

硝化作用に及ぼす有機物の影響

東北大学工学部 正員 ○ 川崎 重明
 " 学生員 六崎 茂
 " 正員 松本 順一郎

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*)によるアンモニア性窒素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, 主として河床に付着した硝化細菌によ, て行なわれると言われている。これは一般の従属栄養細菌の比増殖速度が $7.2 \sim 17.0 \text{ day}^{-1}$ なのに対して亜硝酸菌で $0.46 \sim 2.2 \text{ day}^{-1}$ 硝酸菌では $0.28 \sim 1.44 \text{ day}^{-1}$ と遅いため流水中での増殖が期待できないこと及び硝化菌の固体表面への付着性等の理由によるものである。これまで図1に示した単槽連続培養槽を用いてゴム板上に付着した生物膜による硝化作用の特性を研究してきた。その結果, 付着した生物膜中の硝化細菌数には有意な変化が無いにもかかわらず有機物(グルコース)の流入により硝化作用は減退し流入グルコースが TOC で 20 mg/l になるとほとんど硝化が起きなくなる事が分かった。この理由として, 生物膜厚の増加による膜内部の DO レベルの低下, 従属栄養細菌と硝化菌との競合, 従属栄養細菌の代謝産物による硝化菌への阻害 等が考えられる。今回, その原因を調べる為に, 連続実験の定常期における生物膜を使, て回分実験を行な, たのでその結果を報告する。

2. 実験及び分析方法 図1に示した連続実験装置で完全混合, $V: 12.56 \text{ l}$, 水温: $20 \pm 1^\circ\text{C}$, $K_L a: 0.111 \text{ hr}^{-1}$ に表1の連続用基質を水理学的滞留時間(HRT)4hrで流し, 流出水の水質が定常にな, た時の生物膜を用いて回分実験を行な, た。連続実験装置内壁のゴム板に付着増殖した生物膜をビーカーの蒸留水中にかき落し, 3000 rpm 5分間遠心分離を行ない, 上澄みを洗浄した。この操作を2回くり返した後, ホモジナイザーで 20 W 2分間の処理を行ない菌を分散させこれを接種液として用いた。回分実験には 500 ml の坂口フラスコを用い, 振とう培養器で培養を行な, た。坂口フラスコを 170°C 1時間乾熱滅菌した後, 表1の $\text{Run } 1 \sim 4$ の基質を 0.1 N NaOH で $\text{pH } 7.8$ に調整し 500 ml 注入し $12^\circ\text{C}/\text{atm}$ 15分間を蒸気滅菌を行な, た。これに充の接種液 10 ml を混合し 20°C 110 rpm 振とう中 5 cm で振とう培養を行な, た。

フラスコから定期的に採水し分析を行な, た。分析は試料を東洋沙析製 $\text{GS } 25$ で吸引濾過し, 濾紙上の濾過残渣を 110°C 2時間乾燥重量として求めこれを SS とした。濾液について pH を電極法で測定し, アンモニア性窒素をインドフェノール法で, 亜硝酸性窒素をオナフタルアミノ-スルファニル酸法で, 硝酸を Cd-Cu カラムで亜硝酸に還元した後オナフタルアミノ-スルファニル酸法で亜硝酸との合計量として, TOC を TOC 分析機を用いてアングラ法でそれぞれ定量を行な, た。

3. 実験結果及び考察. 図2~5に各 Run の SS , pH , TOC , アンモニア性窒素, 亜硝酸性窒素, 硝酸性窒素の経日変化を示した。

(a) SS , TOC について: SS はグルコース無添加の $\text{Run } 1$ (図2)を除いて, 1日目でピークをとる。これは,

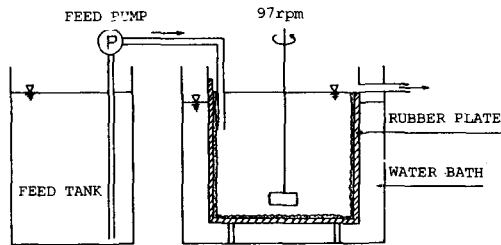


図-1 連続実験装置

表-1 基質組成

	Glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) mg-C/l	Ammonium chloride (NH_4Cl) mg-N/l	KH_2PO_4 mg-P/l	Na_2HPO_4 mg-P/l
連続実験用	10	10	0.6	1.5
Run 1	0	10	0.6	1.5
Run 2	5	10	0.6	1.5
Run 3	10	10	0.6	1.5
Run 4	20	10	0.6	1.5

グルコースを利用可能な従属栄養細菌が増殖する為である。この時グルコースが消費されるため、TOC濃度は急激に減少する。またこのとき、アンモニア性窒素濃度も減少するが、亜硝酸及び硝酸濃度が増加しないことから、これは従属栄養細菌の菌体合成に利用されたものである。グルコースが消費されると従属栄養細菌は基質がなくなるために、内生呼吸期に入る。したがってSSは減少する。また、TOC濃度が設定濃度より高いのは、菌体の洗浄が不十分で、たまためと思われる。

(b) 硝化について：図2～5から、初期グルコース濃度が高くなるにしたがって硝酸濃度の立ち上がり勾配がゆるやかになり、硝酸の生成が遅くなる（硝酸生成速度が遅くなる）。これは、回分実験では、連続実験の時のようにDOの制限がなく、1日ではほぼグルコースが消費されるSSも減少し従属栄養細菌の活性も高くないと考えられるので、DOによる硝化の阻害は考えられない。グルコースのように細菌にとって利用しやすい物質は速やかに消費される。したがって、1日目でTOCが減少するのはグルコースの消費によるものであり、その後TOCが容易に下がらないのは、このTOCの成分がグルコースでは無く、従属栄養細菌の代謝産物であろうと思われる。このTOC濃度が3mg-C/l以下に下がると硝酸の生成が進むことから、従属栄養細菌の代謝産物のうちの何らかの成分が、硝化菌の硝化活性を阻害しているものと思われる。また、硝酸濃度が1mg-N/l以上に達する硝化が進まないのは、US EPA¹⁾が活性汚泥で行った実験からpH 7.1で硝化が50%阻害されると報告していることから、pHが硝化を抑制しているものと思われる。

4 まとめ。グルコースの添加による硝化作用の減退は、従属栄養細菌の代謝産物の何らかの

成分が、硝化菌に対して阻害的に働くことによるものと思われる。

参考文献

- 1) Sharma, B. et al. (1977)
Nitrification and Nitrogen Removal, Water Research Vol.11, pp897.

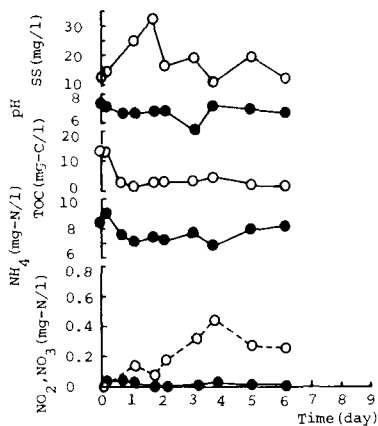


図-4 Run 3 の経日変化

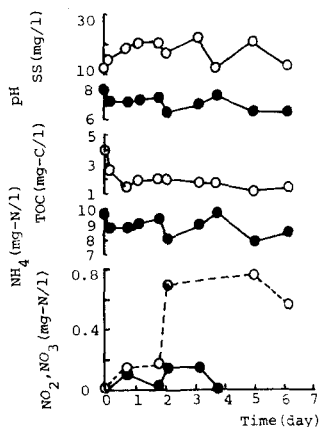


図-2 Run 1 の経日変化

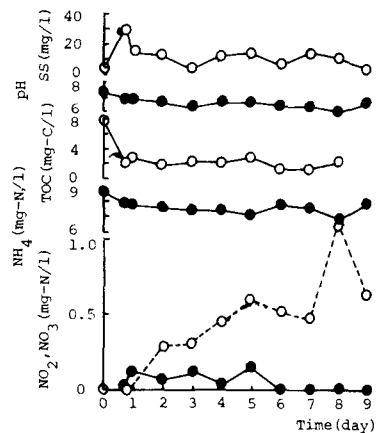


図-3 Run 2 の経日変化

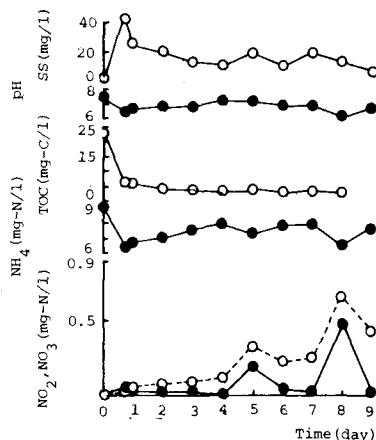


図-5 Run 4 の経日変化