

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 佐々木 智一

### 論文題目

原子間力顕微鏡によるクラフトパルプ繊維表面における微細構造の解析

### 1 緒言

クラフトパルプ表面には、ナノメートルスケールの微細構造（フィブリル）が存在することが知られているが、分析手法が限られているために、それがどのような構造をしているのかは未解明のままである。本研究では、原子間力顕微鏡（AFM）による観察によって、このフィブリルの構造をナノメートルスケールで把握するとともに、フォースカーブ測定を適用することによって、完全漂白針葉樹クラフトパルプ最表面の物理的特性に関して新たな知見を得ることを目的とした。

AFM コンタクトモードによるクラフトパルプ表面の水中での直接観察では、十分に明瞭な像を得ることは出来なかった。この原因として、走査中に探針の試料表面に及ぼす力によって試料表面が変形したためではないかと考えられる。このことはフォースカーブ測定の結果、大気中の AD パルプが変形しにくい表面を持つものに対して、水中のパルプは変形しやすい表面を持つことによって明らかとなった。

ついで、臨界点乾燥(CPD)パルプの大気中観察を試みている。臨界点乾燥法は、乾燥時に試料にかかる力が小さく、表面変形の少ない乾燥法として用いられており、CPD パルプの大気中観察によって、水中のパルプに準じた変形の少ないパルプ表面の情報が得られると期待された。その結果、ある程度明瞭なフィブリル像を得ることが出来た。しかし、フォースカーブ測定によると、大気中の CPD パルプ表面も水中のパルプ表面ほどではないが、

変形しやすい性質を持つことには変わりがなかった。変形が得られる AFM 像に及ぼす影響についてより詳細に検討するために、試料の同一部分を走査方向を変えて得たトレース像とリトレース像の間の同一性を、それぞれの像の走査断面形状の比較によって検討している。その結果、大気中の CPD パルプのトレース像とリトレース像の同一性としては、水中のパルプと大気中の AD パルプの中間的な値を得ている。

走査中に起こる変形を抑えて CPD パルプの一層詳細な AFM 像を大気中で得ることを目的として、通常 SEM 観察に用いられる金属 (Pt/Pd) コーティングを行い、AFM 観察時における表面の変形を抑える方法について検討している。その結果、コーティングしない CPD パルプで観察されたフィブリル幅が 15~25nm であったのに対して、予め FE-SEM 観察と同条件で金属コーティングした CPD パルプでは 30~100nm の幅を有するフィブリルが観察された。このフィブリル幅は、これまでに FE-SEM で CPD について観察されているものと同程度であった。コーティングした CPD パルプで太いフィブリルが観察された理由について検討した結果、コーティング膜厚だけでは説明できず、もともと CPD パルプに存在した変形しやすい太いフィブリルが、コーティングによって表面が固められた結果、AFM 観察で確認されるようになったことによると結論している。さらに、コーティングした CPD パルプ表面のフィブリル上に、周期約 10nm の周期構造が存在することを、既往の報告よりも一層明確に確認している。

以上、本研究はパルプ繊維表面を AFM によって詳細に観察し、繊維表面最外層の微細構造を明らかにしたものであり、パルプ製紙科学にとって極めて有用な知見を提供するのみならず、セルロース科学にとっても貴重な基盤的知見を得ており、木材科学の基礎および応用上有用である。よって、審査委員一同は、本申請者が博士(農学)に相応しいと認めた。