

## 開発途上国向けの低コスト型新規下水処理システム (UASB/DHS 第3世代型) の開発 (2)

## —指標微生物の除去性能—

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

## 1. はじめに

現在、開発途上国の人口の約半分に当たる 24 億人が下水処理設備の恩恵にあずかれず、水環境の被害が深刻化し、毎年 40 億人もの人々が下痢を伴う感染症に苦しんでいる。特に 5 歳以下の乳幼児を中心に、年間 220 万人もの人々の死亡が報告されている。このような現状をかんがみると、発展途上国の経済条件に見合った低コストで維持管理が容易な下水処理システムの導入が急務であるといえる。我々は、UASB 法と独自に開発したスポンジキューブ懸垂型 (Downflow Hanging Sponge cubes:DHS) リアクターを組み合わせた開発途上国向けの新規下水処理システムを提唱し研究を続けている<sup>1)2)</sup>。後段処理である DHS リアクターは、現在第 3 世代型まで改良を重ねられている。開発途上国では、有機物や栄養塩のみならず、感染症を引き起こす細菌やウイルスを効果的に除去する下水処理装置が必要とされる。そこで本研究では、UASB+第 3 世代型 DHS (G3) 下水処理システムの大腸菌ファージ、総大腸菌群、ふん便性大腸菌群等の指標微生物の除去性能について調査した。

## 2. 実験方法と材料

UASB-G3 システムは前段の UASB と後段の G3 リアクターから構成される。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、G3 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<sup>+</sup>(A/λ) とし、総大腸菌ファージと F<sup>+</sup>特異性 RNA 大腸菌ファージ (RNA ファージ) を求めた<sup>3)</sup>。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 は、UASB の HRT を 24 時間、G3 の HRT を 8 時間として運転を開始した。その後段階的に HRT を短縮し、運転開始後 72 日目に、それぞれ 6 時間と 2 時間に設定した。図 1 に指標微生物の一例として、総大腸菌群 (MPN/100ml) の経日変化を示す。運転当初は HRT が十分長いために、G3 処理水の総大腸菌群は比較的安定していたが、72 日目から 181 日目までは 5 から 7 乗のオーダーであり、良好な処理水を得ることができなかった。しかしながら、図 2 に示すように 180 日を過ぎたころから、G3 リアクターにおいて硝化が促進され始め、G3 処理水中に硝酸が蓄積されはじめた。それに伴うように G3 処理水の総大腸菌群が大幅に減少していることが 209 日目以後の測定結果から確認された。

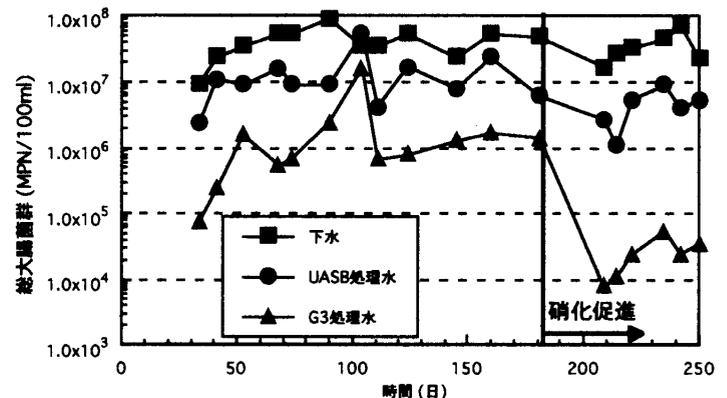


図1 総大腸菌群の経日変化

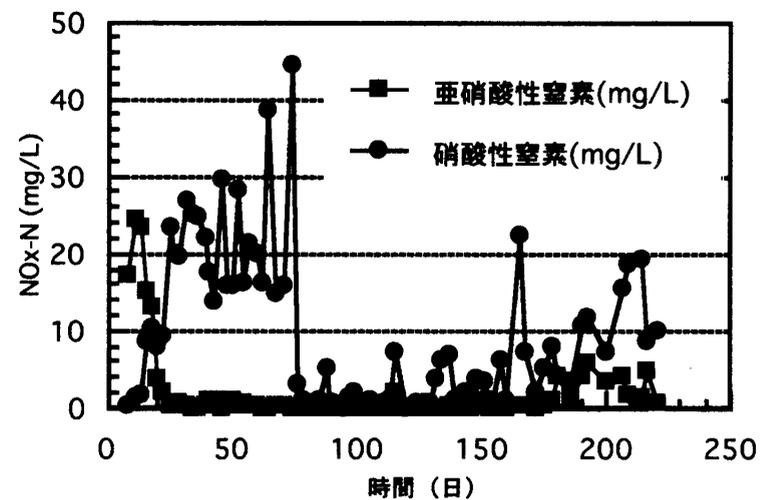


図2 G3 処理水中の酸化態窒素の経日変化

キーワード：開発途上国、UASB、DHS、総大腸菌群、大腸菌ファージ

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

図3に、G3における硝化が促進される以前(181日目)と硝化が促進された以後(221日目)の流下方向の指標微生物濃度変化を示す。各指標微生物は、硝化が促進される以前(硝化促進前)では1オーダー弱の減少しかみられなかったが、硝化が促進された以後(硝化促進後)では、UASB処理水からG3処理水に至る過程で、ふん便性大腸菌群で3オーダー以上、総大腸菌ファージで1.5オーダー以上、RNAファージで1オーダー以上除去された。これより、硝化促進後のG3は、卓越した指標微生物の除去性能を発揮することが明らかとなった。

図4にG3処理水における酸化還元電位の経日変化を示す。UASBとG3のHRTを6時間と2時間に設定した後、多少の変動は伴ってはいるが、徐々に酸化還元電位が上昇しているのが伺えた。これにより、酸化還元電位の上昇が、指標微生物の除去に影響を与えている可能性が示唆された。

図5にUASB-G3、比較対象として前世代型のシステムであるUASB-G2、および標準活性汚泥法の各指標微生物の対数除去率を示す。まず、硝化が促進される前後におけるUASB-G3の比較を行うと、硝化促進後では明らかにG3による指標微生物の除去性能が向上したことがわかった。また、若干ではあるが、UASB単独における除去率向上も伺えた。さらに、硝化後のG3リアクターにおける除去率はG2リアクターよりも上回っていた。

システム全体を比較すると、硝化促進前のUASB-G3の各指標微生物の対数除去率は、UASB-G2や標準活性汚泥法の約半分程度であったが、硝化促進後では、総大腸菌ファージを除く各指標微生物において、UASB-G2あるいは標準活性汚泥法を上回っていることが確認された。

4. まとめ

UASB-G3下水処理システムにおける、指標微生物の除去性能について調査した結果、最終処理水中の指標微生物は、G3において硝化が促進された後で、明確に減少する傾向を示した。今後は、両者の関係について検討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) Ketratanakul, A. and Ohgaki, S. :Wat. Sci. Tech., 21 (3). 73-78. (1989)

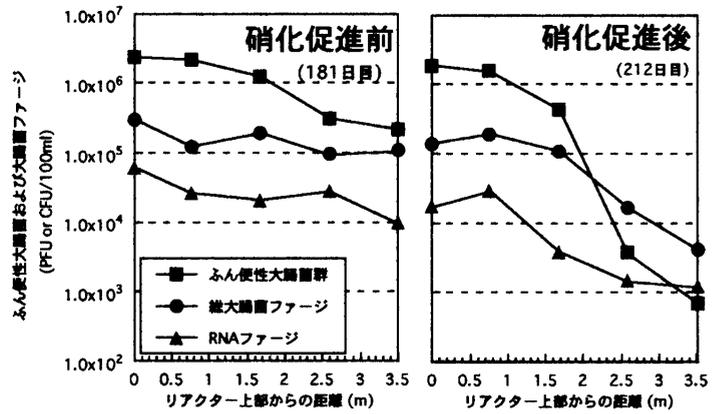


図3 G3における流下方向の微生物濃度変化

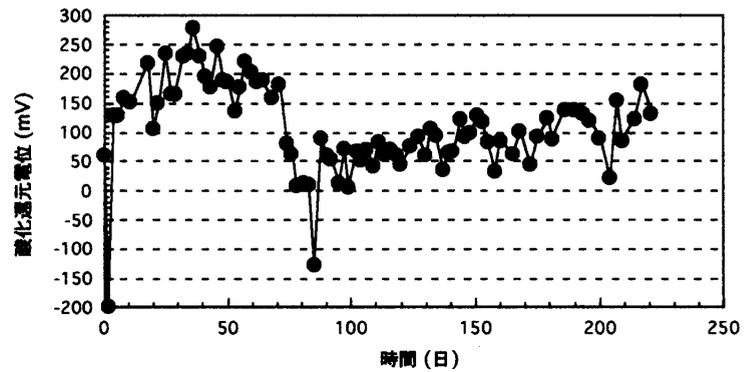


図4 G3処理水における酸化還元電位の経日変化

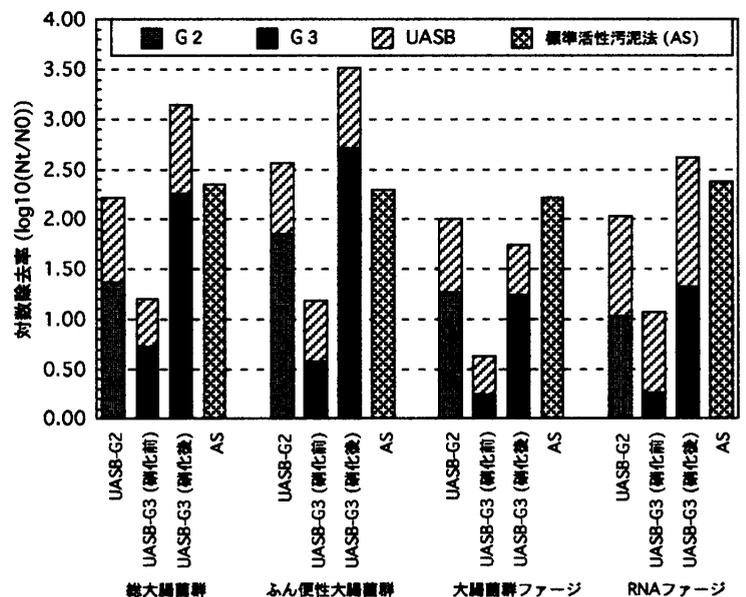


図5 各処理システムにおける対数除去率の比較