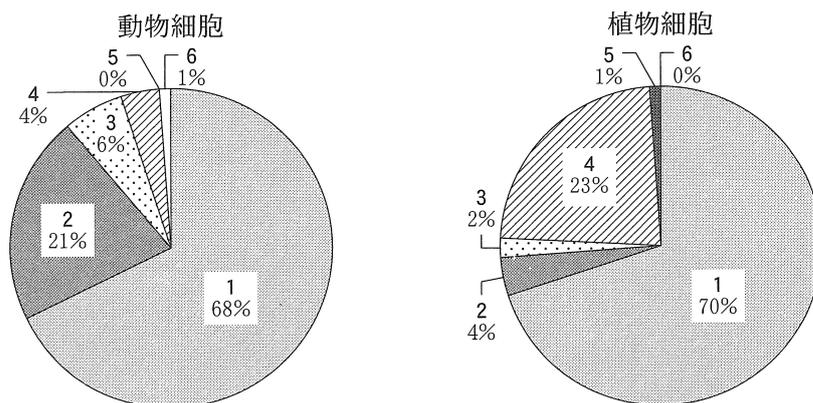


生 物 (その1)

1 以下の文章を読んで、質問に答えなさい。

- (1) 生物の基本単位は細胞である。その動物細胞、植物細胞を構成している大部分は水分である。動物細胞(ヒトの肝細胞)および植物細胞(トウモロコシ)の構成成分の割合を図に示した。



問 1 図で、成分 1 は水分、成分 2 はタンパク質、成分 3 は脂質、成分 5 は無機塩類、成分 6 は核酸を表している。成分 4 は何を表しているのか、書きなさい。また、成分 4 が植物細胞で多いのはなぜか、その理由を 2 つ、それぞれ 20 字以内で書きなさい。

問 2 下線部 A に関して、植物および動物に関してこの説を初めて提唱した人物は誰か、それぞれの人物名を書きなさい。

- (2) タンパク質の最小単位はアミノ酸である。ペプチド結合によってアミノ酸が重合してできる分子をポリペプチドと呼び、このポリペプチドのアミノ酸配列をタンパク質の一次構造と呼ぶ。このポリペプチド鎖が折れたたまる際に水素結合によって形成される規則的な立体構造 B が出る。これがタンパク質の二次構造である。

問 3 側鎖を R1, R2 とする 2 つのアミノ酸がペプチド結合で結合している化学式を書きなさい。その図の中でペプチド結合部分を四角で囲みなさい。

問 4 下線部 B に関して、このような規則的な立体構造にはどのようなものがあるか、2 つ書きなさい。

問 5 タンパク質の立体構造を決定する上で重要な働きをするものにジスルフィド(S-S)結合がある。ジスルフィド結合を生成するアミノ酸の名称を書きなさい。

- (3) アメリカの生化学者、アンフィンセンはリボヌクレアーゼ(RNase)を用いた試験管内の実験から、[タンパク質の立体構造はアミノ酸配列で決まり、その立体構造は自発的に作られる]という説を発表し、現在「アンフィンセンのドグマ」として知られている。この定説は多くのタンパク質において成り立っている。しかし、実際の細胞では他のポリペプチドとの相互作用により折りたたみに不都合が起こる場合がある。そこで細胞内にはポリペプチドが正しく折りたたまれるのを助けるタンパク質が存在する。

問 6 下線部Cについて、アンフィンセンは試験管内においてRNaseの溶液に変性剤を添加することにより酵素を失活させる実験を行った。この変性剤による変化は熱変性や酸、アルカリによる変性とは異なり可逆的な変性であることがわかっている。この後、どのような実験を行うとアンフィンセンのドグマが立証できるか、実験方法を30字以内で書きなさい。

問 7 下線部Dについて、このタンパク質の名称を書きなさい。

- (4) アンフィンセンのドグマに従わない例としてプリオンが知られている。プリオンによる疾患(プリオン病)は中枢神経系の感染性の病気であり、ヒトのクロイツフェルト・ヤコブ病(CJD)、ヒツジやヤギのスクレーピー、ウシの海綿状脳症(BSE)をはじめとして多くのほ乳類で見つかっている。ヒトのCJDとスクレーピー(scrapie)の病理学的な特徴が一致していることがプリオン病の解明の糸口となった。当初、プリオン病はウイルスによる病気と考えられており、ウイルスの発育が遅く、長い時間が経過して発症するものと考えられていた。ところがアメリカの神経学者であるプルシナーはゴールデンハムスター(ハムスター)の脳からスクレーピーの病原因子の抽出に成功し、この物質がウイルスではなくタンパク質であることを示し、プリオンと名付けた。さらにこのスクレーピーの原因となっているタンパク質(Prion Protein in scrapie; PrP^{sc})と全く同じアミノ酸配列を持ち、立体構造が異なるタンパク質が正常な神経細胞にも存在することが明らかとなり、これをPrP^c(cellular PrP)と表した。その後、PrP^{sc}とPrP^cとの関係を明らかにする目的で多くの実験が行われた。発症したハムスター及びマウスからPrP^{sc}を採取し、それぞれをHa PrP^{sc}、M PrP^{sc}とした。これらを別のハムスター及びマウスの脳に接種したところ、Ha PrP^{sc}を接種したハムスターは発症したが、マウスは発症しなかった。同様に、M PrP^{sc}を接種したマウスは発症したが、ハムスターは発症しなかった。次に正常マウスにHa PrP^cの遺伝子を導入したトランスジェニックマウスを作成し、これにHa PrP^{sc}、M PrP^{sc}を接種したところ、いずれの場合でも発症した。最後に、M PrP^cの遺伝子を欠損したノックアウトマウスを作成し、これにM PrP^{sc}を接種したが、発症しなかった。

- 問 8 下線部Eに関して、感染病原因子がウイルス、細菌という既知の病原微生物ではない事を証明するにはどのような方法があるか、その1例を20字以内で書きなさい。
- 問 9 この文章を読んで、プリオン病はどのようにして発症するものと考えられるか、PrP^{sc}とPrP^cとを使って、40字以内で書きなさい。なお、PrP^{sc}、PrP^cは2文字に相当するものとしなさい。
- 問10 下線部Fに示したように、プリオンの感染は種の壁は越えない、と考えられている。しかし、BSEを発症したウシのPrP^{sc}をヒトが摂取すると発症するのではないか、という可能性もある。この可能性を検討するには、マウスを用いてどのような実験を行えばよいか、PrP^{sc}とPrP^cとを使って、30字以内で書きなさい。なお、PrP^{sc}、PrP^cは2文字に相当するものとしなさい。

Windom

2 以下の文章を読んで、質問に答えなさい。

- (1) 植物の吸水は主に根で行われており、根の先端部にある(ア)から内部の細胞へと水は移動し、(イ)に入る。(ア)から(イ)に至る水分の経路には、細胞間隙を通る経路と細胞内を通る経路、の2つの経路がある。植物が根から吸収した水は植物の内部を上昇する。
B この水を上昇させる要因には根における(ウ)、蒸散による(エ)、および水分子の(オ)の3つがある。

問 1 (ア)~(オ)に適切な語句を入れなさい。

問 2 下線部Aに関して、この細胞膜よりも外側の空間は何と呼ばれるか、その語句を書きなさい。

問 3 下線部Bに関して、細胞内を通る経路ではどのような力で水が移動するのか、書きなさい。

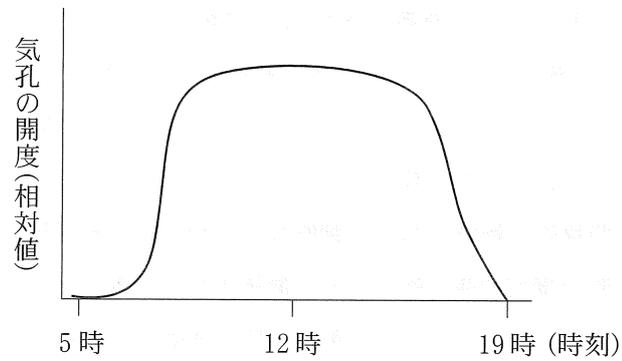
- (2) 気孔は二酸化炭素や酸素などの気体の交換、及び水の放出に関与している。気孔は2つの孔辺細胞に挟まれたすき間である。孔辺細胞は特徴的な構造を持っており、この構造のため、孔辺細胞が吸水して膨らむと孔辺細胞のすき間が広がり、その結果、気孔が開く。気孔の開閉には種々の要因が関与しているが、その1つに光がある。気孔は赤色光、青色光のいずれにも反応して開口するが、赤色光は強光の場合のみ開口効果があるが、青色光は弱光でも有効である。気孔開口に関する青色光の光受容体は孔辺細胞の(カ)である。(カ)は青色光を感知するとプロトンポンプを活性化する。このプロトンポンプは(キ)のエネルギーを用いて細胞内の(ク)を細胞外へ放出する。その結果、膜内外の電位差が大きくなると(ケ)チャンネルが開き、大量の(ケ)が細胞内に流入して、浸透圧が上がり、水が流入して気孔が開く。一方、気孔の閉鎖には植物ホルモンの1つである(コ)を介して行われる。植物で水分が不足すると(コ)が合成され葉での濃度が高まり、孔辺細胞に作用して、膨圧が低下して、気孔は閉じる。

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、孔辺細胞から成り、水を排出するための構造が植物にはある。この名称を書き、気孔との違いを書きなさい(字数制限なし)。

問 6 下線部Dに関して、気孔が開く原理がわかるように、細胞壁の厚みに注意して、1対(2個)の孔辺細胞の図を描き、解答欄の余白に気孔が開く原理についての簡単な説明を書きなさい(字数制限なし)。但し孔辺細胞の細胞内の構造は描く必要はない。

問 7 気孔の開閉には光の強さや湿度などさまざまな環境因子が関与している。ある日(晴れ, 最高気温: 25℃)の気孔の開き度合の日内変化を図に示した。この気孔の, 気温 25℃の雨の日の相対開度はどうなるか, 解答欄の図に描き入れなさい。



問 8 葉の裏側から孔辺細胞を含む表皮を剥離し, 細胞の生理反応が再現できるような液体培地に浮かべた。この液体培地の中に pH メーターのプローブ(探針)を入れ, 培地の pH を測定しながら青色光を照射した。この青色光照射により pH はどのように変化するか, 解答欄の図に描き入れなさい。

Windom

生 物 (その2)

3 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

生体膜は、細胞膜、核膜、細胞小器官などの膜に対してつけられた名称で、厚さがわずか8 nmの特筆すべき薄膜で、それが取り囲む細胞の物質の取り込みと排出を制御している。生体膜は二重の層でできており、その主成分はリン脂質とタンパク質で、いずれも(ア)領域と(イ)領域の両方をもつ両親媒性分子である。1972年にシンガーとニコルソンにより(ウ)という膜構造が提唱された。細胞は分子やイオンを外界とやりとりしなければならないが、この過程は膜の選択的透過性によって制御されている。(イ)物質は脂質に溶けるので膜を通過するが、極性分子やイオンは一般に、膜を通過するためには特異的な(エ)を必要とする。(エ)による物質の輸送には濃度勾配に従った拡散による(オ)と、エネルギー消費を伴い濃度勾配に逆行する(カ)がある。タンパク質や多糖類のような大きな分子では、一般に小胞に詰め込んで一括して輸送する機構によって膜を通過する。

問1 (ア)～(カ)に適切な語句を記入しなさい。

問2 下線について、どのような機構か具体的に二つ記載しなさい。

問3 水の膜透過にかかわる(エ)の具体的な物質を記載しなさい。

問4 真核細胞のさまざまな膜について正しいものはどれか。二つ選びなさい。

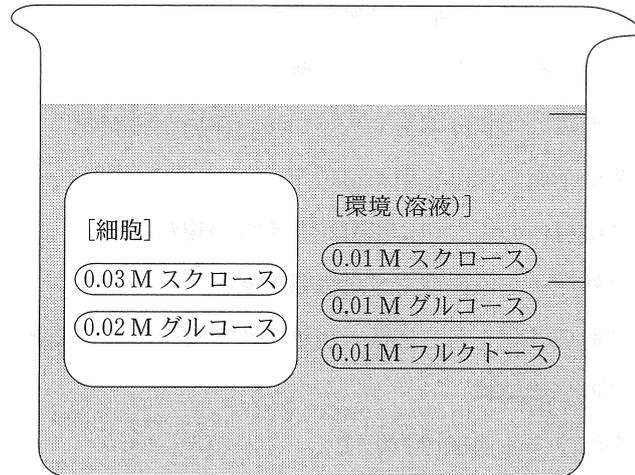
- a. リン脂質の組成には差がある。
- b. 膜ごとに特有なタンパク質がある。
- c. 特定の膜だけが選択的透過性を示す。
- d. リン脂質は特定の膜にだけ存在する。
- e. 特定の膜だけが両親媒性分子からなっている。

問5 膜の流動性を増加させる要因はどれか。

- a. 温度が低いこと。
- b. 糖脂質の含量比が高いこと。
- c. 飽和リン脂質の割合が大きいこと。
- d. 不飽和リン脂質の割合が大きいこと。
- e. 膜タンパク質の含量比が大きいこと。

問 6 水と単純な糖であるグルコースとフルクトースに対しては透過性で、二糖のスクロースに対しては不透過性であるような選択的透過性をもつ膜で包まれた人工的な細胞を用意し、下図のような溶液が入ったビーカーに浸けた。

以下の問に答えなさい。なお、図は浸けた瞬間の状態、図中の数値はそれぞれの組成を示している。(M の単位はモル/L)



- a 溶液が細胞の中に入るか、外に出るかを、実線で示しなさい。
- b 細胞外の溶液は、低張、等張、高張のどれか。
- c この細胞をビーカーの中に入れ、十分な時間が経過すると、細胞の体積ははじめと比較してどのような状態となると考えられるか。次の①～③より選びなさい。なお細胞が崩壊することはないものとする。
- ① 縮小している。
 - ② 膨張している。
 - ③ 変化しない。
- d 二つの溶液の溶質濃度は最終的にどうなるか。理由も含めて 30 字以内で答えなさい。

4 次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。ただし、問2～問4(問3②は除く)確率は分数で答えなさい。

問1 次の①～⑩の用語に対応する記述を下記のa～jの中から選びなさい。

- ① 遺伝子 ② 対立遺伝子 ③ 遺伝子型 ④ 表現型
 ⑤ ホモ接合 ⑥ ヘテロ接合 ⑦ 劣性対立遺伝子 ⑧ 優性対立遺伝子
 ⑨ 検定交雑 ⑩ 一遺伝子雑種交雑

- a. 同一の対立遺伝子を2つ有する個体
 b. 単一の形質に関するホモやヘテロ接合体同士の交雑
 c. 同一遺伝子座の異なる型の遺伝子
 d. ヘテロ接合体の表現型に影響を与えない遺伝子
 e. 個体の外見または観察できる表現形質
 f. 未知の遺伝子型をもつ個体と劣性のホモ接合体との交雑
 g. 個体の遺伝的構成
 h. 形質を決定する遺伝性の単位
 i. ヘテロ接合体の表現型を決定する遺伝子
 j. 2つの異なる対立遺伝子を有する個体

問2 メンデルがエンドウを用いて研究した花の位置、茎の長さ、種子の形態の3つの形質について、それぞれの形質は独立に分配される遺伝子によって支配され、優性と劣性の表現型は以下のとおりである。

形質	優性	劣性
花の位置	中軸(A)	頂生(a)
茎の長さ	長い茎(T)	短い茎(t)
種子の形態	丸型(R)	シワ型(r)

3つの形質すべてについてヘテロ接合体の株に自家受粉をおこなった場合、次世代の株に以下の形質はどのような確率で出現するか。

- ① 3つとも優性の表現形質のホモ接合体
 ② 3つの形質すべてについてヘテロ接合体
 ③ 中軸と長い茎についてホモ接合体で、種子の形態についてヘテロ接合体

問 3 トラは劣性の対立遺伝子により毛皮が着色しない(白虎)と斜視が起こる。表現型は正常で、この遺伝子座についてヘテロ接合体である2頭のトラが交配した。白虎と斜視に関する遺伝子は完全連鎖とする。

- ① その子供のトラが斜視となる確率を計算しなさい。
- ② 斜視のトラの中で白虎の出現確率は何%か。

問 4 子供をもつことを考えている夫妻が、遺伝カウンセリングを希望した。2人とも同じ劣性の遺伝性疾患で兄弟が死亡している。夫妻はこの疾患を発症していない。以下の問に答えなさい。ただし、この遺伝性疾患は一对の対立遺伝子によって発症し、ホモ接合体は出生後死亡する。

- ① 夫妻の最初の子供が、この病気を発症する確率を計算しなさい。
- ② その後の遺伝子検査で、夫妻が二人ともキャリアであったことが判明した。夫妻から生まれる子供がこの病気になる確率を計算しなさい。

Windom