

スポンジキューブ担体型リアクター（DHS）による UASB 下水処理水の ポリッシュアップ - 指標微生物の除去特性 -

木更津高専 ○倉光栄次 中村欣央 河島正明 加藤裕之
上村繁樹 高橋克夫 高石斌夫
長岡技術科学大学 原田秀樹 大橋晶良 桐島佳宏 Madan Tandukar

1. はじめに

現在、開発途上国では下水が未処理のまま放流されており、表層水の水質汚染が問題視されている。途上国の貧困層の人々は、洗顔、歯磨き、食器洗いなど汚染された表層水を直接利用することが多い。特にヒンズー教徒の多いインドでは、その慣習の一つとして沐浴が行われている。このように途上国では、病原菌に感染するリスクが高く、早急に下水道および下水処理施設の導入が望まれる。途上国での下水処理施設の条件としては 低コスト（多少処理水質に難があっても経済性を優先すべき）、維持管理が容易（途上国では維持管理に関わる人的余裕がない）、コンパクト性（急激な都市化のため建設地の確保が困難）などがあげられる。例えば、インドでは上の諸条件を満たす処理方式として UASB 法が注目され、現在 19 基が稼働している¹⁾。しかしながら、UASB 法だけでは良好な処理水質が得られず、さらにポリッシュアップを施さなければならない。そこで現在インドでは、政府によるヤムナ川浄化計画事業（Yamuna Action Plan :YAP）が実施され、その中で適切な UASB 処理水の後処理方法が検討されている¹⁾。

我々の研究グループでは、UASB リアクターの後段処理システムとして、スポンジキューブを固定担体として利用した新しい生物膜処理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²⁾³⁾。本法は、スポンジキューブの固定・充填方法について改良が重ねられ、これまで第 4 世代まで開発が進んでいる。また、現在上述の YAP のもと、日量 1000m³ を処理する第 2 世代型 DHS リアクター（G2）のパイロットプラントが、インド・Karnal において建設され稼働中である。本研究では、スポンジキューブをプラスチックフレームで保持し、縦横交互に並べて充填した第 4 世代型 DHS リアクター（G4）のスタートアップ期間の指標微生物の除去特性を中心に検討した。

2. 実験方法と材料

実験に用いたプラントの概要を図 1 に示す。UASB は内径 56.4cm、高さ 400cm であり、HRT24 時間でスタートアップした。その後、段階的に HRT を短縮させ、UASB のスタートアップ後 77 日目より G4 をスタートアップした。その時点での両者の HRT は 10 時間および 3.3 時間であった。その後 30 日目に各 HRT を 8 時間、2.6 時間に設定した。G4 は 4 個のモジュールを縦に組み合わせたカラムにより構成されている。1 モジュール当たり、容量 312.5cm³ の円筒形のスポンジをプラスチックフレームで保護して縦横 15 列、20 段に並べた。上記の事より全 G4 リアクター当たりのスポンジ充填率は 38.2%、容量 375L、総スポンジ数は 1200 個である。なお、プラントの設定温度は途上国の温暖な気候を想定して 25℃ で運転した。

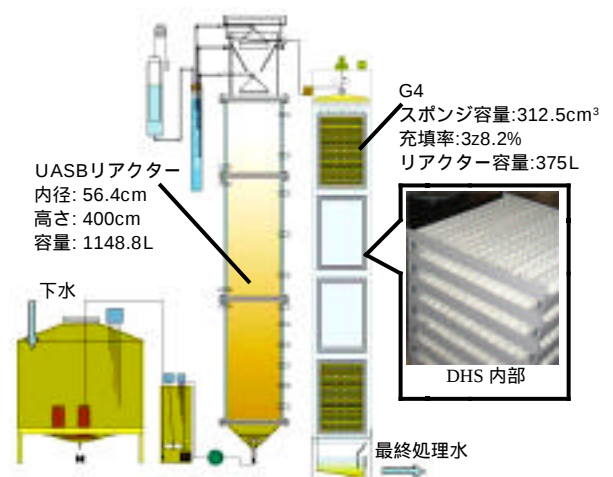


図1 実験プラント

大腸菌群およびふん便性大腸菌群の測定は最確数法を用いた⁴⁾。総大腸菌ファージおよびF+特異性RNA大腸菌ファージ（RNAファージ）の測定は既報に準じた³⁾。

キーワード：開発途上国、下水処理、UASB、DHS、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

3. 実験結果と考察

本プラントは、UASB で 10 時間、G4 で 3.3 時間の HRT でスタートアップし、その後 30 日目に各 HRT を 8 時間、2.6 時間に設定した。なお、本研究の最終的な HRT の目標は UASB で 6 時間、G4 で 2 時間である。

図 2 に本実験における COD の経日変化を示す。UASB と G4 の HRT が 10 時間および 3.3 時間の期間では、下水の COD 濃度は 194 ~ 832 mg/L の範囲であり（平均 COD : 378 mg/L）UASB で 33%、プラント全体で 84% 除去された（平均最終処理水 COD : 60 mg/L）。HRT が 8 時間および 2.6 時間の期間では、下水の COD 濃度は 174 ~ 2326 mg/L であり（平均 COD : 588 mg/L）UASB で 64%、プラント全体で 90% の除去率が得られた（平均最終処理水 COD : 58 mg/L）。BOD についても、HRT が 8 時間および 2.6 時間では、下水の平均 BOD 濃度 588 mg/L に対して、UASB で 58%、プラント全体で 91% 除去された。このように、いずれの HRT においても、本システムは高い有機物除去能力を有することが確認された。

図 3 に一例として、大腸菌群の経日変化を示す。35 日目までは、G4 処理水中の大腸菌群は増加していたが、その後徐々に低下する傾向にあった。ふん便性大腸菌群も大腸菌群と同様な傾向が得られた。また、G4 処理水中の総大腸菌ファージ、RNA ファージは HRT 変化後に濃度が上昇したが、実験期間中においては低下する傾向はみられなかった。

図 4 に G4 の各指標微生物の対数除去率と、比較対象として標準活性汚泥法の対数除去率を示した。大腸菌群およびふん便性大腸菌群においては、UASB よりも G4 で高い除去率が見られたが、総大腸菌ファージおよび RNA ファージに関しては UASB で多く除去されていた。また各指標微生物とも、標準活性汚泥法のほうが本プラントよりも高い除去性能を示した。

我々は、スポンジキューブをランダムに充填した第 3 世代型 DHS (G3) の指標微生物の除去性能評価を行ったが、G3 では、スタートアップ後 180 日目から硝化の促進と ORP の上昇に伴って、指標微生物の除去率も格段に向上したことを確認している⁵⁾。従って、G4 においても、今後生物膜内の硝化細菌の馴致が進み、硝酸の生成による ORP の上昇が見られれば、さらに指標微生物の除去率の向上が期待される。

4. まとめ

UASB-G4 下水処理システムのスタートアップ時の指標微生物の除去能力について調査した結果、G4 における指標微生物の処理性能が徐々に向上する傾向が見られた。今後、さらに運転を重ねて検討していく予定である。

参考文献

- 1) Yamuna Action Plan HP (<http://nrce.nic.in/>); 2) Machdar, I., et al., (2000) Wat. Sci. Tech., 42, 83-88.;
- 3) 上村他 (2000) 下水道協会誌 37, 458 181-193.; 4) 下水試験方法 1997 年版; 5) 小野寺他 (2002) 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集 347-348.

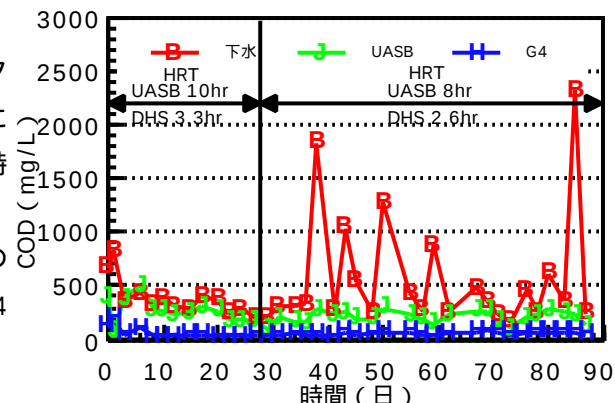


図 2 COD の経日変化

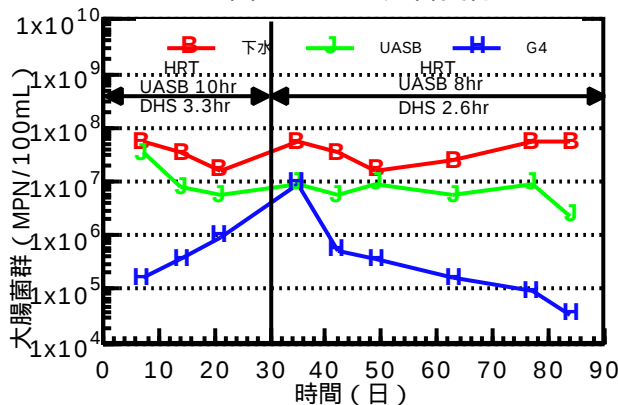


図 3 大腸菌群の経日変化

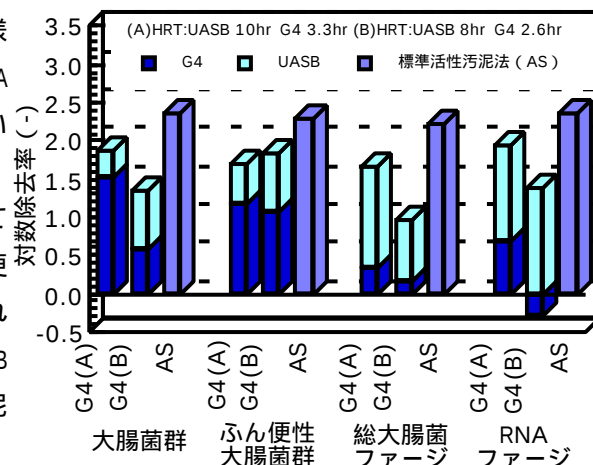


図 4 各処理システムにおける対数除去率の比較