

論文要旨

論文題目 真空調理における加熱操作が植物性食品の栄養成分および物性に及ぼす影響

氏 名 中嶋 名菜

一般に、高齢者は筋力の低下や唾液分泌量の低下など身体的変化に伴って食べにくい食物が増加し、エネルギー摂取量の減少、野菜、果物の摂取量減少による食物繊維やビタミンCの摂取量減少が報告されている。高齢者にとって、食生活を充実させることは身体機能の低下を予防し、健康寿命を延ばし、高齢者の自立した生活につながると報告されている。

真空調理は、食材を調味液とともに真空包装後、加熱調理を行いチルド保存することから、栄養損失が少なく、衛生的で保存性もよく計画生産に適した調理法とされている。また調理時間や加熱温度の管理が容易であり、高齢者や嚥下困難者に適した料理を容易に提供することができ、単身世帯高齢者や咀嚼能力低下者の低栄養問題を予防する一助になると考えられる。

しかし、給食施設における真空調理の導入率は極めて低い。真空調理に関する既報では、いずれも、機能性成分、色において真空調理が通常調理 (Boil) に比べ、より保持が高いという結果である。しかしながら、日本における報告例は少なく、理論的な裏付けがまだなされてい

ない。また、物性については、2009年に厚生労働省から硬さ、付着性、凝集性を指標とする「えん下困難者用食品」の許可基準が示されて間もないことから、硬さは検討されているが、付着性、凝集性を含めて検討している研究は少ない。

そこで本研究では、嚥下に配慮した栄養素等の効率的摂取への真空調理の有用性について評価することを目的に、真空調理における加熱操作が植物性食品の栄養成分および物性（硬さ・付着性・凝集性）に及ぼす影響について検討した。

まず第1章では、真空調理における加熱操作が植物性食品の栄養成分に及ぼす影響について検討した。対象は、ジャガイモ (*Solanum tuberosum* L.) ならびにブロッコリー (*Brassica oleracea* var. *italica*) とした。

ジャガイモを対象とした理由は、主食となるイモ類では世界中でもっとも生産量が多い食材で、1年を通して食されているからである。また、ビタミンCが多く含まれ、一度に食する量も多いことから、ビタミンCの給源として有用である。しかしながら、ジャガイモの加熱調理における品種間差をみた研究は少なく真空調理における品種間差をみた研究はほとんどない。以上のことから、ジャガイモの品種別（‘男爵’、‘メイクイン’、‘とうや’）にビタミンC、色差を検討し、真空調理での利用特性について考察した。その結果、固形100g中のビタミンC量はすべての加熱時間において真空調理が通常調理よりも有意に多く、真空調理のビタミンC損失抑制効果の可能性が示唆された。品種間差では、固形100g中のビタミンC量は‘メイクイン’の20分($p<0.01$)、30分($p<0.05$)加熱時にスチコン調理が通常調理と比較して有意に高い値を示した。また、‘とうや’の30分($p<0.01$)、40分($p<0.05$)加熱時間においてスチコン調理と真空調理が通常調理と比較して有意に高い値を示した。経時変化で非加熱時と比べたところ、‘とうや’において通常調理20分、30分、40分加熱時に有意($p<0.01$)に低い値を示した。ゆで水中のビタミンC量は‘男爵’、‘メイクイン’、‘とうや’の3種のすべての加熱時間において通常調理が真空調理よりも高い値を示した。これらのことから、真空調理は品種に影響せず、ビタミンCを食品中に保持することが可能であるといえる。

さらに、真空調理における調味液添加がジャガイモのビタミンCに及ぼす影響について検討した。既報では、4%の食塩を添加して7分間煮沸した場合、真空調理はBoilの2~3倍のビタミンCが残存していることを明らかにされている。さらに調味料の種類や濃度の違いによって煮崩れの度合いや物性（破断強度、硬さ）、デンプン溶出率が異なることが先に明らかにされている。また、遠藤ら（2012）は根菜類の食塩拡散過程の予測と適度な食塩濃度について検討しており、調味液の食塩濃度が0.8~1.5%の範囲内であれば、試料内部の食塩濃度分布状態によらず適度な状態に制御可能であることを示している。そこで、本研究では1%の調味液を用いて通常調理（Boil）と真空調理のビタミンCの変化を検討した。その結果、固形100g中のビタミンC量は40分間加熱時で水、食塩、砂糖添加のすべての条件において真空調理が通

常調理よりも有意に高かった($p<0.05$). 砂糖添加において, 通常調理の 20 分間加熱ならび真空調理の 40 分間加熱時に水, 食塩と比較し有意に高い値を示した($p<0.05$).

これらのことから, 真空調理は通常調理に比べ 1%調味液添加(食塩, 砂糖)の有無に関わらずビタミン C を食品中に保持することが明らかになった. 真空調理は, 調味液添加時においても, 栄養成分を保持した食材に仕上げるのが期待される.

また, 真空調理におけるブロッコリーの部位別ビタミン C 量を検討した. ブロッコリーは葉茎菜類に分類される緑黄色野菜である. 葉茎菜類の調理による栄養成分損失はいも類より大きく, いも類の Boil でのビタミン C 残存率が 65%に対し, 葉茎菜類は 45%である. したがって, ブロッコリーは真空調理の利用価値が高いと考えた. また, ブロッコリーの茎部分は廃棄されることが多い. そこで, 廃棄資源の有効利用の観点から, ブロッコリーのビタミン C 量を部位別(花蕾, 花茎, 茎の内側, 茎の外側)に検討した. 未調理ブロッコリーの部位別ビタミン C 量は, 花茎 (120.1 mg/100g fr.wt), 茎の内側 (98.2 mg/100g fr.wt), 花蕾 (82.2 mg/100g fr.wt), 茎の外側 (80.2 mg/100g fr.wt) の順で高かった. 調理後の各試料のビタミン C 量は花蕾(通常 46.1 mg/100g fr.wt, 真空 79.2 mg/100g fr.wt), 花茎(通常 87.0 mg/100g fr.wt, 真空 114.9 mg/100g fr.wt), 茎の内側(通常 58.0 mg/100g fr.wt, 真空 76.2 mg/100g), 茎の外側(通常 39.9 mg/100g, 真空 55.4 mg/100g)であった. また, ビタミン C のゆで水への溶出量は真空調理では通常調理に比べて少なかった. 以上のことから, 真空調理による各試料のビタミン C 量は通常調理(Boil)に比べて高く, 優位性が示された.

第 2 章では, 真空調理における加熱操作がジャガイモ (*Solanum tuberosum* L.) の物性(硬さ・付着性・凝集性)に及ぼす影響について検討した. ジャガイモの品種別(‘男爵’, ‘マークイン’, ‘とうや’)に物性(硬さ・付着性・凝集性)を検討し, 真空調理での利用特性について考察した. その結果, ‘男爵’において, 通常調理では 15 分加熱時から煮崩れが認められたが, 真空調理では認められなかった. 物性変化は, 通常調理では加熱時間によって付着性, 凝集性に有意な低下が認められたのに対し, 真空調理では有意な変化はなかった. 通常調理における品種間差では, ‘男爵’は‘マークイン’, ‘とうや’より凝集性が高く, ‘マークイン’は‘とうや’よりも付着性が高く, ‘とうや’は‘男爵’と‘マークイン’よりやわらかい傾向が認められた. 真空調理では, 物性の品種間差がほとんど認められなかったため, 品種に影響せず, より安定した物性を保つようコントロールしやすいと考えられた.

さらに, 真空調理における調味液添加がジャガイモの物性(硬さ・付着性・凝集性)に及ぼす影響について検討した. 既報では, 調味料の種類や濃度の違いによって煮崩れの度合いや物性(破断強度, 硬さ), デンプン溶出率が異なることが示されている. 本研究では 1%の調味液を用いて通常調理(Boil)と真空調理の物性(硬さ, 付着性, 凝集性)の変化を検討した. その結果, 硬さは通常調理では差が認められなかった. 一方, 真空調理の 40 分間加熱時では食

塩が最も硬く、次いで水、砂糖の順であり、食塩、砂糖間で有意な差が認められた ($p<0.05$)。付着性は 20 分間加熱時で食塩添加により、通常調理に比べ真空調理において有意に高い値を示した ($p<0.01$)。以上より、真空調理では長時間の加熱 (40 分間) において 1% 調味液添加 (食塩、砂糖) が食品の物性に影響することが明らかになった。

一方、真空調理を導入するコストが高いことも事実である。真空調理のための設備として真空フィルム、真空包装機器などが必要となる。現在、大量調理の現場で多く使用されているスチームコンベクションオーブン (以下スチコン) は、一台で「蒸す」、「焼く」の調理ができる。それに対し、真空調理は煮物調理が主となり焼くことはできない。調理方法が限定されるのが、真空調理の欠点である。一方、スチコンでは調理後すぐに提供しなければならないが、真空調理はある程度の保存が可能なので、この保存期間が長いことを活かし、計画的な給食管理に使用することが望まれる。

本研究においてビタミン C の調理による減少は、加熱によるものではなく、ゆで水への溶出が強く影響していることが示唆され、ジャガイモにおいては品種間差があること、さらにブロッコリーにおいては真空包装前の表面殺菌により、ビタミン C が食品中に残存することが確認された点は新規性があると考えられる。調理による栄養分の損失を抑えることができる真空調理技術は、今後、食の細くなった高齢者や適正な量が食べられなくなった傷病者への利用が期待される。また、真空包装しているため、0~3°C で 1 週間の保存が可能であり、計画的に給食管理をすることも容易である。また、本研究において 1% と比較的低濃度の調味液添加によりジャガイモの物性が変化することが明らかになった点は意義がある。今後、高齢者や傷病者への利用において、物性の変化を検討する上で貴重な基礎資料として重要であると考えられる。今後は、真空調理による栄養成分 (残存量など) の変化を酵素学的側面からも詳細に調査し、真空調理の野菜への利用について科学的に評価する必要がある。