

# 生物学（90分）

（応用生物学課程）

〔注意事項〕

1. 監督者の指示があるまで、この問題用紙と解答用紙を開いてはいけません。
2. 問題は、5ページからなっています。また、解答用紙は5枚、下書用紙は3枚あります。監督者から解答開始の合図があったら、問題用紙、解答用紙、下書用紙を確認し、落丁・乱丁および印刷の不鮮明な箇所などがあれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
3. 解答用紙には、受験番号を記入する欄がそれぞれ2箇所ずつあります。監督者の指示に従って、すべての解答用紙（合計5枚）の受験番号欄（合計10箇所）に受験番号を必ず記入しなさい。
4. この問題用紙の白紙と余白は、適宜下書きに使用してよろしい。
5. 解答は、必ず解答用紙の指定された場所（問題番号や設問の番号・記号などが対応する解答欄の中）に記入しなさい。なお、指定された場所以外や、裏面への解答は採点対象外です。
6. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
7. この問題用紙と下書用紙は、持ち帰りなさい。

I 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。 (配点率 25%)

生物は、大きく分けて二つの生殖方法で自らの遺伝子を子孫に伝えている。一つは、配偶子を介さずに行われる無性生殖であり、(1)分裂、(2)出芽、(3)栄養生殖などがある。この生殖方法で生じた子は、親のクローンに相当する。もう一つは、配偶子を介する有性生殖である。一般に、有性生殖では、染色体数を減少させる減数分裂を行うことで、単相 ( $n$ ) の卵や精子といった特別に (4)分化した細胞である配偶子が作られる。これが合体 (接合) することで複相 ( $2n$ ) に戻り、増殖することで新しい個体がつくられる。動物の体内には、将来、配偶子となる細胞である始原生殖細胞が用意されており、精巣では、これが精原細胞へと分化する。そして、オスの成熟に伴い分裂を繰り返し、一次精母細胞へとなり、さらに分裂をすることで二次精母細胞となる。二次精母細胞は、分裂し、精細胞となり、これが著しく変形することで精子となる。

問 1 下線部(1)から(3)の無性生殖を行う生物の例を以下の選択肢から 1 つずつ選び記号で答えなさい。

(A) ヒドラ (B) ジャガイモ (C) ゾウリムシ (D) ワラビ

問 2 下線部(4)の分化とはどのような状態か、40 字以内で説明しなさい。

問 3 生物がより多くの子孫を残し、繁殖する上で、有性生殖が無性生殖と比べて、有利な点、不利な点をそれぞれ 50 字程度で説明しなさい。

問 4 体細胞の染色体数が  $2n = 8$  の生物において、遺伝子の組換えが配偶子形成過程で全く起こらなかったとすると、染色体の組み合わせにおいて何通りの配偶子が形成されるか、答えなさい。

問 5 以下の細胞の核相について、答えなさい。ただし、体細胞の核相は  $2n$  とする。

①始原生殖細胞 ②精原細胞 ③一次精母細胞 ④二次精母細胞  
⑤精細胞 ⑥精子

問 6 ある生物では 1 個の精原細胞は 6 回分裂したのち、一次精母細胞になる。1 個の精原細胞からいくつの精子がつくられるか、数を答えなさい。

問 7 卵と精子の形成過程の違いを 100 字程度で説明しなさい。

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。 (配点率 25%)

植物の葉の表面は大部分が水をほとんど透過しない(ア)に覆われており、表面全体からの蒸散によって水分が失われるのを最小限に抑えている。葉の気孔は2個の(イ)に囲まれた隙間で、(1)2つの環境要因に応じて開閉する。(イ)は周囲の表皮細胞と異なり(ウ)を持ち、緑色である。葉は老化が始まると色づくが、これは葉中の(エ)が分解され緑色を失ない、それまで蓄積していた色素や新たに合成された色素が見えるようになるからである。さらに葉の老化が進むと最終的に落葉する。このとき葉柄の付け根に (2)特別な細胞層が形成される。葉の老化は(オ)と温度などの環境要因によって影響される。

問1 文章中の(ア)～(オ)に適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(1)の環境要因の1つは光である。もう1つの環境要因を答えなさい。

問3 気孔が開閉することに関与している植物ホルモンの名称を答えなさい。また、気孔の開口には青色光が有効であるが、青色光の光受容体名を答えなさい。

問4 下線部(2)はどのような名称か答えなさい。

問5 下線部(2)の形成が誘導される過程を植物ホルモンであるエチレンとオーキシンのはたらきを用いて150字以内で説明しなさい。

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。 (配点率 25%)

トリプシン (trypsin) は蛋白質分解酵素 (プロテアーゼ) の一種である。ヒトのトリプシンは、(ア) の細胞で不活性な前駆体であるトリプシノーゲンとして合成され、消化管に消化酵素として分泌され、自己分解または、エンテロキナーゼと呼ばれるプロテアーゼによる限定分解により活性化される。活性化された酵素の反応最適 pH は、7.7 であり、<sup>(1)</sup>作用するタンパク質の一次構造に存在するリシン (リジン) またはアルギニンのカルボキシ基側の <sup>(2)</sup>ペプチド結合を加水分解する <sup>(3)</sup>化学反応を促進する。

問1 文章中(ア)に適切な臓器名を答えなさい。

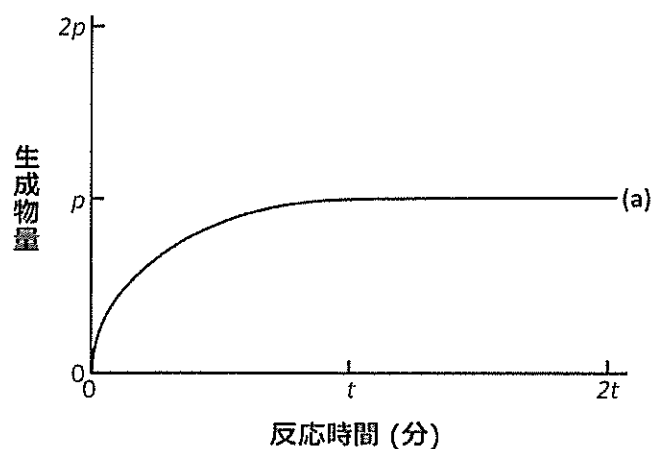
問2 下線部(1)を何と呼ぶか、答えなさい。

問3 下線部(2)について、どのような結合か 60 字以内で説明しなさい。

問4 下線部(3)のような性質をもつ物質を何と呼ぶか、答えなさい。

問5 L-リシン、L-アルギニン、L-アラニンについて、それぞれの 3 字表記、1 文字表記、Fischer 投影式による pH 7.0 におけるイオン型構造を答えなさい。

問6 試験管内で、pH 7.0 の Tris-HCl 緩衝液にトリプシンと、トリプシンが作用する人工物質を混合し、25°Cで反応させた。このとき、一定時間ごとの生成物量を測定したところ、下図の実線(a)のように変化した。以下の問に答えなさい。



(1)  $t$ 分以降、生成物量の値がほぼ一定となった理由について、40字以内で説明しなさい。ただし、実験を行っている間、トリプシンは、失活しないものとする。

実験条件を以下のように変えた時、反応時間に伴い、生成物量がどのように変化すると予想されるか。回答欄のグラフに記入しなさい。

- (2) 反応液の pH を 7.7 にする。
- (3) 反応温度を 30°C にする。
- (4) トリプシンの濃度を半分にする。
- (5) トリプシンが作用する人工物質の濃度を 2 倍にする。

Ⅳ 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。 (配点率 25%)

メセルソンとスタールは大腸菌の培養実験によって、複製の仕組みを明らかにした。まず、大腸菌を何世代も重い窒素  $^{15}\text{N}$  の培地で培養し、(1)大腸菌の DNA が全て  $^{15}\text{N}$  のみを含むようにした。その後、(2)通常の、軽い窒素  $^{14}\text{N}$  の培地で1回だけ分裂させた。(3)さらに軽い窒素  $^{14}\text{N}$  の培地でもう1回分裂させた。それぞれから抽出した DNA を分子の重さの別に分離することで、複製が (ア) 的であることを証明した。DNA の複製を担う (イ) は (ウ) → (エ) の方向にしかヌクレオチドの結合伸長を行えない。そのため、二本鎖の両方が鋳型となり、それぞれの鎖の DNA 複製が同じ方向に進むとの考えと矛盾する。(4)この矛盾は日本人によって解決されている。

DNA の塩基配列が遺伝情報となり、タンパク質が合成される。その際、まずは DNA の二重らせんの一部がほどけ、一方のヌクレオチド鎖に (オ) が結合し、(5)DNA と相補的な RNA が合成される。真核生物の DNA には塩基配列中に実際にタンパク質の情報となる部分 (カ) とタンパク質の情報とならない部分 (キ) があり、合成された RNA は (キ) が取り除かれることで mRNA となる。この (キ) の部分の切り捨て、(カ) をつなぎ合わせる過程を (ク) という。その後、mRNA は核膜孔を通過して、細胞質に移動し、(ケ) と結合する。ここでは mRNA の塩基配列 (コドン) に相補的なアンチコドンをもつ tRNA が2個ずつ結合し、隣り合うアミノ酸がペプチド結合によってつながる。これを繰り返すことでタンパク質が合成される。遺伝暗号は (コ) つの塩基の組合せによって1つのアミノ酸が指定される。

問1 文章中の下線(1)、(2)、(3) それぞれの大腸菌から DNA を抽出して、遠心分離によって、質量の違う分子に分けた。それぞれ条件での、軽い ( $^{14}\text{N} + ^{14}\text{N}$ )、中間 ( $^{15}\text{N} + ^{14}\text{N}$ )、重い ( $^{15}\text{N} + ^{15}\text{N}$ ) 分子の量比を答えなさい。

問2 メセルソンとスタールの実験によって複製がどのように行われるか明らかになった。この複製は何と呼ばれるか (ア) に当てはまる適切な語句を答え、その仕組みを 50 字以内で説明しなさい。

問3 文章中の (イ) ~ (コ) に当てはまる適切な語句、数字を答えなさい。

問4 下線(4)の矛盾はどのように解決されたか 150 字以内で説明しなさい。

問5 次の配列は遺伝子の一部の DNA の塩基配列を示したものである。これを鋳型に、下線(5) によってつくられる RNA の塩基配列を答えなさい。

3' -AGTCTCGATACGGTA-5'

(以 上)

# 問題訂正

1. 科目等名 生物学

2. 訂正箇所及び訂正内容

Ⅲ

問 5

(誤) それぞれの 3 字表記

(正) それぞれの 3 文字表記