

米粉－水混合物の糊化挙動を熱測定からみる

米粉は昔から和菓子や米菓などの材料としてよく利用されてきました。最近では製粉技術が進んだおかげで米粉の品質が向上したため、従来使われていなかったパンや麺、洋菓子などの食品にも使われるようになってきています。この米粉の品質をみると、指標となるのが主成分であるデンプン、特にアミロペクチンの水存在下での糊化・老化挙動です。例えば、デンプンの糊化する割合が少ないとデンプンの損傷の度合いが多いことがわかります。これまではデンプンの糊化挙動を迅速粘度測定法 (RVA) により評価するのが主流でしたが、これに代わる方法として、熱測定が候補に挙げられます。デンプンの糊化する割合が糊化エンタルピーの値からわかるので、デンプンの品質を評価できるのではないかと考えたからです。今回、島根県産業技術センターの朝比奈秀一博士との共同研究で、米粉－水混合物の熱測定を行い、米粉に含まれるデンプン (アミロペクチン) の糊化挙動について調べました。

米粉－水混合物の熱測定として、PerkinElmer 社製 DSC8500 による示差走査熱量測定 (DSC) および研究室既設の断熱型熱量計による精密熱容量測定を行いました。試料には、JA くにびき製の製麺用コシヒカリ米粉 (2010 年収穫) を用いました。DSC 測定では、27.0 % の濃度の試料を調整して、 0.17 K s^{-1} (10 K min^{-1}), 0.083 K s^{-1} (5 K min^{-1}), 0.033 K s^{-1} (2 K min^{-1}), 0.017 K s^{-1} (1 K min^{-1}), $8.3 \times 10^{-3} \text{ K s}^{-1}$ (0.5 K min^{-1}) の 5 種類の昇温速度で測定を行いました。一方、熱容量測定では、27.0 %, 6.9 %, 1.5 % の濃度の試料を調整し、各々 $1.3 \times 10^{-3} \text{ K s}^{-1}$, $8.4 \times 10^{-4} \text{ K s}^{-1}$ の 2 種類の平均昇温速度条件下で測定しました。

Fig. 1 に DSC 測定から得られた糊化温度 T_{gel} および糊化エンタルピー $\Delta_{\text{gel}}H$ の昇温速度依存性を示します。糊化温度、糊化エンタルピーともに昇温速度が遅くなるにつれて低下、減少していることがわかります。糊化温度の低下の原因についてはよくわかりませんが、糊化エンタルピーの減少については、製粉された米にわずかながら胚芽が含まれており、その中に含まれるデンプン分解酵素アミラーゼによるものと考えられます。このアミラーゼはちょうど糊化温度直下で活性が最大になることが報告されていますので、昇温速度が遅くなるにつれてアミラーゼによるアミロペクチンの分解量が多くなり、結果として糊化エンタルピーが減少するというわけです。また、断熱法による熱容量測定結果については Fig. 2 および Fig. 3 にまとめられています。さらなる (平均) 昇温速度の低下により、糊化エンタルピーがかなり減少しているのがわかります。糊化後の試料を冷却して、再び測定したところ、糊化による熱異常は見られませんでした。すなわち、糊化後の試料は老化しませんでした。さらに、濃度の低下による糊化エンタルピーの減少も見出されました。このことは、アミラーゼの活性が温度ばかりでなく、水分濃度にも密接に関係していることを示唆しています。

Fig. 4 は 27.0 % 試料の糊化エンタルピーを (平均) 昇温速度およびその逆数に対してプロットしたものです。特に、速度の逆数の方に注目すると、 0.01 K s^{-1} 辺りで糊化エンタルピーの減少傾向が変化していることがわかります。また、 0.17 K s^{-1} の糊化エンタルピーの値はアミラーゼが存在しないときの値にほぼ等

しいと言えます。

以上のように，熱測定も米粉の品質評価に非常に有効であることがわかりました．今後，他の種類の米粉についても同様の熱測定を行っていきたいと思います．

(東 信晃，朝比奈秀一，宮崎裕司)

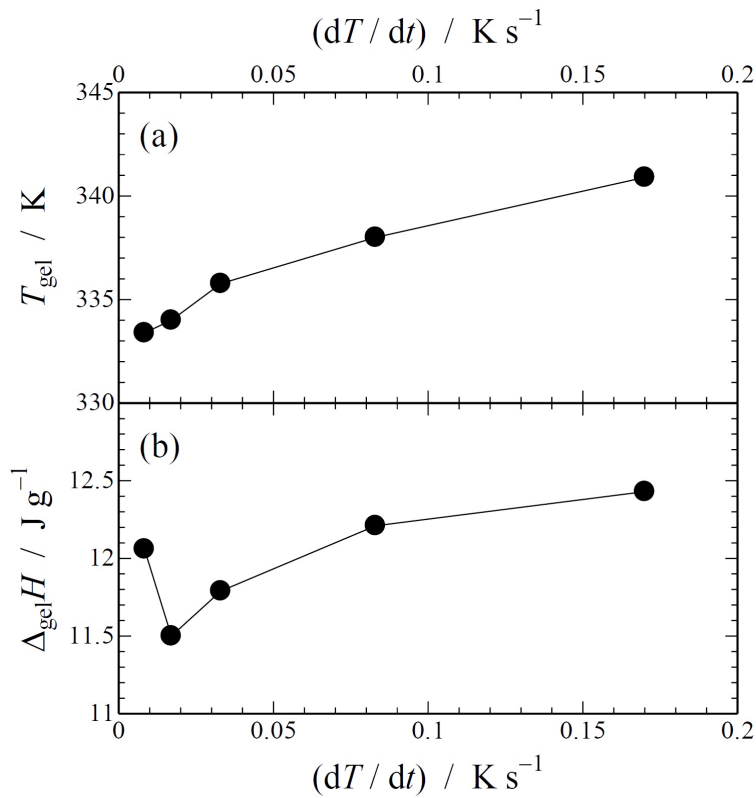


Fig. 1. (a) Gelatinization temperature and (b) geratinization enthalpy against heating rate for 27.0 % rice powder – water mixture by DSC.

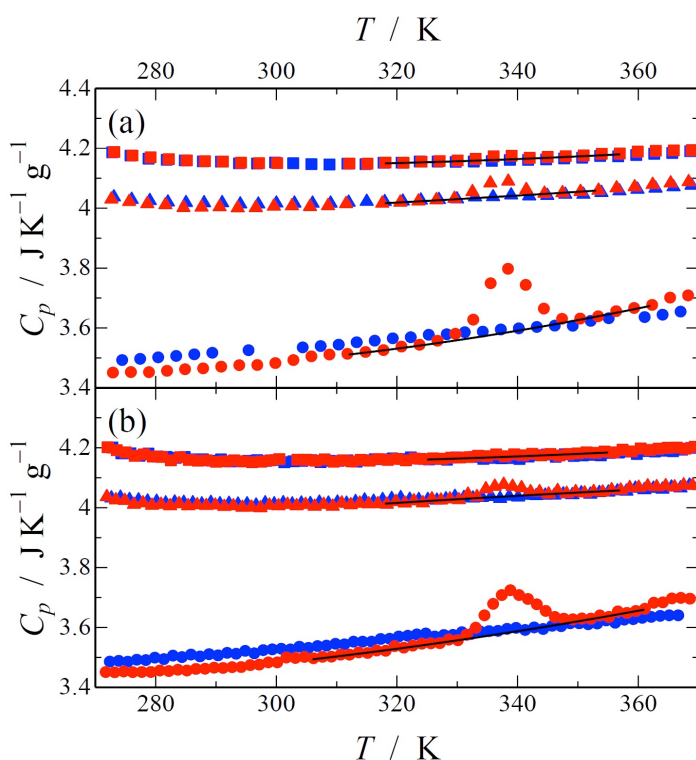


Fig. 2. Heat capacities against temperatures for 27.0 % (circle), 6.9 % (triangle), and 1.5 % (square) rice powder – water mixtures with average heating rates of (a) $1.3 \times 10^{-3} \text{ K s}^{-1}$ and (b) $8.4 \times 10^{-4} \text{ K s}^{-1}$ by adiabatic calorimetry. Red and blue symbols represent first and second runs, respectively. Black curves indicate normal heat capacities.

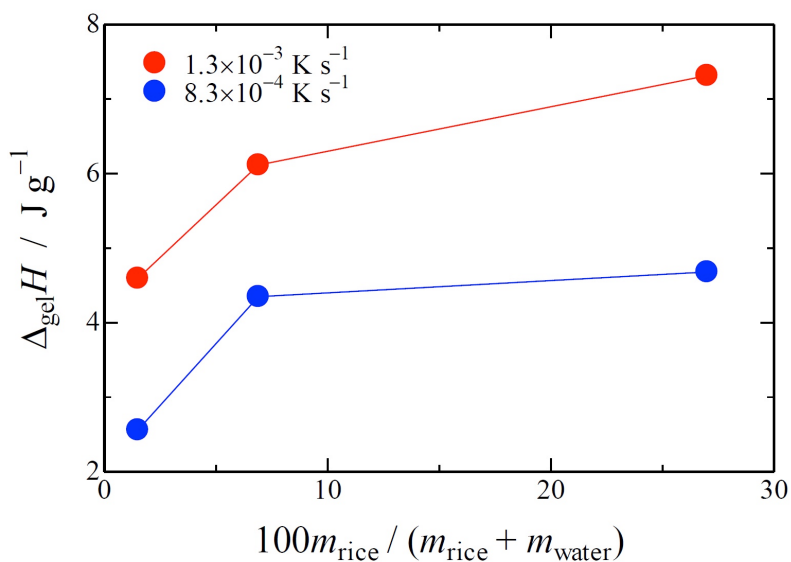


Fig. 3. Gelatinization enthalpies against concentrations of rice powder to rice powder – water mixture with average heating rates of $1.3 \times 10^{-3} \text{ K s}^{-1}$ (red) and $8.4 \times 10^{-4} \text{ K s}^{-1}$ (blue) by adiabatic calorimetry.

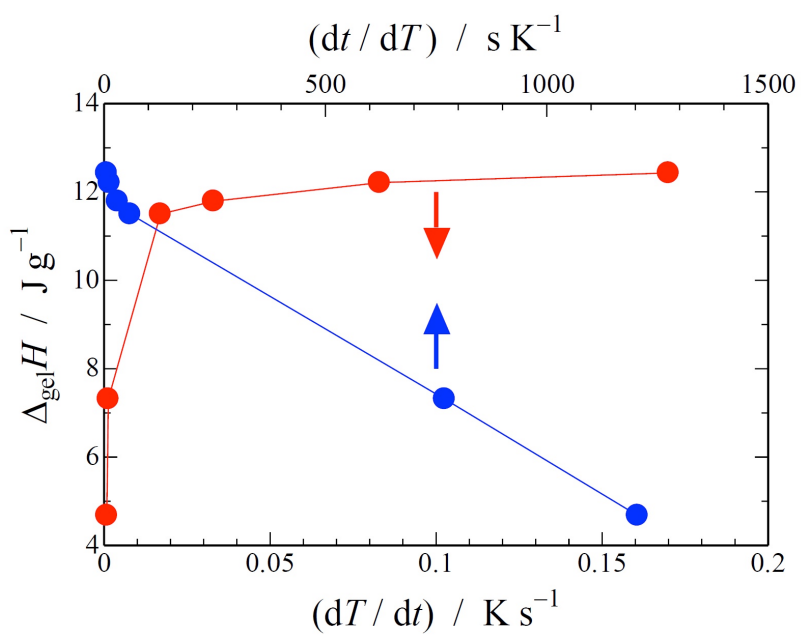


Fig. 4. Gelatinization enthalpies against (average) heating rate (red) and its reciprocal (blue).

発表

朝比奈秀一，東 信晃，野津智子，近重克幸，宮崎裕司，第 50 回記念熱測定討論会（豊中），P47（2014）.