

機関番号: 25406

研究種目: 基盤研究(C)

研究期間: 2008 ~ 2010

課題番号: 20500686

研究課題名(和文) 調理加工過程における油脂配合量と食品中脂質の質的变化・存在様態との関係

研究課題名(英文) Effects of lipids contents on presence form and quality changes during cooking processing

研究代表者

杉山 寿美 (SUGIYAMA SUMI)

県立広島大学・人間文化学部・准教授

研究者番号:10300419

研究成果の概要(和文):ドーナツ, カスタードプディングを試料として, 配合される卵の役割を明らかにすることを目的に実験を行った。ドーナツでは, 全卵あるいは卵白配合生地で揚げ油の吸着が少なく, 卵黄配合生地あるいは卵を配合していない生地で揚げ油の吸着が多かった。生地の温度依存性測定から, 卵黄配合生地で糊化開始温度が上昇していること, 卵白配合生地で 100℃付近の  $G'$ ,  $G''$  が高いことが認められた。周波数依存性測定では, 卵黄配合生地では温度変化による  $G'$ ,  $G''$  の変化が小さかった。これらのことから加熱過程において, 卵白は生地を硬化させて揚げ油の吸着を抑制すること, 卵黄は生地の粘弾性を維持することが推察された。カスタードプディングの結果は本文中に示した。

研究成果の概要(英文):We examined the effects of egg on the end-product property of doughnut and custard pudding. Dough containing whole egg or egg white absorbed more frying oil during the deep-frying than dough containing egg yolk or without egg. The temperature-dependent behavior of the storage modulus and loss modulus showed that the starch gelatinization temperature of the dough was highest when containing egg yolk. The  $G'$  and  $G''$  values at 100℃ were both increased by the addition of egg white. The frequency-dependent behavior of the dough containing egg yolk indicated smaller changes in the  $G'$  and  $G''$  values with increasing temperature than the other dough samples. These results imply that egg white suppressed oil absorption during frying due to hardening of the dough and that egg yolk maintained the viscoelasticity of the dough during the heating process. The results obtained from the experiments of custard pudding were shown to the main text.

交付決定額

(金額単位:円)

|         | 直接経費      | 間接経費      | 合計        |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| 2008 年度 | 3,100,000 | 930,000   | 4,030,000 |
| 2009 年度 | 400,000   | 120,000   | 520,000   |
| 2010 年度 | 400,000   | 120,000   | 520,000   |
| 総計      | 3,900,000 | 1,170,000 | 5,070,000 |

研究分野:調理科学

科研費の分科・細目:生活科学・食生活学

キーワード:卵黄 egg yolk; ドーナツ生地 doughnut dough;

カスタードプディング creamy custard pudding; 脂質 Lipid

静的粘弾性 Static Viscoelasticity; 動的粘弾性 dynamic viscoelasticity

## 1. 研究開始当初の背景

健康に対する意識が高まる一方で、美味しさを重視する市販調理加工品の脂質量は高くなる傾向にある。油脂が多く配合された食品では、従来の食品とは性状（外観や物性）や美味しさが異なることが多く報告されている。しかし、【「配合された油脂」と「食品に内在している脂質」の存在様態の違い】に焦点をあてた研究はなされていない。そのため、油脂配合量を変化させた場合の調理加工品の嗜好性確保は困難であり、調理加工工程を制御する必要性が十分に認識されているとはいえない。本研究は、【「配合された油脂」と「食品に内在している脂質」を区別して、(1)食品に内在している脂質の質的变化への「配合された油脂」の影響、(2)食材に内在している蛋白質や澱粉と「配合された油脂」の成分間反応、(3)「配合された油脂」の蛋白質や澱粉の構造構築への影響を解明する】ことを目的として実施した。具体的には、ドーナツおよびカスタードプディングを試料として、配合された卵、油脂、乳脂肪クリーム等の最終製品の性状への影響の解明を試みた。ここではドーナツでの結果を中心に報告する。

## 2. 研究の目的

小麦粉を主材料としたドーナツやクッキーなど低水分系菓子類には通常、バター、砂糖、卵が配合され、その配合割合は最終製品の形状や嗜好性に大きく関与する。小麦粉生地(dough)中の澱粉ネットワークは加熱初期には粒子間相互作用によって、その後はグルテンやアミロース鎖の絡み合いによって形成されることが示されている。また、バターや砂糖の影響については、砂糖などの糖類が澱粉の糊化を抑制すること、バターなどの脂質がグルテン形成を抑制することなど多くの報告がなされている。その一方、卵の影響については未だ解明されているとは言えず、batterにおいては全卵の添加量が生地のネットワークを強くすること、doughにおいては卵黄を配合した場合にスプレッド(=焼成後の直径/厚さ)が大きくなることが報告されているのみである。そして、この要因としては卵黄が油脂の均一な分散を促し、糖の溶解を阻害することが推察されている。

本研究では、卵が多く配合されながらその影響が明らかではない低水分系菓子類のうち、これまでに均一な生地の調製の再現性が確保できることを確認し

ているドーナツ生地を試料として、加熱過程における全卵、卵黄、卵白の構造への影響を明らかにすることを目的とした。具体的には、最終製品への影響を把握するため、揚げ操作後の脂質量を測定した上で、動的粘弾性測定によってドーナツ生地の加熱過程における卵の配合の影響を検討した。

## 3. 研究の方法

### (1) 生地の調製

薄力粉(ヴァイオレット, 日清製粉), 卵(Eサイズ, 千代田ファーム), 砂糖(上白糖, パールエース), バター(北海道バター, 雪印), ベーキングパウダー(日清製粉)は広島市内で購入した。ドーナツ生地の調製は前報と同様に行った。すなわち、生地の配合は小麦粉 86g, 全卵 23g, バター15g, 砂糖 23g, ベーキングパウダー3gとし、卵黄を配合した生地、卵白を配合した生地では全卵の代わりに卵黄 6gあるいは卵白 17gを配合した。この卵黄、卵白の配合量は全卵に占める卵黄と卵白の割合を予め確認し、決定したものであり、全卵を配合する場合も卵黄 6gと卵白 17gを混合した 23gを用いた。また、卵黄、卵白はそれぞれホモゲナイザー(日本精機製作所)で均一化して使用した。卵の配合量の差に伴う生地の硬さの変化は、換水値を用いて水の配合量を調節することで、手で扱え、麺棒で伸ばすことができる同程度の硬さに調整した。実際の水の配合量は卵黄を配合した生地で 20.6g, 卵白を配合した生地で 11.8g, 卵を配合していない生地で 25.4gであった。動的粘弾性測定に供する試料には、温度上昇による生地の膨張を避けるため、ベーキングパウダーを添加しなかった。生地の攪拌・混捏は、ハンドミキサー(multimix-M880, Braun)を用いた。バターと砂糖を混合・攪拌後に、卵および水を加えてさらに攪拌した。その後、ふるった小麦粉を加えて 4 分間混捏した。生地は 0.7cm 厚さに伸ばして直径 2cm の丸型に抜いた(約 5g/個)。通常のドーナツはリング型であるが、ドーナツ生地に対する卵の影響を把握することが目的であることから、本実験では前報と同様に 1 個あたりの重量が小さく、揚げ加熱後の状態が一定に保ちやすい丸型とした。生地の調製は同一日に 4 種類の生地を 2 回ずつ行った。調製は 25℃で、混捏程度および混捏時間が同じになるよう、調理者がお互いの混捏操作を確認しながら行った。さらに調製日を変えてもう 1 度調製し、

4種類の生地を計4回調製し、実験を行った。

#### (2) 加熱調理および脂質抽出、脂肪量測定

型抜きされた生地(11個)のうち、2個は加熱調理前試料とし、9個は大豆油300gを入れたビーカー中で3個ずつ3回にわけて、160℃で4分間加熱調理した。脂質の抽出は、各条件の加熱調理前の生地、加熱調理後のドーナツを各2個ずつとした。ドーナツは1個ごとにホモゲナイザーで均一化した後、抽出溶媒としてクロロホルム・メタノール混液(1:2)を用いて、Bligh-Dyer法で行った。抽出した脂質はクロロホルムに溶解し、分析まで-80℃で保存した。抽出脂質の一部は、内部標準物質としてトリペンタデカノイン(Sigma, USA)を加え、メタノール塩酸(東京化成)を用いてメチル化を行った。脂肪酸メチルエステルの分析は、ガスクロマトグラフィー(GC-2010, 島津)により行った(キャピラリーカラム:DB-WAX, 60m×φ0.253mm, J&W Scientific, USA)。得られた総脂肪量は、脂肪量の変動を比較するため、加熱調理後のドーナツ100g当たりのみでなく、加熱調理前生地100g当たりで算出した。なお、脂肪酸量をトリグリセリド量(脂肪量)として算出するため、内部標準物質としてトリペンタデカノインを用い、さらに調理による重量変化を考慮するために、加熱調理前後の生地の重量を1つずつ計測した。脂肪量の有意差検定は、PASW statistics 17.0(SPSS Japan Inc.)を用いて、一元配置分散分析の後、多重比較(Tukey-HSD)を行った。

#### (3) 生地の動的粘弾性測定

ペルチェ式温度コントロールシステムを有するストレス制御動的粘弾性測定装置RS6000(Thermo-HAAKE, Germany)を用い、貯蔵弾性率 $G'$ および損失弾性率 $G''$ の応力依存性、周波数依存性、温度依存性測定を行った。ドーナツ生地調製後の時間依存的な $G'$ および $G''$ の変化を最小限とするため、予め試料の冷凍、解凍によりデータに差が生じないことを確認した上で、生地を調製後直ちに-30℃に冷凍し、測定ごとに測定量を解凍して用いた。また、生地調製日から3日以内にすべての測定を行った。測定治具はチタン製平行プレート(φ35mm)を用いた。ギャップは2mmとし、プレートからはみ出した試料は、挟んだ試料が引っ張られないように掻き

取った後、試料の乾燥および室温の影響を防ぐためにサンプルプロテクションシールドで覆った。測定はプレートに試料をセットして5分後に行った。まず、応力依存性測定により試料の線形領域の把握を行った。分析条件は測定温度20℃、周波数1Hz(角振動数 $\omega = 6.283\text{rad/s}$ )、応力1~1000Paとした。次に周波数依存性を測定温度20℃、応力40Pa、周波数0.1~10Hzで測定した。その後、生地の加熱過程における温度依存性を周波数1Hz、応力40Paで、20℃から140℃まで昇温速度3℃/minで測定した。

本研究では、加熱過程における生地の構造変化を把握することを目的としているため、さらに、20℃で行った応力依存特性、周波数依存特性と同様の測定を60℃、75℃、90℃でも実施した。すなわち、20℃で生地をセットして温度依存測定と同一条件(40Pa, 1Hz)で昇温させ、5分後に、引き続き応力依存特性あるいは周波数依存特性の測定を行った。なお、全ての測定は3回以上行い、測定中には印加応力と応答歪みの正弦波形およびリサージュ図形を常に確認した。また、試料は測定ごとに処分し、新たな試料で測定を繰り返した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 揚げ操作による総脂肪量の変化

卵黄を配合した生地、卵を配合していない生地の揚げ加熱後の脂肪量は、全卵を配合した生地、卵白を配合した生地の脂肪量と比較して多く、有意な差が認められた( $p < 0.01$ )。

揚げ油は加熱過程で生じた生地の空隙に吸着し、空隙は生地に含まれる油脂の溶出と水分の気化によって生じる。加熱前の生地に含まれる脂肪量の差は卵黄に由来する脂肪量の差であり、卵黄が含まれる生地の脂肪量(7.7g/100g)は卵黄が含まれない生地よりも多い。しかしながら、卵黄を配合した生地と卵を配合していない生地、あるいは、全卵を配合した生地と卵白を配合した生地では、揚げ操作後の脂肪量に有意な差が認められず、卵黄に由来する脂肪の溶出が揚げ操作による脂肪増加量に寄与しているとは考えにくい。また、後述の動的粘弾性測定の結果から、卵黄を含む生地の糊化開始温度が75℃と推察され、卵黄を含まない生地の70℃よりも高いことが示唆された。しかしながら、生地内部からの水分の気化(相転移)は100℃で起こるために、糊化開始温度が75℃になった場合でも、水分の気化およびそれ

に伴う空隙への揚げ油の吸着に、卵黄の配合は影響していないと推察された。一方、全卵を配合した生地および卵白を配合した生地は、卵黄を配合した生地および卵を配合していない生地よりも揚げ操作後の脂肪量が有意に少なく、卵白の存在が揚げ油の吸着に寄与していること、すなわち、卵白タンパク質の変性凝固が揚げ油の吸着抑制に関与していると推察された。これらのことから全卵を配合した生地の揚げ油の吸直量には卵黄よりも卵白の関与が大きいと考えられた。

(2) ドウの動的粘弾性測定による  $G'$  および  $G''$  の挙動

#### ① 温度依存特性

すべての生地で、弾性成分  $G'$  が粘性成分  $G''$  よりも常に高値を示した。20°C から 40°C ではすべての生地で  $G'$ 、 $G''$  が低下した。本研究の生地はバターを含んでおり、 $G'$ 、 $G''$  の低下はバターの融解によるものと推測された。卵白を配合した生地、卵を配合していない生地では、40°C から 70°C まで  $G'$ 、 $G''$  がさらに緩やかに低下するのに対し、全卵あるいは卵黄を配合した生地では 60°C 付近までは  $G'$ 、 $G''$  がわずかに上昇後、75°C まで低下した。これまでに、小麦粉に含まれるアミラーゼが焼成の初期段階で活性化し  $G'$ 、 $G''$  が低下すること、続く焼成過程で澱粉が糊化し  $G'$ 、 $G''$  が上昇することから、小麦粉生地の温度依存測定で認められる  $G'$ 、 $G''$  の最低値は澱粉の糊化開始温度であるとされている。従って、ここで認められた  $G'$ 、 $G''$  の最低値 (70°C あるいは 75°C) は澱粉の糊化開始温度であると考えられた。また、これまでに全卵粉末に含まれるタンパク質の疎水領域が水と結合することで澱粉の糊化が阻害されることが示唆されており、native な卵黄 LDL も、そのタンパク質に由来して疎水的性質を有することが報告されている。本研究において、 $G'$ 、 $G''$  が最低値となる温度が全卵あるいは卵黄を配合した生地では 75°C であり、卵白を配合した生地、卵を配合していない生地では 70°C であったことは、卵黄の有する疎水的性質が糊化を阻害し、糊化開始温度を上昇させたものと考えられた。卵添加による糊化度の低下はうどん生地においても報告されている。なお、我々は示差走査熱量測定 (昇温速度 5°C/min) により、卵黄を配合した生地では卵白を配合した生地よりも糊化エンタルピーが小さく、糊化ピーク温度が高いことを確認している (卵黄生地

2.2±0.4J/小麦粉 g, 89.2±0.4°C, 卵白生地 2.5±0.6J/小麦粉 g, 82.9±0.9°C)。動的粘弾性測定で確認された糊化開始温度と、示差走査熱量測定で確認された糊化ピーク温度は、測定時の昇温速度も異なるため、現段階での詳細な考察は困難である。今後、ここで認められた糊化エンタルピー、糊化開始・ピーク温度の変化と 60°C 付近で認められた  $G'$ 、 $G''$  の上昇の要因については検討する必要があると考えている。

75°C を超えるといずれの生地でも  $G'$ 、 $G''$  が急激に上昇し、全卵あるいは卵白を配合した生地では 100°C 付近まで  $G'$  が急激に高くなり、100°C を超えると低下した。卵白の主要タンパク質であるオボアルブミンが高温加熱時に分解することから、卵白を含む生地では卵白を含まない生地よりも 100°C 付近で卵白タンパク質の加熱凝固により硬化し、その後の温度上昇により凝固タンパク質の分解に伴い脆弱化すると推察された。また、全卵あるいは卵白を配合した生地が 100°C 前後で卵黄を配合した生地および卵を配合していない生地よりも硬化したことは、揚げ油の吸着量が卵白を含む生地で少なかった要因について、水分の気化によって生じる空隙を卵白の凝固が抑制していることを示唆している。なお、すべての生地の  $G'$  および  $G''$  は 100°C から 130°C で低下しその後上昇しているが、これは小麦粉の結晶領域の崩壊による脆弱化と水分の気化が関与しているものと考えられた。

#### ② 応力依存特性

20°C における応力依存性に 4 種類の生地による差はほとんど認められなかった。60°C における  $G'$ 、 $G''$  は、すべての生地で 20°C よりも低かった。また、線形領域も狭く、300Pa 付近で  $G'$  と  $G''$  が逆転し、 $G''$  が  $G'$  より高くなった。線形領域が広いほど生地の安定性が高いといえることから、温度上昇により生地の安定性が低くなること、すなわち内部構造が破壊されない応力範囲が低くなることが示された。この低下は卵を配合していない生地でも認められることから、生地の架橋点 (水素結合、SS 結合、疎水性相互作用) が温度上昇によって減少したものと推察された。75°C においては、応力の増加につれて  $G'$ 、 $G''$  が高くなり、150Pa 付近で急激に低下、700Pa 付近で  $G''$  が  $G'$  より高くなった。90°C では、測定した 1~1000Pa の範囲で常に  $G''$  よりも  $G'$  が高値であり、特に全卵あるいは卵白を配合した生地では 1000Pa でも  $G'$ 、 $G''$  の低下は認められなかった。

また、90℃における全卵あるいは卵白を配合した生地は、卵黄を配合した生地よりも硬い構造であり、全卵を配合した生地と卵白を配合した生地、あるいは、卵黄を配合した生地と卵を配合していない生地の間では差が認められなかった。これらのことから、卵黄タンパク量の加熱凝固の動的粘弾性挙動へ及ぼす影響は小さいと考えられた。なお、これまでにパン生地を80℃に加熱した場合にネットワークが強化され高い $G'$ 、 $G''$ を示すことが報告されている。

### ③周波数依存特性

20℃において、いずれの生地でも周波数の増加に伴って、 $G'$ 、 $G''$ は増加し、4種類の生地で傾きがほぼ同じであることから、これらの生地の構造は類似していると考えられた。60℃の結果は75℃の結果とほぼ重なるため示していないが、60、75℃では、20℃の $G'$ 、 $G''$ と比較して、すべての生地で $G'$ 、 $G''$ の値は低くなった。90℃では、卵黄を配合した生地の $G'$ 、 $G''$ は20℃の $G'$ 、 $G''$ とほぼ同程度であるが、卵白を配合した生地あるいは卵を配合していない生地では $G'$ 、 $G''$ は高値を示した。特に卵白を配合した生地の $G'$ の上昇は著しいものだった。また、 $G'$ 、 $G''$ が周波数依存性を示す場合、強いゲルではなく弱いゲル状態であるとされていることから、90℃におけるドーナツ生地はいずれの生地でも半固形状態であると考えられた。

0.1~10Hzの範囲で周波数依存測定を行った結果、得られた $G'$ を横軸に、 $G''$ を縦軸にプロットした場合、すべての生地では75℃で得られた $G'$ 、 $G''$ のプロットは20℃で得られた $G'$ 、 $G''$ のプロットから左下にシフトしていたが、ほぼ20℃と同一線上となった。構造が類似した生地では $G'$ と $G''$ の比が同じとなり、すなわちプロットが同一直線状となることから、75℃までの温度変化は生地の粘弾性を低下させるものの構造に著しい変化をもたらさないと考えられた。また、90℃では、卵黄を配合した生地および卵を配合していない生地では右にシフトしていた。

温度依存性において卵黄が配合された生地では60℃付近の $G'$ 、 $G''$ の上昇が認められたものの、周波数依存性の結果において、全卵および卵白を配合した生地、卵黄を配合した生地および卵を配合していない生地の間では差は認められなかったことから、卵黄の配合は生地の構造

そのものには影響していないと考えられた。加えて、90℃における全卵あるいは卵白を配合した生地の $G'$ 、 $G''$ のプロットは類似しており、特に高温域においては卵黄配合の影響は小さいと考えられた。卵黄タンパク質の多くは、LDLやHDL等の特異的な形態で存在しており、これらは乳化特性(油液界面の形成)を有している。しかしながら、加熱過程で卵黄タンパク質や卵黄タンパク質が有する乳化特性がどのように変化しているのかはこれまで明らかにされていない。本研究で認められた卵黄を含む生地における60℃付近の $G'$ 、 $G''$ の上昇が、最終製品の性状にどのように影響を及ぼすのかについて、今後、検討する必要があると考えられた。

### (3)結論

ドーナツやクッキーなどの小麦粉生地(dough)では一般的に全卵が配合される。本研究では小麦粉生地の加熱過程における、卵の影響を明らかにすることを目的として、揚げ加熱後の脂肪量の測定と生地の動的粘弾性測定を行った。その結果、全卵あるいは卵白を配合した生地では揚げ油の吸着が少なく、卵黄を配合した生地あるいは卵を配合していない生地では揚げ油の吸着が多かった。動的粘弾性測定における生地の温度依存性では、卵黄を配合した生地では糊化が抑制され糊化開始温度が上昇していること、卵白を配合した生地では100℃付近の $G'$ 、 $G''$ が他の生地よりも高いことが認められた。また、応力依存性測定の結果から、卵白を配合することで $G'$ は上昇し、卵黄を配合することで $G'$ 、 $G''$ の上昇が抑制された。さらに、周波数依存測定の結果、卵黄を配合した生地では温度変化による $G'$ 、 $G''$ の変化が小さく、また、 $G'$ と $G''$ のプロットが20、60、75、90℃でほぼ同一線上となった。今後は卵黄あるいは卵白の加熱による変化と調理特性について詳細に検討する必要があると考えられた。

### (4)カスタードプディングを試料として行った研究で得られた成果の概略

外観や食感が異なる上部と下部を有する“なめらかプディング=creamy custard pudding”を試料として、卵黄がその構造形成にどのように関与しているのかを考察することを目的として実験を行った。

牛乳100g、生クリーム100g、砂糖20g、卵黄40gで調製したプディングでは、上部の脂肪量が下部よりも有意に多

かったが、上部と下部の脂肪酸組成に差は認められなかった。コレステロール量は上部で、リン脂質リン量は下部でわずかに多かった。また、上部の平均粒子径は下部よりも大きく、上部のヒステレシスエリアおよび見かけの粘度が下部よりも有意に高かった。このブディングで認められた上部と下部の脂質量、平均粒子径、静的粘弾性の差は、加熱時間の短いブディング、卵黄配合量の少ないブディング、卵白を配合したブディング、乳脂肪クリーム配合量が多いブディングで認められなかった。また、動的粘弾性測定の結果、なめらかブディングの構造安定性には卵白よりも卵黄が寄与していること、乳脂肪クリーム量が多くなることでより安定となること、ブディングの加熱過程で安定性が増すことが示された。また、ブディングの上部、下部ともに測定した全周波数領域で $G'$ が $G''$ より高く、 $G'$ 、 $G''$ ともに周波数に依存して増加する、弱いゲル型のレオロジー特性を示し、下部のゲル的性質が強かった。これらの結果から、なめらかブディングの上部と下部の形成には、LDL由来たんぱく質の油滴界面への吸着と加熱による吸着したたんぱく質の変性が必要であること、脂肪球が上部に移動可能な程度に希薄な溶液であり、かつ、脂肪球に対してある程度のLDL由来たんぱく質の吸着が必要であることが示唆された。また、ブディング中での乳脂肪クリームと卵黄あるいは卵白は異なる結合状態であり、卵黄を配合したブディングでは上部と下部の脂肪量が異なるために、ヒステレシスエリアおよび見かけの粘度に差が生じたと考えられた。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件) 学術雑誌

野村知未, 杉山寿美: 卵がドーナツ生地のレオロジー特性と調理後の脂質量に及ぼす影響, 日本家政学会誌, 査読あり, 62, (2011) 309-316

〔学会発表〕(計4件)

野村知未, 杉山寿美, 石永正隆: 卵黄及び生クリームが多く配合されたカスタードブディングの脂質分布とレオロジー特性に対する加熱時間の影響, 日本調理科学会 平成20年度大会研究発表, 2009年8月29日, 京都

野村知未, 杉山寿美, 保井りさ, 田中すみれ, 多田美香, 石永正隆: 卵黄配合量及び生クリーム配合量の異なるカスタードブディングのレオロジー測定と

脂質分析, 日本家政学会 第61回大会研究発表 2009年8月31日, 神戸

野村知未, 李ジン, 石永正隆, 杉山寿美: 卵添加がドーナツ生地のレオロジー特性と調理後の脂質量に及ぼす影響, 第56回日本家政学会中国四国支部研究発表, 2009年10月11日, 高知

野村知未, 水尾和雅, 今岡麻奈美, 杉山寿美: 卵黄及び生クリームが多く配合されたカスタードブディング中の脂肪分布と冷却遠心分離による分画, 第56回日本家政学会中国四国支部研究発表, 2009年10月11日, 高知

#### 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・准教授  
研究者番号 10300419

##### (2) 研究分担者

石永 正隆 (Masataka Ishinaga)  
県立広島大学・人間文化学部・教授  
研究者番号: 70110765

##### (3) 研究協力者

原田良子 (Ryoko Harada)  
県立広島大学大学院・人間文化学専攻・  
院生 (20年)

野村 知未 (Satomi Nomura)  
県立広島大学大学院・人間文化学専攻・  
院生 (20-21年)

水尾 和雅 (Kazumasa Mizuo)  
県立広島大学大学院・人間文化学専攻・  
院生 (21-22年)