

# 生 物 B

(全 問 必 答)

**第1問** 光合成に関する次の文章 A・B を読んで、各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 23)

A ある地域で地表に到達する太陽放射エネルギーは、1年間に  $1.18 \times 10^5 \text{ cal/cm}^2$  である。この地域に存在する緑色植物は、このエネルギーのうち  $1.11 \times 10^2 \text{ cal/cm}^2$  を利用するが、これは地表に到達した太陽放射エネルギーのおよそ  % ではない。

緑色植物は地表に到達した太陽光を利用し、図1に模式的に示したような葉緑体で光合成を行っている。光は葉緑体(図1)の  にある同化色素(光合成色素)によって吸収され、水の分解や ATP の生成が起こる。この結果生じた還元物質 [H] や ATP を用いて、葉緑体(図1)の  で二酸化炭素が固定されて、炭素数6の物質が生成する。

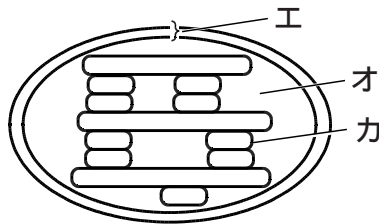


図 1

問1 文章中の  に適当な数値を一つ選び、 ~ の記号で答えよ。

0.001

0.01

0.1

1

10

問2 文章中の **イ** と **ウ** に当てはまる葉緑体の部分を，図1のエ～カより一つずつ選び，最も適当な組み合わせを ~ の記号で答えよ。 **2**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| イ | ウ | イ | ウ |
| エ | オ | エ | カ |
| オ | エ | オ | カ |
| カ | エ | カ | オ |

問3 文章中の下線部の結果，還元物質 [H] と何が生じるか。最も適当なものを一つ選び， ~ の記号で答えよ。 **3**

- |     |       |       |    |
|-----|-------|-------|----|
| 水素  | 二酸化炭素 | グルコース | 酸素 |
| オゾン | 水     |       |    |

問4 太陽の光は様々な波長(色)の光で構成されており，図2は緑色植物に広く含まれるクロロフィル a や，ラン藻などに含まれるフィコエリトリンが吸収する光の波長と吸収の割合(吸光度)を示したものである。図2で示された波長の範囲では，波長の長い部分は赤い光であった。次の (1)，(2) に答えよ。

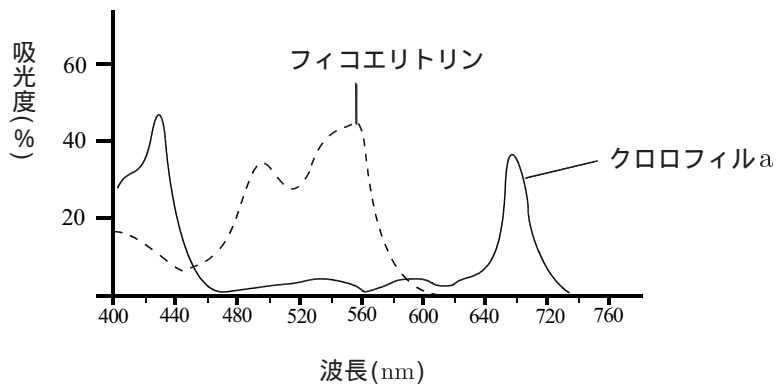


図 2

生物 B

- (1) 葉緑体中にあるクロロフィル a は、図 2 に示されたような波長の光を強く吸収するので青緑色に見える。クロロフィル a が強く吸収する波長の光は、赤色と何色か。最も適当なものを一つ選び、 ~ の記号で答えよ。

青紫色

緑色

黄緑色

黄色

- (2) 図 2 からフィコエリトリンは 400 ~ 600 nm の光を比較的良好に吸収することがわかる。フィコエリトリンは何色と考えられるか。クロロフィル a が吸収する光の色と色素の色との関係を参考に、最も適当なものを一つ選び、 ~ の記号で答えよ。

青紫色

緑色

黄緑色

赤色

B ホウレンソウおよび落葉広葉樹であるニセボダイジュの葉を、それぞれアセトン・メタノール混合液に加えて乳鉢ですりつぶして色素を抽出した。次に、ホウレンソウ抽出液(抽出液 X)とニセボダイジュ抽出液(抽出液 Y)を用いて**実験 1**を行った。

**実験 1** 細長いろ紙を用意し、ガラスの毛細管を用いて、抽出液 X と Y を別々のろ紙の一点(原点)につけて乾かした。このろ紙を、室温 18℃ で別々の大型試験管に入れ密閉し、ろ紙の原点側を展開液(トルエン)に浸して色素を展開した。図 3 は抽出液 X、図 4 は抽出液 Y の色素分離の結果を模式的に示したものである。

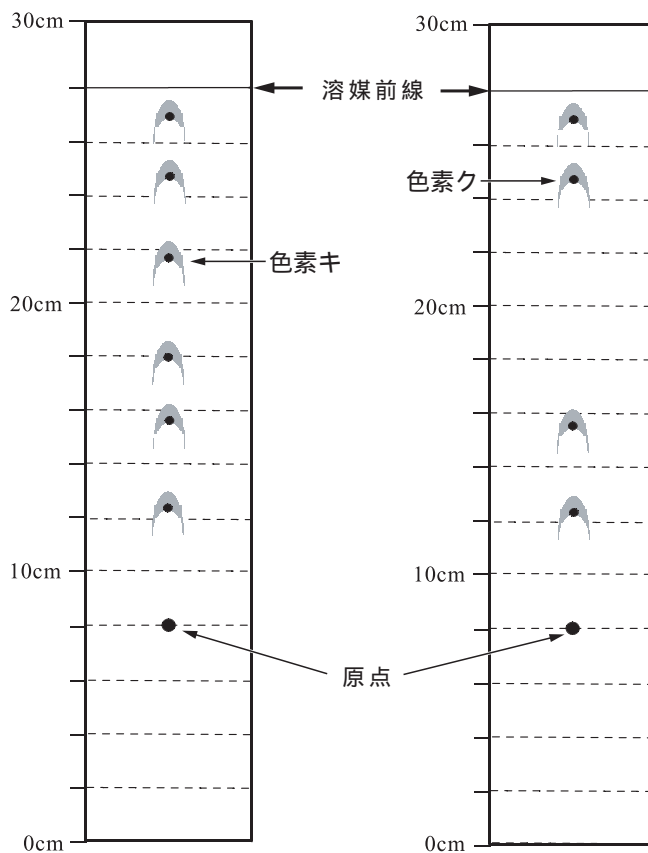


図 3

図 4

注 色素中の黒丸は色素の中心を示している。

生物 B

問5 実験1と同じ条件で、様々な色素を分離したときの色素名とRf値を次に示した。Rf値とは、原点から色素が移動した距離を、原点から展開液が移動した距離で割った値である。温度やろ紙の種類、展開液の種類が同じであれば、同一の色素は植物の種類にかかわらず、同じ値が得られる。これを参考に図3、4の色素キ、クとして正しいものを一つずつ選び、～の記号で答えよ。

色素キ  色素ク

クロロフィル b 0.22

ビオラキサンチン(キサントフィル類) 0.69

カロテン 0.95

ルテイン(キサントフィル類) 0.85

クロロフィル a 0.39

問6 実験1で用いた葉とは別のニセボダイジュの葉1, 2を用意し, 実験1と同じ条件で色素の分離を行ったところ, 図5の結果が得られた。葉1, 2から分離された色素数が図4より少ないのはなぜか。原因として最も適当なものを一つ選び, ~ の記号で答えよ。ただし, 原因となる条件以外はすべて同じとする。

8

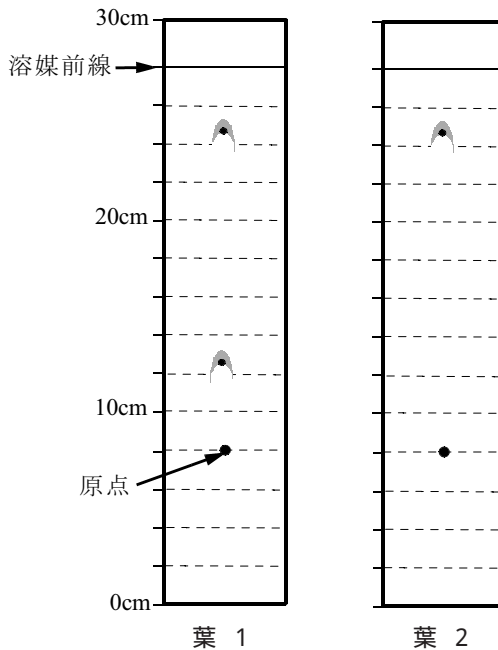


図 5

- 葉を採集した個体が異なるから。
- 採集した葉を短時間冷暗所に保存したから。
- 採集した葉の大きさが異なるから。
- 葉を採集した季節が異なるから。

生物 B

問7 葉の色素分離を行う上で、注意しなければならない内容のうち、誤っているものを一つ選び、～の記号で答えよ。 9

ろ紙を大型試験管に入れるときには、ろ紙をガラス等につけないように注意する。

ガラスの毛细管を用いて、原点がなるべく濃くなるように、抽出液を繰り返すしつける。

ろ紙の原点側を展開液に浸すときには、原点が展開液に浸らないようにする。

ろ紙を展開液に浸すときには、ろ紙が斜めにならないように注意する。

展開が終わったろ紙は、展開液から取り出した後、よく乾かしてから溶媒前線や色素に印をつける。

**第2問** 生物の反応と調節に関する次の文章 A ~ C を読んで、各問い(問 1 ~ 5)に答えよ。[解答番号  ~  ] (配点 18)

A ホルモンは様々な内分泌腺から分泌される。例えば、ニワトリでは精巣から雄性ホルモンが分泌されている。そこで、次のような実験を行った。

**実験 1** ニワトリの精巣を取り出し、その後、3ヶ月間飼育した。

**実験 2** ニワトリの精巣を取り出し、その後、オリーブ油に溶かした一定濃度の雄性ホルモンを、3ヶ月間、毎日 0.5 ml ずつ皮下に注射した。

3ヶ月後、ニワトリのとさか(鶏冠)の大きさを測定したところ、精巣を取り出さなかった個体と比べ、**実験 1**の個体ではとさかが小さくなっていたが、**実験 2**の個体では同じ大きさであった。

**問 1** 「雄性ホルモンが、ニワトリのとさかの発達を促進する」ことを示すためには、どのような対照実験を行うことが必要か。最も適当なものを一つ選び、 ~ の記号で答えよ。

精巣を取り出すのと同じ傷を付けるが、精巣は取り出さずに、3ヶ月間飼育する。

ニワトリの精巣を取り出し、他個体の精巣を移植する。

ニワトリの精巣を取り出さずに、オリーブ油に溶かした一定濃度の雄性ホルモンを、3ヶ月間、毎日 0.5 ml ずつ皮下に注射する。

ニワトリの精巣を取り出し、3ヶ月間、0.5 ml ずつオリーブ油を毎日皮下に注射する。

B ハツカネズミの正常な雌を1匹だけ飼育かごに入れておくと、雄がいなくても発情する。この発情から次の発情が起こるまでの期間は4日である(発情周期が4日である)が、この発情周期の長さは、他の個体の匂いに影響されることがわかっている。そこで、正常な雌を飼育するかごの一角を金網で囲み、そこにいろいろな個体を入れて、個体の匂いと発情周期の長さとの関係を調べた。

**実験1** 正常な雌5匹を飼育かごに入れ、かごの一角を金網で囲んだ中に何も入れないと、発情周期は7日であった。

**実験2** 正常な雌5匹を飼育かごに入れ、さらに、かごの一角を金網で囲んだ中に、去勢雄を入れると、発情周期は7日であった。

**実験3** 正常な雌5匹を飼育かごに入れ、さらに、かごの一角を金網で囲んだ中に、正常雄を入れると、発情周期は4日であった。

**問2** 雌の発情周期と匂いとの関係について、**実験1**～**3**よりどのようなことが推定できるか。最も適当なものを二つ選び、～の記号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。  2  3

- 正常雌の匂いには、雌の発情を促進する物質が含まれている。
- 正常雌の匂いには、雌の発情を抑制する物質が含まれている。
- 正常雄の匂いには、雌の発情を抑制する物質が含まれている。
- 去勢雄の匂いには、雌の発情を促進する物質が含まれている。
- 正常雌の匂いには、正常雄の匂いの影響を打ち消す働きがある。
- 正常雄の匂いには、正常雌の匂いの影響を打ち消す働きがある。
- 去勢雄の匂いには、正常雌の匂いの影響を打ち消す働きがある。
- 去勢雄の匂いには、正常雄の匂いの影響を打ち消す働きがある。

生物 B

C 植物に、図 1 に示した条件 1 ~ 4 の人為的な明暗周期を与え、花芽の形成について調べた。

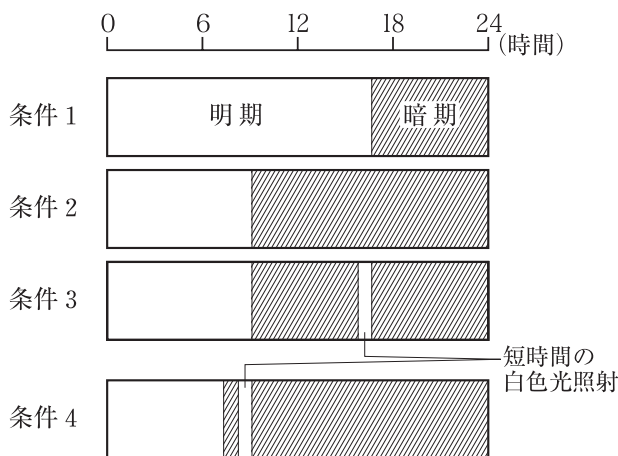


図 1

問3 図 1 の条件 3, 4 で見られるような、暗期に白色光を短時間照射することを何というか。最も適当なものを一つ選び、 ~ の記号で答えよ。 4

- 光飽和                      光刺激                      長日処理                      光中断  
ギャップ

問4 植物 A と B は、条件 1 でどちらも花芽を形成したが、条件 2 では植物 B のみが花芽を形成した。植物 A と B について述べた次の文章のうち、最も適当なものを一つ選び、 ~ の記号で答えよ。 5

- 植物 A は短日植物であるが、植物 B は長日植物である。
- 植物 A は長日植物であるが、植物 B は短日植物である。
- 植物 A は短日植物であるが、植物 B は長日、短日植物のどちらとも言えない。
- 植物 B は短日植物であるが、植物 A は長日、短日植物のどちらとも言えない。
- 植物 A は長日植物であるが、植物 B は長日、短日植物のどちらとも言えない。
- 植物 B は長日植物であるが、植物 A は長日、短日植物のどちらとも言えない。
- 植物 A, B はいずれも長日、短日植物のどちらとも言えない。

問5 植物 A に図 1 の条件 3, 4 の光周期を与えると花芽を形成するか。最も適当なものを一つ選び, ~ の記号で答えよ。 6

条件 3, 4 のいずれでも花芽を形成する。

条件 3 では花芽を形成するが, 条件 4 では花芽を形成しない。

条件 3 では花芽を形成しないが, 条件 4 では花芽を形成する。

条件 3, 4 のいずれでも花芽を形成しない。

**第3問** 植物の受精に関する次の文章を読んで、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 20)

被子植物の花粉は有性生殖を行う世代であり、減数分裂によって核内の染色体数が半減して単相( $n$ )になっているので、核には対立遺伝子が一つしかない。花粉はめしべ(雌ずい)の柱頭につくと花粉管を伸ばし、花粉管の先端には花粉管核が、その後方に雄性配偶子である2個の  が見られる。2個の  は珠皮に包まれた  にまで運ばれ、1個が  内の卵細胞と合体し、さらに、もう1個が  と合体し、受精が完了する。

さて、ある植物 X では自家受精によって子孫が作られない現象が発見された。これは、花粉の遺伝子型が、めしべのもつ遺伝子と一致すると、花粉管が伸張しないことによって起こる。例えば、おしべの遺伝子型が  $S_1S_2$  である個体に生じた花粉を、めしべの遺伝子型が  $S_1S_2$  である個体(個体1)または  $S_1S_3$  の個体(個体2)に受粉させると、個体1の柱頭で花粉管を伸長する花粉は0%であるが、個体2の柱頭では50%の花粉が花粉管を伸長する。このような花粉の伸長に関する対立遺伝子には  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  などが知られており、相同染色体の同じ遺伝子座に位置するので  とよばれている。

**問1** 文章中の下線部にある減数分裂を示したものはどれか。最も適当なものを一つ選び、  ~  の記号で答えよ。

タマネギの根端の細胞が行う分裂。

ウニの精細胞が精子になる時に行う分裂。

ワラビの前葉体上で卵細胞が生じる時に行う分裂。

乳酸菌が増殖する時に行う分裂。

スギゴケの胞子のう内で胞子ができる時に行う分裂。

問2 文章中の **ア** , **イ** , **ウ** に入る語句として, 最も適当なものを一つずつ選び, ~ の記号で答えよ。

ア **2**    イ **3**    ウ **4**

|     |    |       |          |
|-----|----|-------|----------|
| 極体  | 胚珠 | 胚のう細胞 | 精細胞      |
| 星状体 | 精子 | 胚のう   | 極核(中央細胞) |
| 前葉体 |    |       |          |

問3 文章中の **エ** に入る語句として, 最も適当なものを一つ選び, ~ の記号で答えよ。 **5**

|        |       |       |    |
|--------|-------|-------|----|
| 複対立遺伝子 | 致死遺伝子 | 補足遺伝子 | 連鎖 |
| 優性遺伝子  |       |       |    |

問4 植物 X には遺伝子 S1~S3 以外に, 対立遺伝子 A, a がある。次の (1), (2) の条件で S1S2Aa の遺伝子型をもつおしべの花粉を, S2S3Aa の遺伝子型をもつめしべに受粉させた場合, 次代に占める遺伝子型 AA の個体の割合はいくらになるか。最も適当なものを一つずつ選び, ~ の記号で答えよ。

- (1) 遺伝子 A が S2 と, a が S1 や S3 と完全に連鎖している場合。 **6**
- (2) 遺伝子 A, a と S1~S3 が完全に独立である場合。 **7**

0             $\frac{1}{2}$              $\frac{1}{3}$              $\frac{1}{4}$              $\frac{1}{5}$              $\frac{1}{9}$

生物 B

問5 この植物 X でみられる自家受粉を防ぐ働きは、どのような生物学的意義があるか。最も適当なものを一つ選び、 ~ の記号で答えよ。 8

個体がホモ接合体になるのを防ぎ、個体群が純系化するのを抑制する。

個体がヘテロ接合体になるのを防ぎ、個体群が純系化するのを促進する。

有性生殖が盛んになり、多様な遺伝子型を含む個体群となる。

不要な交配が行われないので、個体群の増殖速度が上昇する。

生存に不利な形質が現れにくくなるので、有利な形質をもった個体が生き残る。

**第4問** アズキゾウムシの個体群の生態に関する次の文章 A, B を読んで, 各問い (問 1 ~ 4) に答えよ。[解答番号  ~  ] (配点 20)

A アズキゾウムシは体長 3 mm ぐらいの<sup>こうちゅう</sup>甲虫である。アズキゾウムシの雌成虫はアズキの表面に卵を生み, この卵がふ化して幼虫になると, アズキの内部にもぐりこみマメを食いながら「さなぎ」になる。さなぎが羽化して成虫になると, 雌はアズキに卵を産みつけるが, 成虫の時期は餌をとらない。

このような生活環をもつアズキゾウムシの成虫を, 雌雄 1 対(雌雄のペアを 1 組としたもので, 親世代とよぶ)としてシャーレに入れて飼育したとき, 生まれた卵から最終的に 65 匹の成虫(子世代とよぶ)が生じると仮定するならば, 雌雄が対になった 100 匹のアズキゾウムシを親世代として飼育したときには  匹の子世代が生じると考えられる。しかし, 図 1 から約 700 匹の子世代しか生じない。これは図 2 で示されたように, シャーレに入れる親世代の個体数が増えると, 雌 1 匹あたりの子世代の個体数が減少するからである。また, 図 1 から, シャーレに入れる親世代の個体数が  匹を越えると, 羽化する子世代の個体数が親世代よりも少なくなる。このことから, アズキゾウムシの個体群は  匹前後の個体数で安定すると考えられる。

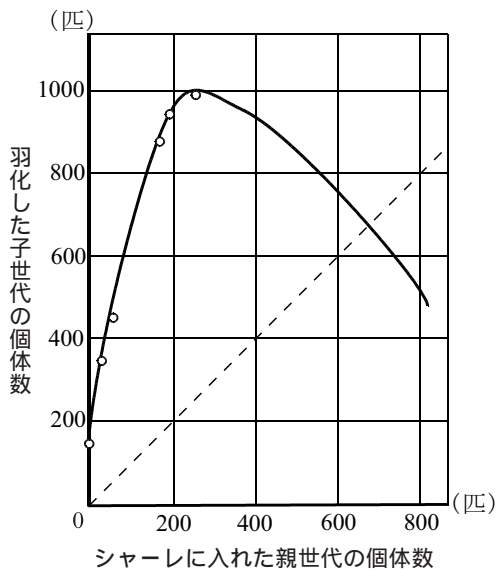


図 1

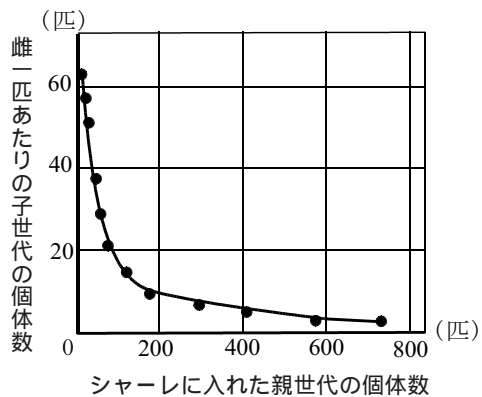


図 2

注 図 1 の点線では, シャーレに入れた親世代の個体数と羽化した子世代の個体数が等しくなる。

問1 文中の  ・  に入る数値はいくらか。最も適当な数値を一つずつ選び、 ~ の記号で答えよ。  ・

100

230

400

650

1300

3250

6500

13000

問2 図2における親世代の個体数と雌一匹あたりの子世代の個体数との関係を示した曲線と、関係の深い語として適当なものを一つ選び、 ~ の記号で答えよ。

相変異

検定交雑

無性生殖

種間競争

密度効果

## 生物 B

B シャーレに入れる親世代の個体数が増えると、雌1匹あたりの子世代の個体数が減少する要因を調べるため、一定の大きさのシャーレにアズキとアズキゾウムシを入れて飼育し、親であるアズキゾウムシが死んだ後、アズキの表面に産みつけられた雌1匹あたりの産卵数を数える**実験1**を行った。

**実験1** アズキ(図3-1の で示す)を8g入れたシャーレ(容器a~d)を用意し、それぞれの容器にアズキゾウムシの雌雄の対(ペア)を、1対、2対、4対、8対入れた(図3-1)。その結果、図3-2の結果が得られた。ただし、実験で用いた容器の大きさはすべて同じである。

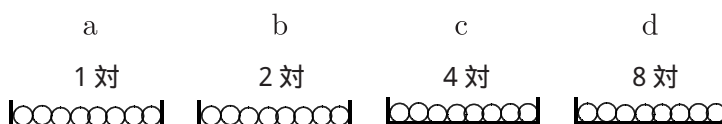


図3-1

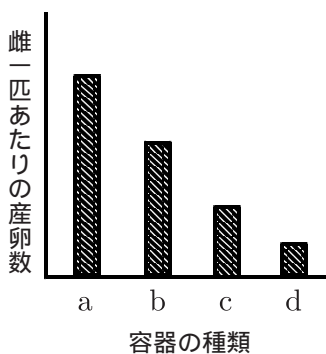


図3-2

問3 実験1の結果から、容器に入れるアズキゾウムシの雌雄の対数(ペア数)が増加すると、雌1匹あたりの産卵数が減少することは確かめられるが、雌1匹あたりの産卵数の減少が、(ア) 容器に対して雌雄の対数が増加したからか、(イ) アズキに対して雌雄の対数が増加したからか、判断できない。(ア)、(イ)のいずれかを判断できる実験を**実験2**～**5**より二つ選び、～の記号で答えよ。ただし、解答の順序は問わない。

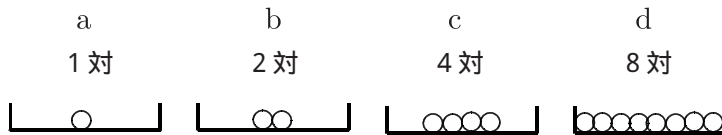
実験2

実験3

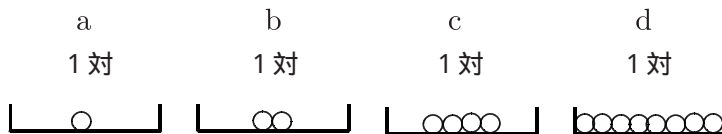
実験4

実験5

実験2 同じ大きさの容器 a～d に、アズキを 1g, 2g, 4g, 8g 入れ、それぞれの容器にアズキゾウムシの雌雄を、1対, 2対, 4対, 8対入れた。

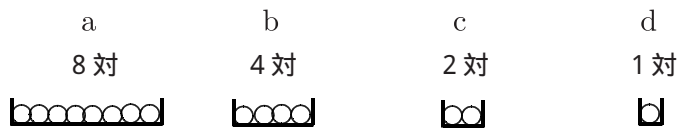


実験3 同じ大きさの容器 a～d に、アズキを 1g, 2g, 4g, 8g 入れ、それぞれの容器にアズキゾウムシの雌雄をそれぞれ1対ずつ入れた。



生物 B

**実験4** アズキ 8g とアズキゾウムシの雌雄 8対を，**実験2**，**3**で用いた容器と同じ大きさの容器 a に入れた。さらに，容器 a の  $\frac{1}{2}$ ， $\frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{8}$  の底面積をもつ容器 b，c，d に，4g，2g，1g のアズキと，4対，2対，1対のアズキゾウムシの雌雄を入れた。



**実験5** アズキ 8g を，**実験2**，**3**で用いた容器と同じ大きさの容器 a に入れた。さらに，容器 a の  $\frac{1}{2}$ ， $\frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{8}$  の底面積をもつ容器 b，c，d に，4g，2g，1g のアズキを入れ，それぞれの容器に 1対のアズキゾウムシの雌雄を入れた。



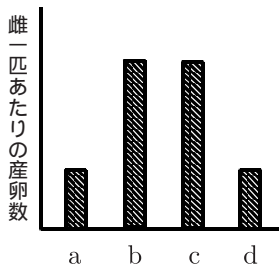
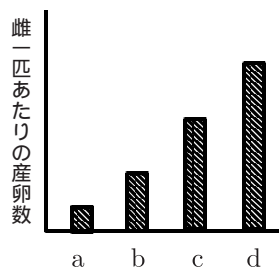
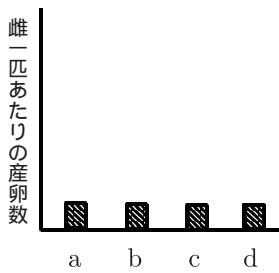
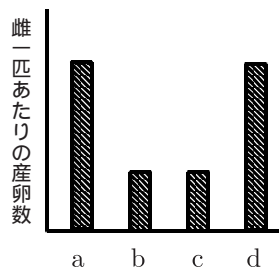
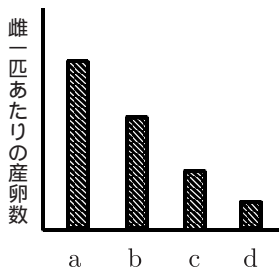
問4 親世代が、容器の単位面積あたりではなく、アズキ1gあたりの雌雄の対数が増加した条件のとき、雌1匹あたりの産卵数が減少すると仮定し、問3の実験2～5の結果として最も適当なものを一つずつ選び、～の記号で答えよ。ただし、縦軸は産卵数の相対値であり、横軸は容器の種類である。

実験2

実験3

実験4

実験5



**第5問** 細胞や組織，細胞分裂や個体の発生に関する次の文章 A，B を読んで，各問い(問1～7)に答えよ。[解答番号  ～  ] (配点 19)

A 多細胞生物は様々な組織によって構成されており，各組織を構成する細胞はいろいろな形や性質を持っている。図1は被子植物の一部で，アは葉の一部を，イは茎の組織の一部を，模式的に示したものである。これらの組織は，組織を封入したプレパラートを作成すれば，光学顕微鏡で簡単に観察することができる。

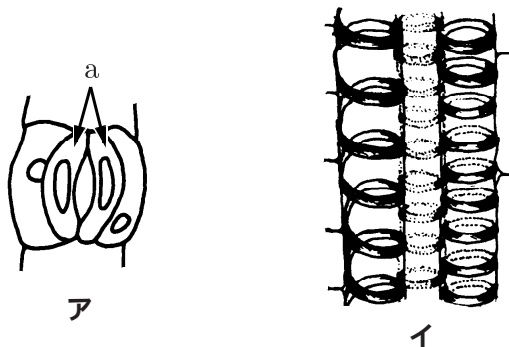


図 1

問1 図1のアについて述べた各文章のうち，正しいものを一つ選び，～の記号で答えよ。

アは上皮組織の一部である。

アは柔組織の一種である。

アの a 細胞の膨圧が低下すると，a 細胞間の隙間が閉じる。

アの a 細胞に水が流入すると，a 細胞間の隙間が閉じる。

問2 図1のイについて述べた各文章のうち，正しいものを一つ選び，～の記号で答えよ。

イを構成する細胞には原形質はない。

葉で合成された同化産物はイを通り各部へ移動する。

イは水分の通路なので，シダ植物にも見られる。

イは基本組織系に含まれる。

問3 組織を構成する細胞には様々な細胞小器官が存在する。細胞小器官について述べた各文章のうち、誤っているものを一つ選び、～の記号で答えよ。 3

核は二重の膜で囲まれており、この膜のところどころに穴があいている。

いろいろな物質を分泌する細胞では、特にゴルジ体が発達している。

液胞は内部に色素であるアントシアニンや糖などを貯蔵している。

ミトコンドリアは好気呼吸によって多量のATPを生産できるので、大腸菌を始め、すべての生物の細胞にみられる。

B 細胞が分裂して細胞数を増やすことによって、多細胞生物は大きくなり、単細胞生物は個体数を増やす。

問4 図2に体細胞の分裂像を示した。これに関する各文章のうち、正しいものを一つ選び、～の記号で答えよ。 4



図 2

図2は被子植物の細胞である

図2は分裂期の終期である。

細胞質分裂は赤道面と平行に起こる。

図2で観察できる染色体が合計8本あるので、細胞の染色体構成は $2n = 8$ である。

生物 B

問5 生物が個体数を増やすときに用いる方法の一つである無性的な生殖方法について述べた各文章のうち、正しいものを選び、 ~ の記号で答えよ。 5

単細胞生物が数を増やす無性的な生殖方法として、分裂、出芽がある。

無性的な生殖方法は、有性的な生殖方法に比べ、様々な染色体構成をもつ生物が生じる。

受精のような有性的な生殖方法に比べ、分裂のような無性的な生殖方法は、個体の増殖速度が一般に遅い。

植物の挿し木は出芽の一種である。

問6 動物では卵が細胞分裂の一種である卵割を行う。卵割について述べた各文章のうち、誤っているものを選び、 ~ の記号で答えよ。 6

アフリカツメガエルの桑実胚では、動物半球の割球の方が植物半球の割球よりも小さい。

ウニの発生初期に行われる卵割では体細胞分裂と異なり、卵や割球が分裂してできた細胞は成長しない。

一般に卵割は体細胞分裂に比べ、分裂速度が小さい。

ウニの卵は等黄卵なので、等割を行う。

問7 多細胞生物であるカエルの初期神経胚を，背側から見たものを図3に模式的に示した。図3では胚表面を覆うbの一部をめくり，内部にあるcや中胚葉であるdを見るようにした。この模式図について述べた各文章のうち，誤っているものを一つ選び， ~ の記号で答えよ。 7

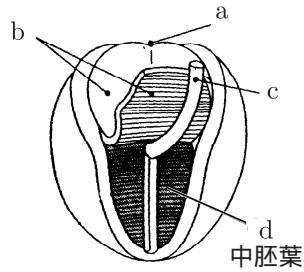


図 3

- a は将来頭部になる。
- b の一部は眼杯に分化する。
- c は神経管である。
- 発生が進むと d の中胚葉からは脊椎骨などが生じる。