

生 物 (前期)

解答上の注意：記号等の選択において複数回答で順番を問題にしていない場合は、アルファベット順，五十音順，番号順に並べなさい。該当するものがない場合のみ，「該当なし」の記号を選びなさい。

I 次の(1)～(8)の間に答えなさい。

- (1) アクチンフィラメントと相互作用するモータータンパク質の名前を書きなさい。
- (2) 日本の本州の丘陵帯での主要なバイオームを2つ選びなさい。
- | | | |
|---------|----------|--------|
| 1 熱帯多雨林 | 2 亜熱帯多雨林 | 3 針葉樹林 |
| 4 夏緑樹林 | 5 照葉樹林 | 6 ツンドラ |
- (3) バイオテクノロジーについて，正しいものをすべて選びなさい。
- 1 DNAの電気泳動では塩基対数が少ない断片ほど移動距離が小さい。
 - 2 外来の遺伝子を導入された生物はトランスジェニック生物と呼ばれる。
 - 3 制限酵素で切断したDNA断片を再び連結するには，DNAポリメラーゼを用いる。
 - 4 植物に遺伝子を導入する場合，土壌細菌であるアゾトバクターを用いることが多い。
 - 5 異なる生物種のDNAにおいても，同じ制限酵素で認識される切断配列は同じである。
 - 6 該当なし。

(4) ヒトの呼吸に関連する記述について正しいものをすべて選びなさい。

- 1 解糖系では1分子のグルコースから4分子のNADHが生じる。
- 2 ミトコンドリアの電子伝達系では H^+ の濃度勾配が生じる過程がある。
- 3 クエン酸回路では1分子のピルビン酸から3分子の $FADH_2$ が生じる。
- 4 呼吸の過程全体では1分子のグルコースから6分子の CO_2 が生じる。
- 5 α -ケトグルタル酸は炭素原子が3個からなる。
- 6 解糖系の基質レベルのリン酸化には H^+ の濃度勾配が必要である。
- 7 該当なし。

(5) 酵素について正しいものをすべて選びなさい。

- A 酵素は特定の基質に結合して作用する。
- B ヒトの酵素はすべて中性ではたらく。
- C ヒトの消化酵素は $100^\circ C$ では変性する。
- D 酵素は活性化エネルギーを増加させる。
- E 酵素はある特定の化学反応だけを進める性質をもつ。
- F 多くの補酵素は基質の共有結合を切断する。
- G 該当なし。

(6) 生物の分類について正しいものをすべて選びなさい。

- 1 えり鞭毛虫は単細胞の生物である。
- 2 細胞性粘菌はカビやキノコ類と同じ菌類に属する。
- 3 旧口動物はすべて三胚葉性の動物である。
- 4 ショウジョウバエは節足動物門に属する。
- 5 カイチユウとサナダムシは線形動物門に属する。
- 6 該当なし。

- (7) 地球の大気と気温について正しいものをすべて選びなさい。
- A 約 20 数億年前の大気中の酸素濃度はシアノバクテリアの繁栄によって上昇した。
 - B 真核生物が出現して以来、大気中の酸素濃度は減少し続けている。
 - C 二酸化炭素は温室効果ガスである。
 - D メタンは温室効果ガスではない。
 - E 現在の大気中の二酸化炭素濃度は地球史上もっとも高い。
 - F 現在の平均気温は 100 年前と比べて上昇傾向にある。
 - G 該当なし。
- (8) アメフラシの水管を刺激すると、それが順に感覚ニューロン、運動ニューロンと伝わり、エラの引き込みが起こるが、繰り返し刺激するとまず短期的な「慣れ」が生じる。その時に起きている変化について、正しいものを 4 つ選びなさい。
- A 感覚ニューロンの活動電位の頻度が減少する。
 - B 感覚ニューロンの活動電位の頻度が増加する。
 - C 運動ニューロンの活動電位の頻度が減少する。
 - D 運動ニューロンの活動電位の頻度が増加する。
 - E 運動ニューロンの樹状突起で生じる EPSP が小さくなる。
 - F 運動ニューロンの樹状突起で生じる EPSP が大きくなる。
 - G 感覚ニューロンの神経終末のシナプス小胞が減少する。
 - H 感覚ニューロンの神経終末のシナプス小胞が増加する。
 - I 感覚ニューロンの神経終末で電位依存的な Ca^{2+} 流入量が減少する。
 - J 感覚ニューロンの神経終末で電位依存的な Ca^{2+} 流入量が増加する。

II

以下の文章を読み、問に答えなさい。

被子植物では、花粉は柱頭に付着すると発芽し、めしべ内に花粉管を伸長させて子房に到達する。花粉管から放出される と卵細胞が受精し、次世代の種子が形成される。被子植物の多くは一つの花の中にめしべとおしべが存在する両性花をもつため、めしべに自己の花粉が付着する自家受粉が起こりやすいが、自己を認識し自家受精を避けるしくみを進化させてきた。この「自家不和合性」は 1 チャールズ・ダーウィンにより提唱され、これまでに約半数の被子植物の種において報告されている。

自家不和合性を支配している遺伝子座(S 遺伝子座)には、花粉で発現する遺伝子(花粉 S 遺伝子)とめしべで発現する遺伝子(めしべ S 遺伝子)が存在し、それらが特定の組み合わせになったときに自家不和合性を示す。それらは別の対立遺伝子であるが、完全に連鎖しているため、事実上一組の対立遺伝子として振る舞い、同じ個体において花粉 S 遺伝子の型とめしべ S 遺伝子の型は同じ対立遺伝子として表される。ナス科やバラ科の植物では、受粉した花粉の花粉 S 遺伝子とめしべ S 遺伝子の型が一致すると、花粉管の伸長が阻害され受精が起こらず自家不和合性を示す。S 遺伝子座の対立遺伝子の型を $S_1, S_2, S_3 \dots$ としたとき、たとえば、花粉 S_1 遺伝子をもつ花粉と $S_1 S_2$ や $S_1 S_3$ などのめしべ S_1 遺伝子をもつ個体との間では、受精が成立しない。

問 1 にあてはまる語句を書きなさい。

問 2 両性花を持つ被子植物が自家不和合性をもつ利点を以下からすべて選びなさい。

- 1 媒介者を必要としないため繁殖効率が高い。
- 2 新しい生育場所への侵入が容易である。
- 3 次世代への遺伝子の伝達効率が高い。
- 4 種の遺伝的多様性を保持する。
- 5 集団の全ての個体と交配が可能であり繁殖効率が高い。
- 6 該当なし。

問 3 下線部 1 に関して、ダーウィンの研究に関連する語句を 2 つ選び答えなさい。

- A 古典的条件付け B 自然選択説 C 3ドメイン説
D 幼葉鞘の光屈性 E カルビン回路

問 4 被子植物において S 遺伝子とは異なる一对の対立遺伝子 A, a に着目し、AA の植物のめしべに aa の植物由来の花粉をつける交配実験を行って果実を得た。

(1) 以下の(あ)～(う)の部位の細胞の遺伝子型として考えられるものをそれぞれすべて答えなさい。

- (あ) 果肉 (い) 子葉 (う) 胚乳

(2) (1)で得られた種子(F_1)を成長させ、自家受粉させて果実(F_2)を得た。この F_2 世代の果実について、子葉の細胞の遺伝子型が Aa である時、同じ果実の胚乳の部分の細胞の遺伝子型として考えられるものをすべて答えなさい。

問 5 バラ科のニホンナシは自家不和合性を示し、果樹農園では結実のために人工授粉や多品種の混植を行う必要がある。また、古くから交配による品種改良が行われている。このため、それぞれの品種における S 遺伝子の型は重要であり、すでに多くの品種で S 遺伝子の型が判明している(図)。これらを参考に以下の問に答えなさい。ただし、ここでは S 遺伝子座の対立遺伝子の型は S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 のみが存在することとする。

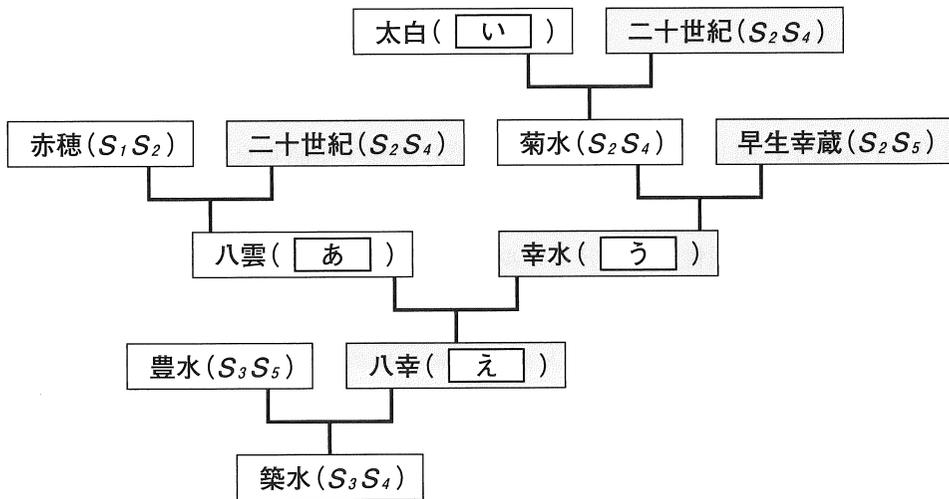


図 ナシの品種の系統図

□ はめしべ側の親, □ はおしべ(花粉)側の親, ()内は S 遺伝子座の型を示す。

[選択肢]

ア S_1S_2 イ S_1S_3 ウ S_1S_4 エ S_1S_5 オ S_2S_3
 カ S_2S_4 キ S_2S_5 ク S_3S_4 ケ S_3S_5 コ S_4S_5

(1) 八雲の S 遺伝子の遺伝子型 □ あ □ は何か、可能性のあるものを選択肢からすべて選んで記号で答えなさい。

- (2) 太白の S 遺伝子の遺伝子型 は何か、可能性のあるものを選択肢からすべて選んで記号で答えなさい。
- (3) 八幸の S 遺伝子の遺伝子型 は何か、可能性のあるものを選択肢からすべて選んで記号で答えなさい。
- (4) 「二十世紀(S_2S_4)」の S_4 遺伝子の突然変異体(S_{4*} 遺伝子とする)として得られた「おさ二十世紀(S_2S_{4*})」は、自家受精が可能である。自家受精が可能な品種は、農家にとってコスト削減の為に重要であり、品種改良の種株としても注目されてきた。「おさ二十世紀」では、 S_4 遺伝子を含む染色体領域に変異があり、めしべ S_{4*} 遺伝子をもつ個体は花粉 S_{4*} 遺伝子をもつ花粉管の伸長を妨げないことで、受精が成立し種子が出来る。「おさ二十世紀(S_2S_{4*})」の植物のめしべに、 S_3S_{4*} の遺伝子型の個体からの花粉で受粉して種子を得た。この種子から得られた個体のうち、自家受精が可能な性質をもつ個体が得られる確率は何%か答えなさい。

III

以下の文章を読み、問に答えなさい。

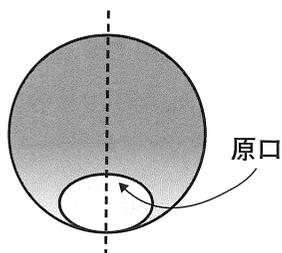
動物の発生のしくみを明らかにする試みは過去1世紀にわたり多くの研究者によってなされてきた。1924年にドイツのシュペーマンとマンゴルドは、イモリの胚の原口背唇部を別のイモリの胚の予定表皮域に移植すると二次胚ができることを発見し、そのようなはたらきをもつ胚の領域を と名付けた。その二次胚では中胚葉由来の構造(脊索など)ができるとともに、外胚葉から神経組織が分化していた。このようにある細胞・組織が別の細胞・組織にはたらきかけて予定運命などを変化させることを という。

1980年代に行われたある実験(実験1)では、カエル胚の原腸陥入に関わる遺伝子を見つけるために、受精卵よりも原腸胚で強く発現する遺伝子が探索された。見つかった mRNA の塩基配列を決定したところ中間径フィラメントの1つであるケラチンであった。この実験は先駆的な試みであったが、①ケラチンは発生を進める過程に直接かかわるといよりも、発生に伴う細胞分化の結果として発現したものだと考えられた。

また1990年代に行われた別の実験(実験2)では、神経の に関する因子の探索が行われた。カエルの初期胚をリチウム処理すると の領域が拡大するが、UV照射を行うことにより の領域が消失することが知られている。そこで、UV照射した胚よりもリチウム処理した胚で多く発現している mRNA をいくつか見つけ、そこから神経の に関するタンパク質 A を特定した。

問1 と にあてはまる語句を答えなさい。

問 2 下の図はカエルの原腸胚中期(原腸が半分ほど陥入した状態)の図である。破線で切断した場合の断面図(模式図)を描きなさい。ただし、原口を右側にして描き、その中に原腸と胞胚腔を指し示しなさい。また、中胚葉の領域に斜線で影をつけなさい。



問 3 原腸陥入によって胞胚期のどの領域の細胞が内部に入るかを調べるためにはどのような方法を用いたらよいか、30字以内で答えなさい。

問 4 中間径フィラメントの特徴を以下の選択肢の中からすべて選びなさい。

- A 直径約 10 nm である。
- B 細胞内での物質や細胞小器官の輸送に関わっている。
- C 核の形を保つのに役立つ。
- D 上皮組織では密着結合に連結している。
- E フィラメント自体の収縮により細胞が変形する。
- F 上皮の基底膜に直接結合している。
- G デスモソームに連結している。
- H 該当なし。

問 5 下線部①のケラチンは発生の研究においてどのように利用できるか、選択肢からもっとも適切なものを1つ選びなさい。

- A 細胞の分化を抑制させる因子として利用できる。
- B 細胞周期の時期の目印として利用できる。
- C 細胞の分化を促進させる因子として利用できる。
- D 細胞の分化状態の目印として利用できる。
- E 細胞分裂を促進する因子として利用できる。

問 6 実験2のタンパク質Aの遺伝子発現についてどのような特徴が予想されるか、もっとも適切なものを2つ選びなさい。

- A 恒常的に発現している。
- B 神経の運命が決定される時期に発現している。
- C 尾芽胚の時期に発現している。
- D 神経で発現している。
- E

1

 の領域で発現している。
- F 胚全体で発現している。
- G 植物極付近で発現している。

問 7 実験 2 のタンパク質 A が実際に神経の 2 に関与しているかどうかを証明するにはどのような実験をしたらよいか、もっとも適切なものを 3 つ選びなさい。ただし、それぞれの実験では、必要に応じて適切な対照実験があるものとする。

- A タンパク質 A の遺伝子の塩基配列を決定し、類似した遺伝子を検索する。
- B タンパク質 A のアミノ酸配列を決定し、立体構造を推定する。
- C タンパク質 A の mRNA の翻訳を胚で特異的に阻害して、予定運命に変化があるかを調べる。
- D タンパク質 A の mRNA をリチウム処理した胚で発現させて、神経ができるかを調べる。
- E 胚の原口背唇部にタンパク質 A を注入して、胚に神経ができるかを調べる。
- F 取り出した予定表皮の領域の組織にタンパク質 A を作用させて培養し、神経ができるかを調べる。
- G UV 処理した胚の原口背唇部にタンパク質 A を発現させて、神経ができるかを調べる。

問 8 神経組織の形成に関与する分子が胚内に 5 nmol/L の濃度で存在していた。胚の大きさを直径 2 mm の球体とみなした場合、胚には何分子が存在しているか、もっとも近いものを選び記号で答えなさい。ただしアボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。

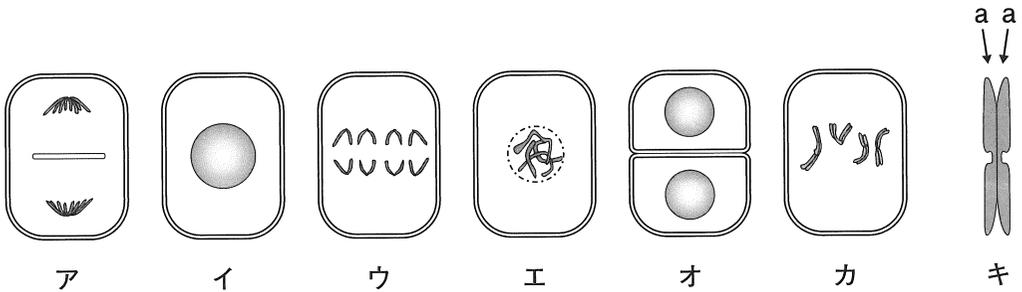
- A 9.5×10^9 B 1.2×10^{10} C 2.8×10^{10}
- D 2.4×10^{11} E 8.4×10^{11}

IV

以下の文章を読み、問に答えなさい。

ある被子植物の根端細胞を用いて細胞周期各期の持続時間を調べ、順不同で下表に示した。また、観察された様々な時期の細胞を模式的に示した(下図)。ただし、図キは図カのうちの1本の染色体を模式的に描いたものである。また、根端での細胞周期は細胞間で非同調的であり、各期の持続時間はそれらの平均値である。

細胞周期	S 期	G ₁ 期	G ₂ 期	M 期
持続時間(時間)	8	6	5	2



問 1 細胞周期を S 期から始まるものとし、G₁期、G₂期、M 期の 3 つの時期を進行する順番に並べなさい。(解答例：G₁、G₂、M)

問 2 図ア～カから、G₂期の細胞としてもっとも適当なものを 1 つ選びなさい。

問 3 伸長中の根に放射性同位元素である³Hで標識したチミジン(³H-チミジン；チミジンはチミンとデオキシリボースが結合したもの)を 30 分間与え、細胞周期の観察を行った。なお、³H-チミジンが DNA に取り込まれた場合、標識は染色体上に黒い点として観察される。

(1) ^3H -チミジンを与えた後、標識が1回目の分裂期の前期染色体上にもっとも遅く現れる時間はおよそ何時間後か、次のA～Eからもっとも適当なものを1つ選び、記号で答えなさい。

- A 5時間後 B 8時間後 C 11時間後
D 13時間後 E 19時間後

(2) ^3H -チミジンを取り込んだ染色体が2回目の分裂期(図のエ)に達した時に観察される染色体について、図キのaで示した2本の姉妹染色分体(1本の染色体の半分)からなる染色体の標識は理論的にどのようなになると予想されるか、あてはまるものをすべて選び、記号で答えなさい。

- A 2本の姉妹染色分体とも標識される。
B 1本の姉妹染色分体のみ標識される。
C 2本の姉妹染色分体とも標識されない。

問 4 生体を構成している生きた細胞の中には、表に示した細胞周期のどの時期にもあてはまらない細胞がある。この細胞はどのような状態にある細胞といえるか、32字以内で答えなさい。

問 5 この細胞からなる植物のゲノムは、1セット何本の染色体からなるかを図を参考にして答えなさい。

問 6 図イと図カの細胞について、(1)遺伝子発現はどちらが活発か答えなさい。
(2)また、その理由を染色体の構造上の観点から、50字以内で説明しなさい。

問 7 図カに描かれた4本の染色体について1本あたりDNA分子(二重らせん)は何本存在するか, A~Fから選び記号で答えなさい。

- A 1本
- B 2本
- C 4本
- D 染色体上の遺伝子の数と同じ本数
- E 染色体上の遺伝子の数の2倍の本数
- F 染色体の大きさに応じた本数

問 8 次の文章から正しいものをすべて選び, 記号で答えなさい。

- A 大腸菌には環状のDNAが含まれる。
- B 酵母菌の間期の染色体は, 核膜によって包まれている。
- C ショウジョウバエのだ腺染色体は, 分裂中期のものである。
- D ヒトの染色体のDNAは環状である。
- E 真核生物のDNAはヒストンと結合し染色体を形成する。
- F 該当なし。

訂正 令和7年度一般選抜試験(前期)理科

下記のように訂正してください。

物理

<訂正1> II 本文 p.3, 14行目

(誤) xy 平面上で 等速円運動を行った。

↓

(正) xy 平面上で、 x 軸上のある点を中心とした等速円運動を行った。

<訂正2> III 本文 p.6, 7~8行目

(誤) この運動を周期 T の単振動と仮定すると

↓

(正) この周期を T とすると

化学

<訂正1> II 本文 p.13 下から3行目

(誤)

いま、二酸化窒素 NO_2 と四酸化二窒素 N_2O_4 、そして五酸化二窒素 N_2O_5 の気体を用いて、【実験 I】、【実験 II】を行った。

なお、この実験において各分子はすべて理想気体であるとする。

↓

(正)

いま、二酸化窒素 NO_2 と四酸化二窒素 N_2O_4 の気体を用いて【実験 I】を、また別の実験として五酸化二窒素 N_2O_5 の気体を用いて【実験 II】を行った。

なお、この実験において各分子はすべて理想気体であるとする。

<訂正2> II p.17 表

(誤) $[\text{N}_2\text{O}_5]$ → (正) $[\text{N}_2\text{O}_5]$

(括弧閉じを、括弧開きに対応した正しいフォントと位置に訂正)

<訂正3> IV p.24 問2 2行目

(誤) 解答欄に6文字 で答えなさい

↓

(正) 解答欄に6文字 (「結合」は含まない) で答えなさい

以上

前期 生物 IV 出典

東京慈恵会医科大学 2012 年度 生物 1 を一部改変