

アップ時における指標ウィルスの除去特性

木更津高専 正会員○上村繁樹 正会員 高橋克夫 正会員 高石斌夫
 小坂星 階上猛 森田明男 深澤由寛
 長岡技科大 正会員 原田秀樹 正会員 大橋晶良 正会員 珠坪一晃

1 はじめに

現在、上昇流嫌気性汚泥床（UASB）法は、食品工場排水などのように、濃厚で生物分解性の高い排水の処理に対しては、設計容積負荷で $10\text{ kg-COD/m}^3/\text{日}$ 以上と、非常に高い処理能力を示し、世界的に最も普及を重ねている嫌気性処理法として知られている。しかしながらUASB法のさらなる普及を鑑みた場合、より対象とする排水の種類を拡大していかなければならない。そのなかの一つとして、1970年代後半より試みられてきたのが、本法の下水処理への適用である。UASB法による下水処理は、主に熱帯から亜熱帯気候にかけての発展途上国に適用されている場合が多い。これは本法の性能が、ある程度温度に左右されることもあるが、発展途上国では先進諸国のように、ばっ気等による電力消費が激しい活性汚泥法を採用するだけの財政的余裕がないことに起因する。このような理由から、例えばインドでは、現在3基におよぶUASB法による下水処理システムがフル稼働しており¹⁾、さらに今後建設される下水処理場も全てUASB法を採用する予定であるという²⁾。また我が国でも、発展途上国用として、UASB法に安価なポストトリートメントを組み合わせることにより、UASBの処理水をポリッシュアップし、かつ栄養塩を除去するシステムが提案されている³⁾。

しかしながら、現在発展途上国では、単に水系の有機汚濁の問題のみならず、いわゆる水系感染症を引き起こす病原菌・ウィルス（健康関連微生物）により多くの人命や健康が損なわれているという問題がある（例えばポリオウィルスによる小児麻痺など）。従って、今後、発展途上国の水圏環境を総合的に考えた場合、健康関連微生物の除去・不活化を考慮した下水処理システムの構築が重要な課題であるといえる。

そこで、本研究では、近年健康関連微生物の中でも、病原性ウィルスの指標として注目をあびている大腸菌ファージを添加した人工下水を用いて、UASBリアクターを運転し、そのスタートアップ時における指標ウィルスの除去特性について調査した。

2 実験方法と材料

実験に用いたUASBリアクターはカラム部の容量が8.5L、GSS（気-個-液分離）部を含むと約14Lであり、恒温室に設置することにより常時 25°C に保った。植種汚泥としてN市下水処理場の中温消化下水汚泥（ 9.1 gVSS/L ）を8.5L投入した。与えた人工下水は有機物源としてしょ糖とコーンステープリカーをCOD比で9:1に混合し、TOCとして 200 mg/L に調整したものをを用いた。投入TOC当たりの容積負荷（GSS部を含めた容量で計算）は、流量を調整することによって調整した（初期HRT=2.1日）。人工下水には、指標ウィルスとして大腸菌ファージQ β を、高度に汚染された状態を想定して、約 $10^5/\text{mL}$ のオーダーになるように添加した。ここで大腸菌ファージQ β は水系感染ウィルスの水処理システム内での挙動を推測するための指標ウィルスとして種々の特性を持っていることから採用した⁴⁾。大腸菌ファージの測定は、ホスト菌として*E. coli* K12 F⁺ (A/λ)を用い重層寒天法で行った⁴⁾。

3 実験結果と考察

図1にTOC負荷、TOC除去率、流出水の溶解性TOC（DOC）およびSSの経日変化を示す。実験開始後（TOC負荷 $0.086\text{ kg-COD/m}^3/\text{日}$ ）の処理水のDOCは、 $30\sim 80\text{ mg/L}$ の間で激しく変動しており、除去率も60%から85%まで、徐々に上昇してはいるものの不安定な状態であった。従って102日目に、早期スタートアップを図るために、槽内の汚泥を3L（ 17.3 gVSS/L ）引き抜き、等量のジュースで培養したグラニュー

(29gVSS/L)を再植種した。その結果、処理水のDOCはおおむね10mg/L前後と安定した値を示した。

図2に大腸菌ファージQ β の経日変化を示した。実験開始当初は、10⁵/mLの流入水Q β 濃度に対して、流出水中のQ β 濃度は10⁴/mLであった。しかしながら、102日目よりグラニュールを投入してからは10²~10³/mLのオーダーまで減少する傾向にあり、除去率も最高99%以上であった。このように流出水中の大腸菌ファージQ β の挙動はDOCの挙動とほぼ一致する傾向にあった。

一般にUASB法のスタートアップでは、発生したガスによる緩やかな攪拌が植種汚泥のグラニュール化を促進することが知られている。しかしながら、本実験のような低濃度排水によるスタートアップでは、発生するガス量が微量なため十分な攪拌がなされず、汚泥と排水の接触が不十分であり、より長いスタートアップ期間が必要となることが多い。そのため、本実験でも、グラニュールの再植種以前は、流出水のDOCおよび大腸菌ファージの除去率の向上が緩慢であったものと思われる。グラニュールの再植種後は、新たに投入されたグラニュールによるガス攪拌によって、汚泥と排水との接触が改善され、急速に除去率が向上したものと推測された。

4 まとめ

低濃度人工下水に大腸菌ファージQ β を加え、UASB法で処理したところ、約126日間のスタートアップの段階ではあるが、10⁵/mLのオーダーから10²~10³/mLのオーダーまで除去することが解った。今後連続実験を継続させて大腸菌ファージの除去・不活化の特性をさらに検討していく予定である。

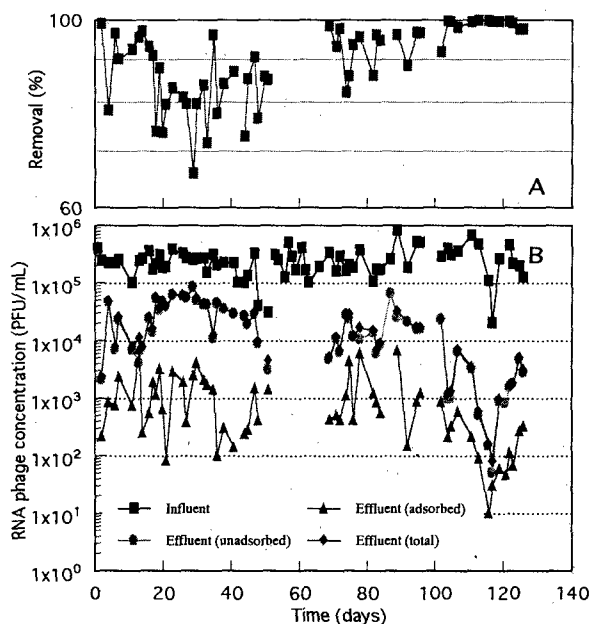


Fig.2 Time course of RNA coliphage removal (A), and influent and effluent RNA coliphages (B).

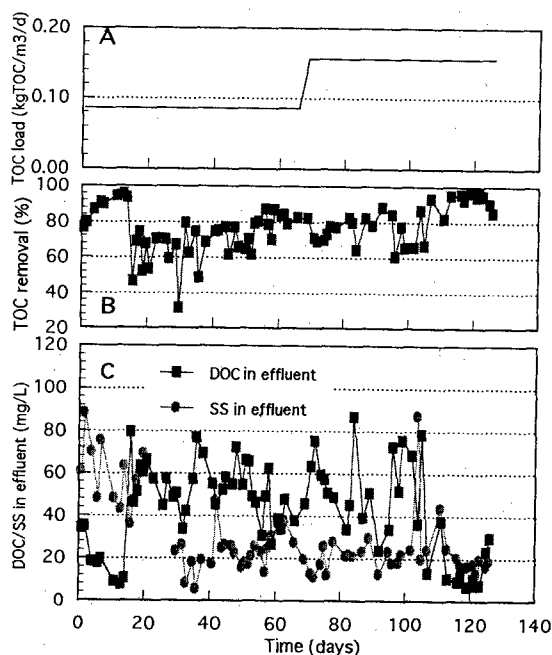


Fig.1 Time course of TOC load (A), TOC removal (B), and DOC and SS in effluent (C).

参考文献

- 1)Tare, V. et. al., (1997) *Proc Anaerobic Digestion 97*, vol.2, pp255-262, Sendai, Japan.
- 2)Private communication from Prof. Tare, V., India Institute of Technology.
- 3)大橋他 (1997) 環境工学研究論文集, 34, pp173-182.
- 4)大垣(1993)環境微生物工学実験法, pp309-312.

謝辞 本研究で用いた大腸菌ファージQ β およびホスト菌*E.coli* K12 F⁺ (A/ λ)は、東京大学 大垣眞一郎先生より供与していただきました。ここに慎んで感謝の意を表します。