

東北大学工学部 正員 松本順一郎
 埼玉県立大学 関 恒雄
 東京都 橋本 義彦

1. 緒言；排水中に含まれる $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ などの除去方法として生物学的脱窒素法がある。近年、付着生物型の脱窒菌を使った処理方法が多く提案されるようになったが、ここでは諸因子間の関係を知る上で重要な菌体量の把握のため、浮遊生物型の単槽連続培養実験を試みた。実験は滞留時間を違えて7例の連続実験を行った。多少注目できる結果もみられるので、ここにその概要を報告する。

2. 実験装置；図1に実験装置の概略を示す。装置が外に開放されているのは、基質の所だけであるが、稀釈率が極めて小さいので、系内のDOは零としてよい。従って系は完全な嫌気状態に保つてたものとする。

混合はガス循環による完全混合であるが、槽内壁への生物付着を

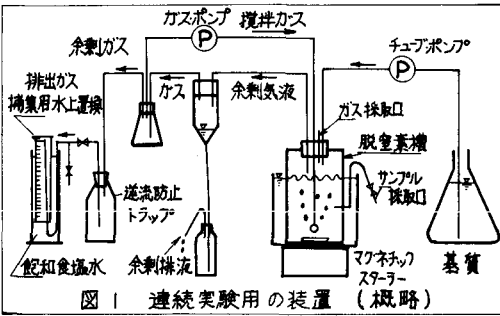


図1 連続実験用の装置（概略）

防止するためスターラー攪拌や、槽内の攪拌子に外から磁石を使い、壁面を這わせることを通時行ったりした。

発生したガスは、水上置換のメスシリンダーで捕集した。

3. 流入基質；表1にその組成を示す。これは標準組成であり、実際の濃度は $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 CH_3OH については各測定時に基質についても測定した。

$\text{NO}_3\text{-N}$ の量に対し KH_2PO_4 が相対的に少量であったため、pHの上昇幅が結果的に大きなものとなった。

4. 実験方法；種汚泥はスキムミルクで培養してきた活性汚泥とし、 N_2 ガスで槽内を置換し連続運転を開始した。

表1 基質組成

$\text{NaNO}_3\text{-N}$	200 mg/l
CH_3OH	595
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1
KH_2PO_4	17.5
水道水	

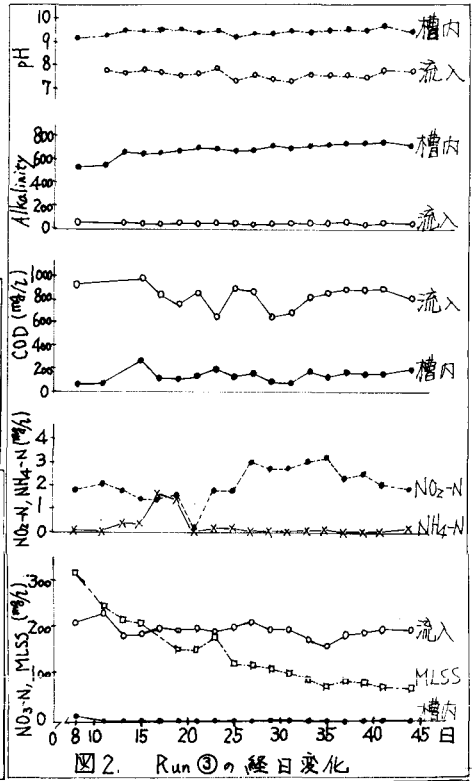


図2 Run ③の経日変化

表2 各連続実験の定常値と各指標

連続実験 Run No.	Run ①	Run ②	Run ③	Run ④	Run ⑤	Run ⑥	Run ⑦
定常状態域	24日~	28日~	37日~	32日~	24日~	47日~	47日~
滞留時間(day)	4.70(0.213)	4.95(0.202)	7.40(0.185)	7.52(0.183)	8.13(0.123)	5.25(0.059)	5.16(0.097)
培養温度(°C)	25±2	25±2	25±2	25±2	25±2	25±2	25±2
pH	流入	7.67	7.81	7.67	7.71	7.74	7.65
	槽内(pH)	9.36(1.69)	9.62(1.81)	9.64(1.97)	9.67(1.96)	9.34(1.60)	9.64(1.99)
Alkalinity(meq/l)	流入	46	54	54	47	44	54
	槽内(ΔALK)	662(616)	611(557)	748(694)	794(747)	718(674)	789(739)
MLSS(mg/l)	流入	456	650	735	125	115	110
	槽内	1964	1920	1865	1970	1953	1790
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l)	流入	4.9(0.185)	3.49(0.157)	0.48(0.060)	0.96(0.180)	0.43(0.147)	0.166(0.283)
	槽内(Δ $\text{NO}_3\text{-N}$)	6.84	3.17	2.19	0.668	1.02	0.892
$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/l)		0.04	0.05	0.03	0	0	0.06
$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/l)		839	839	860	848	846	853
COD_L (mg/l)	流入	240(599)	253(526)	178(682)	124(724)	141(705)	155(628)
	槽内(ΔCOD)	0.123	0.076	0.0611	0.0308	0.0234	0.0299
上ガス発生速度(mL/mgMLSSh)		0.251	0.414	0.395	0.638	0.590	0.674
$\text{Y}_{\text{X/NO}_3\text{-N}}$ (mgMLSS/mg $\text{NO}_3\text{-N}$)		0.0761	0.111	0.108	0.173	0.163	0.157
$\text{Y}_{\text{X/COD}}$ (mgMLSS/mgCOD)		0.848	0.488	0.342	0.209	0.208	0.107
$\text{V}_{\text{NO}_3\text{-N}}$ (mg $\text{NO}_3\text{-N}$ /mgMLSS day)		2.80	1.82	1.25	0.770	0.754	0.418
V_{COD} (mgCOD/mgMLSS day)		3.39	3.55	3.73	3.81	3.46	4.11
$\Delta\text{ALK}/\Delta\text{NO}_3\text{-N}$ (mg CO_2 /mg $\text{NO}_3\text{-N}$)		3.30	3.73	3.67	3.69	3.62	3.90
$\Delta\text{COD}_L/\Delta\text{NO}_3\text{-N}$ (mg CO_2 /mg $\text{NO}_3\text{-N}$)		90.2	92.0	75.4	92.0	69.6	124
N_2 ガス回収率(%)		0.2/3	0.202	0.135	0.133	0.123	0.0656
μ :比増殖速度(day ⁻¹)		0.202	0.135	0.133	0.123	0.0656	0.0977

槽内の温度は、 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ の範囲内に維持した。

5 実験結果および考察；連続実験

の経日変化の一例としてRun ③の経日変化を図2に示す。

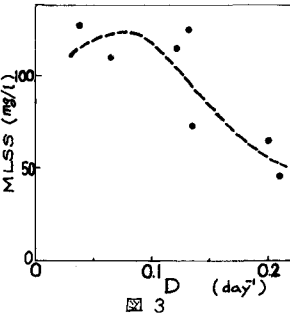


図 2

このRunでは、37日めから定常域に入ったものと判断している。このような連続実験を7系列行ない、その結果得られた定常後のデータ(平均値)が表2である。図3からは、各稀釈率に対してそれぞれの因子をプロットした図である。

菌体量はMLSSを用いることとし、図3に稀釈率Dに対しMLSSの定常値をプロットした。これは他の文献にみられる結果に類似しているが、測定点が少ないので信頼性にやや欠けよう。NO₃-Nの除去率は全てのRunで100%近いので、図4の収率は図3の挙動に類似した。図5も同様である。図3や図8、9から勘案すればwash-out域は、 $D > 0.2 \text{ day}^{-1}$ にあることが推定できよう。

図6、7には、それぞれNO₃-N, CODに対する比消費速度をとった。Run ①のためか、試みに求めた維持定数が負となった。

図8にNO₃-N, 図9にNO₂-Nの槽内濃度を図示した。いずれも $D > 0.2 \text{ day}^{-1}$ で濃度が顕在化している。 $D = 0.15 \sim 0.5$ 間における脱窒素菌の挙動について、より詳しい調査が必要であろう。

有機炭素源CH₃OHは、脱窒素に伴う水素供与体として、菌体のC源として消費されるが、この比はNO₃-Nの消費量に一定比あるとするのがMcCartyの理論であり、図10もほぼそれを満足した。

発生したガスは、ガスクロムの分析により全てN₂ガスとみなしてよいことが分った。図3よりDが大きいと菌体量は減少するが、脱窒素率はそれと減少しないので、流入するNO₃-Nが稀釈率に

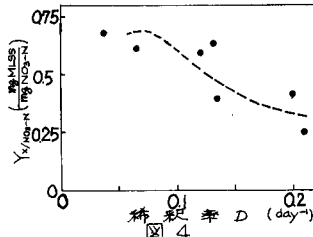


図 4

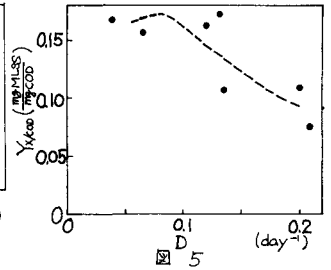


図 5

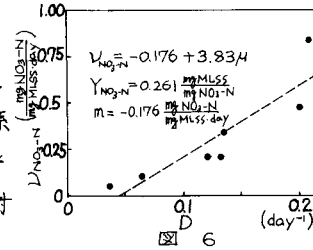


図 6

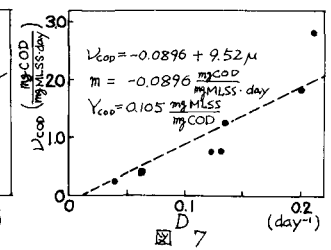


図 7

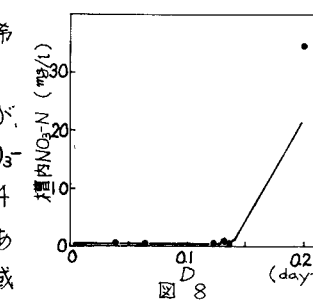


図 8

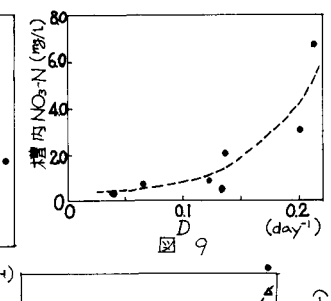


図 9

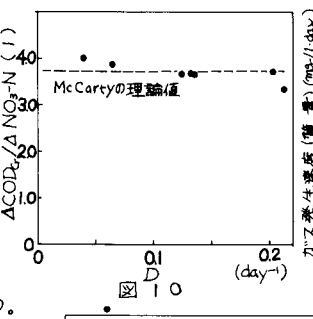


図 10

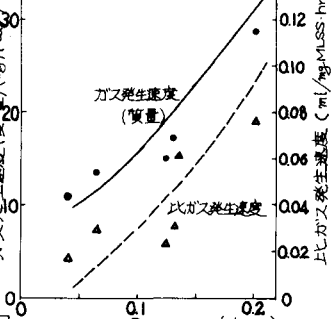


図 11

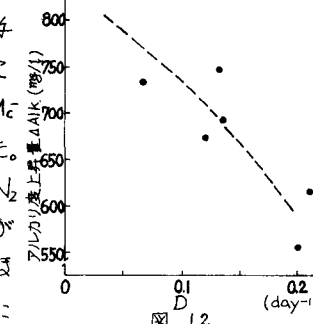


図 12

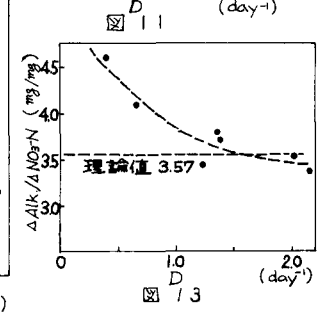


図 13

比例して増大することを考えると、図11の比ガス発生速度の動きは理解できよう。

図12にアルカリ度上昇量、図13に $\Delta\text{Alk}/\Delta\text{NO}_3\text{-N}$ をプロットした。図13は、理論的に一定値を示すはずであるが、稀釈率が小さくなると溶解した炭酸ガスの緩衝作用が増加し $\Delta\text{Alk}/\Delta\text{NO}_3\text{-N}$ 比が大きくなる値を示した。他のデータからもアルカリ度の上昇変動が、脱窒素性状をよく示す優れた指標となりうるようになった。