

Title	野菜のカルシウム, 燐及び蓚酸の分布について
Sub Title	Distribution of calcium, phosphorus, and oxalic acid in vegetables
Author	宮本, 貞一(Miyamoto, Sadaichi) 鈴木, 俊子(Suzuki, Toshiko) 小川, 圭子(Ogawa, Keiko) 遠藤, 浜江(Endo, Hamae) 佐藤, 敦子(Sato, Atsuko)
Publisher	共立薬科大学
Publication year	1957
Jtitle	共立薬科大学研究年報 (The annual report of the Kyoritsu College of Pharmacy). No.3 (1957.) ,p.5- 10
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00062898-00000003-0005

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

Summary

Combination of thiamine and antacid was found to decrease the amount of thiamine detected, when tested immediately after trituration. When white clay was used in the preparation, detection of thiamine was generally better than that without the use of white clay. This was assumed to be the effect of adsorption of thiamine on compounded chemical and this point is now being examined.

Experiments were also carried out on periodical change of thiamine with the use of white clay.

野菜のカルシウム、燐及び蓚酸の分布について*

宮本貞一, 鈴木俊子, 小川圭子, 遠藤浜江, 佐藤敦子

Sadaichi MIYAMOTO, Toshiko SUZUKI, Keiko OGAWA, Hamae ENDO
and Atuko SATO: Distribution of Calcium, Phosphorus,
and Oxalic Acid in Vegetables

日本食品標準成分表の信頼性については従来いくつかの疑義がもたれているが、久保等¹⁾は特にその Fe, P, Ca の含量について再検討を試みた。著者等²⁾は先に牛乳中の Ca 分布について報告したが、Ca の生化学的研究の一環として特に日本人に最も重要な Ca 供給源である野菜の Ca 及び P の分布状態、次に Ca の利用効率を低下するといわれている蓚酸の分布を検した。又その蓚酸の除去手段として水に対する蓚酸の溶出量を検したので、それらの結果を報告する。

実験及び考察

本実験に用いた野菜は主として夏或いは秋野菜の市販品である。生野菜 100 g をとり、これを乾燥秤量しその水分を定量し、その乾燥物 1 g をとつて灰化した後、稀 HCl に溶解して全量を 50 cc とし、その 5 cc について Kirk 及び Schmidt の方法³⁾によつて Ca を、Fiske 及び Subbarow の方法⁴⁾によつて P を定量し、各々総 Ca 及び総 P 量とした。

可溶性 Ca 及び P は生野菜 100 g を粗砕し、これを予かじめ水 250 cc を入れたミキサー中に入れ、5 分間攪拌し粉碎した後ビーカーにとり、30 分間煮沸する。次に水を加えて全量を 500 cc となし、ガーゼで濾過、濾液を遠心分離して澄明な液を得。これを検液として Ca 及び P を定量した。可溶性成分の溶出が、30 分間で充分であることは大根について行つた Table I

* 本研究の一部は第 5 回日本薬学会総会で発表した。

- 1) 久保彰治, 川村妙子: 栄養と食糧 **6**, 16(1953).
- 2) 宮本貞一, 土屋俊子: 共業研究年報 **1**, 17(1955).
- 3) P. L. Kirk, C. L. A. Schlmidt: J. Biol. Chem. **83**, 311(1929).
- 4) C. H. Fiske, Y. Subbarow: J. Biol. Chem. **66**, 375(1925).

Table I 大根の煮沸時間による Ca, P の溶出量

煮沸時間 (時)	溶出量 m mols/100 g		煮沸時間 (時)	溶出量 m mols/100 g	
	Ca	P		Ca	P
0.5	0.80	0.40	2.0	0.82	0.47
1.0	0.72	0.39	4.0	0.75	0.45

に示す実験から明らかである。

大根の可溶性 Ca 及び P について Greenberg 等の方法⁵⁾ によつて限外濾過するに Table II に示す如く殆んど完全に限外濾過され得る。これは可溶性 Ca 及び P は何れも野菜の組織液

Table II 大根の可溶性 Ca, P の限外濾過

Ca m mols/100 g			P m mols/100 g		
総量	可溶性	限外濾過	総量	可溶性	限外濾過
1.00	0.44	0.45	0.51	0.35	0.35
1.38	0.65	0.60	0.58	0.42	0.38
1.89	0.75	0.73	0.64	0.51	0.50
0.88	0.35	0.32	0.49	0.36	0.30

中に溶存しているものに他ならないと考えられる。

Ca 及び P の分布

野菜の種類による Ca 及び P の分布を主として秋野菜について行つた結果は Table III に示した。総 Ca 量は根の野菜よりも葉のものに多く、又葉の中でも食用根を有する大根、人参等の

Table III

種類	水分 %	Ca m mols/100 g			P m mols/100 g			不溶性 Ca m mols/100 g	
		総	可溶性	%	総	可溶性	%	Ca ₃ (PO ₃) ₂	CaCO ₃
大根	93.4	1.18	0.47	39.8	0.44	0.30	68.2	0.21	0.50
人参	87.5	1.12	0.45	40.2	0.91	0.66	72.5	0.37	0.30
ごぼう	80.6	1.93	0.61	31.6	2.22	2.04	92.0	0.27	1.05
筍	90.5	0.29	0.06	20.7	1.40	1.15	82.2	0.23	0
大根葉	87.7	7.22	5.78	80.2	1.18	0.72	61.0	0.69	0.75
人参葉	93.4	11.30	7.25	64.2	1.44	1.18	82.0	0.39	3.66
ごぼう葉	90.3	1.58	0.27	17.1	1.78	1.30	73.0	0.72	0.56
白菜	95.8	1.62	1.08	66.6	1.01	0.90	90.0	0.16	0.38
キャベツ	89.7	0.95	0.48	50.5	0.83	0.58	70.0	0.39	0.10
からし菜	90.1	5.77	3.86	67.0	1.37	1.09	79.5	0.42	1.49
小松菜	90.4	3.68	2.43	66.0	1.44	1.01	70.0	0.64	0.61
ほうれん草	86.0	1.39	0.11	7.9	1.76	1.42	80.7	0.51	
ねぎ	93.1	1.03	0.58	56.2	0.58	0.36	65.5	0.30	0.15

5) D. M. Greenberg, L. Gunther: J. Biol. Chem. 85, 491(1929~1930).

葉に著しく多い。可溶性 Ca は総 Ca に対して根のものが約 40%，葉のものが約 60% で葉の Ca がより可溶性である。P は何れの野菜にも殆んど同程度に含まれ、その約 80% が可溶性で Ca よりもはるかに可溶性の部分が多い。

不溶性 Ca の形については一部或いは全部が不溶性蓚酸 Ca として存在する様に考えられているが、本実験に用いた野菜の中ではほうれん草のみに多量の蓚酸が定量せられ、その他の野菜では蓚酸は定量し得られる範囲内にはないか或いは極めて少量に過ぎない。従つてほうれん草以外の野菜の不溶性 Ca は不溶性の P と結合して磷酸 Ca となつており、その残余 Ca は炭酸 Ca 或いは蓚酸 Ca となつているものと考えられる。今不溶性 Ca が磷酸 Ca 及び炭酸 Ca として存在するものと仮定してこれらを算出した。これら不溶性 Ca は、限外過実験の Table II の結果からも考えられるように、野菜の組織内に二次的に固く結合して溶出され難い状態にあるも

Table IV

種類	部位	水分 %	Ca m mols/100 g			P m mols/100 g		
			総	可 溶	可 溶 %	総	可 溶	可 溶 %
大	上 部	92.8	1.15	0.48	41.7	0.51	0.33	64.7
	中 部	94.3	1.11	0.42	38.7	0.46	0.32	69.6
	下 部	94.2	1.13	0.40	35.4	0.37	0.26	70.3
根	外 部	92.5	1.62	0.74	45.7	0.52	0.32	61.5
	中 間 部	93.7	0.95	0.31	35.8	0.40	0.29	72.5
	中 心 部	94.2	0.82	0.24	29.3	0.42	0.31	73.8
人	上 部	87.2	1.19	0.48	40.3	0.92	0.63	68.5
	下 部	88.0	1.05	0.41	39.0	0.88	0.70	79.5
参	外 部	87.3	1.32	0.52	39.5	0.81	0.61	75.3
	中 心 部	88.0	0.92	0.39	42.4	1.00	0.72	72.0
キャベツ	外 部	89.3	1.60	0.75	46.8	0.83	0.59	71.2
	中 間 部	90.5	0.61	0.36	59.0	0.77	0.51	66.2
	中 心 部	89.3	0.72	0.37	51.3	0.88	0.63	71.5
白	葉 肉	89.9	0.90	0.40	44.5	0.83	0.61	73.5
	葉 主 脈	89.3	1.29	0.72	55.8	0.80	0.56	70.0
菜	外 部	96.8	2.25	1.51	67.0	0.83	0.76	91.5
	中 間 部	96.4	1.45	1.00	70.5	0.94	0.88	93.5
	中 心 部	94.3	1.18	0.77	62.7	1.26	1.17	93.0
小松菜	葉 肉	95.1	1.18	0.58	49.2	1.16	1.03	88.7
	葉 主 脈	95.9	1.50	1.06	70.5	0.90	0.80	89.0
ねぎ	葉 肉	87.8	5.68	3.81	67.0	2.01	1.35	67.0
	葉 主 脈	92.2	2.35	1.50	63.8	1.05	0.79	75.2
ねぎ	緑 色 部	93.7	1.35	0.87	64.5	0.56	0.36	67.8
	白 色 部	92.8	0.81	0.36	44.3	0.58	0.38	65.5

のであろう。

次に代表的野菜について上部中部下部等の部位による Ca 及び P の分布を検し Table IV に示す結果を得た。大根、人参、ごぼう等の如き根の野菜においては、上部中部下部の Ca も P も大した変動はみられないが、これらを外部中間部中心部に分けてみると、中心部に至る程総 Ca は減少する。この現象はキャベツ、白菜の如き、巻いている野菜にも同様にあらわれる。これは Ca が植物の同化作用と何らかの関係があるのではないかと考えられる。葉肉と主脈における Ca 分布の関係は、巻いている野菜のキャベツや白菜では Ca は主脈に多く、小松菜、大根葉、からし菜等の普通の青葉の野菜では Ca は葉肉に多い。

ほうれん草の Ca 及び蓚酸の分布

蓚酸の定量は、煮沸水浸液 5 cc に 5% CaCl₂ 1~2 cc を加え次にアンモニア水を加えて液性をリトマス中性とし静置越夜する。生成した蓚酸 Ca の沈澱を遠心分離し以下 Ca の定量法により定量して得た Ca 量から算出して蓚酸量を求めた。Ca は総 Ca として求めた。

ほうれん草全草では、水分 92.85%、Ca 1.93 m mols/100 g、蓚酸 14.3 m mols/100 g で、Ca に比してはるかに蓚酸が多く、Ca に対して 7.5 倍に当り、蓚酸 Ca の他になお多量の蓚酸塩が存在する。部位による差は Table V に示すごとく、Ca 及び蓚酸とも葉部に最も多く次に

Table V

葉形	部位	重量率 %			水分 %			蓚酸 m mols/100 g			Ca m mols/100 g		
		葉	主脈	莖	葉	主脈	莖	葉	主脈	莖	葉	主脈	莖
総	体	50.43	15.33	34.23	88.5	90.21	93.33	19.1	12.2	9.3	3.75	1.57	0.76
大	形	46.7	13.3	40.0	90.5	92.0	93.65	23.4	16.8	10.0	4.65	2.16	1.25
中	形	53.3	16.5	30.2	90.0	93.3	94.15	18.5	14.1	9.1	4.74	2.21	1.48
小	形	53.0	18.0	29.0	89.5	92.0	92.83	16.5	11.1	10.2	2.8	2.25	1.28

主脈に多く存在し、莖には最も少い。然し Ca 及び蓚酸のモル濃度の比は部位により著しく異なり、葉部では Ca に対する蓚酸は約 6 倍であるが、主脈部では 8 倍、莖部では 12 倍である。葉形の大小による分布では Ca も蓚酸も小葉よりも大葉に多い。又それぞれについての部位における Ca 及び蓚酸の分布は殆んど総合的のものと同じ傾向を示す。又蓚酸は Ca に比して葉部よりも莖部に大過剰に存在する。

ほうれん草は無機物、ビタミン等に富む栄養上優秀な食品とされ最も広く食用に供せられている野菜であるが、この蓚酸を無視することは出来ない。蓚酸量は Ca を全部蓚酸 Ca としてもなお大過剰存在するので、ほうれん草中の Ca は不溶性のため生体に殆んど利用されないのみならず、過剰の蓚酸は他の可溶性 Ca 塩をも不溶性として利用価値を低下するであろう。⁶⁾ 故に Table V に示す如く、ほうれん草はなるべく蓚酸の多い莖部を取り去り葉部のみを食することが望ましい。

ほうれん草中の Ca 及び蓚酸の水に対する溶出量

Ca の利用は蓚酸及び可溶性蓚酸塩の存在によつて阻害されるし、ほうれん草は Ca の他、無機物の供給源として重要であるから蓚酸を出来る限り除いて食用に供することが望ましい。そこ

6) 岩尾祐之：栄養学雑誌，11, 5, 6(1953)；12, 12(1954)。

で生ほうれん草 100 g を沸騰水 300 cc 中に入れ、1 分、3 分、5 分、10 分、15 分間沸騰を続けた場合と、冷水中に入れ、80°C に至るまでと、沸騰するに至るまでと各々加熱した場合について Ca 及び蓚酸の液出量を検し、Table VI に示す結果を得た。

Table VI

条 件	蓚酸溶出 %	Ca 溶出 %	条 件	蓚酸溶出 %	Ca 溶出 %
沸騰水中に入れ 1 分間煮沸	35.5	4.4	沸騰水中に入れ 15 分間沸煮	62.1 (75.5)	10.0 (15.1)
沸騰水中に入れ 3 分間煮沸	44.4	6.2	冷水中に入れ沸騰まで加熱	59.9	8.8
沸騰水中に入れ 5 分間煮沸	49.2 (67.0)	7.3 (12.4)	冷水中に入れ 80°C まで加熱	40.0	6.6
沸騰水中に入れ 10 分間煮沸	62.9 (76.3)	11.0 (17.9)			

カッコの中の数字は、沸騰水を取り替え、更に 5 分間煮沸した時の値

熱湯に入れて 1 分間の煮沸では蓚酸は 35% 溶出するが、そのままおひたしとして食膳に供するには少しかためである。3 分間では 44%、5 分間では 50%、10 分間以上では 62% 溶出するが、5 分間以上の煮沸ではやわらか過ぎるようである。冷水から 80° 迄では蓚酸は 40% 溶出するが、かた過ぎる。沸騰まで煮沸すれば 60% 溶出しやわらか過ぎない。Ca の溶出量はいずれの場合にも蓚酸に比して少量で 10% 以下に過ぎない。一度煮沸したほうれん草を引きあげて新たに水を加えて、再び 5 分間煮沸すれば、残余蓚酸や Ca は溶出して前後 2 回の溶出蓚酸量は 75% に及ぶ。又、Ca は 15% 溶出するが、やわらか過ぎる。生ほうれん草そのままの形で、熱水処理での蓚酸溶出量は 75% が限界のように思われ、長時間の煮沸でも 25% の蓚酸は残存する。残存蓚酸は蓚酸 Ca であり、煮沸によつて溶出する蓚酸は蓚酸 Ca 以外の蓚酸塩であることは、Table V に示す如く Ca が蓚酸に対して 25%、即ち蓚酸 Ca として総蓚酸の 25% を占めることから明らかである。

一般に食膳に供せられる程度のゆで方でも約 40% の蓚酸は溶出されるがその場合、煮沸水にほうれん草を入れるよりも、冷水に入れ煮沸させるようにして可及的長時間水中に保つようにすることが望ましく、そうすれば約 60% の蓚酸が溶出され、蓚酸 Ca として残存する以外の蓚酸塩は少量となる。

Summary

1. Examination of the distribution of calcium and phosphorus in vegetables showed that total calcium is present in larger amount in the leaves than in the roots, especially in leaves of Japanese radish and carrots, whose roots are eaten. Total phosphorus was found to be approximately the same in all vegetables.

2. The calcium and phosphorus present in vegetables are in soluble and insoluble forms. The amount of soluble calcium against total calcium is about 40% in the roots and about 60% in the leaves, showing that there is more soluble calcium in the leaves. Soluble phosphorus is about 80% of total phosphorus content.

3. It is considered that insoluble calcium is present as a phosphate, carbonate, and oxalate, bound tightly in vegetable tissues, and is in a state not easily dissolved out.

4. Distribution of calcium in vegetables was found to be more concentrated in portions exposed to sunlight.

5. Molar concentration ratio of calcium and oxalic acid in the whole herb of spinach is 7.4 but the distribution differs markedly according to locations. It is 6 in leaves, 8 in the main leaf vein, and 12 in the stalk, while oxalic acid is small in the leaves. Even in a leaf, oxalic acid is present in comparatively larger amount in larger than smaller leaves.

6. When spinach is boiled from water, about 60% of oxalic acid dissolves out by boiling for about 5 minutes and the majority of insoluble oxalates, other than those remaining in spinach as insoluble calcium oxalate, dissolves out. This is advantageous in the absorption and utilization of calcium.

野菜カルシウムの分布状態が吸収利用に及ぼす影響について*

宮本貞一, 鈴木俊子, 三島和子

Sadaichi MIYAMOTO, Toshiko SUZUKI and Kazuko MISHIMA: Effect of Calcium Distribution in Vegetables to Its Absorption and Utilization

摂取された Ca の吸収作用に関しては既に多くの知見を見る。^{1~10)} 又特に野菜 Ca については、岩尾等¹¹⁾ の研究が注目される。著者等¹²⁾ は野菜中の Ca についてその吸収利用が野菜中における Ca の分布状態に何らかの関係を有するのではないかとの考えから、その分布について報告した。野菜中の Ca は可溶性と不溶性との2種に分けられ、その割合は野菜によつて異なり、又不溶性 Ca はほうれん草を除く他の多くの野菜では燐酸 Ca 及び炭酸 Ca がその殆んどであることをみた。この Ca の分布状態が生体の吸収利用に及ぼす影響を明らかにするために動物実験を行つてみたので、その結果を報告する。

実験及び考察

実験動物には 60 g 前後の雄ラットを用い、食餌として Table I に示す配合の低石灰基礎食

* 本研究の一部は第6回日本薬学総会で報告した。

- 1) 速水決: 栄養学雑誌 8, 149, 175(1950).
- 2) 川上行蔵, 檀原宏: 農技研報 4, 1(1952).
- 3) 柳沢文正, 永瀬喜代子, 小笠原公: 日本臨床 11, 83(1953).
- 4) P. H. Phillips: Annual Review of Biochem. 18, 460(1954).
- 5) 宮本貞一, 鳥居美代子, 山崎フミ子: 共薬研究年報 1, 21(1955).
- 6) 佐藤徳子: 栄養と食糧 8, 110(1955).
- 7) 森昭胤, 竹内蓉子: 生化学 27, 652(1955).
- 8) 清水久太郎: 生化学 27, 58(1955).
- 9) 黒田正清: 生化学 27, 99(1955).
- 10) 宮本貞一, 沢村道子: 共薬研究年報 3, 14(1958).
- 11) 岩尾裕之: 栄養学雑誌 11, 5(1953); 12, 12(1954).
- 12) 宮本貞一, 鈴木俊子, 小川圭子, 遠藤浜江, 佐藤敦子: 共薬研究年報 3, 5(1958).