

第 VII 部門

藻類 - 細菌系散水ろ床による合成下水の処理

立命館大学理工学部 学生員 ○加藤 慎之介
立命館大学理工学部 中條 聡人
立命館大学理工学部 野村 快斗
立命館大学理工学部 正会員 惣田 訓

1. はじめに

下水処理プロセスでは、有機物は主に細菌類によって分解されるが、分解に直接寄与しない藻類が、様々な有機物の除去を促進することが報告されている¹⁾。藻類-細菌系を定着させた散水ろ床の先行研究²⁾では、水理的滞留時間 (Hydraulic Retention Time, HRT) を 2h に短縮すると除去率が低下するものの、HRT 6h において下水中の全有機炭素 (TOC)、全窒素 (TN)、全リン (TP) をそれぞれ 93 mg/L から 9 mg/L、34 mg/L から 18 mg/L、23.5 mg/L から 4 mg/L にまで除去できた。本研究では、藻類-細菌系散水ろ床の優位性をさらに検証するため、通常の細菌系散水ろ床を対照とし、HRT (12 ~ 2 h) が及ぼす処理性能への影響を調査した。

2. 実験方法

散水ろ床型フォトバイオリアクターである LR (Light Reactor) に藻類-細菌系を構築した (図 1)。また、対照系として通常の散水ろ床である DR (Dark Reactor) に細菌系を構築した。藻類や細菌をリアクター内に付着させるためにポリエステル繊維の担体 (2 cm×2 cm×2 cm、保水量 5mL/個) をそれぞれのリアクターに各層 250 個ずつ充填させた (充填率 ≒ 47%)。立ち上げ期間を 28 日設け、微生物を上層から連続流入させ、下層から流出する処理水の一部を循環させることで藻類や細菌を担体に付着させた。その後は処理水を循環させず、HRT を 5 期間に分け実験を行った。29~52 日目、53~64 日目、65~79 日目、80~89 日目、29~52 日目、90~100 日目は、それぞれ HRT を 12、8、6、4、2h とした。流入させる廃水濃度は TOC: 101.0mg/L、TN: 47.4 mg/L、PO₄-P: 10.9 mg/L であった。また各層の担体から採取した微生物の炭素源資化能を 31 種類の炭素源を搭載した Ecoplate で 72 時間測定した。

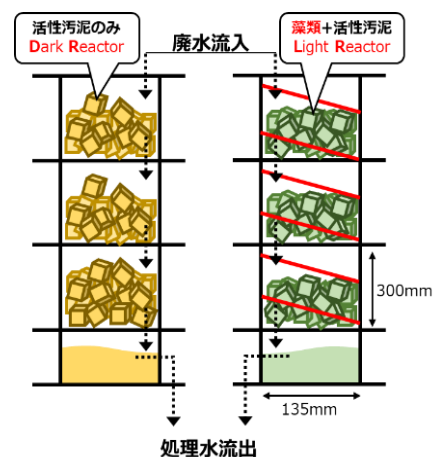


図 1 リアクターの模式図。

3. 結果と考察

3-1 TOC、窒素、リンの処理性能

図 2 に散水ろ床リアクターの処理水の TOC と TN、リン(P)濃度を示

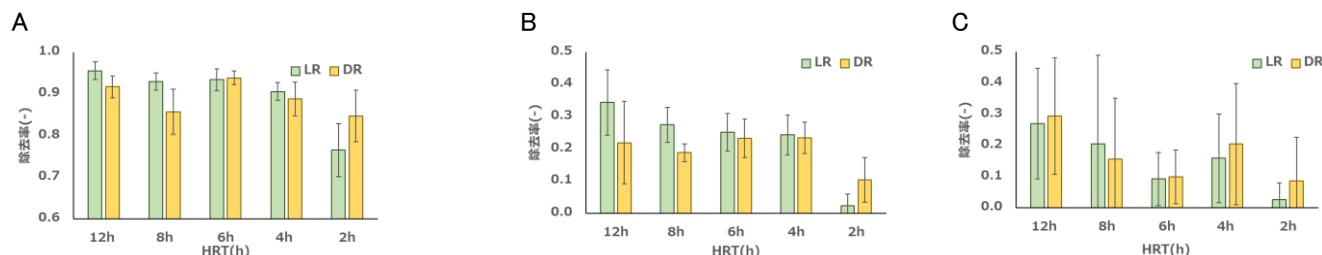


図 2 散水ろ床の下水処理性能に及ぼす HRT の影響. (A) TOC 除去率、(B) TN 除去率、(C) PO₄-P 除去率. LR(藻類-細菌系)、DR(細菌系)。

す。TOC と TN の除去率は HRT が長い 12h と 8h では、藻類 - 細菌系である LR の優位性がみられた。HRT を 6h 以下にすると LR と DR の除去率に差がなくなり、LR の除去率は低くなった。また窒素態化合物の濃度を図 3 示す。HRT が 8h 以上の LR では、NO₂-N と NO₃-N の割合が高く、硝化反応が促進された。本研究の仮説として藻類-細菌系によるリン除去率の向上を挙げていたが、LR と DR による差はなく、HRT による違いもなかった。

3-2 微生物相の変化

担体 1 個当たりの従属栄養細菌数は、 $10^7 \sim 10^9$ CFU/cube であり、LR と DR、HRT による有意な違いはなかった。図 4 に HRT によるクロロフィル濃度(Chl)の変化を示す。HRT 6h の LR の Chl 濃度が最も高く、その大半を Chl a、Chl b が占めており、緑藻が優占していたことが示された。

図 5 に HRT による炭素源資化性の平均発色量 (AWCD) と多様性を表す Shannon 指数 H' の変化を示す。HRT が 12、6、2h のときは、どの系においても AWCD が 1 以上であり、8h と 4h と比べて LR、DR とともに高くなった。Shannon 指数 H' では、HRT 8h、6h、4h の DR に比べ LR のほうが高かった。

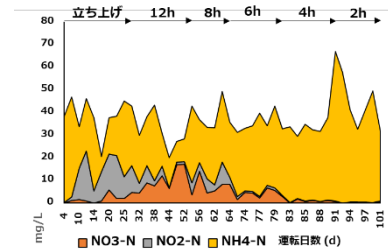
4. 結論

TOC や TN に関しては、藻類 - 細菌系の優位性を示すことができた。PO₄-P は先行研究²⁾で報告されていたほど除去されなかった。HRT が長いほど LR と DR とともに TOC と TN の除去率は高く、硝化も促進された。炭素資化能は HRT によって AWCD の違いがあり、HRT が 8h、6h、4h の時に LR での多様性が増えた。

参考文献

- 1) Borde, X., Guieysse, B., Delgado, O., Munoz, R., Hatti-Kaul, R., Nugier-Cjhauvin, C., Patin, H., Mattiasson, B. Synergistic relationship in algal-bacterial microcosms for the treatment of aromatic pollutants. *Bioresour. Technol.*, 2003, 86, 293-300.
- 2) Katam K., Bhattacharyya D., Soda, S., Shimizu, T. Effect of hydraulic retention time on the performance of trickling photo-bioreactor treating domestic wastewater: Removal of carbon, nutrients, and micropollutants. *J. Ind. Eng. Chem.*, 2021, 102, 351-362.

A



B

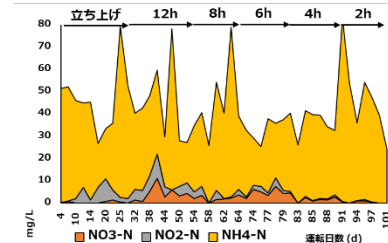


図 3 窒素態化合物の濃度変位. (A) LR (B) DR.

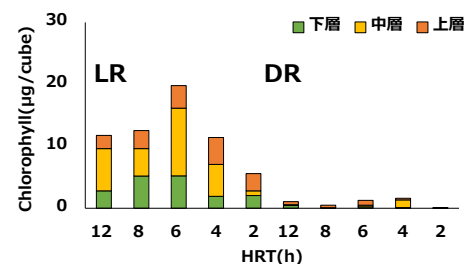
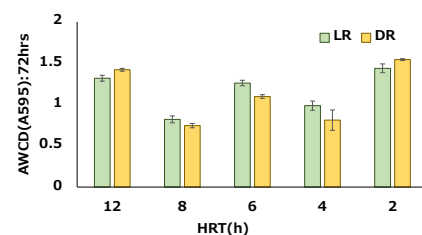


図 4 散水ろ床のクロロフィル濃度に及ぼす HRT の影響.

A



B

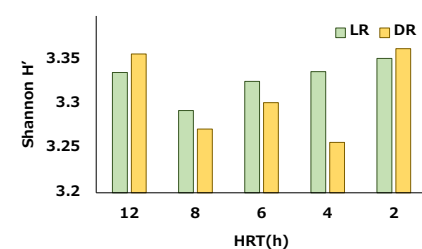


図 5 散水ろ床の炭素源資化能に及ぼす HRT の影響. (A) AWCD、(B) Shannon 指数.