

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

Mass change of membrane at the time of solute change in Rumsden's phenomenon

千葉県立船橋高等学校理数科 3 年

梅田 弘紀 深井 俊輔

はじめに（研究背景）

本研究で扱うラムスデン現象とは、タンパク質と脂質が溶けている溶液を加熱したとき、溶液の上層部の水分が蒸発し、溶液上層部のタンパク質の濃度が高まる。そのタンパク質が熱変性し、脂質とともに凝集し、表面に膜ができる現象のことである。私達はこの現象について、溶けているタンパク質と脂質の濃度を変化させたとき、生成した膜の質量がどのように変化するか疑問を持ち、このような研究をするに至った。

予備実験として、タンパク質の濃度と膜の質量の関係、脂質の濃度と膜の質量の関係をそれぞれ調べた。しかし、膜を完全に乾燥させる方法を確立できなかったことから膜の質量を精密に測定できず、精度の高いデータは得られなかった。

本研究では、予備実験の結果を受け、課題であった膜の乾燥方法を見直すことでデータの精度を高めることができた。この方法で、タンパク質の濃度と膜の質量の関係を中心に調べ、結論を導いた。

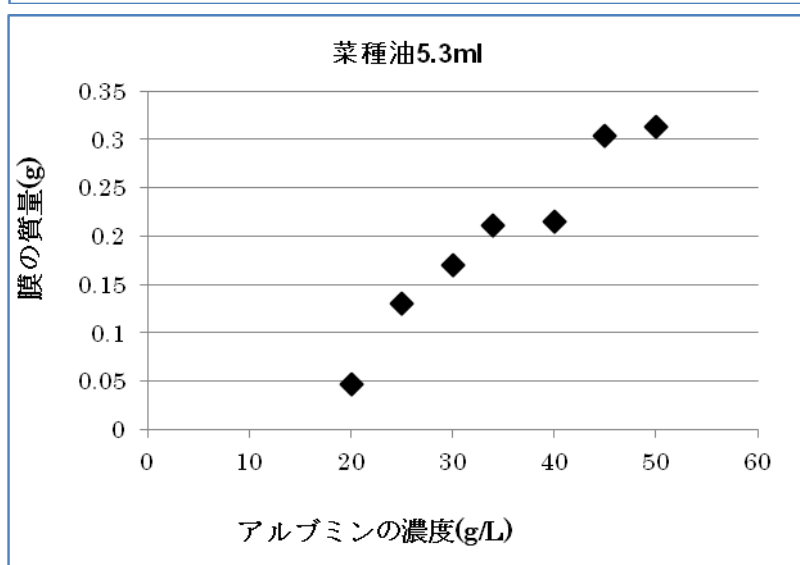
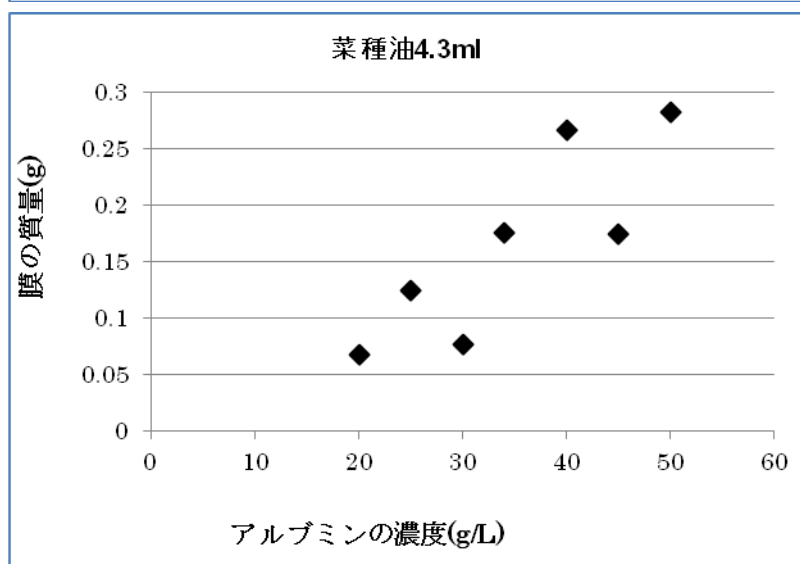
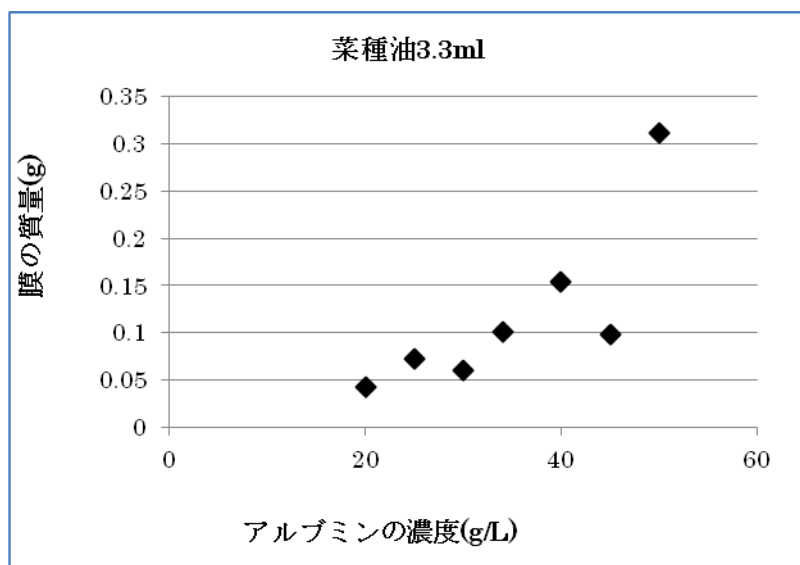
目的

ラムスデン現象を起こした溶液の成分と、生成した膜の質量との関係の定量化。

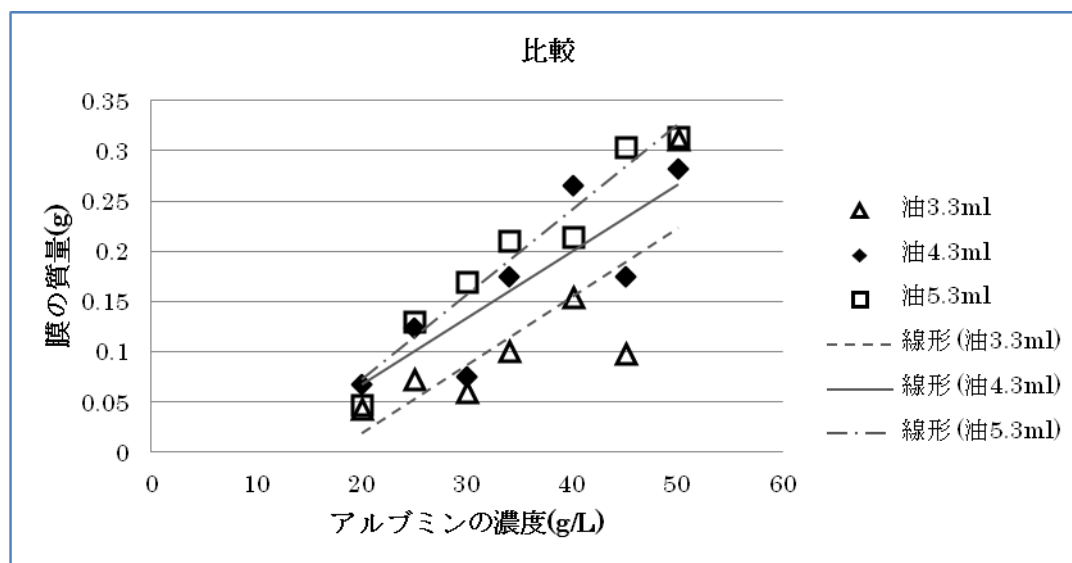
方法

1. 水にタンパク質(20,25,30,34,40,45,50g/L)、脂質(3.3%,4.3%,5.3%(体積比))、乳化剤(0.1g/L)を入れて攪拌し、溶液を作る。本実験では、タンパク質として卵由来のアルブミン、脂質として菜種油、乳化剤としてラウリル硫酸ナトリウムを用いた。
- 2.1 で作った溶液を金属のカップに 20mL ずつ取り、ホットプレート(三菱電機ホーム機器株式会社製・三菱ホットプレート HL-LM8 形)に張った 70℃の湯に浸し、25 分間湯煎をする。このとき、カップとホットプレートが直接触れないように、カップの下にシャーレを敷く。
3. 25 分経過後、カップを湯から取り出し、膜にならずに残った溶液を洗い流す。
4. 膜を 120℃に設定した乾燥機(ヤマト科学株式会社製・定温乾燥機 DXS300)で 15 分間、カップごと乾燥させる。
5. 膜をカップごとデシケーターに 1 日入れ、さらに乾燥させる。
6. 膜とカップの合計質量を測定し、事前に測定したカップのみの質量との差から膜の質量を求める。
7. 乳化剤の濃度を 0.1g/L に固定し、タンパク質の濃度を 20,25,30,34,40,45,50g/L、脂質の濃度を 3.3%,4.3%,5.3%(体積比)に変え、膜の質量を比較して法則を見出す。

結果



結果



この結果から、タンパク質、油の濃度と膜の質量の間には 強い正の相関があることがわかる。

この実験では、タンパク質の濃度が少ない時の膜の質量は油の濃度を変えてもあまり変わらない傾向が見られた。また、油の濃度を増やすと膜の質量の変化率が大きくなっていく傾向が見られた。

考察

現段階では膜の質量はほぼ線形的に増加し、上限は見られなかったことから、タンパク質の濃度と膜の質量の間には一次関数的な関係があると考えられる。また、脂質の濃度を大きくするとその一次関数の傾きは大きくなり、切片はタンパク質の濃度に限らず一定であると考えられる。このことから、脂質の濃度と膜の質量の間にも一次関数的な関係があると考えられる。

結論

ラムスデン現象を起こした溶液の成分(タンパク質・脂質の濃度)と、生成した膜の質量の間には一次関数的な関係がある。

参考文献

- ・ラムスデン現象とは-Weblio 辞書
- ・ことば辞典-ラムスデン現象
- ・ラムスデン現象-Wikipedia

研究の経過・反省・感想

課題研究を行うにあたり、多くの場合最初に考えなければならないのが実験方法である。本研究においても、テーマが決まったらまずは実験方法の確立について考えた。しかし、実験の大まかな原理は簡単だったが、細かい点についてどのように実験を行うかはなかなか方法を確立できなかった。具体的には、本研究ではラムスデン現象を扱うので、タンパク質や脂質の溶けた液体を加熱し、膜を取り出せばよいということは容易に思いついた。が、どのようにタンパク質と脂質の溶液を得るか、どれくらい加熱するか、どのように膜を取り出すかなどといった点はなかなか決まらなかった。特に、本研究のデータの要である膜の取り出し方については、12月頃まで試行錯誤が続いた。

膜を取り出すには、膜にならなかった溶液を取り除けばよい。そのためには、膜を水で洗う、膜を乾燥させるといった二つの作業を行う必要がある。前者は比較的早い段階で方法を確立できた。それに対し、後者は試行錯誤が続いた。最初は、乾燥機のみでの乾燥を試みたが、加熱が長時間や高温になると膜が変性し、短時間や低温だと水分をあまり除去できなかった。続いて、デシケーターのみでの乾燥を試みた。しかし、乾燥に時間がかかってしまったり、同じ時間の乾燥でも水分の残り方に明確な差が見られたりと、この方法もうまくいかなかった。最終的に、この二つの方法を組み合わせることで、互いの欠点を補いあい、精度を高めることに成功した。

このように、実験方法の確立には大きく時間を割いてしまった。このことには、私たちが早く行動を起こせなかったことも少なからず影響しており、これは私たちが反省しなければならない点の一つである。また、この膜の乾燥方法については、研究発表会などの場で様々な方からアドバイスを受け、現在の方法に至らしめることができた。当然、この方法が完璧なわけではないが、結論を導くのに十分な精度だと考えている。

前述の通り、私たちは行動が遅れたことによって実験方法の確立に時間を取られてしまった。このことにより、データの量を満足に確保できず、やや信憑性に欠ける実験結果となってしまった。これは、研究の根幹を揺るがす問題であり、私たちの最大の反省点である。

課題研究には、多くの時間と体力を費やした。時には課題研究に対して負の感情が湧くこともあった。しかし、良い結果が得られた時の達成感や、このレポートのように自分たちの研究が形になった時の喜びは、他には代えがたいものを感じた。また、この課題研究で積んだ経験は、必ず将来どこかで役に立つと信じている。総じて、良い経験をさせて頂いたと思う。