

脱窒材料として用いる高級脂肪酸の微生物分解特性

大成建設（株）技術センター 正会員 ○伊藤 雅子
大成建設（株）技術センター 正会員 高畑 陽
大成建設（株）技術センター 正会員 ミトラ ビジョン クマール

1. はじめに

硝酸性窒素は、環境省で毎年度実施される地下水質概況調査において最も環境基準値超過率が高く、平成19年度は4.1%の超過率となっている¹⁾。地下水の硝酸性窒素による汚染は、農地で過剰に投入された肥料に含まれる窒素が降雨により土壌浸透水中に溶脱して、作土層の下部に浸透して地下水に到達することにより引き起こされている。

著者らは、肥料による硝酸性窒素の面源負荷対策として、水平透過性浄化壁による浄化システムの開発に取り組んでい

る²⁾。本技術は、浄化材料として徐放性のある高級脂肪酸を作土層下部の原地盤に混合して有機物供給層を構築し、長期間メンテナンスフリーで硝酸性窒素の生物学的脱窒を促進するシステムである（図-1）。

これまでの研究で、浄化壁に混入する高級脂肪酸の粒径を調整すること、基礎地盤となる高透水性土壌の含水率を調整して締固めを行うことにより、有機物供給層を通過する土壌浸透水の脱窒反応に必需な生物反応時間を確保できることを報告している³⁾。一方、地盤に混合する高級脂肪酸の消費速度の予測は、水平浄化壁の耐用年数を把握するために重要であるが、不飽和地盤中での高級脂肪酸の微生物による分解とそれに伴う溶解性有機物の供給に関する知見は少ない。

本試験では微生物による高級脂肪酸の分解に伴う低分子化作用に着目し、好気環境と嫌気環境での高級脂肪酸の分解試験を実施して、脱窒処理特性と高級脂肪酸の消費速度を検討した。

2. 本試験の概要

1) 高級脂肪酸の性状

試験には、ステアリン酸を主成分とする高級脂肪酸（日油製）を用いた（表-1）。

2) 培養試験の方法

好気培養では120mlのバイアル瓶に高級脂肪酸 30mgと人工培地（NH₄NO₃:142.85mg/L, MgSO₄・

7H₂O:100mg/L, K₂HPO₄:56.2mg/L, KH₂PO₄:43.96mg/L, ミネラル調整液:1ml/L）27mlを分注後、茶園土壌懸濁液（土壌 1 g /100ml-0.85%NaCl）3mlを入れ、ブチルゴム栓で密栓した。嫌気培養では、34mlのバイアル瓶に同様の人工培地および土壌懸濁液を入れ、気相を窒素パージした。ガラスバイアル瓶は、20℃の恒温槽で回転式培養装置を用いて培養した。各培養条件で複数本のバイアル瓶を作成し、経時的にバイアル瓶を回収し、分析に供した。

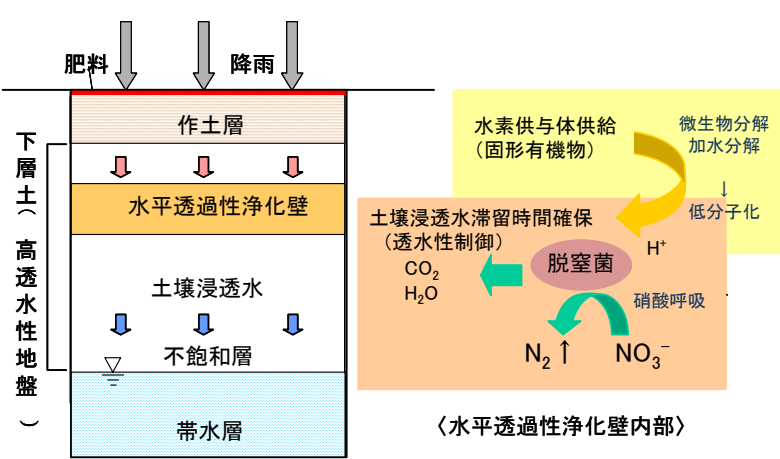


図-1 水平浄化壁による硝酸性窒素浄化システム概念図

表-1 高級脂肪酸の性状

試料		ビーズ	粉末	微粉
平均粒径(mm)		1.0	0.3	0.2
表面積(m ² /100g)		1.9	7.9	9.6
組成比(%)	C ₁₄	2	1	2
	C ₁₆	28	28	28
	C ₁₈	69	69	69
	C ₂₀	1	1	1

キーワード 硝酸性窒素, 生物学的脱窒処理, 高級脂肪酸, 水平透過性浄化壁

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター土木技術研究所 TEL 045-814-7217

3. 試験結果および考察

好気培養では培養 21 日目以降に、粉末、微粉の硝酸性窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) が約 5mg/L 減少したが、ビーズでは殆ど変化が見られなかった (図-2)。一方、嫌気培養は、水素供与体である高級脂肪酸の表面積に比例して脱窒速度が大きくなる傾向が示された (図-3)。本試験では、好気培養と嫌気培養の双方とも亜硝酸性窒素は殆ど検出されなかった。

本試験で使用した高級脂肪酸は、滅菌条件下で加水分解により 2~3mg/L 程度、水に溶解することを確認している。一方、好気および嫌気培養の両条件で、加水分解を上回る有機物 (TOC) の溶出が確認され、微生物分解は高級脂肪酸の主要な低分子化因子となっていることが示された。培養 28 日目の高級脂肪酸の残存率を図-4 に示す。嫌気培養条件では、高級脂肪酸の減少量は小さく、ビーズおよび粉末の分解率は約 7% であった。一方、好気培養条件では、粉末および微粉の分解率が約 40% に達した。この分解量は、バイアル瓶のヘッドスペース中の全酸素が高級脂肪酸の分解に利用されて二酸化炭素になったと仮定した場合の減少率とほぼ一致しており、酸素の存在は比較的速やかに高級脂肪酸の生物分解を促すことが確認された。また、リン酸イオンの減少量から、約 10% の高級脂肪酸が菌体合成⁴⁾ に利用されたものと推測された。

一般に、本試験で用いた高級脂肪酸の好気分解系には、 β 酸化による分解と、メチル基が酸化された長鎖脂肪酸族ジカルボン酸を生成した後に β 酸化で分解代謝される 2 つの経路がある⁵⁾。一方、高級脂肪酸の嫌気分解系において β 酸化を進めるには、最終産物である水素を消費する必要がある。そのため、電子受容体となる $\text{NO}_3\text{-N}$ イオンの濃度低下と共に水素の消費が抑制され、高級脂肪酸の分解速度が小さくなったものと推察された。

以上の結果、脱窒処理の効率を高めるだけでなく、高級脂肪酸の耐用年数を長くするためにも、水平透過性浄化壁内の還元環境を維持することが重要であることが示された。

参考文献

- 1) 環境省平成 19 年度地下水質測定結果, <http://www.env.go.jp/water/report/h20-03/index.html>.
- 2) 須網功二ら, 土壌環境センター技術ニュース, vol.13, 2009, p. 9-16.
- 3) 伊藤雅子ら, 第 43 回日本水環境学会年会, 2009, p. 451.
- 4) スタニエら, 微生物学 (上), 培風館, 第 5 版 1993, p. 21.
- 5) 百瀬春生編, 微生物工学, 丸善, 1997, p. 76.

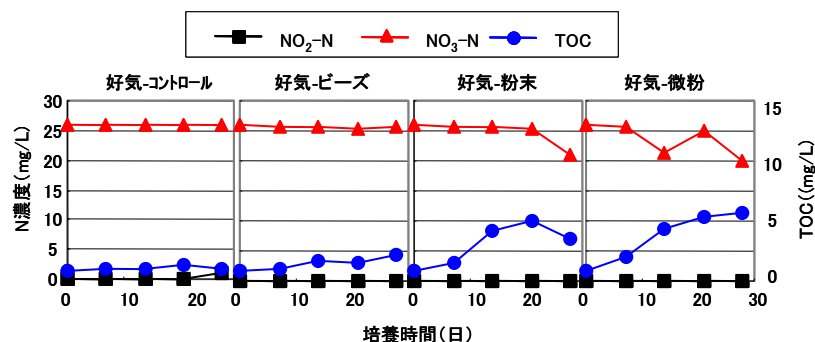


図-2 硝酸性窒素窒素、亜硝酸性窒素及びTOC濃度の経時変化(好気培養)

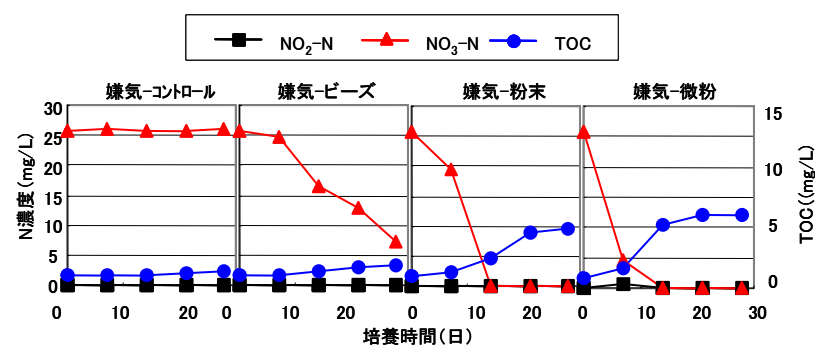


図-3 硝酸性窒素窒素、亜硝酸性窒素及びTOC濃度の経時変化(嫌気培養)

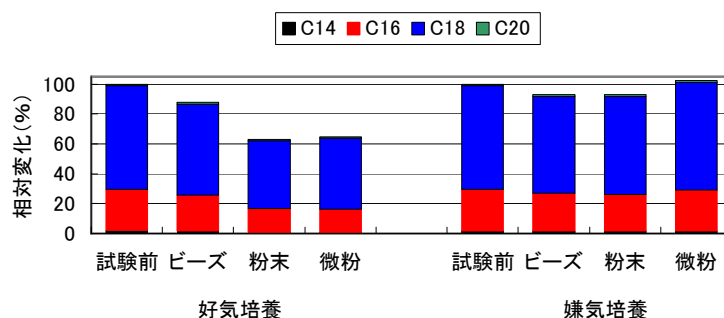


図-4 28 日培養後の高級脂肪酸の残存率(相対変化)