

3S-Ba07 藻類・水圏微生物の機能解明・制御による二酸化炭素利用社会の実現

○松永 是
(農工大)
tmatsuna@cc.tuat.ac.jp

近年、石油価格の慢性的な上昇や地球温暖化問題の深刻化を受けて、再生可能エネルギーへの関心が高まっている。特に、藻類バイオマスは、高い生産性を有すること、食糧との競合がないこと、原料需要に依存せずに賦存量を確保できることから全く新たなエネルギー資源として期待される。地球規模での一次生産で考えると、その約半分は海洋で行われ、そのほとんどが藻類によるものである。つまり、藻類エネルギーへの取り組みは、地球上の従前から備わっている炭素循環プロセスの一部を再生可能エネルギーの利用に役立てようとする新炭素社会への取り組みと言い換えることができる。

豊富な二酸化炭素資源の積極的な利用者は、太陽光からエネルギーを生産する光合成生物である。藻類にはジャイアントケルプのように50メートルを超える大型藻類から数マイクロメートルの単細胞性の藻類まで様々である。藻類が生合成するバイオ燃料も、ジェット燃料代替となるバイオジェット、軽油代替となるバイオディーゼル、ガソリン代替となるバイオエタノール、バイオ水素など様々である。新炭素社会の実現への取り組みは、様々なホストの機能解明や制御に基づく多様な再生可能エネルギー生産シナリオの立案である。

微細藻類の中にはトリグリセリドを50%以上含有する株があり、バイオディーゼル燃料の供給源として期待されている。また、トリグリセリドから直接軽油として利用可能な短鎖の炭化水素への変換方法として、触媒を用いた水素化や熱分解法等が検討されている。微細藻類が蓄積する中性脂質として炭化水素も知られている。また、ホンダワラやコンブなどの大型藻類はラミナランやアルギン酸、マンニトールを細胞内に貯蔵する。藻類が蓄積する多糖の多くは、発酵基質として酵母が利用可能な六単糖を含有している。例えば、大型藻類の褐色藻類(コンブ)は糖を細胞重量当たり50%近く含有し、微細藻類と比較してバイオエタノール生産に適している。水生藻類は、浮力で藻体を支えている為、陸生植物が構造維持に必要とするヘミセルロースやリグニンの含有量が低く、バイオエタノール生産に用いる際の大きな利点となる。

上記で述べたバイオエタノールの他に、藻類由来の糖を用いた発酵による水素やメタン生産も可能である。また、藍藻は窒素固定と光合成の過程で副産物として水素を発生するため、藍藻を培養して生成される水素を取り出す試みがされている。しかし、水素発生のプロセスが他の生体反応と競合する為、効率が高いことが課題となっており、遺伝子組み換えを用いた水素生産株の改良が試みられている。近年、アミノ基転移反応及び脱アミノ化反応に関わる酵素を導入した遺伝子組み換え大腸菌を用いて、タンパク加水分解物から脱アミノ化を行いC4,C5のアルコールを生産する方法が報告されている。この技術は、藻類の作り出す有機物のほぼ全てをバイオ燃料として利用可能にするため、バイオリファインリーの実現に向けて今後さらなる発展が期待される。

一方で、藻類は水圏で生育するウェットバイオマスであり、生育には膨大な水資源が必要となる。例えば、豊富な海水を利用することも有効な方策であるが、それに伴う制度上の制限も生じる。このようにバイオマス生産から消費までをエネルギー、コスト収支を加味した新たな枠組み作りも重要な課題である。

3S-Bp01 新たな地域資源としての国産糖液の製造技術「CaCCOプロセス」

○徳安 健
(農研機構・食総研)
tokuyasu@affrc.go.jp

農産廃棄物や資源作物を原料とした持続的なバイオ燃料・化成品の製造は、地域経済活性化の点のみならず、地域資源の高度利用の点からも極めて重要な取組となる。米国では、国を挙げてセルロース系バイオ燃料の製造技術開発を推進する中で、米国エネルギー省再生可能エネルギー研究所内に「バイオリファインリー総合研究設備(IBRF)」を建設し、バイオマス変換技術開発の加速に向けた多様な共同実証研究を推進している。それに対して、我が国では、IBRF建設完了の前年となる平成20年度に、食品総合研究所内に「バイオエタノール製造実証試験ベンチプラント(BEP)」等、技術実証加速のための装置群を設置した。連続前処理装置を含む本試験装置群を用いることで、これまでに、稲わら、エリアンサスおよびススキへ適用可能な変換技術「CaCCO(Calcium Capturing by Carbonation, 炭酸ガス吹き付けによるカルシウム捕捉)プロセス」等の開発・技術実証を進めてきた。

現在、農業・貿易に係る産業構造が変革期を迎えようとし、国内地域の活性化が急務となる中で、我が国のバイオ研究者のもつ極めて高い開発力を最大限活用すべく、その道筋を整える必要がある。しかしながら、我が国の農山漁村地域では、次世代発酵産業で使われるべき発酵基質の安定供給が困難なため、発酵研究者の開発力を地域活性化に結びつける取組が限定されていた。農山漁村地域で持続的に得られる主要な資源は、光、水、農林水産物および副産物・廃棄物となる。これらを直接・間接的に利用して次世代発酵産業に繋げるため、光合成微生物による有機物発酵製造、植物特性の革新的制御による量的・質的改変、そして植物繊維質資源を用いた糖質製造と発酵変換などのブレイクスルーが強く期待されている。

このような中で、CaCCOプロセスは、国内地域の繊維質から糖液を安定的に湧き出し続けるための革新的プラントホームとして開発したものである。食料と競合しない稲わら等の農産廃棄物、資源作物、食品製造残渣などから国産糖液を製造できれば、地域農業が続く限り持続的に資源が湧き出す「バイオシェール革命」として、次世代発酵産業の創出に道を拓くものと期待される。本プラントホームによる国産糖液を活用すれば、エタノールのみならず、繊維質液化/糖化用酵素、飼料、繊維や多様な高機能ケミカルズを発酵生産できることから、国内原料の低い価格競争力をカバーするような有機物生産に活路を見出すことができる。

本稿では、多くの産学研究者がもつ生物工学技術シーズを地域活性化に繋げるため、国内地域CaCCOプロセスの特徴、開発の現状および展望を紹介し、ラボ・BEPスケールでの連携研究推進の可能性を模索したい。

※本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「地域資源を活用した再生可能エネルギー等の利活用技術の開発」(草本を利用したバイオエタノールの低コスト・安定供給技術の開発)による。

「CaCCOの未来」: <http://www.naro.affrc.go.jp/nfri/introduction/chart/cacco20130918.pdf>

Realization of new carbon society through functional analysis and regulation of algae and other aquatic microorganisms

○Tadashi Matsunaga
(Tokyo Univ. Agric. Technol.)

Key words algae, biofuel

CaCCO process: for production of domestic sugar solution as a new rural resource

○Ken Tokuyasu
(NRI)

Key words biomass, bioconversion, rice straw, cellulosic energy crops