

令和元年5月14日現在

機関番号：13102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2017～2018

課題番号：17H06703

研究課題名(和文) スポンジ担体の特性を有効利用した窒素除去プロセスの構築

研究課題名(英文) Establishment of novel nitrogen removal process by sponge trickling filter

研究代表者

渡利 高大 (WATARI, TAKAHIRO)

長岡技術科学大学・工学研究科・助教

研究者番号：90800540

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：これまでの研究からDHSリアクターはスポンジ担体の表層においては酸素が十分に存在する好気状態であるがスポンジ担体の深部では、酸素が存在しないあるいは低酸素あるいは嫌気無酸素状態であることが明らかになっている。本研究では、本スポンジ担体を閉鎖型リアクターに充填し、空気孔の大小や数によって酸素量の調整し、DHSリアクターを利用した一槽式部分硝化-Anammoxプロセスの開発を試みた。ラボスケールのバイオリアクターを用いた人工廃水による連続処理実験では、従来型のプロセスの半分の処理時間で同等の窒素除去性能を得られた。本研究から実用化に向けて有益なデータが得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は日本初の次世代型省エネルギー水処理システムDHSリアクターの弱点である窒素除去を補うため、部分硝化-Anammoxプロセスの適用を試みた。人工排水を用いた本研究では、窒素除去性能は大幅に向上し、実廃水への適用が強く期待される結果となった。また、本研究で得られた結果は、下水処理だけではなく様々な産業廃水処理などに適用可能であり、それらへの適用に向け貴重な実験データを得られた。

研究成果の概要(英文)：In this study, we conducted a laboratory-scale experiment to develop a single-stage partial nitrification anammox process in a DHS reactor. The influent ammonia concentration was 100 mg-N/L. The KLa of the STF reactor was higher than those observed for conventional activated sludge processes. The STF reactor performed at $89.8 \pm 8.2\%$ and $42.7 \pm 16.9\%$ ammonia and TN removal efficiency, respectively, with a nitrogen loading rate of 0.55 ± 0.20 kg-N/m³ day calculated based on sponge volume. Microbial community analysis of the STF-retained sludge indicated that both autotrophic and heterotrophic nitrogen removal occurred in the reactor. This result can be used for development of full scale single stage autotrophic ammonia removal process using DHS reactor.

研究分野：環境衛生工学

キーワード：Anammox DHS 窒素除去

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

スポンジを微生物保持単体として用いる DHS リアクターは、近年では、下水のみならず様々な高濃度の産業廃水を処理する UASB 法の後段処理として適用されている。スポンジの特性を利用し従来の活性汚泥法の 10~20 倍の汚泥を保持可能な DHS リアクターは、エアレーションを必要とせず高い酸素供給能を有することから、優れた有機物除去やアンモニア酸化性能を持つが、それぞれ国に指定する排出基準を達成するためにはさらなる窒素除去が必要となる。嫌氣的アンモニア酸化 (Anammox) プロセスは、1990 年代に発見されて以降、メタン発酵残渣液など高濃度のアンモニアを含む廃水の処理に適用されている。本プロセスは、従来の脱窒反応に必要な有機物添加が不要である反面、アンモニアを亜硝酸まで酸化する部分硝化が必要である。近年では、この部分硝化を行うアンモニア酸化細菌を表面に、深部に Anammox 細菌を馴致したグラニュール汚泥の開発が進められている。しかしながら、グラニュール汚泥の形成に関して未解明な点も多く、また沈降性の良好なグラニュール汚泥の形成に時間を要する。申請者がこれまで行ってきた高濃度のアンモニアを含有するベトナムでの天然ゴム製造工程廃水を処理する DHS リアクターにおいて、Anammox 細菌が検出され、従来の脱窒反応だけでなく、Anammox 反応によっても窒素除去が行われていた。そのため、DHS リアクター内において Anammox 細菌の生育しやすい環境に近づけることによってさらなる窒素除去性能の向上が見込まれる。

2. 研究の目的

これまでの研究から DHS リアクターはスポンジ担体の表層においては酸素が十分に存在する好気状態であるが、スポンジ担体の深部では、酸素が存在しないあるいは低酸素状態であることやスポンジ担体を閉鎖型リアクターに充填し、空気孔の大小や数によって酸素量の調整が可能であることに着目し、DHS リアクターを利用した一槽式部分硝化-Anammox プロセスの開発を試みる。

3. 研究の方法

総括酸素移動容量係数やスポンジ孔径によるスポンジの酸素の取り込み特性評価

従来型の活性汚泥法の曝気槽の性能評価で用いられる総括酸素移動容量係数を下水試験法に従い測定した。

連続処理実験による一槽式部分硝化 -Anammox プロセスに最適な運転条件の検討

提案システムのラボ機を製作し、アンモニアを基質とした人工廃水により連続処理実験を行った。

次世代シーケンサーや共焦点レーザー顕微鏡を用いたスポンジ担体中の微生物生態解析

で行った連続処理実験終了時に、バイオリアクターから汚泥サンプルを採取し、16S rRNA 遺伝子に基づく微生物群集構造解析を行った。

4. 研究成果

総括酸素移動容量係数の測定を行った結果、本 DHS リアクターの KLa は $0.077\sim 0.259$ ml/min で既報の DHS リアクターと同程度で従来の活性汚泥法より大幅に高い数値となった。連続処理実

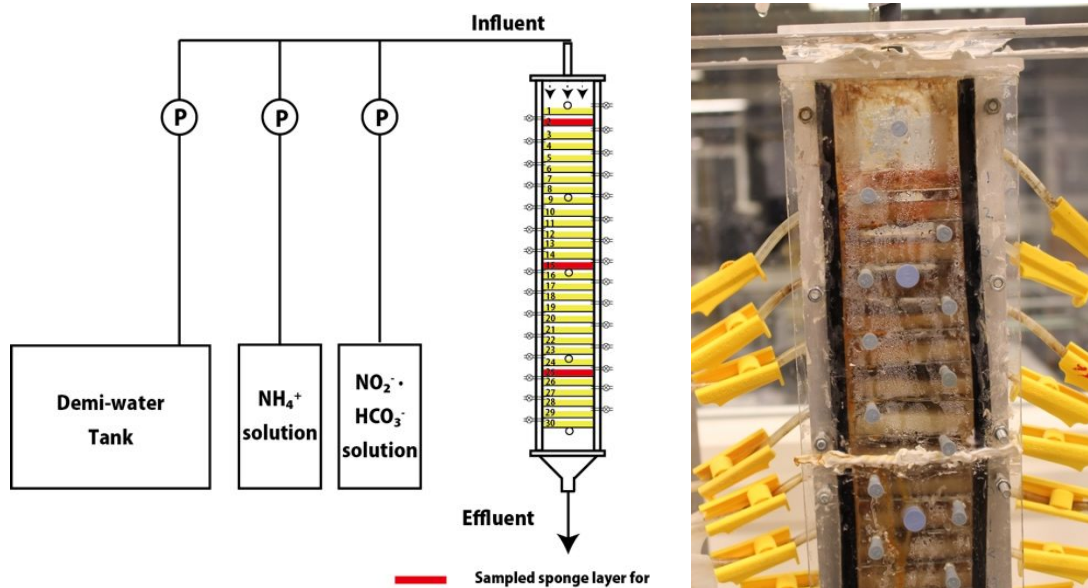


図 装置図と Anammox 細菌が定着したスポンジ担体

験の結果、90%以上のアンモニア除去率と50%のTN除去率を示した。本結果は、これまで報告されている部分硝化 Anammox リアクターよりも高速でかつ高い除去性能を示していた。微生物群集構造解析の結果、植種汚泥由来の Anammox 細菌とアンモニア酸化細菌 Nitrosomonas が優占しており微生物解析の結果からも部分硝化 Anammox 反応が進行していることが示唆された。

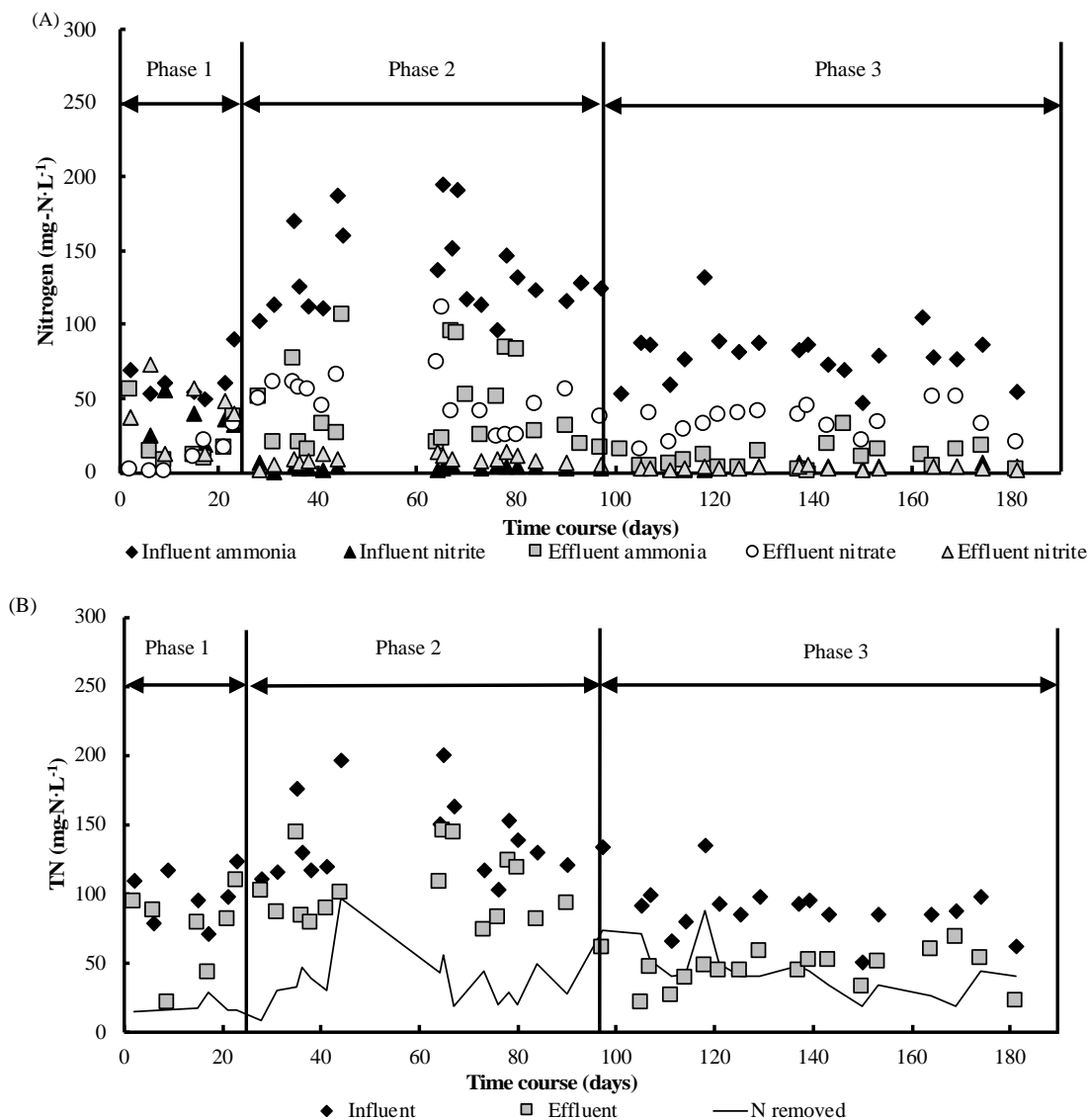


図 部分硝化 Anammox DHS リアクターの連続処理実験の結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

Takahiro Watari, Carlos Lopez Vazquez, Masashi Hatamoto, Takashi Yamaguchi, Jules B. van Lier (2018) Development of a single stage mainstream Anammox process using a sponge based trickling filter, LET2018, Nanjing, China (2018/5)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 件)

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名 : Jules B. van Lier, Carlos Lopez Vazquez

ローマ字氏名 : Jules B. van Lier, Carlos Lopez Vazquez

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。