

# 大根の糖及びミネラルの季節と乾燥操作による変動

中田由香・冨田圭子・大谷貴美子・南出隆久・吉野世美子\*

## Changes of sugar and mineral components on harvest season and dry-processing in radish (*Raphanus sativus*)

YUKA NAKADA, KEIKO TOMITA, KIMIKO OHTANI, TAKAHISA MINAMIDE and YOMIKO YOSHINO\*

**Abstract:** The Japanese white radish (*Raphanus sativus*, cv. *aokubi*) is very popular and the most consumed vegetables in Japan. Dried strip of radish (Kiriboshi-daikon) is also one of the traditional preserved foods. In recent years, Kiriboshi-daikon attracts not only a great deal of attention that is rich in dietary fiber and minerals, but also a useful material for our healthy diet. In this study, the first of all, seasonal variations of constitutional sugars of fresh radish were investigated. Secondly, changing in nutrients of dry-processed radish was investigated. Sucrose (0.09g/100g f.wt.) is least of three sugars, fructose (1.21g/100g f.wt.) and glucose (1.30g/100g f.wt.) are similar amounts of raw radish. Sucrose is increased more 5 times, and fructose and glucose are more 2 times after dry-processing than raw materials. On minerals, calcium is 23mg/100g f.wt., magnesium is 11mg/100g f.wt., sodium is 9.0mg/100g f.wt., potassium is 330mg/100g f.wt., phosphorus is 8.8mg/100g f.wt. and iron is 0.2mg/100g f.wt. in raw radish. Calcium is increased 15 times and iron is increased 20 times after dry-processing. The results indicate that ratio between monosaccharides and disaccharides of radish varies through seasons, and drying is an effective processing for keeping qualities and improving flavor and texture of radish. Kiriboshi-daikon is useful for ingesting minerals, especially.

(Accepted September 21, 2005)

### 1. 緒言

大根は日本で最も多く消費されている野菜であり、日本における生産量、消費量は世界第1位となっている。大根のルーツは諸説あるが、原産地はヨーロッパ地中海沿岸から中央アジアといわれ、日本へは稲作文化とともに中国から伝わり有史以前から栽培が行われている<sup>1)</sup>。大根の加工品のひとつである切干大根は大根を乾燥させたもので、乾燥することにより甘みと風味が加わり長期保存ができる。なかでも、冬の日光、寒風を浴びた寒干大根が良品であるといわれている。大根は冬に甘みが増しおいしいといわれるが、どのような成分が関与しているかは十分検討されていない。また、切干大根に加工す

ることで生じる成分や品質変化についても不明な点が多い。本研究では、甘味に關与する糖類の季節変動と乾燥操作によるこれら糖類とミネラルの変化について調べ、2, 3の結果を得たので報告する。

### 2. 材料及び方法

#### 2.1. 試料

試料となる大根 (*Raphanus sativus*) は品種 '青首大根' を用い、毎月下旬京都市内大規模量販店で購入した。大根は皮をむきスライサーを用いて千切りにし、液体窒素で凍結させミルで粉碎した。

京都府立大学人間環境学部食保健学科食事学研究室

Department of Food Science and Health, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan.

\*京都女子大学家政学部食物栄養学科

Department of Food and Nutrition, Kyoto Women's University, Kyoto, Japan.

## 2. 2. 切り干し大根の作成

皮を剥きスライサーを用い幅8mmに細長く切り、プラスチック容器に均等に広げ定温庫 (Yamato, DN-81) を使用し40℃で6日間乾燥した。

## 2. 3. 切干大根の水戻し方法

切干大根10gを300mlビーカーに入れ蒸留水200mlを加え室温で2時間静置した。静置後、手絞りで水戻し後試料と戻し汁に分けた。

## 2. 4. 分析

各分析操作は食品分析法<sup>2)</sup>, AOAC法<sup>3)</sup>等に準じて行った。水分は凍結粉末試料を磁器製のるつぼに入れ、電気炉 (Yamato, FP-31) で105℃, 4時間乾燥させて求めた。灰分は電気炉で550℃, 20時間灰化を行い、その残渣を灰分とした。糖類は凍結粉碎した試料10gを4℃で12時間以上80%エタノールで抽出し、100mlに定容した。この抽出液から10ml取りロータリーエバポレーター (Yamato, RE-46) を用いて乾固し、蒸留水で10mlに定容した。これをメンブレンフィルター (MILLIPORE MILLEX, 0.45μm) を用いてろ過し、内部標準であるソルビトール0.2g/100mlと1:1に混合し、Waters 600Eポンプを用いたHPLCシステム [Column: Shodex SUGAR SC1821 (8.0x300 + ガードカラムSC-G 6.0x50), Solv.: water, Column temp.: 80℃, Detector: RI, Recorder: Waters Empower] で測定した。この測定で求められた%面積とあらかじめ測定した0.2g/100mlスクロース, フルクトース, グルコース, ソルビトールの%面積から試料の濃度を求めた。マグネシウム (Mg), カルシウム (Ca) は灰化物に6N-HCl 4.2ml, 1%-LaCl<sub>3</sub> 2.5mlを添加し、蒸留水で25mlに定容し1N-HCl溶液とし、原子吸光分光光度計 (HITACHI, 508A) を用いて測定した。リン (P) の定量は1N-HCl灰化試料溶液を用い、モリブデンブルー吸光光度法で行った。鉄 (Fe) の定量は1N-HCl

灰化試料溶液を用い、o-フェナントロリン吸光光度法で行った。ナトリウム (Na), カリウム (K) は凍結粉碎した試料を1%-HClで25mlに定容し、時々攪拌しながら15分以上放置した後、ろ紙 (Whatman, No.541) でろ過したものを、上記原子吸光分光光度計を用いて原子吸光分析法で測定を行った。

## 3. 結果・考察

### 3. 1. 大根の糖類の季節変動

生の大根と大根100gからできる切干大根ならびに水戻し操作後の切干大根の重量と水分量をTable1に示した。生の大根の水分量は年間を通して差は少ないが乾燥後である切干大根の水分量には違いが見られ、水戻し後の水分量では再び差が少なくなっていた。このことから、大根の水分量には季節変動が少なく、乾燥後の水分量に違いがあったとしてもその後の水戻し操作ではほぼ同じ水分量にまで復元されることがわかった。その中で1月に収穫した大根は最も乾燥後、水戻し後のもので収量が多かった。Fig.1は生の大根と切干大根の糖含有量の季節変動を示した。生の大根の糖含有量の季節変動は、各糖ともに11月から3月に高い値を示した。糖の種類別では単糖類であるフルクトース, グルコースは1月をピークとして冬期に上昇し、それ以降減少した。二糖類であるスクロースは3月をピークとして冬から春にかけ上昇し、それ以降減少した。このように二糖類であるスクロースは、単糖類であるフルクトース, グルコースに比べ減少時期が遅れが見られた。これは、佐々木らによるキャベツ幼植物の短時間脱順化による糖濃度の低下を伴った耐凍性の消失に関する研究<sup>4)</sup>で報告されているように、脱順化ではヘキソースはエネルギー生成のための解糖系を経て直接的または間接的に速やかに消費されるので、この減少は成長の促進に加え耐凍性の消失のためとみることが出来る。季節による大根の糖の変動は耐凍性の獲得

Table 1 Changes of weight and moisture among raw, dry-processed and after reconstitution of dry-processed radish through harvest season

		2004			2005		
		Jul.	Sept.	Nov.	Jan.	Mar.	May
Raw	Weight (g)	100	100	100	100	100	100
	Moisture (%)	93	95	95	95	95	94
Dry-processed	Weight (g/100g raw radish)	5.8	5.1	4.6	6.6	5.4	5.2
	Moisture (%)	5.7	10	6.8	4.1	5.9	6.3
After reconstitution	Weight (g/100g raw radish)	40	37	36	44	38	33
	Moisture (%)	93	93	93	92	93	95

All samples were analyzed monthly but these data were indicated at once in two months.

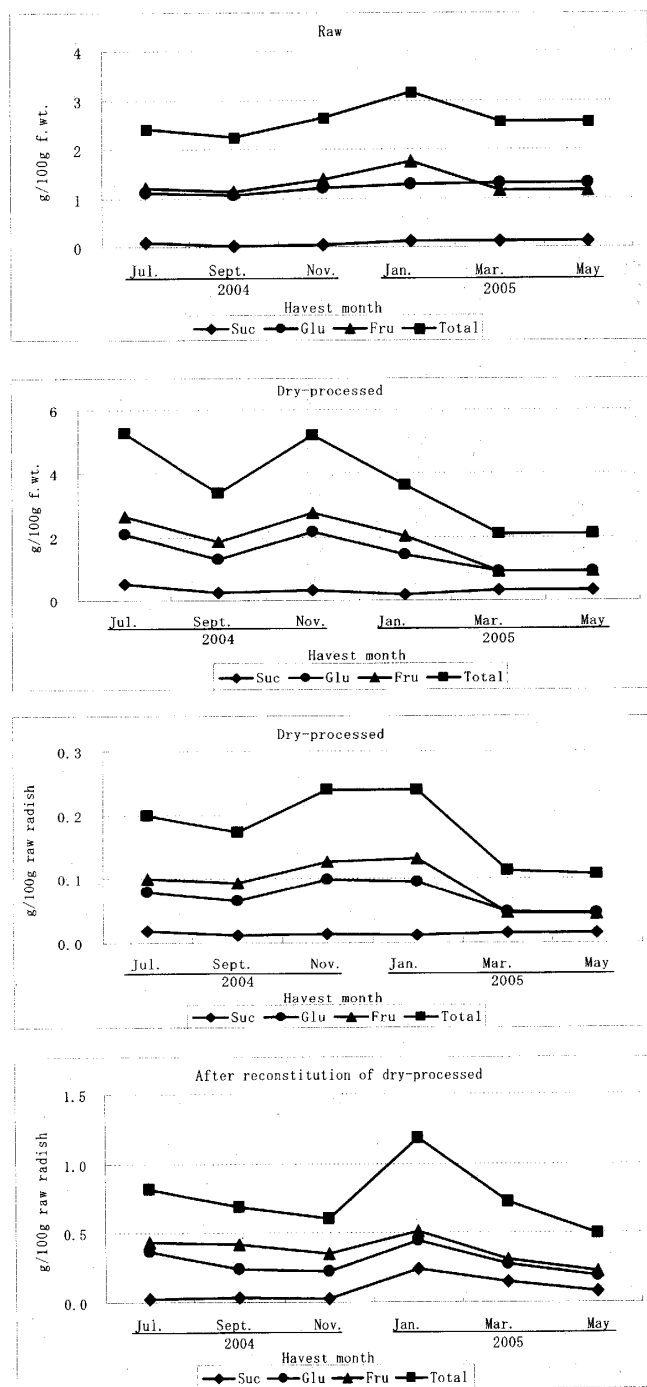


Fig. 1 Changes of sugar contents in raw, dry-processed and after reconstitution of dry-processed radish through seasons

All samples were analyzed monthly but these data were indicated at once in two months.

と消失によることが示唆される。経験的に冬の大根が甘くておいしいと言われてきたことは、これらの理由によるところが大きいと思われる。

乾燥、水戻し操作により糖の組成に変動があることがわかった。乾燥操作後重量は1/20であったもののスクロースは5倍、フルクトース、グルコースは2倍であったが、生の大根に換算するとスクロースが1/5、フルクトース、

グルコースが1/10に減少したことになる。これはアミノカルボニル反応、酵素反応等により大根中の糖類が変化したためと考えられる。水戻し操作後スクロースは同量に、フルクトース、グルコースは1/3に回復した。これは水戻し操作による浸漬水への溶出がある一方で、大根中のオリゴ糖や多糖からのフルクトース、グルコース等の生成によるものが大きいのではないかとと思われる。これに関してはさらなる研究が必要であると考えられる。

以上より、冬期の大根で作られた切干大根は糖の含有量の多いことから良品であることが示唆された。

### 3.2. 乾燥と水戻しによる大根のミネラルの変化

Table 2は生の大根に含まれるミネラルの含有量の1年間の変動を表したものである。食品成分表では100g当たりCa 23mg, Mg 10mg, Na 17mg, K 230mg, P 17mg, Fe 0.2mgである<sup>5)</sup>のに対して、今回の結果の平均値はCa 18mg, Mg 6.8mg, Na 13mg, K 230mg, P 17mg, Fe 0.2mgであった。このミネラル含有量は糖含有量のように年間を通しての一定の傾向は見られなかった。変動率はCaで18%, Kで15%と低く、Naで37%, Pで37%, Feで50%と高い結果となった。これは辻村らによりじゃがいも、かぼちゃ、キャベツ、さやいんげん、セロリー、トマト、にんじん、ピーマン、ブロッコリー、ほうれんそう、キウイフルーツ、マンゴのミネラル含有量の通年成分変化について<sup>6)</sup>同様の報告がされている。植物中のミネラルが、土壌条件に大変左右されやすいということより、産地の違った大根を使用した今回の実験の結果も同様であるといえる。Fig.2は比較的季節変動の少なかったCaとKの生の大根と切干大根の水戻し後の含有量を比較したものである。Ca含有量は糖類の季節変動と同様に冬期に増加した。切干大根の水戻し操作後のCa溶出は含有量の少ない時期で溶出量が少なく、含有量の多

Table 2 Changes of mineral contents of raw radish through seasons

Harvest month	Minerals (mg/100g)						Moisture (%)	
	Ca	Mg	Na	K	P	Fe		
2004	Jul.	16	9.1	8.9	210	23	0.3	93
	Sept.	14	5.0	5.9	230	17	0.3	95
	Nov.	20	5.9	13	200	9.5	0.1	95
2005	Jun.	22	7.3	14	240	25	0.2	95
	Mar.	20	7.2	19	300	11	0.1	95
	May	15	6.1	15	220	14	0.2	94
Mean	18	6.8	13	230	17	0.2	95	
S.D.	3.2	1.4	4.6	36	6.2	0.1	0.7	

All samples were analyzed monthly but these data were indicated at once in two months.

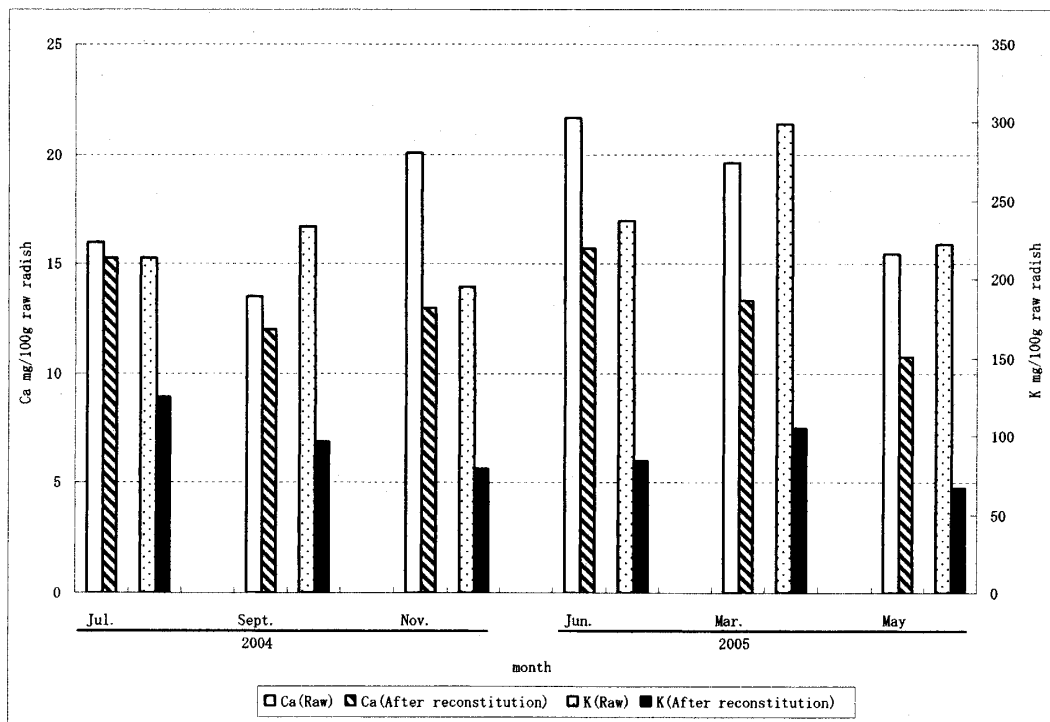


Fig. 2 Comparison of Ca and K contents between raw and after reconstitution of dry-processed radish  
All samples were analyzed monthly but these data were indicated at once in two months.

Table 3 Changes in Ca and K solubility after reconstitution of dry-processed radish

Harvest month	Soluble rate (%)		
	Ca	K	
2004	Jul.	4	41
	Sept.	11	59
	Nov.	35	59
2005	Jan.	27	65
	Mar.	32	65
	May	30	70
Mean		23	60
S. D.		12	10

All samples were analyzed monthly but these data were indicated at once in two months.

い時期で溶出量が多いという傾向が見られた。K含有量は季節による変動は見られなかったが、溶出量に関してはCaと同様に、切干大根の水戻し操作後のK溶出は含有量の少ない時期で溶出量が少なく、含有量の多い時期で溶出量が多いという傾向が見られた。Table3に示すように水戻し操作によるCaとKの溶出率を比べてみるとCaの溶出率は23%あるのに対し、Kは60%と多く溶出することがわかった。他のミネラルについてはTable4に示した。Mgは生の大根で11mgあったものが水戻し後6.6mgとなり、Naは9mgが3.9mg、Pは8.8mgが4.4mg、Feは0.2mgが0.1mgとなった。ミネラルの種類により乾燥、水戻し操作で残存量に違いが見られ、Caで65%、Mgで60%、Feで50%であるのに比べNaで43%、Kで48%、Pで44%と残存率の低いことがわかった。南らによりナス、ナバ

Table 4 Comparison of mineral contents among raw, dry-processed and after reconstitution of dry-processed radish

	Minerals (mg/100g)						moisture (%)
	Ca	Mg	Na	K	P	Fe	
Raw	23	11	9.0	330	8.8	0.2	94
Dry-processed	310	240	160	350	170	2.1	7.3
Dry-processed (conversion value for raw)	16	12	8.4	180	8.7	0.1	
After reconstitution of dry-processed	35	15	8.8	370	9.8	0.2	93
After reconstitution (conversion value for raw)	15	6.6	3.9	160	4.4	0.1	

Sample: harvested Feb. of 2005

ナ、ハクサイ、カリフラワー及びブロッコリーのゆで操作中のミネラルの溶出について<sup>7)</sup>同様の報告がされている。1食1人当たりの大根もしくは切干大根を使った料理でのミネラルの摂取可能な量を各種料理法の分量<sup>8,9)</sup>より考察したところ、生の大根の場合1食1人当たり50-100g、切干大根で12-18gとすれば、Table4の値の比較により、切干大根を使った料理の方がミネラル、特にCaで2.3-2.4倍、Feで1.9-2.5倍と多く摂取することができる。

野菜は他の食品に比べミネラル含有量は少ないが、ミネラルの吸収率を高めるビタミンCを多く含有している点や1食当たりの摂取量が多いという点から、重要なミネラル供給源であるといえる。今回の結果より切干大根の加工及び切干大根の調理は摂取不足になりがちなミネラルを効率よく摂取できる方法として適していることが示唆された。

#### 4. 要 約

大根の糖とミネラルの季節変動と乾燥操作による変化を明らかにすることを目的に実験を行った。大根の糖類の組成と含有量の季節変動は、気温の低下に伴い糖の含有量が増加することから、一般的に冬の大根は甘みが増しおいしいといわれることの科学的根拠であることが示唆された。また、切干大根でも同様の変化が見られた。生の大根、切干大根、切干大根を水戻ししたものでは糖の含有量に違いがあることが明らかになった。これは乾燥操作中のアミノ-カルボニル反応、酵素反応等、水戻し操作中の浸漬水への溶出、大根中のオリゴ糖や多糖からのフルクトース、グルコース等の生成が主な原因であると考えられる。乾燥、水戻し操作によるミネラルの変

化については、Ca, Mg, Feに比べNa, K, Pの含有量が大きく減少するということが明らかとなった。乾燥、水戻し操作後のミネラルは糖に比べて残存量が多いことから乾燥はミネラル、特にCa, Mg, Feの有効な摂取方法のひとつであるといえる。

以上の結果から、冬収穫される大根は糖の含有量が多く、乾燥操作はミネラルの効率よい摂取を促す方法として適しているということが明らかになった。

#### 5. 参考文献

- 1) 青葉高：野菜，232-234，法政大学出版局，(1982)
- 2) 日本食品工業学会：食品分析法編集委員会編，食品分析法，929pp.，光琳(1982)
- 3) AOAC Official Method, 956.01 Ch.3.3.13, (1995)
- 4) 佐々木英和・市村一雄・今田成雄・小田雅行：キャベツ幼植物の短時間脱順化による糖濃度の低下を伴った耐凍性の消失，園学雑，70，294-298，(2001)
- 5) 五訂食品成分表，78-79，女子栄養大学出版部，(2004)
- 6) 辻村卓・小松原晴美・荒井京子・福田知子：出回り期が長い食用植物のビタミンおよびミネラル含有量の通年成分変化(1)，ビタミン，71，67-74，(1997)
- 7) 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20，60-67，(1987)
- 8) 山崎清子・島田キミエ：調理と理論，同文書院(1993)
- 9) 京のおばんざい12ヶ月，京都新聞社編，京都新聞社(2003)