

山口大学 大学院 学生員 水船 清司
山口大学 工学部 正会員 石川 宗孝
山口大学 工学部 正会員 中西 弘

1. はじめに 筆者らは、単一曝気槽で高率でおこっている脱窒現象のメカニズムを種々検討してきた。これら一連の研究成果からこの単一曝気槽での脱窒機構は、槽内部に嫌気部ができ、ここで脱窒する、いわゆる部分的嫌気説が有力であり、(ii)曝気槽内の流動パターン特に曝気槽形状・曝気操作等による池回流・循環流によって、 $\text{NO}_{2.5}\text{-N}$ が嫌気部へ流入し窒素除去率を高めていると考えられる。そこで、単一曝気槽内部の状態を把握するため槽列モデル型曝気槽を製作し、定量ポンプで循環流を与えた連続実験を試み、検討したので報告する。

2. 実験装置および実験条件

実験装置の概略を図-1に示す。実験に供した汚泥は、宇部市A下水処理場の返送汚泥を種汚泥として既報した模ギレ床を用いて表1に示す各実験条件下で長期馴致した。

実験は、使用する一日分程の模ギレ床を貯留タンクに入れ、定量ポンプで槽列モデル型曝気槽に連続投入した。貯留タンクでは冷却・攪拌している。又、循環流は各槽間で同量とし、原水流入量 Q に対して $0.2Q \sim 2.0Q$ に設定した。汚泥返送、希釈はそれぞれ $3Q, 4Q$ に設定した。尚、循環、希釈操作は連続的に、汚泥返送は一日30min×6回1時間あたりでそれぞれ定量ポンプにより行なった。十分に馴致した頃、原水貯留タンク、各曝気槽および沈殿池で同時にサンプリングし、混合液とろ液を分析した。

3. 実験結果および考察

(1)流動特性: 実験に用いた槽列モデル型曝気槽の流動特性は、応答法による流動実験を行なった結果、循環流を考慮した数学モデルとその流動パターンはほぼ一致している(図-2)。循環比 h (ここでは流入水量に対する比)が大きくなると完全混合型に近づく。

従って、連続実験結果と定量的に検討するのに有意義の装置であると思われる。

(2)DO, ORP: 図-3に実験結果の一例を示す。これはRun 4(循環比 $h=10$)とその各槽での各2の分析値を示したものである。DO・ORPに注目するとオ1槽からオ3槽にかけてDOは 0.4mg/l であり、完全に嫌気状態を呈している。又、ORPはオ1, 2槽は(-)側の値であり、特にオ2槽では還元作用が強いことを示している。各Runともこの嫌気状態を呈する槽がオ1~3槽存在している結果から、部分的嫌気説の証明ともなる。

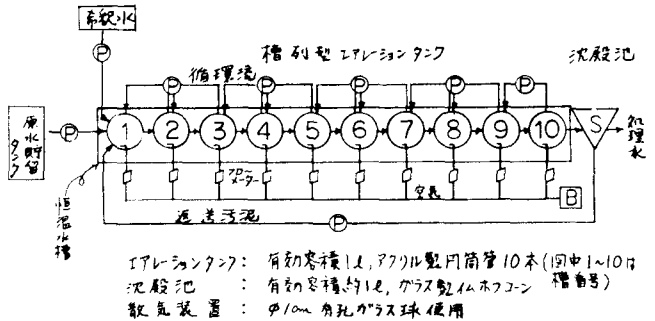


図-1 実験装置概略図

表-1 実験条件

項目	Run No.	1	2	3	4	5
原水流量(l/min)		0.0416	0.042	0.042	0.0416	0.042
返送率	τ	2.88	2.79	2.73	2.90	2.85
希釈率	P	4.22	4.09	4.11	3.92	3.80
循環比	h	0	2	5	10	20
原水滞留時間(h)		9.9	10.0	10.0	9.9	10.0
原COD(mg/l)		3066	3484	3430	4255	2808
水 $\text{Kj-N}(\text{mg/l})$		4113	4512	4696	4800	4570
平均SS(mg/l)		4790	5475	5399	5679	6687
平均水温($^{\circ}\text{C}$)		29.9	29.4	30.3	29.7	31.7
原COD(mg/l)		0.309	0.348	0.342	0.429	0.280
水 $\text{Kj-N}(\text{mg/l})$		0.415	0.450	0.469	0.484	0.456

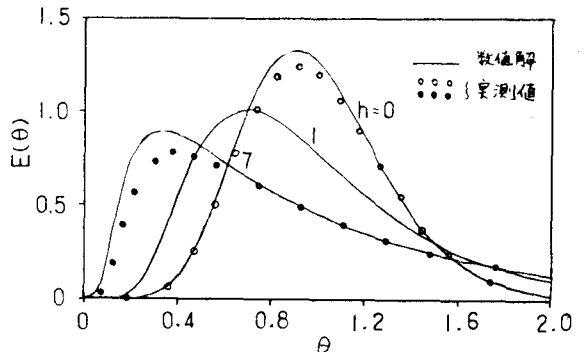


図-2 滞留時間分布曲線

(3) 循環比とT-N, Kj-N除去率: 循環比をパラメータとしてT-N, Kj-N除去率を示したのが図-4である。

循環比 $R=0$ ときT-N除去率は約50%でありこれを大きくするに従ってT-N除去率は徐々に高まり、 $R=10$ 以上では60%となっている。これは、槽間での循環操作により後半槽で生成した $NO_{3,3}$ -Nが、嫌気性を呈し、しかも有機C源が大量に存在する前半槽特にオ1槽に流入して脱窒した結果、T-N除去率を高めたものといえる。又、オ1槽ではKj-N除去もあるのでここで生成した $NO_{3,3}$ -Nの脱窒も考えられる。

(4) 曝気槽内のN挙動: 単一曝気槽内の各N分布が循環比をパラメータとした場合どう変化していくか数値的計算したのが図-5である。曝気槽をわりの物質収支は次のようである。ここで、汚泥返送、泥殿池での反応は無視した。

オ1槽: $\sum \frac{dC_i}{dt} = Q(C_0 + C_u + R C_2 - (1+p+r)C_1) + \frac{R}{p} R_i$
 オ2槽 ($i=2 \sim m-1$): $\sum \frac{dC_i}{dt} = Q\{(1+p+r)C_{i-1} + R C_{i+1} - (1+p+r)C_i\} + \frac{R}{p} R_i$
 オm槽: $\sum \frac{dC_i}{dt} = Q(1+p+r)(C_{m-1} - C_u) + \frac{R}{p} R_u$

ここで、 Q : 原水流入量, i : 返送率, R : 循環比, p : 希釈率 (t, R, p は Q に対する比)
 C : Kj-N または $NO_{3,3}$ -N濃度, R : 各々の反応速度, m : 曝気槽容積, n : 槽数, t : 時間
 添字は槽番号をなし0は原水。反応速度項は、 $Kj-N \rightarrow NO_{3,3}-N \rightarrow N_2$ の連続反応と考え、Kj-N除去と1次反応、脱Nを2次と仮定した。

T-N, $NO_{3,3}$ -Nとみると循環比が大きくなり程オ1槽で特に脱N量が大きくなる傾向にある。この計算では本実験結果が表れる傾向はある程度示し得たがまだ細部にわたっては不十分であった。今後DOとの関連等考えよう必要がある。

4. おわりに

結論をまとめると(1)本実験の槽列モデル型曝気槽は単一曝気槽内の諸現象の解析に有意義である。(2)単一曝気槽での脱窒反応は部分的に嫌気部が存在しそこで脱窒することを実証した。(3)槽内での循環流が窒素除去率を高めていることが明らかとなった。

尚、本研究の一部は文部省

科学研究費(試験研究)(2)研究課題番号54519)補助にFる。

文献)中西、石川: 好気性消化槽における窒素の挙動(4の2), 第32回土木学会年講(1977)

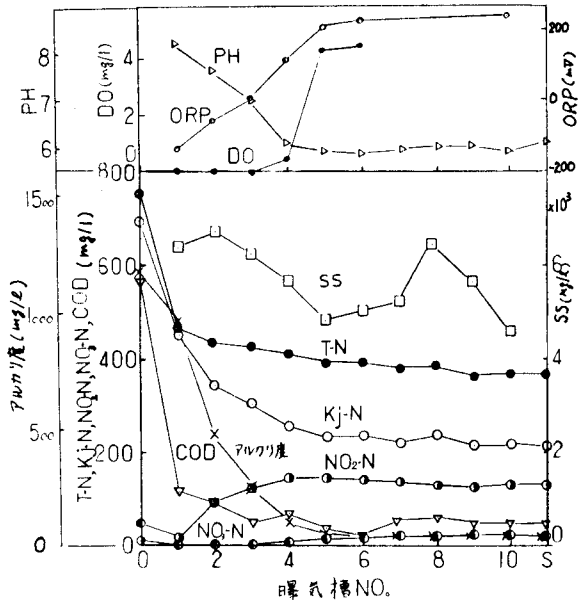


図-3 実験結果の一例(Run 4 循環比 $R=10$)

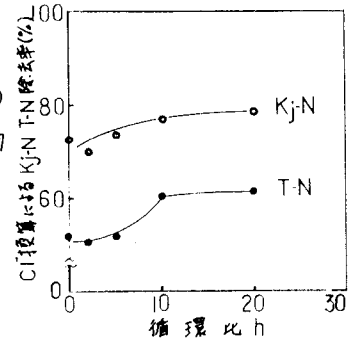


図-4 循環比とT-N, Kj-N除去率

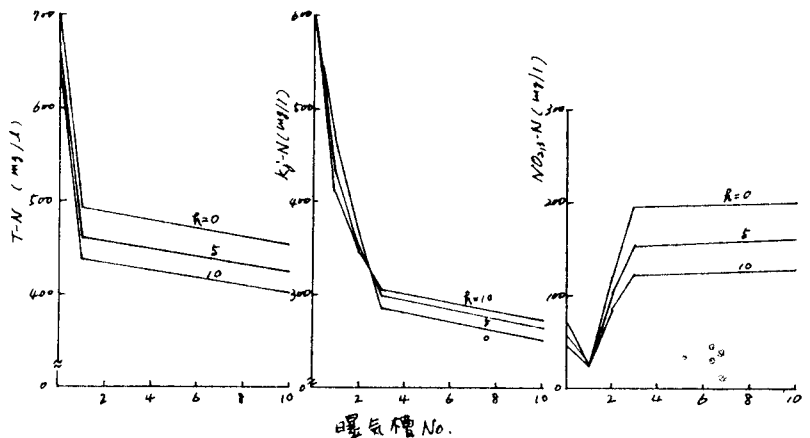


図-5 曝気槽内N分布計算結果の一例