

# 平成18年度 個別学力試験問題

## 理 科 (120分)

- 第一学群 (自然科学類)※地理歴史を選択する者は、地学を除いた理科1科目と合わせて120分
- 第二学群 (生物学類, 生物資源学類)
- 第三学群 (情報学類, 工学システム学類, 工学基礎学類)
- 医学専門学群 (医学類)  
(看護・医療科学類(医療科学主専攻))  
(看護・医療科学類(看護学主専攻))は、1科目選択で60分
- 図書館情報専門学群 (試験時間は、60分)

### 目 次

物	理	.....	1
化	学	.....	7
生	物	.....	15
地	学	.....	28

### 注 意

1. 問題冊子は1ページから34ページまでである。
2. 受験者は下表の志望する各学群・学類の出題科目を解答すること。

学類・専門学群		出 題 科 目				備 考
		物理	化学	生物	地学	
自然科学類		○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答又は地理歴史を選択する者は地学を除いた○印から1科目選択
生物学類		○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
生物資源学類		○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
情報学類		◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
工学システム学類		◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
工学基礎学類		◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
医学専門学群	医学類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
	看護・医療科学類(看護学主専攻)	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
	看護・医療科学類(医療科学主専攻)	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
図書館情報専門学群		○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答

# 生 物

I 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

地球をとりまく環境や、そこに生息する生物は、太陽からの放射に大きな影響を受けている。地球大気外部には 200 nm から 3000 nm まで幅広い波長をもつ放射が到達している(図 1 a)。大気を通る間に、雲などによる吸収や反射によって放射量は減少し、地表や海面に到達する放射量は大気外部の約 50 % となる。

海面に到達した放射の中で、波長帯 I および波長帯 III の放射は、海面近くで散乱、吸収されてしまう。この結果、可視光である波長帯 II を中心とした光が海水中へ透過していく。しかし、この波長帯においてもすべての波長の光が均一に海水中を透過するのではなく、深度の増加につれて波長組成が変化していく(図 1 b)。

海水中に生息する藻類は、透過してきた波長帯 II の可視光を光合成色素により吸収して炭素固定を行っている。また、海水中に生息する代表的な藻類である緑藻類や紅藻類、褐藻類は、それぞれ特徴的な光合成色素の組成をもっている。この色素組成の違いは、これらの藻類が生育する深度にも影響を与えている。

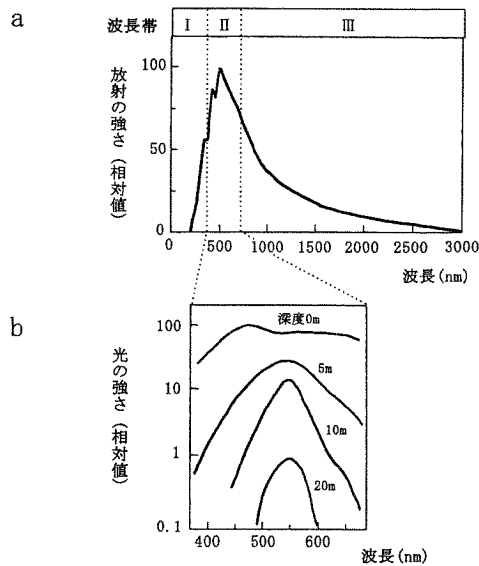


図 1

問 1 以下のア～カの文章は、図 1 a に示す放射の波長帯に関する事項について記述したものである。波長帯Ⅰおよび波長帯Ⅲに関するものをすべて選び、記号で記せ。

- ア. ある種のレタスでは種子の発芽を促進する効果をもつ。
- イ. 二酸化炭素により吸収され、地球温暖化をまねく。
- ウ. 成層圏のオゾン層の存在により、地表への到達量は大幅に減少している。
- エ. 遺伝子に作用して、皮膚がんなどの原因となることもある。
- オ. ヒトの網膜にある視細胞により受容される。
- カ. 地表から放射されるエネルギーのほとんどは、この波長帯に含まれる。

問 2 図 2 は下線部(a)の過程を示している。空欄  ～  にあてはまる語を下のア～セから選び、記号で記せ。

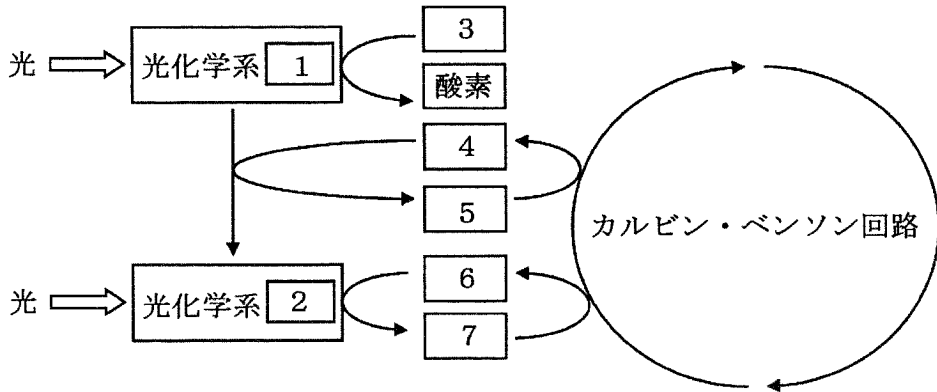


図 2

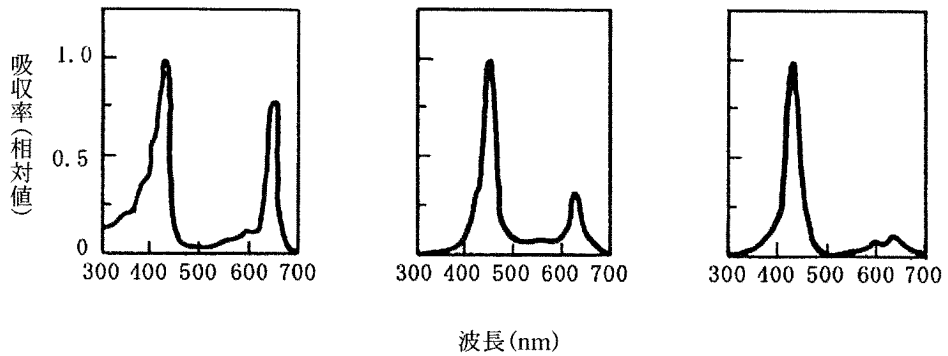
- |         |           |         |        |
|---------|-----------|---------|--------|
| ア. 窒素   | イ. 還元型補酵素 | ウ. アミノ酸 | エ. ADP |
| オ. デンプン | カ. グルコース  | キ. 補酵素  | ク. ATP |
| ケ. 水    | コ. 二酸化炭素  | サ. I    | シ. II  |
| ス. A    | セ. B      |         |        |

問 3 下線部(b)で述べた緑藻類, 紅藻類, 褐藻類がもつ主要な光合成色素の名称と, それらの吸収スペクトルを図3に示す。これについて, 以下の(1)と(2)の設問に答えよ。

ア. クロロフィル *a*

イ. クロロフィル *b*

ウ. クロロフィル *c*



エ. フコキサンチン

オ. フィコエリトリン

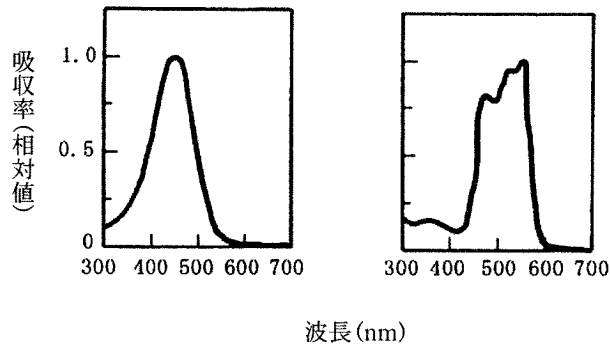


図 3

- (1) 緑藻類, 紅藻類, 褐藻類のそれぞれがもつ光合成色素を, 図3のア~オからすべて選び, 記号で記せ。
- (2) 図1および図3をもとにして, 緑藻類, 紅藻類, 褐藻類の中で, 光エネルギーの吸収に着目して, 最も深いところまで生育できると考えられる藻類名を記せ。また, そう考える理由を60字以内で述べよ。

II 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

一般に多細胞生物では、さまざまな形や機能をもつ細胞が互いに有機的に関係することにより一つの個体を構成している。これらの細胞は、もともとは一つの受精卵から分裂してふえた細胞が、個体が発生していく過程で異なる形や働きをもついろいろな細胞に変化することによりできる。このような現象を細胞の [ 1 ] という。 [ 1 ] が進むにつれてさまざまな遺伝子の発現が活性化され、たとえば、神経細胞では神経の働きに必要な [ 2 ] が、また筋肉の細胞では筋肉を構成する [ 2 ] がというように、組織や器官ごとに特定の構造や働きを持つ [ 2 ] が合成されてくる。したがって、各細胞が [ 1 ] する際には、その細胞に特徴的な複数の遺伝子の発現が厳密に調節されていなければならない。

ショウジョウバエやユスリカなどの幼虫のだ腺の細胞には、普通の染色体の100~150倍も大きい染色体(だ腺染色体)が観察される。これは、細胞が分裂をしないのに、 [ 3 ] が複製をくり返した結果できた巨大染色体である。だ腺染色体には大きさや並び方の決まったたくさんの横じまがあり、そこが遺伝子の存在する場所と考えられている。顕微鏡で観察すると、横じまのところどころに大きくふくれあがった箇所がみられる。このふくらみの部分はパフとよばれ、 [ 3 ] の一部がほどけて染色体からはみ出してできていると考えられる。幼虫が蛹<sup>さなぎ</sup>に変わる発生の過程で、このパフができる染色体上の位置や範囲はさまざまに変化することが知られている。図1は、ショウジョウバエの幼虫の各発生段階におけるだ腺染色体とそのパフの位置を示したものである。

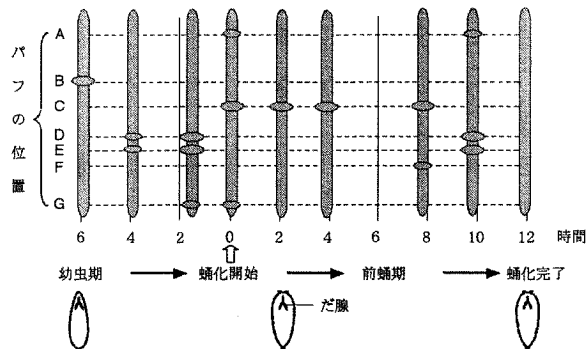


図1

ショウジョウバエの幼虫を用いて、実験Ⅰ～Ⅲを行った。

〔実験Ⅰ〕 スライドグラス上で幼虫のだ腺を取り出し、だ腺のまわりについた余分な組織をとり除いた後でメチルグリーン・ピロニン染色液を用いて約5分間染色を行った。その上からカバーグラスとろ紙をかぶせ、親指の腹で垂直に押しつぶしてプレパラートを作製し、顕微鏡を使って染色体の様子を観察した。

〔結果〕 だ腺染色体を観察すると、パフ化してふくらんだ部分がピンク色に、それ以外の部分は青緑色に染まっているのが観察された。

〔実験Ⅱ〕 さらに、<sup>ようか</sup>蛹化開始2時間後の前蛹期の幼虫からだ腺を注意深く取り出し、蛹化開始6時間前の幼虫の腹部に移植した(図2)。4.5時間後に移植しただ腺aを取り出し、〔実験Ⅰ〕の方法に従って染色体上のパフの位置を比較した。

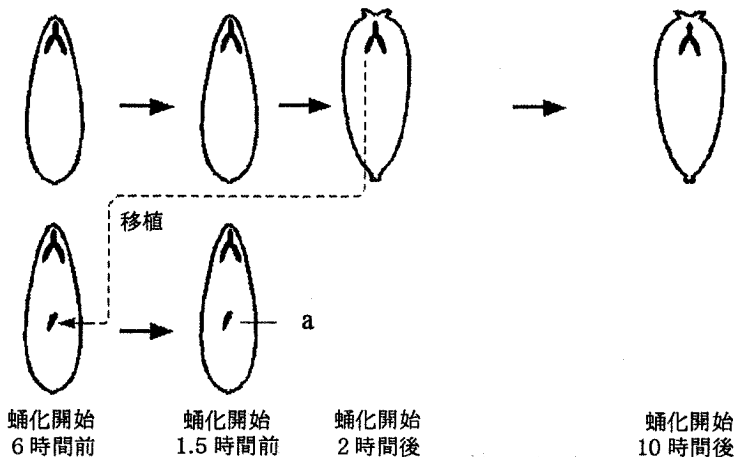


図2

〔実験Ⅲ〕 1頭の幼虫からだ腺とマルピーギ管<sup>(注)</sup>を取り出し、〔実験Ⅰ〕の方法に従って両者の染色体を観察した。

注：マルピーギ管も巨大染色体をもつ

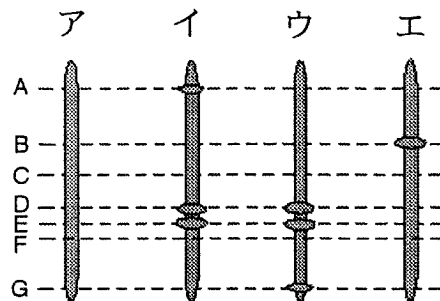
〔結果〕 だ腺とマルピーギ管との間では、染色体上のパフの位置が異なっていた。

問 1 空欄 1 ~ 3 にあてはまる最も適切な語を記せ。

問 2 実験Ⅰにおいて、なぜパフの部分だけがそれ以外の部分とは異なる色で染まったのか。その理由を 60 字以内で述べよ。

問 3 実験Ⅱについて、以下の(1)と(2)の設問に答えよ。

(1) 移植した腺 a の染色体では、どの位置にパフが形成されると考えられるか。以下のア～エから最も適切な図を選び、記号で記せ。



(2) (1)の結果からわかることを以下のア～カからすべて選び、記号で記せ。

- ア. 発生段階が違ってても発現する遺伝子はすべて同じである。
- イ. 遺伝子の発現が周囲の環境による影響を受けなかった。
- ウ. 発生段階により発現する遺伝子が決められている。
- エ. 染色体上のパフの位置は同じでも発現する遺伝子は異なる。
- オ. 遺伝子の発現が周囲の環境による影響を受けた。
- カ. 染色体上のパフの位置は違ってても発現する遺伝子はすべて同じである。

問 4 実験Ⅲにおいて、染色体上のパフの位置が異なっていた理由を、下記の語句をすべて用いて 80 字以内で述べよ。ただし、同じ語句を複数回用いてもよい。

遺伝子            同じ            異なる            組織            発生段階

Ⅲ 次の文章を読み、以下の間に答えよ。

ヘッケルは「個体発生は系統発生をくり返す」(反復説)と考えて、発生過程をもとに動物の系統樹を作成した。その中で、クラゲやイソギンチャクの属する [ 1 ] 動物は、 [ 2 ] を形成せず原腸胚の段階でとどまっている動物として、 [ 2 ] をもつ動物と比べて原始的であるとみなされた。ヘッケルの指摘したとおり、個体発生過程の初期にみられる特徴には、遠い関係にある種でも共通性が認められることが多い。たとえば、軟体動物と環形動物には [ 3 ] 幼生期を経るといふ共通性が認められる。また原索動物ホヤの幼生には、体の中軸が [ 2 ] から形成される [ 4 ] <sup>(a)</sup> によって支えられるという、脊椎動物と共通の特徴がみられる。

脊椎動物においても、ヒトの胎児に尾に相当する構造がみられるなど、胚の時期には広い動物群にわたって形態の類似性がみられる。このことは、反復説の根拠の一つとされている。しかし一方で、発生のより早い時期にみられる卵割様式や原腸形成様式は、脊椎動物のなかでも大きく異なっている。<sup>(b)</sup> また、オーストラリアに生息するムラサキウニと近縁な2種のウニ(A種とB種)では、成体の形態はよく似ているが、幼生形態は大きく異なることが知られている。A種は、ムラサキウニなどと同様、図1に示すような [ 5 ] 幼生として数週間の遊泳生活をすごした後、<sup>(c)</sup> 稚ウニへと変態する。それに対しB種では、 [ 5 ] 幼生に特徴的な幼生骨格が<sup>(d)</sup> 発達せず、機能的な消化管も形成されず、幼生は数日で稚ウニへと変態する。このように、近縁種においても初期発生過程に大きな違いがみられることも多く、「個体発生は系統発生をくり返す」という反復説があてはまらない例もしばしばみられる。

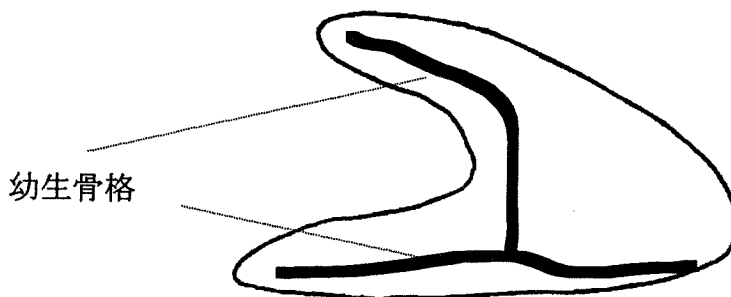


図1

問 1 空欄  ～  にあてはまる最も適切な語を記せ。

問 2 下線部(a)で述べたホヤの幼生の神経には、脊椎動物の神経の発生過程にも出現する共通の構造がみられる。軟体動物や節足動物ではみられない、この構造の名称を記せ。

問 3 下線部(b)でのべた脊椎動物の初期発生過程の違いについて、以下の(1)～(3)の設問に答えよ。

(1) 以下の動物について、卵の大きいものから順に並び替えよ。

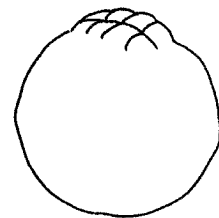
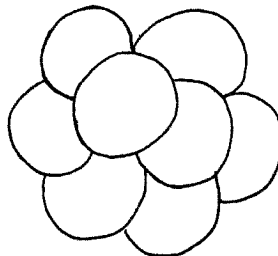
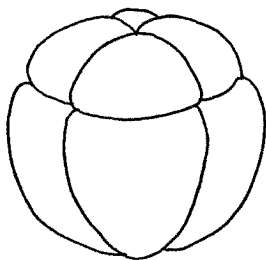
アフリカツメガエル ニワトリ マウス

(2) 下の図の中から、アフリカツメガエル、ニワトリ、マウスの初期卵割を示す図として正しいものをそれぞれ選び、記号で記せ。

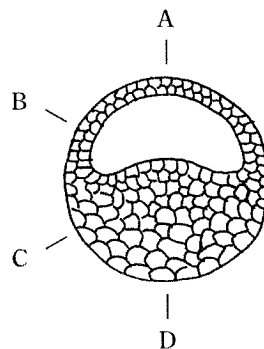
A

B

C



(3) 下の図はアフリカツメガエルの胞胚の断面を示した模式図である。図中の A～Dのうち、将来原口が形成される位置を最も正しく示しているのはどれか。記号で記せ。



問 4 図 1 は下線部(c)の幼生を側方からみた模式図である。解答欄の図中に、開口部の位置に注意して、消化管を書き込み、原口からできた構造の位置を矢印で示せ。また、矢印で示した構造の名称を記せ。

問 5 脊椎動物にみられる器官・組織の中で、下線部(d)のウニ幼生の骨と同じ胚葉に由来するものを以下のア～クの中から 3 つ選び、記号で記せ。

- |       |        |       |        |
|-------|--------|-------|--------|
| ア. 脳  | イ. 肺   | ウ. 表皮 | エ. 骨格筋 |
| オ. 脊髄 | カ. 脊椎骨 | キ. 肝臓 | ク. 腎臓  |

問 6 以下のア～エの文章について、正しいものには○の符号を、誤ったものには×の符号を解答欄に記せ。

ア. ムラサキウニと近縁な A 種と B 種の例は、幼生の形態の変異が、必ずしも成体の形態に影響を与えるわけではないことを示している。

イ. ウニの個体発生過程で、原体腔の起源となる腸体腔は、真体腔の起源となる胞胚腔よりも早く形成される。

ウ. 軟体動物と環形動物には、らせん卵割をおこなうという共通の特徴がみられる。

エ. モザイク卵から発生するホヤとクシクラゲは系統的に近縁な動物である。

IV 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

アメリカシロヒトリは第2次世界大戦後まもなく日本中にひろまった外来生物で、公園に植えられた樹木や街路樹の葉を食い荒す害虫として知られている。ふ化したアメリカシロヒトリの幼虫は、脱皮をくり返しながらか7齢に達し、<sup>さなぎ</sup>蛹、そして成虫となる。関東地方では、6月はじめ(夏世代)と8月はじめ(越冬世代)の年2回、発生することが知られている。幼虫は1齢から5齢までは集団で網を張って巣を作り、その中で木の葉を食べて過ごすか、6齢と7齢では、単独で木の葉を求めて、枝の上を渡り歩いて分散する。表1は、夏世代のアメリカシロヒトリについて、卵から成虫になるまでの、生存数と死亡要因をまとめたものである。

表1

発育段階	発育段階はじめての生存数	死亡要因
卵	5547	ふ化せず
ふ化幼虫	5512	クモなどによる捕食
1～2齢幼虫	3205	クモなどによる捕食
3齢幼虫	3124	病気や、クモなどによる捕食
4齢幼虫	2221	病気や、クモなどによる捕食
5齢幼虫	1226	鳥などによる捕食
6～7齢幼虫	429	分散による移動や、鳥などによる捕食
蛹	37	ハチやハエによる寄生、鳥などによる捕食、または病気
羽化成虫	12	

動物の求愛は種に特有であることが知られている。例えばアメリカシロヒトリの場合、求愛中の雌は、性フェロモンを空中に放って雄を引きよせる。雌のフェロモンに引きよせられた雄は、雌の近くに達した後、雌に飛びつき交尾に移る(交尾行動)。この雌の近くで起こる交尾行動の刺激として、嗅覚と視覚のどちらが重要なのかを明らかにするために実験を行った。下記のA～Dの処理をほどこした4つの容器を1箇所まとめて野外に置き、飛来する雄の行動を観察した(図1)。なお、処理A～Dにおいて、容器の中の雌は、求愛姿勢はとれるものの、容器から飛んで逃げないように、容器底面に糸で固定した。実験の結果、近づいた雄が、雌の入った容器、または雌のモデルに向かって飛びついたのは、A、B、Dの3つの処理であった。

- A. 容器に雌を入れ、開放しておく。
- B. 容器に雌を入れ、透明なガラスのふたで密閉する。
- C. 容器に雌を入れ、小さな穴を複数開けた黒紙のふたでおおう。この黒紙のふたは、雌のフェロモンは通過させるが、ふたの下の雌は見えない。
- D. 容器に雌を入れ、小さな穴を複数開けた黒紙のふたでおおい、その上にアメリカシロヒトリの雌の求愛姿勢に似せて作った矢じり形の白紙のモデルを置く。

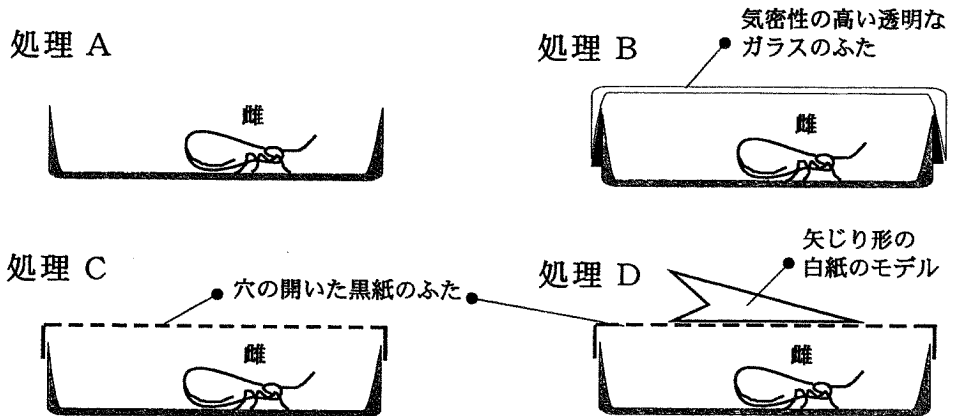


図 1

問 1 表 1 のように、生物の個体群において、生まれた個体が成長しながら次第に死亡し、個体数が減少していく状況をまとめた表のことを何と呼ぶか。その名称を記せ。

問 2 表 1 の説明として正しいものを、以下のア～オのうちからすべて選び、記号で記せ。

ア. 幼虫の時期の最大の死亡要因は病気である。

イ. 幼虫の時期の最大の死亡要因は捕食である。

ウ. 死亡率<sup>(注)</sup>が最も低いのは、1～2 齢の幼虫が 3 齢になる間である。

エ. 死亡率<sup>(注)</sup>が最も高いのは、6～7 齢に達した幼虫が蛹になる間である。

オ. 羽化成虫に達するのは、卵の数の約 2 % である。

注：表の 2 つの発育段階の間での、発育段階はじめの生存数に対する死亡数の割合。例えば、卵がふ化幼虫になるまでの死亡率は、 $(5547 - 5512) / 5547 \approx 0.00631$  である。

問 3 図 1 の処理 A～D について、各処理における嗅覚刺激と視覚刺激の有無について、ある場合には＋を、ない場合には－の記号を記せ。

問 4 図 1 の 4 つの処理に加えて、雌の入っていない容器を小さな穴を複数開けた黒紙のふたでおおい、その上に矢じり形の白紙のモデルを置いた処理 E を追加し、再度実験を行った。この処理 E において、容器に近づいた雄は、雌のモデルに飛びついたであろうか。飛びついたと考える場合には○を、飛びつかなかったと考える場合には×を記せ。また、そのように考えた理由を、アメリカシロヒトリの雄の交尾行動を引き起こす要因に着目して、50 字以内で述べよ。

問 5 アメリカシロヒトリ以外に、第 2 次世界大戦後日本に侵入したとされる外来生物の生物名を、1 つ記せ。