

(全6枚中の1枚目)

③ 高等学校 生物

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

Ⅰ DNAの構造と人工RNAについて、次のⅠ、Ⅱの文を読み、下の(1)～(6)に答えなさい。

Ⅰ DNAは、(①)と糖と塩基からなる(②)とよばれる構成単位が多数鎖状に結合した高分子化合物である。塩基にはアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)の4種類があり、AはT、GはCと相補的な関係にある。いま、2本の(②)鎖からなるDNA 1分子を調べると、総塩基数は 1×10^9 個で、全塩基中のAの割合が30%を占めていた。

Ⅱ 塩基としてウラシル(U)とグアニン(G)だけを含む人工的に合成したRNAを加えたとき、どのようなアミノ酸を含むポリペプチドが合成されるかを調べたところ、表1の結果を得た。さらに、ウラシル(U)とグアニン(G)のみによってバリンとグリシンを指定する塩基配列はそれぞれ2種類あり、いずれもトリプレットの1番目の塩基はグアニン(G)であることがわかった。また、ウラシル(U)とグアニン(G)が3:1の割合で含まれ、無作為な順序でつながってできたRNAを加えたときは、表2に示した比率でアミノ酸が含まれるポリペプチドが合成された。

人工RNAの配列	合成されたポリペプチドのアミノ酸組成
UUU...	フェニルアラニンのみ
GGG...	グリシンのみ
GUGUG...	システイン:バリン=1:1

表1

アミノ酸	比率
フェニルアラニン	27/64
バリン	12/64
ロイシン	9/64
システイン	9/64
グリシン	4/64
トリプトファン	3/64

表2

(1) ①, ②に適する語句を書きなさい。

(2) 下線部のDNAにおいて、塩基対と塩基対の間の距離が0.34nmのとき、DNA全体の長さはおよそ何mmか。最も適するものを次のア～エから1つ選び、その記号を書きなさい。

ア 1.7×10^2	イ 1.7×10^8	ウ 3.4×10^2	エ 3.4×10^8
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

(3) 下線部のDNAにおいて、1本の鎖についてのみ調べたとき、4種類の塩基のうちAの割合が37%であった場合、Tが占める割合は23%と考えられる。そのように考えられる理由を書きなさい。

(4) DNAの塩基同士の結合において、GとCの結合力は、AとTの結合力の何倍か、書きなさい。また、その理由を書きなさい。

(5) Ⅱの実験から解読できるシステインに対応するトリプレットをUとGを用いて書きなさい。

(6) Ⅱの実験から解読できる①トリプトファン、②ロイシンに対応するトリプレットをそれぞれUとGを用いて書きなさい。

(全6枚中の2枚目)

③ 高等学校 生物

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

2 電気泳動法を用いた実験について、次のI、IIの文を読み、下の(1)～(5)に答えなさい。

I 2本鎖DNAの長さは塩基対の数を指標に表され、1000塩基対の長さは1kbpと表される。ある遺伝子の一部分をPCR法によって増幅し、3.0kbpのDNA断片を得た。このDNA断片を制限酵素ア、イ、ウと反応させ、アガロースゲル電気泳動を行った。その後、DNA断片を染色し可視化した結果を図1に示した。各制限酵素を単独で作用させると、それぞれ2個のDNA断片に分かれた。また、ア、イ、ウの3種類の酵素を混ぜて用いると、3個の長さの異なるDNA断片として検出された。

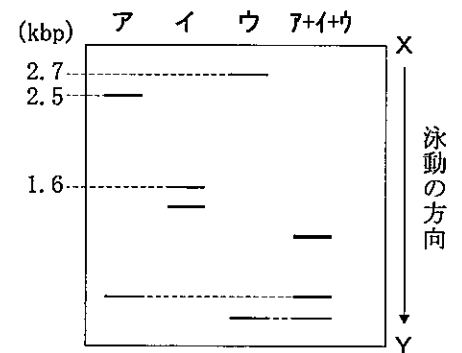


図1

II アサガオの葉の形の表現型には並葉、立田葉、柳葉の3つがあり、その対立遺伝子には並葉遺伝子(遺伝子A)、立田葉遺伝子(遺伝子a)、柳葉遺伝子(遺伝子a')がある。それぞれの塩基配列を調べたところ、遺伝子内のある部分の塩基配列が【結果】のようにIからIVの制限酵素に認識され、切断される配列になっていた。

そこでアサガオの葉①～③の葉の形を調べるために、周辺を含むDNA断片をそれぞれの制限酵素で切断し、電気泳動して断片の長さを調べたところ、図2のようになった。

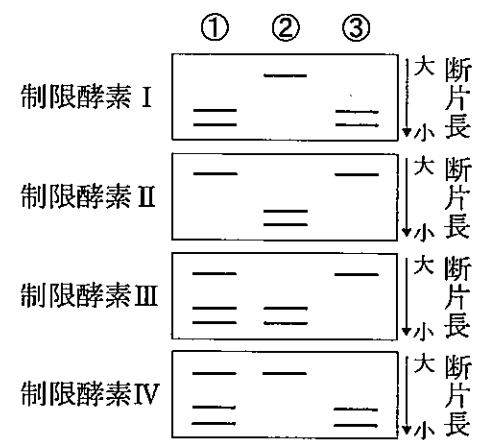


図2

【結果】

制限酵素I：対立遺伝子Aとaを認識し、切断する。

制限酵素II：対立遺伝子a'を認識し、切断する。

制限酵素III：対立遺伝子Aとa'を認識し、切断する。

制限酵素IV：対立遺伝子aを認識し、切断する。

(1) 図1において、泳動の方向に対して、+極はX、Yのどちら側か、その記号を書きなさい。

(2) ア～ウの3種類の酵素を混ぜ、PCR法により得られた3.0kbpのDNA断片と反応させ、アガロースゲル電気泳動を行うと、図1のように3個の長さの異なるDNA断片が検出された。3個のDNA断片の大きさはそれぞれ何kbpか。大きいものから順に書きなさい。

(3) IIのアサガオの葉の形の遺伝子のように、1つの形質において、3つあるいはそれ以上の遺伝子が対立関係にあるときの遺伝子を何というか、書きなさい。

(4) アサガオの葉①～③の葉の形について、それぞれの遺伝子型と表現型を書きなさい。なお、対立遺伝子a'はAに対してもaに対しても劣性であり、対立遺伝子aはAに対して劣性である。

(5) 制限酵素は、もともとは細菌にある酵素であるが、どのような働きをしているか、書きなさい。

(全6枚中の3枚目)

③ 高等学校 生物

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

3 筋肉の構造と働きについて、次のⅠ、Ⅱの文を読み、下の(1)～(6)に答えなさい。

Ⅰ 筋肉の組織は、構造と性質の違いから骨格筋や(ア)を構成する横紋筋と、内臓筋を構成する(イ)に分けられる。骨格筋は、筋繊維とよばれる多核の筋細胞からなり、細胞質には筋収縮に必要な物質を供給する筋小胞体と、ATPを供給するミトコンドリアなどが存在する。また、細胞質には多くの(ウ)が規則正しく束になって並んでおり、顕微鏡で観察すると、図1の模式図のように、明帯と暗帯が交互に連なり、明帯の中央はZ膜で仕切られている。このZ膜とZ膜の間を(エ)という。(ウ)は、細いアクチンフィラメントと太いミオシンフィラメントという2種類のフィラメントが規則正しく重なり合った構造をしている。

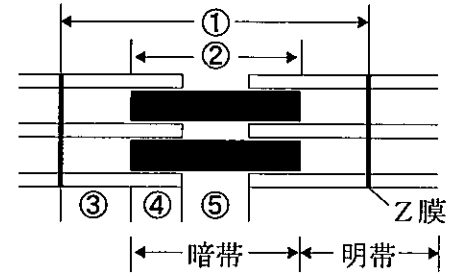


図1

Ⅱ 図2のように、カエルのふくらはぎの筋肉と、それにつながっている座骨神経を切り出して次の【実験】を行った。

【実験】筋肉と座骨神経の接合部から1.2cm離れた座骨神経上のA点を瞬間的に電気刺激した場合、3.2ミリ秒後に筋肉が収縮し、同じく接合部から3.6cm離れたB点を同様に電気刺激した場合、4.2ミリ秒後に筋肉は収縮した。

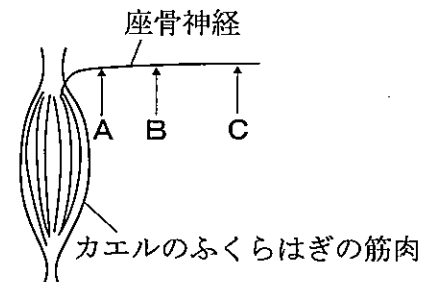


図2

(1) ア～エに適する語句を書きなさい。

(2) 筋収縮する際に、長さを変化しないものを、図1の①～⑤から1つ選び、その記号を書きなさい。

(3) 筋収縮に関する記述として最も適するものを、次の①～④から1つ選び、その記号を書きなさい。

- ① アクチンの頭部がATP分解酵素としてはたらき、ATPを分解して筋収縮が起こる。
- ② 弛緩時には、アクチンフィラメントにあるトロポニンやトロポミオシンというタンパク質がミオシンフィラメントとアクチンフィラメントとの結合を妨げている。
- ③ 神経の興奮が伝わると、筋小胞体から Na^+ が放出されてトロポニンと結合する。
- ④ 筋小胞体から放出された筋収縮に必要なイオンは、興奮がなくなると受動輸送によって筋小胞体にもどる。

(4) 筋収縮において、筋繊維内のATPだけでは筋収縮を維持できないため、筋収縮を維持するためにATPを合成するしくみがある。そのしくみを3つ書きなさい。

(5) 図2のB点から、3.6cm離れたC点を電気刺激した場合、何ミリ秒後に筋肉が収縮するか、求めなさい。

(6) 興奮が座骨神経の軸索末端に到達してから、筋肉が収縮するまでにかかる時間は何ミリ秒か、求めなさい。

(全6枚中の4枚目)

③ 高等学校 生物

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

4 植物の種子の発芽について、次の文を読み、下の(1)～(5)に答えなさい。

多くの植物の種子は、植物体の生育に適さない時期は休眠状態になる。休眠は、植物ホルモンの一種である(①)が発芽を抑制することによって維持されている場合が多い。種子の休眠は、吸水や一定期間の低温、光などが刺激となり、胚からジベレリンが分泌されることで解除され、種子が発芽する。

また、光によって発芽が促される種子を(②)という。この性質をもつ**レタス**の種子を十分に吸水させた後、右の表のような処理を行って、発芽した割合を調べた。波長が(③) nm程度の赤色光と波長が(④) nm程度の遠赤色光の照射を、各5分間暗室内で行ったものとする。

処理	発芽率(%)
暗所	2
R	77
FR	3
R→FR	2
FR→R	75
R→FR→R	82
FR→R→FR	4

R: 赤色光照射 FR: 遠赤色光照射

表

(1) ①, ②に適する語句を書きなさい。また, ③, ④に最も適するものを次のア～オからそれぞれ1つ選び, その記号を書きなさい。

ア 360	イ 430	ウ 530	エ 660	オ 730
-------	-------	-------	-------	-------

- (2) オオムギにおいて、下線部 a のようにジベレリンが合成されてから種子が発芽するまでの過程を、「アミラーゼ」「デンプン」「糖」の3語を用いて説明しなさい。
- (3) 種子形成の際、受粉した花粉を形成した株の体細胞の遺伝子型をAA、胚珠を形成した株の体細胞の遺伝子型をaaとした場合、形成された種子の胚、胚乳、種皮の遺伝子型をそれぞれ書きなさい。
- (4) 光による種子の発芽には、ある光受容体が関与している。この名称を書きなさい。また、その光受容体にはP_R型とP_{FR}型の2種類の型があり、その性質が表のような結果をもたらすと考えられる。光照射による光受容体の型の変化と発芽との関係を説明しなさい。
- (5) 下線部 b の植物において、生徒から「種子の発芽が赤色光と遠赤色光によって調節される性質にはどのような利点があるのか」と質問された場合、どのように説明するか、書きなさい。

(全6枚中の5枚目)

③ 高等学校 生物

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

5 血液について、次のI, IIの文を読み、下の(1)~(6)に答えなさい。

I 赤血球中のヘモグロビンは、肺で酸素と結合して酸素ヘモグロビンとなり、全身の組織に酸素を運ぶ役割を担う。このヘモグロビンと酸素の結合は、酸素分圧の他に二酸化炭素分圧でも影響を受ける。図1の2つの曲線は、二酸化炭素分圧40mmHgと70mmHgでの酸素分圧と酸素ヘモグロビンの割合を示している。ただし、肺胞中の酸素分圧は100mmHg、二酸化炭素分圧は40mmHg、組織中の酸素分圧は30mmHg、二酸化炭素分圧を70mmHgとする。

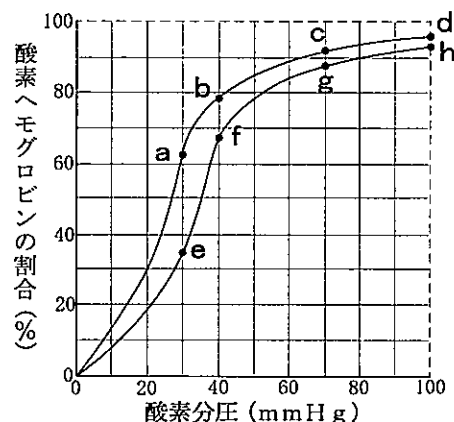


図1

II 血管が傷つくと、血管の破れたところに血小板が集まり、最終的に(①)とよばれる凝固塊ができる。この一連の過程を血液凝固といい、(①)ができることによって血液の流出を止める。また、血管の修復とともに、(①)を溶かす(②)というしくみがはたらき、傷を塞いでいた(①)が溶けて取り除かれる。このように、血液凝固と(②)という相反するしくみがはたらくことによって、血管系が守られ、体内環境が維持されている。

(1) 図1の曲線上の点a~hから、肺静脈中の血液の状態を示す点と組織中における血液の状態を示す点をそれぞれ1つ選び、その記号を書きなさい。

(2) 図1において、血液中のヘモグロビンは1L中に150gあり、1gのヘモグロビンは1.4mLの酸素と結合できるとしたとき、1Lの血液が組織に供給する酸素の量は何mLか。最も適するものを次のア~エから1つ選び、その記号を書きなさい。

ア	63	イ	74	ウ	126	エ	132
---	----	---	----	---	-----	---	-----

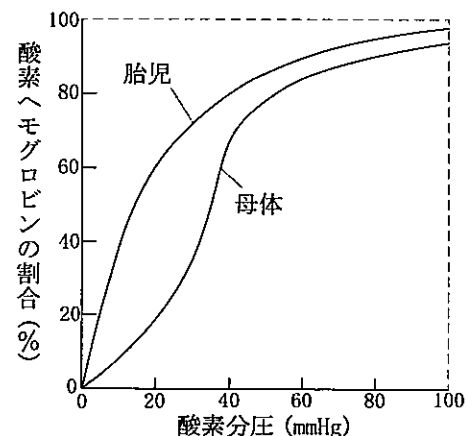


図2

(3) 図2のように、同じ酸素分圧においても、胎児と母体の酸素ヘモグロビンの割合は異なっている。その理由を書きなさい。

(4) ①, ②に適する語句を書きなさい。

(5) 図3は、血液凝固反応のようすを示したものである。A~Cに適する物質名を書きなさい。なお、IIの文の①と図3の①は同じ物質である。

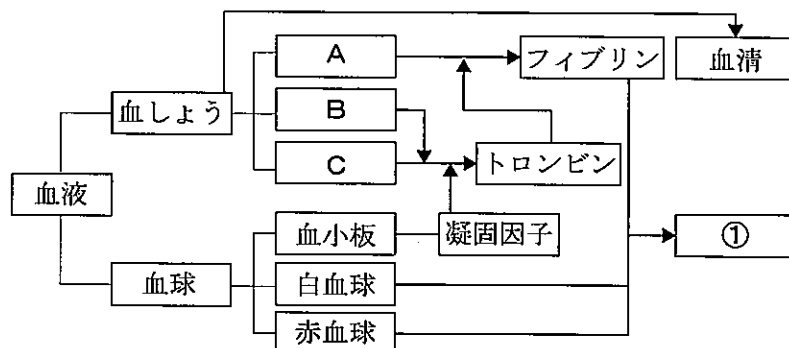


図3

(6) 血液凝固の障害の方法を1つ挙げ、どのようなしくみで凝固が障害されるのか説明しなさい。

(全6枚中の6枚目)

③ 高等学校 生物

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

6 植生について、次のⅠ、Ⅱの文を読み、下の(1)～(5)に答えなさい。

Ⅰ 次の図は、裸地からはじまる植生の一次遷移の経過を示したものである。

裸地 → 地衣類・コケ植物 → ススキ・イタドリ → オオバヤシャブシ・ミヤマハンノキ
→ 陽樹林 → 混交林 → 陰樹林

図

Ⅱ 学校の校庭で、比較的個体数の多い2種の植物について植生調査を行い、次の表にまとめた。1m四方の方形枠を10か所(A～J)設けて、2種の植物の被度を0～5までの段階の被度階級で記録した。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
シロツメクサ	1	5	2	2	1	1	1	1	1	1
オオバコ	1	0	1	2	3	3	1	2	3	4

表

被度階級

5 : 75%以上

4 : 50%以上～75%未満

3 : 25%以上～50%未満

2 : 10%以上～25%未満

1 : 10%未満

0 : 生育が認められない

- (1) Ⅰの図のように、オオバヤシャブシ・ミヤマハンノキは先駆種となることが多い。その理由を書きなさい。
- (2) 遷移には一次遷移と二次遷移がある。二次遷移の特徴について、一次遷移との違いに着目して説明しなさい。
- (3) Ⅱの表からシロツメクサの平均被度はいくらか。また、オオバコの頻度は何%か、それぞれ求めなさい。
- (4) Ⅱの表の2種の植物の優占度を比較すると、オオバコの方が優占度が大きい。Ⅱの表をもとに、その理由を書きなさい。
- (5) 校庭の植生調査を行う際、植生に影響を与える環境要因を調べるために、校庭に調査区を2か所設定する方法が考えられる。調査区を設定する際、どのような環境要因に着目すればよいか、2つ書きなさい。

7 次の文は、新高等学校学習指導要領(平成30年告示)「理科」の「各科目」の「科学と人間生活」の「内容の取扱い」の一部である。①～⑤にあてはまる語句を書きなさい。

(1) 内容の取扱いに当たっては、次の事項に配慮するものとする。

- ア 中学校理科との(①)を十分考慮するとともに、科学と人間生活との関わりについて理解させ、(②)、実験などを中心に扱い、自然や(③)に対する興味・関心を高めるようにすること。
- イ この科目で育成を目指す(④)・能力を育むため、(②)、実験などを行い、(⑤)の過程を踏まえた学習活動を行うようにすること。その際、学習内容の特質に応じて、課題の把握、課題の追究、課題の解決などの(⑤)の方法を習得させるようにすること。