

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、15 ページで、解答用紙は 6 枚と白紙 2 枚である。乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は、ただちに試験監督者に申し出ること。
3. 受験番号は、6 枚の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。
5. 問題は 6 題ある。応用生物科学部の受験生は 6 題すべてに解答すること。医学部の受験生は問題 1, 2, 3, 4 に解答すること。解答しない問題 5, 6 の解答用紙には、全紙にわたり大きく×印を 1 つ記すこと。
6. 解答用紙は持ち帰らないこと。
7. 問題冊子及び白紙は持ち帰ること。
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1～4に答えよ。(配点比率 医：22%，応生：15%)

細胞はしばしば「生命の単位」といわれる。あらゆる生物の体は細胞から成り立っており、しかも個々の細胞それぞれが生きているのである。細胞が生きていることを最も顕著に示す現象は細胞分裂であろう。真核細胞の分裂は有糸分裂とよばれる。これには **ア** と **イ** の2種類があり、**ア** はからだを構成する細胞が増殖するときに、**イ** は **ウ** 細胞が形成されるときに起こることが知られている。

ア はどのように進んでいくのだろうか？ まず、分裂がおこる分裂期と、分裂が終わって次の分裂までの間の **エ** の2つの時期に分けることができる。さらに分裂期は、核の形態的な変化にもとづいて、4つの時期に分けて理解される。一方、^①形態的には変化の乏しい **エ** ^②においても、細胞は次の分裂にむけて盛んに活動しているのである。

イ は **ア** とは異なる過程で進行し、その結果、卵や精子が形成される。^③

問1. 文中の **ア** ～ **エ** に適切な語を入れよ。

問2. 下線部①に関して、以下のA～Dは4つの時期をそれぞれ説明した文章である。これらを、1回の分裂期の間での進行する順序に並び替えよ。また、各文章中の **オ** ～ **ク** に適切な語を入れよ。

A 各染色体は赤道面に並ぶ。染色体の **オ** には両極からの紡錘糸が接着している。

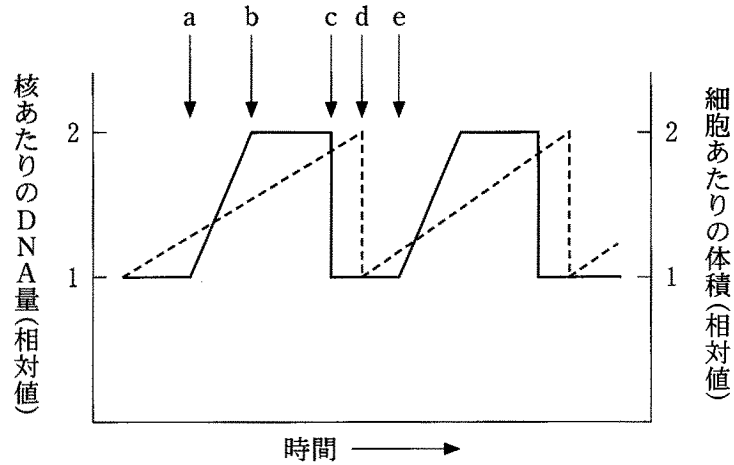
B 染色体は次第にほぐれて分散する。植物細胞の場合はこの時期に **カ** ができて細胞質が二つに分かれる。

C 染色体は凝縮して太く短い棒状になる。やがて **キ** や核小体が消失して紡錘体が形成される。

D 各染色体は縦裂し、それぞれが両極へと移動する。その結果、両極には母細胞と **ク** の染色体が集まる。

問 3. 下線部②に関して、下の図はある細胞が2回の **ア** を経る間の、核あたりの DNA 量および細胞あたりの体積の変化を、相対値で模式的に表わしたグラフである。この図について述べた下の文章の **ケ**、**コ** に適切な語を、**サ** に記号を入れよ。

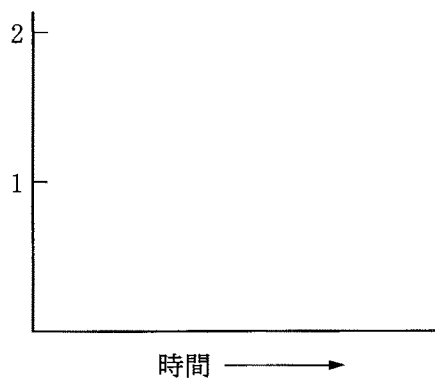
このグラフにおける実線は **ケ** を、破線は **コ** を表す。細胞質分裂のタイミングは図中の **サ** の矢印で示される。



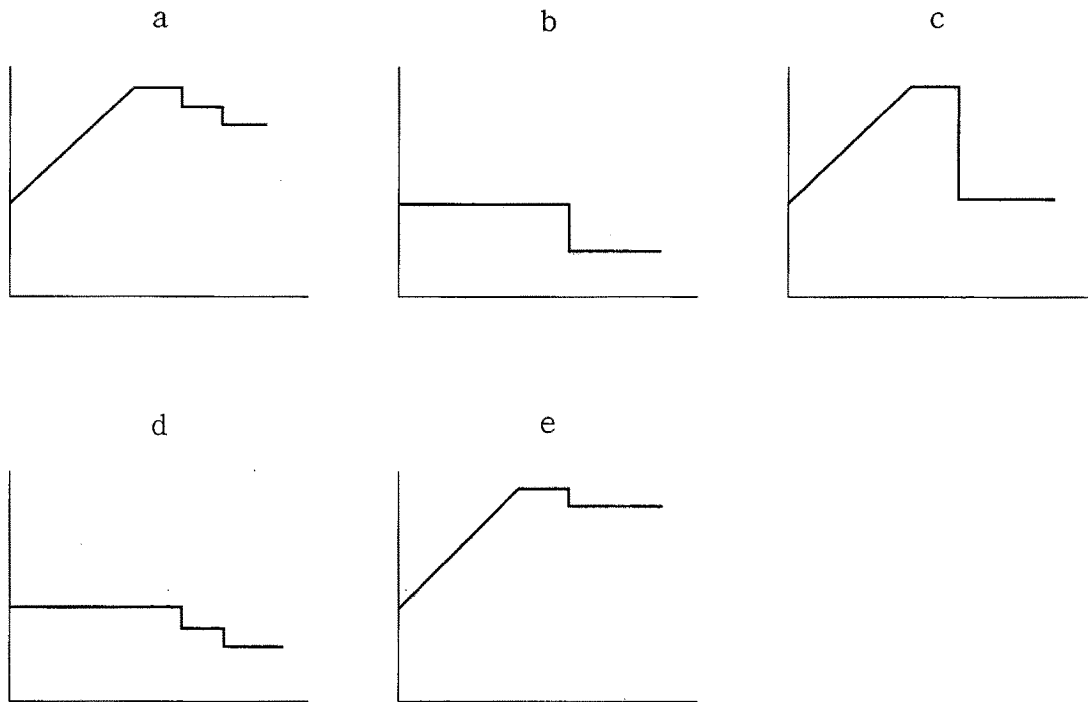
問 4. 下線部③に関して、多くの動物において、卵原細胞が **イ** を経て卵が完成する過程では、核あたりの DNA 量と細胞あたりの体積はどのように変化するだろうか？ DNA 量と体積とに分けて、下の(1)、(2)に答えよ。

(1) 卵原細胞から卵が作り出される過程について、核あたりの DNA 量の変化をグラフ内に記せ。卵原細胞の DNA 量を 1 とし、縦軸の目盛に従って記入すること。

下書き用



(2) 卵原細胞から卵が作り出される過程について、細胞あたりの体積の変化のパターンを示す図として最も適切なものを以下から1つ選んで記号を記せ。ただし、卵や卵になる細胞にのみ着目するものとする。図の横軸は時間を、縦軸は体積を表す。



3 次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点比率 医：26% 応生：17%)

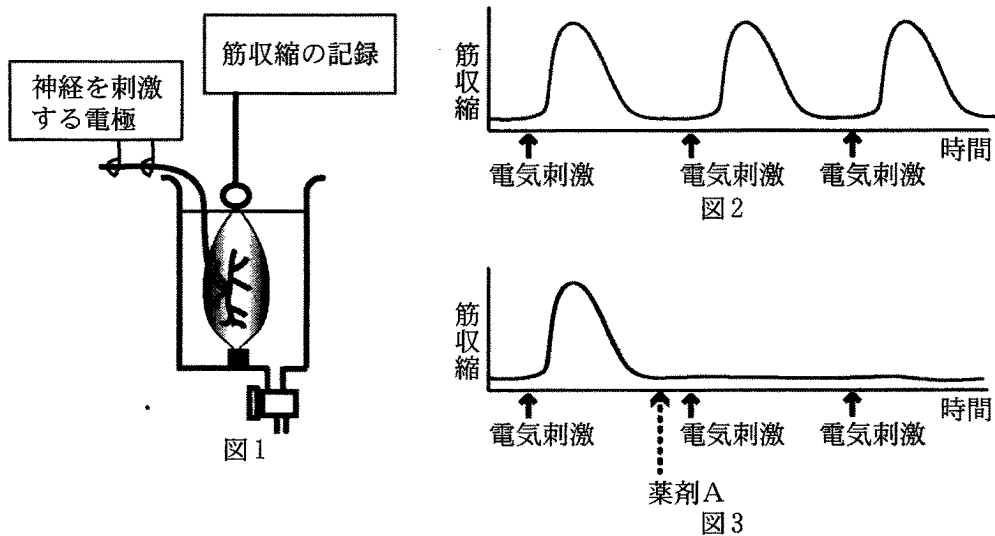
ある薬剤Aは、骨格筋の収縮を抑制する作用がある。この薬剤Aがどのような仕組みで骨格筋の収縮を抑制するのかを調べるために、次の2つの実験①および②を行った。ただし、薬剤Aは神経伝達物質および神経細胞自体になんら影響をおよぼさないことがわかっている。

[実験①]

神経繊維がつながっている骨格筋(神経筋標本)を準備し、リンガー液で満たした水槽の底に筋の一端を固定し、筋の収縮を記録する機械の先にもう一端を固定して、神経に電極を接触させた(図1)。

実験①—1：0.2ミリ秒、5Vの電流を、間をおいて3回流したところ、図2の結果を得た。

実験①—2：0.2ミリ秒、5Vの電流を、間をおいて3回流した。ただし1回目と2回目の電気刺激の間に、リンガー液に薬剤Aを加え、図3の結果を得た。



なお実験①—2のあと、水槽内のリンガー液を捨て、水槽内と骨格筋をリンガー液でよく洗浄し、新たなリンガー液を注ぎ、間をおいて実験①—1をもう一度行ったところ、再び図2の結果を得た。

問 2. 実験②—1に関する下の文章の ～ に適切な語を入れよ。

骨格筋を直接電気で刺激しても、筋の収縮が観察される。すなわち、骨格筋に電流が流れることで骨格筋繊維は興奮し、 からカルシウムイオンが放出される。放出されたカルシウムイオンは、 フィラメントのトロポニンに結合し、その結果 フィラメントの頭部は フィラメントに結合できるようになる。 フィラメントの頭部は フィラメントを引き寄せるため、筋収縮の単位である の距離は短くなり、筋は収縮する。

問 3. 薬剤Aはどのようにして筋の収縮を抑制していると考えられるか、その理由を一つあげて80字以内で記せ。

下書き用(80字)

				5						10						15						20	

問 4. 実験①および②において、薬剤Aのかわりに細胞内へのナトリウムイオンの流入を抑制する薬剤を加えた場合、実験①および②の各々において骨格筋の収縮はどのように変化すると考えられるか、50字以内で記せ。

下書き用(50字)

				5						10						15						20	

4 次の文章を読み、問1～3に答えよ。(配点比率 医：26%，応生：17%)

約4億年前には植物が陸上に進出していた。それはシルル紀のクックソニアやデボン紀のリニアなどの化石から判断できる。これらは気孔をもち、表皮の外側にクチクラ層があって、陸上生活に適応していたことを示す。リニアでは維管束が発達している。デボン紀の初期には維管束をもち、孢子で繁殖する **ア** 植物が多様に分化し、デボン紀後期になると種子植物が進化した。種子植物の特徴は種子をつくることである。種子には胚とよばれる次世代の幼植物(孢子体)と、^①種子の発芽及びその後しばらく幼植物の成長に使われる養分が含まれている。最初に出現した種子植物は裸子植物であり、被子植物はそれよりかなり後の、恐らく白亜紀に出現したとみられる。被子植物は種子のもとになる **イ** が裸出しておらず、**ウ** の中にある。

動物は植物より遅れて、デボン紀の終わり頃陸上に進出した。化石の両生類として知られるイクチオステガは **エ** と **オ** をもっていて、陸上生活に適応していたことがわかる。しかし、両生類は祖先群と考えられる魚類と共通した特徴ももっている。すなわち、胚発生時に **カ** ができず、無 **カ** 類と呼ばれる。は虫類は、形態や生理・生態に様々な環境に適するよう多様な種分化を行って、中生代に繁栄を極めた。このように同一の系統群が様々な環境に適するよう種分化を行うことは **キ** といわれる。鳥類は、は虫類の一群から進化したと考えられる。鳥類は翼により空中を飛行する能力を獲得した。一方、同じデボン紀の終わりまでには、^②**ク** 動物の両生類とは全く異なる無 **ク** 動物である **ケ** 動物の中からも、昆虫類やクモ類が陸上に現れた。

問1. **ア** ～ **ケ** に適切な語を入れよ。

問2. 下線部①について、被子植物ではこのような種子が、多くの場合、重複受精の結果できる。重複受精について80字以内で説明せよ。

下書き用(80字)

				5					10					15					20

5 次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点比率 応生：17%)

横川吸虫の成虫はヒトの小腸に寄生し、多数が寄生すると消化器障害をおこすことがある。横川吸虫を含む吸虫類は、分類上ではプラナリアと同様に 動物門に属する。図1は横川吸虫の生活史を示したものである。横川吸虫の成虫はヒトだけでなく他の哺乳類や鳥類にも寄生する。成虫から生み出された卵は淡水産巻貝であるカワニナに食べられるとその体内でふ化して多数の幼虫に成熟する。成熟幼虫は約2ヵ月で貝より水中に遊出してアユなどの淡水魚に侵入し、ウロコの下や筋肉内に留まる。魚に侵入できなかった幼虫は数日で死滅する。ヒトなどの宿主がそれらの魚を摂食すると幼虫は宿主体内で、約1週間で成虫に成育する。ヒトの場合では成虫の感染が成立すると2年から3年ほど感染は持続する。

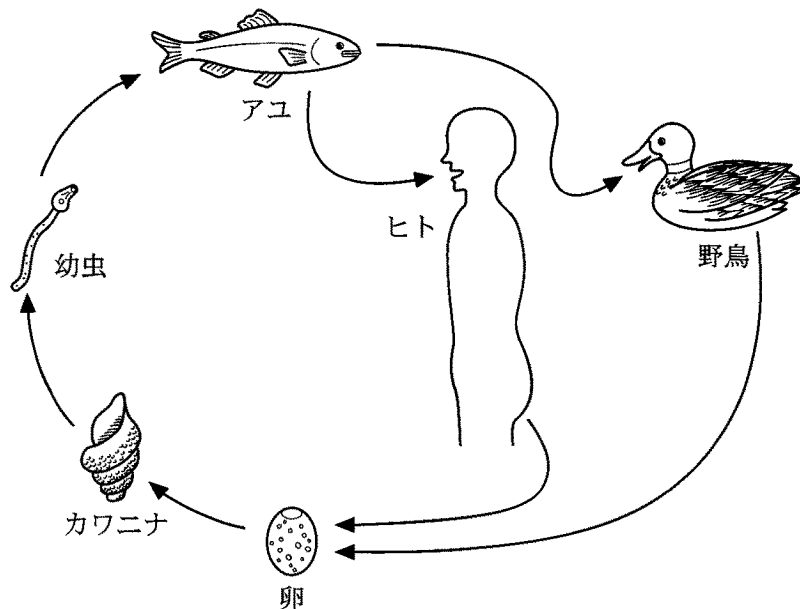


図1 横川吸虫の生活史

横川吸虫のヒトへの主な感染源であるアユの寿命はおよそ1年であり、ほとんどのアユは秋に産卵すると死ぬ。ふ化した仔アユは海に下り一定の大きさまで成長する。海で成長したアユは春に川を遡上し、河川の上流から中流域で他のアユを侵入させない を作って成育する。

カワニナは溪流から河口部の少し汚れた川にまで生息しており、その寿命は1年から1年半である。カワニナのように川底に住んでいる水生生物は、河川の水質に影響を受けやすく、水質判定の指標として使われている。

ある生物が生活する単位空間あたりの個体数を と言い、生物の生息域を一定の範囲に分けその個体数を数えて を推定する方法を 法と言う。 法によりA川の中流域の0.5 km²内におけるアユとカワニナの個体数を5年間、毎年7月に計測したところ図2のようであった。また、A川中流域のアユ、カワニナおよび流域住民の横川吸虫の感

染率を同様に5年間、年次別に調査し図3のような結果を得た。なお、流域住民の感染率はアユの生食習慣を持つ住民を調査したものである。

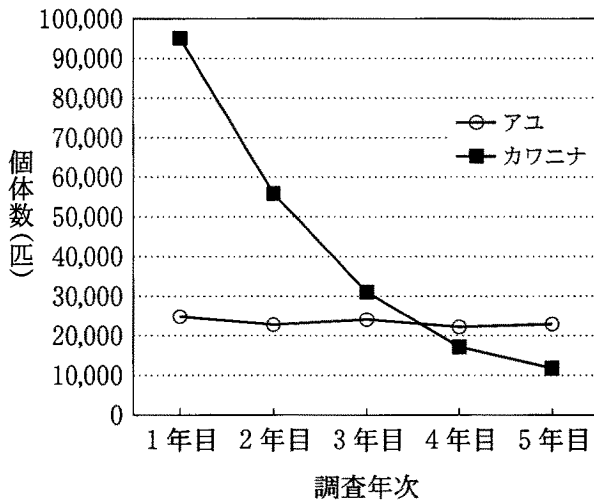


図2 A川の中流域0.5 km²内におけるアユおよびカワニナの年次別個体数

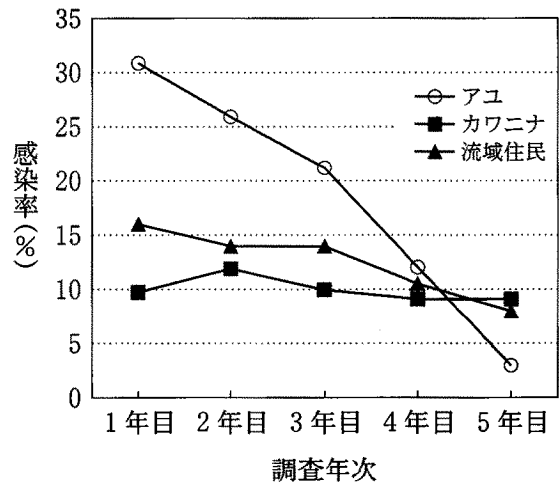


図3 A川中流域のアユ、カワニナおよび流域住民の年次別横川吸虫感染率

問 1. ~ に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部において、全国水生生物調査 (*下記参照)では川の水質を清浄な順に水質階級 I ~ IVに分け、30種類の指標となる生物を決めている。カワニナは水質階級のIIに属するが、カワニナと同様に水質階級IIに属すると思われるものを下記から2つ選び、その記号で記せ。

- | | | |
|----------|-----------|-------------|
| a. エラミミズ | b. ゲンジボタル | c. アメリカザリガニ |
| d. チョウバエ | e. ヤマトシジミ | f. セスジユスリカ |

*全国水生生物調査：環境省が全国の都道府県を通じて市民の参加を呼びかけ、1984年から実施している水生生物を使つての河川の水質状況調査

問 3. アユの個体数の推定を エ 法とは異なる以下のような方法で行った。

6月に400匹のアユを捕獲して標識し、A川のB地点で川に放流した。1ヵ月後にB地点を中心に 0.5 km^2 内で300匹のアユを捕獲したところ5匹が標識されていた。

この場合のB地点を中心にした 0.5 km^2 内におけるアユの推定個体数を記せ。なお、アユは放流1ヵ月で 0.5 km^2 内に平等に分散移動し、その移動は 0.5 km^2 以内と仮定する。また、アユの死亡や調査範囲の 0.5 km^2 内外からのアユの出入は無視できるものとする。

問 4.

(1) 図3ではアユの横川吸虫感染率は急激に低下している。その低下原因を図および横川吸虫の生活史から推測して80字以内で記せ。

なお、アユ以外の淡水魚は考慮にいけないものとする。

下書き用(80字)

				5					10					15					20

(2) 図3ではアユの横川吸虫感染率が大きく低下しているにもかかわらず流域住民の感染率はそれほど低下していない。その理由を図および横川吸虫の生活史から推測して80字以内で記せ。

なお、流域住民のアユの摂食傾向に変化はないものとする。

下書き用(80字)

				5					10					15					20

