
(チュラロンコーン大学(タイ) 研修報告書

(研修テーマ) 各種カーボンナノチューブを用いたユーカリの水熱前処理でのグルコース収率の比較

工学研究科 機械物理工学専攻 崎本 弘輝

1. はじめに

2014年8月20日から同年9月18日の間、タイのチュラロンコーン大学において研究を行った。その報告を以下にする。

2. 共同研究課題の決定

本研究室では、バイオマスを有効利用するための研究の一つである水熱前処理、酵素糖化について研究を行っている。チュラロンコーン大学ではカーボンナノチューブに関する研究が行われている。今回の共同研究では、カーボンナノチューブは加水分解反応を促進する効果があることから、水熱前処理時にカーボンナノチューブを添加することでセルロース→グルコースの加水分解作用がどの様に変化するかを研究することとした。

3. 共同研究スケジュール

8月20日 出国

8月21日～9月16日 研究、プレゼンテーション

9月18日 帰国

4. 共同研究派遣先の概要

大学名: Chulalongkorn University

所在地: タイ バンコク

指導教員: Associate Professor. Tawatchai

5. 共同研究内容

5.1 概要

近年、地球温暖化や化石燃料の枯渇といった問題からバイオマスを利用する動きがある。バイオマスからバイオエタノールを生成するためには水熱前処理、酵素糖化、エタノール発酵という3つの処理を行う必要がある。水熱処理ではバイオマスの主成分であるセルロースをリグニンやヘミセルロースから分離し、酵素糖化でセルロースからグルコースへと加水分解し、エタノール発酵を行うことでグルコースからエタノールを生成する。これらの過程において、水熱前処理では前述の分離作用のほかに高压熱水によるセルロースの加水分解作用が見られる。しかし、水熱前処理だけではこの加水分解作用が低いことが知られている。一方、カーボンナノチューブは加水分解作用が促進されるという報告がなされている。そこで、水熱前処理中に各種カーボンナノチューブを添加することで加水分解作用が向上するか実験を行った。

5.2 実験方法

カーボンナノチューブはそれぞれ未処理、酸化処理、酸処理、酸化酸処理の4つを使用した。使用したバイオマスは粉碎したユーカリである。これはタイに多く賦存し、食料と競合せず、成長速度が速いことから決定された。水熱処理における条件を Table1 に示す。

Table1 水熱前処理の条件

Material	Eucalyptus*
Feedstock concentration	10 wt%
Particle size	45-90 μm
Catalyst (carbon nanotubes)	P-MWCNT, Ox-MWCNT, At-MWCNT, AtOx-MWCNT**
Catalyst weight	0.3 g
Total weight	30 g
Target temperature	200 °C
Pressure	2 MPa
Holding time	0 s
*Siam Cellulose Company Limited (SCL)	
**P: pristine, Ox: oxidized, At: acid treated, OxAt: acid treated after oxidized	

Table2 酵素糖化の条件

Feedstock	Eucalyptus (after hydrothermal pretreatment)
Cellulase from <i>Trichoderma reesei</i> ATCC26921*	15 FPU/g
β -glucosidase*	22.25 U/g
Buffer solution	0.01M acetic buffer
pH	5.0
Total volume	100 mL
Sampling time	0, 24, 48 h
Temperature	50 °C
*Company name: SIGMA-ALDRICH	

水熱前処理後、固相と液相を遠心分離器で分離し、液相は HPLC で糖濃度を測定した。固相は酵素糖化を行った。酵素糖化の実験条件を Table2 に示す。

5. 3 結果と考察

Fig. 1、2、3 に各種カーボンナノチューブを分析した結果を示す。欠陥構造、酸点ともに AtOx が最大値であり、細孔径は Ox が最も高かった。この結果から、酸化処理を行うことで細孔径が大きくなり酸処理をすることで細孔径に多くの酸が入り込んだと考えられる。Fig. 4 に水熱前処理後の液相におけるグルコース収率を示す。AtOx を添加した場合、グルコース収率は 1.12% で最大値となった。しかし、他の条件と比較した場合グルコース収率はカーボンナノチューブ添加に関わらずほぼ同じグルコース収率であった。この結果から、水熱前処理時にカーボンナノチューブを添加した場合、加水分解作用が促進される結果は得られなかった。Fig. 5 に酵素糖化後のグルコース収率を示す。この結果から、At を添加して処理をした場合、グルコース収率は最大となった。At を添加して水熱前処理を行った場合、分離作用が最大となることが示唆された。

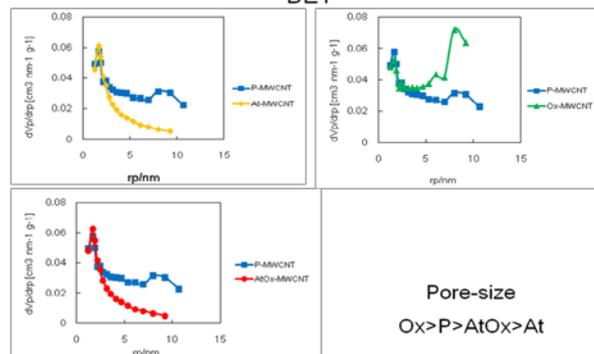
RAMAN spectroscopy

Carbon nanotube	G/D
P-MWCNT	0.8826
Ox-MWCNT	0.8770
At-MWCNT	0.9238
AtOx-MWCNT	0.9241

Defect structure
AtOx>At>P>Ox

Fig.1 各種 CNT の欠陥構造

BET



Pore-size
Ox>P>AtOx>At

Fig.2 各種 CNT の細孔径分布

Acid site density	
Carbon nanotube	Acid site density [μmol/gcat]
P-MWCNT	86.01
Ox-MWCNT	133.54
At-MWCNT	392.24
AtOx-MWCNT	449.12

Acid site density
AtOx>At>Ox>P

Fig.3 各種 CNT の酸点

Glucose yield (after hydrothermal pretreatment)		
Catalyst	Glucose concentration [mol/L]	Glucose yield [%]
no catalyst	0.002549	0.97
P-MWCNT	0.002431	0.92
At-MWCNT	0.002937	1.11
Ox-MWCNT	0.002633	1.00
AtOx-MWCNT	0.002957	1.12

Fig.4 水熱前処理後のグルコース収率

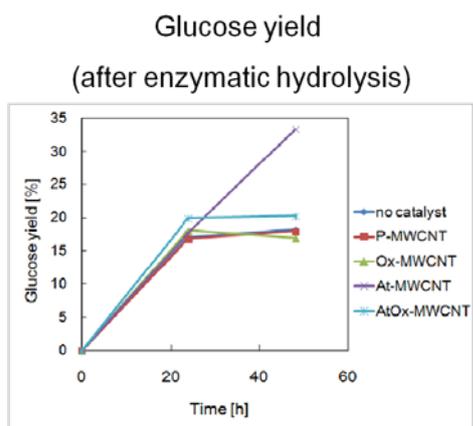


Fig.5 酵素糖化後のグルコース収率

6. まとめ

海外で研究を行う際は全て英語でコミュニケーションを取る必要があり、自分が行いたい実験や実験結果の考察を学生と行う際は苦勞した。しかし、研究に関しては妥協できないため拙い英語で何回も説明することで研究に対する積極性が養われたと思った。短い期間での研修であったが、得られたものは非常に多かったと感じた。

7. 謝辞

本研究で指導してくださった Tawatchai 准教授、松村教授には厚く御礼申し上げます。最後に海外共同研究プログラムをサポートしていただいた実行委員の諸先生方に深く御礼申し上げます。