

宮崎大学工学部 正 石黒政儀, 正 増田純雄
学 〇永野 広, 学 野口和弘, 学 高木邦好

1.はじめに: 筆者らは、生物学的硝化、脱窒反応に関する諸研究を行い、固定生物膜反応の定常動力学式を提示した。本文では、除去速度を0次反応と仮定し、生物学的脱窒反応と有機物除去に関する一連の回分実験を行い、脱窒反応速度および有機物除去速度と水温との関係について報告する。

2.実験装置および実験条件 a)生物学的脱窒反応: 実験装置を図-1に示す容量3ℓのフラスコに回転円板パイロットプラントに付着生育した脱窒菌を投入し、スターラーで攪拌しながらヒーターを用いて水温を一定に保った。C/N比 ($\text{CH}_3\text{OH}/\text{N}$) = 3で固定し、炭素源としてはメタノール (CH_3OH) を使用、微

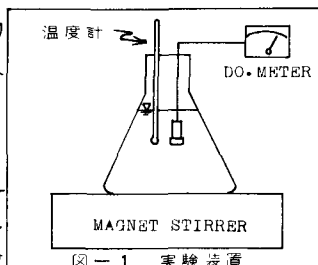


図-1 実験装置

生物量 (MLSSとVSSで表示) と水温を実験変数として一連の回分実験を行なった。b)有機物除去速度: 実験装置は脱窒反応と同様の装置を用い、ウォーターバスにより水温を一定に保持した。3ℓフラスコに一週間以上バッチ方式で培養した好遊性菌を入れ、酸素律速を生じない十分な曝気を行い、有機物としてはメタノールを添加し初期濃度は一律に200mg/ℓとした。水中の残留メタノールはガスクロマトグラフィーを用いて検出し、各種の水質試験は下水試験法によった。

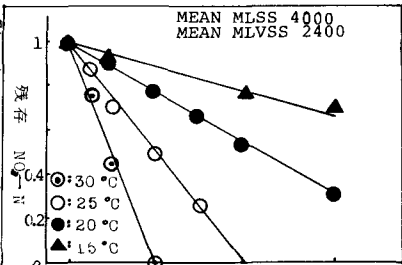


図-2, 反応時間と残留 $\text{NO}_3\text{-N}$ の関係

3.実験結果および考察 a)反応次数の決定: 図-2に回分実験における温度を変化させた時の $\text{NO}_3\text{-N}$ 残存率と反応時間の関係を示す。縦軸は各排水時の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を初期濃度で除して無次元化してある。この図より水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は各温度でほぼ直線的に減少しており、脱窒反応は0次反応である。また、温度の低下と共に $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去速度は低下していることがわかる。図-3は温度をパラメーターとして、メタノール残存率と反応時間の関係を示す。この時の平均MLSSは、4000mg/ℓであり、この図より有機物除去反応も0次反応であることは明白である。図-2に比べて25℃と20℃の直線の間隔が広いのはMLSS

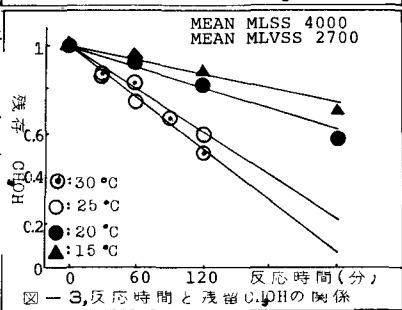


図-3, 反応時間と残留 CH_3OH の関係

SSの変化によるものである。また、ガスクロマトグラフィーの充填剤としてPEG 1000を用いたが、これでは低濃度メタノール検出に限界があり、実際判定したのは、200~50mg/ℓの範囲のもので低濃度領域においては検討していない。この他に、シリーズとして表-1に示すように菌濃度を変化させて同様の実験を行なったが、水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度とメタノール残存率は直線的に減少し、0次反応であった。

b)脱窒反応速度の定量化: 脱窒反応が0次反応であるから硝化の場合と同様の定常動力学式として脱窒反応速度は次式で表わされる。

$$\frac{dC_N}{dt} = R_d = k_d \cdot X_M \quad (1)$$

ここに、 C_N : $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度 (mg/ℓ)

R_d : $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去速度 (mg/ℓ・hr), k_d : $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去速度係数 (mg/ℓ・hr・VSS), X_M : 脱窒菌濃度 (VSS)

	表-1 脱窒(A~C)及びCH ₃ OH(D~G)のθ、E値			θ	E
	MLSS	MEAN MLVSS	MLVSS/MLSS×100		
A	5700	3500	61.8	1.18	32000
B	4000	2400	59.9	1.15	24500
C	1800	1100	59.6	1.14	21400
D	4000	2700	68.1	1.09	14400
E	3200	2100	67.6	1.04	6900
F	1500	900	61.5	1.12	19200
G	6200	4000	63.7	1.09	14700

Temperature (°C)	Reaction Rate (R) for CHOH-r (○)	Reaction Rate (R) for Den.-r (●)
0	0.00	0.00
10	0.05	0.02
15	0.30	0.15
20	0.48	0.25
25	0.72	0.48
30	1.00	1.00

図4 反応速度と温度の関係

Figure 5 is a Phelps Plot showing the relationship between reaction rate (R) and temperature (T) for two different catalysts. The y-axis is labeled '反応速度' (Reaction Rate) and is on a logarithmic scale from 1 to 30, with a multiplier of 10^3 . The x-axis is labeled '温度 (°C)' (Temperature in °C) and ranges from 15 to 30. Two data series are plotted: 'Den: M.L.SS4000, θ : 1.15' (filled circles) and 'CHOH: M.L.SS4000, θ : 1.09' (open circles). Both series show an increase in reaction rate with temperature, with the Den series generally having a higher rate at higher temperatures.

Temperature (°C)	Den: M.L.SS4000, θ : 1.15 (Reaction Rate $\times 10^3$)	CHOH: M.L.SS4000, θ : 1.09 (Reaction Rate $\times 10^3$)
15	~2.5	~4.5
20	~4.5	~7.5
25	~10.5	~13.5
30	~22.5	~18.5

●:Den:M.LLSS 4000,θ:1.15
○:CHPH:M.MLVSS 4000,θ:1.0

Arrhenius Plot

4. おわりに: 本文では脱窒反応と有機物除去反応が0次反応であることを明らかにし、脱窒の場合、 $\theta = 1.16$

参文: 1) Y.WATANABE,M.ISHIGURO:Dentrification Kinetics in a submerged Rotating Biological Conference of IAWPR.Prog.Wat.Tech.Voll0,No516,ppl87-195,June 1978.Stockholm SWEDEN 2)Y.WATANABE,M.IISHIGURO,and K.NISHIDOME:Nitrification Kinetics in a Rotating Biological Disk Reactor,10th International Conference of IAWPR.June23-27,1980 Tront CANADA. 3)吴惠如、王富喜等:硝化反应上膜生物反应器研究,《环境工程学报》第5卷,第2期,1978。 4) R.DAWSOM and K.L.MURPHY:The Temperature Dependency of Biological Denitrification,Water Research Pergamon Press 1972.Vo16pp71-83 6) P.S.CHEUNG:Biological Dentrification in the Rotating-Disk System,Wat.Pollut.Control Vol.78, No 3 1979