

天ぷら衣におけるガラス転移特性の解明と食感制御への利用

広島大学 大学院生物圏科学研究科

川井 清司

<研究背景および目的>

調理直後の天ぷら衣はサクサクとした食感（サク味）を呈するが、吸湿が進むとベチャッとした食感になる。この物理的劣化はガラス-ラバー転移（ガラス転移）によって説明できるといわれているが、実際に天ぷら衣のガラス転移温度 (T_g) を明らかにしたという報告は無い。示差走査熱量計 (DSC) は非晶質の T_g を検出するために最もよく利用される測定技術であるが、油脂の熱応答がガラス転移に伴う応答を覆い隠す、澱粉高含有試料はガラス転移に伴う熱容量変化が小さい、などの理由により、 T_g を捉えることが困難なためと考えられる。一方、筆者らはレオメーターに温度制御装置を取り付けた“昇温レオロジー測定 (TRA)” を構築し、天ぷら衣と同様に DSC では T_g を捉えることが困難であったクッキーの T_g を明らかにした。この方法では、ガラス状態の試料に一定応力、或は一定歪みを与えた状態で昇温し、ガラス転移に伴う軟化を応力低下として捉えることができる。本研究では市販の揚げ玉をモデル天ぷら衣とし、それらの T_g を昇温レオロジー測定によって明らかにすることを目的とした。

<材料および方法>

組成が異なる二種類の市販の揚げ玉を購入した。いずれも小麦粉を油で揚げたものだが、一方にはグルコースが加えられていた。これらを 80°C で 6 時間減圧乾燥した後、水分活性の異なる様々な飽和塩共存下の小型デシケーター内に移し、25°C で 1 週間以上保持した。各試料の T_g は TRA 測定によって調べた。TRA 測定では試料 (約 1.3g) をアル

ミ製のカップ（内径 31.8mm）に入れて試料台（ヒーター）にセットし、円柱状のプランジャーで 80N の荷重を与えた後、約 3°C/min で 80°C まで昇温した。

<結果および考察>

TRA 測定結果の一例を図 1 に示す。おおよそ 50°C から荷重が大きく低下し始める挙動が確認できた。これは試料のガラス転移に伴う軟化によるものであり、その開始点を T_g として読み取った。同様に各試料の T_g を決定し、水分含量に対してプロットした結果、いずれの試料も水分含量の増加と共に T_g が直線的に低下することが分かった。これは水の可塑効果によるものと理解される。各水分含量での T_g を比較すると、グルコース添加試料の方が高い値を示した。 T_g が高いことは、より高い水分含量までガラス状態を維持できること意味している。したがって、グルコース添加試料は吸湿に伴う軟化耐性が高いといえる。一般にグルコースの様な低分子の糖質は多糖に対して可塑剤として作用する (T_g を引き下げる効果を持つ) ことが知られており、本結果は既往の見解と矛盾するものであった。一方、両試料の油脂含量に着目すると、グルコース添加試料の方が低いことが分かった。したがって、グルコースの添加は、より強い可塑剤として作用する油脂の吸収を抑えることで、揚げ玉の T_g を上昇させたと考えられる。今後、糖質および油脂の含有量が天ぷら衣の T_g に及ぼす影響を調べる必要がある。

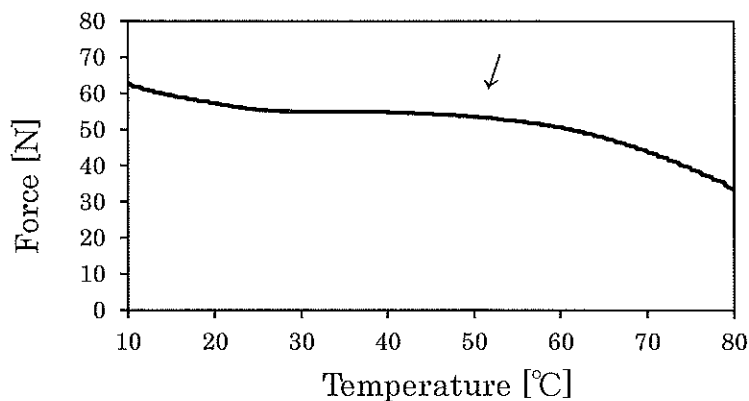


図 1 揚げ玉における昇温レオロジー測定結果