

浄化槽処理水の放流先水路からの温室効果ガス $\text{CH}_4 \cdot \text{N}_2\text{O}$ 排出特性

(株)ハウステック 正会員 ○柿島 隼徒
 (一社)埼玉県環境検査研究協会 正会員 塩原 拓実
 東洋大学理工 正会員 山崎 宏史

1. はじめに

現在、我が国における生活排水処理方法の1つとして、分散型排水処理施設である浄化槽が利用されている。浄化槽は、し尿のみを処理する単独処理浄化槽と、し尿および生活雑排水を併せて処理する合併処理浄化槽とに区分されており、各家庭の生活排水を原位置で処理し、清澄な水を得る事で、公共用水域保全等の役割を担っている。一方、これら浄化槽は、ブロワ等の使用による電力由来の温室効果ガス(以下、「GHGs」)排出の他に、浄化槽内の生物処理に伴い、 $\text{CH}_4 \cdot \text{N}_2\text{O}$ といった GHGs が生成、排出されている。浄化槽処理段階に伴う GHGs 排出量として、流入変動に伴う浄化槽全体からの GHGs 排出特性や¹⁾、季節変動に伴う各単位装置からの GHGs 排出特性²⁾等が報告され、浄化槽処理由来の GHGs として報告されている。

一方、これら浄化槽処理水または未処理生活雑排水の各放流水には硝酸態窒素に加え、アンモニア態窒素等も含まれており、これらの窒素成分は放流先水路においても、硝化脱窒反応により GHGs 排出に影響を及ぼすと考えられる。しかし、これら有機性排水を起源とした浄化槽放流水路からの GHGs 排出の挙動に関しては報告事例が少ない。特に浄化槽は分散型であるため処理水量は少なく、他の排水も侵入しないため、放流先水路の滞留時間が極めて長い事が想定される。さらに、浄化槽処理水には溶存態 GHGs の存在も報告されていることから、放流先水路からのガス態 GHGs 排出に加え、溶存態 GHGs 排出も考慮した調査が必要であると考えられる。

そこで本研究では、浄化槽の処理水が流れる放流先水路に着目し、水路内の水質変化と、そこから排出されるガス態 (G-)GHGs および水路内の溶存態 (D-)GHGs を調査することで、浄化槽処理水由来の GHGs ($\text{CH}_4 \cdot \text{N}_2\text{O}$) 排出特性に関して明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

本研究では、まず初めに、単独処理および合併処理浄化槽の処理水、未処理生活雑排水に含まれるD-GHGsを調査した。埼玉県内に設置されている合併処理、単独処理浄化槽処理水および生活雑排水を対象に、それぞれ20現場の調査を実施した。

次に、浄化槽処理後排水および未処理生活雑排水のみが流下する水路を対象にGHGsの調査を行った。図-1に示すように、水路①は、単独処理浄化槽が中心に、水路②は、合併処理浄化槽が中心に設置されている地域の水路である。

放流先水路の調査は、2019年～2020年度の夏季および冬季に行い、水路①、水路②における上流、下流の4地点において、採気、採水、現場測定を行った。G-GHGsはオープンチャンバー法にて採気し、D-GHGsはヘッドスペース式溶存ガス採取法にて採取した。採取したGHGsはGC-FID、ECDにて分析を行った。また、採水した試料は、JISK0102に準拠し、BOD、SS、T-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 等の各水質分析を行った。現場調査項目として、DO、pH、ORP、水温、等の測定を行った。これらの結果より、浄化槽放流先水路におけるGHGs排出特性に関して解析を行った。

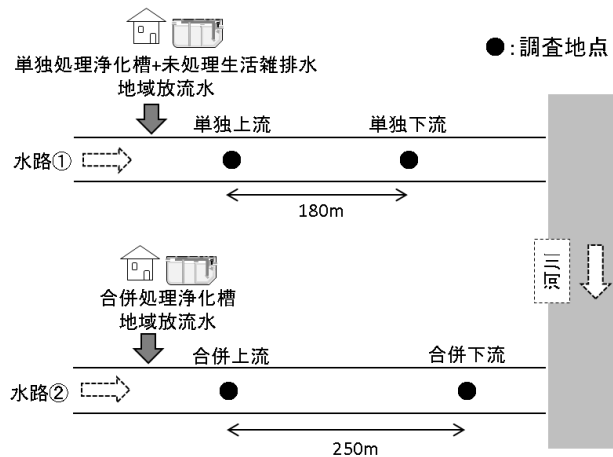


図-1 単独および合併処理浄化槽放流水が流れる水路①、水路②の概略図

キーワード 浄化槽, 水路, CH_4 , N_2O

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学 理工学部 都市環境デザイン学科 E-mail:yamazaki058@toyo.jp

3. 結果と考察

(1) 浄化槽処理水に含まれる D-GHGs

表-1 には、浄化槽処理水に含まれる D-GHGs の調査結果を示している。表-1 から、全ての排水に D-GHGs が含まれていると明らかになった。D-N₂O は、単独処理浄化槽処理水の平均 15.3 (μg-N₂O-N/L) が最も高く、D-CH₄ は、生活雑排水の 539 (μg-CH₄-C/L) が最も大きく次いで単独処理浄化槽であった。これらは、単独処理浄化槽処理水に含まれる窒素化合物による硝化脱窒反応、および生活雑排水ます中に含まれる有機物のメタン発酵が影響していると考えられた。

(2) 単独処理および合併処理浄化槽処理水の各水路における GHGs 排出傾向と季節変化

図-2 は、夏季、冬季の単独処理および合併処理浄化槽水路における上流、下流の D-N₂O 濃度変化を示している。図-2 から、単独処理浄化槽放流水の D-N₂O は、冬季かつ上流にて、最大 157 (μg-N₂O-N/L) と高くなる事が明らかとなった。また、単独処理および合併処理浄化槽処理水の D-N₂O はいずれも下流にて低下する傾向があり、冬季では単独浄化槽処理水で 61%、合併浄化槽処理水で 53% の減少が確認された。これらは水路内の硝化脱窒反応の進行や、過飽和となった D-N₂O が脱気し、流下に伴う減少の可能性が考えられた。一方で、冬季は、水温が 10℃ 以下と著しく低下していた事により、水路内の硝化反応が進行しなかったこと、また、表-1 に示したように、単独処理浄化槽処理水には、合併処理浄化槽処理水と生活雑排水に比べて D-N₂O が多く含まれていたこと等が原因と考えられる。

図-3 は、夏季、冬季の単独処理および合併処理浄化槽水路における上流、下流の D-CH₄ 濃度変化を示している。図-3 から、D-CH₄ は、夏季、冬季共に単独処理浄化槽放流水、上流にて、最大 399 (μg-CH₄-C/L) と、高くなる事が確認された。また、流下方向で D-CH₄ は冬季で 53%、夏季で 72% の減少が確認され、微細気泡として水中に存在する D-CH₄ が脱気されたと考えられる。一方で、表-1 に示したように、単独処理浄化槽設置過程からは未処理生活雑排水の排出が伴うことから、D-CH₄ が高くなったと考えられた。この様な結果から、単独処理浄化槽を合併処理浄化槽に転換することにより、放流先水路からの GHGs 排出量は削減できると考えられる。

表-1 浄化槽処理水に含まれる D-GHGs (夏季)

	平均 D-N ₂ O-N (μg/L)	平均 D-CH ₄ -C (μg/L)
合併処理浄化槽	12.0	30.8
単独処理浄化槽	15.3	117
生活雑排水	1.9	539

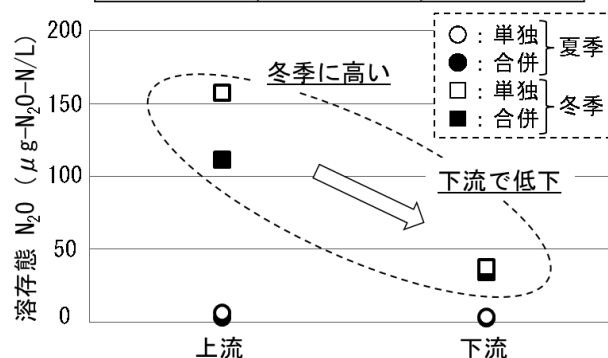


図-2 単独および合併処理浄化槽水路における D-N₂O 濃度変化

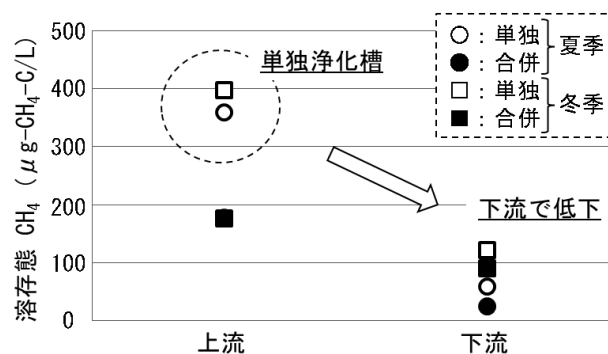


図-3 単独および合併処理浄化槽水路における D-CH₄ 濃度変化

4. まとめ

放流先水路における D-N₂O は、単独処理浄化槽処理水において最大 157 (μg-N₂O-N/L) が確認され、処理水中の D-N₂O の他、有機排水を起源とした水路内での硝化反応が影響すると考えられた。一方、D-CH₄ は、単独処理浄化槽処理水と生活雑排水において最大 399 (μg-CH₄-C/L) が確認された。これらの結果から、合併処理浄化槽への転換は、放流先水路からの GHGs 排出量を削減できると考えられた。

謝辞

本研究は環境省環境研究総合推進費 2-1902 の助成を受けたものである。また、埼玉県環境部、東洋大学生の多大なる協力を得て実施した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 蛭江, 山崎ら, 水環境学会誌, 2012
- 2) 柿島, 蛭江ら, 土木学会論文集 G(環境), 2018