

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 宮原 盛雄

亜酸化窒素、すなわち N_2O は、温室効果やオゾン層破壊のガスとして知られている。本論文は、廃水処理場から発生する N_2O の削減について取り組んだものである。具体的には、硝化と脱窒をひとつの反応槽で繰り返す間欠曝気処理、または硝化槽と脱窒槽が別々である二槽液循環処理という 2 通りの廃水処理過程に、 N_2O を発生させにくい好気脱窒細菌 *Pseudomonas stutzeri* TR2 (TR2 株と略す) を添加して、後者の条件で発生する N_2O の低減を達成したもので、序章と総括を除く 10 章から構成されている。

序章では、削減対象となる豚糞尿廃水処理過程からの N_2O 発生という問題の提起と、TR2 株という好気脱窒細菌を利用した問題解決の可能性について述べている。

第 1 章では、間欠曝気処理をしている液量約 220 m^3 のプラントスケール浄化槽から発生する N_2O は、微好気脱窒条件と低 BOD/N 条件が原因であることを示している。

第 2 章では、液量 30 L のベンチスケールの間欠曝気式膜処理反応槽、すなわち MSBR (Membrane Sequence Batch Reactor, 膜分離回分型反応槽) で確立した、無機窒素の蓄積していない定常運転条件について述べている。この条件では N_2O が発生せず、ほとんどが N_2 として脱窒が進んでいることを示している。

第 3 章では、MSBR の運転条件を微好気脱窒条件、または低 BOD/N 条件にした時の N_2O 発生について述べている。両条件で N_2O の発生が確認され、これらは TR2 株を添加する N_2O 発生条件となることが示されている。

第 4 章では、試験管スケールで検討した TR2 株の新たな脱窒特性について述べている。TR2 株は、毒性の強い亜硝酸からの脱窒でも N_2O を発生せず、 N_2O を優先的に還元する特徴を有し、これは N_2O 還元酵素の構成的発現によることを明らかにしている。さらに、 NO_2^- を脱窒基質とした活性汚泥との混合培養系でも、TR2 株の添加による N_2O 発生の低減が示されている。

第 5 章では、試験管スケールの継代培養で検討した TR2 株の活性汚泥内における生残について述べている。TR2 株の生残は、好気条件より脱窒条件の方が有利であることが示されている。

第 6 章では、間欠曝気方式の MSBR を用いて、TR2 株の脱窒や生残に有利な N_2O 発生条件下で、TR2 株を添加した実験について述べている。この時の N_2O 生成量に差が確認されず、添加した TR2 株は原生動物に捕食されて減少したことが示されている。

第 7 章では、運転方法を二槽液循環方式に変更し、それを単純化した液量約 1 L の脱窒槽への TR2 株の添加について述べている。亜硝酸脱窒条件で汚泥滞留時間を短くし、原生動物を洗い流したことで、TR2 株の生残と N_2O 発生の低減効果が明確に示されている。

第 8 章では、約 10 m^3 の二槽液循環式のパイロットスケールの浄化槽への TR2 株の添加について述べている。TR2 株は 40°C 前後でも NO_2^- 脱窒条件で生育可能である。これらに基づく運転条件に TR2 株を添加した結果、系内の原生動物の捕食活動を抑え、TR2 株の 32 日間にわたる長期生残と持続的な N_2O 低減効果が示されている。

第 9 章では、容積 1 L の反応槽を用いたモデル硝化系を用いて、硝化由来の N_2O 発生が活性

汚泥中の硝化細菌の脱窒によるものである事を述べている。

第 10 章では、放線菌の *Streptomyces griseus* と、脱窒細菌の *Ralstonia pickettii* K50 (K50 株と略す) の混合培養による脱窒増強メカニズムについて述べている。放線菌の分泌するプロテアーゼは、培地中のアミノ酸の分解を促進し、培地中に不足していたヒスチジンが供給されることで K50 株の脱窒を促進した。この結果は、ヒスチジンが細菌の脱窒の新しい促進物質である事を示している。

以上、本論文は、好気脱窒細菌 *Pseudomonas stutzeri* TR2 株の新たな脱窒特性を含む生理学的性質を見出し、その効果を引き出せる低 N₂O 発生の廃水処理システムを構築したもので、学術上、応用上貢献するところが少なくない。よって審査委員一同は本論文が博士 (農学) の学位論文として価値あるものと認めた。