

北大 工 高桑 哲男
北大 工 寺町 和宏
○ 北大 工 武智 弘明

1 はじめに

著者らは回転円板法に於ける基質除去現象のモデル化について昨年度発表したが、さらにモデルの適合性を検討したので以下に述べる。数式モデル・実験条件等は既報の通りであるが、モデルについては以下に再掲する。また基質としては Glucose も用いたが、馴養条件は表 1 に示す。

基 質	NH ₄ -N	Glucose
馴養時基質濃度	120 mg/l	1000 mg/l
馴養方法	D-05 の連続 Feed	24hr Fill & Draw
実験時 MLSS	約 2,300	約 25,000

表 1 馴養条件

$$\text{液本体側 } V \frac{dS_0}{dt} = -(Q + g + \frac{A}{2} K) S_0 + g S_i + \frac{A}{2} K S_{mo} + Q \cdot S_{in}$$

$$\text{生物膜側 } c \frac{dS_0}{dt} = \frac{A}{2} K S_0 - \frac{A}{2} K S_{mo} - \frac{1}{2} A M$$

$$\text{液本体側 } V \frac{dS_i}{dt} = g S_0 - (g + \frac{A}{2} K) S_i + \frac{A}{2} K S_{mo}$$

$$\text{生物膜側 } c \frac{dS_i}{dt} = \frac{A}{2} K S_i - \frac{A}{2} K S_{mo} - \frac{1}{2} A M$$

Q : 流入水量 (l/hr) S_{in} : 流入基質濃度 (mg/l)
 S_0 : 槽内基質濃度 (mg/l) S_i : 空中部基質濃度 (mg/l)
 V : 槽容積 (l) A : 円板面積 (100 cm²)
 m : 膜側を示す添字
 v : 付着水膜体積 (l) g : 付着水膜流量 (l/hr) b : 除去速度定数 (100 cm²/hr)
 c : 生物膜厚に関する係数 (l) K : 移動抵抗定数 (g/hr/100 cm²)

2 パラメータの値の決定

時定数の問題、基質濃度が負にならないという制限等から、各パラメータの値の決定には探索法を用いず、上記の方程式を解いて実測値と比較することにより決定した。物理的に決定されるものを除けば未知のパラメータは b, c, K の 3 つであるが、 b については式 (1)(2) で決められる。

$$b = (S_{in} - S_0) Q / A M \cdots (1) \quad \text{但し } c \text{ (mg/l/hr) とは Batch 実験時の}$$

$$b = V \cdot \frac{dS_0}{dt} / A M \cdots (2) \quad \text{最大除去速度部の値である。} b \text{ の}$$

値は回転数によらず一定である。 c は生物膜中の活性な部分の体積を意味するが、今回は生物膜全てを活性な部分と見なした。これらより結局 K が求まる。図 1, 2 には基質を NH₄-N と Glucose としたときの Batch 実験の実測値と、最終的に合致したと考えられる計算値の 1 例を示した。

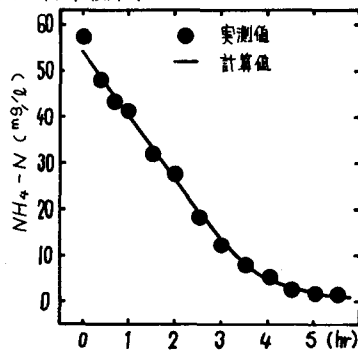


図 1 NH₄-N Batch 実験 (24 rpm)

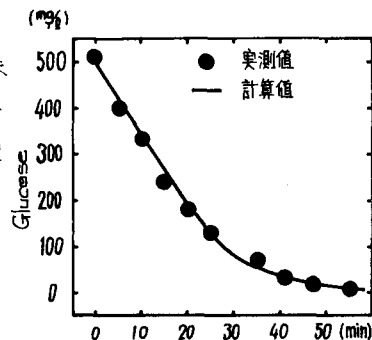


図 2 Glucose Batch 実験 (24 rpm)

3 適合性の検討

(1) Batch 実験時に於いて

回転数を 24 rpm とし、3 段階に変化させ Batch 実験を行ない K を求めたところ、 K の値が変れるのみで実測値に合致した。その結果得られた K の値は図 3, 4 に示すが、 K の値は拡散定数に比例的でなく、むしろ拡散定数の値の小さな Glucose が NH₄ よりも大きな K の値となった。また回転数に対する傾きは両方共に約 0.3 であるが、この K の値は回転数の 1/2 乗に比例する例えば液膜厚の様なものによる抵抗ではないということを示している。ところで Glucose 馴養の活性汚泥の場合は高々数時間の Batch 実験中では基質除去活性の変化が観察されるが、今回行った実験及び計算の範囲では b の値も一定

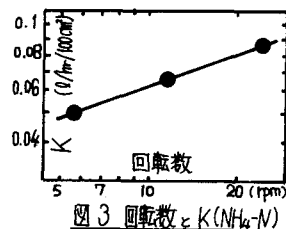


図 3 回転数と K (NH₄-N)

としたまま適合しえた。これは回転円板法でのF/M比が小さいことに基づいた結果と考えられる。

(2) 連続流実験について

(1)求めたKの値は連続流状態であっても変化する性質ではないので、pHや水温で変化する値の値を的確に求めることにより連続流状態をも表現できると考えられる。そこで流量又は回転数の一方をStep状に変化させ適合性の検討を試みたが結果は図5,6に示した。但し基質をGlucoseとした場合に長時間連続流(%)状態を続けると槽内の浮遊物質が著しく増加し、実験条件を一定に保ち得なかった。従って今回の実験は短時間のものとなったが、このような槽内微生物の変化をも表現しようとするれば、本モデル中に変量Mの項を導入する、除去活性の変化の項を導入する等が考えられる。

(3) 円板の径を変化させた場合

径の小さな円板での実験で得られた単位面積当たりの除去速度よりも、実際の処理装置へとスケールアップした際の単位面積当たりの除去速度が小となることがあるが、本モデルでは定常状態を考えると流出濃度 S_o は式(3)で求まる。即ち各定数の値が同じときには同一の流出濃度となるが、基質濃度が負になり得ないという制限から例えば図7の様な計算結果となり、結局径が小さな程単位面積当たりの除去速度が大であるということとなり、前述の結果と対応している。

(4) 浸漬率を変化させた場合

Ellisらは浸漬率(水面下面積/全面積)が26%のときに最大の除去率を得たとしているが、本モデルに於いても適当な定数の値を用いた計算結果では図8の如くなり、浸漬率25%付近に最大除去率を示す点がある。然しながら図中に示した様に通槽の形の槽を用いた場合には最大の点は存在せず、結局Ellisらの結果は用いた槽の特異性によると説明できる。ところで本モデルでは全体としての除去量即ち $Q \cdot (S_{in} - S_o)$ が浸漬率の増加に伴って増加するが、浸漬率50%以上では一定と計算される。これは現象と対応していないと考えられるので、空中部と槽内でのKの値を変えることや、変量として酸素を組み込むこと等が必要となると考えられる。

4 結論

今回の実験に於いては本モデルの適合性を確認できた。尚実用に供する為には定数b, C, Kの値に一般性を持たせ、その内容を明らかにする為には、さらに検討が必要と考えている。終わりに実験・計算に協力して頂いた堀尾重君、吉田俊夫君に謝意を表するものであります。

引用文献

- 1) 高橋・寺町・武智 回転円板法における酸素移動に関する考察, 日本化学会全国大会要集, 1976, OCT.
- 2) Ellis, K.V. et al. A Study of Rotating Disc Treatment Units Operating at Different Temperature, Water Pollution Control, 1976. JAN. pp 73-91

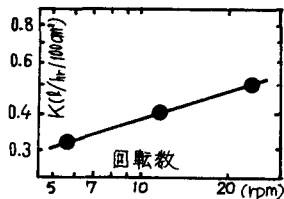


図4 回転数とK (Glucose)

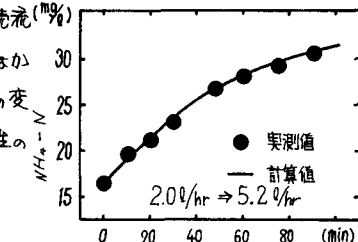


図5 流量Step変化

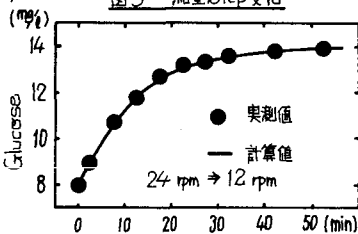


図6 回転数Step変化

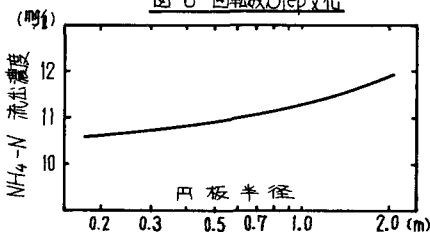


図7 円板半径による流出濃度の計算例

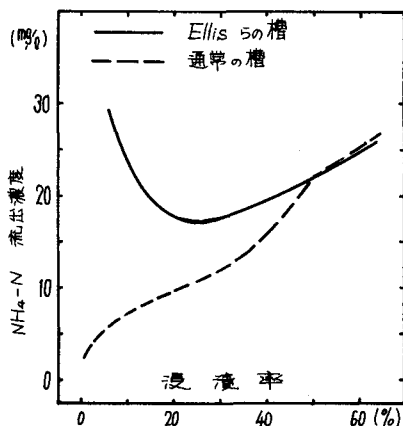


図8 浸漬率と流出濃度の1例