

## 示差走査熱量計DSCによる 食品のガラス転移測定

川口 惇史

### ユーザーベネフィット

- ◆ DSC-60 Plusでガラス転移を測定することで、ガラス転移温度から食品の硬さを推定することが可能です。
- ◆ DSC-60 Plusで食品のガラス転移温度と含有する水分量の関係を調べることが可能です。

### ■はじめに

食品の硬さは食感や加工性などの観点から、製品の開発や品質管理における重要な項目となっています。食品の硬さの違いには結晶構造や水分の含有量、密度など様々な要因がありますが、ガラス転移も大きく影響します。多くの食品は高分子材料などと同様に、ガラス転移温度より高温ではラバー状態で柔らかく、低温ではガラス状態で硬く脆くなります。食品のガラス転移温度は水分含有量や含有成分のガラス転移温度により変わります。本稿では、食感の異なるソフトキャンディとハードキャンディ、3種の糖類、水分含有量の異なるソフトキャンディのガラス転移温度をDSCで測定した結果を紹介します。

### ■食感の異なるキャンディの測定

市販のソフトキャンディとハードキャンディをDSC-60 Plusで測定し、ガラス転移温度の違いを比較しました。表1に測定条件を、図1にDSC-60 Plusの外観を、図2と図3に測定結果を示します。

表1 測定条件

装置	: DSC-60 Plus 電気冷却装置 TAC-60i
セル	: アルミニウムシールセル
昇降温速度	: 10 °C/min
温度条件	: -40 °C → 140 °C
雰囲気	: 窒素 50 ml/min



図1 DSC-60 Plus

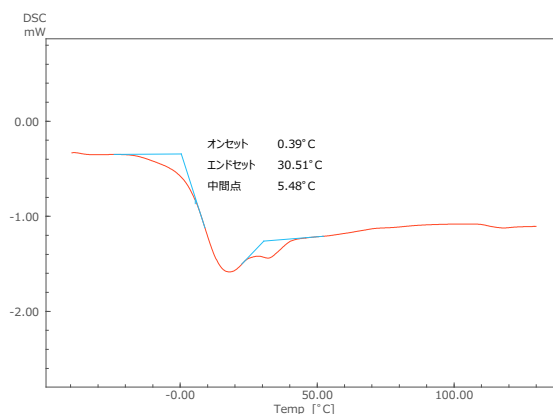


図2 ソフトキャンディの測定結果

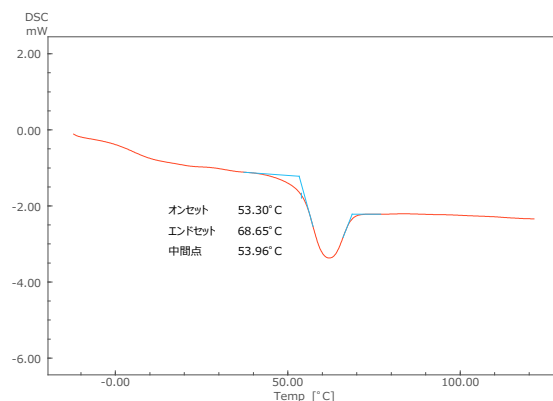


図3 ハードキャンディの測定結果

図2、図3より、ガラス転移におけるオンセット温度を比較すると、ソフトキャンディは0.39 °Cとなっており、室温ではラバー状態です。これに対してハードキャンディは53.30 °Cとなっており、室温ではガラス状態です。室温における両キャンディの食感は、ソフトキャンディは柔らかく、ハードキャンディは硬く脆く、それぞれのガラス転移におけるオンセット温度の差から予想される硬さの関係と一致しました。

## ■糖類の測定

食品のガラス転移温度は一般的に含有する成分のガラス転移温度により変化します<sup>1)</sup>。ここでは食品に含まれる糖類の例として、フルクトース、グルコース、スクロースのガラス転移を測定しました。表2に測定条件を、図4に測定結果を示します。1回目の昇温時は明瞭なガラス転移が見られなかったため、2回目の昇温時の結果のみを示しています。

表2 測定条件

装置	: DSC-60 Plus 電気冷却装置 TAC-60i
セル	: アルミニウムクランプセル
昇温速度	: 10 °C/min
降温速度	: 99.9 °C/min
温度条件	: フルクトース 室温 → 140 °C → -20 °C → 80 °C グルコース 室温 → 190 °C → -20 °C → 100 °C スクロース 室温 → 200 °C → -20 °C → 140 °C
雰囲気	: 窒素 50 ml/min

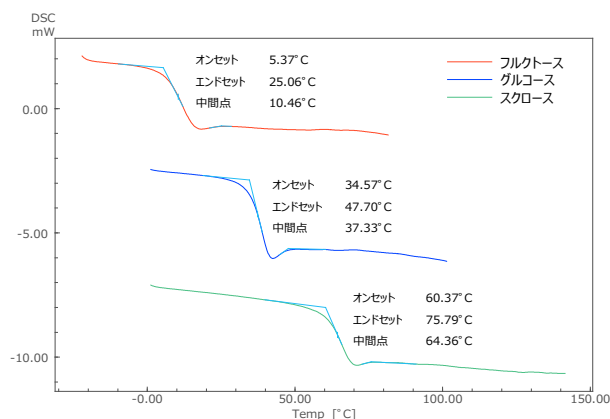


図4 フルクトース、グルコース、スクロースの測定結果

図4から、それぞれガラス転移温度が異なることがわかります。この結果から、例えば最もガラス転移温度が低いフルクトースを食品に用いた場合、他の2種の糖類を用いた場合と比べてその食品のガラス転移温度が低くなり、室温時に柔らかくなることが予想されます。

## ■熱処理を行ったソフトキャンディの測定

一般的に、食品のガラス転移温度は含有する水分量によっても変化します。ここでは市販のソフトキャンディに熱処理を加え、水分を蒸発させたときのガラス転移を測定し、比較しました。表3に熱処理条件と熱処理後の試料の含有水分量、表4に測定条件、図5に測定結果を示します。なお、熱処理後の試料の含有水分量は、熱重量測定により、120 °Cまでの減量から算出しました。

表3 熱処理条件と熱処理後の試料の含有水分量

熱処理条件	試料の含有水分量
熱処理なし	1.6%
110 °Cで5分保持	0.8%
110 °Cで30分保持	0.7%

表4 測定条件

装置	: DSC-60 Plus 電気冷却装置 TAC-60i
セル	: アルミニウムシールセル
昇降温速度	: 10 °C/min
温度条件	: -40 °C → 140 °C
雰囲気	: 窒素 50 ml/min

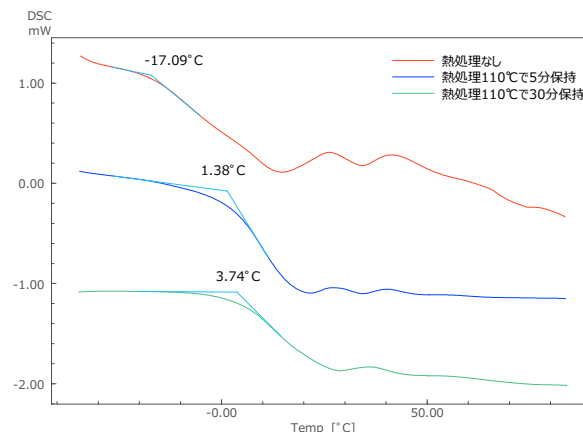


図5 熱処理条件を変えたソフトキャンディの測定結果

図5より、熱処理時間が長くなるにつれてガラス転移温度が高温側にシフトしていることがわかります。このことから、食品の水分の含有量が減ることで、ガラス転移温度が高温側にシフトし、キャンディが硬く脆くなることが予想されます。

## ■まとめ

本稿では、食感の異なるソフトキャンディとハードキャンディ、3種の糖類、水分含有量の異なるソフトキャンディのガラス転移をDSCで測定しました。その結果、ソフトキャンディの方がハードキャンディよりもガラス転移温度が低い結果となりました。この結果は両キャンディの食感の違いと一致しました。また、種類の異なる糖類や、水分量の異なるキャンディのガラス転移を測定し、それぞれガラス転移温度の違いを確認することができました。これらの結果から、DSCでガラス転移温度を比較することで、食品の硬さを推定できる可能性が示唆されました。

<参考文献>

- 1) K. Kawai, "Glass Transition Properties and Quality Control of Food," Japan journal of food engineering, Vol. 19, No. 1, pp. 9-14, March. 2018