

II-425 流動床型脱窒素プロセスの除去特性について

九州大学 工学部 正 ○ 古米 弘明  
群馬県庁 正 青木 潔

1. はじめに 富栄養化防止の側面において、排水からのリン・窒素の除去は重要な課題である。本研究では、窒素の除去方法として付着微生物処理プロセスに属する流動床方式を取り上げた。流動床は、浮遊型脱窒素プロセスに比べ高濃度に微生物を保持でき、汚泥の返送の必要もなく、効率的な処理方法である。しかしながら、脱窒素反応特性のうち、反応に必要な有機物の種類に関する検討は少ない。ここでは手始めとして、一般的に有機源として使用されているメタノールを用いて流動床内での脱窒素反応を調べた結果を報告する。

2. 実験方法 1)実験装置 研究に用いた装置を図-1に示した。流動床本体は長さ60cm,内径20mm,外径30mmの亚克力製カラム2本をフランジによって結合したもので、ポンプによる脈流防止装置および沈殿部を備えている。担体としては珪砂を用いた。使用に際し、0.297と0.420mmのふるいにより篩別した。

2)実験条件 実験を開始するにあたりカラム下部に5cm分ガラスビーズを敷きその上に砂5cmを詰めた。植種には仙台市下水処理場の返送汚泥を用いた。基質組成と流動条件を表-1にまとめて示す。当初基質をNO3-N 40mg/Lで投入し水理学的滞留時間を長くとり汚泥を担体に付着させた。汚泥濃度を測定した後、一旦基質投入を止め反応器内のNO3-Nが零付近になった状態を作り、その後一定流量で各濃度の基質を投与し、水質経時変化を調べた。分析項目は、流出水のpH,NO3-N,N02-N,タンパクである。また、汚泥量の指標として汚泥床高を測定した。また、完全混合槽を用いた実験も比較のため補助的に行った。

3. 実験結果および考察 1)付着汚泥濃度 実験期間中、汚泥粒子の径は約1mm-1.5mm程度であった。シリンジにより粒子を床内より採取し静置時の体積を測定後、超音波破砕機により汚泥を担体より剝離させた。その剝離汚泥混合液のタンパク,SS,VSSを分析した。その結果汚泥のタンパク/VSS比は0.7であり、本実験の線流速では膨張比が2.9程度であることを考慮すると、汚泥濃度は膨張床体積基準9000~10000mg-VSS/Lとなっていることが明らかとなった。

2)脱窒素反応の応答性 図-2~4に流入NO3-N濃度40,60,80mg/Lの水質経時変化を示した。40mg/Lでは汚泥の初期量が十分であったため

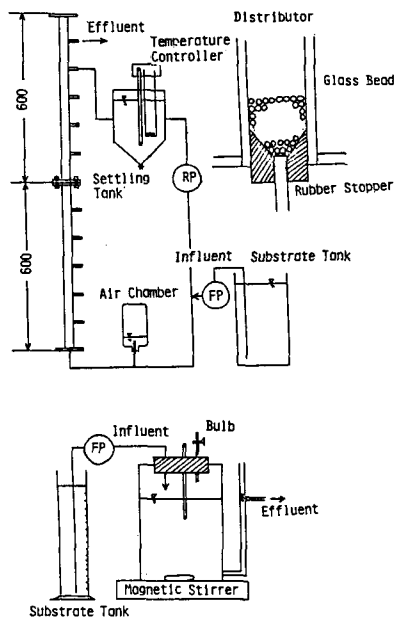


図-1 実験装置

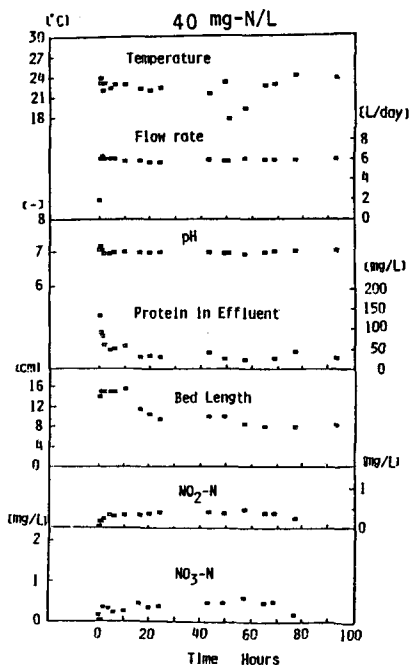


図-2 水質経時変化(40mg/L)

表-1  
実験条件

担体	珪砂	Substrate Solution		
比重	2.635			
代表径	0.353 mm			
炭素分解	0.490	Carbon & Nitrogen	Nutrients	mg/L
形収率	0.70	Methanol/N = 3.5	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	21.75
流入流量	5.75~5.85 L/d	Buffer (ml/g)	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	8.5
膨張流量	317 L/d		Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 12H <sub>2</sub> O	44.6
線流速	1.19 cm/sec		MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	22.5
流入濃度	40~80 mg-N/L	For DO removal	CoCl	27.5
初期汚泥量	225~443 mg-VSS in Unit		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 100 mg/L	FeCl 6H <sub>2</sub> O 0.25

\* 42 m/hr

NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-Nとも0.5mg/L以下に保持されており、汚泥床高は14cmから9cmに減少した。一方, 60, 80mg/Lでは流入開始直後からNO<sub>3</sub>-Nの上昇が見られる。NO<sub>2</sub>-Nの上昇時期については、両者に差が見られ60mg/LではNO<sub>2</sub>-Nの上昇に遅れがあることが観察された。また、60, 80mg/Lでは負荷量の増加によって維持出来る汚泥量が増加する現象も見られた。ただし、80mg/LではNO<sub>2</sub>-Nの蓄積が顕著である。遠矢らによればBOD酸化菌のNO<sub>2</sub>-N阻害限度濃度は約100mg/Lである。しかし、NO<sub>2</sub>-Nの蓄積がある80mg/Lでは、60mg/Lに比べ汚泥増加量が逆に少な目である。これは有機源がメタノール単一であるため菌相が均一化しており阻害濃度が低下するため起こった可能性がある。

3)脱窒素速度 今回の実験では付着汚泥の脱窒素特性の解析を簡素化するため、循環流量に対し流入量は小さく設定している。解析では、循環比より考えて反応器内の水質は一定と仮定した。三段階の流入濃度で行った実験において、水質が安定している期間は40時間以降に見られた。これらのデータよりNO<sub>3</sub>-N濃度と比脱窒素速度の関係を調べ、別途に実施した完全混合槽のデータとの比較を行った。その結果を表-2と図-5に示した。流動床のデータは3点しかないため明確な判断はできないものの非線形回帰で求めた両者の最大比脱窒素速度に大きな差は見られない。一方飽和定数には1オーダー以上の違いが見られ付着生物膜内への物質輸送の要因が流動床で得られた見掛けの飽和定数の上昇に関わっていることが伺える。流動床では液本体の線流速により流体・粒子の混合および挙動が決定されているが汚泥の増殖により粒子自体の物理的性状は変化し流動条件と相互に関係している。この種の検討には、今後さらに多くの流動条件での解析が必要と思われる。

4)汚泥の付着状況 汚泥粒子の色は、薄茶ないし黄土色であった。写真-1, 2は使用前の硅砂と汚泥付着粒子の走査型電子顕微鏡写真である。脱窒素菌は担体を覆い隠すように密に膜を形成していた。また、拡大写真より付着している菌は桿菌と考えられ、菌は相互に付着しており部分的には細い繊維状の物質が絡まっている様子も観察された。これが、セルロース等の細胞外ポリマーであるかどうかは判別できなかった。

参考文献 1)遠矢ら 用水と廃水 pp13-28 Vol.7 no.75 1970

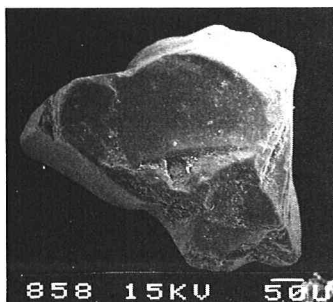


写真-1 硅砂(使用前)

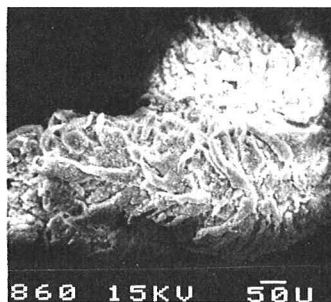


写真-2 汚泥付着粒子

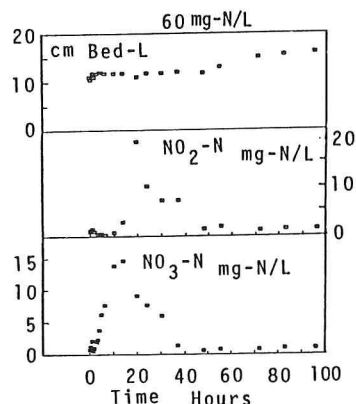


図-3 水質経時変化(60mg/L)

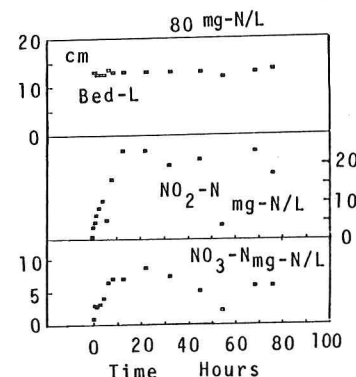


図-4 水質経時変化(80mg/L)

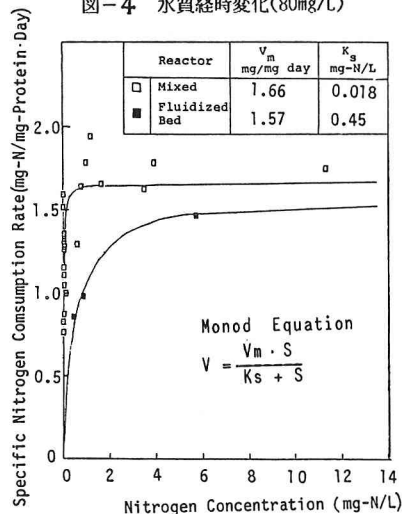


図-5 硝酸性窒素と比窒素消費速度の関係

表-3 安定期の水質(流動床プロセス)

Influent	Effluent					Flow rate L/day	
	NO <sub>3</sub> -N mg-N/L	NO <sub>2</sub> -N mg-N/L	NO <sub>2</sub> -N mg-N/L	Protein mg/L	Bed-L cm		TOC mg/L
40 初期	0.145	0.016	-	-	14.0	114	5.79
40 安定期	0.488	0.357	-	33	9.1	119	
60 初期	0.568	0.924	-	-	11.0	220	5.75
60 安定期	0.846	1.33	-	17	15.6	196	
80 初期	0.92	0.410	-	-	13.0	136	5.85
80 安定期	5.67	20.2	-	23	13.5	288	