

課題名：【2-1902】環境中に放流された排水由来 GHGs 排出メカニズムの解明と排出量算定方法の検討

実施期間：2019～2021 年度

研究代表者：山崎 宏史

所属：東洋大学 理工学部 都市環境デザイン学科 教授

重点課題 主：【重点課題 ⑧】地球温暖化現象の解明・予測・対策評価

副： —

本研究のキーワード：温室効果ガス (GHGs)、一酸化二窒素 (N_2O)、メタン (CH_4)、処理後排水、未処理排水、GHGs 排出量算定方法、GHGs 排出削減方策、GHGs 排出機構解明、安定同位体

■研究の背景と目的

我が国では、生活排水処理施設から直接発生する GHGs については、国内調査研究により日本独自の GHGs 排出係数を開発済みであり、精緻な GHGs 排出量を算定できている状況ですが、未処理排水もしくは処理後排水に由来する放流先河川等水環境中から間接発生する GHGs 排出係数については、IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用している状況です。このデフォルトの GHGs 排出係数では、未処理排水および処理後排水に残存している溶存態 (D-) GHGs が算定対象となっておらず、また、これらの排水に含まれるアンモニア態窒素を起源に硝化段階での N_2O 生成に関する考慮が不十分でした。そのため、これらを考慮に入れた N_2O 生成・消費の科学的なメカニズム解明と GHGs 排出係数の開発が必要でした。そこで、本研究では、生活排水処理施設からの間接発生を対象に、我が国独自の GHGs 排出係数・算定方法の開発とその削減方策の検討を目的としました。

■研究の内容

上記、目的を達成するために、サブ 2 では下水処理プロセスの種類に着目し、処理後排水に残存する D-GHGs に影響を及ぼす環境因子について検討を行い、処理後排水に残存する D-GHGs 排出係数 (EF1) の開発を行いました。また、サブ 1 では、処理後排水の窒素構成割合および放流河川の環境条件に着目し、処理後排水を起源に自然界での分解に伴い生成される GHGs 排出係数 (EF2+3) の開発を行いました。開発した間接発生の GHGs 算定方法を元に、直接発生と間接発生を併せた排水管理全体の GHGs 排出モデルを構築し、ライフサイクル全体での排出削減方策について提案を行いました。さらに、サブ 3 では、同位体トレーサーを用いた N_2O 生成と消費速度の評価方法を確立し、サブ 1, 2 で開発した N_2O 排出係数に対し学術的なエビデンスを付加しました。

■研究成果及び環境政策等への貢献

サブ 2 では、異なる処理プロセスを対象とした複数の下水処理場を調査し、反応槽から放流に至る D-GHGs の時空間分布を明らかにしました。また、反応槽から消毒槽に至る D-GHGs 生成機構の解明に取り組み、D-GHGs 生成に寄与するプロセスと環境因子を明らかにしました。得られた知見から、処理後排水に残存する D-GHGs 排出係数 (EF1) を直接発生の排出係数 (EF0) の比として開発しました。サブ 1 では、複数の現地調査により、処理後排水を起源に自然界での分解に伴い生成される GHGs 排出量を正確に算定するために、放流先河川で実測された GHGs から処理後排水に残存する GHGs を差し引く必要があること、また、放流先河川の DO 濃度低下が N_2O 生成を促進することを明らかとしました。得られた知見から、処理後排水に含まれる NH_4-N を起源とした硝化反応に伴う河川環境を考慮に入れた複数の N_2O 排出係数を開発しました。さらに、開発した間接発生の算定方法を元に、直接発生と間接発生を併せた排水管理全体の GHGs 排出モデルを構築し、生活排水処理施設の高度処理化により、直接発生、間接発生相互からの GHGs 排出量を相乗的に削減できることを示しました。サブ 3 では、河川底質サンプルを対象に、 ^{15}N トレーサー法を用いた N_2O 生成と消費速度の評価方法を確立すると共に、分子生物学的評価により、 N_2O 生成と消費に関わる重要な微生物を特定することができました。

上記の成果により、我が国の実態を反映した未処理排水、処理後排水を起源に自然界での分解に伴う GHGs 排出量算定方法を提案し、日本国温室効果ガスインベントリへの早期反映を目指しました。