

生 物 (後期)

解答上の注意：記号等の選択において複数回答で順番を問題にしていない場合は、アルファベット順、五十音順、番号順に並べなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

I 次の(1)～(8)の間に答えなさい。

(1) ヒトの網膜に存在する色の識別に関与する視細胞の名称を答えなさい。

(2) ヒトの組織で内胚葉由来のものをすべて選びなさい。

- | | | |
|--------|---------|---------|
| A 自律神経 | B 腎臓 | C 肺の上皮 |
| D 心筋 | E 小腸の上皮 | F 大腸の筋肉 |
| G 該当なし | | |

(3) 自己免疫疾患をすべて選びなさい。

- | | | |
|-----------|----------|------------|
| 1 インフルエンザ | 2 エイズ | 3 鎌状赤血球貧血症 |
| 4 関節リウマチ | 5 重症筋無力症 | 6 I型糖尿病 |
| 7 該当なし | | |

(4) A～Fの地球上の進化の過程で起きた出来事について順番に並べた場合、2番目、4番目、6番目に起きた出来事を順に答えなさい。(解答例：A, B, C)

- A 嫌気性細菌が出現した。
- B 好気性細菌が出現した。
- C 酸素発生型の光合成細菌が出現した。
- D 多細胞生物が出現した。
- E 化学進化により、脂質膜からなる小胞が出現した。
- F 真核生物が出現した。

(5) 岡崎フラグメントに関する説明で正しいものをすべて選びなさい。

- A リーディング鎖の合成反応で作られる。
- B ラギング鎖の合成反応で作られる。
- C 半保存的複製のメカニズムにより作られる。
- D 個々のフラグメントは 3' → 5' 方向に合成される。
- E 合成直後には、岡崎フラグメントの 3' 側にプライマー RNA が連結している。
- F 原核生物には存在しない。
- G 該当なし。

(6) 生態系について正しいものをすべて選びなさい。

- 1 チョウの擬態は鳥などの捕食者の目をあざむいていると考えられる。
- 2 ヒトとカイチュウは相利共生の関係にある。
- 3 ゴウリムシとヒメゴウリムシの生態的地位はほとんど重ならない。
- 4 生態的地位が種間で異なると、種間競争が激しくなる。
- 5 かく乱が弱い場合と強い場合ではともに種数は減る。
- 6 該当なし。

(7) 血糖調節において交感神経のはたらきによりホルモンを分泌するものをすべて選びなさい。

- | | |
|--------------------|--------------------|
| A 副腎皮質 | B 副腎髄質 |
| C 脳下垂体前葉 | D 脳下垂体後葉 |
| E 甲状腺細胞 | F すい臓ランゲルハンス島 A 細胞 |
| G すい臓ランゲルハンス島 B 細胞 | H 該当なし |

(8) マウスの 2 組の対立遺伝子 A, a と B, b が同じ染色体上にある場合を考える。

遺伝子型 AABB と aabb を P(親)として交配したところ、F₁(子)はすべて AaBb となった。次に F₁ を aabb と交配したところ、得られた F₂(孫)は、AaBb が 202 個体、Aabb が 29 個体、aaBb が 31 個体、aabb が 165 個体生じた。この結果から A と B の遺伝子間での組換え価にもっとも近い値を選びなさい。

- A 2 % B 4 % C 7 % D 14 % E 26 % F 34 %

II

以下の文章を読み、問に答えなさい。

ヒマワリの若い茎は太陽の方向に向かって伸長し、まるで太陽を追いかけているような動きをする。このような茎の性質を(ア)という。また①成長時期のヒマワリを暗所で横に倒すと茎は先端から上に向かって伸長し、根は重力方向に曲がる。この時の茎の性質を(イ)、根の性質を(ウ)という。これら環境応答には植物ホルモンのオーキシンがはたらいている。②オーキシンによる植物の成長作用はその濃度と植物体の部位によって異なり、芽生えにおけるそれらの関係性が明らかになっている。また、植物の成長では、背が高くなる縦方向の伸長成長と茎が太くなる横方向の肥大成長が適正なバランスで行われている。これには③(エ)の他、オーキシン、通常では気体の(オ)が適切にはたらくことが重要である。ばか苗病に感染したイネは、病原菌が分泌する(エ)の作用によりこのバランスが乱れ、細長く伸長成長してしまう。

問 1

- (1) 下線部①の反応とは異なり、刺激の方向とは無関係に起こる反応(性質)のことを何というか答えなさい。
- (2) またその性質の例として適切な現象を以下からすべて選び記号で答えなさい。
- A 植物が地中の水分の多い方に根を伸ばす。
 - B 明るくなるとセイヨウタンポポの花が開く。
 - C アサガオのつるが支柱に左回りに巻き付く。
 - D アサガオのつるが支柱に沿って上に成長する。
 - E オジギソウの葉を触ると葉が閉じる。
 - F シロツメクサの葉は夜になると閉じる。
 - G 該当なし。

問 2 本文中(ア)～(ウ)に入る語句を以下からそれぞれ選び、続けて記号で答えなさい。解答例：A, B, C

A 正の光屈性

B 負の光屈性

C 正の重力屈性

D 負の重力屈性

問 3 下線部②について、(1)と(2)に答えなさい。

(1) 以下の図1のA～Eより根と茎の特性を示すグラフとしてもっとも適切なものをそれぞれ選び、根、茎の順に続けて書きなさい。(解答例：A, B)

(2) 植物を横に倒すと根と茎ではオーキシンが地面に対して同じ方向に移動する。(a)その方向は上側か下側か答えなさい。(b)下線部①のように根と茎で異なった屈性を示すしくみを(a)で選んだ側でのオーキシンの作用の観点から二行で説明しなさい。

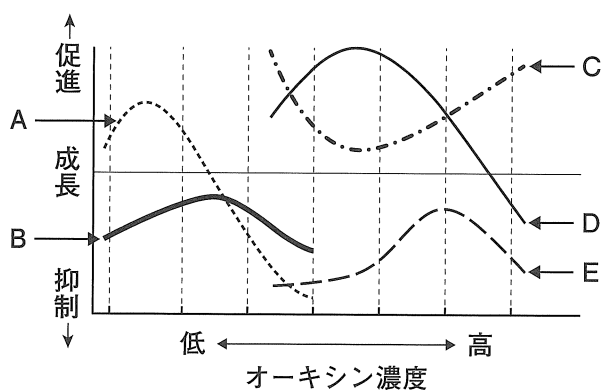


図1 オーキシン濃度と植物の成長との関係

問 4

- (1) 幼葉鞘先端部分で光を感知し、オーキシンの極性移動のきっかけとなる光受容体タンパク質の名称を書きなさい。
- (2) (1)のタンパク質の光の吸収スペクトルとしてもっとも適切なものを以下の図2のA～Dから一つ選び記号で答えなさい。

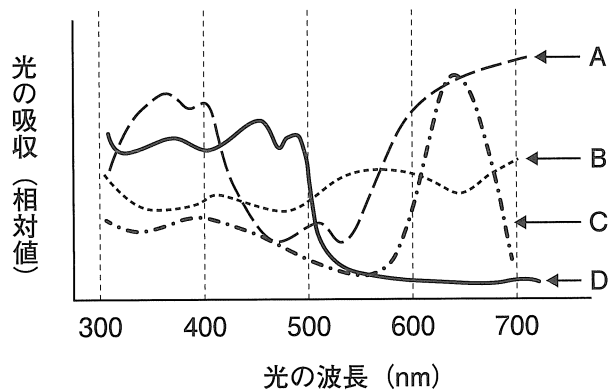


図2 光受容体タンパク質の吸収スペクトル

- (3) 暗所で育てている幼葉鞘に、横から 660 nm の赤色光を当てて観察した。この時の植物の反応性について、3つの語句(光・方向・屈曲)を使用して15字以内で説明しなさい。

問 5 根冠の細胞内に存在する重力感知に関わる細胞小器官の名称を書きなさい。

問 6 下線部③について実験を行った。アズキの芽生えから茎を切り出し、水または植物ホルモンを含む溶液に浸した。12時間後の平均伸長率と茎の長さあたりの重量増加率を調べた結果を表1に示す。ただし気体の(オ)は生育箱に充填することで切り出した茎に十分に作用しているものとする。

表1 作用させた植物ホルモンと茎の伸長率および長さあたりの重量増加率

植物ホルモン	伸長率(%)	長さあたりの重量増加率(%)
なし(水のみ)	3	0.1
オーキシン	42	1.3
(エ)	3	0.1
オーキシン+(エ)	89	1.3
オーキシン+(オ)	15	4.2

(1) 表1の実験結果から推測される植物ホルモンの成長作用について適切なものを以下からすべて選び記号で答えなさい。

- A オーキシンは単独で伸長成長および肥大成長に効果はない。
- B オーキシンは単独で伸長成長に効果はあるが、肥大成長に効果はない。
- C オーキシンは単独で伸長成長および肥大成長に効果がある。
- D (エ)は単独で伸長成長および肥大成長に効果はない。
- E オーキシンと(エ)が同時に作用すると、オーキシン単独の場合と比べ伸長成長が促進する。
- F オーキシンと(オ)が同時に作用すると、オーキシン単独の場合と比べ伸長成長が促進する。
- G オーキシンと(オ)が同時に作用すると、オーキシン単独の場合と比べ肥大成長が促進する。
- H 該当なし。

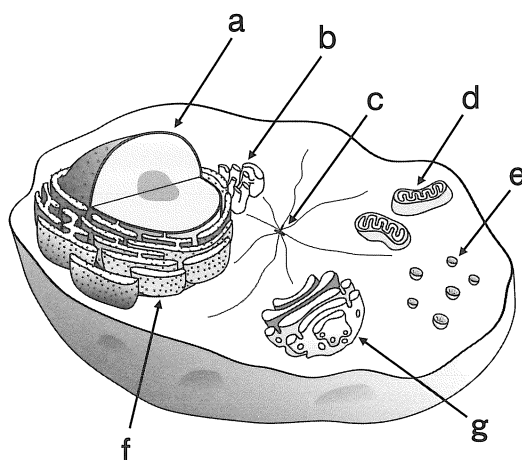
- (2) 植物ホルモン(エ)と(オ)は微小管の方向を制御し細胞壁のセルロース繊維の方向をそろえる作用がある。以下の表2の(エ), (オ), (a), (b)にあてはまる語句を書き, 表2を完成させなさい。ただし, (エ)と(オ)は植物ホルモンの名称を答え, (a)と(b)はそろえるセルロース繊維の方向を「縦」か「横」で答えなさい。

表2 植物ホルモンとその作用によるセルロース繊維の方向性

植物ホルモン	セルロース繊維の方向
(エ)	(a)
(オ)	(b)

Ⅲ

以下の図は動物細胞を模式的に示したものである。各問に答えなさい。



問 1 細胞小器官について以下の問に答えなさい。

- (1) 二酸化炭素を生じる細胞小器官を図の a ～ g から 1 つ選び、その記号と名称を書きなさい。
- (2) DNA が含まれている細胞小器官を図の a ～ g からすべて選びなさい。
- (3) 脂質の合成や細胞内のカルシウムイオン濃度の調節などに関わる細胞小器官を図の a ～ g から 1 つ選びなさい。
- (4) 細胞内でおこる酵素反応を考えた場合、細胞小器官として様々な膜で囲まれた区画に分かれていることの意義を一行で説明しなさい。

問 2 細胞の小胞の輸送について問に答えなさい。

- (1) 酵母菌は動物細胞と基本的に同じ細胞小器官をもっているため、酵母菌を用いて細胞内の小胞による物質輸送のしくみについての研究が行われた。下図Aは酵母菌の模式図で、細胞内の(あ)～(え)はエキソサイトーシスに至る過程に関係している細胞小器官であるゴルジ体、小胞体、2種類の小胞のいずれかを示しており、細胞小器官ごとにタンパク質の輸送に関係した1つの遺伝子がはたらいているものとする。酵母菌の突然変異体を分離したところ、分泌タンパク質が細胞内で正常に輸送されず、下図B～Eの黒点で示すように異なる細胞小器官にそれぞれ蓄積した。それらの変異体ではそれぞれ別の遺伝子が変異していた。さらにそれらの遺伝子について、下記の表のように2つ同時に変異をした突然変異体(二重突然変異体)を分離したところ、分泌タンパク質が蓄積される細胞小器官はすべてどちらか一方の突然変異体と同じであった。これらの結果をもとに分泌タンパク質の細胞小器官での輸送順序を決定し、(あ)～(え)の記号を早い順に並べなさい。

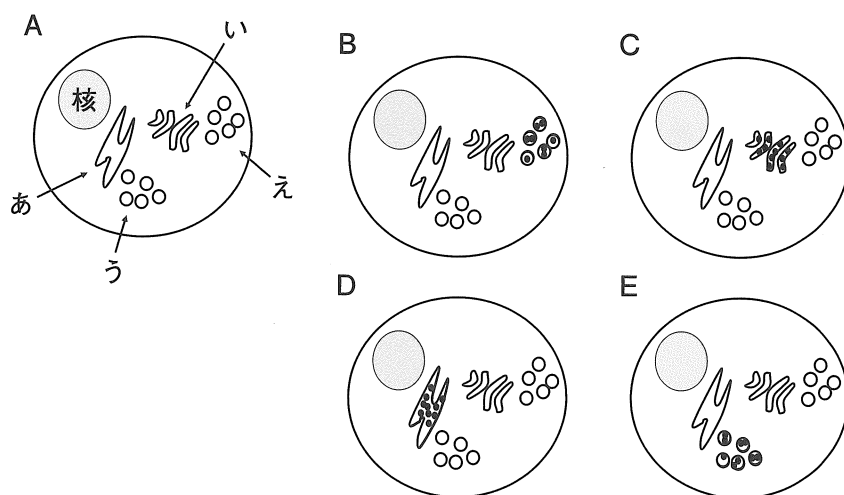


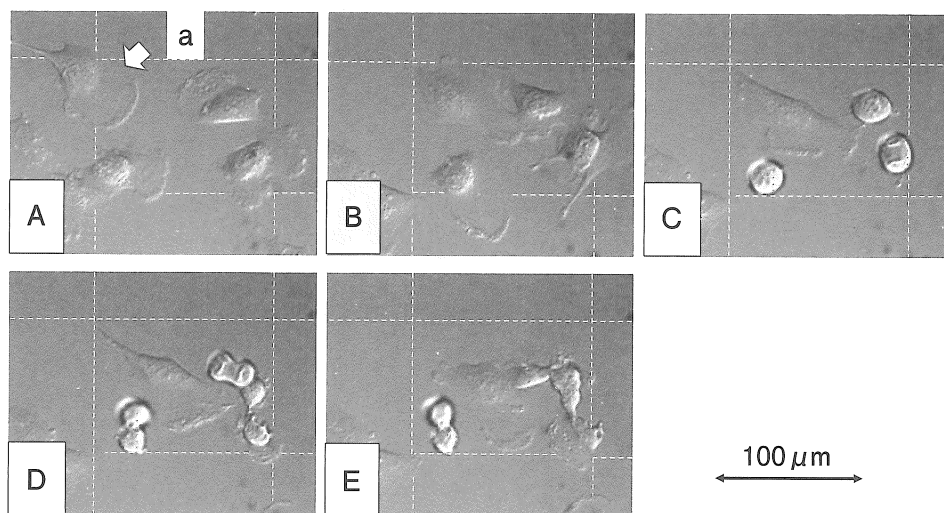
図 酵母菌の細胞小器官と突然変異体におけるタンパク質の蓄積の様子

表 二重突然変異と蓄積した細胞小器官の関係

二重突然変異	蓄積した細胞小器官
B と C	い
B と E	う
C と E	う
D と E	あ

- (2) 細胞がエキソサイトーシスを行うと小胞内の内容物が分泌されるとともに、細胞膜に小胞の脂質二重層の膜を供給することとなる。エンドサイトーシスでは逆のことが起こる。ある細胞ではエキソサイトーシスとエンドサイトーシスの作用により 30 分で細胞膜の 100 % に相当する面積の生体膜が置き換わっている。この細胞では膜の供給はエキソサイトーシスのみによってされるものとし、細胞を直径 $10\text{ }\mu\text{m}$ の球体、エキソサイトーシスを行う輸送小胞を直径 50 nm の球体と仮定した場合、1 秒あたり何個の小胞がエキソサイトーシスをしているか答えなさい。ただし、小数点第 2 位を四捨五入すること。
- (3) 細胞では絶えずエキソサイトーシスとエンドサイトーシスが起きている。細胞の大きさや形が変わらない場合、エキソサイトーシスとエンドサイトーシスの関係はどのようなになっているか 36 字以内で答えなさい。

問 3 下の写真は培養した哺乳類の細胞の顕微鏡写真である。A～Eは同一視野で撮影した連続写真を順に並べたものであり、EはAから4時間経過しているが、途中の写真の撮影時間は等間隔ではない。なお、写真にある白の破線は場所を示す補助線である。



(1) aの細胞が移動する4時間の平均速度($\mu\text{m}/\text{分}$)を求め、もっとも近いものを選びなさい。

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| A 0.02 $\mu\text{m}/\text{分}$ | B 0.06 $\mu\text{m}/\text{分}$ | C 0.3 $\mu\text{m}/\text{分}$ |
| D 1.2 $\mu\text{m}/\text{分}$ | E 2.1 $\mu\text{m}/\text{分}$ | |

(2) A～Eの写真で観察される細胞活動(現象)について、「細胞の移動」以外に起こっていることを書きなさい。

- (3) ものごとを注意深く観察することは、現象を理解したり、新しい発見をしたりするために非常に大切である。科学的な記録を目的とした場合を想定し、以下の細胞を数分程度で大きくスケッチしなさい。ただし、名称等は記入しなくてよい。

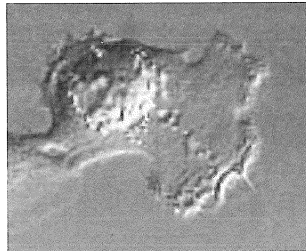


図 スケッチ用の細胞の写真

IV

以下の文章を読み、問に答えなさい。

①カタラーゼは、呼吸をするほぼすべての生物に含まれ、呼吸により発生する有毒な過酸化水素を分解し無毒化する。この酵素の性質を調べるために、以下の実験を行った。カタラーゼはウシの肝臓から精製し、リン酸緩衝液(pH7 に調整)に溶かして実験に用いた。

試験管 A には、カタラーゼ溶液 1 mL とリン酸緩衝液 2 mL を入れ、35℃で 30 分間保った(前処理)。その後 3 %過酸化水素水 2 mL を加えて 35℃で 30 分間反応させた(酵素反応)。

試験管 B～E には、カタラーゼ溶液 1 mL とリン酸緩衝液 2 mL を入れ、4℃あるいは 90℃で 30 分間保った(前処理)。液温を 4℃、35℃あるいは 90℃に調整した後、3 %過酸化水素水 2 mL を加えて 30 分間反応させた(酵素反応)。

試験管 F と G には、カタラーゼ溶液 1 mL を入れ、水酸化ナトリウム水溶液で pH13 にし、35℃で 30 分間保った(前処理)。試験管 G の溶液のみ塩酸で中和し、さらに試験管 F と G の溶液に蒸留水を加えて 3 mL にした。この時の試験管 F と G の溶液は、それぞれ pH13 と pH7 であった。その後、3 %過酸化水素水 2 mL を加えて 35℃で 30 分間反応させた(酵素反応)。

各試験管において酵素反応中に発生した気体の量を、試験管 A の気体発生量を 10(相対量)として下表に示す。一般的にタンパク質の変性は不可逆であることが知られている。また、ここでは温度変化は速やかに起こるものとする。

表 カタラーゼの活性測定の結果

試験管	A	B	C	D	E	F	G
前処理	pH7 35℃	pH7 4℃	pH7 4℃	pH7 90℃	pH7 90℃	pH13 35℃	pH13 35℃
酵素反応	pH7 35℃	pH7 4℃	pH7 35℃	pH7 90℃	pH7 35℃	pH13 35℃	pH7 35℃
気体発生量(相対値)	10	1	a	0	b	0	c

問 1 表中の a～c にあてはまるものを，以下の(あ)～(う)より 1 つずつ選び，それぞれ記号で答えなさい。また，その原因として考えられることを以下の(ア)～(カ)より 1 つずつ選び，それぞれ続けて記号で答えなさい。同じ記号を何度用いてもよい。(解答例：あ， ア)

(あ) 0～1 (い) 4～6 (う) 9～10

ア 前処理でカタラーゼの構造は変化しなかったので，酵素としてのはたらきが保たれた。

イ 前処理でカタラーゼの構造は変化しなかったが，酵素としてのはたらきが一部失われた。

ウ 前処理でカタラーゼの構造は変化しなかったが，酵素としてのはたらきがすべて失われた。

エ 前処理でカタラーゼの構造は変化したが，酵素としてのはたらきが保たれた。

オ 前処理でカタラーゼの構造は変化し，酵素としてのはたらきが一部失われた。

カ 前処理でカタラーゼの構造は変化し，酵素としてのはたらきがすべて失われた。

問 2 カタラーゼの基質が過酸化水素であることを示すのに最も適切な実験を，以下の選択肢から 1 つ選び，記号で答えなさい。

(あ) 試験管 A の前処理のときに，過酸化水素水を加える。

(い) 試験管 A の酵素反応のときに，過酸化水素水の代わりに蒸留水を入れる。

(う) 試験管 A の前処理のときに，カタラーゼ溶液の代わりにリン酸緩衝溶液を入れる。

(え) 試験管 A の前処理のときに，カタラーゼ溶液の代わりに酸化マンガン(Ⅳ)を入れる。

問 3 酵素反応の試験管 A を、気体が発生しなくなるまで放置した後、試験管 A の溶液を 2 つに分けて溶液 A1 と A2 とした。溶液 A1 にカタラーゼ溶液をさらに加えたところ、気体は発生しなかった。この結果から、溶液 A1 の成分についてあてはまる可能性があるものを、以下の(あ)～(え)より 2 つ選び、記号で答えなさい。また、この 2 つのうち、どちらが正しいかを調べる実験として溶液 A2 には何を加えるとよいか、もっとも適切な物質の名称を答えなさい。

- (あ) 活性のあるカタラーゼも過酸化水素も残っていた。
- (い) 活性のあるカタラーゼは残っていたが、過酸化水素はなくなっていた。
- (う) 活性のあるカタラーゼはなくなっていたが、過酸化水素は残っていた。
- (え) 活性のあるカタラーゼも過酸化水素もなくなっていた。

問 4 カタラーゼが触媒する化学反応の反応式を書きなさい。

問 5 下線部①に着目し、食の安全管理という観点からカタラーゼによる反応をどのように利用できるかを考え、二行以内で説明しなさい。

後期 生物 IV 出典

日本医科大学 2015 年度 生物 II を一部改変