

生命科学 (正木教官)

2011 年度本試験 解答・解説

問 1

動物や植物とは異なり、バクテリアでは、互いに働きの関連したタンパク質の遺伝子が、ゲノム上でも隣接して存在することが多い。これは、バクテリアのどのような事情を反映して、遺伝子発現上バクテリアにどのような利点をもたらしているか、について考察し答えなさい。

--- ◇答案例 ---

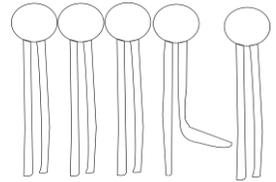
バクテリアはゲノムサイズが小さいため、遺伝子発現を調節するための部分は必然的に少なくなる。そのため、一つの調節部位で、いくつもの遺伝子の発現を同時に調節することが必要になる。その際、働きの関連したタンパク質の遺伝子がゲノム上で隣接していれば、それらの遺伝子を同時に調節することになるため合理的である。

問 2

近縁の魚でも、水温の高い海域に棲む魚と水温の低い海域に棲む魚とでは、一般に脂肪酸の組成に違いがある。また同じ植物でも、温かい土地で育てた株と寒い土地で育てた株とでは、生体膜を構成する脂肪酸の組成に違いがある。どのような違いがあるか、また、それは生理的にどのような合理性があるか答えなさい。

--- ◇答案例 ---

低温環境下に生息する生物ほど、不飽和脂肪酸の占める割合が大きい。不飽和脂肪酸の二重結合部では炭化水素鎖が折れ曲がるため、右図のように、生体膜でのリン脂質の並び方が疎になり、分子間力が小さくなるため、生体膜の流動性が上昇する。従って、低温環境下の生物ほど流動性の高い生体膜を持つことになり、これは合理的である。



問 3

生体の中で、ある生理的分子とその標的装置との間で1対1の吸着平衡（結合平衡）が成り立ち、かつ、その分子と装置は複合体を形成して初めて生理効果を発揮するというような系において、分子の濃度に対する効果の程度には、基本的に同じ様式の濃度-作用応答が見られる。代表例として、酵素と基質との反応、ホルモンと受容体の反応、あるいは、特異的チャネルを介した栄養分子の細胞への取り込み現象、などがある。

ある酵素反応において、総濃度 E_0 の酵素のうち、一部が基質との複合体 ES を形成し（濃度 $[ES]$ ）、残りが遊離の酵素として存在する（濃度 $[E]$ ）時、基質濃度を $[S]$ 、酵素と基質の間の解離平衡定数を K_d として、以下に答えなさい。

- (1) 酵素と基質に結合・解離平衡が成り立つとして、それを表す等式を答えなさい。ただし、 $E_0 \ll [S]$ とする。
- (2) 酵素の触媒機構により、 ES 複合体中の S が産物 P に変化すると同時に E と P が解離し、その速度定数を k_{cat} とする。この $ES \rightarrow E + P$ という反応も一般には可逆反応であるが、反応の初期には逆反応は無視して良い。また、 k_{cat} は、 E と S との間の結合速度定数 k_1 及び解離速度定数 k_{-1} よりも小さいとする^(a)。反応の初期における、 P を生じるこの酵素の反応速度 $V (=d[P]/dt)$ を求めなさい（すなわち、 E_0 と $[S]$ だけを変数とする式を導く）。

- (3) この酵素反応の、理論上の最大反応速度 V_{max} を答えなさい。
- (4) (2)の下線部(a)という条件がなくても、 K_d を拡大解釈すれば、(2)で得られた式は基本的に成立する。 K_d の意味をどのように変更すればよいか、変更した後の新しい定数を K_m として、説明しなさい。
- (5) 一般に、「酵素の活性が高い」とは、上記の定数がどのような状態であることを指すか、答えなさい。

--- ◇答案例 -----

別ファイルを参照

問 4

以下の語句を、それぞれ簡潔に説明しなさい。

- (1) アルコール発酵 (2) 細胞内共生説 (3) G_0 期

--- ◇答案例 -----

- (1) 酵母菌が、ブドウ糖をエタノールに分解することによりエネルギーを獲得すること。呼吸の一形態である。反応式は $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ と書き表せ、ブドウ糖 1 分子を分解すると 2ATP が生成される。
- (2) 大型の原核生物に取り込まれた好気性細菌がミトコンドリアになり、さらに取り込まれたラン藻類が葉緑体になって、真核細胞が誕生したとする説。
- (3) 分化して分裂を停止し、細胞周期内に存在しない細胞のことを、「 G_0 期にある」と言う。