

平成 22 年度入学者選抜試験問題

医学部・医学科
理学部・生物学科

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は、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 20 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づいた場合は、手をあ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 医学部受験者は **I** と **II** の 2 問を解答してください。
理学部受験者は **I**，**II**，**III**，**IV** の 4 問を解答してください。
- 6 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。

I つぎのA～Cの文を読んで問1～10に答えよ。

A 血液は、動物が生きていくうえできわめて重要な働きをしている。からだが大形化して複雑になった動物では、すべての細胞の維持と活動を支えるために、血液を循環させるための血管系が発達している。

問1 つぎのa)～e)の機能を担っている血液の成分をア)～エ)からすべて選び、解答欄a)～e)にそれぞれ記号で答えよ。なお、同じ記号を複数回使ってもよい。

- a) 酸素の運搬 b) 二酸化炭素の運搬 c) 栄養分の運搬
d) 食作用による異物の処理 e) 免疫による生体防御

- ア) 赤血球 イ) 白血球 ウ) 血小板 エ) 血しょう

問2 血管の外に存在して、細胞との間で栄養分や老廃物などの受け渡しをする体液を何とよぶか、記せ。

問3 下線部の血管系は、脊椎動物と節足動物でどのように異なっているか、つぎの用語をすべて用いて125字以内で記せ。

用語： 動脈 静脈 毛細血管

問4 魚類(a)、両生類(b)、は虫類(c)、鳥類(d)、ほ乳類(e)の心臓の構造として適切なものを、つぎのア)～エ)から1つずつ選び、解答欄(a)～(e)にそれぞれ記号で答えよ。なお、同じ記号を複数回使ってもよい。

- ア) 2心房2心室 イ) 2心房1心室 ウ) 1心房2心室 エ) 1心房1心室

問 5 両生類の心臓の心室を出入りする血液の状態として、最も適切なものをつぎのア)～エ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア) 体内を循環している血液の中でもとくに酸素の少ない血液が、心室に入った後にそのまま送り出される。
- イ) 体内を循環している血液の中でもとくに酸素の多い血液が、心室に入った後にそのまま送り出される。
- ウ) 体内を循環している血液の中でもとくに酸素の多い血液と酸素の少ない血液が、それぞれ心室に入った後に混じって送り出される。
- エ) 体内を循環している血液の中でもとくに酸素の多い血液と酸素の少ない血液が、それぞれ心室に入った後に混じることなく区別されて送り出される。

問 6 ほ乳類の血液の循環系について、つぎのア)～オ)から誤っているものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア) 大動脈を流れる血液は、酸素を多く含んでいる。
- イ) 動脈は、心臓から組織へと血液が流れる血管である。
- ウ) 心臓から遠い静脈には、逆流を防ぐための弁がある。
- エ) 肺と心臓をつなぐ静脈では、血液中の二酸化炭素の濃度が高い。
- オ) 小腸で吸収された栄養分は、静脈(肝門脈)を通じて肝臓へ運ばれる。

B 血管が損傷して血液成分(特に赤血球)が血管の外に流出することを出血とよぶ。出血が起こると、血管の破損した場所に血小板が付着して集まり、出血を止める(止血する)ために働く凝固因子などの物質を放出する。複数の凝固因子の働きにより繊維状の が生成され、これが血球をからめとって血べいとなり、血管の破損した場所をふさいで出血を止める。

は血液の液性成分に存在するフィブリノーゲンから変化したもので、大きさの異なる α 鎖、 β 鎖、 γ 鎖の 3 種類のポリペプチドでできている。 α 鎖と β 鎖はそれぞれ、フィブリノーゲンのポリペプチド A α 鎖と B β 鎖が変化したものである。

実験 1 大きさの異なるポリペプチドは、SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動(SDS-PAGE)とよばれる手法を用いて、その分子量の違いによって、ポリアクリルアミドゲルの中で分離することができる。フィブリノーゲン精製物の水溶液に微量のトロンビンを加えて試験管の中で反応させると、繊維状の塊が生じた。トロンビンと反応させる前のフィブリノーゲン(i)と、反応後の塊を溶解したもの(ii)を SDS-PAGE で調べたところ、図 1 の結果が得られた。

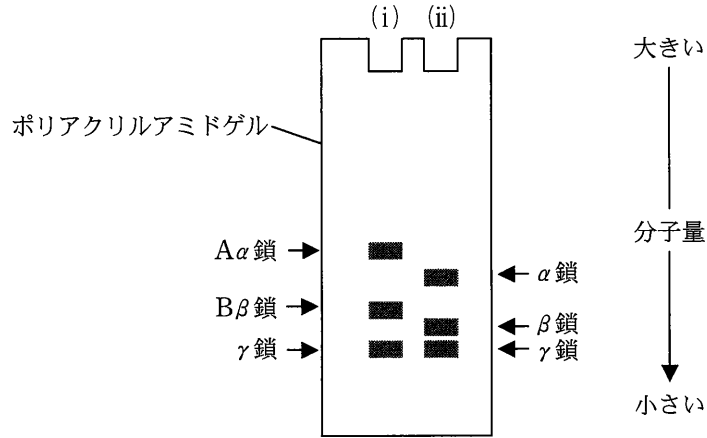


図1 トロンビンと反応させた場合のフィブリノーゲンのポリペプチドの変化

問 7 文中の空欄 に入る適切な用語を解答欄に記せ。

問 8 実験1の結果をもとに、トロンビンの働きを、つぎの用語をすべて用いて75字以内で記せ。

用語： フィブリノーゲン ポリペプチド 切断

C 血液中に存在するタンパク質 M は、出血を止めるために働く凝固因子の1つである。タンパク質 M に異常がある場合、出血の際に一時的に血液の塊が生じて止血するものの、その塊が早期にこわれて再び出血する。この止血異常の原因を調べるために、以下の実験を行なった。

実験2 正常マウスとタンパク質 M に異常があるマウスから採取した血液を、カルシウムイオン除去効果のあるクエン酸ナトリウムをあらかじめ入れた試験管にそれぞれ移して、遠心分離法により有形成分と液性成分に分離した。正常および異常マウスの液性成分について、以下の(i)~(iv)の処理を行ない、室温で60分間反応させた。

- (i) 何も加えない。
- (ii) トロンビンのみを加える。
- (iii) トロンビンと、クエン酸ナトリウムのカルシウムイオン除去効果を超える量の塩化カルシウムを加える。
- (iv) トロンビン、(iii)と同量の塩化カルシウムと、過剰量のカルシウムイオン除去剤(EDTA)を加える。

その結果、正常、異常マウスの液性成分はともに、処理(i)では塊を生じなかったが、処理(ii)、(iii)、(iv)では塊を生じた。

そこで、処理(ii)~(iv)で生じた塊^{かたまり}をそれぞれ集めて溶解し、SDS-PAGEで分析したところ、図2 a, bのように、処理(iii)で正常マウスの液性成分に生じた塊^{かたまり}にのみ、2本の γ 鎖が結合したもの(γ ダイマー)と多数の α 鎖が結合したもの(α ポリマー)が検出された。なお、 γ ダイマーと α ポリマーの生成過程は図3に模式的に示している。

実験3 液性成分が塊^{かたまり}を生成するときのタンパク質 M の効果を確認する目的で、異常マウスの血液の液性成分にタンパク質 M を加えて、実験2と同様の(i)~(iv)の処理を行なった。その結果、処理(i)では塊^{かたまり}が生じず、処理(ii), (iii), (iv)で塊^{かたまり}が生じた。

そこで、処理(ii), (iii), (iv)で生じた塊^{かたまり}をそれぞれ集めて溶解し、SDS-PAGEで分析したところ、図2 cのように、処理(iii)のみで γ 鎖、 α 鎖からそれぞれ γ ダイマー、 α ポリマーへの変化が確認された。

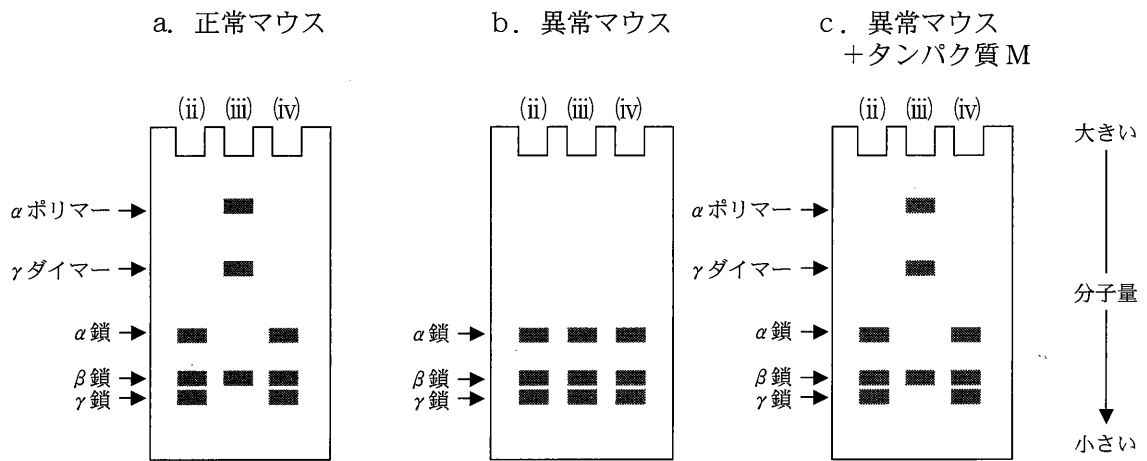


図2 液性成分に生じた塊^{かたまり}の SDS-PAGE 分析

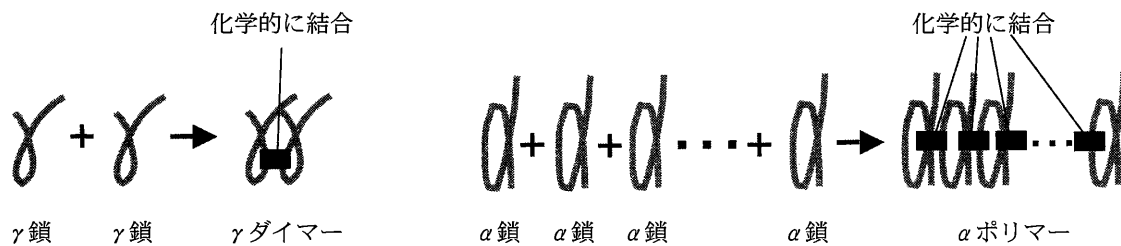


図3 γ ダイマーと α ポリマーの生成過程

問 9 実験 2 の結果の解釈として最も適切なものを、つぎのア)～オ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア) カルシウムは、液性成分中に塊^{かたまり}を生じるために不可欠である。
- イ) カルシウムは、トロンビンによる塊^{かたまり}の生成を抑制する。
- ウ) カルシウムは、 α 鎖と γ 鎖を α ポリマーと γ ダイマーへと変化させるのに必要である。
- エ) トロンビンは、単独で α 鎖と γ 鎖を α ポリマーと γ ダイマーへと変化させる。
- オ) α 鎖、 γ 鎖から α ポリマー、 γ ダイマーへの変化は、塊^{かたまり}を生じるために不可欠である。

問10 実験 2, 3 の結果から導きだされる推論として最も適切なものを、つぎのア)～エ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア) 血液の塊^{かたまり}を生じるためには、トロンビン単独によるポリペプチドどうしの結合が不可欠である。
- イ) 血液の塊^{かたまり}を生じるためには、タンパク質 M が不可欠である。
- ウ) 血液の塊^{かたまり}をこわれにくくして止血を長時間維持するためには、タンパク質 M が不可欠である。
- エ) 血液の塊^{かたまり}をこわれにくくして止血を長時間維持するためには、カルシウムは必ずしも必要とされない。

II つぎの文を読んで問1～8に答えよ。

生物は、自身もつ多数の遺伝子の中から、特定の遺伝子を、特定の時期に、特定の細胞で発現させるしくみ(遺伝子発現の調節機構)をもっている。その中でも、転写の調節機構はとくに重要な役割を担っている。真核生物のDNAでは、転写によってRNAに写し取られる領域の上流側(図1, 3, 4, 5では左側)に、「プロモーター領域」とよばれる特別な塩基配列を含む領域がある。このプロモーター領域に、RNAポリメラーゼが基本転写因子とよばれる補助的タンパク質とともに結合する。そして、プロモーター領域のさらに上流や、転写される領域の下流にある特別な領域(転写調節領域)に、転写を促進する調節タンパク質が結合すると、効率よく転写が起こる。調節タンパク質の中には、転写調節領域に結合して転写を抑制するものもある。そこで、調節タンパク質による遺伝子発現の調節機構を知る目的で、キイロショウジョウバエ胚を用いて以下の2つの実験を行った。

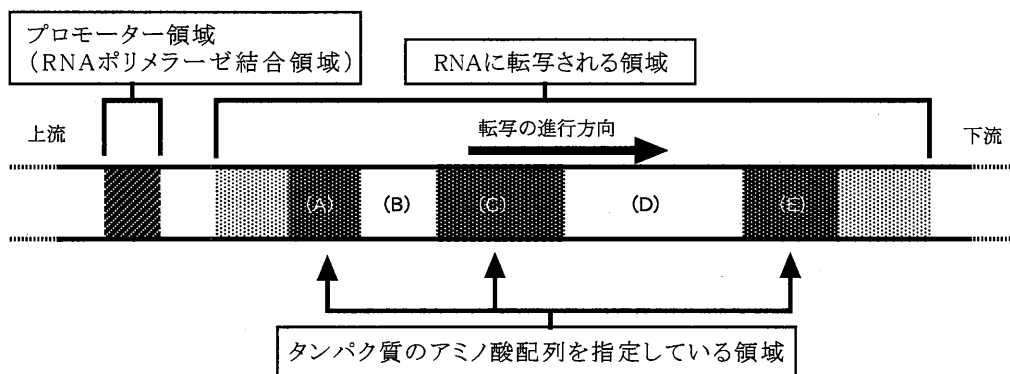


図1 真核生物の遺伝子の構造例

問1 図1の(B)と(D)の領域は、RNAへの転写の後に切除され、(A)、(C)、(E)の領域がつなぎ合わされる。つぎの1)～4)に答えよ。

- 1) 図1の(A)、(C)、(E)の領域は何とよばれているか、記せ。
- 2) 図1の(B)と(D)の領域は何とよばれているか、記せ。
- 3) 図1の(B)と(D)が転写後切除される過程は、何とよばれているか、記せ。
- 4) 図1の(B)と(D)が切除される過程は、核内と核外のどちらで行われるか、記せ。

実験1 キイロショウジョウバエ初期胚では、細胞膜で仕切られていない胚細胞質中に多数の核が分散していて、同一細胞質中で同時に複数の調節遺伝子が発現している。これらの調節遺伝子は、その情報にもとづいてつくられる調節タンパク質によって、互いの発現を促進または抑制することで、胚細胞質内における発現領域の区分けを行っている。そうした調節遺伝子のうち、3種類の調節遺伝子A～Cに注目して、いずれかの遺伝子が機能していない異常胚における調節タンパク質A～Cの分布を、正常胚におけるそれらの分布と

比較する実験を行い、図2のような結果を得た。

調節遺伝子A~Cのすべてが正常に機能している正常胚では、それらの情報にもとづいてつくられる調節タンパク質A~Cの分布は、それぞれ(1)~(3)のようであった。

遺伝子A異常胚では、胚全体を通してタンパク質Aは見られなかった(4)。タンパク質Bは、胚前方(左側)では見られなかった(5)。タンパク質Cは、その分布域に変わりはないが、濃度がかなり低くなっていた(6)。

遺伝子B異常胚では、胚全体を通してタンパク質Bは見られなかった(8)。タンパク質Aは、その分布に変化はなかった(7)。タンパク質Cは、その分布域が前後に広がっていた(9)。

遺伝子C異常胚では、胚全体を通してタンパク質Cは見られなかった(12)。タンパク質Aは、その分布に変化はなかった(10)。タンパク質Bは、その2つの分布域がともに胚中央部へ広がっていた(11)。

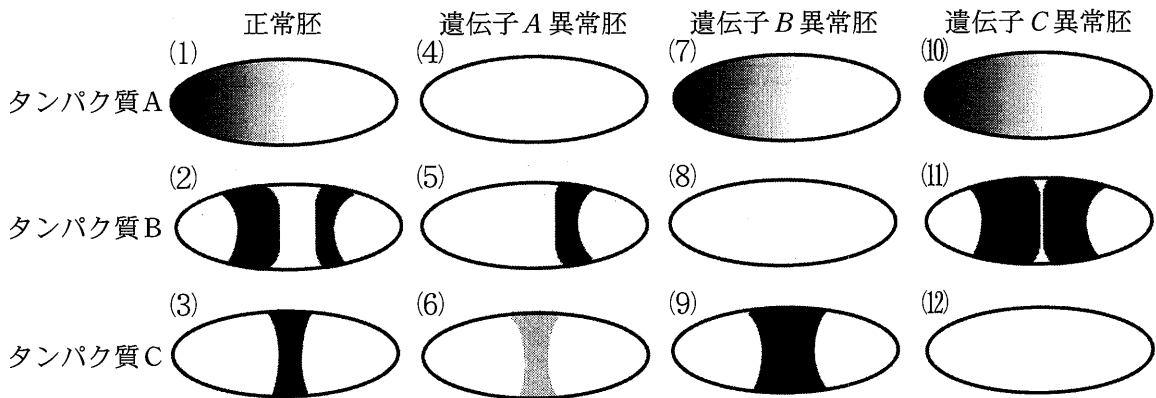


図2 キイロショウジョウバエ初期胚における調節タンパク質A, B, Cの分布
(左:前方, 右:後方, 色の濃淡:タンパク質濃度の高低)

問2 図2の結果だけから判断して、調節タンパク質Aは、調節遺伝子BとCに対してどのような作用をもつと考えられるか。つぎのア)~ク)から適切なものをすべて選び記号で答えよ。

- ア) タンパク質Aは、遺伝子Bの胚前方での発現を促進している。
- イ) タンパク質Aは、遺伝子Bの胚前方での発現を抑制している。
- ウ) タンパク質Aは、遺伝子Bの胚前方での発現を促進も抑制もしていない。
- エ) 図2の結果だけからでは、遺伝子Bの胚前方での発現に対するタンパク質Aの働きはわからない。
- オ) タンパク質Aは、遺伝子Cの発現を促進している。
- カ) タンパク質Aは、遺伝子Cの発現を抑制している。
- キ) タンパク質Aは、遺伝子Cの発現を促進も抑制もしていない。
- ク) 図2の結果だけからでは、遺伝子Cの発現に対するタンパク質Aの働きはわからない。

問 3 図 2 の結果だけから判断して、調節タンパク質 B は、調節遺伝子 A と C に対してどのような作用をもつと考えられるか。つぎのア)～ク)から適切なものをすべて選び記号で答えよ。

- ア) タンパク質 B は、遺伝子 A の発現を促進している。
- イ) タンパク質 B は、遺伝子 A の発現を抑制している。
- ウ) タンパク質 B は、遺伝子 A の発現を促進も抑制もしていない。
- エ) 図 2 の結果だけからでは、遺伝子 A の発現に対するタンパク質 B の働きはわからない。
- オ) タンパク質 B は、遺伝子 C の発現を促進している。
- カ) タンパク質 B は、遺伝子 C の発現を抑制している。
- キ) タンパク質 B は、遺伝子 C の発現を促進も抑制もしていない。
- ク) 図 2 の結果だけからでは、遺伝子 C の発現に対するタンパク質 B の働きはわからない。

問 4 図 2 の結果だけから判断して、調節タンパク質 C は、調節遺伝子 A と B に対してどのような作用をもつと考えられるか。つぎのア)～ク)から適切なものをすべて選び記号で答えよ。

- ア) タンパク質 C は、遺伝子 A の発現を促進している。
- イ) タンパク質 C は、遺伝子 A の発現を抑制している。
- ウ) タンパク質 C は、遺伝子 A の発現を促進も抑制もしていない。
- エ) 図 2 の結果だけからでは、遺伝子 A の発現に対するタンパク質 C の働きはわからない。
- オ) タンパク質 C は、遺伝子 B の発現を促進している。
- カ) タンパク質 C は、遺伝子 B の発現を抑制している。
- キ) タンパク質 C は、遺伝子 B の発現を促進も抑制もしていない。
- ク) 図 2 の結果だけからでは、遺伝子 B の発現に対するタンパク質 C の働きはわからない。

実験 2 キイロショウジョウバエには、発生途中の胚細胞質中において 7 本の帯状に発現する調節遺伝子群がある。そのような調節遺伝子の 1 種である *eve* 遺伝子について、その発現を制御している 5 つの転写調節領域(図 3)の働き方を調べる目的で、GFP (緑色蛍光タンパク質) 遺伝子の上流側に *eve* 遺伝子プロモーター領域 W をつなぎ、そのさらに上流に、これら 5 つの転写調節領域のうちの 1 つをつないでつくった組換え GFP 遺伝子(DNA)を、受精直後の胚に注入した。そして、*eve* 遺伝子が発現する時期に、GFP タンパク質が発する緑色蛍光の分布を調べた。

結果は図 4 のようになった。転写調節領域 U を組み込んだ組換え GFP 遺伝子を注入した胚では、前から 3 番目の帯の位置に GFP タンパク質が発する緑色蛍光が観察された(2)。転写調節領域 V を組み込んだ GFP 遺伝子を注入した胚では、2 番目と 7 番目の帯の位置に、GFP タンパク質が発する緑色蛍光が観察された(3)。転写調節領域 X を組み

込んだ *GFP* 遺伝子を注入した胚では、4番目と6番目の帯の位置に、*GFP* タンパク質が発する緑色蛍光が観察された(4)。転写調節領域 Y を組み込んだ *GFP* 遺伝子を注入した胚では、1番目の帯の位置に、*GFP* タンパク質が発する緑色蛍光が観察された(5)。

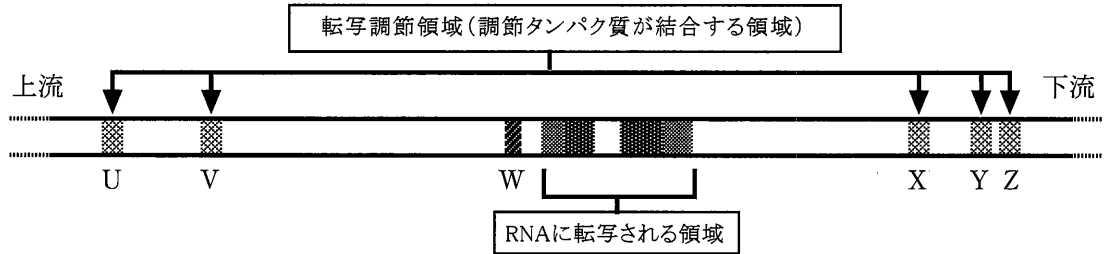


図3 キイロショウジョウバエの *eve* 遺伝子転写調節領域の配置

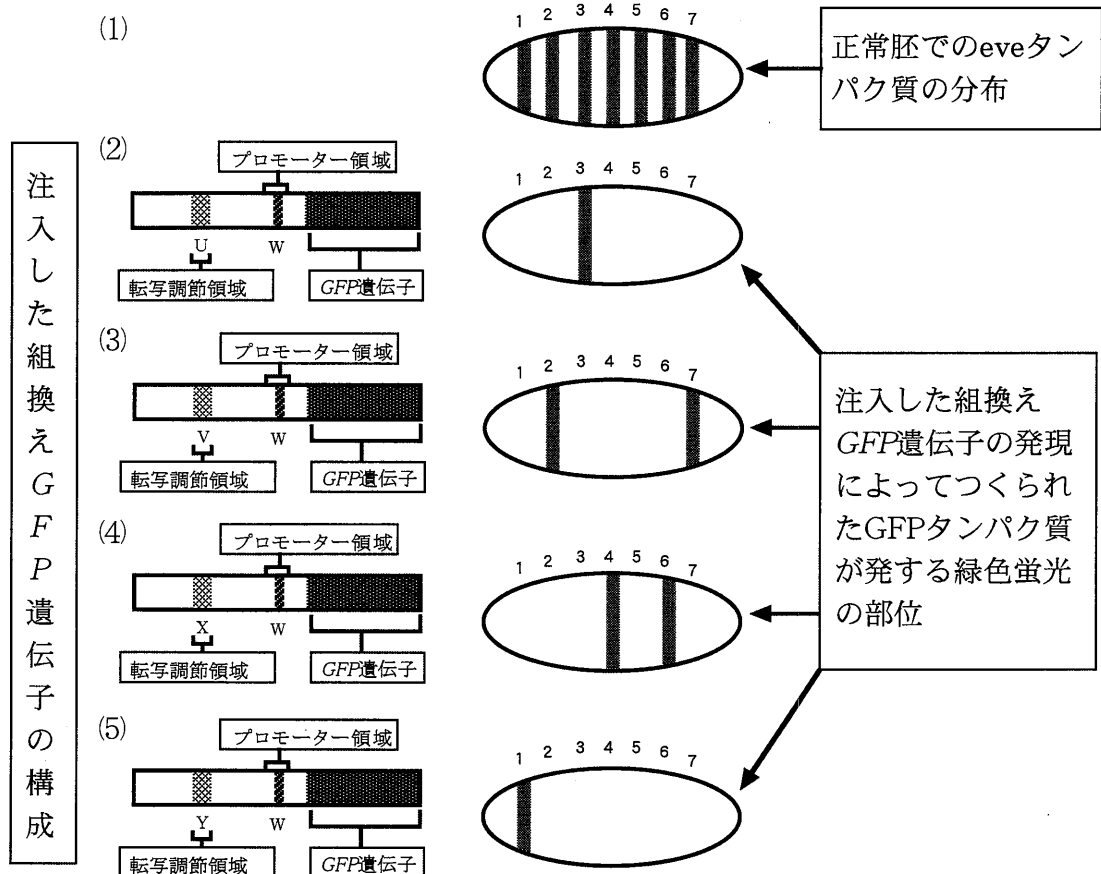


図4 異なる転写調節領域を組み込んだ組換え *GFP* 遺伝子の発現によってつくられた *GFP* タンパク質が発する緑色蛍光の分布

問 5 下線部の操作では、プロモーターや転写調節領域を、その上流と下流の2カ所で、特定の塩基配列を認識して切断する酵素を使って切り出し、別の酵素を使って *GFP* 遺伝子と結合させた。特定の塩基配列を認識して DNA を切断する酵素の総称を解答欄 a に、切断した DNA 断片を結合させる酵素の名称を解答欄 b に、それぞれ記せ。

問 6 実験 2 の結果だけから判断して、*eve* 遺伝子の発現調節に関わる転写調節領域の働き方について、つぎのア)～キ)から適切と考えられるものをすべて選び記号で答えよ。

なお、*GFP* タンパク質による緑色蛍光が見られる帯では、注入した組換え *GFP* 遺伝子に組込まれた転写調節領域と同じ転写調節領域によって、本来の *eve* 遺伝子の発現も促進されていた。

ア) *eve* 遺伝子の下流の転写調節領域を上流に置き換えても、*eve* 遺伝子の発現を調節できる。

イ) *eve* 遺伝子の下流の転写調節領域を上流に置き換えると、*eve* 遺伝子の発現を調節できない。

ウ) *eve* 遺伝子の複数の帯での発現が、1つの転写調節領域によって調節される場合もある。

エ) *eve* 遺伝子の複数の帯での発現が、1つの転写調節領域によって調節されることはない。

オ) *eve* 遺伝子の転写調節領域の(上流から下流へ向かっての)位置の順番は、それぞれが調節している帯の(胚前方から後方へ向かっての)位置の順番と同じになっている。

カ) *eve* 遺伝子の転写調節領域の(上流から下流へ向かっての)位置の順番は、それぞれが調節している帯の(胚前方から後方へ向かっての)位置の順番と正反対になっている。

キ) *eve* 遺伝子の転写調節領域の(上流から下流へ向かっての)位置の順番は、それぞれが調節している帯の(胚前方から後方へ向かっての)位置の順番とは関係がない。

問 7 1本の带状の *eve* 遺伝子の発現領域が、1つの転写調節領域のみによって調節されているとすると、転写調節領域 Z が *eve* 遺伝子の発現調節を行っているのはどの帯か。1～7番の帯からすべて選び番号で答えよ。

問 8 図 3 の *eve* 遺伝子転写調節領域 V には、図 5 に示したように *eve* 遺伝子の転写を促進または抑制する 4 種類の調節タンパク質 (*bcd*, *hb*, *gt*, *kr*) の結合部位が集中している。*eve* 遺伝子は、これらの部位に、*bcd* タンパク質や *hb* タンパク質が結合すると転写が促進されるが、その場合でも、*gt* タンパク質や *kr* タンパク質が多数結合すると転写は抑制される。

図 5 の調節タンパク質結合部位の組み合わせだけから判断すると、図 6 に示された胚前方部域では、転写調節領域 V により転写調節されている *eve* 遺伝子 mRNA の転写量はどのような分布になると考えられるか。(ア)~(ウ)から、最も適切と考えるものを 1 つ選び、解答欄 a に記号で答えよ。また、そう考えた理由を、解答欄 b に 200 字以内で記せ。

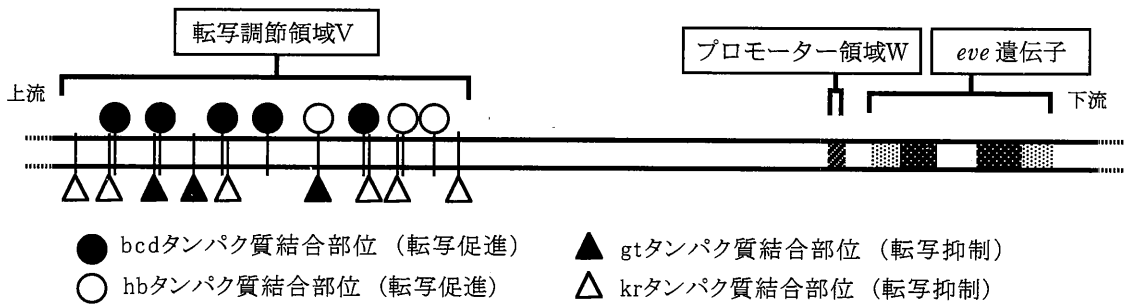


図 5 *eve* 遺伝子転写調節領域 V における調節タンパク質の結合部位

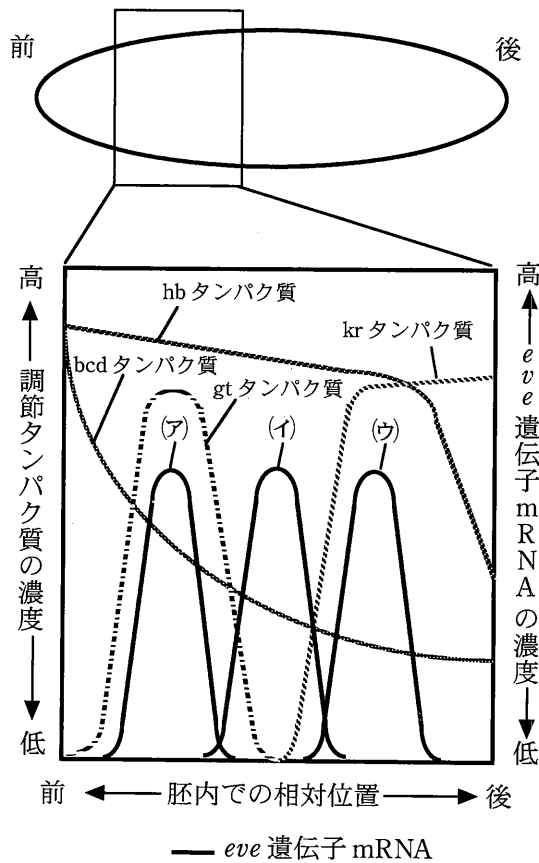


図 6 調節タンパク質の分布と *eve* 遺伝子転写量の分布

Ⅲ つぎのAとBの文を読んで問1～10に答えよ。

A 種子は発芽のための条件がそろって発芽を始める。オオムギ種子の発芽においては、十分な吸水の後、種子中のアミラーゼの働きにより、胚乳中の貯蔵物質の分解が始まる。オオムギ種子の発芽はジベレリンを与えると促進されることから、ジベレリンがアミラーゼ量の調節に関係していることが考えられる。この関係を調べるため、つぎの実験を行った。なお、オオムギ種子は、図1に示すように、胚、胚乳、胚乳を取り囲む数層の細胞層からなるX、および種皮に分けられる。

実験 オオムギ種子を、図1の破線で示すように胚を含む種子片(有胚種子片)と胚を含まない種子片(無胚種子片)に切断し、それぞれ10種子片ずつ培養した。一定時間後に、培地にしみ出てきたアミラーゼ量と種子片に含まれるアミラーゼ量を測定し、その合計を総アミラーゼ量として、表1に示した。

さらに、別の無胚種子片を、ジベレリンのみ、ジベレリンとタンパク質合成過程で転写を阻害する試薬(転写阻害剤)、ジベレリンとタンパク質合成過程で翻訳を阻害する試薬(翻訳阻害剤)の入った培地でそれぞれ10片ずつ一定時間培養した。培地にしみ出たアミラーゼ量と種子片に含まれるアミラーゼ量をそれぞれ測定し、その合計を総アミラーゼ量として、表2に示した。

なお、実験に用いたオオムギ種子の種子片は切断などの影響を受けず、種皮の有無は実験結果に影響しないものとする。

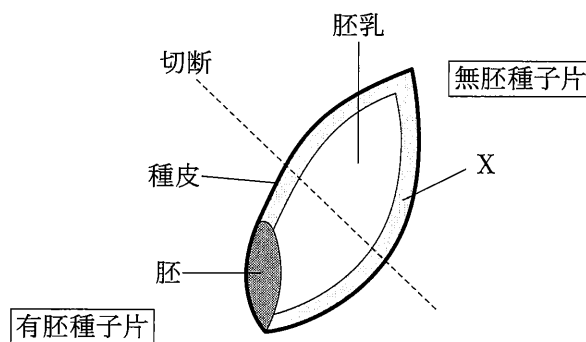


図1 オオムギ種子の模式図

表1 有胚種子片と無胚種子片における総アミラーゼ量

	総アミラーゼ量 (相対値/10 種子片)*
有胚種子片	35
無胚種子片	1

*無胚種子片の総アミラーゼ量を1としたときの相対値で示している。

表2 各種の試薬を添加した培地で培養された無胚種子片における総アミラーゼ量

添加した試薬*	総アミラーゼ量 (相対値/10 種子片)**
ジベレリン	40
ジベレリン+転写阻害剤	2
ジベレリン+翻訳阻害剤	2

*添加した試薬以外の培養条件はすべて同じである。

**試薬を添加していない培地で培養した無胚種子片の総アミラーゼ量を1としたときの相対値で示している。

問1 オオムギ種子の発芽に光は必要ないが、水分が十分与えられたとしても必ずしも発芽しない。発芽するためには、水分以外にさらに2つの無機的(非生物的)な環境要因が備わっていることが必要である。どのような要因か、解答欄a, bにそれぞれ記せ。

問2 オオムギ種子とは異なり、発芽に光を必要とする種子もある。このような種子を何とよぶか、解答欄aに記せ。また、発芽の促進に最も有効な光の波長を、つぎのア)~オ)から1つ選び、解答欄bに記号で答えよ。

ア) 540 nm イ) 600 nm ウ) 660 nm エ) 720 nm オ) 780 nm

問3 オオムギとダイズの種子はともに重複受精の結果生じるが、それらの種子の内部構造は大きく異なる。オオムギ種子とダイズ種子の内部構造のちがいを50字以内で記せ。

問4 図1のXを何とよぶか、その名称を記せ。

問5 表2の結果から、ジベレリンは、無胚種子片に対し、どのように作用してアミラーゼ量を変化させたと考えられるか。つぎの用語をすべて用いて50字以内で記せ。

用語： 遺伝子 合成

問6 問5で答えたジベレリンの作用について、ジベレリンが無胚種子片の胚乳とXのいずれの部位に作用しているかを調べるためには、どのような実験を行えばよいか、75字以内で記せ。

問7 表2のジベレリンのみを添加した培地での結果から、表1の有胚種子片と無胚種子片のアミラーゼ量のちがいは、種子片中で合成されたジベレリン量のちがいにより生じたと推定した。その場合、ジベレリンは種子のどの部位で合成されたと考えられるか、記せ。

B 吸水したオオムギ種子の胚乳では、デンプンはおもにアミラーゼによって分解され、可溶性の糖に変化する(図2)。

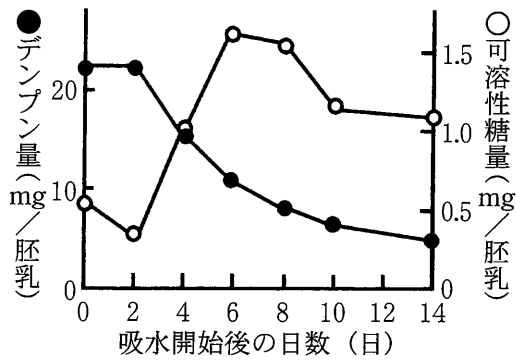


図2 オオムギ種子の胚乳におけるデンプン量と可溶性糖量の変化

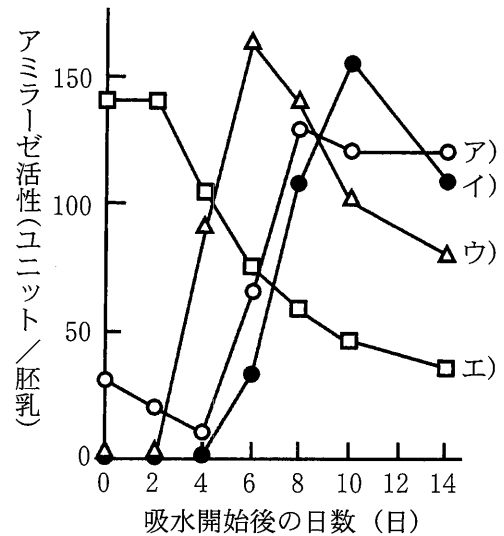


図3 オオムギ種子におけるアミラーゼ活性の変化

問8 アミラーゼがデンプンの分解を進めるためには、デンプンのほかに、ある物質を必要とする。その物質は何か、記せ。

問9 吸水後のオオムギ種子におけるアミラーゼ活性は、どのように変化すると考えられるか。図2を参考に、図3のア)~エ)から最も適切なものを1つ選び、解答欄aに記号で答えよ。また、それを選んだ理由を解答欄bに50字以内で記せ。

問10 オオムギ種子の胚乳では、吸水開始後4日目以降、デンプンの分解にともない可溶性糖量が大きく増加した(図2)。しかし、その増加量は分解されたデンプン量に比べ、かなり少なかった。胚乳中の可溶性糖量が分解されたデンプン量に比べて少ない理由を、胚乳の役割にもとづいて、75字以内で記せ。

IV つぎのA～Cの文を読んで問1～8に答えよ。

A 集団で生活する生物の中には、ライオンやニホンザルのように群れで縄張りを維持するものがある。ほ乳類Xも、えさが豊富な場所を群れで独占する。平均二十数頭の群れが、地中に巣穴を掘り、その周辺で生活する。ほ乳類Xは幼獣の頃から闘争をくりかえし、その結果、個体間に優劣関係が生じる。同じ繁殖期に子供を残せるのは、^①一部の優位な個体に限られる。子育ては、おもに子供を残さない個体が行う。^②

問1 個体間にみられる下線部①の関係を何とよぶか、記せ。

問2 社会性昆虫では、下線部②のような役割分担を「分業」とよぶ。そのような昆虫を1種あげ、その種にみられる分業を、75字以内で具体的に記せ。

問3 単独で縄張りを形成する生物は、豊富なえさがあっても、条件によっては縄張りを維持しなくなる場合がある。どのような条件か、25字以内で記せ。

B ほ乳類Xの幼獣は、生後数週間は巣穴を離れられず、母親やほかのメスから授乳される。乳離れした幼獣は頻繁に巣穴を出て動き回るが、生後3カ月まで自力ではえさをとれない。そのため、幼獣は鳴き声をあげながら、生後3カ月をすぎた個体の後をついてまわる。すると、えさを見つけた個体が幼獣にえさを与える。離れた位置にいる個体が幼獣の鳴き声を聞きつけて、えさを運んでくることもある。^③このような摂食の補助が、幼獣の体重と幼獣にえさを与える個体の体重に与える影響を、実験1で調べた。

実験1 幼獣の数を変えた3種の群れ(㉗幼獣数を人為的に操作していない群れ、①幼獣数を75%減らした群れ、㉘ほかの群れの幼獣を加えて、幼獣数を75%増やした群れ)で、幼獣の体重と幼獣にえさを与える個体の体重の変化を調べた。その結果、図1のような差が見られた。なお、後から㉘の群れに加えられた幼獣は、はじめから群れにいた幼獣と同じ頻度でえさを与えられていた。また、幼獣以外の個体数は変更していない。

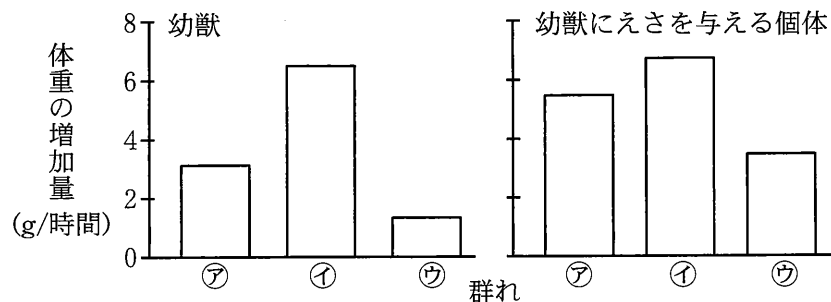


図1 幼獣数の増減と体重変化の関係

問 4 自然状態の群れでは、個体数が増えても出産できる優位個体の数は変わらないので、幼獣数は群れの大きさにかかわらずほぼ一定である。このような自然状態の群れにおいて、幼獣が受ける利益と、えさを与える個体がこうむる負担が、群れの個体数によってどのように変化するか。実験 1 の結果からわかることを 50 字以内で記せ。

問 5 録音した幼獣の鳴き声をスピーカーから流した場合にも、周辺の個体は下線部③と同様にスピーカーの近くにえさを運ぶ。このように、動物に特定の行動を引き起こす刺激を何とよぶか、記せ。

C ほ乳類 X は、土に穴を掘り、頭を突っ込んでえさを探す。その間外敵の接近に気がつきにくいので、えさ探しを中断し、周囲を見回す警戒行動を行う。それでも、草木が邪魔で離れた場所の外敵は発見できないので、群れの中の 1 頭が「見張り」を行う。「見張り」役の個体は、見通しのよい木や高台に登り、摂食せず警戒に専念する。「見張り」役は、しばらくすると「見張り」をやめ、木を降りてえさを探し始める。すると、ほかの個体が木に登り「見張り」を始める。外敵を発見した「見張り」役は、木を降りて巣穴に逃げ込むとともに、警戒音をあげることで、えさを探している個体も捕食されにくい。

どのような場合に「見張り」が行われやすいか、2つの野外観察と2つの実験で調べた。

野外観察 1 ほ乳類 X は通常、活動時間の大半をえさ探しに費やすが、日によっては巣穴の中に長時間滞在し、短時間しかえさを探さないこともある。このような日の摂食量は少なく、個体の体重は減少する。前日のえさ探し時間が長時間だった個体と、短時間だった個体を対象に、前日のえさ探し時間がその翌日の「見張り」時間に与える影響を調べた。その結果、図 2 のような差が見られた。

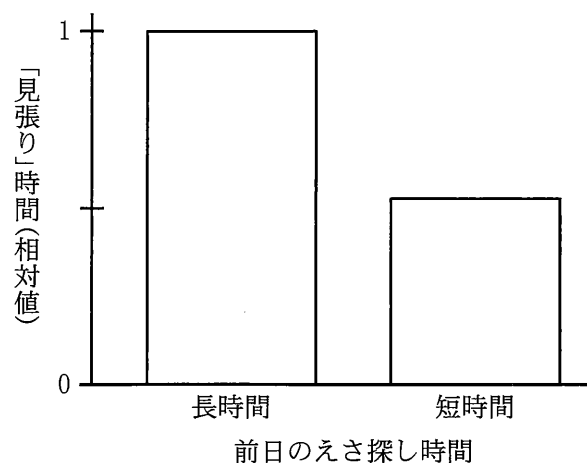


図 2 前日のえさ探し時間と「見張り」時間の関係

実験2 一部の個体に、十分なえさを人為的に30日間与え続けた。それらの個体が「見張り」を行う時間を、自力で摂食していた対照個体の「見張り」時間と比較した。その結果、図3のような差が見られた。

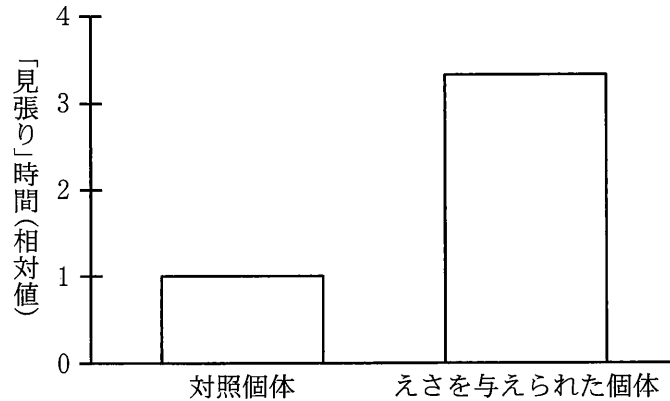


図3 人為的なえさ供給が「見張り」時間に与える影響

実験3 「見張り」を行っていた個体を、人為的に木から降ろして「見張り」を中断させた。それらの個体を2つのグループに分け、一方のグループはそのまま放した。もう一方のグループには、十分なえさを与えてから放した。それらの個体が「見張り」を再開するまでの時間を、自発的に「見張り」を止めて木を降りた個体が「見張り」を再開するまでの時間と比較した。その結果、図4に示す差が見られた。

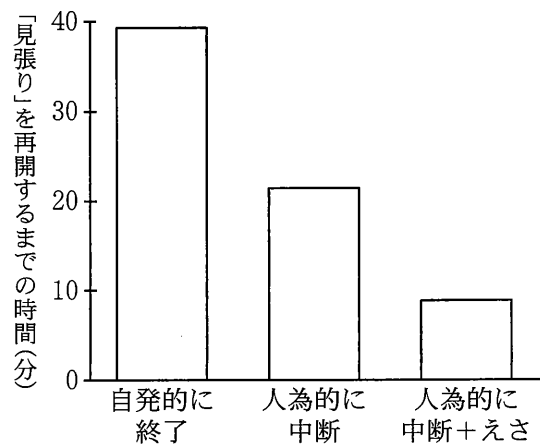


図4 「見張り」の中断が、「見張り」の再開に与える影響

問6 野外観察1と実験2, 3にもとづいて、ほ乳類Xの「見張り」役がこうむる不利益を、25字以内で記せ。なお、「見張り」は巣穴の近くで行われるので、「見張り」役は巣穴に逃げこみやすく、捕食される可能性は、摂食中の個体より低い。

野外観察2 単独で生活する個体と、個体数が2～6の群れで、日中の行動を10分間隔で記録した。その結果、群れの大きさによって、「見張り」役がいる割合が図5のように変化した。個体が警戒行動と「見張り」に費やす時間も、図6のように変化した。なお、幼獣は個体数に含まれていない。

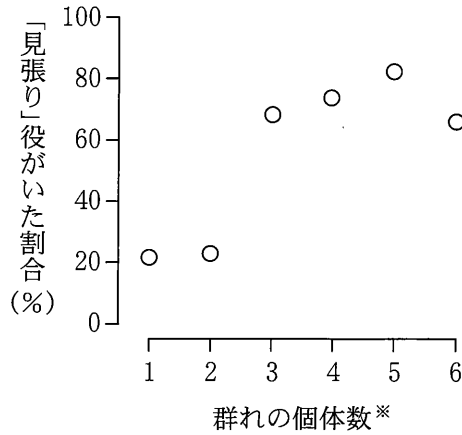


図5 群れに「見張り」役がいる割合

*単独で生活する個体は、個体数が1の群れとして示す。

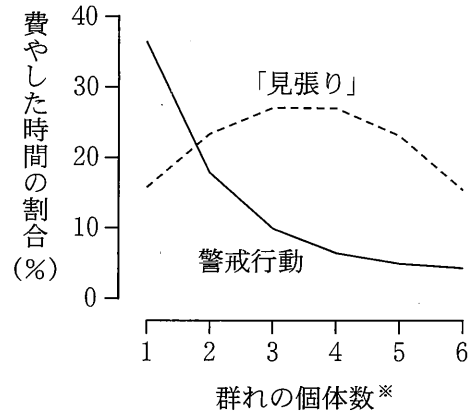


図6 群れの大きさと警戒行動の関係

*単独で生活する個体は、個体数が1の群れとして示す。

問7 野外観察1, 2と実験2, 3の結果にもとづいて、ほ乳類Xが群れを形成する意義を、外敵への対応と摂食の行いやすさの両面から、125字以内で記せ。

問8 群れにいる個体が多すぎると、各個体に不利益が生じることが、さまざまな動物で知られている。どのような不利益が生じるのか、50字以内で記せ。