氏名	DO Vu Thang		
学位の種類	博　士（生物資源工学）		
学位記番号	博　甲　第　９４６７　号		
学位授与年月日	令和２年３月２５日		
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Application of Thermomechanical Pulping Method for Fabricating Bamboo Fiber （タケの繊維化におけるサーモメカニカルパルプ化法の適用）		
主査	筑波大学教授	農学 博士	大井　洋
副査	筑波大学准教授	博士（農学）	中川 明子
副査	筑波大学准教授	工学 博士	梶山 幹夫
副査	筑波大学教授	博士（農学）	江前 敏晴

論　文　の　要　旨

タケは亜熱帯と熱帯地域に広く分布しており，世界の竹林の約80%はアジアと太平洋地方にある。特に，中国とインドを合わせるとアジアの竹林の約70%になる。アジア地域のタケ資源量は豊富で，製紙の大量生産に用いることが可能である。タケは実際に中国の製紙産業では化学パルプの生産に使用されてきた。

中性サルファイト法セミケミカル（NSSC）パルプ化は二段の工程であり，木材チップは加温された温和な化学的条件で処理されて軟化し，繊維間を結合するリグノセルロース物質の一部は除去され，この処理に続く機械的な解繊処理によって繊維が分離される。開発当初には，蒸解液は亜硫酸ナトリウムを含み，工程の腐蝕防止のために炭酸ナトリウムが緩衝剤として使用されたため，NSSC法として知られるようになった。

近年，非木材繊維材料を用いることが求められ，木材代替資源のNSSCパルプ化法と加圧条件で解繊処理を行うサーモメカニカルパルプ（TMP）化法が注目されている。タケのNSSCパルプ化に関連する重要な先行研究として，加圧型シングルディスクリファイナーを用いる方法で，アブラヤシ空果房とバガスから中密度繊維板（MDF）と板紙の原料を製造する研究が報告されている。しかし，タケのNSSCパルプに関する研究は限られており，TMPに関する研究は報告されていない。

審査対象論文は，タケ資源からMDF，印刷用紙あるいは板紙の原料を製造する方法に関して検討を加えたものである。

著者は第一章で，NSSCパルプ化法とTMP化法の技術の発展について概説している。はじめに，モウソウチク（*Phyllostachys pubescens*）をTMP化法で処理し，MDF用の原料を製造する条件が調べられ

ている。予備的な結果として，蒸気圧0.5～0.7 MPaの条件で材料を20分間処理してから，ディスク間隔を0.6 mmで解繊したが，得られた繊維は剛直で，依然として結束繊維が多いものであった。

著者は第二章で，モウソウチクから印刷用紙の原料を製造する方法を調べている。得られた繊維を繊維長の違いによって分画し，それぞれの画分の化学成分的特徴を分析した。また，化学的な前処理と加圧処理が，タケ繊維の化学成分的な特徴に与える影響を調べた。ニトロベンゼン酸化と熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析で，TMP化法処理によるリグニンの変化を分析した。

その結果，100ºCのアルカリ性過酸化水素前処理をして調製したTMPは，160ºCで前処理した場合と比べてパルプシートの密度，引張強度，引裂強度，および白色度がより高くなること，また繊維長が短い画分ほどリグニンの含有量が減少し，キシラン／グルカン比が増加することを明らかにした。

第三章では，モウソウチクから板紙の原料を製造する可能性について検討を加えている。NSSC処理は実験室で行い，蒸煮液として亜硫酸ナトリウムと炭酸ナトリウム（重量比2対1）混合液を用いた。全薬品添加率はタケチップ重量の12%とし，蒸煮液とチップの比は4対1とした。蒸煮チップからパルプ繊維を製造するために二段の解繊処理を行い，初段は0.2 MPaの120°Cで，二段目は常圧で解繊した。薬品を用いない同一条件で対照試験を行った。

その結果，モウソウチクのNSSCパルプは，対照パルプと比べて白色度は低いが，引張強度および引裂強度が高いことを明らかにし，NSSC法を用いると，未解繊結束繊維と繊維断片の量を減らすことができることを示した。また，解繊処理によってパルプ繊維の性状とフィブリル化が改善され，NSSCパルプは繊維のアスペクト比が高く，リボン状フィブリルを多く含むので繊維同士の接触が改善されると述べている。さらに，電子顕微鏡観察によって微細繊維の画分に多くの柔細胞が認められた。

著者は第四章で本論文を総括し，モウソウチクのTMP化法処理では，品質の良いMDF用原料の製造あるいは白色度の高い印刷用紙の原料の製造は困難であり，一方，NSSCパルプ化法によって板紙の原料の製造が可能であると述べている。

審　査　の　要　旨

審査対象論文は、持続的な森林環境保全と木材代替資源の利活用，およびカーボンニュートラルな生物材料の利用拡大に関する問題に、タケパルプの製造技術を開発する観点から，検討を加えたものである。学術的に基礎的で新規な知見が得られており、また応用的にも信頼性と有用性の高い結果が得られている。

令和2年2月6日，学位論文審査委員会において，審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い，本論文について著者に説明を求め，関連事項について質疑応答を行った。その結果，審査委員全員によって合格と判定された。

よって，著者は博士（生物資源工学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。