

氏 名	ササ ソフィヤン ムナワール Sasa Sofyan Munawar
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1711 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	農 学 研 究 科 森 林 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	PROPERTIES OF NON-WOOD PLANT FIBER BUNDLES AND THE DEVELOPMENT OF THEIR COMPOSITES (非木材植物繊維束の性質とその複合材料の開発)
論文調査委員	(主 査) 教 授 川 井 秀 一 教 授 矢 野 浩 之 教 授 今 村 祐 嗣

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、各種非木材植物繊維束の強度特性を評価し、これらを原料に用いた繊維材料の開発に関するものである。すなわち、7種類のインドネシア産植物繊維束の物理的性質並びに強度特性の評価、補強材料として優れた原料特性をもつ繊維束の抽出、物理的・化学的処理による繊維の強度向上技術の開発、フェノール樹脂接着剤を含浸・添加した配向性中密度ファイバーボードの製造と材質の解明など、植物繊維束を用いた新たな高強度繊維材料の開発に関する研究を全4章に取りまとめたものである。

その主な内容は以下の通りである。

第1章では、非木材植物繊維の生産動向と資源的なポテンシャル、これら繊維材料の開発研究の現状についてその概要を示し、次いでこれらの植物繊維の強度特性を論じ、繊維の抽出・選択と調製、さらには繊維配向が繊維材料の開発に重要であることを明らかにした。最後に本研究の目的と目標並びに研究の概要を記載した。

第2章では、ラミー、パイナップル、サンセベリア、ケナフ、アバカ、サイザルアサ、ココナッツの各繊維束の形態的特性、物理的特性、及び力学的特性等を調べた。ココナッツ繊維束を除く繊維束はすべて非円形断面をもつため、断面積の評価手法について検討した。各繊維束の断面積を走査型電子顕微鏡 (SEM) 画像から評価するために、画像から得られる断面積の値と5点の直径測定平均から得られる相当円断面積の比を求めて0.92-0.96の値を得た。この結果は、7種類の繊維束の平均直径から得られる断面積がいずれの場合も顕微鏡画像から得られるそれに比べて4～8%小さいものの、誤差が比較的小さいことから、光学顕微鏡像により測定した繊維束の平均直径から算出される簡便な手法が有効であることを示している。これを基に繊維束の引張強度を算出し、いずれの繊維束の場合も引張強度及びヤング率が繊維束直径の減少に伴い大きくなる傾向を確認すると共に、ラミー、パイナップル、サンセベリア繊維束の強度特性が特に優れていることを明らかにした。

第3章では、繊維束の特性改善のための処理技術の開発を試みた。第2章の結果に基づきラミー、パイナップル、及びサンセベリア繊維束を選択し、その表面形態、繊維組織、及び力学的特性に及ぼすアルカリ、水蒸気、キトサンの各処理効果について検討した。これらの繊維束を2%水酸化ナトリウム、0.1MPa水蒸気、及び4または8%のキトサン溶液で処理し、未処理繊維束との比較・検討を行った。繊維束の表面形態や組織構造をフィールドエミッション型 (FE) SEMやX線回折法 (XRD) を用いて観察した結果、アルカリ処理された繊維表面は蒸気処理されものよりも大きな損傷が認められた。一方、蒸気処理された繊維束は、アルカリ処理された繊維束よりも結晶化度、結晶配向係数、結晶サイズとも大きな値を示し、ラミー繊維束は他の繊維よりも優れた力学的性質を示した。蒸気処理された繊維の引張強度、ヤング率及び破壊靱性の値は他の2つの処理繊維よりも優れていた。

第4章では、ラミー、パイナップル、及びサンセベリア繊維束を原料にフェノール樹脂接着剤を用いて配向性ファイバーボードを試作し、その材質を調べた。接着剤の繊維に対する接触角を調べた結果、水蒸気処理された繊維束が無処理のそれ

に比べて小さく、低圧水蒸気処理が繊維のぬれ改善に有効であることが示された。さらに、水蒸気処理された繊維束を原料にした一軸配向のファイバーボードは、曲げ強度 (MOR)・曲げヤング率 (MOE)、はく離強度 (IB)、厚さ膨張率 (TS) 等で優れた性能を示した。たとえば、密度 0.8g/m^3 の蒸気処理サンセベリアファイバーボードの値はそれぞれ 403MPa (MOR)、 39.2GPa (MOE)、 1.33MPa (IB) 及び 5.15% (TS) であった。配向方向と直交方向のMORとMOEの比は最大で1:19及び1:23に達し、繊維の配向効果が大きいことが明らかとなった。なお、製造されたファイバーボードの曲げ強度は原料繊維の平均引張強度の40~60%を反映していることが明らかとなった。

以上、本研究の結果、高強度植物繊維束を適宜選択して、これに低圧水蒸気処理を施し、繊維に高い配向性を付与することによって、従来の中密度ファイバーボードの10倍以上の強度特性をもつ材料製造の可能性が示された。

論文審査の結果の要旨

森林資源が枯渇の一途を辿るなかで、資源的並びに材料的な観点から非木材繊維材料の開発研究が大変重要な課題となっている。本論文は、各種非木材植物繊維束の強度特性を評価し、優れた材料特性をもつ繊維束を選択して、さらに物理的・化学的処理による繊維の強度向上技術の開発を行い、最後に配向性中密度ファイバーボードを製造してその材質を示したものであり、植物繊維束を用いた新たな高強度繊維複合材料の開発に関する研究を取りまとめたものである。

得られた主要な成果は、以下のとおりである。

(1) 7種類のインドネシア産の植物繊維束の形態的、物理的、及び力学的特性を評価した。各繊維束の断面積を走査型電子顕微鏡 (SEM) から評価し、繊維束の平均直径から算出される簡便な手法の有効性を明らかにした。これを基に繊維束の引張強度を求め、引張強度が繊維束直径の減少に伴い大きくなる傾向を確認するとともに、ラミー、パイナップル、サンセベリアが特に優れていることを示した。

(2) これら繊維にアルカリ水溶液、低圧水蒸気、及びキトサン溶液処理を施し、低圧水蒸気処理が繊維の結晶性に作用し、強度性能の向上に有効であることを見出した。

(3) ラミー、パイナップル、サンセベリア繊維束を用い、フェノール樹脂を接着剤とした配向性ファイバーボードを試作した。その結果、低圧水蒸気処理の強度性能改善効果を確認して、繊維束の強度、配向性及びボードに占める繊維実質の比がボード物性に大きく影響することを示し、植物繊維束を用いた高強度材料の製造に関する理論的な指標を明かにした。得られたサンセベリアファイバーボード (密度 0.8g/m^3) の強度性能は極めて優れ、配向方向曲げ強度及びヤング率はそれぞれ 403MPa 及び 39GPa を示した。

以上のように、本論文は植物繊維の特性を活かした高強度繊維材料の開発に取り組んだものである。優れた材料特性をもつ非木材植物繊維束を評価・選択して、繊維強度の向上技術について検討し、新たな高強度繊維複合材料の試作・材質評価に関する一連の開発研究を取りまとめたものであり、木質材料学、木材物性学、並びに関連する木材工業の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士 (農学) の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成20年2月13日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士 (農学) の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。