（UASB＋DHS）システムによるコスト抑制型下水処理技術の開発

― 従来型活性汚泥法との処理性能比較 ―

長岡技術科学大学学生会員○（学）タンドカールマダン、（正）大橋 晶良、（正）原田 秀樹

I. はじめに：

開発途上国では下水処理施設の設置が急務である。しかしながら途上国の劣悪な水域環境を修復するために、先進国で用いられている活性汚泥法を導入する事は経済かつ技術的問題から困難である。そこで本研究室では数年来、途上国地域でも適用可能な低コストで維持管理が容易な下水処理システムとして、UASB と懸垂型スポンジ (DHS) リアクターを組み合わせたシステムを提案してきた。UASB + DHS システムは卓越した処理能力を示したが、これまでに同条件の排水を処理している既存のシステム (活性汚泥法) との処理能力を比較したことはない。そこで本研究では、UASB と次世代型 DHS (G5) リアクターを組み合わせたシステムで実下水を処理すると共に、ほぼ同じ排水条件で運転されていた活性汚泥法と処理能力を比較する事にした。

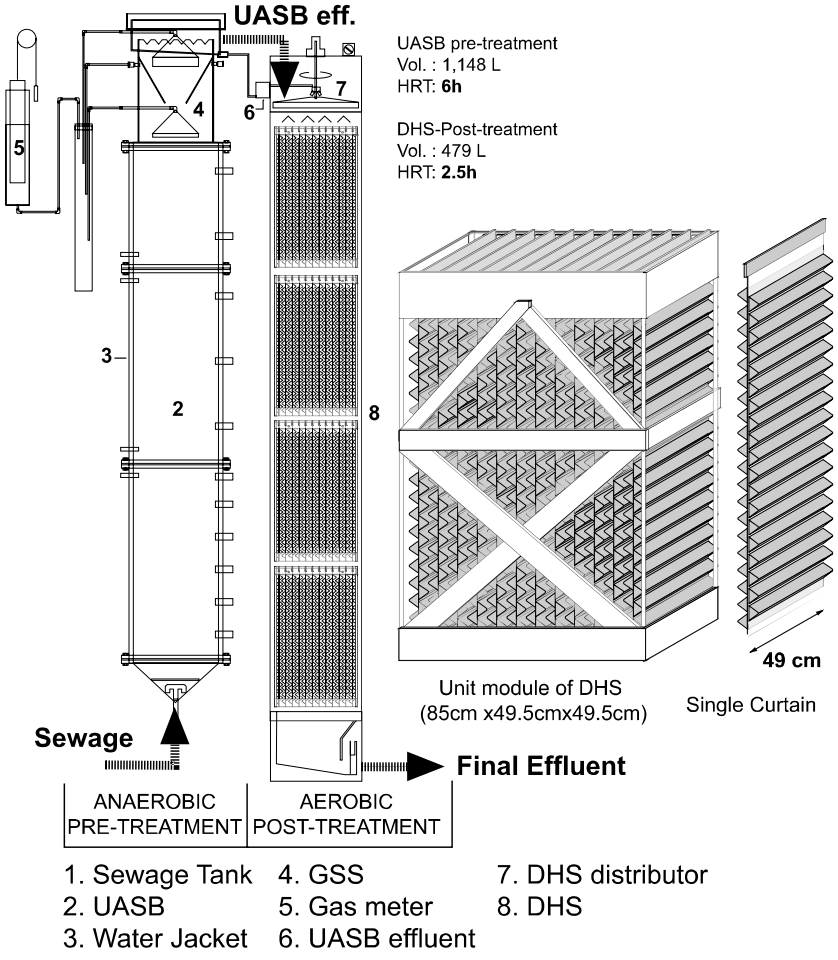

Fig. 1 Experimental arrangement

II. 実験装置および方法：

本システムの概要を Fig. 1 に示す。パイロットスケールの UASB と DHS-G5 は浄化センターに設置した。供給水には浄化センターで用いられているスクリーン通過後の実下水を用いた。下水は UASB で前段処理され、その処理水は後段の DHS-G5 へ全量供給される。DHS-G5 は波形の連続スポンジをプラスチックシートの両側に貼り (スポンジカーテン)、それを配列してモジュール化したものである。本システムでは四つのモジュールを積み重ね、スポンジ容積を 479 L とした。また、前処理を行う UASB の溶積は 1149 L とした。水理学的滞留時間 (HRT) は、UASB 6 時間、DHS 2.5 時間とした。また比較対象の活性汚泥法は、HRT 9 時間 (設計 HRT) で運転されている浄化センターのものとした。なお、UASB + DHS システム、活性汚泥法ともに温度制御せずに運転した。

サンプリングは、下水、UASB 処理水、DHS 処理水と活性汚泥処理水について週 3 回行った。分析項目は、温度、pH、ORP、DO、BOD、COD、ケルダール性窒素、アンモニア性窒素、硝酸、亜硝酸、SS、VSS、大腸菌群及びふん便性大腸菌について行い、両システムを比較した。

III. 実験結果および考察：

実験結果は 160 日間の連続運転の平均値で説明する。Fig. 2 (a) に下水、UASB 処理水、DHS 処理水と活性汚泥処理水の全 BOD の日経変化を、Table 1 に連続処理運転によって得られた各処理水の水質を示す。下水の全 BOD が 194 mg/L で流入したものが UASB + DHS の処理水で 18 mg/L、活性汚泥法で 5.1 mg/L となり、両システムとも 90% 以上の除去率を達成した。(Table 1)。また SS についても両システムで 90%以上除去率を示したが、処理水中の濃度は UASB + DHS システムの 12 mg/L に対して活性汚泥法は 4 mg/L であった。UASB + DHS システムの有機物の

Key words: 下水処理, DHS, UASB, 開発途上国
〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1　長岡技術科学大学　水圏土壌環境制御研究室　Tel: 0258-47-1611 (6646)

処理能力は活性汚泥法と比べると若干劣るものの、これらの値は開発途上国の排水処理基準を十分に満たしている。又、窒素においては DHS でのアンモニア性窒素の除去率 83%に対し、活性汚泥法での除去率は 80%と活性汚泥法に劣らない処理能力を有していた。さらに本研究では、下水、UASB 処理水、DHS 処理水及び活性汚泥法処理水のふん便性大腸菌群の調査を行った。

その結果を Fig. 2 (b) に示す。本システムは病原性細菌除去能も高く、ふん便性大腸菌群の対数減少率は 3.47 log と活性汚泥法の対数減少率 3.6 log）に劣らないものであった。なお、UASB + DHS システムの最終処理水中のふん便性大腸菌群数は、下水中のふん便性大腸菌群の 5.6 x 108 に対し 1.9 x 105 だった。

また DHS リアクターは、汚泥の植種を一切行わずにスタートアップしたにも関わらず、3-4 ヶ月という短期間で高濃度の汚泥を保持できた (Fig. 2 (c))。リアクターの汚泥量は現段階でスポンジ容積 1L 当たり平均 25 g-VSS で、固形物滞留時間 (SRT) は 100-120 日と算出された。これらを活性汚泥法と比べると、保持汚泥濃度で約 7-20 倍、SRT で 20-40 倍である。さらに DHS システムから生成される余剰汚泥は、処理水 1L 当たりの余剰汚泥量は 2-4 mg-VSS と活性汚泥法から流出する余剰汚泥量の数百分の 1 と非常に少なかった。これにより、余剰汚泥処理にかかる設備及び維持費用が UASB + DHS システムでは大幅に削減できると考えられる。

最後に Fig. 2 (d) に DHS-G5 流下高さ方向の処理水中の溶存酸素 (DO) のプロファイルを示す。DHS では活性汚泥法とは異なりエアレーションを一切行っていないにも関わらず、処理水中の DO 濃度は DHS を通過するにしたがい徐々に増加し、最終流出水には約 6-7 mg/L と高濃度の酸素が溶存されていた。

IV. 結論：

本 UASB + DHS システムの処理水質は、活性汚泥法と比べると若干劣るものの、開発途上国の水質基準を十分に満足しうるものであった。またエアレーションが不要な上、余剰汚泥の発生量も大幅に削減されるため、活性汚泥法に比べて、大幅にコストを削減できると考えられる。この様な事から、我々は UASB + DHS システムを、経済的かつ維持管理が容易な発展途上国適応型プロセスとして提案する。

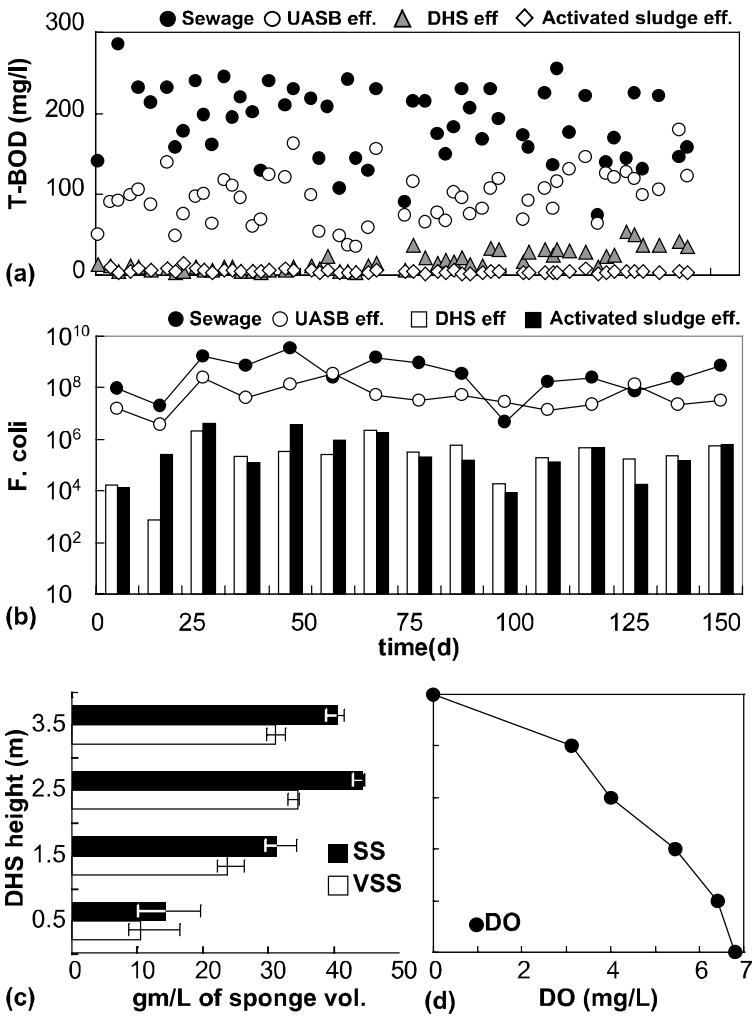

Fig. 2 Time course of (a) T-BOD, (b) F. coli in sewage, UASB eff., DHS eff., & Activated Sludge (AS) eff., (c) Retained sludge in DHS, (d) profile of DO along the height of DHS.

Table 1 Summary of process performance

	SEWAGE	UASB eff.	DHS eff.	AS eff.
HRT		**6h**	**2h**	**9h**
T-BOD (mg/L)	**194**	**102**	**18**	**7**
T-COD(mg/L)	419	176	59	19
NH4(mg-N/L)	21	22	4	5
NO2(mg-N/L)	0	0	0	0
NO3(mg-N/L)	0	0	13	8
SS(mg/L)	207	41	12	5
Fecal coliform (MPN/100ml)	**5.6×10^8**	**9.8×10^7**	**1.9×10^5**	**1.4×10^5**
DO (mg/l)	0	0	5 - 7	5 - 6
% Removal		**UASB**	**whole system**	**AS**
T-BOD		47	**91**	96
T-COD		66	86	95
NH4			81	76
SS		80	94	97
Fecal coliform		0.54 $\log_{10}$	**3.47 $\log_{10}$**	3.6 $\log_{10}$