

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 被子植物とその環境応答に関する次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 32)

ア 一定の環境条件下にある植物は、茎を伸ばして次々と葉芽を形成する(a)成長を行う。葉芽から生じた葉は、光合成を行い、植物体に有機物を供給する。長日植物や短日植物では、適切な日長変化を受けると、葉芽ではなく、花芽を形成するようになる。つまり、(a)成長から(b)成長に切り替わる。花芽形成の機構は、現在、以下のように考えられている。

- 1 葉に含まれる光受容体の(c)が日長条件を受容する。
- 2 日長条件が適切な場合、花芽の分化を誘導する(d)が葉で合成される。
- 3 (d)が師管を通過して茎頂分裂組織に移動し、そこで花芽形成に必要な遺伝子の発現を誘導する。

イ 花芽から生じた花の胚珠や葯では、胚のう母細胞や花粉母細胞から胚のうや成熟花粉が作られ、受粉・受精が行われ、種子が形成される。

問1 上の文章中の(a)～(d)に入る語として適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 a b c d

- | | |
|----------|----------|
| ① フォトリピン | ② 吸水 |
| ③ 節間 | ④ クロロフィル |
| ⑤ 栄養 | ⑥ フィトクロム |
| ⑦ フロリゲン | ⑧ 生殖 |

問2 下線部アに関して、植物を取り巻く環境は常に穏やかではなく、温度変化や乾燥、塩濃度上昇といった厳しいものもある。植物が乾燥ストレスを受けた場合、植物体内で含有量の増える植物ホルモンとそのホルモンが行うはたらきの組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① オーキシシン — 離層形成の促進
- ② アブシシン酸 — 気孔の閉鎖促進
- ③ ジベレリン — 種子の発芽抑制
- ④ エチレン — 細胞分裂の促進

問3 下線部イについて、光合成の仕組みに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① クロロフィルは、緑色光を吸収すると酸化される。
- ② 光化学系Ⅱでは、水の分解が行われる。
- ③ 電子伝達系では、水素イオンがATP合成酵素の中を通過してストロマからチラコイド内へ移動するときにATPが合成される。
- ④ カルビン・ベンソン回路において、二酸化炭素を取り込む反応では、 C_3 化合物から C_5 化合物がつくられる。

生物基礎・生物

問4 下線部ウに関して、図1において短日植物を表すグラフと短日植物の例の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 7

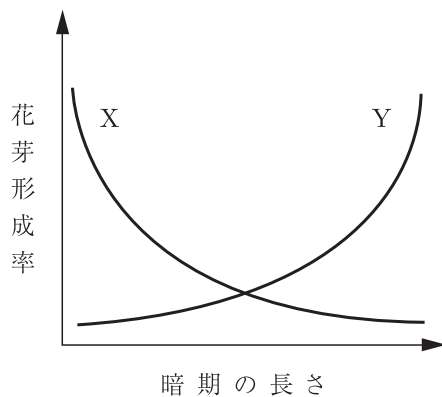


図 1

- | | |
|---------------|---------------|
| ① グラフX — アサガオ | ② グラフX — アブラナ |
| ③ グラフY — アサガオ | ④ グラフY — アブラナ |

問5 下線部Ⅰに関して、花の器官形成については、シロイヌナズナの突然変異体を用いた研究から、主に三つのクラスの調節遺伝子(クラスA, クラスB, クラスC)により制御されるABCモデルが提唱されている。図2は、シロイヌナズナの野生型の花を上から見たときの模式図であり、同心円状に領域1にがく片, 領域2に花弁, 領域3に雄しべ, 領域4に雌しべが分化する。各領域で分化する花器官はクラス遺伝子の組合せにより決まり、クラスA遺伝子は領域1と2, クラスB遺伝子は領域2と3, クラスC遺伝子は領域3と4ではたらく。また、クラスA遺伝子とクラスC遺伝子は、互いのはたらきを抑制しあう。下の問い(1)～(3)に答えよ。

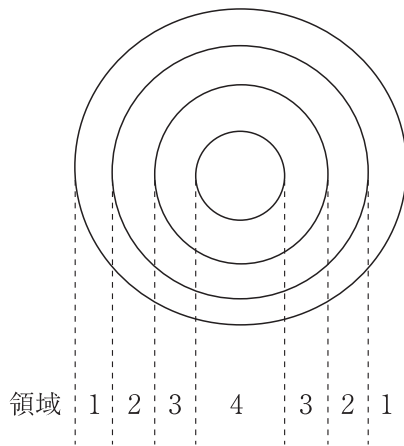


図 2

(1) クラスA遺伝子の機能を失ったクラスA遺伝子突然変異体の領域1に分化する器官として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① がく片 ② 花 弁 ③ 雄しべ ④ 雌しべ

(2) クラスA～C遺伝子に変異し、各遺伝子の機能を失った突然変異体の花では、本来あるべき構造が別の構造に置き換わる。このような変異体の名称として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① ホメオティック突然変異体 ② フレームシフト突然変異体
③ ペアルール突然変異体 ④ アンテナペディア突然変異体

生物基礎・生物

(3) 各遺伝子の機能を失った突然変異体の交雑の結果、種子が形成される掛け合わせとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、自家受精による種子形成は起こらないものとする。 10

- ① 野生型×クラスC遺伝子の突然変異体
- ② クラスA遺伝子の突然変異体×クラスB遺伝子の突然変異体
- ③ クラスA遺伝子の突然変異体×クラスC遺伝子の突然変異体
- ④ クラスB遺伝子の突然変異体×クラスC遺伝子の突然変異体

問6 下線部オに関する記述として適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 11 12

- ① ある胚のうに含まれる8個の核は、すべて同じ遺伝情報をもつ。
- ② 成熟花粉は、大きな雄原細胞に小さな花粉管細胞が取り込まれた状態にある。
- ③ 重複受精では、花粉管の中を移動してきた精細胞のうち、1個が卵細胞と、もう1個が助細胞と同時に受精する。
- ④ 雌しべに形成される胚珠は必ず1個である。
- ⑤ ナズナは、種子形成過程で胚乳が発達せず、無胚乳種子を形成する。

第2問 DNAと遺伝子に関する次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 21)

DNAが遺伝子の本体であることは、が行ったアファージの実験により証明されたが、当時DNAがどのように遺伝情報を保有するののかについては分かっていなかった。しかし、その後、DNAは2本のヌクレオチド鎖がよりあわさったイ二重らせん構造をとり、ウヌクレオチド鎖における塩基の配列が遺伝情報であり、これによりエタンパク質が合成されることが明らかになった。

問1 上の文章中のに入る人物名として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ジャコブとモノー
- ② ハーシーとチェイス
- ③ ワトソンとクリック
- ④ メセルソンとスタール

問2 下線部アに関する記述として適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① ファージは、DNAとそれを取り囲む細胞膜でできている。
- ② ファージが大腸菌に吸着すると、構造体の一部を大腸菌表面に残し、DNAのみを大腸菌内に注入する。
- ③ ファージは、感染した大腸菌の中でDNAのみを合成し、子ファージを作る。
- ④ ファージの感染した大腸菌をミキサーで激しく攪拌し、その後で遠心分離を行うと、ファージの多くのDNAは主に上澄みに分画される。
- ⑤ 大腸菌内に注入されたファージのDNAは、半保存的複製により合成される。

問3 下線部イについて、DNAに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 2本のヌクレオチド鎖間では、AとG、CとTが相補的に水素結合している。
- ② 五炭糖として、リボースが含まれる。
- ③ 2本のヌクレオチド鎖は逆向きに結合している。
- ④ 主鎖は、リン酸と塩基の繰り返しでできている。

問4 細胞がもつDNAについて調べるため、ウシのさまざまな器官からとった細胞の核あたりのDNA量を測定したところ、表1のようになった。これを参考にして、ウシの細胞のDNAについての記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5

表 1

細胞	胸腺	肝臓	腎臓	精子
核あたりのDNA量 [$\times 10^{-9}$ mg]	6.3	12.1	5.9	3.3

- ① 精子は小型の細胞なので、核あたりのDNA量が少ない。
- ② 精子と腎臓では染色体数が異なるため、核あたりのDNA量が異なる。
- ③ DNA量を測定した肝臓の細胞は、分裂直後であったと考えられる。
- ④ 卵細胞で核あたりのDNA量を測定すると、 6.0×10^{-9} mg前後と考えられる。

生物基礎・生物

問5 下線部ウに関して、ある細菌のもつ一つの遺伝子(一つのタンパク質合成を支配する2本鎖DNAの領域)について、DNAの分子量がX、DNAを構成するヌクレオチド(残基)の平均分子量がY、ヌクレオチド対間の長さがZnmであった。次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) この遺伝子DNAの長さ(mm)として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 mm

- ① $\frac{XZ}{2Y} \times 10^{-6}$ ② $\frac{XZ}{Y} \times 10^{-6}$ ③ $\frac{XZ}{2Y} \times 10^{-3}$ ④ $\frac{XZ}{Y} \times 10^{-3}$

(2) この遺伝子DNAから合成されるタンパク質を構成するアミノ酸の最大数として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{3X}{Y}$ ② $\frac{X}{3Y}$ ③ $\frac{3X}{2Y}$ ④ $\frac{X}{6Y}$

第3問 ヒトの恒常性に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～8)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 33)

A ヒトの体の表面はア粘膜や角質層で覆われている。そして、体を構成する細胞は直接には外部環境と接しておらず、体内環境を作り出す体液に取り囲まれており、その生命活動を維持している。体液は、の三つに大別されるが、どれも細胞の生命活動に不可欠であり、内分泌系および自律神経系により一定に維持されている。

体内環境の調節には、間脳が重要な役割を担っている。体内環境の変化をウ間脳のエ視床下部が感知すると、その情報が自律神経系を介して体の各器官や臓器に伝えられ、調節が行われる場合がある。例えば、摂食により血糖濃度が上昇すると、これを感知した間脳視床下部が(a)神経を介してすい臓ランゲルハンス島(b)細胞を刺激し、(c)を分泌させる。その結果、組織における(d)、(e)や筋肉における(f)が促進され、血糖濃度が低下する。

問1 下線部アに関して、次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) 粘膜や角質層などによる物理的・化学的防御に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 粘液には、細菌の細胞膜を破壊するリゾチームが含まれる。
- ② 胃液には、殺菌効果のある胃酸が含まれる。
- ③ 角質層は死んだ細胞層からなり、ウイルスは感染しても増殖できない。
- ④ 気管の繊毛は、繊毛運動により異物を排出する役割をもつ。

(2) 粘膜や角質層などを通過して体内に侵入した病原体に対し、感染部位に集まって食作用を行う白血球の名称として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 樹状細胞
- ② マクロファージ
- ③ ヘルパー T細胞
- ④ 好中球

問2 前ページ文章中の空欄 **イ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

- ① リンパ液・組織液・血液 ② 血液・細胞液・リンパ液
 ③ 組織液・血液・細胞液 ④ 細胞液・組織液・リンパ液

問3 下線部ウの間脳は、中枢神経系の一つである。中枢神経系に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **4**

- ① 延髄は心臓拍動調節の中枢であり、血液中の二酸化炭素濃度を感知して心拍数を調節する。
 ② 中脳は瞳孔反射の中枢であり、受容した光量が多い場合、瞳孔散大筋を収縮させて瞳孔を拡大する。
 ③ 脊髄反射の反射弓では、運動神経は背根から骨格筋へつながる。
 ④ 一般に、脳幹は延髄・小脳・間脳で構成されており、ここが機能しなくなった状態を脳死という。

問4 下線部エの視床下部で合成されるホルモンの名称とそのはたらきの組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- | ホルモンの名称 | はたらき |
|----------|-------------|
| ① セクレチン | すい液の分泌を促進する |
| ② セクレチン | すい液の分泌を抑制する |
| ③ バソプレシン | 尿量を増加させる |
| ④ バソプレシン | 尿量を減少させる |

生物基礎・生物

問5 28ページ文章中の空欄(a)～(c)・(e)に当てはまる語として最も
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。

a b c e

- | | | |
|---------|---------|----------|
| ① A | ② B | ③ アドレナリン |
| ④ グルカゴン | ⑤ インスリン | ⑥ 交感 |
| ⑦ 副交感 | ⑧ 心臓 | ⑨ 肝臓 |

問6 28ページ文章中の空欄(d)・(f)に当てはまる短文として最も適当な
ものを、次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。d f

- ① グリコーゲンのグルコースへの分解
- ② グルコースからのグリコーゲンの合成
- ③ グルコースの細胞内への取り込みと分解
- ④ タンパク質の糖化

B 自律神経は、内臓および平滑筋や心筋、毛細血管、汗腺、内分泌腺などに分布し、それらのはたらきを調節している。アセチルコリンは、副交感神経の神経伝達物質であるが、骨格筋に興奮を伝える運動神経の神経伝達物質としても利用されている。アセチルコリンを神経伝達物質として放出する神経をコリン作動性神経と呼ぶ。ヒトでは、副交感神経から心臓の右心房にある **オ** にアセチルコリンが放出されると、その細胞膜の受容体で受け取られ、心臓の活動が **カ** される。一方、運動神経から骨格筋に放出されたアセチルコリンが、骨格筋の細胞膜のアセチルコリン受容体で受け取られると、**キ** チャネルを通してある陽イオンが筋細胞内に流入し、膜電位が **ク** に傾き活動電位が発生する。

問7 上の文章中の空欄 **オ**・**カ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **12**

- | | オ | カ |
|---|------|----|
| ① | 房室結節 | 促進 |
| ② | 房室結節 | 抑制 |
| ③ | 洞房結節 | 促進 |
| ④ | 洞房結節 | 抑制 |

問8 上の文章中の空欄 **キ**・**ク** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **13**

- | | キ | ク |
|---|--------------|---|
| ① | 電位依存性ナトリウム | 負 |
| ② | 伝達物質依存性ナトリウム | 正 |
| ③ | 電位依存性カリウム | 正 |
| ④ | 伝達物質依存性カリウム | 負 |

第4問 キイロショウジョウバエの配偶子形成と遺伝に関する文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 14)

キイロショウジョウバエの性は性染色体の構成により決定され、ヒトと同様、雄ヘテロのXY型である。キイロショウジョウバエの眼の色の遺伝子には、赤眼の遺伝子と白眼の遺伝子があり、前者は後者に対して優性(顕性)で、両遺伝子はX染色体上に存在する。いま、アある赤眼の雌とある雄を両親とし交配させたところ、白眼の雄が生じた。

問1 キイロショウジョウバエの分類に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 環形動物門に属する。
- ② 旧口動物である。
- ③ 発生過程で脊索が生じる。
- ④ 二胚葉性(外胚葉と内胚葉)の動物である。

問2 下線部アに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 赤眼の雌親の遺伝子型は優性ホモ接合である。
- ② 赤眼の雌親の遺伝子型はヘテロ接合である。
- ③ 雄親の表現型は赤眼である。
- ④ 雄親の表現型は白眼である。

