

平成 22 年 4 月 1 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2009

課題番号：20700582

研究課題名（和文）澱粉調理における効果的な酸添加法

研究課題名（英文）Effective Methods of adding acids to starch products

研究代表者

平島 円 (Hirashima Madoka)

三重大学・教育学部・准教授

研究者番号：80390003

研究成果の概要（和文）：澱粉の老化過程の評価方法について DSC 測定、澱粉ゲルの破断測定および澱粉糊液の離水率測定と透過度測定により検討した。これより、45 日間以上糊化した澱粉を保存すると老化の進行具合がほぼ平衡状態となることがわかった。また、酸を澱粉に添加すると澱粉糊液の粘度やゲルのゲル強度は低下する傾向にあったが、澱粉の糊化後に酸を添加すると改善された。また、酸は澱粉の糊化および老化にほとんど影響はないことが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：The retrogradation process of starches was investigated by DSC measurements, fracture measurements of starch gels and syneresis measurements, transmittance measurements of starch pastes. It was found that the retrogradation rates became almost equilibrium after storing the sample for more than 45 days. Adding acids to starch pastes or starch gels decreased their viscosity or gel strength. However, the viscosity of starch pastes or the gel strength of starch gels had no effect, when acids were added after starch gelatinization. Acids did not influence the gelatinization and the retrogradation of starches.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：調理科学

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：澱粉、糊化、老化、テクスチャー、有機酸

1. 研究開始当初の背景

澱粉の調理過程では、消化性とおいしさを向上させるために、生澱粉の緻密な粒構造を破壊する糊化過程が必須である。その操作は

澱粉を水に分散し加熱するのみであるが、澱粉の種類と調理方法によって糊化挙動は異なるため、澱粉食品の味と品質を安定させるための普遍的な技術は存在しない。とくに、

調味料などの共存物質は澱粉の糊化に強い影響を与えるため、それらの添加量や添加のタイミングを変化させるなどの工夫が必要だと考えられる。

2. 研究の目的

調味料をはじめとする共存物質を添加した澱粉の諸特性に関する研究は、既に膨大な量が蓄積されているが、澱粉の種類や調理方法が無数に存在することから、澱粉食品のテクスチャーを中心とするレオロジー特性を制御するための明瞭な解は得られていない。とくに、澱粉の糊化・老化および調味料の添加による食味の変化の関係については、実際に調理手順を組み立てる上で極めて重要である。本研究では澱粉のテクスチャーを大きく変化させる要因である澱粉の老化と調味料の有機酸に着目し、機器分析の結果から澱粉食品の糊化・老化特性と食感を任意に制御する方法を見出すことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 老化の評価方法の検討

澱粉にはコーンスターチを用いた。コーンスターチの濃度はゲル化しない濃度の 3.0 wt%とゲルを形成する濃度の 15wt%および 20wt%とした。澱粉の老化挙動を調べるため、澱粉の老化をもっとも強く支配するアミロペクチンの分子会合に着目し、DSC 測定と一軸圧縮による破断測定を行った。また、老化によりアミロース鎖やアミロペクチン鎖の架橋領域が増大することにより、そのゲルネットワーク内に保持されていた水はネットワーク外に分離される(離水)ことに着目し、離水測定および透過度測定を行った。老化過程について評価するためには、ある時点での老化状態のみを評価するだけでなく、老化の進行速度についても評価する必要がある。そこで、本研究では可能な限り試料を長期間保存し、かつ定期的に老化過程を追うことにより、老化の進行速度も同時に評価した。試料は老化の進行具合を短期間で評価するため、老化の進行の早い温度帯となる 5°C で保存した。

(2) 種々の澱粉の老化特性の比較

澱粉にはコーンスターチ、サゴ澱粉、小麦澱粉、ジャガイモ澱粉およびタピオカ澱粉を用いた。種々の澱粉の濃度は可能な限り広い範囲で設定した。澱粉の糊化および老化過程を調べるために DSC 測定を行った。また、澱粉ゲルの老化過程を調べるために破断測定、澱粉糊液の老化過程を検討するために離水測定および透過度測定を行った。これらの測定結果から、種々の澱粉の老化の進行速度の比較を行った。

(3) 澱粉糊液および澱粉ゲルの老化に対する酸添加の影響

コーンスターチおよびタピオカ澱粉水分散液にクエン酸を添加して pH を 3.0~5.0 に調整し、酸による澱粉の老化の進行具合について方法 (2) と同様に検討した。酸を添加していない澱粉糊液および澱粉ゲル(コントロール)の pH は 6.3 であった。

4. 研究成果

(1) 老化の評価方法の検討

DSC 測定の結果から、3.0wt%~20wt%のコーンスターチの糊化温度および澱粉 1mg 当たりの糊化エンタルピーの大きさに差はないことがわかった。したがって、これらの濃度範囲内では澱粉濃度が糊化に及ぼす影響はほとんどなく、澱粉の糊化は同様に起こると考えられる。

図 1 に DSC 測定から得られたコーンスターチの老化率の経時変化を示す。老化率は保存した糊化澱粉を再加熱することにより得られた「再糊化エンタルピー」の値を糊化過程により得られた「糊化エンタルピー」の値で除して求めた。ゲル化していない糊液状態の 3.0wt%の澱粉とゲルを形成している 15wt%および 20wt%の澱粉の老化の進行具合はほぼ同様だとわかった。また、老化率は 14 日間程度の短期間の保存により急激に高くなり、老化の進行速度は速いが、その後はゆるやかな増加となり、45 日間の保存によりほぼ平衡状態となることがわかった。

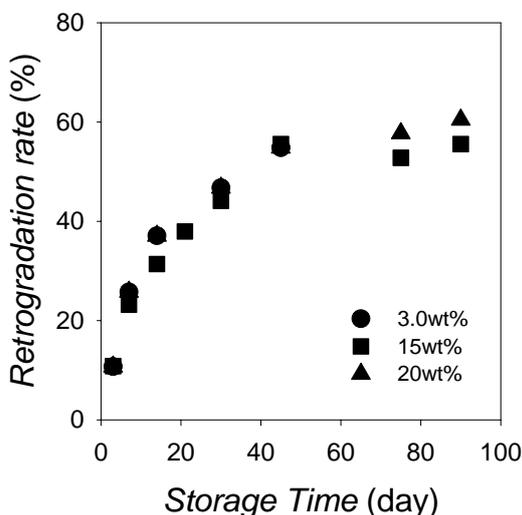


図 1 種々の濃度のコーンスターチの DSC 測定による老化率の経時変化

このような傾向は他の評価方法による測定値の経時変化においてもみられた。つまり、3.0wt%のコーンスターチ糊液を保存することによって起こる糊液からの離水量の割合(離水した水の質量を糊液の質量で除して

離水率とした)は短期間で増加した。その後はゆるやかに増加し、30日間程度の保存により離水率はほぼ一定の値となった(図2)。また、15wt%および20wt%のコーンスターチゲルを保存した時の一軸圧縮測定から得られた破断応力の値も短期間の保存により大きく増加し、その後の増加はゆるやかになり、30日間程度の保存により、破断応力の値はほぼ一定となった(図3)。

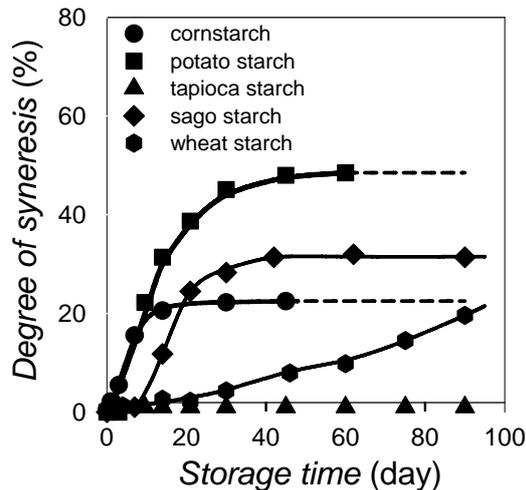


図2 3.0wt%の種々の澱粉糊液の離水率の経時変化

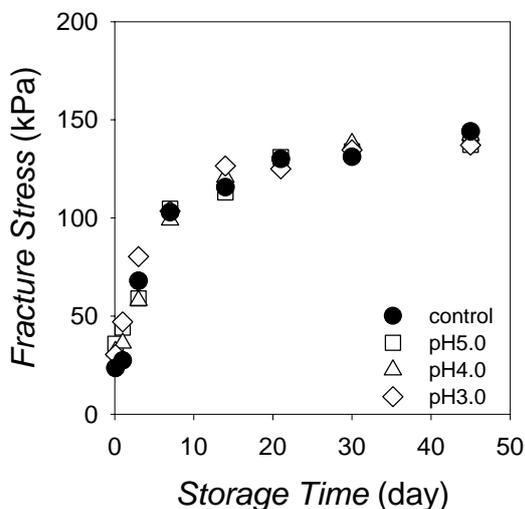


図3 クエン酸でpHを調整した20wt%のコーンスターチゲルの破断応力の経時変化

以上の結果より、DSC測定による老化率、離水測定による離水率および一軸圧縮測定による破断応力の経時変化を調べることで、澱粉の老化の進行具合について検討できると考えられる。したがって、澱粉の老化過程について検討するためには、糊化させた澱粉試料を45日間以上保存し、定期的これらの測定を行うとよいとわかった。

(2) 種々の澱粉の老化特性の比較

低濃度の種々の澱粉の老化特性を比較するため、糊液の離水率の経時変化を比較した。その結果、3.0wt%のコーンスターチ、ジャガイモ澱粉およびサゴ澱粉糊液の離水率は20日以内の短期間の保存で急激に高くなった。その後45日間程度保存することで離水量は平衡状態となった(図2)。用いた澱粉の中ではジャガイモ澱粉糊液の離水率が長期間保存することによりもっとも高くなった。したがって、コーンスターチ、ジャガイモ澱粉およびサゴ澱粉の老化は短期間で進行するとわかった。また、なかでもジャガイモ澱粉の老化が最も進むとわかった。

一方、小麦澱粉糊液では20日以内の短期間保存してもほとんど離水は起こらなかった。しかし、長期間保存すると離水率は徐々に高くなった。小麦澱粉糊液の離水率が一定となるためには90日間よりも長期間の保存が必要だとわかった。タピオカ澱粉糊液では90日間保存しても全く離水は起こらなかった。したがって、タピオカ澱粉の離水は用いた澱粉の中でももっとも起こりにくいことがわかった。また、小麦澱粉はコーンスターチ、ジャガイモ澱粉およびサゴ澱粉と比べて離水の進行速度はゆるやかであることがわかった。

このような傾向は透過度測定の結果においても同様にみられた。つまり、コーンスターチ、ジャガイモ澱粉およびサゴ澱粉糊液の透過度は10日間程度の短期間の保存で急激に低くなり、糊液は白濁した。しかし、小麦澱粉糊液の透過度は試料調製時から低く、糊液は白濁していたが、保存しても透過度の値にほとんど変化はなかった。また、タピオカ澱粉糊液では試料調製時から透明度が高く、保存しても白濁度に変化はほとんどなかった。

以上の結果より、用いた澱粉の中ではタピオカ澱粉と小麦澱粉の老化が起こりにくく、澱粉製品に用いても品質は安定していると考えられる。一方、コーンスターチ、ジャガイモ澱粉およびサゴ澱粉は老化しやすいとわかった。なかでもジャガイモ澱粉がもっとも保存による品質低下が大きいと考えられる。

(3) 澱粉糊液および澱粉ゲルの老化に対する酸添加の影響

クエン酸を添加しpHを低くしたコーンスターチおよびタピオカ澱粉の糊化温度および糊化エンタルピーの値は、クエン酸無添加の澱粉(コントロール)と同様であり、酸は澱粉の糊化過程に影響を与えないことがわかった。しかし、加熱糊化中に酸によりアミロース鎖とアミロペクチン鎖の加水分解が起こるため、pHを3.5以下に調整した3.0

wt%のコーンスターチ糊液の粘度は大きく低下した。また、酸を添加し pH を調整した 20wt%の澱粉ゲルの破断応力と破断歪の値は pH4.0 以上ではコントロールとほぼ同様であったが、pH を 3.0 と低く調整した澱粉ゲルの破断歪の値は小さくなり、もろいゲルを形成することがわかった。

糊化した 3.0wt%のコーンスターチ糊液を保存しても離水の起こり方はコントロールと同様であった。しかし、pH3.0 の低い pH の澱粉糊液では、酸により加水分解されたアミロース鎖やアミロペクチン鎖が糊液内に多く存在し、それらが多くのネットワーク構造を形成するためゲル化が起こり、離水はほとんどみられなかった。

タピオカ澱粉糊液ではコントロールでも酸を添加し pH を調整した糊液でも全く離水は起こらなかった。酸を添加してもタピオカ澱粉は老化の起こりにくい澱粉であるとわかった。

一方、pH を調整した 20wt%のコーンスターチゲルを保存してもその破断応力の値が大きくなる速度はコントロールとほぼ同様であった (図 3)。また、pH を 5.0~4.0 に調整した澱粉ゲルの破断歪はコントロールと同様に低くなった。さらに pH を 3.0 の澱粉ゲルの破断歪は調製当日から低く、保存後の値もコントロールと比べて常に低かった (図 4)。しかし、保存による破断歪の値の変化の大きさはコントロールと同様となり、老化の進行具合に差はないとわかった。

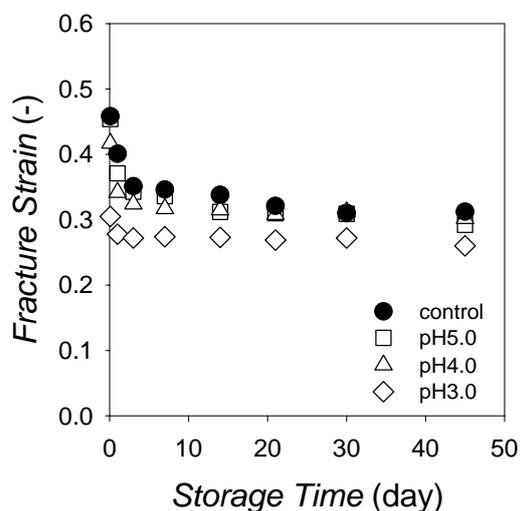


図 4 クエン酸で pH を調整した 20wt%のコーンスターチゲルの破断歪の経時変化

したがって、基本的に酸を澱粉に添加しても澱粉の糊化や老化に影響を与えないことがわかった。しかし、過剰に酸を添加し、低 pH にした場合には多くのアミロース鎖やアミロペクチン鎖が加水分解され、低濃度の澱

粉糊液中では数の多いアミロース鎖やアミロペクチン鎖により強固なネットワーク構造が形成され、老化の進行はゆるやかになることがわかった。また、高濃度の澱粉では加水分解により短くなったアミロース鎖やアミロペクチン鎖によりゲルが形成されるため、もろいゲルとなるが、老化の進行具合については酸無添加の澱粉ゲルと同様であった。したがって、酸添加による澱粉の老化への影響は無視し得ると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 平島 円, 高橋亮, 廣江美佳, 西成勝好, 澱粉ゲルの糊化・老化に及ぼす微結晶セルロースの影響, 日本調理科学会誌, 査読有, 2010, 掲載決定
- ② 高橋亮, 平島 円, 谷田陽子, 西成勝好, アミロペクチン水溶液の熱的・レオロジー的特性, 日本食品科学工学会誌, 査読有, 56(11), 591-599 2009
- ③ 平島 円, 食品のテクスチャー制御における澱粉の使用法, 食生活研究, 査読無, 28(4), 29-35 2008

[学会発表] (計 13 件)

- ① 平島 円, 高橋亮, 松井麻里, 磯部由香, 西成勝好, 澱粉の老化過程に対する濃度の影響, 日本調理科学会 平成 21 年度大会, 2009 年 8 月 28~29 日
- ② 平島 円, 堀光代, 磯部由香, 長野宏子, 大学新入生の料理についての知識の現状, 日本調理科学会 平成 20 年度大会, 2008 年 8 月 29~30 日
- ③ 平島 円, 堀光代, 磯部由香, 長野宏子, 高校での調理実習経験が調理技術に及ぼす影響, 日本家政学会 第 60 回大会, 2008 年 5 月 30~31 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平島 円 (Hirashima Madoka)
三重大学・教育学部・准教授
研究者番号: 80390003

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: