

生 物 $\frac{1}{12}$

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

同種の生物であっても、(ア) 生物に現れる色や形、大きさなどの特徴は個体ごとに少しずつ異なり、このような違いを変異という。変異のうち、遺伝する変異は遺伝的変異とよばれ、これが生じる原因としては、(イ) 突然変異があげられる。有性生殖をおこなう個体の場合、このような突然変異は (ウ) 配偶子を介して次の世代の個体へと受け継がれ、世代をこえて (エ) その種の生物集団内に広がっていく。

問1 下線部（ア）は何とよばれるか。

問2 下線部（イ）が DNA の塩基配列に引き起こす変化のひとつに置換がある。しかし、タンパク質のアミノ酸配列を指定する塩基配列に置換が生じて、下線部（ア）にはまったく違いを生み出さない場合がある。それはどのような置換の場合の可能性が高いか。「コドン」の語句を用いて 30 字以内で説明せよ。

問3 問2のような DNA の塩基配列の変化や、タンパク質のアミノ酸配列の変化としてみられる、分子レベルで起こる変化の蓄積は何とよばれるか。

問4 下線部（ウ）に関して、配偶子が形成される過程で起こる特別な細胞分裂は何とよばれるか。また、分裂後の細胞において、この細胞分裂が通常の細胞分裂と異なる点を、「染色体」の語句を用いて 15 字以内で説明せよ。

問5 問4の過程を経て配偶子に受け継がれた遺伝子にはさまざまな組み合わせが生じる。遺伝子 A, B, C が染色体上に図1のように存在する親から生じた配偶子について、遺伝子の組み合わせの数が多いものから順に並べたものとして正しいものを、以下の①～⑦から1つ選び、番号で答えよ。

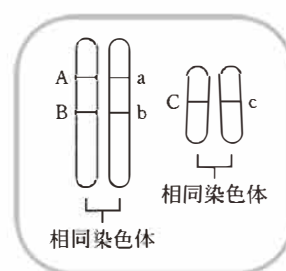


図1

- ① $A b C = A b c = a B C = a B c > A B C = A B c = a b C = a b c$
- ② $A B C = a b c > A B c = a b C = A b C = A b c = a B C = a B c$
- ③ $A B c = a b C = A b C = A b c = a B C = a B c > A B C = a b c$
- ④ $A B C = A b C = a B C = a b C > A B c = A b c = a B c = a b c$
- ⑤ $A B c = A b c = a B c = a b c > A B C = A b C = a B C = a b C$
- ⑥ $A B c = A b c = a B c = a b c = A B C = A b C = a B C = a b C$
- ⑦ $A B C = A B c = a b C = a b c > A b C = A b c = a B C = a B c$

生 物 $\frac{2}{12}$

- 問 6 下線部 (エ) に関して、交配可能な個体からなる同種の生物集団がもつ全遺伝子のなかで、ある対立遺伝子 (アレル) が占める割合のことを何というか。
- 問 7 遺伝的変異が個体の生存や繁殖に影響を与えない場合、理論上は問 6 の値は世代を経ても変化しないが、実際の生物集団では変動がみられる。このような現象のことを何というか。
- 問 8 問 7 の現象は、生物集団が小さい場合に、より強くはたらく。このような小集団化の影響によって生じる問 6 の値の変化のことを何というか。
- 問 9 問 6 の値は、ある遺伝的変異が個体の生存や繁殖に影響を与える場合にも変化する。この場合、生存や繁殖に有利な遺伝的変異が集団内に広まったり、不利な遺伝的変異が消えていったりすることを何というか。また、ある個体が集団内で生殖可能な自分の子をどれだけ残せたかを表す尺度のことを何というか。
- 問 10 染色体の異常は、ある遺伝子の数がふえる遺伝子重複を引き起こすことがあるが、遺伝子重複は生物に進化をもたらすと考えられる。その理由を説明せよ。

Ⅱ 次の文章を読み、問いに答えよ。

生体膜の主要な構成成分は親水基と疎水基の双方をもつ (1) であり、生体膜は、(1) が互いに疎水基どうしを向け合って二層に並んだ二重層によって形成される。さらに生体膜には (ア) 膜を貫通する (2) がまばらに存在し、(1) も (2) も膜内を比較的自由に移動することができる。これらの分子の性質を利用して、生体膜は膜内外への物質の拡散の防止と (イ) 膜内外での特定物質の輸送を担っている。細胞小器官である (3) と (4) はいずれも (ウ) 生体膜でつくられた複雑な構造をもち、(3) は (エ) 光エネルギーを利用して、(4) は (オ) 酸素を利用して、ATP を合成している。また (5) も生体膜で構成される細胞小器官であり、(カ) 細胞内に生じた不要物を取り込んで分解する。ホルモンは、内分泌細胞から体液中に分泌され、離れた場所にある標的細胞にはたらきかける。このとき、(キ) 標的細胞の内部で受容されてはたらくホルモンと、標的細胞の (ク) 細胞膜で受容されてはたらくホルモンとが知られている。

問1 空欄 (1) ～ (5) に当てはまる適切な語句を答えよ。

問2 下線部 (ア) のような生体膜の構造様式のことを何というか。

問3 下線部 (イ) に関して、生体膜が特定の物質のみを通す性質を何というか。

問4 下線部 (ウ) に関して、(3) と (4) のそれぞれで、ATP 合成のために直接使用される生体膜あるいは生体膜を含む構造の名称を以下の①～⑥からそれぞれ1つ選び、番号で答えよ。

- ① チラコイド ② ストロマ ③ マトリックス ④ 内膜 ⑤ 外膜 ⑥ 核膜

問5 (3) と (4) で行われる反応過程の中で、下線部 (エ)、(オ) のとおりにATP を合成する反応は、それぞれ何とよばれるか。

問6 下線部 (カ) のために、例えば、古くなって機能を失った細胞小器官などが生体膜で覆われ、それが (5) と融合することで、分解処理が進められる。このような反応系のことを何というか。

問7 下線部 (キ) のようなホルモンに共通する化学的特性は何か。

問8 下線部 (キ) や (ク) のホルモンと結合して情報伝達物質を受け取るタンパク質の一般的な名称は何か。

Ⅲ 次の文章を読み、問いに答えよ。

細胞内での DNA の複製時には、複製元となる DNA の二重らせんがほどかれ、その情報をもとに 2 本の新生鎖が合成される。このとき、(ア) 一方の新生鎖は連続的に合成されるのに対し、もう一方の新生鎖は不連続に合成される。この連続的に合成される鎖を (1) 鎖、不連続に合成される鎖を (2) 鎖という。不連続に合成される鎖では、一定の間隔で (イ) プライマー が合成され、そこから短い DNA 断片が合成される。この短い DNA 断片は (3) とよばれ、最終的に (4) という酵素のはたらきで連結されて 1 本の連続した DNA 鎖となる。

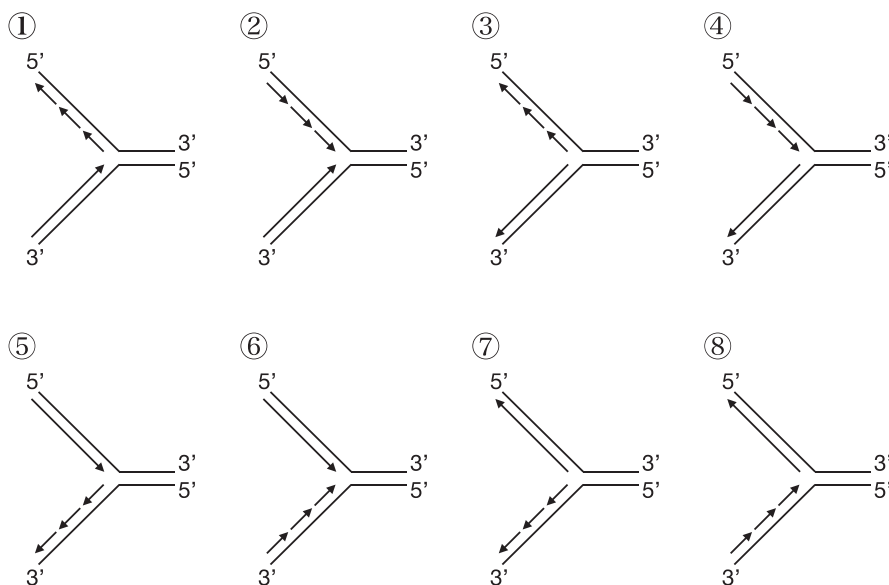
(ウ) 真核生物の染色体に含まれる DNA は、線状であるため、末端部分は完全に複製できない。このため、DNA 鎖は細胞分裂を繰り返すたびに短くなってしまう。そこで DNA の遺伝情報を保護するために、DNA の末端部には特定の塩基配列の繰り返しが存在し、この領域は (5) とよばれる。

問 1 文章中の (1) ～ (5) に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部 (ア) に関して、この過程ではたらく酵素の名称を答えよ。

問 3 下線部 (ア) に関して、合成のしかたが異なる鎖が生じるのはなぜか。この過程ではたらく酵素の性質に着目して、35 字以内で答えよ。

問 4 下線部 (ア) に関して、その様子を正しく示しているものを以下の①～⑧から 1 つ選び、番号で答えよ。ただし、矢印は新生鎖を表し、矢印の向きは新生鎖の合成方向を示している。



生 物 $\frac{5}{12}$

- 問5 下線部（イ）に関して、プライマーを構成するヌクレオチドの、糖と4種類すべての塩基の名称を略さずに答えよ。
- 問6 下線部（イ）に関して、プライマーはDNA複製終了後にどうなるか、35字以内で答えよ。
- 問7 下線部（ウ）に関して、DNAとともに染色体を構成する主要なタンパク質の名称を答えよ。
- 問8 大腸菌を窒素の同位体である ^{15}N のみを含む培地で長時間培養し、大腸菌内の窒素をすべて ^{15}N に置き換えた。その後、窒素の同位体である ^{14}N のみを含む培地に移し、培養した。このとき、 ^{14}N のみを含む培地に移してから1回、2回、3回DNAを複製・分裂させた大腸菌からそれぞれDNAを抽出し、密度勾配遠心法を用いてその比重（密度）がどのように変化するかを観察した。異なる密度をもつそれぞれのDNAが現れる位置とその量比（理論値）を図2の例にしたがい、解答用紙の（ ）に整数で記入せよ。ただし、図2の例では、それぞれ ^{14}N 、 ^{15}N のみを含む培地で培養した大腸菌から抽出したDNAの位置を示しており、 ^{14}N のみを含む培地で培養した大腸菌からは②の位置のみに、 ^{15}N のみを含む培地で培養した大腸菌からは④の位置のみにDNAが集まったことを示している。

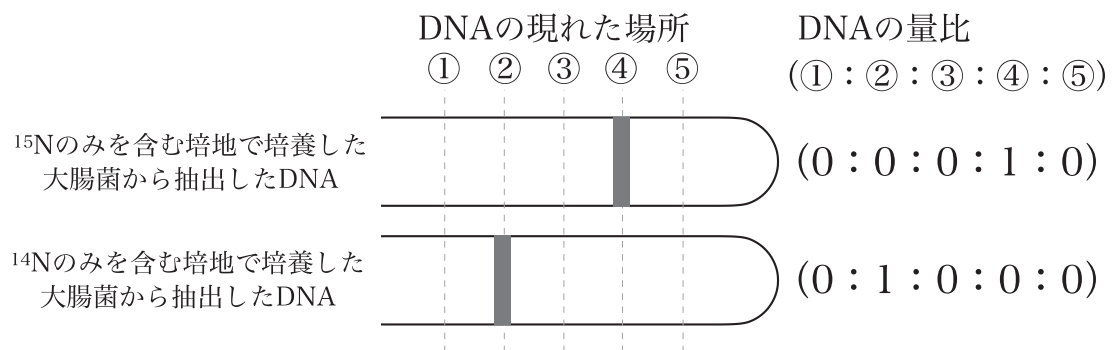


図2

IV 次の文章を読み、問いに答えよ。

イネ科植物の芽を包んでいる最外層のさやを幼葉鞘という。^(ア) 幼葉鞘に光が当たると、幼葉鞘は光の方向に曲がる。この性質は（ 1 ）とよばれる。この性質に関与している植物ホルモンは（ 2 ）である。また、^(イ) 発芽した芽ばえ全体を暗所で水平に置くと、先端部は上方向に、根は下方向に曲がる。これらの現象は、いずれも植物体内での（ 2 ）の分布が変化することによる。このような^(ウ) 方向性をもった物質の移動は（ 3 ）移動とよばれる。

植物が成長するときには、細胞分裂による細胞数の増加と個々の細胞の体積の増加、すなわち細胞の成長が起きている。植物細胞は、セルロース繊維どうしが結びついたかたい（ 4 ）をもつ。そのため、^(エ) 細胞が成長するときには、セルロース繊維がどのような向きで配置されているかにより、成長する方向が決まる。このとき、細胞内には（ 5 ）分子が浸透し、細胞壁を押し広げようとする力がかかっている。この力は（ 6 ）とよばれる。

問1 文章中の（ 1 ）～（ 6 ）に適切な語句を入れよ。

問2 下線部（ア）のしくみにおける、（ 2 ）のはたらきとして正しいものを、以下の①～④から1つ選び、番号で答えよ。

- ① （ 2 ）には幼葉鞘の成長を阻害するはたらきがあり、光が当たると、（ 2 ）は光が当たっている側に移動する。
- ② （ 2 ）には幼葉鞘の成長を阻害するはたらきがあり、光が当たると、（ 2 ）は光が当たっている側から反対側に移動する。
- ③ （ 2 ）には幼葉鞘の成長を促進するはたらきがあり、光が当たると、（ 2 ）は光が当たっている側に移動する。
- ④ （ 2 ）には幼葉鞘の成長を促進するはたらきがあり、光が当たると、（ 2 ）は光が当たっている側から反対側に移動する。

問3 植物が合成し、天然に最も多量に存在する（ 2 ）の化学物質名を答えよ。

問4 下線部（イ）でみられる性質の名称を答えよ。

問5 下線部（イ）について、先端部と根で曲がる方向が異なるのはなぜか、それぞれの部位での（ 2 ）の濃度とはたらきについて着目し、説明せよ。説明の際には、（ 2 ）に入る適切な語句、または(2)のいずれを用いてもよい。

生 物 $\frac{7}{12}$

- 問6 下線部(ウ)について、(2)は、茎の先端部で合成され、基部側へ移動する。このような移動が起こるしくみについて、細胞膜という語句を用いて説明せよ。説明の際には、(2)に入る適切な語句、または(2)のいずれを用いてもよい。
- 問7 下線部(エ)について、細胞が縦に伸長成長する場合、細胞が横に肥大成長する場合、セルロース繊維は全体的にどのような向きに配置されているか、答えよ。また、それぞれの場合について、セルロース繊維をそのような向きに配置するのに関わる植物ホルモンの名称を答えよ。

V 次の文章を読み、問いに答えよ。

私たちヒトを含めた動物の場合、配偶子である卵と精子が合体してできる（ 1 ）が、細胞分裂を繰り返しおこなう。（ア）発生初期にみられる細胞分裂を卵割という。その後、（イ）さまざまな段階の胚が生じ、最終的には複雑な構造をもつ成体へと変化していく。この間、細胞は、（ウ）しだいに細胞の形やはたらきに違いが生じて、各組織や器官に特有の性質をもつようになり、水晶体細胞・皮膚の上皮細胞・ニューロンなどの多様な細胞になる。この過程を細胞の（ 2 ）という。

動物の発生でみられる細胞の（ 2 ）は、初めにつくられた（エ）3つの大まかな胚葉をそれぞれ少しずつ小さな領域へと分割しながら進行する。細胞が（ 2 ）するしくみには、大きく分けて次の2つがある。ひとつは、細胞分裂で生じた2つの細胞で、（オ）受け継いだ細胞質に含まれる物質の違いに応じた細胞の変化が起こるしくみである。この例としては、カエルの（ 1 ）において母方由来の物質である（ 3 ）因子として植物極側にたくわえられた VegT mRNA から翻訳された VegT タンパク質を多く受け継いだ細胞が内胚葉へと変化し、VegT タンパク質を含まない動物極側の細胞が外胚葉へと変化する現象がある。もうひとつのしくみは、（カ）周囲の細胞から受ける誘導に応じた細胞の変化が起こるしくみである。この例としては、VegT タンパク質などにより活性化されたノーダルという遺伝子の産物であるノーダルタンパク質が、中胚葉の細胞を誘導する現象がある。ここで示した例においては、VegT タンパク質は、ノーダル遺伝子に隣接する調節領域に結合して、その発現を活性化する（ 4 ）としてはたらく。一方、ノーダルタンパク質は、隣接した細胞に作用するシグナル分子としてはたらく。

問1 上の文章の（ 1 ）～（ 4 ）に適切な語句を入れよ。

問2 下線部（ア）に関して、カエルの卵割期初期にみられる特徴として適切な記述を、以下の①～⑥から3つ選び、番号で答えよ。

- ① 細胞分裂の周期が長い。
- ② 細胞分裂の周期が短い。
- ③ 割球の大きさは、分裂ごとに小さくなる。
- ④ 割球の大きさは、分裂が起こっても変化しない。
- ⑤ 細胞分裂は、同調的に起こる。
- ⑥ 細胞分裂は、同調的には起こらない。

生 物 $\frac{9}{12}$

問3 下線部(イ)に関して、カエルの発生は、次の①～⑥のうちどの順番で進行するか。
適切なものを以下の①～⑥から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 胞胚 → 原腸胚 → 桑実胚 → 神経胚 → 尾芽胚
- ② 桑実胚 → 胞胚 → 原腸胚 → 尾芽胚 → 神経胚
- ③ 胞胚 → 原腸胚 → 桑実胚 → 尾芽胚 → 神経胚
- ④ 桑実胚 → 胞胚 → 原腸胚 → 神経胚 → 尾芽胚
- ⑤ 胞胚 → 桑実胚 → 原腸胚 → 神経胚 → 尾芽胚
- ⑥ 桑実胚 → 神経胚 → 胞胚 → 原腸胚 → 尾芽胚

問4 下線部(ウ)に関して、眼の水晶体細胞と皮膚の上皮細胞が生じる過程における遺伝子発現についての適切な記述を、以下の①～④から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 眼の水晶体細胞には、水晶体ではたらくクリスタリン遺伝子も、皮膚の上皮細胞ではたらくケラチン遺伝子も存在するが、クリスタリン遺伝子が選択的に活性化されている。
- ② 眼の水晶体細胞には、水晶体ではたらくクリスタリン遺伝子は存在し、発現されるが、皮膚の上皮細胞ではたらくケラチン遺伝子は失われている。
- ③ 眼の水晶体細胞には、水晶体ではたらくクリスタリン遺伝子も、皮膚の上皮細胞ではたらくケラチン遺伝子も存在するが、クリスタリン遺伝子の数が増えることで、多量のクリスタリンが合成される。
- ④ 眼の水晶体細胞には、水晶体ではたらくクリスタリン遺伝子は存在し、発現されるが、皮膚の上皮細胞ではたらくケラチン遺伝子には突然変異が蓄積し、その結果遺伝子が不活性化される。

問5 下線部(エ)に関して、以下の(a)～(e)の細胞・組織・器官が、外胚葉・中胚葉・内胚葉のうち、主にどの胚葉に由来するか、適切な語句を答えよ。

- (a) 骨格筋
- (b) 脊髄
- (c) 小腸内壁
- (d) 血球
- (e) 眼の角膜

生 物 $\frac{10}{12}$

問6 下線部(オ)のしくみに相当する別の例として、ショウジョウバエの胚における、ビコイドタンパク質のはたらきがある。これに関して、次の(a)、(b)に答えよ。

- (a) 核分裂だけが進行して多核になったショウジョウバエの初期胚におけるビコイドタンパク質の分布の様子を解答欄の図に模式的に記入せよ。このとき、ビコイドタンパク質の濃度に応じて、濃度が高い部分を濃く、濃度が低い部分を薄く塗りつぶし、存在しない部分は塗らなくてよい。
- (b) ビコイドタンパク質によりショウジョウバエの胚の前後軸が形成される過程を、次の語句をすべて用いて説明せよ。

【語句】 前方、後方、ビコイド mRNA、ビコイドタンパク質、受精、濃度勾配、位置情報

問7 下線部(カ)のしくみに相当する別の例として、両生類胚における、形成体による神経誘導の過程がある。これに関して、次の(a)、(b)に答えよ。

- (a) 形成体から分泌されるコーディンタンパク質は、BMP タンパク質のはたらきを阻害する。その結果、初めは一樣だった BMP タンパク質のはたらき方の強さに勾配が生じる。この勾配に関する適切な記述を、以下の①～④から1つ選び、番号で答えよ。
- ① 植物極側で高く、動物極側で低い。
 - ② 動物極側で高く、植物極側で低い。
 - ③ 背側で高く、腹側で低い。
 - ④ 腹側で高く、背側で低い。
- (b) (a)のように BMP タンパク質のはたらき方の強さの勾配ができたときに、BMP タンパク質が強く作用する外胚葉細胞における遺伝子発現は、どのように変化するか。以下の語句をすべて用いて説明せよ。

【語句】 神経、表皮、抑制、促進

生 物 $\frac{11}{12}$

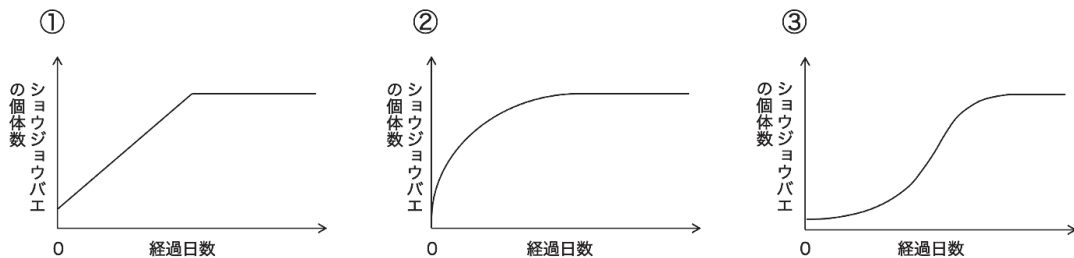
VI 次の文章を読み、問いに答えよ。

ある一定の地域に生息する（ 1 ）の生物の集団は個体群とよばれる。個体群における、時間経過にともなう個体数の増加をグラフに表したものを（ 2 ）という。例えば、
(ア) 密閉された容器内でショウジョウバエを飼育すると、特定の形の（ 2 ）を描き、
(イ) 個体数は一定の値に落ち着く。このようなある環境下における個体数の上限を（ 3 ）という。ある生物が生活する単位面積・単位体積あたりの個体数を（ 4 ）というが、
(ウ) この値の変化にともなって、個体群の性質が変化することが知られている。

自然界の生物は、生まれた子の一部しか親になるまで生き延びることができない。生まれた子の数がどのように減っていくのかを示した表を生命表といい、それをグラフにしたものを（ 5 ）という。(エ) （ 5 ）の形は、種によって異なり、3つの型に区分される。

問1 文章中の（ 1 ）～（ 5 ）に適切な語句を入れよ。

問2 下線部（ア）に関して、最も適当なグラフを以下の①～③から1つ選び、番号で答えよ。



問3 下線部（イ）に関して、個体数が一定の値に落ち着く原因を2つあげよ。

問4 下線部（ウ）に関して、この現象に相当する例を記述した次の文章の下線部には誤りがある。誤りを正した文章にせよ。

ある一定の面積の土地で、ダイズの種子の数をさまざまな密度で播いたところ、密度が高い場合の方が、密度が低い場合より収穫量が高くなった。

生 物 $\frac{12}{12}$

問5 下線部(エ)に関して、次の(a)～(e)の文は、図3のグラフで示されたA型～C型の特徴を説明したものである。それぞれの文に最も適したグラフの型を1つずつ選び、A～Cの記号で答えよ。

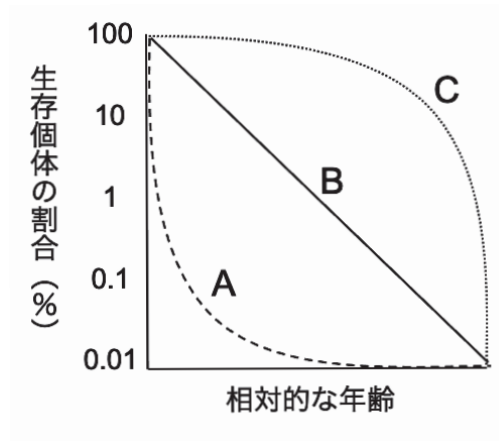


図3

- (a) 産卵・産子数が多い。
- (b) 親の保護が厚い。
- (c) 生存期間で一定の死亡率を示す。
- (d) 初期の死亡率が高い。
- (e) 大きな卵や子を少数産む。

問6 下線部(エ)に関して、次にあげた動物(a)～(e)の個体数の変化を表したグラフの型を問5の図3から1つずつ選び、A～Cの記号で答えよ。

- (a) ヒト
- (b) トカゲ
- (c) シジュウカラ
- (d) サンマ
- (e) ミツバチ