

生 物 基 礎

(解答番号 101 ~ 117)

第 1 問 生物の特徴と、遺伝子とその働きに関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問 1 ~ 6)に答えよ。(配点 17)

A 私たちは、ふだんの食生活において、様々な生物の特性を利用している。

(a) ヨーグルトやチーズは乳酸菌，しょう油やみそはコウジカビ，そしてワインやパンは (b) 酵母の働きを利用して作られる。乳酸菌とコウジカビについて核の有無を調べたところ，乳酸菌には核が存在しなかったが，コウジカビには核が存在した。

問 1 下線部(a)に関連して，表 1 は，三種類の生物の細胞における構造体の有無を示したものである。乳酸菌とコウジカビに相当する細胞は，それぞれ表 1 のア～ウのうちのどれか。その組合せとして最も適当なものを，後の①～⑥のうちから一つ選べ。 101

表 1

細胞 \ 構造体	ア	イ	ウ
細胞膜	+	+	+
細胞壁	+	+	+
ミトコンドリア	+	+	—
葉緑体	+	—	—

注：＋は存在することを，－は存在しないことを，それぞれ示す。

	乳酸菌	コウジカビ
①	ア	イ
②	ア	ウ
③	イ	ア
④	イ	ウ
⑤	ウ	ア
⑥	ウ	イ

出題範囲：生物基礎

問 2 ある真核生物の代謝の過程は、図 1 の A と B のように大きく二つに分かれる。A は光エネルギーを用いて有機物をつくる過程で、B は有機物を分解して化学エネルギーを取り出す過程である。A、B の過程に関する記述のうち、どちらか一方の過程のみに該当するものとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

102

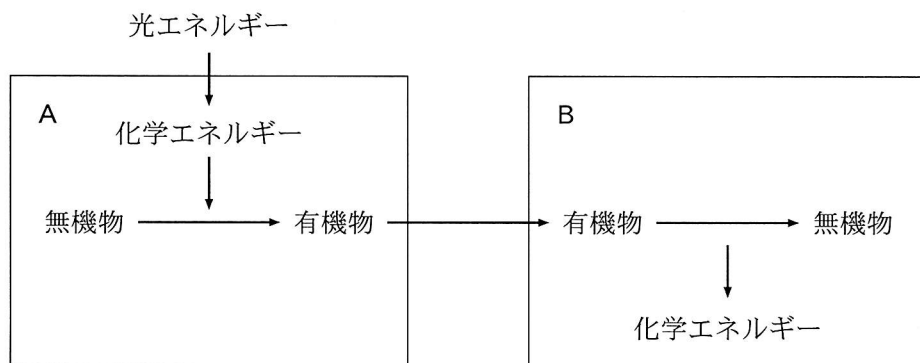


図 1

- ① 従属栄養生物の細胞内で行われる。
- ② 酵素の働きが必要である。
- ③ ATP がエネルギーの受け渡しに利用される。
- ④ 細胞質で行われる。

問 3 下線部(b)に関連して、酸素がない条件下で培養している酵母を固定・染色し、光学顕微鏡で観察したところ、細胞小器官 X が、図 2 に示すようにごく少数しか観察されなかった。その後、酵母を酸素がある条件下に移して培養し、観察したところ、細胞小器官 X は、図 3 に示すように多数観察された。また、このときの培養液中の酸素は、酵母によって消費され減少した。後の記述①～③のうち、この細胞小器官 X の主な働きに関する記述として適当なものはどれか。それを過不足なく含むものを、後の①～⑦のうちから一つ選べ。

103

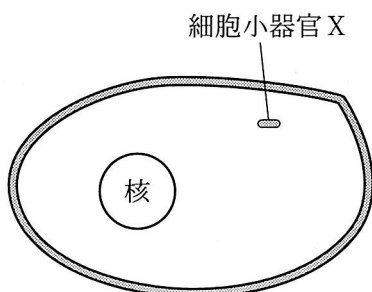


図 2

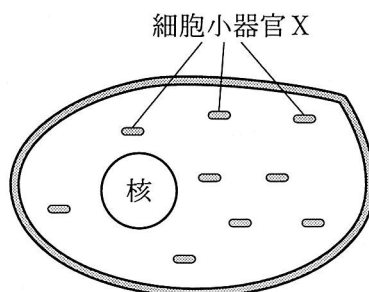


図 3

- ① 光合成に関与する。
- ② 染色体の凝縮に関与する。
- ③ 異化に関与する。

① ①

② ②

③ ③

④ ①, ②

⑤ ①, ③

⑥ ②, ③

⑦ ①, ②, ③

出題範囲：生物基礎

- B 生命活動はタンパク質の働きによって支えられている。タンパク質は、各生物の_(C)ゲノムに存在する遺伝子が発現することによって合成される。

問 4 下線部(C)に関連して、ゲノムや DNA、遺伝子発現に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 104

- ① 細胞周期の時期によって、ゲノムの大きさが変化する。
- ② 100 万塩基対の DNA を構成するヌクレオチドは、100 万個である。
- ③ mRNA に含まれる塩基のうち、アデニンが 30 % を占めている場合、グアニンの割合は 20 % である。
- ④ 同一個体において、細胞の種類が異なれば、それぞれの細胞に存在するタンパク質の種類や量は異なる。

問 5 ある原核生物では、一つのタンパク質を構成するアミノ酸の数は平均するとおよそ 270 である。この原核生物では、ゲノムに 2000 個の遺伝子があり、全塩基配列中に占める遺伝子領域の割合は 90 % であった。この原核生物のゲノムのおおよその大きさとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 105

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① 50 万塩基対 | ② 60 万塩基対 | ③ 145 万塩基対 |
| ④ 180 万塩基対 | ⑤ 290 万塩基対 | ⑥ 360 万塩基対 |

問 6 大腸菌のゲノムには、約 4200 個の遺伝子が存在する。条件 A で培養した大腸菌の細胞一つに含まれる mRNA の総数を調べたところ、約 8000 であった。一方、条件 B で培養した大腸菌の細胞一つに含まれる mRNA の総数は約 3000 で、タンパク質の総数は約 300 万であった。次の記述①～⑧のうち、これらの結果から考えられる遺伝子発現に関する考察として適当なものはどれか。その組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、細胞に含まれる全ての mRNA とタンパク質は、細胞分裂後に合成されたものとする。

106

- ① ゲノムに存在する遺伝子の数が変化したことにより、細胞一つに含まれる mRNA の総数が変化する。
- ② 同一の DNA 領域を、繰り返し転写することができる。
- ③ 全ての遺伝子において、常に転写と翻訳が行われている。
- ④ 一つの細胞内には、同じタンパク質が複数個存在する。

① ①, ②

② ①, ③

③ ①, ④

④ ②, ③

⑤ ②, ④

⑥ ③, ④

第2問 ヒトのからだの調節と防御に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～6)に答えよ。(配点 17)

A 体内環境が一定に保たれる性質を恒常性といい、自律神経系や^(a)内分泌系の働きによって調節されている。ヒトの細胞は、血液中のグルコースをエネルギー源として利用する。食物を分解して得られたグルコースは、消化管から吸収され、血液によって全身の細胞に運ばれる。健康な人では、^(b)血液中のグルコース濃度(以下、血糖濃度)は、複数のホルモンの作用によって、適正な範囲に保たれている。

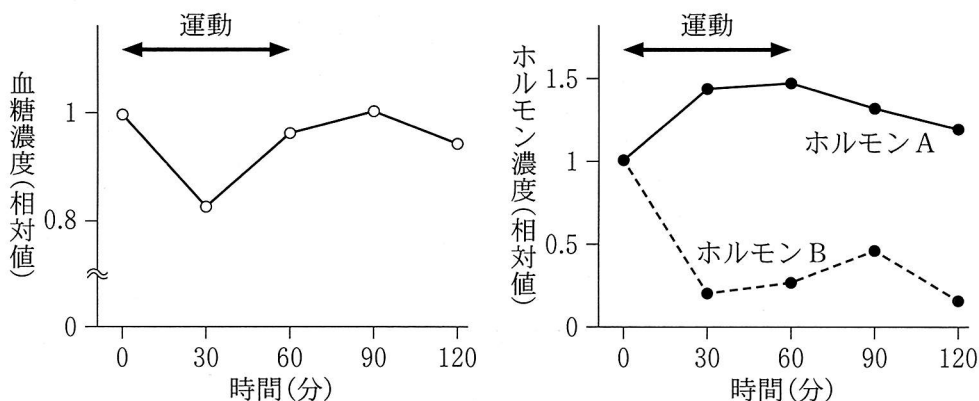
問1 下線部(a)に関連して、ホルモンについての記述として適当でないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

107

- ① ホルモンは、血液中に分泌されて標的器官まで運ばれる。
- ② 1種類のホルモンは、どの標的器官でも同じ応答を引き起こす。
- ③ ホルモンは、標的細胞に存在する受容体に結合する。
- ④ 神経細胞には、ホルモンを分泌するものがある。
- ⑤ ホルモンには、自律神経系によって分泌が制御されるものがある。

問 2 下線部(b)に関連して、運動でエネルギーを消費したときの血糖濃度の変化について調べた。健康な人が 60 分間運動し、その直後 60 分間安静にしていたときの、血糖濃度とすい臓から分泌される 2 種類のホルモン(ホルモン A・ホルモン B)の血液中の濃度を 30 分おきに測定したところ、図 1 のようになった。ホルモン A またはホルモン B に関する記述として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

108



注：縦軸は、運動開始時の濃度を 1 としたときの相対値。

図 1

- ① ホルモン A は、肝臓のグリコーゲンの分解を促進する。
- ② ホルモン A は、ホルモン B によって分泌が抑制される。
- ③ ホルモン B は、血糖濃度の変化に関してアドレナリンと同様な働きをもつ。
- ④ ホルモン B は、心拍数の増加によって分泌が抑制される。

出題範囲：生物基礎

問 3 同じく下線部(b)に関連して、血糖濃度を調節する働きが十分でない人(Yさん)の、食後の血糖濃度と血液中のインスリン濃度の変化を測定した。その結果、血糖濃度は健康な人と比べて高い値を示したが、インスリン濃度は健康な人とほぼ同じであった。Yさんに関する次の文章中の ア・イ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 109

Yさんの体内では、インスリンの ア が正常に行われなくなっていることで、血糖濃度が高いまま維持されていると考えられる。このような状態が続くと、グルコースの イ が不十分になることで、エネルギー源としてのグルコースの供給に支障をきたす。

	ア	イ
①	合 成	細胞への取り込み
②	合 成	細胞での合成
③	分 泌	細胞への取り込み
④	分 泌	細胞での合成
⑤	受 容	細胞への取り込み
⑥	受 容	細胞での合成

(下書き用紙)

生物基礎の試験問題は次に続く。

出題範囲：生物基礎

B ある年、高校生のZさんは、2種類の病気を経験した。以下はその記録である。

冬の週末、Zさんは、(c)喉の腫れ^はと38℃の発熱のため安静にしていた。しかし、週明け後も熱が下がらないため、病院で受診したところ、(d)インフルエンザと診断された。その後、静養を続けたところ、徐々に症状が治まり、1週間後、平熱に戻った。Zさんの自宅療養中に(e)家族も発熱し、弟の症状と経過はZさんとよく似ていたが、母は比較的症状が軽く、4日間で回復した。

夏の午後、Zさんは、裏庭でスズメバチに刺されて倒れた。家族がからだを揺さぶると応答したもののすぐに眠り込むため、救急搬送された。Zさんの血圧は大幅に低下し、ハチによる多数の刺し傷が赤く腫れていた。(f)医師はこれらをアナフィラキシーによる症状と判断し、急いで治療を始め、数時間でその効果を確認した。その後、血圧は正常範囲で安定し、4日後、元気に退院した。

問4 下線部(c)・(d)に関連して、感染の初期段階において喉の腫れをもたらす体内の働きはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

110

- ① 細胞性免疫の働き
- ② 体液性免疫の働き
- ③ 自然免疫の働き
- ④ 胸腺で成熟する免疫細胞の働き
- ⑤ 気管の粘膜が分泌する粘液の働き

問 5 下線部(e)に関連して、Zさんの家族間での症状の違いに関する次の文章中の **ウ** ～ **オ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 **111**

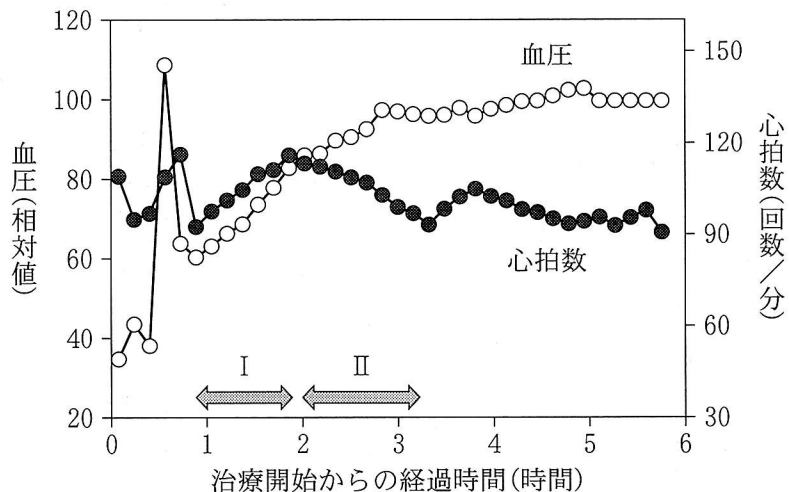
弟と母もZさん経由でインフルエンザウイルスに感染したと仮定すると、母が早く回復したのはなぜだろう。母は予防接種を受けていないにもかかわらず、10年以上風邪をひくこともなかったという。この体質は、もしかすると **ウ** の数量や能力の違いによるものかもしれない。なぜなら、**ウ** は病原体などの異物を取り込んで排除するだけでなく、**エ** に移動することで特定の **オ** の働きを直接活性化するからである。

	ウ	エ	オ
①	好中球	骨 髄	B細胞
②	好中球	骨 髄	T細胞
③	好中球	リンパ節	B細胞
④	好中球	リンパ節	T細胞
⑤	樹状細胞	骨 髄	B細胞
⑥	樹状細胞	骨 髄	T細胞
⑦	樹状細胞	リンパ節	B細胞
⑧	樹状細胞	リンパ節	T細胞

出題範囲：生物基礎

問 6 下線部(f)に関連して、ハチに刺されて出現した症状とその後の推移に関する次の文章中の **カ** ～ **ク** に入る語句の組合せとして最も適切なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 **112**

医師の診断から、ハチ毒に対する **カ** が刺し傷の腫れなどの症状と深く関係していると考えられる。Zさんの血圧が大幅に低下したが、これは、多くの血管が **キ** することで起こったと推定される。図2の血圧と心拍数の推移を見ると、血圧が回復する過程で心拍数も安定する傾向を示した。心拍数は神経系や内分泌系の働きで調節される。図2の時間帯 **ク** における心拍数の変化は、副交感神経の作用によるものと思われる。



注：血圧は、治療後の安定した血圧を 100 としたときの相対値。

図 2

	力	キ	ク
①	免疫反応	収 縮	I
②	免疫反応	収 縮	II
③	免疫反応	拡 張	I
④	免疫反応	拡 張	II
⑤	免疫不全	収 縮	I
⑥	免疫不全	収 縮	II
⑦	免疫不全	拡 張	I
⑧	免疫不全	拡 張	II

第3問 生物の多様性と生態系に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。(配点 16)

A 人間の活動によって、本来の遷移の進行に伴って成立する植生とは異なる植生が見られる地域がある。その一つがコナラなどの夏緑樹が優占している日本の里山の雑木林である。近年、(a)放棄された雑木林にササの一種(以下、ササ)が繁茂し、雑木林の(b)林床の環境が変化している。

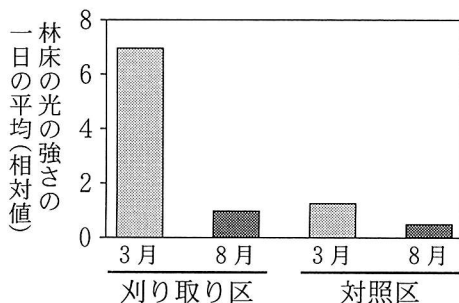
問1 下線部(a)に関連して、ササよりも低い位置に一年中葉をつける林床の草本種(以下、種T)に着目した。ササの繁茂による種Tへの影響を調べるため、ササを毎年7月に一回刈り取りをする区(以下、刈り取り区)と刈り取りをしない区(以下、対照区)を設けた。

刈り取りを始めてから7年後の3月と8月に、それぞれの区の林床における光の強さを測定し、その結果を図1にまとめた。また同じ年の4月に、それぞれの区の中で確認された種Tの個体の総数、葉の総数および花の総数を調べて、図2にまとめた。種Tと林床の光に関して、図1と図2から考えられることとして適当なものを、後の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

113

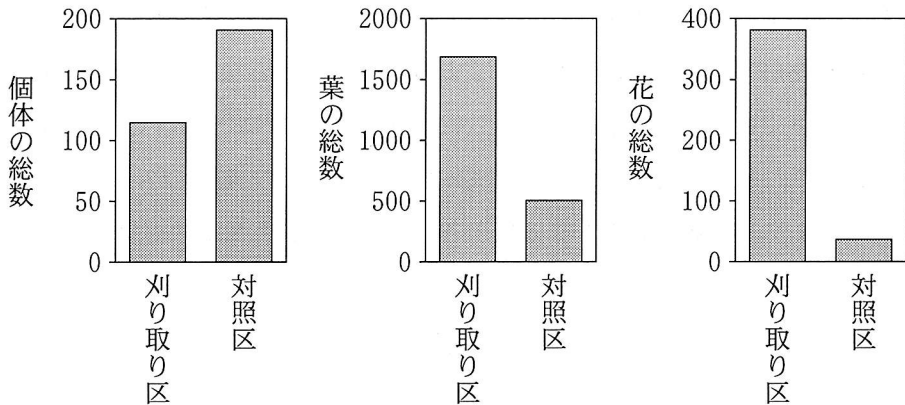
・

114



注：光の強さは種Tの直上で測定した。
縦軸は、刈り取り区の8月の値を1としたときの相対値を示す。

図 1



注：どちらの区も同じ面積である。

図 2

- ① 夏緑樹が落葉している季節には、夏に比べて林床の光は強い。
- ② 春の林床の光の強さは、ササの繁茂によって変わらない。
- ③ 林床の光環境が明るい区のほうが、個体の総数が多い。
- ④ 葉の総数は、ササの繁茂により減少する。
- ⑤ ササの刈り取りにより、個体当たりの葉の数が減少する。
- ⑥ ササが繁茂すると、花の総数よりも葉の総数のほうが強く影響を受ける。

問 2 下線部(b)に関連して、林床の環境とその植生に関する記述として適当でないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 115

- ① 森林内の光の強さは、林冠と林床とで異なる。
- ② 極相林を構成する陰樹の幼木は、陽生植物の性質をもつ。
- ③ 遷移が進行すると、林床は暗くなる。
- ④ ギャップが生じると、その場所の林床は明るくなる。
- ⑤ 遷移の進行に伴って、林床に生育する植物種が変わる。

出題範囲：生物基礎

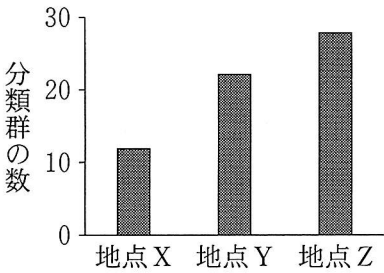
B 高校生のアサヒさんとリクさんは、探究活動で「土壌動物(土壌中に生息している動物)の種類や数に影響を及ぼすのは、どのような条件か」という課題を設定し、里山に出かけた。三つの地点X～Zで土壌動物とそれぞれの環境の調査を行った。その結果について、土壌動物の分類群(生物種のグループ)ごとの個体数を表1に、分類群の数を図3に、各地点の環境を表2に、それぞれまとめた。

表 1

土壌動物の分類群

	トビムシ類	ダニ類	カメムシ類	ミミズ類	クモ類	その他	個体数の 合計
							
地点X	9	2	1	6	1	8	27
地点Y	59	31	8	27	2	66	193
地点Z	120	83	49	13	8	84	357

注：数値は各地点で採集された代表的な五つの分類群およびその他の分類群の個体数を示す。
土壌動物は各地点で同じ面積の土壌から採集した。



注：分類群の数は、代表的な五つの分類群とその他の分類群を合わせたもの。

図 3

表 2

地 点	植生の特徴	優占する 樹種	下層の植生	林床の 光環境	落葉や落枝の層・ 腐植に富む層
地点 X	人工林	ヒノキ	ほとんどない	暗 い	ほとんどない
地点 Y	人工林	ス ギ	少ない	暗 い	厚 い
地点 Z	二次林	アカマツ	よく発達	明るい	厚 い

注：二次林とは、植生が破壊された後、二次遷移が進行して生じた森林である。

問 3 アサヒさんとリクさんは、調査結果から、土壌動物の分類群の数や個体数と、周囲の環境との関係について考えることにした。表 1，図 3 および表 2 の結果の解釈として最も適当な記述を，次の①～④のうちから一つ選べ。

116

- ① その他の分類群の数は，スギが優占する地点で最も多い。
- ② 落葉や落枝の層・腐植に富む層が厚いほうが，土壌動物の個体数が少ない。
- ③ 二次林の地点では，人工林の地点より，カメムシ類の占める割合が大きい。
- ④ 下層の植生が発達している地点ほど，ミミズ類の個体数が多い。

出題範囲：生物基礎

問 4 アサヒさんとリクさんは、表 1、図 3 および表 2 の結果を踏まえて、「土壤動物の分類群の数は、林床の光環境の影響を受ける」という仮説を立てた。この仮説を検証するために、新たな調査を計画した。その計画では、地点 X～Z で、環境を変化させる操作を行う。操作の一定期間後に、同じ面積の土壌から土壤動物を採集し、その分類群の数を比較する。仮説を検証するための計画として最も適当な記述を、次の①～④のうちから一つ選べ。

117

- ① 地点 X の一部でヒノキを伐採し、林床に光が差し込むようにして、新しい調査区とし、地点 Y と比較する。
- ② 地点 Y の一部から落葉や落枝の層・腐植に富む層を取り除き、新しい調査区とし、地点 Y のこれらの層を取り除いていない場所と比較する。
- ③ 地点 Y と地点 Z の一部で下層の植生を刈り取って、それぞれを新しい調査区とし、それらの調査区間で比較する。
- ④ 地点 Z の一部を覆い、暗い光環境の新しい調査区とし、地点 Z の覆いをしなかった場所と比較する。

(下書き用紙)