

スポンジキューブリアクターの処理性能に及ぼす循環比の影響

木更津高専 ○矢代悠人 加藤慎吾 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

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、水環境の汚染が深刻化し、様々な水系感染症を原因とする健康被害が多く発生している。そこで、開発途上国向けの下水処理技術として、省エネルギーかつ維持管理の容易な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応した場合、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 の後処理としてスポンジ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¹⁾²⁾。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。しかしながら、DHS リアクターは、有機物の除去性能においては卓越しているものの、栄養塩あるいは大腸菌などの除去については、いまだ改善の余地がある。そこで、本研究では、DHS リアクターの処理性能に及ぼす循環比の影響を、ラボスケールリアクターによって比較・検討した。

2. 実験方法と材料

本研究で用いた DHS リアクターを図 1 に示す。リアクターは、底辺 42mm、高さ 21mm、幅 50mm の三角柱のポリウレタンスポンジを、高さ 1m のアクリル板に 9mm 間隔で 19 個貼り付けて作成した。人口下水は、既存の研究を参考に、実下水の UASB 処理水の濃度を模倣した。人口下水の組成は、グルコース、塩化アンモニウム、酵母エキスをを用い、COD で 100mg/L、全窒素で 35mg/L とした。人口下水は 2 台のリアクター上部にそれぞれ供給され、そのうち片方のリアクターは、処理水を再度上部へポンプアップする循環構造となっており、循環のないリアクターを R1、循環のあるリアクターを R2 とした（循環比 = 1.0）。流量 4.05 L/日、HRT2 時間に設定し、リアクター上部における人口下水の温度を 20℃程度になるように、空調機によって調節した。大腸菌ファージの除去性能をみるため、人口下水に F⁺特異性 RNA 大腸菌ファージの一種である Q β を投入した。大腸菌ファージの測定は重層寒天法で行い、化学的酸素要求量（COD）、全窒素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素は HACH の多項目迅速水質分析計により測定した。

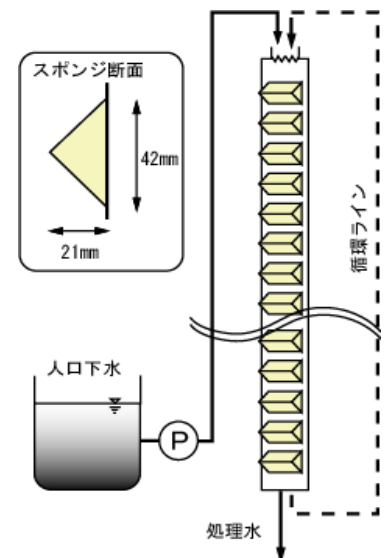


図 1 リアクター概略図

3. 実験結果と考察

図 2 に COD の経日変化を示す。人口下水の濃度は 80～120mg/L の範囲であり（平均 COD : 99.1mg/L）、R1 で 71.5%、R2 で 77.3%除去され、処理水の平均 COD 濃度では、R1 で 27.5mg/L、R2 で 22.1mg/L であった。このように、R1、R2 とともに高い有機物除去性能を示し、循環なしの R1 に比べ、循環した R2 の方が高い有機物除去性能があると確認された。

図 3 に大腸菌ファージの経日変化を示す。大腸菌ファージは R1、R2 とともに、約 25 日目まで減少し、最高で 4 オーダーの除去が確認された。これはスポンジの汚泥保有量が完全でなく、大腸菌ファージのスポンジ

への吸着のためであると推察される。その後1オーダーから3オーダーの範囲で除去され、平均して、R1で1.5log、R2で1.43log除去された。大腸菌ファージの除去に関して、顕著な循環の影響は確認されなかった。

人口下水のアンモニア態窒素濃度の平均が33.4mg/Lであるのに対し、R1では22.6% (25.7mg/L)、R2では24.7% (25.0mg/L) 除去され、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の検出されたことから、硝化反応が行われていることが確認された (図示せず)。また、人口下水の平均全窒素濃度が32.6mg/Lであるのに対し、R1では9.7% (29.4mg/L)、R2では16.5% (27.2mg/L) 除去され、多少ではあるが脱窒も行われていた (図4参照)。これは、スポンジ表面の好気的な場所において硝化反応が促進され、スポンジ内部にあるだろうと思われる嫌気的な場所において脱窒反応が促進されたものと考えられる。

図5に流下方向における汚泥のプロファイルを示す。それぞれの汚泥濃度は、平均して、R1で2.21mg/cm³ (926mg/reactor)、R2で1.67mg/cm³ (700mg/reactor) であり、循環していないR1の方が高い汚泥保有力を示した。これは、R2のほうに循環をかけているためにスポンジ表面の流速が速い事が関係していることと推察される。

4. まとめ

DHSリアクターの処理性能に及ぼす循環比の影響を調べたところ、以下に示す結果を得ることができた。

- 1) R1、R2ともに卓越した有機物処理性能を示したが、循環系のほうが高い除去能を示した。
- 2) 大腸菌ファージの除去に関しては、顕著な循環の影響は確認されず、両リアクターともに約1.5log除去された。
- 3) R1、R2ともに硝化・脱窒による窒素除去がみられ、特に、循環系のほうが高い窒素除去能力を示した。

謝辞

本研究は、一部、平成16年度公益信託エスベック地球環境研究・技術基金(研究代表者：上村繁樹)の助成により行われました。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) Machdar, I. et al. (1997) A novel and cost-effective sewage treatment system consisting of UASB pre-treatment and aerobic post-treatment units for developing countries. *Wat. Sci. Tech.*, **36**(12) 189-197.
- 2) Uemura, S. et al. (2002) Removal of indigenous coliphages and fecal coliforms by a novel sewage treatment system consisting of UASB and DHS units. *Wat. Sci. Tech.*, **46**(11-12) 303-309.

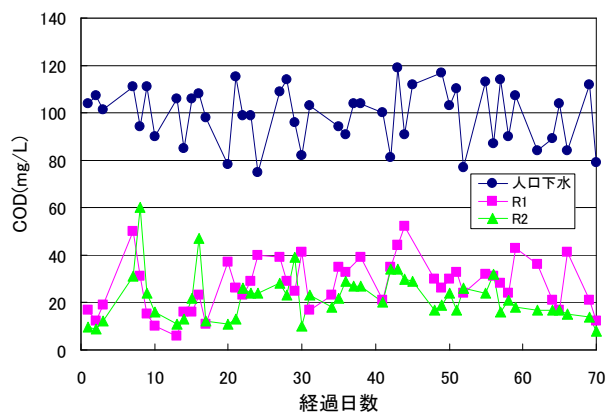


図2 CODの経日変化

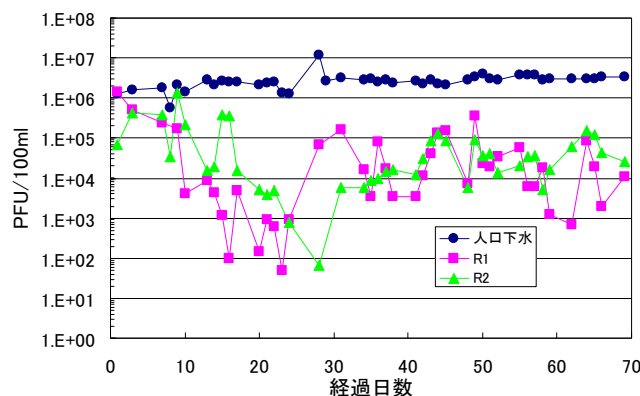


図3 大腸菌ファージの経日変化

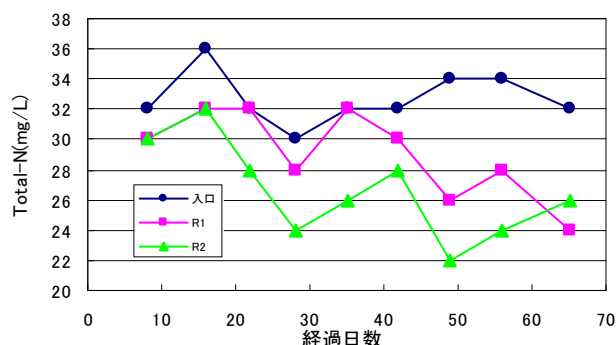


図4 全窒素の経日変化

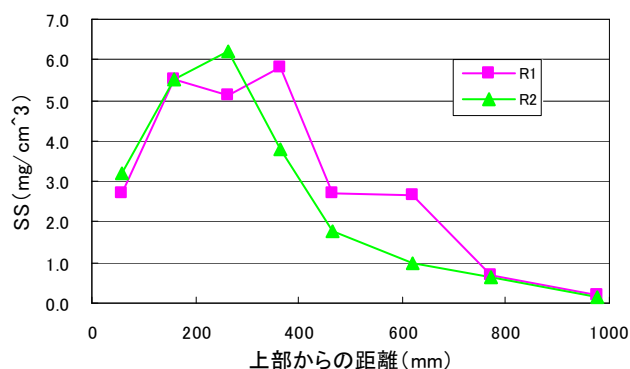


図5 汚泥のプロファイル