

食品のカリウム含量 (第1報)

山田 芳子・橋本 峰子・丹羽 壮一・金津 良一

Potassium Content in Food (1)

Yoshiko Yamada, Mineko Hashimoto, Soichi Niwa and Ryōichi Kanazu

We analyzed summer vegetables and their pickles for potassium content. The results are as Table 1~3.

緒 言

わが国の脳卒中の多くが、都市・農村を問わず、高血圧と関連が深いことは、これまでの疫学調査で明らかである¹⁾。

高血圧症の血圧が食塩摂取量の制限で降下することは、1905年フランスで発見された²⁾。すべての高血圧症が、食塩の過剰摂取によるものでないことも、その後の研究で明らかであるが、わが国では、依然食塩の過剰摂取によるものが多いと思う。

食塩で高血圧の要因となるのは、ナトリウム(約40%)である。おなじアルカリ金属でも、ナトリウムが血液などの細胞外液に多いものに対して、カリウムは細胞内に多く、生体中の両元素は対照的である。

Meneely⁴⁾らは、2.8~9.8%の食塩を含む飼料でラットを飼育した結果、食塩高濃度で飼育したラットは、著しく死亡時期を早めた。同時に、食塩濃度に応じて血圧が上昇することを、すべてのラットで認めた。これに対して、飼料に塩化カリウムを添加した場合は、食塩高濃度で飼育したラットの死亡時期を著しく遅らせることができた。

わが国では、佐々木⁵⁾らは、リンゴ栽培の多い青森県が米作の多いとなりの秋田県に比べて、脳卒中による死亡の少ないことに注目し、青森県の中年男女について調査を行なった。その結果、1日に食べるリンゴの個数(0, 1~2, 3~個)に応じて、血圧が低いことを認めた。つぎに、三橋⁶⁾は秋田県農村の中年男女にリンゴを与えて調べた結果、1日6個のリンゴを2週間つづけて摂取することにより、男女ともに血圧が低下すること、ならびに尿中のナトリウムに対するカリウムの比(Na/K)が減少することを認めた。異なった農村地区の中年男女について調べた結果も、リンゴ栽培地帯の血圧は一番低く、(Na/K)も6以下であった。これに対して、他地区の(Na/K)は6以上あるいは7以上であった。

最近、家森⁷⁾らは、島根県大和村の60~69才の男女を調べた結果、(Na/K)が6以上の場合は3人に1人が高血圧であり、2以下の高血圧は1割以下であった。ちなみに、西欧における(Na/K)は1~3と低い。家森らはまた、「高血圧ラット」を適宜交配させて「脳卒中ラット」

をつくり、これを用いて飼育実験を行なった。その結果、飲料に1%食塩水を用いたものは、水を用いたものより血圧が高くなり、2%塩化カリウム溶液を用いたものは、逆に血圧が低くなることを認めている。

三橋⁶⁾や家森⁷⁾らの尿中の(Na/K)に対して、Dahl⁸⁾らは、飼料の(Na/K)当量比を1から10まで変えることによって、「高血圧ラット」の血圧が段階的に上昇することを示した。

以上述べたところで、カリウムが血圧に対して降下的に働くことは明らかである。また、Dahl⁸⁾らの示したところからみて、食物における(Na/K)も尿中の(Na/K)のように血圧と相関性をもつことが考えられる——このことは佐々木⁵⁾らおよび三橋⁶⁾の調査からも窺うことができる。

従って、今後高血圧を対象に食事を考えるにあたっては、ナトリウムとともにカリウムの摂取量を考えることが必要と思う。

現在の食品成分表はカリウムを欠くので、カリウム摂取量を定めるには、外国成分表や過去の分析資料⁹⁻¹¹⁾を調べるか、あるいは現在の成分表から簡易的に算出¹²⁾するかによらなければならないが、周囲の食品については、自ら分析を行なうことも必要である。

今回は、夏野菜および漬物類について、カリウム含量を測定し、漬物類についてはナトリウムの測定も行なった。

カリウムの分析は、炎光分析によることが多いが、著者らはテトラフェニル・ホウ素・ナトリウム(Na-TPB)による容量分析に従った。Na-TPB法は、炎光分析に比べて時間を要するが、分析値の精度¹³⁾にすぐれている。

材料および方法

実験材料 市販の野菜および漬物類を用いた。

試薬 (1) カリウム標準液：半井の原子吸光分析用標準液。(K, 1 g/ℓ)

(2) 1.2% Na-TPB 溶液：和光のドータイト・カリボール 6.1 g を 500 ml 定容フラスコにとり、水 400 ml, 0.5 M 塩化アルミニウム溶液 10 ml および 0.2% メチルレッド液 5 滴を加える。つぎに、20% 水酸化ナトリウム溶液を加えてメチルレッドアルカリとし、水を加えて 500 ml にメスアップしたのちさらに乾燥濾紙で濾過した。

(3) 0.5 M 塩化アルミニウム溶液：半井の特級塩化アルミニウム 60 g を 500 ml 定容フラスコにとり、水でメスアップした。

(4) 0.2% メチルレッド液：メチルレッド 0.1 g をエタノールに溶解して 50 ml とした。

(5) 水酸化ナトリウム溶液：半井の特級水酸化ナトリウム 30 g を 250 ml 定容フラスコにとり、水約 200 ml を加えて溶解し、冷却したのち Na-TPB 溶液約 38 ml を絶えず攪拌しながら加え、標線まで水で希釈する。ときどき混合しながら約 30 分間放置したのち、乾燥濾紙(3種, 18 cm 2重)で濾過する。最初の濾液の 50 ml は再濾過する。

(6) ホルマリン：半井の特級 37% ホルムアルデヒド水溶液。

(7) 0.6%第四級アンモニウム塩溶液：和光のドータイト・ゼフィラミン 6 g を水に溶解して 1 ℓ とする。

(8) チタンエロー液：チタンエロー 0.04 g を水に溶解して 100 ml とした。

(9) 硝酸：半井の特級

(10) 硫酸：半井の特級

(11) 過酸化水素水：半井の特級

方法 カリウムの定量 1) ゼフィラミン溶液の標定：Na-TPB 溶液 1 ml を 25ml 定容フラスコにとり、ホルマリン 0.5 ml を加えたのち、水で 20ml ちかくまで満たし、水酸化ナトリウム溶液を用いて pH を 10 に調節する。(チモールブルウ試験紙の小片を投入して調べる。) ここで 25ml にメスアップする。

メスアップ液より 5 ml とり、チタンエロー液 2 滴を加えてからゼフィラミン溶液にて滴定する。(淡黄色の液が白濁し、さらにピンク色を呈するところを終点とする。Na-TPB 溶液 1 ml ≡ ゼフィラミン溶液 0.5 ml)

2) Na-TPB 溶液の標定：一定量のカリウム標準液およびホルマリン 0.5 ml を 25ml 定容フラスコにとり、水で 20ml ちかくまで満たし、水酸化ナトリウムを用いて pH10 に調節する。つぎに適量の Na-TPB 溶液を加えてからメスアップし、十分混合する。

これを濾紙を用いて濾過し、濾液より 5 ml とり、チタンエロー液 2 滴を加えてから、ゼフィラミン溶液で滴定する。(滴定値は 0.5 ml 以上であることを要する。)

3) 分析試料の調製：細切した試料 5 g を 30ml 容ケルダールフラスコにとり、硝酸 10ml、硫酸 1 ml および沸騰棒 1 個を加え、ケルダール分解用電気炉にかけて加熱濃縮する。炭化を生じて液が黒変した時点で加熱を一旦中止し、過酸化水素水 2～3 滴を加えてからさらに加熱して脱色し、黄色の液となった時点で加熱をやめる。この濃縮液を 25ml 定容フラスコにとり、水を加えてメスアップする。(硝酸 10ml、硫酸 1 ml について、カリウムを調べたが、ほぼ認められなかった。)

4) カリウムの測定：25ml 定容フラスコに分析試料のメスアップ液 1 ml (カリウム含量 0.5～5mg) をとり、メチルレッドを 1 滴加えてから、水酸化ナトリウムを用いてアルカリ性とする。つぎにホルマリン 0.5 ml および Na-TPB 溶液の適量を加えてから、水で 20ml ちかくまで満たし、水酸化ナトリウムを用いて pH を 10 に調節する。これをメスアップしてから、十分混合し、濾過する。

濾液 5 ml をとり、チタンエロー液 2 滴を加えてからゼフィラミン溶液で滴定する。

計算式：食品中のカリウム含量 (mg/100g) を K とすれば、
$$K = \frac{a - b}{c} \times 500$$

ただし、a：Na-TPB (ml)、b：ゼフィラミン滴定値の 5 倍を Na-TPB に換算したもの (ml)、c：カリウム 1 mg を Na-TPB に換算したもの (ml)。

ナトリウムの定量：カリウムの定量に用いた細切試料を 0.1 g とり、水 10ml を加えてからブレンダーを用いてホモジネートし、東亜電波 SA-1K 型食塩濃度計を用いて測定した。

水分：Kette の赤外線水分計を用いた。

結果および考察

昭和56年7月、かぼちゃ以下22種類の野菜を、三重県鈴鹿市の八百屋で購入して、ただちに分析した。結果を Table 1 に示す。

酸分解後の試料は、著しく酸性であるため、食塩濃度計が適用できなかった。ただし、これら野菜の日本食品標準成分表におけるナトリウム含量はカリウムに比べて著しく小さい。

きゃべつ以下6種類については、皮部・中間部・中心部の3部分にわけてカリウムの分析を行なった。結果を Table 2 に示す。植物個々の特異性が多く、一定の傾向は認められない。

漬物類を同様に分析した結果を Table 3 に示す。

加工食品で、(Na/K) の大きいことは、当然予想されたところである。また、貯蔵や加工処理によってカリウムの一部が失なわれることが、Table 1 および3から窺うことができる。

擱筆にあたり、終始ご指導ご助言を賜った学長堀敬文先生に深甚なる謝意を表す。

Table 1 Potassium content in vegetables

vegetables	Water (%)	Potassium (mg %)
Pumpkin	70	286
Cauliflower	77	259
Cucumber	96	217
Cabbage	90	176
Bean pods (immature)	73	174
Pea pods (immature)	83	149
Perilla	73	213
White potato	83	303
Celery	88	292
Japanese radish	91	207
Onion	95	157
Tomato	98	159
Chinese chive	92	309
Carrot	92	265
Eggplant	94	205
Welsh onion	80	188
Chinese cabbage	97	153
Parsley	88	515
Sweet pepper	93	206
Spinach	93	397
Trefoil	91	362
Lettuce	98	131

Table 2 Potassium content in vegetables

vegetables	Water (%)	Potassium (mg %)			
		Portion			
		Whole	Peel	Middle	Center
Cabbage	90	176	184	209	308
White Potato	83	303	249	284	278
Onion	95	157	154	163	154
Eggplant	94	205	259	201	223
Carrot	92	265	338	214	383

Table 3 Potassium and Sodium content in pickles

Pickles and description	Water (%)	Potassium (mg %)	Sodium (mg %)	Na / K
Turnip (Salted)	90	161	1,584	10
Cucumber (Soaked in rice bran paste)	90	133	2,136	16
Eggplant (Soaked in rice bran paste)	92	206	700	3
Chinese cabbage (Salted)	89	128	1,274	10
Scallion (Pickles in vinegar)	80	41	1,046	26
Umeboshi (Salted)	68	172	7,201	42
Umeboshi (Pickles)	72	146	2,027	34
Takuan-zuke, pickles	88	109	2,696	25
Takuan-zuke, pickles	80	210	3,961	19
Takuan-zuke, pickles	83	161	2,021	13
Takuan-zuke, pickles	85	139	991	7
Takuan-zuke, pickles	82	202	1,743	7
Bettara-zuke, pickles	85	175	2,061	12
Shoyu-zuke, pickles`	82	111	3,170	29

文 献

- 1) 嶋谷亮一, 小町喜男:疫学的にみた日本人の栄養と循環器疾患の相関, 日本人の栄養と循環器疾患 (嶋谷亮一, 他編) 1, 保健人社. 東京 (1976)
- 2) Ambard, Beaujard : Sem. méd., **25** ; 133 (1905).
- 3) Fishberg, A.M. : Hypertension and Nephritis. Fifth Edition, Lee & Febiger (1954).
- 4) Meneely, G.R., et al : Am. J. Med. **25**, 713 (1958).
- 5) 佐々木直亮, 他 : 日本公衆衛生雑誌, **7**, 419 (1960).
- 6) 三橋禎祥 : 弘前医学, **12**, 57 (1960).
- 7) 家森幸男 : Medical Tribune, カリウムと高血圧特集, 29 (第2部 1981年2月19日)
- 8) Dahl, L.K , et al : J·EXP·Med., **136**, 318 (1972)
- 9) 薬師寺幾代, 他 : 栄養と食糧, **28**, 67 (1975)
- 10) 小野房子, 他 : 栄養学雑誌, **32**, 19 (1974)
- 11) 井上和子 : 栄養学雑誌, **30**, 191 (1972)
- 12) 土谷三之助 : 臨床栄養, **57**, 325 (1980)
- 13) 上野景平, 他 : 分析化学, **17**, 1548 (1969)