

植物発電—その原理と応用—

OS1-4

水野恒雄（水野国際特許商標事務所）、田崎勝也（株式会社ニソール）

キーワード：植物発電，植物利用型微生物燃料電池，マグネシウム電極，備長炭，自然エネルギー

1. はじめに

地球温暖化問題は、世界的にも大きな関心が寄せられており、再生可能エネルギーに注目が集まっている。開発中の植物発電技術は、新たな原理に基づき、自然界のどこからでも電気エネルギーが取得できる自然に優しい再生可能エネルギーである。

2. 植物発電の原理

Fig.1 は、植物発電の原理を説明するためのモデル図である。土壌に植物が生育しており、太陽の光が降りそいでいる。電極は、正極の備長炭と皮膜が形成された負極となるマグネシウムが埋められている。マグネシウムの標準電極電位が  $-2.3V$  であり、備長炭の標準電極電位を  $0V$  として、この標準電極電位の差が理論的な起電力であり、 $2.3V$  となる。

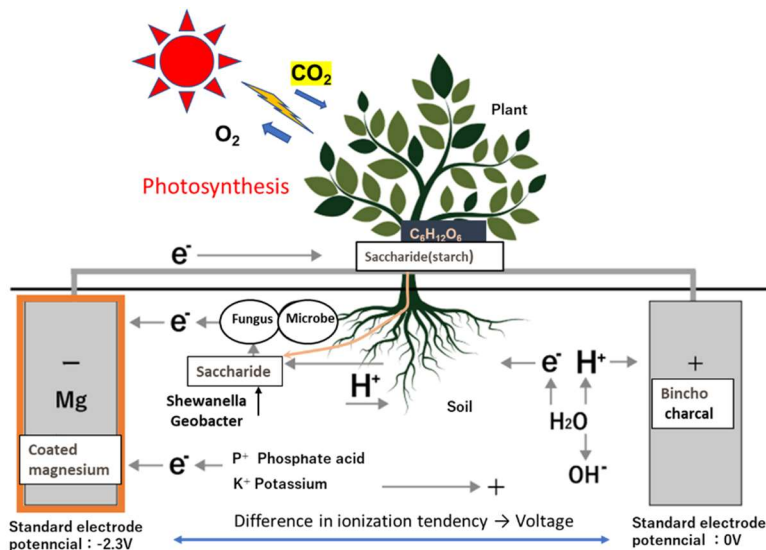


Fig. 1 Principle of Plant MFC

植物は、太陽の光で光合成を行い、空気中の二酸化炭素を消費しながら、根から吸い上げた水分と化学反応して糖  $C_6H_{12}O_6$ （デンプン）を生成し、酸素を空気中に放出する。植物による光合成を利用するため、クリーンなエネルギーでありマイナスマークと言われる所以である。光合成によって生成された糖は、植物の成長に利用されるが、全てが利用されるわけではなく残余分が発生する。この残余分は、根から土壌に排出される。土壌には、有機物を分解するシュワネラ菌やジバクター菌等の電流発生菌が存在するから、糖は電流発生菌により分解され、この時マイナスの電子を放出する。プラスの陽子はイオン化された有機物と水素であるから、イオン化されたプラスの有機物は再び根から養分として吸収される。この現象が植物発電の植物発電たる所以である。これにより、継続的にエネルギーが供給されることとなり、植物が生育している限り電気エネルギーが取り出せることになる。

主に水田を利用している従来の微生物燃料電池は、電流発生菌により糖が分解された時に放出されるマイナスの電子を取り出して電気エネルギーを得ている。しかしながら現在開発している植物発電技術は、電極にマグネシウムを使用して、標準電極電位の差を利用して電圧を印加している。ここが従来の微生物燃料電池に対して最も異なる技術であり、電流発生菌により発生する電子だけでなく、イオン化傾向を利用して電圧を印加し、有機物、無機物そして水を分解して電子を発生させるため、高電圧となり大幅に電流も増加する。ここが、従来の微生物燃料電池とは基本的な原理で異なる技術である。また、電極にマグネシウムを用いているが、被膜によりマグネシウムの化学反応を抑えており、マグネシウムを化学反応させる従来のマグネシウム電池とは原理的に異なる。

3. 試作電極と電気的特性

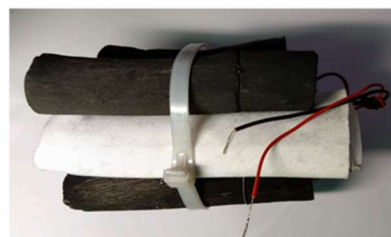


Fig. 2 Prototype of the electrode.

試作した電極をFig. 2に示す。マグネシウム板は直径6cmで長さ10cmの半円形状である。このマグネシウム板にコーティングして被膜を形成し、被膜保護のための透水性絶縁シートで覆っている。備長炭は直径約2.5cmで長さが約10~12cmである。マグネシウム板は透水性絶縁シートで覆われているので、備長炭と束ねて、一体型の電極とした。

植物は土壌で生育し、お花や野菜は、水や肥料をやることにより成長する、このため、水と化成肥料の水溶液について電気的特性を評価した。水（水道水）と化成肥料の溶解液に電極を入れて、開放電圧（起電力）と短絡電流を測定した。この結果をTable 1に示す。水では、開放電圧が1.47Vであるのに対して、化成肥料の溶解液は、1.73Vとなった。また、短絡電流の電流密度は、水が3.57mA/cm<sup>2</sup>であるのに対して、化成肥料の溶解液は、15.39 mA/cm<sup>2</sup>であった。

化成肥料の水溶液でも電気エネルギーが取得出来るということは、無機物も電気分解出来ればエネルギー源となることを意味する。水のみでも電気エネルギーを取得できるのだから、植物のみならず、育てるための水や肥料からも電気エネルギーが取得でき、これが従来の微生物燃料電池より桁違いの電気エネルギーが得られる原因であることが実証された。

次に、電極の標準電極電位の差を利用して発生した電圧で、有機物が電気分解されるかどうかを検証するため、メチレンブルーの水溶液に電極を入れて、短絡、即ち、電流が常時流れている状態で放置した。Fig. 3は、メチレンブルーの水溶液に電極をセットした状態を示しており、初期状態と3日後の状態を示している。明らかにメチレンブルーの水溶液は透明になっており、有機物が分解されることが実証された。なお、10日後は、ほとんど透明になっていた。

本植物発電技術では、電極は土壌中に埋められる。このため、地上の影響は受けず、台風や積雪があっても地中は影響を受けず、安定な電気エネルギーの取得が可能である。Fig. 4は、雪が積もった状態でガーデンライトが点灯している状態を示している。朝から雪が降っており、太陽光も当たらなかったが、夜にはガーデンライトが点灯した。

植物や生物への影響も調査しており、金魚を育てながら水槽に電極をセットして電気エネルギーを取り出している、金魚への影響は全くなく、1年以上元気に泳いでいる。

#### 4. 植物発電の応用

開発した植物発電技術は、①電極構造がシンプルであること、②電極の設置が簡単であること、③景観を損ねないこと、が大きな特徴である。

現在、イルミネーションを中心に展示し、スマホへの充電も行った。さらに、農業用センサの電源、水耕栽培での光照射、電気のない地域での街灯の点灯、廃水やヘドロの浄化をしながらの電気エネルギーの取得、大規模化等が進められており、幅広い応用が可能である。

#### 5. おわりに

自然に優しい新たな再生可能エネルギーであり、まだ緒についたばかりの技術である。一人でも多くの方に関心を持っていただき、研究に参入していただけることを願っている。

Table 1 Result of electric characteristics.

	開放電圧 (V)	短絡電流 (mA/cm <sup>2</sup> )
水（水道水）	1.47	3.57
化成肥料溶解液	1.73	15.39

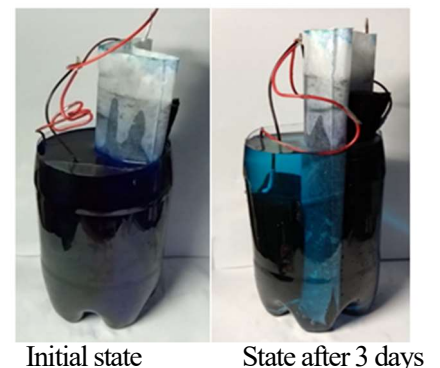


Fig. 3 Methylene blue solution containing electrodes.



Fig. 4 Garden light in the snow.