

秋田県 正 員 ○川村 潤

岩手大学工学部 正 員 海田輝之 大村達夫 相沢治郎 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、生物学的硝化に関してアンバーライトを担体に用いた流動床による実験を行なった。本実験では基質中にグルコースを添加し、昨年度行なった無機塩のみの基質による硝化実験と対比して検討を行っている。

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のアクリル樹脂製であり、カラム上部には固液分離装置を有する。カラム内の温度はカラムの回りに恒温水を循環させることにより約20℃に保たれた。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送り、基質も定量ポンプで連続的に供給されている。

実験開始時には担体に充分硝化菌を付着させるために、アンバーライト（IRA-938）、表-1に示す培地及び下水処理場のエアレーションタンクから採取した活性汚泥を植種として入れバッチ形式で通気培養を行なった。その後連続実験を開始し、表-1に示す基質を連続的に流入させ、流出 $\text{NH}_4\text{-N}$ がある程度まで低下した後に基質中にグルコースを添加した。基質中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は通常二次処理水中に含まれている濃度にほぼ等しい約30mg/lであり、pHの低下を防ぐためにリン酸緩衝液を基質流量の1%の割合で注入した。実験は、グルコース10mg/l添加

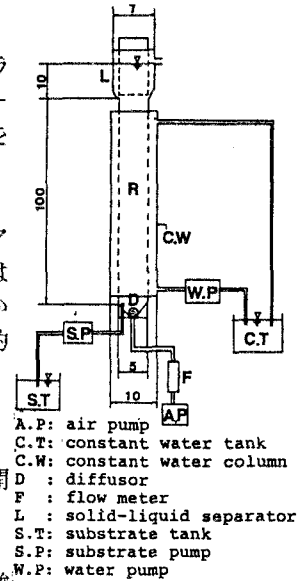


図-1 実験装置

したものについてはHRTを6→2→0.5hr、3→1hrと定常状態になった後に変化させグルコース濃度が20mg/lの場合は4→2→0.5hrと同様に定常状態後変化させて実験を行なった。測定項目として流出水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、グルコース及びDOのそれぞれの濃度及びpHの値が経目的に測定された。また定常状態における担体への付着菌数（亜硝酸菌、硝酸菌、一般細菌、脱窒菌）も測定された。付着菌数の測定は担体10mlをスターラーで破壊し、均一化した後MPN法¹⁾により行なわれた。培養日数は亜硝酸菌30日、硝酸菌40日、一般細菌3日、そして脱窒菌14日であり培養温度は28℃とした。

表-1 連続実験の基質組成

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.1415g
(30mg as N)	
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. 結果及び考察

表-2 各HRTの定常状態における流失各態窒素濃度とグルコース濃度

表-2に基質に有機物を含む場合の、各HRTの定常状態における流出各態窒素濃度とグルコース濃度を示す。HRTが0.5hrのときグルコース10mg/l添加した場合においては、昨年度の実験同様、流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ に対して90%以上の硝化が観察された。しかし、基質がグルコースを20mg/l含む場合は、グルコースが高負荷となるため、担体表面が糸状性の細菌などにより覆われ、ほとんど硝化が起こらず、流出水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は23.62mg/lとなりこれ以上硝化実験を行なうことが不可能となった。ただし、グルコース20mg/l添加した場合でもHRTが2hrまでの場合は充分硝化実験を行なうことができた。流出グルコースは流入グルコース濃度が10mg/lのときHRT6～1hrまではほとんど検出されず、ほぼ100%が除去された。HRT0.5hrにおいても2.45mg/lとなり約80%が除去された。また、流入

HRT (hr)	流入 Glucose 濃度(mg/l)	流出濃度 (mg/l)			
		Glucose	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$
6	10	0.00	0.23	0.03	24.77
3		0.00	0.44	0.03	25.47
2		0.09	0.38	0.05	24.71
1		0.07	0.66	0.11	24.18
0.5		2.45	0.81	0.55	22.66
4	20	0.61	0.24	0.05	21.20
2		1.51	0.50	0.17	21.22
0.5		3.84	23.62	1.13	2.68

ことが不可能となった。ただし、グルコース20mg/l添加した場合でもHRTが2hrまでの場合は充分硝化実験を行なうことができた。流出グルコースは流入グルコース濃度が10mg/lのときHRT6～1hrまではほとんど検出されず、ほぼ100%が除去された。HRT0.5hrにおいても2.45mg/lとなり約80%が除去された。また、流入

グルコース濃度 20mg/lの場合においてはHRT4hrにおいてほぼ100%, HRT2hrのときにおいても90%以上の除去が観察された。これは基質に有機物を添加した場合でも高い硝化率および硝化速度が得られ、かつ有機物の除去に対しても充分に対応できることを示すものである。言い換えると、有機物添加によって増殖した他栄養細菌の担体への付着も硝化菌と同様、良好に行なわれ、同時に世代時間の長い硝化菌の担体への付着増殖が世代時間の短い他栄養細菌の付着増殖によってもそれほど影響を受けないということを示すものであると思われる。

図-2に各HRTの定常状態における窒素収支と反応槽内の平均溶存酸素濃度を示す。これによると、明らかに有機物を添加した方が窒素収支の取れない部分が多く、HRT0.5hrにおいては約6.0mg/lになった。この値は同じHRT0.5hrで無機塩のみの基質を用いた場合の2倍強となっている。これは有機物を添加したために他栄養細菌である一般細菌及び脱窒菌が増殖し、窒素を菌体内部に取り込んだかあるいは窒素ガスとして反応器外に放出したためであると思われる。また硝化菌以外に一般細菌の増殖により酸素が消費されたため、有機物を添加した方が溶存酸素濃度は低くなっている。このため通性嫌気性菌である脱窒菌が担体内部で増殖しやすい環境になったのではないと思われる。

図-3に各HRTの定常状態における亜硝酸菌、硝酸菌、一般細菌及び脱窒菌の計数結果を示している。HRTが減少し、負荷が高まるにつれて菌数の増加が見られる。菌数が多い順に硝化菌、一般細菌、脱窒菌となっている。活性汚泥による報告³⁾では一般細菌の方が硝化菌よりも多く存在している。しかし本研究においては実験開始時に有機物を含まない基質で十分硝化菌を担体に付着させてから実験を行なったのでその効果によるものと推察される。また、HRT6~1hrまでは硝酸菌の方が亜硝酸菌よりも多く計数されているがHRT0.5hrでは逆の結果となっており、かつ硝酸菌数の増加も頭打ちになっているように見られる。これに相反するようにそれまでほぼ一定であった一般細菌及び脱窒菌の数が増加している。これは基質の高負荷による一般細菌の増加に伴い、DOの濃度が低下し脱窒菌が増殖したものである。これによって $\text{NH}_4\text{-N} \rightarrow \text{NO}_2\text{-N} \rightarrow \text{NO}_3\text{-N}$ という酸化過程もさることながら脱窒菌による N_2 への還元の効果によるものと思われる。これはHRT0.5hrの場合だけが流出水中にグルコースが認められ有機物の供給が充分であることと、図-3においてそれまでほぼ一定であった窒素収支の取れない部分の濃度がHRT0.5hrにおいて高くなっていることから推測される。

4. おわりに

基質中にグルコースを添加した場合でも高い硝化率及び硝化速度が得られ、硝化菌の付着増殖も他栄養細菌の付着によってもそれほど影響がないということが明らかになった。今後は担体内における細菌の付着状態を把握し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ から $\text{NO}_3\text{-N}$ への酸化過程、及び脱窒が担体内部でどの様になっているかを検討する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 土壤微生物実験法 土壤微生物研究会編
- 2) 川村 潤 流動床による硝化に関する研究 昭和63年度支部講演概要集
- 3) 関根孝夫ら 活性汚泥の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, pp29~37 1988/6

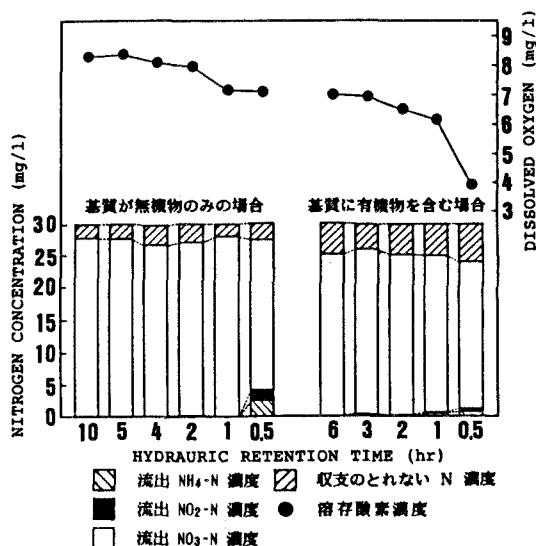


図-2 定常状態における窒素収支および平均DO濃度

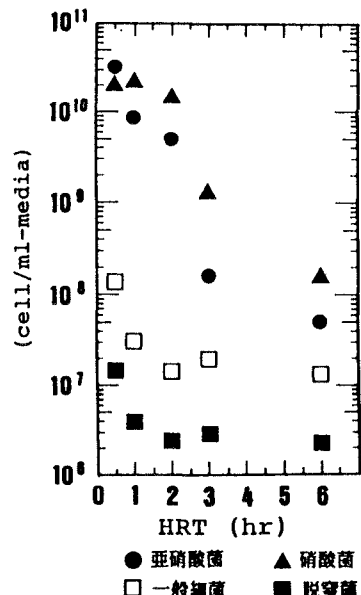


図-3 定常状態における付着菌数