

# 生 物

1 次の文を読み、問(1)~(4)に答えよ。

細胞は、分裂によってふえていくが、細胞分裂はその目的や様式により次の二つに大別される。一つは、体を構成している細胞がふえるときに行われる体細胞分裂である。細胞の分裂から次の分裂の期間を( a )といい、分裂期(M期)と( b )からなる。ただし、動物における発生初期での細胞分裂は( c )といわれ、体細胞分裂とは区別<sup>(ア)</sup>される。母細胞と娘細胞は遺伝的に等しくなる。

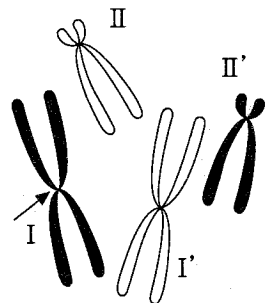
もう一つの細胞分裂様式は減数分裂で、連続した2回の分裂により生殖のために特別な細胞が形成される。ヒトではこの減数分裂によって( d )や( e )が形成される。体細胞分裂とは異なる様式で染色体が分配され、異なる母細胞から減数分裂によって生じた娘細胞は遺伝的に異なる。<sup>(イ)</sup>

問(1) 文中の( a )~( e )に該当する語をあげよ。

問(2) 下線部(ア)に関して。発生初期での細胞分裂が体細胞分裂とは区別される特徴を40字以内で説明せよ。

問(3) 右の図は体細胞分裂中期あるいは減数第一分裂中期に出現する染色体の模式図である。

- (A) IとI'、IIとII'は大きさや形が同じ対になっている染色体である。このような染色体を何というか。
- (B) 右の図の矢印で示した部分は何というか。
- (C) 右の図の染色体を、赤道面に並べ、体細胞分裂中期と減数第一分裂中期の正しい配置を図示しなさい。なお、紡錘糸を加え、結合部を正しく示しなさい(右の図の染色体模式図を参考にする事)。



問(4) 下線(イ)に関して。異なる母細胞から減数分裂によって生じた娘細胞は遺伝的に異なる理由を 80 字以内で説明せよ。

2

タマネギの鱗片葉の表皮細胞の構造を、観察倍率 600 倍程度で観察する場合について問(1)～(7)に答えよ。

問(1) この観察のために準備するものを、下の語群(ア～ソ)から 8 個選んで記号で答えよ。

- |             |           |            |
|-------------|-----------|------------|
| ア. タマネギの鱗茎  | イ. タマネギの花 | ウ. 柄つき針    |
| エ. 輪ゴム      | オ. 顕微鏡    | カ. ピンセット   |
| キ. かみそり     | ク. ニワトコの髓 | ケ. エチレン    |
| コ. 酢酸カーミン溶液 | サ. 硫酸銅溶液  | シ. ステンドグラス |
| ス. スライドグラス  | セ. カバーグラス | ソ. 気圧計     |

問(2) この観察に最も適している顕微鏡の種類を次の 4 種の中から選び、記号で答えよ。

- ア. 電子顕微鏡    イ. 光学顕微鏡    ウ. 蛍光顕微鏡    エ. 解剖顕微鏡

問(3) この観察では一般に、細胞を染色するというものを行うが、それはどのような理由からか、40 字以内で書け。

問(4) 多くの場合、染色には固定という操作を伴うが、それはどのような理由からか、40 字以内で書け。

問(5) この観察では、酢酸オルセインを使用することもあるが、この場合酢酸とオルセインにはそれぞれ固定(ア)、染色(イ)のいずれの役割を期待しているのか、記号(ア、イ)で答えよ。

問(6) 観察の結果をスケッチするにあたっては、形や大きさは線で描くが、濃淡を表すにはどのように描くとよいのか、30 字以内で書け。

問(7) スケッチには観察したものの名称、観察日時を記入するほか、例えば  $\times 100$  のように実際に観察した倍率を記入するが、この観察倍率はどのように算出するのか、20 字以内で答えよ。

3

次の文章を読み、問(1)~(3)に答えよ。

生体には外界の条件が変化しても、体内の状態を一定に保つしくみが備わっている。この性質を恒常性または( a )という。そして、この恒常性を維持するためにさまざまな調節が行われ、この調節に重要な役割を果たしているのは、ホルモンと( b )である。

ホルモンは、それぞれ特定の細胞に作用する。この細胞を( c )という。

ほ乳類では、( b )はノルアドレナリンを末端から分泌する( d )神経とアセチルコリンを末端から分泌する( e )神経の2種類がある。

問(1) 文中の( a )~( e )に該当する語をあげよ。

問(2) 実験的にイヌの膵臓を除去すると、血糖値が高まるが、インスリンを注射すると、回復する。このことは、どのようなことの証明になるか。40字以内で答えよ。

問(3) 神経系における興奮の伝達様式とホルモンの調節にはどのような違いがあるか。100字以内で答えよ。

4

次の文章を読み、問(1)~(3)に答えよ。

生態系とは、生物群集とそれを取り巻く非生物的な環境を合わせた一つの機能的なシステムのことである。多くの人々が住む都市も、一つの生態系と考えることができるが、消費者である人間の現存量がもっとも多く、自然の生態系とは異なって逆立ちした生態ピラミッドとなっている。そこで、都市には農地など外部の生態系からの生産物の移入がある。人間が消費した後の廃棄物の処理は、下水処理場やゴミ焼却場で行われる。下水処理場は、微生物の働きを利用した有機物の分解の場であり、分解者である細菌類により無機物に戻される。無機物は、炭素の場合は( a )であり、大気中に戻される。窒素の場合には、無機物は( b )イオンと( c )イオンであり、( b )イオンは( d )菌と( e )菌の働きによって( c )イオンに変えられるが、( c )イオンは( f )細菌の働きにより遊離窒素として大気中に戻される。一方、ゴミ焼却場では、有機物の大部分は燃焼により直接無機物に戻される。しかし、ゴミを不適切な方法で焼却処理をすると、ダイオキシンと呼ばれる毒性の非常に強い有機塩素化合物が生成することが知られている。ダイオキシンは、化学的に安定で分解されにくいいため、環境中で移動して大気、土壌、河川、湖沼、海洋に蓄積していく。ダイオキシンは人体からもわずかながら検出されるが、これは主に農産物、畜産物や魚介類を食べることを通じて体内に蓄積したものと考えられている。さらに、近年、大気中での( a )の増加が( g )による地球温暖化の原因となると考えられてきている。こうしたことから、最近では都市ゴミを焼却処理せずに堆肥化して肥料に変え、土壌に戻す試みも行われるようになってきている。植物は、無機物である( b )イオンや( c )イオンを根から吸収し、( h )によりタンパク質のような有機化合物を形成するが、都市ゴミから作った肥料は、含まれる窒素の大部分が有機物の形であるので、土壌中では菌類や細菌類によって無機物に変えられた後、植物により吸収される。

問(1) 文中の空欄( a )～( h )に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線部①の生態ピラミッドとは何かを 50 字以内で説明せよ。

問(3) 下線部②のことが起こるのはどのような現象によるものかを答えるとともに、この現象が起こる原因を 50 字以内で説明せよ。

5 次の文章を読み、問(1)~(5)に答えよ。

DNAの塩基配列がどのアミノ酸を指定するかについては、1954年にガモフが着手した。DNAの塩基は4種類(( a ), ( b ), ( c ), ( d ))であるので、そのうちの1個が指定できるアミノ酸は4種類となり、また重複を許す塩基では16種類となって、いずれの場合でも20種類のアミノ酸を指定するには不足する。よって3個の塩基が1個となってアミノ酸を指定すると推察する<sup>(ア)</sup>にいたった。次にこれらの塩基がどのアミノ酸を指定するかについて、つぎのような実験がなされた。

1961年、ニーレンバーグらは人工的に合成した伝令RNA(mRNA)を用いてタンパク質を合成し、それぞれの( e )に対応するアミノ酸の種類を調べた。合成した伝令RNA(UUUUUU・・・・)、リボソーム、アミノ酸、酵素<sup>(イ)</sup>、ATPを含む混合液からあるアミノ酸のみからなる鎖が合成された。1963年にはコラーナにより、( f )と( g )が交互に並ぶ伝令RNAをタンパク質を合成する系に加えるとトレオニンとヒスチジンが交互に並ぶタンパク質が合成された。また( h )の繰り返し配列をもつ合成RNAをタンパク質を合成する系に加えるとグルタミンのみ、アスパラギンのみ、トレオニンのみの3種類のタンパク質が合成された。

問(1) 文中の空欄( a )~( e )に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線(ア)について以下の設問に答えよ。

- (a) 3個の塩基の組み合わせを何というか。
- (b) 4種類の塩基によってつくられる3個の塩基の組み合わせの種類はいくつか、根拠となる計算式とその種類数を書け。

問(3) 下線(イ)について以下の設問に答えよ。

- (a) あるアミノ酸とは何か、表を参考に答えよ。
- (b) アミノ酸からなる鎖はペプチド結合によりつながっている。  
この鎖のことを何と言うか。

問(4) 文中の空欄( f )と( g )に適当な塩基を表を参考にアルファベット一文字を用いて答えよ。

問(5) 文中の空欄( h )はどのようなRNAの塩基配列と考えられるか。表を参考にして、三通りの塩基配列を三文字のアルファベットであらわせ。

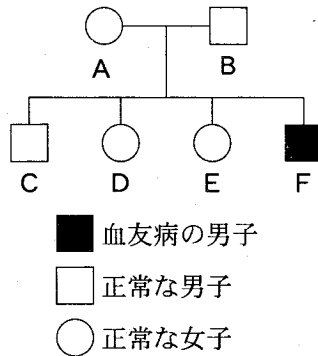
表

		二番目						
		U	C	A	G			
U	UUU	フェニルアラニン	UCU	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
	UUC		UCC	UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン	UCA	UAA	終止	UGA	終止	A
	UUG		UCG	UAG		UGG		トリプトファン
C	CUU	ロイシン	CCU	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
	CUC		CCC	CAC		CGC		C
	CUA		CCA	CAA	CGA	A		
	CUG		CCG	CAG	CGG	G		
A	AUU	イソロイシン	ACU	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
	AUC		ACC	AAC		AGC		C
	AUA	メチオニン	ACA	AAA	リジン	AGA	アルギニン	A
	AUG		ACG	AAG		AGG		G
G	GUU	バリン	GCU	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
	GUC		GCC	GAC		GGC		C
	GUA		GCA	GAA	GGA	A		
	GUG		GCG	GAG	GGG	G		

表の見方：AGCの場合は一番目のAの欄を右へ、二番目のGの欄を下へ、三番目の文字Cで、セリンを指定する。

6

ヒトの性染色体にはXとYが存在するが、X染色体に出血した血液が凝固しにくくなる血友病を引き起こす劣性遺伝子hが存在している場合、これを $X^h$ と示す。優性遺伝子Hが存在する場合は $X^H$ と示す。そこで下に示した家系図より、下記の問(1)~(5)に答えよ。ただし、この場合血友病に関係する遺伝子突然変異は生じないものとする。また、血友病の主なものに血友病Aと血友病Bの2つの型があるが、ここで言う血友病は全てA型とする。さらに、劣性血友病遺伝子ホモ個体の女子が胎児期に致死しないものとする。



問(1) もし仮にAを生んだ母親が血友病であった場合、Aの父親の性染色体のタイプは $X^HY$ あるいは $X^hY$ のどちらか。

問(2) Aの両親が共に血友病でなかった場合、Aを生んだ母親の性染色体のタイプを示せ。

問(3) もしDが正常な男性と結婚した場合、最初の子供が血友病の男子である確率はいくらか。

問(4) 問(3)で最初の子供が血友病であった場合、次の子供が血友病の男子である確率はいくらか。

問(5) もしEが血友病の男性と結婚した場合、最初の子供が正常である確率はいくらか。

7

免疫に関する次の文章を読み、問(1)~(3)に答えよ。

免疫には、リンパ球の一種であるB細胞から分化した抗体産生細胞が産生した抗体による( a )性免疫と、それとは別種のリンパ球がになう( b )性免疫がある。抗体は( c )というタンパク質で、Y字形をしている。ジェンナーが開発し、パスツールが発展させた予防接種は、人工的に免疫を獲得させる方法で、そのとき用いられるのが病原体またはその構成成分からつくられる( d )である。( b )性免疫の例として、ヒトの皮膚に結核菌の培養液からつくった液を注射すると、結核菌に感染したことのあるヒトでは、その部分が炎症を起し赤くはれる( e )反応が知られている。免疫機構は、体外から侵入した病原体や体内で生じた異物を排除しようとする点で生体には有利に働くが、外来性の抗原に対する免疫反応が異常に高まったり、自己の臓器や細胞に対する免疫反応が起ると、生体には不利に作用する。これとは逆に、免疫反応が低下する場合もあり、その例として先天的に( c )が形成されない病気やエイズ(後天性免疫不全症候群)が知られている。

問(1) 空欄( a )~( e )に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線(ア)に関係する生体の反応あるいは病名を一つあげよ。

問(3) 下線(イ)の患者で減少するリンパ球の種類は何が。

8

植物の成長に関する次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

植物の成長は光・温度・水分などの外的条件によって影響されるが、各部位の成長はいろいろな植物ホルモンによって調節されている。例えば、頂芽と側芽の成長関係もその一つである。頂芽が盛んに成長している時は、ふつう側芽は伸びない。この現象を( a )といい、植物ホルモンによって説明される。頂芽で合成された( b )が下方の側芽の成長を制御する。芽が成長しているときの濃度では側芽の成長が抑制され、それより濃度が低下すると側芽の生長が盛んになる。例えば、頂芽の成長が衰えたり、頂芽を切り取ったりすると側芽がよく伸長するのは、そのためである。

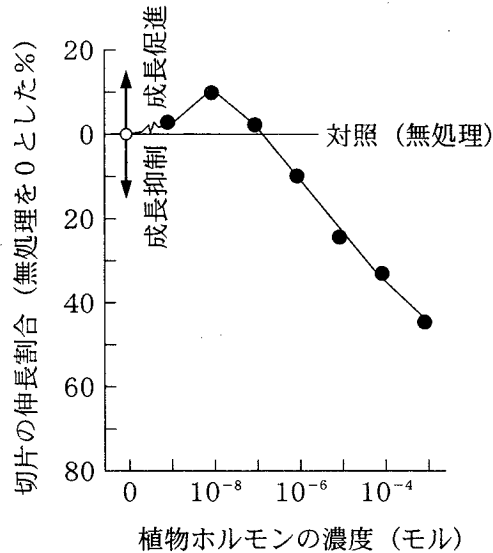
問(1) 上の文章中の( a )と( b )に入る語句は何か。最も適当なものを、次の①~⑨から一つずつ選べ。

- |        |           |         |
|--------|-----------|---------|
| ① 屈地性  | ② ジベレリン   | ③ 上偏成長  |
| ④ エチレン | ⑤ 傾性      | ⑥ オーキシン |
| ⑦ 頂芽優勢 | ⑧ サイトカイニン | ⑨ 屈光性   |

問(2) 主に( b )の物質の働きによって生じる成長現象として正しい記述を二つ選べ。

- ① 植物の芽の休眠を打破する。
- ② 葉の気孔を閉じる。
- ③ わい性植物の成長を促進する。
- ④ 植物の茎が重力とは反対方向に伸びる。
- ⑤ 呼吸上昇型果実の成熟を促す。
- ⑥ 細胞の老化を防ぐ。
- ⑦ 葉柄や果柄の基部に形成される離層の発達を抑制する。
- ⑧ ブドウなどで子房を肥大させ、種子のない果実を作る。

問(3) 下線を引いた文は、植物ホルモンが濃度によって異なる作用を持つことを示している。下図は、ある植物の根の切片にいろいろな濃度の植物ホルモンを与え、その伸長度と濃度の関係を示したものである。図の示す内容として誤った記述はどれか。次の①～⑥から二つ選べ。



- ① 伸長促進と伸長抑制効果は  $10^{-7}$  モル濃度を境にして分かれる。
- ② 植物ホルモンは高濃度で伸長促進し、低濃度で伸長を抑制する。
- ③ 伸長促進作用には最適濃度が存在する。
- ④ 根の伸長を促進する最適濃度は  $10^{-8}$  モルである。
- ⑤ 伸長抑制効果は伸長促進効果に比べ、わずかである。
- ⑥ 伸長抑制効果は植物ホルモンの濃度が増すにつれ大きくなる。

問(4) 茎の伸長促進に対する植物ホルモンの最適濃度を  $2 \times 10^{-5}$  モルとすると、上の図の根の場合と比較して、伸長促進反応における植物ホルモンに対する感受性はどちらの器官が何倍高いか。次の①～⑥から正しいものを一つ選べ。

- |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| ① 茎, 100 倍  | ② 根, 100 倍  | ③ 茎, 1000 倍 |
| ④ 根, 1000 倍 | ⑤ 茎, 2000 倍 | ⑥ 根, 2000 倍 |

9

次の文章を読み、問(1)~(3)に答えよ。

植物の光合成速度は光量の増加に伴って増加していくことが知られている。

見かけの光合成が0を示す光量を( a )といい、それ以上光量を強くしても光合成速度が増加しない点を( b )という。

一方、光の強弱に関係なく、日長によって影響を受ける性質を植物は持っている。これを( c )といい、( d )の形成と関係が深い。

暗期が一定時間より短くなると( d )を形成する植物を( e )、暗期が長くなると( d )を形成する植物を( f )という。また、日長の影響を受けない植物を( g )という。この暗期の( e )では最大、( f )においては最小の長さを( h )という。

光は種子の発芽にも関係している。発芽に光を必要とする種子を( i )、光が発芽を抑制する種子を( j )という。

問(1) 文中の( a )~( j )に該当する語句を入れよ。

問(2) 文中の( e )~( g )に属する植物を下記から各二つ選び、記号で答えよ。

- |          |          |          |           |
|----------|----------|----------|-----------|
| (ア) トマト  | (イ) ダイコン | (ウ) ナガイモ | (エ) サトウキビ |
| (オ) オオムギ | (カ) アサガオ | (キ) コスモス | (ク) タンポポ  |

問(3) 文中( i )で最も有効な光の種類と波長を、それを抑制する光の種類と波長を答えよ