

生 物 (その1)

1 以下の文章を読んで、質問に答えなさい。

(1) 真核生物の中で、(ア)、(イ)、(ウ)以外のものが原生生物界である。原生生物界には原生動物、藻類などがある。原生動物は原虫とも呼ばれ、多彩な細胞機能を有し、また様々な宿主に寄生することも知られている。さらに、寄生した宿主に応じて、生活環を変え、形態も変化する場合がある。ヒトに寄生するものとしては鞭毛虫類に属するトリパノソーマ、赤痢アメーバ、マラリア原虫などがある。

問 1 (ア)~(ウ)に適切な語句を入れなさい。但し、順番は問わない。

問 2 下線部Aに関して、藻類の1つである紅藻類は海の深いところでも生育できる。その理由を光の波長と海水との関係に注目して30字以内で書きなさい。

問 3 下線部Bに属するある単細胞生物は集まって細胞群体をつくり、これがやがて多細胞生物に進化したのではないかと考えられている。この生物の名前を書きなさい。

(2) アフリカに広く分布しているトリパノソーマの中のある種のもは、ヒトと吸血性のツェツェバエの2つを宿主としており、ヒトではアフリカ睡眠病を引き起こす。原生動物の持つ大きな特徴の1つに宿主が異なると形態、抗原性が大きく変わることがある。このトリパノソーマはヒトの血液中ではvariable surface glycoprotein (VSG)という糖タンパク質を表面に持っている。このVSGはヒト免疫系が認識し、これに対する抗体を産生し、この虫体を攻撃し、排除する。しかしながら、トリパノソーマは完全に排除される前に、抗原性の異なる別のVSGに覆われた虫体が出現する。宿主が新しいVSGに対する抗体を作ると、さらに別のVSGをもつ虫体が現れる。VSGをコードする遺伝子は1000程あることがわかっており、テロメアの発現領域に存在している。

問 4 下線部Cに関して、このトリパノソーマのミトコンドリアはヒト血液中では萎縮しておりクリステは認められずクエン酸回路は機能していないと考えられている。一方、ツェツェバエの中ではクエン酸回路も機能し、クリステも認められる。このことから酸素分圧に関してどのような事が示唆されるか、20字以内で書きなさい。

問 5 下線部Dに関して、抗体がどのようにして虫体を攻撃、排除するのか、その機序の1つを20字以内で書きなさい。

問 6 下線部Eに関して、このように次々と新しいVSGを作る意義は何か、20字以内で書きなさい。

問 7 下線部Fに関して、テロメアでは特定の塩基配列が繰り返して存在する。ヒトの場合はどのような塩基配列か、5'末端からのアルファベット6文字で答えなさい。

(3) マラリアはマラリア原虫によって起こる疾患であり、結核、エイズとならんで世界の3大感染症の1つとされている。マラリア原虫はハマダラカによって媒介され、吸血時に蚊の唾液腺から感染型の原虫がヒトの血液中に注入される。血液に入ると数分で肝細胞に侵入し、そこで分裂を繰り返す。肝細胞内での増殖を終えると、これを破壊して、すぐに赤血球に入る。次々に赤血球に侵入し、破壊しては次の赤血球へ侵入する。このようにマラリア原虫は増殖の主な部位を赤血球とするため、赤血球の異常による疾患と密接な関係がある。そのような疾患の1つに鎌状赤血球症がある。鎌状赤血球症の遺伝子(S)をホモ(SS)で持つヒトは重篤な貧血により多くは成人になる前に死亡する。一方、Sと正常遺伝子Aをヘテロ(AS)で持つヒトでは鎌状になる赤血球も少なく、症状も軽症である。マラリア原虫はASのヒトの赤血球では増殖しにくく、AAのヒトよりもマラリアに抵抗性がある。すなわち、マラリア流行地域ではASのヒトは生存に有利であることになる。

問 8 下線部Gで示したようにマラリア原虫は、ヒト体内での発育は殆ど細胞内で過ごす。このことがマラリアの感染性に及ぼす影響について20字以内で書きなさい。

問 9 アフリカのマラリアが多発する孤立したある地域で新生児の遺伝子型を調べたところ $AA : AS : SS = 20 : 10 : 1$ であった。この地域ではAAを持つヒトの一部はマラリアで死亡し、SSを持つヒトの全てが重度の貧血で死亡する。それ以外のヒトは全て成人に達する。この集団ではSの遺伝子頻度は新生児と成人とでは全く同じであった。AAを持つ新生児の中で何%の新生児が死亡するか、小数点以下1桁までの%で示しなさい。

2

以下の文章を読んで、質問に答えなさい。

- (1) 窒素化合物は従来から自然界においては環境汚染の原因の1つとして注目されていた。しかし、最近では生体内でも生成され、さまざまな生理学機能を持つ事がわかっていた。自動車の排気ガスや工場からの排煙に含まれる窒素酸化物は一般に(ア)と表される。(ア)などから生成される酸性物質が雨滴に溶け、pHが(イ)以下となった雨は酸性雨と呼ばれる。酸性雨により土壌が酸性化されると(ウ)などの金属イオンが溶け出し、植物の根に害を与える。また(ア)は紫外線的作用により酸化力の強い(エ)という物質に変化する。この(エ)を含む大気は(オ)と呼ばれる。

問1 (ア)~(オ)に適切な語句を入れなさい。なお、(イ)には数値を入れなさい。

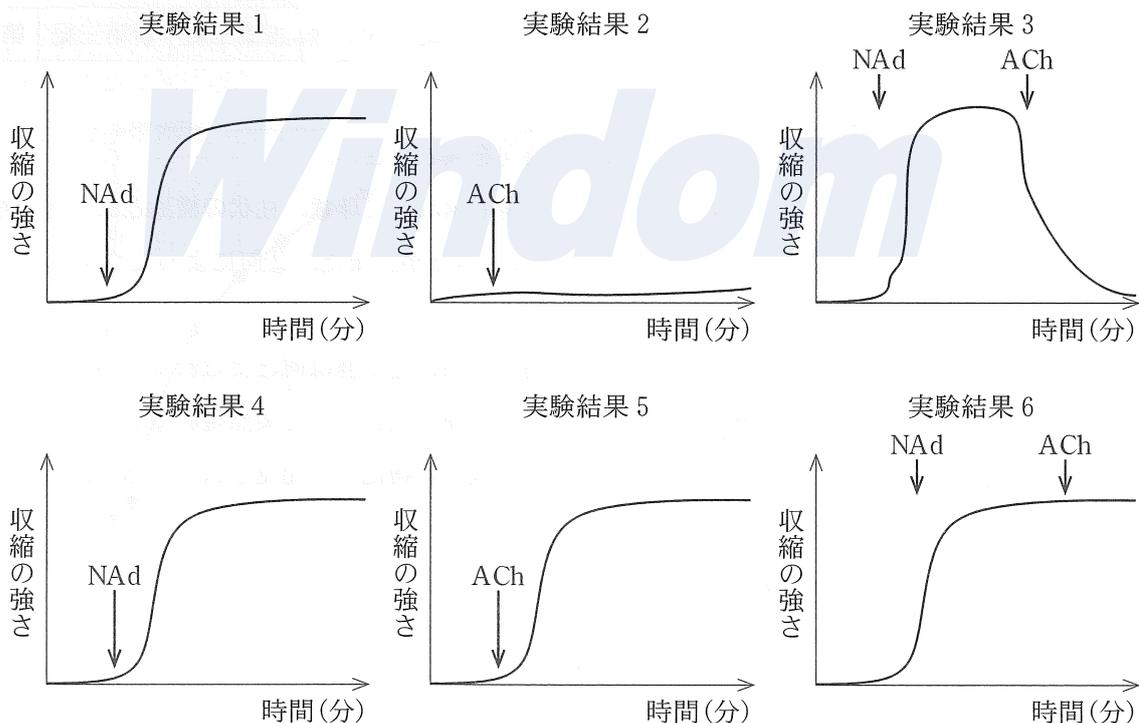
- (2) 生体内で生成される一酸化窒素(Nitric Oxide, NO)はガス状の生理活性物質^Aである。NOはNO合成酵素(NO synthase, NOS)により生成される。現在、NOSには免疫、循環、神経で作用する3つのタイプがあることがわかっている。これらは基本構造は殆ど同じだが、構造が若干異なる。マクロファージは食細胞の1つであり、好中球に比べると活性酸素生成能が弱く、抗菌因子も存在しないため、殺菌能が弱い。その結果取り込んだ細菌がマクロファージ内^Bで生息しやすい。しかし、マクロファージが活性化されると好中球にはない殺菌機構が働く。それが免疫系で働く誘導型NOSである。誘導型NOSは通常では発現が認められないがマクロファージが活性化すると誘導され、その結果NOが産生される。NOは単独で、あるいは活性酸素と反応し、細菌の増殖を抑制する。

問2 マクロファージが有し、好中球には認められない機能がある。この機能を書きなさい。

問3 下線部Aに関して、ガス状の生理活性物質の特徴は何か、その1つを20字以内で書きなさい。

問4 下線部Bに関して、好中球の中にある抗菌因子の中にはヒトの分泌液などの中にも含まれるものもある。このような抗菌因子にはどのようなものがあるか、物質名を2つ書きなさい。

(3) 次のような実験結果から循環器系で作用する NOS が発見された。実験ではイヌの動脈を取り出し、輪切りにして生理食塩水に浸した。このとき動脈の一端は固定し、一端はセンサーにつなぎ、動脈の収縮を測定した。この動脈を浸している水槽の中にノルアドレナリン (NA_d)、アセチルコリン (ACh) を添加して動脈の収縮の変化を調べた。なお、添加する NA_d、ACh の量、濃度は予備実験で決定していた。変化がない場合は十分量を添加しても変化がなかったものとする。まず NA_d を添加したところ血管の収縮がみられたが(実験結果 1)、ACh 添加ではこのような収縮は認められなかった(実験結果 2)。しかし、NA_d 添加により血管を収縮させた後に ACh を添加すると、収縮していた血管の拡張が認められた(実験結果 3)。次に、血管内皮細胞を除去した動脈を用いて同じ実験を行った。NA_d を添加したところ内皮細胞がある血管と同様に血管の収縮がみられた(実験結果 4)。しかし ACh 添加では、内皮細胞がある血管での反応とは異なり、収縮が認められた(実験結果 5)。さらに、NA_d 添加により血管を収縮させた後に ACh を添加しても収縮していた血管の拡張は認められなかった(実験結果 6)。



問 5 動脈を輪切りにした場合、顕微鏡ではどのように見えるか、図を描いて、血管内皮細胞と血管平滑筋細胞との関係を示しなさい。

問 6 実験 3, 6 の結果から ACh の血管拡張作用と血管内皮細胞との関係を 40 字以内で書きなさい。

問 7 実験 5 の結果から ACh と血管平滑筋との関係を 20 字以内で書きなさい。

生 物 (その2)

3 次の文章を読み、問1～6に答えなさい。

地球の歴史は3つの累代に分割され、最初の始生代から原生代(先カンブリア時代)は約(ア)年続いた。その後のおよそ(イ)年にわたる顕生代は、動物が地球上に存在した時間のほとんどを網羅している。顕生代は、(ウ)、(エ)、(オ)の3つの時代に分かれている。その時代を特徴づける化石は(カ)と呼ばれており、例えば動物界の化石では、(ウ)の(キ)、(エ)の(ク)、(オ)の哺乳類などがある。地層ができたころの環境を推定するのに役立つ化石を(ケ)という。(ウ)の最初のカンブリア紀では、水中に生息する動物の種類も爆発的に増加した。

先カンブリア時代	顕生代										
	(ウ)					(エ)			(オ)		
	カンブリア紀	①	②	③	④	⑤	三疊紀	⑥	⑦	古第三紀	新第三紀

問1 (ア)～(ケ)と①～⑦に適切な語句を入れなさい。

問2 先カンブリア時代の地層から薄い層が何層も重なって球状、柱状の構造となった岩石が発見されているが、①この岩石は何と呼ばれているか。また、②何によってつくられたものか。

問3 オーストラリアで発見された最古の多細胞生物の化石群は何とよばれているか。

問4 動物のおもな門のほとんどは、(ウ)の初期に化石として突然現れるが、①この現象は何と呼ばれているか。また、②この当時の多数の動物化石が発見されているが、何という動物群か。

問5 (キ)について誤りはどれか。

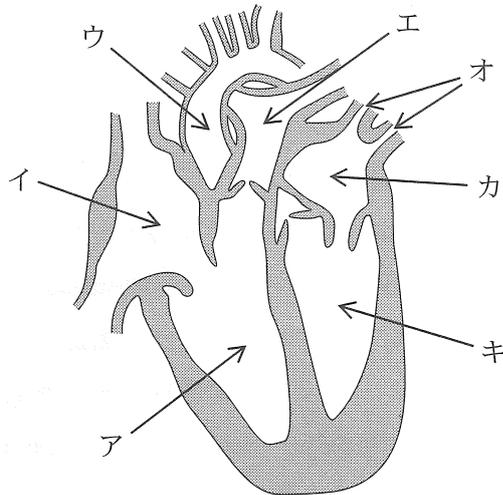
- a. 節足動物である。
- b. 強固な甲羅を持つ。
- c. 深海に生息していた。
- d. よく発達した複眼をもつ。
- e. 頭部、胸部、尾部の体区分がみられる。

問6 ある地層から発掘された動物の肋骨の化石は、炭素14炭素12比が、現在の動物の肋骨の約16分の1となっていた。化石肋骨のおおよその年代はいつか。炭素14の半減期は5730年である。

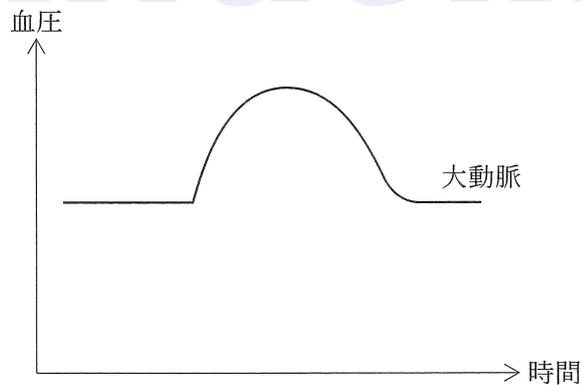
4

次の文章を読み、問1～5に答えなさい。

問1 図はヒトの心臓の模式図である。図中の記号ア～キに相当する部位の名称を答えよ。



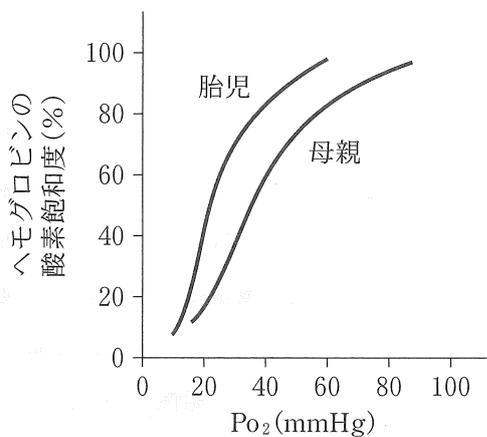
問2 下のグラフはヒトの1回の心臓周期について、時間に対する大動脈の血圧の変化を示している。左心室と右心室の血圧の変化はそれぞれどのようなようになるか、実線と点線でグラフに表しなさい。



問3 腕を頭の上に置いた場合、その腕の中の血圧はどのように変化すると考えられるか。20字以内で説明しなさい。

問4 ヒトの胎児では、右と左の心房の間に穴がある。この穴が出生後に閉じていないと、どのような影響がでるか。40字以内で説明しなさい。

問 5 ヒト胎児のヘモグロビンは母親のヘモグロビンとは異なる。グラフの中の2つのヘモグロビンの解離曲線から、これら2つのヘモグロビンの違いについて、50字以内で説明しなさい。



Windom