

加熱調理に伴うジャガイモのビタミンC含量の変化

Changes in Vitamin C Content of Potatoes during Cooking

土 屋 律 子
Ritsuko TSUCHIYA

I はじめに

北海道はジャガイモの生産量、作付面積ともに日本一である。しかもおいしく、北海道の特産物として誇れる農産物である。貯蔵性に富むため秋に収穫されたジャガイモは、一年中食べられ、また和・洋・中、どの料理にも使われている。近年多くの品種が出回り、その特徴を生かしてジャガイモを使い分ける家庭も多い。デンプンを主成分とし、その他カリウム、リジンそしてビタミンCが多いのが特徴である。ジャガイモのビタミンCは加熱調理しても野菜類に比べて損失が少なく、一回に食べる量も多いため大切なビタミンC供給源となっている。

ここでは、加熱調理によるジャガイモのビタミンC含量の変化について若干の検討を行ったので報告する。

II 実験方法

1. 実験試料

試料としたジャガイモは次の3か所から購入した。江別市篠津で8月17, 18日に収穫した男爵, メーカーイン, キタアカリを江別農協から購入した。9月中, 下旬に収穫した男爵, ベニアカリ, インカのみぎめ, ユキラシャを江別市江別太の杉本農産から, また同時期に収穫したメーカーイン, キタアカリを長沼町の仲野農園から購入した。購入後は, 黒いビニール袋に, 二重に入れ, 7℃で保存した。

2. 実験方法

1. デンプン価の測定方法

貯蔵したジャガイモを室温に戻し, 洗浄, 乾燥後, 空中重と水中重を測定して比重(1)を求めた後, 式(2)によりデンプン価 (%) ¹⁾ を求めた。

$$r = A / (A - a) \quad (1)$$

r : 比重, A : 空中重(g), a = 水中重(g)

$$S = (r - 1.050) \times 214.5 + 7.5 \quad (2)$$

S : デンプン価(%)

2. 加熱調理操作方法

各品種の中で、デンプン価の近い値をもつ3個体を試料とした。皮付きのまま放射状に1片、28~30gに切断し、1個体当たり4片を得た。3個体から得た3片を1品種グループとし、「生」および「ゆで」「電子レンジ」「蒸し」の加熱操作に使用した。予備実験により最適加熱時間および方法を次のように設定した。

ゆで加熱は、500ml容のビーカーを用い、試料重量の約2倍量のイオン交換水を加え、時計皿でふたをし、炎がビーカーの底全面にあたるようガスコンロの火力を調節し、約10分後の沸騰からは、細かな泡が出る程度の弱火にし、8分間加熱を続けた。ざるにあげ水気を切り、室温に戻した。

電子レンジ加熱は、試料をゆるくラップフィルムで包み皿にのせ、電子レンジ（ナショナル電子レンジNE-AT70）で50秒間加熱後、上下を返し再び50秒間加熱した。そのままあら熱を取り、ラップフィルムをはずし室温に戻した。

蒸し加熱は、予め沸騰した中華蒸し器に敷いたオープンシートにのせ、17分間強火で蒸した後、取り出し室温に戻した。

室温に戻した各試料は、ラップフィルムで包み冷蔵庫で保存し、その日のうちに実験に供した。水分、ビタミンCの定量実験には、皮および表面から約1mmをとり除き、内部を用いた。

3. 水分含量の測定

水分含量は赤外線水分計（ケット科学研究所(株)製FD-100型）を用い、105℃で測定した。

4. ビタミンCの定量

試料間の片寄りをなくすために、1品種グループの3片からほぼ同量ずつ採取し、3~4g秤量し用いた。ビタミンCの定量は、五訂食品成分表分析マニュアル²⁾に基づき、2,4-ジニトロフェニルヒドラジン（DNP）法で測定した。即ち、試料を乳鉢に秤り取り、5%メタリン酸溶液と海砂を加え磨砕抽出した後、50mlに定容し遠心分離（3000r.p.m, 10分間）、ろ過した。ろ液1mlを共栓付試験管にとり、5%メタリン酸1mlを加え、インドフェノール溶液を滴下後、2%チオ尿素-メタリン酸溶液2ml、2%2,4-ジニトロフェニルヒドラジン-9N硫酸溶液0.5mlを加え、攪拌した。50℃温浴中で1.5時間加温し、オサゾンを生じた後、水冷し室温に戻した。酢酸エチル2mlを加え、1時間振とうし酢酸エチル層に転溶させた。下層部を除き、無水硫酸ナトリウムで脱水後、試験溶液とした。なお、試薬は特級品を用いた。

総ビタミンC、すなわち「アスコルビン酸+デヒドロアスコルビン酸+ジケトグルン酸」量の定量は、島津製高速液体クロマトグラフィ（HPLC）を用いた。分析条件は次の通りである。カラム：CLC-NH₂（M）15CM，検出器：UV-VIS 検出器 SPD-10AVP（波長495nm），移動相：酢酸/ヘキサン/酢酸エチル=1：4：5（V/V），1.0ml/min.，40℃で

分析した。また、データ処理には島津クロマトパック C-R8A を用いた。なお、酢酸エチル、n-ヘキサンは残留農薬試験用を、酢酸は特級品を用いた。

なお、「デヒドロアスコルビン酸+ジケトグルン酸」を測定する^{3,4)}際は、上記のビタミンC定量操作から、酸化剤であるインドフェノール溶液の操作を除いて、他は同様に操作し求めた。

アスコルビン酸標準溶液 (1, 2, 5 mg/100ml) を用いて作成した検量線から、試料溶液の濃度を求め、試料100 g中のmg量に換算した。結果は「アスコルビン酸+デヒドロアスコルビン酸+ジケトグルン酸」量を「総ビタミンC (総VC)」量、「デヒドロアスコルビン酸+ジケトグルン酸」量を「酸化型ビタミンC (酸化型VC)」量とし、両者の差を「アスコルビン酸 (AsA)」量として表わした。

Ⅲ 実験結果および考察

1. 総ビタミンC量および貯蔵に伴う総ビタミンC量の変化

江別農協から8月に購入したジャガイモ、男爵、メイクイン、キタアカリからそれぞれ2個ずつを試料とし総VC、水分量を測定し、平均した値を図1に示した。

同一品種の2個体間で大きな差は見られなかった。キタアカリは、男爵、メイクインとならび最近、

売られている品種である。これはシストセンチュウ抵抗性品種⁵⁾として男爵と「ツニカ」の交配から生まれ、肉質が黄色く、総VC量が多いことで知られている。図1に示したように、男爵、メイクインに比べ総VC量が2倍近く含まれている。食品成分表⁶⁾に掲載の総VC量、35mg/100gよりキタアカリは高値を示したが、他の2種は低かった。水分量は成分表が示す79.8%よりは低く、3品種とも、76~78%であった。この測定は、収穫から7~10日後に行った結果である。

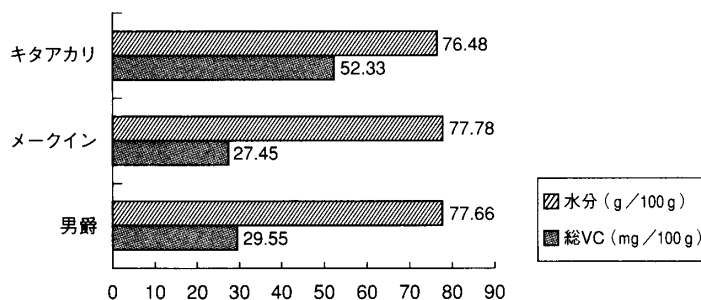


図1 男爵・メイクイン・キタアカリ (収穫後約1週間)の総VC量・水分量一生一

表1 ジャガイモのデンプン価

図2~5は、9月、10月に購入したジャガイモ6品種についての実験結果を示した。上記の男爵、メイクイン、キタアカリにくわえ、インカのめざめ、ベニアカリ、ユキラシャを試料とした。インカのめざめはアンデス地方の小粒種の改良品で栗のような風味を持ち肉

品 種	平均重量(g)	デンプン価(%)
男爵	121.80	17.08
メイクイン	168.63	12.79
キタアカリ	155.50	17.38
インカのめざめ	165.19	19.19
ベニアカリ	112.36	21.44
ユキラシャ	135.20	17.44

質が黄色い。小粒なほどおいしいが今回は個体が160 g程度のものを用いた。ベニアカリは皮が紅く、肉質は白い。デンプン含量が多い。ユキラシャは貯蔵性に優れた品種で、常温で1月、低温保存であれば6月まで芽が出ないといわれている。

これら試料の平均重量およびデンプン価を表1に示した。デンプン価はベニアカリ、インカのめざめが高く、男爵、ユキラシャ、キタアカリが中間、メイクインは低い、一般的な傾向を示した。同一品種でも、デンプン含量¹⁾は、産地の気象や栽培条件により変動し、また生育特性上、個々のばらつきも生じ、食品加工メーカーから製品品質のため安定化が求められている。同一品種内ではデンプン価²⁾が高いほど煮崩れの程度が高く、調理後の黒変も大きい。また、同一個体の部位によってもデンプン価は異なり、また物性との関連も報告されている。

今回の男爵は、デンプン価が17.08%と高いほうである。粉ふきいもやふかしいも¹⁾はデンプン価の高い方がほくほくするが、電子レンジ加熱のような水の供給がない調理では硬くなってしまふ。ビタミンC含量⁴⁾は、品種によって

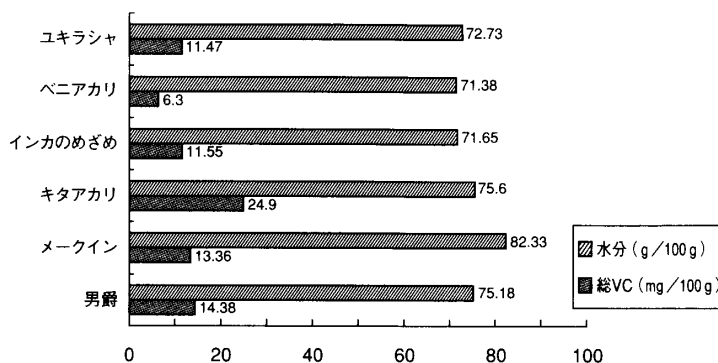


図2 各種ジャガイモ(収穫後約3ヶ月)の総VC量・水分量 一生一

り、個体重量とともに株内変異が見られるようである。

この6品種のジャガイモに含まれる総VC、水分量を図2に示した。男爵、メイクイン、キタアカリは栽培地が異なるものの、3品種とも図1に示した総VC量の50%以下となっている。これは、収穫後約3ヶ月経過した実験であることが大きな理由と推測できる。大羽ら^{8,9)}によるジャガイモの冷却貯蔵に伴う総VC量の変化をみた実験結果においても、同様な結果が報告されている。それによるとキタアカリ、男爵を含む7品種のジャガイモを4℃で貯蔵すると、最初の1ヶ月で、いずれも顕著に減少し、3ヶ月後には収穫直後の1/2~1/3量になっている。この減少率は、15℃に貯蔵したほうが、4℃に貯蔵した場合より小さい。このように総VC量が急激に減少し、低い状態になるとVC合成酵素 (GLDHase) 活性が高まる、これは生体内のVC量を一定に保持するように調節されていることを示すとしている。したがって、図2に示したインカのめざめ、ベニアカリ、ユキラシャの総VC量も収穫後よりも減少した量と推測される。ジャガイモをスライスして20℃、25℃に2日間放置するとジャガイモにはアスコルビン酸オキシダーゼ (AAO) 活性がないため、総VC量が114%に増加したとの報告¹⁰⁾もある。

水分量は、メイクインがやや多いものの大きな差は見られず、低温貯蔵においても、水分量の変化はほとんど見られない¹¹⁾ようである。

2. 加熱調理操作に伴う総ビタミンC含量の変化

次に3種類の加熱操作による総VC量の変化を図3,4,5に示した。

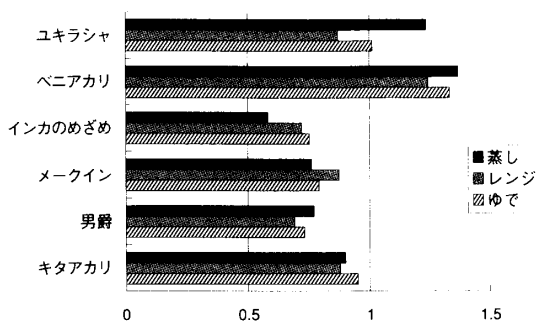


図3 加熱調理後の総VC量の比較
—生を1として—

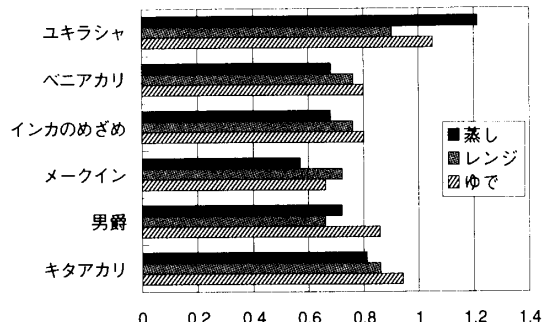


図4 加熱調理後の総VC量(固形分中)の比較
—生を1として—

図3は、生のジャガイモ100g中の総VCを1とし、各加熱操作後のジャガイモ100g中の含有量と比較したものである。ベニアカリの蒸し、ゆで、レンジ加熱が生生の1.37、1.33、1.24倍に、ユキラシャの蒸し、ゆで加熱が1.21、1.05倍と生に比べ増加している。家庭でよく利用されるキタアカリ、メークイン、男爵の各加熱による総VC残存率は生の76~95%となっている。加熱操作法により水分含量の変化率が異なるため、水分を除いた固形分中の総VC量を、同様の生の状態と比較し、図4に示した。6品種の中ではユキラシャの蒸し、ゆで加熱後は生の1.21、1.05倍と増加している。残存率が80%以上と高い値を示したのは、メークインを除く5品種のゆで加熱と、キタアカリの3加熱法である。しかし、図3、4から加熱操作法と総VC残存率との関連は、つかめなかった。しかし、大羽の報告¹²⁾によると、総VC残存率は、電子レンジ加熱が最も高く(96%)、次いで蒸し加熱(67%)、オープン加熱(62%)、ゆで加熱が最も低い(28%)となっている。

図5は、生および各加熱操作後の総VC量を「酸化型ビタミンC(酸化型VC)」量と、「アスコルビン酸(AsA)」量として示した。図3で、ベニアカリ、ユキラシャの総VC量が加熱操作により増加、キタアカリは減少傾向を示していたが、図5に示すように今回の6品種の中でキタ

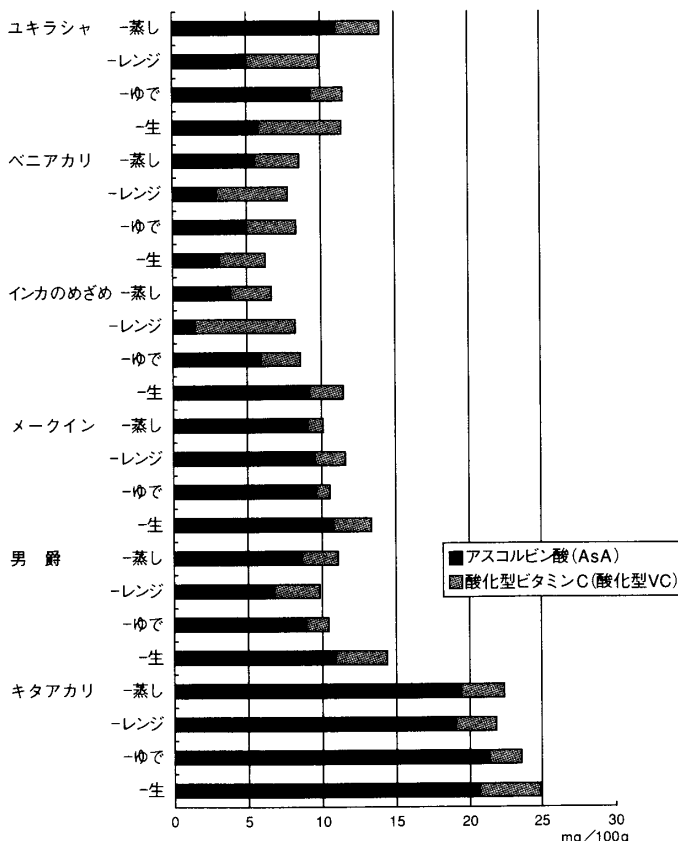


図5 加熱調理後のアスコルビン酸(AsA)量および酸化型ビタミンC(酸化型VC)量

アカリは、加熱後においても他品種より総VC量が多くなっている。図5から各加熱操作によつて酸化型VCの割合を見ると、どの品種においてもレンジ加熱が最も高く平均約42%、次いでベニアカリ以外の蒸し加熱が平均約15%となっている。すなわち、3つの操作の中ではゆで加熱法がアスコルビン酸(AsA)残存率が平均約21%と最も高い。品種別に見ると、インカのめざめ、ベニアカリ、ユキラシャは加熱による酸化型VCの割合が全般に高い。よく利用している男爵、メイクイン、キタアカリの3品種ではレンジ加熱が他の加熱法より酸化型VCの割合が高いものの平均21%、ゆで加熱で11%程度となっている。

レンジ加熱は、他に比べ調理加熱時間が短くすむものの、抗酸化活性など種々の生体調節機能をもつアスコルビン酸(AsA)の酸化分解が進むと考えられる。

今回の実験で、キタアカリ、メイクイン、男爵の総VC量が、貯蔵期間が長いと減少する傾向が見られたが、同時に酸化型VCの割合もキタアカリが13%から17%に、メイクインは10%から19%に、男爵は10%から24%と増加していた。

IV ま と め

- (1) 男爵、メイクイン、キタアカリの収穫後約7から10日後の総VC量は、キタアカリが最も高く52mg/100g、次いで男爵、メイクインの30mg、27mg/100gであった。栽培地が異なるが、それぞれ同品種のジャガイモの約3ヵ月後の総VC量は、50%以下となり、また酸化型VCの割合が高くなっていた。水分含量は、メイクインがやや高いものの、その他は71~78%と品種、貯蔵期間による変化は見られなかった。
- (2) 男爵、メイクイン、キタアカリ、インカのめざめ、ベニアカリ、ユキラシャのデンプン価はベニアカリ、インカのめざめが約20%と高く、次いでユキラシャ、キタアカリ、男爵が約17%、メイクインが約13%と低い。
- (3) 最適加熱時間で蒸し、電子レンジ、ゆで加熱した後の総VC残存率を比較、検討したが、品種によって異なり、関連性は見られなかったが、ベニアカリ、ユキラシャの蒸し、ゆで加熱が生より高い総VC量を示した。しかし、総VC量に占める酸化型VCの割合は、電子レンジ加熱で最も高く、次いで、蒸し、ゆで加熱となっている。短時間で加熱調理できる電子レンジではあるが、抗酸化活性など種々の生体調節機能をもつアスコルビン酸の酸化分解が最も進んだ結果となった。

今後も、ジャガイモの貯蔵状態や、加熱条件によるアスコルビン酸量の変化について検討を続ける。また、加熱操作による、テクスチャーの違いについても検討し、栄養面、調理面から望ましいジャガイモ料理を求めたい。

参考文献

- 1) 小宮山誠一, 目黒孝司, 加藤淳, 山本愛子, 山口敦子, 吉田真弓: ジャガイモのデンプン含量が調理特性に及ぼす影響, 日本調理科学会誌, **35**, 336-342 (2002)
- 2) 科学技術庁資源調査会食品成分部会編: 五訂食品成分表分析マニュアル, 樹林房, 1997
- 3) 日本食品科学工学会 新・食品分析法編集委員会編: 新・食品分析法, 光琳, 1996
- 4) 石渡仁子, 高村仁知, 的場輝佳: 市販飲料の DPPH ラジカル捕捉活性, 日本調理科学会誌, **33**, 483-493 (2000)
- 5) 津志田藤二郎他: 地域農産物の品質の機能性成分総覧, 351-366, サイエンスフォーラム (2000)
- 6) 第一出版編集部編: 五訂食品成分表, 第一出版, 2001
- 7) 小原明子, 小林晃, 遠藤千絵, 山内宏昭, 森元幸: バレイショの澱粉価と煮崩れの関係, 育種・作物学会北海道談話会会報, **38**, 34-35 (1997)
- 8) 大羽和子, 山本淳子, 舟橋由美, 小原明子, 石井現相, 梅村芳樹: ジャガイモ塊茎の生育および冷却貯蔵に伴うビタミンCおよびその合成酵素活性の変化, 日本調理科学会誌, **32**, 102-108 (1999)
- 9) 大羽和子, 山本淳子, 小原明子, 石井現相, 梅村芳樹: ジャガイモ塊茎のビタミンC含量およびその合成酵素活性に及ぼす貯蔵温度の影響, 日本食品科学工学会誌, **45**, 510-513 (1998)
- 10) 大羽和子: 野菜の切断・放置・生食調理に伴うビタミンC量およびアスコルビン酸オキシダーゼ活性の変化, 日本家政学会誌, **41**, 715-721 (1990)
- 11) 林一也, 鈴木敦子, 津久井重紀夫, 高松直, 内藤功一, 岡田亨, 森元幸, 梅村芳樹: 新品種カラーポテトのアントシアニン, ビタミンC, 食物繊維, スクロースについて, 日本家政学会誌, **48**, 589-596 (1997)
- 12) 大羽和子: 貯蔵, 切断および加熱調理に伴うジャガイモのビタミンC量含量の変化, 日本家政学会誌, **39**, 1051-1057 (1988)