



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	U A S B と スポンジ担体槽を組み合わせた新しい下水処理方法
Author(s)	加藤, 薫; 門田, 展明; 室谷, 憲男 他
Description	第13回衛生工学シンポジウム (平成17年11月17日 (木) -18日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 6 水処理 . 6-15
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 13, 239-242
Issue Date	2005-11-16
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1376
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-15_p239-242.pdf



6-15 UASBとスポンジ担体槽を組み合わせた新しい下水処理方法

○加藤 薫、門田展明、室谷憲男（三機工業）
山口隆司（呉工業高等専門学校）

1. はじめに

下水処理の主流である好気性活性汚泥法は、莫大な余剰汚泥の排出やエネルギー消費の点で問題を有する。このことから近年、下水のような低有機廃水種の処理にも嫌気法が注目され、実用化へ向けた研究開発が広く行われている。UASB 法は嫌気法の中核技術として代表されるが、無加温条件下で下水処理を行った場合、四季の変化による水温変動、特に冬季における低温環境下での処理水質の悪化が懸念される。そこで本研究では、低温環境下でも有機物除去可能な下水処理プロセスの構築を目的とし、高温に有利なメタン菌に代わる微生物として、反応槽内に存在する硫黄細菌に注目した。本装置で実証するシステムは、嫌気槽内の硫酸還元菌と好気槽内の硫酸酸化菌を用いた、循環運転による硫酸酸化還元サイクルを活用した新規下水処理プロセスである。本報告では、嫌気法である UASB 法に好気法である DHS（スポンジ担体散水ろ床）を組み合わせた嫌気-好気循環型 UASB/DHS システム（写真 1）を用い、都市下水処理場にて連続試験を行い、本システムの適用可能性について調査した。



写真 1 UASB/DHS システムの全景

2. 実験方法

図 1 に本実験に用いた処理装置の概略図を示す。本システムは、前段の脱窒素槽と UASB 槽、後段の DHS 槽そして砂ろ過槽で構成し、総容量は 13.9 m³となる。処理フローは、下水を脱窒素槽に供給し、脱窒素槽と UASB 槽で嫌氣的に処理を行い、得た UASB 流出水を DHS 槽により好気性処理した後、砂ろ過槽を経て最終処理水とした。循環ラインは DHS 槽下部から脱窒素槽（下水流入）に設け、DHS 流出水と SS 成分を含む砂ろ過洗浄水を返送した。DHS

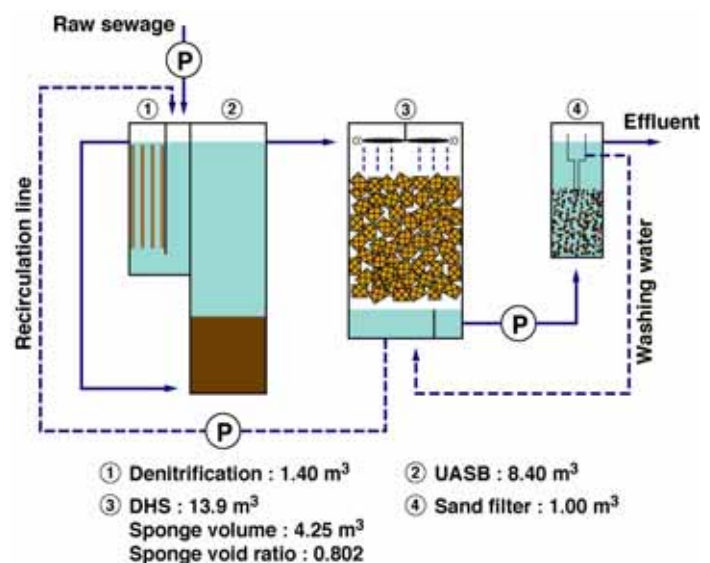


図 1 UASB/DHS システムの概略図

槽の充填材にはスポンジ担体を用い、容量 4.25 m³をランダムパックした。処理装置は、広島県東広島浄化センター内に設置し、システムに供給した下水は同浄化センターに流入した実下水をスクリーンに通過させたものを用いた。

図 2 に運転条件を示す。運転温度は制御フリーとし、運転日数 600 日を越える通年した連続試験を行った。流入下水の日平均水温は夏季で 29 °C、冬季で 5 °C を記録した。システム全体の HRT は 24-12 hr、循環比は 2.0-0.3 で行った。なお植種汚泥として、UASB には食品廃水処理を行っていた中温メタン発酵グラニュールを 3.9m³、好気槽には活性汚泥を 0.1m³投入した。写真 2 には UASB 保持グラニュールを示す。植種した中温グラニュールは運転期間内で 2 倍から 10 倍に肥大化したものも確認した。

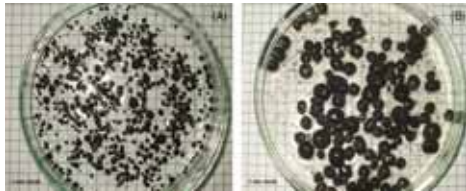


写真 2 UASB 保持グラニュール

- (A) 植種中温メタン発酵グラニュール、
- (B) 運転 600 日後のグラニュール

3. 実験結果と考察

図 3 に各位置での SS・BOD・COD 濃度の経日変化を示す。HRT 17 hr、循環比 2 の運転条件である 400 日以降は、水温低下の影響を受けず安定した処理性能が得られた。流入下水の平均 SS 濃度は 171±87mg/L であった。それが

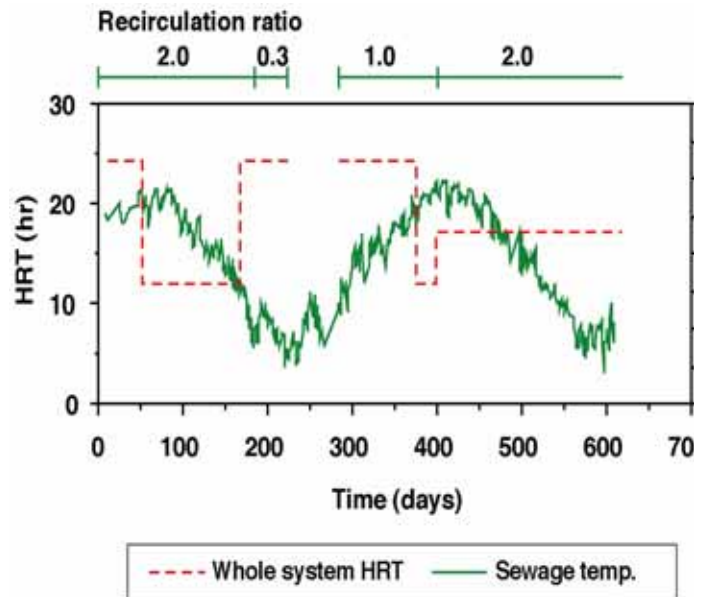


図 2 運転条件 (HRT, 循環比, 流入下水温度)

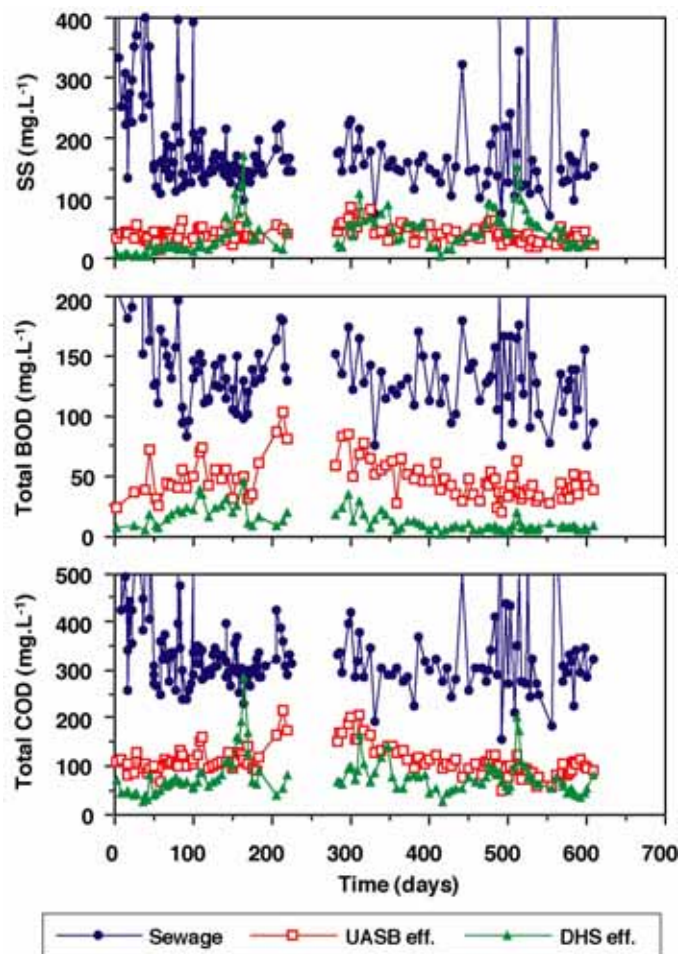


図 3 SS, 全 BOD, 全 COD 濃度の経日変化

UASB 流出で $36 \pm 12 \text{mg/L}$ となり、DHS 流出では $45 \pm 31 \text{mg/L}$ となって砂ろ過槽へ流入した。砂ろ過槽を経た最終処理水は $13 \pm 6 \text{mg/L}$ 以下を得た。全 BOD は、流入下水で $128 \pm 32 \text{mg/L}$ のものが、UASB 処理水で $39 \pm 9 \text{mg/L}$ となり、DHS 処理水では $7 \pm 3 \text{mg/L}$ となった。全 COD 濃度においては、流入下水で $331 \pm 117 \text{mg/L}$ のものが、UASB 処理水で $94 \pm 18 \text{mg/L}$ となり、DHS 処理水では $70 \pm 33 \text{mg/L}$ となった。

なお、運転 562 日以降から下水温度が 10°C を下回ったが、そのようなメタン菌の活性が低下する低温域においても処理性能は安定していた。そのときの UASB における全 BOD 除去率は $64 \pm 10\%$ 、全 COD 除去率は $68 \pm 6\%$ であり、DHS を経た全システムにおける全 BOD 除去率は $94 \pm 2\%$ 、全 COD 除去率は $82 \pm 5\%$ でであった。良好な処理性能が得られた理由として、低温域における硫酸塩還元活性の増加がある。445 日目（水温 26°C ）のメタン生成活性は 609 日目の低温域（水温 11°C ）には、水素基質で 0.38 倍、酢酸基質で 1.12 倍となった。しかし、硫酸塩還元活性は水素基質で 1.85 倍、酢酸基質で 3.75 倍となり、硫酸塩還元活性の有機物分解に寄与する割合は高まった。また、UASB 流入の硫酸塩濃度は $91 \pm 28 \text{mgS/L}$ であったが、UASB 汚泥ベッド部（ $24,500 \text{mgVSS/L}$ 、反応層の 40% を保持）では流入硫酸塩はほぼ完全に還元されて硫化物が生成されており、本処理プロセスの機能が確認できた。

また、345-581 日の期間の UASB 内汚泥量について調査したところ、槽内に蓄積する汚泥量は、流入汚泥量の 2-3%（SS ベース）の蓄積にすぎず、残りは槽内で可溶化したものと考えられた。可溶化した成分である溶解性 COD は硫酸塩還元菌の還元反応によって処理されることになる。すなわち 600 日を超える連続運

転では、システムからの汚泥の引き抜きは全く必要無く、余剰汚泥削減に有効なプロセスであることを実証した。

窒素除去をターゲットとした実証試験では、窒素除去を狙った操作として、472 日目に DHS 流入水の pH を 7.5-8.0 に制御した。図4に下水と DHS 処理水における全窒素濃度の経日変化と、全窒素除去率と理論除去率の経日変化を示す。下水の平均全窒素濃度は $42 \pm 8 \text{mgN/L}$ である。除去能が安定した運転 555 日目以降では、全窒素除去率 $58 \pm 7\%$ を得た（理論的に循環比 2 の場合では、除去率は最大で 67% となる）。

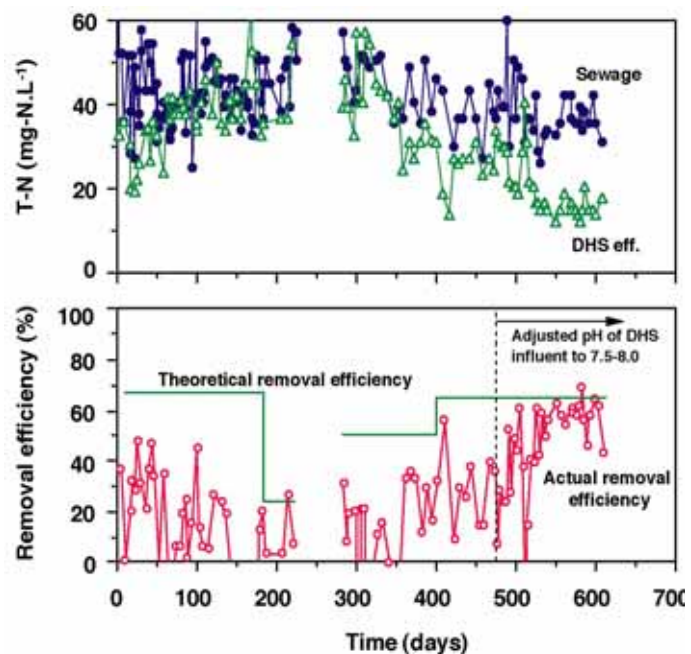


図4 全窒素濃度と除去率の経日変化

4. まとめ

嫌気-好気循環型 UASB/DHS システムを用い、都市下水処理場にて運転日数 600 日を越える通年した連続試験を行った結果、以下の知見が得られた。

- (1) UASB 内の硫酸塩還元活性は中温条件に比べて低温条件で高くなった。低温条件では硫酸塩還元が有機物除去に寄与するものと考えられ、システム全体として温度変動に影響されない安定した有機物除去能を有した。
- (2) 全 BOD 濃度は流入下水で $128 \pm 32 \text{mg/L}$ のものが、UASB 処理水で $39 \pm 9 \text{mg/L}$ となり、DHS 処理水では $7 \pm 3 \text{mg/L}$ と安定した良好な水質を得た。
- (3) 10°C 以下の低温域でも有機物除去能は維持されており、UASB における全 BOD 除去率は $64 \pm 10\%$ であり、DHS を経た全システムにおける全 BOD 除去率は $94 \pm 2\%$ であった。
- (4) 窒素除去では、DHS に流入する pH を制御することで、循環比 2 の条件下で全窒素除去率 $58 \pm 7\%$ を得た。
- (5) UASB 内の汚泥量について調査したところ、槽内に蓄積する汚泥量は流入汚泥量の 2-3% (SS ベース) の蓄積にすぎなかった。本試験期間において汚泥引き抜きの操作は必要なかったことから、余剰汚泥削減にも有効なシステムであると言える。

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ます。また、装置の設置・運用にあたりご協力を頂きました関係者の皆様に深謝致します。