

生分解性マルチの分解速度が畑によって違う理由には 土壤微生物とそれらが生産する酵素が関わっている

【要約】

生分解性プラスチック(生プラ)製の農業用マルチフィルム(生プラマルチ)の分解が早い畑の土では、生プラ分解能を持つ微生物の分離率が高く、こうした土では、エステル分解酵素(エステラーゼ)の活性が高い傾向がありました。

【背景と目的】

農地で雑草防止や水分・温度保持のため使われる生分解性ポリエステル製の生プラマルチは、環境中で完全分解されるため、回収する労力やコストが減らせて、農作業の効率化がはかれます。しかし、生プラマルチの分解速度が畑ごとにばらつくことが普及の課題になっています。この原因について、畑の土にすむ微生物が分泌する生プラ分解酵素(エステラーゼの一種)に着目し、国内 11 カ所の畑土で、生プラ分解微生物の分離率と土壤の酵素活性を調べました。

【成果の内容】

土壤の生プラ分解活性の強弱を測るために対象とする物質として、生プラマルチ分解活性の評価にはポリブチレンサクシネートアジペート(PBSA)製の黒色フィルムを、生プラ分解能を持つ微生物の分離には PBSA 乳濁液を、土壤のエステラーゼ活性の評価にはパラニトロフェノール吉草酸を用いて解析した結果、以下のことがわかりました。

1. 滅菌処理で微生物や酵素を不活化した土の中では、生プラマルチの分解が進みませんでした。微生物・あるいは微生物が分泌する酵素の作用が、土中での生プラマルチの分解に大きな役割を担っていると考えられます。
2. 日本各地 11 箇所の畑土壌サンプルにおける生プラマルチの分解速度に大きな違いがありました(図 1)。畑土壌から微生物を取り出して調べたところ、生プラ分解能を示すものは、おもに真菌(カビや酵母の仲間)でした。(以降、生プラ分解菌とは真菌を指すものとします)。用いた土壌のタイプ、pH、炭素・窒素含量と分解速度との間に相関性は見られませんでした(表 1)。
3. 畑土から取り出した微生物のうち、生プラ分解能を示す菌の分離率が高い土壌において、生プラマルチの土壌中の分解が早く(表 1、図 1)、エステラーゼ活性が高くなる傾向が認められました(図 2A)。更に、生プラマルチ分解が速い土壌と遅い土壌にそれぞれ生プラマルチを埋め込むと、生プラマルチの分解に伴って土壌中の生プラ分解菌が増殖し、エステラーゼ活性が上昇したことから(図 2B)、以前、生プラ製品を使用した土壌では、生プラ分解菌やエステラーゼ活性が上昇する可能性が示されました。

今まで、生プラマルチの分解初期は、物理化学的影響による加水分解の寄与度が高いと考えられていましたが、今回得た結果から、土壌中での生プラマルチの分解には、生プラ分解菌が大きく寄与していることがわかりました。また、分解速度が畑ごとにばらつく現象には、土壌中の生プラ分解能を持つ真菌類の密度と分解酵素活性の強弱が関与しており、生プラ製品の使用歴も関与する可能性が示されました。生プラ分解菌の密度やエステラーゼ活性を調べることで、マルチ分解のしやすさを予測できる可能性があります。

本研究の一部は、平成 23 年度 科学技術振興機構 研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)「フィージビリティスタディ【FS】ステージ」による成果です。

リサーチプロジェクト名：情報化学物質・生態機能リサーチプロジェクト

研究担当者： 生物生態機能研究領域 山元季実子、渡部貴志、小坂橋基夫、山下結香、鎗水透、北本宏子、生物多様性研究領域 平舘俊太郎

発表論文等：Yamamoto-Tamura *et al.*, AMB Express, 5: 10 (2015)

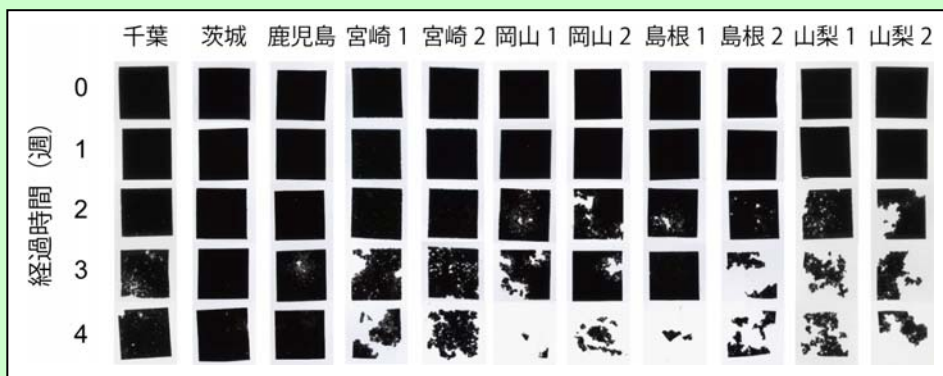


図1 日本各地の畑土壌における生プラマルチ分解程度の違い

生プラマルチ分解のモデルとして、PBSAのフィルムを土に埋め込みました。0, 1, 2, 3, 4週間後にフィルムを回収し、分解の程度を調べたところ、4週間たってもPBSAフィルムをほとんど分解しない土壌から、2週間後には埋め込んだフィルムが穴だらけにされてしまう土壌まで、分解の程度が土壌サンプルによってさまざまであることがわかりました。

表1 畑土壌サンプルの土壌タイプ・土性・全炭素・全窒素とフィルム分解速度

土壌サンプル	土壌タイプ	土性	pH(H ₂ O)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	分解速度* (%/週)
千葉	沖積土	砂壤土	7.17	1.30	0.13	2.5
茨城	火山灰土	壤土	6.30	6.22	0.59	0.3
鹿児島	沖積土	壤土	7.05	2.08	0.17	0.0
宮崎1	火山灰土	砂壤土	5.36	6.95	0.48	1.3
宮崎2	沖積土	砂壤土	7.30	未調査	未調査	1.8
岡山1	沖積土	壤土	7.14	4.52	0.39	20.1
岡山2	沖積土	埴壤土	6.15	3.37	0.25	11.5
島根1	沖積土	砂壤土	5.91	0.97	0.09	9.5
島根2	沖積土	壤土	5.78	1.39	0.10	18.1
山梨1	火山灰土	埴壤土	7.26	2.61	0.27	20.7
山梨2	沖積土	埴壤土	7.17	2.07	0.22	14.7

*フィルムの分解が経過時間に比例して進行するフィルム埋包3週目までの週あたりフィルム分解面積 (%)

今回調査した項目からは、フィルム分解速度に強く影響する土壌の物理化学特性は見つかりませんでした。

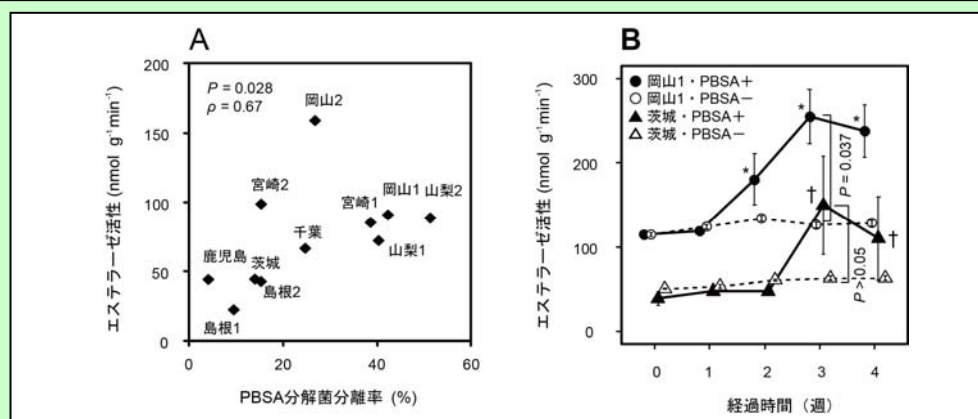


図2 土壌のエステラーゼ活性

(A) 畑土壌からのPBSA分解菌分離率と各土壌のエステラーゼ活性は正の相関（スピアマンの順位相関による）を示しました。(B) 分解の速い岡山1土壌、および分解の遅い茨城土壌にPBSAフィルムを埋包し、フィルム周囲の土壌エステラーゼ活性の4週間の変化を調べました。岡山1は元々エステラーゼ活性が高く、フィルム埋包によって短時間でエステラーゼ活性が上昇しました。*、†に示したサンプルは0週目と比べて、エステラーゼ活性が有意に増加していました（ウィリアムズの方法による）。