

II-470 間欠流入土壌カラムの硝化反応について

東北工大 正 江成敬次郎
" " 斎藤 孝市

1. はじめに

筆者らは昨年土壌カラムへの下水の間欠的流入法が、TOC除去やカラムの目づまりに対して連続的流入法より効果的であることを報告した。本実験は、土壌カラムの硝化反応に対する間欠流入法の効果について考察し、最も効果的な間欠サイクルについての知見を得ることを目的としたものである。

2. 実験方法

実験装置を図-1に示した。カラムに供給した下水は、 NH_4Cl (7.64g/l) 150ml, NaHCO_3 (35g/l) 150ml, KH_2PO_4 (10g/l) 15ml, を水道水15lに希釈しである。カラムへの下水の流入パターンは、次の通りである。カラムNO.1は、流入水量32 cm/日の連続流入方式、カラムNO.2は、12時間流入させた後12時間運転を停止、カラムNO.3は、1日流入後1日運転停止、カラムNO.4は、3日間流入後3日間運転停止の間欠流入方式とした。間欠流入タイプの流入速度は、64 cm/日で、運転停止時も含めた平均流入水量は連続流入方式と同じである。

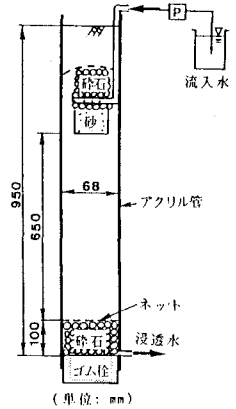


図-1 実験装置の概略

3. 実験結果と考察

間欠流入方式では、流入が停止しても流出が直ちにゼロにはならず、漸減する傾向を示す。しかし、1サイクル中の流入停止時に流出する全量は間欠タイプによってあまり変わらず、200ml から300ml 程度であった。

図-2に、各カラム流出水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の平均値（実験開始40日目以降40日間の平均値、以下同様）を示した。間欠流入タイプの場合は、流入時と流出時に分けて示した。全体として間欠流入タイプの $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が連続流入タイプに比較して高くなっている。また、(mg/l)

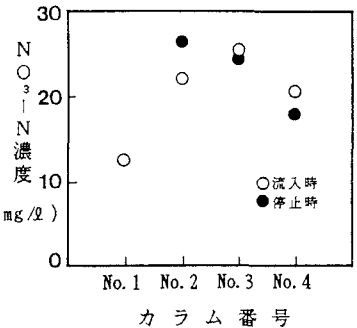


図-2 流出 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度

1日、3日サイクルのNO.3,4は、流入時の方が高くなっている。

図-3は同様に $\text{NH}_4\text{-N}$ の流出濃度を示したものである。この場合にも全体として間欠流入タイプの方が高い値を示している。また、流入

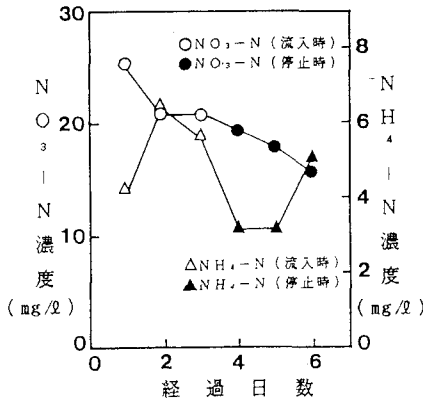


図-4 カラムNO.4の経日変化

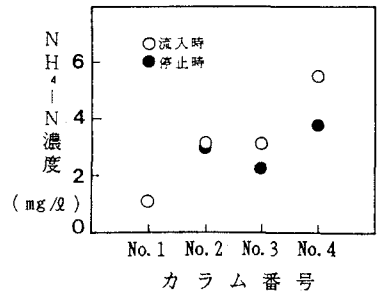


図-3 流出 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度

時と流出時の比較では、いずれも流入時の方が高くなっている。このように、間欠流入タイプは、連続流入タイプに比較して、硝化された $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度も未硝化の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度も高いと言う結果が得られた。ここで、3日サイクルの場合は、流入時、流出時とも3日間の平均値である。そこで、この間の変化を示したのが図-4である。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は、流入開始1日目が高く、その後減少傾向を示している。一方、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は周期的変動を示しており、単純に硝化が抑制されて $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が増加するとは言えないようである。

$\text{NH}_4\text{-N}$ の流出は、実験開始後40日目頃までは殆ど検出されず、最も早いNO.4で45日目頃、最も遅いNO.1で70日目頃から顕著になった。この後暫らく流出が続いたが、160日目、170日目にはいずれのカラムでも検出されなかった。このような $\text{NH}_4\text{-N}$ の流出挙動については、今後詳細の検討が必要である。

各カラムの硝化能力を比較するため、各カラムに流入した $\text{NH}_4\text{-N}$ の累積量と流出した $\text{NO}_3\text{-N}$ の累積量との関係を図-5に示した。実験開始40日目は、累積 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量として約750mgに相当し、これ以上のデータについて直線回帰をすれば、その傾きからこの間の平均的な硝化率が得られる。結果は、カラムNO.1が72%、NO.2が105%、NO.3が121%、NO.4が87%であった。硝化率が100%を越えるのは、実験初期にカラム内に蓄積された窒素が硝化されて流出してきたものと思われる。硝化率の数値からも間欠流入タイプの有効性が示されている。

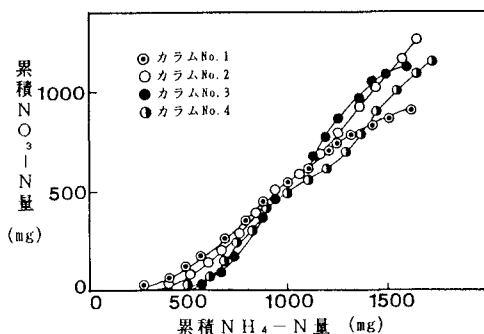


図-5 累積の $\text{NH}_4\text{-N}$ 量と $\text{NO}_3\text{-N}$ 量との関係

次に、間欠流入タイプ各カラムの $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経時変化と流出パターン、流下特性を測定し、その結果を図-6に示した。流出パターンは各カラムともほぼ同様であり、流入開始後約1時間45分で流出し始め、約4時間後にピークに達した後流入停止まで定常状態を続けた。塩素イオンをトレーサとして、流下特性を測定した結果、カラムNO.3とNO.4では約16時間後にピークとなった。また、カラムNO.2ではピーク出現前に流入停止となっている。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経時変化を見ると、カラムNO.3,4では、流入開始後徐々に増加し、約16時間後にピークを示した。これは、塩素イオンの場合と同様である。一方、カラムNO.2では、間欠時間が12時間でカラム内を流下する時間より短いため、流入停止後に高濃度が続いている。図-2に示した流入時と停止時における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の間欠タイプによる違いは、このことから説明できる。

4. まとめ

土壌カラムへの間欠的流入は、カラム内の硝化反応を促進させる効果を示した。そして、効果的な間欠サイクルはカラムの流下時間と関係していることが示唆された。

また、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の流出が硝化反応以外の要因によっても影響され、今後の検討課題である。

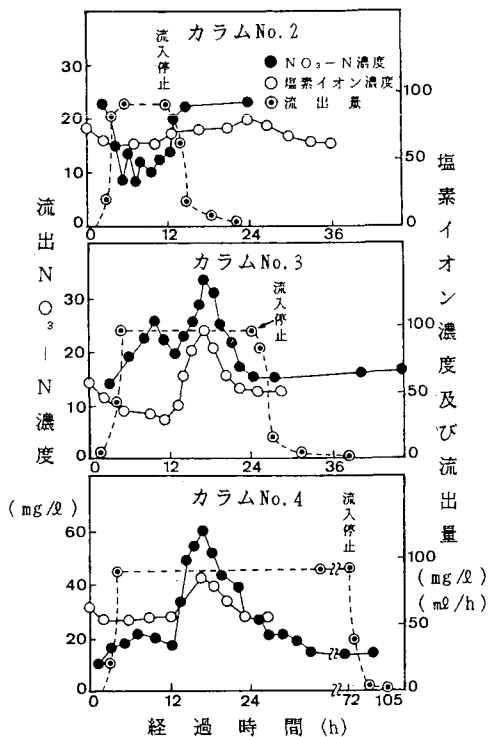


図-6 各カラム流出水の経時変化