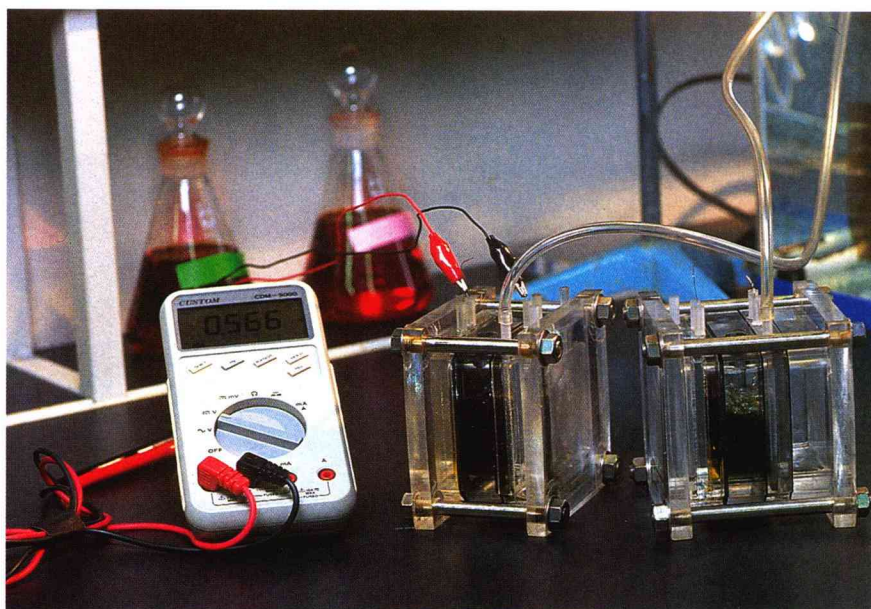


植物の生命力が電気に変わる！ 光合成のエネルギーを取り出す微生物電池 ーバイオマス研究の成果が生んだクリーンエネルギーー

地球上の全生命活動は、植物が光合成で生み出したエネルギーを源にしている。光合成は複雑な反応を介して行われるロスの多いエネルギー変換システムであり、効率はよくない。しかしもし光合成の初期過程で、そのエネルギーを取り出すことができれば、十分にこれを電力として活用することが可能になる。バイオマスの研究から生まれた微生物電池とはどんなものなのだろうか。



手前の枠組みの中の反応容器にらん藻が入れている。後ろのフラスコに入っている赤い液体が反応容器の溶液にも添加されている電子伝達剤（メディエーター）。

媒介物質でらん藻の細胞内から電気を取り出す

透明なセルの中に溶液とともに入れられたグリーンの藻の間で、攪拌のための窒素ガスがぶくぶくと泡立つ。やがてセルの電極にコードがつながれると、電圧計の数字がみるみるうちに上昇していく。まさにこの瞬間、光合成によって変換された太陽エネルギーが電気エネルギーに変換されているのである。この装置が環境対応型のエネルギー源として、その開発が期待されている微生物電池だ。

地球上のあらゆる生命活動の源をたどれば、植物によって変換された太陽エネルギーにいきつく。

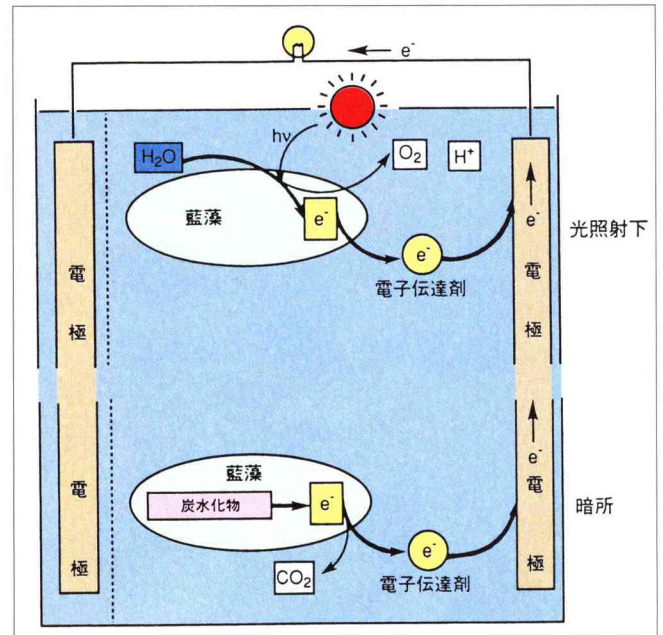
この生物のエネルギーを直接電気エネルギーとして取り出そうというのが微生物電池である。工業技術院・資源環境技術総合研究所のバイオマス研究室では、藻類の光合成エネルギーを電気に変換する「直接型」微生物電池の研究が進んでいる。微生物電池には、生物が出す水素などを燃料電池を通じて電気に変換する「間接型」もあるが、「直接型」は、植物の光合成の過程で生じる電気を直接取り出すものだ。

植物が光合成を行う場合、太陽光から炭水化物などへのエネルギー変換効率は4～5%と低い。数段階の物理的・化学

的過程によってかなりの損失があるためだ。しかし光合成のもっと初期の過程では、変換効率は20%以上に達している。「直接型」微生物電池では、この初期過程で電気を取り出そうというものである。

植物のエネルギー生産や合成には、呼吸反応によって作られるNADH（ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド）という物質が使われるが、このNADHを電極と反応させると、電気エネルギーが得られる。ただし微生物には細胞壁や細胞膜などがあって、そう簡単に電極と反応するようにはできていない。そのため、NADHから細胞内で電子を受けとり、電極に受け渡す物質が必要になる。この電子の橋渡しをする物質をメディエーターという。

「どんな物質がメディエーターとしてふさわしいのかを調べていくことも研究課題です。植物の細胞内で電子を受けとって還元体になり、電極で酸化して電子を放す物質ならいいわけですが、今のところ2-ヒドロキシー-1,4ナフトキノンという物質がもっとも有望なようです」（バイオマス研究室・柳下立夫氏）。



微生物電池の原理

浄化システムと組み合わせた発電設備の可能性

柳下氏らが試作した微生物電池の出力は0.5ミリワット前後、寿命は20～30時間程度だという。目下最大の課題は電池寿命の延長である。

「実用的なものとするには、せめて数ヵ月単位の寿命が必要だと考えています。植物にしてみれば、光合成によって作り出したエネルギーを持っていかれるわけですから、生命活動を維持するのが難しくなって、やがて死んでしまう。ところが、らん藻の中には光合成でエネルギーを得るばかりではなく、外部から糖のようなエネルギーを補給して生命を維持できる特異なものがあるんです。このらん藻に光合成をさせるとともに糖も与え、生命維持に必要な糖を食べ続けるためのぎりぎりのエネルギーだけを残して、あとは電気に変えてしまう。それによって寿命が延ばせるのではないかと考えています」（前出・柳下氏）

糖などの炭水化物が電池出力の維持にどのように関わっているのかは、現状ではあまりよく分かっていない。その解明も今後の課題であるという。

現在は出力が小さいため、すぐには実用には結びつかないが、容量は規模を拡大することである程度までは解決できる。問題は用途や設置場所だが、ひとつとしては糖分を含んだ廃

水が大量に出る食品工場などの廃水処理過程に組み込むという使い方も考えられるという。工場が出す砂糖水はいわば汚水になるわけだが、その浄化過程に組み込めば、電力の一部を自給自足しながら水をきれいにしてくれる浄化システムができるというわけだ。

また微生物電池では光合成によって酸素と電力の両方が得られることから、将来宇宙基地などでの自給自足のための技術としても期待されているという。

微生物電池の寿命を延ばすキーポイントは、微生物を殺さないようにしながら、人間の役に立ってもらう点にあるという。微生物電池は環境との共存という今後のテクノロジーにとってのテーマをシンボライズする技術といえるのかもしれない。

【取材協力：工業技術院 資源環境技術総合研究所 バイオマス研究室】