

氏名(本籍)	木 持 謙 (埼玉県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	博甲第1,828号
学位授与年月日	平成10年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	農学研究科
学位論文題目	生物学的排水処理における亜酸化窒素の発生とその抑制手法の開発
主査	筑波大学教授 工学博士 松村正利
副査	筑波大学教授 工学博士 向高祐邦
副査	筑波大学教授 農学博士 祥雲弘文
副査	筑波大学教授 理学博士 平林民雄

### 論文の内容の要旨

地球規模の環境問題の一つとして、近年世界的に注目されているのが地球温暖化である。この地球温暖化の原因となる各種の温室効果ガスの中でも  $N_2O$  は、代表的な温室効果ガスである  $CO_2$  の200~300倍の温室効果の能力をもつとされている。また、 $N_2O$  は排水処理過程においても大量に発生する可能性のあることが知られている。こうしたことから、特に排水処理における  $N_2O$  の発生機構の解明と抑制対策技術の確立は緊急を要する課題となっている。本研究においては上記の点を鑑み、 $N_2O$  発生抑制と同時に窒素除去機能を高め、富栄養化の抑制可能な高効率硝化・脱窒リアクターの開発を目的として検討を行った。

まず、排水処理の窒素除去過程における  $N_2O$  発生に関する実態調査を行い、主としてばっ気方式の違いと  $N_2O$  発生量との関係について比較検討した。その結果、 $N_2O$  はばっ気に伴って大気中へ放出されるものが非常に大きな割合を占めること、間欠ばっ気法は連続ばっ気法に比較して  $N_2O$  発生量を極めて低く削減できることが分かった。また、間欠ばっ気方式における好気および嫌気各工程の時間配分を適切に制御することが、窒素除去能の向上および  $N_2O$  の放出抑制に重要であることが明らかとなった。

次に、生物学的硝化反応およびそれに伴う  $N_2O$  生成反応について、溶存酸素 (DO) 濃度、pH、水中の  $NO_3^-$  の蓄積量等の環境因子が、どのように反応速度、反応率等に影響を及ぼすかについて検討した。その結果、 $NO_3^-$  の蓄積および pH の低下が  $N_2O$  発生速度の増大を招くこと、特に低 DO 濃度条件下において pH が5.0程度まで低下した場合に発生速度が急激に増大すること等が明らかとなった。このことから、 $N_2O$  発生量を制御するために pH の管理が極めて重要であることが分かった。

さらに、ばっ気時間の制御方式について、DO 自動制御方式とタイマー制御方式の2種類について比較検討を行った。ここではモデル実験装置を用い、窒素除去能、 $N_2O$  発生抑制能等に基づいて好気および嫌気各工程の最適操作条件を探索した。DO 制御方式では、好気工程開始後 DO 値が  $3.0 \text{ mg l}^{-1}$  に達するまでばっ気が継続され、ばっ気停止後 DO 値が  $0.5 \text{ mg l}^{-1}$  まで低下した時点から嫌気工程が60分間継続する仕組みとなっている。また、タイマー制御方式では、間欠ばっ気の1サイクルが好気工程60分間および嫌気工程60分間に固定されている。検討の結果、処理装置の  $K_L a$  値等に依存せずに反応槽内の DO 濃度を設定できる DO 制御方式は、タイマー制御方式に比較して  $N_2O$  発生抑制能と窒素除去能の両方において優れていることが明らかとなった。

最後に、 $N_2O$  放出抑制型 DO 制御間欠ばっ気活性汚泥法の実施節への適用に関する検討を、実処理実験プラン

トを用いて行った。そして、硝化、脱窒反応を含めた窒素除去能および $N_2O$ 放出抑制特性について検討すると同時に、窒素の過負荷条件下における処理能の検討も行った。本処理プロセスの間欠ばっ気運転は、好気工程および嫌気工程の1サイクルを120分とし、連続計測した反応槽内のDOおよび水温の値を基に呼吸速度・硝化速度等の演算を行い、各工程の時間配分を決定する仕組みになっている。検討の結果、本処理プロセスは、適正流入負荷条件下で窒素除去率84.4%、流入窒素の $N_2O-N$ への転換率が0.05%と、高度窒素除去および $N_2O$ 放出量の効果的な低減が可能であることが実施設においても確認された。さらに、本処理プロセスは、ある程度の流入過負荷条件に対しても対応が可能であることが明らかとなった。

本研究を通して、DO制御間欠ばっ気活性汚泥法は富栄養化制御因子である窒素の排水中からの高度除去と、 $N_2O$ 発生抑制とを高い次元で両立することが可能であり、水環境の改善および地球温暖化の防止に向けて極めて大きな貢献をなすものと考えられる。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

亜酸化窒素ガスは、新たに規制対象として指定された地球温暖化ガスである。この亜酸化窒素ガスの排水処理施設からの発生状況については未だ詳細な研究はなされていない。本研究は、活性汚泥法を採用している窒素除去実装置からの亜酸化窒素ガスの発生と操作因子との関係を明らかにし、このガスの発生を抑制できる窒素除去プロセスの構築を目指したものである。好気・嫌気工程を繰り返す間欠ばっ気においては、亜酸化窒素ガスの発生が著しく抑制されることを見出し、各工程における最適条件を探索した。特に、好気工程における溶存酸素濃度およびこの濃度を維持する時間に関する最適条件を維持するためにコンピューター制御を導入し、実装置においてその効果を検証したことは大きな成果である。

よって、著者は博士（学術）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。