

14. コロイドの学習

1. 目的

私たちの身の回りには、医薬品や化粧品、食品など様々なコロイド製品がある。教科書の中の扱いは少ないが、少し付け加えて紹介することで生徒は大変興味を示す。いろいろと利用されているコロイド粒子とはどのような性質をもち、どのように作られていくのかを自分たちの手で確かめようと次のような手順で実験した。

- (1) 水に油（サラダ油）を混ぜて、水中に油を分散させたコロイド（O/W型）と油中に水を分散させたコロイド（W/O型）を作り、原理を調べる。
- (2) 水と油の系に界面活性剤として台所洗剤を入れて安定なコロイドを作る。洗剤の濃度や種類によってコロイド形成能に違いがどうか調べる。
- (3) W/O型のコロイドである食品としてマヨネーズを作る。

2. 方法

- (1) 蒸留水、1 mol/l 水酸化ナトリウム水溶液、1 mol/l 塩化カルシウム水溶液各 2 ml を入れた 3 本の試験管にサラダ油をそれぞれ 2 ml 加えて激しく振り混ぜる。

蒸留水 2 ml を入れた試験管に台所洗剤（チャーミーグリーン（ライオン））数滴を加え、サラダ油 2 ml を加えて激しく振り混ぜる。

- (2) 台所洗剤を 0 ml, 0.1 ml, 0.5 ml, 1 ml, 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml, 9 ml ずつ各試験管に取り、蒸留水を加えて全体を 10 ml とする。サラダ油 1 ml を加えて一斉に攪拌し、その後の試験管内の様子を時間を区切って観察する。

台所洗剤にはチャーミーグリーン 21% 表示、ジフクリームクレンザー（NIPPON LIVER）9% 表示、ファミリーピュア（花王）42% 表示を用いた。

- (3) 乾いたボールに卵黄 1 個を入れて溶きほぐし、塩、コショウを小さじ 2/3 を加えてよく混ぜ合わせる。次に食酢大さじ 1/2 を入れる。サラダ油カップ 1 を徐々に混ぜてクリーム状にし、さらに食酢大さじ 1/2 を加える。手早くかき混ぜて仕上げる。

3. 結果

- (1) 蒸留水とサラダ油のみの場合は、振り混ぜた直後からすぐに分離し、コロイドは全く認められなかった。水酸化ナトリウム水溶液、塩化カルシウム水溶液とサラダ油の場合は、2 相に分離したがどちらの相もやや濁って見え、水酸化ナトリウム水溶液では水相に、塩化カルシウム水溶液では油相にレーザー光によるチンダル現象が見られた。

台所洗剤を入れた場合は、白く均一な相になり、すぐには分離しなかった。

- (2) 攪拌直後、洗剤 0 ml 以外はすべて変化が見られた。0.1 ml ~ 4 ml は 2 相に分離していたが、水相がやや白く濁っており、コロイド溶液になっていた。0.1 ml ですでにチンダル現象が観察

された。6ml, 8ml, 9ml では2相の分離が見られず全体が真っ白であった。5分後、6ml で2相分離が認められ、30分後にはすべてが2相に分離した。このとき水相はやや白く濁り、6ml, 8ml, 9ml では濁りの中に白いモヤモヤの沈殿物が観察された。

洗剤の種類を変えた場合、チャーミーグリーンとファミリーピュアに差は見られなかったが、ジフクリームクレンザーでは研磨剤があるため、すべてに白い沈殿があった。

(3) 加えるサラダ油の分量を変えるとできあがったマヨネーズの性状が変化した。サラダ油が多くなるほどゾル状からゲル状になり、市販のものに近くなった。

4. 考 察

水と油だけでは混じらないものが第3の成分の存在で互いに混じり合うようになる。水酸化ナトリウムの存在により、サラダ油中の不純物である脂肪酸が界面活性剤として作用し、水溶液中に油を分散させたようである。塩化カルシウムではやはり不純物の脂肪酸がカルシウムイオン1個につき2分子吸着し、これが界面活性剤になるため、油中に水を分散させたい(図1 W/O型)。油の中にある脂肪酸だけではなく、もともとそのために作られた台所洗剤を用いた場合は、作用が顕著で、よく分散させていた。水で油汚れを落とすという洗剤の性質上 O/W 型の乳濁液である。

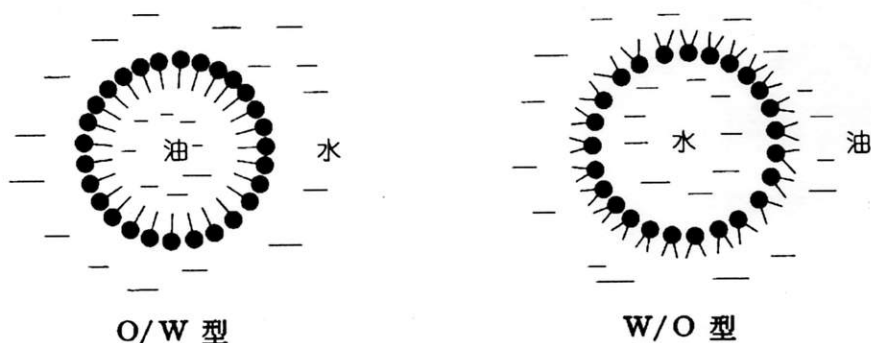


図1 乳濁液(エマルジョンの型)概念図

台所洗剤の濃度を変えて振り混ぜた場合、0.1ml でコロイド溶液をつくるのが可能であった。少量で十分な洗浄作用が期待できる。ただし瞬時に均一化し、完全に油を分散させるためには6ml程度は必要と思われる。台所で直接スポンジに洗剤をつけ、油汚れの皿をゴシゴシ洗う場合がこれに相当すると思う。30分後から見られた6ml以上での白いモヤモヤは、分散していたコロイド粒子の濃度が高かったために互にくっつき合って沈殿粒子に成長したためであろう。洗うものに応じて洗剤の使い方を工夫すれば無駄のない消費ができるだろう。

マヨネーズの作成では、卵黄の中に含まれる成分(脂質など)が界面活性剤として油の中に水溶液を分散させるものと思われる。初め、卵黄と食酢、塩、コショウの段階では水溶液であり、これにサラダ油を少しずつ加えることによりコロイドが形成されていく。油が少量の時はサラサラとしたマヨネーズで、油の量を増やすと次第に粘く固まり始めた。この理由は、少量では油の

中に分散できない水溶液が残っているため全体にサラサラ感があるが、多量の際は水溶液がすべて油の中にきれいに分散するためだと考えられる。

5. 評 価

今回の実験は、界面活性剤の理論に対して生徒の中には教科書以外の知識は全くない中で行われている。目の前に現れてくる不思議な現象を説明しようと生徒は必死で図書館に通い、以上のような考察をしている。コロイド粒子の形成を視覚からの判断でしかできないことに曖昧さはあるが、結果を実際の食器洗いなどに結び付けて妥当性はある。洗浄力を測定する方法が考えられればさらに発展させることができ、より説得力のあるデータになるだろう。

マヨネーズの作成は、レシピ通りでは面白味がないところへサラダ油の量を変えることの試行錯誤があり、それによってコロイドへの理解がいっそう深まった。食感についてのレポートがあれば、さらに具体的になり、コロイドの重要性を伝えられたと思う。



図 5 (左の O/W、右の W/O) を参照 (図)