

## 2016 年度大学入試センター試験 解説 〈生物〉

### 第 1 問 生命現象と物質

A

問 1 ①酵素が作用する物質を基質と呼ぶので、正しい。②・⑥酵素は反応の前後で構造が変化しない触媒であるので、どちらも誤りである。③最適温度以下では、温度が上がるほど分子運動が活発になり、酵素と基質が結合する確率が高まり、反応速度は高くなるので、正しい。④基質濃度が高くなると、酵素と基質が結合する確率が高まる。つまり、反応速度は低下することはないので、誤りである。⑤だ液アミラーゼなど酵素の多くは、最適 pH は中性であり、ペプシンなど酸性ではたらくもの、トリプシンなどアルカリ性ではたらくものがあるので、誤りである。

(答)  ・  ……①・③

問 2 酵素のうち、活性部位以外に物質が結合することで立体構造が変化し、基質との親和性が変化する酵素をアロステリック酵素 () という。一連の酵素反応によってできた最終産物が初期の段階の反応を触媒するアロステリック酵素に結合することで反応を抑制することがある。このように、結果が原因にはたらく調節をフィードバック調節 () という。

酵素反応の阻害のうち、基質と似た阻害物質が活性部位に結合することで、基質の活性部位への結合を妨げる場合を競争 () 的阻害、活性部位以外の場所に阻害物質が結合することで活性部位の立体構造が変化して、基質の活性部位への結合を妨げる場合を非競争 () 的阻害という。

(答)  ……①

B

問 3 タンパク質合成の場はリボソーム () であり、合成されたタンパク質は小胞体内を移動してゴルジ体 () に運ばれ、濃縮されて小胞に貯蔵される。

(答)  ……④  ……②

問 4 小胞が細胞膜と融合して小胞内の物質が細胞外へ分泌されること (現象 E) を、エキソサイトシス (開口分泌) という。

実験 1 で、培養液中の  $\text{Ca}^{2+}$  が「-」の場合でも、標識された点がみられる場合 (図 1 の左側 2 つのグラフ) があることから、 $\text{Ca}^{2+}$  の細胞外以外の供給源があることがわかる。また、小胞体膜を介した  $\text{Ca}^{2+}$  の輸送を妨げる試薬 Y を加えると、標識された点が減少することから、 $\text{Ca}^{2+}$  の細胞外以外の供給源は小胞体であることがわかる。一方、培養液中の  $\text{Ca}^{2+}$  が「+」の場合、細胞膜を介した  $\text{Ca}^{2+}$  の輸送を妨げる試薬 X を加えると、標識された点が減少すること

から、 $\text{Ca}^{2+}$  の供給源として細胞外もあることがわかる。したがって、③が正しい。

(答)  ……③

## 第2問 生殖と発生

A

問1 ①ウニでは、卵に侵入できる精子の核は1個のみであるので、誤りである。②受精膜は細胞膜の外側にある卵膜に由来するので、誤りである。③第1卵割によって分割されるのは受精卵の核であるので、誤りである。④原腸ができるのは原腸胚であるので、誤りである。⑤ウニでは、原口は将来の肛門になるので、正しい。

(答)  ……⑤

問2 実験1で、タンパク質 X を合成できない突然変異体 x では分化能 M をもつ細胞がなく、タンパク質 Y を合成できない突然変異体 y では分化能 M をもつ細胞があるので、分化能 M をもつためにはタンパク質 X が必要であること、タンパク質 Y は必要ないことがわかる。したがって、①は正しく、②は誤りである。また、実験2から、タンパク質 X、タンパク質 Y がある B2 の細胞は分化能 M をもたないことがわかるが、これは、タンパク質 Y がタンパク質 X のはたらきを抑制すると考えるとうまく結果を説明できる。したがって、⑤が正しく、③は誤りである。④タンパク質 X の蓄積、⑥タンパク質 Y の分解については、実験1・2からはわからないので、誤りである。

(答)  ・  ……①・⑤

B

問3 ①精細胞は雄原細胞が体細胞分裂を行って形成されるので、誤りである。②雄原細胞は、減数分裂で生じた花粉四分子 ( $n$ ) の体細胞分裂で生じるので、核相は  $n$  である。したがって、正しい。③成熟した花粉には1個の花粉管核と1個の雄原細胞が存在するので、誤りである。④胚乳核は、胚のう内の中央細胞の2個の極核と1個の精細胞の核に由来する。2個の極核は同じ遺伝子構成であるので、遺伝子型は  $D + D$ 、精細胞の核の遺伝子型は  $d$  となり、これらが合体した胚乳核の遺伝子型は  $DDd$  となる。1個の極核の遺伝子型が  $D$  であれば、同じ胚のう内の卵細胞の核の遺伝子型は  $D$  である。胚の細胞の核は1個の卵細胞の核と1個の精細胞の核に由来するので、胚の細胞の核の遺伝子型は  $Dd$  となる。したがって、正しい。⑤反足細胞は重複受精後に退化するので、誤りである。⑥無胚乳種子では、子葉に栄養分を蓄えるが、退化することはないので、誤りである。

(答)  ・  ……②・④

問4 実験3で、雌しべ側の遺伝子型が  $Ff$  のときのみ、胚珠から種子になった割合が50%に低下

していることから、遺伝子 F がはたらく場所は胚のうであることがわかる。また、実験 4 で、胚のうの遺伝子型が f の場合に図 6 のような現象が起こると考えられる。図 6 を見ると、遺伝子 F がなくても花粉管は胚珠に移動し、卵細胞に到達しており、助細胞で破裂してはいないことから、遺伝子 F は、胚のう内に侵入した花粉管を助細胞で破裂させるはたらきがあることがわかる。したがって、⑤が正しい。

(答)  ……⑤

### 第 3 問 生物の環境応答

A

問 1 ①ヒトの皮膚には光受容器は存在しないので、誤りである。②重力の変化を受容するのは内耳にある前庭器官であるので、誤りである。③眼の網膜の桿体細胞には、色を区別する能力はないので、誤りである。④味細胞は水溶性の化学物質を、嗅細胞は揮発性の化学物質をそれぞれ受容するので、正しい。

(答)  ……④

問 2 ①中枢神経系の脳には、神経細胞だけでなく、グリア細胞なども存在し、脊髄の神経細胞なども存在するので、誤りである。②本能行動に関する中枢は、大脳の辺縁皮質に存在するので、誤りである。③大脳に伝わる興奮を中継するのは視床下部ではなく視床であるので、誤りである。④延髄には、呼吸運動、心臓の拍動、血管の収縮、飲み込み、せきなどを調節する中枢があるので、正しい。⑤脊髄の内側は灰白質、外側は白質であるので、誤りである。⑥感覚神経は背根を、運動神経は腹根を通るので、誤りである。

(答)  ……④

問 3 ヒトの視覚では、光の受容器は視細胞が存在する網膜 (  ) である。また、内耳にはうずまき管、前庭器官、半規管がある。音は、うずまき管内のコルチ器 (  ) で受容される。また、体の傾き (  ) は内耳の前庭器官で、体の回転 (  ) は内耳の半規管 (  ) で受容される。したがって、⑤が正しい。

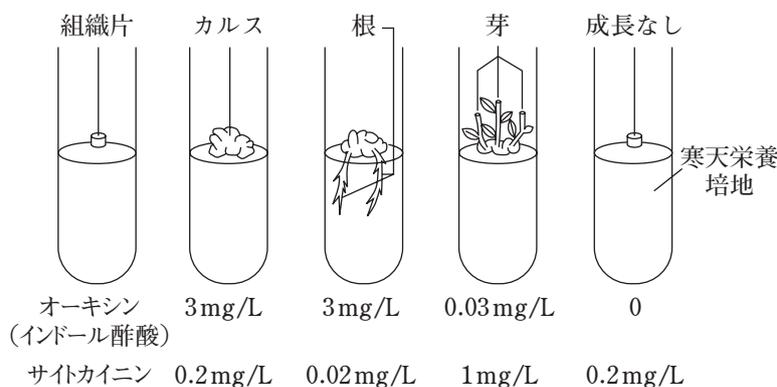
(答)  ……⑤

B

問 4 ①頂芽優勢では、頂芽が成長しているとき、オーキシンは側芽のサイトカイニンの生成を抑制し、この結果、側芽の成長が抑制されている。したがって、誤りである。②アブシシン酸は気孔の閉鎖を促進するので、正しい。③ジベレリンは種子の発芽を促進するので、誤りである。④エチレンは離層の形成を促進するので、誤りである。

(答)  ……②

問5 次図のように、サイトカイニンの濃度を低くした培地（オーキシン濃度 / サイトカイニン濃度は高くなる）ではカルスから根が分化し、サイトカイニンの濃度を高くしてオーキシン濃度を低くした培地（オーキシン濃度 / サイトカイニン濃度は低くなる）では、カルスから芽が分化する。



実験1では、変異体 x では根が分化していることから、オーキシン濃度 / サイトカイニン濃度は上昇し、変異体 y では芽が分化していることから、オーキシン濃度 / サイトカイニン濃度は低下していると考えられる。したがって、③  $R_x > R_w > R_y$  が成り立つ。

(答)  ……③

問6 変異体 x では根が分化していることから、サイトカイニンが合成できないことがわかる。したがって、遺伝子 X はサイトカイニン合成遺伝子である。変異体 y では芽が分化していることから、オーキシンが合成できないことがわかる。したがって、遺伝子 Y はオーキシン合成遺伝子である。野生型 w は遺伝子 X、遺伝子 Y の両方をもつので、野生型 w が感染すると、オーキシンとサイトカイニンが合成されて、カルスが増殖すると考えられる。したがって、①が正しい。

(答)  ……①

## 第4問 生態と環境

A

問1 この池のクサガメの数を  $N$ 、初めに捕獲して標識をつけた数を  $n$  とする。また、再捕獲した数を  $x$ 、このうち標識のある個体の数を  $y$  とすると  $N : n = x : y$  である。 $n = 100$ 、 $x = 120$ 、 $y = 4$  であるので、 $N = 100 \times 120 \div 4 = 3000$  と求めることができる。この池は  $5000 \text{ m}^2$  であるので、個体群密度は  $3000 \div 5000 = 0.6$  個体 /  $\text{m}^2$  となる。

(答)  ……②

問2 図1はゾウリムシ X, ゾウリムシ Y を単独で培養した場合の典型的な成長曲線である。両者を混合培養すると, 途中からゾウリムシ Y の個体群密度が低下し, 最終的に排除されている。これは, ゾウリムシ X とゾウリムシ Y の資源が同じであり, 資源の奪い合い(種間競争)が起こったからであると考えられる。したがって, ㉑が正しい。

(答)  ……㉑

B

問3 捕食者が他方で被食者でもあるため, さまざまな生物は食物連鎖(  )によりつながっている。このため, 食物連鎖内にある2種の相互作用が, 同じ食物連鎖にある第三者の影響を受けることがある。これを間接効果(  )という。1種類の捕食者は多種類の被食者を食べ, 1種類の被食者は多種類の捕食者に食べられることが多いため, 食物連鎖は複雑に絡みあう。これを食物網(  )という。したがって, ㉒が正しい。

(答)  ……㉒

問4 ㉓ハトは, 群れを形成して, 捕食者であるタカの接近を素早く察知することで, 捕食を免れている。したがって, 正しい。㉔植物のうち, 毒性のある化学物質や鋭いトゲをもつものは, 一次消費者による摂食を免れることができる。したがって, 正しい。㉕ホッキョクグマが背景の氷に似た白色の毛をもつことで, アザラシは早期に発見しにくく, 捕食されやすい。したがって, 誤りである。㉖ある種のガは, コウモリが発する超音波を聴いて翅をたたんで急降下することで, コウモリから捕食を免れることができるので, 正しい。したがって, ㉗が正しい。

(答)  ……㉗

問5 実験1で, シャクガは, 壁に縦の模様があると  $N_A < N_B$  となり, 壁に横の模様があると  $N_A > N_B$  となることから, 何らかの情報をもとに壁の縞模様を認識していると考えられる。実験2で光を遮断しても実験1と結果が変わらなかったことから, 視覚以外の方法で壁の縞模様を認識していることがわかる。また, 実験3で表面の触感を均一にすると,  $N_A \cong N_B$  となったことから, 壁の縞模様を触覚で認識していると考えられる。したがって, ㉘が正しい。

(答)  ……㉘

## 第5問 生物の進化と系統

A

問1 さまざまな環境に合わせた形態や機能をもつように, 共通祖先から短期間のうちに多様な種が分化することを適応放散(  )という。

(答)  ……㉙

問2 図2を見ると、遺伝子Xのみ発現量を増加させると、くちばしは長くなるが、太さに変化はなく、遺伝子Yのみ発現量を増加させると、くちばしが太くなるが、長さに変化はなく、遺伝子X、Yの両方の発現量を増加させると、くちばしは長く、太くなることからわかる。したがって、③は正しく、①・②・④は誤りである。種Aは、くちばしが太くなっているのに、遺伝子Yの発現量のみが増加し、遺伝子Xの発現量に変化はなかったと考えられる。したがって、⑤・⑥は誤りである。種Bは、くちばしが短くなっているのに、遺伝子Xの発現量のみが減少し、遺伝子Yの発現量に変化はなかったと考えられる。したがって、⑦が正しく、⑧は誤りである。

(答)  ・  ……③・⑦

B

問3 被子植物が出現したのは、中生代の白亜紀であるので、被子植物の科の数が増えているDの時期は白亜紀の間、もしくはそれ以降である。また、Dの時期の直前に爬虫類の科の数が最大になり、Dの時期に激減しているのに、Dの時期は白亜紀の末期の恐竜やアンモナイトなどの大絶滅期に相当すると考えられる。したがって、①が正しい。②三葉虫類の大絶滅は中生代のペルム紀の末期に起こったので、誤りである。③無顎類は、ヤツメウナギなど円口類として存在し、絶滅していないので、誤りである。④哺乳類の出現は中生代の三畳紀であるので、誤りである。⑤恐竜類が出現したのは中生代の三畳紀であるので、誤りである。⑥鳥類の出現は中生代のジュラ紀であるので、誤りである。

(答)  ……①

問4 ①人類の大きな特徴は、直立二足歩行を行うことであり、アウストラロピテクスは初期の人類(猿人)の仲間であるので、誤りである。②アウストラロピテクスの脳容積は500 mLで類人猿と同程度であるので、誤りである。③拇指対向性は、霊長類全体の特徴であり、アウストラロピテクスも拇指対向性があるので、誤りである。④アウストラロピテクスは300万年前頃に生息していたと考えられる。また、700万年前に、猿人の一種(サヘラントロプス・チャデンシス)の化石が見つかるが、アウストラロピテクスではない。したがって、誤りである。⑤ヒトの顎は類人猿に比べて小さいので、誤りである。⑥ヒトは直立二足歩行を行うため、頭骨の真下に大後頭孔が開いている。したがって、正しい。⑦眼窩上隆起は、固いものを食べたときのショックを緩和するはたらきがあり、ヒトでは顎が小さくなるとともに、退化している。したがって、誤りである。⑧ヒトは、約20万年前のアフリカで出現したと考えられているので、正しい。

(答)  ・  ……⑥・⑧

## 第6問 イネ科植物の栽培と利用

問1 ①イネは短日植物であるので、誤りである。②シロイヌナズナなど長日植物やイネなど短日

植物は、日長は葉で感知され、葉でフロリゲンが合成される。フロリゲンは調節タンパク質であり、篩管を通して芽に移動して、花芽形成を誘導するので、正しい。③春化处理は、一定期間低温下にさらす処理であるので、誤りである。④コムギのような長日植物は、暗期が限界暗期よりも短くなると花芽を形成する植物であるので、誤りである。⑤トウモロコシのような中性植物は、日長とは無関係に花芽形成を行う植物であるので、誤りである。

(答)  ……②

問2 イネやコムギなどは  $C_3$  () 植物と呼ばれ、 $CO_2$  はカルビン・ベンソン () 回路で固定され、炭素を 3 () 個含むホスホグリセリン酸 (PGA) () が合成される。一方、トウモロコシやサトウキビなどは、 $C_4$  () 植物である。 $C_4$  植物では、カルビン・ベンソン回路以外に、 $C_4$  回路をもつ。 $C_4$  回路では、 $CO_2$  は炭素を 3 個含むホスホエノールピルビン酸 (PEP) に固定され、炭素を 4 () 個含むオキサロ酢酸を生じ、リンゴ酸として蓄積される。したがって、②が正しい。

(答)  ……②

問3 400 塩基対の遺伝子領域の重さを計算すると、 $0.01 \times 400 \div 400000000 = 1.0 \times 10^{-8} \mu g$  である。PCR 法により、遺伝子領域が増幅され、 $0.1 \mu g$  にまで増えたので、DNA 量は  $0.1 \div (1.0 \times 10^{-8}) = 10^7$  倍に増幅されたことになる。

(答)  ……⑧

## 第7問 社会性昆虫の行動と進化

問1 実験1から、ワーカーは単独では外役に分化するが、実験3でより老いたワーカーが存在すると内役に分化するので、役割の分化は個体間の相互作用に影響されると考えられる。したがって、①は正しく、③は誤りである。同じ11日齢でも実験2と実験3で結果が異なるので、②は誤りである。実験2で、より若いワーカーが存在しても実験1と同様に外役に分化するので、外役の分化にはより若いワーカーの影響は受けないことがわかる。したがって、④は誤りである。また、実験1から、ワーカーは単独では外役に分化するが、実験3でより老いたワーカーが存在すると内役に分化することから、本来は外役に分化するはずが、より老いたワーカーの存在によって外役への分化が抑制されると考えられる。したがって、⑥が正しく、⑤は誤りである。

(答)  ・  ……①・⑥

問2 母(二倍体)のもつ2本の相同染色体をそれぞれA、Bとする。母から娘にAの染色体、もしくはBの染色体が受け継がれる確率はどちらも  $\frac{1}{2}$  () である。娘どうし(姉妹間)で、ともにAの染色体をもつ確率は  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$  であり、同様にBの染色体をもつ確率も

$\frac{1}{4}$  である。したがって、娘どうしで母のある染色体 (A, B どちらでもよい) をともにもつ確率は  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$  である。父 (一倍体) のもつ染色体を C とすると、C の染色体は必ず娘に受け継がれるので、父由来のある染色体を娘どうしがともにもつ確率は 1 である。したがって、ある染色体 (父親由来でも母親由来でもよい) を娘どうしがともにもつ確率は、 $(1 + \frac{1}{2}) \div 2 = \frac{3}{4}$  である。つまり、ハチの雌は、自分の娘を産んで育てる (  ) と、娘に自身の遺伝子の  $\frac{1}{2}$  しか残すことができないが、自分の妹を育てる (  ) と、妹に自身の遺伝子の  $\frac{3}{4}$  を残すことができ、自分の遺伝子を残すのに都合がよい。

(答)  .....⑤