

2024 年度大学入学共通テスト 解説 〈生物基礎〉

第 1 問 生物と遺伝子 (生物の特徴・遺伝子とゲノム・遺伝子の本体の探究実験・細胞周期)

問 1 本問は原核細胞と真核細胞に共通する特徴、すなわち、すべての細胞に共通する特徴として 適当でないものが問われている。すべての細胞は ATP を仲立ちとして化学エネルギーの受け渡しを行っており (①は適当である)、この ATP は、複雑な物質を簡単な物質に分解する異化反応によってつくられる (③は適当である)。また、異化反応を含め、細胞内で進行する代謝反応には酵素がかかわっている (②は適当である)。さらに、いずれの細胞にも細胞膜が存在し、物質は細胞膜を介して細胞内外を出入りする (④は適当である)。一方で、ミトコンドリアや葉緑体は真核細胞にのみ含まれており、原核細胞には含まれない (⑤は適当でない)。以上のことから、⑤を選ぶ。

(答) …⑤

問 2 ①ゲノムを構成する塩基の割合は、アデニンとチミン、グアニンとシトシンでそれぞれ等しい。したがって、誤り。②ゲノムを構成する塩基配列のうち、遺伝子として機能して RNA に転写される領域はほんの僅かであり、残りの領域は遺伝子として機能せず、転写も翻訳もされない。したがって、正しい。③同一個体を構成する体細胞は、受精卵の体細胞分裂によって生じたものである。体細胞分裂では分裂の前後で遺伝情報が変化しないことを踏まえると、同一個体における皮膚の細胞とすい臓の細胞は同一の遺伝情報をもつと考えられる。したがって、誤り。④単細胞生物の分裂で生じた 2 個体は、上述の体細胞分裂と同様に分裂の前後で遺伝情報に変化がない。すなわち、生じた 2 個体はいずれも同一の遺伝情報をもつと考えられる。したがって、誤り。⑤卵や精子をつくる際の分裂を特に減数分裂という。減数分裂の際、細胞内の DNA 量は半減するが、遺伝子の種類は変化しない。したがって、誤り。以上のことから、②を選ぶ。

(答) …②

問 3 問題文の「S 型菌の遺伝物質を取り込んだ一部の R 型菌で S 型菌への形質転換が起こり」より、形質転換は S 型菌の遺伝物質である DNA によって引き起こされたと考えられる。このことを踏まえると、S 型菌の抽出物に含まれる DNA を分解した場合は形質転換が起こらないが、それ以外を分解しても形質転換は起こる。以上のことから、培養後に S 型菌が見つかった処理、すなわち、R 型菌から S 型菌への形質転換が起きた処理は、S 型菌の抽出液をタンパク質または RNA を分解する酵素で処理したものである。したがって、(a)と(b)を含む④を選ぶ。

(答) …④

問4 体細胞分裂の過程において、分裂が終わってから次の分裂が終わるまでの過程を細胞周期という。細胞周期は間期と分裂期(M期)からなる。さらに、間期はG₁期(DNA合成準備期), S期(DNA合成期), G₂期(分裂準備期)に分けられ、分裂期(M期)は、前期, 中期, 後期, 終期に分けられる(次図)。

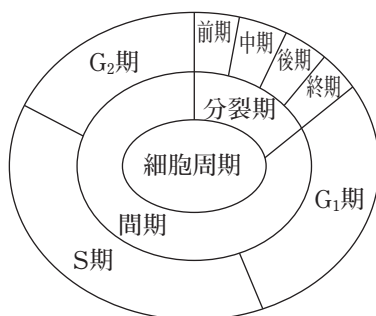


図 細胞周期

ここで、細胞周期と細胞当たりのDNA量の変化について復習する。G₁期のDNA量を1とすると、S期でDNAが一定の速度で複製され、S期が終わった時点でDNA量は2になる。その後、細胞はG₂期を経てM期の終期において分裂するため、M期が終わった時点でDNA量は半減して1に戻る(次図)。

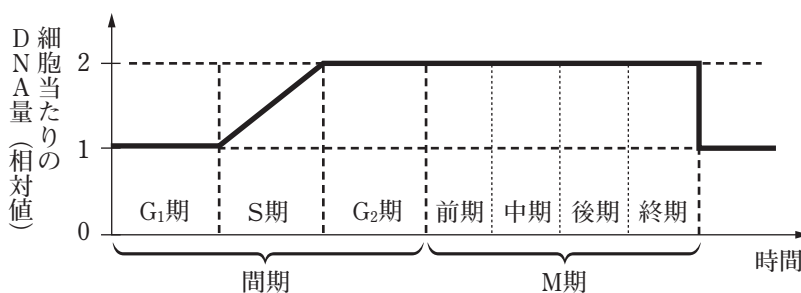


図 体細胞分裂時における細胞当たりのDNA量の変化

以上を踏まえて、解答を検討する。

まず、図1の、培養開始から14時間後に着目する。上述したように、培養開始から14時間の時点で細胞1個当たりのDNA量が半減しているため、この時点でM期が終わり、G₁期に入る。S期に入ると再びDNA量は増加することを踏まえると、M期が終わった直後の14時間から次にDNA量が増加する20時間までの6時間が、G₁期の長さであると考えられる。

次に、図2より、紫外線はG₁期に入ってから2時間の時点(培養開始から16時間後の時点)で照射されており、細胞1個当たりのDNA量は1の状態が続いている。すなわち、本来ならば培養開始から20時間後から始まるS期へ移行せず、紫外線の照射によって細胞周期がG₁期のまま一時停止していると考えられる。したがって、①を選ぶ。

(答) …①

問5 問4と同様に考えると、化合物ZはG₁期に入ってから2時間の時点(培養開始から16時間後の時点)で添加されている。その後、細胞1個当たりのDNA量は増加していることから、化合物Zを添加しても、培養開始から20時間後から始まるS期への移行は起こると考えられる。一方で、図4より、M期の前期にみられる太く凝集した染色体が培養開始から26時間後および40時間後もみられることから、化合物Zを添加した場合はG₁期、S期、G₂期、M期の前期は進行するものの、M期中期から後期にかけてみられる染色体の分配が行われなくなっていると考えられる。したがって、④を選ぶ。

(答) …④

第2問 生物の体内環境の維持(体液とその働き・免疫・腎臓)

問1 ①血液は有形成分の血球と液体成分の血しょうからなる。したがって、誤り。なお、血清については問2で説明する。②赤血球、白血球および血小板のうち、最も数が多いのは赤血球である。したがって、誤り。③血液の液体成分である血しょうに溶けている物質のうち、質量として最も多くを占めるものは無機塩類ではなくタンパク質である。したがって、誤り。④血液による酸素の運搬は、ヘモグロビンと呼ばれるタンパク質によって行われる。したがって、正しい。⑤マクロファージや樹状細胞、好中球やT細胞、B細胞、NK細胞などをまとめて白血球という。これらは免疫に関与するが、老廃物の運搬は行わない。したがって、誤り。なお、老廃物のうち二酸化炭素は血しょう中に溶けて運搬されることが知られている。以上のことから、④を選ぶ。

(答) …④

問2 血液凝固の一連の過程を示すと、下図のようになる。出血すると、血管の破れたところに血小板が集まる(㉔)。次に、血小板から放出される凝固因子や血しょう中のCa²⁺(カルシウムイオン)などの働きにより、血しょう中のプロトロンビンからトロンビンと呼ばれる酵素が生成される。トロンビンは、血しょう中のフィブリノーゲン(フィブリン原)を繊維状のフィブリンに変える(㉕)。フィブリンは網状につながって赤血球や白血球などの血球を絡め、塊状の血べいをつくる(㉖)。その結果、血べいが傷口を塞ぎ、出血が止まる。なお、血液凝固は採血した血液を試験管に入れて静置した場合にもみられ、血べいは沈殿する。血べいとまらない淡黄色の液体は、血清と呼ばれる。以上のことから、㉔→㉕→㉖の順である⑤を選ぶ。

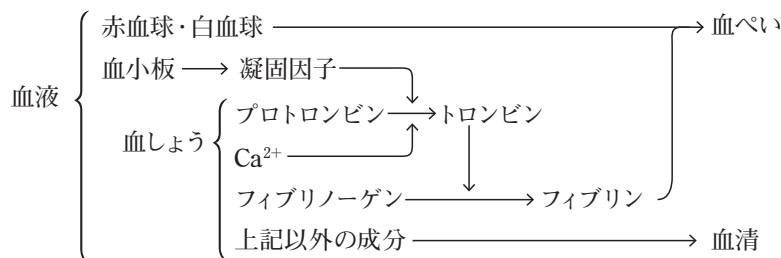


図1 血液凝固のしくみ

(答) …⑤

問3 ①血小板は血液凝固に関与するが、侵入してきた病原体を取り込む働きはない。したがって、誤り。②角質層は皮膚の表層にある死んだ細胞の層であり、傷口を塞ぐためのものではなく、病原体が体内に入るのを物理的に防ぐためのものである。したがって、誤り。③・⑤免疫は自然免疫と適応(獲得)免疫に大きく分けられる。これらのうち、自然免疫は病原体が体内に侵入してすぐに働くが、適応免疫が働くには病原体が侵入してから一定の時間を要する。本問は皮膚と血管が傷ついた直後の免疫反応について問われていることから、自然免疫にかかわるマクロファージは傷口付近で病原体を取り込むが、適応免疫にかかわる抗体産生細胞(形質細胞)が即座に抗体を放出することはできない。したがって、③は正しく⑤は誤り。④ナチュラルキラー(NK)細胞は自然免疫にかかわり感染細胞などを攻撃するが、傷口から侵入した病原体を直接攻撃する働きはない。したがって、誤り。以上のことから、③を選ぶ。

(答) …③

問4 問題文の「管Aの血管壁は管Bの血管壁よりも厚かった」ことから、管Aは管Bよりも血圧の高い動脈であり、管Bは静脈であると考えられる。したがって、にはBが入る。また、腎臓は背側の腹部に左右1対存在することから、にはYが入る。の判断がやや難しいが、腎臓からの輸尿管が接続するぼうこうが部位Zに位置すると考えるとわかりやすいだろう。以上のことから、⑤を選ぶ。

(答) …⑤

問5 腎臓に接続する3本の管のうち、管Cは輸尿管である。輸尿管には腎小体や集合管でのろ過と再吸収を終えた尿が流れている。このことを踏まえると、輸尿管内には糸球体からボーマンのうへろ過されないタンパク質や、細尿管ですべて再吸収される糖(グルコース)やアミノ酸は含まれないと考えられる。一方で、無機塩類や尿素は糸球体からボーマンのうへろ過された後、必要な分だけ再吸収され、残りは輸尿管を通してぼうこうに集められた後、尿中の成分として体外に排出される。したがって、④、⑥を含む②を選ぶ。

(答) …②

問6 問題文の「墨汁中の黒い成分は、炭素を含む微粒子が結合したタンパク質である」ことから、黒い成分は糸球体からボーマンのうへろ過されないことがわかる。糸球体は腎臓の皮質部分に存在していることを踏まえると、黒い成分が主に分布する領域も腎臓の皮質部分であると考えられる。したがって、③を選ぶ。

(答) …③

第3問 生物の多様性と生態系(バイオーム・生態系のバランスと保全)

問1 :日本では、年降水量が十分に多いことから、バイオームの分布は主に年平均気温によって決まる。

イ：一般に気温は、海拔高度が 100 m 増すごとに 0.5 ~ 0.6 °C 下がる。したがって、水平分布と同様のバイオームが、低地から高地にかけて垂直方向にみられる。このような、標高に応じたバイオームの垂直方向の分布を垂直分布という。本州中部では、標高 700 m 付近までの丘陵帯にはシイやカシなどの照葉樹林、標高 1700 m 付近までの山地帯にはブナやミズナラなどの夏緑樹林、標高 2500 m 付近までの亜高山帯にはシラビソやオオシラビソ、コメツガなどの針葉樹林がみられる。亜高山帯の上限を森林限界といい、森林限界より標高の高い地帯の高山帯では、ハイマツ・キバナシャクナゲなどの低木林のほか、コマクサ・コケモモ・クロユリ・ハクサンイチゲなどの高山植物の草原(お花畑)が広がる。なお、緯度により年平均気温が異なることから、それぞれのバイオームの境界となる標高は、高緯度ほど区分の標高が低くなる。

以上のことから、④を選ぶ。

(答) 12 …④

問2 陸上と同様に、湖沼でも遷移は起こる。湖沼は土砂や生物の遺体が堆積することによって浅くなり、しだいに湿原へと変化する。さらに陸地化が進むと湿原は草原へと移り変わり、その後は乾性遷移と同様の遷移が進行して森林が形成される(◎は正しい)。この過程でみられる遷移を湿性遷移という。湖沼にどのような植物が生育するかは水深によって変わり(Ⓐは正しい)、湖沼が浅くなるにつれて、クロモなどの沈水植物(植物体がすべて水中に沈んでいる植物)からスイレンなどの浮葉植物(葉が水面に浮かんでいる植物)、そしてヨシなどの抽水植物(茎や葉の一部が水上に出ている植物)の順に遷移が進行する。なお、湖沼を含む水界生態系の生産者は主に植物プランクトンであり、動物プランクトンは炭酸同化できず、生産者として働くことはない(Ⓑは誤り)。以上のことから、Ⓐと◎を含む⑤を選ぶ。

(答) 13 …⑤

問3 各区域における (i) 全ての植物の種数、(ii) 希少な草本の種数、(iii) 全ての植物の種数における希少な草本の種数の割合のおおよその値をまとめると、下表ようになる。

	区域 I	区域 II	区域 III	区域 IV	区域 V
(i)	36	28	25	25	23
(ii)	8	4	5	4	4.5
(iii)	22	14	20	16	20

①・④ 上表より、火入れと刈取りの両方を毎年行っている区域 II は、どちらかのみを毎年行っている区域 III および区域 IV より、全ての植物の種数における希少な草本の種数の割合が小さい。したがって、①は誤り。同様に、管理を放棄した区域 V は、伝統的管理を行っている区域 I より、全ての植物の種数における希少な草本の種数の割合が小さい。したがって、④は誤り。

- ② 上表より、火入れのみを毎年行っている区域Ⅳは、管理を放棄した区域Ⅴより、全ての植物の種数は多く保たれるものの、希少な草本の種数は少なくなっている。したがって、誤り。
- ③ 上表より、伝統的管理を行っている区域Ⅰは、火入れと刈取りの両方を毎年行っている区域Ⅱより、全ての植物の種数だけでなく希少な草本の種数も多く保たれている。したがって、正しい。
- 以上のことから、③を選ぶ。

(答) …③

問4 人間の活動によって意図的に、あるいは意図されずに本来の生息場所から本来の生息場所ではない別の場所へと移されて定着した生物を外来生物という。すなわち、国内において本来の生息場所から本来の生育場所ではない別の場所へと移されて定着した生物も外来生物として扱われる。このことを踏まえて各選択肢を検討する。

- ① アジア原産のクズを人為的に本来の生息場所ではない北米に持ち込んでいるため、クズは外来生物である。
- ② サクラマスを捕獲した後、そこから得られた多数の子をもとの川に放っていることから、サクラマスを本来の生息場所から本来の生息場所ではない別の場所へと移しているわけではない。この場合、サクラマスは外来生物の定義に合致せず、外来生物ではない。
- ③ イタチが分布していなかった島に人為的に別の地域からイタチを持ち込んでいるため、イタチは外来生物である。
- ④ メダカを捕獲した後、メダカが生息していたもとの水路にメダカを戻していることから、メダカを本来の生息場所から本来の生息場所ではない別の場所へと移しているわけではない。この場合、メダカは外来生物の定義に合致せず、外来生物ではない。しかし、メダカに感染した外国由来の細菌は外来生物である。

本問は外来生物が関わっていない記述を選ぶため、②を選ぶ。

(答) …②

問5 ① ある外来の水生植物が繁茂した池の生態系をもとの状態に近づけるためには、その外来の水生植物を根絶させることが望ましい。仮にその植物を根絶することが難しい場合は、定期的な除去により低密度に維持し、在来生物への影響をできるだけ小さくすることが有効であると考えられる。したがって、正しい。②家畜が自然の生態系に放たれた場合、条件によってはその生物が大繁殖し、在来生物や農作物に大きな影響を及ぼす可能性がある。したがって、誤り。③バランスが崩れた生態系にさらに別の種の動物を新たに導入した場合、食物をめぐる競争がさらに激しくなるなどして、在来生物の個体数がさらに減少する可能性がある。したがって、誤り。④外来生物が増殖するほど、その駆除は難しくなると考えられる。したがって、誤り。以上のことから、①を選ぶ。

(答) …①