

1515

パイナップルの葉から生むセルロースナノファイバー ～廃棄食品の有効活用と環境に優しい材料開発～ A.Y<科②ゼミ>

1. はじめに

現在、深刻な被害をもたらしているプラスチックごみ問題。この解決に役立てたいと考え、プラスチックの代替材料を研究題材とした。そこで私が目をつけたのが、セルロースナノファイバー(以下CNF)だ。理由としては、植物の主成分から調製される為、再生可能資源である点、軽量かつ丈夫である点、プラスチック同様、光の透過性が高い点、そして何より生分解性を持つ点等が挙げられる。

また、実験においては、セルロースを抽出するのに最適な植物として、パイナップルの葉(以下PALF)を用いた。選択した理由としては、高い廃棄部割合故に、年間で約6000万tが廃棄される葉の有効活用と、葉におけるセルロース含有量の高さ、そして分解が困難とされるリグニンの含有量の低さ(図1)が挙げられる。本研究では、以下の二点の先行研究に基づく調査(あ)(い)を行う。

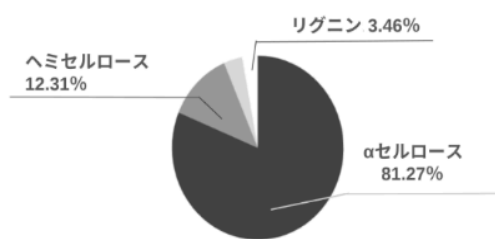


図1 PALFにおける成分割合

先行研究[1]ではNaClOを用いた容易かつ高速な新しい酸化処理の開発が、先行研究[2]では凍結架橋セルロースナノファイバーの開発が行われている。

○実験(あ)

[1]より高価で大規模な設備を用いない、NaClOによる酸化処理のみでの解繊精度の限界について調査する。

○実験(い)

[2]より凍結架橋CNFの生成に必要な解繊精度を考察する。

2. 調査方法

○実験(あ)

初めに、PALF試料にNaClOによる酸化処理を行ったもの、未処理のものをそれぞれ用意する。続いて、1分間ミキサーで攪拌する処理を10回行ったものと50回行ったものを用意する。その後、(a)拡散後分散の様子を観察、また(b)繊維抽出後乾燥、の2つに実験を分けて実行する。

○実験(い)

CNFと調査(あ)で調製した試料の水溶液(重量比率1.5%)のそれぞれについて、 -20°C で凍結したもの、常温のものを用意する。その後、クエン酸溶液(2.0 mol/L)をかけ、 -4°C で放置し解凍後、形状が維持されるか、また弾性力を持つか観察する。

3. 結果

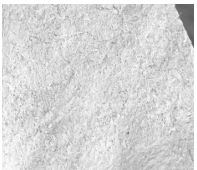
○実験(あ)

・NaClOによる酸化処理のみでも、繊維が目視では観察されなくなった。また、脱色も完了しており粘度も増していた。



図2 NaClOにより酸化されたPALF

表1 攪拌回数による差の比較

	未処理	処理済み
拡散の様子	広範囲に拡散	階層ごとに沈殿
繊維の様子	目視では認識できない細さ	目視できる太さ
回数による差	ほぼ見られない	大きい
乾燥後の様子	薄く繊維が目視では確認できない。 	厚く、藁半紙のような見た目。 

○実験(い)

・CNF

両温度のサンプルともクエン酸を加えた後、ゲル化した。しかし、低反発な弾力や、圧力を加えたときに形状を維持しつつ変形性を持つのは凍結したサンプルにのみ見られた。

また凍結したサンプルは収縮する際、構造内から水分のみを放出しており、ゲルに崩れは生じなかった。



図3 凍結架橋したCNF

・自作サンプル

両温度ともに、液体のままで凍結架橋は見られなかった。

4.考察

・実験(あ)

NaClOの酸化処理のみでも葉の繊維における解繊効果は高く、植物の中でも繊維が密集し、硬いとされるPALFの解繊が可能であると考えられる。しかしナノレベルの解繊は難しいことが示された。具体的な大きさ、太さの計測を実践する方法が課題であると考えられる。

・実験(い)

結果から、ナノレベルに解繊されたセルロースでないと、凍結架橋は起こらないと推測される。また、柿などのセルロースの繊維が開いた状態の植物とは異なり、セルロースが密集した構造のPALFはナノレベルに解繊するのが困難であった可能性が示唆される。よって、セルロースの構造と解繊の容易さの関係の調査の実施が課題であると考えられる。

5.謝辞

校内での活動では至らなかった多様な観点からのアドバイスを下さったうえ、先行研究を間近で拝見させて下さった東京大学の磯貝明教授、一年間にわたり細やかな指導やアイデアの数々を下さった探究指導員の反町様を始め、本研究にご協力頂いたすべての方々に感謝申し上げます。

6.参考文献

- [1] “Nanocellulose Production via One-Pot Formation of C2 and C3 Carboxylate Groups Using Highly Concentrated NaClO Aqueous Solution”
・東京大学大学院農学生命科学研究科
November 19, 2020
<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c06515>
- [2] “Eco-friendly Carboxymethyl Cellulose Nanofiber Hydrogels Prepared via Freeze Cross-Linking and Their Applications”
・国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
October 29, 2020
<https://doi.org/10.1021/acsapm.0c00831>
- [3] “Cellulose nanocomposites with nanofibres isolated from pineapple leaf fibers for medical applications”
・São Paulo State University (UNESP)
February 13, 2011
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861711005856?via%3Dihub>

