

VII-33

硫酸塩還元細菌と硫黄脱窒細菌を組み合わせた窒素除去に関する研究

金沢大学大学院土木建設工学専攻
金沢大学工学部土木建設工学科
金沢大学工学部土木建設工学科

学生会員 金井一人
正会員 池本良子
正会員 小森友明

1.はじめに

近年、海域の窒素りの環境基準の設定や水道水源保全2法の成立にみられるように、閉鎖水域の富栄養化防止のための廃水処理における窒素除去の必要性がますます高まっている。自然界には還元型硫黄主を酸化してエネルギーを得ることのできる硫黄脱窒細菌の存在が知られている。本研究では、発泡ポリプロピレン単体を用いて硫酸塩還元細菌と硫黄脱窒細菌を処理槽内に共存させることにより、系内に硫黄のサイクルを形成し、有機物除去と脱窒を効率的に行う方法を検討した。

2.実験装置と実験方法

実験装置の概要を図1に示す。硫酸塩還元槽、硫黄脱窒細菌槽はともに都市下水処理場の汚泥を種汚泥とし、それぞれ単独で馴養して細菌を集積した。硫酸塩還元細菌と硫黄脱窒を集積した後、二つの実験装置を接続した。硫酸塩還元槽及び硫黄脱窒槽はそれぞれ同じ大きさのもので、高さが30cm直径10cmの円筒形で（容積2.356L）、高さ約2/3まで発泡ポリプロピレン単体を充填した上向流生物ろ過装置とした。両槽共に水理学的滞留時間(HRT)を6時間に設定した。

人工廃水は表1に示す酢酸とペプトンを主体とするものを用い、硝化槽からの返流水を想定して、硝酸ナトリウムをRun1では250mg/L、Run2では500mg/Lとなるように硫黄脱窒槽の下部から流入することにした。

週に2回、硫酸塩還元槽の流入水、流出水、硫黄脱窒槽の下部及び流出水を採取して水質分析を行った。分析項目はメンブレンフィルターろ液について硫酸塩、硝酸塩の測定を行い、硫化物は原液を用いた。運転開始からRun1では40日目に、Run2では6日目にこれらの分析項目に加えて蛋白質、有機酸濃度の測定も行った。分析方法としては硫酸塩、硝酸塩、有機酸濃度はイオンクロマトグラフにより、蛋白質はローリー法を用いた。硫化物は検知管法により測定を行った。

3.実験結果と考察

図2、図3は硫酸塩還元槽の流入水、流出水、硫黄脱窒槽の下部及び流出水に含まれる硫酸塩、硝酸塩濃度の経日変化を表したものである。運転開始から25日目以降から硫酸塩還元槽で硫酸がほとんど還元され、硫黄脱窒槽で再び増加している。また、それに伴って硝酸が完全に除去されており脱窒が95パーセント以上進行的した。

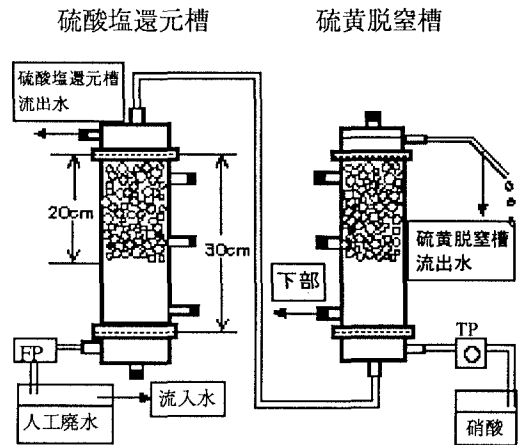


図1 実験装置概要図

表1 人工廃水の組成 (mg/L)

	RUN1	RUN2
運転日数	47日	12日
CH ₃ COOK	200	200
Polypepton	400	400
Yeast Extract	40	40
NaHCO ₃	71	71
KCL	174	174
MgSO ₄ · 7H ₂ O	157	157
CaCl ₂	51	51
KH ₂ PO ₄	91	91
MgCl ₂	61	61
NaNO ₃	250	500

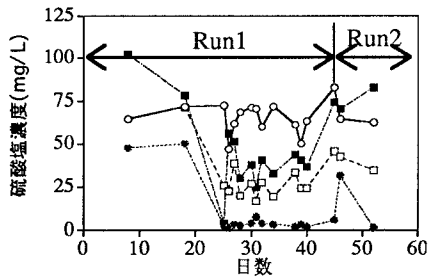


図2 硫酸塩濃度の経日変化

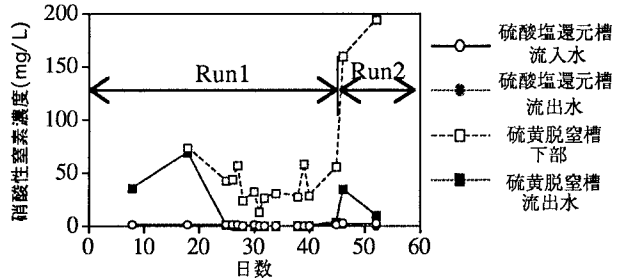


図3 硝酸性窒素濃度の経日変化

図4、図5はRun1における硫酸塩還元槽の流入水、流出水、硫黄脱窒槽の下部及び流出水に含まれる有機物、無機塩の濃度を示したものである。硫酸塩還元槽では硫酸塩が減少し硫化物が増加している。それに伴い蛋白質が酢酸に転換している。硫酸塩還元細菌が人工廃水中のペプトンを利用して酢酸を生成していたと考えられる。硫酸塩還元槽の流出水から、硫黄脱窒槽の下部で水質変化が認められた。これは、添加した硝酸塩が下方へ拡散し、硫黄脱窒槽の底部にフロック状の生物膜が生成し、そこで生物反応が起こっていたからである。

TOCは硫黄脱窒槽の流出水では30mg/L以下まで減少し、それに伴いICが増加した。脱窒反応に伴い、人工廃水中の有機性炭素は無機性炭素に分解された。一方、硫化物の硫酸塩の酸化も認められた。硫黄脱窒槽では、硫黄脱窒細菌と多栄養性脱窒細菌とが共存していると考えられる。しかし、硫黄脱窒槽の硫酸塩濃度は流入の硫酸塩濃度ほど回復しなかった。

図6、図7はRun2における有機物、無機塩の濃度を示したものである。硫黄脱窒槽の流出水で硫酸塩濃度が硫酸塩還元槽の流入水の濃度以上に増加し、硫化物もほとんど消費されている。しかし、硫黄脱窒槽流出水の有機物濃度はRun1の条件の時に比べて倍以上残っている。これはRun1の条件では、硫黄脱窒槽で硫酸還元が同時に起こり、蛋白質から酢酸の転換が起こったためと考えられる。今後、下水中のC,N,S比の影響を検討することが重要であろう。

4 まとめ

1) 硫酸塩還元細菌と硫黄脱窒細菌を組み合わせることにより、系内に硫黄のサイクルを形成し、効率的な脱窒を行うことは十分可能である。

2) 硫黄脱窒槽で硝酸塩濃度が高い条件下では脱窒は良好に起こり、硫化物もほとんど消費されたが有機物が残存した。

謝辞；本研究を行うにあたり、実験に協力して頂いた

松本文彦さん、百瀬大志さん、感謝しております。

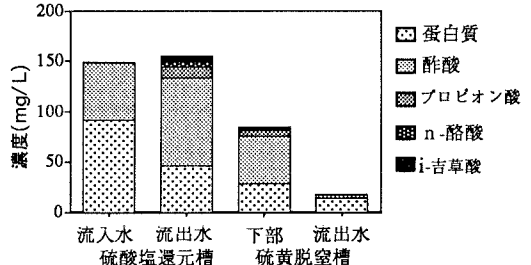


図4 有機物濃度(Run1)

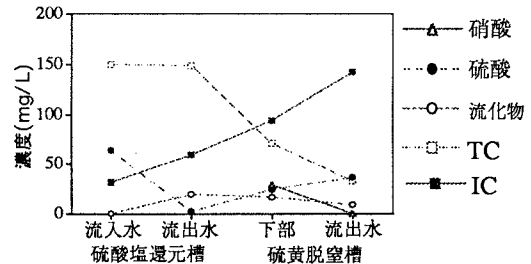


図5 無機物濃度(Run1)

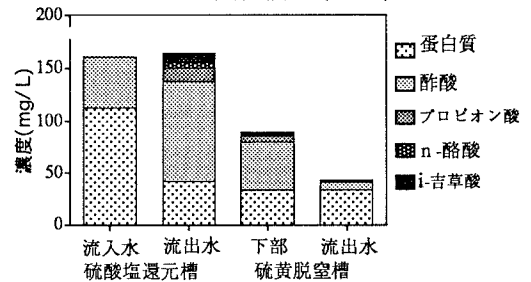


図6 有機物濃度(Run2)

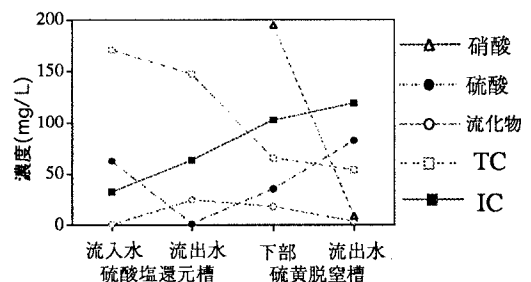


図7 無機物濃度(Run2)