

米 国

代替燃料源としての「藻」

ジェトロ海外調査部北米課 安東 利華

米国では「バイオ燃料・資源」へのベンチャー・キャピタル（VC）投資が増加している。最近注目を集めているのが、藻からバイオ燃料を生産する事業への投資だ。トウモロコシやサトウキビなどと比較して、藻は面積当たりの生産効率が10~20倍も高い。また培養の際、二酸化炭素（CO₂）や有機排水を利用できるため、空気や水の浄化という面でも効果が期待される。生産コストが高いという現状の課題はあるが、日本でも藻類バイオ燃料市場は2020年には8,000億円規模に成長すると見込まれている。先行する米国企業はどう動いているのか。

藻類バイオ燃料への投資が急拡大

世界的規模で「バイオ燃料・資源」への投資が大きく伸びている。廃棄物処理業のクリーンテックグループが2013年8月に発表した環境VC投資に関する報告書によると、13年第2四半期の世界の環境技術分野におけるVC投資額は、前期比51.4%増の17億9,486万ドル。分野別に見ると、「省エネ・エネルギー効率」への投資が全体の21.7%を占める。次いで「バイオ燃料・資源」が14.6%だった。第1四半期の環境VC投資は、11億8,550万ドルと過去6年で最低水準。「バイオ燃料・資源」への投資も6割減となった。しかし、第2四半期は、「バイオ燃料・資源」への初期投資5件のうち、「藻類バイオ燃料」への投資が4件と増えたことで、「バイオ燃料・資源」の投資回復につながった。

中でも米国における「藻類バイオ燃料」への投資拡大は目覚ましい。第2四半期の大型VC投資の実例では、藻からバイオ原油の精製を行う技術開発費として、スナップショット・エナジー（イリノイ州）は27万5,000ドル、アルガエベンチャー・システムズ（オハ

イオ州）は22万5,000ドルを獲得するなど、米国企業が目立った。

米国では、既に1950年代初頭から微細藻類から燃料を生産するための研究・開発が進められてきた。エネルギー省は80年からの16年間に、合計2,500万ドルを研究開発支援として拠出。96年に財政的な制約や原油価格が下落したことが影響し、支援が打ち切られたが、近年、息を吹き返した。CO₂の排出量増加やエネルギー安全保障のリスクが大きな問題として浮上したことも追い風になった。そこで注目が集まったのが藻類バイオ燃料の開発だ。2010年、米商務省は藻バイオ燃料の開発を推進する「藻類バイオ燃料に関する米国技術ロードマップ」を発表。これは、200人以上の専門家や規制当局者などの協力を得て、藻の培養から燃料の抽出に関わるノウハウや流通における注意点など、詳しい分析結果をまとめたものだ。この発表は、藻類バイオ燃料が米国のエネルギー市場において重要な代替燃料として市民権を得たことを示す。

バイオ燃料といえば、現在のところトウモロコシ、サトウキビ、大豆などの食糧由来の燃料（バイオエタノールやバイオディーゼル）が主流だ。藻類バイオ燃料は、これらと比べてどのような利点があるのか。まず、干ばつなど自然災害の影響を受けにくく、食糧価格の高騰をもたらすといったマイナス面が少ないこと。12年に中西部で発生した干ばつの影響で飼料となるトウモロコシ価格が高騰した際、環境保護庁（EPA）が定めたバイオ燃料の混合を義務付ける再生可能燃料基準（RFS）に対し米国内で大きな反発が起きた。

これに対し、藻は①砂漠などでも培養が可能、②年に1回しか収穫できないトウモロコシやサトウキビなどと異なり、適切な条件がそろえば数時間で増加し、毎日でも収穫が可能、③面積当たりの生産効率が食糧

由来の燃料と比較して10~20倍——といった利点がある。また、セルロース系植物に比べて、藻類はエネルギー燃料への加工処理がしやすいという^{注1}。

ジェット燃料としても

成長著しい米国の藻類バイオ燃料メーカーの動きを見てみよう。13年8月8日、米エネルギー省は、22年までにコスト競争力のある藻類バイオ燃料の開発を目指すため、総額1,650万ドルの補助金を四つの藻類バイオ燃料プロジェクトに提供することを発表した(表)。

特に注目度が高いのが、サファイア・エナジー(カリフォルニア州サンディエゴ)だ。同社は、ニューメキシコ州に世界初となる藻類バイオ燃料の商業実証施設「グリーン・クルード・ファーム」を建設。12年8月に同施設の一部の稼働が始まり、14年末までに300エーカー(約1.2平方キロメートル)のプラントで1日当たり100バレル(約16キロリットル)、年間で150万ガロン(約5,600キロリットル)のバイオ燃料の生産を予定していると伝えられる。

同プロジェクトは、商務省、エネルギー省、米マイクロソフト創業者のビル・ゲイツ氏、米バイオ化学大手モンサントなどからの融資を受けており、これまでに受けた融資は3億ドルを超える。また、サファイア・エナジーのプロジェクトには日系企業の技術も活用されている。日系大手化学メーカーのDIC(旧大日本インキ化学工業)は12年7月、米国子会社であるアースライズ・ニュートリショナルズを通じて、アフリカや中南米の湖に自生する藻類の一種「スピリリナ」の大量培養技術をサファイア・エナジーに提供するライセンス契約を締結している。

別のバイオベンチャー企業、ソラザイム(カリフォ

ルニア州)は、藻から製造したドロップイン・ジェット燃料^{注2}の実用化で先頭を走る。11年6月、米国海軍がソラザイム製造の藻ジェット燃料を混合した燃料でヘリコプターの飛行実験を実施。同年11月、民間旅客機が同じソラザイムが製造した藻ジェット燃料4割混合のジェット燃料で、ヒューストンからシカゴまで約1,500キロメートルの飛行に成功した。これは、藻ジェット燃料による初の商業フライトとして関心を集めた。ジェット燃料は、原油の精製過程で一定の比率しか生産できない。航空機燃料の需要は増え続けており、原油価格の高騰が続けば、燃料価格にも影響が及ぶと予想される。藻ジェット燃料の導入は、原油の高騰に悩む航空業界からも待たれるところだろう。

生産コスト引き下げが課題

米国では、燃料源以外にも有力な藻の活用分野が浮上している。CO₂処理への藻の活用である。現在、EPAは、発電所からのCO₂排出基準の策定を進めており、発電所のCO₂処理は今後大きな課題となりそうだ。石炭火力発電所からのCO₂の削減方法として、炭素回収貯留(CCS)の利用が提案されているが、同技術は商業化に至っていない。そのため反対の声もある。火力発電所と併設して藻の培養を進めることがCO₂削減に向けた「最善の排出削減システム」と認められれば、藻の需要はさらに拡大すると見込まれる。

藻類バイオ燃料の課題は、多大な生産コストだ。ボーイングによると、現在のところ、原油からジェット燃料を精製する費用は1リットル当たり100円弱だが、藻からジェット燃料を生産するコストは約500円かかるという。米国企業も現時点では低価格での大量生産は実現できていない。

総合重機メーカーIHIの試算によると、日本の藻類バイオ燃料市場は、20年には自動車向けなども含め8,000億円規模に成長するとされる有望市場。日本企業にとっても技術面で先行する米国企業の動きは見逃せないところだろう。

JS

注1: セルロースはグルコース(ブドウ糖)が重合した多糖類で、エネルギー燃料に加工するための分解が困難かつ多大なコストがかかる。

注2: 航空機やエンジンを改修することなく使える。また従来のジェット燃料とも混ぜて使える。藻由来の燃料は米国試験材料協会が発行するASTM規格面でもジェット燃料として5割の混合が認められている。

表 藻類バイオ燃料開発への補助金一覧(2013年8月)

企業・団体名	補助金額(ドル)	目的
ハワイ・バイオエナジー(ハワイ州リフエ)	500万	藻燃料を作るため、コスト競争力のある「開放型藻培養設備」開発のため
サファイア・エナジー(カリフォルニア州)	500万	既存の精製装置に適合する藻燃料の開発。また、藻類株の品質と培養技術の改善による生産増加を図るため
ニューメキシコ州立大学	500万	微細藻類の増産、並びに生産コストの削減と1年を通じた藻類の生産が可能なシステム開発のため
カリフォルニア州立ポリテクニク大学	150万	藻類株の増産にかかる研究・開発費として

出所: エネルギー省