

## 高齢者向け食品としてのデンプンゲルの調製条件と物性に関する検討

伊藤 知子\*<sup>1</sup> 米浪 直子\*<sup>2</sup>

### The Effect of Ingredients on the Physical Properties of Starch Gel as a Food for the Elderly

Tomoko Fujimura-Ito\*<sup>1</sup> Naoko Komenami\*<sup>2</sup>

#### Abstract

The effect of concentration (2 - 9% w/w) of potato and corn starch and addition of milk on texture and viscosity of the resulting gels was comparatively examined. The results were as follows: (1) The hardness of the corn starch gels was found to be greater than that of the potato starch gels in a concentration range of 6 - 9%, and the hardness of both gels consisted of 2 - 9 % starch was less than  $5 \times 10 \text{ N/m}^2$  conforming to the standard stipulated for universal design food by Ministry of Health, Labor and Welfare. (2) The potato starch gels were greater in cohesiveness and viscosity but lower in hardness and adhesiveness comparing with the corn starch gels in 6 - 9% range. In contrast to the potato starch gels, hardness and adhesiveness of the corn starch gels markedly increased with increase of the starch concentration. (3) Addition of milk resulted in increases of hardness and viscosity in both gels and furthermore increases of adhesiveness were observed in the potato gels. In conclusion, the present study showed that the physical properties of starch gel varied with a kind of starch, by its concentration and by addition of milk, suggesting that by appropriate combination of these three factors one can produce starch gels with desirable properties as a food for the elderly.

#### キーワード

デンプンゲル、かたさ、凝集性、付着性、粘度

#### Key words

Starch Gel, Hardness, Cohesiveness, Adhesiveness, Viscosity

---

\* 1 いうともこ：大阪国際大学人間科学部助教授〈2006.12.21受理〉

\* 2 こめなみ なおこ：京都女子大学家政学部助教授

## 緒 言

人は加齢や疾病などにより、咀嚼・嚥下機能が低下する場合がある。高齢化社会を迎えたわが国では、咀嚼や嚥下機能に障害を持つ人が増加傾向にあるといわれている。嚥下機能の低下は、誤嚥性肺炎や脱水など、時に生命に関わる重大な問題を引き起こす可能性がある。しかし、誤嚥を恐れて、経口による栄養摂取を回避し、経管あるいは経静脈栄養に変えることは、食べる楽しみを失うことにもつながり、QOL（Quality of Life）の低下を引き起こす可能性が非常に高い。したがって、咀嚼・嚥下機能が低下した状況であっても、安全に、しかもおいしく食べられる食品、すなわち咀嚼・嚥下補助食品が必要となる（相羽、2006および中澤、2006）。

咀嚼・嚥下補助食品は1980年代から市場が形成されはじめ、「とろみ調整食品」、「水分補給型食品」、「栄養補給型食品」、「流動食」などが市販されるようになった。これらのいわゆるユニバーサルデザインフードは、高粘度にすることによって、咀嚼・嚥下障害に対応している。さらに1994年に厚生省（現 厚生労働省）が高齢者用咀嚼・嚥下困難者用食品のかたさ基準や粘度基準を策定し、身体状況のレベルに応じた物性の基準が定められた（厚生省生活衛生局新開発食品保健対策室、1994）。高粘度の加工食品だけでなく、家庭で調理した料理にとろみをつけるための増粘剤、いわゆる「とろみ剤」も近年著しく種類が増加し（船見、2006）、分量の違いにより粘度を変えることができるもの、ペースト状になるまでの時間が異なるもの、油の多い料理用、汁物用など様々な料理にあわせたものが市販されるようになった（田中、2004）。しかし、これらの「とろみ剤」は比較的高価であり、一般消費者にとっては、日常の調理で使用した経験がほとんどない素材であるため、正しく利用されていない可能性も考えられる。また、味や食感に問題があり、好まれないために摂食されない場合もある。高齢者の身体状況に配慮した食品は、加工食品も含めて多数開発されているが、個々人の経験や食体験、嗜好性を尊重したものでなければ、なかなか受け入れられないのも事実である。

一方、日常生活の中で用いられてきたとろみをつけるための食材としては、デンプン（片栗粉など）、寒天、ゼラチンなどが考えられる。寒天、ゼラチンなどは固めるための食材との認識も強いと考えられるが、デンプンについてはあんかけ、かきたま汁、八宝菜など中華料理等の調理の際にとろみをつける、すなわち粘度を増加させるために用いられている。また、ブラマンジェ、わらびもち、くずまんじゅうなどデンプンでとろみを出したり、かためたりした菓子類も数多くあり、食べ慣れた食感であるといえる。このことは、デンプンを用いてとろみをつける場合のメリットのひとつであると考えられる。さらに、デンプンを用いた場合、汁物などは冷めにくくなるので、食事時間が長くなりがちな人のために利用することは適していると考えられる（椎野、2000）。

デメリットとしては、調理した汁物など食品に入れてかきまぜればよい「とろみ剤」と比較すると、調理過程での加熱が必要など、ある意味で煩雑な調理操作が必要であること、さらに、ダマになりやすいなど調理する際の問題も考えられる。また、時間の経過とともに老化が生じるので、適したかたさで食するための工夫が必要となる。砂糖を添加すると

老化が抑制されることはよく知られているが、調理と摂食のタイミング、また老化抑制効果のある物質を添加するなど検討が必要となる。

デンプンは、過剰の水の存在下で加熱すると、short rangeおよびlong rangeでの規則構造が崩壊し（Gidley, 1991およびCooke, 1992）、膨潤すると同時に一部分子の溶出が生じ、糊化して粘りを生じる。これはデンプンに共通の性質であるが、その起源により糊化温度も異なり、膨潤力、粘りも大きく異なる。また、同一種のデンプンであっても、アミロース含量が異なれば、異なる性質を示す（貝沼, 2003a）。大別すれば、一般的に小麦デンプン、トウモロコシデンプンなどいわゆる地上デンプンは膨潤力が小さく、そのゲルの透明度も低い。一方、ジャガイモデンプン、クズデンプンなどいわゆる地下デンプンは膨潤力が大きく、透明度の高いゲルを形成する。また、種々の性質を付与した化工デンプンも数多く開発され（高橋, 1993）、利用されている。すなわち、デンプンでとろみをつける場合、濃度やどの種のデンプンをどのように使うか、または共存物質などによって異なる粘度を料理に賦与することが可能であるかが重要である。

本研究では、咀嚼・嚥下困難な状況にある高齢者のための食品として、家庭でも調理が可能で、状況に応じて固さや粘度を変えることが可能なデンプンを利用したゲルの調製について検討を行った。デンプンゲルのモデルとしてプラマンジェを想定し、デンプン：スクロース：水分（水または牛乳）の三成分系で検討を行った。

まず、デンプンを利用したゲルが高齢者用咀嚼・嚥下困難者用食品のかたさ基準に適合しているかどうか、次にデンプンの種類、濃度などを変化させた場合のデンプンゲルの物性変化について調べた。デンプンの種類としては、家庭での利用が多いと考えられるポテトスターチおよびコーンスターチを用いた。さらに、水を加えて調整したゲルと高齢者に不足しがちな栄養成分であるたんぱく質やカルシウム摂取（和田, 2000）を目的として、牛乳を添加した場合のデンプンゲルの性状変化について比較検討を行った。

## 実験方法

### 1. 試料

ポテトスターチ、コーンスターチおよびスクロースは和光純薬工業製のものを用いた。牛乳は市販の普通牛乳（LL製法）を用いた。無脂乳固形分8.4%、乳脂肪含有率は3.7%であった。

### 2. デンプンゲルの調製方法

ステンレス製の鍋にデンプン（ポテトまたはコーンスターチ、12～48 g）、スクロース（48 g）、水または牛乳（480g）を入れ混和した。室温にて10分間静置した後、木しゃもじで攪拌しながら10分間加熱を行った。加熱終了後、ステンレスシャーレ（内径40mm、高さ15mm、高齢者食測定用）および300mL容トルビーカーに充填し、20℃まで自然冷却した後、物性測定に供した。

### 3. 破断強度およびテクスチャー測定

山電クリープメータ（山電 RE2 - 330 5S）を用いて、厚生省（現 厚生労働省）が定め

る高齢者用食品の試験方法に従い行った(厚生省生活衛生局新開発食品保健対策室、1994)。プランジャーは円板型(直径20mm、厚み8mm、高齢者食測定用)のものを、圧縮速度10mm/sec、クリアランス5mmで破断強度、かたさ荷重、凝集性および付着性について3回ずつ測定を行った。

4. 粘度測定

粘度測定はビスコテスター(RION製、VT-04)を用いて行った。

5. 統計処理

各データについて、一元配置分散分析(one-way ANOVA)およびSheffeの検定を用いて有意差検定を行った。

結果および考察

1. デンプンの種類および濃度の影響

ポテトスターチもしくはコーンスターチ各48gにスクロース48g、水480gもしくは牛乳480gを用いた場合の温度上昇曲線を図1および図2に示した。温度上昇曲線の変曲点

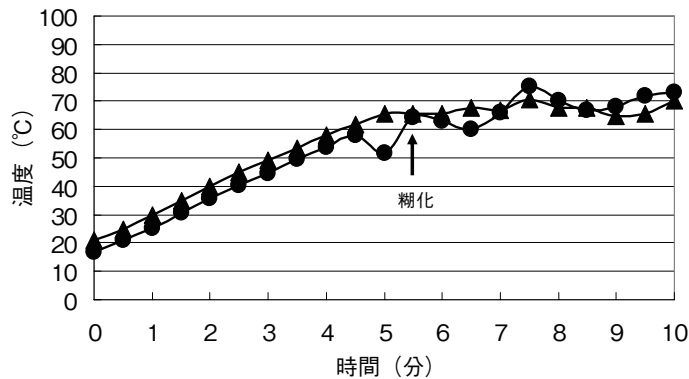


図1 ポテトスターチの場合の温度変化

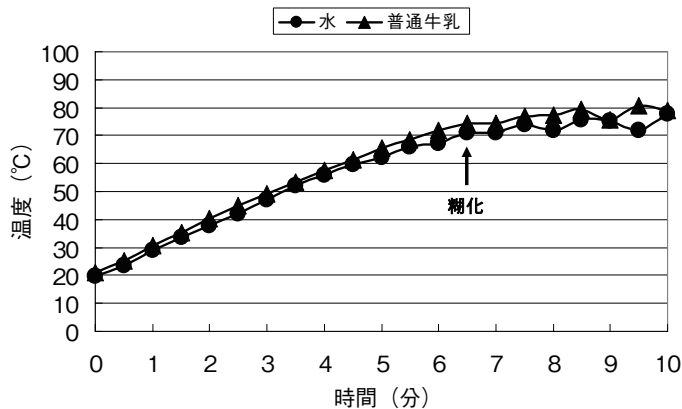


図2 コーンスターチの場合の温度変化

高齢者向け食品としてのデンプンゲルの調製条件と物性に関する検討

から、ポテトスターチの場合は64℃付近で、コーンスターチの場合は70℃付近で糊化が生じていることが明らかになった。この温度は示差熱分析法による糊化ピーク温度とほぼ一致した(貝沼、2003a)。

ポテトスターチもしくはコーンスターチを用いた場合のデンプンゲルの破断強度は、デンプン濃度が2~9% (w/w) の範囲においては、いずれも $5 \times 10^4$  (N/m<sup>2</sup>) 以下であり、厚生労働省高齢者用食品のかたさ基準(厚生省生活衛生局新開発食品保健対策室、1994)を満たしていた。

次に、デンプンの種類および濃度がデンプンゲルの物性におよぼす影響について検討を行った。デンプンの種類、濃度を变化させた場合のかたさ荷重、凝集性、付着性、粘度をそれぞれ図3から図6に示した。

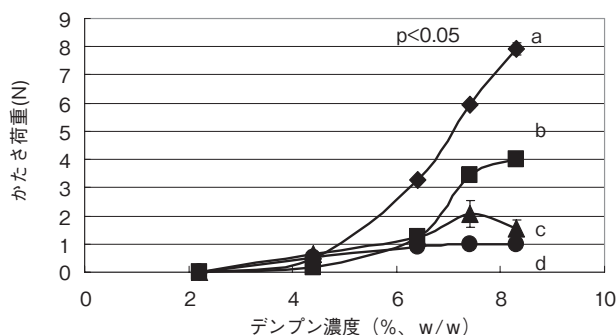


図3 デンプン濃度がかたさ荷重に及ぼす影響

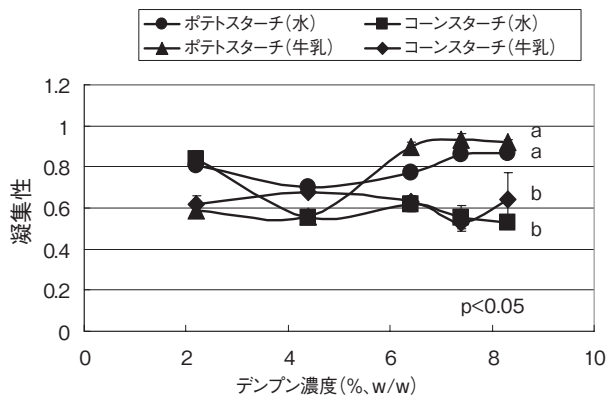


図4 デンプン濃度が凝集性に及ぼす影響

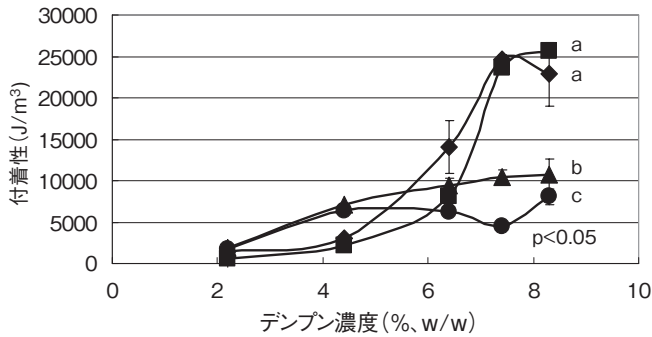


図5 デンプン濃度が付着性に及ぼす影響

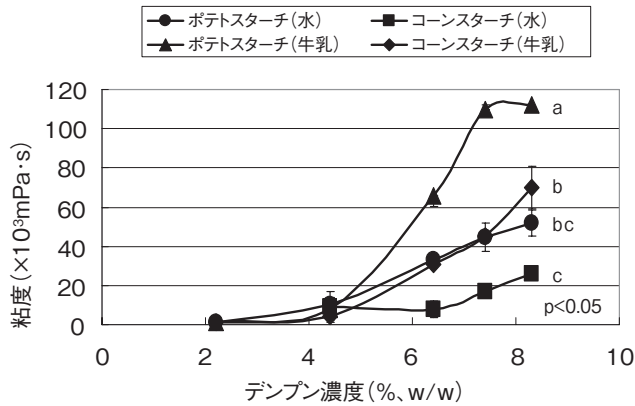


図6 デンプン濃度が粘度に及ぼす影響

ポテトスターチの場合は、凝集性、粘度が高く、かたさ荷重、付着性が低い値を示した。デンプン濃度の影響は少なかった。また、測定は行っていないが、後述のコーンスターチの場合と比較して、デンプンゲルの曳糸性が大きいことが観察され、これはポテトスターチの特性によるものと考えられる（貝沼、2003b）。一方、コーンスターチの場合は、かたさ荷重、付着性が高く、デンプン濃度が高くなるほど高い値を示した。凝集性、粘度は低い値を示した。

以上の結果から、ポテトスターチは粘性の高いやわらかいゲルを形成し、コーンスターチはより固い保形性デンプンゲルを形成することが明らかになった。汁物等にとろみをつける場合にはポテトスターチが適していると考えられ、より固形状の食品を調製する場合にはコーンスターチが適していると考えられた。

## 2. 牛乳添加の影響

同様に、ポテトスターチもしくはコーンスターチにスクロース48 g、普通牛乳480 gを加えて2~9% (w/w) のデンプンゲルを調製し、かたさ荷重、凝集性、付着性、粘度を

それぞれ図3から図6に示した。

ポテトスターチの場合は、普通牛乳を添加しても凝集性に変化は見られなかったが、かたさ荷重、付着性、粘度は増加することが明らかになった。これは牛乳の使用により、乳脂肪およびタンパク質が添加されたために粘度が上昇したと考えられる（稲場、1989）。

なお、デンプンの糊化の状態は共存する水分量（糊化に利用できる水分量）によって変化することが明らかにされている（藤村、1995）。普通牛乳を添加した場合は、乳脂肪や無脂乳固形分のために、デンプン重量に対する相対的な水分は減少しているため、糊化が抑制された可能性もある。また、普通牛乳中に存在するカルシウムイオンは、糊化促進効果があることが知られている（貝沼、2003a）。乳脂肪やタンパク質も含め、牛乳中に含まれる様々な成分が複合的に糊化に与えた影響について、さらなる検討が必要である。

ポテトスターチの特性として、リン酸含量が高いということがあげられる（貝沼、2003b）。そのために、ポテトスターチの糊化は塩類等の共存物質の影響を受けやすく、牛乳添加の影響が、後述のコーンスターチの場合よりも大きいと考えられた。

一方、コーンスターチの場合は、凝集性、付着性には変化が見られなかったが、かたさ荷重および粘度の増加が見られた。これらの増加については、ポテトスターチの場合と同様、乳脂肪およびタンパク質の添加によるものであると考えられる。

以上の結果より、デンプンの種類および濃度を変化させることにより、物性が異なるデンプンゲルを調製できることが明らかとなった。本研究ではポテトスターチおよびコーンスターチについて検討を行ったが、その他の種類のデンプンを用いたり、また性質の異なるデンプンを混合して用いることにより、さらに多面的に物性を変化させることが可能であると考えられる。また牛乳を添加することにより、かたさおよび粘度の調製が可能であることが明らかになった。牛乳を添加した場合は、物性のみならず脂肪、たんぱく質、カルシウム摂取量の増加など栄養面での効果も期待できると考えられた。

## 要 約

ポテトスターチおよびコーンスターチの濃度（2～9%）、牛乳添加がデンプンゲルの物性に与える影響について検討を行った。

破断強度は、コーンスターチの場合で高く、ポテトスターチの場合で低い値を示したが、デンプン濃度が2～9%の範囲では、いずれも $5 \times 10^4$  (N/m<sup>2</sup>) 以下であり、すべて厚生労働省高齢者用食品のかたさ基準を満たしていた。

ポテトスターチの場合は濃度6%以上で凝集性、粘度が高く、かたさ荷重、付着性が低い値を示した。濃度の変化による影響は少なかった。一方、コーンスターチの場合は、かたさ荷重、付着性が高く、デンプン濃度の増加に伴って高い値を示した。凝集性、粘度は低かった。

牛乳を添加することにより、両者ともかたさ荷重、粘度が増加した。ポテトスターチの場合は付着性についても増加が見られた。

以上の結果より、デンプンの種類、濃度、添加する物質を変化させることにより、物性

が異なるデンプンゲルを調製できることが明らかとなった。

本研究の一部は平成17年度大阪国際大学特別研究費（学術研究助成）（研究代表者：米浪直子）によるものである。

#### 参考文献

- 相羽孝昭・西出亨・横山理雄（2006）便利で美味しく安全なこれからの高齢者食品開発、幸書房（東京）93-128.
- Cooke,D.・Gidley,M.J.(1992)、Loss of crystalline and molecular order during starch gelatinization: origin of the enthalpic transition, *Carbohydr.Res.*, **227**, 103-112.
- 藤村知子・釘宮正往（1995）、豆類の子葉細胞内デンプンが糊化する際の細胞内の水分の推定、応用糖質科学、**42**、7-13.
- 船見孝博・堤之達也・岸本一宏（2006）、とろみ調整食品や介護食品に使用されている増粘剤およびゲル化剤、日調科誌、**39**、233-239.
- Gidley,M.J.・Cooke,D.(1991)、Aspects of molecular organization and ultrastructure in starch granules, *Biochem.Soc.Trans.*, **19**, 551-555.
- 稲場久二・畠中義雄・影山修・松村康生・森友彦（1989）、デンプンゲルの保形性およびテクスチャーに及ぼす油脂・タンパク質の影響、日本食品工業学会誌、**36**、884-890.
- 貝沼圭二・檜作 進・小牧利章・不破英次編（2003a）、澱粉科学の事典、朝倉書店（東京）、191-203.
- 貝沼圭二・檜作 進・小牧利章・不破英次編（2003b）、澱粉科学の事典、朝倉書店（東京）、359-366.
- 厚生省生活衛生局新開発食品保健対策室（1994）、高齢者用食品の表示許可基準の策定について
- 中澤文子（2006）、摂食から咀嚼・嚥下過程、日調科誌、**39**、185-193.
- 椎野恵子（2000）、食介護の視点からみた高齢者の栄養管理（3）、臨床栄養、**96**、217-224.
- 高橋禮治（1993）、澱粉質食品のテクスチャー、食品工業、**36**、26-35.
- 田中弥生・宗像伸子（2004）、おいしいやさしい介護食、医歯薬出版株式会社（東京）、2-19.
- 和田 俊（2000）、骨と栄養素、食の科学、**271**、20-32.