

山形大学

平成 25 年度入学者選抜試験問題

地域教育文化学部・食環境デザインコース

理学部・生物学科

医学部・医学科

工学部・バイオ化学工学科

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 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が付いた場合は、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、採点できないことがあります。
- 5 地域教育文化学部受験者は **I, II, III, IV** の 4 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。
医学部受験者は **I と II** の 2 問を解答してください。
工学部受験者は **I, II, III, IV** の 4 問を解答してください。
農学部受験者は **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 1～9 に答えよ。

A 細菌やウイルスなどの病原体がヒトに侵入すると、これらの異物を排除するしくみが働く。このしくみを生体防御、または免疫とよぶ。免疫で中心的な役割を担っているのが、白血球の一種のリンパ球である。リンパ球には T 細胞と B 細胞がある。体内に侵入した細菌などの異物は、白血球の一種で強い食作用のある に捕食され、その分解産物が の細胞表面に抗原として提示される。この抗原を認識した T 細胞が B 細胞を刺激し、活性化した B 細胞は抗体産生細胞に分化して、抗原と特異的に結合する抗体を産生し、放出するようになる。放出された抗体は、抗原抗体反応を起こし、抗原を無毒化する。このような抗体による免疫を という。

問 1 細菌は、原核生物と真核生物のいずれであるか、正しい方の名称を記せ。

問 2 原核細胞にはなくて、真核細胞にある構造を、つぎのア)～エ)からすべて選び、記号で答えよ。

ア) 細胞膜 イ) 核膜 ウ) ミトコンドリア エ) ゴルジ体

問 3 文中の と に入る適切な用語を、解答欄 a) と b) にそれぞれ記せ。

問 4 ヒトに同じ抗原が 2 回侵入した場合、抗原の 1 回目の侵入と 2 回目の侵入の際の抗体産生はどのようなになるか、つぎの図のア)～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、つぎの用語をすべて用いて、解答欄 b) に 125 字以内で記せ。

用語： 抗原 細胞 分化 抗体産生

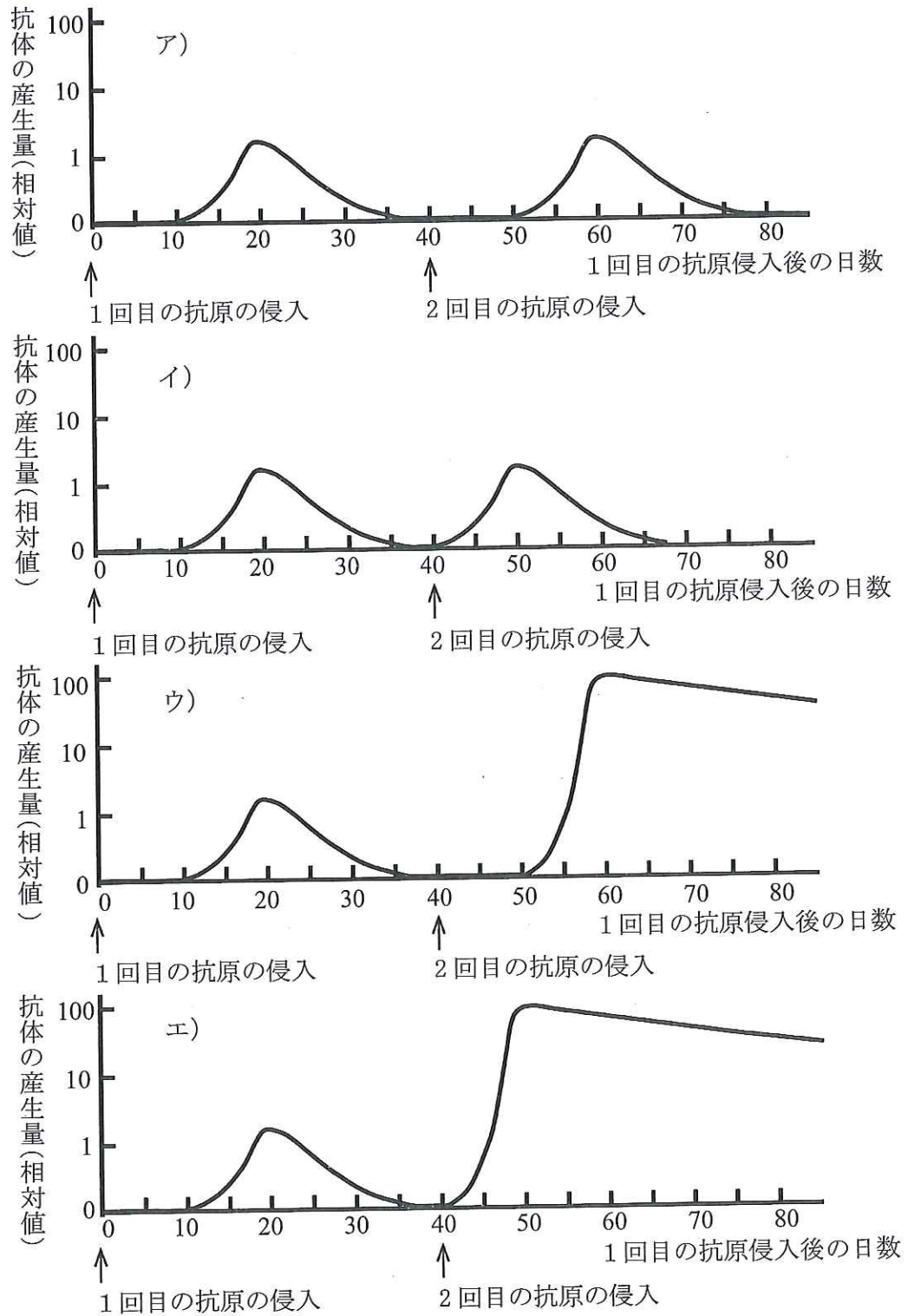


図 ヒトに同じ抗原が2回侵入した場合に予想される、その抗原に対する抗体の産生量の経時的変化

B T 細胞は、ウイルスや細菌が感染した細胞を非自己（異物）として認識し、攻撃して破壊することで、病原体などの異物を細胞ごと排除する。このように T 細胞などが、非自己（異物）として認識した細胞を直接攻撃するような免疫を という。ツベルクリン反応、移植片（移植臓器）に対する や、がん化した細胞を攻撃する反応も による。

ヒト免疫不全ウイルス（HIV）は、ヒトの T 細胞に感染して、これを破壊する。ヒトは、HIV に感染すると、10～20 年後に T 細胞の数が大幅に減少して、^{ひよりみ}日和見感染^①を起こしやすくなる。このような症状が現れると、その疾患を 症候群（AIDS）とよぶ。

問 5 文中の ～ に入る適切な用語を、解答欄 c) ～ e) にそれぞれ記せ。

問 6 下線部①の日和見感染とはどのようなものか。つぎの用語をすべて用いて、75 字以内で記せ。

用語： 免疫力 発病 病原性

C 細菌感染症の治療には、免疫だけでは細菌を排除できない場合に備えて、しばしば抗生物質^{注 1)}が用いられる。抗生物質は、宿主（感染を受ける生体）に毒性（副作用）をあまり示さず、主に細菌を殺したり、その増殖を抑制する（細菌に毒性を示す）場合に、選択毒性があるという。抗生物質は、宿主の細胞にはなく、細菌にのみ存在する構造や代謝経路に特異的に作用する場合、選択毒性が高い。

ヒトの細胞は 80S^{注 2)} のリボソームをもつが、細菌は、それよりも小さく形の異なる 70S のリボソームをもつ。テトラサイクリンという抗生物質は、ヒトの細胞の細胞膜を容易に透過して細胞内に入るため、細胞内で増殖する細菌に有効である。テトラサイクリンは、細菌の 70S リボソームに作用するが、構造が異なるヒトの 80S リボソームにはほとんど作用しない。このためテトラサイクリンは、ヒトの細菌感染症に用いられるが、テトラサイクリンを使用すると副作用^③が生じる場合がある。

注 1) 抗生物質は、微生物が産生し、他種の微生物の増殖を阻害する化学物質である。

注 2) 80S は、遠心分離をするときに、粒子の沈降のしやすさを示す指標（沈降係数）である。

S は沈降係数の単位。沈降係数の違いは、粒子の大きさ、密度や形状の違いを反映する。

問7 下線部②の抗生物質をヒトの細菌感染症に用いる場合、その抗生物質の選択毒性について、つぎのア)～エ)から適切なものを2つ選び、記号で答えよ。

- ア) 細胞壁の合成を阻害する抗生物質は、選択毒性が高い。
- イ) 細胞壁の合成を阻害する抗生物質は、選択毒性が低い。
- ウ) 細胞膜を破壊する抗生物質は、選択毒性が高い。
- エ) 細胞膜を破壊する抗生物質は、選択毒性が低い。

問8 宿主であるヒトの細胞には、70S リボソームをもつ細胞小器官が存在する。マーグリスが提唱した共生説（細胞内共生説）から類推して、その細胞小器官の名称を記せ。

問9 テトラサイクリンが70S リボソームだけに作用し、それ以外には毒性を示さないと仮定するならば、下線部③の副作用は、どのような理由で生じたと考えられるか、125字以内で記せ。

II つぎの文を読んで問 1～8 に答えよ。

シュペーマンとマンゴールドは、イモリ初期原腸胚の あ を、別のイモリ初期原腸胚の腹側赤道域に移植すると、それ自身は い や体節などに分化しつつ、周辺の組織にも働きかけて、頭部、神経管、い、体節などを含む二次胚をつくることを発見した。初期原腸胚の あ は、この特別な能力から、シュペーマンの う とよばれている。

その後、ニューコープらは、アフリカツメガエル胞胚の動物極周辺の組織（アニマルキャップ: AC）と植物半球の組織（植物極卵黄: VY）を切り出し、両者を結合して（ニューコープのサンドイッチ）培養した（図 1）。その結果、AC 単独培養では生じない い や筋組織、さらには神経組織などが、予定背側（将来背側になる側）域の VY からの働きかけを受けて、AC から生じることを発見した（図 1）。この発見などから、アフリカツメガエル胞胚期に、予定背側域の VY から、隣接する予定背側赤道域に働きかけが起こり、結果として、この領域に、シュペーマンの う が生じると考えられるようになった。

キサントスらは、アフリカツメガエル胞胚において、予定背側域の VY による働きかけに必要とされている VegT タンパク質と β -cat タンパク質という 2 つの調節タンパク質が、中胚葉の分化に^②与している 4 つの遺伝子（Xbra, gsc, Xwnt8, chrd）の発現に、どのような影響をおよぼすかを調べた（実験 1 と 2）。なお、アフリカツメガエル胞胚における、VegT タンパク質と、調節タンパク質として働いている β -cat タンパク質の分布は、図 2 のようになっている。

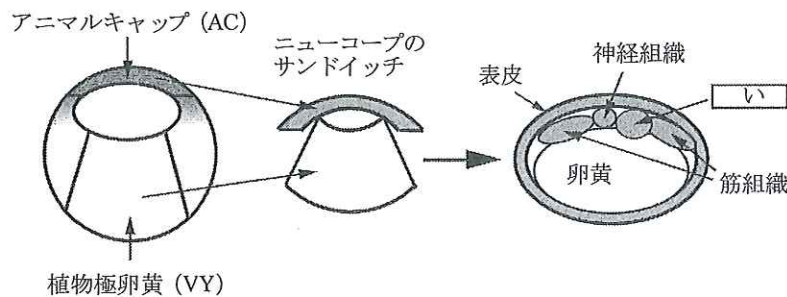


図 1 ニューコープのサンドイッチ実験

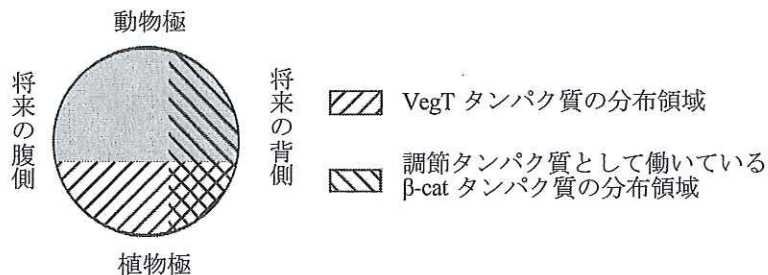


図 2 アフリカツメガエル胞胚における VegT タンパク質と調節タンパク質として働いている β -cat タンパク質の分布領域

実験 1 アフリカツメガエル受精卵に特殊な処理をほどこし、VegT 遺伝子と β -cat 遺伝子の伝令 RNA (mRNA) からタンパク質への翻訳だけを、受精直後から特異的に阻害しつつけた。そして、その状態で胚を原腸胚まで発生させ、胚全体での Xbra, gsc, Xwnt8 の各遺伝子の mRNA の含有量を測定し、図 3 の結果を得た。なお、この時期の Xbra, gsc, Xwnt8 の各遺伝子の mRNA は、ほぼすべてが胞胚期から原腸胚期に新たに転写されたものである。

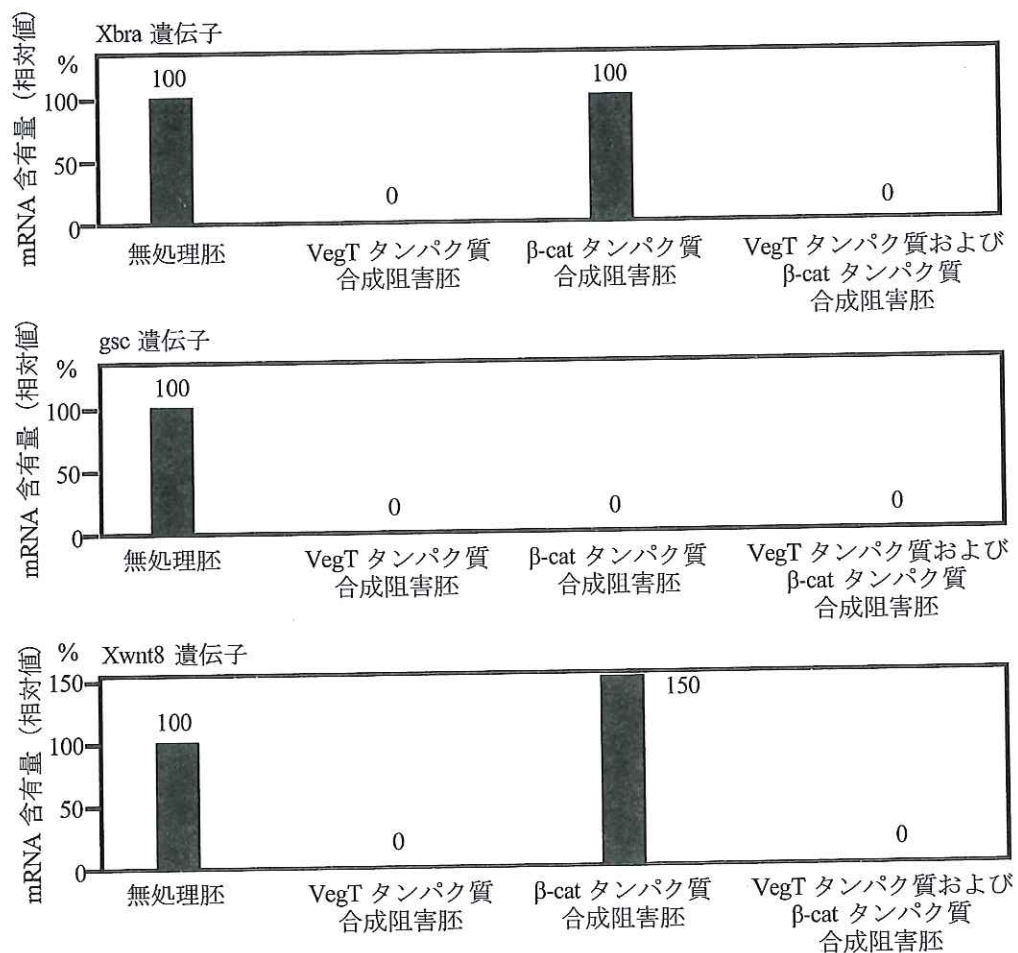


図3 VegTまたは β -catタンパク質合成を阻害したアフリカツメガエル原腸胚全体での Xbra, gsc, Xwnt8 の各遺伝子の mRNA 含有量 (無処理胚での含有量を 100 %とした相対値)

問 1 文中の あ ～ う に入る適切な用語を、(解答欄あ)～ (う)にそれぞれ記せ。

問 2 文中の下線部①のような働きかけによって細胞や組織の分化が促されることを何とよぶか、記せ。

問 3 下線部②の調節タンパク質とは、どのような働きをするタンパク質か、75 字以内で記せ。

問 4 図 2 の分布図と実験 1 の結果 (図 3) から判断して、適切なものを、つぎのア) ~ カ) からすべて選び、記号で答えよ。ただし、実験 1 の結果で示されている含有量の違いは、確かに存在し、偶然ではないものとする。

- ア) Xbra 遺伝子の発現には、胚に VegT タンパク質が存在していなければならない。
- イ) gsc 遺伝子の発現には、胚に VegT タンパク質が存在していなければならない。
- ウ) Xwnt8 遺伝子の発現には、胚に VegT タンパク質が存在していなければならない。
- エ) Xbra 遺伝子の発現には、胚に β -cat タンパク質が存在していなければならない。
- オ) gsc 遺伝子の発現には、胚に β -cat タンパク質が存在していなければならない。
- カ) Xwnt8 遺伝子の発現には、胚に β -cat タンパク質が存在していなければならない。

問 5 図 4 のア) ~ ウ) は、正常アフリカツメガエル中期原腸胚における Xbra, gsc, Xwnt8 のいずれかの遺伝子の mRNA の分布模式図である。図 2 の分布図と実験 1 の結果 (図 3) から判断して、Xbra, gsc, Xwnt8 の各遺伝子の mRNA の分布図として最も適切なものを、ア) ~ ウ) からそれぞれ 1 つずつ選び、Xbra は解答欄㉔に、gsc は解答欄㉕に、Xwnt8 は解答欄㉖に、記号を記せ。また、それらを選んだ根拠を、Xbra については解答欄㉗に、gsc については解答欄㉘に、Xwnt8 については解答欄㉙に、それぞれ 100 字以内で記せ。

ただし、アルファベット表記の用語 (Xbra, gsc, Xwnt8, chrd, VegT, β -cat, mRNA) を記す場合は、用語 1 つにつき解答欄 2 マスを用いよ。

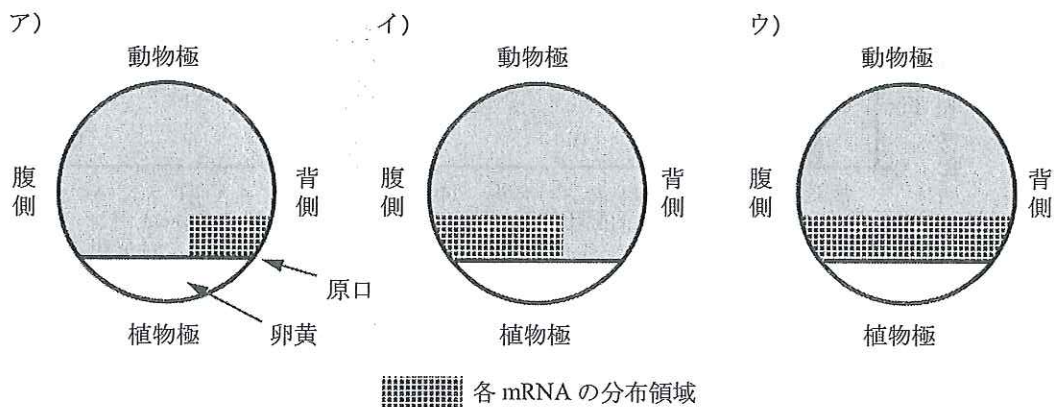


図 4 アフリカツメガエル中期原腸胚における Xbra, gsc, Xwnt8 の各遺伝子の mRNA の分布領域
胚を横からみた模式図で、各図の上が動物極側、下が植物極側、右が背側、左が腹側である。

問 6 Xbra, gsc, Xwnt8 の各遺伝子のうち、その原腸胚期における mRNA の分布領域から、スーパーマンの う の目印として使える遺伝子が 1 つある。どの遺伝子か、名称を記せ。

実験2 アフリカツメガエル受精卵を, 実験1と同じ方法で処理して, VegT タンパク質または β -cat タンパク質の合成を阻害した。その状態で発生させた中期胞胚または無処理の中期胞胚から, 図5のようにACとVYを切り出し, (i) ~ (v) の5種類の組合せのニューコープのサンドイッチをつくった。VYからの働きかけに対してACが応答するのに必要な時間だけ培養した後ACを切り離し, ACについてシュペーマンの う の目印としても知られている *chrd* 遺伝子の mRNA の含有量を調べ, 図6の結果を得た。

なお, この時期の *chrd* 遺伝子の mRNA は, ほぼすべてが胞胚期から原腸胚期に新たに転写されたものである。

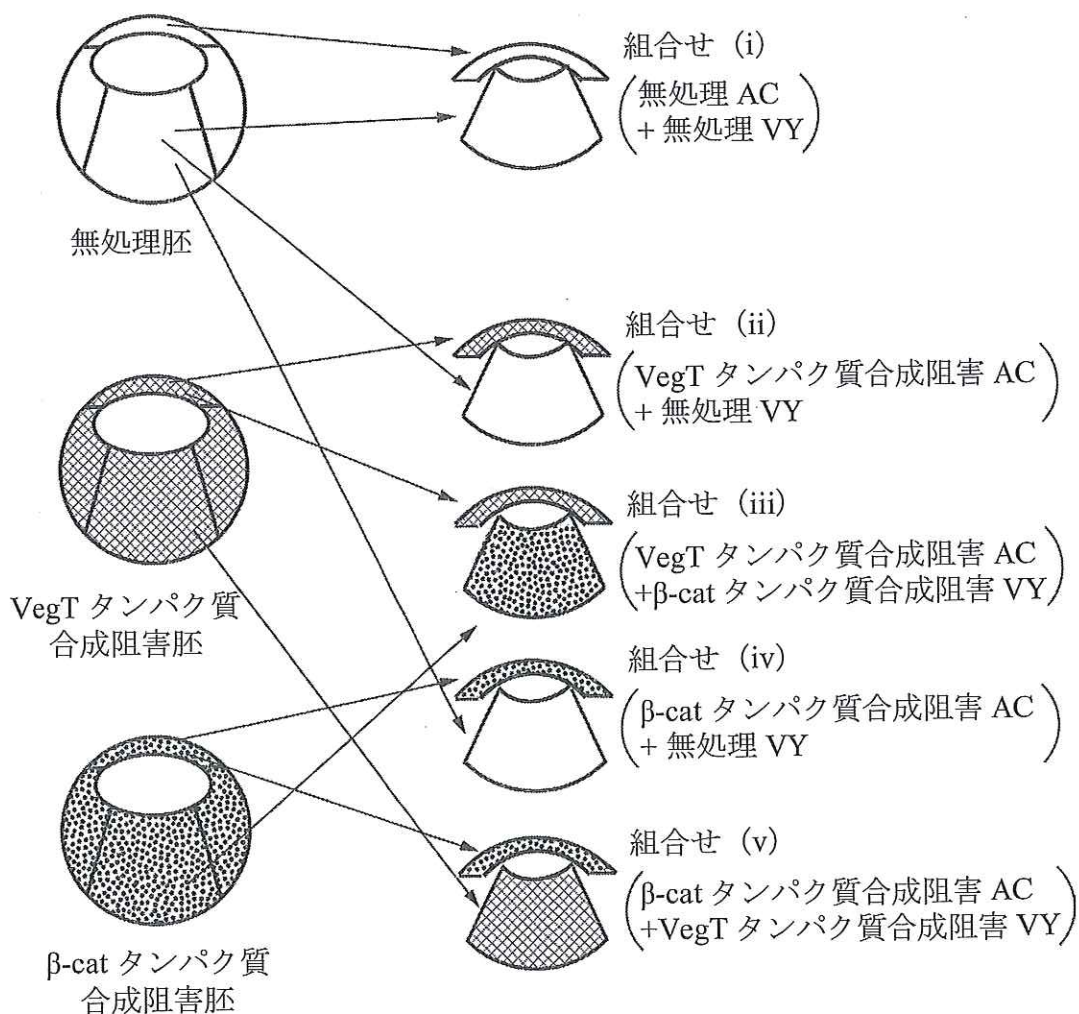


図5 無処理胚, VegT タンパク質合成阻害胚および β -cat タンパク質合成阻害胚から切り出したACとVYの異なる組合せ (i) ~ (v) でのニューコープのサンドイッチ実験

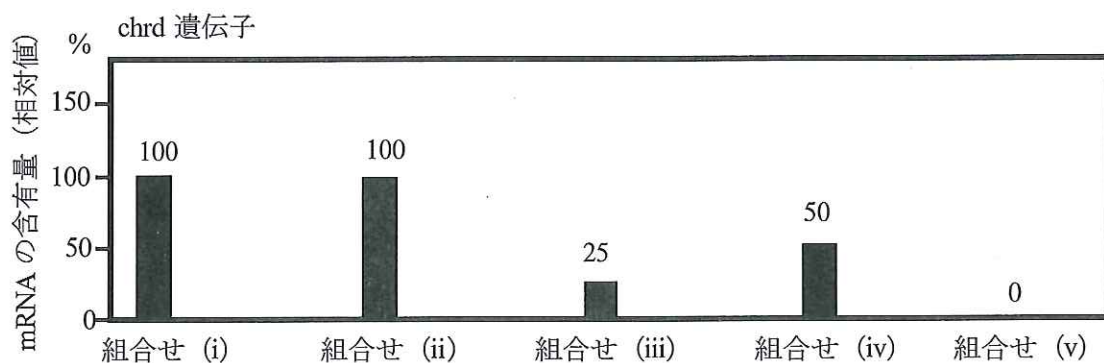


図6 図5の(i)～(v)の組合せで、ニューコープのサンドイッチ実験を行ったACにおけるchrd遺伝子のmRNAの含有量(無処理VYと組み合わせた無処理ACでの含有量を100%とした相対値)

問7 実験1と同様の方法で、VegTタンパク質か β -catタンパク質のどちらか一方の合成を阻害しつつ発生させた場合、アフリカツメガエル原腸胚全体でのchrd遺伝子のmRNAの含有量は、いずれも0であった。この結果と実験2の結果(図6)から判断して、ACにおけるchrd遺伝子の発現のために最低限必要な条件として適切なもの2つを、つぎのア)～ク)から選び、記号で答えよ。ただし、実験2の結果で示されている含有量の違いは、確かに存在し、偶然ではないものとする。

- ア) ACの細胞・組織に、VegTタンパク質が存在していること。
- イ) VYの細胞・組織に、VegTタンパク質が存在していること。
- ウ) ACの細胞・組織とVYの細胞・組織のどちらでもよいが、どちらか一方に、VegTタンパク質が存在していること。
- エ) ACの細胞・組織とVYの細胞・組織の両方に、VegTタンパク質が存在していること。
- オ) ACの細胞・組織に、 β -catタンパク質が存在していること。
- カ) VYの細胞・組織に、 β -catタンパク質が存在していること。
- キ) ACの細胞・組織とVYの細胞・組織のどちらでもよいが、どちらか一方に、 β -catタンパク質が存在していること。
- ク) ACの細胞・組織とVYの細胞・組織の両方に、 β -catタンパク質が存在していること。

問 8 実験 1, 2 の結果(図 3 と図 6)と, VegT タンパク質と, 調節タンパク質として働いている β -cat タンパク質の分布図(図 2) から判断して, つぎの文中の え ～ か に入る適切な遺伝子名またはタンパク質名を, ア) ～ オ) から 1 つずつ選び, 解答欄え) ～ か) に記号で答えよ。

文:

アフリカツメガエル胞胚では, え が分布する VY のうち, お も同時に分布する予定背側 VY が, え と お に誘発されて, 隣接する予定背側赤道域の細胞・組織に対して働きかけを行う。予定背側赤道域の細胞・組織は, この働きかけに応答して, chrd 遺伝子や か を発現するようになり, 背側中胚葉に分化する。

ア) gsc 遺伝子

イ) Xbra 遺伝子

ウ) Xwnt8 遺伝子

エ) β -cat タンパク質

オ) VegT タンパク質

III つぎの A～C の文を読んで問 1～7 に答えよ。

A ナトリウムイオンは細胞のさまざまな営みに必要だが、高濃度になると細胞に有害な作用をおよぼす。たとえば、シアノバクテリアでは、細胞をある濃度以上の NaCl 溶液に浸すと、細胞内から水分が失われる。また、ナトリウムチャネルなどを通して細胞外から流入したナトリウムイオンの影響により、電子伝達系が正常に働かなくなる。その結果、他の物質を酸化させる力の強い過酸化水素が発生する。

シアノバクテリアはこれらに対処するために、いくつかの NaCl 耐性機構を働かせる。シアノバクテリアの細胞は、グリシンベタイン、グリセロールあるいはショ糖などの適合溶質とよばれる有機化合物を合成・蓄積し、細胞内から水分が失われるのを防いでいる。また、能動輸送によってナトリウムイオンを細胞外に排出するとともに、カタラーゼを合成して過酸化水素を分解する。このような NaCl 耐性機構を働かせても対処しきれないときには、シアノバクテリアの細胞は、増殖が抑制され死ぬこともある。

問 1 下線部①に関して、なぜ高濃度の NaCl 溶液に浸すと細胞内から水分が失われるのか、75 字以内で記せ。

問 2 下線部②の能動輸送は、受動輸送とどのように違うか、125 字以内で記せ。

問 3 カタラーゼの触媒作用による下線部③の反応の化学反応式を記せ。

B 適合溶質の合成や過酸化水素の分解には、酵素が関わっている。ほとんどの酵素の主成分はタンパク質であり、そのタンパク質は DNA 上にある遺伝情報をもとにつくられる。遺伝情報からタンパク質がつくられることを遺伝情報の発現という。通常、細胞における遺伝情報の発現の流れは一方方向であり、DNA の遺伝情報が伝令 RNA に転写され、タンパク質に翻訳される。このように遺伝情報が一方方向にのみ伝わるという考え方を a という。

人為的に遺伝子の新しい組み合わせをつくる操作を b という。これには、DNA の特定の塩基配列を切断する c と、切断部をつなぐ d という 2 つの酵素などが用いられる。1970 年代に、b の技術を使って、遺伝子を他の生物の細胞内に導入して発現させることが可能になった。細胞内に導入した遺伝子が発現するには、転写を行う e という酵素が最初に結合する f とよばれる DNA 領域が必要である。

問 4 文中の a ～ f に入る適切な用語を、解答欄 a) ～ f) にそれぞれ記せ。

問 5 下線部④の結果として細胞の性質が変わることを何というか、記せ。

C 単細胞生物 X は、高濃度の NaCl 溶液中で増殖が抑制される。単細胞生物 X の NaCl 耐性のしくみを調べることを目的として、適合溶質の 1 種であるグリシンベタインを合成する酵素の遺伝子（以下、グリシンベタイン合成酵素遺伝子）やカタラーゼの遺伝子（以下、カタラーゼ遺伝子）を用いて、実験 1 と 2 を行った。

実験 1 単細胞生物 X の野生株の細胞にベクターのみを導入した細胞（P 株）を作成した。野生株の増殖に必要な最小限の NaCl を含む培地（NaCl [L] 培地）と、野生株の増殖が抑制される高濃度の NaCl を加えた培地（NaCl [H] 培地）で、野生株と P 株の増殖速度を調べた。その結果、両株の増殖速度はともに、NaCl [L] 培地では高く、NaCl [H] 培地では低かった。

実験 2 ベクターにグリシンベタイン合成酵素遺伝子のみを組込んで、単細胞生物 X の野生株の細胞に導入した Q 株、カタラーゼ遺伝子のみを組込んで細胞に導入した R 株、およびグリシンベタイン合成酵素遺伝子とカタラーゼ遺伝子の両方を組込んで細胞に導入した S 株を作成した。これらの株と P 株における NaCl [L] 培地ならびに NaCl [H] 培地でのグリシンベタインの蓄積量、カタラーゼの活性および増殖速度を調べたところ、下の図のような結果になった。

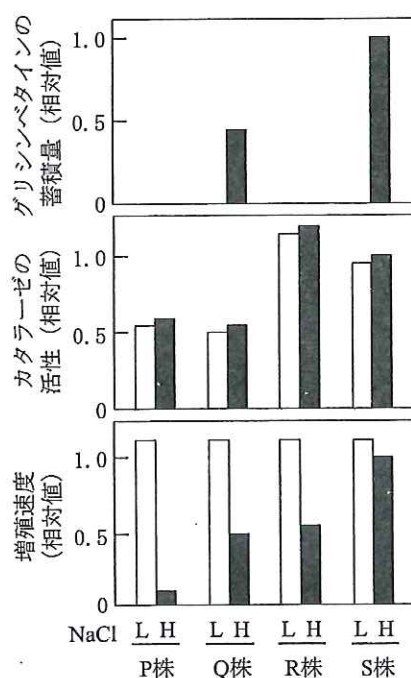


図 各遺伝子導入株におけるグリシンベタインの蓄積量、カタラーゼの活性および増殖速度値は S 株の NaCl [H] 培地での値を 1.0 とした相対値で示した。L は NaCl [L] 培地、H は NaCl [H] 培地。

問 6 実験 2 の遺伝子導入の効果を判断するためには、実験 1 で野生株と P 株を比較することが不可欠である。その理由を、75 字以内で記せ。

問 7 実験 2 の結果の説明として適切なものを、つぎのア) ～ カ) からすべて選び、記号で答えよ。

ア) グリシンベタイン合成酵素遺伝子を導入すると、高濃度の NaCl に応答してグリシンベタインの蓄積量が増加し、NaCl 耐性が高まった。

イ) グリシンベタイン合成酵素遺伝子を導入すると、高濃度の NaCl に応答してグリシンベタインの蓄積量が増加したが、NaCl 耐性は高まらなかった。

ウ) カタラーゼ遺伝子を導入すると、カタラーゼの活性が高くなり、NaCl 耐性も高まった。

エ) カタラーゼ遺伝子を導入すると、カタラーゼの活性は高くなったが、NaCl 耐性は高まらなかった。

オ) カタラーゼ遺伝子とグリシンベタイン合成酵素遺伝子のどちらか一方だけを導入した場合よりも、両遺伝子を導入した場合の方が NaCl 耐性は高かった。

カ) カタラーゼ遺伝子とグリシンベタイン合成酵素遺伝子のどちらか一方だけを導入した場合よりも、両遺伝子を導入した場合の方が NaCl 耐性は低かった。

IV つぎの文を読んで問 1～8 に答えよ。

土砂くずれや伐採，あるいは火山噴火の際に流出した溶岩などによって，植生が失われたり部分的に破壊されたりすると，その場所では，時間の経過とともに植生が変化する様子が見られる。このような変化の過程は遷移とよばれる。一般に，遷移は一次遷移と^①二次遷移に分けられている。

遷移が始まってから長い時間が経過すると，植生の変化は目立たなくなり，安定した状態が訪れる。このような状態は^②極相とよばれる。

極相の森林においては，外部からの作用や樹木自身の寿命などによって，林冠で優占していた樹木が枯死すると，ギャップとよばれる，林冠が途切れた場所ができる。しかし，時間がたつと，その場所も元の極相林の優占種によって再びおおわれるようになる。このような，極相林の更新のしかたについて，調査と実験を行った。

調査 1 極相の状態にあり，種 a が優占する森林を調べたところ，図 1 のように，さまざまな面積のギャップが見られた。種 a が林冠で優占する場所に 10 m×10 m の調査区（あ）を設け，さらに，比較的広い面積をもつギャップを 2 つ選び，調査区（あ）と同面積の，調査区（い）および調査区（う）を設けた。それぞれの調査区で，生育する樹木を調査したところ，調査区（い）では種 b が，調査区（う）では種 c がそれぞれ優占していた。そこで，調査区（あ）～（う）における，種 a～c の高さ別の個体数を調べたところ，図 2 のようになった。

なお，この森林では，調査区（う）のあるギャップができた後に，調査区（い）のあるギャップができた。また，これら 2 つのギャップの面積は，ほぼ同じであった。

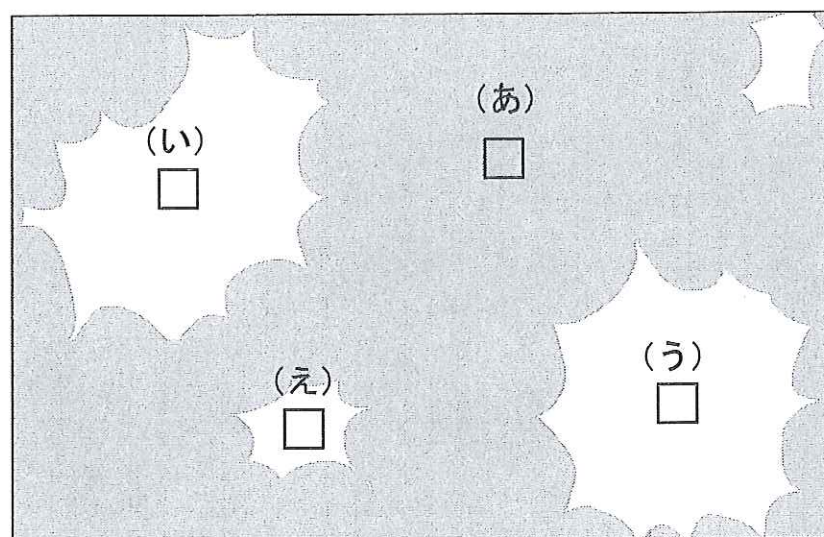


図 1 調査した森林

白抜きの部分はギャップ，灰色の部分は林冠，□は調査区を表している。

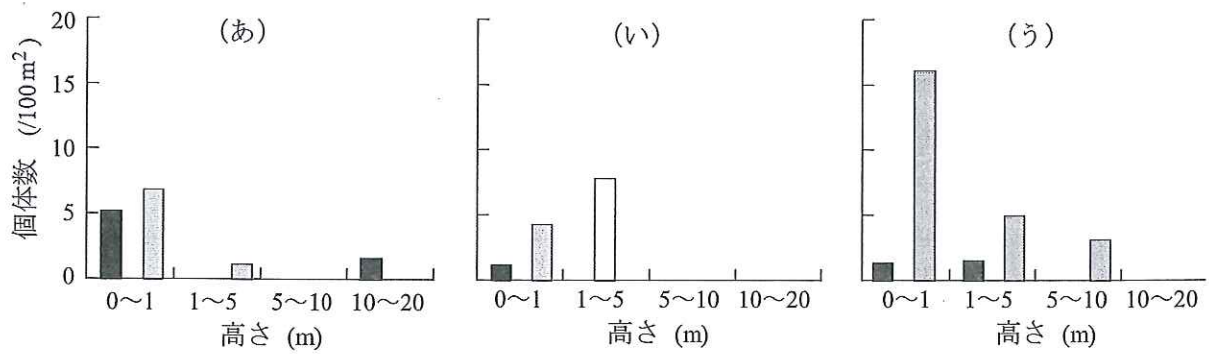


図2 調査区(あ)～(う)に生育する種a～cの高さ別の個体数

■ 種a, □ 種b, ▨ 種c

問1 下線部①の、二次遷移の始まりに関する記述として適切なものを、つぎのア)～カ)からすべて選び、記号で答えよ。

ア) 秋の収穫後に放棄された畑で、翌年春に小型の草本が開花した。

イ) 台風によって森林の樹木が倒れた場所で、陽樹が芽生えた。

ウ) 梅雨の増水を受けた河川敷において、枯死した多年生草本のまわりで一年生草本の種子が発芽した。

エ) 噴火によって流された、厚さ5mにもおよぶ溶岩の上を地衣類がおおった。

オ) 病虫害によって多数の高木が枯死した森林の林床で、低木が密生した。

カ) 氷河が後退して現れた岩石の上で、コケ類が生育した。

問2 下線部②について、日本の亜寒帯(A)、冷温帯(B)、暖温帯(C)における、極相に達した森林で優占する樹木を1種ずつあげ、その名称を解答欄(A)～(C)にそれぞれ記せ。

問3 図2の結果から、比較的広い面積をもつギャップがつけられた後、その場所で生育する樹木はどのように変化すると考えられるか。つぎのア)～オ)から適切なものを2つ選び、記号で答えよ。

ア) 種bの個体が種cの個体より高くても、種cは生育し続ける。

イ) 種a～cのうちで、種cの個体が最も高くなっても、種bは生育し続ける。

ウ) 種aが林冠で優占するようになると、種cは見られなくなる。

エ) 種aが林冠で優占するようになると、種bが侵入する。

オ) 種aが林冠で優占するようになっても、種cは生育し続ける。

調査2 調査区(あ)～(う)において、それぞれ面積1 m²、深さ10 cmの表層土壌を採取し、その中から種bの種子を取り出して数を数えたところ、表のようになった。

表 表層土壌中に存在する種bの種子数

	調査区		
	(あ)	(い)	(う)
土壌中の種bの種子数 (面積1 m ² ・深さ10 cm当たり)	10	150	10

問4 図2と表の結果から判断して、種bに関する記述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) 種bの種子は、種aが林冠で優占する場所には存在せず、ギャップができた後でそこに運ばれてきたが、発芽できなかった。
- イ) 種bの種子は、種aが林冠で優占する場所には存在せず、ギャップができた後でそこに運ばれてきて発芽したが、成長できなかった。
- ウ) 種bの種子は、種aが林冠で優占する場所には存在せず、ギャップができた後でそこに運ばれてきて発芽し、その後成長を続けた。
- エ) 種bの種子は、ギャップができる前から種aが林冠で優占する場所に存在したが、そこで発芽または発芽後の成長ができなかった。
- オ) 種bの種子は、ギャップができる前から種aが林冠で優占する場所に存在し、そこで発芽し、成長を続けていた。

実験 1 種 a～c の芽生えを用意し、暗黒中で二酸化炭素放出速度を測定した。さらに、それぞれの種の光飽和点に相当する光を与えたときの二酸化炭素吸収速度を測定し、図 3 の結果を得た。

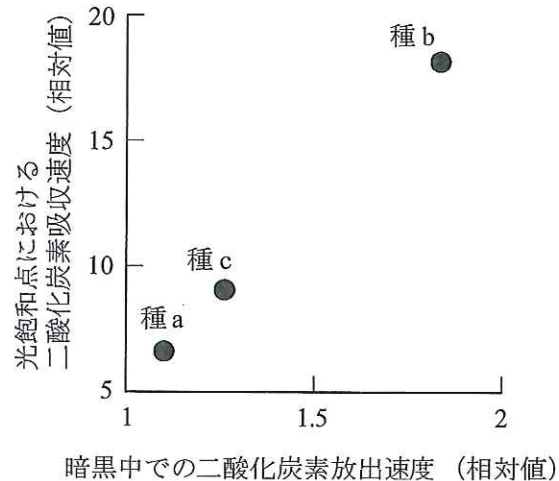


図 3 暗黒中での二酸化炭素放出速度と、光飽和点における二酸化炭素吸収速度

問 5 図 3 の結果から判断して、種 a～c は光に関してどのような性質をもつと考えられるか。つぎのア)～カ) から適切なものをすべて選び、記号で答えよ。ただし、呼吸速度は光の強さに関係なく、種ごとに一定であると仮定する。

- ア) 光飽和点における光合成速度は、種 b が、種 a や種 c より高い。
- イ) 光飽和点における光合成速度は、種 b が、種 a や種 c より低い。
- ウ) 光飽和点における見かけの光合成速度は、種 b が、種 a や種 c より高い。
- エ) 光飽和点における見かけの光合成速度は、種 b が、種 a や種 c より低い。
- オ) 光補償点における呼吸速度は、種 b が、種 a や種 c より高い。
- カ) 光補償点における呼吸速度は、種 b が、種 a や種 c より低い。

実験 2 調査 1 が行われた森林の一部を伐採することによって、調査区 (い) や調査区 (う) がああるギャップと同じ面積のギャップを人工的につくり (条件 X)、直後に種 a～c の芽生えを移植して、1 年後にそれぞれの芽生えについて、高さの成長量を測定した。また、調査区 (あ) の林床 (条件 Y) に種 a～c の芽生えをそれぞれ同数移植して、1 年後にそれぞれの芽生えの生存個体数を測定した (図 4)。なお、移植したときの芽生えの高さはすべて同じであった。

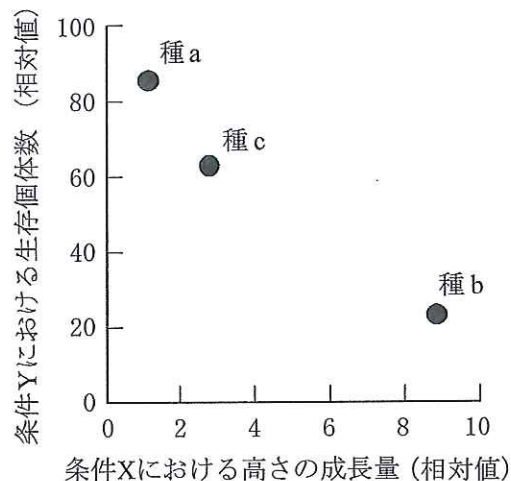


図4 異なる条件に移植した種 a～c の高さの成長量と生存個体数

問6 調査1, 実験1, および実験2の結果から, 比較的面積が広いギャップに設けられた調査区(い)で, 種bが優占している理由を, つぎの用語をすべて用いて, 125字以内で記せ。

用語: 光 高さ 競争

調査3 図1の森林にある, 比較的面積が狭いギャップに, 調査区(あ)～(う)と同じ面積の調査区(え)を設け, 生育する樹木を調べたところ, そこでは種cが優占し, 種aも生育していたが, 種bは見られなかった。この調査区における, 種aと種cの高さ別の個体数を調べたところ, 図5のようになった。また, この調査区に生育する種cの個体について, 地面から高さ50 cmの位置で, 幹の年輪幅を過去にさかのぼって調べたところ, 図6の結果を得た。

なお, このギャップは, 調査区(い)が設けられたギャップとほぼ同時期にできたことがわかっている。また, 年輪幅は樹木における年ごとの成長量の目安となる。

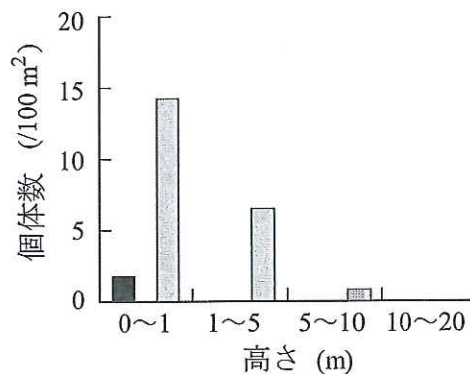


図5 調査区(え)に生育する種aと種cの高さ別の個体数

■ 種 a, □ 種 c

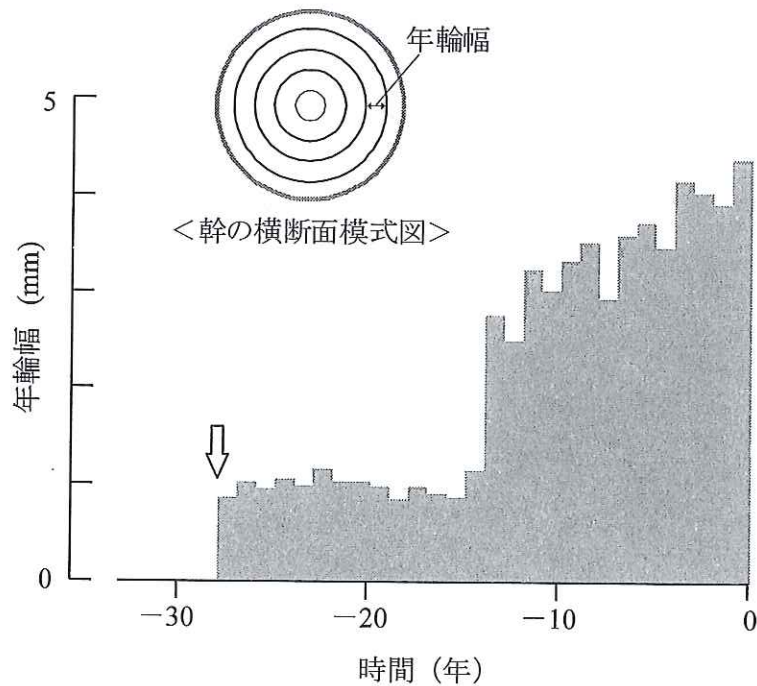


図 6 調査区（え）に生育する種 c の個体における，高さ 50 cm の位置での幹の年輪幅変化
横軸は，調査された年を 0 年としたときの，さかのぼった年数を示している。白抜き
の矢印以前は高さが 50 cm 未満であったため，年輪幅を測定できなかった。

問 7 調査 3 の結果から判断して，この比較的面積が狭いギャップで優占する種 c に関する記述として，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) 種 c は，ギャップができる前から種子としてその場所に存在し，ギャップができた後に発芽し芽生えとなった。

イ) 種 c の種子は，ギャップができた後にその場所に運ばれ，ただちに発芽した。

ウ) 種 c は，ギャップができる前から芽生えとしてその場所に存在していたが，ギャップができる前は成長がおさえられていた。

エ) 種 c は，ギャップができる前から芽生えとしてその場所に存在し，活発な成長を続けており，ギャップができた後もその成長のしかたに変化はなかった。

問 8 調査 1 と調査 3，および実験 1 と実験 2 の結果から，調査した森林の更新のしかたは，ギャップの広さによってどのように異なると推測できるか。つぎの用語をすべて用いて 200 字以内で記せ。

用語： ギャップ 光 陽樹 陰樹 優占 芽生え