

H-7

実下水処理場における亜酸化窒素生成に及ぼす影響因子の検討

Examining the factors that affect Nitrous oxide production at waste water treatment plant

○中澤拓飛<sup>1</sup>, 齋藤利晃<sup>2</sup>, 藤井大地<sup>2</sup>

Takuto Nakazawa<sup>1</sup>, \*Saito Toshiaki<sup>1</sup>, Fuji Daichi<sup>2</sup>

Abstract: Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emitted from wastewater treatment plants is known as a powerful greenhouse gas, but there are no effective control measures. We investigated the factors that affect N<sub>2</sub>O production in wastewater treatment plants, focusing on biological production of Nitric oxide (NO), a precursor substance of N<sub>2</sub>O production. As a result of our survey at an full-scale wastewater treatment plant, we found that the amount of N<sub>2</sub>O produced was lower in Aerobic Tank 1 than in Aerobic Tank 2. And we also observed that nitrification and denitrification occur simultaneously in Aerobic Tank 1, whereas only nitrification occurs in Aerobic Tank 2. Moreover, the relationships between NO production rates and N<sub>2</sub>O production rates show completely different tendency in Aerobic Tank 1 and Aerobic Tank 2. Finally, we concluded that these factors are significant influencing factors on N<sub>2</sub>O production.

1. 研究背景及び目的

下水処理場の水処理工程で発生している亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)は強力な温室効果ガスとして知られている<sup>1)</sup>。しかし、現時点では効果的な抑制方法は確立されていない。水処理工程ではアンモニア酸化細菌(AOB)によるN<sub>2</sub>O生成と脱窒細菌(HDN)によるN<sub>2</sub>O生成と分解が確認されており、反応中間体物質として一酸化窒素(NO)を経由することが知られている。そこで、本研究では、N<sub>2</sub>Oの生成に及ぼす影響因子について、生物反応及びNO生成に基づき、検討を行った。

2. 調査概要

(1) 調査目的及び評価方法

本調査は、9回実施し、NO及びN<sub>2</sub>O生成の関係を明らかにするために、Fig.1に示される好気1槽及び、2槽から得られたガス態及び溶存態のNO、N<sub>2</sub>O濃度変化と各イオン態窒素濃度変化による物質収支計算を基にNO生成速度、N<sub>2</sub>O生成速度、アンモニア酸化速度及び脱窒速度を評価した。

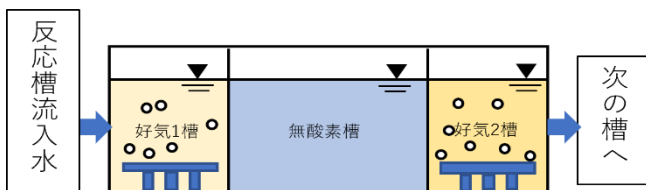


Fig.1 Schematic diagram of waste water treatment plant

(2) 調査方法

実験開始時における流入水に着目し、同一の水塊による流下方向の水質変化を把握するために、水理学的滞留時間に従って、10時から16時までの間、汚泥及び排ガスを採取した。汚泥から溶存態N<sub>2</sub>O(d-N<sub>2</sub>O)及び

NO(d-NO)を測定するために、ヘッドスペース法を用いて気相部ガスの測定を行った。各イオン態窒素濃度を測定するために、汚泥のろ過を行った。排ガスは、反応槽気相部に揮散したガス態N<sub>2</sub>O(g-N<sub>2</sub>O)、ガス態NO(g-NO)を測定するために、反応槽上部よりガスチャンバーで採取した。これらのサンプルについて、d-N<sub>2</sub>O、g-N<sub>2</sub>OはGC-2014、イオン態窒素はHPLC、d-NO、g-NOはThermo-model142iを使用して分析を行った。

3. 調査結果

(1) 流下方向の水質変化

代表的な流下方向の水質変化をFig.2に示す。好気1槽及び2槽のアンモニア性窒素(NH<sub>4</sub>-N)濃度は大きく変化していることが確認された。各イオン態窒素合計濃度(TIN)について、好気1槽では減少傾向であるのに対し、好気2槽では変化はなかった。このことから、好気1槽では、硝化と脱窒が進行していることが示されている。一方、好気2槽は脱窒が生じていないことが確認された。また、溶存酸素濃度(DO)は好気2槽が最も高い結果となった。N<sub>2</sub>O濃度については、好気2槽にかけてg-N<sub>2</sub>O及びd-N<sub>2</sub>Oともに増加していた。対し

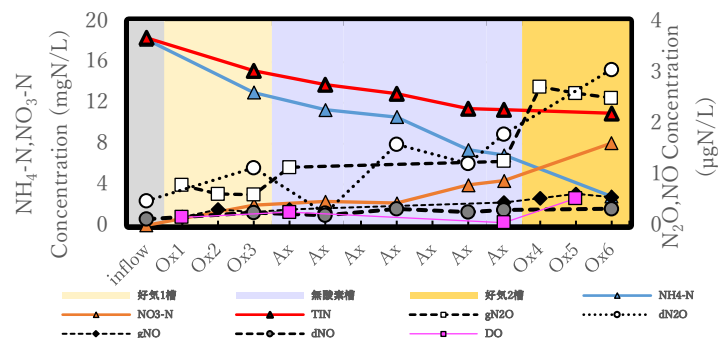


Fig.2 Representative water quality change in the direction of flow

1:日大理工・院(前)・土木 2:日大理工・教員・土木

て、NO濃度はd-NOに大きな変化はなく、g-NOにおいては好気2槽にて微増していることが確認できた。

(2) 物質収支結果

Fig. 3に好気1槽及び好気2槽における物質収支の結果を示す。好気1槽ではアンモニア酸化速度及び脱窒速度が好気2槽よりも大きいことが確認された。この結果から、好気1槽では、同時硝化脱窒が生じていると推察される。対して、好気2槽では脱窒は生じておらず、硝化のみ生じていることが示された。Fig. 2より、好気2槽に比べて好気1槽の方がD0が低い結果であるため、脱窒しやすい環境であることが考えられる。加えて、好気1槽は上流側であり、好気2槽よりも有機物が多いと予想されるため、脱窒が生じやすい環境であった可能性も考えられる。

好気2槽におけるアンモニア酸化速度が好気1槽よりもばらつきが大きいことが確認できた。これは、好気2槽が生物反応槽の末端であり、目標水質に達するための曝気風量の増強を行う場合も考えられるので、ばらつきが大きく生じてしまうと推測される。

NO生成速度については好気1槽、N<sub>2</sub>O生成速度については好気2槽の方が大きい結果となった。好気2槽よりも好気1槽の方がアンモニア酸化速度が大きいことにも関わらず、N<sub>2</sub>O生成速度が小さくなった要因については、脱窒細菌による分解作用が影響している可能性がある。

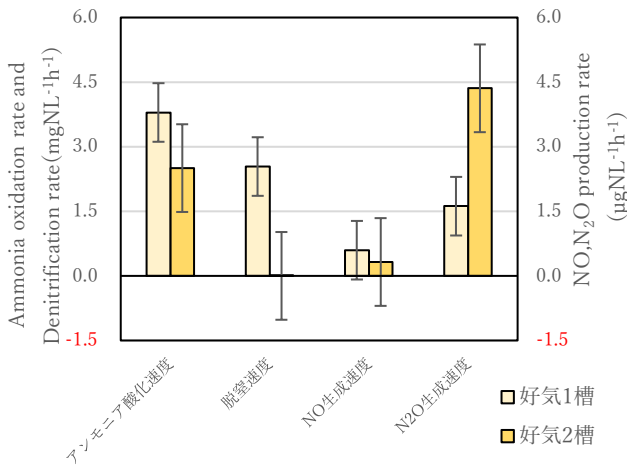


Fig.3 Results of material balance calculation

(3) NO生成速度とN<sub>2</sub>O生成速度の関係

Fig. 4及びFig. 5に、好気1槽及び好気2槽におけるNO生成速度とN<sub>2</sub>O生成速度の関係をそれぞれ示す。破線で囲われた部分では、NO生成速度とN<sub>2</sub>O生成速度が逆相関の傾向があるように見える。好気1槽は同時硝化脱窒であり、AOBとHDNによるNO及びN<sub>2</sub>O生成が考えられるが、NO、N<sub>2</sub>O生成/分解の差違は不明である。

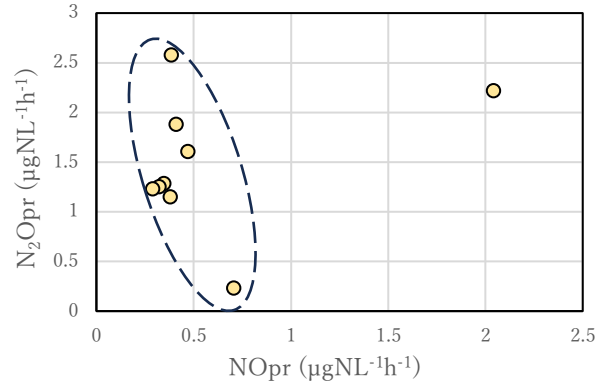


Fig.4 Relationship between NO production rate (NOpr) and N<sub>2</sub>O production rate (N<sub>2</sub>Opr) in Aerobic tank1

対して、好気2槽の破線で囲われた部分では、正の相関を有する傾向が見られた。好気2槽は、硝化のみ生じていることがFig. 3で確認されているため、AOBの寄与が大きいと推察される。したがって、好気1槽は好気2槽と異なる傾向を示している。

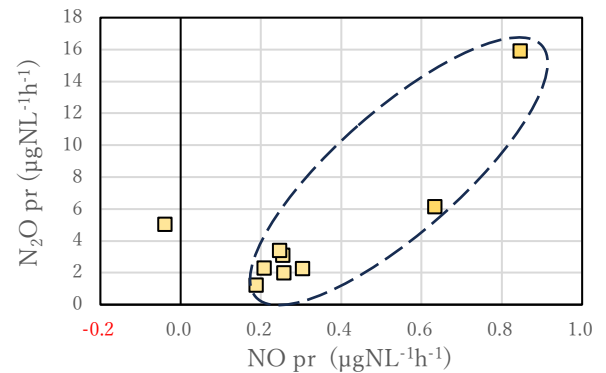


Fig.5 Relationship between NO production rate (NOpr) and N<sub>2</sub>O production rate (N<sub>2</sub>Opr) in Aerobic tank2

4. 総括

本研究では、実下水処理場におけるN<sub>2</sub>O生成に及ぼす影響因子の検討を行った。反応槽別に物質収支をとったことで、生物反応とN<sub>2</sub>Oの生成に関連性を見出すことができた。また、前駆物質であるNOの生成とN<sub>2</sub>O生成の関係については、傾向としては確認できたが、好気1槽ではAOBとHDNの寄与に対して、明確な差違は不明である。一方で好気2槽においては、AOBの寄与が高い可能性が示された。今後は、AOBとHDNが共生する環境下において、NO及びN<sub>2</sub>O生成の寄与が明確となる差違を、シミュレーションソフトによるメカニズム推定や回分試験を行い、解明していく。

5. 参考文献

1)IPCC, Climate Change 2014: Synthesis report. IPCC, 2014