

嫌気性散水ろ床 (AnDHS リアクター) による下水処理性能と保持汚泥性状

岐阜工業高等専門学校 ○室田龍一 (学)、西川竜太 (学)、角野晴彦 (正)
 広島大学大学院 大橋晶良 (正)、東北大学大学院 原田秀樹 (正)、国立環境研究所 珠坪一晃 (正)

1. はじめに

嫌気性処理を低濃度排水に適用させることは、既存の活性汚泥法に要するエネルギーを低減できる利点がある。そこで、我々は低濃度排水向けの嫌気性処理として、AnDHS (Anaerobic Down-flow Hanging Sponges) リアクターを開発した。本リアクターは人工排水の連続処理の結果、既存の低濃度排水の嫌気性処理で問題であった汚泥保持と微生物-基質の接触の改善が認められた¹⁾。

本研究では、AnDHS リアクターによる学校下水の連続処理の適用性を評価した。また、既存法である UASB リアクターを並列運転させて、連続処理と保持汚泥の側面より AnDHS リアクターの特徴を調査した。

2. 実験方法

図1に実験に用いた AnDHS リアクターの概要を示す。用いた担体は、ネットリング (φ3 cm×H3 cm) にスポンジ (孔径0.56 mm) を詰めたものである。これをカラム (断面 W13×D13 cm) 内に4層に分けてランダムに充填した。スポンジの充填高さは140 cm、全間隙 (有効) 容積は8.0 Lとなった。リアクターの処理水・生成ガス回収には、水封槽を設け、リアクター内を嫌気状態に保った。下水は、上部の散水装置より滴下され、担体の表面あるいは内部を通過し、下部で処理水となる。

並列運転する UASB リアクターの高さは132 cm、水 (有効) 容積は8.0 Lであり、6.0 L (断面φ8 cm) のカラムと2.0 LのGSS (Gas Solid Separator) で構成される。

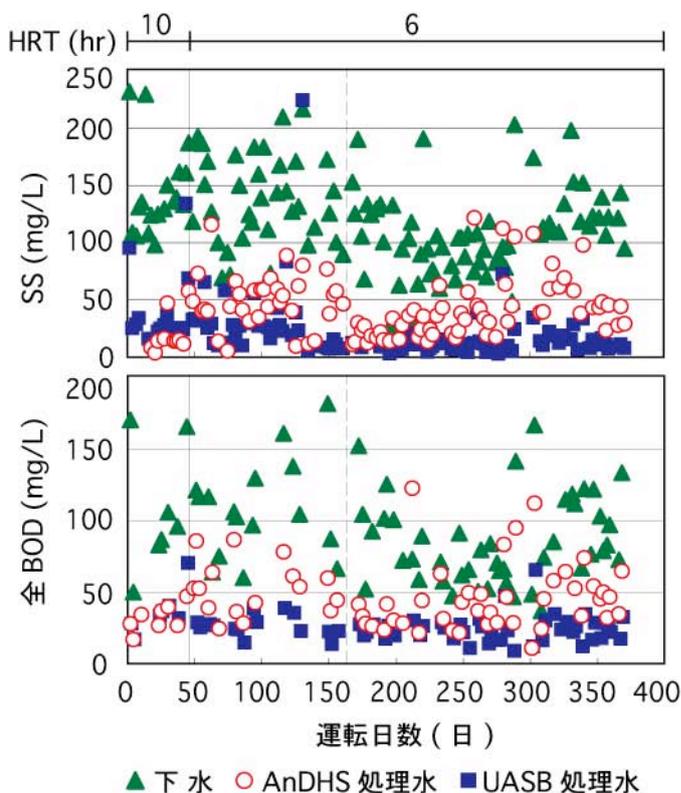
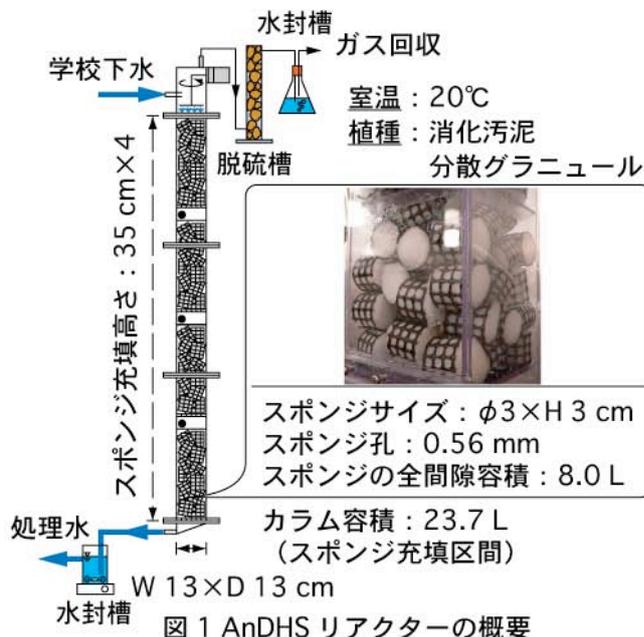
下水は、本校の浄化槽調整槽 (沈砂後) より採取した。植種汚泥には、消化汚泥と分散処理した中温グラニュールを用いた。植種後のMLVSSは、AnDHS リアクターで3.2 gVSS/L-sponge、UASB リアクターで10.2 gVSS/Lであった。両リアクターともに、室温20°Cの恒温室に設置した。HRTは運転0~43日を10 hrとし、以降6 hrとした。AnDHS リアクターでは、運転162日に、各層で一旦ろ材を取り出し、充填し直す作業を行い、担体を混合させた (以降、担体の混合作業とする)。

運転374日に両リアクターのMLVSS、タンパク質濃度を測定した。タンパク質の測定は、Lowry法に準じた。AnDHS リアクターの汚泥は、担体の内部と表面に分けて測定した。

3. 実験結果

図2にSS、全BODの経日変化を示す。下水の平均値は、SS 123 (標準偏差±41) mg/L、全BOD 93 (±34) mg/L、溶解性BOD 30 (±13) mg/Lであった。両リアクターのスタートアップ期間としてHRT 10 hrで運転した。この間に汚泥保持に関するトラブル等がなかったことから、運転44日にHRT 6 hrにした。

AnDHS 処理水は、HRTを変更すると直ぐにSSと全BODが不安定になり、運転120日付近より、しばしば全BOD 50 mg/L以上となった。担体の混合作業後の30日間 (運転163~193日) における処理水は、比較的安定しており、平均で



SS 23 (± 27) mg/L、全 BOD 26 (± 12) mg/L であった。ここで処理性能が向上した理由は、担体の混合作業の前後で実滞留時間が 0.3 hr から 3.3 hr に回復したことが挙げられる (データ不提示)。しかし、運転 200 日付近より、AnDHS 処理水の SS と全 BOD は、再び不安定となり悪化した。運転 291 日における実滞留時間は 0.4 hr にまで短縮していた。

UASB 処理水の HRT 6 hr における平均値は、SS 23 (± 27) mg/L、全 BOD 26 (± 12) mg/L であった。UASB リアクターは、AnDHS リアクターよりも処理の安定性に優れていた。

図 3 に運転 374 日における両リアクターの高さ方向 3 カ所での汚泥性状を示す。AnDHS リアクターの担体内部の MLVSS は、リアクター高さ 120 cm で 10.9 gVSS/L-sponge であり、流れ方向で緩やかに低くなった。担体表面の MLVSS は、リアクター高さ 120 cm において 15.2 gVSS/L-sponge であったが、リアクター高さ 85、40 cm ではその 1/3、1/13 であった。AnDHS リアクターの担体容積当たりの全汚泥量は、担体内部と担体表面の MLVSS を加算することで求め、流れ方向で 26.1、14.6、9.4 gVSS/L-sponge であった。担体内部と担体表面の Protein/MLVSS は、流れ方向で変化はなく、それぞれの平均は 0.75、0.63 gPotein/gVSS であり、担体内部が担体表面に比べて高かった。ここでのタンパク質が微生物由来とすると、担体内部では、担体表面に比べて VSS 当たりの微生物の割合が高いと解釈できる。スポンジを用いた担体内部は、増殖した微生物の保持に適した構造であると考えられる。

UASB リアクターの MLVSS は、リアクター高さ 28、66、104 cm でそれぞれ 18.0、14.6、12.3 gVSS/L であり、流れ方向で低くなった。汚泥サンプルの採取が 3 カ所と少ないが、両リアクターの全 MLVSS は、同レベルであると考えられる。Protein/MLVSS は、流れ方向で顕著な差はなく、平均 0.57 gPotein/gVSS であり、AnDHS リアクターの担体内部と担体表面の汚泥に比べて低かった。これより、リアクターに保持されている微生物量は、AnDHS リアクターが UASB リアクターに比べて多いと考えられる。

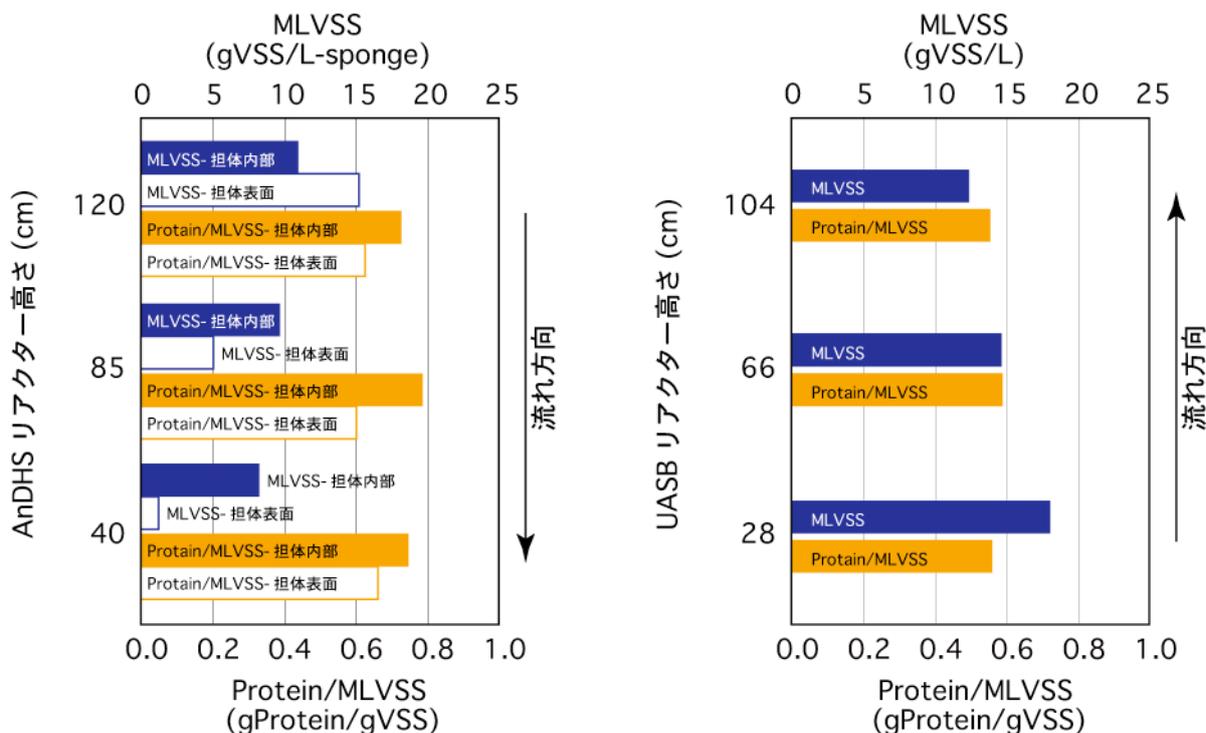


図 3 運転 374 日における AnDHS、UASB リアクターの高さ方向での汚泥性状

4.まとめ

室温 20°C、HRT 6 hr の条件で学校下水を連続処理した結果、UASB リアクターでは全 BOD 平均 26 mg/L の安定した処理水が得られた。これと比較して、AnDHS リアクターでは実滞留時間が短縮すると処理の水質、安定性は劣った。汚泥性状を調査したところ、AnDHS リアクターは、UASB リアクターよりも微生物を保持する機能が高いと考えられる。AnDHS リアクターの処理を向上するには、実滞留時間の改善によって保持微生物を有効に利用することが必要である。

参考文献 1) Sumino, H. *et al.*, 11th IWA World Congress on Anaerobic Digestion, CD-ROM, PPIC.2, 2007

謝辞 本研究は、独立行政法人新エネルギー・産業総合開発機構(NEDO)「産業技術研究助成事業費助成金」(研究代表者: 珠坪一晃)、国土交通省「建設技術研究開発費補助金」(研究代表者: 大橋晶良)の助成を受けて実施しました。記して関係各位に感謝します。