

寒天プラスチックの作成

2519 谷口碧海 2507 小倉大知 2509 勝野塁 2521 手鹿宏輝

要旨

プラスチックは石油から作られるため、いずれ枯渇する。そこで恵那の特産品である寒天を使ってプラスチックの代替品を作成しようと考えた。しかし、寒天ゲルを乾燥させて作成した寒天プラスチックは水に弱いという欠点がある。寒天プラスチックに耐水性をもたせるために、寒天ゲルに添加物を加えて耐水性を持たせようと考え、ホルマリン、塩化カルシウム、塩化カリウム、グルタルアルデヒドを添加したところ、塩化カルシウム、グルタルアルデヒドを添加したものに耐水性が見られた。

1. 目的

寒天プラスチックに耐水性を持たせる方法を探る。

2. 仮説

添加物によって耐水性を持たせられるのではないかな。

3. 実験 I

3-1 仮説

ホルマリンを加えることでアセタール化が起き、耐水性を持たせられるのではないかな。なお、アセタール化とはここでは、アルデヒドの持つ酸素が寒天の主成分であるアガロースが持つ親水性のヒドロキシ基と縮合し、アガロースを架橋する反応である。

3-2 使用した器具・装置・材料

- | | |
|------------|-------------|
| ・粉末寒天 | ・シャーレ |
| ・純水 | ・300mL ビーカー |
| ・ガスバーナー | ・電子天秤 |
| ・バーナー用スタンド | ・ガラス棒 |
| ・るつぼばさみ | ・高温乾燥器 |

3-3 実験方法

- (1) 寒天 3.00g を純水 200mL に加える。
- (2) (1) をガスバーナーで加熱し、液体が透明になるまで溶かす。
- (3) シャーレに(2)を流し入れ、うち 2 つにホ

ルマリンを 3mL、5mL 添加する。

- (4) (3) を高温乾燥器 (50℃) で乾燥させた。

3-4 結果

ホルマリンを添加したものは一部白くなり、割れてしまった(図 2, 3)。



図 1 無添加のもの

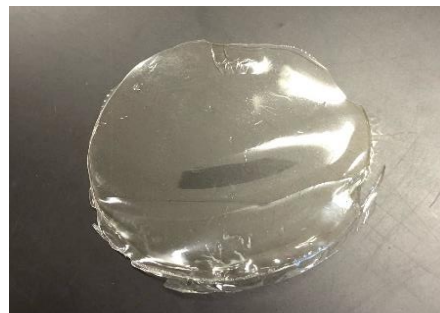


図 2 ホルマリン 5mL を添加したもの



図 3 ホルマリン 3mL を添加したもの

3-5 考察

ホルマリンを添加したものが白くなった原因は、ホルマリンを添加する際に寒天溶液が冷えてゲル化し始め、均一に混ざっていなかったことだと考えられる。また、ホルマリンはホルムアルデヒドの水溶液であり、ホルムアルデヒドの沸点は -19.5°C と非常に低いため、添加の際には一部蒸発してしまったと考えられる。

4. 実験Ⅱ

4-1 仮説

構造破壊イオンであるカリウムイオンを添加することで寒天プラスチックの性質が変化するのではないかと考えた。また、寒天と同じ褐藻に含まれる、多糖類の一種であるアルギン酸ナトリウムはカルシウムイオンを添加するとゲル化する性質があることから寒天の場合であってもゲル化を助けるのではないかと考えた。

4-2 使用した器具・装置・材料

- ・粉末寒天
- ・シャーレ
- ・純水
- ・300mL ビーカー
- ・ガスバーナー
- ・電子天秤
- ・バーナー用スタンド
- ・ガラス棒
- ・るつぼばさみ
- ・高温乾燥器
- ・塩化カルシウム
- ・塩化カリウム

4-3 実験方法

- (1) 純水 100ml に対して寒天 3.00g と、塩化カルシウム 1.00g 又は塩化カリウム 1.00g を加える。
- (2) (1) をガスバーナーで加熱し液体が透明になるまで溶かす。
- (3) シャーレに (2) を流し入れ、高温乾燥器 (50°C) で乾燥させた。
- (4) できた寒天プラスチックの乾燥重量を量る。その後 48 時間水に浸し、吸水重量を量り、吸水率を求める。
なお、吸水率は以下の式で求める。

$$\text{吸水率} = \frac{\text{吸水重量} - \text{乾燥重量}}{\text{乾燥重量}} \times 100$$

4-4 結果

左から順に塩化カリウム、塩化カルシウム、無添加のもの(図 4, 図 5)。



図 4 乾燥させた寒天プラスチック



図 5 水に浸して 48 時間経過した様子

表 1 寒天プラスチックの吸水率

	吸水重量[g]	乾燥重量[g]	吸水率[%]
CaCl ₂	4.98	1.59	213
KCl	12.48	2.39	422
寒天のみ	4.20	1.10	281

塩化カルシウム、塩化カリウムを加えたものは無添加のものとは比べて厚みが大きくなった。また、無添加のものとは比べて、塩化カルシウムを加えたものは吸水率が小さくなり、塩化カリウムを加えたものは吸水率が大きくなった。

4-5 考察

最も厚くなった塩化カルシウムを加えたものは、寒天のみのものとは比べてより収縮していたことから寒天プラスチックの密度が増加し、厚みが大きくなったと考えられる。塩化カリウムについても同様の理由であると考えられる。塩化カリウムの吸水率が大きい値を示したのは、カリウムイ

オンが構造破壊イオンであったためであると考
えられる。

5. 実験Ⅲ

5-1 仮説

ホルムアルデヒドよりも水素間の距離が大き
いグルタルアルデヒド用いることでアセタール
化が起こるのではないか。

5-2 実験に使用した器具・装置・材料

- ・粉末寒天
- ・シャーレ
- ・純水
- ・300mL ビーカー
- ・ガスバーナー
- ・電子天秤
- ・バーナー用スタンド
- ・ガラス棒
- ・るつぼばさみ
- ・高温乾燥器
- ・グルタルアルデヒド
- ・1mol/L 塩酸
- ・塩化カルシウム
- ・塩化カリウム

5-3 実験方法

- (1) 純水 100ml に対して寒天 3.00g を加える。
- (2) (1)をガスバーナーで加熱し、液体が透明
になるまで溶かす。
- (3) シャーレに(2)を流し入れ、寒天 1.00g に
対して 720 μ L のグルタルアルデヒドと
200 μ L の塩酸を添加する。
- (4) (3)を高温乾燥器(50 $^{\circ}$ C)で乾燥させた。
- (5) 実験2と同様の手順で作成した寒天プラス
チックと(4)を48時間水に浸し、吸水率を
比較する。

5-4 結果

実験結果を以下の表と図にまとめる。

表2 寒天プラスチックの吸水率

	吸水重量[g]	乾燥重量[g]	吸水率[%]
GA	8.27	3.16	161
CaCl ₂	7.96	3.70	115
KCl	13.05	3.72	250



図6 塩化カルシウムを添加したもの



図7 塩化カリウムを添加したもの



図8 グルタルアルデヒドを添加したもの

塩化カリウムを添加したものにはカビが生え
てしまった。また、グルタルアルデヒドを添加し
たものは割れ目が見られた。

5-5 考察

塩化カルシウムを添加したものは実験Ⅱから
一貫して無添加のものより小さい吸水率を示し
たため、耐水性を持ったと考えられる。塩化カリ
ウムは実験Ⅱの結果との差が大きいため、カビが
結果に影響した可能性がある。よって塩化カリウ
ムと吸水率との関係を結論付けることは難しい。
グルタルアルデヒドを添加したものに見られた
割れ目は、離漿によるものだと考えられる。

6. 展望

グルタルアルデヒドを添加したことによって、吸水率が小さくなったが、これがアセタール化によるものなのかを実験によって明らかにしたい。また、塩化カルシウムを添加した寒天プラスチックに耐水性が見られたため、寒天と塩化カルシウムの最適な割合を調べたい。

7. 謝辞

実験に際してご教示していただいた桑原先生に感謝申し上げます。

8. 参考文献

・寒天ゲルとジェランガムゲルの力学特性および塩味強度に及ぼす塩化カリウムと塩化カルシウムの影響

森高 初恵, 島田 淳子

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsse/9/2/9_108/_html/-char/ja

・寒天プラスチックの製造方法

村松大地

<https://astamuse.com/ja/published/JP/No/2019031584>

・寒天を原料とした素材の開発

兵庫県立加古川東高等学校

<https://www.hyogo-c.ed.jp/~kakahigashi-hs/pdf/h29/kadai/71-3-HP.pdf>