

2022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

問1 代謝に関する知識問題。④について、酵素は細胞内で合成され、細胞内外で働く。①～③および⑤はいずれも正しい文である。本問では誤っているものが問われているため、④を選ぶ。

(答) ……④

問2 生物の特徴に関する知識問題。ATPを合成する細胞小器官は、ミトコンドリアと葉緑体である。よって、⑥を選ぶ。

(答) ……⑥

問3 生物の特徴に関する基礎知識をもとにした考察問題。「測定したATP量から細菌数を推定する」ことを目的とした実験の前提条件が問われている。具体的に数字をおいてみるとわかりやすいだろう。仮に、個々の細菌の細胞内に2(相対値)のATPが含まれていたとして、測定されたATP量が100(相対値)であれば、細菌は $\frac{100}{2} = 50$ 個体存在すると推定される。この式が成立するためには、個々の細菌の細胞に含まれるATP量はほぼ等しくなければならない(④は正しい)。このとき、細菌以外に由来するATPが大量に存在する場合、先の計算式において分子の値が大きくなり、実際の細菌数よりも数が多く見積もられてしまう可能性がある。よって、細菌以外に由来するATP量は無視できるほどに少ない必要がある(②は正しい)。①について、細菌を含むすべての生物は、エネルギー源としてATPを消費している。これは生物の共通性の一つであり、ATP量から細菌数を推定するための前提条件とはいえない。したがって、①は誤り。③について、本実験の目的はATP量から細菌数を推定することであり、細菌を増殖させることが目的ではないことから、細菌の増殖に最適な温度で実験を行う必要はない。したがって、③は誤り。よって、①を選ぶ。

(答) ……①

問4 遺伝情報とDNAに関する基礎知識をもとにした実験考察問題。「写真を用いた実験考察問題」は、真新しい出題といえる。本問では、花芽の方が「DNAを多く得やすい理由」が問われている。写真をもとに、各選択肢を検討する。①②誤文。染色された核の大きさおよびその濃さに差が見られても、花芽と茎の各細胞に含まれるDNA量は等しいため、花芽の方がDNAを多く得やすい理由にはならない。③正文。茎の細胞より、花芽の細胞の方が小さい。花芽と茎の各細胞内に含まれるDNA量は一定であることから、DNAを多く得るためには、DNAを抽出する細胞の数が多ければよいと考え、単位重量当たりの細胞数が多い花芽の方が、DNAを抽出しやすいといえる。④誤文。花芽と茎の各細胞内に観察される核の数は一つである。⑤誤文。酸で処理をした時点で、体細胞分裂は行われぬ。よって、⑤を選ぶ。

(答) ……⑤

問5 遺伝情報とDNAに関する基礎知識をもとにした実験考察問題。設問文および図3より、DNA濃度と黄色光の強さは比例関係にあることに留意する。図3の値を利用し、比例関係を直線の方程式に表すと、 $Y=8X$ (縦軸をY軸、横軸をX軸とする)となる(下図)。試薬Xを用いたとき、0.6(相対値)の強さの黄色光を発したことから、このときのDNA濃度(X)は、 $Y=8X$ に $Y=0.6$ を代入して、 $X=0.075$ (mg/mL)となる。本問では、花芽10gから作成した4mLのDNA溶液に含まれるDNA量が問われていることから、 0.075 mg/mL \times 4 mL = 0.30 mgとなる。よって、⑤を選ぶ。

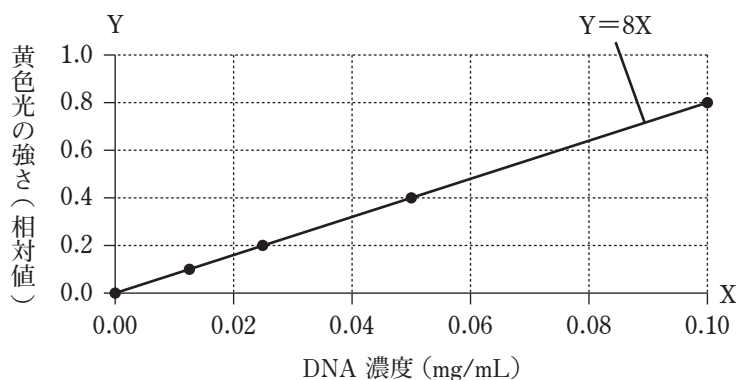


図 DNA濃度と黄色光の強さ(相対値)の関係(図3)

(答) ……⑤

問6 遺伝情報とDNAに関する基礎知識をもとにした実験考察問題。仮説を立て、実験を計画し、結果を考察するという共通テストらしい問題といえる。設問文より、試薬Yは青色光が照射されると、DNAおよびRNAの量に比例した強さの黄色光を発することから、ビーカー内に析出した白い繊維状の物質にDNAとRNAが含まれている場合、いずれかの核酸を分解する酵素を入れると、酵素を入れる前(実験I)と比べて光の強さはいずれも弱くなるはずである。よって、⑤を選ぶ。

(答) ……⑤

第2問 生物の体内環境の維持

問1 体液と物質の輸送に関する基礎知識をもとにした考察問題。①誤文。酸素を多く含んだ鮮紅色の血液を動脈血，含まれる酸素の量が少なく暗赤色の血液を静脈血という。動脈血には HbO_2 が多く含まれていることに留意し，図2の HbO_2 のグラフを考察すると，赤色光よりも赤外光の方が吸収されている，すなわち，光の透過量は赤色光に比べて赤外光の方が少なくなると考えられる。②誤文。組織で酸素が消費された後の血液は，含まれる酸素の量が少なく，静脈血である。静脈血には HbO_2 ではなく Hb が多く含まれていることに留意し，図2の Hb のグラフを考察すると，赤外光よりも赤色光の方が吸収されている，すなわち，光の透過量は赤外光に比べて赤色光の方が少なくなると考えられる。③正文。心拍によって心臓から指先へと動脈血が送られてきたときは血液中の HbO_2 の割合が高まるが，酸素が組織に消費されることで HbO_2 の割合は次第に低下する。次の心拍によって心臓から動脈血が送られてくると， HbO_2 の割合は再び高まり，その後低下する。光学式血中酸素飽和度計では，このような HbO_2 の割合の周期的な変化を，光の透過性の周期的な変化として捉え，脈拍の頻度を測定している。④誤文。下線部(a)より，赤外光の透過量から調べることが可能なのは動脈血中における HbO_2 の割合であり， Hb の総量を知ることはできない。よって，③を選ぶ。

(答) ……③

問2 酸素解離曲線に関する考察問題と計算問題。グラフより， HbO_2 の割合が80%になるときの動脈血中の酸素濃度は40である(下図)。よって，②()を選ぶ。また，グラフより，山頂付近における組織の HbO_2 の割合は20%である(下図)。これらから，山頂付近において，動脈血中の「 HbO_2 のうち」，組織で酸素を解離した割合は， $\frac{80 - 20}{80} \times 100 = 75\%$ となる。よって，④()を選ぶ。なお，山頂付近において，動脈血中の「 Hb のうち」，組織で酸素を解離した割合は， $\frac{80 - 20}{100} \times 100 = 60\%$ となる。

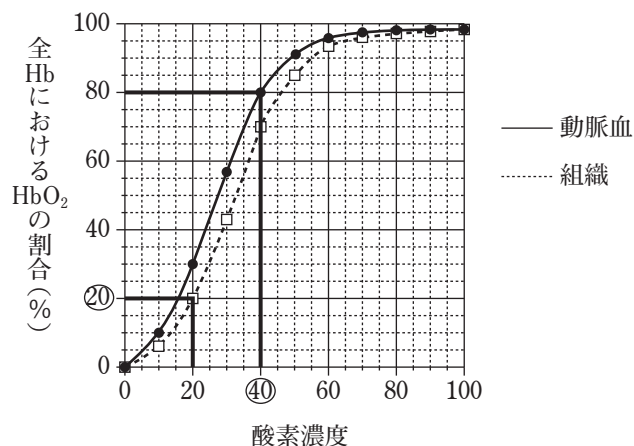


図 酸素濃度と全 Hb に対する HbO_2 の割合 (%) の関係 (図 3)

(答) ……②

(答) ……④

問3 食細胞に関する基礎知識をもとにした実験考察問題。実験1より、腹腔内に大腸菌を注射すると、腹腔内には注射前と比べて好中球が増加している。これは、大腸菌を病原体として認識した結果、血管(ア)中に存在する好中球が、周辺の組織を経て腹腔内に移動したと考えられる。好中球は、マクロファージ(イ)とともに食細胞として働き、大腸菌を食作用によって排除すると推測される。なお、食細胞には好中球やマクロファージのほか、樹状細胞も含まれる。ナチュラルキラー(NK)細胞も自然免疫に関与する免疫細胞の一つだが、食作用はもたない。よって、③を選ぶ。

(答) 10 ……③

問4 拒絶反応に関する基礎知識をもとにした実験考察問題。実験2より、マウスYは、マウスXの皮膚移植によってマウスXの皮膚に対する一次応答が起こる。その際、働いた免疫細胞のうちの一部が記憶細胞として体内に残り、免疫記憶が成立していると考えられる。このため、数日後の移植時には記憶細胞が迅速に働き、1回目よりも早く移植片は脱落すると考えられる。よって、①を選ぶ。

(答) 11 ……①

問5 免疫と医療に関する基礎知識をもとにした実験考察問題。まず、予防接種と血清療法について確認する。予防接種とは、弱毒化または死滅した病原体または毒素を接種することで体内に免疫記憶を形成し、感染症の発症を予防することである。一方、血清療法とは、体内に毒素が侵入した際、あらかじめつくっておいた抗体を含む血清を注射することで毒素を無毒化し、毒素の作用を阻害することである。本実験では、マウスに致死性の毒素を注射した直後に、毒素を無毒化する抗体を注射して毒素の作用を阻害していることから、血清療法に関する内容であることがわかる(Ⓐは誤りでⒷは正しい)。このとき、マウス体内には直接抗体を注射しており、マウス自体の免疫反応は発動していないことから、このマウスのT細胞およびB細胞は特に働いていないと考えられる(Ⓒ・Ⓓともに誤り)。よって、②を選ぶ。

(答) 12 ……②

第3問 生物の多様性と分布

問1 日本のバイオーム（垂直分布）に関する基礎知識をもとにした考察問題。年平均気温の上昇により、バイオームの境界となる標高は高くなると考えられる。図1より、標高500mは照葉樹林と夏緑樹林の境界、標高1500mは夏緑樹林と針葉樹林の境界である。年平均気温が上昇すると、バイオームの境界となる標高が高くなった結果、標高500m地点および標高1500m地点ではバイオームが移行することなく、それぞれの地点では照葉樹林と夏緑樹林が成立すると考えられる。よって、⑥が正しい。

(答) ……⑥

問2 光環境と光合成に関する基礎知識をもとにした考察問題。1本の木において、日当たりのよい場所につく葉を陽葉、日当たりの悪い場所につく葉を陰葉という。このとき、陽葉は陽生植物、陰葉は陰生植物と同様の特徴をもつことから、図2中の2本のグラフのうち、耐陰性が強い（光補償点が小さい）グラフが陰葉、強光下でより多くの二酸化炭素を吸収しているグラフが陽葉であるとわかる（下図）。問題文より、ブナアオは陰葉から食べ始めることを留意すると、食べ始めてからしばらくは陰葉が主に食べられるが陽葉は存在したままであり、陽葉に光が当たることで二酸化炭素を吸収するため、二酸化炭素吸収速度は低下しづらい。一方で、陰葉の摂食が進むと陽葉が食われ始めるため、二酸化炭素吸収速度は次第に大きく低下するようになると考えられる。これを示しているグラフは⑥のみである。よって、⑥を選ぶ。

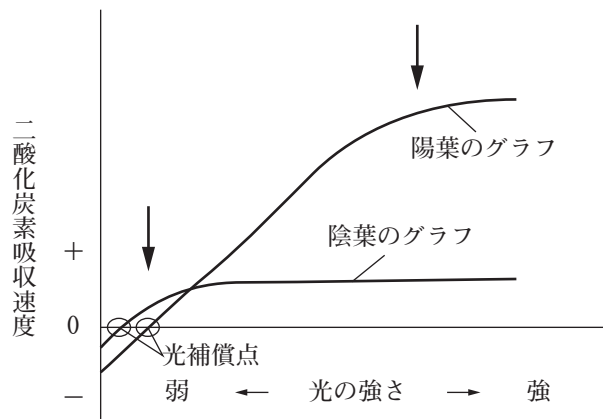


図 光環境と光合成の関係(図2)

(答) ……⑥

問3 生態系の成り立ちに関する基礎知識をもとにした考察問題。問題文より、ブナアオはブナの葉を食う一次消費者である。また、甲虫のクロカタビロオサムシは、ブナアオの幼虫を捕食するので、二次消費者である。さらに、菌類のサナギタケは、ブナアオの蛹を栄養源とするので、クロカタビロオサムシと同じく二次消費者であるといえる。よって、⑤を選ぶ。

(答) ……⑤

問4 生態系内における物質(窒素)循環に関する基礎知識をもとにした考察問題。下水処理場では、好気槽と嫌気槽の2つを利用して、下水から窒素を取り除いている。好気槽内では、硝化菌の働きにより、下水中のアンモニウムイオンを硝酸イオンの形まで変える。また、嫌気槽内では、脱窒素細菌の働きにより、硝酸イオンや亜硝酸イオンを窒素の形に変え、大気中へと放出する。よって、①が正しい。なお、2つの槽を用いる理由として、硝化菌による硝化は好気条件下、脱窒素細菌による脱窒は嫌気条件下でのみ進行することがあげられる。

(答) ……①

問5 人間活動による生態系への影響に関する基礎知識をもとにした考察問題。森林を構成する植物は、土壌中の無機窒素化合物を根から吸収している。人間活動の影響により森林植生の大部分が一時的に消失すると、土壌中の無機窒素化合物が森林を構成する植物に吸収されなくなり、土壌中の無機窒素化合物の多くは河川へと流れ出ていく。その結果、河川水の窒素濃度は上昇すると考えられる(③～⑥は誤り)。その後、森林植生が回復すれば、土壌中の無機窒素化合物が森林を構成する植物へと再び吸収されるようになるので、河川へと流れ出ていく無機窒素化合物の濃度も低下し、河川水の窒素濃度も低下して元に戻ると考えられる。よって、②が正しい。

(答) ……②