

【研究区分：先端的研究】

研究テーマ：生分解性プラスチックの土壌内分解の温度・水分依存性に関する研究	
研究代表者：生物資源科学部 生命環境学科 環境科学コース 教授 米村正一郎	連絡先：yone@pu-hiroshima.ac.jp
共同研究者：なし	
【研究概要】 プラスチック問題解決のために、自然界で分解できる生分解性プラスチックの開発が続けられている。しかしながら、国内外の研究を見ても、生分解性プラスチックの土壌中分解のモデル化は行われていない。そこで本研究では、そのためのシステムを構築し、生分解性プラスチックのうち農業用フィルムを対象に土壌中の分解性評価を生分解性プラスチックの最終分解物である二酸化炭素（CO ₂ ）の放出面から評価することを最終目的とする。本研究では、システムが構築され、土壌の有機物分解に伴う CO ₂ 放出量の温度・水分のデータを取得することが出来た。生分解性プラスチックの分解量についても実験中である。生分解性プラスチックの製品評価など、今後の様々な実学的研究に応用できる。	

【研究内容・成果】

1. 研究内容

(1) 土壌ガス交換量測定システムの再構築

本研究の最初のプロセスは、研究代表者が過去の研究機関で構築してきた土壌測定用のガス交換量測定自動システムを県立広島大学に移設・再構築することである。このシステムは通気式チャンバー法を原理として、精製した空気をインキュベータ内で土壌サンプルを覆うガラスチャンバー内にチャンバーに流し、ガスの濃度差を測定することにより、ガス放出量を評価するものである。

(2) システムの基礎性能性評価

生分解性プラスチックの分解性評価を行う前に構築されたシステムの性能性評価を行うことが重要である。生分解性プラスチックの分解においては土壌の有機物分解と同様に、温度・水分が重要な分解パラメータとなる。

温度制御：温度による分解性評価を行うためには代表的温度（例えば、5℃、15℃、25℃、30℃）を選び土壌の温度の制御を行うのに、どの程度の時間が必要なのか評価を行う必要がある。また、水分を変化させて評価することも重要である。

水分調整：水分については残念ながら自動調整が難しいので、現状手作業での水分調整が必要である。水分調整について、ヒルガード法による最大容水量の 30%、40%、50%、60%を目標にシステムでの測定期間前後に調整を行った。

(3) 土壌および生分解性プラスチックの分解性評価

土壌としては、庄原キャンパス・フィールド科学教育研究センターの草地の土壌を 2mm の篩にかけて用いた。生分解性プラスチックの分解性評価を行うにあたり、最終産物である CO₂ の放出量を測定するが、土壌有機物分解由来の CO₂ の放出量もある。そのため生分解性プラスチックを入れないサンプルと入れたサンプルで CO₂ 放出量を測定して、その差から生分解性プラスチックの放出量を見積もることになる。生分解性プラスチックとしては、農業フィルムである「きえ丸」「ビオフィレックス」を用いた。1cm 片に分けて土壌に投与した（投入量は乾土 60g に対して 0.2g の生分解性プラスチック）。

また、生分解性プラスチックの重量変化・面積変化からも分解性評価を行うことが出来る。同時に、FTIR により化学特性の変化の概要を調べることで分解過程を調べる上で重要である。

2. 研究成果

(1) 土壌ガス交換量自動測定システムの構築
 ・システムの構築にあたり、周辺部分の整備も必要であった。ガス配管システムは研究室内に構築されていなかったため、室外に設置されたコンプレッサーからの供給経路を構築した。

・Linux サーバを中心とする自動モニタリングシステムを構築し、リアルタイムで取得したデータが図化され、刻々と変化する実験状況をhtml形式で容易に把握することが出来るようになった。

・土壌ガス交換量自動測定システムの流路の構築を行うことが出来た。

(2) システムの基礎性能性評価

温度制御について、図1上に示すが、土壌水分が大きいほど、温度制御値に早く近づくことがわかった。30%土壌水分の場合には2時間程度以上の時間をかけないと温度制御が達成できないことが分かった。この理由としては、土壌内の気相率が大きいと、土壌の熱伝導率が小さくなってしまいうためである。以上のため、温度面からは4時間ごとに異なった温度制御を行い、CO₂放出量の温度依存性を調べることが出来ると考えられる。

(3) 土壌および生分解性プラスチックの分解性評価

図1下には、水分および温度による土壌からのCO₂放出量を読み取ることが出来た。なお、経時的にCO₂放出量が低下しているがこれは易分解性有機物が減少するために観察される現象であり、土壌培養によるCO₂放出で一般的にみられる現象である。このため、温度・水分依存性を求めるためには、このドリフト効果を差し引く解析が必要である。

水分依存性については最大容水量50%で最も大きいCO₂放出量を示しており、妥当な結果である。ただし、水分が高いほど、応答性が遅れる傾向があるが、水分が高いほどガス拡散係数が小さくなるためと考えられる。さらにはCO₂の水への溶解度が大きいことも加わっているためと考えられる。そのため、50%以上の最大容水量条件では4時間での制御では不十分で6時間程度必要であると考えられる。温度によるCO₂放出量の増大は、一般的にみられる現象である。温度依存性については、温度依存性を示す代表的なパラメーターであるアレニウスプロットの活性化エネルギーを求めるのに足るデータを得ることが出来た。

また、なお、この実験の前に閉鎖チャンバー法で生分解性プラスチックの分解量評価を行ったが、差が検出できず生分解性プラスチックの投入量を増やして(60gにつき1g)、本実験(通気法)で実験をおこなっている最中で、発表会で報告出来る予定である。

FTIRによる生分解性プラスチックの分解による変化は、加水分解による生分解性プラスチックの分解が進んでいることを見る事が出来た。

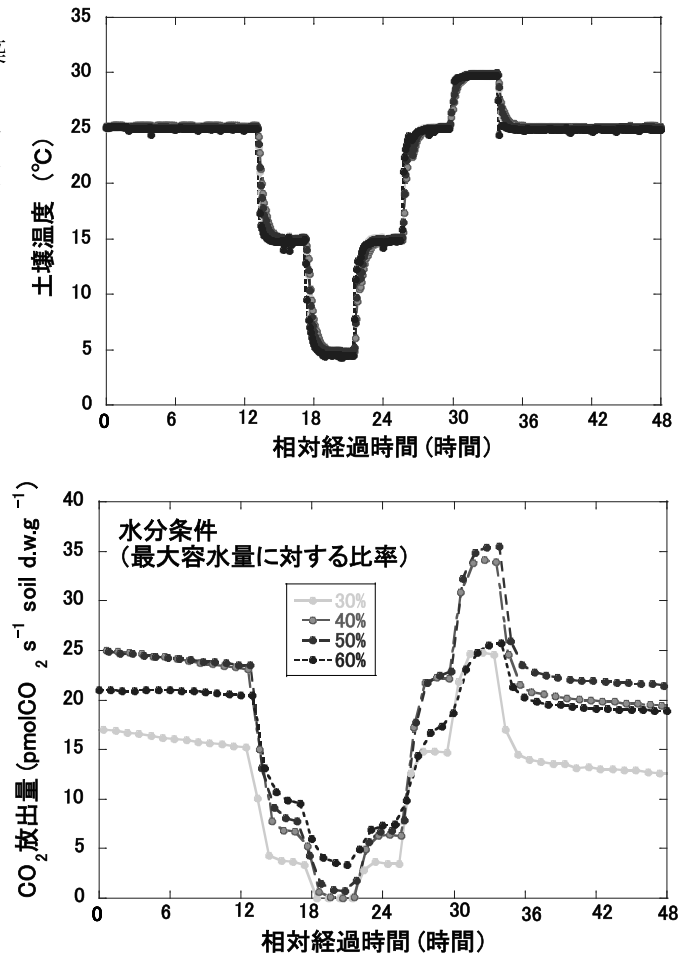


図1 インキュベータの温度制御に伴う土壌温度(上)と土壌からのCO₂放出量の変化(下)