

# 生 物

1 次の文を読み、下記の間〔1〕～〔8〕に答えよ。

多細胞生物では、細胞が分化して光感受性の神経細胞を生じることによって、高感度の光感受性を持つことができる。両生類の神経細胞の分化と眼の発生では、外胚葉の原口背唇部が陥入して脊索が形成されることが重要であり、脊索は外胚葉にはたらきかけて 1 を形成し、原口から遠い所にあるその一部は肥大化して脳を形成する。その後、眼の形成が開始され、脳の一部がふくらんでできた眼胞は 2 になり、それが作用して表皮から水晶体を形成する。その水晶体は、さらに表皮から角膜を形成するように作用して、眼が形成される。

ヒトの眼は、上皮組織・結合組織・筋組織・神経組織から構成されている複雑な器官であり、光は角膜と瞳孔を経て水晶体に達し、3 を経て網膜に入ってくる。網膜には 4 細胞と 5 細胞があり、前者は色彩の感覚に関与しており、網膜の中心部の 6 に多い。後者は 7 の感覚に関与している。視神経が束になって網膜を貫いている部分は 8 と呼ばれ、ここでは光を受容できない。また、水晶体の前方にあるこう彩には、瞳孔を拡大する筋肉と瞳孔を縮小する筋肉があり、毛様筋という筋肉によって水晶体の厚さを 変え、焦点の位置を調節するなどの遠近調節をしている。

問〔1〕 1 ～ 8 に適切な用語を入れよ。

問〔2〕 下線 a) の外胚葉から分化して形成されるものを、下より3つ選び、番号で答えよ。

- |          |          |         |
|----------|----------|---------|
| ① 脳      | ② 肝臓の腺上皮 | ③ 皮膚の表皮 |
| ④ 消化管の上皮 | ⑤ 腎臓     | ⑥ 心臓    |
| ⑦ 骨格筋    | ⑧ 爪      | ⑨ 肺の上皮  |

問〔3〕 下線 a) の原口背唇部のようなはたらきをする部分を、スーパーマンは何と呼んだか。

問〔4〕 下線 b) の過程は眼の形成において何と呼ばれるか。

問〔5〕 下線 c) の視神経のような神経繊維の活動電位の伝導に関して、以下の間に答えよ。

- 図1のように神経繊維のA点で、閾値以上の刺激をしたときの細胞外での記録(C)の波形と、細胞内での記録(D)の波形を記せ。
- A点とB点の両方で同時に閾値以上の刺激を与えた場合、細胞外での記録(C)はどうか説明せよ。ただし、連続刺激時には2度目の活動電位は発生しないものとし、距離2は距離1より長いものとする。

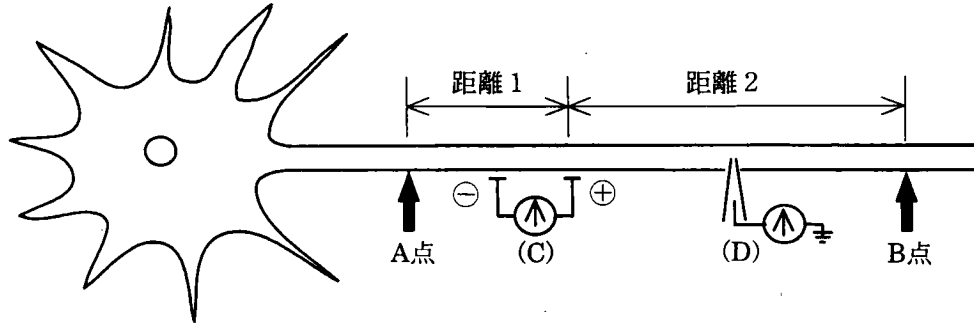


図 1

問〔6〕 暗所から急に明所に出ると、まぶしくてよく見えないが、やがてその明るさに適するよう調節される。この現象を何と呼ぶか。

問〔7〕 下線 d) の筋肉を制御する脳の部分を何と呼ぶか。

問〔8〕 図 2 において、(A) の場合よりも近くの距離に物体(↑)があった場合(B)の光路を、(A) になり記入せよ。また、その時の毛様筋とチン小帯の動きがどのようになるかを答えよ。

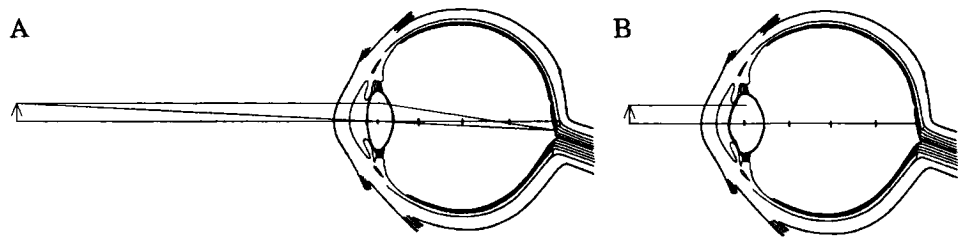


図 2

2 次の文を読み、下記の問〔1〕～〔5〕に答えよ。

生態系では、生物は相互に依存しあいながら無機的環境と一体となって生きている。それらの生物は、物質循環や食物連鎖などの観点から、生産者、消費者、分解者に大別されている。

大気中の二酸化炭素に含まれている炭素は、生産者(緑色植物)が行う光合成によって有機物にかえられる。それらの有機物の一部は、一次消費者(植食性動物)を経て二次消費者(肉食性動物)へ移動し、さらに食物連鎖の上位の消費者へと移動する。また、動植物の死がいや排出物中の有機物は分解者によって無機物にかえられる。このような流れのなかで、有機物は各栄養段階の生物の呼吸に使われ、ふたたび二酸化炭素のかたちで大気中に放出される。

窒素もまた生態系を循環している。生産者である緑色植物は大気の約80%を占める窒素をほとんど利用できない。しかし、空中窒素の固定能力を持つ菌類などもあり、植物と共生して窒素分を供給している場合もある。一般に緑色植物は、土壌や水に溶けている硝酸塩やアンモニウム塩を根から吸収して、窒素同化を行っている。消費者は、これらの植物を食べて窒素を取り入れている。生物の死がいや排出物は分解者のはたらきで分解され、窒素は硝酸塩やアンモニウム塩となる。また、ある種の細菌はアンモニアを硝酸にまで分解する際のエネルギーを用いて炭酸同化を行っている。こうしてできた硝酸塩やアンモニウム塩は、ふたたび植物に利用される。硝酸塩などの一部からは、窒素が脱窒素細菌によって大気に還元されている。

生態系のある一定期間では、水、二酸化炭素、酸素、窒素などの量は釣り合いがとれていて、大きく変動することはない。しかし現在、人類は産業の発達や人口の急増などによって生態系に大きな影響を与えている。これらの結果として、ヒトや生物群集の生存がおびやかされている。

問〔1〕 下線部 a) に関して、次のナラマツ林における測定値を参考にして、以下の問に答えよ。

植物の呼吸量	枯死量	被食量	成長量
1450	580	80	540

(単位:  $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ )

- (1) この森林の総生産量はいくらか。
- (2) 生産者の純生産量はいくらか。
- (3) この森林における第一次消費者の同化量が  $70 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$  であった場合、不消化排出量はいくらか。
- (4) 第一次消費者の呼吸量が摂食量の60%であったときの生産量はいくらか。
- (5) 第一次消費者の成長量と死滅量が、生産量のそれぞれ45%と50%であったとき、第二次消費者から摂食される量はいくらか。
- (6) 第一次消費者から分解者へ移動する量はいくらか。

問〔2〕 下線部b)の呼吸に関して、さらに詳しく調べるために、図Aのような装置にグルコースを1%の濃度で含む酵母液を満ち、30℃前後で30分間静置したところ、図Bのように盲管部の溶液の液面が矢印の目盛まで下がってきた。この実験に関して、以下の問に答えよ。

- (1) 盲管部の溶液が矢印の目盛まで下がってきた理由を記せ。
- (2) 装置内で酵母によって起こっている反応名を記せ。
- (3) 60分以降は気体の容積が一定の目盛で止まってしまった。この理由を記せ。

- (4) 図Aの状態を60℃で30分間静置すると、盲管部の液面は図Bの矢印の目盛より上・下のどちらに位置するか。また、その理由を記せ。

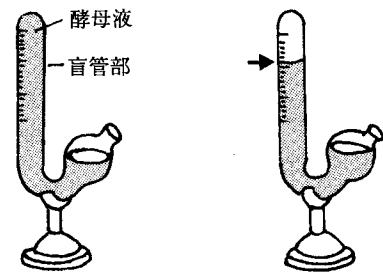


図 A

図 B

問〔3〕 下線部c)で述べた菌と共生している植物名を下から一つ選べ。また、共生菌の名称と共生部位(植物の器官名)を記せ。

(トマト, イチョウ, ダイズ, イネ, トウモロコシ)

問〔4〕 下線部d)の反応を行っている2種類の細菌名を記せ。また、このような炭酸同化を何と呼ぶか。

問〔5〕 下線部e)の生態系への影響に関して、問に答えよ。

ある河川において、工場の廃水が流入する上流域の水では有機水銀濃度が0.0001 ppmであったが、下流域の小型魚類の体内では3 ppm、大型魚類の体内では20 ppmであった。このような現象が起こった理由を100字以内で説明せよ。

3 次の文を読み、下記の問〔1〕～〔5〕に答えよ。

ある種の感染症から回復した人は同じ病気にかかりにくいという観察から、“免疫”という概念が成立した。免疫には、その個体にもともと備わっている自然免疫と、外部から取り込まれた異物が刺激となって得られる [ 1 ] 免疫がある。自然免疫には、白血球の一種である好中球や [ 2 ] による食作用、ナチュラルキラー細胞による細胞傷害作用などがある。このような自然免疫は、特異性は低いが幅広く効果を発揮できる。一方、 [ 1 ] 免疫は極めて特異的であり、同じ異物の2度目の侵入に対して強い防衛力を発揮する。

免疫応答は、細胞性免疫応答と [ 3 ] 免疫応答の2つに大別され、これらはそれぞれ [ 4 ] と [ 5 ] と呼ばれる2種類のリンパ球が行っている。細胞性免疫応答を行う [ 4 ] は主として胸腺で発育し、宿主細胞の表面に提示されている非自己抗原を認識する細胞に分化する。この細胞は、感染によって表面にウイルス性タンパク質を提示するようになった宿主細胞や、ガン細胞や移植された細胞、つまり非自己として認識した細胞を殺す能力を持つ。

[ 3 ] 免疫応答には、 [ 5 ] によって産生される抗体が関与している。抗体は [ 6 ] と呼ばれるタンパク質でできている。 [ 5 ] は、2度目の抗原侵入後に分化して [ 7 ] に変化し、抗体タンパク質を多量に作る。抗体は血流中を循環して他の体液に浸透し、その抗体を誘導した非自己抗原と特異的に結合する。免疫不全は、このような免疫応答機能が損なわれることによって生じる。

[ ア ] というレトロウイルスの感染によって起こる免疫不全がある。一般に動植物や細菌では遺伝情報はDNAからRNAに転写され、最終的にタンパク質へ翻訳されるが、このウイルスは [ イ ] を持たない。そのかわりに、このウイルスは [ ウ ] に書き込まれた遺伝情報を [ イ ] に変換する反応を触媒する [ エ ] を持っている。 [ ア ] はリンパ球に感染し、細胞の代謝経路を利用しながら子孫を増やし、最終的にこれらの細胞を破壊する。その結果、免疫応答能が低下し、他の感染症にかかりやすくなる。この病気を [ オ ] と呼ぶ。

問〔1〕 文中の [ 1 ] ～ [ 7 ] に適切な用語を入れよ。

問〔2〕 文中の [ ア ] ～ [ オ ] に入る適切な言葉を下の語群より選び、番号で答えよ。



- |         |          |        |        |
|---------|----------|--------|--------|
| ① RNA   | ② AIDS   | ③ DNA  | ④ HIV  |
| ⑤ HCV   | ⑥ ヌクレオチド | ⑦ アミノ酸 | ⑧ ホルモン |
| ⑨ アレルギー | ⑩ ATP    | ⑪ 補酵素  | ⑫ 酵素   |

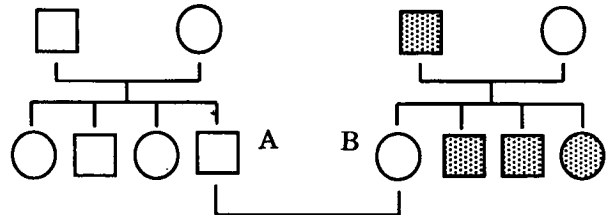
問〔3〕 以下の①～⑤の反応のうち、細胞性免疫応答がおもにはたらいて生じるものはどれか。

1つ選び、番号で答えよ。

- |            |          |           |
|------------|----------|-----------|
| ① ツベルクリン反応 | ② 溶菌反応   | ③ 赤血球凝集反応 |
| ④ 花粉アレルギー  | ⑤ ぜんそく発作 |           |

問〔4〕 次のような家系におこりうる遺伝的および免疫学的問題について答えよ。

父親が血液型 Rh 陰性 ( $Rh^-$ ) で本人が Rh 陽性 ( $Rh^+$ ) の男性 A と、色覚変異家系で  $Rh^-$  の女性 B が結婚した (下の家系図参照)。ただし、Rh 遺伝子は常染色体に存在する優性遺伝子、色覚変異の原因となる遺伝子は X 染色体に存在する劣性遺伝子とする。また家系図で、四角は男、丸は女、  は色覚変異の症状をもつ男および女とする。



- (1) A と B の間に生まれてくる子供が  $Rh^-$  で色覚変異の症状をもつ男子である確率を求めよ。
- (2) ここで述べた色覚変異のような遺伝形式を何と呼ぶか。
- (3) この両親から生まれた最初の子供は  $Rh^+$  の女子であり、色覚変異の症状をもたずに生まれてきた。このとき、女性 B が次の子供を妊娠した時に生じる可能性がある免疫学的問題について 80 字以内で説明せよ。

問〔5〕 下線部 a) に関して、以下の問に答えよ。

- (1) 動植物にはあるが、細菌とウイルスに存在しないものはどれか。下から全て選び、番号で答えよ。  
 ① アミノ酸      ② 核酸      ③ ゴルジ体      ④ ミトコンドリア
- (2) 動植物の細胞において DNA はどこに存在するか。下から全て選び、番号で答えよ。  
 ① 細胞質基質      ② 小胞体      ③ 中心体  
 ④ ミトコンドリア      ⑤ 核
- (3) DNA の構成要素として含まれないものはどれか。下から全て選び、番号で答えよ。  
 ① アデニン      ② ウラシル      ③ グアニン      ④ チミン
- (4) mRNA では、3 つの塩基の組み合わせが 1 個のアミノ酸に対応している。この 3 つの塩基配列からなる遺伝情報単位を何と呼ぶか。
- (5) mRNA に結合し、タンパク質への翻訳を行っている細胞小器官を何と呼ぶか。