

# 土壌処理における硝化作用について

東北工業大学 正員 ○ 斎 藤 孝 市  
 " " 江 成 敬次郎

## 1. はじめに

土壌処理による窒素やリンの除去に関して、多くの報告がなされている。本報告は、土壌カラムに $\text{NH}_4\text{-N}$ を供給し、流入方式の違いによって土壌の硝化作用がどのように影響されるか実験検討を行なったものである。

## 2. 実験方法

実験装置は、径68mmの亚克力管を用い、図-1のようなカラムを5本用いたものである。カラムに供給した下水は、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  (7.64/ℓ) 150ml、 $\text{NaHCO}_3$  (35g/ℓ) 150ml、 $\text{K}_2\text{PO}_4$  (10g/ℓ) 15mlを、水道水15ℓに希釈したものである。カラムNo.1は流入水量は1.16ℓ/日の連続流入方式で、カラムNo.2は12時間流入させたのち、12時間運転を停止させる間欠流入方式とした。同様に、カラムNo.3は1日流入後、1日運転を停止・カラムNo.4は3日間流入後、3日間運転を停止・カラムNo.5は1週間流入後、1週間運転を停止させる間欠流入方式とした。カラムNo.2、No.3、No.4、No.5の流入水量はそれぞれ2.32ℓ/日である。

## 3. 実験結果と考察

表-1は、40日目以降の各カラムの流出水質の平均値を示したものである。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度について連続流入タイプのカラムNo.1と間欠流入タイプのカラムNo.2~No.5を比較してみると、間欠流入タイプの各カラムの方が平均値が高くなっている。間欠流入タイプの各カラムの流入時と停止時を比較すると、カラムNo.2以外は流入時の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が停止時の時より平均値が高くなっている。 $\text{NH}_4\text{-N}$ も $\text{NO}_3\text{-N}$ と同様に間欠流入タイプの方が平均値が高くなっている。

図-2は、累積の流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量と累積の流出 $\text{NO}_3\text{-N}$ 量との関係を各カラムごとに表わしたものである。 $\text{NO}_3\text{-N}$ が早く流出したのはカラムNo.1である。測定期間中はば一定量の割合で $\text{NO}_3\text{-N}$ が流出しているが硝化の割合は、間欠流入タイプより低い。カラムNo.5は、初期の硝化率は低い、その後急激に硝化が進んでいる。40日目以降の各カラムの硝化率を求めてみると、カラムNo.1 (72%)・カラムNo.2 (105%)・カラムNo.3 (121%)・カラムNo.4 (87%)・カラムNo.5 (138%)となった。

図-3は、流出水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 量を累積して表わしたものである。カラムNo.5、No.4では約50日目頃から $\text{NH}_4\text{-N}$ 量が増加している。カラムNo.1は流出の $\text{NH}_4\text{-N}$ 量は少ない。間欠流入の期間が長いほど流出する $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合が大きくなっている。

表-1 流出水質の平均値

| 水質項目                   | カラム No. 1 | カラム No. 2 |       | カラム No. 3 |       | カラム No. 4 |       | カラム No. 5 |       |
|------------------------|-----------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|                        |           | 流入時       | 停止時   | 流入時       | 停止時   | 流入時       | 停止時   | 流入時       | 停止時   |
| PH                     | 7.53      | 7.37      | 7.69  | 7.44      | 7.65  | 7.39      | 7.66  | 7.17      | 7.86  |
| アルカリ度                  | 85.36     | 66.15     | 58.61 | 64.01     | 62.98 | 83.17     | 72.16 | 65.57     | 66.57 |
| $\text{NH}_4\text{-N}$ | 1.06      | 3.14      | 2.92  | 3.17      | 2.33  | 5.58      | 3.82  | 6.31      | 5.12  |
| $\text{NO}_3\text{-N}$ | 12.22     | 22.02     | 26.31 | 25.23     | 24.52 | 20.69     | 17.94 | 25.24     | 20.51 |
| $\text{NO}_x\text{-N}$ | 0.05      | 0.12      | 0.15  | 0.09      | 0.53  | 0.20      | 0.81  | 0.15      | 1.37  |

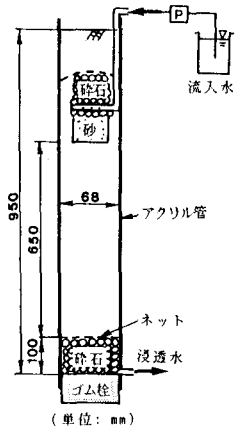


図-1 実験装置の概略

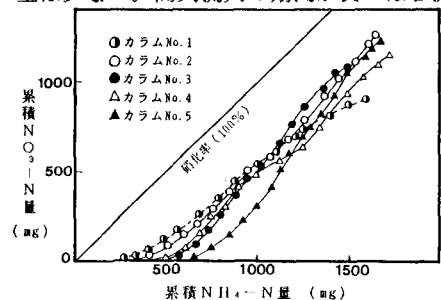


図-2 累積の流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量と流出 $\text{NO}_3\text{-N}$ 量

図-4は、カラム内に蓄積された見かけの窒素量（累積流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量と累積流出窒素量との差）を表わしたものである。カラムNo. 1は経過日数とともにカラム内に窒素が徐々に蓄積されているが、カラムNo. 2~No. 5では、30日目ぐらいまでは蓄積を続けたが、その後約25日間ほぼ一定の値を示した後、徐々にカラム内の窒素量が減少している。カラム内の蓄積の窒素量が減少傾向を示すのと同じ時期に、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の流出量が増加し始めている。特に、カラムNo. 5のカラム内の窒素量の減少が大きくなっている。

以上のように、流入条件が硝化に影響を与えることがわかった。そこで、このような違いが出る原因について考察するためにカラムNo. 2、No. 3、No. 4の流出水質の経時変化を測定した。

図-5は、カラムNo. 2、No. 3、No. 4ごとの流出水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経時変化と流出パターンの特性を表わしたものである。流出パターンを見ると各カラムとも流入開始後、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ーとして、カラムNo. 2、No. 3、No. 4の流下特性を測定した結果、カラムNo. 3、No. 4では約16時間後にピークとなった。カラムNo. 2では約24時間後ピークになった。

$\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経時変化を見ると、カラムNo. 3、No. 4とも流入開始後、徐々に増加して約16時間後にピークを示し、塩素イオンの流出と同様であった。間欠流入方式では、流入停止の状態から流入が開始されると、硝化反応が活発に進行するが、流入が継続することによって硝化反応が抑制されることを示している。この原因として、カラム内の空隙が水が満たすことによって、硝化に必要な酸素が不足することが考えられる。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に、塩素イオン濃度と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化は、カラムNo. 3、No. 4と異った傾向がみられたがピークの出現時間は同じであった。

#### 4. まとめ

流入方式が異なることにより、硝化反応にも影響が見られた。また、連続流入と間欠流入では、間欠流入方式の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高く、流入時と停止時では、流入時の方が高かった。以上のように土壌カラムの硝化反応は、間欠流入タイプにすることによって効率が良くなることがわかった。

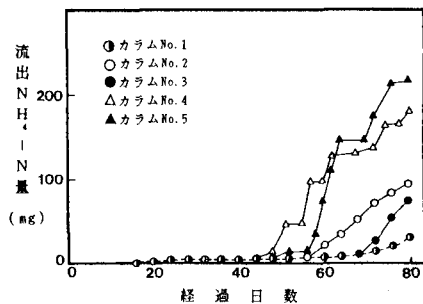


図-3 累積の $\text{NH}_4\text{-N}$ 量

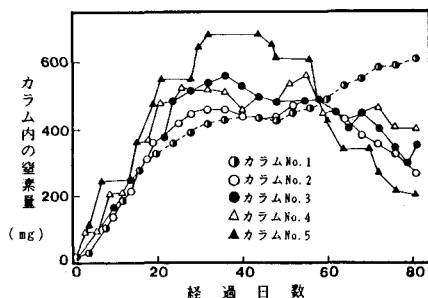


図-4 見かけのカラム内の窒素量

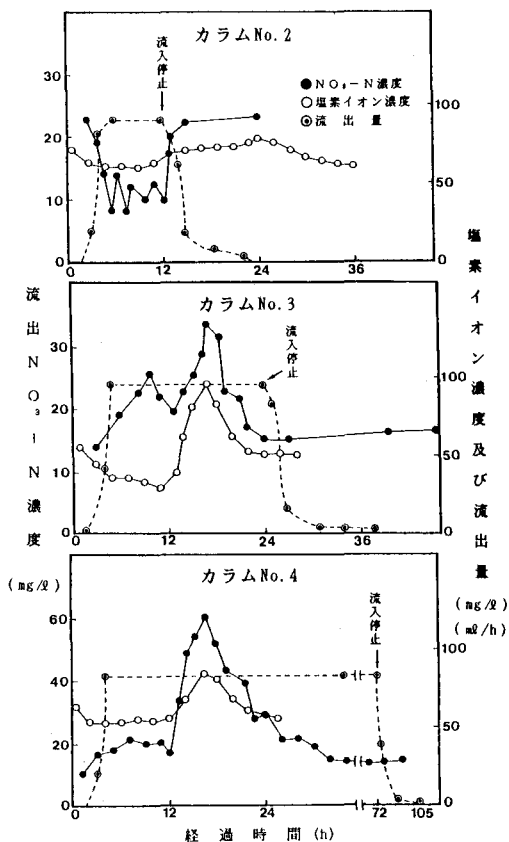


図-5 流出の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度及び流出特性