

## 令和5年度 入学者選抜学力検査問題

# 理 科

### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

| 出題科目 | ページ     | 解答用紙枚数 |
|------|---------|--------|
| 物 理  | 1 ～ 10  | 4      |
| 化 学  | 11 ～ 20 | 5      |
| 生 物  | 21 ～ 34 | 5      |
| 地 学  | 35 ～ 44 | 5      |

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ2箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は100点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

# 生 物

1 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点20)

動物では、始原生殖細胞とよばれる細胞から配偶子がつくられる。始原生殖細胞は、雄では後に精巢に分化する器官に、雌では後に卵巣に分化する器官に移動し、それぞれ **ア** と **イ** に分化する。卵巣内の **イ** は、一部が卵黄を貯えた一次卵母細胞に成長し、減数分裂を開始する。卵形成過程では、減数分裂の第一分裂により、二次卵母細胞と第一 **ウ** に、さらに第二分裂により、卵と第二 **ウ** へと不均等に分裂する。精巢内の **ア** は、一部が体細胞分裂を停止して成長した一次精母細胞となる。その後の減数分裂により、1つの一次精母細胞から4つの二次精母細胞へと分裂し、さらに **エ** が形成され、変形して精子となる。

減数分裂の過程では、第一分裂の時期に **オ** が対合して **カ** を形成する。その後、両極から伸びた微小管が染色体の **キ** に結合して、染色体が分配される。このときには、同一染色体上に連鎖している複数の遺伝子座の間で乗換えが起こり、一部の遺伝子が2本の染色体の間で入れ換わることがある。この遺伝子組換えの現象は、連鎖している遺伝子間では一定の割合で起こる。この同一染色体に連鎖する複数種類の遺伝子の相対的な位置関係を知るために、検定交雑という手法が用いられる。

問1 文中の **ア** ～ **キ** に適切な語句を答えなさい。

問2 下線部①の過程において、DNAが複製される時期として正しいものを、以下の(a)～(f)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 減数分裂の第一分裂前期より前
- (b) 減数分裂の第一分裂前期
- (c) 減数分裂の第一分裂終期
- (d) 減数分裂の第一分裂終期から第二分裂前期の間の時期
- (e) 減数分裂の第二分裂前期
- (f) 減数分裂の第二分裂終期より後

問3 キイロショウジョウバエ(体細胞の染色体数： $2n=8$ )の場合、下線部①の減数分裂の結果生じる配偶子の染色体の組合せは何種類か、数字で答えなさい。ただし、乗換えは起こらないものとする。

問 4 下線部②に関して、眼色、体色、はねの形に関する野生型(表現型：正常眼色 / 正常体色 / 正常ばね)と突然変異型(表現型：紫眼色 / 黒体色 / 曲がりばね)のキイロショウジョウバエを用いて、以下の交雑実験を行った。

野生型個体と純系の突然変異型個体を交雑させて得た  $F_1$  個体に、さらに純系の突然変異型個体を交雑させて、 $F_2$  個体を得た。 $F_2$  個体の表現型を分類し、個体数を数え、その結果を以下の表 1 にまとめた。

表 1 交雑実験で得られた表現型と個体数

| 表現型                 | 個体数  |
|---------------------|------|
| 正常眼色 / 正常体色 / 正常ばね  | 1125 |
| 正常眼色 / 黒体色 / 正常ばね   | 89   |
| 正常眼色 / 正常体色 / 曲がりばね | 298  |
| 紫眼色 / 黒体色 / 正常ばね    | 326  |
| 紫眼色 / 正常体色 / 曲がりばね  | 97   |
| 紫眼色 / 黒体色 / 曲がりばね   | 1065 |

下の図 1 は、眼色、体色、はねの形の遺伝子について、染色体上の相対的な位置を示した染色体地図である。表 1 の結果から、図 1 の A ~ C に当てはまる突然変異型の表現型を答えなさい。また、D と E はそれぞれ、A-B 間と B-C 間の組換え価を示している。D と E それぞれに当てはまる組換え価を答えなさい。ただし、 $D < E$  とし、組換え価は小数第 2 位を四捨五入し小数第 1 位まで求めなさい。

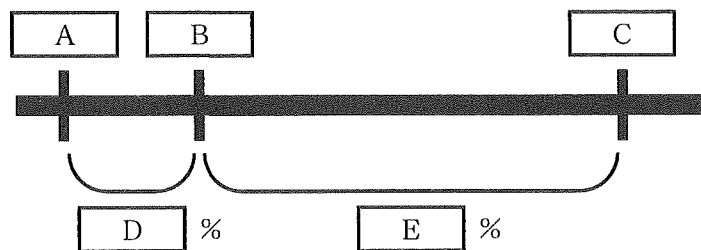


図 1

2 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点20)

ヒトの血液は赤血球、ア、イ および ウ の4成分から構成される。成人の赤血球は主に エ で造られ、オ で壊される。赤血球中のヘモグロビンは酸素濃度が高い状態では酸素と結合しやすく、酸素濃度が低い状態では酸素と結合しづらい性質をもつ。また、酸素ヘモグロビンは二酸化炭素濃度が高い状態では酸素を解離しやすくなる。

問1 文中の ア ～ オ に適切な語句を答えなさい。ただし、ア、イ および ウ は順不同とする。

問2 図1はヘモグロビンの酸素解離曲線を示している。ある器官に入る動脈血の酸素濃度(相対値)が100、二酸化炭素濃度(相対値)が40、この器官から出る静脈血の酸素濃度(相対値)が40、二酸化炭素濃度(相対値)が60であったとき、この器官を通過する間に酸素ヘモグロビンの何%が酸素を解離したか。小数第2位を四捨五入し小数第1位まで求めなさい。

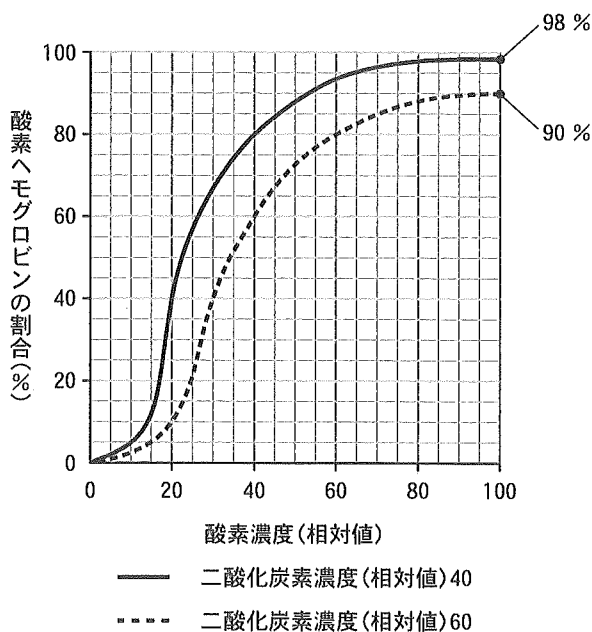


図1

問3 この器官で解離される酸素は血液100 mL当たり何 mLか。小数第2位を四捨五入し小数第1位まで求めなさい。ただし、ヘモグロビンは血液100 mL中に15 g存在し、1 gのヘモグロビンは1.5 mLの酸素と結合できるものとする。

問 4 胎児の血液は母体の血液と混じり合うことなく胎盤を介して母体の血液から酸素を受け取り、胎児体内で生じた二酸化炭素を胎盤に運んでいる。胎児ヘモグロビンの酸素結合能は母体ヘモグロビンのものとは異なっている。同じ二酸化炭素濃度の条件下において、母体ヘモグロビンと胎児ヘモグロビンを測定した場合、両ヘモグロビンの酸素結合能を表す最も適切な酸素解離曲線の図はどれか。図 2 の(a)~(f)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。また、胎児はなぜこのようなしくみになっているのか、「肺」、「胎盤」、「酸素濃度」の語句をすべて用いて 70 字以内で説明しなさい。

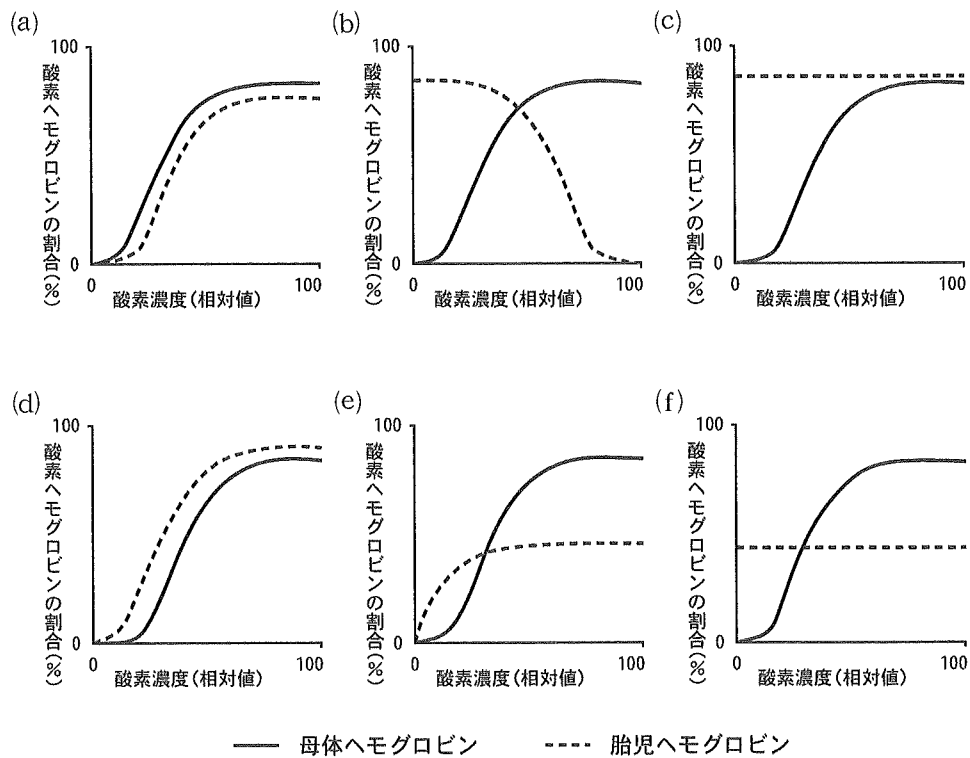


図 2

3 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

脊椎動物の血管系は、心臓が押し出した血液が血管を<sup>①</sup>通って全身に運ばれ、心臓に戻る  血管系である。ヒトの心臓は、2心房2心室であり、その心室は、酸素濃度が高い動脈血と酸素濃度が低い静脈血が心室で混じらないように完全に筋肉の壁で仕切られている。また、心房と心室の間、心室と動脈との間に弁が存在しており、それぞれの弁が血液の逆流を防いでいる。

心臓は収縮と弛緩を繰り返して、全身に血液を送り出している。心拍数は、1分間あたりの心臓の拍動数である。通常、左心室から拍出された血液量と右心房に<sup>②</sup>戻ってくる血液量は一定である。<sup>③</sup>運動時には、右心房に戻ってくる血液量が増加することに加えて、 神経の末端から  が心臓に分泌され、心拍数が多くなり、心臓の収縮力が増加する。このため、心臓から全身へ拍出される血液量が増加する。一方、 神経の末端から  が心臓に分泌されると心拍数が<sup>⑤</sup>少なくなる。

問1 文中の  ～  に適切な語句を答えなさい。

問2 下線部①に関して、2心房1心室の心臓をもつ動物を、以下の(a)～(h)の中からすべて選び、記号で答えなさい。

- |         |          |          |         |
|---------|----------|----------|---------|
| (a) クジラ | (b) ハイギョ | (c) イモリ  | (d) ヤモリ |
| (e) サメ  | (f) カメ   | (g) コウモリ | (h) イルカ |

問3 下線部②に関して、心拍数が60から100に増加した時、心臓が1回収縮して弛緩するまでの時間は何秒、短縮または延長したかを答えなさい。

問 4 下線部③に関して、図1の点A, B, C, Dを通る線は、心臓が1回拍動を行う際の左心室の容積と内圧の変化を示しており、矢印は左心室の収縮と弛緩のサイクルの方向を示している。左心房から左心室へ血液が送り出されている時期を次の(a)~(d)の中から記号で答えなさい。また、心拍数が60で、図1の状態が1時間継続した場合、心臓から拍出される血液の総量(mL)を答えなさい。

(a) A-B

(b) B-C

(c) C-D

(d) D-A

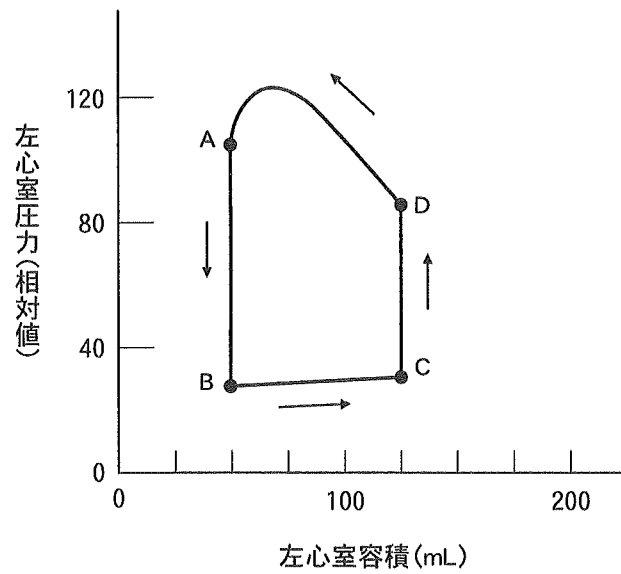


図1

問 5 下線部④に関して、運動時に、左心室の状態はどのように変化するか、図 2 の(a)~(h)の中から最も適切なものを選び、記号で答えなさい。また、安静時の心拍数が 60、運動時の心拍数を 80 とした時、安静時に比べて運動時に変化する 1 時間あたりの血液の拍出量 (mL) を答えなさい。なお、図 2 の(a)~(h)の中の実線と破線はそれぞれ、安静時と運動時の状態を示しており、それぞれの状態で、心臓の収縮と弛緩のサイクルは、変化することなく継続するものとする。また、図中の矢印は左心室の収縮と弛緩のサイクルの方向を示しており、実線と破線はともに同じ方向のサイクルである。

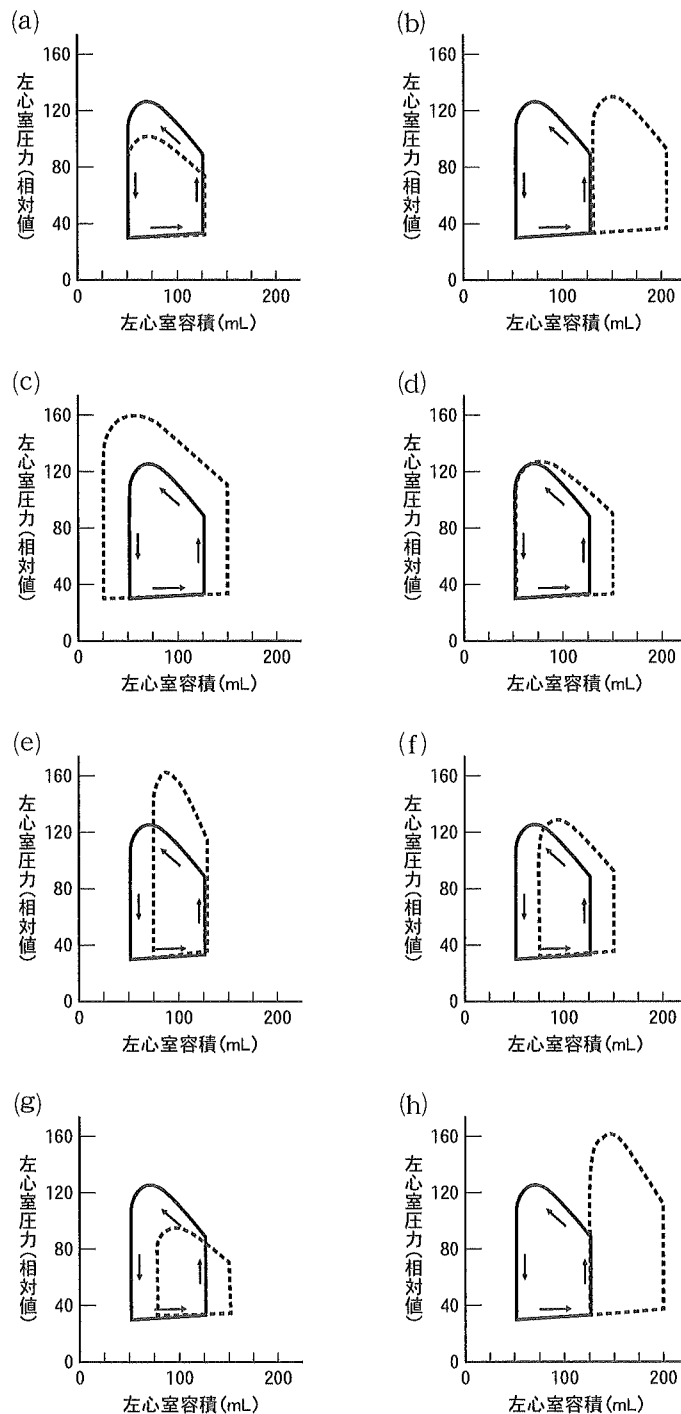


図 2



問 6 下線部⑤に関して，発汗で水分が消失して血液の塩類濃度が高くなると，脳下垂体後葉から分泌される物質のはたらきによって，全身の血液量が増加して血液の塩類濃度は低くなる。この時，脳下垂体後葉から分泌される物質を答えなさい。また，その物質が全身の血液量を増加させるしくみを 20 字以内で説明しなさい。

4 次の文章 A と B を読んで、問 1～5 に答えなさい。(配点 20)

A 植物は、葉の表皮に存在する気孔を介して大気とのガス交換を行い、光合成に用いる二酸化炭素を取り入れ、蒸散によって水蒸気を放出する。気孔は光や二酸化炭素濃度、土壤の乾燥など、様々な環境の変化を感知し、開閉する。① なかでも青色光は素早く大きな気孔の開口を誘導する。青色光を照射すると、気孔を構成する  細胞に  が流入し、細胞内の浸透圧が高まる。その結果、細胞外から水が取りこまれ、膨圧が  する。 細胞の細胞壁は内側の方が外側よりも  ため、外側の細胞壁が伸長し、 細胞が湾曲することで気孔が開く。

問 1 文中の  ～  に適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部①に関して、以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) この応答を誘導する光受容体の名称を答えなさい。
- (2) この光受容体について述べた文として正しいものを(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。
  - (a) この光受容体は光環境に応じて不活性化型と活性化型に相互変換し、種子発芽を制御する。
  - (b) この光受容体は青色光に応答して葉で合成され、師管を通過して茎頂に運ばれ、花芽形成を促進する。
  - (c) この光受容体は網膜の桿体細胞にも存在し、光を吸収すると立体構造が変化し、桿体細胞を興奮させる。
  - (d) この光受容体は幼葉鞘において光が当たる側から当たらない側へのオーキシン移動を促進し、光の方向への屈曲を引き起こす。
  - (e) この光受容体はエチレンの合成を促進し、落葉・落果を促進する。

B 植物は、乾燥などのストレスにさらされると、植物ホルモンであるアブシシン酸を合成する。葉において蓄積したアブシシン酸は、気孔の閉鎖を誘導し、植物体からの水の減少を防ぐ。乾燥ストレスによる気孔閉鎖のしくみを調べるため、アブシシン酸に応答した気孔閉鎖が異常なシロイヌナズナ変異体を探索し、因子 X に変異が生じた変異体 x と、因子 Y に変異が生じた変異体 y を得た。これらの変異体を用いて実験 1～3 を行った。

実験 1 野生株と変異体 x、変異体 y を十分に水を含んだ土壌で 20 日間栽培した。その後、葉を採取し、その重量を時間を追って測定したところ、図 1 の結果が得られた。

実験 2 野生株の雌しべに変異体 x および変異体 y の花粉をそれぞれ受粉させ、種子を得た。これらの種子を土壌に播き、実験 1 と同様に 20 日間栽培した後、採取した葉の重量を時間を追って測定したところ、図 2 の結果が得られた。

実験 3 野生株の種子を様々な濃度のアブシシン酸を含む寒天培地に播き、10 日後の発芽率を調べたところ、図 3 の実線の結果が得られた。

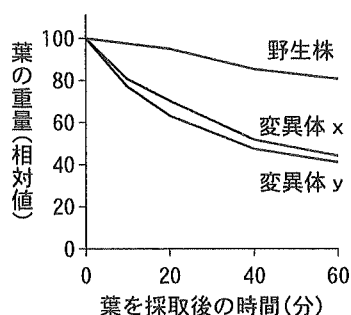


図 1

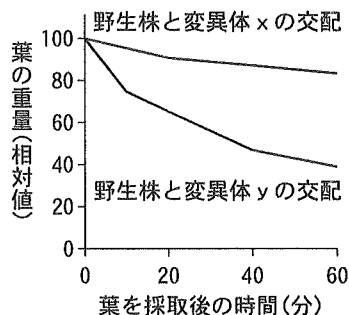


図 2

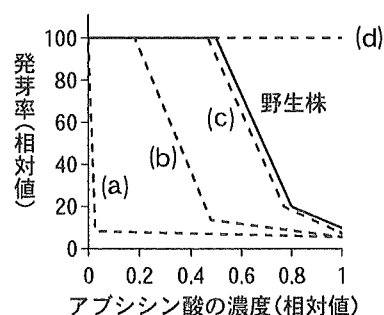


図 3

問 3 実験 1 と実験 2 のように、葉の重量を時間を追って測定することで、間接的に気孔の開度変化を調べることができるのはなぜか、30 字以内で説明しなさい。

問 4 実験 1 と実験 2 の結果から、変異体 x では、気孔閉鎖を促進あるいは抑制する因子が常に活性化している、または機能を失っている可能性が考えられる。変異体 x の記述として最も適切なものを(a)～(d)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 気孔閉鎖を促進する因子が常に活性化している。
- (b) 気孔閉鎖を抑制する因子が常に活性化している。
- (c) 気孔閉鎖を促進する因子が機能を失っている。
- (d) 気孔閉鎖を抑制する因子が機能を失っている。

問 5 アブシシン酸には、気孔の閉鎖に加えて、種子の発芽を抑制するはたらきもある。因子 Y はアブシシン酸による気孔閉鎖と種子発芽の抑制を共通して制御すると仮定した場合、変異体 y を用いて実験 3 と同様の実験を行うと、どのような結果が予想されるか。図 3 の破線(a)~(d)の中から最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

5 次の文章を読んで、問1～3に答えなさい。(配点20)

生態系は生物群集と非生物的環境から構成される。生物群集を構成する生物は、栄養分の獲得方法などから、生産者と消費者に大別される。

問1 以下の表1は、生産者の1つである陸上植物を分類している。  ～  および  にあてはまる語句を、以下の選択肢から選び、記号で答えなさい。

～  の選択肢：(a) 裸子植物, (b) シダ植物, (c) コケ植物, (d) 被子植物

の選択肢：(e) 前葉体, (f) 子房, (g) 花粉, (h) クロロフィル b

表1

|                                | <input type="text" value="A"/> | <input type="text" value="B"/> | <input type="text" value="C"/> | <input type="text" value="D"/> |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 維管束                            | あり                             | あり                             | なし                             | あり                             |
| 種子                             | あり                             | あり                             | なし                             | なし                             |
| <input type="text" value="ア"/> | あり                             | なし                             | なし                             | なし                             |

問 2 生産者が生産する有機物量を総生産量という。総生産量から、生産者自身の呼吸によって消費された有機物量を引いたものを生産者の純生産量という。生産者の純生産量の一部が消費者に利用される。

- (1) 陸上生態系において、生産者の純生産量を NP、枯死量を D、被食量を P としたとき、生産者の成長量 G を、NP、D、P を用いて表しなさい。
- (2) 消費者のうち、生物の死骸や排出物に含まれる有機物を取り入れ分解して、無機物に変えている生物を分解者とよぶ。生産者、一次消費者、二次消費者、分解者で構成される陸上の生物群集における物質収支が表 2～4 に示した値であるとき、この生物群集全体の成長量を求めなさい。なお、分解者に供給される有機物はすべて分解され土壌中への蓄積はないものと仮定する。

表 2 生産者の物質収支 ( $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ )

| 総生産量 | 呼吸量  | 枯死量  | 被食量 |
|------|------|------|-----|
| 3400 | 1600 | 1000 | 50  |

表 3 一次消費者の物質収支 ( $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ )

| 呼吸量  | 被食量 | 不消化排出量 | 死亡量 |
|------|-----|--------|-----|
| 13.5 | 10  | 7      | 12  |

表 4 二次消費者の物質収支 ( $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ )

| 呼吸量 | 被食量 | 不消化排出量 | 死亡量 |
|-----|-----|--------|-----|
| 1.5 | 0   | 3      | 3   |

- (3) 炭素や窒素は生態系の中で循環する。陸上生態系における物質循環に関する説明として適切なものを、以下の(a)～(e)の中から 2 つ選び、記号で答えなさい。
  - (a) 生産者は光合成により非生物的環境から二酸化炭素として炭素を取り込む。
  - (b) 生産者が取り込んだ二酸化炭素量と生物群集全体が放出する二酸化炭素量は必ず一致する。
  - (c) エネルギーも生態系の中で循環する。
  - (d) ある生態系において、分解者に供給される有機物の一部が分解されない場合、生物群集全体が放出する二酸化炭素量は、すべてが分解された場合と比較して低下する。
  - (e) 硝酸菌は、硝酸イオンを取り込み、アンモニウムイオンを排出する。

問 3 ある植物の成長に対する個体群密度の影響を調べるために、異なる個体群密度になるように畑に種子を播き、20日後および80日後に栽培面積あたりの個体群の重量を測定した。以下の表5のような結果が得られたとき、個体群密度が個体の成長に与えた影響について、最も適切に述べられているものを以下の(a)~(f)の中から1つ選び、記号で答えなさい。また、なぜそのような影響があったと考えられるか、その理由を80字以内で説明しなさい。なお、種子はすべて発芽し、80日の栽培期間において枯死した個体および被食された個体はないものとする。

表5 異なる個体群密度における栽培面積あたりの個体群の重量 (g/m<sup>2</sup> 乾燥重量)

| 播種後の日数 | 個体群密度(本 /m <sup>2</sup> ) |     |     |
|--------|---------------------------|-----|-----|
|        | 25                        | 50  | 100 |
| 0日     | 2.5                       | 5   | 10  |
| 20日    | 30                        | 60  | 100 |
| 80日    | 500                       | 555 | 560 |

- (a) 栽培期間によらず、個体群密度が高くなるに従い成長が促進される。
- (b) 栽培期間によらず、個体群密度が高くなるに従い成長が抑制される。
- (c) 長く栽培すると個体群密度の影響が明確となり、個体群密度が高くなるに従い成長が促進される。
- (d) 長く栽培すると個体群密度の影響が明確となり、個体群密度が高くなるに従い成長が抑制される。
- (e) 栽培初期において個体群密度の影響が明確であり、個体群密度が高くなるに従い成長が促進される。
- (f) 栽培初期において個体群密度の影響が明確であり、個体群密度が高くなるに従い成長が抑制される。