

到達目標

- 浸透圧の概念について理解し、生体内での体液濃度の調節と結びつけてイメージ・言語化できるようになる。
- 他の題材との複合問題として出題されたときに、必要な知識を引き出し、考察の材料とすることができるようになる。

知識力確認問題 1

Point

まずは、試験管内でみられるような理論としての「浸透圧」についておさらいします。溶媒(水)の動く方向を考えることがポイントです。

解答欄はありません。専用ノートを用意して、覚えるまで何度も解くことをおすすめします！

問題

次の(1)～(3)の文中の空欄1～10に最も適当な語句を入れよ。

- (1) たとえば、水の中に1滴のインクを垂らすと、インクの粒子は濃度の高い方から低い方に移動し、やがて水全体が色づく。このように、粒子が均一に分布するように散らばっていく現象を [1] という。また、膜を介して濃度の異なる溶液が接した場合に、膜を通過して物質が移動することを [2] という。膜はその透過性によって [3] と [4] に分類できる。細胞膜は [3] に近い性質をもち、細胞壁は [4] である。
- (2) 濃度の異なる溶液が [3] を介して接した場合、濃度の低い方から高い方に溶媒(水)が移動する。移動する水の量は溶液の濃度差(= [5] の差)が大きいほど多くなる。2つの溶液が [3] を介して接したときに、互いに [5] の等しい溶液を [6] 液、より [5] の小さい溶液を [7] 液、より [5] の大きい溶液を [8] 液といい、それぞれの状態を指して [6] である、[7] である、[8] である、という。
- (3) 動物細胞をさまざまな濃度の溶液に浸すと、細胞と溶液の [5] の差によって、次のような方向に水が移動する。[6] 液に浸した場合、細胞と溶液の [5] は等しいため、見かけ上水の出入りがみられない。[7] 液に浸した場合、細胞の [5] が溶液の [5] より [9] ため、水は細胞内に入ってくる。一方、[8] 液に浸した場合、細胞の [5] が溶液の [5] より [10] ため、水は細胞外へ出ていく。これらの水の出入りとそれにとまなう細胞や溶液の [5] の変化は、細胞と溶液の [5] が等しい状態(平衡状態)になるまで続く。

解答

- (1) 1…拡散 2…浸透 3…半透膜 4…全透膜
 (2) 5…浸透圧 6…等張 7…低張 8…高張
 (3) 9…大きい(高い) 10…小さい(低い)

解説&要点

(1) 拡散と浸透

拡散とは、粒子が均一に分布するように散らばる現象のことである。一方、**浸透**とは、膜を介して濃度の異なる溶液が接した場合に、膜を通過して物質が移動することである。

半透膜と全透膜

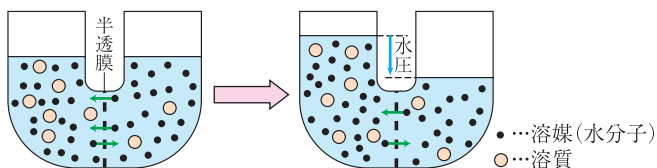
溶液中の溶媒や一部の溶質は通すが、その他の溶質は通さない性質（**半透性**）を示す膜のことを**半透膜**といい、細胞膜はこれに近い性質をもつ。一方、溶液中の溶媒も溶質も通す性質（**全透性**）を示す膜のことを**全透膜**といい、細胞壁が該当する。

(2) 浸透圧

下図のように、半透膜を介して容器の左側に濃い溶液を、右側に薄い溶液を入れると、溶液の濃度を均一にする方向に溶媒（水）が移動する。**浸透圧**とは、このときに生じる水が移動しようとする圧力（＝水を引き込もうとする圧力）のことである。

浸透圧は溶液の濃度が高いほど大きくなるため、濃度の低い右側の水の方がより多く左側に移動する（浸透圧の大きい左側がより多く水を引き込む）。左側の液面は上昇していき、水位差による圧力（水圧）が左右の浸透圧差と等しくなると上昇が止まる。

左側の濃度 > 右側の濃度 左側の浸透圧 - 右側の浸透圧 = 水圧



2つの溶液が半透膜を介して接したときに、互いに浸透圧の等しい（＝濃度の等しい）溶液を**等張液**，より浸透圧の小さい（＝濃度の低い）溶液を**低張液**，より浸透圧の大きい（＝濃度の高い）溶液を**高張液**という。

(3) 動物細胞と浸透

- ・等張液に浸すと、細胞の浸透圧＝溶液の浸透圧なので、見かけ上水の出入りはみられない。→**はじめから平衡状態**
- ・低張液に浸すと、細胞の浸透圧＞溶液の浸透圧なので、細胞内に水が入ってくる。→**細胞が膨れて、いずれ平衡状態へ**
もしくは、**膨れすぎて破裂（溶血）する**
- ・高張液に浸すと、細胞の浸透圧＜溶液の浸透圧なので、細胞外へ水が出ていく。→**細胞が縮んで、いずれ平衡状態へ**

発想の鍵

拡散では溶質が、浸透では溶媒（水）が主に移動する。

発想の鍵

溶液の浸透圧＝溶液に水が移動しようとする圧力
細胞の浸透圧＝細胞に水が移動しようとする圧力

知識力確認問題 2

Point

次は、生体内で調節される「浸透圧」についておさらいします。『知識力確認問題 1』で学んだ原理を、生体内の現象に結びつけて考えることがポイントです。

解答欄はありません。専用ノートを使って、覚えるまで何度も解くことをおすすめします！

問題

次の(1)・(2)の文中の空欄 1～15 に最も適当な語句を入れよ。

- (1) ヒトなどの陸生動物は、体液の浸透圧を一定に保つために、 によって水などの必要な物質を し、不要な物質を体外に排出している。水を多量に飲むなど、体液の浸透圧が低下すると、 の分泌が増加して、 での イオンの が促進される結果、体液の浸透圧が上昇する。一方、発汗などで体から水が失われ、体液の浸透圧が上昇すると、 の分泌が増加して、 での水の が促進される結果、体液の浸透圧が低下する。
- (2) ゾウリムシなどの淡水生原生生物のほとんどは、老廃物や体内に浸入してくる水を によって体外へ排出して、細胞内の浸透圧を一定に保っている。海水生硬骨魚類は、水を し、塩類をえらの塩類細胞から能動輸送で し、さらに、体液に対して 尿を 量排出している。一方、淡水生硬骨魚類は、水を し、塩類をえらの塩類細胞から能動輸送で し、体液に対して 尿を 量に排出している。軟骨魚類は、 を血液中に含み、体液の浸透圧を海水の浸透圧よりやや大きくして、水が体外に失われるのを防いでいる。海水生無脊椎動物は、体液の浸透圧を一定に保つ働きをもたないため、体液の浸透圧と海水の浸透圧が 。これに対し、淡水生無脊椎動物は、体液の浸透圧を一定に保つ働きをもつため、体液の浸透圧は淡水の浸透圧と 。

解答

- (1) 1…腎臓 2…再吸収 3…鉱質コルチコイド 4…ナトリウム
5…バソプレシン (抗利尿ホルモン)
- (2) 6…収縮胞 7…吸収 8…排出 9…等張な (等しい濃度の)
10…少 (少ない) 11…低張な (低い濃度の) 12…多 (大)
13…尿素 14…等しい 15…異なる

解説&要点

(1) 腎臓での浸透圧調節

ヒトなどの陸生動物は上皮が発達しており、体内からの水の蒸発や外部からの水の浸入を防いでいる。また、腎臓などの排出器によって不要な物質を体外に排出し、水やナトリウムイオンなどの必要な物質を再吸収することで、体液の浸透圧を一定に保っている。

- ・ 体液の浸透圧が低下したとき…**鉱質コルチコイド**の分泌が増加し、腎臓（細尿管）での**ナトリウムイオンの再吸収**が促進される結果、体液の浸透圧が上昇する。
- ・ 体液の浸透圧が上昇したとき…**バソプレシン**の分泌が増加し、腎臓（集合管）での**水の再吸収**が促進される結果、体液の浸透圧が低下する。

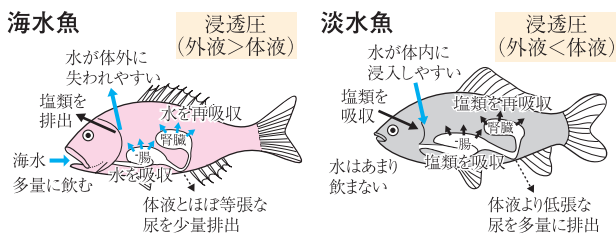
(2) ゾウリムシの浸透圧調節

老廃物や細胞内に浸入してくる水を**収縮胞**によって細胞外へ排出して、細胞内の浸透圧を一定に保っている。ゾウリムシが浸透圧の低い淡水中でも赤血球のように破裂しないのは、周囲の環境から浸透してくる余分な水を収縮胞によって絶えずくみ出しているからである。

硬骨魚類の体液の浸透圧調節

硬骨魚類は、体液の浸透圧を一定に保つ働きをもつが、その調節の仕方は海水魚と淡水魚で異なる。

- ・ **海水魚**…水が体外に失われやすい。
⇒水を吸収してその損失を抑え、**塩類を排出**することで、体液の浸透圧を一定に保っている。
- ・ **淡水魚**…水が体内に浸入しやすい。
⇒水を排出して、**塩類を吸収**することで、体液の浸透圧を一定に保っている。



軟骨魚類の体液の浸透圧調節

サメ・エイなどの軟骨魚類は、**尿素**を血液中に含み、体液の浸透圧を海水よりやや大きくして、水が体外に失われるのを防いでいる。

覚えておきたい

鉱質コルチコイドは副腎皮質から、**バソプレシン**は脳下垂体後葉からそれぞれ分泌されるホルモンである。

発想の鍵

腎臓での再吸収や、収縮胞の収縮、塩類細胞での塩類の輸送は、すべてエネルギー（ATP）を必要とする。

発想の鍵

海水魚は、水分不足・塩分過多、淡水魚は、塩分不足・水分過多になりやすいので、そうならないようにつねに調節をしている。

覚えておきたい

塩類細胞は、硬骨魚類のえらの上皮組織にみられ、塩類（主にナトリウムイオンと塩化物イオン）を能動輸送によって排出または吸収する機能をもつ。

記述力・考察力確認問題

Point

次は、『知識力確認問題1・2』を踏まえて取り組む問題です。それぞれの問題で、どのレベルで現象を捉えるべきなのか（細胞レベルなのか、生体レベルなのか）を考えながら解いてみましょう。

解答欄はありません。専用ノートを使って、記述力・考察力を向上させましょう！

問題

次の文1, 2を読み, 問1～問4に答えよ。

[文1] 4つのシャーレに, 蒸留水, 4%, 8%, 12%のスクロース(ショ糖)水溶液を入れて, それぞれに植物細胞(陸上植物の細胞)を浸し, そのままにしてその場を離れた。ところが, 1時間後, 細胞の観察のために戻ってきてみると, どの液体がどの濃度の溶液かがわからなくなってしまう。そこで, とりあえず細胞を顕微鏡で観察したところ, 図1の(a)~(d)のような像が得られた。

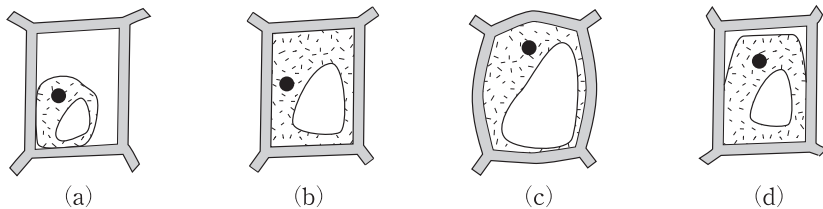


図1

問1 植物細胞を蒸留水のような極端な低張液に入れても, 動物細胞のように破裂することはない。この理由を簡潔に述べよ。

問2 次のA～Dの溶液に浸したときの植物細胞の状態を表す模式図として適当だと考えられるものを, 図1の(a)~(d)のうちからそれぞれ1つずつ選び, 記号で答えよ。

- A 蒸留水
- B 4%スクロース水溶液
- C 8%スクロース水溶液
- D 12%スクロース水溶液

問3 原形質の体積と圧力関係を示した図2について, 次の(1), (2)の問いに答えよ。

- (1) 図2中のア, イは, 膨圧と吸水力のどちらか, それぞれ名称を答えよ。
- (2) 図2のグラフにおいて, ①~④のときの植物細胞の状態として適当だと考えられるものを, 図1の(a)~(d)のうちからそれぞれ1つずつ選び, 記号で答えよ。

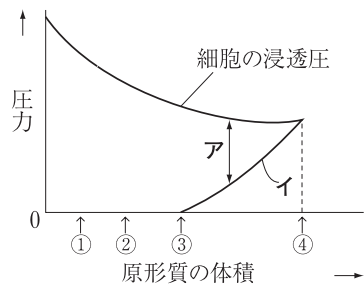


図2

[文2] 淡水中に生息する無脊椎動物や単細胞生物の多くは、体液の浸透圧を一定に保つ働きをもっている。この働きは、体外環境の浸透圧が急激に変化した場合に、その変化が体液にまで及ばないようにする効果がある。

問4 文2中の下線部に関連して、図3は生息環境の異なる3種類のカニA～Cの、外液の浸透圧と体液の浸透圧の関係を示したものである。なお、図中の0から伸びる破線は、外液と体液の浸透圧が等しくなるところを示している。また、×印は、外液の浸透圧がそれ以上またはそれ以下になると、カニが生存不可能になることを示している。これについて、次の(1)～(4)の問いに答えよ。

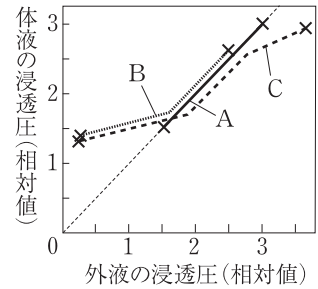


図3

- (1) 体液の浸透圧を一定に保つ働きをもたないカニはA～Cのうちどれか。記号で答えよ。
- (2) 体液の浸透圧を一定に保つ働きが最も高いカニはA～Cのうちどれか。記号で答えよ。
- (3) A～Cのカニは、それぞれ次の①～③のいずれかであるとする。外液の浸透圧が最も変動しやすい環境に生息しているカニと、最も変動しにくい環境に生息しているカニは、次の①～③のうちどれか。それぞれ1つずつ選び、番号で答えよ。
 - ① 外洋に生息するカニ
 - ② 河口に生息するカニ
 - ③ 海と川を往来するカニ
- (4) Aのカニは(3)の①～③のどれであると考えられるか、理由とともに述べよ。

解答

問1 植物細胞は、強固な細胞壁をもつため。

問2 A…(c) B…(b) C…(d) D…(a)

問3 (1) ア…吸水力 イ…膨圧

(2) ①…(a) ②…(d) ③…(b) ④…(c)

問4 (1) A

(2) C

(3) 最も変動しやすい…③ 最も変動しにくい…①

(4) Aのカニは体液の浸透圧を一定に保つ働きをもたないため、外液の浸透圧が変動しにくい環境でしか生息できない。したがって、Aは①の外洋に生息するカニであると考えられる。

別解 Aのカニは体液の浸透圧を一定に保つ働きをもたないため、外液の浸透圧が小さい環境では生息できない。したがって、Aは①の外洋に生息するカニであると考えられる。

解説&要点

④のつけどころ

〔文1〕は、試験管内でみられるような理論としての「浸透圧」について書かれている。細胞膜を介した溶媒（水）のやりとりについて、圧力のかかる方向と絡めながらイメージできるとよい。

一方、〔文2〕は、生体内で調節される「浸透圧」について書かれている。淡水中の生物の体内につねに水が入ってくる様子や、海水中の生物の体内からつねに水が奪われていく様子をイメージできるとよい。

問1 膨圧

植物細胞には細胞壁があり、膨圧が働くため、細胞が破裂することはない。膨圧とは、植物細胞が吸水して体積が増したときに、細胞膜で囲まれた部分が細胞壁を押し圧力のことである。

問2 原形質分離

原形質の状態に注目しよう。図1の4つの細胞のうち、最も多く水が入ってきたのは、細胞全体が膨らんでいる(c)なので、(c)が一番浸透圧の小さい溶液に浸されたことがわかる。逆に、最も多く水が出ていったのは、最も激しく原形質分離を起こしている(a)なので、(a)が一番浸透圧の大きい溶液に浸されたことがわかる。浸された溶液の浸透圧を大きい順に並べると(a), (d), (b), (c)となる。浸透圧は溶液の濃度に比例するので、「解答」のようになる。

問3 (1) まず注目すべきはイである。イは、原形質の体積が増加すると大きくなるため、膨圧である。イが生じ始める③付近が、本来の原形質の体積に最も近く、このときの細胞の状態を**限界原形質分離**という。アは原形質の体積が最大になったときに0になるので**吸水力**である。浸透圧、膨圧、吸水力の関係は次のようになる。

$$\text{吸水力} = \text{細胞の浸透圧} - \text{膨圧}$$

(2) 原形質の体積が③より大きくなると、膨圧が生じることから、細胞(a)や細胞(d)のように原形質分離を起こしておらず、細胞(c)のように膨らんでもいない細胞(b)の原形質の体積が、③に近いと思われる。③よりも原形質の体積が大きければ低張液に浸された状態、体積が小さければ高張液に浸された状態といえる。

採点基準

問1

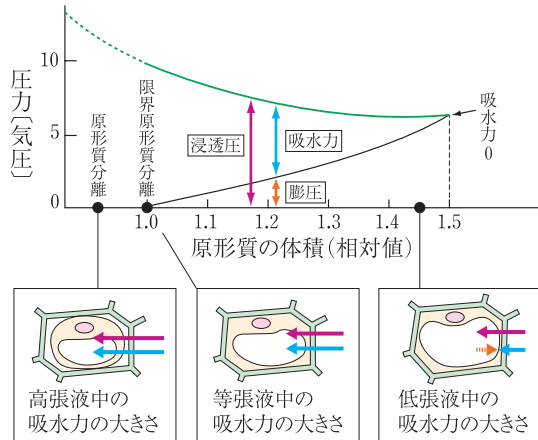
「細胞壁がある」ということについて書けていれば**正解**。

発想の鍵

細胞膜で囲まれた原形質の膨らみ加減やしぼみ加減を、水溶液の浸透圧のパロメーターとして利用する。

覚えておきたい

原形質分離とは、高張液に浸した植物細胞でみられる、細胞膜で囲まれた部分（原形質）が縮み、細胞膜が細胞壁から離れた状態のことである。



問4 カニの体液の浸透圧調節

- (1) 体液の浸透圧を一定に保つ働きをもたないカニ
 ⇒外液の浸透圧が大きくなると、体液の浸透圧も大きくなる
 ⇒外液と体液の浸透圧が等しい
 = 図3の0から伸びる破線に重なる
 ⇒A
- (2) 体液の浸透圧を一定に保つ働きが最も高いカニ
 ⇒外液の浸透圧が変化しても、体液の浸透圧が変化しにくい
 = グラフが水平に近い
 ⇒どのような外液の浸透圧のもとでも生存できる
 = グラフが横に長い
 ⇒C
- (3) ①～③のカニの生息環境の間で、塩類濃度の変動の大きさを比べてみよう。外洋では、海水の塩類濃度は一定である。河口では、つねに海水と淡水が混じっており、外洋に比べて塩類濃度が変動しやすい。また、海と川を往来する場合、河口よりもさらに塩類濃度の変動は大きいといえる。したがって、外液の浸透圧の変動(=塩類濃度の変動)は、大きい順に、③>②>①となる。
- (4) Aのカニは体液の浸透圧を一定に保つ働きをもたないため、外液の浸透圧が変動しやすかったり小さかったりする環境では生存できない。したがって、浸透圧が最も変動しにくく小さくなることのない外洋に生息していると考えられる。

発想の鍵

つまり、グラフが水平に近く横に長いほど、体液の浸透圧を一定に保つ働きが高い。

採点基準

問4(4)

解答欄が指定されているわけではないので、Aは①であることを答えてから、別途理由を答えていても**正解**。

間違えた箇所の解説を確認したら、次は添削問題に挑戦しましょう。

記述問題は完璧に書けなくてもまだ大丈夫。

キーワードを思い浮かべ、とにかく書き始めてみるのが大切です!

どうしても書き始められないときは、巻末のヒントを見ましょう。▶▶▶