

N₂O 発生を抑制する脱窒細菌による酸素存在下における N₂O 発生低減技術の開発

東北学院大学工学部 工学部 学生会員 ○千葉 颯

東北学院大学 工学部 正会員 宮内 啓介

東北学院大学 工学部 フェロー会員 遠藤 銀朗

1. はじめに

近年、温室効果ガスの増加に伴い地球温暖化が深刻化しており、地球温暖化による、平均気温の上昇、降水量の変化、海水面の上昇、環境・生態系への影響が世界的に問題となっている。温室効果ガスそれぞれの温室効果の程度を示す値である温暖化係数を基準として考えると、二酸化窒素(CO₂)の温暖化係数が 1 であるのに対して、メタン(CH₄)が 23、一酸化二窒素(N₂O) に至っては 298 となっており、排出量だけに注目するのではなく、温暖化係数が高いガスをできるだけ多く削減することが求められている。さらに、N₂O は温暖化への影響だけでなく、オゾン層破壊物質としても地球規模で大きな問題をもたらしている。

人為起源の N₂O の発生原因としては、農用地土壌および家畜排泄物の処理過程(堆肥化等)における硝化および脱窒、バイオマス燃焼(森林火災や作物残さの燃焼過程)、工業廃水や畜産廃水などから窒素成分を処理する廃水処理システムなどが主な発生源となっている。また自然起源の N₂O の発生原因は主に海洋および土壌における、硝化および脱窒の過程により生成されている。

以上の背景から、本研究では温室効果ガスの中でも特に N₂O に注目し、微好気環境下においても N₂O から N₂ に還元させることに高い期待をもてる 3 種の脱窒細菌株を使用し、異なる脱窒基質(硝酸カリウム、亜硝酸ナトリウム)を与えた時の N₂O の発生量、また微好気、嫌気状態での N₂O の発生量を調べ、用いた好気脱窒細菌株の N₂O の発生削減能力について明らかにすることを目的とした。

2. 実験材料と方法

活性汚泥にスキムミルクを与えて培養し、それに *Pseudomonas stutzeri* TR2 株、*Ochrobactrum* sp. TS6 株、*Pusillimonas* sp. S-14 株を加えて脱窒反応させることによって N₂O 発生抑制能力を確認する実験を行った。図 1 に示した 500ml 容量の三角フラスコを用いて脱窒リアクターを作製し、それに脱窒源基質(脱窒反応における電子受容体)として硝酸カリウムまたは亜硝酸ナトリウムを、電子供与体としてコハク酸ナトリウムを与え、活性汚泥 250mL を嫌気状態で前培養し、活性汚泥の脱窒活性を確認した。その後、前培養した TR2 株、TS6 株、S-14 株を添加し(残り 1 本は細菌株添加無しのネガコン(NC)とした)、この脱窒バイオリアクターについて、完全嫌気条件下で脱窒を行わせた場合と、リアクター気相部に 2.7%の酸素濃度となるように空気を注入し微好気条件下で脱窒を行わせた場合の N₂O の発生量を調べた。N₂O の濃度の測定には TCD ガスクロマトグラフを使用した。



図-1 脱窒フラスコ実験装置

連絡キーワード：地球温暖化防止 温室効果ガス 亜酸化窒素ガス発生抑制 酸素耐性脱窒細菌

連絡先：〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 東北学院大学工学部 遠藤銀朗研究室 TEL 022-368-7493

3. 実験結果および考察

図 2~図 5 に示したように、嫌気条件下、微好気条件下の双方において高い N_2O 削減能力を示した細菌株は TR2 株であった。また、S-14 株は、嫌気条件下よりも微好気条件下での N_2O 削減能力に優れていた。これは S-14 株が酸素存在下において高い完全脱窒能力を発揮できる細菌株であるためと考えられる。さらに、TS6 株においては他の脱窒細菌株と比較して、 N_2O 発生量が少ない状態で反応が進み、約 48 時間の時点でさらにおおきく減少させた。これは TS6 株が硝酸カリウムを脱窒基質とした嫌気条件下、微好気条件下において他の脱窒細菌株よりも N_2O 削減能力が高いことによると考えられた。

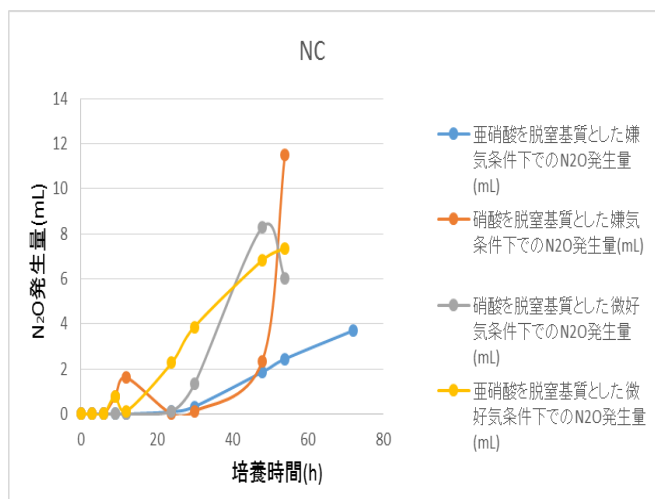


図-2 好気脱窒菌を添加無しない際の N_2O 発生量

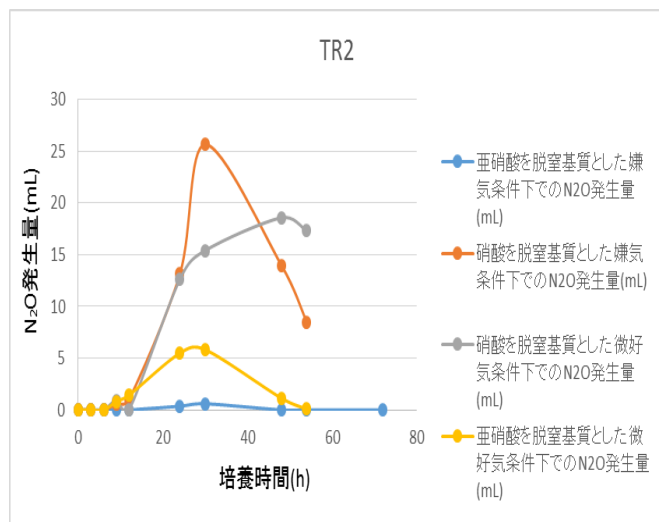


図-3 TR2 株を添加した際の N_2O 発生量

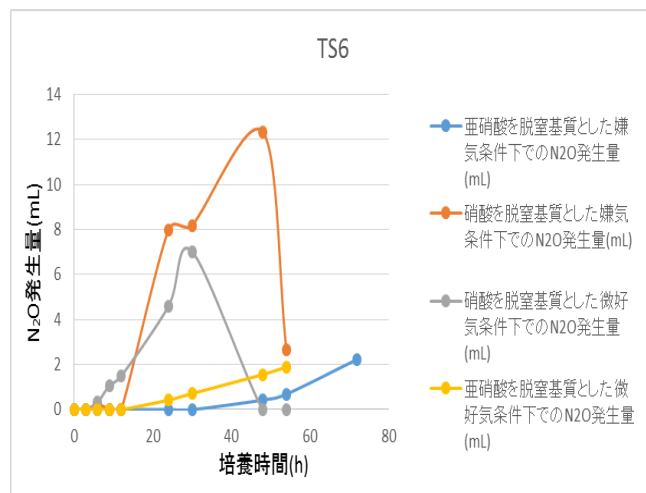


図-4 TS6 株を添加した際の N_2O 発生量

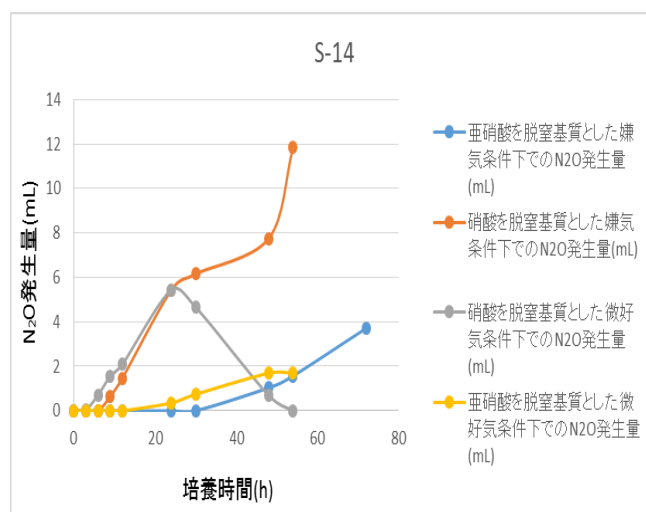


図-5 S-14 株を添加した際の N_2O 発生量

4. 結論

本研究では、好気脱窒菌として単離された TR2 株、TS6 株、S-14 株の 3 種の脱窒細菌株を活性汚泥に添加することによって、 N_2O の発生抑制能力を確認することができた。特に、嫌気条件下、微好気条件下および脱窒基質を亜硝酸とした条件下でも、それぞれの耐酸素性脱窒細菌株添加することによって N_2O の発生削減の効果が得られることを確認できた。今後の課題としては、脱窒細菌株の生育特性を解明し、活性汚泥において安定にこれらの脱窒細菌株を定着させるための方法について検討することが必要と考えられる。