

平成 29 年度「杉山産業化学研究所研究助成」報告書

研究題目：木質バイオマスを有効利用するための新規前処理法の開発とその生分解評価

東京農工大学グローバルイノベーション研究院 堀川祥生

## 研究背景と目的

石油・石炭に代表される化石資源への依存が地球環境面に対して深刻な問題を引き起こし、さらに過度の消費による資源の枯渇が持続的使用の観点からも大きな課題となっている。そのため今後、人類の生存を保障するためには、化石資源に代わる再生可能資源の利用拡大が必要不可欠である。近年、再生可能資源として注目されている木質バイオマスは光合成によって大気中の二酸化炭素を吸収し、それを体躯に固定しながら伸長する。したがって、樹木の生長とは二酸化炭素の資源化を意味しており、木質バイオマスの有効利用は昨今の環境問題や資源問題の解決に大きく貢献することができる。木質バイオマスの本質は細胞壁であり、その主要成分はセルロース・ヘミセルロースと呼ばれる多糖とフェニルプロパン構造を有するリグニンから構成されている。そのため、木質バイオマスに含まれる多糖を利用するにはリグニンを選択的に溶脱する「前処理」が必要となる。パルプ化やバイオエタノールへと変換するには前処理効率を上げるために木材を粉碎処理した木粉を対象としてきたが、それでは天然の 3 次元構造が失われてしまう。そこで本研究ではあらたな木質材料を見据え、組織・細胞構造を維持したままリグニンを溶脱する新規前処理法の確立を目標として掲げた。さらにエコロジーや物質循環の観点から糖化酵素を用いた生分解評価にも取り組んだ。

## 試料と方法

試験片はスギの立方体ブロック (T:1cm×R:1cm×L:1cm) を用いた。前処理は水熱、アルカリ、希酸処理等に加え、アルコールなど有機溶媒も反応溶媒として用いた。これらに浸漬させたスギブロックを耐圧管 TVS-N2 型 (耐圧硝子工業社) にセットし、様々な温度、反応時間で化学処理を行った。反応後、ブロックを回収し、繰り返し洗浄した。得られた前処理試料全てについて赤外線分光分析 (Frontier, Perkinelmer 社) を実施した。収集したスペクトルを多変量解析ソフト アンスクランブラー (Camo 社) を用いて主成分分析を行った。コントロールとしてスギ木粉から調製したホロセルロースやセルロースもデータに加えた。得られたスコアプロットを解析し、本研究目的を満足する前処理条件を決定した。

生分解評価に関しては市販セルラーゼ製剤(Accellerase 1500, Dupont 社)を使用した。最適前処理を施したスギブロックを 100mM 酢酸緩衝液 (pH5.0) 中にて攪拌しながら 45°C で 24 時間反応させた。得られた分解残渣を蒸留水で繰り返し洗浄し、赤外線分光分析で化学成分評価を行った。

## 結果と考察

木材の形態維持ならびにリグニンの除去に注目しながら様々な条件で前処理を行った。得られたスギブロックならびにコントロールとしてスギ木粉から調製した試料全てから赤外線吸収スペクトルを取得した。最適前処理条件を探索するために収集した赤外線吸収スペクトルに対して主成分分析を行った。構築したスコアプロット上において、各試料間の距離が構成成分比の類似度と解釈した結果、エチレングリコール溶媒で加熱処理した前処理ブロックがスギ木粉から調製したセルロースやホロセルロースと類似していた。前処理したスギブロックを未処理物と比較すると、リグニンに帰属されるバンドが著しく減少していた(図)。以上の結果から、上記の化学処理を最適前処理条件に決定した。

この前処理したスギブロックの生分解性評価を行うため、市販セルラーゼで酵素糖化した。前処理ブロックをそのまま反応管に投入し、セルラーゼで酵素反応させた結果、24 時間後には完全にブロックの形状が解消された。分解残渣を繰り返し洗浄し、成分評価を行うために赤外分光分析を行った。すると、多糖に起因するバンドは大きく減少し、リグニンに帰属されるバンドが強まっていた(図)。したがって、本研究で取り組んだ木材の 3 次元構造を維持した前処理物は生分解性に優れていることから、環境低負荷な生物材料の創出に資する成果であることが示された。

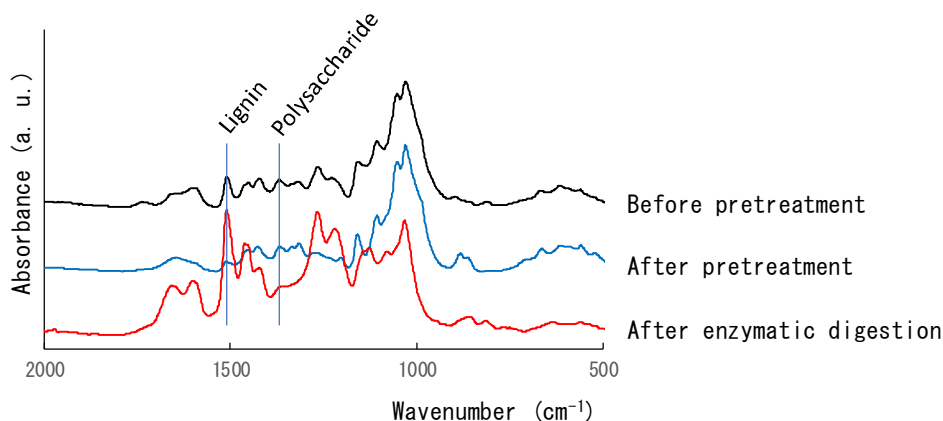


図 未処理、前処理、酵素糖化处理したスギの赤外線吸収スペクトル