

終了課題成果報告書

研究テーマ名	活性汚泥モデルの活用による下水処理プロセスからの温室効果ガス発生抑制の検討
研究担当者(共同研究者含む)	見島伊織、柿本貴志(水環境担当) 藤田昌史(茨城大学)、吉田征史(日本大学)
実施期間	平成 21 年度 ～ 平成 23年度 (3 年)
研究区分	自主研究事業
環境基本計画上の位置付	(目標) II 持続可能な循環型社会の構築 (施策) 8 地球温暖化防止対策等の地球環境問題への対応
背景と目的(目標設定)	<p>現在、地球温暖化が世界的な問題となっており、温室効果ガスの排出抑制は急務である。日本の下水処理からは約700万t/yearの温室効果ガスが排出されている。そのうち、曝気のための電力消費に伴い排出されるCO₂が全体の25%程度、水処理から排出される亜酸化窒素(N₂O)が10%程度である。N₂Oは温暖化ポテンシャルが高いため発生抑制が課題であるが、生物学的窒素除去においてN₂Oの発生には未解明な点が多く、発生量の変動幅が大きいため制御が容易ではない。また、N₂O生成は曝気により供給される溶存酸素の濃度と密接に結びついているため、曝気量とN₂O生成をリンクさせて総合的に解析する必要があるが、これまでのところ経路や速度などの情報が統合的に整理されていない。本研究では、県内の下水処理施設を対象として、N₂O排出量などを求め、モデルを活用して温室効果ガス排出抑制について検討することを目的とした。</p>
研究内容(緊急性・必要性、新規性・独創性)	<p>オキシレーションディッチ法と間欠曝気法の農業集落排水処理場、標準活性汚泥法の下水処理場を調査対象とした。これらの施設の窒素除去特性、N₂O排出量などを定期的に調査した。また、採取した活性汚泥を用いた回分試験を行い、硝化活性、脱窒活性などを求めた。特にN₂O排出量の多かった下水処理場を対象として、活性汚泥モデルを使用した解析を行い、曝気量と窒素除去の関係を明らかにした。</p> <p>本研究で算定した排水処理施設からのN₂O排出量は、県内の排水処理施設から排出される温室効果ガスの実データの把握に貢献できる。また、窒素除去に関係する各経路の活性の評価は学術的にも有意義である。モデルの解析結果は、県内の処理施設において窒素除去と温室効果ガス排出を理論的に制御する新しい指針となり得るため、行政的に非常に有用である。</p>
成果の概要(目標達成度)	<p>県内の3カ所の排水処理施設にて定期的に排出されたN₂O濃度を測定し、N₂O排出量を算定した。窒素負荷の高い下水処理場にて、排出量が高いことが明らかになった。N₂Oの排出量を実測した事例は県内にはなく、データ自体が非常に貴重である。また、窒素負荷量、硝化活性、NO₂生成量、N₂O発生量について因果関係を把握した。モデルを用いた解析では、曝気量を変化させた場合の、処理水への窒素排出やN₂O排出量を整理することができた。</p>
成果の公表(発表・投稿、講演会の開催、報道機関の活用、特許取得等)	<p>【学会発表】</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) I. Mishima, Y. Yoshida, M. Fujita, Change in N2O production from conventional activated sludge process by Tohoku Earthquake in Japan, IWA Nutrient Removal and Recovery 2012 Conference, 2012 (2) I. Mishima, K. Ito, Y. Yoshida, M. Fujita, Evaluation of Nitrous Oxide Production Potential Based on Nitrite Behavior in Nitrification and Denitrification Process, Water and Environment Technology Conference 2012, 2012 (3) 見島伊織, 伊藤耕輔, 吉田征史, 藤田昌史消費電力抑制のための運転条件変更が窒素除去およびN₂O生成に与える影響, 第49回下水道研究発表会, 2012 (4) 橋本一輝, 吉田征史, 見島伊織, 藤田昌史ヘッドスペース型回分試験を用いた硝化・脱窒プロセスにおけるN₂O生成ポテンシャルの検討, 第46回日本水環境学会年会講演集, 2012

- (5) 見島伊織, 伊藤耕輔, 吉田征史, 藤田昌史, 硝化過程における NO₂-N および N₂O の生成特性, 第 39 回土木学会関東支部技術研究発表会, 2012
- (6) I. Mishima, Y. Yoshida, M. Fujita, Characteristics of nitrogen removal and N₂O generation in small scale wastewater treatment plant, 10th Specialized Conference on Small Water and Wastewater Treatment System, pp.712-713, 2011
- (7) 見島伊織, 吉田征史, 藤田昌史, 標準活性汚泥法における運転条件の変更に伴う N₂O 発生特性の変化, 日本水処理生物学会第 48 回大会, 2011
- (8) 鈴木準平, 内山慶子, 見島伊織, 藤田昌史, 硝化細菌の窒素酸化量に応じた一酸化二窒素生成速度の変, 第 45 回日本水環境学会年会講演集, 2011
- (9) 小川雄也, 吉田征史, 見島伊織, 藤田昌史, 処理方式が硝化脱窒活性および N₂O 発生へ与える影響, 第 45 回日本水環境学会年会講演集, 2011
- (10) 見島伊織, 伊藤耕輔, 吉田征史, 下水処理場における反応槽内の窒素成分の挙動と N₂O 発生: 第 38 回土木学会関東支部技術研究発表会, 2011

【依頼講演】

排水処理から考える地球温暖化～第3のガスN₂Oの生成と抑制～, 愛媛県環境保全協会講演会, 2012

【関連競争的資金獲得】

- (1) 公益信託下水道振興基金(平成 22 年度)「雨天時汚濁負荷の変動に伴う N₂O 発生のモデル化と多面的環境負荷削減効果の検討」, 研究代表
- (2) 公益信託下水道振興基金(平成 23 年度)「雨天時汚濁負荷の変動に伴う N₂O 発生のモデル化と多面的環境負荷削減効果の検討」, 研究代表
- (3) 公益財団法人鉄鋼環境基金(2011 年度助成研究)「生物学的窒素除去における N₂O 発生のモデル化および制御」, 研究代表

成果の発展性(埼玉県(行政・地域)への貢献、技術発展・実用化、課題等)

・県の機関から排出される温室効果ガスのうち、下水処理場からの排出は半分以上を占める。また、東日本大震災の影響で下水処理場においても節電を余儀なくされ、曝気量を抑制した運転に移行した。これらのように、下水処理過程における曝気量などの制御因子と温室効果ガスや水環境への汚濁負荷の関連性の評価は、タイムリーな行政課題であり、かつ成果のインパクトは大きい。よって、関係各機関と連携して調査研究および情報共有を進めているところである。

・特にN₂Oの排出には変動があることが知られているため、N₂O計を設置しN₂Oを連続的に測定し、ばらつきの評価を進める予定である。また、実際に現場で観察された硝化活性やN₂O排出量の変化について、室内実験を通して微生物相の遷移や代謝経路を詳細に検討する予定である。