

新素材セルロースナノファイバーの乾燥及び復元方法の模索

山形県立米沢興譲館高等学校 2年 探究科 小野陽平 遠藤圭隼 梅津早哉香 太田陽介

緒言

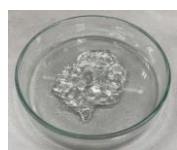
近年、環境負荷が少ない次世代素材としてセルロースナノファイバー（CNF）が注目されており、様々な分野で研究が進んでいる。

しかし、既存の材料と比べて高価であることから普及するには至っていない。

高価である原因の一つとして、約99%が水であるCNFは輸送コストが高いことが挙げられる。

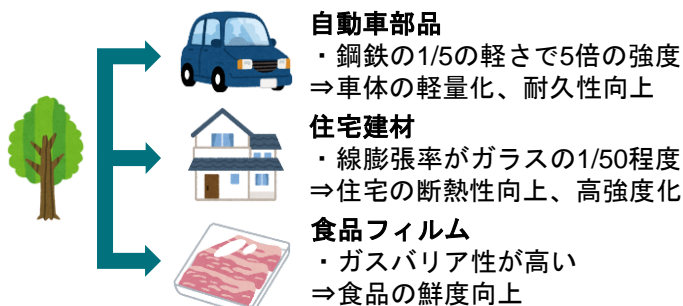
私達は、CNFの適切な乾燥方法および復元方法を確立し、乾燥した状態での輸送を可能とすることで、輸送コストを大幅に削減させることを目的として研究を行った。

セルロースナノファイバー(CNF)とは



木材に機械的・化学的処理を施すことによって取り出すことが出来るナノサイズの先端バイオマス素材。
⇒カーボンニュートラル実現

<CNFの特徴と利用例>



一方で
乾燥したCNFの復元は困難

本研究では、その構造から様々な分野での応用が期待されるTEMPO酸化CNFを用いて実験を行う。

実験概要

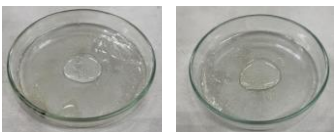
<復元の判断方法>

乾燥前後での見た目の変化・質量変化とする。

<①酸性溶液または塩基性溶液での復元>

乾燥したCNFに1.0mol/LのHClまたはNaOHを加える。

⇒復元しない。(見た目のみでの判断、変化なし)



・ HClを加えた乾燥CNF(左)
・ NaOHを加えた乾燥CNF(右)

乾燥したCNFにHCl及びNaOHを加えても復元しなかったこと、その他数多くの研究結果より酸性溶液及び塩基性溶液による復元は不適であると考えられる。

結果、CNFを単純に乾燥させただけでは復元させることは困難であると考えられ、乾燥方法を変えてみる必要がある。

<②グリセリンまたはマルトース浸漬下での乾燥>

CNFと同じ物理ゲルにはこんにやくがある。
私達は、CNFに乾燥こんにやくの製造方法を応用した。

1. CNFの質量に対して、グリセリンまたはマルトースをそれぞれ30%、20%、10%の割合で混ぜ合わせ、浸漬させる。

2. 1を常温・常圧で乾燥させる。

3. 水を滴下し、観察する。



結果

△：戻りにくい ○：復元する ◎：よく復元する

グリセリン	30%	20%	10%
乾燥前後の質量差(g)	4.57	7.42	8.90
水で復元した時	○	○	○
マルトース	30%	20%	10%
乾燥前後の質量差(g)	7.85	8.77	9.46
水で復元した時	△	○	○

考察と展望

溶液の濃度が高いほど水蒸気圧が降下するので、水分量を減らすためにはグリセリンやマルトースは少ないほうが良い。

一方、水に戻すためにはCNF分子の間に親水性の物質を導入したほうが復元性は高いと考えられる。

今回は10%まで下げたが、両方の条件を程よく満たす最適な濃度10%以下の範囲に存在するのではないかと考えられる。

今後は、グリセリンやマルトースの濃度が10%以下の範囲で実験を進めつつ、復元の判断方法として新たに粘度変化についても考え、粘度測定を行いたい。

また、添加物の除去方法として透析や限外ろ過を考えているが、今回の研究目的に反してコスト上昇が予想される。そのため、添加物とCNFの複合体としての利用も視野に入りたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導とご助言を頂いた東京大学磯貝明教授、本校教諭菊地篤先生、CNFをご提供くださった日本製紙株式会社様に深く感謝を申し上げます。

参考文献

- ・ 環境省. CNFとは - セルロースナノファイバーの基本 (参照2022-10-9)
- ・ 環境省. セルロースナノファイバー利活用ガイドライン (参照2022-10-9)
- ・ 日本製紙. セルロースナノファイバーの製造技術と用途開発 (参照2022-10-9)
- ・ アイレス株式会社. 《乾燥こんにやく》の技術報告 (参照2022-10-9)

