

生 物（前期）

I 下記の文章を読み、設問に答えよ。

全ての生物に共通する特徴として、遺伝物質として（ あ ）を有すること、エネルギーの受け渡しの仲立ちをする物質として（ い ）を持つこと、タンパク質の基本単位である（ う ）が共通していること、細胞を持つことなどがあげられる。生物を構成する細胞は形や大きさなどに多様性が見られるが、基本的な構造は共通している。細胞には、1 真核細胞と原核細胞がある。真核細胞の内部には、核や 2 ミトコンドリアなどの細胞小器官が見られる。核内外の物質のやりとりは（ え ）を通して行われる。

およそ 20 億年前までの地球には原核生物しか存在していなかったと考えられている。その後、出現した真核生物は、その多くが大形で複雑な構造をしている。真核細胞ではミトコンドリアが発達し、その 3 呼吸によって多くの（ い ）が得られる、効率の良い代謝を行っている。

問 1 （ あ ）～（ え ）の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部 1 について、mRNA がつくられるときに真核細胞のみで行われる過程を 1 つ答えよ。

問 3 下線部 2 について、

1) ミトコンドリアは、原始真核細胞に好気性細菌が共生したことによって生じたと考えられている。この説を支持する根拠として考えられているミトコンドリアの特徴を、ミトコンドリアの膜の性質以外で 2 つあげよ。

2) 次の A～F のうち、ミトコンドリアと同様に、共生により生じたと考えられる細胞小器官はどれか、当てはまるものを全て選び、記号で答えよ。

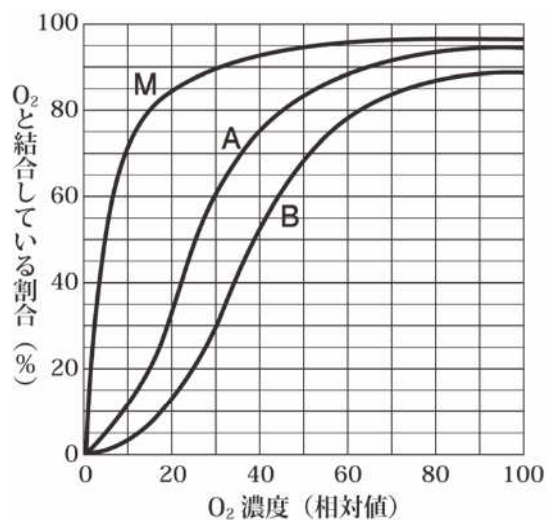
A: 中心体 B: リボソーム C: 葉緑体 D: ゴルジ体 E: リソソーム F: 小胞体

3) 不要になったミトコンドリアは、ある過程によって分解される。この過程を何と呼ぶか。

問 4 下線部 3 について、脊椎動物では、細胞の呼吸に必要な酸素 (O_2) はヘモグロビンやミオグロビンによって運搬、貯蔵されている。図は、 O_2 濃度と、ヘモグロビン（曲線 A, B）およびミオグロビン（曲線 M）が O_2 と結合している割合との関係を示している。曲線 A は、肺での二酸化炭素 (CO_2) 濃度に相当のもの、曲線 B は組織での CO_2 濃度に相当のものである。肺の O_2 濃度は 100、組織の O_2 濃度は 30 である。

以下の問いに答えよ。1), 2)は有効数字 2 桁で答えよ。

- 1) 肺と組織それぞれの酸素ヘモグロビンの割合は何%か。
- 2) 血中のヘモグロビンが組織から肺に戻った際に、再度、酸素ヘモグロビンになるのは肺での酸素ヘモグロビンのうちの何%か。
- 3) ミオグロビンは、激しく運動をしたときのみ O_2 を筋細胞に供給する。これはミオグロビンのどのような性質によるものか、図の曲線を参照し、説明せよ。
- 4) ミオグロビンとヘモグロビンの立体構造の違いを答えよ。



図

II 下記の文章を読み、設問に答えよ。

種子植物のシュート（茎と葉で構成される地上部分）の枝分かれは、まず側芽がつくられ、それが伸長して形成される。一般に、頂芽が成長しているときには側芽の成長は抑えられており、この現象は（あ）と呼ばれる。このとき、茎の上部でつくられた（い）という植物ホルモンが下方に移動して側芽の成長を抑制する。

一方、シュートの枝分かれが過剰に形成される3種類のシロイヌナズナ変異体A, B, C

（図1）などの解析から、ストリゴラクトン（SL）という物質が地上部で働き、側芽伸長に関与することも分かっている。SLはβ-カロテンから複数の化合物を経て合成される（図2）。変異体Aでは図2の酵素1を、変異体Bでは図2の酵素2を、変異体CではSL受容後の情報伝達経路で働くタンパク質を、それぞれ指定する遺伝子に変異がある。

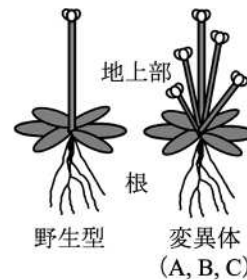


図1

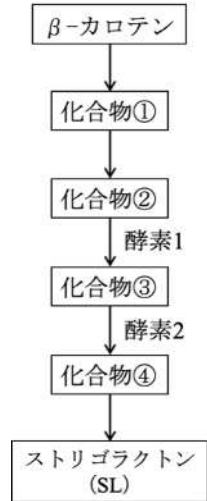


図2

2 菌根菌と共生する植物がつくるSLは、菌根菌の菌糸の分枝を誘導する役割を持つことも知られる。

問1 （あ）、（い）の空欄に適切な語句を入れよ。

問2 下線部1のうち、変異体A, BではいずれもSLが合成されていなかった。SLはシュートの枝分かれに対してどのような影響を与えると考えられるか。

問3 変異体A, B, Cに化合物④を人為的に与えたところ、過剰な枝分かれが起こらなくなる変異体があった。それはどの変異体と考えられるか、A～Cから全て選び、記号で答えよ。

問4 根と、枝分かれする前の地上部を次のような組み合わせで接木し、シュートの枝分かれが起こるかどうかを調べる実験1, 2を行い、以下の結果を得た。

実験1. 変異体Bの根に、変異体Aの地上部を接木した。シュートは枝分かれしなかった。

実験2. 変異体Aの根に、変異体Bの地上部を接木した。シュートの枝分かれが過剰に形成された。

実験1および実験2の結果が得られた理由をそれぞれ説明せよ。その際、SLの合成に着目し、「根」「地上部」「酵素」「化合物」という語句を必ず用いること。なお、図2の化合物は根から地上部には移動できるが、地上部から根には移動できない。

問5 下線部2について、

1) 菌根菌は菌類に分類される。菌類に属する生物を次のア～カから全て選べ。

ア：酵母（酵母菌） イ：乳酸菌 ウ：マツタケ エ：根粒菌 オ：コウジカビ カ：アゾトバクター

2) 菌根菌が共生している植物と菌根菌は、双方の種が利益を得る関係である。(a) 植物が菌根菌に与える主な利益、(b) 菌根菌が植物に与える主な利益は何か、簡潔に答えよ。

Ⅲ 下記の文章を読み、設問に答えよ。

眼の発生は、脊椎動物ではカエルやイモリ等を用いて研究が進んでいる。イモリの眼が形成されるとき、まず（ 1 ）という中胚葉の一部が形成体となり、誘導物質が分泌された結果、外胚葉から神経板が誘導され、それがやがて（ 2 ）となる。（ 2 ）は脳に分化し、脳の一部が左右にふくらんで1対の眼胞を生じる。次に、眼胞は形成体となって表皮から水晶体を誘導するとともに網膜に分化する。さらに水晶体は、表皮から（ 3 ）を誘導する。このような一連の作用は（ 4 ）と呼ばれる。

ヒトの網膜には、視細胞という¹光を受容する細胞があり、その細胞からの情報は視神経を介して後頭葉の（ 5 ）に送られる。ヒトの眼は²カメラ眼と呼ばれ、³明暗の調節機構および⁴遠近の調節機構を備えている。

問1 （ 1 ）～（ 5 ）の空欄に適切な語句を入れよ。

問2 下線部1について、ヒトは、およそ380～760 nmの波長の光を受容できる。これに対してモンシロチョウは紫外線を受容できる。モンシロチョウは、雌だけが紫外線を反射することが知られている。

（1）モンシロチョウは紫外線を受容するために、どのような波長の光を吸収する視物質を持つと考えられるか。以下から選んで答えよ。

360 nm 450 nm 560 nm 650 nm 790 nm

（2）モンシロチョウは紫外線を受容することで何を判別していると考えられるか、理由とともに答えよ。

問3 下線部2について、イカの眼もカメラ眼であるが、外胚葉（表皮）が陥没してできる。このような、起源は異なるが同じような形態や働きを持つ器官を何と言うか。

問4 下線部3について、明るいときと暗いときに眼に入る光量の調節を「虹彩」「瞳孔」という語句を用いて簡潔に説明せよ。

問5 下線部4について、眼に入った光は、水晶体で屈折されて網膜上に像を結ぶ。水晶体の焦点が一定であるとする、遠くのものとは近くのもので、鮮明な像のできる位置が異なる。そのため脊椎動物では水晶体と網膜の距離は変えずに遠近調節を行っている。

（1）ヒトの眼の遠近調節機構に関する次の文章中のア～ウのカッコ内について適切な語句を囲み、文を完成させよ。

ヒトの眼では、見ている対象までの距離が遠いとき、毛様筋が（ア： 弛緩 収縮 ）し、そこに結合しているチン小帯が（イ： 引かれる 緩む ）ので、その結果、水晶体が（ウ： 厚く 薄く ）なり、網膜上に像が結ばれる。

（2）一般にヒトは40歳を過ぎると水晶体の弾力が失われ、近くの対象に焦点を合わせるのが難しくなる。これは老眼と呼ばれる。老眼が起こるしくみを眼の遠近調節に着目し、「毛様筋」「チン小帯」という語句を用いて説明せよ。

生 物（前期）

Ⅳ 下記の文章を読み、設問に答えよ。

地球上には森林や草原、湖沼、河川などの様々な環境があり、それぞれの環境に対応した生態系が存在する。生態系は生物群集と非生物的環境で構成される。1生物群集は非生物的環境に影響を及ぼし、2非生物的環境は生物群集に影響を及ぼす。また、生物群集は3生産者と消費者に大きく分けられ、それぞれの生物の間には捕食・被食の関係が見られる。このような関係を通じて、4生態系内では常に物質やエネルギーの移動が起こっている。

問1 地球上の様々な環境には多種多様な生物が生活しており、これを生物多様性という。生物多様性のとらえ方としての階層を3つあげよ。

問2 下線部1について、生物群集が非生物的環境に影響を及ぼすことを何というか。

問3 下線部2に関する次の文章を読み、空欄A、Bに適切な語句を入れよ。またCは、適切な方を囲め。

特定の物質が生体内に取り込まれて蓄積し、捕食・被食の関係が次々と繋がっていく（A）の過程を通して濃縮を重ねていく現象を（B）という。蓄積される物質は、（C：水 脂肪）に溶けにくく、体外に排出されにくいという特徴を持つ。

問4 下線部3について、

1) 次のア～エのうち、海洋での生産者として適切なものを全て選び、記号で答えよ。

ア：魚類 イ：甲殻類 ウ：植物プランクトン エ：動物プランクトン

2) 海洋において、水深が深くなるほど生産者の純生産量が減少し、やがて0になるのはどうしてか、「呼吸量」という語句を用いて説明せよ。また、純生産量が0になるときの水深を何というか。

問5 下線部4について、

1) 吸収した太陽からの光エネルギーの一部はある形で生態系外に放出される。それはどのような形か。

2) 生態系において、炭素は開放的な循環、窒素は閉鎖的な循環をしている。これはどういうことか、生物と大気とのやりとりに着目してそれぞれの循環を簡潔に説明せよ。

問6 表は、地球上の主要な生態系における生産者の現存量と純生産量を比較したもの（推定値）である。

1) ア～オの生態系について、現存量1kgあたりの年間の純生産量の大きいものから順に左から並べ、記号で答えよ。

2) 現存量1kgあたりの年間の純生産量に差が出る理由を「同化器官」という語句を用いて考察せよ。

生態系	面積 (10^6 km 2)	現存量 (10^{12} kg)	純生産量 (10^{12} kg/年)
ア：森林	41.6	1191.1	72.4
イ：草原	45.4	226.7	48.7
ウ：荒原	33.3	26.7	8.9
エ：農耕地	13.5	8.9	9.1
オ：海洋	360.7	2.2	100.0