

## 藻類バイオマス ～ 人類の未来に大きな夢をえがく生命

渡邊 信 筑波大学 生命環境系

### 1. 藻類の果たしてきた役割

藻類とは一口にいうと陸上植物と同じように光合成をおこなうが、根、茎、葉の区別がはっきりしない生物を総称したものである。大部分は顕微鏡でみなければわからない微細なものである。こうした微細な藻類は地球の歴史上で大きな役割をはたしてきた。

- 1) 現在の大気をつくったこと
- 2) オゾン層をつくり、生物の陸上への侵出を可能とし、生態系のサイズを 1 兆倍にしたこと
- 3) 人類の文明の発展に不可欠であった鉄鉱石をつくったこと
- 4) 石油をつくったこと
- 5) 二酸化炭素を海中にトラップしたこと

このように藻類は地球環境と人類の現代文明の基礎をつくってくれた生物といえる。

### 2. 石油代替資源としての藻類

近年、トウモロコシや大豆などの食用作物や草本類、木本類を原料とするバイオエタノールやバイオディーゼルオイルの生産にむけての技術開発が盛んになっているが、いずれも食料生産と競合することで大きな問題となっている。藻類はその心配はなく、さらにオイル生産効率は陸上植物よりも 10 倍～数百倍も高い。トウモロコシのオイル生産量は年間 ha あたり 172 リットルのオイルを生産、陸上植物では一番オイル生産効率がいいといわれているパーム（アブラヤシ）でも 5950 リットルである。それにくらべると藻類は 58,700～136,900 リットルと、1 桁から 2 桁多い。藻類のこのような高いオイル生産の潜在力を如何に引き出す技術を開発するかが、低炭素社会実現にむけての大きな課題となっている。

### 3. オイル産生藻類について

オイル産生藻類は乾燥重量の 20%～80%程度のオイルを蓄積するものである。多くのオイル産生藻類が生産するオイルはトリグリセリドであり、大豆やナタネなどの植物が作るオイルと基本的に同じである。しかし運輸燃料として使う場合にはいろいろな化学処理を施さなければならず、特に、低温で凝固するという問題を完全に解決するための技術的ハードルは非常に高い。石油系のオイル（炭化水素）を高濃度に蓄積する藻類は非常にすくなく、現時点ではボトリオコッカスとオーランチオキトリウムだけである。これらの種がつくる炭化水素は、B 重油相当の性質をもち、既存の石油精製システムで軽油、ジェット燃料、ガソリン等の運輸燃料に変換できる可能性が高い。酸化されにくく、不純物がほとんどふくまれていないので、NO<sub>x</sub> や Sox 等の大気汚染物質も発生せず、-50℃～400℃の広い温度範囲で液状である。これらの藻類を大量に生産し、炭化水素を効率よくとりだす技術の開発が必要である。

### 4. 炭化水素の生産効率

ボトリオコッカスは、屋外で培養した場合に良好なときには炭化水素の日生産量は 10g/m<sup>2</sup>（深さが 20cm であるため、50g/m<sup>3</sup>）であり、平均的には 5g/m<sup>2</sup>(=25g/m<sup>3</sup>)と算定

される。したがって、1年間にhaあたり18~36トンの炭化水素が生産されることになり、パーム（アブラヤシ）の3~6倍の生産効率となる。オーランチオキトリウムの場合は、光を必要としないので、発酵タンクで培養することとなるため、m<sup>2</sup>あたりの生産率はもとめられないが、325g/m<sup>3</sup>の炭化水素の日生産量となり、ボトリオコッカスの平均的な日生産量の10倍以上となる。

## 5. これからの重要な技術開発

### （1）水処理プロセスと藻類バイオマス生産の統合

現在、下水処理場では、最初に有機排水の中の固形物を沈殿させる。その上澄みが一次処理水である。一次処理水には溶存有機物があるので、活性汚泥をとおり、可溶化している有機物を分解させ、窒素、リン等の無機塩のみにされる。これが、二次処理水である。通常は殺菌されて自然界に放流される。オーランチオキトリウムは可溶化された有機物を利用するので、活性汚泥のかわりにオーランチオキトリウムを使えば一次処理水の有機物は除去され、オーランチオキトリウムから炭化水素がとれる。オーランチオキトリウムをとおして有機物が除去された二次処理水は窒素、リンが豊富なので、光合成をするボトリオコッカスの培養に利用することにより、窒素、リンが除去される。すなわち、水処理を窒素やリンの処理までおこないつつ、炭化水素も生産できるということになる。水処理にはすでに相当のエネルギーとコストをかけているので、上記のように藻類バイオマス生産を統合すれば、藻類バイオマス生産にかかるコストは大幅に削減されることとなる。この技術を開発することを目的として、スタートしたのが、東北復興のためのクリーンエネルギー研究開発プログラムの微細藻類エネルギー利用プロジェクト（通称仙台プロジェクト）である。津波で壊滅的な打撃を受けた南蒲生浄化センターを主要な舞台として実施される。

### （2）自然雑藻集団の利用

未利用の土地が広大にあり、あるいは将来とも農地転用が困難な状態になった土地に浅いプールをつくり（ラグーン）、二酸化炭素や栄養分を注入することにより、野生の雑藻集団が繁殖してくる。この雑藻集団を濃縮・収穫し、乾燥ペレット化として、石炭代替資源として利用することができる。これを実証することを目的としたプロジェクトが、福島復興のための実証研究開発プロジェクトとして計画されている。

### （3）付加価値の高い炭化水素であるスクアレンの利用

オーランチオキトリウムが産生する炭化水素であるスクアレンは、機能性に富む炭化水素であり、これまで化粧品、医薬部外品、健康サプリメント、インフルエンザワクチンへの添加物として使われてきた。スクアレンのソースは深海ザメの肝油であったが、深海ザメの個体数が減少し、絶滅危惧に指定される種も存在することから、これまでのようにスクアレンのソースを深海サメに求めることはできない。オーランチオキトリウムは深海ザメに代わるスクアレンのソースとなる。

### （4）バイオプラスチック等石油化学製品の代替

プラスチック、潤滑油、グリース、塗料等石油から精製される製品が多い。石油の枯渇が懸念されていることから、ボトリオコッカスやオーランチオキトリウムが産生する炭化水素は石油化学代替資源として利用することができる。

## 6. さいごに

藻類は、熱帯~寒帯~極地に広く分布し、生育しているものである。エネルギー技術開発がエネルギー資源のない日本で成功すれば、人間が生活している世界のどこでも藻類からエネルギーを手に入れることが可能になる。人類は近代以降、エネルギー争奪のために戦争を繰り返してきた。その愚はもう終わらせねばならない。人類をエネルギー制約から解放すること、これこそが、究極的な目的である。