

生物基礎・生物 (その1)

第1問 有性生殖における遺伝子の分配に関する次の文を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

有性生殖では、配偶子の接合によって次世代が生じる。配偶子は減数分裂を経て形成され、その過程で (1) 細胞あたりの染色体のセット数は半減するが、接合によってもとのセット数に戻る。

(2) 遺伝子は染色体上に存在しており、各遺伝子は染色体のそれぞれ特定の位置(遺伝子座)を占める。染色体のうち、接合によって2つの配偶子から受け継いだ同じ形と大きさの染色体を (3) 相同染色体とよぶ。(4) 減数分裂の際に相同染色体は別々の配偶子へと分配される。

問1 下線部(1)について、

- 1) 染色体のセット数で表される細胞の染色体構成を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 1) について、ヒトの配偶子のように染色体を1組もつ場合(n)と、ヒトの体細胞のように2組もつ場合($2n$)をそれぞれ何とよぶか、名称を記せ。

問2 下線部(2)について、ヒトの染色体と遺伝子に関する記述として適切なものを、次の①～⑤からすべて選び、番号で記せ。

- ① 体細胞の核には、46本の染色体が存在する。
- ② 女性の性染色体は、XYの構成になっている。
- ③ 精子には、性染色体としてXをもつものしか存在しない。
- ④ 性染色体には、雌雄の決定に関わる遺伝子のみが存在する。
- ⑤ 性染色体以外の染色体を、常染色体とよぶ。

問3 下線部(3)について、ある遺伝子座において、遺伝子の塩基配列が相同染色体どうしで同一である状態を何とよぶか、名称を記せ。

問4 下線部(4)について、

- 1) 減数分裂の際に相同染色体どうしが対合して形成される染色体を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 1) の染色体はいつ形成されるか。次の①～⑧から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| ① 第一分裂前期 | ② 第一分裂中期 | ③ 第一分裂後期 | ④ 第一分裂終期 |
| ⑤ 第二分裂前期 | ⑥ 第二分裂中期 | ⑦ 第二分裂後期 | ⑧ 第二分裂終期 |

生物基礎・生物 (その2)

- 3) $2n = 12$ の生物で、配偶子に分配される相同染色体の組み合わせは何通りあるか、整数で記せ。
- 4) 減数分裂の過程で配偶子の多様性を生み出すしくみには、3) のほかにどのようなものがあるか、簡潔に記せ。

問5 ある昆虫には、体色に正常体色と黒体色、翅の形に正常翅と痕跡翅^{はね}の対立形質がある。正常体色の遺伝子を A 、その対立遺伝子である黒体色の遺伝子を a 、また正常翅の遺伝子を B 、その対立遺伝子である痕跡翅の遺伝子を b とする。これらの遺伝子は常染色体上に存在することがわかっている。[正常体色・正常翅] の純系個体と [黒体色・痕跡翅] の純系個体を交配させたところ、雑種第一代 F_1 の雌雄はどちらも [正常体色・正常翅] の表現型を示した。 F_1 個体を用いて次の**実験1**を行った。

実験1

F_1 個体と [黒体色・痕跡翅] の純系個体を交配させたところ、次世代個体の [正常体色・正常翅] : [正常体色・痕跡翅] : [黒体色・正常翅] : [黒体色・痕跡翅] の表現型の分離比は、4 : 1 : 1 : 4 となった。

- 1) **実験1** のような交配を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) F_1 個体の遺伝子型を記せ。
- 3) 体色と翅の形の遺伝子がメンデルの独立の法則に従って遺伝する場合、**実験1** で次世代個体の表現型の分離比はどのようになるか。[正常体色・正常翅] : [正常体色・痕跡翅] : [黒体色・正常翅] : [黒体色・痕跡翅] を最も簡単な整数比で記せ。
- 4) **実験1** の結果から体色と翅の形の遺伝子の組換え価 (%) はいくらか。数値は整数で記せ。
- 5) **実験1** で得られた [正常体色・痕跡翅] と [黒体色・正常翅] の個体を交配させて得られる次世代個体の表現型の分離比はどのようになるか。[正常体色・正常翅] : [正常体色・痕跡翅] : [黒体色・正常翅] : [黒体色・痕跡翅] を最も簡単な整数比で記せ。

生物基礎・生物 (その3)

第2問 代謝に関する次の文を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

生物は呼吸の過程で有機物を分解してエネルギーを取り出し、それを利用して合成したATPを生命活動に用いている。呼吸基質となるおもな有機物には、炭水化物、脂肪、タンパク質がある。

炭水化物は分解されて単糖になる。そのうちグルコースは解糖系で(ア)にまで分解されて、ミトコンドリアに運ばれる。その後アセチル CoA になり、クエン酸回路に入る。クエン酸回路では⁽¹⁾還元型の補酵素が大量に生成され、これらは電子伝達系でATP合成に利用される。

脂肪は分解されて(イ)と(ウ)になる。(イ)は解糖系に入り、(ウ)は⁽²⁾末端から順次分解されてアセチル CoA になり、クエン酸回路に入る。

タンパク質は分解されてアミノ酸になる。アミノ酸は⁽³⁾有機酸とアンモニアに分解され、有機酸はクエン酸回路に入る。⁽⁴⁾ヒトの場合、アンモニアは毒性の低い(エ)に変換されて排出される。

問1 文中の(ア)～(エ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、クエン酸回路で生成される還元型の補酵素は何か。次の

①～⑥から適切なものをすべて選び、番号で記せ。

- | | | |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| ① NAD ⁺ | ② NADP ⁺ | ③ FAD |
| ④ NADH | ⑤ NADPH | ⑥ FADH ₂ |

問3 下線部(2)について、

- 1) この反応を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 1分子のアセチル CoA は何個の炭素原子をクエン酸回路に供給するか、数値を記せ。

問4 下線部(3)について、この反応を何とよぶか、名称を記せ。

問5 下線部(4)について、どの臓器で行われるか、名称を記せ。

生物基礎・生物 (その4)

問6 植物Pと植物Qの発芽種子の呼吸基質を推定するために、次の実験を行った。新鮮な発芽種子と液体を表1の条件1～4の組み合わせで容器に入れ、活栓を閉じ、着色液の位置する目盛りを記録した(図1)。一定時間おいた後、着色液の位置の変化から容器内の気体の体積変化量を測定した。各条件で測定された体積変化量も表1に示す。なお、すべての実験には同量の発芽種子を用い、定温・定圧下で実験を行った。また、条件2と条件4で用いた20% KOH水溶液にはCO₂を吸収するはたらきがある。

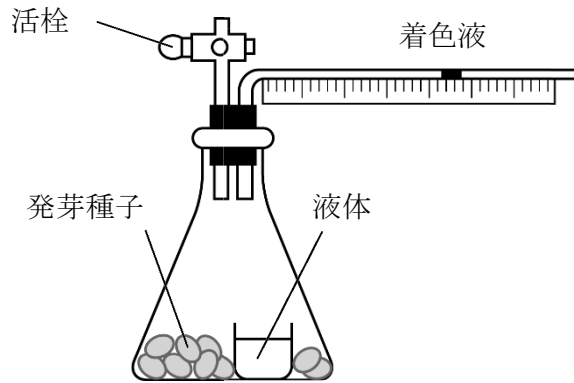


図1

表1

条件	発芽種子	液体	体積変化量 (mL)
1	植物P	水	-0.3
2	植物P	20% KOH 水溶液	-13.9
3	植物Q	水	-4.3
4	植物Q	20% KOH 水溶液	-15.0

- 1) 植物Pと植物Qの発芽種子が吸収したO₂量と放出したCO₂量はそれぞれ何mLか。数値は小数第1位まで記せ。
- 2) 呼吸で放出されたCO₂と吸収されたO₂の体積比を呼吸商とよび、次の式で示される。

$$\text{呼吸商} = \frac{\text{放出された CO}_2 \text{ 量 (体積)}}{\text{吸収された O}_2 \text{ 量 (体積)}}$$

植物Pと植物Qの発芽種子の呼吸商はそれぞれいくらか。数値は四捨五入して小数第2位まで記せ。

生物基礎・生物 (その5)

- 3) 表2に示すように、呼吸商の値は呼吸基質によって異なる。呼吸商を求めることで、個体や組織が呼吸基質として何を利用しているかを推測することができる。植物Pと植物Qの発芽種子は、呼吸基質としておもに何を利用していると考えられるか。次の①～③から最も適切なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。

- ① 炭水化物 ② 脂肪 ③ タンパク質

表2

呼吸基質	呼吸商
炭水化物	1.0
脂肪	0.7
タンパク質	0.8

生物基礎・生物 (その6)

第3問 遺伝子発現に関する次の文を読み、以下の問い(問1～7)に答えよ。

遺伝子発現において、まず⁽¹⁾ DNAの塩基配列がRNAの塩基配列へ転写される。DNAの2本鎖のうち、⁽²⁾ どちらの鎖が転写されるかは遺伝子によって異なっている。次に、転写されたRNAの情報に基づいてタンパク質が合成される。この過程は⁽³⁾ 翻訳とよばれる。転写と翻訳によって⁽⁴⁾ DNAの遺伝情報がタンパク質へと変換される流れはすべての生物で共通している。

真核細胞の場合、転写されたRNAは⁽⁵⁾ 一部が核内でスプライシングによって取り除かれ、残された領域が連結される。そのほかにもRNAはいくつかの加工を受けて、最終的に⁽⁶⁾ 成熟したmRNAとなる。

問1 下線部(1)について、

- 1) この過程ではたらく酵素を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 1)の酵素が転写開始時に結合するDNA領域を何とよぶか、名称を記せ。
- 3) 真核生物では、1)の酵素が2)の領域に結合する際に、複数のタンパク質とともに複合体を形成する。これら「複数のタンパク質」を総称して何とよぶか、名称を記せ。
- 4) 2)の領域とは別の領域に結合して、転写を促進したり抑制したりするタンパク質を何とよぶか、名称を記せ。

問2 下線部(2)について、DNAの2本鎖のうち、鋳型鎖を何とよぶか、名称を記せ。

問3 下線部(3)について、

- 1) この過程では連続した3つの塩基の並び方で1つのアミノ酸が指定される。連続した2つの塩基の並び方では、アミノ酸の指定にどのような不都合が生じるか、簡潔に記せ。
- 2) この過程に関する記述として適切なものはどれか。次の①～⑥からすべて選び、番号で記せ。

- ① 翻訳の開始を示す開始コドンは、メチオニンを指定するコドンでもある。
- ② 翻訳の終了を示す終止コドンには、UAA, UAG, UGA, AUGの4つがある。
- ③ リボソームがmRNAの5'末端側から3'末端側に移動しながら、翻訳が起こる。
- ④ mRNAのアンチコドンに対してtRNAのコドンが対応する。
- ⑤ 原核細胞では、転写と翻訳はどちらも細胞質基質で進行する。
- ⑥ 原核細胞では、転写が終了する前に翻訳が始まる。

生物基礎・生物 (その7)

問4 下線部(4)について、この原則を何とよぶか、名称を記せ。

問5 下線部(5)について、

- 1) 取り除かれる部分を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 転写の過程で、1)の場所が変わり異なる配列の mRNA がつくられる場合がある。その利点は何か、簡潔に記せ。

問6 下線部(6)について、mRNA の 3' 末端には特定のヌクレオチドが多数連結されている。そのヌクレオチドの塩基は何か、アルファベットで記せ。

問7 ある細菌がもつ遺伝子のうち、タンパク質の情報を担っている遺伝子は 4500 個である。また、これらの遺伝子がアミノ酸配列を指定する部分を足し合わせると、全ゲノム DNA (675 万塩基対) の 80%になる。

- 1) これらの遺伝子が指定するタンパク質のアミノ酸数の平均はいくらか、整数で記せ。
- 2) 1)のアミノ酸数をもつタンパク質の分子量はいくらか、整数で記せ。ただし、アミノ酸の平均分子量を 120 とする。