

軟水を対象とする UAB リアクターにおける脱窒造流汚泥の最適化

熊本大学工学部 正員 古川憲治
熊本大学工学部 ASCE 会員 J. D. ROUSE
熊本大学工学部 学生員 ○中嶋貴宏

1. はじめに

わが国においても農業活動に伴う地下水の硝酸性窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) による汚染が社会問題となっており、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 $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去方法として認識され、各種の脱窒法が開発されている。本研究ではその中から、脱窒造粒汚泥を活用する上向流汚泥床法 (Upflow Sludge Blanket Process: USB 法) を取り上げた。従来の研究では、USB 法による脱窒汚泥の造粒には非常に高い硬水 ($>300\text{mg/L}$) が必要であることが分かっている⁽¹⁾。本研究では、より低い硬度とカルシウム濃度をもつ供試排水を用いて長期にわたる連続処理試験を行うことにより、わが国の地下水 (軟水) に USB 法を適用できるかを検討した。

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 のアクリル製の円筒リアクターを使用した。リアクター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した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 、 KH_2PO_4 を所定の濃度になるように充填して供試排水としてリアクター底部から供給した。脱窒の炭素源としてのエタノールは別のラインでリアクター底部から供給した。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⁽²⁾ で決定した。

3. 実験結果並びに考察

表-1 に示す運転条件で Run 1~Run 5 の連続処理試験を行った。リアクター内の PP が脱窒汚泥の自己造流能と脱窒特性にどのように影響するかを検討し、図-2 の結果を得た。標準的な条件といえる Run 1 での処理期間中、完全に脱窒が

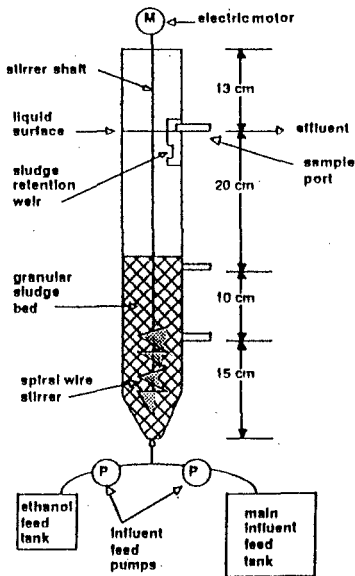


図-1 USB リアクターの模式図

表-1 連続脱窒試験の運転条件

Items	Run 1	Run 2	Run 3	Run 4	Run 5
Days	1~47	48~60	61~136	137~181	182~
Flow (L/hr)	3	3	3	3	3
Inf pH	8.6	8.6	8.6	8.6	9.0
Inf Alkalinity (mg/L)	192	176	134	122	132
Inf Ca (mg/L)	93	77	75	47	43
PP* (mg $\text{CaCO}_3\text{/L}$)	+12	+12	+16	+10	+14

* Inf: 流入水
* PP: precipitation potential

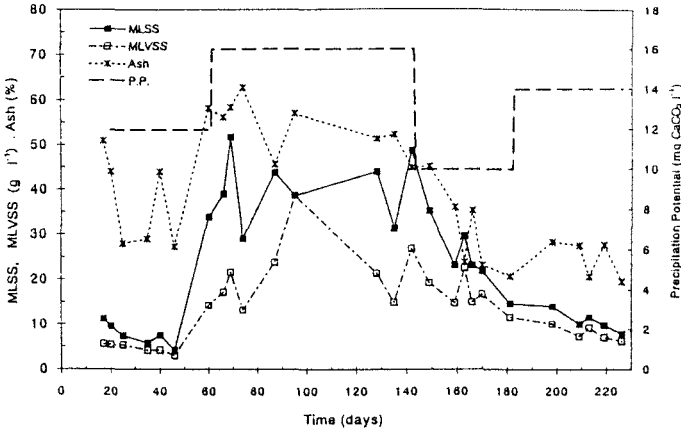
達成され、USB における優れた脱窒特性を確認できた。しかし、この間操作上のトラブル（流入ポンプ、攪拌モーター等）により、リアクタ内の汚泥量が減少し、それに伴いその脱窒効率も低下した。このため流入水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を一時的

（12日間）に2倍に上昇させた Run 2 では、

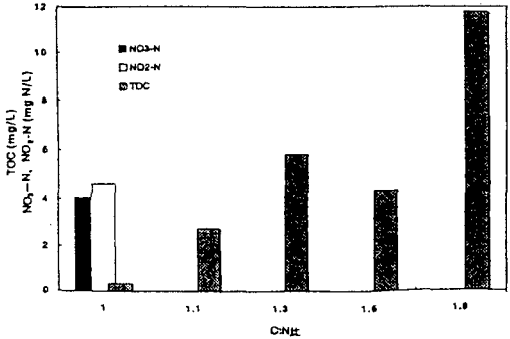
リアクター内の汚泥が急増するとともに脱窒機能も回復した（図一2）。次の Run3 では、流入水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 量は一定で、C:N 比を変化させて連続処理を行い、リアクター内の $\text{NO}_3\text{-N}$ と汚泥の脱窒処理能力、TOC との関係を検討した（図一3）。C:N 比が1.0以外の場合では、いずれも完全脱窒が達成された。1.0の場合では、流入水の TOC 負荷量が高いために汚泥の脱窒能を上回り、処理水中に未脱窒の $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$ が残存した。Run4 では、流入水を低カルシウム濃度に伴う条件下での汚泥との関係を検討した。カルシウム濃度の減少に伴いリアクター内の PP も低下し、汚泥の MLSS、VSS、Ash 含有量は急激に下降した。リアクターのカルシウム濃度が80~150mg/L のときに造粒形成が活発になることが報告されているが⁽⁴⁾、これを裏付ける結果となった。Run5 は、カルシウムは低濃度に保ち pH を9.0に上昇させて汚泥との関係を検討した。図の結果より、リアクターの PP の増加とともに汚泥の Ash 含有量は増加したが、MLSS、VSS ともに減少傾向が続いた。これにはリアクターの PP が流入水中の pH よりもカルシウムの影響のほうが大きいことが考えられる。引き続き連続処理を行い汚泥濃度との関係を調査する必要がある。

4. まとめ

Run1~5 の条件での連続処理試験の結果、USB リアクターの造粒汚泥の脱窒特性については、流入水の C:N 比=1.0 の条件以外では、ほぼ完全脱窒が達成された。汚泥の造粒特性については、リアクター内の PP と汚泥の MLSS、VSS、Ash 含有量は、ほぼ比例関係にあることがわかった。しかし、pH の上昇に伴う PP の増加の場合では、MLSS、VSS との関係は認められず、今後 pH と汚泥造粒能について検討する必要がある。



図一2. 汚泥濃度、Ash 含有量、PP の経時変化



図一3 流入水 C:N 比と処理水質の関係 (Run3)

（参考文献）：（1）Tarre, S. and Gree, M.: precipitation potential as a major factor in the formation of granular sludge in an upflow sludge-blanket reactor for denitrification of drinking water, Appl. Microbial Biotechnol., (2) Loewenthal R.E., Wiecher H.N.S., Marais G.V.R.: Softening and stabilizathion of municipal waters, Water Research Commission, Pretoria, South Africa (1986)., (3) Effects of high calcium concentrations on the development of methanogenic sludge in upflow anaerobic sludge bed (UASB) reactors.