

# マレーシアにおけるアブラヤシを利用したバイオエネルギーと 藻類バイオ燃料

マレーシア短期派遣学生 帰国後報告レポート

筑波大学

生命環境科学研究科

環境バイオマス共生学専攻

一貫制博士課程 1年

稲葉 遊



写真 1. MJIT Memo Lab の前で MJIT の学生らと

## 1. 目的

---

私は現在、植物代謝生理学研究室で、光合成による有用物質生産効率を改善するための遺伝子制御機構をラン藻に導入する研究を行っている。光合成による有用物質生産の中でも、特に、バイオ燃料に興味があり、学部生の頃から、藻類を用いたバイオ燃料生産の研究を行っている。今回、短期派遣学生としてマレーシアに行ったのには、主に 3 つの目的がある。

### ① *Rhodococcus jostii* RHA1 の研究を知る。

現在の研究は、芳香族化合物によって、ラン藻の遺伝子発現を切り替えることが目的であるが、その芳香族化合物を検知するセンサーの遺伝子は *Rhodococcus jostii* RHA1 という微生物のものであり、MJIT の原先生から提供していただいたものである。マレーシアに行く前に、原先生が筑波大学を訪れた際、原先生と私の研究についてディスカッションした。原先生率いる MJIT の Memo Lab では、RHA1 株の研究を行っているため、Memo Lab を訪れることにより、より自分が使っている遺伝子への知見を深めることを目的とした。

### ② パームオイルによるバイオ燃料生産を知る。

マレーシアは熱帯性気候であるため、アブラヤシが生育できる環境でき、アブラヤシから取れるパームオイルは、バイオ燃料の原料として用いることができる。気候が違うマレーシアでのバイオ燃料生産はどのようなものか、藻類によるバイオ燃料生産を考える者として興味を持った。

### ③ 東南アジアでの藻類オイル研究を知る。

藻類由来のオイルのコストを削減するために、労働力が日本より安く、年中暖かく日射量の多い東南アジアでの藻類生産を行うことが日本で検討されはじめている（ちとせ研究所や新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）など）。しかし、東南アジアの気候は、日本の気候とは全く違っており、日本における屋外藻類培養法は、そのまま東南アジアで用いることはできない。そのため、現在のマレーシアにおける藻類屋外培養について知ることを目的とした。

## 2. 学んだこと

### 2.1. *Rodococcus jostii* RHA1 の研究

原先生率いる MJIT の Memo Lab では、RHA1 株の研究を行っているため、Memo Lab が週 1 回行っているセミナーに参加した。内容は、学生による研究発表と論文紹介だったが、研究発表をした学生の研究内容が RHA1 株についてのものだったので、Memo Lab で RHA1 株についてどのような研究をしているのか知ることができた。またその学生を含め、RHA1 株の研究をしている学生が 2 名、今月から筑波大学の私のラボに留学することになっており、彼らと日本に来るまえに話すことができた。筑波大学において彼らと研究についてディスカッションできると考えると、楽しみであり、心強い。

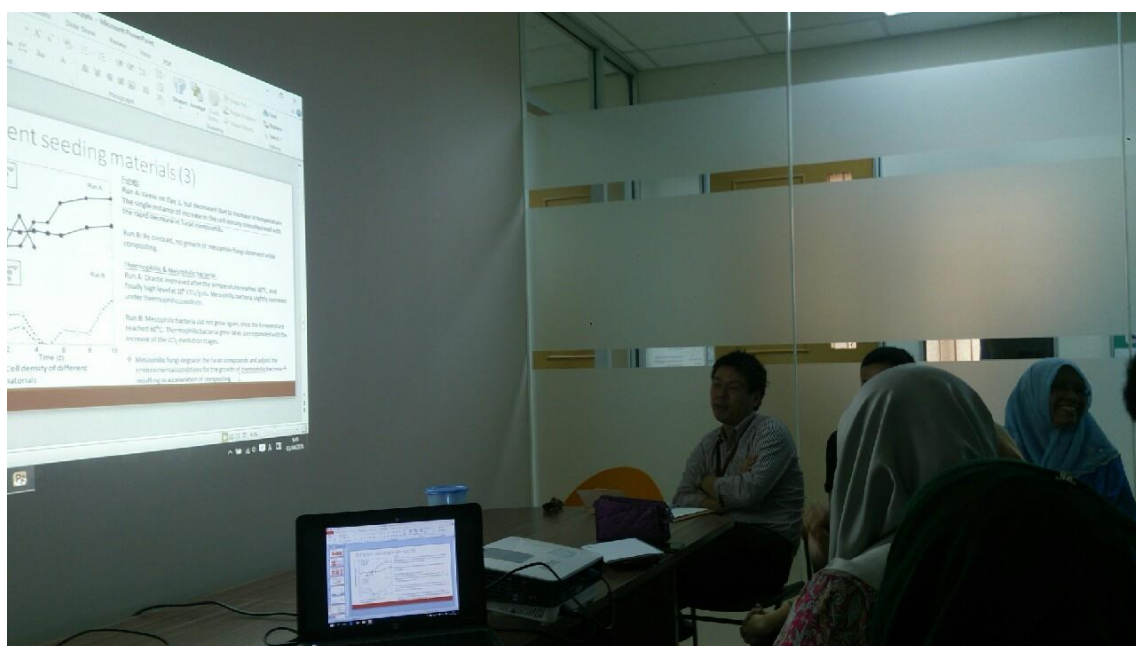


写真 2. Memo Lab でのセミナーの様子

## 2.2. パームオイルによるバイオ燃料生産

マレーシアのパームオイル生産量は、インドネシアに次いで、世界2位である。パームオイルは食用油として用いることもできる他、バイオ燃料の原料としても用いられている。マレーシアでは、B7 という政策によって、石油にバイオディーゼルを混ぜることによって、石油の7%をバイオディーゼルで代替している。まず、初めに、パームオイルからバイオ燃料を製造している Sime Darby Biodiesel Sdn Bhd.を訪問し、学んだことを報告する。

### 2.2.1. Sime Darby Biodiesel Sdn Bhd.

Sime Darby Biodiesel Sdn Bhd.はクアラルンプールから 50km ほど南西に位置する、パームオイルからバイオディーゼルの生産する会社である。初めに、会社についての概要の説明を聞き、その後、バイオディーゼル製造工場を見せてもらった。この会社を訪れて、まず驚いたのは、パームオイルを作るアブラヤシのプランテーションの広さである。



写真3. 広大なアブラヤシプランテーション

見渡す限りアブラヤシのプランテーションであり、もし、藻類を用いた商業的なバイオ燃料生産を行うとすると、このような広さの藻類プールを作ることになるのかと思った。会社の説明の中で、Sime 社が製造したバイオディーゼルは、マレーシアの石油会社によって購入されるという話を聞いた。どうやらマレーシアでは日本とは違い、石油の7%をバイオ

ディーゼルで代替しなければならないという政策（B7）があり、石油会社は義務として、バイオディーゼルを購入する必要があるらしい。マレーシアはもともと、パームオイルの生産国であり、そのパームオイルを原料として、大量に、かつ安定的にバイオディーゼルの生産することができるため、そのような政策ができたのだろう。バイオディーゼルの混ぜることにより、通常の石油より高くなるコストは、国からの補助金で賄う。アブラヤシは熱帯性気候の下でしか栽培できないため、日本では、藻類によるバイオ燃料になると思うが、日本でも将来的にこのB7のような政策ができ、バイオ燃料が普及していくのだろう。

## 2.2.2. Biomass Technology Centre (プトラ大学 UPM)



写真 4. アブラヤシの残渣からバイオガスを作るためのプラント

プトラ大学の Biomass Technology Centre では、主に、アブラヤシの残渣を利用して、バイオエネルギーを作る研究を行っている。アブラヤシの残渣から Biogas, Biochar (炭), Biocompost を作り、使い終わった食用油から Biodiesel を作っている。このセンター内には、基礎研究をするラボと、実証研究をするプラントの両方が備わっている。基礎研究のラボでは、アブラヤシの残渣からブタノールを作る研究をしており、修士の学生たちが、自分の研究について教えてくれた。まず、基礎研究をするラボと、実証研究をするプラントが同じ敷地内にあることがすばらしいと思った。Biogas や Biochar は専門ではないので、日本でもその

ような場所があるかはわからないが、自分にとってはかなり理想に近い研究所だった。やはり基礎研究の成果は、実証研究になるべく早く応用された方がいいし、実証研究で浮彫になった問題点が基礎研究のラボにいち早く伝わり、それが基礎研究の方向性につながるのが理想だ。日本では、実証研究の多くは企業で行われ、基礎研究の多くは大学で行われている。そして、企業と大学が連携することにより、基礎研究と実証研究のサイクルが回されている。私の専門である藻類由来のバイオ燃料の研究においても、筑波大学が基礎研究と実証研究の両方をやっているが、この **Biomass Technology Centre** のような両者の密接な結びつきが感じられない。この基礎研究と実証研究のサイクルは速ければ速いほどよく、基礎研究をしている場所と実証研究をしている場所の物理的な距離が近ければ近いほど、このサイクルは速くなる。藻類オイルの実用化には、研究を行うだけでなく、このようなサイクルを加速させる環境づくりも、必要だということを痛感した。また、この研究所では、作った **Biogass** や **Biochar** から得られるエネルギーを自分たちの研究所内で用いている。そして、廃棄された食用油から作ったバイオディーゼルは、その使い終わった食用油を提供してくれた市民にお返ししているらしい。この点も素晴らしいと思った。この取り組みは、バイオエネルギーの利用のデモンストレーションになるのみならず、この研究所のバイオエネルギーに対する態度、環境に対する態度を世間に示すことにもつながる。そう意味では、この研究所は研究のみならず、精神的な面でも非常に進んでいた。また、これは少し本筋からそれるが、この研究所内では、出版された論文を年代ごとに掲示板にきれいに貼っていた。この取り組みは、訪問者に自分たちがどんな研究をしているか示すのに効果的であり、また研究者にもやりがいを与えるいい取り組みだと思った。研究室では、実験を行うことももちろん大切だが、このように、組織としてどのような取り組みをすれば、皆のモチベーションが維持できるのか？、また、どのようにすれば一般の人々に自分たちが行っている研究をわかりやすく示すことができるのか？、どうすれば、自分たちの研究への想いを態度で示すことができるのか？などを考えることも、最終的に研究を進める上で重要であることを学んだ。

### 2.3. 東南アジアにおける藻類オイル研究

#### Algae Research Laboratory of Prof. Phang Siew Moi

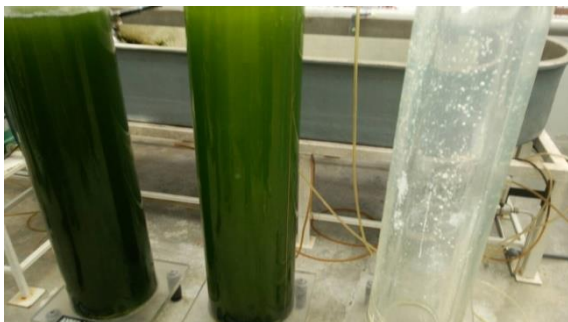


写真5 (左) . 半開放系のフォトバイオリアクター

写真6 (右) . 開放系のレースウェイ



Phang 教授の研究室では、開放型であるレースウェイと2つのタイプのフォトバイオリアクターで藻類を培養し、それぞれの藻類の増殖、二酸化炭素収支、ライフサイクルアセスメント (LCA) を比較していた。やはり、それぞれの方法に利点、欠点があるらしく、意識されることは少ないが、その培養器が洗いやすいか否かも意外と重要であることを再確認した (カルフォルニア大学の授業を受講したときも、同じことを言っていた)。また、この研究室では、パームオイルを作る際に出てくる廃液を

用いて、藻類を培養する研究を行っていた。さらに、その廃液を用いて藻類を培養したときの光合成を用いて電力を生み出す研究もしており、自分にとって、光合成を用いて電力を生み出す研究を聞くのは初めてだったのもあり、非常に興味深かった。そして日本は、国内で得られる廃液などの栄養源を用いた藻類の培養の研究を独自でやらなければならないということだ。日本でも、下水や、メタン発酵消化液を栄養源として藻類を培養する研究が行われている。マレーシアのように、パームオイルの廃液が大量に出てくる土地では、パームオイルの廃液を使い、日本は日本で、日本が出てくる廃液を用いた研究を独自に行う必要があるのだ。研究室見学のあとに、Phang 教授に、日本の企業が東南アジアで藻類を培養するつもりであることを伝えると、「東南アジアで藻類を培養するならば、気候が全く日本とは違うため、日本の培養方法は通用せず、東南アジアでの培養方法を確立する必要がある」と言っていた。正直、この点に関しては、深く意識したことがなく、“日本より暖

かいから藻類の培養に向いている”、だとか、“日本と違って年中日射量が多い”、“日本より労働力が安い”などの、良い点にしか注意がいていなかった。Phang 教授がおっしゃった予想される問題点を明らかにするためにも、なるべく早く、実際に東南アジアで藻類の屋外培養を始める必要があると感じた。