

微粉碎化技術を応用した木質高機能膜の形成に関する研究

デジタルものづくり課 丹保浩行*1、鍋澤浩文

農林水産総合技術センター木材研究所 藤澤泰士、鈴木 聡、桐山 哲

1. 緒言

セルロースナノファイバー (CNF) は、環境に優しい次世代の材料として着目され、チキン性を負荷するゲルや添加剤、あるいはその強い強度から補強剤として様々な応用が試みられている。一方、スギ木粉の製造に関する研究において、スギ未成熟部辺材は組織的に微粉碎されやすいこと、この木粉を原材料にして適切な条件で混練型 WPC 用コンパウンドを製造すると木粉は顔料オーダー (10 μm 以下) まで微細繊維化できることが報告され、混練型 WPC 用コンパウンドなどの応用技術が開発されてきた。しかし、この微粒子だけではお互いに結合することは無く塗膜にすることは出来なかった。木粉の一部を、リグノセルロースナノファイバー (LCNF) にすることで CNF とリグニンの特長とを持たせることができ、バルク木材より優れた特性を示す膜を作製することができると考えられる。これまで、ナノファイバー化したスギ辺材から木粉塗料を形成し、この塗料を用いて作製した木質膜は、木材由来の構造による優れた断熱性を示すことを報告してきた。その応用として、住宅内装における暑熱対策用の塗料やその風合いを活かした工芸的な高級品などが挙げられる。そこで本研究では、木粉塗料の製造技術の開発を目的に、①木粉塗料の製造条件、②木質膜の形成方法、③木質膜の性状分析を実施し、LCNF を含む木粉塗料とそれを用いた木質膜の形成技術について検討した。

2. 実験方法

スギの辺材と心材を粉砕・分級した木粉を原料とした。メッシュは 200 (目開き 75 μm)、150-200 (目開き 100-75 μm)、60-100 (目開き 250-150 μm) を用いた。LCNF を形成するために、グラインダー処理は増幸産業株式会社製 MKCA6-2J を用いた。レオロジー特性の評価には、Anton Paar 社製 MCR302 を使用した。

3. 実験結果および考察

図 1 に目開き 75 μm の篩を通過した木粉の赤外吸収スペクトルを示す。辺材と心材のスペクトルで大きな差異はなく、3400 cm^{-1} 付近に OH の伸縮および 2900 cm^{-1} 付近に CH の伸縮に帰属されるピークなどが確認され、セルロース、ヘミセルロース、リグニンの存在が示唆された。

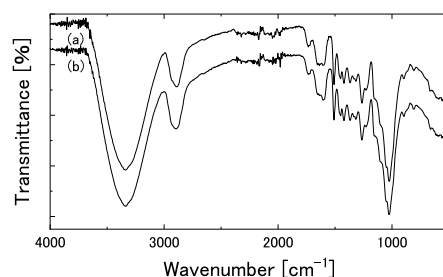


図 1 木粉の赤外スペクトル(a)辺材、(b)心材

目開きを通過した木粉の懸濁液にグラインダー (磨砕砥石) 46#で 1 回処理後、80#で 10 回処理を行った。図 2 に共軸円筒型システムにより測定した濃度 2%に希釈した木粉懸濁液のレオロジーを示す。

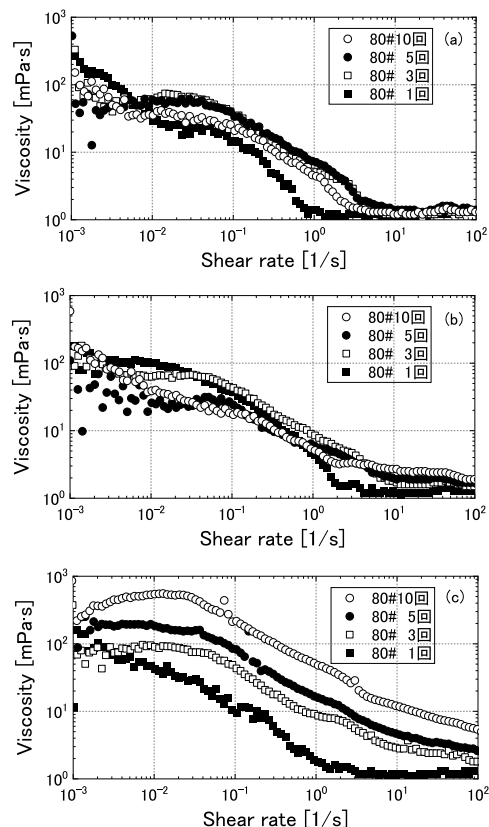


図 2 グラインダー処理した木粉懸濁液粘度のせん断速度依存性 メッシュ(a)200、(b)150-200、(c)60-100

組織的に耐衝撃性が弱く、繊維状に微粉碎された木粉部分が小さい目開きを通過する。目開き 100 μm 以下を通過した木粉は、グラインダー処理回数を増加しても、粘度に大きな違いは確認できなかった (図 2(a),(b))。一方、目開き 250-150 μm を通過した木粉は、処理回数を増加するにつれて、粘度は増大することがわかった (図 2(c))。

*1 現 生活工学研究所

微粉碎されやすい辺材中に存在している耐衝撃性が強い木粉部分がグラインダー処理により、ファイバー形態を維持しながら解繊され、木粉ファイバーによるネットワークが液中で形成されたためであると考えられる。いずれも、擬塑性流動（シアシニング）のような曲線を描いているが、詳細な評価を行うためには乾燥した木粉の重量を測定して、同じ濃度の木粉塗料にする必要がある。

電界放出形走査電子顕微鏡（FE-SEM）を用いて観察した木粉の SEM 像を図 3 に示す。木粉の凝集抑制のため、凍結乾燥を用いて膜を形成し、この膜に Pt コートした。

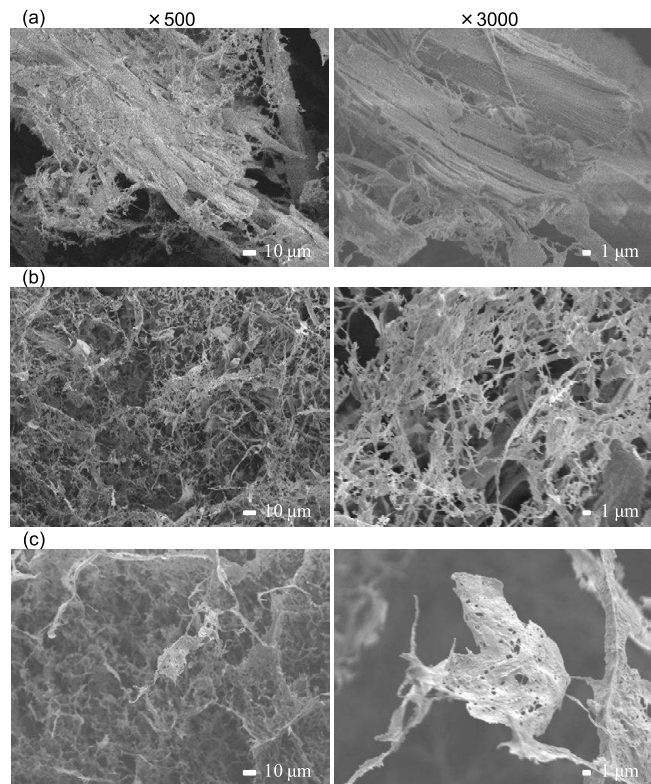


図 3 グラインダー処理した木粉の SEM 像
(a)1 回、(b)3 回、(c)10 回

SEM 像より、80#処理回数 1 回するとき、幅 100 μm 以上の木粉が観察された。処理回数 3 回ときには、木粉の

幅が解繊により短くなり、ナノファイバー化していることを確認できた。処理回数が増加するにつれて、木粉の微細化が進み、微粉体表面にナノサイズの幅を有するファイバーが存在していることがわかった。

目開き 250-150 μm を通過した木粉と水のみを用いてグラインダー処理した懸濁液をアルミニウム板上にキャストし、加熱して、木質膜を作製した。木粉（木質膜）に対する X 線回折を θ -2 θ スキャンで行った。得られた強度をセルロース(200)で規格化した結果を図 4 に示す。

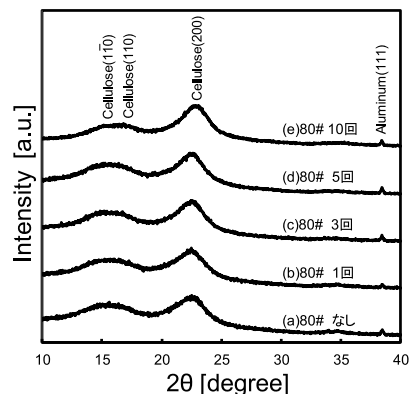


図 4 グラインダー処理した木粉の X 線回折パターン
(a)なし、(b)1 回、(c)3 回、(d)5 回、(e)10 回

処理回数を増加するにつれて、回折ピークはセルロース(200)に由来する 22.8°付近にシフトした。ナノファイバー化したセルロースの長軸が面内方向に配向して堆積していき、木質膜が形成されたためであると考えられる。

4. 結言

木粉のグラインダー処理により、部分的にナノファイバー化した木質膜を作製した。大きい目開きを通過した木粉の処理回数を増加するにつれて、木粉懸濁液の粘度は増大し、木粉の幅は短くなり、木質膜の X 線回折ピークはシフトし風合いはなめらかになった。木と水のみで製造できる木粉塗料の応用が期待される。

キーワード：木粉、リグノセルロース、ナノファイバー、微粒化、グラインダー

Study on High Performance Wood Films Prepared by Milling Process

Digital Manufacturing Section; Hiroyuki TAMBO*¹ and Hirofumi NABESAWA

Forestry & Fisheries Research Center; Yasushi FUJISAWA, Satoshi SUZUKI and Satoshi KIRIYAMA

Lignocellulose suspensions with nanofibers were prepared from wood powders of Japanese cedar by wet grinder milling. It was found that when number of grinding processes was increased, the viscosity of wood powder suspension increased, the width of wood powder decreased, the X-ray diffraction peak of wood film shifted and the texture of film smoothed. The applications that take advantage of the wooden features are expected.