

浄化槽における温室効果ガス CH_4 の排出特性および削減に関する検討

東洋大学大学院理工 学生会員 ○柿島 隼徒
 国立環境研究所 非会員 蛭江 美孝
 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、各家庭の生活排水を原位置で処理し、清澄な水を得ることで、公共用水域保全の役割を担っている。しかし、この浄化槽においても、ブロワ等の使用による電力由来の温室効果ガス排出の他に、浄化槽内の生物処理に伴い、 $\text{CH}_4 \cdot \text{N}_2\text{O}$ といった温室効果ガスが生成、排出されている。これまで生活排水処理施設における温室効果ガス排出に関しては、下水処理場から排出される CH_4 や N_2O において、国内外を問わず、多くの研究がなされているものの、浄化槽に関しては、浄化槽自体が日本で開発、発展してきた経緯もあり、その研究例が極めて少ない。また、浄化槽からの温室効果ガス排出量に関する研究としては、筆者らのグループによる研究があるが¹⁾、これは浄化槽全体から排出された温室効果ガス排出量を調査したものであり、浄化槽の各単位装置における処理状況と、そこから排出される温室効果ガスの関係に関しては明らかにされていない。そこで本研究では、浄化槽から排出される CH_4 に着目し、この CH_4 と浄化槽内の処理状況との関係を明らかにする事を目的とした。さらにこの結果を元に、 CH_4 排出の削減について検討を行なった。

2. 実験方法

本研究は、埼玉県川越市内の戸建て住宅3軒(M邸, H邸, IK邸)に設置されている浄化槽を対象に温室効果ガス排出量調査を行った。M邸とH邸は図1に示す様に、流量調整型嫌気濾床生物濾過循環方式であり、嫌気ろ床槽第一室、嫌気ろ床槽第二室、生物ろ過槽、処理水槽、消毒槽の順に構成されている。IK邸は図2に示す様に、前ばっ気型浮上濾過好気濾床方式であり、好気ろ床槽第一室、浮上濾過槽、好気ろ床槽第二室、沈殿槽、消毒槽の順に構成されている。両処理フローと

も、消毒槽前の処理水槽、沈殿槽から最初の槽へと日平均汚水量の3倍量で常時循環が行われている。これは、硝化脱窒反応を進行させるためと、好気槽で生成された汚泥を返送するためである。また、それぞれの浄化槽における嫌気ろ床槽と浮上ろ過槽では、それぞれ汚泥を1年間貯留できる構造となっている。

実験は2016年10月7日から2017年12月4日の期間において、2週間に1回程度の頻度で現地に行き、採気、採水、現場測定を行った。採気は、浄化槽の各単位装置において、ダイナミックチャンバー法(内径7.5cm, 5.6cm)を採用し、吸引ポンプを用いてガスバッグに採取した。 CH_4 の分析はガスクロマトグラフ法を用いた。採水サンプルからはBOD, SS, 各態窒素等の水質分析を行った。また、現場調査項目としては、各単位装置におけるDO, ORP, 水温や循環水量等の調査を行った。これらの結果より、浄化槽から排出される CH_4 と浄化槽内の処理状況との関係について解析を行った。

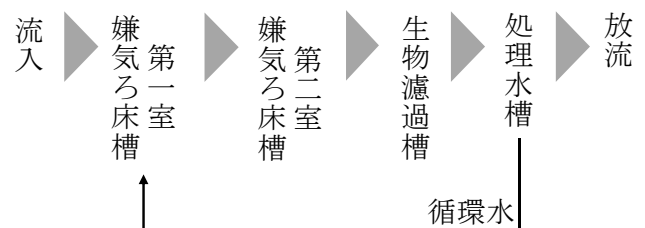


図1 M邸H邸浄化槽の処理フロー

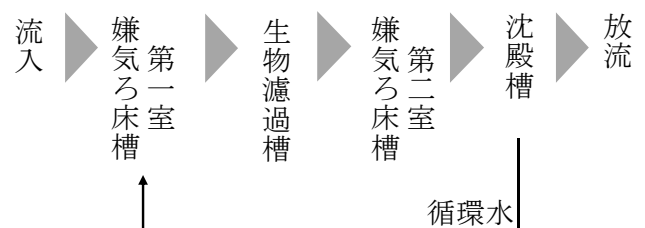


図2 IK邸浄化槽の処理フロー

キーワード 浄化槽, CH_4 , DO, 循環

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) CH₄の排出傾向

浄化槽から排出される CH₄ は、M 邸 H 邸浄化槽では、嫌気ろ床槽第一室、IK 邸浄化槽では、浮上ろ過槽(嫌気槽)が主な排出源であった。両処理フローとも、CH₄ の約 90%以上が嫌気処理部から排出されていた。そのため、各浄化槽の嫌気処理部を対象として、CH₄ 排出特性および削減の検討を行なった。

図 3 は、M 邸 H 邸浄化槽の嫌気ろ床槽第一室、第二室における DO 濃度と CH₄ 排出量の関係を示している。この結果から、嫌気ろ床槽の DO 濃度が 0mg/L 付近であると CH₄ 排出量が増大している。これは、嫌気ろ床槽の槽内水 DO 濃度が 0mg/L 付近になる事で、下部の汚泥貯留部において、CH₄ を生成する絶対嫌気領域が確保され、CH₄ の排出が増大したと考えられた。

図 4 は、M 邸 H 邸浄化槽の嫌気ろ床槽第一室と IK 邸浄化槽の浮上ろ過槽(嫌気槽)1 m³あたりに流入する DO 量と、これら嫌気処理部から排出される CH₄ 排出量の関係を示している。各嫌気処理部に流入する DO 量として、M 邸 H 邸浄化槽は、循環水の DO 量を、IK 邸浄化槽は好気ろ床槽第一室の流出水 DO 量とした。この結果から、M 邸 H 邸浄化槽の嫌気ろ床槽第一室では、流入 DO 量が 15mg/min・m³を超過している事が多く、CH₄ 排出量が低いのにに対し、IK 邸浄化槽の浮上ろ過槽では、流入 DO 量が 15mg/min・m³以下である事が多く、CH₄ 排出量が高くなる傾向となった。これらの結果は、M 邸 H 邸浄化槽の嫌気ろ床槽第一室に流入する循環水が、各処理装置により十分に処理した後の水であり、生物濾過槽によるばっ気とエアリフトにより供給される DO が残存されやすい事が原因であると考えられた。一方、IK 邸浄化槽の浮上ろ過槽に流入する好気ろ床槽第一室の流出水は、生活排水を好気ろ床槽第一室のみで処理し、BOD が残存しているため、消費に伴い、DO が残存されにくい事が原因であると考えられた。そのため、IK 邸浮上ろ過槽に流入する DO 量が減少し、浮上ろ過槽内において、CH₄ 排出量が増大したと考えられた。

(2) CH₄ 排出削減方法の検討

上記の結果から浄化槽嫌気処理部の流入水 DO 量が、低下する事で、嫌気処理部において絶対嫌気領域が確保され、CH₄ 排出量が増大する事が考えられた。そこで、浄化槽から排出される CH₄ を削減する方法とし

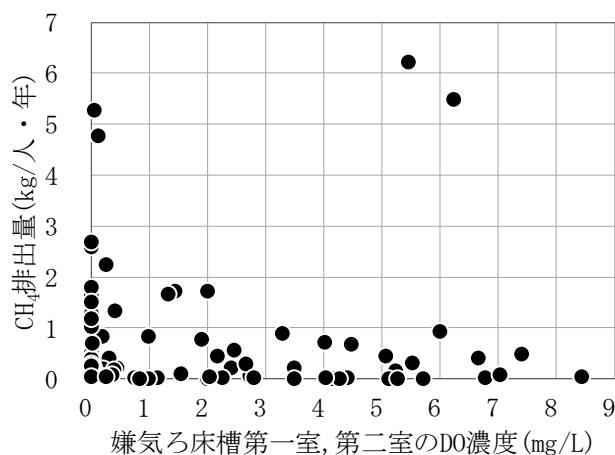


図 3 嫌気ろ床槽第一室、第二室における DO 濃度と CH₄ 排出量の関係

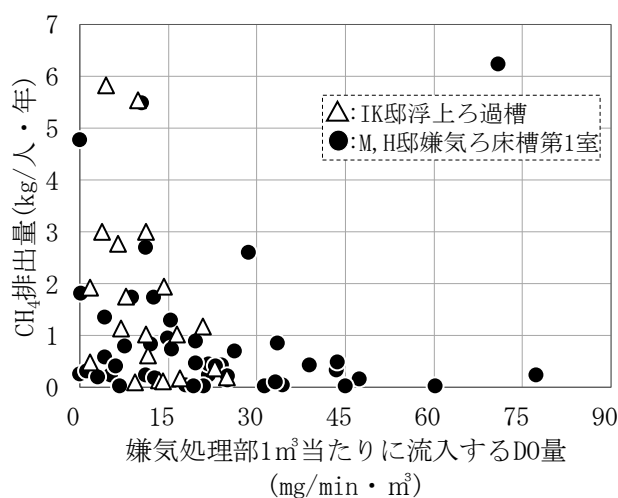


図 4 嫌気処理部に流入する DO 量と CH₄ 排出量の関係

て、①M 邸 H 邸における循環水量の増加、②IK 邸浄化槽の好気ろ床槽第一室におけるばっ気量の増加、等、嫌気処理部の微好気化による方法が考えられた。これらによる CH₄ 排出削減により、既存の浄化槽に対して、浄化槽運転方法を簡易に変更するだけで、CH₄ 排出の削減が可能であると考えられた。

4. まとめ

浄化槽嫌気処理部における DO が 0mg/L 付近である時に CH₄ 排出量が増大した。そのため嫌気処理部に流入する DO を 15mg/min・m³以上になるように運転することで CH₄ 排出削減が出来ると考えられた。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K06556 の助成を受けた。

参考文献

- 1) 蛭江, 山崎ら: 浄化槽における CH₄, N₂O 排出量に及ぼす原水流入変動と嫌気-好気循環の影響解析, 水環境学会誌, 35 (2), pp. 27-32 (2012)