

チュラロンコーン大学（タイ） 研修報告書

先進理工系科学研究科 機械工学プログラム 井関 友洋

1. はじめに

2022年8月8日から同年9月5日までの間、タイのチュラロンコーン大学、タイ国立ナノテクノロジー研究センター（通称：NANOTEC）において研究を行った。その報告を以下に示す。

2. 共同研究課題の決定

本研究室では、バイオマス及びそのモデル化合物の水熱処理についての研究を行っている。タイのチュラロンコーン大学及び NANOTEC でもバイオマスの活用についての研究を行っている。バイオマスから作られたバイオチャーはバイオマスの水熱処理における触媒としての活用が期待されており、今回の研究ではスイカの皮をバイオチャーとしたものを触媒として用いた場合のフルクトースの水熱処理反応について調査する。

3. 共同研究スケジュール

- 8月8日 出国
- 8月9日～9月2日 研究、プレゼンテーション
- 9月3日～4日 帰国準備、PCR 検査
- 9月5日 帰国

4. 共同研究派遣先の概要

派遣先：Chulalongkorn University, National Nanotechnology Center (Thailand)

所在地：タイ

指導教員：Prof. Tawatchai Charinpanitkul, Dr. Sanchai Kuboon

5. 共同研究の内容

5. 1 概要

近年、地球温暖化によって気候変動などの問題が引き起こされている。そのため、地球温暖化を防止するために二酸化炭素の排出をしない再生可能資源の活用が求められている。バイオマスは再生可能資源の一つであり、バイオマスから様々な物質を作り出すことができる。特に5-ヒドロキシメチルフルフラール（5-HMF）やレブリン酸はバイオ燃料の原料や様々な物質の原料として利用できる。バイオマスを変換する方法はいくつかあり、その一つに高温高圧の水中で変換させる水熱処理がある。そして水熱処理の反応速度や変換率を向上させるために触媒が重要になる。触媒には均一触媒、不均一触媒があるが、不均一触媒は分離が容易であるといった利点がある。今回の研究の目的はスイカの皮のバイオマスを熱分解で炭化させ、硫酸やマグネシウムで処理したものを不均一触媒として活用した場合の性能を調査することである。

5. 2 実験方法

まず、電気炉を用いてスイカの皮を乾燥させた粉末を熱分解しバイオチャーにした。この時、硫酸で処理する場合は熱分解後に硫酸とバイオチャーをオートクレーブに入れ、150 °C、2 時間保持し、洗浄した。マグネシウムで処理する場合は熱分解前に MgCl₂ を混ぜてバイオチャーにし、洗浄した。熱分解の温度及び硫酸の濃度、そして得られたバイオチャーの命名を Table 1 に示す。得られたバイオチャーを用いてフルクトースを水熱処理した。水熱処理はテフロン管の中に、スターラーと 30 mL の脱イオン水、フルクトースと触媒を入れ、ステンレス容器内で攪拌を行いながら実験をした。実験後、高速液体クロマトグラフィー(HPLC) で得られた液体のフルクトース、5-HMF、レブリン酸、ギ酸の収率を分析した。実験条件を Table 2 に示す。

Table 1 Catalysts name

Cat. Name	Funcnalization	Pyrolyzed temp. [°C]
Biochar-600	None	600
Mg-600	MgCl ₂	500
98S-500	98% sulfuric acid	500
98S-600	98% sulfuric acid	600
98S-700	98% sulfuric acid	700
60S-600	60% sulfuric acid	600
30S-600	30% sulfuric acid	600

Table 2 Experimental condition

Catalyst	Biochar-600, Mg-600, 98S-500, 98S-600, 98S-700, 60S-600, 30S-600
Catalyst loading	0.2 g
Temp.	140 - 200 °C
Reaction time	30 - 120 min
Fructose	1.2 g
DI water	30 mL

5. 3 結果考察

反応温度 160 °C、反応時間 60 分の条件で触媒の種類を変えて実験を行った結果を Fig. 1 に示す。フルクトースの変換率は 600 °C で熱分解し、硫酸で処理したものが最も高くなった。また、硫酸で処理したものは他のものよりもフルクトースの変換率や 5-HMF、レブリン酸の収率が高くなり、硫酸で処理することで反応を促進させることができると考えられる。

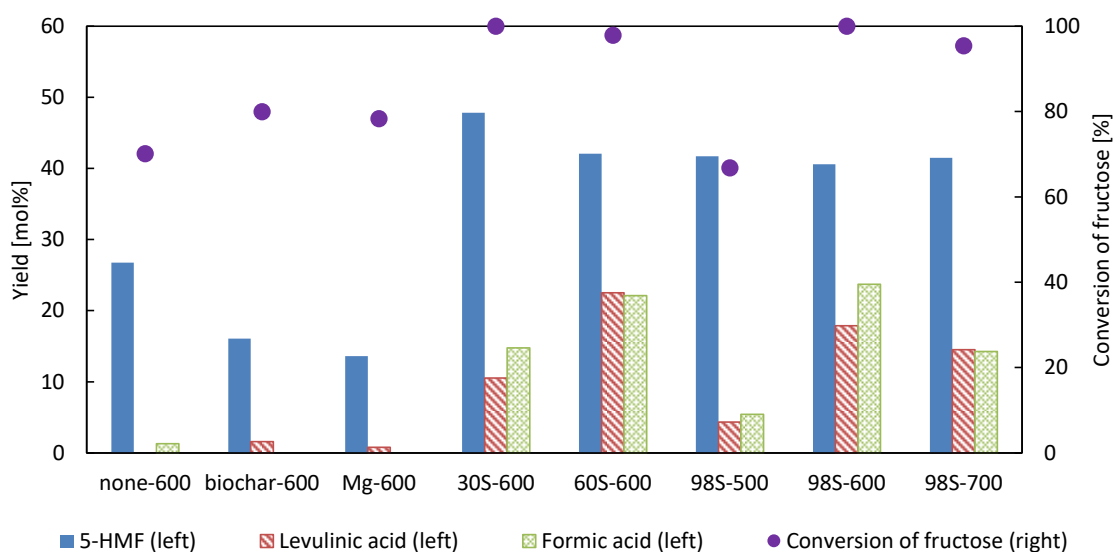


Fig. 1 Effect of type of catalyst (160 °C, 60 min)

反応温度 160 °C、98S-600 の触媒で反応時間を変えて実験を行った結果を Fig. 2 に示し、反応時間 60 分、98S-600 の触媒で反応温度を変えて実験を行った結果を Fig. 3 に示す。160 °C、60 分以上になるとフルクトースがほぼ変換されていることが分かった。反応時間を長くするほど、また反応温度を 160 °C よりも高くするほど 5-HMF の収率が下がり、レブリン酸とギ酸の収率が上がっているため、フルクトースが 5-HMF に変換され、更にレブリン酸とギ酸に分解される反応が温度や時間によって促進されていると考えられる。

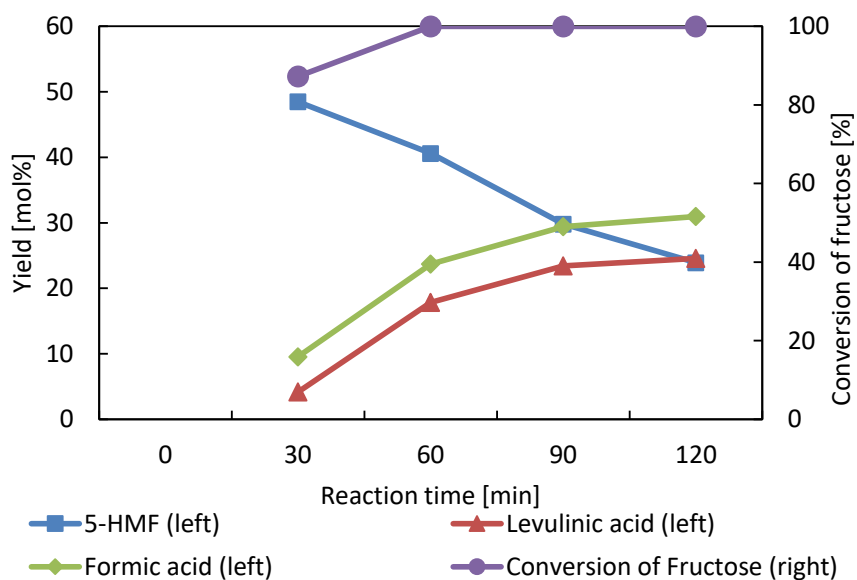


Fig. 2 Effect of reaction time with 98S-600, 160 °C

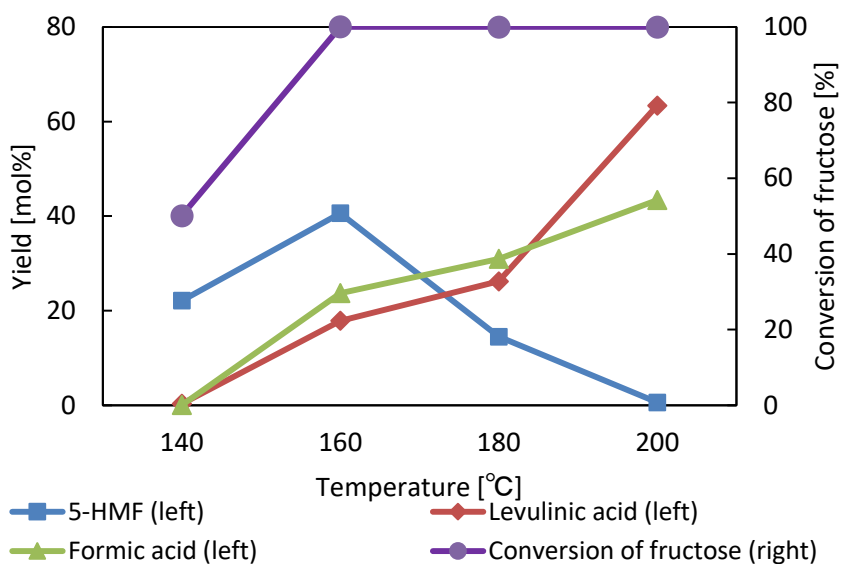


Fig. 3 Effect of temperature with 98S-600, 60 min

6. まとめ

滞在したのは約4週間の短い期間でしたが、文化の異なる国で過ごすとても貴重な経験となりました。加えて、海外から日本がどう見られているのかを知る機会にもなりました。また、研究のみならず、日常生活に関して全てを英語でやり取りするため、これらの経験を通してエンジニアとして成長することができた一方、まだまだ自分の英語力が足りず今後の課題を見つけることもできました。

7. 謝辞

本研究プログラムにおいて、ご指導していただきました Prof. Tawatchai Charinpanitkul, Dr. Sanchai Kuboon、実際に実験の手伝いをしていただきました Dr.Giang T. T. Le、Ms. Pimplapas Bunwichian、研究面のみならず現地生活の手助けをして頂きました研究室の方々に、厚く御礼申し上げます。また、このような貴重な機会を与えていただきました松村幸彦教授に厚く御礼申し上げます。最後に、本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にも厚く御礼申し上げます。
