

平成28年度第1次募集（平成27年10月入学含む）  
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題

一般入試

生命・食料科学専攻  
基礎生命科学コース

D1

専門科目（生物学）

注意事項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、表紙を含めて全部で7ページある。
- 3 解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、120分である。
- 6 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。
- 7 3問全問に解答すること。

## 問題 1

以下の I ~ IV の設問に答えよ。

I 下記文章中の (a) ~ (h) に適切な語句を入れよ。

植物に光呼吸経路が存在するのは、二酸化炭素固定のキー酵素である (a) が (b) 活性のほかに (c) 活性をもつことにそもそもの原因がある。(a) は (b) 活性によって (d) を生成する一方で、(c) 活性によって (d) と (e) を生成する。(d) はカルビン回路でそのまま利用されるが、(e) はカルビン回路のトリオースリン酸イソメラーゼの強力な阻害剤なので、すみやかに代謝される必要があり、そのために機能するのが光呼吸経路である。光呼吸経路は葉緑体・(f)・(g) の3種のオルガネラにまたがる経路であり、この経路によって (e) は最終的に (d) となって、カルビン回路に戻される。この過程で (f) において過酸化水素が、(g) において (h) とアンモニアが、それぞれ生成する。

II C4 経路は C4 ジカルボン酸経路とも呼ばれ、高温で光が強く乾燥した低緯度地域に適応した C4 植物に見られる炭素固定経路である。下記の語句をすべて用いて、C4 経路の概要を説明せよ。

葉肉細胞，維管束鞘細胞，気孔開度，葉緑体，細胞質基質，  
水の損失，二酸化炭素濃度，ホスホエノールピルビン酸 (PEP)，  
オキサロ酢酸，リンゴ酸，PEP カルボキシラーゼ，脱炭酸

III カルビン回路がカルボキシル化・還元・再生の三段階からなる「回路」である理由を、下記の語句をすべて用いて説明せよ。

トリオースリン酸，C5 化合物，C1 化合物，C6 化合物，C3 化合物

IV 葉緑体への光照射によって、チラコイド膜を隔てたプロトン ( $H^+$ ) 濃度勾配が形成されるしくみを、下記の語句をすべて用いて説明せよ。

ストロマ, チラコイド内腔, 光化学系 II, プラストキノン,  
プラストキノール, シトクロム  $b_6/f$  複合体, マンガンクラスター

## 問題 2

以下の I, II の設問に答えよ。

I 細胞分裂周期に関する次の文章を読み、あとの問に答えよ。

真核細胞の分裂では、様々な過程が決まった順に起こる。分裂期が終わったあと、DNAの複製が起こるS期に入るまでの時期をG1期、S期が終わったあと分裂期に入るまでの時期をG2期と呼ぶ。G1期やG2期は一見何も起こっていないように見えるが、分裂にとって重要な時期である。例えば、(a)G1期には細胞がS期に入るかどうかを決めるためのチェックポイントが存在することが明らかとなってきた。G1期、S期、またはG2期にある繊維芽細胞と分裂中期(M期)にある繊維芽細胞を融合すると、G1期、S期、G2期細胞由来の核は消失し、染色体は凝縮した。このことから、(b)分裂中期の細胞には、染色体を分裂中期の状態に移行させるための因子が存在していることが予想された。

- (1) 下線部 (a) について、G1 チェックポイントは何をチェックしていると考えられているかを説明せよ。またそれはどのような実験から明らかになってきたかを説明せよ。
- (2) 下線部 (b) について、この活性を担う因子はどのようなものか。分子名、活性機序を説明せよ。
- (3) 真核生物の染色体 DNA において複製がスタートする分子的なしくみについて知るところを説明せよ。

II 動物胚の発生に関する次の文章を読み、あとの問に答えよ。

発生における形態形成において、前後、背腹などの胚軸に沿った組織分布がどのように決定されていくかは、十分にわかっていない。Wolpert は、フランスの国旗（三色旗）にたとえて、どのようにして体のある部分に特定の組織が分化してくるかを説明した（Wolpert の三色旗モデルと呼ぶ）。その説の中で、彼は、決まったパターンを作り上げるためには、ある物質の濃度分布を想定すればよいとした。そして、青、白、赤など特定の色がどこに出現するかを決めるためには、2つの要素、すなわち勾配と閾値を想定すればよいとした。濃度勾配をもって分布する物質を、彼は、モルフォゲン（形原）と呼んだ。

- (1) 縦軸にモルフォゲン濃度，横軸にモルフォゲンの発現場所からの距離を取って，Wolpert の三色旗モデルの内容を示す勾配，閾値を示したグラフを作成せよ。
- (2) このモデルによってうまく説明できる，発生学的実験例をひとつあげよ。
- (3) カエル胚の発生過程においてモルフォゲンとして働く物質の例をひとつあげ，発生における役割を説明せよ。

### 問題 3

以下の I, II の設問に答えよ。

I タンパク質に関する以下の記述について正誤を判断し、その理由を説明せよ。

- (1) ロイシン, バリン, フェニルアラニンなどの疎水性アミノ酸は, タンパク質の内部に存在するが多い。
- (2) アロステリック酵素は一般的に, 他分子との結合部位を 2 ヶ所以上持っている。
- (3) 1,000 個のアミノ酸残基からなるタンパク質のアミノ酸 1 残基を変えるだけでは, そのタンパク質の機能を失わせることはできない。

II タンパク質の分画・精製に関する次の文章を読み, あとの問に答えよ。

タンパク質の分画・精製にはカラムクロマトグラフィーが多用される。カラムクロマトグラフィーは, 筒状の容器 (カラム) に樹脂をつめ, そこに化合物の混合物を流し, 個々の化合物と樹脂との親和性が化合物によって異なることを利用して分画を行う方法である。タンパク質を分画・精製するためのカラムクロマトグラフィーには, (a)イオン交換カラムクロマトグラフィー, (b)アフィニティーカラムクロマトグラフィー, (c)ゲルろ過カラムクロマトグラフィーなどがある。分画・精製したタンパク質の純度は, (a)ドデシル硫酸ナトリウム・ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) などにより評価できる。

- (1) 下線部 (a) および (b) のカラムクロマトグラフィーに用いる樹脂はそれぞれどのような性質を持つものか, また, それらの樹脂を利用してタンパク質がなぜ分画・精製できるのか, 両カラムクロマトグラフィーそれぞれについて説明せよ。

- (2) 下線部 (c) のゲルろ過カラムクロマトグラフィーでは、溶出に要する溶媒量 (溶出体積) はタンパク質の分子量に依存する。そのため、分子量が既知の標準タンパク質の溶出体積を測定し、分子量と溶出体積の関係を導き出せば、分子量が未知のタンパク質の分子量を、そのタンパク質の溶出体積を測定することで見積もることができる。

ゲルろ過カラムクロマトグラフィーにより分子量が未知なタンパク質 (タンパク質 X) の分子量を求めるため、まず、分子量が既知のタンパク質 4 種類の溶出体積 (ピーク時) を測定した。その結果、表 1 のような結果が得られた。次に、同じ条件下でタンパク質 X の溶出体積 (ピーク時) を測定した結果 54.2 ml であることがわかった。タンパク質 X の分子量はおよそいくらであると考えられるか、解答用紙の片対数グラフを利用して求めよ。なお、今回の実験で使用した全てのタンパク質は、樹脂との吸着性を全く示さないものとする。

表 1 標準タンパク質の分子量と溶出体積

タンパク質	分子量	溶出体積 (ml)
コンアルブミン	75,000	51.0
オボアルブミン	44,000	59.1
炭酸脱水酵素	29,000	66.3
リボヌクレアーゼ A	13,700	78.0

- (3) 下線部 (d) の SDS-PAGE は、タンパク質の純度の評価ばかりでなく、ゲルろ過カラムクロマトグラフィー同様に分子量を見積もることにも使用される。SDS-PAGE により上記 (2) のタンパク質 X の分子量を測定したところ、およそ 20,000 であることがわかった。このことから、タンパク質 X はどのような構造を持ったタンパク質だと推定されるか答えよ。なお、(2) の実験で使用した溶媒中には界面活性剤は含んでおらず、還元剤のみが含まれていたものとする。また、SDS-PAGE は還元剤を使用して行ったものとする。