

[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、エネルギーの消費やN₂Oの排出等により多量の温室効果ガスが発生している。N₂Oの排出量を算定するために、N₂O排出係数などの原単位を用いることが行政的には有用である。しかしながら、既存の原単位とは異なる排出量が報告されることもしばしばある。N₂O排出係数を現場の調査から求めている事例もあるが、同じ処理方式であっても運転条件によって排出量が異なることもある。これらのことから、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合理的な方法と考えられる。たとえば、NH₄からNO₃へ酸化される硝化過程においては、回分試験から算定したNH₄からNO₂およびNO₃への酸化速度、別途ヘッドスペース型の回分実験から算定したNO₂からN₂Oへの転換速度などの組み合わせがN₂O生成ポテンシャルとして定義できるのではないかと考えている。そこで、本研究は採取した汚泥にNO₂-Nを添加したヘッドスペース型回分試験により、硝化脱窒の両過程においてNO₂-N濃度、反応時間を変動させた条件におけるN₂O生成量、各窒素成分の挙動を調べ、N₂O生成ポテンシャルを評価できる条件を検討した。

2 実験方法

硝化が十分に行われているOD法(施設A)と硝化が不十分でNH₄-Nの残存が観察される標準活性汚泥法(施設B)で運転されている2ヶ所の排水処理施設の反応槽から活性汚泥を採取した。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。硝化試験の場合、ここにNO₂-N溶液を0~20mgN/Lとなるように1mL添加して密閉し、0~2h振盪器で攪拌した。次に阻害剤(20%グルコン酸クロルヘキシジン溶液)1mLを添加し、30秒間激しく攪拌した後20℃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。なお、脱窒試験の際は密閉前に気相部の窒素置換、酢酸ナトリウム溶液を60mgC/Lとなるよう1mL添加し、その後は同様の操作でN₂Oの測定を行った。

3 結果

3.1 NO₂-N濃度を変動させた実験

NO₂-N濃度を変動させ、反応時間を1hとした場合の試験結果を図(左)に示す。すべての試験系において初期NO₂-N濃度の増加に伴いN₂O生成濃度が上昇する傾向が確認された。なお、硝化が十分に行われていない施設Bにおいて、施設Aと比較して硝化試験時、脱窒試験時共にN₂O生成濃度が高かった。別途行っている対象実施施設の反応槽内NO₂-N濃度が5mgN/L以下であることを考慮し、その後の反応時間を変動させる試験においては初期NO₂-N濃度を5mgN/Lで検討することとした。

3.2 反応時間を変動させた実験

反応時間を変動させ、初期NO₂-N濃度を5mgN/Lとした場合の試験結果を図(右)に示す。概ね反応時間が長いほどN₂O生成濃度が高くなる傾向が見られ、硝化試験時では施設Bが施設AよりもN₂O生成濃度が高い結果となった。脱窒試験時には施設Aの方が施設BよりもN₂O生成濃度が高かった。施設Bの汚泥を用いた脱窒試験においては0.5h以降、N₂Oの減少が見られ、生成されたN₂Oが窒素ガスへ還元されたと考えられる。これらのことから、初期NO₂-N濃度を5mgN/L、反応時間を1時間とすることが実験条件として適当と考えられた。

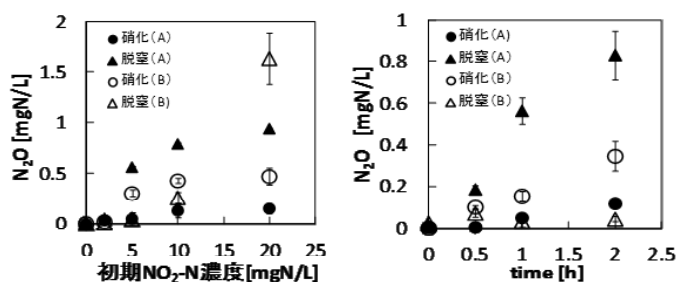


図 初期NO₂-N(左)、反応時間(右)に対するN₂O生成

4 今後の予定

下水処理施設のN₂O生成ポテンシャルの調査を行い、窒素負荷や水質との関係性を考察する。自動N₂O測定装置を用いN₂O生成の変動特性を調査し、N₂O生成ポテンシャルとの関係性を考察し、N₂O生成抑制条件を整理する。これらにより、埼玉県内の下水処理場における温室効果ガス排出量の算定および個々の処理場の発生抑制手法の検討を行う。