

## 甘柿と渋柿のミネラル組成の特徴

平井俊次・近藤民恵・木下 久\*

### Features of the Mineral Composition of Non-Astringent Type Persimmon and Astringent Type Persimmon

Shunji HIRAI, Tamie KONDO and Hisashi KINOSHITA \*

**Summary** : The mineral compositions of persimmons (fruits, leaves, seed and calyxes), pear, apple, grape, banana and tea-leaf were examined using energy type X-ray elemental analyzer and scanning electron microscope. As the result, a new knowledge described at next 1~12 was obtained.

1. Mineral analysis of the fruit using the energy type X-ray elemental analyzer, though the measurement error is easy to increase, seems to be a better way to grasp mineral distribution under each sarcocarp organization and the trend.
2. In the generation of this measurement error, various factors such as difference of assay sample, drying of the sample in the measurement and transfer of water soluble components with moisture transport, irregular reflection of the light, and homogenization seem to influence.
3. Each mineral content receives the following effect by the difference between varieties, maturity and positions of the sarcocarp of the persimmon fruit, etc.
4. Astringent type persimmon (Ichida persimmon) is more abounding than non-astringent type persimmon (Fuyu persimmon) for main ten elements total amount (K, Na, Mg, Al, Si, S, P, Mo, Sn, Ca) and ash content. And, mature fruit is lower than the overripeness fruit for this measured value.
5. K, Na, P, Si and Mo were remarkably increased when they are in the overripeness. However, Al was decreased, and there was not large change in other minerals.
6. A large amount of K and Al were contained in common in each part place of Ichida persimmon and Fuyu persimmon, but on the other hand Mg, Si, P, Mo, S, Sn and Ca were little.
7. It is peculiar that the position in the hole of mature fruit of the Ichida persimmon contained larger amount of Si, Ca and total minerals than other position and Fuyu persimmon.
8. In the black spot position, K, Al is abounding for both Ichida persimmons and Fuyu persimmons.
9. In the white powder of the surface of the dried persimmon, various minerals are detected. These many minerals seemed to move from the sarcocarp with the sugar solution. However, S derived from the sulfuration, and Sn, Si, Ca and Al seemed to adhere in the drying from the outside.
10. The mineral total amount of the pericarp was larger than these of the sarcocarps. Especially, the pericarp has many K, Ca, Na and Mg.
11. Persimmon mineral total amount does not at all abounding. However, P, S, Ca and Na were considerably mainly contained in persimmon.
12. The mineral which is contained in leaf, seed and calyx of the persimmon has the following features. The leaf contained a little less than twice as

much amount of mineral as the sarcocarp, and especially, there are many K, Ca, Mg, Mn, P, Cl and S. The mineral content is more abounding than the leaf of the tea. In the meantime, in the seed, there are many K, P, Mg, Ca and S, and K, Ca, P, S, Cl, Mg and Mn are mainly contained in calyx.

**Key words** : 甘柿 (non-astringent type persimmon), 渋柿 (astringent type persimmon), ミネラル組成 (mineral compositions), 走査電子顕微鏡 (scanning electron microscope), エネルギー型X線元素分析 (energy type X-ray elemental analyzer)

柿果は、種々の酵素の活性が強く、成熟や加工に伴う肉質や糖・タンニン・ペクチンなどの成分変化が激しく起きる果実である。また、これらの変化に伴い食品栄養的価値も大きく影響を受ける。それゆえ、研究者の関心が高く、多くの研究がなされてきた<sup>1-10)</sup>。しかし、未だ不明な点も多い。特に、栄養・機能面から大切と思われるミネラルの組成や、細胞組織内の分布・動向に関する報告は見られない。そこで、筆者らは、長野県産の甘柿(富有柿)および渋柿(市田柿)のミネラル組成を品種別、熟度別に、また、果肉の細胞部位別に詳細な検討を行った。また、果肉以外に健康機能面から注目されている柿葉・種子のミネラルについても分析した。さらに、柿との比較のためにモモ、リンゴ、ブドウ、バナナのミネラルについても調べた。その結果、柿の栄養・機能・利用研究の観点から重要と思われる新しい知見が得られたので報告する。

## 実験材料および方法

### 1. 材料

柿は、長野県飯田市周辺で栽培または市販されている市田柿と富有柿を用いた。収穫時期および購入時期は、7月下旬～12月上旬である。また、干し柿は、11月上旬に収穫した市田柿を天日乾燥法により加工したのものを用いた。また、モモ(白桃)、リンゴ(フジ)、ブドウ(甲州)、バナナは、市販のものを用いた。

### 2. 分析試料の調整

#### (1) 走査電子顕微鏡用の試料

新鮮な生果肉、柿葉および干し柿(果肉部

分)を測定の直前にメスを用いて切片に加工し、測定した。また、白粉は、果肉片が混入しないように注意して干し柿表面をブラッシングし、白粉のみ掻き集め、そのまま測定に用いた。

#### (2) エネルギー型X線元素分析用試料

生試料と灰分試料の2種類を調整した。前者は、走査電子顕微鏡測定と同一の試料である。後者は、果肉、柿葉、種子、ヘタを、それぞれ80～100℃で、約12時間乾燥させた後、575℃の電気炉で完全に灰化し、均質化したものを用いた。また、モモ、リンゴ、ブドウ、バナナは、柿と同様の方法で調整した灰化試料を用いた。

## 3. 分析機器の測定条件

### (1) 走査電子顕微鏡

反射電子検出器(BSE2)を装備した日立S-3000Nを使用した。測定条件は、加速電圧20kV、ワークディスタンス15mm、真空度70pAで行った。倍率は、主に200～600倍で行った。

### (2) エネルギー型X線元素分析装置

Super UTW検出器を装備したEDAX Faiconを使用した。測定条件は、加速電圧20kV、取り出し角度35°、分解能135.45eVで行った。

## 実験結果および考察

### 1. 柿果のミネラル分析法の検討

柿果は、Table 1に示すごとく水分が多く、灰分(ミネラル)が少ない。そのため、生果肉を直接にX線で元素分析する方法(直接法)では、K、Al、Mg、P、Moなどの一部の元素を除き、含有量の少ない多くの元素の同定が難しい。そこで、灰化により有機物や水分を

Table 1 Moisture and ash contents in the persimmon fruits (%)

Samples	Moisture	Ash
Fuyu : A	85.08	0.28
Fuyu : B	83.99	0.31
Ichida : A	81.94	0.38
Ichida : B	80.29	0.50
Ichida : C	37.21	1.67
Ichida : D	10.14	0.70
Seeds	22.13	1.77

Symbols of the sample field are as follows. A: Mature fruits, B: The overripeness fruits, C: The sarcocarp of the dried persimmons, D: The white powder (the bloom) of the dried persimmons. Each value was an average of the measured values of 5 times.

焼却し、残った灰分をX線元素分析し、測定値を生試料に換算する方法(灰化法)を並行して行った。

後者は、灰化温度が高いとNa, Kなどが溶融し、測定値に多少の誤差を生ずる。また、Sなどの燃焼・蒸散する元素には、不適当である。そこで、両法の分析値が比較的高含有量の10元素(K, Na, Mg, Al, Si, S, P, Mo, Sn, Ca)をTable 2-1, 2-2に記した。このデータは、各5サンプル(灰化法では、1サンプルあたり3箇所測定し合せて15回測定)の平均値と、その平均値の95%信頼区間推定値を表し、データのバラツキを把握した。これらの結果より直接法と灰化法では、各元素の組成割合において、かなりの差が生じ、データのバラツキが大きいことが分かる。この測定値のバラツキは、果肉組織内のミネラル分布の違いによるサンプルの個体差の他、測定時における試料の乾燥とそれに伴う水分(水溶性成分)の移動、X線の乱反射、均質化の状況など多様な要因が影響しているものと思われる。また、Na, Mgは、かなり数値が大きく現れる傾向が見られ、特に、この傾向は灰化法で顕著であった。

しかし、これらのデータから果実内のミネ

ラルの分布や動向を大局的に把握することは、可能と思われる。そこで、両法の分析値を併せて考察し、果肉中のミネラルの分布や動向を総合的に検討した。その結果、次の傾向が見られた。

## 2. 適熟および過熟果肉のミネラル

適熟および過熟な柿の果肉100g中に含まれるミネラル量は、Table 2-1, 2-2のごとくである。この適熟の条件は、市田柿では、干し柿の加工用として、富有柿では、生食用として適した状態を指す。また、過熟果の方は、共に熟柿である。市田柿は、富有柿に比べて適熟果と過熟果のいずれの場合も、主要10元素の合計値(Ash-A)と総灰分量(Ash-B)が多い。また、適熟果では、過熟果に比べてAsh-A, Ash-Bがともに少ない。この傾向は、両品種に共通している。このように品種や熟度によりミネラル量・灰分量には、危険率5%以下で有意差が見られた。

さらに、個々のミネラル(元素)の動向にも、次の①~③の特徴が認められた。ただし、5%以下の危険率で有意差が論じられる元素は、比較的少ないが、相対的な傾向として記す。①適熟果に比べて過熟果で著しく増加する元素: K, Na, P(市田柿, 富有柿ともに増加), Si, Mo(市田柿のみ増加), ②適熟果に比べて過熟果で減少する元素: Al, ③適熟果と過熟果とで大きな増減が見られない元素: Mg, Mo, S, K, Sn, Ca。これらの結果から柿果が脱渋・過熟軟化する状況で酵素活性や生理代謝などに関わりの深いK, Na, Pが増加する傾向がみられた。また、この傾向は、富有柿に比べて市田柿の方が大きいことが明らかになった。渋柿の脱渋や熟柿化に関連があるものと思われる。しかし、クチクラ・細胞壁の構成成分であるペクチンとの関わりが深いと思われるCaに関しては、大きな変化が認められなかった。また、生体内における酸化・還元反応(Cu, Fe, Zn), クロロフィルの合成・分解(Mg, Mn, Cl), 種々酵素の

Table 2 - 1 Each mineral content of the persimmon sarcocarp by the direct method\* (mg/100g)

Elements	Mature fruits***		Overripeness fruits****		Dried fruits	
	Fuyu	Ichida	Fuyu	Ichida	Sarcocarp	White powder*****
Na	9 ( 1.8)	10 ( 3.7)	2 ( 3.3)	8 ( 3.8)	85 ( 23.4)	44 ( 9.0)
Mg	10 ( 2.8)	13 ( 5.3)	13 ( 3.9)	13 ( 3.4)	106 ( 17.8)	48 ( 5.5)
Al	47 (17.2)	57 (42.2)	148 (28.7)	57 (17.2)	398 ( 89.5)	223 (48.9)
Si	3 ( 1.9)	4 ( 2.2)	4 ( 1.9)	3 ( 2.0)	50 ( 10.8)	29 ( 6.7)
P	11 ( 3.5)	10 ( 3.5)	16 ( 5.9)	13 ( 4.5)	189 (181.9)	24 ( 3.8)
Mo	21 ( 7.5)	21 (18.5)	16 ( 8.8)	24 (12.8)	77 ( 37.9)	46 ( 1.9)
S	1 ( 0.8)	4 ( 4.7)	1 ( 2.2)	3 ( 5.1)	14 ( 7.4)	5 ( 4.9)
K	68 (19.7)	122 (53.0)	76 (29.1)	135 (48.4)	527 ( 98.2)	93 (13.5)
Sn	12 ( 3.9)	20 (12.5)	0 ( - )	18 ( 4.3)	8 ( 8.9)	19 (10.1)
Ca	13 ( 3.0)	8 ( 3.6)	2 ( 2.0)	8 ( 6.7)	7 ( 4.4)	11 ( 4.2)
Total	195 ( - )	269 ( - )	278 ( - )	282 ( - )	1,461 ( - )	542 ( - )
Ash	280 (30.9)	378 (71.3)	310 (22.1)	500 (58.6)	1,673 ( - )	703 ( - )

Table 2 - 2 Each mineral content of the persimmon sarcocarp by the ashing method\*\* (mg/100g)

Elements	Mature fruits***		Overripeness fruits****		Dried fruits	
	Fuyu	Ichida	Fuyu	Ichida	Sarcocarp	White powder*****
Na	13 ( 2.2)	11 ( 1.7)	17 ( 2.6)	20 ( 3.5)	39 ( 5.2)	60 ( 3.7)
Mg	10 ( 0.7)	13 ( 1.1)	10 ( 1.1)	13 ( 1.8)	52 ( 3.8)	19 ( 2.0)
Al	8 ( 4.9)	16 ( 9.7)	9 ( 3.6)	12 ( 5.1)	65 (22.7)	67 ( 6.8)
Si	4 ( 2.2)	3 ( 1.8)	2 ( 0.9)	14 (11.9)	38 (19.7)	248 (24.2)
P	30 ( 2.8)	25 ( 2.1)	36 ( 4.8)	44 ( 4.5)	158 (14.3)	36 ( 6.5)
Mo	1 ( 0.7)	3 ( 1.0)	1 ( 0.7)	4 ( 1.8)	7 ( 3.8)	6 ( 2.1)
S	10 ( 0.6)	11 ( 1.0)	9 ( 1.1)	12 ( 1.6)	38 ( 2.5)	17 ( 3.4)
K	183 (16.1)	269 (36.9)	204 (17.2)	351 (28.9)	1,169 (30.2)	178 (18.9)
Sn	8 ( 1.5)	9 ( 1.9)	7 ( 1.2)	11 ( 2.1)	34 ( 5.6)	9 ( 1.4)
Ca	8 ( 1.1)	9 ( 1.0)	9 ( 1.9)	9 ( 0.9)	11 ( 2.5)	27 ( 4.1)
Ash-A	275 ( - )	369 ( - )	304 ( - )	490 ( - )	1,611 ( - )	667 ( - )
Ash-B	280 (16.5)	378 (38.1)	310 (11.9)	500 (31.3)	1,637 ( - )	703 ( - )

\*The direct method did directly X-ray analysis of sliced living sarcocarp. Each value was an average of the measured value of 5 times. \*\*The ashing method did X-ray analysis of the sarcocarp which incinerated at 575°C. Ash-A values were an elementary total amount shown in the table. Ash-B values were all ash content per sarcocarp of 100g. Each value was an average of the measured value of 15 times. The expression of the maturity indicates next fruit conditions. \*\*\*Mature fruits: The case of the Ichida persimmon is the maturity which is suitable as processing raw material of dried persimmon, and, the maturity which is suitable as fresh market is indicated in the Fuyu persimmon. \*\*\*\*The overripeness fruits: The fruit which ripened in the soft. \*\*\*\*\*White powder: The crystal part of the sugar of the dried persimmon surface. And, the estimate of 95% confidence interval of these mean value was shown within parenthesis.

構成・活性化 (Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Mo) などに関与するミネラルの存在は、微量のために、今回はこれらの観点からの考察を控えた。ミネラルの動向と果実内の種々の代謝や物質の動態などの具体的な関わりについては、今後の研究を待ちたい。

### 3. 干し柿のミネラル

干し柿の果肉の内部と表面の白粉のミネラル組成を、Table 2-1, 2-2 に示した。直接法と灰化法では、組成にかなりの違いが見られた。白粉は、果肉より滲み出したシロップ (グルコース、フルクトースの混合物) から  $\alpha$ -D-グルコースが結晶化したものである。このシロップと共に多くのミネラルが干し柿表面に移動したと思われる、その量は、果肉中の量の約半分くらいである。しかし、Na, S, Sn, Si, Ca, Al など一部のミネラルに関し

ては、果肉内部より白粉の方がはるかに多く検出された。これらは、外部からの影響が考えられる。特に、Sは、イオウ燻蒸による影響、また、Sn, Si, Ca, Alは乾燥中における外因による付着などが考えられ、果肉内部から移行したものばかりではないと推察された。さらに、Sが直接法と灰化法とで、測定値に極端な違いが見られるのは、灰化によりSが燃焼・蒸散したものと思われる。いずれにしても、これらのミネラルが  $\alpha$ -D-グルコースの結晶の核になっている可能性が高いと推察した。

### 4. 果肉細胞組織の部位別のミネラル分布

柿果肉の走査電子顕微鏡写真をFig. 1 に示した。この写真に示した4箇所 (A: 黒色斑点部分; タンニンと思われる, B: 白色の細胞質部分, C: 細胞壁部分, D: 空洞部分) のミネラルを測定した。この部位別の

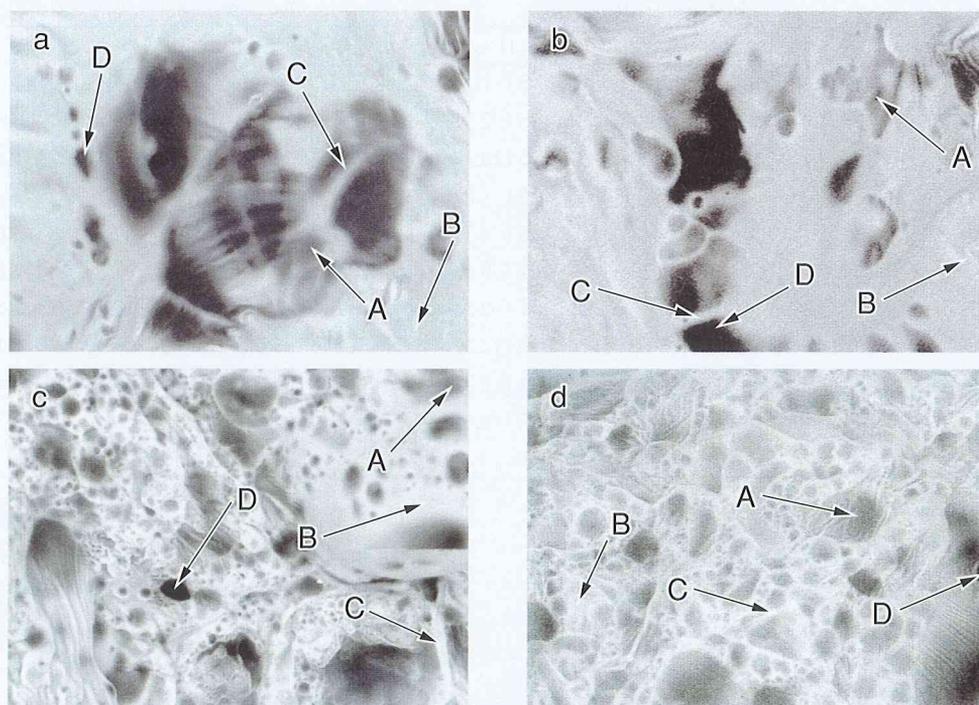


Fig.1 Scanning electron micrograph of sarcocarp of persimmons  
 a: Mature fruit of the Ichida persimmon. b: Overripeness fruit of the Ichida persimmon.  
 c: Mature fruit of the Fuyu persimmon. d: Overripeness fruit of the Fuyu persimmon.  
 The symbols in the figure are as follows. A: black spot part. B: the part which is seen for the albedo. C: the part of the cell wall. D: the cavity part.

Table 3-1 The mineral contents according to each organization of the sarcocarp of Ichida persimmon

Elements	Mature fruits				Overripeness fruits			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Na	8 ( 3.8)	10 ( 6.8)	4 ( 5.4)	5 ( 2.9)	9 ( 3.5)	8 ( 5.4)	13 ( 9.9)	7 ( 4.1)
Mg	11 ( 2.8)	13 ( 4.2)	9 ( 6.0)	9 ( 4.3)	12 ( 2.7)	14 ( 4.8)	15 ( 7.3)	11 ( 1.7)
Al	48 (31.2)	44 (17.8)	55 (17.7)	42 (21.1)	51 ( 5.4)	61 (26.0)	61 (21.6)	51 ( 9.9)
Si	4 ( 2.5)	4 ( 2.5)	4 ( 0.7)	3 ( 2.0)	8 ( 5.0)	5 ( 2.8)	9 ( 5.6)	5 ( 2.3)
P	10 ( 3.0)	14 ( 3.1)	10 ( 3.5)	12 ( 5.6)	17 ( 7.3)	21 ( 6.9)	16 ( 7.0)	20 (11.1)
Mo	21 (19.8)	10 ( 8.5)	12 ( 6.9)	38 (10.1)	35 ( 1.5)	13 ( 8.3)	37 (15.8)	32 (11.8)
S	5 ( 6.0)	6 ( 7.7)	6 ( 9.1)	0 ( 1.0)	0 ( - )	6 ( 5.7)	2 ( 3.0)	2 ( 3.5)
K	122 (32.3)	134 (40.9)	153 (90.6)	131 (83.6)	142 (46.8)	172 (54.1)	145 (55.9)	190 (93.3)
Sn	15 ( 7.2)	9 ( 8.1)	13 ( 7.7)	16 ( 7.0)	27 ( 8.9)	18 ( 9.7)	20 (11.7)	24 (16.6)
Ca	10 ( 1.9)	9 ( 1.2)	11 ( 2.9)	11 ( 3.0)	29 ( 3.5)	6 ( 3.9)	3 ( 3.4)	4 ( 3.3)
Total	254 ( - )	253 ( - )	277 ( - )	267 ( - )	330 ( - )	324 ( - )	321 ( - )	346 ( - )

Table 3-2 The mineral contents according to each organization of the sarcocarp of Fuyu persimmon

Elements	Mature fruits				Overripeness fruits			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Na	5 ( 3.8)	10 ( 6.7)	10 ( 4.6)	5 ( 1.7)	8 ( 5.8)	10 ( 6.9)	11 ( 6.5)	8 ( 1.0)
Mg	9 ( 1.4)	12 ( 2.7)	11 ( 2.9)	8 ( 2.0)	15 (10.4)	17 (12.0)	16 ( 4.6)	14 ( 3.3)
Al	50 ( 9.1)	49 (13.5)	42 (11.2)	45 (10.1)	98 (68.9)	86 (60.2)	101 (33.6)	92 ( 4.4)
Si	1 ( 1.3)	3 ( 1.1)	3 ( 1.9)	2 ( 1.0)	4 ( 2.5)	5 ( 3.4)	4 ( 1.4)	4 ( 1.2)
P	11 ( 3.1)	14 ( 3.1)	13 ( 2.2)	12 ( 4.3)	12 ( 8.6)	13 ( 9.3)	12 ( 2.8)	8 ( 1.6)
Mo	12 ( 2.5)	13 ( 9.9)	19 (11.0)	17 ( 8.8)	13 ( 9.0)	15 (10.7)	14 ( 9.2)	13 ( 7.5)
S	1 ( 1.5)	4 ( 4.5)	1 ( 1.4)	17 ( 2.8)	3 ( 1.8)	1 ( 0.7)	2 ( 1.8)	2 ( 1.8)
K	81 (14.6)	88 (12.8)	83 (24.4)	79 (12.5)	74 (52.0)	61 (43.0)	69 (12.8)	53 (12.1)
Sn	10 ( 4.4)	9 ( 5.1)	11 ( 6.5)	11 ( 3.3)	5 ( 3.7)	12 ( 8.7)	6 ( 5.2)	11 ( 5.4)
Ca	15 ( 3.6)	14 ( 4.8)	12 ( 1.8)	15 ( 5.3)	7 ( 5.0)	4 ( 2.8)	7 ( 2.4)	6 ( 1.3)
Total	195 ( - )	216 ( - )	205 ( - )	211 ( - )	239 ( - )	224 ( - )	242 ( - )	211 ( - )

ミネラルは、灰化法では測定できないので、直接法で求めた。前述したごとく、同定に多少問題があるが、相対的な傾向を理解する点から意味のあることと考え、Table 3-1、3-2、3-3 に示した。

柿果肉中のミネラル組成は、各果肉部位により、一部の元素を除き5%の危険率で有意性を論じるほど大きな違いは見られない。この分布に比較的不同いがあると思われる元素については後述する。

まず、共通点として市田柿と富有柿の各部位は、K、Alが多く、反面、Mg、Si、P、Mo、S、Sn、Caが少ない傾向が見られる。また、次の元素については、分布に違いが見られた。市田柿の適熟果の穴の部位には、Si、CaおよびAsh-Aが特異的に高い。また、S、Alは、比較的多く含まれている。しかし、過熟果では減少した。また、タンニンと思われる黒色斑点部位には、市田柿、富有柿ともにK、Alが多い。さらに、市田柿では、Moが、また、

Table 3-3 The mineral contents according to each organization of the sarcocarp of the dried persimmon

Elements	A	B	C	D
Na	40 ( 32.9)	67 ( 37.9)	34 ( 26.4)	35 ( 10.6)
Mg	80 ( 22.9)	94 ( 33.4)	75 ( 22.1)	71 ( 8.8)
Al	327 ( 93.5)	342 ( 82.2)	350 (123.0)	346 (144.5)
Si	38 ( 22.0)	42 ( 16.6)	34 ( 16.5)	31 ( 16.8)
P	100 ( 30.2)	101 ( 23.9)	103 ( 20.5)	96 ( 32.3)
Mo	110 ( 75.5)	137 ( 65.8)	77 ( 51.8)	88 ( 71.6)
S	12 ( 16.3)	0 ( 15.3)	13 ( 11.0)	10 ( 9.6)
K	648 (147.6)	648 (115.3)	713 ( 93.9)	716 (101.4)
Sn	45 ( 30.7)	31 ( 38.2)	48 ( 45.2)	52 ( 39.7)
Ca	19 ( 9.5)	15 ( 11.1)	16 ( 9.6)	20 ( 5.43)
Total	1,419 ( - )	1,477 ( - )	1,463 ( - )	1,465 ( - )

The symbols of A~D in the table is shown in the electron micrograph of fig. 1. These values were obtained by the energy type X-ray elemental analyzer. And, the estimate of 95% confidence interval of these mean values was shown within parenthesis.

富有柿ではNaが多く含まれる傾向が見られた。この黒色斑点部位に多く含まれる元素は、柿の脱渋に関与している可能性が伺える。また、干し柿では、市田柿の適熟および過熟果とほぼ同様の傾向が認められ、各部位を通じてK, Alが多く、次いでP, Mo, Mgが多い。しかし、S, Caは少ない。

### 5. 果肉と果皮のミネラルの比較

カキ(富有柿), モモ(白桃), ブドウ(甲州), ナシ(幸水), リンゴ(フジ), バナナの果肉部と皮部(厚さ1mm)のミネラル組成を検討し、Table 4の結果を得た。

#### (1) 柿の果肉と果皮のミネラル組成の比較

灰分は、果肉部分が0.4%、皮部分が0.5%

Table 4 The comparison of the mineral compositions between sarcocarp and pericarp of various fruits (mg/100g)

Elements	sarcocarp					pericarp				
	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
Na	13	3	3	2	6	32	14	13	6	6
Mg	10	14	9	11	49	21	62	31	31	21
Al	8	3	2	2	5	0	11	2	7	5
Si	4	5	1	2	33	1	36	3	5	26
P	30	15	16	32	32	4	56	19	56	22
Mo	1	9	3	3	9	5	23	1	11	14
S	10	1	3	4	3	13	3	16	8	1
K	183	255	216	395	494	303	948	206	689	610
Sn	8	13	9	11	14	18	42	7	29	20
Ca	8	4	1	4	0	53	16	19	34	11
Total	275	322	263	466	645	450	1,211	317	876	736
Ash	280	395	269	470	749	502	1,334	326	888	862

These measured values were obtained using ashing method of Table 2. Symbols in the table are as follows. F1:persimmon (Fuyu), F2:pear, F3:apple, F4:grape, F5:banana

で皮部分の方が多く、また、ミネラル組成も異なる。果肉部分は、皮部分に比較してSi, Al, P, Mo, S, Cl, K, Snが多いが、Na, Mg, Ca, Ba, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Znが少ない。皮部分には、クロロフィル(Mg)、細胞壁のペクチン構成(Ca)、また、酵素活性に関わりの深いミネラル(Na, Mg, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Znなど)が多い。

## (2) 柿と他の果実のミネラル組成の比較

種々の果実のミネラル含量は、柿果の場合と同様に種類や部位によりかなり変動するものと思われる。今回は、代表的な果実であるモモ、ブドウ、バナナ、ナシ、リンゴの果肉と果皮のミネラル組成を分析し、柿と比較検討した。その結果、次の傾向が見受けられた。

①柿のミネラル総量は、他の果実に比べて多いとは言えない。しかし、柿果には、Na, Al, P, S, Caが多く、比較した果実の中では、一番多かった。②果皮のミネラル含量は、果肉に比べてかなり多い。一方、Al, Mo, K, Sn, Siの元素に関しては、果皮と果肉の差が少ない。この傾向は、バナナ以外の果実に共通している。バナナの場合は、Mg, Si, P, Sが果皮の方で少なく、また、Na, Al, Sは、果肉と果皮の含量に差が認められず、他の果実と多少異なる傾向が見られた。③果実に共通して多く含まれる元素は、K, Ca, Na, Mg, Sn, Pで、Al, Si, Mo, Sなどは少ない。

## 6. 柿の葉、種子、ヘタのミネラル組成

### (1) 柿葉と茶葉のミネラル組成の比較

柿葉と茶葉のミネラルの分析値は、Table 5に示した。柿葉は、茶葉に比べてミネラル量が多く約2.5倍以上なる。特に、Na, Mg, Se, Al, S, K, Ca, Mn, Cu, Znなどが多い。さらに、柿葉は、柿果肉に比べてミネラル量が多く、約2倍弱に上る。特に、果肉には、微量しか存在しないK, Ca, Mg, Mn, P, Cl, Sが多いことが特徴である。これらの元素は、抗酸化作用など生体調節機能に関わりが深い元素で、人の健康機能を考える観点からも重

Table 5 The mineral contents of persimmon leaf and tea-leaf (mg/100g)

Elements	Fuyu		Ichida		Tea
	Aug.	Oct.	Aug.	Oct.	Sep.
Na	150	45	130	55	35
Mg	200	198	195	324	140
Se	160	18	165	33	45
Al	550	23	360	23	125
Si	0	33	0	25	5
P	40	102	90	174	80
Mo	0	39	0	38	0
S	95	76	210	172	35
Cl	0	54	0	143	35
K	1,645	1,095	2,590	1,343	665
Sn	0	29	0	52	10
Ca	355	378	425	650	70
Ba	0	0	0	0	15
Cr	0	0	60	0	10
Mn	50	183	385	205	30
Fe	25	0	70	11	0
Co	0	0	0	6	5
Cu	60	0	25	0	0
Zn	85	0	50	0	20
Total	3,415	2,273	4,755	3,254	1,325

These measured values were obtained using ashing method and direct method of table 2.

要なミネラルと思われる。柿葉をミネラルの摂取源として活用したいものである。

### (2) 柿のヘタと種子のミネラル

柿ヘタは、古くから漢方薬として知られ、薬効成分としてトリテルペノイドが知られている。しかし、ミネラル組成について詳しいデータがない。また、種子に関しては、食品栄養学的なデータはほとんど見られない。そこで、先ず、これらのミネラルの組成(市田柿)を調べたところ、Table 6の結果が得られた。ヘタと種子の灰分量は、約2.1%と1.2%である。それぞれに多く含まれる元素は、含量の多い順からヘタがK, Ca, P, S, Cl, Mg, Sn, Na、種子がK, P, Mg, Ca, S, Naの順であった。果実に比べてCa, Mg, Sn, P, Mnなどがかなり多く含まれることが大きな特徴

Table 6 The mineral compositions of calyx and seed of the Ichida persimmon (mg/100g)

Elements	calyx	seed
Na	36	20
Mg	49	95
Se	3	3
Al	13	5
Si	15	3
P	110	236
Mo	7	0
S	81	45
Cl	52	1
K	1,071	724
Sn	42	39
Ca	608	47
Ba	0	0
Cr	0	4
Mn	44	9
Fe	15	3
Co	0	0
Cu	0	0
Zn	0	0
Total	2,146	1,235

These measured values were obtained using ashing method of table 2.

である。これらの利用法については、今後の研究を待ちたい。

## 要 約

柿(果実, 葉, 種子, ヘタ), ナシ, リンゴ, ブドウ, バナナ および茶葉のミネラル組成をエネルギー型X線元素分析装置と走査電子顕微鏡を用いて検討した。その結果, 次の1~12に記すような新たな知見が得られた。

1. エネルギー型X線元素分析装置を用いた果実のミネラル分析は, 測定誤差が大きくなりやすい。しかし, 各果肉組織中のミネラルの分布やその動向を把握するためには良い方法であると思われる。

2. この測定誤差の発生は, 分析試料の個体差, 測定時における試料の乾燥と水分移動に

伴う水溶性成分の移動, 光の乱反射, 均質化などの多様な要因が影響しているものと思われる。

3. 各ミネラル含量は, 柿果実の品種, 測定表面の凹凸, 熟度および果肉の部位・組織などの違いにより次の4~10の影響を受ける。

4. 主要な10元素総量(K, Na, Mg, Al, Si, S, P, Mo, Sn, Caの合計)および粗灰分量は, 富有柿に比べて市田柿の方が多い。また, この測定値は, 過熟果に比較して適熟果の方が低い傾向が見られた。

5. 過熟になるとK, Na, P, Si, Moは, 著しく増加し, Alは減少した。また, これら以外のミネラルでは大きな変化がみられなかった。

6. 市田柿と富有柿の各果肉部位は, 共通してK, Alが多く含まれ, 反面, Mg, Si, P, Mo, S, Sn, Caは少ない。

7. 市田柿の適熟果の穴の部位には, 市田柿の他の部位や富有柿には見られないほどSi, Caおよびミネラル合計値が高いことが特異的である。

8. 黒色斑点部位には, 市田柿と富有柿ともにK, Alが多い。

9. 干し柿の表面の白粉には, 多様なミネラルが検出された。このミネラルの多くは, 果肉から糖液と共に移動したものである。しかし, Sは, イオウ燻蒸に由来し, また, Sn, Si, Ca, Alは乾燥中に外部から付着したものである。

10. 果皮のミネラル総量は, 果肉より多く含まれている。特に, 果皮には, K, Ca, Na, Mgが多い。

11. 柿のミネラル総量は, 決して多いとは言えない。しかし, P, S, Ca, Naはかなり多く含まれている。

12. 柿の葉, 種子およびヘタに含まれるミネラルには, 次の特徴がある。葉のミネラルは, 果肉の約2倍弱で, 特に, K, Ca, Mg, Mn, P, Cl, Sが多い。また, 茶の葉よりもミネラ

ル含量が多い。一方、種子には、K, P, Mg, CaおよびSが多く、また、ヘタには、K, Ca, P, S, Cl, MgおよびMnが多く含まれている。

## 文 献

- 1) 平井俊次, 六波羅明香, 清水純夫: 柿果実の成熟, 貯蔵および加工中のインベルターゼ活性の変化, 日本食品工業学会誌, **33**, 369-374, 1986.
- 2) 平井俊次, 六波羅明香, 清水純夫: 柿果のアルコール抽出時におけるメチルおよびエチル- $\beta$ -D-フルクトフラノシドの生成, 日本農芸化学会誌, **60**, 521-523, 1986.
- 3) 平井俊次, 佐々木和子: カキ果・カキペーストの冷凍貯蔵中における糖・有機酸およびインベルターゼ活性の変化, 飯田女子短大紀要, **9**, 39-52, 1988.
- 4) 平井俊次, 近藤民恵: 果実の糖分析における問題点とその対策, 飯田女子短大紀要, **19**, 59-68, 2002.
- 5) 平井俊次, 新海シズ, 近藤民恵: 脱渋処理によるカキ果実の糖成分と細胞壁多糖類の変化, 飯田女子短大紀要, **15**, 35-51, 1998.
- 6) 石丸恵, 茶珍和雄, 和田安規, 上田悦範: 脱渋方法の異なるカキ '平核無' 果実のペクチン質およびヘミセルロースの変化と軟化との関係, 日本食品保蔵学会誌, **27**, 197-204, 2001.
- 7) 石丸恵, 茶珍和雄, 和田安規, 上田悦範: '平核無' と '富有' カキ果実のペクチン質およびヘミセルロースの変化と軟化との関係, 日本食品保蔵学会誌, **28**, 119-125, 2002.
- 8) 石丸恵, 茶珍和雄, 上田悦範: 脱渋方法の異なるハウスカキ '刀根早生' 果実の  $\beta$ -D-galactosidase活性の変化と軟化の関係, 日本食品保蔵学会誌, **29**, 89-93, 2003.
- 9) 板村裕之, 福嶋忠昭, 北村利夫: カキ '平核無' 果実の軟化と細胞壁多糖成分との関係, 日本食品工業学会誌, **36**, 647-650, 1989.
- 10) 吉岡博人: 果実・野菜組織の軟化とペクチン及びペクチン分解酵素, 日本食品工業学会誌, **39**, 733-737, 1992.