

栗のイガから繊維を作る

3512 大野真穂 3612 北原優月

要旨

私達は東濃地方の特産物である栗の新たな活用法としてセルロース繊維に注目し、栗のイガから繊維を作ることを目標に研究を行った。栗のイガにはセルロースが含まれるため、繊維は作れるという仮説のもと、どのくらいの量のセルロースで繊維を作ることができるかについての予備実験を行った。実験の結果、強度は弱いものの、0.441 gのセルロースがあれば繊維を作れることが分かった。今後は栗のイガからセルロースを得る予備実験を経た後、栗のイガから抽出したセルロースで繊維を作る実験を行いたい。

本文

1. 目的

栗のイガのセルロースを用いて、ビスコースレーヨンを作る。

2. 仮説

栗のイガは栗の葉から進化したため、栗の葉に含まれているセルロースは栗のイガにも含まれていると考えた。よって、栗のイガから繊維を作ることは可能である。

3. 実験 1-1

<使用器具・使用薬品>

- ・シャーレ
- ・シリコン栓
- ・ピンセット
- ・ガラス棒
- ・ハサミ
- ・メスシリンダー
- ・スタンド
- ・薬包紙
- ・6 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液
- ・2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液
- ・二硫化炭素
- ・無水硫酸ナトリウム
- ・硫酸亜鉛
- ・2 mol/L 硫酸
- ・三角フラスコ
- ・ビーカー
- ・10mL 注射器
- ・新聞紙
- ・駒込ピペット
- ・ウォーターバス
- ・ろ紙
- ・電子ばかり

<実験方法>

(1) ろ紙1枚を4分の1の大きさになるようにハサミで切る。

(2) シャーレ1つにつき4分の1の大きさに切ったろ紙1枚を入れ、10mLの6 mol/L水酸化ナトリウム水溶液を入れ、ろ紙を浸す。同様の操作を残り3つについても行う。ろ紙を浸したまま1日置く。ろ紙はこの操作でアルカリセルロースになる。

(3) 浸したろ紙をピンセットで取り出し、新聞紙で挟んで余計な水酸化ナトリウム水溶液をふき取る。

(4) ハサミでアルカリセルロースを1 cm程度の正方形に切る。切ったアルカリセルロースは三角フラスコに入れる。

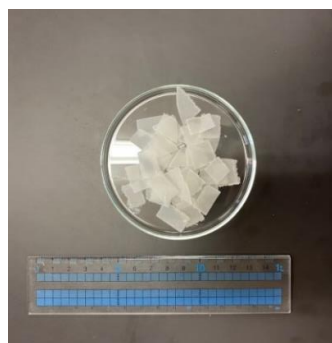


図1 切ったアルカリセルロース

(5) アルカリセルロースの入った三角フラスコに、ドラフト内で二硫化炭素5mLを加える。

(6) (5)の三角フラスコにシリコン栓をして、ウォーターバスで湯の温度を40~45°Cに保ちながら約2時間湯せんする。この際、三角フラスコは浮かないようにスタンドで固定する。

(7) 三角フラスコの内容物をシャーレに出し、赤

褐色の固体をピンセットでつまみ、50mL ビーカーに入れる。そこに、2 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10mL を加え、赤褐色の固体が溶けるように混ぜる。これはビスコースと呼ばれる、粘度の高い物質になる。



図2 溶かしている様子

- (8) 500mL ビーカーに 2 mol/L の硫酸 500mL を入れ、そこに無水硫酸ナトリウム 100 g と硫酸亜鉛 10 g を溶かす。これが凝固液となる。
- (9) ビスコースを注射器に吸い込ませ、ピストンを押して凝固液中に出して、ビスコースの色が抜けるまで放置する。



図3 凝固液中に入れる様子

- (10) 固まった繊維を凝固液から取り出し、乾燥させる。

<結果>

ビスコースレーヨンを得ることができた。できたビスコースレーヨンは絡まりあっていた。また、繊維の強度はピンセットでつつくと崩れるほど脆かった。



図4 完成した繊維

<考察>

セルロースを含むろ紙から繊維を作ることができたことから、栗のイガからセルロースを抽出できれば、同様に繊維を作ることができると考えられる。

一方で、実験 1-1 で得られた繊維は絡まりあっていたため、繊維としての実用性が低いことも考えられる。

<改善点>

- ・ろ紙(アルカリセルロース)を切るとき、大きさは 5 mm 程度の大きさにする。
溶かすときに 1 cm だと大きく、溶けにくかったため。
- ・注射針を使用すること。
繊維が絡まることを防止するため。
- ・使用するセルロースの量を減らすこと。
栗のいがから抽出できるセルロースがどれほどになるか定かでないため。
- ・使用する薬品の量・濃度を減らし、変えること。

凝固液の量は実験 1-1 より少なくとも成り立つと考えられ、また、恵那高校の実験室に常備してある薬品の濃度で実験が行えた方が効率的であるため。

4. 実験 1-2

<使用器具・使用薬品>

実験 1-1 と変更した点のみ記す。

- ・注射針
- ・3 mol/L 硫酸

<実験方法>

- (1) ろ紙1枚を4分の1の大きさになるようにハサミで切る。
- (2) シャーレ1つにつき4分の1の大きさに切ったろ紙1枚を入れ、10mlの6 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を入れ、ろ紙を浸す。同様の操作をもう1つについても行う。
- (3) 浸したろ紙をピンセットで取り出し、新聞紙で挟んで余計な水酸化ナトリウム水溶液をふき取る。
- (4) ハサミでアルカリセルロースを5 mm程度の正方形に切る。切ったアルカリセルロースは三角フラスコに入れる。

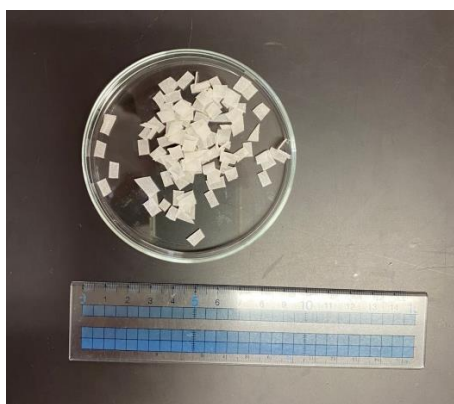


図5 切ったアルカリセルロース

- (5) アルカリセルロースの入った三角フラスコに、ドラフト内で二硫化炭素 2.5mL を加える。
- (6) 三角フラスコの内容物をシャーレに出し、赤褐色の固体をピンセットでつまみ、50mL ビーカーに入れる。そこに、2 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液 5mL を加え、赤褐色の固体が溶けるように混ぜる。これはビスコースと呼ばれる、粘度の高い物質になる。
- (7) 200mL ビーカーに 3 mol/l の硫酸 125mL を入れ、そこに無水硫酸ナトリウム 25 g と硫酸亜鉛 2.5 g を溶かす。これが凝固液となる。
- (8) ビスコースを注射器に吸い込ませ、余分なビスコースを新聞紙でふき取り、注射器に注射針を取り付ける。ピストンを押し、注射針の先端に小さな玉を作り、その後注射針を凝固液の中に入れる。ピストンを押し出しながら、作っておいた玉をピンセットで引っ張る。ビス

コースの色が抜けるまで放置する。

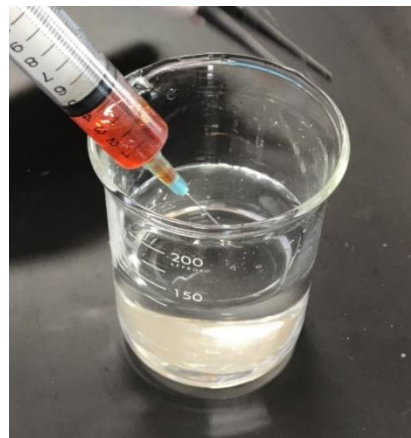


図6 凝固液の中に入れる様子

〈結果〉

ビスコースレーヨンを得ることができた。注射針を使ったことで、繊維は実験 1-1 でできたものよりも細く、絡まっていなかった。繊維の強度は実験 1-1 と同様、ピンセットでつくると崩れるほど脆かった。



図7 完成した繊維

〈考察〉

ろ紙半分のセルロースから繊維を得ることができたことから、セルロースはろ紙半分に含まれる 0.441 g 分あれば繊維は得られることが考えられる。

また、実験を行っている際、注射器にビスコースを吸い入れるときに、ビスコースの量が少なく入れにくかった。このことから、私達が実験を行った恵那高校の実験室の設備では、セルロースの量はろ紙半分が限度であることも考えられる。

5. 実験2

〈使用器具・使用薬品〉

- ・ミキサー
- ・ピンセット
- ・ハサミ
- ・篩
- ・電子ばかり
- ・ロータリーエバポレーター
- ・金網
- ・吸引瓶
- ・ゴム栓
- ・栗のいが
- ・氷酢酸
- ・2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液
- ・1 mol/L 硫酸
- ・ナス型フラスコ
- ・ジムロート
- ・スタンド
- ・ガスバーナー
- ・薬包紙
- ・ガラス棒
- ・吸引ロート
- ・ろ紙
- ・純水

<実験方法>

- (1) 栗のいがをハサミで切り、ミキサーで粉碎する。粉末状になるまで繰り返す。
- (2) ナス型フラスコに(1)の操作でできた粉末状の

栗のいが 25 g、氷酢酸 115 mL、純水 6.25 mL を 加え、15 分間加熱・還流する。



図8 加熱・還流装置

- (3) (2)に 1 mol/L の硫酸 4.2 mL を加え、さらに 1 時間半加熱・還流する。
- (4) 2 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 5 mL 加え、吸引ろ過する。



図9 吸引ろ過の様子

- (5) ろ液をロータリーエバポレーターで減圧濃縮する。

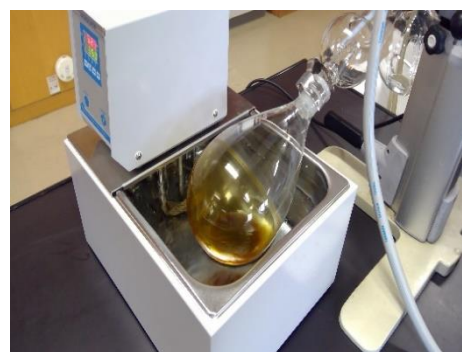


図10 減圧濃縮の様子

- (6) (5)に水 100 mL を加え、15 分間加熱・還流する。
- (7) 残った個体を吸引ろ過し、乾燥させる。

<結果>

図12のような茶色の粉末が得られた。



図11 吸引ろ過後、乾燥させたもの

<考察>

栗のいがから得られた粉末は、木材からリグニンを抽出した研究論文(※1)に基づいて実験を行い、生成された物質である。また、リグニンを抽出する過程でセルロースが得られるという

記述があった。今回は木材ではなく栗のいがを用いて実験を行ったが、その他の薬品や実験手順などの条件は同じにした。よって、今回得られた物質はセルロースであると考えられる。

6. 今後の展望

実験 1-1、1-2 を通して、セルロースが 0.441 g 分あればビスコースレーヨンを得られることが分かった。また、実験 2 では栗のいがからセルロースを抽出することができた。今後は栗のイガから繊維を作る実験を行っていききたい。具体的には、主に 2 つの実験を行っていききたいと考えている。まず、実験 2 で抽出した物質がセルロースといえるかどうか確認する実験を行う。その後、セルロースを用いて繊維を作る実験 3 を行う。

この 2 つの実験が終わって、繊維の強度を高めるための実験も行っていきたい。繊維の強度を高める実験に関しては、凝固液の濃度や、薬品の割合、ビスコースの粘度等を変える実験を行い、強度を高めていきたい。

7. 謝辞

本研究を行うにあたり、桑原先生や道村先生には実験室使用の協力をはじめ、数多くの助言をいただきました。ありがとうございました。

8. 参考文献

- ・「セルロースの含有量」
<https://www.cytivalifesciences.co.jp/catalog/1314.html>
- ・「ビスコースレーヨンの合成」
<https://apec.aichi-c.ed.jp/kyouka/rika/kagaku/2018/koubunshi/bisukosu/bisukosu.htm>
- ・「化学の新研究」
ト部吉庸 株式会社三省堂 P775
(※1)「リグニンの抽出と利用」
<http://www.hst.titech.ac.jp/~meb/2005/lignin05.pdf>