

イネなどの葉の表面から生分解性プラスチック分解菌を発見

生物生態機能研究領域 北本 宏子

はじめに

使用済みのプラスチックは、自然界で分解を受けにくく、かさばるため、廃棄処理が問題になっています。プラスチック廃棄物の量は、国内で約1千万t(環境省H16)、そのうち農業用途のものは、年間18万t程度(農林水産省H17)あります。全体の半量が再生処理されていますが、原油価格の高騰により、最近、適切な回収・処理が難しい状況になっています。廃棄物削減と地球温暖化防止のために、5年程前から政府やプラスチック産業界により、生分解性プラスチック(生プラ)の導入が図られてきました。生プラが分解しやすいという特徴を生かして、ゴミ袋、ワンウェイ食器、食品包装材料などに用いると、コンポスト化前に分別をする手間を省くことができます。また、農林水産・土木資材(たとえば、マルチフィルム、育苗ポット、杭、シート、紐、土嚢、袋、テープ)など自然環境下で用いた後で回収が困難な物にも生プラを用いる利点が大きくなります。生プラ製品には、使用中は壊れない強度を保ち、使用後には速やかに分解することが求められます。しかし、生プラの分

解は温度と湿度に依存するため、分解制御は難しく、分解が容易な農業用生プラマルチフィルムでも、栽培過程で必要な強度を保つように製造すると、春の作付け時に残存している場合があります。したがって、生プラの普及促進のためには、生プラの化学構造を改変するだけでなく、簡便で確実な分解技術が必要となります。

生プラ分解菌はどこにいるか？

生プラ分解制御には、分解能力が高い菌を手に入れる必要があります。生プラ分解菌の分離は、乳化状の生プラを混ぜた培地上で、乳化生プラを分解して透明な領域を作る菌を選び出し、これらが膜状やチップ状をした固体生プラを分解するか調べることから始まります(図1)。今まで多くの研究者が土壌中から分解菌の分離を試みてきましたが、固体生プラ分解活性を示す菌の分離効率は、乳化生プラを分解する菌の1~2%と非常に低いレベルです。

マルチフィルムなどで良く用いられる生プラは、ポリブチレンサクシネート(PBS)やポリブチレン

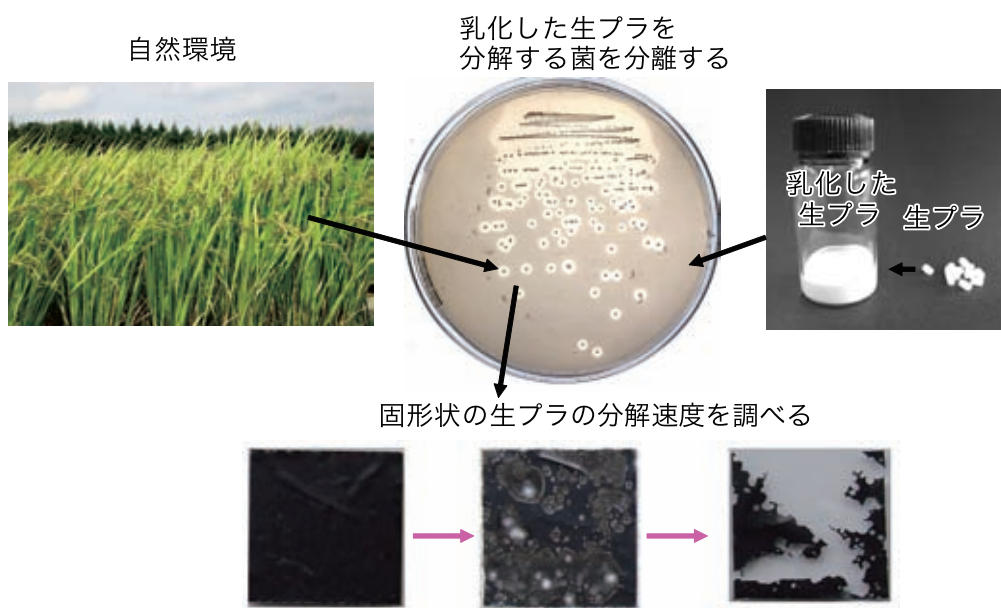


図1 自然界から生プラ分解菌を分離する方法

サクシネートアジピン酸 (PBSA) など、ジオールとジカルボン酸の重縮合によって得られる、常温で固体のエステル化合物です。一方、植物の表面を覆うクチクラ層はクチンで構成されていますが、クチンは、常温で固体の長鎖脂肪酸エステル化合物で、生プラと構造がよく似ています。植物病原菌のクチン分解酵素(クチナーゼ)は古くから知られています。しかし、植物の葉の表面には、植物病原菌だけでなく、植物の健康を維持する葉面常在菌も棲息しています。葉面常在菌は、風雨があっても数が変わらないほど強く葉に付着していることから、筆者らは、常在菌には葉の表層のクチンを分解する能力が備わっているのではないかと考えました。常在菌であれば、農業環境中に散布しても安全性が高いと考えられます。

植物常在菌の中に生プラ分解菌がいる

農業環境技術研究所で採集したイネの葉から生プラ分解菌の分離を試みたところ、乳化状の生プラを分解する微生物(酵母株)が分離され、いずれの株も固体状のPBSやPBSAフィルムを分解しました(図2)。国内各所で栽培されたイネ種子(農業生物資源研究所ジーンバンク由来)11品種のうち8品種から乳化した生プラを分解する菌が分離され、このうち7株はPBSやPBSAフィルムを分解し、土壌細菌に比べて効率よく、固体の生プラを分解する株を分離することができました。イネ葉および種子から分離した分解菌は、全て酵母 *Pseudozyma antarctica* と同定されました。*Pseudozyma* 属酵母は、植物からよく分離される植物表面常在菌です。また、カリフラワーやアブラガヤから分離された各種の *Pseudozyma* 属酵母株(理化学研究所バイオリソースセンター由来)のうち、4割がPBSAおよびPBSフィルムを分解しました。

葉面棲息酵母は、各種の生プラを分解する

PBS、PBSA、ポリカプロラクトン(PCL)などは、軟質系プラスチックに分類され、常温で酵素的に分解されますが、育苗ポットなどに用いられるポリ乳酸(PLA)は、常温では生分解されず、60℃程度の高温・高湿度下で物理的に低分子化された後、はじめて生分解を受けるようになります。筆者らがイネ

から分離した *P. antarctica* の生プラ分解基質特異性を調べたところ、常温下で固体のPCLを分解し、時間はかかりますがPLAも分解しました(図2)。

*P. antarctica*は新規の生プラ分解酵素を生産する

P. antarctica から生プラ分解活性を示す単一の酵素を精製し、同定したところ、今までに報告がない新しい酵素であることが明らかになりました。精製した酵素は、PBS、PBSA、PCL、PLA各々を分解する広い生プラ分解基質特異性を持っていました(図3)。

このように、植物表面から多様な生プラを強力に分解する微生物を簡単かつ高頻度に分離できるようになったため、今後はこれらの微生物や酵素を用いて、新しい生プラ分解制御技術を開発する予定です。

*本研究は、(独)産総研、筑波大学との共同で行ったものです。

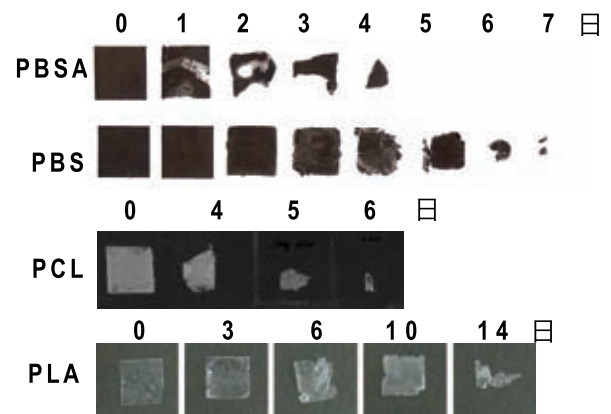


図2 イネから分離した *P. antarctica* による各種の生プラ製フィルム分解活性

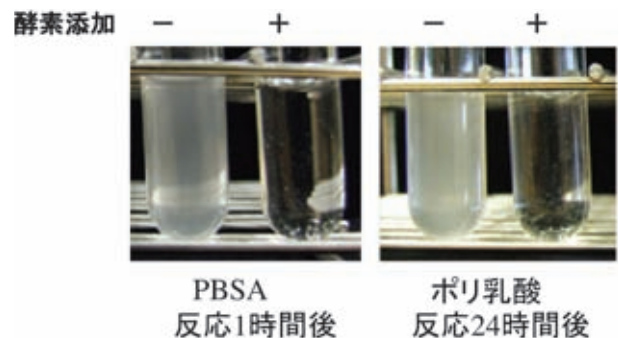


図3 イネから分離した *P. antarctica* から抽出した分解酵素による各種の生プラ(乳化状)分解活性