

宮城県土木部 (正) 〇 進藤 光司
 東北大学 (正) 松本 順一郎
 東北大学 (学) 柏崎 昭宏

1. 始めに

最近の硝化に関する研究により、河川や湖沼等の自然水域でのDOの消費に於て、硝化作用の占める割合が決つて少くなくのこととわかつて来たが、従来の硝化に関する知見は、活性汚泥を中心とした、処理場での高濃度のNH₄-N についてのものが多く、実際水域に放流されたNH₄-Nに関するものは少ない。著者は、二次処理水としてNH₄-Nが放出された場合を想定して実験を行い、幾つかの知見を得ることが出来た。

2. 実験概略

Table 1, Fig 1 に実験に用いた基質と装置を示す。装置は単槽連続攪拌式であり、恒温水槽を用いて20°Cに保った。また特に硝化菌の付着増殖性を考慮して、槽内壁及び底面に計29枚のゴム板を設置した。実験は1系、30日~60日に渡って行った。Run 6は、Run 1の基質にNaHCO₃をI.Cとして5mg/l、Run 7, 8, 9はRun 1, 3, 5に各々25mg/l添加した系である。なお次のP₂O₅-Nは、Run 1~9について同様に設定した。V(槽容積)=12.5ℓ, H₂O=4ℓ, D(希釈率)=0.25 1/日, K_{La}=0.111 1/日。また有機炭素源としては、グリコーンを用いた。

3. 結果と考察

定常期に至る項目の平均値をTable 2に示す。定常期を得るまでに、付着生物膜の形成に基質を流し始めた場合50~60日、付着生物膜のある系の場合30~40日を要した。

table 1 基質 (mg/l)

各Run共通		
NH ₄ Cl		19.0
KH ₂ PO ₄		2.7
Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O		16.6
Run	CaH ₂ O ₆	C/N
1	0	0
2	6.25	0.5
3	18.76	1.5
4	25.0	2.0
5	37.5	3.5

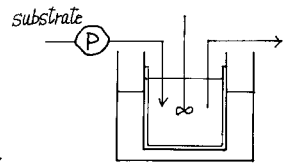
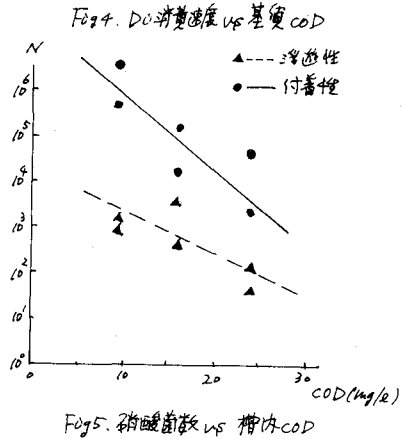
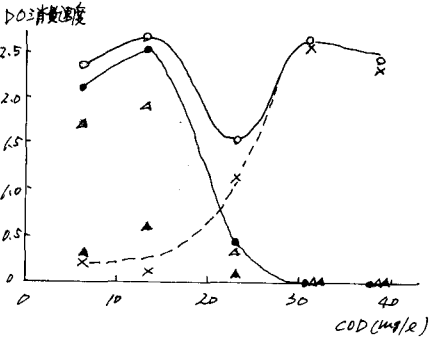
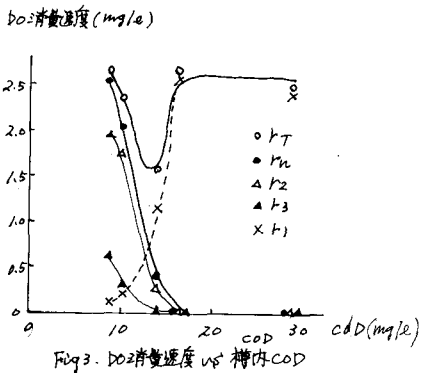
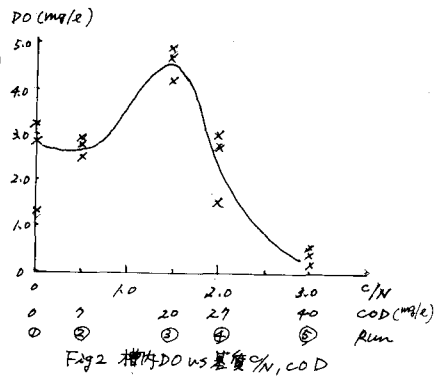


Fig 1 実験装置

Table 2 定常期の平均値

項目	Run 1	2	3	4	5	6	7	8	9
NH ₄ -N in	4.86	4.84	4.84	4.92	4.58	4.94	5.13	4.88	4.99 (mg/l)
" out	2.40	1.95	4.18	4.16	3.42	1.46	2.30	4.28	3.42 (")
設定基質 C/N	0	0.5	1.5	2.0	3.0	0	0	1.5	3.0
COD in	6.38	13.34	22.92	30.83	38.54	7.06	7.50	22.81	37.07 (mg/l)
" out	11.08	9.63	14.29	15.37	23.46	9.50	7.88	12.75	19.49 (")
DO in	10.27	16.17	9.37	10.35	7.24	11.20	10.92	10.42	9.72 (")
" out	3.25	2.86	5.59	2.23	0.35	2.28	2.63	3.05	0.75 (")
添加IC	0	0	0	0	0	15	25	25	25 (")
槽内水温	20.1	19.8	20.1	19.8	20.1	19.8	19.3	19.3	19.3 (°C)
pH	6.97	6.82	7.06	6.95	6.97	7.24	7.48	7.59	7.43
D(希釈率)	0.290	0.227	0.247	0.242	0.226	0.241	0.249	0.259	0.234 (1/日)
付着生物量	0.22	0.25	0.35	0.26	0.43	0.35	0.27	0.26	0.24 (mg/cm ²)
亜硝酸菌 付着	>10 ⁹	—	>10 ⁹	—	>10 ⁹	—	>10 ⁹	>10 ⁹	>10 ⁹ (cell/cm ²)
" 浮遊	>10 ⁹	—	>10 ⁹	—	>10 ⁹	—	>10 ⁹	>10 ⁹	>10 ⁹ (cell/ml)
硝酸菌 付着	3.4x10 ⁶	—	1.8x10 ⁹	—	2.6x10 ⁷	—	4.8x10 ⁵	1.6x10 ⁵	9.8x10 ⁸ (cell/cm ²)
" 浮遊	9.1x10 ²	—	5.2x10 ²	—	4.0x10 ¹	—	1.4x10 ³	4.4x10 ³	1.4x10 ² (cell/ml)

Fig 2に槽内DOと設置基質の濃度のCODの関係を示す。図より知られる様に、流入CODが20 mg/l、C/N=0.5 (NH₄-N=5 mg/l)付近で最もDOが高い状態になっていて、流入のペースをそれ以下の減らしてもDOは高くなる。逆に減少していった。DO消費速度を求め、槽内CODに対して表わしたものがFig 3である。その流入CODに対して表わしたものがFig 4である。TotalのDO消費速度は $r = D(DO_{in} - DO_{out}) + K_L(C^* - DO_{out})$ 、亜硝酸菌の呼吸による消費は、 $r_2 = 1.11 N_2$ 、硝酸菌の呼吸による呼吸は、 $r_3 = 3.22 N_3$ 、硝化全体による消費は、 $r_n = r_2 + r_3$ 、従属細菌による消費は、 $r_f = r - r_n$ とし求めた。N₂、N₃は各々NO₂-N、NO₃-Nの生産速度である。理論上は1/4 N₂、3/4 N₃ であるが、本実験ではこれを用いると硝化の進んでいく系(Run 2, 6, 7)で $r_f < r_n$ となり矛盾を生じ、Webernakの提唱している1/11、3/22とこの値の方が実験結果に満足した。図より知られる様に、槽内CODが10~20 mg/lの間で硝化作用は急激に表え、特に従属細菌の呼吸が急増する。そのため r_n と r の交差、即ち槽内CODが10~14 mg/l付近でDOの消費が最小になるといった。また流入CODについて言えば、曲線は更に左方向展開し、丁度U字型を示す様になる。COD=20~30 mg/l での全と変化してゆくの、DOの減少によって好気性従属細菌の活性が制限される様になるかと考えられる。実際Run 4で、既に部分的に脱窒が起り、嫌気的になっていった。



以上より、比較的任濃度(5 mg/l程度)のNH₄-Nが流入する場合、(1) 有機炭素が非常に少ない時は、付着生物の硝化作用によってかなりのDOが消費され、その消費速度は流入CODが30 mg/l以上の従属細菌の呼吸速度に近しい。(2) 流入CODが20 mg/l (C/N=0.5)、槽内CODが13~14 mg/l付近に最も、TotalのDO消費速度が小さくなる様子が付着生物に在在することを考えられる。ただし、本実験系では水の量に比べて付着面積が大きく、HRT = V / Q_{in} と限定されたものであるため、他の条件が校当り更に必要とされる。

Fig 5に、硝酸菌数と槽内CODの関係を示したが、菌数Nは、log Nが有機物の増に伴って直線的に減少していった。本実験では亜硝酸菌数と正しく相関していった。MPN試験の回数も多くはないうが、有機物による硝化作用の阻害については、有機物の増に伴って硝化菌数のorderが直線的に減少し、更にそのorderの減少に比例して硝化作用が表える、またある菌数以下では十分な硝化作用が起らず、それは硝化菌の場合 10^3 cell/cm^2 以下であると推定される。(2) 浮遊性の硝酸菌は付着性のそれの1/100程度であった。浮遊性菌による硝化作用は無視し得よう。

参考文献 1) Bhavender Sharma & S.O. Aher, "Nitrification and nitrogen removal", Water Research, Vol. 11, pp 897~920 (1974)