

植物性カプセルの製作

3519 田口美空 3633 古根陽向 3610 小栗璃子 3622 長尾朱莉奈

私達は多様性や持続可能が謳われる現代において人や環境に良い植物性の医療用カプセルの製作を目的とした。そこで、現在流通している医療用カプセルの主な原料である動物性のゼラチンに替えて、植物性の寒天を材料として研究することにした。その中で浸漬法と射出成型法の二通りでカプセルを製作した結果、ガラス棒に液をつけ固める浸漬法がより適切であると分かった。また、寒天のみでは固くなることから、同じ植物性の片栗粉を寒天と共に入れた結果、寒天のみよりも柔らかくなったためより良いカプセルづくりには片栗粉が有用であることが分かった。これからはさらに既存のカプセルに近いものを作れるように試行錯誤していく。

本文

1. 目的

現在の現代社会においてはグローバル化が進んでおり、多様性や多種多様といった言葉が謳われる今、私達は多くの人々が口にするだろう医薬品に着目し、個人尊重の観点からその多くが主に動物性のゼラチンである医療用カプセルを植物性で製作することを目的とした。

2. 仮説

医療用カプセルの主な原料であるゼラチンと同じような熱を加え水に溶かした後、冷えると固まる性質を持ち、植物性である寒天を使用し市販のものと同じような作り方をすれば、代用品として使うことができると考えた。

また、約 60 度という低温で糊化する片栗粉を用いることで、固すぎないカプセルを作ることができることから寒天に加えればより良いものが作れるとも考えた。

3. 使用した器具、装置など

- ・ガスバーナー
- ・チャッカマン
- ・三脚
- ・るつぼばさみ
- ・金網
- ・試験管
- ・駒込ピペット
- ・メスシリンダー
- ・寒天粉
- ・片栗粉
- ・カラギナン
- ・薬品さじ
- ・純水
- ・薬包紙
- ・電子天秤
- ・ガラス棒

- ・マイクロチューブ
- ・マイクロチューブのスタンド
- ・食用着色料
- ・既成のゼラチンのカプセル (No. 00)
- ・ペプシン
- ・食塩
- ・塩酸 1.4mol
- ・恒温槽
- ・温度計
- ・タイマー
- ・温度計を固定するスタンド
- ・pH 測定器
- ・スターラー

4. 実験の手順

実験 1 マイクロチューブを使用し、製作を行う。

- ① 寒天溶液を作る。
純水 10mL に対する寒天粉と片栗粉の割合を表 1 のように変化させて寒天溶液を作り、沸騰するまで熱する。
- ② マイクロチューブの中に寒天溶液を流し込む
- ③ ガラス棒を差しこむ。
- ④ マイクロチューブのスタンドに入れて固定する。
- ⑤ 1~2 日乾燥させる。
- ⑥ マイクロチューブから取り出す。

実験 2 ガラス棒を型として用いる。

- ① 寒天溶液を作る。
純水 10mL に対する寒天粉と片栗粉の割合を表

2のように変化させて寒天溶液を作り、沸騰するまで熱する。

- ② サラダ油を塗布したガラス棒に寒天溶液を親指くらいの大きさになるまで重ね付けする。
- ③ 1～2日乾燥させる。
- ④ ガラス棒から取り出す。
あらかじめ熱湯につけ、ある程度柔らかくしてから取り出す。

表1 浸漬法 溶液の濃度

g/水10mL	(i)	(ii)	(iii)
寒天	0.16	0.2	0.4
片栗粉	0	0	0

g/水10mL	(iv)	(v)	(vi)
寒天	0.12	0.1	0.08
片栗粉	0.04	0.06	0.08

表2 射出成型法 溶液の濃度

g/水10mL	(I)	(II)
寒天	0.08	0.16
片栗粉	0	0

g/水10mL	(III)	(IV)	(V)	(VI)	(VII)	(VIII)
寒天	0.1	0.08	0.06	0.35	0.6	1.2
片栗粉	0.06	0.08	0.1	0.15	0.2	0.4

実験3 寒天の代わりにカラギナンを用いる

- ① 寒天溶液と同じようにカラギナンを用いて溶液を作る。
- ② サラダ油を塗布したガラス棒にカラギナンを親指の大きさ程度になるまで重ね付けする
- ③ 1～2日乾燥させる
- ④ ガラス棒から取り外し、柔らかいうちにカッターで形がいびつな部分を切断する
*なお、今回は寒天と比較するため、純水 10mL に対し、カラギナン 0.60 mgのものとする。

実験4

これまでに製作したカラギナンのカプセルに食用の着色料をつけ、見た目を近づけると共に着色によって形質の変化が見られないのかを調べ既製品に近づける。

- ① 実験3と同様にカラギナンを用いてカプセルの基となる溶液を作る。
- ② ①で製作したものに着色料を入れる。(色がつく程度少しのため量は割愛とする)
- ③ これを熱し、実験3-②以降と同様にカプセル

を製作する。

- ④ カラギナンと見た目との差異が観測されないか考察する。

実験5

製作したカプセルを用いて既成のカプセルと比較し、簡易的胃液中での溶け方や溶解までの時間などカラギナンとの違いを具体化し、実用化に向けて課題を出していく。

比較する対照について

- ・材料による溶け具合の違い
- ・簡易的胃液中での溶解の様子(ゼラチン・カラギナン両方で行う)
- ・着色料の有無による溶け方への影響(カラギナンのみで行う)

- ① 3・4の実験で製作したカプセルと既成のカプセルを用意する。
- ② ビーカーに塩酸 1.4mL を入れ、純水を加え、全体が 200mL になるように調節する。
- ③ 電子天秤で塩化ナトリウム 0.40g、ペプシン 0.02g を量り取り②に加える。
- ④ 恒温槽の温度を 37℃になるまで上げ、前提の温度になったら、作った簡易的胃液を恒温槽に入れ、温度計を用いて同様に 37℃まで上げる。

5. 結果

実験1

1日後はカプセル状に固まっていたが、2日後は水分が蒸発してほぼなくなってしまっていた。



図1 浸漬法 失敗例



図2 浸漬法 成功例

寒天 0.6g、片栗粉 0.2g、純水 10mL
 サラダ油をガラス棒に塗布し、ガスバーナーで炙って取り出した。
 この条件で行った際、図2のようにカプセルを作ることができた。

実験2

表2の(I)～(V)は溶液の濃度が薄すぎたため乾燥の段階で蒸発した。
 しかし、(VII)、(VIII)の溶液の濃度でよい厚さ(2mm程)のカプセルができた。



図3 射出成型法 成功例①



図4 射出成型法 成功例②

図3のように寒天 0.6g、純水 10mL、図4のように寒天 1.2g、片栗粉 0.4g、純水 10mLの条件でカプセルを作ることができた。

実験3

カラギナンは寒天よりも形が市販のものに近く、カビもないカプセルを作ることができた。



図5 カラギナン 成功例

実験4

今までのカプセルに着色したところ、見た目に改善が見られた。



図6 着色したカラギナン (赤)



図7 着色したカラギナン (赤)

実験5

表3 簡易胃液で溶かしたときのゼラチンとカラギナンの溶解までの時間

ゼラチン	カラギナン
4:31	20:48
5:30	30:41
4:45	35:00
4:16	20:00
4:00	20:00

市販のカプセルは溶けきるまでに平均 4 分 36 秒かかった。それに対し、カラギナンのカプセルは 20 分以上経っても完全には溶けなかった。

6. 考察

実験 1

乾燥し、水分が蒸発してしまう

⇒冷蔵庫で保存、直射日光を避けるなど保存条件の改善

⇒純水に対する寒天粉、片栗粉の割合を変化させて溶液の濃度を変える。

実験 2

表 2 の (VII) の条件の時、よい厚さのカプセルを作ることができた。

⇒純水 10mL あたり寒天 0.6 g が適している。

またガラス棒にサラダ油を塗布することで取り外しが容易になる。

実験 3

寒天の原料であるテングサよりもカラギナンの原料である紅藻類の方が、カビにくさや寒天カプセルよりも柔らかいという点においてカプセルづくりに適している。

実験 4

カラギナンを実験 3 と同様に作ったものに着色したところ、見た目で問題点として挙がっていたカラギナンの変色が改善され、実際のものとは程遠いが改善が見られた。

実験 5

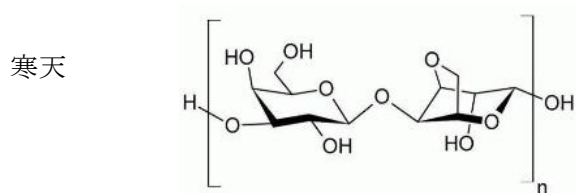
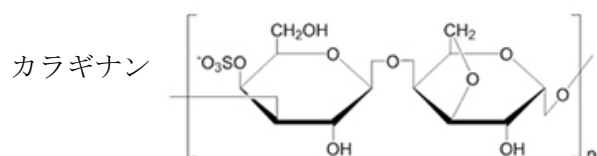


図 8 カラギナン(上)と寒天(下)の構造式

図 8 の構造式より、寒天のヒドロキシ基 (-OH) の代わりに、カラギナンはスルホ基 (-SO₃⁻) がついており、これにより人口胃液への溶解性に違いがみられたと考えられる。しかし、私たちのカプセルは既製品よりも精度が低いので実験結果が思うようにならなかった。

7. 今後の展望

私たちのカプセルは既存製品より大きく、服用するには難しいものとなっている。そのため、植物性カプセルの実用化に向けて、より薄く、飲み込みやすい、また、体内に入った時に溶けやすいカプセルを製作していきたい。カプセルを製作している企業への質問もしてみたい。

8. 謝辞

本研究を行うにあたり、様々なご支援をくださった化学科の先生方に深く感謝いたします。

9. 参考文献

- ・『寒天・トコロテンの科学：その奇妙な性質と効用』 松橋 治郎 光琳 2012 年
- ・『くすりを作る研究者の仕事』 京都大学大学院 薬学研究科 2017 年
- ・『薬は体に何をするか』 矢沢サイエンスオフィス 2006 年
- ・『カラギナンとは～徹底解説！構造や特徴、効果、安定剤としての用途など～』
<https://shokulab.unitecfoods.co.jp/>