

## 生 物 (全3の1)

1 タンパク質は、生体内において様々なはたらきを担っている。生体内の化学反応を促進するタンパク質である酵素のほかにも、細胞や組織の構造の維持にはたらく骨格タンパク質や、細胞膜において物質の輸送や外界からの刺激の受容や情報の伝達のはたらきをするタンパク質、免疫で異物の排除にはたらく抗体など、多種多様なタンパク質がさまざまな生命現象に関係している。

問 1 細胞外に分泌されて酵素としてはたらくタンパク質を語群の中から全て選び、記号で答えなさい。

問 2 ATP分解酵素としてはたらくタンパク質を語群の中から全て選び、記号で答えなさい。

問 3 細胞膜に埋め込まれた形で存在するタンパク質を語群の中から全て選び、記号で答えなさい。

問 4 ヘムを含むタンパク質を語群の中から全て選び、記号で答えなさい。

問 5 血しょうタンパク質および血しょうタンパク質が酵素によって分解されて生じるタンパク質を語群の中から全て選び、記号で答えなさい。

問 6 同種のタンパク質が多数集合して繊維状の構造物を形成するタンパク質を語群の中から全て選び、記号で答えなさい。

- |                 |            |               |           |
|-----------------|------------|---------------|-----------|
| [語群] (ア) アクアポリン | (イ) アルブミン  | (ウ) カドヘリン     | (エ) コラーゲン |
| (オ) ダイニン        | (カ) ミオグロビン | (キ) DNAポリメラーゼ | (ク) トリプシン |
| (コ) トロポニン       | (ケ) トロンピン  | (ク) フィブリン     | (セ) ペプシン  |
| (ソ) ヘモグロビン      | (セ) ミオシン   | (ソ) ロドプシン     |           |

2 ある地域に生息する同種の集団がもつ遺伝子の全体を( 1 )という。この中には何種類かの対立遺伝子がある。その対立遺伝子の遺伝子頻度が世代を経て変化することを( 2 )という。

いま、2倍体生物において、互いに独立な2つの遺伝子座を考える。1つの遺伝子座にはMとmの2つの対立遺伝子があるとし、集団中のMとmの遺伝子頻度をそれぞれ $p$ 、 $1-p$ とする。もう1つの遺伝子座にはAとaの対立遺伝子があり、集団中のAとaの遺伝子頻度をそれぞれ $s$ 、 $1-s$ とする。

問 1 文中の( 1 )、( 2 )に適切な語句を入れよ。

問 2 この集団内で任意に交配が起こるとき、次世代として生まれるMM、Mm、mmの遺伝子型の頻度をそれぞれ求めよ。

問 3 aa個体だけを集めた部分集団をつくったとき、部分集団中でのmmの遺伝子型頻度を求めよ。

問 4 問3の部分集団中でのmの遺伝子頻度を求めよ。

問 5 問2で生まれるaaかつmmの遺伝子型頻度を求めよ。

問 6 問2で生まれるmmの個体をすべて集団から排除して得られる部分集団中でのMMとMmの遺伝子型頻度をそれぞれ求めよ。

問 7 問6の部分集団中でのmの遺伝子頻度を求めよ。

生 物 (全3の2)

3 A 個体群の特徴を考える上で重要な尺度として( 1 )と( 2 )がある。これらは、生物によって使い分けられる場合が多い。島や湖にすむ生物においては、個体群の境界がはっきりしているため、( 1 )は明確に定義できる。しかし、連続して広がる森林にすむネズミのような生物では個体群の境界がはっきりしない。このような場合には、( 2 )が用いられることが多い。

生物の分布状態は、いくつかの区別できる。ある地域の生物は、個体が集中して分布している場合や、一定の間隔をおいて分布している場合、また個体がでたらめに分布している場合が見られる。  
a b c

問1 文中の( 1 ), ( 2 )に適切な語句を入れよ。

問2 文中の下線 a, b, c のそれぞれの分布の名称を書け。

B 出生後、産まれた子の数が時間経過とともに、どのように変化して行くかを示した表を( 3 )という。これをグラフにしたものを( 4 )という。表1は、モンシロチョウの齢ごとに、はじめの生存個体数とその期間内の死亡率を、一部示したものである。( 4 )の形は種によってさまざまである。大別すると図1のA, B, Cのように3つの型に区別される。この図の縦軸は出生数を1000に換算している。

問3 文中の( 3 )と( 4 )の中に適切な語句を入れよ。

問4 表中の( 5 )と( 6 )にそれぞれ数値を入れよ。四捨五入し、小数点第1位までで表せ。

問5 下記の(ア), (イ), (ウ)はそれぞれ図1中の, A, B, Cのどれにあてはまるか。

(ア) イワシやアサリなどのように水中で浮遊生活する幼生期をもつ生物

(イ) 大きな卵や子を少数産み、親が子を保護する動物

(ウ) 小型の鳥類やトカゲなどのハ虫類

問6 今、卵の数を  $X_0$  とする。死亡率が齢にかかわらず一定でその値を  $d$  とする。また、 $n$  齢の個体数を  $X_n$  とする ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )。このとき、1 齢の個体数  $X_1$  を  $X_0$  と  $d$  を用いて表せ。

問7  $n$  齢の個体数  $X_n$  を  $X_{n-1}$ ,  $d$  を用いて表せ。

問8  $n$  齢の個体数  $X_n$  を  $X_0$ ,  $d$ ,  $n$  を用いて表せ。

問9  $\log_{10} X_n$  を,  $X_0$ ,  $d$ ,  $n$  を用いて表せ。

問10 死亡率が一定の生物を図1中のA, B, Cの中から選べ。

表1

齢	はじめの生存個体数	期間内の死亡率(%)
卵	780	( 5 )
1 齢	580	( 6 )
2 齢	300	

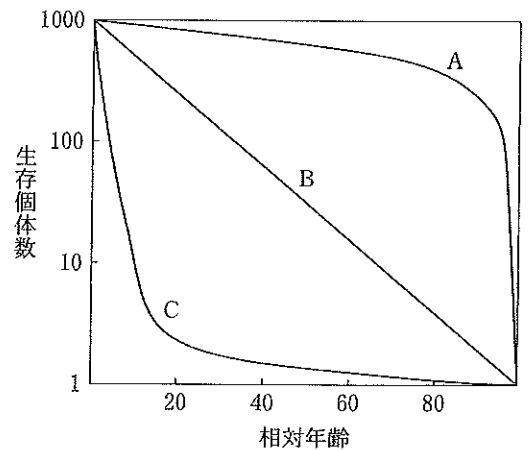


図1

4 大腸菌は培地にグルコースが含まれているかぎり、ラクトース(乳糖)を加えてもそれを利用することはないが、ラクトースしか含まない培地に移すと、それまで十分に発現していなかった、ラクトースをグルコースとガラクトースに加水分解する酵素であるβガラクトシダーゼやラクトースを細胞内に輸送するタンパク質などの合成が誘導されて、ラクトースを分解して利用できるようになる。

これらのタンパク質をコードしている遺伝子はDNA上で隣り合って存在しており、(1)という転写単位を構成して1本のmRNAとして転写される。(1)を構成する遺伝子群は、1つの(2)のもとでまとまって調節タンパク質による転写調節を受ける。ラクトースがないときには、リプレッサーとよばれる調節タンパク質が(3)とよばれる調節領域に結合しているためRNAポリメラーゼが(2)に結合できず、mRNAの転写が妨げられる。グルコースがなくラクトースがあるときには、リプレッサーにラクトースの代謝産物が結合することでリプレッサーはその立体構造が変化し、(3)に結合できなくなる。その結果、RNAポリメラーゼが(2)に結合し、遺伝子が転写されるようになる。このような転写調節のしくみは(ア)と(イ)によって最初に提唱された。

問1 上の文中の(1)~(3)に入る適切な語句を答えよ。

問2 上の文中の(ア)、(イ)に入る人名の組合せとして適切なものを下の(a)~(e)の中から選び、記号で答えよ。

- (a) (ア) グリフィス (イ) エイプリー (b) (ア) ジャコブ (イ) モノー  
 (c) (ア) ハーシー (イ) チェイス (d) (ア) メセルソン (イ) スタール  
 (e) (ア) ワトソン (イ) クリック

問3 大腸菌をグルコースと過剰量のラクトースの両方を含む培地で増殖させたところ、増殖に伴う大腸菌数の変化の時間経過は右の図2のようになった。同時に培地中の2つの糖の濃度を測定すると、グルコースは時間経過とともにきわめて低濃度にまで減少するが、ラクトースは時間経過の終わりまで一定量以上(2g/L)の濃度を維持した。一方βガラクトシダーゼは100分以上経過するまで発現が誘導されなかった。大腸菌数の変化のグラフがこのような形状になる理由を100字以内で説明せよ。

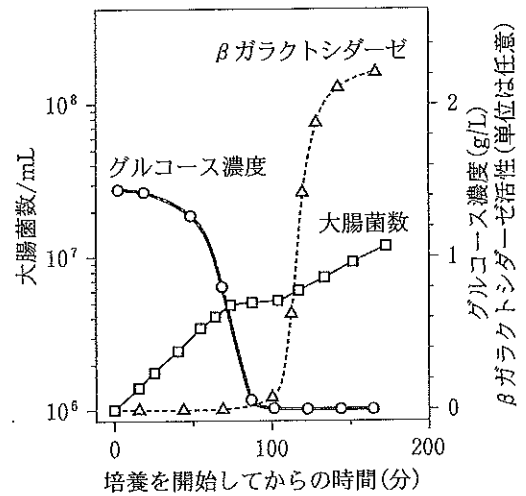


図2

問4 次のA、Bのような性質を持つ大腸菌の突然変異株は、上記の転写調節のしくみのどの位置に変異がおこったものかと考えられるか、A、Bそれぞれについて答えよ。

A 培地中にラクトースがないにもかかわらずβガラクトシダーゼの発現量が多く、その程度はグルコースを含まずラクトースを含む環境において野生株が発現する量と同様である。

B 培地中にグルコースがなくラクトースがあるにもかかわらずβガラクトシダーゼの発現量が少なく、その程度はラクトースを含まない環境において野生株が発現する量と同様である。