

1-2 反応速度と化学平衡(Ⅱ)

次の文を読み、問1～問5に答えよ。

- (1) 一般に触媒が存在すると化学反応は速くなる。この理由は、触媒が作用すると反応の仕組みが変わって〔ア〕のより小さい経路で反応が進むためである。触媒を用いた場合、反応熱は〔イ〕。触媒はその作用の仕方で〔ウ〕と〔エ〕に大別できる。例えば、過酸化水素の水溶液中における分解反応の触媒として FeCl_3 水溶液や MnO_2 粉末を利用できるが、 FeCl_3 は〔ウ〕、 MnO_2 は〔エ〕として働いている。

細胞内の化学反応の多くは触媒として酵素(**E**と表記する)が関わっている。酵素が触媒として作用する物質を〔オ〕(**S**と表記する)という。**S**は酵素と結合して「酵素—〔オ〕複合体」(**E·S**と表記する)をつくる。

問1 〔ア〕～〔オ〕に最も適切な語句を記せ。

- (2) **S**の加水分解により生成物**P**を生じる反応を、酵素**E**が触媒として進める場合を考えてみよう。

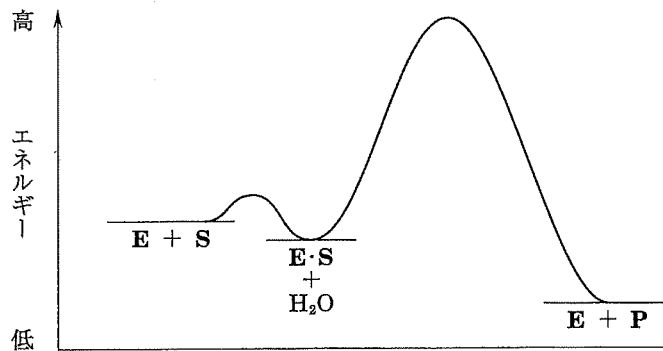


図1 酵素**E**による**S**の加水分解反応に伴うエネルギー変化

図1のように、酵素**E**の作用する反応では**E·S**がつくられるため、反応は式①、式②で表される2つの段階にわけることができる。



$\text{E}\cdot\text{S}$ に対して水が作用し P が生じるので、 P の生成する速度 v は速度定数を k として式③で与えられる。

$$v = k[\text{H}_2\text{O}][\text{E}\cdot\text{S}] \quad \dots\dots\textcircled{3}$$

最初に加えた酵素 E の濃度(初期濃度)を c [mmol/L] とすると、反応の進行中、酵素 E の濃度 $[\text{E}]$ [mmol/L]、 $\text{E}\cdot\text{S}$ の濃度 $[\text{E}\cdot\text{S}]$ [mmol/L] の間には、式④の関係が常に成立する。ただし、 $\text{mmol/L} = 10^{-3} \text{ mol/L}$ とする。

$$[\text{E}] + [\text{E}\cdot\text{S}] = c \quad \dots\dots\textcircled{4}$$

多くの酵素反応では、式①の正反応およびその逆反応はいずれも式②の反応と比べはるかに速い。したがって、式②の反応が進行中でも式①の平衡関係が成立しているとみなすことができる。

問2 式①の平衡定数を K [(mmol/L)⁻¹] とする。 K を $[\text{E}\cdot\text{S}]$ 、 c 、 S の濃度 $[\text{S}]$ [mmol/L] を用いて表せ。

問3 $[\text{E}\cdot\text{S}]$ を K 、 c 、 $[\text{S}]$ を用いて表せ。

(3) 酵素による反応を水溶液中で行う場合、大過剰に存在する水の濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ [mmol/L] は一定とみなしてよい。文(2)で説明した酵素反応において、式③の速度定数 k [(mmol/L)⁻¹(秒)⁻¹] と $[\text{H}_2\text{O}]$ の積は $5.0(\text{秒})^{-1}$ であり、式①の平衡定数 K は 0.10 [(mmol/L)⁻¹] であった。

問4 反応溶液内の S の濃度を高めると式①の平衡が移動するため、式②の反応速度 v は増大する。しかし S の濃度をいくら高くしても、最大速度 v_{max} とよばれる値を超えることはない。酵素 E の初期濃度 c が 0.30 mmol/L である水溶液中で、酵素 E による S の加水分解反応を行なう場合の v_{max} を有効数字2桁で答えよ。

問5 酵素の触媒能力の目安として、 v が v_{max} の半分となる S の濃度が用いられる。酵素 E の初期濃度 c が 0.10 mmol/L である水溶液では、酵素 E による S の加水分解反応の v_{max} は 0.50 [(mmol/L)(秒)⁻¹] である。 v が v_{max} の半分となる S の濃度を有効数字2桁で答えよ。