
(ペトロナス工科大学 (マレーシア)) 研修報告書

(微細藻類を用いた油排水処理)

工学研究科 機械物理工学専攻 横山 裕生

1. はじめに

2018 年 8 月 17 日から同年 9 月 16 日の間、マレーシアのペトロナス工科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、バイオマスについての研究を行なっている。ペトロナス工科大学では日本では育成の難しいクロレラを用いた研究を行なっている。そこで、こちら側としては知見を深めるため、マレーシア側は今まで行われていなかったクロレラを使った新たな実験を行うために油排水処理の初期の研究を行なった。

3. 共同研究スケジュール

8 月 17 日 出国
8 月 17 日～9 月 14 日 研究, プレゼンテーション
9 月 16 日 帰国

4. 共同研究派遣先の概要

大学名: Universiti Teknologi PETRONAS
所在地: Persiaran UTP, 32610 Seri Iskandar, Perak, マレーシア
指導教員: Dr. Lam Man Kee

5. 共同研究内容

5. 1 概要

近年、マレーシアの工業化が進んでいるが、依然として資源利用型の産業が主となっている。マレーシア輸出総額の約 3 分の 1 は電気電子産業によるものであるが、これに続くものとして、石油精製品 (9.2 %), 天然ガス (8.2 %), 石油化学 (6.7 %), パーム油 (6.4 %) と資源 利用型産業が続く。中でもパーム油生産量はインドネシアに続いて第 2 位となっている¹⁾。しかしながら、その生産過程において発生するパームオイルを含んだ排水 (POME) の排出による河川の汚染や環境問題が問題となっている²⁾。POME を排出する前には、薬品を使用した処理を行う必要があるが、コストがかかることからこの処理が行われずに排出されている。また、処理に薬品を使用するため、その処理によっても環境に負担があることが考えられる。これらの理由から環境に負荷がない POME の処理方法が求められている。

一方、微細藻類はその増殖性やその体内に作る脂質がバイオディーゼルに変換できることなどからバイオマス原料として注目されている³⁾。中でも、*Chlorella vulgaris* についてはその成長のしやすさや原油によって汚染されたような極端な環境下でも原油を栄養として生育できることから多くの研究がなされている⁴⁾。

しかしながら、この *C. vulgaris* を POME の処理に用いた例はこれまでにない。これが実現できれば、マレーシアに豊富に存在する太陽光の下で、効率よく安価に POME の処理を行うことができ、マレーシアの環境問題に大きく貢献することになる。そしてこのためには、油排水中の各種条件下で *C.*

vulgaris の増殖，油処理特性を知る必要がある．そこで本研究では，市販のパーム油と水道水を用いて擬似排水油を作成し，その中に *C. vulgaris* を添加し，各種パラメータを変えて育成し，そのパーム油の処理効果を確かめることを目的とした．

5. 2 実験方法および結果

市販のパーム油と水道水を用いて擬似油排水を作成し，その中に *C. vulgaris* を添加，各種パラメータを変えて育成した．Table 1 に実験条件を示す．今回，実験条件として，パーム油の濃度を変えた実験を行った．*C. vulgaris* の濃度の 10 % はサンプル全体の容量の 10 % を意味し，今回はサンプル全体の容量が 800 mL で合ったので，吸光度を 2.4 に調整した *C. vulgaris* を 80 mL 添加したことになる．

C. vulgaris の栄養として Tan et al. が使用していたものと同様のものを用いた⁵⁾．鶏糞堆肥を蒸留水中で 24 時間攪拌したものを濾過した液体である．

擬似排水油は，超音波によって所定量のパーム油を水道水 30 mL 中に乳化させたものを使用した．

上記のものを混ぜ合わせた後，800 mL になるまで水道水を注いだものをサンプルとして 5 日間培養した．培養後は遠心分離により，*C. vulgaris* 部とパーム油部に分け，それぞれ乾燥機で水分がなくなるまで乾燥させた後，*C. vulgaris* 量，抽出された脂質量，パーム油量を測定した．

分析は，UV-VIS によって，*C. vulgaris* の濃度を毎日測定した．また，*C. vulgaris* の脂質のうち代表的なサンプルについてトランスエステル化処理をし，水素炎イオン化検出器 (GC-FID) による組成分析を行った．

実験条件を Table 1 に，抽出条件を Table 2 にそれぞれ示す．

Table 1 Experimental conditions

Microalgae	<i>C. vulgaris</i>
Palm oil concentration	1.15, 3.45, 5.75 g/L (density is 0.92g/mL)
pH	3~3.5
Microalgae seed	10 % of the total working volume (microalgae seed with abs. adjusted to 2.4)
Working volume	800 mL
Amount of nutrition	32 mL
Cultivation time	5 days
Growing temperature	23~28 °C
Light intensity	60–70 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
Ultrasonic time	60 min
Drying temperature	105 °C
Wavelength range of UV-VIS	688-687 nm

Table 2 Extraction conditions

Solvent	2:1(=Methanol:Chloroform)
Extraction time	3 h
Extraction temperature	25 °C

5. 3 考察

UV-VIS の結果では増殖が確認されなかった場合でも、実験後の *C. vulgaris* 量は増加していた。これは、乳化した擬似排水油が分析に影響を与えたためだと考えられる。

実験後回収できたパーム油の量は全ての条件下においても大幅に減少していた。対照実験との比較から、そのほとんどは実験中に装置に付着し減少したものと考えられる。一方、*C. vulgaris* から抽出された脂質量はパーム油濃度の増加に伴い増加した。また、パーム油を使用しない対照実験の結果と比較して、2～3 倍程度の脂質重量であった。このことから、*C. vulgaris* がパーム油を栄養として吸収した可能性、または、パーム油によって *C. vulgaris* の育生が促進された可能性が考えられる。

抽出された脂質をエステル交換して得られた脂肪酸メチルエステル(FAME)の分析結果から、パーム油中で育った *C. vulgaris* の 60 %前後を C16:0 が占めることが分かった。Tan et al. によると、パーム油を使用せず、鶏糞堆肥を栄養として用いて育てた際の、抽出脂質の FAME 中の C16:0 は 30 %程度となっている⁵⁾。このパーム油の FAME の主成分は C18:1 であることから、今回抽出した脂質がパーム油ではなく、通常の抽出脂質でもないことが分かる。*C. vulgaris* がパーム油を分解して吸収している可能性が考えられる。

Table 3 Extracted oil weight change

Oil concentration, g/L	1.15	3.45	5.75
Extracted oil weight, mg	103.60	111.23	240.03

6. まとめ

パーム油を使用した擬似排水油中での *C. vulgaris* の培養を行なった。結果として、パーム油が減少し、*C. vulgaris* から抽出できた脂質量が増加していた。回収できた脂質量はパーム油濃度が増加するにつれて増加しており、その脂質の組成はパーム油や油を使わない通常条件下の際に得られる抽出脂質の組成とは異なっていることから、*C. vulgaris* がパーム油を分解して吸収している可能性が示唆された。

1 ヶ月という短い期間の中で、5 日も育成にかかる実験を 4 条件行い結果を出さなければいけなかったため、事前の打ち合わせ、スケジューリング、実験方法改善の提案などを入念に行なった。その結果実験結果としては良いものが得られた。このことから、綿密な準備が期間内に良い結果を出すことに必要なことを学んだため、これからその教訓を生かして、残りの研究生活をより良いものにしたいと考えている。また、マレーシアという国では、多民族国家であり、現在も単一民族国家に近い形を取っている日本にいと体験できないことや発展途上国があるがゆえの不便を感じる部分、逆に日本にもあれば良いのにと感じる部分などを学ぶことができた。この経験は必ずこれからの日本のグローバル化に向けて大事なものになると感じる。

7. 謝辞

本研究において、ご指導してくださった Lam Man Kee 教授，研究面のみならず現地生活の手助けをして頂いた研究室の学生の方々には，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頂いた松村幸彦教授にも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深く御礼申し上げます．
