

液体の表面張力

I テーマ設定の理由

私は幼い頃から水泳を習っており、水に対して親しみと興味があった。そのため、コップに入れられた水をみたとき「液体の表面張力はなぜはたらいしているのだろう」と疑問を持った。そこから、液体の表面張力を自由研究のテーマとし、その性質を探ろうと考えたからである。

II 研究方法

- インターネットや新聞から表面張力に関することを調べる。
- 得た知識をもとに液体の表面張力についての実験を行う。

III 研究内容

(1) 表面張力とは？

表面張力とは、表面をできるだけ小さくしようとする傾向を持つ液体の性質、またはその力のことである。外から力の影響がなければ、液体は球体になる。なぜなら、分子間力（液体の分子間に作用する力）により、分子にお互いを引き合って凝縮しようとする作用が生じる。その力は液体中心部へと向き、液体は表面積が最も小さい状態である球体になろうとするのである。表面張力は液体が球体に近づこうとして起こる現象である。

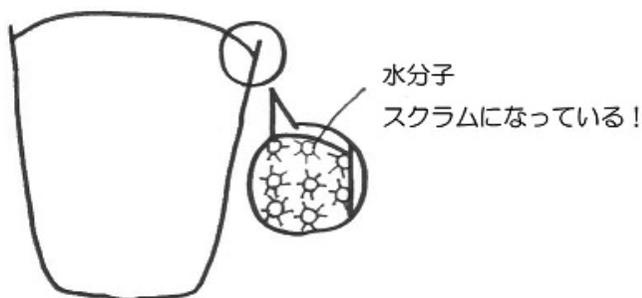
雨粒やシャボン玉がまるくなるのも、表面張力の原理によるものといえる。



外側の水分子は内側に引っ張られ、
中の水分子は互いに引き合っておりつりあっている。

→全体として丸くなる

分子間力が強くなるほど表面張力は強くなる。お互いに隣同士で同じ力だけ引き合って、バラバラにならないようにスクラムを組んで水がコップからこぼれ落ちるのを防いでいる。



水の表面張力はほかの液体に比べて強いといわれている。これは、水の水素結合が高密度に存在していることが原因となっている。そのため、ガラスのふちから盛り上がっても、なかなかこぼれない。こぼれやすいものは、水と比べて液体一滴分の大きさが小さい。

(2) 様々な液体の表面張力の違い

ー液体の種類によって表面張力は変化するのだろうか。

● 目的

水、ダカラ（スポーツ飲料）、牛乳、しょうゆ、お酒の5つの液体を使って、液体の種類による表面張力の違いを調べる。

● 準備物

水道水、GREEN DA・KA・RA（ダカラ）、酪農3.6牛乳、こいくちしょうゆ、上撰月桂冠、スポイト、クリップ数百個、ビーカー、皿、コップ5つ、小さな容器3つ

● 手順

- ①各液体を90mlより少し多くはかりとり、常温に戻すためコップに入れて2時間以上放置する。
- ②常温に戻った（温度が等しくなった）各液体を90mlずつ小さな容器に入れる。スポイトで微調整を行う。
- ③この中に、クリップを半分以上液体につけた状態で、一定の速度で、中央に、静かに落としていく。
- ④クリップを何個入れたときに各液体はこぼれたのか、個数を数える。

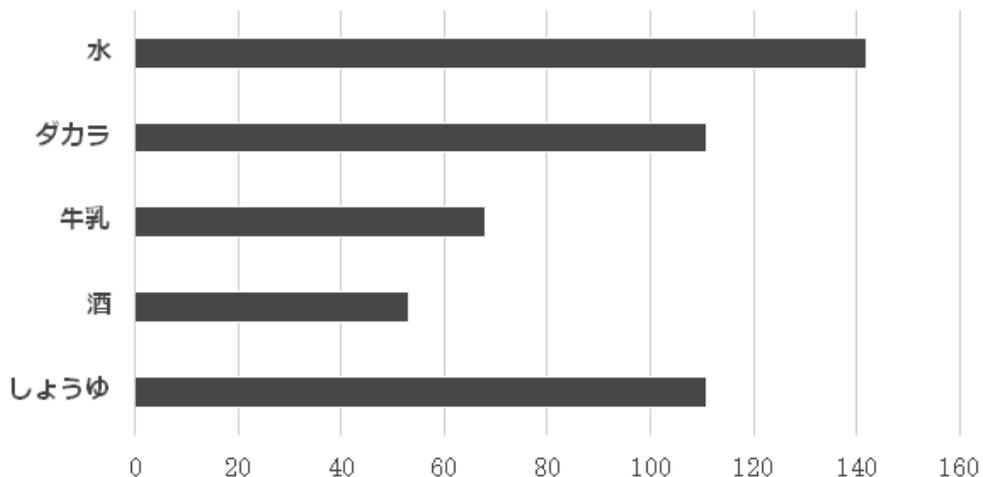


↑容器に90ml注いだ様子(②)

● 結果

水：142個 ダカラ：111個 牛乳：68個 酒：53個 しょうゆ：111個

こぼれたときのクリップの個数



- ・やはり、水の記録がダントツで高い。
- ・牛乳は水の半分ほどの個数しかクリップが入らない。
- ・ダカラとしょうゆが同じ結果。
- ・酒は最も個数が少ない。

● 考察

クリップが入る個数の有限に差があったことから、液体の種類によって表面張力は異なっていることが分かった。

事前の調査により、水の表面張力が強いのは分子同士のスクラム、つまり分子結合が高密度に存在していることが原因だとわかっている。データを見ると、ダカラ・しょうゆは水のおよそ14分の11、牛乳は2分の1、酒は3分の1の数値である。このことから、ダカラ・しょうゆは水の14分の11、牛乳は2分の1、酒は3分の1の表面張力を有しているといえる。同時に、水と比べて各々それだけの強さの分子結合が存在しているといえる。

☆なぜ、水と成分が大きく違うしょうゆの記録が伸びたのだろうか？

水と異なる成分を持つしょうゆの記録が伸びたのは予想外であった。しょうゆを作る際に含まれる成分によって、表面張力は低くなると思っていたからだ。水としょうゆを比べて、目立つのは明らかな塩分の違いである。5つの中でも塩分濃度がぬきんでているものもしょうゆであるため、表面張力には塩分も関係しているのではないかと考えた。その塩分が表面張力を上昇させたのではないかとということである。それを実証するために、次の実験を決定した。

(3) 塩分濃度による表面張力の違い

ー塩分濃度によって液体の表面張力は変化するのだろうか。

● 目的

塩分濃度 5 %、10 %、15 % の食塩水を使って、塩分濃度による液体の表面張力の違いを調べる。

● 準備物

食塩、水道水、スポイト、クリップ数百個、ビーカー、皿、はかり、スプーン、コップ 3 つ、小さな容器 3 つ

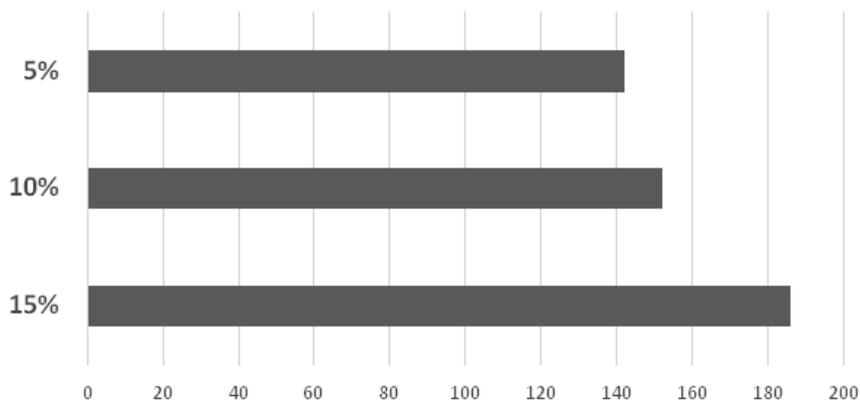
● 手順

- ①食塩と水の分量を正しくはかり、5 %、10 %、15 % の食塩水を 100ml 作る。
- ②常温に戻すため 2 時間以上放置する（同じ水道水なので、食塩水自体の温度は等しいが、前実験との条件統一のため）。
- ③各食塩水を 90ml ずつ小さな容器に入れる。スポイトで微調整を行う。
- ④前実験と同じ注意点でクリップを落としていく。
- ⑤クリップを何個入れたときに各液体はこぼれたのか、個数を数える。

● 結果

5 % : 142 個 10 % : 152 個 15 % : 186 個

こぼれたときのクリップの個数



- ・塩分濃度が高くなるほど、クリップはよく入った。
- ・5 % ~ 10 %、10 % ~ 15 % のクリップの増加率は同じではなかった。
- ・5 % のものは、水と同じ個数だった。

● 考察

濃度によってクリップの個数が変わり、濃度が高くなるほどクリップの個数は増えたことから、塩分濃度が高くなるほど表面張力は強くなることが分かった。

食塩には、水の分子結合を強める作用があるといえる（ただし、今実験によると5%以上の塩分濃度が必要である）。

5%～10%よりも10%～15%のほうがクリップの個数の増加率が高かったことから、塩分濃度を高くしても、一定の割合で表面張力が強くなるわけではないと考えられる。

前実験で使用したしょうゆは濃口しょうゆであり、濃度は約16%。食塩の濃度としておきかえると水よりはるかに強い表面張力が働くだろうが、しょうゆに入っている他のさまざまな混合物が表面張力を下げたのだろう。



↑186個のクリップが入っている様子。液面がかなり盛り上がっている（15%食塩水）。



右から、5%、10%、15%の食塩水に入ったクリップの量。5%から10%では目立って増えていないのに対し、10%から15%では明らかにクリップの量が増えている。15%に至っては、容器の容量を超えそうならいクリップが入っていたことになる。

IV まとめ

- 液体の種類によって表面張力は異なる。
- 塩分濃度が高くなるほど表面張力は強くなる。
- 塩分濃度を高くしても、一定の割合で表面張力が強くなっていくわけではない。
- 食塩には、水の分子結合を強める作用がある。

☆残された課題

- 冊子ページ数の問題で、温度による表面張力の変化を調べる実験ができなかった。
- 実験1を失敗するなど、見通しが悪かった。
- 実験1、2で、一部の液体でしか実験できなかった。
- 各実験とも1度しか記録を取れず、少し信憑性に欠ける部分があった。

V 感想

自由研究3年目で初めて実験をしたので、むずかしく、慣れずにやり直したりすることも多かった。しかし、自分の持った疑問を解決できる実験の方法を考えるのは本当に楽しかった。

また、身近な存在である「水」や「液体」について深く考えることは非常に勉強になった。時間のかかる実験だったので大変だったが、計画的に進められたことはよかった点だと思う。

これからも自分の持った疑問や不思議をそのままにせず、新しい発見の可能性へと変えていろいろなものへと目を向けていきたい。

VI 参考文献

- ・表面張力の実験 やってみよう！水の自由研究 サントリー「水育」サントリー
(http://suntory.jp/mizu-iku/kids/research/j1_2_2.html)
- ・表面張力-Wikipedia
(<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%A1%A8%E9%9D%A2%E5%BC%B5%E5%8A%9B>)