

令和 7 年 度
入学者選抜学力試験問題
前 期 日 程

理 科

注 意

1. 解答は，科目ごとに別冊の解答用紙の所定の解答欄に書くこと。
2. 各学部志望者は，以下のとおり選択し，解答用紙の表紙の選択別欄に○印を記入すること。
理学部志望者——理科 3 科目の中から 2 科目
生活環境学部及び工学部志望者——理科 3 科目の中から 1 科目
3. 選択した科目の解答用紙の表紙の※印欄に，本学受験番号・氏名を記入すること。
受験番号は，本学受験票の受験番号を記入すること。
※印欄以外の箇所には，受験番号・氏名を絶対に書かないこと。
4. 解答用紙の表紙の選択別欄に指定科目数をこえて○印をつけた場合は，すべての解答を無効とする。
5. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。
6. 問題冊子総ページ数——24
物 理——1 ～ 7 ページ 化 学——8 ～14 ページ
生 物——15～24 ページ
7. 解答用紙ページ数
物 理——10 ページ 化 学——6 ページ
生 物——3 ページ

問 題 訂 正

訂正箇所： 「生物」大問Ⅰの文章(15 ページ) 上から2行目

(誤) ウンカの幼虫・成虫ともイネの茎から汁を吸う。

(正) ウンカの幼虫・成虫ともイネの茎や葉から汁を吸う。

生 物

I 次の文章を読み、あとの問に答えよ。

トビイロウンカ(以下、ウンカ)は成虫でも体長4～5 mmほどの小さな昆虫で、イネの害虫である。ウンカの幼虫・成虫ともイネの茎から汁を吸う。このため、多数の個体に吸汁されると、やがてイネは枯死する。ウンカは日本では越冬できないと考えられており、毎年梅雨ごろに少数の成虫が中国大陸から飛来し、秋までに世代を繰り返して増殖する。ウンカの個体群密度が著しく高くなると、ウンカはイネに大きな被害をもたらすことになる。

ウンカの成虫には、^①体長に対して^{はね}翅が長い個体と短い個体の2つのタイプがある。これらのタイプは産卵数や体色などにも違いがあり、^②どちらのタイプになるかは幼虫の時期における個体群密度の影響を強く受ける。

ウンカの主要な捕食者として、水田に生息するクモ類があげられる。^②クモ類がウンカを捕食するとイネへの被害が少なくなるため、クモ類はイネに間接的に正の影響をもたらすと考えられる。

1950年代に国内で行われた実験で、ある水田において、ウンカの防除のために6月20日頃に農薬を1回散布した(以下、農薬散布区)。比較対照のため、近隣のもう1つの水田には、農薬を散布しなかった(以下、対照区)。対照区に比べて、農薬散布区では農薬を散布した直後にウンカの個体群密度が低下したものの、最終的により大きな被害がイネに生じた。図1は、農薬散布区と対照区における、ウンカとクモ類の個体群密度の変化を示している。なお、実験開始時のクモ類の種の組成に両区間で違いはなく、6月20日以降は両区ともウンカとクモ類の移出入がほとんどなかった。

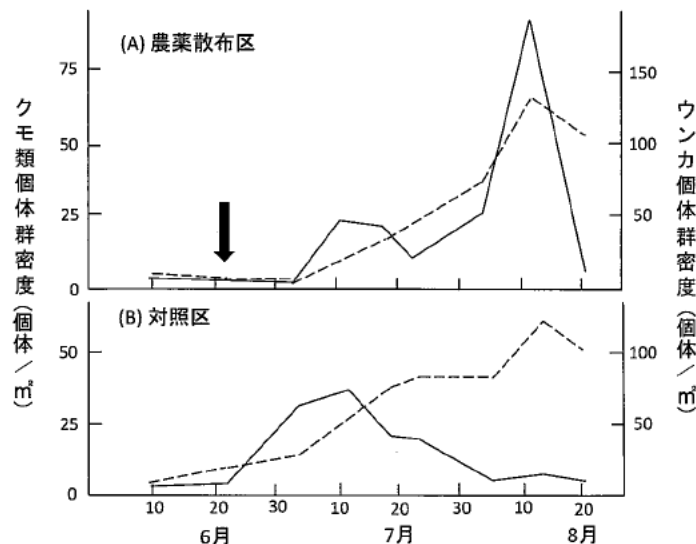


図1 農薬散布区(A)と対照区(B)におけるウンカ(実線)とクモ類(破線)の個体群密度の変化。ウンカの個体群密度は右の軸を、クモ類の個体群密度は左の軸を参照すること。(A)の図中の矢印は農薬の散布時期を示す。

生 物

I のつづき

問 1 一般に、下線部①のように個体群密度の違いによって生じる、形質のまとまった変化を相変異とよぶ。相変異に関する次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 以下の文は、トノサマバッタの相変異に関する説明である。(ア)～(オ)について適切な選択肢を選び、解答欄の選択肢を丸で囲め。

トノサマバッタでは、個体群密度が低いとほぼすべてが孤独相とよばれるタイプの個体であるが、個体群密度が高く、集団で生活する状態が数年続くと、群生相とよばれるタイプの個体が個体群の大部分を占めるようになる。体色についてみると、孤独相の個体は(ア 暗褐色・緑褐色)をしており、群生相の個体は(イ 暗褐色・緑褐色)である。この色の特徴は、それぞれのタイプが生息する環境に適応していると考えられる。また、群生相の個体は孤独相の個体に比べ、翅が(ウ 長く・短く)、集合性が(エ 強い・弱い)傾向にある。これらの違いは、(オ 孤独相・群生相)の個体が集団で長距離を移動するのに適していることを示している。

(2) 相変異は、利用できる餌の量が年によって大きく変動する環境に適応した特徴であると考えられる。どのように適応していると考えられるのか、トノサマバッタの相変異の例について説明せよ。

問 2 下線部②のように、食う一食われるといった直接的な種間関係がない生物の間でみられる影響のことを間接効果とよぶ。間接効果は、しばしば生態系において生物の多様性を維持する役割を果たしている。本文中で述べた以外の間接効果の具体例をあげ、その例では間接効果がどのように生物の多様性の維持に貢献しているのか、説明せよ。

問 3 以下の文は、図中のウンカとクモ類の個体群密度の時間的変化に関する説明である。(カ)～(コ)について適切な選択肢を選び、解答欄の選択肢を丸で囲め。

農薬散布区におけるウンカの個体群密度は、6月20日頃の農薬散布直後には対照区に比べて(カ 高・低)かった。同じ農薬散布区において、7月10日頃のウンカの密度は対照区に比べてやや(キ 高・低)かったが、8月10日頃の密度は著しく(ク 高・低)かった。また、農薬散布区におけるクモ類の個体群密度は、6月20日頃の農薬散布直後には対照区に比べて(ケ 高・低)く、7月30日頃までは対照区に比べて(コ 高・低)かった。

生 物

I のつづき

問 4 農薬散布区では対照区に比べ、最終的にウンカのために、より大きな被害がイネに生じたのはなぜか。問 3 で答えたウンカとクモ類の個体群密度の変化に注目して説明せよ。なお、両区ともウンカの成虫は翅が短いタイプがほとんどであり、その割合は両区間で差がないものとする。

問 5 本文中の実験結果のように、農薬散布などによってかえって害虫の著しい密度増加が起こってしまう現象をリサージェンスとよぶ。現在の農薬は改良が進んでおり、リサージェンスは起こりにくくなっている。問 4 で答えた内容を踏まえ、ウンカによるイネの被害を防ぎつつ、リサージェンスを防止するためにどのように農薬を改良してきたと考えられるか、説明せよ。

生 物

Ⅱ 次の文章を読み、あとの問に答えよ。

植物ホルモンの1つであるオーキシンは、植物の一生を通じて細胞の成長や器官の発生などの多様な過程を調節する。オーキシンは植物体の内部をある一定の方向に移動(極性移動)している。このオーキシンの極性移動は、オーキシンが合成された細胞から別の細胞へと細胞間を移動していくことにより生じる。オーキシンの極性移動の方向は通常は各組織において一定であるが、環境の変化や器官の発生段階に応じて移動の方向が変化することもある。オーキシンを受け取った細胞の遺伝子発現や生理的状态は、オーキシンの濃度に応じて調節される。

問 1 下線部①について、オーキシン以外の植物ホルモンを2つあげ、その名称と代表的なはたらきを答えよ。

問 2 下線部②について、シロイヌナズナの花茎を用いて実験を行った。次に示す方法と結果を読み、あとの(1)、(2)に答えよ。

方法 シロイヌナズナの花茎の一部を切り取り、そのままの向きで(実験1)、あるいは上下を逆にしてから(実験2)、オーキシンを含まない寒天片(受容ブロック)の上に置き、その上にオーキシンを含む寒天片(供与ブロック)をのせた(図1)。一定時間後に受容ブロックに含まれているオーキシンの量を測定した。実験3、4では供与ブロックと受容ブロックの位置を入れ替えて、同様の実験を行った(図1)。

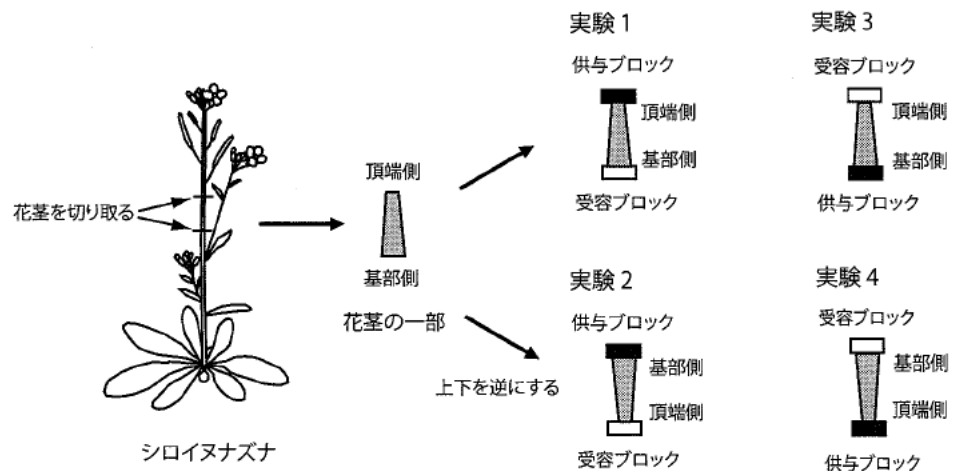


図1 シロイヌナズナ花茎のオーキシンの極性移動を調べる方法

生 物

Ⅱ のつづき

結果 実験 1 ～ 4 において受容ブロックに含まれていたオーキシンの量は図 2 のようになった。

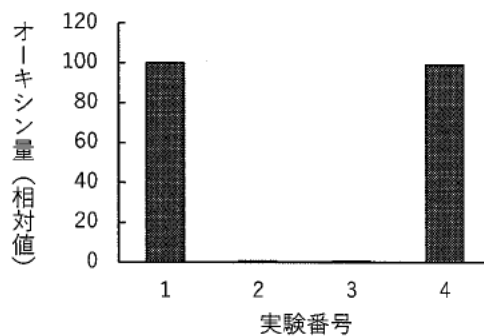


図 2 受容ブロックに含まれていたオーキシンの量。実験 1 で検出されたオーキシン量を 100 として、相対値で示した。

- (1) 図 2 の実験 1 と実験 2 の結果より、シロイヌナズナ花茎においてオーキシンは「頂端から基部」または「基部から頂端」のどちらの方向に移動していると考えられるか。そのように考えた理由とともに答えよ。
- (2) 実験 3 と実験 4 を追加したことによって、オーキシンの極性移動のどのような特徴が確かめられるか、答えよ。

問 3 下線部③について、一般に細胞間の物質の移動には細胞膜にある膜タンパク質が関わっている。細胞膜と膜タンパク質についての下記の説明文(a)～(e)から、正しいものを 2 つ選び、記号で答えよ。

- (a) 細胞膜によって細胞の内外が仕切られているため、すべての物質が膜タンパク質を通して細胞膜を通過する。
- (b) 細胞膜の成分であるリン脂質は、分子中に水をはじく性質(疎水性)の部分と水になじみやすい性質(親水性)の部分をもつ。
- (c) 細胞膜に存在する膜タンパク質のすべてが物質輸送にはたっている。
- (d) 細胞膜を介した輸送には、濃度勾配にしたがって物質を移動させる受動輸送と、濃度勾配に逆らってエネルギーを消費し物質を移動させる能動輸送がある。
- (e) 膜タンパク質には、物質の通り道となる孔であるポンプや、特定の物質が結合すると自身の構造を変化させ、結合した物質を通過させる輸送体などがある。

生 物

Ⅱ のつづき

- 問 4 オーキシンの極性移動には、オーキシンを細胞から排出する輸送体の細胞膜上の分布が重要であることが知られている。「頂端から基部」あるいは「基部から頂端」のように決まった方向にオーキシンの移動するには、この輸送体が細胞膜にどのように分布していればよいと考えられるか。解答欄の図に輸送の方向と輸送体の分布を描き、説明せよ。
- 問 5 環境に応じてオーキシンの極性移動の方向が変化して、細胞や器官の成長が調節される現象が知られている。そのような現象を1つあげ、その現象が植物の生存にどのように役立っていると考えられるか、説明せよ。

生 物

Ⅲ 次の文章を読み、あとの問に答えよ。

私たちの身のまわりには、ウイルスや細菌など、さまざまな病原体が存在している。かつては、ペスト、結核、コレラなどの病原体が引き起こす感染症は人類にとって大きな脅威であった。現在では種々の薬のおかげでこれらの感染症に対処することができるようになっている。その中で、細菌などの微生物の増殖を阻害する化学物質である「抗生物質」は多くの人命を救ってきた。

その歴史はアレクサンダー・フレミング博士がアオカビからペニシリンを発見したことに始まる。フレミング博士は、1928年の夏、寒天培地にブドウ球菌を生育させて研究室の机に置いたまま夏休みに入った。その年は夏休みに入ってしばらくの間 20℃ 以下の寒い日が続き、夏休みが終わってフレミング博士が研究室へ帰る数日前から 30℃ 以上の暑い日が続いた。研究室に戻ったフレミング博士は寒天培地の 1 つにアオカビが混入し、アオカビの周囲のブドウ球菌だけが溶けてしまっていること(溶菌)を発見した(図 1)。そしてアオカビがブドウ球菌の増殖を抑制する物質を生産しているのではないかと考えた。その後の実験でアオカビの培養液に含まれる成分が、数種類の細菌の増殖を抑えることを見出し、その成分を「ペニシリン」と名付けた。

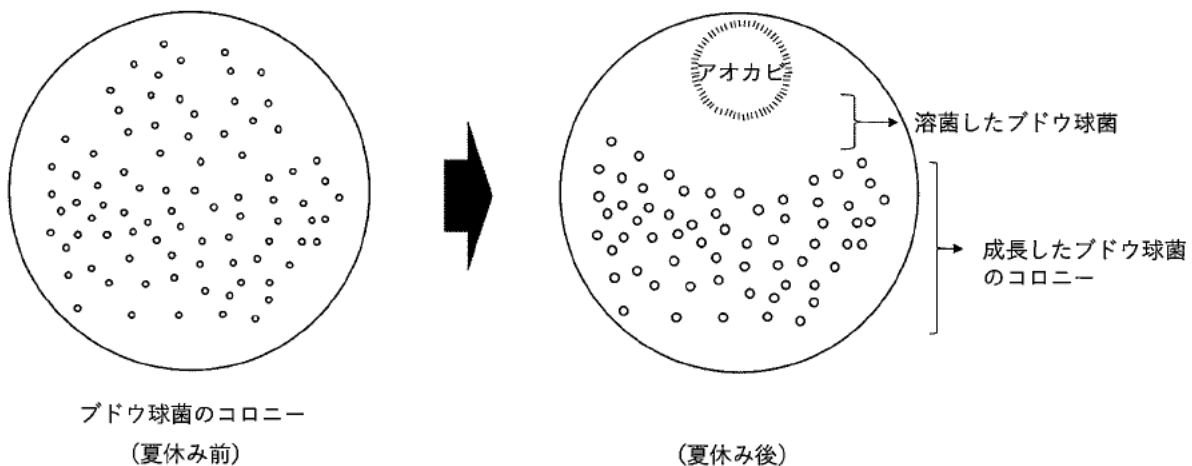


図 1 ブドウ球菌を培養した寒天培地の様子

問 1 ブドウ球菌の細胞は核をもたず、アオカビの細胞は核をもつ。(1)これらの細胞はそれぞれ何細胞と呼ばれるか。また、(2)核をもつ細胞のみにある細胞内の構造体を核以外に 2 つあげよ。

生 物

Ⅲ のつづき

問 2 フレミング博士によるペニシリンの発見はいくつかの偶然が重なって達成されたものとして有名であり、発見当時の気温の影響は大きいとされている。ブドウ球菌とアオカビの培養温度と増殖率の関係(図2)を踏まえると、フレミング博士が研究室に戻る前に気温の上昇が起こらず、寒い日(20℃以下)が続いていれば、「アオカビのコロニーは大きくなるが、ブドウ球菌の溶菌は見られなかった」と予想される。ペニシリンはどのような状態のブドウ球菌に作用するか、考察せよ。

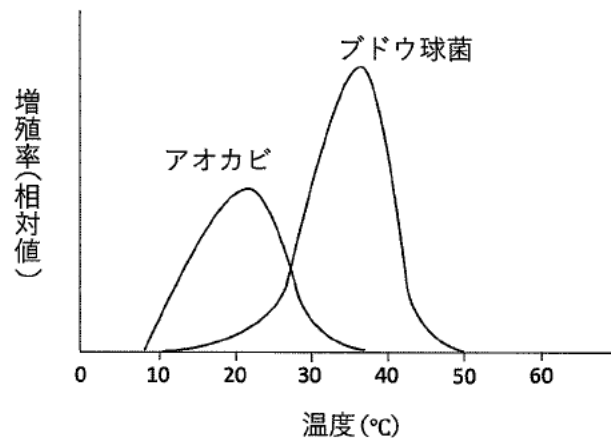


図2 ブドウ球菌とアオカビの培養温度と増殖率の関係

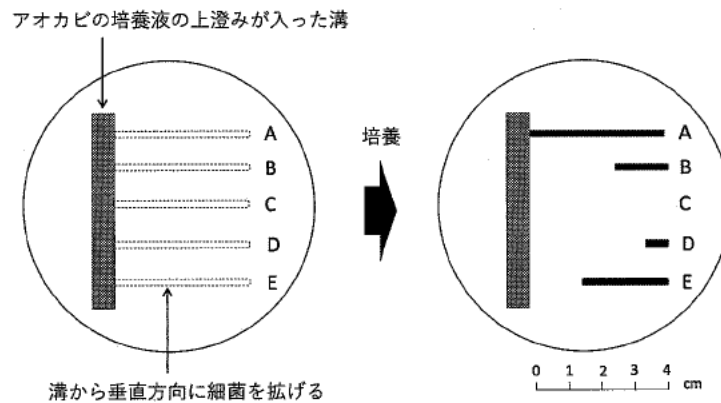
問 3 アオカビの培養液中に含まれるペニシリンの効果を調べるために以下の実験を行った。寒天培地に溝を掘り、その中に 20℃ で培養したアオカビの培養液の上澄み(ア), または, アオカビを加える前の培養液のみ(イ)を寒天で固めたものを入れた。そして, その溝から垂直方向に, A~E の異なる細菌種を培地に塗布した。37℃ で培養し, アオカビ培養液に含まれるペニシリンの細菌に対する増殖抑制を調べた(図3)。この方法では, 溝の部分にペニシリンが含まれている場合, ペニシリンが寒天培地内をゆっくりと拡散するため, 溝に近い所で濃度が高く, 離れるにつれて濃度が低くなる。なお, 黒いバーは細菌が増殖している様子を示している。次の(1), (2)に答えよ。

- (1) 図3(ア)のB, D, Eの細菌に対するペニシリンの増殖抑制の効果について, 解答用紙の表の()に, 「増殖あり」はプラス記号, 「増殖なし(溶菌)」はマイナス記号を記入せよ。また, A~Eの細菌をペニシリンに対して感受性の高い順に並べよ。
- (2) 30℃ で培養したアオカビの培養液の上澄みを使用した場合にはどのような結果になると予想されるか, 説明せよ。ただし, アオカビの培養時間は 20℃ の時と同じとする。

生 物

Ⅲ のつづき

(ア) アオカビ培養液の上澄みを寒天で固めて溝に入れたもの



(イ) 培養液のみを寒天で固めて溝に入れたもの

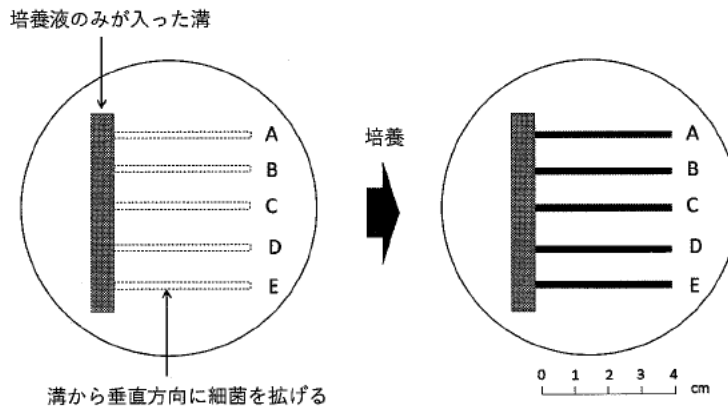


図3 ペニシリンによる細菌の増殖抑制を調べる実験

問4 ペニシリンはあるグループの細菌には効果的に作用したが、細菌Aのような別のグループの細菌にはほとんど効果がなかった(図3)。このようなグループの細菌にも効果がある抗生物質が、細菌の一種である放線菌から発見された。土壌から放線菌F~Iを分離し、細菌Aに対して増殖抑制効果を示すものがあるかどうかを調べた。寒天培地全体に細菌Aを拡げ、その上に放線菌F~Iを生育させた寒天片を置き、2日後に細菌Aの増殖を観察した(図4)。放線菌が分泌する抗生物質に細菌Aに対する増殖抑制効果があれば、放線菌の周りに細菌Aの増殖しない領域(阻止円)が観察できる。この実験に関して、あとの(1)~(3)に答えよ。

生 物

Ⅲ のつづき

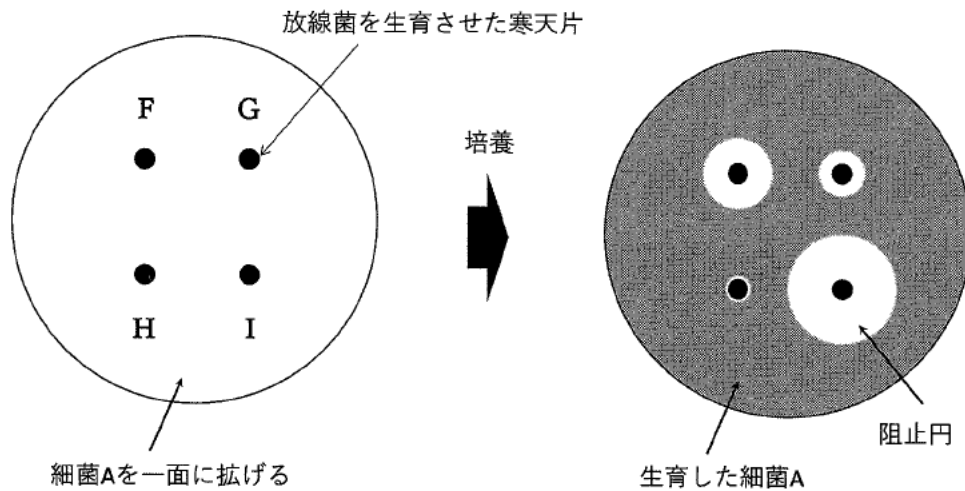


図4 放線菌 F~I の細菌 A に対する増殖抑制効果の検討。黒丸●は放線菌を生育させた寒天片，右図の白い部分は阻止円を示す。

- (1) 放線菌 F~I のうち細菌 A に対して最も増殖抑制効果が高いのはどれか答えよ。
- (2) アオカビや放線菌の生産する抗生物質は，自身の生育に必要な物質である。これらの生物が抗生物質を生産する理由として考えられることは何か，考察せよ。
- (3) 図4の実験で使用した細菌 A (α 株とする) と同種の細菌 A を，放線菌が生息していた場所の土壌から分離し， β 株とした。図4の実験に α 株の代わりに β 株を使用した場合に，阻止円の大きさは α 株を使用した場合に比べて小さくなった。このような結果になった理由を， β 株の生息場所を考慮して説明せよ。