

# 野菜に含まれるミネラル類の栄養価に 関する研究 (第2報)

—人工消化液による野菜中のミネラル類の溶出について—

荻原和夫 箱山年子

## Studies on the Nutritional Evaluation of Minerals in Vegetables (PartII)

—Exudation of Minerals from Vegetables during Artificial Digestion  
by Fluid-Immersion Treatment—

Kazuo OGIWARA and Toshiko HAKOYAMA

*Nagano-ken Junior College, 49-7Miwa 8-chome, Nagano, 380, Japan*

**ABSTRACT** [*Journal of nagano-ken Junior Collage, No. 43, pp. 9~12 (1988)*] The amount of minerals solved out by immersion treatment of cabbage and lettuce by means of artificial digestive fluids (such as pepsin and pancreatin liquids) was measured, and the results of the measurement are shown as follows.

- (1) When pepsin liquid was immersed, both cabbage and lettuce had rate of solution approximately 30% of ash and 32% Ca. Cabbage had 21% of Fe, while lettuce nearly 15% of Fe. As for P, cabbage was of 21% and lettuce nearly 19%.
- (2) The immersion treatment using pancreatin liquid found a small amount of minerals solved out as a whole, less than 15%.
- (3) Even with the total value of solution using both pepsin and pancreatin liquids taken into consideration, the rate of solution was below 50% of the total, and cabbage was approximately 42% of ash, while lettuce nearly 34% of ash. Both cabbage and lettuce showed nearly 40% of Ca, about 33% of P. As for Fe, cabbage was 32% and lettuce nearly 25%.

著者らはミネラル類の給源食品として考えたばあいの野菜類の栄養的価値について検討をすすめて来ている<sup>1)</sup>。野菜にはミネラル類がかなり含まれているものがあり<sup>2)</sup>、その点からみるとミネラル類の給源として期待されるものであることは知

られているところであるが、今回はその野菜類中のミネラル類がヒトの消化器内において実際に遊離・溶出して、吸収利用される状態になり、真に有効な給源となっているのかどうかを確認するため、先ず *in vitro* において人工消化液を用いて、

ヒトの消化管と同じ様な条件にて処理したときのミネラル類の溶出量などを測定し、若干の知見を得たのでその結果を報告する。

実験試料並びに実験方法

1. 試料

蒸煮など加熱処理して食する野菜類では蒸煮処理することにより組織の軟化などが起り、生の状態とは異なった状況になってしまうことでもあり、また成分の溶出も起っていると思われるので本実験の目的には不適當であるので、実験試料としては通常生食する野菜を対象に考えた。生食する野菜類も沢山あるが、今回はその中からキャベツとレタス(ちしゃ)をとりあげた。いずれも長野市近郊で生産された市販品を用いた。

2. 人工消化液

人工消化液としては1%ペプシン液(人工胃液)、並びに1%パンクレアチン液(人工膵液)を用いた。

ペプシン液の調製はペプシン1g当りN/100 HCl液で溶解し100mlとした(pH1.8)。

また、パンクレアチン液の調製はパンクレアチン末1g当り純水並びにpH7.8のリン酸塩緩衝液で溶解して100mlとした(pH7.5)。

3. 実験方法

生試料中のミネラル類を測定した後、試料野菜をそれぞれ5mm角に切断し、その50gずつをそれぞれの人工消化液80mlの入ったビーカーに入れ、野菜全体が消化液にひたるようにして37℃で30分間浸漬した後、溶出した各ミネラル類などの量を測定し、溶出量(率)を算出した。

測定項目は前報<sup>1)</sup>と同様に全灰分、カルシウム、鉄、リンで、測定方法もそれぞれ前報と同様に行った。

実験結果並びに考察

まず今回試料として使用したキャベツ並びにレタスに含まれているミネラル類の測定値を表1に示した。更に人工消化液による浸漬処理で溶出した各ミネラル類の量を測定した結果が表2並びに表3である。

みられるようにペプシン液浸漬処理では全灰分はキャベツ、レタスとも30%前後の溶出となっている。各ミネラルではカルシウムが両試料とも32%前後の溶出であるのに対し、鉄はキャベツが21%程、レタスは15%程の溶出であり、リンはキャベツが21%、レタスが約19%の溶出となっている。

パンクレアチン液浸漬処理ではペプシン液のばあい比して全体に溶出率が悪く、ほとんど15%以下であった。即ち全灰分の溶出はキャベツで9%、レタスは約5%でありカルシウムもキャベツ11%弱、レタス約7%の溶出であった。鉄は両試料とも11%前後の溶出であり、リンは両試料とも13%前後の溶出であった。

Table1. Contents of minerals in Cabbage and Lettuce.

	(per 100 g)			
	Ash (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	P (mg)
Cabbage	0.57±0.02	42.4±4.7	0.53±0.02	29.3±0.6
Lettuce	0.56±0.06	26.9±0.6	0.76±0.08	26.4±1.5

Table2. Values of minerals extraction from Cabbage and Lettuce during immersion treatment with artificial pepsin solution.

	Ash (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	P (mg)
Cabbage	0.19±0.01	13.5±0.8	0.11±0.01	6.2±0.5
Lettuce	0.16±0.02	8.7±0.6	0.11±0.002	5.0±0.3

Table3. Values of minerals extraction from Cabbage and Lettuce during immersion treatment with artificial pancreatin solution.

	Ash (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	P (mg)
Cabbage	0.052±0.002	4.5±0.3	0.06±0.01	3.9±0.2
Lettuce	0.029±0.005	1.9±0.3	0.08±0.001	3.5±0.3

カルシウムや鉄などミネラル類の吸収には様々な要因が影響し、一般的に吸収率が悪いと従来よりいわれているが、その原因の一部はこれらの遊離溶出しにくいことにもあることが示唆される。

また今回は両処理は別々に行ったものであり、in vivo のばあいのように両処理が同じ試料につき連続して行われるのとは条件が同じではないが、参考のために両処理の合計値をみたのが図1～図4である。その値でみて全固形分の溶出率はキャベツが42%、レタスが34%である。カルシウムは両試料とも40%前後、鉄はキャベツが32%、レタスは25%、リンは両試料とも33%程の溶出率となっていていずれも50%以下である。

溶出率が極大になるには海草の例ではあるが、浸漬時間1時間位を要し、30分間の浸漬では極大値の90%位しか溶出しないとの報告もあり<sup>9)</sup>、野菜類においても処理時間をもっと長くすると溶出率が幾分高まる可能性もあるが、最終的な溶出量

は今回の実験結果とそれ程かけ離れたものにはならないと思われる。またミネラル類の溶出には浸漬処理溶液のpHの影響もあるとも考えられ、一般に酸性域において溶出がよいといわれるが、今回の実験でもパンクレチアン液 (pH7.8) での浸漬処理よりペプシン液 (pH1.8) での浸漬処理による溶出率が全体に高かったのはそのpH値の影響もあったかも知れない。

食物は通常口腔において咀嚼することによって磨砕されるので単なる浸漬処理とは大異なる状況にあるのではないかと考えられているが、現実には細かく切断した(きざんだ)食品などはあまり噛まずに嚥下してしまうばあいが多く、むしろ今回設定した実験条件(試料を5mm角程度に細断したものは咀嚼、細挫せず飲み込む)に近い状態であると考えられる。

ただヒトの消化管内では口腔における咀嚼での磨砕が皆無というわけではない上に、消化管におけるぜん動運動や分節運動などによる攪拌、振とうも行われるであろうし、またいっしょに食べた他の食物や共存する他の酵素などによる物理的刺激や化学的影響も加わるであろうから、in vitro における実験結果よりは溶出率も高いと思われる。またキャベツ、レタスともに固形分の少ない割にはミネラル類をかなり含み、ミネラル給源として期待される面をもつ。しかし今回の実験結果からみると野菜を生食したばあい、よく噛んで磨砕しなければ野菜に含まれているミネラル類は十分遊離、溶出されず、吸収利用されない分がかなりあるのではないかと考えられる。

更に糞便を調べると野菜などは形体をとどめたまま排泄されていることもかなりみられるので、この点からも成分の溶出が十分でないことが推測される。

即ち野菜はその食べ方(調理法も含めて)によってはミネラル給源としての特性が十分活用されないでしまう恐れのあることが示唆される。

他方、調理の段階での加熱やミキサーによる磨

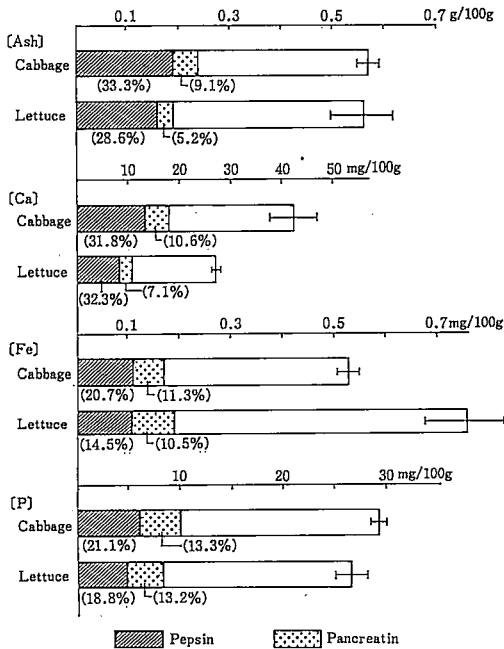


Fig. 1. The extraction rates of minerals from Cabbage and Lettuce during immersion treatment with artificial digestion fluid.

碎, 口腔における咀嚼などの物理的処理時に L-アスコルビン酸(ビタミンC)の破壊やカロチノイド(プロビタミンA)の酸化など, ビタミン類<sup>10)11)12)13)</sup>の効力が低下することがあることは周知のところである。

このように食品中の栄養成分はその分析値(含有量)が100%利用され得ないことのあることを考慮しながら栄養的価値を考える必要があると考える。

### 要 約

通常生食する野菜(キャベツ, レタス)を人工消化液(ペプシン液並びにパンクレアチン液)にて浸漬処理したときのミネラル類の溶出について検討し次の様な結果を得た。

- (1) 試料キャベツのミネラル類は生試料100g当りキャベツは全灰分0.57g, カルシウム42.4mg, 鉄0.53mg, リン29.3mg, レタスは全灰分0.56g, カルシウム26.9mg, 鉄0.76mg, リン26.4mgであった。
- (2) ペプシン液にて30分間浸漬処理したばあいの溶出率はキャベツ, レタスとも全灰分は30%であり, カルシウムは32%前後であった。鉄はキャベツが21%, レタスは15%程の溶出率であり, リンはキャベツが21%, レタスが約19%の溶出率であった。
- (3) パンクレアチン液浸漬のばあいは全体に溶出率が低く, 全灰分の溶出はキャベツは9%, レタスは約5%であり, カルシウムの溶出もキャ

ベツ11%弱, レタス約7%であった。鉄はキャベツ, レタスとも約11%の溶出であり, リンも両試料とも約13%の溶出であった。

- (4) ペプシン液とパンクレアチン液の両方の溶出率の合計値でみても全て50%以下の溶出率であり, 全灰分はキャベツ42%, レタス34%, カルシウムはキャベツ, レタスとも40%, 鉄はキャベツが約32%, レタスは25%, リンは両試料ともに33%前後の溶出率であった。

### 文 献

- 1) 箱山年子, 萩原和夫; 長野県短期大学紀要41 1~6頁(1986)
- 2) 科学技術庁資源調査会編; 四訂食品成分表(1982)
- 3) Harold A. Harper (三浦義彰訳); 生化学(丸善) 368頁, 377頁(1968)
- 4) 香川靖雄; 栄養生化学(女子栄養大学出版部) 50頁(1970)
- 5) 吉田勉他; 栄養化学(光生館) 125頁(1982)
- 6) 山口迪夫他; 栄養学総論(同文書院) 79頁(1987)
- 7) 村伸一他; 生化学(同文書院) 147頁(1987)
- 8) 大磯敏雄他; 健康体力づくりの栄養学(大修館) 129頁(1988)
- 9) 伊藤里美他; 栄養と食糧41 293~298頁(1988)
- 10) 下田吉人他編; 調理と化学(朝倉書店) 94頁, 98頁(1971)
- 11) 日本農芸化学会編; 食品の加工と栄養科学(朝倉書店) 112頁, 114頁(1986)
- 12) A. E. Bender (内藤・加藤訳); 栄養からみた食品加工(講談社サイエンティフィック) 34頁, 48~57頁(1979)
- 13) 後藤たへ; 系統的調理科学とその実験法(光生館) 83頁, 92~96頁(1968)