

2018 年度大学入試センター試験 解説 〈生物〉

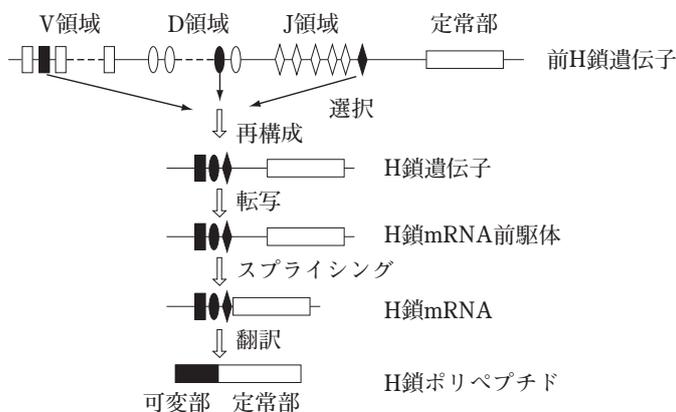
第1問 生命現象と物質

A

問1 ①・②インスリンは細胞表面から分泌されるが、結合するのは標的細胞の受容体であるので、どちらも誤りである。③・④インスリンは2本のポリペプチド鎖がシステイン間でS-S結合(ジスルフィド結合)している。なお、システインは硫黄原子を含むアミノ酸である。したがって、③は正しく、④は誤りである。

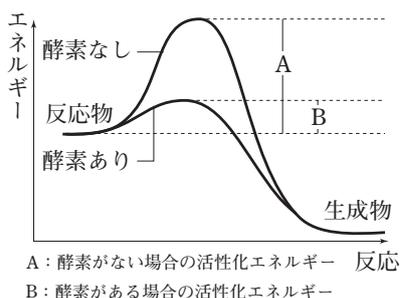
(答) …③

問2 ①抗体はH鎖とL鎖という2種類のポリペプチド鎖が結合したものであるので、誤りである。②抗体の変異部は、抗体ごとにアミノ酸配列が異なるので、結合する抗原も違えることができる。したがって、正しい。③抗体変異部の遺伝子は多数の遺伝子断片からなり、B細胞の成熟時に遺伝子再構成が起これり、いくつかの遺伝子断片が選択されることで、合成される変異部のアミノ酸配列が多様になる。したがって、誤りである。④1個のB細胞は遺伝子再構成後、1種類の抗体しか合成できない。したがって、誤りである。

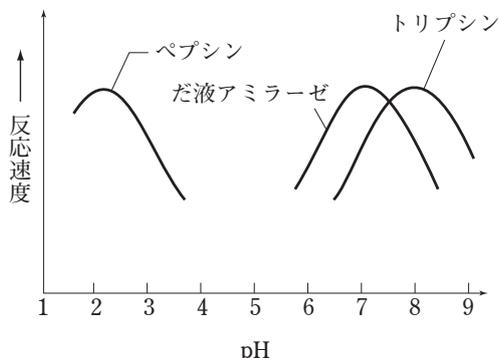


(答) …②

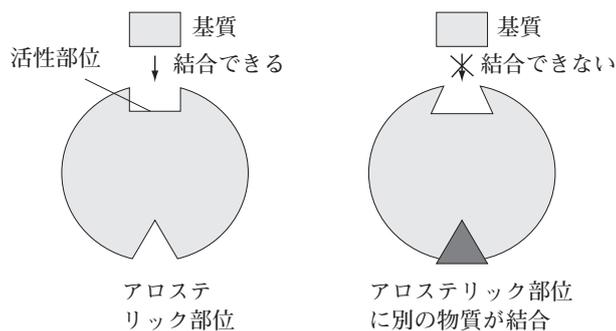
問3 酵素は特定の基質と結合して酵素-基質複合体を形成する。この結果、基質のもつ活性化エネルギーが低下()することで、基質→生成物への反応が進行する。



最適 pH は、多くの酵素では pH7 であるが、ペプシンでは pH2 (), トリプシンでは pH8 である。



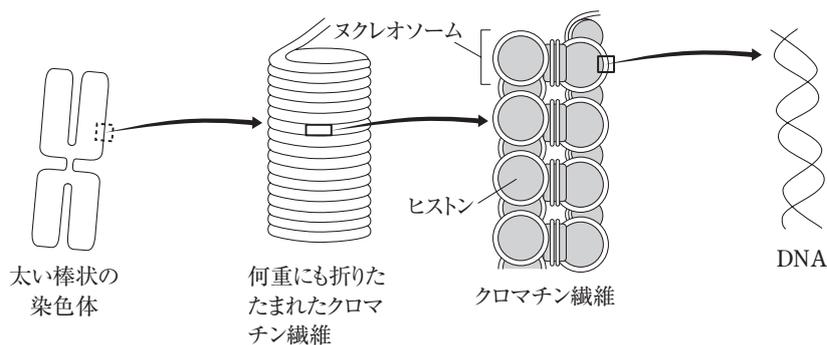
アロステリック酵素は、基質の結合する活性部位 () 以外に、基質以外の物質が結合する部位がある。これをアロステリック部位 () という。アロステリック部位に物質が結合すると、酵素タンパク質の活性部位の立体構造が変化して、酵素活性が上昇または低下する。



(答) …⑤

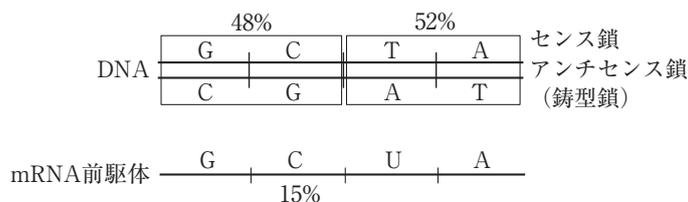
B

問4 ①DNAの複製では、2本のヌクレオチド鎖の両方が鋳型となるが、RNAへの転写では、DNAの2本のヌクレオチド鎖の片方が鋳型となるので、正しい。②真核生物の場合、DNAの複製と転写はどちらも核内で行われるので、誤りである。③ヌクレオチド鎖において、ヌクレオチド間の結合は糖とリン酸間で行われるので、誤りである。④真核生物のDNAはヒストンというタンパク質に巻きついており、ヌクレオソームを形成している。このヌクレオソームは折りたたまれてクロマチン繊維を形成している。細胞分裂の際には、このクロマチン繊維が凝縮することで、太いひも状になる。したがって、誤りである。

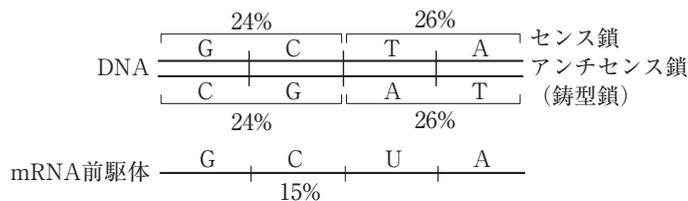


(答) 4 …①

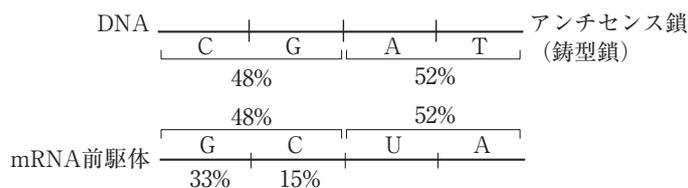
問5 2本鎖DNAにおいては、シトシン(C)の割合＝グアニン(G)の割合、チミン(T)の割合＝アデニン(A)の割合である。したがって、C＝24%であれば、G＝24%である。したがって、 $G + C = 24 + 24 = 48\%$ 、 $A + T = 52\%$ である。一方、mRNA前駆体ではC＝15%である。これらの割合を図示すると次のようになる。



上図から、この2本鎖DNAのセンス鎖のG＋C＝アンチセンス鎖のC＋G＝24%、センス鎖のT＋A＝アンチセンス鎖のA＋T＝26%が成り立つことがわかる。これを図示すると、次のようになる。



ここで、アンチセンス鎖だけのC＋GとA＋Tの割合を考えると、 $C + G = 48\%$ 、 $A + T = 52\%$ となる。したがって、mRNA前駆体では、 $C + G = 48\%$ 、 $U + A = 52\%$ となる。C＝15%であるので、 $G = 48 - 15 = 33\%$ となる。したがって、⑤が正しい。



(答) 5 …⑤

問6 選択的スプライシングでは、mRNA 前駆体のイントロンとともにエキソンのいくつかを除く。ここでは、エキソン1とエキソン4は必ず選ばれるので、選択的スプライシング後に残る mRNA はエキソン1, 2, 3, 4, エキソン1, 2, 4, エキソン1, 3, 4, エキソン1, 4 の4種類となる。したがって、④が正しい。

(答) …④

第2問 生殖と発生

A

問1 下図は両生類の原基分布図である。したがって、 は側板、 は体節、 は脊索、 は内胚葉である。それぞれの部域から分化する組織・器官は次の通りである。

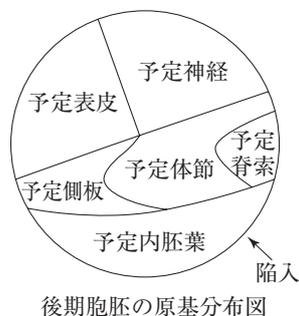
側板() : 心臓, 血管, 内臓筋

体節() : 真皮, 骨格, 骨格筋

脊索() : 退化・消失

内胚葉() : 呼吸器官(肺, 気管支), 消化器官(消化管, 肝臓, すい臓), 甲状腺, ぼうこう

したがって、④が正しい。



(答) …④

問2 ①～⑥実験1で、遺伝子Aの機能を失わせると、外胚葉領域の表面積が広がらなかったこと、D層が単層化しないことから、遺伝子AはD層の細胞移動と単層化に関わることがわかる。したがって、①は正しく、②～⑥は誤りである。⑦・⑧実験2で、野生型の胚のS層とD層を離して培養するとD層の細胞が移動したことから、実験3で、遺伝子Aの機能を失わせた胚のS層と野生型のD層を離して培養しても、D層の細胞が移動しなかったことから、遺伝子AはD層の細胞をS層の方へ引き寄せはたらきに関わることがわかる。したがって、①は正しく、⑧は誤りである。

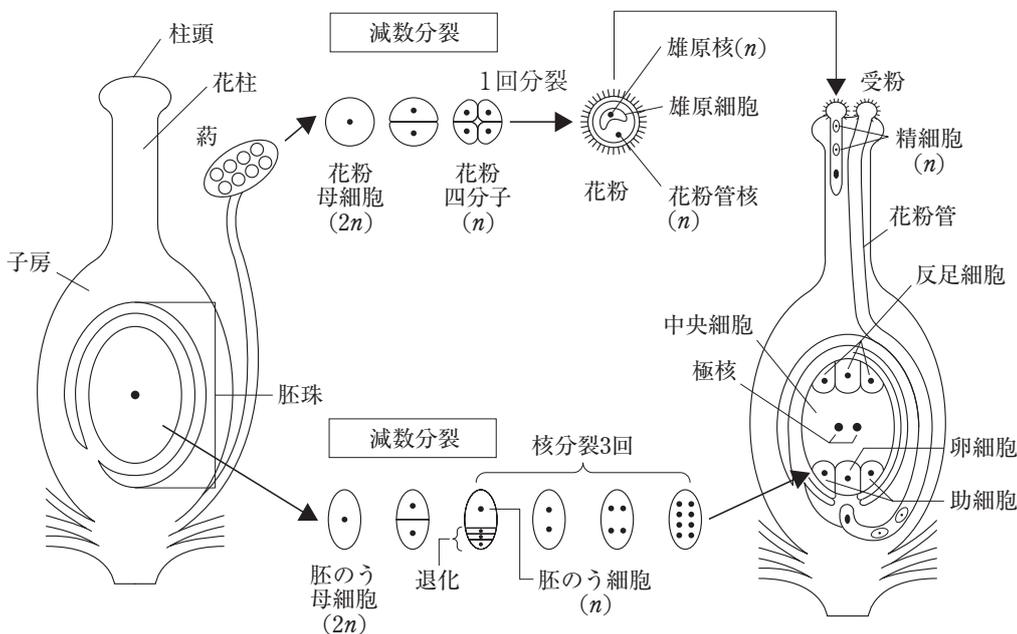
(答) ・ …①・⑧

B

問3 ①・②図5で、花粉管が花粉管誘引物質に向かったのは、条件dだけである。条件b, d, fの比較から、花粉管が花粉誘引物質に向かうためには、ある一定以上の長さの花柱が必要であることがわかる。したがって、①は誤りであり、②は正しい。③・④条件c, dの比較から、同じ長さの花柱でも、放置時間が短く、花粉管がある長さに達しないと花粉管は花粉管誘引物質に向かわないことがわかる。したがって、③・④は誤りである。⑤・⑥条件d・fの比較から、花粉管が伸長する過程で花柱を通ることで、花粉管誘引物質に向かう能力を獲得すると考えられる。したがって、⑤は正しく、⑥は誤りである。

(答) · …②・⑤

問4 ①・③花粉管内の2個の精細胞(n)のうち、1個は胚のう内の卵細胞(n)と受精して受精卵($2n$)となり、1個は中央細胞($n+n$)と融合し、胚乳細胞($3n$)となる。受精卵は将来の胚に、胚乳細胞は将来、胚乳となる。したがって、①は正しく、③は誤りである。②花粉管の中で、雄原細胞が分裂して精細胞になるので、誤りである。④花粉形成において、花粉四分子のそれぞれの細胞は、1回不等分裂して雄原細胞を備えた成熟花粉になるので、誤りである。⑤1個の胚のう母細胞は、減数分裂によって4個の娘細胞を生じるが、そのうち3個は退化し、残りの1個が胚のう細胞になるので、誤りである。



(答) …①

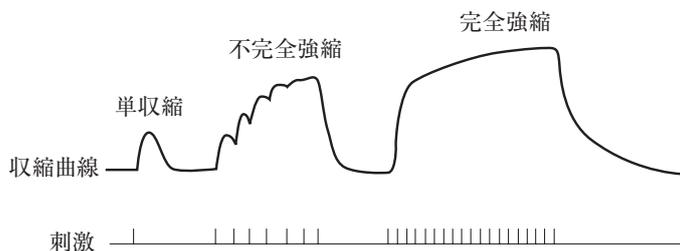
第3問 生物の環境応答

A

問1 運動神経と骨格筋の間のシナプス（神経筋接合部）では、運動神経の末端のシナプス小胞からアセチルコリン（）が放出され、これを筋細胞（筋繊維）の細胞膜上のアセチルコリン受容体を受容する。アセチルコリン受容体は伝達物質依存性チャンネル（リガンド依存性チャンネル）であり、アセチルコリンを受容することで、ナトリウムイオン（）が筋細内に流入する。この結果、膜電位が上昇して活動電位を生じると、筋小胞体からカルシウムイオン（）が放出され、これが引き金になって筋収縮が起こる。

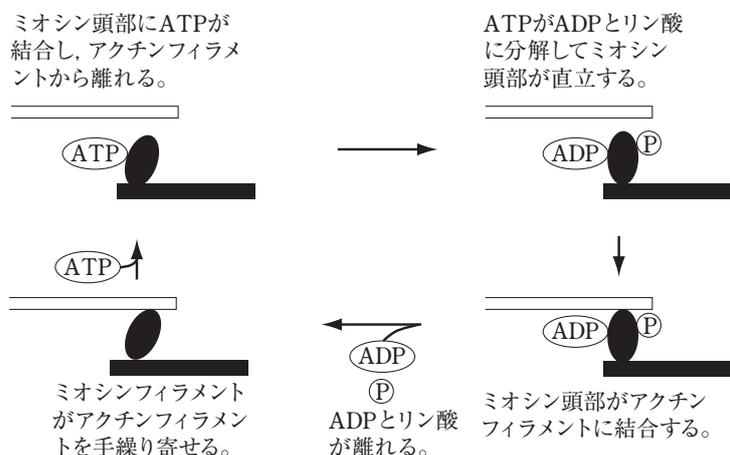
(答) …⑤

問2 筋収縮のうち、1回の刺激により起こる収縮を単収縮、刺激により収縮した筋肉が弛緩しきる前に次の収縮が起こる強縮がある。強縮は単収縮よりもより大きく収縮する特徴がある。実験2で、80ミリ秒後の筋肉はまだ収縮が終わり切っていないので、刺激を与えると強縮（不完全強縮）が起こり、より大きく収縮する。したがって、 $L_2 < L_1$ (㉑)となる。実験3で、160ミリ秒後の筋肉は収縮が終わり切っているため、刺激を与えると単収縮が起こり、収縮の大きさは実験1と同じになる。したがって、 $L_1 = L_3$ となる。ここから、 $L_3 > L_2$ (㉒)が導かれる。したがって、④が正しい。

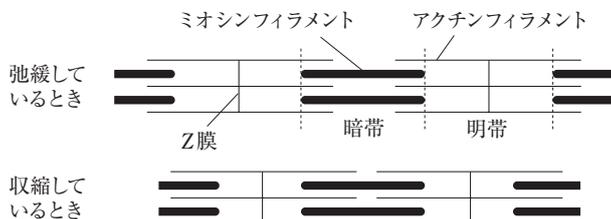


(答) …④

問3 筋収縮では、下図のようにミオシン頭部にATPが結合、分解（）することでミオシン（）の形状が変化することで、アクチン（）フィラメントが手繰り寄せられる。



この結果、下図のように横紋筋の明帯 () の長さは短くなるが、暗帯の長さには変化はない。



(答) …③

B

問4 植物は乾燥ストレスに晒されると、葉で植物ホルモンの一種であるアブシシン酸 () が合成され、アブシシン酸濃度が上昇する。この結果、葉の気孔が閉じて蒸散が抑制される。

イネばか苗病菌はイネの苗に感染して、植物ホルモンの一種であるジベレリン () を分泌する。この結果、イネの苗は伸長が促進される。

植物の組織にオーキシンとサイトカイニン () を適当な濃度比で加えると、脱分化して増殖し、未分化細胞の塊を形成する。これをカルスという。アグロバクテリウムのもつ T-DNA (T-プラスミド) には、オーキシンとサイトカイニンの合成に関わる遺伝子があり、感染した細胞に T-DNA を送り込むことで、カルス化を誘導する。

(答) …① …⑥ …⑦

問5 遺伝子 X は病原抵抗性反応を抑制すること、遺伝子 Y は遺伝子 X のはたらきを抑制することに留意する。実験4で、遺伝子 X を欠く突然変異体 x は、病原抵抗性反応が抑制されないため、野生型よりも感染葉の細菌数が少なくなったと考えられる。また、遺伝子 Y を欠く突然変異体 y は、遺伝子 X のはたらきを抑制できないため、野生型よりも遺伝子 X による病原抵抗性反応の抑制が強くはたらくために、感染葉の細菌数が多くなったと考えられる。遺伝子 X と遺伝子 Y の両方を欠く突然変異体 xy は、遺伝子 Y を欠くために、遺伝子 X の抑制がはたらかないが、そもそも抑制されるべき遺伝子 X を欠いているため、病原抵抗性反応が抑制されず、野生型よりも感染葉の細菌数が少なくなったと考えられる。したがって、突然変異体 x と同程度の細菌数になると予想される。

(答) …②

第4問 生態と環境

A

問1 窒素はアミノ酸に含まれ、アミノ酸からタンパク質や DNA, RNA などの核酸 (), クロロフィルなど有機窒素化合物が合成される。窒素固定細菌は窒素分子 (N_2) からアンモニ

ウムイオンを合成することができるが、そのうち根粒菌()は、マメ科()植物と共生して、窒素固定で得たアンモニウムイオンをマメ科植物に供給し、マメ科植物は、このアンモニウムイオンを利用してアミノ酸をはじめ、有機窒素化合物を合成している。

(答) …⑥

問2 生産者の物質収支では次の図のような関係が成り立つ。すなわち、純生産量 = 被食量 + 枯死量 + 成長量である。

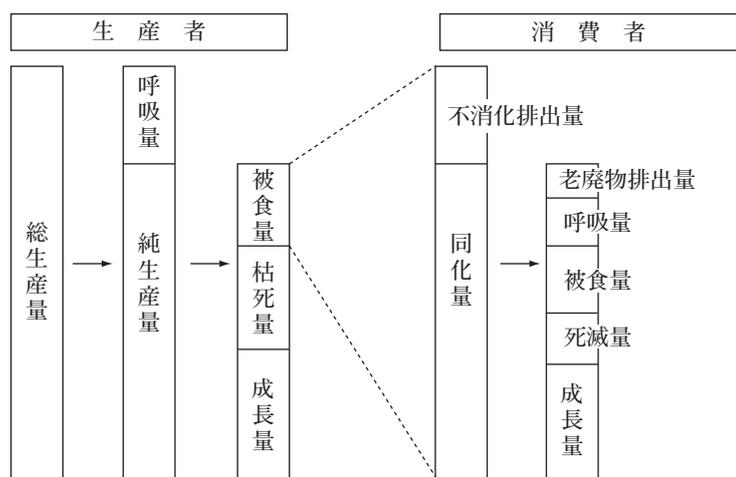


表1から、1年間の成長量 = Y + 1年の現存量 - Y年の現存量 = 23.71 - 23.01 = 0.70 kg/(m²・年)と求めることができる。1年間の枯死量は0.40 kg/(m²・年)、被食量は0.08 kg/(m²・年)であるので、1年間の純生産量 = 0.70 + 0.40 + 0.08 = 1.18 kg/(m²・年)となる。したがって、⑥が正しい。

(答) …⑥

問3 上図から、生産者の総生産量 = 純生産量 + 呼吸量であるので、1年間の呼吸量がわからないと、総生産量を求めることはできない。したがって、④が正しい。

(答) …④

B

問4 種間関係における寄生は、2種の個体群のうち、片方が利益を受けた場合、もう片方は不利益を被る。一方、相利共生は、2種の個体群の両方に利益がもたらされる。図1で、捕食者の少ない年では、托卵されなかった巣よりも托卵された巣の方が、1つの巣から巣立つカラスのひなの数が少ないことから、托卵されると1つの巣から巣立つカラスのひなは減少()することがわかる。この場合、カッコウの托卵は、カッコウにとっては利益になるが、カラスにとっては不利益になる。つまり、カラスはカッコウによって寄生されている状態()である。一方、捕食者の多い年では、托卵されなかった巣よりも托卵された巣の方が、1つの

巣から巣立つカラスのひなの数が多いことから、托卵されると1つの巣から巣立つカラスのひなは増加()することがわかる。この場合、カッコウの托卵は、カッコウにとっては利益になり、カラスにとっても利益になる。つまり、カラスとカッコウは相利共生の状態()である。したがって、④が正しい。

(答) …④

問5 ①遺伝的多様性は、個体群内の個体間の遺伝的な差異のことであり、ある1個体だけを取り出して使う言葉ではない。したがって、誤りである。②生物の種数と、それらの種が相対的に占める割合で決まるのは種多様性であるので、誤りである。③ある個体群の遺伝的多様性が低い場合、環境が変化すると個体群そのものが絶滅する可能性が高くなるが、遺伝的多様性が高い場合、環境が変化して多くの個体が死に耐えても、生き残る個体が生じる可能性が高く、個体群が絶滅しにくい。したがって、正しい。④弱い攪乱では種間競争に強い種が生き残り、強い攪乱では攪乱に強い種が生き残る。中規模で適度にはたらく攪乱では、種間競争に強い種、攪乱に強い種が共存するため、種多様性は高くなる。したがって、誤りである。⑤ある種で個体数が少なくなると、近親交配によって生存や繁殖に有害な劣性遺伝子がホモ接合になりやすく、個体群内に蓄積されていき、さらに個体数を減らすことになる。したがって、誤りである。⑥生態系多様性のある環境では、さまざまな生態系に異なる種が存在するので、種多様性は高くなる。したがって、正しい。

(答) ・ …③・⑥

第5問 生物の進化と系統

A

問1 集団中の個体には、遺伝子型が $H_1 H_1$ 、 $H_1 H_2$ 、 $H_2 H_2$ の3つが存在する。

<マラリアが流行している地域 X >

- ・ $H_1 H_1$: マラリアにより生存に不利になる。
- ・ $H_1 H_2$: マラリアにより生存に有利になる。
- ・ $H_2 H_2$: マラリアに関係なく不利になる。

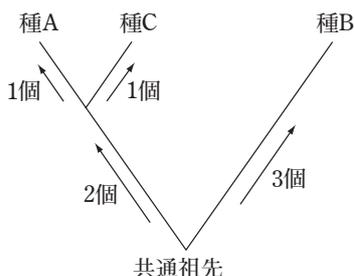
<マラリアが流行していない地域 Y >

- ・ $H_1 H_1$: マラリアがないので生存に有利になる。
- ・ $H_1 H_2$: マラリアがないので生存に不利になる。
- ・ $H_2 H_2$: マラリアに関係なく不利になる。

したがって、遺伝子 H_2 の頻度は、 $x > y$ となる。また、遺伝子頻度は最大で1であり、このとき遺伝子型はすべて生存に不利な $H_2 H_2$ となるため、ありえない。したがって、 $1 > x > y$ となるので、⑥が正しい。

(答) …⑥

問2 図1から塩基の違いは、種Aと種Bで6個、種Aと種Cで2個、種Bと種Cで6個である。種間の塩基の違いが少ない方が近縁であるので、次のような系統樹を作成することができる。種Aと種Bの間の塩基の違いが6個であることから、共通祖先から種A、種Bに至る過程でそれぞれ異なる塩基3個が変化したと考えられる。同様に、種Aと種Cの間の塩基の違いが2個であることから、種Aと種Cが分岐する過程でそれぞれ異なる塩基1個が変化したと考えられる。



種Aと種Bが共通祖先から分岐したのが9000万年前であり、この間に塩基が3個変化しており、分子時計が成り立つので、塩基1個が変化するためには $9000 \text{ 万} \div 3 = 3000 \text{ 万年}$ かかることがわかり、種Aと種Cが分岐したのは3000万年前と推定できる。したがって、②が正しい。

(答) …②

問3 ①DNAの複製の際に、鋳型となるヌクレオチド鎖に、相補的な塩基配列をもつヌクレオチド鎖が合成されるが、このときに置換、欠失、挿入がある確率で起こる。したがって、正しい。②ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つ条件は、突然変異が起こらない、個体の移出入がない、自然選択が起こらない、集団が十分大きい、自由交配する、の5つであるので、正しい。③集団遺伝学における自然選択とは、生存に不利な遺伝子が集団から消失したり、生存に有利な遺伝子が集団中に広まることであり、生存に有利な遺伝子が起こるしきみを示している訳ではない。したがって、誤りである。④強い放射線や紫外線などは、突然変異の原因となるので、正しい。⑤遺伝子のイントロンなど、タンパク質をコードしていない部分に突然変異が起こった場合、合成されるタンパク質のアミノ酸配列に影響が出ず、生物の形質に変化はない。また、複数のコドンが同じアミノ酸を指定する場合が多いので、エキソンに突然変異が起こってもアミノ酸配列に影響が出ず、生物の形質に変化がないことがある。したがって、正しい。「誤っているものを選べ。」とあるので、③が正解である。

(答) …③

B

問4 ①・②図2から、細長い葉をつける種Dよりも、円形の葉をつける種Eの方が、水流でちぎられて失われる葉の割合が高いことがわかる。このことから、種Dは種Eよりも溪流の環境に適応していると考えられる。したがって、どちらも正しい。③図3から、種Dは照葉樹林の林

問2 寒天培地 A の場合、抗生物質が培地にないので、プラスミドの有無に関係なく、大腸菌は生育できる。したがって、は+である。プラスミド Z はアンピシリン耐性遺伝子をもち、アンピシリンを含む寒天培地 B で生育が可能であるので、は+である。しかし、プラスミド Z はカナマイシン耐性遺伝子をもたず、カナマイシンを含む寒天培地 C では生育できないので、は-である。したがって、②が正しい。

(答) …②

問3 ①・②プラスミド X には緑色蛍光タンパク質 (GFP) 遺伝子は組み込まれていないので、大腸菌が緑色の蛍光を発することはない。したがって、どちらも誤りである。③・④寒天培地 A では、プラスミド Y が取り込まれた大腸菌も、プラスミド Y が取り込まれていない大腸菌も生育するので、緑色蛍光を発するのは一部のコロニーのみである。したがって、どちらも誤りである。⑤寒天培地 C にはカナマイシンが含まれているので、カナマイシン耐性遺伝子を含むプラスミド Y が取り込まれた大腸菌は生育できるが、プラスミド Y が取り込まれていない大腸菌は生育できない。つまり、生き残った大腸菌は GFP 遺伝子を含むプラスミド Y をもつ大腸菌だけであり、全てのコロニーが緑色蛍光を発する。したがって、正しい。

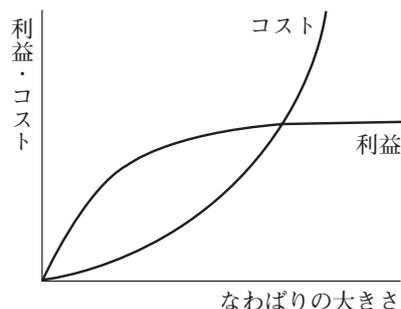
(答) …⑤

第7問 生物の生態と進化

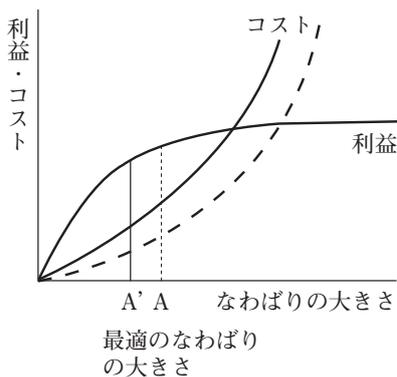
問1 学名は属名と種小名からなる。マダラもシロエリも属名は *Ficedula* であるので、同じ属である。したがって、②・③は誤りである。属が同じ生物は上位の階級の科も同じになるので、①は正しい。シロエリの種小名は *albicollis* であるので、誤りである。

(答) …①

問2 ①アユは、一部の個体が縄張りをもち、縄張りをもてなかったアユは群れアユになる。このように、全ての個体が縄張りをもつことができる訳ではないので、誤りである。②縄張りが大きいほど、縄張りに侵入してくる個体が多くなり、縄張りを守るために費やすエネルギーは大きくなるので、誤りである。③縄張りから得られる利益は、下図のように縄張りが大きくなると頭打ちになっていく。これは、縄張り内に豊富なエサがあっても個体が食べる量には限界があるからである。したがって、誤りである。



④最適の縄張りの大きさは、利益からコストを差し引いた値の最大値である（下図の A 点）。
 個体群密度が高くなると、なわばりに侵入してくる個体が多くなり、縄張りを守るために費やすエネルギー（上図のコスト）が大きくなる。得られる利益はそのままであるので、最適のなわばりは小さくなる（下図の A' 点）。このように、縄張りの大きさは、個体群密度に依存するので、誤りである。⑤縄張りは、アユでは食物の確保、マダラなど多くの鳥では、繁殖場所や交配相手の確保のために縄張りを形成するので、正しい。



(答) …⑤

問3 「実験1～3の結果は、仮説を支持するものであった。」とあることから、実験2では、同所的分布域のマダラの雌は、シロエリの雄と区別がつかない黒型雄よりも茶型雄を交配相手として好むはずである。したがって、実験2では、 < となり、実験3では、シロエリの雄と黒型雄は区別がつかないのであるから、 = となる。したがって、③が正しい。

(答) …③