

第Ⅶ部門

食物連鎖を利用したパイル担体活性汚泥法による汚泥減容化ラボスケール実験とモデル開発

立命館大学大学院理工学研究科 学生員 ○前川 愛実

立命館大学理工学部 正会員 惣田 訓

和歌山県工業技術センター 赤木 知裕

和歌山県工業技術センター 山際 秀誠

1. 研究目的

多くの都市下水処理場では、活性汚泥法による処理を行っているが、その過程で発生する余剰汚泥の処理やリサイクルに要する多大な経費の問題を抱えている。その解決策として食物連鎖を利用した余剰汚泥の減容化方法がある¹⁾。「パイル担体活性汚泥法」とは、パイル織物を活性汚泥微生物の固定化担体に応用し、通常は発生しにくい水生ミミズを食物連鎖の最上位者として保持することで、有機物の二酸化炭素への変換量を増加させ、余剰汚泥を減容化する方法である(図1)。この方法を効率的に運用するには、活性汚泥生態系における食物連鎖を定量的に理解し、適切に制御する必要がある。そこで本研究では、パイル担体活性汚泥法のラボスケール実験とモデル開発を行い、余剰汚泥減容化の効果を予測した。

2. ラボスケールの汚泥減容化実験

汚泥減容化リアクターとして、高密度担体(RFV-52295、オーヤパイル(株))にイトミミズを付着させたリアクター①と、低密度担体(IRA-91-70、オーヤパイル(株))にイトミミズを付着させたリアクター②、高密度担体にイトミミズを付着させなかったリアクター③を設置した(図2)。7日ごとに系内の汚泥を入れ替え、処理前後に活性汚泥浮遊物質(MLSS)と水相の全有機炭素(TOC)の濃度を計4回測定した。なお、リアクター②に付着さ

せたイトミミズは実験開始から28日目に死滅したため、再度イトミミズを添加した。

MLSSに基づく汚泥減容率を表1に示す。どの系にお

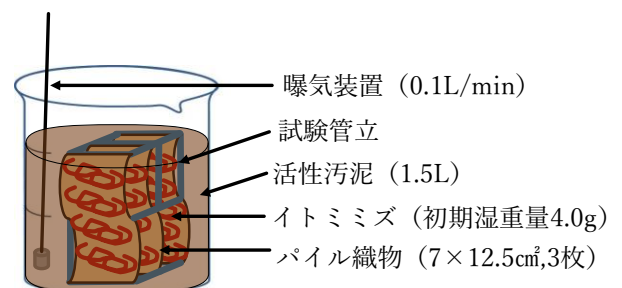
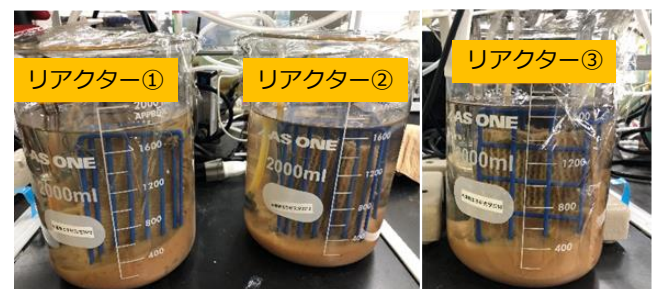


図2 汚泥減容化リアクター①,②,③および模式図.

表1 汚泥減容率 (%)

	リアクター① (イトミミズ良好)	リアクター② (イトミミズ良好)	リアクター③ (イトミミズなし)
1回目	-5	2	-4
2回目	9	5	10
3回目	12	20	11
4回目	9	-1	1

4回目

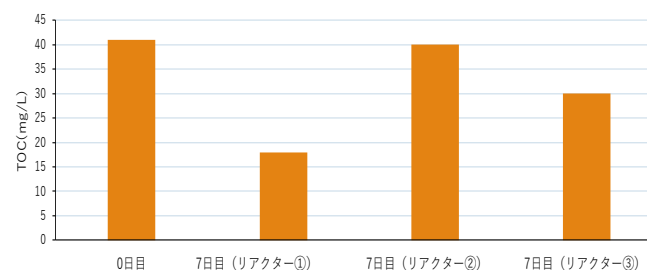


図3 リアクターの水相のTOCの変化.

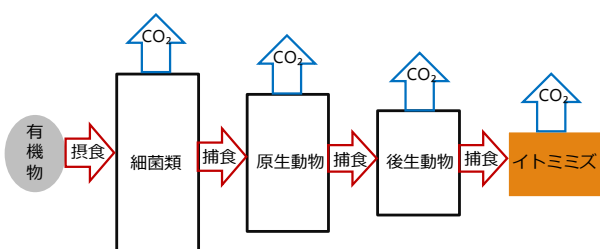


図1 活性汚泥内の食物連鎖ピラミッド.

いても汚泥減容率は小さかったものの、高密度担体にイトミミズを付着させたリアクター①において、比較的安定した効果が表れた。リアクター③における汚泥の減容は、自己分解を示している。汚泥減容率が小さかった原因として、系内の汚泥攪拌が不十分であったこと、イトミミズの糞便と汚泥を混在して回収したこと、担体に付着させたイトミミズの初期量が少なかったことが挙げられる。

処理4回目における水相の TOC 濃度の変化を図 3 に示す。リアクター①において TOC は大幅に減少し、イトミミズが汚泥を摂食し、排泄した水溶性分泌物を活性汚泥細菌が分解したことが示唆された。リアクター②は、イトミミズが実験期間中に一度死滅したため、その影響をあまり受けなかったと考えられる。

3. 汚泥減容化のシミュレーション

国際水協会の活性汚泥モデル ASM3C に捕食者の動態を組み込み (図 4)、好気性消化槽での汚泥減容効果をシミュレーションした。初期条件として捕食者 (水生ミミズ) は存在せず、消化槽において滞留時間 3 日で余剰汚泥を連続処理し、15 日目に水生ミミズを導入するものとした。水生ミミズは理想的に担体に定着することで槽内に流出せず、水温は 20℃、溶存酸素濃度は 2mg/L に保たれるものとした。

シミュレーションによって得られた MLSS および捕食者バイオマスの経時変化を図 5 に示す。捕食者がいない状態では、活性汚泥微生物の自己消化により、汚泥減容率は約 10% であった。15 日目に捕食者を導入すると、そのバイオマスは増加し、汚泥減容率は 50 日目には約 50% まで増加した。このことから、パイル担体活性汚泥法による汚泥減容化の可能性が示唆された。

4. 結論

- ・高密度なパイル織物にイトミミズを付着させた汚泥減容リアクターでは、比較的安定した効果が得られたため、実験を継続し、長期的な効果を検証する。
- ・正確な汚泥減容効果を評価するため、担体に付着した汚泥量の分析や、イトミミズの糞便と汚泥を分離して回収することが可能なリアクターの開発を目指す。
- ・モデルによるシミュレーションの結果、反応槽内に捕食者を理想的に維持することで、大幅な汚泥減容効

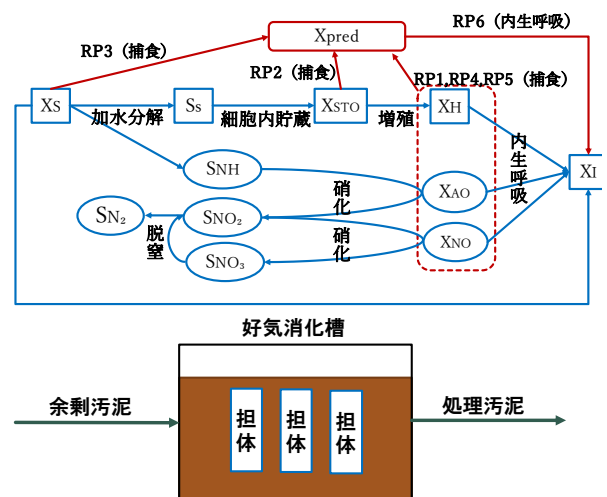


図 4 活性汚泥モデル内のプロセスと余剰汚泥の好気性消化プロセス。

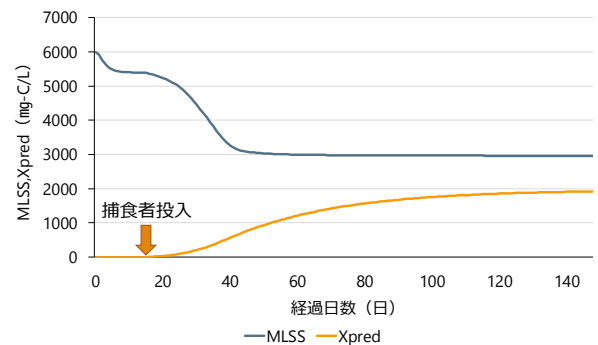


図 5 好気性消化プロセスによる汚泥減容化のシミュレーション。15 日目に捕食者（水生ミミズ）を導入した。

果が得られる可能性が示された。

5. 参考文献

- 1) Hendrickx, T.L.G., Temmink, H., Elissen, H.J.H., Buisman, C.J.N.(2009) The effect of operating conditions on aquatic worms eating waste sludge, Water Research, 43, 943-950.