

1

解答例

(問1) アミロプラストまたは葉緑体

(問2) オーキシンは重力側で濃度が高くなり、茎ではオーキシン濃度が高まる下方の成長が促進されるため上方に屈曲するが、根では濃度が高まる下方の成長が抑制されるので下方に屈曲する。

(問3) フォトリピン

(問4)

A: ② 光と反対側の寒天Aはオーキシンをたくさん含むため、切断面の左側に置くと、幼葉鞘の左側に多量のオーキシンが移動し、左側の成長が非常に速くなるので右に大きく屈曲する。

B: ④ 光を当てた側の寒天Bはオーキシンが少ないため、切断面の左に置くと幼葉鞘の左側の成長はわずかに速くなり、右に少し屈曲する。

(問5) 小胞輸送を阻害することでオーキシン排出輸送体の細胞膜への輸送が阻害され、オーキシンの排出が異常になるため正常に生育できない。

2

解答例を以下に示す。以下のとおりでなくとも、論理的に整合性があれば正解とした。部分点あり。

(問1) ヒト個体では薬剤Aの効き方が異なるが、すい臓の培養細胞では違いがないことから、ヒトではすい臓の細胞以外の細胞が薬剤Aの効き方に参与している可能性が高いと考えられる。例えば、肝臓は毒物や薬を代謝する主要な臓器であることから、タンパク質Xは肝臓で薬剤Aを代謝する酵素であると推察される。359番目のアミノ酸がロイシン型の酵素Xは酵素活性が低く、薬剤Aをよく代謝できないために血中薬剤A濃度の高い状態が続くことで副作用を引き起こすと考えられる。

* 肝臓以外の他組織で説明しても良い。薬剤A自身ではなく、インスリンの分解や糖の吸収・代謝などで説明しても良い。

(問2) DNAに結合する転写調節タンパク質が作用を発揮するには、多くの調節段階を経る必要がある。細胞質に存在する糖質コルチコイド受容体は、糖質コルチコイドが結合すると核に移動し、特定の遺伝子の転写調節領域に結合する。したがって、タンパク質Yはこの段階のどこかを調節する因子であると推察される。例えば、タンパク質Yは、糖質コルチコイド受容体の核への輸送に重要な因子であると推察される。遺伝子Yに突然変異が生じた結果、遺伝子YのmRNA量の減少やタンパク質Yのアミノ酸の変化により糖質コルチコイド受容体を核に運べなくなり、糖質コルチコイド受容体が本来結合すべき遺伝子

の調節領域に結合できなくなったと考えられる。この仮説を検証するため、遺伝子Yの正常型と変異型の培養肝細胞に、糖質コルチコイド受容体にGFPを結合させたタンパク質を発現させ、糖質コルチコイドを添加した時に糖質コルチコイド受容体-GFPタンパク質が核に移動するの否かを蛍光顕微鏡で観察する。

*糖質コルチコイド受容体に結合する転写調節タンパク質、糖質コルチコイド受容体が結合する転写調節領域に結合する転写抑制タンパク質、クロマチン構造を変えるタンパク質などで説明しても良い。手法に関しても、論理的に整合性があれば他の方法でも正解とした。

(問3) ヒトでは父親と母親からそれぞれ一つずつの配列を受け継ぐため、一つのSNPに最大3通りの組み合わせがある。例えば、ALDH2にAもしくはGのSNPがあるとすると、AA、AG、GGの3通りの遺伝子多型が存在する。この3つのタイプの中で、GGのホモタイプはALDH2の活性が高いため最もお酒に強いタイプ、AAのホモタイプではALDH2の活性がないためほとんどお酒が飲めないほど弱いタイプ、AGのヘテロタイプは活性のあるALDH2を片アレル持つのでお酒を多少飲めるが弱いタイプになると考えられる。どの遺伝子型かを調べるには、毛髪や血液などからゲノムDNAを抽出し、ALDH2の正常型と変異型に特異的なプライマーを用いたPCRを行い、ALDH2遺伝子の遺伝子型を決定する。

*一つのSNPで三つのアミノ酸が生じる可能性について言及した場合も正解とした。手法に関しては、次世代シーケンサーを用いたALDH2遺伝子の塩基配列の解析でも正解だが、遺伝子型ではなく表現型を見るパッチテストなどは不正解とした。

3

解答例を以下に示す。以下のとおりでなくとも、論理的に整合性があれば正解とした。部分点あり。

(問1) 誘導

(問2) 受精後9.75日目にShhを発現していたが、10.5日後の時点ではShhの発現を停止してZPAの外側に分布するようになった細胞が存在するため。

(問3) 第2指になる細胞自身は発生過程においてShhを発現しないが、Shh遺伝子を欠損したマウスでは第2指は形成されない。このことから、ZPAから分泌されたShhが拡散して第2指を作る細胞に作用し、その分化を誘導すると考えられる。

(問4) 実験2から、細胞を標識する時期が遅くなると、より後方の指のみに標識された細胞が分布していることがわかる。また、実験3、4からShhは分泌された細胞自身にも作用していると考えられる。更に、実験5から、Shhが作用する時間が長いとより後方の指が形成されている。これらのことから、第4指よりもShhの作用時間が長い細胞が第5指に分化するものと考えられる。

4

解答例を以下に示す。以下のとおりでなくとも、論理的に整合性があれば正解とした。部分点あり。

(問1) 原尿は、血液が糸球体でろ過されることによって生成されるが、この際、分子量の大きいタンパク質はろ過されない。したがって、アルブミンなどの血しょうタンパク質の存在により、糸球体内外で浸透圧に差が生じる。糸球体内(血液)は外(原尿)よりも浸透圧が高いため、血液をろ過するためにはこの浸透圧を上回るだけの一定以上の血圧が必要となる。

(問2) 再吸収も分泌もされないことから、原尿中の物質Aは糸球体でろ過された(糸球体を通過した)血しょうに由来する。したがって、物質Aのクリアランスは1分間に糸球体でろ過された血しょう量(糸球体ろ過量)に相当する。

(問3) 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ため、体液の浸透圧を高め、その結果として受動的な水分量の吸収(保持)も促進される。体液量が増加することにより、高血圧を生じると考えられる。

(問4) 集合管では低張な原尿から水分が再吸収される。集合管内を腎うへ向かって流れる原尿からは、外側に形成された浸透圧勾配にしたがって水分が再吸収され、最終的に高張な尿が生成される。