

令和5年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～19 ページ

化 学 20 ページ～32 ページ

生 物 33 ページ～53 ページ

注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄に受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ記入しなさい。その他の欄に記入してはいけません。
3. 選択科目は、届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、学部・学科等で異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は、持ち帰りなさい。
8. 落丁、乱丁または印刷不備があったら申し出なさい。

生 物

注意 1. 志望する学部・学科等により、表に示す番号の問題を解答すること。

| 志望する学部・学科等 | 解答する問題番号 |
|---|-----------|
| 国際教養学部 志望者のうち生物を選択する者 | 1 2 4 5 |
| 教育学部 志望者のうち生物を選択する者 | 1 2 4 |
| 理学部 数学・情報数理学科，化学科志望者のうち生物を選択する者 | 1 2 3 |
| 理学部 生物学科 | 1 2 3 4 5 |
| 理学部 地球科学科志望者のうち生物を選択する者 | 1 2 5 |
| 園芸学部 園芸学科，緑地環境学科志望者のうち生物を選択する者 | 2 4 5 |
| 園芸学部 応用生命化学科志望者のうち生物を選択する者 | 1 2 4 |
| 医学部 志望者のうち生物を選択する者 | 1 2 3 |
| 薬学部 志願者のうち生物を選択する者 | 1 2 3 |
| 看護学部 志望者のうち生物を選択する者 | 1 2 3 |
| 先進科学プログラム (方式Ⅱ) 化学関連分野志望者のうち生物を選択する者 | 1 2 5 |
| 先進科学プログラム (方式Ⅱ) 生物学関連分野 | 1 2 3 4 5 |
| 先進科学プログラム (方式Ⅱ) 植物生命科学関連分野 | 1 2 4 |

2. 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に、指定された方法で記入しなさい。

1 次の生徒と教師の会話を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

生徒：先生、昨日は学校をお休みされていましたね。

教師：新型コロナウイルスのワクチンを接種したら熱が出て、昨日は休みをとったよ。

生徒：今までのワクチンと違って、新型コロナウイルスのワクチンは発熱などの症状が出る人が多いみたいですね。

教師：新型コロナウイルスのワクチンには、 RNA ワクチンという新しい技術を使ったものもあるんだ。ここで、生物の授業で習ったウイルスに対する免疫反応について考えてみようか。

生徒：ウイルスが体内に侵入した時、最初に抗原を認識するのは 細胞やマクロファージなどの自然免疫ですね。

教師：そうだね。 細胞は、⁽¹⁾T細胞に抗原提示を行い、これによりT細胞は活性化する。

生徒：活性化したT細胞は増殖し、 細胞に働きかけて抗体を作らせる。抗体が結合したウイルスは、マクロファージや好中球などの食細胞の食作用によって除去される、と教科書に書いてあった気がします。

教師：T細胞の中には、ウイルスに感染した細胞を破壊するものもあるよ。このようにT細胞や 細胞が中心となって働く機構を獲得免疫と呼ぶんだ。ウイルスが体内から排除された後も、一次応答で活性化した獲得免疫の細胞の一部は生き残り、次に同じウイルスが侵入した際に素早く反応する。この免疫 のしくみを利用したのがワクチンだね。

生徒：新型コロナウイルスに感染したとしても、その症状は人によって大きく違うみたいですね。入院が必要な人もいれば無症状の人もいますよ。そういえば、親戚の一人が急に鼻水が出て、新型コロナウイルスのPCR検査を受けたと言っていました。結果は陰性で、医師からはアレルギーかもしれないと言われたそうです。

教師：コロナウイルスの遺伝子はRNAなので、PCRで検出するためには少し工夫が必要だよ。RNAをDNAに変換する 反応を最初に行ってか

ら、通常の PCR 反応を行うんだ。

生徒：PCR 反応では、微量な試料から短時間で多量に目的の核酸を増幅できるんですよね。

教師：PCR 反応は 1 サイクルで核酸が 2 倍に増幅されるので、30 サイクルの PCR を行うと、理論上、約 10 の カ 乗倍に増幅される。従って、別の試料が誤って混ざらないように十分に気をつけないといけないよ。

生徒：新型コロナウイルスには色々な変異株が次々と報告されていますね。

教師：ウイルスの変異は次世代シーケンサーで調べることができるよ。この技術のもととなった原理の一つは 1970 年代にサンガーによって発表され、⁽²⁾サンガー法とも呼ばれている。

生徒：サンガー法によってヒトゲノムが解読されたんですね。

教師：サンガー法では長くても 1,000 塩基ぐらいしか読めないで、約 キ 億塩基対あるヒトゲノムを解析するには多大な労力が必要だったんだ。1,000 塩基の断片のデータをつないで全ヒトゲノムの塩基配列を解読するには高度なプログラミングの技術が使われたよ。

生徒：私は将来、生物学の研究者を目指しているのだから、プログラミングの勉強はあまり必要ないかなと思っていました。

教師：そんなことはないよ。最新の DNA シーケンサーは現在の生物学研究に必須で、プログラミングの知識が必要とされるよ。生物学は、化学、物理学、数学などと密接に結びついているから高校生のうちは全科目をきちんと勉強しておくことが大切だよ。

生徒：わかりました。頑張って勉強しようと思います。

問 1 ～ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 にあてはまる最も適切な整数を答えなさい。(注：2の10乗は1,024である)

問 3 にあてはまる最も適切な数字を以下の(a)～(d)のうちから一つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 3 (b) 30 (c) 300 (d) 3,000

問 4 下線部(1)のT細胞について、次の①・②に答えなさい。

① T細胞は大きく分けて2種類存在することが知られている。その2種類の細胞の名称を答えなさい。

② 細胞がT細胞に抗原提示をする分子は、MHC(ヒトではHLA)と呼ばれる。皮膚や臓器を移植した時に起こる拒絶反応の原因について、以下の三つの用語をすべて用いて100字以内で説明しなさい。

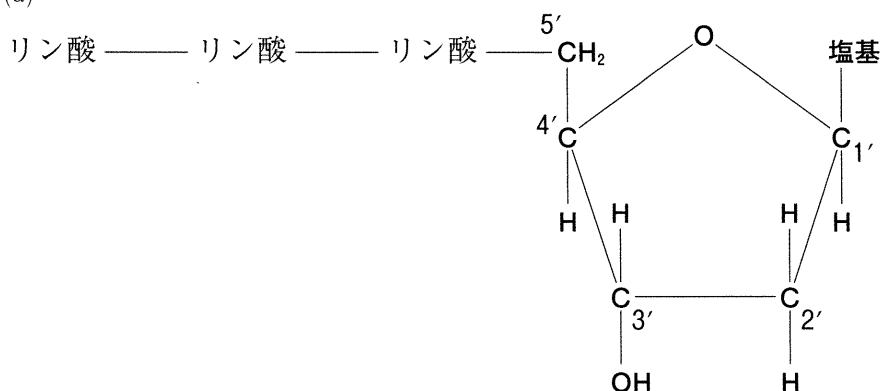
MHC 非自己 T細胞

問 5 以下の文章は、下線部(2)のサンガー法について述べたものである。この文章を読み、次の①・②に答えなさい。

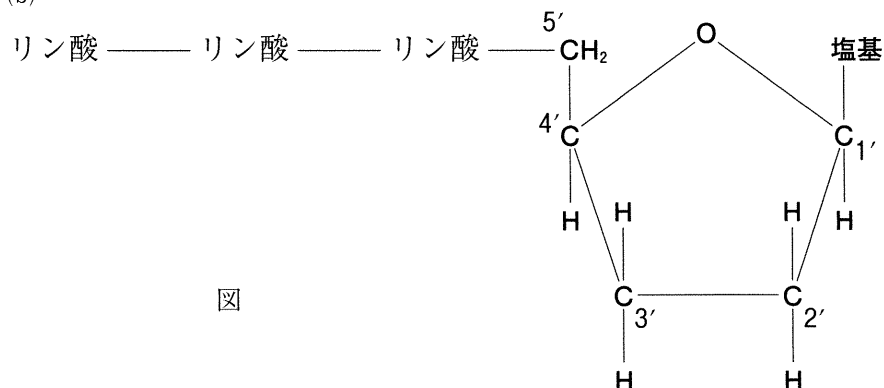
サンガー法では、塩基配列を調べたい鋳型 DNA、DNA ポリメラーゼ、プライマー、DNA 合成の材料となる 4 種類のヌクレオチド、それぞれ異なる蛍光色素で標識した 4 種類の特殊なヌクレオチドの混合液を準備する。これらを反応させ、鋳型 DNA に相補的な DNA を合成する。反応の際に、特殊なヌクレオチドが取り込まれると、そこで伸長が停止する。これによって、さまざまな場所で伸長が停止した長さの異なる DNA 断片が得られる。得られたさまざまな長さの DNA 断片を、電気泳動法で分離し、長さの順に並べる。解析装置で 4 種類の蛍光色素を識別して読み取ることによって、鋳型となったもとの DNA の塩基配列を知ることができる。

① 文中の特殊なヌクレオチドの構造を、図の(a)、(b)から選び記号で答えなさい。また、特殊なヌクレオチドが取り込まれると伸長が停止する理由を 60 字以内で説明しなさい。ただし、図では蛍光色素は省略してある。

(a)



(b)



図

- ② 通常のサンガー法では、DNA 合成の材料となるヌクレオチドに比べて、少量の特殊なヌクレオチドを反応液に加える。もし誤って、反応に使用する特殊なヌクレオチドの量を多くした場合、得られる DNA 断片の平均的な長さは、通常の反応を行った場合と比べてどうなると考えられるか。理由とともに 60 字以内で説明しなさい。

2 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えなさい。

被子植物は、 と呼ばれる、生物の中でも特有の受精様式で有性生殖を行う。花粉管内で形成された二つの精細胞のうち、一つは胚のうちの卵細胞と融合し、もう一つは 細胞と融合する。融合した卵細胞と 細胞は、それぞれ と に発達する。種子の発達中に、 にたくわえられた栄養分は の成長や種子からの発芽に利用される。発芽した植物は、成長とともに茎や葉などの器官を分化する。やがて花器官が分化し、 を経て、ふたたび種子を形成する。このように被子植物は有性生殖を通じて種子で繁殖する一方、挿し木や挿し芽などによって無性的にも繁殖できる。さらに、植物の組織や細胞を無菌状態で培養して、成長(細胞分化)や分裂を人工的に操作することもできる。培養で用いる培地に適切な植物ホルモンを加えると、組織や器官に分化した細胞がその性質を失い、カルスと呼ばれる未分化な細胞の集塊を形成したり、カルスから芽や根が発生したりする。(1)1958年には スチュワードらがニンジンの体細胞を培養して完全な植物体を分化させることに成功し、細胞から完全体を再生できる 性が実験的に証明された。現在のバイオテクノロジーでは、(2)培養細胞の染色体に外来遺伝子を導入し、その細胞を完全な植物体にまで分化させて、(3)トランスジェニック植物 を作ることも可能になっている。

問1 文章中の ～ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(1)に関して、哺乳類では体細胞からの完全な個体の再生は実験的に証明されていないものの、 性とほぼ同様の能力を持つ細胞が、山中伸弥らの研究によって人工的に作製されている。この細胞の名称を答えなさい。また、この細胞がどのような処理によって作製されたのか、その方法を「初期化」という語句を用いて50字以内で答えなさい。

問 3 下線部(2)に関して、植物では、目的の遺伝子を組み込んだプラスミドを持つアグロバクテリウムを細胞に感染させて遺伝子を導入する方法が広く用いられている。しかし、植物種によってアグロバクテリウム感染による遺伝子導入のしやすさが異なる。

アグロバクテリウム感染によって植物種 A の細胞に遺伝子が導入できるかを評価するために、以下の実験を行った。この実験について、次の①・②に答えなさい。

【実験】

〈アグロバクテリウムの作製〉

緑色蛍光タンパク質(GFP)のアミノ酸配列を指定する DNA 塩基配列(GFP 遺伝子)を組み込んだプラスミドを持つアグロバクテリウムを作製した(図1)。なお、GFP 遺伝子中にはイントロンを指定する DNA 塩基配列が一つ挿入されている。また、GFP 遺伝子を転写させるための調節領域とプロモーターには、アグロバクテリウムと植物の両方で機能する DNA 塩基配列を用いている。

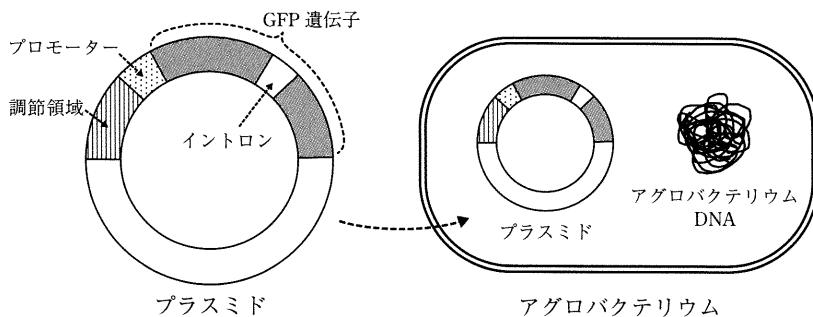


図1 GFP 遺伝子を組み込んだプラスミド(左)と、それを持つアグロバクテリウム(右)

〈感染と観察〉

- ・ 図1のアグロバクテリウムを植物用の液体培地に入れて均一になるまで攪拌し、細菌液を作製した。
- ・ 植物種 A の葉の切片を細菌液に浸し、取り出したあと、植物用の固形培地の上に置いて3日間培養した。
- ・ 培養3日後に、葉の切片に紫外線を当てながら顕微鏡で観察した。

〈結果〉

葉の切片を観察した結果、緑色の蛍光が観察された。この葉の切片を適切な植物ホルモンを含む培地で培養したところ、緑色の蛍光を発する細胞からなるカルスが形成された。さらに、別の植物ホルモンを含む培地でこのカルスを培養すると芽が発生し、最終的に完全なトランスジェニック個体を作製できた。

- ① 葉の切片を観察したときに紫外線を当てた理由について、最も適切なものを以下の(a)~(e)のうちから一つ選び、記号で答えなさい。
- (a) 葉の切片に付着して残っているアグロバクテリウムを殺すため
 - (b) GFP タンパク質から蛍光を発生させるため
 - (c) 葉の細胞中の葉緑体を破壊して観察しやすくするため
 - (d) GFP 遺伝子の転写を誘導するため
 - (e) 翻訳された GFP タンパク質の立体構造を正しく形成させるため
- ② この実験では、葉の切片を顕微鏡で観察した時に緑色の蛍光が観察されれば、アグロバクテリウムが植物種 A に感染して遺伝子を導入し、導入された遺伝子が植物種 A の細胞で発現したことの証明となる。緑色蛍光が見られると、なぜ植物種 A の細胞に遺伝子が導入されたと言えるのか、以下の語句をすべて用いて 160 字以内で説明しなさい。

イントロン GFP 原核生物

問 4 下線部(3)に関して、植物種 A の遺伝子 X の一部に相当する DNA 塩基配列 (図 2 上) を連結させてプラスミドに組み込み、このプラスミドを持つアグロバクテリウムを用いて、植物種 A のトランスジェニック個体 A^x を作製した。A^x の細胞内では、遺伝子 X の一部に相補的な塩基の間で結合した 2 本鎖 RNA が作られる (図 2 下)。A^x の細胞内での遺伝子 X の発現について、以下の①・②に答えなさい。

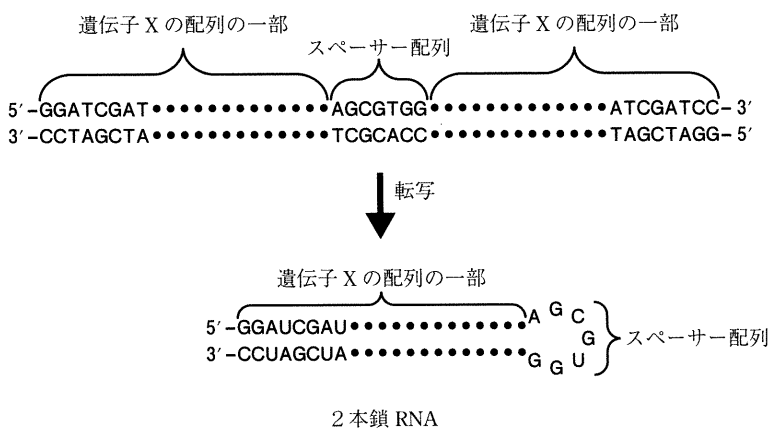


図 2 植物種 A の細胞に導入した DNA の塩基配列(上)。図では 5' 側の 8 個の塩基対のみ表示しており、続く塩基対はドット (•) で表す。この DNA 領域が転写されると、スペーサー配列でつながった遺伝子 X の一部に相補的な塩基の間が結合して、2 本鎖 RNA が作られる(下)。

- ① トランスジェニック個体 A^x では、遺伝子 X の発現が抑制された。A^x の細胞内で起きている、転写後の遺伝子発現調節に関する現象の名称を答えなさい。
- ② 遺伝子 X の一部に相補的な塩基の間で結合した 2 本鎖 RNA は切断されて、小さな 2 本鎖の RNA 断片になる。生じた小さな 2 本鎖の RNA はある種のタンパク質と結合して、1 本鎖の RNA 断片になる。このタンパク質と 1 本鎖 RNA との複合体が細胞内でどのように遺伝子 X の発現を抑制しているのか、以下の語句をすべて用いて 120 字以内で説明しなさい。

リボソーム 相補 切断

3 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

ヒトは恒常性の維持や飢餓への対応のために脂肪と炭水化物を貯蔵することができる。消化管において炭水化物が消化されて生じるグルコースは、小腸の粘膜から吸収されたのち肝門脈を通過して肝臓に入り、さらに血液によって全身の各細胞に運ばれる。グルコースは細胞内でエネルギーとして消費され、余剰のグルコースは脂肪あるいはグリコーゲンに変換され貯蔵される。肝臓と骨格筋ではグリコーゲンが多く貯蔵されている。細胞内におけるグリコーゲンの合成と分解に関わる糖代謝経路を図1に示した。この経路は血糖値(血中のグルコース濃度)の調節に関与している。グルコースからグルコース6-リン酸(G6P)を経てピルビン酸へと至る経路は解糖系という。グルコースからG6Pを合成する反応は解糖系全体の反応速度に最も大きく影響する。

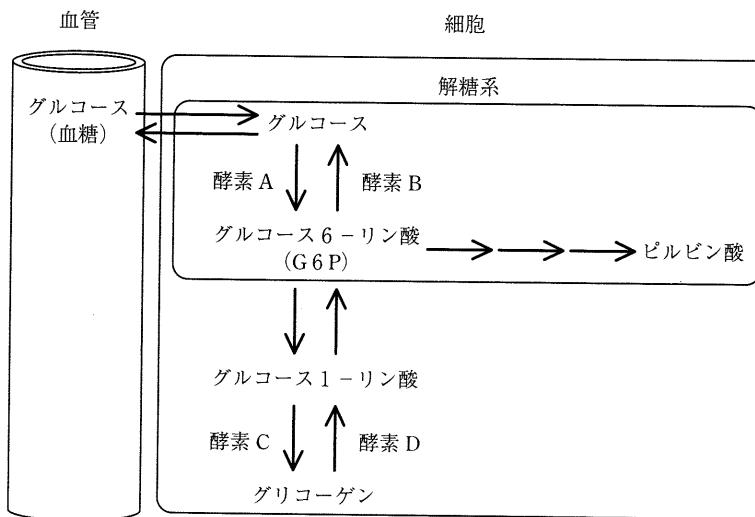


図1 細胞内におけるグリコーゲンの合成と分解に関わる糖代謝経路

各段階の反応を進める酵素には、さまざまな仕組みで調節され、組織ごとに異なる活性を示すものがある。表は、肝臓と骨格筋の酵素 A と酵素 B の特徴についてまとめたものである。

表 肝臓と骨格筋の酵素 A と酵素 B の特徴

| | 肝臓 | 骨格筋 |
|------|-------------------|---|
| 酵素 A | ・骨格筋の酵素 A より活性が低い | ・肝臓の酵素 A より活性が高い ・ G 6 P により活性が抑制される |
| 酵素 B | ・ホルモンにより活性が調節される | ・存在しない |

血糖値の調節に関わる酵素にはホルモンにより活性が調節されるものがある。例えば、(1)インスリンやグルカゴンの作用により肝臓の酵素 B, 酵素 C, 酵素 D の活性は調節される。(2)激しい運動などに応答して分泌されるホルモンには肝臓や骨格筋の酵素 D の活性を上昇させるはたらきがある。また、絶食状態で約 1 日経過すると、(3)肝臓に貯蔵されていたグリコーゲンの枯渇が引き金となって分泌されるホルモンによって組織中のタンパク質からのグルコースの合成が促進される。

問 1 下線部(1)のそれぞれの酵素について、インスリンやグルカゴンの作用により酵素反応が促進される場合は(+), 抑制される場合は(-)を解答欄に記入しなさい。

問 2 下線部(2)のホルモンとそのホルモンを分泌する内分泌腺の名称をそれぞれ答えなさい。

問 3 下線部(3)のホルモンとそのホルモンを分泌する内分泌腺の名称をそれぞれ答えなさい。

問 4 肝臓と骨格筋から酵素 A を精製し、それぞれの酵素 A のグルコース濃度に対する反応速度を、合成された G6P による酵素 A の抑制が起こらない条件で調べたところ、図 2 の結果を得た。この結果は肝臓の酵素 A の方が骨格筋の酵素 A に比べて血糖値の調節に適していることを示している。なぜ適しているか、その理由を 100 字以内で説明しなさい。なお、血糖値の正常範囲は、およそ 70~140 mg/100 mL である。

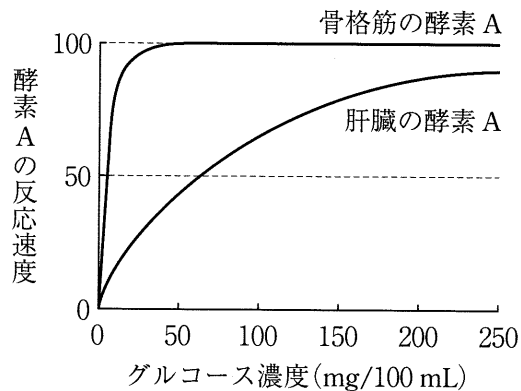


図 2 グルコース濃度に対する肝臓と骨格筋の酵素 A の反応速度
縦軸はそれぞれの酵素 A の最大反応速度を 100 とした相対値を表している

問 5 肝臓は血糖値の調節における役割が骨格筋とは違う。その違いについて、図 1 と表から考察される酵素 B の血糖値の調節における役割を 60 字以内で説明しなさい。

問 6 骨格筋におけるグリコーゲンの貯蔵と分解の仕組みは激しい運動時においてどのような利点があるか。100 字以内で説明しなさい。

4 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

(1)菌類は、無機物のみから有機物を合成することができず、他の生物に由来する有機物を吸収して利用する。このような生物を [ア] 栄養生物と呼ぶ。一般的な菌類は、落ち葉のような植物遺体などを分解して有機物を吸収し、自身の利用する有機物につくり変えるか、あるいは、(2)無機化して排出する。しかし、実際には様々な有機物摂取様式を持つ菌類が存在する。例えば、菌類に藻類やシアノバクテリアが(3)共生して有機物を提供する場合があります、このような共生体をつくる生物を総称して [イ] 類と呼ぶ。また、生きた植物に寄生して植物病害を引き起こす菌類(以下、病原菌と呼ぶ)は、(4)種ごとに様々な様式により植物の有機物を吸収して利用する。

サクラなどに感染する病原菌である「てんぐ巣病菌」は、植物の [ウ] 優勢を崩壊させて奇形を引き起こす。通常、側芽の成長を誘導する植物ホルモンであるサイトカイニンの生産は、植物ホルモンである [エ] により抑制されている。しかし、感染したてんぐ巣病菌が側芽周辺でサイトカイニンを生産するため、多くの側芽の成長が同時に誘導され、細かい小枝が多数形成される。このような小枝の塊は“てんぐ巣”(天狗のすみかの意味)と呼ばれ、病名の由来となっている。

一方、植物は病原菌を認識して排除する抵抗性を備えている。この抵抗性に関与する植物ホルモンとして、サリチル酸のほかに [オ] が知られている。[オ] は、植物が昆虫による食害などの傷害ストレスを受けた時に生産され、タンパク質分解酵素の阻害物質などの合成を誘導するが、植物組織を破壊するような病原菌に対する抵抗性にも関与している。

問 1 文章中の ア ～ オ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(1)について、菌類に含まれる生物を次の(a)～(f)からすべて選び、アルファベットで答えなさい。

- (a) 細菌
- (b) 子のう菌
- (c) 接合菌
- (d) 古細菌
- (e) 変形菌
- (f) 担子菌

問 3 下線部(2)について、生物が有機物を無機化することにより最も一般的かつ多量に発生する炭素を含む無機物の名称を答えなさい。また、その無機物をつくり出す生体内の異化代謝反応を何と呼ぶか答えなさい。

問 4 下線部(3)について、次の文①および②は、それぞれ植物と相利共生の関係を築く生物に関して説明したものである。①および②に該当する生物をそれぞれ何と呼ぶか答えなさい。

- ① 植物の根に菌糸を侵入させ、土壤中に広く展開した菌糸により吸収したリンなどの無機物を植物に与える。
- ② 植物の根に侵入して増殖し、空気中の窒素を固定してつくったアンモニウムイオンを植物に与える。

問 5 下線部(4)について，病原菌が植物から有機物を吸収して利用する様式を調べるために，種の異なる病原菌 A および B と，病原菌 A および B に抵抗性を示さない植物 Z を用いて，次に示すような実験 1 および 2 をおこなった。それぞれの実験に関する記述を読み，以下の①～③に答えなさい。なお，病原菌 A および B に生物は共生しておらず，各病原菌の成長は光の影響を直接受けない。

【実験 1】

病原菌 A または B を植物 Z の葉に接種して感染させた。この植物 Z の株を暗所および様々な波長の光を照射した環境下で 1 週間栽培し，それぞれの病原菌の成長量を計測した。その結果を図 1 に示す。なお，照射した光の強さや，光以外の実験条件はすべて同じになるようにした。また，各病原菌は有機物以外の栄養の供給を十分に受けており，有機物の吸収量のみによって成長量が変化するものとする。

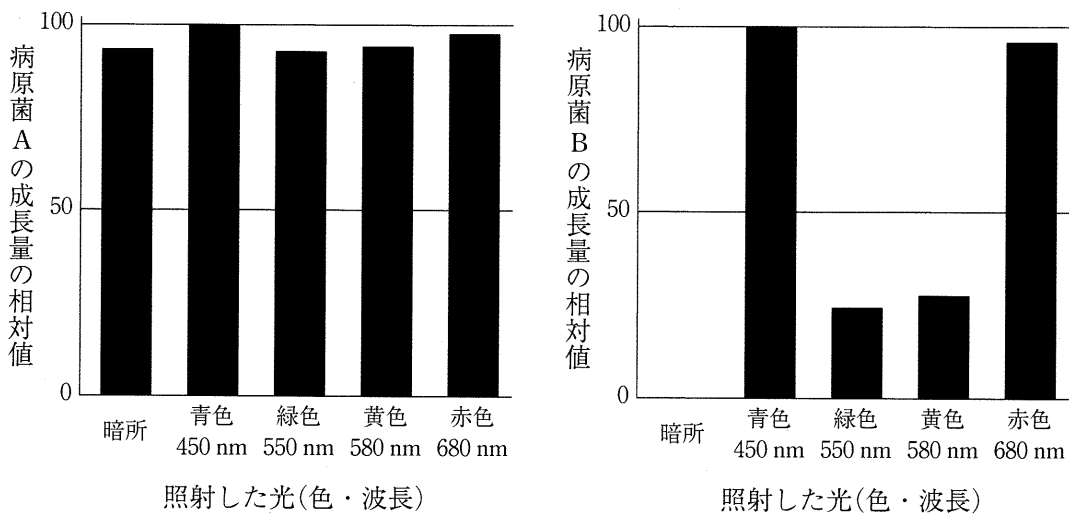


図 1 病原菌 A(左のグラフ)および B(右のグラフ)の成長量
病原菌の成長量は，それぞれの病原菌において最も成長量が大きかった場合の値を 100 とし，相対値で示した。

【実験 2】

病原菌 A または B を葉に接種した植物 Z の株を野外の適切な条件下で 1 週間栽培し、病原菌の感染部位の断面を顕微鏡で観察した。すると、いずれの病原菌も葉のクチクラ層を破って植物細胞内に侵入していた。病原菌 A の場合、感染部位の植物細胞は死んでおり、死んだ細胞の内部に菌糸を伸ばして旺盛に生育していた。病原菌 B の場合、感染部位の植物細胞は生存しており、菌はその細胞の中に栄養を吸収する器官(吸器)を形成し、葉の表面に旺盛に菌糸を伸ばして生育していた。これらの観察結果の模式図を図 2 に示す。

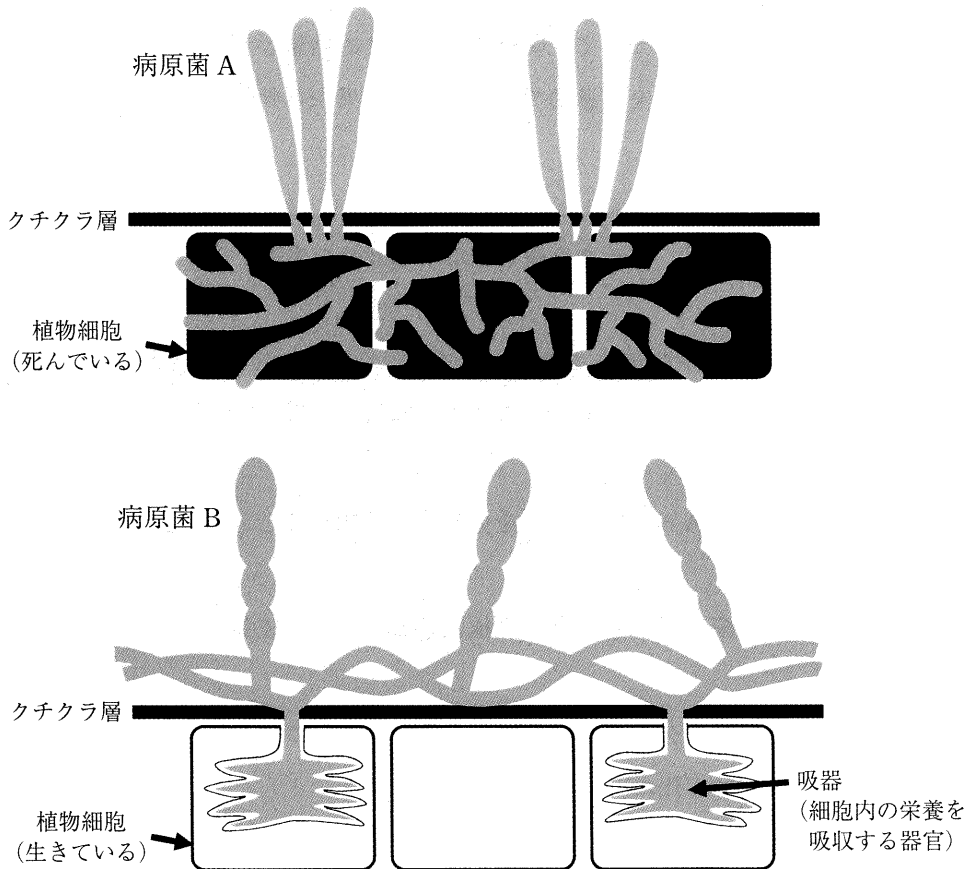


図 2 病原菌 A(上図)および B(下図)の感染部位の模式図
菌糸や胞子などの病原菌の組織は灰色で示している。

- ① 実験1において、緑色光あるいは黄色光を照射した場合に比べて、青色光あるいは赤色光を照射した場合に病原菌Bの成長量が多かったのは、なぜだと考えられるか。波長ごとの差異が生じる原因となる生体内の物質の名称および性質も含めて、120字以内で説明しなさい。
- ② 実験1および2の結果から、落ち葉を分解して利用する菌類に有機物の摂取様式がより類似しているのは、病原菌AおよびBのいずれであると考えられるか。アルファベットで答えなさい。また、どのような実験結果からそう考えられるのか、80字以内で述べなさい。
- ③ 次の(a)~(e)について、実験1および2の結果から考えられることとして適切な場合は○を、適切でないか実験結果から判断できない場合は×を記入しなさい。
- (a) 病原菌は、クチクラ層を分解する酵素を生産する。
- (b) 緑色光や黄色光を照射した場合は病原菌Bの生育が抑えられるため、植物Zの成長量は、青色光を照射した場合より増加する。
- (c) 病原菌Aは、デンプンを分解して利用することができない。
- (d) 病原菌Bは、感染部位の植物細胞が死ぬと成長できない。
- (e) 病原菌がクチクラ層を破って植物組織内に侵入すると、植物細胞は損傷を受けて死ぬ。

5 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

進化において、生存に有利な表現型をもつ個体が生き残り、結果的に種内・集団(個体群)内でそのような表現型をもつ個体が優占する選択を と呼び、その結果として生じた小進化を と呼ぶ。

W島の海岸にのみ生活するネズミの1種は多くは茶色の毛色だが、白い砂浜(図中の斜線部)には毛色が白い同種の個体が遺伝的浮動の影響を受けないほど多数生活している。この毛色の変異は交配相手の好みには影響せず、その他のすべての形態・形質には差がない。白色の毛色は、白い砂浜に紛れ込むことで捕食者(ワシ・タカなどの肉食性鳥類)から発見されにくい利点がある。⁽¹⁾ 一方で黒い砂浜(図中の灰色部)では、捕食者による発見されやすさは白色と茶色のネズミでは同じで適応度にも差がない。なお、捕食者の密度はすべての地点で同一であった。

この毛色の変異は、毛色に関係する遺伝子Hの1カ所のアミノ酸の変化によって生じる。遺伝子Hにおいて、茶色の毛色をもたらし対立遺伝子をA、白色の毛色をもたらし対立遺伝子をaとしたとき、AAおよびAaは茶色、aaにおいてのみ白色の毛色となる。この場合、白色の毛色は の表現型であると言える。このネズミの寿命は1年であり、新しい突然変異は生じないものとする。

この種のネズミはW島の海岸沿い全域で観察される。図に示した3地点X～ZをW島の代表として2010年と2022年に全ての個体の捕獲調査および遺伝解析を行い、個体の遺伝子型を調べた。その結果は、表1のとおりである。地点Xと地点Yにおいて、2010年から2022年にかけて各遺伝子型の割合は変化し、地点XにおいてAaの遺伝子型の割合は 、aaの遺伝子型の割合は 、地点YにおいてAaの遺伝子型の割合は 、aaの遺伝子型の割合は であった。これらのことから、地点Zとは異なり⁽²⁾ 地点Xと地点Yでは、2010年から2022年の間はハーディー・ワインベルグ平衡が成り立っていないことがわかる。

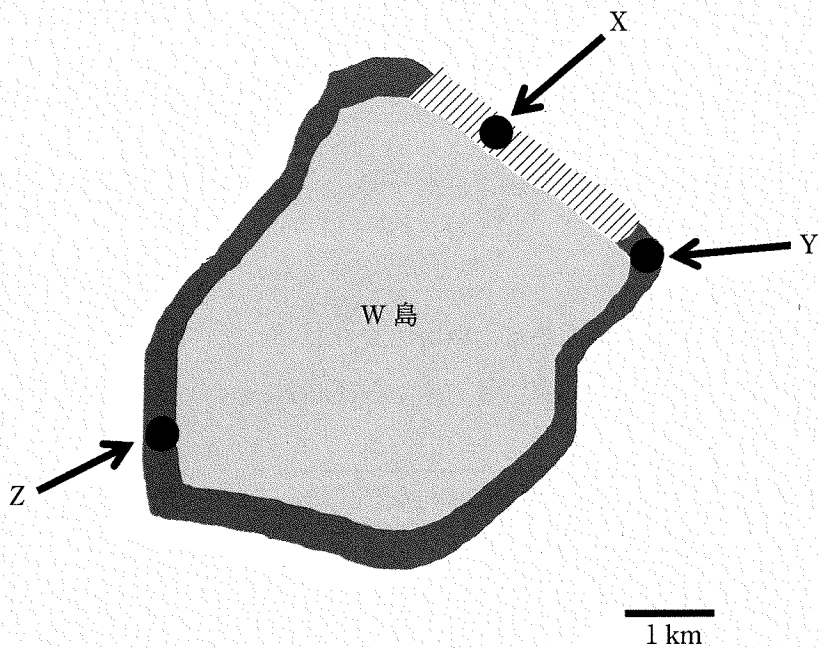


図 W 島における調査地点 X~Z の位置(●)。海岸線の斜線部は白色の砂浜、灰色部は黒色の砂浜であることを示す。

表 1 それぞれの調査地点において各遺伝子型をもつ個体の数

| 地点 | 遺伝子型 | 個体数(2010年) | 個体数(2022年) |
|------|------|------------|------------|
| 地点 X | AA | 100 | 0 |
| | Aa | 300 | 480 |
| | aa | 1600 | 4320 |
| 地点 Y | AA | 750 | 920 |
| | Aa | 600 | 1035 |
| | aa | 150 | 345 |
| 地点 Z | AA | 1250 | 1275 |
| | Aa | 2500 | 2550 |
| | aa | 1250 | 1275 |

問 1 文章中の ア ~ ウ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 一般的に、下線部(1)のような適応度に差がない状況で生じる進化の様式を答えなさい。

問 3 地点 X と Y の遺伝子型の割合の変化について、エ ~ キ にあてはまる語句を下のいずれかから答えなさい。

増加, 変化なし, 減少

問 4 下線部(2)のようにハーディー・ワインベルグ平衡が成り立たない理由として考えられることを、地点 X と地点 Y について対立遺伝子 a の頻度の変化に着目して、それぞれ 60 字以内で述べよ。

問 5 ハーディー・ワインベルグ平衡が成り立つことが知られている V 島において 2015 年にこの種のネズミの毛色を調査した結果、下の表 2 の結果が得られた。この集団における遺伝子型 AA, Aa, aa の割合(%)を求めよ。値は小数点下 1 桁で四捨五入すること。

表 2 V 島の調査地における個体の数

| 毛色 | 個体数(2015 年) |
|----|-------------|
| 茶色 | 21000 |
| 白色 | 4000 |



