

電子レンジ加熱調理による野菜類の ビタミンC含量の変化

Changes of Vitamin C Contents in Vegetables
by Electronic Range Cooking

長 島 和 子
Kazuko Nagashima

緒 言

近年、エネルギーは世界的に大きな問題となっており、特にエネルギー資源の大部分を海外に依存しているわが国においては、省エネルギーは日常生活においても考えられねばならない重要な課題である。エネルギー節約の立場から食生活を再考してみると、まず加熱調理に用いられる熱源の問題がある。

現在家庭に普及してきている電子レンジは従来の加熱方法とは異なり、マイクロ波がその熱源として食品を内部から加熱するために熱効率が高く、食品は短時間に調理され、省エネルギーという点からは非常に合理的なものである。

電子レンジの各種食品の調理性については、特にでんぷんの α 化や老化を中心に多くの研究が行われているが¹⁻⁷⁾、加熱調理によって最も影響を受けやすいビタミンCが、従来の加熱方法と比較してどのように変化するかを検討したものは少ない^{8, 9)}。そこで数種の野菜類について、電子レンジ加熱によるビタミンC含量の変化を、従来の加熱方法と比較検討したので、その結果を報告する。

実験方法

(1) 試 料

生および冷凍の野菜類は、すべて市販品を使用した。試料の採取は、個体差、部位差の影響をできるだけ少なくするように考慮して、次のように行った。じゃがいもは、まずほぼ同じ大きさのものを2個選び、1個はたて割りにし、他は横割りにして、中心部より生の試料を採取した後、残りを加熱調理した。次にそれをはじめの切口に平行に2分し、ほぼ中心部より加熱調理後の試料を採取した。さつまいもは、1個のさつまいもを等間隔に横に四つに分割し、3ヶ所の切口から生の試料を採取し、両端を除去した。つぎに残りの2片をたてに2分して、それぞれの方法により加熱調理後、その片の中心部より試料を採取した。ほうれん草は、150gを加熱調理後、水中に3分放冷し、そのうちの1株より、根に近い部分、葉の部分およびそれらの中間部よりそれぞれ試料を採取した。生の試料についても同様に採取した。冷凍かぼちゃは、北海道産くりかぼちゃ4パック分(2kg)の中より、なるべく同じ大きさの片をそれぞれ10個選び加熱調理後、すべて片の中央にそった部分を採取して試料とした。生の試料についても同様に行った。冷凍枝豆は、台湾産冷凍枝豆を使用し、さやつきのまま100gをそれぞれ加熱調理後、1さや分を1試料としてさやを除いて使用した。

(2) 加熱条件

蒸し加熱ではアルマイト製蒸し器を、「ゆでる」加熱ではアルマイト製鍋を使用した。電子レンジ加熱ではナショナル電子レンジNE-6310型（出力600W）を使用し、試料はすべてラップに包んで加熱した。また培焼加熱ではナショナル電気自動オーブン（800W）を使用した。加熱時間は、電子レンジ加熱では予備実験の結果より、電子レンジ使用説明書に準じて設定し、他の場合は試料が丁度食べごろと感じられる加熱時間とした。

(3) ビタミンCの定量

試料液の調製は次のように行った。すなわち総ビタミンCとして1～2mgを含むと思われる量を精秤し、同量の10%メタリン酸を加えて、ホモゲナイザー（日本精機製作所製HA型）で冷却しながら1分間磨砕後、5%メタリン酸により100mlにメスアップし、濾過または遠心分離を行って試料液とした。加熱処理したものについては、加熱操作中の水分蒸発量を考慮して補正を行った。ビタミンCの定量は小川ら¹⁰⁾のフェニルヒドラジン法により、総ビタミンCおよび酸化型ビタミンCとして測定した。還元型ビタミンCは両者の差から求めた。なお測定に使用した分光光度計は日立101型である。

実験結果

1. 生の野菜の加熱調理によるビタミンC含量の変化

試料としては相当量のビタミンCを含有し、かつでんぷんを含むために従来の方法ではかなり長時間の加熱を必要とするじゃがいもおよびさつまいもと、加熱調理によるビタミンCの損失が著しいほうれん草をとりあげた。これらの野菜の電子レンジ加熱および他の方法による加熱を行った際のビタミンC含量の変化は、表1～3に示すとおりである。

表1 ジャガイモの加熱調理によるビタミンC含量の変化

加熱方法および加熱時間	実験 1				実験 2			
	還元型* VC mg%	酸化型* VC mg%	総VC* mg%	総VC 残存率 %	還元型* VC mg%	酸化型* VC mg%	総VC* mg%	総VC 残存率 %
	電子レンジ加熱 ¹⁾ 0分 4分20秒	6.4 5.3	1.8 1.6	8.2 6.9	100 84	8.2 6.1	2.4 1.8	10.6 7.9
「ゆでる」加熱 ²⁾ 0分 30分	4.4 6.0	2.4 0.5	6.8 6.5	100 96	6.6 7.8	3.5 0.9	10.1 8.7	100 86
蒸し加熱 ³⁾ 0分 20分	6.9 6.3	2.2 0.8	9.1 7.1	100 78	6.3 6.6	2.6 1.2	8.9 7.8	100 88
培焼加熱 ⁴⁾ 0分 30分	8.4 4.8	1.7 1.5	10.1 6.3	100 62	5.7 3.7	1.6 0.6	7.3 4.3	100 58

加熱処理時の試料の総重量は、1) 230g 2) 200g 3) 160g 4) 140g である。

*表中の0分の数値はじゃがいもの中心部の測定値、加熱後の数値は2試料の平均値である。

電子レンジ加熱調理による野菜類のビタミンC含量の変化

表2 さつまいもの加熱調理によるビタミンC含量の変化

加熱方法および加熱時間	実験 1				実験 2				実験 3			
	還元型* VC mg%	酸化型* VC mg%	総VC* mg%	総VC 残存率 %	還元型* VC mg%	酸化型* VC mg%	総VC* mg%	総VC 残存率 %	還元型* VC mg%	酸化型* VC mg%	総VC* mg%	総VC 残存率 %
未処理(生)	16.2	25.3	41.5	100	21.0	20.9	41.9	100	15.7	23.1	38.8	100
電子レンジ加熱 2分20秒	29.4	7.2	36.6	88	31.3	4.9	36.2	86	24.6	4.2	28.8	74
蒸し加熱 16分	25.7	5.6	31.3	75	31.6	4.0	35.6	85	22.8	4.1	26.9	69

同一個体より未処理、電子レンジ加熱、蒸し加熱の試料を採取した。加熱処理時の総重量は各150gである。
*表中の未処理の数値は3試料の平均値、加熱後の数値は2試料の平均値である。

表3 ほうれん草の加熱調理によるビタミンC含量の変化

加熱方法および加熱時間	還元型* VC mg%	酸化型* VC mg%	総VC* mg%	総VC 残存率 %
未処理(生)	36.4	1.6	38.0	100
電子レンジ加熱 1分30秒	34.6	0.7	35.3	93
「ゆでる」加熱 2分	15.8	0.3	16.1	42

加熱処理時の総重量は各150gである。
*表中の数値はすべて3試料の平均値である。

じゃがいもの加熱調理では、総ビタミンCの残存率は、「ゆでる」加熱が最も高く平均91%であり、ついで蒸し加熱83%、電子レンジ加熱80%で、培焼加熱は60%であった。また酸化型ビタミンCの総ビタミンCに対する割合は、生のじゃがいもでは17~35%の範囲にあり平均すると26%であった。加熱調理後は「ゆでる」加熱、蒸し加熱においては減少しそれぞれ9%、13%となり、電子レンジ加熱および培焼加熱では殆ど変化しなかった。

さつまいもについては、総ビタミンCの残存率は電子レンジ加熱で83%、蒸し加熱では76%であり、わずかに電子レンジ加熱が高い傾向を示した。また酸化型ビタミンCの総ビタミンCに対する割合は、生のさつまいもでは50~60%と高い値を示したが、加熱調理後は著しく減少して14~15%となり、電子レンジ加熱と蒸し加熱の加熱法による違いはほとんど認められなかった。

ほうれん草については、総ビタミンCの残存率は電子レンジ加熱で93%、従来の「ゆでる」加熱では42%であり著しい差が認められた。酸化型ビタミンCの総ビタミンCに対する割合は、生のほうれん草では4%、電子レンジ加熱および「ゆでる」加熱で2%であり、加熱調理により減少傾向を示した。

2. 冷凍野菜の加熱調理によるビタミンC含量の変化

冷凍野菜としては相当量のビタミンCを含有し、かつ広範囲に利用されている冷凍かぼちゃと冷凍枝豆を試料とした。

冷凍かぼちゃおよび冷凍枝豆の電子レンジ加熱および他の方法による加熱を行った際のビタミンC含量の変化は、表4に示すとおりである。

表4 冷凍かぼちゃおよび冷凍枝豆の加熱調理によるビタミンC含量の変化

加熱方法および加熱時間		還元型** VC mg%	酸化型** VC mg%	総VC** mg%	総VC 残存率 %
冷 凍 かぼ ちゃ	未 処 理 (冷凍*)	15.2	9.6	24.8	100
	電子レンジ加熱 ¹⁾ 4分40秒	21.4	1.4	22.8	92
	蒸 し 加 熱 ²⁾ 17分	17.1	2.2	19.3	78
冷 凍 枝 豆	未 処 理 (冷凍*)	21.7	1.1	22.8	100
	電子レンジ加熱 ³⁾ 2分	21.6	1.2	22.8	100
	「ゆでる」加熱 ⁴⁾ 10分	19.6	1.8	21.4	94

加熱処理時の総重量は、1) 225g 2) 390g 3) 100g 4) 100gである。

* 試料調製中に自然解凍したものを測定した。

** 表中の数値は、冷凍かぼちゃでは10試料の平均値、冷凍枝豆では5試料の平均値である。

冷凍かぼちゃでは、電子レンジ加熱による総ビタミンCの残存率は92%であり、蒸し加熱では78%であった。酸化型ビタミンCの総ビタミンCに対する割合は、冷凍かぼちゃで39%、電子レンジ加熱後は6.1%、蒸し加熱後は11.4%であり、電子レンジ加熱で最も低い割合を示した。

冷凍枝豆では、電子レンジ加熱によるビタミンCの損失は全く認められず、「ゆでる」加熱においても総ビタミンCの残存率は94%であった。酸化型ビタミンCの総ビタミンCに対する割合は、電子レンジ加熱では冷凍のものと同程度変らず約5%であり、「ゆでる」加熱でわずかに増加する傾向が認められた。

考 察

野菜を生から加熱する場合、ほうれん草については、電子レンジ加熱は従来の「ゆでる」加熱に比較して、総ビタミンCの残存率が著しく高い結果が得られた。一般に「ゆでる」加熱を行うには、あらかじめ相当量の水を沸騰させねばならないが、電子レンジ加熱では直接食品中に含有されている水分により調理されるためにその必要がなく、それだけエネルギーは節約されることになる。また「ゆでる」加熱には、ほうれん草に含まれる“あく”を除去する目的も

あるが、電子レンジ加熱では照射後ほうれん草を水に放冷することによりあく抜きが行われるために、その点についても問題はないと考えられる。

じゃがいもについては、電子レンジ加熱は総ビタミンC残存率では必ずしも最も高い値を示してはいないが、調理時間、消費エネルギー量、味覚なども考慮して総合的に判断した場合には、評価できるのではないかと考えられる。すなわち電子レンジ加熱は、「ゆでる」加熱や培焼加熱の7分の1の時間で調理可能であり、電力消費量は培焼加熱の約5分の1であるにもかかわらず、総ビタミンC残存率は約80%で、「ゆでる」加熱の89%、培焼加熱の132%に相当しており、かなり高い値を示している。また味覚的にも、電子レンジ加熱は、焦げめがつくことにより独特の風味が生ずる培焼加熱にはおよばないが、「ゆでる」加熱や蒸し加熱に比較して水分の蒸発が適当に行われるために、すぐれた結果が得られている。

さつまいもについては、電子レンジ加熱は総ビタミンCの残存率では蒸し加熱よりは高い値を示し、時間的にも蒸し加熱の約7分の1の時間で調理可能であったが、じゃがいもと異なり味覚の点で問題があると考えられる。すでに報告されているように^{1, 4, 6)}、さつまいもの加熱においては蒸し加熱やオーブン加熱では加熱時間が長く、さつまいもの内部温度の上昇がゆるやかであるために、 β -アミラーゼが十分に作用して還元糖が多量に生成して甘味を呈するが、電子レンジ加熱では加熱時間が短かく、さつまいもの内部温度の上昇も急激であり、 β -アミラーゼは速やかに失活して還元糖の生成が少なくほとんど甘味を呈さない。本来、食べものはおいしく食べられるべきであり、さつまいもに関しては甘味が期待されていることから、さつまいもの電子レンジ加熱はその期待を裏切る結果となり不適當であろうと考えられる。

冷凍野菜の加熱調理に関しては、電子レンジ加熱を行った際の総ビタミンCの残存率は非常に高く、冷凍枝豆では全く損失は認められなかった。冷凍かぼちゃにおいても電子レンジ加熱による総ビタミンCの残存率は92%であり、蒸し加熱の78%に比較してかなり高い値を示した。実験に供した野菜の種類が少ないために断言することはできないが、冷凍野菜を電子レンジで加熱調理することは、ビタミンCの残存率の点からも、またエネルギー節約の点からも合理的であるといえるのではなかろうか。

一般に電子レンジ加熱をした場合に、ビタミンCの残存率が高い理由としては、食品の急速な内部温度の上昇により短時間にビタミンC酸化酵素が失活し、その結果ビタミンCの酸化分解がおこらないことが考えられるが、桐洸ら¹¹⁾はさつまいもを使ってそのことを実証している。本実験の結果からも、加熱調理による酸化型ビタミンCの増加はほとんど認められず、さつまいも以外の野菜においても同様の理由によりビタミンCの残存率が高いことが推察される。

またじゃがいも、さつまいも、冷凍かぼちゃでは、生または冷凍の試料中の酸化型ビタミンCの総ビタミンCに対する割合が高く、加熱処理により酸化型ビタミンCが減少し、還元型ビタミンCが増加する傾向が認められたが、その理由については現在明らかではなく、今後検討していく予定である。

要 約

数種類の野菜について、電子レンジ加熱によるビタミンC含量の変化を、従来の加熱方法と比較検討した。

1) 野菜の生からの電子レンジ加熱調理では、ほうれん草の総ビタミンC残存率が最も高く93%であり、従来の「ゆでる」加熱の2倍以上であった。

2) じゃがいもの電子レンジ加熱は、総ビタミンC残存率は80%で、「ゆでる」加熱よりも約

10%低い値であったが、「ゆでる」加熱の7分の1の時間で調理可能であり、味覚的にもすぐれていた。

3) さつまいもでは、蒸し加熱よりも電子レンジ加熱が高い総ビタミンC残存率を示したが、味覚的には蒸し加熱におよばなかった。

4) 冷凍野菜の電子レンジ加熱では、ビタミンCの損失は非常に少なく、総ビタミンC残存率は冷凍枝豆では100%、冷凍かぼちゃで92%であった。

終わりにあたり、実験に協力された柴崎益子氏に感謝します。また、この研究の一部はトヨタ財団の研究助成金により行ったことを記して感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 松元文子, 平山静子, 大竹蓉子, 家政誌, 16, 284 (1965)
- 2) 戸田裕子, 渋谷祥子, 家政誌, 21, 371 (1970)
- 3) 曾根喜和子, 新谷寿美子, 山崎清子, 家政誌, 23, 464 (1972)
- 4) 越智明美, 向井由紀子, 吉澤優子, 橋本慶子, 長谷川千鶴, 家政学研究, 21, 161 (1974)
- 5) 平山静子, 家政誌, 26, 97 (1975)
- 6) 桐渕壽子, 久保田紀久枝, 家政誌, 27, 418 (1976)
- 7) 内島幸江, 栗原泰子, 家政誌, 28, 95 (1977)
- 8) 久保田紀久枝, 桐渕壽子, 家政誌, 29, 144 (1978)
- 9) 森本喜代, 国立栄養研究所研究報告, 昭和41年度 51~52 (1966)
- 10) 小川俊太郎, 平岡栄一, ビタミン, 10, 125 (1956)
- 11) 桐渕壽子, 川嶋かほる, 家政誌, 30, 217 (1979)