

第9回日本光合成学会年会およびシンポジウムに参加して

山 縣 勇 太

Yuta YAMAGATA

物質化学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は2018年5月26日から27日に東北大学青葉山新キャンパスで開催された、第9回日本光合成学会年会およびシンポジウムに参加し、「ホウレンソウの葉緑体から外部電子受容体を介した電極への光電子移動反応」という題目でポスター発表を行った。

2. 発表内容

2.1 研究背景

光合成反応をする細菌や植物は、光化学系II (PSII) などの光受容タンパク質複合体をもっており、光エネルギーで電子の流れを駆動している。当研究室では、紅色細菌と外部電子受容体を固定した電極から得られる光応答電流が、シアン化物イオンのような有害物質が共存すると減少することを見出した^[1]。同電極システムでは、光照射によって流れる電子を外部電子受容体が受け取って、電極へ移動させることによって電流が流れる。そこで本研究では、紅色細菌の代わりにすぐに入手しやすく、電子伝達鎖の反応機構が明らかであるホウレンソウを選択した。紅色細菌は、PSIIのみを有するのに対して、ホウレンソウはPSIIとPSIを有するため、紅色細菌よりも、効率良く光応答電流が得られると期待できる。ホウレンソウの葉緑体と外部電子受容体を共に固定した電極に光を照射することで流れる光応答電流が、最も効率よく得られる条件を探索した。また、葉緑体中の電子伝達鎖から電極への電子移動を妨害する有害物質の阻害効果を評価した。

2.2 実験方法

外部電子受容体として、2,5-dichloro-1,4-benzoquinone (DCBQ) を使い、DCBQ と carbon paste oil (CPO) の重量比が1:200になるように混合した。この混合物で作製したカーボンペースト電極に、ホウレンソウの粗葉緑体抽出液を2 μL 塗布して風乾したものを作用電極 (CPE) とした。

参照電極の Ag/AgCl (3.3 M (= mol dm^{-3}) KCl) 電極、対極の白金線およびCPEの三電極を、0.1 M リン酸緩衝溶液 (pH 8.0) に浸した。この電解セルをファラデーゲージ内に設置し、CPE に光を照射して電流 (I) - 時間 (t) 曲線を記録した。 $I-t$ 曲線は、葉緑体中の電子伝達系内の物質によって還元されたDCBQ (DCBQH₂) が十分に再酸化される0.5 V の電位を印加しながら記録した。

2.3 結果および考察

作製したCPEで記録した $I-t$ 曲線を図1に示す。光の照射を3回繰り返した後、0.1 mM 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea (DCMU) をセル内の緩衝溶液に添加して再び3回光照射を行った。それぞれ得られた平均の電流値を I_0 および I'_0 とし、 $(I_0 - I'_0)/I_0 \times 100$ (%) でDCMUの阻害率を計算したところ、20%となった。DCMUが電子伝達系内の第二キノン受容体である Q_B に比較的高い特異性をもって結合し、PSIIの電子伝達反応を可逆的に阻害することから、 I_0 の一部は Q_B からの電子移動に起因していると考えられる。

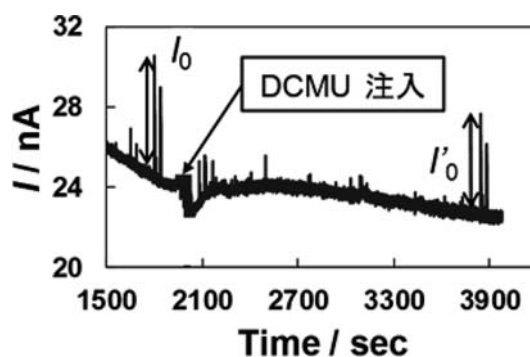


図1 CPEを用いて測定した $I-t$ 曲線

なお、DCMU 以外の物質はいずれも、阻害効果が現れ、紅色細菌に影響をおよぼすシアン化物にも効果があった (図2)。

したがって、DCMU を添加することによって光応答電流が減少するのは、DCMU が電子伝達鎖内の第二キノン受容体である Q_B 部位に可逆的に結合し、PSII の電子伝達反応を阻害したためであると考えられる。また、 CN^- を添加した場合、Cyt b_6/f 複合体と結合してその酸化還元電位をシフトさせ、PSII の電子伝達反応を阻害するので、光応答電流が減少すると考えられる (図3)。

以上の結果から、紅色細菌の代わりにホウレンソウの葉緑体を用いて、効率良く光応答電流が観察で

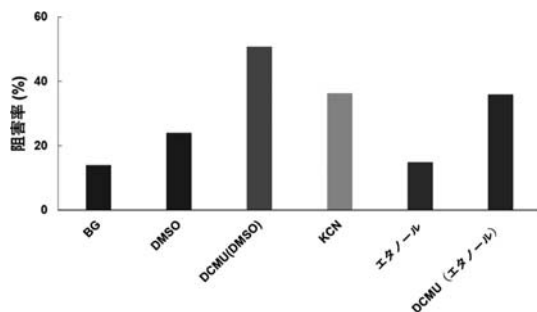


図2 DCMU 以外の物質が光応答電流におよぼす影響

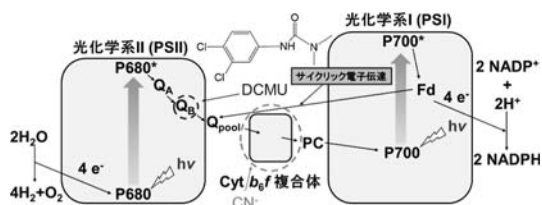


図3 DCMU と CN^- の阻害機構

ることが分かった。今後は、サイクリック電子伝達機構が光応答電流におよぼす影響を調査する。

3. ポスター発表を終えて

私にとって今回が、初めての学会でのポスター発表であった。普段、私が研究している電気分析化学の分野とは異なる生物分野がメインの学会であったため、意見を下さる方が少ないと思っていたが、最終的には多くの方から意見を貰うことができた。ポスターを見に来て下さった多くの方々は、電気分析化学の分野と生物分野が合わさった内容に大変珍しく思い、興味を持ってくれた。

その結果、たくさんの貴重な意見を聞くことができたが、未熟であったために、説明不足だったことや、上手く受け答えができなかった部分もあったので、今回の反省点を踏まえて、さらに経験を積んで今後の研究に活かしたいと思った。

4. おわりに

今回の学会に参加したことで、自身以外の研究分野の内容を知ることができ、生物分野の観点から意見を貰えたので、多くの発見と課題から研究に対する新たな切り口が見え、意欲が高まった。

最後に、今回のポスター発表や研究を行うにあたり、多くのご指導やそれに関する様々な助言をして頂いた糟野潤講師ならびに農学部の古本強教授に深く御礼申し上げます。

参考文献

[1] M. Kasuno et al., *Sensors*, 16 (2016) 438-448.