

ラウリン酸混合土壌を用いた連続脱窒素処理

信州大学工学部

小林達弥

信州大学大学院

安 博文

NPO 法人環境生態工学研究所

鈴木富雄

信州大学工学部

正会員

松本明人

1 はじめに

生物学的脱窒素処理法の一つに、還元的条件下で脱窒素菌に水素供与体を供与し、硝酸性窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) あるいは亜硝酸性窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$) を N_2 に還元する方法がある。本研究は、ラウリン酸 (LA) を水素供与体として土壌に混合した系における脱窒素処理について検討したものである。LA を利用したのは、効率、費用、維持管理の簡易性等の面から、水素供与体として有効な物質の一つと考えられるためである¹⁾。

2 装置及び方法

LA (9.3g) と 鹿沼土 (83.7g) の混合物を 200mL のメスシリンダーに充填し、脱窒素処理槽 (処理槽) とした。処理槽の底部よりマイクロポンプを用いて 50mgN/L の $\text{NO}_3\text{-N}$ 溶液 (流入水) を供給した。処理槽からオーバーフローしてきた流出水を採取し、流入水との水質の差から窒素の除去率を求めた。これらの実験装置を 20°C の恒温槽に設置し、実験を行った。実験条件を表 1、実験装置の概要を図 1 に示す。流出水の測定項目は、全窒素 (T-N)、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、全炭素 (TC)、全有機炭素 (TOC)、無機炭素 (IC)、pH、酸化還元電位 (ORP) である。

3 結果及び考察

3-1 T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び $\text{NO}_2\text{-N}$

図 2 に流出水の T-N 及び $\text{NO}_3\text{-N}$ の経時変化を示す。土壌の空隙容積に対する $\text{NO}_3\text{-N}$ 溶液の滞留時間が 2 日の場合、実験開始から一週間後に T-N 及び $\text{NO}_3\text{-N}$ が急激に減少し、11 日目に流入水に対する流出水の T-N 及び $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去率はほぼ 100% となった。23 日目に滞留時間を 1 日にしても、その傾向は変わらず、58 日目まで継続した。

58 日目に滞留時間を 0.5 日にすると、T-N 及び $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は増加し、93 日目にはそれぞれ 9.2mg/L、8.3mg/L となった。その原因として、滞留時間が減少したため、脱窒素時間が充分確保されなかったこと

表 1 実験条件

脱窒素処理槽内の充填物	LA: 鹿沼土 (9.3g: 83.7g) 混合物
流入水硝酸性窒素濃度	50 mgN/L
土壌の空隙容積に対する $\text{NO}_3\text{-N}$ 溶液の滞留時間	0~22日目 ; 2日 23~58日目 ; 1日 59日目以降 ; 0.5日
実験温度	20°C

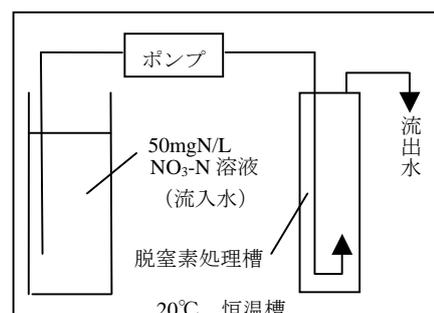
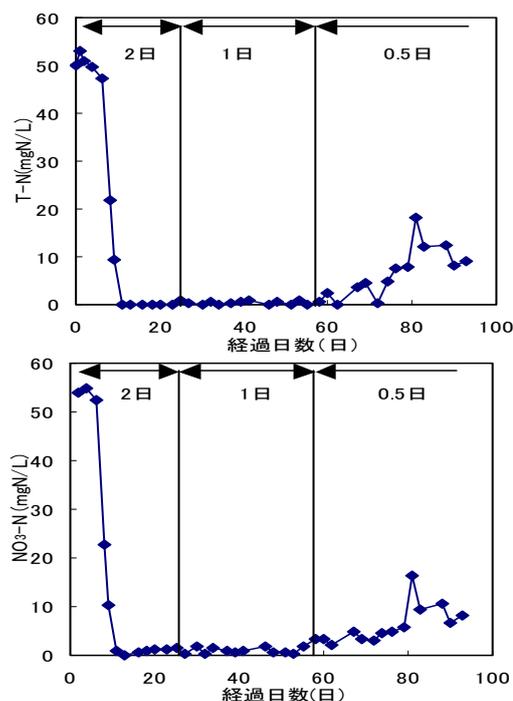


図 1 実験装置の概要

図 2 処理水中の T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の経時変化 (図中の日数は処理槽内の滞留時間を示す)

が考えられる。

$\text{NO}_2\text{-N}$ は滞留時間が 1 日以上では検出されなかったが、これを 0.5 日にすると検出されるようになった。

3-2 TC、TOC 及び IC

図 3 に流出水中の TC、TOC 及び IC の経時変化を示す。TC は脱窒素開始前には $5.1\sim 8.0\text{mgC/L}$ であったが、脱窒素開始後は急激に増加し、窒素除去率が 100% に到達した 11 日目以降、徐々に低下し安定した。滞留時間を 1 日にした 23 日目以降は再び上昇を続け、58 日目に 110mgC/L となった。また滞留時間を 0.5 日とした 59 日目以降は、全体としてほぼ横ばい傾向を示した。

TOC は滞留時間が 1 日の間は上昇し続けたが、これを 0.5 日にするとほぼ横ばい傾向を示した。文献から、 25°C における LA 飽和溶液の TOC 濃度は 3.5mgC/L と計算される²⁾。この値に比べ、TOC 濃度が著しく高くなった原因として、脱窒素反応により生成した水酸基による LA イオンの生成とその溶出が考えられる。また、ここで溶出した LA イオンが水素供与体として作用しているものと考えられる。

IC は滞留時間にかかわらず、横ばい傾向を示した。

3-3 pH

図 4 に流出水の pH の経時変化を示す。滞留時間が 2 日及び 1 日では、全体として増加傾向が見られたが、滞留時間を 0.5 日にすると横ばい傾向を示した。また、滞留時間が 2 日及び 1 日の場合、それぞれの 1 日当りの pH 上昇率を比較すると、滞留時間が 1 日の期間に比べ、2 日の期間中の pH 上昇率の方が高かった。

3-4 ORP

図 5 に流出水の ORP の経時変化を示す。ORP は実験開始直後には 290mV であったが、実験が進むと急激に下降し、脱窒素開始時には 230mV となった。窒素除去率が 100% に到達した 11 日目以降、 240mV 付近で安定した。滞留時間が 1~0.5 日では、 $200\sim 230\text{mV}$ で横ばい傾向を示した。

4 まとめ

LA : 鹿沼土 (9.3g : 83.7g) 混合系に対し、 50mgN/L の $\text{NO}_3\text{-N}$ 溶液を上向流で負荷し、以下の結果を得た。

1) 土壌の空隙容積に対する滞留時間が 1 日以上の場合、ほぼ完全に脱窒素反応が進行した。

2) LA 飽和溶液の TOC は 3.5mgC/L であったが、流出水中には LA イオンと考えられる TOC が LA の

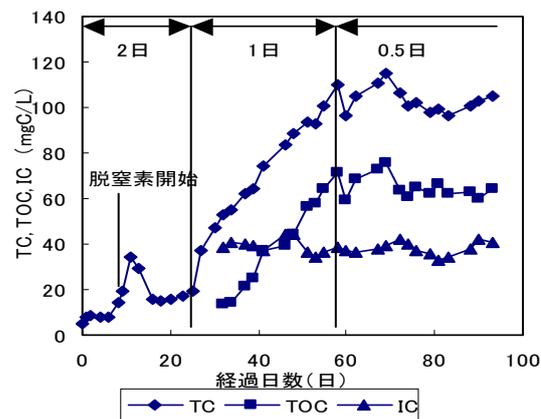


図 3 TC、TOC、IC の経時変化
(図中の日数は処理槽内の滞留時間を示す)

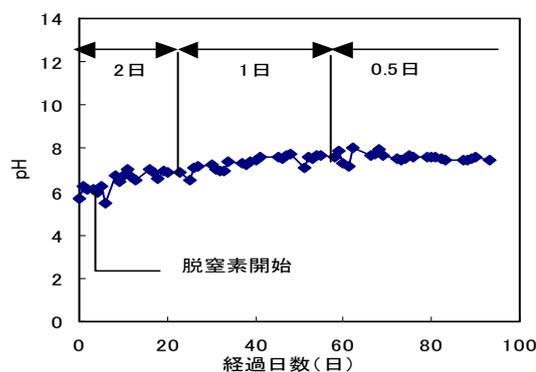


図 4 pH の経時変化
(図中の日数は処理槽内の滞留時間を示す)

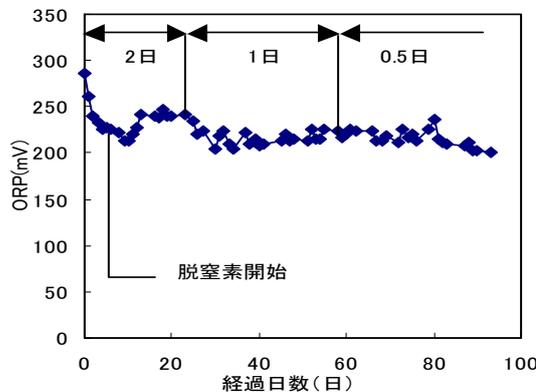


図 5 ORP の経時変化
(図中の日数は処理槽内の滞留時間を示す)

飽和濃度以上に溶出し、これが水素供与体として作用したと考えられる。

参考文献

- 1) 鈴木富雄他 (2002) 固体脂肪酸混合土壌を用いた湛水法による硝酸性窒素の脱窒素、第 36 回日本水環境学会年会講演要旨集。
- 2) DECANOIC ACID, Data From SRC PhysProp Database.