

氏名	Ayyoub SALAGHI		
学位の種類	博 士 (生物資源工学)		
学位記番号	博 甲 第 9064 号		
学位授与年月日	平成 31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	Preparation of Dissolving Pulp by Totally Chlorine-free Bleaching (完全無塩素漂白による溶解パルプの調製)		
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

審査対象論文は、植林木広葉樹材のバイオリファイナリーに関する問題に、蒸解性と漂白性の観点から、検討を加えたものである。

第一章では、木材主要成分であるリグニンの構造と蒸解性の特徴が述べられている。

第二章で著者は、リグニン構造についてアルカリ性ニトロベンゼン酸化による分析を行い、シリングアルデヒド (S_a) とバニリン (V_a) の収量、および S_a と V_a のモル比 (S/V 比) を調べた。その結果、数種の材の中でユーカリ・グロブラス (*Eucalyptus globulus*) 材が、最も高い収量 (3.04 mmol/g-lignin) と S/V 比 (5.81) を与えることを明らかにしている。そして、このような構造的特徴を有するリグニンは前加水分解クラフト蒸解において溶出しやすく、得られたパルプの漂白性が優れていることを示している。すなわち、酸素漂白 (O)、モノ過硫酸処理 (P_{sa}) およびアルカリ性過酸化水素漂白 (E_p) を組み合わせた完全無塩素 (TCF) 漂白 $O-P_{sa}-E_p-P_{sa}-E_p$ シーケンスを用いると、高白色度 (90.1% ISO) で標準的な α -セルロース含有量 (94.2%) とパルプ粘度 (7.0 mPa s) の溶解パルプを調製できることを明らかにしている。さらに、このセルロースの重量平均分子量 (M_w) と数平均分子量 (M_n) について、ゲル浸透クロマトグラフィーにより、それぞれ 3.04×10^5 g/mol および 5.56×10^4 g/mol ($M_w/M_n=5.47$) であることを明らかにしている。

第三章で著者は、第一に、生育年数の異なる植林木アカシア・メアルンジー (*Acacia mearnsii*) 材とユーカリ・グロブラス材を選抜し、それらのリグニンを分析して S_a と V_a の収量および S/V 比を調べた。つぎに、第二章の結果に基づき、これらの材の中から S_a と V_a の最も高い収量と S/V 比 (5.81) を与える材を選び、前加水分解処理を行った。

第二に、木材バイオリファイナリーの観点から、前加水分解液 (PHL) を原料とするフルフラール製

造の最適化条件について解析している。その結果、150°C、2.5時間の加水分解条件で、木材重量の7.2%に相当するキシロースとキシロオリゴ糖（木材中キシランの47%）がPHL中に溶出することを明らかにし、引き続き、硫酸濃度4%の加水分解処理、および硫酸濃度6%のキシロース脱水処理により、木材重量の4.0%のフルフラール製造が可能となることを示している。

第三に著者は、リグニン利用の観点から、第二章で検討したクラフト蒸解に代えて、ソーダ・アントラキノン（AQ）蒸解により、リグニンとパルプを分離する方法について検討を加えている。そして、ソーダ・AQ蒸解の廃液から、硫化水素等の毒性物質を副生することなくリグニンを単離し、その化学的性状と前加水分解条件および蒸解条件との関係を調べた。すなわち、蒸解の活性アルカリ添加率を高くすると、 S_a および V_a 収量とS/V比の低いリグニンが得られ、また蒸解前の加水分解処理の温度を高くすると、S/V比は変わらないが S_a および V_a 収量の低いリグニンが得られることを明らかにしている。また、リグニンの M_w と M_n は、蒸解の活性アルカリ添加率を高くすると小さくなり、前加水分解温度を高くすると大きくなること、前加水分解温度が170°Cで蒸解の活性アルカリ添加率が18%の場合、リグニンの S_a および V_a 収量は0.19 mmol/g-lignin (S/V比2.9) で、 M_w は2050 ($M_w/M_n=2.88$) であることを明らかにしている。

第四に著者は、第二章のクラフトパルプ漂白の結果に基づき、ソーダ・AQパルプの漂白性について検討を加えている。はじめに、クラフトパルプ漂白と同条件のTCF漂白O- P_{sa} -E $_p$ - P_{sa} -E $_p$ シーケンスを適用したところ、目標の高白色度に対して、ソーダ・AQパルプの粘度（6.0 mPa·s）が低くなることを明らかにした。つぎに、この問題を解決するために、粘度低下の原因について考察を加えた。すなわち、 P_{sa} 処理で残存する過酸化水素が原因であると考察し、過酸化水素を酸化分解するために P_{sa} 処理で微量の二酸化塩素を混合する方法を提案している。その結果、第一段および第二段の P_{sa} 処理（ H_2SO_5 添加率0.2%および0.1%）で、二酸化塩素（添加率0.083%および0.042%）を混合すると、パルプ粘度が7.2 mPa·sに改善され、高白色度（90.5% ISO）で標準的 α -セルロース含有量（94.1%）のパルプが得られることを明らかにしている。

審 査 の 要 旨

審査対象論文は、植林木広葉樹材のバイオリファイナリーに関する問題に、蒸解性と漂白性の観点から、検討を加えたもので、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。

平成31年1月11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。