

生 物

医学部・応用生物科学部

問 題 冊 子

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 問題冊子は 20 ページで、医学部は解答用紙 3 枚、応用生物科学部は解答用紙 5 枚である。乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は、ただちに試験監督者に申し出ること。
3. 受験番号は、解答用紙のそれぞれ指定の欄すべてに必ず記入すること。
4. 解答は、解答用紙の指定箇所に記入すること。指定箇所以外に記入された解答は採点の対象としない。
5. 問題は、大問で 5 題ある。応用生物科学部の受験生は、5 題すべてに解答すること。
医学部の受験生は、問題

1

、

2

、

3

 に解答すること。
6. 解答用紙は持ち帰らないこと。
7. 問題冊子は持ち帰ること。
8. 大問ごとに、満点に対する配点の比率(%)を表示してある。

1 次の文章を読み、問1～5に答えよ。(配点比率 医：34%，応生：20%)

生物は呼吸や発酵により有機物を分解することで、有機物のもつエネルギーの一部をアデノシン三リン酸(ATP)として取り出す。呼吸によってグルコースが分解される過程は、解糖系、クエン酸回路および電子伝達系に分けられる。第一段階の解糖系は細胞内の **ア** で起こり、1分子のグルコースが **A** 分子のピルビン酸に分解される。この過程で1分子のグルコースが分解されるごとに2分子のATPが消費され、**B** 分子のATPが合成されるので、差し引き **C** 分子のATPが合成される。またこの過程で水素原子がグルコースから離れ、 NAD^+ に受け渡される。

こうして生成されたピルビン酸はミトコンドリアの **イ** に運ばれ、クエン酸回路に入る。解糖系とクエン酸回路で生じた FADH_2 や NADH はミトコンドリアの内膜にある電子伝達系に渡される。電子伝達系では FADH_2 や NADH から水素イオン(H^+)や電子(e^-)が遊離し、それぞれの分子はそれぞれ FAD および NAD^+ に戻る。遊離した H^+ は内膜と外膜の間にくみだされたのち、ATP合成酵素を通過して **イ** に拡散する。この時、グルコース1分子当たり最大34分子のATPが合成される。 FADH_2 や NADH から遊離した e^- は最終的に酸素(O_2)^①に受け渡され、さらに H^+ と結合して水を生じる。

発酵はその最終産物によっていくつかの種類に分けられる。例えば最終産物としてエタノールと二酸化炭素を生成する種類の発酵はアルコール発酵とよばれる。グルコースをエネルギー源としたアルコール発酵では **ウ** 酵素のはたらきによりグルコースから二酸化炭素が取り出され、最終的にエタノールが生成される。酵母菌は呼吸とアルコール発酵の両方を行うが、環境中の酸素濃度などの諸条件により、その割合を変化させる。^② また最終産物として乳酸を生成する種類の発酵は乳酸発酵といい、人類は乳酸菌による乳酸発酵をヨーグルトや漬物の製造などに利用してきた。乳酸を生成する反応は微生物だけでなく動物の組織でもおこっている。たとえば激しい運動をしている筋肉では、グルコースからピルビン酸を生成する解糖系の反応が非常に活発におこるがミトコンドリアにおける呼吸の反応がおこらないので、解糖系で生成したピルビン酸を呼吸で消費できない。^③ このような場合、筋肉では乳酸発酵と同じ過程でグルコースを分解してエネルギーを得る。

問 1. **ア** ～ **ウ** に適切な語を入れよ。

問 2. **A** ～ **C** に適切な数字を入れよ。

- (2) フマル酸呼吸を阻害する物質はブタに対する寄生虫病治療薬となりうると考えられる。
このような物質を安全な治療薬として利用するために必要となる条件は何か。適切なものを次の(a)~(f)の中からすべて選び、記号を記せ。
- (a) この物質がフマル酸呼吸だけを阻害し、酸素を用いた通常の呼吸を阻害しないこと。
 - (b) この物質がフマル酸呼吸だけでなく酸素を用いた通常の呼吸も阻害すること。
 - (c) ブタの細胞の大部分がフマル酸呼吸を行わないこと。
 - (d) ブタの細胞の大部分が一時的にフマル酸呼吸を行えること。
 - (e) フマル酸呼吸による ATP の合成速度が、酸素を用いた通常の呼吸による ATP の合成速度より遅いこと。
 - (f) フマル酸呼吸による ATP の合成速度が、酸素を用いた通常の呼吸による ATP の合成速度より早いこと。

問 4. 下線部②に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 酵母菌にグルコースを与えて培養すると、酸素が少ないときには多量のグルコースを消費するが、酸素が多いときはグルコースの消費量が減少する。このような現象を何効果とよぶか記せ。
- (2) 酵母菌を呼吸とアルコール発酵の両方ができる条件でグルコースを栄養源として培養したとき、酵母菌は 18 リットルの酸素を消費し、28 リットルの二酸化炭素を発生させた。この時、アルコール発酵で分解したグルコースの分子数は呼吸で分解したグルコースの分子数の何倍か。少数点第 2 位を四捨五入して小数点以下第 1 位まで記せ。ただし気体の種類にかかわらず、1 リットルあたりに含まれる気体の分子数は同じとする。

2 次の文章 I, II を読み, 問 1 ~ 6 に答えよ。(配点比率 医 : 33 %, 応生 : 20 %)

I. 大学院生の A さんは, 研究に用いるマウス(このマウスのグループを集団 X とよぶ)の世話を
行っていたときに, 尿をたくさんする個体がいることに気がついた。

A さんは, このマウスの変化から糖尿病という病気が頭に浮かんだ。この病気の特徴の 1
つに, 名前の由来にもなった糖(グルコース)が尿に出てくることがあげられる。血液中のグル
コースは, 腎臓で **ア** からポーマンのうにこし出される。ろ過された **イ** 中に含
まれるグルコースは, **ウ** で再吸収され尿中に排出されないが, グルコースが多量にあ
ると十分再吸収できなくなり尿中に排出される。この時, グルコースを多量の水分と一緒に排
出するために多尿となる。

そこで, 摂食時における血糖値と血中インスリン濃度の経時変化を調べてみると, 尿をたく
さんする個体は糖尿病であることが確認できた(図 1)。家系図を作成してみたところ, 図 2 の
ようになった。

遺伝子を解析したところ, 遺伝子 Z の突然変異^①により, 糖尿病が引き起こされていること
がわかった。すべての個体を調べたところ, 変異遺伝子は同じ箇所が変異していたことから,
ある 1 個体でおきた突然変異が集団の中に広まったと考えられた。

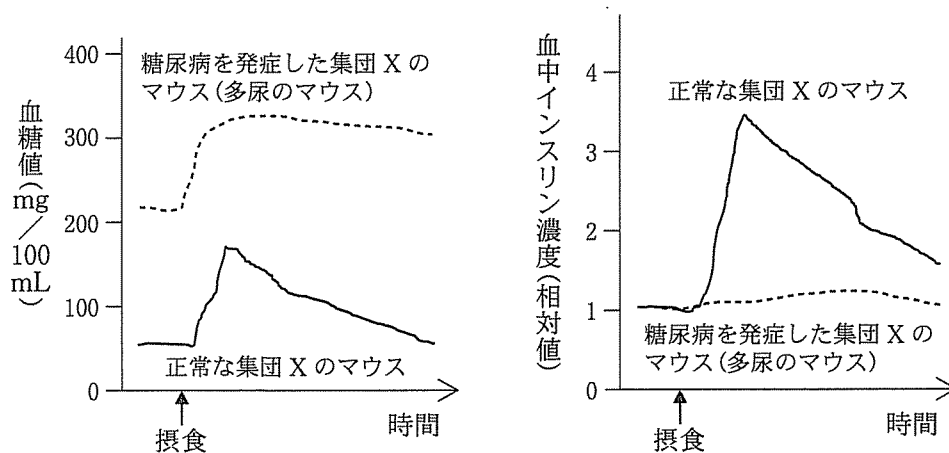


図 1 集団 X のマウスにおける摂食時の血糖値
ならびに血中インスリン濃度の経時変化

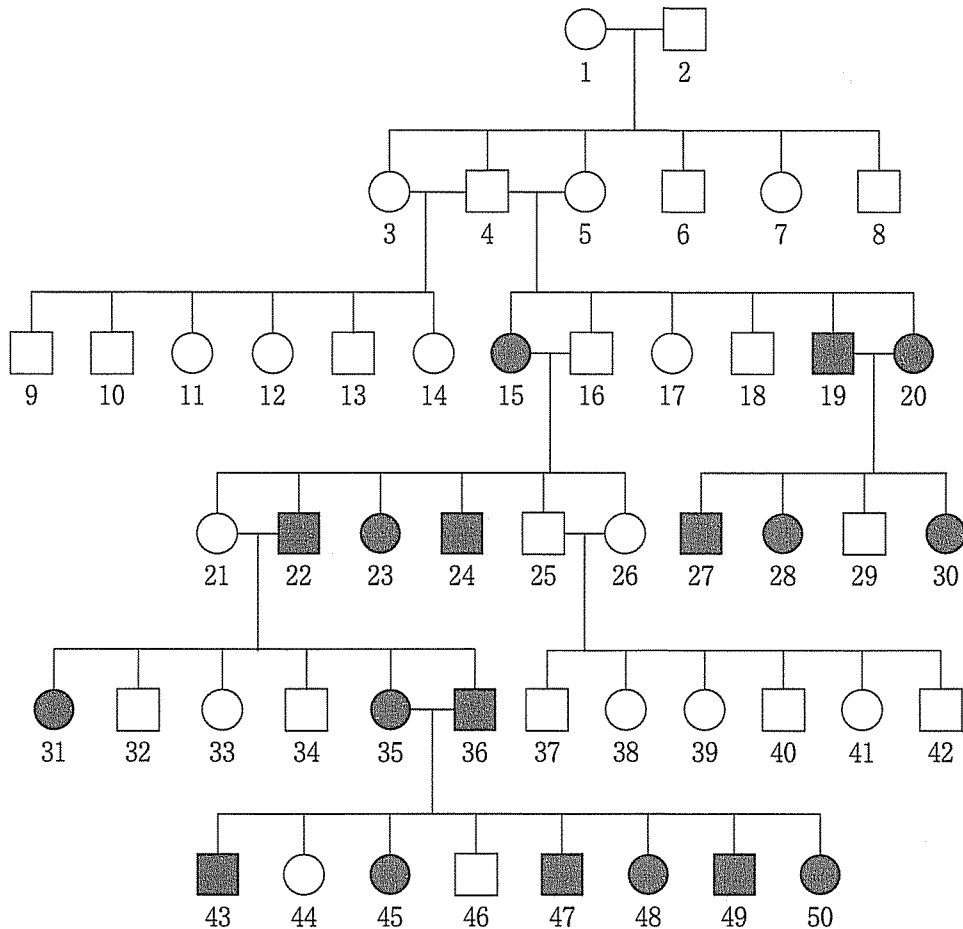


図2 集団Xのマウスの家系図

□は糖尿病を自然発症しない雄，■は糖尿病を自然発症する雄，○は糖尿病を自然発症しない雌，●は糖尿病を自然発症する雌をあらわす。数字は個体番号をあらわす。この家系図には生まれた個体のすべてが記載されている。

問 1. ～ に適切な語を入れよ。

問 2. 図1を正しく説明しているのはどれか。適切なものを次の(a)～(f)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) 正常なマウスは、インスリンが分泌されたため、摂食後に血糖値が上昇した。
- (b) 正常なマウスは、摂食によりグルコース成分を摂取したため、摂食後に血糖値が上昇した。
- (c) 正常なマウスは、インスリンが分泌されたため、摂食後に上昇した血糖値が低下した。
- (d) 正常なマウスは、インスリン濃度が下がったため、摂食後に上昇した血糖値が低下した。
- (e) 糖尿病のマウスは、インスリンが分泌されなかったため、摂食後に上昇した血糖値が高いままだった。
- (f) 糖尿病のマウスは、摂食後に血糖値が上昇したため、インスリンが分泌されなかった。

問 3. 下線部①のような突然変異は、どの個体でおきたと考えられるか。図 2 の個体番号 1 から個体番号 50 の中から適切な個体を 1 つ選び、番号を記せ。

また、その選んだ個体のどの細胞で突然変異がおきたと考えられるか。適切なものを図 3 の(a)~(d)の中から 1 つ選び、記号を記せ。

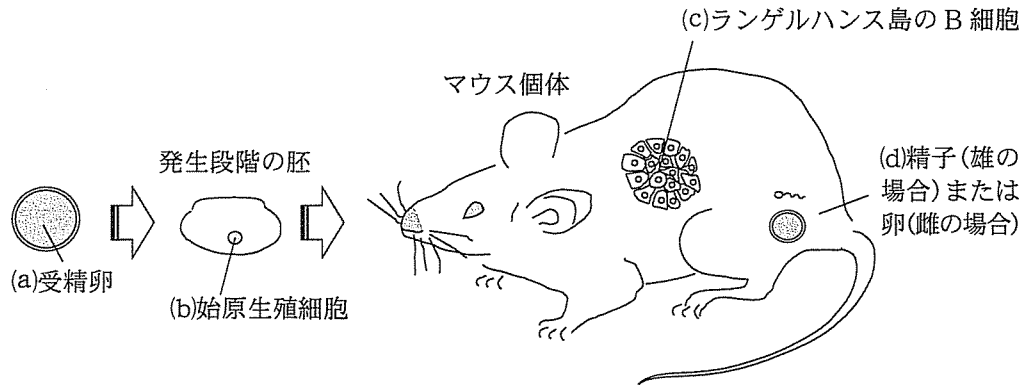


図 3 突然変異がおきたと考えられる細胞の候補

問 4. 個体番号 49 と個体番号 50 を交配した場合、生まれてくる子の正常個体と糖尿病を自然発症する個体はどのような比になることが予想されるか、適切なものを次の(a)~(g)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) すべて正常個体
- (b) すべて糖尿病を自然発症する個体
- (c) 正常個体と糖尿病を自然発症する個体の比は 3 : 1
- (d) 正常個体と糖尿病を自然発症する個体の比は 2 : 1
- (e) 正常個体と糖尿病を自然発症する個体の比は 1 : 1
- (f) 正常個体と糖尿病を自然発症する個体の比は 1 : 2
- (g) 正常個体と糖尿病を自然発症する個体の比は 1 : 3

II. Aさんは、ひきつづきこれらのマウスを用いて治療法の研究をすることにした。最近では、さまざまな組織や器官に分化することができる多分化能と分裂能をもつiPS細胞やES細胞が移植治療へ役立つことが期待されている。これらの細胞を用いて、以下のような実験を行った。なお、この実験で用いたマウスの集団は、純系ではない。

[実験1]

集団Xで糖尿病を発症したマウス個体の体細胞からiPS細胞を作成した。このiPS細胞を用い、遺伝子組み換え技術で正常なインスリン分泌能力をもったランゲルハンス島のB細胞を調製した。この細胞を、その個体に移植したところ、糖尿病の症状が改善した。

また、受精卵由来のES細胞から、正常なインスリン分泌能力をもったランゲルハンス島のB細胞を調製した。この細胞を、糖尿病を発症した集団Xのマウス個体に移植したところ、移植直後に一時的な症状の改善がみられたものの、しばらくするともとの状態に戻り糖尿病の症状は改善しなかった。

[実験2]

実験1でiPS細胞を用いた移植が糖尿病の症状改善の効果を示したため、他の集団のマウスでも同様の移植法に効果があるのかを調べることにした。他の大学で飼育されていた糖尿病を自然発症するマウス(このマウスのグループを集団Yとよぶ)を取り寄せた。

集団Yで糖尿病を発症した個体の体細胞からiPS細胞を作成した。実験1と同様に調製したランゲルハンス島のB細胞を、その個体のすい臓へ移植したところ、糖尿病の症状は改善しなかった。

症状が改善しなかった理由を調べるために、摂食時における血糖値と血中インスリン濃度の経時変化を、集団Xと集団Yの糖尿病を発症したマウスで比較したところ、図4のようになった。

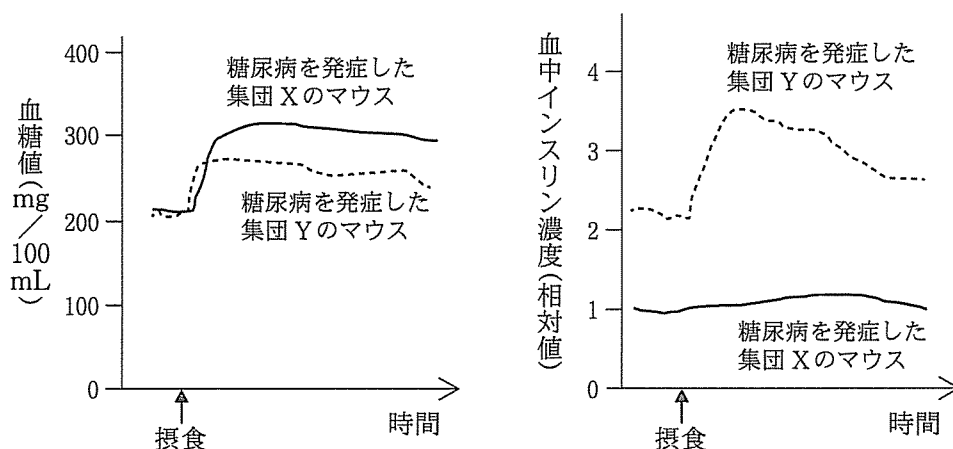


図4 集団Xと集団Yにおける糖尿病を発症したマウスの摂食時の血糖値ならびに血中インスリン濃度の経時変化

問 5. 実験 1 で, ES 細胞由来の B 細胞の移植では, 糖尿病の症状が改善しなかった理由を 60 字以内で記せ。

下 書 き 用 (60 字)

問 6. 実験 2 で, 糖尿病の症状が改善しなかった理由を, 以下の 3 つの語句をすべて用いて 70 字以内で記せ。

(語句) インスリン, すい臓, 標的細胞

下 書 き 用 (70 字)

3

次の文章を読み、問1～5に答えよ。(配点比率 医：33%，応生：20%)

植物は、外界からのさまざまな刺激を感知し、反応するしぐみを備えている。例えば、一般的に、発芽後の幼植物体(芽ばえ)は暗い場所では胚軸の伸長成長が促進され、もやし状になるが、光照射下では胚軸の伸長成長が抑制される。また、シロイヌナズナの芽ばえに一方向から光を照射すると、胚軸は光のくる方向へ曲がるが、根は光から遠ざかる方向へ曲がる。これは、刺激に対して一定の方向性をもって起こる反応である。一方、植物の器官が刺激を受けた際、刺激の方向とは無関係に、あらかじめ決まった方向に起こる反応もある。

気孔の開口は光によっても調節されている。孔辺細胞へ光が照射されると、孔辺細胞内への物質の蓄積が起こる。その物質の蓄積により、孔辺細胞の浸透圧上昇が起き、気孔が開く。除草剤としても利用されるジクロロフェニルジメチルウレア(DCMU)は、植物の光合成電子伝達を阻害することが知られている。ソラマメの葉からはぎ取った表皮組織(これを剥離表皮とよぶ)に、赤色光もしくは青色光を照射しながら DCMU 溶液で処理して気孔の開度を測定したところ、図1に示した結果となった。

植物には、光刺激を感知する色素タンパク質が複数存在し、赤色光や遠赤色光を感知するフィトクロムの他に、青色光を感知するフォトトロピンやクリプトクロムが知られている。これら色素タンパク質のはたらきの違いについては、それぞれの色素タンパク質を欠く変異体(欠如変異体)の研究で明らかにされている。

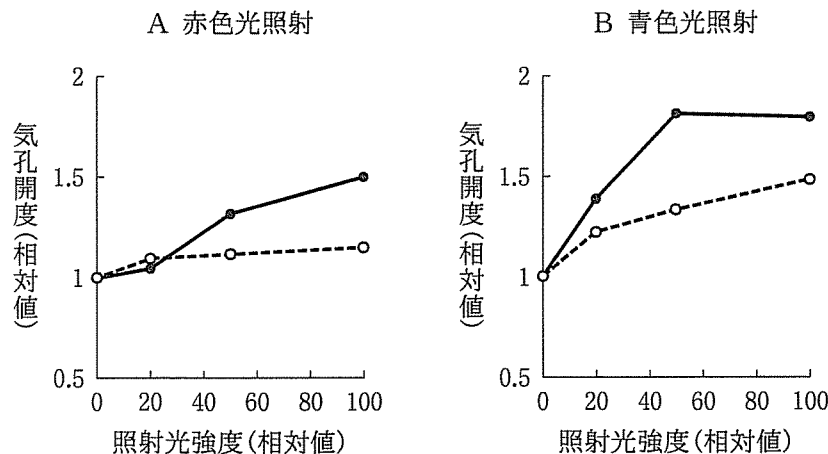


図1 ソラマメの葉の剥離表皮における気孔開度

さまざまな強度の光(A：赤色光，B：青色光)を照射したソラマメの葉の剥離表皮に、DCMU 溶液で処理した場合(○)と DCMU 溶液で処理しなかった場合(●)の気孔開度をそれぞれ測定した。

(Schwartz & Zeiger, *Planta* 161, 129-136, 1984 を改変)

問 1. 下線部①に関して，以下の問いに答えよ。

- (1) 刺激の方向に対し一定の方向性をもって起こる反応のうち，光が刺激となり起こる反応を何とよぶか記せ。
- (2) 根が光から遠ざかる方向に曲がるしくみを，50字以内で記せ。

下 書 き 用 (50字)

				5						10						15							20						

問 2. 下線部②に関して，以下の問いに答えよ。

- (1) このような反応を何とよぶか記せ。
- (2) この反応の例として適切なものを，次の(a)～(e)の中からすべて選び，記号を記せ。
 - (a) チューリップの花は，温度が上昇すると開き，温度が低下すると閉じる。
 - (b) アサガオのつるは，支柱などに接触すると巻き付く。
 - (c) オジギソウの葉は，接触の刺激により葉が閉じて垂れ下がる。
 - (d) 植物の根は，地中で水分のある方向へ伸長する。
 - (e) 花粉管は，めしべの花柱を通して胚のうちの卵細胞に向かって伸長する。

問 3. 下線部③に関して、孔辺細胞の浸透圧上昇により気孔が開くしくみを120字以内で記せ。ただし、解答は「孔辺細胞の浸透圧が上昇することで、」で始めよ。

下書き用 (120字)

5					10					15					20				
孔	辺	細	胞	の	浸	透	圧	が	上	昇	す	る	こ	と	で	,			

問 4. 下線部④の実験結果から考察される内容として、適切なものを次の(a)~(e)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) 青色光による気孔の開閉には、孔辺細胞での光合成が不可欠である。
- (b) 青色光による気孔の開閉には、光合成とは無関係な別の光応答性の過程もある。
- (c) 赤色光による気孔の開閉には、光合成が関与している。
- (d) DCMU は、照射する青色光の強度が強くなるほど、気孔の開閉に対してより強い阻害効果を示す。
- (e) この剥離表皮に太陽光を照射しながら DCMU 溶液で処理した場合、気孔はほとんど開閉しない。

問 5. 下線部⑤に関して，次の実験を行い，表 1 の結果を得た。この結果にもとづき，フォトトロピンおよびクリプトクロムは青色光を感知した時，胚軸の成長に対してどのようなはたらきをもつと考えられるか，それぞれ記せ。

シロイヌナズナの「野生型(正常体)」，「フォトトロピン欠如変異体」および「クリプトクロム欠如変異体」の 3 種類の芽ばえを用いて，暗黒下もしくは横方向からの青色光照射下でそれぞれの胚軸の成長を観察した。実験開始から一定時間経過後の，胚軸の長さ，および胚軸の曲った角度を図 2 のように測定した。ただし，青色光照射下での胚軸の曲がった角度は，光がくる方向へ曲がった角度を正の値として表した。

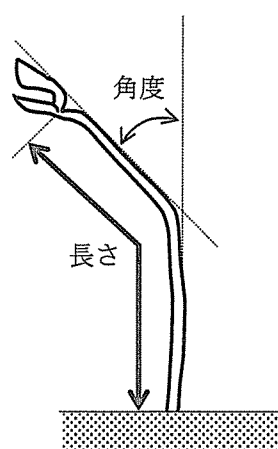


図 2 シロイヌナズナ芽ばえの胚軸の長さおよび曲がった角度の測定時の模式図

表 1 3 種類のシロイヌナズナの暗黒下および青色光照射下での胚軸の長さおよび曲がった角度

	暗黒		青色光照射	
	長さ (mm)	角度 (度)	長さ (mm)	角度 (度)
正常体	平均値 59	平均値 2	平均値 18	平均値 58
	最大値 65	最大値 5	最大値 24	最大値 62
	最小値 44	最小値 0	最小値 11	最小値 55
フォトトロピン 欠如変異体	平均値 61	平均値 3	平均値 16	平均値 1
	最大値 70	最大値 9	最大値 20	最大値 6
	最小値 39	最小値 0	最小値 9	最小値 -2
クリプトクロム 欠如変異体	平均値 58	平均値 2	平均値 62	平均値 61
	最大値 65	最大値 7	最大値 71	最大値 67
	最小値 41	最小値 0	最小値 48	最小値 46

それぞれの値は，10 個体ずつ測定した結果の平均値，最大値および最小値を表した。

4

次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点比率 応生：20%)

動物は外敵、同種の動物、獲物などから発せられる特定の化学物質(におい物質)を検出・識別し、得られた情報から周囲の環境や状態を把握する。におい物質を感受する器官を **ア** とよび、においを感受する細胞は嗅細胞とよばれる。においのもととなる物質は嗅細胞に対する **イ** とよばれ、においのもととなる物質ごとに、その物質だけを **イ** とする多種類の嗅細胞が存在する。嗅細胞の細胞膜には特定のにおい物質に対する **ウ** があり、この **ウ** ににおい物質が結合すると、細胞内情報伝達に関係するタンパク質が活性化され、ATP から **エ** とよばれる情報伝達物質がつくられる。 **エ** のような物質は細胞外の情報を間接的に細胞内に伝えるので **オ** とよばれる。 **エ** が細胞膜にある **カ** に結合すると、 **カ** が開口して Na^+ と Ca^{2+} が細胞内に移動し、 **キ** を発生し、神経の興奮を引き起こす。興奮はニューロンを介して脳へと伝わり、そこでのにおいの種類が判別されたり、特異的な反応がおきる。神経の興奮を引き起こさせる最小の刺激となる化学物質の濃度のことを **ク** という。

多くの動物は繁殖期になると雌雄が互いを認識しあい、やがて繁殖行動をおこす。異性の識別や探索には、においがかかわることが知られている。魚類では、水中の化学物質をにおいとしてとらえており、河川の上流で繁殖する魚類の一種サクラマスでは、産卵期になると成熟した雄は成熟した雌が放出するにおいをフェロモンとして感受し、誘引される。また、サクラマスの雄では未熟な時には血中の雄性ホルモン濃度が低い^①が、成熟すると著しく高くなる。なお、ここでいう成熟とは個体が生殖可能な状態を指す。成熟したサクラマスの雌の尿には同種の成熟した雄を誘引するフェロモンが含まれているかどうか、また、フェロモンによる誘引に雄の血中の雄性ホルモンが関係しているかどうかを調べるために、次のような実験を行った。

図1のように常時河川水の流入があり、網の仕切りで上流区と下流区に分けられた実験水路の下流区に被試験魚としてサクラマスの雄を入れ、10分間馴れさせた。その後、仕切り網をはずし、左右の上流区からそれぞれ異なる2種類の試験液(フェロモンを含むと考えられる液や、対照としての河川水)を90秒間にわたって滴下し続けた。この実験は、滴下した液のどちらかに誘引作用がある場合には、被試験魚が誘引作用のある液が滴下された側の上流区のレーンへ侵入することを期待したものである。なお、左右それぞれのレーンに滴下する2種類の試験液は毎回ランダムに変え、被試験魚の左右方向への嗜好性^{しこう}の影響が出ないようにした。

まず、雄の成熟状態の違いによって雌の尿に対する反応性が異なるのかどうかを調べるために、被試験魚に成熟した雄(成熟雄)と成熟していない雄(未熟雄)を用い、[実験A]と[実験B]を実施した。次に、雄の体内の雄性ホルモンが、雌の放出するフェロモンに対する反応性に関係しているかどうかを確かめるために、被試験魚に雄性ホルモンを注射された未熟雄(ホルモン投与未熟雄)を用いて[実験C]を実施した。

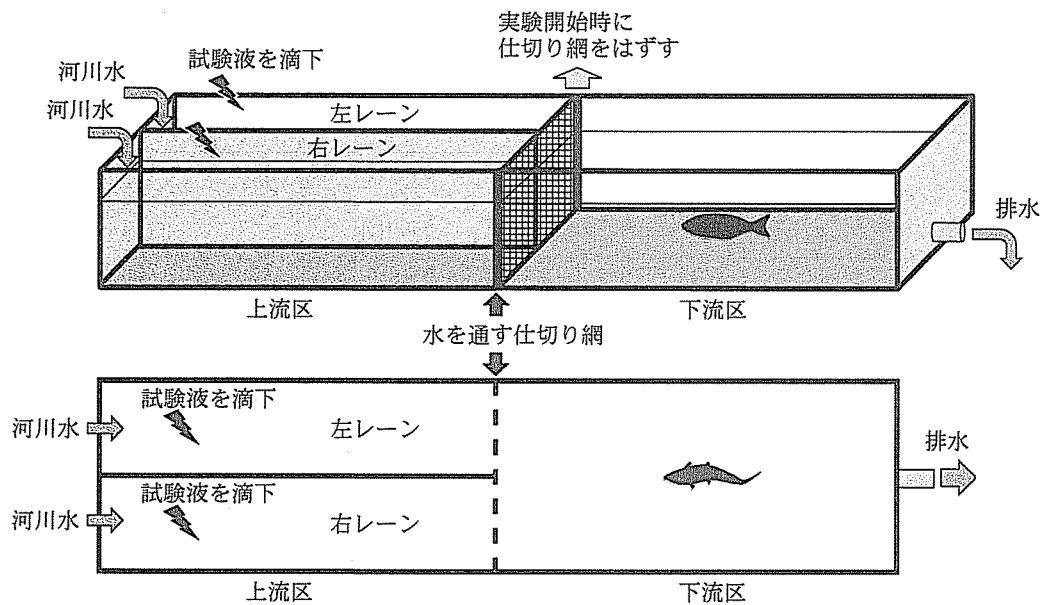


図1 実験水路の模式図

上は全体の外観。下は真上から見た図。下流区に被試験魚1個体を入れて10分間馴れさせたのち、上流区と下流区を分ける仕切り網をはずし、上流区の左右のレーンに試験液を滴下した。試験液を滴下してから6分間に被試験魚の行動を記録し、左右のレーンに侵入した回数を計数した。

[実験 A]

被試験魚として成熟雄を用い、左右の上流区からそれぞれ成熟した雌の尿または河川水を滴下した。

[実験 B]

被試験魚として未熟雄を用い、左右の上流区からそれぞれ成熟した雌の尿または河川水を滴下した。

[実験 C]

被試験魚としてホルモン投与未熟雄を用い、左右の上流区からそれぞれ成熟した雌の尿または河川水を滴下した。

以上の実験ではそれぞれ20個体の被試験魚を用いた。仕切り網を外して実験を開始すると、被試験魚は下流区と上流区を自由に行き来した。試験液を滴下し始めてから6分間に被試験魚が上流区の左右のレーンに侵入した回数を計数し、結果を表1に示した。

表1 実験水路を用いた実験における被試験魚の上流区への侵入回数

	被試験魚	試行回数	滴下した 試験液	侵入回数 (平均値)
実験 A	成熟雄	20 回	成熟した雌の尿	5.3 回*
			河川水	3.0 回
実験 B	未熟雄	20 回	成熟した雌の尿	4.0 回
			河川水	4.6 回
実験 C	ホルモン 投与 未熟雄	20 回	成熟した雌の尿	5.6 回*
			河川水	1.9 回

*河川水側への侵入回数よりも明らかに多いと判断されたことを示す。

(Yambe *et al.*, *Journal of Fish Biology*, 55, 158-171, 1999 および
Yambe & Yamazaki, *Fisheries Science*, 67, 214-220, 2001 を改変)

これらの実験の結果は、雄の体内の雄性ホルモンが、雌の放出するフェロモンへの反応性に関係していることを示唆している。では、雄性ホルモンはフェロモンへの反応性にどう関係しているのだろうか。一般に、雄性ホルモンなどの性ホルモンは ホルモンであり、標的細胞^②の細胞膜を容易に通過できる。細胞膜を通過した雄性ホルモンは、細胞内に存在する雄性ホルモンの と結合して複合体を形成し、これが DNA の特定部位に結合して遺伝子を発現させることで、雌の放出するフェロモンに対する反応性に関係すると考えられる。

問 1. ~ に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に関して、フェロモンの作用として適切なものを次の(a)~(f)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) トゲウオ(イトヨ)の成熟した雄は、腹側の赤い他の雄を見ると攻撃行動をとる。
- (b) コオロギは、天敵であるヒキガエルの舌が近づいてくるのを空気の流れの変化を通して認知し、流れとは逆の方向に逃げようとする。
- (c) ニワトリのふ化直後のひなは、大きさが親と同じくらいで動くものがあれば、その後を追う行動をとる。
- (d) アリは、餌を見つけた仲間が歩いた後のにおいを頼りに、餌のある場所にたどり着く。
- (e) チーターは、餌となるガゼルのおいをかぎとってそっと近づき、ダッシュして捕らえる。
- (f) ミツバチの女王は、「女王は健在である」ことを知らせる物質を分泌し、働きバチが新しい女王を育てる行動を抑制する。

5

次の文章を読み、問1～6に答えよ。(配点比率 応生：20%)

生物が環境のなかで生活する基本単位は、個体である。しかし、多くの生物種は個体単独ではなく、繁殖などを通じて集団で生活している。このようなある一定地域に生息する同一の生物種で構成される集団のことを個体群といい、単位面積や単位体積当たりの個体数を個体群密度という。① 個体群の中の個体の分布は、集中分布、一様分布、ランダム分布の3種類に大別される。例えば、集中分布は、ある1個体に着目した場合、その個体からある一定距離の範囲に他個体を発見する確率が高い状態が観察される分布である。生物種の生態や環境条件の不均一性などによって、さまざまな分布が自然界では観察される。

ある個体群が一定の増殖率で成長したとすると指数関数的に個体数が増加する。理論上は、生物にはこのように個体数を増加させる能力があるが、② 現実には指数関数的かつ無限に個体数が増加し続けることはなく、その増加は上限をもつ緩やかなS字状曲線を示す。高い個体群密度は個体群の増殖率だけでなく、個体の形態や行動などにも影響を与えることがあり、これを密度効果という。とくに、密度効果によって形態的变化が起きる現象を とよび、バッタの例が知られている。③ バッタでは孤独相に比べ群生相では、体長に比べてはねが長く後ろあしが短くなるという特徴がある。

一方、人間活動による土地利用の変化は、生息地の分断による個体群の孤立化をもたらし、集団で生活する生物の移動を妨げていることがある。④ このような状況下では、近交弱勢による個体群の絶滅の確率が上がることが知られている。そのため、生物の移動経路を含む生息地の回復は、この確率の上昇を防ぐ有効な手段の1つである。

個体群の成長ではなく、生存率に着目すると、生まれた卵や子、生産された種子の時間経過にともなう生存数と死亡数の変化の表を作成できる。これを という。最初の全個体数に対する各齢の生存数の変化を示したグラフを生存曲線という。⑤ 生存曲線は死亡が老齢期に集中する型(I型)、各齢期の死亡率が一定である型(II型)、幼齢期の死亡率が非常に高い型(III型)の3つの型に大別される。捕食者や病気などのない最良の環境条件を与えられた際の寿命は生理的寿命とよばれる。一方、捕食者の存在や病気などによってさまざまな齢で死亡する個体を考慮して計算される実際の寿命は生態的寿命とよばれる。

問1. , に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に関して、次の(a)~(e)のそれぞれについて、集中分布、一様分布、ランダム分布のいずれの説明文であるかを記せ。

- (a) ある1個体に着目した場合、その個体からある一定距離の範囲に他個体を発見する確率が低い状態が観察される分布。
- (b) ある1個体に着目した場合、その個体からある一定距離の範囲に他個体を発見する確率が高い状態や低い状態が混在して観察される分布。
- (c) 個体が均等に距離をおいた分布であり、植物では他個体の発芽や成長を妨げる物質が分泌されている場合や、動物では縄張りのような種内関係によって生じることが多い分布。
- (d) 捕食者の攻撃を警戒しやすくするために草原内で動物が群れを作る場合によくみられる分布。
- (e) 個体間の関係に誘引や排他性がなく、個体の分布に影響する好適な物理的・化学的要因がその地域で均一な場合に生じることが多い分布。

問 3. 下線部②に関して、このような上限のことを何とよぶか記せ。また、このような上限が生じる理由を、30字以内で記せ。

下書き用 (30字)

5					10					15					20									

問 4. 下線部③に関して、孤独相に対して群生相がこのような形態の特徴をもつ利点を、40字以内で記せ。

下書き用 (40字)

5					10					15					20									

問 5. 下線部④に関して、個体群の孤立化によって、生存率や繁殖率の低下をもたらす近交弱勢という現象が生じる理由を50字以内で記せ。

下書き用 (50字)

5					10					15					20									

問 6. 下線部⑤に関して、生存曲線や生物種の生態の特徴として、適切なものを次の(a)~(f)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) I型の生物種は、III型に比べて生理的寿命と生態的寿命の差が小さい。
- (b) II型の生物種は、種内競争のみが死亡率に影響を与え、死亡率が一定に保たれている。
- (c) II型の生物種は、種を問わず性比が1:1である。
- (d) III型の生物種は、I型に比べて産卵数が非常に多い。
- (e) I型の生物種は、すべて哺乳類である。
- (f) II型の生物種は、親が子を手厚く保護し、天敵が少ない。