

# 基礎データを収集し 実用化を目指す セルロースナノファイバー

次世代材料として期待されている「セルロースナノファイバー」。植物由来でありながら、鋼鉄の5分の1の軽さで5倍以上の強度という特性に注目が集まっています。さまざまな用途に応用するためには、温度や湿度などの環境変化に伴う影響など、基礎データの収集が欠かせません。セルロースナノファイバーの特性とその可能性について、表面・化学技術グループの佐野 森 研究員に話を聞きました。

## ■研究背景

セルロースナノファイバー（CNF）は線熱膨張率が低いことは知られていますが、氷点下から高温環境下といった幅広い温度範囲での機械的特性に関する報告は多くありません。屋外環境などで使用される製品への展開を想定し、異なる温度条件下での物理特性を検討しました。

## ※線熱膨張率

温度の上昇に対応して長さが変化する割合

## 天然由来かつ軽量・高強度 高いポテンシャルを秘めた高機能材料

セルロースナノファイバー(以下CNF)は、植物の骨格を構成するバイオマス素材です。軽量かつ高強度といった優れた特性があり、なおかつカーボンニュートラルで廃棄時の環境負荷を軽減できるため、次世代を担う新材料として注目されています。経済産業省や環境省なども活用を推進しており、ボールペンのゲルインクや消臭シートなど、実用化に至る製品も現れ始めました。ガラス繊維などの代わりにCNFを樹脂に混ぜ込むことで、より軽量の強化プラスチックを製造できるため、自動車部品や建材、家電製品などへの利用も期待されています。

しかし、CNFはまだ新しい材料であり、基礎データの蓄積が不十分な部分がありま

す。自動車や建材など、屋外環境で利用される製品に応用するのであれば、温度や湿度などの環境変化に対しCNFがどのような応答を示すのか把握しておかねばなりません。幅広い温度範囲、特に室温以下の低温領域における機械的特性については報告がほとんどなく、今後実用化を進める上で欠かせないデータであると考えました。そこで、CNF適用材料の実用化に向けた一歩として、温度をパラメーターとした基礎物性の取得を行いました。

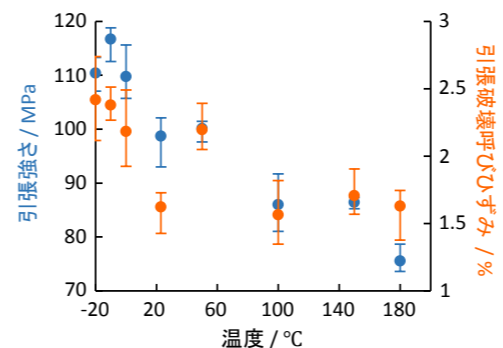
引張試験などの物性測定を行うため、試験片としてシート状に加工したCNFを用いました。CNFの水分分散液をろ過し、一定の温度下でプレスしてシート化したものです。このシート作製の手法は、近畿経済産業局を主体とする「部素材産業-CNf研究会」の勉強会で学んだものをベースとしています。研究会は講義や実習のみならず、全国の研究者との交流やサンプル入手の仲介などもあり、研究を円滑に進める上での大きな助けになっています。

## CNFに含まれる水分の影響を調査 実用化に向けた基礎データを収集

幅広い温度範囲での機械的特性を調べるため、マイナス20℃から180℃までの何点かで、一定の温度下での引張試験を行いま

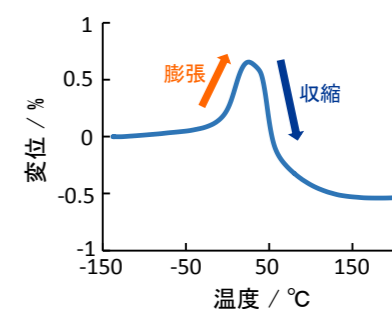


## ■恒温槽内引張試験



青い点が引張強さ、オレンジが破壊するまでの伸び。温度が上がるとともに強度が徐々に落ちていきます。

## ■線熱膨張率試験



・引張モード(全膨張法)  
・チャック間距離: 10 mm  
・荷重: 0.37 MPa  
・雰囲気: 空気  
・昇温速度: 5 °C/min

した。その結果、バラつきがあるものの、温度が上がるとともに強度が徐々に減少する傾向があることがわかりました。併せて行った水分測定では、温度が上がるとともに水分が減少し、100℃以降はその変化が横ばいになりました。セルロースは水酸基(-OH)を多く持ち、水を吸収しやすい性質があります。ゆえに、CNFに含まれる水分が蒸発することで100℃付近を境に機械的特性が変化するのではないかと考えられます。

水分による影響は「膨張」でも見られます。CNFシートをマイナス150℃から温めていくと、0℃付近で急激に膨張するのです。その後は収縮が始まり、100℃以降は変化が横ばいとなります。温めることでシート内の凍っていた水分が融け出して膨潤し、0℃以降は水分が蒸発した分、収縮するのではないかと考えられます。

もともと、セルロースは紙の原料でもあります。紙は水に弱く、濡れると寸法が安定しないものです。そのため、「CNFシートが含有する水分の状態変化が、寸法安定性などに影響を及ぼす」という今回の結果は、ある意味当然の内容とも言えますが、改めてデータとして確認することができました。今後材料として用いる場合、シートの作製条件などを追求するとともに、水分の影響を低減させる処理も必要となるでしょう。具体的には、既存のセルロースや紙の改質技術(耐水化など)の適用や、プラスチックなどほかの材料との複合化などが挙げられます。

一方、動的粘弾性試験では、マイナス100℃から200℃にかけて貯蔵弾性率(力

を加えた時の変形のしにくさ)の変化は比較的穏やかでした。これより、熱可塑性プラスチックなどと比較して、CNFは強度や弾性率において温度変化による影響を受けにくいことがわかります。CNFのポテンシャルの高さを裏付ける結果ではないかと思えます。

## 複合材料に関する共同研究を開始 過去の知見を活かして新たな製品を

自動車部品や建材への用途など、CNFとプラスチックの複合材料については国内外で活発に研究が行われており、都産技研でも平成30年度から企業と共同研究を始めています。都産技研の高分子材料分野では、植物繊維とプラスチックの複合化など、複合材料開発に関する知見が蓄積されています。今回得られた基礎物性と既存の技術シーズを組み合わせ、新たな機能性複合材料の開発に取り組むと考えています。

ヨーロッパをはじめ、環境に対する規制は各国で今後ますます厳しくなると予想されます。CNFは天然由来であり、高いポテンシャルを有する材料です。各社各業界の既存技術と組み合わせることで、思いがけない製品が生まれる可能性を秘めています。

最新情報やサンプルの入手が容易ではなく、中小企業では参入へのハードルが高いと感じるかもしれませんが、そんな時にこそ、ぜひ都産技研の技術支援メニューや共同研究を利用して情報収集や試作検討を行い、新製品開発に活かしていただければ幸いです。



表面・化学技術グループ  
研究員  
佐野 森

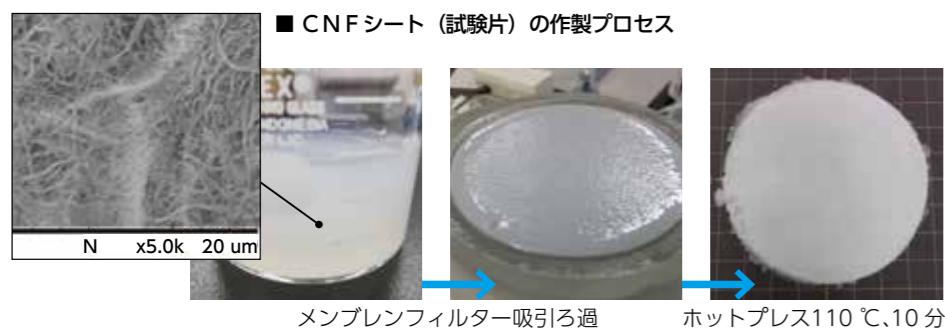
本研究は「部素材産業-CNf研究会」の勉強会にて習得したシート作製方法を用いて実施しました。記して謝意を表します。

## ■お問い合わせ

表面・化学技術グループ  
(本部)

TEL 03-5530-2630

## ■CNFシート(試験片)の作製プロセス



メンブレンフィルターにて吸引ろ過を行った後、110℃で10分間のホットプレスを経てCNFシートが得られます。