

生物化学

【問1】ポリペプチドの構造に関する以下の文章を読み、設問に答えよ。

(i) ペプチド結合中の C-N 結合の回転は自由ではないので、ポリペプチドの主鎖のコンホメーションは、ポリペプチドを構成する各アミノ酸残基の α 炭素原子の 2 つの単結合 (C_{α} -N 結合と C_{α} - C_{carbonyl} 結合) の回転角 (それぞれ ϕ と ψ) によって記述できる。ポリペプチド鎖において、どのような ϕ と ψ の値が立体的に可能かを示すプロットをラマチャンドランプロットという。ポリペプチド鎖内の連続した複数のアミノ酸残基の ϕ と ψ がそれぞれ一定の値をとるとき、主鎖のコンホメーションは繰り返し構造を示す。ポリペプチドの二次構造は、そのようないくつかの繰り返し構造からなり、そのうち最もよく見られる二次構造は と である。両二次構造はともに、 のカルボニル基と N-H 基との間で局所的に形成される によって安定化されている。 では、ポリペプチド鎖の各アミノ酸残基の N-H 基とそこから 残基離れたアミノ酸残基のカルボニル基との間に が形成される。この二次構造中では、ラマチャンドランプロットにおける ϕ と ψ はそれぞれおよそ -57° および -47° であり、この部分のポリペプチド鎖は 。一方、 では、ポリペプチド鎖の複数の部分が並んで配置されたときに形成される。この二次構造中では、配置された個々のポリペプチド部分は と呼ばれ、。多くの球状タンパク質には、 と の特徴的な組み合わせによる部分構造が存在する。この部分構造のことを という。

1) 空欄 ~ 、、 に当てはまる最も適切な語句または数字を次の語句群 1 からそれぞれ選んで書け。

<語句群 1> 側鎖, 主鎖, N 末端, C 末端, α ヘリックス, 3 重らせん, β シート, ループ, β ストランド, ファンデルワールス相互作用, 疎水性相互作用, イオン結合, 水素結合, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 立体配置, 超二次構造, サブユニット構造, 一次構造

2) 空欄 と に当てはまる最も適切な語句を次の語句群 2 からそれぞれ選び、記号 A~D で答えよ。

<語句群 2> A. ランダムコイルの状態をとる ; B. ほぼ完全に伸びた状態をとる ;
C. ループ状の構造をとる ; D. 右巻きのらせん状の立体構造をとる

3) 下線部 (i) について、ペプチド結合中の C-N 結合の回転が自由ではない理由を述べよ。

【問2】 酵素について記述した以下の文章を読み、設問に答えよ。

(i)酵素の活性部位は特定の基質分子と相互作用するだけでなく特定の遷移状態の分子とも相互作用し、副生成物を生じにくくしている。キモトリプシンとトリプシンでは、(ii)活性部位のセリン残基が基質を求核攻撃してペプチド結合が加水分解されるが、(iii)トリプシンはキモトリプシンよりもペプチド中のアルギニン残基やリシン残基を優位に認識する。

また、酵素の中には、アミノ酸残基の反応性だけでは触媒が困難な化学反応に対応するため、補因子を利用するものがある。補因子には必須イオンと と呼ばれる有機化合物があり、さらに には反応中に変化し活性部位から離れる と活性部位に結合したままの がある。

- 1) 空欄 , , に当てはまる最も適切な語句を記せ。
- 2) 下線部 (i) において、酵素がより強く結合するのは、基質分子と遷移状態の分子のどちらか、その理由と共に答えよ。
- 3) 下線部 (ii) において、キモトリプシン中にある特定のアスパラギン酸をアラニンに置換すると、セリン残基の求核性が低下し酵素活性は減少することが多い。その理由を述べよ。
- 4) 下線部 (iii) において、その理由を答えよ。

【問3】生体膜に関する以下の文章を読み，設問に答えよ。

生体膜を構成する脂質には，リン脂質，スフィンゴ脂質，コレステロールなどが含まれる。コレステロールは，それ自身では脂質二重層を形成することはできないが，脂質二重層に取り込まれることにより生体膜の流動性を維持する役割をはたす。生体膜には，脂質成分に加えて，タンパク質や糖も含まれている。

- 1) リン脂質と共通のグリセロール骨格に，3個の脂肪酸がエステル結合した化合物の名称を記せ。
- 2) スフィンゴ脂質のなかで，ホスファチジルコリンと同様の親水部をもつ化合物の名称として最も適切なものを，次の語群から選んで一つ記せ。

<語群> スフィンゴシン，スフィンゴミエリン，セラミド，セラブロシド

- 3) 生体膜に含まれるタンパク質の挙動について，流動モザイクモデルに基づき説明せよ。
- 4) 生体膜に含まれる糖の形態として適切なものを，次の語群から選んですべて記せ。

<語群> グリコーゲン，デンプン，糖脂質，糖タンパク質，
プロテオグリカン，ホモグリカン

【問4】糖代謝に関する以下の文章を読み、設問に答えよ。

動物の体内に吸収されたグルコースは、(i)グリコーゲンとして細胞内に蓄えられる。グルコース 6-リン酸は、ホスホグルコムターゼによって に変換されたのち、UDP グルコースに変換される。UDP グルコース由来のグルコースが、グリコーゲンシンターゼによって、グリコーゲンの 末端に付加する。一方、(ii)グリコーゲンの分解によって が生産され、さらにグルコース 6-リン酸に変換される、このグルコース 6-リン酸は、グルコース-6-リン酸イソメラーゼの基質となるほかに、(iii)ペントースリン酸経路で分解されることもある。

- 1) と に当てはまる最も適切な語句をそれぞれ答えよ。
- 2) 下線 (i) に示すように、グルコースがグリコーゲンに変換される理由の一つは、細胞内にグルコースの単量体が大量に存在すると不具合が生じる可能性があるためと考えられている。その不具合を答えよ。
- 3) 下線 (ii) のグリコーゲンの分解を促すホルモンを二つ答えよ。
- 4) 下線 (iii) に示すペントースリン酸経路の中間体であるリブロース 5-リン酸は、体内で何に利用されることがあるのか、答えよ。