

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500950

研究課題名(和文) 脂肪摂取量低減を目的とした卵黄O/Wエマルジョンの加熱によるゲル形成機構の解明

研究課題名(英文) Elucidation of the gel-forming mechanism by heating of egg yolk O/W emulsion for the purpose of fat intake reduction

研究代表者

杉山 寿美 (SUGIYAMA, SUMI)

県立広島大学・人間文化学部・教授

研究者番号：10300419

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：乳脂肪クリーム、菜種油を加えた卵液の加熱過程でのレオロジー特性、加熱ゲルの構造等を検討した。オムレツを試料とした場合、動的粘弾性測定では80°の線形領域が乳脂肪クリーム配合で狭く、菜種油配合で広がった。加熱ゲルは乳脂肪クリーム、菜種油の配合により、小さな空隙を多く有する多孔質な構造となった。また、テクスチャー測定、官能評価で、乳脂肪クリームの配合は脆弱なゲルとなることが確認された。以上より、乳脂肪クリーム、菜種油の卵液への配合は、加熱過程でのレオロジー特性、加熱ゲルの構造を変化させ、脆弱あるいはしなやかな軟らかさのテクスチャーを生じさせることが示された。チーズケーキの結果は本文中に示した。

研究成果の概要(英文)：We investigated the rheological properties of liquid egg mixed with milk fat cream or rapeseed oil during heating and its heat-induced gel structure and texture. In experiments the omelet was used as a sample, dynamic linear viscoelasticity measurements at 80° were highly variable for the milk fat cream mixture and relatively uniform for the rapeseed oil mixture. When liquid egg was heated with milk fat cream or rapeseed oil in an omelet-like form, the resulting gel showed a porous structure by scanning electron microscopy. Texture measurements and sensory evaluation demonstrated that heat-induced gel with milk fat cream exhibits vulnerable properties. These results demonstrated that the addition of milk fat cream or rapeseed oil into liquid egg altered the rheological properties of the liquid egg during heating as well as the heat-induced gel structure, and generated a unique, vulnerable or flexible, texture.

研究分野：調理科学

キーワード：卵 テクスチャー レオロジー ベークドチーズケーキ オムレツ 乳脂肪クリーム 菜種油

1. 研究開始当初の背景

多くの油脂を含む料理や菓子の調理加工過程において、卵黄の乳化特性が利用されており、ベークドチーズケーキ、プディング、オムレツなど、従来の製品よりも著しくなめらかで濃厚なテクスチャーの製品が流通している。従来の油脂配合量の少ない調理加工品が市場から消えつつある現状からも、今後、油脂配合量の少ない(テクスチャーの異なる)調理加工品を人々が選択する可能性は低く、特有のテクスチャーを維持しつつ油脂配合量を減少させる方法の設計が人々の健康維持のためには不可欠である。卵黄 o/w エマルションの加熱に伴うゲル形成能については、いくつかの報告がなされているものの、複数の食品を混合し、エマルションを形成させた後に、加熱を行う、実際の調理加工過程におけるエマルションの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は皆無である。そこで、油脂を多く含む卵黄 o/w エマルションの加熱によって構築されたゲル構造が、その性状(テクスチャー、嗜好性)にどのように寄与しているのかを明らかにすることが、その特有の性状(テクスチャー、嗜好性)を維持しつつ油脂配合量を減少させる方法を設計するために不可欠であると考えた。

2. 研究の目的

実際の調理加工過程で、(1)卵黄 o/w エマルションの油水界面構造を形成している脂質やたんぱく質が、加熱過程においてどのように変化するのか、(2)その結果エマルションはどのように変化(凝集、分散、合一など)し、ゲル構造を構築するのか、(3)構築されたゲル構造がゲルの性状(テクスチャー、嗜好性)にどのように寄与しているのか、(4)その特有の性状(テクスチャー、嗜好性)を維持しつつ油脂配合量を減少させる方法はなにか、を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究は、チーズケーキ、オムレツを試料として行ったが、手法がほぼ同様であることから、卵黄によって乳脂肪クリームや菜種油を o/w エマルションとした卵液を攪拌加熱するオムレツでの方法を中心に、報告する。

(1) 試料調製

鶏卵、乳脂肪クリーム、菜種油は、広島市内で購入した。卵液は、全卵 100 g に蒸留水 30 ml を加えたもの、乳脂肪クリーム 30 ml を加えたもの、菜種油 18 ml および水 12 ml を加えたもの(乳脂肪クリーム 30ml を加えた場合と脂肪量が同程度となるよ

う決定した)を調製し、蒸留水を加えたものをコントロールとした。全卵は、予め確認した卵黄と卵白の割合になるよう、それぞれをストレーナーで均質化したものを混合して用いた。材料の混合は泡だて器を用い、攪拌速度を 4 回/秒として、100 回攪拌した。直ちに、ハロゲンヒーターを用いて、200 に熱したテフロン製フライパンに流し入れた。加熱は、ハロゲンヒーターの最大目盛を維持し、菜箸を用いて、攪拌速度を 3 回/秒として、25 秒間攪拌加熱した。加熱終了と同時に、木の葉型あるいはセルクルを用いて円筒型(ϕ 直径 45mm, 2 個)に成形し、中心温度が 75 ± 2 あるいは 80 ± 2 であることを調製ごとに確認した。この加熱条件は、オムレツ状の仕上がり状態となるよう予備実験で決定した。試料は同一日に必ずコントロール、乳脂肪クリーム配合、菜種油配合の 3 種類を調製し、卵の購入日による差が生じないように配慮して、実験を繰り返した。

(2) 卵液のフローカーブ測定・動的粘弾性測定

フローカーブ測定、動的粘弾性測定は、加熱前の卵液を試料として、前報と同様に行った。測定は、シリンダータイプのダブルコーンセンサー(ϕ 60 mm)を取り付けたストレス制御動的粘弾性装置 RS6000 を用いて、ギャップ 0.052 mm、ウェイトイングタイム 3 分で行った。フローカーブは、ずり速度($\dot{\gamma}$)を 0~150 /s まで 30 秒間で上げ、直ちに 150~0 /s まで 30 秒間で下げて測定した。動的粘弾性測定では、貯蔵弾性率 G' 、損失弾性率 G'' の応力依存特性、周波数依存特性、温度依存特性を測定した。測定は、まず、測定温度 10 での応力依存測定により試料の線形粘弾性領域の把握を周波数 1 Hz、応力 $10^{-2} \sim 10^2$ Pa で行った。次に周波数依存測定を、周波数 $10^{-1} \sim 10^1$ Hz、応力 1.0 Pa で行った。その後、10 から 85 までの温度依存測定を周波数 1 Hz、応力 1.0 Pa として、昇温速度 2 /min で行った。さらに、10 で行った応力依存特性、周波数依存特性と同様の測定を 75、80 でも行った。

(3) 示差走査熱量測定

卵液の示差走査熱量測定(DSC 測定)は、DSC TA-60 を用いて行った。卵液 10mg をアルミニウムシールセルに入れ密閉し、25 から 120 まで、昇温速度 2 /min で測定した。すべての測定は、3 回以上行った。

(4) 走査型電子顕微鏡観察

観察は、走査型電子顕微鏡を用いて、加速電圧 15 kV、1000 倍あるいは 6500 倍、高真空条件下で行った。試料は、加熱後、木の葉状に成形した試

料の中心部を 5 mm 角に切り出し、50 %エタノールに浸漬した。その後 30 分毎にエタノール濃度を 10 %ずつ上げた後、t-ブチルアルコールに一晩浸漬し、脱脂脱水処理を行った。ステージに固定後、イオンスパッタリング装置で金蒸着を施し、測定に用いた。

(5) テクスチャー測定

オムレツ状に加熱し、円筒型に成形した試料は、25 になるまで 90 分静置した後、中央部を円形 (ϕ 25mm) に型抜きし、さらに上部を切り落として 15mm の高さとした。測定は、円形プランジャー (ϕ 20mm) を取り付けしたテクスチャーアナライザーEZ-S を用いて、10 mm の圧縮 (約 70 %) を、ストロークスピード 50 mm/min で行い、硬さ、破断エネルギー、凝集性、弾力性を求めた。

(6) 官能評価

オムレツ状に加熱し、木の葉型に成形した試料について、女子大学生 16 名をパネルとして行った。識別試験として硬さ、弾力性、なめらかさを、嗜好試験として総合評価の計 4 項目を評価項目とし、コントロールを基準として -2 から +2 の 5 段階で評価させた。

(7) 冷却遠心分離による分画と脂質分析 (脂肪量、リン脂質リン量)

卵液およびオムレツ状に加熱した試料、さらに加熱途中 (65) の試料について、脂質抽出および分析を行った。加熱途中の試料は、上述と同様にハロゲンヒーターの最大目盛を維持し、菜箸を用いて、攪拌速度を 3 回/秒として、15 秒間攪拌加熱し、中心温度 65 ± 2 であることを調製ごとに確認した。これらの試料をストレーナー (16 メッシュ) に通して均質化し、試料 8g を冷却遠心管に精秤、蒸留水 16g を加えて、3000rpm あるいは 14000rpm で冷却遠心分離を行った (4 , 20 分)。分画された各画分について Bligh&Dyer 法で脂質抽出を行い、その後、抽出脂質の一部にトリペンタデカノインを内部標準物質として加えて、メタノール-塩酸を用いてメチル化、脂肪酸分析を行った。脂肪酸メチルエステルの分析は、キャピラリーカラム DB-WAX を用いて、ガスクロマトグラフィー (GC-2025) によって行った。なお、内部標準物質としてトリペンタデカノインを用いた。さらに、各画分に分画された脂肪のうち、乳脂肪クリーム由来あるいは菜種油由来の脂肪量を、乳脂肪クリーム配合卵液ではオレイン酸 (18:1) から、菜種油配合卵液ではパルミチン酸 (18:0) の脂肪酸変化から算出した。リン脂質中リン (PL-Pi) の定量は、Bartlett 法で行った。抽出脂質の一部に 10N 硫

酸 0.5ml 加え、160 で 3 時間加熱した。冷却後、0.22% モリブデン酸アンモニウムを加えて沸騰水浴中で 7 分間反応させた後に Fiske reagent を加え、830nm の吸収を分光光度計で測定した。

(8) SDS-電気泳動

SDS-電気泳動は Laemmli の方法で 10% 分離ゲルを用いて行った。サンプル処理は、試料約 5mg を 0.05M DTT あるいは 5M Urea としたサンプルバッファー中で行った (100 , 2 分)。分子量マーカーにはタンパク質分子量マーカー (TEFCO) を使用した。泳動は、15mA 定常電流で行った。泳動後のゲルは、CBB 染色あるいは銀染色を行った。各タンパク質の分子量および濃度は、

Densitograph software library (Lane analyzer ver.3, アトー) で算出した。

(9) 統計処理

有意差検定は、PASW statistics 17.0 を用いて、一元配置分散分析の後、多重比較を行った。

4. 研究成果

(1) 卵液のヒステレシスエリアと動的粘弾性挙動

ヒステレシスエリア: 蒸留水を加えたコントロールのヒステレシスエリアは卵液そのものと比較して小さく、卵液が蒸留水によって希釈されたことが確認された。一方、乳脂肪クリーム配合卵液では、ヒステレシスエリアが著しく大きくなり、菜種油配合卵液では維持された。また、いずれの卵液でも上昇曲線よりも下降曲線のずり応力が低かったが、乳脂肪クリーム配合卵液では上昇曲線と下降曲線の差が著しく、乳脂肪の配合により形成された構造が速いずり速度で破壊されたものと推察された。エマルション溶液やコロイド溶液では、粒子径が小さいほど粒子間相互作用が働き粘度が増大することから、ヒステレシスエリアが大きい乳脂肪クリーム配合卵液、菜種油配合卵液は、乳脂肪クリームや菜種油の油脂が卵液中に分散した o/w エマルションの状態であると推察された。

温度依存特性: コントロール卵液、菜種油配合卵液は、昇温直後から貯蔵弾性率 G' 、損失弾性率 G'' とともに低下するのに対し、乳脂肪クリーム配合卵液は、 G' 、 G'' がそれぞれ 22.8 ± 2.0 , 23.9 ± 1.8 までわずかに低下し、 34.6 ± 0.2 , 36.3 ± 0.1 までほぼ一定を維持、その後著しく低下した。これは、乳脂肪クリームを配合した場合には、昇温により乳脂肪球膜の一部が崩れ、脂肪球同士の凝集が生じたために、 G' 、 G'' が維持され、さらにその後の昇温による乳脂肪の融解によって、 G' 、 G'' が低下したものと考えられた。また、コントロール卵液よりも、菜種油配合卵液、乳脂肪クリーム配合卵液で G' 、

G''の上昇開始温度が高くなった。この要因として、界面積が油滴の存在によって増大し、熱の伝わりが遅れたために、卵液の構造変化が遅れたものと推察されるが、一方、油脂の比熱は小さく、今後、この点について検討する必要があると考えている。G'がG''を上回るクロスオーバーポイントは、菜種油配合卵液でコントロール卵液よりも有意に低かった。また、菜種油配合卵液、乳脂肪クリーム配合卵液ではG', G''の上昇が急激であった。クロスオーバーポイントはゲル化点と呼ばれており、コントロール卵液が蒸留水で希釈されていることと異なり、乳脂肪クリーム配合卵液、菜種油配合卵液は水相に含まれるたんぱく質濃度が高いために、急激な構造変化が起こったと推察された。なお、80 におけるG', G''は、菜種油配合卵液で最も高く、コントロール卵液、乳脂肪クリーム配合卵液との間に有意な差が認められた。

応力依存特性および周波数依存特性:10 では、いずれの卵液でも 10^0 Pa付近に、G'の平坦部が認められたが、菜種油配合卵液ではその範囲が極めて狭かった。周波数依存測定では、コントロール卵液で周波数依存性が高く、乳脂肪クリーム配合卵液の依存性が低かった。75 では、コントロール卵液、乳脂肪クリーム配合卵液で、応力の増加に従ってG', G''が緩やかに大きくなった一方で、菜種油配合卵液では、 10^1 Paまで、G', G''が一定の値を保ち、その後低下した。これは、菜種油配合卵液の構造が75 でかなり安定していることを示している。周波数依存性は、いずれの卵液でも類似しており、依存性は低かった。80 では、低い応力におけるG', G''は、コントロールよりも乳脂肪クリームあるいは菜種油を配合したもので高く、これは、コントロールよりも水相のたんぱく質濃度が高く維持されているために、たんぱく質相互作用による連続相のネットワーク構造がコントロールよりも構築されているためと推察された。コントロール卵液は応力の増加に従ってG', G''が緩やかに大きくなり、菜種油卵液では高い応力においても安定した値であった。一方、乳脂肪クリーム配合卵液ではG'が 10^0 Paで、G''が 10^1 Paで急激に低下し、コントロール卵液、菜種油配合卵液とは異なる構造特性を有することが示された。これらの応力および周波数依存測定から、乳脂肪クリーム配合卵液は、加熱前は安定している一方、加熱後では高い応力に対して弱い、脆弱な構造のゲルとなり、菜種油配合卵液は、加熱前は周波数依存性の高いゾル的性質を有し、75 加熱時、80 到達時に安定した構造を有するゲルとなることが示された。

DSC 測定: オンセット温度は、コントロール卵液で最も低く、乳脂肪クリーム配合卵液で高かった。この結果は、動的粘弾性測定におけるG', G''の上昇開始温度がコントロール卵液で低く、乳脂肪クリーム配合卵液で高いことと一致していた。オフセット温度はコントロール卵液で最も低く、菜種油配合卵液の間に有意な差が認められた。一方、エンタルピーは、乳脂肪クリーム配合卵液で最も小さく、コントロール卵液、菜種油配合卵液の順に大きかった。80 到達時のG', G''も乳脂肪クリーム配合卵液で最も小さく、コントロール卵液、菜種油配合卵液の順に大きかったことから、乳脂肪クリームや菜種油を配合することで変性開始および終了温度が高くなる一方で、蛋白質の変性程度が乳脂肪クリーム配合卵液で小さく、菜種油配合卵液で大きい可能性が示唆された。

(2) 加熱後の性状

走査電子顕微鏡観察:1000 倍の画像からは、コントロール卵液を加熱したものが、平坦な構造であることが確認された。乳脂肪クリーム配合卵液、菜種油配合卵液を加熱したものでは、コントロールよりも小さな多くの空隙が観察され、特に乳脂肪クリーム配合卵液を加熱したものは多孔質な構造であることが観察された。6500 倍の画像からは、いずれの卵液でも卵黄の小さな粒子が連続している構造が観察され、コントロール卵液では粒子が密に連なっているのに対し、乳脂肪クリーム配合卵液、菜種油配合卵液はなめらかに連なり、また、乳脂肪クリーム配合卵液では密で深い空間を、菜種油配合卵液では平坦で大きな空間を取り囲むように連なっている様子が確認された。

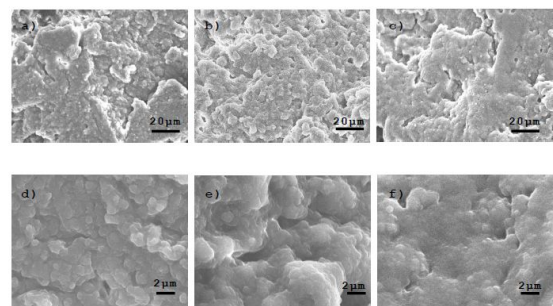


図: 走査電子顕微鏡画像

右: コントロール, 中: 乳脂肪クリーム配合, 左: 菜種油配合, 上: 1000 倍, 下: 6500 倍

テクスチャー測定: いずれの卵液でも、硬さ、破断エネルギーは75 よりも80 で高く、加熱により高くなることが確認された。乳脂肪クリームを配合した場合は、75 ではいずれの項目でもコントロールと比較して低い値を示し、80 における凝集性も

有意に低かった。このことから、乳脂肪クリームを配合すると脆弱な構造になることが示された。菜種油を配合した場合は、80 での凝集性を除いて、コントロールとの間に有意な差は認められなかった。乳脂肪クリーム、菜種油を配合したいずれも80 の凝集性が低かったことから、走査電子顕微鏡で観察された空隙が凝集性の低さに反映されていると考えられた。また、菜種油を配合した場合にコントロールよりも破断エネルギーが高かったこと、凝集性が低いこと、75 , 80 の動的粘弾性測定において、菜種油を配合したものが高い安定性を示したことから、菜種油を配合した加熱ゲルはしなる様な硬さ(軟らかさ)を有すると考えられた。なお、いずれの卵液でも80 の弾力性に差が認められなかったことは、走査電子顕微鏡で観察されたように、これらが基本的に類似した構造であることによるものと推察された。

官能評価: 識別試験の結果、乳脂肪クリームを配合したものは、菜種油を配合したものよりも軟らかく、なめらかであると評価されたが、弾力性に差は認められなかった。また、総合的な嗜好評価に有意な差は認められなかったが、菜種油を配合したものは、乳脂肪クリームを配合したものでは、コントロールよりも評価が高かった。

(3) 加熱過程における配合油脂と卵タンパク質の相互作用

冷却遠心分離による脂質分画(脂肪量, リン脂質中リン量): 卵黄に含まれる脂肪およびリン脂質は、加熱前はともに中層に多く分画され、加熱により下層へ分画された。また、乳脂肪クリームに含まれる脂肪およびリン脂質は、加熱前、加熱後ともに上層に分画された。

加熱前、加熱過程、加熱後の卵液の各画分の脂肪量は、コントロール卵液では中層、下層の2層に分画され、加熱前は中層に多く、加熱後は下層に多くなった。この結果は、卵黄単独の場合と一致していた。乳脂肪クリーム配合卵液では3層に分画され、加熱前は、コントロール卵液よりも上層および下層に多く分画された。加熱により、上層への分画量は少なくなり、ほぼすべての脂肪が下層に分画された。この結果は、乳脂肪クリーム単独の場合に、加熱後においても上層に多く分画されていたこととは異なり、卵たんぱく質に乳脂肪クリームが抱合されたことを示している。菜種油配合卵液でも3層に分画され、加熱前は上層に多く、中層、下層への分画量はコントロール卵液とほぼ同程度であった。また、加熱によって、上層への分画量は減少し、下層への分画量は増加したが、乳脂肪クリーム配合卵液よりも上層への

分画量が多かった。

さらに、各画分に分画された脂肪のうち、菜種油あるいは乳脂肪クリームに由来する脂肪量を検討した結果、加熱前において、上層に分画される乳脂肪クリームに由来する脂肪量は、菜種油に由来する脂肪量よりも少なく、下層への分画量が多かった。さらに、その後の加熱により、下層への分画量が増加し、上層への分画量はわずかとなった。乳脂肪クリーム単独では下層に分画されないことから、乳脂肪クリーム由来の脂肪は、加熱前においても、卵たんぱく質と相互作用していると推察された。菜種油配合卵液では、加熱前に菜種油に由来する脂肪のほぼすべてが上層に分画され、その後の加熱により下層への分画量が増加し、上層への分画量と同程度となった。また、乳脂肪クリーム配合卵液で、加熱後における下層の脂肪量が、菜種油配合卵液よりも多いことから、卵たんぱく質への抱合の程度が乳脂肪クリームの方が菜種油よりも大きいことが示唆された。

加熱前、加熱過程、加熱後の卵液の各画分のリン脂質リン量は、コントロール卵液では、加熱前は中層に多く分画され、下層への分画量が増加した。乳脂肪クリーム、菜種油を配合した卵液では、加熱前、加熱過程において、上層にもリン脂質が分画されており、加熱前において乳脂肪クリームあるいは菜種油と卵黄リン脂質が結合していることが示唆された。特に、乳脂肪クリーム配合卵液において、上層により多く分画されていたことから、乳脂肪クリームと卵黄リン脂質がより強く結合していると考えられた。

SDS-電気泳動: 加熱前試料において、濃く検出されたバンドは、オボアルブミン、オボトランスフェリンであり、DTT 処理のゲルでは、オボアルブミンのバンドが乳脂肪クリーム配合卵液で最も濃く認められた。UREA 処理のゲルでは、SS 結合が維持されるため、より多くの高分子のバンドが加熱前卵液で認められ、加熱後ではオボトランスフェリン1 に対して、オボアルブミンは、コントロール卵液1.27、乳脂肪クリーム配合卵液1.7、菜種油配合卵液0.78の濃度であった。この結果は、乳脂肪クリーム配合卵液でオボアルブミンの変性が抑制されていることを示唆しているものと考えられた。

以上より、加熱により菜種油や乳脂肪クリームが卵たんぱく質に抱合され、乳脂肪クリーム配合卵液でオボアルブミンの加熱変性の程度が低いことが推察された。

(4) 考察

以上の結果から、乳脂肪クリームあるいは菜種油の卵液への配合は、卵液の加熱過程でのレオロジ

一特性、たんぱく質の変性程度に影響し、結果として、乳脂肪クリーム配合では脆弱な、菜種油配合ではしなる様な軟らかさのテクスチャーを生じさせることが明らかとなった。乳脂肪クリームや菜種油を配合した卵液は、いずれも o/w エマルションであるが、乳脂肪クリーム配合卵液は、乳脂肪クリーム自体が o/w エマルションであるため、油滴がより均一に分散される。乳脂肪クリーム配合卵液と菜種油配合卵液の粘弾性挙動の違いは、油脂の分散性の違いによると推察され、走査型電子顕微鏡観察においても、乳脂肪クリーム配合卵液を加熱したものは、密な深い空間を取り囲むような構造が、菜種油配合卵液を加熱したものでは、大きな空間を取り囲むように連なった構造が確認された。すなわち、油脂の分散性の違いが乳脂肪クリームを配合した場合は脆弱なゲル構造に、菜種油を配合した場合はしなる様な硬さ(軟らかさ)をもつ安定したゲル構造にすると推察された。加えて、80 において、乳脂肪クリームを配合したものでは、コントロールよりも低い応力で G' 、 G'' は高く、高い応力で急激に低下した。これは、連続相のネットワーク構造の強さよりも、乳脂肪クリームが配合されたことによって生じた多孔質な構造が影響したものと推察された。以上の結果から、卵液に油脂を配合することにより、加熱過程でのレオロジー特性に変化が生じ、加熱後の性状、テクスチャーに影響を及ぼすことが明らかとなった。

また、バイクドチーズドケーキを試料とした同様の実験において、少量の卵黄配合が、乳脂肪球を分散させ(乳化性)、焼成過程でゲルの安定性を低くし、ゲルの性質を弱くすること、そして、乳脂肪球の凝集、合一、崩壊を生じさせ、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、濃厚で、なめらかなテクスチャーを付与していることを確認した。このことは、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すものであり、卵黄が乳脂肪球の凝集、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ことが明らかとなった。

以上の、焼成前、焼成過程における構造構築に卵黄が及ぼす影響と、焼成後の性状や嗜好性への関与についての結果から、卵黄の乳化性と凝固性が、共存する乳脂肪に関与し、油脂が有する美味しさをオムレツやバイクドチーズケーキに加熱過程で誘導していることが示された。

5. 主な発表論文等

(雑誌論文) (計 1 件)

・浅井智子 角田美紀子 鈴木麻希 上野真理 杉山寿美, 乳脂肪クリーム, 菜種油の配合が卵液のレオロジー特性と加熱ゲルのテクスチャーに及ぼす影響, 日本調理科学会誌, 査読あり, 47, 312-319, 2014, 10.11402/cookeryscience.47.312

(学会発表) (計 4 件)

・水尾和雅 大上安奈 杉山寿美, バイクドチーズケーキの濃厚でなめらかなテクスチャーに及ぼす卵黄の影響, 日本家政学会第 64 回大会, 2012 年 5 月 13 日, 大阪

・浅井智子 鈴木麻希 杉山寿美, オムレツに配合した乳脂肪クリームと菜種油のレオロジー特性への影響, 日本家政学会中国四国支部研究発表, 2012 年 10 月 7 日, 岡山

・浅井智子 鈴木麻希 杉山寿美, 乳脂肪クリームと菜種油を配合したオムレツの組織構造とレオロジー特性, 日本調理科学会平成 25 年度大会, 2013 年 8 月 24 日, 奈良

・浅井智子, 杉山寿美, 乳脂肪クリームと菜種油を配合したオムレツのテクスチャー特性と冷却遠心分離による脂質分画, 日本調理科学会平成 26 年度大会, 2014 年 8 月 29 日, 広島

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉山 寿美 (Sumi Sugiyama)
県立広島大学・人間文化学部・教授
研究者番号 10300419

(2) 研究分担者

原田 良子 (Ryoko Harada)
鈴峯女子短期大学・その他部局等・講師
研究者番号 30626114

木村 留美 (Rumi Kimura)
広島文教女子大学・人間科学部・講師
研究者番号 20368773

(3) 研究協力者

水尾 和雅 (Kazumasa Mizuo)
県立広島大学大学院・総合学術研究科・院生
鈴木 麻希 (Maki Suzuki)
県立広島大学大学院・総合学術研究科・院生
浅井 智子 (Tomoko Asai)
県立広島大学大学院・総合学術研究科・院生