

水処理プロセスにおける N₂O 排出抑制研究の動向

齋藤 利晃
Saito Toshiaki

日本大学理工学部 土木工学科 教授



プロフィール

1990年 東京大学工学部反応化学科卒業
1992年 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻修士課程修了
1995年 同博士課程修了
1995年 日本大学理工学部土木工学科助手
1999年 同専任講師
2005年 同助教授 (2007- 准教授)
2009年 同教授

水処理プロセスから排出される亜酸化窒素（以下、N₂O）は、下水道施設から排出される温室効果ガス量のおよそ10%を占めるとされ、オゾン層破壊の主たる原因物質の一つでもあることから、その排出削減が急務とされている。

これまで、N₂O 排出量に関するプロセス間比較などを通じて排出量削減策が検討され、プロセス毎に異なる排出係数が定められるまでに解明が進んできた。また、曝気の与え方や SRT などの運転管理指標や水質環境条件（亜硝酸濃度、DO、ORP など）の影響についても詳細な研究が積み重ねられ、槽内の現象そのものはブラックボックスながら、幾つかの操作因子（Input）と N₂O 生成（Output）との関係は解明されつつある。しかしながら、現状において未だ排出量の変動は大きく、適切な N₂O 制御法の開発には至っていない。

ブラックボックスを解明する鍵の一つが生物叢解析であり、FISH 法など分子生物学的手法を用いて属や種レベルで N₂O 生成に寄与する細菌を明らかにして制御に利用する試みである。特に、主要な N₂O 生産者であるアンモニア酸化細菌について *Nitrosomonas*

属と *Nitrosospira* 属の N₂O 生成能評価が行われてきた。これまでの報告によれば、種レベルでも異なる上、亜硝酸濃度などの環境条件によっても異なると考えられ、水質環境条件を揃えた上でその寄与を評価していく必要がある。なお、一般に前者は r-strategists であり、後者は K-strategists であることから、DO や ORP、硝化の進行などを指標に両者の存在比を操作することが可能とされている。また、亜硝酸蓄積など N₂O 生成に間接的に寄与する水質環境条件についても、硝化細菌叢による制御の可能性の検討も今度の課題である。

ブラックボックスのもう一つの鍵は、アンモニア酸化細菌の窒素代謝に関与する物質を用い、直接的に N₂O 生成を抑制し、また硝化細菌叢の変化を誘発させて汚泥の N₂O 生成能や亜硝酸蓄積能を間接的に低減する試みである。ヒドロキシルアミンや一酸化窒素（以下、NO）などがその候補である。NO はアンモニア酸化の活性化効果がある一方、一部の亜硝酸酸化細菌にとっては阻害因子になることが示されており、その槽内濃度を制御することで、直接的もしくは間接的に N₂O 生成を制御できる可能性が示唆されている。