

II - 1 1 1 土壌カラムによる硝化作用について（その2）

東北工業大学 正員 ○ 斎藤 孝 市
 " " 江 成 敬次郎

1. はじめに

昨年の土壌カラムの実験から、流入方式を間欠流入タイプにすることによって硝化反応の効率が良くなることがわかった。そして効果的な間欠時間がカラムの流下時間と関連しているらしいという結果が得られた。そこで今回は、間欠時間を流下時間前後の時間とし、硝化反応と間欠時間との関わりについて実験検討を行ったものである。

2. 実験方法

実験に使用した土壌カラムを図-1に示す。カラムに供給する人工下水は、 NH_4Cl (15.28g/l) 50ml、 NaHCO_3 (70g/l) 50ml、 KH_2PO_4 (10g/l) 10mlを水道水で10lに希釈したものである。流入量は各カラムとも平均1.16 l/dである。カラムNo. 1は6時間流入後、6時間停止、カラムNo. 2は12時間流入後、12時間停止、カラムNo. 3は16時間流入後、16時間停止、カラムNo. 4は24時間流入後、24時間停止させる流入方式とした。なお、カラムNo. 2, 3, 4のカラムは昨年からの流入を継続させているが、カラムNo. 1は今年度新たに運転を始めたものである。

3. 結果と考察

実験期間中の各カラムの流出水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の平均値を図-2、3に示す。流入時の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度について各カラムを比較してみるとカラムNo. 1が高い値を示し、カラムNo. 2, 3, 4はほとんど同じ値となった。停止時について見てみると間欠時間が長くなると $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が低くなる傾向がみられる。また、各カラム毎に流入時と停止時を比較してみるとカラムNo. 1では差があまり見られなかったが、カラムNo. 2, 3では停止時の方が高い値を示し、カラムNo. 4では流入時の方が高い値を示した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度については流入時、停止時ともカラムNo. 1が他に比べてかなり高い値を示し、カラムNo. 2, 3, 4はほとんど同じ値となった。また、各カラム毎に流入時と停止時を比較するとカラムNo. 1, 2は流入時の方が高く、カラムNo. 3, 4は停止時が高くなった。ここでカラムNo. 1の流出 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度がかなり高くなった理由としては、カラムNo. 1は今年度新たに運転を始めたもので、カラムに入れた土壌中に含まれた $\text{NH}_4\text{-N}$ が関係していると思われる。

実験期間中の $\text{NO}_3\text{-N}$ の累積流出量の経日変化を図-4に示した。カラムNo. 1は実験開始当初は $\text{NO}_3\text{-N}$ があまり検出されなかったが、開始後25日目頃から徐々に検出されその後はほぼ一定の割合で増加した。カラムNo. 2は、流出する $\text{NO}_3\text{-N}$ のバラツキが比較的大きかった。カラムNo. 3, 4では $\text{NO}_3\text{-N}$ ほぼ一定の割合で検出された。なお、カラムNo. 4の $\text{NO}_3\text{-N}$ の累積量が他のカラムに比べ小さくなっているが、これは流入量が設定流量より小さか

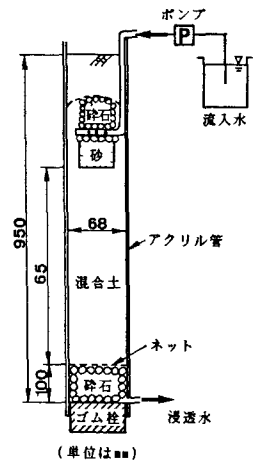


図-1 実験装置の概略

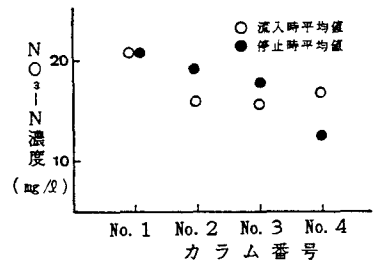


図-2 流出 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の平均値

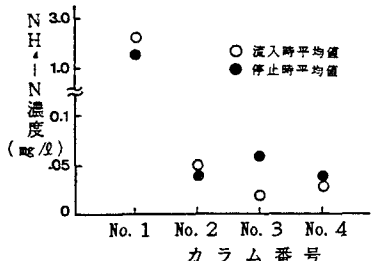


図-3 流出 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の平均値

ったためである。実験開始から20日目以降の累積 $\text{NO}_3\text{-N}$ 量のデータから各カラムの硝化率を算出すると、カラムNo. 1は97%、カラムNo. 2は87%、カラムNo. 3は80%、カラムNo. 4は83%となった。

各カラム流出水質の経時変化を図-5に示した。 $\text{NO}_3\text{-N}$ とUV220の吸光度の値は三回の実験データの平均値を表した。この実験の場合、流入水の主成分は $\text{NH}_4\text{-N}$ であるから、UV220の値はほぼ $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度に等しいと考えられる。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度のバラツキが大きいためUV220の値を参考にして、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化を考察することにする。まず各カラムの流出水量のパターンを見ると、全カラムとも流入開始後、1時間前後で流出し始め、その後約3~4時間で定常状態になった。

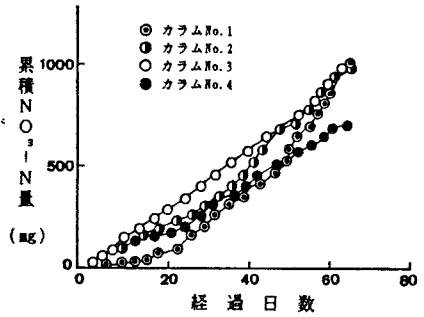


図-4 累積の $\text{NO}_3\text{-N}$ 量

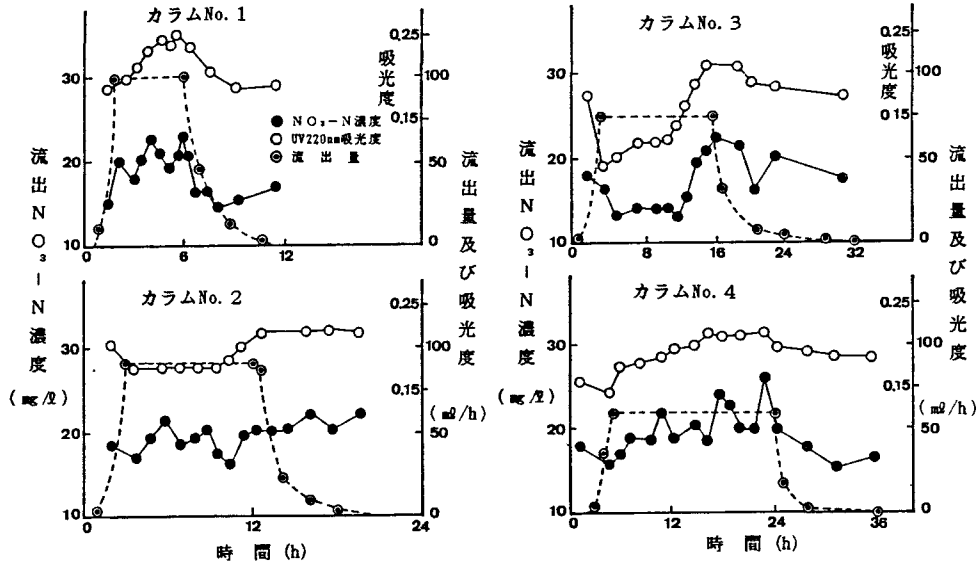


図-5 流出の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度及び流出特性

各カラムの流入時の流量はカラムNo. 1~4まで各々 96ml/h 、 90ml/h 、 75ml/h 、 61ml/h であった。この流量でのカラム流下時間はカラムNo. 1~3が約16時間、カラムNo. 4が約23時間程度と考えられる。そこで各カラム毎に、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変動を流下時間と関連させて検討してみる。カラムNo. 3、No. 4では、間欠時間とカラム流下時間がほぼ等しいために、流入開始後一時流出濃度が減少するが、その後、時間とともに増加傾向となり、流入終了時に最大濃度を示している。カラムNo. 2では、流入終了時がカラム流下時間より短いため、流入終了後も濃度が下らず高い濃度を維持している。

このような結果から、次のようなことが考察できる。間欠的流入が開始すると、硝化が進行しながらカラムを流下し、下端に達しこれが最大濃度となる。そして流入の継続によって徐々に濃度が低下する、即ち、硝化作用が弱まることになる。このように、カラム内を流下するのに従って硝化作用が低下するが、それが流入停止によって、再び回復するようになっている。これは、流入停止時にカラム内に酸素が侵入するためと考えられる。

一方、カラムNo. 1の場合は流入停止時に最大濃度になっているが、これは流下時間と一致はしていない。従って他のカラムと同様の説明はできない。しかし、流入停止時に硝化能が回復するのは同じである。

以上のように、カラムNo. 2~4の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変動から、間欠流入タイプの流入停止による硝化能力の回復及び流入継続による硝化能力の低下という現象を考察した。

今後、カラムの混合特性やカラム内の分布などとも関連させて、より詳細に検討したい。