

平成19年度 大学院博士前期課程入学試験問題

受験番号	
------	--

生物化学工学

問題1. 次の問いに答えなさい。(配点34/100)

(1) 微生物の世代時間は細胞の増殖活性の一つである最大比増殖速度 μ_m (h^{-1}) から次のようにして求めることができる。

1-1) 完全混合槽回分培養系における細胞の濃度 X (g/L)の時間 τ (h) に対する変化を微分方程式で記述しなさい。ただし、比増殖速度を μ (h^{-1}) とする。

1-2) この式において、培養中、環境条件がリッチで μ (h^{-1}) はその最大値 μ_m (h^{-1}) を保てるものとする。この時 1-1 式を解いて、時間 t (h) における細胞濃度 X (g/L) を表しなさい。ただし、時間 0 (h) における細胞濃度は X_0 (g/L) とする。

1-3) 世代時間 t_d (h) とは細胞濃度 X (g/L) が X_0 (g/L) に比べて () となる時間である。() に当てはまる言葉をかけ。

1-4) 従って、世代時間 t_d (h) は、1-2. の答えを使って、次のように書ける。その式を書きなさい。

1-5) 大腸菌は μ_m (h^{-1}) = 2.07 (h^{-1})、酵母 (*S. cerevisiae*) は μ_m (h^{-1}) = 0.35 (h^{-1}) とする。それぞれの世代時間を求めよ。ただし必要なら、次の自然対数値 $\ln 1.5 = 0.41$ 、 $\ln 2 = 0.69$ 、 $\ln 3 = 1.10$ 、 $\ln 4 = 1.39$ を使いなさい。

(2) 微生物の指数流加培養について、

- ① その目的について説明し、
- ② 流加量の決定法について数式を用いて説明せよ。

(3) 微生物の異化代謝、同化代謝と関連づけて ATP 基準の増殖収率について 100 字から 200 字で説明せよ。

問題 2. (配点 33 / 100)

気泡塔型培養装置とは気泡通気のみで酸素の供給と液混合を行う培養装置であり、攪拌を伴わないので駆動部が無く、構造が簡単であり、雑菌汚染、コスト削減の面から大変有利である。

今、右図のような円筒型の多孔板・ドラフトチューブ付塔型培養槽を用いてパン酵母を回分培養したところ、120 g 細胞 / l の高細胞濃度を達成することができた。この培養に関する以下の質問に答えよ。なお、計算結果は有効数字 2 桁にて示し、計算の過程も示すこと。なお簡単のために、槽内では完全混合状態の仮定が成り立つものとし、反応に有効な部分はドラフトチューブ部分のみとする。

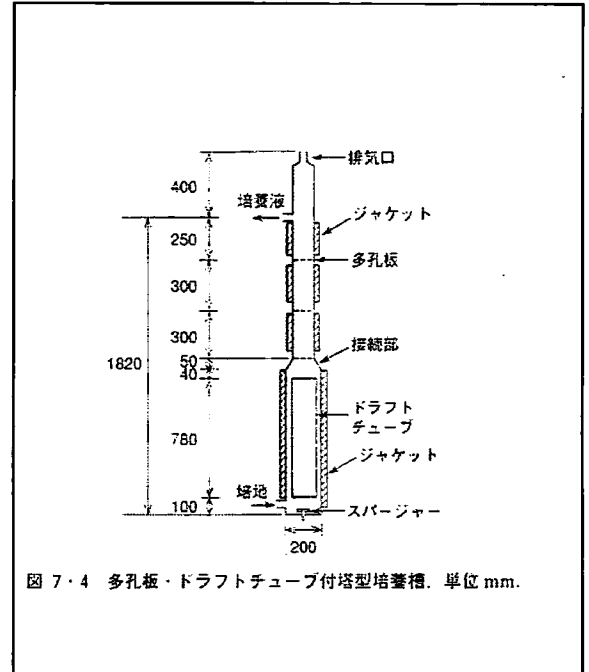


図 7.4 多孔板・ドラフトチューブ付塔型培養槽。単位 mm.

(1) 高細胞濃度達成時におけるパン酵母の酸素比消費速度は $30 \text{ mgO}_2 / (\text{g 細胞} \cdot \text{h})$ であった。このことより、高濃度達成時における気泡塔型培養装置の酸素移動速度 ($\text{mmolO}_2 / \text{l} \cdot \text{h}$) はいくら以上に保つことが必要となるか。算出せよ。

(2) 高細胞濃度達成時には溶存酸素濃度はほぼ 0 となった。飽和溶存酸素濃度を 7.0 ppm とした際のこの気泡塔型培養装置の $k_L a \text{ (h}^{-1}\text{)}$ を算出せよ。

(3) この気泡塔では入口における空塔速度 $V_s \text{ (m / h)}$ と $k_L a \text{ (h}^{-1}\text{)}$ の関係は下記の式で表現されている。

$$k_L a = 0.257(V_s)^2$$

これより高細胞濃度達成時のこの気泡塔への通気速度 $F \text{ (l / min)}$ を算出せよ。算出には次ページの計算表を用いること。

(4) 達成される最高の酵母細胞濃度が同じになるようにスケールアップする実証実験を行いたい。酵母生産量を 125 倍にするため、上記図にて用いた装置と相似形の形状を保った実証プラントを製作する。この時(3)で示した空塔速度 $V_s \text{ (m / h)}$ と $k_L a \text{ (h}^{-1}\text{)}$ の関係式が使えるとすれば、通気速度 $F \text{ (l / min)}$ は(3)の何倍になるか。液深が深くなることによる圧力上昇の影響は無視する。

図 1

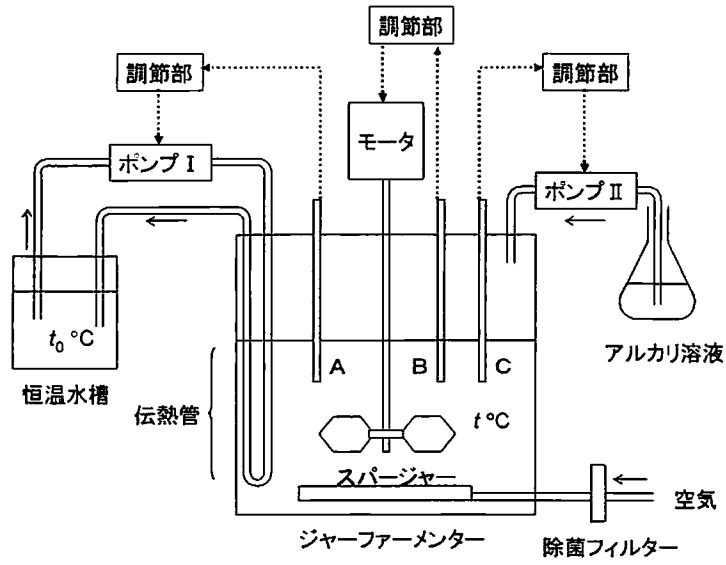


図 2

