

生物基礎・生物 (その1)

第1問 細胞分裂に関する次の文を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

ヒトのからだを構成するすべての細胞は、分裂を繰り返すことで生み出され、⁽¹⁾ 成体ではさまざまな大きさの細胞が存在する。細胞分裂が終了してから、次の分裂が終了するまでの過程を(ア)という。細胞は分裂期(M期)と間期を繰り返すことで増殖し、間期はさらに⁽²⁾ S期、G₁期、G₂期の3つに分けられる。間期にはDNAの合成が行われる。一方、M期は4つに分けられ、前期、(イ)、(ウ)、(エ)の順に進む。前期では(オ)が消失し、染色体が太く短く凝縮する。(イ)では染色体が細胞の赤道面に並び、(ウ)になると両極へ移動する。(エ)では⁽³⁾ (カ)分裂が起こって2個の娘細胞に分かれる。このようにして、1個の細胞から同じ遺伝情報をもつ2個の細胞が生み出される。

問1 文中の(ア)～(カ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、

1) 次の①～④のヒトの細胞を、大きさの小さいものから順に並べ、番号で記せ。

- ① 座骨神経細胞 ② 口腔上皮細胞 ③ 卵 ④ 赤血球

2) 肉眼で識別できる2点間の最小距離(分解能)はどれくらいか。次の①～⑤から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 0.01 μm ② 0.1 μm ③ 1 μm ④ 10 μm ⑤ 100 μm

問3 下線部(2)について、

1) DNAが合成される時期はどれか、記号で記せ。

2) M期に入るための準備期はどれか、記号で記せ。

問4 下線部(3)について、動物細胞と植物細胞では異なる特徴が見られる。動物細胞にはない植物細胞の特徴を簡潔に記せ。

問5 ヒトの細胞で分裂をしないものはどれか。次の①～⑤から適切なものをすべて選び、番号で記せ。

- ① 骨髄幹細胞 ② 心筋細胞 ③ リンパ球 ④ 血小板 ⑤ 赤血球

生物基礎・生物 (その2)

問6 同じ (ア) をもち、盛んに細胞分裂を行っている培養細胞を顕微鏡で観察すると常にそのうちの20%がM期であった。この培養細胞のうち、750個について細胞あたりのDNA量を調べたところ、図1のような結果が得られた。

- 1) M期, S期, G₁期, G₂期のそれぞれの細胞は、図1の a ~ c のどこに含まれるか、記号で記せ。なお、記号は重複して選んでもかまわない。
- 2) M期, S期, G₁期, G₂期の長さはそれぞれ何時間か、数値は整数で記せ。ただし、培養細胞の (ア) は25時間である。

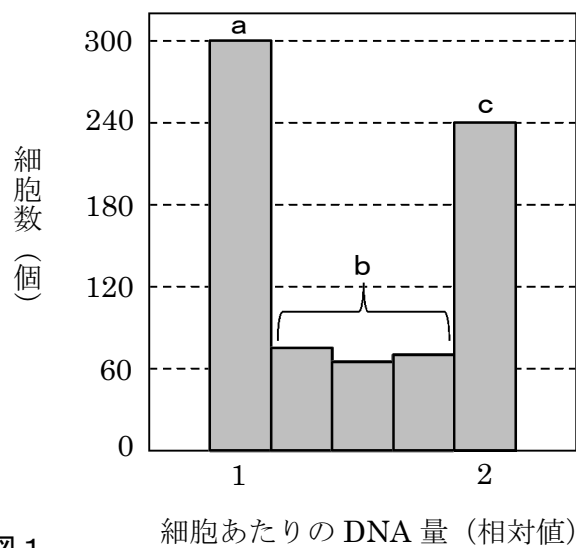


図1

生物基礎・生物 (その3)

第2問 多細胞生物の発生に関する次の文を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

多細胞生物である植物と動物はともに1個の受精卵から発生する。植物の細胞は丈夫な細胞壁で囲まれているので細胞の移動は大きく制限されているが、動物の細胞には細胞壁がないので移動や変形の自由度が大きい。そのため両者の発生のしくみは大きく異なっている。

受精卵が分裂を繰り返して胚を形成した後、⁽¹⁾ 植物では分裂組織が一定の領域に限られ、それ以外の場所で細胞の分裂は見られない。したがって分裂組織における細胞の分裂方向が植物の成長に大きな影響を与える。タケノコの伸長やタマネギの鱗片葉の肥大などは細胞分裂ではなく、⁽²⁾ 1個1個の細胞が大きくなることによってなされている。一方、動物では細胞の変形や移動が発生に大きな影響を与える。多くの動物は胞胚形成後、⁽³⁾ 上皮構造をとった細胞のシートを折り曲げることで原腸形成を行う。また原腸形成後には、⁽⁴⁾ 一部の細胞が細胞シートから分離する。このような形態形成運動により、動物は多彩な形態をもつようになった。動物の成長は細胞の大型化ではなく、主に細胞の数を増やすことによってなされており、器官形成期まではからだのさまざまな場所で細胞分裂が見られる。しかし、⁽⁵⁾ その後の細胞分裂は組織ごとに決まった場所で行われるようになる。動物の発生では、増殖した細胞の一部を意図的に死滅させる⁽⁶⁾ アポトーシスも形づくりに大きな影響を与えている。

問1 下線部(1)について、植物では主に茎と根の末端部分でのみ細胞分裂が行われ、それぞれ茎頂分裂組織、根端分裂組織とよばれている。

- 1) 茎頂分裂組織と根端分裂組織をあわせて何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 茎頂分裂組織のある頂芽が取り除かれると脇芽(側芽)に新たに茎頂分裂組織がつくられ成長を始める。このように頂芽が側芽の成長を抑制することを何とよぶか。またその抑制にはたらいっているホルモンは何か、それぞれ名称を記せ。
- 3) 1)のほかに、茎や幹を肥大させる方向に作用する分裂組織を何とよぶか、名称を記せ。

問2 下線部(2)について、植物細胞が大きくなるのに最も重要なはたらきをもつ細胞小器官は何か、名称を記せ。

問3 下線部(3)について、シート状の細胞が折りたたまれることでそれまで隣り合っていなかった細胞どうしが接触し、接触した部分の細胞の運命を変えてしまうことがある。

- 1) このような現象を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 1)の現象により、眼胞と接触した表皮から分化してくる組織は何か、名称を記せ。

生物基礎・生物 (その4)

問4 下線部(4)について,

- 1) ウニの原腸胚でこのようにして最初にこぼれ落ちてくる細胞群を何とよぶか。またこの細胞群はその後どのような組織に分化するか, それぞれ名称を記せ。
- 2) 脊椎動物の神経管は, 神経板を形成していた細胞シートが表皮から切り離されることによって形成される。この細胞シートの分離を細胞接着分子カドヘリンのはたらきをもとに簡潔に説明せよ。

問5 下線部(5)について, このような場所で分裂を続ける細胞を特に何とよぶか, 名称を記せ。

問6 下線部(6)について,

- 1) アポトーシスの一例として, 変態する際のオタマジャクシの尾の消失があげられる。それ以外に動物の形態形成で観察されるアポトーシスの例を1つあげよ。
- 2) アポトーシスという用語は, もともと植物で起こる現象をもとにつくられた。その現象とは何か, 記せ。

生物基礎・生物 (その5)

第3問 生物の進化に関する次の文を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

生物の遺伝的な形質が、世代を経て変化することを進化という。進化が起こるためには、突然変異が集団内に生じる必要がある。突然変異には、DNAの塩基配列を変化させる変異だけでなく、⁽¹⁾ 染色体の数や構造を変化させる変異もあり、遺伝的変異の一因となる。生物種の集団がもつ遺伝子全体を(ア)とよび、その中の⁽²⁾ それぞれの遺伝子座における対立遺伝子の割合を遺伝子頻度という。ある遺伝子座において、DNAの塩基配列に突然変異が起こると、その遺伝子座に新たな塩基配列をもつ対立遺伝子が増えることになる。

⁽³⁾ 新たな対立遺伝子が生存に有利だった場合は集団内に広まるが、不利だった場合は集団内から消える。また、有利でも不利でもない場合は、新たな対立遺伝子が集団内に広まるか消えるかどうかは、偶然による遺伝子頻度の変化で決まり、この変化を(イ)とよぶ。実際に⁽⁴⁾ 自然界で見つかる突然変異は、有利でも不利でもないものがほとんどであるため、(イ)が進化の主因だとする(ウ)説が提唱されている。

問1 文中の(ア)～(ウ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、

- 1) ヒトの染色体の構造を変化させる突然変異は、相同染色体間での乗換えで生じる場合がある。乗換えが起こるのは減数分裂のどの時期か、名称を記せ。
- 2) 染色体数が正常個体と比べ増減していることを何とよぶか、名称を記せ。
- 3) 2)によって引き起こされるヒトの症例はどれか。次の①～⑥から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- | | | |
|-------------|--------|------------|
| ① 鎌状赤血球貧血症 | ② ダウン症 | ③ アルビノ |
| ④ フェニルケトン尿症 | ⑤ 血友病 | ⑥ アルカプトン尿症 |

問3 下線部(2)について、

- 1) 遺伝子頻度が世代を経ても変化しない集団はどのような状態にあるというか、名称を記せ。
- 2) 1)の状態を成立させるために必要な条件はどれか。次の①～④から適切なものをすべて選び、番号で記せ。

- | | |
|------------------|-------------------|
| ① 集団が十分に大きい。 | ② 交配がランダムに行われている。 |
| ③ 世代交代の時間が十分に長い。 | ④ 個体の移入や移出がない。 |

生物基礎・生物 (その6)

- 3) 1) の状態にあるマウスの集団について、対立遺伝子 A と a の遺伝子頻度を調べたところ、それぞれ 0.6 と 0.4 であった。この集団において AA, Aa, および aa の遺伝子型をもつ個体の割合はそれぞれ何%か、数値を記せ。
- 4) 病原体の流行により、3) の集団で遺伝子型が aa の個体だけがすべて死滅し、次世代が生まれてくる前に病原体の流行は収まった。次世代の対立遺伝子 A の遺伝子頻度はいくらになるか、数値を記せ。ただし、数値は四捨五入して小数第 2 位まで記せ。

問 4 下線部 (3) について、

- 1) このことを何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 1) について、次の ① ~ ③ から適切なものをすべて選び、番号で記せ。
- ① 自然災害による生息環境の変化にも影響を受ける。
 - ② 無性生殖を行う生物には見られず、有性生殖を行う生物だけに起こる。
 - ③ 変異の結果、繁殖率に違いが生じることで起こる。

問 5 下線部 (4) について、

- 1) この説を支持する証拠になるものはどれか。次の ① ~ ④ から適切なものをすべて選び、番号で記せ。
- ① コドンの突然変異では同義置換変異よりも非同義置換変異の方が多く見つかる。
 - ② コドンの突然変異は 1 番目よりも 3 番目の塩基に多く見つかる。
 - ③ 遺伝子のイントロンよりエキソンの塩基配列に突然変異が多く見つかる。
 - ④ 遺伝子のエキソンよりイントロンの塩基配列に突然変異が多く見つかる。
- 2) この説を提唱した研究者は誰か。次の ① ~ ④ から最も適切なものを 1 つ選び、番号で記せ。
- ① 大村智 ② 木村資生 ③ 下村脩 ④ 山中伸弥