

廃棄物埋め立て処分場からの浸出水の脱窒処理技術の基礎的検討

神戸大学大学院 学生会員 ○松本 敏秀

神戸大学 フェロー 道奥 康治

(株)大林組 正会員 釘宮 晃一

神戸大学大学院 学生会員 山田 怜奈

1. はじめに

陸域の一般廃棄物埋め立て処分場では、降水の地下水流出とともに汚濁成分が流域に浸出し、公共用水域への環境影響が懸念される。対象とする処分場は埋め立て完了後 20 年以上を経過しており、当局は現在稼働中の浄化処理施設を停止して、事後の水質管理の準備を進めている。浸出水の貯留池ではアンモニア性窒素や BOD が高く嫌気的環境に維持された状況にあるため、現在、マイクロバブル曝気によって硝化を促進する方策を検討している。その結果、曝気実験では、浸出水中のマンガンなどの金属類が不溶化・沈殿して除去され、アンモニア性窒素は硝酸性窒素に硝化されることを確認した。しかし、全窒素はほとんど減少せず、別途に硝化水の脱窒処理システムが必要である。本研究では、曝気された浸出水の全窒素の除去を目的として脱窒技術に関する基礎的検討を行うものである。

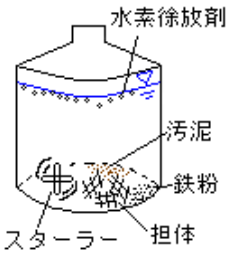


図-1 実験の概略

2. 実験方法

図-1 のような 5L の密閉容器ごとに各種条件に対応する試料水と表-1 の薬品などを投入し、スターラーで攪拌しながら静置する。定時に試料を採水し窒素系各成分の濃度を測定した。

表-1 投入物質の役割

投入物	役割	鉄粉	水素徐放剤	メタノール	原水	汚泥	担体
還元剤	酸素を奪い、還元環境を作る。	○	—	—	—	—	—
有機物	水素供与体として、有機物を与える。	—	○	○	○	—	—
脱窒菌	微生物の数を増やしたり、活性化させたりする。	—	—	—	—	○	○

3. 実験結果

各ケース間の水質濃度差から各投入物質が水質反応におよぼす効果を確認した。ここでは、全窒素濃度に重点を置いて、水質の推移を検証した。

(1) 還元剤の添加 (図-2)

脱窒は還元反応であり、一般に溶存酸素濃度 DO が 0.5mg/L 以下で生じると言われている¹⁾。還元剤として鉄粉を添加したが、DO は、1~3mg/L 程度にまでしか低下せず、大半のケースにおいて酸化還元電位 ORP が 50mV 前後で正值をとり、嫌気的環境を得ることはできなかった。それにも関わらず脱窒が生じた原因は、局所的に DO や ORP の小さな部分が存在していたためであると推察される。また、鉄粉と水素徐放剤を同時に使った場合の方が、鉄粉のみを使用するよりもわずかに脱窒を促進しており、鉄粉と有機物が相乗的に作用したことが示唆される。しかし、鉄粉の添加により NH₄-N も 5mg/L ほどまでに増加しており、鉄粉は脱窒とともに硝酸のアンモニア還元も同時にもたらしめている可能性がある。



写真-1 水素徐放剤



写真-2 担体

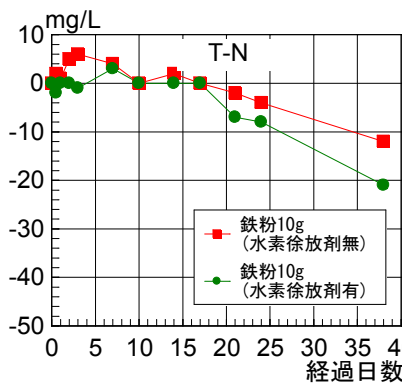


図-2 全窒素の推移 (還元剤添加)

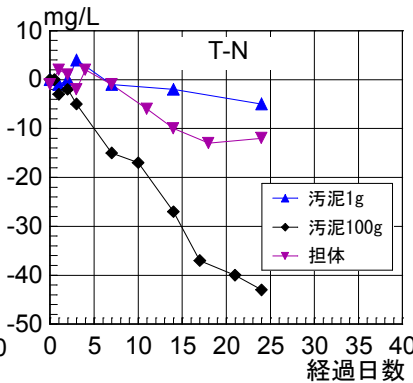


図-3 全窒素の推移 (脱窒菌添加)

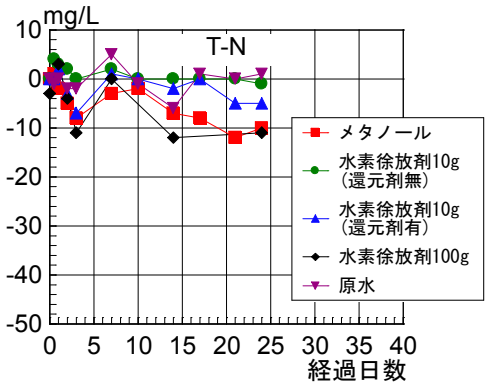


図-4 全窒素の推移 (有機物添加)

(2)脱窒菌の添加 (図-3)

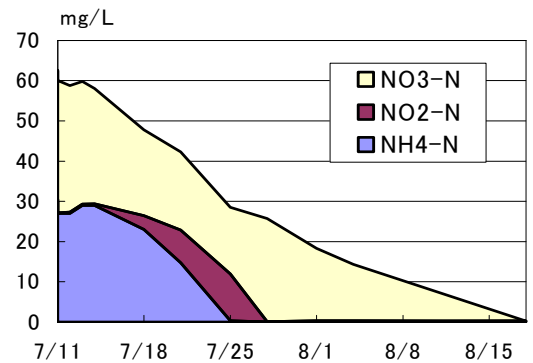
脱窒菌の供給源として、現在稼動中の浄化処理施設の脱窒塔から採取した汚泥を添加する。添加量が 1g 程度の場合には全窒素はさほど減少しないが、100g の場合には全ての投入物質の中で最も大きな脱窒効果を確認した。すなわち、実験開始時点において脱窒菌が多いほど脱窒の開始が最も早く、反応速度も大きいことがわかる。また、担体を投入した場合にも底泥を 100g 投入した場合に次ぐ脱窒促進効果が認められ、脱窒菌の生息環境を整えて活性化することが脱窒の促進に有効に作用することが確認できる。なお、担体は容器底部に偏在していたため、大量に投入して容器全体に担体を配置すれば、さらに脱窒効果を向上できる可能性がある。

(3)有機物の添加 (図-4)

還元剤(鉄粉)を添加しない場合には、水素徐放剤の効果はほとんど見られなかった。これは、鉄粉から鉄イオンが溶出する際に発生する水酸イオンが水素徐放剤の分解を促進するためであると考えられる²⁾。すなわち、水素徐放剤単独では溶解速度が小さすぎるため、鉄粉との併用が必要であるという事を示唆している。

また、有機物の供給源として浸出水原水を添加した場合には、脱窒効果はほとんど確認できなかった。この場合、窒素の大半がアンモニア性窒素(NH_4)からなる原水と、大半が硝酸性窒素(NO_3)からなる硝化水を等量混ぜたが、ORP が 0~50mV と正の値を示したため、図-5 のように $\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$ の硝化反応と $\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow$ の脱窒反応が同時に生じることが確認された。これは曝気による前処理で完全に硝化されていなくても、脱窒が進行することを示している。

実機での運用を考慮に入れた場合、メタノールは消費速度が大きく頻繁な添加を必要とするため維持管理上不利であるが、水素徐放剤の場合には、水への溶解が緩慢であるため耐用期間が長く、脱窒技術として有効であると言える。



実験条件：硝化水 2.5L + 原水 2.5L
+ 鉄粉 10g + 汚泥 100g

図-5 原水添加時の
各形態窒素濃度の推移

4. むすび

1. 完全な嫌気環境に至らなくとも脱窒は進行する。
2. 底泥による脱窒菌の供給と担体を用いた微生物の生息環境整備により反応が促進される。
3. 水素徐放剤と鉄粉を同時に用いれば、相乗効果を期待できる。
4. 脱窒と硝化の同時進行は可能である。

参考文献

- (1)北尾高嶺著：生物学的排水処理工学，pp.242~246，コロナ社，2003。
- (2)環境省環境管理局水環境部：硝酸性窒素による地下水汚染対策事例集，pp.213，2004。

http://www.env.go.jp/water/chikasui/no3_taisaku/