

II-110

土壌カラムによる脱窒作用について

東北工業大学 正員 ○ 斎藤 孝 市
 " " 江 成 敬次郎

1. はじめに

土壌処理における窒素除去機能は、硝化・脱窒の二つの過程から成り立っている。筆者らは今まで、土壌カラムによる硝化作用について検討し、間欠的な流入方式の有効性について報告してきた。¹⁾ そこで、今回は脱窒作用について検討した。本報告は、土壌カラムを用いて、カラム内充填物の種類や、流入方式の、脱窒作用に対する影響について実験検討を行ったものである。

2. 実験方法

実験に用いたカラムを図-1に示す。カラム内の充填物としては、砂・石・土の三種類を用いた。砂は川砂・石は碎石・土は畑土と砂質土とローム土を1:1:1の割合で混合したものである。それぞれのカラムの名称を、砂カラム・石カラム・土カラムとする。流入水は、 KNO_3 溶液($\text{NO}_3\text{-N}$ として 50mg/L)に炭素源として CH_3OH 溶液(Cとして 50mg/L)を加えたものである。流入水はカラムの底部に供給され、そこから上部に向かって流れる飽和流とした。流入量は、流量条件I= $1.16(\text{L/d})$ と、流量を3倍にした流量条件II= $3.48(\text{L/d})$ の2条件とした。各カラムの高さ方向の脱窒作用を検討するために、カラムの底部から10cmおきに、数ヶ所穴を開けた8mmのパイプを挿入して採水孔を設けた。そして、カラムの底部から10cm・30cm・50cm・70cm・90cm(流出水)の高さで採水し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度を測定した。

また、土カラムに関しては、連続流入タイプと間欠流入タイプ(1日流入後、1日停止のサイクル)についても実験検討を行った。

3. 結果と考察

実験開始後50日目以降の各カラム流出水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の平均値を図-2、3に示した。図-2に示した流量条件Iの $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度では、砂カラムがやや大きいものの、充填物の違いによる差はあまり見られない。一方、流量条件IIでは砂カラム・石カラムが流量条件Iに比べて大きく増加している。これに

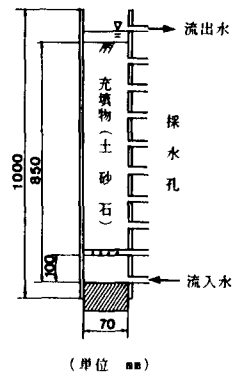


図-1 実験装置

対し土カラムでは、流量条件Iの平均値とほぼ同じ値を示している。

次に、図-3の $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度をみると、流量条件Iでは $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の傾向と同様で、充填物の違いによる差はあまり見られない。一方、流量条件IIでは、土カラムの平均値が高くなっているが、砂カラム・石カラムも多少増加している。

次に、各カラムの高さ方向による $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化を、流量条件I・条件IIについて図-4、5に示した。各カラムとも3回の測定を行い、高さごとに平均値を求めた。まず、図-4を見ると流量条件Iの場合は、各カラムともに $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高さ10cmで急激に減少してい

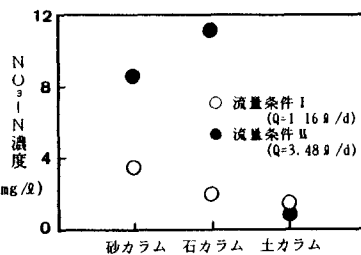


図-2 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の平均値

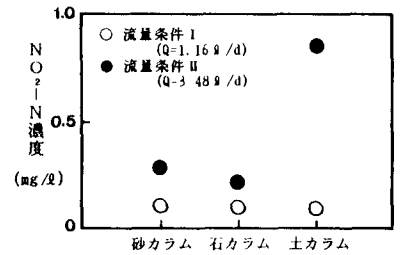


図-3 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の平均値

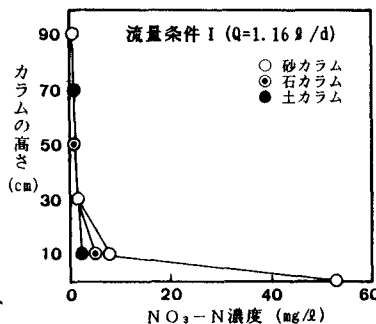


図-4 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度プロファイル

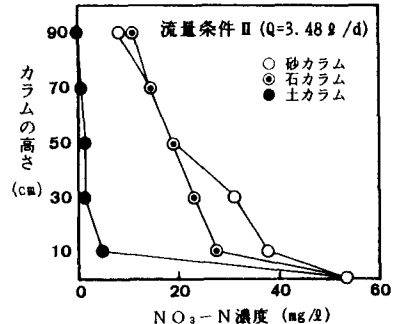


図-5 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度プロファイル

ることが分かる。つまり各カラムとも高さ10cm程度で、ほとんど脱窒されている。

一方、流量条件Ⅱの場合は、砂カラム・石カラムでは、全体的に各高さとも $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高くなっているが、土カラムにおいては流量条件Ⅰの場合と比べても大きな違いは見られない。これらの傾向は、図-2に示された $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の平均値の結果と同じことを示している。

つまり、流量条件Ⅰでは、充填物の違いによる脱窒への影響はあまり見られなかったが、流量を3倍にした流量条件Ⅱでは、砂カラム・石カラムで、脱窒作用にかなりの影響が見られた。しかし、土カラムでは、今回の流量条件の範囲内では脱窒作用にあまり影響が見られなかった。

次に、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の変化を流量条件Ⅰ・条件Ⅱについて図-6、7に示した。図-4に示した $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の場合と同様に、流量条件Ⅰでは、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度も各カラムによって大きな違いは見られず、高さによる変化も小さい。一方、流量条件Ⅱでは、図-5に示した $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の傾向と同様で砂カラム・石カラムでは大きな変化が見られる。流量条件Ⅰの場合は、10cm~30cmに $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度のピークが見られたが、流量条件Ⅱの場合はそのピークが30cm~50cmへと移動し、濃度も0.3(mg/L)から3.5(mg/L)へと大きく増加した。土カラムでは、流量が増加しても、ピークの位置は10cmと変わらないものの、濃度は0.25(mg/L)から、1.8(mg/L)へと増加した。

次に、連続流入タイプ・間欠流入タイプの流出水の $\text{NO}_3\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の平均値を図-8に示す。これを見ると、 $\text{NO}_3\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2\text{-N}$ とも間欠流入タイプの平均値がやや高くなっているが、流入方式の違いによる影響

はあまり見られない。また、カラムの高さ方向の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の変化を図-9、10に示す。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化に対して、流入方式の影響はほとんど見られない。一方、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度では、間欠流入タイプの場合に、高さ10cm以上で大きく増加しているが、これは間欠流入の場合には、流入時に2倍の流量(2.32 L/d)が流れていることなどが原因のひとつと考えられる。

4. まとめ

カラム内の充填物・流量・流入方式の違いによる脱窒作用への影響などについて比較検討を行った。充填物の違いでは、流量が小さい場合には、各カラムに大きな差は見られなかったが、流量を3倍にした場合、砂カラム・石カラムの脱窒作用は土カラムに比べて小さくなった。土は、砂や石に比べて比表面積が大きく微生物のすみかとなる粒子表面が大きくなることなどが原因として考えられる。

また、連続・間欠の流入方式の違いでは、カラム内 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の変化はあるものの、カラム流出水ではあまり違いは見られなかった。

流量1.16 L/d(30.16 cm/d)程度であれば、碎石等を用いても脱窒が可能であることや、カラムの底部から10cmまでにほとんど脱窒されるためカラムの長さはそれほど必要でないと言える。

参考文献：1) 土木学会東北支部技術研究発表会講演要旨(昭和62・63年度)

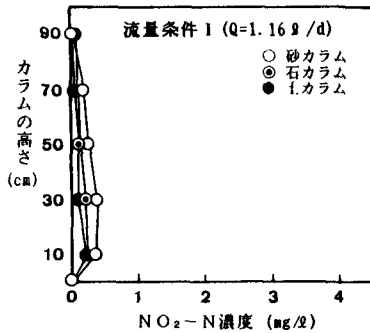


図-6 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度プロファイル

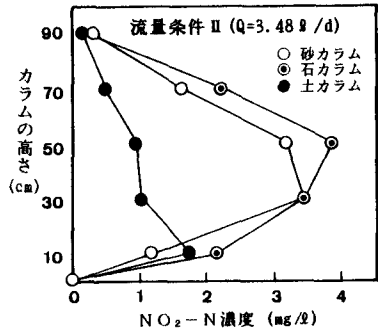


図-7 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度プロファイル

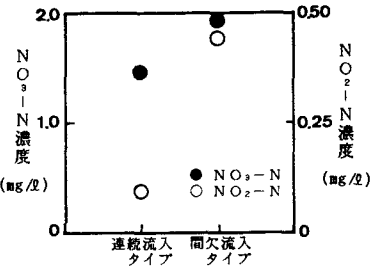


図-8 $\text{NO}_3\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の平均値

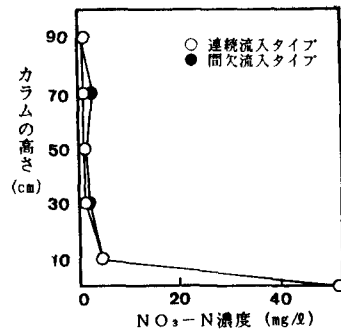


図-9 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度プロファイル

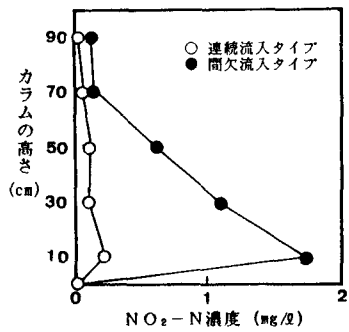


図-10 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度プロファイル