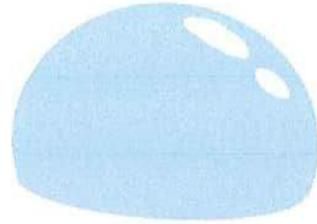
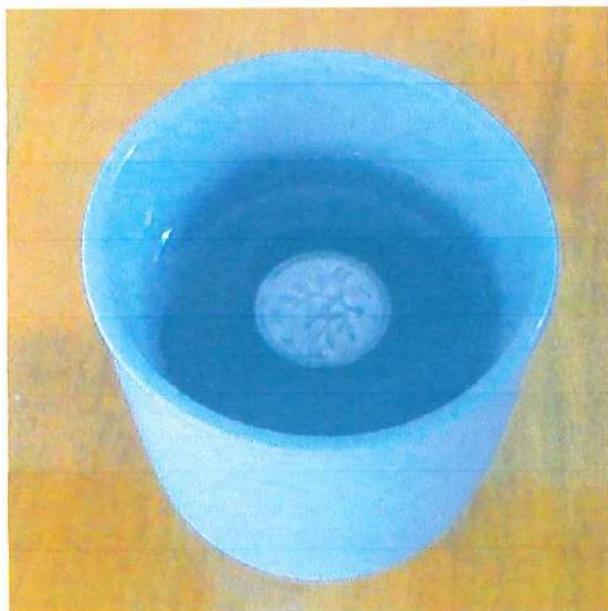


表面張力



1. 表面張力を実験しようと思ったきっかけ

私は、小学生の時、水の上に1円玉を浮かせ、その水に洗剤をかけたら1円玉が沈む、というマジックをした。水の密度は $1\text{g}/\text{cm}^3$ 、1円玉の密度は $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ なので、水に沈むはずだが、表面張力があるため浮くということを知った。しかし、そこに洗剤をいれると沈むのはなぜか疑問に思った。そこで、私は水の表面張力の実験を通して、小学生の頃の疑問を解決しようと思い、この実験をすることにした。



2. 目次

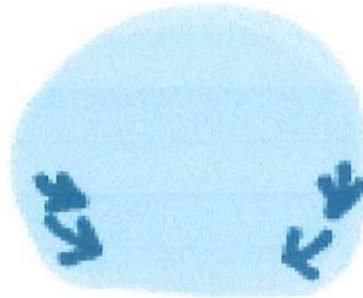
1. きっかけ
2. 目次
3. 表面張力とは？
4. 実験に使ったもの
5. 実験1 表面張力の弱いもの、強いもの
6. 実験2 温度で表面張力の強さは変わるのか
7. 実験3 塩の濃度の違いで表面張力の強さは変わるのか
8. 濡れやすいものと濡れにくいものの違い
9. 鳥の羽はなぜ水滴が小さく盛り上がるのか
10. 鳥の羽の水を弾く構造
11. まとめ
12. 感想

3. 表面張力とは？

表面張力とは簡単に言うと、表面の力をできるだけ小さくしようとする性質のことだ。

簡単な例を挙げてみる。平面に水滴を落とすと球体になる。ここにも表面張力が発生している。表面張力が発生する理由は分子の結束力があるからだ。水に代表される液体の分子は結束力が強く、お互いバラバラにならないように強く引き合っている。液体の内部の分子は、強い力で四方八方に引っ張られている。しかし、表面の分子（液体に触れてない部分）は引っ張る力がかかっていないので、なんとか内側に潜り込もうとする。そのため、球体になる。

(<https://sanmaru-m.co.jp/blog/2015/11/10/116>より引用)



4. 実験に使ったもの



油、醤油、牛乳、洗剤、塩、ドライヤー、もも、巨峰、
トマト、おくら、コップ、スポイト、ビーカー、ざる、
クリップ、鳥の羽、電子天秤

5. 実験1

〈実験の目的〉

液体には、表面張力が強いもの、弱いものがある。では、どのような液体が表面張力が大きいのか実験をしてみることにした。水、油、牛乳、醤油の5つの液体で何が一番表面張力が高いのか実験する。

〈実験方法〉

コップにml（コップの満杯）に水道水、植物油、牛乳、濃口醤油を入れ、クリップを1つずつ入れる。水が溢れたら、こぼれるまでのクリップの数を記録する。

〈準備物〉

水道水、植物油、牛乳、こいくち醤油、ビーカー、コップ、クリップ、電子天秤、ざる

〈予想〉

水道水が一番クリップが入ると思う。次に醤油、牛乳、植物油が続くと思う。

〈実験結果〉

	水	油	牛乳	醤油
こぼれるまでの重さ (g)	79	47	39	30.5
こぼれるまでのクリップの数 (個)	282	166	139	109

〈考察〉

醤油は添加物など色々なものが入っているから、表面張力が弱くなったと思う。

添加物が入っていない液体は表面張力が強いと思う。

〈結論〉

水が一番表面張力が高い。

添加物が入っていない液体は表面張力が強い。

Q. なぜ水は表面張力が強いのか

A. 水分子の間に存在する水素結合により水分子が互いに大きな力で引き合っているから。

(<https://www.con-pro.net/readings/water/doc0011.html>より引用)



6. 実験2

〈実験の目的〉

水の温度の違いで表面張力は変わるのか。

常温の水、ぬるま湯（40度程度）の水で試してみる。

〈実験方法〉

コップにml（コップの満杯）に常温の水（水道水）、ぬるま湯（40度程度）の水を入れ、クリップを1つずつ入れる。水が溢れたら、こぼれるまでのクリップの数を記録する。

〈準備物〉

常温の水（水道水）、ぬるま湯（40度程度）の水、ビーカー、コップ、クリップ、電子天秤、ざる

〈予想〉

温かい水は膨張しているから、クリップが多く入ると考える。だから、温かい水のほうが表面張力が強いと思う。

〈実験結果〉

	水	ぬるま湯
こぼれるまでの重さ（g）	79	64
こぼれるまでのクリップの数（個）	282	228

〈考察〉

温かい水のほうが表面張力が高いと思っていたから、意外だ。

〈結論〉

お湯は表面張力が水よりも低い。

Qなぜお湯は表面張力が弱いのか？

A. 温度が上昇すると熱運動により分子間の凝集エネルギーが小さくなるため、表面張力は低下します。

(https://www.spsj.or.jp/equipment/news/news_detail_41.htmlより引用)

7. 実験3

〈実験の目的〉

塩の濃度の違いで表面張力の強さは変わるのか。

水に対して、塩の濃度が5gのとき、10gのとき、15gのときのどれが一番表面張力が強くなるか。

〈実験方法〉

150mlの水に対して塩の量が5gの水、10gの水、15gの水を入れ、クリップを1つずつ入れる。水が溢れたら、こぼれるまでのクリップの数を記録する。

〈準備物〉

水道水、塩、ビーカー、コップ、クリップ、電子天秤、ざる

〈予想〉

水が一番表面張力が強かったため、水に一番近い、5gの濃度の液体が一番表面張力が強いと思う。

〈実験結果〉

150mlの水に対して塩の量	5g	10g	15g
こぼれるまでの重さ (g)	66	65	55.5
こぼれるまでのクリップの数 (個)	235	232	198

〈考察〉

食塩の濃度が高くなるにつれ、表面張力が弱くなっている。

液体の中に入っているものが多いほど表面張力は弱くなっている。

〈結論〉

液体の中に入っているもの（食塩の濃度）が多いほど表面張力は弱い。

しかし、インターネットで調べてみると、塩の濃度が高いほど表面張力が高くなるということが分かった。実験結果とちがったので、私の実験の仕方が悪かったのかもしれない。

<https://f.osaka-kyoiku.ac.jp/tennoji-j/wp-content/uploads/sites/4/2020/09/38-15.pdf>より引用)

8. 濡れやすいものと濡れにくいものの違い

濡れやすいものは、物体に水滴を落としたときに広範囲に広がったり水が染み込んだりする。しかし、水滴を落としたときに水滴が小さく盛り上がり大きいものは濡れにくい物体だ。

また、液体により、濡れやすくなったり、濡れにくくなったりする。ジュースやお酒は添加物、アルコールなどが入っているので、水とは違い表面張力がかある。

〈実験4の目的〉

濡れやすいものと濡れにくいものを探す。そして、濡れやすいものと濡れにくいものの違いを見つける。

〈準備物〉

鳥の羽(鳩)、オクラ、ぶどう(巨峰)、もも、とまと、スポイト、水道水

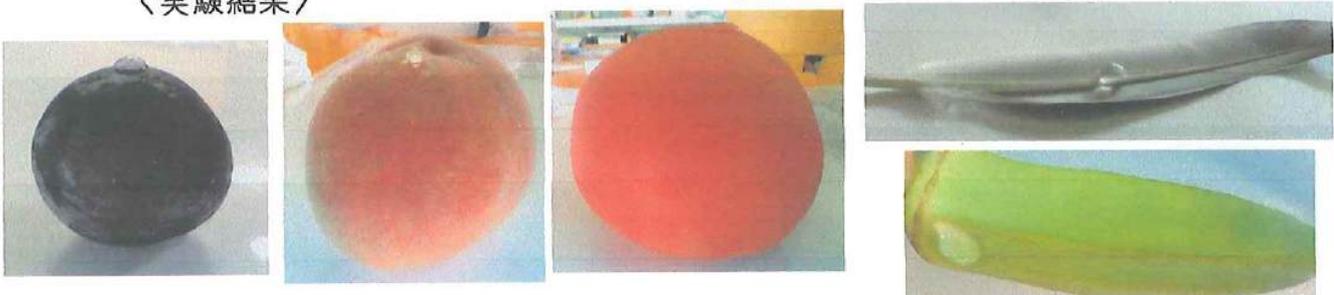
〈実験方法〉

写真の器具を使い、水を1滴垂らす。その水滴が小さく盛り上がっているか、広範囲に広がるまたは染み込むか記録する。

〈予想〉

鳥の羽は染み込むと思う。トマトは水滴が広範囲に広がると思う。オクラ、びわ、ぶどう、ももは水滴が小さく盛り上がると思う。

〈実験結果〉



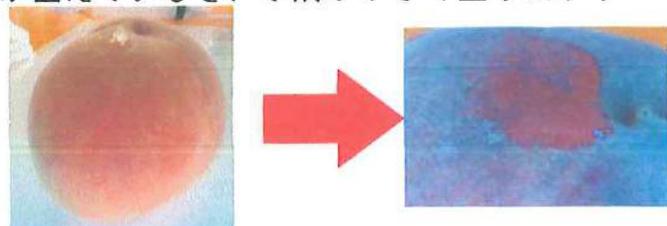
ぶどうとオクラ、鳥の羽、ももは水滴が小さく盛り上がった。特に鳥の羽とももはとても盛り上がった。トマトは水滴が広範囲に広がった。

〈考察〉

オクラやもものように小さな毛が生えているものに水滴が盛り上がると思う。ぶどうのようにロウが周りについているものにも水滴が小さく盛り上がった。鳥の羽には水滴を弾く構造があると思う。

Q. では、小さな毛をなくしたら、水滴は広範囲に広がるのか？

ももの毛をきれいに洗い流して、水滴を垂らしてみると、水滴は広範囲に広がった。このことから、小さな毛が生えていると、水滴が小さく盛り上がりやすいということが分かった。



9. 鳥の羽はなぜ水滴が小さく盛り上がるのか

鳥の羽は水滴が染み込むと予想してたが、実際は水滴が小さく盛り上がった。鳥は、尾の少し上にある尾腺から分泌される油をくちばしで羽につけて羽繕いする*そうだと。しかし、鳥の羽の水滴が小さく盛り上がった理由は、油が羽についていたのではなく、鳥の羽の構造によるものだと考えた。

※ (<https://cucanshozai.com/2021/09/how-ducks-stay-dry.html>より引用)

〈実験5の目的〉

道で拾った鳥の羽を洗剤で洗い、油成分を洗い流し、洗った前と洗ったあとでは水滴の染み込み方の差があるのか観察する。

〈実験方法〉

洗剤で洗う前の鳩、カラスの羽に水滴を落とす。その後、その羽を洗剤で洗い、ドライヤーでしっかり乾かす。そして、洗う前と洗ったあとでは水滴に違いがあるのか実験する。

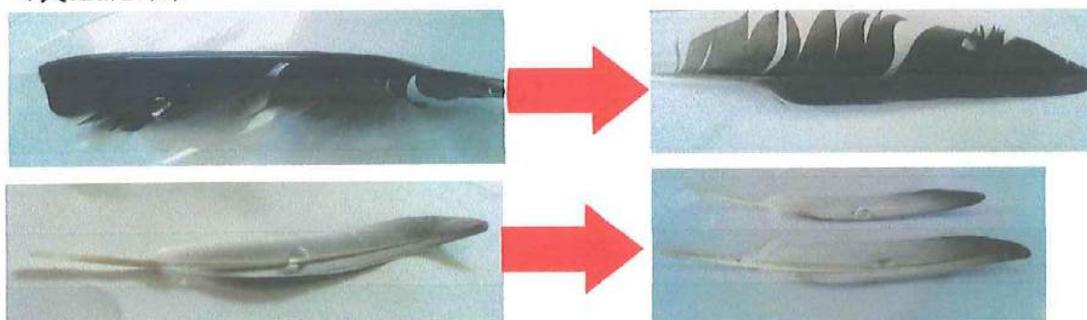
〈準備物〉

鳩の羽数枚、カラスの羽数枚、洗剤、湯おけ、スポイト、カメラ、ドライヤー

〈予想〉

鳥の羽は構造が水をはぶく仕組みになっていると思う。

〈実験結果〉



洗剤で洗っても、表面張力は落ちなかった。

〈結論〉

鳥の羽は、油成分だけではなく、羽でも水を弾く構造をしている。

10. 鳥の羽の水を弾く構造

9の実験により、鳥の羽には油があるのではなく、鳥の羽の構造により、水滴が小さく盛り上がる事がわかった。

では、鳥の羽はどのような構造なのだろうか？

〈インターネットで調べる〉

参照

水鳥の羽の構造に水をはじく秘密があった！

(<https://cucanshozai.com/2021/09/how-ducks-stay-dry.html>より引用)

鳥の羽は、ダウンという綿羽とコンターという輪郭の羽の2つに分けられる。コンターは長くて硬い羽で、外敵に襲われたときの防御のためにも機能している。柔らかくふわふわしたダウンは、空気の層を作り、保温性を高めている。

鳥の羽には、羽軸と数百本に枝分かれした羽があり、間に隙間がある。この隙間は、羽の中の空気を閉じ込める小さなポケットの役割を果たす。この隙間のため、水に潜るときの抵抗を減らすことができる。

また、鳥は表面には水をはじく羽が覆い、その内側には軽くて柔らかい羽毛（ダウン）が何層にも重なって生えている。この羽毛のため、鳥は皮膚まで水を染み込ませることがなく、沈まないそうだ。

だから、鳥の羽の中の空気を閉じ込める小さなポケットの役割がある羽により鳥の羽は水滴を小さく盛り上げることができるそうだ。

1 1. まとめ

表面張力とは表面の力をなるべく小さくしようとする性質のことだ。

実験1では、水が一番表面張力が強い事がわかった。その液体に入っている添加物によって表面張力の強さが変わることもわかった。

実験2では、お湯は水よりも表面張力が低いことが分かった。なぜなら熱運動により分子間の凝集エネルギーが小さくなるからだ。

実験3では、液体の中に入っているものが多いほど表面張力は弱いということ塩の濃度で比較することで分かった。

実験4では、小さな毛が生えているもの、ぶどうのようにロウが周りについているものに水滴が盛り上がった。

実験5では、鳥の羽は、油成分が塗ってあることにより水を弾くこともあるが、鳥の羽の構造により、水を弾くこともあることがわかった。

1 2. 感想

私は、この表面張力の自由研究を通して、表面張力の知識だけではなく、鳥の羽の構造まで知ることができた。鳥の羽の実験では、油成分以外に、鳥の羽の構造により表面張力があることが分かった。塩の濃度の実験では濃度が高くなるにつれて表面張力が弱くなったけれど、インターネットでは全く違う結果だったので、やり方を変えてまた実験してみたい。小学生の時に、洗剤を入れて1円玉を沈めるマジックは、洗剤により水の表面張力が弱くなったことで1円玉を沈めるという原理だったことが分かった。

参考文献

<https://sanmaru-m.co.jp/blog/2015/11/10/116>

<https://cucanshozai.com/2021/09/how-ducks-stay-dry.html>

https://www.spsj.or.jp/equipment/news/news_detail_41.html

<https://www.con-pro.net/readings/water/doc0011.html>

<https://f.osaka-kyoiku.ac.jp/tennoji-j/wp-content/uploads/sites/4/2020/09/38-15.pdf>

小学館の図鑑 NEO 鳥の図鑑 発行人:杉本隆 発行所:小学館