

## 完全に水再分散する セルロースナノファイバー粉末製造技術の紹介



研究室紹介

能木 雅也\*

Powder preparations for water redispersible cellulose nanofibers

Key Words : nanocellulose

私達は、大阪大学産業科学研究所において、セルロースナノファイバーならびに木質材料に関する研究を幅広く行っている。近年、私たちは、コンパクトで持ち運びしやすいセルロースナノファイバー乾燥粉末 (CNF パウダー) を開発した (図1左上、参考文献1)。この CNF パウダーを水にまぜると、無色透明を保ったまま (図1右上)、霧吹きしても液だれしなくなる (図1下)。そのため、この CNF パウダーは、化粧品やサニタリー用品での増粘剤としての利用が期待される。本稿では、その製造技術に関して簡単に紹介する。

2006年、Saitoらが発表した、電気が反発する力を利用してつくられた TEMPO 酸化 CNF は、幅 2-4 nm と CNF の中でも最も微細なナノファイバーである (参考文献2)。このように超微細な繊維が水中で均一分散すると、霧吹きしても液だれしないという機能が発現する。例えば、水のようにサラサラした液体を霧吹きすると、着弾した後に液だれする (図2a)。液だれしないように増粘剤を加えると、粘度が高くなりすぎて、霧吹きできなくなることがある (図2b)。一方、TEMPO 酸化 CNF を加えた水は、ノズルを押すと一時的に粘度が小さくなって吐出され、着弾すると粘度が大きくなって、液だれを防ぐ (図2c)。TEMPO 酸化 CNF がもたらす、粘度が大きく変化するというこの性質は、多くの増

粘度と比較しても、極めて特異的な性能である。したがって TEMPO 酸化 CNF は、増粘剤として既に実用化されている。

しかし TEMPO 酸化 CNF は、一般的に固形分数 %・水分 90% 以上というペースト状態で流通しており、過剰な水分が流通・保管コストを増加させる。この CNF ペーストを 110℃ のオーブンで乾燥させて脱水すると、非常に体積が小さくなるが (図3左)、水に加えても均一再分散せず、白濁した液体となり (図3中、瓶の後ろのラインが見えない)、また、吐出されて着弾しても、粘度が大きくなり、液だれしてしまう (図3右)。

CNF パウダーを作る方法として、CNF ペーストを凍らせ、凍った水を昇華させる (凍結乾燥) という方法がある。この CNF パウダーを水に加えると、CNF が液中で均一分散するので、無色透明な液体となり (図4中)、霧吹きしても液だれしない (図4右)。しかし、凍結乾燥は体積収縮させないように脱水する方法なので、CNF パウダーは非常に嵩高く (図4左)、CNF パウダーが静電気によって周囲に付着するため、ハンドリングが非常に難しい (図5左)。

私たちは、CNF ペーストをエタノールなどエタノールに浸漬して脱水・凝固させ、凝固させたものを風乾して、CNF パウダーを作製した (参考文献3)。このプロセスにおいて、CNF ペーストをエタノール中で軽く凝固させているため、得られた CNF パウダーは、適度な密度を保ち、静電気でも回りに付着することはない (図5右)。そして、この CNF パウダーを水に加えると、CNF が水中で均一分散するので、無色透明な液体となり (図1右上)、霧吹きしても液だれしない (図1下)。

このように、従来 CNF は水中均一分散した状態を保持するため、低濃度なペースト状で準備されて



\* Masaya NOGI

1973年12月生まれ  
名古屋大学大学院 生命農学研  
現在、大阪大学産業科学研究所  
教授 博士 (農学)  
専門 / 木質材料  
E-mail : nogi@eco.sanken.osaka-u.ac.jp



いた。その CNF ペーストを、水中再分散できる粉末状に乾燥させる方法として凍結乾燥が知られており、私たちは、新たに有機溶媒で置換・濾過回収・風乾させる方法を提案した。いずれの CNF パウダーも、水中に完全再分散し、液だれしないという特異的な粘性挙動を保持した。しかし両者を比較すると、私たちが開発した CNF パウダーは、コンパクトでボリュームが小さく・帯電の影響も受けなため CNF ペーストが抱えていた運搬・保管の課題を解決できた (図 6)。



図 1 左上：開発したコンパクトな CNF パウダー、右上：水に混ぜると無色透明な液体に、下：霧吹きしても液だれしない

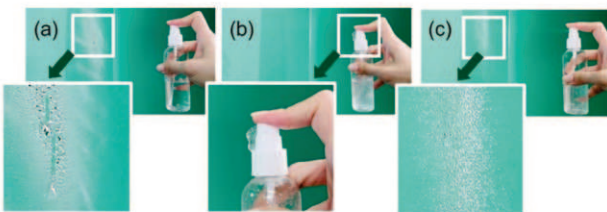


図 2 a) 水を霧吹きすると液だれする b) 粘度の高い液体は吐出されない c) 水に CNF を 0.5wt% ほど加えると、霧吹きしても液だれしない

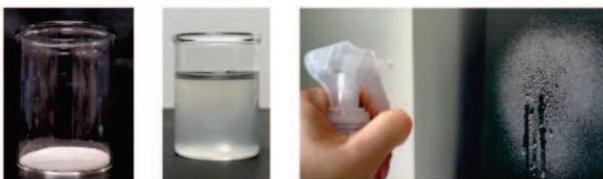


図 3 110°C オープンで乾燥した CNF パウダーの外観 (左) このパウダーを水に加えて再分散すると白濁不透明な液体になり (中)、霧吹きすると液だれする (右)



図 4 凍結乾燥で作製した CNF パウダーの外観 (左) このパウダーを水に加えて再分散すると無色透明な液体になり (中)、霧吹きしても液だれしない (右)

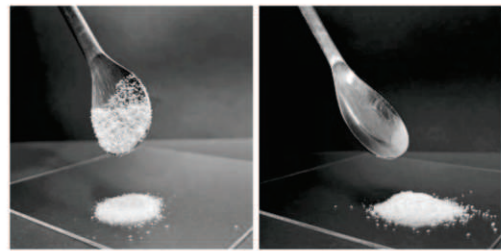


図 5 (左) 凍結乾燥で作製した CNF パウダーは、静電気によって周囲に付着する (右) エタノール置換した CNF パウダーは、帯電の影響を受けず、ハンドリングが容易である



図 6 同じ CNF 乾燥重量サンプル (左) 一般的に流通している濃度 2wt% の TEMPO 酸化 CNF ペースト (中) 凍結乾燥で作製した CNF パウダー (右) エタノール置換した CNF パウダー

### 参考文献

- 1 Yagyu et al. 2023  
<https://doi.org/10.1002/marc.202300186>
- 2 Saito et al. 2006  
<https://doi.org/10.1021/bm060154s>
- 3 [https://youtu.be/xLfPd0ML\\_A4?si=uUPPjAcLX21xG\\_BO](https://youtu.be/xLfPd0ML_A4?si=uUPPjAcLX21xG_BO)