

都市下水処理における多孔質担体を組み合わせた回転円盤の回転速度及び滞留時間の影響

長岡技科大院・工 ○高木稜太, 瀧上俊次, 幡本将史, 渡利高大, 川上周司 山口隆司

1. はじめに

回転円盤接触法 (Rotating Biological Conductor : RBC) とは, 低速で回転する円盤上に付着した微生物を用いて水処理を行う方法である. 本法は, 曝気が必要としないため省エネルギーであることや余剰汚泥が少ない等の利点があり, 小規模処理や活性汚泥法の前段としての利用がされている¹⁾. また, 円盤の浸没高を変更することにより, 好気と無酸素条件の長さを切り替えることができ, 同時硝化脱窒ができること報告されている²⁾. また, 運転パラメーターが回転速度及び HRT の 2 種類であり, 操作が容易である. しかし従来の RBC は, 表面積が小さいためバイオマス含有量が少なく, 大量の下水を処理することができないといった欠点がある.

そこで, 多孔質担体を組み合わせることによりバイオマス保持量を増加させることで, 前述した欠点を克服した新たな Mesh Rotating Biological Reactor (MRBR) が開発され, 研究が行われている²⁾. しかしながら, MRBR を用いた都市下水処理の報告は少ない. そこで, 本研究では, MRBR の運転条件 (回転速度, 滞留時間) と廃水処理性能の関係を明らかにするため, 回分試験を行った.

2. 実験方法

2.1 実験装置

実験に用いた MRBR を図 1 に示す. MRBR は, 長岡中央浄化センターに 2 基設置し, リアクター容積は 40 L とした. 円盤は, 塩化ピニリデン系合成繊維 (空間率 96 %, 比表面積 170 m²/m³, 厚さ 5.0 cm, 繊維の直径 656.5 μm) 製を用い, 円盤高さの 40% が浸没するように運転を行った. 植種汚泥は都市下水処理標準活性汚泥 (R1) 及び脱窒型膜分離活性汚泥方式のし尿処理場の汚泥 (R2) を用いた. MRBR にはスクリーン及び沈殿槽通過後の都市下水を供給した.

2.2 回分試験

MRBR は約半年間運転しバイオフィーム量の定常化を行った. MRBR 内の下水を入れ替えた後, 流入を停止した. サンプルは 1 時間ごとに採取し, 水質分析

に供した. 回分試験は円盤回転速度 2.5 rpm, 5.0 rpm, 7.5 rpm の 3 条件で行い, 円盤回転速度が硝化脱窒特性に与える影響を調査した. 全ての試験は 6 日以内に実施し, 温度及び菌叢の変化による影響を可能な限り無視した.

2.3 水質分析

サンプルは各 MRBR の流出口から採取し, DO, pH を測定した. 採取したサンプルは sCOD, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N, NO₂⁻-N を測定した. DO 濃度の測定は DO 計, pH の測定は pH 計を用いてそれぞれ測定した. NH₄⁺-N, NO₂⁻-N 濃度, NO₃⁻-N 濃度の測定は, 高速液体クロマトグラフィーを用いた. sCOD_{cr} 濃度の測定は吸光度計で測定した.

3. 実験結果及び考察

回分試験の結果, DO は R2 において円盤回転速度を増加させるにつれ増加したが, R1 においては円盤回転速度と DO の増加量に相関は見られなかった. 一般的には回転速度を上昇させる程, DO 濃度が上昇すると考えられるが, 本実験ではそのようにはならなかった (図 2). pH は両 MRBR において同様の値を示し, 6.4 ~ 7.5 で推移した. sCOD 濃度は R1 及び R2 の全条件において, 開始から 2 時間程度の間で除去されていた (図 3). 2 時間から 8 時間後にかけて sCOD 濃度に大きな変化は見られなく, 生分解性の COD は 2 時間程度で消費されたのではないかと考えられる. NH₄⁺-N 濃度の減少量は, R1 においては, 円盤回転速度 2.5 rpm と 5.0 rpm で同程度であり, 7.5 rpm において最大の除去量を示した. 除去量は R2 においては, 円盤回転速度の上昇と共に増加した (図 4). NO₂⁻-N 濃度及び NO₃⁻-N 濃度は全条件において, 円盤回転速度の上昇と共に, 蓄積が進行した (図 5, 6). 特に R2 においては NH₄⁺-N が NO₃⁻-N まで酸化されず, NO₂⁻-N で酸化が停止した. アンモニア酸化細菌や亜硝酸酸化細菌と従属栄養細菌はバイオフィーム上で空間的競合を起こすことが報告されており²⁾, 亜硝酸酸化細菌の活性が低いのではないかと考えられる. NO₂⁻-N 及び NO₃⁻-N の測定結果から算出した 1 時間

毎の脱窒量を図6に示す。結果から両MRBR共に7.5 rpmにおいて最大の脱窒量を示した。R1においては2時間、R2においては3時間後以降急速に脱窒量が減少した。この結果は、sCODの濃度推移(図3)を考慮すると、脱窒に必要な炭素源が従属栄養細菌などにより消費されたことが原因と考えられる。

4. 結論

円盤回転速度が高いほどNO₃⁻-N及びNO₂⁻-Nの蓄積が進行した。両MRBRにおいて、円盤回転速度7.5 rpm, 1~2時間後において最大の脱窒量(R1:3.9 mg-N/L/h, R2:4.0 mg-N/L/h)を示した。両MRBR共に2時間程度で5割程度のCODが除去され、それ以降は除去されなかった。また、脱窒に必要な生分解性炭素源が消費され、炭素源消費後は、NO₃⁻-N及びNO₂⁻-Nの蓄積は進行するが、脱窒は殆ど進行しなかった。

5. 謝辞

本研究に渡り、長岡中央浄化センターから研究場所を提供して頂きました。記して謝意を表します。

6. 参考文献

- 1) Gupta AB, Gupta SK; *Water Research*, Vol. 33(2), pp. 555-561 (1999).
- 2) Chen Z et.al.; *Process Biochemistry*, Vol. 41(12), pp. 2468-2472 (2006).

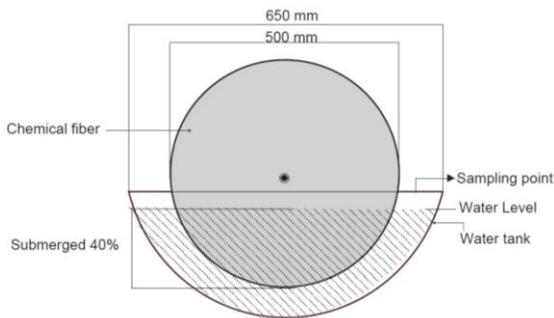


図1 多孔質担体回転円盤MRBR概要図

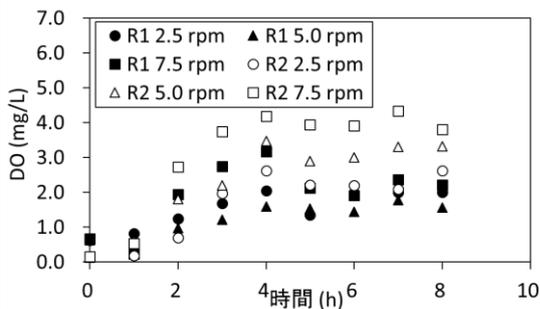


図2 DOの経時変化

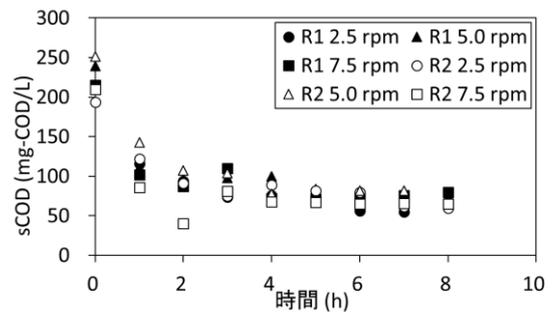


図3 sCODの経時変化

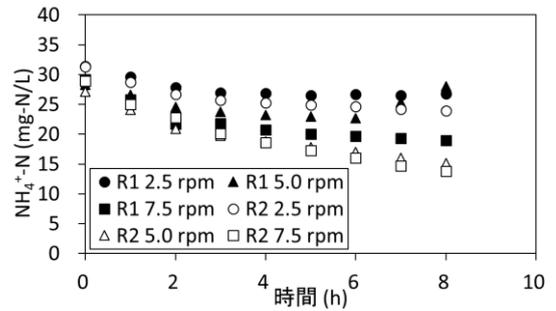


図4 NH₄⁺-Nの経時変化

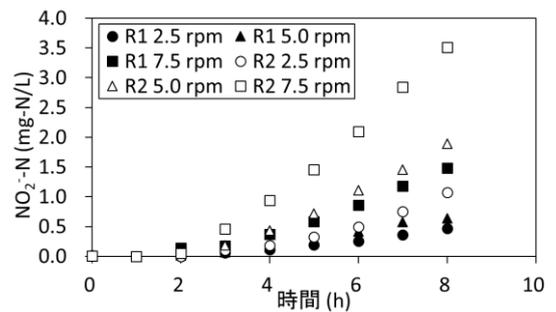


図5 NO₂⁻-Nの経時変化

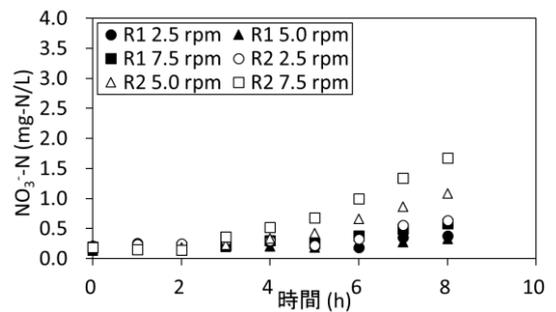


図6 NO₃⁻-Nの経時変化

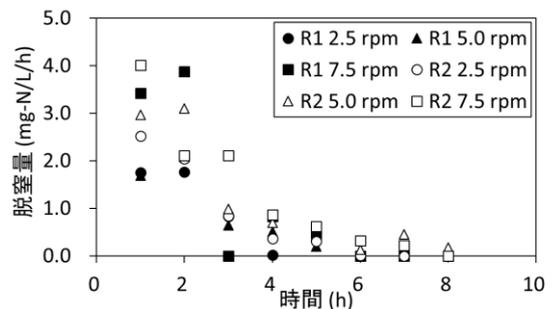


図7 1時間毎の脱窒量