

平成 21 年度 大学院博士前期課程入学試験問題

受験番号

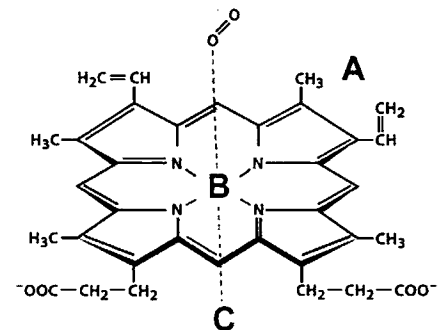
生物化学

問題 1. ミオグロビンとヘモグロビンに関して以下の間に答えよ (配点率 40/100)

(1) ヒトミオグロビンをコードする遺伝子 (イントロンを含まない cDNA) は、終止コドンを含めて 465 塩基から成る。では、ヒトミオグロビンは何残基のアミノ酸から成るか答えよ。

(2) 上記遺伝子を発現ベクターに挿入し大腸菌を形質転換することにより、ヒトミオグロビンを大腸菌に大量に作らせることができる。この発現ベクターは、挿入した遺伝子の upstream に適当なプロモーターとリボソーム結合部位を含む。では、これらのプロモーターとリボソーム結合部位はどうして必要かその理由を述べよ。

(3) ミオグロビンやヘモグロビンの分子中に存在するヘムの構造を右図に示す。図中、4つのピロール環がメテン基で架橋された化合物 A の名称を書け。また、ヘムの中央に配位する原子 B の名称と原子価を書け。さらに、原子 B と配位するアミノ酸 C の名称とその側鎖の構造を書け。

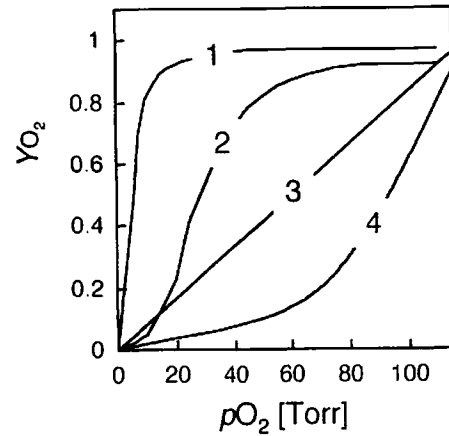


(4) ヒトミオグロビンとクジラミオグロビンのアミノ酸配列を比較すると 84% の同一性を示すが、等電点はそれぞれ 7.6、9.4 と大きく異なる。では、クジラミオグロビンの等電点がヒトミオグロビンの等電点より高いのはどのようなアミノ酸配列あるいはアミノ酸組成の違いによると考えられるか述べよ。

(5) ヒトミオグロビンとクジラミオグロビンをそれぞれ pH 5.5 の緩衝液に 1 mg/ml の濃度で溶かし、光路長 1 cm のセルを用いて 280 nm の吸光度を測定したところ、それぞれ 0.82、0.94 であった。では、クジラミオグロビンの吸光度がヒトミオグロビンの吸光度より高いのはどのようなアミノ酸配列あるいはアミノ酸組成の違いによると考えられるか述べよ。なお、両者のトリプトファン含量は同じである。

(6) ヒトミオグロビンとヒトヘモグロビンをそれぞれ精製し、質量分析を行ったところ、ヒトミオグロビンは質量 17051 の単一の分子種から、ヒトヘモグロビンは質量 15125 と 15832 の2種類の分子種から成ることがわかった。また、ゲルろ過クロマトグラフィーにより、ヒトミオグロビンの分子量は約 17000、ヒトヘモグロビンの分子量は約 60000 と推定された。これらの結果に基づき、ヒトミオグロビンとヒトヘモグロビンのサブユニット構造を推定せよ。

(7) ヒトミオグロビンとヒトヘモグロビンの酸素結合曲線を右図の1-4からそれぞれ選べ。また、ヒトヘモグロビンの生理機能について、その酸素結合曲線と関連付けて述べよ。なお、 Y_{O_2} はタンパク質分子の酸素飽和度、 pO_2 は酸素分圧を表す。



問題2. 下記(1)～(3)の間に答えなさい。 配点率(30/100)

(1) D-glucose を基準化合物として、以下の語句を具体的な構造式を示しつつ、説明せよ。

- 1) D体とL体の区別
- 2) エピマー
- 3) ジアステレオマー
- 4) エナンチオマー
- 5) アノマー

(2) 生体由来の不飽和脂肪酸は、その構造上、3つの大きな特徴を示す。適当な脂肪酸とその名称を記し、3つの特徴について具体的に説明しなさい。

(3) 生体膜は、脂質とタンパク質よりなるが、生体膜のタンパク質は、膜との相互作用の様式により3群に分類できる。これら3群の膜タンパク質に関して、分類名、特徴、並びに具体例を挙げて説明しなさい。

問題3. 光合成に関する次の文章を読み、下線部(1)~(5)について、以下の問いに答えなさい。(配点率 30/100)

光を照射すると植物は、酸化的リン酸化とは別の経路で酸素を消費し、二酸化炭素を発生することが知られており、この現象は「光呼吸」と呼ばれている。光呼吸の原因は、(1) RuBP カルボキシラーゼ反応において、(2) 酸素が本来の基質である二酸化炭素と競合することに起因する。光呼吸によって生じた2-ホスホグリコール酸は、グリコール酸に加水分解された後、ペルオキシソームとミトコンドリアで一連の酵素反応で部分酸化され、二酸化炭素を生じる。光呼吸は、明反応で作られた ATP と NADPH の一部を浪費する無駄な経路だと考えられた時期もあったが、現在では、(3) 光合成装置を光酸化障害から守るための重要な機能を担っているのではないかと考えられている。夏の日差しの強い日中でも、サトウキビ、トウモロコシのような (4) C4 植物と呼ばれる一部の植物は、C4 サイクルという代謝経路を有するため、ほとんど光呼吸をせず、光酸化障害にも耐性を有する。しかしながら、(5) C4 植物が、C3 植物と比して、生長にとって必ずしも有利とは言えない。

(1) RuBP カルボキシラーゼが本来の基質である二酸化炭素と RuBP との反応を触媒する際の反応機構を化学構造式を用いて記しなさい。

(2) RuBP カルボキシラーゼが、RuBP と酸素との反応を触媒する際の反応機構を化学構造式を用いて記しなさい。

(3) 光呼吸が、光合成装置を光酸化障害から守るためになぜ有用と考えられるのか。理由を記しなさい。

(4) C4 植物が何故、ほとんど光呼吸をしないのか。また、なぜ、光酸化障害に耐性なのかを説明しなさい。

(5) C4 植物が生長にとって C3 植物よりも不利な場合を具体的に示しなさい。また、なぜ、不利なのかの理由を記しなさい。