
チュラロンコン大学（タイ） 研修報告書

ホテイアオイの水熱前処理に関する研究

工学研究科 機械物理工学専攻 永野 廉

1. はじめに

2015年8月6日から9月3日の間、タイのチュラロンコン大学で研究を行った。以下にその報告内容を記す。

2. 共同研究テーマ

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として、水熱前処理と酵素糖化についての研究を行っている。タイのチュラロンコン大学では、カーボンナノチューブについての研究が行われており、昨年共同研究でカーボンナノチューブを触媒としたバイオマスの利用について研究が行われた。また、水熱処理を行う際に溶解が起きる領域では物質移動と溶解物濃度が影響することが示唆されていることから、本研究では物質移動および溶解物濃度に関するパラメータを変化させることで加水分解作用がどのように変化するか調査した。

3. 共同研究スケジュール

8月6日 出国

8月7日～9月2日 研究、プレゼンテーション

9月3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：Professor. Tawachai

5. 共同研究内容

5.1 背景・目的

近年、地球温暖化や天然資源枯渇などの環境問題が深刻化しており、再生可能なエネルギーである、バイオマスエネルギーに注目が集まっている。そこで、木質系バイオマスは食物と競合しない、成長速度が速い、地球上に賦存量が豊富、などの理由から新たなエネルギー源として期待されている。木質系バイオマスはセルロース、ヘミセルロース、リグニンから構成されている。これらは強固な構造を形成しているが、水熱前処理を行うことでこれらの構造を壊すことができる。一般に、水熱前処理で木質系バイオマスは水中に一部溶解し、酵素糖化を容易にする。また、セルロース自身も一部加水分解される。溶解が主として起きる領域では、物質移動と溶解物濃度が影響していることが示唆されているが、このモデルを示した例はまだない。また、タイの代表的なバイオマスの一つとして挙げられるホテイアオイは、成長サイクルがとて速いことから、水路の閉塞や水上交通の妨げになるなどの問題の要因になっている。そこで本研究では、タイで採取できるホテイアオイを試料として用い、水熱前処理の際の攪拌速度、試料濃度を変化させ、溶解への影響を確認することとする。

5.2 実験方法

Fig. 1 に実験装置を示す。Table 1 に水熱前処理の実験条件を示す。試料濃度を 5~10 wt%、攪拌速度を 50~350 rpm まで変化させる。試料であるホテイアオイは、粉砕機を用いて粉末状に粉砕した。得られたサンプルを遠心分離器とろ紙を用いて液体と固体に分離し、液体サンプルを TOC、HPLC で分析し、固体サンプルを CHN、NREL で分析、また酵素糖化を行った。酵素糖化の実験条件を Table 2 に示す。

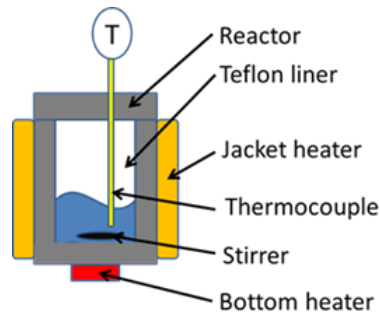


Fig.1 実験装置

Table 1 水熱前処理の実験条件

Material	Water hyacinth
Feedstock concentration	5, 7.5, 10 wt%
Target temperature	200 °C
Particle size	45-180 μm
Holding time	0 s
Volume	30 ml
Agitation rate	50, 150, 250, 350 rpm

Table 2 酵素糖化の実験条件

Feedstock	Water hyacinth
Cellulase	15 unit/g
β -glucosidase	22.5 unit/g
0.01 M acetic buffer	99 ml
Experimental time	48 h
pH	5.0
Temperature	50 °C

5. 3 結果と考察

Fig.2 に得られた液体と固相の炭素収支を示す。すべての条件において、液相と固相の合計炭素収率がほぼ1であった。また、各化合物の収率は、攪拌速度の影響は受けなかった。

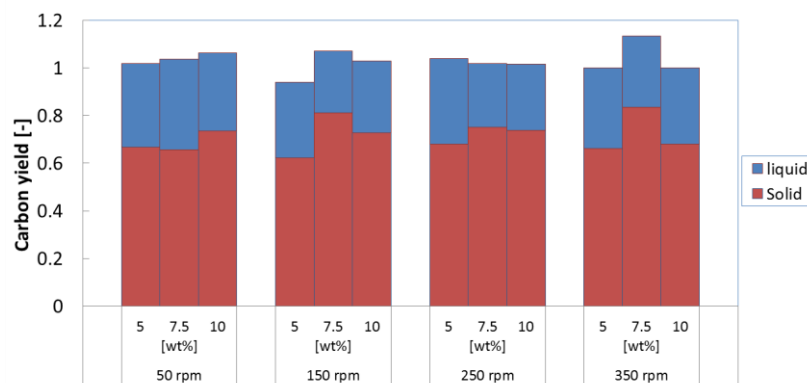


Fig.2 炭素収支

Fig.3、4 に水熱前処理後のセロビオースとグルコースの収率を示す。これらの収率はホテイアオイに含まれるセルロース量に基づいて算出された。すべての条件において、セロビオースは 50 rpm で最大値を示し、グルコースは 150 rpm で最大値を示した。攪拌速度の上昇に伴い、セロビオースが分解され、グルコースが生成していることがわかる。またグルコース自体も攪拌速度の上昇とともに収率が増加し、250 rpm 以降では過分解が起り、減少している。

セルロースの加水分解に着目するため、加水分解率を Eq. (1)に示す。

Hydrothermal hydrolysis efficiency

$$=(\text{Cellobiose}+\text{Glucose})/(\text{Cellulose in raw material}) \quad (\text{Eq.1})$$

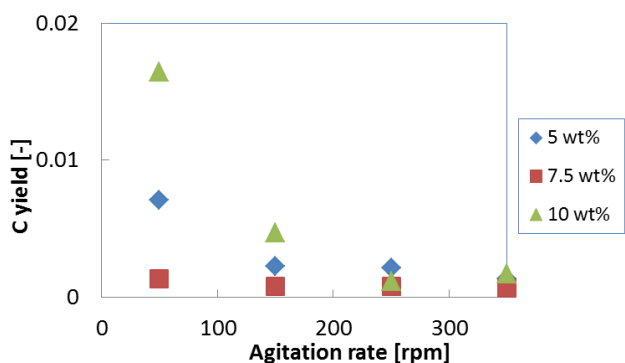


Fig.3 水熱処理後のセロビオース収率

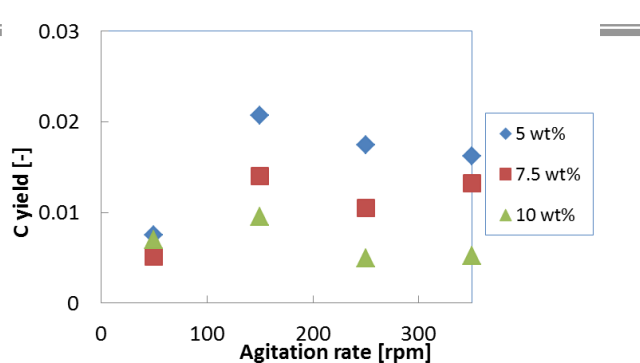


Fig.4 水熱処理後のグルコース収率

加水分解率への試料濃度と攪拌速度の影響を Fig. 5 に示す。5、7.5 wt%の試料濃度では 150 rpm で最大値を示し、一方で試料濃度 10 wt%では 50 rpm で最大値を示した。高い試料濃度では、単位面積あたりに作用する触媒としての水が均等に働かず、加水分解がうまく進まなかったと考えられる。

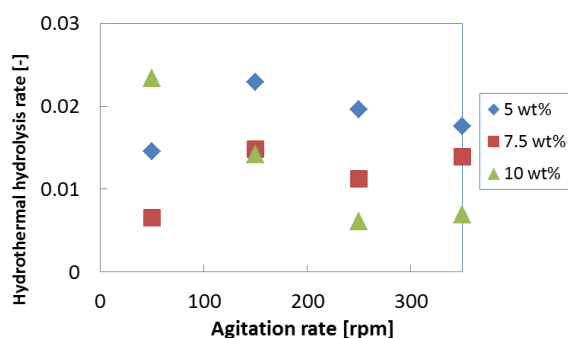


Fig.5 試料濃度と攪拌速度による試料濃度の変化

Fig.6、7 に酵素糖化を 24 時間行った後のセロビオースとグルコースの収率を示した。セロビオースは 50 rpm で最大値を示した。より速い攪拌速度では、セロビオースが加水分解中に分解され、グルコースを生成した。グルコースは攪拌速度による変化をほとんど受けなかった。

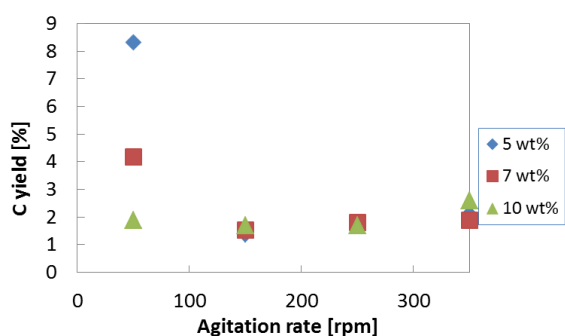


Fig.6 酵素糖化後のセロビオース収率

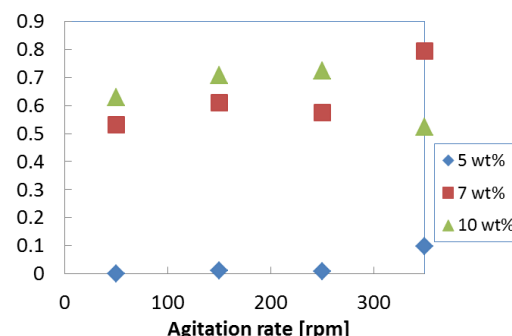


Fig.7 酵素糖化後のグルコース収率

6. まとめ

海外という慣れない土地での研究活動は様々な困難や失敗があったが、それと同時に自身の様々な状況への対応力が養われたことや、特に英語でのコミュニケーションに抵抗がなくなったことが大きな収穫であった。短い期間ではあったが、非常に濃く、充実した研究活動であった。

7. 謝辞

本研究で指導してくださった Tawachai 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くださった実行委員の諸先生方に深く御礼申し上げます。