

(Ⅶ-2) UASB リアクターとスポンジキューブ担体型リアクターから構成される 下水処理システムにおける指標微生物の除去性能

木更津工業高等専門学校 ○加藤裕之、上村繁樹、高橋克夫、高石斌夫、小野寺崇
長岡技術科学大学 原田秀樹、大橋晶良、高橋優信

1. はじめに

現在、開発途上国向けの下水処理技術として、省エネルギーでかつ維持管理が容易である上昇流嫌気性汚泥床 (Upflow Anaerobic Sludge Blanket: UASB) 法が最も有望視されている。しかしながら、本法を都市下水処理に適用した場合、グラニュール化が進行しにくく、良好な処理水質が得られない等の問題がある。このような背景のもと、我々は、UASB の後段処理としてスポンジキューブを微生物の固定化担体として利用した新しい生物膜法である下向流スポンジキューブ懸垂型 (Downflow Hanging Sponge-cube: DHS) リアクターを開発した。DHS リアクターは、ポリウレタンスポンジを鉛直に懸垂させ、UASB 処理水をスポンジ上部から滴下して重力で流下する間に浄化する方式であり、人為的なエアレーションを行わず、また余剰汚泥の発生量も抑制可能な低コスト型下水処理システムといえる。本研究では、DHS リアクターの第 2 世代であるカーテン型 DHS リアクター (以下 G2)¹⁾ と新たに開発したプラスチックリングに固定したスポンジキューブをろ床とするスポンジキューブ散水ろ床型リアクター (G3) における指標微生物の除去性能を、同規模のパイロットスケールプラントによって比較・検討した。

2. 実験方法と材料

UASB-G2 システムの詳細は既報に示した通りである²⁾。図 1 に UASB-G3 システムの概要を示す。後段の G3 は、内径 24cm、塔長 3.5m のカラム内に、径長 22mm、長さ 27mm のポリウレタン製スポンジキューブを充填して構成した。全処理水量は 620l/d とし、HRT は UASB リアクターで 6 時間、スポンジキューブリアクターで 2 時間とした。全ての実験装置は、開発途上国の温暖な気候を想定し 25℃ に保持した。

大腸菌ファージの測定は、重層寒天培地法で行い、宿主菌を *E. coli* k12 F⁺(A/λ) として、総大腸菌ファージと F⁺ 特異性 RNA 大腸菌ファージ (RNA ファージ) を求めた³⁾。総大腸菌群数は、特定酵素基質培地法に基づいた最確数テストで、ふん便性大腸菌群は、mFC 培地を用いたメンブレンフィルター法によって測定した。

3. 実験結果と考察

UASB-G3 の連続実験における各指標微生物の測定結果を表 1 に総括する。既報³⁾に示した UASB-G2 の結果と比較すると、最終処理水における各指標微生物は、UASB-G2 において 1~2 オーダー程度低い結果が得られた。次に図 2 に G2 および G3 の各指標微生物の除去性能を比較した。G2 単独では、総大腸菌ファージで 1.26log、RNA ファージで 1.03log、ふん便性大腸菌群が 1.84log の除去率が得られた。UASB-G3 は、当初 UASB の HRT を 24 時間、G3 の HRT を 8 時間で運転を開始し、実験開始後 72 日からそれぞれの HRT を 6 時間と 2 時間に制御した。図 2 の結果は、実験開始後 72 日から 185 日までの短期間でのデータを元に作成したものである。G3 単独では、総大腸菌ファージで 0.24log、RNA ファージで 0.26log、ふん便性大腸菌群が 0.58log であり、G2 単独では、G3 単独の約 3 倍程度の指標微生物の処理性能を示していることが確認された。次にプラント全体の除去率を比較すると、UASB-G2 では総大腸菌ファージで 2.01log、RNA ファージで 2.03log、ふん便性大腸

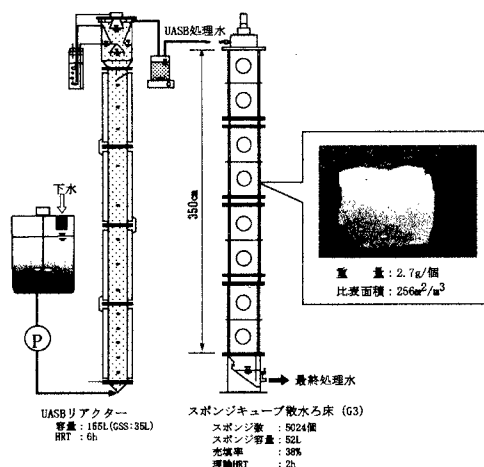


図 1 実験装置図

キーワード: 開発途上国、UASB、DHS、大腸菌ファージ、ふん便性大腸菌群

連絡先: 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 TEL: 0438-30-4152 FAX: 0438-98-5717

表 1 UASB-G3 型スポンジキューブリアクターにおける指標微生物の実験結果

指標微生物	全大腸菌ファージ (PFU/100ml)		RNA ファージ (PFU/100ml)		ふん便性大腸菌群 (CFU/100ml)		総大腸菌群数 (MPN/100ml)	
	平均値	STD	平均値	STD	平均値	STD	平均値	STD
下水	1.08×10^6	3.66×10^5	4.06×10^5	2.85×10^5	1.56×10^7	8.27×10^6	4.96×10^7	2.05×10^7
UASB	4.46×10^5	2.85×10^5	6.27×10^4	4.37×10^4	3.88×10^6	3.26×10^6	1.65×10^7	1.65×10^7
G3	2.56×10^5	1.19×10^5	3.42×10^4	3.33×10^4	1.02×10^6	1.51×10^6	3.12×10^6	5.24×10^6

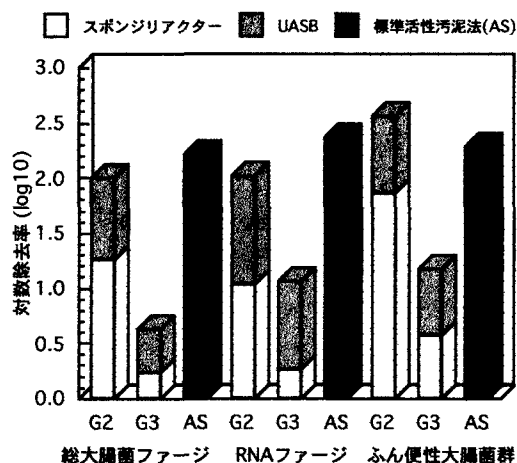


図 2 各下水処理法における除去率の比較

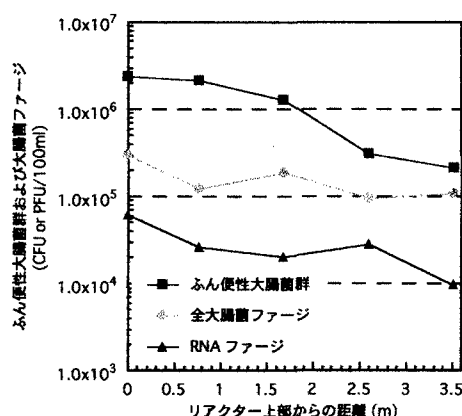


図 3 軸方向の微生物濃度変化

菌群が $2.56 \log$ の除去率が得られたが、UASB-G3 では、大腸菌ファージで $0.63 \log$ 、RNA ファージで $1.07 \log$ 、ふん便性大腸菌群が $1.19 \log$ と、システム全体としても UASB-G2 おいて指標微生物の除去効果が優位であることが認められた。図 2 には、比較対象として同様の下水を処理する標準活性汚泥法の除去率も同時に示した。標準活性汚泥法では、総大腸菌ファージの除去率は $2.22 \log$ 、RNA ファージで $2.37 \log$ 、ふん便性大腸菌群が $2.29 \log$ であった。この結果から、UASB-G2 の指標微生物の処理能力は活性汚泥法と比較してほぼ同等の処理能力を有していたが、UASB-G3 の処理能力は半分程度であることが解った。これは、UASB-G2 が連続実験 540 日間で作られた結果に対して、UASB-G3 は連続実験 185 日間という比較的短い期間で作られた結果であり、UASB-G3 は十分なスタートアップ期間を経っていないことが原因であると考えられた。

G3 における軸方向の各指標微生物の濃度変化を図 3 に示す。ふん便性大腸菌群は、リアクター上部から 76.5cm から 259.5cm の範囲内で $2.15 \times 10^6 \text{CFU/100ml}$ から $3.10 \times 10^5 \text{CFU/100ml}$ へと若干減少する傾向にあった。また、総大腸菌ファージと RNA ファージの濃度は、それぞれ $1.22 \times 10^5 \text{PFU/100ml}$ から $9.37 \times 10^4 \text{PFU/100ml}$ 、 $2.60 \times 10^4 \text{CFU/100ml}$ から $2.77 \times 10^4 \text{PFU/100ml}$ であり、ほぼ横ばいに推移していた。次いで、G2 および G3 においてトレーサー実験を行い、実測 HRT と理論 HRT を求めたところ、G3 では、理論 HRT が 119.72min に対して実測 HRT は 20.4min と、実測 HRT が理論 HRT の 20% 程度しかなかったことから、UASB 処理水と担体に付着した汚泥との十分な接触が得られていないことが推測された。

今後はさらに長期連続運転を重ね、また UASB 処理水と担体付着汚泥との接触効率を向上させる改善を検討し、指標微生物の動向を調査していく予定である。

参考文献

- 1) 原田秀樹：第 38 回環境工学フォーラム講演集、pp82-84 (2001)
- 2) 上村繁樹：下水道協会論文集、Vol. 37、No. 458、pp181-193 (2000)
- 3) Kettratanakul, A. and Ohgaki, S.: Wat. Sci. Tech., 21(3). 73-78. (1989)