

日本医科大学(前期) 生物

2025年 2月 1日実施

【生物 (解答)】

【I】

問1 アー(う) イー(え) ウー(こ) エー(き) オー(す) カー(お)

問2 (い)

問3 (あ) → (お) → (い) → (え) → (う)

問4 (1) A : 0.7, a : 0.3

(2) 42 (41)

問5 (1) (あ)

(2) (c)

(3) ・天敵をみつけやすい。

・餌をみつけやすい。

・配偶相手をみつけやすい。

などからふたつ

問6 (1) 出生率 : 10% 死亡率 : 8% 成長率 : -3%

(2) 495 頭

問7 (1) 0.3 個体/m²

(2) (い)

【II】

問1 アー(え) イー(う) ウー(い) エー(あ) オー(し) カー(か)

問2 横紋筋

問3 受容器ー(う) 反射中枢ー(か)

問4 ③, (お)

問5 (い) → (き) → (え)

問6 (い) (う)

問7 (い) (う)

【III】

問1 (あ) (い)

問2 (え)

問3 (1) piRNA-Aー(え) piRNA-Bー(お)

(2) (a)

問4 (あ) (う)

問5 (あ) (う) (え) (か)

問 6 遺伝子 D- (い)

遺伝子 E- (あ)

理由：ZZ 個体は本来オス型の生殖器をもつはずだが、メス親がボルバキアに感染したことにより遺伝子 D の働きが抑制され、その結果遺伝子 C の mRNA の選択的スプライシングが本来の正常なオスと同様には起こらず、1000bp の長さの mRNA が産生された。これにより生殖器がメス型へと誘導され、ZZ 個体にもかかわらずメス型の生殖器をもってしまい、成虫になる前に死滅した。

【生物 (講評)】

例年通り大問 3 題で、[Ⅲ] が遺伝子発現や分化に関する本格的な実験考察問題であり、今年度も実に日医らしい出題であった。[Ⅰ] は知識問題である年と、知識問題の他に考察問題を含む出題のときがあるが、今年は計算問題が多くなっている。全体として実験考察問題の割合が高く、差がつきやすい。一次試験突破の目安は、75 %程度だと思われる。

【生物 (解説)】

[Ⅰ] 生物の進化と生態系に関する問題 (標準)

問 1 基本的な用語問題である。ここでの取りこぼしは避けたい。

問 2 適応放散は共通祖先から様々な環境に適応し、多様化しながら進化することをいう、よって (い) を選ぶ。

問 3 獲得した順に

脊索 (原索生物, 脊椎動物が持つ)

→羊膜 (脊椎動物のなかの爬虫類, 鳥類, ほ乳類が持つ)

→胎盤 (ほ乳類のなかの真獣類が持つ)

→拇指対向性 (真獣類のなかの霊長類が持つ)

→日常的な直立二足歩行 (霊長類のなかの人類の特徴)

となる。

問 4 (1) 集団 I の $p=0.6$ から $q=1-0.6=0.4$ となり, 100 個体での各遺伝子型の個体数は

$$\begin{aligned} AA : Aa : aa &= 100 \times 0.6 \times 0.6 : 100 \times 2 \times 0.6 \times 0.4 : 100 \times 0.4 \times 0.4 \\ &= 36 \text{ 匹} : 48 \text{ 匹} : 16 \text{ 匹} \end{aligned}$$

と求まる。aa が全て死んでしまった集団 I' の遺伝子型の比は,

$$AA : Aa : aa = 36 : 48 : 0 = 3 : 4 : 0$$

となり, その集団での遺伝子 A の遺伝子頻度は,

$$\frac{2 \times 3 + 1 \times 4}{2 \times 3 + 2 \times 4} = 0.71 \dots \approx 0.7$$

一方で遺伝子 a の遺伝子頻度は,

$$\frac{1 \times 4}{2 \times 3 + 2 \times 4} = 0.29 \approx 0.3$$

と求まり, これは集団 II の遺伝子頻度と等しくなる。

(2) 集団 II における 100 個体のなかの Aa の個体数は

$$100 \times 2 \times 0.7 \times 0.3 = 42$$

ただし, 「(1) で求めた遺伝子頻度」を, より正確な値の $\frac{5}{7}$ と $\frac{2}{7}$ とすると,

$$100 \times 2 \times \frac{5}{7} \times \frac{2}{7} = 40.8 \dots$$

であるから, 「41」も答えとして考えられる。

問 5

- (1) 群れの各個体の天敵などに対する「警戒」は, 群れが小さいと大きく, 群れが大きくなると小さくなる。よって曲線①が該当する。次に食物の奪い合いなどの「種内競争」は, 群れが大きくなるほど大きくなるため, 曲線③が該当する。それらに費やす時間を差し引いた残りの時間が「採食」の時間となり, ②が該当する。
- (2) 最適な群れの大きさとは, 「採食」に充てる時間が最も多い (c) と考える。
- (3) 群れを形成する利点としては, 自身が捕食者に捕食される危険性を減少させることができること, 他個体が捕食者を警戒している間に採餌ができること, 求愛・交尾など繁殖活動が容易になること, などが挙げられる。

問 6

- (1) 出生率 $50 / 500 \times 100 = 10$ (%)
 死亡率 $40 / 500 \times 100 = 8$ (%)
 成長率 西暦 2020 年の 1 年間で, $+50 - 40 - 30 + 5 = -15$ (頭) より, 15 頭

減少している。よって成長率は、 $-15/500 \times 100 = -3$ (%)

- (2) 2020 年末 (2021 年のはじめ) に $500 - 15 = 485$ (頭) が存在した。2020 年と同じ出生率と死亡率で個体数が変動するので、
 出生数 $\cdots 485 \times 0.1 = 48.5$ (頭), 死亡数 $\cdots 485 \times 0.08 = 38.8$ (頭) より, $+48.5 - 38.8 = +9.7$ (頭) 2021 年のはじめから個体数が変動する。ゆえに, 2021 年末における群れの個体数は, $485 + 9.7 = 494.7 \doteq 495$ (頭) と求まる。

問 7

- (1) 池の全個体数を X とおくと, 標識再捕法より, $50/X = 20/50$ 式が成り立つ。これより $X = 125$ (匹)。この値を池の面積 400m^2 で割ることで, 個体群密度 (個体/ m^2) が求まる。したがって, $125/400 = 0.3125 \doteq 0.3$ (匹/ m^2)。
- (2) 実際のフナ全個体数は 100 匹であったのだから, 1 度目の捕獲後にいた標識のある個体は 50 匹, 標識のない個体は 50 匹が真の値である。すると,
 ・ 標識のある個体 の実際の捕獲率は, $20/50 \times 100 = 40$ (%)
 ・ 標識のない個体 の捕獲数は $50 - 20 = 30$ (匹) だから, その捕獲率は $30/50 \times 100 = 60$ (%)

したがって, 標識のある個体の捕獲率は, 標識のない個体の捕獲率の $2/3$ となる。2 度目の調査における捕獲率を, 「標識された個体」と「標識されていない個体」それぞれについて計算しなければならない点に注意が必要である。

【II】筋収縮に関する問題 (やや易)

問 1 アには細長い細胞とあることから (え) の筋繊維が入る。筋原繊維は細胞質なので細胞に相当するのは筋繊維である。いの袋状の構造は筋小胞体である。ここから Ca^{2+} が放出されることで筋収縮が起こる。ウの中には (い) の筋原繊維が束になって詰まっている。エは「細い」とあるので (あ) のアクチンフィラメントが入る。オは (し) のミオシンフィラメントが入る。Z 膜と Z 膜で仕切られた部分は (か) のサルコメアが入る。

問 2 骨格筋を含む明帯と暗帯の縞模様が見える筋肉を総称した横紋筋と呼ぶ。ここでは漢字 3 文字と指定されているので注意したい。

問 3 膝蓋腱反射の受容器は筋紡錘であり, 反射中枢は脊髄である。

問 4 骨格筋は体節由来であり, 図 1 より ③ を選ぶ。

問 5 興奮の伝達過程に関する問題である。

興奮が運動ニューロンの終末に到達する

→シナプス間隙にアセチルコリンが分泌される

→アセチルコリンがシナプス後細胞の受容体に結合するとリガンド依存性チャネルが開口し Na^+ が細胞内に流入する

→筋繊維の膜電位がプラスの方向に変化し活動電位が生じる

よって、(あ) から始めて、(い) → (き) → (え) と解答する。

問 6 (あ) 誤り。個々の運動ニューロンの閾値はニューロンごとに違っている。

(い) 正しい。刺激の頻度を高めると、1 回目の収縮が終わらないうちに次の収縮がやってくるので強縮が起こる。

(う) 正しい。神経を 1 回刺激すると、単収縮が起こり、すぐに弛緩する。ただし、ここで与えた刺激は閾値以上の刺激でないといけない。

(え) 誤り。単収縮が終わらないうちに次の刺激を与えると収縮が重なった強縮が起こるため、収縮は大きくなる。

(お) 誤り。1 個のニューロンは刺激の大きさを強めても活動電位の大きさは変化しない (全か無かの法則)。

問 7 (あ) 誤り。エネルギーはクレアチンリン酸として蓄えている。

(い) 正しい。クレアチンリン酸がクレアチンに分解されることでリン酸が ADP に転移して ATP の再合成が起こる。

(う) 正しい。筋肉で嫌気状態が続くと解糖により乳酸が生成される。

(え) 誤り。ATP 分解酵素として機能するのはアクチンではなくミオシン頭部である。

(お) 誤り。筋肉に酸素が少ない状態が続くと (う) にあるように解糖により ATP を生成し乳酸が生じるのであって、アルコール発酵が行われるのではない。

[Ⅲ] 昆虫の生決定に関する問題 (やや難)

問 1 実験 2 からメスである ZW 個体では遺伝子 A と B が発現しているが、オスである ZZ 個体では両方とも発現していない。そのため W 染色体から発現していると考えられることができる。一方で遺伝子 C と PIWI はオスメスに共通して発現しているため Z 染色体に存在すると考えられる。また他の実験を見ても、遺伝子 D や E はオスメスに共通して発現することがあるため、これらも Z 染色体に存在すると考えられる。

問 2 図 4 より、遺伝子 C はオス (ZZ) 個体では 600bp である。ゆえに (い) は不適。また遺伝子 C のプライマーは 1 と 8 のエクソンに対応するため、1 と 8 のエクソンが存在しなければ図 4 のような逆転写 PCR 法で観察できない。ゆえに (う) は不適。遺伝子 D はオス個体では 800bp であるから、すべてのエクソンが含まれているべきだから (あ) も不適。したがって (え) が正答となる。

問 3 (1) 実験 6 に注目して考える。実験 6 では、対照群を含めると piRNA-A を含むかどうか、piRNA-B を含むかどうかの 4 種類の実験がなされている (下表)。この結果から piRNA-A が存在するときは遺伝子 C の mRNA の長さが 1000bp と長くなることと、遺伝子 D の発現が見られないことがわかる。また piRNA-B が存在するときは遺伝子 E の発現が見られないことがわかる。したがって piRNA-A は遺伝子 D を標的として発現を抑制し、その結果遺伝子 C の選択的スプライシングに影響が出ると考える。

		piRNA-B	
		あり	なし
piRNA-A	あり	対照群メス型 ZW C1000	piRNA-B 分解 C1000, E800
	なし	piRNA-A 分解 C600, D800	対照群オス型 ZZ C600, D800, E800

(2) (1)から考える。実験 4 において piRNA-A を分解したときに ZW の個体が成虫まで生存できなかった理由は、①遺伝子 D の発現が抑制された、②遺伝子 C の mRNA が長くなった、③これによりつくられたタンパク質 C がオス型の生殖器を誘導した、④性染色体型と生殖器の型が不一致となり死亡した、と推察できる。

問 4 ここまでの考察から、遺伝子 D が働くと遺伝子 C の選択的スプライシングにより 600bp の mRNA となり、生殖器の形状がオス型となることが読み取れる。

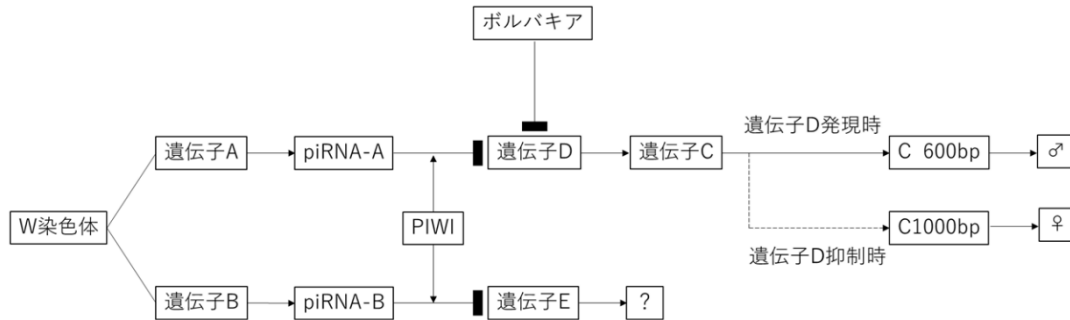
問 5 ここまでの流れをまとめると、

- ・メスでは W 染色体上の遺伝子 A からの piRNA-A が PIWI と複合体を形成し、遺伝子 D からの mRNA を分解することで遺伝子 C の選択的スプライシングの結果、1000bp の mRNA となり、生殖器の形状がメス型となる。
- ・オスでは W 染色体がなく遺伝子 A の発現がないので遺伝子 D からのタンパク質 D の働きにより遺伝子 C の選択的スプライシングの結果、600bp の mRNA となり、生殖器の形状がオス型となる。

問 6 実験 7 のボルバキアに感染したメス親から生まれた ZZ 個体では、本来存在するはずの遺伝子 D の mRNA が存在していない (い)。その結果、遺伝子 C の選択的スプライシングにより 1000bp の mRNA となってしまう、生殖器の形状がメス型となってしまうと解釈できる。遺伝子 E については正常なオス型と同様に発現して

いることから (う) を選ぶ。

全体をまとめると以下の図のような関連だと推察される。



昭和大学医学部[Ⅱ期]模試2.20(木)

科目 英/数/化/生/物 **申込締切** 2月17日(月) 20:00
会場 東京/大阪/福岡

聖マリアンナ医科大学[後期]模試2.23(日)

科目 英/数/化/生/物 **申込締切** 2月20日(木) 20:00
会場 東京/大阪/福岡

対象 高3生・高卒生対象 **料金** 6,600円(税別)



※内容は変更になる場合がございます。最新の情報はホームページよりご確認ください。↗

医大別直前講習会 受付中

後期・Ⅱ期

- 獨協医科大学
- 聖マリアンナ医科大学
- 日本大学
- 埼玉医科大学
- 昭和大学
- 日本医科大学



◆各講座の時間割・受講料・会場についてはHPでご確認ください。↗

本解答速報の内容に関するお問合せは



医学部専門予備校
YMS
heart of medicine

☎ 03-3370-0410 <https://yms.ne.jp/>
東京都渋谷区代々木 1-37-14

医学部進学予備校

メビオ

☎ 0120-146-156
<https://www.mebio.co.jp/>

医学部専門予備校

英進館メビオ 福岡校

☎ 0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

メルマガ登録または LINE 友だち追加で全科目を閲覧

メルマガ登録



LINE 登録

