

炭素繊維による水質改善の可能性について

木更津工業高等専門学校 榎本隼久 高橋克夫 上村繁樹
高石斌夫 高橋梢

1. はじめに

炭素繊維の水環境浄化での利用の拡大が期待されている。炭素繊維は生物親和性が高く、水環境中に設置すると多量の生物付着物が付着する。この生物性付着能を水質改善に役立てる水処理技術分野での活用が期待されている。一方、東京湾等において第5次水質総量規制に基づいた富栄養化対策が強化されている。このような背景により本研究では、炭素繊維を用いた傾斜板型炭素繊維生物反応器による水質改善、特に窒素成分の除去可能性について検討した。

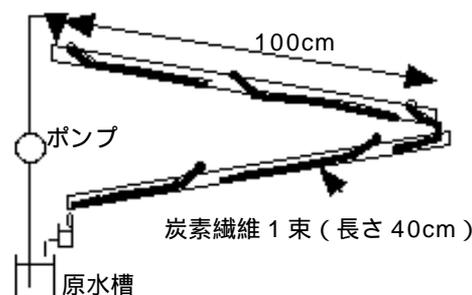


図1 実験装置図

2. 実験方法

図1に実験装置の概略を示す。傾斜板は2cm×2cmのアルミ角材を1段または2段使用した。傾斜板は2基作製(A、Bと呼ぶ)した。原水は下水二次処理水及びし尿処理水を使用し、実験条件により各原水に河川水または糖類を添加して行った。各原水は最終沈殿池上澄液である。水の流れは循環型で、傾斜板で処理された水は再び原水槽にもどる。流量は3.5～4.0L/hで、原水槽の水温は20～25であった。傾斜板の角度は5～15度の範囲で行った。実験に使用した炭素繊維(新日鉄ピッチ系)は1束約40cm(0.42g、フィラメント数6000本、繊維径10μm)である。実験条件により束数を8～32束とした。本実験における付着生物量は傾斜板Bの方がAよりも多い状態であった。

2.1 二次処理水及びし尿処理水を用いた実験

実験条件の一部を表1に示す。RUN1は下水二次処理水系、RUN2はし尿処理水系である。他に各処理水及び処理水に河川水等を混合した原水による実験も行った。表1の滞留時間は原水槽に対するものである。原水は1週間に1回交換した。

表1 実験条件

2.2 NO₃-Nの除去実験

使用した原水には無機性窒素として、主にNO₃-N(硝酸性窒素)が含まれていることから、NO₃-N(硝酸ナトリウム)と糖類(スクロース)による人工下水を使用して無機性窒素の挙動を調べ脱窒素の可能性について検討した。C/N比は2.1及び10.5とした。

実験条件	原水(水槽容積)	滞留時間(hr)	炭素繊維束数(傾斜板段数:傾斜板角度:傾斜板番号)
RUN1	下水二次処理水(15L)	4	16(1:15:A),32(2:10:A)
RUN2	し尿処理水(15L)	3.9	16(1:15:B),32(2:10:B)

本実験は2.1の実験に引き続き実施し、付着生物量の多い傾斜板Bで行った。

2.3 病原微生物指標の除去性能に関する実験

病原微生物の除去性を調べるため、下水処理水中の大腸菌群及び糞便性大腸菌群の付着生物による除去性能を調べた。大腸菌群はデソキシコール酸塩寒天培地法、糞便性大腸菌群はデソキシコール酸塩寒天培地による高温平板培養法(下水道試験方法)によった。

3. 実験結果及び考察

3.1 二次処理水及びし尿処理水のT-Nの変化

図2にRUN1、図3にRUN2についてT-N(全窒素)の傾斜板流入水濃度と流出濃度の関係を示した。点線は45°の直線を示す。下水処理水系(RUN1)では傾斜板流入水と流出水との濃度にほとんど変化がなかった。

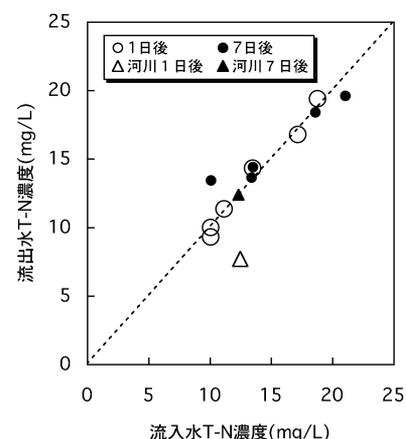


図2 T-Nの変化(RUN1)

キーワード 炭素繊維、付着生物、窒素除去、生物親和性、大腸菌群数

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 TEL:0438-30-4153 FAX:0438-98-5717

し尿処理水系（RUN2）では流出水濃度が低くなるケースが多く観察されたが、流出水濃度の方が高くなる場合もあった。し尿処理水系に用いた傾斜板Bは付着生物量が多かったが安定したT-Nの除去性能は得られなかった。しかし、流出水濃度の方が高くなるということは、し尿処理水中の難分解性成分が付着微生物によってある程度分解されたことを示唆しているものと考えられる。図4に1日後と7日後のT-Nの関係を示した。7日後の方がT-N濃度が高くなるケースが多かった。この要因として、

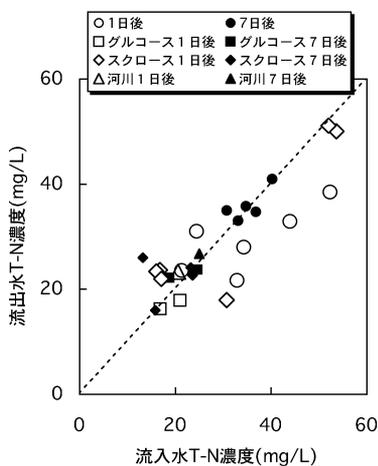


図3 T-Nの変化 (RUN2)

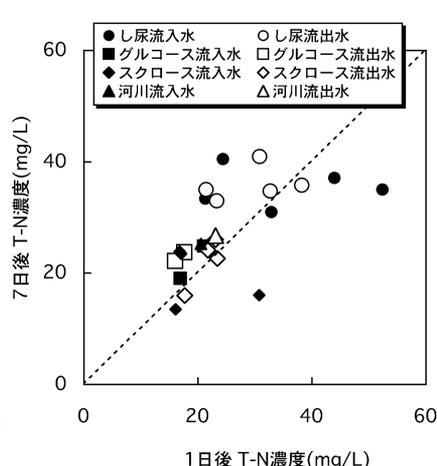


図4 T-Nの変化 (RUN2)

時間経過とともに難分解性成分の分解及び付着微生物の自己分解が考えられる。

3.2 NO₃-N添加による無機性窒素の変化

図5にC/N比2.1の場合の無機性窒素の変化を示す。0.5時間でNO₃-N+NO₂-N（INベースで）の除去率は22%であり、その後の低下は緩やかであった。また、5時間以後はIN（傾斜板流入水）とOUT（傾斜板流出水）は僅かながら流出水濃度の方が低い傾向を示した。また、NO₂-N濃度の3.5時間での流出水NO₂-N濃度は0.32mg/Lであり、NO₂-N濃度の蓄積は少なかった。図6にC/N比10.5の結果を示す。初期のNO₃-N+NO₂-N（INベースで）の除去率は2.8%であり、C/N比2.1の場合と比較して1/8程度であった。さらに、NO₂-N濃度の蓄積が生じ3.5時間での流出NO₂-N濃度は4.05mg/Lであり、C/N比2.1と比較して12.7倍程度高かった。また、傾斜板の流入水及び流出水のNO₂-N濃度を比較すると3.5時間までは流出水濃度の方が高く、傾斜板の付着生物によってNO₃-NからNO₂-Nへの反応が進行していることが確認された。

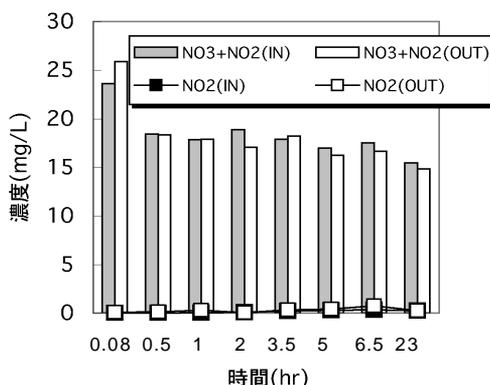


図5 無機性窒素の変化

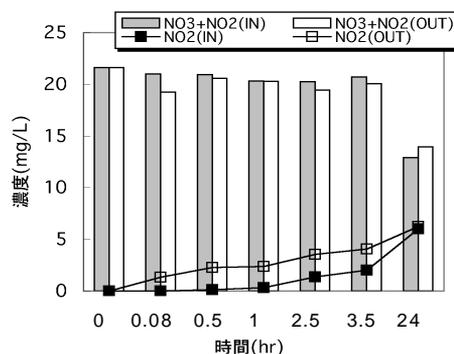


図6 無機性窒素の変化

以上からC/N比を適切に制御すれば、脱窒素作用が発現しNO₂-Nを高濃度に蓄積せずにNO₃-Nを20%程度除去することが可能であることが示唆された。

3.3 大腸菌群の除去性能

図7に下水二次処理水を用いた大腸菌群数の変化を示す。二次処理水を流下させてから7日後に行った実験である。1日後において、対照に比較して傾斜板炭素繊維を通過させた方が大腸菌群及び糞便性大腸菌群とも低下することが確認された。また、対照における大腸菌群数は1日後において増加した。

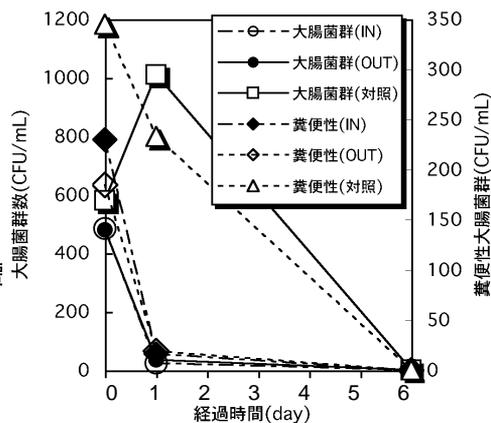


図7 微生物の変化

4. まとめ

傾斜板に配置した炭素繊維の水質改善の可能性について検討した結果以下の知見が得られた。

- 1) 傾斜板型に配置した炭素繊維に二次処理水及びし尿処理水を流下すると、7日間程度の短時間に微生物が付着した。付着生物量はTOC濃度の高いし尿処理水の方が多かった。
- 2) 炭素源を添加することにより脱窒素作用が発現することが確認され、窒素成分の低減の可能性が示唆された。
- 3) 傾斜板型炭素繊維は病原性指標微生物の安全性を高めることが期待できる。