

浄化槽の処理工程における衛生指標生物の挙動解析

東洋大学 理工学部 学生会員 ○塩原 拓実
東洋大学 理工学部 非会員 中村 颯馬
東洋大学 理工学部 正会員 山崎 宏史

1. はじめに

浄化槽は生活排水処理方法の1つとして挙げられる。各家庭単位で設置ができ、分散型排水処理施設として需要が高まっている。浄化槽は生活排水に由来する有機物や窒素、細菌等が含まれた流入水を、各処理工程によって除去し、最終工程の消毒槽において塩素添加がされることによって、清澄で衛生的に安全な水として、公共用水域に放流される。しかし、消毒に用いられる塩素は過剰な添加を行ってしまうと、放流先の生態系や人体に有毒な副生成物を生成するなどの悪影響が懸念されている。そのため、大腸菌を始めとする衛生指標生物は消毒より前の処理工程で多くの除去が行われることが望ましい。

一方、現在、日本において衛生学的な指標となる基準として大腸菌群が主に用いられている。しかし、大腸菌群には自然由来の菌種が多数確認されているため¹⁾、大腸菌、腸球菌、嫌気性芽胞菌等の方が適切との報告もある²⁾³⁾。そのため、大腸菌群の他、大腸菌、腸球菌、嫌気性芽胞菌を加えた4種の衛生指標生物の挙動解析を行う必要がある。

上記の点を鑑み、浄化槽における消毒槽より前の処理工程において衛生指標生物をできる限り除去することが重要であり、各処理工程における衛生指標生物及び水質分析の挙動を解析することで塩素添加量及び

環境負荷量を最小限にした浄化槽を開発できるのではないかと考えた。

そこで、本研究では浄化槽の各処理工程における衛生指標生物の挙動解析を目的とし、衛生指標生物の除去効果と水質との関係について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 浄化槽の概要

本実験は、埼玉県川越市内に設置されている、流量調整型嫌気ろ床生物ろ過循環方式の家庭用浄化槽を対象として実施した。図1は本研究で使用した浄化槽の概略を示している。嫌気ろ床槽第1室、嫌気ろ床槽第2室では嫌気処理と沈殿分離、生物ろ過槽では好気性処理と、担体による固液分離、処理水槽では沈殿分離を行い、最後に消毒槽によって塩素消毒を行う構造となっている。

2.2 分析

浄化槽の規模は7人槽で実使用人数は2人であった。実験は2016年9月から2018年1月までの間、約2週間に1回の頻度で行った。

浄化槽での現場分析としてDO、pH、水温、ORP、残留塩素の測定を行った。残留塩素濃度はDPD試薬を用いて測定をした。試料を持ち帰り直ちにBOD、SS、 $\text{NO}_{2,3}\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、T-Nの水質分析を行った。また、衛生指標生物は大腸菌群がデソキンコール寒天培地法、大腸菌は特定酵素基質培地法、腸球菌はm-エンテロコッカス培地法、嫌気性芽胞菌はハンドフォード改良寒天培地法を、それぞれ用いて菌数を測定した。また、各処理工程における菌数の減少を除去率 $-\text{Log}_{10}(N/N_0)$ で表し、各々の挙動を解析した。

3. 結果と考察

図2は各処理工程における衛生指標生物の平均除去率を示している。衛生指標生物は各処理工程にて除去が行われており、実験期間全体を通じて放流水の大腸菌群数は排水基準値である3,000cfu/mL以下になり、期間全体

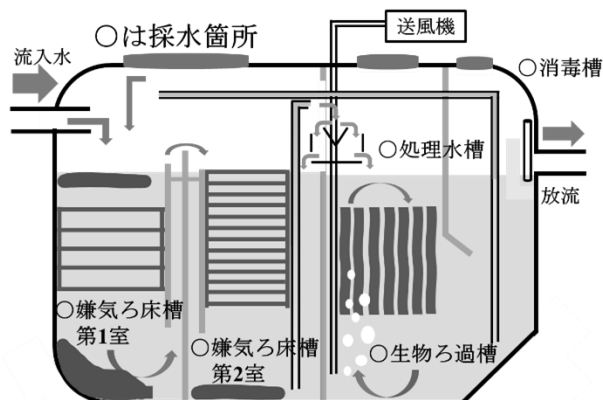


図1 対象浄化槽の概要及び採水箇所

キーワード 浄化槽、衛生指標生物、残留塩素、水温

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

における約 40%が消毒前の処理水槽において 3,000cfu/mL を下回っていた。なお、実験期間中の平均残留遊離塩素濃度は約 0.6mg/L と高濃度であった。大腸菌群、大腸菌、腸球菌は残留遊離塩素濃度が検出限界である 0.05mg/L 以下と低濃度に検出されている状況において $2\log(99\%)$ 以上除去が行われていたことから今回の平均的な塩素は過剰添加されている可能性があった。また、本浄化槽では残留遊離塩素濃度が高濃度の場合においても、芽胞形成能を有する嫌気性芽胞菌は除去効果を示さない傾向を示しており、これは久保らのウェルシュ菌に関する研究³⁾と同様の結果となった。このことから嫌気性芽胞菌は消毒槽以外の各処理工程において除去を行うか塩素消毒以外の代替方法による検討が必要だと考えられる。

表 1 は嫌気処理、好気処理における各水質に関する除去率と各衛生指標生物の除去率を相関係数として表した。この表 1 から好気処理によって大腸菌群、大腸菌、腸球菌除去率が BOD 除去率と正の相関を示し、嫌気処理によって嫌気性芽胞菌除去率と SS 除去率が正の相関を示した。これは大腸菌群、大腸菌、腸球菌が好気性微生物による捕食、嫌気性芽胞菌は嫌気処理又は沈殿分離がそれぞれ大きく寄与している可能性が示唆された。

これらの結果を元に図 3 では嫌気処理における嫌気性芽胞菌除去率と SS 除去率及び水温との関係を示した。この図から水温と SS 除去率が高い値を示すと、嫌気性芽胞菌除去率も高くなることがわかった。また、嫌気ろ床槽第 1 室に堆積している汚泥の嫌気性芽胞菌数を測定した結果、水中よりも多量の嫌気性芽胞菌が検出された。このことから嫌気性芽胞菌は水温が高い時期において沈殿分離により良好に除去が行われていることを確認できた。

4. まとめ

大腸菌群、大腸菌、腸球菌は好気処理及び塩素消毒において良好に処理が行われたが、残留塩素濃度が低濃度でも除去が行っていた。また、大腸菌群、大腸菌、腸球菌は好気処理にて除去が良好に行われていることから、好気性微生物による捕食が最も有効な除去方法であることがわかった。

一方、嫌気性芽胞菌は残留塩素濃度が高濃度の状況においても良好に除去が行われておらず、消毒槽以外での除去効果の検討を行った結果、水温が高い時期における沈殿分離処理が大きく寄与していることがわかった。

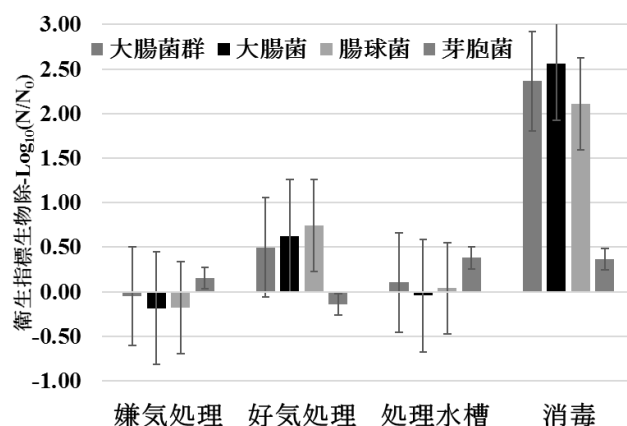


図 2 各処理工程の平均除去率- $\log_{10}(N/N_0)$

表 1 嫌気・好気処理による各種データの相関係数

衛生指標生物 処理機能		大腸菌群 除去率	大腸菌 除去率	腸球菌 除去率	嫌気性 芽胞菌 生残率
嫌気処理	SS除去率	0.26	-0.26	0.22	0.16
	BOD除去率	0.02	-0.12	-0.28	0.27
	水温	0.27	0.14	0.15	0.23
好気処理	SS除去率	-0.03	-0.03	-0.46	0.14
	BOD除去率	0.48	0.52	0.22	-0.16
	水温	0.31	0.24	0.50	-0.22

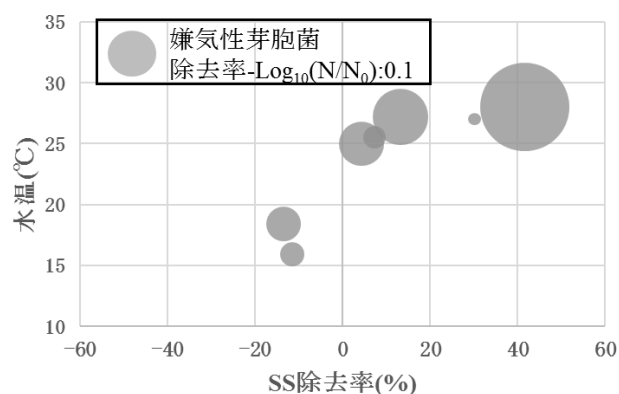


図 3 嫌気処理における嫌気性芽胞菌除去率- $\log_{10}(N/N_0)$ 、SS 除去率(%)、水温(°C)の関係

謝辞：本研究は、環境省の環境研究総合推進費

(1-1603)により実施された。ここに記し謝意を表す。

参考文献

- 1) 赤塚ら：大腸菌群測定法の水質汚染指標性の検討
岡山医学会雑誌, 90. p. 1309-1317 (1978)
- 2) 国府島ら：腸球菌及び糞便性大腸菌の水質汚染指標性に関する検討, 岡山医学会雑誌
96. p. 377-384 (1984)
- 3) 久保ら：ウェルシュ菌の水質指標性に関する研究
環境科学会誌 5(3): p. 173-185 (1992)