

[自主研究]

下水処理プロセスにおけるN₂O生成ポテンシャルの評価

見島伊織

1 背景と目的

下水処理施設においては、多量のエネルギーの消費や温室効果ガスであるN₂Oの排出等による温暖化への影響が課題となっている。よって、下水処理施設の活性汚泥が持つN₂O生成ポテンシャルを評価し、N₂O排出量の概算を行うことは有用と考えられる。本研究では、N₂O生成に関連する反応に着目し、下水処理施設のN₂O生成速度などを活性試験から調査し、N₂O生成ポテンシャルやN₂O排出係数の変化を議論することで、N₂O排出量を低減できる条件を考察することを目的とした。そのため、曝気風量などに変化があり、窒素除去特性が大きく変化した下水処理施設の処理水窒素濃度、N₂O排出量、硝化に関連する細菌数などの調査を継続して行った。以上の結果を総合し、硝化の進行とN₂O生成の反応経路を考察するとともに、N₂O排出を低減できる条件を検討した。

2 実験方法

県内の標準活性汚泥法で運転されている下水処理施設の反応槽から活性汚泥を採取した。本施設では、硝化抑制(Case1)と硝化促進(Case2)の2つの条件で運転された。硝化活性試験(実験1)では、対象とした施設の反応槽混合液2Lの上澄み1Lを超純水で2回置換後、1N HClまたは1N NaOHにてpHを6.8~7.2に調整した。NH₄-Nが20mg/Lになるように窒素源を添加し連続曝気した。30分おきに2時間、試料の一部を採取してろ過し、ろ液のNO₃-Nを分析し、その傾きを算出し、MLVSSで除し、硝化活性とした。

N₂O生成活性試験(実験2)では、活性汚泥を遠心分離して上澄みを取り除き、窒素成分を除いたBOD希釈水で置換した後、pHを6.8~7.2に調整した試料50mLをバイアル瓶に分取した。ここに5mgN/LとなるようにNO₂-N溶液を1mL添加して密閉し、0~2h振盪器で攪拌した。次に阻害剤を添加し、激しく攪拌した後、20°Cで静置して気液平衡させた。バイアル瓶上部のガスをガスタイトシリンジで採取し、N₂Oを測定した。

3 結果

Case1からCase2へ移行した期間の硝化活性試験(実験1)で求めたNO_x-N生成活性およびNO₃-N生成活性の変化は図1に示すとおりであり、硝化促進へ運転変更を行ったCase2に移行してからはいずれも顕著に増加していた。これは、曝気風量の増加によりDO供給が増加し、NH₄-N酸化量が増加したことで、AOB(アンモニア酸化細菌群)のNH₄-N酸

化活性が高まったためであると考えられた。NO_x-N生成活性とNO₃-N生成活性の差はCase2に入り増加し、両者の差は6月後半で最大1.7mgN/gVSS/hにもなったが、Case2の後半ではほぼ等しくなった。以上より、Case1ではNO₂-NからNO₃-Nへの酸化が停滞していたが、Case2に移行したことでAOBのNH₄-N酸化活性に続いてNOB(亜硝酸酸化細菌群)のNO₂-N酸化活性も上昇し、Case2の後半では硝化反応がNO₂-Nで停滞することなくNO₃-Nまで完全に酸化されるようになったことが示唆された。

N₂O生成活性試験(実験2)で求めたNO₃-N生成活性およびN₂O生成活性の変化も図1に示した。N₂O生成活性はCase1の後期において0.25mgN/gVSS/h程度であった。N₂O生成活性は、Case2への移行後、徐々に減少した。また、実験2のNO₃-N生成活性は、Case1では実験1のNO₃-N生成活性と同様に低かったが、Case2に移行してからは増加し、7月以降に概ね4mgN/gVSS/h以上で一定となった。また、NO₃-N生成活性が増加した場合には従属栄養細菌によるNO₂-N還元を阻害し、N₂O排出係数が減少したと考えられる。

以上のように、硝化の制御が観察された活性試験の場合、硝化抑制運転をした際には、NO₃-N生成活性は低く、N₂O生成活性が高かった。また、硝化を促進した際は、NO₃-N生成活性が高く、N₂O生成活性が低くなった。これは、NOBの活性が低い際にはAOBによるNO₂-N還元が卓越し、NOBの活性が高まるとNOBのNO₂-N酸化が卓越することによって生起すると考えられた。

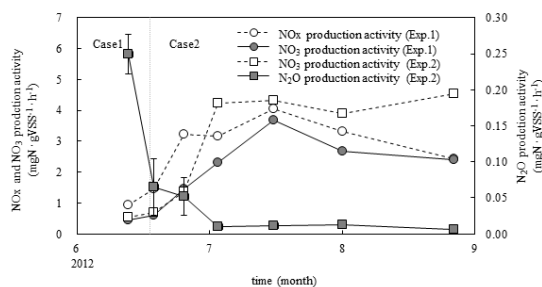


図1 活性試験の経時変化

4 今後の予定

室内で窒素源を主基質とする人工下水を用いて活性汚泥を培養し、純粋な条件において、今回の下水処理施設の調査でみられた硝化に関する運転条件を変化させて、N₂O生成ポテンシャルを調査する予定である。