

木更津高専 ○(学)和佐田健二 (正)上村繁樹* (正)高橋克夫 (正)高石斌夫
 (学)西本翼 関口正信 佐野充
 長岡技科大 (正)原田秀樹 (正)大橋晶良 (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。そのため、発展途上国の経済条件に見合った、維持管理が容易で建設費・維持費が安価な下水処理システムの導入が必要とされている。

上昇嫌気性汚泥床(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。本法の下水処理への適用は古くから提案されているが¹⁾、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UASB法のデメリットを改善すべく、我々はポストトリートメントとしてスポンジキューブ懸垂型(Downflow Hanging Sponge-cubes; DHS)リアクターを開発した。DHS法は、垂直に連ねたスポンジキューブの上部から、原水(この場合UASBの処理水)を徐々に流下させ、スポンジキューブのまわりから酸素を自然供給する方式のリアクターである。そのため、ばっ気にかかる電力が不要で経済的であるという特長を有している。

我々は、UASBとDHSからなるシステムを、発展途上国向けの新規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、基本的な水質項目に関しては、非常に優れた能力を有することを報告している^{2) 3)}。本研究では、本システムにおける、健康関連微生物の効果的な除去・不活化を把握すべく、腸管系由来の病原菌指標微生物を用いて、その除去特性を調査した。

2. 実験方法

調査したプラントは、カラム容量120LのUASBと、幅75cmの三角錐状のスポンジをカーテン状に2m連ねたものを2組み直列させたDHSから構成した。処理下水量は日量620Lとし、UASBのHRTは6時間、DHSのHRTは2時間とした。本システムは、長岡市下水処理場に設置した25℃制御の恒温室内で運転した。大腸菌ファージの定量は重層寒天法で行った⁴⁾。総大腸菌群数はデゾオキシコール酸塩培地による平板培養法で、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

表1に指標微生物の連続実験結果の総括を示す。下水中の総大腸菌ファージは、平均して 9.0×10^3 (PFU/mL)であった。総大腸菌ファージは、UASBを経ても対数的にはあまり除去されず 10^3 のオーダー程度で、除去率は下水に対し0.75logであった。DHS処理水の総大腸菌ファージは 8.8×10^1 まで除去された。これはUASBの流出水に対し1.26 log、全体を通して2.01 logの除去率であった。下水中のRNAファージは 10^3 のオーダーで、各処理によって 10^2 、 10^1 のオーダーまで除去された。除去率はUASBで1.00log、UASBからDHSで1.03log、全体で2.03logであった。下水中の総大腸菌群数は 1.2×10^6 であり、UASBで0.85logまで除去され、DHSでは1.37log、全体を通して2.22logの除去率を示した。糞便性大腸菌群数の除去率は、UASB処理では他の指標微生物の中でも最も低い0.72logであったが、DHSでは1.84log、全体を通して2.56logと、DHSにおいて良く除去された。

UASBでの対数的な除去率は、RNAファージが最も高く、次いで総大腸菌群数、総大腸菌ファージ、糞便性大腸菌の順であった。DHSでは糞便性大腸菌群数、総大腸菌群数、総大腸菌ファージ、RNAファージの順で高い除去率を得られた。いずれの指標微生物においても対数的には、DHSはUASB処理より高い除去効果を示した。

以上のように、本システムにおける指標微生物の除去効果は、対数的には、UASBよりもむしろ後段のDHSに依存している。そこで、DHSにおける各指標微生物の除去特性を、死滅定数として表した(図1)。図1におけるx軸は、流下距離を流下時間に置き換えて表したものである。各指標微生物の死滅定数は、図中の回帰式の傾きによって表される。その結果、DHSにおける除去効率、糞便性大腸菌群数において最も高い効果を示し、次いで総大腸菌群数、総大腸菌ファージ、RNAファージの順であった。この結果は、表1の連続実験におけるDHSの除去率(Log-reduction)の結果と符合した。

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：0438-30-4152 FAX：0438-98-5717

4. まとめ

UASBとDHS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わかった。

- ①各指標微生物の対数的な除去率はUASB法よりも後段のDHS法の方が高かった。
- ②UASB+DHS直列型システムでは、各指標微生物ともトータルで2.01～2.56logという除去効果を得られた。
- ③DHS内での除去効果は糞便性大腸菌群数が最も高く、次いで総大腸菌群数、総大腸菌ファージ、RNAファージであった。

表1 連続実験結果の総括

	Total coliphages (PFU/mL)	RNA phages (PFU/mL)	Total coliforms (CFU/mL)	Faecal coliforms (CFU/mL)
Sewage	9.0×10^3	3.2×10^3	1.2×10^6	2.6×10^5
STD	(5.7×10^3)	(2.0×10^3)	(1.4×10^6)	(2.1×10^5)
UASB-effluent	1.6×10^3	3.2×10^2	1.7×10^5	5.0×10^4
STD	(7.8×10^2)	(1.4×10^3)	(2.0×10^5)	(3.0×10^4)
Log-reduction (Sewage vs. UASB-eff)	0.75	1.00	0.85	0.72
DHS	8.8×10^1	3.0×10^1	7.2×10^3	7.3×10^2
STD	(7.6×10^1)	(3.8×10^1)	(6.0×10^3)	(1.0×10^3)
Log-reduction (UASB-eff vs. DHS-eff)	1.26	1.03	1.37	1.84
Log-reduction (Sewage vs. DHS-eff)	2.01	2.03	2.22	2.56

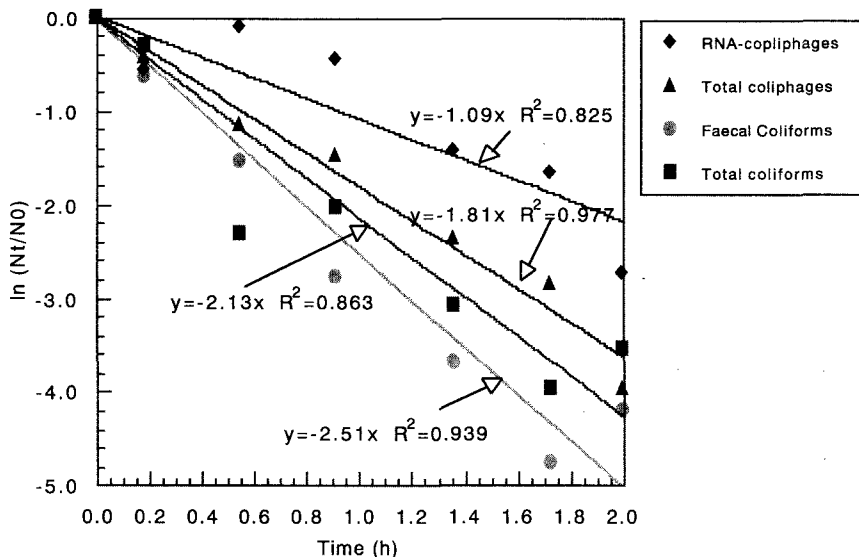


図1 各指標微生物のDHSにおける死滅定数

参考文献

- 1) van Haandel, A. C. and Lettinga, G. (1994) *Anaerobic Sewage Treatment*, John Wiley and Sons.
- 2) 大橋他 (1997) 環境工学研究論文集, **34**, 173-182.
- 3) Machdar, I et. al. (1999) *Proc. Asian Waterqual '99*, 233-238.
- 4) Ketatanakul, A. and Ohgaki, S. (1989) *Water Science and Technology*, **21**, 73-78.