

## 地下水の硝酸性窒素負荷を低減する水平透過性浄化壁に用いる高級脂肪酸の検討

大成建設株式会社 正会員 ○伊藤 雅子

大成建設株式会社 正会員 高畑 陽

## 1. はじめに

硝酸性窒素による地下水汚染は、作土層下部に透水性の高い地盤が存在する農作地域で多く確認されている。この原因は、作土層に混合された肥料に由来する高濃度の硝酸性窒素を含む土壌浸透水が、降雨時に短時間で帯水層に到達するためである。著者らは、作土層下部に徐放性有機材料を混合し、土壌浸透水の生物学的脱窒を長期的に促進可能な水平透過性浄化壁を造成する方法について研究を行っている<sup>1)</sup>。過去の研究において、水平透過性浄化壁に混合する徐放性有機材料として、ステアリン酸などの高級脂肪酸が適していることを確認している<sup>2)</sup>。比較的廉価な高級脂肪酸の汎用品には、様々な粒子形状のものが存在している。

本報では、生物学的脱窒を促進する水素供与体となる高級脂肪酸の粒子径状の違いが、水平透過性浄化壁内での土壌浸透水の流出特性や硝酸性窒素の除去効果に与える影響について調べるため、カラム試験を実施した。

## 2. カラム試験の概要

## 2-1 試験に用いる基盤材料と高級脂肪酸の種類

カラム試験の基盤材料となる土壌は、静岡県牧ノ原台地の茶畑の作土層下部の砂礫層から採取した高透水性土壌を用いた。本土壌中に存在する 4.7mm以上の礫については篩い分けにより除去した。水素供与体となる高級脂肪酸は、ステアリン酸を主成分（ステアリン酸：約 70%，パルミチン酸：約 30%）とする 3 種類（ビーズ状、粉末状、微粉状）の粒子径分布の異なるの市販の高級脂肪酸を用いた。試験に用いる高透水性土壌および高級脂肪酸の粒度分布を図-1 に示す。ビーズ状、粉末状、微粉状の高級脂肪酸 100g 当たりの比表面積は、それぞれ、1.9m<sup>2</sup>、7.9m<sup>2</sup>、9.6m<sup>2</sup>である。

## 2-2 試験カラムの作成方法

模擬地盤として作成した試験カラムの概要図を図-2 に示す。浄化壁はカラム上面から-100～-120cmの位置に作成した。本模擬地盤では浄化壁による脱窒効果を明確に把握するため、肥料を含む作土層を設置する代わりに硝酸性窒素を含む人工汚染水を地盤上部から連続的に散水した。浄化壁は、土壌含水率を 20%に調整した後<sup>3)</sup>、高級脂肪酸を 2.0(w/w)%混合して、圧縮試験機を用いて湿潤密度が約 1.7g/cm<sup>3</sup>になるように締め固めた。比較対照のため、浄化壁を設置しないカラム（コントロール）についても同一条件で試験を行った。

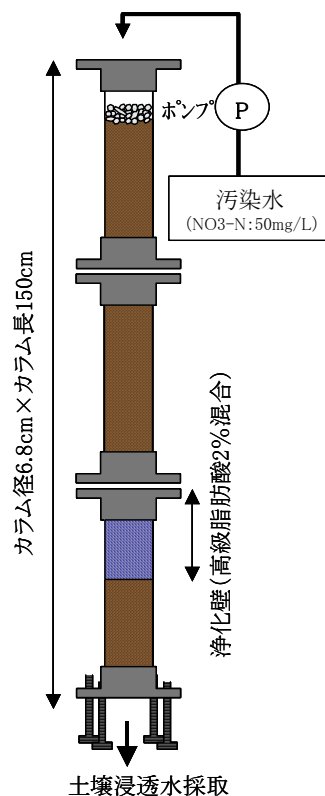


図-2 試験カラム概要図

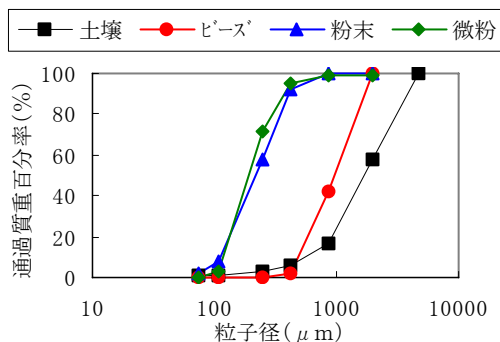


図-1 土壌及び高級脂肪酸の粒度分布

表-1 人工汚染水の組成

| 試薬                                     | 濃度                |
|----------------------------------------|-------------------|
| KNO <sub>3</sub>                       | 360mg/L(50mg-N/L) |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>        | 26.5mg/L          |
| NaHPO <sub>4</sub> ・12H <sub>2</sub> O | 71.6mg/L          |
| MgSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O   | 100mg/L           |
| CaCl <sub>2</sub> ・2H <sub>2</sub> O   | 20mg/L            |
| MnCl <sub>2</sub> ・2H <sub>2</sub> O   | 1mg/L             |
| CuSO <sub>4</sub> ・5H <sub>2</sub> O   | 1mg/L             |
| NaMoO <sub>4</sub> ・2H <sub>2</sub> O  | 1mg/L             |
| FeCl <sub>3</sub> ・6H <sub>2</sub> O   | 1mg/L             |

表-2 散水条件

|                                | 条件-1 | 条件-2 |
|--------------------------------|------|------|
| 設定散水量<br>(L/h/m <sup>2</sup> ) | 11   | 2    |
| 散水時間<br>(h)                    | 46   | 624  |
| 総散水量<br>(L/m <sup>2</sup> )    | 506  | 1248 |

キーワード 硝酸性窒素, 地下水汚染, 水平透過性浄化壁, 生物学的脱窒

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 TEL 045-814-7217

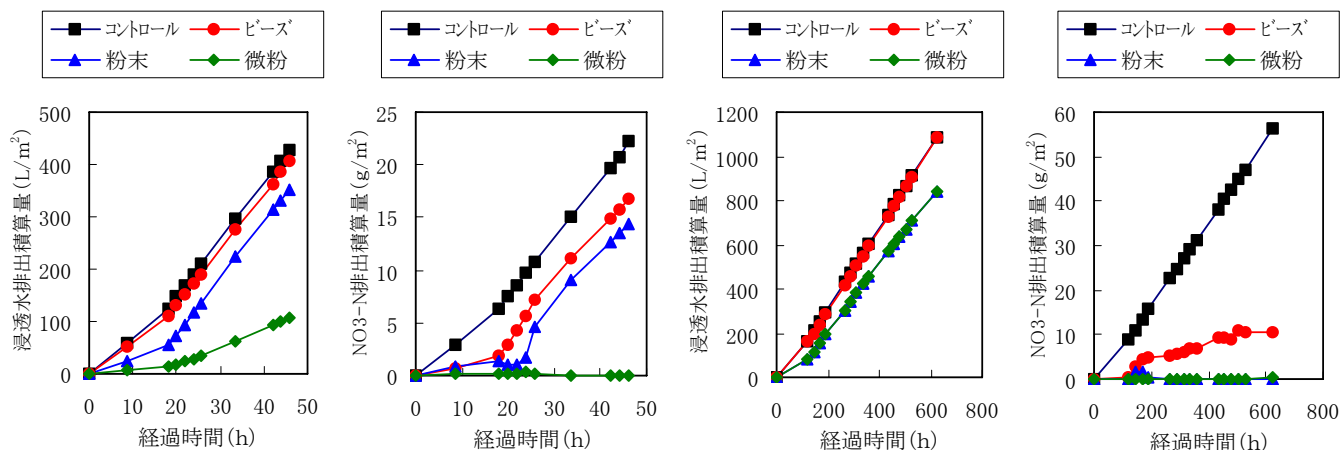


図-3 土壌浸透水排出積算量と硝酸性窒素排出積算量(条件-1)

図-4 土壌浸透水排出積算量と硝酸性窒素排出積算量(条件-2)

## 2-3 試験条件および測定項目

カラム内の地表面に散布する人工汚染水の組成を表-1, 散水条件を表-2 に示す. カラム下部の模擬地盤から排出される土壌浸透水の排出量および硝酸性窒素濃度を定期的に測定し, 水平透過性浄化壁が存在することによる土壌浸透水の流出特性と硝酸性窒素の浄化効果の関係について調べた.

## 3. 試験結果

### 3-1 大雨を想定した条件での試験結果(条件-1, 図-3)

条件-1 では, 11mm/h の降雨が 46 時間連続した場合を想定して実施した. 本条件では, 20 時間経過後に全ての条件で単位時間当たりの排出量がほぼ一定となった. コントロール, ビーズ状, および粉末状の高級脂肪酸を混合したカラムでは排出速度がほぼ等しくなり, 浄化壁内の見かけ上の滞留時間は約 6 時間と推計された. この間, 硝酸性窒素の除去効果がほとんどみられなかったことから, 6 時間程度の滞留時間で土壌浸透水が浄化壁を通過した場合には, 硝酸性窒素の生物学的脱窒は促進されないと考えられた. 一方, 微粉状の高級脂肪酸を混合したカラムでは, 浄化壁内の見かけ上の滞留時間は約 18 時間と推計され, 本条件においては硝酸性窒素の除去効果を確認した.

### 3-2 少雨を想定した条件での試験結果(条件-2, 図-4)

条件-2 では, 2mm/h の降雨が 26 日間連続した場合を想定して実施した. 本条件では, 100 時間経過後に全ての条件で単位時間当たりの排出量がほぼ一定となった. 浄化壁内の見かけ上の滞留時間は, コントロール, ビーズ状, および粉末状の高級脂肪酸を混合したカラムでは約 33 時間, 微粉状の高級脂肪酸を混合したカラムでは約 40 時間と推計された. 本散水条件において, 粉末状および微粉状の高級脂肪酸を混合したカラムでは硝酸性窒素をほぼ完全に除去できることを確認した. 一方, ビーズ状の高級脂肪酸を混合したカラムでは, 硝酸性窒素の除去効果は約 85%程度であった. この要因として, ビーズ状の高級脂肪酸は粉末状や微粉状と比較して比表面積が小さく, 生物学的脱窒に必要な有機物供給量が少なかったためと推測された.

## 4. おわりに

本試験の結果, 水平透過性浄化壁を通過する土壌浸透水中の硝酸性窒素が生物学的脱窒を受けるの必要な見かけ上の滞留時間は1~2日程度であることが示された. 硝酸性窒素の除去効果は粒子形状が小さいステアリン酸を使うほど効果が高い結果となったが, 浄化壁の透水性が低下することによる作土層への影響や, 浄化壁の寿命(高級脂肪酸の耐久性)などを総合的に判断して適切な材料を選択することが重要と考えられる.

## 5. 参考文献

- 1) 須網ら, 土壌環境技術センター技術ニュース, No. 13, pp. 9-16, 2007.
- 2) 高畑ら, 第40回日本水環境学会年会 講演集, pp94, 2006.
- 3) 伊藤ら, 第43回日本水環境学会年会 講演集, pp451, 2009.