

[自主研究]

畜産系排水における窒素、リン除去のリアルタイム制御型 処理システムの開発 – 亜硝酸型硝化・脱窒プロセスの検討 –

金主鉉 岸田直裕* 佐々木弘* 常田聡*

1 目的

埼玉県において排出される産業廃棄物のうち約11%は動物のふん尿が占めており、年間120万トンに達している。なかでも畜舎排水は、生活排水に比べて有機物のほか窒素・リンといった富栄養化原因物質の濃度が極めて高いことから、適切処理が求められている。本研究は、このような背景を踏まえ、回分式活性汚泥法をリアルタイム制御することで、処理性能の安定化および窒素・リンの同時除去が可能な新しい処理システムを開発し、その実用化を目指している。

今年度は、硝化反応を完全に進行させずに亜硝酸までで止めること(亜硝酸型硝化)により、反応経路を短縮し、曝気量、外部炭素源投入量の削減等が期待できる亜硝酸型硝化・脱窒プロセスのリアルタイム制御法に着目し、室内実験による検討を行った。本制御法は回分式反応槽内のpH等の情報を利用して、アンモニア酸化の終了をリアルタイムで検出できるため、アンモニア酸化に必要な最低限の酸素を供給することで亜硝酸型硝化が達成できるものと考えられる。

2 実験方法

回分反応槽の有効容積は9Lで、運転は流入5分、沈降55分、排出5分にし、無酸素工程、好気工程はそれぞれ槽内のORP、pHプロファイルからリアルタイム制御を行った。好気工程は、実験開始後40日まではpH曲線上に制御ポイントが現れてから20分間曝気を続け、41日以降は制御ポイントが現れた直後に曝気を停止した。また、無酸素工程では流入後一時間後に外部炭素源として5%メタノールの分割添加を行い、脱窒の終了を指し示す制御ポイントがORP曲線上に現れるまで添加を行った。流入排水は実養豚排水を用い、流入量は300mlで固定した。平均流入水質はTOC:470mg/L、TN:730mg/L、NH₄-N:690mg/Lであった。MLSSは7,000~8,000mg/Lに維持した。水温は20℃で、曝気量は1.2~1.6 L/minの範囲に固定して実験を行った。

3 結果および考察

実験開始後40日までの処理水のNO_x-Nに占めるNO₂-Nの割合はほぼ0%であり、処理水中の亜硝酸イオンの蓄積は認められなかった。アンモニア酸化終了後のばっ気延長によ

り完全硝化が起こったため、亜硝酸型硝化・脱窒プロセスの達成のためには曝気時間を適切に保ち、酸素供給を制御する必要があることが示された。曝気終了時(制御ポイントから20分後)のDO濃度は約2mgO₂/Lであった。

図1に実験開始後116日目(1サイクル)における窒素化合物とORP、pH、DOの挙動を示した。無酸素工程では流入に伴い脱窒が緩やかに進行し、メタノールの投入が開始されると同時に脱窒速度が増加していることがわかる。ORP曲線上に変曲点が現れたところで外部炭素源の添加は自動的に終了した。一方、好気工程ではpHプロファイルを用いたリアルタイム制御によりアンモニア酸化の自動制御が行われ、好気工程終了時のDO濃度は0.3-0.5mgO₂/Lであった。この制御により処理水中のNO_x-Nに占めるNO₂-Nの割合は0%から約37%に上昇した。本研究では、SRTが約40日と長かったので、亜硝酸酸化細菌が増殖しやすい条件であったと考えられ、SRTをさらに減少させることで亜硝酸蓄積を促進させることができると考えられる。

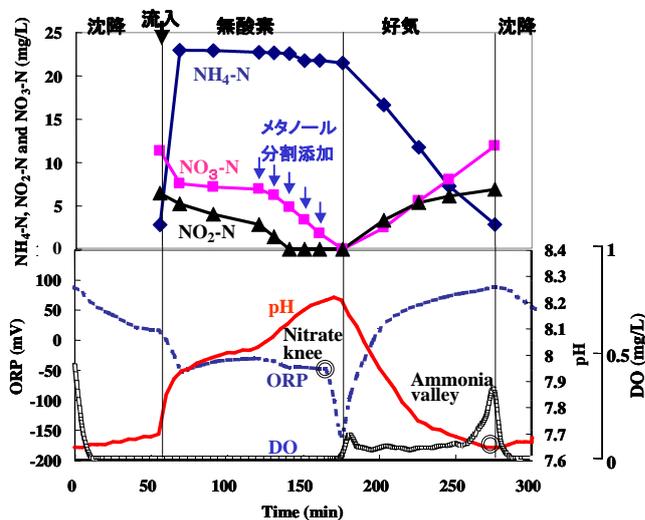


図1 窒素化合物とORP、pH、DOの挙動(116日目)

4 まとめ

亜硝酸型硝化・脱窒プロセスにおいて、曝気時間を適正化することの重要性が示された。SBRリアルタイム制御法は曝気時間の適正化が可能であり、本制御法を用いた亜硝酸型硝化・脱窒プロセスの実現の可能性が示された。