

生物学

【第8問】

I 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

DNA分子は、(ア)、塩基、リン酸の基本単位から構成され、^(A)(ア)とリン酸基が交互に結合してヌクレオチド鎖を形成する。DNA分子は二本のヌクレオチド鎖が塩基同士で結合したらせん構造をとるのに対し、^(B)RNA分子はヌクレオチド鎖から成るが一本鎖である。生物のRNAには主として(イ)RNA、(ウ)RNA、リボソームRNAの三種類があり、DNAの遺伝情報に基づきタンパク質の合成を行う。^(C)DNAの遺伝情報がRNAに転写され、塩基配列の三個の塩基の組み合わせが、個々のアミノ酸を指定する暗号となり(エ)と呼ばれる。リボソームRNAと(オ)から成るリボソームは(イ)RNAに付着して、アミノ酸と結合した(ウ)RNAが連結し、ポリペプチド鎖が合成される。

- (1) (ア)から(オ)に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部(A)の結合に関わる反応に必要な酵素名を答えよ。また、この酵素が反応を進行する上で必要な元素名を答えよ。
- (3) 下線部(B)のほかに、RNA分子がDNA分子と構造的に異なる点を二つ答えよ。
- (4) 下線部(C)で鋳型となるDNAの配列が3'-ATGC-5'のとき、RNAに転写されるこれと相補的な塩基配列を、左側が5'末端から始まる形で答えよ。また、DNAからRNAへの転写において、主に真核生物で見られるスプライシングとはどのようなプロセスであるか、このプロセスにより一つの遺伝子から複数のタンパク質を作り出す機構も含めて200字程度で説明せよ。
- (5) RNAを鋳型にして相補的なDNAを合成する際に用いる酵素名を答えよ。また様々な分子生物学的実験や解析においてこの酵素が用いられている。そのような実験や解析の例を二つ挙げ、それぞれ80字程度で説明せよ。

(6) ウイルスの中にはそのゲノムが上記の典型的な生物とは異なり二本鎖の DNA 分子から構成されていないものがある。それらのウイルスではどのような分子がゲノムを構成しているか、三つ挙げよ。

(7) ウイルスは宿主の細胞に感染することなしに増殖することはできないがそれはなぜか、30 字程度で述べよ。

II 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

多くの動物は、変化する外部環境に対して、体内の生理的環境の変動を限定された一定の範囲内に抑えている。この体内環境の一定性は(A)ホメオスタシスという概念で知られている。自然状態では、外部環境は常に変動し続けており、動物はその変化を検知し、体内環境の変動が過大にならないよう、負のフィードバックを働かせている。動物の生理的状态の調節においては、内分泌系と神経系が重要な役割を担っており、前者は体液を通じたシグナルの伝達、後者は神経回路を通じたより高速の情報伝達を行っている。内分泌器官から分泌された(B)ホルモンなどの化学的シグナル物質は、体液を通じて体の様々な部位に運搬されるが、特定の細胞の受容体のみ結合するため、反応を引き起こすのは特異的な標的細胞である。栄養摂取、ガス交換、(C)体温調節、血液循環、免疫、(D)老廃物の排出等、動物のあらゆる生理現象には複雑な調節機構が関与しており、その調節能力は生存や繁殖にも影響する。

(1) 下線部 (A) の例として水中における浸透圧の維持を考える。海水中と淡水中の魚類の浸透圧の維持機構はどのように異なるか、100 字程度で説明せよ。

(2) 下線部 (B) の例として血糖値の維持に関与するものを二つあげ、その分泌器官と作用を合計 150 字程度で説明せよ。

(3) 下線部 (C) の機構は分類群によって異なる。生命活動に必要な熱源を外部に依存する動物を外温動物、体内の代謝を利用して熱を得る動物を内温動物というが、後者が有利な点と不利な点を合計 100 字程度で説明せよ。

- (4) 体温維持に関係する法則性として「ベルクマンの法則」が知られている。どのような法則性であるか、またその法則性が成り立つ理由を合計 200 字程度で説明せよ。
- (5) 下線部 (D) の過程では、窒素を含む老廃物はアンモニア、尿素、尿酸のいずれかの形で排出される。アンモニアを体外に直接排出する動物の生息環境は水中に限られるが、その理由を 50 字程度で説明せよ。また、尿素及び尿酸を排出する分類群を一つずつあげよ。

生物学

【第9問】

I 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

大気中の二酸化炭素濃度は、炭素循環によって変動する。二酸化炭素の供給と消費の代表的なプロセスに生物の呼吸と光合成がある。このうち光合成は、光エネルギーを化学エネルギーに変換する生化学反応であり、環境中の二酸化炭素が有機物として固定される。植物の場合、光合成は細胞内の葉緑体において行われる。葉緑体内部の（ア）には、^(A)四つの主要なタンパク質複合体が存在し、（イ）及び（ウ）を通じて、（エ）と（オ）が合成される。ここで、（イ）を担うタンパク質複合体の反応中心は（カ）の二量体からなり、励起されて電子を放出することで強い酸化力を持ち、（キ）から電子を奪って酸素を発生する。一方、葉緑体内部の（ク）においては、^(B)（ケ）回路によって炭素固定が行われる。植物の他にも、シアノバクテリアが同様の光合成を行うことが知られている。シアノバクテリアの出現は約 27 億年前ともいわれているが、^(C)それ以前においても光合成は行われていたと考えられている。すなわち、地球史の前半から、生物は太陽光を利用して二酸化炭素を固定していたらしい。光合成によって生成した有機物は、大部分が分解されて二酸化炭素に戻るが、一部は堆積物中に埋没することで、長期的な炭素収支においても重要な役割を果たしている。

- (1) 文章中の（ア）から（ケ）に当てはまる適切な言葉を述べよ。
- (2) 下線部（A）にある四つの主要なタンパク質複合体の名称を述べよ。
- (3) 下線部（B）において主要な役割を果たす酵素の正式名称を述べよ。また、この酵素には二つの重要な働きがある。（ケ）回路との関係に言及しながら、それぞれ 100 字程度で説明せよ。
- (4) 下線部（C）に該当する生物の例を挙げよ。また、植物の光合成とは異なる特徴とその理由、用いる電子供与体について 100 字程度で述べよ。

- (5) シアノバクテリアの出現にはどのような進化的な出来事が必要だったか、それ以前に光合成を行っていた生物と比較して、シアノバクテリアの持つ光合成タンパク質複合体の数が異なる点に着目して 100 字程度で説明せよ。

II 化石記録に見られる動物の生態学的変化および多様性の変化について、以下の問いに答えよ。

- (1) 進化古生態学で用いられるメガギルド (megaguild) とはどのような概念か、また多細胞生物の出現以来地質時代を通じて、海洋生態系におけるメガギルドの数はどのように変化してきたか、合わせて 80 字程度で述べよ。
- (2) エディアカラ紀とカンブリア紀の海洋生態系の間に見られる主な差異は何か、採餌モードや食物網の構造を中心に 150 字程度で説明せよ。
- (3) Sepkoski (1984)は顕生累代の海生動物を三つの進化的動物相 (evolutionary faunas) に区分し、それらの多様性の変遷を論じた。
- (3-1) これらの三つの進化的動物相はそれぞれ何と呼ばれるか答えよ。また、それぞれの進化的動物相に含まれる代表的な分類群を二つずつ挙げよ。
- (3-2) 海の生態系は、新しい進化的動物相が新たな生活様式に進出するとともに、より古い進化的動物相に代わって支配的になることにより変化してきた。そのような進化的動物相の大規模な二回の置き換えはいつの時代に起こったか答えよ。
- (4) 捕食者の進化に関する中生代の海洋革命 (Mesozoic marine revolution) とはどのような現象であるか、具体的な分類群名を挙げて 50 字程度で説明せよ。また、これに対して被食者側にはどのような進化的変化が起きたか、50 字程度で述べよ。
- (5) 地球上の生物の多様性の増加については、地球環境には一定の収容力があるため種多様性には上限があるという平衡モデルと、そのような収容力には制限はないか、あったとしてもそれはまだ超えられていないという拡大モデルと

があり、それぞれを支持するような多様性の変化が化石記録に見られる。それぞれの仮説を支持すると考えられる化石記録を二つずつ挙げ、それぞれ 30 から 100 字程度で説明せよ。