

(Ⅶ-7)

活性汚泥が付着した炭素繊維による窒素除去性能

木更津工業高等専門学校 ○川島浩司 高橋克夫 上村繁樹

高石斌夫 小出寛子 永島清貴

1.はじめに

炭素繊維を活性汚泥混合液中につけると、活性汚泥がボール状に大量付着する現象がみられる。この炭素繊維に微生物が大量に付着する性質は、生物親和性に優れるという言葉で表現されている。この性質を利用しての水質浄化が一部実用化されており、水環境整備技術の開発に大きな期待が寄せられている¹⁾。本実験では活性汚泥を炭素繊維に付着させた際の水質浄化能力を明らかにするために、主に無機性窒素除去能力という観点から調べた。同時に炭素繊維のない実験系も用いて同様の測定を行うことで比較、評価を行った。

2.実験方法

実験は、食品廃水処理する活性汚泥を植種汚泥とし、主にグルコースを炭素源とする人工下水により培養した活性汚泥を使用した。使用した水槽の有効容量は 16L である。炭素繊維を吊るした実験系を A 槽とし、対照として炭素繊維を吊るさない実験系 (B 槽) も合わせて設定した。A 槽では、水槽の中に長さ 21cm の炭素繊維を等間隔で浸水部の長さを 17cm として 4 束吊るした。約 1.4 日経過後には長さ 15cm で、浸水部の長さが 11cm の炭素繊維を 4 束追加した。両反応槽は、水温 25℃ に保った水槽内に設置した。使用した炭素繊維の仕様を表 1 に、実験装置の概要を図 1 に示す。両実験系ともに曝気量 5.75 L/min (オフラインで測定) に設定した (散気管は 2 つ)。活性汚泥の培養は回分式で行い、一日一回培養槽内の汚泥を沈降させて、上澄みを 9L 引き抜き人工下水を 9L 加えた。

Run1 として人工下水にグルコース、酢酸アンモニウム、グルタミン酸水素ナトリウムを主成分とするもの (TOC 平均 251mg/L) を用いた。採取したサンプルを 0.45 μm メンブランフィルターでろ過した試料について $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ および TOC の測定を行った。

Run2 として、活性汚泥中に炭素繊維を投入したときをスタートとして 35 日経過時に、人工下水の成分から炭素源を除き、硝酸ナトリウムを主とする人工下水 (40mg-N/L 相当) を用い、同様の測定を行った。本実験では炭素繊維に付着している汚泥のみでの窒素除去能力を知ることが目的としたため、測定を行う前に A 槽の浮遊している汚泥のほとんどを取り除いた。その際の MLSS 濃度は 856mg/L であった。1.35 日経過後にはもとの人工下水に戻した。

Run3 ではスタートから 53 日経過時に、A 槽の炭素繊維に付着している汚泥と、B 槽の浮遊している汚泥のそれぞれを N_2 ガスで置換し嫌気的狀態にしてバイアル瓶にとり、基質を添加して 25℃ に設定した恒温水

表1 炭素繊維仕様

項目	仕様
フィラメント数	6000本
弾性率	152GPa
比重	1.8
繊維度	948g/km
繊維径	10 μm

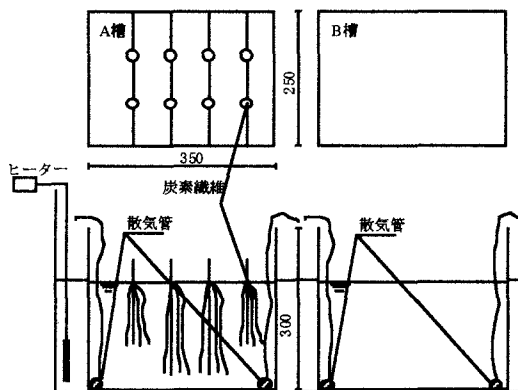


図1 実験装置概要図

キーワード：炭素繊維、窒素除去、活性汚泥

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

槽に保持し $\text{NO}_3^- \text{-N}$ を経時的に測定して脱窒活性を調べた。

$\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ の測定は分光光度計 (DR/2010、HACH 社) により行った。

3. 実験結果および考察

図2にRun1における人工下水添加直後と添加直前の全無機性窒素の変化を示す。A槽では最初硝化が進行しない状況であったが、スタートから約14日が経過するころには、硝化・脱窒が共に起こり、無機性窒素の90%ほどが除去されるようになった。B槽は硝化の進行はみられるものの、脱窒が十分に起こらず $\text{NO}_3^- \text{-N}$ が残存する結果となった。

図3にRun1におけるA槽 (a)、B槽 (b) の全無機性窒素とTOCの経時変化を示す。測定時のMLSS濃度はA槽で3000mg/L程度、B槽で2500mg/L程度であった。両実験系ともTOCに関しては1時間で90%以上が除去された。全無機性窒素は、A槽においては20時間で90%以上除去されたが、B槽では約57% (21.6mg/L) が残存した。その内99% (21.4mg/L) が $\text{NO}_3^- \text{-N}$ の形態であった。A槽においては炭素繊維に大量付着した汚泥内部において、無酸素状態の環境がつくり出される事が脱窒反応を促進したものと考えられる。

図4はRun2におけるA槽の全無機性窒素とTOCの経時変化である。全無機性窒素の減少速度は小さいものの、炭素源を加えなくとも脱窒が進行することが確認された。これは付着汚泥内部の無酸素環境のもとで、内生呼吸によって生じたエネルギーを利用して脱窒が起こっていたと推測される²⁾。

図5にRun3での単位MLSS濃度あたりの $\text{NO}_3^- \text{-N}$ の減少量を示す。測定時のMLSS濃度はA槽で3465mg/L、B槽で1625mg/Lであった。B槽の活性汚泥の方がA槽の付着汚泥よりも脱窒活性が大きかった。このことは活性汚泥の環境を無酸素状態にコントロールすれば容易に脱窒が行われることを示唆している。A槽の脱窒活性の低下の原因として、長時間の炭素繊維への付着が影響したのではないかと推測される。

4. まとめ

活性汚泥中に炭素繊維を浸漬したところ、炭素繊維への活性汚泥付着の増大に伴い硝化・脱窒の進行が認められた。炭素繊維を用いた水質浄化は有効な手段であり、今後さらに実用化に向けた研究が望まれる。

参考文献

- 1) 小島 昭 (1998) 材料科学, Vol. 35 No. 6 25-32
- 2) 松尾 友矩 (1993) 水質環境工学 326-327

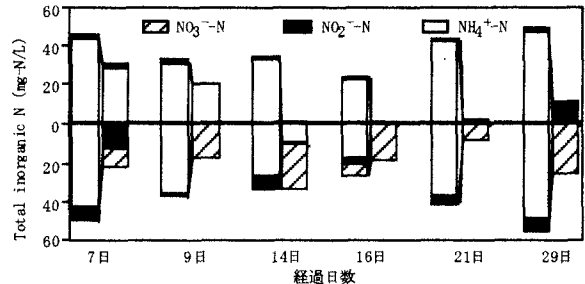


図2 各無機性窒素の変化
上段:A槽 下段:B槽

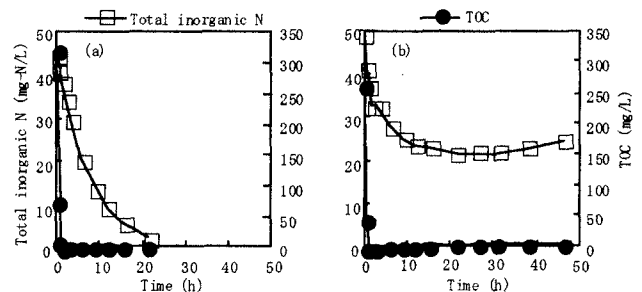


図3 炭素繊維の有無による全無機性窒素およびTOCの変化
(a) 炭素繊維有り (b) 炭素繊維無し

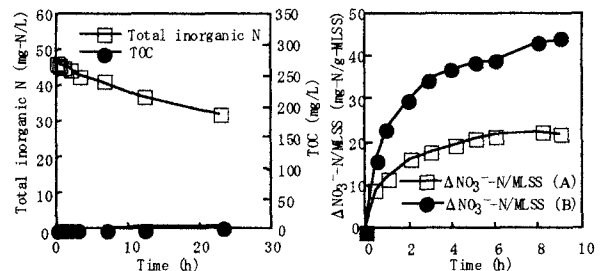


図4 炭素源不添加時における全無機性窒素およびTOCの変化

図5 単位MLSS当りの $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 減少濃度