福井大学

2026 年度　前期日程　生物

（理科 2 科目　120 分）

1 次の文章を読み，下の各問いに答えなさい。

ショウジョウバエの胚の体軸は，卵が形成される過程で決められる。体軸の形成には，(a) 母性効果遺伝子と呼ばれる遺伝子群が重要な役割を果たす。常染色体にある母性効果遺伝子 A は，哺育細胞と呼ばれる細胞で mRNA に転写され，将来卵となる細胞に運ばれる。受精後に，卵に蓄積した mRNA からタンパク質 A がつくられる。一方，遺伝子 A の潜性（劣性）遺伝子 a からつくられるタンパク質は正しくはたらかないことが分かっており，(b) 遺伝子型 aa の雌が生む受精卵は胚の前後軸に異常が生じ，成虫になれない。遺伝子 A からつくられるタンパク質 A は，胚の前後軸の形成だけにはたらき，他の機能はない。(c) ショウジョウバエの胚の背腹軸は，前後軸とは異なるしくみで決められている。

問 1　下線部 (a) について，ショウジョウバエの胚の前後軸の形成に関わる母性効果遺伝子の名前を一つ答えなさい。

問 2　下線部 (b) について，次の説明文を読み，以下の問いに答えなさい。

胚の前後軸の形成における遺伝子 A のはたらきを調べるために，遺伝子型 Aa のショウジョウバエの雌雄を掛け合わせ，第一世代の個体（F1）を多数得た。

（1）　得られた F1 の雌雄を無作為に掛け合わせ，第二世代の個体（F2）を多数得た。成虫となった F2 の遺伝子型の比はどのようになると考えられるか。計算過程を記述し，整数で答えなさい。

（2）　遺伝子型 aa の雌が生む受精卵を使い，遺伝子 A のはたらきを調べることにした。F1 どうしを掛け合わせて最も効率よく遺伝子型 aa の雌を得るには，どのような遺伝子型の雌雄を選べばよいか答えなさい。

問 3　発生が進むと胚の前後軸に沿っていくつかの体節がつくられ，それぞれの体節で複数のホメオティック遺伝子（ホックス遺伝子）が発現し，ショウジョウバエに固有の体の形がつくられる。ショウジョウバエの発生過程で発現するホックス遺伝子の名前を 2 つ挙げなさい。また，ホックス遺伝子の染色体上の位置とその発現領域には，多くの高等動物で共通する特徴が見られる。その特徴を，簡潔に

説明しなさい。

問 4　下線部 (c) について，次の説明文を読み，以下の問いに答えなさい。

受精後しばらくの間，胚は核分裂を繰り返し，分裂した核は細胞膜で仕切られることなく胚の表面に移動する。一方，タンパク質 B は胚から分泌された後，胚の腹側でタンパク質分解酵素によって切断される。タンパク質 C は胚の表面全体に発現しており，切断されたタンパク質 B の受容体として働く。切断されたタンパク質 B が結合してタンパク質 C が活性化すると，胚の内部にシグナルが伝わりタンパク質 D が核の内部へ移行する。核に移行したタンパク質 D は，腹側に特徴的な遺伝子の発現を誘導する。胚の背側から腹側かけて核に移行したタンパク質 D が増加することで，胚の背腹軸が形成される（**図 1**）。

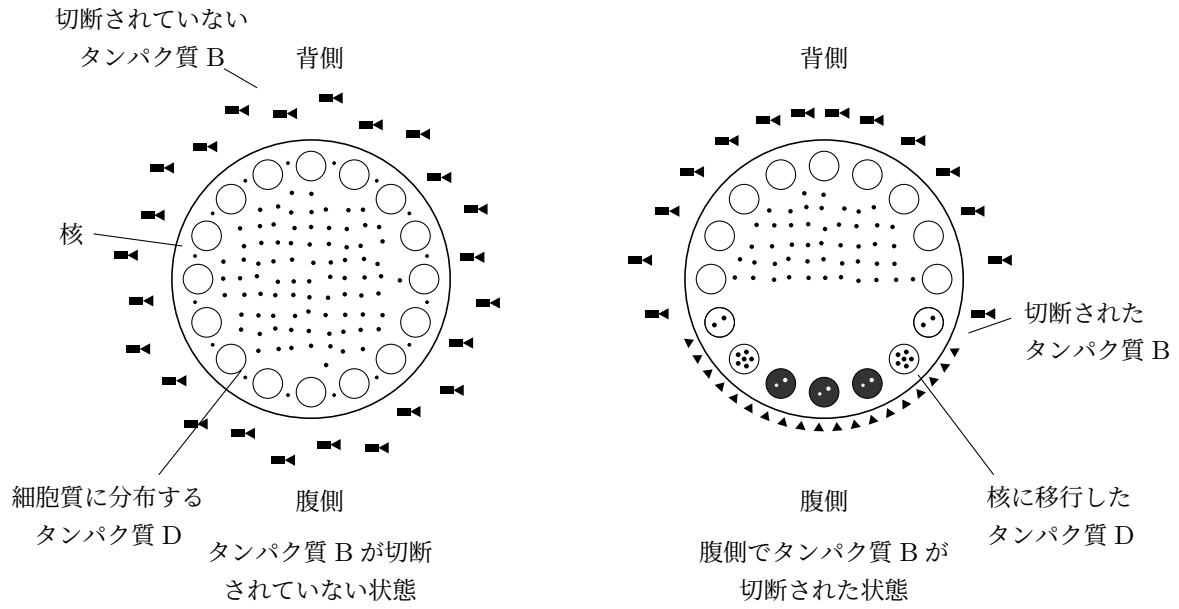


図 1　ショウジョウバエの胚における背腹軸の形成
（前後軸と垂直な胚の断面図）

タンパク質 E と F は，タンパク質 B〜D と同様に胚の背腹軸の形成に関わる。タンパク質 B〜F のうち，どれか一つでも正しくはたらかないと，胚の背腹軸に異常が生じる。**図 2** は，タンパク質 B〜F のいずれかに異常が生じて胚の背腹軸が正しく形成されなかった異常胚 1〜4 におけるタンパク質 D の分布と，タンパク質の異常を示している。異常がないタンパク質については，記載していない。

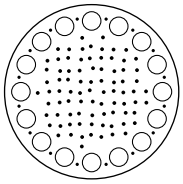
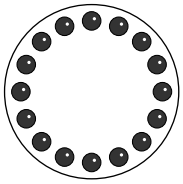
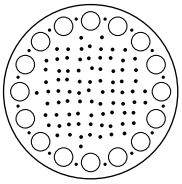
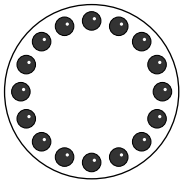
胚の種類	異常胚 1	異常胚 2	異常胚 3	異常胚 4
タンパク質 D の分布				
タンパク質の異常	・C が発現していない。	・C が常に活性化している。	・C が常に活性化している。 ・E が発現していない。	・C が常に活性化している。 ・F が発現していない。

図 2　異常胚 1〜4 の解析結果

(1)　**図 2** に示す結果から，タンパク質 E と F のはたらきを推察し，簡潔に説明しなさい。

(2)　成虫の体内では，病原体に感染するとタンパク質 C が活性化され，病原体の除去にはたらく遺伝子の発現が誘導されることが知られている。病原体の感染により，どのようにタンパク質 C が活性化されるのか推察し，簡潔に説明しなさい。

2 次の文章Ⅰ，Ⅱを読み，下の各問いに答えなさい。

Ⅰ. 植物は，周囲の環境変化を感知し，刺激に対して特定の反応を示し，環境に応答する。(a) 植物の種子は，適当な温度，水，酸素がそろっても発芽しないことがあり，このような状態を種子の休眠という。休眠は，季節の変動など植物の環境の変化への適応である。(b) 森林では，過密となった森林密度を調整するために間伐が行われている。間伐を行うと，(c) 地表や浅めの土壌中で休眠していた種子が発芽する。

問 1　下線部 (a) に関して，休眠状態の種子が発芽するために必要となる条件や刺激を 2 つ答えなさい。

問 2　下線部 (a) に関して，種子の休眠に関わる植物ホルモンの名称を答えなさい。

問 3　下線部 (a) に関して，成熟した果実に含まれる種子は，通常果実内では発芽しない。果実より種子を取り出し，種子を水で洗浄すると，洗浄していない種子よりも発芽率が上昇する。なぜ水洗いにより種子の発芽率が上昇すると考えられるのか簡潔に説明しなさい。

問 4　下線部 (b) に関して，森林における樹木の葉の上と下での赤色光と遠赤色光の強さを示したものが **図 1** である。葉の下において赤色光が遠赤色光に比べて強さが低下している理由を簡潔に説明しなさい。

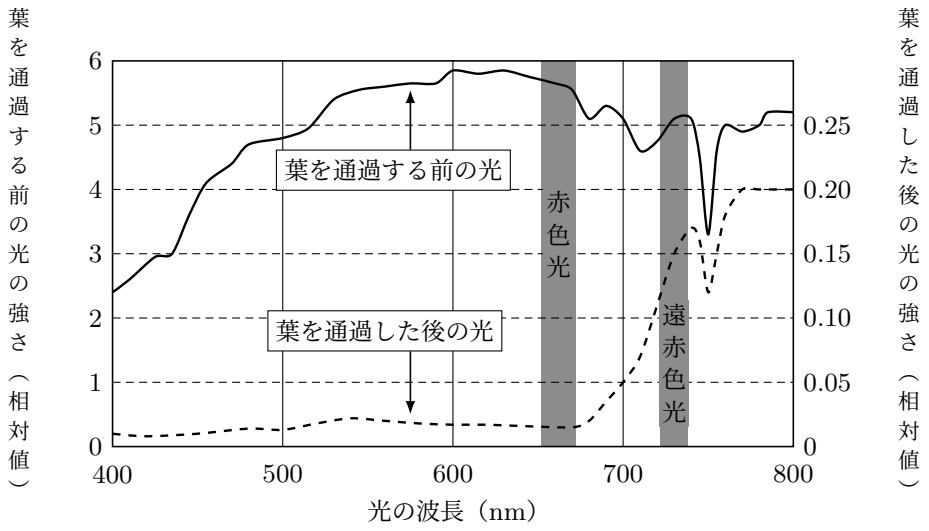


図 1　葉を通過する前後の太陽光の波長分布

出典：L. テイツ，E. カイザー「テイツ・カイザー　植物生理学　第 6 版」より一部改変

問 5　下線部 (c) に関して，地表で休眠していた種子の発芽には光受容体タンパク質が関わっている。この光受容体の特徴を次の用語を用いて簡潔に説明しなさい。

細胞質，核内，赤色吸収型

問 6　下線部 (c) に関して，有胚乳種子の休眠から発芽の過程において，種子内で起こることを次の用語を用いて簡潔に説明しなさい。

胚，糊粉層（こふんそう），デンプン

Ⅱ. **図 2** に示す花器官（花）は葉が変形してできたとの考え方が昔から提唱されてきた。双子葉植物であるシロイヌナズナの突然変異体の研究から，双子葉植物の花の形成には 3 種類の遺伝子（A クラス，B クラス，C クラス）がはたらいていることが明らかになり，花の分化の仕組みとして ABC モデルが 1991 年に提唱された（**図 3**）。シロイヌナズナの花芽は，同心円状の 4 領域から形成されている。野生型のシロイヌナズナの花芽では，領域 1 と 2 では A クラス遺伝子，領域 2 と 3 では B クラス遺伝子，領域 3 と 4 では C クラス遺伝子が発現してはたらいている。それぞれの領域に形成される花器官は，領域 1 から 4 の順番にがく，花弁，おしべ，めしべである。

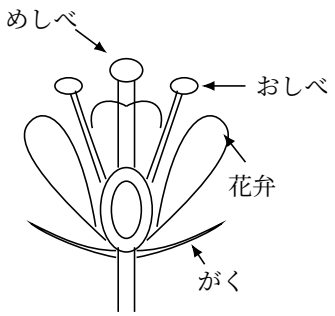


図 2　花器官の模式図

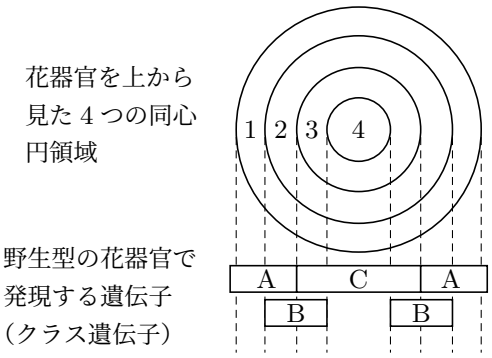


図 3　花器官の領域とクラス遺伝子の発現

問 7　薬剤を用いてシロイヌナズナの突然変異体を作成し，いくつかのホメオティック変異体が得られた（**表 1**）。それぞれの変異体では，領域 1 から 4 において表 1 に示す花器官が観察された。A クラス遺伝子が欠損した変異体では，野生型と比較して C クラス遺伝子の発現が変化していた。A クラス遺伝子と C クラス遺伝子の発現における相互作用を簡潔に説明しなさい。

変異体の種類	領域 1	領域 2	領域 3	領域 4
野生型	がく	花弁	おしべ	めしべ
変異体 1	がく	がく	めしべ	めしべ
変異体 2	めしべ	おしべ	おしべ	めしべ
変異体 3	がく	花弁	花弁	がく
変異体 4	がく	がく	がく	がく

表 1　薬剤を用いて得られたシロイヌナズナの突然変異体の表現型

問 8　**表 1** に示す変異体 1〜3 では A，B 又は C クラスのいずれか 1 つの遺伝子のはたらきが欠損していた。また，変異体 4 は 2 重変異体で，A，B 又は C クラスの 2 つの遺伝子のはたらきが欠損していた。それぞれの変異体において，どのクラスの遺伝子のはたらきが欠損していたと考えられるのか答えなさい。

問 9　A クラス，B クラス，C クラスのすべての遺伝子がはたらかない場合，どの様な花器官が観察されるのか理由も含めて説明しなさい。

3 次の文章Ⅰ，Ⅱを読み，各問いに答えなさい。

Ⅰ. 福井県は，六条大麦や米などの農業，越前蟹(かに)を始めとする水産業，そして繊維加工やメガネの部品製造などの工業が大変盛んな土地である。2024 年から市場価格が急騰(きゅうとう)し，令和の米騒動と騒がれている「米」を中心に考えてみたい。

稲穂は小さな花の集まりで，一つの花に一つの種子（玄米）が稔(みの)る。種子の胚乳にはデンプンが蓄積する。稲の W 遺伝子は，デンプンの成分の一つであるアミロースの合成に関わる遺伝子である。顕性（優性）の W 遺伝子を持つウルチ（粳）性の稲は，胚乳のアミロース含量が高く，日本人が日頃食べている粘り気の弱い飯になる。一方，突然変異によって潜性（劣性）となった w 遺伝子をホモ接合型で有する稲は，モチ（糯）性となる。モチ性の稲の胚乳はアミロースをほとんど合成しないため，その米を炊くと強い粘り気を帯びた飯となる。

デンプン成分は稲の花粉にも蓄積し，その蓄積量は花粉の保有する遺伝的特性によっている。従って，花粉のアミロース含量は W 遺伝子座の［　ア　］に応じて決まるといえる。デンプンの蓄積する組織をヨウ素ヨウ化カリウム溶液で染色すると，アミロース含量が高いウルチ性は青色に染まり，アミロース含量が低いモチ性は赤紫色に染まる（ヨウ素デンプン反応）。(a) 稲の W 遺伝子座に生じた突然変異やそれに関連した遺伝現象を調べるために，稲の花粉にヨウ素デンプン反応を行った。なお，自然界で生じる突然変異の発生確率は，1 回の細胞分裂で 1 塩基あたり極めて低い。

問 1　文中の［　ア　］に当てはまる語句を答えなさい。

問 2　下線部 (a) に関して，W 遺伝子から w 遺伝子への突然変異の頻度を調査する時，胚乳ではなく花粉を調べるのはなぜか，主な理由を二つ答えなさい。

問 3　ホモ接合型の W 遺伝子を持つ個体 A の生育中に，w 遺伝子への突然変異が特定の細胞で 1 回起きた。その結果，個体 A では全体の半数の花粉が w 遺伝子型へ変異した。個体 A において，自家受粉して得られる胚乳の各表現型（ウルチ性とモチ性）の割合（%）を答えなさい。

問 4　花粉機能を欠損させる遺伝子 S（花粉不稔遺伝子 S）1 個が遺伝子組換え技術により，稲の Ww ヘテロ接合体の染色体に挿入された。この S 遺伝子を持つ花粉は，ヨウ素デンプン反応では染色されずに白色となる。S 遺伝子が導入された Ww ヘテロ接合体を対象にヨウ素デンプン反応の調査を行った。導入された S 遺伝子は，同一個体であれば全ての細胞で同じ染色体上の同じ位置にあるものとする。

(1)　S 遺伝子が W 遺伝子座とは独立の位置に挿入された。その個体の花粉 1000 粒は，ヨウ素デンプン反応によって青色，赤紫色，白色それぞれ何粒ずつになると期待できるかを答えなさい。

（2） S 遺伝子が，W 遺伝子から組換え価 25% の位置に挿入された。その個体の花粉 1000 粒は，ヨウ素デンプン反応によって青色，赤紫色，白色がそれぞれ何粒ずつになると期待できるかを答えなさい。

Ⅱ. ヒトが米飯（べいはん）を食べると，口中で咀嚼（そしゃく）され，唾液と混ぜ合わされる。唾液中にはアミラーゼ酵素が含まれており，デンプンの分解が開始される。咀嚼された食物と唾液成分の混合物は食塊（しょっかい）と呼ばれる。口中の食塊は約 1 分後には飲み込まれて胃に移動するが，この食塊が胃から完全に排出されるまでには数時間を要する。胃から小腸へ排出されると，さらにマルターゼ酵素の働きで分解が進み，デンプンは最終分解物であるグルコースとして吸収される。吸収されたグルコースは，(b) 血管を通って最初に肝臓へ運ばれた後，全身へと供給される。食後に血糖値が上昇すると，すい臓ランゲルハンス島の B 細胞から (c) インスリンが分泌され，その作用によって血糖値は低下する。

問 5 食塊に含まれるアミラーゼ酵素の活性は，飲み込まれて胃に移動した後，下記（1）および（2）のように変化する。その理由を，それぞれ簡潔に説明しなさい。

（1） 食塊を飲み込んだ 5 分後，アミラーゼ酵素の反応速度は低下した。

（2） 食塊を飲み込んだ 30 分後，アミラーゼ酵素は分解されずに残存しているにもかかわらず，酵素活性は失われていた。

問 6 下線部 (b) に関して，血管の名称を答えなさい。

問 7 下線部 (c) に関して，ヒトでは，血糖値を上げる作用を持つホルモンは，グルカゴン，アドレナリン，糖質コルチコイドなど複数存在するのに対して，血糖値を下げる作用を持つホルモンはインスリンだけである。何故だと考えられるか，想像力を働かせて，簡潔に答えなさい。

問 8 下線部 (c) に関して，糖尿病の治療には，インスリンの分泌量を調節することが重要である。糖尿病の治療薬として開発された GLP-1（グルカゴン様ペプチド-1）受容体作動薬であるが，近年，ダイエットを目的とする適応外使用が世界的に流行している。GLP-1 受容体作動薬は内在性の GLP-1 と同様に，インスリンの分泌を促進する働きがあるが，その他のどのような作用によってダイエットに効果を発揮すると考えられるかを推察して，簡潔に答えなさい。