

木更津高専 ○(学)金田洋介 (正)上村繁樹 (正)高橋克夫 (正)高石斌夫 (学)吉田健文 斉藤一也 二見 玄
長岡技科大 (正)原田秀樹 (正)大橋晶良 (学)角野晴彦 (学)Izarul Machdar

1. はじめに

現在発展途上国では、下水処理設備の普及が遅れ、下水が未処理で放流される場合が多く、水環境の有機物汚染のみならず、様々な水系感染症を原因とする健康被害が多く報じられている。我々先進諸国は、ODA等を通じた技術支援により、途上国の下水処理の整備に対応するよう求められているが、その場合、単に先進国の技術をそのまま移転するのではなく、受け入れ先の経済状態などを充分考慮する必要がある。発展途上国における下水処理システムの導入の条件としては、建設費・維持費が安価であること、維持管理が容易であることなどが考えられる。

上昇流嫌気性汚泥床(UASB)法は、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法は、従来の好気性処理と比べ、(1)ばっ気にかかる電力が不要で経済的、(2)余剰汚泥の発生が少ない、(3)維持管理が容易、(4)メタンとしてエネルギーの回収が可能等の特徴を有している。本法の下水処理への適用は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た。DHS法は、垂直に連ねたスポンジキューブの上部から、UASBリアクターの処理水を徐々に流下させるだけの非常に簡単な構造であり、スポンジキューブのまわりから酸素を自然供給するため、ばっ気にかかる電力が不要で経済的である。従って、我々はUASB+DHSシステムを低コストで維持管理が容易な点から、発展途上国向けの下水処理システムとして提案し、現在まで基礎研究を続けている¹⁾²⁾。しかしながら、上述のように発展途上国向けの下水処理システムとしては、単に維持管理等の問題だけではなく、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、本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

調査したプラントは、容量155LのUASBリアクターと、 $4.3 \times 0.9 \times 75$ 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DHSリアクターから構成した。処理下水量は日量620Lとし、262日間運転した。その後DHSのスポンジカーテンを2組み直列した構造に改造して、流下距離の延長が処理水質に関わる影響についても調査した。測定項目は大腸菌ファージおよび糞便性大腸菌群数である。大腸菌ファージの定量は重層寒天法で行い、RNaseによって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(宿主菌 *E.coli* K12 F⁺ (A/λ))³⁾。糞便性大腸菌群数の測定はmFC培地を用いたメンブレンフィルター法で行った。

3 実験結果と考察

図1(A)にDHSを並列としたプラントの総大腸菌ファージの経日変化を示す。本プラントのUASBリアクターは単独で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のため当初は 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。図1(B)は同様のプラントの糞便性大腸菌の結果である。下水中の糞便性大腸菌は常に 10^5 のオーダーでUASB処理水において 10^4 であった。DHS処理水の糞便性大腸菌も総大腸菌ファージと同様に実験開始後40日まで減少する傾向にあり、その後はほぼ $10^2 \sim 10^3$ のオーダーで存在した。総大腸菌ファージおよび糞便性大腸菌ともにUASB処理での除去効果に比べてDHSでの除去効果のほうが大きかった。

表1にDHSを直列としたプラントの処理水の結果(平均値)を示す。表中DHS1とは最初の2mの処理水の結果、DHS2とは最終的に4mの処理を経た水質の結果である。また表1には、比較のために、DHSを並列としたプラントおよび同様の下水を処理する現場サイトの標準活性汚泥法の2次処理水の実測値(平均値)も示した。なお、DHSを並列としたプラントに関しては、DHSのスタートアップ期間のデータは省略し、実験後半部(43日目以降)のデータの平均値を記載した。

キーワード：発展途上国、UASB、DHS、大腸菌ファージ、糞便性大腸菌群

〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 TEL：0438-97-1341 内線430 FAX：0.438-98-5717

DHS直列型のプラントの結果は現在のところ測点数が4点の平均値であり、うち2点の供給下水の総大腸菌ファージ濃度が 10^4 のオーダーを記録した。DHS並列型の実験期間での下水の総大腸菌ファージ濃度は、常に 10^3 のオーダーであったため両者を一概には比較出来ない。現状のデータだけで比較したところ、最終的な処理水質（直列型ではDHS2）のオーダーは、どちらも総大腸菌ファージで 10^2 、RNAファージで 10^1 、糞便性大腸菌で 10^3 のオーダーであった。活性汚泥法実プラントの処理水質と比較すると、本システムのほうが総大腸菌ファージおよびRNAファージで1オーダー高く、糞便性大腸菌でほぼ同等のオーダーであった。なお、発表時にはDHS直列型プラントのデータ数を増やし考察する予定である。

3. まとめ

UASBとDHS法からなる新規下水処理システムにおける病原菌指標微生物の動向を調査したところ以下のようなことが解った。

- ①各指標微生物はUASB法ではあまり除去されず後段のDHS法により多く除去される傾向にあった。
- ②DHS並列型とDHS直列型では指標微生物の除去効果に大差は無かった。
- ③本システムと活性汚泥法の実プラントの処理水における指標微生物の濃度を比較したところ、糞便性大腸菌ではほぼ同程度のオーダーであったが、大腸菌ファージについては活性汚泥法の処理のほうが優れていた。

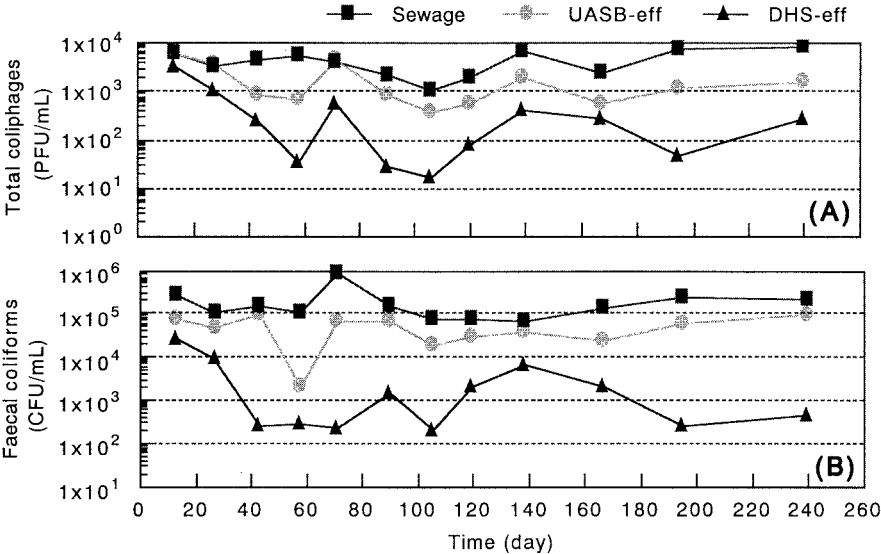


図1 総大腸菌ファージ(A)と糞便性大腸菌(B)の経日変化 (DHS並列)

表1 DHS並列および直列の各プラントのDHS処理水質の比較

Plant type		Total coliphages (PFU/mL)	F-specific RNA coliphages (PFU/mL)	Faecal coliforms (CFU/mL)
DHS in parallel (n=10)		2.0×10^2	7.4×10^1	1.4×10^3
DHS in series (n=4)	DHS1	6.0×10^2	1.6×10^2	1.6×10^3
	DHS2	1.0×10^2	2.7×10^1	1.2×10^3
Secondary effluent (n=5)		1.8×10^1	5.5×10^0	1.3×10^3

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.