

リーゼガング現象

宮城県仙台第三高校

15 班

今日、化学反応は数多くの場面で役に立っている。さまざまな化学反応がある中、私たちはあまり解明されていない沈殿の生じる反応を用いたリーゼガング現象に興味を持ち研究を始めた。リーゼガング現象とはゲル化した電解質溶液に、その電解質と混合すると化学反応を起こし難溶性の沈殿を生じる別の電解質溶液を接触させるとゲル中に縞模様を描いて沈殿を生成する現象である(図2)。自然界では鉱物であるメノウ(図1)の構造はリーゼガング現象によるものだと考えられている。一般的にリーゼガング現象は試験管を用いるが、ビーカーやシャーレを用いることで縞模様の広がり方を変えても現象が見られた。また、電解質溶液の濃度とリーゼガング現象との関係性に疑問を持ち実験で調べたところ、濃度を大きくすると縞模様の広がりも大きくなったことがわかった。



図1) メノウ



図2)

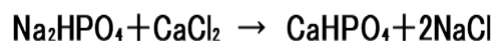
1 背景

リーゼガング現象は化学反応で生じる難溶性の沈殿が生じる二つの物質を使用し、一方をゲル化し反応させると、ゲル中に難溶性の沈殿が縞模様を描く現象である。今現在どのような原理で縞模様を描きながら反応が進むかわかっていない。そこで私たちはリーゼガング現象のわかっていない部分を解明したいと考え、実験を始めた。まず、リーゼガング現象で一般的に用いられている試験管ではなく、シャーレ・ビーカーではどのような反応が見られるか調べた。次に、電解質の濃度を変えた時の層の広がり方を調べた。

2 材料と方法

～実験1～

実験1ではシャーレ、ビーカーを用いた時のリーゼガング現象の違いについて調べた。今回用いたリン酸二ナトリウムと塩化カルシウムの化学反応以下のようなになる。



まず、純粋 20ml に寒天粉末 0.2g、リン酸二ナトリウム 0.18g を溶かし、シャーレにそそぎ一日静置させる。固まった寒天の中心に直径約 1cm の穴をあけ濃度 1.0mol/L の塩化カルシウム水溶液を穴にそそぎ、さらに数日静

置させ、生じた層の様子を観察した。図3)



図3)

ビーカーを用いるときは、純水 300ml に寒天粉末 3.0g、リン酸二ナトリウム 2.25g を溶かし、ビーカーにそそぎ一日静置させる。固まった寒天の上面の中心に直径約 1.0 cm の半球型のくぼみを作り濃度 1.0mol/L の塩化カルシウム水溶液をくぼみにそそぎ、さらに数日静置させ、生じた層の様子を観察した。図4)

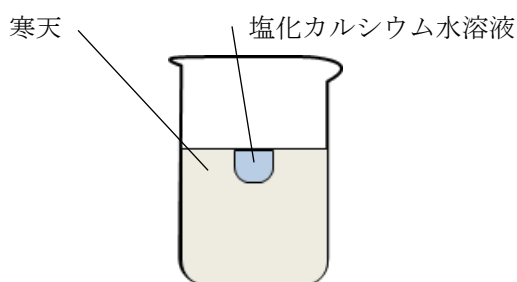


図4)

～実験2～

実験2では使用する電解質溶液の濃度を変えたときに、層にどのような変化がみられるかを調べた。また、層の広がり方によっても結果が変わってくるのではないかと考え、試験管・シャーレ・ビーカーの三種類の実験器具を用いる。また、層の広がり方の計測方法としては、試験管は寒天の上部から最深部の層までの距離、シャーレは中心の穴の中心から最も外側に形成された層までの距離、ビーカーは半球状のくぼみの中心から最も外側に形成された層までの距離を各濃度で定規を用いて測定した。それぞれの実験器具を用いるときの材料と分量は以下の表ようになる。表1)

材料	ビーカー	シャーレ	試験管
純水	300 ml	60.0 ml	20.0 ml
Na ₂ HPO ₄	2.25 g	0.45 g	0.15 g
CaCl ₂	1.00 ml	0.500 ml×2	5.00 ml
寒天粉末	3.00 g	0.600 g	0.200 g

表1)

試験管を用いるときの実験方法は、純水 20ml に寒天粉末 0.2 g、リン酸二ナトリウム 0.15 g を溶かし、試験管にそそぎ、一日静置させる。固まった寒天の上に濃度 1.0mol/L の塩化カルシウム水溶液をそそぎ、さらに数日静置させ、生じた層の様子を観察した。図5)

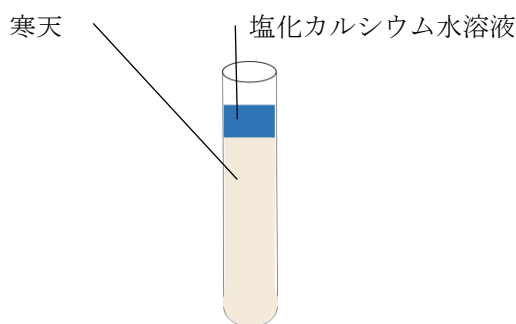


図5)

また、シャーレ、ビーカーを用いるときの実験方法については実験1と同様である。

3 結果・考察

～実験1～

シャーレ、ビーカーどちらを用いてもリーゼガング現象を見ることができた。広がり方については、シャーレの場合塩化カルシウムを入れた穴中心に同心円状に層が広がった。図6) ビーカーの場合は塩化カルシウム水溶液を入れた半球型のくぼみを中心に半球状に層が広がった。図7, 8) これらのことから塩化カルシウム水溶液が寒天に接している方向

に反応が広がっていき、層を形成することが分かった。

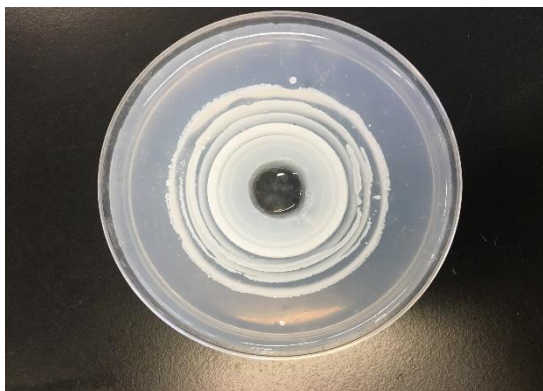


図6)



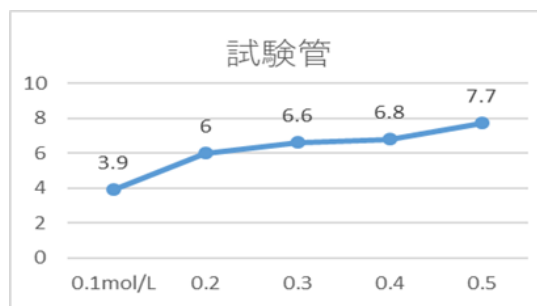
図7) 上部



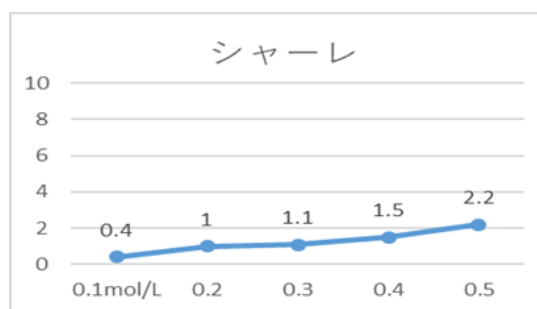
図8) 断面

～実験2～

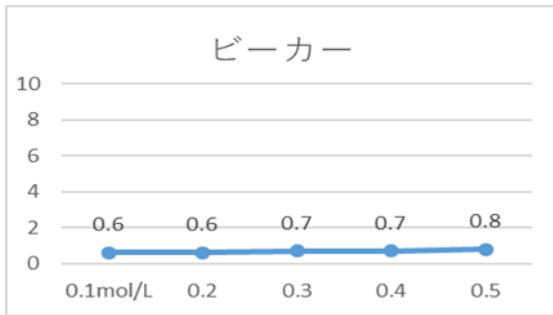
試験管を用いたときは、塩化カルシウムの濃度を高くするほどより深くまで層が形成された。グラフ1) シャーレを用いたときも同様に、濃度を高くするほど外側まで層が広がった。グラフ2) ビーカーを用いたときは、濃度を高くしてもシャーレやビーカーを用いたときほどの層の広がりは見られなかった。グラフ3) 原因としては、ビーカーを用いるときは寒天と塩化カルシウム水溶液が接する表面積が試験管・シャーレを用いるときも大きいうえに、層を形成する範囲も試験管・シャーレよりも広いことが原因だと考えた。



グラフ1)



グラフ2)



グラフ 3)

～実験 3～

層の生成を阻害し、意図的に層の形を変えられないかと考え、実験 3 を行った。まず、リン酸二ナトリウム 0.45g 寒天粉末 0.60g 純水 60mL を混ぜて、加熱した溶液をシャーレに流し込む。数日静置した後、リン酸二ナトリウムゲルにプラスチック板を差し込む。その後、中心に半径 1cm 程度の穴をあけ、0.50mol/L の塩化カルシウム水溶液 0.5mL を滴下し、数日間静置する。その後もう一度塩化カルシウム水溶液を 0.5mL 滴下し、数日間静置した 9)。また二度に分けて滴下した理由は滴下する穴が小さく十分な溶液の量が一度では入らなかったためである。

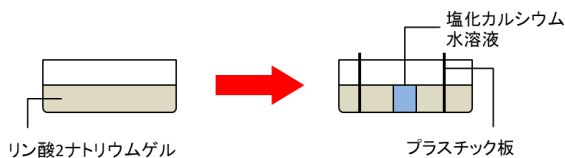


図 9) 実験方法

結果は下の図 10 のようになった。

プラスチック板を挿したことによって層が広がるのを阻害できていることがわかる。このようになった理由としては塩化カルシウム水溶液が広がるのをプラスチック板を用いて止めることができたためだと考えられる。また図 10 からわかるようにプラスチック板を挿した位置で層の生成されている部分と層が生成されていない部分に分かれていることが

わかる。このことからプラスチック板を挿す位置によって意図的に層の形を変えることが可能であることがわかる。

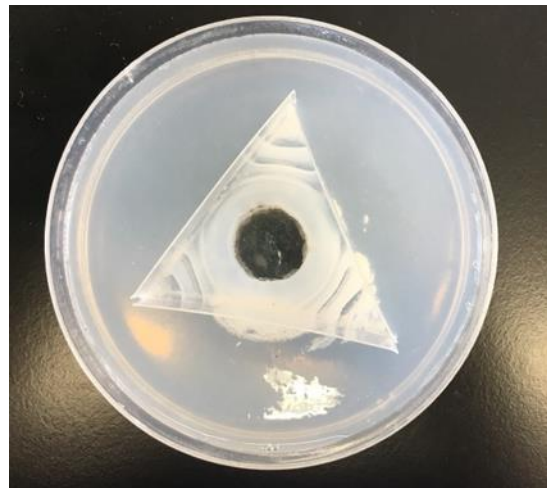
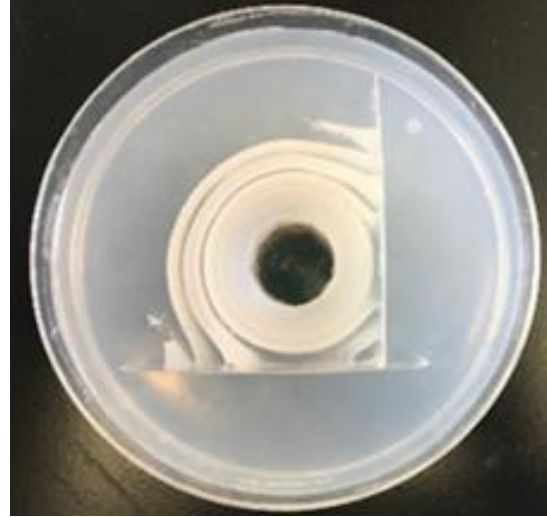


図 10) 阻害したときの様子

4 今後の展望

今回の実験では塩化カルシウムとリン酸二ナトリウムを用いて実験を行ったが、異なる難溶性の沈殿を形成する化学反応を用いてもリーゼガング現象がみられるかどうかを調べたい。そして、その化学反応を用いても実験 1・2・3 で得られた結果が出るのかを調べたい。また、リーゼガング現象とメノウの形成についてどのような関係性があるのかを解明したい。

5 参考文献

- 1) 東京化学同人 「教師と学生のための化学実験」
- 2) <https://keiji-ym.blog.so-net.ne.jp/2013-11-30>
- 3) 仙台第三高等学校 「ゲル中での結晶作成 結晶生成の数理モデル化の可能性」
- 4) Wikipedia メノウ ja.wikipedia.org