

平成 25 年 度

問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	生 物	10

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合には、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と選択した選択問題の番号、志望学部及び受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。
4. 問題〔4〕、〔5〕は選択問題である。どちらか一方のみを解答すること。両方を解答してはいけない。選択問題〔4〕、〔5〕のうち、選択した問題の番号を解答用紙(その4)の所定の枠内に記入すること。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図の後、解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず書くこと。
2. 選択科目は、願書に記載したものと違ったものについて答えてはいけない。
3. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
4. 問題の内容についての質問には応じないが、その他の用事があるときは、だまって手をあげて、監督者の指示を受けること。
5. 試験終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上の右側に置くこと。
6. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

〔1〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

体細胞分裂では、核が2つに分かれる核分裂と、細胞質が2つに分かれる細胞質分裂が起きる。核分裂が行われている時期を分裂期、核分裂の終了から次の核分裂が始まるまでの時期を間期という。間期では、分裂後の細胞はもとの大きさに成長し、次の分裂に備えて染色体の複製などが行われている。核分裂の過程は、核や染色体の形態の変化から、4つの時期に分けられる。

前期では核内に分散していた染色体が折りたたまれて太く短い棒状になる。このとき、各染色体はすでに複製されて2本になっており、それらが接着したまま形を変えていく。a と b はしだいに消失する。動物細胞では、c が2つに分かれて細胞の両局に移動し、それぞれ d を発達させる。c から e がのびて染色体に結合し、f が形成される。

中期では、染色体は f の中央の面である g に並ぶ。それぞれの染色体のくびれた部分の h には、両極から伸びた e が結合している。

後期では、染色体は分離し、e に引かれ細胞の両極に向かって移動する。その結果、両極にはそれぞれもとの核と同数の染色体が集まる。

終期では、染色体はほぐれて再び現れた a に包まれる。いったん消失していた b も現れる。核分裂の終期の途中から、細胞質を2つに分ける細胞質分裂が始まる。動物細胞では g で外側からくびれが入って細胞を2つに分ける。植物細胞では、g に i ができて、細胞を2つに仕切る。i は後に j になる。

問 1 文中の a ~ j に適切な語句を記せ。

問 2

- (1) 下線部①について、間期をさらに3つの時期に分けることができる。それぞれの名称を順序に従い解答用紙の a ~ c に記せ。
- (2) 細胞周期における細胞1個あたりの DNA 量をグラフに記せ。

問 3 メセルソンとスタールは大腸菌の窒素を重い窒素 ^{15}N で置き換えてから、通常の ^{14}N からなる培地に大腸菌を移して培養を行った。1回、2回と分裂を繰り返した菌から DNA を抽出して密度勾配遠心法を用いて密度を調べた結果、1回分裂後の大腸菌の DNA は ^{15}N のみの DNA と ^{14}N のみの DNA の中間の密度を示した。また、2回分裂後の DNA は、中間のものと ^{14}N のみの軽いものが 1 : 1 になった。

- (1) この実験によって証明された DNA の複製方式を 90 字以内で説明せよ。
- (2) 4回分裂後、中間のものと ^{14}N との比はどうか記せ。
- (3) 下の塩基配列と対になるもう一方の鎖の配列を記せ。

ATGAGCAGTG

問 4 真核生物において、分裂期の DNA はどのように染色体を構成しているか 60 字以内で説明せよ。

問 5 ヒトの体細胞1個に含まれる DNA の全長はおよそ 2 m である。例えば染色体1本の長さの平均を $5.0\ \mu\text{m}$ とした場合、有効数字を2桁として DNA は何倍に圧縮されていることになるかもとめよ。

〔2〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

植物ホルモンは植物の特定の部位で作られて別の部位に移動し、微量で植物の生理機能を調節する働きがある物質である。主な植物ホルモンとして、オーキシン、ジベレリン、サイトカイニン、アブシシン酸、エチレンが挙げられる。

オーキシンには伸長成長を促進する働きがあり、屈性に関係している。重力屈性は、暗所で地面に対して水平に置いた芽生えの茎が上方向に屈曲するのに対し根が下方向に屈曲する現象として観察できる。地面に水平に置かれた芽生えの茎と根の中では、オーキシンはいずれも 方向に移動する。成長に最適なオーキシン濃度は茎のほうが根よりも いため、茎では 側、根ではその逆側の伸長が促進されることで、茎と根は互いに反対方向に屈曲することになる。

ジベレリンには種子発芽を する働きがある。一方、アブシシン酸には種子発芽を し、種子の を維持する働きがある。このように、植物ホルモンが複数組み合わせることによって調節される生理機能は他にもみられる。サイトカイニンにはオーキシンとともに培養組織の分化を調節する働きがある。

エチレンには果実の成熟を促す作用がある。また他の植物ホルモンと異なり、常温で気体として存在する特徴がある。

- 問 1 上記の文中の a ~ f に適切な語句を記入せよ。
- 問 2 下線部①に関して、屈性と傾性の違いを 60 字以内で説明せよ。
- 問 3 下線部②に関して、重力屈性の観察に暗所に置いた芽生えを用いる理由を 60 字以内で説明せよ。
- 問 4 下線部③に関して、サイトカイニンとオーキシンは培養組織の分化をどのように調節しているか、80 字以内で説明せよ。
- 問 5 下線部④に関して、遺伝的に果実の成熟が正常に進まないトマトの欠損株を用い、下記の 2 つの実験(実験 1 と実験 2)を行った。実験内容を読み、(1)と(2)の間に答えよ。

実験 1 通常品種と欠損株の個体から同じ大きさに成長した緑色果実を採取し、自然に成熟が進む様子を観察した。通常品種の果実は採取 2 週間後に赤色に着色した。一方、欠損株の果実は採取 2 週間後では全く変化せず、採取 1 ヶ月後でもわずかに黄色味を帯びる程度で成熟は進まなかった。

実験 2 実験 1 と同様に採取した通常品種と欠損株の緑色果実をそれぞれ別の容器に密閉し、同量のエチレンガスを注入して 3 日間置いたところ、いずれの果実も赤色に着色した。比較対象としてエチレンガスを注入せずに密閉し 3 日間置いた果実では、通常品種、欠損株とも、採取した時の状態から変化は見られなかった。

- (1) 通常品種と欠損株で果実の成熟の進みかたが異なる原因を推察し、80 字以内で説明せよ。
- (2) (1)で推察した原因を確認するためは、さらにどのような実験を行えばよいか、またその実験ではどのような結果が予想されるか、120 字以内で具体的に説明せよ。

〔3〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～7)に答えよ。

ヒトの腎臓には片方で約100万個のネフロン(腎単位)と呼ばれる構造があり、糸球体と からなる の部分では血液をろ過して原尿を生成する。 に続く の部分では原尿中のグルコース、水、ナトリウムなどの再吸収をおこなう。再吸収率の低い は濃縮され尿中のおもな老廃物として排出される。腎臓の機能は、体液の量、浸透圧などの恒常性維持にも重要である。この腎臓のはたらきは、複数のホルモンの支配を受け調節されている。例えば、体液(血しょう)の浸透圧が高くなった場合には、その刺激が視床下部で感知され、視床下部の がバソプレシンというホルモンを合成し、軸索内を通過して から分泌される。逆に、血しょう浸透圧が下がった場合には、副腎皮質から が分泌される。バソプレシンの化学的 성분はポリペプチドであるが、 の化学的 성분は である。

健康な成人が夏の暑い日に長時間の運動を行い、発汗と呼吸により1ℓの水と塩分を失ったとする。汗は血しょう浸透圧とほぼ等張であるが、呼吸では呼気に含まれる水蒸気だけ失われるため全体として血しょう浸透圧は上昇することになり、その結果バソプレシンの分泌が促される。また、体内の水が失われることにより血液量が減少し、のどの渇きがおこった。そこで、1ℓの真水を飲むと15分後には血液量は回復し血しょう浸透圧は下がった。のどの渇きは一時的におさまったが、バソプレシンが減少したため尿量が増え、2時間後には再び渇きが起こった。

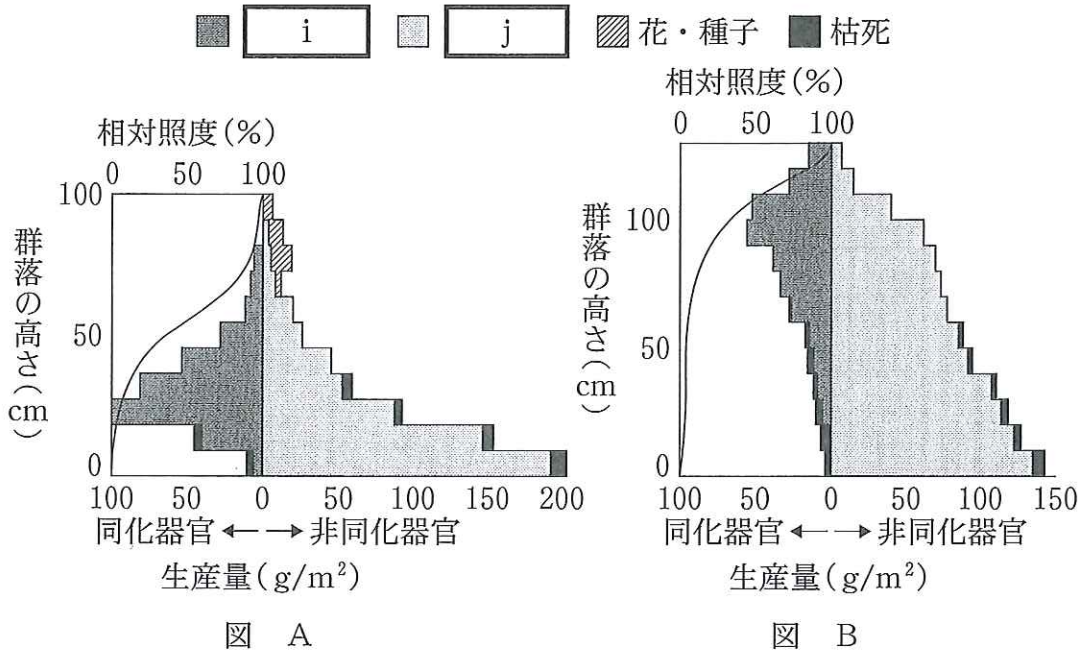
- 問 1 ~ に適切な語句を入れよ。
- 問 2 の上皮細胞を電子顕微鏡で観察すると、細胞膜の近くに多数のミトコンドリアが存在した。なぜ多数のミトコンドリアが存在するのかその理由を考察せよ。
- 問 3 から分泌されたバソプレシンはどのようにして腎臓に到達するかを答えよ。
- 問 4 バソプレシン以外で から分泌されるホルモンの名称とその働きを一つ挙げよ。
- 問 5 バソプレシンは腎臓のどの部位にどのような作用を与えることにより血しょう浸透圧を下げるのか説明せよ。
- 問 6 ホルモン は腎臓のどの部位にどのような作用をするかを答えよ。
- 問 7 下線部の真水の代わりに体液のイオン組成に近いスポーツドリンクを飲んだ場合は、2時間後の渇きが真水を飲んだ時より軽減された。この理由を100字以内で説明せよ。

【血液量，血しょう浸透圧，バソプレシン，尿量の語句を必ず使うこと】

〔選択問題〕

〔4〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

植物の物質生産は主として同化器官である葉で行われる。植物群落の総生産量は葉の量が増えると増加していくが、葉の重なりが大きくなりすぎると純生産量は減少する。群落の受光量は葉の垂直分布と密接な関係がある。下の図は **a** によって調べたある植物群落の **b** を示している。草本植物の場合、**b** は下図のような二つの型に大別される。図Aは **c** とよばれ、図Bは **d** とよばれる。光の弱い群落内部における生存は、その植物の耐陰性に左右される。耐陰性が強く、暗い場所(陰地)に生育する植物は **e** とよばれ、呼吸速度が **f** 小く、光合成の **g** および **h** がいずれも低い特徴をもつ。



問 1 文中および図中の ~ にもっとも適切な語句を入れよ。

問 2 文中の下線部①の純生産量が低下する理由を，50 字以内で書きなさい。

問 3 文中の下線部②の二つの型の葉の形状や向き，葉が茎につく部位，群落内の光条件等についてそれぞれ 50 字以内で説明せよ。また，代表的な植物をそれぞれ二つあげよ。

問 4 と逆の特徴を示す植物をなんというか記せ。

〔選択問題〕

〔5〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～7)に答えよ。

今ここに同種個体から成る架空の生物集団を想定する。その集団は7個体で構成されており、その7個体を第1世代とする。第1世代を詳しく観察すると、7個体中6個体は黒い体色をしているが、1個体だけ白い体色をした個体がいる。白い体色は獲物に気づかれにくく、えさを獲るのに適している。そのため、黒い個体に比べて、白い個体はより多くのえさを獲ることができ、生涯により多くの子を生む。今、1個体が生涯に生む子の数は、黒い個体が2個体、白い個体が4個体であり、同世代の個体は同時に子を生み、子の生存率(成体になるまで生き延びる確率)は、どちらの体色の個体から生まれた子であっても50%とする。また、子の体色は茶色であるが、子は成体になれば自分の親と同じ体色を受け継ぎ、どの成体も単為生殖で子を生み、子が成体になるまでの間に親は生涯を終えるとする。

問 1 第 3 世代(第 1 世代の孫)では、この生物の集団中に成体である黒い個体と白い個体はそれぞれ何個体いるか答えよ。

問 2 その後、第 3 世代では天変地異が発生し、黒い個体も白い個体もその半数が死滅してしまった。しかし、生き残った個体は子を残した。では、第 4 世代の集団中には黒い個体と白い個体はそれぞれ何個体いるか答えよ。

問 3 第 n 世代の集団中における白い個体の割合を n を用いた数式で答えよ。

問 4 以上の結果から、この生物集団の黒い個体と白い個体の割合は世代の経過に伴い、それぞれどのように変化しているか答えよ。

問 5 次の文の ~ に適切な語句を記入せよ。

この生物のように、世代の経過に伴って集団を構成する個体の形質が変化することを と言う。突き詰めて考えると とは、生物集団中の 頻度が時間の経過に伴って変化することである。その変化をもたらす要因については、いくつかの説明がなされているが、大きくは、 と に分けることができる。 とは偶然による 頻度の変化であるのに対して、 による が起きるには 3 つの条件が必要である。

①
問 6 問 5 の文中にある下線部①の 3 つの条件とは何か。上記の架空の生物集団を参考にして、それらを全て答えよ。

問 7 ある地域において、農作物を食い荒らす害虫 A を駆除するのに薬剤を散布した。散布当年は、害虫 A は激減しその駆除は成功したかのように思われた。その翌年、駆除されていなくなったと思われた害虫 A が再び発生したので、同じ薬剤を散布したが、ほとんどの個体は生き残り、駆除は失敗に終わった。害虫 A の駆除が上手くいかなかった理由を問 5 にある の観点から 100 字以内で説明せよ。なお、害虫 A の寿命は 1 年であり、農作物が生育している場所で繁殖し、薬剤はその繁殖が行われる前に散布された。