

II-378 結合固定化担体を用いたし尿受け入れ下水処理に関する室内実験

長岡技術科学大学 〇学 珠坪一晃 正 桃井清至
正 原田秀樹
建設省土木研究所 正 高橋正宏 正 滝沢 智

1.はじめに

全国の市町村は、何らかの形でし尿、浄化槽汚泥の処理を行っているが、そのための財政負担は、小規模な自治体ほど厳しいものとなっている。近年これらの自治体においても、下水道が續々と併用開始されており、し尿処理と下水処理の二つの事業を行うことにより、財政負担は更に増加するものと考えられる。このため、し尿等を下水処理場で処理する事によって、経費の削減を図りたいという要望が強くなっている。本実験では、し尿受け入れ負荷の下水処理に与える影響を明らかにするために、実し尿受け入れ下水の生物学的処理を行い、処理性能を評価すると共に、結合固定化担体の硝化槽への投入による、し尿由来の窒素除去への可能性を明らかにした。

2.実験装置と方法

実験は、硝化液循環法（1系）と、硝化槽に結合固定化担体を投入した A2O法（2系）で実し尿受け入れ下水の処理実験を行った。装置の概要と実験条件を、表-1に示す。結合固定化担体は、ポリプロピレン製で、長さ5mm、外径3.5mm、内径1.5mm、肉厚1mmのストロー型である。尚、担体はあらかじめ活性汚泥を接種し、2カ月程度馴養したものを見かけ体積で、30% 硝化槽に投入した。

反応器のスタートアップは、種汚泥として茨城県霞ヶ浦湖北処理場A2O 法返送汚泥（800mg-VSS/L）を投入し、表-2に示したデキストリン、ペプトン、牛肉エキスを主成分とする人工下水を用い、20℃恒温室内で運転を開始した。その後は反応器の処理状況を観察しながら、実し尿の投入率を0、0.5、1.0、1.5%と段階的に上昇させた。実し尿は、1mmふるい通過分を70℃で40～60分間低温滅菌したものを用いた。1系は処理状況が悪化したところで硝化槽に担体を投入し、処理に与える影響を観察した。固定化担体のSS・VSSは、担体を反応槽からサンプリングし、蒸留水で3回静かに洗浄し浮遊汚泥を取り去った後、超音波を10分間当てて担体から剥離して測定した。生物付着量は、超音波で生物を剥離した後の担体の乾燥重量（110℃）と見かけ体積を測定することにより、担体の見かけ1L当たりの生物付着量（mg-VSS/L）と担体1g当たりの生物付着量（mg-VSS/g-担体）を算出した。

3.実験結果と考察

図-1は、両系の反応器の流入水・処理水の形態別窒素濃度の経日変化を示したものである。1系反応器では、し尿投入率0.5%まで処理水中のNH4-N濃度が0.6mg/l未満とほぼ完全硝化を実現した。しかし、し尿投入率を1.0%に上昇させたところ、徐々に硝化反応が滞り始め、運転開始後63日目には処理水中のNH4-N濃度が約15mg/lまで達するようになったため硝化槽に生物固定化担体を投入し運転を継続させた。担体投入後、約10日を経過する頃から硝化反応が回復し始め担体投入後20日、ほぼ完全硝化するまでになった。2系の処理水中のNH4-N濃度は、し尿投入率1.0%まで常に1.0mg/l未満でありほぼ完全硝化を実現していた。し尿投入率を1.5%に上昇させたところ、硝化槽のORPが+50mVまで低下し処理水のNH4-N濃度が一時的に約20mg/lまで上昇した。その後、曝気量の調整によりORPを約+100mV前後に保ったところ処理水のNH4-N濃度は、3.0mg/lまで回復したが、完全硝化には至らなかった。これは、し尿投入率の増加に伴い担体付着生物量が増大したため生物膜内部まで充分に基質、酸素の供給をすることが難しくなったことと、硝化槽に流して

表-1 実験条件

項 目	1 系	2 系
処理方法	硝化液循環法	A2O法
実験装置の構成	無酸素槽（10 L） 好気槽（19.5 L）	嫌気槽（10 L） 無酸素槽（10 L） 嫌気槽（10 L）
HRT	8時間	8時間
硝化液循環比	150%	150%
汚泥返送比	50%	50%
ORP管理目標	+100 mV	+100 mV
※MLSS管理目標	2000 mg/L	2000 mg/L
担体投入率	---	30%（硝化槽）

※MLSSは、浮遊汚泥についてのみ考慮した。

表-2 基質組成 (unit:mg/L)

Composition:A	Composition:C
デキストリン 90	NH4Cl 115
ペプトン 40	KH2PO4 4.39
酵母エキス 40	NaHCO3 100
牛肉エキス 120	
NH4Cl 57	Composition:D
KH2PO4 14	実し尿
カオリン 0.5	(1mmふるい通過分)
	項目 水 質
Composition:B	
KCl 10	BOD5 5000～7000
NaCl 5	CODcr 9000～13000
MgSO4 3	CODmn 2100～2600
NaHCO3 200	TOC 1600～2100
	T-N 2000～2700
	NH4-N 1700～2100
	T-P 130～160
	PO4-P 100～150
連続運転	A+B+D (0～1.5%)
有機物除去活性試験	A+B+D (1.0%)
硝化活性試験	B+C

くる有機物濃度が増加したことが原因と考えられる。

図-2に2系の浮遊汚泥量・担体汚泥量の経日変化を示した。但し担体汚泥量は、担体見かけ1L当たりの生物量として表した。運転開始後30日を経過するまで担体汚泥量は、急激に上昇したが、その後反応器のNH₄-N処理状況が安定し始めると担体汚泥量は、浮遊汚泥量とほぼ同じ挙動を示す様になった（し尿投入率0%）。運転開始後63日でし尿投入を開始し、段階的にし尿投入率を上昇させていったところ、それに伴い担体汚泥量も増加する傾向を示した。この時、浮遊汚泥量は約2000mg/Lで安定していた。硝化槽における有機物容積負荷と、担体汚泥量には相関関係があり、容積負荷の上昇に伴い担体汚泥量は増加する傾向を示すことが明かになった（図-3）。

表-3に両系の担体汚泥、浮遊汚泥の有機物除去活性、硝化活性の結果を示す。2系の反応器において有機物除去活性は、浮遊汚泥が2.53mgCODcr/(mgVSS*day)と担体汚泥の約3倍の活性を示したのに対し硝化活性は、担体汚泥が0.15mgNO_x-N/(mgVSS*day)と浮遊汚泥の約5倍の活性を示した。これより担体汚泥と浮遊汚泥は、それぞれ異なる基質を選択的に資化していると考えられる。1系の硝化活性は、ほとんどNO₂-N生成活性であってのNO₃-Nはほとんど生成されなかった。これより1系の担体生物膜は、成長過程にあることが推測される。

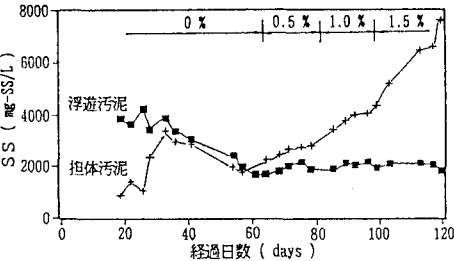


図-2 浮遊汚泥量・担体汚泥量経日変化（2系）

※担体汚泥量は、担体見かけ1L当たりの汚泥量を示した。

表-3 活性試験結果

有機物除去活性	mgCODcr/ (mgVSS*day)	mgTOC/ (mgVSS*day)	硝化活性	mgNO ₃ -N/ (mgVSS*day)	mgNO _x -N/ (mgVSS*day)
し尿活性汚泥	0.92	0.60	担体汚泥（1系）	0.03	0.38
担体汚泥（2系）123*	0.78	0.22	担体汚泥（2系）113	0.15	0.15
浮遊汚泥（2系）123	2.53	1.03	浮遊汚泥（2系）113	0.02	0.03

※サンプル名の後ろに示した数字は 運転経過日数である。

尚、1系の担体汚泥については担体投入後の経過日数を示した。

4.まとめ

- 1系（循環法）はし尿投入率0.5%、2系（固定化担体投入A₂O法）は1.0%までほぼ完全硝化が実現された。両反応器は、硝化反応については大きな能力差を示したが有機物の除去については顕著な差は認められなかった。
- 1系は、し尿投入率1.0%で著しくNH₄-Nの処理状況が悪化したが、その後硝化槽への生物固定化担体の投入によりほぼ完全硝化を実現するようになった。
- 担体汚泥量は、硝化槽における有機物容積負荷の増加に伴い増加する傾向にあった（2系）。
- 担体付着生物は、0.15 mgNO_x-N/mgVSS*dayと浮遊汚泥の約5倍の良好な硝化活性を示したが、有機物除去活性は浮遊汚泥の1/5～1/3と低い値を示すにすぎなかった（2系）。

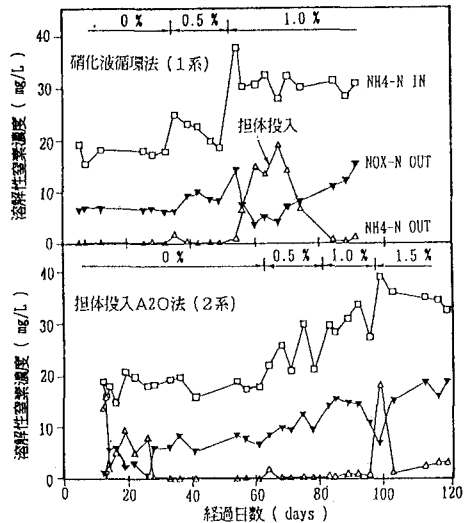


図-1 流入水・処理水の形態別窒素濃度経日変化

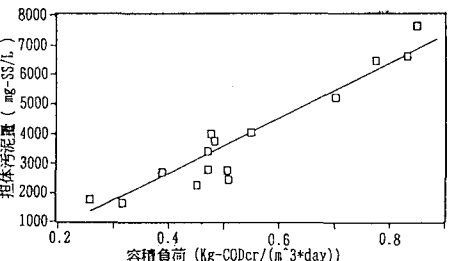


図-3 硝化槽の有機物容積負荷と担体汚泥量*（2系）