

マヨネーズを用いた膜の生成

～タンパク質や脂質が占める割合による膜の違い～

Make a membrane with mayonnaise

Abstract

The lipids and proteins in mayonnaise are used to create lipid and protein membrane. The proportion and lipid used was changed to measure the suitable amount. Experiments were carried out using the combined proportions of fat and protein, based on the ingredient labels of soya milk, and at the middle value of each proportion, only at the intermediate value were membranes produced.

1. はじめに

牛乳や豆乳を加熱すると表面の水分が蒸発し、表面がタンパク質と脂質の濃度が高い状態になる。さらに、タンパク質と脂質が溶液中によく溶けているという条件下で加熱を続けるとタンパク質が変性し、表面に集まった脂質を包み込んで膜が生成される。

昨年の研究で、用いるタンパク質と脂質の種類を変化させたり、割合を変化させたりすることによって生成される膜の強度や質量が変化する事がわかった。また、その研究結果より、タンパク質としてゼラチン、脂質としてマヨネーズを用いることで一番強度のある膜を生成することが分かった。しかし、マヨネーズはタンパク質と脂質を両方含んでいるため、どちらが膜の生成に影響したのかを明らかにすることができなかった。そこで本研究では、タンパク質と脂質をどちらも含んでいるマヨネーズを用いて実験を行うことにした。混ぜるマヨネーズの量を、マヨネーズに含まれるタンパク質と脂質の割合を豆乳 100 g 当たりに含まれるたんぱく質と脂質の割合に揃え、それぞれの割合において生成される膜の質量の変化について調べた。

本研究でさす膜とは、湯葉のようにタンパク質と脂質の凝集によってできるものと定義する。

2. 実験 1 マヨネーズのみで膜を生成する

(1) 実験方法

まず、100 g あたりにおける豆乳の成分表とマヨネーズの成分表をもとに、溶液 100 g 当たりに含まれるタンパク質の割合が同じであるもの、脂質の割合が同じであるものをそれぞれ作成した。この時使用したマヨネーズの量は、タンパク質の割合を合わせたものが 24 g (ビーカーA)、脂質の割合を合わせたものが 2.6 g (ビーカーB) となった。また、ビーカーAとBの中間値である 13 g (ビーカーC) でも実験を行った。次にマヨネーズと水の合計が 100 g になるようにそれぞれのマヨネーズを分量の水に均一に溶かし、約 65°C で湯煎を行った。その後、液面に生成された膜を掬い取り、観察した。

表 I マヨネーズの量による含まれるタンパク質と脂質の割合

	豆乳	ビーカーA (マヨネーズ 24 g)	ビーカーB (マヨネーズ 2.6 g)	ビーカーC (マヨネーズ 13 g)
タンパク質の割合	3.60%	3.60%	0.04%	1.82%
脂質の割合	2.00%	18.00%	2.00%	10.00%

(2) 結果

マヨネーズの溶質量が 24 g と 13 g の時は攪拌時に液面上に泡ができてしまい、膜を生成することができなかった。マヨネーズの溶質量が 2.6 g の時のみ膜が生成されたが、薄い膜で掬い上げることができなかったため詳しく観察することができなかった。

(3) 考察

膜の生成には溶質の割合が関わっており、溶かすマヨネーズが 24 g と 13 g の時は、溶かすマヨネーズの量が多かったと考えられる。また、溶かすマヨネーズの量が多かったため攪拌時に泡ができてしまったと考えられる。先行研究より膜の生成条件として蒸発面があることが挙げられる。しかし、今回の実験で液面上に泡ができてしまったため攪拌方法を改める必要があると考えられる。

3. 実験 2 最適な攪拌方法を調べる

(1) 実験方法

実験 1 で攪拌方法として、ブレンダーを使って攪拌を行った。しかし、ブレンダーを用いて攪拌を行うと液面に泡が出来てしまい、湯煎中もその泡が消えず、膜を生成することができなかった。そこで攪拌方法として、まず分量の半分の水と使用するマヨネーズをブレンダーを用いて攪拌を行った。その後、残りの水を少しずつ加えながら混ぜるという方法で実験を行った。

(2) 結果

実験 1 の時より攪拌時に生成される泡の量が少なくなることが分かった。

4. 実験 3 実験 2 の攪拌方法を用いて膜を生成する

(1) 実験方法

攪拌方法を変え、実験 1 と同様に 100 g あたりにおける豆乳の成分表とマヨネーズの成分表をもとに、溶液 100 g 当たりに含まれるタンパク質の割合が同じであるもの、脂質の割合が同じであるものをそれぞれ作成した。この時使用したマヨネーズの量は、タンパク質の割合を合わせたものが 24 g、脂質の割合を合わせたものが 2.6 g となった。先行研究よりマヨネーズは水に溶けるのではなく乳化した状態になり、あまりにマヨネーズが少なかった場合にはマヨネーズと水が分離することがあるとわかっていて。そのため、24 g と 2.6 g で実験を行い、分離した際にどのくらいの量で分離が起こるのかを調べることが出来るように 2.6 g と 24 g の中間値である 13 g でも実験を行った。次にそれぞれのマヨネーズを分量分の水に均一に溶かし、約 65°C で湯煎を行った。その後、液面に生成された膜を掬い取り、観察した。

(2) 結果

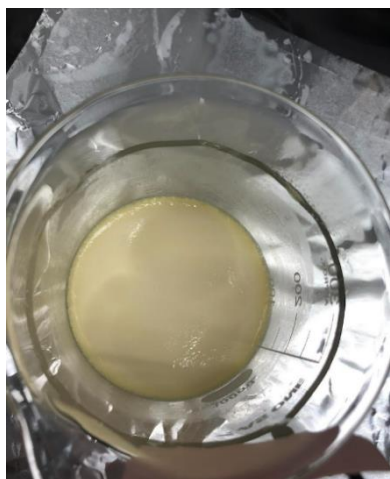


図 1 ビーカー A を温めた時



図 2 ビーカー B を温めた時

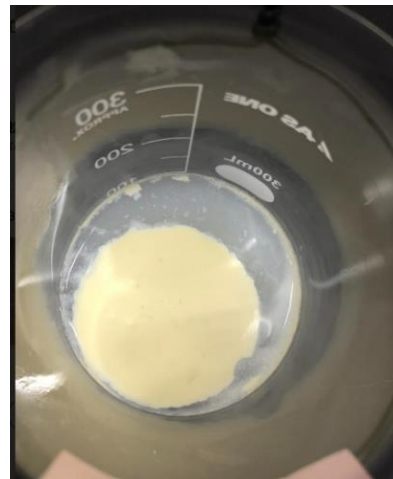


図 3 ビーカー C を温めた時

マヨネーズの溶質量が 24 g (図 1)、13 g (図 2) の時に膜が生成された。溶質量が 2.6 g (図 3) の時には膜は生成されなかった。

(3) 考察

今回の実験で膜が生成されたマヨネーズの分量が 24 g、13 g であった理由は主に 2 つと考えられる。

1 つ目は、攪拌方法に問題があるということである。実験 1 の考察では、24 g と 13 g で膜が出来なかったのは攪拌方法に問題があったからだと考えていた。しかし、実験 1 の結果と実験 3 の結果より、攪拌方法に関係なく膜は生成される事が分かる。このことから、攪拌方法があまり関係していなかったことが分かる。また、蒸発面の有無のみが膜の生成に関係しているわけではなく、溶質の割合も関係していると分かった。

2 つ目は、湯煎方法の違いである。実験 1 では恒温槽を用いて湯煎を行った。しかし、実験 3 では恒温槽ではなく、鍋を用いて湯煎を行った。実験 1 では、恒温槽を用いたため、対流によって水全体を均一に温めることが出来ていた。ところが、鍋を用いた実験 3 では、小さい鍋に隙間無くビーカーを置いて温めてしまったため、鍋の中で対流がうまく起こらず、水が均一に温められなかったのではないかと考えられる。

実験 3 の結果と以上の理由を踏まえ、実験 1 との比較を行うと、膜の生成にはタンパク質の量や脂質の量のいずれかが強く影響を及ぼしているのではなく、タンパク質と脂質がどちらも存在するという条件が重要なのではないかと推論できる。

また、実験 1 と実験 3 のマヨネーズの量と膜の強度より、タンパク質の割合が多い時は膜に強度があるが生成の速度は遅く、脂質の割合が多い時は膜にあまり強度はないが生成の速度は速いと考えられる。

5. 実験 4 添加物が膜の生成に与える影響を調べる

(1) 実験方法

これまで実験に用いていたマヨネーズは市販のマヨネーズであった。市販のマヨネーズには添加物が含まれているため、それらの添加物が実験結果に影響を及ぼしているのではないかと考えた。そこで、自分たちでマヨネーズを作り、成分を単純にして実験を行った。材料に、市販の卵を一つ、酢を大さじ 1.5、塩を小さじ 0.5、サラダ油を 200ml 用いた。まず、サラダ油を除いたすべての材料を加えブレンダーで攪拌した。1 分ほど攪拌した後、攪拌しながらサラダ油を数回に分けて少しずつ加えた。すべてのサラダ油を加え終えた後、さらに 1 分ほど攪拌を行った。その後、できたマヨネーズを実際に使用して、膜が生成されるのかについての実験を行った。

(2) 結果

卵黄とサラダ油をうまく乳化することが出来ず、粘性がとても低いマヨネーズが生成されてしまった。そのマヨネーズに水を加え湯煎を行ったが、膜は生成されなかった。(図 4)

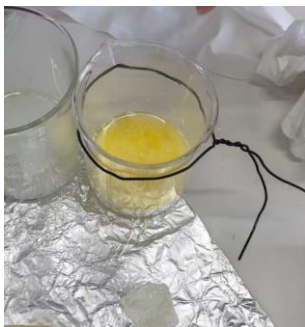


図 4 自作のマヨネーズ

(3) 考察

実験3よりタンパク質と脂質が存在することが膜の生成に関係していると考察した。よって、粘度の低いマヨネーズでも卵黄一つ分のタンパク質と脂質が含まれているため、膜自体は生成されるのではないかと考え、生成される予定だったマヨネーズの分量をもとに加える水の量を計算し、自作したマヨネーズに加えた。しかし、結果として膜は生成されなかった。このことより、膜の生成条件にはタンパク質と脂質の存在だけでなく、別の要因が存在すると考えられる。自作マヨネーズがかなり粘性の低いものであったことから、市販のマヨネーズと自作したマヨネーズの違いは、作成時に卵黄がしっかりと乳化しなかったことにあると結論付けた。その原因として、卵を常温に戻さず使用してしまったことで卵黄に含まれる乳化成分がうまく作用しなかったこと、サラダ油を加えるスピードが速かったことがあげられる。

以上より、膜の生成される条件とは、溶液中にタンパク質と脂質が含まれており、かつそれらが均一に乳化している状態であることであると推測できる。

6. 今後の課題

自作のマヨネーズで実験を行った際、使用したマヨネーズのタンパク質と脂質の割合が分かっていたため、豆乳のタンパク質と脂質の割合に合わせることができなかった。今後は自分で作成したマヨネーズのタンパク質と脂質の割合を明らかにし、再度実験を行いたいと考えている

7. 参考文献・URL

小早川日奈, 植田莉央, 松廣愛 (2022年) 湯葉のような膜はほかの食材からでも作れるのか
岡本 奨 (1977年) タンパク質の皮膜化に関する研究
梅田弘紀, 深井俊輔 (2018年) ラムスデン現象における溶質を変えた時の膜の質量の変化