

2014 年度大学入試センター試験 解説 〈生物 I〉

第 1 問 細胞と組織

問 1 原核細胞は、真核細胞にみられるような核膜で包まれた核をもたず、ミトコンドリアや葉緑体などの細胞小器官をもたない細胞である。原核細胞からなる生物を原核生物といい、細菌類やラン藻類（シアノバクテリア）が原核生物に属する。①原核生物はすべて単細胞生物である。また、真核生物には、ゾウリムシやミドリムシなど単細胞生物が存在する。したがって、正しい。②真核生物の動物の精子、ミドリムシにはべん毛があるので、誤りである。③・④細胞小器官であるゴルジ体や中心体は、原核細胞には存在しない。したがって、どちらも誤りである。⑤原核細胞には核もなく、核小体もない。したがって、誤りである。

(答) ……①

問 2 二重の膜で包まれた細胞小器官は核（オ）、ミトコンドリア、葉緑体（キ）の 3 つである。したがって、②が正しい。

(答) ……②

問 3 しおれた植物細胞を蒸留水に浸すと、浸透圧差によって細胞が吸水し、細胞の体積は増加（）し、膨圧は上昇（）する。「吸水力＝細胞内の浸透圧－膨圧」であり、膨圧が細胞内の浸透圧と同じ大きさ（）になると吸水力＝0 となり、細胞の体積は一定となる。

(答) ……②

問 4 ①・②ほ乳類の赤血球では、能動輸送によりカリウムが取り込まれ、ナトリウムが排出されるので、カリウム濃度は細胞内の方が、ナトリウム濃度は細胞外の方が高い。したがって、どちらも誤りである。③淡水生硬骨魚では、体内への無機塩類の取り込みは、えらや腸の細胞の能動輸送によって行われるので、誤りである。④海水生硬骨魚では、体内に入った過剰な塩類の排出は、えらにある細胞（塩類細胞）の能動輸送によって行われるので、正しい。⑤能動輸送は、物質が低濃度側から高濃度側への輸送、つまり濃度差に逆らった輸送であるので、誤りである。

(答) ……④

問 5 図 1a は体細胞分裂中期の像であり、染色体が赤道面に並んでいる。①・②二価染色体（相同染色体どうしが対合したもの）は減数分裂でのみみられる現象であるので、誤りである。③この植物が X 染色体をもっているかどうかは不明であり、仮に X 染色体をもっていたとしても、多数もつことはありえない。したがって、誤りである。④乗換えと遺伝子の組換えは二価染色

体内で起こり、体細胞分裂では二価染色体が形成されないで、誤りである。⑤相同染色体の片方は父方から、もう片方は母方に由来する。体細胞分裂では、間期の段階でこれらの染色体が複製され、中期で赤道面に並ぶので、正しい。

(答) ……⑤

問6 細胞分裂の各期の所要時間は、細胞数と所要時間が比例関係にあることを前提として計算することができる。①細胞分裂が始まる時間が同調していると、ある時点で観察される細胞がすべて間期、すべて中期などになってしまい、計算することができない。したがって、正しい。②固定によって、すべての細胞の分裂がゆっくり同時に止まれば、所要時間の計算に影響はない。しかし、実際には分裂がゆっくり同時に止まることはない。したがって、誤りである。③体細胞分裂では対合した染色体はみられないので、誤りである。④細胞集団は、植物細胞でも動物細胞でも問題はない。したがって、誤りである。⑤固定液により細胞は死滅し、生細胞でのみみられる原形質分離は起こらない。したがって、誤りである。

(答) ……①

問7 細胞分裂の終了から次の細胞分裂の終了までの長さ(間期 + 分裂期)は15時間で、そのうち後期(図1のd)の長さは、表1の細胞数と所要時間が比例関係にあるので、 $15 \times 60 / (30 + 120 + 90 + 60 + 2700) = 0.3$ 時間(18分)と求めることができる。したがって、②が正しい。

(答) ……②

第2問 生殖と発生

問1 ①減数分裂では、1個の母細胞が第一分裂の細胞質分裂で2個に、この2個の細胞が第二分裂の細胞質分裂で4個の娘細胞になるので、誤りである。②・⑥花粉形成では、花粉四分子のそれぞれの細胞が体細胞分裂を起こすが、生じた娘細胞の大きさは不均一で、大きい方が花粉管細胞、小さい方が雄原細胞になる。したがって、②は誤りであり、⑥が正しい。③動物の一次精母細胞は、減数分裂の第一分裂で二次精母細胞に、第二分裂で精細胞になるので、誤りである。④動物の精細胞は減数分裂によって生じた細胞であり、これ以上減数分裂は起こらない。したがって、誤りである。⑤花粉母細胞の減数分裂の結果、花粉四分子が生じるので、誤りである。

(答) ……⑥

問2 ①表1は、精細胞aと精細胞bの両方が珠孔を通過した花粉のみを実験対象としているので、誤りである。②表1から花粉管の先端に近い精細胞aの方が先に珠孔を通過することがわかるので、精細胞の前後と珠孔を通過する順序には関係があると考えられる。したがって、誤りである。③～⑤表2から、精細胞a、bが卵細胞と受精するか、中央細胞と受精するかは約50%の

確率である。つまり、卵細胞と受精するか、中央細胞と受精するかと珠孔を先に通過するか、後に通過するかとは関係がない。したがって、③は正しく、④・⑤は誤りである。

(答) ……③

問 3 ①動物 N はイモリであり、原口背唇が神経管を誘導する形成体としてはたらくことを示した実験である。したがって、誤りである。②動物 O はウニであり、16 細胞期に生じた植物極側の小割球の原腸を誘導する能力を示した実験である。したがって、誤りである。③動物 P はウニであり、割球を分離しても正常発生する調節卵であることを示した実験である。したがって、誤りである。④動物 Q はイモリであり、イモリの卵の灰色三日月環を含めば、発生が調節され、双頭の幼生が生じることを確かめた実験である。したがって、誤りである。⑤動物 R はクシクラゲであり、割球を分離すると正常発生できないモザイク卵であることを示した実験である。したがって、正しい。

(答) ……⑤

問 4 ①実験 2・3 で割球 F が筋細胞に分化すること、割球 C は表皮細胞に分化することがわかり、実験 4 で割球 C に黄色細胞質を含む $j \cdot m$ を移植すると筋細胞が分化したことから、黄色細胞質には発生運命を筋細胞に決定する因子が含まれていることがわかる。したがって、正しい。②割球 F をみると、黄色細胞質は偏って存在していることがわかるので、誤りである。③実験 4 で割球 C に黄色細胞質を含む $j \cdot m$ を移植すると筋細胞が分化しているので、正しい。④実験 3 で割球 C を単独で培養すると表皮細胞に分化しているので、正しい。⑤黄色細胞質は受精卵の段階ですでに偏って存在しているので、正しい。誤っているものを選べとあるので、②が正解となる。

(答) ……②

問 5 ①～④黄色細胞質に発生運命を筋細胞に決定する因子が含まれるので、黄色細胞質を含む j を除去すれば筋細胞が少なくなり、黄色細胞質を含まない $g \cdot h \cdot i$ を除去しても黄色細胞質の量に変化はなく、筋細胞は少なくなると考えられる。したがって、④が正しく、①～③は誤りである。⑤～⑧黄色細胞質を含まない h を受精卵の前側に移植しても、筋細胞の分化に影響はないと考えられる。また、黄色細胞質を含む j を受精卵の前側に移植すると、前側にも筋細胞をもつ幼生が生じると考えられる。したがって、⑦が正しく、⑤・⑥・⑧は誤りである。

(答) ・ ……④・⑦

第3問 遺伝

問1 並葉の純系と立田葉の純系を交雑して得た F_1 は並葉となったことから、並葉は立田葉に対して優性である。また、立田葉の純系と柳葉の純系を交雑して得た F_1 は立田葉となったことから、立田葉は柳葉に対して優性である。さらに、柳葉の純系と並葉の純系を交雑して得た F_1 は並葉となったことから、並葉は柳葉に対して優性である。並葉、立田葉、柳葉の遺伝子を A, B, C とすると、優劣関係は $A > B > C$ となり、これらの交雑結果は次のようになる。

下線部アの交雑

P 並葉 × 立田葉
 AA ↓ BB
 F_1 並葉
 AB

下線部イの交雑

P 立田葉 × 柳葉
 BB ↓ CC
 F_1 立田葉
 BC

P 柳葉 × 並葉
 CC ↓ AA
 F_1 並葉
 AC

下線部アの F_1 (AB) と下線部イの F_2 (BC) を交雑すると、次代は、 $AB : AC : BB : BC = 1 : 1 : 1 : 1$ となる。AB, AC は並葉に、BB, BC は立田葉になるので、並葉 : 立田葉 : 柳葉 = $1 : 1 : 0$ となり、③が正しい。

(答) ……③

問2 問1の交雑で得た並葉は AB, AC が $1 : 1$ の割合で存在する。それぞれを自家受精させると以下のようになる。

$AB \times AB \rightarrow 1AA$ (並葉), $2AB$ (並葉), $1BB$ (立田葉)

$AC \times AC \rightarrow 1AA$ (並葉), $2AC$ (並葉), $1CC$ (柳葉)

したがって、並葉 : 立田葉 : 柳葉 = $6 : 1 : 1$ となり、④が正しい。

(答) ……④

問3 G (g), M (m), F (f) は X 染色体上に存在しているので、野生型の純系の雌の遺伝子型は $X^{GMF}X^{GMF}$ 、ザクロ眼・小型翅・叉状剛毛の純系の雄の遺伝子型は $X^{gmf}Y$ となる。この交雑を以下に示す。

P 雌 $X^{GMF}X^{GMF}$ × $X^{gmf}Y$ 雄
 ↓
 F₁ 雌 $X^{GMF}X^{gmf}$ $X^{GMF}Y$ 雄
 野生型 野生型

ここで、F₂ の雌は、F₁ の雄 ($X^{GMF}Y$) から X^{GMF} を必ず受け継ぐので、すべて野生型 ($X^{GMF}X^{○○}$) となる。したがって、①が正しい。

(答) 16 ……①

問4 表1は F₂ の雄の結果である。雄は性染色体構成が XY であり、対立遺伝子が1つしかないので、遺伝子型がそのまま表現型となる。つまり、検定交雑と同じ状態で、この表1の結果は配偶子の遺伝子型とみなすことができる。そこで、遺伝子記号を用いて表1を整理する。

配偶子の遺伝子型	割合 (%)
GMF	40.2
GMf	5.7
GmF	3.6
Gmf	0.5
gMF	0.6
gMf	3.5
gmF	5.5
gmf	40.4

この結果から、GM : Gm : gM : gm = (40.2 + 5.7) : (3.6 + 0.5) : (0.6 + 3.5) : (5.5 + 40.4) = 45.9 : 4.1 : 4.1 : 45.9

G と M の組換え価 = 4.1 + 4.1 = 8.2% となり、②が正しい。

(答) 17 ……②

問5 問4と同様に計算すると、

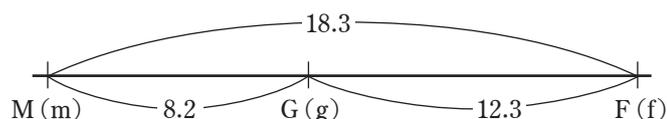
$$GF : Gf : gF : gf = 43.8 : 6.2 : 6.1 : 43.9$$

$$G \text{ と } F \text{ の間の組換え価} = 6.2 + 6.1 = 12.3\%$$

$$MF : Mf : mF : mf = 40.8 : 9.2 : 9.1 : 40.9$$

$$M \text{ と } F \text{ の間の組換え価} = 9.2 + 9.1 = 18.3\%$$

これらの結果から染色体地図を作成すると次のようになる。



したがって、③が正しい。なお、 $8.2 + 12.3 > 18.3$ となるのは、M(m)とF(f)の間で二重乗換えがあったためである。

(答) ……③

第4問 動物における刺激の受容と恒常性の維持

問1 ①・②聴細胞には感覚毛があり、これが動くことで聴細胞が興奮し、聴神経を通して大脳に伝わるので、どちらも正しい。③皮質(灰白質)には細胞体が、髄質(白質)にはニューロンの軸索が集中している。聴覚中枢は大脳の皮質(灰白質)にあるので、誤りである。④低音は、うずまき管の奥側の基底膜を、高音はうずまき管の入り口側の基底膜を振動させるので、正しい。コウモリはヒトには聴こえない超音波を受容することができる。したがって、正しい。誤っているものを選べとあるので、③が正解である。

(答) ……③

問2 aは前庭、bはうずまき管、cは聴神経、dは外耳道、eは鼓室、fは耳管である。したがって、⑦が正しい。

(答) ……⑦

問3 基底膜上にはコルチ器()があり、基底膜が振動するとコルチ器の聴細胞の感覚毛が動いて聴細胞が興奮する。

前庭は、体の傾斜()を受容する平衡感覚器であり、体が傾斜すると、前庭の中の平衡石(耳石)()が動いて、感覚細胞の感覚毛を動かす。一方、半規管は体の回転()を受容する平衡感覚器であり、体が回転すると、半規管内のリンパ液が動き、感覚細胞の感覚毛を動かす。したがって、⑤が正しい。

(答) ……⑤

問4 ①～③図3について、Ⅲ群で甲状腺ホルモンのみを10投与すると、変態が誘起されているので、甲状腺ホルモンは単独で変態を誘起することがわかる。また、Ⅳ群で糖質コルチコイドのみを10投与しても変態が誘起されていないことから、糖質コルチコイドは単独では変態を誘起できないことがわかる。したがって、①が正しく、②・③は誤りである。④～⑦Ⅱ群で甲状腺ホルモンのみを1投与しても変態は誘起されていないが、Ⅴ群で糖質コルチコイドを10、甲状腺ホルモンを1投与した場合、変態が誘起されていることから、糖質コルチコイドには甲状腺ホルモンによる変態の誘起を促進するはたらきがあることがわかる。したがって、⑥は正しく、④・⑤・⑦は誤りである。

(答) ・ ……①・⑥

問5 実験1の結果から、甲状腺ホルモンは単独で変態を誘起するが、糖質コルチコイドは単独では変態を誘起できないことがわかる。したがって、甲状腺ホルモンを分泌する甲状腺を除去すれば、変態はできなくなると考えられる。また、脳下垂体を除去すると、甲状腺刺激ホルモンが分泌されず、甲状腺が刺激されないので、甲状腺ホルモンも分泌されず、変態を誘起できない。「過不足なく」とあるので、④が正しい。

(答) ……④

問6 図4のg・hはどちらも神経分泌細胞であり、iは脳下垂体前葉、jは脳下垂体後葉である。視床下部のg()から甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンが血管内に分泌されると、これを受容した脳下垂体のi()から甲状腺刺激ホルモンが分泌され、甲状腺を刺激する。この結果、甲状腺から甲状腺ホルモンが分泌され、血液中の甲状腺ホルモン濃度が増加し、gからの甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンの分泌が抑制()され、次いで、iからの甲状腺刺激ホルモンの分泌も抑制()される。

(答) ……④

第5問 環境と植物の反応

問1 細胞分裂の促進や細胞の分化の調節はサイトカイニン()によって行われる。また、葉から水が失われるのを抑制するためには気孔を閉じる必要があるが、気孔を閉じさせるホルモンはアブシシン酸()である。

(答) ……①

問2 ①ダーウィンが明らかにした内容であり、正しい。②オーキシンの基本的な性質であり、正しい。③オーキシンは光のあたらない側に移動し、光のあたらない側の成長を促進するので、誤りである。④図 1a のように雲母片を差し込むと、オーキシンは光のあたらない側に移動できず、屈曲は起こらないが、図 1b のように雲母片を差し込むと、オーキシンは光のあたらない側に移動し、光のあたらない側の成長を促進するので、屈曲が起こる。したがって、誤りである。⑤図 1c のように雲母片を差し込んでも、オーキシンは光のあたらない側に移動し、光のあたらない側の成長を促進するので、屈曲が起こるが、図 1d のように雲母片を差し込むと、オーキシンは光のあたらない側に移動できるが、基部方向への移動ができないので、屈曲は起こらない。したがって、正しい。⑥図 1e のようにゼラチン片をはさむと、オーキシンは水溶性でゼラチン片を通過でき、光のあたらない側に移動し、基部方向へ移動するので、屈曲が起こる。したがって、正しい。

(答) ・ ……③・④

問3 図3では左側が根のグラフ、右側が茎のグラフである。図2で根を横たえると、オーキシン濃度は上側よりも下側の方が高い。また、細胞の伸長は上側の方が下側よりも大きい。したがって、この条件を満たすオーキシン濃度は、上側が g 、下側が h である。したがって、③が正しい。

(答) ……③

問4 表1から、XとZは日長が長くなると花芽形成する長日(・)植物、Yは日長が短くなると花芽形成する短日()植物である。なお、Zは低温処理(春化処理)しないと花芽形成しないことがわかる。また、限界日長は、Xは11~12時間、Yは14~15時間、Zは9~10時間である。1日は24時間であるので、限界暗期に換算すると、Xは12~13()時間、Yは9~10()時間、Zは14~15()時間である。したがって、③が正しい。

(答) ……③

問5 ①~⑥表2で、台木がX、接ぎ穂がYの場合、表1から日長が10時間では、接ぎ穂のYのみ花成ホルモンを合成するが、台木のXも花芽形成しているので、接ぎ穂のYでつくられた花成ホルモンが台木のXに移動して花芽形成を促進したと考えられる。日長が15時間では、台木のXのみ花成ホルモンを合成するが、接ぎ穂のYも花芽形成しているので、台木のXでつくられた花成ホルモンが接ぎ穂のYに移動して花芽形成を促進したと考えられる。台木にXと接ぎ穂にZ、台木にYと接ぎ穂にZでも同じ結論が得られる。したがって、①は正しく、②~⑥は誤りである。⑦~⑨台木にY、接ぎ穂にZで日長が10時間の場合、台木のYのみ花成ホルモンを合成するが、接ぎ穂のZも花芽形成しているので、台木のYでつくられた花成ホルモンが接ぎ穂のZに移動して花芽形成を促進したと考えられる。同様に、台木にZ(低温)、

接ぎ穂に X で日長が 10 時間の場合、台木の Z (低温) のみ花成ホルモンを合成するが、接ぎ穂の X も花芽形成しているので、台木の Z でつくられた花成ホルモンが接ぎ穂の X に移動して花芽形成を促進したと考えられる。つまり、Z は低温処理してもしなくても、花芽形成する日長条件でなくても、花成ホルモンを与えれば花芽形成することができると考えられる。したがって、⑦・⑧は誤りであり、⑨が正しい。

(答) ・ ……①・⑨