

VII-114

UASB法とDHS法からなる新規下水処理システム
における指標微生物の動向

木更津高専 上村繁樹（正会員） 高橋克夫 高石斌夫
長岡技科大 原田秀樹 大橋晶良 珠坪一晃 角野晴彦
東急建設 ラリット・アグラワル（Lalit K. Agrawal）

1. はじめに

上昇流嫌気性汚泥床（UASB）法は、比較的生物分解性に優れ、かつ高濃度な廃水の処理に適用された場合は、設計COD容積負荷で $10\text{kg}/\text{m}^3/\text{d}$ 以上と高負荷運転が可能であり、また維持管理が容易であるという特長から、現在最も世界的に普及を重ねている嫌気性廃水処理法である。UASB法の適用性をさらに拡大するために、本法の都市下水処理への適用が古くから提案されているが、UASB法を単独で下水処理に適用した場合、処理水質が悪く何らかのポストトリートメントが必要であるという問題がある。このような問題を解決すべく、我々の研究グループでは、スポンジキューブ懸垂型（Downflow Hanging Sponge-cubes; DHS）リアクターを新たに開発し、現在、UASB法とDHS法を組み合わせた新規下水処理システムについて研究を重ねている¹⁾²⁾。本システムは、低コストで維持管理が容易な点から、現段階では、主に発展途上国向けの下水処理システムとして提案している。しかしながら、発展途上国では、水系感染症における被害が先進国に比べて著しく多く、発展途上国向けの下水処理システムとしては、いわゆる健康関連微生物の効果的な除去・不活化が重要な課題である。そこで本研究では、上記下水処理システムの衛生学的安全性を、腸管系由来の病原菌指標微生物を中心に調査した。

2. 実験方法

調査の対象とした実験装置は、N市¹⁾とH市²⁾に設置された上記下水処理システムのパイロットプラントである。H市のプラント（Plant-H）のUASBリアクターは容量47.1Lで、DHSリアクターは1.5cmのスポンジキューブを2m連ねたものを9本並列させた。処理下水量は1日94.2Lとし、1：2の割合でDHS処理水をUASBに循環させた。従ってPlant-HでのUASBの主な役割は脱窒である。N市のプラント（Plant-N）では、容量155LのUASBリアクターを用い、DHSリアクターは $4.3 \times 0.9 \times 75\text{cm}$ のスポンジをカーテン状に2m連ねたものを2組並列させた。処理下水量は1日620Lで循環はしなかった。従ってPlant-NではUASBを本来のメタン発酵装置として用いた。

測定項目は大腸菌ファージ、糞便性大腸菌群数および総大腸菌群数である。大腸菌ファージの定量は重層寒天法で行い、RNaseを使用することで総大腸菌ファージとF-specific RNA大腸菌ファージ（RNAファージ）を求めた³⁾。糞便性大腸菌群数および総大腸菌群数の測定は下水試験方法に準じた。

3 実験結果と考察

本研究の目的は、本システムの最終処理水の各指標微生物量を標準活性汚泥法の2次処理水の値と比較して、本システムの衛生学的安全性を評価し、また各指標微生物の生育に影響を及ぼす因子を探索することである。

図1に例としてPlant-Nの総大腸菌ファージの経日変化を示す。Plant-NのUASBリアクターは長期の実験期間を経ているが、DHSに関しては図中0日において新たにスタートアップされたものである。下水の中の総大腸菌ファージは常に 10^3 のオーダーであった。総大腸菌ファージはUASBを経てもあまり除去されず、時には流入下水よりも多くなることが確認された。DHS処理水の総大腸菌ファージは、スタートアップ直後ということで当初は 10^3 のオーダーであったが、運転開始後58日まで徐々に減少し、71日め以降は $10^1 \sim 10^2$ のオーダーであった。

表1にPlant-NおよびPlant-Hの最終処理水中の各指標微生物の平均値を、実際の標準活性汚泥法（N市）の2次処理水の実測値とともに示す。Plant-Nに関してはDHSのスタートアップ期間のデータは省略し、実験後半部のデータの平均値を記載した。Plant-Hについては各サンプルの値にあまり差がなかったため全データの平均値を示した。なお、N市、H市の下水に含まれる指標微生物の濃度はほぼ同等であった。Plant-Nの最終処理水は総大腸菌群数、糞便性大腸菌群数では 10^3 と活性汚泥法と差がなかったが、総大腸菌ファージ、RNAファージについてはワンオーダー高かった。Plant-Hの場合、総大腸菌ファージ、RNAファージは活性汚泥法とほぼ同等で、総大腸菌群数、糞便性大腸菌群数ではワンオーダー低い値が得られた。

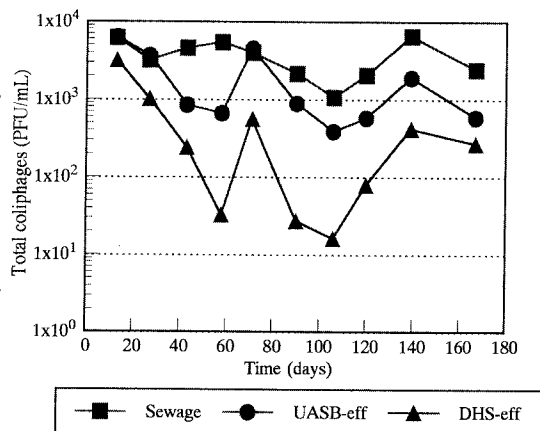


Fig. 1 Changes in total coliphages in Plant-N

キーワード：UASB、DHS、大腸菌ファージ、糞便性大腸菌群、総大腸菌群

〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 TEL：0438-97-1341 内線430 FAX：0438-98-5717

このように本システムでは、脱窒のために循環を施したPlant-Hのほうが、メタン発酵処理を組み込んだPlant-Nよりも、全ての指標微生物においてワンオーダー低い値が得られた。また標準活性汚泥法と比較しても総大腸菌ファージ、RNAファージは同程度で、総大腸菌群数、糞便生大腸菌群数に関してはワンオーダー少なかった。

図2は両プラントの各段階におけるORPと各指標微生物との関連を示したものである。このようにORPと各指標微生物との間には、緩やかではあるが相関が見受けられ、ORPが高くなると各指標微生物が減少する傾向が見られた。一般に腸管経由来の病原菌やその指標微生物は、腸内や糞便に汚染された非常に還元的な環境中に生息していることを考慮すれば、ORPは水中の腸管経由来の病原菌の指標となる可能性があるといえる。またPlant-Hにおいて指標微生物の除去が優れていたのは、脱窒のための循環によって、UASB以降のORPがPlant-Nよりも高く、そのため各指標微生物がより不活化されやすい環境にあったものと推測された。

参考文献

- 1) 大橋他 (1997) 環境工学研究論文集, **34**, 173-182.
- 2) Agrawal, L.K et. al. (1997) *Water Science and Technology*, **36**, 433-440.
- 3) Kettratanakul, A. and Ohgaki, S. (1989) *Water Science and Technology*, **21**, 73-78.

Table 1 Evaluation of water safety of UASB+DHS sewage treatment system

	Total coliphages (PFU/mL)	F-specific RNA coliphages (PFU/mL)	Faecal coliforms (CFU/mL)	Total coliforms (CFU/mL)
Plant-N	1.6×10^2	4.5×10^1	2.4×10^3	7.3×10^3
Plant-H	2.5×10^1	5.3×10^0	1.4×10^2	3.7×10^2
Secondary effluent	1.8×10^1	5.5×10^0	1.3×10^3	4.5×10^3

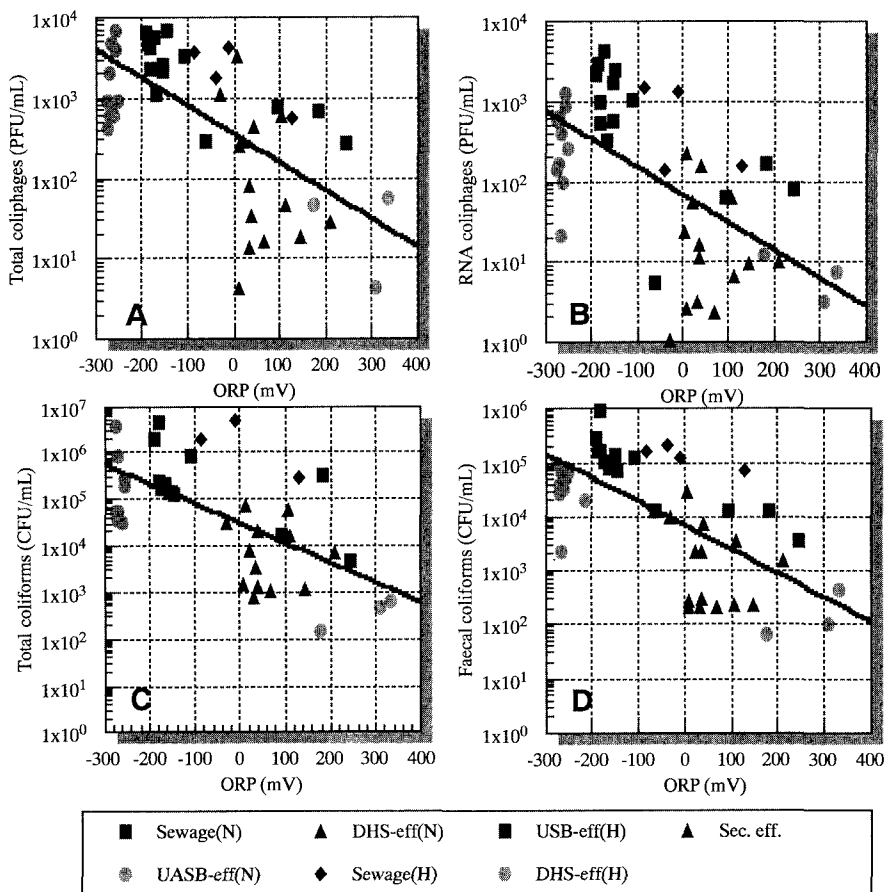


Fig. 2 Relationship between ORP and indicator microorganisms
Total coliphages (A), F-specific RNA coliphages (B), Total coliforms (C) and Faecal coliforms (D)