

水の不思議～表面張力～

徳島県立城南高等学校

森崎 優太, 竹田 涼, 坂東 正樹

【概要】

表面張力について調べてみることにした。表面張力は物体の表面積に比例するのか、周の長さに比例するのか調べてみた。液体に浮かぶことのできる金属はアルミニウムなので、アルミニウムを用いた。その結果、表面積に比例することがわかった。

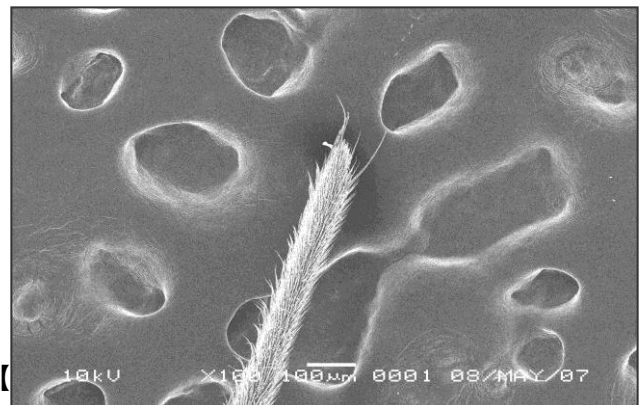
We researched surface tension whether surface tension is proportional to surface area or its circumference. The metal only can float on liquid is aluminum, so, we used aluminum. Consequently, surface tension is proportional to surface area.

【動機】

1 私たちの普段の生活のなかで、あつてあたりまえのように水は存在している。水に関係のある実験をしようと思った。学校で設置しているビオトープで水棲生物の観察をしている最中に、アメンボを発見した。そのアメンボを見て他の虫とは少し違い、アメンボが水面を表面張力を使い自由自在に泳いでいたことに気がついた。他の生物は水面を自由に動くことが出来ないのに、どうしてアメンボだけ水面を自由に動くことが出来るのか疑問に思った。たとえば、タガメやミズカマキリ、ゲンゴロウなどの水中にいる虫は水中を泳ぐことしか出来ない。アリやハエが水面に落ちたとき、浮いてはいるがもがいているだけでアメンボのように自由自在に動き回ることにはできない。また蚊は幼虫のとき水中にいるが、水面を自由自在にうごくことは出来ない。

そこでアメンボがなぜ水面を自由に動くことが出来るのか、インターネットで調べてみると、どうやら他の虫とちがいで、足先で表面張力を利用していることがわかった。私たちの日常生活を見直すとさまざまところに表面張力がはたらいている。シャボン玉が丸い形をして飛んでいるのも、コップに水をいっぱいに入れて、あふれそうであふれなかったのも表面張力がはたらいているからだ。

一年生の時、SSH 活動で電子顕微鏡を使って虫の体を普段見られないような倍率で見たことがある。そこで、表面張力がはたらいているアメンボの足を電子顕微鏡で見etみることで、表面張力の秘密を解明したいと思った。また、アメンボ以外の虫の足も電子顕微鏡で観察してみることで、アメンボの足が水に浮くための工夫を見つけ、表面張力の実験に活かせないかと考えた。電子顕微鏡で観察したところアメンボの足は他の虫と違い毛がびっしりと生えていた。他の虫の足にも毛先がたくさん生えているものもあったがアメンボの足の毛は少し丸みを帯びていた。生物のアメンボは洗剤を加えた液体の上では沈むとインターネットで見たので、アメンボの金属模型を作り、洗剤を加えた液体に浮かべて確認した。そこで、表面張力がはたらく物体の形や表面積を変えることで表面張力の力がどのように変わるのか調べようと思った。



①アメンボの金属模型は金属密度の違いで浮

くか浮かないか決まり、密度が大きければ沈み、小さければ浮き、また液体の密度によっても変化する。

- ②金属模型は水に触れている周の長さや形で表面張力（浮かべられる重りの重さ）が変わる。
- ③金属模型の表面積が大きければ表面張力も比例して大きくなる。

【実験方法】

①アメンボの金属模型（図表 1）

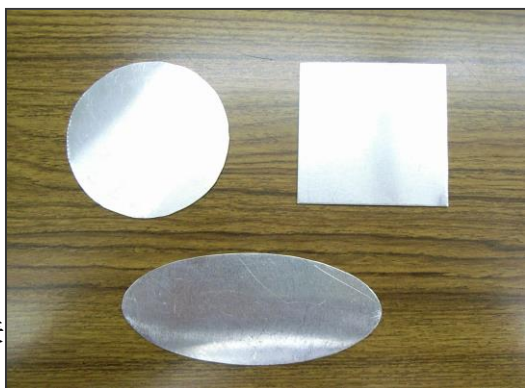
- (1) ステンレス、銅、アルミニウムの針金を使って、同じ重さ（18.4g）のアメンボの模型を作成する。
- (2) それぞれを水、油、洗剤に浮かせる。
- (3) 浮かばなければ、たたいて表面積を広げたりする。

金属を巻く時に、隙間ができると、そこから浸水するので、隙間に水に溶けにくいワセリンで補った。



②形・周の長さによる変化（図表 2）

- (1) 表面積が等しい3種類の形（円、楕円、正方形）をアルミ板で作る。
- (2) それぞれに一円玉を乗せる。

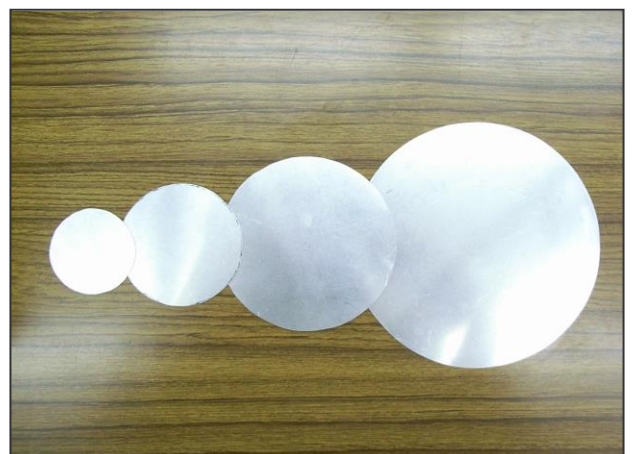


③表
(1

2

倍、4倍、8倍を作る。

- (2) 表面積が倍のものをきちんと作るために、表面積が倍になれば質量も倍になることを利用して倍率の等しいものを作った。
- (3) アルミニウム板の上に乗せるおもりとして1g単位は1円玉を利用し、0.5gと0.1gの重りはアルミ板を切って自作した。
- (4) 正確な値を測るために、水道水ではなく純水を利用した。



【結果】

①アメンボの金属模型（各30回） 模型の

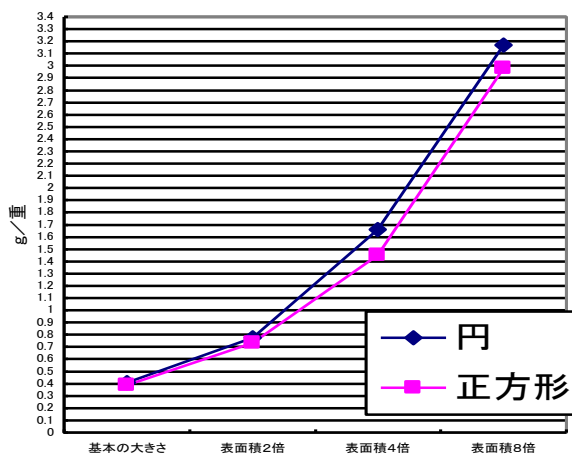
足の面積 16.6 cm²

	水	油	洗剤
アルミニウム	○ (浮かんだ)	×	×
銅	×	×	×
ステンレス	×	×	×

②形・周の長さによる変化 同じ表面積で形の違うアルミ板に乗る重さ (g)

	1	2	3	...	30	平均
円	10.3	10.4	10.6	...	10.4	10.5
正方形	8.8	9.3	8.3	...	9.4	9.2
楕円	8.3	8.3	8.4	...	8.6	8.3

③表面積による違い



【考察】

①アメンボの金属模型

アルミニウムは水にしか浮かばない。それは水が液体の中で最も水素結合が強いからである。また、銅とステンレスが浮かばないのは、アルミニウムに比べて密度が大きく表面張力では支えきれないためであると考えられる。水に洗剤を入れると、金属模型は沈み、浮かばなかった。それは界面活性剤である洗剤を水に加えると、金属と水がなじむようになり水素結合が弱くなったためであると考えられ

る。油を入れた場合は、油に水素結合はないので表面張力は弱いため、浮かばなかったと考えられる。銅を浮かべようと、たたいて延ばして表面積を大きくしてみたが、浮かばなかった。また、銅に糸を巻いてみたが、浮かばなかった。水素結合を持っている水に浮かべる時が一番表面張力が大きい。

②形・周の長さによる変化

円、楕円、正方形の中でおもりが一番のつたのは円(平均10.6g)だったことから、アメンボの足の毛が丸みを帯びていたのも表面張力をうまく利用するための工夫であることがわかった。他の虫の足は丸みを帯びていないことから裏付けられる。

3つの模型の中で、円が一番たくさん乗ることができた。正方形が沈むときは角の急なところから水が入って沈んでいった。角のない楕円よりも角のある正方形のほうがおもりを多く乗せることができたのは、楕円の製作中に楕円が少しびつになってしまうためであると考えられる。

③表面積による違い

グラフから、正方形表面積2倍のとき0.7g/重が、表面積4倍では1.4g/重である。このことより表面張力は表面積に指数関数的に変化すると考えられるが、インターネットで得た情報によると、表面張力の大きさは表面積に正比例するというのである。正方形表面積4倍が1.4g/重、8倍が3.0g/重で比例関係がなりたっていない理由は、実験に用いる円や正方形の模型の作成がうまくできなかった事などが考えられる。また、実験データが少ないので、今後は表面積の大きさのデータを増やして考察する必要があると考えられる。