

流動下の粘弾性測定による生クリームのせん断硬化の観測

菜嶋健司

(株) 大菜技研 [〒305-0047 つくば市千現 2-1-6]

1. 緒言

通常の動的粘弾性測定は、試料の流動は想定されていない。しかし、食品を始め殆どの物質は流動状態を経験する。動的粘弾性がどのように流動の影響を受けるのかを調べることで、新たに重要な物性的、科学的知見が得られると考えられる。今回は、生クリームがホイップによって固まる状況を模して、せん断流動を印加して硬化する様子を流動下の粘弾性測定により追跡した。

生クリームは濃厚なエマルションであり、流動によって脂肪球が相互に接触し合う状況を想定できる。この状態が経時的に変化し、脂肪球の合一や凝集が起こったとき測定値がどのように変化するかを見るのが今回の目的である。測定量は、粘度 (η)、貯蔵・損失弾性率 (G', G'') のせん断速度依存性に加え、粘度と貯蔵・損失弾性率から算出される複素粘度の比 (De) である。

2. 実験方法

硬化によって測定量に変化する過程を追うのであるが、実験時間の制約から、せん断速度及び測定周波数を絞り込み、さらに、数点の定常せん断による測定 (最大のせん断流動を規定する) を行う手順とし、この手順の繰り返しで測定を行った。

試料は、市販の生クリーム (FC47 と表記) を使用した。温度、最大せん断速度の硬化条件は試行錯誤により選択した。市販のコーヒー用クリーム (KT) を比較対象とした。

3. 実験結果

今回の報告では、測定周波数は 20 rad/s のみとする。まず、硬化しない KT と FC47 の初期状態の貯蔵・損失弾性率を Table 1 で比較する。両者に大きな違いは見られず、共に弱いせん断 ($0.4s^{-1}$) 付加で、若干の値の上昇、即ち、流動硬化現象が発生している。明確な違いは、中程度のせん断 ($6.6s^{-1}$) 付加で FC47 は G'' が上昇を継続していることである。

次に、FC47 を上記手順で硬化する様子を調べた結果を Fig.1 に示す。弱せん断では、 G', G'' 共、緩やかな上昇の後、4 時間経過付近から急な上昇挙動に変化している。中せん断では、 G'' が 2 時間付近から急な上昇に変化するのに対して、 G' はその時点で挙動の変化はなく、4 時間経過後に急激に値が低下し、グラフに表示できない負の値へと変

化する結果となった。流動下の粘弾性では、 G' が負になることは許容される現象のようである。

De については、初期はやや低下傾向であるが、弱せん断では、4 時間程度で大きく変化し、中せん断では 2 時間程度以降より強い低下傾向となり、 G' と異なるせん断流動速度依存性を見せている。

なお、粘度については G'' とほぼ同様の変化を示し、せん断を加えない G', G'' についてはこの測定時間内の変化は小さいという結果を得ている。

Table 1. Comparisons of G', G'' with KT in the initial state.

s. rate	KT		FC47 (10°C)	
	G'	G''	G'	G''
0	0.375	1.395	0.445	0.950
0.4	0.490	1.445	0.552	1.410
6.6	0.159	1.121	0.224	1.506

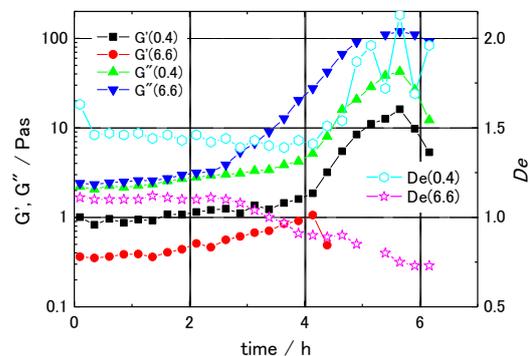


Fig.1 G', G'' and De variation of the FC47 sample under the set of programmed condition. ($\omega=20$ rad/s, strain=0.03, max. shear rate = $150 s^{-1}$, $5^{\circ}C$; the values in the parenthesis on the figure are the superposed shear rates.)

4. 結言

本報で示した硬化過程は、それぞれの測定条件によってもたらされる変化ではなく、せん断刺激による状態変化を各測定条件で観測したものであることに注意が必要である。すると、与えるせん断条件や G', G'' と言った測定量によって、試料の状態の見え方が違うことが明瞭になる。この中から目的に適った条件を見出すことや、これらの差異を解明する方面への発展が期待される。