

生物

解答は解答用紙の所定の欄に記入すること。

I 生態系の物質循環についての (1) ~ (3) の文章を読んで 1 ~ 6 の問いに答えなさい。

(1) 炭素について： 生産者は、 のエネルギーを利用して、空気中あるいは水中の二酸化炭素と とからデンプンなどの有機物を合成する。生産者も消費者（植物食性動物および動物食性動物）も、この有機物を呼吸によって分解して 1. エネルギー を取り出している。この場合呼吸とは、有機物を空気中あるいは水中から取り込んだ酸素で燃焼させることであり、主な分解産物は二酸化炭素と である。

(2) 窒素について： 大気中の約 %をしめる窒素 (N_2) は窒素固定細菌（根粒菌など）によってアンモニウム塩に還元される。アンモニウム塩およびアンモニウム塩から他の菌によって生成される硝酸塩は、生産者によってアミノ酸などに合成される。生産者も、消費者（植物食性動物および動物食性動物）もアミノ酸から を合成する。 の分解で発生するアンモニアに含まれる窒素はほ乳動物では、 として尿中へ排泄される。 は土壤中でアンモニウム塩や硝酸塩に変換される。

(3) 生物濃縮： メチル水銀などの重金属や、有機塩素系化合物（DDT*¹ や BHC*² など）は、食物連鎖の過程で高次の消費者の体内で濃縮が起こり、死も含めてさまざまな障害を引き起こす。

*¹ DDT: ジクロロジフェニルトリクロロエタン, 殺虫剤, 日本では現在生産も使用もともに禁止されている。

*² BHC: ベンゼンヘキサクロリド, 殺虫剤, 日本では現在生産も使用もともに禁止されている。

1. 文中の空欄 に下の語群から適当なものを選んで記号（あ〜つ）で答えなさい。

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|------------|
| (あ) デンプン | (い) 有機物分解 | (う) 紫外線 | (え) 80 |
| (お) 60 | (か) 40 | (き) 20 | (く) グリコーゲン |
| (け) 赤外線 | (こ) 脂質 | (さ) 尿酸 | (し) タンパク質 |
| (す) 尿素 | (せ) 太陽光 | (そ) 窒素酸化物 | (た) 水 |
| (ち) アンモニア | (つ) アルコール | | |

2. 文中の下線 1 のエネルギーは生体内でどのような形で貯えられるのか述べなさい。

3. 文中の下線 1 のエネルギーの利用を具体例をあげて説明しなさい。

4. 動物食性動物が他の動物を摂食した場合の体内での窒素の運命について簡単に述べなさい。

5. (3) に示した生物濃縮が起こる理由を考えて述べなさい。

6. (3) に示した生物濃縮の具体例をあげて簡潔に説明しなさい。

II 次の文を読んで、下の問いに答えなさい。

[1] 生物の世界は多様性に満ちている。動物の体制や発生様式も種々様々である。一般に、ほ乳類の胚は胎盤を通じて母体から栄養をとる胎生（真胎生）で、それ以外の脊椎動物⁽¹⁾は卵生あるいは卵胎生であるが、これにはもちろん例外がある。そもそも真胎生は、ほ乳類ばかりでなく非常に系統の離れた動物でもみられる。たとえば節足動物⁽²⁾に属すサソリの仲間や、また節足動物と環形動物⁽³⁾との中間的な動物として進化的観点から注目される有爪動物⁽⁴⁾の中にも、真胎生のものが知られている。卵割様式についてみても、たとえば脊椎動物の中では等割もあれば盤割もある。また脊椎動物は閉鎖血管系である。脊椎動物と近縁と考えられる原索動物のうち尾索類（ホヤなどの仲間）は開放血管系であるが頭索類⁽⁵⁾では閉鎖血管系である。いっぽう無脊椎動物のすべてが開放血管系というわけでもない。頭索類⁽⁵⁾は1773年に初めて発見されたが、その当時はナメクジの仲間とみなされた。ところがこの生物は を持つことが判明したため、無脊椎動物と脊椎動物との間をつなぐものとして注目されることとなった。このように様々な生物を比較すると、多様な体制の中にも何らかの特徴を共有するものがみられる。そのような比較作業から生物の系統関係が推定されている。最近では遺伝子の比較から系統関係を論じる研究もさかんである。

1. 文中(1)について、ほ乳類以外の現生の脊椎動物のグループを4つあげなさい。

(表記は～類でよい。)

2. 文中(2)～(5)について、A 代表的な生物名、B 卵割様式、C 血管系、D 神経系、E 生態的特徴の各項目をまとめた表をつくりたい。右ページ上の選択肢からもっとも適当な記号を選んで、表を完成させなさい。

	A	B	C	D	E
(2) 節足動物（昆虫類）					
(3) 環形動物		らせん卵割			
(4) 有爪動物	カギムシ	表割	開放血管系		
(5) 原索動物（頭索類）		放射卵割	閉鎖血管系		

【選択肢】

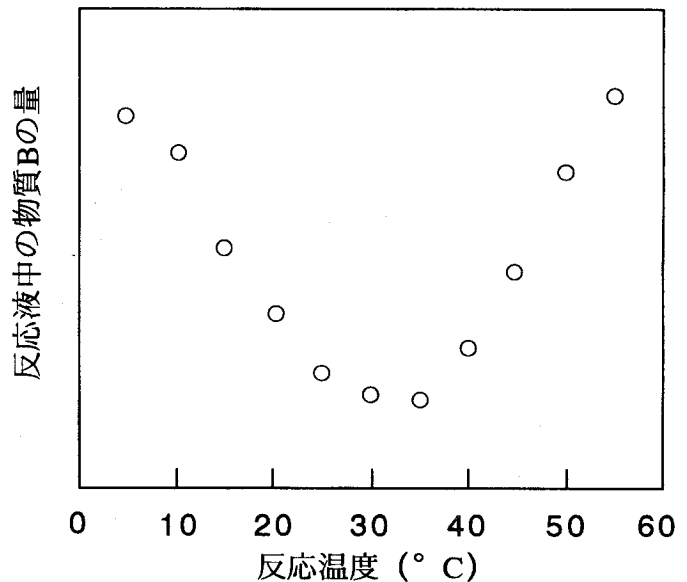
- (あ) ミミズ (い) ゾウリムシ (う) ナメクジ (え) ナメクジウオ
(お) カブトガニ (か) サナダムシ (き) ミツバチ (く) バフンウニ
(け) ワムシ (こ) ミズクラゲ (さ) 放射卵割 (し) らせん卵割
(す) 盤割 (せ) 表割 (そ) 閉鎖血管系 (た) 開放血管系
(ち) 腹側の神経系 (つ) 背側の神経系
(て) 海産のものは多様な生活形態を示すが、陸生のものの多くは土壤中で分解者としてはたらく
(と) おもに熱帯雨林に生息し、肢の生えたナメクジのような形をしているため発見された当初は軟体動物と考えられた
(な) 地球上でもっとも繁栄している動物群で、無脊椎動物としては空中を飛ぶ能力を進化させた唯一の動物群
(に) すべて海産で砂泥にもぐっているが多少の遊泳能力もあり、餌は鰓^{えら}でこしとって食べる

3. 表(2) A で答えた生物について、外形の基本構造を示す概略図を描きなさい。

4. 文中の空欄 に適当な語を解答欄に記しなさい。さらに両生類神経胚の断面図を描き、その位置を示しなさい。

III 大腸菌から高等動物まで、生物の体を構成している細胞は、基本的には同一の仕組みで生を営んでいる。つまり、生物の細胞は DNA という遺伝情報の設計図をもとに、RNA に情報を受け渡した後、この青写真を用いて、実際の機能素子であるタンパク質を合成する。タンパク質は細胞の中で起こる様々な生化学的な現象において中心的な役割を演じる。遺伝子 DNA は放射線・紫外線・化学物質などの影響で時に変異を起こしその性質が変化することがあり、このようにして起こる突然変異は、癌などの病気の原因となるが、また同時に生物進化の要因の一つでもある。これらのことに関連した以下の問題に答えなさい。

1. 大腸菌に含まれる、ある酵素 A を精製して十分に純化した。この酵素 A は、物質 B を基質として、物質 C を生成する反応を触媒する働きがある。酵素 A と物質 B を混ぜて、一定の時間、反応させた後、基質である物質 B の量を調べてグラフにしたのが、右の図である。横軸は、この反応を行ったときの反応液の温度であり、縦軸は一定時間反応させた後に調べた反応溶液中の物質 B の量を表している。なお、反応に用いた酵素 A の量、反応の開始時に反応溶液に入れた物質 B の量共に、反応温度ごとに差はなく一定とする。



図からわかるように、一定反応時間後に反応溶液中の物質 B の量は、温度の上昇とともに減るが、さらに高温では増加している。物質 B の量が温度の変化に伴って、このように変化するのなぜかを説明しなさい。

2. 大腸菌から DNA を抽出し、ある遺伝子を調べることにした。この遺伝子は 119 アミノ酸からなる酵素 A を指令していることはすでにわかっている。大腸菌から、酵素 A のアミノ酸配列を指令する二本鎖 DNA 断片を取り出した（この DNA 断片には酵素 A のアミノ酸配列の指令に関するすべての部分、つまり開始コドンから停止コドンまでが含まれているが、それ以外の部分の DNA は含まれていないものとする）。この DNA 断片を化学的に分解し、塩基の組成を調べたところ、シトシンの割合は 20% であることがわかった。この遺伝子から転写される伝令 RNA の 1 分子につき、上記の DNA 断片に対応する部分にのみに着目して調べると、ウラシルの数は、アデニンの数の 3 倍であった。このウラシルの数を整数で求めなさい。

3. 大腸菌は薬剤耐性遺伝子 Z を持っている、X という抗生物質に対して耐性を示すようになる。この遺伝子 Z が指令する蛋白質のアミノ酸配列の一部を見ると

アミノ酸の番号 30 31 32 33 34 35 36 37 38

Val-Glu-Cys-Phe-Glu-Trp-Met-Pro-Arg

のようになっていた。(アミノ酸の略号は、Val = バリン、Glu = グルタミン酸、Cys = システイン、Phe = フェニルアラニン、Trp = トリプトファン、Met = メチオニン、Pro = プロリン、Arg = アルギニンである。) このアミノ酸配列に対応する遺伝子の塩基配列は

GTTGAATGCTTTGAATGGATGCCCCGG

である。(塩基の略号は、G = グアニン、T = チミン、C = シトシン、A = アデニンである。) 上記の塩基配列が、

GTTGAATGCTTTGAATGCATGCCCCGG

となるように Z 遺伝子を遺伝子工学的に改変した。この人為的に改変したものを Z' 遺伝子と呼ぶことにする。Z 遺伝子を持たない大腸菌に Z' 遺伝子を導入した。このような大腸菌を含む液の一部を寒天培地に塗布したところ、約 4000 個のコロニーが形成された。次に、抗生物質 X を含む寒天培地に、同量の液を塗布したところコロニーは全く形成されなかった。対照実験を行い、Z 遺伝子を含む同数の大腸菌を、抗生物質 X を含む寒天培地に塗布した場合には、約 4000 個のコロニーが観察されることは確認済みである。以下の A および B の問いに答えなさい。

- A. この実験結果から推論されることは、どのようなことかを述べなさい。
- B. 上記の Z' 遺伝子を導入した大腸菌を、抗生物質 X を含まない液体培地で増殖させ、またその一部をとって、さらに新しい液体培地で増殖させる。このような継代という操作を何度もくり返した後、上と同様の実験を行った。抗生物質 X を含まない寒天培地に大腸菌を含む液を塗布した場合、約 4000 個のコロニーがつくられ、抗生物質 X を含む寒天培地に同量の菌を塗布した場合、5 個のコロニーがつくられていた。継代後の大腸菌を使った実験では、このような結果が得られたのは、どういう現象が起こったことによるのかを推論して説明しなさい。