
温度勾配がメレンゲの泡構造と粘弾性の空間変化に及ぼす影響

東洋大学食環境科学部・教授 藤井 修治

■ 目 的

マカロンのような焼き菓子の食感は表面と内部とで異なる。この食感のコントラストは、焼成時に、食品内部に生じる温度勾配により作り出される。本研究では、卵白水溶液と砂糖のみから成るメレンゲについて、温度勾配が生み出す内部構造の変化過程を顕微鏡観察により追跡し、食感のコントラストを作り出す構造的要因を明らかにすることを目的とした。

■ 方 法

乾燥卵白 W-type(キューピータマゴ株式会社)を水に濃度 15%で溶かし、遠心により不溶成分を取り除いた上澄液を試料とした。ハンドミキサーを用い温度 20℃で攪拌しながらスクロースを加えることにより試料となるメレンゲを調整した。

ホイップしたメレンゲを自作の加熱装置を用いて焼成しながら顕微鏡観察を行なった。加熱装置は 2 枚のヒーターとガラス板から構成される。2 枚のガラス間に厚み 1mm の薄型加熱ヒーターを 2cm の間隔で並べ、その間にメレンゲを置き、ヒーター近傍から中央部までを 8K カメラを用いて顕微鏡観察した。顕微鏡観察と同時にサーマルカメラを用いてメレンゲ内部の温度変化も追跡した。また、レオメーターを用いた粘弾性測定も行なった。

■ 結果および考察

焼成によりメレンゲのゲル化は高温側から低温側へと進行し、それと同時に泡構造がウェット→ドライ転移を示すことが明らかになった。スクロース未添加系では焼成開始から 1,200 秒後には観察領域にある全てのメレンゲがゲル化したが、スクロース添加系のメレンゲでは同じ焼成条件で 1,200 秒が経過しても、一部が未ゲル化状態にあった。スクロース添加による保水効果がゲル化を抑制するためであり、これまでに報告されている内容から推測される結果を得た。

ゲル化による泡構造の変化に加え、泡の液膜が薄層化する現象が新たに観察された。ゲル化と同様、この薄層化もスクロース添加により遅延して生じた。粘弾性計測の結果、液膜の薄層化は卵白水溶液のガラス化に起因すると考えられる。

これらの実験結果により、焼成中のメレンゲは、卵白のゲル化による泡構造のウェット→ドライ転移、さらにゲル化卵白のガラス化による液膜の薄層化の二つの構造転移を示すことが示唆された。焼成して得られる焼き菓子の食感のコントラストは、泡構造変化だけではなく、ゲル化とガラス化の組み合わせによっても作り出されている可能性が示された。

■ 結 語

卵白水溶液とスクロースの二成分から成るシンプルなメレンゲの焼成過程を調べた。その結果、ゲル化により泡構造が変化すること、その後、ガラス化も生じることで液膜構造がさらに変化することが明らかになった。この泡構造とガラス化のコンビネーションが食感のコントラストを作り出す重要な要因であることが示唆された。