

エコ森林通信 vol.13

TEXT BY GAJEWSKI, LEA
自然環境部 陸域担当チーム
興味：コウモリ、持続可能な生活

～大気中の二酸化炭素を削減するための最新技術とトレンド～

今回は世界で進められている再生可能なエネルギー、持続可能性、気候変動の緩和に関する最近の技術やトレンドのうち、大気中の二酸化炭素（CO₂）削減方法についてご紹介します。

IPCCの報告書によると、気候変動が引き起こす最悪の事態を回避するためには、世界中で2030年までに人為的なCO₂排出量を半減させなければならない（他の温室効果ガス排出量も大幅に削減しなければならない）とされています。しかも、2050年までにCO₂排出量を「正味ゼロ」、つまり排出量と吸収量のバランスが取れている状態にする必要があります。このような削減には、世界規模での国や地方自治体、企業、一般市民による行動が必要です。しかし、現在実施されている取り組みだけでは2050年までに目標を達成できる国はほとんどありません。そこで、産業活動や家庭レベルでのCO₂排出量の削減だけでなく、すでに大気中に存在するCO₂を積極的に吸着する技術にも近年注目が集まっています。これに関して、特に期待の持てる新技術をご紹介します。

CO₂の吸収・固定の技術は様々ありますが、人類がこれまで最も頼ってきたCO₂フィルターは、実は植物なのです。具体的には、植物の葉の中にある葉緑体が大気中のCO₂を吸収し、私たちに酸素を供給しています。このCO₂が吸収・固定されるまでの反応過程は「カルビン回路」と呼ばれています。何億年もかけて進化してきた回路だからこそ、効率が良いのではないかと思われがちですが、実はカルビン回路は非常に効率が悪いのです。カルビン回路中のルビスコと呼ばれる酵素がCO₂を固定する役割を担っていますが、このルビスコの固定能力は非常に遅いだけでなく、CO₂と誤って酸素分子を固定してしまうこともあります。

2016年、ドイツ・マールブルク市にあるマックスプランク地上微生物学研究所の研究者たちは、植物のカルビン回路をモデルに、CO₂を固定するより効率的な人工回路を作り、「CETCHサイクル

(Crotonyl-CoA/Ethylmalonyl-CoA/Hydroxybutyryl-CoA)」と名付けました。このCETCHサイクルでは植物で使われている低速のルビスコを最近発見されたECR (Enoyl-CoA carboxylases/reductase) と呼ばれる触媒群に置き換えることで、CO₂を結合して他の炭素分子に変換する速度を10倍に高めました。CETCHサイクルの触媒群は、古細菌、バクテリア、真核生物（植物を含む）の3つの生命領域にまたがる9種類の生物に由来する17種類の酵素で構成されています。つまり、人工的に作られた回路でありながら、生物界にすでに存在する分子を利用しているのです。

2020年、科学者たちはさらに一歩進んで、光合成の一部であるカルビン回路のみを人工的に作り、機能的な葉緑体全体を構築することに成功しました。さらにその機能を応用して、ホウレンソウの葉から分離したチラコイド（葉緑体の構成要素）にCETCHサイクルを組み込むことに成功し、光合成（光化学反応）を人工的に再現しただけでなく、自然の植物よりも100倍も速い反応を実現しました。この人工葉緑体は、2つの点で有望視されています。

1. フィルターとして使用することで、大気中のCO₂の量を減らし、気候変動対策に役立つ可能性があります。
2. 作物に組み込むことで、光合成の効率が上がり、作物の収穫量や成長率が向上します。これにより、世界の人口増加に対応することが可能となるかもしれません。

今はまだ初期の実験段階ですが、いずれは日常的に使用される日が来るかもしれません。

- (1) Thomas Schwander, Lennart Schada von Borzyskowski, Simon Burgener, Niña Socorro Cortina, and Tobias J. Erb (2016) A synthetic pathway for the fixation of carbon dioxide in vitro. *Science*
- (2) Tarryn E. Miller, Thomas Beneyton, Thomas Schwander, Christoph Diehl, Mathias Girault, Richard McLean, Tanguy Chotel, Peter Claus, Niña Socorro Cortina, Jean-Christophe Baret, Tobias J. Erb (2020) Light-powered CO₂ fixation in a chloroplast mimic with natural and synthetic parts. *Science* 368, 649–654