交互流回転円板法による硝化・脱窒法

鹿児島高専専攻科　○学　川﨑博靖　正　榎並利征
鹿児島高専土木工学科　正　西留　清　　佐藤ひとみ
佐賀大学低平地研究センター　正　荒木宏之
佐賀大学理工学部　正　古賀憲一

1. はじめに

筆者等は、円板槽流入口と流出口を定期的に替える交互流回転円板法を提案し[1)]、本法が窒素除去に有効であることを報告している。回転円板法による一般的な脱窒法では硝化後に設置する全水没型回転円板槽に人工的な有機物（主にメタノール）を添加する必要がある。交互流回転円板法では人工的な有機物を用いず、下廃水中の有機物を水素供与体として用いることにより高効率有機物酸化・硝化・脱窒（T-N除去 50%以上）が可能であることを報告した[3)]。有機物とアンモニア性窒素を含む下廃水を多槽半水没型回転円板法の順流のみで処理する場合、付着生物膜の厚い他栄養性細菌が先に増殖し、前槽で有機物濃度が低下する。後槽では増殖速度の遅い付着生物膜の薄い自栄養性細菌による硝化が生じ、アンモニア性窒素濃度は低下する。そこで、本文では、交互流回転円板法による窒素除去量と付着生物の挙動を明らかにすることを目的に、1週間毎交互流における円板槽数と窒素除去量、付着生物量との関係を報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置は、円板直径 28.5cm、5槽直列型、1槽円板幅 9.5cm、円板体容積 6060cm^3/槽、円板材質はロックである。実験方法は、多槽半水没型回転円板装置[3)]を約一ヶ月運転後、処理水流出口から原水を流入させ、初槽から流出させる交互流（今回の実験では1週間毎）の各槽窒素濃度と付着生物量の測定を行った。付着生物量(湿潤重量)の測定は、円板体から円板を取り外して4時間後に行なった。

3. 実験結果と考察

3.1 付着生物重量

図 1 に示す付着生物重量（5 槽直列）は、順流が流入→A槽→B槽→C槽→D槽→E槽→流出の順で流し、逆流は流入→E→D→C→B→A→流出の順で流している。逆流することにより、E槽は1槽目となり、付着生物重量が増加し、A槽は5槽目となり、付着生物重量が低減している。1週間後、再度、順流することにより、A槽が1槽目となり、逆流1週目より付着生物重量が増加し、E槽は5槽目となり、逆流1週目より付着生物重量が低減している。図 2 は、図 1 中の順・逆流を平均したものである。順流A槽では順流で約 161kg/m^{3}の生物膜が付着し、逆流で約145kg/m^{3}の生物膜が付着している。これらの差約 16kg/m^3（10～11%）が順・逆流によって、増減(増殖と剥離)しているものと考えられる。同様に、E槽では順流で約141kg/m^{3}の生物膜が付着し、逆流で約150 kg/m^{3}の生物膜が付着し、これらの差約 9kg/m^3（約 6%）が順・逆流によって増減する。流入基質濃度と流入水量が変動しない場合、1 週毎の交互流を長期間継続することにより、A槽とE槽の付着生物重量とその増減は等しくなるものと考えられる。C槽は、順・逆流とも流入から 3 槽目(付着生物重量 136kg/m^3)となり、増減が殆ど生じない。また、1 槽目（順流のA槽と逆流のE槽）の平均付着生物重量は 156kg/m^3、5 槽目

図1　順流・逆流における付着生物重量(5槽)

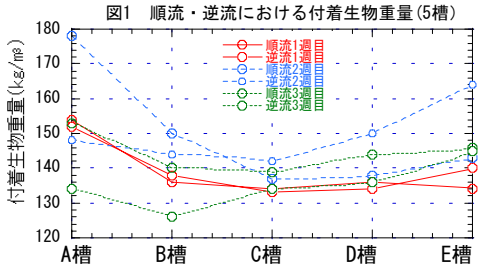


図２　順流・逆流における平均付着生物重量（５槽）

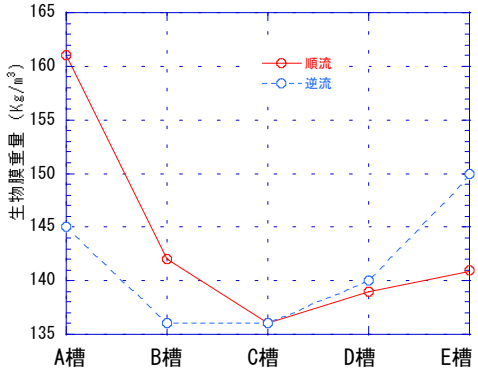


図３　順流・逆流における平均付着生物重量（４槽）

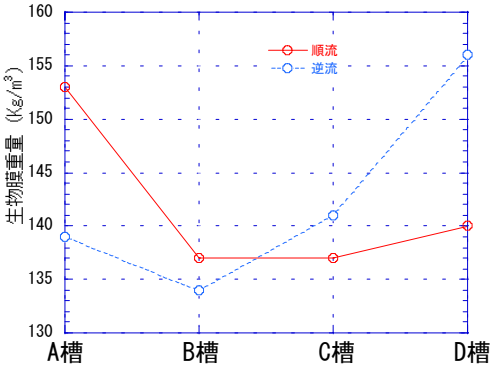
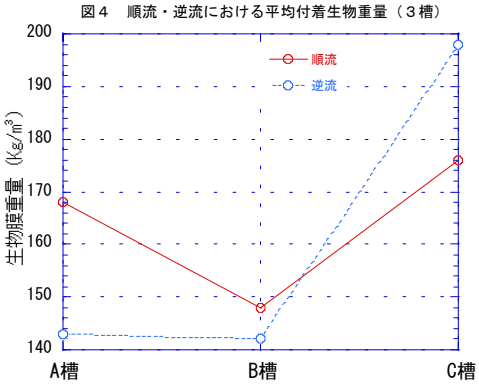


図４　順流・逆流における平均付着生物重量（３槽）



（順流のE槽と逆流のA槽）の平均付着生物重量は 143kg/m^{3}となっている。図 3 に示す付着生物重量（4 槽）は、順流がA→B→C→D槽の順で流し、逆流はD→C→B→A槽の順で流している。A槽では順流で約 153kg/m^{3}の生物膜が付着し、逆流で約 139kg/m^{3}の生物膜が付着し、これらの差約 14kg/m^3（9～10%）が順・逆流によって、増減している。同様に、D槽では順流で約 156kg/m^{3}の生物膜が付着し、逆流で約 140kg/m^{3}の生物膜が付着し、これらの差約 16kg/m^3（10～11%）が順・逆流によって増減する。また、1 槽目（順流のA槽と逆流のD槽）の平均付着生物重量は 154 kg/m^3、4 槽目（順流のD槽と逆流のA槽）の平均付着生物重量は 139kg/m^{3}となっている。図 4 に示す付着生物重量（3 槽）は、順流がA→B→C槽の順で流し、逆流はC→B→A槽の順で流している。A槽では順流で約 168kg/m^{3}の生物膜が付着し、逆流で約 143kg/m^{3}の生物膜が付着し、これらの差約 25kg/m^3（15～17%）が順・逆流によって、増減している。同様に、C槽では順流で約 198kg/m^{3}の生物膜が付着し、逆流で約 176kg/m^{3}の生物膜が付着し、これらの差約 22kg/m^3（11～13%）が順・逆流によって増減する。また、1 槽目（順流のA槽と逆流のC槽）の平均付着生物重量は 183kg/m^3、3 槽目（順流のC槽と逆流のA槽）の平均付着生物重量は 160kg/m^3、2 槽目（順流のB槽と逆流のB槽）の平均付着生物重量は 145kg/m^{3}である。何れの槽数においても 1 槽目に比較し、中間槽の付着生物量が少なくなっている。

図５　円板容積窒素負荷量（５槽）

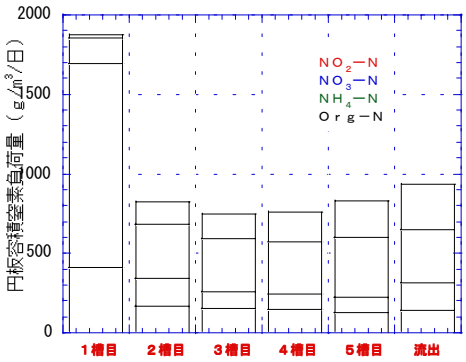
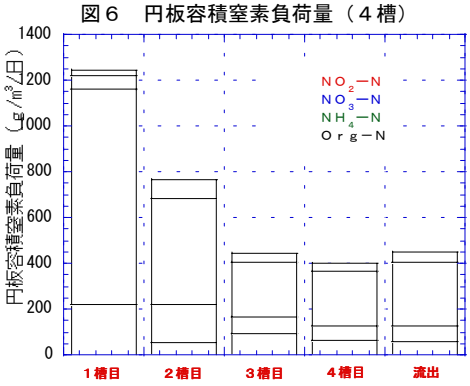


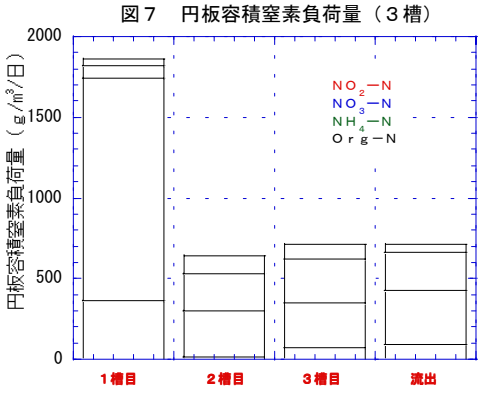
図６　円板容積窒素負荷量（４槽）



3.2　窒素負荷量と除去量

図 5 に示す 5 槽による窒素負荷量は、1槽目が順流のA槽と逆流のE槽による窒素負荷量の平均値である。同様に 2 槽目が順流のB槽と逆流のD槽、3 槽目が順流のC槽と逆流のC槽、4 槽目が順流のD槽と逆流のB槽、5 槽目が順流のE槽と逆流のA槽による窒素負荷量の平均値である。1槽目への窒素負荷量は 1880g/m^3/日であり、1槽目の除去量は1槽目の負荷量と2槽目との差 1070g/m^3/日(除去率 57%)である。窒素除去は、2槽目で終了しており、2 槽目までの総窒素除去率は 60%である。図6は 4 槽による窒素負荷量である。1槽目への窒素負荷量は 1250g/m^3/日であり、除去量は 490g/m^3/日(除去率 39%)である。窒素除去が終了している 3 槽目までの総窒素除去量は 850g/m^3/日（総窒素除去率 68%）である。図7は 4 槽による窒素負荷量である。1槽目への窒素負荷量は 1860g/m^3/日であり、除去量は 1200g/m^3/日(除去率 65%)であり、1 槽のみで窒素除去は終了している。

図７　円板容積窒素負荷量（３槽）



4. おわりに

筆者等は、先に交互流回転円板法による基質除去特性（有機物酸化・硝化・脱窒）の概念図を報告した。概念図で示したように、交互流により前槽から硝化脱窒も生じ、脱窒に伴う有機物除去効率も高くなるものと指摘した。本文では、1 週間毎交互流における円板槽数と窒素除去量、付着生物量との関係を報告した。本文の結論を以下に要約する。(1) 交互流回転円板法では、円板槽が 3 槽以上では円板槽数に関係なく1槽で主に硝化・脱窒が生じる。(2)1 週間毎交互流での第 1 槽 T-N 除去量は、3 槽直列で 1200g/m^3/日(除去率 65%)、4 槽直列で 850g/m^3/日（除去率 68%）、5 槽直列で 1120g/m^3/日（除去率 68%）となった。(3)1 週間毎交互流での第 1 槽付着生物量は、3 槽直列で 183kg/m^3、4 槽直列で 154kg/m^3、5 槽直列で 156kg/m^{3}となった。今後、交互流日数を 2 週間毎に行い、円板槽数（滞留時間）と窒素除去量、最適交互流日数との関係を明らかにし、交互流回転円板法による窒素除去法の確立をめざす。

参考文献

1）西留清、荒木宏之、古賀憲一：交互流多槽半水没型回転円板法による有機物酸化・硝化・脱窒法の開発、鹿児島　工業高等専門学校研究報告、34 号、39-47、(1999.8)

2）内匠秀樹、西留清、勝田弘志、榎並利征、荒木宏之、古賀憲一：交互流回転円板法による高効率有機物酸化・硝化・脱窒、平成 12 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、第 2 分冊、466-467、(2001.3)

3）内匠秀樹、榎並利征、西留清、荒木宏之、古賀憲一：交互流回転円板法による高効率脱窒法、平成 13 年度土木学会、第56回年次学術講演会、Ⅶ-222、(2001.10)