

令和 6 年度

新潟大学理学部第 3 年次編入学試験

生物学プログラム

筆記試験問題（生物学）

注意事項

1. 開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始後、次のものが配布されているか確認してください。
問題冊子 1 部，解答用紙 4 枚，下書き用紙 1 枚
3. 問題は全部で 2 題あります。各解答用紙に受験番号を記入してください。
4. 解答時間は，120 分です。途中で退席することはできません。
5. 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は各自持ち帰ってください。

I. 植物細胞に関する以下の1～3の文章を読み、各問いに答えよ。

1. 植物細胞から無傷の核やその他の細胞小器官を単離しようとする場合、動物細胞には無い、克服すべきいくつかの問題がある。第一の問題は、固い(ア) 細胞壁の存在である。このために、植物細胞を破碎するには強い力が必要であり、核などの細胞小器官が損傷を受けやすくなる。この問題を克服して最も穏やかに細胞小器官を取り出すことが可能なのが、酵素処理で細胞壁を除去して得られる裸の植物細胞である(イ) プロトプラストを出発材料として用いる方法である。第二の問題は、巨大な(ウ) 液胞の存在が核やその他の細胞小器官の単離の支障となることである。液胞の存在による問題を回避するために、液胞の比重が細胞質のそれ以外の部分と比較して小さいことを利用して、液胞を取り除いたプロトプラスト(脱液胞化プロトプラスト)を作り、これを出発材料とすることで(エ) 微小管タンパク質や翻訳活性を保持した細胞抽出液の調製をはじめとして、無傷核の単離なども可能になった。
 - a. 下線部(ア)の植物細胞壁の主要な成分の名称を三つ答えよ。
 - b. 下線部(イ)のプロトプラストの調製と取り扱いの際に用いる溶液に求められる条件とその理由を説明せよ。
 - c. 下線部(ウ)の液胞は、動物細胞のリソソームと共通の機能を担うほか、動物細胞のリソソームには無い機能も担う。それぞれの機能について説明せよ。
 - d. 下線部(エ)の微小管が真核細胞で果たす役割を三つ挙げて説明せよ。

2. 植物から単離した無傷のチラコイド（正確には包膜が損傷した葉緑体）を用いて、光が当たらない条件で以下の実験を行った。チラコイドをpH4のコハク酸緩衝液に懸濁した。しばらく放置してチラコイド内部がpH4になった後、ADPと無機リン酸を加え、水酸化カリウム溶液で外液をpH8に調整すると、ATPの合成が確認できた。

- a. 下線部について、ATPはどのようなしくみで合成されたのか説明せよ。
- b. 上記の実験結果は、光が葉緑体におけるATP合成に直接関与していないことを示している。実際の葉緑体でのATP合成において、光はどのような役割を果たしているか説明せよ。

3. 光合成において二酸化炭素の固定を触媒する酵素はルビスコと呼ばれる。ルビスコは緑葉タンパク質のうちで最も存在量の多いタンパク質である。また、植物の葉緑体において、ルビスコは大サブユニットと小サブユニットという2種類のタンパク質で構成されている。大サブユニットの遺伝子は葉緑体に存在し、小サブユニットの遺伝子は細胞核に存在する。

- a. ルビスコの基質（二酸化炭素以外）と産物の化合物名をそれぞれ一つずつ答えよ。
- b. ルビスコの葉緑体内での存在部位を答えよ。
- c. 細胞内の異なる場所に存在する大サブユニット遺伝子と小サブユニット遺伝子からそれぞれのタンパク質が合成されて、複合体酵素としてのルビスコが形成されるまでの過程を説明せよ。

Ⅱ. 以下の文章を読み、問いに答えよ。

アフリカツメガエルの成体メス、成体オスを用いて人工授精の実験を行った。まず、メス個体に排卵を誘導するために (ア) 生殖腺刺激ホルモン を皮下に注射した。10時間後、メスが排卵を始めたことを確認し、オス個体から精巣をひとつ摘出し、リンガー液中でハサミを用いて細断し、精子懸濁液を作成した。メスの体腔内から絞り出した (イ) 未受精卵 を、リンガー液の入ったシャーレに移して余分なリンガー液を除いた。(ウ) 塩濃度を1/10に希釈した溶液にリンガー液を置きかえたのちに、精子懸濁液を2-3滴、卵に滴下して受精させた。受精後、約90分後に第一卵割がおこり、約120分後に第二卵割がおこった。卵割は (エ) 最初のうちは同調しておこり、約8時間後に胞胚期、約10時間後に囊 (のう) 胚期となった。翌日、再び卵を顕微鏡下で観察すると、神経管のすじが見え、頭部には両側に膨れた (オ) 眼胞 が識別できた。さらに次の日には、からだが自発的に動き出し、筋細胞が分化していることもわかった。このようなカエルの発生過程の観察によって、(カ) ひとつの細胞である受精卵から多くの種類の細胞が分化していく ことが理解できた。

1. 下線部 (ア) に関連して、生殖腺刺激ホルモンが排卵を誘発するしくみについて、哺乳類を例として説明せよ。
2. 下線部 (イ) について、脊椎動物では、未受精卵は第二減数分裂中期の状態で分裂周期が停止していることが知られている。一般的に、細胞分裂中期の染色体はどのような形態をしているかを説明せよ。

3. 下線部（ウ）について、塩濃度を下げずにリンガー液中で精子懸濁液を卵に滴下したところ、受精はおこらなかった。なぜおこらなかったと考えられるか、説明せよ。
4. 下線部（エ）について、真核細胞には細胞分裂周期を制御する細胞質因子があることがわかっている。どのような因子か、説明せよ。
5. 下線部（オ）について、脊椎動物の眼はカメラ眼、節足動物の眼は複眼と呼ばれる構造をしている。これらの異なる構造の眼は収束進化、平行進化のどちらのしくみが働いた結果と考えられているか、またそのように結論された根拠を説明せよ。
6. 下線部（カ）について、同じ個体の細胞であれば異なった種類の細胞でも等価な遺伝情報を持つと考えられている。このことを証明するために両生類を用いて行われた実験をあげ、その概要を説明せよ。
7. 下線部（カ）について、等価な遺伝情報をもつにもかかわらず、未分化な細胞と分化した細胞の性質が異なるのはなぜか、説明せよ。