

## UASB と第四世代 DHS リアクターから構成されるエネルギー最小消費型の 新規下水処理システムの開発

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

### はじめに：

現在、発展途上国では下水処理システムがほとんど存在していないため、家庭や工場から排出される下水の多くが未処理のまま水域環境へ垂れ流しの状況であり、水を介して感染する多数の病気が蔓延している。そのため下水処理施設の設置が急務となっている。そこで本研究室では数年来、発展途上国のための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。懸垂型スポンジカーテンリアクター第二世代型システム (DHS - G2) では、実下水を用いた 5 年間の連続処理運転により平均 BOD 除去率で 95%以上、アンモニア性窒素除去率では約 70%と安定した処理特性を示した。しかし、G2 はスケールアップ困難であったため、第三世代型 (G3) DHS を開発した。G3 においても高い有機物除去が得られた。その後改良型の新たな第四世代型 (G4) DHS システムを開発し実下水を用いた連続運転を行った。本研究では第四世代型 (G4) DHS と UASB リアクターを組み合わせたパイロットスケールシステムを用いて本法処理特性および適用性を検討したので報告する。

### 実験装置および方法：

本システムの概要を Fig.1 に示す。供給水はスクリーン通過後の実下水を用いた。実下水は UASB で前段処理され、その処理水は後段の DHS-G<sub>4</sub> へ全量供給される。DHS-G<sub>4</sub> ではスポンジ担体の表面あるいは内部に付着・捕捉されている好気性微生物によって浄化される。

G4 に用いた スポンジ担体は棒状のスポンジ (2.5cm x 2.5cm x 50cm) を同じ長さのネットリングに通した形であり、格段 15 本のスポンジを格子状に 20 段に積み重ねたものを 1 つモジュールとした。段と段の間に 0.7cm から 1.0cm の隙間を設けてありここで処理水中に酸素を供給させる点が DHS-G<sub>4</sub> の大きな特徴である。本システムではスポンジ容積 375L の DHS に対し、4 つのモジュール (1200 本のスポンジ担体) を使用した。前処理を行う UASB の溶積は 1149L とした。先にスタートアップした UASB は HRT を 24h から 10h まで短縮した後、DHS をスタートアップした。その時の DHS の HRT は 3.3h であり、そこから徐々に HRT を短縮して運転開始後 166 日目から現在までは全 HRT8 時間 (UASB6 時間と DHS2 時間) で運転を行っている。

### 実験結果および考察：

全 BOD の処理状況を Fig.2(a) に示す。下水の全 BOD が 229mg/L で流入したものが UASB 処理水で 112 mg/L、最終処理水で 11 mg/L となった。従って全 BOD の除去率は、システム全体で 95%以上を達成し、UASB

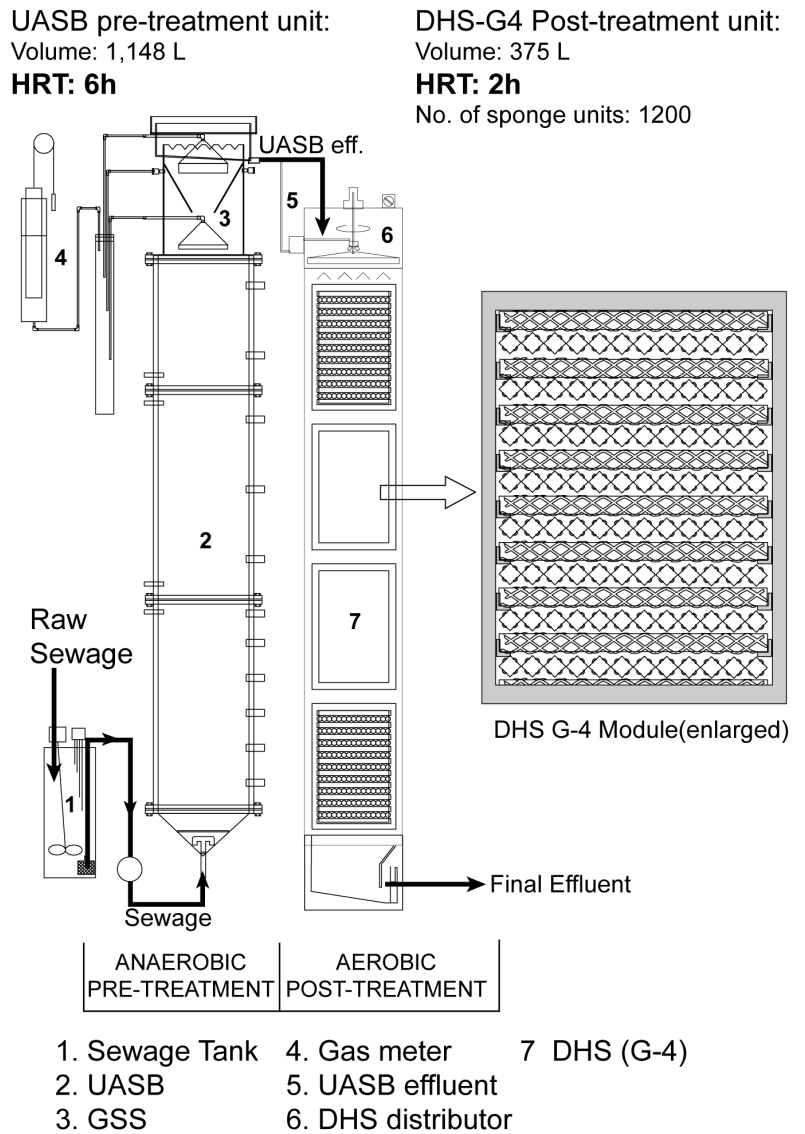


Fig. 1 Experimental setup.

が安定してないにも関わらず、卓越した有機物除去能が得られました。また COD 除去率は 91%、全窒素の除去率は 33% を達成した。さらに SS 除去率は最も高く 94.4% を達成した。流入下水の SS が 232 mg/L あったものが最終処理水で 16 mg/L までの低い値を達成できました (Fig 2 -b)。連続処理運転によって得られた各処理水の水質を Table 1 に示す。Fig. 3(a) に DHS-G<sub>4</sub> 流下高さ方向での各種水質のプロファイルを示す。このプロファイルから微生物によって易分解性な有機物はリアクター上部において浄化され、下部において硝化反応が進行していることが明らかになった。この結果は従来の DHS システムと同様である。なお溶存酸素が含まない UASB 処理水が DHS を流下するに伴い酸素が取り込まれ最終処理水中では DO5-6 mg/L の十分な酸素が供給されていることが判明した。従って、エアレーションなしでも十分好気性微生物が生息できる環境が整っているといえる。

Fig. 3 (b) に G4DHS の汚泥増加を示す。DHS の汚泥保持能力は非常に高いことがこれまでの研究から明らかになっている。下部ではスポンジ内汚泥の増殖の遅れが見られたが、徐々に増加していることが確認された。しかし最大の保持能力はまだ得られてないため全窒素の除去は十分ではない。

大腸菌の除去は現在の HRT となつてから良好になり流入下水中には 10<sup>7</sup>MPN/100ml 程度あったものが最終処理水中で 10<sup>3</sup> MPN/100ml 程度まで除去された。

**結論：**

本システムは卓越した有機物除去能 95%以上を示した。最終的に得られる処理水は、発展途上国の排出基準を満たす値を示していることから、エネルギー最小消費で維持管理が容易なプロセスとして発展途上国への適応が十分可能であるという見解が得られた。

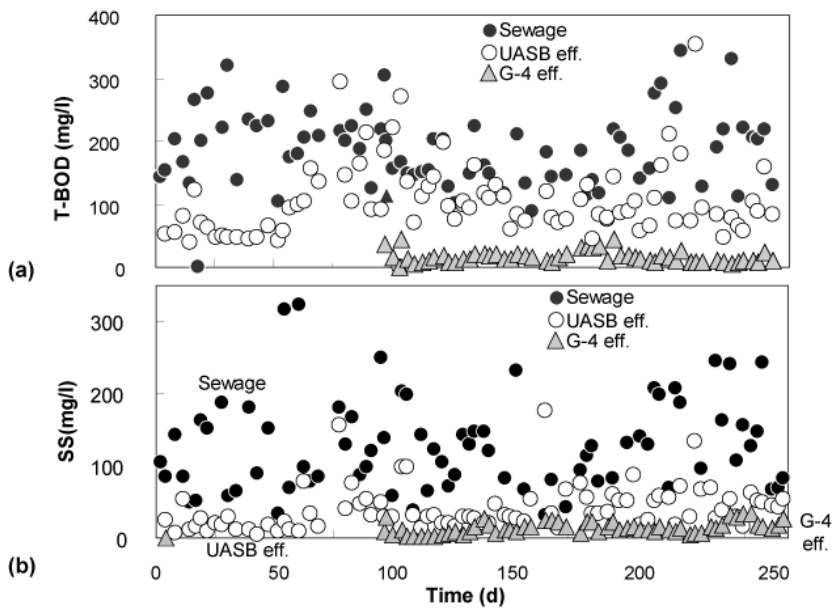
**参考文献：**

1. Machdar I., Harada H., Ohashi A., Sekiguchi Y., Okui H., and Ukei K. (1997) A Novel and Cost Effective Sewage Treatment System Consisting of UASB Pre-Treatment and Aerobic Post-Treatment Units for Developing Countries. . *Wat. Sci. Tech.*, 36, (12), 189-197.

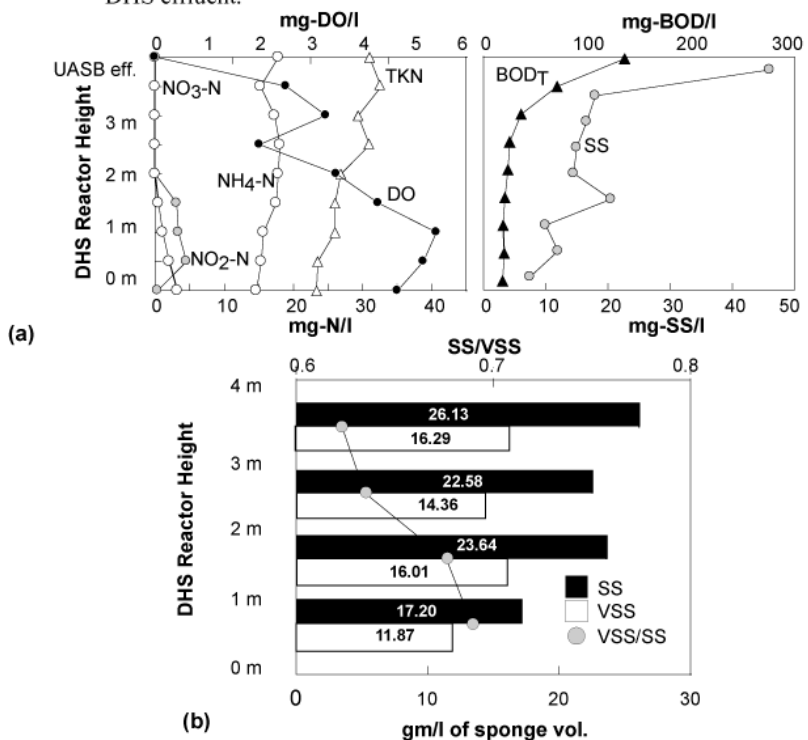
**Table 1. Summary of experimental results.**

HRT	SEWAGE		UASB eff.		G4 effluent		% removal
			6h		2h		
T-BOD (mg/L)	228.6	(169)	112.1	(71)	11.2	(6)	95.3
S-BOD(mg/L)	83.0	(31)	69.8	(37)	5.9	(3)	92.1
T-COD(mg/L)	503.5	(389)	217.6	(147)	46.7	(12)	91.0
S-COD(mg/L)	164.9	(51)	108.4	(45)	31.0	(8)	77.0
T-Kjel(mg-N/L)	44.7	(15)	42.2	(12)	23.5	(9)	50.8
S-Kjel(mg-N/L)	34.9	(11)	35.9	(12)	21.7	(8)	41.8
NH4(mg-N/L)	19.8	(7)	27.2	(9)	16.1	(6)	21.3
NO2(mg-N/L)	0.0		0.0		2.2	(2)	
NO3(mg-N/L)	0.0		0.0		6.2	(2)	
T-N(mg-N/L)	44.7	(15)	42.2	(12)	31.8	(11)	33.4
SS(mg/L)	232.0	(314)	49.6	(25)	16.7	(9)	94.4
VSS(mg/L)	196.4	(267)	40.4	(22)	12.3	(6)	95.1
DO (mg/l)	0.4		0.4		4.5	(1)	

( ): Standard Deviation



**Fig. 2** Time course of (a) BOD, (b) SS in sewage, UASB effluent and DHS effluent.



**Fig. 3** (a) Profiles of water quality parameters along DHS reactor, (b) Sludge retention profile along DHS reactor.