

生 物 （その1）

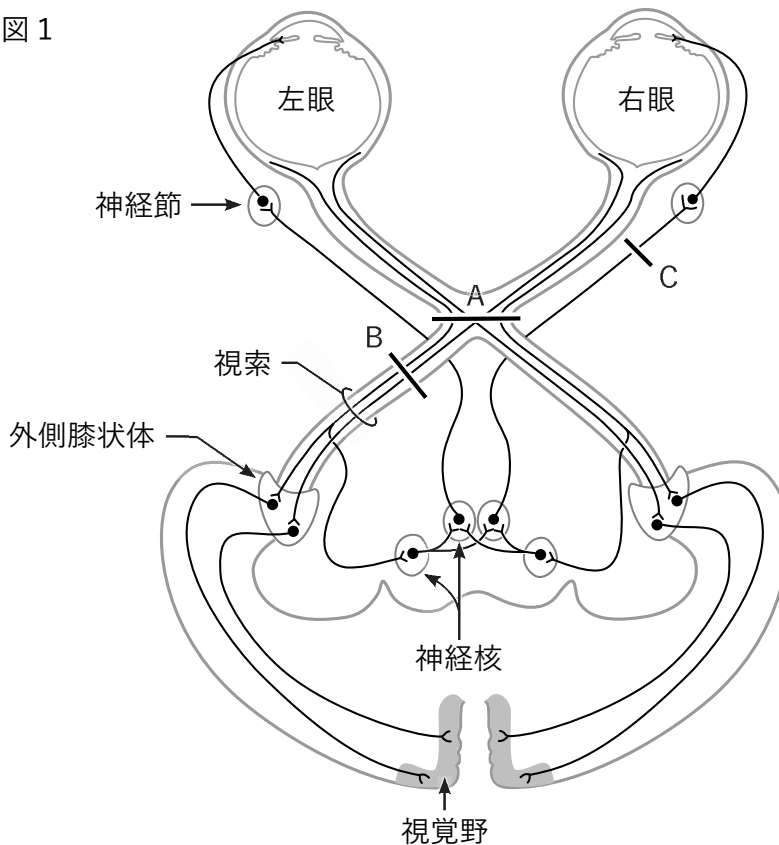
第1問 ヒトの視覚器に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

眼は光の受容器である。眼には物体までの距離に応じて水晶体の厚さを調節して、網膜の上に鮮明な像を結ぶ遠近調節のしくみがある。遠くを見るときには毛様筋が（ア）して毛様体と水晶体をつなぐチン小帯が（イ）、水晶体が薄くなる。近くを見るときには毛様筋が（ウ）してチン小帯が（エ）、水晶体が厚くなることで焦点を合わせる。

網膜の視細胞で受容された光の明るさや色といった視覚情報は視神経細胞に伝達される。視神経細胞の軸索は視交叉を経て外側膝状体に入る。ここで次の神経細胞に連絡し、この軸索は後頭葉の視覚野に達する。視交叉では両眼の鼻側の網膜から出た神経は交叉して反対側の視索に入り、耳側の網膜から出た神経は交叉せずに同側の視索に入る。(1) 視覚を伝える神経経路の概略を図1に示す。

(2) 網膜に入る光の量は反射によって瞳孔の大きさを変えることで調節されている。この反射に関わる神経経路は視細胞を起点にしており、視索途中までは視覚を伝える神経経路と共通であるが、視索の後方1/3で分岐する。そして、神経細胞体の集まりである神経核や神経節を経て、両眼の虹彩内の筋につながる。(3) この反射に関わる神経経路の概略も図1に示す。

図1



<https://funatoya.com/funatoka/anatomy/cranial/cn2.html>

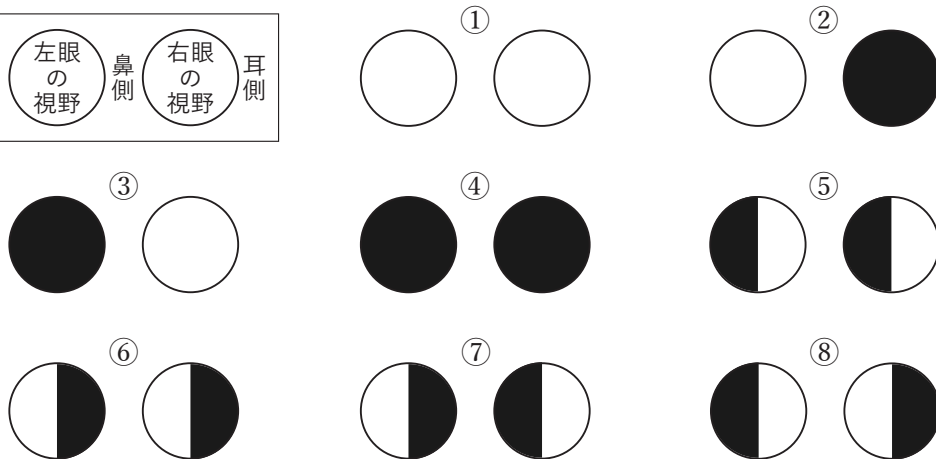
生 物 （その2）

問1 文中の（ア）～（エ）に入る語の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～④から1つ選び、番号で記せ。

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）
①	収縮	緊張し	弛緩	ゆるみ
②	収縮	ゆるみ	弛緩	緊張し
③	弛緩	緊張し	収縮	ゆるみ
④	弛緩	ゆるみ	収縮	緊張し

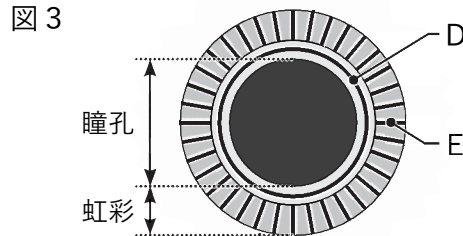
問2 下線部（1）について、図1に示すA、B、Cのいずれかで神経が切断されている場合、両眼の視野はどうなるか。次の①～⑧から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。ただし、選択肢の図の位置関係は図2を参考にすること。図の円は片眼の視野全体を表し、黒塗り部分は視野が欠損していることを示す。

図2



生 物 (その3)

問3 下線部(2)について、暗所における虹彩と瞳孔の模式図を図3に示す。DとEは虹彩内の筋を示す。この状態の眼にペンライトで明るい光をあてると瞳孔は縮小する。



数研出版株式会社 / 改訂版 生物

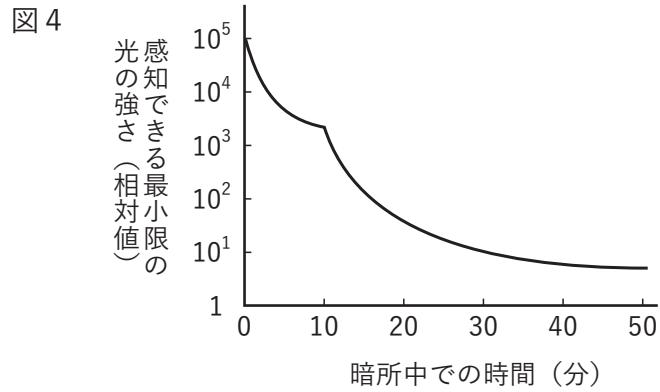
- i) 瞳孔を縮小させる筋は図のDとEのどちらか、記号で記せ。
- ii) i) の筋の名称を記せ。
- iii) i) の筋を収縮させる自律神経は交感神経と副交感神経のどちらか、名称を記せ。
- iv) 瞳孔直径が7 mm から3 mm まで縮小したとき、眼球内に入る光の量はどうか。7 mm のときに入る光の量を100%として、四捨五入して小数第1位まで記せ。

問4 下線部(3)について、ペンライトで片眼に明るい光をあてると、どちらの眼に光をあてた場合でも両眼の瞳孔が縮小する反射が起こる。図1に示すA, B, Cのいずれかで神経が切断されている場合、右眼にペンライトで光をあてたときに、どのような反応が起こるか。次の①～④から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。

- ① 左右の瞳孔はどちらも縮小する。
- ② 左右の瞳孔はどちらも変化しない。
- ③ 右の瞳孔のみ縮小する。
- ④ 左の瞳孔のみ縮小する。

生 物 (その4)

問5 網膜には桿体細胞と錐体細胞の2種類の視細胞があり、これらの視細胞によって光刺激を受容する。明るい所から暗い所に入った場合の視細胞の感度変化を図4に示す。



数研出版株式会社 / 改訂版 生物

- i) このように眼が暗さに慣れることを何とよぶか、名称を記せ。
- ii) 暗所に入ってから10分以降の感度上昇はどちらの視細胞によるものか、名称を記せ。
- iii) ii) の細胞が感度を上昇させるときに、その細胞内でどのような変化が起こっているか、簡潔に記せ。

生 物 (その5)

第2問 ヒトの筋と神経に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

筋組織は骨格筋、心筋、平滑筋に分類され、いずれもアクチンフィラメントとミオシンフィラメントを収縮装置として発達させた筋細胞からなる。筋細胞は筋繊維ともよばれ、⁽¹⁾ 骨格筋と心筋の筋繊維の細胞質には筋原繊維が豊富に存在する。

⁽²⁾ 筋原繊維は、アクチンとミオシンのフィラメントが規則正しく配置されたサルコメア(筋節)とよばれる基本構造が直列に繰り返されることで形成されており、顕微鏡を用いると明帯と暗帯が繰り返される縞模様(横紋)が観察される。この特徴から骨格筋と心筋は横紋筋ともよばれる。一方、平滑筋細胞の細胞質にもアクチンとミオシンの両フィラメントが豊富に存在するが、規則正しく配置されておらず、横紋は観察されない。

骨格筋は再生能力に富んでいる。骨格筋の幹細胞であるサテライト細胞は、普段は分裂せず休止期の状態で筋繊維に密着しており、筋繊維が損傷を受けると増殖・分化して、損傷した部分を埋めるように修復する。筋繊維を正常に保つには、⁽³⁾ 不要になったタンパク質や機能不全になった細胞小器官を適切に分解して処理することも必要である。

⁽⁴⁾ 骨格筋は体性神経に支配されており、自分の意思により収縮させることができるのに対し、心筋と平滑筋は自律神経に支配されているので、意図的に収縮させることはできない。このため骨格筋は随意筋、心筋と平滑筋は不随意筋とよばれる。

問1 下線部(1)について、

- i) 心筋細胞同士はギャップ結合で連結されている。ギャップ結合を形成するタンパク質は何か、名称を記せ。
- ii) 筋繊維内に存在し、酸素分子を貯蔵するはたらきを有するタンパク質は何か、名称を記せ。
- iii) 骨格筋や心筋にみられる、細胞膜が内部に深く陥入した構造は何か、名称を記せ。また、そのはたらきは何か、簡潔に記せ。

生 物 (その6)

問2 下線部(2)について、横紋筋の筋原繊維を電子顕微鏡で撮影した写真を図5に示す。また、図5のHの領域ではどこで切断しても、その横断面を拡大すると常に図6のような像を示した。

図5

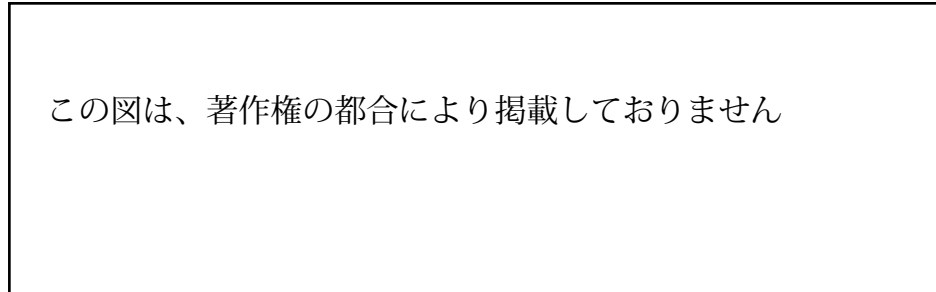
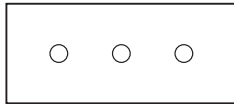


図6



- i) 図5のAの領域とBの領域のそれぞれ1か所で切断したとき、それらの横断面で観察される両フィラメントの配置をそれぞれ描け。ただし、両フィラメントの断面はそれぞれ・と○で区別して描き、配置は図6にならうこと。また、それぞれのフィラメント名も記せ。
- ii) 横紋筋が収縮してサルコメアが $3.2\ \mu\text{m}$ から $2.4\ \mu\text{m}$ になったとき、明帯、暗帯、Hの領域の長さは、それぞれどのように変化するか、例にならって記せ。ただし、すべてのサルコメアは均等に収縮するものとする。

例1: $5.5\ \mu\text{m}$ 長くなった場合 → $+ 5.5\ \mu\text{m}$

例2: 変化がない場合 → $\pm 0\ \mu\text{m}$

例3: $5.5\ \mu\text{m}$ 短くなった場合 → $- 5.5\ \mu\text{m}$

問3 下線部(3)について、細胞が古いミトコンドリアなど自己の細胞小器官を分解することを何とよぶか、名称を記せ。

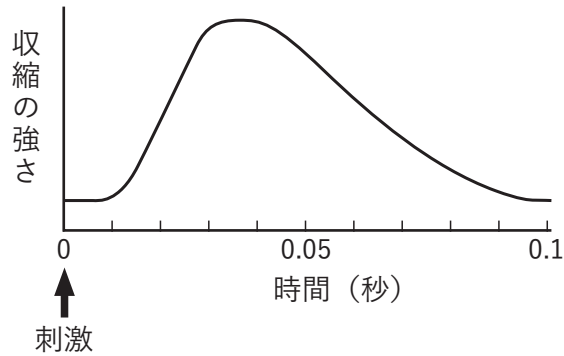
問4 下線部(4)について、

- i) 骨格筋には筋の伸張を感知する受容器が存在する。この受容器は何か、名称を記せ。
- ii) 意思とは無関係に骨格筋が収縮する現象がいくつかあるが、その1つを記せ。

生 物 (その7)

問5 ある骨格筋に刺激を与えたときの単収縮曲線を図7に示す。この骨格筋を不完全強縮、あるいは完全強縮させるには、同じ大きさの刺激をどのような頻度で与えればよいか。次の①～④から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。

図7



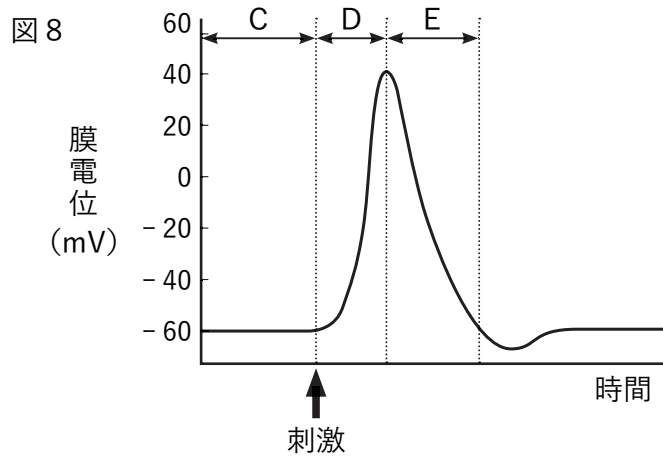
- ① 1秒間に5回の刺激を等間隔で与える。
- ② 1秒間に10回の刺激を等間隔で与える。
- ③ 1秒間に20回の刺激を等間隔で与える。
- ④ 1秒間に40回の刺激を等間隔で与える。

問6 ある実験動物から運動神経がつながった状態の骨格筋を取り出し、刺激を与えてから骨格筋が収縮するまでの時間を計測した。まず、神経筋接合部から20 mm離れた運動神経の軸索の部位に刺激を与えると5.8ミリ秒(ms)後に収縮が始まった。次に、60 mm離れた部位に刺激を与えると6.5 ms後に収縮が始まった。最後に、骨格筋に直接刺激を与えると3.2 ms後に収縮が始まった。

- i) この標本の運動神経の軸索の伝導速度はいくらか。四捨五入して小数第1位まで求め、単位とともに記せ。
- ii) この標本の神経筋接合部での伝達に要する時間はいくらか。四捨五入して小数第1位まで求め、単位とともに記せ。

生 物 (その8)

問7 神経が刺激を受けて興奮が軸索上を伝導するときの膜電位の変化を図8に示す。
C～Eのそれぞれで、ポンプやチャネルの状態とイオンの分布はどうなっているか。次の①～⑤から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。
ただし、番号は重複して選んでもよい。



数研出版株式会社 / 改訂版 生物

①

②

③

④

⑤

● : ナトリウムイオン
○ : カリウムイオン

: ナトリウムポンプ
 : 電位依存性ナトリウムチャネル
 : 電位依存性カリウムチャネル
 : 電位に依存しないカリウムチャネル
 : イオンが流れる向き
(ただし、矢印の数は移動するイオンの量を表す。)

生 物 (その9)

第3問 被子植物に関する [I] ~ [III] の文を読み、以下の各問いに答えよ。

[I] おしべの先端には、多数の (ア) 花粉母細胞が存在する。これが分裂し (イ) 花粉四分子を構成する細胞がつくられる。次に、それぞれの細胞が分裂して (ウ) 雄原細胞と (エ) 花粉管細胞になり、花粉管細胞が雄原細胞を包み込んで花粉が形成される。

めしべの下部にある子房の中には1個以上の胚珠が包まれている。胚珠の内部では、(オ) 胚のう母細胞がつくられ、これが分裂して4個の細胞が生じる。そのうち3個の細胞は退化・消失し、残りの1個が (カ) 胚のう細胞になる。胚のう細胞では、核の分裂が3回連続して起こり、8個の核が生じる。そのうち6個の核のまわりが細胞膜で仕切られて細胞化し、1個が (キ) 卵細胞、2個が (ク) 助細胞、3個が (ケ) 反足細胞になる。残り2個の核は胚のうの中心に並んで極核となり、その部分を含む細胞が中央細胞になる。これら6個の細胞と中央細胞のまとまりが完成した胚のうである。

めしべの柱頭に花粉が付着すると、花粉は発芽して胚のうに向かって花粉管を伸ばす。雄原細胞は分裂して2個の精細胞になり、胚のうに達した花粉管の先端から精細胞は胚のう中に放出される。そのうちの1個は中央細胞と融合して (コ) 胚乳細胞となり、その後、胚乳になる。もう1個は卵細胞と受精して (サ) 受精卵となり、その後、胚が形成される。

胚の発生が進むにつれ、さまざまな器官が形成されていく。この胚の発生・成熟と並行して、胚乳の発達または消滅が起こり、やがて種子が形成される。

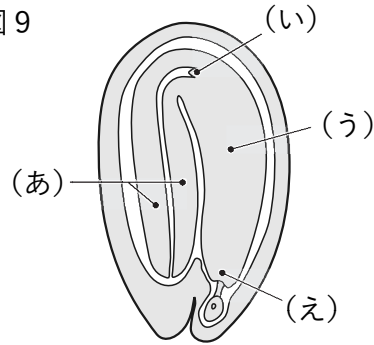
問1 下線部 (ア) ~ (サ) から、核相が $2n$ と $3n$ の細胞をそれぞれすべて選び、記号で記せ。ただし、該当するものがなければ「なし」と記せ。

問2 上に記したような被子植物にみられる特徴的な受精を何とよぶか、名称を記せ。

生 物 (その10)

問3 シロイヌナズナの種子の断面を図9に示す。

図9



株式会社新興出版社啓林館 / 生物 改訂版

i) (あ)～(え)の部位を何とよぶか。次の①～⑥から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。

① 胚乳

② 幼芽

③ 幼根

④ 子葉

⑤ 種皮

⑥ 胚軸

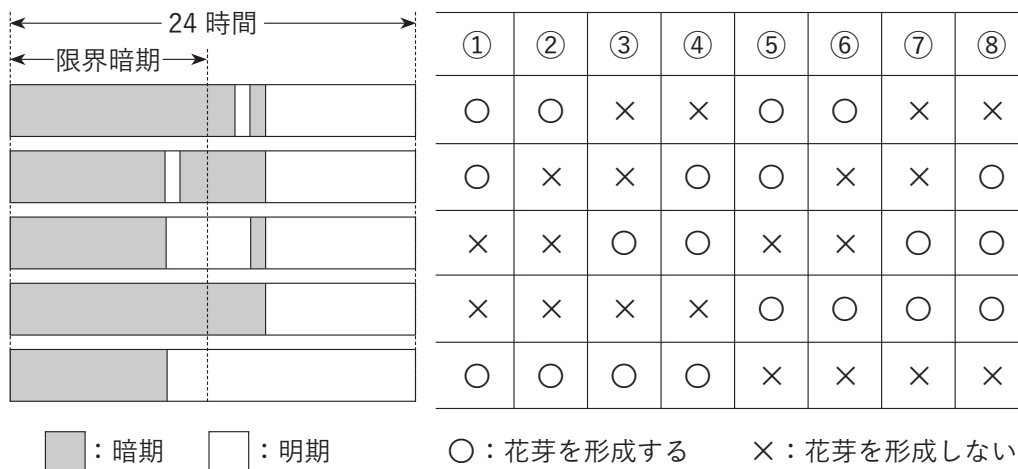
ii) 胚の成長に使われる養分を蓄えている部位はどこか。(あ)～(え)から最も適当なものを1つ選び、記号で記せ。

生 物 (その11)

[II] 植物は適切な環境条件下において、茎頂分裂組織で次々と新しい芽を形成しながら成長する。葉芽をつくり葉を形成しながら成長することを栄養成長という。しかし、環境が変化したり、ある一定の成長段階に達したりすると花芽をつくり、やがて花を咲かせて種子をつくる。これを生殖成長という。

多くの植物は日長の変化をとらえて花芽をつくる。日長が短くなると花芽をつける植物を短日植物といい、日長が長くなると花芽をつける植物を長日植物という。花芽形成に影響を与えるのは連続した暗期であり、花芽形成の有無を決定する連続暗期の長さを限界暗期という (図 10)。

図 10



東京書籍株式会社 / 改訂 生物

問 4 短日植物と長日植物のそれぞれにおいて花芽形成はどのようになるか。図 10 の各光条件と花芽形成の有無の組み合わせとして、①～⑧ から最も適当なものをそれぞれ 1 つずつ選び、番号で記せ。

問 5 日長の変化と関係なく花芽を形成する植物を何とよぶか、名称を記せ。

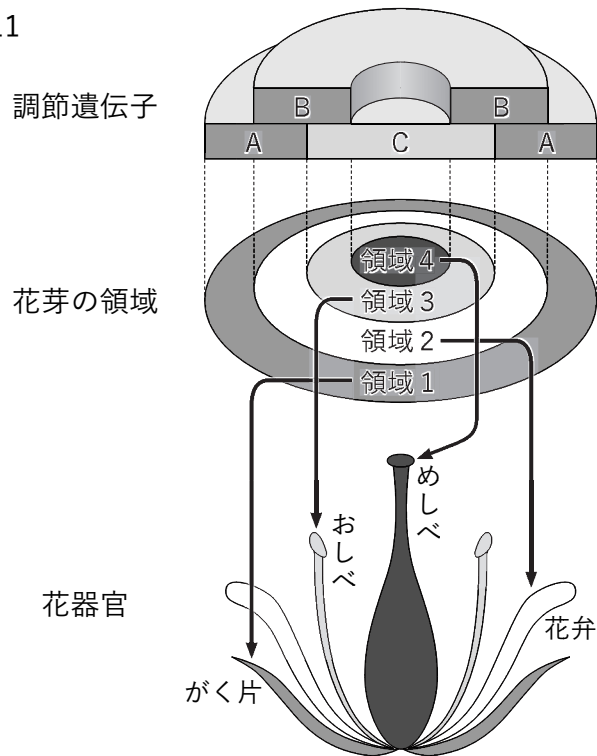
問 6 夜間照明が作物収穫量に与える影響が指摘されている。ハウレンソウが強い夜間照明にあたると収穫量が減少するのはどうしてか、簡潔に記せ。ただし、夜間照明は太陽光と同じ波長を含んでいるものとする。

生 物 (その12)

[Ⅲ] 花は茎頂分裂組織が花芽に分化したのちに形成される器官である。シロイヌナズナの突然変異体の研究などから、花の形成には、Aクラス、Bクラス、Cクラスの3種類の調節遺伝子が関与していることが明らかになった。これらの遺伝子は、それぞれ異なる調節タンパク質を合成することによって、花の形成に必要な遺伝子群のはたらきを調節している。これらの調節遺伝子のはたらきによって、野生型では4つの同心円状の領域の外側から順にそれぞれ、がく片、花弁、おしべ、めしべの花器官がつくられる。これをABCモデルとよぶ(図11)。

A, B, C各クラスの遺伝子は、それぞれ花芽の決まった領域ではたらく。領域1ではAクラス遺伝子が、領域2ではAクラス遺伝子とBクラス遺伝子が、領域3ではBクラス遺伝子とCクラス遺伝子が、領域4ではCクラス遺伝子がそれぞれはたらく。がく片はAクラス遺伝子のみがはたらく部分から分化し、花弁はAクラス遺伝子とBクラス遺伝子の両方がはたらく部分、おしべはBクラス遺伝子とCクラス遺伝子の両方がはたらく部分、めしべはCクラス遺伝子のみがはたらく部分から分化する。また、Aクラス遺伝子とCクラス遺伝子は、互いのはたらきを抑制し合っており、どちらか一方のはたらきが失われた場合には、他方の遺伝子が発現するようになる。

図11



生 物 (その13)

問7 シロイヌナズナにおいて、Aクラス遺伝子のみが欠損した突然変異体Iと、Bクラス遺伝子のみが欠損した突然変異体IIにおいて、領域1～領域4のそれぞれに形成される花器官は何か。次の①～④から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。ただし、番号は重複して選んでもよい。

- ① がく片 ② 花弁 ③ おしべ ④ めしべ

問8 問7の突然変異体Iと突然変異体IIを交雑させると、この交雑により得られたすべての雑種第一代 (F_1) からは野生型と同じ表現型の花が生じた。この F_1 を自家受精させて得られた F_2 のうち、野生型の表現型と表1の表現型Xを示すものの現れる確率はどうなるか、それぞれ分数で記せ。ただし、Aクラス遺伝子とBクラス遺伝子はともに単一の遺伝子で、別々の染色体上にあるものと仮定する。

表1

	領域1	領域2	領域3	領域4
表現型X	がく片	がく片	めしべ	めしべ