

令和2年度入学者選抜試験問題

理学部 理学科
医学部 医学科
工学部 化学・バイオ工学科
農学部 食料生命環境学科

理 科

(生 物)

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は1ページから17ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れなどに気が付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって、解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。
大学受験番号が正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。
- 5 **理学部受験者**は、**第1問、第2問、第3問、第4問**を解答してください。
医学部受験者は、**第1問、第2問**を解答してください。
工学部受験者は、**第1問、第2問、第3問、第4問**を解答してください。
農学部受験者は、**第1問、第2問、第3問、第4問**を解答してください。
- 6 字数制限のある設問では、指示がない限り**句読点や英数字も1字につき解答欄1マス**を使い解答してください。
- 7 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

第1問 つぎの A ～ C の文を読んで、問 1 ～ 6 に答えよ。

A ホルモンは、内分泌腺とよばれる器官や細胞から血液中に放出される物質で、血液の循環とともに全身に行きわたり、特定の臓器や細胞に対して効果的に作用する。すい臓の 島の 細胞から分泌されるインスリンや、副腎 から分泌されるアドレナリンは 性であるので、細胞膜を通過できない。したがって、これらのホルモンは標的細胞の細胞膜に存在する受容体に結合して作用する。一方、副腎 から分泌される糖質コルチコイドなどの ホルモンは 性であるので、細胞膜を通過できる。このため、 ホルモンは標的細胞の細胞内に存在する受容体に結合して作用する。

問 1 ～ に入る用語を、解答欄 あ) ～ き) にそれぞれ記せ。

問 2 チロキシンはヒトの全身の代謝を高めるはたらきをもつ。チロキシンのはたらきに関するつぎの i) と ii) に答えよ。

i) 外界の温度が低くなると、チロキシンの分泌が促進される。そのしくみを、つぎの用語をすべて用いて、解答欄 i) に 100 字以内で記せ。

用語： 脳下垂体前葉 視床下部

ii) 血液中のチロキシンの濃度が高くなると、チロキシンの分泌が抑制される。そのしくみを、つぎの用語をすべて用いて、解答欄 ii) に 100 字以内で記せ。

用語： 脳下垂体前葉 視床下部

B ヒトの腎臓は腹部の背側に一対あり，内部には尿を生成する く とよばれる構造単位が，1 個の腎臓あたり約 100 万個ある。腎動脈を通して腎臓に血液が流れ込むと，血液は毛細血管が塊となった糸球体でろ過されて原尿となり，糸球体を包み込んでいる け に入る。糸球体と け を合わせたものは こ とよばれる。その後，原尿は さ に送られ，アミノ酸や無機塩類などの有用成分が毛細血管内に再吸収される。水の大部分は，さ とそれに続く集合管において毛細血管内に再吸収され，残りが尿となって体外へ排出される。

問 3 く ～ さ に入る用語を，解答欄 く) ～ さ) にそれぞれ記せ。

問 4 集合管に作用して水の再吸収を促進するホルモンの名称を，解答欄 i) に記せ。また，そのホルモンは，どこから分泌されるか，具体的な名称を解答欄 ii) に記せ。

C 腎臓は，血液成分の選択的なろ過や水の再吸収によって，体内環境の恒常性を保つ上で重要な役割を果たしている。血液成分のろ過や再吸収に関する腎臓の能力を調べるために，ある健康なヒトの血管内にイヌリンを注入したところ，血しょう，原尿，および尿に含まれる成分の濃度について，つぎの表の値が得られた。このとき，尿量は 1 日あたり 1.5 L であった。なお，イヌリンは人体には含まれない成分で，糸球体でろ過され，再吸収されずに尿中へ排出される。

表 血しょう，原尿，および尿における各成分の質量パーセント濃度 (%)

成分	質量パーセント濃度 (%)			濃縮率
	血しょう	原尿	尿	
イヌリン	0.01	0.01	1.2	(c)
(a)	8	0	0	0
ナトリウムイオン	0.3	0.3	0.36	1.2
(b)	0.1	0.1	0	0
尿酸	0.004	0.004	0.05	12.5

濃縮率は各成分の血しょう中の濃度に対する尿中の濃度の比を示す。

問 5 表中の成分 (a) と (b) としてもっとも適切なものを、つぎの ア) ～ オ) から 1 つずつ選び、解答欄 a) と b) にそれぞれ記号で記せ。

ア) グルコース イ) 尿素 ウ) クレアチニン エ) カリウムイオン
オ) タンパク質

問 6 C の文と表に基づいて、つぎの i) と ii) に答えよ。ただし、小数第二位以下を含む数値の場合は、四捨五入して小数第一位まで記せ。

i) 表中の (c) の数値を、解答欄 i) に記せ。

ii) 1 日あたりの原尿量は何 L であったか、その数値を解答欄 ii) に記せ。

第2問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～6に答えよ。

A 動物は外界からの刺激に応じてさまざまな行動を示す。捕食者は餌となる動物の存在を検出し捕らえようとする一方、被食者は捕食者の攻撃を察知し、捕まらぬようすばやく逃避する。

コウモリは暗闇中を自由に飛び回り、小さな昆虫を餌として捕らえる。コウモリは超音波の鳴き声を発し、それが標的からはね返ってくるこだま音を聴いて、標的の輪郭や距離、方向、速度などを読み取って、捕食行動を行う。この標的への定位のしかたをエコーロケーションとよぶ。コウモリが餌を探索中にガが飛んでいると、コウモリはガから数メートルあたりで、ガの羽ばたきで生じるこだま音の変化から標的がガであると知ることができる。コウモリはその後、ガの動きを正確に把握しながら定位し、ガを捕らえる。この時のコウモリの飛翔速度は、ガに比べて極めて速い。

夜行性のガの中には、コウモリが発する超音波の鳴き声を感知できるものがある。これらのガでは胸部に近い腹部に聴覚器官が左右1つずつ存在し、それぞれにA1、A2とよばれる2個の聴覚ニューロン（神経）が付着している。A1、A2はともにコウモリが発する超音波の鳴き声に高感度で反応するが、閾値が異なり、A2よりもA1の方が10倍その感度が高い。A1はコウモリが40メートルの距離に近づいた時の超音波の鳴き声に反応し始めるのに対し、A2はコウモリが6メートル以内に接近した時に初めて反応できる。また、右方向から来た超音波の鳴き声は、右の聴覚器官にはそのまま到達するが、左の聴覚器官にはガの体が障害物となり音の強さが弱くなって到達するため、左右の聴覚ニューロンの興奮の度合いは異なったものとなる。

実験1 野外にスピーカーを置き、ガを放ち、コウモリが発する超音波の鳴き声をスピーカーから人工的に音の強さを変えて聴かせたところ、以下のa)～c)の結果が得られた。

- a) 60メートル離れたコウモリから発せられた超音波の鳴き声と同じ強さの超音波の鳴き声をガに聴かせたところ、ガは音に反応することなく、飛び続けた。
- b) 30メートル離れたコウモリから発せられた超音波の鳴き声と同じ強さの超音波の鳴き声をガに聴かせたところ、ガは音と反対方向に体の向きを変え、飛び去った。
- c) 5メートル離れたコウモリから発せられた超音波の鳴き声と同じ強さの超音波の鳴き声をガに聴かせたところ、ガはでたらめにループやターンを描いて飛んだり、地面に向かって急降下したり、翅をたたんで地面に向かって自然落下するなど、予測のつきにくいさまざまな行動をとった。

問 1 実験 1 の結果から、ガはコウモリがまだ遠くにいるのか、近くまで来ているのかというコウモリとの距離や、左右どちらからコウモリが接近してくるのかというコウモリの方角をどのように知り、その状況に応じてどう行動していると推測できるか、つぎの用語をすべて用いて、200 字以内で記せ。ただし、「A1」と「A2」は、それぞれ解答欄 1 マスをを用いよ。

用語： A1 A2 エコーロケーション

B アメリカザリガニ（以下ザリガニとする）の中樞神経系は、多くのニューロンが集まった神経節が体節ごとに形成され、各神経節は上下（前後）方向に伸びる軸索の束構造（^{じゅうれんごう}縦連合）によって連結されたはしご状構造になっている（図 1）。

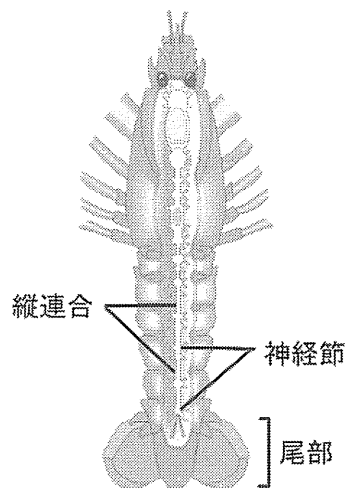


図 1 ザリガニの中樞神経系

出典：Delcomyn 著 小倉・富永 訳 「ニューロンの生物学」(2000) より改変

ザリガニは、捕食者の攻撃に対し、腹部を強く屈曲させ、すばやくその場から飛び退くテールフリップとよばれる応答を示す。テールフリップは大きなエネルギー消費を伴うダイナミックな応答で、特に尾部への攻撃に対し、ザリガニは腹部をもち上げながら、倒立前転する形で体の向きを反転させ、その後、後方へ遊泳し、逃避する。尾部への機械的刺激情報は、感覚ニューロンによって中枢へ伝えられ、直径が 100 μm を超す太い軸索をもつ介在ニューロン L を經由して、腹部を屈曲させる筋肉を収縮させる運動ニューロン M が興奮する。テールフリップは極めて速い応答で、刺激を受けてから腹部の屈曲筋が収縮し始めるのは、約 6 ミリ秒後である。介在ニューロン L の閾値は高く、捕食者の攻撃のような尾部への強烈で速い刺激を受け取った場合に限って興奮する。ほかのザリガニが後方から近づいてきた時のような弱くてゆっくりとした刺激に対して、介在ニューロン L の活動電位は発生せず、テールフリップも起こらない。

介在ニューロン L の活動電位の伝導速度を細胞外記録法を用いて調べた。細胞外記録法とは、神経軸索に接するように 2 つの電極を設置し、両者の間の電位差をオシロスコープで観察する方法である（図 2）。非興奮時には、神経軸索の内部は外部に比べて あ に帯電している。活動電位が軸索上を図 2 左の $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e$ と伝わっていく時、活動電位が a のように電極①に到達する前では、2 つの電極①と②の間には図 2 右 a' のように電位の差は見られない。活動電位が b のように手前の電極①に到達すると、その部位の軸索内部には い イオンが流入し、細胞外は軸索内部に比べて う になる。すると、もう一方の電極②との間に電位差が生じ、 b' のような電位変化が観察される。活動電位が c のように電極①を通過し、電極②に到達するまでの間、再び 2 つの電極間の電位差は c' のようになくなるが、活動電位が d のように電極②に到達すると、その部分の軸索内部が え になり、電極①との間に先ほどとは逆向きの d' のような電位差が生じる。活動電位が e のように電極②を通過すると、 e' のように 2 つの電極間の電位差は再びなくなり、右図のような波形として活動電位は記録できる。またその際の振幅（電位変化の大きさ）は、軸索の太さなどに応じて大小さまざまとなる。

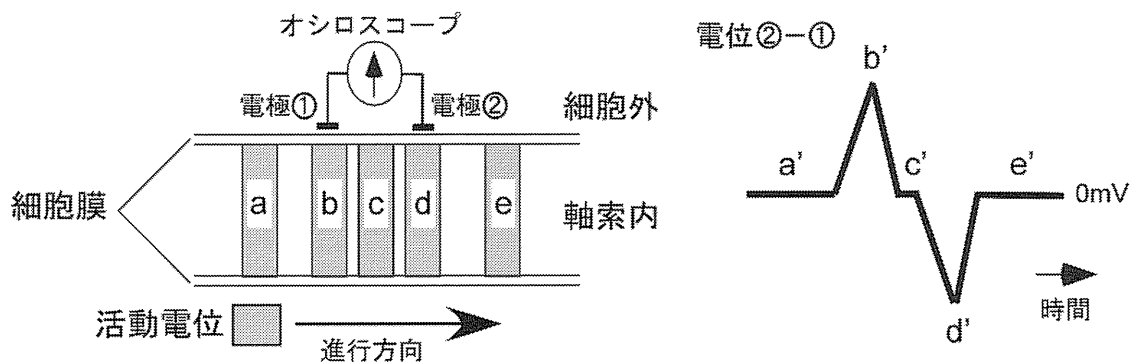


図 2 細胞外記録法

左は記録法の概略を模式的に示したもので、右は左の電極②と電極①間の電位差をオシロスコープで観察したものである。右の記録波形の $a' \sim e'$ の部分は、それぞれ活動電位が軸索上を左の $a \sim e$ へ伝わっていた時点と対応している。

問 2 下線部のような介在ニューロン L の特徴は、捕食者からの逃避を可能にすることのほかに、ザリガニにどのような利点をもたらすと考えられるか、簡潔に記せ。

問 3 あ ～ え に入る用語を、解答欄 あ) ～ え) にそれぞれ記せ。ただし、あ), う), え) については、プラス か マイナス、いずれかの用語を記すこと。

実験 2 後方の縦連合の一部を局所的に電気刺激し、その時に生じた介在ニューロンの活動電位を、前方 2 か所の縦連合から図 3 左のように細胞外記録した。刺激部位には介在ニューロン L が含まれ、ほかには介在ニューロン L ほど軸索の太い介在ニューロンは含まれない。図 3 右はその時の記録を模式的に表したもので、振幅の違うニューロン X と Y の活動電位が記録された。ニューロン X とニューロン Y それぞれの活動電位が記録部位⑦で観察されてから、記録部位④で観察されるまでの時間の遅れは、図中に示してあり、2 本の記録電極は距離にして、1.3 cm 離れていた。

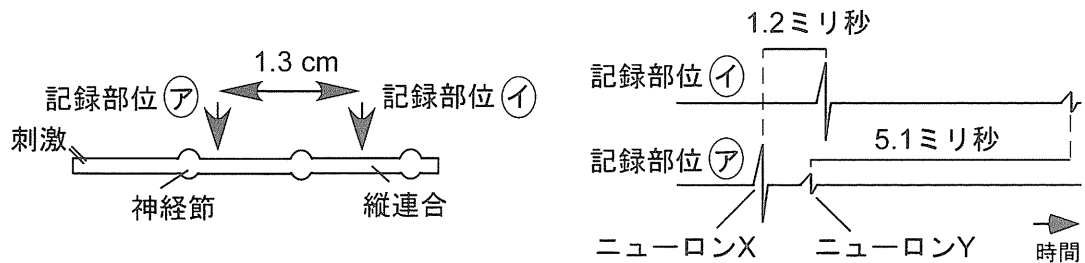


図 3 2 か所で同時に細胞外記録した 2 つのニューロンの活動電位

問 4 実験 2 より、介在ニューロン L からの細胞外記録は、ニューロン X、Y のどちらだと考えられるか、解答欄 i) に記せ。また、介在ニューロン L の活動電位の伝導速度は毎秒何メートルか、解答欄 ii) に記せ。ただし、小数第二位以下を含む数値の場合は、四捨五入して小数第一位まで記すこと。

C ニューロン間の情報伝達の場合をシナプスとよぶ。通常のシナプスでは、情報の送り手であるシナプス前ニューロンのシナプス前膜と情報の受け手であるシナプス後ニューロンのシナプス後膜は直接連結せず、シナプス間隙^{かんげき}とよばれる狭いすきまによって隔てられている。シナプス前ニューロンの神経終末部に活動電位が到達すると、シナプス前膜の電位が上昇して、静止電位よりも浅くなる脱分極^{だつぶんきょく}が生じる。その結果、そこにある 依存性のカルシウムチャネルが開き、カルシウムイオンが神経終末内部に流入する。すると、 がシナプス間隙と接しているシナプス前膜に移動し融合することで、その内部に含まれている神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。シナプス後ニューロンのシナプス後膜には、神経伝達物質の受容体となる 依存性イオンチャネルが多数あり、それぞれ特定の神経伝達物質が結合するとチャネルが開く。もし、神経伝達物質が興奮性の場合、シナプス後ニューロンの膜電位は脱分極する。神経伝達物質を介したこのようなシナプスは化学シナプスとよばれ、活動電位がシナプス前ニューロンの神経終末へ到達してから、シナプス後ニューロンの膜電位が変化するまでに、1 ミリ秒前後の遅れが生じる。

ザリガニの介在ニューロン L は、腹部を屈曲させる運動ニューロン M と電気シナプスとよばれるギャップ結合を形成し、情報の伝達を行っている。ギャップ結合とは隣接した細胞の細胞膜が、管状のタンパク質によって連結され、細胞質がつながった結合であり、ここを無機イオンが直接移動できる。介在ニューロン L の活動電位によって生じた電流がギャップ結合を通して直接運動ニューロン M に流れ、ほとんど時間的な遅れ（遅延^{ちえん}）なしに、運動ニューロン M に活動電位が生じる（図 4）。

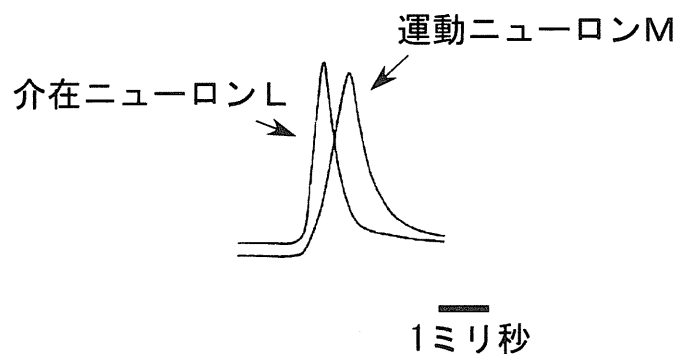


図 4 介在ニューロン L と運動ニューロン M のギャップ結合を介した伝達

問 5 ～ に入る用語を、解答欄 お) ～ き) にそれぞれ記せ。

問 6 介在ニューロン L は非常に太い軸索をもち、腹部屈曲を引き起こす運動ニューロン M に、化学シナプスではなく、電気シナプスを形成していることは、テールフリップが起こる上でどのような点で有利であると推測できるか、50 字以内で記せ。

第3問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～6に答えよ。

A 生物の生殖には有性生殖と①無性生殖がある。有性生殖は配偶子の接合により子が生まれる生殖で、②有性生殖によって生まれた子は親と遺伝的に異なっている。この特徴はさまざまな環境に対する適応に役立つと考えられている。

問1 下線部①の具体的な方法を1つ挙げ、それを実際に行っている生物の名称とともに記せ。

問2 減数分裂において起こり、下線部②の特徴を生じさせる原因となることを、つぎの用語をすべて用いて25字以内で記せ。

用語： 相同染色体 配偶子

問3 海水中に精子と卵を放出して受精するクサフグと淡水中に精子と卵を放出して受精するゼブラフィッシュ、それぞれの精子に対する塩類濃度の作用を調べるために、塩類濃度の異なる水溶液を調製し、各精子を水溶液に加えて精子の運動を観察したところ、図1の結果が得られた。図中の●はどちらの精子を観察した結果を示しているか、解答欄 i) に記せ。また、図1の結果から、クサフグとゼブラフィッシュの精子はどちらも塩類濃度を検知してその運動を制御することができるかと推察されるが、これらの精子の運動はどのような塩類濃度の時にどのように制御されていると考えられるか、つぎの用語を用いて解答欄 ii) に75字以内で記せ。

用語： 受精

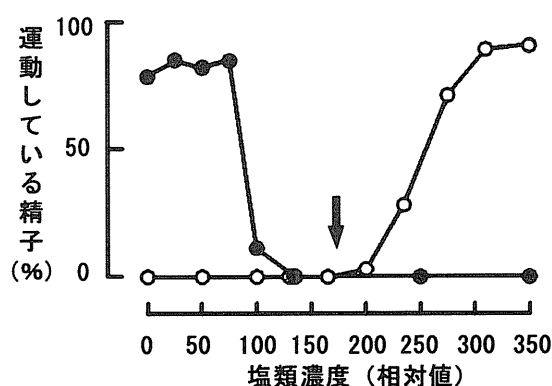


図1 異なる塩類濃度の水溶液中で観察された、運動している精子の割合

矢印は魚類の体液とほぼ同じ塩類濃度を示し、○と●はそれぞれ、クサフグとゼブラフィッシュのいずれかの精子を観察した結果を示している。

B マウスでは、射精された精子は子宮から卵管に入り、卵巣に向かって開いた開口部から続く膨大部^{ぼうだいぶ}で卵と受精する。マウスの卵は卵細胞の外側に^{いらんこう}囲卵腔という腔所をはさんで透明帯をっており、透明帯は^{らんきゅうさいぼうそう}卵丘細胞層に取り囲まれている（図2）。精子は卵管に入ると透明帯に到達する前に先体反応を起こす。先体反応では、ゴルジ体由来する小胞からなる「先体胞」の膜が精子頭部の細胞膜と融合して、先体胞に含まれるさまざまな酵素が放出される。先体反応の後、先体胞の膜は細胞膜に残るが、この部分には先体胞に特有のタンパク質が存在し、精子が透明帯を通過し、^{いらんこう}囲卵腔で卵細胞に到達した後に起こる「精子と卵細胞の細胞膜どうしの融合」に重要な役割を担う。

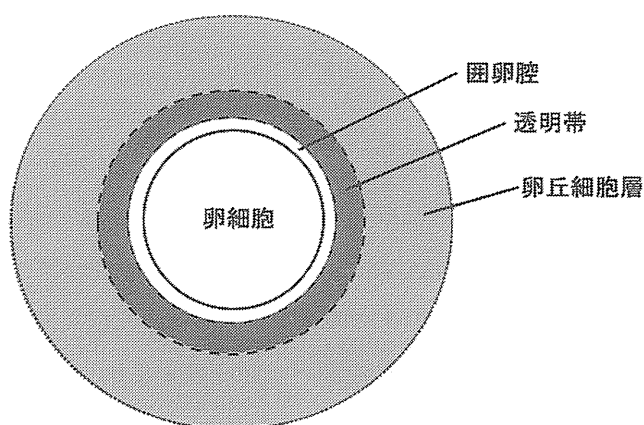


図2 マウスの卵とそれを囲む卵丘細胞層の模式図

問4 タンパク質とともに細胞膜を構成する主な成分の名称を記せ。

C マウス精子の先体胞の膜に存在するタンパク質Xは、先体反応が完了すると精子の頭部の細胞膜全体に広がり、卵細胞の細胞膜にある別のタンパク質と結合して、精子と卵細胞の細胞膜どうしの融合を可能にする。タンパク質Xのはたらきを調べるために、マウスを用いてつぎの実験 1 と 2 を行った。

実験 1 精子を培養液 Y に加えて 90 分間培養した後、タンパク質Xに結合する抗体 I で精子を処理したところ、抗体 I は先体反応を起こしていない精子には結合しなかった。一方、先体反応を起こしている精子では、先体反応が起こった部分だけに抗体 I が結合したものと、頭部全体に抗体 I が結合したものが見られた。抗体 I が頭部全体に結合した精子の割合は、精子を採取した個体ごとに異なっていた。

実験 2 多数のオスから個体ごとに採取した精子を 2 つのグループに分けて、そのうちの 1 つのグループの精子を、卵丘細胞層に囲まれた卵を含む少量の培養液 Y に加えた。90 分後に卵細胞に到達した精子が見られた卵の割合と、精子と卵細胞の細胞膜どうしが融合した卵の割合を調べた。一方、残りの 1 つのグループの精子を培養液 Y 中で 90 分間培養し、抗体 I が頭部全体に結合した精子の割合を調べ、図 3 の a と b の結果を得た。

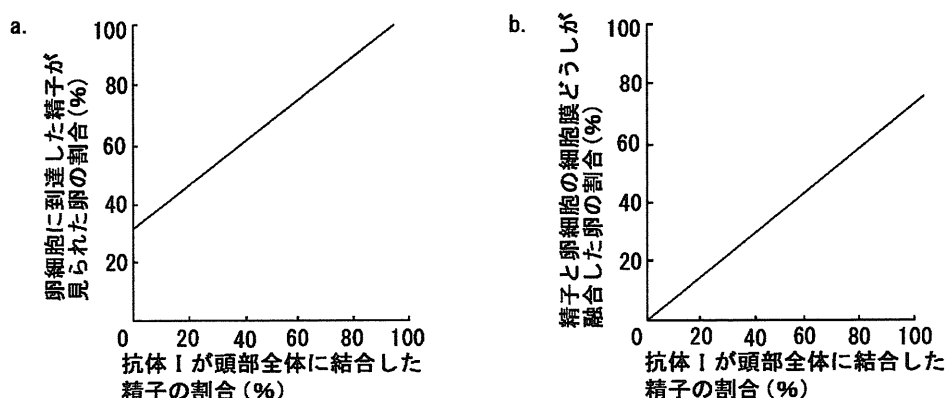


図 3 実験 2 の結果

問 5 B と C の文と、実験 1 と実験 2 の結果だけに基づいて、つぎの ア) ～ カ) の考察のうち適切と考えられるものをすべて選び、記号で答えよ。ただし、タンパク質 X の分布は、卵丘細胞層に囲まれた卵の有無によって変わることはないものとし、また、精子が卵丘細胞層と透明帯を通過することや囲卵腔に入ることによって変わることはないものとする。

ア) 先体反応は、精子が卵細胞に到達するために必要である。

イ) 先体反応は、精子が卵細胞に到達するために必要でない。

ウ) 先体反応は、精子が卵細胞に到達するために必要かどうか、わからない。

エ) 抗体 I が頭部全体に結合する精子は、卵細胞に到達しやすい。

オ) 抗体 I が頭部全体に結合する精子は、卵細胞に到達しにくい。

カ) 抗体 I が頭部全体に結合することは、精子が卵細胞に到達することと関係ない。

問 6 実験 2 の結果から、タンパク質 X がはたらくためには、タンパク質 X が精子の頭部全体にあることが必要であると考えられる。その根拠を 75 字以内で記せ。ただし、タンパク質 X の分布は、卵丘細胞層に囲まれた卵の有無によって変わることはないものとし、また、精子が卵丘細胞層と透明帯を通過することや囲卵腔に入ることによって変わることはないものとする。

第4問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～8に答えよ。

A 地球上には、きわめて多種多様な生物が存在するが、このような種の多様性（種多様性）は進化の結果として生じたものである。生物がこれまで進化してきた道筋は とよばれる。リボソーム RNA の塩基配列を用いた全生物の 関係の解析から、全生物は①3つのドメインに分かれることが明らかになった。

生物多様性には、種多様性だけでなく、生態系の多様性（生態系多様性）と遺伝子の多様性（遺伝的多様性）をあわせた3つの階層がある。生態系多様性とは、森林や湖沼、河川、草原など、さまざまな生態系が存在することをいう。生態系にはそれぞれの環境に適応した生物が生息しているが、②成長や繁殖の過程で複数の生態系を利用する生物も少なくない。このため、ある地域における生態系多様性が高いと③種多様性も高くなる。遺伝的多様性とは、同じ種でも個体によってさまざまな対立遺伝子をもつことをいう。遺伝的多様性が高い個体群では、生息環境が変動しても、その環境に適した形質をもつ個体が存在する可能性が高い。そのため、個体群が絶滅を免れる可能性も高い。

近年、地球規模で種多様性が失われつつあるが、その要因の1つは人間活動に伴う生息地の破壊や分断である。生息地の破壊や分断によって個体群の個体数が著しく減少すると、遺伝的多様性が低下したり、近親交配が起こりやすくなる。④近親交配は、出生率や生まれてきた子の生存率の低下を招く。この現象は、個体群内に低頻度で存在し、繁殖や生存に対して有害な対立遺伝子が原因となって起こる。また、個体数が少ないほど が強くはたらき、有害な対立遺伝子が個体群内に広がりやすくなる。これらの要因によって個体数はさらに減少する。このように、加速度的に個体数が減少して個体群が絶滅に至ると、種多様性が低下する。

問1 と に入る用語を、解答欄 あ) と い) にそれぞれ記せ。

問2 つぎの文は、下線部①を説明したものである。文中の ～ に入るドメインの名称を、解答欄 a) ～ c) にそれぞれ記せ。

文： ヒトを含む は、大腸菌を含む よりも、メタン生成菌や好熱菌を含む と近縁な関係にある。

問3 下線部②の例を1つ挙げ、その生物が成長や繁殖の過程でどのような生態系を利用するのか、生物名を含めて50字以内で説明せよ。

問 4 下線部③に関連して，種多様性は攪乱^{かくらん}によっても影響を受ける。攪乱の規模（強度と頻度）が中程度のときに種多様性がもっとも高くなり，攪乱の規模が大きくても，小さくても，種多様性は低くなることが多い。それはなぜか，75 字以内で説明せよ。

問 5 下線部④の現象が起こるしくみを，つぎの用語をすべて用いて 100 字以内で説明せよ。

用語： ヘテロ接合 ホモ接合 有害な対立遺伝子 劣性

B 年平均気温の上昇は、多くの生物やその個体群を絶滅に追いやる可能性がある。地球表面の平均気温は 1880 年から 2012 年までに 0.85°C 上昇しており、これは大気中の二酸化炭素濃度が上昇したことが主な原因だと考えられている。大気中の二酸化炭素は、⑤地表から放出される熱を吸収し、その熱の一部が地表に戻ることで地表の温度を上昇させるはたらきをもつ。人間は現在、石油や石炭などの化石燃料を燃焼することにより、大量の二酸化炭素を大気中に放出している。また、森林が伐採されると、植物によって吸収される二酸化炭素の量も減少する。森林の炭素固定量は林齢とともに変化し、⑥成熟した森林（高齢林）の炭素固定量は小さいが、有機物として蓄えられている炭素の量が多い。したがって、高齢林が大規模に伐採されると、その結果として、大量の炭素が二酸化炭素として大気中に放出される。

問 6 下線部⑤のはたらきは何とよばれるか、記せ。

問 7 下線部⑥に関連して、図 1 は、ある人工林における総生産量、現存量、呼吸量の 80 年間にわたる変化を模式的に示したものである。3 つの線 a ～ c はそれぞれ、総生産量、現存量、呼吸量のいずれかを炭素量で表している。図 1 をもとに、この人工林の純生産量を求める式としてもっとも適切なものを、つぎの ア) ～ カ) から 1 つ選び記号で答えよ。

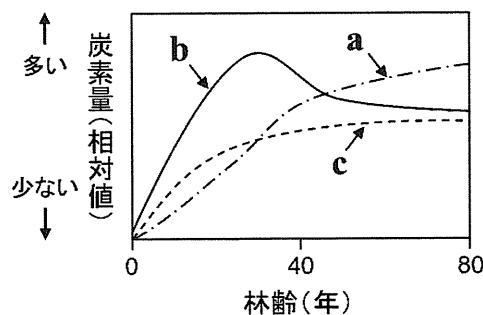


図 1 ある人工林における総生産量、現存量、呼吸量の時間変化

ア) $a - b$

イ) $a - c$

ウ) $b - a$

エ) $b - c$

オ) $c - a$

カ) $c - b$

C 年平均気温などの環境条件は、生物の分布にも影響を及ぼす。M 種と N 種は互いに近縁な草本である。これらの 2 種の分布に影響を及ぼす要因について調べるために、つぎの実験を行った。

実験 山の斜面に沿って、低標高地（標高約 500 m）、中標高地（1,500 m）、高標高地（2,000 m）の 3 か所に実験区を設けた。この山において、M 種は低標高地を中心に高い密度で生育し、斜面に沿って中標高地まで分布しているが、高標高地には分布していない。それに対して、N 種は中標高地よりも高い場所に分布し、高標高地を中心に高い密度で生育している。3 か所の各実験区において、M 種と N 種の芽ばえ 100 個体ずつを、等間隔で、十分に間隔を空けて植えた。4 か月後、個体ごとに花数を数え、途中で死亡した個体や、花を咲かせなかった個体の花数を 0 として、個体あたりの花数の平均値を求めたところ、図 2 の結果を得た。なお、各実験区内では、光や水、栄養分など、芽生えの生育条件に違いはなかった。また、花を咲かせなかった個体は、翌年以降も花を咲かせることはなかった。

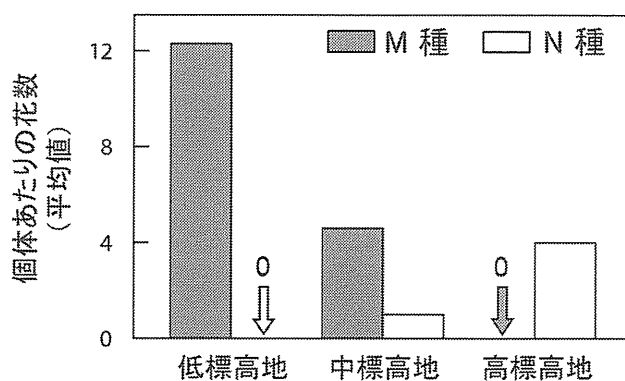


図 2 各実験区における M 種と N 種の個体あたりの花数
灰色と白色の矢印は、それぞれ M 種と N 種における
平均値が 0 であることを示す。

問 8 M 種と N 種では、個体あたりの花数を次世代に残す子の数の指標とみなすことができる。つぎの ア) ～ エ) の推論のうち、実験の結果だけに基づいて適切と考えられるものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア) M 種が高標高地に分布していないのは、高標高地における環境条件に対して適応していないからである。
- イ) N 種が低標高地に分布していないのは、生育に適した場所の全域に、まだ分布を広げられていないからである。
- ウ) M 種と N 種の生育に適した場所が、分布の中心地よりも、標高の高い場所へ変化しつつある。
- エ) M 種と N 種はいずれも、分布の中心地における環境条件に対してもっともよく適応している。

