

VII-32

硫黄脱窒生物濾過における硝酸塩及び亜硝酸塩からの脱窒活性について

茨城大学大学院 学生員 田杭 秀規
鈴縫工業 高橋 康吉
茨城大学工学部 正会員 古米 弘明

1. はじめに

本研究では、有機物を利用しない独立栄養細菌である硫黄脱窒菌を利用した粒状層濾過プロセスによる硝酸塩除去について検討を行っている。従来の研究結果¹⁾で、硝酸塩は濾層上部で速やかに除去されるものの、亜硝酸塩が蓄積し窒素ガスまで完全に還元しない傾向が見られた。この原因として硫黄脱窒の進行に伴い、ろ層下部の付着生物膜内では液相の観測値以上にpHが低い状態になっていることにより、膜自体の活性が低下したことが考えられる。そこで本報告では、生物膜内のpH条件を制御するためにアルカリ度分の添加量を段階的に変えた処理実験を行い、処理性能の比較と処理水に亜硝酸塩が残留していない状態での付着菌体の脱窒活性について調べた結果を述べる。

2. 実験方法

連続濾過実験装置の概要と運転条件などをFig.1に示す。装置は内径10cmの亚克力樹脂製であり、濾材としてアンスラサイトを充填している。また、下向き濾過速度が4 m/dayになるようにポンプで模擬水道原水を流入させた。pH調整に必要となるアルカリ度分(NaHCO_3)を、菌体合成を考えない硝酸塩から亜硝酸塩への還元反応の化学量論式をもとに計算し、その2~5倍量(120~300mg- NaHCO_3 /l)を段階的に添加した。また、この量は菌体合成を考えた場合でも1.28~3.19倍量になる²⁾。

実験は、 NaHCO_3 を段階的に上昇させるRun A(120→150→240mg/l)と、高濃度から低下させてゆくRun B(300→240mg/l)の2系統で行った。脱窒活性試験はRun Bの連続実験終了後、濾層を深さ方向に4区間(S1~S4 Fig.1参照)に分け、各付着生物膜を対象に実施した。そして、電子受容体として硝酸塩と亜硝酸塩を単独に添加した2系統の回分試験を行った。その基質組成と試験装置を、Table1とFig.2に示す。

3. 実験結果および考察

3-1 連続実験における処理状況

全運転期間における流出水の硝酸塩、亜硝酸塩の濃度変化をFig.3に示す。Run A,Bともに硝酸塩は速やかに除去が終了していることがわかる。しかし亜硝酸塩に着目すると、 NaHCO_3 添加濃度の高いRun Bでは、初期に亜硝酸塩の流出があるものの、その後処理が良好に行われている。これに対し、添加濃度の低いRun Aでは亜硝酸塩の蓄積が伺える。しかし120→150→240mg/lと NaHCO_3 濃度を上昇させるとともにその蓄積レベルの低下が見られる。また、処理が安定したと考えられる時点(Fig.3中の↓)における深さ方向のpHの分布をFig.4に示した。亜硝酸の蓄積が解消されている実験(Run B-1,B-2,A-3)において観測されたpHのうち最小値は約7.2であり、亜硝酸塩の残留がない状態を確保するためには、少なくとも液相側でpHが7.2以下にならないようにアルカリ度を調整する必要があることがわかる。

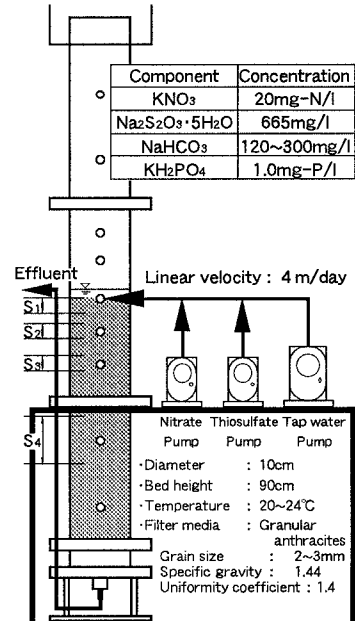


Fig.1 Experimental apparatus

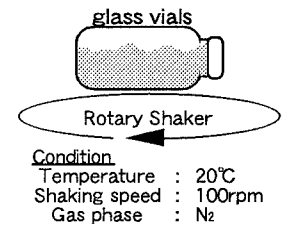


Fig.2 Apparatus for batch test

Table1 Medium for batch experiment

Component	Concentration
KNO_3 or KNO_2	20mg-N/l
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	665mg/l
NaHCO_3	300mg/l
KH_2PO_4	1.0mg-P/l

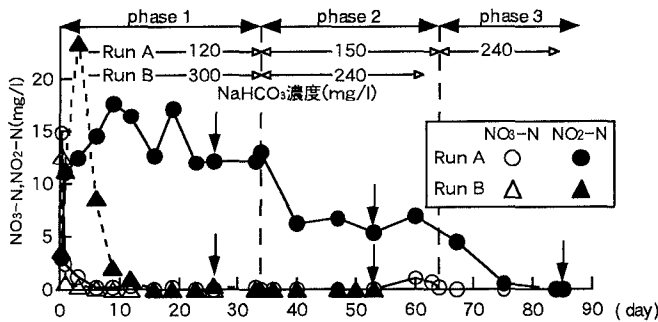


Fig.3 Changes of nitrate and nitrite concentrations in effluent for Run A and Run B

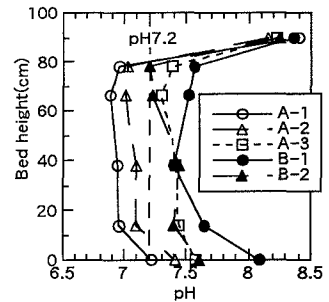


Fig.4 pH profiles along the column

3-2 附着生物膜量とスライス断面活性試験

Run Bの連続処理実験終了後、粒状層を分割して取り出し、無機塩溶液に附着生物膜を分散させ、附着生物膜を懸濁液として回収した。Fig.5には単位濾層体積当たりの生物量としてVSを分析した結果を示す。次に、回収附着生物膜による回分活性試験を行った結果をFig.6に示した。これらの結果から、最上部のS1とS3で生物量が多いこと、硝酸塩の比除去速度は濾層上部(S1,S2)で高く、その下部(S3とS4)ではその半分以下になっていること、また亜硝酸塩は、上部では硝酸塩除去より小さいものの流下方向に行くにしたがって大きくなり両者の関係が逆転していることがわかる。Fig.7にはRun B-2の最終状態での硝酸塩と亜硝酸塩の濾層深さ方向の濃度分布を示したが、濾層上部では硝酸塩の形で、また濾層中央部では硝酸塩はほとんど存在せず、亜硝酸塩の形でしか電子受容体が存在していないことがわかる。このことが濾層上部と中央部での硝酸塩や亜硝酸塩からの比脱窒速度や両者の大小関係に違いを生じさせたものと考えられる。しかしながら、上部とともに中央部において附着生物膜量が増加している理由は明らかでない。

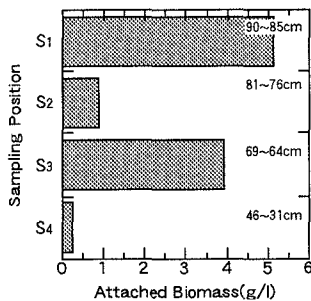


Fig.5 Attached biomass along the column

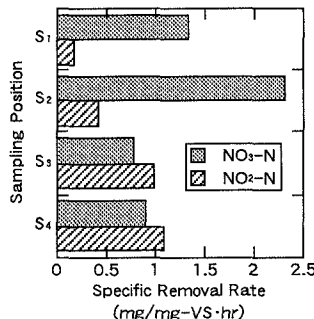


Fig.6 Specific removal rate along the column

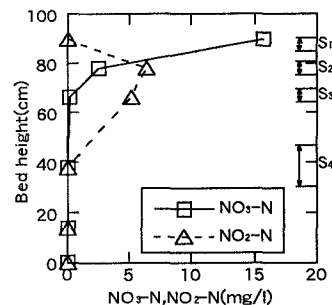


Fig.7 Nitrate and nitrite profiles along the column

4. まとめ

硫黄脱窒細菌を用いた硝酸塩の除去プロセスにおいて、亜硝酸塩の蓄積のない良好な処理をするためには濾層の全域にわたって液相のpHを7.2以上に必要がある。また処理が良好な状態での附着生物膜の脱窒活性については、濾層上部では硝酸塩の比除去速度がより高く、亜硝酸塩の比除去速度は流下方向に行くにしたがって大きくなる傾向があった。しかし、独立栄養の硫黄脱窒細菌以外に従属栄養細菌もある程度共存していることが十分予想されることから、今後キノプロファイル法を適用し、独立栄養及び従属栄養の細菌体群組成の解析をする予定である。

<参考文献>

- 1)古米、尾林(1995) 第45回全国水道研究発表会講演集,p112-123
- 2)Bisogni and Driscoll (1977) Journal of Env.Eng.,A.S.C.E.,103, No.EE4,p593-604