

## ◇ 生 物

生 5-1～生 5-22 まで 22 ページあります。

第1問 細胞に関する次の文章（A・B）を読み，下の問い（問1～5）に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

A 細胞には，核膜で包まれた核をもつ真核細胞と，それをもたない原核細胞があり，形も大きさも様々である。真核細胞には，核だけでなく，ミトコンドリアをはじめゴルジ体，液胞，葉緑体など様々な構造体がある。真核細胞の多くは多細胞体を構成しているが，単一の細胞として存在している真核生物もいる。

問1 ミトコンドリアに関する記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 一枚の膜からなり，光学顕微鏡では内部構造を観察することはできない。
- ② 細胞活動のためのエネルギーを取り出す細胞小器官で，動物の精子では中片にある。
- ③ 呼吸に関わる酵素を含み，デンプンをグルコース（ブドウ糖）にする。
- ④ 肝臓の細胞に多く存在し，水分の調節に関係する。

問2 次の記述のうち，誤っているものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 細胞骨格は，アメーバの運動や細胞分裂に関わる。
- ② 粗面小胞体には，リボソームが付着している。
- ③ ゴルジ体は分泌がさかんな細胞でよく発達している。
- ④ 中心体はすべての動物細胞と高等植物細胞に見られる。
- ⑤ 植物細胞は葉緑体の働きでデンプンなどの有機物を合成している。
- ⑥ リソソームにはさまざまな分解酵素が含まれており，異物などの分解に関与している。

生物の問題は次のページに続く。

B タマネギの根が成長していく過程で、皮層の細胞の大きさがどのように変化するかを調べるため、光学顕微鏡を用いて次の実験1・2を行った。

実験1 細胞の大きさを測定するために、まず、接眼マイクロメーターの1目盛りの示す長さを測定した。10倍の接眼レンズに接眼マイクロメーターをセットして、10倍の対物レンズを用いて対物マイクロメーターを検鏡した。その結果、接眼マイクロメーターの1目盛りが示す長さは10  $\mu\text{m}$ であることがわかった。

実験2 タマネギの根の縦断切片を顕微鏡で観察した。次の図1に示すように、根の基部から先端部にかけての4つの領域(a~d)について、各領域に存在する細胞の長辺と短辺の長さを、接眼マイクロメーターを用いて測定した。各領域でそれぞれ50個の細胞を測定し、その平均値を求めたところ、下の表1に示す結果を得た。なお、細胞の長辺とは、次の図2に示すように、根の長軸方向と同じ方向の辺をいう。

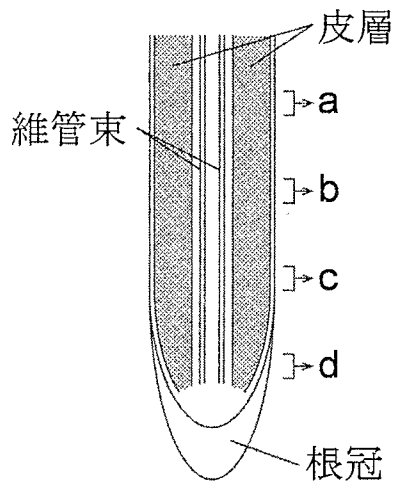


図1 タマネギの根の縦断切片

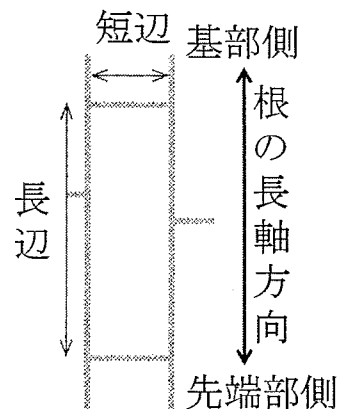


図2 細胞の長辺と短辺 (模式図)

表1 各領域の細胞の大きさ

領域	細胞の長辺 ( $\mu\text{m}$ )	細胞の短辺 ( $\mu\text{m}$ )
a	148	23
b	120	22
c	50	22
d	22	21

問3 実験1において、40倍の対物レンズに交換して、再度、対物マイクロメーターを検鏡した。このとき、接眼マイクロメーターの1目盛りが示す長さ( $\mu\text{m}$ )はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。   $\mu\text{m}$

- ① 0.25      ② 0.4      ③ 1.0      ④ 2.5  
⑤ 4.0      ⑥ 10      ⑦ 25      ⑧ 40

問4 実験2に関して、領域aと領域dの細胞を比較したとき、細胞内の構造体のうちで体積の違いが最も大きいものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 核              ② 葉緑体      ③ ミトコンドリア  
④ ゴルジ体      ⑤ 液胞

問5 実験2に関連して、タマネギの根における細胞の分裂と成長に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 根の特定の場所で分裂し、その後、主に長辺方向に成長する。  
② 根の特定の場所で分裂し、その後、主に短辺方向に成長する。  
③ 根の特定の場所で分裂し、その後、長辺方向にも短辺方向にも同じ程度成長する。  
④ 根全体で一様に分裂し、その後、主に長辺方向に成長する。  
⑤ 根全体で一様に分裂し、その後、主に短辺方向に成長する。  
⑥ 根全体で一様に分裂し、その後、長辺方向にも短辺方向にも同じ程度成長する。

第2問 遺伝に関する次の文章を読み、下の問い（問1～3）に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

バクテリオファージ（ファージ）は、デオキシリボ核酸（DNA）とタンパク質で構成されている。ファージと大腸菌を用いて次の実験1・2を行った。

実験1 ファージのDNAを物質X、ファージのタンパク質を物質Yで、それぞれ後で区別できるように目印をつけた。ファージを培養液中の大腸菌に感染させた。5分後に激しく攪拌して大腸菌に付着したファージをはずした後、遠心分離して大腸菌を沈殿させた。沈殿した大腸菌を調べたところ、物質Xが検出されたが、物質Yはほとんど検出されなかった。また、上澄みを調べたところ、物質X、物質Yのどちらも検出された。

実験2 実験1で沈殿した大腸菌を、新しい培養液中で攪拌し培養したところ、3時間後に全ての大腸菌の菌体が壊れた。その後に、培養液を遠心分離して、壊れた大腸菌を沈殿させ、上澄みを調べたところ、ファージは実験1で最初に感染に用いた数の数千倍になっていた。

問1 実験1・2の結果に関連する考察として適当なものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① ファージのDNAは、大腸菌の表面で増える。
- ② ファージのDNAは、感染後5分以内に大腸菌内に入る。
- ③ ファージのタンパク質は、大腸菌の中でつくられる。
- ④ ファージのタンパク質とファージのDNAはかたく結びついて離れない。
- ⑤ ファージのタンパク質とファージのDNAは共に大腸菌内に侵入し、その後、分離する。
- ⑥ 実験2で得られた上澄みをそのまま培養すると、ファージが増え続け、3時間後には、さらに数千倍になる。
- ⑦ 実験2で得られた沈殿を新たな培養液に移し培養すると、ファージが増え、3時間後には、さらに数千倍になる。

問2 DNAに関する記述として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① DNAのすべての領域に遺伝子が存在する。
- ② 細胞が破壊されると、その細胞のDNAは速やかに分解され、糸状のDNAは抽出できない。
- ③ 減数分裂直後の精細胞のDNAは、二重らせん構造となっている。
- ④ ファージのDNAの各構成要素(A, C, G, T)の数の割合は、大腸菌に感染させる前後とでほとんど変わらない。
- ⑤ DNAは、4種類の構成要素(A, C, G, T)でできており、AはCと、GはTと、それぞれ対をなして結合している。
- ⑥ シャルガフは、DNAの構成要素について、Aの数の割合とTの数の割合との和は、Cの数の割合とGの数の割合との和に等しいことをみつけた。

問3 DNAは二重らせん構造をしており、らせん一回転分の長さは3.4 nmであり、その中に10個の塩基対が存在している。ファージのDNAをすべてつなぎ合わせた長さを57  $\mu\text{m}$ とすると、塩基対の数はおよそいくらになるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

なお、1  $\mu\text{m}=1\times 10^{-6}$  m, 1 nm= $1\times 10^{-9}$  mである。

- ① 6千                      ② 1万7千                      ③ 6万
- ④ 17万                      ⑤ 60万                      ⑥ 170万

第3問 生物の多様性と生態系に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A 森林は降水量が多い地域に成立する植生で、密に生えた樹木が植生の外観を特徴づけている。

森林の内部を見ると、林冠とよばれる森林の最上部から林床とよばれる地面に近い場所まで、さまざまな高さに樹木が葉を広げている。十分に発達した日本の森林では、林冠部に葉を広げる高木層、その下に葉を広げる亜高木層、その下の低木層、林床部の草本層といった垂直方向の  構造が見られる。

高木層の葉が受ける光は強いが、低木層まで届く光は弱い。低木層の葉は、弱い光のもとで効率的に光合成を行っている。

一方、森林の土壌には 層状の構造がある。

問1 上の文章中の  に当てはまる語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 層状      ② 積層      ③ 横断      ④ 縦断      ⑤ 階層

問2  構造に関連して、日本の照葉樹林における高木と低木の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	高 木	低 木
①	アオキ	ブ ナ
②	スダジイ	アオキ
③	ハイマツ	スダジイ
④	ミズナラ	ハイマツ
⑤	エゾマツ	ミズナラ
⑥	ブ ナ	エゾマツ



問3 下線部イに関して，低木層の葉の特徴として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 13

- ① 呼吸速度が小さく，光補償点が高い。
- ② 呼吸速度が小さく，光補償点が高い。
- ③ 呼吸速度が大きく，光補償点が高い。
- ④ 呼吸速度が大きく，光補償点が高い。
- ⑤ 呼吸速度が大きく，強い光のもとでの光合成速度が大きい。
- ⑥ 呼吸速度が大きく，強い光のもとでの光合成速度が小さい。

問4 下線部ウに関して，土壌の表層・その次の層（中層）・さらに下の層（下層）に分布するものの組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 14

	表 層	中 層	下 層
①	落葉・落枝	風化した岩石	腐 植
②	落葉・落枝	腐 植	風化した岩石
③	風化した岩石	落葉・落枝	腐 植
④	風化した岩石	腐 植	落葉・落枝
⑤	腐 植	落葉・落枝	風化した岩石
⑥	腐 植	風化した岩石	落葉・落枝

B 人間の活動によって意図的に、あるいは意図されずに本来の生息場所から別の場所へ移されて定着した生物を **エ** という。オオクチバス（ブラックバス的一种）やブルーギルはその例であり、日本各地の湖沼や河川に人為的に持ち込まれて定着した。

**エ** は植物にも見られる。北アメリカ原産の多年生草本であるセイタカアワダチソウは、園芸植物として日本に導入された。その後、セイタカアワダチソウは野生化し、日本各地に分布するようになった。セイタカアワダチソウは、**オ** 二次遷移において木本が優占する前の段階に出現することが多い。

これらの **エ** は、競争や捕食などの生物間の関係に影響を与えることで、生態系のバランスを変えてしまう可能性がある。

問 5 上の文章中の **エ** に当てはまる語として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **15**

- ① 優占種                      ② 希少生物                      ③ 絶滅生物
- ④ 在来種                      ⑤ 絶滅危惧種                      ⑥ 外来生物

問 6 下線部 **オ** の段階に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **16**

- ① 土壌形成が進んでいないため、この段階は貧栄養である。
- ② 放棄された農地ではこの段階を経ずに遷移が進行するため、極相に至るまでの時間が長い。
- ③ 木本がこの段階の後で侵入するのは、暗い環境を必要とするためである。
- ④ 一次遷移においてこれに相当する段階が見られるようになるには、二次遷移の場合より長い時間が必要である。
- ⑤ セイタカアワダチソウの野生化以前には、二次遷移にこの段階は存在しなかった。

生物の問題は次のページに続く。

第4問 窒素同化の仕組みに関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

植物は、動植物の死骸や排泄物から出てくるアンモニウムイオン  $\text{NH}_4^+$  を窒素源としている。土壌中に放出された  $\text{NH}_4^+$  は亜硝酸イオン  $\text{NO}_2^-$  となり、最終的に硝酸イオン  $\text{NO}_3^-$  となる。この過程を  という。さらに、植物は  $\text{NO}_3^-$  を葉の細胞内で  $\text{NH}_4^+$  に還元する。この  $\text{NH}_4^+$  は、図1で示した反応過程を経て各種アミノ酸が作られるのに使用され、タンパク質、核酸などの  窒素化合物の合成に使われる。一方、動物の場合は、 窒素化合物を食べ物として摂取し、必要な  窒素化合物を合成する。

また、大気中には、体積として約80%もの  が存在するが、多くの生物はこれを利用できない。しかし、ある種の細菌は、大気中の  を取り込んで使用することができる。

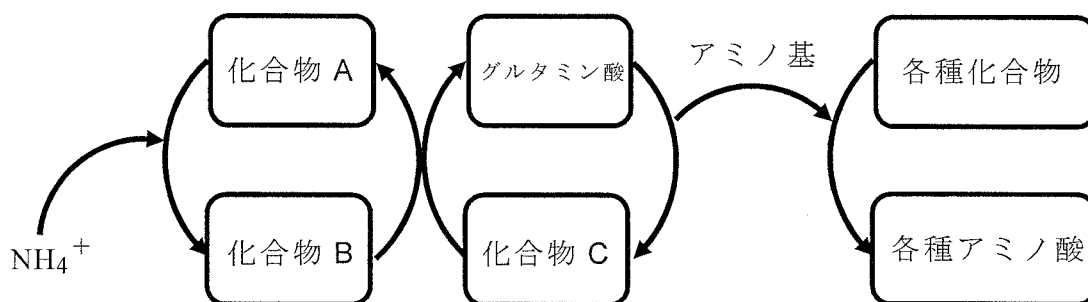


図1 各種アミノ酸の合成過程

問1 上の文章中の  に当てはまる語として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 窒素同化      ② 窒素固定      ③ 硝化      ④ 亜硝化

問 2 上の文章中の **イ** ~ **エ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを，次の①~⑧のうちから一つ選べ。 **18**

	イ	ウ	エ
①	無機	無機	無機
②	無機	無機	有機
③	無機	有機	無機
④	無機	有機	有機
⑤	有機	無機	無機
⑥	有機	無機	有機
⑦	有機	有機	無機
⑧	有機	有機	有機

問 3 図 1 の化合物 **A**~**C** の組合せとして最も適当なものを，次の①~⑥のうちから一つ選べ。 **19**

	A	B	C
①	グルタミン酸	グルタミン	グルタミン酸
②	グルタミン酸	グルタミン	ケトグルタル酸
③	グルタミン	グルタミン酸	グルタミン
④	グルタミン	グルタミン酸	ケトグルタル酸
⑤	ケトグルタル酸	グルタミン酸	グルタミン
⑥	ケトグルタル酸	グルタミン	グルタミン酸

問 4 上の文章中の **オ** に当てはまる物質として最も適当なものを，次の①~⑤のうちから一つ選べ。 **20**

- ①  $N_2$       ②  $NH_3$       ③  $NO$       ④  $NO_2$       ⑤  $NO_3$

問 5 ある植物では，土壤から吸収された窒素の 80% がタンパク質に取り込まれて，20 g のタンパク質が植物体内で合成された。根から吸収された窒素を全て  $\text{NO}_3^-$  とすると，吸収された  $\text{NO}_3^-$  の質量 (g) として最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，タンパク質の窒素含有量を 16%，窒素，酸素の原子量をそれぞれ 14，16 とする。 21 g

- ① 8.7      ② 10.5      ③ 12.5      ④ 17.7  
⑤ 23.9      ⑥ 33.3

生物の問題は次のページに続く。

**第5問** ウニの生殖と発生に関する次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

ウニの未受精卵には、図1に示されるように、卵細胞の外側に卵膜、さらにその外側にゼリー層とよばれる透明な層構造がある。精子がゼリー層に到達すると、精子に変化が起こり、精子の末端から突起が伸びる。このような精子の変化を先体反応という。ウニの未受精卵と精子を用いて、下の実験1～4を行った。

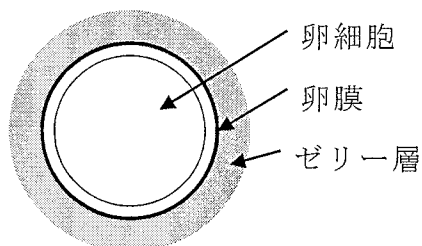


図1 ウニの未受精卵（模式図）

**実験1** シャーレに入れた海水に、一定数の精子を含む海水（精子懸濁液）を加えたところ、精子はゆっくり運動した。さらに一定数の未受精卵を加えたところ、精子は激しく運動するようになった。ゼリー層に接した精子は、先体反応を起こした。

**実験2** 未受精卵の代わりに、ゼリー層のみを除去した未受精卵を用い、その他の条件は**実験1**と同じにして、実験を行った。その結果、精子はゆっくりと運動を続け、先体反応は起こらなかった。

**実験3** 未受精卵の代わりに、未受精卵から取り出したゼリー層を用い、その他の条件は**実験1**と同じにして、実験を行った。その結果、精子は激しく運動するようになり、ゼリー層に接した精子は、先体反応を起こした。

**実験4** 図2のように、未受精卵を含む海水の入った半透膜の袋を海水中に入れた。このとき、容器中の未受精卵1個あたりの海水量は、**実験1**と同じになるようにした。一定時間後、袋の外側の海水に、海水1 mLあたりの精子の数が**実験1**と同じになるように、精子懸濁液を加えた。その結果、精子は激しく運動したが、先体反応は起こらなかった。



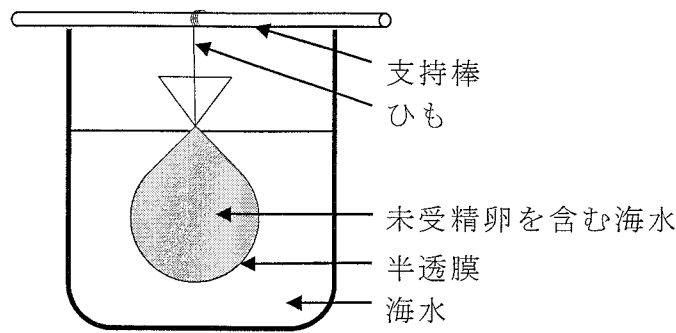


図2 実験4の装置(模式図)

実験1～4の結果に基づいて、精子の運動性の上昇を引き起こす物質Xと、精子の先体反応を引き起こす物質Yの存在を仮定した。

問1 ウニの精子に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 22

- ① 精子は、細胞分裂を行わない。
- ② 精子の尾部には中心体は存在しない。
- ③ 精子は、精原細胞が体細胞分裂を繰り返して形成される。
- ④ 精子では、べん毛の基部をミトコンドリアが取り囲んでいる。
- ⑤ 卵に進入した精子の頭部から精核が放出され、卵核と融合する。
- ⑥ 受精時に、精子の先体は突起状に変化し、その部分で卵の細胞膜表面と接する。

問2 物質Xと物質Yは未受精卵のどこに存在するか。存在部位についての記述として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 23

- ① XとYは、ともに卵膜だけに存在する。
- ② XとYは、ともに卵細胞だけに存在する。
- ③ XとYは、ともにゼリー層だけに存在する。
- ④ Xは卵膜だけに存在し、Yはゼリー層だけに存在する。
- ⑤ Xはゼリー層だけに存在し、Yは卵膜だけに存在する。
- ⑥ Xは卵膜とゼリー層の両方に存在し、Yは卵膜だけに存在する。
- ⑦ Xは卵膜とゼリー層の両方に存在し、Yは卵細胞だけに存在する。
- ⑧ Xは卵膜とゼリー層の両方に存在し、Yは卵細胞と卵膜の両方に存在する。

問3 XとYの半透膜を通過する性質について、実験1～4の結果から導かれる結論として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 24

- ① XとYは、いずれも半透膜を通過できる。
- ② XとYは、いずれも半透膜を通過できない。
- ③ Xは半透膜を通過できるが、Yは半透膜を通過できない。
- ④ Yは半透膜を通過できるが、Xは半透膜を通過できない。
- ⑤ Xは半透膜を通過できないが、Yについては分からない。
- ⑥ Yは半透膜を通過できないが、Xについては分からない。

問4 一般に、生物の有性生殖および発生の過程には、細胞分裂が関わっている。この細胞分裂の記述として適当なものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 25, 26

- ① 体細胞分裂後に形成される2個の娘細胞の体積は、常に等しい。
- ② 動物の一次精母細胞は、体細胞分裂を行い、二次精母細胞になる。
- ③ カエル卵では、卵黄の多い植物極側の割球が小さくなる。
- ④ 極体は、卵の体細胞分裂によって生じ、その大きさは卵に比べて小さい。
- ⑤ 被子植物の花粉母細胞は、体細胞分裂を行い、花粉四分子のそれぞれの細胞になる。
- ⑥ ウニ卵では、8細胞期まではそれぞれの割球の大きさはほぼ等しい。
- ⑦ 被子植物の花粉四分子のそれぞれの細胞は、細胞分裂を行い、花粉管細胞と雄原細胞になる。

生物の問題は次のページに続く。

第6問 動物の反応および体液の循環と恒常性に関する次の文章(A・B)を読み、  
下の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

A 食物を口にするとだ液腺からだ液が分泌される。これはア舌の受容器の感覚細胞が食物によって刺激された結果として起こる反射である。一方、ロシアの生理学者パブロフは、ィイヌに肉片を食べさせる直前にベルの音を聞かせることを繰り返して行くと、ウ肉片を与えなくてもベルの音だけでだ液が分泌されるようになることを示した。これは古典的条件づけと呼ばれている。

問1 下線部アに関連して、ヒトの味覚には5つの味が知られているが、これら5つに当てはまらないものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① 甘味
- ② 苦味
- ③ 酸味
- ④ 塩味
- ⑤ 辛味
- ⑥ うま味

問2 味覚とだ液分泌の中枢の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑧のうちから一つ選べ。

	味覚の中枢	だ液分泌の中枢
①	大脳	大脳
②	大脳	延髄
③	中脳	小脳
④	間脳	中脳
⑤	間脳	延髄
⑥	中脳	延髄
⑦	大脳	間脳
⑧	間脳	大脳

問3 下線部イ・ウに関連する文章として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 

29
----

- ① 下線部イを行わずにベルの音を聞かせるだけでは、イヌはだ液を分泌しない。
- ② 下線部イは下線部ウを成立させるために行う、条件づけである。
- ③ 下線部イによって、だ液分泌中枢と聴覚中枢とが新たな神経の連絡経路で接続されるようになる。
- ④ ③の新しい神経の連絡経路は大腦に形成される。
- ⑤ 下線部ウの反射は慣れと呼ばれる。

B 脊椎動物では自律神経系やホルモンのはたらきによって、血糖量、体温、体液の浸透圧などが一定に保たれている。また、哺乳類は、腎臓のはたらきによって体液の浸透圧を調節しているが、この調節にはホルモンの作用が関与している。図1はヒトの体液の浸透圧変化に対応した、あるホルモンの濃度の変化を示したものである。

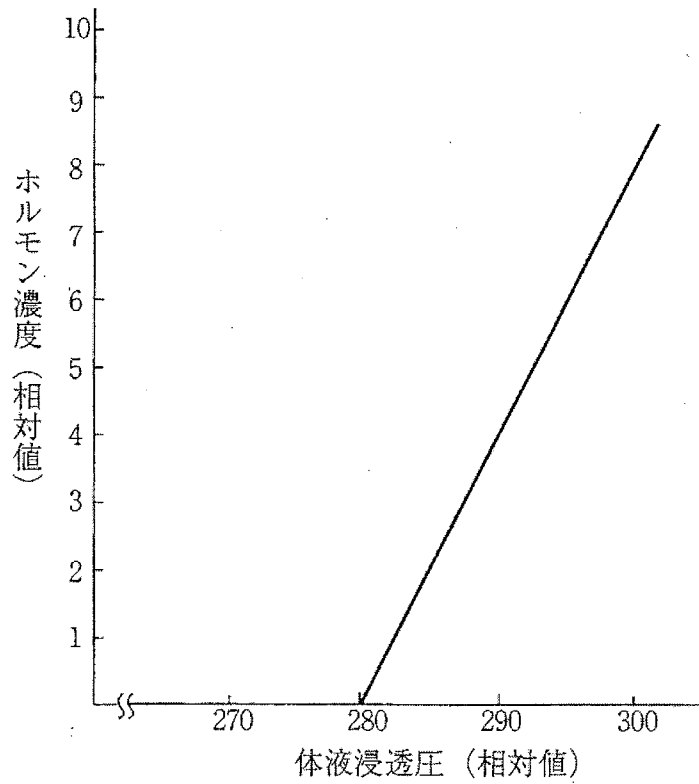


図1 あるホルモンの濃度と体液浸透圧の関係

問 4 腎臓での水の再吸収にはたらく部分として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 30

- ① 糸球体のみ
- ② ボーマンのうのみ
- ③ 糸球体とボーマンのう
- ④ 腎細管（細尿管）のみ
- ⑤ 腎細管（細尿管）と集合管
- ⑥ ボーマンのうと集合管

問 5 図 1 のホルモンの名称と分泌する器官の組合せとして適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 31

	ホルモンの名称	分泌する器官
①	パラトルモン	甲状腺
②	パラトルモン	副甲状腺
③	鉱質コルチコイド	副腎髄質
④	鉱質コルチコイド	脳下垂体後葉
⑤	バソプレシン	脳下垂体前葉
⑥	バソプレシン	脳下垂体後葉