

学生証番号：

氏名：

Q1 浸透圧とは何か。3行以内で簡潔に説明せよ。

<キャンベル生物学より>人工膜であれ、細胞の膜であれ、選択的透過性膜を横切る水の移動を浸透 osmosis と呼ぶ。浸透によって発生する圧力差を浸透圧という。

<Schmidt-Nielsen 動物生理学より>溶質濃度の異なる2つの溶液が、半透膜(水は透過させるが、溶質は透過させない性質の膜)で隔てられている時に、この2つの溶液の間で水が移動することを浸透という。U字型のガラス管で水がある区画Aから別の区画Bへと移動しようとする場合、その区画Bに浸透圧という圧力が生じる。

<Ganong 生理学より>溶液に圧力が加えられたと仮定すると、この溶液への水の浸透は遅くなったり止まったり、さらに逆転することさえもあるだろう。この水の浸透を止めるのに要する圧力の正確な値がその溶液の浸透圧という。

<Guyton 生理学より>膜を透過しない溶質の濃度の低い方から高い方へ溶媒分子が移動する現象を、浸透と呼ぶ。このような浸透現象による溶媒の移動は、溶質濃度の高い側に圧をかけることによって阻止することができる。溶媒の移動を阻止するのに必要な圧力を溶液の浸透圧と呼ぶ。

Q2 赤血球を海水に入れたら何が起こるか。理由とともに説明せよ。ただし、海水の浸透圧は **1,030 mOsm**、赤血球内の浸透圧は **320 mOsm** とする。

細胞内から海水へと水が移動し、細胞は脱水され、つぶされる。

Q3 ヒトが海水に入ったら何が起こるか。理由とともに説明せよ。ただし、海水の浸透圧は **1,030 mOsm**、ヒトの体液の浸透圧は **320 mOsm** とする。

人の皮膚は、水は通さない(半透性はほとんどない)、体内から外へ水が移動することはほとんどない。

Q4 海水産のフグを以下の組成の水溶液(溶解する塩の種類と濃度)で飼育すると、海水中よりも生育がよいという研究報告がある。以下の問いに答えなさい。

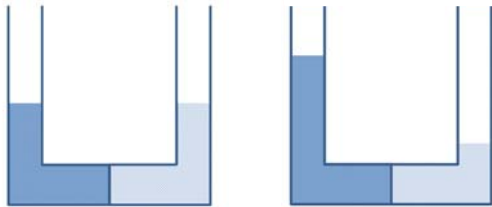
NaCl 7.0587 g/L, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.3641 g/L, KCl 0.18125 g/L

(1) NaCl 、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 KCl の1モルの重量は、それぞれ、**58**、**147**、**75 g** である。この飼育水のそれぞれの塩のモル濃度 (x 、 y 、 z) は、何 **mM** か。また、浸透圧 ($2x+3y+2z$) を計算しなさい(単位 **mOsm**)。ただし、計算結果の有効数字は3桁でよい。

NaCl	121	mM (x)
CaCl_2	2.48	mM (y)
KCl	2.42	mM (z)
$2x + 3y + 2z =$	257	mOsm

(2) フグの体液は、約 **330 mOsm** の浸透圧がある。その浸透圧を維持するには、どのようなエネルギーが必要か。以下の図を使って、答えなさい。

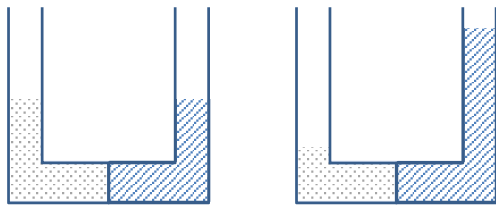
(a) 下の図のように、半透膜をはさんで、U字型の管の両側に、海水(浸透圧 **1,030 mOsm**) とフグ体液を等量ずつ入れた。じゅうぶん時間が経過した後、どのように変化するか。右側に図示しなさい。この変化を元の状態に戻すには、半透膜を通して、どのような水分子の能動的な輸送を行うべきか、簡潔に説明しなさい。



海水 フグ体液

浸透圧の高い溶液と低い溶液が半透膜を介して接している場合、赤血球の例と同じように、浸透圧の高い方へ水は移動する。その結果、左側の水かさが増える（希釈される）ことになる。右側は、逆に脱水される（濃縮される）。これを元に戻すには、左側に圧力をかけて、水分子だけを右側に移動させるようにエネルギーが必要になる。フグは、海水中では、体の塩濃度を保つには、同じようなエネルギーを常に消費していると考えられるだろう。

- (b) 下の図のように、半透膜をはさんで、U字型の管の両側に、淡水（浸透圧 0 mOsm）とフグ体液を等量ずつ入れた。じゅうぶん時間が経過した後、どのように変化するか。右側に図示しなさい。この変化を元の状態に戻すには、半透膜を通して、どのような水分子の能動的な輸送を行うべきか、簡潔に説明しなさい。



淡水 フグ体液

浸透圧の高い溶液と低い溶液が半透膜を介して接している場合、赤血球の例と同じように、浸透圧の高い方へ水は移動する。その結果、右側の水かさが増える（希釈される）ことになる。左側からは、逆に吸水され容積が減少する。これを元に戻すには、右側に圧力をかけて、水分子だけを左側に移動させるようにエネルギーが必要になる。フグが、もし淡水中で生息することになったら、体の塩分を保つには、同じようなエネルギーを常に消費することになる。

- (3) 前ページの人工的な飼育水の中で、なぜ、フグの生育がよいのか、その理由を考察し、数行以内で簡潔に記述しなさい。ただし、海水、フグ体液の塩濃度は、以下の濃度である。

	濃度 [mM]	
	海水	海産硬骨魚体液
NaCl	470	160
CaCl ₂	10	1.56
KCl	10	2.55

上の 2a と 2b の答えから、フグは、海水であれ、淡水であれ、浸透圧の差があるために、体の水分を失うか、余分な水を吸水するかのいずれかになり、それを元に戻すエネルギーを常に費やすことになる。上の値から、フグの体液の浸透圧を計算すると、NaCl の 160×2 、CaCl₂ の 1.56×3 、KCl の 2.55×2 の合計なので、329 mOsm となる。全ページの飼育水は、これより若干低い浸透圧であるが、淡水 (0 mOsm) や海水 (990 mOsm) よりは、差が小さい。それだけ体液の塩濃度を保つ上で、少ないエネルギー消費に抑えられることになる。これが生育のよくなる理由と考えられる。