

USB法による地下水の脱窒処理に関する研究

熊本大学工学部 正員 古川憲治
熊本大学工学部 Rouse, J.D.
熊本大学工学部 学員 ○ 隅田憲宏

1. はじめに

わが国でも農業活動に伴う地下水の硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)による汚染が大きな社会問題となってきた。飲料水に関する水質基準では $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が10mg/L以下に設定されているが、場所によってはこの値を上回っている井戸が数多く報告され、その効果的な除去方法の確立が待たれている。現在では、生物学的な脱窒法が最も経済的な $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去方法として各種の脱窒法が開発されている。我々は効率的な生物学的 $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去法として、造粒脱窒汚泥を活用する上向流汚泥床法(Upflow Sludge Blanket Process: USB法)を取り上げ、その汚泥の自己造粒に関係する因子について連続処理試験によって検討した。

2. 実験材料並びに方法

実験には図-1に示す容量1.7L、内径7.0cmの亚克力製の反応槽を使用した。反応槽内部はスパイラル状の針金で緩速攪拌した。種汚泥には、研究室でメタノールを炭素源に馴養している脱窒活性汚泥を使用した。地下水起源の水道水に NaNO_3 、 CaCl_2 、 KHCO_3 を所定の濃度になるように補填した後、窒素ガスで脱気し供試排水と反応槽底部から供給した。脱窒の炭素源としてのエタノールは別のラインで反応槽底部から供給した。USB法による汚泥造粒では、流入水のprecipitation potential(以下、PPと略する)が重要な汚泥造粒因子となるが、PPは図解法⁽¹⁾で決定した。分析は全て下水試験方法によった。

3. 実験結果並びに考察

(1)スタートアップと予備試験成績

明らかな造粒汚泥の形成には30日要したが、それでも満足のいく造粒汚泥は形成されなかった。その後、表-1に示す運転条件で、Run1~4の予備試験を行い、図-2の結果を得た。USB法における脱窒造粒汚泥の形成に適した条件を種々検討し、最終的に沈降性に優れた写真-1に示す直径が約3mmの造粒汚泥を得た。

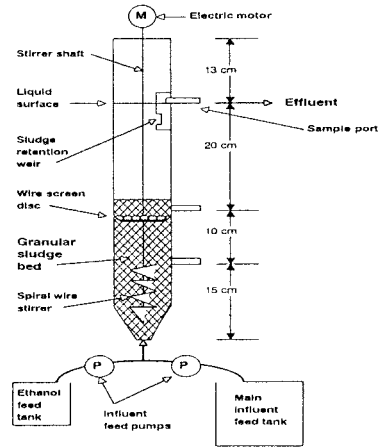
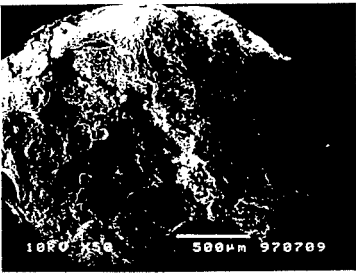


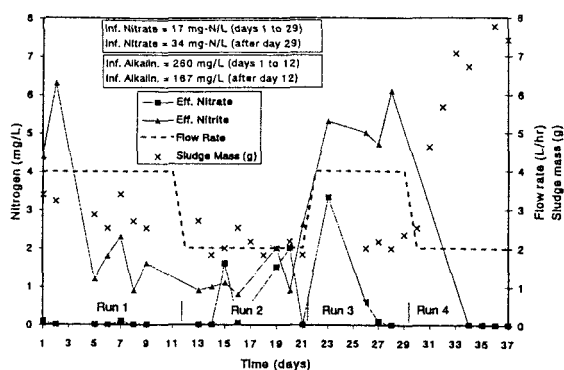
図-1 USBリアクタの模式図

表-1 運転成績(予備試験)

Items	Run No.	1	2	3	4
Flow(L/hr)		4	2	4	2
Inf. $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)		17	17	17	34
Inf. Alkalinity(mg/L)		260	170	170	170
Alkalinity produced		50	50	30	60
Eff. $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$		2	2	5	0

写真-1 造粒汚泥の電子顕微鏡写真





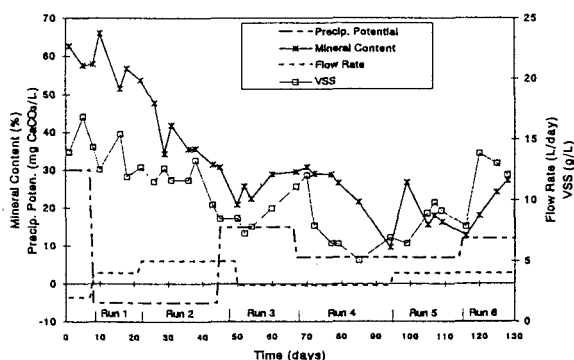
図一 2 予備試験における経時変化

(2)連続脱窒試験

良好な脱窒造粒汚泥を得た後、表一 2 に示すように流入水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を 21mg/L 、アルカリ度を 180mg/L に固定した条件で、流入水量を $3\sim 5\text{L/d}$ で変化させ連続脱窒処理試験を行った。リアクタ内の PP が脱窒汚泥の造粒と脱窒特性にどのように影響するか検討し、図一 3 の結果を得た。実験期間中完全な脱窒処理が達成され、USB の優れた処理特性を確認することができた。実験期間中、操作トラブル (pH 調整の失敗、流入ポンプのトラブル等) で一時的に脱窒効率が低下したが、正常運転に戻すと直ちに脱窒機能が回復されたことから、USB 造粒汚泥の培養環境の変動に対する安定性が認められた。

表一 2 運転成績

Items	Run No.	1	2	3	4	5	6
Flow(L/hr)		4	5	3	3	4	4
Inf. $\text{NO}_3\text{-N}(\text{mg/L})$		21	21	21	21	21	21
Inf. Alkalinity (mg/L)		180	180	180	180	180	180
Alkalinity produced		65	65	65	65	65	65
Eff. $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$		0	0	0	0	0	0
PP(mg $\text{CaCO}_3\text{/L}$)		-5	-5	+15	+7	+7	+12



図一 3 連続脱窒試験の経時変化

Run1-2 ではリアクタ内の PP 値が -5mg/L であったので、造粒汚泥のミネラル含有量が 65% から 25% にまで低下した。その後、造粒汚泥のミネラル含有量はリアクタ内の PP 値に時間遅れで追随したが、 $20\sim 30\%$ の範囲内で安定することが判った。

4. まとめ

熊本市の地下水に若干量の Ca^{2+} を補填した水をもとに USB 法による汚泥造粒を試み、沈降性に優れた造粒汚泥の形成に成功するとともに、この造粒汚泥を用いれば、 $20\sim 30$ 分程度の短い液滞留時間で完全なる脱窒処理が可能となることを明らかにした。

(参考文献)

- (1) Loewenthal R.E., Wiechers H.N.S., Marais G.V.R.: Softening and stabilization of municipal waters, Water Research Commission, Pretoria, South Africa (1986)