

発表 9 地下水中の硝酸性窒素除去を促進する有機物溶出特性の把握

日比夢菜（豊田高専・建設）・松本嘉孝（豊田高専・環境都市）

1. 研究背景及び目的

我が国では地下水の硝酸性窒素（NO₃）汚染が確認されており、健康被害の観点からも対策が求められている。地下水中の NO₃ 除去に関して、山口（2023）はグラニュール汚泥とポリ乳酸（PLA）、酸化鉄（II）を用い、地下水において短期的な窒素除去が可能であることを示したが、約 34 日後には NO₃ 除去能が低下し、内生呼吸により微生物の消失が考えられた。

そこで本研究では、グラニュール汚泥を用いた NO₃ 除去能の長期維持を目的とし、PLA と別の生分解性プラスチックを用い、有機物溶出特性および地下水・グラニュール汚泥中の微生物の影響を評価し、NO₃ 除去能の長期運転に適した有機物の選定を行う。

2. 実験方法

本研究では、PLA、ポリ・ブチレン・アジペート・コ・テレフタレート（PBAT）、ポリカプロラクトン（PCL）の 3 種類の生分解性プラスチックを用い、地下水中の全有機炭素（TOC）濃度を測定した。溶出実験はバッチ式とし、地下水 50mL に対して各生分解性プラスチックを 0.3g 添加し、25°C の暗室で 1, 3, 5, 15 日間静置した。PLA は、溶出量が少ないため、2.5g 条件でも実験した。実験結果より、反応が 1 次反応に従うとし、有機物生成に関する速度恒数（K）および最大溶出濃度（C₀）を算出し評価する。

3. 実験結果及び考察

有機物溶出量を図 1 に示す。いずれも時間の経過と共に TOC の上昇が確認され、PCL が最も高い TOC を示し、次いで PBAT、PLA の順となった。

伊藤（2025-1）によると、PLA はガラス転移温度（T_g）が約 55°C と高く、分子運動が起こりにくい

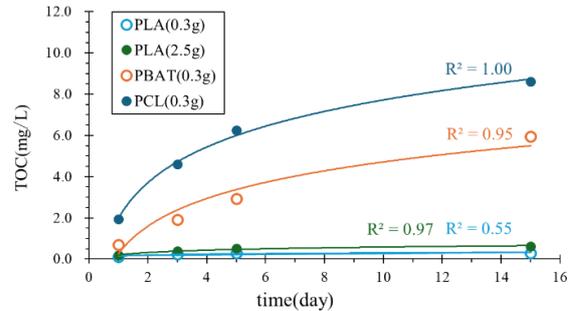


図 1. 地下水条件下における基質の有機物溶出量のため、加水分解が進まず、有機物溶出量が少なかったと考えられる。一方、PBAT は T_g が -30°C でベンゼン環を含むが、酵素依存型の分解メカニズムを持つため（伊藤，2025-2），地下水中の微生物の酵素によって高分子鎖の切断が進行され、PBAT の C₀ は PLA の 13 倍以上となったと考えられる。PCL に関しては T_g が -60°C と非常に低く、生分解性プラスチックの中で最も加水分解が速いため、C₀ が最大となったと考えられる。

以上より、T_g が低い材料ほど分子運動が活発となり、有機物溶出が促進されることが示唆された。特に PCL は有機物溶出量が最も多いことから、脱窒能の長期維持に適した基質として有望である。

参考文献

山口礼央（2023）：グラニュール汚泥による地下水の窒素除去に関する研究。豊田工業高等専門学校環境都市工学科 修了論文。

伊藤精元（2025-1）：PLA の生分解メカニズムについて。URL：<https://nature3d.net/explanation/pbat.html>，（2025 年 11 月 28 日時点）

伊藤精元（2025-2）：PBAT 樹脂について。URL：<https://nature3d.net/explanation/pbat.html>（2025 年 11 月 28 日時点）