

UASB-DHS・リン回収 DHS リアクターによる実下水処理

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○竹縄 温

広島大学大学院工学研究科 正会員 金田一智規, 尾崎則篤, 大橋晶良

1.背景

現在、活性汚泥法に変わる下水処理システムとして、低コスト型余剰汚泥削減プロセスの UASB-DHS システムが注目されている。しかしながら、このような汚泥が発生しないプロセスでは、従来のようなリンを汚泥に取り込ませて、余剰汚泥としてリン除去・回収する方法が行えない。そこで我々は、リン酸蓄積細菌(PAOs)を高濃度に保持した DHS リアクターを用いる事により、リン除去が達成されていない下水処理水から、リン濃縮液として直接回収するプロセスを考案した(小寺ら、2009)。

本研究ではこれまでの研究成果を基に一貫した UASB-DHS・リン回収 DHS プロセスの構築を目指し、実下水を用いてリン濃縮回収実験を行っている。しかし、今回実験プラントを設置した東広島市内の下水処理場は一般的な下水処理場に比べ下水中の硫酸イオン濃度が非常に高く(400 mg-SO₄²⁻・L⁻¹ 程度)、季節間の気温差も激しいため様々な問題が明らかになった。本稿では、高濃度硫酸イオン環境下において UASB-DHS ・リン回収 DHS を如何に運転すべきかを検討した。

2.実験方法

2-1.実験装置の概要

東広島の下水处理場内に UASB-DHS・リン回収 DHS を直列に設置し連続運転した (Fig.1)。UASB の前段には、下水の SS をトラップさせる為の沈殿池を設け、沈殿後の排水(UASB 流入水)を UASB-DHS・リン回収 DHS に1日1 m³供給した。好気 DHS には円柱のプラスチック材にスポンジを詰めたスポンジ担体を、リン回収 DHS にはプラスチック材に織布を巻いた布担体を充填した。

2-2.リン濃縮回収原理

嫌気好気条件を繰り返す事でリン回収 DHS 内に PAOs を保持させる(Fig.1(下))。好気時には空気を供給しつつ、リン含有下水処理水(DHS 処理水)を散水し、PAOs にリン除去させる。嫌気時には有機性の廃水をリアクター内に満たし、好気時に除去したリン放出させる。嫌気濃縮液槽を設置し、同液に繰り返しリン放出させる事でリン高濃度化した液が回収できる(小寺ら、2009)。

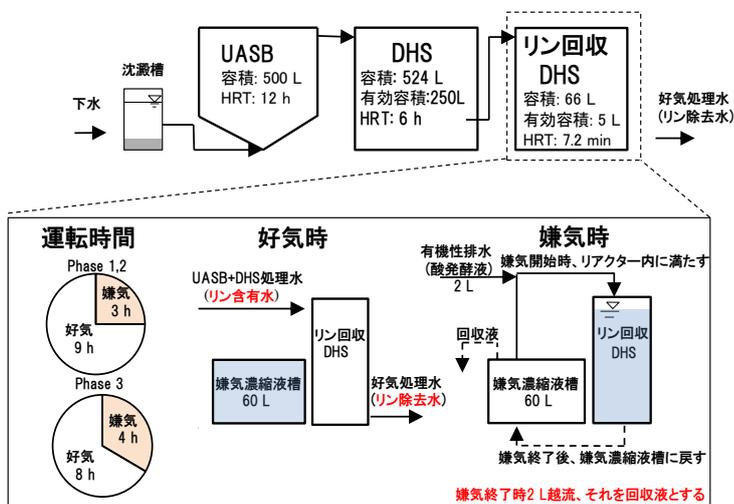


Fig.1 リアクターの運転概要(上)とリン回収原理(下)

3.実験結果及び考察

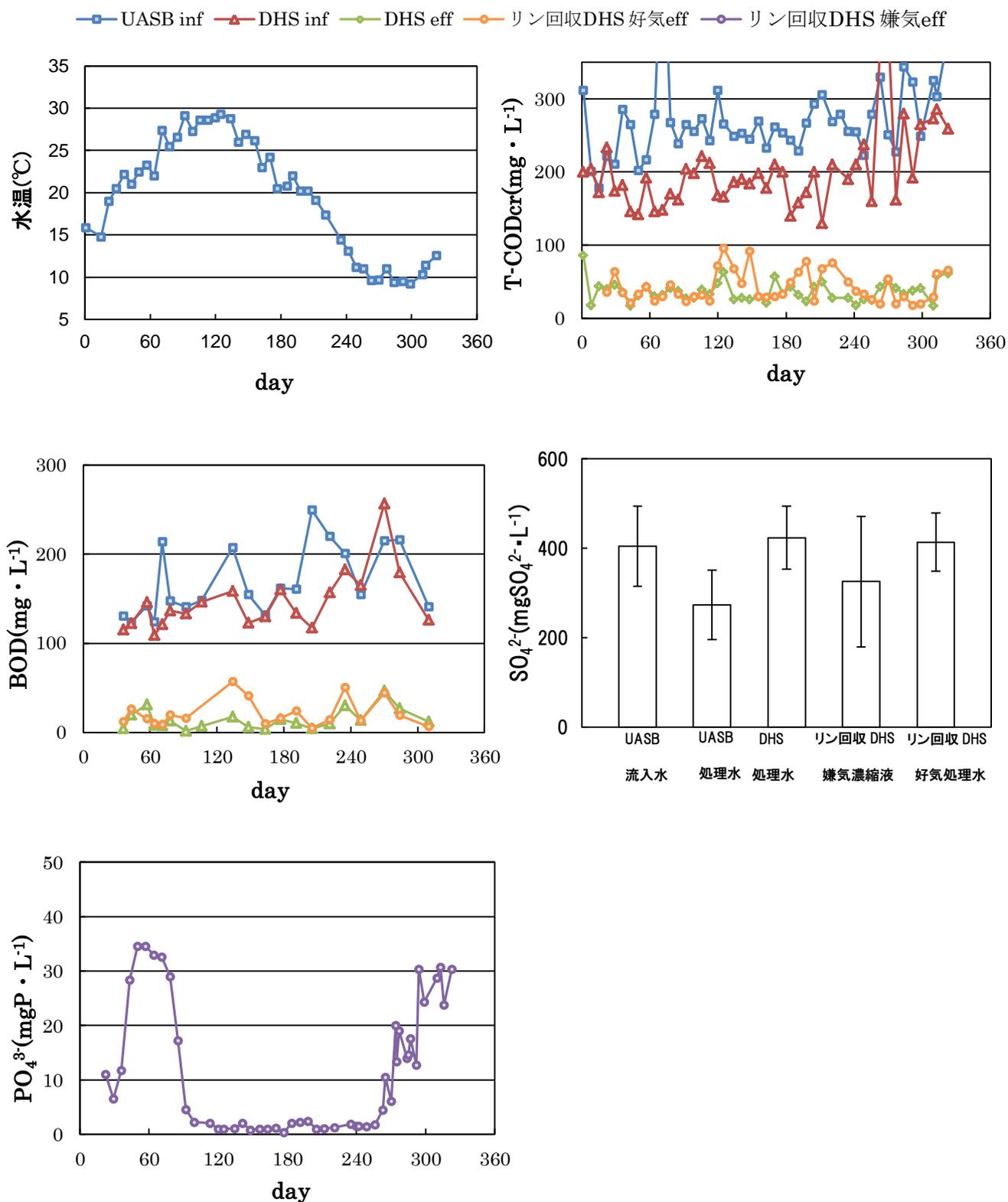


Fig.2 測定結果-(A)水温,(B)COD,(C)BOD,(D)硫酸塩濃度,(E)濃縮液リン濃度

3-1 有機物除去性能

UASB 流入水の COD 濃度は平均 $264 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であり、UASB 処理水は $188 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であった。気温が高い時期でもメタンガスは、ほとんど発生せず、溶存メタン濃度で平均 $15 \text{ mg-COD} \cdot \text{L}^{-1}$ であった。硫酸イオン濃度を測定した所、UASB 流入水の硫酸イオン濃度は平均 $400 \text{ mg-SO}_4^{2-} \cdot \text{L}^{-1}$ であり、UASB 処理水が平均 $270 \text{ mg-SO}_4^{2-} \cdot \text{L}^{-1}$ であったことから、UASB リアクター内では、主に硫酸還元反応により有機物が分解されている事が分かった。DHS リアクターにおいて、UASB で分解されなかった有機物は酸化され、DHS 処理水の COD 濃度は平均 $36 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であり、リン回収 DHS から排出される最終処理水(好気処理水)の COD 濃度は平均 $44 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であった。加えて、水温が低下しても 2 つの DHS リアクターの有機物除去能力は低下せず安定した処理が行え、トータルシステムとして下水は 85 %COD 除去された。

3-2 リン回収性能

UASB-DHS で除去されないリンを回収する為に設置したリン回収 DHS リアクターでは運転直後よりリン除去が確認された。平均 $1.68 \text{ mg-P} \cdot \text{L}^{-1}$ のリンを含んだ流入水は、リン回収 DHS 処理後では平均 $1.25 \text{ mg-P} \cdot \text{L}^{-1}$ まで低下しており、約 26%のリンが除去されていた。同時に嫌気濃縮液のリン濃度も上昇が確認され、運転 43 日目では嫌気濃縮液のリン濃度は $35 \text{ mg-P} \cdot \text{L}^{-1}$ まで濃縮されていた(Fig.2E)。好気時に除去されたリンがすべて回収された場合、理論上嫌気循環液は $102.7 \text{ mg-P} \cdot \text{L}^{-1}$ まで濃縮される予定であった。しかしながらその後、リン除去性能は低下し、リンが濃縮回収されなくなった。リン濃縮低下時の濃縮液には、大量の硫酸塩還元菌が発生しており、この硫酸還元菌によって生成された硫化水素が PAOs の働きを阻害しているのではないかと考えた。そこで発生した硫酸還元菌を排除するため、運転 118 日目に新たに小型 DHS リアクターを嫌気濃縮液槽内に設置した(Phase 2)。その結果、嫌気濃縮液に発生した硫酸還元菌の除去に成功したが、リン濃縮回収性能は回復しなかった。リン除去性能が回復しない原因を明らかにするため、リアクター内の様々な水質データを調査した。その結果、新 DHS 設置等の運転状況の変化により、嫌気条件操作 2 時間経過後もリン回収 DHS 内に溶存酸素が $1 \text{ mg-O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ 以上存在しており、嫌気状態を保てていない事を突き止めた。そこで運転 259 日目に、嫌気状態を確保するために嫌気時間を 4 時間に延長した。その結果、嫌気濃縮液のリン濃縮が再び行われるようになった(Phase 3)。このように、高濃度硫酸イオン環境下においても、上記のように条件検討する事でリン回収 DHS の能力を回復させる事に成功した。

参考文献

小寺ら, 第 43 回日本水環境学会講演集, p.354

謝辞

研究は NEDO 「微生物群のデザイン化による高効率型バイオ処理技術開発」の助成を受けて実施した。