

[基礎科目 (生化学・分子生物学)]

[問題] 以下の文章を読み、問 A~G に答えよ。

DNA の二重らせん構造で DNA 鎖は四種類のヌクレオチドで構成されている。その塩基部分はらせんの内側で、アデニンとチミン、グアニンとシトシンがそれぞれ①相補的な塩基対を形成することで安定化している。②このような DNA はさまざまな損傷を受ける。例えば、日光の紫外線は DNA に化学変化を起こさせる。

原核生物において、一連の代謝経路に働く複数のタンパク質を発現調節する遺伝子群で、一つの転写単位となっているものを [a] という。例えば、大腸菌のラクトース (グルコースと [b] からなる二糖) の代謝に関わる三種類の酵素の遺伝子は直列に並んでいる。培養液中にエネルギー源としてラクトースが存在しない場合は、構成的に発現している [c] と呼ばれるタンパク質が [d] に結合しており、[e] の [f] への結合を阻害するため、各遺伝子の転写が抑制されている。

リボソームで合成されたタンパク質の鎖は、自然に正しい立体構造をとるように折りたたまれるが、折りたたみ途中の鎖に結合して正しい立体構造をとることを助けるタンパク質群の存在が知られている。このようなタンパク質の総称を [g] という。タンパク質分子の立体構造には、③αヘリックス、βシートと呼ばれる二種類の折りたたみ様式が見られる。αヘリックスは皮膚や毛髪、爪、角などに大量に存在する [h] で最初に見つかり、βシートは絹の主成分である [i] で発見されている。

タンパク質にはさまざまな活性調節機構が備わっている。真核細胞ではアミノ酸の側鎖の一つにリン酸基を共有結合させることで、活性の調節が行われて

いる。このリン酸化は可逆的に起こる。タンパク質のリン酸化ではATPの末端にあるリン酸基がタンパク質中の [j], [k], [l] の側鎖のヒドロキシ基に転移する。この反応は [m] というタンパク質によって触媒される。その逆反応である脱リン酸化を触媒するのは [n] というタンパク質である。④リン酸化によって、タンパク質はその活性が促進される場合も阻害される場合もある。

細胞で必要とされる有機化合物のほとんどを作り出す光合成では、光のエネルギーを使って大気中の二酸化炭素を有機化合物に変換する。光合成を行う生物では水を分解するときに出される酸素が、生物の呼吸に使われている。植物の光合成は [o] とよばれる細胞小器官で行われている。ここでは [p] などの緑色色素によって⑤光が吸収される第一段階の反応が起こりATPとNADPHが生産される。この反応は [o] の中の [q] と呼ばれる膜で行われる。⑥第二段階は光を用いない反応で、第一段階で作られたATPとNADPHを用いて二酸化炭素から多くの有機化合物が作り出される。

生体膜の主要な成分であるリン脂質は、グリセロール骨格の隣り合う炭素に二分子の脂肪酸が [r] 結合によりつながれており、それらが疎水性の尾部を形成する。残り一つの炭素には、リン酸基を伴う数種の化合物の一つが結合しており親水性の頭部になる。よってリン脂質は尾部を互いに内側に向け、頭部が外側に向く脂質 [s] を形成する。生体膜を横切る膜タンパク質の膜貫通領域は、20個程度の [t] 性アミノ酸残基が連続している場合が多い。

問A [a] ~ [t] に入る最も適切な語句を記せ。

問B 下線部①に関して、二種類の相補的な塩基対形成で、水素結合の様式はそれぞれどのように違っているか、簡単に説明せよ。

- 問 C 下線部②に関して、紫外線によって DNA 鎖はどのような化学変化を受けるか、簡単に説明せよ。
- 問 D 問 C にあるような損傷を受けるにもかかわらず、DNA がその機能を維持できるのはどのようなしくみが働いているからか、簡単に説明せよ。
- 問 E 下線部③に関して、 α ヘリックスおよび β シート構造を安定化するのにともな水素結合が存在する。 α ヘリックスおよび β シートにおける水素結合の様式を簡単に説明せよ。
- 問 F 下線部④に関して、このような活性の促進・阻害は、リン酸基がどのように働くためか、簡単に説明せよ。
- 問 G 下線部⑤および⑥に関して、光合成における第一段階および第二段階の反応はそれぞれ何と呼ばれるか。