

# 生 物 (その1)

1 以下の文章を読んで質問に答えなさい。

- (1) 「種の起源」の著者でもあるダーウィンは植物生理学の分野でも先駆者の一人とされている。彼はイネ科のカナリアソウの幼葉鞘が、光が来る方向に曲がることを観察し、いくつかの実験を行った。その後、ボイセン-イエンセン、パール、ウエントらの研究により、光が当たる側と当たらない側では<sup>A</sup>オーキシンの濃度が異なることによることが明らかになった。一般に、植物が与えられた刺激の方向に対応して屈曲する性質を(ア)と呼び、その中で光によるものを光(ア)と呼ぶ。オーキシンの植物体内での輸送には細胞膜にある<sup>B</sup>オーキシン取り込み輸送体である(イ)と<sup>C</sup>排出輸送体である(ウ)が関与している。光が当たると光受容体である(エ)で光が感知され、細胞膜上での(ウ)の分布が変化し、オーキシンは光の当たらない方向へ移動する。このようにオーキシンの移動は方向性を持っており、逆方向へは移動しない。このように方向性を持った移動を(オ)と呼ぶ。

問 1 (ア)~(オ)に適切な語句を入れなさい。但し、(イ)、(ウ)はアルファベット3文字で書きなさい。

問 2 下線部Aに関して、ボイセン-イエンセンはマカラスムギ(アベナ)の幼葉鞘を用いた実験をおこなった。彼は先端を切除し、もとに戻した幼葉鞘、切除面に雲母片を挟んだ幼葉鞘、切除面にゼラチン片を挟んだ幼葉鞘、の3つの材料を用いて実験を行った。この実験の目的は何であったのかを20字以内で書きなさい。

問 3 下線部Bに含まれる物質名を1つ書きなさい。

問 4 下線部Cに関して、オーキシンの植物細胞内の取り込みに関しては(イ)以外の経路もある。どのような経路があるか、20字以内で書きなさい。

- (2) オーキシンの移動には重力も関与している。植物の重力刺激の感知は植物の根の先端にある(カ)と呼ばれる組織の中の(キ)細胞の中にある(ク)という物質が関与している。また、オーキシンは植物の器官によって最適濃度が異なり、各器官においても、ある一定の濃度の幅の中では<sup>D</sup>オーキシンは低濃度では成長を促進するが、高濃度では抑制する。いま、茎と根からなる植物の芽生えを水平に置いたとする。茎と根ではオーキシンの最適濃度が異なるため、茎では下側(地面側)の伸長が(ケ)され(コ)に屈曲し、根では下側(地面側)の伸長が(サ)され(シ)に屈曲する。

問 5 (カ)~(シ)に適切な語句を入れなさい。但し、(ケ)、(サ)には促進、抑制のいずれかを入れなさい。また(コ)、(シ)には上、下のいずれかを入れなさい。

問 6 下線部Dに関して、根と茎におけるオーキシンの濃度と植物の成長の関係をグラフで示しなさい。ただし、縦軸はオーキシンがない状態での成長を0とし、それより上を成長の促進、下を抑制とする。

問 7 茎と根からなる植物の芽生えを水平に置いたとき、時間ごとにオーキシンがどのように移動するか、図に矢印で示しなさい。

(3) 植物ホルモンには種子の発芽に関与しているものもある。胚乳(デンプンが貯蔵されている)を持つムギの種子では、乾燥状態にある種子が吸水することにより発芽が始まる。吸水刺激により誘導されたジベレリンの分泌、およびアミラーゼの合成が発芽における重要な役割を持っている。いま、オオムギの種子を2つに切断し、胚のあるもの(胚付き半種子)と胚のないもの(胚なし半種子)に分け、デンプンを含んだ寒天培地に切断面を下にして置いた。さらに、半種子の外側にある糊粉層を除去した半種子(糊粉層除去半種子)もデンプンを含んだ寒天培地に切断面を下にして置いた。24時間後に半種子を置いた部分にヨード液を滴下しデンプンの分解の有無を調べた。その結果、以下の結果が得られた。

培地添加物	胚付き半種子	胚なし半種子	糊粉層除去胚付き半種子
なし	—	+	+
ジベレリン	—	—	+
植物ホルモンX	+	+	+

—：ヨード反応なし      +：ヨード反応あり

問 8 この結果からオオムギの種子の中でジベレリンを分泌する部位、アミラーゼ遺伝子が活性化する部位はそれぞれどこか、書きなさい。

問 9 植物ホルモンXにはどのようなものが考えられるか、ホルモン名を1つ書きなさい。

(4) 花芽の形成、促進に関与する植物ホルモンとしてフロリゲンがある。花芽形成は温度ではなく日長変化が重要である。植物は葉に含まれる色素である(ス)で光刺激を感じ取る。近年、(セ)植物であるシロイヌナズナと(ソ)植物であるイネの全ゲノムが解読され、これらを用いてフロリゲンの解析が行われた。その結果、シロイヌナズナでは(セ)条件特異的に(タ)遺伝子が、イネでは(ソ)条件特異的に *Hd3a* 遺伝子が発現することで花芽形成を誘導していることがわかった。そこで、イネのどの組織で *Hd3a*-mRNA が発現しているかを調べたところ、葉において mRNA の高い発現が認められた。 つぎに *Hd3a* に緑色蛍光タンパク質 (Green Fluorescence Protein; GFP) 遺伝子をつなげ、イネに導入した。この形質転換体を(ソ)条件下で育成したところ野生型に比べ早咲きの表現型を示した。 続いて *Hd3a*-GFP タンパク質の蛍光がイネのどの組織で観察されるかを形質転換体植物の種々の組織の切片を作成し、レーザー顕微鏡で観察した。その結果、*Hd3a*-GFP タンパク質の蛍光は維管束周辺領域、茎頂分裂組織およびその周辺にて蛍光が検出された。

問10 ( ス )~( タ )に適切な語句を入れなさい。但し, ( セ ), ( ソ )には長日, あるいは短日のいずれかを入れなさい。

問11 下線部E, Gの結果から *Hd3a* 遺伝子産物の動態を 30 字以内で書きなさい。

問12 下線部Fから Hd3a-GFP タンパク質はどのような機能を持つと考えられるか, 10 字以内で書きなさい。

*Windom*

2 以下の文章を読んで質問に答えなさい。

(1) RNA は核酸の一種で糖(リボース)、塩基および(ア)から成り、塩基としてはアデニン、グアニン、シトシン、(イ)の4つがある。RNA は働きの違いから伝令 RNA (mRNA)、転移 RNA (運搬 RNA, tRNA)、リボソーム RNA (rRNA)の3つに分けられる。mRNA は遺伝子 DNA の遺伝子配列を転写して作られ、タンパク質合成の際のアミノ酸配列を指定する。mRNA の塩基配列は3つで1つのアミノ酸を指定する。この mRNA の3つの塩基配列は(ウ)と呼ばれる。tRNA は(エ)の働きで特定のアミノ酸と結合し、mRNA の(ウ)に対応したアミノ酸を運ぶ。tRNA は mRNA の(ウ)と結合する部位を持ち、その部位の3つの塩基配列は(オ)と呼ばれている。また、tRNA の末端には特定の塩基配列<sup>B</sup>があり、この末端にアミノ酸が結合する。rRNA はタンパク質合成の場であるリボソームを構成する。

問 1 (ア)~(オ)に適切な語句を入れなさい。なお、(エ)には酵素名を入れなさい。

問 2 下線部Aに関して、tRNA の構造を図で示し、アミノ酸結合部位、(オ)を示しなさい。ただし、(オ)と示し、語句を入れる必要はない。

問 3 下線部Bに関して、特定の塩基配列とは何か、塩基の略語(A, Gなど)で、アミノ酸が結合する部位からの配列を示しなさい。

(2) RNA ワールドとは古代の地球では RNA が遺伝情報と触媒<sup>C</sup>の両方の機能を持っていた、とする考え方である。現在、RNA を遺伝情報として持つものとしては、RNA ウイルスがある。ウイルスは核酸とタンパク質の殻から成る感染性粒子である。その中で核酸として RNA を持つ<sup>D</sup>ものが RNA ウイルスと呼ばれている。さらに RNA ウイルスは逆転写酵素を持つものと、持たないものに分けられる。逆転写酵素を持つ RNA ウイルスは(カ)ウイルスと呼ばれ、<sup>E</sup>ヒト免疫不全ウイルス(HIV)もその1つである。HIV は T 細胞の1つである(キ)T 細胞上にある CD 4 と呼ばれる分子に結合し、この細胞に感染する。感染すると HIV は逆転写酵素<sup>F</sup>により自分の DNA を作り、これを宿主の(キ)T 細胞の DNA の中に組み込み、潜伏する。この状態は(ク)と呼ばれる。免疫担当細胞に感染するので HIV 感染から長期間経過すると(ケ)を発症する。この状態になると健常者では問題とならない微生物にも感染する。このような感染症を(コ)感染症と呼ぶ。

問 4 (カ)~(コ)に適切な語句を入れなさい。

問 5 下線部Cに関して、このような機能を持つ RNA を何というか、語句を書きなさい。

問 6 下線部Dに関して、ウイルスは感染性の粒子ではあるが、「生物」には分類されない。その理由を 20 字以内で書きなさい。

問 7 下線部Eに関して、逆転写酵素を持たない RNA ウイルスが感染前のウイルス粒子の中に持ちうる酵素は次の中のどれか、すべてを記号で書きなさい。

a : RNA から RNA を合成する酵素

b : RNA から DNA を合成する酵素

c : DNA から RNA を合成する酵素

d : DNA から DNA を合成する酵素

問 8 下線部Fに関して、ヒト CD 4 分子が HIV の標的分子であることを確認する目的でマウスの細胞にヒト CD 4 分子を発現させた細胞を作成し、これに HIV を感染させようとしたが、感染しなかった。この理由としてどのようなことが考えられるか。20 字以内で書きなさい。

(3) ヒトのゲノムの殆どはタンパク質の遺伝子配列を持っておらず、ノンコーディング領域と呼ばれる。しかし、この領域からも膨大な数の RNA の転写が起こっており、その機能について従来は特別な生理活性は持たないと考えられていたが、現在では重要な機能があることが明らかになってきた。この機能的なノンコーディング RNA の 1 つにマイクロ RNA (miRNA) がある。miRNA は 18-25 塩基からなる 1 本鎖 RNA である。その合成過程は、まずゲノムから転写された長い RNA から miRNA の前駆体が切り出される。miRNA 前駆体は相補的な塩基配列があるため二本鎖のループ構造をとる。この miRNA 前駆体は(サ)により 18-25 塩基程度の二本鎖 miRNA になる。二本鎖 miRNA はその後、乖離し、片側は miRNA と成り、もう一本は分解される。完成した miRNA は(シ)と呼ばれる複合体を形成する。この複合体は <sup>G</sup>相補的な配列を持つ mRNA の翻訳を転写後レベルで抑制する。

問 9 (サ), (シ)に適切な語句を入れなさい。

問10 下線部Gに関して、この現象を何と呼ぶか、語句で書きなさい。

## 生 物 (その2)

3 次の文章を読み、問1～5に答えなさい。

適応免疫(獲得免疫)は、反応するリンパ球の種類により(ア)と(イ)に分けられる。(ア)は、抗体による免疫で、(ウ)により活性化された(エ)が増殖し、抗体を分泌する(オ)へ分化する。抗体は(カ)とよばれるタンパク質で、2本の(キ)とより分子量の大きい2本の(ク)からなり、4本のポリペプチド鎖が(ケ)結合で互いに連結し、(コ)字型の分子構造をとる。(イ)は、T細胞自身が抗原に対する免疫を担っている。(サ)である(シ)や(ス)がその抗原情報を(ウ)に伝え、活性化した(ウ)はサイトカインを放出し、(ス)の食作用を増強させ、(セ)は同一の抗原情報を提示している標的細胞を攻撃する。

問1 (ア)～(セ)に適切な語句を入れなさい。

問2 適応免疫は、最初の感染時に自然免疫よりも遅れて反応するのはなぜなのか、40字以内で書きなさい。

問3 抗体のどの部分に抗原は結合するか、20字以内で書きなさい。

問4 T細胞による抗原認識に重要な分子はなにか、20字以内で書きなさい(略語は不可)。

問5 胸腺のない子供が生まれたとしたら、どのような細胞や機能に異常がでるか、90字以内で書きなさい。

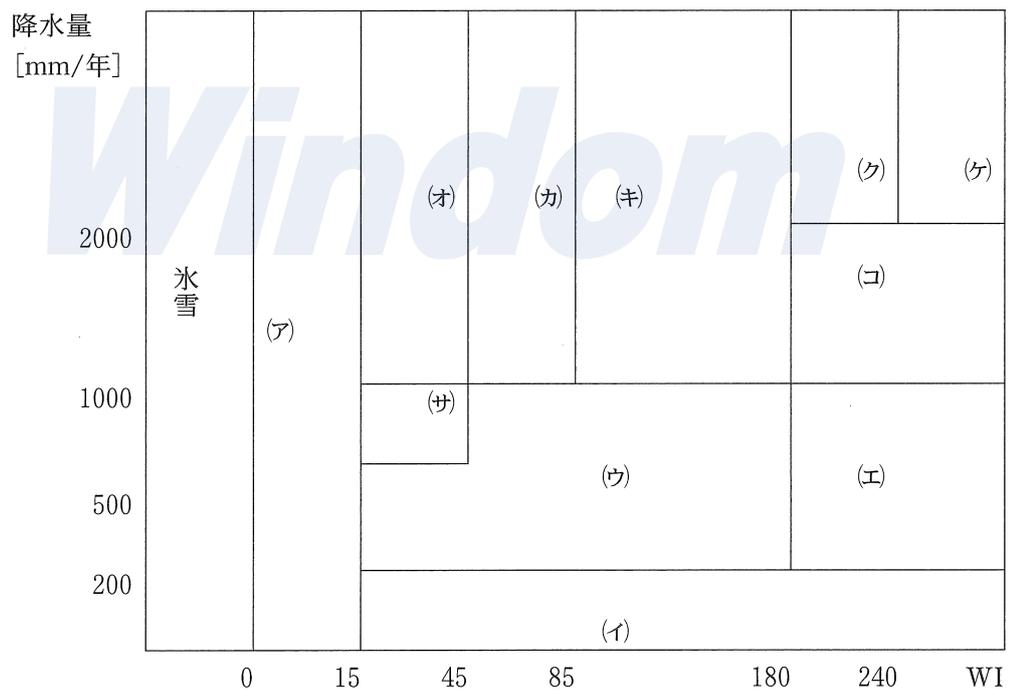
4 次の文章を読み、問1～4に答えなさい。

植物の生育には、月平均気温で5℃以上が必要とされている。1年間のうち、月平均気温が5℃を越える各月について月平均気温から5℃引いた値の合計値を暖かさの指数(WI, warmth index)という。

問1 2013年のA県B市の月別の平均気温のデータである。暖かさの指数を計算しなさい。

2013年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均気温(℃)	-3.0	-2.0	1.4	6.3	10.9	16.5	20.6	23.1	18.9	13.8	5.7	1.8

問2 下図は暖かさの指数・降水量とバイオームの関係である。(ア)～(サ)に適切な語句を入れなさい。



問3 日本のバイオームに相当する領域を(ア)～(サ)の中から選びなさい。

問4 下記の植物はどのバイオームを代表するものか。図中の(ア)～(サ)から選びなさい。

- |        |       |        |        |
|--------|-------|--------|--------|
| ① ブナ   | ② シイ  | ③ シラビソ | ④ クスノキ |
| ⑤ ミズナラ | ⑥ チーク | ⑦ カラマツ | ⑧ トウヒ  |