

選択問題 生物・化学・物理

(試験時間 10:00 ~ 11:00)

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
 2. この問題冊子は 35 ページある。
 3. 生物・化学・物理のうち1つを選んで解答すること。
 4. 試験中に問題冊子のページの脱落等に気付いた場合は、手をあげて監督者に知らせること。
 5. 解答用紙に受験番号を記入し、マーク欄にマークすること。また、氏名とふりがなを記入すること。
 6. 選択した科目名を解答用紙の選択科目名欄に記入し、記入した科目名を選択科目マーク欄にマークすること。(マークがない場合は採点されない)
 7. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
 8. 解答用紙への記入には必ず HB の黒鉛筆を用いること。シャープペンシルなど他の筆記用具を用いると、正確に読み取れない場合がある。
 9. マーク式の解答にあたっては、解答用紙の該当する箇所を
右に示す例に従ってぬりつぶすこと。
例えば2にマークするときは、次のように
①●③とする。
- | | |
|---|-------|
| 良 | 不良 |
| ● | ● ⊗ ● |
10. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消すこと。
×をつけても消したことはない。また消しゴムのくずを完全に取り除いておくこと。
 11. 解答がマーク式でないものについては、指定の箇所に解答を記入すること。
 12. 解答用紙の指定された場所以外には何も書いてはならない。
 13. 計算には問題冊子の余白あるいは別に配布する計算用紙(白紙)を使用すること。
 14. 辞書機能、計算機能を持つものを使用してはならない。
 15. 携帯電話の電源は切っておくこと。身につけたり机上に置いたりしてはならない。
 16. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

生 物

1 物質輸送と免疫に関する以下の文章を読み、問1～9に答えなさい（解答欄 ア～ケ）。

問1 一般に、溶液中の溶質は濃度勾配にしたがって、濃度の高い側から、低い側へと移動する性質がある。したがって、濃度差に逆らって溶質を移動させる場合には、エネルギーが必要となる。このような輸送方式の名称として最も適切な語を、次の①～④のうちから1つ選び、解答欄 ア にマークしなさい。

- ① 拡散 ② 浸透 ③ 受動輸送 ④ 能動輸送

問2 動物の細胞内は、細胞外に比べてナトリウムイオン濃度が低く、カリウムイオン濃度が高い。このような濃度差を維持するための機構として誤っているものを、次の①～⑤のうちから2つ選び、解答欄 イ にマークしなさい。

- ① 細胞が、濃度勾配に逆らって、細胞内から細胞外へナトリウムイオンを排出している。
② 細胞内でナトリウムイオンをカリウムイオンに変換している。
③ 細胞が、濃度勾配に逆らって、細胞外から細胞内へカリウムイオンを取り込んでいる。
④ ATPを分解し、そのときに取り出されたエネルギーを用いている。
⑤ 拡散により2つのイオンの濃度差が保たれている。

問3 哺乳類の細胞と等張な生理食塩水の濃度として最も適切な値を、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄 ウ にマークしなさい。

- ① 0.003% ② 0.009% ③ 0.03% ④ 0.09%
⑤ 0.3% ⑥ 0.9% ⑦ 3% ⑧ 9%

問4 赤血球を生理食塩水に浸した場合に起こる変化として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄 エ にマークしなさい。

- ① 収縮する。
② 一時的に収縮するが、やがて元の体積に戻る。
③ 膨張して破裂する。
④ 一時的に膨張するが、破裂することなく元の体積に戻る。
⑤ 体積の変化は起こらない。

(生物)

問5 細胞内で合成されたタンパク質が細胞外へ分泌される場合、細胞内で小胞を用いた輸送が行われる。分泌されるタンパク質はリボソームで合成されると同時に、(a)に入る。その後、(a)の一部が分離し、(b)へ運ばれる。(b)から分離した(c)は、細胞膜へ移動し、細胞膜と融合して内容物を細胞外へ分泌する。本文中の(a)～(c)に当てはまる語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- | | | |
|----------|--------|--------|
| ① a ゴルジ体 | b 小胞体 | c 分泌小胞 |
| ② a ゴルジ体 | b 分泌小胞 | c 小胞体 |
| ③ a 小胞体 | b ゴルジ体 | c 分泌小胞 |
| ④ a 小胞体 | b 分泌小胞 | c ゴルジ体 |
| ⑤ a 分泌小胞 | b ゴルジ体 | c 小胞体 |
| ⑥ a 分泌小胞 | b 小胞体 | c ゴルジ体 |

以下の文章を読み、各問いに答えなさい。

我々の体内には、さまざまな抗原（病原体）に対応する^(A)免疫グロブリン（抗体）というタンパク質が備わっている。免疫グロブリンには、可変部とよばれる部位があり、その形状に応じて特定の抗原と特異的に結合する。免疫グロブリンのH鎖遺伝子領域には、可変部をつくるV遺伝子、D遺伝子、J遺伝子、そして定常部の遺伝子が並んでいる。免疫グロブリンをつくる時は、V、D、J遺伝子からそれぞれ1つずつランダムに選ばれて連結され、再編成される(図1)。一方、L鎖の可変部には、H鎖とは異なるV遺伝子とJ遺伝子があり、同様の連結と再編成によって、約320通りの組み合わせができる。

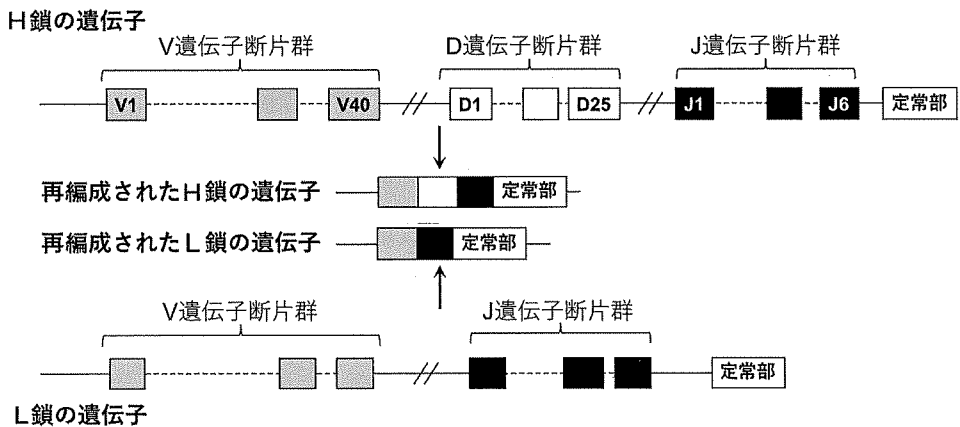


図1 抗体遺伝子の再編成

(生 物)

問6 下線部 (A) をつくる細胞を、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- | | | |
|-------|--------|--------|
| ① T細胞 | ② 形質細胞 | ③ NK細胞 |
| ④ 好中球 | ⑤ 樹状細胞 | ⑥ 肥満細胞 |

問7 図1のように、V 遺伝子が40種類、D 遺伝子が25種類、J 遺伝子が6種類ある場合、H 鎖可変部遺伝子の組み合わせは何通りになるか。最も近い値を、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄 にマークしなさい。ただし、塩基の挿入や欠失は生じないものとする。

- | | | |
|---------|----------|----------|
| ① 1,000 | ② 1,500 | ③ 3,000 |
| ④ 6,000 | ⑤ 12,000 | ⑥ 24,000 |

問8 図1において、H 鎖とL 鎖とからなる抗体の可変部の遺伝子の組み合わせは何通りになるか。最も近い値を、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- | | | |
|--------|--------|---------|
| ① 48万 | ② 96万 | ③ 192万 |
| ④ 384万 | ⑤ 768万 | ⑥ 1536万 |

問9 このように、免疫グロブリン可変部の遺伝子が、連結と再編成によってつくられることの意義として、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 減数分裂の過程で、配偶子が受け継ぐ免疫グロブリンの遺伝情報を多様化している。
- ② 突然変異が遺伝子の塩基配列上に起こった場合に、免疫グロブリンの機能が失われるのを防いでいる。
- ③ 1つの免疫グロブリンで、広範なウイルスや細菌などの病原体を認識できる。
- ④ 少ない遺伝子で、多様な抗原に対応する免疫グロブリンが作れる。
- ⑤ 余分な遺伝情報を取り除くことで、免疫グロブリンの分子量を小さくしている。

(生 物)

2 DNA の複製に関する以下の文章を読み、問 1～6 に答えなさい (解答欄 ～ ,)。

DNA が複製される際には、複製開始点に ^(A) 酵素 A が結合して塩基間の (ア) 結合が切れ、二重らせん構造がほどかれる。次に、鋳型鎖の複製開始部に相補的な短い (イ) 鎖が合成される。この短い (イ) 鎖は (ウ) と呼ばれ、^(B) 酵素 B のはたらきにより (ウ) に次々とヌクレオチドが結合し、新しい鎖が伸長する。DNA の 2 本のヌクレオチド鎖は逆向きに配列しているので、複製時の開裂部分で新たに合成されるヌクレオチド鎖では、一方は開裂が進む方向と同じ向きに連続的に合成され、他方は開裂が進む方向と逆向きに不連続に合成される。このときに、連続的に合成される鎖を (エ) 鎖といい、不連続に合成される鎖を (オ) 鎖という。(オ) 鎖は、短いヌクレオチド鎖が ^(C) 酵素 C のはたらきにより連結されることで合成される。

問 1 本文中の (ア) ～ (オ) に当てはまる最も適切な語を、次の①～⑨のうちから 1 つずつ選び、解答欄 ～ にマークしなさい。

- | | | | |
|--------|----------|------------|--------|
| ① DNA | ④ RNA | ⑦ 岡崎フラグメント | ⑩ 水素 |
| ② 炭素 | ⑤ 窒素 | ⑧ プライマー | ⑪ ベクター |
| ③ ラギング | ⑥ リーディング | | |

問 2 下線部 (A) の酵素 A として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- | | | |
|----------|---------|-----------|
| ① キナーゼ | ② ヘリカーゼ | ③ ホスファターゼ |
| ④ ポリメラーゼ | ⑤ リガーゼ | |

問 3 下線部 (B) の酵素 B に関する説明として適切なものを、次の①～⑤のうちから すべて 選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 5' から 3' 方向へとヌクレオチド鎖を伸長させる。
- ② 3' から 5' 方向へとヌクレオチド鎖を伸長させる。
- ③ 5' から 3' 方向および 3' から 5' 方向の双方へヌクレオチド鎖を伸長させる。
- ④ 伸長する DNA 鎖において、合成中のヌクレオチド鎖の糖に次のヌクレオチドのリン酸を結合させる。
- ⑤ 伸長する DNA 鎖において、合成中のヌクレオチド鎖の塩基に次のヌクレオチドの塩基を結合させる。

(生物)

問4 下線部(C)の酵素Cに関する説明として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 電気泳動の際に用いられる。
- ② 特定の遺伝子のDNAをプラスミドに組み込む際に用いられる。
- ③ DNAの特定の塩基配列を切断する際に用いられる。
- ④ PCR法に用いられる。
- ⑤ DNAの塩基配列を読む際に用いられる。

問5 図2は、鋳型の2本鎖DNAが部分的にほどけて1本鎖になり、DNA合成が起きている部分の片側の模式図であり、矢印の向きは新しく合成される鎖の合成方向を示している。合成の方向と(エ)鎖、(オ)鎖の組み合わせが正しいものを、次の①～⑧のうちからすべて選び、解答欄 にマークしなさい。

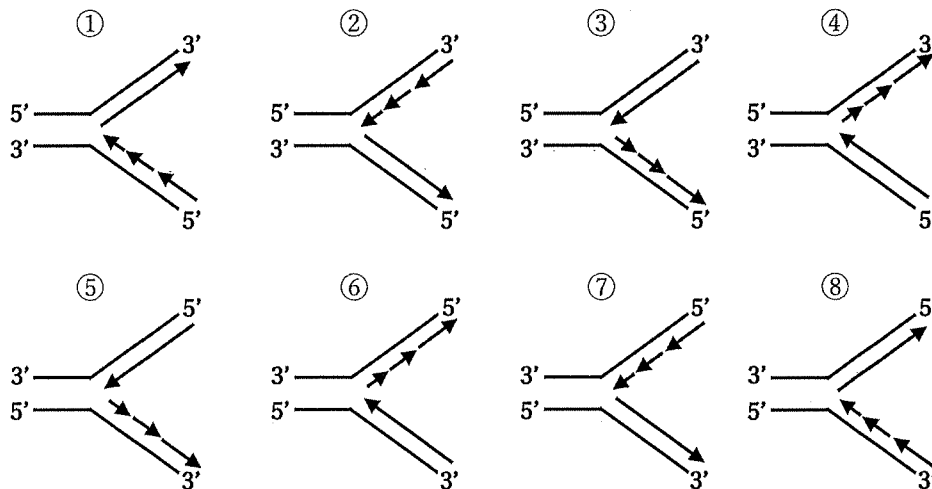


図2 DNAの複製様式の模式図

問6 大腸菌など多くの原核生物のDNAは環状であり、複製開始点は1箇所である。一方、真核細胞のDNAは線状で、1本のDNAあたり複製開始点が多数存在する。そして、多くの場所から複製が始まることで速やかな複製が行われる。ある真核細胞の1分子のDNAポリメラーゼのDNA合成速度が2000塩基/分で、S期の長さが6時間である。この真核細胞において、 3.6×10^8 塩基対のDNAが複製されるために必要となる複製開始点の数を、計算式とともに解答欄 に記述しなさい。

(生物)

3 腎臓における体液調節に関する以下の文章を読み、問1～6に答えなさい(解答欄 ア～カ)。

健康な人にイヌリンを静脈注射した後、血しょう・原尿・尿の成分を調べると下の表になった。ただし、尿は1分間に1.0 mL生成されるものとし、血しょう、原尿、尿の密度は1.0 g/mLとする。

成分	質量パーセント濃度 (%)		
	血しょう	原尿	尿
タンパク質	7.2	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
ナトリウムイオン	0.3	0.3	0.33
クレアチニン	0.001	0.001	0.075
イヌリン	0.01	0.01	1.2

問1 1分間あたり生成される原尿は何 mL か。最も近い値を、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄 ア にマークしなさい。

- ① 1.0 mL ② 1.1 mL ③ 1.2 mL ④ 7.2 mL
⑤ 10 mL ⑥ 12 mL ⑦ 75 mL ⑧ 120 mL

問2 原尿中のナトリウムイオンは何%再吸収されたか。最も近い値を、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄 イ にマークしなさい。

- ① 0.01% ② 0.1% ③ 0.3% ④ 10%
⑤ 33% ⑥ 67% ⑦ 97% ⑧ 99%

問3 水の再吸収率が1%減少すると尿量はおよそ何倍になるか。最も近い値を、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄 ウ にマークしなさい。

- ① 0.01 倍 ② 0.1 倍 ③ 1.1 倍 ④ 1.2 倍
⑤ 1.8 倍 ⑥ 2.2 倍 ⑦ 4.2 倍 ⑧ 11 倍

(生 物)

問4 イヌリンは、実験的に血液内に注入して、腎臓でのろ過・再吸収の能力を調べるのに使われる。イヌリンを用いる理由についての記述のうち、最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① イヌリンは尿中に排泄されるほか、一部は肝臓で処理されて、胆汁に含まれて排泄されるから。
- ② イヌリンは分子量が大きいので、糸球体からろ過されにくいから。
- ③ イヌリンは生体内では代謝されず、糸球体でろ過され、再吸収されないから。
- ④ 糸球体でろ過されたイヌリンのほとんどは、細尿管で再吸収されるから。
- ⑤ イヌリンは、クレアチニンなどと同様に腎血流量が低い場合に細尿管から分泌されるから。
- ⑥ 静脈に注射されたイヌリンは、分解されにくく、赤血球に取り込まれ、長い時間生体内に保持されるから。
- ⑦ 血液中のイヌリンは厳密に濃度が維持されており、過剰になると尿に排出され、欠乏すると細尿管で再吸収されるから。

問5 健康な人の腎臓の糸球体でろ過されないものを、次の①～⑨のうちからすべて選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① アルブミン ② グルコース ③ カリウムイオン
- ④ アンモニア ⑤ 尿素 ⑥ 尿酸
- ⑦ 免疫グロブリン ⑧ アミノ酸 ⑨ 血小板

問6 尿の量は、腎臓におけるろ過量、再吸収量などによって変動する。1日あたりの総尿量を減らす原因として適切なものを、次の①～⑧のうちから2つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 飲水により体内の水分量が増える。
- ② 腎臓の動脈が収縮し、腎血流量が低下する。
- ③ 血糖量が上昇し、血液の浸透圧が上昇する。
- ④ 脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌が増える。
- ⑤ 脳下垂体後葉からのバソプレシンの分泌が増える。
- ⑥ 副腎皮質からの鉱質コルチコイドの分泌が抑制される。
- ⑦ すい臓からのインスリンの分泌が増える。
- ⑧ 膀胱が縮み、蓄えられる尿量が少なくなる。

(生 物)

4 植物の成長に関する以下の文章を読み、問 1～4 に答えなさい (解答欄 ア～サ)。

次の研究 1～3 は、オーキシンが発見されるまでの研究の歴史である。

研究 1

ダーウィンは、クサヨシの幼葉鞘を用いて図 4-1 の実験をした。一方向から光を当てると、幼葉鞘は (ア) こと、また、その先端部を切り取ると (イ) こと、さらに下部を遮光することで先端部だけに光を当てると (ウ) ことを観察した。これらの結果から、光の方向が幼葉鞘の先端部で感知され、その下部が屈曲すると考えられた。

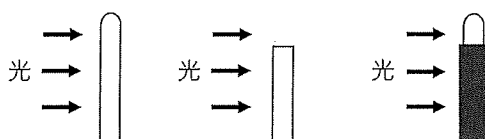


図 4-1

研究 2

ポイセン・イエンセンは、マカラスムギの幼葉鞘を用いて図 4-2 の実験をした。一方向から光を当てると、幼葉鞘の先端の切断部分に水溶性物質を通すゼラチンをはさんだ場合、(エ) こと、また水溶性物質を通さない雲母片をはさんだ場合、(オ) ことを観察した。さらに、幼葉鞘の先端部の下に雲母片を水平に光の当たる側から途中まで差し込んだ場合、(カ) こと、そして光の当たらない側から途中まで差し込むと (キ) ことを観察した。これらの結果から、光の情報は、(A) 幼葉鞘の先端部で合成される水溶性の成長促進物質が光の当たらない側を基部方向に移動することで伝わると考えられた。

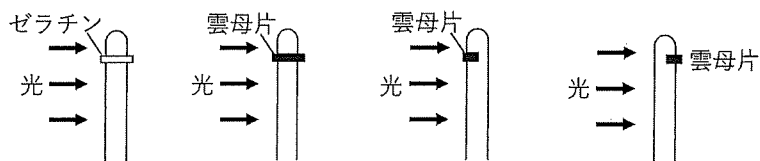


図 4-2

研究 3

ウェントは、マカラスムギの幼葉鞘を用いて図 4-3 の実験をした。幼葉鞘の先端部を切り取り、それを寒天の上に置き、先端部に存在する物質を寒天に染み込ませた。次に、その寒天を幼葉鞘の切り口の片側にのせると、光を当てない暗所において、

(生 物)

(ク) ことを観察した。この結果から、幼葉鞘の先端部には、成長促進物質が存在することが明らかになった。後に、マカラスムギの幼葉鞘の先端部からこの成長促進物質が取り出され、それはオーキシンと名付けられた。

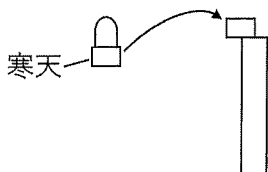


図 4—3

問 1 文中の (ア) ~ (ク) に当てはまる最も適切なものを、次の①~⑤のうちから 1 つずつ選び、解答欄 [ア] ~ [ク] にマークしなさい。なお、同じものを繰り返し選んでも良い。

- ① 光の当たる方向に屈曲する。
- ② 光の当たる方向とは反対側に屈曲する。
- ③ 寒天をのせた側に屈曲する。
- ④ 寒天をのせなかった側に屈曲する。
- ⑤ 屈曲しない。

問 2 成長促進物質であるオーキシンに関する下線部 (A) での記述を指す最も適切な語を、次の①~⑤のうちから 1 つ選び、解答欄 [ケ] にマークしなさい。

- ① 極性移動 ② 傾性 ③ 光走性 ④ 光周性 ⑤ 垂直移動

問 3 下線部 (A) と同様の現象は、茎でも認められる。この現象を支えるために、茎の細胞ではたらく仕組みとして適切なものを、次の①~④のうちからすべて選び、解答欄 [コ] にマークしなさい。

- ① オーキシンは、細胞膜に存在するオーキシン取り込み輸送体によって、細胞外から細胞内に移動する。
- ② オーキシンは、基部側の細胞膜にのみ存在するオーキシン取り込み輸送体によって、細胞外から細胞内に移動する。
- ③ オーキシンは、頂端側の細胞膜にのみ存在するオーキシン排出輸送体によって、細胞内から細胞外へと排出される。
- ④ オーキシンは、基部側の細胞膜に存在するオーキシン排出輸送体によって、細胞内から細胞外へと排出される。

(生 物)

問4 オーキシンは、植物の成長過程において様々な作用を示す。オーキシンの作用として適切なものを、次の①～⑦のうちから3つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 種子の発芽を促進する。
- ② 暗所で横に倒した植物において、茎の上向き方向への屈曲を促進する。
- ③ 葉の老化に伴い、葉柄での離層形成を促進する。
- ④ 側芽に直接的に作用し、その成長を抑制する。
- ⑤ 側芽の成長に必要なサイトカイニンの合成を抑制する。
- ⑥ 暗所で横に倒した植物において、根の下向き方向への屈曲を促進する。
- ⑦ 乾燥下、気孔の閉鎖を促進する。

(生 物)

5 生物群集に関する以下の文章 [I] ~ [II] を読み、問1~6に答えなさい (解答欄 ア ~ サ)。

[I] 自然界の生物は、同種の個体や天敵などに関わりながら生活している。その中でも、同じ種の個体によって形成される集団を個体群とよぶ。また、個体群において、一定の生活空間にすむ、単位面積や体積あたりの同種の個体数を個体群 (ア) という。一定の環境のもとでは、ある個体群が利用できる食物や生活空間などの資源に限りがあるので、これらの資源をめぐる種内 (イ) がはげしくなり、出生率の低下や死亡率の上昇などが起こる。このように、個体群 (ア) の変化にともない、個体群を構成する個体の発育・生理などが変化することを (ウ) 効果といい、ある環境で存在できる最大の個体数を環境 (エ) という。

また、個体群 (ア) が個体の形態や行動などに影響を及ぼす例も知られている。トノサマバッタは、幼虫のときに個体群 (ア) が低い状態で育った場合、(オ) 相とよばれる型になる。一方、(A) 幼虫のときに個体群 (ア) が高い状態で育った場合は、(カ) 相とよばれる型になる。このように、個体群 (ア) の違いによって生じる形質の変化を (キ) という。

問1 本文中の (ア) ~ (エ) に当てはまる最も適切な語を、次の①~⑨のうちから1つずつ選び、解答欄 ア ~ エ にマークしなさい。なお、同じ語句を繰り返し選んでも良い。

- ① 競合 ② 競争 ③ 収容力 ④ 対応力 ⑤ 対立
⑥ 適応力 ⑦ 濃度 ⑧ 頻度 ⑨ 密度

問2 本文中の (オ) ~ (キ) に当てはまる最も適切な語を、次の①~⑨のうちから1つずつ選び、解答欄 オ ~ キ にマークしなさい。

- ① 群生 ② 孤独 ③ 集団 ④ 相変異 ⑤ 単独
⑥ 点変異 ⑦ 突然変異 ⑧ 独立 ⑨ 密集

問3 下線部 (A) に関して、幼虫のときに個体群 (ア) が高い状態で育った個体の特徴として適切なものを、次の①~⑤のうちから2つ選び、解答欄 ク にマークしなさい。

- ① 長い後ろあしをもつ。 ② 集合性がない。
③ 移動性が高い。 ④ 多くの卵を産む。
⑤ 体長に対するハネの長さが大きい。

(生 物)

[II] 個体数の調査方法において、よく動き行動範囲の広い個体群では、^(B) 標識再捕法による個体数の推定が行われる。これは、ある調査地において、捕獲したすべての個体に標識をつけてから放し、しばらく時間をおいて標識された個体が十分に分散した後、無作為に再捕獲し、再捕獲した個体に含まれる標識個体数から全体の個体数を推定する方法である。そして、以下の式から個体数を推定できる。

$$\text{全体の個数} = (X) \times \frac{(Y)}{(コ)}$$

問4 下線部 (B) の標識再捕法に関して、この方法で個体数が正しく推定されるために成り立たなくてはならない前提がある。その前提として誤っているものを、次の①～⑥のうちから3つ選び、解答欄 ケ にマークしなさい。

- ① 標識された動物の行動や生存率が変わらないこと。
- ② 標識は迅速に消えること。
- ③ 最初の捕獲と再捕獲は異なる場所で行うこと。
- ④ 最初の捕獲と再捕獲は同じ時間帯に行うこと。
- ⑤ 外部から調査地への個体の移入があること。
- ⑥ 調査地から外部への個体の移出が起こらないこと。

問5 式中の空欄 (X), (Y), (コ) は、次の①～③の語句のいずれかに当てはまる。このうち、空欄 (コ) に当てはまる最も適切なものを、次の①～③のうちから1つ選び、解答欄 コ にマークしなさい。

- ① 最初に捕獲して標識した個体数
- ② 再捕獲された標識個体数
- ③ 2度目に捕獲した個体数

問6 問5に関連して、ある池に800匹のフナがいる。そのうち、200匹を捕獲し、それぞれに標識をつけて放した。2日後、同じ方法でフナを捕獲したところ、10匹に標識が認められた。2日後に何匹のフナを捕獲したと考えられるか、最も近い値を、次の①～⑨のうちから1つ選び、解答欄 サ にマークしなさい。

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40 ⑤ 50
- ⑥ 60 ⑦ 70 ⑧ 80 ⑨ 100