

化学班

理数科課題研究

聖水～持てる水より～

65分／810点満点

化学班による研究集録は著作物です。著作権法で許容される範囲をこえて、その研究内容を無断でコピーするなどの行為は違法であり、これを固く禁じます。

読む上での注意

1. みんなで仲良く見てください。
2. 内容構成は、下表のとおりです。

ページ	内 容
1～3	はじめに、研究の目的、実験方法
4,5	結果と考察
6,7	今後の課題、参考文献

3. 見終わったら元の場所に戻しておいてください。

横手 高校	2年	1組
-------	----	----

〈班員〉

山田武蔵、伊藤一磨、小山志帆、小松田泰雅、佐々木凜空、菅敦成

〈指導教員〉

鎌田孝司

ディです

1、はじめに

インターネットで化学班の研究テーマを探していたところ、[Ooho!]という名の”持てる水”を発見した。[Ooho!]とはロンドンの芸術大学に通う3人の学生が、環境のためにペットボトルを減らす目的で考案した容器のことだ。現在、実用化に向けて研究が進められているが、実用化には至っていないということがわかった。

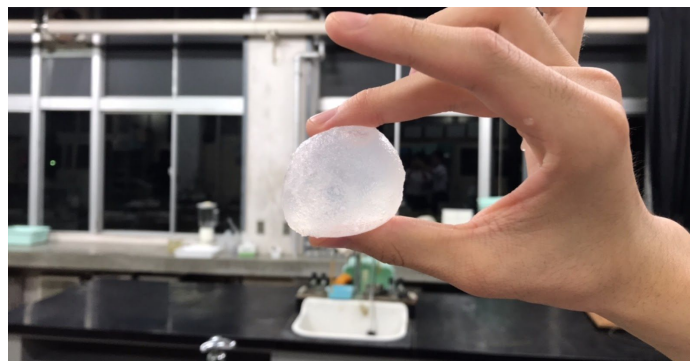
2、研究の目的

私たちの班では実際に持ち運びができるような割れにくく、丈夫で、おいしい持てる水を作るために研究行う。

3、実験方法

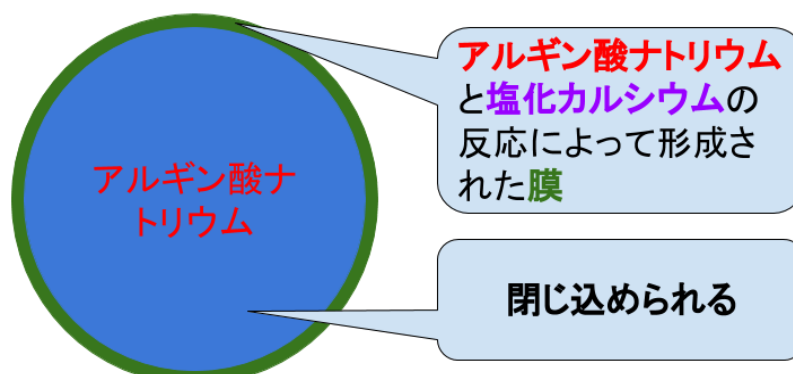
● 持てる水の作り方

使用するのはアルギン酸ナトリウムと塩化カルシウムをそれぞれ純水に溶かして作ったもの。アルギン酸ナトリウムは攪拌機(かくはん機)を用いて溶かした。塩化カルシウム水溶液にアルギン酸ナトリウム水溶液を、お玉などを用いてゆっくりと入れて、数分待つ。そうすると持てる水が完成する。



● 持てる水の内部構造

アルギン酸ナトリウムと塩化カルシウムを触れさせると、膜が形成され、その中のアルギン酸ナトリウムが閉じ込められる。



● アルギン酸ナトリウム

昆布などの海藻から得られるセルロースやデンプンに代表される多糖類の仲間だ。β-D-マンヌロン酸とα-L-グルロン酸がグリコシド結合し、1本の鎖状になったものをアルギン酸といい、それに存在するカルボキシ基が中和され、ナトリウム塩になったものをアルギン酸ナトリウムという。市販のお菓子などにも含まれていて、食べることが可能だ。

● 膜形成のメカニズム

アルギン酸ナトリウムとカルシウムイオンが反応する時にカルボキシ基Na⁺がCa²⁺とイオン交換をして、アルギン酸のカルシウム塩となる。この時、カルシウムイオンは2価である為、2つのカルボキシ基にまたがって塩を作ろうとする性質があり、これをイオン架橋と言う。イオン架橋されたアルギン酸分子は自由度を失い、水に溶けなくなり、ゲル化(ゼリー化)する。

アルギン酸ナトリウムの簡略図

カルシウムイオンの入り込んだ状態



● イオン架橋

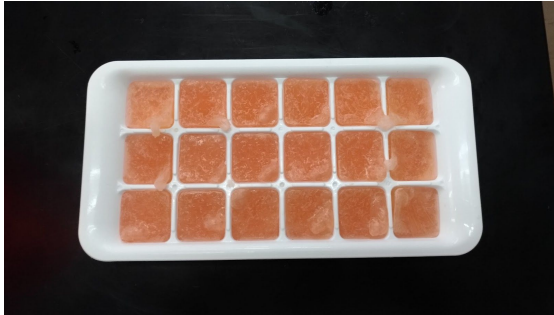
イオンの、異なる2つの物質をつなげる働きのこと。今回の実験では、異なるアルギン酸ナトリウム鎖に存在するカルボキシ基をつなげることで、複数のアルギン酸ナトリウムが合体する。

● 一定の大きさを作るために...

ビーカーやお玉で持てる水を作ってみたが、どちらも一定の形や大きさに作れていないと言えず、実験中に割れてしまったり、時間がかかりすぎるという難点も見つかった。そこで、製氷器を使ってアルギン酸ナトリウム水溶液を凍らせて、塩化カルシウム水溶液の中で溶かせば、少しずつアルギン酸ナトリウムが溶け出して、一定の形で効率よく持てる水を作ることができるのではないかと考えた。ただし、製氷器を使うため、丸くならないのではないかと疑問も出ましたが、実際に行ってみると丸い形になったため、この方法を、複数個持てる水を作る方法として採用した。また、水溶液を入れるときは、盛り上がらないように、製氷器のぎりぎりまで駒込ピペットを使用していた。

＜予備実験＞

1. 塩化カルシウム水溶液は水1Lに**7.5g**の塩化カルシウムを溶かして作成し、アルギン酸ナトリウムは水1Lに**5.0 g**溶かして作成する。
2. 下の写真のようにアルギン酸ナトリウム水溶液を製氷器に入れ、凍らせたアルギン酸ナトリウムを塩化カルシウム水溶液の中に入れて、**5分間**反応させる。製氷器は一度に18個の氷を作れるので、18個同時に測定した。



● 持てる水の強度を測る方法

柔らかく、破けやすい膜の厚さを測定することは難しいと考え、他の方法を取ることにした。そこで考えたのが、持てる水を潰し、そのときにかかった力を測定しようと考えた。

右の写真は実験に使用したものだ。電子天秤の上にラップを敷き、作成した持てる水をその上に置き、その上からメスフラスコを置く。最後に、メスフラスコに水を入れていき、破裂した瞬間の電子天秤に表示されている数値を動画で撮影し、コマ送りで確認し、記録した。



強度の追求→＜実験1＞

予備実験と同じ条件で反応時間を**15分**から**5分**間隔で増やしていき、**65分**まで測定した。

味の追求→＜実験2＞

味に影響していると思われる、アルギン酸ナトリウムの分量を**3.5g, 4.0g, 4.5g**と変化させ、反応時間は**30分**で統一して実験を行った。

味の追求→＜実験3＞

さらに味を良くするため塩化カルシウムの代わりに乳酸カルシウムを用いて実験した。反応時間は30分に固定して行い、この他の条件は実験1と同じにした。

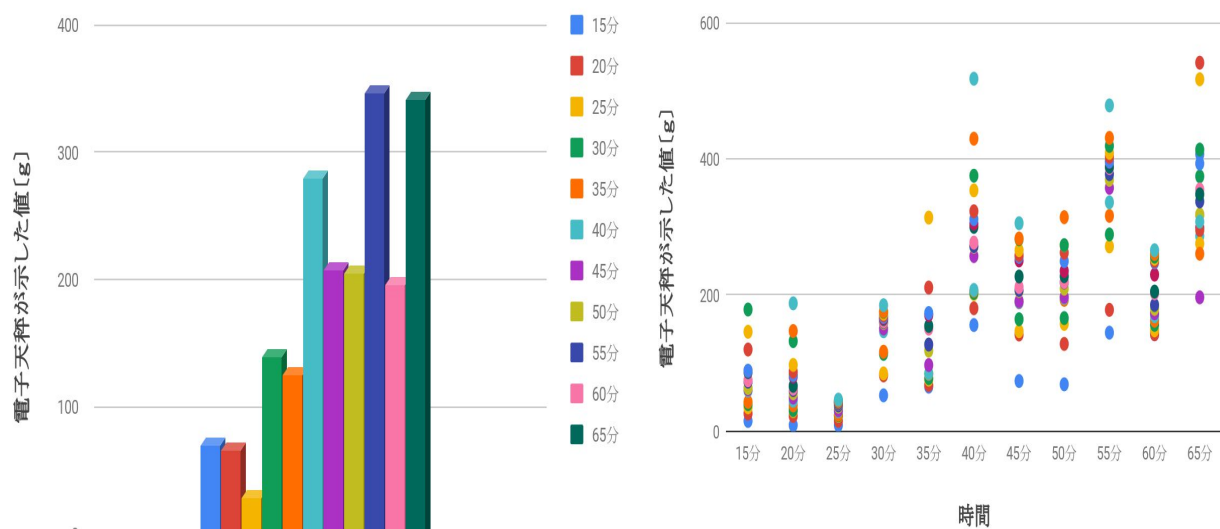
4、結果と考察

＜予備実験 結果＞

膜が弱く、膜の強さを測定する前に破けてしまった。

原因は、5分では時間が短すぎ、膜が十分にできなかったのではないかと考えた。

＜実験1 結果＞



- ・グラフから55分が最大
- ・反応時間と強度の関係はこのグラフからはあまりよくわからない。

- ・各時間の値にはバラツキがあり、膜の厚さにムラがあったと考えられる。

<実験1考察>

グラフより、強度が**55分**で最大になることから、反応時間を長くすれば、膜の強度は上がるものの、反応時間と強度の関係はこのグラフからはあまりよくわからなかった。しかし、結果のグラフ2からわかるように、各時間の値にはバラツキがあり、膜の厚さにムラがあったと考えられる。反応させるときに持てる水の上部が水面から出ないように上下をまんべんなく回転させ反応させたが、厚さにムラができてしまったと考えられる。グラフ2の中で1番上にある値がムラが少なく綺麗にできたと言える。

<実験2 結果>

実験2の前までは、中身はとろみがあり、舌触りがてゆるてゆるしていて、膜の味が不快だった。

アルギン酸ナトリウムの分量を減らしたら、中の溶液はサラサラし、飲みやすくなった。

膜の強度は以下の通り。

平均値	4.5g	4.0g	3.5g
強度〔g〕	49.95	53.32	13.72

<実験2考察>

アルギン酸ナトリウムの分量を減らすと持てる水の中身の溶液はとろみが薄れ、サラサラすることで飲みやすくなるが、強度は低下することが分かった。

ここで、味が不快になる（えぐみがある）原因には塩化カルシウムが関係しているのではないかという仮説がでた。

<実験3 結果>

塩化カルシウムでつくったものより味がなかったが、ぬるぬるしているのは変わらなかった。

特にまずくはなかった。

なお、乳酸カルシウムでつくった持てる水は次の写真のようになり、塩化カルシウムでつくったものとの外見上の違いはなかった。

（今回乳酸カルシウムでつくったものは着色しなかった。）



(写真4)

5、今後の課題

今後の課題は3つである。

1つ目はデータ収集の工夫だ。

正確にデータが集められるように作業を工夫し、美味しさと強度を両立できるアルギン酸ナトリウムの分量を調べていきたい。

2つ目は持てる水の内液を変えるということだ。

水だけではなくジュースなどを入れられるようにしていきたい。

3つ目は他分野への応用を考えることだ。

すでに、アルギン酸ナトリウムと塩化カルシウムの反応は人工種子や知育菓子などに応用されており、自分たちでも何か応用できるものを見つけたい。



6、参考文献

一関工業高等専門学校、h27創成化学実験5班www.che.ichinoseki.ac.jp/hei27-03