

畑作の省力化に資する

バイオプラスチック製農業資材分解酵素の製造技術と利用技術の開発

25017A

分野

農業－畑作物

適応地域

全国

国立研究開発法人 農業環境技術研究所  
 国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
 [研究総括者]  
 農業環境技術研究所 北本 宏子

[研究タイプ]

Aタイプ

[研究期間]

平成25年～27年(3年間)

キーワード 酵母、生分解性プラスチック、生分解性プラスチック分解酵素、農業用マルチフィルム、鋤込み

### 1 研究の背景・目的・目標

生分解性農業用マルチ(生プラマルチ)は、使用後に畑土に鋤込めば分解されるため、回収する必要が無く、省力化できる。しかし、生プラマルチの分解速度は、栽培環境で異なるので、分解が遅い場合は、鋤込むことができない。そこで、使用済み生プラマルチを酵素処理で急速に分解し、鋤込みできるようにする、今までに無い技術の開発を目的とした。生プラマルチを分解できる酵素を見だし、酵素の生産効率を高めるとともに、畑に張った市販生プラマルチの分解促進効果を評価する。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ①植物から生プラ分解力を持つ微生物を分離し、それらの生プラ分解酵素を精製し、特性を明らかにした。
- ②イネ由来の酵母シュードザイマ・アンタークティカは、キシロース存在下生プラ分解酵素PaEを多く分泌する。この特性とシュードザイマ・アンタークティカのゲノム情報を利用して、72時間培養で57 U/mlのPaEを得た。
- ③オオムギ由来の糸状菌B47-9株は、生プラの一種であるポリブチレンサクシネート-co-アジペートを与える、生プラ分解酵素PCLEを分泌する。この特性を利用して、従来比20倍の効率でPCLEを生産した。
- ④圃場に張った市販生プラマルチにPCLEを含む培養ろ液を処理する際に、カルボキシメチルセルロースを併用することで、翌日には生プラマルチが鋤込みできる程度まで分解された。

#### 公表した主な特許・論文

- ① 特願 2014-145767 生分解性プラスチックを効率良く分解する方法 出願人(農環研)
- ② 特願2015-224179 生分解性プラスチック製マルチフィルムを分解する方法 出願人(産総研、農環研)
- ③ Suzuki, K., *et al.*, Purification, characterization, and cloning of the gene for a biodegradable plastic-degrading enzyme from *Paraphoma*-related fungal strain B47-9. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 98, 4457-4465 (2014).

### 3 今後の展開方向、見込まれる波及効果

- ①従来のポリエチレン製マルチ比べて、生プラマルチと分解酵素を組み合わせた場合、総コスト\*を安く抑えることを目標に、酵母の酵素PaEの量産化や安定生産と酵素処理による分解促進技術を開発する。  
 (\*トウモロコシ、キャベツ、サツマイモで10aあたり、従来のマルチは、回収作業に平均1.9万円必要。回収が不要な生プラマルチでは、マルチ使用総コストは、平均7000円安くなる(農業用生分解性資材普及会調べ)。
- ②生プラ分解酵素を処理した生プラマルチは、畑に埋めた後の分解が早く、畑土環境が短時間で回復される効果が期待される。これを確認し、生プラを、便利で持続的な農業技術として普及させることを目指す。

### 4 開発した技術・成果が活用されることによる国民生活への貢献

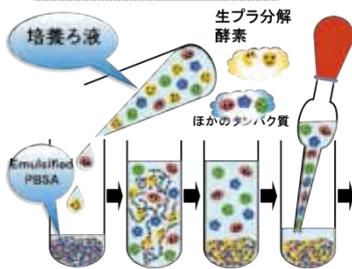
- ①使用済み生プラマルチを酵素で速やかに分解し、収穫と同時に鋤込みを可能にして、収穫作業量を軽減。
- ②農作業が楽になり、農業経営の継続と新規参入が推進される。生プラと分解酵素の組み合わせは、育苗ポットや網等の農業資材、食品包装材や輸送用梱包材、生ゴミリサイクル等、様々な用途に利用できる。
- ③日本近郊の海洋に特に多く浮遊するマイクロプラスチックは、有害物質を吸着したまま魚が取り込む恐れがある。本技術と併用し、便利になった生プラが、分解しないプラスチックの一部を代替し、環境汚染を軽減。

# (25017A) 畑作の省力化に資するバイオプラスチック製農業資材分解酵素の製造技術と利用技術の開発

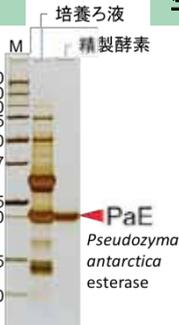
## 研究の達成目標

有能な生分解性プラスチック(生プラ)分解菌を選抜し、生プラ分解酵素生産性を向上する。使用済みマルチの分解を促進させる。

## 主要な成果

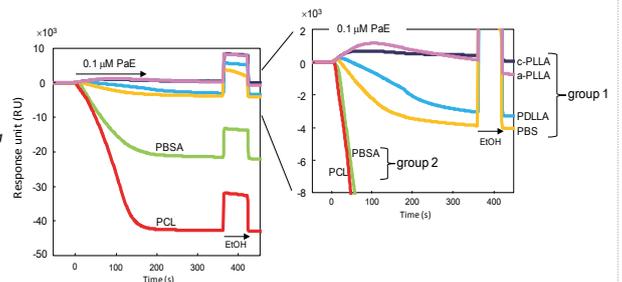


## 生プラ分解酵素の簡便な精製方法



## イネ由来の酵母 *Pseudozyma antarctica* の生プラ分解酵素PaEによる各種生プラの分解特性

表面プラズモン共鳴装置による分解の観察  
RU値がベースラインより下がる量が分解量に相当

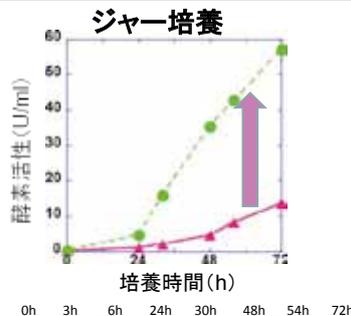
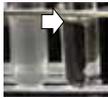


PLLA: ポリL乳酸  
PDLLA: ポリDL乳酸  
PBS: ポリブチレンサクシネート  
PBSA: ポリブチレンサクシネート・アジペート  
PCL: ポリカプロラクトン

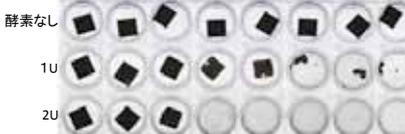
## 酵素生産性の向上

### *P. antarctica*

ゲノム情報に基づく菌株の改変と培養条件の改良  
酵素活性は、20mM Tris-HCl pH6.8中でPBSAエマルジョン分解活性を評価



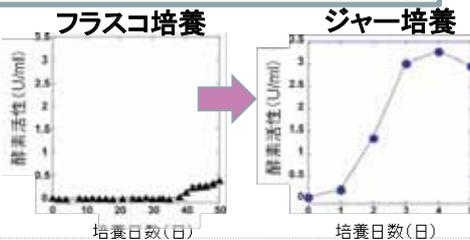
希釈した培養液による市販の生プラマルチ(1cmx1cm)分解性を確認



### オオムギ由来の糸状菌B47-9株

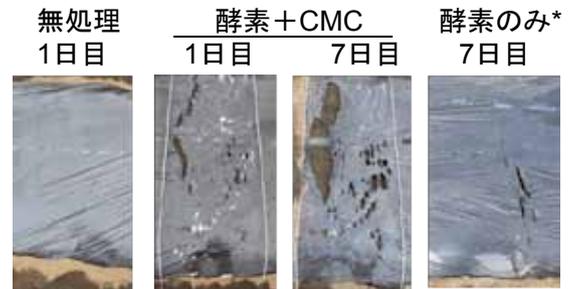
培養条件を最適化

酵素活性は、20mM Tris-HCl pH6.8, 2mM CaCl<sub>2</sub>中で測定



## 畑に張った市販生プラマルチの酵素処理による分解

酵素は、糸状菌B47-9株培養ろ液を用い、カルボキシメチルセルロース(CMC)と混合処理すると高い分解促進効果が認められた。



\* 酵素のみの散布は実験日が異なる

## 今後の展開方向、波及効果

- ① 酵素活性が高い培養ろ液を取得できる酵母の酵素を使用した、ほ場での市販生プラマルチの分解促進
- ② 従来のポリエチレン製マルチの使用に比べて、生プラマルチと分解酵素を組み合わせた場合、マルチ使用総コストが、安く抑えられることを目標に、酵素処理のコストダウンを図る

## 国民生活への貢献

- ① 使用済み生プラマルチを酵素で速やかに分解し、収穫と同時に鋤込みすることで、作業量を軽減
- ② 様々なプラスチックの代わりに思い立ったとき分解できる生プラを使用することで、便利でゴミも減る