

令和 6 年度個別学力検査問題
(国際資源学部, 教育文化学部, 理工学部)

生 物

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで, この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は, 5 ページあります。解答用紙は 2 枚あります。問題は I と II の 2 題です。2 題すべてに解答しなさい。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明, ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 監督者の指示に従って, 解答用紙に受験番号と氏名を記入しなさい。
- 5 解答は, 解答用紙の該当欄に記入しなさい。
- 6 配付された解答用紙は, 持ち帰ってはいけません。
- 7 試験終了後, 問題冊子は持ち帰りなさい。

I 動物の発生に関する次の文章を読み、以下の問い(問1～問7)に答えなさい。

動物の体細胞の分裂回数には限りがあるため、個体は永遠には生きられない。多くの動物では、個体が死ぬ前に次の世代を残すことで生命を連続させている。

雌の卵巣では卵がつくられ、雄の精巣では精細胞がつくられる。卵巣と精巣で卵や精細胞がつくられるときには、減数分裂という、体細胞分裂とは異なる細胞分裂がおこる。精巣内で行われた精細胞はその後、形を変えて精子となる。

卵と精子は受精し受精卵となる。受精卵は体細胞分裂を行うことによって、数を増やしていく。多細胞生物の発生初期の個体を胚という。発生初期の体細胞分裂を(①)といい、(①)によって生じた細胞を割球という。(①)は、成体内の体細胞でおこる体細胞分裂と異なる特徴をもっている。

ウニやカエルの受精卵は(①)を繰り返して細胞数を増やし、発生が進むと桑実胚、胞胚へと変化する。胞胚期を過ぎると、胚の表面の特定部分の細胞群が胚の内側に向かって入り込む(②)がおこり、原腸胚になる。原腸胚は、やがて幼生となり、幼生が変態し成体へと成長する。

発生過程では、予定どおりに細胞が死ぬことによって正常な形態を作っていることもわかってきた。このような細胞死の多くはアポトーシスと呼ばれていて、アポトーシスは成体においても恒常性の維持に重要であることもわかってきている。

問1 文章中の①と②にあてはまる適切な語句をそれぞれ答えなさい。

問2 下線部(a)に関して、一次卵母細胞と一次精母細胞の核相をそれぞれ答えなさい。また、1つの一次卵母細胞から卵はいくつできるか、1つの一次精母細胞から精細胞はいくつできるか、それぞれ答えなさい。

問3 下線部(b)に関して、精細胞から精子に変わるときに起こる形態の変化のうち2つをとりあげ、それぞれ簡潔に説明しなさい。

- 問 4 下線部(c)に関して、成体内の体細胞でおこる体細胞分裂と(①)との間で異なる点を2つ、それぞれについて比較しながら簡潔に説明しなさい。
- 問 5 カエルの発生において、外胚葉・内胚葉・中胚葉の3つがすべて最初にそろった胚の時期を答えなさい。
- 問 6 カエルの受精では、精子が卵に進入すると、卵の表層で、内部の細胞質に対して表層回転がおこり、精子の進入側と反対部分に灰色三日月環が生じる。灰色三日月環が生じた側は将来、成体の背側になるか腹側になるか答えなさい。
- 問 7 下線部(d)に関して、発生過程におけるアポトーシスの例を1つ、簡潔に説明しなさい。

II 次の文章を読み、以下の問い(問1～問3)に答えなさい。

生物のからだは遺伝情報に基づいて形成されており、この遺伝情報を担う物質がDNAである。DNAは、(①)、(②)、塩基から構成されるヌクレオチドが鎖状に多数つながっている。DNAを構成する塩基は、アデニン、グアニン、(③)、(④)の4種類があり、2種類の塩基間で水素結合した2本鎖DNAは(⑤)構造をとっている。アデニンは(③)、グアニンは(④)とのみ結合することができる。このような特定の塩基同士が対を作って結合しやすい性質を(⑥)性という。さらに、この2本鎖DNAは(⑦)というタンパク質に結合してヌクレオソームと呼ばれる基本構造を形成している。真核生物の体細胞分裂において、DNAの複製は細胞周期の(⑧)に行われる。細胞周期の(⑧)はさらに3つに分けられる。DNAの複製準備が整う^(a)G₁期、DNA複製が行われるS期、分裂する準備が整うG₂期の3種類である。DNAの複製は、複製開始点と呼ばれるDNAの特定の場所で開始される。最初に複製開始点付近の2本のDNAの(⑤)構造がほどけ、それぞれのDNA鎖が鋳型となって短いRNAが合成される。このRNAをプライマーとよぶ。新たなDNA鎖の合成は、RNAプライマーの3'末端に、鋳型DNAに(⑥)的な塩基を持つヌクレオチドが結合することで始まる。(⑥)的な塩基を持つヌクレオチドが(⑨)という酵素により、次々と連結される。こうしてできた新たなDNA鎖は、一方をリーディング鎖、他方をラギング鎖とよぶ。リーディング鎖はDNAがほどけていく方向と同じ方向に連続して合成される。これに対し、ラギング鎖ではDNAがほどけていく方向と逆向きに、一定の間隔でプライマーが合成され、プライマーの間を埋めるように岡崎フラグメントがつくられる。次に、プライマーが分解され、岡崎フラグメントがさらに伸長される。それぞれの断片は、DNAリガーゼの働きによって最終的に連結される。このように、DNAの複製では、元のDNAの一方のヌクレオチド鎖が、複製されたDNAにそのままに受け継がれる。このような複製は半保存的複製とよばれる。

問 1 文章中の①～⑨にあてはまる適切な語句をそれぞれ答えなさい。

問 2 文章中の複製のしくみから、線状である真核生物の DNA の複製では、環状である原核生物の DNA 複製にはみられない現象がある。真核生物の DNA が線状であることによってみられる現象を説明しなさい。

問 3 文章中の下線部(a)に関して、次のような実験を行った。

あるがん細胞を培養して、培養開始 5 時間後からの細胞数の経時的変化を調べた(図 1)。また、培養開始後 50 時間目の総数 8000 個のうちランダムに選んだ 1000 個の細胞を細胞 1 個あたりの DNA 量により分類し、各 DNA 量の細胞数を明らかにした(図 2)。なお、ランダムに選んだ 1000 個のうち分裂(M)期の細胞数は 100 個であった。この実験について以下の(1)～(4)の問いに答えなさい。ただし、この問題において核内の DNA 以外の複製は考えない。

(1) このがん細胞の、1 回の細胞周期に必要な時間を答えなさい。

(2) 図 2 中の(ア)～(ウ)は、次の i), ii), iii)のいずれに該当するか答えなさい。

i) G_1 期 ii) S 期 iii) G_2 期 + M 期

(3) このがん細胞の G_1 期, S 期, G_2 期, M 期の時間はそれぞれ何時間か答えなさい。

(4) このがん細胞 1 つにおいて、 G_1 期の DNA の大きさが 4.5×10^9 塩基対(bp)であるとき、このがん細胞 1 つに含まれる DNA が複製する速度(bp/秒)を小数点第 1 位まで(小数点第 2 位を四捨五入)求めなさい。計算の途中過程も記入しなさい。

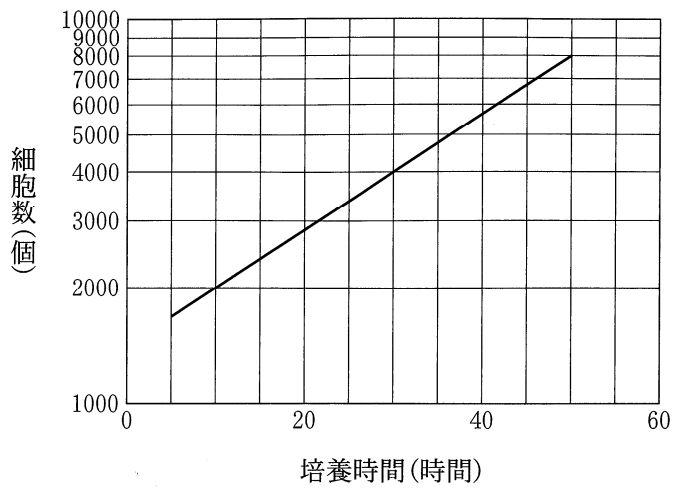


図1 細胞数の経時的变化

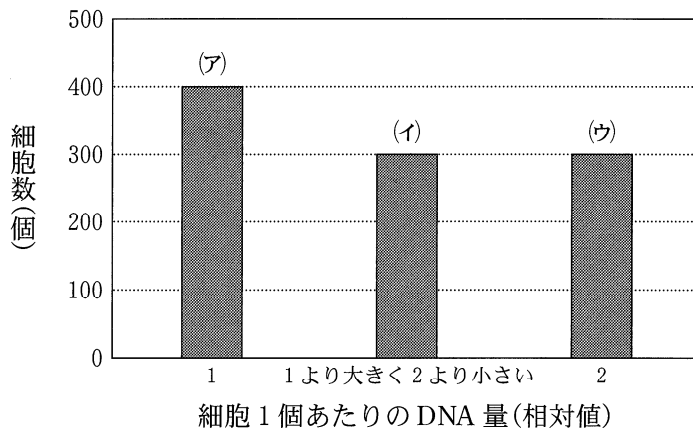


図2 細胞1個あたりのDNA量と細胞数