

2026 年 7 月 14 日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

湿潤環境でも形状を維持する高機能絹を開発 — セルロースナノファイバー添加飼料により 高強度・高寸法安定性を実現 —

【発表のポイント】

- カイコのエサに植物由来のセルロースナノファイバー（CNF）^{（注 1）}を添加し、高機能な絹を作製しました。
- CNF 添加により、絹糸の引張強度が約 50%向上し、その効果が撚糸や織物になった後も維持されることを確認しました。
- 水に濡れた後の乾燥過程で生じる縮みが大幅に抑制され、撚糸では従来の 4 分の 1 以下まで低減しました。
- 高強度と高寸法安定性を兼ね備えた天然由来繊維として、繊維製品や産業材料への応用が期待されます。

【概要】

絹は、軽量・高強度・生体適合性を備えた天然繊維として広く利用されていますが、湿潤環境では収縮や形状変化が生じやすいという課題がありました。東北大学大学院環境科学研究科の栗田大樹准教授、成田史生教授らの研究グループは、カイコのエサにセルロースナノファイバー（CNF）を添加することで、強度と寸法安定性^{（注 2）}を同時に向上させた高機能な絹織物の開発に成功しました。

研究グループは、CNF を添加した人工飼料でカイコを飼育し、得られた絹について単糸、撚糸、織物の各階層で力学特性と寸法安定性を評価しました。その結果、単糸で確認されていた強度向上効果が撚糸や織物でも維持されることを明らかにしました。さらに、水を吸収した後の乾燥過程で生じる収縮を調べたところ、CNF を含む絹では縮みが大幅に抑制され、高い寸法安定性を示すことが分かりました。

本成果は、天然由来材料のみを用いて絹の機能を向上させる新たな材料設計手法を示すものであり、高機能繊維やサステナブル材料の開発への貢献が期待されます。本研究結果は、2026 年 6 月 25 日に産業用繊維・高機能繊維分野の国際学術誌 Journal of Industrial Textiles に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景と経緯

絹は 4000 年以上にわたり利用されてきた天然繊維であり、優れた強度やしなやかさ、生体適合性を有することから、衣料用途だけでなく医療材料や先端機能材料への応用も進められています。一方で、絹製品は湿気や水分の影響を受けやすく、吸水と乾燥を繰り返すことで寸法変化や形状変化が生じることがあります。特に織物では、糸同士の構造変化によって縮みが発生し、品質や耐久性に影響を及ぼします。研究グループはこれまで、カイコのエサに CNF を添加することで絹の強度を向上できることを報告してきました。しかし、その効果が実際の織物レベルでも維持されるのか、また湿潤環境に対する安定性が向上するのかは明らかになっていませんでした。

研究の内容

研究グループは、植物由来のセルロースナノファイバー（CNF）を添加した人工飼料でカイコを飼育し、得られた絹から単糸、撚糸、平織物を作製して力学特性および寸法安定性を評価しました。その結果、CNF の添加により単糸のヤング率は約 67%、引張強度は約 53%向上し、この補強効果は撚糸や織物へ加工した後も維持されることが確認されました（図 1）。また、水浸漬後の乾燥に伴う寸法変化を調べたところ、単糸では大きな違いは見られなかった一方で、撚糸では収縮率が 0.43%から 0.10%へ低下し、従来の 4 分の 1 以下となりました（表 1）。特に撚糸では収縮率が大幅に低減し、高い寸法安定性を示しました。さらに、赤外分光分析の結果から、この寸法安定性の向上は結晶化度の増加によるものではなく、CNF が絹内部で分子鎖の運動を抑制し、高次構造を安定化させることで実現されていることが示唆されました。

今後の展開

本研究で示した手法は、化学処理や遺伝子改変を必要とせず、カイコのエサを変更するだけで高機能な絹を得られる点に特徴があります。将来的には、高級織物、産業用繊維、医療材料、ウェアラブルデバイス用基材などへの応用が期待されます。また、本研究は天然由来材料のみを利用した材料設計の新しいアプローチであり、持続可能なバイオマテリアル開発への展開も期待されます。

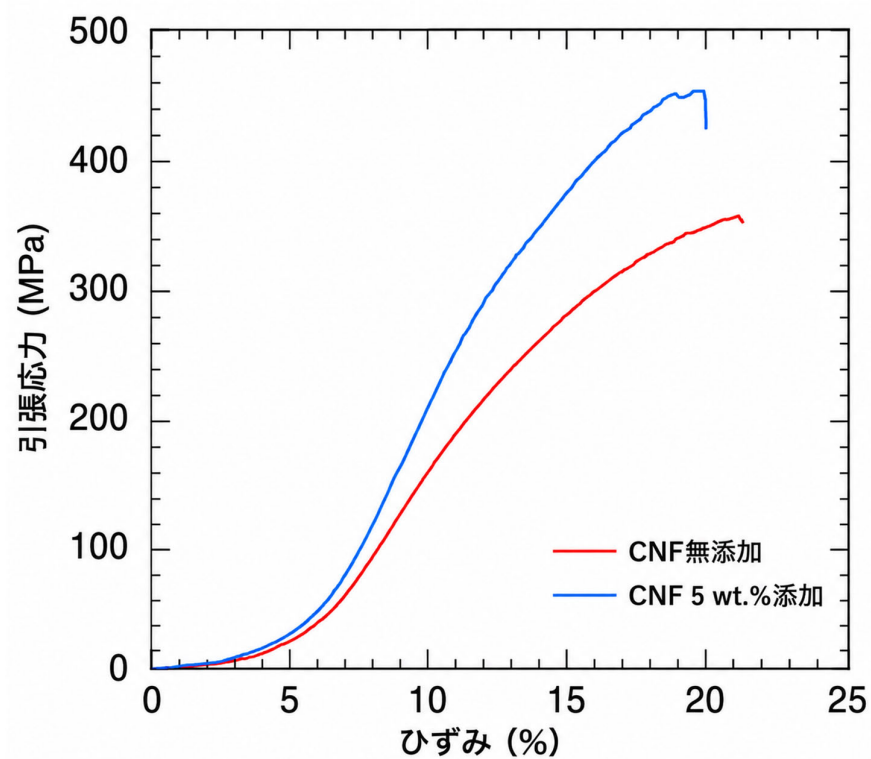


図 1. CNF 添加飼料による絹織物の強度増加

試料	収縮率 (%)
CNF無添加 単糸	0.21 ± 0.22
CNF 5 wt.%添加 単糸	0.19 ± 0.05
CNF無添加 撚糸	0.43 ± 0.12
CNF 5 wt.%添加 撚糸	0.10 ± 0.08
CNF無添加 織物	0.68 ± 0.42
CNF 5 wt.%添加 織物	0.43 ± 0.10

表 1. CNF 添加飼料による絹織物の収縮抑制

【用語説明】

注1. セルロースナノファイバー（CNF）：植物由来のセルロースをナノメートルサイズまで細くした繊維状材料。軽量で高強度なことから、次世代の環境調和型材料として注目されている。

注2. 寸法安定性：温度や湿度、水分の影響を受けた際に、材料の大きさや形状が変化しにくい性質。

【論文情報】

タイトル：Tensile Properties and Dimensional Stability of Cellulose Nanofiber-Reinforced Silk Fabrics by Silkworm Feeding

著者：Camille Moreau, Hiroki Kurita, Zhenjin Wang, Lovisa Rova, Genki Kobayashi, Mathilde Dubois, Julian Reinhart, Fumio Narita

*責任著者：東北大学大学院環境科学研究科 准教授 栗田 大樹

掲載誌：Journal of Industrial Textiles

DOI：10.1177/15280837261463657

URL：<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/15280837261463657>

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学大学院環境科学研究科

准教授 栗田大樹

TEL: 022-795-7341

Email: kurita@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学大学院環境科学研究科

情報広報室

TEL: 022-752-2241

Email: kankyo.koho@grp.tohoku.ac.jp