

メントスガイザーと物質表面の構造の関係

班員 荒木 咲瑛、市川 涼太、矢田 愛結佳、山口 陽丈
担当教員 屋敷 秀樹

キーワード：メントス、炭酸水、メントスガイザー、多孔質

When a porous object is put in carbonated water, many bubbles are generated. This is called Mentos Geyser. We investigated how the number and the size of the holes on the surface of a porous object influences the amount of gas generated, and found, that they had no influence. Next, we experimented on the amount of space in the porous object. As a result, it was found that the object reacts greatly when it has much space in it.

1 はじめに

メントスガイザーとは、炭酸飲料のコーラにチューイングキャンディーのメントスを入れるとコーラが溢れ出す現象のことである。この現象は、メントスが多孔質であることと界面活性剤のはたらきをしていることによって起こることが先行研究で明らかになっている。本研究では、メントスが多孔質であるという点にのみ着目し、どのような構造の物質が激しいメントスガイザーを引き起こすのかを調べることを目的として実験を行った。ここでは、炭酸水と反応して気体が多く発生することを、「激しい」と表現する。

2 実験で使用した多孔質

金沢大学の電子顕微鏡をお借りし、様々な物質を観察し多孔質かどうかを調べ、その穴の大きさを測定した。ただし、発泡ゴムの写真は、インターネットで鉄道総合技術研究所の研究から引用した⁽¹⁾。多孔質とは、表面および内部に小さな穴や凹凸がたくさんある物質のことであり、穴には空気が含まれている。観察の結果、以下のように分類した。

▽多孔質

乾麺（スパゲッティ、そうめん、そば）、乾燥昆布、珪藻土、発泡ゴム、チョーク、沸騰石、マカロニ、割りばし、木炭、メラミンスポンジ、メントス

▽非多孔質

アルミホイル、食品用ラップフィルム、セロハンテープ

<多孔質の穴の測定方法>

顕微鏡の写真から、大きい穴、小さい穴、平均的な大きさの穴を選ぶ。これらの穴を楕円としたときの長軸を測り、その平均値を穴の大きさとした。図1に撮影した素材の一部について、写真、素材名、穴の大きさを表す。

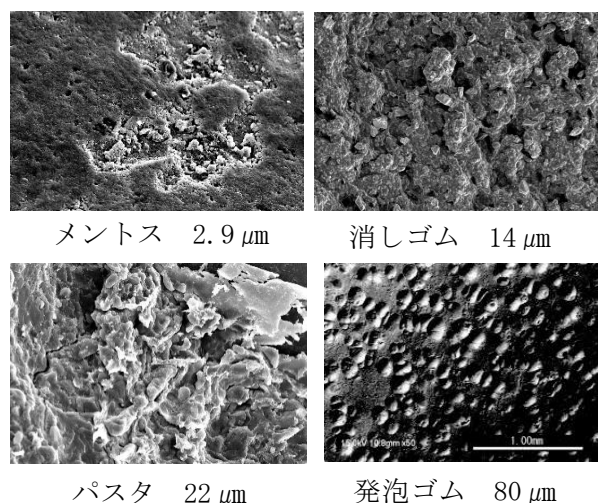


図1 電子顕微鏡写真

3 実験

実験1

沸騰石を入れた水を沸騰させると、多孔質である沸騰石に含まれる空気が核となり、液体内部から多量の水蒸気の泡を発生させる。メントスガイザーにおいて、炭酸水が噴き出るとき、メントスに含まれる空気が核となり、二酸化炭素の泡を発生させていると仮定すると、多孔質であることが気体を発生させる要因であるといえる。本実験では、多孔質に含まれる空気が核となり、気体を発生させていることを確かめることを目的とした。

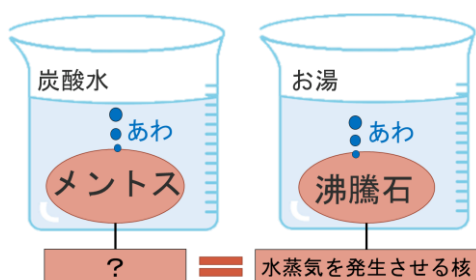


図2 多孔質が泡を発生させる仕組み

○方法

電子顕微鏡で観察した物質を、沸騰中のお湯や炭酸水に入れて、その様子を観察した。

○結果

メラミンスポンジを除く多孔質は、泡をたくさん発生させた。しかし、その他の物質は、泡をあまり発生させなかった。



図3 沸騰中のお湯に入れた消しゴム(左)とラップ(右)の反応の様子



図4 炭酸水に入れた消しゴム(左)とラップ(右)の反応の様子

○考察

多孔質が炭酸水からの泡の発生を促す役割は、沸騰石が沸騰中のお湯から泡の発生を促す役割と同じである。

○仮説

表面の穴の数が多く、表面の穴が小さい多孔質は、より激しいメントスガイザーを起こす。

実験2

表面の穴の数と気体発生量との関係について確かめることを目的とした。

○方法

- ① 表面の穴の数を変えるために、図5のように、同質量の消しゴムを表面積が約2倍、約3倍になるように切り、表面積を 28cm^2 、 58cm^2 、 73cm^2 とした。

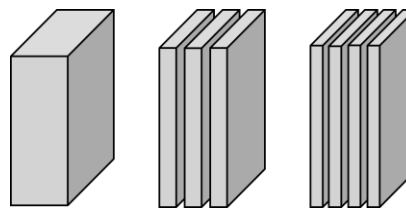


図5 消しゴムの切り方

- ② 3つのガラス瓶に消しゴムをそれぞれ入れた。
- ③ 開封直後の炭酸水を入れた。注ぐ際は瓶を横一列に並べ、右から順番に入れていき、すべての瓶に半分の20mLまで入れる。次に、左から順番に40mLになるまで入れる。このようにして、それぞれの瓶に含まれる炭酸ガスの量をほぼ一定にして、実験の誤差を小さくする工夫をした。
- ④ 30秒間で発生した気体を水上置換法で集め、記録した。

※実験は5回行った。

※多孔質を入れてから炭酸水を入れると、多孔質ごとに体積が異なるため、容器に目盛りがあったとしても、炭酸水の量を揃えることが難しい。そのため、メスシリンダーで水20mL、40mLを測り、多孔質が入っている容器に入れ、そのときの水位に印をつけ、毎回同じ量の炭酸水を入れるようにした。



図6 実験装置

○結果

気体の発生量の平均は、グラフ(図7)のようになった。t検定を行ったところ、気体の発生量の差に優位性がなかった。つまり、表面の穴の数と気体の発生量との関係はない。

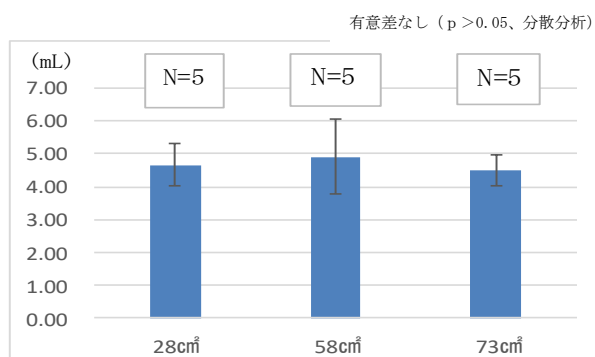


図7 表面積と気体の発生量の関係

実験3

表面の穴の大きさと気体発生量との関係について確かめることを目的とした。

○方法

多孔質である消しゴム、パスタ、発泡ゴムを用いた。これらの質量をそろえ、実験2と同様に、炭酸水40mLを加えて、気体の発生量を比較した。



図8 実験の様子

○結果

気体の発生量の平均は、グラフ(図9)のようになった。発泡ゴムとパスタが激しく反応した。パスタと消しゴムおよび発泡ゴムと消しゴムによる気体発生量には有意差が認められるが、発泡ゴムとパスタによる気体の発生量には、有意差が認められなかった。

異なる記号の間で有意差あり (p < 0.01, Fisherの正確確率検定)

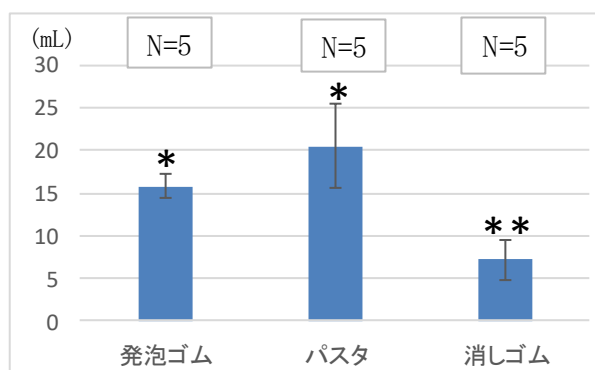


図9 穴の大きさと気体の発生量の関係

○考察

実験2・3より、物質の表面の穴の数、穴の大きさは、激しいメントスガイザーを引き起こす要因ではなかった。つまり、物質の表面は関係がないといえる。そこで、物質の内部の空隙との関係があると考えた。

仮説

物質の表面と内部の穴の総数が多い多孔質は、より激しいメントスガイザーを起こす。

実験4

物質の表面および内部の穴の大きさと気体発生量との関係を確認することを目的とした。

○方法

消しゴムの体積を7.5cm³、それを半分にした3.25cm³、8分の1の0.93cm³に変えることで、物質表面および内部の穴の数を変え、気体の発生量を比較した。



図10 実験の様子

○結果

気体の発生量の平均は、グラフ(図11)のようになった。検定を行ったところ、大きな消しゴムほど気体の発生量が多くなったといえる。

異なる記号の間で有意差あり (p < 0.01, Fisherの正確確率検定)

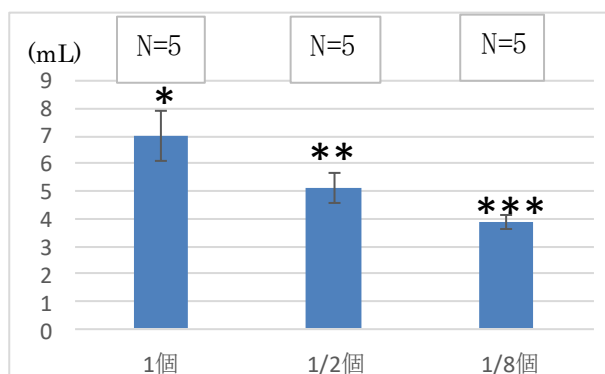


図11 体積と気体の発生量の関係

○考察

物質内部に空気を含むたくさんの空隙があることで、消しゴムの反応が激しくなる。

4 結論

より激しいメントスガイザーを起こすには、物質の内部に空気を含むたくさんの空隙がある多孔質を用いればよいということがわかった。

5 今後の展望

メントスガイザーをより激しくする物質の条件についての研究を継続し、物質の穴の深さと、気体の発生量との関係を明らかにする。

6 謝辞

電子顕微鏡写真の撮影に協力頂いた金沢大学助教ロバート・ジェンキンス先生、大学院生渡邊壮さんに感謝します。

7 参考文献

- (1) 鈴木実, 佐藤大悟, 間々田祥吾. 発泡ゴムを用いた低ばね定数軌道パッドの低温特性の向上. 鉄道総合技術論文. 2014. vol28, no2, p. 17-22 <https://bunken.rtri.or.jp/doc/fileDown.jsp?RairacID=0001003779>
- (2) 小島葉子. メントスとコーラでなぜ噴き出るのは? 原理を簡単に解説!. 2016 <http://wonder-trend.com/archives/9962.html> 2018年5月閲覧
- (3) 卜部吉庸. 化学I・IIの新研究. 三省堂. 2004.