

東京女子医科大学  
生 物

I. (A)、(B)、(C)の文章を読んで以下の問に答えよ。(解答番号  ~ )

(A) 生物は有機物が酸化される際に放出されるエネルギーを利用してATPを合成する。ある物質が水素[H]を失う反応は酸化である。その際に物質から失われた水素[H]は別の物質が受け取る。水素[H]を受け取る反応は還元であるから、酸化と還元は必ず同時に起こる。

グルコースは多くの生物でエネルギー源として用いられる。グルコースが解糖系とよばれる過程で分解される時、途中で炭素3個を含む化合物であるグリセルアルデヒド3リン酸ができ、さらに何段階かの反応を経てピルビン酸( $C_3H_4O_3$ )になる。解糖系では、1分子のグルコースの酸化により、ADPとリン酸から正味2分子のATPがつくられる。好気呼吸では、解糖系の反応により生じたピルビン酸をさらに酸化分解することにより、大量のATPが得られる。ATPはただちに生命活動に用いられてADPとリン酸に戻る。

グルコースが徐々に酸化される過程で基質から失われる水素[H]は、補酵素の一種であるXという物質に受け取られ、Xは還元されて $X \cdot 2[H]$ となる。解糖系においては、のはたらきにより2個の水素[H]が基質から離れてXにわたされ、 $X \cdot 2[H]$ が生じる反応がある。解糖系の反応は、水素[H]の受取り手であるXが乏しくなると、基質が豊富に存在しても反応が進まなくなる。好気呼吸では、ピルビン酸から二酸化炭素が生じる過程において、何分子ものXが還元されて $X \cdot 2[H]$ となる。好気呼吸の過程には、大量のATPを得るまでに、(い) 生成した $X \cdot 2[H]$ が水素[H]を切り離されて元のXに戻る反応が含まれている。基質から離れた水素[H]を受け取る分子Xがふたたび現れるので、反応がよどみなく進む。

問1. の酵素の種類は何か、下から1つ選べ。

- ア. 加水分解酵素           イ. タンパク質分解酵素           ウ. 制限酵素  
エ. 脱水素酵素           オ. 脱炭酸酵素           カ. ATP分解酵素

問2. 真核細胞では、ピルビン酸が生じた後につづく好気呼吸の過程において、 $X \cdot 2[H]$ は下のいずれで生じるか、2つ選べ（マークシートの該当行の2箇所にマークせよ）。

- ア. 細胞質で生じたピルビン酸がミトコンドリアに移行する過程  
イ. ミトコンドリアでピルビン酸から二酸化炭素とアセチルCoA（活性酢酸ともよばれる炭素2個を含む化合物）が生じる反応  
ウ. クエン酸回路  
エ. 電子伝達系  
オ. ATPがADPとリン酸より生じる反応  
カ. 水素  $[H]$ から離れた電子が、水素イオンおよび酸素と結合して水を生成する反応

問3. 下線部（い）の反応で $X \cdot 2[H]$ から切り離された水素 $[H]$ は水素イオンと電子に分かれる。その電子を直接受け取る物質は、真核細胞では細胞内のどの部位に存在しているか、下から1つ選べ。

- ア. 細胞膜  
イ. ゴルジ体  
ウ. ミトコンドリアの外膜  
エ. ミトコンドリアの内膜  
オ. ミトコンドリアの内膜と外膜の間の空間  
カ. ミトコンドリアのマトリックス

(B) 動物が激しい運動を続けて筋肉への酸素の供給が不足してくると、酸素を必要とするATP合成が行えなくなる。解糖系ではグルコース1分子あたりからできるATPの量は多くないが、反応速度が速いので必要なATPの供給を絶やさずに行える。グルコースからピルビン酸が作られる過程でATPが合成された後、筋細胞内ではピルビン酸が乳酸 ( $C_3H_6O_3$ ) に変えられる。乳酸菌も同様に、グルコースをピルビン酸に分解する過程でATPを得た後、ピルビン酸を乳酸に変える。

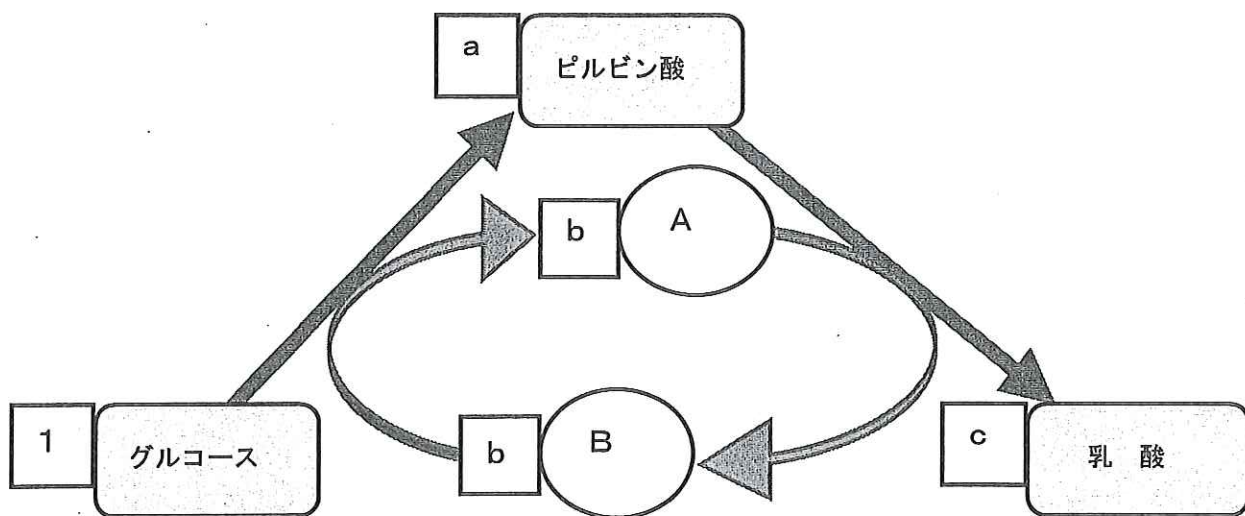
問4. 下図は、グルコース1分子がピルビン酸、さらに乳酸へと変わる過程と平行して起こる反応についてのものである。図中の楕円A、Bは、それぞれある物質を表している。A、Bが表す物質の組み合わせとして適切なものを下から1つ選べ。 4

- ア. A : ADP                      B : ATP
- イ. A : ATP                      B : ADP
- ウ. A :  $X \cdot 2[H]$               B : X
- エ. A : X                          B :  $X \cdot 2[H]$

問5. 図中の四角内の文字は、その右側の物質の分子数を表している。a、b、cは、それぞれ、ピルビン酸、AとB、乳酸の分子数である。a、b、cが表す数値の組み合わせとして適切なものを下から1つ選べ。

5

- ア. a : 1              b : 1              c : 1
- イ. a : 1              b : 2              c : 1
- ウ. a : 2              b : 1              c : 2
- エ. a : 2              b : 2              c : 2
- オ. a : 2              b : 4              c : 2



(C) 酵母菌はグルコースを解糖系によりピルビン酸に分解し、ピルビン酸からエタノールと二酸化炭素を生成する。これをアルコール発酵という。19世紀の科学者  は、ワイン製造などにおけるアルコール発酵が酵母菌の働きによることを確認した。酵母菌は、酸素が少ないときにはアルコール発酵を多く行なって多量のグルコースを消費するが、酸素が多くなると好気呼吸を多く行うようになる。この現象は彼の名前をつけてよばれる。

問6. 酵母菌のような核膜で囲まれた核をもっている単細胞生物が出現したのはいつごろだと考えられているか、下から1つ選べ。

- ア. 約100億年前      イ. 約46億年前      ウ. 約38～35億年前      エ. 約21～15億年前  
オ. 約10～8億年前      カ. 約6億年前

問7.  の空所に入る適切な人名を下から1つ選べ。

- ア. キューネ      イ. クレブス      ウ. コッホ      エ. プフナー      オ. パスツール  
カ. ベルナール      キ. マイヤーホフ

問8. アルコール発酵では、ピルビン酸1分子から生成するエタノール、二酸化炭素、およびATPはそれぞれ何分子か。下の組み合わせから適切なものを下から1つ選べ。

- ア. エタノール：1      二酸化炭素：1      ATP：0  
イ. エタノール：1      二酸化炭素：1      ATP：1  
ウ. エタノール：2      二酸化炭素：2      ATP：0  
エ. エタノール：2      二酸化炭素：2      ATP：1  
オ. エタノール：2      二酸化炭素：2      ATP：2

問9. グルコースだけをエネルギー源として与え、酵母菌をある条件下で培養したところ、呼吸商が1.4であった。このとき、好気呼吸とアルコール発酵に使われたグルコース分子数の比はいくらか、下から1つ選べ。

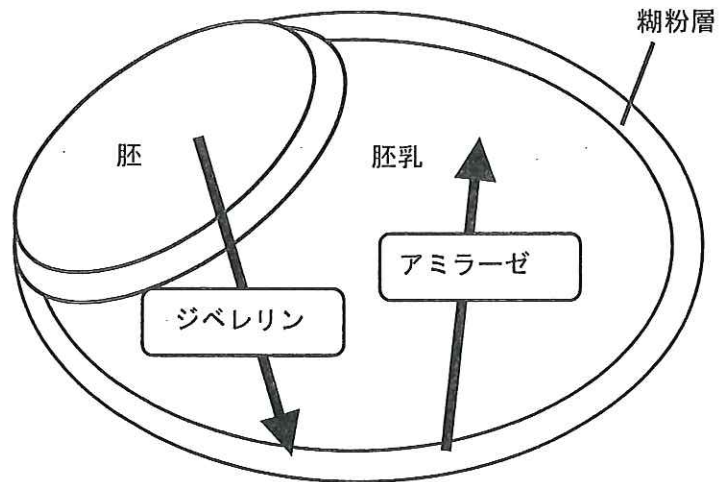
- ア. 5：7      イ. 7：5      ウ. 5：6      エ. 6：5  
オ. 5：2      カ. 2：5      キ. 5：12      ク. 12：5



II. 種子の発芽に関する次の文章を読んで以下の問に答えよ。(解答番号 10 ~ 13)

オオムギなどの穀類の種子を発芽に適した条件の下で吸水させると、胚でジベレリンが合成される。合成されたジベレリンは、胚乳をとりまく糊粉層に移動し、糊粉層の細胞にアミラーゼ（デンプン分解酵素）の遺伝子の発現を誘導する。アミラーゼは胚乳に分泌され、胚乳に含まれるデンプンを分解してグルコースにする。胚はこのグルコースをエネルギー源として利用して成長し発芽する。

上に述べた過程に対するアブシシン酸の作用を知ろうとして、(あ) オオムギの種子をある濃度のアブシシン酸水溶液に浸けて吸水させたところ、胚乳のデンプンの分解が起きなかった。アブシシン酸が何らかの過程を阻害したと考えられる。



問1. 下の処理をしたオオムギの種子のうち、胚乳のデンプンが分解されると考えられるものを1つ選べ。なお、種子の一部の除去は、他の部位の活性に影響を与えない。 10

- ア. 糊粉層を取り除いた種子を蒸留水に浸けて吸水させた。
- イ. 胚を取り除いた種子を蒸留水に浸けて吸水させた。
- ウ. 糊粉層を取り除いた種子を適当な濃度のジベレリン水溶液中に浸けて吸水させた。
- エ. 胚を取り除いた種子を適当な濃度のジベレリン水溶液中に浸けて吸水させた。
- オ. 胚と糊粉層を取り除いた種子を適当な濃度のジベレリン水溶液中に浸けて吸水させた。

問2. 下線部 (あ) のアブシシン酸処理による実験結果に限って考える場合、アブシシン酸が阻害作用を及ぼした段階についての記述のうちもっとも妥当なものはどれか、下から1つ選べ。 11

- ア. 胚におけるジベレリン合成を阻害した。
- イ. ジベレリンが胚から糊粉層へ移動するのを阻害した。
- ウ. ジベレリンが糊粉層の細胞でアミラーゼ遺伝子を発現させるのを阻害した。
- エ. アミラーゼが糊粉層の細胞から分泌されるのを阻害した。
- オ. アミラーゼの触媒作用を阻害した。
- カ. どの段階で阻害したのか特定できない。

問3. ジベレリンが一般的にもつ作用はどれか、下から1つ選べ。 12

- ア. 気孔を開く。
- イ. 子房の成長を促す。
- ウ. 花の老化過程に作用する。
- エ. 離層形成を促進する。
- オ. 茎や葉柄からの発根（不定根の形成）を促進する。

問4. アブシシン酸が一般的にもつ作用はどれか、下から1つ選べ。 13

- ア. 果実の成熟を促す。
- イ. 細胞の分裂を促進する。
- ウ. 気孔を閉じる。
- エ. 花芽の形成を促す。
- オ. 葉緑体の分解を防ぐ。

Ⅲ. 次の文章に関する下の各問に答えよ。答は全て解答欄に記入せよ。

生物の遺伝情報の本体となる物質は一般にDNAであり、遺伝情報を担うDNAはRNAに転写されて生物細胞の活動に利用される。DNAから転写されてつくられ細胞活動に利用されるRNAのうち、タンパク質のアミノ酸配列の情報を持つものは<a>であるのに対し、タンパク質に翻訳されることなく機能をはたすものは<b>や<c>などである。原核生物では、DNA中のタンパク質を指定する遺伝子から転写されてできたRNAはそのまま<a>となる。一方、真核生物では、タンパク質を指定する遺伝子の多くは、アミノ酸配列の情報を持たない<d>と呼ばれる部分を含む。このような遺伝子から転写された直後のRNAには<d>部分が含まれているため、真核生物には核内で<d>部分を切除して残りの<e>と呼ばれる部分をつなぎ合わせる仕組みがあり、これによりはじめて完成した<a>ができる。

アミノ酸配列の情報を持つ<a>の塩基配列では塩基3個ずつが1つのアミノ酸に対応しており、1つのアミノ酸を表す3個の塩基配列を<f>と呼ぶ。大腸菌をすりつぶした抽出液(タンパク質合成に必要な構造体や酵素、アミノ酸などの物質を全て含む)に、人工的に合成したRNAを加えることで、タンパク質(ポリペプチド鎖)を合成させることができる。例えば、シトシン(C)だけからなるRNA(CCCCCC……)を加えると、プロリンだけからなるポリペプチド鎖が合成される。また、シトシン(C)とアデニン(A)の繰り返しからなるRNA(CACACA……)を加えるとヒスチジンとトレオニンが交互に現れるポリペプチド鎖が合成される。1960年代に行なわれたこの様な実験を通して、64通りある<f>がどのようなアミノ酸を表すか(遺伝暗号)が解明されていった。下は、その結果明らかとなった64通りある<f>とアミノ酸の対応を示す遺伝暗号表である(ただし、×のついている部分は隠されている)。なお、Gはグアニンを、Uはウラシルを表す。

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基				
U	U	C	A	G					
U	×	UCU UCC UCA UCG	セリン	UAA UAG	(終止)	UGU UGC UGA UGG	システイン (終止) トリプトファン	U C A G	
C	CUU CUC CUA CUG	ロイシン	CCU CCC CCA CCG	プロリン	CAU CAC CAA CAG	ヒスチジン グルタミン	CGU CGC CGA CGG	アルギニン	U C A G
A	×	ACU ACC ACA ACG	トレオニン	AAU AAC AAA AAG	アスパラギン リシン	AGU AGC AGA AGG	セリン アルギニン	U C A G	
G	GUU GUC GUA GUG	バリン	GCU GCC GCA GCG	アラニン	GAU GAC GAA GAG	アスパラギン酸 グルタミン酸	GGU GGC GGA GGG	グリシン	U C A G

遺伝情報に永続的な変化が生じることを<g>と言う。<g>には遺伝子DNAの塩基配列の変化により生じる<h>と染色体の数や構造の変化によって生じる<i>がある。<i>の中には、どれかの染色体の数が本来の数と異なっている場合があり、これを<j>と呼ぶ。

問1. 上の文章の<a>~<j>に適切な用語を入れよ。



問2. 上の遺伝暗号表を参考にして、次の(1)～(3)の間に答えよ。なお、本問題において表記されているRNAの塩基配列は左から右に向かって読まれるものとし、RNAの塩基配列の任意の位置から読み取りすなわち翻訳が始まるものとする。また、合成されるポリペプチド鎖は充分長く、かつ多量であるとする。

(1) 上の文章中にあるような大腸菌をすりつぶした抽出液に、AGUの繰り返しからなるRNA (AGU AGUAGU·····)を加えるとする。どのようなアミノ酸配列のポリペプチド鎖が合成されると考えられるか。

(2) 上の文章中にあるような大腸菌をすりつぶした抽出液に、GACCの繰り返しからなるRNA (GACC GACC GACC·····)を加えるとする。どのようなアミノ酸配列のポリペプチド鎖が合成されると考えられるか。

(3) 上の文章中にあるような大腸菌をすりつぶした抽出液に、AとCを2:1の割合で含むRNA (ただしAとCの配列は全くランダムである)を加えるとする。合成されたポリペプチド鎖全体では何種類のアミノ酸が含まれると考えられるか。また、そのアミノ酸のうち含まれる量が最も少ないと予想されるものは何か。



問3. 上の文章にあるような大腸菌をすりつぶした抽出液に、UAの繰り返しからなるRNA (UAUAUA A.....)を加えたところ、イソロイシンとチロシンが交互に配列したポリペプチド鎖が合成された。上の文章にあるような大腸菌をすりつぶした抽出液に、UUAの繰り返しからなるRNA (UUAUUAU UA.....)を加えたところ、イソロイシンだけからなるポリペプチド鎖、チロシンだけからなるポリペプチド鎖、ロイシンだけからなるポリペプチド鎖の3つが合成された。上の文章にあるような大腸菌をすりつぶした抽出液に、UUUAの繰り返しからなるRNA (UUUAUUUAUUUA.....)を加えたところ、イソロイシン、チロシン、フェニルアラニン、ロイシンの4種のアミノ酸を含むポリペプチド鎖が合成され、アミノ酸の配列を調べるとフェニルアラニンの次には必ずイソロイシンが結合していることがわかった。以上の結果だけから考えられる、イソロイシン、チロシン、フェニルアラニン、ロイシンのそれぞれを指定する遺伝暗号 (< f >) を答えよ。1つのアミノ酸が2通りの遺伝暗号を持つ場合は、そのように記せ。また、特定できない場合は×を記せ。ただし、本問題において表記されているRNAの塩基配列の読み方は問2に記されている通りであり、本問題で述べられているアミノ酸配列の順番は元となったRNAの遺伝暗号が読み取られていく順番と対応しているものとする。なお、< f >は上の文章中の< f >と同じである。

問4. あるタンパク質Pを指定する大腸菌の遺伝子において、タンパク質中のある部位にあるセリンを指定する3個の塩基配列のUCUのうちの1つの塩基が< g >により別の塩基に置き換わった。そのため、その< g >を起こした遺伝子を持つ大腸菌でつくられるタンパク質Pではその部位のセリンが別のアミノ酸Xに置き換わっていた。この< g >を起こした遺伝子のセリンに置き換わったアミノ酸Xを指定する塩基配列において、1つの塩基が別の塩基に置き換わる< g >がまた起こったところ、アミノ酸Xが再びセリンに置き換わった。アミノ酸Xがセリンに置き換わった二度目の< g >を起こした菌では、置き換わったセリンを指定する塩基配列は二度の< g >が起こる前にセリンを指定していた塩基配列とは異なっていた。Xはどのアミノ酸であると考えられるか、上の遺伝暗号表(同じ表を下に示す)を元にして答えよ。1つに特定出来ない場合は可能性のあるものを全て答えよ。なお、< g >は上の文章中の< g >と同じである。

1番目の塩基	2番目の塩基	3番目の塩基
U	UCU UCC UCA UCG	セリン
U	UAA UAG	(終止)
U	UGU UGC UGA UGG	システイン (終止) トリプトファン
G	CUU CUC CUA CUG	ロイシン
G	CCU CCG CCA CCG	プロリン
G	CAU CAC CAA CAG	ヒスチジン グルタミン
G	CGU CGC CGA CGG	アルギニン
A	ACU ACC ACA ACG	トレオニン
A	AAU AAC AAA AAG	アスパラギン リシン
A	AGU AGC AGA AGG	セリン アルギニン
G	GUU GUC GUA GUG	バリン
G	GCU GCC GCA GCG	アラニン
G	GAU GAC GAA GAG	アスパラギン酸 グルタミン酸
G	GGU GGC GGA GGG	グリシン

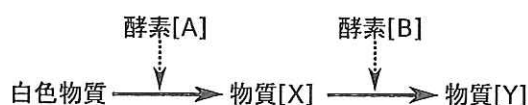
問5. 遺伝子組換えの技術を用いて大腸菌以外の生物の遺伝子DNAを大腸菌のDNAに組み入れることができる。次の(1)、(2)の間に答えよ。

(1) 大腸菌において、主たる遺伝情報を担うDNA分子とは別個に存在する小さな環状のDNAで、外来のDNAを組み込む際によく用いられるものの名称を答えよ。

(2) ヒト細胞の核内のDNAからあるタンパク質の遺伝子DNAを取り出して大腸菌のDNAに組み込んだとする。この大腸菌において組み込まれたヒト遺伝子から転写が起こった場合、このヒト遺伝子からつくられるタンパク質は一般にヒトの体内でつくられるものと同じになるだろうか。同じと思う場合は、その旨記せ。また、違うと思う場合は、どのように違うと思うか記せ。

IV: 植物 M 種の花色に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。

植物 M 種の花色には、白色、黄色、紫色の 3 通りがあり、これらの花色は白色物質、物質[X]、物質[Y]の 3 つの物質のいずれを花弁に含むかによって決まる。これら物質を同時に 2 種類以上含むことはない。白色の花弁には白色物質が含まれ、黄色や紫色の花弁には物質[X]と物質[Y]のいずれか一方が含まれる。物質[X]は酵素[A]のはたらきにより白色物質からつくられ、物質[Y]は酵素[B]のはたらきにより物質[X]からつくられる(図)。酵素[A]に関する対立遺伝子 A と a のうち、A は酵素[A]をつくり、a はつくらない。酵素[B]に関する対立遺伝子 B と b のうち、B は酵素[B]をつくり、b はつくらない。植物 M 種にはいずれの花色についても純系があるが、白色の純系には 2 つの系統 S と T がある。なお、植物 M 種は自家受粉を行わず、遺伝子 A もしくは a と遺伝子 B もしくは b は別々の染色体上にある。



[あ] 紫色の純系の 1 個体と、黄色の純系の 1 個体を交配して得た種子から育った植物(これを F1 とする)の花色はすべて紫色だった。F1 である 2 個体を交配して得た多数の種子から育った植物(これを F2 とする)には花色が黄色の個体と紫色の個体があった。

[い] 黄色の純系の 1 個体と、白色の純系の 1 個体を交配して得た種子から育った植物の花色は、交配に用いた白色純系の系統によって異なっていた。白色の純系 S との交配では、交配して得た種子から育った植物(これを G1 とする)の花色はすべて黄色であり、G1 である 2 個体を交配して得た多数の種子から育った植物には花色が黄色の個体と白色の個体があった。一方、白色の純系 T との交配では、交配して得た種子から育った植物(これを H1 とする)の花色はすべて紫色であり、H1 である 2 個体を交配して得た多数の種子から育った植物には花色が紫色の個体、黄色の個体、白色の個体があった。

問 1. F2 個体のうち、黄色の花をつけた個体多数をランダムに交配させて得た種子から育った植物の花色の分離比はどのようなになるか。

問 2. F2 個体のうち、紫色の花をつけた個体多数をランダムに交配させて得た種子から育った植物の花色の分離比はどのようなになるか。

問 3. 白色の純系 S と白色の純系 T を交配させて得た種子から育った植物の花色の分離比はどのようなになるか。

問 4. 前問と同じく白色の純系 S と白色の純系 T を交配させて得た種子から育った個体多数と、黄色の純系を交配させて得た種子から育った植物の花色の分離比はどのようなになるか。

問 5. 遺伝子を表す記号として A、a、B、b を用いて、白色の純系 S と純系 T の遺伝子型を答えよ。



V 次の文章 [A] と [B] を読み、下の各問に答えよ。

[A] 生物の化石が豊富に現れるのは5億数千万年前以降にできた地層である。出現する化石の種類は地層によってさまざまだが、約2億5000万年前と約6500万年前を境にして、その前後の地層から現れる化石の種類がとくに大きく異なっている。こうした知見から、生物の化石が豊富に現れ始めてから現在までを上への2つの境で3つに区分し、古い方から順に [ア]、[イ]、[ウ] とよぶ。これらの地質時代を区分する約2億5000万年前と約6500万年前には、生物の [エ] が起きたと考えられている。長年の化石研究の蓄積により、化石を調べればその化石が含まれていた地層ができたおよその年代や環境が推定できる場合がある。分布域が広く生息していた期間が短い生物の化石は、地層の年代を推定するのに役立ち、 [オ] とよばれる。

[ア] の最初の紀であるカンブリア紀の地層からは複雑な体制をもつ動物の化石が数多く見つかっている。カンブリア紀と次のオルドビス紀の生物は水生生物ばかりだった。陸上植物の最古の化石はシルル紀の地層から得られており、陸上動物の最古の化石はデボン紀の地層から得られている。(コ) 石炭紀には有羊膜類が出現した。 [イ] の初期は、海水も大気も酸素濃度が低く生物も乏しかったが、やがて多くの生物があらわれた。鳥類の最古の化石(始祖鳥)はジュラ紀の地層から得られた。ジュラ紀には、(サ) 哺乳類の有袋類や被子植物が現れた。 [イ] 最後の白亜紀には恐竜が繁栄したが、白亜紀末にはほぼ絶滅した。 [ウ] は、初期に生物が少ない期間があったが、やがて [イ] とは異なる生物群が繁栄するようになった。(シ) 哺乳類の有胎盤類(真獣類)は白亜紀前期に出現したが、急速に多様化したのは [ウ] になってからであり、とくに2300~530万年前にもっとも繁栄し、現生人類の直系の祖先と考えられる猿人もこのころ出現した。約260万年前から現在までを第四紀という。氷期と間氷期を繰り返し、大型哺乳類の多くが絶滅した。人類では、原人を経て新人が現れた。 [ア] の終わり頃におもな大陸すべてが一箇所に集まって巨大な大陸を形成したが、 [イ] に大陸は再び分裂を開始した。陸上生物の分類群には、大陸の移動や、寒冷化と温暖化による陸地の拡大や縮小などで、その分類群の現在の分布をうまく説明できるものがある。

[B] 同じ地域に生息する生物は互いになんらかの関係をもって生活している。そのようなあらゆる生物全体を群集という。生物が利用するエネルギーの源の大部分は太陽の光エネルギーである。光エネルギーを直接利用できるのは光合成を行う植物などであり、それらを生産者とよぶ。生産者以外の生物は、生産者が物質に蓄えたエネルギーを利用して生きている。他の生物を食べることによってエネルギーを得るものを [カ] とよび、生物の遺体を分解してエネルギーを得るものを [キ] とよぶ。おのおのの種が群集の中に占める位置や役割は決まっていて、これを [ク] という。 [ク] が良く似た2種が同じ場所に生息すると2種の間エネルギー源や空間をめぐり [ケ] がおきる。

ある地域における (ス) 生物の群集とそれをとりまく無機的環境は互いに密接な関係をもっており、それらをひとまとめにしたものを生態系という。生態系は安定して長期間ほとんど変化しない場合もあるが、しだいに変化していく場合もある。湖や海には河川から栄養塩が流れ込む。このため、湖はゆっくりと富栄養化することが多い。河川から海へ流入する栄養塩は、沿岸浅海の生物の群集にとって重要であり、(セ) 適度な栄養塩が流入する河川がある場所には沿岸浅海に豊かな生物の群集が作られる。



問1. 文中の空欄  ～  を補え。

問2. 下線部 (コ) について、有羊膜類は、脊椎動物のうち、胚が羊膜をもつグループである。胚が羊膜に包まれていることで陸上生活に適していたと考えられている。次の a～f のうち、有羊膜類はどれか。該当するものをすべて選べ。なお、選択肢の生物はすべて現生のもののみを示し、絶滅したものは含まないものとする。

a. 軟骨魚類    b. 硬骨魚類    c. 両生類    d. は虫類    e. 鳥類    f. 哺乳類

問3. 下線部 (サ) と (シ) について、有袋類の化石は世界各地から得られているが、現生の有袋類はオーストラリア大陸や南アメリカ大陸などに分布が限られる。一方、地上性の有胎盤類 (真獣類) (注) の化石はオーストラリア大陸からは得られておらず、現生種も人為的に持ち込まれたものとヒト以外はオーストラリア大陸には分布しない。オーストラリア大陸に地上性の有胎盤類 (真獣類) が分布しない理由はどのように考えられているか。

(注) 有胎盤類 (真獣類) の多くは地上性だが、コウモリ目のように飛翔するものやクジラ目やアザラシ類のように海洋にすむものはオーストラリア大陸やその沿岸に分布する。

問4. 下線部 (ス) について、生物が生活することによって無機的環境に影響を及ぼすことを何というか。

問5. 下線部 (セ) について、河口域に形成される干潟などは、有機物を分解して無機物にするだけでなく、無機窒素化合物を窒素 ( $N_2$ ) に変える作用をもつ。この作用を何というか。