

【バイオテクノロジー分野】

仮訳

植物からのプラスチック生成には遺伝子組換え微生物が鍵に（米国）

2019年3月6日

炭化水素をエサとする土壌微生物は、少しだけ遺伝子操作を加えると、再生可能ではあるがほとんど活用できていない豊富な資源を、一般的なプラスチックの代替材料に変換する生物工場としての役割が期待できることが分かった。

米国エネルギー省(DOE)が資金を提供する Great Lakes Bioenergy Research Center (GLBRC)の、ウィスコンシン大学マディソン校を拠点とする研究者らは、他の研究者らと同様に、木質の生物資源を燃料や化学物質を生産する化石燃料の代替に転換するために、植物の細胞壁の大部分を構成する繊維状のセルロース中の糖の獲得を目指してきた。



ウィスコンシン大学マディソン校ポスドク研究員の Alex Linz 氏は、皿の上の *N. アロマチシボラン*（黄色い部分）を調査している。再生可能な資源である、この土壌細菌は、植物の細胞からリグニンを化石燃料由来のプラスチックの代替物質に転換できる。写真提供：CHELSEA MAMOTT, GLBRC

このような糖を獲得するための作業の大半は、細胞壁中のセルロースと他の化学成分との隙間を埋める樹脂である、リグニンを取り除くことだ。

それにより、後には有用なセルロースが大量に残るが、同時にほとんど価値のないリグニンも大量に残る。製紙工場では、リグニンを木材から取り除いて紙を製造する手法を 100 年以上続けてきたが、リグニンにはほとんど価値がないため、工場内のボイラーでただ焼却されていた。

「一般的にリグニンは、お金以外のものだったらなんでも作れると言われていました。」と、ウィスコンシン大学マディソン校の都市環境工学科大学院生である Miguel Perez 氏は言う。

しかしそれは、*ノボスフィンゴビウム・アロマチシボラン* (*Novosphingobium aromaticivorans*) について、Perez 氏のように理解していなかったからであろう。

Perez 氏と、都市環境工学教授の Daniel Noguera 氏、そして GLBRC と Wisconsin Energy Institute の同僚たちは、本研究を『Green Chemistry』誌に発表して、*N. アロマチシボラン*を使用して、リグニンをより価値の高い製品に転換する技術を公開した。

「リグニンは、石油に次いで、石油由来の化学物質やプラスチックの作製に利用される、芳香族化合物を地球上で最も多く提供する資源です。」と、Noguera 氏は言う。だが、複雑で大きなリグニンの分子は、有用な構成物質への効率的な分解が非常に難しい。

そこで、石油製品による汚染後の、芳香族化合物を豊富に含む土壌で培養され、初めて分離された微生物の登場だ。

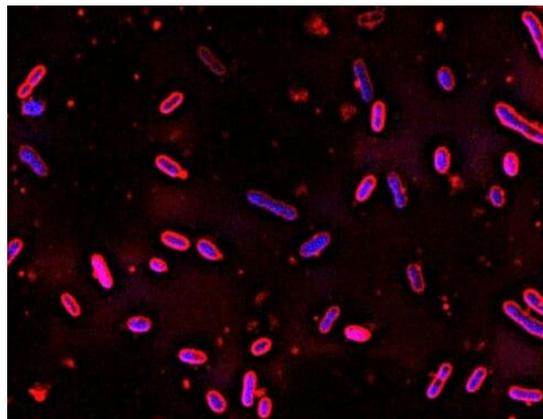
他の微生物が選択的である一方、この *N. アロマチシボラン*は、リグニンに含まれる芳香族化合物の生物的なファネル（漏斗）として機能する。それは、リグニンのほぼ全ての異なる成分を、より小さな芳香族炭化水素に分解できるという特徴を有している。

「以前試した他の微生物は、リグニンに含まれる芳香族化合物のうち、数種類は分解できていたと思います。」と、Perez 氏は言う。「今回、この微生物を発見した時には、微生物はすでに幅広い種類の芳香族化合物をうまく分解していました。そのため、この微生物には大変期待できるのです。」

分解プロセスの過程で、この微生物は芳香族化合物を 2-ピロン-4,6-ジカルボン酸(PDC)に転換する。研究者たちは、同微生物から遺伝子を 3 個除去することで、代謝中間体の PDC を直接獲得できるようにした。遺伝子操作後のこれらの微生物は、異なるリグニンの分子を注ぎ込むと、PDC が流れ出るファネルとなったのだ。

日本のバイオエンジニアたちは、PDC を用いて消費者向け商品に有用な様々な材料を作製している。

「日本のバイオエンジニアたちは、PDC がペットボトルや合成繊維といった、世界で最も一般的に生産されている PET ポリマーの添加剤として、石油ベースのものと同様か、それ以上の働きをすることを発見しました。」と、Perez 氏は言う。



石油製品による汚染後に初めて土壌から分離された *N. アロマチシボラン*は、GLBRC の科学者たちが発見した時にはすでに、有用な分解力を示していた。その微生物への遺伝子操作は、再生プラスチック産業の活性化のトリガーとなりうる。

画像提供：GLBRC



Daniel Noguera 氏



Miguel Perez 氏

もし、PDC がもっと簡単に獲得できるなら、プラスチックの代替品としては魅力的だ。環境中で自然に分解されて、いわゆる環境ホルモンを水中に浸出させないからだ。

「PDC は既存の技術で作製することがとても難しいため、産業プロセスがありません。」と、Noguera 氏は言う。「しかし、もし、バイオ燃料をセルロースから作製して、リグニンを排出し、今までは

ただ焼却していたそのリグニンを効率的に PDC に転換できれば、リグニンの産業利用の市場を変革することになるかもしれません。」

現時点では、遺伝子操作された N. アロマチシボランは、リグニン中で有用と考えられる化合物の少なくとも 59% を PDC に転換できる。しかし、新たな研究では、より多量に転換できる可能性が示唆されており、Perez 氏は微生物のさらなる遺伝子操作の進展を目指している。

「もし、この PDC 生産パイプラインで十分な効率と収率を実現できたなら、新しい産業を起こすことにつながるかもしれません。」と、Noguera 氏は言う。

Wisconsin Alumni Research Foundation は、本技術の特許を出願した。

本研究は、米国エネルギー省 (DOE) (BER DE-FC02-07ER64494 及び DE-SC0018409)、及び Chilean National Commission for Scientific and Technological Research より資金提供を受けている。

翻訳：NEDO (担当 技術戦略研究センター 企画課)

出典：本資料は、ウィスコンシン大学マディソン校の以下の記事を翻訳したものである。

“Engineered microbe may be key to producing plastic from plants”

(<https://news.wisc.edu/engineered-microbe-may-be-key-to-producing-plastic-from-plants/>)

(Reprinted with permission of the University of Wisconsin-Madison)