

平成 25 年度医学科入学試験問題

生 物

〔注意事項〕

- 1 監督者の指示があるまで，この冊子を開いてはいけない。
- 2 解答用紙に受験番号と氏名を必ず記入すること。
- 3 この問題冊子の本文は，9 ページからなっている。落丁，乱丁及び印刷不鮮明な箇所等があれば，手をあげて監督者に知らせなさい。
- 4 この問題冊子の白紙と余白は，適宜下書きに使用してもよい。
- 5 解答は，すべて別紙「解答用紙」の指定された場所に記入すること。
- 6 この問題冊子は持ち帰ること。

問題訂正・補足説明

試験科目 生物

7 ページ

上から 4 行目

(誤)

(正)

標本を作成する

標本を作製する

1

トウモロコシの種子の遺伝について書かれた以下の文を読んで設問に答えよ。

紫色の種子を作るトウモロコシには、その種子の一粒ごとに模様がみられるものがある。種子の模様は、一定の領域に同一の遺伝的性質をもつ細胞が分裂し、まとまりとして存在することによって生じる。種子の模様は図1に示す胚乳の細胞と、これらが分裂して分化した糊粉層の細胞によって決定される。遺伝子Aは、糊粉層でのみはたらき、紫色の色素を合成する。その劣性遺伝子であるaは、この色素を合成できないため糊粉層は無色となる。また、遺伝子Bは胚乳でアミロースを合成し、その劣性遺伝子であるbはアミロペクチンを合成する。ヨウ素染色をすると、アミロースは青、アミロペクチンは赤に染色されるので、遺伝子型を解析することが可能である。

遺伝子A、Bは9番染色体上にある。あるトウモロコシの変異体では、体細胞分裂時に図2に示すように、(1)複製された9番染色体の末端同士が結合する。結合した染色体は、(2)動原体間で引っ張られることによって、動原体に挟まれた領域のどこか(図2ではA—B間)で切断され、(3)娘細胞に分配される。新たに生じた染色体末端も、同じく結合しやすい。切断された染色体は、再び複製され、分裂時に切断されるというサイクルを繰り返す。

1. 遺伝子型AABBの正常個体の花粉を、遺伝子型aabbの正常個体に授粉したところ、種皮を通して紫色の糊粉層が見える種子を生じた。このときの胚、胚乳、種皮のそれぞれの細胞の遺伝子型を答えよ。
2. 9番染色体に変異をもつ遺伝子型AABBの個体の花粉を、遺伝子型aabbの正常個体に授粉した。図2の(3)で生じた①および②の染色体をもつ胚乳細胞にヨウ素染色を行うと胚乳はどのような色になるか。

3. 2. と同じ交配から得られた種子の一つに、糊粉層の一部が無色になり胚乳が透けてみられるものがあった。その種子をヨウ素染色し、図1の(ア)に示す方向から観察すると、図3のような模様が観察された。(a)のスポットをつくる細胞の遺伝子型を答え、なぜこのような現象が観察されたか説明せよ。

4. 図3の(b)のスポットでは、青色の領域の中に赤色の領域が観察された。なぜこのような現象が観察されたか説明せよ。

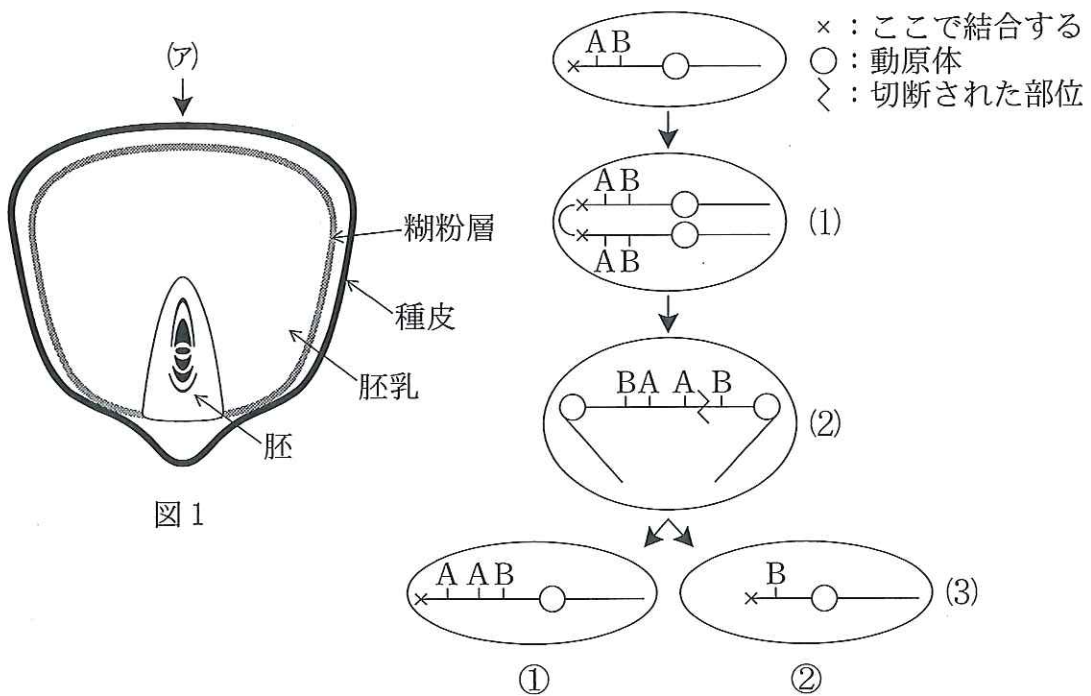


図1

図2

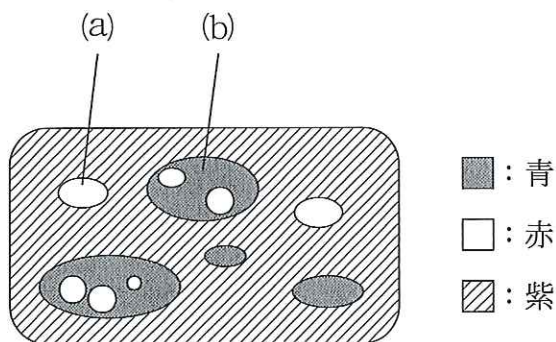


図3

2

幹細胞について書かれた以下の文を読んで設問に答えよ。

われわれの体を構成する多くの組織では、成体になっても常に新しい細胞が生産され、古くなった細胞とおきかわることによって、その組織のはたらきが維持されている。また、組織や器官が障害を受けて、細胞が失われた場合でも、新しい細胞が再び生産されて、失われた細胞が補われる場合がある。こうした現象から、多くの組織の中には、新しい細胞を生産する能力のある幹細胞があると考えられている。

一般に、成体の組織にある幹細胞は、非常に低い頻度で細胞分裂を行い、ゆっくりと増殖する。ところが、この幹細胞から生産される中間増殖細胞は、非常に高い頻度で細胞分裂を行い、急速に増殖する。さらに、この中間増殖細胞から生産される分化細胞は、分裂活性を失っており、増殖しない。幹細胞が存在する組織では、古くなった分化細胞は一定期間が過ぎると組織から消失する。一方、支持細胞と呼ばれる細胞は、分裂能力を持たないが、幹細胞や中間増殖細胞の増殖を制御する役割がある。細胞分裂を阻害する薬剤を短期間投与したとき、中間増殖細胞は分裂できず死滅したが、幹細胞には生存するものがあつた。

いま、成体マウスのある組織に存在する、形態的に区別できる4種類の細胞(A細胞、B細胞、C細胞、D細胞)について、その特性を調べるため、以下のような実験を行った。

【実験1】 放射性同位体で標識したチミンを持つヌクレオチドをマウスに投与し、これを取り込んだ細胞の割合を測定したところ、表1に示されるような結果を得た。

【実験2】 細胞分裂の阻害剤を6日間マウスに投与した。投与終了直後、2日後、7日後の組織における4種類の細胞の割合を調べたところ、図1のような結果を得た。

1. 放射性同位体で標識したチミンを持つヌクレオチドを投与することで、何がわかるのか、説明せよ。

2. 実験 1, 2 の結果から, A 細胞, B 細胞, C 細胞, D 細胞のうち, どの細胞が①幹細胞, ②中間増殖細胞, ③分化細胞, ④支持細胞であると考えられるか, 該当する番号を選び, その理由を説明せよ。

3. 下線部に関して, 薬剤を投与する期間を非常に長くした場合, どのような結果になると考えられるか。

表 1 4 種類のそれぞれの細胞集団における標識された細胞の割合 (%)

A 細胞	B 細胞	C 細胞	D 細胞
0	2	10	0

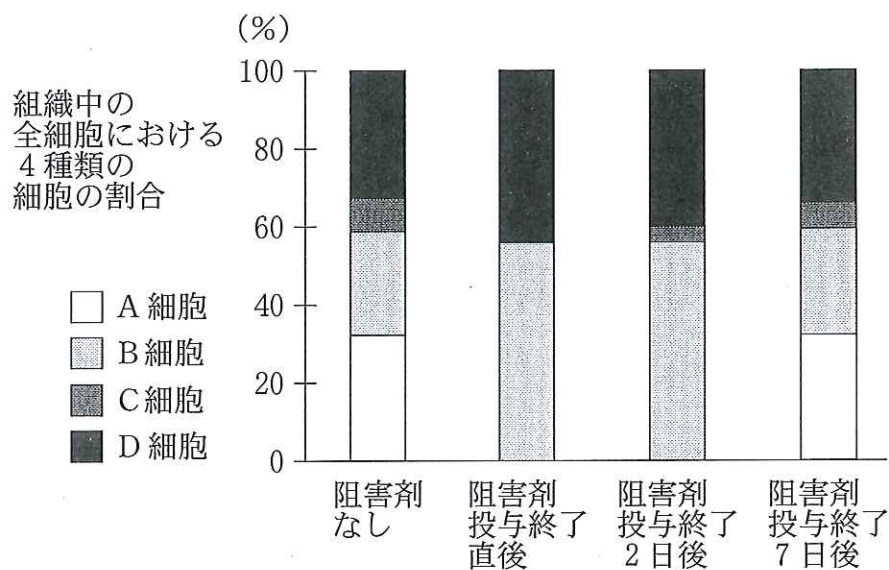


図 1 細胞分裂阻害剤を 6 日間投与した後の細胞の割合の変化

3

顕微鏡観察やその標本作製に関する以下の設問に答えよ。

1. 顕微鏡観察では、通常以下の手順で標本観察を行う。

- i 対物レンズを倍率の一番低いものにする。
- ii 接眼レンズをのぞきながら、視野が均一な明るさになるように反射鏡の位置を調節する。
- iii 標本を載せたスライドガラスをステージに置きクリップで固定する。

iv _____

v _____

vi 標本にピントが合ったら、観察したいものを視野の中心に移動させ観察する。

vii レボルバーをまわして一段倍率の高い対物レンズにする。

viii ivからviiを繰り返して、順次倍率の高い対物レンズを用いてより詳細な構造を観察する。

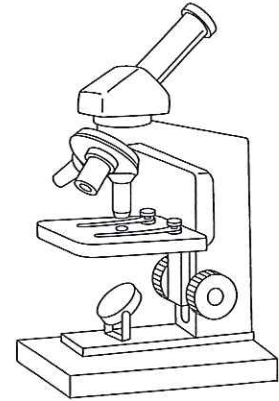


図1 顕微鏡

ivとvはピントを合わせるための手順である。図1に示す顕微鏡を参考に、どのような操作をするのかそれぞれ答えよ。

2. 比較的大きな単細胞生物は、生きたまま観察することができる。ゾウリムシの繊毛の動きを観察する場合には、ゾウリムシの上にメチルセルロース液を滴下する。しかし、そのままカバーガラスをかけるとつぶれてしまう。このため、さらに工夫が必要である。

(1) なぜメチルセルロースを加えるのか理由を説明せよ。

(2) 生きたままゾウリムシの動きを観察するためには、さらにどのような工夫をする必要があるか説明せよ。

3. 顕微鏡を用いて組織を観察する場合には、組織を薄く切る必要がある。動物の組織はやわらかくそのままでは薄く切れないので、観察に適した標本を作ることができない。そのため、組織を処理する必要がある。肝臓や脳などは、これらをホルマリンで防腐処理した後、脱水処理してパラフィンを染み込ませて固める。鋭利な刃物でパラフィンごと組織を薄く切ると、動物組織も顕微鏡で観察できるようになる。

(1) 図2の標本は、ある哺乳動物の内耳を含む顕微鏡標本である。これは前述の文の下線部の処理だけでは標本ができない。それはなぜか。また、どのような処理をすれば標本を作ることができるか説明せよ。

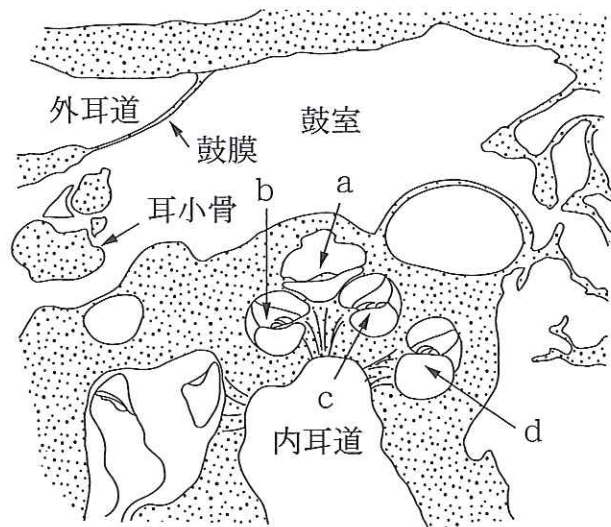


図2 内耳を含む組織像

(2) 図2に示す耳小骨の働きについて説明せよ。

(3) 耳小骨には小さな筋が付着しており、この筋が収縮すると鼓膜は鼓室側に引っ張られる。この時、音に対する感度はどうなるか、理由と合わせて説明せよ。

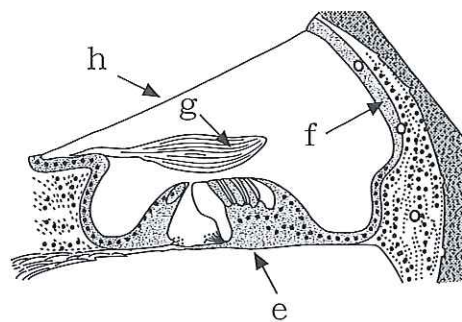


図3 コルチ器の拡大図

(4) 図2のa～dはうずまき管の断面で、図3はその一部を拡大したものの略図である。

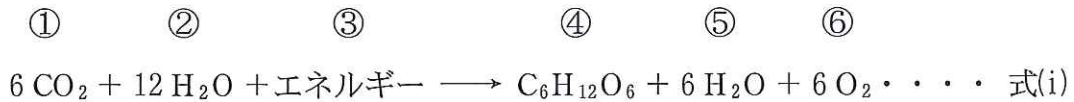
音の振動数を受容するのに関わる構造はe～hのどれか、記号で答えよ。

(5) 図2で、一番高い音を受容するのに関わる部位はa～dのうちどれか、記号で答えよ。

4. 動物の生体内のほとんどの細胞は、色素など異物を取り込むことはせず、また多くの色素は細胞膜を透過できない。しかしある種の細胞は、積極的にこのような物質を取り込むことが知られている。動物の体内に色素を注射して入れ、組織標本を作成すると、これらの細胞を顕微鏡で見つけることができる。このような細胞にはどのようなものがあるか、一つ答えよ。

4 光合成および細胞呼吸に関する以下の設問に答えよ。

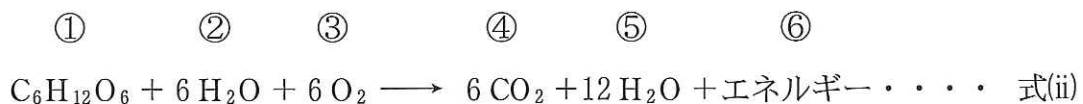
1. 葉緑体の中で起こっている光合成は次のような反応式で表すことができる。



式(i)の反応は明反応と暗反応から成り立っている。明反応は3つの過程からなり、暗反応はカルビン・ベンソン回路とよばれる過程である。

- (1) 明反応で使われるもの、あるいは生成されるものはどれか。式(i)の①～⑥から該当するものをすべて選んで記号で答えよ。
- (2) 明反応の中でATPが生成される過程をなんとよぶか。

2. 細胞呼吸は次のような反応式で表すことができる。



式(ii)の反応はつぎのa～cの3つの過程に分けることができる。

- a. ①がピルビン酸にまで分解される過程
- b. ピルビン酸が活性酢酸(アセチル CoA)をへて分解される過程
- c. aとbの過程で生じた水素が渡されたあとの過程

- (1) a, b, cの過程はそれぞれなんとよばれているか。
- (2) 3つの過程のうちbおよびcが行われるミトコンドリア内の構造を答えよ。
- (3) a～cの3つの過程では式(ii)の①～⑤のいずれが使われるか、あるいは生成されるか、a～cのそれぞれの過程に関係するものをすべて選んで番号で答えよ。

(4) 式(ii)の反応全体で、グルコース1分子からATP38分子が生成されるが、3つの過程のどこで生成されるのか、a～cのうちATPが生成される過程をすべて選んで記号で答えよ。

3. 葉緑体とミトコンドリアは共通して、ATP生成に関わる反応系をもっている。それ以外に両者に共通している点を2つ挙げ説明せよ。