

小規模流量に対応可能な嫌気性処理システムの開発

長岡技術科学大学 (非) ○村山魁都 (正) 渡利高大 (正) 幡本将史 (正) 山口隆司
東京電力ホールディングス株式会社 (正) 矢島健史

1. はじめに

開発途上国では、電気などのインフラの設備が十分ではなく、水処理においても適切な処理がおこなわれないまま放流されている。また、先進国においても災害などで停電が発生した場合に下水処理場の機能が停止し、適切な廃水処理を行うことが困難となる。我々の研究グループではこれらの課題を解決する水処理技術として、ヤシガラを担体に用いた散水ろ床法による好気性処理を行っている。しかし、従来の処理方法と比較して有機物やアンモニアなどの除去性能が低いことが課題である。そこで、好気性処理プロセスの負荷を低減するために、前段に設置するための小型で移動可能な嫌気性処理システムの開発を行っている。被災地での利用が考えられるため、エネルギー消費を削減するために回収したガスをエネルギーとして利用が目標である。

嫌気性消化は、有機物を分解しメタン生成古細菌によってメタンガスなどを生成することができる。加水分解により分解された後、酸生成により揮発性脂肪酸 (VFA) から H_2 , CO_2 , 酢酸が生成され、最終生成物としてメタンが生成される。嫌気性処理システムは、 $35^\circ C$ 程度の中温以上に加温して運転される (Jana et al., 2000)。本報告では、実下水を対象とした小型嫌気性消化システムの有機物、窒素などの処理特性及びリアクター内部のガス組成について報告する。

2. 実験方法

2.1. 小型嫌気性リアクター及び運転条件

本実験で使用したリアクターは、高さ : 0.9 m, 総容積 : 200 L である。本リアクターの内部には、容積 : 100 L のインナータンクが設置されており、リアクター内の空気やガスなどがインナータンクの上部に蓄積されるよう設計されている。ガスは、リアクターの底部に設置されているエアーストーンに供給される仕組みとなっている。このように、回収されたガスをを用いて汚泥の固化を防いでいる。リアクターへ供給

する排水は、長岡中央浄化センターの実下水を用いて、流入した排水のオーバーフロー分は後段であるヤシガラ担体リアクターへ流入させた。運転 0-118 日目では水理的滞留時間 (hydraulic retention time: HRT) を 28 hours とし、119 日-現在では HRT を 14 hours とした。

2.2. 測定項目

測定項目は、水温、pH、溶存酸素量 (DO)、化学的酸素要求量 (CODcr)、全窒素 (TN)、各窒素濃度 (NH_4^+ - N, NO_2^- - N, NO_3^- - N)、浮遊物質 (SS)、VFA (揮発性脂肪酸)、ガス濃度とした。pH、DO はそれぞれ、pH メータ (HM-30R, TOADKK)、ポータブル DO 計 (MM4-DDO, TOADKK) を用いて測定した。CODcr 及び TN は、吸光光度計 (DR3900, HACH) を用いて測定した。各窒素濃度は、オートアナライザー (QuAAtro39, BLtec) を用いて測定した。孔径 0.22 μm のナイロンシリンジフィルターでろ過したサンプルを用いて溶解性 CODcr (sCODcr) 及び各窒素濃度の測定をした。SS は、下水道試験方法に記載されている方法で測定した (下水道試験法)。VFA は、FID (GC-2014, Shimadzu) を用いて測定した。またガス濃度は、TCD (GC-8A, Shimadzu) を用いて測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 運転結果

pH、DO、CODcr、sCODcr、TN、SS の結果を示す。一般的に嫌気性処理では pH の上昇が確認されている (Chin et al., 1995)。しかし、全運転期間を通して流入水と比較して変化が確認されなかった。DO の値は、1.0 mg/L 以下の低下が確認されなかった。リアクターの上部にチューブを通すための穴が存在しているため、空気が侵入していると考えられる。また DO の測定結果からリアクター内の空気中に酸素が残存していることは明らかであり、空いている部分を密閉することで溶存酸素を減少できる可能性が考えら

れる。

図.1に COD_{Cr} の結果を示す. 全運転期間を通して COD_{Cr} は, 流入水:492.7±308.7 mg/L, 処理水:455.9±357.2 mg/L となっている. sCOD_{Cr} は, 流入水:148.0±48.6 mg/L, 処理水:140.0±62.5 mg/L となっている. 処理水での除去率が低い要因として, 汚泥や有機物が流出することで COD 値が上昇していると考えられる. sCOD_{Cr} は, 90 日目から安定的な除去を確認. しかし, 一般的な嫌気性処理と比較して除去性能が低く, 完全な嫌気状態となっていないことが要因と考えられる (山崎ら 2003).

図.2に TN の結果を示す. 流入水:34.5±20.0 mg/L, 処理水:44.6±11.6 mg/L となっており処理水の TN 濃度が上昇した. この結果について, リアクター内で DO が確認されているため, 部分硝化によって NO₂ が増加したのではないかと考えられる.

SS は, 流入水:325.0±481.1 mg/L, 処理水:265.0±345.0 mg/L となっている. SS 濃度は減少したが, 流入水, 処理水共に標準偏差が測定値を大幅に上回る結果となった. これは, 処理水が流れ出る際に汚泥などの固形物が同時に流出する場合があります, 測定値に影響したことが原因であると考えられる.

処理水の VFA 濃度を測定した. メタン生成過程における中間生成物より分解され, 酢酸が生成されるため, リアクター内では酸生成過程まで行われていることが確認された. 今後, ガス組成を分析し, メタン生成菌によって酢酸が CH₄ の生成に使われていることを確認できるのではないかと考えられる.

3.2 ガス濃度

ガス濃度は, 運転期間が長くなるほど N₂ 割合が減少し, CH₄ 割合の増加が確認された. 48 日目以降のガスサンプルについては, ガスタンク内に必要な測定量が溜まっていない状態が続いたため測定サンプル数が少ない.

4. 結論

本研究では, 実処理排水を対象に小型嫌気性処理システムの除去性能を調査した. DO の 1.0 mg/L 以下の低下が確認されなかったため, リアクター内は完全な嫌気性になっていないことが示唆された.

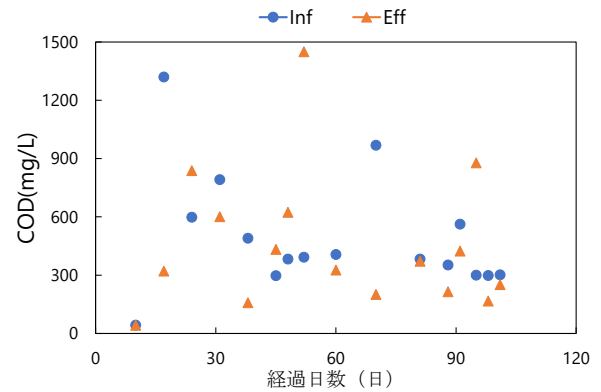


図 1 流入水と処理水の COD

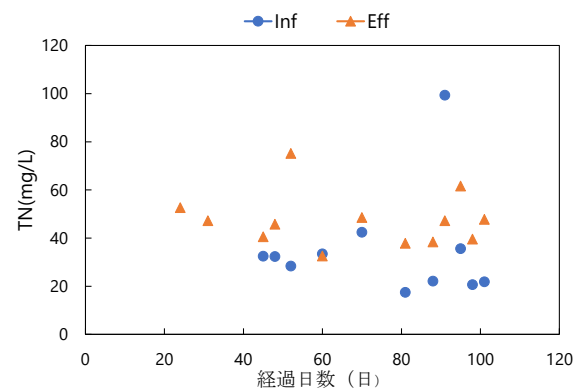


図 2 流入水と処理水の TN

DO の残存に加え, 一部の処理水に汚泥やその他の有機物が入り込んだことにより COD 除去率は, 既存の嫌気性処理と比較して低い. 流入水と比較して TN 濃度の上昇が確認された. DO の影響によって部分硝化が起きていることが確認された. SS は, 一部, 汚泥などの固形物が処理水に入り込んだ場合を除いて除去が確認された. ガス濃度については, 運転期間が長くなるにつれて CH₄ の割合が上昇した.

5. 今後の予定

今後は, 空気が外部から入らないように気密性を確保し, ガスの割合を継続的に測定するために十分なガス量をガスタンクに貯蔵されるようリアクターの改良を進める予定である. また, リアクター内の汚泥を用いたメタン活性試験により, CH₄ ガスの生成量を測定する予定である.

参考文献

- Jana et al (2000) Water Science & Technology 49-56
- 下水試験方法 下巻-2012 年版-, 日本下水道協会
- Chin et al (1995) FEMS Microbiology Ecology 18 85-102
- 山崎ら (2003) 土木学会論文集 No.734 135-142