

開催報告 森林が資源に！新素材「セルロースナノファイバー」

蔵前工業会 バイオマスセミナー

2016.7.15 東工大蔵前会館ロイヤルブルーホール

樹木等に含まれる植物繊維から取り出した超極細繊維「セルロースナノファイバー（CNF）」が次世代の新素材として着目されています。CNFは植物由来であるので、国産資源による環境にやさしい再生可能な素材として今後の利用が期待されています。そこで、第一線でご活躍の講師による講演会と交流会を開催しました。講演会には約100名が参加され、その後の交流会では講師と参加者による熱心な情報交換がなされました。

京都大学 生存圏研究所 生物機能材料分野 矢野浩之 教授

日本製紙(株)研究開発本部 CNF事業推進室 河崎雅行 室長

[講演 I] 「セルロースナノファイバー～産業資材は裏山から～」 矢野浩之



植物の基本構成単位が細胞であることは良く知られているが、その細胞が幅4-20nmのナノファイバーで構築されていることについてはほとんど知られていない。驚くべきことに、このナノファイバーは細いだけでなく、セルロース分子鎖の伸び切り鎖微結晶で出来ているため、鋼鉄の1/5の軽さで、その5倍以上の強度を有している。また、線熱膨張係数がガラスの1/50以下と極めて小さい。さらに、可視光の波長に対して十分に細いので、光の散乱を生じない。

近年、木材などの木質バイオマスから、この結晶性ナノファイバーを取り出し、材料として使う取り組みが世界中で活発化している。セルロースナノファイバーの製造、機能化、構造・複合化に関する研究である。ナノ素材としての研究の歴史は、まだ10年ほどといったよい。しかし、この10年の動きは目覚ましい。大きな比表面積に加え、軽量、高強度、低熱膨張といった優れた特性を示すセルロースナノファイバーは、次世代の大型産業資材あるいはグリーンナノ材料として注目され、構造材料、透明材料、包装材料、フ

ィルター材料などへの開発が進み、論文発表や特許出願は2004年以降、うなぎ上りに増えている。リードしているのは、森林資源が豊かで製紙産業が盛んな北欧、北米、そして日本である。最近では、中国のキャッチアップも無視できない。

先進国の中でも森林資源が豊富な我が国では、特にセルロースナノファイバーに対する関心が高く、産官学の様々な分野から注目が集まっている。2014年3月にセルロースナノファイバーの将来展開プランについて技術ロードマップが策定された。続いて、「日本再興戦略」改訂2014において、木質バイオマスについて“セルロースナノファイバー（超微細植物結晶繊維）の研究開発等によるマテリアル利用の促進に向けた取組を推進”することが明記された（改訂2015、改訂2016にも記載）。それを踏まえ、8月にはナノセルロース（セルロースナノファイバー、セルロースナノクリスタル、およびそれらを用いた材料の総称）に関係する農林水産省、経済産業省、環境省、文部科学省、国土交通省が連携してナノセルロースに関する政策を推進することとし、「ナノセルロース推進関係省庁連絡会議」が創設された。これらの動きと並行して、2014年6月にオールジャパン体制でナノセルロースの研究開発、事業化、標準化を加速するためのナノセルロースフォーラムが発足し、現在までに、木材、製紙、化学・樹脂、自動車、電気・電子製品など幅広い分野から200近い企業の参画を得ている。

[講演II] 「CNFの実用化に向けた取り組み状況」

河崎雅行

新聞、雑誌などの製紙原料である木材パルプを利用したセルロースナノファイバー（以後、CNF）の開発が注目されている。CNFは高強度、熱寸法安定等の優れた特長を有し、バイオマス原料で安価に製造が可能であることから様々な産業分野での利用が期待され、経産省の試算では2030年に1兆円規模の市場を形成すると予測されている。

CNFの開発は現在、国内外で盛んに行われているが国内のCNF製造技術は、原料パルプを製造する製紙会社が主体となっている。北欧、北米では日本よりも早くCNF製造パイロットプラントが設置されたが、現在は日本やアジア地域での設備の設置が増加している。

CNFを製造するには、木材パルプを微細に解す（解繊する）必要があるが、水素結合で強固に結合したCNFを効率的に解繊するために様々な手法が検討されている。当社はTEMPO酸化法と呼ばれる化学的処理と機械処理を組み合わせることで実用化を進めている。この化学処理はTEMPO（2,2,6,6-テトラメチルピペリジニル-1-オキシラジカル）と呼ばれる有機触媒を用いてパルプを酸化する方法で、この処理によって幅3nmの均一な繊維幅のCNFが容易に得られる



ことを特徴としている。当社は岩国工場に設置した実証設備（2013年11月稼働、生産量30t/年）を用いて量産化の目処を立て、2017年4月に生産量500t/年の量産機を石巻工場に設置する計画である。

CNFは高い結晶性を有する繊維で、アラミド繊維並みの高強度、石英ガラス並みに良好な低熱膨張などこれまでの素材にない特性を発現する。当社ではCNFの特徴を活かした用途として、機能性添加剤、機能性シート、ナノ複合材に分類して幅広く検討している。機能性添加剤は主に食品、塗料、化粧品などの添加剤としての利用で、粘性や分散性の機能付与を目的とした用途である。既存の添加剤は分子レベルで溶解しているのに対して、CNFは結晶性を有した繊維が分散しており、既存の添加剤には無い特性を発現する。また、機能性シートはCNFを紙やフィルム等にコーティング、配合することでシート状の製品の高機能化を目的とした用途で、高いガスバリア性、低い熱膨張率性などの機能付与が可能である。さらにナノ複合材はCNFを樹脂、ゴムなどに配合し、強度や熱寸法安定性を向上させることを目的とした用途である。自動車、建材などに利用することで製品の軽量化、高強度化が図れる。

CNFの用途は多様であり、今後実用化を拡大するために、CNFの低価格化と並行してCNFを利用するユーザーとの連携をさらに強化して取り組む必要がある。また、産業用素材として重要なCNFの品質規格や安全性の評価については大学や公的研究機関と連携して進めている。



セミナー会場の風景