

2025年2月28日

報道関係者各位

慶應義塾大学

難分解性ポリプロピレンの分解菌を鎌倉の土壌から発見

1種類の微生物が構造の異なる複数のプラスチックを分解すること を解明！

慶應義塾大学理工学部の國分健士郎（生命情報学科4年）、慶應義塾先端科学技術研究センター研究員の黄穎、同大学理工学部教授の宮本憲二の研究グループは、添加剤を含まないポリプロピレン(以下 PP)を分解する微生物の取得に成功しました。さらにこの微生物が、PPと全く構造が異なるポリエチレン (PE)、ポリウレタン (PU) やポリエチレンテレフタレート (PET) などのプラスチックも分解する能力を持つことを突き止めました。

この成果は、微生物によるプラスチック混合物の分解処理を実現する上で重要な一歩となります。さらに、環境に排出されたプラスチックが、自然界でどの様に分解されているかを知る上で科学的な大きな発見と考えられます。

本成果は、2025年3月8日の日本農芸化学会で発表されます。

1. 研究のポイント

- 鎌倉の土壌より添加物を含まない PP の分解菌(PP9)を発見した。
- PP9株を PP フィルムに作用させたところ、明確な分解痕を確認した。
- PP9株は、PE、PU や PET をも分解することを明らかとした。

2. 研究の背景

近年、環境へのプラスチックの排出と蓄積が大きな社会問題となっています。特に、ポリオレフィン系プラスチックは難分解性であり、特に PP は自然界での微生物分解が非常に困難です。PP 分解菌に関する報告はありましたが、いずれも市販品の様々な添加物を含む PP を用いており、本当に PP を食べて分解しているのが不確かなものでした。そこで、本研究では探索実験に添加物を含まない PP フィルムを用いることで、真の PP 分解菌の単離を試みました。

3. 研究の内容・成果

2022年10～12月鎌倉市立西鎌倉小学校において、JST共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)リスペクトでつながる「共生アップサイクル社会」共創拠点の一環として、「地球に還るストロープロジェクト」を実施、給食で使用するプラスチックストローをP-Life添加PPストローに置き換え、微生物の力で分解して土に還す実証実験を行いました。小学校での実験が終了した後も、1年半にわたり土壌へのプラスチックストローや水分の補給を行い、微生物の培養実験を続けました。本研究グループは、この土壌にはP-Life添加PPストローだけでなく、強いPP分解菌も存在するのではないかと予測して、PP分解菌の探索を実施しました。

また、真のPP分解菌の発見確率を上げるために、添加剤を含まないPPフィルムを実験に用いました。その結果、約10株の候補株を単離することに成功しました。次に、これら候補株を用いて、無添加PPフィルムの分解能を評価した結果、数株において明確な分解痕を確認しました(図1の写真)。特にPP9株は、1週間で0.11%のPPフィルムを分解しました。さらに、培養時に酵素の誘導剤としてヘキサデカンを少量加えることで、分解率は0.79%に向上しました。

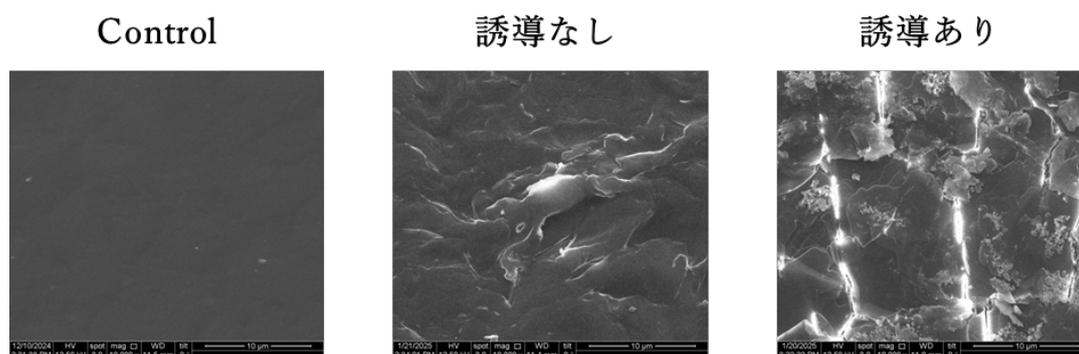
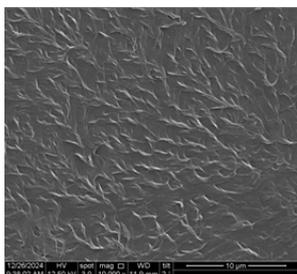


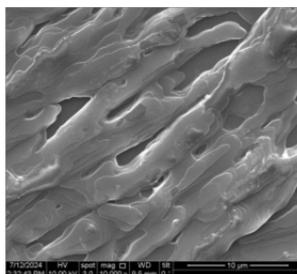
図1 PP9株で処理した無添加PPフィルムの表面の電子顕微鏡写真。誘導剤を加えると分解率が向上する。

さらに、PPと全く異なる構造であるPE、PUやPETなどのプラスチックでも同様に検証したところ、PP9株がこれらのプラスチックを全て分解することを突き止めました。従来、あるプラスチックの分解菌は、他の種類のプラスチックは分解できないと言われていましたが、今回の発見はそれを覆す最初の例となりました。自然界においては、複数のプラスチックが混じって存在することが一般的であり、この微生物はその様な環境に適応して進化したのではないかと考えています。

PE-film



PET-film



PU-film

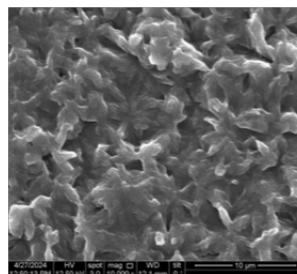


図2 各種フィルムの分解の様子

4. 今後の展開

添加物を含まないPPの分解菌を発見しました。さらに、発見した微生物はPPと全く異なるプラスチック（PE、PUやPET）を分解することを突き止め、従来の常識を覆すものとなりました。これらの分解菌のゲノム解析を行って分解メカニズムを明らかとすることで、どのように分解能力を獲得したのかを解明することができると期待されます。さらに、様々なプラスチックが混在したゴミの処理に使用を目指して研究を進めていきます。

「学会発表情報」

第日本農芸化学会 2025 年度大会、3月8日、札幌コンベンションセンター

演題：

演者：國分健士郎、黄 穎、宮本 憲二

「研究費」

本研究は、JST 共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)JPMJPF2111 の支援により行われました。

「用語説明」

(注1) ポリオレフィン系プラスチック：単純なオレフィンモノマーとして合成された高分子化合物の総称です。代表的なものとして、ポリプロピレン（PP）がありますが、微生物による生分解はほぼ起こらないとされています。

研究内容に関するお問い合わせ先

慶應義塾大学 理工学部 生命情報学科 教授 宮本 憲二（みやもと けんじ）

TEL：045-566-1786 E-mail：kmiyamoto@bio.keio.ac.jp

本リリースの発信元

慶應義塾広報室

TEL : 03-5427-1541 E-mail : m-pr@adst.keio.ac.jp