

平成 29 年度 入試
個別学力試験問題(前期日程)

生 物

注 意

1. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題紙は13ページ、解答用紙は5枚です。指示があってから確認し、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. 受験生はすべての問題を解答してください。
4. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

1

次の文章を読み、下記の問い合わせ(問1～問5)に答えよ。

地球上には、森林や草原、河川、湖沼、海洋など、さまざまな生態系が存在し、各生態系は独自の生物相を育むとともに、物質や生物の移動を通して互いに関わりを持っている。生態系は常に一定ではなく、台風や洪水などの自然擾乱^{かくらん}や、森林伐採や火入れなどの人為擾乱など、さまざまな擾乱が生じている。大規模な擾乱が発生すると生態系は破壊されるが、アな擾乱が発生した場合は、擾乱に強い種や種間競争に強い種も含めて多様な生物が共存できるようになり、生物の多様性は増す。生態系が持つさまざまな機能は、私たち人間の日々の生活にも生態系サービスとよばれる多岐にわたる恩恵を与えていた。しかし、さまざまな要因により、生物の多様性は急速に失われている。世界的には、土地利用の改変による生物の生息地の消失やイ、外来生物の侵入、過剰な生物の採取などが共通した問題であり、さらに最近では、ウによると考えられる極地や高山帯の生物の絶滅が危ぶまれている。一方、日本の里山では、伝統的な農業活動などによる管理が減少したことにより、生物の多様性が変化している。特に、草原などの擾乱を受けやすい環境に適応して生息してきた生物は、人間による管理がなくなると絶滅する種もあり、里山に生息してきた多くの生物がエに指定されている。

問1 文章中の空欄(ア～エ)に最も適当な語句を答えよ。

問2 下線部(1)の生物の多様性の保全を考える場合、三つの視点が重要であるといわれている。この三つの視点とは何か、答えよ。

問3 下線部(2)の生態系サービスによって、私たち人間が生態系から与えられている恩恵の具体例を三つあげよ。

問 4 下線部(3)の外来生物に関して、次の小問①・②に答えよ。

① 次の(a～j)から日本における外来生物を三つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|------------|-----------|-------------|
| a. テン | b. オオクチバス | c. オオムラサキ |
| d. ハブ | e. ヌートリア | f. オオハンゴンソウ |
| g. ヤンバルクイナ | h. ツキノワグマ | i. アカネズミ |
| j. メヒシバ | | |

② 一部の外来生物は、生態系にもとからいた在来生物の絶滅を引き起こす大きな要因となっている。在来生物が外来生物の影響を受けやすい理由を、動物の場合について、70字以内で説明せよ。

問 5 下線部(4)に関して、次の小問①・②に答えよ。

① 日本の里山の代表的な生態系に雑木林がある。次の(a～j)から雑木林に生育する代表的な植物を三つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|------------|-----------|---------|
| a. シナノキンバイ | b. キタダケソウ | c. スダジイ |
| d. ヤシャブシ | e. カタクリ | f. タブノキ |
| g. ヨシ | h. クヌギ | i. ブナ |
| j. コナラ | | |

② 雜木林は日本人の生活を支える重要な生態系の一つであるが、日本の里山における雑木林の伝統的な利用目的と管理の方法について、80字以内で説明せよ。

2

次の文章を読み、下記の問い合わせ(問1～問6)に答えよ。

ヒトは、熱い鍋に無意識に触ってしまった時に思わず手を引っ込める。この反応における情報の流れを見てみると、まず、皮膚にある受容器が強い熱刺激を受け、その刺激は感覚神経を経由して介在神経に伝えられる。介在神経は情報を処理し、運動神経に情報を伝える。さらに、運動神経に伝わった情報が腕の筋肉へと伝えられ、最終的に腕の筋肉が収縮し、手を引っ込めるという反応が起こる。この反応において、刺激を受容して反応が引き起こされるまでの経路を
ア という。

神経系を構成する神経細胞にはさまざまなものがあるが、感覚神経や運動神経は細胞体から多数の イ と1本の軸索が伸びた構造となっている。

イ は感覚細胞や他の神経細胞から情報を受け取る役割を持ち、軸索は活動電位を発生して他の神経細胞に情報を伝える役割を持っている。有髄神経の軸索は ウ に包まれており、この ウ が幾重にも巻きついて髄鞘を形成している。髄鞘を持つ軸索は、髄鞘を持たない軸索に比べて情報が速く伝わることが知られている。軸索を伝わってきた情報が軸索の終末に到達すると、シナプス小胞から神経伝達物質が放出され、シナプス後細胞の膜電位を変化させる。この膜電位変化が脱分極性の場合を エ 性シナプス後電位とよび、過分極性の場合を オ 性シナプス後電位とよぶ。

運動神経は、神経筋接合部を介して情報を骨格筋に伝える。骨格筋を構成する筋細胞には大型のものが多い。そのため、神経からの情報は細胞膜が筋細胞内部に落ち込んだT管とよばれる構造を介して内部まで伝えられ、T管の近傍にある
カ からカルシウムイオンが放出されることで収縮が引き起こされる。

問1 文章中の空欄(ア～カ)に最も適当な語句を答えよ。

問2 動物の神経系のうち、下線部(1)の経路のように介在神経によって構成され、情報の統合処理を行う神経系を何とよぶか、答えよ。

問 3 下線部(2)について、ある神経の細胞体部分を強さの異なる電流で刺激し、軸索に挿入した記録電極で電位を測定する実験を行った。実験に用いた神経細胞の静止電位は -60 mV 、活動電位の大きさの最大値は 100 mV 、活動電位の発生に必要な刺激電流の閾値は 5 mA であった。この神経細胞に図1のグラフのような刺激を与えると、神経細胞の膜電位はどのように変化すると予想されるか。解答用紙のグラフに記入せよ。

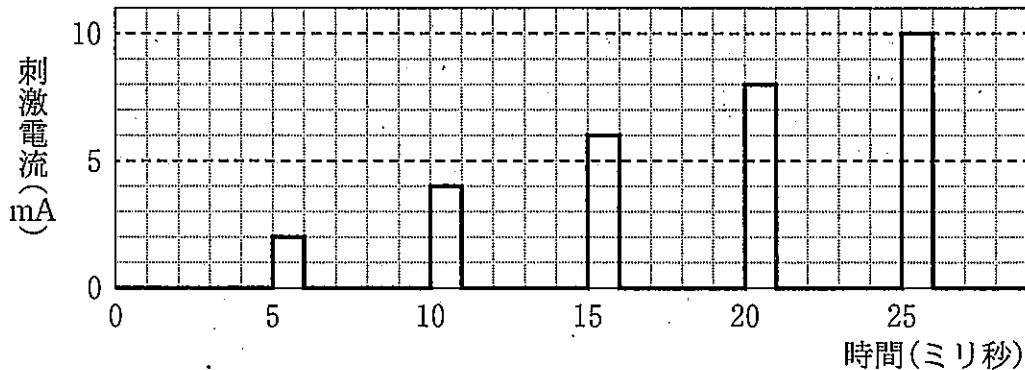


図 1

問 4 下線部(3)について、髓鞘を持つ軸索の方が情報が速く伝わるのはなぜか、説明せよ。

問 5 下線部(4)の細胞は多数の筋原纖維が集合した構造となっている。図2はこの筋原纖維の模式図である。筋原纖維を構成する各部分の名称(キ～シ)を答えよ。

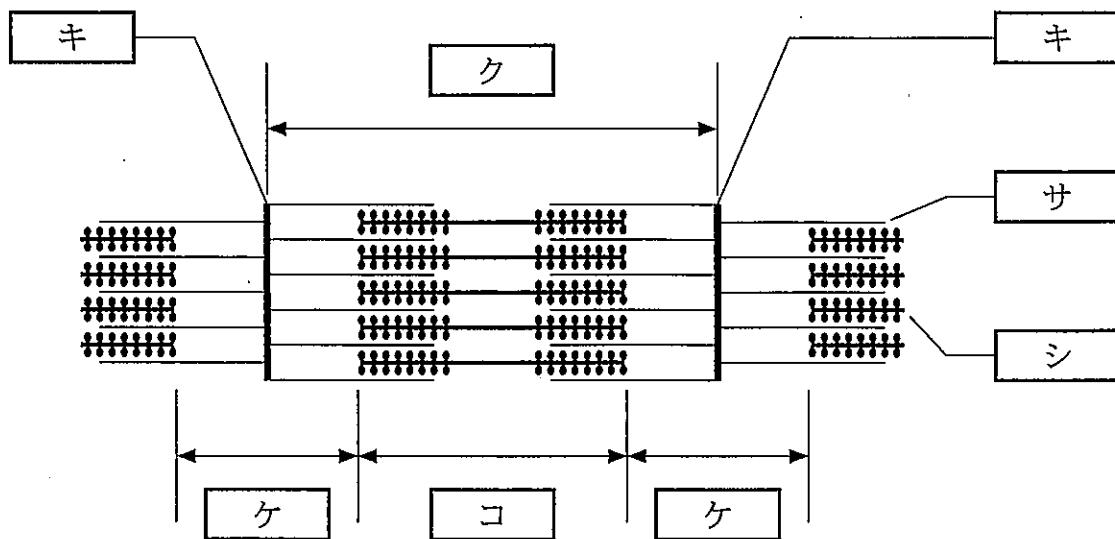


図2

問 6 下線部(5)のT管は、通常、細胞内の特定の位置に分布している。T管が分布しているのは図2の模式図に示した(キ～シ)のどの部分であるか、(キ～シ)の記号で答えよ。

3

次の文章を読み、下記の問い合わせ(問1～問5)に答えよ。

被子植物の生殖器官は花であり、めしべの胚珠では ア が減数分裂を行って1個の イ と3個の小型の細胞ができる。小型の細胞は退化するが、イ は核分裂を3回行って8個の核を生じ、その後細胞膜で仕切られ8核7細胞からなる胚囊となる。胚囊では8個の核のうち2個の核は中央細胞の
(1)極核となっており、残りの6個はそれぞれ6個の細胞の核となっている。おしひの薬では、ウ が減数分裂を行って エ になり、それが花粉に発達する。成熟した花粉の花粉管細胞内に存在する オ は分裂して2個の精細胞になる。花粉はめしべの柱頭につくと発芽して花粉管を伸ばす。花粉管の
(2)先端が胚囊に達すると先端が破れ精細胞が胚囊に送り込まれて受精が行われる。

花の形態は多様であるが、がく片、花弁、おしひ、めしべの4つの花器官で構成される基本構造は共通で、花を上面から見ると、図1に示すように外側から内側に向かって、領域1：がく片、領域2：花弁、領域3：おしひ、領域4：めしべが同心円状に配置されている。シロイヌナズナの突然変異体の研究などから、
(3)花器官の形成には3種類の調節遺伝子(A, B, C)がホメオティック遺伝子として働いていることがわかった。図1に示すように、A, B, C遺伝子は働く領域が決まっている。A遺伝子はがく片が形成される領域と花弁が形成される領域、B遺伝子は花弁が形成される領域とおしひが形成される領域、C遺伝子はおしひが形成される領域とめしべが形成される領域で働いている。また、A遺伝子が働く部分ではC遺伝子が抑制され、C遺伝子が働く部分ではA遺伝子が抑制されており、どちらか一方の遺伝子が働くなくなった場合には、抑制されていたもう一方の遺伝子が働くようになる。

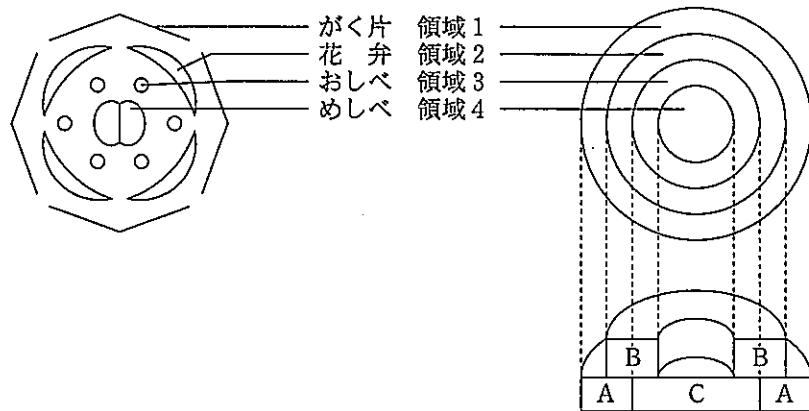


図 1

問 1 文章中の空欄(ア～オ)に最も適当な語句を答えよ。

問 2 図 2 は、下線部(1)に示す胚囊の中央細胞と 2 個の極核を描いたものである。解答欄の図に残りの 6 個の細胞を描き加えて、珠孔を下にした状態での胚囊の模式図を完成させよ。各々の細胞の名称は中央細胞の例にならい、指示線を用いてそれぞれ記せ。

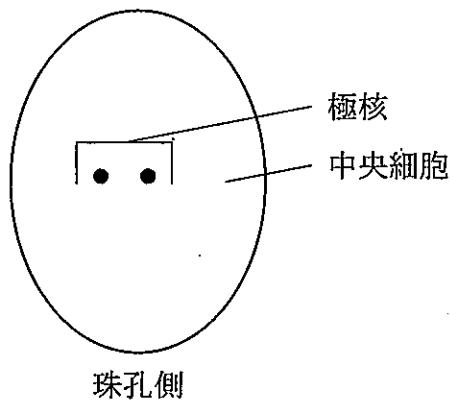


図 2

問 3 下線部(2)において、花粉管が胚囊に達する過程では、胚囊から放出される花粉管誘引物質が働いている。この花粉管誘因物質を放出する細胞の名称を答えよ。

問 4 下線部(3)のシロイヌナズナの突然変異体に関して、次の小問①・②に答えよ。

① 次のシロイヌナズナ突然変異体(a～c)では、図1の領域1～4に何が形成されるか。解答欄の野生型シロイヌナズナの例にならって答えよ。

- a. A 遺伝子が働かない突然変異体
- b. B 遺伝子が働かない突然変異体
- c. C 遺伝子が働かない突然変異体

② 小問①のa～cの突然変異体を交配することで、A, B, C遺伝子の複数が働くようになった多重変異体を作出することができる。花器官が次のようになる多重変異体(dおよびe)において、働くなくなっている遺伝子をすべて答えよ。

- d. がく片だけが形成され、花弁、おしべ、めしべが形成されない。
- e. すべて葉になる。

問 5 下線部(4)で示すホメオティック遺伝子は、ホメオティック突然変異体の原因遺伝子としてショウジョウバエで最初に明らかにされた遺伝子である。「体節」、「触角」および「脚」の3語をすべて使って、ショウジョウバエのホメオティック突然変異体を50字以内で説明せよ。

4 次の文章を読み、下記の問い合わせ(問1～問5)に答えよ。

植物が持つさまざまな遺伝子の働きを調べたり、新しい農作物を作出するために、植物細胞への遺伝子導入法が用いられている。この方法によって作出された植物は、遺伝子組換え植物(作物)とよばれている。遺伝子組換え植物の作出には、⁽¹⁾ 土壤中に生息し、自律的に複製するDNAであるプラスミドを持つ、

ア が広く用いられている。この目的で使用されるプラスミドは、ハイグロマイシンなどの特定の抗生物質に対する耐性遺伝子をあらかじめ付加するなどして改変されている。外来遺伝子をこのプラスミドの中に組み込んで作られた組換えプラスミドを ア に戻し、植物細胞に感染させると、外来遺伝子や抗生物質耐性遺伝子を含むDNA断片は ア から植物細胞に運ばれて、イ に組み込まれる。特定の抗生物質に対する耐性によりDNA断片が組み込まれていることを確認された植物細胞を、高濃度の ウ と低濃度のエ を含む培地で培養することで、植物細胞は オ に分化する。その後、土に移植することにより、成長した植物体が作出される。

このようにして作出した植物体に外来遺伝子が確かに組み込まれているかどうかはPCR(ポリメラーゼ連鎖反応)法を用いることで、簡便に調べることができる。PCR法では、まず、植物体からDNAを抽出して、これを パ として用いる。反応にはこの他に、植物に組み込んだ外来遺伝子の塩基配列を基にして合成した一組の キ 、基質となる ク 、そして ケ を加える。これらの混合液を含むPCR用チューブをDNA增幅装置(サーマルサイクラー)に取り付け、三つの異なる温度条件(①95℃に加熱、②約55℃に冷却、⁽³⁾③72℃に上昇)で一定時間反応させることで、外来遺伝子の数は理論的には2倍に増加する。このサイクルを合計20回繰り返すことにより、外来遺伝子は約 コ 倍に増幅される。反応後の混合液をアガロースゲル電気泳動法で分析することにより、外来遺伝子の存在を確認する。

問 1 文章中の空欄(ア～コ)に最も適当な語句を答えよ。

問 2 下線部(1)の具体例を一つあげよ。

問 3 下線部(2)の植物体を自家受精させることで、次世代の種子を多数得た。このうち 750 粒を抗生物質であるハイグロマイシンを含む培地に播種した。^は発芽した 732 粒の中で、抗生物質に対して耐性の植物体は 547 個体、感受性の個体は 185 個体であり、後者はやがて枯死した。非遺伝子組換え植物である野生型種子を同じように播種したが、発芽した個体は全て感受性であった。下線部(2)の植物体と野生型の植物体とを交雑して、得られた種子を同じ抗生物質を含む培地に播種したとき、発芽した全植物体中で耐性植物体の占める割合(%)はどうなるか、解答欄に数字を記入せよ。

問 4 下線部(3)の条件で反応させたとき、外来遺伝子が 2 倍に増える過程を 100 字以内で説明せよ。

問 5 プラスミドは大腸菌を用いた遺伝子組換え実験でも広く用いられている。

図 1 に示すプラスミドは 3,000 塩基対数(3 kbp)の大きさであり、その中に 4 種類の制限酵素(*EcoRI*, *PstI*, *BamHI*, *HindIII*)の切断部位をそれぞれ一つずつ持つ。このプラスミドを用いて以下に示す実験を行った。この実験に関する文章を読み、次の小問①・②に答えよ。

【実験】 図 1 に示すプラスミドを制限酵素 *PstI* と *BamHI* の両方で切断して、シロイヌナズナから単離したある遺伝子を同じように切断し、この中に組み込んだ。このようにして作製した組換えプラスミドを大腸菌に導入して培養することで、大量に調製した。組換えプラスミドを図 1 に示されている 4 種類の制限酵素(*EcoRI*, *PstI*, *BamHI*, *HindIII*)のいずれかで切斷後に、DNA 断片をアガロースゲルのくぼみ(ウエル)に入れて電気泳動を行い、分析した。このとき同時に、種々の大きさ(kbp)の DNA 分子量マーカーも泳動した。その結果を図 2 に示している。

- ① プラスミドに組み込まれたシロイヌナズナの遺伝子の塩基対の数(kbp)を求めよ。
- ② シロイヌナズナのこの遺伝子には、今回の実験で用いた制限酵素による切断部位がどのように配置されていると考えられるか。例にならって、解答欄の図に、制限酵素切断部位の位置を制限酵素名とともに矢印で示し、制限酵素切断部位にはさまれた間の塩基対の数(kbp)を書き加えよ。

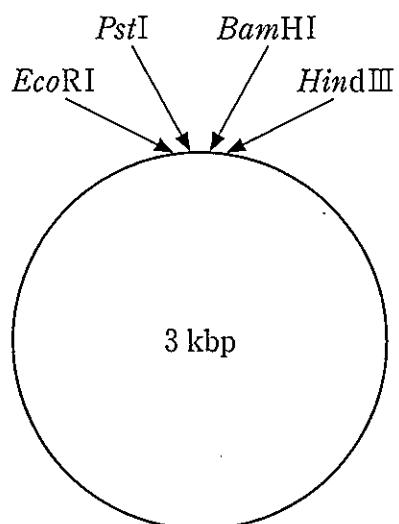


図 1

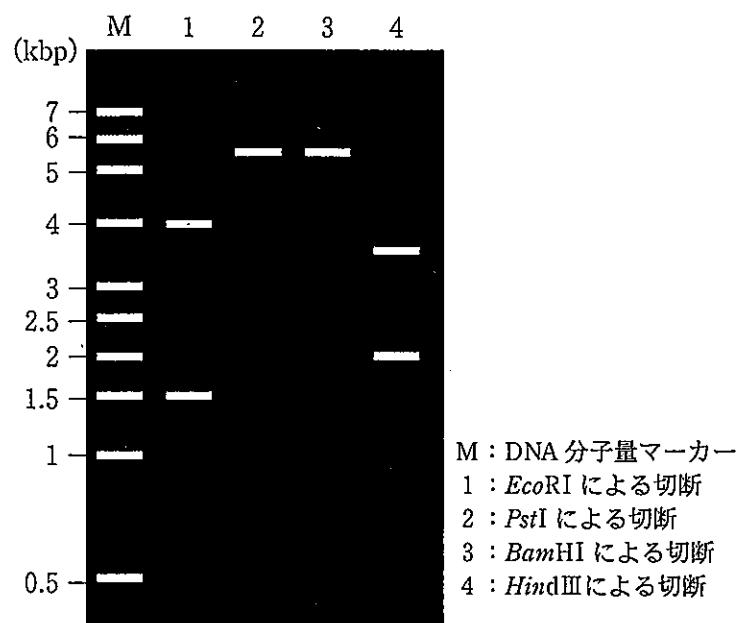


図 2

5

次の文章を読み、生物進化に関する下記の問い合わせ(問1～問6)に答えよ。

およそ46億年にわたる地球の歴史の中で、生物の誕生は38億から40億年前といわれている。そして現在地球上に生存するすべての生物は、原始地球に誕生した生物種の一つに由来すると考えられている。⁽¹⁾すなわち、一つの種が進化する過程で、種分化を繰り返し、現在のような多様な生物が出現するに至ったと考えられている。

生物は環境に適応することにより進化するが、これにはアが重要な働きをすると考えられている。アとは、生存率や繁殖率が高い個体は多く遺伝子を次世代に残すので、生存率や繁殖率を高める対立遺伝子の頻度が集団中で増加していくことをいう。これに対し、適応に関して有利不利のない対立遺伝子でも、集団中でその頻度が増えたり減ったりすることがある。これは確率的な遺伝子頻度の変化であり、イといわれている。アがなくイのみによって起こる進化をウ進化という。集団中のDNA塩基配列にみられる変異の多くは、適応には関与せずに、ウ進化をしていることが知られており、⁽²⁾DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の違いから、生物の系統関係を推定したり、分岐した年代を推定したりすることができる。

問1 文章中の空欄(ア～ウ)に最も適当な語句を答えよ。

問2 下線部(1)に関して、現在地球上に存在する生物すべてが一つの生物に由来すると考えられている根拠について述べよ。

問3 下線部(2)で示した系統関係や分岐年代の推定は、分子時計という考え方の応用により行われている。分子時計とはどのような考え方か述べよ。

問 4 次の(a～f)の文の中から、生物進化について誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

- a. インフルエンザウィルスは短時間で進化するので予防のためのワクチンが効かないものが生じる。
- b. 大腸菌などの原核生物は、進化していないので単純な構造をしている。
- c. ヒトは最も進化した動物である。
- d. クジラの脚に見られる退化という現象も進化によってもたらされる。
- e. 進化の過程で、雄と雌の形質が異なってくることがある。
- f. シーラカンスなどの「生きている化石」といわれる生物は進化が止まった生物である。

問 5 次の(a～d)の文は、有性生殖を行い、互いによく似ている動物XとYについて述べたものである。XとYが生物学的に異種であると断定できるものをすべて選び、記号で答えよ。

- a. 形態がほとんど変わらないゴキブリXとYについて、Xの腹部は黄色であるが、Yの腹部は黒色であり、同じ場所で同時に採集される。
- b. 形態がほとんど変わらないオトシブミ(甲虫の一種)XとYについて、Xの脚の付け根は黄色であるが、Yの脚の付け根は黒色であり、両者が同一地域で採集されることはない。
- c. 異なった地域から採集されたハエXとYは、^{はね}翅の長さと幅の比率が異なり、研究室で交配させると次世代が生じたが、次世代の雌雄ともに生殖細胞が形成されない。
- d. 異なった川に生息するハゼXとYは、一見しただけでは区別ができないが、分類の鍵といわれる頭部にある水管の数が異なっている。

問 6 集団中に10,000人に9人の頻度で生じる劣性遺伝する形質があるとした場合、次の小問①・②に答えよ。

- ① この劣性遺伝子の頻度を求めよ。
- ② この対立遺伝子についてヘテロ接合の人は10,000人中何人出現すると予想されるか求めよ。計算式も記入せよ。