

日大 2015 生物

略解

- 1 問1 1:⑤ 問2 2:⑤ 問3 3:④ 問4 4:⑦ 5:② 6:⑤
- 2 問1 7:③ 8:② 問2 9:② 問3 10:④ 問4 11:⑤
問5 12:③
- 3 問1 13:③ 14:⑥ 問2 15:⑨ 問3 16:①
問4 17・18・19:①・③・⑥ 問5 20:⑧
- 4 問1 21:② 問2 22・23・24:①・④・⑥ 問3 25:③
問4 26:① 27:③
- 5 問1 28:⑤ 問2 29:④ 問3 30:⑤ 31:① 32:③ 33:④
問4 34:② 35:⑤ 36:①

1

原則1. 花の形成とホメオティック遺伝子 → 問1～問4に利用

被子植物では、茎頂の中央部に茎頂分裂組織がある。この茎頂分裂組織にフロリゲン（葉で合成される物質）が働いたとき、花芽（花の原基）が分化して、この花芽から花の構造ができてくる。被子植物の花（生殖器官）は、花柄、がく、花弁、めしべ、おしべから構成されるが、花ができるとき、ホメオティック遺伝子（調節遺伝子の一種）が働く。例えば、シロイヌナズナの場合、3つのホメオティック遺伝子A、B、Cがあり、これらの組み合わせにより、下記のように花の構成要素を形成することが知られている。

遺伝子Aのみ発現 → がく を形成

遺伝子AとBが発現 → 花弁 を形成

遺伝子BとCが発現 → おしべ を形成

遺伝子Cのみ発現 → めしべ を形成

また、上記の遺伝子A、B、Cのうち、どれか1つが欠損すると、下記のようなホメオティック異性体ができることも知られている。

遺伝子Aの欠損 → がくと花弁が欠如

遺伝子Bの欠損 → 花弁とおしべが欠如

遺伝子Cの欠損 → おしべとめしべが欠如

問1・問2

【方針】

「茎頂分裂組織が花芽に分化」という文言より、この働きをする物質はフロリゲンであると気づく。この点を最初の手掛かりとして、「原則1. 花の形成とホメオティック遺伝子」の知識などを利用して順に解いてゆく。

【解説】

植物における光周性の研究により、暗期の長さを葉が感知し、葉でつくられた花芽形成ホルモンであるフロリゲンが師管を通り茎頂分裂組織に移動し、花芽を分化させる、ということがわかった。また、長年わからなかったフロリゲンの実体については、近年の研究結果から、その実体はFT/Hd3aタンパク質ではないかと考えられている。

以上より、問1の解答は1-⑤、問2の解答は2-⑤である。

問3

【方針】

ホメオティック遺伝子A、B、Cについての知識問題であると気づく。したがって、「原則1. 花の形成とホメオティック遺伝子」の知識などを利用して解く。

【解説】

①：正文である。様々な花の形態があつて、A、B、C以外の遺伝子もその形成に関わっていると考えられる。

②：正文である。問題文の導入部に記述されているように、A、B、Cはホメオティック遺伝子であるから、ホメオボックスと言う共通の特徴的な配列をもっている。

③：正文である。他の遺伝子の転写の調節を行う遺伝子がホメオティック遺伝子である。

④：誤文である。Bクラスの遺伝子は、A・Cの各クラスの遺伝子と共同して働いているが、AやCを誘導しているわけではない。

⑤：正文である。花芽形成の時期については、温度や日長時間を感受する必要もあるため、A、B、Cだけでなく多くの遺伝子関わっている。

以上より、解答は、3-④である。

問4

【方針】

ホメオティック遺伝子A、B、Cの1つが欠損した場合にできる花の構造を問うていることに気づく。したがって、「原則1. 花の形成とホメオティック遺伝子」の知識などを利用して解く。

【解説】

4：Aクラスの遺伝子の欠損に伴い、Cクラスの遺伝子は全体で発現する。そのため、一番外側においてはCクラスの遺伝子だけが働いてめしべができ、その内側においてはB・Cの各クラスの遺伝子が働いておしべができ、中心においてはCクラスの遺伝子だけが働いてめしべができる。

5：Bクラスの遺伝子の欠損に伴い、外側においてはAクラスの遺伝子だけが働いてがく片ができ、内側においてはCクラスの遺伝子だけが働いてめしべができる。

6：Cクラスの遺伝子の欠損に伴い、Aクラスの遺伝子は全体で発現する。そのため、一番外側においてはAクラスの遺伝子だけが働いてがく片ができ、その内側においてはA・Bの各クラスの遺伝子が働いて花弁ができ、中心においてはAクラスの遺伝子だけが働いてがく片ができる。

以上より、解答は、4-⑦、5-②、6-⑤である。

2

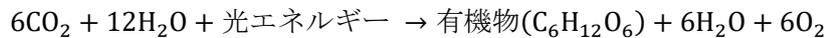
原則 2. 光合成と葉緑体 → 問 1 ~ 問 4 に利用

光エネルギーを用いて二酸化炭素 (CO₂) と水 (H₂O) から有機物をつくる過程のことを光合成と言う。光合成をする生物としては、緑色植物、光合成細菌、シアノバクテリアなどが挙げられる。光合成が行われる葉緑体は、二重膜で包まれた 3 ~ 10μm の大きさの細胞小器官で独自の DNA を有する。この葉緑体の内部には、チラコイドと言う袋状構造があり、その膜の中に光合成色素 (クロロフィル a、クロロフィル b、カロテン、キサントフィル、等) が存在している。また、葉緑体の中でチラコイドの間にある液状部分をストロマと言う。

光合成は、下記に示した 4 つの過程に分かれて行われる。

- (1) 光合成色素を用いた光エネルギーの捕集 (チラコイドでの反応)
 - (2) NADPH (注) (還元物質) の生成 (チラコイドでの反応)
 - (3) 電子伝達系での光リン酸化による ATP の生成 (チラコイドでの反応)
 - (4) カルビン・ベンソン回路による CO₂ の還元と有機物の合成 (ストロマでの反応)
- (注) : 脱水素酵素 (デヒドロゲナーゼ) の補酵素で、NADPH はニコチンアミドアデニンジヌクレオチドリン酸の略である。

また、光合成全体の反応式は、



となる。

原則 3. 呼吸の過程と反応式 → 問 2 ・ 問 3 ・ 問 5 に利用

酸素を用いて有機物を分解することで生じるエネルギーを ATP (アデノシン三リン酸) として取り出すことを、呼吸と言う。この呼吸の過程は、(1) 解糖系→(2) クエン酸回路→(3) 電子伝達系の順で進行する。各過程の反応する場所や反応式などを下表に示す。

呼吸の過程	反応する場所	反応式
(1) 解糖系	細胞質基質	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{NAD}^+ \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 2\text{NADH} + 2\text{H}^+ + 2\text{ATP}$ ※グルコースを分解してピルビン酸等を生成
(2) クエン酸回路	ミトコンドリアのマトリックス (基質)	$2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O} + 8\text{NAD}^+ + 2\text{FAD} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 8\text{NADH} + 8\text{H}^+ + 2\text{FADH}_2 + 2\text{ATP}$ ※上記反応の途中、クエン酸等に変化する
(3) 電子伝達系	ミトコンドリアのクリステ (内膜)	$10\text{NADH} + 10\text{H}^+ + 2\text{FADH}_2 + 6\text{O}_2 \rightarrow 10\text{NAD}^+ + 2\text{FAD} + 12\text{H}_2\text{O} + \text{最大 } 34\text{ATP}$ ※ H ⁺ の流れを使う。酸化的リン酸化と言う。

(注) : NAD と FAD は脱水素酵素 (デヒドロゲナーゼ) の補酵素である。なお、NAD はニ

コチンアミドアデニンジヌクレオチド、FAD はフラビンアデニンジヌクレオチドの略である。

問1～問3

【方針】

いずれの設問も光合成の仕組みや関連する物質などについての知識を問うていることに気づく。また、選択肢の中には光合成でなく呼吸に関する記述も含まれていることに気づく。これらの点を踏まえて、「原則2. 光合成と葉緑体」や「原則3. 呼吸の過程と反応式」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問1)

膜でできた構造体であるチラコイドは、光合成色素を含むので、光化学反応が行われる場所となっている。葉緑体内膜の中の基質部分であるストロマでの反応には、光は直接関係しない。ゆえに、解答は、7-③、8-②である。

(問2)

チラコイドにおける反応は、光化学系Ⅱで起きる水の分解、光化学系Ⅰで起きる NADPH (還元型補酵素の一種) + H⁺の合成、光化学系Ⅱで放出された電子の光化学系Ⅰへの伝達 (電子伝達) に伴って起きる ATP 合成 (光リン酸化) の3つの段階にまとめることができる。

- ①：誤文である。光リン酸化の過程では二酸化炭素は分解されない。
- ②：正文である。
- ③：誤文である。カルビン・ベンソン回路において ATP が利用されるが、還元型補酵素の生成には ATP は関与しない。
- ④：誤文である。呼吸の電子伝達系において、酸化的リン酸化が起こる。
- ⑤：誤文である。光化学系Ⅰは電子を受け取り、還元型補酵素の生成にその電子が用いられる。

以上より、解答は、9-②である。

(問3)

- ①：正文である。
 - ②：正文である。C₅化合物は、リブローズ二リン酸 (RuBP) のことである。
 - ③：正文である。
 - ④：誤文である。呼吸の解糖系において、中間生成物のピルビン酸ができる。
 - ⑤：正文である。
- 以上より、解答は、10-④である。

問4・問5

【方針】

問4は光合成を担う葉緑体の構造、問5は呼吸を担うミトコンドリアの構造についての知識をそれぞれ問うていることに気づく。したがって、「原則2. 光合成と葉緑体」や「原則3. 呼吸の過程と反応式」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問4)

葉緑体は、aとcの二重膜構造となっており、その内部にe(チラコイド)が存在している。チラコイド膜にATP合成酵素があるから、eを選べばよい。ゆえに、解答は、11-⑤である。

(問5)

酸化リン酸化を行うミトコンドリアでは、その内膜にATP合成酵素が存在しており、外膜と内膜の膜間部分に運ばれてきた H^+ が濃度勾配によってマトリックス側へ移動するときのエネルギーを使ってATPが合成されている。ゆえに、解答は、12-③である。

3

原則4. 血液と血管について → 問1～問5に利用

まず、血液は有形成分と液体成分からなり、有形成分には赤血球、白血球、血小板があり、液体成分は血しょう（血漿）と呼ばれる。なお、白血球とは、生体防御に関与する免疫担当細胞のことで、好中球、好酸球、好塩基球、単球（マクロファージ）、リンパ球（B細胞・抗体産生細胞・T細胞など）の総称である。また、赤血球に多く含まれているヘモグロビンは、酸素を運搬する役割を担っている（※）。ところで、血液の凝固に関わるのが血小板であるが、この血液凝固作用について、簡単に説明する。まず、傷口から出たトロンボプラスチンが他の凝固因子やカルシウムイオンとともにプロトロンビンに作用すると、トロンビンと言う酵素に変化する。このトロンビンが血しょう中のフィブリノーゲンに作用すると、繊維状のフィブリンに変化する。最後に、このフィブリンが血球を絡めることで、血餅（血餅）ができる。

（※）ヘモグロビンと類似した色素タンパク質としては、ミオグロビンがある。ミオグロビンは、ヘモグロビンよりも酸素親和性が高く、筋肉中に存在して酸素貯蔵体として働いている。よって、無酸素運動時などの酸素濃度が低いときには、酸素と結合したミオグロビンが大量に放出され、ヘモグロビンよりも割合が大きくなる。

また、血管は、血液を生体内の各所に送るための管であり、動脈、静脈、毛細血管の3つに大別される。動脈は心臓から出る血液、静脈は心臓に戻る血液をそれぞれ運ぶ血管で、動脈と静脈の末端をつないでいるのが毛細血管である。動脈では、心臓からの強い圧力がかかるため、その血管壁は厚くなっている。一方、静脈では、そのような圧力が加わらないので、血管壁が比較的薄くなっていて、逆流を防ぐための弁が付いている。

問1

【方針】

さまざまな血球の特徴などに関する知識を問うていることに気づく。したがって、「原則4. 血液と血管について」の知識などを利用して解く。

【解説】

13：リボソームが付着した粗面小胞体が発達していることは、タンパク質合成が盛んであることを示すから、免疫グロブリンを盛んに合成する抗体産生細胞を選べばよい。

14：リソソームが関与しているのは細胞内消化であるから、食作用が盛んである単球（マクロファージ）を選択すればよい。

以上より、解答は、13－③、14－⑥である。

問2

【方針】

「プロトロンビンからトロンビンへの変化を抑制する」という文言より、カルシウムイオンの除去に関わる選択肢が解答の1つになると気づく。この点を踏まえて、「原則4. 血液と血管について」の知識などを利用して解く。

【解説】

プロトロンビン→トロンビンの変化には、血液凝固因子、血小板因子、カルシウムイオン等とともに酵素であるトロンボプラスチンが働く。この反応を抑制するためには、カルシウムイオンの除去（ウ）や低温化（オ）を行えばよい。なお、選択肢にない方法であるが、ヘパリンを加えることでも反応を抑制できる。また、選択肢の（イ）はフィブリンの除去により血液の凝固を防ぐ方法である。

以上より、解答は、15-⑨である。

問3

【方針】

血液やヘモグロビン解離曲線などの知識にもとづいてグラフ等を正しく考察する力を問うていることに気づく。この点を踏まえて、「原則4. 血液と血管について」の知識などを利用して解く。

【解説】

X：肺泡に接する毛細血管の内部は、体組織に比べて二酸化炭素濃度が低いので、酸素濃度が同じでもより多数の酸素と結合するグラフ（A1）が相当する。

Y：酸素濃度が低いとき、酸素を供給するミオグロビンの割合は、ヘモグロビンよりも大きくなる。よって、B1のグラフが相当する。

Z：胎盤においては、母体のヘモグロビンより解離した酸素が胎児のヘモグロビンと結合する必要があるから、酸素濃度が低い場合でも酸素と結合する割合がより大きいグラフ（C1）が相当する。

以上より、解答は、16-①である。

問4・問5

【方針】

いずれの設問もさまざまな血管についての知識を問うていることに気づく。したがって、「原則4. 血液と血管について」の知識などを利用して順に解いてゆく。

【解説】

（問4）

①：組織におけるガス交換に関する記述であるから、組織の細胞間に存在する毛細血管に当てはまる。

②：動脈についての記述である。

③：体温・血流量・血圧の調節などのために弛緩や収縮を行う毛細血管では、その太さは変動する。

④：静脈についての記述である。

⑤：動脈についての記述である。

⑥：毛細血管は非常に細い血管であるが、全身に存在しているので、総断面積は他の血管よりも圧倒的に大きい。

⑦～⑨：静脈についての記述である。

以上より、解答は、17・18・19－①・③・⑥である。

(問5)

肝門脈は、栄養を小腸から肝臓へ運ぶ血管であるから、酸素は少ないものの栄養が多い血液が流れている。ゆえに、解答は、20－⑧である。

4

原則5. 主要なホルモンについて → 問1・問4に利用

ホルモンは、内分泌腺と呼ばれる器官から血液中へ分泌される物質のことで、他の器官へ情報を伝達する役割をもつ。主要なホルモンについて、内分泌腺名・ホルモン名・働きをまとめると、下表のようになる。

内分泌腺名		ホルモン名	働き
視床下部		放出ホルモン	脳下垂体のホルモン分泌の調整
脳下垂体	前葉	成長ホルモン	成長やタンパク質合成の促進。血糖値上昇。
		甲状腺刺激ホルモン	チロキシンの分泌の促進
		副腎皮質刺激ホルモン	糖質コルチコイドの分泌の促進
	後葉	バソプレシン	腎臓での水分再吸収の促進。血圧の上昇。
甲状腺		チロキシンの	体内の化学反応の促進
副甲状腺		パラトルモンの	血液中のカルシウムイオン濃度の増加
すい臓	A細胞	グルカゴン	血糖値を上げる
	B細胞	インスリン	血糖値を下げる
副腎	髄質	アドレナリン	血糖値を上げる
		糖質コルチコイド	血糖値を上げる
	皮質	鉱質コルチコイド	血液中のNa ⁺ 濃度・K ⁺ 濃度の調節

原則6. セクレチンについて → 問3に利用

胃酸などを含む酸性の消化物が十二指腸に入ったとき、十二指腸はセクレチンを分泌する。このセクレチンは、すい臓の神経を切断してしまっても塩酸（胃液中にある酸）を十二指腸に注入すればすい液が分泌されることや、取り出してきた十二指腸粘膜に塩酸を与えてもすい液分泌を促進する物質が分泌されることから、1902年に初めて、血液中に分泌される調節物質（＝ホルモン）として、ベイリスらに発見された。

問1

【方針】

ホルモン分泌に関する知識を問うていることに気づく。したがって、「原則5. 主要なホルモンについて」の知識などを利用して解く。

【解説】

- ①：誤文である。血糖量や体温などを調節する中枢は間脳の視床下部にある。
- ②：正文である。自律神経を通じて行う情報伝達もある。
- ③：誤文である。成長ホルモンを分泌する細胞は、脳下垂体前葉にある内分泌腺細胞であ

って、神経分泌細胞ではない。

④：誤文である。一般に、ホルモンの分泌量の調節では、血中濃度の上昇に伴い分泌が抑制される、と言った負のフィードバックが用いられる。

⑤：誤文である。例えば、負のフィードバックとは、血糖量が下がったとき、血糖量が増えるように促進するメカニズムである。

以上より、解答は、21-②である。

問2

【方針】

「全力疾走のような激しい運動」という文言から、激しい運動時に活発に働く器官や組織の中から選べばよいと気づく。この点を踏まえて、ヒトの器官や組織についての基本的知識にもとづいて、正解を考える。

【解説】

運動時において、血液からの養分や酸素などが必要となる組織や器官（①、④）や、熱の放散が盛んになる組織や器官（⑥）を考えればよい。ゆえに、解答は、22・23・24-①・④・⑥である。

問3

【方針】

セクレチンに関する知識を問うていることに気が付く。したがって、「原則6. セクレチンについて」の知識を利用して解く。

【解説】

セクレチンは、十二指腸にある細胞から分泌される物質で、消化酵素を含んだすい液の分泌を促す働きがある。ゆえに、解答は、25-③である。

問4

【方針】

「血液量の増大」という文言から、27 はバソプレシンを含む記述（選択肢）が該当すると気づく。この点に着目して、「原則5. 主要なホルモンについて」の知識などを利用して解く。

【解説】

26：交感神経の働きにより、心臓の拍動が促進される。

27：間脳で血液の塩分濃度の上昇が感知され、脳下垂体後葉からのバソプレシンの分泌が促される。これによって、腎臓の集合管における水の再吸収が促され、血液の量を増大させる。

以上より、解答は、26-①、27-③である。

5

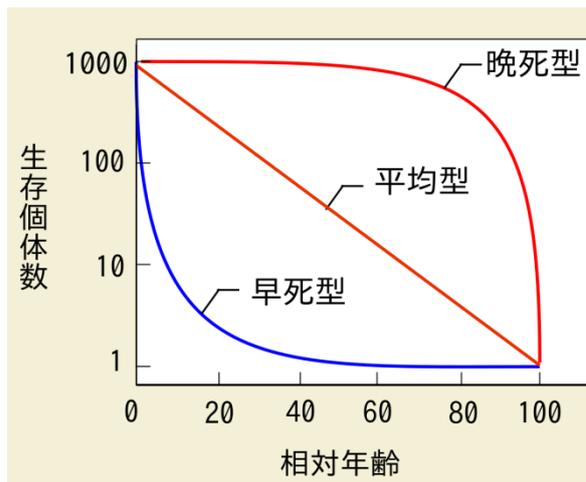
原則 7. 個体群の成長と種間競争 → 問 1・問 2 に利用

まず、個体群とは、ある地域に生息する同じ種の生物の集団のことである。また、生物群集とは、同じ地域において互いに関係をもちつつ生息する個体群の集まりのことである。一般に、個体群が成長して個体群密度（単位面積当たりの個体数）が増えてゆくと、環境抵抗（食物の不足や排出物の増加などの生活環境の悪化）が増してきて、個体群密度は上限値に達する。この現象を密度効果と言い、この上限値を環境収容力または飽和密度と言う。そのため、個体群の成長曲線（横軸に時間（世代）、縦軸に個体数をとったグラフ）は、S 字形曲線を描く場合が多い。

ところで、同じような生活様式をとる異種の個体群の間では、種間競争が起きる。一般に、種間競争に負けた個体群は絶滅することが多い。ただし、どちらが競争に勝ち残るかは環境条件に左右される場合が多い。なお、植物の場合でも、より十分な光環境を獲得するための競争など、種間競争がある。

原則 8. 生命表と生存曲線 → 問 3 に利用

まず、生命表とは、生まれた卵や子、種子から寿命（死）に至るまでの各時期における生存数を示した表のことである。また、生命曲線とは、生命表をグラフ化したものである。なお、生命曲線は、早死型、平均型・晩死型と言う 3 つの型に大別される（下図参照）。一般に、早死型は親の保護が少ない生物（魚類など）に多く見られ、晩死型は親の保護が厚い生物（ヒト、大型哺乳類など）に多く見られる。また、平均型は鳥類などに多く見られる。



(図は

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7c/%E7%94%9F%E5%AD%98%E6%9B%B2%E7%B7%9A.svg/1252px-%E7%94%9F%E5%AD%98%E6%9B%B2%E7%B7%9A.svg.png> より引用)

問1・問2

【方針】

いずれの設問も個体群の成長や相互作用などに関する知識を問うていることに気づく。したがって、「原則7. 個体群の成長と種間競争」の知識などを利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問1)

- ①：誤文である。個体群密度の増加に伴い、出生率は低下する。
- ②：誤文である。個体群の成長速度は、密度によって変化する。
- ③：誤文である。個体群の成長曲線の形状は、環境抵抗があるためS字状になる。
- ④：誤文である。生物種により、環境収容力は異なる。
- ⑤：正文である。

以上より、解答は、28-⑤である。

(問2)

- ①：誤文である。生態的地位が同じ種は、種間競争によって競争的排除が起こる。
- ②：誤文である。個体群間の相互作用においては、種間競争の占める割合も大きい。
- ③：誤文である。被食者の種類が増えるほど、さまざまな種類を捕食することが可能となるため、捕食者における個体群密度の変動は減少する。
- ④：正文である。
- ⑤：誤文である。集団行動による効率(利益)の大きさと、種内競争による不利益の大きさのバランスによって、群れの最適な大きさが決まる。

以上より、解答は、29-④である。

問3

【方針】

問題文中の表より、2つの戦略は互いに対照的であることに気づく。また、問題文中の図は生存曲線であることに気づく。これらの点を踏まえて、「原則8. 生命表と生存曲線」の知識などを利用して解く。

【解説】

30・31：個体数の変動が激しくなるケースは、気候が激しく変化する場合(A)と気候が不規則に変化する場合(B)である。また、個体数があまり変動しないケースは、気候が規則的に変化する場合(C)と気候が安定している場合(D)である。

32・33：個体数の変動が激しいときには、より多数の子や卵を産む必要があるから、生存曲線はZ(早死型)が多くなると考えられる。一方、個体数の変動が小さいときには、子や卵が少なくても生殖期に成長するまで安定して育ててゆけるX(晩死型)やY(平均型)が

多くなると考えられる。

以上より、解答は、30-⑤、31-①、32-③、33-④である。

問4

【方針】

問題文中のグラフより、aは熱帯多雨林で、bは高山植生で、cは砂漠でそれぞれ多数派を占める植物であることに気が付く。この点を踏まえ、植物の種類に関する知識などにもとづいて解けばよい。

【解説】

このようなグラフを生活形スペクトルと言う。熱帯雨林においては、温暖な気候で十分な降水量があるから、地上植物が最も多くなる。したがって、aは②である。砂漠においては、乾燥に強い種子をつくることのできる一年生植物が最も多くなる。よって、cは①である。bは、高山植生で最も多くなっていることから、寒さや乾燥に耐えられる半地中植物(⑤)と考えられる。ゆえに、解答は、34-②、35-⑤、36-①である。