

論文の内容の要旨

生物材料科学専攻

平成 16 年度博士課程進学

氏 名 新村 博

指導教員名 松本 雄二

論文題目 植物柔組織セルロースの存在形態に関する研究

セルロースは結晶性の微細繊維すなわちマイクロフィブリルとして生物によって合成され、その結晶構造と大きさは産生細胞の表層にある合成酵素複合体の構造に支配され、高等植物ではロゼットと呼ばれる複合体が 3.5 nm 幅のマイクロフィブリルを作ると考えられてきた。しかしマイクロフィブリル幅の正確な値は電子顕微鏡観察では決定できなかった。本研究は近年発達した原子間力顕微鏡 (AFM) を活用して、超微細セルロースフィブリルの存在を実証しその特徴を解明したものである。研究対象として食用果実の果肉をはじめとする高等植物柔組織を取り上げた。これらは発生学的に木材細胞の一次壁に類似した組織である。木材細胞二次壁においてはセルロースマイクロフィブリルが平行配列して様々な大きさの束を形成するが、一次壁はランダム配向した分散性のセルロースマイクロフィブリルからなっていることを示唆する知見が多数あり、本研究はこれを集中的に検討することにより、新しい形態のセルロース原料を探索し、それらの特徴を解明した。

果実果肉をはじめとする高等植物の柔組織を、4% 水酸化ナトリウム-2% 亜塩素酸ナトリウムという穏和な処理で得られた水不溶の多糖物質は、いずれも特徴的なフィブリルを与え、それらの主成分は X 線回折および赤外吸収スペクトルによりセルロースと同定された。重要なことは、通例のセルロース定量法 (α セルロースの調製) で行われる強アルカリ処理 (18% KOH など) を避け、4%NaOH 処理を用いたことである。これによって結晶変態を起こさないセルロースの抽出が可能となり、微細な天然セルロースの直接観察と分析を行うことができた。この手法を果実組織および木材の幼弱組織に適用した結果、下記の諸点が明らかとなった：

1. すべての食用果実は幅 2.0 nm 以下のセルロースフィブリルを含む。
2. 葉肉、花弁などの非可食柔組織も同様のフィブリルを含む。
3. 上記フィブリル試料の巨視的な分散状態 (懸濁液における沈降性) は試料により大きく異なる。分散性の良いもの (粘質物を与えるもの) は、果肉ではオレンジ、カキ、モモ、他の組織ではアマトウガラシ果皮、カカオ果皮であった。

別紙 その2

4. 幅 2 nm 以下のフィブリルはセルロース分子鎖の本数にして 10 以下を意味する。これは一次壁系の組織においてはセルロース合成酵素の単位がロゼットではなく、それよりも小さな単位 (Subunit) であることを強く示唆する。
5. 五月初旬にマカンバ形成層から得られた不溶性多糖は長さ 10~50 nm、幅 1.0 nm 程度の湾曲したフィブリルであった。これらは一次壁セルロースの初期生成物の可能性がある。

このように高等植物セルロースの微細構造したがってその合成機構には従来の通説には収まらない多様性があり、未利用のバイオマスから得られる幅 1~2 ナノメートルのセルロースは新しいナノファイバー資源の可能性を与えることが明らかとなった。

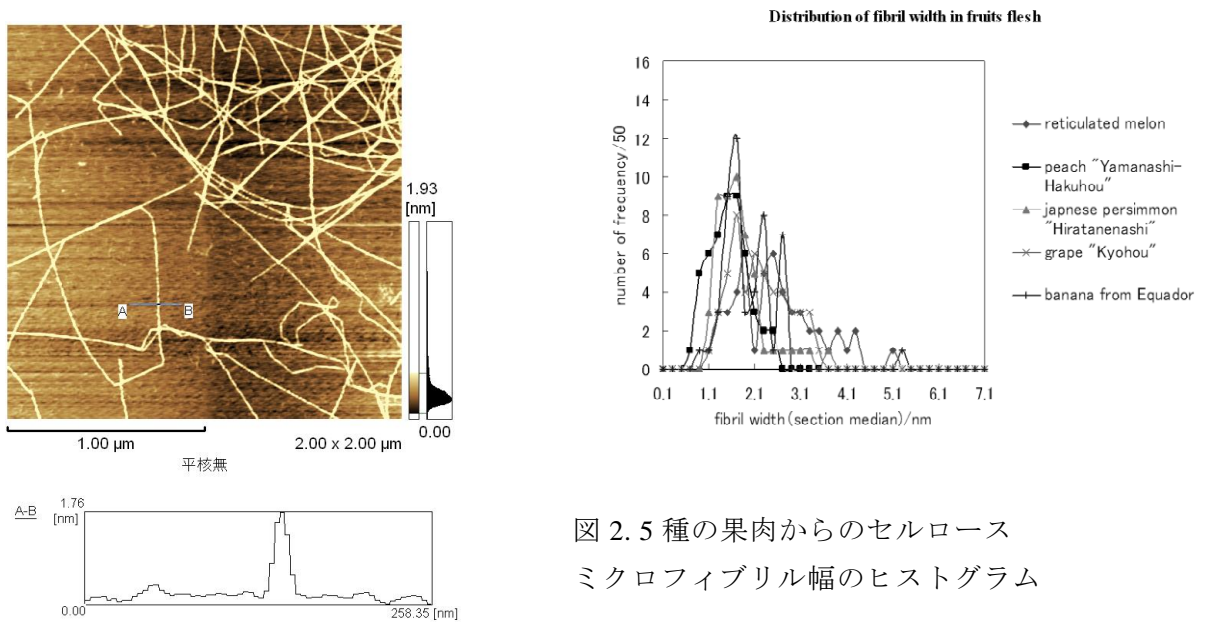


図 1. カキ果肉からのセルロースの AFM 像

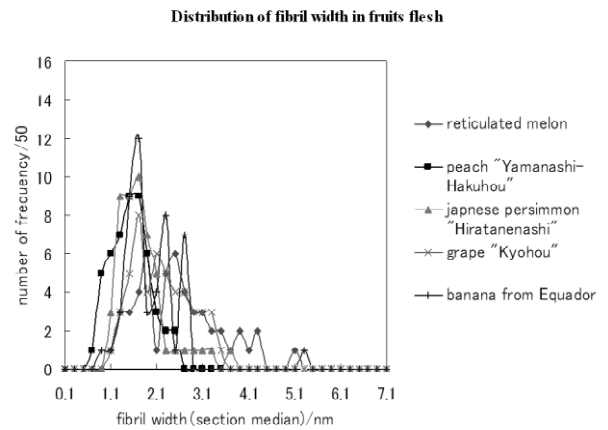


図 2. 5 種の果肉からのセルロースマイクロフィブリル幅のヒストグラム