

研究テーマ： 加熱調理過程における卵黄の乳化特性の変化が最終製品の性状へ及ぼす影響	
研究代表者： 人間文化部 健康科学科 教授 杉山 寿美	連絡先： sugiyama@pu-hiroshima.ac.jp
共同研究者：	
【研究概要】 脂肪を多く含む料理に配合される卵黄の、焼成過程での役割と焼成後の性状への影響の解明を目的とし、ベーカドチーズドケーキを試料として研究を行った。その結果、「少量の卵黄配合」は、①乳脂肪球を分散させ、②焼成過程でゲルの安定性を低くし、ゲルの性質を弱くした。そして、③乳脂肪球の凝集、合一、崩壊を生じさせ、④乳脂肪球から遊離した脂肪が焼成後のチーズケーキの付着性等に関与し、⑤濃厚で、なめらかなテクスチャーを付与していることが明らかとなった。この結果は、実際の調理加工過程で、卵黄たんぱく質の加熱変性が脂肪球を凝集させることを示したものである。	

【目的】

脂肪を多く含む焼成菓子類に卵黄は配合されており、配合要因は卵黄の有する乳化特性や風味の付与にあると考えられている。しかし、実際の調理加工過程における焼成過程において、卵黄がどのような役割を果たし、また、焼成後の性状をどのように変化させるかは明らかでない。すなわち、卵黄によって形成されたO/Wエマルジョンの加熱によるゲル形成機構および特有のテクスチャーを生み出すゲル構造についての報告されていない。本研究では、昨年度までにいわゆる"なめらかプディング"を試料として、乳脂肪球表面に吸着した卵黄由来タンパク質の加熱変性が、乳脂肪球の凝集を促し、異なる2層を形成させることを明らかとしている。そこで、"なめらかプディング"と同様に卵黄を含むO/Wエマルジョンをより高温で焼成する"ベーカドチーズケーキ"では、乳脂肪球の凝集、合一、崩壊を卵黄が促し濃厚でなめらかなテクスチャーを付与していると考え、本研究を行った。

【方法】

1) チーズケーキの調製

クリームチーズ 80g, 乳脂肪クリーム 40g, 砂糖 30g, レモン果汁 5g, コーンスターチ 3g に、全卵, 卵黄, 卵白を配合した、あるいはいずれも配合していないベーカドチーズケーキを調製

	+	Y7	Y20	W13	W20	-
Egg Yolk	7	7	20	-	-	-
Egg White	13	-	-	13	20	-
Water	-	13	-	7	-	20

した (Table 1)。全卵を配合したものを「+」、卵白のみ「W13, W20」、卵黄のみ「Y7, Y20」、卵を配合していないものを「-」とした。また、乳脂肪クリーム 40g + クリームチーズ 80g のチーズケーキを『チーズケーキ 40』とし、乳脂肪クリーム量とクリームチーズ量を変更したチーズケーキも調製した。これらを『チーズケーキ 0 (クリームチーズ 120g)』、『チーズケーキ 20 (乳脂肪クリーム 20g + クリームチーズ 100g)』、『チーズケーキ 60 (乳脂肪クリーム 60g + クリームチーズ 60g)』とした。

2) チーズケーキの性状 (官能評価, 静的粘弾性測定)

焼成後のチーズケーキの性状を静的粘弾性測定 (硬さ, 凝集性, 付着性) および官能評価 (識別試験: きめの細かさ, 崩れやすさ, 濃厚さ, なめらかさ) から把握した。静的粘弾性測定は『チーズケーキ 20, 40, 60』の 18 種類を試料とし、高さ 15mm の試料に対して、10mm の圧縮を 50mm/min で連続 2 回、10°C と 25°C で行った。官能評価は『チーズケーキ 40』の 6 種類を試料とした。

3) チーズケーキの構造 (動的粘弾性測定, 冷却遠心分画と各画分の脂肪量, リン脂質中リン量)

焼成後のチーズケーキの構造を把握するために、『チーズケーキ 0, 20, 40, 60』(24 種類) の動的粘弾性測定 (応力依存特性, 周波数依存特性) を $\phi 35\text{mm}$ の平行プレートを装着させたレオストレス 6000 (Thermo HAAKE) を用いて行った。ギャップは 2mm とした。また、『チーズケーキ 40, 60』の 12 種類については、冷却遠心分離による分画と各画分の脂肪量, PL-Pi 量を定量した。

4) チーズケーキ生地 の 構造変化 (粒度分布測定, 動的粘弾性測定)

レーザー回折散乱式粒度分布測定装置 LA-300 (Horiba) を用い, チーズケーキ生地 の 粒子径を測定した。分散媒は蒸留水, 0.5% SDS 溶液とし, 超音波処理時間は 0 分, 1 分とした。また, 焼成過程, 冷却過程でのチーズケーキ生地 の 構造変化を確認するため, チーズケーキ生地 の 動的粘弾性測定 (温度依存測定および 10°C, 50°C, 90°C での応力・周波数依存測定) を行った。

【結果】

1) チーズケーキの性状 (官能評価, 静的粘弾性測定)

官能評価の結果, 卵黄配合量が少ない「Y7」, 卵を配合していない「-」できめが細かく, 崩れにくいと評価された。また, 「Y7」はなめらかで, 濃厚であると評価された。/ 25°C の静的粘弾性測定で, 「Y7」「-」の凝集性, 付着性が他の配合よりも有意に高く, 卵黄配合量の多い「Y20」では低かった (Table 2)。/ すなわち, 卵黄の有する風味やテクスチャーが, 直接的にチーズケーキの性状を決定しているのではなく, 焼成過程において卵黄がチーズケーキ生地 の 構造変化に関与し, 焼成後のチーズケーキの性状を決定していると考えられた。

Table 2 Static viscoelasticity : Adhesiveness [$\times 10^{-3}$ J/m³]

25°C	Cake+	Y7	Y20	W13	W20	-
Cake 20	2.71 ^{AB}	4.43 ^D	3.11 ^{BC}	3.07 ^B	2.17 ^A	3.92 ^{CD}
Cake 40	3.32 ^B	4.78 ^C	3.64 ^B	3.79 ^{BC}	2.13 ^A	4.22 ^{BC}
Cake 60	3.16 ^{AB}	3.82 ^B	4.23 ^B	3.99 ^B	2.36 ^A	3.34 ^{AB}

The same letters at same lines show not significantly different at $p < 0.05$ level. (n=9).

2) チーズケーキの構造 (動的粘弾性測定, 脂肪量・リン脂質中リン量)

応力依存測定では乳脂肪クリーム の 配合量が多くなるほど, 「Y7, -」では G' , G'' の値が大きくなった。また, 乳脂肪クリームが多い場合, 「Y7, -」の周波数依存性が小さく, ゲルの性質が強いことが示された。/ 冷却遠心分画で得られた各画分の脂質分析の結果, 「Y7」は「Y20」よりも遊離脂質画分に分離される脂肪が多かった。すなわち, 乳脂肪球から脂肪の遊離は, 卵黄配合量が多い場合よりも, 卵黄配合量が少ない場合に生じることが示された。/ これらのことから, 「Y7, -」では脂肪球の凝集と, 脂肪球の崩壊に伴う脂肪の遊離が生じていることが示された。

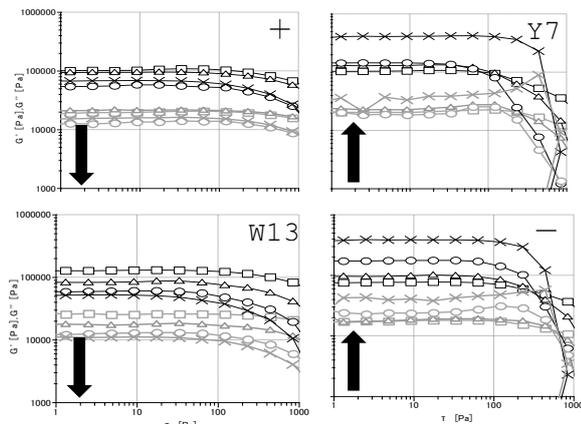


Fig.1 Dynamic viscoelasticity : Amplitude Sweep of Cheese Cake (1Hz). G' :black, G'' :gray, □Cake0, △Cake20, ○Cake40, ×Cake60.

3) チーズケーキ生地 の 構造 (粒度分布測定, 動的粘弾性測定)

生地 の 粒度分布測定では, 生地中に卵黄が含まれる「+, Y7, Y20」では, 他の配合と比較して生地中での乳脂肪の凝集 (粒子径の増大) が抑制されており, 特に卵黄配合量の多い「Y20」で抑制されていた。/ 10°C から 150°C までの温度依存測定では, 50°C 付近での G' , G'' の値の差が「Y7, Y20」で大きく, 昇温過程における G'' が G' よりも大きい温度域が広がった。10°C, 50°C, 90°C での応力依存測定の結果, 10°C, 50°C の線形領域は「+, Y7, Y20」で狭く (安定性が低く), 90°C では「Y7, -」で狭く (安定性が低く), 「Y20」では加熱により構造が安定となった。周波数依存測定では, 「Y7, Y20」で周波数依存性は卵を配合していない「-」よりも強く, ゲルの性質が弱かった。/ これらのことから, チーズケーキ生地 に配合された卵黄は乳化性を示す一方, 乳脂肪に吸着した卵黄たんぱく質の加熱変性に伴う乳脂肪球の凝集によって, ゲルの性質が弱くなることもものの, 卵黄配合量が多い場合は構造が密であるために安定性が維持されていることが示された。

