

生物科学概論 演習問題 (1)

1. タンパク質の構造を考える上で4つのレベルがある。アミノ酸配列様式のことを1次構造と呼び、ポリペプチド鎖が規則的に繰り返す立体構造を2次構造と呼び、その代表的なものは α ヘリックスと β シートである。3次構造とはポリペプチド鎖の形成する全体的3次元構造のことである。複数のポリペプチド鎖が1個の分子を形成するとき、個々のポリペプチド鎖(サブユニット)の空間的配置を4次構造と呼ぶ。
2. タンパク質によってはアミノ末端がアセチル化されていることがある。
3. 球状タンパク質では極性側鎖をもったアミノ酸は分子表面に露出し水和している。
4. 環状アミノ酸のProでは ϕ 値が -60° 近くに固定されるため、 α ヘリックス構造はつukれない。
5. システインは酸化してもう一つのシステインとの間にジスルフィド結合をつくる。
6. 世界で初めて3次元構造の解明が行われたタンパク質は何か? 又、このタンパク質の構造の特徴を説明せよ。
7. ペプチド構造中-NH-CO-部分のC-N間距離が、例えば-NH-CH₂-のC-N間距離よりも短いのはなぜか説明せよ。
8. タンパク質におけるほぼ全てのペプチド結合はトランス型であるが、シス型よりもトランス型が有利である理由を説明せよ。
9. ペプチド鎖においては、アミノ基と α 炭素の間および α 炭素とカルボニル基の間が単結合であり、ペプチド単位はこれらの結合を軸として回転することができる。前者および後者の軸の周りの回転は二面角によって明示され、各々 ϕ (phi)角および ψ (psi)角と呼ばれる。これら2つの角度はペプチド鎖の原子同士の立体障害のために可能な範囲があり、これはラマチャンドランマップと呼ばれる2次元プロットによって表される。
10. α ヘリックスは主鎖のNH基とCO基間の分子内水素結合によって安定化している。各々のアミノ酸残基は、らせん軸にそって次のアミノ酸残基と1.5Åの距離、 100° の回転角の位置関係にあり、ヘリックス1回転当たり3.6個のアミノ酸残基が存在することになる。らせん1回転当たりの軸方向の長さ(ピッチ)は5.4Åになる。2つ以上の α ヘリックスが絡み合っているコイルドコイルは筋肉のミオシンや毛髪のケラチン等に見られる。
11. α ヘリックスと並ぶもう一つの周期的構造モチーフは β シートである。この構造を構成する1本のポリペプチド鎖は β ストラッドと呼ばれ、ペプチド鎖がしばしば引き伸ばされた状態になっている。このモチーフには、2つの主鎖の並びが反対方向を向いているものと同一方向を向いているものがあり、各々逆平行 β シートおよび平行 β シートと呼ばれている。
12. タンパク質の構造形成のために、ペプチド鎖の方向を反転させる役割をもつモチーフとして β ターンおよびループがある。前者では、ポリペプチドの*i*番目の残基のCO基が、*i*+3番目の残基のNH基と水素結合を形成していることが多い。
13. 球状タンパク質が一般にどのような構造上の特徴を有するかについて、疎水性残基、極性残基、分子表面、構造安定性、二次構造、水素結合、ファンデルワールス相互作用などの単語を使って説明せよ。
14. α ヘリックス構造に多く見られるアミノ酸残基は、アラニン、グルタミン酸、ロイシンである。一方で、バリンやイソロイシンは β ストラッドに多い傾向がある。グリシン、アスパラギン、プロリンはターンに多い傾向にある。
15. 架橋をもたないポリペプチド鎖の殆どは8M尿素や6M Guanidiniumなどの変性剤によってランダムコイル構造をとる。
16. シャペロンとは何かを簡単に説明せよ。
17. ポリグルタミン酸がpH=3では α ヘリックスを形成しpH=7ではランダムコイル構造を形成する理由を説明せよ。
18. タンパク質の折りたたみ過程(アミノ酸配列と高次構造の関係)について1950年にChristian Anfinsenが調べたタンパク質は何か? また、その実験内容について簡単に説明せよ。
19. タンパク質分子の実行電荷(net charge)がゼロのときのpHを等電点という。
20. 通常、タンパク質の溶解度は等電点付近で最も小さくなる。
21. pHとは何か、pKaとは何かを各々簡単に説明せよ。
22. 酢酸のpKaは4.7である。0.1Mの酢酸のpHを計算せよ。pH = 2.85
23. グリシンのpKa値が2.34および9.60であるとき、このグリシンの水溶液のpKa値を計算せよ。5.97
24. ある系がN個の構成員をもってとりうる見分けのつく状態の数Zを数えることにより、この系のエントロピーは $S = k \ln Z$ という式で表される。この式を用いて、独立なN個の構成員がおのおのP個の異なる状態を等確率にとりうるときにこの系のエントロピーを表す式を書け。 $Z = P \times P \times \dots \times P = P^N$ より $S = Nk \ln P$