

1 パンの製造に使用されている酵母に関する以下の問(1)~(6)に答えよ。

- (1) パンは酵母のアルコール発酵を利用してつくられる。アルコール発酵では酵母がグルコースをエタノールに変える。アルコール発酵によって、グルコース1分子から何分子のエタノールがつくられるか答えよ。
- (2) 酵母のアルコール発酵を利用してパンをつくる場合、その過程でパン生地は膨らむ。パン生地を膨らませる物質は何か答えよ。
- (3) アルコール発酵は、(A)グルコースをピルビン酸に変える過程、(B)ピルビン酸をアセトアルデヒドに変える過程、(C)アセトアルデヒドをエタノールに変える過程、の3つの過程に分けることができる。以下の問(i)および(ii)に答えよ。
- (i) 問(2)の物質が生成する過程は、(A)、(B)、(C)のいずれの過程か1つ選び記号で答えよ。
- (ii) 還元型ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド(NADH)が使用されるのは、(A)、(B)、(C)のいずれの過程か1つ選び記号で答えよ。
- (4) 問(3)の(A)の過程は多くの生物が共通にもっている。以下の問(i)および(ii)に答えよ。
- (i) この過程を何とよぶか答えよ。
- (ii) この過程について、以下の①~⑥から正しいものを3つ選べ。
- ① ミトコンドリアにおいて行われる。
 - ② 細胞質基質において行われる。
 - ③ アデノシン三リン酸(ATP)は使われない。
 - ④ グルコース1分子に対して2分子のATPが使われる。
 - ⑤ NADHがつくられる。
 - ⑥ 呼吸とは無関係な過程である。

(5) ある酵母を使用して次の4つの実験を行った。実験1および実験2の結果を考慮し、実験3および実験4の結果からわかったことを答えよ。

実験1：グルコース水溶液に酵母を入れて30℃で反応させたところ、エタノールがつけられた。

実験2：デンプン水溶液に酵母を入れて30℃で反応させたところ、デンプンは分解されず、エタノールはつけられなかった。

実験3：デンプン水溶液にアミラーゼを入れて反応させたのち、酵母を入れて30℃で反応させたところ、デンプンは分解されたが、エタノールはつけられなかった。

実験4：デンプン水溶液にアミラーゼおよびマルターゼを入れて反応させたのち、酵母を入れて30℃で反応させたところ、デンプンは分解され、エタノールがつけられた。

(6) 酵母がグルコースを細胞内に取り込む機構について、「グルコース輸送体」、「濃度勾配」、「ATPのエネルギー」という語句をすべて用いて、80字以内で説明せよ。

2 バイオテクノロジーについて、以下の問(1)~(3)に答えよ。

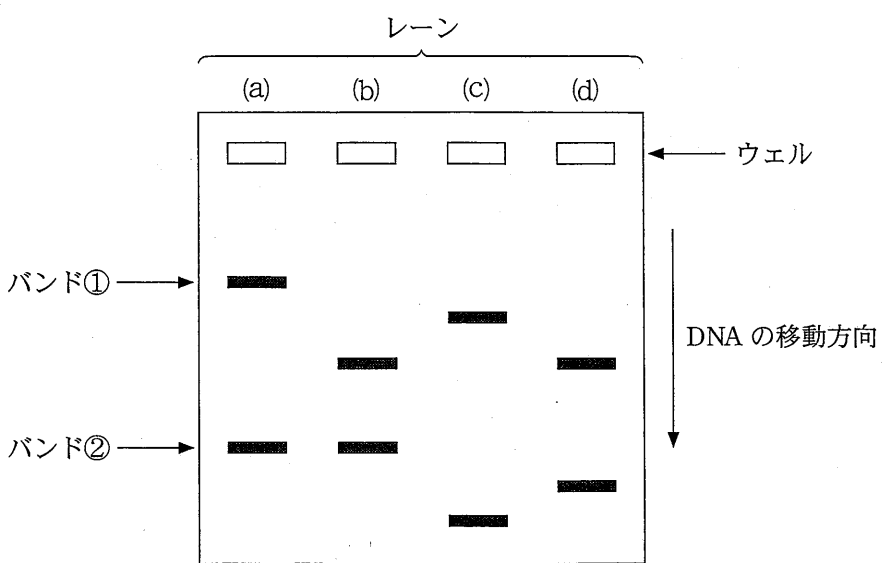
(1) PCR 法は、生物がもつ DNA の遺伝情報について調べる時に利用される技術であり、微量の試料から短時間で大量に目的の DNA 断片を増幅することができる。試験管内で、鋳型 DNA、2 種類のプライマー、4 種類のヌクレオチド、耐熱性の酵素を混ぜ、加熱と冷却のサイクルを繰り返すことで DNA 断片が増幅する。以下の問(i)~(iii)に答えよ。

- (i) PCR 法で用いられる酵素の名称を答えよ。
- (ii) PCR 法の 1 サイクルの反応過程として最も適切なものを、次の(A)~(D)から 1 つ選び記号で答えよ。

- (A) プライマーの結合 → 2 本鎖 DNA の 1 本鎖 DNA への解離 → ヌクレオチド鎖の伸長
- (B) 2 本鎖 DNA の 1 本鎖 DNA への解離 → プライマーの結合 → ヌクレオチド鎖の伸長
- (C) 2 本鎖 DNA の 1 本鎖 DNA への解離 → ヌクレオチド鎖の伸長 → プライマーの結合
- (D) プライマーの結合 → ヌクレオチド鎖の伸長 → 2 本鎖 DNA の 1 本鎖 DNA への解離

(iii) ある 2 本鎖 DNA 断片 3 分子を鋳型とし、この DNA 断片の両端の配列をプライマーとして用いて、PCR 法による増幅を行った。4 サイクル目の反応後に存在する 2 本鎖 DNA 断片の分子数を答えよ。なお、反応は最適な条件のもとで理論的に進むものとする。

(2) PCR 法を利用した技術として、DNA 型鑑定がある。DNA 型鑑定は、ゲノム中の反復配列を調べることによって個体を識別する方法である。1 個体においても、父由来の DNA の反復配列の長さ、母由来の DNA の反復配列の長さが異なっており、血縁鑑定などに利用される。下の図は、ヒトの DNA 型鑑定において得られた DNA 試料の電気泳動結果を模式的に示したものである。図中のレーン(a)~(d)は、ある 3 人家族(父、母、子)由来の DNA 試料、およびこの家族と完全に血縁関係のない個人由来の DNA 試料を電気泳動した結果を表している。以下の問(i)~(iii)に答えよ。



- (i) 電気泳動は寒天ゲルの中で電氣的に DNA を分離する方法である。DNA の電荷と電気泳動における移動方向の関係として最も適切なものを、次の(A)~(D)から1つ選び記号で答えよ。
- (A) DNA は負の電荷を帯びているため、+極に向かって移動する。
 - (B) DNA は正の電荷を帯びているため、+極に向かって移動する。
 - (C) DNA は負の電荷を帯びているため、-極に向かって移動する。
 - (D) DNA は正の電荷を帯びているため、-極に向かって移動する。
- (ii) 図中のレーン(a)には、700塩基対および1500塩基対の長さのバンドが現れた。1500塩基対のDNA断片を示すのは、図中の①または②のいずれのバンドであるか答えよ。
- (iii) 図中のレーン(a)が父由来のDNA試料である場合、子由来のDNA試料、および血縁関係のない個人由来のDNA試料はどのレーンであるか、それぞれ(b)~(d)から1つ選び記号で答えよ。
- (3) DNAの塩基配列を決定する方法の1つとして、サンガー法が知られている。サンガー法では、DNAを合成する際に通常のヌクレオチドのほかに、特殊なヌクレオチドを少量混ぜて反応させることで、さまざまな長さのDNA断片ができる。これらのDNA断片を電気泳動で分離することで、塩基配列を決定することができる。以下の問(i)および(ii)に答えよ。
- (i) 下線部について、特殊なヌクレオチドがある場合に、さまざまな長さのDNA断片ができる理由を40字以内で説明せよ。
- (ii) ある21塩基対の2本鎖DNAの塩基配列を解析したところ、以下の4つの塩基配列が読み取られた。このうち2つはセンス鎖の塩基配列であり、残りの2つはアンチセンス鎖の塩基配列であった。これらの塩基配列から、元の2本鎖DNAの全長塩基配列を推定し、解答欄に合わせて答えよ。

センス鎖： 5' — GTCGAAGGA — 3'

センス鎖： 5' — CGTCGCTC — 3'

アンチセンス鎖： 5' — CGTTTCCTT — 3'

アンチセンス鎖： 5' — ATGAGCGACGT — 3'

3

両生類の発生に関する実験1および実験2について、以下の問(1)~(7)に答えよ。

[実験1] ニューコープは、両生類の胞胚を用いて次の実験を行い、組織の分化を調べた。胞胚を図1に示すように、動物極側の領域(領域X)と植物極側の領域(領域Y)に分割し、領域Xと領域Yをそれぞれ単独で、もしくは、領域XとYを接触させて培養した。

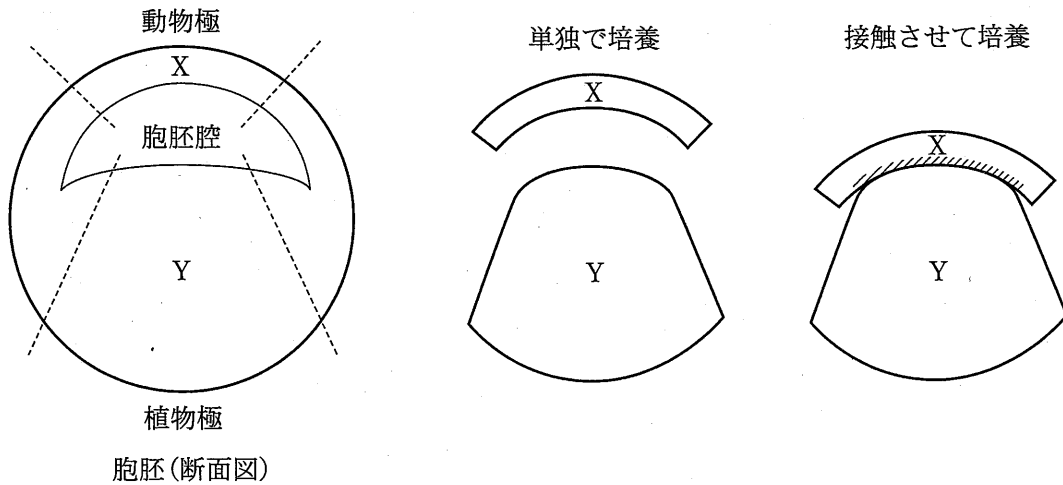


図1

- (1) 領域Xと領域Yをそれぞれ単独で培養した場合、領域Xと領域Yはそれぞれ外胚葉、内胚葉、中胚葉のいずれの組織に分化したか答えよ。
- (2) 領域Xと領域Yを接触させて培養した場合、領域Xの接触面側(図1の右端図の斜線部分)は、外胚葉、内胚葉、中胚葉のいずれの組織に分化したか答えよ。
- (3) この実験結果からニューコープが明らかにしたことを50字以内で述べよ。

4 生物の環境応答について、以下の問(1)および(2)に答えよ。

(1) 次の文章を読んで、以下の問(i)~(iv)に答えよ。

生物は周囲の環境からさまざまな刺激を受け、それらに適切に応答しながら成長、繁殖している。環境からの刺激としては、光、音、匂い、温度、重力などが挙げられる。動物の場合、そのような刺激を受容する器官を受容器といい、各刺激に対応する特定の受容器が存在する。例えば、ヒトの耳には、音の受容器である① コルチ器のほか、体の傾きの受容器である(ア)や体の回転の受容器である(イ)がある。受容器で受けた刺激は電気信号または化学信号として、ニューロンからニューロンへ伝えられる。ニューロンの細胞膜内外における膜電位の変化のことを(ウ)といい、(ウ)が生じることを興奮という。ニューロンとニューロンの間の信号が伝わる部分をシナプスというが、シナプス間隙とよばれる隙間があるため、興奮(電気信号)は直接伝わらない。代わりに② 神経伝達物質の受け渡しにより刺激の情報が伝えられる。こうして刺激の情報は感覚神経を通して③ 脳などの中枢神経系へ伝えられる。中枢神経系で処理された刺激の情報は運動神経を通して筋肉や分泌腺などの効果器に伝えられ、刺激に対する応答が生じる。

- (i) 文章中の空欄(ア)~(ウ)に入る最も適切な語句を答えよ。
- (ii) 下線部①について、高音と低音を聞き分けることができるしくみを、「うずまき管」、「基底膜」、「聴細胞」という語句をすべて用いて、100字以内で説明せよ。
- (iii) 下線部②について、情報を受け取る側の細胞において、細胞膜上の受容体が神経伝達物質を受容するとナトリウムチャンネルが開き、細胞内に Na^+ が流入する。その結果、脱分極性の電位変化が生じる。この電位変化のことを何というか答えよ。
- (iv) 下線部③について、大脳を経由せずに無意識に起こる反応のことを反射というが、瞳孔反射の場合、反射中枢となる器官を次の語群から1つ選べ。

[語群]

間脳 中脳 小脳 延髄 脊髄

(2) 次の文章を読んで、以下の問(i)~(iii)に答えよ。

光は、植物の成長・生殖にとって重要な役割を果たしている。植物の光受容体としては、主に赤色光や遠赤色光を受容する(エ)、主に青色光を受容する(オ)やクリプトクロムが知られている。光発芽種子においては、赤色光が当たると発芽が(カ)され、遠赤色光が当たると発芽が(キ)される。赤色光を吸収した(エ)はPfr型になり、その結果、植物ホルモンである(ク)の合成が誘導されて、発芽が(カ)される。ほかの植物の葉で覆われた日陰(林床)では、茎の伸長成長が促進され、茎が細長く伸びるが、この現象にも光の受容が関係している。^④

光屈性とは、光の刺激に応答した屈性のことであり、ふつう茎は正の光屈性、根は負の光屈性を示す。光屈性に関わる植物ホルモンは(ケ)である。また、季節に応じて花をつける植物、つまり、光周性を示す植物では、日長の変化を情報として受容し、花芽を形成するかどうかを決めている。そのような植物は、日長に対する花芽形成の反応のしかたにより短日植物^⑤または長日植物に分けられる。花芽を形成するかどうかを決める暗期の長さを限界暗期という。

(i) 文章中の空欄(エ)~(ケ)に入る最も適切な語句を答えよ。

(ii) 下線部④について、日陰において茎の伸長成長を促進させる光として最も適当なものを次の語群から1つ選べ。

[語群]

赤色光 遠赤色光 青色光

(iii) 下線部⑤について、限界暗期が10時間の短日植物を下の図に示す(A)~(E)の光条件下で栽培した。花芽が形成されたのはどの光条件下で栽培した時か、すべて選び記号で答えよ。

