

チュラロンコーン大学（タイ） 研修報告書

ユーカリの水熱前処理における粒径および温度の影響

工学研究科 機械物理工学専攻 五藤 聡

1. はじめに

2016年8月18日から同年10月21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、リグノセルロース系バイオマスの連続式反応器を用いた水熱前処理の研究を行っている。一方でタイの研究所にてバッチ式反応器を用いて同様の水熱前処理の研究が行われており、共同研究では

3. 共同研究スケジュール

9月13日 出国

9月15日～10月21日 研究、プレゼンテーション

10月23日 帰国

4. 共同研究派遣先の概要

大学名: Chulalongkorn University

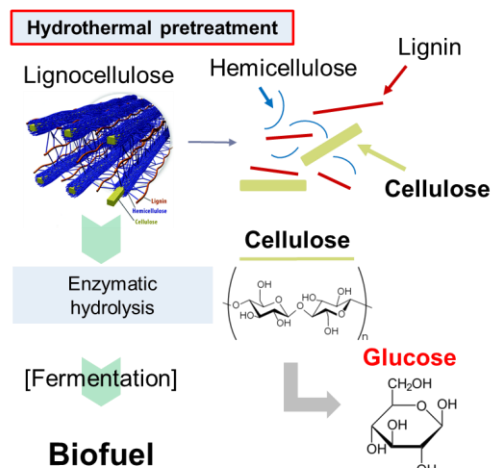
所在地: タイ バンコク

指導教員: Dr. sanchai

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エネルギーに注目が集まっており、特に木などといったリグノセルロース系バイオマスは豊富に存在している点や食物と競合しない点から再生可能エネルギーとして注目されています。本研究テーマとしている水熱前処理はリグノセルロースからエネルギーを得るための前処理技術であり、リグノセルロース系バイオマスの強固な構造を分解する働きを担います。分解されることで酵素加水分解におけるセルロースから得られるグルコース収率を上げ、最終的にバイオエタノールの生成量を増加させることができます。このように水熱前処理は溶媒に水を用いて熱を加えるだけで最終的な収率を上げることができるために重要な技術の一つとして挙げられます。この水熱前処理技術において、本研究では粒径と温度の影響に注目しました。粒径と温度はそれぞれ比表面積と物質移動係数に影響を及ぼしうるために重要なパラメーターであると考えられます。既往の研究では、粒径および温度が最終的なバイオエタノールの収率を向上させることが報告されていますが、リグノセルロース系バイオマスの分解挙動に対する影響は報告されていません。そこで、本研究では、ユーカリの水熱前処理における分解挙動に対する粒径と温度の影響を考察することを目的といたしました。



5. 2 実験方法・結果

実験装置及び実験条件を Fig.1 および Table 1 に示します。試料として 90–125 μ m, 125–180 μ m,

180–500 μm の 3 種類の粒径のユーカリを用意し、10wt%となるように調整しました。昇温速度 4

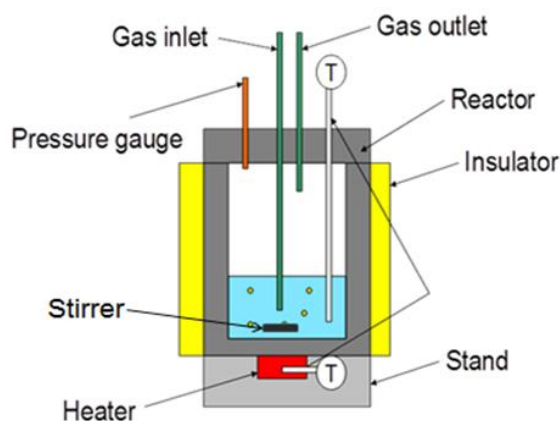


Fig.1 experimental apparatus

Table 1 Experimental conditions

Feedstock	Eucalyptus
Feedstock weight (wt%)	10
Particle size (μm)	90-125, 125-180, 180-500
Agitation rate (rpm)	50
Volume (ml)	30
Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	150, 180, 200
Heating rate (K/min)	4

K/min で温度を 150–200 $^{\circ}\text{C}$ まで変化させて実験を行いました。200 $^{\circ}\text{C}$ においてはさらに 0–30 min の滞留時間を設けました。

5. 3 考察

5. 3. 1. 固体収率

固体収率を Fig. 2 示しています。固体収率ははじめに用意したユーカリの質量に対して実験後

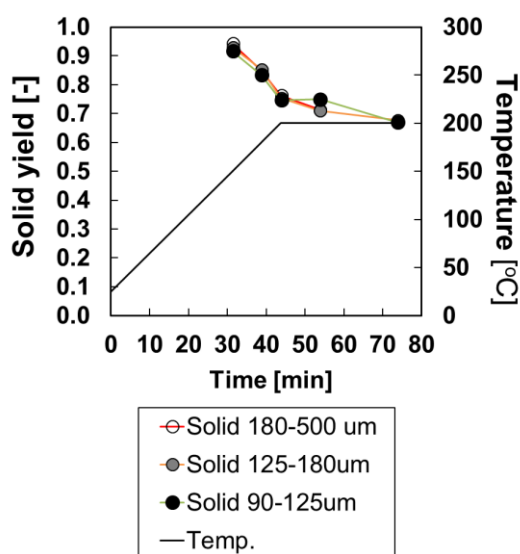


Fig.2 Solid yield

に得られた固体サンプルの質量を分子にして計算しました。Table 2 に示すリグノセルロース系バイオマスの主成分の分解温度を参照すると、固体収率は粒径の影響を大きく受けているとは言えないものの、各主成分のヘミセルロース、リグニン、セルロースの分解温度に応じて固体収率が減少していることがわかります。また、ガスの生成はほとんどなく、液体サンプルから固体サンプルから得られた炭素収率はすべての実験において1であったことより、固体収率から 150 $^{\circ}\text{C}$ においてヘミセルロースが、180 $^{\circ}\text{C}$ においてリグニンが分解した一方で、200 $^{\circ}\text{C}$ における実験後の固体サンプル中には主にセルロースが残っていることが推察されます。

5. 3. 2. 固体収率

固体収率では粒径の影響は見られなかったものの、液相にて粒径の影響が顕著に現れました。HPLCの結果で酢酸の収率を Fig. 3 に示しています。180–500 μm の粒径の大きい試料の水熱前処理において酢酸の収率が抑えられていること、またリグニンの分解による酢酸生成が遅れることが観察できます。特に 200 $^{\circ}\text{C}$ 以降酢酸が生成していないことに関しては、ヘミセルロースの分解に従っているものと考えています。ヘミセルロースの分解によって生成する化合物のうち、特に顕著であったキシロースを Fig. 4 に示しています。キシロースで 200 $^{\circ}\text{C}$ 以降、粒径が大きい場合に生成量が減少していることが

Table 2 Decomposition temperatures of main compounds

Hemicellulose	140 $^{\circ}\text{C}$
Lignin	180 $^{\circ}\text{C}$
Cellulose	230 $^{\circ}\text{C}$

見られています。このキシロースと酢酸の挙動が同様であることを踏まえて Fig. 5 に示す分解経路を参照します。分解経路からはリグニンおよびヘミセルロースから酢酸が生成されることがわかっており、また Fig. 3 および Fig. 4 からは 200℃以降においてはキシロースと酢酸の粒径に対する分解挙動が同様であることが確認できます。このことより、200℃以上での酢酸およびキシロースの分解がヘミセルロース由来であること、また 180℃においてはリグニン由来の酢酸がピークを示した可能性が考えられます。

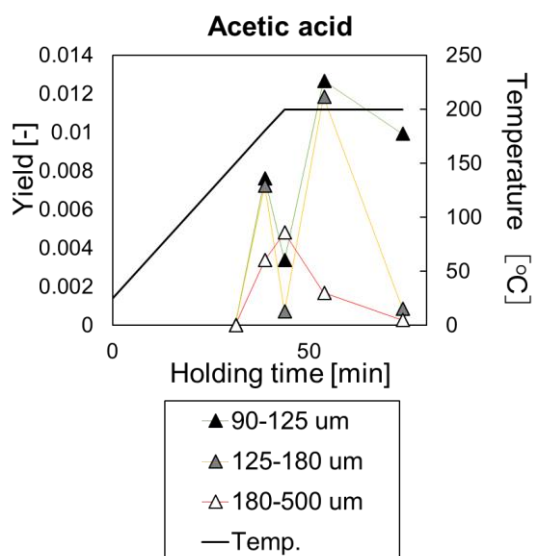


Fig.3 Yield of acetic acid

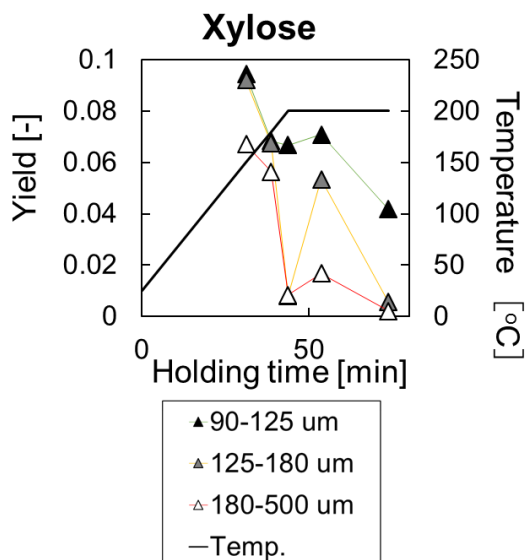


Fig.4 Yield of xylose

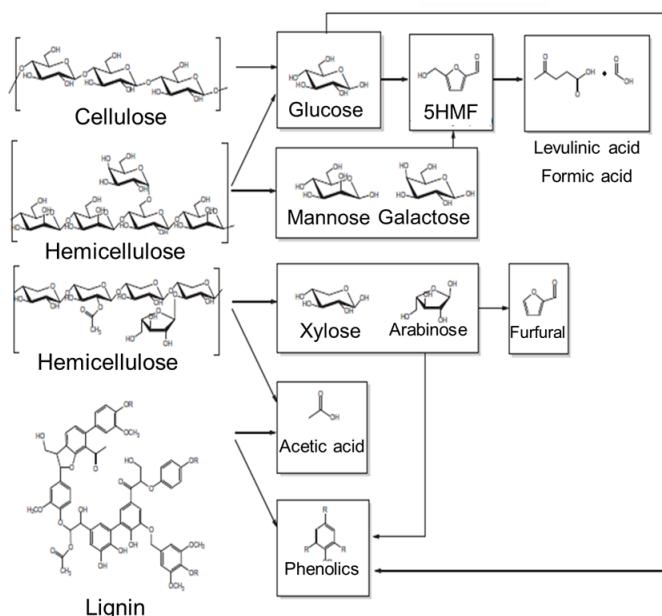


Fig.5 Decomposition pass way of lignocellulosic biomass

6. 参考文献

- 1) Helena, R.; Hanne R, S.; Anne S, M. Carbohydr. Res. 385, 45-57 (2014)
- 2) Satoshi, K.; Noriyuki, Y.; Tsuyoshi, S.; Nobuyuki, H. Jpn. Inst. Energy. 86, 712-717 (2007)

7. まとめ

拙い英語であろうと伝えようとする姿勢を身につけられたこと、また国は異なる人の個性一つ一つを認識することができたことで、単に国籍だけで判断するのではなく、一人の相手の個性に着目することで円滑に海外の方と関わることができるという実感を得られました。

7. 謝辞

本研究において、ご指導してくださった Tawatchai 教授, Dr. Sanchai および Nanotec のスタッフの方々に厚く御礼申し上げます。現地の学生の方々には研究だけでなく生活面でもサポートしていただき感謝いたします。

また、貴重な機会を与えて頂いた松村幸彦教授、海外共同研究プログラムをサポートしてくださいました実行委員会の諸先生方、学生支援グループ国際事業担当の皆様へ深く御礼申し上げます。