

ヤシガラを用いた散水ろ床法向けの新規微生物保持担体の開発

長岡技術科学大学大学院 ○(非) 渡邊恭(学) 三輪徹(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 経営技術戦略研究所 (非) 矢島健史

1. はじめに

水は様々な用途で利用されている重要な資源である。しかし、開発途上国では十分なインフラ整備を有しておらず、2017年時点で世界人口の40%以上が水不足に陥っている¹⁾。一方、先進国においても災害時にライフラインが遮断され、生活水を確保することが困難となっている²⁾。そこで、我々の研究グループでは、自立型の水処理システムの開発を行っている。

散水ろ床法は生物膜法の一つで円形池中にろ材として充填させた担体に排水を散布することで、担体表面に付着した生物膜と排水を接触させ処理を行う方法である。散水ろ床法は曝気が不必要であり、消費電力を抑えることができる。また、標準活性汚泥法と比べて運転管理が容易であり、開発途上国向けの下水処理法として適用研究が行われている。しかし、ろ材の生産にコストが掛かることに加え、使用後のろ材を産業廃棄物として処分することが課題である。そこで、本研究では十分な除去性能を持ち、尚且つ廃棄が容易な散水ろ床法向けの担体の開発に着手した。

本研究では、農業廃棄物としてココナッツから生じるヤシガラに着目した。ヤシガラは容易に入手でき低コストであり、加えて生分解性を有していることから担体として利用後に埋設処分することが可能である等の利点を有している。また、活性炭として排水処理に利用されており、工業排水中のリン酸塩や亜鉛の効果的な除去が可能であると報告されている³⁾。以上の理由から、廃棄物由来で生分解性を有し、リン酸塩などが回収可能な新規微生物保持担体の開発を目的とし、ヤシガラを用いた散水ろ床法による下水処理実験を行った。従来の担体と比較して十分な除去性能を有しているか調査するため、DHS法として使用実績があるスポンジ担体との比較試験を行った。先行研究では模擬排水を用いた簡易試験を行い、有機物やアンモニアについて十分な除去性能を有していたため、本研究では実験装置の実用化を見据え、実下水処理場に設置し、性能比較実験を行った。

2. 実験方法

2.1 実験装置

図1に本研究で用いた実験装置の概略図を示す。本実験装置は長岡中央浄化センターに2台設置し、流入水に実下水を用いて処理性能の評価を行った。担体はそれぞれヤシガラ(φ33 mm×33 mm)及びスポンジ(φ33 mm×33 mm)を充填し、水理的滞留時間3時間の条件で運転を行った。本実験装置は外部電力より稼働し、流入水はポンプを用いた間欠運転により流入させた。また、装置上部には散水版を設置し、排水を当てることによって均等に散水した。また、採水は流入ポンプ及び各実験装置の排水ポンプの出口より行った。

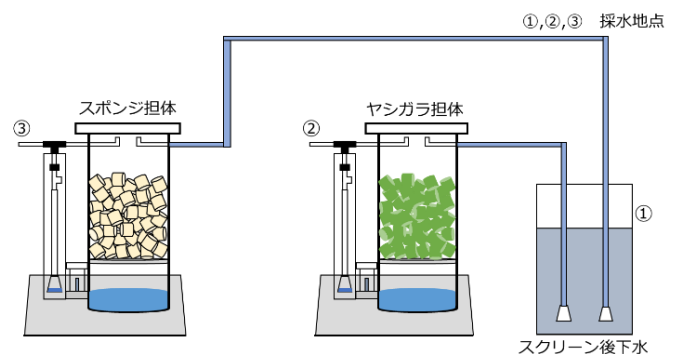


図1 本実験で用いた実験装置の概略図

2.2 測定項目

測定水質項目は溶解性の化学的酸素要求量(sCOD_{Cr})、生物化学的酸素要求量(BOD)、アンモニア態窒素(NH₄⁺-N)、亜硝酸態窒素(NO₂⁻-N)、硝酸態窒素(NO₃⁻-N)を対象とした。sCOD_{Cr}は二クロム酸カリウム法(DR-2800, HACH社)を用いて測定した。BODは下水試験方法⁴⁾に記載されている方法に則り測定した。NH₄⁺-Nはネスラー法(DR-2800, HACH社)をNO₂⁻-N及びNO₃⁻-Nはオートアナライザー(QuAAtro39, BLTEC)を用いて測定を行った。またNH₄⁺-N、NO₂⁻-N、NO₃⁻-Nは測定前に0.22 μmのフィルターを用いてろ過した。

3. 実験結果及び考察

各水質項目の測定結果を表 1 に示す。流入水の sCOD_{cr} と BOD はそれぞれ、141.9±59.2 mg/L と 132.0±99.2 mg/L であった。ヤシガラ担体処理水の sCOD_{cr} と BOD はそれぞれ 98.2±33.7 mg/L と 74.6±56.4 mg/L、スポンジ担体処理水の sCOD_{cr}, BOD はそれぞれ 88.2±33.8 mg/L, 66.1±60.6 mg/L であった。各測定値の標準偏差が高く、測定値も大きく変動した。これは、運転開始後直ぐに降雪・降雨が続き長岡中央浄化センターへ流入する降水量が増加したことが要因であると考えられる。

ヤシガラを用いた実験装置の sCOD_{cr}, BOD 除去率は 35.0±32.6%, 43.2±27.3%, スポンジを用いた実験装置の sCOD_{cr}, BOD 除去率は 36.7±29.5%, 50.8±23.1% となった。ヤシガラ担体はスポンジ担体と比較して、同程度の有機物の除去が可能であることが示された。

流入水の NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N はそれぞれ 23.1±8.3 mg/L, 0.4±0.4 mg/L, 0.2±0.3 mg/L であった。また、ヤシガラ担体処理水の NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N はそれぞれ 22.2±12.5 mg/L, 0.4±0.4 mg/L, 0.7±1.5 mg/L、スポンジ担体処理水はそれぞれ 20.4±4.7 mg/L, 0.4±0.4 mg/L, 0.5±1.1 mg/L であった。流入水と比較して、どちらの担体も NH₄⁺-N の測定値に大きな差がないことに加え、NO₂⁻-N, NO₃⁻-N の生成が見られないことや処理水中に有機物が残存しているため、硝化反応は発生していないと考えられる。

本実験期間中では、実験装置を運転する中に、汚泥や異物が混入することにより閉塞が生じ、ポンプに不調が生じることがあった。また、硝化が発生しないこと、散水された排水が壁を伝い担体に均等に行き

渡らない等の課題も明らかになった。

4. まとめと今後の予定

本研究ではヤシガラ担体を用いた散水ろ床法の実用化に向け、実下水を対象にスポンジ担体と比較した性能評価を行った。sCOD_{cr}, BOD の除去率はヤシガラ担体処理水が 35.0±32.6%, 43.2±27.3%, スポンジ担体処理水が 36.7±29.5%, 50.8±23.1% となり、有機物を除去できていることを確認できた。しかし、運転期間では硝化反応を確認できなかった。以上を踏まえ、今後は改良を加えた新型の実験装置を用いた比較検討担体の構造や運転状況等を変更し、除去性能の向上等に重点を置き、研究を進めていく予定である。

参考文献

1. Markovic, M., Miloradov, M.V., Ignjatovic, L., Obrovski, B., Cavic, A., Mihajlovic, I. Effect of zeolite size distribution on the performance of bio-trickling filter used for black water treatment. Fresen. Environ. Bull. 26, 5190–5197. (2017)
2. 定非営利活動法人日本トイレ研究所, 2013. 東日本大震災
- 3.11 のトイレー現場の声から学ぶー. 特定非営利活動法人日本トイレ研究所
3. Packialakshmi, S., Anuradha B., Nagamani, K., Sarala Devi, J., Sujatha, S., Treatment of industrial wastewater using coconut shell based activated carbon. Materials Today. Proceedings. journal homepage : www.elsevier.com/locate/matpr. (2021)
4. 下水試験方法 下巻-2012 年版-, 日本下水道協会, pp311-317.

表 1 各水質項目の測定結果

| 項目 | 流入水 | ヤシガラ担体処理水 | スポンジ担体処理水 |
|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| sCOD _{cr} | 141.9±59.2 mg/L | 98.2±33.7 mg/L | 88.2±33.8 mg/L |
| BOD | 132.0±99.2 mg/L | 74.6±56.4 mg/L | 66.1±60.6 mg/L |
| NH ₄ ⁺ -N | 23.1±8.3 mg/L | 22.2±12.5 mg/L | 20.4±4.7 mg/L |
| NO ₂ ⁻ -N | 0.4±0.4 mg/L | 0.4±0.4 mg/L | 0.4±0.4 mg/L |
| NO ₃ ⁻ -N | 0.2±0.3 mg/L | 0.7±1.5 mg/L | 0.5±1.1 mg/L |