

硝化作用に及ぼす海水濃度の影響に関する研究

東北大学工学部

"

"

正員 〇川崎重明

学生員 酒井龍司

正員 松本順一郎

1. ように、一般に河川水中における硝化作用は主として河床に付着増殖した生物膜中の硝化菌による行われる。河川の感潮部においては潮汐により海水が遡上し、河床の付着生物も海水の影響を受けることが予想される。そこで、図1に示す連続実験装置によって混合培養の付着生物膜の硝化作用に及ぼす海水濃度の影響を検討したところ、図2に示す様な結果が得られた。すなわち、海水濃度が0~10%の間では、亜硝酸、硝酸生成速度は共に海水濃度の増加に伴って上昇する。一方、海水濃度が10%以上になると、亜硝酸生成速度は緩やかに増加するが、硝酸生成速度は減少する。そこで、海水濃度による硝化活性を比較する為に連続実験の定常期の生物膜を使って回分実験を行なったのでその結果を報告する。

2. 実験および分析 (i) 生物; 連続実験の定常期(海水濃度40

および50%)の生物膜を全て反応槽中から取り出し、これを適当に濃

縮(3,000 rpm 15 min x 2)したのちモジナイズ(25W 90秒)

した生物を回分実験の接種生物として使用した。(ii) 実験装置;

恒温水槽(20℃)中にスリバーを設置しこれに散気球を取り

付け1ℓ/minで通気した。(iii) 実験手順; スリバーに表

に示す各Runの基質(NH_4Cl を除く)1.5ℓを入れ、これに(i)

の生物を接種したのち、 NH_4Cl を所定の濃度になるように添加し実験を開始した。

尚、海水は表1に示す組成の人工海水を用いた。また、実験は光合成生物の増殖をお

さえる為に暗条件下で行なった。(iv) 分析; 分析はSS(グラスファイバーフィルター-GS25)

およびpH(電極法)の測定を採水と同時に行なった。アンモニア性窒素(インドフェ

ール法)、亜硝酸性窒素(メナフチルアミン-スルファニル酸法)、硝酸性窒素(

Ca-Cu 還元カラム法)の測定は、冷凍保存した試料を用いて行なった。

3. 実験結果および考察

(a) 経時変化について 図3および図4にRun 40-CおよびRun 50-Cの経時変化

を示す(○: $\text{NH}_4\text{-N}$, ●: ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-N, ▲: $\text{NO}_2\text{-N}$)。窒素の回収率($\text{NH}_4\text{-N}$

+ $\text{NO}_2\text{-N}$ + $\text{NO}_3\text{-N}$)は95%以上であるのでアンモニアストリッパ

による影響は少ないと考えられる。初期 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度2.5mg/lの

場合約10時間で、5mg/lの場合約14時間で、10mg/lの場合18~20

時間で NH_4 のほとんどが NO_3 に酸化される。しかし初期 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃

表2. 基質組成

	Sea Water (%)	NH_4Cl (mg-N/l)	KH_2PO_4 (mg-P/l)	Na_2HPO_4 (mg-P/l)
Run 40-A	40	2.5	0.6	1.5
Run 40-B	40	5.0		
Run 40-C	40	10.0		
Run 40-D	40	20.0		
Run 50-A	50	2.5	0.6	1.5
Run 50-B	50	5.0		
Run 50-C	50	10.0		
Run 50-D	50	20.0		

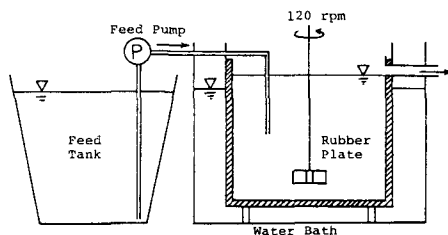


図1. 連続実験装置の概要

表1. 人工海水の組成

	g/L
NaCl	23.476
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	10.64
Na_2SO_4	3.917
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1.46
KCl	0.664
NaHCO_3	0.192
KBr	0.096
H_3BO_3	0.026
$\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.04

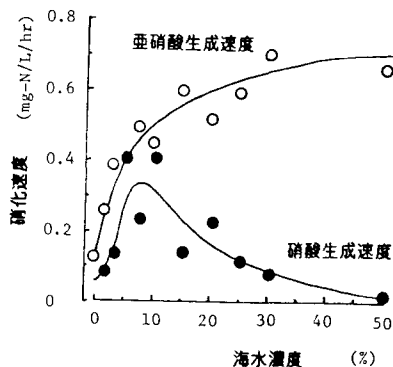
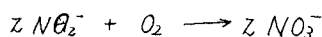
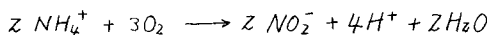


図2. 海水濃度と硝化速度の関係(連続実験)

度 20 mg/l の場合には 3 mg/l 程度の $\text{NH}_4\text{-N}$ が残ってしまう。これは pH が 6 程度まで下がるのでこの影響によるものと考えられる。また、SS は $\text{NH}_4\text{-N}$ が消費されるまではほとんど変化しなかった。図 3 および図 4 より、50% 海水の方が $\text{NO}_2\text{-N}$ の蓄積量が多くなっている。連続実験の滞留時間である 4 時間のところを見ると、40% 海水の時(図 3)には $\text{NO}_3\text{-N}$ で多く存在するのに対し、50% 海水の時(図 4)には $\text{NO}_2\text{-N}$ で多く存在している。したがって、海水濃度の増加によって、 $\text{NO}_2\text{-N}$ から $\text{NO}_3\text{-N}$ への酸化速度は減少するものと考えられる。これは、連続実験での $\text{NO}_2\text{-N}$ から $\text{NO}_3\text{-N}$ への酸化速度の低下と一致している。しかしながら、時間の経過とともに $\text{NO}_2\text{-N}$ は酸化されて $\text{NO}_3\text{-N}$ となる。図分実験と連続実験では条件がかなり異なるので一概には言えないが、連続実験でも滞留時間を十分にとることによって $\text{NO}_3\text{-N}$ までへの酸化の可能性があることを示している。

(b) 反応速度 硝化作用は次の様な 2 段階の反応であるから、亜硝酸



の生成量を考える時には、その時点で NO_2^- と NO_3^- の和を考えればよい。したがって、経時変化の $\text{NO}_2\text{-N}$ + $\text{NO}_3\text{-N}$ の初期の傾きから亜硝酸生成速度を求める。その逆数と初期 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の逆数の関係をプロットすると図 5 の様になる。したがって、亜硝酸生成速度は、次の様な Michaelis-Menten 式で表わされ、定数は海水濃度によりそれぞれ次の様になる。

$$v = \frac{v_{\max} S}{K_m + S}$$

40% 海水 $v_{\max} = 0.021 (\text{mg-N/mg-SS/hr})$

$K_m = 1.13 (\text{mg-N/l})$

50% 海水 $v_{\max} = 0.024$

$K_m = 1.22$

この K_m の値は Knowles らの 0.2~1.7, Painter らの 1, Stratton らの 1.25~5.59 等の値に近い値であり満足できるものとなっている。海水濃度によって $v_{\max}$ の値は変化する。

4. おわりに 本研究により得られた結論は次の様なものである。

- (1) 海水濃度が 40% から 50% に増加すると硝酸生成速度が減少し亜硝酸の蓄積量が増加する。
- (2) 亜硝酸生成速度は Michaelis-Menten 型の式により表わすことができる。
- (3) 海水濃度の増加によって $v_{\max}$ は増加する。

しかしながら、2 つの海水濃度だけでは不十分であるので、さらに濃度を変えて実験を行なう方針である。

尚本研究は文部省科学研究費(環境科学特別研究(1))の補助を受けて行なったことを付記する。

参考文献 1) 海洋観測指針 2) 川崎他・オ38 回年講 オ2部 p637

3) Loveless & Painter, J. gen. Microbiol (1968), 52, 1214

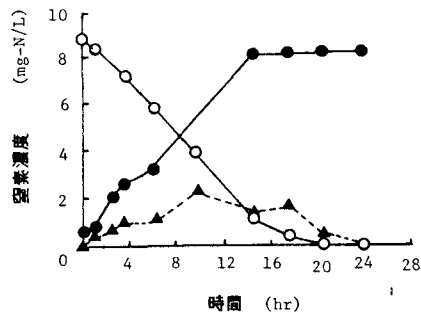


図 3. Run 40-C の経時変化

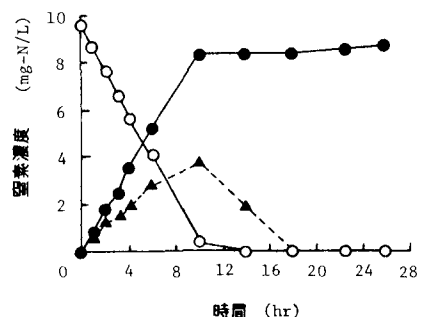


図 4. Run 50-C の経時変化

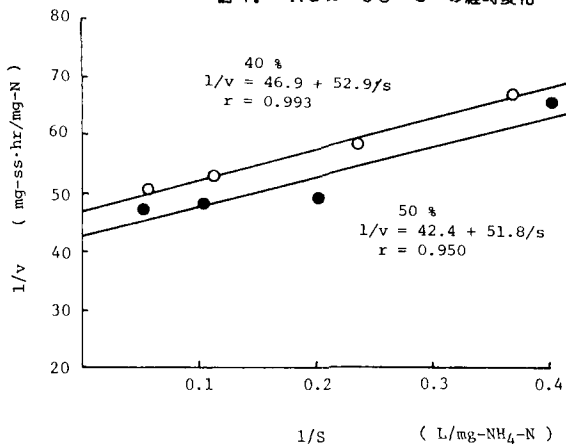


図 5. 図分実験の Lineweaver-Burk プロット