

## 討 議

### (19) メタン菌固着生物膜の酢酸除去速度に及ぼす温度の影響

宮崎大学工学部 渡 辺 義 公

生物膜法の効率を向上させるには、膜表面積を大きくすることは勿論であるが、いかにしてフラックスを大きくするかを理論的に解明することも重要である。そのためには、生物膜モデルの設定とモデルを表現する動力学式の選定が重要となる。原論文で取り扱った酢酸を基質とするメタン発酵反応は、単一基質のみに着目すれば良いので、理論的取り扱いが容易で生物膜モデルの検証にも有効である。討議者も全水没型回転円板法により、原論文と同様の研究を行っているので、相方の知見を対比しながら討議を進めたい。

Fig. 4 は生物膜法で得られる典型的な  $N_s \text{ flux}$  と  $C_s^*$  (液本体濃度) の関係である。このパターンは、1) 生物膜内の反応を Monod 型とした動力学式 (式-1) や 2) 生物膜への外部拡散 (液境膜物質移動) を考慮し、膜内の反応を 0 次とした動力学式 (討議者) によって表現できる。討議者の動力学式を展開すると、

$N_s \text{ flux}$  と  $C_s^*$  の関係は両対数紙上で勾配が 1, 1/2, 0 の直線と接する曲線 (Fig. A) で表わされる。図中の 3 つの領域における  $N_s \text{ flux}$  の温度依存性は式-A, B, C により記述できる。ただし、 $K_L$  は物質移動係数、 $R$  は生物膜内反応速度、 $C_s$  は生物膜表面基質濃度、 $D$  は基質の膜内拡散係数、 $L$  は生物膜厚、添字 0 は基準温度における値を示す。

$$\text{領域 1 : } \frac{N_s \text{ flux}}{N_s^0 \text{ flux}} = \frac{K_L}{K_L} \quad (\text{A})$$

$$\text{領域 2 : } \frac{N_s \text{ flux}}{N_s^0 \text{ flux}} = \sqrt{\left(\frac{R}{R^0}\right) \left(\frac{D}{D^0}\right) \left(\frac{C_s}{C_s^0}\right)} \quad (\text{B}) \quad \text{領域 3 : } \frac{N_s \text{ flux}}{N_s^0 \text{ flux}} = \left(\frac{R}{R^0}\right) \left(\frac{L}{L^0}\right) \quad (\text{C})$$

討議者は水温 36°C において、 $R=400 \text{ g-C/m}^3 \text{ h}$  を得、液本体酢酸濃度が  $10 \text{ mg-C/l}$  以上では領域 2 となることを確認しているので、式-B により  $N_s \text{ flux}$  と  $C_s^*$  の関係を描くと Fig. B の点線のようになった。

(1) 式-18 により  $N_s \text{ flux}$  と  $C_s^*$  の関係を近似し、 $(N_s)_{\text{max}}$  と  $K_s (K_s/\lambda)$  の値を推定している。しかし、 $\lambda$  の値を知るには  $M_s$  の値が既知でなければならない。すなわち、実測値  $((N_s)_{\text{max}}, K_s)$  から  $M_s$  と  $P_{es}$  を求めても、式-1 から  $N_s \text{ flux}$  と  $C_s^*$  の関係を計算できない、式-18 を導入した意味を含めてコメントいただきたい。

(2)  $K_s$  は温度に無関係としているが、 $K_s=166 \text{ mg COD/l}$  at 35°C,  $K_s=571 \text{ mg COD/l}$  という報告もある。 $K_s$  は温度に無関係の一定値とした根拠があれば説明いただきたい。

(3) 式-A, B, C から明らかなように、 $N_s \text{ flux}$  の温度依存性はどの領域を考えるかによって全く異なる。Fig. 1 もこの点を反映している。原論文では全領域を見かけの飽和関数で表現し、統一的な温度依存性を求めようとされているが、これには無理があると思うが、いかがでしょうか。

(4) どの領域を考えるかは液本体濃度 (領域 2, 3 では  $C_s^*$  でも良い) で主に決まるので、Fig. 1, 7 を  $C_s$  ではなく  $C_s^*$  をパラメータとして描く方が良いと考えるが、いかがでしょうか。

(5) シミュレーションに用いた  $\bar{v}_s, \rho, \alpha_s, L$  の値を示していただきたい。用いた値はどのようにして決定されたのか。

(6) Fig. 9 の  $B_{sf}=24.2$  の場合、原論文文中にも述べられているように計算値と実測値が大幅に異なっている。この原因および解決策についてコメントいただきたい。

原論文で展開された生物膜による嫌気性処理に対する基本的アプローチは、高く評価できると考えているので、研究の今後の発展を期待する。

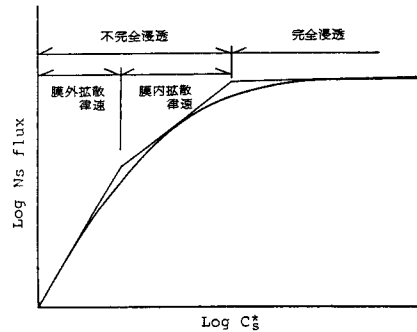


Fig. A  $N_s \text{ flux}$  と  $C_s^*$  の両対数プロット

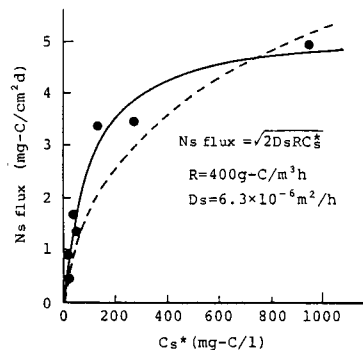


Fig. B 実測値と討議者の計算値