

II-108

流動床による硝化に関する研究

岩手大学工学部 学生員 ○川村潤 菅谷浩一

正員 海田輝之 相沢治郎 大村達夫 大沼正郎

1. はじめに

廃水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ は二次処理だけでは除去されずに放流水中に多量に含まれている。そこで本実験では三次処理を目的として流動床を用いて硝化についての実験を行い、HRTを変化させた場合の流出各態窒素濃度の変化と定常状態における硝化菌数について検討した。

2. 実験装置及び方法

実験に用いた流動床の概略を図-1に示す。カラムは内径5cm、高さ100cmの亚克力樹脂製の円筒であり、カラムの上部には固液分離装置を有する。カラム下部からエアポンプでディフューザーを通して空気を、定量ポンプで基質を連続的に供給できるようになっており、流出水の返送は行っていない。まず担体に硝化菌を付着させるために、カラムにイオン交換樹脂（アンバーライトIRA938）420ml（見かけ体積）、表-1に示す培地、それに下水処理場のエアレーションタンク内から採取した活性汚泥を入れ約10日間通気培養した。その後連続実験を開始し、流出水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、pH、DOを経日的に測定した。また、定常状態における硝化菌数を計数した。流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は二次処理水中に含まれているN量とほぼ同じ約30mg/lとし、pHの低下を防ぐためリン酸緩衝液を注入した。実験は2系列行なわれ、HRTを10→4→1h、5→2→0.5hと各々定常状態になった後に変化させていった。カラム内の水温はカラムのまわりに恒温水を循環させ20℃で一定に保った。担体に付着した硝化菌の計数はMPN法を用いた¹⁾。まず、担体10mlをスターラーで壊し、培地9mlを入れた試験管に希釈した検水を1mlずつ注入し、亜硝酸菌については30日間、硝酸菌については40日間、28℃で培養した後計数した。

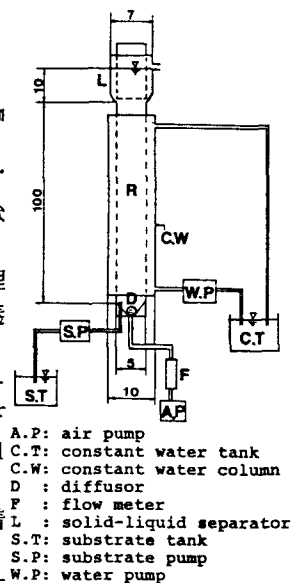


図-1 実験装置

表-1 基質の組成

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.1415g
	(30mgasN)
NaCl	0.085g
K_2HPO_4	0.283g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.085g
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.0085g
水道水	1.0l

3. 結果および考察

図-2に例としてHRTを5→2→0.5hと変化させた場合の流出 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経日変化を示す。また定常状態における流出濃度および付着菌数を表-2に示す。これによるとHRTが10～1hまでは流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ のほぼ100%が酸化され、そのほとんどが $\text{NO}_3\text{-N}$ にまで硝化が進んでいる。またHRTが0.5hの場合においても90%以上が硝化されている。また流出水中の溶存酸素濃度はHRTが0.5hの場合でも6.5mg/l以上存在していた。ここで他の研究との単位容積当りの硝化速度を比較してみる。本研究でのHRTが0.5hの場合をみると流入量は $F=3.81/\text{h}$ 、流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度=27.428mg/l、流出 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度=2.534

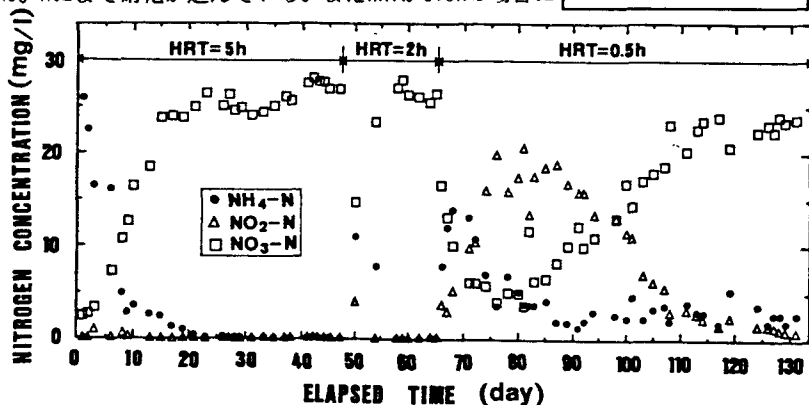


図-2 流出濃度の経日変化

mg/lであるので、硝化速度は1195 mg/l・dとなる。回転円板による実験では²⁾、硝化速度は約300mg/l・d、また活性汚泥による実験では³⁾、pH8.3、30℃で約500mg/l・d、本研究とはほぼ同様の実験条件pH7.0、20℃では約250mg/l・dとなっている。従って、本研究におけるイオン交換樹脂アンバーライトを用いた流動床は、かなり高い硝化効率をあげ得ることがわかる。また運転状況についても連続実験開始以来130日を経過しているが、担体の閉塞も生じず、安定した処理が行われている。

表-2 定常時の流出濃度及び付着菌数

HRT	流出濃度(mg/l)			菌数(cell/ml-media)	
	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	亜硝酸菌	硝酸菌
10	0.160	0.020	27.58	5.8×10 ⁴	9.9×10 ⁵
5	0.131	0.041	27.45	1.2×10 ⁵	7.1×10 ⁵
4	0.183	0.025	26.66	3.2×10 ⁵	9.9×10 ⁵
2	0.300	0.080	26.73	5.8×10 ⁷	1.2×10 ⁷
1	0.159	0.129	27.76		
0.5	2.534	1.664	23.23		

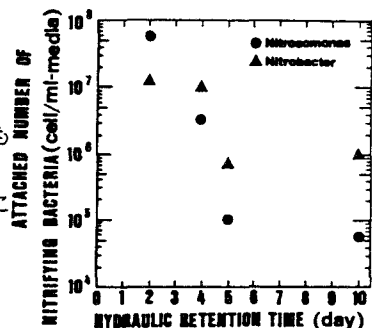


図-3 HRTと付着菌数の関係

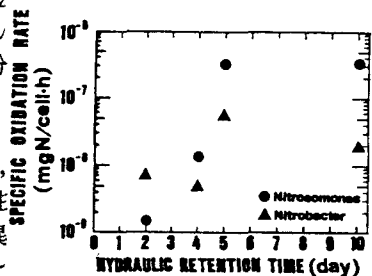


図-4 HRTと比消費速度の関係

図-2を見ると連続実験の開始直後には流出水中にNO₂-Nはほとんど検出されていない。これはバッチの終了時において亜硝酸菌よりも硝酸菌の方が多く付着していたためではないかと思われる。またHRTが0.5hのときに着目すると、流出NH₄-N濃度はNO₂-NやNO₃-Nよりも先に定常状態に達している。一方、NO₂-Nは初期には多く検出され、それが減少し始めるとNO₃-Nが増加してくる。これは亜硝酸菌の代表的な細菌Nitrosomonasが硝酸菌の代表的な細菌Nitrobacterよりも比増殖速度が大きいということに起因していると考えられる。すなわち、初期には亜硝酸菌の増殖が硝酸菌の増殖を上回るため、流出水中にはNO₂-NがNO₃-Nよりも多く検出される。しかし、その後硝酸菌の数が増加してくるにつれてNO₂-Nの酸化も進み、流出水中には減少したNO₂-Nの分だけNO₃-Nが検出されてくるものと思われる。

図-3は定常状態における硝化菌の計数結果を示している。HRTが減少するにつれて菌数は増加している。HRTが2hのときには亜硝酸菌、硝酸菌とも担体1ml当り10⁷オーダーの菌数が計数された。これは活性汚泥法⁴⁾や回転円板法²⁾における硝化菌数よりも、データベースは異なるが、数が多いように見受けられる。図を見るとHRTが10, 5, 4hのときには亜硝酸菌よりも硝酸菌が多く、逆に2hのときには硝酸菌よりも亜硝酸菌の方が多く検出されている。硝化菌の収率は、Nitrosomonasについては0.147mg cell/mg NH₄-N、Nitrobacterについては0.020mg cell/mg NH₄-Nと報告されており⁵⁾、Nitrosomonasの方が高い。亜硝酸菌と硝酸菌が、本実験に用いた樹脂に対して同一の付着特性を有するならば、亜硝酸菌の方が多く付着することになり、本実験結果は硝酸菌の方が亜硝酸菌よりも付着しやすいことを示唆していると考えられる。

図-4にはHRTと比消費速度の関係を示している。反応器の系列別にみるとHRTが減少するに従って比消費速度も減少している。この原因としては基質の担体内への拡散が制限になっている可能性があると考えられ、この点については今後数値モデルにより詳細に検討したい。

3. おわりに

今後、HRTをさらに小さくして定常状態におけるHRTと菌数との関係がどのようになっているのかを確かめる必要がある。

参考文献

- 1) 土壌微生物実験法, 土壌微生物研究会編
- 2) 増田純雄ら, 回転円板付着微生物膜内の細菌に関する研究, 下水道協会誌, Vol.24, NO.278, 7(1987)
- 3) Nazih Kh. Shammass, Interaction of temperature, pH, and biomass on the nitrification process, JWCPCF Vol. 58, pp1-96, 1(1986)
- 4) 関根孝夫ら, 活性汚泥法のSRT制御下における硝化特性と細菌相, 下水道協会誌, Vol.25, No.289, 6(1988)
- 5) 森山克美, 活性汚泥法の浄化機構に関する基礎的研究, 九州大学博士論文 (1986)