

## ◇ 生 物

生 1-1～生 1-21 まで 21 ページあります。

第 1 問 細胞の構造とはたらき及び細胞周期に関する次の文章 (A・B) を読み、  
後の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A キュウリの浅漬けの汁を光学顕微鏡で観察すると、キュウリの細胞と漬物をつくるときに利用された細菌の細胞が観察できる。キュウリの細胞を拡大して観察すると内部にさらに細胞小器官の存在が確認できた。

問 1 キュウリの細胞と細菌の細胞を比較した次の記述について最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① キュウリの細胞と細菌の細胞は、ともに細胞壁をもつ。
- ② キュウリの細胞と細菌の細胞は、呼吸に関する細胞小器官が共通である。
- ③ キュウリの細胞と細菌の細胞に存在する ATP の構造は、互いに異なる。
- ④ キュウリの細胞は細菌の細胞に比べ、小さい。
- ⑤ キュウリの細胞と細菌の細胞は、進化上共通した起源をもたない。

問 2 キュウリの細胞に存在する細胞小器官に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 葉緑体は内外 2 枚の膜からなり、内膜は内側に突き出してひだ状になっている。
- ② 核は、あらゆる生物の細胞に存在する。
- ③ ミトコンドリアは DNA を含む細胞小器官である。
- ④ リボソームは、DNA と直接結合してタンパク質を合成する。
- ⑤ 細胞質基質は、タンパク質を含まない。

問 3 葉緑体に関する次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **3**

葉緑体で行われる炭酸同化（二酸化炭素の同化）では、クロロフィルなどによって **ア** が吸収され、デンプンなどの **イ** が合成される。シアノバクテリアは炭酸同化を行う **ウ** である。

	ア	イ	ウ
①	光エネルギー	無機物	原核生物
②	光エネルギー	無機物	真核生物
③	光エネルギー	有機物	原核生物
④	光エネルギー	有機物	真核生物
⑤	化学エネルギー	無機物	原核生物
⑥	化学エネルギー	無機物	真核生物
⑦	化学エネルギー	有機物	原核生物
⑧	化学エネルギー	有機物	真核生物

B 体細胞分裂が終了してから、再び次の分裂が終了するまでの過程を細胞周期と呼ぶ。この過程を繰り返すことにより細胞数が増加し、生物は成長する。体細胞分裂の細胞周期を調べるために、発根させたタマネギの種子を用いて次の実験をおこなった。

### 実験

- (1) 発根したタマネギの種子を 45%の酢酸溶液に 5 分間浸漬した。
- (2) 3%塩酸に浸し、60℃で 2 分間保温した。
- (3) スライドガラスに乗せ、図 1 の エ の部分を残して、それ以外の部分を除去した。
- (4) エ の部分に酢酸オルセインを滴下し、5 分間放置した。
- (5) エ の部分にカバーガラスをかけてその上にろ紙を置き、上から静かに押しつぶした。
- (6) 細胞分裂の様子を光学顕微鏡で観察し、各分裂時期の細胞数を調べた(表 1)。

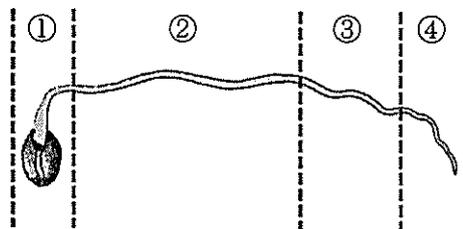


図 1 発根したタマネギの種子

表 1 細胞分裂の様子の観察結果

細胞周期の時期	観察細胞数
間期 (G <sub>1</sub> 期, G <sub>2</sub> 期, S 期の合計)	234
M 期の前期	36
M 期中期	15
M 期後期	6
M 期終期	9

問4 実験に関する文章中の空欄  に当てはまる最も適当な部分を、図1中の①～④のうちから一つ選べ。

問5 発根したタマネギ種子の  部分の細胞周期は25時間であることが知られている。表1の結果から、M期の後期には何時間かかると考えられるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  時間

- ① 0.10
- ② 0.20
- ③ 0.25
- ④ 0.50
- ⑤ 0.75
- ⑥ 1.25

第2問 生物の体内環境の維持に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A 図1はヒトのネフロン(腎単位)の模式図である。また、健康なヒトにイヌリンを静脈注射により投与し、一定時間後に血しょう、原尿および尿中の物質a～cの濃度を測定した結果を表1に示した。イヌリンは腎臓でろ過されるが、再吸収されない性質を持つ物質である。なお、尿は1日に1600 mL生成されるものとする。

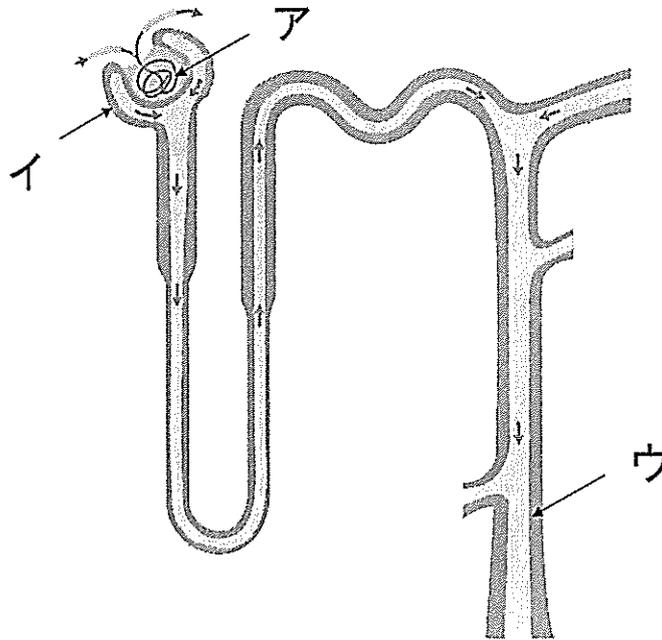


図1 ネフロン(腎単位)の模式図

表1 健康なヒトの血しょう・原尿・尿の各物質の濃度

	濃度 [mg/mL]		
	血しょう	原尿	尿
物質 a	80	0	0
物質 b	1	1	0
物質 c	0.3	0.3	20
イヌリン	0.1	0.1	12

問1 図1のア～ウの名称の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	ボーマンのう	糸球体	腎う
②	ボーマンのう	糸球体	輸尿管
③	ボーマンのう	糸球体	集合管
④	糸球体	ボーマンのう	腎う
⑤	糸球体	ボーマンのう	輸尿管
⑥	糸球体	ボーマンのう	集合管

問2 表1の物質a, 物質bとして最も適当なものを、後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。物質a- , 物質b-

- ① タンパク質    ② グルコース    ③ ナトリウム    ④ カリウム  
⑤ 尿素

問3 1日に腎臓でろ過された血しょうは何Lであるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  L

- ① 19    ② 60    ③ 120    ④ 192    ⑤ 240

問4 物質cの再吸収率〔%〕として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  %

- ① 11    ② 22    ③ 33    ④ 44    ⑤ 55

B 血液中のチロキシンの濃度が増加すると視床下部から分泌されるホルモンX及び脳下垂体前葉から分泌されるホルモンYの分泌量が減少する。その結果、チロキシンの濃度が減少し、血液中のチロキシン濃度が一定範囲に保たれる。また、ホルモンYの刺激により甲状腺は大きく発達するが、刺激がなくなると萎縮する。

問5 マウスの脳下垂体前葉を除去し、ホルモンX及びチロキシンの分泌量を測定した。この実験を行ったときのホルモンXとチロキシンの分泌量の変化の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 11

	ホルモンX	チロキシン
①	変化なし	変化なし
②	増加	変化なし
③	減少	変化なし
④	変化なし	増加
⑤	増加	増加
⑥	減少	増加
⑦	変化なし	減少
⑧	増加	減少
⑨	減少	減少

問6 脳下垂体前葉を除去したマウス(処置マウス)と除去をしていないマウス(未処置マウス)の甲状腺の大きさの変化について観察した。また、ホルモンYを二週間連続投与した後の甲状腺の大きさの変化も観察した。この観察に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 12

- ① 未処置マウスと処置マウスの甲状腺の大きさに変化がなかったが、ホルモンYを投与すると甲状腺が小さくなった。
- ② 未処置マウスと処置マウスの甲状腺の大きさに変化がなかったが、ホルモンYを投与すると甲状腺が大きくなった。
- ③ 未処置マウスより処置マウスの甲状腺が大きくなったが、ホルモンYを投与すると甲状腺が小さくなった。
- ④ 未処置マウスより処置マウスの甲状腺が小さくなったが、ホルモンYを投与すると甲状腺が大きくなった。

問題は次のページに続く。

第3問 生態系とその保全に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

A 生物体に含まれている炭素(C)は、タンパク質、炭水化物、脂質、核酸などを構成する重要な元素である。生物体に含まれる炭素は、もとをたどれば大気中や水中に含まれていた二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)に由来する。

生産者である植物は、二酸化炭素を吸収し、によって有機物を合成している。またその一部は捕食されることで消費者である動物に取り込まれる。捕食された生産者や消費者の有機物の一部は消化・吸収されてにより分解され、二酸化炭素として大気中や水中に戻される。また、生産者や消費者の枯死体・遺体・排出物中の有機物は、菌類や細菌類などの分解者のによって分解され、再び二酸化炭素になる。これらの炭素の移動について、概略を図1に示す。

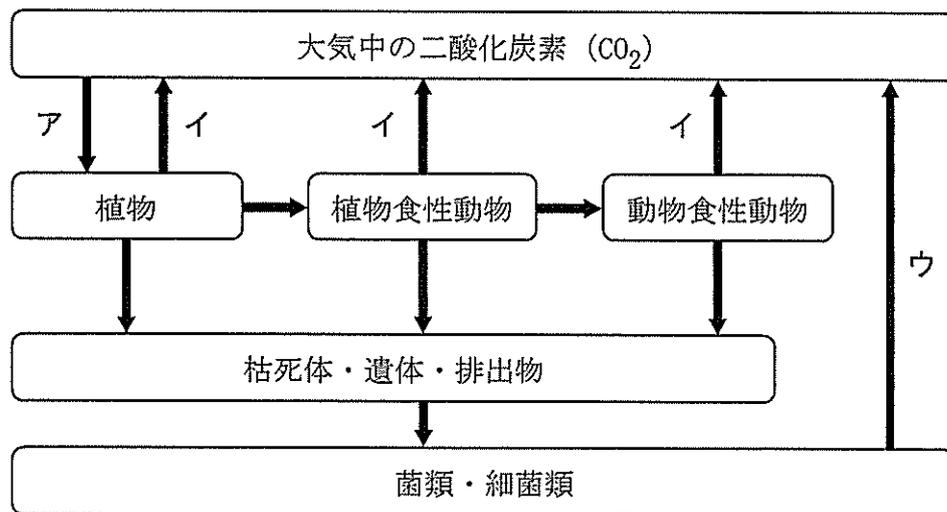


図1 生態系における炭素の移動の概略(模式図)

問1 空欄 ~ に当てはまる語として最も適当なものを、後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを二度以上選んでもよい。

-  ,  -  ,  -

- |      |       |      |      |
|------|-------|------|------|
| ① 呼吸 | ② 光合成 | ③ 硝化 | ④ 脱窒 |
| ⑤ 溶解 | ⑥ 燃焼  | ⑦ 放出 |      |

問 2 図 1 に関する説明として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

16

- ① 植物食性動物から動物食性動物への炭素の移動は、無機物中の炭素の移動である。
- ② 植物が合成した有機物のすべてが植物食性動物に利用される。
- ③ 炭素とともに窒素も生態系を循環しているが、循環の経路は炭素とは異なる部分がある。
- ④ 大気中の二酸化炭素を直接利用できる動物食性動物も多く存在するが、図 1 では省略されている。
- ⑤ 人類による化石燃料の消費によって、大気中の二酸化炭素は減少傾向にある。

B 沿岸や水辺では、水生植物や海藻が生産者であるが、水界生態系全体でみると、おもに植物プランクトンが生産者であるといえる。植物プランクトンは、一次消費者である動物プランクトンや小型魚類に捕食され、これらは高次消費者である大型魚類に捕食される。海洋では、水深によって光の強さや水温、酸素濃度、栄養塩類の量などに違いがあるほか、海流や風による海水の移動の影響を受ける。例えば、亜寒帯で秋から冬に、夏にできた海水層（海水密度が小さい上層と、海水密度が大きい下層の状態安定している）が海流や風によって崩され、いったん栄養が全体に行き渡った状態で、春の日差しを受けることによって浅い暖かい海水層ができると、栄養と光が満ち足りた状況の中で植物プランクトンが大繁殖を起こす。これはスプリングブルーム（春の大増殖）と呼ばれる。

図 2 は、ある海洋でのケイ藻（植物プランクトン）の生物量と環境要因（栄養塩類の量、光の強さ、海表面の水温）の周年変化を示したものである。

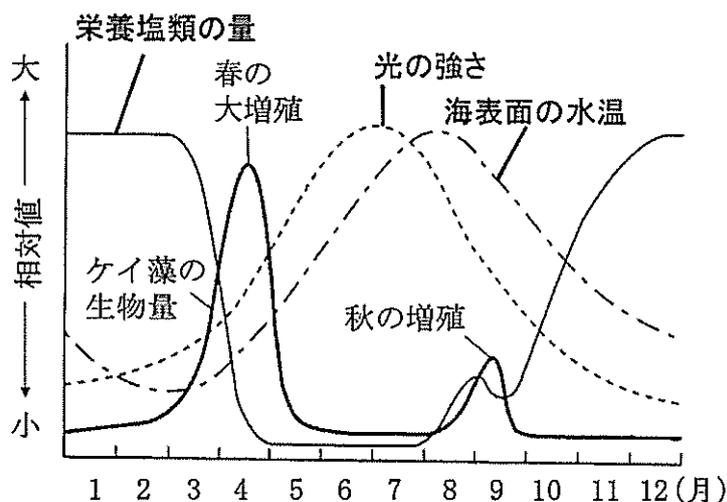


図 2 ある海洋におけるケイ藻の生物量と環境要因の周年変化（模式図）

問 3 図 2 の 8 月おわりから 9 月初旬にみられるケイ藻の秋の増殖は、春（4 月）にみられるものほど大規模ではない。その理由として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 17

- ① 秋は、海表面の水温が春より低いため。
- ② 秋は、栄養塩類の量が春ほど多くないため。
- ③ 秋は、光の強さが春よりも弱いため。
- ④ 秋は、動物プランクトンの量が春より少ないため。

問 4 図 2 において，ケイ藻が春に大増殖した後，急激に減少する理由として適当なものを，後の選択肢から二つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。

18, 19

- ① 栄養塩類の量の減少
- ② 海水中の溶存酸素量の増加
- ③ 海表面の水温の低下
- ④ 大型魚類の増加
- ⑤ 海水の透明度の増加
- ⑥ 光の強さの低下
- ⑦ ケイ藻を捕食する動物プランクトンや小型魚類の増加

第4問 生命現象と物質に関する次の文章（A・B）を読み、後の問い（問1～6）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A タンパク質は20種類のアミノ酸がペプチド結合で多数結合した高分子化合物である。アミノ酸は窒素を含み、この窒素は図1に示したように環境中の無機窒素に由来する。これが植物によって吸収されアミノ酸に組み込まれる。さらに、食物連鎖によってタンパク質の合成のために他の生物に利用されている。特にヒトの体内では合成できない必須アミノ酸は、必ず食事から摂取する必要がある。

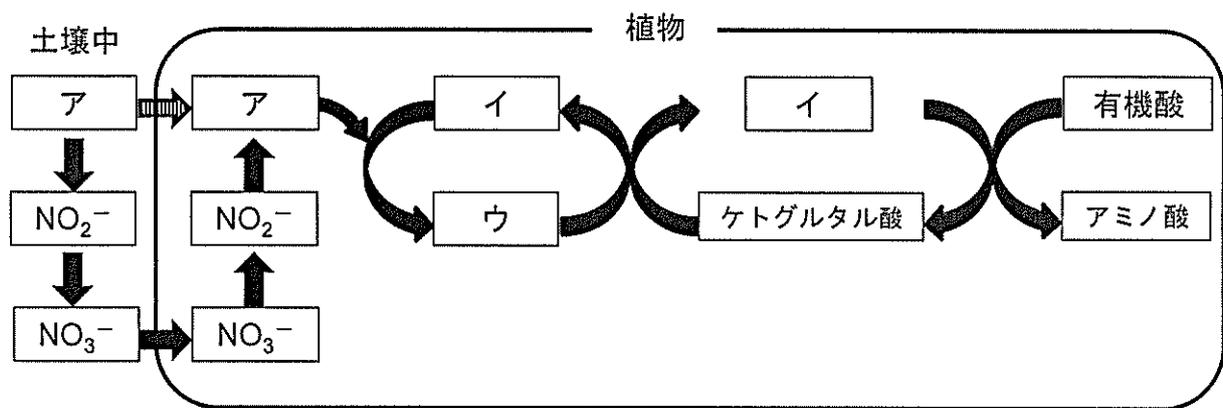


図1 環境中の窒素の流れ

問1 図1中のア～ウに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① アは、窒素分子である。
- ② イからウが生成する反応では、ATPを必要とする。
- ③ ウは、必須アミノ酸である。
- ④ 図1は窒素固定の過程を表している。
- ⑤ 土壌中でアからNO<sub>2</sub><sup>-</sup>が生じる過程は硝酸菌によって行われる。

問 2 次の図 2 の空欄  $\boxed{X}$  ,  $\boxed{Y}$  に当てはまるものとして最も適当なものを、後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。X -  $\boxed{21}$  , Y -  $\boxed{22}$

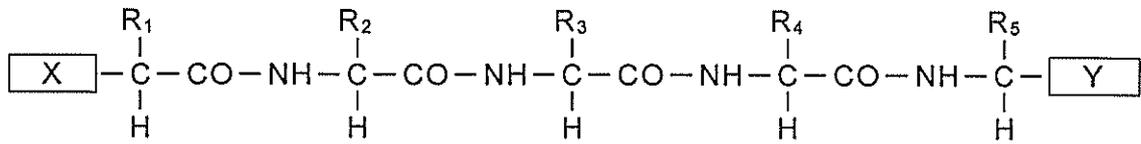


図 2 5 分子のアミノ酸がペプチド結合した物質 (模式図)

- ① H            ② OH            ③ NH<sub>2</sub>            ④ NO<sub>2</sub>            ⑤ CHO  
⑥ COOH

問 3 硝酸イオンに含まれる窒素を利用して、植物が 35 g のタンパク質を合成した。このために必要な硝酸イオンは何 g か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、タンパク質の合成に利用できるのは硝酸イオンに含まれる窒素の 62% であるとする。また、タンパク質の窒素含有率を 16% とし、原子量は N=14, O=16 とする。  $\boxed{23}$  g

- ① 10    ② 20    ③ 30    ④ 40    ⑤ 50    ⑥ 60

B 少量の DNA を増幅する方法の一つに PCR 法(ポリメラーゼ連鎖反応法)がある。この方法では、増幅したい DNA、増幅したい DNA に相補的な塩基配列を持つ短い DNA、DNA の材料となるヌクレオチドおよび  を混ぜ合わせて、次の手順 1~3 のサイクルを繰り返すことで増幅する。

手順 1 95℃で加熱

手順 2 60℃に冷却

手順 3 72℃で加熱

問 4  に当てはまる語として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① ヌクレアーゼ
- ② DNA リガーゼ
- ③ DNA ポリメラーゼ
- ④ 制限酵素

問 5 手順 1~3 ではそれぞれどのような反応が起こっているか。最も適当な組合せを、後の選択肢から一つ選べ。

	手順1	手順2	手順3
①	ヌクレオチドを結合させる	短いDNAを増幅したいDNAに結合させる	増幅したいDNAを1本鎖にする
②	ヌクレオチドを結合させる	短いDNAを増幅したいDNAに結合させる	mRNAを合成させる
③	ヌクレオチドを結合させる	増幅したいDNAを1本鎖にする	短いDNAを増幅したいDNAに結合させる
④	短いDNAを増幅したいDNAに結合させる	増幅したいDNAを1本鎖にする	ヌクレオチドを結合させる
⑤	短いDNAを増幅したいDNAに結合させる	ヌクレオチドを結合させる	増幅したいDNAを1本鎖にする
⑥	短いDNAを増幅したいDNAに結合させる	ヌクレオチドを結合させる	mRNAを合成させる
⑦	増幅したいDNAを1本鎖にする	短いDNAを増幅したいDNAに結合させる	mRNAを合成させる
⑧	増幅したいDNAを1本鎖にする	短いDNAを増幅したいDNAに結合させる	ヌクレオチドを結合させる
⑨	増幅したいDNAを1本鎖にする	ヌクレオチドを結合させる	短いDNAを増幅したいDNAに結合させる

問 6 手順 1~3 のサイクルを 10 回繰り返すと, DNA はおよそ何倍に増幅すると考えられるか。最も適当な数値を, 後の選択肢から一つ選べ。  倍

- ① 2      ② 10      ③ 20      ④ 100      ⑤ 1000

第5問 両生類の発生に関する次の文章を読み、後の問い（問1～4）に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

両生類の胞胚は、図1に示すように、動物極を含む領域Aと植物極を含む領域Cと、その中間の領域Bとからなる。三つの胚葉の性質が決定されるしくみを調べるため、A～Cの領域を切り出してそれぞれ細胞塊を作り、一定温度で組織の分化が明らかになる発生段階まで別々に培養した。培養後の細胞塊を顕微鏡で観察し、細胞塊の中に外胚葉性の組織、中胚葉性の組織および内胚葉性の組織が含まれているかどうか調べたところ、表1の結果が得られた。

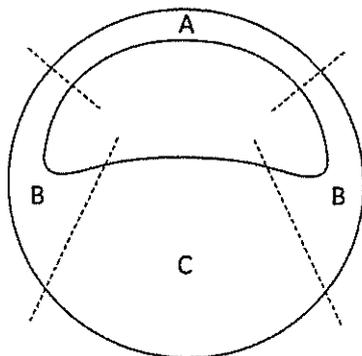


図1

表1

細胞塊	培養後の組織分化の有無		
	外胚葉性の組織	中胚葉性の組織	内胚葉性の組織
A	あり	なし	なし
B	あり	あり	あり
C	ア	イ	ウ

問1 表1の空欄  ～  に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	あり	あり	あり
②	あり	あり	なし
③	あり	なし	なし
④	なし	なし	なし
⑤	なし	なし	あり
⑥	なし	あり	あり

問 2 胚葉と組織の分化のしくみをさらに調べる実験を考えた。胚のすべての細胞に、ある物質で印を付けることができる。印を付けた胚から切り出した A と、印のない胚から切り出した C とを接触させて胚を作製して培養した。次の記述エ～ケのうち、予想される結果の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 28

- エ 腸管のほとんどすべての細胞には、印が付いている。
- オ 腸管のほとんどすべての細胞には、印が付いていない。
- カ 筋肉のほとんどすべての細胞には、印が付いている。
- キ 筋肉のほとんどすべての細胞には、印が付いていない。
- ク 表皮のほとんどすべての細胞には、印が付いている。
- ケ 表皮のほとんどすべての細胞には、印が付いていない。

- ① エ, カ, ク    ② エ, カ, ケ    ③ エ, キ, ク    ④ エ, キ, ケ
- ⑤ オ, カ, ク    ⑥ オ, カ, ケ    ⑦ オ, キ, ク    ⑧ オ, キ, ケ

問 3 問 2 の結果を得るために、印として用いた物質が満たすべき条件の記述として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。 29

- ① 細胞の代謝によって分解されないこと。
- ② 隣接する細胞に速やかに輸送されること。
- ③ 分裂に伴って希釈されても消えないこと。
- ④ 分裂後に、二つの娘細胞の両方に受け継がれること。
- ⑤ 特定の胚葉の分化を促進したり抑制したりしないこと。

問 4 両生類の発生に関する一般的な記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 30

- ① 網膜は水晶体が表皮細胞にはたらきかけることによって形成される。
- ② 原腸は、内胚葉性の細胞や中胚葉性の細胞に囲まれている。
- ③ 2 細胞期の胚の割球を分離して発生させると、それぞれの割球からは体の半分しかない不完全な個体が生じる。
- ④ 灰色三日月環は、未受精卵で形成され、受精により消失する。

第 6 問 生物の環境応答に関する次の文章を読み、後の問い(問 1~4)に答えよ。

[解答番号  ~  ]

カエルのふくらはぎの筋肉を座骨神経とともに取り出し、興奮の伝導速度と神経接合部の伝達時間を測定した(図 1)。座骨神経を電気刺激して神経に興奮を発生させた。その結果、興奮は伝導、伝達されて筋肉に活動電位を生じさせることで筋収縮が起こる。電気刺激を与える部位と神経結合部までの距離を変化させて筋肉が収縮するまでの時間を測定すると図 2 のような結果となった。また、筋肉に直接電気刺激を与えると 2 ミリ秒後に筋肉が収縮した。

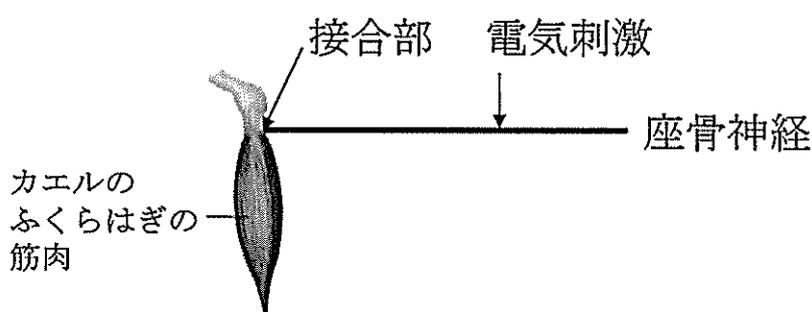


図 1 測定装置の概略図

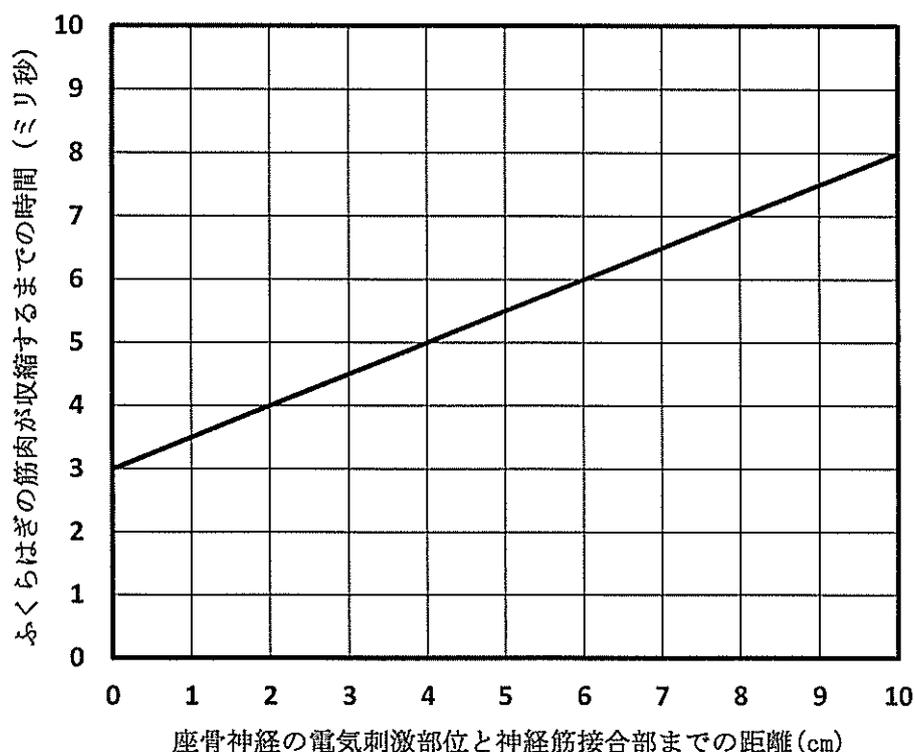


図 2 電気刺激後、筋肉収縮が起こる時間の測定結果

問1 図3は骨格筋の構造についての模式図である。図3のア～ウのうち、筋肉が収縮したときに短くなる部分として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

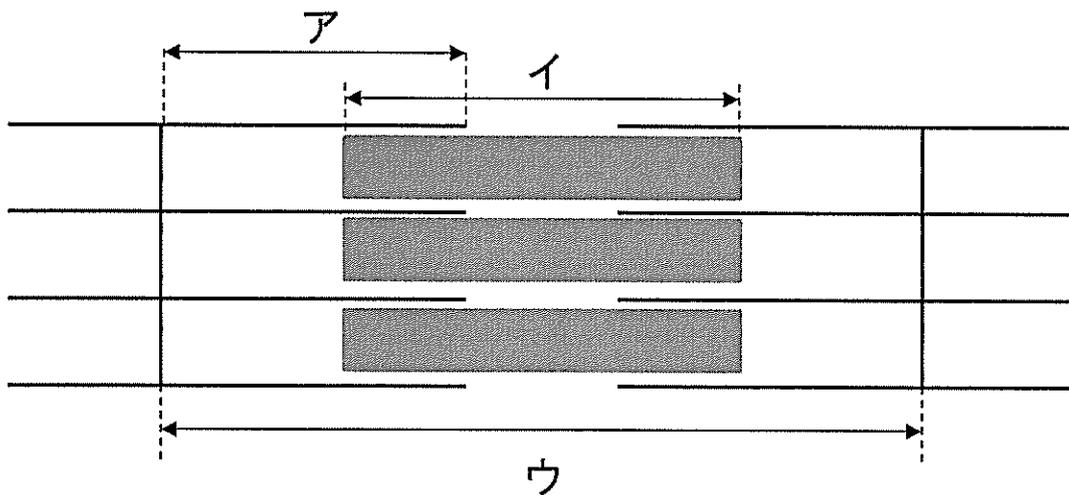


図3 骨格筋の構造（模式図）

- ① アのみ    ② イのみ    ③ ウのみ  
 ④ アとイ    ⑤ アとウ    ⑥ イとウ    ⑦ アとイとウ

問2 図2の結果から、座骨神経の興奮伝導速度〔m/秒〕として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  m/秒

- ① 0.2    ② 0.3    ③ 0.4    ④ 2    ⑤ 3    ⑥ 4  
 ⑦ 20    ⑧ 30    ⑨ 40

問3 図2の結果から、座骨神経の興奮伝達時間〔ミリ秒〕として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  ミリ秒

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5

問 4 一本の筋繊維と筋繊維の束である骨格筋について、刺激の強さと反応の大きさを示すグラフとして最も適当なものを、後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じ番号を繰り返し選んでもよい。

筋繊維 -  , 骨格筋 -

