

# 学部学科適性試験

実施学部	理工学部
実施学科	物質生命理工学科・機能創造理工学科・情報理工学科
試験時間	90分
試験概要	【学部共通試験】生物(生物基礎・生物)

(この問題冊子は18ページ，5問である。)

## 受験についての注意

1. 試験監督者の指示があるまで，問題冊子を開いてはならない。
2. 試験開始前に，試験監督者から指示があったら，解答用紙1ページ目の左上に氏名と受験番号を記入し，所定のマーク欄をぬりつぶすこと。
3. 試験監督者から試験開始の指示があったら，この問題冊子が，上に記したページ数どおりそろっていることを確かめること。
4. 筆記具は，HかFかHBの黒鉛筆またはシャープペンシルに限る。万年筆・ボールペンなどを使用してはならない。
5. マーク式の解答は，解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで，そのマーク欄をぬりつぶすこと。
6. マークをするとき，マーク欄からはみ出したり，白い部分を残したり，文字や番号，○や×をつけたりしてはならない。また，マーク箇所以外の部分には何も書いてはならない。
7. 記述式の解答は，各解答欄にていねいに記入すること。
8. 訂正する場合は，消しゴムでていねいに消したうえで，消しきずはきれいに取り除くこと。
9. 解答用紙を折り曲げたり，破ったりしてはならない。
10. 試験監督者の許可なく試験時間中に退場してはならない。
11. 解答用紙を持ち帰ってはならない。
12. 問題冊子，計算用紙は必ず持ち帰ること。

**1** 以下の問1～問7についてa～dのうちから正しいものを全て選べ。ただし、正しいものがない場合にはeをマークせよ。

問1 生物の系統と分類について

- a) 3ドメイン説によると、真核生物は系統的には細菌よりアーキアに近縁と考えられている。
- b) 細菌は全て原核生物で従属栄養生物である。
- c) アーキアと細菌では、細胞膜を構成する脂質や細胞壁の構成成分が異なる。
- d) 真核生物は全て多細胞生物で、植物や菌類、動物などが含まれている。

問2 タンパク質の構造について

- a) タンパク質の立体構造は温度やpHによって変化することがある。
- b) シャペロンは、ポリペプチドが正しくフォールディングするのを助けるタンパク質である。
- c) タンパク質の立体構造が壊れると凝集体を作りやすくなる。
- d) 複数のポリペプチドを組み合わせて作られる立体構造を三次構造とよぶ。

問3 酵素反応について

- a) 酵素が反応を進めるために、分子量の小さな無機物を補酵素として必要とすることがある。
- b) 光合成と呼吸で使われる酸化還元酵素の補酵素は全て同じである。
- c) 酵素に対して活性部位とは異なる部位に阻害物質が結合する場合、基質濃度が高くなるとその阻害効果は低くなる。
- d) 温度やpHなどの条件が適当で基質濃度が十分な場合、酵素濃度が2倍になると反応速度も2倍になる。

問4 バイオテクノロジーについて

- a) サンガー法では、DNAの塩基配列を調べるのにジデオキシリボースを持つヌクレオチドを使う。
- b) メタゲノム解析によって、培養することができない新種の細菌を発見することが可能である。
- c) RNAシーケンシングによって、細胞内に存在するRNAの種類はわかるが、それぞれの量はわからない。
- d) 土壌微生物のアグロバクテリウムを用いて、外来遺伝子を導入した遺伝子組換え植物を作ることができる。

問5 発生に関わる遺伝子について

- a) シロイヌナズナの花の発生では、Aクラス遺伝子とBクラス遺伝子が、また、Bクラス遺伝子とCクラス遺伝子がそれぞれ互いに発現を抑制し合う。
- b) シロイヌナズナの花の発生では、Aクラス遺伝子とBクラス遺伝子とCクラス遺伝子のうち、どれか1つが失われると、どれが失われた場合でもがく片、花弁、おしべ、めしべのうちのどれか2つが失われる。
- c) ショウジョウバエの卵では、受精すると母性効果遺伝子の転写が始まる。
- d) ショウジョウバエの胚を構成する体節の数とホメオティック遺伝子の数は等しく、1つの体節には1つのホメオティック遺伝子が発現している。

問6 植物と光について

- a) 光発芽種子において、フィトクロムは赤色光と遠赤色光のうちクロロフィルが吸収する波長の光を吸収するとジベレリンの合成を誘導する。
- b) 光化学系Iおよび光化学系IIで活性化された反応中心クロロフィルは、どちらも電子を放出して酸化された状態になる。
- c) 橙色を呈するカロテンは橙色の光を吸収する。
- d) 茎の光屈性で働く光受容体は青色光を受容する。

問7 光刺激の受容について

- a) ヒトの網膜の黄斑の部分には桿体細胞が集中している。
- b) 盲斑は、視細胞の軸索の束が網膜を貫く部分である。
- c) ヒトの錐体細胞には、赤錐体細胞、緑錐体細胞、黄錐体細胞がある。
- d) ロドプシンが光を受けると、最初にオプシンの構造が変化する。

2 心臓と筋肉に関する文章1～文章3を読み、以下の問8～問14に答えよ。

文章1 激しい運動を行うと、血液中の  の濃度が  し、その変化が  で感知され、交感神経が働くことで心臓の拍動が促進される。運動により体温が上昇すると、その変化は  で感知されて、交感神経を通して汗腺からの発汗が促進される。運動をやめると、心臓の拍動数はすみやかに元に戻る。一方で、突然恐怖を感じるといった場合には、交感神経だけでなく、 から分泌されるホルモンの  が心臓に働くことで、しばらく拍動数が増加した状態が続くことがある。

問8 文中の  ～  にあてはまる最も適切な語をそれぞれの選択肢のうちから1つずつ選べ。

の選択肢

- a) 酸素    b) 窒素    c) 二酸化炭素    d) ヘモグロビン

の選択肢

- a) 上昇    b) 低下

の選択肢

- a) 延髄    b) 視床    c) 視床下部    d) 脊髄    e) 小脳  
f) 脳下垂体    g) 副腎髄質    h) 副腎皮質

の選択肢

- a) アドレナリン    b) インスリン    c) グルカゴン  
d) 鉱質コルチコイド    e) チロキシン    f) 糖質コルチコイド  
g) ノルアドレナリン

問9 交感神経の働きとして適切なものを a～e のうちから全て選べ。適切なものがない場合には f をマークせよ。

- a) 目の瞳孔が拡大する。
- b) 排尿が促進される。
- c) すい液の分泌が促進される。
- d) 気管支が拡張する。
- e) 皮膚の立毛筋が弛緩する。

問10 心臓の拍動に対してホルモンは交感神経よりも遅く作用し、また、その作用が持続することが知られている。それはなぜかを簡潔に説明せよ。

文章2 動物が運動するときには、中枢神経系からの信号が運動ニューロンを介して骨格筋に伝わる。骨格筋は筋繊維の集合体で、筋繊維にはアクチンフィラメントとミオシンフィラメントで構成されている筋原繊維がある。筋収縮が起こるときには、この2種類のフィラメント間の滑り運動が起こる。

問11 運動ニューロンの神経終末で起こることとして適切なものを a～d のうちから全て選べ。適切なものがない場合には e をマークせよ。

- a) 軸索からの興奮が伝わりカルシウムチャンネルが開くと細胞内のカルシウムイオンが流出する。
- b) 神経終末内のカルシウムイオン濃度の変化によりシナプス小胞のエンドサイトーシスが引き起こされる。
- c) シナプス小胞の膜と神経終末の膜が融合すると神経伝達物質が放出される。
- d) 運動ニューロンの神経終末ではアドレナリンが放出される。

問12 筋繊維の反応に関する記述として適切なものを a～d のうちから全て選べ。適切なものがない場合には e をマークせよ。

- a) 神経伝達物質が筋繊維の膜にあるナトリウムポンプに結合する。
- b) 筋繊維が神経伝達物質を受け取るとその膜では活動電位が発生する。
- c) 筋繊維が刺激を受けていない時には、トロポミオシンがミオシン頭部に結合している。
- d) トロポミオシンにカルシウムイオンが結合すると、トロポミオシンの形が変わる。

文章3 動物が死んで数時間経つと、呼吸の停止により筋繊維内の ATP が枯渇する。その結果、死後硬直とよばれる筋肉の硬化が起こる。この現象には筋繊維内の  イオン濃度の変化が関わる。筋繊維内の ATP が枯渇することで  に存在する  が停止し、その結果、 による  イオンの  が止まる。それにより、筋繊維内の  イオン濃度が  し、筋肉の硬化状態が持続する。

問13 文中の  と  にあてはまる最も適切な語を記せ。

問14 文中の  ～  にあてはまる最も適切な語を a～h のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- a) ポンプ    b) チャネル    c) エキソサイトーシス
- d) エンドサイトーシス    e) 回収    f) 放出    g) 上昇
- h) 低下

3 DNA複製に関する文章を読み、以下の問15～問21に答えよ。

文章 DNAは半保存的に複製される。DNAは、複製されるときにまず  とよばれる酵素によって特定部分の塩基間の水素結合が切断されて開裂し、部分的に2本の一本鎖になる。続いて、別の酵素によってプライマーとよばれる短いRNAヌクレオチド鎖が合成される。DNAポリメラーゼは、プライマーを起点にDNAヌクレオチド鎖を合成する。新たに合成される2本のDNAヌクレオチド鎖のうち、鎖は開裂の進行方向と同じ向きに連続的に合成されるのに対し、鎖は不連続的に合成される。その後プライマーは除去され、DNAのヌクレオチド鎖に置き換わる。不連続なDNAヌクレオチド鎖の切れ目は  の働きによって連結される。

問15 下線部(1)のDNA領域を何とよぶかを記せ。

問16  と  にあてはまる最も適切な酵素名をa～fのうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- a) ATP合成酵素    b) DNAヘリカーゼ    c) DNAリガーゼ  
d) ガラクトシダーゼ    e) 制限酵素    f) テロメラーゼ

問17  と  にあてはまる語を記せ。

問18 下線部(2)に記述されている2本の鎖が異なる方法で合成される理由を、DNAポリメラーゼの性質を考慮に入れて説明せよ。

問19 真核生物の遺伝子発現についての記述として適切なものを a～e のうちから全て選べ。適切なものがない場合は f をマークせよ。

- a) RNA ポリメラーゼは、遺伝子の転写領域の近くにあるプロモーターに単独で結合して RNA を合成する。
- b) 選択的スプライシングとは、全長に渡ってアミノ酸配列の異なる複数のタンパク質が1つの遺伝子からできあがるしくみをいう。
- c) RNA ポリメラーゼは、DNA のアンチセンス鎖と相補的な配列を合成する。
- d) RNA ポリメラーゼは、エキソン部分に加えてイントロン部分も転写する。
- e) RNA ポリメラーゼの働きによって RNA 鎖が伸長するときは、リボヌクレオシド三リン酸の1つのリン酸がとれたものが RNA 鎖の末端に結合する。

問20 tRNA には、塩基配列の異なるさまざまな種類がある。翻訳のとき、下の  
 (オ)と(カ)の tRNA に結合しているアミノ酸を図1を参考にして答えよ。

(オ) アンチコドンとして UUU を持つ tRNA

(カ) アンチコドンとして GUG を持つ tRNA

1文字目	2文字目								3文字目
	T		C		A		G		
T	TTT	フェニルアラニン	TCT	セリン	TAT	チロシン	TGT	システイン	T
	TTC		TCC		TAC		TGC		C
	TTA	ロイシン	TCA		TAA	終止	TGA	終止	A
	TTG		TCG		TAG		TGG	トリプトファン	G
C	CTT	ロイシン	CCT	プロリン	CAT	ヒスチジン	CGT	アルギニン	T
	CTC		CCC		CAC		CGC		C
	CTA		CCA		CAA	CGA	A		
	CTG		CCG		CAG	CGG	G		
A	ATT	イソロイシン	ACT	スレオニン	AAT	アスパラギン	AGT	セリン	T
	ATC		ACC		AAC		AGC		C
	ATA		ACA		AAA	AGA	A		
	ATG	メチオニン・開始	ACG		AAG	リジン	AGG	アルギニン	G
G	GTT	バリン	GCT	アラニン	GAT	アスパラギン酸	GGT	グリシン	T
	GTC		GCC		GAC		GGC		C
	GTA		GCA		GAA	GGA	A		
	GTG		GCG		GAG	GGG	G		

図1 DNA の遺伝暗号表

問21 真核生物の遺伝子 X の mRNA の塩基配列を調べると、開始コドンの最初の塩基より終止コドンの最後の塩基まで 681 塩基あった。この mRNA に書き込まれているタンパク質は、いくつのアミノ酸からできているか、下の四角にあてはまる数字をマークせよ。ただし、空欄となる四角には 0 をマークせよ。また、9999 よりも大きい場合は、全ての四角に 9 をマークせよ。

千の位	百の位	十の位	一の位
<input type="text" value="キ"/>	<input type="text" value="ク"/>	<input type="text" value="ケ"/>	<input type="text" value="コ"/>

4 光合成と呼吸に関する文章 1 と文章 2 を読み、以下の問 22～問 28 に答えよ。

文章 1 光合成をしている植物では  $\text{CO}_2$  は気孔から入り、葉緑体の中でカルビン回路に入る。カルビン回路で生じる  $\text{C}_3$  化合物である **ア** のうちの 6 分の 1 が、糖などの合成に使われる。一方、同じ植物細胞で呼吸も行われている。細胞質のグルコースなどの  $\text{C}_6$  化合物は解糖系によって  $\text{C}_3$  化合物である **イ** になり、それがミトコンドリアのマトリックスに入っていく。マトリックスでは  $\text{C}_2$  化合物である **ウ** になり、それがクエン酸回路に入って最終的に  $\text{CO}_2$  に分解される。クエン酸回路に続く電子伝達系と酸化的リン酸化により大量の ATP が合成される。ミトコンドリアで生じた ATP は細胞質に出て、様々な酵素の基質になる。呼吸で生じた  $\text{CO}_2$  は気孔から放出される。

問22 **ア** ～ **ウ** にあてはまる物質名として最も適切なものを a～h のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。

- a) アセチル CoA      b) オキサロ酢酸      c) クエン酸
- d) グリセルアルデヒドリン酸      e) コハク酸      f) ピルビン酸
- g) ホスホグリセリン酸      h) リブローズ二リン酸

問23  $\text{CO}_2$  および ATP について、その記述として適切なものを a～f のうちからそれぞれ全て選べ。適切なものがない場合は g をマークせよ。

- a) カルビン回路にはその物質が生じるステップがある。
- b) カルビン回路にはその物質が使われるステップがある。
- c) 解糖系にはその物質が生じるステップがある。
- d) 解糖系にはその物質が使われるステップがある。
- e) クエン酸回路にはその物質が生じるステップがある。
- f) クエン酸回路にはその物質が使われるステップがある。

問24 ATPを基質とする酵素活性を持つタンパク質をa～dのうちから全て選べ。適切なものがない場合はeをマークせよ。

- a) DNAポリメラーゼ      b) RNAポリメラーゼ  
c) 電位依存性ナトリウムチャネル      d) ミオシン

文章2 同じ木が作る葉でも，樹冠や周辺部などの風と光のよく当たる場所にある葉は厚く，木の内部にある葉は薄い傾向がある。葉の厚さと光合成の効率との関係について考察するため，次の思考実験を行った(図1参照)。

試料A：葉の細胞100個を25個ずつの4層に分けて重ねた。

試料B：葉の細胞100個を50個ずつの2層に分けて重ねた。

試料に対して十分に広く平行な光を発する照射装置を用いて光を当てた。光の強さは1つの層を透過するごとに $\frac{2}{3}$ に減弱すると仮定した。また，いずれの層にも $\text{CO}_2$ は均等に行き渡ると仮定した。

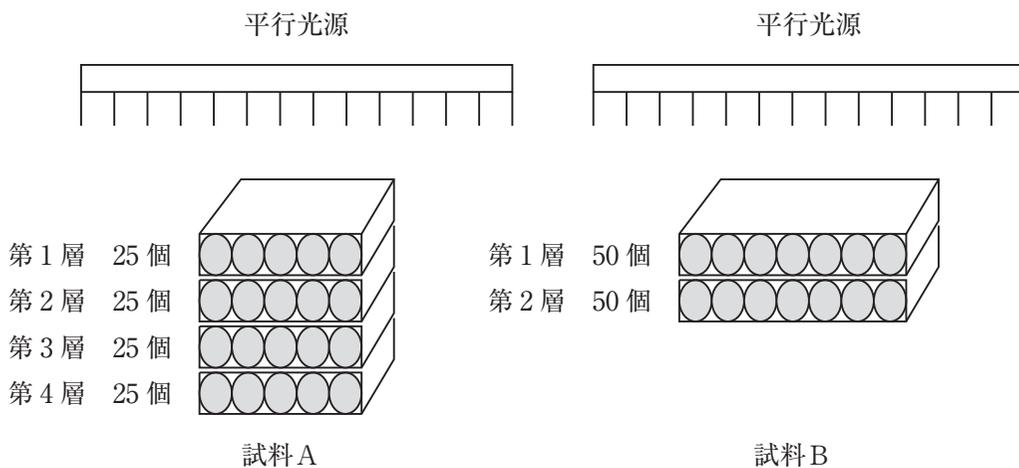


図1

試料Aの第1層の25個のみについて考える。光を当てたときの25個全ての単位時間あたりのCO<sub>2</sub>吸収速度を測定すると、照射した光の強さとの関係は図2のグラフのようになった。ここで、最大吸収速度は50、呼吸速度は10、光飽和点は100であった。これらの数字は相対的な数値である。

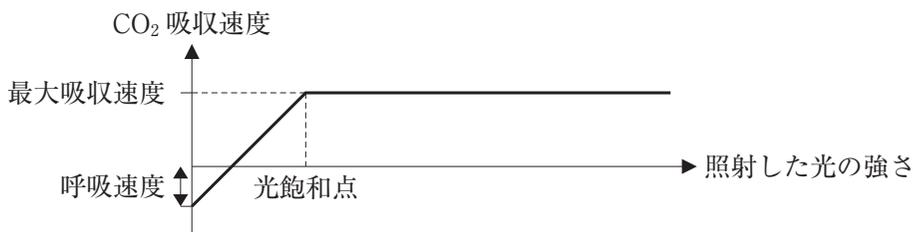


図2

問25 試料Aの第2層の25個のみについて考える。同条件で測定を行ったときの25個全ての最大吸収速度、呼吸速度、光飽和点の値を答えよ。ただし、小数点以下は四捨五入し、四角が空欄になる場合は0をマークせよ。値が999を超える場合は全ての四角に9をマークせよ。

	百の位	十の位	一の位
最大吸収速度	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
呼吸速度	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
光飽和点	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

問26 試料Aの第1層と第2層を合わせた50個のみについて考える。同様に50個全てについて測定を行ったときのグラフはどうなるか。グラフを解答用紙の図に描き，最大吸収速度，呼吸速度，光飽和点の値を答えよ。ただし，小数点以下は四捨五入し，四角が空欄になる場合は0をマークせよ。値が999を超える場合は全ての四角に9をマークせよ。

	百の位	十の位	一の位
最大吸収速度			
呼吸速度			
光飽和点			

問27 試料Aの100個全て，および試料Bの100個全てについての最大吸収速度，呼吸速度，光飽和点の値を答えよ。ただし，小数点以下は四捨五入し，四角が空欄になる場合は0をマークせよ。値が999を超える場合は全ての四角に9をマークせよ。

	百の位	十の位	一の位
試料Aの最大吸収速度			
試料Aの呼吸速度			
試料Aの光飽和点			

	百の位	十の位	一の位
試料Bの最大吸収速度			
試料Bの呼吸速度			
試料Bの光飽和点			

問28 樹冠や周辺部などの風と光のよく当たる場所にある葉は厚く，木の内部にある葉は薄い傾向がある理由を，問27の解答に基づいて述べよ。

5

個体群に関する文章1と文章2を読み、以下の問29～問34に答えよ。

文章1 ゾウリムシA, B, Cは異なる種のゾウリムシであり、水中に生息する単細胞生物で有機酸や細菌を餌としている。それぞれを水槽で単独飼育した場合の成長曲線は図1のようになった。ゾウリムシAとゾウリムシBを同じ水槽で混合飼育した場合には図2のようになり、ゾウリムシAとゾウリムシCを同じ水槽で混合飼育した場合には図3のようになった。

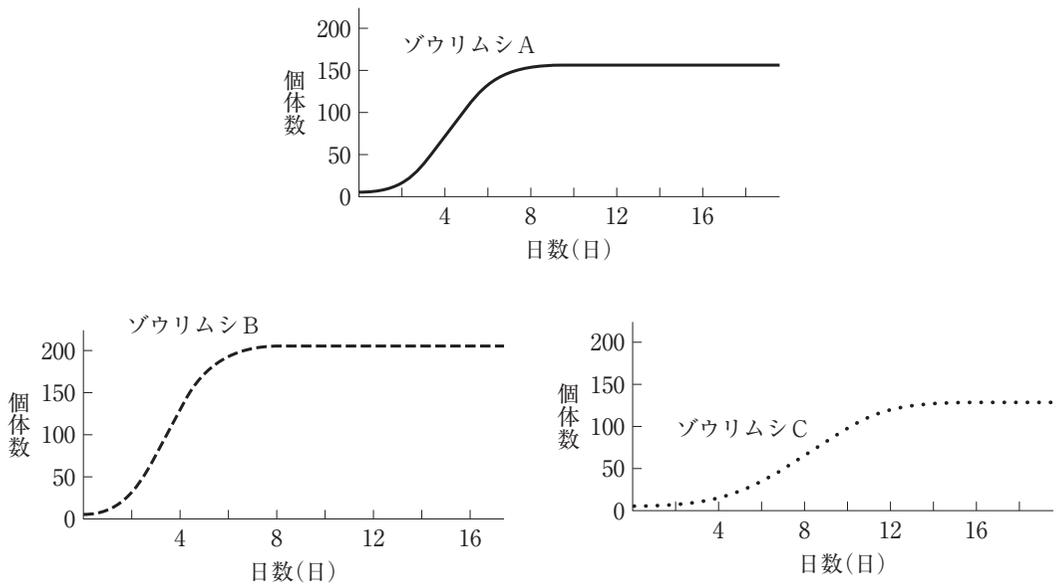


図1 単独飼育の成長曲線

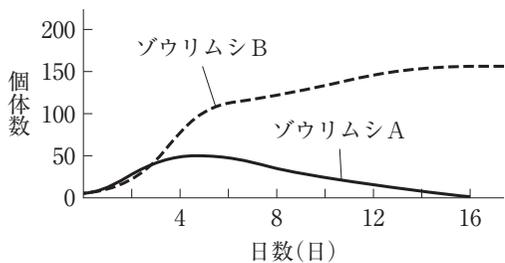


図2 AとBの混合飼育の成長曲線

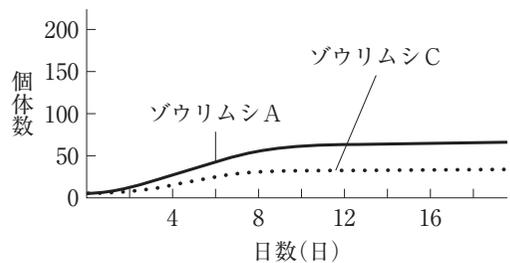


図3 AとCの混合飼育の成長曲線

問29 図1の単独飼育の成長曲線を見るとS字曲線のあと個体数は上限に達している。この上限の値を何というか、適切な語を記せ。

問30 図2に見られるゾウリムシAとBの種間関係、および、図3に見られるゾウリムシAとCの種間関係について簡潔に説明せよ。

文章2 容器の中でダニXを2週間飼育して個体数を増やした。そこにダニXを捕食するダニYを入れるとダニXは全滅し、その後ダニYも全滅した(図4)。しかし、あるしかけをすると、図5のように個体数は一定のずれを持って増減を繰り返しながら、両者は共存した。

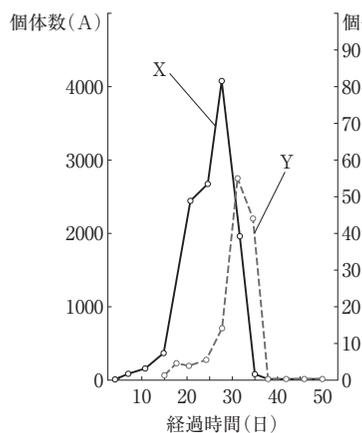


図4

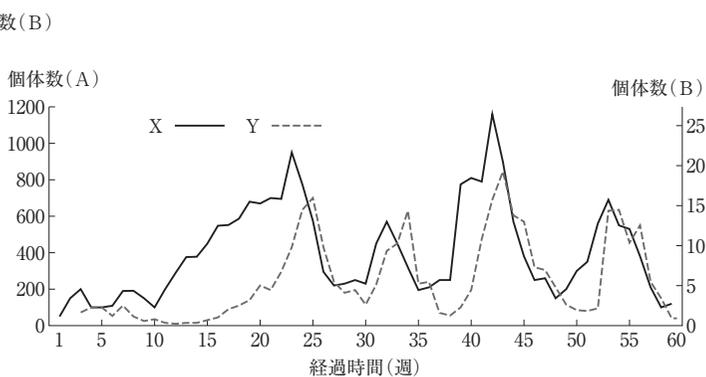


図5

問31 図4と図5でダニYの個体数は(A)と(B)のどちらの縦軸で示されているか記号をマークせよ。また、そう判断した理由を簡潔に述べよ。

問32 下線部について、どのようなしかけをすると図5のようになるかを述べよ。

問33 被食者 - 捕食者相互関係は、進化の過程で被食者の形態や行動などの適応をもたらすことがある。次の文の  ～  にあてはまる適切な語を記せ。

体に毒を持ち防衛力を備えた被食者は目立つ色や模様を持つものが多い。このような色は  とよばれる。形態を他の自然物などに似せて、捕食者の目をあざむくことを  という。周りの風景に溶け込んで捕食者に気づかれにくくなる色やパターンのことを  という。

問34 個体群密度に関する記述として適切なものを a～d のうちから全て選べ。適切なものがない場合は e をマークせよ。

- a) 植物を異なる個体群密度で栽培しても生育後の 1 個体あたりの重量はほぼ同じになる。これを最終収量一定の法則という。
- b) ショウジョウバエのメス 1 個体あたりの産卵数は容器内の個体数が多くなると減少する。このように個体群密度の変化にともなって個体の性質が変化することを密度効果という。
- c) 同じ場所にすむ種間で資源をめぐる競争がある場合、形質を変化させることによって競争を緩和し、共存できるように適応することを形質転換という。
- d) 主に昆虫で個体群密度に応じて同一種の形態や行動にまとまった変化が見られることを相変異という。

