

水素徐放剤を用いた廃棄物処分場浸出水の脱窒促進に関する定量評価

神戸大学大学院 学生員 ○田中 健治
神戸大学大学院 正会員 和田 有朗
神戸市環境保健研究所 非会員 八木 正博
神戸市環境局 非会員 中道 民広
神戸大学大学院 フェロー 道奥 康治

1. 目的

廃棄物埋立処分場では、降雨による廃棄物の洗い出しに伴う汚濁成分の流出が進行し、下流域への影響が懸念される。対象とする旧処分場跡地は埋立終了後 30 年以上経過しているが、水環境へ配慮して現在も排水処理を継続している。しかし、施設の老朽化や維持管理の省力化を勘案すると代替的な簡易処理技術を検討する必要がある。2005 年度より浸出水貯留池でマイクロバブル曝気を開始し、硝化反応の促進を確認した。また水素徐放剤が脱窒に有効に機能することが確認された¹⁾。そこで本研究では実用化に向けてより詳細な処理量を実験的に検討するとともに、リンの添加が脱窒処理に与える影響を確認した。

2. 実験方法

塩化ビニル製 1L 容器(内表面積 800cm²)に脱窒菌源として底泥を 10g 投入し、上部を密封し嫌気性を保持した(図-1)。各 track には表-1 に示す材料をそれぞれ充填した。水素徐放剤は一度湯煎して溶解させたものを綿球に付着させたもので平均粒径は約 0.65cm である。またガラス玉の平均粒径は 0.49cm である。track1,2 より負荷量(透過距離)による差異, track1,3 より炭素源, track1,4 よりリンの外部供給の必要性を検討する。設置後、2 日間静置させ所定の流量で通水した。各 track において水質諸量が安定し反応が平衡状態に達したと判断した場合には、流量などの実験条件を変更した。3,4 日毎に採水して水質項目(TOC, T-N, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, PO₄-P)を分析し、また DO・水温・pH を測定した。リン酸の添加量は窒素に対し重量比にして 50 分の 1 として 7.5%のリン酸 1.0ml を 20L タンクに添加した。しばらく経過後も track3,4 の脱窒反応が低調であったため、1 日に 1 度 0.4ml のメタノール(窒素に対する重量比が 3 倍程度)を所定の期間添加した。

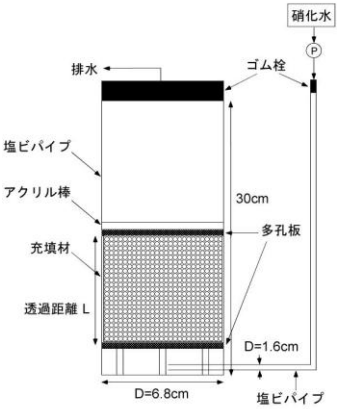


図-1 実験状況概要

表-1 実験条件

	track1	track2	track3	track4
流入水	硝化水+リン			硝化水
充填材	水素徐放剤		ガラス球	水素徐放剤
担体表面積 (cm ²)	4000→1000	2000	4000	4000
透過距離 L (cm)	20→5	10	15	20

※track1 は後述の通り速やかに脱窒されたので(経過日数 24 日)より充填量を変更した

3. 実験結果

各 track における水質濃度差から各設定条件が脱窒反応に及ぼす影響を確認した。実験期間を通して硝化水からのアンモニア態窒素 NH₄-N、亜硝酸態窒素 NO₂-N の検出はなく全窒素 T-N と硝酸態窒素 NO₃-N はおおよそ等しい値を示した。track1 における窒素および炭素濃度の推移を図-2, 3 に示す。負荷量の増加に伴い NO₃-N の残留濃度が増加している。NH₄-N の検出はなく、NO₂-N は 0~5mg/l 前後で推移している。全有機炭素 TOC は実験初期、流入水に対し 5.0mg/l 前後の増加が見られるが、負荷量の増加に伴い流入水濃度に漸近している。これは、低負荷の条件においては脱窒による炭素の利用よりも水素徐放剤からの炭素溶出の方が卓越したのに対し、流入負荷量の増加とともに脱窒へと効率的に利用されたためであると考えられる。track2 では track1 と

同様の傾向が確認された。track3 に関しては、実験開始当初、反応が低調であったが炭素源としてメタノールを添加すると脱窒が進行した。track4 は実験開始当初より $\text{NO}_2\text{-N}$ の検出は見られるものの、脱窒は低調である。メタノールの添加に伴い、 $\text{NO}_2\text{-N}$ がわずかに増加し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は減少するが、脱窒反応速度は他 track と比べて低調である。メタノール添加終了後、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ とともに一定濃度に落ち着くものの脱窒は低調である (図-4)。

track1,2 の結果に基づいて負荷量が脱窒に及ぼす影響を考察すると、処理前後の全窒素濃度差がおおよそ各材料の透過距離に比例していることがわかる (図-5)。流量 1.0ml/min においては両 track ともに脱窒が急速に進行して実験半ばで窒素が枯渇したため、他の流量とは異なる傾向を示す。図-6 に単位時間、単位表面積あたりの T-N の処理量 (脱窒効率) を流入負荷量に対して示す。担体表面のみで脱窒反応が起こっていたと仮定すると脱窒効率は大きくばらつく結果となるが、容器内面でも担体表面同様に脱窒反応が起こっていたと仮定して脱窒効率を算出すると、脱窒効率の上限値はおおよそ $0.6\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ となる。

4. まとめ

本研究では窒素負荷量や炭素・リンの添加が脱窒処理に及ぼす影響を検討し、リンが脱窒促進に大きく影響することが確認された。しかし、リンを添加しても浸出水中の炭素が全て有効に利用されるとは限らず、炭素源の供給が脱窒反応のもう一つの律速条件であることが確認された。すなわち、脱窒反応を効率的に促進するためには、浸出水中の窒素に対し所定の割合の利用されやすい炭素およびリンを供給するなど環境条件を整える必要がある。

また、 $\text{NO}_3\text{-N}$ から $\text{NO}_2\text{-N}$ への還元よりも、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 以降の還元に対してリンが支配的であることを示唆している。

また、リンが供給されない場合にも、メタノールのように利用されやすい炭素源があれば緩やかながらも脱窒反応が進行することを確認した。

リンおよび水素徐放剤を十分に添加し、これらが律速条件にならない場合において、脱窒は速やかに進行し、その処理量の上限値は $0.6\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ であることが明らかになった。

参考文献

1) 和田有朗・中道民広・八木正博・松本敏秀・釘宮晃一・道奥康治：経年化した廃棄物埋立処分地からの浸出水の脱窒処理に関する基礎的検討，水工学論文集，第55巻，S_1489～S_1494，2011。

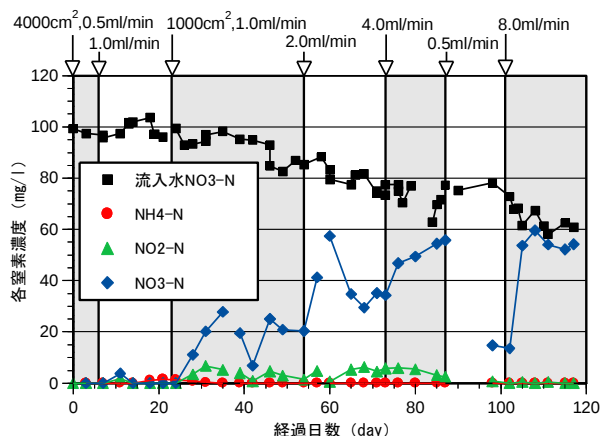


図-2 track1 における各種窒素成分の推移

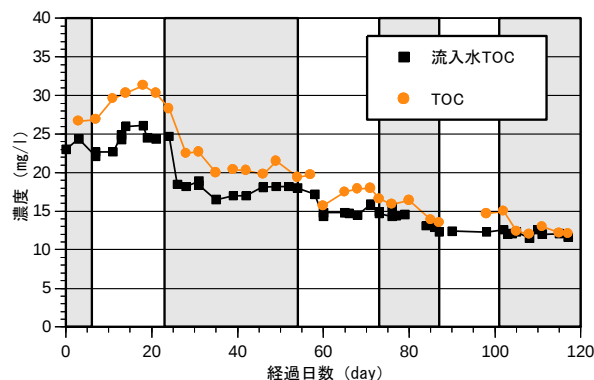


図-3 track1 における全有機炭素濃度

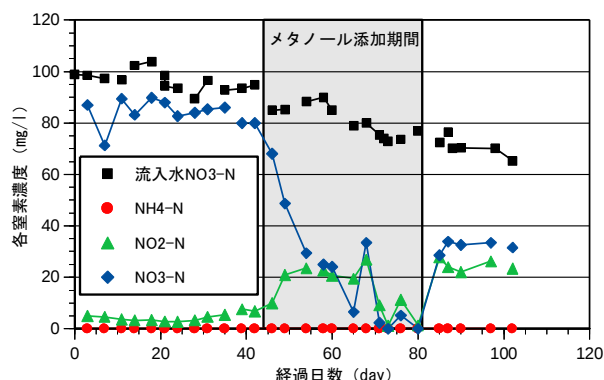


図-4 track4 における各種窒素成分の推移

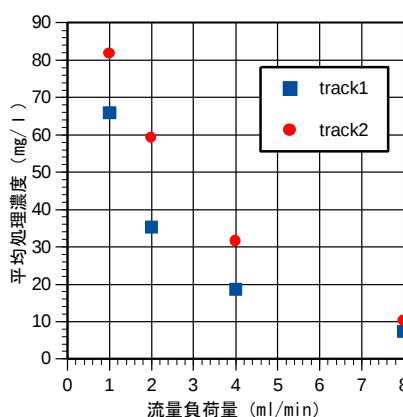


図-5 平均処理濃度分布

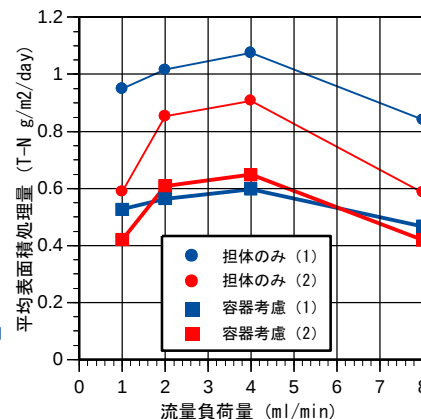


図-6 単位表面積あたりの処理量