

汽水および海水中における硝化作用と光合成について

東北大学工学部 正員 〇川崎重明
 東北大学工学部 正員 松本順一郎
 東北大学工学部 学生員 村上徹

はじめに 三次処理施設のない下水処理場からの排水中には比較的高い濃度のアンモニア性窒素が含まれる。放流水域において、このアンモニア性窒素が生物学的硝化作用を受けると多量の溶存酸素を消費し水質の悪化を招く。湖沼や河川等の淡水域における硝化作用についてはある程度の知見が得られているが、汽水域あるいは海域での硝化反応特性は高い塩分濃度の為、淡水域のそれとは異なっていると考えられ、十分に解明されていない。

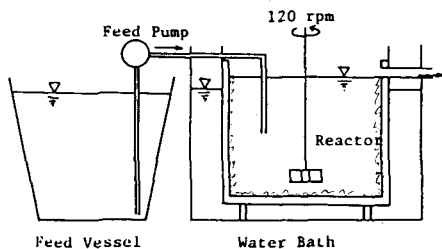


図1. 連続実験装置

生物学的硝化反応に及ぼす陽イオンあるいは海水の塩分濃度の影響に関しては、Loveless¹⁾、Finestein²⁾、吉田³⁾、大垣⁴⁾の研究があるが、これらの研究はいずれも回分実験によって行なわれており、塩分がショックロード的に作用する為、実験に用いた硝化菌の起源が実験結果を支配していると考えられる。実際の水域における硝化菌の機能を評価する為には塩分に対する馴化の効果が現われる状態で実験を実施する必要があると思われる。そこで本研究では、図1に示す連続実験装置により得られた各濃度の海水に馴化した生物膜を用いての回分実験及び明条件下での連続実験の結果を報告する。

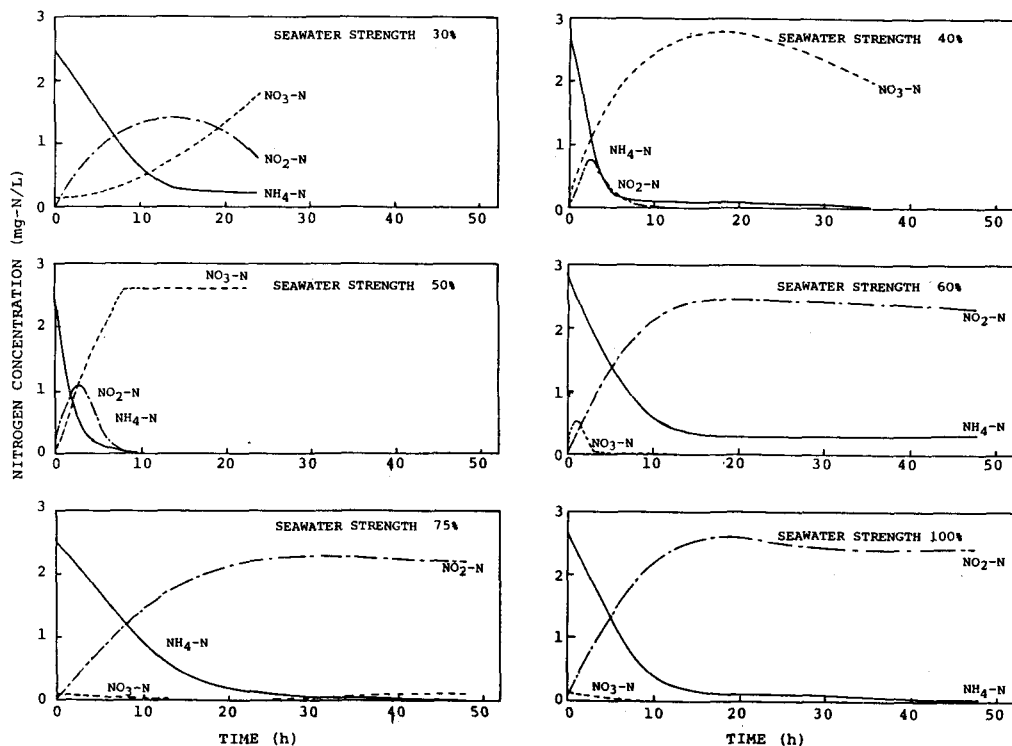


図2. 回分実験の経時変化

2. 実験装置及び方法 回分実験には、各濃度の海水に馴化した連続実験の生物膜を分散したものをを用いた。反応器(2L)は水浴中に設置し20℃に保ち、酸素流速に任らないように毎分1Lの曝気を行なった。基質は NH_4Cl 2.5~20 mg-N, KH_2PO_4 2.6 mg, Na_2HPO_4 6.9 mg を所定の濃度の人工海水1Lに溶解したものをを用いた。海水濃度はその生物膜が得られた連続実験の海水濃度を用いた。明条件連続実験には 図1と同じ装置を用いた。蛍光灯を装置上部に設置し水面での照度が5,000 luxとなるようにした。基質は、 NH_4Cl 10 mg-N/L, KH_2PO_4 2.6 mg/L, Na_2HPO_4 6.9 mg/L, 海水濃度0, 25, 50, 100%の4条件で実験を行なった。

3. 実験結果及び考察 図2に、初期 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度2.5 mg/Lの回分実験の経時変化を示す。これらの実験では、植体量が異なる為、直接速度の比較は出来ないが、およその傾向はつかめる。海水濃度が30~50%の場合には一時的に1~1.5 mg-N/Lの $\text{NO}_2\text{-N}$ が蓄積するが、時間が経過するとほぼ全ての $\text{NH}_4\text{-N}$ が $\text{NO}_2\text{-N}$ を経て $\text{NO}_3\text{-N}$ に酸化される。一方、海水濃度が60%以上の場合には、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が生成蓄積し、時間が経過しても(100時間以上) $\text{NO}_3\text{-N}$ はほとんど生成しない。これは、暗条件連続実験の60%以上の海水濃度では硝酸は生成しないという結果(図3の●参照)を支持するものであり、海水濃度が60%を越えると硝酸化細菌の活性は阻害されるということが明らかとなった。また、この回分実験の結果から、亜硝酸生成速度がMonod型の速度式に適合することが明らかとなり、その動力学定数である基質飽和定数(K_s)と最大亜硝酸生成速度($V_{\max}$)を非線形回帰により求めた。この値を表1に示す。 K_s の値は0.8~2.6 mg/Lの範囲にあり海水濃度との関係は特にない様である。また、この値は他の文献値と大きな差異はない。 $V_{\max}$ の値は、海水濃度の上昇に伴い減少している傾向が見られるが、これは、菌体量としてSSを使った為だと思う。単位面積当りの附着生物量を乗じて、単位面積当りの速度に直すと海水濃度の増加に伴って増加する。表2及び図3に、明条件連続実験の結果を示す。これによれば、25~100%の濃度の海水の場合には、先の有無にかかわらず、亜硝酸及び硝酸生成速度はほぼ同程度であり、高濃度の海水中では硝酸の生成は見られなかった。また明条件の海水濃度0%の系では暗条件と異なり亜硝酸及び硝酸の生成速度が大きくなり、生物膜の構成生物種も緑藻を主として数多く、流出水質も安定していた。

- 参考文献 1). Lovelass, J.E. et al. J. Gen. Microbiol. Vol. 52, 1-14, 1968
2). Finestoin, M.S. et al. Water Research Vol. 6, 61-40, 1972
3). 吉田陽一他, 日本水産学会誌 Vol. 33, 5, 1967
4). Chigaki, S. et al. Ecological Modeling Vol. 19, 189-190, 1983.

表2. 明条件連続実験の結果

Seawater Strength (%)	0	25	50	100
Nitrite Production Rate (10^{-3} mg-N/cm ² .h)	3.1	3.2	4.3	3.7
Nitrate Production Rate (10^{-3} mg-N/cm ² .h)	3.1	0.6	0	0
Chlorophyll-a (µg/L)	85	146	44	42
Dissolved Oxygen (mg/L)	2.8	1.2	2.4	1.4

表1. 亜硝酸化細菌の飽和定数及び最大亜硝酸生成速度

Seawater Strength %	Michaelis Constant mg-N/L	Maximum Production Rate mg-N/mg-ss.h	Standard Deviation mg-N/mg-ss.h
30	1.06	0.026	0.0017
40	1.15	0.019	0.0008
50	0.87	0.021	0.0011
60	2.08	0.012	0.0018
75	0.925	0.006	0.0006
100	2.582	0.008	0.0003

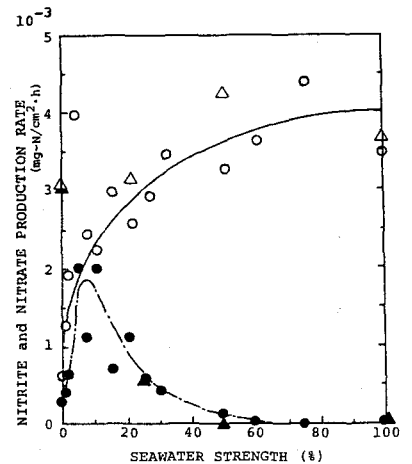


図3. 海水濃度と亜硝酸及び硝酸生成速度

の関係
(○ 暗条件亜硝酸生成速度 ● 暗条件硝酸生成速度)
(△ 明 " " ▲ 明 " ")