

# 生 物

1 次の文を読み以下の問(1)～(4)に答えよ。

一般に化学反応を促進する物質を触媒という。生体内では、これに相当するのが酵素である。酵素の働きを受けて反応する物質を  という。酵素はある特定の  にだけ作用する性質を持っており、これを酵素の  という。たとえば、カタラーゼは過酸化水素に作用し、 と、 とに分解し、またトリプシンは弱アルカリ性でタンパク質を加水分解し、ペプチドにする。カタラーゼはタンパク質を分解しない。トリプシンに過酸化水素を加えても、変化はなかった。トリプシンを弱アルカリ性の溶液に溶かし、室温で数時間放置した後、<sup>(a)</sup>タンパク質を加えると、タンパク質を分解する活性が失われていた。また、カタラーゼとトリプシンを、いっしょに弱アルカリ性の液に溶かし、<sup>(b)</sup>室温で数時間放置した後、過酸化水素を加えたところ、過酸化水素は分解されなかったが、<sup>(c)</sup>カタラーゼとトリプシンをいっしょに薄い酸 (0.001 mol/l 塩酸) に溶かし、室温で数時間放置した後、弱アルカリ性に戻してから、ただちに過酸化水素を加えたところ、過酸化水素は分解された。

問(1) 空欄  ～  の中に適当な語句を入れよ。

問(2) 下線部(a)について、トリプシンはなぜ活性を失ったのか、理由を述べよ。

問(3) 下線部(b)について、過酸化水素はなぜ分解されなかったのか、理由を述べよ。

問(4) 下線部(c)では、カタラーゼはなぜ活性を失わなかったのか、理由を述べよ。

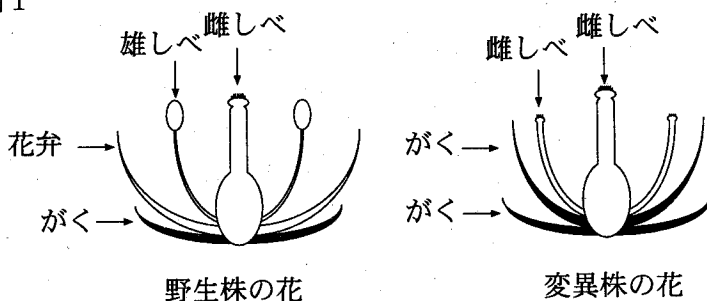
**2** 次の文章を読み、問(1)～(5)に答えよ。

ある植物の花は、がく、花弁、雄しべ、雌しべの4種類の器官から成り立っており、花弁は赤色である。この植物には下記の2つの突然変異が知られており、どちらの変異も野生型に対し劣性である。

突然変異 A：花弁の色素合成に関する酵素をつくる遺伝子 R に変異があり、その劣性突然変異をホモに持つと白い花弁になる。野生株の植物の遺伝子型を RR、突然変異株を rr で示す。

突然変異 B：花の4種類の器官のうち、花弁ができるところには、がくが生じ、雄しべができるところには雌しべが生じる（図1）。これは1つの遺伝子 D に変異が生じたためである。野生株の遺伝子型を DD、突然変異株を dd で示す。

図1



問(1) 下の図2は、遺伝子 R によって合成される酵素のアミノ酸配列の一部と、その部分に相当する遺伝子 DNA の塩基配列である。変異株では DNA の1つの塩基に変異があり、システインがセリンに変わっていた。この場合、変異株の DNA 塩基配列上にどのような変異が予想されるか。遺伝暗号表（表1）を参考に、考えられる変異を全て記せ。（解答例：TGC → TGG）

図2

DNA 鎖（野生株）	— CCA — GTT — TGC — AAG —
アミノ酸配列（野生株）	— プロリン — バリン — システイン — リシン —
アミノ酸配列（変異株）	— プロリン — バリン — セリン — リシン —

表1

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

問(2) 上の変異により遺伝子Rによって合成される酵素の活性がなくなった。

その理由として考えられることを記せ。

問(3) 遺伝子Dはどのような作用を持つ遺伝子だと考えられるか。またそのような遺伝子のことを何と呼ぶか。

問(4) この突然変異AとBをホモであわせもつ系統(遺伝子型 rrrd)を母親、野生株(遺伝子型 RRDD)を花粉親として交配実験を行った。雑種第二代( $F_2$ )の中で赤色の花卉を持つ個体の割合は何パーセントになるか。有効数字3桁で答えよ。なお突然変異AとBは異なる染色体上での変異とする。

問(5) 問(4)で得られた $F_2$ 集団のうち白色の花卉を持つ個体の遺伝子型にはどのようなものがあるか、すべて挙げよ。またこの白色の花卉を持つ $F_2$ 個体すべてを用いて自殖させ、 $F_3$ 集団を得た場合、白色の花卉を持つ $F_3$ 個体の割合は何パーセントになるか。有効数字3桁で答えよ。

3 神経細胞の働きに関する次の文を読み、問(1)~(7)に答えよ。

神経細胞は、情報を他の神経細胞や筋細胞など様々な細胞に伝える役割を持つ。この情報は、電気的信号として神経細胞の軸索上を進み、軸索の末端において<sup>(a)</sup>化学的信号に置き換えられ、軸索の末端に近接した情報の受け手の細胞に伝えられる。

この電気的信号を形成しているのは、急激な一過性の膜電位の変化である。すなわち、膜電位は、あるイオンが細胞膜を通ることですばやく上昇した後、別のイオンが細胞膜を通ることですぐに元の状態に戻る。この電気的信号が強まると、軸索の末端における化学的信号も強まり、多くの場合は受け手の細胞の反応が強まる。しかし、一部の軸索の末端では、化学的信号に対して負のフィードバックが働いており、受け手の細胞の反応が緩和されている。<sup>(b)</sup><sup>(c)</sup><sup>(d)</sup><sup>(e)</sup><sup>(f)</sup>

問(1) 下線部(a)の速度を説明した以下の文の空欄  ~  に適当な語句を入れよ。

有髄神経の軸索では  が起きるため、同じ径の無髄神経の軸索よりも信号の進む速度が大きい。有髄神経どうして比べると、軸索の径が  ほど、 電位によって生じる電流が軸索を通りやすいので、次の  電位が発生する  の膜電位がより早く  に達する。したがって、 の間隔がほぼ等しければ、軸索の径が  ほど信号の進む速度は大きい。

問(2) 下線部(b)が生じる前の膜電位は、次のア~オのどれに近い値であるか、記号で答え、この時の電位を表わす用語を答えよ。

ア. + 60 mV

イ. + 20 mV

ウ. 0 mV

エ. - 80 mV

オ. - 800 mV

問(3) 下線部(c)のイオンは、正または負のいずれの電荷を持つか、また、細胞の内から外または外から内のいずれの向きに細胞膜を通り膜電位を上昇させるかを答えよ。

問(4) 下線部(c)と下線部(d)に共通する物質輸送を表わす用語を答えよ。

問(5) 下線部(d)のイオンは下線部(c)のイオンと同じ符号の電荷を持つ。実験的に下線部(d)のイオンのみが細胞膜を通る状態を作り、細胞膜の外側でこのイオンの濃度を高めると、問(2)に示した膜電位はどうか、その理由とともに簡潔に述べよ。

問(6) 下線部(e)の場合に、下線部(b)の振幅と発生回数はどうなっているのか、それぞれ次のア～ウから選び、記号で答えよ。

ア. 増大している。      イ. 減少している。      ウ. 変わらない。

問(7) 下線部(f)の負のフィードバックとはどのようなことか、簡潔に説明せよ。

4 地球の生態系において、植物は生産者として、太陽エネルギーを用いて大気中の二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) を固定し、有機物の生産を行っている。これから植物自身の呼吸を引いた残りが純1次生産で、これは消費者・分解者を経て、最終的にすべて  $\text{CO}_2$  になり大気中にもどる。下の表は、地球の各生態系における植物の現存量と純生産、および土壌中の有機物の量を調べ、面積あたりの炭素量に換算して示したものである。表をみて、下の問いに答えよ。ただし、現在の大気中に  $\text{CO}_2$  として含まれる炭素の総量は  $750 \times 10^{12} \text{ kg}$  である。

生態系	面積 $10^{12} \text{ m}^2$	植物現存量 $\text{kg}/\text{m}^2$	純1次生産 $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$	土壌有機物 $\text{kg}/\text{m}^2$
熱帯多雨林	10	18.7	1.02	8.0
亜熱帯季節林 (雨緑林)	5	11.3	0.71	9.1
温帯林	8	12.6	0.66	10.3
針葉樹林	10	10.1	0.38	14.2
サバンナ	22	2.9	0.79	11.7
陸地全体 (その他を含む)	149	3.8	0.40	11.0
海洋全体	361	0.0043	0.061	
地球全体	510	1.44	0.133	

問(1) 植物の総生産の  $\frac{1}{2}$  が呼吸で失われると仮定すると、1年間に大気  $\text{CO}_2$  の何パーセントが植物の光合成により固定されることになるか。大気  $\text{CO}_2$  は生態系の炭素循環を介して、平均して何年に1回の割合で入れかわるか。計算結果は有効数字2桁まで示せ。

問(2) 純1次生産量あたりの植物現存量は、生体内の炭素の平均的な滞留時間を表すと考えることができる。陸地と海洋のそれぞれでいくらになるか。その違いの原因を述べよ。計算結果は有効数字2桁まで示せ。

問(3) サバンナと、亜熱帯季節林とを比較すると、現存量に大きな差があるのに、面積あたりの純生産量はそれほど変わらない。その原因を、それぞれの気候と植物の生活形の違いに着目して述べよ。

問(4) 4種類の森林生態系を比較すると、熱帯多雨林・亜熱帯季節林・温帯林・針葉樹林の順に面積あたりの植物現存量・純1次生産量は減少するが、反対に土壌有機物量は増加している。その原因を述べよ。