

# 平成 19 年度入学試験問題

## 理 科

### 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、全部で 49 ページある。(落丁・乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。)問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物	理	1～13 ページ,	化	学	14～30 ページ
生	物	31～41 ページ,	地	学	42～49 ページ
- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。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 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
  - (1) 教育人間科学部及び工学部の受験者は、90 分。
  - (2) 理学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 数学科及び化学科の受験者は、90 分。
    - ② 物理学科の受験者は、120 分。
    - ③ 生物学科及び自然環境科学科で理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ④ 生物学科及び自然環境科学科で理科 2 科目の受験者並びに地質科学科の受験者は、180 分。
  - (3) 医学部及び歯学部の受験者は、180 分。
  - (4) 農学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ② 理科 2 科目の受験者は、180 分。
- 6 物理と化学は、学部、学科によって解答する問題が異なるので、物理と化学の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 7 化学及び生物には、選択問題があるので、化学及び生物の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 8 問題冊子及び下書き用紙は、持ち帰ること。

## 生 物

### 注意

問題 4 には、4—① と 4—② が出題されている。

4—① は、「生物の分類と進化」から、4—② は、「生物の集団」からの出題である。いずれか一つを選択し、解答すること。

4—① と 4—② の両方の問題を解答した場合は、両方とも採点の対象としないので、注意すること。

1 DNA に関する I～III の文章を読み、各問いに答えよ。

I DNA は構成単位であるヌクレオチドが重合した鎖状の高分子である。各ヌクレオチドは、五炭糖のひとつの  1  と  2  と塩基より構成される。二本の DNA 鎖が相補結合する際、塩基のグアニンと  3  間、およびアデニンと  4  間に水素結合で対を形成する。これらの塩基対により DNA の特徴的な  5  構造が安定に維持される。この DNA の構造は  6  と呼ばれる酵素のはたらきで複製される。

問 1 文章中の  1  ～  6  に適切な語句を入れよ。

II 窒素源として  $^{15}\text{N}$  のみを含む培地で大腸菌を長時間培養することで、DNA に含まれるすべての窒素を天然型の  $^{14}\text{N}$  から  $^{15}\text{N}$  に完全に置換することができる。この大腸菌の一部から DNA をとり出し、塩化セシウム溶液中の平衡密度勾配遠心により分析した。その結果 DNA は、図 1 A のように均一な密度を示した。この大腸菌を第 1 世代とし、窒素源として  $^{14}\text{N}$  のみを含む培地に移し培養を続けた。

問 2  $^{14}\text{N}$  の培地に移した後、1 回細胞分裂した第 2 世代の大腸菌から DNA をとり出し、平衡密度勾配遠心で分析した結果として期待されるのは、図 1 の A～G のどれか。記号で答えよ。

問 3  $^{14}\text{N}$  の培地に移した後、2 回細胞分裂が起こった第 3 世代の大腸菌 DNA の分析結果として期待されるのは、図 1 の A～G のどれか。記号で答えよ。

問 4 問 2 と問 3 の結果から、DNA の複製についてどのような仕組みが考えられるか。50 字以内で述べよ。

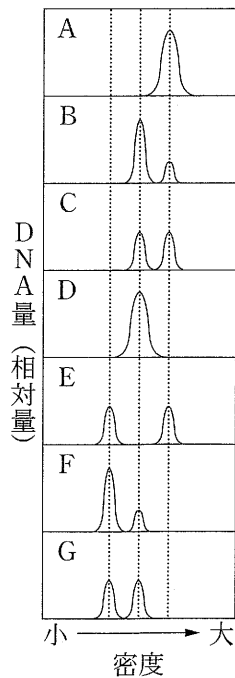


図 1

Ⅲ 遺伝子組み換えの技術は、DNA 中の特定の遺伝子を分離し増幅する際に一般的に利用されている。まず、目的の遺伝子を含む部分を特定の塩基配列を認識する制限酵素で切り出す<sup>(a)</sup>。そして、大腸菌の細胞内で独自に増幅する小さな環状 DNA である  も同じ制限酵素で切断する。両切断 DNA を混合し、 と呼ばれる酵素を用いて連結させる。得られた組み替え DNA を大腸菌に導入し、培養することで目的の遺伝子を増やすことができる。最近では、プライマー等を用いてさらに限定した DNA 部位を増幅する  法が開発されている。これらの技術を利用して、ヒトの遺伝子を大腸菌に導入し、細胞中でそのタンパク質を大量に合成することもできる。 法の欠点として、しばしばランダムに塩基配列の変化(突然変異)<sup>(b)</sup>が起こることがあげられる。

問 5 文章中の  ～  に適切な語句を入れよ。

問 6 下線部(a)で使用する制限酵素として、通常連続した 6 塩基の配列を認識して切断するものが用いられる。一般の DNA を 6 塩基認識型制限酵素で切断した場合、生じる DNA 断片の平均の塩基対数として期待される数値に最も近いものは次の(ア)～(カ)のどれか。記号で答えよ。

- |           |           |            |
|-----------|-----------|------------|
| (ア) 50    | (イ) 200   | (ウ) 1,000  |
| (エ) 4,000 | (オ) 8,000 | (カ) 12,000 |

問 7 遺伝子組み換え技術で得られたある遺伝子の塩基配列を調べたところ、下線部(b)に示されるように変化が認められ、一つの塩基が欠失していた。しかし、この変異型 DNA を大腸菌に導入したところ、タンパク質が発現し、そのタンパク質の大きさは変異が入らない遺伝子から発現したタンパク質より大きかった。この結果について考えられる要因を推測し、60 字以内で述べよ。

2 次の文章を読み、各問いに答えよ。

A君は生物の授業で、アサガオは短日植物であることを学んだ。植物が環境要因に反応して花芽を形成する時期を決めているということに大変興味を持った。しかし、同時に、いろいろ素朴な疑問をいただくようにもなった。

季節変化をする環境要因に反応して花芽を形成する時期を決めるのならば、日長(または夜の長さ)ではなく、気温の変化に反応してもよさそうだ。植物は何か理由があって日長を選んだのだろうか。アサガオは短日植物であるというが、日長の長い夏に咲くではないか。だから、本当は長日植物なのではないだろうか。

アサガオは茎がつるになって伸び、あまり枝分かれすることがなく、花は茎の下の方から順次、1個ずつ咲いて行くのが普通だ。ところが、ある地方には、背丈は低いけれども、一株にいくつもの花を一度に咲かせる伝統的なアサガオの育て方があるらしい。このようなアサガオは枝分かれをして、何本ものつるを出し、それぞれのつるに同時に花を咲かせるということだ。そのようなアサガオを育ててみたいが、どうすればよいのだろう。

問 1 下線部①に関連して、植物によっては、気温の変化に反応して花芽形成が調節されることもある。このことを応用して、人工的な処理によって花芽形成を早めることができる。このような処理を何というか。

問 2 下線部②に関連して、アサガオが短日植物であることは、短日処理で花芽形成が起こることから明らかであるが、短日植物であることをさらに明確にするには、どのような反応をみればよいか。

問 3 下線部③に関連して、短日植物であるアサガオが、夏であっても花芽を形成できる理由を述べよ。

問 4 日長の変化で調節される現象には、花芽形成の他にもいくつかある。その代表的な例を次の(ア)～(オ)の中から2つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 光屈性                      (イ) 光合成                      (ウ) 就眠運動  
(エ) 休眠芽の形成              (オ) 抽だい

問 5 下線部④のようなアサガオを育てるにはどうすればよいか。考えられることを40字以内で述べよ。

3

筋肉の収縮に関する以下の文章を読み、各問いに答えよ。

カエルの大腿部の骨格筋を採取し、伸長させた状態で割りばしに糸でしばりつけた。これを 50 % グリセリン溶液に浸して 4℃ で数日間静置してグリセリン筋をつくった。グリセリン筋を生理食塩水の入ったシャーレに移し、2本の柄付き針を用いてほぐし、長さ 1～3 cm、太さ 1 mm 程度のグリセリン筋の筋繊維をつくった。グリセリン筋の筋繊維を(A)～(D)の4枚のスライドグラスにとり、それぞれに数滴の  $\text{Ca}^{2+}$  を含む生理食塩水をかけた後、以下のような4通りの処理をした。

(A) : ATP 溶液を滴下した。

(B) : グルコース溶液を滴下した。

(C) : まず EGTA 溶液を滴下した後、ATP 溶液を滴下した。

(D) : グリセリン筋の筋繊維を電気ピンセットで刺激した。

(注) EGTA は、溶液中から  $\text{Ca}^{2+}$  を除去するために用いた試薬である。

問 1 (A)～(D)のスライドグラス上のグリセリン筋の筋繊維の長さは、元の長さ比べてどうなるか。それぞれについて、「伸長する」、「変化なし」、「収縮する」で答えよ。

問 2 グリセリン筋の代わりに、50 % グリセリン溶液に浸す前の筋肉に ATP 溶液を滴下するとどうなるか。「伸長する」、「変化なし」、「収縮する」で答えよ。

問 3 グリセリン筋の代わりに、50 % グリセリン溶液に浸す前の筋肉を電気ピンセットで刺激するとどうなるか。「伸長する」、「変化なし」、「収縮する」で答えよ。

問 4 生体の筋肉の筋繊維に比べてグリセリン筋の筋繊維はどのような特徴を持つか。以下の文章の空欄  ~  に言葉を入れて、文章を完成させよ。

グリセリン処理によって、筋繊維の  構造は破壊され、細胞内の物質は細胞外に拡散してしまうが、筋原繊維だけがその構造を保っている。したがって、グリセリン筋は  も  もおこなわず、 にも反応しない。しかし、直接収縮に関与する筋原繊維構造はそのままの状態では保たれているので、 を加えることによって収縮する。

問 5 筋繊維を位相差顕微鏡で観察すると、明るい部分(明帯)と暗い部分(暗帯)が観察される。収縮時における筋原繊維の明帯と暗帯の幅は、それぞれ弛緩時に比べてどのように変化するかを答えよ。また、弛緩時の模式図の下に収縮時の模式図を示せ。

注意 問題④には、④―①と④―②が出題されている。いずれか一つを選択し、解答すること。④―①と④―②の両方の問題を解答した場合は、両方とも採点の対象としないので、注意すること。

4―① 生物の分類と進化に関する以下の文章を読み、各問いに答えよ。

現生の陸上植物は、ゼニゴケやスギゴケなどのような [ 1 ] 植物や、ゼンマイなどの [ 2 ] 植物のように種子をつけない植物と、スギやイチョウなどのような [ 3 ] 植物やヤマザクラなどの [ 4 ] 植物のように種子をつける植物に分類されている。

これらの植物の一生を生活史といい、親植物体の生殖細胞から次の世代の植物体の生殖細胞ができるまでの過程を環状に表したものを生活環という。これらの生活環では、核相が $2n$ である複相世代とよばれる世代と核相が $n$ である単相世代がくりかえされている。私たちがみているスギゴケの植物体は、 [ A ] であり、雌株と雄株に分かれている。雌株には造卵器が、雄株には造精子器ができる。その後、受精卵は、 [ B ] に発達し、その先端には孢子囊<sup>のう</sup>ができ、その中に多数の孢子<sup>①</sup>が形成される。<sup>②</sup>

ふつう私たちがみているワラビやゼンマイの植物体は [ C ] である。ワラビやゼンマイが成熟すると、葉の裏面に多数の孢子囊<sup>のう</sup>ができ、その中の孢子母細胞<sup>③</sup>が、 [ D ] をおこなって多数の孢子が形成される。孢子は地上に落ちて発芽し、前葉体<sup>④</sup>になる。前葉体は成熟すると、その裏面に造卵器と造精子器をつくり、それぞれ卵と精子を形成する。受精卵は成長して [ E ] となる。<sup>⑤</sup>

スギやイチョウなどの仲間である [ 3 ] 植物には、針葉樹類、ソテツ類、マオウ類、イチョウなどが含まれる。イチョウの雌の器官では、減数分裂によって形成された胚囊細胞<sup>のう</sup>が何回も核分裂をおこない、その中から卵細胞ができる。胚珠の珠孔の内側で発芽した花粉管に多数の繊毛をもった [ 5 ] ができ、これが卵細胞と受精する。

ヤマザクラなどの [ 4 ] 植物では、雄ずいで花粉母細胞が [ F ] をおこない、花粉四分子<sup>⑥</sup>となる。それらはすぐに離れて4個の若い花粉<sup>⑦</sup>になる。花粉内では核分裂によって、花粉管核<sup>⑧</sup>と雄原核ができる。一方、雌ずいの胚珠では、<sup>⑨</sup>

胚嚢母細胞が  をおこない、やはり4個の細胞を生じるが、このうちの3個は退化し、残りの1個だけが胚嚢細胞となる。一般的には胚嚢細胞は、3回の核分裂によって、8個の核を生じ、2個の  と1個の卵細胞、中央部に2個の極核をもつ中央細胞、反対側に3個の  ができる。

問 1 文章中の  ～  に適切な語句を入れよ。

問 2  ～  に適切な語句を次の用語の中から選択し、番号で答えよ。

- |         |          |           |
|---------|----------|-----------|
| (1) 胞子  | (2) 胞子体  | (3) 配偶子   |
| (4) 配偶体 | (5) 減数分裂 | (6) 体細胞分裂 |

問 3 下線①～⑩の中で、核相が複相である番号を記入せよ。

問 4 生物界の変遷に関する①～⑤の記述のなかで、正しくないものが2つ含まれている。正しくない記述の番号を記し、その理由を述べよ。

- ① 石炭紀になると、シダ植物は巨大化して、ロボク、リンボクなどの高さが数10mになる木生シダ類によって、地球に最初の大森林が出現した。
- ② ペルム紀になると、巨大なシダ植物の森林は衰退し、それにかわってラン藻類が初めて出現した。
- ③ 最古の陸上植物化石はシルル紀のものである。その頃の初期の陸上植物は、葉をつけており、ふたまたに分かれた軸のような植物体の先端に孢子嚢をつけていたが、根は発達していなかった。
- ④ デボン紀には陸上生活をおこなう節足動物が進化した。石炭紀の地層からは巨大なトンボの化石も発見されている。
- ⑤ 被子植物の多くは、昆虫を媒介にして受粉する花を発達させ、現生の陸上植物の中で最も種類数が多くなった。

4—② 生物の集団に関する以下の文章を読み、各問いに答えよ。

ある農耕地跡で植物群落の調査をおこなうため、1 m 四方の調査区画を 20 か所設定した。各調査区画の中で目立って見える植物を数種類選び、種類別に被度(調査区画内の面積占有率, %)と草高(cm)を測定し、それぞれ 20 区画の測定値の平均を求めた。また、種類別に 20 区画のうちいくつかの区画に出現したかの割合(頻度, %)を求めた。それらをまとめたものが表 1 である。

問 1 この植物群落の優占種を決定するため、各測定値の相対値を用いて優占度を計算したところ、オオバコの優占度は 40 となった。他の出現草種の優占度(a)~(d)を求め、この群落の優占種を答えよ。

なお、計算にはいずれも小数点以下第 1 位までの数値(小数点以下第 2 位を四捨五入)を用い、優占度は小数点以下第 1 位を四捨五入した整数値で答えよ。

問 2 生物の形態と環境との関連を考慮して生物を類型的に分類したものを  という。デンマークの植物生態学者ラウンケルは休眠芽の有無や地表からの高さを基準にして植物を分類した。その分類法<sup>①</sup>によれば、表 1 に示した植物は、一年生植物、地表植物、および半地中植物に分類され、 は地表植物に分類される。

下線部①の休眠芽とは何か。30 字以内で答えよ。

また、 に適する語句、および  に適する植物名を答えよ。

問 3 植物が生育に不適な時期を過ごすときの様式にはさまざまなものがあり、オオバコは秋から春にかけて葉を根ぎわから地面にはり付けるように放射状に広げている。

オオバコのような植物の冬越しにおける様式を何というか。また、なぜそのような様式をとると考えられるか。理由を 2 つ答えよ。

表1 主な出現草種とそれぞれの平均被度, 平均草高, 頻度, および優占度

出現草種	平均被度(%)	平均草高(cm)	頻度(%)	優占度
オオバコ	5	15	90	40
シロツメクサ	30	30	100	(a)
アカザ	5	90	15	(b)
ススキ	20	90	50	(c)
チカラシバ	40	45	75	(d)