

廃棄物浸出水硝化のリン添加による促進効果の確認

神戸大学大学院 学生員 〇井上 晃介 法政大学デザイン工学部 フェロー会員 道奥 康治
 神戸大学 非会員 中村 友哉 (元) 神戸市環境保健研究所 非会員 中道 民広

1. 目的

対象とする最終埋立処分場では、廃棄物堆積層に含まれる窒素・炭素・リンなどが地中に浸透した降水によって洗い出されるが、貯留池までの地盤中での浸透過程において、懸濁態有機物やリンの大部分が土粒子に吸着され、地盤中で濾過される。浸出水では一般下水に比べて窒素に対する炭素・リンの比率が極端に低く、アンモニア態窒素が汚濁負荷の主成分である。そのため、一般下水と同様の処理方法を適用することができず、浸出水の特性に適した処理工程を新たに開発する必要がある。著者らはマイクロバブル(MB)曝気による硝化、並びに水素徐放剤を炭素供給源とする脱窒法を組み合わせ、窒素除去の効率化を検討してきた。既報のように、浸出水貯留池に隔離水塊を設置してリン添加の硝化促進効果の確認を試みたが、藻類やユスリカなどが発生して、光合成による DO 生産や動植物へのリンの吸収が影響してリン収支の適切な評価ができなかった¹⁾。本研究では、これら系外因子の影響を除外するために隔離水塊を模擬した室内実験を実施し、リンの硝化促進効果を検証する。

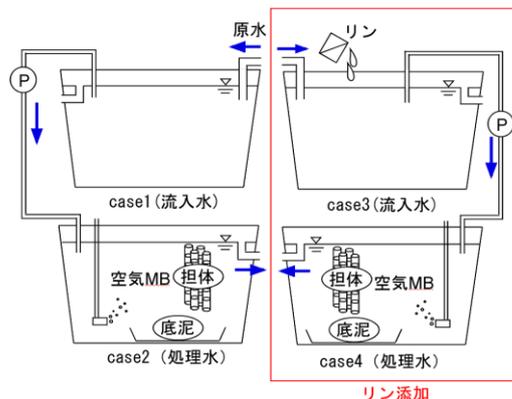


図-1 実験模式図

2. 実験方法 (実験期間：2013/5/31~2013/7/26)

1 辺が約 1m の立方体水槽を計 4 つ使用し、図-1 のように case1~4 を設定した。case1,2 の水槽には、リン無添加の浸出水原水を満たし、case2 は担体 (PE 製の担体 (0.02m²/個) 500 個) と MB エアレータ (24hr 運転)

を設置した。case3,4 の水槽では浸出水原水に対 T-N の重量比約 1% のリンを添加している。case2 の場合と同様、case4 には担体と MB 曝気を施した。加えて、case2, 4 の水槽には硝化菌源として底泥 10g をトレー上に敷設した。case1 の原水槽から case2 へ、case3 の原水槽から case4 へ、それぞれ一定の負荷流量 Q で浸出水を供給した。実験開始時には $Q=70\text{ml/min}$ に設定した。硝化が順調に進み、概ね微生物が馴致されたと推定された時点で $Q=140\text{ml/min}$, 230ml/min へと段階的に Q を増加した。なお、実験の手違いにより

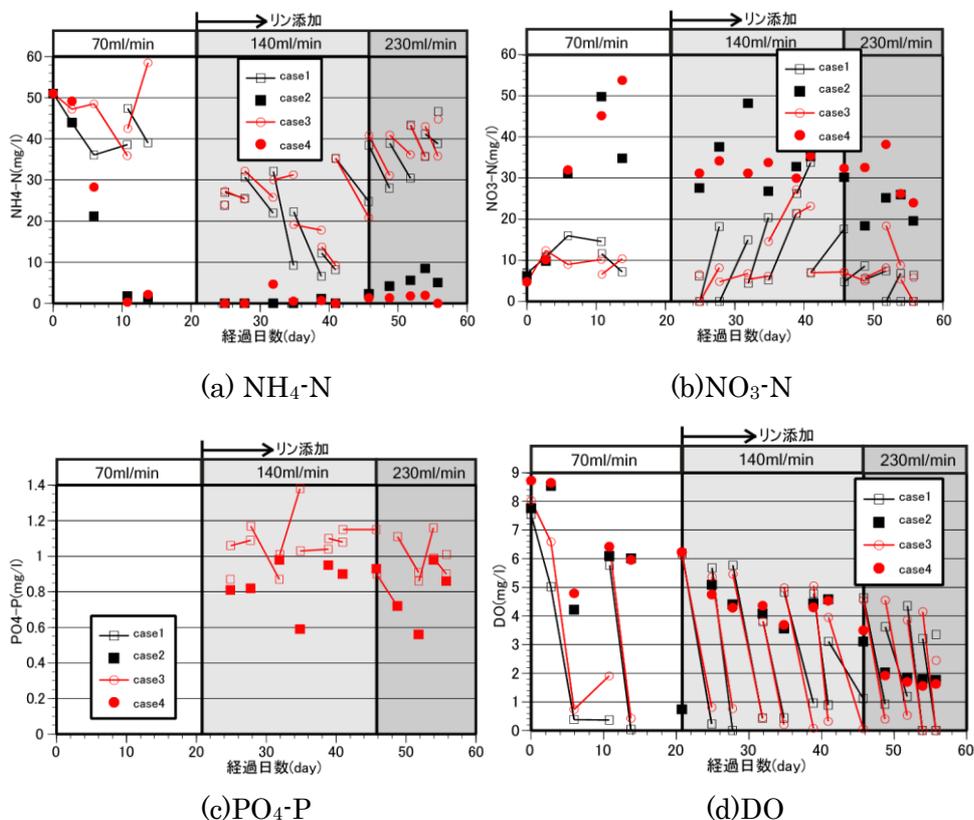


図-2 水質の時系列変化

キーワード 浸出水, 硝化, マイクロバブル, リン, DO
 連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL 078-803-6056

$Q=70\text{ml/min}$ では、リンの添加量が小さく、分析可能な濃度下限値(0.3mg/l)を下回ったためリンの濃度は計測していない。case1,3 の水槽が空にならないように、原水を適宜入れ替えた。

3. 水質の推移

case1~4 における各水質項目の経時変化を図-2 に示す。

図-2(a)の $\text{NH}_4\text{-N}$ の挙動を見ると、 $Q=70\text{ml/min}$ において、case2, 4 の水槽ともに流入水 (case1,3) よりも濃度が低下し、硝化の進行が確認される。しかし、その濃度量に大差が無く、リン濃度が低い場合 (0.3mg/l 以下) にはリン添加が硝化速度に大きく影響しない。case1,3 では原水を貯留したままであり曝気はないが、水面からの再曝気により多少の $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少が確認される。

$Q=140\text{ml/min}$ においては、case2,4 とともに $\text{NH}_4\text{-N}$ が速やかに枯渇し、さらに大きな流入負荷でも硝化が進む余地がある。しかし、負荷流量をさらに $Q=230\text{ ml/min}$ にまで増加させると、case4 では $\text{NH}_4\text{-N}$ が枯渇するものの case2 では残留している。このことから、リンを添加した case4 の方が、硝化がより促進されている。図-2(b)の $\text{NO}_3\text{-N}$ の挙動を見ると、硝化反応により $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少にほぼ対応した増加が見られる。 $Q=230\text{ ml/min}$ においては、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少幅と同様に case4 > case2 の順に $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加している。

図-2(c)の $\text{PO}_4\text{-P}$ は $\text{NH}_4\text{-N}$ や DO と異なり、case3 の静置状態ではほとんど減少していない。case3 に比べて case4 の方が $\text{PO}_4\text{-P}$ の減少が顕著であることから、case4 では $\text{PO}_4\text{-P}$ が微生物の活動により消費されていると考えられる。また、図-2(d)の DO を見ると、実験開始直後は 9mg/l 、 $Q=140\text{ml/min}$ では $4\sim 5\text{mg/l}$ 、 $Q=230\text{ ml/min}$ では 2mg/l 程度と負荷流量の増加とともに、曝気による供給と硝化による消費が平衡する場合の DO 濃度は減少することが確認される。case1,3 の TOC は原水入れ替えまでの間に減少していないことを確認しており、DO は有機物酸化菌以外の微生物の活動によって消費されている。

4. リンの消費と硝化速度の関係

case2,4 における $\text{NH}_4\text{-N}$ の担体 1m^2 当たりの減少速度を硝化速度($\text{g/ m}^2\text{/day}$)として算出し、図-3 に示す。硝化速度は $230\text{ml/min} > 70\text{ml/min} > 140\text{ml/min}$ の順に増加している。その理由として、前述したように、 $Q=140\text{ml/min}$ では $\text{NH}_4\text{-N}$ が枯渇して濃度が 0 となり、それをを用いて算出される硝化速度は流入水濃度に応じて左右され、真値が得られていない。38day におけるポンプ不具合以外の期間における $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を見ても、梅雨期の降水による貯留池の希釈によるためか非常に小さく、硝化の素材である $\text{NH}_4\text{-N}$ が不足して硝化が律速を受けている。 $Q=230\text{ml/min}$ の場合の case 間を比較すると、リンを添加した case4 の硝化速度が大きくなっており、リンの硝化促進効果を確認することができた。

図-4 に case4 におけるリンの消費量と硝化速度の関係を示す。一点のみリンの消費量が負の値になる場合があり、分析不調と考えて除外した。同図を見るとリンの消費量に対して硝化速度は線形的に増加している。両者は、相関係数 $R=0.8822$ の高い相関を有していることから、リンの消費は硝化菌の増殖を寄与し、硝化を促進させる効果があることを確認した。

参考文献

1) 池田俊一他：廃棄物埋め立て処分場浸出水の硝化効率向上に及ぼす諸因子の影響，平成 25 年度土木学会関西支部年次学術講演会，VII-14，2013

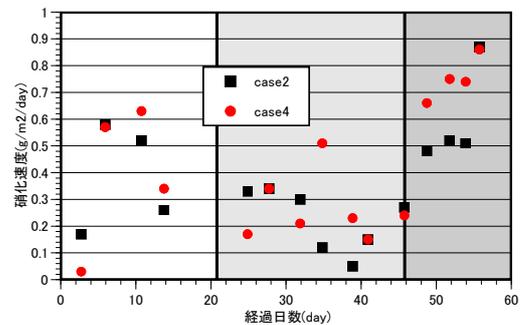


図-3 case2,4 における硝化速度

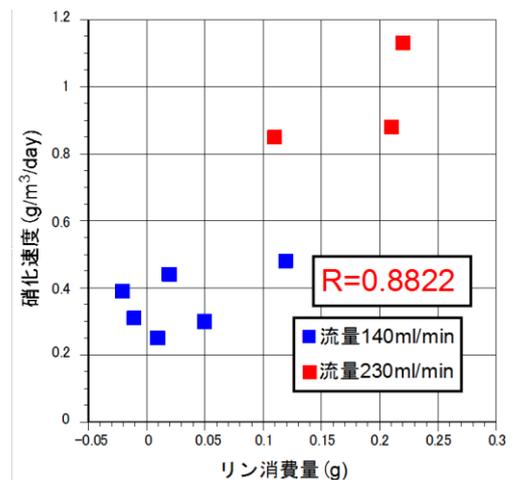


図-4 リン消費量に対する硝化速度