

寒天ストローの作成

3619 北村愛菜 3528 原綾音 3637 山内理央 3638 湯本佳音

要旨

本研究では、紙ストローの使用時の不快感から、寒天を用いてストローを作成することを目的とした。寒天は水で浸すとゲル状になるため、寒天に耐水性を持たせることを主目的とする実験を行った。アセチル化を行うことで耐水性が持たせられるという仮説を立て、無水酢酸を用いて実験を行った。アセチル化を施した寒天は耐水性を持つことが確認できたが、ストロー形への形成ができなかった。次に、アセタール化を行い、耐水性があり、かつストロー形に変形できる寒天を目指した。結果、アセタール化を施した寒天はストローとしての利用を十分に期待できることが確認できた。

1. 目的

環境にやさしく枯渇しない原料である寒天を用いて使用時に不快感の少ないストローを作る。

- ・ 硫酸
- ・ サラダ油
- ・ ガスバーナー
- ・ 電子天秤
- ・ ピペット
- ・ 高温乾燥器

2. 仮説

寒天に耐水性を持たせれば、ストローとしての利用が期待できるのではないかと。

3-4 実験方法

- (1) 純水 100mL に対し粉末寒天 5.0g を溶かし、ガスバーナーで透明になるまで加熱する。
- (2) (1)に無水酢酸 40mL と硫酸 2 滴を加える。
- (3) ガラス棒を挿した試験管に(2)を注ぐ。
- (4) (3)を冷蔵庫で固めた後、寒天を試験管から抜き取り、サラダ油を塗ったガラス棒に寒天を挿して 50℃の高温乾燥機で 2 日間乾燥させる。

3. 実験① アセチル化-1

3-1 仮説

アセチル化を行うことで寒天に耐水性を持たせることができる。

〈アセチル化の目的〉

寒天の成分である糖類に含まれるヒドロキシ基(-OH)が水に溶けやすい親水性を持つため、ヒドロキシ基を減らすことを目的とする。

3-5 結果

実験方法(4)において高温乾燥機で乾燥させた際、寒天溶液が溶けてしまった。

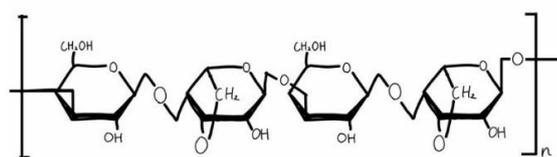


図1 アガロースの構造

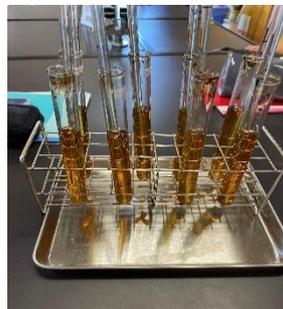


図2 アセチル化を施したが、固まらなかった寒天

3-2 使用した器具・装置・材料

- ・ 粉末寒天
- ・ 純水
- ・ 無水酢酸
- ・ 300mL ビーカー
- ・ 試験管
- ・ ガラス棒

3-6 考察

添加した無水酢酸が寒天溶液中の水と反応し、

酢酸となったことで、溶液が強い酸性になってしまったために寒天溶液は固まらなかったと考えられる。

よって、以後寒天溶液をフリーズドライして水分が完全に抜けたものを実験に用いるとする。

4. 実験② アセチル化ー2

4-1 仮説

フリーズドライし、水分が完全に抜けた寒天を用いればアセチル化が起き、寒天に耐水性を持たせることができるのではないかと。

4-2 使用した器具・装置・材料

- ・粉末寒天
- ・真空凍結乾燥器
- ・純水
- ・カラム管
- ・無水酢酸
- ・電子天秤
- ・酢酸
- ・ガラス棒
- ・トリフルオロ酢酸
- ・バット
- ・ガスバーナー
- ・300mL ビーカー
- ・バーナー用スタンド
- ・マグネチックスターラー

4-3 実験方法

- (1) 純水 100mL に粉末寒天 5.0g 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) (2)をバットに流し入れ、真空凍結乾燥器(-17℃)でフリーズドライさせた。
- (4) (3)を1cm四方に6つ切り分け、刻む。
- (5) (4)を次の3通りの方法でアセチル化させる。
 - ①無水酢酸 20mL に加え、加熱攪拌
 - ②無水酢酸 10mL と酢酸 10mL の混合液体に加え、攪拌
 - ③トリフルオロ酢酸 20mL に加え、攪拌
(尚、攪拌は1日、加熱攪拌は10時間とする。)
- (6) (5)の溶液それぞれを純水 20mL に加え、沈殿が起きるかどうかがアセチル化によって耐水性を持たせることができたかを確認した。
尚、対照実験のため、アセチル化をしてい

ない寒天も純水に加え、沈殿を確認した。(④とする。)

4-4 結果

表1 寒天の硬さと耐水性

	硬さ	耐水性	沈殿
①	硬い	○※2	△
②	硬い	○※2	△
③	※1		
④	柔らかい	×	×

※1 粉末状だったため硬さの確認が取れなかった。

※2 時間が経つと少し吸水していた。

それぞれの寒天の形状は下記のようになった。

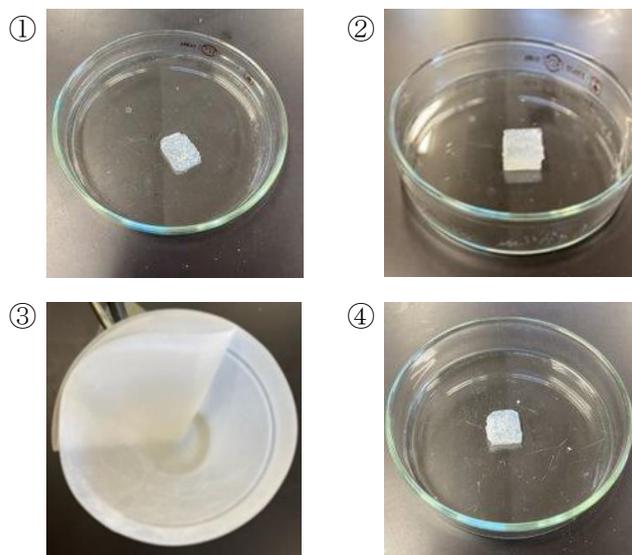


図3 アセチル化を施した寒天

4-5 考察

アセチル化を施した寒天には耐水性があると考えられる。しかし、フリーズドライした寒天はスポンジ状になっており、ストロー形にすることは困難である。よって、この方法でストローの作成にアセチル化を施した寒天を用いることはできない。そして、現在の方法では薬品が残留していないかどうかの確認が取れていない。また、トリフルオロ酢酸は粉末状になってしまうため、耐水性の確認をとることが困難である。そのため、耐水性を持たせるためにアセチル化以外の他の方法も検討する必要がある。

5. 実験③ 飽和脂肪酸によるコーティング

5-1 仮説

パルミチン酸やステアリン酸などの飽和脂肪酸で寒天をコーティングすることで耐水性を持たせることができるのではないか。

5-2 使用した器具・装置・材料

- ・粉末寒天
- ・ガスバーナー
- ・純水
- ・バーナー用スタンド
- ・パルミチン酸
- ・試験管
- ・ステアリン酸
- ・ガラス棒
- ・サラダ油
- ・電子天秤
- ・300mL ビーカー
- ・高温乾燥器

5-3 実験方法

- (1) 無添加寒天を試験管とガラス棒を用いてストロー形に成形する。
- (2) 固体の飽和脂肪酸(パルミチン酸、ステアリン酸)を適量ビーカーに入れ、湯煎により液体にする。
- (3) (1)を(2)でコーティングし、自然乾燥させる。
- (4) (3)のできた寒天ストローを純水に30分間浸し、吸水率(※)を求める。

(※)寒天の耐水性の判断基準として、以下の吸水率を用いる。

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

吸水率は全く水を吸収させていない状態が0と表される。



図4 飽和脂肪酸によるコーティングを施した寒天ストロー

5-4 結果

パルミチン酸、ステアリン酸のコーティングは水に浸したことで剥がれてしまった。また、水に浸した後の寒天は、目視で確認できる程膨張しており、感触は柔らかくなっていた。



図5 飽和脂肪酸コーティングが剥がれ、膨張する寒天ストロー

吸水率は以下の通りになった。

表2 飽和脂肪酸によるコーティングを施した寒天ストローの吸水率

パルミチン酸	ステアリン酸
105.5	151.5

5-5 考察

飽和脂肪酸でコーティングを施した寒天ストローはコーティングがすぐに剥がれてしまった。寒天の表面に凹凸が少ないためだと考えられる。よって飽和脂肪酸によるコーティングは難しく、耐水性を持たせる方法としては適切でないと考えられる。

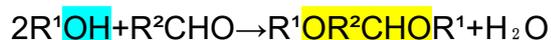
6. 実験④ アセタール化

6-1 仮説

グルタルアルデヒドを用いて寒天をアセタール化することにより、耐水性を持たせることができるのではないかと仮説を立てた。

＜アセタール化とは＞

アルコールをアルデヒドまたはケトンと脱水縮合し、親水性を持つヒドロキシ基（-OH）を疎水性のある別のアルキル基に変化させる反応。



6-2 使用した器具・装置・材料

- 粉末寒天
- 純水
- 塩酸(1.0mol/L)
- グルタルアルデヒド(25%)
- アセトアルデヒド
- ※対照実験用
- サラダ油
- 300mL ビーカー
- ガスバーナー
- バーナー用スタンド
- 試験管
- ガラス棒
- 電子天秤
- 高温乾燥器
- pH測定器

6-3 実験方法

- (1) 粉末寒天 5.0g を純水 100mL に溶かしガスバーナーで透明になるまで加熱する。
- (2) (1)の溶液に塩酸 0.5mL、グルタルアルデヒド 3.6mL を添加する。
- (3) ガラス棒を挿した試験管に(2)を注ぐ。
- (4) (3)を冷蔵庫で固めた後、寒天を試験管から抜き取り、サラダ油を塗ったガラス棒に寒天を挿して 50℃の高温乾燥機で 2 日間乾燥させる。
- (5) (4)でできた寒天ストローを純水に 30 分間浸し、吸水率を求める。
- (6) (5)から寒天ストローを取り出し、残液の pH を測定し、銀鏡反応が起こるかを確認する。



図6 アセタール化した寒天ストロー

6-4 結果

アセタール化を施した寒天ストローはあまり膨張しておらず、感触は水に浸す前後で変わらず硬いままだった。また、アセタール化した寒天ストローは水に浸すとひび割れが生じた。



図7 浸水後の寒天ストロー

吸水率(※)は次のようになった。

表3 アセタール化した寒天ストローの吸水率

無添加寒天	アセタール化
130.35	42.5

pH は次のようになった。

表4 残液の pH

純水	寒天のみ	アセタール化
7.25	6.66	7.86

グルタルアルデヒド、アセトアルデヒドで銀鏡反応は起こったが、無添加寒天ストローとアセタール化を施した寒天ストローを浸した残液では、銀鏡反応は起こらなかった。



図8 銀鏡反応

・多糖類.com

https://www.tatourui.com/about/type/09_agar.html

6-5 考察

アセタール化を施した寒天ストローは十分に耐水性があるといえる。また、添加した塩酸やグルタルアルデヒドが残留していないと考えられることから、ストローとして利用することも可能であると考えられる。

アセタール化した寒天にひび割れが生じた原因として、耐水性を持たせるための架橋構造により、寒天の柔軟性が失われたことが考えられる。

7. 展望

寒天を乾燥させる際にひびが入らないようにする方法を考える。

アセタール化した寒天ストローを、実際の飲物を想定した様々な pH の液体や、様々な温度の違う液体に浸し、その場合にも耐水性や安全性が維持できるかどうかを確認する。

8. 謝辞

実験に際してご教示していただいた先生方に感謝申し上げます。

9. 参考文献

・博士論文 壇上 隆寛

『天然多糖類のエステル誘導体化によるプラスチック材料化および物性評価』

・高槻高校課題研究

『撥水性を高めた紙ストローの強度』

・恵那高校課題研究 『寒天プラスチックの開発』

『寒天プラスチックの作成』