

神戸大学大学院	学生員	○田中大也	神戸大学工学部	学生員	井上晃介
神戸大学工学部	学生員	池田俊一	神戸大学大学院	フェロー会員	道奥康治
神戸市環境局	非会員	中道民広	神戸市環境保健研究所	非会員	八木正博

1. はじめに

対象とする一般廃棄物埋立処分場では浸出水が汚濁負荷をもたらしている。現在、集中管理型の廃水処理施設で硝化-脱窒処理が行われているが、施設の老朽化や、負荷量が経年的に減少していることを勘案すると、省力的で持続的な代替処理技術への移行が望ましい。浸出水は還元的な地盤中の浸透を経ており、リンや易分解溶存態機物の濃度が極端に低く、水質の主成分はアンモニア態窒素であるため、一般下水と同様の処理方法を適用することはできない。著者らはこれまで、硝化についてはマイクロバブル（以下、MB と略記）曝気、脱窒については水素徐放剤の効果を確認すると同時に、閉鎖系反応槽における硝化-脱窒の同時進行を確認した¹⁾。実機へ適用する際には流入負荷が処理効率に及ぼす影響を把握することが必要であるため、流水系の同一反応槽内における硝化-脱窒特性を実験的に明らかにする。

2. 実験方法

容量 0.1m^3 の FRP 製水槽に硝化菌、脱窒菌源として原水貯留池の底泥を 20g、脱窒菌の炭素源として水素徐放剤を塗布した担体を 50 個（ $\times 0.02\text{m}^2=1.0\text{m}^2$ ，写真-1）投入する。水槽に原水（ $\text{PO}_4\text{-P}$ が T-N に対して 2% 以上になるようにリン酸を添加）を貯留し、ペリスタポンプを用いて所定の流量 $Q=10.0\text{ml/min}$ で原水を水槽へ供給する。同時に、実験水槽内の試料水容量を 0.1m^3 に維持するように同型のペリスタポンプで排水する。実験水槽内で所定の気泡径の MB を送気する。曝気時間は、Run1 で 12hr/day（8:00～20:00，2012 年 5 月 3 日～）Run2 で 6hr/day（8:00～14:00，同年 6 月 22 日～），Run3 で 9hr/day（12:00～21:00，同年 7 月 15 日～）となるようにタイマーで調整した。微生物条件の連続性を確保するため各 Run の端境期においては水を入れ替えない。同年 6 月 27 日 14 時 10 分には、MB の気泡径調整にともない送気量が変化した。実験の概略図を図-1 に示す。

3. 実験結果及び考察

閉鎖系の試験では、非定常過程であるために処理効率は時間的に変化するが、流入負荷を与える流水系の実験では、負荷流量や水槽内の条件を一定にすれば、流入水と処理水の濃度差が概ね一定値で推移する平衡状態が達成される。平衡状態に至ると微生物が馴致されたと考え、水質反応は流入負荷の条件にのみ依存する。定時採水によって水質の平衡状態を確認した後の水質濃度の周日変化を図-2～6 に示す。

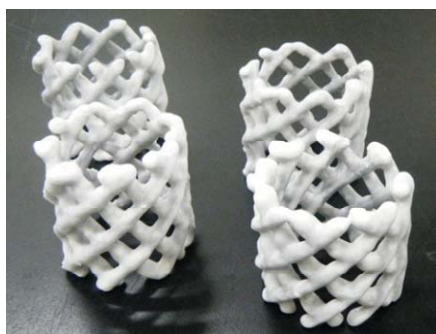


写真-1 脱窒用担体

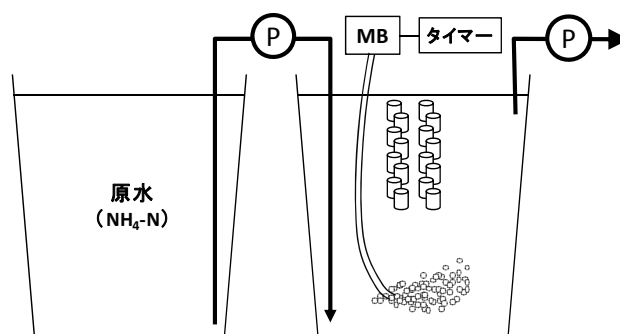


図-1 実験概略図

Run1 においては、
処理水の T-N は流入
水よりも低く、脱窒
の進行が確認される。
曝気時間が長く反応
槽内が好氣的に保た
れたために、硝化は
十分に進行し $\text{NH}_4\text{-N}$
は枯渇気味である。

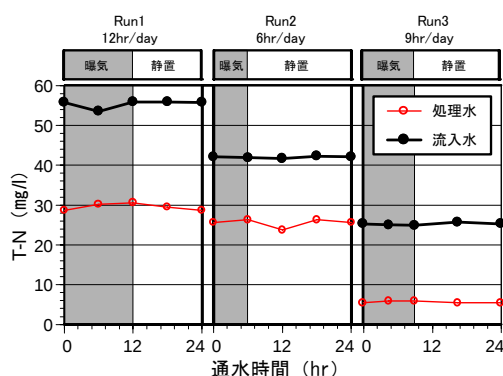


図-2 T-N

$\text{NH}_4\text{-N}$ は硝化によ
って $\text{NO}_2\text{-N}$ を経由し
て $\text{NO}_3\text{-N}$ にまで酸
化されている。
 $\text{NO}_2\text{-N}$ は検出されな
かった。Run1 では
 $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加してい
ることから、 $\text{NO}_2\text{-N}$
が残存することなく
一気に $\text{NH}_4\text{-N}$ から

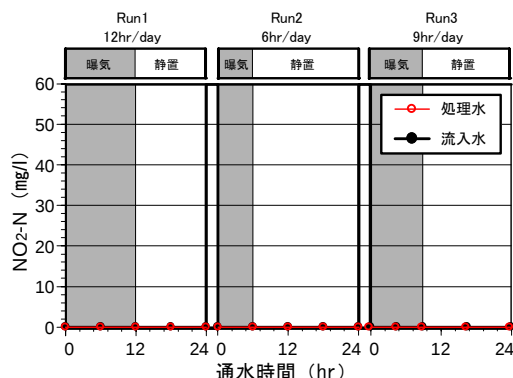


図-4 $\text{NO}_2\text{-N}$

$\text{NO}_3\text{-N}$ にまで酸化されたようである。曝気停止中は硝化によって
DO が減少した。Run2 においても、T-N の挙動から脱窒の進行が
確認される。Run2 は Run1 よりも曝気時間が短く、曝気中の DO
増加は Run1 よりも低調である。これは、MB 曝気から供給された
酸素の大部分が硝化に消費されて試料水中に残留しないためであ
る。また、Run2 における DO の最大値は Run1, 3 よりも小さく、
硝化菌が要求するだけの酸素が供給されていない。つまり、硝化
反応においては酸素律速を受け、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が残留したと考えられ
る。Run2 では曝気時間を短縮して脱窒促進を期待したが、硝化に

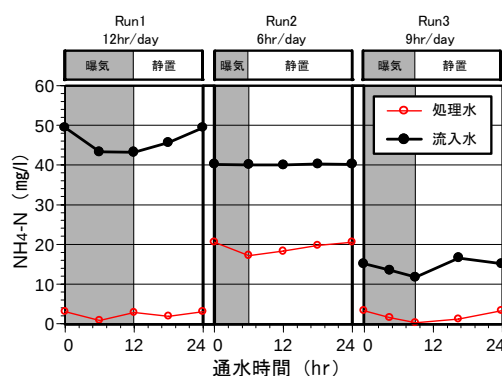


図-3 $\text{NH}_4\text{-N}$

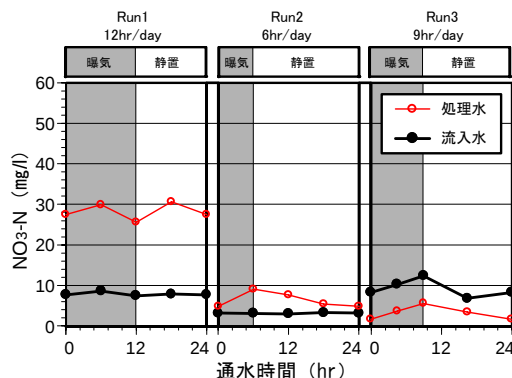


図-5 $\text{NO}_3\text{-N}$

による $\text{NO}_3\text{-N}$ の生成が少なく、結果的には $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去量が Run1 と同等程度に留まった。Run3 においては、
T-N の大部分が除去されて高い脱窒率が得られている。しかし、採水された原水の T-N が Run1 の半分程度
であったため、各 Run の除去量に大きな差異はない。同様に、Run3 における流入水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が低く、か
つ Run2 よりも曝気時間が長いため、処理後の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度はさらに少なかった。4.5hr から 9hr の期間におい
て DO は一定値を示している。これは、流入水の $\text{NH}_4\text{-N}$ が少なく硝化が速やかに終了した後も MB 曝気によ
り酸素が供給され続けて飽和濃度に達し、余剰酸素が水面から気散したと考えられる。

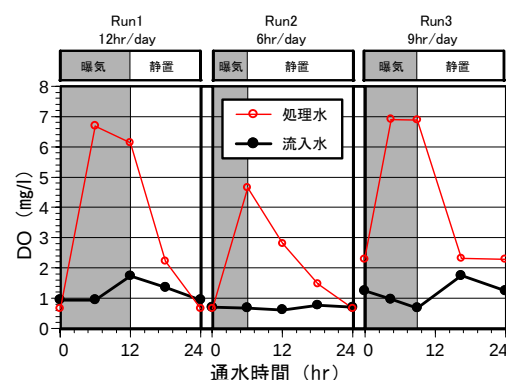


図-6 DO

原水水質の季節変動を受けて各 Run の流入負荷量が均一ではなかったため、曝気条件が窒素除去効率に及
ぼす影響を本実験から見いだすことは困難であるが、窒素除去効率の流入負荷への依存性が明らかとなった。
しかし、下水処理のステップ式硝化脱窒法のように、流入水の各窒素濃度に合わせた反応槽への分注により
窒素除去を図る処理技術が、浸出水処理に対しても可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) 田中大也, 田中健治, 道奥康治, 八木正博, 中道民広, 井上晃介: 浸出水の硝化・脱窒同時処理に関する実験
的検討, 平成 24 年度土木学会関西支部年次学術講演会, VII-11, 2012.