

生 物 I

(全 問 必 答)

第1問 被子植物の配偶子形成と受精に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

A 多くの被子植物では一つの花の中に雌しべと雄しべを生じる。雌しべの胚珠内では、減数分裂によって1個の胚のう母細胞から 個の胚のう細胞ができる。胚のう細胞では 回の核分裂が行われて複数の核が生じ、やがて卵細胞、助細胞、中央細胞などからなる胚のうが形成される。

雄しべのやくの中では、1個の花粉母細胞から 個の花粉細胞ができる。この花粉細胞が体細胞分裂を行い、 細胞が 細胞を含む成熟した花粉となる。花粉は雌しべの柱頭につくと発芽して胚珠の珠孔に向かって花粉管を伸ばす。花粉管の中で 細胞は分裂して2個の精細胞となる。花粉管が胚のうに達すると、重複受精が行われる。受精した卵細胞は細胞分裂を繰り返し、幼芽、、幼根、 をもった胚を形成する。一方、受精した中央細胞は胚乳を形成する。一般に胚乳は発芽のための栄養を蓄えて成長するが、クナズナ、エンドウなどでは胚乳は発達しない。

問1 上の文章中の空欄 ～ に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

- | | ア | イ | ウ | | ア | イ | ウ | | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 1 | 2 | 1 | ② | 1 | 2 | 3 | ③ | 1 | 3 | 1 |
| ④ | 1 | 3 | 4 | ⑤ | 4 | 2 | 1 | ⑥ | 4 | 2 | 4 |
| ⑦ | 4 | 3 | 1 | ⑧ | 4 | 3 | 4 | | | | |

問2 前ページ文章中の空欄 **工**・**オ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **2**

- | | 工 | オ | | 工 | オ |
|---|-----|-----|---|-----|----|
| ① | 花粉管 | 雄原 | ② | 花粉管 | 精原 |
| ③ | 雄原 | 花粉管 | ④ | 雄原 | 精原 |
| ⑤ | 精原 | 花粉管 | ⑥ | 精原 | 雄原 |

問3 被子植物の胚のうには、卵細胞、中央細胞、助細胞の他、何と呼ばれる細胞が存在するか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **3** 細胞

- | | | |
|------|------|------|
| ① 支持 | ② 卵原 | ③ 孔辺 |
| ④ 錐体 | ⑤ 反足 | |

問4 前ページ文章中の空欄 **カ**・**キ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

- | | カ | キ | | カ | キ | | カ | キ |
|---|----|----|---|----|----|---|----|----|
| ① | 幼葉 | 胚柄 | ② | 幼葉 | 胚軸 | ③ | 幼葉 | 軸索 |
| ④ | 子葉 | 胚柄 | ⑤ | 子葉 | 胚軸 | ⑥ | 子葉 | 軸索 |

問5 下線部クで示されたような、胚乳が発達しない植物における、発芽に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **5**

- ① 受精卵からできた胚の一部に栄養を蓄え、その栄養を発芽に利用する。
- ② 種子が小さく、発芽にはあまり栄養を必要としないため、胚乳に栄養を蓄えなくても発芽できる。
- ③ 土中から発芽に必要な栄養分を吸収し、これを利用して発芽する。
- ④ 地表の光が当たる条件で発芽するため、発芽後、すぐに光合成を始めるので胚乳を必要としない。
- ⑤ 珠皮に栄養を蓄えて、その栄養を発芽に利用する。

生物 I

B 海に存在していた植物は今から約 5 億年ほど前に陸上に進出し、乾燥した土地へも広がっていった。現在最も繁栄している植物は、被子植物である。被子植物は乾燥に耐えるために、植物体の表面に **ケ** を発達させて水分の蒸発を防ぎ、内部を保護している。このため、水蒸気は 2 個の **コ** のすき間を通して放出される。また、被子植物の受精では、精子が水の中を泳いで卵に到達するのではなく、花粉管が精細胞を卵細胞にまで送り届けるために、受精に水を必要としなくなった。

このような被子植物の受精では、花粉管が正確に珠孔に向かって伸長し、珠孔に達することが必要である。胚のう形成が途中で停止した胚珠では、花粉は発芽し、花粉管を伸ばすものの珠孔には達しない。被子植物では一般に胚珠が子房で包まれており、胚のうは珠皮で囲まれているため、外から受精を観察するのは難しい。しかし、被子植物の一つであるトレニアでは胚のうが珠皮から外に裸出しており、実験や観察を行いやすい。そこで、胚のう内に含まれる特定の細胞をレーザーで破壊し、実験に用いた花粉管のうち胚珠の入り口に達した割合を「誘引頻度(%)」として、表 1 にまとめた。ただし、表中の+は細胞が存在することを示し、-は存在しないことを示す。

表 1

実験条件	胚のう中の細胞の有無				誘引頻度
	卵細胞	中央細胞	助細胞		
完全な胚のう	+	+	+	+	100%
1 個の細胞を破壊した胚のう	-	+	+	+	90%
	+	-	+	+	100%
	+	+	-	+	70%
2 個の細胞を破壊した胚のう	-	-	+	+	90%
	-	+	-	+	60%
	+	-	-	+	70%
	+	+	-	-	0%

問6 前ページ文章中の空欄 **ケ** に当てはまる語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **6**

- ① アントシアン ② サルコメア ③ クチクラ
④ フィブリン ⑤ セルロース

問7 前ページ文章中の空欄 **コ** の特徴やはたらきとして誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **7**

- ① **コ** の中には核や液胞のほか、葉緑体が存在する。
② **コ** の膨圧が高まると、2個の**コ** のすき間が閉じる。
③ 光合成が盛んに行われる晴れた日の日中は、**コ** が湾曲していることが多い。
④ 2個の**コ** のすき間を水蒸気だけでなく、二酸化炭素も通る。
⑤ **コ** を囲む細胞壁には厚さの違いがみられる。

問8 表1の結果を参考に、花粉管が正確に珠孔に向かって伸長する仕組みとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 **8** **9**

- ① 助細胞が分泌する物質は、花粉管が伸長するのを阻害する性質をもつ。
② 花粉管を珠孔まで誘導するはたらきに、中央細胞は関わっていない。
③ 花粉が発芽するためには、助細胞が必要である。
④ 花粉が発芽するためには、卵細胞が必要である。
⑤ 中央細胞は助細胞があるときのみ、花粉管を珠孔に誘導できる。
⑥ 主に卵細胞が誘引物質を出して、花粉管を珠孔にまで誘導している。
⑦ 助細胞は卵細胞があるときのみ、花粉管を珠孔に誘引できる。
⑧ 助細胞が、主に、花粉管を珠孔にまで誘引するはたらきを担っている。

第2問 遺伝に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 26)

A ある種のウサギには黒色の毛をもつ個体、灰色の毛をもつ個体、白色の毛をもつ個体が存在する。ウサギの毛色には黒色の色素をつくる遺伝子Aと色素をつくれない遺伝子a, および黒色の色素があるときに色素を灰色に変える遺伝子Eと、色素の色を変えるはたらきをもたない遺伝子eの2組の対立遺伝子が関与している。また、遺伝子Aはaに対して、遺伝子Eはeに対して優性である。

そこで、黒色系統のウサギと白色系統のウサギを交雑させると、F₁はすべて灰色のウサギになった。さらに、このF₁を検定交雑すると、次代には灰色、黒色、白色のウサギが1:1:2の割合で生まれた。この結果から、ウサギの毛色は、遺伝子Aと遺伝子Eが共存すると になり、遺伝子Aが存在しなければ に、遺伝子Eがなければ になると考えられる。

問1 上の文章中の空欄 ～ に当てはまるウサギの毛色として最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ア イ ウ

- ① 黒色 ② 灰色 ③ 白色
④ 黒色か灰色 ⑤ 灰色か白色 ⑥ 白色か黒色

問2 下線部の検定交雑でF₁と交雑させた個体の毛色と遺伝子型の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 黒色, AAee ② 黒色, AAEE ③ 灰色, aaEE
④ 灰色, AAEE ⑤ 白色, aaee ⑥ 白色, aaEE

問3 F₁ どうしを交配させると、次代に生まれてくる個体の中で白色の個体が占める割合(%)はおおよそいくらかと考えられるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 %

- ① 11 ② 12.5 ③ 19 ④ 25 ⑤ 56

問 4 F_1 にある系統の個体を交配させると、次代には灰色と白色の個体が等しい割合で生まれた。 F_1 と交配させた個体の毛色と遺伝子型の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

- ① 黒 色, AAee ② 黒 色, AAEE ③ 灰 色, aaEE
④ 灰 色, AAEE ⑤ 白 色, aaEE ⑥ 白 色, aae

生物 I

B ヒトでは赤緑色覚異常と血友病を発症させる遺伝子はいずれも X 染色体上にある。図 1 は、ある家族の赤緑色覚異常と血友病に関する家系図である。□は男性、○は女性を示しており、この□や○には赤緑色覚異常や血友病の遺伝子はあるが、症状の現れない「保因者」を含む。

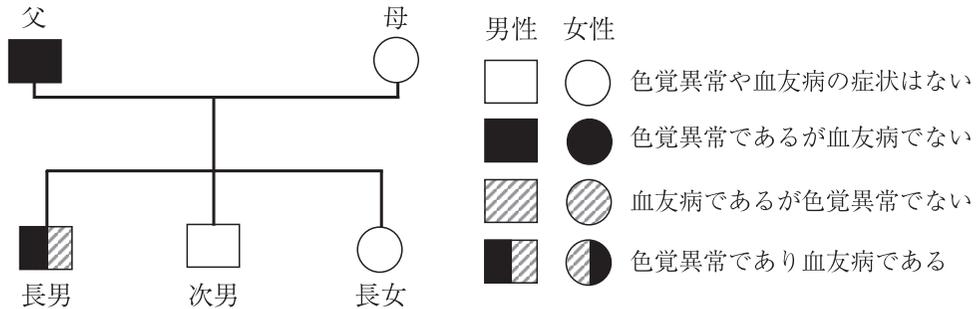


図 1

問 5 色覚異常の遺伝に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- ① 色覚異常の男性と保因者の女性との間には 50% の確率で色覚異常の子が生じる。
- ② 保因者の女性であっても、男性が正常であれば、両者の間に生まれる女子が色覚異常である確率はほぼ 0% である。
- ③ 色覚異常の女性と正常の男性との間に生まれる男子は、すべて色覚異常となる。
- ④ 色覚異常の女性と正常の男性との間に生まれる女子が、色覚異常になる確率は 50% である。
- ⑤ 色覚異常に関する遺伝子をもたない正常な女性と、色覚異常の男性との間には、色覚異常の子は生まれない。

問 6 色覚異常に関する遺伝子を E, e とし, 血友病に関する遺伝子を H, h とする。
 また, E は e に対して, H は h に対して優性である。二つの遺伝子が組換えを起
 こさないとき, 母と長女の遺伝子型として最も適当なものを, 次の①~⑨のうち
 からそれぞれ一つずつ選べ。母 長女

- ① EEHH ② EEHh ③ EeHH ④ EEhh
 ⑤ EeHh ⑥ eeHH ⑦ Eehh ⑧ eeHh
 ⑨ eehh

問 7 色覚異常と血友病の遺伝子間で組換えが起こり, 組換え価が 10% ならば長女
 が血友病遺伝子をもつ確率(%)はいくらか。最も適当な数値を, 次の①~⑦のう
 ちから一つ選べ。 %

- ① 0 ② 5 ③ 10 ④ 45
 ⑤ 50 ⑥ 90 ⑦ 100

第3問 消化の仕組みや血糖量の調節に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 9〕(配点 25)

A 多細胞動物では、細胞が特定の形やはたらきをもつようになると、同じ特徴をもつ細胞が集まって神経組織や筋肉組織などのア組織を構成する。さらに、これらの組織が集まって胃や腸、すい臓、肝臓、胆のうなどの特定のはたらきをもつ器官を構成する。前述の器官は全体として食物の消化・吸収などのはたらきを行うので、まとめて消化系と呼ばれている。

この消化系の器官には、消化に関わる外分泌腺としてのはたらきと内分泌腺としてのはたらきをもつものがあり、これらが協調してはたらくことで食物を消化している。このようなはたらきを調べる目的で、図1に示したように、十二指腸につながるすべての神経を切断して胃と十二指腸の間をしばり、十二指腸にチューブ a を挿入した。次に、十二指腸に開口するすい管にチューブ b を挿入し、すい管を通じて分泌される分泌液をチューブ b から排出し、分泌の有無を確認できるようにした。

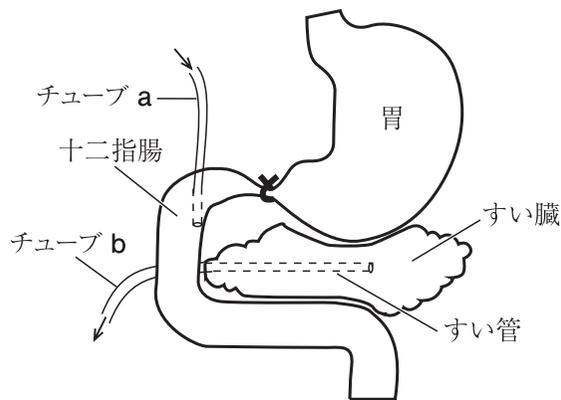


図 1

実験 1 チューブ a から胃液にあたる希塩酸を十二指腸に注入したところ、チューブ b から **イ** が分泌された。

実験 2 十二指腸の内壁を取り出して塩酸を加えた後、しばらくしてからすりつぶした。その絞り汁をすい臓につながる血管に注入したところ、チューブ b から **イ** が分泌された。

これらの実験から、胃から十二指腸に食物が送られると、「何か」がすい臓に作用し **イ** が分泌されたと考えられる。現在では、この「何か」に相当するものがセクレチンという物質であることがわかっている。

問 1 下線部アで示した組織には、動物の場合、神経組織や筋組織以外にどのような組織があるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **1** 組織

- | | |
|----------|----------|
| ① 上皮, 結合 | ② 上皮, 厚角 |
| ③ 上皮, 貯蔵 | ④ 表皮, 結合 |
| ⑤ 表皮, 厚角 | ⑥ 表皮, 貯蔵 |

問 2 すい臓から **イ** を分泌するすい管に相当するものとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **2**

- | | | |
|--------|-----------|-------|
| ① 師管 | ② 排出管(導管) | ③ 半規管 |
| ④ リンパ管 | ⑤ 仮道管 | |

問 3 すい臓が分泌する **イ** とセクレチンは、次に示すどの物質に相当するか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

イ **3** セクレチン **4**

- | | | |
|--------|----------|-------|
| ① ホルモン | ② 核酸 | ③ 細胞液 |
| ④ 酵素 | ⑤ 神経分泌物質 | |

生物 I

問4 実験1・2から考えられることとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 胃から自律神経を介して、すい臓からの の分泌が促進される。
- ② は十二指腸からのセクレチンの分泌を促進する。
- ③ 食物を食べることによって上昇した血糖値は、 によって下げることができる。
- ④ 胃で分泌される塩酸は、十二指腸の神経を刺激して の分泌を促進する。
- ⑤ 十二指腸に胃から食物が送られると、セクレチンがすい臓に送られる。

B 1921年、バンティングは外分泌腺を退化させたすい臓の抽出液を、糖尿病のイヌに注射して尿中のグルコース濃度を低下させることに成功した。この実験によりすい臓の抽出液から **ウ** が発見された。この **ウ** はタンパク質性のホルモンで、その後、人体に用いるのに十分な量の **ウ** がブタやウシのすい臓から精製され、長い間、糖尿病の治療に用いられていた。しかし、ブタやウシの **ウ** はヒトのものとの違いがあるため、糖尿病患者に投与され続けると患者の体内で異物として認識され、ある種のリンパ球がそれに対する抗体をつくり、効果が弱くなることがわかってきた。現在では、酵母や大腸菌によってつくられたヒトの **ウ** を、皮下に注射することで治療に用いられている。

問5 上の文章中の **ウ** は何と呼ばれる物質か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **6**

- ① チロキシン ② グルカゴン ③ 糖質コルチコイド
④ インスリン ⑤ アドレナリン

問6 **ウ** はどのようにして尿中のグルコース濃度を低下させたのか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **7**

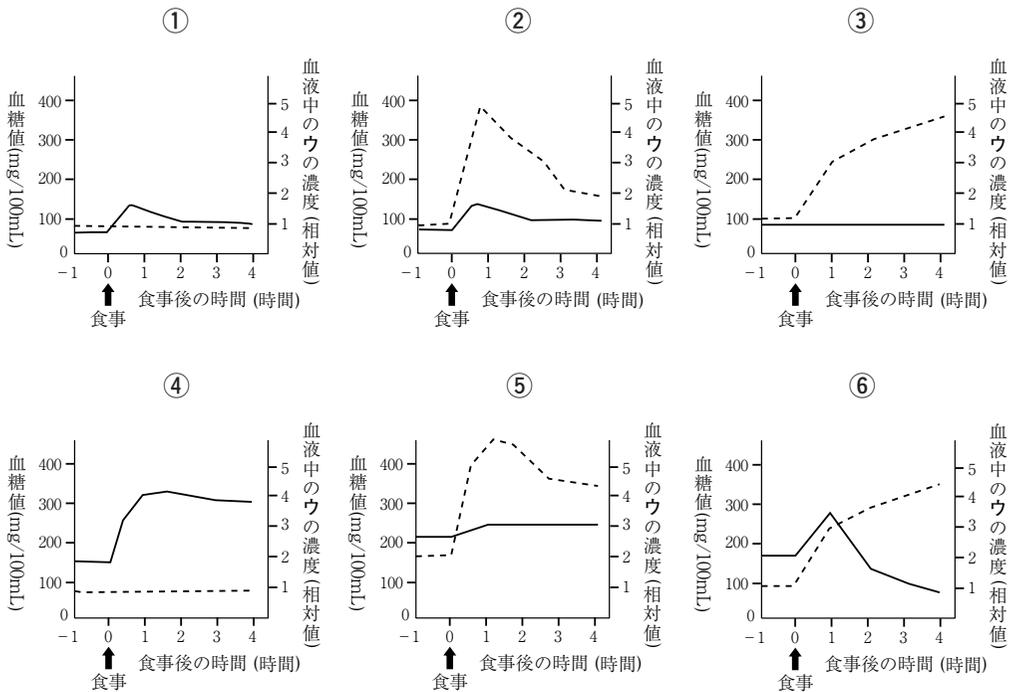
- ① 細尿管でのグルコースの再吸収率を高める。
② 血液中のグルコースを肝臓などの細胞に取りこむはたらきを促進する。
③ 肝臓でのグリコーゲンの分解を促進する。
④ 糸球体でのグルコースのろ過率を低下させる。
⑤ 小腸でのグルコースの吸収を抑制する。

生物 I

問7 糖尿病には **ウ** を分泌する細胞が破壊される場合 (I 型糖尿病) や、**ウ** を分泌する細胞は正常だが、標的細胞が **ウ** を受け取れない場合 (II 型糖尿病) などがある。そこで、食事をした後の I 型糖尿病患者、または II 型糖尿病患者の血糖値と **ウ** の血中濃度の変化を示すグラフとして最も適当なものを、次の ①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、血糖値は —— で、**ウ** の濃度は ---- で示した。

I 型糖尿病患者 **8**

II 型糖尿病患者 **9**



問3 問2で答えた植物の種子に図1のような光条件を与えたとき、46時間後に発芽する種子はどれか。発芽する種子を全て含む組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

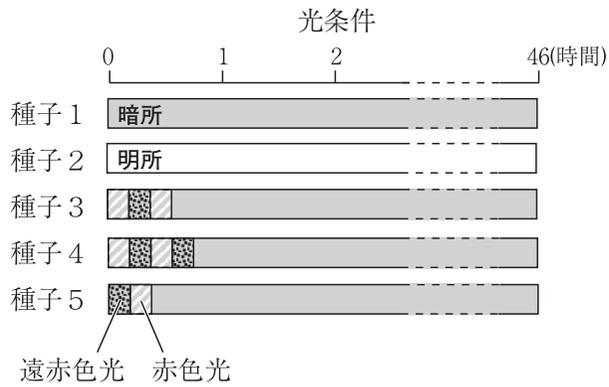


図 1

- | | | |
|-----------|--------------|--------------|
| ① 1, 4 | ② 2, 4 | ③ 1, 3, 5 |
| ④ 2, 3, 5 | ⑤ 1, 3, 4, 5 | ⑥ 2, 3, 4, 5 |

生物 I

B 植物の発芽の仕組みを調べるために、ある被子植物の種子を用いて次のような実験 1～4 を行った。

実験 1 吸水させた種子を 4℃の低温で処理したもの(種子A)と、低温処理しないもの(種子B)に分け、それぞれの種子を 15℃の温度条件に保ち、蒸留水中で培養した。その結果を培養時間(日)ごとに発芽率を調べ、図 2 にまとめた。

実験 2 低温処理した種子から、胚を取り囲んでいる胚乳や種皮などの構造(周辺構造)を除去し、胚だけを取り出した(胚A)。次に低温処理を行っていない種子から周辺構造を除去し、同様に、胚だけを取り出した(胚B)。胚Aと胚Bを 15℃の温度条件に保ちながら蒸留水中で培養した。胚の根が伸長したものを発芽した胚とし、培養時間(日)ごとに発芽率を調べ、図 3 にまとめた。

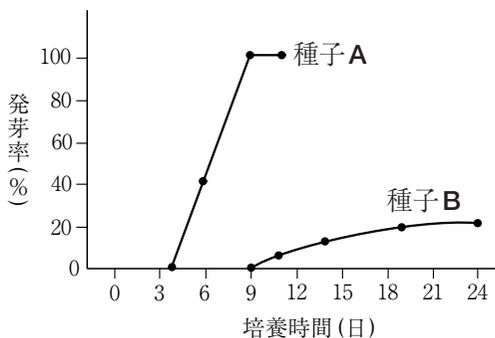


図 2

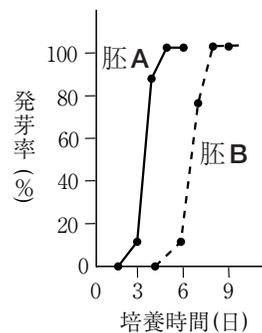
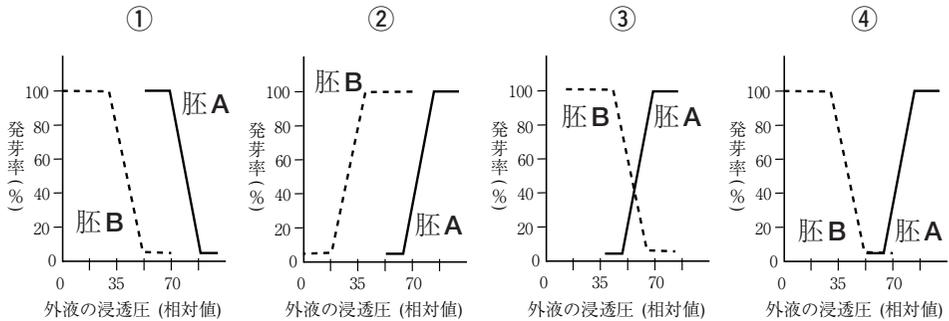


図 3

実験 3 胚の伸長成長は、胚を構成する細胞が吸水することによって起こる。

実験 2 で種子から単離した胚Aと胚Bの細胞の浸透圧を調べたところ、胚Aの細胞の方が胚Bのものよりも大きかった。

問4 実験3で胚Aと胚Bを異なる浸透圧をもつ溶液に入れ、発芽率を調べると、どのような結果が得られると考えられるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4



問5 実験1～3から考えられることとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから三つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 5 6 7

- ① 胚は低温処理を行うことによって、初めて発芽能力を得る。
- ② 胚は低温処理を行うことによって、発芽能力を失う。
- ③ 胚は低温処理を行わないと、発芽能力を失う。
- ④ 低温処理の有無にかかわらず、胚は発芽能力をもっている。
- ⑤ 低温処理は、最終的な胚の発芽率を高める。
- ⑥ 低温処理は、胚を構成する細胞の浸透圧を上昇させる。
- ⑦ 低温処理は、胚を構成する細胞の浸透圧を低下させる。
- ⑧ 胚Aと胚Bの細胞を蒸留水に浸すと、胚Aの細胞の方が胚Bのものよりも大きくなる。
- ⑨ 胚Aと胚Bの細胞を蒸留水に浸すと、胚Bの細胞の方が胚Aのものよりも大きくなる。

生物 I

実験 4 実験 1 の種子 A と種子 B から、培養時間ごとに、胚を取り囲んでいる胚乳や種皮などの構造(周辺構造)をそれぞれこわさないように取り出した(構造 A、構造 B とする)。この構造に荷重をかけ、構造を突き破るために必要な力を測定し、その結果を図 4 にまとめた。

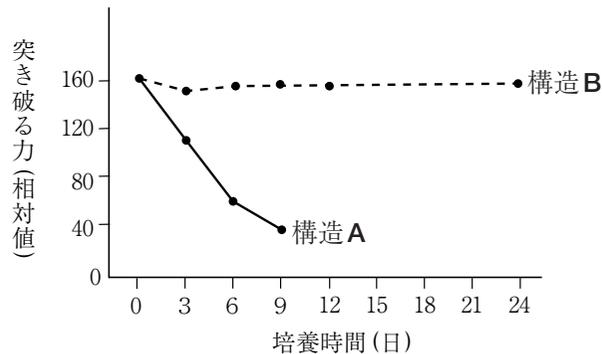


図 4

問 6 実験 1 ～ 4 の結果をふまえ、実験に用いた被子植物の種子 A は蒸留水中で発芽するが、種子 B には発芽しないものがある理由として最も適当なものを、次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。種子 A 種子 B

- ① 胚を構成する細胞は吸水できないので、細胞が成長できず、周辺構造の強度は小さくなっていても、これを破る力が小さいままだから。
- ② 胚を構成する細胞は吸水によって成長し、周辺構造を突き破る力は大きくなるが、周辺構造の強度は低下せず大きいままだから。
- ③ 胚を構成する細胞は吸水できないので、細胞は成長できないが、周辺構造の強度が低下するから。
- ④ 胚を構成する細胞は吸水によって成長し、周辺構造を突き破る力が大きくなるとともに、周辺構造の強度が低下するから。