

# 生 物

1 次の文を読み、下記の間〔1〕～〔4〕に答えよ。

生物は約 35 億年前に地球上に出現したといわれている。当時の大気組成は二酸化炭素と窒素を主体としていて、酸素はほとんどなかった。原始海洋中に出現した最初の生物は〔1〕呼吸によってエネルギーを獲得する原始的細菌類であったと考えられている。ついで、太陽エネルギーを利用して光合成をする生物が現れた。同化色素として〔2〕を持ち〔3〕と二酸化炭素を利用して硫黄と水と有機物を作る〔4〕や、水と二酸化炭素から酸素と水と有機物を作る〔5〕などである。これらの生物はいずれも膜に包まれた核を持たない原核生物に属する。一方、この〔5〕が作り出した酸素を利用してより効率的にエネルギーを得ることができる生物が出現し、膜に包まれた核と細胞小器官を持つ真核生物が生まれ、多様な進化を遂げた。さらに時間がたつと酸素が大気中に蓄積し、その一部が〔6〕を形成して生物に有害な〔7〕を吸収したことで、約 4 億年前に植物や動物が陸上へ進出できるようになった。

その後、様々な生物が誕生と絶滅をくりかえし、それぞれの生物が互いに深いかかり合いを持つようになり、現在の生態系が形成された。生態系の一例として森林を考えてみよう。森林を構成している樹木や草本は、太陽エネルギーを利用して無機物から有機物を合成する〔8〕であり、植食性動物や肉食性動物などのすべての動物をまとめて〔9〕という。さらに、大部分の細菌類や菌類などの〔10〕が〔8〕や〔9〕の遺体や排泄物などの有機物を無機物に還元する。その無機物は再び利用され、健全な生態系では物質の循環が適正に成り立っている。生態系のバランスがくずれて余剰の有機物が生じた場合、環境中に有機物が蓄積される。土壌中の腐食質や湿原に堆積した〔11〕などである。地球史上では約 3 億年前にバランスが大きくくずれて多量の有機物が蓄積されたことがあり、これが現在ヒトが利用している〔12〕となった。

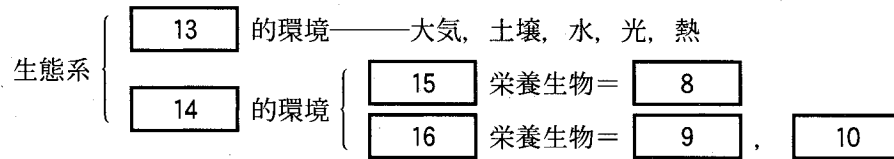
ヒトが属する霊長類はほとんどの種が樹上生活をしていて、生態系の中の〔9〕の一員であり、森林なくしては生存が不可能である。ヒトは言語・道具・火を手にし、森林から離れても生活できるようになった。近年〔12〕をエネルギー源として利用することでヒトの生活条件は著しく向上したが、それにより地球全体の生態系に大きな影響を与えてもいる。さらに、ヒトは自らの生活のために熱帯多雨林を直接破壊している。熱帯多雨林は面積では陸地の 1/10 にも満たないが、熱帯地域のみならず地球全体にとっても貴重な生態系である。しかし、熱帯多雨林は 1960 年以降の 30 年間で、アジア地域で 30%、アフリカとラテンアメリカでそれぞれ 18% が破壊された。1990 年以降も毎年日本の面積の約 1/3 に相当する熱帯多雨林が減少している。ヒトは森林から離れた生活が可能ではあるが、生物種としての生活は植物に大きく依存しているといえる。私達の子孫に歴史的産物である多様な生態系を残しつつづけるためにも、一刻も早い地球規模での環境保全対策が必要である。

問〔1〕 文中の  ～  に適切な用語を入れよ。

問〔2〕 下線部 a) に関して、細胞共生進化説がある。その内容を説明せよ。

問〔3〕 下線部 b) の生態系の構成要素について整理し、まとめた。

(イ)  ～  に適切な用語を入れよ。(  ～  は問〔1〕と同一である)



(ロ) 下線部 c) に関して、 的環境への影響を二つ記し、各々の原因化学物質を一つずつあげよ。

(ハ) 下線部 d) に関して、熱帯多雨林の破壊は(i)  的環境への影響が大きく、また(ii) 一度破壊された熱帯多雨林の再生は困難である。(i)と(ii)についてその生態系の特性から説明せよ。

問〔4〕 下線部 e) に関して、ヒトが生態系において植物に大きく依存している理由を二つ記せ。

2 次の文を読み、下記の問〔1〕～〔6〕に答えよ。

脊椎動物の神経系は、中枢神経系と末梢神経系とに分類され、中枢神経系は脳と脊髄、末梢神経系は脳神経と脊髄神経からなる。脳神経や脊髄神経には感覚神経と [ 1 ] が含まれる。末梢神経系の中で内臓、分泌腺などに分布するものを機能面から自律神経系と呼ぶ。自律神経系には交感神経系と副交感神経系があり、これらは一般的に同じ器官に分布し、相互に拮抗的に働いている。たとえば、交感神経の作用によって心臓の拍動数は [ 2 ] し、副交感神経の作用によって [ 3 ] する。交感神経末端からは主として [ 4 ] ，副交感神経末端からは [ 5 ] がそれぞれ各器官に分泌され、その作用は意志とは無関係に自動的に調整されている。自律神経作用の統合的中枢は間脳の視床下部にあり、ホルモンとの協調作用で生体の恒常性が維持されている<sup>a)</sup>。その協調作用の一つとして、血糖量(血液中のグルコースの量)の調節について考えてみる。

グルコースは、ほとんどの生物にとって主要なエネルギー源となっている。摂取する食物中の糖分の多少にかかわらず、血糖量はほぼ一定の範囲に維持されている(血液の約0.1%)。食後、血糖量が高まると、その変化は視床下部から [ 6 ] 神経を経てすい臓に伝わり、また直接すい臓に刺激を与え、 [ 7 ] の [ 8 ] 細胞からインスリンが分泌される。分泌されたインスリンは細胞でのグルコースの消費を促し、また肝臓や [ 9 ] で行われるグルコースから [ 10 ] への合成を促進させるので、血糖量は減少する。インスリンがすい臓から分泌されることをはじめて示したのは、1921年のバンティングとベストの実験である。彼らは、すい液が十二指腸に出る管をしぼり、外分泌腺が退化したイヌのすい臓を低温下で処理することで、今までの多くの研究者の失敗を乗り越え、すい臓抽出物中に血糖を低下させる物質があることを見出した。

一方、空腹時に血糖量が低下すると数種類のホルモンが作用して血糖量が高める。これは血糖量<sup>c)</sup>を低下させるホルモンがインスリンだけであることと対照的である。低血糖は生命の危険に直接つながるので、二重三重に安全を保障するしくみがつくられているのである。このように、血糖量の変化は視床下部やすい臓に [ 11 ] されることにより、自動的な調節をうけている。このことは、体温調節や体液の浸透圧調節などにもみられる。

以上のように、血糖量は神経系とホルモンの協調作用により調節を受けており、通常はグルコースが尿中に排出されることはない。しかしインスリンが作用せず、血糖量が高いままであると尿中にグルコースが出現し、いわゆる糖尿病を引き起こすことがある。

問〔1〕 文中の [ 1 ] ～ [ 11 ] に適切な用語を入れよ。

問〔2〕 以下の問に答えよ。

- (i)  や  のように、シナプスでの興奮伝達を仲介している物質を総称して何と呼ぶか。
- (ii) シナプスでの興奮伝達の方向性の特徴は何か。

問〔3〕 下線部 a) について、以下の問に答えよ。

神経系と内分泌系の接点として脳下垂体がある。脳下垂体は前葉、中葉、後葉からなり、前葉、中葉の分泌活動は視床下部からの放出ホルモン、抑制ホルモンにより調節されている。後葉のホルモンについて、その産生から分泌までの過程はどのようになっているかを述べよ。またそのホルモン名を一つ答えよ。

問〔4〕 下線部 b) について、かれらの実験が成功した理由を述べよ。

問〔5〕 下線部 c) について、血糖量を高めるホルモン名とそれを分泌する内分泌腺の名称をそれぞれ二つ答えよ。

問〔6〕 下線部 d) について、以下の問に答えよ。

- (i) 図 1 はヒトの腎臓内の構造の模式図である。  ~  の中に適切な用語を入れよ。
- (ii) 血液中のグルコースが尿中に出ない理由を、尿の生成過程にそって述べよ。

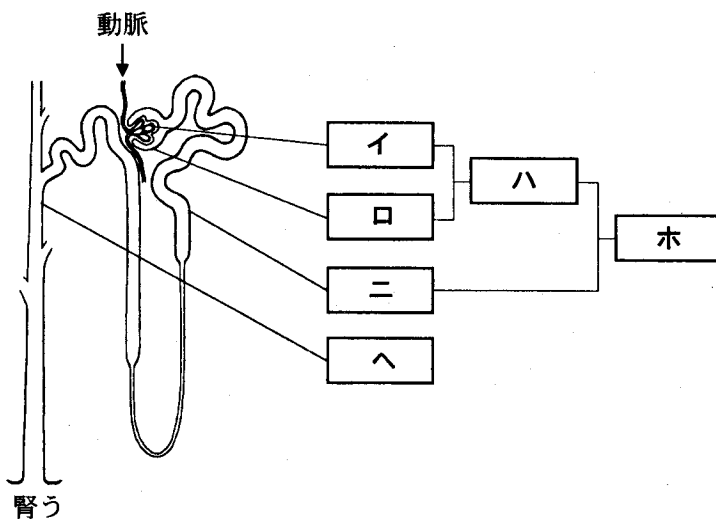


図 1

3 次の文を読み、下記の問〔1〕～〔3〕に答えよ。

今から 100 年前の 20 世紀初期には動植物の生命の基本単位が細胞であり、体を形作る各組織<sup>a)</sup>は協力的な細胞の集まりからなることが明らかとなっていた。動植物を含む真核生物の細胞は原則として一つの細胞核を持ち、この中にほとんどの遺伝物質が存在する。核の内部には、種によって決まった数の染色体が存在しており、例えばエンドウでは 14 本(7 対)であり、ヒトでは 46 本(23 対)である。メンデルはエンドウの 7 種の対立形質を用いて交雑実験を行い、メンデルの法則(優性の法則・分離の法則・独立の法則)を発見した。植物の花色<sup>b)</sup>や動物の毛色<sup>c)</sup>などのように一見この法則にあてはまらないように見える例もあるが、これらも基本的にはメンデルの法則にしたがっている。

問〔1〕 下線部 a) について、被子植物の組織に関する以下の問に答えよ。

(イ) 文中の  ～  に適切な用語を入れよ。

被子植物の組織系は、表皮系・系・維管束系からなる。葉の表皮系には 細胞に囲まれた気孔が存在し、その内側の 系ではさく状組織と 状組織が大部分を占める。維管束系は、物質の流通が主な機能であるが、組織によって機械的に植物体を支持する機能を持つこともある。また、葉では道管と師管をとりまく が存在することも多い。

(ロ) 種子植物では、受精卵から胚の形成時期まではすべての細胞が分裂する能力を持っているが、成長するにつれ、分裂する能力は一部の植物組織に限られてくる。それらの名称を二つあげよ。

問〔2〕 下線部 b) について、以下の問に答えよ。

ある植物を用いて交配実験を行った。この植物には花色を決定する独立な遺伝子 A と B がある。白花 [AA $bb$ ] と白花 [aaBB] を交配して生じた F<sub>1</sub> は全て紫花であった。この F<sub>1</sub> を自家受精すると F<sub>2</sub> は紫花 : 白花 = 9 : 7 となった。F<sub>2</sub> の白花からそれぞれの抽出液を得て、各抽出液に色素原 Y を加えると紫花の色素 Z を生成する白花があった。

(イ) F<sub>2</sub> 白花のなかで、色素原 Y を加えて紫色素 Z を生成する白花としない白花の分離比を記入せよ。

(ロ) 色素原 Y を加えて紫色素 Z を生成することが確認された F<sub>2</sub> 白花の中で、白花 [aaBB] を交配すると全て白花が得られ、かつ白花 [AA $bb$ ] を交配すると紫花と白花の両方が得られるものがあった。白花 [AA $bb$ ] と交配したときの紫花 : 白花の分離比を記入せよ。

(ハ) (ロ)の交配から得られた紫花を自家受精させると、紫花と白花が得られた。このときの紫花：白花の分離比を記入せよ。

(ニ) F<sub>2</sub>の紫花をそれぞれ自家受精させて得られたF<sub>3</sub>の紫花：白花の分離比を記入せよ。

問〔3〕 下線部c)について、以下の問に答えよ。

遺伝子突然変異によって得られた、毛色が白黒まだら模様のネズミ(パンダネズミ)と尾が短いネズミ(短尾ネズミ)の系統を用い、交配実験を行ったところ、下の表のような結果を得た。ただし、用いた野生型ネズミ(変異が生じる前のネズミ)は純系であり、これら2種類のネズミではそれぞれ異なる遺伝子に変異が生じているものとする。また、その形質はたがいに影響を及ぼしあわない。

表1

子の毛色 交配の種類	正常毛色 ♀	正常毛色 ♂	パンダ ♀	パンダ ♂
パンダ♀×野生型♂	128	122	115	127
野生型♀×パンダ♂	105	92	104	98
パンダ♀×パンダ♂	86	90	180	178

(数字は個体数を示す)

表2

子の尾の形状 交配の種類	正常尾 ♀	正常尾 ♂	短尾 ♀	短尾 ♂
短尾♀×野生型♂	132	129	123	130
野生型♀×短尾♂	108	112	105	109
短尾♀×短尾♂	86	92	184	190

(数字は個体数を示す)

(イ) 表1, 表2より、これら2種類のネズミは同じ遺伝の様式をしていることがわかり、パンダ毛色になる遺伝子、短尾になる遺伝子は以下のように考えられる。文中の  ~  に適切な用語を入れよ。

これらの遺伝子は野生型の対立遺伝子に対し、  であり、パンダネズミや短尾ネズミは、  接合体であると考えられる。さらに、パンダネズミどうし、短尾ネズミどうしの交配結果より、これらの遺伝子は  であると考えられる。

(ロ) パンダネズミと短尾ネズミを交配した。得られた  $F_1$  は、野生型、パンダ、短尾、パンダかつ短尾の4種類であった。この2つの遺伝子が異なる染色体上に存在する場合と、同じ染色体上に存在する場合で、これらの4種類の形質の比がどのようになるかその分離比を記入せよ。ただし、組換えは起こらないものとする。

(ハ) 上の交配で得られたパンダかつ短尾のネズミどうしを交配した。その結果得られる子の示す形質の比は、この二つの遺伝子が異なる染色体上に存在する場合、同じ染色体上に存在する場合にはそれぞれどうなるか、その分離比を記入せよ。ただし、組換えは起こらないものとする。

(ニ) (ハ)の交配のときにおいて、この二つの遺伝子が同じ染色体上に存在し、その間の組換え価が10%であった場合に得られる子の示す形質の分離比を記入せよ。