

孤立分散型セルロースナノファイバー (CNF)の分散性評価

セルロースは、植物細胞壁の主成分である多糖類の一種です。中でも繊維径4~100 nm、長さ数 μ m程度、アスペクト比100以上のセルロースをセルロースナノファイバー(Cellulose Nanofiber: CNF)と呼び、最先端のバイオマス新素材として注目されています。CNFは、軽量かつ高強度であることに加え、高いガスバリア性や吸着性、透明性などの優れた機能を持ちます。また、植物繊維由来であることから生産や廃棄に関する環境負荷が小さい素材であり、今後は、自動車部材、電子材料、包装材料等への応用が期待されています。

アプリケーションニュースNo.A579ではネットワーク型CNFの評価を紹介しました。今回は、孤立分散型CNFの分散性を紫外可視分光光度計UV-2600iを用いて評価しました。

また、ネットワーク型CNFである木質由来CNFの水分散液と、カルボキシメチルセルロース(CMC)水分散液の市販品を用い、孤立分散型CNFとの比較も行いましたので、併せてご紹介します。

K.Kawahara

■セルロースナノファイバー(CNF)とは

CNFには大きく分けて孤立分散型とネットワーク型があります。ネットワーク型は繊維径20~100 nm程度で、機械的解繊によって製作されます。一方、孤立分散型は繊維径3~5 nm程度で個々の繊維が分散しており、中でも、TEMPO(2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl)触媒酸化と呼ばれる化学反応と軽微な機械処理を組み合わせることによりナノメートルサイズにまで解きほぐされたものをTEMPO酸化CNF(TOCN)と呼びます。TEMPO酸化CNFは3~4 nmの均一な繊維径を有し、溶液中における分散性と透明度の高さが特徴です。

TEMPO酸化触媒によりCNFについての修飾官能基が親水基から疎水基に変わるため、疎水性である樹脂との混練が可能になります。これにより樹脂やゴムとの複合材料や塗料など工業用として広く活用されることが期待されています。

■CNF溶液の分散性評価

木質由来CNFとCMC、TEMPO酸化CNFの0.1wt%水分散液を図1の紫外可視分光光度計UV-2600iで評価しました。図2に評価に用いた試料溶液の外観を示します。各試料の直線透過率と全光線透過率を測定して、透明性を評価しました。



図1 紫外可視分光光度計 UV-2600i

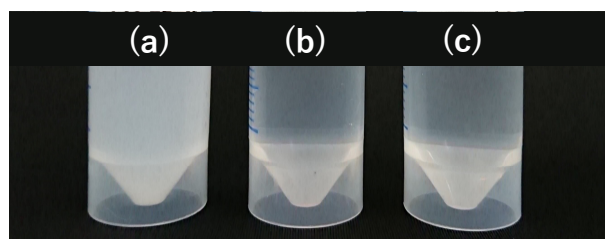


図2 試料溶液 (0.1 wt%)の外観
(a)木質由来CNF、(b)CMC、(c)TEMPO酸化CNF

まず、直線透過測定と全光線透過測定について説明します。図3は、一般的な透過測定方法の説明図です。図3に示すように、試料を直線的に通過した光を測定する方法が直線透過測定です。これに対し、図4のように、付属品である積分球を用いて、直線透過光と拡散透過光の両方を測定する方法が全光線透過測定です。濁った試料溶液や透過率の低いカラーフィルムなどは拡散透過光が多くなるため、これら二つの透過率の差が小さいほど透明性が高いと評価できます。

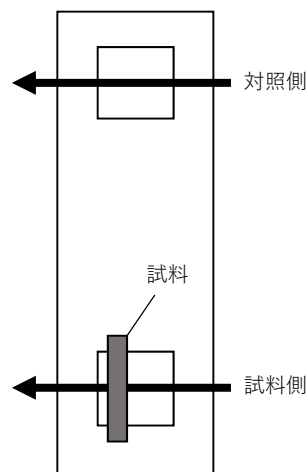


図3 直線透過測定

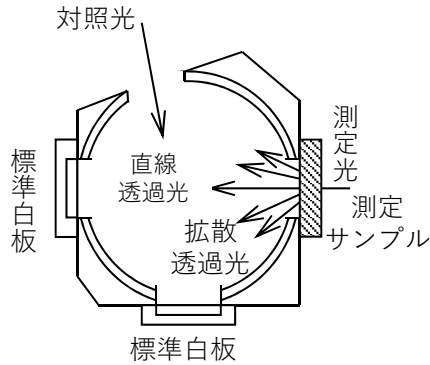


図4 全光線透過測定

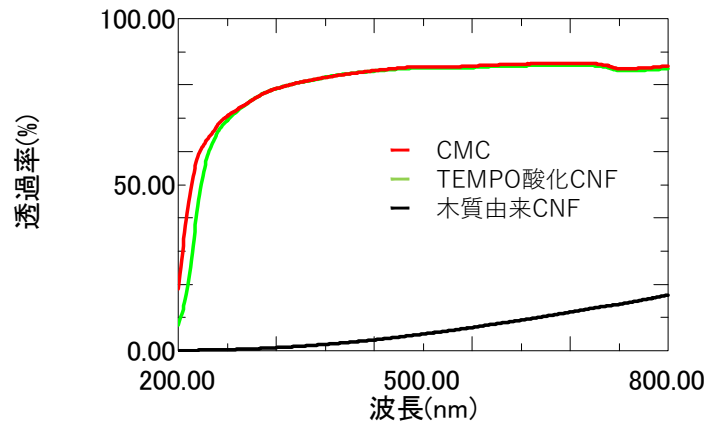


図5 各セルロースの直線透過率

表1に測定条件を示します。図5に直線透過率、図6に全光線透過率を示します。図5に示す木質由来CNFの直線透過率は可視領域において20%以下の低い値を示しました。一方で、TEMPO酸化CNFとCMCにおける直線透過率は、可視領域で80%近い高い値を示しましたが、紫外領域の200~240 nm付近では急激に透過率が低下しました。

これに対し、図6に示す全光線透過率では、可視領域において木質由来CNFの透過率が60%程度でした。

TEMPO酸化CNFとCMCは直線透過率と全光線透過率の差は小さく、木質由来CNFではそれらの差が大きくなりました。今回の結果から、TEMPO酸化CNFとCMCは透明性が高く、直線透過測定で十分測定できるといえます。繊維径が可視光波長よりも小さいCNFは、凝集せずに分散し、透明になることが知られています¹⁾。測定結果からTEMPO酸化CNFは凝集せず、水中でナノ分散していると考えられます。

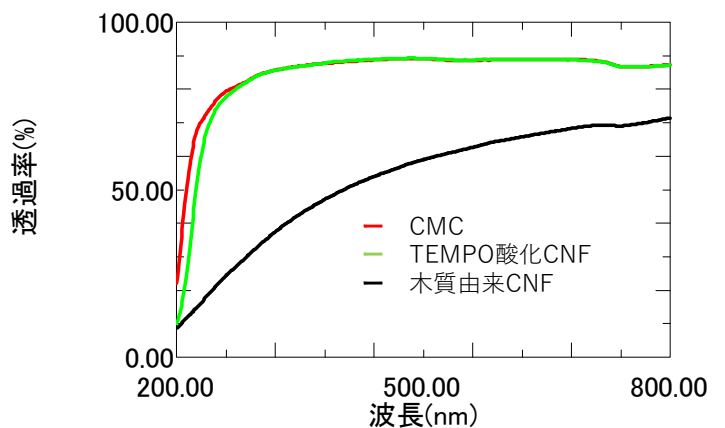


図6 各セルロースの全光線透過率

表1 測定条件

使用装置	: UV-2600i ISR-2600 Plus
測定波長範囲	: 200 nm~800 nm
スキャンスピード	: 中速
サンプリングピッチ	: 1.0 nm
スリット幅	: 2 nm (UV-2600i) 5 nm (UV-2600i+ISR-2600 Plus)
光源切替波長	: 323 nm

■まとめ

孤立分散型CNFについて分散液の直線透過率と全光線透過率を比較し、分散性を評価しました。木質由来CNFと比較してTEMPO酸化CNFは直線透過率と全光線透過率のどちらも約80%と高い透過率を示しました。これより、孤立分散型CNFは分散性が高く、透明性に優れていることがわかりました。

<謝辞>

本測定を行うにあたり試料およびCNFに関する知見を東京大学 磯貝 明教授よりご提供いただきました。この場をおかりして、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) A Isogai, T Saito, H Fukuzumi : TEMPO-oxidized cellulose nanofibers, *Nanoscale*, 3, 71-85 (2011)

▶ アンケート

関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。



▶ UV-2600i/2700i
紫外可視分光光度計



▶ UV-2600i
Plus/UV-2700i Plus
紫外可視分光光度計

関連分野

▶ 石油・化学工業

▶ 価格お問い合わせ

▶ 製品お問い合わせ

▶ 技術お問い合わせ

▶ その他お問い合わせ