

# 石油代替燃料生産を目指した微細藻 *Botryococcus braunii* のトリテルペン系炭化水素生合成メカニズムの解明

東京大学 大学院農学生命科学研究科 准教授

岡田 茂



## 研究の背景

群体性微細緑藻 *Botryococcus braunii* は、生体の乾燥重量の数十パーセントにも及ぶ大量の液状炭化水素を生産・分泌し、個々の細胞をつなぎ止めている細胞外マトリクスと呼ばれる部位に蓄積します(図1)。本藻種には生産する炭化水素の種類が異なるA、BおよびLの3品種があり、B品種はbotryococcene類とメチルスクアレン類という、トリテルペン系炭化水素を生産します。これらの炭化水素は、バイオ燃料源として魅力的です。その一方、本藻種は増殖が遅く、大量培養による商業的炭化水素の生産は、いまだに難しい状態です。そこで、本藻種のトリテルペン系炭化水素の生合成メカニズムを解明し、より効率のよい炭化水素生産への道を拓くことを目指しました。

## 研究の成果

B種が生産するbotryococceneはスクアレンと分子構造が似ていることから、スクアレン合成酵素(Squalene synthase=SS)と似た酵素により、ファルネシルニリン酸(FPP)を前駆体として生合成されるものと推定されてきましたが、証明されていませんでした。そこで、私たちはアッセイ法を改良し、*B. braunii*の藻体ホモジネートとFPPから、botryococceneとスクアレンの両者が生成されることを明らかにしました。このアッセイ法を利用し、スクアレン合成酵素様タンパク質(SS-like protein=SSL)遺伝子の探索を行ったところ、本藻種には通常のSS(*Botryococcus* SS=BSS)のほかに、SSL-1、2および3という3種類のSSL遺伝子が存在することがわかりました(図2)。SSL-1は2分子のFPPを基質として、プレスクアレンニリン酸(presqualene pyrophosphate=PSPP)を生成する

のに対し、SSL-2およびSSL-3は、FPPではなくPSPPを基質として、それぞれスクアレンおよびbotryococceneを生成するという、本藻種に特異的なメカニズムを明らかにすることができました。

## 今後の展望

これまでの研究で特定された炭化水素生合成酵素遺伝子を手がかりに、さらに研究を進めることで、本藻種が「なぜ」「どうやって」、トリテルペン系炭化水素を作っているかを明らかにすることができれば、より効率よく炭化水素を生産できる培養方法の開発や、培養しやすい新規藻株の作出が期待できると考えています。

## 関連する科研費

- 平成12-13年度 奨励研究 (A) 「微細類からの有用炭化水素合成酵素遺伝子の探索」
- 平成14-15年度 若手研究 (B) 「有用物質生産を目指した微細緑藻のテルペノイド前駆体生合成経路の解明」
- 平成16-17年度 基盤研究 (C) 「石油生産微細緑藻における有要イソプレノイド生合成酵素の活性発現機構の解明」
- 平成18-19年度 基盤研究 (C) 「微細緑藻による有用イソプレノイドの大量生産の鍵となる生合成酵素の解明」
- 平成21-23年度 基盤研究 (B) 「EST解析情報を利用した微細緑藻による有用炭化水素生合成メカニズムの全貌解明」

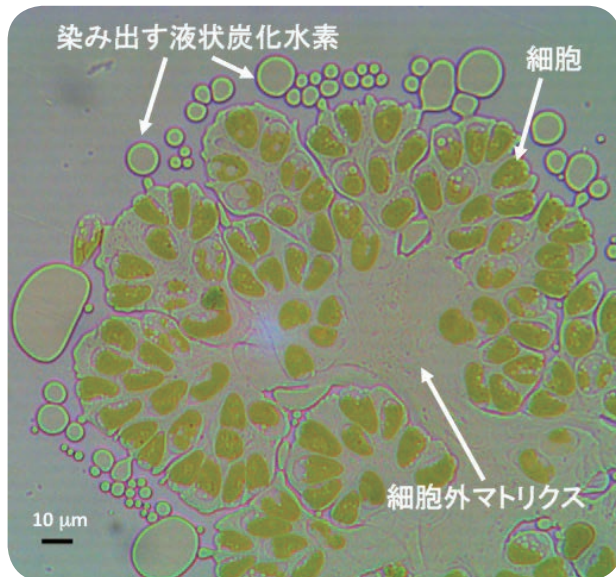


図1 *B. braunii* B品種の群体と染み出る液状炭化水素

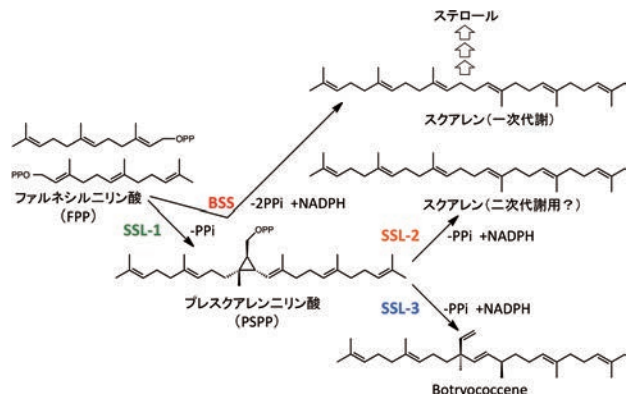


図2 *B. braunii* B品種におけるトリテルペン系炭化水素の生合成メカニズム  
通常のスクアレン合成酵素(BSS)が行う二段階の反応のうち、一段階目と同じ反応のみを行う酵素(SSL-1)により生産されるプレスクアレンニリン酸を基質として、スクアレンを生成する酵素(SSL-2)とbotryococceneを生成する酵素(SSL-3)が存在する。