

生 物

解答用紙の所定の欄に記入すること。

I 恒常性維持に不可欠な体液の循環に関する、以下の文章を読んで、問1～問7に答えなさい。
文中につけた下線番号は問の番号と対応している。

体液のなかで、血液の循環を行う器官を血管系とよび、その構造は動物の種類によって異なる。脊椎動物や（ア）動物で発達している血管系は、閉鎖血管系である。その血管は動脈、静脈⁽²⁾、毛細血管⁽³⁾に大別され、心臓⁽⁴⁾から拍出された血液が動脈を流れ、毛細血管を介し、静脈から心臓へ戻る⁽⁵⁾。全ての過程で、血液は組織とは隔絶されたルートを流れる。閉鎖血管系とは対照的な構造の血管系は開放血管系と呼ばれ、（イ）動物、原索動物（ナメクジウオは除く）、（ウ）動物（イカ、タコは除く）などで見られる。これらの生物では血液は組織と直接接触する。これら2つの血管系を比較すると、開放血管系よりも閉鎖血管系の方が恒常性維持に優れている⁽⁶⁾。

脊椎動物では、血管系とは独立してリンパ管とリンパ節から成るリンパ系⁽⁷⁾が発達し、最終的に血管系（静脈）に合流する。

問1 空欄（ア）～（ウ）にあてはまる語句を記せ。

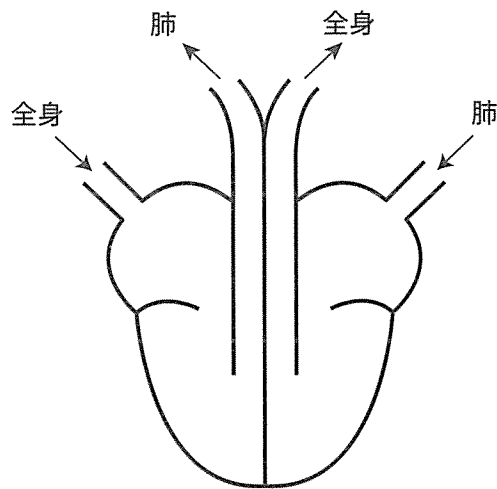
問2 以下の（a）～（e）のうち、動脈および静脈の両方にあてはまる項目を全て選び、記号で答えよ。

- (a) 弁を有する。
- (b) 平滑筋を有する。
- (c) 開放血管系では存在しない。
- (d) 肝臓と腎臓のいずれにも分布する。
- (e) 血圧に応じて血管外径が変化する。

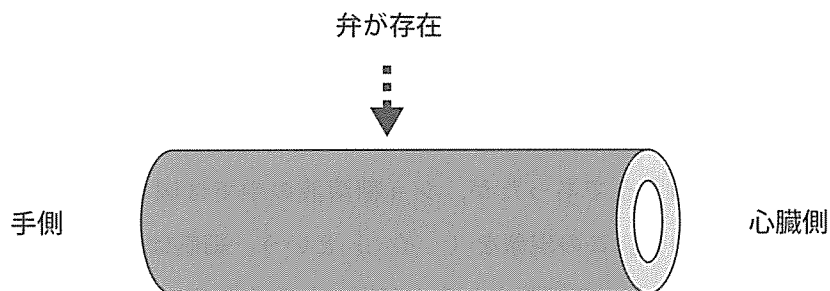
問3 骨髄と脾臓の毛細血管には、ほかの臓器の毛細血管とは異なる、ある特徴が存在する。その特徴を「血球」を文章に含めて30字以内で説明しなさい。

[参考] 血球には寿命があり（たとえばヒト赤血球は約120日、血小板は3-10日）、全身の血管を流れたのち脾臓で破壊されるが、おもに骨髄であらたにつくられることが知られている。

問4 下図はヒトの心臓を腹側より見た模式図である。これにならって、両生類の心臓を図示せよ。



問5 肘皮膚の静脈の一部を下図に示す。その静脈の中央部には弁が存在すると仮定する。この静脈の縦断面における弁の形状を、正常に血液が流れているとき (a)，および心臓側に負荷をかけて、心臓側の血圧を手側の血圧と同じ値にした場合 (b) に分けて図示せよ。



問6 どのような点で優れているのかを25字以内で説明せよ。

問7 ヒトのリンパ系に関して以下の (a) ~ (d) のうち、正しい項目をすべて選び、記号で答えよ。

- (a) 血管と異なり、リンパ管内に血球は含まれない。
- (b) 下半身だけでなく、頭部・上肢のリンパ管全てが鎖骨下静脈に合流する。
- (c) リンパ液が通過するリンパ節にはリンパ球が多数存在し、病原体に対する防御機構として重要である。
- (d) リンパ球はB細胞、T細胞、マクロファージからなり、抗原抗体反応により、あるいは直接に異物を攻撃する。

II アオミドロ（葉緑体がらせん形をしている緑藻）を池から採取し、顕微鏡で観察した。以下の文章を読んで問1～問7に答えなさい。文中につけた下線番号は問の番号と対応している。

実験観察：

アオミドロを2cmくらいに切ってスライドガラス上に置き、池の水を少量滴下し、顕微鏡で観察した（図1A）。つぎに、そのアオミドロの周りの水滴を吸い取った後、スクロース（シヨ糖）を水に溶かして作った溶液（濃度は0.5mol/l、注*）を少量滴下し、10分後、顕微鏡で観察した（図1B）。

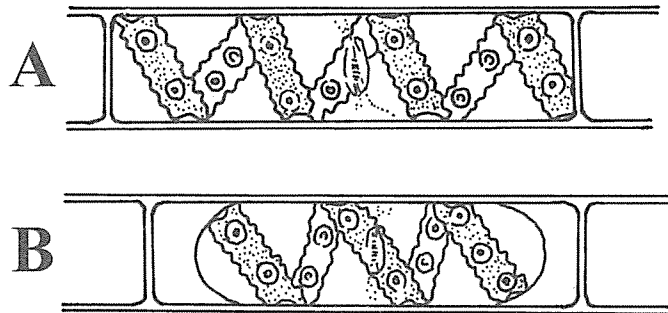


図1 顕微鏡での観察像（スケッチ） A: 池の水の中, B: シヨ糖溶液中

注*:モル濃度 [mol/l] とは, 溶液 1 l 中に含まれる溶質の物質質量 [mol 単位] で表した濃度である。この溶液の場合, 溶質はスクロース。溶質が異なっても同じモル濃度であれば, 溶液中の溶質の分子数は同じである。

池の水の中では図1Aのようであったが, シヨ糖溶液の中では図1Bに示すように細胞膜が（ア）から離れてしまった。この現象を（イ）という。細胞はシヨ糖溶液のような高張液にさらされると, 浸透現象によって細胞内から水が出てしまうため, この現象が起こるのである。細胞膜はおもに（ウ）とタンパク質からなる。細胞膜では（ウ）の分子が一定の配列で並び, そこにタンパク質が組み込まれている。このような細胞膜は水を通しにくいと考えられる⁽²⁾が, 実際にはこの実験が示すように, 水は細胞膜をある程度, 通過する。これは植物の根毛が細胞膜を介して地中の水分を吸収していることから想像できよう。

植物体の根で吸収された水は浸透圧を利用して根の内部の細胞へと移動し, （エ）へ到達し, 葉へ運ばれる。そして多数の葉緑体を含む葉肉での光合成によってデンプンなどの有機物がつくられ, そのうちスクロースは水に溶けて（オ）を通ってからだの各部へ運ばれる。一般にこの輸送はスクロース分子の拡散によって起こる⁽³⁾が, テンサイ（別名サトウダイコン）の根のように高濃度のスクロースを細胞内に貯蔵するには, 別のしくみが必要となる。まず, ある種のタンパク質が ATP のエネルギーを利用して細胞内から細胞外へプロトン (H⁺) を輸送する⁽⁴⁾。その結果, 細胞外に蓄積されたプロトンは細胞膜に組み込まれた別のタンパク質を通して細胞内へ入るが, このときスクロースも一緒に細胞内へ運ばれる⁽⁵⁾。

問1 空欄(ア)～(オ)にあてはまる語句を記せ。

問2 なぜ水を通しにくいと考えられるのか。

問3 拡散とは分子がその運動によって濃度の高いところから低いところへ広がる現象である。つまり、スクロースが輸送されていく先の植物体の各部では、スクロースの濃度が低くなっていると考えられる。濃度が低くなる原因として考えられるものを2つ答えよ。

問4 このしくみを何と呼ぶべきか。H⁺とは別のイオンを同様のしくみで運ぶ例もあるので、それらと区別できる呼び方を考えなさい。

問5 このようなくみでスクロースが輸送される場合、それは能動輸送と考えるべきか。あるいは受動輸送と考えるべきか。輸送の形態のどちらか一つ(a)を答え、さらにその根拠(b)を説明しなさい。

問6 図1Bの実験観察で用いたスクロースの代わりに、溶質としてエタノールを用い、0.5mol/lの濃度にした溶液中にアオミドロを置き、観察した。細胞内には原形質流動が見られたが、10分経過してもショ糖溶液中で観察されたような(イ)は起こらなかった。この原因を説明する次の文を完成させなさい。空欄a, bでは選択肢のどちらかを選び、空欄c, dには適切な語句を考えて記入しなさい。(イは問1と同じ)

図1Bの実験観察では、スクロースは細胞膜を透過(a: できる, できない)が水は透過(b: できる, できない)ので、水は細胞の外側へ移動した。アオミドロをエタノール溶液中に置くと、エタノールは(c:)ため、水の移動の力となる(d:)ができなかったため、水が出て行かなかった。

問7 下線部4と5のような機能を担うタンパク質が、細胞膜にどのように組み込まれているかを模式的に図示しなさい。図には細胞膜をモデルとして描き、(ウ)とタンパク質を明確に区別すること。(ウは問1と同じ)

Ⅲ イトヨという魚に関する以下の文章を読み、下線部（1～7）に対応する問に答えなさい。

トゲウオの仲間であるイトヨ Gasterosteus aculeatus⁽¹⁾ の雄は、繁殖期になると腹部が鮮やかな赤色となり、水底で巣作りをする。そして巣に近づくものが雄であれば攻撃し、雌であれば特徴的なジグザグダンスで求愛する。雄の行動を誘発する原因⁽²⁾ を調べるための実験を行ったところ、図1のような結果が得られた。さらに行われた数々の実験により、雄の求愛に応じた雌の行動が雄の次の行動を引き起こし、雌雄の一連の動作が交互に連続して誘発されることにより、生殖という目的が達成されることが判明した。これらは生まれつき備わった（生得的な）行動⁽³⁾ である。

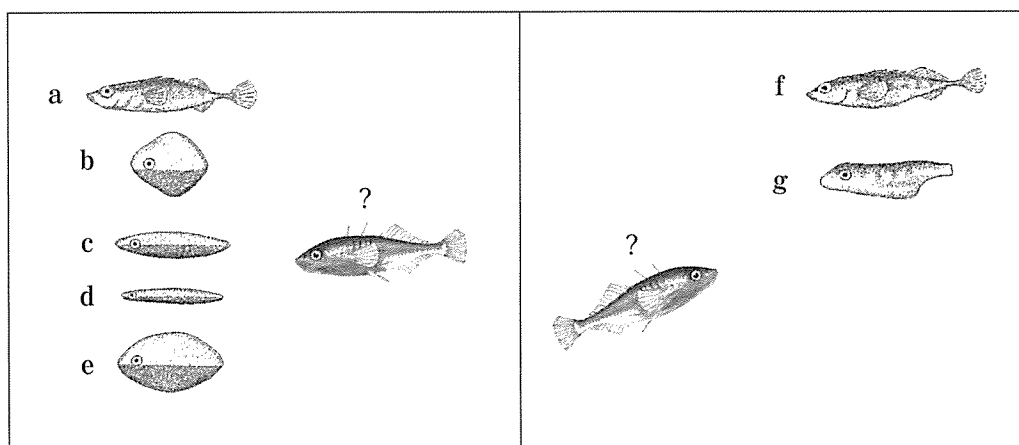


図1 繁殖期のイトヨの雄に雄の模型（a-e）あるいは雌の模型（f, g）を見せる実験。
 左：aは非繁殖期の雄の模型，b-eは下半分を赤く着色した単純な模型。これらを見た雄はaには無反応，b-eには一様に攻撃行動を示した。
 右：fは非繁殖期の雌の模型，gは繁殖期の雌のデフォルメした模型。これらを見た雄は，fには無反応，gに対しては求愛行動を示した。

問1 a. このような種の学名の命名法を何と呼ぶか，b. その命名法を普及させたのは誰か，c. この命名法で1番目と2番目の語はそれぞれ何と呼ばれるか，以上のa～cに答えなさい。

問2 ある特定の行動を引き起こす特定の刺激を [A] と呼ぶ。実験結果から、イトヨの雄に攻撃行動を引き起こす [A] は [B] であり^(仮説)、雄の求愛行動を引き起こす [A] は膨らんだ腹部である、と考えられた。括弧内のA, Bに適切な語句を入れ、また図1 b-eの模型に共通する属性を考慮して、下線部のような仮説をさらに補強する実験を考えなさい。

問3 特定の刺激に対して示される、一連の定まった生得的行動は何とよばれるか。

イトヨは北半球に広く分布し、サケのように海で成長するタイプ（降海型）と淡水に留まるタイプ（陸封型）が知られている。これらは約1万年前（最後の氷河期以降）に各地で川や湖に進出したと考えられ、その際、鱗板や棘などの形態や塩類耐性の変更⁽⁴⁾など、環境適応による変化が起こった。最近の研究で、北半球の各地における降海型と陸封型のトゲウオ類の全ゲノムの解読⁽⁵⁾が行われている。日本の滋賀と岐阜の湧水池のみに見つかるハリヨという淡水魚は、様々な点でイトヨとは形態が異なっているが、繁殖期のオスの特徴は似ている。最近、滋賀のハリヨ生息地では何らかの原因で降海型イトヨが侵入し、ほとんどの個体が降海型イトヨに近い形態を持った雑種となり、ハリヨが絶滅に瀕している^(6,7)。

問4 塩類の吸収／排出を行う臓器の場所（主要な1ヶ所）を解答用紙の図中に名称とともに矢印で示し、生息地の変更とともに塩類耐性の変更とは具体的にどのようなものを説明しなさい。

問5 この研究によってどのような発見が期待されるだろうか。考えられるところを述べなさい。

問6 この事実から、ハリヨとイトヨを同一の「種」とみなす考え方もある。この場合、「種」をどのように考えているか、簡潔に説明せよ。

問7 この事実から、次のようにも考えられる。

[C]に関する生得的行動やその[A]となる形態的特徴は変異しにくい。なぜならば、これらが変異すれば [D] からである。

CとDにふさわしい語句をいれなさい。(Aは問2と同じ)