサー (Labo Milser ML-2(Iwatani製)) を使用した。ヒジキのミネラル濃度およびヒ素濃度測定用試料の調製はマイクロウェーブ試料前処理装置 (Multiwave 3000(PerkinElmer製)) を使用した。またヒジキ水戻し液ならびに温湯戻し液試料の調製にはマイクロウェーブ試料前処理装置 (Model 7295(O.I.Analytical製)) を使用した。ミネラル成分およびAsの定量は誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS) (ELAN DRC-e (PerkinElmer製)) を使用した。

## 実験方法

### 1. ミネラル濃度およびヒ素濃度測定用試料の調製

粉末化したヒジキ1.0 gに純水4 mLを加えてペースト状にしたものから約0.1 gを正確に量り取り、硝酸2.5 mL、過酸化水素1.5 mLを加えマイクロウェーブ試料前処理装置を用いて湿式灰化を行った。

### 2. ヒジキ水戻し液ならびに温湯戻し液試料の調製

20℃, 40℃, 80℃下で5分, 10分, 20分, 30分, 60分, 120分後における各元素の溶出を把握するため, 粉末化前のヒジキそれぞれ2.5 gに純水50 mLを加え, 水戻しならびに温湯戻し開始から経時的に浸漬液を回収して濾過した。さらに, その濾液は純水を用いて50 mLに定容し, 沈殿物を除去するため遠心分離を行った。上清0.1 mLに硝酸2.5 mL, 過酸化水素1 mLを加え, マイクロウェーブ試料前処理装置を用いて湿式灰化を行った。

### 3. 各ミネラル濃度およびヒ素濃度測定

湿式灰化後の試料は純水を用いて50 mLに定容し, 5%硝酸を用いて測定元素毎に適宜希釈した後, ICP-MSで各元素濃度を測定した。

## 実験結果

芽ヒジキおよび長ヒジキ中の各元素濃度を Table 2~3に示す。水戻し液ならびに温湯戻し液への各元素の溶出について, 芽ヒジキでは20℃, 40℃, 80℃における60分間の水戻しによってMg: 20~30%, K: 35~45%, Ca: 10%, Fe: 5~10%, As: 75~95%が溶出し, 長ヒジキではMg: 20~40%, K: 30~50%, Ca: 5~15%, Fe: 5~10%, As: 55~90%が溶出した。また, CaおよびAsの溶出率は20℃における芽ヒジキの水戻しでは60分以降変化せず, Caの溶出率は40℃および80℃における芽ヒジキの温湯戻しでも20分以降変化しなかった。さらに, Feの溶出率は各温度における芽ヒジキおよび長ヒジキの水戻しと温湯戻しでは10分以降変化しなかった。そのほか, 水戻しならびに温湯戻しによるヒジキ中の各元素の溶出率は, 温度上昇とともに増加した。各元素の溶出の経時変化について Fig. 1~5に示す。

**Table 1** Analytical conditions of ICP-MS

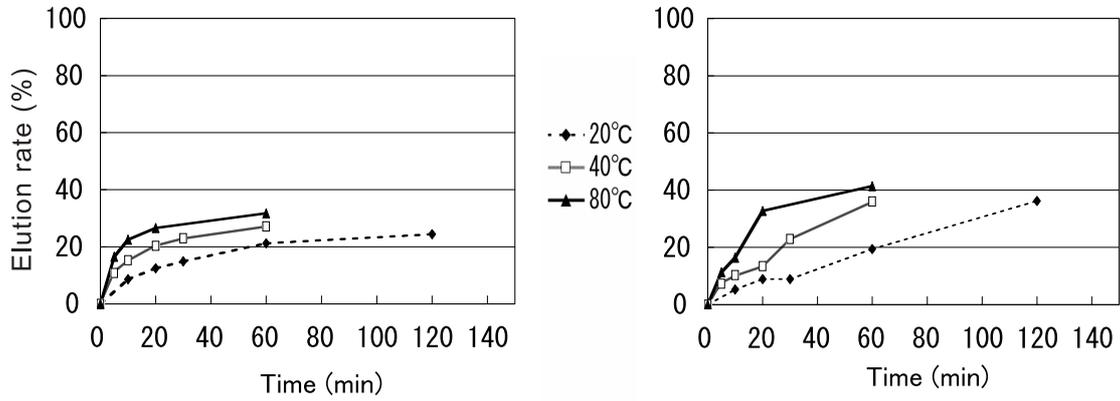
	As	Mg	K	Ca	Fe
RF power (kW)	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3
Nebulizer gas flow (L/min)	1.09	1.05	1.05	1.05	1.05
Measurement mode	DRC	STD	STD	STD	DRC
Reaction gas	O <sub>2</sub>	-	-	-	CH <sub>4</sub>
Cell gas flow (mL/min)	0.8	-	-	-	0.75
m/z	91(AsO <sup>+</sup> )	24	39	44	56

**Table 2** Total concentrations of the elements in dried Me-hijiki (sprout hijiki)

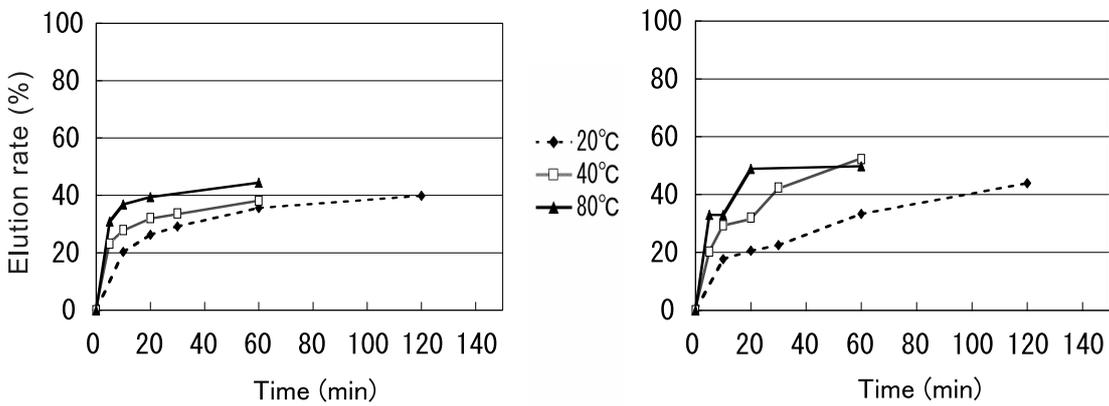
	As	Mg	K	Ca	Fe
Concentration (μg/g, dry weight)	140	5,900	56,000	12,000	480

**Table 3** Total concentrations of the elements in dried Naga-hijiki (long hijiki)

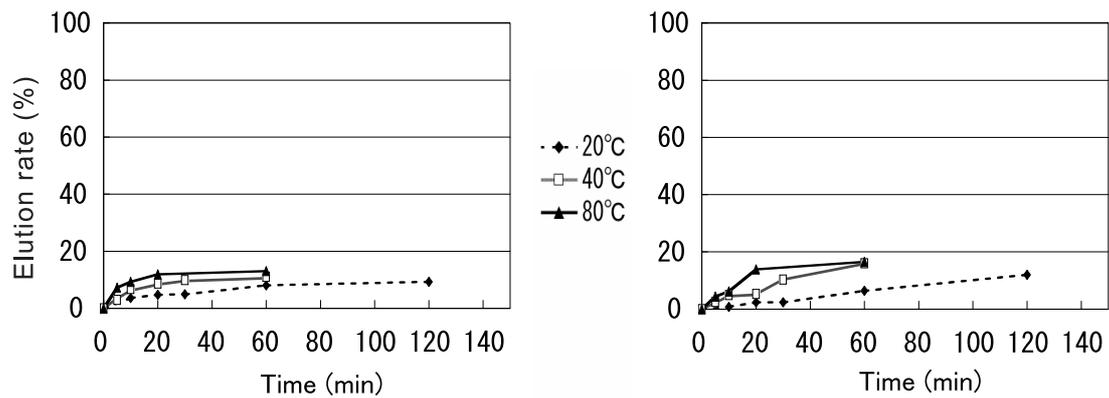
	As	Mg	K	Ca	Fe
Concentration (μg/g, dry weight)	16	6,400	64,000	12,000	300



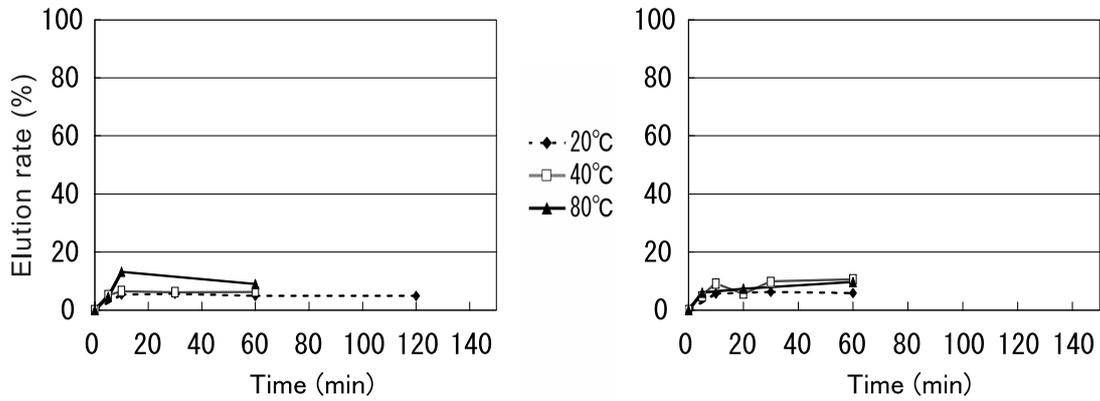
**Fig. 1** Elution of Mg by soaking in water or warm water.  
20~30 % of Mg in Me-hijiki and 20~40 % of Mg in Naga-hijiki were eluted by soaking in water for 60 minutes at each temperature.



**Fig. 2** Elution of K by soaking in water or warm water.  
35~45 % of K in Me-hijiki and 30~50 % of K in Naga-hijiki were eluted by soaking in water for 60 minutes at each temperature.

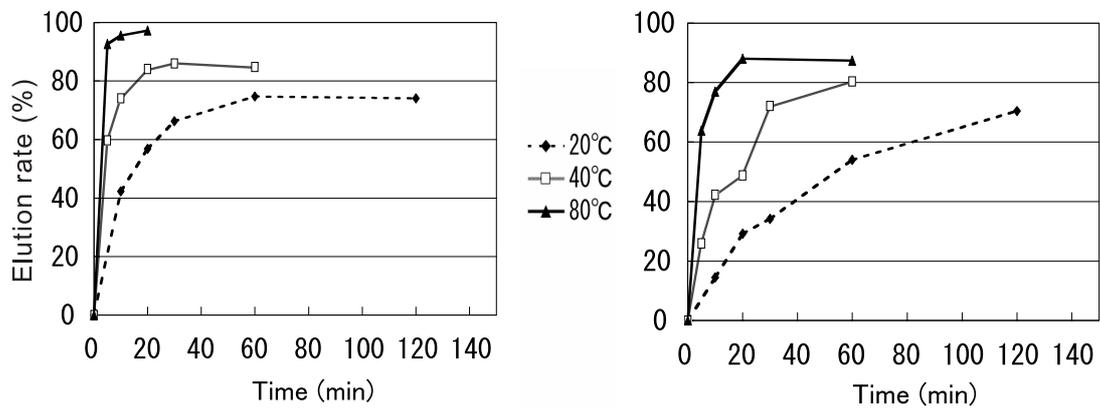


**Fig. 3** Elution of Ca by soaking in water or warm water.  
10 % of Ca in Me-hijiki and 5~15 % of Ca in Naga-hijiki were eluted by soaking in water for 60 minutes at each temperature. The elution rate of Ca in Me-hijiki didn't almost change after 20 minutes in soaking in water at each temperature.



**Fig. 4** Elution of Fe by soaking in water or warm water.

Each 5~10 % of Fe in Me-hijiki and Naga-hijiki was eluted by soaking in water for 60 minutes at each temperature. The each elution rate of Fe in Me-hijiki and Naga-hijiki didn't almost change after 10 minutes in soaking in water at each temperature.



**Fig. 5** Elution of As by soaking in water or warm water.

More than 75 % of As in Me-hijiki and 55~90 % of As in Naga-hijiki were removed by soaking in water for 60 minutes at each temperature. The elution rate of As in Me-hijiki didn't change after 60 minutes in soaking in water at 20°C.

## 考 察

各温度における水戻しならびに温湯戻し操作により、芽ヒジキおよび長ヒジキ中からそれぞれ75~95%、55~90%のAsが溶出してくるのに対して、50%以上のMg, K, Ca, Feが残存していた。また温度上昇に伴いヒジキ中Asの溶出率は増加し、Mg, Kの溶出率はわずかに増加したが、Ca, Feの溶出率はほとんど変化しなかった。しかし、この戻し液の温度の違いによるヒジキ中As, Mg, Kの溶出率の違いが何に起因するのかわかりではない。以上の結果よりAsの溶出とミネラルの保持の両方に適した戻し液の温度および時間は、芽ヒジキの場合40°Cで20分、長ヒジキの場合40°Cで60分が適当であると考えられた。これらのことからヒジキの水戻しならびに温湯戻しは無機ヒ素の除去に対して有効であり、かつヒジキ中Mg, K, Ca, Feの流出に対してはあまり影響を与えないと考えられた。したがって水戻しならびに温湯戻し処理をしてもヒジキはミネラル補給源として有効であると考えられる。

参考文献

- 1) Hanaoka K (2001) Arsenic in the prepared edible brown alga hijiki, *Hizikia fusiforme*. *Appl Organomet Chem* 15 (6): 561 - 565.
- 2) Ichikawa S (2006) Decrease of arsenic in edible brown algae *Hizikia fusiforme* by the cooking process. *Appl Organomet Chem* 20 (9): 585 - 590.
- 3) Kimura M, Itokawa Y (1990) Cooking losses of minerals in foods and its nutritional significance. *J Nutr Sci Vitaminol* 36: S25 - S33.