

生 物

1. 監督者の指示があるまで開かないでください。
2. 試験開始後、解答用紙に受験番号・氏名を忘れないで記入してください。
3. 試験開始後、問題冊子に落丁や乱丁がないか確認し、落丁・乱丁があった場合は挙手してください。
4. 解答は解答用紙に記入してください。
5. 解答用紙は科目の試験終了後回収します。
6. 問題冊子は科目の試験終了後、持ち帰って結構です。

1. 生物が行う化学反応に関する各問いに答えよ。

1. 生物の生命活動は、物質を合成したり分解したりする化学反応をともなう。このような化学反応全体をまとめて **ア** という。**ア** には、単純な物質から複雑な物質を合成する **イ** と、複雑な物質を単純な物質に分解する **ウ** がある。化学反応を促進する物質を **エ** といい、生体内の化学反応では主に酵素が **エ** として働いている。酵素が作用する物質を **オ** といい、**オ** と酵素は複合体を形成したのち生成物と呼ばれる新しい物質をつくり出す。この際、酵素は化学反応の前後で変化しない。**ア** はエネルギーの出入りをともなう。呼吸では酸素を用いて有機物(グルコース)を分解し、**カ** と二酸化炭素を生成する。この際、エネルギーは放出され、その多くは ATP の合成につかわれる。ATP からリン酸がひとつ外れると ADP になり、その際に放出されるエネルギーを利用してさまざまな生命活動が行われている。

問 1. 文中のア～カの に入る適切な語句を答えよ。

問 2. 下線部について、酵素のこの性質の利点を答えよ。

問 3. 生体内には、ATP からリン酸がふたつ外れた構造が組み込まれている分子が複数存在する。そのような分子をひとつ答えよ。ただし ATP、ADP、AMP(アデノシン一リン酸)は除く。

Ⅱ. 2種類の異なる果物をしぼって得た果汁 A と果汁 B を用意し、フルーツゼリーをつくった。凝固剤にはタンパク質を主成分とするゼラチンと炭水化物を主成分とする寒天の2種類を使用した。^①ゼラチンと寒天をそれぞれ適温に加熱して溶かし、45℃くらいまで温度が下がってから果汁を加え、さらに十分に冷やした。その結果、果汁 A はゼラチンでも寒天でも固まってゼリーができた。一方、果汁 B は寒天では固まったが、ゼラチンでは固まらなかった。調べてみると、果汁 B にはタンパク質を分解する酵素が多く含まれているために固まらないことが分かった。そこで、果汁 B にある処理^②を行ってから同じ方法でつくってみると、ゼラチンでも固まってゼリーができた。

問 4. 次の a～f の物質のうち、タンパク質であるものをすべて選び、記号で答えよ。

- a. DNA
- b. ウラシル
- c. アミラーゼ
- d. グリコーゲン
- e. ヘモグロビン
- f. 免疫グロブリン

問 5. 下線部①に関して、寒天を構成する炭水化物はデンプンと同様に単糖が多く結合した多糖である。ヒトは多糖を吸収できないが、単糖は吸収できる。ヒトはデンプン 1 g から約 4 kcal のエネルギーを得ることができるが、寒天からはほとんどエネルギーを得ることはできない。その理由を答えよ。

問 6. 下線部②で行った処理は何かを答えよ。また、その処理によって果汁 B がゼラチンでも固まるようになった理由を答えよ。

2. DNAの複製に関する各問いに答えよ。

I. 細胞が分裂によってふたつの細胞に増えるときには、遺伝情報を保持する DNA の複製が行われる。DNA の複製では、DNA の 2 本鎖がほどけて 2 本のヌクレオチド鎖になったあと、それぞれの鎖が鋳型となって新たな DNA が合成される。この際、ヌクレオチド鎖の塩基配列に相補的な塩基配列をもつ鎖がつくられる。①このような複製の仕方を ア 的複製という。この結果、もとの DNA と同じ塩基配列をもつ DNA が 2 本でき、それぞれが新しい細胞に分配される。

②ひとつの細胞が分裂して新たにふたつの細胞になるまでの周期的過程のことを イ という。この過程のなかで、分裂が終了してから次の分裂が始まるまでを ウ 期という。これに対して、分裂を行っている時期はさらに 4 つの期に分けることができる。この 4 つの期のなかで、染色体が細胞の赤道面に集まった状態になるのは エ 期である。また、オ 期の終わりに核膜が無くなる。

問 1. 文中のア～オの に入る適切な語句を答えよ。

問 2. DNA は下線部①に示したように複製されるため、細胞のもつ DNA に含まれる 4 種類の塩基(アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T))の数の割合にはある特徴がある。以下の 1～4 のうち適切なものをひとつ選び、番号で答えよ。また、その特徴を見いだした人物の名前を以下の a～e のなかから 1 人選び、記号で答えよ。

1. A、G、C、T の数の割合はすべて等しい。
2. A と G の数の割合は等しく、また、C と T の数の割合は等しい。
3. A と T の数の割合は等しく、また、C と G の数の割合は等しい。
4. A と T の数の割合の合計は、C と G の数の割合の合計に等しい。

- a. スタール
- b. エイブリー
- c. グリフィス
- d. シャルガフ
- e. フランクリン

II. DNAが複製される際には、塩基配列はほぼ正確に複製されるが、まれに複製の誤りで別の塩基に変わることが知られている。Jさんは大腸菌をつかって以下の実験1～3を行った。

実験1：物質 α の合成に関わる酵素の遺伝子Xに変異をもつ大腸菌をつくった。この大腸菌では遺伝子Xの塩基配列の100番目の塩基が、正常型のGからAに変えてあり、相補鎖の塩基もそれにあわせて変わっている。物質 α は大腸菌が生きるために必要な物質なので、栄養源のなかに物質 α がない環境では物質 α を合成できない大腸菌は死んでしまう。

実験2：この大腸菌 1×10^{11} 個を物質 α を含む液体培地で培養し、それぞれの細胞が1回分裂して2倍(2×10^{11} 個)になった時点で培養をやめた。なお、この過程で死んだ大腸菌はなかった。

実験3：実験2で得られたすべての大腸菌(2×10^{11} 個)を、物質 α を含まない寒天培地(物質 α を合成する材料は含まれている)で十分に培養した。その結果、2個のコロニー(大腸菌の塊)が培地に生えた。これらのコロニーはいずれも、1個の大腸菌が増殖した結果生じたものである。また、両方のコロニーの大腸菌に含まれる遺伝子Xの塩基配列を調べたところ、100番目の塩基は正常型のGになっていた。

この実験の結果をみて、Jさんは次に示す考察1～4を考えた。

考察1：実験3で遺伝子Xの100番目の塩基がAからGになっていた原因として、次の2通りの場合が考えられる。

・実験2において大腸菌が分裂したとき、遺伝子Xの複製をする際に誤って遺伝子Xの100番目の塩基AがGになり、それにもなって相補的塩基である

 が

 にすみやかに変化した場合

・実験2において大腸菌が分裂したとき、遺伝子Xの相補鎖を複製する際に誤って遺伝子Xの100番目の塩基Aの相補的塩基である

 が

 になり、それにもなって遺伝子Xの100番目の塩基AがGにすみやかに変化した場合

考察2：実験2では、 1×10^{11} 個の大腸菌が2倍にふえた。この過程で、大腸菌全体では、遺伝子Xとその相補鎖は、それぞれ 1×10^{11} 回、全部で 2×10^{11} 回複製されている。

考察3：実験2において、100番目の塩基がAからGに変わる考察1のような複製の誤りによる塩基の変化は全部で ク 回起こったと考えられる。

考察4：DNAが複製される際に、ある塩基から別の塩基に変わる確率がすべての場合で等しいと考える。すると、実験2で、100番目の塩基がAから他の塩基に変わった大腸菌は ケ 個存在すると考えられる。

問3. 文中のカ～ケの に入る適切な語句や数字を答えよ。

問4. この実験の結果から、大腸菌では何塩基ごとに1回の割合で複製の誤りによる塩基の変化が生じると考えられるか答えよ。ただし、DNAの変異は複製の誤りのみで生じ、遺伝子Xの100番目の塩基での変化以外で細胞の機能に変化は生じなかったものとする。答えは、四捨五入して求めた3桁^{けた}の数を用いて下の例のように表せ。

例：答えが

123456.7… のときは 1.23×10^5

234567.8… のときは 2.35×10^5

のように、有効数値3桁で示す。

問題は次ページに続きます。

3. 体内環境の維持に関する各問いに答えよ。

私たちの体を取り巻く環境は刻一刻と変化する。これに対して体内環境はさまざまな働きによってほぼ一定に保たれている。この性質は と呼ばれる。 にかかわる体内での情報を伝達する主なしくみには、自律神経系と内分泌系がある。

自律神経系は、体性神経系と同様に 神経系に含まれる。 に関わる自律神経系は間脳に存在する に支配されており、意思とは無関係に働いて体内環境を維持する。

内分泌系は内分泌腺でつくられたホルモンをつかって情報を伝達するしくみである。分泌されたホルモンは を介して全身に運ばれる。この過程で、特定の細胞ではホルモンを受け取って細胞の活動が変化し、その結果、体内環境が維持される。あるホルモンによって活動が調節される細胞をそのホルモンの 細胞といい、その細胞はホルモンを受け取るための をもっている。

私たちの体の周りにある各種の病原体が体内に侵入してきたときに体を防御する働きも、広い意味で体内環境の維持に関わる機能である。私たちの体には、病原体の侵入を阻止するさまざまなしくみがある。たとえば、汗や唾液には、細菌の細胞壁を溶かす酵素である が含まれている。また、気管の上皮は弱酸性の によって覆われており、酸に弱い細菌の侵入を防ぐ。さらに、体内に侵入した異物を除去するしくみとして免疫がある。免疫には自然免疫と獲得免疫の2種類がある。^①獲得免疫では自己の物質に対しての免疫反応が生じないようにする機構が存在する。^②

問 1. 文中のア～クの に入る適切な語句を答えよ。

問 2. は、脳のなかで脳幹といわれる部位に存在する。脳幹について、以下の文章1～5のうち正しい記述をすべて選び、番号で答えよ。

1. 延髄は脳幹に含まれない。
2. 小脳は脳幹に含まれない。
3. 脳幹は呼吸運動や心臓の拍動などの調節をする。
4. 脳幹には記憶、思考、感情などの中枢が存在する。
5. 脳幹の機能が維持されている一方で大脳の機能が失われた状態を脳死という。

問 3. 下線部①の自然免疫と獲得免疫の2種類のうち、自然免疫に関わる現象はどれか、以下の文章1～5のうち正しい記述をすべて選び、番号で答えよ。

1. NK細胞が異常細胞を破壊する。
2. B細胞が活性化して抗体産生細胞に分化する。
3. 傷口から病原体が侵入してきたことにより炎症がおこる。
4. 病原体を認識したマクロファージが好中球を感染部位に呼び集める。
5. インフルエンザのワクチンを接種すると、インフルエンザウイルスの感染症の発症が抑制される。

問 4. 下線部②の機構により自己の物質に対しての免疫反応が生じない状態を何というか。また、この機構について以下の語句を用いて簡潔に説明せよ。

語句：リンパ球 認識 自己

問 5. 下線部②の機構が働かないことによって引き起こされる疾患を総称して何というか。また、そのような疾患の一例をあげよ。

問 6. 特定の物質に対して免疫反応が過敏におこって生体に不都合な影響が生じる現象をアレルギーという。急激に全身性症状としてアレルギーが生じることを何というか。

4. 遷移に関する各問いに答えよ。

I. ある一定の場所で見られる植生の移り変わりを遷移(植生遷移)と呼ぶ。噴火による溶岩流などによって形成された裸地上に植物が侵入し、生育を始めると、次第に落葉・落枝が蓄積され、
ア が形成されていく。このように生物の活動が、環境に対して影響を及ぼすことを
イ 作用という。森林を構成する樹種は先駆樹種から、最終的に ウ 樹種へ移り変わっていく。

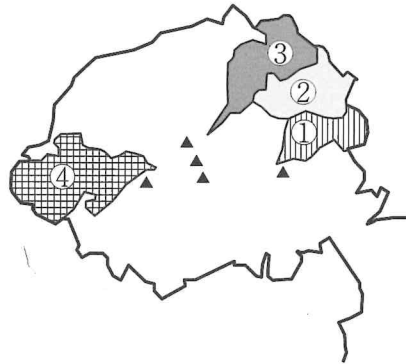
遷移のうち、生物活動がほとんどみられない、新しく形成された場所で始まる遷移を一次遷移といい、すでに存在していた植生が人間活動や自然災害などの破壊により エ された場所で始まる遷移を二次遷移という。

問 1. 文中のア～エの に入る適切な語句を答えよ。

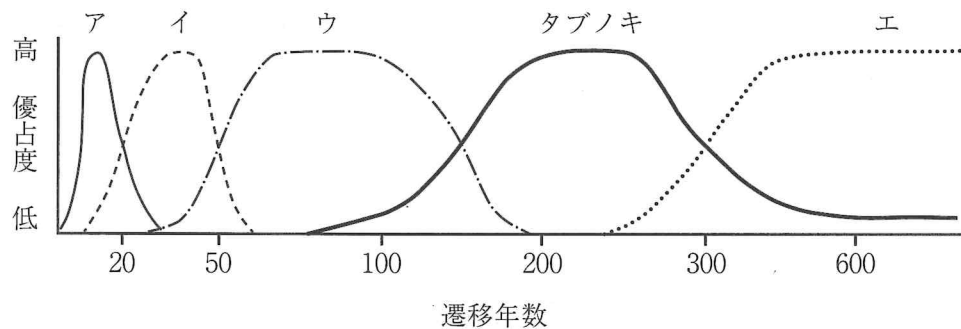
問 2. 下線部について、時間とともに森林を構成する樹種が変化する理由について述べよ。

問 3. 一次遷移に最初に定着する草本は多年生草本であるが、耕作地の跡地などでの二次遷移初期にはシロザやブタクサなどの一年生草本が繁茂することが多い。その理由を考察せよ。

II. 日本は火山国であり、身近なところで一次遷移や二次遷移が見られる。桜島(下図)は鹿児島湾北部に位置する現在も活動を続ける火山島である。鹿児島の年間平均気温は 15℃ 程度で年間平均降水量は約 2500 mm と温暖多雨の気候である。桜島では 1471 年、1779 年、1914 年、1946 年に大噴火があり、それによって溶岩が広範囲に厚く山を覆った。図中の①～④はそのいずれかの噴火により溶岩に覆われた地域を示している。

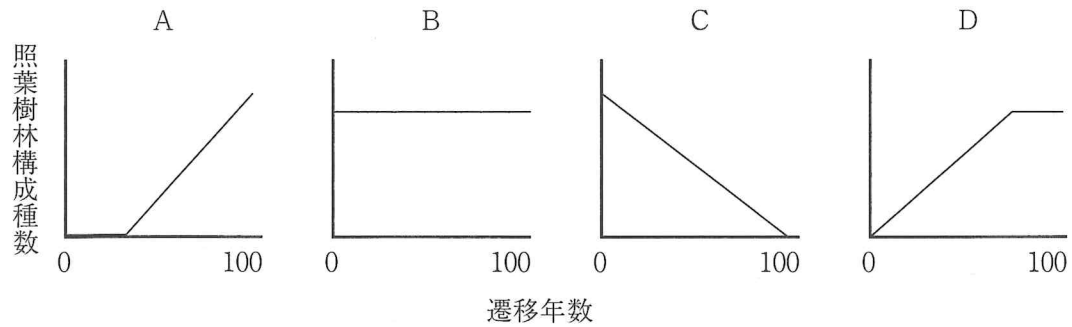


問 4. 下図は照葉樹林帯の一次遷移における 4 種の植物の優占度の変化を示した模式図である。図中のア～エにあてはまる適切な植物を A～E よりひとつずつ選び、記号で答えよ。



- A. スダジイ・カシ
- B. 地衣類・コケ植物
- C. ススキ
- D. シラビソ・カラマツ
- E. クロマツ・ヤシャブシ

問 5. 下図は照葉樹林構成種数と溶岩流出から調査時(溶岩流出から 100 年後)までの遷移年数との関係を示したものである。A～D より最も適切なものを選び、記号で答えよ。



問 6. 表は桜島の①～④の地域における優占林、出現種数、および各階層(高木層、第一低木層、第二低木層、草本層)における樹木・草本の高さの平均について示したものである(調査は 2011 年に実施し、低木層は 2 層に分けた)。噴火のおきた年代順になるよう、①～④の番号を解答欄Ⅰに左から古い順にならべ、その理由を解答欄Ⅱに述べよ。

	①	②	③	④
優占林	クロマツ林	タブノキ林	タブノキ林	クロマツ林
出現種数	32	57	40	52
高木層の高さ(m)	分布なし	10.8	12.1	分布なし
第一低木層の高さ(m)	5.6	7.7	8.4	6.9
第二低木層の高さ(m)	2.0	2.0	2.0	3.2
草本層の高さ(m)	0.7	0.5	0.5	0.7

生物 訂正 8 ページ 3-問 3

(誤) 下線部①の自然免疫と獲得免疫の2種類のうち、自然免疫に関わる現象はどれか、以下の文章 1 ～ 5 のうち正しい記述をすべて選び、番号で答えよ。

(誤：のうち正しい記述を)



(正) 下線部①の自然免疫と獲得免疫の2種類のうち、自然免疫に関わる現象はどれか、以下の文章 1 ～ 5 からすべて選び、番号で答えよ。

(正：から)