

獣医生理学B期末試験問題 (採点の便宜のため、解答用紙は必ず指示に従ってください)

1 ヒトの体温調節に関する以下の文章を読んで設問に答えなさい。(森山20点)

体内への熱移動量、体内の熱産生量、体内からの熱放散量が変動しても、体温調節により(①)は一定のレベル(約37°C)に保たれ、この温度は概念的に(②)と呼ばれる。(A)(①)は約0.6°Cの振幅で日内変動を示す。(②)の変化は体内にある生物時計により制御されており、月経周期や発熱によっても変化する。

体温調節中枢は(③)に存在し、実際の(①)と(②)を比較して、(B)ずれがある場合には(①)を(②)に合わせるように働いて、体内に様々な変化をもたらす。

- (1) 空欄①～③にあてはまる語句をそれぞれ答えなさい。(3x2点)
- (2) 下線部(A)に関して、日内変動を解答用紙のグラフに書き加えなさい。グラフの縦軸と横軸には必ず数値と単位を書き加えること。(4点)
- (3) 下線部(B)に関して、**風邪のひきはじめ**にはどのような体内の変化が起こるか、2つ以上挙げて、各々その目的や作用について説明しなさい。(6点)
- (4) 同様に、**風邪の回復期**におこる体内の変化について説明しなさい。(4点)

2 嗅覚について以下の問に答えなさい。(高野2x10点)

- (1) 匂い物質を感知する嗅覚系とフェロモンを感知する鋤鼻系の感覚機構について、それぞれ受容器や脳の受容部位などの違いを明確に区別して説明しなさい。
- (2) イヌの嗅覚が非常に優れている点として、感度が優れているだけではなく、「匂いの階層化」と呼ばれる能力があるといわれている。この「匂いの階層化」とはどのような能力かを説明し、それがどのように達成されているのか考察しなさい。

4 次の問題のうち4問を選び解答しなさい。(各10点；それぞれ別の解答用紙を用いること)

- a. 臍臓における重炭酸塩(HCO_3^-)分泌について、図を描いて説明しなさい。分泌促進因子と抑制因子も書くこと。
- b. 色覚の3原色や味覚の5要素と違って、嗅覚にそのような基本臭はないとされているが、**ない**と考えられる理由を、あるいは、もし**ある**としたらどのようなものか考察しなさい。
- c. 音源定位について、その方法やメカニズムを詳しく説明しなさい。
- d. 反芻類の消化・吸収における第一胃、第二胃、第三胃の役割について説明しなさい。
- e. 肝臓の機能について、出来るだけ多くの項目を挙げて説明しなさい。
- f. 感覚の側方抑制について説明しなさい。
- g. 砂漠で生活する哺乳動物にとっては水の節約が死活問題となる。どのような節約方法がありうるか、できるだけ多くの方法を挙げて論じなさい。〈獣医生理学 AB の総合問題〉
- h. あなたのオリジナルな予想問題とその模範解答を書きなさい。但し、獣医生理学 B で扱った範囲の問題に限る。

3 脊椎動物の腎臓の進化について説明する以下の文章を読んで設問に答えなさい。(中村 20 点)

1 魚類(海水から淡水へ)

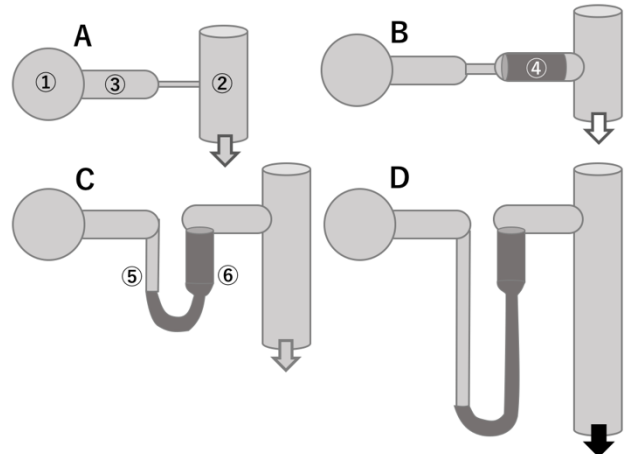
濃いNaCl濃度の海水中では、Na⁺が体内に流入し、高い浸透圧によって水が体外に奪われる危険に曝されている。これに対処するために鰓にある塩類細胞のNaポンプがNa⁺を汲み出している。淡水中では逆にNa⁺が体外に流出して水が体内に流入する危険に対処するために、そのNa⁺ポンプを機能的に逆転させることによって体内にNa⁺を取り込んでいる。その一方で腎臓では希釈した尿を排泄する仕組みが発達した。

腎ネフロンでは老廃物を排泄するため、①で血液濾過するが、Na⁺やブドウ糖、アミノ酸などを回収するため、尿細管でこれらを再吸収している。この役割を果たすのが、③であり、すべての脊椎動物のネフロンに共通している(図A)。淡水魚では希釈尿を作るために④が発達した(図B)。この部位は(E)希釈セグメントと呼ばれ、水の透過性がなく、NaClを能動的に管腔内から汲み出す仕組みがあり、希釈した薄い尿を排泄できる。両生類と爬虫類でもこれと同じ仕組みで希釈尿が排泄される。

2 鳥類

水から離れて生活空間を広げた鳥類は、体から水が失われて細胞外液の浸透圧が高くなる危険にさらされる。これに対処するために濃縮した少ない尿を排泄する仕組みとして腎髄質が発達した。鳥類の腎臓は希釈尿を生成する爬虫類型と濃縮尿を生成できる哺乳類型の2種類のネフロンで構成されている。後者は④の一部が長く伸びてヘアピンのように折り返してループを形成している(ヘンレループ)(図C)。⑤下行脚と⑥上行脚が向き合って流れることから腎髄質対向流系と呼ばれる。上行脚で間質に汲み出されたNa⁺が下行脚で管腔に流入し、(G)上行脚では希釈されて下行脚では濃縮される。この対向流系により腎髄質のループ先端に向けてNa⁺の濃度勾配(=浸透圧勾配)ができる。この浸透圧勾配中にある終末の②を通過する間に水が再吸収されて濃縮尿となる。

鳥類のヘンレループ上行脚は水透過性も著しく低いなど、希釈セグメントの特徴を備えている。対向して流れる下行脚はNa⁺の透過性が高い。つまり鳥類の髄質ではすでに持っていた希釈セグメントを引き伸



ばし折り曲げて対向流系にすることで、尿の濃縮が可能になったのである。

3 哺乳類

鳥類では尿濃縮力はせいぜい400 mOsm程度であるが、哺乳類の最大濃縮力は1,200 mOsm程度と飛躍的に大きくなった。鳥類の腎髄質の浸透圧勾配はNaClのみであるが、哺乳類ではNaClと代謝物Xとがほぼ同程度寄与している。代謝産物として不用になったXを尿濃縮に利用したのである。

哺乳類では構造的にも腎髄質が更に発達し、短ループネフロン(図C)に加えて長ループネフロンが出現した(図D)。ヘンレループの下行脚が長く伸びるとともに、細い上行脚が加わった。ここは希釈セグメントとしての太い上行脚と異なり、NaClの能動輸送はないが、大量のNaClと少量のXが受動的な拡散によって流出し、管腔液の浸透圧は低下する。次の太いヘンレ上行脚から④にかけてはNaClが能動的に輸送されるので、管腔液の浸透圧はさらに低くなる。しかしXの透過性が低いのでXの占める割合が相対的に高くなる。その後の②では水が流出して次第に浸透圧が高くなる。またXの透過性もあるのでXが流出し、間質に次第に蓄積される。

つまり、NaClの濃度勾配はヘンレループの対向流増幅系で成立維持されるが、細いヘンレ上行脚と髄質内②の組み合わせは(F)別の対向流増幅系と考えることができ、それはXの濃度勾配を成立維持しているといえる。(今井 正著『生物はどのようにして海から陸へ適応したか』から改変)

問1 空欄①～④にあてはまる語句を答えなさい。(4x2点)

問2 下線部(E)希釈セグメントの尿細管上皮細胞では、NaClを管腔内から再吸収するために、Naポンプ(Na⁺,K⁺-ATPase)とNa⁺-K⁺-2Cl⁻共輸送体などが管腔側と血管側の細胞膜に局在配置されている。どのように配置されているか図示して説明しなさい。(4点)

問3 哺乳類が尿濃縮に用いる代謝物Xとは何のことか答えなさい。(4点)

問4 下線部(F)別の対向流増幅系について、代謝物Xの濃縮と希釈がそれぞれどこで行われているか下線部(G)を参考に答えなさい。(4点)