

ポリエチレンテレフタレート (PET) は生分解性？

松本 拓也

ポリエチレンテレフタレート (PET) は飲料容器やフィルム、繊維などに幅広く利用されている高分子化合物である。「ペットボトル」に代表されるよう、PETという物質名が世間に浸透している点で、現在もっともよく使われているプラスチックといっても過言ではないのかもしれない。そんな便利で・もはや生活に欠かせないプラスチックは、昨今、マイクロプラスチックとして地球環境に猛威を振るっている。通常、廃棄されたプラスチックは環境中の微生物によって完全に代謝されないため、環境中に残存してしまう。そのため、それを他の生物が食べてしまうことにより環境中にどんどん拡散していく。その過程で小さくなっていったプラスチックは、生態系にさまざまな悪影響を及ぼすことが懸念される。この「マイクロプラスチック問題」は世界的に早急に解決されるべき課題であり、2019年6月に開催された大阪サミットにおいても、特に海洋汚染問題に関して大きく取り上げられた¹⁾。

本課題を解決するためには、ごみの流出を減らしてリサイクル率を進めていくことが必要不可欠ではあるが、生物工学的観点から考えると「生分解性プラスチック」というキーワードが頭に浮かぶ。その代表例であるポリ乳酸 (PLA) やポリヒドロキシアルカン酸 (PHA) については数多くの基礎・応用研究が報告されており、すでに一部実用されている。PLAやPHAはそれぞれ環境中の微生物によって最終的に二酸化炭素と水まで完全に分解されるため、現在利用されているプラスチック材料を生分解性プラスチック材料に代替することはマイクロプラスチック問題の効果的な解決策の一つであるといえるだろう。

ここで、「生分解性」という言葉に改めて注目してみる。日本バイオプラスチック協会のHPによると、「生分解とは、単にプラスチックがバラバラになることではなく、微生物の働きにより、分子レベルまで分解し、最終的には二酸化炭素と水となって自然界へと循環していく性質」と記載があり²⁾、PLAやPHAがこれに該当するこ

とは自明である。ところで、2016年に大阪府堺市のリサイクル工場から *Ideonella sakaiensis* 201-F6株と名付けられたPETを炭素源として生育可能な微生物が単離されたと発表があった。*I. sakaiensis*は2つの酵素 (PETaseとMHETase) によって、PETをエチレングリコール (EG) とテレフタル酸 (TFA) まで分解する。PETの分解によって生じたEG、TFAはそれぞれグリオキシル酸、プロトカテク酸まで細胞内代謝によって変換され、その後中央代謝へと取り込まれる (図1)。つまり、*I. sakaiensis*はPETの分解と資化を行うことが可能であり、PETを最終的に二酸化炭素と水まで分解していることになる³⁾。とするとPETは環境中？ (リサイクル工場) の微生物によって二酸化炭素と水まで分解されるため、生分解性に分類してもいいのではないかと議論が生じる可能性もある。地球上には、未だ見つかっていない微生物が多様に存在しており、その中にはPET以外のプラスチックを分解可能な微生物も存在しうると考えられる。そうすると、生分解性の定義をもう一度考え直す必要があるのかもしれない。とはいえ、特殊な環境下で見つかった微生物が分解できるからと言って、廃プラスチック問題をこのまま放置していい理由にはならない。むしろ、*I. sakaiensis*を含むプラスチック分解菌やその機構を利用した新たなリサイクル系の開発に期待したい。

本来、微生物は糖類を主な炭素源として利用することで、発酵により、さまざまな有用物質を生産し、人類にその恩恵を与えてきた。たとえば、バイオエタノールなどバイオ燃料の生産は低炭素社会を構築するうえで非常に重要な技術である。さとうきびやとうもろこしなどの可食資源を原料としたバイオ燃料を第1世代とすると、食料競合への配慮からセルロースを主成分とする木本・草本などの非可食資源を原料とした第2世代バイオ燃料に関する研究が進められてきた。近年では、非可食資源を原料とし、かつジェット燃料と代替可能な炭化水素系の第3世代バイオ燃料の開発も急激に進んでいる⁴⁾。PETを炭素源として利用可能な *I. sakaiensis* やその機構を利用することは、廃プラスチックを原料とした「第4世代バイオ燃料」の生産を可能にするポテンシャルを秘めている。近い将来、廃プラスチック問題と地球温暖化問題を同時に解決できるような魅力的な技術が開発されることに期待したい。

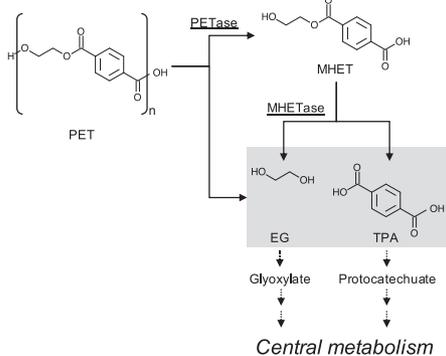


図1. PET分解菌によるPETの分解と代謝

- 1) G20 2019 JAPAN 主要テーマ : <https://g20.org/jp/summit/theme/> (2019/10/1).
- 2) 日本バイオプラスチック協会 : http://www.jbpaweb.net/gp/gp_merit.htm (2019/10/1).
- 3) Yoshida, S. et al.: *Science*, **351**, 1196 (2016).
- 4) NEDO 技術戦略研究センターレポート vol. 21 (2017).