

## 補充問題 1

<解答>

問 1 [ア] 異化 [イ] ペプチド [ウ] ペプシン [エ] 膵臓

問 2  $\frac{2.3}{k_A} \log_{10} 2$

問 3 放射性同位体含有培地で 10 分間に合成されたタンパク質のみが標識され、放射性同位体非含有培地でそれ以降に合成されたタンパク質は標識されないため、放射活性の減少を利用してタンパク質の半減期を調べることができるから。

問 4 タンパク質 A と C, B と D の半減期の比較から、タンパク質 A の前方 50 個のアミノ酸を目印にタンパク質分解酵素 P が作用して半減期が 10 分になると考えられるので、タンパク質分解酵素 P 阻害剤存在下である実験 2 の条件下では、タンパク質 D の半減期は 96 時間になると予想される。

問 5 オートファジーによるタンパク質 B の半減期は 23 時間で、問 2 より、

$$23 \times 60 = \frac{2.3}{k_B} \log_{10} 2$$

$$\Leftrightarrow k_B = 5.0 \times 10^{-4}$$

となるので、タンパク質 B の初期量を  $B_0$ 、T 分後の量を  $B_T$  とすると、

$$T = \frac{2.3}{5.0 \times 10^{-4}} \log_{10} \left( \frac{B_0}{B_T} \right)$$

と表せる。

ここで、条件より、細胞の体積は、 $\frac{4}{3}\pi 5^3$  ( $\mu\text{m}^3$ ) オートファジーで形成される膜構造体の体積は  $\frac{4}{3}\pi(0.5)^3$  ( $\mu\text{m}^3$ ) であることから、オートファジーで形成される膜構造体 1 つ当たり細胞全体のタンパク質 B の  $\frac{1}{1000}$  を分解することになる。

よって、細胞全体に 1000 個のタンパク質 B が存在し、T 分あたりオートファジーで形成される膜構造体が 1 つ作られるとすると、

$$T = \frac{2.3}{5.0 \times 10^{-4}} \log_{10} \left( \frac{1000}{999} \right) = 2.02 \dots$$

となり、 $T=2.0 \dots$  (答)

<解説>

【実験 1】

タンパク質 A の半減期は 10 分

タンパク質 B の半減期は 96 時間

【実験 2】 … 【実験 1】 + タンパク質分解酵素 P 阻害剤

タンパク質 A の半減期は 96 時間

⇒タンパク質分解酵素 P 阻害剤がタンパク質 A の分解を抑制

⇒タンパク質分解酵素 P がタンパク質 A の分解促進（半減期：96 時間→10 分）

タンパク質 B の半減期は 96 時間

【実験 3】

タンパク質 C（=タンパク質 A の前 50 アミノ酸除去）の半減期は 96 時間

⇒タンパク質 A の後ろ 350 アミノ酸は半減期を 10 分にしない

タンパク質 D（=タンパク質 A の前 50 アミノ酸+タンパク質 B）の半減期は 10 分

⇒タンパク質 B は半減期 96 時間なのにタンパク質 A の前 50 アミノ酸を付加しただけで半減期が 96 時間から 10 分になった

⇒半減期を 10 分にする要因はタンパク質 A の前 50 アミノ酸

【実験 4】 貧栄養培地

タンパク質 B をオートファジーによって分解すると半減期 23 時間

⇒栄養源がないときにオートファジーによって分解が促進される

問 2 半減期は一定なので、初期放射活性値  $A_0$  が半分の  $\frac{1}{2}A_0$  になる期間を考えて、

$$\log_{10} \left( \frac{A_0}{\frac{1}{2}A_0} \right) = \frac{k_A \times t}{2.3} \Leftrightarrow t = \frac{2.3}{k_A} \log_{10} 2 \text{ (分)} \dots \text{(答)}$$

問 3 半減期の測定に大事なものは、体などの中に新たに半減期測定物質（今回は放射性同位元素  $^{35}\text{S}$ ）が入ってこないことである。もし細胞に  $^{35}\text{S}$  が取り込まれ続けると、体内の  $^{35}\text{S}$  は吸収と分解の平衡になる値を保つことになり、放射活性の減少によって半減期を測定できなくなる。それを防ぐために、一時的に放射物質による標識を行い、以降は放射物質による標識を行わない。これにより、体内で新たにタンパク質が合成されて S が必要になったとしても、 $^{32}\text{S}$  が取り込まれ、細胞内の  $^{35}\text{S}$  が増加することはないのである。

## 補充問題 ②

<解答>

問1 [ア] ジベレリン [イ] サイトカイニン [ウ] アブシシン酸 [エ] エチレン  
(イ, ウは順不同で, アブシシン酸はアブシジン酸でも可)

問2 タンパク質 A は細胞膜の特定の方向に局在し, オーキシンを極性移動させ, 局所的にオーキシンの濃度の高い部分を作って, 花芽形成を促進する。

問3 タンパク質 B が存在しないと, 特定の部分以下の細胞でタンパク質 A の局在が逆転せず, 花芽形成に必要な局所的なオーキシン濃度上昇が起こらないから。

問4 根においてタンパク質 C はタンパク質 B の発現を抑制することで, タンパク質 A は細胞の重力方向に局在するので, オーキシンを根の先端に輸送することができるようになるので, 根の伸長が促進される。

問5 [オ] cd [カ] 配偶子 [キ] 致死 [ク] CcDd [ク] CCDD [ケ] CcDd

<解説>

### 【実験 1】

- ・オーキシンの移動が阻害されると花芽形成は起こらない
  - ・オーキシン移動阻害時でもオーキシンを塗ると花芽形成
- ⇒オーキシン自体が花芽形成促進

### 【実験 2】

- ・タンパク質 A が欠損すると花芽形成阻害
  - ・タンパク質 B が欠損するとタンパク質 A の局在方向が重力方向にそろってしまい, この時には花芽形成は起こらない
  - ・花芽形成される場所ではタンパク質 A が局在した細胞膜が隣り合っている
- ⇒タンパク質 B がタンパク質 A の局在方向を重力と逆方向に変換し, オーキシンはタンパク質 A によって輸送されるため, タンパク質 A を含む細胞膜が隣り合うとその場所のオーキシン濃度が高くなって, 花芽形成が起こる。

### 【実験 3】

- ・タンパク質 B 過剰発現でタンパク質 A は重力と逆方向に局在 (タンパク質 C はある) し, 根の成長が阻害される (オーキシンは重力と逆方向に輸送されている)
  - ・タンパク質 C が欠損するとタンパク質 A は重力と逆方向に局在 (タンパク質 B はある) し, 根の成長が抑制される (オーキシンは重力と逆方向に輸送される)
- ⇒タンパク質 C はタンパク質 B の働きを抑制することでタンパク質 A は重力方向に局在させ, 重力方向にオーキシンを輸送すると根の成長が促進される。

【実験 4】

交配の再現を行う。C(c)と D(d)は独立なので、碁盤の目表は以下の通り。また、表 1 より、ccDd や Ccdd, ccdd の個体発生が認められないことから、配偶子の遺伝子型が cd の場合は「個体発生が正常に進まない」または「配偶子が受精能力を持たない⇒致死に至る」、ことが予想される。それに伴って発生しないであろう個体には×印を付しておいた。

	CD	Cd	cD	cd
CD	CCDD	CCDd	CcDD	<del>CcDd</del>
Cd	CCDd	CCdd	CcDd	<del>Ccdd</del>
cD	CcDD	CcDd	ccDD	<del>ccDd</del>
cd	<del>CcDd</del>	<del>Ccdd</del>	<del>ccDd</del>	<del>ccdd</del>

問5 遺伝子型 cd の配偶子を作りうる個体の遺伝子型は、CcDd, Ccdd, ccDd, ccdd であるが、Ccdd, ccDd, ccdd は上記碁盤の目表からもわかる通り存在しえないため、遺伝子型 cd の配偶子について議論するためには、交配親として CcDd を用いることは確定である。つぎにどのような遺伝子型の個体と交配するかを考えなければならない。たとえば、遺伝子型 CCDd の個体と交配して、CcDd から得られる遺伝子型 cd の配偶子と受精した場合、CcDd, Ccdd が出現するが、CcDd の個体は遺伝子型 Cd と cD の配偶子が受精した場合にも表れてしまうため、どの配偶子の組み合わせによって出現したかを判別しにくい。そこで、CCDD×CcDd を行ったとすると、CCDD, CCDd, CcDD, CcDd の遺伝子型が出現し、遺伝子型 cd の配偶子が存在しないと遺伝子型 CcDd の個体が出現しないことになる。そのことから、遺伝子型 cd の配偶子の形成可能・不可能を判別することができる。

(補足)

配偶子形成の問題なので、一番基本となるのは検定交配である。検定交配では、検定親の作る配偶子の遺伝子型とその分離比が、子どもの表現型とその分離比に一致するというものを利用して、子どもの表現型に[cd]が出なければ検定親は遺伝子型 cd の配偶子を作らないことになる。ただ、今回は ccdd という個体は存在しえない（上の碁盤の目表より）ので、検定交配はできない。したがって、検定交配は行えない。