

2009 年度大学入試センター試験 解説 〈生物 I〉

第 1 問 細胞・組織、体細胞分裂

問 1 似たはたらきと形状をもつ細胞が集まって組織となり、異なる組織がまとまることで器官が
つくられる。動物では、循環系や消化系など、複数の器官がまとまって器官系を形成してい
る。

(答) …⑤ …③ …④

問 2 キ～スの図のうち、ケは、動物体の位置に紡錘糸が付着していないので、誤りである。ま
た、サの図では細胞板が形成されているが、細胞板は植物細胞の細胞分裂で見られる構造であ
り、誤りである。

(答) …⑥

キは核膜や核小体が消失し、染色体が太く短くなる時期であり、前期と判断できる。また、
クは、核膜と核小体をはっきりと見えているので間期、コは、キと同様に前期の細胞である
が、紡錘体が形成されているので、コよりは体細胞分裂が進行した細胞である。シは、染色体
が赤道面に並んでいるので、中期と判断でき、スは体細胞分裂が終了した娘細胞を表してい
る。したがって、これらを体細胞分裂の進行順に並べるとク→キ→コ→シ→スとなる。

(答) …②

問 3 植物の道管は、細胞の上下の隔壁が消失し、原形質が失われた死細胞で構成され、根から吸
い上げた水や無機塩類を植物体全体に運ぶ役割をもつ。

(答) …④

問 4 ①血管を取り囲むような閉じた袋の内側に並んでいるのは内分泌腺であり、ホルモンを直接
血液中に分泌する。②感覚毛はべん毛ではなく繊毛である。③神経の軸索末端にはシナプス小
胞がある。シナプス小胞には神経伝達物質が入っている。④骨細胞の細胞質ではなく、細胞間
にカルシウムが含まれている。⑤被子植物の表皮細胞には葉緑体はなく、孔辺細胞には葉緑体
がある。⑥ミトコンドリアは酸素を消費し、二酸化炭素を排出している。

(答) …③

第 2 問 生殖と卵成熟

問 1 雌雄の配偶子は合体して個体となる。個体の核相は $2n$ であり、配偶子の核相は n である。性染色体がみられる種では、雌雄のうちどちらかが性染色体をヘテロにもつため、減数分裂で異なる染色体をもつことになる。例えば、ショウジョウバエやヒトの雄の性染色体構成は XY であり、配偶子である精子は X 染色体をもつものと Y 染色体をもつものの 2 種類が 1 : 1 で生じる。一方、雌の染色体構成は XX であり、配偶子である卵は X 染色体をもつもののみが生じる。

(答) …②

問 2 選択枝のイについては、イチョウは雌雄異株であり、カボチャとナズナは雌雄同株である。なお、カボチャは雄花と雌花が分かれている単性花をつけ、ナズナはおしべとめしべが同じ花の中にある両性花をつける。ウについては、無性生殖として、ジャガイモは塊茎、オランダイチゴは走出枝、オニユリはむかごで増えるが、これらは栄養繁殖と呼ばれる。トウモロコシ・コムギ・エンドウは無性生殖によって増えない。

(答) …①

問 3 実験 1 と実験 3 から、メチルアデニンが卵母細胞に直接はたらきかけ減数分裂の再開に必要であることがわかる。また、実験 2 と実験 4 から、物質 X は付属細胞にはたらきかけ、メチルアデニンを生成させることがわかる。これらのことから、物質 X → 付属細胞 → メチルアデニン → 卵母細胞の順にはたらき、卵母細胞の減数分裂が再開されることがわかる。

(答) …④

問 4 メチルアデニンを卵母細胞の細胞質に注入しても卵成熟が起こらず、実験 3 でメチルアデニンを添加すると卵成熟が起こるので、メチルアデニンは卵母細胞の細胞膜に作用すると考えられる。言い換えれば、卵母細胞の細胞膜にメチルアデニンの受容体があり、この受容体にメチルアデニンが結合することで卵成熟が行われると考えられる。また、実験 2 の物質 X を作用させた後の卵母細胞、すなわち卵成熟の起こっている卵母細胞の細胞質を、卵母細胞に注入すると卵成熟が起こったことから、メチルアデニンが細胞膜の受容体に結合することで、細胞質中に卵成熟を引き起こす因子が生成されることが考えられる。

(答) …③

問 5 精子が卵の表面に到達すると卵の表面が盛り上がり、受精丘を形成する。精子が卵のゼリー層に入ると先体が突起状に変化する。この突起部分が卵膜に達すると、卵膜が細胞膜から離れ、受精膜となる。この受精膜は他の精子の進入を阻止するため、多数の精子による受精を防ぐことができる。したがって、②の細胞膜と細胞質が分離するという記述が誤っている。

(答) …②

第 3 問 DNA ・ 遺伝

問 1 2 本鎖 DNA では、4 つの構成要素のうち、A の割合 = T の割合、G の割合 = C の割合が成り立つ。これをシャルガフの規則というが、これは 1 本鎖 DNA では成り立たない。表 1 のア～コのうち、クのみが A の割合と T の割合が大きく異なるので、1 本鎖 DNA のものであると考えられる。

(答) …⑧

問 2 同じ生物の肝臓の DNA 量は精子の DNA 量の 2 倍である。この条件を満たすのは、ウとエ、もしくはエとオであるが、DNA の A ・ G ・ C ・ T の 4 つの構成要素の割合は、生物種によって異なり、同じ生物の肝臓の細胞と精子では同じになる。エとオは DNA の構成要素の割合が大きく異なるので、肝臓の細胞がウ、精子がエとなる。

(答) …④

問 3 $A = T$ 、 $G = C$ が成り立ち、 $T = 2G$ 、 $A + G + C + T = 100 (\%)$ が成り立つので、これを解いて、 $A = 33.3 \%$ となる。

(答) …④

問 4 黄色のハツカネズミどうしを交配すると、黄色と黒色のものが 2 : 1 で生じるので、交配に用いた黄色の個体はホモ接合ではなくヘテロ接合、すなわち遺伝子型は Yy であり、毛色の形質については、遺伝子 Y は遺伝子 y に対して優性である。

この交配によって、次世代は $YY : Yy : yy = 1 : 2 : 1$ となる。もし、致死という形質について、 Y が優性であれば YY も Yy も致死になるはずである。しかし、実際に致死になるのは YY のみであるので、致死という形質については、遺伝子 Y は遺伝子 y に対して劣性である。

黄緑色の個体の自家受精では、葉の色が黄 : 黄緑 : 緑 = 1 : 2 : 1 となるので、交配に用いた黄緑色の個体はヘテロ接合で、遺伝子型は Pp となる。この交配では、 $PP : Pp : pp = 1 : 2 : 1$ となり、優性の法則が成り立つのであれば、黄色 : 緑色 = 3 : 1 となるが、実際には Pp 中間雑種の黄緑色となるので、遺伝子 P と遺伝子 p の関係は不完全優性である。

(答) …⑦

問 5 実験 1 の個体 C_1 は、葉が黄緑色で草丈が高いので、遺伝子型は $PpQQ$ か $PpQq$ のどちらかである。個体 C_2 は、葉が緑色で草丈が低いので、遺伝子型は $ppqq$ と決定できる。個体 C_1 の遺伝子型が $PpQq$ であれば、次世代に草丈の低い個体 (qq) が現れるはずである。しかし、実際に次世代は草丈の高い個体しか現れていないので、個体 C_1 の遺伝子型は $PpQQ$ と決定できる。

(答) …③

問 6 実験 1 は、 $PpQQ \times ppqq$ の交配となり、次世代は $PpQq : ppQq = 1 : 1$ となる。このうち、 $PpQq$ の個体が黄緑色で草丈が個体 D_1 となる。実験 2 で D_1 を自家受精すると、次の交配表のようになる。

	PQ	Pq	pQ	pq
PQ	PPQQ 黄・高	PPQq 黄・高	PpQQ 黄緑・高	PpQq 黄緑・高
Pq	PPQq 黄・高	PPqq 黄・低	PpQq 黄緑・高	Ppqq 黄緑・低
pQ	PpQQ 黄緑・高	PpQq 黄緑・高	ppQQ 緑・高	ppQq 緑・高
pq	PpQq 黄緑・高	Ppqq 黄緑・低	ppQq 緑・高	ppqq 緑・低

ここで、10 日後に表現型を調査しており、黄色個体の致死は 2 週間後であるので、これを考える必要はない。したがって、黄・高：黄緑・高：緑・高：黄・低：黄緑・低：緑・低 = 3：6：3：1：2：1 となる。

(答) …⑤

第 4 問 感覚・神経・ホルモン

問 1 神経分泌細胞は視床下部にある。視床は神経の中継路であり、視床下部とは区別するので注意したい。

視床下部は自律神経の上位の中枢であり、自律神経は内臓の活動を調節している。

(答) …⑥

問 2 ①脳下垂体を除去すると、脳下垂体後葉のバソプレシンの分泌が低下する。バソプレシンは腎臓の水分再吸収を促進するので、バソプレシンの分泌低下によって、尿量は増加する。②・⑥脳下垂体を除去すると、脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌が低下し、甲状腺からのチロキシンの分泌も低下する。チロキシンは代謝を促進するので、チロキシンの分泌低下によって代謝が低下する。また、甲状腺は刺激されなくなるので萎縮する。③脳下垂体を除去すると、脳下垂体前葉からの成長ホルモンの分泌が低下し、成長が促進されなくなる。④・⑥副甲状腺から分泌されるパラトルモンは、血中カルシウム濃度の調節に関わるが、脳下垂体の影響を受けない。したがって、脳下垂体を除去しても、パラトルモンの分泌は増加せず、副甲状腺も肥大しない。

(答) …①

問 3 ①血糖量が減少すると、アドレナリンは副腎髄質から分泌される。②タンパク質からのグルコース合成を促進するのは副腎皮質から分泌される糖質コルチコイドである。糖質コルチコイドの分泌には、副交感神経を介さず、脳下垂体前葉から分泌される副腎皮質刺激ホルモンによって分泌が促進される。③正しい文章である。④グルカゴンは膵臓のランゲルハンス島の A (α) 細胞から分泌される。

(答) …③

問 4 ①図 1 中のグラフの底の位置が一定であるので、静止電位の大きさは変わらないと考えられる。②閾値とは、活動電位の発生に必要な最小の大きさの刺激であり、図 1 で光刺激の強さが 10 でも 10^3 でも活動電位が発生しているので、閾値の大きさはわからない。③図 1 から光刺激が 10 のときよりも 10^3 の方が光刺激を与えてから最初の活動電位が発生するまでの時間、すなわち潜伏期が短いことがわかる。④図 1 中の活動電位と活動電位の間が一定ではなくばらつきがあるので、活動電位の発生頻度は一定ではないとわかる。⑤光刺激の強さが 10 のときでも 10^3 のときでも、光刺激停止から約 50 ミリ秒間しか反応が続かないことがわかる。

(答) …③

問 5 ①図 2 から、ニューロン X の昼の反応の大きさと夜の反応の大きさの比は、光刺激の強さが 10^2 のとき、 $5 : 30 = 1 : 6$ 、光刺激の強さが 10^5 のとき、 $30 : 55 = 6 : 11$ であり、一定ではない。
 ②図 2 から、昼のときの閾値は、光刺激の強さが $1 \sim 10^2$ の間にあり、夜のときは 1 以下であり、夜の方が閾値が小さいことがわかる。
 ③光刺激の強さが 10^4 のとき、昼の反応の大きさは約 20、夜の反応の大きさは約 50 である。したがって、昼の反応の大きさは夜の反応の大きさの $\frac{20}{50} \times 100 = 40\%$ である。
 ④昼に 400 ミリ秒当たり 30 回の活動電位を引き起こす光刺激の強さは、昼の反応では 10^5 、夜の反応では 10^2 である。したがって、昼は夜の $10^5 \div 10^2 = 1000$ 倍である。

(答) …④

問 6 まず、化学物質 Y を阻害する化学物質 Z を昼に作用させると、反応が上昇して夜の反応に近くなり、夜に作用させてもほとんど変化がないので、化学物質 Y は昼に分泌されていることがわかる。また、化学物質 Y を夜に作用させるとニューロン X の反応が低下して昼の反応に近くなり、昼に作用させてもほとんど変化がないことから、化学物質 Y はニューロン X の反応を低下させる物質であることがわかる。なお、化学物質 Y は、ニューロン X の反応を低下させるが、閾値は上昇させる。

(答) …③

第 5 問 光合成・花芽形成

問 1 ①光合成速度 = みかけの光合成速度 + 呼吸速度である。図 1 から、光の強さが 10 のとき、15℃と 25℃のみかけの光合成速度は同じであるが、呼吸速度が異なるので、光合成速度も異なる。②・④光の強さが 1 よりも小さいとき、グラフにずれがあるのは、呼吸速度が違うからであり、グラフの傾きが同じであることから、光合成速度はすべて同じであり、この光の強さの範囲では温度の影響を受けない、すなわち、温度は限定要因にならない。③有機物の蓄積量は、光合成による有機物の生産量から呼吸による有機物の消費量を差し引いたものであり、みかけの光合成速度に相当する。光の強さが 3 のとき、5℃と 25℃のみかけの光合成速度は同じであり、時間当たりの有機物の蓄積量はほぼ等しいと考えられる。⑤35℃のみかけの光合成速度は、光の強さが 0.5 のとき約-1.5 である。これは、呼吸による有機物の消費が光合成による生産を上回った結果、みかけの光合成速度が負の値になったと考えられる。⑥光の強さが 8 よりも大きいとき、すべての温度のグラフが光飽和点を超えているので、光の強さが限定要因にならないことがわかる。また、温度によって光合成速度が異なるので温度が限定要因になることがわかる。

(答) …①

問 2 図 2・図 3 とともに、グラフの特性から、それが選択肢中にある最大の光合成速度、補償点、光飽和点、呼吸速度のどれになるのかを判断するのは難しく、選択肢の、最大の光合成速度、補償点、光飽和点、呼吸速度の 4 つの大まかな値を図 1 から探しだし、図 2・図 3 にそれぞれ当てはめていけば正解にたどり着く。

(答) …⑦

問 3 図 4 の a～k のうち、サツマイモの花芽が形成された f・h・j・k は、すべてアサガオの子葉が短日条件に置かれているので、フロリゲンは短日条件のみに合成されることがわかる。また、f ではアサガオの子葉以外の部分は長日条件であるが、花芽はサツマイモの芽生えに生じている。このことから、フロリゲンは長日条件でも茎を通して芽に移動できること、長日条件の芽を花芽にできることがわかる。なお、この実験 1 では、g からこの短日条件ではサツマイモの子葉や葉ではフロリゲンが合成されないこと、i からアサガオの子葉がないとフロリゲンは合成されないことがわかる。

(答) …④

問 4 ①・②g からサツマイモの子葉や葉はこの短日条件でもフロリゲンを合成しないことがわかり、サツマイモは短日植物であるので、暗期の中央で短時間の光照射を行ってもフロリゲンは合成されない。アサガオの子葉は短日条件下にあるので、フロリゲンが合成され、花芽が形成される。③暗期の中央でアサガオの子葉だけに短時間の光を照射すると、暗期の長さが限界暗期を下回るのでフロリゲンが合成されず、花芽が形成されない。④～⑥花芽形成に明期の長さは関係ないので、アサガオの子葉、サツマイモの子葉や葉のどちらも光を遮っても、花芽形成に影響はない。

(答) …③