

岩手医 2014 生物

略解

1 問 1 記号 : a 名称 : 対物マイクロメーター

問 2 (ア) 問 3 285λ (μm) 問 4 $\frac{1}{\lambda}$ 倍 問 5 (イ)、(エ)

2 問 1 F 問 2 脂質 問 3 カリウムイオン

問 4 コラーゲン : A セルロース : C グリコーゲン : C

ヒストン : A DNA : E

問 5 A 問 6 : (イ)

3 1 : イ 2 : イ 3 : ア 4 : エ 5 : イ

6 : ウ 7 : ウ 8 : ア 9 : エ 10 : エ

配点

1 各 5 点 (5×5)

2 問 1~3 各 4 点 問 4 各 3 点 問 5、6 4 点 ($4 \times 3 + 3 \times 5 + 4 \times 2$)

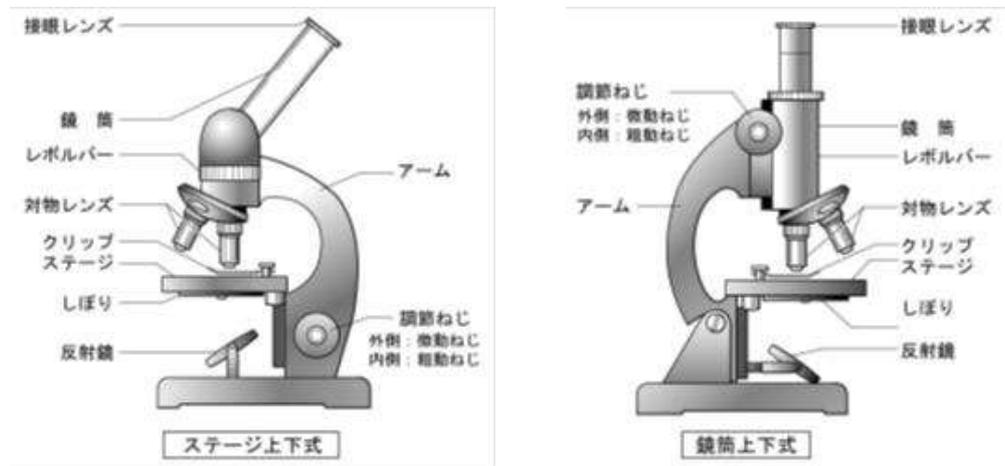
3 各 4 点 (4×10)

1

原則 1. 光学顕微鏡の使い方 → 問 1・問 2・問 5 に利用

光学顕微鏡は、生物の観察によく使用されている実験器具である。分解能（2点を見分けることができる最小距離）は $0.2\mu\text{m}$ である。

光学顕微鏡の構造は次の図のようになっている。



(図は <http://www.asa.hokkyodai.ac.jp/research/staff/andoh/microscope.html> より引用)

また、光学顕微鏡の使い方には次のような手順がある。

【持ち方】

運ぶときは必ず両手で持つ。片方の手でアームを持ち、もう片方の手で顕微鏡の下の方（鏡台）を持つ。

【使い方】

- ①接眼レンズを先につけ、対物レンズを後でつける。これは、鏡筒内や対物レンズ内にゴミなどが入らないようにするためである。
- ②接眼レンズと対物レンズを最小倍率になるようにセットする。(注1)
- ③反射鏡を調節して、視野全体を明るくする。
- ④試料がレンズの真下にくるように、ステージにプレパラートをセットする。
- ⑤ステージ上下式の顕微鏡の場合はステージを上げて、鏡筒上下式の顕微鏡の場合は鏡筒を下げて、対物レンズをできるだけプレパラートに近づける。
- ⑥対物レンズからプレパラートを離しながら、低倍率でピントを合わせる。(注2) (注3) (注4)
- ⑦レボルバーを回転させ、高倍率の対物レンズに変える。

(注1) 光学顕微鏡の倍率は、接眼レンズの倍率と対物レンズの倍率の積である。

(注2) 対物レンズとプレパラートを近づけながらピントを合わせてはいけない。対物レンズとプレパラートが接触し、対物レンズが傷ついたりプレパラートが破損したりするおそれがあるからである。

(注3) 低倍率から観察を始めるのは、高倍率よりも視野が広くて明るいので、目的の試料を見つけやすいからである。

(注4) 試料が視野の中央にくるように、プレパラートを動かす。顕微鏡では像の上下・左右が逆になっていることに注意する。例えば、視野の左上にある試料を中央に持ってくる場合、視野中では右下に移動させることになる。像は上下・左右が逆になっているので、この場合はプレパラートを左上に動かさなければならない。

原則 2. ミクロメーターの使い方 → 問 1～問 3 に利用

光学顕微鏡で用いるミクロメーターには次の 2 種類がある。

- ・接眼ミクロメーター：接眼レンズの上部のレンズを外して中に入れて使用する。目盛りは等間隔に刻まれているが、倍率によって 1 目盛りの大きさは変化する。
- ・対物ミクロメーター：ステージの上のせて使用する。1 目盛りの大きさは倍率によらず $10\mu\text{m}$ である。

ミクロメーターを使って、試料の長さを測る場合は、次のような手順で求める。

- ①試料を観察する倍率で、接眼ミクロメーターの目盛りと対物ミクロメーターの目盛りが一致している点を 2 か所見つける。2 か所の間の接眼ミクロメーターの目盛りの数と、対物ミクロメーターの目盛りの数を数える。
- ②対物ミクロメーターの 1 目盛りが $10\mu\text{m}$ であることから、観察する倍率における接眼ミクロメーターの 1 目盛りの長さを次の式で求める。

$$\text{接眼ミクロメーターの 1 目盛りの長さ}(\mu\text{m}) = 10\mu\text{m} \times \frac{\text{対物ミクロメーターの目盛りの数}}{\text{接眼ミクロメーターの目盛りの数}}$$

- ③対物ミクロメーターをステージから外し、試料をのせたプレパラートをステージにのせる。試料の長さを、接眼ミクロメーターの目盛りの数を数えて測る。

原則 3. 倍率の変化と視野中での長さ・面積の変化 → 問 4 に利用

顕微鏡では、倍率を変化させると、視野中での長さや面積が変化する。例えば、元の倍率から a 倍にしたとすると、視野中での長さは $\frac{1}{a}$ 倍、視野面積は $\frac{1}{a^2}$ 倍となる。高倍率にするほど視野は狭くなり、また、視野全体が暗くなることに注意する。

問 1・問 2

【方針】

光学顕微鏡の各部位の名前と特徴、2 種類のミクロメーターの名前と特徴についての知識問題である。問題文の「ミクロメーター a には 1mm を 100 等分した目盛りが記されている」という文言から、ミクロメーター a が対物レンズであることに気づく。この点を最初の手がかりとし、「原則 1. 光学顕微鏡の使い方」および「原則 2. ミクロメーターの使い方」の知識を利用して順に解いていく。

【解説】

(問 1)

問題文の「ミクロメーター a には 1mm を 100 等分した目盛りが記されている」という文言から、ミクロメーター a には 1 目盛りが $10\mu\text{m}$ の目盛りが記されていることがわかる。「原則 2. ミクロメーターの使い方」より、ミクロメーター a は対物ミクロメーターであり、ミクロメーター b は接眼ミクロメーターである。

「原則 1. 光学顕微鏡の使い方」より、レボルバーは、対物レンズを交換して倍率を変えるときに操作する部位である。したがって、レボルバーを操作すると、対物レンズの倍率が変わる。つまり、対物レンズの先にあるものの見え方が変化するということである。「原則 2. ミクロメーターの使い方」より、接眼ミクロメーターは接眼レンズの中に入れて、対物ミクロメーターはステージの上のせて使用する

ものである。以上から、対物レンズの倍率が変わったことによって、目盛りの幅が変わって見えるのは対物マイクロメーターである。したがって、解答は a の対物マイクロメーターである。

(問 2)

「原則 1. 光学顕微鏡の使い方」の図からもわかるように、ステージや鏡筒を上げ下げすると、対物レンズとステージとの距離が変化するので、ピントがずれる。つまり、対物レンズの先にあるものの見え方が変化するということである。「原則 2. マイクロメーターの使い方」より、接眼マイクロメーターは接眼レンズの中に入れて、対物マイクロメーターはステージの上のせて使用するものである。以上から、調節ネジを操作することによって、ピントが変化するのは対物マイクロメーターである。したがって、解答は(ア)である。

問 3

【方針】

問題文中の「マイクロメーター b の 1 目盛りが示す長さは、図の場合の χ 倍になることを確認した」という文言から、接眼マイクロメーターの長さが χ 倍になったことに気づく。「原則 2. マイクロメーターの使い方」にしたがって、問題中の図から接眼マイクロメーターの目盛りと対物マイクロメーターの目盛りが一致する 2 点を探し、接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さを求めることから始める。

【解説】

(問 3)

まず、対物レンズを変える前の、接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さを求める。接眼マイクロメーター (b) の目盛りは、32 目盛りのところと 52 目盛りのところで対物マイクロメーター (a) の目盛りと一致している。この 2 点間の対物マイクロメーターの目盛りの数を数えると、15 目盛りである。したがって、「原則 2. マイクロメーターの使い方」より、接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さは、

$$\begin{aligned} \text{接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さ}(\mu\text{m}) &= 10\mu\text{m} \times \frac{\text{対物マイクロメーターの目盛りの数}}{\text{接眼マイクロメーターの目盛りの数}} \\ &= 10\mu\text{m} \times \frac{20}{15} = 7.5\mu\text{m} \end{aligned}$$

対物レンズの倍率を変えると、マイクロメーター b、すなわち接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さが上で求めた値の χ 倍となるので、倍率を変えた後の接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さは $7.5\chi (\mu\text{m})$ となる。この倍率で卵細胞を観察すると、卵細胞の直径は接眼マイクロメーターの 38 目盛り分であったことから、

$$7.5\chi (\mu\text{m}) \times 38 = 285\chi (\mu\text{m})$$

したがって、解答は $285\chi (\mu\text{m})$ である。

問 4

【方針】

「原則 3. 倍率の変化と視野中での長さ・面積の変化」の知識を利用して解く。

【解説】

(問 4)

問 3 から、対物レンズを変えることによって倍率を変えているので、接眼レンズについては考えなくても良い。「原則 3. 倍率の変化と視野中での長さ・面積の変化」の、「元の倍率から a 倍にしたとすると、

視野中での長さは $\frac{1}{a}$ 倍となる」という知識を利用すると、視野中での長さが元の倍率の x 倍となる場合、

顕微鏡の倍率は $\frac{1}{x}$ 倍となることがわかる。

したがって、解答は $\frac{1}{x}$ 倍である。

問 5

【方針】

いずれも、光学顕微鏡についての知識問題である。「原則 1. 光学顕微鏡の使い方」の知識を利用して解いていく。

【解説】

(問 5)

- (ア): 光学顕微鏡を移動する際には、片方の手でアームを持ち、もう片方の手で顕微鏡の下の方(鏡台)を持つ。したがって誤り。
- (イ): 鏡筒内や対物レンズ内にゴミなどが入るのを防ぐため、接眼レンズを先に取り付け、対物レンズを後で取り付ける。したがって正しい。
- (ウ): プレパラートや対物レンズが破損することを防ぐため、対物レンズと観察物との距離を離しながらピントを合わせる。したがって誤り。
- (エ): 最初から高倍率で観察を行うと、視野が狭く暗いため目的の観察物を見つけにくいので、低倍率から観察を始める。したがって正しい。
- (オ): 視野の右上にある観察物を中央にもってくるためには、視野中で左下に動かす必要がある。顕微鏡では像の上下・左右が逆になっているので、実際にはプレパラートを右上に動かすとよい。したがって誤り。

以上から、解答は(イ)、(エ)である。

2

原則 4. 生体を構成する物質 →問 1～問 6 に利用

生体を構成する物質の中で、重量%が最も大きいのは水である。植物細胞でも動物細胞でも、からだ全体の重量に占める水の重量の割合は 70%ほどになっている。

植物細胞では、次に多いのは炭水化物である。これは、植物細胞の細胞壁を構成するセルロースなどが多いことによる。そして、タンパク質、無機物、脂質や核酸などといった順で少なくなっていく。

動物細胞において、二番目に多いのはタンパク質である。そして、脂質、無機物、炭水化物や核酸などといった順で少なくなっていく。

生体を構成する物質がつくる主なものには、次のようなものがある。

【タンパク質】

- ・コラーゲン: 繊維状のタンパク質である。細胞外基質に多く含まれており、細胞の場所の維持に関与する。
- ・酵素: アミラーゼやトリプシンといった酵素の本体は、主にタンパク質からなる。生体内の化学反応を触媒する。

- ・ヒストン：真核細胞の染色体に含まれるタンパク質である。真核細胞の DNA はヒストンに巻き付いている。
- ・ヘモグロビン：ヘム（鉄）を含み、酸素を運搬するタンパク質である。
- ・免疫グロブリン（抗体）：体液性免疫に関わるタンパク質である。病原体などの自己以外の細胞を認識する。
- ・チャネルやポンプ：細胞膜上に存在する膜貫通タンパク質である。細胞膜内外の物質の輸送に関わる。
- ・アクチン：細胞を維持するための骨格（細胞骨格）として存在するほか、筋肉ではアクチンフィラメントとして筋肉の収縮に関わる。

【炭水化物】

- ・セルロース：植物細胞の細胞壁の主な構成成分である。（注1）
- ・グリコーゲン：動物細胞では、グルコースをグリコーゲンに変えることで、エネルギー源を貯蔵しておくことができる。

【脂質】

- ・リン脂質：グリセリン1分子と脂肪酸2分子、リン酸化合物が結合した脂質で、細胞膜の主な構成成分である。
- ・脂肪：グリセリン1分子と脂肪酸3分子が結合した脂質で、エネルギーの貯蔵物質である。

【核酸】

リン酸、糖、塩基が結合したもの（ヌクレオチド）が多数連なった構造をしている。

- ・DNA（デオキシリボ核酸）：糖にデオキシリボースをもつ。4種類の塩基があり、アデニン（A）、チミン（T）、グアニン（G）、シトシン（C）がある。
- ・RNA（リボ核酸）：糖にリボースをもつ。4種類の塩基があり、アデニン（A）、ウラシル（U）、グアニン（G）、シトシン（C）がある。

【無機物】

- ・ナトリウムイオン、カリウムイオン：浸透圧の調節や、神経での刺激の伝導に関与する。細胞膜上のナトリウムポンプによってカリウムイオンが細胞内へと、ナトリウムイオンが細胞外へと、濃度勾配に逆らって輸送（能動輸送）されている。これにより、細胞外のほうがナトリウムイオン濃度が高く、細胞内のほうがカリウムイオン濃度が高い状態が保たれている。

（注1）大腸菌などの原核細胞も細胞壁をもっているが、原核細胞の細胞壁の主成分はセルロースではなく、プロテオグリカン（糖とタンパク質が結合した糖タンパク質）である。

問1～問6

【方針】

いずれも生物を構成する物質についての知識問題である。問題文中の「B は水に溶けない性質をもち」という文言から、B が脂質であることに気づく。さらに、「D と F は無機物である」という文言と、問題の表の数値から、D は水以外の無機物、F は水であることに気づく。このようにして、「原則4. 生体を構成する物質」の知識を利用しながら、A～F がどの物質にあたるのかを順に考えていく。

【解説】

（問1）

「原則4. 生体を構成する物質」より、生体を構成する物質のうち、重量%の数値が最も大きいものが水である。A～F の中で、最も数値が大きいのは F である。これは問題文中の「F は無機物である」と

いう文言とも矛盾しない。したがって解答は F である。

(問 2)

問題文中の「B は水に溶けない性質をもち」という文言から、B は脂質である。したがって解答は脂質である。

(問 3)

問題文中の「D は無機物である」という文言と、「原則 4. 生体を構成する物質」【無機物】より、能動輸送によって細胞外よりも細胞内で高濃度に保たれているのは、カリウムイオンである。したがって、解答はカリウムイオンである。

(問 4)

問 1～問 3 から、B は脂質、D はカリウムイオン、F は水であることがわかった。残りの A、C、E がどの物質にあたるのか、表から考える。生体を構成する物質で二番目に多いのは植物細胞（トウモロコシ）では炭水化物であり、動物細胞（マウスの肝臓の細胞）ではタンパク質である。また、植物細胞に炭水化物が多く含まれているのは、セルロースを主成分とするセルロースが多いからである。原核細胞（大腸菌）は細胞壁をもつが、炭水化物（セルロース）ではなく、プロテオグリカンという、糖が付加したタンパク質（糖タンパク質）からなるため、動物細胞と同様に二番目に多いのはタンパク質であると考えられる。したがって、(ア)と(イ)の生物で二番目に多い物質である A がタンパク質、(ウ)の生物で二番目に多い物質である C が炭水化物である。したがって、残りの E は核酸である。

以上のことをふまえて、「原則 4. 生体を構成する物質」より、解答は、コラーゲン：A、セルロース：C、グリコーゲン：C、ヒストン：A、DNA：E である。

(問 5)

「原則 4. 生体を構成する物質」より、酵素の本体はタンパク質であるので、解答は A である。

(問 6)

問 4 から、炭水化物 (C) が二番目に多いトウモロコシは(ウ)であり、タンパク質 (A) が二番目に多いマウスと大腸菌は(ア)か(イ)のいずれかであることがわかる。表中の核酸 (E) の数値を見ると、(ア)のほうが(イ)よりも多くなっているため、(ア)は大腸菌、(イ)はマウスである。したがって、解答は(イ)である。

3

原則 5. 植物の配偶子形成 → (1)～(5)・(7)～(9)に利用

被子植物では、おしべのやくの中で精細胞がつくられる。また、めしべの胚珠の中で卵細胞がつくられる。

【卵細胞の形成】

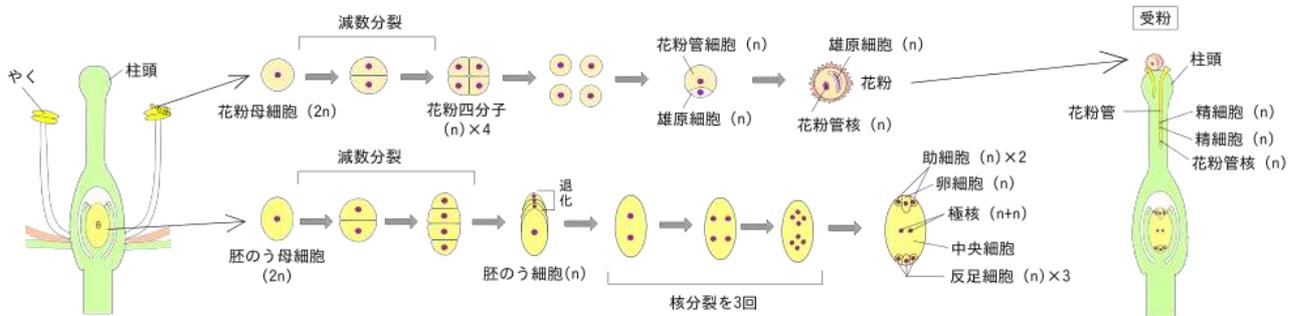
①1 個の胚のう母細胞は、1 度の減数分裂を行い、4 つの細胞（核相 n ）となる。4 つの細胞のうち 3 つは退化し、残りの 1 つが胚のう細胞（核相 n ）となる。

②胚のう細胞は、核分裂を 3 度行う（1 つの細胞の中に核が 8 個含まれる多核細胞となる）。その後、卵細胞（核相 n ）が 1 つ、助細胞（核相 n ）が 2 つ、反足細胞（核相 n ）が 3 つ、中央細胞（核相 n の核が 2 つ；極核）が 1 つ形成される。

【精細胞の形成】

①1 個の花粉母細胞（核相 $2n$ ）が 1 度の減数分裂を行い、4 つの細胞（核相 n ）となる。この 4 つの細胞のまとまりを花粉四分子（核相 n ）という。

- ②花粉四分子は1度の体細胞分裂を行い、大きな花粉管細胞（核相 n ）と小さな雄原細胞（核相 n ）に分かれる。花粉管細胞の核を花粉管核という。
- ③②の細胞が成熟して花粉となり、受粉（花粉がめしべの柱頭につくこと）できるようになる。雄原細胞は受粉後、1度の体細胞分裂を行い、2つの精細胞（核相 n ）となる。



(図は

https://ja.wikibooks.org/wiki/%E9%AB%98%E7%AD%89%E5%AD%A6%E6%A0%A1%E7%94%9F%E7%89%A9_%E7%94%9F%E7%89%A9%E2%80%90%E7%94%9F%E6%AE%96%E3%81%A8%E7%99%BA%E7%94%9F より引用)

原則 6. 重複受精 → (5)・(9)に利用

重複受精は、被子植物にみられる受精の様式である。受粉後、2つの精細胞は花粉管核に導かれて伸びる花粉管によって胚珠に運ばれる。2つの精細胞のうち、1つは卵細胞 (n) と合体（受精）して受精卵 ($2n$) となり、もう1つは中央細胞（極核） ($n+n$) と合体して胚乳細胞 ($3n$) となる。このように、2つの精細胞がそれぞれ卵細胞および中央細胞と合体することを重複受精という。

なお、胚珠の中に卵細胞以外に精細胞が合体できる細胞をもたないため、裸子植物では重複受精はみられない。

原則 7. 被子植物の種子 → (6)・(10)に利用

精細胞と卵細胞が受精して受精卵となり、精細胞と中央細胞が合体して胚乳細胞になると、それぞれの細胞が細胞分裂を始める。その結果、胚珠は最終的に種子となり、珠皮は種皮となる。

【胚の形成】受精卵

受精卵は不均等に分裂し、頂端細胞と基部細胞となる。それぞれ、「頂端細胞→胚球→胚（子葉・幼芽・幼根・胚軸）」、「基部細胞→胚柄（のちに退化）」というように分化する。

【解説】

(1)

(a) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【精細胞の形成】より、花粉四分子は花粉母細胞が 1 度減数分裂することによって生じる。よって正しい。

(b) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【精細胞の形成】より、4 つの細胞のまとまりである花粉四分子は、1 つずつの細胞に分かれたあと、体細胞分裂を行って大きな花粉管細胞と小さな雄原細胞に分裂する。よって誤り。

したがって、解答は(イ)である。

(2)

(a) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【精細胞の形成】より、花粉母細胞 ($2n$) が減数分裂して花粉四分子 (n) となり、花粉四分子が体細胞分裂して雄原細胞ができるので、雄原細胞の核相は n である。よって正しい。

(b) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【精細胞の形成】より、雄原細胞は受粉後に体細胞分裂して 2 つの精細胞となる。よって誤り。

したがって、解答は(イ)である。

(3)

(a) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【精細胞の形成】より、受粉ができるようになった成熟した花粉には、雄原細胞と花粉管細胞が含まれている。花粉管核は花粉管細胞の核を指す。よって正しい。

(b) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【精細胞の形成】より、花粉母細胞 ($2n$) が減数分裂して花粉四分子 (n) となり、花粉四分子が体細胞分裂して花粉管細胞ができるので、花粉管細胞の核である花粉管核の核相は n である。よって正しい。

したがって、解答は(ア)である。

(4)

(a) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【卵細胞の形成】より、胚のう細胞は核分裂を 3 回行い、8 つの核をつくる。このときの核分裂は核相が減らない ($n \rightarrow n$) ので、減数分裂ではない。よって誤り。

(b) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【卵細胞の形成】より、中央細胞は核相 n の核 (極核) を 2 つ含む。よって誤り。

したがって、解答は(エ)である。

(5)

(a) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【精細胞の形成】より、めしべの柱頭に花粉がつくことを受粉という。よって正しい。なお、卵細胞と精細胞が合体することは受精という。混同しないよう注意する。

(b) : 「原則 6. 重複受精」より、花粉が柱頭につくと、花粉から花粉管が伸び、精細胞は花粉管によって胚珠の卵細胞へと運ばれる。よって誤り。

したがって、解答は(イ)である。

(6)

(a) : 「原則 7. 被子植物の種子」【胚乳の形成】より、被子植物の胚乳は、中央細胞と精細胞が合体してできた胚乳細胞が分裂してできたものである。また、「原則 7. 被子植物の種子」【胚の形成】より、胚は卵細胞と精細胞が合体してできた受精卵が分裂してできたものである。よって誤り。

(b) : 「原則 7. 被子植物の種子」より、胚珠の珠皮は、種子では種子にあたる。よって正しい。

したがって、解答は(ウ)である。

(7)

(a) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【卵細胞の形成】より、助細胞はめしべの胚珠の中にみられる細胞であり、胚のう母細胞に由来する。よって誤り。

(b) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【卵細胞の形成】より、反足細胞はめしべの胚珠の中にみられる細胞であり、胚のう母細胞に由来する。よって正しい。

したがって、解答は(ウ)である。

(8)

(a)、(b) : 「原則 5. 植物の配偶子形成」【卵細胞の形成】より、助細胞も反足細胞も、胚のう母細胞 (2n) が減数分裂してできた胚のう細胞 (n) が、3 度の体細胞分裂を行った結果生じる細胞である。したがって核相は n である。よって正しい。

したがって、解答は(ア)である。

(9)

(a) : 「原則 6. 重複受精」より、重複受精とは、2 つの精細胞のうち、1 つは卵細胞と、もう 1 つは中央細胞と合体する受精様式である。また、「原則 5. 植物の配偶子形成」【卵細胞の形成】より、1 つの胚珠につき、卵細胞は 1 つである。よって誤り。

(b) : 「原則 6. 重複受精」より、重複受精は被子植物に特有の受精様式である。裸子植物には卵細胞以外に精細胞が合体できる細胞がないため、重複受精は行われない。よって誤り。

したがって、解答は(エ)である。

(10)

(a) : 「原則 7. 被子植物の種子」【胚乳の形成】より、エンドウは無胚乳種子であり、胚乳ではなく子葉などに養分を蓄えている。よって誤り。

(b) : 「原則 7. 被子植物の種子」【胚乳の形成】より、裸子植物は有胚乳種子である。裸子植物では、受精前に胚のう細胞が分裂を繰り返すことで核相 n の胚乳が形成される。よって誤り。

したがって、解答は(エ)である。