

分離大豆たん白質の乳化性を用いたエマルションの利用適性の解明

平尾和子*・江木伸子・三星沙織・斎尾恭子

愛国学園短期大学

Explanation on the Usage and Suitability of Emulsions Made Utilizing Emulsifying Properties of Soy Protein Isolate

Kazuko HIRAO*, Nobuko EGL, Saori MITSUBOSHI and Kyoko SAIO

Aikoku Gakuen Junior College, Tokyo 133-8585

ABSTRACT

By first emulsifying oil with a suspension of water and Proleena 800 (Fuji Oil Co., Ltd. – hereafter shortened to SPI800), and then adding vinegar and mixing, a smooth emulsion with high stability and no bean taste or smell was able to be obtained. Using Scheffé's simplex lattice design 10 emulsions were made with varying ratios of SPI800, oil, and vinegar and water. Based on these ratios the physical properties of the emulsions differed, with ratios containing high amounts of oil found to be favored. When flavoring the emulsion, adding sugar to the emulsion itself was found to obstruct firmness. However when sugar was mixed with SPI800 before emulsification an emulsion with a sweet taste and firmness was produced. By using the above method and adding vinegar, salt and other seasonings and spices a firm dipping sauce was made. Furthermore, by using the method of adding sugar before emulsification, the solubility of SPI800 improved and it was possible to lessen the amounts of water and oil required. By mixing this with soft flour, sugar and baking powder baked cakes were made. These cakes swelled favorably, had a soft texture and in sensory evaluation tests were found to have no significant bean taste. *Soy Protein Research, Japan* **18**, 50-57, 2015.

Key words : SPI, emulsion, viscosity, sensory evaluation, baked cakes, sugar

*〒133-8585 東京都江戸川区西小岩5-7-1

多くの生理機能および高い栄養価を有する分離大豆たん白質（以下SPIとする）は、加工食品および大量調理の分野においては広く利用されているが^{1,2)}、家庭ではほとんど使用されていない³⁾。SPIを一般的な食品素材として使用し、家庭で簡単に調製できる美味しい食品ならびに調製法を開発できれば、SPIの日常摂取の可能性が高まり、日々の健康維持に繋がることが期待できる。我々は、これまでもSPIを用いたパン⁴⁾、クッキー^{5,6)} およびブラマンジェ^{7~9)}を対象として研究を行い、物性測定および官能評価等を用いて、大豆臭が少なく嗜好性に優れた調製法を明らかにし、日常摂取が可能なSPI食品の開発を試みてきた。

さらにこれまで、SPIを部分的に酵素分解した素材プロリーナ800（不二製油(株)：以後SPI800と略）の乳化性に着目し、SPI800と油脂、酢、水を混合したエマルションの調製法、およびそのエマルションの形状と物性について検討してきた。その結果、SPI800は水と懸濁させて油脂と乳化させたのち酢を添加し混合する方法により、滑らかで安定性が高く、大豆特有の味やにおいのないエマルションを調製することができた¹⁰⁾。また、Schefféの単純格子計画法^{11,12)}を用いてSPI800、大豆油、酢水の3成分の水準を変化させて10種の材料配合比を決定し、各配合比で調製されたエマルションの物性測定および官能評価を行ったところ、配合比によって物性が異なり、大豆臭や酸味が軽減されたエマルションも得られ、各特性値を用いた推定式から推定曲線を描くことができた¹³⁾。これらのエマルションは、大豆油の水準が高くなるほど粒子が大きく、白色で明るく、チキソトロピー特性値や機器測定による硬さ、付着性が低下した。官能評価では油味があり、色、硬さ、酸味の項目で好ましいと評価され、総合評価（Fig. 1）では、大豆油の水準が高いエマルション②、⑦、⑨の配合比が有意に好まれた。最も好まれたエマルション②はホイップクリーム様、次に好まれた⑦はマヨネーズ様、続く⑨はスプレッド様の形状が得られた¹³⁾。これらのエマルションは、調製法が簡単な上、SPI800、大豆油、酢水の3成分だけで構成されており、配合する酢の量が少ないために酸味が少なく、滑らかで、大豆特有の味もなく、安定性に優れているため、新たな食品素材として調理・加工への利用が可能と考えられる。しかし、実際の調理・加工への利用を検討するには調味する必要があるが、エマルションに添加する調味料等の影響や具体的な利用法については、これまで詳細な検討が行われていない。

そこで本研究では、これら10種の材料配合比で調製したエマルション①～⑩に調味料・香辛料および小麦

粉等の粉類を添加し、これら添加物の影響ならびに具体的な調理・加工への利用適性を解明することを目的とした。利用適性については、エマルションを加熱調理に利用した場合の特性や添加物の影響等についても検討を行い、新規食品の開発を試みた。

実験材料および方法

1) 実験材料

エマルションの基本材料として、分離大豆たん白質はSPI800、油脂は大豆油（不二製油(株)：以後、油と略）、酢は4.3%酢酸溶液を用い、表1に示すようなSchefféの単純格子計画法による10種の材料配合比を用いた。酢水は蒸留水に4.3%酢酸溶液を5 g添加して調製した。エマルションに添加する副材料として、調味料は穀物酢（ミツカン(株)：以後、食酢とする）、食塩（日本たばこ産業(株)）、上白糖（日新製糖(株)：以後、砂糖とする）、グルタミン酸ナトリウム（MC Food Specialties Lnc.）とし、香辛料はカラシ、ホワイトペッパー、ターメリック（いずれもエスビー食品(株)）、シーフードシーズニング（Prince Edward Island Spice Merchants）、その他に、薄力粉（日清フーズ(株)）、強力粉（日清フーズ(株)）、ベーキングパウダー（愛国産業(株)：以後、BPと略）、ココア（バンホーテン社）、バニラエッセンス（明治屋(株)）、ミルクチョコレート（明治(株)）を用いた。

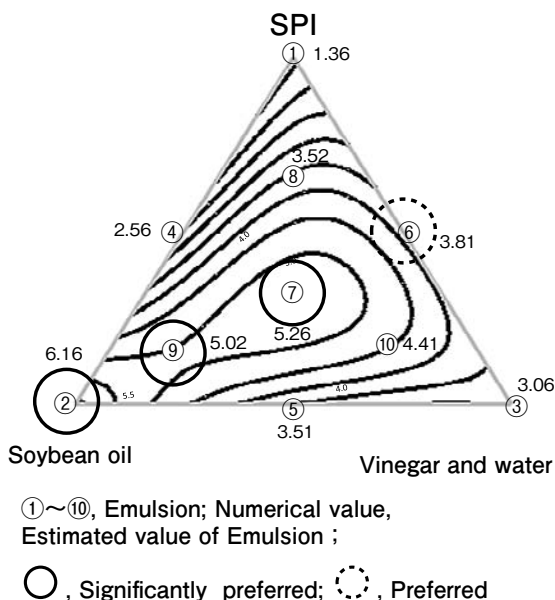


Fig. 1. The third estimated curves of palatability in overall evaluation

Table 1. Ten ingredient ratios of the three components using Scheffé's simplex lattice design

Sample number	Lattice point level (X_1, X_2, X_3)	Ingredient ratios (Total 100g)		
		SPI	Soybean oil	Vinegar and water *
①	(1, 0, 0)	23	36	41
②	(0, 1, 0)	4	55	41
③	(0, 0, 1)	4	36	60
④	(1/2, 1/2, 0)	13.5	45.5	41
⑤	(0, 1/2, 1/2)	4	45.5	50.5
⑥	(1/2, 0, 1/2)	13.5	36	50.5
⑦	(1/3, 1/3, 1/3)	10.4	42.3	47.3
⑧	(2/3, 1/6, 1/6)	16.7	39.1	44.2
⑨	(1/6, 2/3, 1/6)	7.2	48.6	44.2
⑩	(1/6, 1/6, 2/3)	7.2	39.1	53.7

*4.3% Acetic acid solution 5g

2) エマルションの調製

エマルションはバーミックス (M250: ESGE社) を用い、江木ら¹⁰⁾ のEV法を用いて調製した。EV法とは、SPI800を水に5分間懸濁し、その後バーミックスを用いて、12,000 rpmで10秒間攪拌後、油を加えながら17,000 rpmで1分間攪拌し、油投入終了後同速度で2分間攪拌する。次に酢を加えながら17,000 rpmで1分間攪拌し、同速度でさらに1分間攪拌する方法である。

調味料・香辛料を添加する場合は、エマルション⑦にホイッパーを用いて120回/分、1分間の手動攪拌で添加した。ただし、砂糖については、SPI800を水に懸濁させるときに共に添加する方法 (前添加) も用いた。また、砂糖前添加のエマルション⑦'として用いる場合には、材料配合をSPI800 11 g, 砂糖10 g, 大豆油22 g, 水32 g, 酢5 gとした。

エマルション⑦の嗜好調査では、マヨネーズ味、チョコレート味、シーフードシーズニング味に調味して調製し、本学教職員専門パネルに対する聞き取り調査で評価した。

3) pH測定

調製したエマルションを25℃で1時間放置し、pHを測定した。pHメーターはラコムテスター pH計 (pH 510: アズワン(株)) を使用した。

4) 粘度およびチキソトロピー特性値Thの測定

粘度およびチキソトロピー特性値Th (以後、Thと略) は、コーンプレート型回転粘度計 (TV22型: 東機産業(株)) で、試料0.25 ml, 測定温度25℃, コーンローター 3°×9.7Rを用いて測定した。粘度はずり速度

4 s⁻¹の値を、Thはずり速度1 ~ 100 s⁻¹で段階的に上昇下降させて流動曲線を求めた。Thのデーター解析はずり履歴測定法の解析ソフト (東機産業(株)) を用いて、ヒステリシスループ法にてループの面積を計算した。ループの面積計算は、ずり速度1 s⁻¹の長さを10 mm, ずり応力1 Paの長さを10 mmのスケールファクターで計算した。

5) 加熱調理食品の調製

i エマルションの加熱と添加物の影響

エマルション①~⑩をアルミカップに約20 g絞りだし、ガスオープンRCK-10Ma (リンナイ(株)) を用いて、170℃で12分間加熱した。砂糖を添加する場合は、エマルション重量に対して30%を前添加あるいは後添加して加熱した。薄力粉あるいは強力粉を添加する場合は、エマルションと同重量を添加して加熱した。

ii エマルションを用いたケーキの調製

エマルション⑦'に薄力粉あるいは強力粉25 g, 砂糖25 g, BP 6 gを基本材料とし、ココア味のものにはココア4 gを共に加え、160℃で20分間焼成してエマルションケーキを調製した。

iii 砂糖添加時期の異なるエマルションケーキとエマルション未調製のケーキの調製

エマルション⑦'の砂糖添加時期を変えてケーキへの影響を検討した。「砂糖前・後添加ケーキ」では、エマルション⑦'の材料配合より砂糖5 gを増やして15 gとしてエマルション (UP⑦') を調製し、後添加する砂糖は同量の15 gを粉類とともに加えた。さらにBPを2 g減らして4 gとした。「砂糖後添加ケーキ」では、エマルションUP⑦'を砂糖無添加で調製し、粉類と同時に砂糖を添加した。さらに、酢を添加せずに水に代替しすべての材料を同時に混ぜ合わせた「エマルション未調製ケーキ」を調製した。

6) 破断特性測定

焼成したケーキの物性は、クリーブメーター (RHEONER II, RE2-3305B: 山電(株)) により、プランジャーはくさび型 (30 mm×1 mm), 測定歪率100%, 測定速度1 mm/secで破断測定し、破断強度解析ソフトWindows Ver.2.0 (BAS-3305:(株)山電) を用いて、破断応力、破断歪率、破断エネルギーを算出した。

7) 官能評価

砂糖前・後添加, 砂糖後添加, エマルション未調製の各エマルションケーキについて、7段階評点法によ

り特性評価および嗜好の官能評価を行った。パネルは本学教職員の専門パネル20名とした。評価項目は、特性評価では色、油っぽさ、粉っぽさ、大豆の味、硬さ、もろさ、飲み込みやすさの7項目とし、嗜好はこれに総合評価を加えた8項目とした。結果は二元配置分散分析法を用いて統計解析を行い、試料間の差の検定は、Scheffé法による多重比較を行った。

実験結果および考察

1) 調味料の影響

エマルション⑦に対し食酢、食塩、砂糖、グルタミン酸ナトリウムを添加して各調味料の影響を調べた。

食酢を3.0, 10.0, 17.0, 23.0%添加した場合の粘度の変化をFig. 2に示した。3.0%添加で最も粘度が高くなり、10.0%添加では食酢を添加しないエマルションよりやや低い粘度となった。それ以降は添加量が多くなるに従い粘度は低下した。食酢を水に代替して同様の実験を行ったが、添加量が増えるに従って粘度は低下した。10.0%以上では食酢と水は同程度の粘度を示した。食酢10.0%以上添加のエマルションは、保型性を失い液状となり、Thにおいても同様に低下がみられた。これはエマルションの粒子が過剰な水層に分散している状態を示していると考えられる。

次に、食塩をエマルションに対して0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0%添加した結果をFig. 3に示す。食塩は添加量が多くなるに従い粘度はゆるやかに上昇し、Thにおいても同様の傾向が認められた。しかし、食塩添加量が増し粘度が上昇しても、エマルションの性状に大きな変化は認められなかった。このことより、食塩が解離してイオンとなってもエマルションの構造に影響を与え

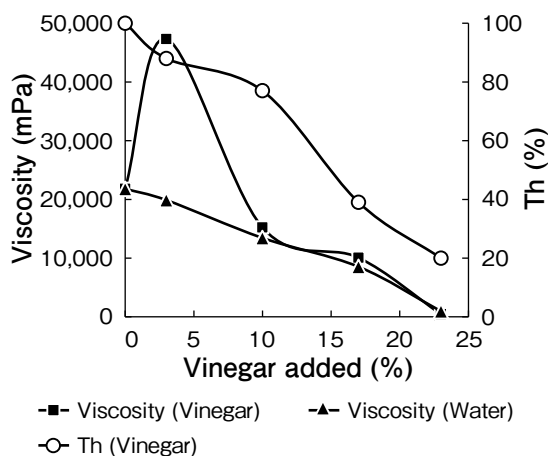


Fig. 2. Effect of vinegar when added to emulsion ⑦.

ないと考えられた。

砂糖はエマルションに対して1.0, 5.0, 10.0, 20.0, 30.0%添加したところ、Fig. 4に示すように1.0%の添加で粘度の上昇がみられたが、10.0%添加で元のエマルションの粘度を下まわり、それ以上は添加量が多くなるに従い粘度は低下した。また砂糖の添加量が多くなるに従い、エマルションはコンデンスミルクのような形状を示すようになり、Th (Fig. 4：後添加) も濃度依存的に低下した。この粘度低下には砂糖の浸透圧が影響していると考えられたため、砂糖をSPI800と共に水に懸濁した後油で乳化し、その後に食酢を添加してエマルションを調製したところ、エマルションの粘度低下は改善できることが明らかとなった (Fig. 4：前添加)。これは砂糖を前添加することで、SPI800の水和が高まりエマルションがより安定化するためであると考えられる。また、うまみ調味料であるグルタミン酸ナトリウムを、エマルションに後添加しても、エマルションの物性に変化は認められなかった。これはグ

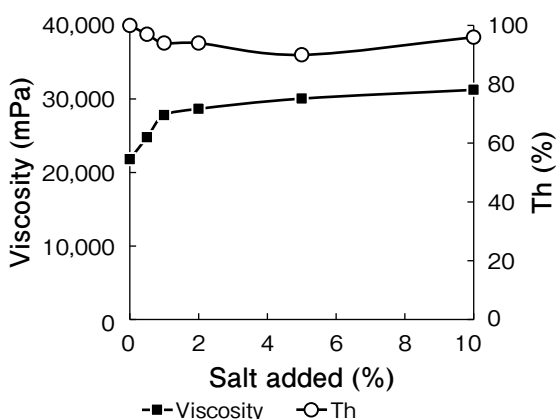


Fig. 3. Effect of salt when added to emulsion ⑦.

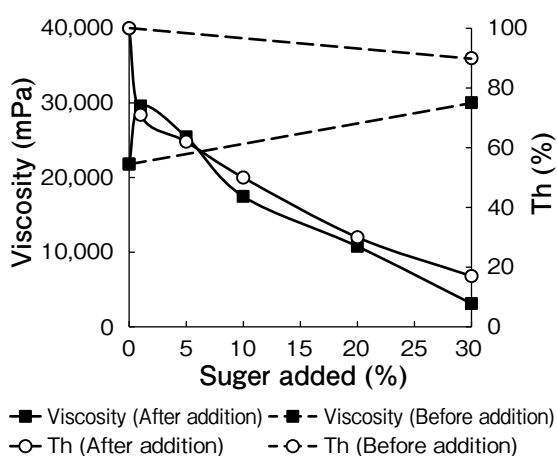


Fig. 4. Effect of sugar when added to emulsion ⑦.

ルタミン酸ナトリウムがNaイオンを解離しても食塩と比べて使用量が少なく、エマルションの物性に与える影響は小さいためと考えられる。

2) 非加熱食品への利用

エマルション⑦を用いてマヨネーズ味、シーフードシーズニング味、チョコレート味のディップを試作した。いずれも砂糖を隠し味あるいは主材料として使用するため、砂糖を含む添加材料をエマルションに後添加したところ、Fig. 5左に示すように、出来上がった食品の保型性は低下した。そこで、使用する砂糖を前添加して調製したエマルションに、他の添加物を混合することにより、Fig. 5右に示すように、出来上がった食品は保型性を示し、粘度の低下を防止することができた。さらに、マヨネーズ味のように、食酢を用いてpH 4.7に調整するために、pHの低下と液量が増すような場合でも、砂糖を前添加することで特に大きな粘度低下は見られず、保型性の優れた滑らかなディップが得られた。また、さらに酸味を付けるために食酢量が増すような場合は、Schefféの推定曲線を用いてSPI800の配合比の高いエマルションを用いることで、目的とする硬さを持つものが得られると考えられる。チョコレート味についても、砂糖を前添加したエマルションにココア、バニラエッセンス、ミルクチョコレートを添加しても性状に変化が見られなかったことから、砂糖を前添加することは、エマルションの粘度低下を抑制してエマルションを安定化させる効果があり、食酢および各種調味料の添加が可能であることが明らかとなった。

3) 香辛料添加の影響

日常的に使用される粉状香辛料のカラシ、ホワイ

ト、ペッパー、ターメリック、シーフードシーズニングを、エマルション⑦に後添加で加えたが、いずれの香辛料もエマルションの性状に変化がなく、可食量の範囲であれば添加の影響はなく、エマルションを種々の風味に調味することが可能と考えられた。

4) エマルションの加熱食品への利用

i エマルションの加熱と添加物の影響

エマルション①～⑩を用いて単独焼成したところ、大豆油、酢水の配合比が高いものは構造が弱く、SPI800の高い配合比のものは粘土状で生焼けの状態になった。また、エマルションに砂糖を30%後添加して加熱したものは、ベタベタした状態になったが、エマルションに砂糖を30%前添加して加熱した場合、すべての配合の表面に薄い膜が形成され、SPI800の配合比の高いエマルションの中心に軟らかい組織の形成が見られた。また砂糖前添加エマルションに対して同量の薄力粉あるいは強力粉を加えて加熱した場合、酢水の配合比の高いエマルション③は中心部に硬い部分が残ったが、それ以外の配合比では硬さの違いはあるがサクリとした食感に焼きあがった。以上のことより、酢水の配合比を調整し、骨格となる材料を添加すれば、エマルションは利用可能であると考えられた。

ii エマルションを用いたケーキへの利用

エマルション調製時に砂糖を前添加することで、SPI800の溶解性（水濡れ）が改善することが確認され、エマルション配合中の水量の減少、それに伴う油量の減少が可能となった（エマルション⑦）。砂糖前添加のエマルション⑦に小麦粉、砂糖を混ぜて焼成すると薄く焼き上がったが、BPの併用で膨化が高まり、プレーン生地焼成物は大豆味および油っぽさがなくしっとりとした食感を示した（Fig. 6）。またココア添

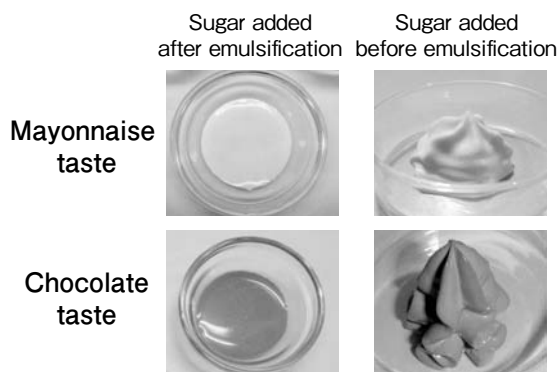


Fig. 5. Difference in emulsion form depending on sugar addition timing.

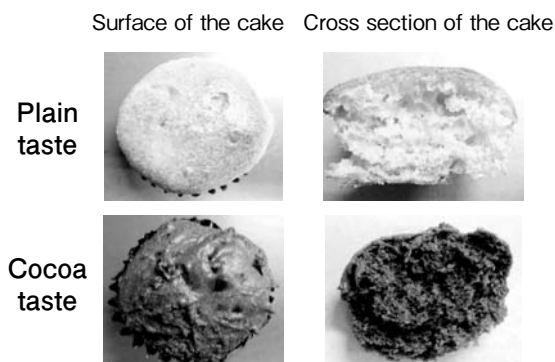


Fig. 6. Cakes made by adding sugar before emulsification.

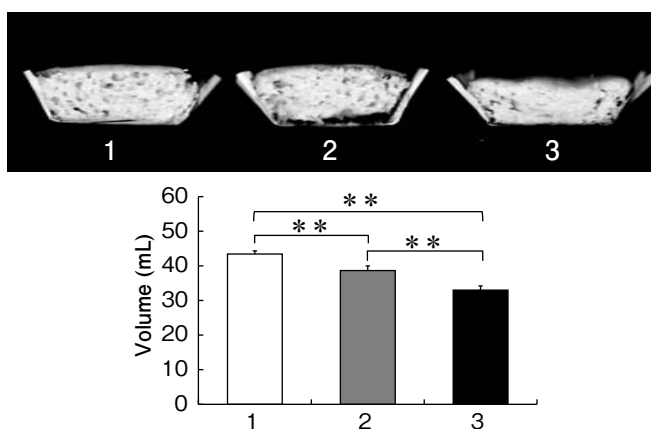


Fig. 7. Cross section and volume of the cake.

1, Sugar addition before and after emulsification; 2, Sugar addition after emulsification; 3, No preparation of emulsion; **, Significant at the 1% level

加は、平尾ら¹⁴⁾と同様にさらに独特の大豆味がなくなり、嗜好性が増した。

iii 砂糖添加時期の異なるエマルションケーキとエマルション未調製のケーキへの利用

ケーキの調製に用いるエマルションについて砂糖添加時期を変えてケーキへの影響を検討した。砂糖前添加エマルションUP⑦を用いた「砂糖前・後添加ケーキ」、エマルションUP⑦に砂糖を添加せずに用いた「砂糖後添加ケーキ」、エマルションを作らず酢を水に置換してすべての材料を混合して焼成した「エマルション未調製ケーキ」の3種を調製した (Fig. 7写真)。砂糖前・後添加ケーキはエマルション未調製ケーキと比べて菜種法による体積が有意に大であり (Fig. 7下)、破断測定による破断応力および破断エネルギーは有意に小さく、破断歪率は有意に大きく示され (Fig. 8)、やわらかくしなやかなケーキであった。一方、エマル

ション未調製ケーキは、体積が小さく断面は組織を作っておらず (Fig. 7)、硬くもろいケーキであった (Fig. 8)。

これら3種の官能評価の結果をFig. 9に示す。特性評価では、大豆の味ともろさの項目に、嗜好では粉っぽさの項目に有意の差がみられた。大豆の味はエマルションを用いた2種が未調製のものよりも有意にないと評価され、砂糖後添加ケーキのもろさは、エマルション未調製ケーキに比べ、有意にないと評価された。

エマルションをケーキに利用する場合、砂糖は前添加してエマルションを形成させた後、骨格となる材料とともに残りの砂糖を添加して焼成することで、卵を使用しなくても構造が緻密でやわらかいケーキが提案できると考えられる。今後、材料配合や材料の種類、調理手順等をさらに検討し、エマルションの味の改良、保存安定性についても考慮する必要があると考えられる。

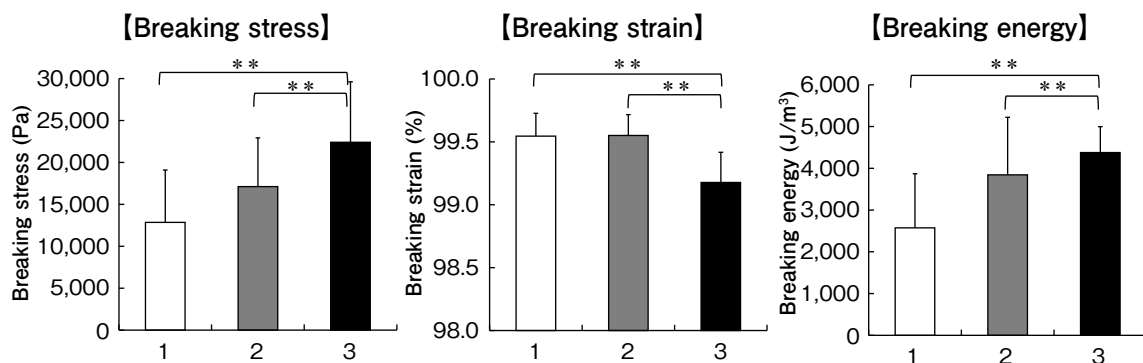
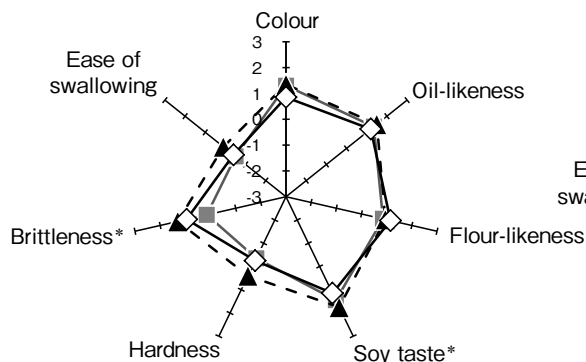


Fig. 8. Textural properties of the emulsion cake.

1, Sugar addition before and after emulsification; 2, Sugar addition after emulsification; 3, No preparation of emulsion; **, Significant at the 1% level

【Relative strength】



【Palatability】

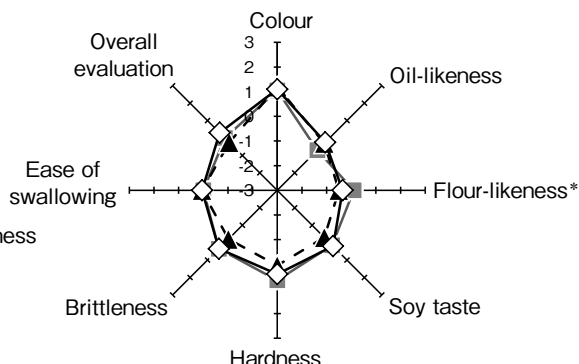


Fig. 9. Sensory evaluation of the cake.

◇, Sugar addition before and after emulsification; ■, Sugar addition after emulsification;

▲, No preparation of emulsion.

n=20; **, Significant at the 5% level

要 約

これまでSPI800の乳化性に着目し、SPI800と水の懸濁液を油と乳化させたのち酢を添加し混合するエマルジョン調製法（EV法）^{10）}を用いることで、滑らかで安定性が高く、大豆特有の味やにのこないエマルジョンを得た。さらに、Schefféの単純格子計画法により、SPI800、油、酢水の3成分の水準を変化させて、①～⑩の10個の配合比で調製したエマルジョン①～⑩は、配合比によって異なる物性を示し、油の水準が高いエマルジョンが有意に好まれた。本研究では、EV法で調製したエマルジョン⑦、すなわちSPI800 10.4 g、油42.3 g、酢水47.3 g（うち酢5 g）、に調味料・香辛料を添加してディップなどの具体的な食品への利用適性の検討およびエマルジョン①～⑩を用いた加熱食品への利用、ならびに加熱調理に最適なエマルジョンを調製し、新規食品の開発を検討した。

- 1) エマルジョン⑦に食酢を添加したところ、3.0%添加で最も粘度が高くなり、添加量が多くなるに従い粘度が低下した。食塩は添加量が増加するに従い粘度はゆるやかに上昇したが、性状に大きな変化はなかった。砂糖は、1.0%添加で粘度が上昇したが、添加量を増やすと粘度が低下した。しかしSPI800と共に砂糖を前添加して調製することで、粘度低下が改善された。砂糖を前添加してエマルジョンを調製することで、その後に添加する材料の物性にかかわらず、エマルジョンの安定性および保型性が持続した。
- 2) 砂糖前添加のエマルジョン⑦の調製後に各種香辛料およびグルタミン酸ナトリウムを添加したところ、エマルジョンの物性に差は認められず、バリエーションが豊富な新規食品としての提案が可能と考えられた。
- 3) エマルジョン①～⑩は単独焼成できず、砂糖を前添加すること、水の配合量を調整すること、および骨格を形成する粉類を添加することにより、ケーキ様の骨格を持った焼成物の調製が可能になった。
- 4) エマルジョン調製時に砂糖を前添加することでSPI800の溶解性が改善され、エマルジョン材料配合の水量および油量を減少させることができた（エマルジョン⑦'、すなわちSPI800 11 g、砂糖10 g、大豆油22 g、酢水37 g（うち酢5 g）をEV法で調製）。エマルジョン⑦'に薄力粉25 g、砂糖25 g、BP 6 gを加えて焼菓子を調製することにより大豆味がなく、油っぽさのないしっとりした食感を有する焼成物を得た。ココア4 gの添加により、独特の大豆味がなくなり嗜好性が増した。

5) エマルションUP^⑦, すなわちSPI800 11 g, 砂糖15 g, 大豆油22 g, 酢水37 g (うち酢5 g) の材料をEV法で調製したエマルションと薄力粉25 g, 砂糖15 g, BP 4 gを用いて砂糖前・後添加したケーキは, 膨化が良く, やわらかい食感を示した. 官能評価の特性評価では, 大豆の味の項目において危険率5%で有意にその特性がないと評価された.

文 献

- 1) 渡辺篤二, 斎尾恭子, 橋詰和宗 (1987): 大豆たん白食品, 「大豆とその加工 I」. 建帛社, 東京, pp.223-279.
- 2) 佐本将彦ら (2010): 大豆を原料とした新素材の開発. 「大豆のすべて」, 喜多村啓介ら編, サイエンスフォーラム, 東京, pp.405-489.
- 3) 芦田 茂 (2012): 大豆たん白を調理に取り入れる. 日本調理学会誌, **45**, 235-236.
- 4) 町田優子, 平尾和子, 梅國智子, 斎尾恭子 (2010): 大豆たん白質製品の家庭調理食品への利用適性. 愛国学園短期大学紀要, **27**, 11-21.
- 5) 平尾和子 (2012): 大豆臭の少ない大豆たん白クッキー製造に関する調理学的研究. 大豆たん白質研究, **15**, 125-132.
- 6) 町田優子, 平尾和子, 梅國智子, 斎尾恭子 (2009): 粉末大豆を使用した栄養素強化食品の開発. 愛国学園短大紀要, **26**, 5-16.
- 7) 平尾和子, 渡辺篤二, 高橋節子 (2003): プラマンジェ様澱粉ゲルの物性および官能評価に及ぼす大豆たん白質添加の影響 (第1報) 添加量, 添加方法の影響. 日本家政学会誌, **54**, 457-468.
- 8) 平尾和子, 濱西知子, 五十嵐喜治, 高橋節子 (2002): サゴ澱粉プラマンジェのテクスチャー特性および官能評価に及ぼす材料配合比の影響. 日本家政学会誌, **53**, 659-669.
- 9) 平尾和子, 五十嵐喜治, 高橋節子 (1998): サゴ澱粉ゲルの調理科学的研究 (3報) 分離大豆たん白質, 大豆油を用いた澱粉ゲルの材料配合比による影響. *Sago Palm*, **6**, 1-9.
- 10) 江木伸子, 平尾和子, 前田康智, 村上昌弘 (2013): 分離大豆たん白質を用いたエマルションの調製条件の検討. 日本家政学会第65回大会要旨, 155.
- 11) Scheffé H. (1958): Experiments with Mixtures. *J Roy Stat Soc Ser B*, **20**, 344-360.
- 12) 前田康智, 江木伸子, 三星沙織, 平尾和子 (2014): クッキーの物性および官能評価の特性値を用いた推定曲線の二次元・三次元描画法. 日本家政学会第66回大会要旨, 117.
- 13) 江木伸子, 村上昌弘, 前田康智, 平尾和子 (2013): 分離大豆たん白質を用いたエマルションの官能評価の及ぼす材料配合比の影響. 日本官能評価学会大会発表論文集, 58-59.
- 14) 平尾和子, 渡辺篤二, 高橋節子 (2003): プラマンジェ様澱粉ゲルの物性および官能評価に及ぼす大豆たん白質添加の影響 (第2報) ココア, 抹茶添加の効果. 日本家政学会誌, **54**, 469-476.