

科目 【化学工学Ⅲ】生物化学工学（1枚）

問題1 [25点]

容積 100 L の槽型バイオリアクターを用いて Michaelis-Menten 式に従う酵素反応（基質 1 分子から生産物 2 分子が生じる）を行った．基質の初期濃度は 100 mM である．以下の問いに答えよ．

- (1.1) 回分操作を行ったところ、基質濃度 50 mM における反応速度は 0.40 mM s^{-1} であった．生産物濃度が 180 mM となるまでの反応時間を求めよ．なお、この反応における最大反応速度は 0.80 mM s^{-1} である．
- (1.2) 上記(1.1)の反応を連続操作にて行った．生産物の出口濃度が 180 mM となる場合の流入・流出速度を求めよ．また、上記(1.1)の反応時間における連続操作による生産性は回分操作による生産性の何倍に増加するか示せ．なお、酵素はバイオリアクター内に均一に分散・保持されており、その活性は変化しないものとする．
- (1.3) 固定化酵素を用いて上記(1.1)の反応を行った．固定化酵素の空隙率は 0.50 であり、触媒有効係数は基質濃度に依存せず 0.25 であった．生産物濃度が 180 mM となるまでの反応時間を求めよ．
- (1.4) 上記(1.1)の反応に基質阻害がある場合を考える．最大反応速度および Michaelis 定数是不変で、ESS 複合体（E は酵素、S は基質）の解離定数が 10 mM であるとする．生産物濃度が 180 mM となるまでの反応時間を求めよ．

問題2 [25点]

次の問いに答えよ．

- (2.1) ある細菌の熱殺菌は一次反応速度式に従い、80 °Cにおける死滅速度定数 k は 0.12 min^{-1} であった．この温度で初期細菌濃度が $1.0 \times 10^8 \text{ 個 mL}^{-1}$ であるとき、30分後の細菌濃度はどうなるか．また、この細菌の90 °Cにおける死滅速度定数は 0.45 min^{-1} であった．100 °Cでの死滅速度定数を求めよ．死滅速度定数の温度依存性はアレニウス式に従うとする（ $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ）．
- (2.2) 好気性微生物の培養において、酸素移動容量係数 $k_L a = 120 \text{ h}^{-1}$ 、飽和溶存酸素濃度 $C^* = 6.5 \text{ mg L}^{-1}$ 、実測溶存酸素濃度 $C = 2.0 \text{ mg L}^{-1}$ であった．このとき、酸素移動速度は細胞の酸素消費速度と等しい定常状態にあるとして、酸素移動速度 OTR および細胞濃度が 5.0 g L^{-1} のときの比酸素消費速度 q_{O_2} を求めよ．