

## パイロットスケール UASB と DHS を組み合わせたシステムによる下水処理実証試験

広島県産業科学技術研究所 正会員 ○高橋優信, 岐阜工業高等専門学校 正会員 角野晴彦  
 長岡工業高等専門学校 正会員 荒木信夫, 高知工業高等専門学校 正会員 山崎慎一  
 呉工業高等専門学校/広島県産業科学技術研究所 学生会員 文後佳久, 正会員 山口隆司

## はじめに

現在、国内において下水処理の主流である活性汚泥法は、高い処理能力と引き換えに多量の余剰汚泥の発生と電力エネルギーが費やされている。一方、中高濃度廃水で多く採用されているメタン発酵型の嫌気性処理は、エアレーションが不要で余剰汚泥が少ないことと、生成されたメタンガスがエネルギー回収されリアクターの保温等に利用できる長所を持つ。嫌気性処理法を都市下水に用いると、①有機物濃度が低い、②水量が莫大である、③水温が低いといった理由から、処理を担うメタン生成菌の至適な環境を整えることが困難で、そのみでは窒素・リン除去が望めない。そこで、本研究では高濃度の汚泥保持可能なリアクターとして UASB と DHS（スポンジ担体散水ろ床）を組み合わせ、嫌気性処理をメタン生成のみに依存しない循環型システムを構築し、パイロットスケール装置（Phot.1）での実下水連続処理実験を行った。



Phot.1 Overview of the pilot-scale plant installed at a sewage treatment site.

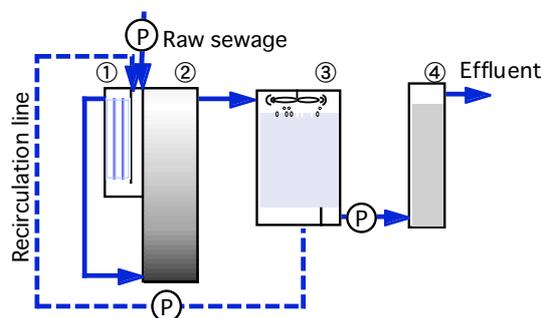
## 実験方法

Fig.1 に、東広島浄化センター内に設置した本実験の処理装置の概要を示す。スクリーン通過後の下水は、脱窒槽（1.40m<sup>3</sup>）と UASB（8.40m<sup>3</sup>）からなる嫌気槽で前段処理され、その流出水は後段の DHS（スポンジ容積 3.02m<sup>3</sup>, 193 日目から 4.25m<sup>3</sup>）で好氣的に処理される。DHS 処理水の一部は、循環ラインで脱窒槽に戻し、その他は砂ろ過槽を通過して最終処理水となる。脱窒槽には、板状のスポンジ担体を設置し、DHS の担体には 25, 32mm 角の立方体スポンジをネットリングに埋め込んだものをランダムに充填した。運転は、温度制御フリーの条件下で行った。なお、植種汚泥は、UASB に中温メタン発酵グラニュール（食品排水処理）、DHS には活性汚泥を用いた。

UASB 保持汚泥では、122mL バイアル瓶を用いた比活性試験によって、メタン生成・硫酸還元活性を評価した。基質は、酢酸と水素を用い、試験温度は 35℃とした。

## 実験結果及び考察

Fig.2 に、運転状況と流入下水の日平均水温の経日変化を示した。運転は平成 15 年 6 月中旬より、HRT 24hr で開始し、45~167 日目は 12hr, 168 日目（12 月）以降



①Denitrification: 1.40m<sup>3</sup> Media: sponge board  
 ②UASB: 8.40m<sup>3</sup>  
 ③DHS: 3.02m<sup>3</sup> (sponge vol.) Media: sponge cube  
 ④Sand filtration: 1.00m<sup>3</sup>

Fig.1 Schematic representation of the sewage treatment process of the system<sup>2</sup>.

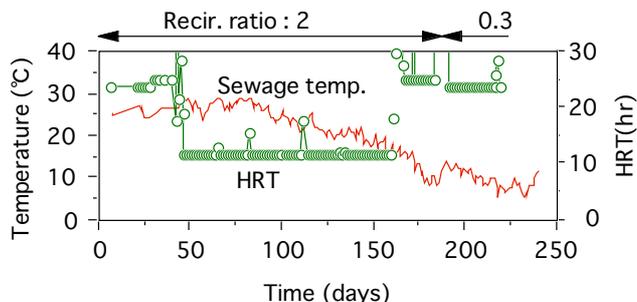


Fig.2 Time course of HRT.

キーワード：都市下水、パイロットスケール、UASB、DHS

〒739-0046 広島県東広島市鏡山 3-10-32 広島県産業科学技術研究所 Tel.0824-31-0213

は 24hr とした。循環比は、原水流量に対して 2 で開始し、184 日目からは嫌気槽の微生物活性の向上を目的とし、0.3 とした。下水水温は 8 月の 46~76 日目が平均 27.1℃と最も高く、その後、168 日目（12 月）以降には、日平均が 10℃程度まで低下した。

Fig.3, 4 に、流入下水、UASB 流出水、DHS 流出水、最終処理水の全 BOD 及び SS 濃度の経日変化を示した。有機物除去能は、運転開始わずか 4 日で DHS 流出水において全 BOD : 7mg/L と良好な処理水が得られ、卓越したスタートアップ性能を發揮した。最終処理水の 8 月平均では全 BOD : 9mg/L, SS : 5mg/L となり、その後、水温低下や循環比を変更しても処理水質は低下することはない。

Fig.5 に、DHS 流出水の窒素態の経日変化を示した。運転開始後、直ちに酸化態窒素が検出され硝化反応が認められたが、60 日目以降は酸化態窒素が検出されなくなった。硝化が停止した原因として、スポンジ担体を積荷している網が目詰まりし、担体が浸水したトラブルが挙げられる。これは、運転 110 日目に解消され、2 ヶ月経過して（180 日目）から再び硝化が進行し始めた。ここで、この時期の流入水温は 10℃程度であり、DHS ではかなりの低温条件下でも硝化が行えることになる。

Fig.6 に、UASB 保持汚泥のメタン生成活性（MPA）と硫酸塩還元活性（SRA）を示した。MPA は、植種の活性値から、79 日目は酢酸・水素基質でそれぞれ植種時の 42%, 89%の活性を維持していたが、158 日目では、10%, 27%まで低下していた。SRA は、79 日目に低下するが、158 日目では再び植種時と同レベルの活性値であった。SRA/MPA は、植種時は酢酸基質 : 0.08, 水素基質 : 0.05 とメタン生成が優勢であったが、158 日目は酢酸基質 : 1.1, 水素基質 : 0.17 となり、硫酸塩還元が有機物除去に寄与する割合が高くなったと考えられる。連続処理においても、循環比を 0.3 にしてから著しく UASB 流出水から硫化物が生成されている（データ不提示）。今後は、嫌気槽内においてメタン生成菌、硫酸塩還元菌、脱窒細菌によって有機物除去が行われると考えられ、その競合関係を明らかにする必要がある。

## まとめ

本システムは、スタートアップ期間が不要で、運転開始直後から処理が可能であった。その処理性能は全 BOD・SS では通年で放流基準を満たし、窒素については水温 10℃の低温条件下でも除去が有望である。また、これまでエアレーション不要で、汚泥引き抜きを行っておらず、従来法に代わる省エネルギー・余剰汚泥削減に有効なプロセスと言える。

## 謝辞

この成果は、広島県産業科学技術研究所の西尾プロジェクトの研究によるものであり、装置の設置・運用には東広島市にご協力を頂いております。記して、関係各位に感謝致します。

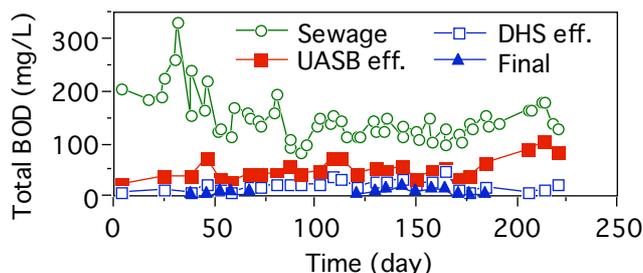


Fig.3 Time course of total BOD.

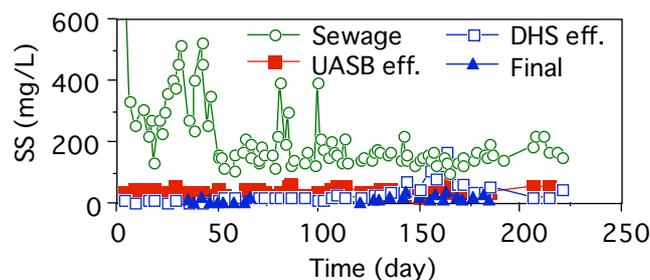


Fig.4 Time course of SS.

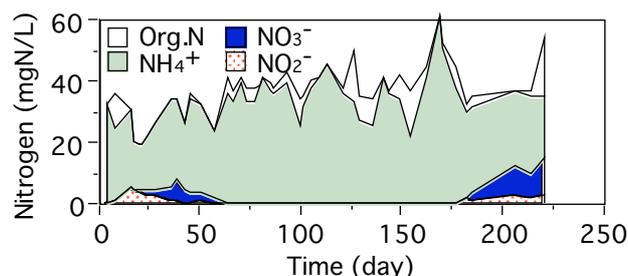


Fig.5 Time course of nitrogen species in DHS effluent.

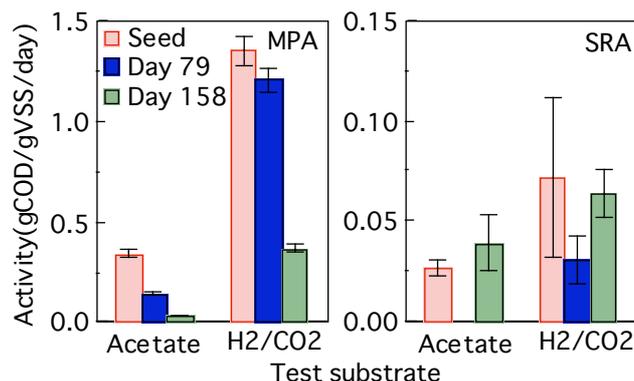


Fig.6 Methane producing activities (MPA) and sulfate reducing activities (SRA) of sludge retained in the UASB (system2) reactor.