

ブルーカーボンの視点から見た藻類バイオ燃料開発とその動向

日本エヌ・ユー・エス(株)
青山貴紘

1. はじめに

地球温暖化問題とその対策については、前世紀以来広く様々な検討が行われてきた。途上国の経済発展等も想定される中、今後21世紀においても世界的に解決すべきテーマの一つとして継続していくことが考えられる。これまで対策については陸域でのCO₂吸収が中心的に取り上げられてきたが、地球上の面積比は、概ね陸：海 = 3：7と言われており、海域でのCO₂吸収についても、大きなポテンシャルが期待できる可能性が指摘されてきた。

このような中、2009年10月に国連環境計画（UNEP）が海域でのCO₂吸収に関する報告書として「Blue Carbon」を提出した。Blue Carbon（以下、「ブルーカーボン」という。）とは、海域でのCO₂吸収を指す。陸域でのCO₂吸収をグリーンカーボンと呼び、その対になる表現である。同報告書によれば、地球上の生物が固定化する炭素のうち、海洋生物が吸収するCO₂は全炭素量の55%を占めており、森林等の陸上植物のみならず、水生植物、海藻類、プランクトン等の海洋生物によるCO₂吸収の重要性についても指摘している。日本でも、昨今ブルーカーボンに関連する取組みが実施されている。例として、横浜市による「横浜ブルーカーボン事業」が挙げられる。同事業の中では、ブルーカーボンに関する普及啓発を行っており、海洋バイオ

マスのエネルギー活用の重要性についても取り上げており、具体的な例として、藻類バイオ燃料の活用等が挙げられている。近年、藻類バイオ燃料の開発は世界的に大きな脚光を浴びており、ブルーカーボンというテーマの中でも、位置付けの重要性が増していく可能性のあるものと考えられる。本稿では藻類バイオ燃料の開発の動向及び、今後の課題等の注目すべきポイントについて、概要を述べる。

2. 藻類バイオ燃料の開発動向

(1) 実用化に向けた動き

藻類のエネルギー利用については、原理的には直接燃焼、油分抽出又は水熱分解による液体燃料化、超臨界ガス化による気体燃料化等の複数の方法が存在する。近年、実用化に向けて最も大きな進展が見られるのは、液体燃料化による航空機用ディーゼル燃料としての利用に向けた開発である。これは技術開発水準が向上してきたことに加え、航空・宇宙産業等では自動車のように燃料の電気への代替が困難であり、石油由来の化石燃料の枯渇も問題視される中、バイオマスを由来とした液体燃料の調達が将来的にも重要な課題として存在していることにもよるものと考えられる。

藻類バイオ燃料の商用利用に向けた情報を以下に示す。

図表1 藻類バイオ燃料を用いた主な試験飛行及び商用飛行の例



出典：航空輸送アクショングループ（ATAG）関連ウェブサイト等より作成

2009年1月には、コンチネンタル航空（米）が民間航空会社として世界で初めての藻類バイオ燃料を含むバイオジェット燃料を用いた試験飛行を成功させた。また、同年1月30日には、次いで日本においても日本航空が藻類バイオ燃料を含むバイオジェット燃料を用いた試験飛行を成功させている。その後の注目すべき実績は、コンチネンタル航空（米）による世界で初めての藻類バイオ燃料を用いた商用飛行の実現である。それまでのバイオ燃料を用いた飛行では、カメリナ、ジェットロファ、藻類等複数のバイオマスから製造されたバイオ燃料が使用されていた。これに対して同フライトでは藻類バイオ燃料のみをバイオ燃料として使い、40%もの割合で混合したバイオジェット燃料により、ヒューストンからシカゴ間を運行した。

藻類を用いてカーボンニュートラルなバイオ燃料を生み出すというコンセプト自体は新しいものではない。しかしながら、これまで何度かそのコンセプトが脚光を浴びることはあったが、研究開発や構想段階から実用化への移行が課題として存在していた。民間航空会社による試験飛行や商用飛行の実現は、藻類バイオ燃料の産業化への確実な進展を示すものと考えられる。

(2) バイオ燃料としての優位性について

地球温暖化対策としての藻類バイオ燃料の利用において大きく重要となる点の一つは、生み出されるエネルギーと燃料を製造するために要するエネルギーとの比率である、エネルギー収支比（以下、EPR [Energy Profit Ratioの略。]とする。）である。カーボンニュートラルという特性を活かして地球温暖化対策へ貢献する上では、化石燃料由来のエネルギー投入を如何に削減できるかが鍵となる。

図表3 国内で稼働している微細藻類の屋外培養施設のイメージ

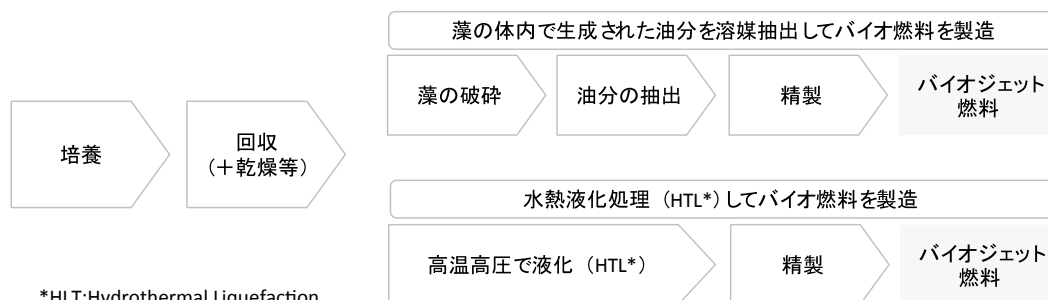


出典：藻類産業創生コンソーシアム藻類バイオマス生産開発拠点（※福島県南相馬市に設置されており、下側のポンドは国内の施設では大規模級の1,000m²のもの。）

藻類バイオ燃料の製造フローの概要、及び国内で実際に稼働している実証研究用の培養施設のイメージを以下に示す。

藻類バイオ燃料の生産にあたっては、まずは原料となる藻類の大量培養を行う。その後、培養した藻類を回収し、溶媒抽出又は水熱液化処理により油分を得る。最後に、不純物を取り除き液体燃料として利用可能な状態となるように精製する。各プロセスでは、電力又は熱エネルギーが必要となる。培養は主にオープンポンドと呼ばれる屋外の楕円形のプール状の培養槽で行われるが、大量の水の供給や、藻類の成育を促すための攪拌等にエネルギーが必要となる。また培養液から藻類

図表2 藻類バイオジェット燃料の製造までのフロー概要及び培養施設



*HTL:Hydrothermal Liquefaction

出典：一般公開情報等より作成

を回収し、油分を得るまでの工程でもエネルギーを要する。遠心分離や熱による乾燥で大部分の水分を除去して、ヘキサン等の有機溶媒で藻類の油分を抽出する方法と、ある程度多くの水分を含んだ状態のまま高温高压で水熱液化してしまう方法でその詳細は異なるものの、前者については水分の除去、藻類の細胞壁の破碎、後者については処理条件（温度等）の維持等が大きなエネルギーを要するプロセスの例である。

藻類バイオ燃料の製造に関わる事業者間では、技術確立及び事業化に向けて激しい競争が行われている。国内の民間事業者の中からは、培養から油分を得るプロセスまでを対象としたEPRについて1.5以上を確保することを目標に掲げるという報告（電気新聞2015年3月17日）も見られ、その実現とさらなる追求が期待される場所である。

3. 今後の展望

藻類バイオ燃料の実用化については、我が国の中央省庁からも高い関心が伺える。本年7月2日には、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会に向けたバイオジェット燃料の導入までの道筋検討委員会の設置に係るニュースリリースが経済産業省資源エネルギー庁より発表され、2015年7月7日にその

第一回会合が開催された。同委員会では、バイオジェット燃料の実用化に大きな焦点を当てており、藻類バイオ燃料はその主要な対象に含まれている。

未だ実用化に向けては様々な課題があるものの、その社会への実装に向けた取組みは着実に進展しており、地球温暖化問題への対策として効果が期待できる技術の一つと考えられる。藻類の極めて高い増殖速度は、水域における赤潮の発生の原因でもあり、時に漁業や生態系保全の観点からは懸念となる場合もある。しかし昨今、その性質は地球温暖化問題への対策として有効利用されつつある。海洋産業に関わる我々にとって身近な存在である藻類が、今後どのようにバイオ燃料としての実用化の道筋を辿るのかは大変興味深い。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では、液体燃料の製造が可能であるという点で、航空燃料に加え、船舶燃料としての利用に係る検討・開発についても重要視しているようである。地球温暖化問題や石油資源の枯渇といった人類にとって極めて喫緊で重大な問題に対し、そのような局面で藻類を活用した持続可能な燃料生産システムが実現し、海域のCO₂固定ポテンシャルが活かされていくことを期待したい。