

# 濃度変化と粘着力の関係性

勝瀬 巧 河野 光佑 吉本 春奈

## 【概要】

ジュースをこぼしたところのべとつく力（以後粘着力と記す）がどのように変化するかを調べるためジュースを砂糖水で代用し実験をした。はじめに、砂糖水の濃度を3種類用意し乾燥させてからそれぞれ粘着力を計測した。すると、濃度と粘着力に関係性がないことがわかった。次に、濃度は固定し乾燥時間を少しずつ変え計測した。その結果、時間が経つほど粘着力が大きくなった。また、蒸発する前と後で重さがかわっていなかった。このことから、濃度より乾燥時間のほうが粘着力に関係していることがわかった。

We wonder what is involved in stickiness when we spill juice on the floor.

We measured the adhesive force of sugar water that we dried some sugar water of different densities. We used a Digital Force Gauge to measure the adhesive force. We found no relationship between concentration of sugar water and adhesive force. It seems that passage of time after heating made the adhesive force increase.

## 【研究動機・目的】

ジュースをこぼしてほうっておくとべとべとになる。これを知らないうちに触ってしまい不快な気持ちになってしまう人は多いと思う。私たちはこのように砂糖を含んだ液体のもつ粘着性の大きさが何に関係しているのかを、学生の可能な範囲で実験・研究することにした。

粘着性を持つ原因は砂糖と水が結合した際に網目状にゆるい結合をした結果であることだとすでにわかっている。そこで、最初の実験では水に含まれる砂糖の量が関連していると考え実験に移った。後の実験ではジュースをこぼしたときの粘着性を調べるため、市販のジュースと同じ濃度の砂糖水(9%)を用いる。9%を使用したのは市販のジュースの平均濃度が9%なので他の砂糖水との比較が望めると考え採用した。

## 【実験】

### (1) 実験器具・薬品

砂糖 水 コルク (底面積 12.5 cm<sup>2</sup>)  
料理用ラップ タコ糸 シャーレ  
デジタルフォースゲージ 乾燥機

### (2) 計測方法の検討

計測するにあたって2つの方法を試みてみた。1つ目は先ほどつくったコルクをシャーレの上の乾燥させた砂糖水に押し付けてくっつける。それから、糸の先に計測器をつけ水平になるように引っ張り瞬間最高圧力を計測した。(図1)

2つ目はコルクを押し付けず、何もない面から砂糖水の上を通りぬけるように水平に引っ張り、瞬間最高圧力を計測した。(図2)



図1 くっつけてから引っ張る

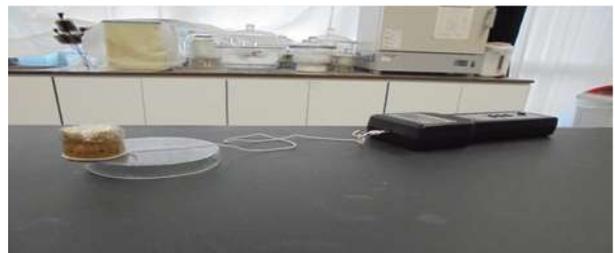


図2 引っ張りながらくっつける

2つ目の計測方法はコルクが砂糖水の上を通る時に砂糖水に引っかかり転倒してしまったため正確に計測できなかった。よって、実験は1つ目の方法を採用する。

なお1回計測した後のシャーレは使わず毎回濃度が同じの違うものを使用している。

### (3) 砂糖水の初期濃度と粘着力

9%、20%、30%濃度の砂糖水をそれぞれつくりシャーレの裏面に3mLずつ垂らし乾燥機を約100℃に設定し、40分間乾燥させた。

乾燥機から取り出したシャーレが十分に冷えたところで、粘着力を計測した。測定は4回繰り返して行った。

### (4) 砂糖水を乾燥させてからの時間と粘着力

実験1の結果から、3種類の異なる濃度の砂糖水の、どれもが時間が経過するにつれて粘着力が大きくなっていることがみられる。そこで、乾燥機で乾燥させた後、空气中に触れている状態での放置時間を調節し、粘着力の増加を調べることにした。

砂糖水の濃度を9%に統一し同じくシャーレの裏面に3mLずつ垂らしたものを6個用意し重さを計測し、約100℃の乾燥機で40分間乾燥させた。その後乾燥機から出してそれぞれ1分、3分、5分、7分、9分、11分経過させてから乾燥させた後のシャーレの重さを計測し、続いて粘着力を計測した。

## 【結果と考察】

### (3) 砂糖水の初期濃度と粘着力

実験結果は図3のようになった。

どの濃度でも1回目、2回目、3回目、4回目と実験を重ねるたびに粘着力が大きくなっていった。4回目には濃度9%の砂糖水が濃度20%、30%の1回目の粘着力を上回るか、ほとんど変わらなくなっていることがわかる。

このことから砂糖水の粘着性は砂糖の濃度に関係がないと言える。

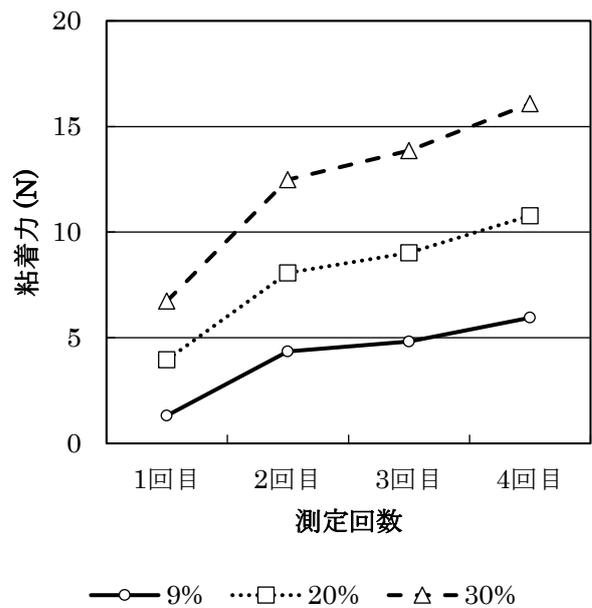


図3 初期濃度と粘着力

濃度と粘着力が関係ないという結果は、乾燥させたときに砂糖水が蒸発して最終的な濃度がシャーレによってばらばらになっているという可能性も考えられる。さらに、時間がたつごとに粘着力が大きくなるという結果は、放置している間に水が蒸発することで濃度が高くなっていき、粘着力が高くなっている可能性も考えられる。

(4) 砂糖水を乾燥させてからの時間と粘着力  
放置時間とシャーレの重量減少との関係は図4のようになった。

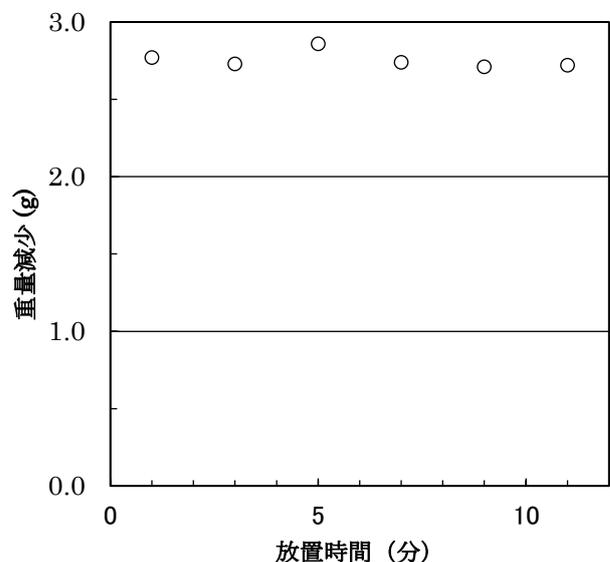


図4 放置時間と重量減少

放置時間が長くなっても、シャーレの重さが軽くなっていくような傾向は見られない。よって放置している間に水を吸ったり蒸発したりしていないことがわかる。つまり、シャーレによって濃度が変わっていないので、粘着力の増加は別の反応によるものだとわかる。

放置時間と粘着力との関係は図5のようになった。

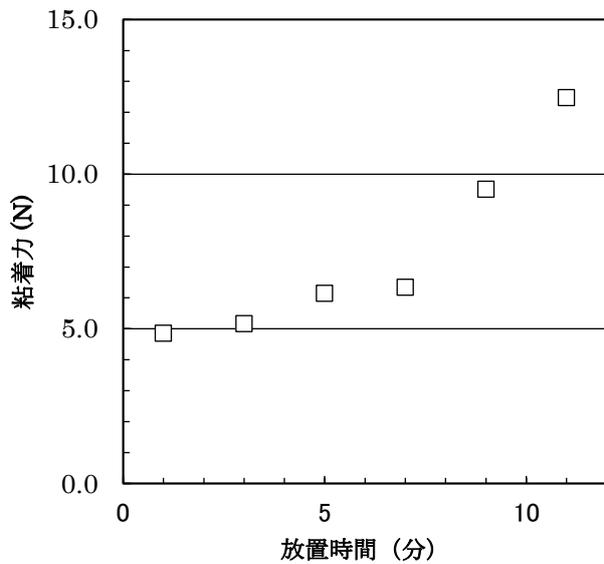


図5 放置時間と粘着力

放置した時間が長くなるにつれて粘着力が大きくなっていることがわかる。

砂糖水が粘着性を持つ原因は砂糖と水が結合した際に網目状にゆるい結合をした結果であることだとすでにわかっている。ところが、今回研究した結果では、粘着力は乾燥機から出して時間が経つにつれて大きくなっていく。溶かした砂糖分子と水分子とが単純に結合して網目状になるのなら、乾燥機に入れているうちに反応が起こって、最初から粘着力が大きくなっているもおかしくない。何か別の変化が起きているのかもしれない。

### 【結論】

次の2つのことが分かった。

砂糖水の濃度と粘着力の間には関係がない。

放置した時間によって粘着力は大きくなる。

これは放置している間に水分が蒸発して砂糖水の濃度がさらに変化しているからではない。

### 【今後の展望と感想】

砂糖水を放置して乾燥させている間にどのような変化が起こり粘着力を増大させているのかを調べたい。

乾燥機から出した砂糖水は粘り気が強い。冷えるのに時間がかかって、放置している間に砂糖水の内部が冷えて、粘着力が変化しているのかもしれない。砂糖水の内部の温度を測る方法を工夫する必要がある。

また、実験用に使う砂糖水を計測に使える程度まで粘つかせるのに常に40分ほどかかるので、もっと効率がよい乾燥方法を考え実験をよりスムーズに進めるようにしたい。