

# コメ , キャベツ , タマネギおよびニンジンにおける部位別のミネラル含量

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者名	北村,八祥 松田,智子 原,正之 矢野,竹男
発行元	日本土壌肥料学会
巻/号	86巻2号
掲載ページ	p. 114-119
発行年月	2015年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat





## コメ, キャベツ, タマネギおよびニンジンにおける 部位別のミネラル含量

北村八祥<sup>1</sup>・松田智子<sup>1</sup>・原 正之<sup>1</sup>・矢野竹男<sup>2</sup>

キーワード ミネラル, 食事摂取基準, コメ, 野菜, 部位

### 1. はじめに

厚生労働省は健康の維持・増進, 生活習慣病予防を目的に, 各栄養素の摂取量について基準を策定している(厚生労働省, 2010). 多量ミネラルとしては, カルシウム (Ca), リン (P), マグネシウム (Mg), カリウム (K) およびナトリウム (Na) の5要素が取り上げられており, 農産物はNaを除く4要素の重要な供給源となっている(厚生労働省, 2010). 農産物に含まれるミネラル含量は, 日本食品標準成分表2010(文部科学省, 2010)に品目毎の代表値が示されているが, 利用部位による違いは考慮されていない. 今後, 農産物の加工・業務用需要が増加する中, 用途に合わせた部位の活用が進むことが考えられ, 部位別のミネラル含量を明らかにすることには意義がある. 特に健康増進を目的としたメニューや農産加工品の開発への利用価値は非常に高い.

そこで, 摂取量が最も多いコメ (*Oryza sativa* L.), 代表的な加工・業務用野菜であるキャベツ (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), タマネギ (*Allium cepa* L.) およびニンジン (*Daucus carota* L.) について, 部位別のミネラル含量を調査し, ミネラルに着目した農産物提供の可能性を検討した.

### 2. 材料および方法

#### 1) 試料の採取

##### ①コメ

供試品種として, 主要品種である‘コシヒカリ’, ‘キヌヒカリ’に加え三重県が新たに育成した‘三重23号’(関東200号×関東196号)を用いた. 2011年4月6日に播種した苗を, 4月25日に三重県農業研究所圃場(灰色低地土)に栽植密度22.2株 $m^{-2}$ で移植した. いずれの品種

とも7.3 $m^2$ を3区画栽培し, 施肥は三重県の基準に準じ基肥量4.8g-N $m^{-2}$ , 3.1g-P $m^{-2}$ (7.2g-P $_2$ O $_5$  $m^{-2}$ ), 4.6g-K $m^{-2}$ (5.6g-K $_2$ O $m^{-2}$ ), 追肥量4.0g-N $m^{-2}$ , 3.3g-K $m^{-2}$ (4.0g-K $_2$ O $m^{-2}$ , 以下は元素表示のみを記載)とし, 追肥は‘三重23号’は6月24日, ‘コシヒカリ’と‘キヌヒカリ’は6月29日に施用した. ‘三重23号’は8月14日に, ‘コシヒカリ’と‘キヌヒカリ’は8月21日に各区から坪刈りを行い, 品種毎に混合した後に乾燥調整を行った. 各品種の精玄米重は, ‘コシヒカリ’は544g $m^{-2}$ , ‘キヌヒカリ’は584g $m^{-2}$ , ‘三重23号’は585g $m^{-2}$ であった. 品種毎に無作為に採取した玄米200gを佐竹製作所製試験搗精機により, 精米歩合を90, 80, 70, 60および50%に調整した. 精米歩合は破碎した精白米を除き, 整粒精白米の玄米に対する重量比によって算出した. また, 対照として搗精処理を施さない玄米200gを供試した. 反復数は2とした.

##### ②キャベツ

供試品種として‘松波’を用いた. 2011年7月28日に128穴プラグトレイに播種し(育苗培土の肥料成分: 120g-N $m^{-3}$ , 105g-P $m^{-3}$ , 141g-K $m^{-3}$ ), 8月30日に株間35cm, 畝間150cmで220株を三重県農業研究所圃場(黒ボク土)に移植した. 施肥は三重県の基準に従い, 基肥量20.0g-N $m^{-2}$ , 10.9g-P $m^{-2}$ , 16.6g-K $m^{-2}$ , 追肥量10.0g-N $m^{-2}$ , 6.6g-K $m^{-2}$ とし, 追肥は9月15日と10月5日の2回に分けて施用した. 12月26日に標準的な生育を示す8株を採取し, 外葉, 結球葉および茎(芯)に分け, さらに結球葉を外側から5葉ずつ7段階(1:1~5葉, 2:6~10葉, 3:11~15葉, 4:16~20葉, 5:21~25葉, 6:26~30葉, 7:31葉以降)に分けた. 外葉は結球葉から外側の5葉を分析対象とした. なお, 結球重は平均1799gで, 外葉5枚の重さは平均318gであった.

##### ③タマネギ

供試材料として, 愛知県産(A)および北海道産(B)のタマネギを用いた. Aは2011年6月に, Bは10月に三重県内の市場から10kg箱で購入し, それぞれ無作為に25個抽出した. タマネギの平均重量は, Aが369g, Bが232gであった. 図1に示すように5個単位で球を保護葉, 肥厚葉, 鱗片葉(貯蔵葉)および萌芽葉に分け(青葉, 1964), さらに肥厚葉については, 外側から2葉の肥厚葉・外側と3葉目以降の肥厚葉・内側の2部位に分けた. 肥厚葉・内側の葉数は2もしくは3であった.

Hatsuyoshi KITAMURA, Tomoko MATSUDA, Masayuki HARA and Takeo YANO: The mineral contents according to part in rice, cabbage, onion and carrot

<sup>1</sup> 三重県農業研究所 (515-2316 松阪市嬉野川北町 530)

<sup>2</sup> 三重大学大学院地域イノベーション学研究科 (514-8507 津市栗真町屋町 1577)

2014年3月10日受付・2015年1月12日受理

日本土壌肥科学雑誌 第86巻 第2号 p.114~119 (2015)

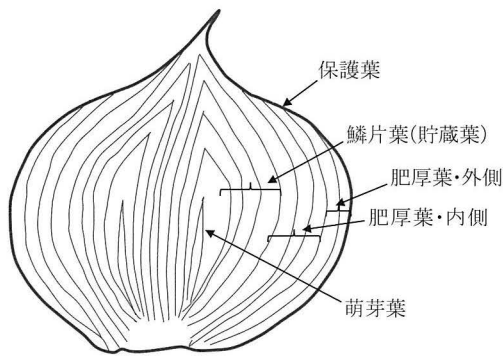


図1 タマネギの採取部位 (断面図)

## ④ニンジン

供試材料として，三重県内の市場から2011年12月に購入した三重県産 (a) および愛知県産 (b)，2012年2月に購入した三重県産 (c) および愛知県産 (d) の4種類を用いた。それぞれ，10kg箱から無作為に10本抽出し，包丁で厚さ約1mmの皮と可食部に分けて，分析に供した。なお，ニンジンの平均重量は，aが243g，bが207g，cが304g，dが309gであった。

## 2) ミネラル分析

コメは粉碎した試料500mgを硫酸で分解し，Pをバナドモリブデン酸法で定量した。また，試料1gを乾式灰化した後，塩酸に溶解し，Ca，MgおよびKをICPプラズマ発光分析装置 (Perkin Elmer社製，Optima5300DV) で定量した。コメの水分量を135℃で乾燥して求め，ミネラル含量は水分15%換算値で比較した。また，玄米の

ミネラル含量を100とし，精米歩合別に各ミネラルの残存率を算出した。

キャベツ，タマネギおよびニンジン，60℃で風乾後，粉碎した試料1gを乾式灰化し，塩酸に溶解してCa，Mg，KおよびPをコメと同様に定量した。なお，ミネラル含量は，日本食品標準成分表 (2010) と同様に，生体重100g当たりの含量を算出して比較した。

## 3. 結果

## 1) コメ

コメのCa，Mg，KおよびP含量は，いずれの品種においても，精米歩合の低下にともない大きく減少したが，Ca，Kでは精米歩合80%以下，Mg，Pでは70%以下で一定となった。ミネラルの種類により減少程度は大きく異なり，精米によるミネラル残存率が最も高いのはCaで，次いでP，Kの順に低くなり，最も低いのはMgであった。また，品種間ではMg，K含量において差が認められたが，その差は精米歩合に比べると小さかった (表1)

## 2) キャベツ

いずれのミネラルも部位別により，含量が大きく異なった。Caは外葉が，Mgは外葉と茎 (芯) が，KおよびPは茎 (芯) が，最も高い値を示した。結球葉は，いずれのミネラルも外葉や茎 (芯) より低かった。結球葉間の比較では，Mg，KおよびPは，内側の葉ほど高くなる傾向を示した (図2)。なお，含水率は全ての部位において86~92%の範囲内にあり，平均89.4%であった。

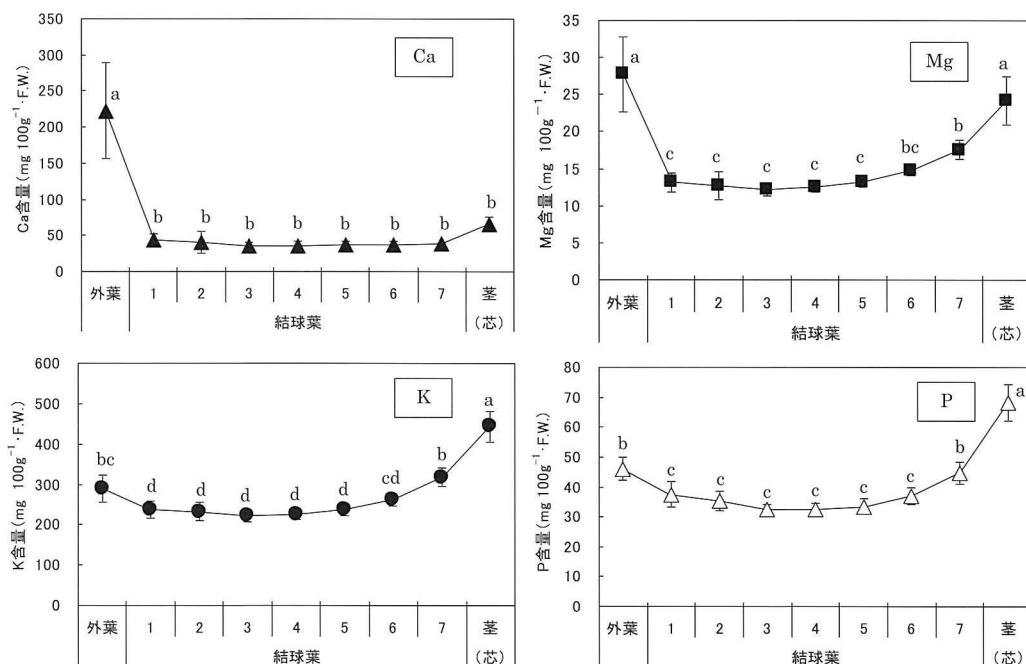


図2 キャベツにおける部位別のCa，Mg，KおよびP含量

\*1 結球葉は外側から5葉ずつ7段階 (1:1~5葉，2:6~10葉，3:11~15葉，4:16~20葉，5:21~25葉，6:26~30葉，7:31葉以降) に分け，外葉は結球葉から外側の5葉を供試した。

\*2 バーは標準偏差 (n=8)。

\*3 アルファベットの異符号間には Tukey 法により1%水準で有意差があることを示す。

\*4 供試圃場の土壌化学性 (基肥施用前の8月25日): pH 5.89, CEC 26.3 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, 交換性 Ca 1104 mg kg<sup>-1</sup>, 交換性 Mg 121 mg kg<sup>-1</sup>, 交換性 K 129 mg kg<sup>-1</sup>, 可給態 P 601 mg kg<sup>-1</sup>。

表1 ‘コシヒカリ’, ‘キヌヒカリ’ および ‘三重23号’ における Ca, Mg, K および P 含量に及ぼす精米歩合の影響

品種	精米歩合	ミネラル含量 (mg 100g <sup>-1</sup> · F.W.) <sup>※1</sup>			
		Ca	Mg	K	P
コシヒカリ	玄米	9.0 (100) <sup>※2</sup>	117.7 (100)	249.3 (100)	292.7 (100)
	90 %	5.6 (63)	41.9 (36)	108.9 (44)	129.8 (44)
	80 %	3.5 (39)	7.3 (6)	52.4 (21)	57.9 (20)
	70 %	3.6 (40)	4.5 (4)	47.7 (19)	52.7 (18)
	60 %	3.7 (41)	4.7 (4)	50.1 (20)	54.1 (18)
	50 %	3.8 (42)	3.9 (3)	48.2 (19)	52.4 (18)
キヌヒカリ	玄米	8.7 (100)	105.6 (100)	256.6 (100)	298.7 (100)
	90 %	5.9 (68)	38.7 (37)	106.4 (41)	134.0 (45)
	80 %	4.0 (47)	6.5 (6)	43.8 (17)	61.2 (20)
	70 %	3.7 (42)	3.0 (3)	36.9 (14)	53.5 (18)
	60 %	3.3 (38)	2.7 (3)	38.5 (15)	53.0 (18)
	50 %	3.4 (39)	2.9 (3)	39.3 (15)	53.0 (18)
三重23号	玄米	7.9 (100)	118.8 (100)	226.1 (100)	295.3 (100)
	90 %	5.4 (68)	48.2 (41)	99.0 (44)	142.2 (48)
	80 %	3.5 (44)	6.5 (6)	33.1 (15)	59.9 (20)
	70 %	4.2 (53)	4.6 (4)	32.0 (14)	55.9 (19)
	60 %	3.6 (46)	4.4 (4)	31.1 (14)	57.7 (20)
	50 %	3.6 (46)	4.6 (4)	31.9 (14)	58.9 (20)

二元配置の分散分析									
要因	水準	Ca		Mg		K		P	
		平均値	有意性	平均値	有意性	平均値	有意性	平均値	有意性
精米歩合	玄米	8.5 <sup>a</sup> <sup>※3</sup>		114.0 <sup>a</sup>		244.0 <sup>a</sup>		293.3 <sup>a</sup>	
	90 %	5.6 <sup>b</sup>		42.9 <sup>b</sup>		104.8 <sup>b</sup>		134.3 <sup>b</sup>	
	80 %	3.7 <sup>c</sup>	** <sup>※4</sup>	6.8 <sup>c</sup>	**	43.1 <sup>c</sup>	**	59.3 <sup>c</sup>	**
	70 %	3.8 <sup>c</sup>		4.0 <sup>d</sup>		38.9 <sup>d</sup>		53.6 <sup>d</sup>	
	60 %	3.5 <sup>c</sup>		3.9 <sup>d</sup>		39.9 <sup>cd</sup>		54.4 <sup>d</sup>	
	50 %	3.6 <sup>c</sup>		3.8 <sup>d</sup>		39.8 <sup>cd</sup>		54.2 <sup>d</sup>	
品種	コシヒカリ	4.8 <sup>a</sup>		30.0 <sup>ab</sup>		92.8 <sup>a</sup>		106.6 <sup>a</sup>	
	キヌヒカリ	4.8 <sup>a</sup>	n.s.	26.6 <sup>b</sup>	**	86.9 <sup>c</sup>	**	108.9 <sup>a</sup>	n.s.
	三重23号	4.7 <sup>a</sup>		31.2 <sup>a</sup>		75.5 <sup>b</sup>		109.0 <sup>a</sup>	

※1 ミネラル含量は水分15%換算値で表示。

※2 玄米のミネラル含量を100%とし、精米による各ミネラルの残存率(%)を示す。

※3 各要因における縦列のアルファベットの異符号間には、Tukey法により1%水準で有意差があることを示す。

※4 各ミネラル含量を目的変数に、要因を精米歩合と品種とした2元配置の分散分析により、\*\*は1%水準で有意差があることを、n.s.は有意差がないことを示す。

※5 供試圃場の土壌化学性(基肥施用前の4月20日): pH 5.99, CEC 15.5 cmol kg<sup>-1</sup>, 交換性 Ca 1919 mg kg<sup>-1</sup>, 交換性 Mg 289 mg kg<sup>-1</sup>, 交換性 K 111 mg kg<sup>-1</sup>, 可給態 P 138 mg kg<sup>-1</sup>.

表2 タマネギにおける部位別の Ca, Mg, K および P 含量

材料	部位	ミネラル含量 (mg 100g <sup>-1</sup> · F.W.)			
		Ca	Mg	K	P
A <sup>※1</sup>	保護葉	984.6 <sup>a</sup> <sup>※3</sup>	93.3 <sup>a</sup>	184.9 <sup>a</sup>	16.3 <sup>a</sup>
	肥厚葉・外側	35.9 <sup>b</sup>	7.2 <sup>b</sup>	79.4 <sup>d</sup>	23.5 <sup>b</sup>
	肥厚葉・内側	18.9 <sup>b</sup>	7.1 <sup>b</sup>	103.9 <sup>cd</sup>	27.9 <sup>bc</sup>
	鱗片葉	13.2 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>	132.1 <sup>bc</sup>	32.1 <sup>c</sup>
	萌芽葉	11.3 <sup>b</sup>	9.1 <sup>b</sup>	155.0 <sup>ab</sup>	39.8 <sup>d</sup>
B	保護葉	660.5 <sup>a</sup>	99.4 <sup>a</sup>	391.0 <sup>a</sup>	10.4 <sup>a</sup>
	肥厚葉・外側	20.4 <sup>b</sup>	9.5 <sup>b</sup>	136.6 <sup>c</sup>	31.4 <sup>b</sup>
	肥厚葉・内側	14.4 <sup>b</sup>	9.6 <sup>b</sup>	155.7 <sup>bc</sup>	34.2 <sup>b</sup>
	鱗片葉	8.7 <sup>b</sup>	11.0 <sup>b</sup>	203.1 <sup>bc</sup>	43.6 <sup>c</sup>
	萌芽葉	10.5 <sup>b</sup>	14.4 <sup>b</sup>	238.7 <sup>b</sup>	56.1 <sup>d</sup>
分散分析 <sup>※2</sup>	部位	**	**	**	**
	材料	**	*	**	**

※1 Aは2011年6月に購入した愛知県産、Bは2011年10月に購入した北海道産。

※2 \*\*, \*は、部位および材料の違いにより、各ミネラル含量にそれぞれ1%水準、5%水準で有意差があることを示す。

※3 アルファベットの異符号間には、各材料における縦列の部位間に Tukey法により1%水準で有意差があることを示す。

## 3) タマネギ

A, B いずれの材料においても、ミネラル含量は部位の違いにより変化したが、その分布はミネラルの種類により異なった。Ca, Mg および K は、保護葉が他の部位に比べて高い値を示した。保護葉以外の部位では、K は内側の部位ほど高くなる傾向を示したのに対し、Ca および Mg は、部位による差は認められなかった。P は他のミネラルとは分布が大きく異なり、萌芽葉が最も高く、次いで鱗片葉、肥厚葉・内側、肥厚葉・外側の順で高く、保護葉が最も低い値を示した（表 2）。なお、含水率は保護葉が他の部位より極めて低く、A が 58.4%、B が 54.6% であったが、他の部位は A, B とも 88~92% の範囲内にあり、平均 90.5% であった。

## 4) ニンジン

部位や材料の違いにより、ミネラル含量は異なった。特に部位による違いが大きく、いずれの材料においても、4 種類のミネラルとも皮が可食部より高い値を示した。なかでも Ca と K は、約 2 倍の値を示し、皮に局所的に存在していることが明らかとなった（表 3）。なお、含水率は全ての部位、材料において 87~92% の範囲内にあり、平均 89.8% であった。

## 4. 考 察

厚生労働省は健康増進のために Ca, Mg および K の 1

表 3 ニンジンにおける部位別の Ca, Mg, K および P 含量

部位	材料 <sup>※1</sup>	ミネラル含量 (mg 100g <sup>-1</sup> · F.W.)			
		Ca	Mg	K	P
可食部	a	25.6	12.4	153.4	25.2
	b	20.9	12.3	228.4	28.0
	c	25.6	9.8	267.3	21.5
	d	17.5	8.5	189.0	21.8
皮	a	53.7	15.7	361.6	35.4
	b	45.7	19.8	562.6	40.9
	c	48.8	13.6	496.2	20.7
	d	36.8	14.4	434.7	26.9
分散分析 <sup>※2</sup>	部位	**	**	**	**
	材料	**	**	**	**

<sup>※1</sup> a, b は 2011 年 12 月に購入し、a は三重県産、b は愛知県産、c, d は 2012 年 2 月に購入し、c は三重県産、d は愛知県産 (n=10)。

<sup>※2</sup> \*\* は部位および材料の違いにより、各ミネラル含量にそれぞれ 1% 水準で有意差があることを示す。

日当たりの目標摂取量 (Ca, Mg は推奨量, K は目標量) を、30~49 歳男性では Ca 650 mg, Mg 370 mg, K 2900 mg, 30~49 歳女性では Ca 650 mg, Mg 290 mg, K 2800 mg と定めている (厚生労働省, 2010)。一方、日本人の Ca, Mg および K の 1 日当たり平均摂取量は、30~39 歳男性で Ca 422 mg, Mg 231 mg, K 2096 mg, 40~49 歳男性で Ca 453 mg, Mg 239 mg, K 2113 mg, 30~39 歳女性で Ca 432 mg, Mg 200 mg, K 1851 mg, 40~49 歳女性で Ca 450 mg, Mg 212 mg, K 1975 mg と報告されており (厚生労働省, 2013)、いずれも目標摂取量に達しておらず、3 元素とも不足していることが伺える。摂取量の内、植物性食品の占める割合は Ca 59%, Mg 77%, K 73% といずれも高く (厚生労働省, 2013)、摂取量の増加には、これらミネラルを多く含む農産物の摂取が必要である。農産物のミネラル含量は、部位により異なる場合があり、効率的なミネラル摂取には高濃度な部位を利用することが有効である。コメの外側付近にミネラルが多く存在していることは、広く知られており (古賀ら, 1996; 久保ら, 1959; 堤・下村, 1978)、本研究でも同様な結果が得られた。キャベツについても、外葉に Ca を多く含むことがこれまでの報告 (林田ら, 2010; Maynard *et al.*, 1964) と同様に示され、さらに外葉には Mg が、茎 (芯) には K が多いことが明らかとなった。また、タマネギの保護葉やニンジンの皮にも、Ca, Mg および K が多く含まれていた。これらの部位は、収穫や加工の過程でほとんど廃棄されているが、健康に必要なミネラルを効率的に摂取できる点を見直し、食品素材として有効利用することが望まれる。表 4 に加工用野菜であるキャベツ、タマネギおよびニンジンについて、本試験の結果と三重県における目標収量 (三重県, 2010) から面積当たりの部位別ミネラル供給量を試算した。限られたデータからの算出値ではあるが、廃棄部分であるキャベツの外葉、タマネギの保護葉、ニンジンの皮は、他の部位に比べるとミネラルをより効率的に供給できることが伺えた。中でも、キャベツの外葉、タマネギの保護葉は、Ca の供給量が非常に高く、特に有用な資源と考えられた。林田ら (2010) は全てのキャベツ外葉を分析し、外葉の Ca 供給量は、結球部の 10 倍以上に及ぶことを報告している。本研究においても外葉 5 葉の Ca 供給量は結球部と同等であることから、全ての外葉から供給可能な Ca

表 4 キャベツ、タマネギおよびニンジンにおける部位別のミネラル供給量の試算結果

品目	部位	生体重 <sup>※1</sup> (g)	目標収量 <sup>※2</sup> (g m <sup>-2</sup> )	ミネラル供給量 (g m <sup>-2</sup> )			
				Ca	Mg	K	P
キャベツ	外葉 (5 枚)	318 (18) <sup>※3</sup>	5000	1.96 (100)	2.56 (21)	0.24 (36)	0.41 (23)
	結球部	1799 (100)		1.96 (100)	12.28 (100)	0.68 (100)	1.82 (100)
タマネギ	保護葉	5.5 (1.9)	5000	0.77 (88)	0.27 (14)	0.09 (62)	0.01 (2.5)
	可食部	286 (100)		0.88 (100)	1.98 (100)	0.14 (100)	0.49 (100)
ニンジン	皮	24 (10)	3000	0.13 (21)	1.29 (23)	0.04 (15)	0.09 (13)
	可食部	234 (100)		0.61 (100)	5.70 (100)	0.29 (100)	0.66 (100)

<sup>※1</sup> 供試材料の平均値：キャベツ (n=8)、タマネギ A, B (n=50)、ニンジン a, b, c, d (n=40)。

<sup>※2</sup> 三重県の施肥基準における目標収量 (キャベツは冬どり早生、タマネギは早生、ニンジンは冬どりの目標値)。

<sup>※3</sup> キャベツでは結球部に対する割合 (%), タマネギ、ニンジンではそれぞれ保護葉、皮を除いた部分を可食部とし、これらに対する割合 (%) を示す。

量は極めて高いと推察される。国産農作物の加工・業務用需要は増加しており（農林水産省, 2009）、キャベツ、タマネギおよびニンジンのこれらの部位を加工施設で、集めることは比較的容易であり、需要の開拓が進めば利用が促進される可能性が高い。

日本人におけるPの1日当たりの平均摂取量は30～39歳男性では981 mg, 40～49歳男性では994 mg, 30～39歳女性では832 mg, 40～49歳女性では856 mgと報告されており（厚生労働省, 2013）、摂取目標（目安量）とされている30～49歳男性の1000 mg, 30～49歳女性の900 mg（厚生労働省, 2010）とほぼ同等である。しかし、この摂取量には、食品添加物として加工食品に広く利用されているリン酸塩が含まれていないことから、実際のP摂取量はさらに多いと考えられている（厚生労働省, 2010）。厚生労働省では、Pの摂取過多は副甲状腺機能の高進をきたす恐れがある等の理由から、摂取過多の評価基準である耐容上限量3,000 mgを設定している（厚生労働省, 2010）。また、医療現場では、腎臓病等、人工透析が必要な患者向けにKやPを低減した食事に対する要望が非常に高い。このように、特定疾病患者やその予備群などを中心に低P農産物の需要が今後、高まる可能性が高い。本研究では、コメの精米歩合を90%から80%に下げることにより、品種に関わらずPの残存量が半減することを示した。古賀らも（1996）、異なる品種で同様なことを示しており、コメの低P化には精米歩合を80%程度に下げることが有効と考えられた。Pの1日当たりの平均摂取量954 mgのうち、コメ・コメ加工品の占める割合は11.2%（107 mg）と非常に高く（厚生労働省, 2013）、精米歩合を80%にすることによりコメからの摂取量を半減し、全体としてはP摂取量を5.6%削減することが可能になる。ただし、利用に当たってはP以外のミネラル摂取量も低下することを配慮する必要があり、主な対象としてはPやKの摂取制限が不可欠な人工透析患者等が挙げられる。さらに、キャベツでは茎（芯）、タマネギでは萌芽葉および鱗片葉にPが多く含まれていることが明らかになり、他の品目でも部位によりP含量が異なることが考えられる。このことは、低P農産物という特化した需要に、農産物の部位別利用により対応できることを示し、農産物の高付加価値化に繋がることを期待される。

本研究で対象にしたCa, Mg, KおよびPは、いずれも植物にとって必須元素であるが、それぞれ植物体内において異なる機能を持つことから分布が異なると考えられる。例えば、ともに露出して古い葉であるキャベツの外葉とタマネギの保護葉のCaとMgが他の葉より高いことや、新しい組織を多く含むと推測されるキャベツの茎（芯）やタマネギの萌芽葉にPが高いことは、これらミネラルの機能と部位別分布の関連性を示唆するものと思われる。今後、このような関係を明らかにすることにより、部位別ミネラル含量の綿密な制御が可能になると考えられる。

農作物のミネラル含量を制御する技術としては、肥料濃

度の調節が考えられる。景山・新井（1962）は土壌の有効態P含量が高くなると、農作物の収量およびP含量が増加するが、その反応は農作物の種類により異なることを示している。ミネラル含量の制御技術としては、肥料濃度の制御が容易な養液栽培がより有効で、小川ら（2007）はK、但野・田中（1980）はPについて、植物体の濃度を調整できることを示し、中でも低K野菜については近年、技術確立が進み、ホウレンソウ、レタス等で事業化されている。今後、養液栽培の活用により、ミネラル量を調整した農産物が益々増加すると考えられる。これら肥料による制御技術に加えて、本研究で検討した部位別利用技術により、ミネラル量を調整した農産物の供給がさらに進むことが期待できる。

Ca, Mg, K, Pの1日当たりの摂取量に占める野菜類の割合はそれぞれ、18.9%, 17.2%, 26.9%, 8.7%であり、主食であるコメ・コメ加工品の2.0%, 9.9%, 3.9%, 11.2%に比べて、Pを除き高い割合を占めている。しかし、野菜類の品目数は多く、キャベツ単品では、Ca 1.8%, Mg 2.0%, K 1.3%, P 0.6%に過ぎない（厚生労働省, 2013）。これは、ミネラルに配慮した食材供給の実現には、単品ではなく多くの品目を組み合わせ、ミネラルを調整したメニューとして提供することの重要性を示している。今後は、本研究の供試品目について、年次間差や施肥等の栽培条件の影響を明らかにしミネラル量の高精度化を図るとともに、他品目についても、部位別分布を中心とした調査を進める予定である。一方、消費者に対してミネラル量を調整した食材や食品について、具体的な提案を行うことも重要であり、現在三重県では本研究で得られた知見を参考に米の販売事業者やカット野菜工場等と連携を図り、新しい食材や食品の開発を進めている。

## 文 献

- 青葉 高 1964. タマネギの球形形成および休眠に関する研究. 山形大紀要（農学）, 4, 265-363.
- 林田達也・柴戸靖志・浜地勇次 2010. ハクサイおよびキャベツの結球葉、外葉における化学形態別カルシウム含量. 園学研, 9, 197-201.
- 景山美葵陽・新井和夫 1962. 野菜のりん酸施肥に関する研究（第2報）土壌の有効態りん酸と野菜のりん酸施肥について. 園芸試験場報告 A 平塚, 1, 197-233.
- 厚生労働省 2010. 日本人の食事摂取基準（2010年度版）「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書.
- 厚生労働省 2013. 平成23年国民健康・栄養調査報告.
- 古賀秀徳・竹田弘美・田村真八朗・片山 脩 1996. 精白米における部位別の微量元素分布. 日食工誌, 43, 735-739.
- 久保彰治・樋口キヨ・堤 忠一 1959. 米の精白度と無機成分含量の関係について. 栄養と食糧, 12, 95-99.
- Maynard, D.N., Gersten, B., and Vernell, H. F. 1964. The distribution of calcium as related to internal tipburn, variety and calcium nutrition in cabbage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 86, 392-396.
- 三重県 2010. 土づくり・適正施肥の手引き.
- 文部科学省 2010. 日本食品標準成分表2010.

農林水産省 2009. 国産原材料による加工・業務用需要への対応指針.

小川敦志・田口 悟・川島長治 2007. 腎臓病透析患者のための低カリウム含有量ホウレンソウの栽培方法の確立. 日作紀, **76**, 232-237.

但野利秋・田中 明 1980. 低リン酸培養液濃度が初期生育に及ぼす影響の作物種間差. 土肥誌, **51**, 399-404.

堤 忠一・下村千恵子 1978. 米の搗精および水洗いによる無機成分および蛋白質含有量の変化. 食総研報, **33**, 12-17.

---