生

生　物　基　礎

生物　問題　I

次の文章を読み，下の問に答えよ。

ヒトには，体内に侵入した病原体や有害物質などの異物を認識し，排除するしくみが備わっている。異物の多くは，消化管や気管の内壁を覆う（　あ　）や，皮膚によって体内への侵入が物理的に阻止されている。また，（　あ　）や皮膚からの分泌物には，細菌の細胞壁を分解する酵素である（　い　）が含まれており，細菌の繁殖が抑制されている。これらの物理的・化学的な防御を通り抜けて体内に侵入した異物は，（　う　），好中球，樹状細胞などが（　え　）作用によって細胞内に取り込むことで排除される。さらに，（　う　）は，異物が侵入した部位（感染部位）の毛細血管を拡張させて，他の白血球が患部に集まりやすくする。この反応によって，感染部位が熱をもって赤く腫れることがあり，これを（　お　）という。（　え　）作用などによって排除しきれなかった異物に対しては，①適応免疫（獲得免疫）がはたらく。適応免疫では，T 細胞が中心となって起こる感染細胞への攻撃や，②抗体による免疫反応などが，異物に対して特異的に起こる。

問１．文章中の（　あ　）～（　お　）にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問２．下線部①について，次の（a）～（f）のうちから正しいものを２つ選び，記号を記せ。

（a）病原体を取り込んだ樹状細胞は，リンパ節に移動して B 細胞に抗原提示を行う。
（b）B 細胞は，抗原を取り込んで，その断片を細胞表面に提示する。
（c）T 細胞と B 細胞は胸腺で成熟する。
（d）１種類の B 細胞から多種多様な抗体が産生される。
（e）ヘルパーT 細胞は，B 細胞やキラーT 細胞などを活性化する。
（f）キラーT 細胞は，細菌が共通してもつ特徴を認識して直接細菌を攻撃する。

問３．下線部②について，以下の（１）～（３）の問に答えよ。

（１）抗体を構成するタンパク質は何と呼ばれるか，その名称を記せ。

（２）B 細胞はある細胞へと分化して抗体を産生する。抗体を産生するその細胞の名称を記せ。

（３）抗体について，次の（a）～（e）のうちから正しいものをすべて選び，記号を記せ。

（a）細菌と結合し，細胞膜を破壊することで細菌を死滅させる。
（b）細菌に感染した細胞と結合し，細胞膜を破壊することで感染細胞を死滅させる。
（c）抗体が特定の抗原に対して特異的にはたらくことを，基質特異性という。
（d）抗原と結合することで，抗原の感染性や毒性を低下させる。
（e）抗原と結合することで，食細胞による抗原の排除を促進する。

問４．免疫のしくみが関与する疾患に自己免疫疾患がある。自己免疫疾患とは免疫のしくみがどのような異常を起こすことで発症する疾患か，簡潔に説明せよ。

問５．図１は，これまでに体内に侵入したことのない異物が侵入したとき（１回目）と，その後時間をおいて同じ異物が再度侵入したとき（２回目）の抗体の産生量を表したものである。図１からわかる２回目の侵入時の抗体の産生についての特徴を，１回目の侵入時と比較して簡潔に説明せよ。

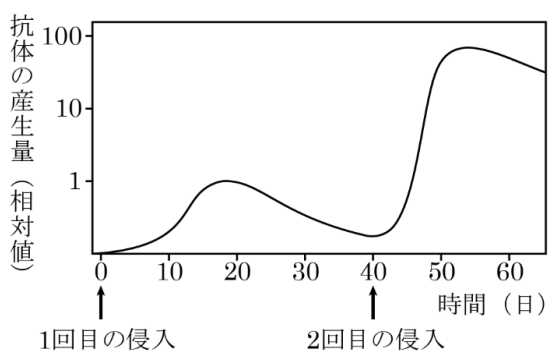


図１　異物の侵入と抗体の産生量

生

生　物　基　礎

生物　問題　Ⅱ

次の文章を読み，下の問に答えよ。

生物の細胞に含まれる個体の形成や生命活動に必要なすべての遺伝情報を（ あ ）という。（ あ ）を構成している遺伝情報の担い手は DNA であり，DNA は①ヌクレオチドと呼ばれる構成単位が多数結合してできている。ヌクレオチドは（ い ）と糖と塩基から構成されており，ヌクレオチドどうしは（ い ）と糖の間で互いに結合してヌクレオチド鎖となる。そして，②向かいあって並んだ２本のヌクレオチド鎖が内側に突き出した塩基の部分で相補的に結合することで，二重らせん構造を形成する。DNA の塩基配列のうちタンパク質をつくるための情報をもつ領域を遺伝子という。遺伝子の情報をもとにタンパク質が合成されることを遺伝子の発現といい，③細胞ごとに特定の遺伝子が発現して特異的なタンパク質がつくられる。発現の過程では，まず，DNA の２本鎖の一部が１本鎖にほどけ，その部位の塩基配列をもとに mRNA が合成される。この過程を転写という。さらに，④mRNA の連続した３つの塩基の配列であるコドンが１つのアミノ酸を指定し，コドンに対応したアミノ酸を（ う ）が mRNA へと運び，アミノ酸どうしが連結されてタンパク質がつくられる。この過程を翻訳という。このように，DNA→RNA→タンパク質の順に一方向に遺伝情報が流れるという原則を，（ え ）という。

問１．文章中の（ あ ）～（ え ）にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問２．下線部①について，RNA は DNA と同様にヌクレオチドがいくつもつながってできているが，３つの点が DNA と異なる。その１つは塩基の種類であり，DNA はアデニン（A），チミン（T），グアニン（G），シトシン（C）をもつのに対し，RNA はチミンの代わりにウラシル（U）をもつ。それでは，もう２つの異なる点は何か，それぞれ簡潔に説明せよ。

問３．下線部②について，相補的に結合しているある２本鎖 DNA において，一方のヌクレオチド鎖を X 鎖，もう一方のヌクレオチド鎖を Y 鎖とする。２本鎖 DNA に含まれる全塩基数に占めるアデニンの数の割合が 26%であり，X 鎖の全塩基数に占めるグアニンの数の割合が 23%であるとき，Y 鎖の全塩基数に占めるグアニンの数の割合は何%か，数字を記せ。

問４．下線部③について，次の（ⅰ），または（ⅱ）のタンパク質がつくられている細胞として最も適切なものを，後の（a）～（e）のうちからそれぞれ１つ選び，記号を記せ。

（ⅰ）インスリン　　（ⅱ）クリスタリン

（a）すい臓の細胞　（b）皮膚の細胞　（c）水晶体の細胞　（d）筋肉の細胞　（e）赤血球

問５．下線部④について，mRNA のコドンがどのアミノ酸を指定するかを知るため，大腸菌の抽出液に特定の配列をもつ人工 RNA を加えて，合成されたポリペプチド（アミノ酸が複数結合したもの）を調べる実験１と実験２を行った。これらの実験結果からわかる，アスパラギン，イソロイシン，チロシンを指定するコドンの塩基配列を記せ。なお，これらの実験では，人工 RNA の任意の位置から，示された塩基配列の左から右の方向に翻訳が進行するものとする。また，UAA，UAG，UGA の３つはアミノ酸を指定せず，翻訳の終了を指定する終止コドンである。

実験１　AUA の３塩基の配列がくり返される人工 RNA（AUAAUAAUAAUA……）を加えたところ，アスパラギンのみが結合したポリペプチドとイソロイシンのみが結合したポリペプチドの２種類が合成された。

実験２　UA の２塩基の配列がくり返される人工 RNA（UAUAUAUAUAUA……）を加えたところ，イソロイシンとチロシンが交互に結合したポリペプチドが合成された。

生

生　物　基　礎

生物　問題　Ⅲ

次の文章を読み，下の問に答えよ。

生物の集団とそれを取り巻く非生物的環境を１つのまとまりとしてとらえるとき，このまとまりを生態系という。生態系を構成する生物は，（ あ ）栄養生物である生産者と，（ い ）栄養生物である消費者に大別される。生産者は太陽の光エネルギーを用いて，光合成により二酸化炭素と（ う ）から有機物を合成する。消費者は生産者が合成した有機物を直接あるいは間接的に取り込んで栄養源とする。消費者には，生産者を捕食する一次消費者，一次消費者を捕食する二次消費者，さらに三次消費者，四次消費者などが存在する。また，（ い ）栄養生物のうち，生物の死骸や排出物に含まれる有機物を利用する菌類や細菌などは，特に分解者と呼ばれる。生態系を構成するこれらの生物は，捕食・被食の関係で連続的に繋がっている。多くの捕食者は，図１で示すように何種類かの生物を食べているため，捕食・被食の関係は複雑な食物網を構成している。

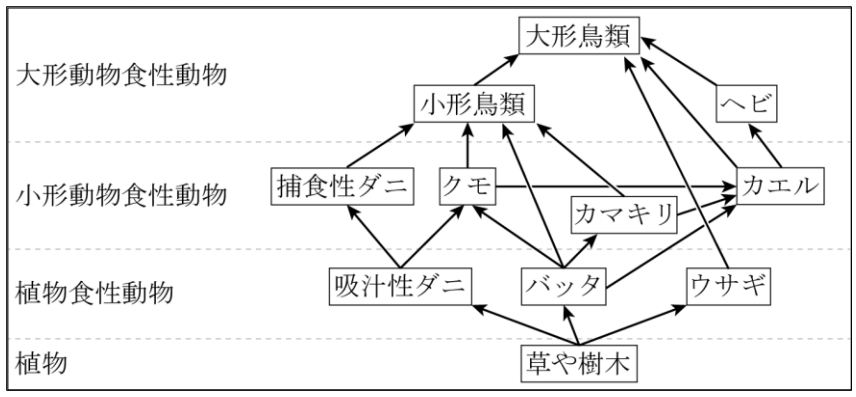


図１　森林の生態系における捕食・被食の関係の例

生態系は，さまざまな要因によって常に変動している。例えば，①外来生物と呼ばれる生物の中には，生態系のバランスを大きく変化させているものも少なくない。また，②人間活動の増加により生活排水などが湖に流入し，湖水に有機物や栄養塩類が多量に供給された場合は，湖の富栄養化が進む。富栄養化した湖では，植物プランクトンが栄養塩を吸収して異常に増殖することもあり，光合成により多くの有機物が合成される。

問１．文章中の（ あ ）～（ う ）にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問２．図１に示す四角で囲まれた生物の中で，四次消費者に相当する生物名あるいは生物グループ名を，すべて記せ。ただし，図中に示す以外の捕食・被食の関係はないものとする。

問３．下線部①に関連し，日本における外来生物や生物の多様性に関する次の記述（a）～（d）について，正しいものには○を，誤っているものには×を記せ。

（a）夏鳥のツバメや冬鳥のマガモなどは，国外から飛来するため外来生物とみなされる。

（b）オオクチバスが放流され定着したことにより，小形の在来魚の数が減少した湖がある。

（c）ある湖において，これまで生息していなかった魚が，国内の他の湖から食用の目的で新たに放流されて定着した場合は，外来生物とみなされない。

（d）生物の多様性を保全するためには，外来生物を含めたさまざまな生物を移入することが効果的である。

問４．下線部②に関する次の文章を読み，以下の（１），（２）の問に答えよ。

水に含まれる酸素（溶存酸素）の濃度は深度（水深）によって異なるが，富栄養化して植物プランクトンが異常に増殖した湖と富栄養化していない湖とでは異なった分布を示す。図２は溶存酸素濃度の分布の模式図であり，図中 a～d のグラフのうち１つは，富栄養化していない湖の溶存酸素濃度を示している。

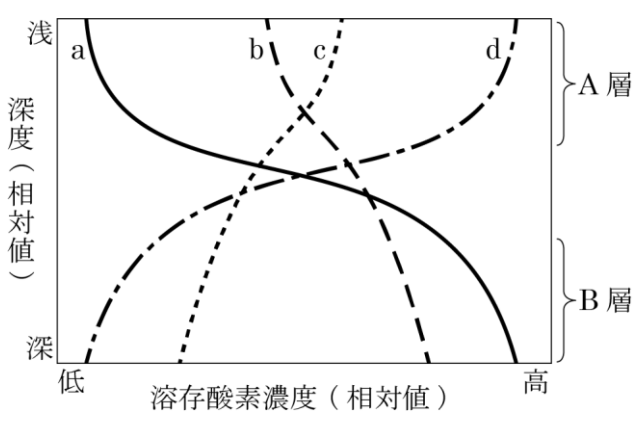


図２　深度による溶存酸素濃度の分布の模式図

（１）図２中 a～d のうちから富栄養化した湖の溶存酸素濃度の分布を示す最も適切なグラフを１つ選び，記号を記せ。

（２）問４（１）で選んだ理由を，図２中の A 層および B 層を対象にして，それぞれ簡潔に説明せよ。なお，A 層については「生産者」，B 層については「分解者」をそれぞれ用いること。