

空気に重さはあるのか～大気圧について～

理数科2年

安永 祥

圓口 智子

佐藤 圭

山崎 かれん

1 主題設定の理由

私たちが普段何気なく生活している地球表面には空気が存在していて、 1cm^2 あたり、 1kg 重の空気のかたまりが上にのっている。

当然、今私たちの上にも乗っている。

そこで私たちは「空気には重さがあるのではないか」「大気圧とはどのようなものなのか」と思い、このテーマを設定した。

まず、大気圧とは地上にかかる大気の重さのことで場所や季節によって異なり、上空に行けば行くほど小さくなる。単位はパスカルやヘクトパスカルを用いる。

ここで私たちは2つの実験を行い、大気圧がどのようなものか調べていこうと考えた。

2 実験

(1) 一斗缶の実験

ア 目的 普段私たちはどのくらいの力を受けている一斗缶を用いて確認する。

イ 仮説 水が蒸発することで一斗缶の内部の圧力が下がり外部の圧力に負けてへこむはずだ。

ウ 使用器具 ・一斗缶 ・ガスコンロ

エ 手順 ①一斗缶に少量の水を入れる。

②一斗缶をガスコンロで加熱し、沸騰させ湯気が出てきたら、一斗缶にふたをする。

③その上から水をかける。

④その時の一斗缶の様子を確認する。

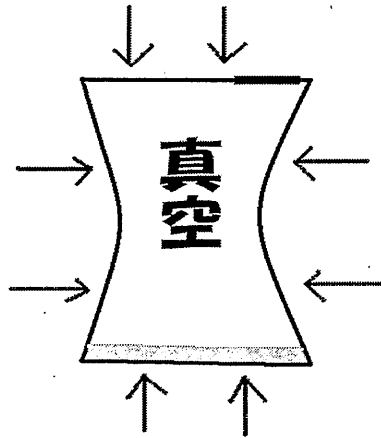
オ 結果 一斗缶は潰れた。

カ 考察 元々、一斗缶の内部と外部の圧力はつりあっている。

しかし一斗缶の中の水が温められ水蒸気になると、中の空気は水蒸気に追い出されて一斗缶の中は水蒸気だらけになる。

この缶に水をかけると、中の水蒸気は冷やされて水に戻り、体積が $1/700$ 分の1まで小さくなる。

このとき一斗缶の中は真空に近い状態になり一気に減圧されて、大気の圧力に対抗できずに一斗缶は潰れてしまう。



計算すると一斗缶が外部に押される力は、手のひらに大人一人を乗せているのと同じくらいの重さである。

(2) ホースの実験

ア 目的 水は大気圧によって10m上がると教科書に書いてあったが本当に10mもあげることができるのか確認する。

イ 仮説 水の密度は 1.0×10^3 [kg/m³]

大気圧は 1.0×10^5 [N/m²]

$\rho = m/V$ より $m = \rho V$

$V = h \times 1\text{m}^2$ ($1\text{m}^2 \times h$)

$m = 1.0 \times 10^3 \times h \times 1$

$mg = 1.0 \times 10^3 \times h \times 1 \times 9.8$

$P = mg/S$ より $mg = P \times S$

$S = 1\text{m}^2$

$1.0 \times 10^5 \text{N} = mg$

$1.0 \times 10^5 \text{N} = 1.0 \times 10^3 \times h \times 1 \times 9.8$

$h = 10^5 / 10^3 \times 9.8$

$h = 10^2 / 9.8$

$h = 10.204 \dots \approx 10$

つまり水は10m上がるはずだ。

ホースの中に入っている空気のところに入水することによって完全に空気を抜き10mより上のところが真空になり気圧の変化に合わせて水位は変化するはずだ。

ウ 実験日時 8月8日 午前10時 1017hPa 763mmHg

エ 使用器具 ・ホース(20m以上あるもの) ・ハンガー ・テープ ・ロープ
・大きなバケツ ・食紅で色をつけた水 ・ポンプ

- オ 手順
- ① 20m 以上あるホースに 1m ずつ印をつけて、真ん中の部分に針金ハンガーを固定し、ロープが取れないようにしっかりと取り付ける。
 - ② 大きな容器に水を入れ、ホースにポンプで色水を入れ出てきた水に空気の泡がなくなったら、空気が入らないように大きな容器の中にホースの先端を入れる。
 - ③ ホースの先端が水面から出ないようにゆっくり上からロープを引き上げる。
 - ④ 10m 以上上げたところにロープをくりつけ動かないようにする。そのときホースの先端が水面から出ないようにする。
 - ⑤ 色水が 10m まで上がっていることを確認する。

カ 結果 9m75cm 上がっていた。



1 時間後 約 25cm 水位が下がった。

ケ 考察 なぜ本来 10m 以上上がるはずが 10m 以下になったのか。

考えられることは、

- ① 水が蒸発したものがホースの中の水に圧力をかけているのではないか。
- ② 水の中には窒素や酸素などの気体が混ざりそれが出できたのではないか。
- ③ ホースに水を入れるときに空気が完全に抜けていなかったのではないか。

水銀の場合

真空中で水銀は 760mm 上げることができる。

以下のものが本来、真空であるべきところにあったら

- ①水蒸気 736mm -24mm
- ②エタノール蒸気 695mm -65mm
- ③エーテル蒸気 115mm -545mm となる。

真空の時に比べて蒸気があるときには蒸気の圧力がかかる。

これを蒸気圧という。

液体の蒸気圧は一定の温度で一定の値をとり、温度が高いほど高くなる。

今回の実験で 10m 以下になったのはこのためではないかと考えられる。

時間が経過するにつれ水位が下がってきたのは温度が上がってくるにつれ水が蒸発する量も増えるため蒸気圧が上がるためである。

3 まとめ

今回の2つの実験を通して、普段何も感じないこの場所にも大気圧があり、想像以上に強力な力があることがわかった。

私たちがテーマとしていた空気の重さとは、大気圧のことだった。

4 感想

一斗缶の実験を通して大気圧のすごさを改めて知った。

本当に水が10m近くまで上がるとは思わなかった。

少しうまくいかない部分もあったけど、いろいろ工夫して成功することができた。

今回の実験を通して大気圧に対する考えが変わった。

空気に重さがあるからこそ私たちは今の生活ができているんだなと思った。