前期日程試験

令和７年度医学科入学試験問題

生　　物

〔注意事項〕

1　監督者の指示があるまで，この冊子を開いてはいけない。

2　**解答用紙に受験番号と氏名を必ず記入すること。**

3　この問題冊子の本文は，10ページからなっている。落丁，乱丁及び印刷不鮮明な箇所などがあれば，手を上げて監督者に知らせること。

4　この問題冊子の白紙と余白は，適宜下書きに使用してもよい。

5　解答は，すべて別紙「解答用紙」の指定された場所に記入すること。

6　この問題冊子は持ち帰ること。

1 次の文を読み，以下の設問に答えよ。

植物は光や重力の方向を感知して，根を水や栄養分が豊富な地中へ，茎を光合成や生殖に有利な上方へ向かわせ成長する。重力屈性は重力方向を感知して成長方向を調節する性質で，茎の内皮や根冠に存在するデンプン粒を含む色素体を持つ細胞小器官[1)]が重力方向に移動することで感知される。植物の芽ばえを水平におくと，重力の刺激により茎は上方に屈曲し，根は下方[2)]に屈曲する(図１)。この時，茎や根の重力による成長方向は，植物ホルモンの一つであるオーキシンの濃度により調節される(図２)。

光屈性は青色光受容体が光の方向を認識して屈曲が起きる性質[3)]で，この成長方向の調節にもオーキシンが関与する。植物の芽ばえでは，オーキシンは幼葉鞘の先端部で合成され，先端部から基部へ組織内を移動する。光の照射によりオーキシンの分布は変化する。これを調べるために図３に示す実験を行った。植物の芽ばえの幼葉鞘の先端部を切断し，寒天片Ａと寒天片Ｂの上に先端部を置いた。そして，右側から先端部に光を照射した。一定時間後，この寒天片Ａと寒天片Ｂそれぞれを，先端部を切断して残った芽ばえの切断面の左側に置き，暗所で芽ばえの成長を観察した。

環境変化によるオーキシンの移動には，特定のオーキシン排出輸送体が関与している。小胞の輸送を阻害する薬剤を添加した種子に真上から光を当て育てると，茎や根は通常とは異なり，曲がって成長した[4)]。

(問１)　下線部１)の細胞小器官の名称を答えよ。

(問２)　下線部２)のように茎と根が屈曲する理由を，図１と図２を踏まえて説明しなさい。なお，この実験では光の影響は排除する。

(問３)　下線部３)の受容体の名称を答えよ。

（問４）　図３の実験において，寒天片Ａと寒天片Ｂそれぞれを切断面の左側に置いた時，幼葉鞘はどのように成長するか，次の選択肢①～⑥より選び，その理由も説明せよ。

＜選択肢＞

①　左に大きく屈曲　　②　右に大きく屈曲　　③　左に少し屈曲

④　右に少し屈曲　　⑤　真上に大きく成長　　⑥　真上に少し成長

（問５）　下線部４）について，茎や根が通常とは異なり，曲がって成長したしくみを説明せよ。

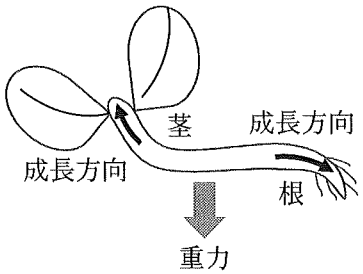

図１　芽ばえの重力屈性

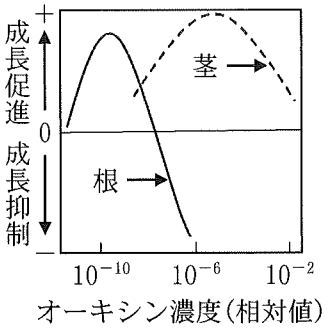

図２　オーキシンによる茎と根の成長

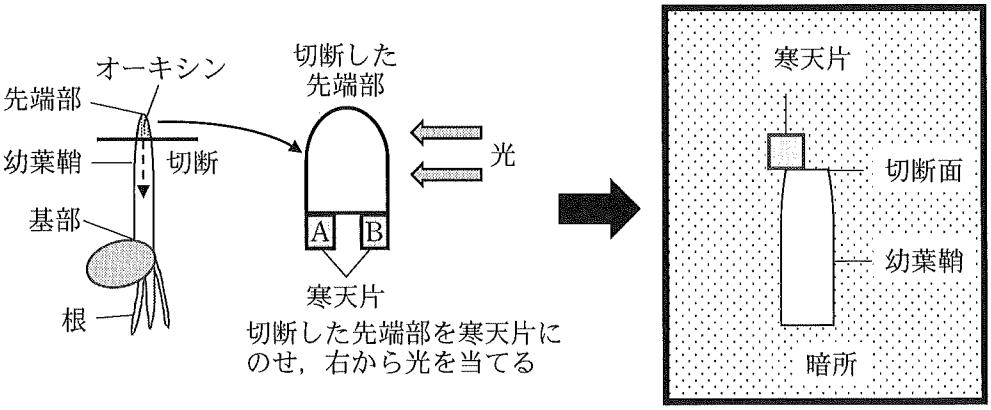

図３　植物の芽ばえを用いた光屈性の実験

2 DNA 塩基配列の変化は，たとえ１塩基であっても形質に大きな影響を与える場合がある。以下の各問の文を読み，設問に答えよ。

（問１） 薬剤Ａは，服用後すい臓に作用して短時間でインスリンの分泌を強力に促進する糖尿病薬である。薬剤Ａを投与した時，タンパク質Ｘの 359 番目のアミノ酸がロイシンである多型（ロイシン型）を有するヒトは，イソロイシンである多型（イソロイシン型）のヒトに比べ，重篤および長引く低血糖（副作用）を引き起こす可能性が高いことが分かっている。そこで，イソロイシン型およびロイシン型のヒトから取り出したすい臓の細胞を培養して薬剤Ａを添加したが，両方の細胞でインスリン分泌が促進され，差がなかった。また，タンパク質Ｘは，小胞体やミトコンドリアで働く酵素であることが分かった。それでは，この二つの型のタンパク質Ｘがどのように薬剤Ａの効き方に関わっていると考えられるか説明せよ。

（問２） 糖質コルチコイドは，転写調節タンパク質である糖質コルチコイド受容体に結合し，特定の遺伝子の転写を調節する。遺伝子Ｙに突然変異が生じた結果，肝臓の細胞は糖質コルチコイドによる遺伝子発現調節が損なわれたとする。変異型遺伝子Ｙを持つ肝臓の細胞を用いて原因を調べた結果，糖質コルチコイド受容体の量と質には変化がなかったが，本来結合すべき遺伝子の転写調節領域に結合していないことが判明した。それでは，正常型の遺伝子Ｙから作られるタンパク質Ｙはどのような機能を持つタンパク質なのか，多くの可能性の中から一つ選択し，このような表現型が現れた理由について説明せよ。また，その仮説を検証するための解析方法について簡潔に述べよ。なお，タンパク質Ｙは糖質コルチコイド受容体ではないとする。

(問3)　アルコールは，肝臓で毒性のあるアセトアルデヒドに代謝され，さらにアセトアルデヒドは主に2型アルデヒド脱水素酵素(ALDH 2)により無毒な酢酸に分解される。お酒に強い体質(アルコールを速やかに分解できる)かどうかは，ALDH 2の487番目のアミノ酸を決めるDNA塩基配列の一塩基多型(SNP)に大きく依存し，3つのタイプに分かれる。ヒトで3タイプの体質(お酒に強い，お酒を多少飲めるけど弱い，お酒をほとんど飲めないほど弱い)が現れるしくみを，ALDH 2の働きとSNPに着目して述べよ。また，自分がどのタイプの遺伝子型かを数時間で迅速に調べる方法について簡潔に述べよ。

3 次の文を読み，以下の設問に答えよ。

発生期には，胚の各部分が周囲に働きかけて組織や器官の形成を制御している。ソニックヘッジホッグ(Shh)は，このような発生期の組織形成を制御するタンパク質の一つであり，細胞外へ放出された後に組織内を拡散して標的の細胞に作用する。発生期の野生型マウスの肢芽(将来肢(あし)や指となる部位)では，受精後9.75日，10.5日，および11.5日において，Shh遺伝子は図1で示す肢芽の後方領域(ZPA)にのみ発現していた。しかし，Shh遺伝子は受精後9.75日より前や受精後11.5日より後には発現していなかった。Shhタンパク質が指の形成を制御するしくみを調べるため，以下の実験を行った。

【実験1】 野生型マウスのZPAにおいて，受精後9.75日にShh遺伝子を発現している細胞のみを標識した。受精後10.5日にShh遺伝子の発現と標識された細胞の分布を調べたところ，図2のようになった。ただし，標識に用いた物質は目的の細胞以外に拡散して影響することはない。

【実験2】 野生型マウスのZPAにおいて，Shh遺伝子を発現したことのある全ての細胞を標識した。指が形成された時点で標識された細胞の分布を調べたころ，図3のようになった。また，受精後9.75日，10.5日，および11.5日においてShh遺伝子を発現している細胞をそれぞれ標識した。指が形成された時点でそれぞれ標識された細胞の分布を調べたところ，図3のようになった。

【実験3】 Shh遺伝子を破壊した変異マウスAを用いて指の形成を調べたところ，第1指は形成されていたが，他の指は形成されていなかった。

【実験４】 変異マウスＢでは，Shhタンパク質は産生されて細胞外に放出されるが，放出されたタンパク質は拡散せず，周辺の細胞に作用しない。指が形成された時点で変異マウスＢを調べたところ，第１指，第４指，第５指は形成されていたが，第２指と第３指は形成されていなかった。ただし，変異マウスＢで産生されるShhタンパク質は，それを産生する細胞自身には機能するものとする。

【実験５】 Shhタンパク質をしみこませたビーズ(タンパク質を徐々に放出する球)を，発生期の肢芽の近くに静置した。短時間でビーズを取り除いたところ，余分な第２指が形成された。しかし，長時間ビーズを静置したところ，余分な第３指や第４指が形成された。

(問１) 下線部に関して，この作用を何と呼ぶか答えよ。

(問２) 実験１に関して，標識された細胞が観察される領域が，Shh遺伝子を発現している領域と異なっている理由について説明せよ。

(問３) 実験２－４に関して，第２指が正常に形成されるためには，Shhタンパク質がどのように作用することが重要であると考えられるか，理由とともに答えよ。

(問４) 実験２－５に関して，第４指と第５指が形成されるしくみの差は，Shhタンパク質がどのように作用することで制御されていると考えられるか，理由とともに答えよ。

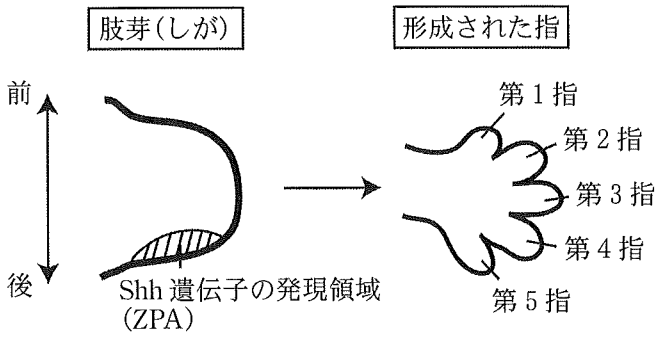

図 1　Shh 遺伝子の ZPA での発現と指の形成

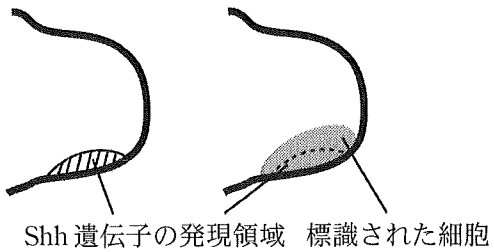

図 2　実験 1 の結果
標識された細胞が分布する領域を灰色で示す。

標識した時期	標識された細胞の分布
9.75 日～11.5 日	
9.75 日	
10.5 日	
11.5 日	

図 3　実験 2 で標識された細胞の分布
細胞を左列に示す時期で標識した。右列にはそれぞれ指が形成された時点での標識された細胞が分布する領域を灰色で示している。

4 次の文を読み，以下の設問に答えよ。

ヒトの生体内において，体液の量やその組成は恒常性を維持するために様々な器官によって調整されている。腎臓は尿を生成する過程において，体外へ排出する水分や様々な物質の量を調節することにより，恒常性の維持に重要な役割を担っている。

原尿は血液が腎臓内の糸球体でろ過されることによってつくられる。その後，原尿は細尿管で様々な成分[1)]が再吸収される。さらに，近接する毛細血管から不要な物質[2)]が細尿管を通過する原尿中に分泌される。

血しょう中に存在するある物質について，腎臓を通過した際，どれだけの量が尿中へ排出されたかを示すクリアランスという指標が知られている。クリアランスは以下の式で定義され，血しょう中のある物質が1分間に何mLの血しょうから除去されたかをあらわしている。

クリアランス ＝ 尿中の濃度 × 1分間の尿量／血しょう中の濃度

(問1) 下線部1)について，血液が糸球体でろ過されるためには一定以上の血圧が必要である。その理由を浸透圧の観点から考察し，説明せよ。

(問2) 下線部2)について，物質Aは糸球体でろ過された後，細尿管で再吸収されず，また毛細血管から分泌されることもない。物質Aがこのような性質を持っていることから，物質Aのクリアランスは腎臓の機能を知る上で重要な意味を持っている。物質Aのクリアランスは何に相当するか，理由も含めて答えよ。

(問3) 血液中の無機塩類が不足した場合，その再吸収が促進される。鉱質コルチコイドはナトリウムイオンの再吸収を促進する。もし，鉱質コルチコイドが過剰に分泌された場合，高血圧を引き起こすか，あるいは低血圧を引き起こすか，理由も含めて答えよ。

（問４）　腎臓の髄質では，腎うが存在する方向に向かって浸透圧が高くなっている。集合管の外側に形成されたこのような浸透圧の高低差は，集合管の機能とどのような関係があると考えられるか，答えよ。