

生活排水処理システム（下水道・浄化槽）から排出される温室効果ガスの日変動解析

東北大学工学部	学生会員	○田村 典大
東北大学大学院工学研究科	学生会員	佐野 慈
秋田工業高等専門学校	正会員	増田 周平
東北大学工学部・工学研究科技術部		丸尾知佳子
東北大学大学院環境科学研究科	正会員	李 玉友
東北大学大学院工学研究科	正会員	西村 修

1. はじめに

現在、世界的な規模で気温が上昇している。IPCC の第 4 次評価報告書¹⁾によって人為起源の温室効果ガス (Green House Gases;GHGs)が世界的な気温上昇の原因である可能性がかなり高いことが示されている。また 1980~1990 年を基準とした 100 年の間で 1.1~6.4℃の気温の上昇、18~59cm の海面上昇があると予測されており様々な分野での GHGs 削減が求められている。

生活排水処理分野においても GHGs は排出されている。生活排水処理分野で排出される GHGs は二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、亜酸化窒素(N₂O)の 3 種類である。CO₂の排出量は電気、薬剤などの使用量にそれぞれ設定されている排出係数を乗じれば求めることができるのに対して、CH₄、N₂O は現場で発生するものであり処理方式や運転条件によって排出特性や排出量が異なってくる。そこで、本研究では生活排水処理施設において 1 日の時間ごとに排出される CH₄、N₂O に着目し処理排水と排出される GHGs の関係を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

(1) 下水処理場概要

本研究は仙台市内の処理方式の異なる 3 つの浄化センターにおいて調査を行った。1 ヶ所目の H 浄化センターは処理方式が 2 段式循環式硝化脱窒法である。水処理フローは流入から順に沈砂池、最初沈殿池、反応槽、最終沈殿池、砂ろ過池、消毒槽を経て放流される。2 ヶ所目の A 浄化センターは処理方式がオキシデーションディッチ法、水処理フローは流入から順に沈砂池、反応槽、最終沈殿池、消毒槽を経て放流される。3 ヶ所目の K 浄化センターは処理方式が擬似嫌気好気法、水

処理フローは流入から順に沈砂池、最初沈殿池、反応槽、最終沈殿池、凝集沈殿池、急速ろ過タンク、消毒槽を経て放流されている。

(2) 浄化槽概要

本研究では宮城県大崎市内の浄化槽を対象に調査を行った。調査対象となった浄化槽の水処理フローは流入から順に嫌気ろ床第 1 室、嫌気ろ床第 2 室、担体流動槽、沈殿槽、消毒槽を経て放流されている。また、担体流動槽内水は一部が循環エアリフトポンプにより循環水として嫌気ろ床第 1 室へと返送されている。

(3) サンプルング方法

下水処理場における調査は 2011 年 11 月から 12 月にかけて行われ、サンプルングは 3 時間毎に行われた。調査対象は現地で発生する CH₄、N₂O とし CO₂ に関してはカーボンニュートラルとして考慮しなかった。サンプルは既往研究²⁾を参考にオープンチャンバー(OC)法、クローズドチャンバー(CC)法、ダクトからの直接採取の 3 種類の方法で採取した。OC は K 浄化センターにおいて曝気されている反応槽で排出されるガス排出量測定のため曝気されている反応槽に浮かべて排出されるガスの採取に用いた。CC は曝気が行われていない水面におけるガス排出量測定のため水面に浮かべ経過時間と濃度変化よりガス排出量を求めた。H 浄化センターでは反応槽などの排気ダクトより直接ガスを採取した。採取したガスサンプルは CH₄ を FID ガスクロマトグラフ、N₂O は ECD ガスクロマトグラフを用いて分析した。

浄化槽における調査は 2012 年 1 月に行われ、サンプルの採取は 1 時間毎に行われた。調査に際して浄化槽の流入口と流出口を水封し、マンホールをパテで固定

キーワード 温室効果ガス, CH₄, N₂O, 下水処理, 浄化槽

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06

東北大学大学院工学研究科土木工学専攻環境生態工学研究室 TEL:022-795-7473 FAX:022-795-7471

してガスが浄化槽外部に漏れないように密封した。3つあるマンホールのうち1つには穴が開いておりその穴から管を連続ガス分析計まで伸ばしサンプルの分析を行った。

3. 結果と考察

各処理場における処理水量あたりのGHGs排出量の経時変化を図1に示す。処理場ごとに排出量・特性の違いがみられた。図2にK浄化センターにおける流入D-TNとN₂O排出量の相関関係を示した。流入するD-TNとN₂O排出量の間に関係が得られた。これより流入D-TNは一定の割合でN₂Oに変換されていると考えられる。

浄化槽においては図3、4より流入水量の増加に合わせてCH₄、N₂Oの濃度が増加している。これは流入した排水が反応槽に入ることによってメタン発酵や硝化がすぐに起こるためであると考えられる。また、流入が無い時間帯でN₂Oは0ppmであるもののCH₄は常に約20ppm排出されている。これは、流入が無い場合でもメタンの生成が常に行われているためと考えられる。

4. まとめ

下水処理場において処理場ごとに1日のうち排出量・排出特性が異なることが分かった。また、流入してくるD-TNが一定の割合でN₂Oに変換されていると考えられる。

浄化槽においてCH₄は常に20ppm以上排出されており、さらに流入水量が大きくなると濃度が高くなることが分かった。一方、N₂Oは流入水量の増加に対応して濃度を変化させることが分かった。今回の実験では浄化槽内の処理プロセスごとの排出割合は分からないので今後検討する必要があるだろう。

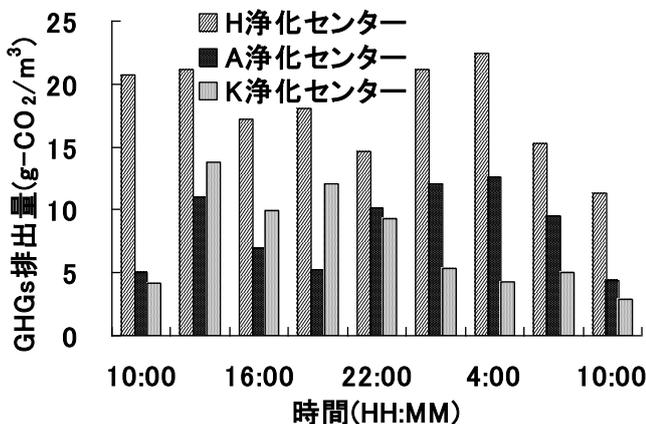


図1 各処理場の処理水量あたりの排出量の経時変化

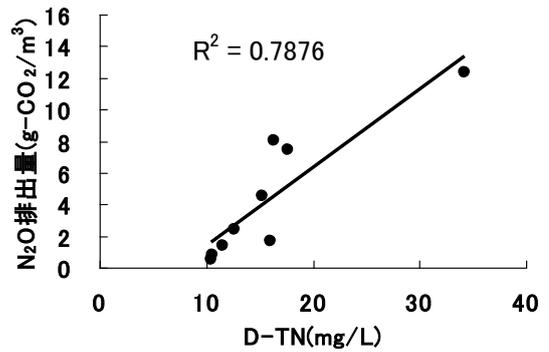


図2 K浄化センターにおけるN₂O排出量とD-TNの相関関係

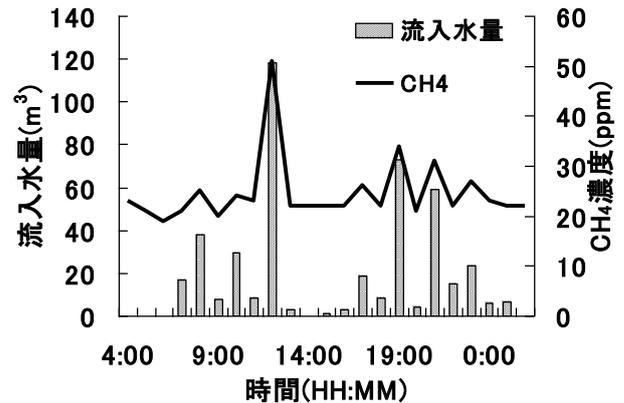


図3 浄化槽流入水量と発生CH₄濃度の経時変化

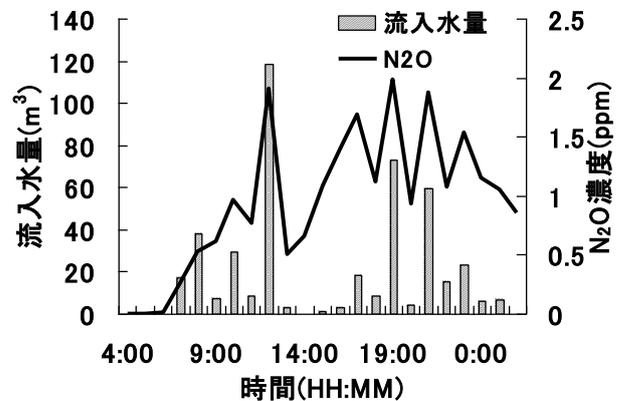


図4 浄化槽流入水量と発生N₂O濃度の経時変化

謝辞

本研究の一部は平成23年度環境省環境研究総合推進費(課題番号K2332)の支援を受けて実施した。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) IPCC 第4次評価報告書 政策決定者向け要約
http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/syr_spm.pdf
 2012年1月24日 アクセス
- 2) 鈴木俊輔ら, 東北大学大学院工学研究科修士論文, 2011.