

生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 生態系のバランスと保全に関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A 河川などでは、生活排水などによって流入した汚濁物質が、希釈したり沈殿したりし、また微生物に分解されるなどして減少する。これを **ア** という。

下記の図 1 は、生活排水（污水）が河川の上流に流入したときに河川の流域で起こる生物の個体数の変化を、図 2 は、そのときの物質濃度の変化を表したグラフである。**ア** は、細菌などの微生物による **I** の分解のはたらきに大きく依存している。**I** の分解に伴い、**II** が消費されるために、分解が活発なところでは、水中の **II** 量が少ない。

本来、河川のような水環境でも **I** は生物にとって必要であり、**I** は食物網のなかで様々な生物により消費される。しかし、図 2 のように、污水の流入により河川に含まれる **I** が多くなりすぎると、微生物による分解の過程で水中の **II** が多量に消費され、水中の **II** が欠乏状態となる。その結果、本来生息していた魚や植物などの水生生物が生息できない状態になってしまう可能性がある。このような人間活動によって生じる攪乱を **イ** という。**イ** の結果、陸域では年間に 330 万ヘクタールの森林が地球から消失しているといわれている。

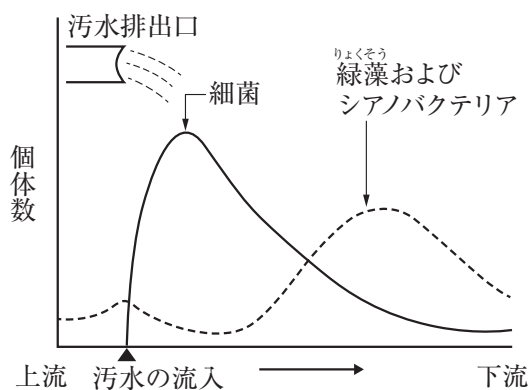


図 1

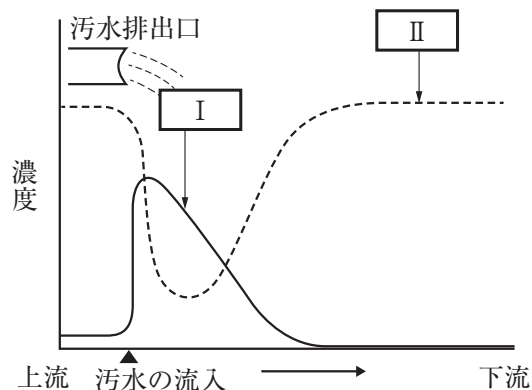


図 2

問 1 文章 A 中の **ア** と **イ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | |
|---------|---------|--------|
| ① 自然保全 | ② 自然浄化 | ③ 生物攪乱 |
| ④ 遺伝的攪乱 | ⑤ 人為的攪乱 | |

問2 文章 A 中および図 2 中の I と II に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ一つずつ選べ。

I	:	ウ
II	:	エ

- | | | |
|---------|-------|---------|
| ① 無機物 | ② 有機物 | ③ タンパク質 |
| ④ 二酸化炭素 | ⑤ 窒素 | ⑥ 酸素 |

問3 本文中の下線部 a について、水中の II の濃度が減少する理由として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

オ

- ① 細菌などの微生物が増加し、光合成により多量に消費されるから。
- ② 緑藻およびシアノバクテリアが増加し、光合成により多量に消費されるから。
- ③ 細菌などの微生物が増加し、呼吸により多量に消費されるから。
- ④ 緑藻およびシアノバクテリアが増加し、呼吸により多量に消費されるから。

問4 図 2 において、下流域で水中の II の濃度が増加する理由として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

カ

- ① 細菌などの微生物が増加し、光合成により多量に生産されるから。
- ② 緑藻およびシアノバクテリアが増加し、光合成により多量に生産されるから。
- ③ 細菌などの微生物が増加し、呼吸により多量に生産されるから。
- ④ 緑藻およびシアノバクテリアが増加し、呼吸により多量に生産されるから。

B 私たちが生態系から受けるさまざまな恩恵を、総称して キ という。キ は、私たちが生きるために必要とする食料や水、燃料や木材といったものの供給だけではない。例えば、
b 森林の存在は山崩れを防止することにつながり、沿岸のマングローブは防潮堤の役割を果たす。
河川や森林では、微生物などのはたらきにより水質が浄化されることで、きれいな飲み水が得られるようになる。また、私たちの暮らしに必要な製品づくりにおいても、生物の形や行動を模倣した製品がたくさんある。さらに、c 森林、海岸および湖はレクリエーションや自然を学ぶ教育の場になり、さまざまな恩恵が生態系から提供されている。

問5 文章B中の キ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- | | | |
|-----------|--------------|-----------|
| ① 供給サービス | ② 調整（調節）サービス | ③ 文化的サービス |
| ④ 生態系サービス | ⑤ 基盤サービス | |

問6 文章B中の下線部bに該当するサービスとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ク

- | | | |
|-----------|--------------|-----------|
| ① 供給サービス | ② 調整（調節）サービス | ③ 文化的サービス |
| ④ 生態系サービス | ⑤ 基盤サービス | |

問7 文章B中の下線部cに該当するサービスとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ケ

- | | | |
|-----------|--------------|-----------|
| ① 供給サービス | ② 調整（調節）サービス | ③ 文化的サービス |
| ④ 生態系サービス | ⑤ 基盤サービス | |

2 遺伝子の発現と調節に関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A タンパク質の遺伝情報は、遺伝子として DNA に書き込まれている。発現する遺伝子の種類とその発現量は、環境の変化に応じて調節されている。遺伝子発現の調節においては、転写の段階での調節が重要である。原核生物における遺伝子発現の調節と真核生物における遺伝子発現の調節には、それぞれ特徴的なしくみがある。

大腸菌では、機能的に関連のある遺伝子が隣接して存在し、まとめて転写の調節を受けることがある。例えば、ラクトースを栄養源として利用するために必要な複数の遺伝子が、まとめて転写の調節を受ける。このような遺伝子群のまとまりを i という。i において、転写に関わる塩基配列のうち、RNA ポリメラーゼが結合する領域をプロモーターといい、リプレッサーと呼ばれるタンパク質が結合する領域を ii という。リプレッサーが ii に結合すると、転写が iii される。

真核生物の染色体では、DNA が iv に巻きついて、ヌクレオソームとよばれる構造となり、これが密に折りたたまれている。この折りたたみがゆるめられ、プロモーターに v と RNA ポリメラーゼとが結合して、転写が開始される。多くの場合、転写によって合成された RNA の塩基配列の一部が vi において取り除かれて、mRNA となる。この過程をスプライシングという。

問1 文章 A 中の i ～ iii に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選べ。

ア

	i	ii	iii
①	イントロン	プライマー	促進
②	イントロン	プライマー	抑制
③	イントロン	オペレーター	促進
④	イントロン	オペレーター	抑制
⑤	オペロン	プライマー	促進
⑥	オペロン	プライマー	抑制
⑦	オペロン	オペレーター	促進
⑧	オペロン	オペレーター	抑制

問2 文章 A 中の iv ～ vi に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選べ。

イ

	iv	v	vi
①	DNA ポリメラーゼ	基本転写因子	核内
②	DNA ポリメラーゼ	基本転写因子	細胞質基質
③	DNA ポリメラーゼ	リボソーム	核内
④	DNA ポリメラーゼ	リボソーム	細胞質基質
⑤	ヒストン	基本転写因子	核内
⑥	ヒストン	基本転写因子	細胞質基質
⑦	ヒストン	リボソーム	核内
⑧	ヒストン	リボソーム	細胞質基質

問3 大腸菌がラクトースを栄養源として利用するために、ラクトースを分解する酵素の遺伝子の転写を調節するしくみに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

ウ

- ① RNA ポリメラーゼは、ラクトースに由来する物質と結合することによって、プロモーターに結合できるようになる。
- ② RNA ポリメラーゼは、ラクトースに由来する物質と結合することによって、プロモーターに結合できなくなる。
- ③ リプレッサーは、ラクトースに由来する物質と結合することによって、転写を調節する塩基配列領域に結合できるようになる。
- ④ リプレッサーは、ラクトースに由来する物質と結合することによって、転写を調節する塩基配列領域に結合できなくなる。
- ⑤ ラクトースが存在するときは、リプレッサーがつくられない。
- ⑥ ラクトースが存在しないときは、リプレッサーがつくられない。

B 動物のからだを構成する細胞（体細胞）は成長し、二つの娘細胞へと分裂する。この一連の過程で、複製された染色体は等しく分配される。細胞は、「DNA の複製を行う時期」、「DNA の複製完了から分裂開始までの時期」、「分裂期」、および「分裂完了から DNA の複製開始までの時期」の4つの時期を繰り返す。これを細胞周期という。細胞周期に関する次の実験を行った。

実験 ある動物細胞を培養し、10 時間ごとに細胞密度（培養液 1 mL あたりの細胞数）を調べたところ、下記に示す図 3 の結果が得られた。培養開始から 50 時間後に細胞を一部採取し、DNA を染色して観察したところ、凝縮した染色体をもつ細胞が 10 % 見られた。

また、図 3 の培養開始から 50 時間後の細胞の集団における細胞あたりの DNA 量を調べたところ、図 4 の結果が得られた。細胞あたりの DNA 量が、P、Q、および R の範囲において、vii の範囲にある細胞は、「DNA の複製を行う時期」の細胞である。viii の範囲にある細胞は、「DNA の複製完了から分裂開始までの時期」または「分裂期」の細胞である。ix の範囲にある細胞は、「分裂完了から DNA の複製開始までの時期」の細胞である。

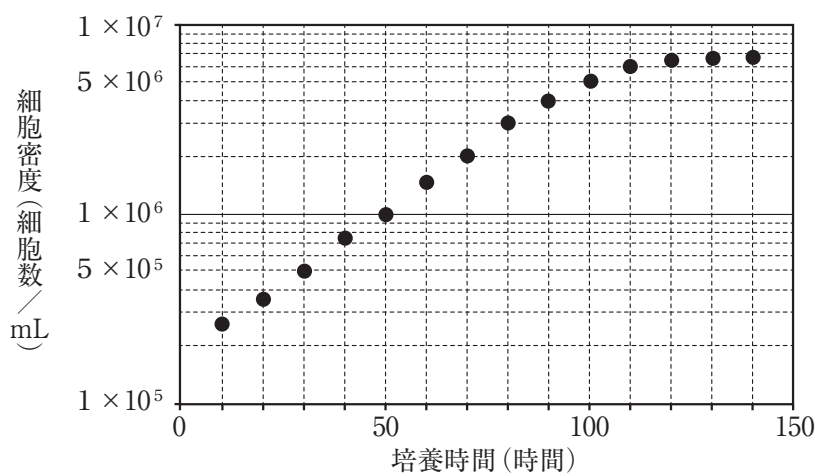


図 3

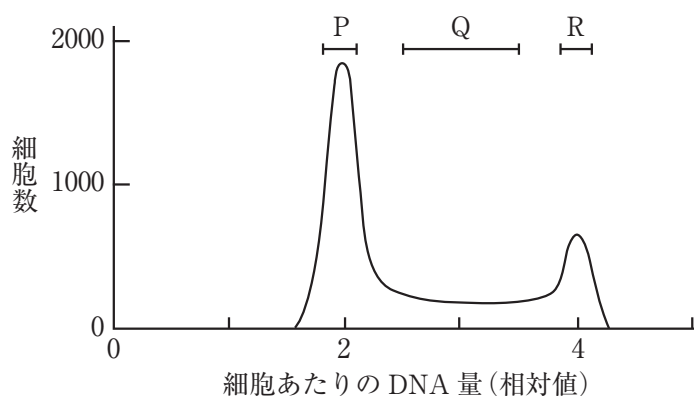


図 4

問4 文章B中の vii ～ ix に入る記号の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

エ

	vii	viii	ix
①	P	Q	R
②	P	R	Q
③	P	QとR	R
④	Q	P	R
⑤	Q	R	P
⑥	Q	PとR	R
⑦	R	P	Q
⑧	R	Q	P
⑨	R	PとQ	Q

問5 この実験で観察した細胞の細胞周期の中で、「分裂期」に要する時間として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

オ

- ① 1時間 ② 2時間 ③ 5時間 ④ 10時間
 ⑤ 20時間 ⑥ 50時間 ⑦ 100時間

出典：2020年 大学入試センター試験 本試験 生物基礎

3 生物の系統と進化に関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A ヒトの_aヘモグロビンβ鎖をコードする遺伝子には、アミノ酸配列が異なる対立遺伝子 H_1 と H_2 が存在し、対立遺伝子 H_2 は、対立遺伝子 H_1 の DNA 配列に起こった_b突然変異によって生じたものである。対立遺伝子 H_2 を持つ個体では、赤血球が鎌状に変化し貧血が引き起こされるが、貧血の程度は個体の遺伝子型によって大きく異なる。遺伝子 H_1H_2 の個体では、軽度の貧血が起こるが、マラリア*に対する抵抗性が高くなっている。したがって、遺伝子型 H_1H_2 の個体は、マラリアによる死亡率の高い地域では、生存に有利である。一方、遺伝子型 H_2H_2 の個体は、重度の貧血によって生存率が著しく低くなる。従って、遺伝子型 H_2H_2 の個体は、マラリアを発症するしないにかかわらず生存に不利である。

注：マラリア：マラリア原虫が赤血球に感染して発症する病気

問1 マラリアが流行している地域 X と、流行していない地域 Y における対立遺伝子 H_2 の頻度をそれぞれ x , y とする。突然変異、遺伝的浮動、および個体の移入・移出の影響がすべて無視できるとき、 x と y の値に関する式としても適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ア

- ① $x = y = 1$ ② $x < y = 1$ ③ $x < y < 1$
 ④ $y < x = 1$ ⑤ $y < x < 1$

問2 文章 A 中の下線部 a に関連して、ヘモグロビンなどのタンパク質のアミノ酸配列を、さまざまな種で比較することによって、分子時計とよばれる考え方ができあがった。また、この考え方は塩基配列においても成り立つ。以下の図 5 は、3 種類の哺乳類（種Ⅰ～Ⅲ）の、ゲノム中のある領域における塩基配列を示しており、3 種間で 1 つでも違いのある塩基については、黒い背景に白文字で表示している。分子時計が図 5 に示した塩基配列において成り立ち、種Ⅰと種Ⅱがおおよそ 9000 万年前に分岐したことが、化石の年代からわかっている。このとき、種Ⅰと種Ⅲが分岐した年代の推定値として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

イ

種Ⅰ：A A T A C A G A G C G T T C G C A T A T C A A A G A A A A C
 種Ⅱ：A G T A C T G G G C G T T T G C A T A T C A A C G A A A A A
 種Ⅲ：A A T A C A G A G C G T T C G C A T A T T A A A G A A A A A

図 5

- ① 1500 万年前 ② 3000 万年前 ③ 4500 万年前
 ④ 9000 万年前 ⑤ 1 億 8000 万年前

問3 文章A中の下線部bに関連する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ウ

- ① DNAの複製の際に、ある確率で突然変異が起こる。
- ② 突然変異が起こらないことは、ハーディ・ワインベルグの法則が成立する条件の一つである。
- ③ 生存に有利な突然変異が起こるしきみを、強制選択とよぶ。
- ④ 強い放射線は、突然変異が起こる確率を高める。
- ⑤ DNAに突然変異が起こっても、生物の形質は変化しない場合もある。

B 人類は、600万～700万年前に で誕生し、当初は樹上と地上の両方で生活していた。その後、300万～400万年前に が出現したが、樹上生活をやめてサバンナへと進出した。人類の歩行様式は直立二足歩行であり、これにより自由に手を使うことができ、 が発達したと考えられる。また、 が頭蓋の真下に位置していることから、肥大化した頭部を垂直に支えることができる。このことも、 の発達の要因と考えられている。その後、170万～180万年前に誕生したとされる が他の地域にも進出するなど、さまざまな人類が誕生し、さまざまな地域に拡散していったが、現存するのは だけである。

問4 文章B中の ～ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑨の中から一つずつ選べ。

- | | | |
|--------------|---------|------|
| ① アウストラロピテクス | ② 中国 | ③ 脊髄 |
| ④ ホモ・サピエンス | ⑤ アフリカ | ⑥ 脳 |
| ⑦ ホモ・エレクトス | ⑧ ヨーロッパ | ⑨ 眼 |

問5 霊長類（サルの中なかま）の特徴を述べた記述として最も適当なものを、次の①～③の中から一つ選べ。

ケ

- ① 両目が顔の前面に並び、立体視の範囲が狭い。
- ② 母指対向性が発達し、木の枝などをしっかり握ることができる。
- ③ 指の爪は、かぎ爪である。

問6 類人猿の特徴を述べた記述として最も適当なものを、次の①～③の中から一つ選べ。

コ

- ① 比較的長い腕と足を持ち、尾がある。
- ② 樹上生活のみを行う。
- ③ 肩関節の可動範囲が広く、からだの横などにも腕を伸ばすことができる。

4 動物の配偶子形成・発生に関して、以下の問いに答えよ。

問1 精子形成に関係する始原生殖細胞、精原細胞、一次精母細胞、二次精母細胞、精細胞、精子の各細胞の染色体数の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ア

	始原生殖細胞	精原細胞	一次精母細胞	二次精母細胞	精細胞	精子
①	$2n$	$2n$	$2n$	$2n$	$2n$	n
②	$2n$	$2n$	$2n$	$2n$	n	n
③	$2n$	$2n$	$2n$	n	n	n
④	$2n$	$2n$	n	n	n	n
⑤	$2n$	n	n	n	n	n

問2 ウニの精子が卵と受精すると、他の精子が卵に侵入できないようにするしくみ（多精拒否）が働く。この現象に関する説明として適当な記述は、次の(i)～(v)の中に何個あるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

イ

- (i) 精子が卵の細胞膜に到達すると、卵の細胞膜にあるナトリウムイオンチャネルが開く。
- (ii) 卵の外部にナトリウムイオンが流出する。
- (iii) 卵の細胞膜の内側の電位が負（－）にすばやく変わる。
- (iv) 卵の表面から精子を分解する酵素が放出される。
- (v) 受精膜が卵全体を覆い、受精膜が他の精子の侵入を防ぐ。

- ① 1個 ② 2個 ③ 3個
- ④ 4個 ⑤ 5個 ⑥ なし

問3 卵の種類と卵割の様式に関する組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選べ。

ウ

	生物	卵の種類	卵割の様式
①	ウニ	等黄卵	等割
②	ウニ	端黄卵	不等割
③	カエル	等黄卵	等割
④	カエル	端黄卵	盤割
⑤	ニワトリ	端黄卵	表割
⑥	ニワトリ	心黄卵	盤割
⑦	ショウジョウバエ	端黄卵	等割
⑧	ショウジョウバエ	心黄卵	盤割

問4 ウニの受精卵が行う初期の卵割に関する説明として適当な記述は、次の(a)～(e)の中に何個あるか。最も適当なものを、以下の①～⑥の中から一つ選べ。

エ

- (a) 分裂のたびに核内の染色体数が減少する。
- (b) 分裂のたびに細胞（割球）の体積が減少する。
- (c) 体細胞分裂に比べて間期が長い。
- (d) 細胞（割球）ごとに、分裂に要する時間と間期の時間が異なる。
- (e) すべての細胞（割球）が同調して分裂する。

- ① 1個 ② 2個 ③ 3個
- ④ 4個 ⑤ 5個 ⑥ なし

問5 ウニの発生の過程で、受精膜を破ってふ化する時期として最も適当なものを、次の①～⑦の中から一つ選べ。

オ

- ① プリズム幼生期 ② 原腸胚期 ③ 2細胞期
- ④ 8細胞期 ⑤ 16細胞期 ⑥ 胞胚期
- ⑦ 桑実胚期

問6 カエルの発生過程について、次の①～⑦を時間の経過順に並べたとき、5番目にくるものとして最も適当なものを一つ選べ。

カ

- ① 神経胚期 ② 胞胚期 ③ 8細胞期 ④ 尾芽胚期
- ⑤ 受精卵 ⑥ 桑実胚期 ⑦ 原腸胚期

問7 カエルの初期発生の過程で、中胚葉から分化する器官として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

キ

- ① 脊索 ② 体節 ③ 腎節 ④ 側板 ⑤ 腸管

問8 下記の図6は、イモリの誘導の連鎖による眼の形成を示している。図6中の点線の矢印①～⑤の中から、実際には存在しない誘導過程を示しているものを一つ選べ。

ク

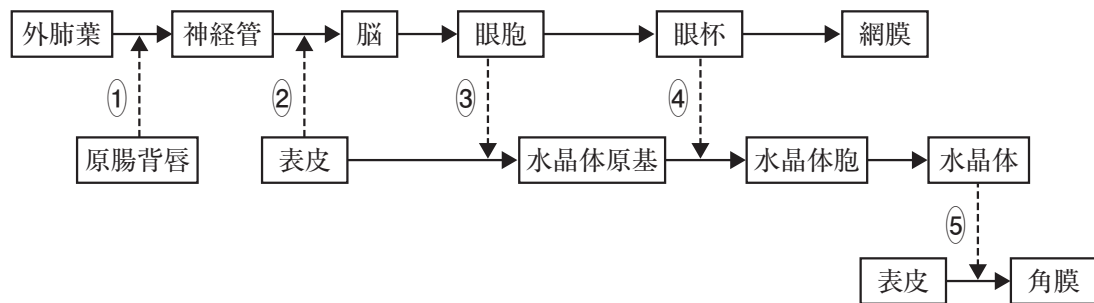


図6