



科学の眼

まなこ

発行: 姫路科学館 (〒671-2222 姫路市青山 1470-15 電話: 079-267-3961)
http://www.city.himeji.lg.jp/atom/

生物シリーズ

PET 樹脂リサイクルの鍵

PET 分解菌

PET eating bacteria

姫路科学館 学芸・普及担当 徳重 哲哉

■PET って何？

「ペットボトル」でおなじみの PET はポリエチレンテレフタレート（図 1）の略で、エチレンテレフタレート（図 1）が長く繋がった構造をしています。石油を原料として安価に大量生産できる安定な物質のため、容器包装、フィルム、繊維などに大量に使用されています。安定なのは生物による分解

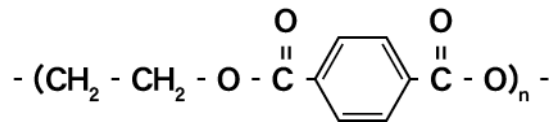


図 1 PET の構造

() 内の構造が繰り返し連結している。

を受けないため、自然環境に廃棄されるといつまでもゴミとして残ります。大量生産の原料として石油が必要なことはもちろん、焼却や素材としてリサイクルするための化学的手法にも石油などのエネルギー源が必要です。限りある資源を有効に利用するため、生物学的手法で PET をリサイクルする方法が模索されています。

■PET を食べる細菌が見つかった！

2005 年以來、酵素によって PET を加水分解する報告が相次ぎ、また、PET を炭素源（栄養源）とする真菌（かび、きのこ、酵母などのグループ）も報告されていますが、どのようなメカニズムで PET を分解し利用しているかは詳しくは報告されていませんでした。

このような中、今年 3 月に、日本の研究グループが、PET を分解し、これを栄養源として繁殖する細菌を発見したと発表しました。この研究では、自然界から PET 樹脂を分解する生物を見つけるために、PET リサイクル工場のような、PET が豊富にあり、他の炭素源に乏しい環境から、土壌、堆積物、処理水などのサンプルを集めました。そして、実験室で PET フィルムを主な炭素源とする培地に PET くずを含む堆積物を投入したところ、PET フィルムに集まり分解している微生物が観察され、その中から、強力な PET 分解菌が分離され

ました (図2)。この菌は大阪府堺市で採集されたサンプルから見つかったので、*Ideonella sakaiensis* (イデオネラ・サカイエンシス) 201-F6 株 (以下、201-F6 株と略す) と命名されました。201-F6 株は、長さ2 μm ほどの棒状の細菌で、PET を分解するだけでなく、これを栄養源として増殖することもわかりました。

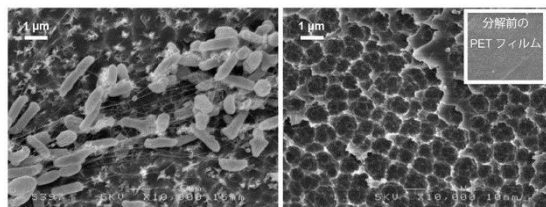


図2 イデオネラ・サカイエンシス 201-F6 株 (左) 201-F6 株、(右) PET フィルム表面の分解痕
提供：小田耕平氏 (京都工芸繊維大学名誉教授)
京都工芸繊維大学 HP より許可を得て転載

■PET を2段階で分解

201-F6 株は、新たに見つかった2種類の酵素により、PET を2段階で分解します (図3)。まず、①PET を②PET ヒドロラーゼと命名された酵素が加水分解し、③モノヒドロキシエチルテレフタレート (MHET) という分子ができます。次に、④MHET ヒドロラーゼと命名された酵素が MHET を加水分解し、⑤エチレングリコールと⑥テレフタル酸ができます。②、④どちらの酵素も、30℃で効率よく働きます。MHET が分解されてできる分子⑤、⑥は、201-F6 株に限らず様々な細菌が利用し、最終的に CO₂ と H₂O に分解されます。つまり、201-F6 株の働きで PET が自然界で分解され、炭素の物質循環に組み込まれるルートが見つかったのです。

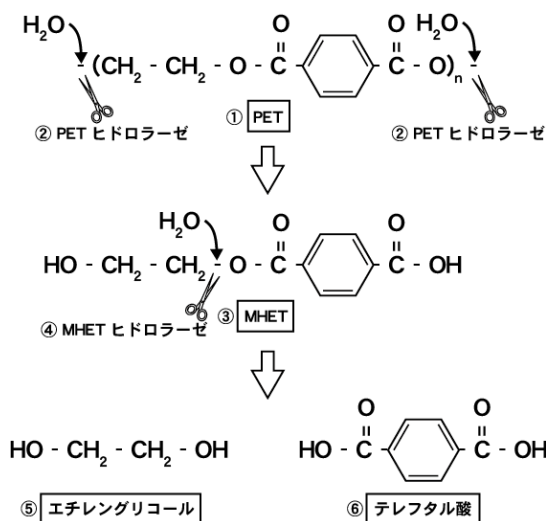


図3 PET が分解される経路

■選択された？

遺伝情報が解読済みの生物からは、PET を分解する酵素と同じ働きをする遺伝情報を持つ種は見つかっていませんでした。このため、PET は自然環境で安定な物質なのです。しかし、MHET ヒドロラーゼと同じ機能の遺伝情報を持つ種は複数存在します。このような生物の遺伝情報に、PET ヒドロラーゼの機能を作る遺伝情報が加わって、PET 分解菌が現れたのではないかと考えられています。遺伝情報は親から子へ伝わるだけでなく、種を超えて遺伝情報の一部が伝わることもあり、これを水平伝搬といいます。

201-F6 株の発見についてこの考えが正しいとすると、優れた性質を持つ家畜を選別するのと同様に、PET リサイクル工場の環境、または、実験室での培養の過程で、PET の分解に必要な遺伝情報を持った菌の自然選択、生き残りを助長した可能性もあるようです。

【参考】

- ・吉田昭介ほか、『PET を分解する細菌の発見』、ライフサイエンス新着論文レビュー 2016年3月29日リリース (<http://first.lifesciencedb.jp/archives/12242>)
- ・京都工芸繊維大学トピックス (<https://www.kit.ac.jp/2016/03/topics160311/>)