

生物基礎 (その1)

第1問 遺伝子に関する次の文を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

生物の遺伝情報が DNA の塩基配列に刻まれていることは、現在では周知の事実であるが、それが明らかになったのはそれほど古いことではない。グリフィスが見出した肺炎双球菌(肺炎球菌)の(ア)の原因となる因子が DNA であることを、1944年に(イ)らは示した。その後、1952年に(ウ)らは、大腸菌に感染する(エ)を用いた実験により遺伝子の本体が DNA であることを確認した。⁽¹⁾ DNA に含まれる塩基の割合についてのシャルガフの規則や、ウィルキンスとフランクリンが撮影した DNA の(オ)回折像をもとに、1953年にワトソンとクリックは DNA の立体構造モデルとして(カ)構造を提唱した。

DNA の情報をもとにタンパク質が合成されるときには、まず DNA の二本鎖のうち一方を鋳型として mRNA が合成され、その mRNA の塩基配列に基づいて特定のアミノ酸がつなぎ合わされていく。この際、⁽²⁾ 連続した塩基3つの並びが1組となり、1個のアミノ酸が指定される。

細胞の分化が起こるときには、それまでとは異なる遺伝子が発現するようになる。その結果、⁽³⁾ 細胞の種類ごとに異なる種類のタンパク質が合成される。そのような選択的な遺伝子発現の様子を観察する材料として、⁽⁴⁾ ユスリカなどのだ腺染色体がよく用いられる。

問1 文中の(ア)～(カ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、ある二本鎖 DNA では、二本鎖中でのグアニンの数の割合は30%であった。また、この二本鎖 DNA のうちの一方の鎖(S鎖とする)の中では、アデニンの数の割合は26%であった。

- 1) この二本鎖 DNA に含まれる塩基のうち、チミンの数の割合(%)を記せ。
- 2) S鎖に相補的な鎖に含まれる塩基のうち、アデニンの数の割合(%)を記せ。
- 3) S鎖の全領域を鋳型として転写された RNA に含まれる塩基のうち、ウラシルの数の割合(%)を記せ。

問3 下線部(2)について、このしくみを解明する過程では異なる仮説も存在した。仮に2個の塩基の並び、あるいは4個の塩基の並びでアミノ酸を指定するとした場合、指定できるアミノ酸の種類はそれぞれ最大で何種類か。数値を記せ。ただし、実際には、アミノ酸の指定以外にはたらく塩基の並びもあるが、それを考慮する必要はなく、理論的な数値を記すこと。

生物基礎 (その2)

問4 下線部(3)について、細胞とその細胞に特異的なタンパク質として、適切な組み合わせはどれか。次の①～⑥から2つ選び、番号で記せ。

番号	細胞	タンパク質
①	すい臓のランゲルハンス島のA細胞	インスリン
②	眼の水晶体細胞	クリスタリン
③	形質細胞	免疫グロブリン
④	筋細胞	アルブミン
⑤	肝細胞	グルカゴン
⑥	造血幹細胞	コラーゲン

問5 下線部(4)について、

1) 次の①～⑤から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 酢酸オルセインで染色すると、特徴的な横じまが観察される。
- ② 他の細胞の分裂中期の染色体の10倍程度の大きさである。
- ③ 同じ個体でも、だ腺細胞ごとに数や大きさが異なっている。
- ④ 細胞周期のうち分裂期だけで観察される。
- ⑤ 幼虫にはないので、成虫を利用して観察する。

2) だ腺染色体の観察から、発生の進行に伴って選択的な遺伝子発現が起こることが判断できる。その根拠となる現象について、簡潔に記せ。

生物基礎 (その3)

第2問 ヒトの腎臓のはたらきに関する次の文を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

ヒトの1個の腎臓中には、約100万個の⁽¹⁾ ネフロン(腎単位)がある。ネフロンは、(ア)と(イ)からできている。(ア)は、腎動脈からの血液が流れ込む(ウ)とそれを包み込んでいる(エ)からなる。

(ア)で生成した原尿は(イ)に送られ、原尿中の有用な成分は(イ)を通過する間に周囲を取り囲んでいる毛細血管に再吸収される。続いて、原尿は(オ)へ送られ、腎うから(カ)を経て尿としてぼうこうに蓄えられたのち、最終的に尿道から体外へ排出される。このように、腎臓で⁽²⁾ 原尿から水や無機塩類などが再吸収されることにより、⁽³⁾ 血しょう中の塩類濃度は一定の範囲に保たれている。

イヌリンは植物由来の無害な多糖類で、健康なヒトの静脈に注射されると血しょうから原尿へろ過されるが、その後再吸収されずに尿中に排出される物質である。イヌリンを静脈に注射し、血しょう中のイヌリン濃度が一定になった時点で、血しょう、ろ過直後の原尿および尿について、イヌリンといくつかの成分の濃度を調べたところ、表1の結果が得られた。

表1 血しょう、ろ過直後の原尿、尿の成分(g/L)

成分	血しょう	ろ過直後の原尿	尿
[A]	80	0	0
[B]	1	1	0
Na ⁺	3.2	3.2	3.3
尿素	0.3	0.3	20
イヌリン	0.2	0.2	24

問1 文中の(ア)～(カ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、ネフロンが腎臓内で存在する部位はどこか。次の①～③から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

① 髓質のみ

② 皮質のみ

③ 髓質と皮質の両方

生物基礎 (その4)

問3 下線部(2)について,

- 1) 水の再吸収を促進するホルモンは何か。名称を記せ。
- 2) 1) のホルモンが産生される場所と分泌される場所はそれぞれどこか。次の①～⑦から最も適切なものを1つずつ選び、番号で記せ。なお、同じものを選んで構わない。

- ① 大脳 ② 視床 ③ 視床下部 ④ 脳下垂体前葉
⑤ 脳下垂体後葉 ⑥ 副腎髄質 ⑦ 副腎皮質

- 3) 1) の Na^+ の再吸収を促進するホルモンが作用するのはネフロンはどこか。名称を記せ。

問4 下線部(3)について,

- 1) 体内環境を一定の範囲内に維持しようとするしくみを何とよぶか。名称を記せ。
- 2) 1) のしくみの中で、最終産物や最終的な効果が前の段階に戻って影響を及ぼすことを特に何とよぶか。名称を記せ。

問5 表1について,

- 1) [A] と [B] に当てはまる成分は何か。次の①～⑤から最も適切なものを1つずつ選び、番号で記せ。

- ① グルコース ② クレアチニン ③ K^+ ④ NH_4^+ ⑤ タンパク質

- 2) 1日の尿量が1.6 Lとすると、1日に生成される原尿量(L)はいくらか。数値は四捨五入して整数で記せ。
- 3) 2) と同じ条件のとき、1時間に再吸収される Na^+ の量(g)はいくらか。数値は四捨五入して整数で記せ。
- 4) 2) と同じ条件のとき、尿素の再吸収率(%)はいくらか。数値は四捨五入して整数で記せ。

生物基礎 (その5)

第3問 植生の遷移に関する次の文を読み、以下の問い(問1～7)に答えよ。

森林は、植生の中でも木本植物を中心に構成されており、降水量の多い地域に成立する。
(1) 発達した森林は、構成する植物の高さに応じて上から高木層、(ア)層、低木層、
(イ)層、そしてコケ植物などが生える地表層からなる。森林の最上層で葉や枝が集ま
った部分を(ウ)とよび、地表面に近い部分を林床とよぶ。森林では、(ウ)から
入った光が葉で吸収・散乱され、高木層で光量が大きく減少するため、林床に届く光は少な
い。そのため、林床で育つ植物には弱い光でも生育可能な(2)陰生植物が多い。

植生の相観は、長い年月が経過していくうちに変化していく。この変化のことを遷移とよ
ぶ。遷移には(3)一次遷移と二次遷移がある。本州中部における一次遷移はふつう次のよう
な過程をたどる。

(4) 地衣類・コケ植物 → 草原 → 低木林 → 陽樹林 → 混交林 → 陰樹林

遷移が進行して陰樹林になると、植生の構成種に大きな変化がなくなり、相観も変化しな
くなる。このような状態を極相とよぶ。しかし、極相になっても、(5)倒木などで林床に光
が届くようになった場所では陽樹や(イ)などが見られることがある。

日本のある火山島における遷移について、噴火年代の異なる場所A～Dで行った植生
調査の結果の一部を表2に示す。

表2 場所A～Dにおける各植物の個体密度(個体数/ha)

植物種	場所A	場所B	場所C	場所D
ヤシヤブシ	56	0	0	0
ススキ	357	170	193	3
クロマツ	4	96	93	1
シイ	0	0	162	0

問1 文中の(ア)～(ウ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、このような垂直方向に見られる構造を何とよぶか。名称を記
せ。

問3 下線部(2)について、

- 1) 一般に陰生植物の光補償点は、日当たりのよい場所に生育する陽生植物よりも低い。
光補償点とは何か。簡潔に記せ。

生物基礎 (その6)

- 2) 一般に森林の林床では陰生植物は生育できるが、陽生植物は生育できない。しかし、日本の夏緑樹林では、早春の林床で陽生植物のカタクリなどの春植物が見られる。カタクリは、早春の短期間(約2か月)に芽を出して急速に葉を展開して花を咲かせ、地上部が枯れて休眠する。陽生植物のカタクリが林床でこのような生活ができる理由を、光環境の観点から簡潔に記せ。

問4 下線部(3)について、

- 1) 一次遷移のうち、湖沼などから始まり、陸上の植生へと変化していく遷移を何とよぶか。名称を記せ。
- 2) 一次遷移や二次遷移に関する記述として、次の①～⑤から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 一次遷移は、森林伐採地や山火事の跡地から始まる。
- ② 一次遷移は、土壌中の種子や茎が残った状態から始まる。
- ③ 二次遷移は、進行すると極相は必ず森林となる。
- ④ 二次遷移は、常に木本から遷移が始まる。
- ⑤ 二次遷移は、一次遷移よりも極相に達するまでの時間が短い。

問5 下線部(4)について、

- 1) これらのように、遷移の初期に現れる生物種を特に何とよぶか。名称を記せ。
- 2) 地衣類は、緑藻またはシアノバクテリアと何が共生したものか。名称を記せ。

問6 下線部(5)について、このような場所を特に何とよぶか。名称を記せ。

問7 表2について、

- 1) ヤシヤブシは、根に共生する細菌が作り出すアンモニウムイオンを利用する。この細菌が大気中の窒素からアンモニウムイオンを作り出すはたらきを何とよぶか。名称を記せ。
- 2) 場所 A～D を、噴火年代の古いものから順に記せ。
- 3) この火山島のバイオームは何か。名称を記せ。