

[基礎科目 (生化学)]

[問題] 次の文章を読み、以下の問 A ~ G に答えよ。

細胞内には、遺伝情報を有する核酸 (DNA および RNA) が存在する。DNA の主鎖は と から構成され、①RNA の主鎖は と から構成される。これらの主鎖は 結合を介して連結されている。②DNA は 4 種類の塩基をもち、相補的に相互作用することで二重らせんを形成している。③二本鎖 DNA は紫外線などにより頻繁に化学的修飾や損傷を受けているが、その大部分は様々な機構により修復されている。片方の DNA 鎖にのみ損傷が生じた場合、まず、損傷に応じた特定の が損傷部分を切り取る。その後、修復用の が非損傷鎖を鋳型にして正しい塩基の DNA 鎖を合成することにより、損傷部分を切り取ることで生じた空白部分を埋め、最後に が主鎖をつなぎ合わせる。これに対して、複製直後の相同 DNA の一方に、二本鎖同時切断が生じた場合は別機構が働く。ある機構では、最初に、二本鎖切断部分に特別な が、切断された二本の DNA 鎖の 末端を削る。次に、切断 DNA 中に生じた 側の突出した末端が、相同な二本鎖 DNA へと侵入して相補的な配列を探す。見出された相補的な配列を有する DNA 鎖を鋳型とし、 が侵入した DNA 鎖を伸長させる。そして、合成された DNA 鎖は鋳型となった二本鎖から離れ、本来の相補鎖と相互作用を開始する。その後、本来の相補鎖を鋳型とした DNA 鎖の合成が進み、最後に が主鎖をつなぎ合わせる。④このようにして修復される機構は と呼ばれている。

上記のように、DNA に作用する酵素は多種存在し、それらを用いた様々な研究が進展してきた。例えば、わずかな試料中の DNA から、特定の配列だけを短時間で増やす⑤PCR 法がある。これを用いることで、特定の微生物やウイルスの遺伝子配列を検出することができる。

問 A 空欄 ~ に入る適切な語句または記号を答えよ。

問 B 下線①に関して、生体内に存在する代表的な三つの RNA (mRNA, rRNA, tRNA) のうち、生体内の全 RNA に占める質量比率が最も大きいものを記せ。

問 C 下線②に関して、4 種類の塩基の名称を挙げ、DNA が二重らせんを形成するときの塩基の組み合わせを示せ。

問 D 下線③に関して、DNA 中の紫外線照射により損傷しやすい塩基配列の特徴と、その損傷の種類を記せ。

問 E 下線④に関して、これ以外にも同時切断が生じた二本鎖の末端を結合させることで修復する機構がある。この機構が働く際に DNA に起こりうる問題点を 30 字程度で記せ。

問 F 下線⑤に関する次の文章を読んで、以下の (a) および (b) に答えよ。

PCR 法では、鋳型となる少量の DNA、酵素、その他の反応試薬の混合物を用意し、例えば以下のステップで反応させる。

ステップ 1： 95 °C で 1 分間維持

ステップ 2： 55 °C で 1 分間維持

ステップ 3： 72 °C で 2 分間維持

(a) PCR 法で用いられる酵素の名称を答え、その特徴を一つだけ記せ。

(b) PCR 法では DNA のコピー数を増やすことができる。ステップ 1 からステップ 3 のサイクルを n 回繰り返した場合に、最終的に得られる DNA のコピー数は元のおよそ何倍になるか、数式を用いて記せ。

問 G DNA 配列に基づいてポリペプチド鎖が合成されると、原則として自発的に折りたたまれて立体構造が形成される。これに関して以下の (a) ~ (c)

に答えよ.

- (a) タンパク質の折りたたみに関与する共有結合以外の相互作用を三つ記せ.
- (b) タンパク質の立体構造のうち, β シートを構成するアミノ酸残基の側鎖は, どのように配置されるかを 30 字程度で説明せよ.
- (c) 精製した酵素 A (ジスルフィド結合をもたない) を, 0.2 g L^{-1} (溶液 X) または 10 g L^{-1} (溶液 Y) の濃度で 8 mol L^{-1} の尿素を含む緩衝液に溶解した後, 12 時間室温に保ったところ, A の活性はほぼ完全に失われた. 次に, これらを尿素のっていない大量の緩衝液で 24 時間透析した後, X および Y 中の A の比活性 (1 mol 当たりの活性) をそれぞれ測定した. 透析後の X 中の A の比活性は, 尿素処理前の精製した A の比活性と同等であったが, 透析後の Y 中の A の比活性は, それに比べて著しく低かった. この理由を 100 字程度で述べよ.