

# 生 物 (その1)

1 以下の文章を読んで質問に答えなさい。

- (1) 機能が著しく低下した臓器や組織に対する対処法として臓器移植がある。しかし、臓器の移植はドナーの不足や免疫抑制剤を終生使用する必要があるなどの問題点がある。そこで、臓器を移植するのではなく幹細胞を培養し、細胞や組織へと分化させるという、再生医療が考えられた。最初に幹細胞として注目されたのがES細胞(胚性幹細胞)である。これは胚盤胞の内側にある内部細胞塊より得られる細胞で、細胞外で適切な誘導を行うとほぼ全ての細胞へと分化できる。残念なことにES細胞の臨床応用においては医学的<sup>A</sup>面、倫理面の2つの問題があったため、臨床応用には難点<sup>B</sup>があった。しかしながら、ES細胞はノックアウトマウスの作製には大きく寄与した。

問 1 下線部Aに関して、このような性質を何と呼ぶか書きなさい。

問 2 下線部Bに関して、倫理的な問題点の1つを20字以内で書きなさい。

- (2) マウスで特定の遺伝子の機能を喪失させた変異体をノックアウトマウスと呼ぶ。マウスでは特定の遺伝子をノックアウトして、その機能を調べることが出来る。ノックアウトマウスの作製は大きく分けると2つのステップからなる。第1のステップは試験管内におけるES細胞での相同組換えである。まず、その機能を調べたい遺伝子(標的遺伝子)をクローン化し、その遺伝子にマーカー遺伝子(通常はネオマイシンという抗生物質に対して耐性の遺伝子)を挿入したDNA断片<sup>C</sup>を作る。マーカー遺伝子の前後は本来の標的遺伝子の配列と相同である<sup>D</sup>。つぎにA系統雌マウスから胚盤胞を取り出しES細胞を採取し、これにDNA断片を導入する。このときES細胞内で相同組換えが起ると対立遺伝子の片方が変異遺伝子からなるヘテロ接合体が出来るとなる。第2ステップはマウスを用いる系である。B系統雌マウスより胚盤胞を取り出し、これに第1ステップで作製したES細胞を入れ、これを代理母マウスの子宮に入れ成長させる。生まれてきたマウスはキメラマウスとなる。このキメラマウスと正常マウスを交配させ、得られた子孫のうちES細胞に由来する配偶子から発生し、組換え型遺伝子を持つ個体を選別する。さらにその個体同士を交配させると両対立遺伝子がともに組換え型のホモ接合体が得られる。これがノックアウトマウスである。

問 3 マウスの配偶子形成の際の減数分裂の様式は雌雄で異なる。差異がわかるようにそれぞれの特徴を数に注目して20字以内で書きなさい。

問 4 下線部Cに関して、マーカー遺伝子を挿入する部位は標的遺伝子の中で、どのような部位に挿入する必要があるか、20字以内で書きなさい。

問 5 下線部Dに関して、その理由を20字以内で書きなさい。

(3) ノックアウトマウスを利用することにより、生物学的に重要な多くの点が明らかになった。その1つに微生物に対する生体の防御のなかの自然免疫系が明らかになったことがある。自然免疫には体表面バリアーによる防御、分泌物の中に含まれる物質による防御、およびトル様受容体(TLR)による異物認識がある。このTLRによる自然免疫系の解明には多くのノックアウトマウスが用いられた。リポ多糖(LPS)は細菌の菌体成分であり、マクロファージに作用して炎症性サイトカインの産生を誘導する。このLPSを野生型マウスの腹腔内に投与すると大量のサイトカインにより敗血症性ショックと同様の症状を起こしてマウスは5日以内に死亡する。LPSに関しては以前から細胞膜上CD 14が受容体として知られていたがCD 14分子は細胞膜を貫く部分がないことがわかっていた。TLRグループの1つであるTLR 4のノックアウトマウスを作成し、このマウスにLPSを腹腔内投与したところ全例が生存することが観察された。一方、マクロファージの細胞内にMyd 88という分子がある。この分子の役割を調べる目的でMyd 88 ノックアウトマウスを作製した。このマウスの腹腔内にLPSを投与したところTLR 4 ノックアウトマウスと同様に全例が生存した。

問 6 下線部Eに関して、汗や唾液に含まれ細菌の細胞壁を分解する酵素はなにか、酵素名を書きなさい。

問 7 LPS, CD 14, TLR 4はどのような関係にあると考えられるか、図で示しなさい。

問 8 LPSによるマクロファージの活性化におけるMyd 88の役割は何か、20字以内で書きなさい。

2

以下の文章を読み、問いに答えなさい。

- (1) ショウジョウバエの唾腺染色体は細胞の(ア)は起こるが、(イ)は起こらないので巨大な染色体となり、光学顕微鏡でも観察できる。この唾腺染色体を染色すると特有の横縞が観察されるが、横縞が不明瞭で膨らんだ部位が認められ、この部分は(ウ)と呼ばれている。

問 1 上の(ア)~(ウ)に適切な語句を入れなさい。

問 2 他の部位に比べ、(ウ)の部位で活性化されている酵素の名前を1つ挙げなさい。

問 3 この(ウ)の部位は一定ではなく、幼虫から蛹(さなぎ)へと成長するのに従って変化する。この幼虫が蛹化(変態)して蛹になる過程には2種類のホルモンが関与している。この2つのホルモンの名前を挙げa, bとして、両者の関係をa, bを用いて40字以内で説明しなさい。但しa, bの順番は問わない。

- (2) ショウジョウバエの初期発生には多くの調節遺伝子が関与している。ショウジョウバエの前後軸(頭尾軸)の決定には遺伝子Aおよび遺伝子Bの2つが関与していることが知られている。ショウジョウバエの前後軸は卵母細胞で局在したmRNAによって決定される。このmRNAは母親の細胞で遺伝子A, 遺伝子Bを転写して作られた後、卵母細胞に供給されたもので、その後の発生を決定するので、(エ)と呼ばれる。未受精卵の前極に遺伝子Aから転写されたmRNAが局在しており、受精後にこれが翻訳され、卵の中で拡散し(オ)が出来る。一方、遺伝子BのmRNAは卵の後極まで移動し、翻訳されたタンパク質Bは同じように卵の中で拡散して(オ)が生じる。個体発生における(エ)の役割の解明は生物学における大きな業績である。多くの科学者が遺伝子に突然変異を起こしたり、細胞質を、ある卵から別の卵に移植したりすることにより(エ)が体軸を決定していることを証明してきた。

問 4 (エ)~(オ)に適切な語句を入れなさい。

問 5 下線部Aに関して、遺伝子Aが突然変異により機能がない劣性の対立遺伝子aに変異したとする。このとき、雌がaa, 雄がAAの交配で生まれたF1の幼虫はどのような形態異常がみられるか、20字以内で書きなさい。

問 6 下線部Aに関して、雌がAa, 雄がaaの交配で生まれたF1のなかで、遺伝子型がaaのものは正常に発生できるか、理由を含め40字以内で書きなさい。

問 7 下線部Bに関して、つぎのような細胞質移植によって得られる移植された側の幼虫はどのような形態異常がみられるか、20字以内で書きなさい。

1) ♀, ♂ともにAAの受精卵の前極の細胞質を♀, ♂ともにAAの受精卵の後極へ移植したとき

2) ♀aa : ♂AAの受精卵の前極の細胞質を♀, ♂ともにAAの受精卵の前極へ移植したとき

(3) 体軸が決定すると、ショウジョウバエの発生における次のステップは分節遺伝子による体節の決定である。分節遺伝子の中ではおもに 3つの遺伝子群 が働いて胚を区画する。

問 8 下線部Cに関して、3つの遺伝子群の名前を作用する順番で書きなさい。

**Windom**

## 生 物 (その2)

3 次の文章を読み、問1～7に答えなさい。

ヒトでは、血液中のグルコース量は血糖値と呼ばれ一定に保たれているが、二つの拮抗的なホルモンである(ア)と(イ)が血糖値の調節に働いている。これらのホルモンは、いずれも(ウ)のフィードバックで制御されている。血糖値が正常範囲より増えると(ア)が分泌され、グルコースの血中から体細胞への取り込みを促進し、血糖値を下げる。血糖値が正常より減ると、(イ)が分泌され、(エ)のグリコーゲンから血中へグルコースを放出して血糖値を上げる。(イ)は膵臓の(オ)の(カ)でつくられ、(ア)は(オ)の(キ)でつくられる。糖尿病は二つの主要な型があり、(ク)は、膵臓の(キ)が破壊される(ケ)であり、膵臓の(ア)産生機能が破壊されている。(コ)は、標的細胞が(ア)に正常に反応できず、(ア)は生産されるが標的細胞がグルコースを血中から取り込めず、血糖値は高いままである。加齢や喫煙、(サ)、(シ)などの生活習慣が関与しているが、遺伝も関係している可能性がある。

問1 (ア)～(シ)に適切な語句を入れなさい。

問2 ヒトのグルコース量は100 ml中でどのくらいか。

問3 血糖調節中枢はどこにあるか。

問4 (ア)、(イ)の分泌を促す自律神経はそれぞれ何という神経か。

問5 (イ)と同様の作用をしめし、別の器官から自律神経の刺激によって分泌される物質をあげよ。

問6 健常者がグルコースを多く含んだ液体を飲んだ後、一定時間ごとに血糖値を測定すると、はじめは上昇するが、2～3時間以内には元のレベルに低下する。この検査を糖尿病患者に行った時の結果について30字以内で述べなさい。

問7 (コ)では、遺伝も関係する可能性があるが、どのような遺伝子に異常があると思われるか30字以内で述べよ。

4

次の文章を読み、問1～8に答えなさい。

脳を構成している神経細胞は(ア)とも呼ばれ、(イ)を発して情報をやりとりする特殊な細胞であり、大脳で数百億個あると言われている。神経細胞は、長い(ウ)と多数に分岐した短い(エ)が伸びており、別の神経細胞とつながり複雑な神経回路を形成している。(ウ)は(オ)と呼ばれる絶縁体で覆われており、一つごとに少しのすき間があり、このくびれを(カ)と呼ぶ。(ウ)の末端は隣の神経細胞と、ごく狭いすき間をへだてて接続している。この接続部分を(キ)といい、(ウ)末端を(ク)、狭いすき間を(ケ)という。(キ)で(ウ)からとなりの細胞へ(イ)を<sup>(1)</sup>化学物質の信号に変えて情報を伝達している。脳を構成しているもう一つの細胞が(コ)で、神経細胞の10倍以上も存在している。

問1 (ア)～(コ)に適切な語句をいれなさい。

問2 (オ)を持つ神経細胞での興奮の伝わり方を何というか。

問3 (1)の化学物質は何と呼ばれているか。また具体的な物質を2つあげなさい。

問4 (1)の化学物質の受容体はどこにあるか。

問5 神経細胞に興奮を起こす最小の刺激の大きさを何というか。

問6 (ウ)のある部分が興奮する(活動電位が発生する)と次々と隣接部に伝わって、後戻りせずと同じ方向に向かって活動電流がながれるが、この理由を20字以内で書きなさい。

問7 多発性硬化症は、(オ)が硬化し崩壊する病気だが、神経細胞の情報伝達にどのような影響をあたえるか、50字以内で書きなさい。

問8 (コ)は神経細胞が機能するために、どのような働きをしているか、2つあげなさい。