

山形大学

平成 31 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 19 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 問の 4 問を解答してください。
医学部受験者は第 1 問と第 2 問の 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 問の 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。

第1問 つぎのAとBの文を読んで、問1～8に答えよ。

A 真核生物では、DNAから転写された mRNA の前駆体が、スプライシングされて mRNA となる。

ヒトの場合、多くの遺伝子の mRNA 合成過程で①選択的スプライシングが起こる。

核で転写された mRNA は、 を通って細胞質へ出て、タンパク質を合成する場である に結合する。mRNA の塩基配列がアミノ酸配列に読みかえられる過程を遺伝情報の翻訳という。翻訳は以下のように行われる。

対応するアミノ酸と結合した が の部分で mRNA のコドンの部分と結合する。 によって運ばれたアミノ酸と、合成されつつあるペプチド鎖の末尾のアミノ酸が 結合でつながれる。 が mRNA 上を移動しながら、この過程が繰り返されて、タンパク質が合成される。翻訳されたタンパク質には②ジスルフィド (S-S) 結合が形成される場合がある。

タンパク質のなかには、翻訳された後に、細胞外に分泌されるものがある。

小胞体には が多数付着している と付着していない がある。細胞外に分泌されるタンパク質は 上の で合成されて小胞体に取り込まれ、その後 へ移動し、小胞に包まれる。この小胞が細胞膜まで移動して細胞膜と融合すると、小胞内のタンパク質は細胞外に分泌される。

問1 ～ に入る適切な用語を、解答欄あ)～く)にそれぞれ記せ。

問2 下線部①はどのような現象か、句読点を含めて75字以内で記せ。ただし、アルファベットの場合も1字につき解答欄1マスを用いよ。

問3 下線部②はある1種類のアミノ酸の側鎖どうしで形成される。そのアミノ酸をつぎのア)～オ)から1つ選び、記号で答えよ。

- ア) アスパラギン イ) システイン ウ) トレオニン エ) フェニルアラニン
オ) メチオニン

問4 原核生物と真核生物では転写開始の調節に違いがある。原核生物である大腸菌の、ラクトース(乳糖)の分解に関わる3種類の酵素を指定する遺伝子の転写は、ラクトースがあるときとないときで、どのように調節されているか。つぎの用語をすべて用いて、句読点を含めて150字以内で記せ。ただし、アルファベットの場合も1字につき解答欄1マスを用いよ。

用語： オペレーター リプレッサー RNAポリメラーゼ

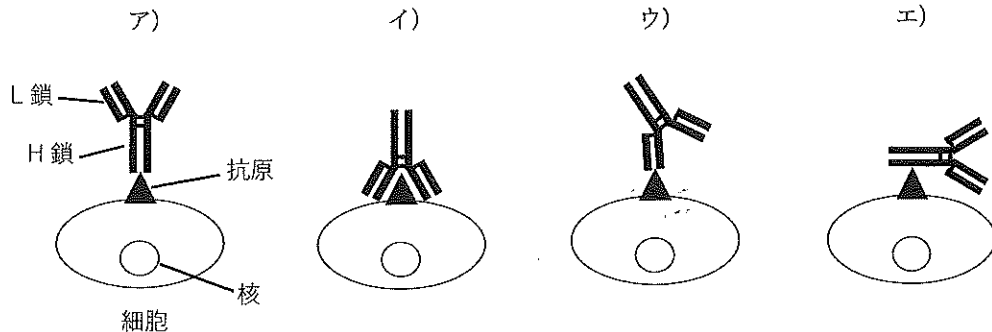
B タンパク質 X は 500 個のアミノ酸からなり、抗体と結合できる部位が複数ある。そこでまず、タンパク質 X と特異的に結合する抗体 Y と抗体 Z を作成した。タンパク質 X を指定する遺伝子を組み込んだベクターを、ほ乳類の培養細胞に導入すると、タンパク質 X が細胞内で合成され、細胞膜まで輸送された。細胞膜まで輸送されたタンパク質 X は、抗体が細胞内に入らない条件でも、抗体 Y や抗体 Z と結合できた。抗体 Y と抗体 Z が結合できるタンパク質 X の部位を明らかにするために、つぎの実験を行った。なお、用いた培養細胞では、タンパク質 X を指定する遺伝子を導入しない限り、タンパク質 X は合成されないことがわかっている。

実験 タンパク質 X を指定する遺伝子をもとに、タンパク質 X のアミノ酸の 1 番目から 50 個、100 個、150 個、200 個のアミノ酸が欠失した 4 種類のタンパク質をそれぞれ指定する遺伝子を作成した。これらの遺伝子の 5'末端側に開始コドンに相当する配列を付加したものと、タンパク質 X を指定する遺伝子をそれぞれベクターに組み込み、培養細胞に導入した。すると、それぞれ指定されたタンパク質が細胞内でほぼ同じ量合成された。これらのタンパク質の合成がみられた細胞の入った培養液に、抗体が細胞内に入らない条件で、抗体 Y または抗体 Z を加えて結合の有無を調べたところ、図に示す結果になった。ただし、それぞれのタンパク質において、欠失した部分以外の立体構造に変化はないものとする。また、これらのタンパク質は細胞外に分泌されないものとする。

	1	500 (番目のアミノ酸)	抗体 Y と の結合	抗体 Z と の結合
タンパク質 X			(+)	(+)
タンパク質 X-50	51	500	(+)	(+)
タンパク質 X-100	101	500	(+)	(+)
タンパク質 X-150	151	500	(-)	(+)
タンパク質 X-200	201	500	(-)	(+)

図 導入した遺伝子が指定するタンパク質と抗体との結合
抗体が結合した場合を (+)、結合しなかった場合を (-) とする。

問 5 細胞膜にあるタンパク質（抗原）と抗体の結合様式をもっとも適切に表している模式図を、つぎのア)～エ) から1つ選び、記号で答えよ。



問 6 細胞膜に輸送されるタンパク質であっても、特定の部位が欠失すると細胞膜に輸送されない場合がある。しかし、実験の結果から、図に示したタンパク質 X-200 は細胞膜に輸送されたと考えられる。そのように考えられる理由を、句読点を含めて 50 字以内で記せ。ただし、X-200 には解答欄 5 マスを用いよ。

問 7 抗体 Y と抗体 Z が結合できる部位は、タンパク質 X のアミノ酸配列の、それぞれ何番目から何番目の領域に確実に含まれると考えられるか。つぎのア)～オ) からもっとも適切なものを1つずつ選び、抗体 Y が結合できる部位については解答欄 i) に、抗体 Z が結合できる部位については解答欄 ii) に、それぞれ記号で答えよ。

- ア) 1 番目から 50 番目 イ) 51 番目から 100 番目 ウ) 101 番目から 150 番目
エ) 151 番目から 200 番目 オ) 201 番目から 500 番目

問 8 一般に、動物に抗原を注射して抗体をつくらせる場合、抗原を 1 回ではなく、複数回注射すると多量の抗体が得られる。その理由を、つぎの用語をすべて用いて、句読点を含めて 100 字以内で記せ。

用語： B 細胞 記憶細胞

第2問 つぎのAとBの文を読んで、問1～8に答えよ。ただし、字数制限のある設問では、句読点や英数字も1字につき解答欄1マスを使うこと。

A 無尾両生類（カエルの仲間）では、ふつう1個の精子が卵の動物半球に侵入し受精が起こる。すると、しばらくして卵の植物半球で、表層のすぐ下に微小管の平行な束が形成され、その束に沿って卵の表層と内側の細胞質との間で約30度のずれ（表層回転）が起こる。一部の種のカエルなどの卵では、この表層回転にともなって、精子が侵入した部位の 側の赤道近くに が形成される。 が形成された側からは、のちに背側の軸構造が形成されることが知られている。 の領域は、桑実胚期から胞胚期の間、のちに原口背唇部となる領域に働きかけて、神経管や体節などの分化をうながす能力を生じさせる。この能力を獲得した原口背唇部は、 とよばれている。

問1 文中の ～ にあてはまる語句を解答欄（あ～う）に記せ。

問2 ある組織が別の組織に働きかけて、特定の組織や器官への分化をうながす現象を何とよぶか、名称を記せ。

B ある研究者は、アフリカツメガエルの胚の発生における中胚葉の分化のしくみと、それに関与する遺伝子やタンパク質を調べるために、以下の実験1～3を行った。

実験1 図1に示すように、培養液中で、アフリカツメガエルの胞胚から、動物極付近の細胞群（アニマルキャップ：AC）と植物極付近の卵黄を多く含む細胞群（植物極卵黄：VY）を切り出し、a) AC単独で、b) VY単独で、またはc) ACとVYを密着させて培養し、2時間後（AC、VYを切り出した胚と同時に受精した未処理の胚が原腸胚になる頃）、中胚葉の分化の目印となる遺伝子pの発現がAC、VYでみられるか、また、培養を続けた場合に中胚葉に由来する組織（中胚葉組織）を形成するかどうかを調べた。

その結果、単独で培養したACとVYではいずれも遺伝子pの発現がみられず、培養を続けても中胚葉組織は形成されなかった。他方、ACとVYを密着させて培養（密着培養）したとき、ACでのみ遺伝子pの発現がみられ、密着培養を続けると神経組織、筋組織、脊索などが形成された。

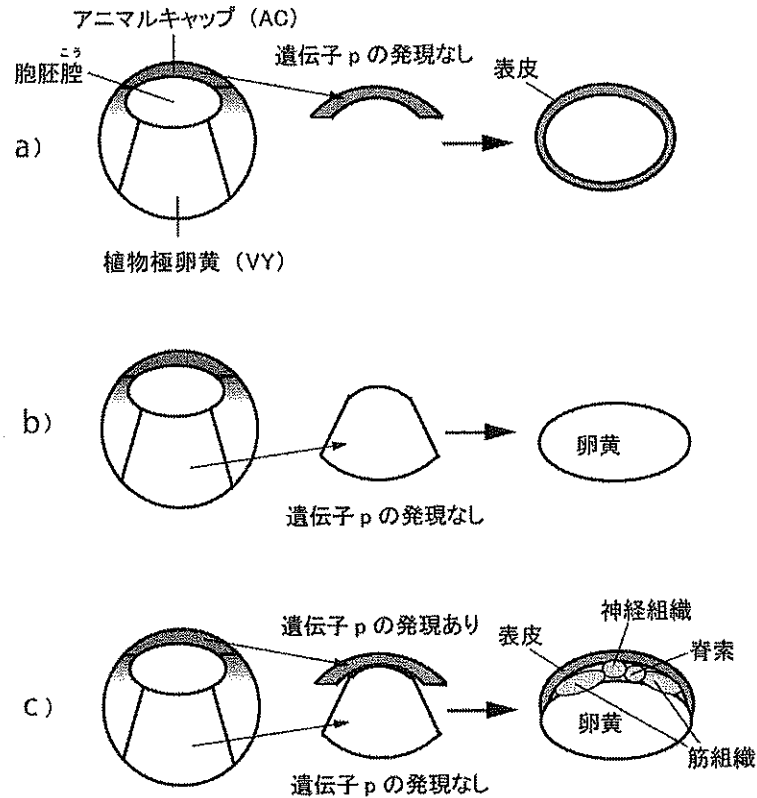


図1 アフリカツメガエルの胞胚から切り出した AC と VY の単独および密着培養

問 3 実験 1 において AC と VY の密着培養で形成された筋組織，神経組織，脊索には，中胚葉組織ではない組織が 1 つ含まれている。その組織の名称を記せ。

問 4 AC と VY の密着培養でみられた中胚葉組織の形成には，何らかのタンパク質（仮にタンパク質 X とよぶ）が関与していることが推測されている。この中胚葉組織の形成の過程について，実験 1 の結果から判断してもっとも適切と思われる推論を，つぎのア) ～ エ) から 1 つ選び，解答欄 i) に記号で答えよ。また，その理由を解答欄 ii) に 75 字以内で記せ。

- ア) AC から細胞外に分泌されたタンパク質 X が，AC に受け取られ，それが刺激となって AC から中胚葉組織が形成された。
- イ) AC から細胞外に分泌されたタンパク質 X が，VY に受け取られ，それが刺激となって VY から中胚葉組織が形成された。
- ウ) VY から細胞外に分泌されたタンパク質 X が，VY に受け取られ，それが刺激となって VY から中胚葉組織が形成された。
- エ) VY から細胞外に分泌されたタンパク質 X が，AC に受け取られ，それが刺激となって AC から中胚葉組織が形成された。

実験2 タンパク質Qは、胞胚期から原腸胚期にかけて、幼生の頭部の内胚葉となる予定の細胞群から細胞外に分泌され、中胚葉組織の形成を阻害していること、また、いったん細胞外に分泌されたタンパク質Qは、細胞内に入って働くことはないことが知られている。

図2に示すように、タンパク質Qを指定している遺伝子qのmRNAを、アフリカツメガエルの4細胞期胚の割球すべてに一定量ずつ注入し、タンパク質Qを過剰につくらせながら胞胚まで発生させた。その後、この胚からVYを切り出し、遺伝子qのmRNAを注入していない未処理の胞胚から切り出したACと密着させて2時間培養した。するとACとVYはともに遺伝子pを発現せず、そのまま密着培養を続けても中胚葉組織を形成しなかった。ただし、タンパク質Qを過剰につくらせた胚では、中胚葉組織の形成は阻害されたが、胚の細胞は生きていた。

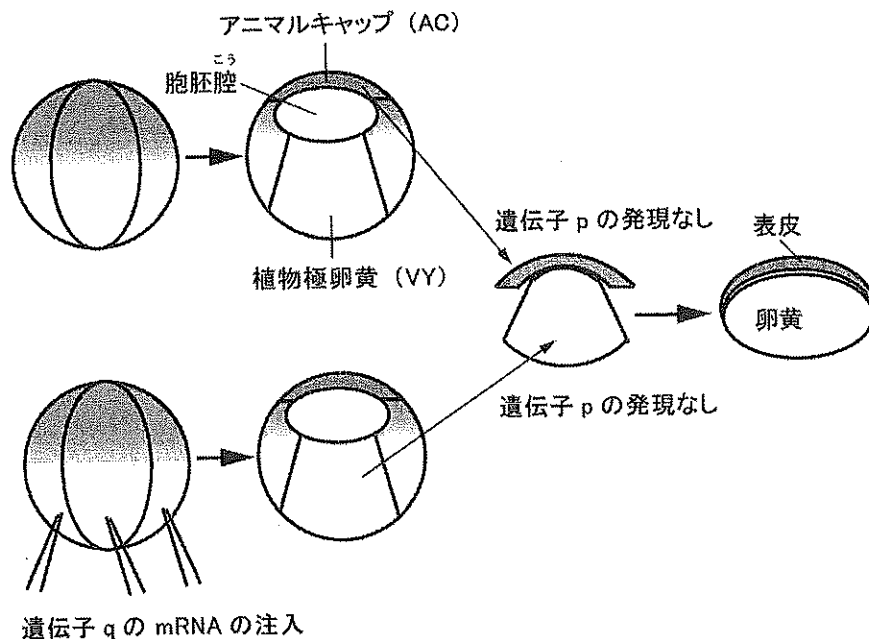


図2 遺伝子qのmRNAを注入した胞胚から切り出したVYと、未注入の胞胚から切り出したACとの密着培養

問5 タンパク質Qの働きについて、実験1と2の結果から判断してもっとも適切と思われる推論を、つぎのア)～カ)から1つ選んで記号で答えよ。

- ア) タンパク質Qは、ACから分泌されたタンパク質Xに結合して、その働きを阻害する。
- イ) タンパク質Qは、VYから分泌されたタンパク質Xに結合して、その働きを阻害する。
- ウ) タンパク質Qは、ACの細胞のリボソームに結合して、タンパク質Xの合成を阻害する。
- エ) タンパク質Qは、VYの細胞のリボソームに結合して、タンパク質Xの合成を阻害する。

- オ) タンパク質 Q は, AC の細胞の核内で遺伝子 p の調節領域に結合して, その発現を阻害する。
- カ) タンパク質 Q は, VY の細胞の核内で遺伝子 p の調節領域に結合して, その発現を阻害する。

実験 3 アフリカツメガエルの胞胚から切り出した AC を, つぎの a) ~ c) の 3 通りの条件で 2 時間培養して遺伝子 p の発現を調べた。

- a) アフリカツメガエル胚用の培養液中で培養。
- b) アフリカツメガエル胚用の培養液に, タンパク質 X の候補と考えたタンパク質 R, S, または T のいずれかを十分量加えて培養。
- c) アフリカツメガエル胚用の培養液に, タンパク質 X の候補と考えたタンパク質 R, S, または T のいずれかとタンパク質 Q を十分量加えて培養。

ただし, アフリカツメガエル胚用の培養液には, AC や VY に遺伝子 p の発現や中胚葉の形成をうながす働きはまったくない。

その結果,

条件 a) で培養した AC では, 遺伝子 p はまったく発現しなかった。

条件 b) で培養した AC では, タンパク質 S または T を加えた場合にのみ遺伝子 p が発現した。

条件 c) で培養した AC では, タンパク質 S を加えた場合にのみ遺伝子 p が発現した。

問 6 実験 3 の結果から判断して, タンパク質 R, S, T のうち, AC に遺伝子 p の発現をうながす働きが確実にあるタンパク質はどれか。すべて選んでタンパク質の記号 (R, S, T のいずれか) を記せ。

問 7 実験 1 ~ 3 の結果から判断すると, 実験 1 の AC と VY の密着培養で AC に遺伝子 p の発現をうながしているタンパク質 X の実体は, 候補と考えたタンパク質 R, S, T のうちのいずれのタンパク質である可能性がもっとも高いか。1 つ選んでタンパク質の記号 (R, S, T のいずれか) を解答欄 i) に記し, その根拠を解答欄 ii) に 75 字以内で記せ。

問 8 実験 1 ～ 3 の結果から考えられた、アフリカツメガエルの胚における中胚葉組織の分化と形成のしくみに関するつぎの文の ～ にあてはまる語句またはアルファベットを、下のア) ～ コ) から 1 つずつ選び、解答欄え) ～ く) に記号で答えよ。

中胚葉組織の分化と形成のしくみに関する文：

胚期の 極側の細胞から分泌されたタンパク質 が、
 極側の細胞の受容体に受けとられ、それが刺激となって遺伝子 の
発現が起こり、その結果、中胚葉組織が形成される。

ア) 尾芽 イ) 神経 ウ) 胞 エ) 植物 オ) 動物
カ) R キ) S ク) T ケ) p コ) q

第3問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～7に答えよ。

A 植物ホルモンは、植物体内で合成され、微量で植物の成長や生理的な働きを調節する物質である。植物ホルモンには、以下のア～ウ)に示すような働きをもつものがあり、一部の植物ホルモンは農業でも用いられている。

- ア) 果実の成熟を促進させる作用をもち、^{らくよう}落葉や^{らつかく}落果など、器官の脱落の促進にも働く。
- イ) ^{そくが}側芽の成長、細胞分裂、細胞分化をうながす作用をもち、葉の老化の抑制にも働く。
- ウ) 種子の発芽を促進させる作用をもち、一部のブドウの品種では、種なしブドウの生産に用いられる。

植物ホルモンは、イチゴの成長にも重要な役割を果たしている。食用のイチゴの場合、ふくらんでいる部位を^{かたく}花托(花床)とよび、表面にある種子のようにみえるものを^{そうか}瘦果(種子は瘦果の中にある)とよぶ(図)。受粉し受精が起こると、子房が急速に発育し、瘦果となる。瘦果のない食用のイチゴは商業的には栽培されていないが、植物ホルモンを使うと、瘦果がなくても花托の成長を促進させることができる。植物ホルモンがイチゴの花托の成長に与える影響を調べるため、つぎの実験1を行った。

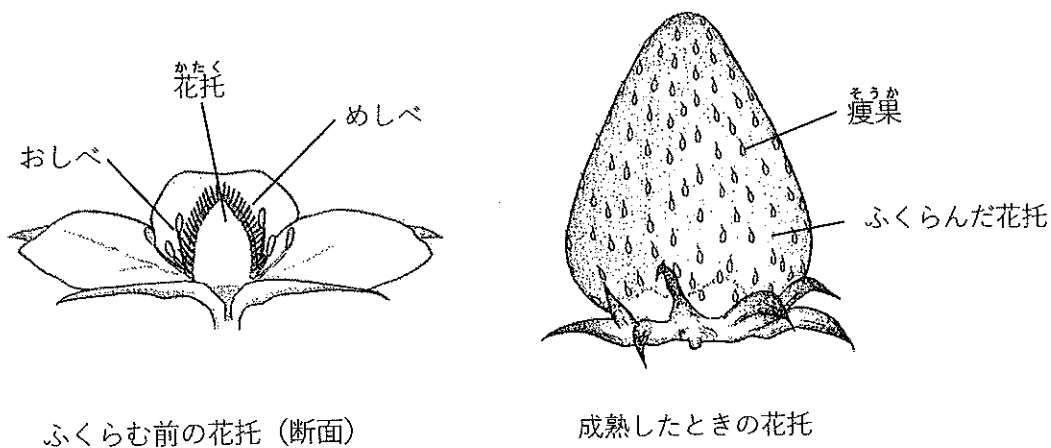


図 イチゴの花托と瘦果

実験1 あらかじめ、おしべをすべて取り除いたイチゴの花に、つぎの処理 a) ~ e) を行った。
ただし、受精は、おしべの^{やく}葯から採取しておいた花粉をめしべにつけ、受粉させること
によって行った。なお、処理 a) ~ e) の前に受粉はおこっていないものとする。

- a) すべてのめしべを受粉させ、受精を起こさせた。
- b) すべてのめしべを受粉させ、受精を起こさせた。その後、花托が成長する前にすべての未熟な瘦果を取り除いた。
- c) すべてのめしべを受粉させ、受精を起こさせた。その後、花托が成長する前にすべての未熟な瘦果を取り除き、①ある植物ホルモンを吹きかけた。
- d) すべてのめしべを受粉させなかった。
- e) 数本のめしべだけを受粉させ、受精を起こさせた。

その結果、a) と c) では花托が成長を続けたが、b) と d) では花托が成長しなかった。
また、e) では瘦果が成長した周辺の花托は成長を続けたが、瘦果ができなかった周辺の花托は、ほとんど成長しなかった。

問1 ア) ~ ウ) の働きをもつ植物ホルモンの名称を、解答欄 ア) ~ ウ) にそれぞれ1つずつ記せ。

問2 下線部①の植物ホルモンは、カルスからの根の分化を促進し、重力屈性に際しては下方に多く輸送されることが知られている。この植物ホルモンの名称を記せ。

問3 実験1の結果から考えられる、花托の成長におよぼす瘦果(そう果)の働きを、つぎの用語をすべて用いて、句読点を含めて50字以内で記せ。ただし、a), b), c), d), e) を記入する場合は、それぞれ解答欄1マスを用いよ。

用語： 花托 受精 そう果

B 長日植物の中には、低温が花芽形成に影響するものがある。早春にダイコンの種子を畑にまいて育てると、発芽後しばらくの間は茎がほとんど伸びない。やがて気温が上昇し、日長（1日のうちの昼の長さ）が長くなると、急速に茎が伸びて花をつける。こうした現象が起こる要因には、早春の低温が影響している。ダイコンの成長と花芽形成におよぼす低温の影響を調べるため、つぎの実験2を行った。

実験2 ろ紙を敷いたペトリ皿を使い、ダイコンの種子に、つぎの処理 a) ~ c) を行った。

- a) 水で十分に湿らせたろ紙の上に種子を置き、20°Cの暗所で発芽が確認されてから、4°Cの暗所に1か月間置いた。
- b) 乾いたろ紙の上に種子を置き、4°Cの暗所に1か月間置いた。
- c) 水で十分に湿らせたろ紙の上に種子を置き、20°Cの暗所で発芽させた。

処理 a) ~ c) ののち、土を入れた鉢に種子または芽ばえを移し、温度を20°C、日長を15時間に保った温室の中で育てた。その結果、いずれの処理でも葉が茂るようになった。さらに、a) では、しばらくしてから急速に茎が伸びて花をつけた。しかし、b) と c) では茎が伸びず、花もつけなかった。

問4 植物の花芽形成が一定期間の低温状態を経験することで促進される現象を何とよぶか、その名称を記せ。

問5 b) で、種子が低温状態を経験したにもかかわらず茎が伸びず、花もつけなかった理由を、つぎの用語をすべて用いて、句読点を含めて75字以内で記せ。ただし、a), b), c) を記入する場合は、それぞれ解答欄1マスを用いよ。

用語： 吸水 種子 低温 発芽

C 短日植物の自然な状態での花芽形成は、連続した暗期の長さによって調節されており、暗期が一定の時間より長い日が続くと花芽形成が促進される。しかし、②暗期の途中で短時間の光照射を行うと花芽形成が阻害され、開花しなくなる。キクの開花におよぼす日長の影響を調べるため、つぎの実験3を行った。

実験3 山形県でキクの苗を、8月中旬に、キクが成長するのに適した温度に保った温室内に植えつけ、つぎの条件a)、b)で栽培を行った。

a) 自然の日長のもとで育てた。

b) 9月上旬から人工的な光を毎晩午後10時～午前2時の間(4時間)照射した。

11月中旬に夜間の光の照射を終了し、引き続き自然の日長のもとで育てた。

その結果、条件a)では、キクは10月中旬に開花したのに対し、③条件b)では12月末に開花した。

問6 下線部②について、つぎの1)、2)に答えよ。

1) 短日植物に対して、暗期の途中で短時間の光照射を行う処理を何とよぶか、その名称を記せ。

2) つぎのア)～カ)の中でもっとも花芽形成を阻害する効果の高い光を1つ選び、記号で答えよ。

ア) 紫色光

イ) 青色光

ウ) 緑色光

エ) 黄色光

オ) 赤色光

カ) 遠赤色光

問7 下線部③について、開花時期が遅れた理由を、つぎの用語をすべて用いて、句読点を含めて75字以内で記せ。ただし、a)、b)を記入する場合は、それぞれ解答欄1マスを用いよ。

用語： 開花 花芽 短日

第4問 つぎの A～C の文を読んで、問1～10 に答えよ。

A 生態系を構成する に含まれる生物の種間には、さまざまな相互作用が存在する。種間で生態的地位が似ている場合には が生じる。例えば、植物は発芽した場所から移動することができないため、光をめぐる がはげしくなり、①丈が低い種は、丈が高い種の陰になることによって枯死する場合がある。一方、異種の生物が互いに利益をもたらすような密接な関係をもち、同じ場所で共存している現象は とよばれる。生物の種間にみられる直接的な相互作用のうち、食べる—食べられるの関係はもともと一般的な相互作用の1つである。ある捕食者と被食者との関係は、第三の種の個体群密度や生態系内の種の多様性に影響することがあり、そのような現象は とよばれる。

問1 ～ に入るもともと適切な用語を、つぎのア)～タ)から1つずつ選び、解答欄 あ)～え) にそれぞれ記号で答えよ。

- | | | | |
|---------|------------|---------|----------|
| ア) 間接効果 | イ) キーストーン種 | ウ) 寄生 | エ) 競争的阻害 |
| オ) 個体群 | カ) コロニー | キ) 自然選択 | ク) 社会性 |
| ケ) 種間競争 | コ) 種内競争 | サ) 生物群系 | シ) 生物群集 |
| ス) 相利共生 | セ) 片利共生 | ソ) 密度効果 | タ) 群れ |

問2 下線部①とは異なり、^{りんしょう}林床などの光が弱い環境でも十分に生育できる植物がある。そのような植物は一般に何とよばれるか、名称を解答欄 i) に記せ。また、そのような植物にみられる特徴を、つぎの用語をすべて用いて、解答欄 ii) に句読点を含めて50字以内で記せ。

用語： 光合成速度 光飽和点 光補償点

問3 捕食者の影響がない閉鎖的な環境で少数の個体から始まった個体群は、はじめのうち急速に成長するが、やがて成長の速度がしだいに小さくなるため、個体群の成長曲線はS字型になる。このように個体群の成長の速度がしだいに小さくなる理由を、つぎの用語をすべて用いて、句読点を含めて100字以内で記せ。

用語： 環境収容力 個体数 生育環境

B 動物には、適応進化によって、②周囲の環境や他の生物などに似た形や色をもつようになったものがいる。また、動物が偶然、周囲の環境に似た色をもっていることによって、目立ちにくくなる効果が生じることもある。被食者が周囲の環境とよく似た色をもつ場合は、捕食者に食べられる可能性が低下し、被食者はより多くの子を残すことができる。

昆虫 V は地衣類に覆われて白くなった樹木の表面に生息しており、その体色には種内に茶色型と白色型という 2 つの遺伝的変異が存在する。昆虫 V の体色にみられる変異と体のサイズの分布との関係を知るために、つぎの観察 1 と 2 を行った。なお、昆虫 V だけを実験室内で飼育した場合、茶色型と白色型の間には生存率や繁殖率に違いがないことがわかっている。

観察 1 昆虫 V の捕食者が全く存在しない地域において、昆虫 V のそれぞれの個体の体色と体のサイズを記録したところ、図 1 の結果が得られた。このとき、昆虫 V の個体数は合計で 14,145 個体で、茶色型と白色型の比率はおよそ 3 : 1 であった。

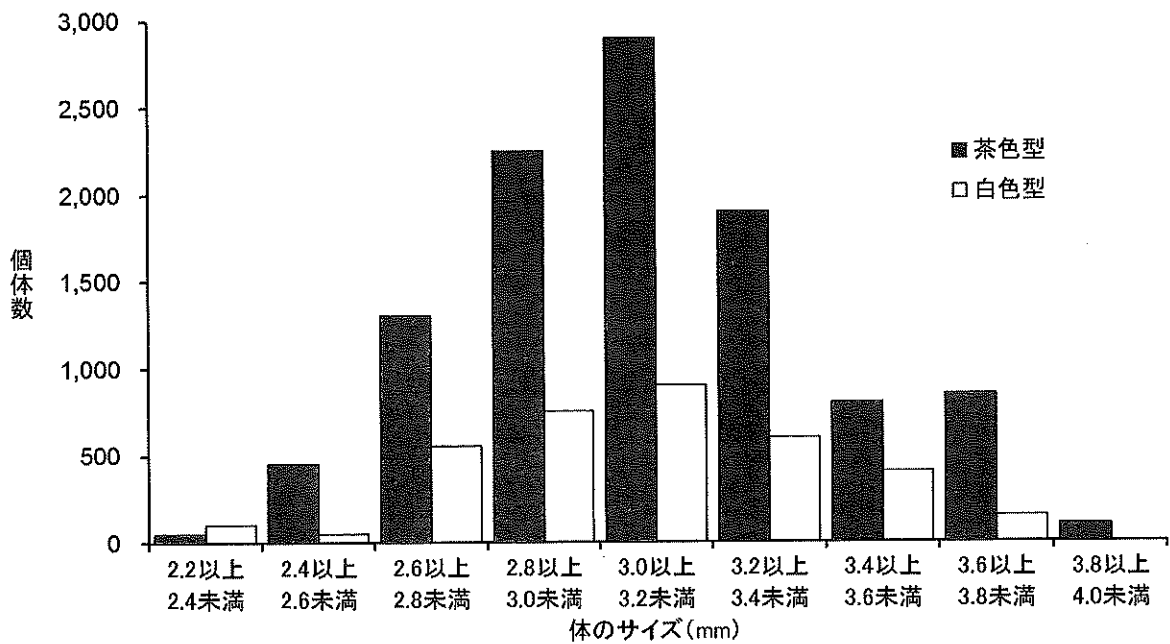


図 1 捕食者が全く存在しないときの、異なる体色を示す昆虫 V の体のサイズの分布

問 4 下線部②の現象の名称を記せ。

問 5 昆虫 V にみられる体のサイズの変異が、幼虫の時に食べた食物の量だけによって生じていた場合、そのような変異は何とよばれるか、名称を記せ。

問 6 昆虫 V にみられる体色の変異について、茶色型の遺伝子型を AA および Aa 、白色型の遺伝子型を aa とする。図 1 の結果を得たときの A と a の遺伝子頻度がいずれも 0.5 であり、ハーディ・ワインベルグの法則が成り立っていたと仮定して、遺伝子型 Aa の頻度を答えよ。

観察 2 観察 1 を行ったのちに、この地域に昆虫 V を食べる捕食者 C が新たに侵入した。この地域で捕食者 C が繁殖していることを確認したのち、ふたたび昆虫 V のそれぞれの個体の体色と体のサイズを記録したところ、図 2 の結果が得られた。このとき、昆虫 V の個体数は合計で 9,065 個体で、茶色型と白色型の比率はおおよそ 7 : 10 であった。さらに、捕食者 C を解剖して胃の内容物を調べたところ、そのほとんどが茶色型の昆虫 V であった。

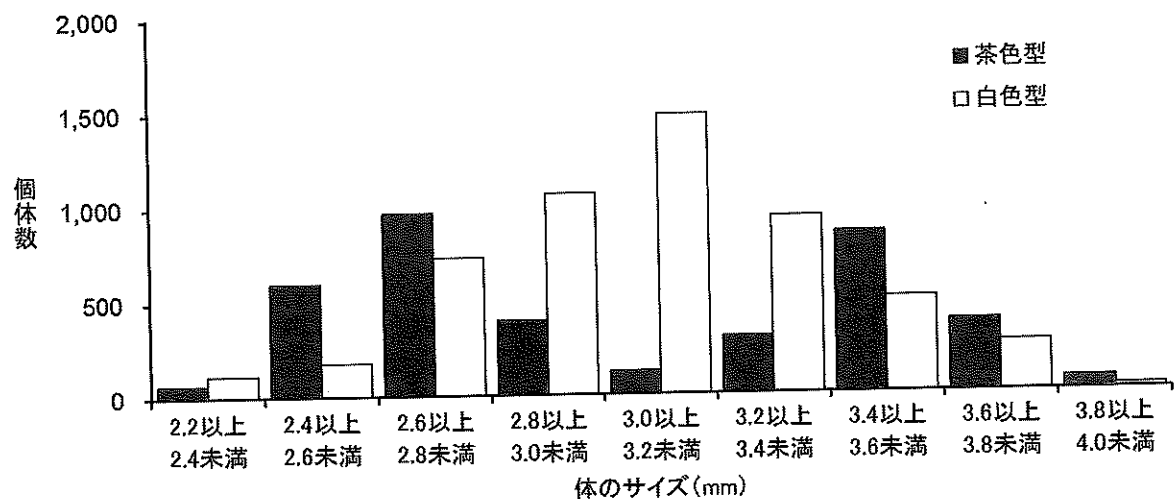


図 2 捕食者 C が侵入したのちの、異なる体色を示す昆虫 V の体のサイズの分布

問 7 昆虫 V および捕食者 C の特徴について、つぎの ア) ~ カ) の推論のうち、B の文および観察 1 と 2 の結果だけにもとづいて、適切なものを 3 つ選び記号で答えよ。

- ア) 昆虫 V の茶色型と白色型の間には、生殖的隔離が成立している。
- イ) 昆虫 V の茶色型と白色型の間には、生殖的隔離は成立していない。
- ウ) 捕食者 C には、ある特定の大きさの餌^{えさ}を食べる傾向がある。
- エ) 捕食者 C には、ある特定の大きさの餌を食べる傾向はない。
- オ) 捕食者 C は、主に視覚によって昆虫 V を認識している可能性が高い。
- カ) 捕食者 C は、主に視覚によって昆虫 V を認識している可能性は低い。

問 8 この地域で昆虫 V に生じた変化について、つぎの ア) ~ エ) の推論のうち、B の文および観察 1 と 2 の結果だけにもとづいて、もっとも適切なものを 1 つ選び記号で答えよ。

- ア) 昆虫 V の茶色型と白色型の比率の変化は、主に遺伝的浮動によって生じた。
- イ) 昆虫 V の茶色型と白色型の両方が、捕食者 C が侵入した後も生き残っていたことから、昆虫 V に自然選択が作用したとはいえない。
- ウ) 捕食者 C が昆虫 V の茶色型を食べたことによって、昆虫 V の白色型の比率が高くなったことから、昆虫 V には自然選択が作用したといえる。
- エ) 捕食者 C の侵入後に、昆虫 V の個体数が全体として少なくなった原因は、捕食者 C と昆虫 V の生態的地位が似ていたからである。

C 被食者となる動物には、擬死（死にまね）をして捕食者に食べられる可能性を低下させているものがある。擬死をしている時間（擬死時間）が長いほど捕食者を回避できる可能性が高くなるので、被食者は生きのびて、より多くの子を残すことができる。つまり、被食者は擬死によって利益を得ることができる。しかし、擬死によって得られる利益は、擬死時間が捕食者を回避するのに十分な時間より長くなっても、増加しないことが予測される。さらに、被食者が捕食者と出会う頻度は捕食者の個体群密度に影響されることから、擬死時間と関連した利益の増加パターンは、捕食者の個体群密度が高いか低いかによって、被食者の個体群ごとに異なっていると考えられる。

一方、擬死をしている間は、被食者は餌を食べたり交尾したりできない。そのため、被食者が獲得できるエネルギーや繁殖に使うことができる時間が減少する結果、捕食者の個体群密度とは無関係に、擬死時間が長いほど、被食者が残すことができる子の数は少なくなる。つまり、擬死時間が長くなるほど、被食者にとっての損失（コスト）も大きくなると考えられる。

したがって、被食者のそれぞれの個体群での最適な擬死時間は、擬死によって生じる利益と損失との関係（図3）から予測することができる。

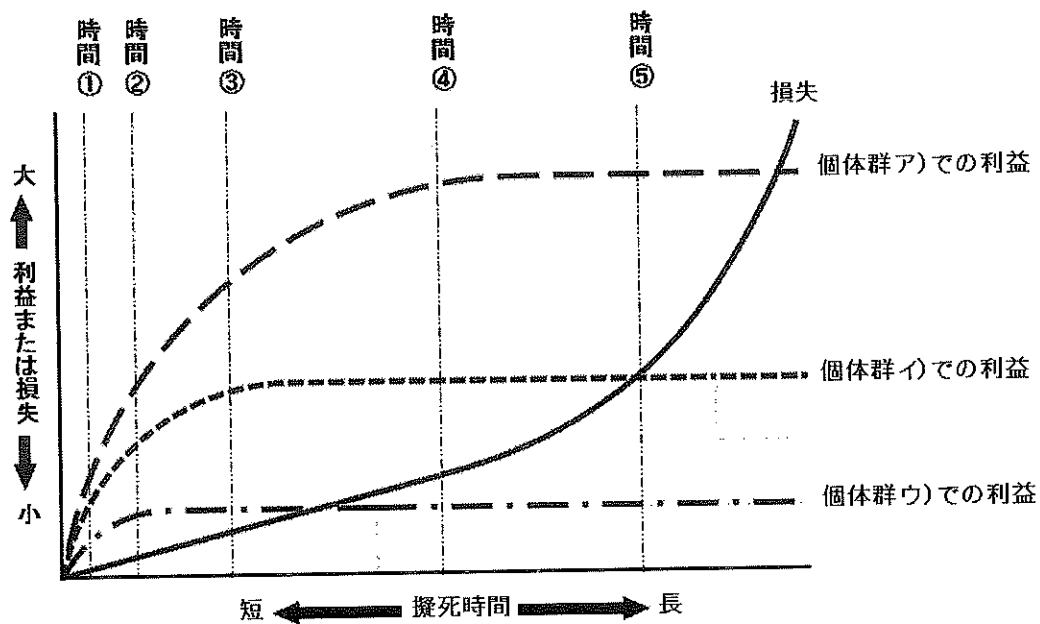


図3 擬死によって被食者に生じる利益と損失

問9 図3に示された被食者の個体群のうち、捕食者の個体群密度がもっとも高いと考えられるのはどれか、ア)～ウ)から1つ選び、解答欄 i) に記号で記せ。また、その理由を解答欄 ii) に句読点を含めて50字以内で記せ。

問10 図3において、被食者の個体群イ)にとって最適な擬死時間は、時間①～⑤のうちどれにもっとも近いと考えられるか、1つ選んで解答欄に数字で記せ。