

都市下水処理 UASB 内における汚泥床内の空隙が原生動物へ与える影響

長岡工業高等専門学校 ○佐藤剛 (正) 荒木信夫 (正) 押木守
長岡技術科学大学 (正) 山口隆司 (正) 平片悠河

1. はじめに

都市下水処理 UASB 内には細菌や古細菌の他に嫌気性原生動物の存在が報告されており、汚泥発生の抑制や細菌を捕食し汚泥量をコントロールすることで処理に貢献している¹⁾。このことから、原生動物を UASB 内で高濃度に保持することで処理性能が向上すると考えられるが、この嫌気性原生動物に関する知見は乏しく、増殖因子も明らかにされていない。我々が都市下水処理 UASB リアクターを運転した際、運転の停止や装置内の上昇線流速を増加させることにより汚泥床内の原生動物の存在数が急激に減少することを確認した²⁾。これらから、UASB 内の原生動物は汚泥床内の空隙や線流速といった物理的な条件に大きく影響されると予想される。本研究では UASB 内の原生動物の高さ方向の空間分布と汚泥床内の空隙率を調査し、汚泥床内の空隙率が原生動物へ与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

図 1 に本研究で使用した UASB リアクターの概略を示す。カラム高さは 160 cm、カラム容積は 13.9 L であり、種汚泥は本研究室で一年以上に渡って運転中の 32 L ラボスケール UASB リアクター内のグラニューク汚泥を供し、長岡中央浄化センターから供給されるスクリーン通過下水を基質としてリアクターに連続通水した。リアクターは無加温で運転し、水理学的滞留時間(HRT)は 8 時間とした。また、リアクター上部より処理水を抜き、下水流入部で合流させることで処理水の循環を行った。循環による上昇線流速は培養 282 日目まで(Run1)は 12 m/day、培養 283 日目から 388 日目まで(Run2)は 7 m/day とした。汚泥のサンプリングは週 1 回程度の頻度で行い、汚泥面以下にあるポートの内 3 つからサンプルを採取した。原生動物数はスライドガラス上に滴下した 30 μ L の汚泥サンプルを、40 倍の顕微鏡で観察することで計測し、計測対象は過去に運転して

いた UASB リアクター内で優占種であったことが確認されており、なおかつ目視による形態判別が可能である 4 種(図 2)とした。汚泥床内の空隙率(%)は、式(1)より推定した。

$$\text{空隙率} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{MLSS}}{\text{グラニューク汚泥の密度}} \right) \quad (1)$$

なお、式(1)におけるグラニューク汚泥の密度は画像解析ソフト(Image J)³⁾で解析した粒径から算出した汚泥の体積で、乾燥後の汚泥サンプルの質量を除外して算出した。

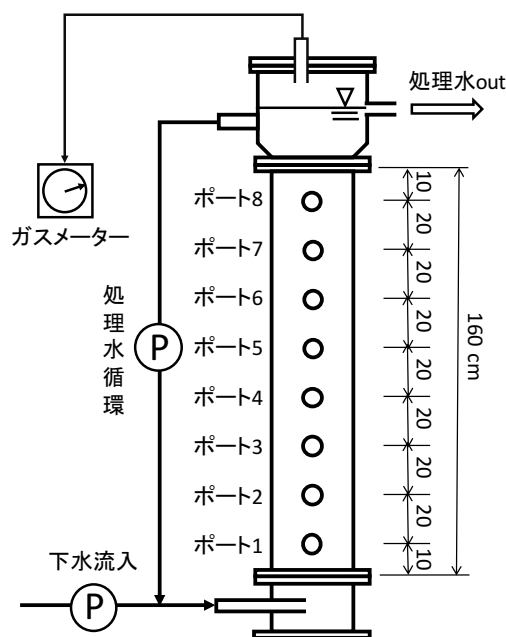


図 1 リアクター概略図

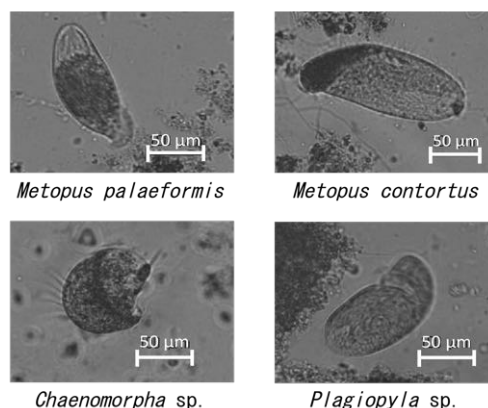


図 2 計測対象とした原生動物

3. 実験結果および考察

(1) UASB リアクターの処理性能

リアクター運転期間における全 COD は流入下水で 415.3 ± 226.5 mg/L, 処理水で 113.0 ± 31.2 mg/L, 溶解性 COD は流入下水で 230.2 ± 63.1 mg/L, 処理水で 91.3 ± 21.8 mg/L であった. 運転期間における COD 負荷は 1.25 ± 0.68 g-COD/L · day であり, COD 除去率は全成分で $68.7 \pm 12.1\%$, 溶解性成分で $58.5 \pm 11.8\%$ であった.

(2) UASB 内の原生動物の空間分布

ポートごとに平均した原生動物の種ごとの存在数を図 3 および図 4 に示す.

運転期間中に優占種であると確認できたのは Run1 では *Metopus contortus* と *Chaenomorpha sp.* の 2 種, Run2 では *Metopus contortus* と *Metopus palaeformis*, *Chaenomorpha sp.* の 3 種であった. 両方の期間で優占種であった *Metopus contortus* と *Chaenomorpha sp.* の 2 種は比較的遊泳速度が速い種であり, 上昇流が発生する UASB 内において汚泥床外に流されにくく, 増殖が盛んであったと考えられる. また, Run2 のポート 1 において *Metopus palaeformis* の存在数が比較的少なく, *Metopus contortus*, *Chaenomorpha sp.* の存在数が多くなる傾向が見られた.

(3) 空隙率が原生動物に及ぼす影響

Run1 における空隙率はポート 1 で 78%, ポート 2 で 85%, ポート 3 で 89% であり, 上部に近づくとつれて汚泥の占める割合は減少し, 空隙が増加していた. Run2 ではポート 1 で 60%, ポート 4 で 83%, ポート 6 で 92% と Run1 と比較してより大きく空隙率が変化していた. 前節の図 3, 図 4 で示した通り, ポート間で空隙率に大きな差があった Run2 では各ポートに出現する原生動物の種ごとの割合に変化が見られたことから, 空隙率が原生動物の存在数に影響を与えることが示唆されたが, 最も低い位置にあるポート 1 において原生動物の総数が最も多く確認されたことから, 本研究で使ったリアクターおよび運転条件において空隙率による原生動物への影響は小さかったものと思われる.

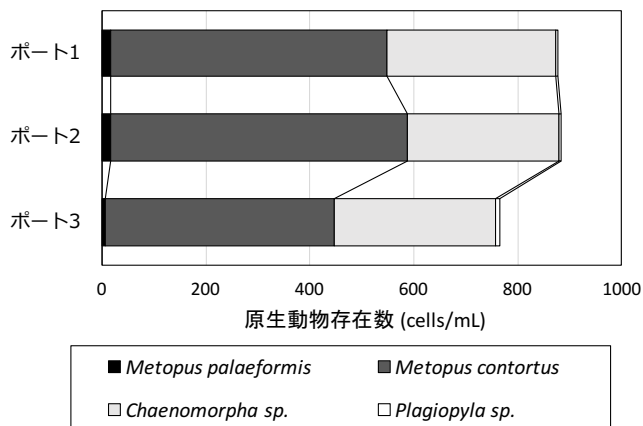


図 3 各ポートにおける原生動物の割合 (Run1)

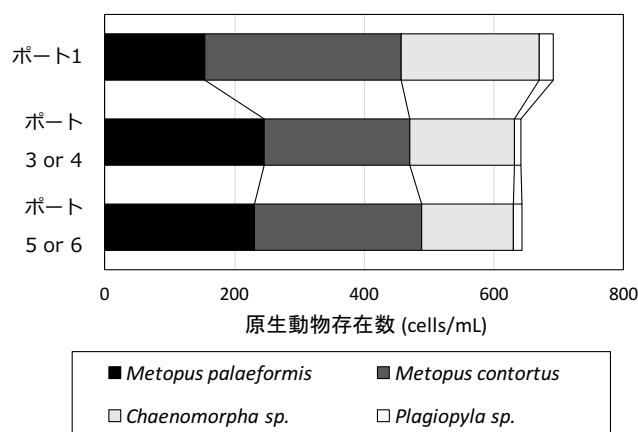


図 4 各ポートにおける原生動物の割合 (Run2)

4. まとめ

現段階で優占種と確認できたのは計測対象 4 種の内 *Metopus contortus*, *Metopus palaeformis* および *Chaenomorpha sp.* の 3 種であった. また, 上昇線流速の変化に伴う空隙率の変化が原生動物へ与える影響が示唆されたものの, 高さ方向での原生動物の総数の差は顕著でなかった. 今後, 再び装置の運転条件を変えてどのような影響があるか観察する必要があるほか, 高さ方向での COD 濃度の変化が及ぼす原生動物への影響について明らかにする必要がある.

参考文献

- 1) M. Priya, et al: Water. Res. (2007)
- 2) 吉田ら, 第 51 回水環境学会年会講演集 (2017)
- 3) <https://imagej.nih.gov/ij/index.html>