

# nanoforest®を通じた 社会貢献への取り組み

近藤 哲男  
Tetsuo Kondo

坪井 国雄  
Kunio Tsuboi



水の力を利用したACC法により、紙の原料であるパルプから生まれた中越パルプ工業のセルロース・ナノファイバー「nanoforest®」。このACC法の開発者である東京農工大学の近藤教授に、2017年のCSRレポートでは「ACCセルロース・ナノファイバーの可能性」をテーマにお話を伺いました。前回の対談から6年が経ち、今では様々な分野の商品に当社の「nanoforest®」が採用されるまでに至りましたが、その間、新型コロナウイルス感染症の影響やSDGsへの関心の高まりなど、社会情勢にも大きな変化がありました。そのような状況の中、当社が「nanoforest®」を通じてできる社会貢献をテーマに、近藤教授、当社の開発本部 坪井本部長の対談を東京農工大学の府中キャンパスで行いました。



近藤 哲男

国立大学法人 東京農工大学  
農学部・農学部  
環境循環材料科学 / 寄附講座・教授  
博士(工学) / 農学博士

「プラスチックを使わない」ではなく、「作ったプラスチックを循環させて、新しいものを足さずに残さないものにしましょう」ということで、これによりSDGsが定める17のゴールを目指そうということだと思います。CNFを使おうとする企業が多数ある中で、17のゴールへの向かい方も様々です。CNFを活用して実現したいゴールは実に多様化していると言えるでしょう。多様な使い手がCNFは良い素材だと欲しているのに、CNFの知識や最適な使用方法についてよく理解していないために、実用化がなかなか進まない。そのギャップを埋める必要があると感じています。

## CNFを取り巻く 社会環境の変化

**坪井：**前回の対談当時(6年前)に比べ、最近はお客さまが求めるセルロース・ナノファイバー(以下:CNF)への期待が変わってきたように感じます。樹脂と混練すれば強度が上がるといったような、単なる補強材料という見方から、非石油由来のサステナブルな原料という見方をするお客さまが増えてきたように感じます。これは、近年の環境意識の向上や、SDGsへの関心の高まりの影響だと思われます。そのような流れから、当社としてもCNFを通じて、いかに社会のお役に立てるのか? といったことを意識した開発を心掛けるようになってきました。

**近藤：**CNFが誕生して既に20年が経過していますが、その有用性が社会的に持てはやされてきたのは最近のことです。前回の対談当時は、ACC法により製造されたCNFが、他の製造方法にない独自の性質を持つことから、その可能性についてお話させていただきました。しかし近年、SDGsが産業界で取り上げられるようになってきて、社会のCNFに対する意識も変わってきています。国が牽引し、紙パルプ産業が主体となっていた方向から、環境意識の高まりにより、もっと広く、社会から要求されるようになってきたのです。産業界に新しい素材が登場し、そこに近年のSDGsが追い風となり、今のCNFへの期待を支えている、そんな状況にあるのではないのでしょうか。

SDGsなど最近の環境意識では「作ったものを残さない」という考え方ですが、これをプラスチックに例えるのであれば、

## より実践的な研究に 取り組む決意

**近藤：**私は昨年、九州大学から東京農工大学(以下、農工大)へ移ったのですが、それは研究のスタンスをより実践的な方向へシフトさせるためです。九州大学は基礎研究のためには素晴らしい環境です。しかし、ACC法で作られたCNFを世の中に普及させ、社会に貢献していくためには、東京という多くの企業とコンタクトが取りやすい場所でないとならざるを得ないのではと思った次第です。ACC-CNFの活用を真剣に考えている企業の人たちの知識を深めたり、ACC-CNFと企業の懸け橋となるような優秀な人材を多く輩出したりすることが私の役割だと思うのです。そうした想いで寄附講座の開設をしたいと中越パルプ工業さんに相談したところ、多大な協力を得ることができました。



坪井 国雄

中越パルプ工業株式会社  
開発本部 本部長  
博士(農学)



また、現在の日本の大学における研究レベルに危機感を抱いていました。大学の教育システムが変化するなどして、自分の身を賭して研究に打ち込みたいといった情熱が失われていると感じるのです。若手にチャンスを与えなければいけないとよく言われますが、成熟した世の中では、優秀な人材は定年制を無くして長く活躍してもらい、一方で優秀な若手には活躍の機会を与え、育成する。その両輪がなければ、科学の発展は望めないと思います。寄附講座のような、挑戦的なことができるフレキシブルな組織を大学の中に作ることで、大学に自由な雰囲気を持たせたい。それができる大学はどこかと考えたとき、農工大のような大学がより発展的に動けるのではという期待を込め、これらの構想を農工大の学部長や事務局長にもお話ししたところ、賛同を得られたことから拠点を移すことにしました。

ACC-CNFの実用化に向けて、いろいろな企業と行き来しやすいということに加え、自由な空気、自由な雰囲気を大学に作り、CNF研究はもちろん、それ以外の研究に対しても、優秀な人材を輩出する組織を作りたい。そのような想いが強かったですね。

## 「みどりの食料システム戦略」とnanoforest<sup>®</sup> CNFの葉面散布で植物を守る

**坪井**：他社を含め以前から検討が行われているCNFと樹脂との複合化は、例えば自動車部材に適用した場合、樹脂の強度が向上することで少ない量の樹脂で同程度の強度を持つパーツを作成することが可能となります。それにより、車体を軽量化することができ、燃費向上、CO<sub>2</sub>削減に繋がるというものです。このような環境を意識した取り組みは以前より行われていましたが、当社では、独自の取り組みとしてCNFの農業利用を進めています。

CNFは植物が産生する天然素材です。当社のCNF製造法であるACC法は、水とパルプしか使いませんので、まさに天然状態のCNFを製造している訳です。この特徴をより有効に利用できるのが、農業ではないかということで、土に撒いたり、葉っぱに掛けたり、いろいろ試した結果、

植物葉面にCNFを散布すると、病害から植物を保護できることを見出しました。葉の表面にネット状に広がって付着したCNFが、葉内部への病原菌の侵入を物理的にブロックします。さらに、葉表面に付着したCNFは、葉表面の性質を疎水性から親水性に変えます。これはACC-CNFの特徴でもある両親媒性の効果によるものです。

簡単に言うと、葉っぱの表面は水を弾く性質があるのですが、これを弾きにくくします。そうすると、葉表面に付着した病原菌が、葉っぱの上だと認識できなくなってしまう、感染行動を起こさなくなるのです。このメカニズムについては筑波大学との共同研究で解明を行い、学術論文にもなっています。

このような検討を進めていたところ、一昨年前に農林水産省が「みどりの食料システム戦略」という施策を策定しました。これは農産物の生産性向上と持続性の両立を目指すという取り組みで、化学農薬の使用量低減も目標の一つに掲げられています。CNFの葉面散布による病害防除が、この目標達成の一助になればと思い、現在、第三者を用いた効果確認試験に加え、農家さんや大手農業法人での圃場試験などを進めています。ただ、他の製品とは違い、効果の確認には非常に時間が掛かります。苗を植え収穫するまで半年近くかかりますし、実際の圃場では猛暑やゲリラ豪雨などの自然環境による影響もあるので検証は難しいのですが、着実に結果は出てきていますので、この取り組みを進めることで、化学農薬の使用量低減に寄与できると考えています。天然素材のCNFで農作物を病害から守ることで、それを食する人にも、環境にも優しい農作物の生産を通じ、社会に貢献できたらと思っています。

**近藤**：ACC法で作られたCNFで葉の表面特性が変わり、病原菌の侵入を防ぐといった予防的な商品に対しては、専門にできるような方々を巻き込んで進めていかなくてはならないでしょうね。ACC-CNFは、他の方法で作られたCNFとは差別化されていて、他にはない優れた特徴があります。今までいろいろな場でお話してきましたが、ACC-CNFは他社のCNFに比べ「両親媒性」が高いという特徴がある。それに安全性も証明されている。なので、例えば食べ物や薬に混ぜても良いし、あるいはプラスチックもそうですし、いろいろな物に混ぜることができ、医薬・医療にも安心して使える。そんなことが可能なCNFを製造して

いる中越パルプ工業さんには、自信を持っていただきたいです。両親媒性を持つCNFを作れるのは、現状ではACC法だけなのですから。

## 「プラスチック資源循環促進法」とnanoforest<sup>®</sup> CNFを用いて廃プラスチックの リサイクル性能を上げる

**近藤**：廃プラスチックの有効利用率の低さや環境汚染の問題などを受けて、「プラスチック資源循環促進法」が少し前に制定されましたよね。現状、日本でプラスチックは年間約1,000万t生産されていますが、材料樹脂としてリサイクル利用されているのは23%に過ぎず、残りの約70%は燃焼されています。要するに、毎年700万tのプラスチックが燃やされ、CO<sub>2</sub>を排出しているわけです。これは端的に言うと、現状では有効なリサイクル方法がないからです。そこで私はACC法で作られたCNFを用い、廃プラスチックのリサイクル率を上げ、資源循環型社会を構築するための研究を行っています。中越パルプ工業さんで製造販売している「両親媒性」のCNFを添加して再生してやると、性能が上がるという、実用化に向けた研究です。プラスチックのリサイクルを、成形加工と破壊の繰り返しで再現した実験に私たちの方法を用いると、再生を繰り返すに連れ、プラスチックの性能が上がるということが分かってきました。3回のリサイクルで最高レベルのプラスチックになったのです。この研究は画期的な発想であり、リサイクルにおけるこれまでの常識を覆していると言えるでしょう。

プラスチックを水の中に入れ、そこに両親媒性のACC法で作ったCNFを入れてやると変化が起こります。CNFがプラスチック粒子の表面に付き、水を弾く疎水性のプラスチックを、水になじみ易い親水性に変えるのです。再生プラスチックの研究には、この特徴を利用しています。例えば、水の入ったガラス容器の中に、プラスチック（ポリプロピレン）の粒を入れてやると、粒は水面に浮き、容器の中心に集まってきます。そこにACC-CNFを入れると、プラ粒子にCNFが付着して親水性になり、容器の真ん中に集まっていたプラ粒子が、ガラス容器の縁に集まってきます。この実験を見せると、皆さんとても驚かれます。これは中越パルプ工業さんのACC法で作られたCNFだから実現できるの

ですよ。

**坪井**：CNFの葉面散布による病害防除も、再生プラスチックのリサイクル性能の向上も、ともに「両親媒性」の特性を持つ、当社のCNF「nanoforest<sup>®</sup>」だからこそできるということですよ。

**近藤**：繰り返しになりますが、ACC法で作ったCNFは優れたものであるという確信を持っていますので、それを作り、売っている中越パルプ工業さんには自信を持ってほしいです。CNFをたくさん使って効果を出そうという考え方もありますが、ACC-CNFは少量の利用で十分な効果を出すことができると私は考えています。多くの人が「そんなCNFの活用は夢みただい」と言いますが、それは彼らが、自分たちの常識を超えられないからです。他のCNFに取り組む企業を見渡しても、新しい発想で取り組んでいるところは極めて少ない。中越パルプ工業さんは、この両親媒性を持つCNFという独自の機能を、少量で活かすということにも着目して考えていただきたいと思います。もっと、もっと、両親媒性の機能を果たすには、どう使ったら良いか、そういったことを強く全面に出して、中越パルプ工業さんのCNFの独自性を差別化していただきたいと思います。

**坪井**：ACC法で作成したCNFの「両親媒性」の可能性をもっと追求し、nanoforest<sup>®</sup>で世の中を変えてやるという意気込みで頑張っていきたいと思っています。近藤先生、本日はありがとうございました。

