

VII-104

包括固定化担体の窒素除去挙動に及ぼすDOとC/N比の影響

日本大学理工学部 正会員 斉藤 利晃

日本大学理工学部 学生会員 菊池 有

日本大学理工学部 正会員 田中 和博

1. はじめに

生物学的窒素除去法に用いられる独立栄養硝化細菌（アンモニア酸化細菌と亜硝酸酸化細菌）は、比増殖速度が従属栄養細菌に比べて小さいことが知られており、高い硝化能力を得るために高分子材料で包括固定化する方法が開発されてきた。その包括固定化を活性汚泥を用いて行った場合、運転条件によっては担体内に硝化細菌だけでなく従属栄養細菌や脱窒菌も同時に生息していることが明らかにされており、包括固定化担体を用いた同時硝化脱窒の可能性が示唆されている。1)

そこで本研究では、このような包括固定化担体（以下ペレットとする）を用いた同時硝化脱窒におけるDO及びC/N比の影響を調べた。

2. 実験装置及び実験方法

2-1. 実験装置

使用した実験装置を図-1に示す。反応槽は容積4.0Lの円筒形容器であり底部に設置したボール型フィルターから、窒素ガスと空気の混合ガスを合計9L/min送ることにより通気攪拌を行った。また窒素ガスと空気の流量比を変化させることによりDOを一定値に制御した。

2-2. 実験方法

今回使用したペレットは下水処理場の活性汚泥をPVAを用いて包括固定した3mmの立方体である。実下水を用いて97年2月から運転されている硝化タンクでDO=3~5mg/L以上という条件下で馴養しているものを適宜採取して実験に使用した。

あらかじめ窒素ガスで溶存酸素を除去した蒸留水2800ml、アンモニア合成排水400ml（成分 表-1）、炭素源400ml、ペレット400ml（添加率10%）を用意する。つぎに蒸留水とペレットを実験装置に投入し、目標とするDOになるよう一定比率の混合ガスを送気した。DOが目標値に到達したらアンモニア合成排水、炭素源を加えて実験のスタートとする。アンモニアの初期濃度は20mgN/Lに設定した。

反応槽内の水温は20±1℃に制御し、DO、pHを測定した。また分析項目はアンモニア態窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、TOCである。実験条件を表-2に示す。実験はDO=1、3mg/Lで行いC/N比=0、4になるよう行った。またC/N比の調整には炭素源として酢酸ナトリウムを使用した。

3. 実験結果及び考察

3-1. ペレットの脱窒能に関する予備的検討

今回使用するペレットの基本的な脱窒能力を調べるため窒素成分を硝酸のみとし、C/N比=4に調整した合成排水を用いてDO=0mg/Lの条件で回分実験を行った。その結果、4時間で7mgN/Lの窒素除去があり、さらに約5mgN/Lの亜硝酸の蓄積が確認された。これより、実下水を用いて好気条件で馴養しているペレットを用いても脱窒することが分かった。

また同様に窒素成分を硝酸とし、C/N比=0、4の合成排水を用いてDO=1mg/Lの条件で回分実験を行った。この結果、C/N比に関係なくほとんど脱窒反応が生じていなかった。これはDO=1mg/Lという低DOに設定してもペレット内部が好

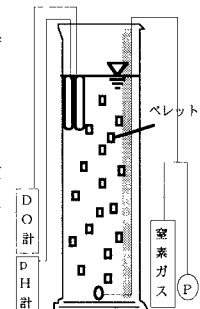


図-1 実験装置

表-1 アンモニア合成排水成分表

成分	濃度(mg/L)
NH ₄ Cl	764
NaHCO ₃	2340
Na ₂ HPO ₄ ・12H ₂ O	232
NaCl	102
KCl	48
CaCl ₂ ・2H ₂ O	48
MgSO ₄ ・7H ₂ O	168

※NH₄-Nとして200mg/L含有

表-2 実験条件

	RUN-1	RUN-2	RUN-3	RUN-4
DO (mg/L)	3	3	1	1
C/N比	0	4	0	4
pH	8	8	8	8
実験時間	4	4	7	7

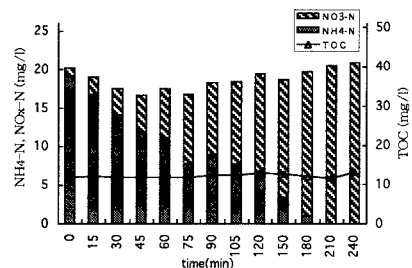


図-1 DO=3mg/L, C/N比=0

キーワード) 包括固定化担体 同時硝化脱窒 DO C/N比
連絡先) 東京都千代田区神田駿河台1-8 ☎03(3259)0875

気的条件下に維持されていたためでないかと考えられる。

3-2.DO=3mg/Lに設定した回分実験

C/N比=0の実験結果を図-1に示す。アンモニアは時間経過とともにほぼ直線的に硝酸性窒素に酸化され、4時間で完全硝化されている。この時の硝化速度は48mgN/L-pellet/hで馴養タンクの半分の硝化能力であった。またアンモニアと硝酸と亜硝酸の総和(有機性窒素を添加していないので以下これを全窒素とする)は、実験初期にはやや減少したが45分後から増加に転じ、4時間後にはほぼ初期値に戻った。TOCは約12mg/Lと時間的に変化がなく、これはペレットから溶出した難分解性有機物であると思われる。

C/N比=4の実験結果を図-2に示す。時間経過とともにアンモニアが硝酸にまで酸化され、亜硝酸は検出されなかった。また硝化速度は50mgN/L-pellet/hであった。全窒素はC/N比=0の場合と同様に60分まで減少したが、その後増加に転じ以後再び増減を繰り返すという複雑な挙動を示した。一方、TOCは実験開始より減少傾向を示しているが、全窒素の挙動との対応は認められず、TOCの減少の要因としては好気的分解ではないかと考えられる。

3-3.DO=1mg/Lに設定した回分実験

C/N比=0の実験結果を図-3に示す。時間経過とともにアンモニアは減少しているがDO=3mg/Lに比べ約3割程度の硝化速度であった。全窒素は90分経過後まで比較的速やかに減少し、その後実験終了時までわずかな増減を伴いながらほぼ一定に保たれた。全窒素の減少はペレットが保持していた有機物による脱窒反応ではないかと考えられる。

C/N比=4の実験結果を図-4に示す。時間の経過とともにアンモニアと全窒素の減少があり、硝化反応と脱窒反応が同時に起きていたことが分かる。アンモニアの減少に伴い亜硝酸が蓄積しているが、これが脱窒反応もしくは硝化反応に起因するかは判断できない。またTOCの減少は脱窒によるものと好気的分解によるもの双方が考えられる。

表-3に実験結果をまとめて示す。硝化量はアンモニア濃度の減少量を示し、脱窒量は全窒素濃度の減少量を示している。DO=1mg/Lの場合に注目すると経過時間4時間における硝化量はDO=3mg/Lの硝化量の約半分であるが、脱窒量はC/N比=0で5.5mg/L、C/N比=4では8.6mg/Lであった。また、経過時間7時間でC/N比=4では、16.6mg/Lの硝化量のうち、12.4mg/Lの脱窒量があり酸化されたアンモニアのうち脱窒された割合が非常に高かった。以上のことからペレットを用いて同時硝化脱窒が可能であり、今回実験した条件で有機物を添加し、DOを1mg/Lに設定して運転することで窒素除去率が向上することが分かった。

4.まとめ

- (1)好気的条件下で馴養したペレットを用いてDOを抑制することにより硝化反応と脱窒反応を同時に起こすことができることが示された。
- (2)DO=1mg/Lに設定した回分実験実験では、C/N比=4の方がC/N比=0の場合に比べて硝化量及び脱窒量ともに大きくなる結果が得られた。
- (3)DO=1mg/Lに設定した回分実験では、亜硝酸が蓄積し、特にC/N比=4において顕著であった。

5.謝辞

本研究に際し、日立プラント建設㈱の皆様にご助言、御協力いただきここに感謝の意を表します。

参考文献1)角野ほか：包括固定化微生物の生菌数と硝化細菌・脱窒細菌の共生を利用した窒素除去 第30回下水道研究発表会講演集p.533～535

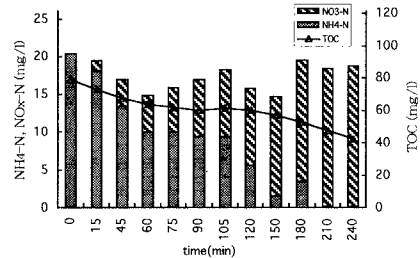


図-2 DO=3mg/L ,C/N比=4

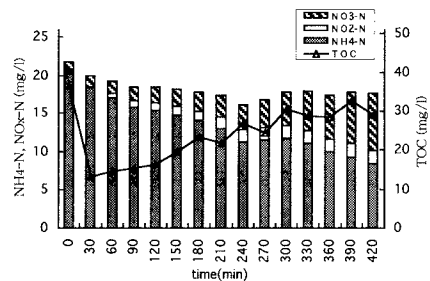


図-3 DO=1mg/L ,C/N比=0

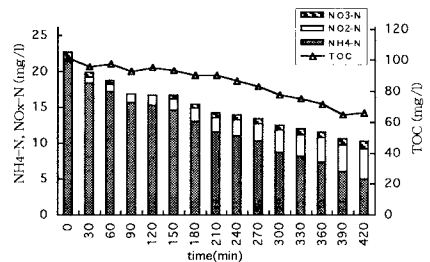


図-4 DO=1mg/L ,C/N比=4

表-3 実験結果

DO (mg/L)		3		1	
C/N比		0	4	0	4
経過時間 4時間	硝化量	20	20	9.6	10.6
	脱窒量	-	-	5.5	8.6
経過時間 7時間	硝化量			12.4	16.6
	脱窒量			4.0	12.4

単位: mg/L