

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、他の排水も流入しないため、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、埼玉県内の単独処理浄化槽、合併処理浄化槽設置現場を、それぞれ20現場選定し、単独処理浄化槽処理水、合併処理浄化槽処理水および未処理生活雑排水に含まれるD-GHGsを調査した。生活雑排水は雑排水ますから採取した。

次に、浄化槽処理後排水および未処理生活雑排水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は主として単独処理浄化槽が、水路②は主として合併処理浄化槽が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。

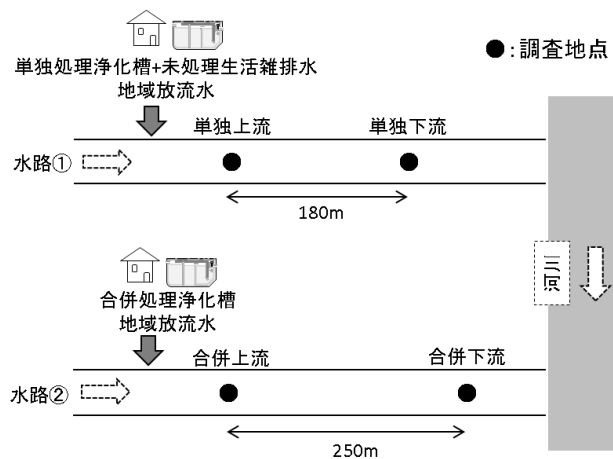


図-1 単独および合併処理浄化槽放流水が流れる水路①、水路②の概略図

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 は、本研究で調査した各排水に含まれる D-GHGs の結果を示している。表-1 から D-N₂O は、冬季における単独浄化槽処理水の平均 38.0 (μg-N₂O-N/L) が最も高く、合併浄化槽処理水と比べて 4.8 倍多く含まれていた。D-CH₄ は、夏季における生活雑排水の 539 (μg-CH₄-C/L) が最も高く、雑排水ます中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、冬季の各水路における上流、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 96.5 (μg-N₂O-N/L) と高くなる事が明らかとなった。また、下流にて低下する傾向があり、過飽和となった D-N₂O が脱気し、流下に伴う減少が考えられた。一方で、図-3 は、各水路における NH₄-N、NO₃-N の変動を示している。図-3 から、合併浄化槽の水路では、NH₄-N が減少かつ NO₃-N が減少しており、水路内の硝化脱窒反応の進行が考えられるが、単独浄化槽の水路では、NO₃-N が上昇していることから、脱窒反応が進行しにくいと考えられる。いずれの水路も、NH₄-N が減少しているため、硝化反応からの N₂O-N 生成は少ないと考えられ、表-1 にも示すように、浄化槽内で生成された D-GHGs が水路から排出すると考えられた。

図-4 は、各水路における上流、下流の D-CH₄ 濃度変化を示している。図-3 から、D-CH₄ は、夏季、冬季共に単独浄化槽放流水、上流にて、最大 399 (μg-CH₄-C/L) と高く、下流にて低下する事から、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家庭に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。これらの結果から、単独浄化槽を合併浄化槽に転換することにより、GHGs 排出量は削減できると考えられた。

4. まとめ

放流先水路の D-N₂O は、冬季かつ上流にて増加し、D-CH₄ は、夏季・冬季共に上流にて増加する傾向にあり、いずれも単独浄化槽水路にて最も高くなる事から、合併処理浄化槽への転換により、放流先水路からの GHGs 排出を削減できると考えられた。

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)	
	夏季	冬季	夏季	冬季
合併処理浄化槽	12.0	7.9	30.8	23.9
単独処理浄化槽	15.3	38.0	117.0	122.6
生活雑排水	1.9	2.7	539.0	360.3

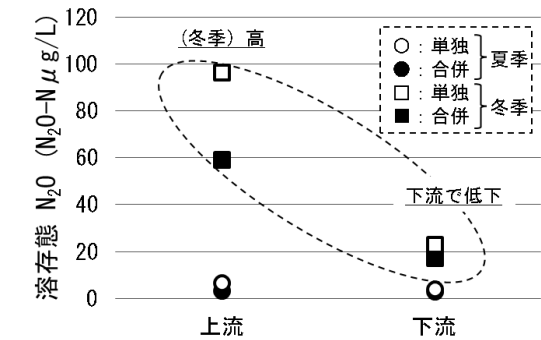


図-2 各水路における D-N₂O 濃度変化(平均値)

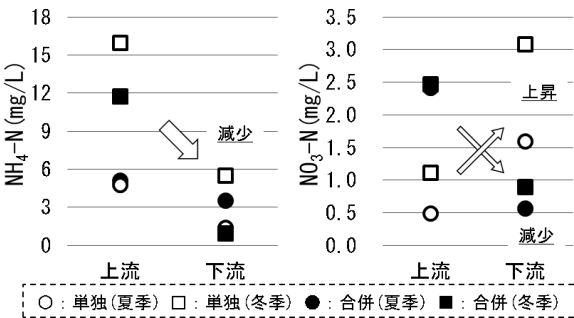


図-3 各水路における NH₄-N、NO₃-N の変動(平均値)

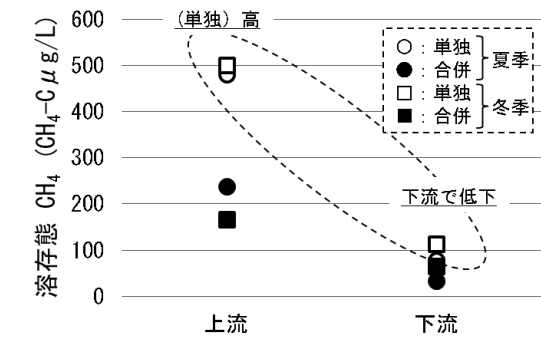


図-4 各水路における D-CH₄ 濃度変化(平均値)

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