

生分解性プラスチックを活用する地下水の脱窒処理

熊本大学工学部 学生会員 高橋 佳子
 熊本大学大学院 非会員 金 虎
 熊本大学工学部 非会員 川越 保徳
 熊本大学工学部 正会員 古川 憲治

1 はじめに

近年、農業活動が原因で地下水の硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)汚染が進んでいる。 $\text{NO}_3\text{-N}$ が過剰に含まれる水を摂取すると人の健康に影響があり、メトヘモグロビン血症やブルーベビー症候群を引き起こす。そのため飲料用水については脱窒処理($\text{NO}_3\text{-N}$ 除去)が必要となる。現在、生物学的脱窒処理では炭素源として、エタノールやメタノールが使用されているが、コストや二次汚染などの問題がある。その打開策として生分解性プラスチックを用いることが提案されており、有益であることがわかっている。生分解性プラスチックを利用する利点は、低コストで、原位置処理できることである。本研究では、4種類の生分解性プラスチックと土壌カラムを用いた地下水の連続脱窒実験を行い、脱窒能に関して比較検討した。

2 実験材料ならびに方法

2.1 実験材料

以下の4種類の生分解性プラスチックを使用した。

- ・ PHB：微生物産生系 (ポリヒドロキシブチレート)
- ・ ラクティーン：化学合成系 (ポリ乳酸；PLA)
- ・ セルグリーン：天然物利用系 (酢酸セルロース；PCL)
- ・ ビオノーレ：化学合成系 (ポリブチレンサクシネート；PBS)

カラム充填用土として熊本県玉名郡菊水町のマサ土を用いた。流入水として熊本県熊本市の地下水に KNO_3 を添加したものを使用した。

2.2 分析方法

$\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度はブルシン・スルファニル酸法、TOCはTOC分析計にて測定した。

脱窒菌数はMPN法、全菌数はDAPI染色法による直接計数法で測定した。

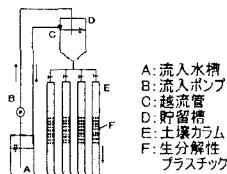
2.3 実験方法

2.3.1 生分解性プラスチックとの脱窒能比較実験

図1(a)の実験装置を用いて行った。土壌カラムの中央部に4種類の生分解性プラスチックをそれぞれ6g入れた。流入水は流入水槽からポンプで一旦貯留槽にくみ上げ、流量1L/dayで土壌カラムに流下させた。温度は室温(25°C)とした。

2.3.2 PHB充填土壌カラム内での $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去と細菌数変化に関する実験

図1(b)の装置を用いて行った。土壌カラムの中央部にPHB100gを充填した。上記条件によって連続脱窒実験を行った。カラム上部(上)、中部(中)、下部(下)の各段階に試料採取口を設け定期的に土壌試料を採取し測定した。



(a)生分解性プラスチックとの脱窒能比較実験

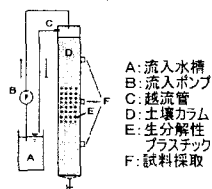
(b)PHB充填土壌カラム内での $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去と細菌数に関する実験

図1 実験装置

3 結果と考察

3.1 生分解性プラスチックの脱窒能比について

生分解性プラスチックの脱窒能比較実験における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度変化と TOC 濃度変化をそれぞれ図 2、図 3 に示した。PHB とセルグリーンを用いたカラムでは $\text{NO}_3\text{-N}$ は良好に除去されていたが、PHB の方がより安定した除去がみられた。TOC 濃度は流入水と比べいずれも高い濃度を示しており、カラム内の微生物が生分解性プラスチックを炭素源として利用していることを示唆した。また PHB は他の生分解性プラスチックに比べ生分解性が高く土壌カラムの中微生物にとって最も利用されやすいと推測される。

3.2 PHB 充填土壌カラム内について $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去と細菌数変化

PHB 充填土壌カラム内の各段階での $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を図 4 に、脱窒菌数の変化を図 5 に、全菌数の変化を図 6 に示した。図 4 より、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は特に中部と下部で良好に除去されていることがわかる。また、図 5 と 6 から脱窒菌数は PHB を充填した中部、下部で著しい増加がみられ、全菌数においても割合が増加していた。

4 まとめ

本研究から、土壌カラム中では生分解性プラスチックを炭素源として $\text{NO}_3\text{-N}$ が良好に除去されていることがわかった。生分解性プラスチック 4 種類の中では、PHB で最も結果がよかった。また脱窒菌数は時間の経過とともに増加し、生分解性プラスチックを充填した中部とその下部で著しかった。

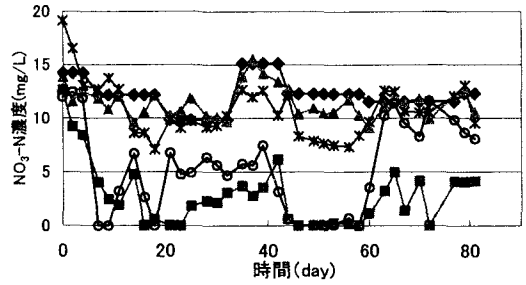


図 2 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経日変化

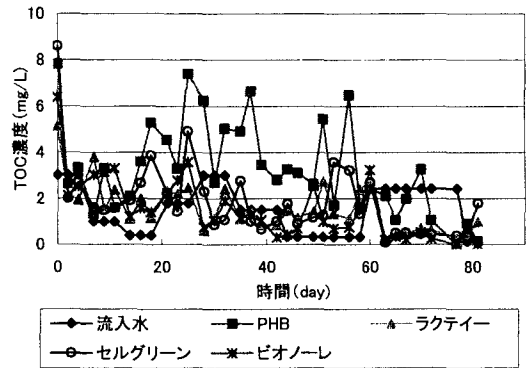


図 3 TOC 濃度の経日変化

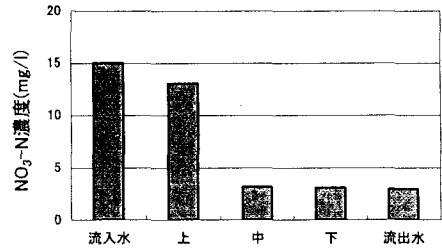


図 4 各段階での $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度変化

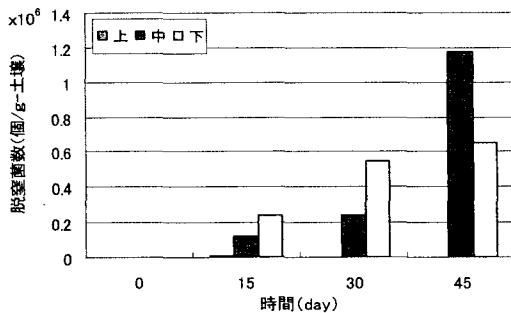


図 5 脱窒菌数の経日変化

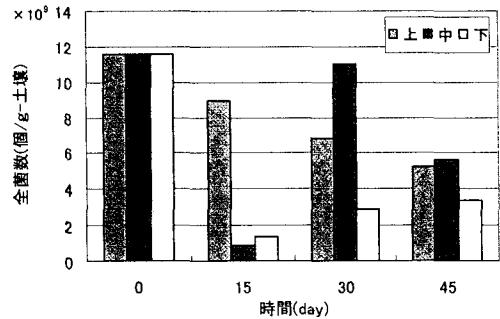


図 6 全菌数の経日変化