

## 2020 年度大学入試センター試験 解説 〈生物基礎〉

### 第1問 生物と遺伝子

問1 生物の特徴と代謝に関する知識問題。真核生物を構成する真核細胞は、ふつう細胞内に1個の核をもつほか、ミトコンドリアなどの細胞小器官が存在する。また、植物細胞には葉緑体も含まれている。①核には、DNA とヒストンと呼ばれるタンパク質からできた染色体が含まれる。したがって、正しい。②ミトコンドリアで行われる呼吸は、酸素を用いて有機物を分解し、このときに放出されるエネルギーを利用してATPを合成する反応である。呼吸では、有機物を分解した結果、水と二酸化炭素が生じる。したがって、正しい。③ミトコンドリアは、内部に独自のDNAをもち、細胞の分裂とは別に増殖することが可能である。したがって、正しい。④葉緑体は、光のエネルギーを利用してATPを合成する。一方、ミトコンドリアは、有機物を分解する際に放出されるエネルギーを利用してATPを合成する。したがって、正しい。⑤アントシアニン(アントシアニン)は、液胞に含まれる色素である。したがって、誤り。

(答)  ……⑤

問2 ミクロメーターを用いてミトコンドリアの長さを求める計算問題。

接眼ミクロメーターの1目盛りの長さは、 $\frac{50 \mu\text{m}}{20 \text{目盛り}} = 2.5 \mu\text{m}$  である。

問題文より、ミトコンドリアの長さは接眼ミクロメーター2目盛りに相当するため、 $2.5 \mu\text{m} \times 2 \text{目盛り} = 5 \mu\text{m}$  となる。

(答)  ……②

問3 細胞構成成分に関する知識問題。細胞の構成成分は、水が最も多く、次いでタンパク質、脂質、炭水化物、核酸(DNA または RNA) などの有機物が含まれている。したがって、①が正しい。

(答)  ……①

問4 遺伝子の発現に関する知識問題。遺伝情報がDNAからRNA、そしてタンパク質へと一方向に流れていくという考え方をセントラルドグマ(  )という。セントラルドグマに従うと、DNAの塩基配列はRNAへと転写(  )され、次にRNAの塩基配列はタンパク質へと翻訳(  )される。また、細胞が分裂する際には、DNAを鋳型としてDNAを合成する過程であるDNAの複製(  )が行われる。

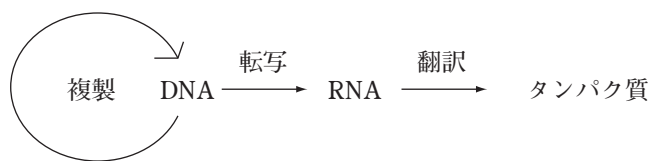
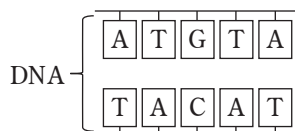


図 セントラルドグマ

(答)  …… ・  …… ・  …… ・  ……

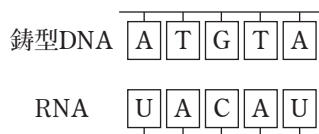
問5 塩基の相補性に関する知識問題。核酸 (DNA または RNA) の構成単位は、ヌクレオチドと呼ばれる。ヌクレオチドは、塩基と糖とリン酸が結合したものであり、DNA を構成するヌクレオチドは、塩基としてアデニン (A) ・チミン (T) ・グアニン (G) ・シトシン (C) をもつのに対し、RNA を構成するヌクレオチドは、塩基としてアデニン (A) ・ウラシル (U) ・グアニン (G) ・シトシン (C) をもつ。

DNA は、二重らせん構造の中心部で、ヌクレオチドの塩基どうしが水素結合で対を形成している。その際、塩基どうしは、アデニン (A) とチミン (T)、グアニン (G) とシトシン (C) が相補的な塩基対を形成する。したがって、 が正しい。



(答)  ……

一方、転写では、DNA の一方のヌクレオチド鎖の塩基と RNA のヌクレオチドの塩基が水素結合で対を形成している。その際、塩基どうしは、アデニン (A) とウラシル (U)、チミン (T) とアデニン (A)、グアニン (G) とシトシン (C) が相補的な塩基対を形成する。したがって、 が正しい。



(答)  ……

問6 DNA の研究史に関する考察問題。

グリフィスは、R 型菌と加熱殺菌した S 型菌を混ぜてネズミに注射した。その結果、ネズミには病気の症状が現れ、体内からは生きた S 型菌 (  ) が見つかった。これは、加熱殺菌した S 型菌の中の物質が生きた R 型菌に移り、R 型菌を S 型菌へ変化させたために起こった現象である。このような現象を形質転換 (  ) という。

エイブリーらは、形質転換の原因物質を特定するために、S 型菌の抽出液中のタンパク質を分解したものや DNA を分解したものをつくり、R 型菌の培地に加えた。その結果、タンパク質 (  ) を分解した抽出液を加えた場合は形質転換が起こったが、DNA (  ) を

分解した抽出液を加えた場合は形質転換が起こらなかった。このことから、形質転換の原因物質がタンパク質ではなく DNA であることが示唆された。

したがって、⑥が正しい。

(答)  ……⑥

## 第 2 問 生物の体内環境の維持

問 1 体液の濃度調節に関する考察問題。問題文に「淡水魚のコイと海水魚のカレイは、通常、異なる塩類濃度の環境に生息しているが、両者の体液の塩類濃度は、ほぼ等しい」とあることから、淡水魚の体液の塩類濃度を  $x$  とすると、海水魚の体液の塩類濃度も  $x$  とおくことができる。淡水魚は、体液の塩類濃度が外界の淡水の塩類濃度よりも高いため、体液よりも濃度の低い尿を多量に排出することで、体液の濃度を調節している。このとき、尿の塩類濃度を  $y$  とすると、体液の塩類濃度 ( $x$ ) は尿の塩類濃度 ( $y$ ) よりも高い () ため、 $x > y$  という関係が成立する。一方、海水魚は、体液の塩類濃度が外界の海水の塩類濃度よりも低いため、体液とほぼ等しい濃度の尿を少量に排出することで、体液の濃度を調節している。このとき、尿の塩類濃度を  $z$  とすると、体液の塩類濃度 ( $x$ ) は尿の塩類濃度 ( $z$ ) とほぼ等しい () ため、 $x = z$  という関係が成立する。このことから、淡水魚の尿の塩類濃度 ( $y$ ) は海水魚の尿の塩類濃度 ( $z$ ) よりも低い () ことが分かる。したがって、⑤が正しい。

(答)  ……⑤

問 2 塩類細胞が行う塩類の輸送方向に関する考察問題。鰓にある塩類細胞は、塩類の輸送に多くのエネルギーを必要とするため、ATP () が合成される場であるミトコンドリアを多くもつ。淡水魚は体液の塩類濃度が外界の淡水の塩類濃度よりも高いため、体内に水が侵入する。そのため、淡水魚の塩類細胞は、水中の塩類を外界 () から体内 () へ輸送することで、体液の濃度を調節している。一方、海水魚は、体液の塩類濃度が外界の海水の塩類濃度よりも低く、体内の水分が外界へ失われる。そのため、海水を大量に飲み、水分を腸から吸収する。体内に入ってきた余分な塩類は、塩類細胞の働きによって体内 () から外界 () へ輸送され、体液の濃度が調節されている。

塩類細胞の淡水型から海水型への変化には、成長ホルモンが関与する。成長ホルモンは、脳下垂体 () 前葉から分泌されるホルモンである。したがって、⑦が正しい。

(答)  ……⑦

問 3 体液の濃度調節に関する考察問題。  に入る魚類は、外液の塩類濃度が低い場所でのみ長期間生存できる。このことから、  は淡水魚であるコイであると考えられる。一方、  に入る魚類は、外液の塩類濃度が高い場所でも長期間生存できる。このことから、  は海水魚であるカレイであると考えられる。この沼では、淡水魚のコイと海水魚のカ

レイが生存している。グラフから、両者が長期間生存可能な外液の塩類濃度の範囲は約 0.4 ～ 1.0 % であることから、沼の塩類濃度は 0.9 % と考えるのが妥当である。したがって、⑥が正しい。

なお、ク のような魚類は、外界の塩類濃度の変化に応じて体液の塩類濃度が変化しており、体液の濃度調節能力が低いと考えられる。一方、ケ のような魚類は、外界の塩類濃度の変化に対して体液の塩類濃度があまり変化しておらず、体液の濃度調節能力が高いと考えられる。

(答) 13 ……⑥

**問 4** 細胞性免疫に関する知識問題。体内に侵入した抗原によって活性化された樹状細胞 (コ) は、リンパ節へと移動するとともに、体内に侵入した抗原を取り込み分解して、細胞表面に提示する。これを抗原提示という。リンパ節において、ヘルパー T 細胞 (サ) やキラー T 細胞(免疫細胞 R) は、樹状細胞の提示した抗原を認識して活性化し、増殖する。ヘルパー T 細胞は、マクロファージ(免疫細胞 S) の食作用を活性化する。一方、キラー T 細胞は、感染細胞を直接排除する。このとき、抗原を認識して活性化した T 細胞の一部は、記憶細胞として長期間体内に残る。したがって、(シ) にはヘルパー T 細胞(免疫細胞 Q) とキラー T 細胞(免疫細胞 R) が入る。したがって、⑧が正しい。

(答) 14 ……⑧

**問 5** 体液性免疫に関する考察問題。培養の条件を整理すると、下表のようになる。なお、説明の便宜上、培養の条件を i ～ v とおいた。

( i : B 細胞を除く前のリンパ球のみ, ii : B 細胞を除く前のリンパ球と抗原, iii : B 細胞と抗原, iv : B 細胞を除いたリンパ球と抗原, v : B 細胞を除いたリンパ球, 抗原, および B 細胞)

	i	ii	iii	iv	v
B 細胞	+	+	+	—	+
B 細胞を除いたリンパ球	+	+	—	+	+
抗原	—	+	+	+	+
抗体産生細胞数(相対値)	2	100	18	2	95

i と ii (v) より、抗原が存在しないと抗体産生細胞へ分化はほとんどみられない。したがって、①は誤りである。ii (v) と iv より、B 細胞が存在しないと抗体産生細胞への分化はほとんどみられないことから、抗体産生細胞へ分化するのは B 細胞であると考えられる。また、ii (v) と iii より、B 細胞以外のリンパ球が存在しないと抗体産生細胞への分化はあまりみられないが、B 細胞以外のリンパ球が存在すると、抗体産生細胞へ分化している。したがって、B 細胞以外のリンパ球には、B 細胞を抗体産生細胞に分化させる細胞が含まれると考えられる。したがって、②・③・⑤は誤りであり、④が妥当である。なお、ii と v の条件の違いは、抗原提示細胞を加える以前に、リンパ球の集団から一度 B 細胞を分離しているか否かであるが、ii と v の結果に有意な差はみられない。したがって、B 細胞の抗体産生細胞への分化にはこの条

件の違いは特に影響を与えないことが分かる。

(答)  ……④

### 第3問 生物の多様性と分布

問1 バイオームに関する知識問題。ステップではイネのなかま(  ), 硬葉樹林ではオーク(  ), 雨緑樹林ではチーク(  )が代表的な生産者である。

(答)  ……①・  ……②・  ……⑥

問2 炭素の循環に関する知識問題。大気中の窒素を直接利用できる生物は一部の生物に限られており、炭素と比べて窒素の循環は閉鎖的である。図中の  は、生産者への移動がみられることから、窒素ではなく炭素の循環であると考えられる。生物体に含まれる炭素は、元を辿ると大気中や水中の二酸化炭素(  )に由来する。二酸化炭素は、光合成の過程で生産者(  )に吸収され、有機物が合成される。有機物の一部は、一次消費者に取り込まれ(  が「→」と判断される), さらに二次消費者(  )に取り込まれる。また、生産者の枯死体や消費者の遺体・排出物は、分解者の呼吸(  )によって分解され、再び大気中の二酸化炭素へと戻る。このように、炭素は生態系内を循環している。したがって、①が正しい。

(答)  ……①

問3 生態系とエネルギーの流れに関する知識問題。③植物は光合成を行い、太陽から供給された光エネルギーを有機物中の化学エネルギーに変換する。したがって、誤り。①・②・④有機物に含まれる化学エネルギーは、食物連鎖の過程を経て、さまざまな栄養段階の生物に取り込まれ、生命活動に利用される。その際、エネルギーの一部は熱エネルギーとなり、生態系外へ出ていく。したがって、①・④は誤りであり、②が正しい。

(答)  ……②

問4 地球温暖化に関する知識問題。地表から放出される熱エネルギーを吸収し、その熱の一部を地表に再放射して大気や地表の温度を上昇させるはたらきをもつ気体は、温室効果ガスと呼ばれる。温室効果ガスの例として、二酸化炭素、フロン、メタン(  ・  )などがあげられる。

(答)  ・  ……⑥・⑦

問5 大気中の二酸化炭素濃度は、1960 (320 ppm)～1970 (330 ppm)年の10年間で10 ppmの増加しているのに対し、2000 (370 ppm)～2010 (390 ppm)年の10年間で20 ppmの増加している。したがって、2000～2010年の方が、1960～1970年よりも大気中の二酸化炭素濃度の増加速

度は大きい(  )。

大気中の二酸化炭素濃度は、光合成速度の影響を受ける。したがって、夏季は減少し、冬季は増加する、というように季節的な変動を繰り返す。図3より、大気中の二酸化炭素濃度の季節変動をまとめると、下表のようになる。

	2014			2015			2016		
	最大	最小	差	最大	最小	差	最大	最小	差
綾里	407	392	15	409	394	15	412	400	12
与那国島	406	397	9	406	396	10	411	402	9

表より、亜熱帯の与那国島の方が、冷温帯の綾里よりも大気中の二酸化炭素濃度の季節変動は小さい(  )。この原因として、季節変動が大きい冷温帯に分布するバイオームは冬季に落葉する夏緑樹林であるため、一年のうちで光合成を行う期間が限定され、その期間が短い(  )ことがあげられる。

(答)  ……③