きざみ食調製時における野菜類のミネラル変化 に関する研究

川上 明子・佐々木弘子・菅原 龍幸

(聖徳大学)

Cooking loss of minerals in “Kizami Diet” —In case of vegetables—

Akiko Kawakami, Hiroko Sasaki, Tatsuyuki Sugahara

Seitoku University, 550, Iwase Matsudo-shi, Chiba, 271-8555

〒271-8555 千葉県松戸市岩瀬 550

Minced diets can be prepared in two different way using 11 kinds of vegetables, that is, in one way the vegetables are minced to a smaller size beforehand and then boiled. In another way, the vegetables are cut into the regular size, boiled and then minced to a smaller size. We determined and compared the loss of 7 major types of minerals in these 2 types of minced vegetables. Furthermore, we examined the influence of the mineral content in the water used for boiling on the prepared minced vegetables. The obtained results were as follows.

(1) The vegetables that were minced to a small size and then boiled had a greater mineral content loss, but with a few exceptions, than those obtained by cutting into a regular size, boiled then minced.

(2) The mineral content in the vegetables that increased along with the increased water hardness was only the Mg, which was high from the beginning, when the change in 5 kinds of minerals including Na, K, Ca, Mg, and Fe were examined by boiling the 5 kinds of vegetables in water of different hardness, i.e., 100, 500, 1000, and 1500, prepared from deionized water and commercially available bottled deep-sea drinking water with a hardness of 1500.

(3) When tap water was used as the water for boiling, it appeared that the mineral in the tap water hardly affected the mineral loss in the minced vegetables.

(4) When the vegetables obtained by draining after boiling with the water of hardness 1500 prepared from the bottled deep-sea drinking water and $MgCl_2$ and those obtained by draining after boiling and rinsing with the deionized water were examined. The Mg content in the latter was lower than in the former, but higher than that in the control even after rinsing with water. Taking into account these findings, there is the possibility that the increase in the Mg content might have been partly due to the absorption of Mg into the vegetable tissue as well as adhesion.

緒 言

わが国は急速に少子高齢化社会に入り、現在まで経験したことのない各種の新たな問題に直面している。その一つとして高齢者の食事問題がある。すなわち高齢者になると消化・吸収能力が低下し、成人よりも多くの栄養

素をとる必要がある^{1)~3)}。同時に加齢に伴い、咀嚼能力が低下し、嚥下困難となる消化機能障害も起こりやすくなると考えられている。機能障害を持つ高齢者は普通に調理された食事を摂ることが困難で、その結果、食欲も減退して栄養素の摂取不足に至る場合が多く、問題とされている。

このような問題に対処するために高齢者施設や病院などでは食材を小さく刻んでから提供するいわゆるきざみ食や、ミキサーでペースト状にしたもの、さらにこれらにトロミ剤を用いて嚥下しやすくする方法^{4)~7)}などがとられている。

一方、食品を調理する場合、調理に伴う栄養素の損失、特にミネラル類、ビタミン類の調理損失が問題となる。したがって高齢者が食事摂取基準を満たせるような十分な栄養素摂取を可能とするためには咀嚼・嚥下しやすく食物を調理すると同時に、これらの調理による栄養素の損失も考慮して供食しなければならない。

著者らは高齢者の食事、特に嚥下しやすい食事作りのうち、利用されることの多いきざみ食に注目し、各種ミネラル類、ビタミン類、食物繊維などの供給源として重要な野菜類を例にとり、きざみ食調理時の栄養素の変化、とりわけその調理損失が大きいと考えられるミネラル類の変化を検討することにした。

野菜類の成分の調理変化については五訂増補日本食品標準成分表⁸⁾（以下成分表）において81種類の野菜類の一般成分の他、ミネラル類、ビタミン類の調理変化が収載されている。またミネラル類の調理損失については鈴木⁹⁾、畑^{10)~12)}、南¹³⁾、三好¹⁴⁾、出雲^{15)~17)}、山野¹⁸⁾、飯盛¹⁹⁾、小野²⁰⁾、石田²¹⁾、内藤²²⁾、木村²³⁾、など多くの研究が行われ、その結果、野菜類のミネラル類の調理損失の原因は主に茹で操作などにおけるミネラル類の水への溶出が原因であるとされている。

野菜類のきざみ食調製の場合、食材を通常の調製法で加熱調理してから嚥下しやすい大きさに細切する場合と、細切してから加熱調理する場合とがある。前者のきざみ食調製法の場合の野菜類のミネラル類の調理損失は通常の野菜類のミネラル類損失とほとんど変わらないものと考えられるが、調理後に細切するため軟化して組織が潰れやすく、このため食感に悪影響が見られると言われている。後者の細切後加熱調理する場合は組織が潰れ、食感に悪影響を及ぼすことが少ないが、食材の単位重量当たりの表面積が大きいため加熱調理時の茹で汁へのミネラルの溶出による損失が多くなると考えられる。

しかし、このようなきざみ食調製時のミネラル損失について具体的に比較検討した研究はみられないので、以下の比較実験を行い、結果を得たので報告する。

実験方法

1. 試料および試料調製

実験に使用した野菜類は高齢者施設、病院などできざみ食に用いられる茎葉菜類のコマツナ、ハクサイ、カブ葉、キャベツ、ホウレンソウ、根菜類のダイコン、カブ、ニンジン、レンコン、果菜類のピーマン、ナスの計11種類である。

これらの野菜は千葉県松戸市内の大型スーパーで購入した。購入に当たって、カブは葉付きのものを一回につ

き15~20個、ホウレンソウは一回につき4~10束、コマツナは一回につき4~5束、キャベツは一回につき2~5個、ハクサイは一回につき別個体の1/4カットのもの4~12個、ダイコンは一回につき3~5本、ニンジンは15~30本、レンコンはパック入りを4個、ピーマンは20個、ナスは20~30個、数回に分けて購入して試料とした。

購入した試料は縮分したのち生食材、きざみ用試料はほぼ5mm角程度⁷⁾に、ざく・乱切り試料はニンジン、ダイコン、レンコン、カブ、ピーマン、ナスは1個当たり5~10gの乱切り、コマツナ、ホウレンソウ、カブ葉は3cm幅、ハクサイ、キャベツは1cm×3cmになるよう切断した。

5mm角に刻んだきざみ用試料は茎葉菜類の多くでは長方形、根菜類、ナスはサイコロ状、ピーマンはほぼ正方形になった。これらの刻んだ野菜は各野菜につき一回15個を無作為に選び、厚さと各辺の長さをキャリパーで測定した。測定は2度行い、各野菜30個についての平均値と標準偏差を求めた。

茹で水は、実験に応じて、水道水、イオン交換水、市販の硬度1500の容器入り飲用海洋深層水（以下、海洋深層水）とこれをイオン交換水で希釈した硬度100、500、1000の水、イオン交換水に塩化マグネシウムを溶解し、硬度100、500、1000、1500に調製した水を用いた。試料に対し、5倍量の茹で水を使用した。沸騰した茹で水でコマツナ、ハクサイ、カブ葉、キャベツは3分間、ホウレンソウは2分間茹でた。ダイコン、ニンジン、レンコンは水から加え、沸騰後20分間、カブ、ナスは沸騰後10分間、ピーマンは沸騰後3分間茹でた。これらの茹で時間は経験則より設定した。茹で上げた試料はざるに取り、3分間水切りを行った。

硬度1500の海洋深層水を用いて茹でたものと、イオン交換水を用いて塩化マグネシウムを溶解し、硬度100、500、1000、1500に調製した茹で水で茹でた両実験では3分間の水切り（水洗いなし）したものと、1000mlのイオン交換水で水洗いした後、3分間水切り（水洗い）したものを試料とした。水切りしたざく・乱切り用試料は5mm角程度に刻んだ。

2. 分析方法

水分は50ml容アルミナ坩堝に試料10gをとり精秤した。105℃の乾燥器に入れ恒量になるまで乾燥し、前後の重量差を水分量とした。分析は8回繰り返し、結果を平均値±標準偏差で示した。

ミネラルの測定はアルミナ坩堝に試料10gを入れ、電気マッフル炉を用い550℃で灰化した。灰化後、20%塩酸溶液を5ml加え、水浴上で加熱して蒸発乾固した。これに、1%塩酸10mlを加え10分間加温した。加温後濾過して25ml容メスフラスコを用い1%塩酸溶液で定容し、ミネラル測定の試料溶液とした。

ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛、銅の測定には HITACHI A-2000 形原子吸光光度計および HITACHI Z-2000 シリーズ偏光ゼーマン原子吸光光度計を用いて測定し²⁴⁾、カリウムは上記と同様の機器で炎光光度法により測定した²⁴⁾。分析は 4 または 5 回繰り返し行い、平均値と標準偏差で示した。ミネラルの分析に当たってはあらかじめハウレンソウを試料としてハウレンソウに含まれる各ミネラル量を成分表⁸⁾から求め、それぞれの相当量を水分測定した試料に加え、上記の通り、灰化して試料溶液を調製し、回収率を測定した。

3. 統計解析

調製法の差異による残存率の比較には t 検定、調製法の差異による試料の水分と、茹で水の差異による残存率の比較では一元配置分散分析を行った。解析ソフトは Statcel 2 を使用した。

実験結果

各野菜のきざみ用試料の大きさは Table 1 に示した通りである。

ミネラルの回収率は Table 2 に示した通り鉄の $92 \pm 5\%$ からカリウムの $110 \pm 8\%$ の範囲であった。

水分の測定結果は Fig.1 に示した通り、生食材、ざく・乱切り茹で、きざみ茹で間での有意差は認められなかった。

生食材を100としたときのきざみ茹で (A)、ざく・乱切り茹で (B) についてのミネラルの調理変化の割合については Table 3 に示した通りである。

ナトリウムについてはコマツナ、ハクサイ、カブ葉、ダイコン、ニンジン、レンコン、ピーマンの A は B に対して 5 % あるいは 1 % の危険率で有意に減少していた。キャベツ、ハウレンソウ、カブ、ナスについては有意な

差は認められなかった。

カリウムについては各野菜ともに A は B に対して 1 % の危険率で有意に減少していた。

カルシウムについてはコマツナ、カブ葉、ダイコン、カブ、レンコン、ピーマンの A は B に対して 1 % の危険率で有意に減少していた。しかし、ハクサイ、キャベツ、ハウレンソウ、ニンジン、ナスでは有意な差は認められなかった。

マグネシウムについてはコマツナ、ハクサイ、カブ葉、ハウレンソウ、ダイコン、ニンジン、レンコン、ピーマン、ナスの A は B に対して 1 % の危険率で、カブは 5 % の危険率で有意な減少を示したが、キャベツは有意な差は認められなかった。

鉄ではコマツナ、ダイコン、カブ、ニンジン、レンコン、ピーマン、ナスの A は B に対して 1 % の危険率で、カブは 5 % の危険率で有意な減少を示したがナスを除きハクサイ、キャベツ、ハウレンソウについて A は B に対し、減少の傾向を示していたものの、有意な差はみられなかった。

亜鉛についてはコマツナ、ハクサイ、キャベツ、ハウレンソウ、ダイコン、カブ、ニンジン、レンコン、ピーマン、ナスでは 1 %、カブ葉では 5 % の危険率で A は B に対して有意に減少していた。

銅ではハクサイ、カブ葉、ハウレンソウ、ニンジン、レンコン、ピーマン、ナスは 1 %、カブは 5 % の危険率で A は B に対して有意に減少していた。コマツナ、キャベツ、ダイコンでは有意な差はみられなかった。

海洋深層水から調製した硬度100～1500の水で茹でたダイコン、ニンジン、ハクサイ、ハウレンソウ、ナスの各野菜の生食材とイオン交換水を対照とした各ミネラル類の変化は Table 4 に示した通りである。

ナトリウムは、ハクサイでは生食材に対し、イオン交

Table 1 Size of the each minced vegetables

(mm)

	Komatsuna (leaf)	Komatsuna (stem)	Chinese cabbage	Turnip leaf	Cabbage	Spinach (leaf)	Spinach (stem)
Length	10.2±3.5	8.5±1.9	5.7±1.7	16.0±10.9	6.8±1.2	10.4±3.4	5.6±1.0
Width	6.3±2.2	5.7±1.0	4.8±3.1	5.8±1.3	4.9±0.9	6.1±1.7	4.7±0.8
Thickness	0.3±0.1	3.0±0.6	2.5±0.7	1.6±1.9	1.1±0.7	0.5±0.3	4.0±0.9
	Japanese radishes	Turnip root	Carrot	East Indian lotus root	Sweet pepper	Eggplant	
Length	6.1±1.1	4.8±1.2	5.0±1.3	6.6±0.9	5.8±1.4	5.6±1.1	
Width	5.3±0.9	3.8±1.1	3.8±0.9	5.0±0.7	4.2±0.9	4.7±0.9	
Thickness	4.2±0.9	2.7±1.0	2.3±0.6	3.5±0.8	2.8±0.8	4.0±0.9	

Each value represents mean ± SD of 30 determinations.

Table 2 Recovery test of the mineral in spinach

	Na	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu
Recovery (%)	109 ± 1	110 ± 8	98 ± 12	93 ± 3	92 ± 5	98 ± 9	93 ± 6

Each value represents mean ± SD of 5 determinations.

Fig 1 Moisture content of the vegetables

■ Raw vegetables
 □ Cut to a regular size boiling, and then minced
 ▨ Minced to a small size, and then boiling

Each value represents mean $\pm$ SD of 8 determinations.

Table 3 Comparison of mineral residual rate in minced vegetables prepared by different methods (raw vegetables as 100%)

		Na	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu
Komatsuna	A	66 $\pm$ 8	48 $\pm$ 1	70 $\pm$ 5	60 $\pm$ 5	38 $\pm$ 0	40 $\pm$ 5	89 $\pm$ 2
	B	76 $\pm$ 8 *	58 $\pm$ 4 **	82 $\pm$ 6 **	89 $\pm$ 8 **	76 $\pm$ 3 **	67 $\pm$ 7 **	100 $\pm$ 5
Chinese cabbage	A	86 $\pm$ 3	39 $\pm$ 2	59 $\pm$ 14	65 $\pm$ 1	68 $\pm$ 9	46 $\pm$ 3	60 $\pm$ 3
	B	95 $\pm$ 3 **	58 $\pm$ 3 **	69 $\pm$ 12	82 $\pm$ 4 **	73 $\pm$ 9	106 $\pm$ 14 **	80 $\pm$ 4 **
Turnip leaf	A	78 $\pm$ 6	45 $\pm$ 3	55 $\pm$ 4	58 $\pm$ 1	74 $\pm$ 5	59 $\pm$ 1	79 $\pm$ 4
	B	103 $\pm$ 2 **	74 $\pm$ 1 **	94 $\pm$ 7 **	74 $\pm$ 2 **	98 $\pm$ 27 *	99 $\pm$ 30 *	100 $\pm$ 10 **
Cabbage	A	63 $\pm$ 6	39 $\pm$ 3	80 $\pm$ 2	58 $\pm$ 5	80 $\pm$ 2	61 $\pm$ 1	74 $\pm$ 9
	B	68 $\pm$ 6	52 $\pm$ 1 **	82 $\pm$ 3	64 $\pm$ 5	84 $\pm$ 6	94 $\pm$ 9 **	77 $\pm$ 7
Spinach	A	71 $\pm$ 3	44 $\pm$ 3	136 $\pm$ 4	31 $\pm$ 2	66 $\pm$ 3	74 $\pm$ 7	76 $\pm$ 2
	B	72 $\pm$ 1	61 $\pm$ 3 **	141 $\pm$ 14	42 $\pm$ 2 **	71 $\pm$ 7	92 $\pm$ 9 **	89 $\pm$ 2 **
Japanese radishes	A	42 $\pm$ 12	32 $\pm$ 1	83 $\pm$ 1	61 $\pm$ 2	62 $\pm$ 11	42 $\pm$ 4	100 $\pm$ 8
	B	61 $\pm$ 14 *	55 $\pm$ 2 **	101 $\pm$ 2 **	86 $\pm$ 2 **	100 $\pm$ 14 **	77 $\pm$ 8 **	94 $\pm$ 6
Turnip	A	95 $\pm$ 1	41 $\pm$ 8	61 $\pm$ 0	70 $\pm$ 8	79 $\pm$ 7	26 $\pm$ 0	75 $\pm$ 3
	B	96 $\pm$ 7	74 $\pm$ 5 **	81 $\pm$ 5 **	92 $\pm$ 2 *	86 $\pm$ 9 **	95 $\pm$ 4 **	100 $\pm$ 19 *
Carrot	A	46 $\pm$ 3	36 $\pm$ 1	118 $\pm$ 11	59 $\pm$ 2	66 $\pm$ 1	33 $\pm$ 0	57 $\pm$ 2
	B	81 $\pm$ 3 **	62 $\pm$ 1 **	108 $\pm$ 1	83 $\pm$ 3 **	85 $\pm$ 2 **	99 $\pm$ 15 **	80 $\pm$ 8 **
East Indian lotus root	A	64 $\pm$ 3	31 $\pm$ 1	74 $\pm$ 4	49 $\pm$ 3	73 $\pm$ 7	75 $\pm$ 5	40 $\pm$ 1
	B	81 $\pm$ 3 **	55 $\pm$ 2 **	92 $\pm$ 7 **	74 $\pm$ 3 **	96 $\pm$ 18 **	95 $\pm$ 7 **	63 $\pm$ 7 **
Sweet pepper	A	30 $\pm$ 0	42 $\pm$ 3	85 $\pm$ 2	53 $\pm$ 6	90 $\pm$ 2	64 $\pm$ 1	77 $\pm$ 1
	B	48 $\pm$ 1 **	74 $\pm$ 3 **	100 $\pm$ 3 **	83 $\pm$ 8 **	99 $\pm$ 2 **	92 $\pm$ 7 **	86 $\pm$ 3 **
Eggplant	A	90 $\pm$ 6	37 $\pm$ 2	93 $\pm$ 2	30 $\pm$ 0	63 $\pm$ 15	48 $\pm$ 9	44 $\pm$ 11
	B	100 $\pm$ 9	74 $\pm$ 6 **	94 $\pm$ 1	85 $\pm$ 1 **	59 $\pm$ 15	99 $\pm$ 14 **	64 $\pm$ 11 **

A: Minced to a small size, and then boiling. B: Cut to a regular size boiling, and then minced.

Each value represents mean $\pm$ SD of 4 determinations. Significant difference : * <0.05 , ** <0.01 .

Table 4 Change of mineral contents in the boiled vegetables by different boiling water of hardness (raw vegetables as 100%)

	Boiling water	Na		K		Ca		Mg		Fe	
Chinese cabbage	Deionized water	85 ± 1	**	58 ± 1	**	100 ± 1		85 ± 2	**	100 ± 2	
	Hardness 100	60 ± 2	**(**)	54 ± 1	**(**)	109 ± 2	**(**)	116 ± 4	**(**)	107 ± 3	*(*)
	Hardness 500	90 ± 1	**(**)	54 ± 5	**	114 ± 1	**(**)	161 ± 3	**(**)	96 ± 5	
	Hardness 1000	104 ± 2	**(**)	57 ± 5	**	104 ± 1	**(*)	180 ± 3	**(**)	95 ± 2	
	Hardness 1500	143 ± 2	**(**)	63 ± 1	**(**)	114 ± 1	**(**)	211 ± 6	**(**)	102 ± 2	
Spinach	Deionized water	63 ± 4	**	47 ± 1	**	137 ± 2	**	62 ± 1	**	89 ± 1	**
	Hardness 100	61 ± 2	**	48 ± 1	**(*)	116 ± 8	**(*)	66 ± 1	**(**)	85 ± 4	**
	Hardness 500	91 ± 2	**(**)	50 ± 4	**(*)	138 ± 4	**	76 ± 1	**(**)	84 ± 2	**
	Hardness 1000	116 ± 4	**(**)	57 ± 1	**(**)	131 ± 2	**	180 ± 4	**(**)	82 ± 2	**(*)
	Hardness 1500	139 ± 4	**(**)	57 ± 1	**(**)	172 ± 4	**(**)	194 ± 4	**(**)	89 ± 2	**
Japanese radishes	Deionized water	58 ± 6	**	47 ± 2	**	100 ± 5		83 ± 3	**	100 ± 2	
	Hardness 100	60 ± 1	**	55 ± 2	**(**)	90 ± 1	(*)	98 ± 2	(*)	93 ± 3	
	Hardness 500	85 ± 1	**(**)	54 ± 1	**(**)	108 ± 2	**(*)	148 ± 7	**(**)	96 ± 2	
	Hardness 1000	75 ± 1	**(**)	63 ± 1	**(**)	100 ± 2		178 ± 6	**(**)	106 ± 1	**(**)
	Hardness 1500	72 ± 3	**(**)	62 ± 1	**(**)	95 ± 1		204 ± 9	**(**)	101 ± 1	
Carrot	Deionized water	81 ± 1	**	53 ± 1	**	94 ± 1	**	90 ± 1	**	99 ± 5	
	Hardness 100	70 ± 1	**(**)	73 ± 1	**(**)	95 ± 1	**	112 ± 0	**(**)	94 ± 3	*
	Hardness 500	76 ± 1	**(**)	71 ± 1	**(**)	108 ± 1	**(**)	121 ± 7	**(**)	95 ± 3	*
	Hardness 1000	86 ± 1	**(**)	71 ± 1	**(**)	117 ± 1	**(**)	173 ± 2	**(**)	92 ± 1	*
	Hardness 1500	92 ± 1	**(**)	74 ± 1	**(**)	132 ± 1	**(**)	208 ± 8	**(**)	110 ± 16	
Eggplant	Deionized water	88 ± 4	*	78 ± 1	**	100 ± 4		88 ± 2	**	100 ± 4	
	Hardness 100	105 ± 4	(**)	77 ± 2	**	89 ± 4	**(**)	96 ± 1	*(**)	103 ± 3	
	Hardness 500	190 ± 8	**(**)	82 ± 1	**(**)	102 ± 5		115 ± 2	**(**)	101 ± 2	
	Hardness 1000	281 ± 13	**(**)	75 ± 1	**(*)	114 ± 6	**(**)	130 ± 1	**(**)	102 ± 3	
	Hardness 1500	397 ± 22	**(**)	76 ± 2	**	120 ± 6	**(**)	144 ± 1	**(**)	103 ± 5	

Each value represents mean ± SD of 5 determinations.

Significant difference from raw vegetables : * < 0.05, ** < 0.01

Significant difference from deionized water : (*) < 0.05, (**) < 0.01

換水、硬度100, 500の茹で水では危険率1%で有意に減少し、硬度1000, 1500の茹で水では危険率1%で有意に増加していた。またイオン交換水に対しては硬度100の茹で水では危険率1%で有意に減少したが、硬度500～1500の茹で水では危険率1%で有意に増加していた。ホウレンソウでは生食材に対してイオン交換水、硬度100, 500の茹で水共に危険率1%で有意に減少したが、硬度1000, 1500の茹で水の場合は危険率1%で有意に増加していた。またイオン交換水に対しては硬度500の茹で水以上の場合危険率1%で有意に増加していた。ダイコンは生食材に対してイオン交換水、各硬度の茹で水について危険率1%で有意に減少した。しかし、硬度が500～1500の茹で水ではイオン交換水に対して、危険率1%で有意に増加していた。ニンジンではイオン交換水、各硬度の水共に生食材に対して危険率1%で有意に減少し、硬度100, 500の茹で水はイオン交換水より、危険率1%で有意に減少、硬度1000, 1500の場合では危険率1%で有意に増加していた。ナスについては生食材に対してイオン交換水では危険率5%で有意に減少したが、硬度500以上では危険率1%で有意な増加が認められた。イオン交換水に対しては硬度100の茹で水以上ではいずれも危険率1%で有意に顕著な増加が認められた。

カリウムについては、各食材ともに生食材に対してイオン交換水と各硬度共に危険率1%で有意に減少した。イオン交換水に対してハクサイの硬度100の茹で水は危険率1%で有意に減少した他、硬度500, 1000の茹で水では有意な差はみられず、硬度1500の茹で水では危険率1%で有意に増加した。ホウレンソウ、ダイコン、ニンジンでは危険率5%または1%で有意に増加していた。ナスの硬度500の茹で水では1%の危険率で有意に増加、硬度1000の茹で水では危険率5%で有意な減少が認められた。

カルシウムについては、ハクサイでは生食材に対してイオン交換水を除き、全ての硬度において危険率1%で有意に増加していた。イオン交換水に対しても全ての硬度で危険率5%または1%で有意に増加していた。ホウレンソウでは生食材に対してイオン交換水を含め各硬度共に危険率1%で有意に増加していた。イオン交換水に対しては硬度100では危険率5%で有意に減少し、硬度1500の茹で水では危険率1%で有意に増加していた。ダイコンは生食材に対して硬度500の茹で水では危険率1%で有意に増加していたが、その他では差異はみられなかった。イオン交換水に対して硬度100の茹で水では危険率5%で有意に減少、硬度500の茹で水では危険率5

%で増加した。ニンジンでは生食材に対してイオン交換水、硬度100の茹で水では危険率1%で有意に減少がみられたが、硬度500の茹で水以上では危険率1%で有意な増加が認められた。イオン交換水に対しては、硬度500以上の茹で水で、危険率1%で有意に増加していた。ナスでは生食材に対し、イオン交換水、硬度500の茹で水では差異は認められず、硬度100の茹で水では危険率1%で有意に減少、硬度1000、1500の茹で水では危険率1%で有意に増加していた。イオン交換水に対して硬度100の茹で水では危険率1%で有意に減少し、硬度1000以上の茹で水では危険率1%で有意に増加していた。

マグネシウムについては、ハクサイ、ニンジンでは生食材に対してイオン交換水は危険率1%で有意に減少し、その他は危険率1%で有意に増加していた。イオン交換水に対しては各硬度ともに危険率1%で有意な増加を示していた。ホウレンソウでは生食材に対してイオン交換水、硬度100、500の茹で水では危険率1%で有意に減少していた。また、1000、1500では危険率1%で有意に増加していた。イオン交換水に対して、全ての硬度の茹で水では危険率1%で有意に増加していた。ダイコンでは生食材に対してイオン交換水の場合、有意に減少していたが、硬度100の茹で水では差がみられず、硬度500以上の茹で水では危険率1%で有意に増加していた。イオン交換水に対しては、各硬度で危険率5%または1%で有意に増加していた。ナスについては生食材に対してイオン交換水、硬度100の茹で水では危険率5%または1%で有意に減少し、硬度500以上の茹で水では危険率1%で有意に増加していた。イオン交換水に対しては硬度の増加に比例して危険率1%で有意に増加していた。

鉄については、ハクサイでは生食材に対して硬度100の茹で水が危険率5%で有意に増加したが、他の硬度の茹で水では差がみられなかった。イオン交換水に対して硬度100の茹で水が危険率5%で有意に増加していたが、その他の茹で水では差がみられなかった。ホウレンソウについては、生食材に対してイオン交換水と各硬度の茹で水では危険率1%で有意に減少していた。イオン交換水に対しては硬度1000の茹で水のみ危険率5%で減少していたが、その他の茹で水では有意な差は認められなかった。ダイコンでは生食材に対して硬度1000の茹で水では危険率5%で有意に増加した他は差がみられず、またイオン交換水に対しても硬度1000の茹で水では危険率1%で有意な増加が認められたが、その他の硬度についても差異はみられなかった。ニンジンでは生食材に対して硬度100から1000の茹で水では危険率5%で有意に減少したほか、差は認められなかった。同じくイオン交換水に対しても、各硬度の茹で水共に差は認められなかった。ナスでは生食材に対して有意な差はなく、イオン交換水で茹でたものに対しても差はみられなかった。

硬度1500の海洋深層水で茹で、水洗いなしと水洗いしたもののマグネシウム量を比較したものを Fig.2 に示した。

イオン交換水で茹でたものはホウレンソウ、ダイコン共に生食材に対し1%の危険率で有意に減少していたが、海洋深層水で茹でたものはイオン交換水で茹でたものに対し、水洗いなし、水洗い共に1%の危険率で有意に増加していた。

塩化マグネシウムを用いて調製した硬度100~1500の茹で水で、ダイコン、ホウレンソウを上記の実験と同様

Fig 2 Comparison of Mg contents in vegetables with or without rinsing after boiling in bottled drinking deep-sea water of hardness 1500 (raw vegetables as 100%)

□ Raw vegetables

■ Boiled by deionized water

▨ Boiled by bottled deep-sea water hardness 1500 (12.3mmol Mg)

■ Boiled by bottled deep-sea water hardness 1500 (12.3mmol Mg) and rinsing with deionized water

Each value represents mean $\pm$ SD of 4 determinations.

Significant difference from raw vegetables : * < 0.05, ** < 0.01

Significant difference from deionized water : (*) < 0.05, (**) < 0.01

Fig 3 Comparison of Mg contents in vegetables with or without rinsing after boiling in various hardness of $MgCl_2$ solutions (raw vegetables as 100%)

□ Raw vegetables
 ■ Deionized water
 ■ Hardness 100 (0.8mmol Mg)
 ■ Hardness 500 (4.1mmol Mg)
 ■ Hardness 1000 (8.2mmol Mg)
 ■ Hardness 1500 (12.3mmol Mg)

Each value represents mean $\pm$ SD of 4 determinations.

Significant difference from raw vegetables : * < 0.05, ** < 0.01

Significant difference from deionized water : (*) < 0.05, (**) < 0.01

に茹で、水洗いなしのものと水洗いしたもののマグネシウム量の測定結果を Fig.3 に示した。

ハウレンソウで水洗いなしのものは生食材に対してイオン交換水、硬度100、500の茹で水で茹でたものは共に1%の危険率で有意に減少したが、硬度1000と1500の茹で水では有意に増加した。また、イオン交換水で茹でたものに対しては硬度500以上の茹で水で茹でたものは1%の危険率で有意に増加していた。水洗いのものは生食材に対してイオン交換水で茹でたものとそれぞれの硬度の茹で水で茹でたものはいずれも1%の危険率で有意に減少したが、イオン交換水で茹でたものに対しては茹で水の硬度の増加にほぼ比例的に1%の危険率で有意に増加していた。

ダイコンでは生食材に対してイオン交換水で茹でたものは1%の危険率で有意に減少していたが、塩化マグネシウム溶液で茹でたものは水洗いなし、水洗い共に1%の危険率で有意に硬度の増加にほぼ比例して増加した。

考 察

きざみ食調製法の差異によるミネラルの損失は一部を除き、ざく・乱切り茹でときざみ茹で共にミネラルの損失がみられ、ざく・乱切りに対してきざみ茹では有意に減少が認められた。これは食材である野菜類のミネラルが茹で汁へ溶解して移行するためと考えられる。大西²⁵⁾は食材の切り操作について食材の大の一辺から小の一辺が幾つとれるか、その商の数の倍数だけ表面積が増加するとしている。ざく・乱切り茹でから調製したきざみ食の場合ではミネラルの調理変化は通常の野菜の茹で操作

における調理損失と変わらないと考えられる。一方、きざみ茹での場合、単位重量あたりの表面積が増加し、これによるミネラルの損失が多くなると考えられる。しかしハウレンソウのカルシウムのように一部の野菜では生食材に対してミネラルの増加傾向がみられる理由は分析の精度や生食材、ざく・乱切り茹で、きざみ茹での間で水分に有意な差がみられなかったことからその主な理由をこれらに求めることは難しい。

実際に成分表においても81種類の野菜について、生食材と調理後のミネラル量を示しているが、ナトリウムについては27.2%、カリウムは7.4%、カルシウムは9.9%、マグネシウムは12.3%、鉄は42.0%の野菜について調理後のミネラルの増加が示されているが、その理由については特に示されていない。

本実験では通常の調理の場合と同様に茹で水に水道水を使用したことから、水道水に溶存しているミネラルの影響も検討する必要がある。そこでイオン交換水と海洋深層水から調製した硬度100~1500の茹で水、塩化マグネシウムを溶解して調製した硬度100~1500の茹で水で茹でて、ミネラルの変化を5種類の野菜について検討した。

その結果、海洋深層水の場合は脱イオン水で茹でた場合に比較して各野菜を通じ、明白に硬度の増加と共に含有量が増加したミネラルはマグネシウムのみであった。これは使用した海洋深層水のミネラル含有量が硬度1500、1000、500、100のそれぞれについて、マグネシウムは12.3mmol、8.2mmol、4.1mmol、0.8mmol含有しているのに対して、ナトリウムでは4.8mmol、3.2mmol、

1.6mmol, 0.3mmol, カリウム, カルシウムは両元素とも2.6mmol, 1.8mmol, 0.9mmol, 0.2mmolと含有量が少ないためと考えられる。塩化マグネシウムをイオン交換水に溶解し、硬度を1500, 1000, 500, 100, マグネシウムとして15.0mmol, 10.0mmol, 5.0mmol, 1.0mmolとなる茹で水を調製し、ホウレンソウ, ダイコンについて検討したところ、海洋深層水の場合と同じようにマグネシウムの増加と共に食材中の含有量が増加する結果が得られている。この場合、マグネシウムの増加が単に食材に茹で水が付着したために増加するの否かを調べるために硬度1500の海洋深層水と硬度100~1500に調製した塩化マグネシウム溶液を調製し、茹でた後、水切りした食材と茹でてからイオン交換水で洗った後、水切りした食材について分析した結果を比較した。その結果、前者が後者より、マグネシウム含有量は多かったが、茹でた後、水洗したものでもイオン交換水で茹でたものよりはマグネシウムはかなり多く残存し、これは単に食材に付着しているものばかりではなく、一部は野菜類の組織に何らかの形で吸着されている可能性もあるものと考えられる。日本人の食事からのマグネシウム摂取量は減少してきていると言われている²⁶⁾。また、マグネシウムはカルシウムとのミネラルバランスも重要である²⁷⁾。マグネシウムの摂取量を増加させるために、硬度の高い海洋深層水を用いることも一つの方法と考えられる。

以上きざみ食の調製時、刻んだ後に茹でる調製法はざく・乱切りしたものを茹でてその後刻む場合よりはミネラルの損失に十分な配慮が必要である。また、茹で水として通常は実験に用いた硬度が高い水を用いることはほとんどなく、日本の水道水の硬度が平均55²⁸⁾で100を超すものがみられないことから、水道水を用いてもこれが食材中のミネラルの増減に特に影響するとは考えられない。

要 約

11種類の野菜類を用いてきざみ食調製時、あらかじめ刻んでから茹でる場合と、ざく・乱切りしてから茹で、その後刻む場合とがある。両者について主要なミネラル7種類についての損失を比較した。また、茹で水中のミネラル含有量が調製したきざみ食にどのような影響を及ぼすかについて検討し、以下のような結果を得た。

(1) きざみ食調製時、あらかじめ刻んでから茹でる場合は、ざく・乱切りしてから茹でる場合より一部を除き、ミネラルの損失はより多かった。

(2) イオン交換水、市販の硬度1500の容器入り飲用海洋深層水から調製した硬度100, 500, 1000, 1500のそれぞれの茹で水で5種類の野菜を茹で、ナトリウム, カリウム, カルシウム, マグネシウム, 鉄の5種類のミネラルについて変動を見たところ、硬度の増加と共に野菜類のミネラル含有量が増加したのは茹で水中に含有量の多いマグネシウムのみであった。

(3) 水道水を茹で水として用いても、水道水中のミネラルはきざみ野菜の調製時のミネラル損失にあまり影響はしないと考えられた。

(4) 硬度1500の容器入り飲用海洋深層水と塩化マグネシウムから調製した硬度1500の茹で水で茹でて水切りしたものと、茹でた後にイオン交換水で水洗した後に水切りしたものを比較したところ、後者の場合のミネラル含有量が少なく、ミネラルの増加は野菜にミネラルが付着して増加していると考えられるが、一部は野菜の組織に吸着して増加している可能性もあると考えられた。

最後に実験にあたって、協力を得ました、聖徳大学卒業生の青木真由美、増田茜、関谷直子、松嶋由奈、桜井優、三田奈月さんに感謝致します。

参考文献

- 1) 糸川嘉則：高齢者の微量元素欠乏症とその臨床の実際，日医雑誌，**129** (5)，635~638 (2003)
- 2) 阿部節子：高齢者の食事，食生活総合研究雑誌，**4** (1)，27~31 (1993)
- 3) ネスレ科学振興会監修，和田昭允，池原森男，矢野俊正編：食とミネラル，学会センター関西/学会出版センター，20 (2001)
- 4) 永井晴美，鈴木隆雄，柴田 博，松本伸子：特別養護老人ホームにおける“きざみ食”の供食の実態，栄養学雑誌，**52** (6)，307~318 (1994)
- 5) 永井晴美，鈴木隆雄，柴田 博，渡辺修一郎，熊谷 修，寺岡加代，竹内孝仁，松本伸子，安村誠司，芳賀 博：特別養護老人ホーム入居者におけるきざみ食と身体的要因との関連，栄養学雑誌，**53** (6)，369~376 (1995)
- 6) 鈴木ひろみ，松本伸子：「きざみ食」に関する基礎的研究（第一報）—咀嚼後の食品の大きさの測定—，栄養学雑誌，**56** (5)，291~298 (1998)
- 7) 高橋智子，増田邦子，佐々木真希，濱千代善規，大越ひろ，手嶋登志子：摂食機能に応じた食事形態のテクスチャーの特徴—特別養護老人ホームの食事と市販レトルト介護食品の比較—，栄養学雑誌，**62** (2)，83~90 (2005)
- 8) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会編：五訂増補日本食品標準成分表，独立行政法人国立印刷局 (2005)
- 9) 鈴木和枝，鈴木一正，藤波襄二：糖尿病治療食からのミネラル供給量に及ぼす調理損失の影響，栄養学雑誌，**57** (5) 295~304 (1999)
- 10) 畑 明美，南光美子：洗浄操作による野菜中無機成分の溶出の変化，調理科学会誌，**16** (1)，47~51 (1983)
- 11) 畑 明美，南光美子：浸漬操作による野菜，果実中無機成分の溶出の変化，調理科学会誌，**16** (1)，52~56 (1983)
- 12) 畑 明美：伝統的調理と食品中の無機成分の挙動に関する研究，日本調理科学会誌，**34** (2)，124~135 (2001)
- 13) 南 廣子，鈴木妃佐子，安部公子：調理操作による野菜中無機8元素含有量の変化，調理科学会誌，**20** (1)，60~67 (1987)
- 14) 三好恵子，谷 武子，殿塚婦美子：調理操作による野菜の無機質含有量の変化，栄養学雑誌，**53** (2)，103~110 (1995)
- 15) 出雲悦子，大木和香子：あくの中の無機成分の調理操作

- による溶出について（第1報）—よもぎの場合，調理科学会誌，**12**（2），101～104（1979）
- 16) 出雲悦子，大木和香子，山田節子：あくの中の無機成分の調理操作による溶出について（第2報）—ごぼう，れんこん，うどの場合，調理科学会誌，**14**（2），118～122（1981）
- 17) 出雲悦子，岡田貞子，山田節子：あくの中の無機成分の調理操作による溶出について（第3報）—ふきの場合，調理科学会誌，**14**（3），188～191（1981）
- 18) 山野澄子：食品中のカルシウムの溶出と調理，調理科学会誌，**4**（2），73～80（1971）
- 19) 飯盛和代：食品の調理科学的研究（第1報）—蔬菜の中の無機成分について，調理科学会誌，**18**（5），292～295（1967）
- 20) 小野房子，大松孝樹：食品中ナトリウムおよびカリウム含有量の調理による影響（第1報），栄養学雑誌，**32**（1），19～23（1974）
- 21) 石田 裕，大松孝樹，小野房子：食品中ナトリウムおよびカリウム含有量の調理による影響（第2報），栄養学雑誌，**32**（3），1～4（1974）
- 22) 内藤初枝：低カリウム食調製におけるごぼうの浸漬条件の検討，栄養学雑誌，**49**（5），273～279（1991）
- 23) 木村美恵子，糸川嘉則：食事中ミネラルの調理損耗の実態と基礎実験，日本栄養・食糧学会誌，**43**（1），31～42（1990）
- 24) 科学技術庁資源調査会食品成分部会編：五訂日本食品標準成分表分析マニュアル，樹村房（1997）
- 25) 大西正三：切ること，調理科学会誌，**1**（2），91～93（1968）
- 26) 上西一弘：日本人の食事摂取基準（2005年度版）—ミネラル—，日本食生活学会誌，**15**（4），286～292（2005）
- 27) 江指隆年，花井美保：ミネラルバランスが好ましい伝統食品，日本食生活学会誌，**11**（4），306～313（2001）
- 28) 菅原龍幸：日本フードスペシャリスト協会 No.13，3～9（2004）