

「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」

H26 年度  
実績報告書

平成 22 年度採択研究代表者

白岩 善博

筑波大学生命環境系  
系長・教授

海洋ハプト藻類のアルケノン合成経路の解明と基盤技術の開発

## §1. 研究実施体制

### (1)「筑波大学」グループ

- ① 研究代表者: 白岩善博 (筑波大学生命環境系、教授)
- ② 研究項目
  - ・ 代謝変化のための基礎研究および基盤技術の開発
  - ・ 比較メタボローム・トランスクリプトームによるアルケノン合成経路の解明
  - ・ 代謝変化によるアルケノン合成強化株の作成
  - ・ アルケノン合成の中間体のバイオリファイナリーとしての利用
  - ・ 培養条件及びアルケノン生産条件の最適化
  - ・ 陸上の湖沼における淡水性アルケノン合成藻類の探索・単離・培養

### (2)「北海道大学」グループ

- ① 主たる共同研究者: 沢田 健 (北海道大学大学院理学研究院、准教授)
- ② 研究項目
  - ・ 比較メタボローム・トランスクリプトームによるアルケノン合成経路の解明
  - ・ アルケノン合成の中間体のバイオリファイナリーとしての利用
  - ・ 培養条件及びアルケノン生産条件の最適化

## §2. 研究実施の概要

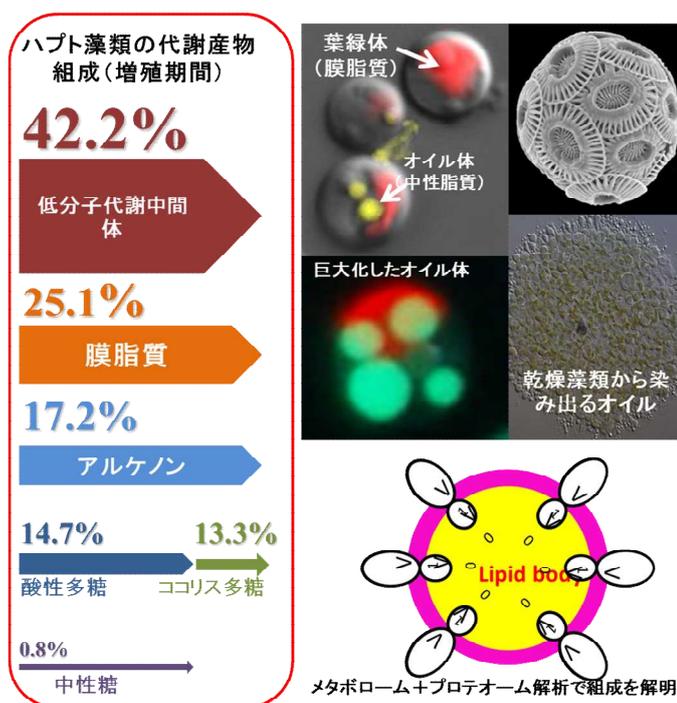
海洋ハプト藻類で乾燥重量の 20-30%を占める脂質アルケン(超長鎖不飽和ケトン)は直鎖の炭素数36~40の炭化水素分子であり、それらをバイオ燃料や脂質バイオリファイナリー原料、特にジェット燃料として利用するための技術開発を目的として本研究を行っている。本研究の特徴は海洋性微細藻類を用いることで、将来の大量生産の際に世界的に不足が懸念される淡水を使用せず、海水を利用することで水問題を回避することにも特徴がある。

ハプト藻類は膜構成成分と考えられる炭素数 18 分子で 5 個の不飽和結合を有する不飽和脂肪酸(C18:5)を合成する稀有な特徴を有している。既知の酵素とは系統的に異なる新規の  $\Delta 15$  fatty acid desaturase (カルボキシル基から数えて炭素番号 15 位に不飽和結合を形成する不飽和化酵素)を発見した。この研究のため、海洋ハプト藻類円石藻 *Emiliania huxleyi* ゲノムプロジェクトのゲノム情報から候補遺伝子を抽出し、C18:4 を有するが C18:5 を有しないシアノバクテリアに導入し発現する新たな解析系の開発に成功した。

世界中から集めた 50 株のハプト藻株からのスクリーニングの結果、炭素数 29 のアルケン分子(C<sub>29:2</sub>炭化水素)を生産する 2 種類のハプト藻類円石藻を発見した。本成果は、更なる研究によってさらに短いアルケン分子を生産する海洋性ハプト藻類新規株の取得や代謝改変により、少ない処理で直接燃料として利用できるオイル(Drop-in-Fuel; ジェット燃料など)の生産株の開発の実現可能性を示した。多くの改質過程を必要とするトリアシルグリセロールを生産する多くの他の藻類株とは一線を画す点で特徴的・特異的である<sup>(1)</sup>。

プロテオーム解析とメタボローム解析の統合の成果として、アルケン生産ハプト藻類イソクリシスのアルケン蓄積細胞小器官(脂質体)の単離・精製に成功し、その脂質体の全脂質組成を解明した。それがアルケン(74%)に富むことから「アルケンボディ」と命名した。さらに、主なアルケンボディタンパク質が V-ATPase であること、ER 膜の発芽形式によりアルケンボディが形成される仕組みを提唱した。教科書に記載される学術的価値の高い成果である<sup>(2)</sup>。

海洋ハプト藻類円石藻 *E. huxleyi* (NIES 837 株)(写真)の 100L スケール培養の結果、乾燥重量で約 1.65g /日 (16.5 mg L<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) のバイオマス生産量で、そのアルケン生産量は、約 125 mg/日 (1.25 mg L<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) で至適条件下での生産量の 10%程度であり、改良中である。



【主要論文】

(1) Nakamura H, Sawada K, Araie H, Suzuki I, Shiraiwa Y, “*n*-Nonacosadienes from the marine haptophytes *Emiliana huxleyi* and *Gephyrocapsa oceanica*”, *Phytochemistry*, vol 111, pp. 107–113, 2015 (DOI: 10.1016/j.phytochem.2014.12.023)

(2) Qing Shi, Hiroya Araie, Ranjith Bakku, Yoichiro Fukao, Randeep Rakwal, Iwane Suzuki, Yoshihiro Shiraiwa, “Proteomic analysis of lipid body from the alkenone-producing marine haptophyte alga *Tisochrysis lutea*”, *Proteomics*, **in press**.