

令和6年度特色入試問題

《 農学部 応用生命科学科 》

小論文試験

250点満点

(注意)

1. 問題冊子および解答冊子は係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほかに5ページある。
3. 解答冊子は表紙のほかに6ページある。なお、別に下書き用紙2枚を配布する。
4. 試験開始後、解答冊子の表紙所定欄に受験番号・氏名をはっきり記入すること。
表紙には、これら以外のことを書いてはならない。
5. 解答はすべて解答冊子の指定された箇所に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがある。
7. 解答冊子は、どのページも切り離してはならない。
8. 問題冊子は持ち帰ること。解答冊子と下書き用紙は持ち帰ってはならない。

問題 1

アミノ酸とタンパク質に関する次の文章を読み、問 1～問 7 に答えなさい。

必要であれば、次の数値を用いよ。原子量: H = 1.0、C = 12、N = 14、O = 16、S = 32

α -アミノ酸は示性式が $RCH(NH_2)COOH$ で表され、酸性溶液中で [a]、塩基性溶液中で [b]、中性付近の溶液中で [c] の構造を主にとる。側鎖 R の構造が異なる約 20 種類のアミノ酸が存在し、アミノ酸の性質を決定する(図 1)。アミノ酸水溶液の pH を適切に調節すると、分子中の正と負の電荷の数が等しくなり、分子全体としての電荷は 0 となる。①このような pH を等電点という。アミノ酸は、アミノ酸同士で縮合し、[ア] と呼ばれるアミド結合によりペプチドが生成する。アミノ酸 2 分子が縮合してジペプチド、3 分子が縮合してトリペプチド、多数が縮合してポリペプチド(タンパク質)が生成する。各アミノ酸の側鎖の性質に応じて、イオン結合、[イ] 力、疎水性相互作用、および共有結合がタンパク質分子内に生じる。その結果、タンパク質はそのアミノ酸配列特有の構造をとるように折りたたまれる。タンパク質の基本構造には、[ウ]、[エ]、ループ構造などがあり、それらは二次構造と呼ばれる。そして、それらがさらに折りたたまれて立体構造をとり、②タンパク質の分子表面の電荷などの性質が、各々のタンパク質特有の機能発現に重要な役割を果たす。

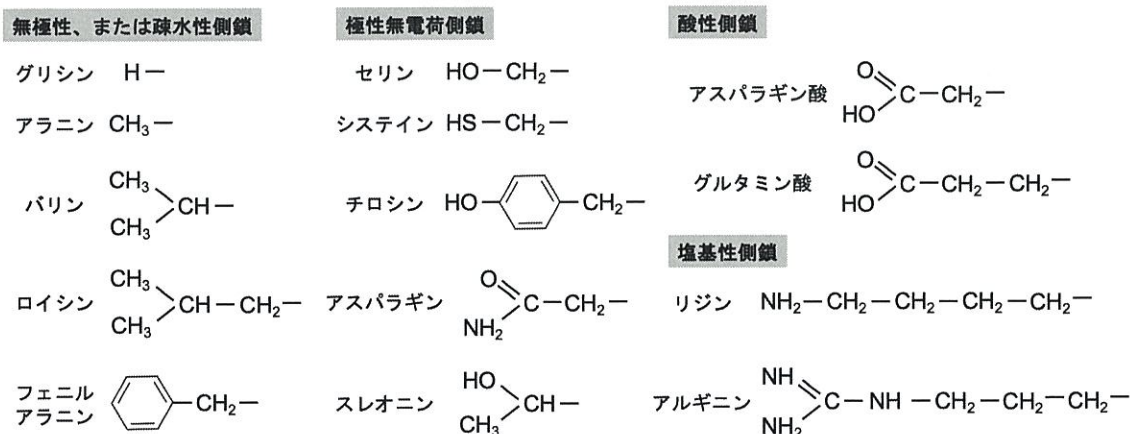


図 1. α -アミノ酸の側鎖 R の例 構造式は無電荷の状態のものを示す。

問 1

[a] ~ [c] の構造式を、側鎖を R として図 2 にならって示せ。



図 2. 構造式（イオン式）の記入例

問 2

上の文章の、[ア] ~ [エ] の記号にあてはまる適切な語句を答えよ。

問 3

下線部①に関連して、グリシン (R=H) の等電点を求めよ。その際、以下の電離定数 K_1 と K_2 の値を用いること。



$$K_1 = 1.0 \times 10^{-2.34} \text{ mol/L}, \quad K_2 = 1.0 \times 10^{-9.60} \text{ mol/L}$$

問 4

あるトリペプチド X を加水分解すると、3 種の異なる α -アミノ酸 A、B、C が得られた。

以下の情報 i) ~ v) をもとに、トリペプチド X を推定し、図 1 にならって構造式を用いて示せ。

- i) アミノ酸 A は毛や爪に多く含まれ、分子量は 121 である。
- ii) アミノ酸 B は炭素数 5 の α -アミノ酸であり、1 mol のアミノ酸 B を完全にメチルエステル化するには、2 mol のメタノールが必要である。
- iii) アミノ酸 C は不斉炭素原子を持たない。
- iv) 通常のアミノ酸縮合に関わるアミド結合の他に、R (側鎖) に含まれる官能基が関与するアミド結合が、トリペプチド X に含まれる一部のアミノ酸同士の結合に関与している。
- v) トリペプチド X の加水分解産物には、A と C からなるジペプチドも含まれ、その N 末端は A であった。

問 5

トリペプチド X は生体内で単量体と 2 量体の相互変換を行い、脂質やタンパク質の酸化を防ぐ防御機構に重要なペプチドである。その機能発現の仕組みを、トリペプチド X の構造式から考えて説明せよ。

問 6

アミノ酸 A、B、C の混合物を塩酸で酸性 (pH 2.5) の溶液として調製した。その溶液を、Sulfopropyl 基 $[-CH_2CH_2CH_2SO_3^-]$ で表面が修飾された樹脂を充填したカラム (ガラス円筒) に流すと、全てのアミノ酸が樹脂表面に吸着した。その後、緩衝液の pH を少しずつ上げてはカラムに通す作業を繰り返した。A、B、C の中のアミノ酸の中で、より低い pH の緩衝液で最初に樹脂表面から離れて溶出されてくると考えられるアミノ酸の名称を答えよ。また、そのように考えた理由も解答欄に簡潔に記せ。ただし樹脂そのものに電荷やアミノ酸との吸着性はないものとする。

問 7

下線部②に関連する問いである。生体内の細胞では、様々な機能を担うタンパク質が存在する。例えば、a) 生体膜 (脂質 2 分子膜) に埋め込まれた形で存在する膜タンパク質、b) DNA に結合してクロマチン構造をとるのに重要なヒストンタンパク質、c) 細胞質に存在する酵素などの水溶性タンパク質、などである。a)、b)、c) それぞれのタンパク質について、タンパク質分子表面に存在するアミノ酸の種類や分布に、どのような特徴があるかを考察して説明せよ。

問題 2

以下の文章を読み、問 1～問 3 に答えなさい。ただし、具体的に論述すること。

現在の生命科学では、「生物群集*」「個体群**」「個体」「組織」「細胞」「生体分子」といった様々な階層の研究が行われている。いずれの階層でも未知の研究を進めるうえで、新しい分析技術の導入は極めて重要である。新しい分析技術が発明・開発されることにより、従来見えなかったものが可視化できたり、微量試料から詳細な情報が取得できたりする。新しい分析技術により、それまで知られていなかった事実が発見され、飛躍的に研究が進展した事例は多い。例えば、DNA シークエンシング技術により、生物の遺伝情報が正確かつ迅速に決定され、植物・微生物の育種の効率化や品種改良の分子基盤などを研究できるようになった。また、高性能な顕微鏡の登場により、病原体の構造や感染過程、さらには細胞分裂の過程などを高精度に観察できるようになった。加えて、膨大な生体分子の情報を高速・高精度に取得するオミックス技術により、生命現象の全体像が網羅的に捉えられるようになり、生命・食料・環境など様々な分野の進展に貢献した。このように分析技術の進歩は、生命科学の分野において新たな知見や発見をもたらした。一方で、既存の分析技術だけでは未だ解明できていない課題も残されているため、生命科学のさらなる発展には今後も分析技術の進歩が求められる。

生物群集* 一定地域内で互いに関係を持ちながら生活している生物の集団

個体群** ある地域にすむ、同じ種の個体の集まり

問 1

あなたは応用生命科学の最先端研究者である。既存の分析技術だけでは未だ解明できていないとあなたが考える課題の中で、解明したい生命現象の課題を一つ挙げよ。また、なぜその現象に興味を持ったか理由を述べよ。

問 2

問 1 の課題を解明するために今後必要となる新しい分析技術の一つ考案せよ。
その分析技術の特徴と実現可能性について説明せよ。

問 3

問 2 の分析技術を用いると、問 1 の課題が解明できることを実証したい。ど
のような研究を実施すれば良いか、その研究計画を述べよ。

問題訂正（農学部応用生命科学科 小論文試験）

下記の問題訂正があります。

記

問 題 訂 正

問題冊子 問題 1

1 ページ 7 行目

(誤) 存在し、アミノ酸の性質を・・・

↓

(正) 存在し、側鎖Rがアミノ酸の性質を・・・

以上

注意事項（農学部応用生命科学科 小論文試験）

下記の注意事項があります。

記

注 意 事 項

4 ページ 2 行目

フォントの変更（下線部をゴシック体から明朝体に変更）

問題 2

以下の文章を読み、問 1～問 3 に・・・

以上