

セルロースナノファイバーの製法と応用

Preparation and Applications of Cellulose Nanofibers

磯貝 明

キーワード：ナノセルロース、TEMPO、複合化、完全ナノ分散化、木質バイオマス

Keywords: Nanocellulose, TEMPO, Composite, Complete nanofibrillation, Wood biomass

1. はじめに

20世紀には化石資源のエネルギーあるいはマテリアル利用が進んだ結果、大気中の二酸化炭素濃度の増加、生分解性のないゴミの焼却処理、それらによる地球温暖化がグローバルな課題となっている。大気中の二酸化炭素を吸収－固定化するのは、成長段階の樹木に代表される植物であり、再生産可能な資源である植物バイオマスの質的・量的利用の拡大が求められている。日本は国土の約66%が森林であり、豊富な針葉樹・広葉樹資源を有している。しかし、国産材の需要量が低下し、また、林地は急斜面が多いため、安定的な成熟材および間伐材の伐採－搬出が進まず、多くが未利用のまま放置されている。日本では人口が減少しつつあり木造住宅の着工率が減少し、情報媒体としての紙の使用量が低下していることも、木質バイオマス利用が進んでいない要因である。伐採－搬出－利用－植林の循環が進まないことにより、結果的に樹木による二酸化炭素の吸収－固定化も効果的に進んではいない。

現在、日本の利用木材の約70%が輸入材であり、国産材利用比率が向上しないのは、安定供

給と特性に課題があるためでもある。したがって、木質バイオマスの新しい利用分野の拡大、特に国産の針葉樹間伐材・端材から先端部材として利用可能な素材に変換することで、新しい木質バイオマスのマテリアルとしての利用分野の開拓が必要である。

植物細胞壁主成分は多糖であるセルロース、ヘミセルロースと、疎水性で複雑な構造を有しているリグニンからなる。セルロースは細胞壁主成分の約50%重量を占めており、その高強度・高安定性によって風雨・重力に耐え、樹体の生命を維持している。

2. 植物セルロースの階層構造

ほとんど全ての陸上植物細胞壁中のセルロースは、直鎖状のセルロース分子約 $6 \times 6 = 36$ 本が規則的に束ねられた、すなわち結晶性のある幅約3nmの「セルロースマイクロフィブリル」をセルロース分子に次ぐ最小エレメントとしている。この鉄筋のようなセルロースマイクロフィブリルに、非晶性のヘミセルロースと、同じく非晶性で疎水性のリグニンが細胞壁中で充填され、分子からナノレベルの複合体を形成している(図1)。

すなわち、セルロースマイクロフィブリルは、植物細胞壁主成分として、地球上で最大の蓄積量で最大の年間生産量のバイオ系ナノファイバーである。しかし、セルロースマイクロフィブリル

2017年2月1日受付

ISOGAI Akira

東京大学 大学院農学生命科学研究科 生物材料科学専攻