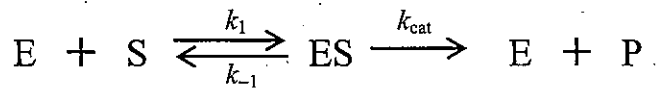


[生物学基礎]

次の文を読み、以下の問(1)～(6)に答えよ。

酵素は生体で起こる反応の触媒としてはたらくタンパク質分子ある。タンパク質は通常、(ア) アミノ酸が重合したポリマーであり、多様な相互作用により、特定の(イ) 立体構造をとることで酵素が形作られている。この立体構造は、(ウ) 水素結合や(エ) 疎水効果などにより形成される。

ある酵素 E (分子量 60,000) は、基質 S を生成物 P に変換する活性をもつ (下の反応式)。



以下、酵素 E の濃度を [E]、基質 S の濃度を [S]、生成物 P の濃度を [P] とする。この酵素の性質を調べるために、温度 (300 K) と酵素初期濃度 ([E]₀) が一定の条件下で、基質濃度 [S] を変化させ、反応の初速度 v_0 を測定した。その結果を表 1 に示す。ただし、この酵素反応での酵素濃度 [E] は、 $1 \mu\text{g mL}^{-1}$ を 1 unit として表わしている。

表 1 酵素 E の活性測定

| [S] (μM) | v_0 ($\mu\text{M min}^{-1} \text{unit}^{-1}$) |
|-----------------------|---|
| 100 | 100 |
| 10 | 60 |

- (1) 下線部 (ア) について、以下の A～D に該当するアミノ酸の化学構造式をそれぞれ 1 つ示せ。
 - A. 不斉中心をもたない
 - B. 2 つの不斉中心をもつ
 - C. 硫黄を含む
 - D. 波長 260～300 nm の紫外領域に強い吸収をもつ
- (2) 下線部 (イ) について、タンパク質の二次構造、三次構造、および四次構造を、それぞれ 70 字程度で説明せよ。
- (3) 下線部 (ウ) および (エ) について、これらはどのような相互作用か、それぞれ 70 字程度で説明せよ。

(4) 酵素 E が P を生成する初速度 v_0 は、以下の Michaelis-Menten の式

$$v_0 = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$

に従うとする。ここで、 K_m は Michaelis 定数、 $V_{\max} = k_{\text{cat}} [E_0]$ である。この酵素反応の Michaelis 定数 K_m (μM) と反応速度定数 k_{cat} (s^{-1}) を求めよ。ただし、解答には計算の過程も記せ。

- (5) 酵素 E の 123 番目のセリン残基 (Ser123) をアラニン残基に置換した変異体を調製し、同様に K_m と k_{cat} を求めたところ、 k_{cat} は変化せず、 K_m は増加した。Ser123 は酵素 E がはたらく上でどのような役割をもっていると考えられるか。セリン残基とアラニン残基の側鎖の違いに着目し、理由を含めて 150 字程度で記せ。
- (6) このような変異体の酵素学的解析のほかに、酵素の立体構造を決定することによって、基質との相互作用をより直接的に調べることができる。生体高分子の立体構造を原子分解能で決定できる手法を 2 つ挙げ、それぞれの長所と短所を簡潔に記せ。