

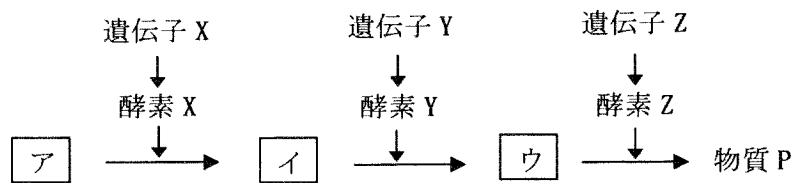
平成 19 年 度

生 物 (そ の 1) 問 題

解答はすべて「生物 (その3) 解答用紙」の所定の欄に記入しなさい。

[I] 下図は、子囊菌類に属するある生物において、生育に不可欠な物質 P が細胞内で合成される経路の最後の 3 段階と、反応に関与する酵素、およびその遺伝子を示している。この生物の野生型の菌糸は、最少培地に含まれる成分から物質 P を合成することができるが、物質 P を合成できないさまざまな変異型の系統も維持されている。その中には、図に示された 3 段階にのみ異常が認められる系統があり、系統 1~3 では酵素 X, Y, Z のいずれか 1 つが、また、系統 4 では 3 種類すべての酵素が、遺伝子に起きた突然変異のために機能を失っている。

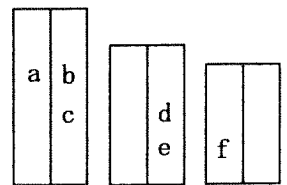
この生物のからだは、子嚢胞子の発芽によって生じる核相が n (染色体数 8) の菌糸からできている。子嚢胞子は、有性生殖 (交配) によって作られるのだが、まず、異なる個体の中で菌糸の細胞が融合し、核相が $2n$ の細胞が作られる。この細胞が、減数分裂とそれに続く 1 回の核分裂 (体細胞分裂における核分裂と同様の過程) を行い、8 個の子嚢胞子 (核相 n) を生じる。下記の各問に答えよ。ただし、問題文中の交配では新たな突然変異は起きないとする。



問 1. 物質 P, またはその前駆物質である Q, R, S のいずれか 1 つを最少培地に添加して、系統 1~4 の菌糸を培養した。その結果、物質 P を添加した培地ではすべての系統が生育できたが、物質 R の添加ではどの系統も生育できなかった。また、物質 Q を添加した培地では系統 2 のみが、物質 S を添加した培地では系統 2 と 3 のみが生育できた。(1) 上図の ア, イ, ウ はそれぞれ、物質 Q, R, S のどれに相当するか。(2) 系統 1, 2, 3 で機能を失っているのは、それぞれどの酵素か。

問 2. 系統 1 と 2 の交配、および系統 1 と 3 の交配では、作られる子嚢胞子のうち 75% が最少培地で生育できない菌糸を生じる。一方、系統 2 と 3 の交配では、そのような子嚢胞子の割合は 95% である。(1) 系統 1 と 2 の交配で作られる子嚢胞子のうち、最少培地に物質 S を添加しても生育できない菌糸を生じるものの割合はどれだけか。(2) 野生型と系統 4 の交配で作られる子嚢胞子のうち、最少培地で生育できない菌糸を生じるものの割合はどれだけか。(1), (2) ともに分数で答えよ。

問 3. 酵素 Y のみが機能を失っている系統と野生型を交配させ、上文の核分裂の過程にある 1 つの核を観察した。中期には縦に裂け目の入った太い染色体が複数観察され、そのうち 3 本の略図が右に示されている。図中の記号は、酵素 X, Y, Z の遺伝子を含むいくつかの遺伝子が存在する位置を示しており、図の a の位置には機能を欠く酵素 Y の遺伝子が存在する。



(1) 酵素 X, Y, Z の正常な遺伝子はどこに存在するか、考えられる位置の組合せを答えよ。

解答は例にならない、X, Y, Z の順にそれらの位置を示す記号を列挙せよ (例: b—c—d)。組合せに複数の可能性がある場合は、その中の 1 つを答えればよい。ただし、図に示された染色体に正常な遺伝子が存在しない場合は、記号の代わりに“無”と記入せよ。(2) 核分裂の前に行われる減数分裂では、二価染色体は細胞あたり何本形成されるか。

問 4. 野外で採集した多数の野生型の菌糸について、遺伝子 X の塩基配列を比較した。その結果、ある菌糸では、酵素が機能を果たすうえで不可欠な部位のアミノ酸に対応する塩基配列に、1 塩基だけ他の野生型菌糸のものとは異なる塩基への置き換わりが認められた。塩基が置換されているにもかかわらず、その菌糸が正常な酵素 X を生産できるのはなぜか、簡潔に述べよ。

[II] 下記の各問に答えよ。

問 1. 呼吸商の値は呼吸基質の種類によって異なることが知られている。呼吸基質が分子式 $C_{42}H_{83}O_{10}P$ で示されるリン脂質の場合について、酸化反応の反応式を示し、呼吸商を小数第 2 位まで算出せよ (小数第 3 位を四捨五入)。ただし、この反応の最終産物の 1 つはリン酸 (H_3PO_4) である。

問 2. ADP は塩基、糖、リン酸からできている。塩基と糖の名称、および 1 分子の ADP に含まれるリン酸の数を記せ。

問 3. 陸上植物の葉緑体の色素は、緑色系と黄色系の 2 種類に大別される。各々の色素の総称を記せ。

平成19年度

生物(その2)問題

問4. 陸上植物の細胞における光合成および好気呼吸によるグルコースの分解過程において、A欄に示した(1)～(5)の部位では、そこに存在する酵素などによりどのような反応が行われるか。各部位で行われる反応を、B欄の(a)～(m)からすべて選び、記号をアルファベット順に記せ。同じ記号を何度選んでもよい。

A欄： (1)細胞質基質 (2)ミトコンドリアのマトリックス (3)ミトコンドリアのクリステ
(4)葉緑体のストロマ (5)葉緑体のチラコイド

B欄： (a)解糖系における補酵素の酸化 (b)解糖系における補酵素の還元
(c)カルビン・ベンソン回路における補酵素の酸化 (d)カルビン・ベンソン回路における補酵素の還元
(e)ATPの生成 (f)ATPの分解 (g)二酸化炭素の発生 (h)二酸化炭素の固定
(i)酸素の発生 (j)酸素の還元による水の生成 (k)エタノールの生成 (l)ピルビン酸の分解
(m)光化学反応

問5. 好気性細菌の細胞において、好気呼吸によるATPの生成反応が最も盛んに行われている部位はどこか、名称を記せ。ただし、この部位での反応はミトコンドリアにおけるATPの生成に類似した反応である。

[Ⅲ] 次の文章を読み、下記の各問に答えよ。

哺乳類の筋肉には、骨格筋のほかに、横紋が見られないア筋と、不随意筋で横紋が見られるイ筋とがある。骨格筋を構成する①筋細胞は、直径約1μmのウ繊維の束が多数集まってできている。ウ繊維では、②太いフィラメントと細いフィラメントが規則正しく配列し、明帯の中央部にはエ膜と呼ばれるしきりがある。運動神経が興奮すると、軸索の末端にあるオから神経伝達物質が分泌され、筋細胞に興奮が伝わる。すると、筋細胞の細胞質中にカルシウムイオンが放出され、それを引き金として一連の反応が起こり、筋が収縮する。骨格筋は、収縮する際にも③弛緩する際にもATPのエネルギーを必要とする。

問1. ア～オに適する語句を記せ。

問2. ア筋について、あてはまる記述を次の(a)～(f)からすべて選び、記号で答えよ。

(a)筋細胞は紡錘形である (b)筋細胞は多数の核をもつ (c)筋細胞は規則正しく配列したサルコメアをもつ
(d)随意筋である (e)骨格筋に比べて速く収縮する (f)胃や腸の運動を行う

問3. 骨格筋およびイ筋は、胚のどの部分から形成されるか。次の(a)～(f)から1つずつ選び、記号で答えよ。

(a)神経管 (b)脊索 (c)体節 (d)腎節 (e)側板 (f)内胚葉

問4. イ筋の運動を促進する神経と、その末端から分泌される神経伝達物質との組合せで、正しいものはどれか。次の(a)～(f)から1つ選び、記号で答えよ。

(a)交感神経—アドレナリン (b)交感神経—ノルアドレナリン (c)運動神経—アセチルコリン
(d)副交感神経—アドレナリン (e)副交感神経—ノルアドレナリン (f)副交感神経—アセチルコリン

問5. 光学顕微鏡を使って骨格筋を観察したところ、下線部①の筋細胞の直径は、接眼マイクロメーターで24目盛りに相当した。同じ倍率で、1目盛りが10μmの対物マイクロメーターを観察したところ、その11目盛りが接眼マイクロメーターの48目盛りと長さが一致していた。筋細胞の直径は何μmか。有効数字2桁で答えよ。

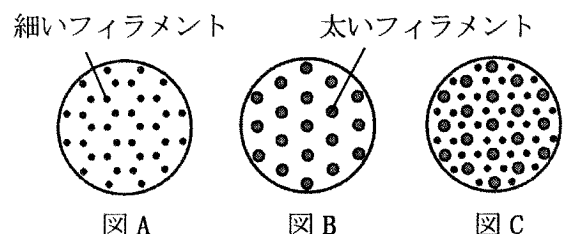
問6. 下線部②の2種類のフィラメントそれぞれについて、あてはまる記述を(a)～(g)からすべて選び、記号で答えよ。同じ記号を何度選んでもよい。

(a)主成分はミオシンである (b)主成分はアクチンである (c)主成分はミオグロビンである (d)ATPと結合する
(e)神経伝達物質と結合する (f)カルシウムイオンと結合する (g)グリセリンに浸すと破壊される

問7. ウ繊維の異なる部分の横断面を図A～Cに示す。次の各問に答えよ。

(1)各図は、明帯、暗帯のいずれの横断面か。
(2)筋の収縮時には弛緩時と比べて、各横断面をもつ部分の全長はそれぞれどうなるか。次の(a)～(c)から1つずつ選び、記号で答えよ。

(a)長くなる (b)短くなる (c)変わらない



問8. 下線部③において、弛緩する際にもATPのエネルギーを必要とするのはなぜか、簡潔に述べよ。