

じゃがいもの加熱調理におけるビタミンC含量の変化

晴 山 克 枝

(1984年6月30日受理)

Change of Vitamin C Content in Potato by Electronic Range Cooking and Boiled Cooking

Katsue HAREYAMA

*Department of Home Economics, Faculty of Education,
Fukushima University, Fukushima 960-12*

(Received 30 June, 1984)

Contents of vitamin C in central part and in outer part of potato by electronic range cooking and boiled cooking were compared with those in both parts of the raw potato according to 2, 4-dinitrophenylhydrazine method.

Contents of vitamin C in raw potato were larger in central part than in outer part.

On cooking by the electronic range, contents of vitamin C both in central part and outer part of potato were almost the same as those of the raw potato.

On cooking by boiling, contents of vitamin C in central part of potato changed little, but in outer part they decreased markedly as compared with the outer part of raw potato.

On cooking by boiling, contents of vitamin C in boiling water increased as the surface contents of potato became bigger.

Accordingly, the contents of vitamin C in potato by boiled cooking decreased, not because of oxidation with the vitamin C oxidase in potato, but because of the flow of the dissolved vitamin C in potato into boiling water.

I. 緒 言

じゃがいもはビタミンCを含み、一度に食される量が多いことから、ビタミンCの給源として注目される。しかし、じゃがいもは生で食されることはほとんどなく、加熱調理してから食されることから、加熱中のビタミンCの減少が栄養摂取の面で問題となる。すなわち、加熱調理において切り方の違いや加熱方法の違いなどによってビタミンCの残存量は異なり、生のじゃがいもに含まれているビタミンCの量と加熱調理した後のじゃがいものビタミンCの量との間には大きな違いがある。昭和57年に出された「四訂日本食品標準成分表」⁽¹⁾には、じゃがいもでは、生と加熱調理した蒸したもの・水煮のものがとりあげられ、それぞれのビタミンC含量が異なっていることが明らかにされている。

じゃがいもの加熱調理におけるビタミンCの変化については、ゆで加熱をした場合に他の加熱

法よりもビタミンCの減少度が大きいことが報告されており⁽²⁾、煮汁中への溶出がビタミンCの減少の原因であることが示唆された。

一方、久保田、桐渕らは⁽³⁾⁽⁴⁾、さつまいもを加熱した際のビタミンCの減少は高温による熱分解によるものでなく、ビタミンC酸化酵素によるものだと報告している。

ジャガイモについてもビタミンC酸化酵素の存在について示唆されており⁽⁵⁾、従ってジャガイモの加熱中のビタミンCの減少は種々の要因によるものと思われる。

本研究は、ジャガイモの加熱によるビタミンCの減少度に及ぼす調理条件を明らかにし、加えて、ビタミンCの減少の原因を検索することを目的として行ったものである。なお、加熱法として温度上昇速度がはやいためビタミンC酸化酵素の失活がはやく、しかも流出による損失のほとんどない電子レンジ加熱法と、溶出によるビタミンCの減少のもっとも多い水煮加熱の2種類を用いた。後者に関しては、ジャガイモの表面積を変えることにより、溶出による減少の程度を検討した。

II. 実験方法

(1) 試料

市販のジャガイモ（男爵・等級L）で昭和58年産の北海道のものを使用した。丸ごとジャガイモは、できるだけ形の整った1個100g~120gのものを選び皮をむき試料とした。皮をむき1辺1cmの立方体に切ったものを角切りジャガイモとした。ジャガイモの中心部分をできるだけ大きく円柱型にとり、厚さ0.2~0.3cmの輪切りにしたものを薄切りジャガイモとした。

(2) 加熱方法

① 電子レンジによる加熱：電子レンジは松下電機株式会社製、NE-5310型（出力500w）を用い、丸ごとジャガイモを市販のポリ塩化ビニリデンラップ（サララップ、旭ダウ株式会社製）で包み5分間加熱した。

② 水煮による加熱：アルマイト製のミルクパン（直径14cm、容量1,195ml）を用い、丸ごとジャガイモの場合は、ジャガイモ1個が十分浸る程度の純水（約800ml）を加え、ガスコンロ（リンナイR-1KN）で加熱した。ガス流量は、沸騰まで7~8l/分とし、沸騰後は3l/分とし、静かに沸騰が続く程度である。加熱時間は沸騰するまで5分、沸騰持続30分とした。分割ジャガイモの場合は、60gを同様のミルクパンに入れ、純水500mlを加え同様のガス流量で沸騰持続時間20分とした。角切りおよび薄切りジャガイモの場合は、それぞれ60gを同様のミルクパンに入れ、純水350mlを加え同様のガス流量で沸騰持続時間10分とした。

加熱時間は、電子レンジ加熱と水煮加熱のそれぞれの試料が食用として適当な硬さになる時点を終点として決定した。

(3) 煮汁およびジャガイモの温度測定

調理実験用スリーベンコーダー（飯尾電機株式会社製）を用い、水煮加熱の場合丸ごとジャガイモの中心部と外層部（表面より0.5cmのところ）に熱電対をさしこみ、加熱中経時的に温度を測定した。同時に煮汁の温度も同様に測定した。電子レンジ加熱の場合はジャガイモに熱電対をさし込んだままでは加熱ができないので、1分ごとに発振を止め、ジャガイモをとり出し、その後熱電対を中心部と外層部（表面より0.5cmのところ）にさし込み温度を測定した。

(4) 総ビタミンCの定量

食品中のビタミンCは、還元型および酸化型として存在している。還元型と酸化型のビタミンCの生物学的効果については、四訂の日本食品標準成分表⁽¹⁾では還元型と酸化型のビタミンC効

果を同等とみなし、還元型と酸化型のビタミンCの合計値である総ビタミンC量をビタミンCとして示している。そこで本実験においても総ビタミンCの測定を行った。

まず部位別の試料については、中心部と外層部に分割した。中心部とは、丸ごとじゃがいもの中心部分を 1.5 cm の立方体に切りとったものとし、外層部とは、丸ごとじゃがいもの表面から 0.5 cm の厚さに切り取った部分とした。

試料調製は次のように行った。加熱したじゃがいもについては、加熱後、部位別または全体の中から 5 g 秤取し、乳鉢で 5% メタリン酸液と必要に応じて精製海砂少量を加えて、よく摩砕し、100 ml に定容したものを遠心分離 (3,000 rpm, 10 分) し、上澄液を浸出液として用いた。生じゃがいもは部位別に金属製のおろし金ですりおろし、5 g を秤取し、5% メタリン酸液で 100 ml に定容し、遠心分離 (3,000 rpm, 10 分) し、上澄液を浸出液として用いた。煮汁については、丸ごとじゃがいもの場合は 1,000 ml、角切りおよび薄切りじゃがいもの場合は 500 ml に定容し、その中から 10 ml とり、これに 5% メタリン酸液を同量の 10 ml 加えて浸出液とした。

ビタミンCの定量は、2・4-ジニトロフェニルヒドラジン法⁶⁾を用い総ビタミンC量を測定した。比色に用いた分光光度計は島津スペクトロニック 20 (島津製作所製) で 540 nm で測定した。標準液はアスコルビン酸を使用した。

(5) 表面積の測定

① 丸ごとじゃがいもの場合：じゃがいもの皮をむき、皮の内側を 1 mm 目の方眼紙に並べて、その面積をもって丸ごとじゃがいもの表面積とした。

② 角切りじゃがいもの場合：角切りじゃがいも 1 個当たりの表面積 (6 cm²) に試料の個数を乗じた。

③ 薄切りじゃがいもの場合：薄切りにする前の円柱形のじゃがいもの表面積は常法により算出し、薄切りにより生じた切り口の面積を加算した。

III. 結 果

1. 加熱による煮汁およびじゃがいもの内部の温度変化

丸ごとじゃがいもを電子レンジ加熱および水煮加熱した場合のじゃがいもの外層部と中心部の

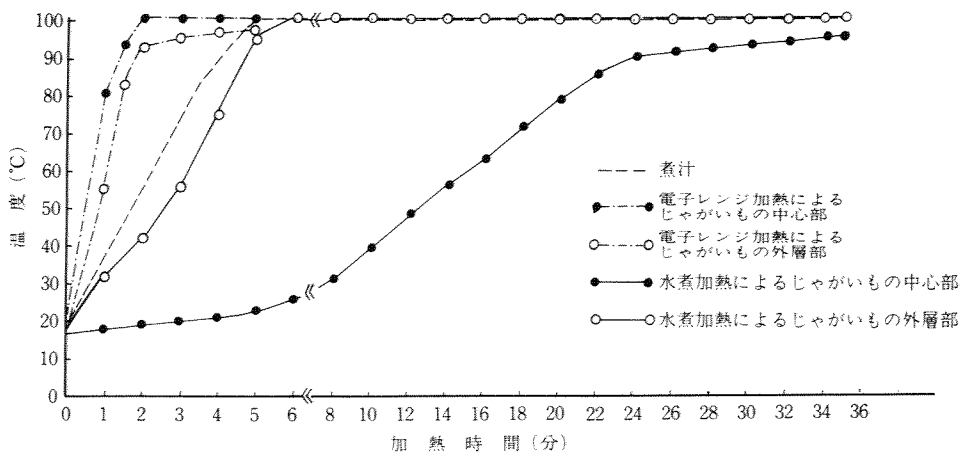


図1 加熱による煮汁およびじゃがいもの内部の温度変化

温度変化と、水煮加熱の煮汁の温度変化を図1に示した。

電子レンジ加熱した丸ごとじゃがいもの外層部と中心部の温度はいずれも加熱2分で90~100℃に達した。電子レンジ加熱では外層部よりも中心部の方が3℃とわずかであるが温度が高い傾向にあった。

一方水煮加熱では、煮汁の温度は加熱5分後に100℃に達していた。丸ごとじゃがいもの外層部の温度は、煮汁の温度上昇に1分の遅れで追従して上昇しており、加熱6分後に100℃に達した。これに対し、丸ごとじゃがいもの中心部の温度上昇は緩慢で、加熱後6分間はほとんど温度が上昇せず、その後徐々に温度が上昇したが、加熱24分後でも90℃にしか達しなかった。

2. じゃがいもにおける部位別ビタミンC含量

表1. 生じゃがいもの部位別ビタミンC含量

含量	部位	中心部	外層部
ビタミンC含量 (mg%)		14.76	12.87

じゃがいもに含まれるビタミンCの存在状態を知るために、生じゃがいもの外層部と中心部に分けビタミンCを定量した。その結果を表1に示した。

表1に示したビタミンC量は、3回の測定した平均値である。じゃがいもにも含まれるビタミンCは部位別にみると、外層部よりも中心部にわずかに多く存在していた。なお3回の実験のそれぞれの測定値いずれの場合も中心部の方が外層部よりもビタミンC含量は多い傾向にあった。

3. ビタミンCの変化に及ぼす加熱方法の影響

電子レンジ加熱と水煮加熱の違いがビタミンCの減少に及ぼす影響を丸ごとじゃがいもについて検討した。表2に、加熱後のビタミンCの変化を中心部と外層部に分けて、生じゃがいもの部位別のビタミンC含量に対する残存率で示した。

表2から明らかなように、電子レンジ加熱の丸ごとじゃがいもでは、中心部、外層部ともビタミンCの残存率は高く、99.5%、95.6%であり、若干中心部の方が残存率が高かった。一方、水煮加熱の丸ごとじゃがいもでは、中心部のビタミンCの残存率は95.7%と高いが、外層部では28.8%と極めて低く、中心部と外層部のビタミンC含量の差が著しかった。

表2. 加熱方法別の部位別ビタミンC含量

部位	加熱方法			
	含量	生	電子レンジ加熱	水煮加熱
中心部	ビタミンC含量 (mg%)	14.76	14.68	14.12
	残存率 (%)	100	99.5	95.7
外層部	ビタミンC含量 (mg%)	12.87	12.30	3.70
	残存率 (%)	100	95.6	28.8

4. ビタミンCの変化に及ぼす表面積の影響

水煮加熱において、煮汁に接する面積がビタミンCの減少度に及ぼす影響を調べる目的で切り方の違う試料の加熱後のビタミンC量と煮汁中のビタミンC量を図2に示した。じゃがいも中のビタミンC残存量および煮汁への溶出量はじゃがいもに対する重量%で示した。丸ごとじゃがい

も以外は、60 g の試料について表面積を同じく図 2 に示した。

丸ごと、角切り、薄切りのじゃがいもを水煮加熱した場合の残存量は 8.91 mg%，4.13 mg%，2.70 mg% であり、小さく切ったもののビタミン C の減少が大きかった。煮汁中への溶出量は、丸ごと、角切り、薄切りじゃがいもでそれぞれ、1.2 mg%，2.5 mg%，3.7 mg% であった。3 種類の切り方のじゃがいもの表面積は、丸ごとじゃがいもでは 1 個当たり 130 cm² で 1 g 当たり約 1.2 cm²/g であり、角切りじゃがいもでは 4.2 cm²/g であり、薄切りじゃがいもでは 9.2 cm²/g であった。表面積と煮汁への溶出量とじゃがいもへ

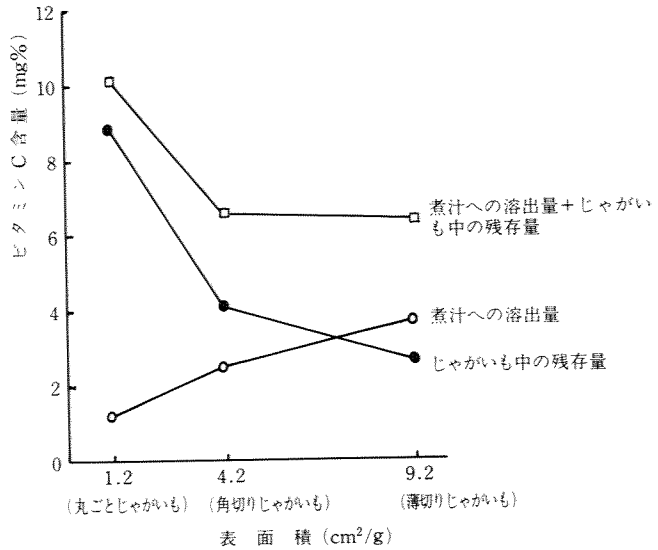


図 2 煮汁とじゃがいも中のビタミン C の変化に及ぼす表面積の影響 (水煮加熱)

の残存量の関係をみると、表面積が大きくなるに比例して煮汁への溶出量が多くなり、じゃがいもへの残存量は減少していく傾向が認められた。

IV. 考 察

じゃがいものビタミン C は存在状態を中心部と外層部に分けてみると、ビタミン C は、中心部に多く存在する傾向が認められ、他の食品では、大根やかぶなどの根菜類において、内部よりも外部の皮に近い部分にビタミン C が多く存在していることが報告されている⁽⁷⁾。

調理中のビタミン C の変化は加熱方法により著しく異っていた。すなわち、丸ごとじゃがいもの電子レンジ加熱では、中心部と外層部のビタミン C の残存率は 99.5%、95.6% と高かった。また、加熱中のじゃがいもの温度変化についてみると、中心部の方が外層部より温度がわずかに高い傾向があった。これは、電子レンジ加熱においては、食品中の水分の振動により外層部と中心部ではほとんど同時に発熱が起こるが、外層部ではじゃがいもの表面から空气中に熱が放散するために中心部よりも温度が低くなると思われる。電子レンジ加熱では加熱時間は短かく、温度上昇速度がはやい。桐淵らによれば、さつまいものビタミン C 酸化酵素は、さつまいもの中心部の温度が 60℃ を越えるほとんど失活しており、電子レンジ加熱の場合は温度上昇がはやいため酵素の失活もはやいことを認めている。本実験においても、じゃがいもの内部温度は中心部、外層部とも加熱後 1 分以内で 60℃ に達しており、従ってほとんど酵素が働く時間がなく失活したことが考えられる。なお電子レンジによる加熱ではビタミン C 以外の他の栄養素の減少も少ないことが報告されている⁽⁸⁾。

水煮加熱の場合、丸ごとじゃがいもの外層部のビタミン C の残存率は 28.8% と低く、加熱中のビタミン C の減少度が大きい。また、煮汁中へのビタミン C の溶出量は 1.2 mg% で、外層部に残存しているビタミン C は 3.7 mg% であり、これらを合わせても 4.9 mg% と生の外層部に含まれるビタミン C 量に比べても少ない。加熱中のじゃがいもの内部温度との関連でみると、外層部の

温度が60℃に達するまでの時間は約3分間と短かく、ビタミンC酸化酵素が働くための十分な時間はないと考えられ、外層部のビタミンCの減少は酸化酵素の影響よりむしろ煮汁への溶出によるものと考えられる。また、煮汁に溶出したビタミンCは、水溶液中では空気中の酸素により酸化されることから⁷⁾、加熱中に溶出したビタミンCが酸化分解されていると推察される。本実験においては、煮汁に溶出したビタミンCの測定は加熱終了後に行っており、実際に煮汁に溶出したビタミンC量は測定値よりも多いものと考えられる。

一方水煮加熱において、丸ごとじゃがいもの中心部のビタミンCの残存率は95.7%と高い。中心部の加熱時の温度変化をみると、加熱14分後に60℃に達している。先に述べたように、さつまいものビタミンC酸化酵素は60℃付近で失活しており、じゃがいもにおいても60℃に達するまでにビタミンC酸化酵素が働きビタミンCが分解されるとすると、中心部ではこの14分間に反応が起きていることになる。しかし、ビタミンCの残存率が高いことは、中心部は煮汁とも接触していないことから煮汁への溶出はなく、さらにこの調理条件ではビタミンC酸化酵素は活性化しなかったものと考えられる。

水煮加熱の場合、煮汁中へのビタミンCの溶出量とじゃがいもの表面積との関係では、表面積が大きいとビタミンCの溶出量は多くなることが明らかにされた。角切りや薄切りじゃがいもの加熱中の温度は本実験においては測定していないが、丸ごとじゃがいもの加熱中の温度変化からみても煮汁の温度変化とほぼ同様だと推察され、丸ごとじゃがいもではビタミンC酸化酵素による影響がみられなかったことから、角切りや薄切りじゃがいもの場合もビタミンC酸化酵素による減少ではなく、煮汁への溶出によるビタミンCの減少が大きいと考えられる。

以上のことをふまえて、実際の調理においてじゃがいもを加熱して食する場合のビタミンCをより有効に摂取する観点に立ってみると、次のように考えられる。じゃがいもを加熱する場合に、じゃがいものみを利用する場合と煮汁とともに利用する場合がある。じゃがいものみを利用する場合には、できるだけ大きい形（表面積を小さく）で加熱した方がよく、煮汁とともに利用する場合は、じゃがいもを小さく切って加熱しても、じゃがいも中に残存するビタミンCは少ないが煮汁中に溶出したビタミンCを利用することができ栄養摂取の面から効果的であると考えられる。本実験では皮つきのじゃがいもについては検討しなかったが、じゃがいもの加熱によるビタミンCの減少が溶出によることから、皮つきのまま加熱することは、栄養摂取の面からより効果的なものと推察される。

V. 要 約

じゃがいもの加熱によるビタミンCの減少度に及ぼす調理条件を明らかにし、加えてビタミンCの減少の原因を検索することを目的として行った。

その結果を以下に述べる。

1. じゃがいものビタミンCは外層部よりも中心部に多く存在する傾向が認められた。
2. 電子レンジ加熱では、中心部、外層部ともビタミンCの残存率は高く、ビタミンC酸化酵素は温度上昇速度がはやいために酵素作用する時間がなく失活したと考えられた。
3. 水煮加熱では、中心部のビタミンCの残存率は95.7%と高いが、外層部では28.8%と低く、外層部のビタミンCの減少の原因は、ビタミンC酸化酵素によるものでなく、煮汁中に溶出したためと考えられた。
4. 水煮加熱において、煮汁中へのビタミンCの溶出量とじゃがいもの表面積との関係では、表面積が大きいとビタミンCの溶出量が多くなることが明らかにされた。

謝 辞

本研究をまとめるにあたり、ご助言いただいた大妻女子大学政学部教授吉松藤子先生、お茶の水女子大学家政学部助教授島田淳子先生に深謝いたします。また、本実験に協力された遠藤富美子氏に感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) 科学技術庁資源調査会編 四訂日本食品標準成分表 大蔵省印刷局 (1983)
- (2) 郷千枝子：大阪市立生活科学研究所報告, 18 44 (1950)
- (3) 久保田紀久枝, 桐淵壽子：家政学雑誌 vol. 29 No. 3 (1978)
- (4) 桐淵壽子, 川嶋かほる：家政学雑誌 vol. 30 No. 3 (1979)
- (5) 元山 正：調理科学ノート, 第一出版株式会社 (1974)
- (6) 永原太郎, 岩尾裕之, 久保彰治：「食品分析法」柴田書店 (1976)
- (7) 森本喜代, 足利千恵, 林 淳三：「調理とビタミン」建帛社 (1971)
- (8) S.Y. CHUNG, C.V. MORR and J.J. JEN Journal of Food Science Vol. 46 272-273 (1981)