

微生物群の培養条件が廃水処理における亜酸化窒素生成に与える影響

九州大学 大学院 工学研究科 学生会員 浜田 康治 学生会員 古川 隼
正会員 久場 隆広 フェロー 楠田 哲也

1. はじめに

近年、閉鎖性水域の富栄養化を防止するために廃水処理における窒素とリンの同時除去への関心が高まっている。生物学的なリン除去を前提としながら生物学的に十分な窒素除去を達成するためには、高い硝化細菌濃度の確保が不可欠である。高い硝化細菌濃度を保つために、好気槽への硝化細菌固定化担体の投入は有効な方法である。

本研究では嫌気-好気型及び嫌気-無酸素-好気型で運転されている処理場の活性汚泥を用いた嫌気-好気型及び嫌気-無酸素型回分実験により、また、主に硝化菌が付着している担体と活性汚泥を用いた全好気型回分試験により、汚泥中の微生物組成や硝化菌付着担体投入が N_2O 生成や栄養塩除去に与える影響を調べた。

2. 実験方法

2-1. 嫌気-好気型・嫌気-無酸素型回分実験・・・嫌気-好気(AO)法及び嫌気-無酸素-好気(A_2O)法で運転されているプラントより汚泥を採取し、前処理として約1時間ほど曝気してリンをできる限り摂取させた。その後、遠心分離法を用いて汚泥を洗浄し、ミネラル分を十分に含んだ人工基質で液相を置換した。この汚泥懸濁液を2本の三角フラスコに分注した後、酢酸ナトリウムをそれぞれに添加した。三角フラスコ内の気相は窒素ガスで置換し、更に液相サンプリングで負圧になり汚染が生じるのを防ぐために嫌気・無酸素工程では窒素ガスによる気圧調整槽も付設した。実験開始から3時間後に、片方のフラスコでは曝気を開始し好気条件に、もう一方のフラスコには外部から NO_3^- を添加して無酸素条件下に移行させた。実験中は経時的にサンプリングし、液相中の無機三態窒素・ N_2O-N ・ $PO_4^{3-}-P$ ・酢酸塩濃度を測定した。

2-2. 全好気型回分実験・・・嫌気-好気法で運転されているプラントの好気槽最終段より汚泥を採取し、前処理として遠心分離法を用いて汚泥を洗浄し、ミネラル分を十分に含んだ人工基質で液相を置換した。この汚泥懸濁液を、2本の三角フラスコに分注した。ここで、片方の三角フラスコには容積比で10%になるようにポリプロピレン製の円筒状結合固定化担体を投入した。さらに人工基質に同一の担体のみを容積比で10%投入したフラスコも用意した。これらの担体は前培養済みで菌体(主に硝化菌)が付着していた。実験開始から0.5時間後に外部から NH_4^+ または NO_2^- を添加した。実験中は経時的にサンプリングし、液相中の無機三態窒素・ N_2O-N 濃度を測定した。担体に付着しているSS濃度については、超音波を用いて担体から汚泥を可能な限り剥離させた後のSSで評価した。

3. 結果及び考察

3-1. 嫌気-好気型・嫌気-無酸素型回分実験・・・図-1にそれぞれの回分実験の結果を示した。図-1(a)・(b)はAO法で運転されているプラントの汚泥を用いた実験、図-1(c)・(d)は A_2O 法で運転されているプラントの汚泥を用いた実験である。嫌気-無酸素回分実験において

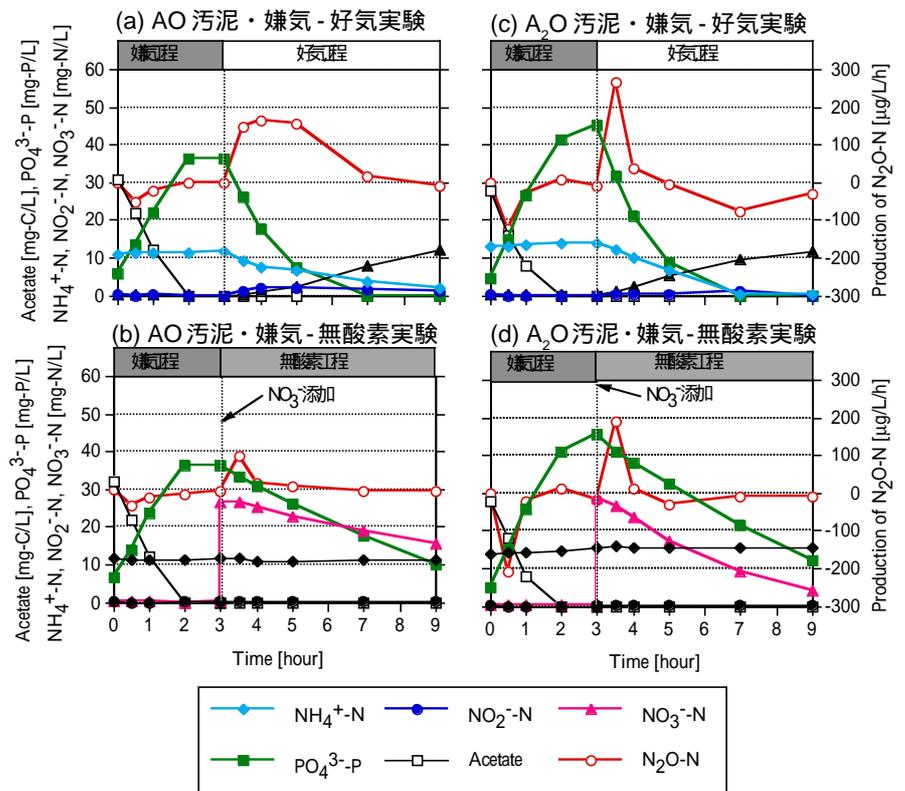


図-1 嫌気-好気・嫌気-無酸素型回分実験の結果

キーワード：亜酸化窒素、生物学的窒素除去、硝化菌付着担体、AO法、 A_2O 法

〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学 大学院 工学研究科、TEL:092-642-3241、FAX:092-642-3322

AO汚泥に比べA₂O汚泥において高い脱窒反応を伴ったリンの摂取(脱窒脱リン反応)が観察された。無酸素槽における脱窒反応の大部分を脱窒脱リン菌が担っていると考えられることから、汚泥中の脱窒脱リン菌の割合を上昇させることにより、下水中の有機物を効果的に利用し、窒素除去率を向上させられる事を示唆している。また、嫌気-好気-嫌気-無酸素回分実験の両実験を通してAO汚泥よりもA₂O汚泥において高いN₂O生成速度が測定された。しかし、A₂O法汚泥がすぐに生成から除去に転じているのに対して、AO汚泥は実験を通して除去に転じることはなかった。また、無酸素条件下におけるN₂O生成速度に比べ好気条件下におけるN₂O生成速度が高い値を示す傾向にあることから、好気条件下におけるN₂O生成過程について、浮遊態汚泥と担体付着汚泥を用いて、以下のような実験を行った。

3-2. 全好気型回分実験・・・図-2にそれぞれの回分実験の結果を示した。図-2(a)~(c)は基質としてNH₄⁺を投入した実験、図-2(d)~(f)はNO₂⁻を投入した実験である。

本回分実験におけるSSは浮遊態が2500mg/L程度、担体付着分は250mg/L程度と評価された。活性汚泥を用いた全ての実験において基質投入後にN₂Oの生成が確認された。しかし、担体を投入した実験においては投入していない実験に比べ、速やかにN₂Oが除去されていた。担体に付着した汚泥のみを用いた実験(図-2

(c)・(f))ではN₂Oの蓄積が全く認められなかった。また、NH₄⁺を基質とした場合、担体を投入している実験において担体を投入していない実験に比べ亜硝酸の蓄積量も少なかった。NH₄⁺・NO₂⁻酸化速度及びN₂O生成速度から算出したN₂O転換率で考えると、浮遊態活性汚泥のみの実験よりも浮遊態活性汚泥に担体付着汚泥を投入した実験において、よりN₂O生成が抑えられていると言える。担体に付着していた汚泥濃度は浮遊態活性汚泥濃度よりもかなり低い。しかし、担体に付着していた汚泥のNO₂⁻酸化能(表-1)・N₂O除去能は著しく高く、このことがのNO₂⁻蓄積を抑制し、結果としてN₂O生成の抑制に貢献している。

4. おわりに

嫌気-無酸素好気-嫌気-無酸素型回分実験によりAO汚泥よりもA₂O汚泥が高いN₂O除去能を有しているということがわかった。また、AO汚泥のように硝化能がそれほど高くない汚泥では好気工程におけるN₂Oの生成量が多くなる危険性が示唆された。一方、担体に付着した汚泥は好気条件下におけるNO₂⁻の蓄積が少なく、結果としてN₂O生成を明らかに抑制していた。

最後に、嫌気-好気型システムを採用している処理場においても、硝化が進行し返送汚泥により嫌気-好気法の“嫌気槽”にNO_x⁻が供給される可能性がある。結果として、“嫌気槽”において脱窒反応が進行し、リン除去のために有機物量の低下及びN₂Oの生成につながると考えられる。また、不十分な硝化能はN₂O生成量の増大につながる危険性があるが、この問題は担体を投入して十分な硝化速度を保持することで回避することが可能であろう。

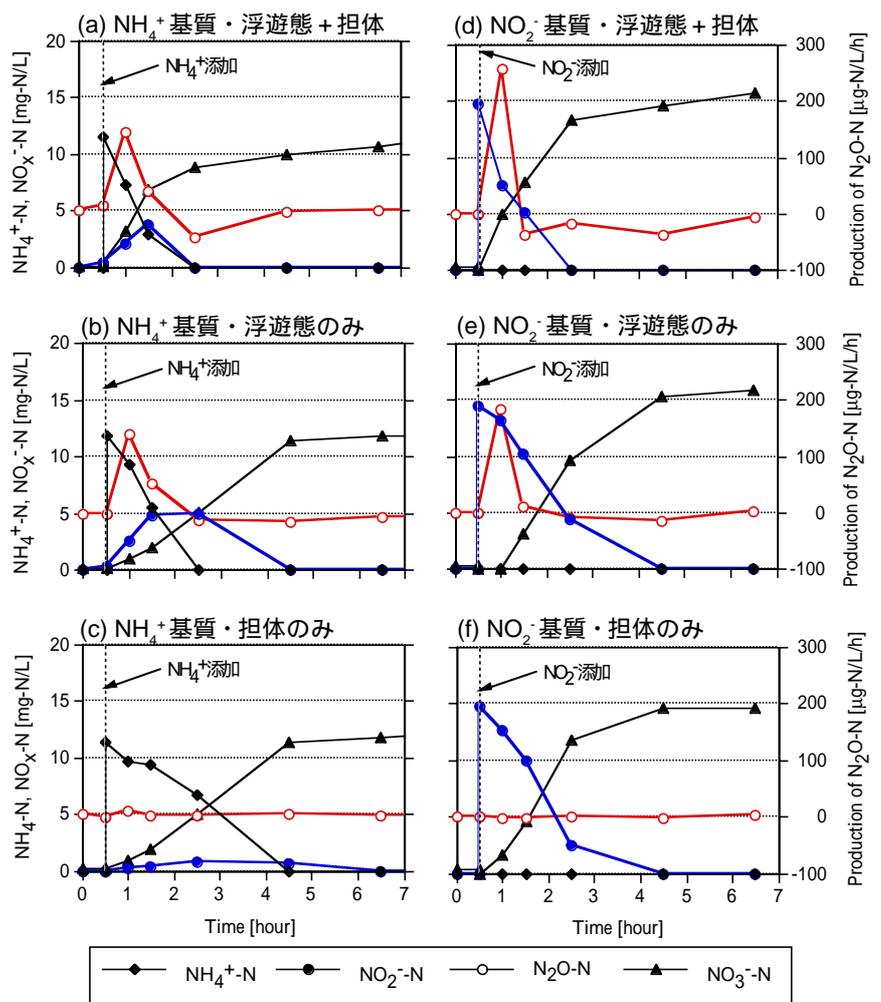


図-2 全好気型回分実験の結果

表-1 比硝化速度の比較

使用汚泥	浮遊態	
	担体10%	担体10%
NH ₄ ⁺ 基質	3.31	2.46
NO ₂ ⁻ 基質	3.83	1.70

単位：mg-N/g-SS/hour