

1 生物の体内環境の維持に関する次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。

多くの動物では、体外環境が変化しても、体内環境としての体液の状態を常に一定の範囲内に保とうとするしくみがある。このしくみを恒常性といい、(a)自律神経系と内分泌系が重要な役割を果たしている。脊椎動物の心臓の拍動は、体内では主に自律神経系によって調節されているが、(b)体外に取り出され、神経の連絡が遮断されても、条件さえ整っていれば、リンガー液などの生理的塩類溶液中で自動的に拍動を続けることができる。激しい運動によって筋肉などの組織で大量の酸素が消費され、血液中の酸素が不足して二酸化炭素の濃度が高くなると、**ア**にある心臓の拍動を促進する中枢が興奮し、心臓に分布する**イ**神経を通して拍動数が増加する。その結果、血流量が増加して筋肉などの組織へ多くの酸素が供給されるようになる。

内分泌系では、主として(c)内分泌腺から分泌されるホルモンがそれぞれ特有の生理作用を現す。例えば、甲状腺から分泌されるチロキシンは、体内の代謝を促進するはたらきをもつ。通常、ヒトでは、体内のチロキシンの濃度は間脳視床下部や脳下垂体前葉で感知され、これにより、視床下部からの甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンの分泌や脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌が調節されることによって、チロキシンの濃度が適切に維持されている。

問1 文章中の**ア**・**イ**に入る最も適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)に関して、短時間でピンポイントにその効果が現れるのは、どちらの系による調節か答えよ。

問3 下線部(b)に関して、心臓が神経系からの調節を受けなくても自動的に拍動することができるのは、右心房にある拍動のきっかけとなる電気信号を発生させている部位があるからである。この部位の名称を答えよ。

問4 下線部(c)に関して、次の(1)～(3)のホルモンを分泌する内分泌腺の名称と、そのホルモンの代表的なはたらきを以下の【語群】からそれぞれ一つずつ選び、記号で答えよ。

- (1) アドレナリン (2) バソプレシン (3) パラトルモン

【内分泌腺の名称】

- | | | | | |
|----------|--------|--------|-------|--------|
| ㉠ 脳下垂体後葉 | ㉡ すい臓 | ㉢ 副腎皮質 | ㉣ 甲状腺 | ㉤ 副甲状腺 |
| ㉥ 脳下垂体前葉 | ㉦ 副腎髄質 | ㉧ 視床下部 | ㉨ 胸腺 | ㉩ 精巣 |

【ホルモンの代表的なはたらき】

- ㉪ 血液中のカルシウムイオン濃度を調節する。
 ㉫ 腎臓での水の再吸収量を調節する。
 ㉬ 血糖量を上げる働きをする。
 ㉭ 血糖量を下げる働きをする。
 ㉮ 代謝を促進する。
 ㉯ 腎臓でのナトリウムイオンの再吸収を促進する。

2 代謝に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

生体内では、物質の合成や分解が常に起こっている。この化学反応全体をまとめて代謝とよび、代謝は、大きく①異化と同化に分けられる。生体内で起こるさまざまな化学反応は②酵素が触媒することによって進められている。また、細胞内での代謝によるエネルギーのやり取りは③ATPとよばれる物質を仲立ちとして行われている。同化の中でも、二酸化炭素を取り込み、有機物につくりかえるはたらきを炭酸同化という。炭酸同化は、同化に必要なエネルギーとして光を用いる光合成と X することで得られるエネルギーを用いる④化学合成に分けられる。

問1 文章中の X に入る語句として最も適当なものを、次の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 有機物を酸化 ② 有機物を還元 ③ 無機物を酸化 ④ 無機物を還元

問2 下線部(a)に関して、「呼吸」と「光合成」はそれぞれ異化・同化のどちらに該当するか。また、それぞれの反応におけるエネルギーの出入り（吸収または放出）について答えよ。

問3 下線部(b)に関して、酵素がもつ「特定の物質のみに作用し、特定の化学反応を促進する性質」を何と呼ぶか答えよ。

問4 下線部(c)に関して、以下の(1)・(2)の問いに答えよ。

- (1) ATP の正式名称を答えよ。
- (2) ATP のリン酸同士の結合を何と呼ぶか答えよ。

問5 下線部(d)に関して、化学合成を行う細菌(化学合成細菌)の名称を一つ答えよ。

3 植生の遷移と生態系に関する次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。

植生が一定の方向に移り変わっていくことを(a)遷移という。森林が形成される過程では、まず(b)陽樹を中心とする陽樹林が形成され、そこに陰樹が混ざるようになり（混交林）、やがて陰樹を中心とする陰樹林となると、全体として大きな変化を示さなくなる。本州の関東以西の平野部に見られる、ある照葉樹林帯の多くの地域では、**ア**などが優占する陽樹林から**イ**などが優占する陰樹林へと変化し、その状態で安定したものである。

問1 文章中の**ア**および**イ**に入る代表的な樹木の名前を、それぞれ一つずつ答えよ。ただし、その地域（照葉樹林帯）に固有の樹種を答えること。

問2 下線部(a)に関して、以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

- (1) 土壌のない裸地から始まる遷移を何というか。
- (2) (1)の遷移において、最初に侵入する地衣類やコケ植物などの植物を総称して何というか。
- (3) 山火事や伐採などの後から始まる遷移が、(1)の遷移に比べて進行が早い理由を、次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。
 - ① 一度植物が育った場所では、岩を分解して土を作る役割をもつ地衣類やコケ植物が、より強力な酸を出すように進化しているから。
 - ② 一度植物が失われた場所には草食動物が近づかないため、新しく生えてきた芽が食べられる心配がないから。
 - ③ 一度植物が生えた場所は、初めて植物が侵入する場所に比べて日当たりが良く、光合成が効率的に行われるから。
 - ④ 森林火災などの跡地は、岩石の跡地に比べて標高が低いことが多く、気温が高いため植物の種が発芽しやすい環境だから。
 - ⑤ 土の中に以前からあった種子や根が残っており、植物の成長に欠かせない栄養分を含んだ土壌もすでに存在しているから。

問3 下線部(b)に関して、遷移が進むにつれて陽樹林から陰樹林へと変化する理由として適当なものを、次の①～⑥の中から二つ選び、番号で答えよ。

- ① 陰樹を中心とする陰樹林では、種子は風による散布型のものが多くみられるようになる。
- ② 陽樹が陰樹よりも先に森林を形成するのは、陰樹の光飽和点が陽樹の光飽和点よりも高いためである。
- ③ 遷移の最終段階に見られる植物種を極相樹種といい、その多くの樹種は窒素固定細菌が根に共生している。
- ④ 遷移に伴って陽樹林から陰樹林へと変化するのは、陰樹の幼木の光補償点が、陽樹の幼木の光補償点よりも低いためである。
- ⑤ 遷移の初期から後期の環境変化として、土壤に含まれる栄養塩類は多く、地表の植物に届く光の強さも強くなる。
- ⑥ 林冠に大きなギャップができると、林床部分では飛来したり土壤に埋もれたりしていた先駆樹種の種子も発芽して生育できるようになる。

問4 森林が最終的に到達する、全体として大きな変化を示さなくなった安定した状態を何というか。

4 動物の発生と遺伝子に関する次の文章を読み、下の問い（問1～3）に答えよ。

動物の初期胚で起こる体細胞分裂を^(a)卵割と呼ぶ。^(b)卵割の様式は卵における卵黄の量と分布に大きく左右され、たとえば昆虫類が形成する心黄卵は、卵黄の多くが卵の中心部に分布するので、卵割の様式は表割となる。また、卵の細胞質に含まれるタンパク質や mRNA の分布も発生の過程に大きな影響を与える。特に、雌親の細胞内で発現し、その mRNA など遺伝子産物が卵に蓄積される遺伝子は、**ア** 遺伝子と呼ばれる。

ショウジョウバエの場合、代表的な **ア** 遺伝子にビコイド遺伝子やナノス遺伝子があり、卵の前方にはビコイド遺伝子の mRNA（ビコイド mRNA）が、後方にはナノス遺伝子の mRNA（ナノス mRNA）が局在している。卵が受精すると、ビコイド mRNA やナノス mRNA の翻訳が開始され、胚の前後軸に沿ってビコイドやナノスなどのタンパク質の濃度勾配が形成される。

カエルなどの両生類では、胞胚において、植物極側の予定 **イ** 胚葉域が接する予定 **ウ** 胚葉域の細胞に作用し、これを **エ** 胚葉へと誘導する。この現象を **エ** 胚葉誘導という。 **エ** 胚葉誘導で生じた背側の **エ** 胚葉は、原腸胚後期に接する **ウ** 胚葉にはたらきかけて^(a)神経に誘導する形成体としてはたらく。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **エ** に当てはまる適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)に関して、一般的な体細胞分裂と比較したときの卵割に関する記述として、最も適切なものを次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 分裂後の娘細胞が成長する時期が極めて短いため、分裂を繰り返すごとに細胞一つあたりの大きさは小さくなる。
- ② 卵割によって生じた各細胞は、体細胞分裂の場合とは異なり、すべて異なるゲノム構成をもつようになる。
- ③ 分裂のスピードが非常に遅く、一つひとつの細胞が十分に成長してから次の分裂に移行する。
- ④ 体細胞分裂とは異なり、核分裂のみが先行して起こり、細胞質分裂はすべての核分裂が終わるまで起こらない。
- ⑤ DNA の複製が行われる間期が省略されるため、分裂が進むにつれて細胞一つあたりの DNA 量は減少していく。

問 3 下線部(b)に関して、ビコイドタンパク質の濃度勾配が胚の広い領域にわたって効果をもつことができる理由として、最も適当なものを次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 初期胚が細胞質分裂を伴わない核分裂を行うため、多核体の状態であり、細胞膜による隔てがないため、タンパク質が自由に拡散するから。
- ② 胚の各部位にある核が、周囲の濃度に応じて自らビコイド mRNA を合成し、増幅させるしくみがある。
- ③ ビコイドタンパク質が非常に小さく、細胞膜を容易に透過して隣接する細胞へ移動する性質をもっている。
- ④ ビコイドタンパク質が微小管などの細胞骨格に沿って、モータータンパク質により能動的に輸送されるから。
- ⑤ ビコイドタンパク質が細胞外に分泌され、体液の流れに乗って胚全体にすばやく運ばれるから。

5 バイオテクノロジーに関する次の文章を読み、下の問い（問1～3）に答えよ。

2020 年以降、世界的な広がりを見せたコロナウイルス感染症の正式名称は、COVID-19 であり、その原因となるウイルス(新型コロナウイルスの遺伝子)は SARS-CoV-2 と呼ばれる。SARS-CoV-2 の感染の確認には、(a)PCR 法を応用した RT-PCR 法が用いられる。SARS-CoV-2 の遺伝子は **ア** なので、この方法ではまず、採取された検体に含まれているすべての **ア** に対して、それらに相補的な塩基配列をもつ遺伝情報をもとに、**イ** を用いて **ウ** が合成される。次に、これらの 1 本鎖 **ウ** を鋳型として、SARS-CoV-2 の **ア** の塩基配列に対して相補的な塩基配列をもつ短鎖 **ウ** をプライマーとして PCR 法を行うと、検体中に SARS-CoV-2 の **ア** が含まれている場合のみ、**ウ** が増幅されるので感染の有無がわかる。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる適語を答えよ。

問2 下線部(a)に関して、PCR 法で目的外の DNA が増幅されるのを防ぐため、プライマーを結合させる温度を意図的に高く設定することがある。このとき、温度を高くすることで増幅の精度が上がる理由として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 温度を高くすることで、DNA リガーゼの活性が高まり、プライマーと鋳型 DNA の結合が強固になるため。
- ② 温度を高くすることで、完全に相補的な配列間でのみ安定した結合が形成され、部分的に一致する非特異的な結合が抑制されるため。
- ③ 温度を高くすることで、プライマー自体の塩基配列が変化し、目的の領域にのみ結合しやすくなるため。
- ④ 温度を低くすると、DNA の 2 本鎖が解離しにくくなり、プライマーの結合する隙間がなくなるため。

問3 近年、新型コロナウイルス感染症の対策として、mRNA ワクチンという新しいワクチンが開発・実用化されている。新型コロナウイルス感染症に対する mRNA ワクチンには、ウイルスの表面に露出しているスパイクタンパク質の情報をもつ mRNA が脂質に包まれたものが含まれる。体内に入ったワクチンにより生じる体内の反応についての記述として適当なものを、次の①～④の中から二つ選び、番号で答えよ。

- ① mRNA ワクチンは、インフルエンザワクチンと同様に、不活性化病原体や病原体の成分の一部を用いる不活性化ワクチンであり、比較的安定で常温でも扱いやすい。
- ② 体内に入った mRNA は細胞内のリボソームで翻訳され、一時的に mRNA 由来のタンパク質が合成される。
- ③ mRNA を包む脂質は親水性で水になじみやすく、細胞膜を通じてエンドサイトーシスにより、容易に mRNA を細胞内に送りこみやすくするはたらきをもっている。
- ④ 体内に入った mRNA によりつくられたタンパク質は、一次応答として排除されたのちに、T 細胞や B 細胞の一部が記憶細胞として体内に残り、免疫記憶が形成される。