

付着生物膜の硝化活性に及ぼす海水濃度の影響

東北大学工学部 学生員 ○酒井龍司

同 学生員 田上 浩

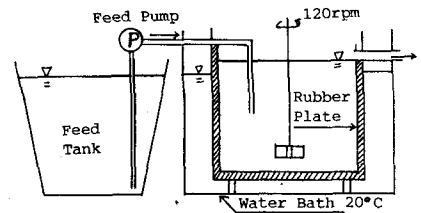
同 正会員 川崎重明

1. はじめに

生物学的硝化作用は、独立栄養細菌である亜硝酸菌 (*Nitrosomonas*) によるアンモニアの亜硝酸への酸化及び硝酸菌 (*Nitrobacter*) による亜硝酸の硝酸への酸化の総称である。一般に河川水中における硝化作用は、硝化面の世代時間が長く、流水中での増殖が期待できないため、河床に付着した生物膜中の硝化菌によって行なわれると考えられる。河川感潮部において海水が遡上すると、河床の付着生物も海水の影響を受けることになる。本研究は、混合培養の付着生物膜を用いて、その硝化作用に及ぼす海水濃度の影響を連続実験により検討したものである。

2. 実験装置及び方法

実験装置及び特性を Fig. 1 に示す。実験装置は3系列用いた。生物は下水処理場の返送汚泥を用い、アンモニア及びリンを含む培地で通気培養した後、実験装置内下回分状態で培養し、装置内壁のゴム板に生物膜を形成させた。基質は NH_4Cl 10 mg-N/L, KH_2PO_4 0.6 mg-P/L, Na_2HPO_4 1.5 mg-P/L を含み、海水濃度を变化させた。海水は Table 1 に示す組成の人工海水を用いた。生物膜を形成させた実験装置に海水濃度ゼロの基質を流し、徐々に海水濃度を増加させた。定常値が得られた後、菌数、付着生物量を測定するために、生物膜を反応槽内にかきおとし、新たに生物膜が形成するまで同分状態で培養し、その後海水濃度を増加させて実験を行なった。分析は、SS をグラスファイバーフィルター (φ 525) を用いて、アンモニア性窒素はインドフェノール法で、pH を電極法で、亜硝酸性窒素をメナフテルアミン・スルファニル酸法で、硝酸性窒素を $\text{Cu}-\text{Cd}$ 還元カラムを用いて亜硝酸に還元した後、亜硝酸性窒素と同一の方法でそれぞれ分析を行なった。又、菌数は MPN 法を用い、定常期の浮遊菌数及び生物膜をかきおとした混合液中の菌数を計数し、その差を装置内壁に付着した亜硝酸菌、硝酸菌の数とした。



Depth	21.9	cm
Diameter	26.4	cm
Volume	12	L
Attached Area	2360	cm ²
Mixing Condition	120	rpm
K _{La}	0.17	1/hr
HRT	4	hr
Flow Rate	3	L/hr

Fig. 1 Experimental Apparatus and Its Characteristics

Table 1 Composition of Artificial Sea Water¹⁾ [g/l]

NaCl	23.476
MgCl ₂ ·6H ₂ O	10.64
Na ₂ SO ₄	3.917
CaCl ₂ ·2H ₂ O	1.46
KCl	0.664
NaHCO ₃	0.192
KBr	0.096
H ₃ BO ₃	0.026
SrCl ₂ ·6H ₂ O	0.04

3. 実験結果及び考察

(a) 経日変化について。海水濃度 60, 75% の系は連続培養に入る前はそれぞれ 30, 50% で培養し、生物膜形成後 60, 75% 海水を流したものであるが、槽内の亜硝酸性窒素は培養日数の増加に伴って増加しており、海水濃度が 30 から 60, 50 から 75% に急変しても生物膜の亜硝酸化生成活性に対する海水の阻害的影響はみられない。一方、硝酸性窒素は徐々に減少し培養日数 20 日程度でほとんど生成されなくなり、高濃度海水によって硝酸化生成活性が阻害されることを示している。

(b) 亜硝酸化生成活性について。亜硝酸生成速度と海水濃度の関係を Fig. 2 に示す。又亜硝酸菌数と海水濃度の関係を Fig. 3 に示す。海水濃度 3% 程度までは海水濃度の増加に伴い、亜硝酸生成速度は直線的に増加し、その後 75% まではゆるやかに上昇するが 100% では減少する。一方亜硝酸菌数は 10% までは減少するが、その後増加

する。従って個々の菌の活性が等しいと仮定すると、菌体当りの活性は海水濃度10%でピークとなり、海水濃度の増加に伴い減少する。³⁾ Loveless³⁾は純粋培養の亜硝酸菌を用いた回分実験でNa⁺の影響を調べている。彼らによれば、海水濃度57~14%に相当するNa⁺は亜硝酸

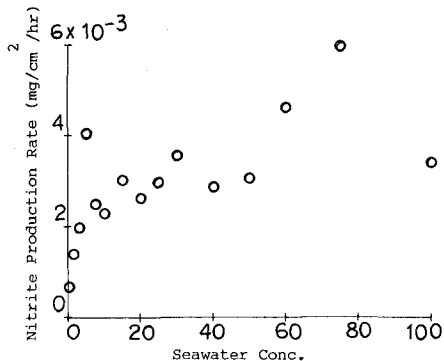


Fig.2 Relation Between Nitrite Production Rate and Seawater Concentration

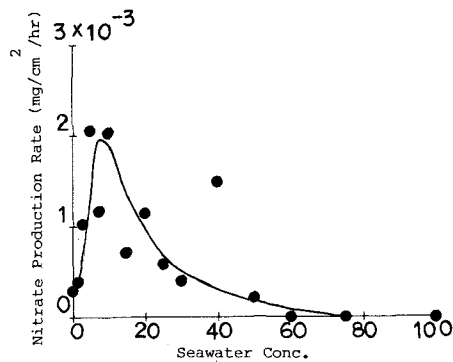


Fig.4 Relation Between Nitrate Production Rate and Seawater Concentration

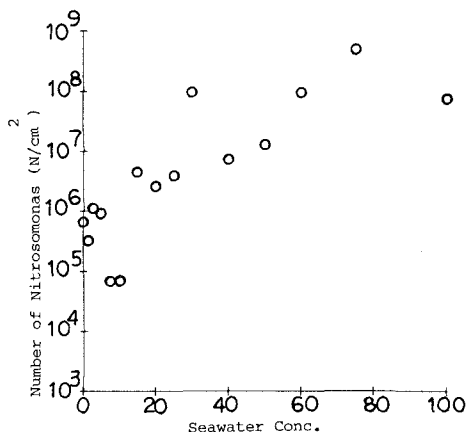


Fig.3 Relation Between Number of Nitrosomonas and Seawater Concentration

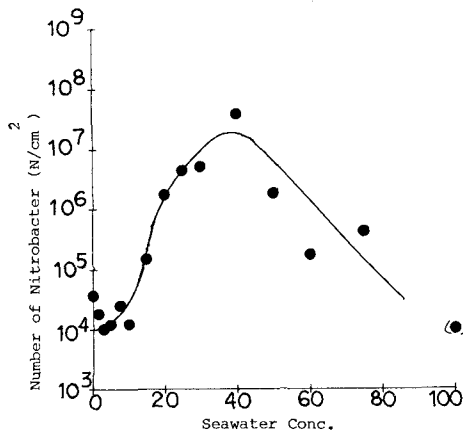


Fig.5 Relation Between Number of Nitrobacter and Seawater Concentration

菌に対して促進的に働き、66%で阻害的に働く。今回の結果は彼らの結果と比較的一致している。

(c) 硝酸化成活性について、硝酸生成速度と海水濃度の関係及び硝酸菌数と海水濃度の関係をそれぞれFig.4, 5に示す。硝酸生成速度は海水濃度10%で最大となり、海水濃度60%以上になると硝酸は生成されない。一方、硝酸菌数は10%程度まではあまり変化せず、40%でピークをとった後急激に減少する。従って菌体当りの活性も10%程度で最大となる。吉田らは河川及び沿岸部における硝化菌の分布を調べているが、これによると、淡水性の硝酸菌は河川底土中に上流河口とも 10^5 cells/g 存在するが、沿岸部においては $10^1 \sim 10^2$ cells/g しか存在せず、淡水性の硝酸菌の数が海水の影響を強く受けるところでは少ない。今回の結果も海水濃度100%では硝酸菌数は減少しており同様の傾向を示している。

4. まとめ

本研究によって得られた知見を以下に列記する。

- (1) 生物膜の亜硝酸化成活性は海水濃度の増加に伴って75%までは増加するが100%では減少する。
- (2) 生物膜の硝酸化成活性は海水濃度10%で最大となり、硝酸菌数は40%で最大となる。
- (3) 100%海水中では淡水性硝酸菌の増殖は著しく阻害される。

参考文献

- 1) 海洋観測指針 2) 土壤微生物実験法 養賢堂 3) Loveless J.E. et al. J. gen. Microbiol. (1968) 52
- 4) 吉田、河合、木保. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries (1967) 33. No. 5