

「藻類・水圏微生物の機能解明と制御による  
バイオエネルギー創成のための基盤技術の創出」  
平成 24 年度採択研究代表者

H25 年度  
実績報告

中島田 豊

広島大学大学院先端物質科学研究科  
准教授

海洋微生物発酵制御を基盤とした大型藻類の完全資源化基盤技術の開発

## § 1. 研究実施体制

### (1) 大型藻類の耐塩無加水メタン発酵技術の開発グループ

- ① 研究代表者: 中島田 豊 (広島大学大学院先端物質科学研究科、准教授)
- ② 研究項目
  - ・耐塩性藻体資化・メタン発酵微生物・遺伝子群の探索

### (2) 高付加価値油脂生産技術の開発グループ

- ① 主たる共同研究者: 秋 庸裕 (広島大学大学院先端物質科学研究科、准教授)
- ② 研究項目
  - ・ラビリンチュラ野生株の基質資化特性ならびに脂質生産特性の解析
  - ・分子育種によるバイオマス基質資化性の増強
  - ・海藻バイオマスの資化に関与する酵素や代謝制御因子のゲノム探索

### (3) 無機資源回収基盤技術の開発グループ

- ① 主たる共同研究者: 岡村 好子 (広島大学大学院先端物質科学研究科、准教授)
- ② 研究項目
  - ・金属耐性・細胞内金属蓄積能を有する光合成細菌の探索
  - ・レアメタルやレアアースを吸着する生体分子の開発
  - ・各種大型藻類に吸着した金属のプロファイリング

### (4) 大型藻類前処理技術の開発グループ

- ① 主たる共同研究者: 松村 幸彦 (広島大学大学院工学研究院、教授)
- ② 研究項目
  - ・水熱前処理における塩分の影響の確認とその機構の解明

## § 2. 研究実施の概要

本研究プロジェクトでは、海洋微生物が持つ耐塩性および海藻糖質代謝機能に着目し、1)耐塩無加水高効率メタン発酵によるエネルギー回収技術を中心として、2)海洋藻類を基質とした高付加価値物質生産技術、3)メタン発酵残渣からの貴重金属の回収技術、そして4)発酵原料に適した前処理技術など、経済的に成り立ち、かつ廃棄物ゼロを目標とする海洋藻類のエネルギー・資源化システム実用化に必要な要素技術の確立を目指している。

大型藻類の耐塩無加水メタン発酵は、メタン発酵の3つの過程、すなわち、加水分解・脂肪酸生成過程、脂肪酸酸化酢酸生成過程、そして酢酸または水素からのメタン生成過程に関与する三種の異なる代謝機能を持つ微生物群がバランスよく働くことで成立する。しかし、従来のメタン発酵微生物群では海水程度の塩濃度下で大型褐藻類であるコンブからのメタン生成が顕著に阻害される。本年度、我々は、干潟に豊富に存在する海洋底泥中の微生物群が塩存在下でもコンブから活発にメタンを生成することを見いだした。この海洋微生物群はコンブの分解過程でできるプロピオン酸、酪酸、水素そして酢酸などの有機物をほぼ完全に分解してメタンを生成できるので、この海洋微生物群を制御・活用することで、大型藻類の高効率エネルギー化が期待できる。

海藻バイオマスを用いたメタン発酵プロセスで低価格エネルギーを提供するシステムにおいては、高付加価値物質の同時生産によってコストバランスを安定化する技術開発が必要となる。我々は、ドコサヘキサエン酸、アスタキサンチン、スクアレンなど高付加価値油脂の生産能を有する海洋性微生物ラビリンチュラ類オーランチオキトリウム属が、本来利用できない海藻特有の糖質を利用するための新規培養技術を開発した。また、ゲノム情報を駆使した分子育種によって藻体糖質を資化する新規油糧微生物の創出に向けた基盤技術を確立した。

褐藻類は体表面にヌルヌルとした多糖を分泌しており、この多糖が金属イオンを引きつけるため、食塩以外にも貴重金属類、レアアース類など様々な金属がメタン発酵廃液には含まれる。そこで、廃液の浄化及び有用金属回収を目的に、光合成細菌の優れた金属耐性を利用した技術開発を行っている。本年度、海洋性光合成菌の集積培養物に、銅、コバルト、カドミウムなどの金属を過剰量添加し、金属除去実験を行ったところ、80-90%の除去率が示され、完全除去可能な株が取得できたことが示された。また、レアアースに関してもほぼ完全に回収できる菌が見いだされ、資源確保にも有効に利用できることが示唆された。

大型藻類を高効率にエネルギー化・高付加価値物質化するためには、微生物が利用しやすいように前処理することも重要である。我々は、高温高压の水で藻体を前処理する水熱処理法を開発している。本年度は、水熱処理によりコンブを構成する有機物やコンブに含まれる各種の金属がどのような挙動をするかを確認した。また、コンブは海水中に生息するため、含有塩分がどのようにこれらの挙動に影響を与えるかも検証した。高温高压に耐える金属製の容器を用いて実験を行った結果、有機物の大部分は液相に移動し、含まれる金属は種類によって固相と液相とに分かれることがわかった。塩を加えた実験でも、加えない場合とほぼ同じ結果が得られ、塩の影響は水熱前処理ではほとんどないことが確認された。このことは、脱塩などの前処理が必要ないことを示しており、耐塩性のメタン発酵や付加価値油生産のプロセスへの道を開くものである。

### § 3. 成果発表等

#### (3-1) 原著論文発表

##### 論文詳細情報(国際)

1. Ryunosuke Matsumoto, Tsunehiro Aki, Yoshiko Okamura, Takahisa Tajima, Yutaka Nakashimada, Yukihiro Matsumura, “Behavior of organics in kelp during hydrothermal pretreatment: Fundamental characteristics and effect of Salt”, Journal of the Japan Institute of Energy, (in press)

#### (3-2) 知財出願

- ① 平成 25 年度特許出願件数(国内 1 件)
- ② CREST 研究機関累積件数(国内 2 件)