

**問題 3**

体積  $V_L[\text{m}^3]$  の原料水溶液中に含まれる微量溶質成分（初期濃度  $C_F[\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}]$ ）を体積  $V_A[\text{m}^3]$  の吸着剤を用いて、回分吸着操作により分離回収する。ただし、溶質の吸着は Henry 型吸着平衡  $q = KC$ （ $q$  は吸着剤単位体積あたりの吸着量  $[\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}]$ ）に従い、 $K[-]$  は溶質濃度  $C$  によらずに一定であり、また吸着剤の初期吸着量は無視してよい。以下の設問に答えよ。

- (a) 同一量の吸着剤を用いて、単一段で吸着操作を行う場合と、3段で各段に吸着剤を3等分して多段操作を行う場合の、最終の溶質濃度の比を求めよ。また、作図による解法の概略も併せて示せ。
- (b) 設問 (a) において、単一段で非定常の吸着操作を行う。原料液単位体積・単位時間当たりの溶質の吸着速度  $R[\text{mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}]$  は、液側の物質移動過程が律速であり、 $R = k_L a(C - C^*)$  で近似できる。溶質の回収率  $((C_F - C)/C_F)$  の経時変化を求めよ。ただし、 $k_L a$  は原料液体積基準の液側物質移動容量係数  $[\text{h}^{-1}]$  であり、 $C^*$  は吸着剤と平衡にある仮想溶質濃度である。また、これに基づき平衡到達時間（平衡状態での回収率の95%を得るに要する時間）を表せ。
- (c) 設問 (b) に基づいて、 $k_L a$  を推算する方法を簡潔に述べよ。