

# 山形大学

## 平成 27 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 14 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 生物の体内環境の維持に関する、つぎの A～C の文を読んで問 1～9 に答えよ。

A ほ乳類や鳥類は、外界の温度が変化しても体温をほぼ一定に保つことができる恒温動物である。ヒトでは冷たい外気が皮膚で感知されると、 神経によってその情報が体温調節の中樞である間脳の視床下部に伝達される。視床下部は、交感神経を興奮させ、皮膚の毛細血管や立毛筋を収縮させる。さらに、交感神経は副腎髄質を刺激し、アドレナリンを分泌させ、心臓の拍動を促進する。同時に、視床下部は 脳下垂体前葉からさまざまなホルモンを分泌させる。それによって、副腎皮質から糖質コルチコイド、甲状腺からチロキシンが分泌され、肝臓や筋肉での代謝を促進する。こうして上昇した体温の情報は体温調節中枢にフィードバックされて、外気温に関係なく、体温がほぼ一定に保たれるようになる。

また、ヒトの血糖濃度（血液中のグルコース濃度）は 0.1%前後ではほぼ安定しているが、激しい運動後などでは、血糖濃度が下がる。この血糖濃度の下がった血液が視床下部に達すると、血糖濃度の調節中枢が興奮し、交感神経を介して、副腎髄質からアドレナリンが分泌される。また、交感神経や低血糖の血液などの刺激によって、すい臓のランゲルハンス島 A 細胞（ $\alpha$ 細胞）から  が分泌される。 とアドレナリンは、肝臓などに貯蔵されていたグリコーゲンからグルコースへの分解を促進し、血液中にグルコースが放出される。さらに、視床下部は脳下垂体前葉の副腎皮質刺激ホルモンの分泌を促し、副腎皮質から糖質コルチコイドが分泌され、タンパク質からのグルコースの合成を促進し、血液中のグルコース濃度を上げるように機能する。

一方、食事をとった直後に血糖濃度が上がると、 神経を介して、視床下部はすい臓のランゲルハンス島 B 細胞（ $\beta$ 細胞）を刺激し、インスリンの分泌を促す。インスリンは、各組織でのグルコースの細胞内への取り込みと消費を高め、肝臓や筋肉ではグルコースを細胞内に取り込んでグリコーゲンの合成を促進する。このように血糖濃度は、自律神経系とホルモンの働きによってほぼ一定に保たれている。

問 1 外部環境が変化しても、体内環境をできるだけ一定に保とうとする性質を何とよぶか、記せ。

問 2  ～  に入る語を、解答欄あ)～う)にそれぞれ記せ。

問 3 体温調節における下線部①と③の役割を、解答欄①と③にそれぞれ簡潔に記せ。

問 4 下線部②に関連して、ヒトの脳下垂体は、腺細胞が集まった前葉と内部構造が繊維状の後葉とが合体したものである。後葉から分泌されるホルモンは、どこで合成され、どのように放出されるのか、つぎの用語をすべて用いて、75字以内で説明せよ。

用語： 後葉ホルモン 毛細血管

B 腎動脈から腎臓に送り込まれた血液は、毛細血管が糸玉状にからまった糸球体でろ過され、血球やタンパク質以外の大部分が糸球体を取り囲んでいる  に入って、 となる。 は細尿管（腎細管）へ送られ、細尿管を流れる間に、グルコースや無機塩類、アミノ酸や水分などの体に必要な成分は細尿管を取りまいてる毛細血管に再吸収される。そして、再吸収されなかった尿素などの老廃物は濃縮され尿となる。したがって、健康なヒトでは尿中にグルコースが排出されることはない。糖尿病は血糖濃度が高くなったまま正常値に戻らない病気であり、再吸収しきれなかったグルコースが尿中に排出されてしまう。

問 5  と  に入る語を、(解答欄え) と お) にそれぞれ記せ。

問 6 糖尿病の原因の 1 つとして、ランゲルハンス島 B 細胞からインスリンがほとんど分泌されないことがあげられる。一方、インスリンが正常に分泌されても、別の原因で糖尿病になる場合もある。それはどのような原因と考えられるか。A の文章を参考にして、つぎの用語を用いて 50 字以内で記せ。

用語： 標的細胞

C ヒトなどでは、外界から侵入した病原体などの異物に対して体内環境を守ろうとするしくみが働く。このしくみを生体防御（免疫）とよぶ。免疫には、生まれながら備わっている自然免疫と、生後に病原体などの異物が体内に侵入することによって誘導される獲得免疫（適応免疫）がある。自然免疫では、 や  などの細胞の食作用によって、体内に入った異物は排除される。一方、獲得免疫では、主にリンパ球の T 細胞などの細胞が直接攻撃することで異物を排除する  免疫と B 細胞が関わる 体液性免疫 ④ とがある。獲得免疫のしくみを利用して、感染症の予防や治療が行われており、血清療法 ⑤ はその 1 つである。

問 7 文中の  ～  に入る適切な用語を、(解答欄か) ～ く) にそれぞれ記せ。

問 8 下線部④ では抗体(免疫グロブリン)が抗原の排除に働いている。抗体の構造を図示し、H 鎖、L 鎖、および抗原と結合する部位の 3 つを図中に示せ。

問 9 下線部⑤ を 75 字以内で説明せよ。

II 遺伝に関する、つぎの A と B の文を読んで問 1～9 に答えよ。

A 遺伝子の情報は、一般に DNA→RNA→タンパク質のように一方向に伝達される。真核細胞の核では、RNA は  という酵素により DNA を鋳型にしてつくられ、一部はスプライシングなどを経て mRNA となる。核から  に運ばれた mRNA はリボソームと結合し、遺伝暗号にしたがってタンパク質が合成される。

1960 年代に、コラーナらは、遺伝暗号を解読するため、2 つまたは 3 つの塩基が繰り返される人工 RNA を用いて、以下の実験 1～3 を行った。なお、実験に用いた大腸菌の抽出液には、タンパク質合成に必要なものがすべて含まれていた。また、それぞれの実験では翻訳開始の遺伝暗号の有無によらず、人工 RNA のどの部分からでも翻訳が開始されていた。

実験 1 ウラシル (U) とシトシン (C) が連なった UC を繰り返した人工 RNA を大腸菌の抽出液に加えると、その人工 RNA からセリンとロイシンが交互に連結したポリペプチドが生じた。

実験 2 UUC を繰り返した人工 RNA を大腸菌の抽出液に加えると、その人工 RNA からフェニルアラニン、セリン、またはロイシンのみが連結したポリペプチドが生じた。

実験 3 CCU を繰り返した人工 RNA を大腸菌の抽出液に加えると、その人工 RNA からセリン、プロリン、またはロイシンのみが連結したポリペプチドが生じた。

問 1 真核細胞の DNA と RNA の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) DNA と RNA は、ともに糖に塩基とリン酸が結合している。
- イ) DNA の塩基どうしは相補的に結合できるが、RNA の塩基どうしは相補的に結合できない。
- ウ) DNA と RNA では、含まれる糖の種類が同じ場合がある。
- エ) DNA と RNA では、含まれる塩基の種類が違う場合がある。
- オ) DNA と RNA では、それぞれを構成しているヌクレオチドに共通のものがある。
- カ) DNA と RNA では、それぞれがグアニンとシトシンを同量含んでいる。

問 2 下線部とは異なり、翻訳されない RNA の名称を 2 つ記せ。

問 3  と  に入る語を、解答欄あ)と い) にそれぞれ記せ。

問 4 実験 1 で人工 RNA から生じたポリペプチドにおいて、2 種類のアミノ酸が交互に連結されていた理由を、つぎの用語をすべて用いて、50 字以内で記せ。

用語： トリプレット 翻訳開始

問 5 実験 1 ～ 3 の結果のみから判断して、実験 1 ～ 3 で生じうるすべてのトリプレットのうち、フェニルアラニンとプロリンを指定する可能性があるすべてのトリプレットの塩基配列を、フェニルアラニンについては解答欄 i)、プロリンについては解答欄 ii) にそれぞれ記せ。また、そのように判断した理由を解答欄 iii) に、125 字以内で記せ。

B イネには、草丈が正常よりも低くなる遺伝的変異が存在する。また、正常な葉は一様に緑色であるが、緑色の葉に黄色い横縞（ゼブラ斑）が生じる遺伝的変異が存在する。正常な草丈の遺伝子 A は、低い草丈の遺伝子 a に対して優性である。正常な葉の遺伝子 B は、ゼブラ斑の葉の遺伝子 b に対して優性である。A と a、B と b は対立遺伝子であり、A（または a）と B（または b）は同一の染色体上にある。

草丈とゼブラ斑の有無に関して、つぎのような交雑実験を行った。遺伝子型 AAbb と aaBB の個体（それぞれの表現型を [Ab] および [aB] と表記する）を両親とする交雑を行い、F<sub>1</sub> 個体を得た。さらに複数の F<sub>1</sub> 個体を自家受精して F<sub>2</sub> 集団を得た。F<sub>2</sub> 集団には表現型 [AB]、[Ab]、[aB]、および [ab] をもつ個体が含まれていた。なお、遺伝子 A と b、a と B は組換え価 1% で連鎖している。

問 6 遺伝子 A はジベレリン合成に関係する遺伝子である。ジベレリンの一般的な働きとして正しいものを、つぎのア) ~ カ) からすべて選び、記号で答えよ。

- ア) 果実の成熟促進    イ) 種子の発芽促進    ウ) 落葉促進    エ) 気孔の閉鎖  
オ) 頂芽優勢    カ) 子房の肥大促進

問 7 F<sub>2</sub> 集団で表現型 [ab] の個体が出現したのはなぜか。つぎの用語をすべて用いて、125 字以内で説明せよ。ただし、数字と記号はそれぞれ 1 字と数える。

用語： F<sub>1</sub> 個体    遺伝子 A    配偶子

問 8 F<sub>2</sub> 集団で表現型 [ab] をもつ個体が生じる確率を分数で解答欄に記せ。ただし、乗換えは一对の相同染色体で一回しか起こらないものとする。また、配偶子の生存力には、遺伝子型による差異はないものとする。

問 9 F<sub>2</sub> で表現型 [aB] を示した 1 個体を自家受精して得た F<sub>3</sub> 集団には表現型 [aB] と [ab] の個体が含まれていた。この F<sub>3</sub> 集団における [aB] の個体と [ab] の個体との分離比 ([aB] : [ab]) を記せ。

Ⅲ 動物の刺激の受容と行動に関する、つぎの A～C の文を読んで問 1～10 に答えよ。

A 本能行動ともよばれる生得的行動とは、動物に生まれつき備わっている、一連の①走性や反射が連続して組み合わさった、種に特有な定型的行動である。トゲウオの一種のイトヨの雄は、繁殖期になると腹部が赤い色に変化し、巣をつくり、縄張りをもつようになる。そして、ほかの雄が自分の巣の近くに侵入すると、攻撃行動をとって追い払う。オランダの動物学者、ニコ・ティンバーゲンは②卵を取り出し、実験室内でふ化させた雄イトヨを十分に成長するまで単独で隔離飼育した。隔離飼育したイトヨの腹部が赤い色に変化したときに、本物のイトヨによく似せた模型を見せても、そのイトヨは模型の腹部が赤くなければ攻撃せず、形がイトヨに全然似ていなくても腹部を赤く塗った魚の模型を攻撃した。つまり、ほかの雄イトヨの形ではなく、腹部が赤い③ことが、このイトヨの攻撃行動を引き起こしたのである。

問 1 下線部① はどのような性質の行動であるか、50 字以内で説明せよ。

問 2 下線部② のように飼育したのはなぜか、その理由を 25 字以内で説明せよ。

問 3 下線部③ のような、生得的行動を引き起こす刺激のことを何とよぶか、記せ。

B 卵からふ化して間もないセグロカモメのひなは、親カモメのくちばしの先をつついて餌を求め、くちばしをつつかれたことが刺激となり、親はひなに餌やり行動を行う。親カモメの頭部は白く、くちばしは黄色で、下くちばしの先端近くに赤い斑点がついている。ティンバーゲンは、人工ふ卵器でふ化させたひなを用い、形がすべて同じで、くちばしの色や斑点の色・位置を変えた親カモメの模型を作り、以下の 4 つの実験を行い、その時のひなのつつき行動の回数を数え、図 1 のような結果を得た。

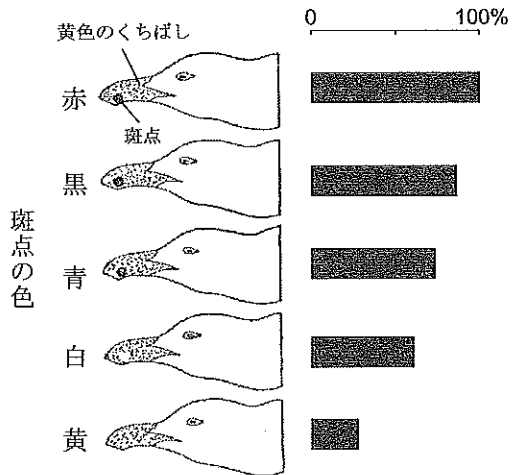
実験 1 斑点の色を変えた、黄色のくちばしの模型を差し出した。

実験 2 白から黒まで斑点の濃淡を変えた、灰色のくちばしの模型を差し出した。

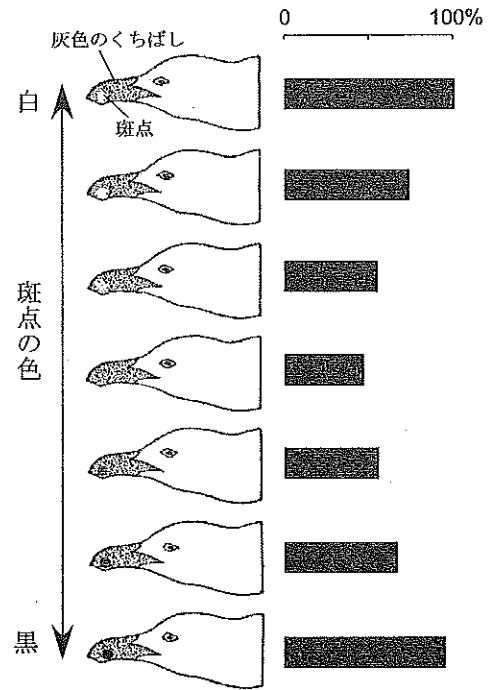
実験 3 斑点のない、いろいろな色のくちばしをもつ模型を差し出した。

実験 4 赤い斑点の位置を変えた、黄色のくちばしの模型を差し出した。

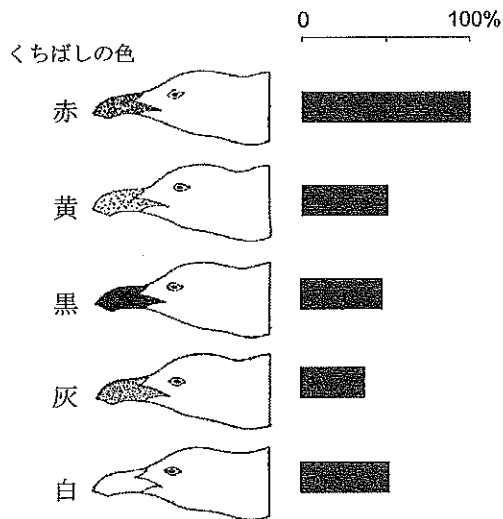
実験1



実験2



実験3



実験4

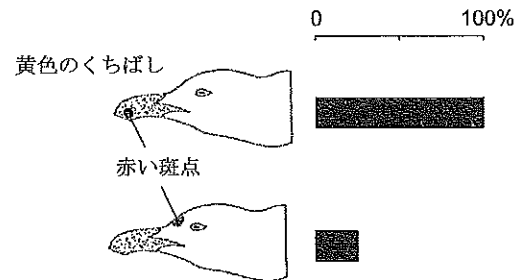


図1 実験1～実験4に用いた模型(左)と、ひなの反応率(右)

各実験において、左側の模型を差し出したときのひなの反応率を右側に示している。黒棒は各実験の一番上の模型に対するひなの反応率を100%としたときの、それぞれの模型に対するひなの相対的な反応率を示している。また、実験1における黄色のくちばしに黄色の斑点をつけた模型は、実験3における斑点のない黄色のくちばしの模型と同じものである。



問 4 実験 1 において、セグロカモメのひなは赤い斑点ばかりでなく、ほかの色の斑点がついた模型に対しても、斑点のない模型に比べて高い反応率を示した。その要因は何か、実験 2 の結果から判断して、25 字以内で記せ。

問 5 実験 1 と実験 3 の結果の解釈として適切なものを、a) ～ g) の中からすべて選び、記号で記せ。

- a) 赤色と黄色の組み合わせが、刺激として不可欠であるといえる。
- b) 赤色は、あまり効果のない刺激であるといえる。
- c) 黄色は、あまり効果のない刺激であるといえる。
- d) 赤色は、必要不可欠な絶対的な刺激であるといえる。
- e) 黄色は、必要不可欠な絶対的な刺激であるといえる。
- f) 赤色は、他の色に比べ効果が相対的に大きい刺激であるといえる。
- g) 黄色は、他の色に比べ効果が相対的に大きい刺激であるといえる。

問 6 実験 4 の結果から、赤い斑点についてわかることを 50 字以内で説明せよ。

C 多くの動物は、光の情報によって物体の形状や色の違いを認識している。脊椎動物の眼はカメラとよく似た構造をしており、ヒトの眼に入った光は、角膜と  で屈折し、網膜の上に像を結ぶ。眼から近い距離の物体を見るときには、 の周辺部にある  が収縮して  の厚さが  になり、鮮明な像が網膜上に結ばれる。その像の光を受容するのが、<sup>かん</sup>桿体細胞と<sup>すい</sup>錐体細胞である。

問 7 文中の  ～  に入る語を、それぞれ解答欄あ) ～ う) に記せ。

問 8 下線部④ について、両者の働きの違いを 50 字以内で記せ。

問 9 明るい場所から暗い場所に入ったときに、ヒトの眼が明るさの変化に対応するために起こることについて、光が角膜から網膜に至る経路で起こることを解答欄 i) に、網膜で起こることを解答欄 ii) に、それぞれ 1 つずつ記せ。

問 10 夜空の暗い星を肉眼で観察する場合、観察する星から少しずらした位置に視線を向けると観察しやすくなることが多い。その理由を 50 字以内で記せ。



IV 植物の生態と環境応答に関する、つぎの A～C の文を読んで問 1～8 に答えよ。

A ① 個体群密度は、個体群のさまざまな性質に影響を及ぼす。 個体群密度はどの場所でも同じではなく、同じ個体群のなかでも密度の高い場所と低い場所がある。被子植物 T 種は落葉樹林の林床に生育する草本で、発芽してから成熟するまでに 3 年以上の時間を要し、発芽して間もない芽ばえは集中して分布する傾向がある。T 種における個体の分布様式の時間変化を調べるために、つぎの実験 1 を行った。

実験 1 落葉樹林の林床に 1 m 四方の区画をつくり、区画内のいくつかの場所に密度を変えて T 種の種子をまいた。その後、一定時間おきに個体を追跡して、分布様式の変化を調べたところ、図 1 のように、時間がたつにつれて個体数が減少し、一様な分布へと変化していった。なお、種子をまいたときの光や水、栄養分などの生育条件には区画内で違いがなかった。

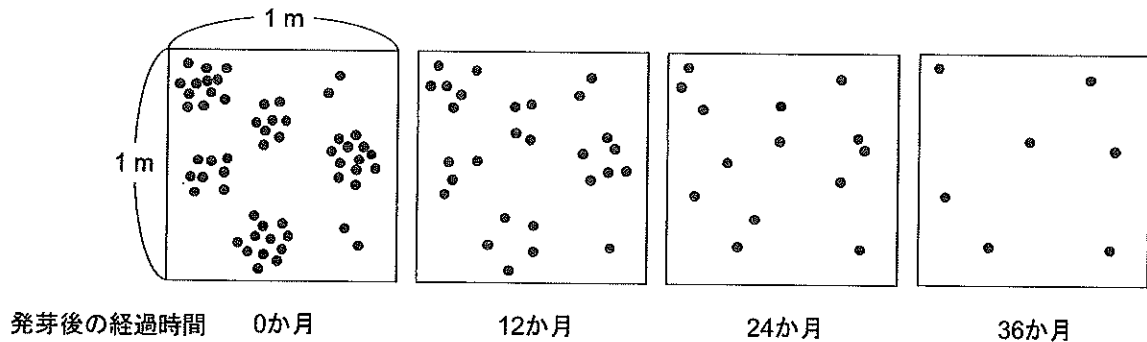
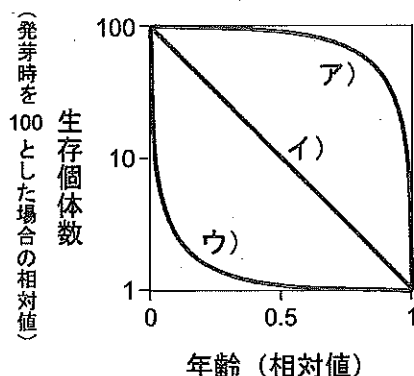


図 1 草本 T 種の個体群における個体の分布様式の変化  
黒い丸 (●) は個体を表す。

問 1 下線部① に関する記述として誤っているものを、つぎのア)～エ) からすべて選び、記号で答えよ。

- ア) ダイズを、個体群密度を変えて一定の面積にまくと、密度が低い個体群に比べて、密度の高い個体群の方が総重量が大きく、両者の総重量の差は時間がたつにつれて大きくなる。
- イ) スギなどの樹木を高い個体群密度で植えて放置すると、個体の成長が一様に悪くなり、強風などによって共倒れすることがある。
- ウ) トノサマバッタを、個体群密度を変えて数世代にわたって飼育すると、低い密度で飼育したときに比べて、高い密度で飼育した場合に翅が短く、後脚が長い成虫が出現する。
- エ) ショウジョウバエを容器の中で飼育すると、時間がたつにつれて容器内の個体群密度が高くなるが、それにともなって雌親 1 匹あたりの産卵数は少なくなる。

問 2 実験 1 で観察された個体数の変化から推察して、T 種の個体群における生存曲線として最も適切なものを、つぎのグラフ中のア) ~ ウ) から 1 つ選び、記号で答えよ。



問 3 実験 1 で観察された個体の分布様式の変化には、T 種の個体間で働く相互作用が関わっていた。どのような相互作用が関わっていたと考えられるか、解答欄 i) に記せ。また、個体の分布様式が時間とともに変化した理由を、解答欄 ii) に 50 字以内で説明せよ。

B 植物の個体群は、多くの場合、年齢の異なる個体から構成されている。個体群における年齢ごとの個体数の分布を  という。 は、年齢ごとの個体数を積み重ねた年齢ピラミッドとよばれるグラフで示すことができる。年齢ピラミッドは、幼若型 (若齢型) と、安定型、老齢型 (老化型) の 3 つの型に大別され、これらの型にもとづいて将来の個体群の動向を予測することができる。生まれてくる子の数や個体の生存率は、毎年一定ではなく、年齢ピラミッドは少しずつ変動する。

近年、人間活動にともなう生息環境の悪化によって、個体がつくる種子の数が減少したり、芽ばえの生存率が低下したりする例が報告されている。このような個体群では、年齢ピラミッドが  を示すようになる。

問 4  に入る語を記せ。

問 5  には、下線部② の 3 つの型のうちどれが当てはまるか、最も適切なものを 1 つ選んで解答欄 i) に記せ。また、 を示す個体群では、将来、個体数がどのように変化すると予測されるか、そのように判断した理由とともに、解答欄 ii) に 75 字以内で記せ。

C 植物の花芽形成は温度や光などの環境要因によって調節される。これらの環境要因は緯度の違いにより異なるため、同じ植物種でも地域によって花芽形成の時期が異なることがある。被子植物 X 種は、日本のほかにマレーシアの高地などで栽培されている草本植物である。X 種は、茎が細長く直立しており、<sup>へんぺい</sup>扁平でほぼ水平に保たれた複数の葉が茎の下部から上部にわたって側生し、茎の先端部分に花芽が形成される。X 種の花芽形成を調節しているのは日長であり、X 種は適切な日長条件下におかれると、その約 10 日後に花芽形成を開始する。山形とマレーシアの高地の 2 地点において、連続光のもとで育てた苗を用い、X 種の花芽形成に関する実験 I と II を行った。なお、2 つの地点における日長の季節変化は図 2 のとおりであった。また、日の出前と日没後の薄明かり、および 2 つの地点の気温の違いは花芽形成に影響しないものとする。

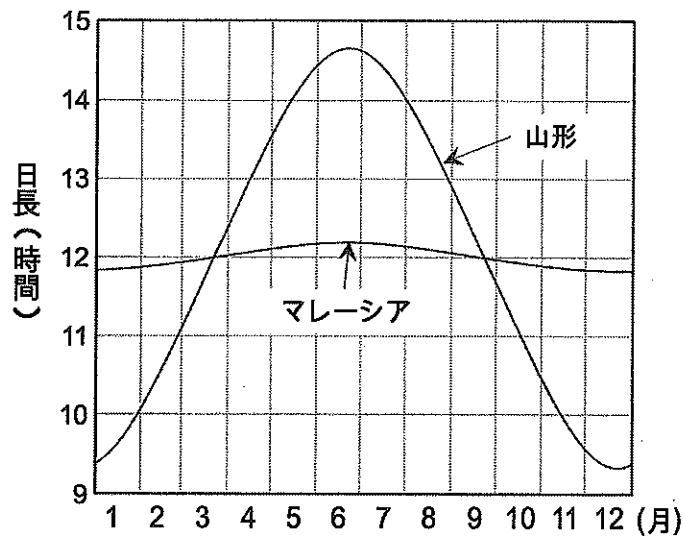


図2 山形とマレーシアにおける日長の季節変化

実験 I 屋外で、ある月の同じ日に山形とマレーシアで同時に栽培を開始したところ、山形では栽培開始から 50 日後、マレーシアでは 10 日後に花芽形成が始まった。

実験 II 屋外で、実験 I と同じ日に栽培を開始し、つぎの操作 1~4 のいずれかを毎日行った。

操作 1 日没の 1 時間前から翌日の日の出まで植物体を暗黒条件下においた。

操作 2 日没直後から 1 時間、植物体に光を照射した。

操作 3 日没直後から 1 時間半、植物体に光を照射した。

操作 4 真夜中に 1 時間、植物体に光を照射した。

操作1を行った場合、山形では実験Iと比べて約1か月早く花芽形成が始まったが、マレーシアでは実験Iと同時期に花芽形成が始まった。操作2を行った場合、山形では実験Iと比べて約1か月おくれて花芽形成が始まったが、マレーシアでは実験Iと同時期に花芽形成が始まった。操作3を行った場合、山形では実験Iと比べて約1か月半おかれて花芽形成が始まったが、マレーシアでは花芽は形成されなかった。操作4を行った場合、山形とマレーシアのいずれにおいても花芽は形成されなかった。

問6 下線部③の記述から、X種が優占する群集の生産構造図はある特徴をもつことがわかる。同様の特徴をもつ生産構造図を示す群集の優占種として適切なものを、つぎのア)～オ)からすべて選び、記号で答えよ。

ア) イネ      イ) チカラシバ      ウ) ヒマワリ      エ) ススキ      オ) アカザ

問7 実験Iと実験IIの結果から、X種の花芽形成を引き起こすのに必要な限界暗期についてわかることを、そのように判断した理由とともに、100字以内で記せ。なお、マレーシアの日長は12時間±10分の範囲で季節変化していたが、ここではマレーシアの日長は年間を通じて12時間で一定であったとする。

問8 実験Iを開始した時期はいつであると考えられるか。つぎのア)～エ)の中から最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

ア) 3月上旬      イ) 5月上旬      ウ) 7月上旬      エ) 9月上旬