

### 7-1-2 セルロースナノファイバーの特性

セルロースナノファイバーの主な特性として、高比表面積、高強度、高弾性率、低熱膨張率、生分解性、生体適合性、可食性などがあげられる。表7-2に各種繊維の物性を示すが、セルロースナノファイバーの引張強度は3,000MPaで、ガラス繊維、パラ系アラミド繊維と同等である。引張弾性率は140GPaで、ガラス繊維、ケブラー29(パラ系アラミド繊維)のほぼ2倍という高強度、高弾性率を有している。幅は3~4nmとカーボンナノチューブに次ぐ細さで、

表7-2 各種繊維の物性

アスペクト比は500以上と非常に高い。線熱膨張率は

項目	CNF	ガラス繊維 (Eグラス)	PAN系 炭素繊維	パラ系アラミド繊維	
				ケブラー29	ケブラー49
密度 (g/m <sup>3</sup> )	1.5	2.6	1.76	1.44	1.45
引張強度 (MPa)	3,000	3,200	3,530	2,920	3,000
引張弾性率(GPa)	140	75	230	71	112

注) CNF:セルロースナノファイバー

高結晶性を反映して0.1ppm/K程度と極めて低く、石英ガラスに匹敵する。またセルロースは250℃まで熱分解しない耐熱性を有している。紙を100℃以上で加熱すると茶色に変色することがあるが、これはセルロース以外の添加物に変色しているためで、セルロースは殆ど変化しない。

セルロースナノファイバーが有する3,000MPaの強度、140GPaの弾性率は、結晶の強度、弾性率である。セルロースマイクロフィブリルは結晶領域と非晶領域で構成されており、結晶化度が低いため繊維としての弾性率は結晶弾性率を下回る可能性がある。またセルロースナノファイバーにはマイクロフィブリルの集合体も含まれるため、界面の構造の乱れなどを考慮すると、繊維としての強度は結晶のそれより低いとみられている。マイクロフィブリルとナノファイバーの物性は測定が難しく、正確な値を出すのは困難である。セルロースナノファイバーはセルロース分子の伸びきり鎖で構成されているため、セルロース結晶の物性には及ばないが、ランダムコイルや折りたたみ構造の汎用高分子よりはるかに高い強度と弾性率、低い熱膨張係数を有している。

### 7-1-3 植物細胞壁の階層構造

図7-1にセルロースフィブリルの階層構造を示す。木材セルロースは、