

生 物

第1問 生態系に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

造礁サンゴとよばれる動物は、熱帯から亜熱帯の比較的栄養の乏しい浅い海に生息し、複雑な生態系を支えている。サンゴはクラゲやヒドラと同じ（ア）動物に属し、（イ）胚葉からなる組織をもつ。卵から生まれたばかりの幼生は、海中を泳いで岩場に固着し、(1) 1つの個体が無性生殖で増えて群体をつくる。栄養は乏しいが、温暖で、太陽の光という環境資源を利用できる生態的地位すなわち（ウ）で生活している。

動物なのに、サンゴはどのようにして太陽の光エネルギーを利用しているかという点、細胞内に褐虫藻を取り込んでいて、その生物が光エネルギーを（エ）イオンの濃度勾配に変え、（オ）を糖などの有機物に（カ）化して、サンゴにも分け与えている。サンゴはその有機物を酸化して化学エネルギーを得、老廃物の（オ）は褐虫藻が生体に必要な（カ）化反応を行うのに再利用される。また、サンゴは動物プランクトンの捕食もするので、(2) 別の老廃物も褐虫藻の重要な栄養となる。さらに、サンゴは、褐虫藻を(3) 強い紫外線から守るために被膜をつくったり、外敵から保護するために石灰質の殻をつくったりしている。

一方で、サンゴは表面のごみなどを除くために多くの粘液を常に合成し分泌しているが、その粘液は周囲に広がるので、細菌が繁殖して動物プランクトンの餌になり、そのプランクトンをより大きな動物が捕食するという（キ）が形成される。同様に(4) サンゴガニもこの粘液を食べているが、このガニはサンゴの天敵であるオニヒトデを撃退してくれるガードマンでもある。サンゴが群体を形成すると、(5) 木の葉や枝のように複雑な形をした凹凸のあるサンゴ礁を形成するので、多種多様な魚たちの隠れ場所を提供することにもなる。

このように、栄養は乏しくても太陽のエネルギーを最大限利用して豊かな生態系を形成しているのがサンゴ礁の海である。しかし、(6) その絶妙なバランスを壊すような要因が加わると、サンゴの生存がおびやかされる。たとえば、ヒトが投棄する生活排水はしばしば富栄養なので、サンゴの海に植物プランクトンや海藻類が大発生してサンゴの（ウ）を奪ってしまう。また、オニヒトデの幼生は植物プランクトンを捕食しているので、(7) 植物プランクトンが2倍になると、オニヒトデの幼生の栄養状態が改善して、幼生期の生存率が約10倍になるといわれている。さらに、幼生や稚ヒトデを捕食する魚介類をヒトが乱獲することも、ヒトデの生存を助ける。サンゴ礁は1つの例に過ぎないが、このような生態系を全地球規模で保全するための（ク）条約が1993年に締結されており、2010年には名古屋で締約国の会議が開かれた。

問1 文中の（ア）～（ク）に適語を記せ。

問2 下線部（1）は遺伝情報の変化を伴わない増殖法である。

- i) ヒドラや酵母も同様の増殖をするが、その方法を何とよぶか、名称を記せ。
- ii) このような生殖形式で形成される個体の集団を一般に何とよぶか、名称を記せ。

問3 下線部(2)について、サンゴ礁の海水中には乏しいが、サンゴの老廃物に含まれていて、褐虫藻の栄養として必要な2つの主な元素を元素記号で記し、それぞれ生体高分子のどのような構成単位に含まれるか、名称を記せ。

問4 下線部(3)は、低緯度地域では紫外線の遮蔽が弱いことが原因である。

i) 大気中で紫外線を遮蔽しているものは何か、名称を記せ。

ii) i) をつくり出す元となった、すべての生物に必要な分子は何か、名称を記せ。

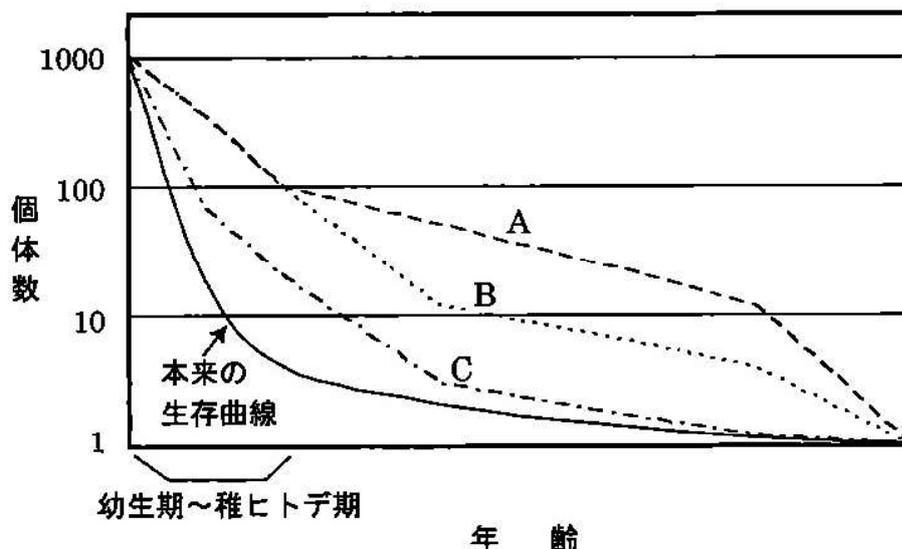
問5 下線部(4)について、このような共生を特に何とよぶか、名称を記せ。

問6 下線部(5)について、サンゴにとってこのような形をつくる利点は何か、簡潔に記せ。

問7 下線部(6)について、このような環境変化を何とよぶか、名称を記せ。

問8 下線部(7)について、幼生から稚ヒトデになるまでの生存率が約20倍増加し、稚ヒトデ期以降、寿命近くまでの死亡率が一定だとすると、図1に示すヒトデ本来の生存曲線はどのように変化すると予想されるか。仮想生存曲線A～Cのうち、最も適当なものを1つ選び、記号で記せ。ただし、密度効果は考慮せず、サンゴは十分残っているものとする。

図1



第2問 植物ホルモンに関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

植物の種子は条件が整うと発芽する。被子植物の種子の発芽においては、一般的に環境要因である（ア）と（イ）と（ウ）の3条件が適切になることが必要である。しかし、これらの条件を満たしただけでは発芽せず、植物ホルモンや⁽¹⁾ 光の条件によって発芽の過程が制御されているものもある。イネやオオムギなどの種子では、植物ホルモンAが発芽を促進するのに対し、植物ホルモンBは発芽を抑制する。デンプンを多く蓄積するこれらの種子では、発芽時に⁽²⁾ 植物ホルモンAが合成され、⁽³⁾ それを感知してデンプンを分解する酵素が誘導されて、⁽⁴⁾ デンプンがより分子量の小さい糖に分解される。⁽⁵⁾ 生じた糖は芽生えの成長に利用される。これは発芽時の芽生えでは細胞小器官の1つである（エ）が発達しておらず、光合成によるエネルギー生産ができないためである。

植物では芽生え後、頂芽が成長しているときには下部にある側芽の成長が抑制されることが多く、これを（オ）という。これには、植物ホルモンCと植物ホルモンDが関与しており、植物ホルモンCが植物ホルモンDの合成を抑制していると考えられている。代表的な植物ホルモンCには、主にトリプトファンから合成される⁽⁶⁾ インドール酢酸があり、（カ）移動により植物体内を運ばれる。

問1 文中の（ア）～（カ）に適語を記せ。

問2 下線部（1）について、発芽が光によって促進される種子を光発芽種子という。

- i) この種子の発芽に関わっている光受容体の名称を記せ。
- ii) この光受容体は赤色光を吸収すると発芽を促進し、遠赤色光を吸収すると発芽を抑制する。この制御の生理的意義を簡潔に記せ。

問3 植物ホルモンA, B, C, Dについて、一般的な名称をそれぞれ記せ。

問4 下線部（2）～（4）は種子のどの部位で起こるか、その名称をそれぞれ記せ。

問5 下線部（3）について、このときに発現が誘導される酵素の名称を1つ記せ。

問6 下線部（5）について、デンプンから生じた分子量の小さい糖は芽生えの栄養源となるほかに、もう1つ重要なはたらきがある。それは何か、簡潔に記せ。

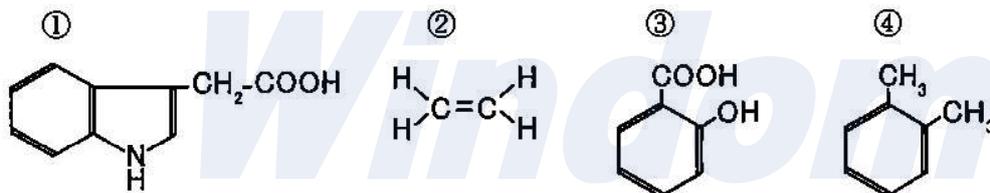
問7 栽培植物で、植物ホルモンAの合成量が少なくなるようにつくられた品種があるが、その目的は何か。次の①～⑤から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 種なし果実の生産 ② 開花の促進 ③ 病害耐性の獲得
 ④ 風害耐性の獲得 ⑤ 低温耐性の獲得

問8 植物ホルモンBの合成量が少ないトマトの変異体がある。このトマトを栽培する場合にどのような点に注意すればよいか。次の①～⑤から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 短日条件で育てる。 ② 長日条件で育てる。 ③ 水やりを頻繁に行う。
 ④ 水やりを控えめにする。 ⑤ 発芽前に種子を殺菌する。

問9 下線部(6)について、構造式はどれか。次の①～④から正しいものを1つ選び、番号で記せ。



問10 植物ホルモンCと植物ホルモンDの関係を調べるために行った実験とその結果を表1に示す。側芽の変化についての結果(a)～(c)について、側芽の成長が起こらないものをすべて選び、記号で記せ。

表1

実験	側芽の変化
頂芽を切除する。	(a)
頂芽を切除し、切断面に植物ホルモンCをぬる。	(b)
頂芽を切除し、側芽に植物ホルモンCをぬる。	成長する
頂芽を切除せず、側芽に植物ホルモンDをぬる。	(c)

問11 表1から、植物ホルモンCによる植物ホルモンDの抑制は、植物体のどの部位で起こると考えられるか。次の①～③から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 頂芽 ② 側芽 ③ 茎

第3問 ヒトの耳に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。ただし、文中の（ア）～（キ）は図2～4の記号に対応している。

ヒトの内耳には、空気の振動である音波を受け取る聴覚器と、（ア）や（イ）などの感覚器がある（図2）。外耳道を通ってきた音波は鼓膜を振動させ、その振動は（ウ）で増幅されて（エ）に伝えられる。（エ）の内部はリンパ液で満たされており、図3に示すようなコルチ器とよばれる感覚器が管にそって整然と並んでいる。音波の振動はリンパ液を介してコルチ器の基底膜を振動させる。基底膜が振動すると（オ）と接触していた（カ）の感覚毛が変形し、この機械的な刺激により（カ）の脱分極が起こる。（カ）の興奮は（キ）を介して中枢に伝わる。コルチ器の基底膜の幅は基部から頂部（奥）に向かって連続的に変化しており、音の高さに応じて決まった位置にあるコルチ器が反応する。基底膜の幅は基部ほど（ク）、頂部へ行くほど（ケ）なっているので、基部では高音を、頂部では低音を識別するようになっている。このようなしくみによりヒトはおよそ（コ）Hz から（サ）Hz の音を聞き分けることができる。

ヒトは左右に2つの耳をもっているので、たとえ暗闇の中であっても音の発生源の位置を特定することができる。たとえば、何か「コトリ」と音がしたとき、その音が右耳と左耳に到達した時間の差を利用してその音の発生源の位置を知ることができる。このしくみを図4に示す。図4のA, B, C, D, Eはそれぞれ音源の位置を決める神経細胞である。左右の内耳から伸びる神経の軸索はそれぞれ、これら神経細胞群の樹状突起に到達し、シナプスを形成している。これらの神経細胞群を構成する神経細胞は両内耳からの入力を同時に受けた場合にのみ興奮するので、どの神経細胞が興奮したかによって音源の位置を特定することができる。

図2

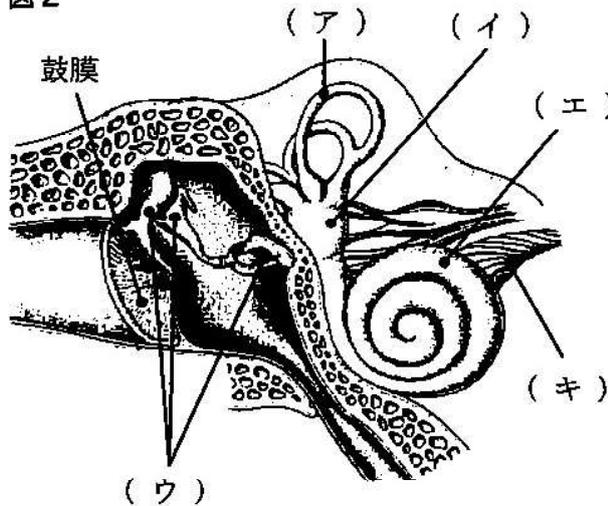


図3

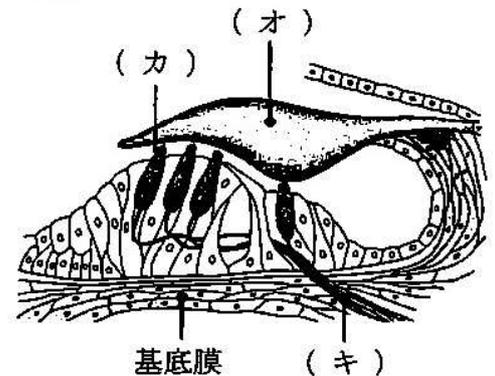
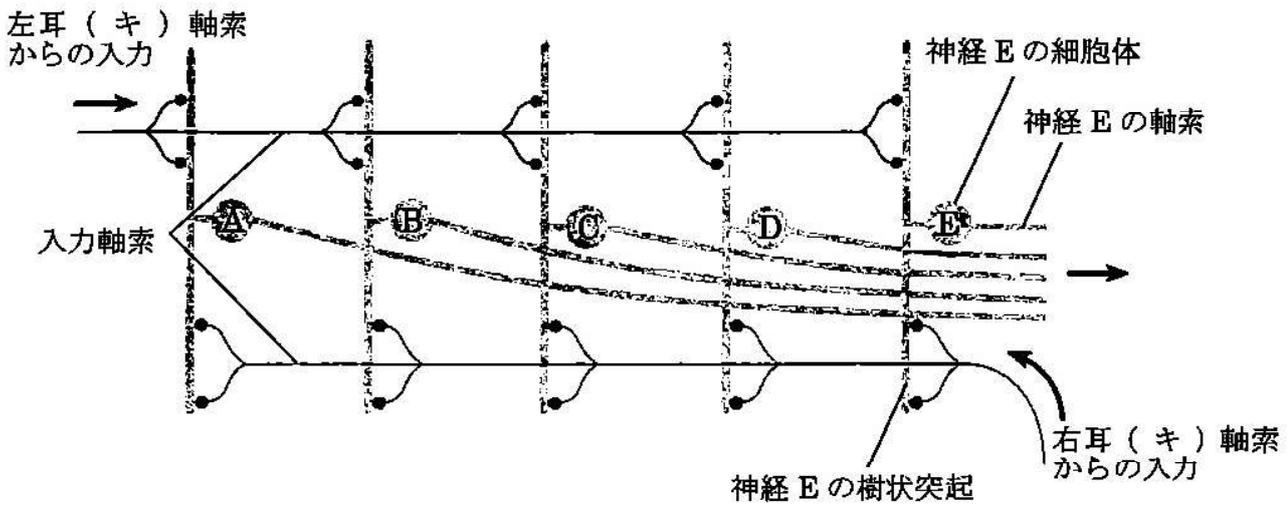


図4



問1 文中の(ア)～(キ)に適語を記せ。

問2 (ア)と(イ)の器官について、それぞれのはたらきを簡潔に記せ。

問3 (ク)と(ケ)に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①と②のうちから1つ選び、番号で記せ。

- | | | |
|---|-----|-----|
| | (ク) | (ケ) |
| ① | 狭く | 広く |
| ② | 広く | 狭く |

問4 (コ)と(サ)に入る数字の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選び、番号で記せ。

- | | | |
|---|-----|---------|
| | (コ) | (サ) |
| ① | 20 | 2,000 |
| ② | 20 | 20,000 |
| ③ | 20 | 200,000 |
| ④ | 200 | 2,000 |
| ⑤ | 200 | 20,000 |
| ⑥ | 200 | 200,000 |

問5 顔の真正面で「コトリ」と音がしたときにCの神経が興奮したとする。しばらく間をあけて「パタリ」と音がしたときに、今度はAの神経が興奮したとすると、この「パタリ」という音は左右どちらから発したものと考えられるか。解答欄に記した、左・右のいずれかに○をつけよ。ただし、この間に首は動かさなかったものとする。

問6 「コトリ」、「パタリ」という一瞬だけ発する音（クリック音）の場合は、図4で示したやり方で音源の位置を特定することが可能であるが、鳴り続けるサイレンの音（持続音）のような場合にはこの方法は使えない。高音の持続音に対するときと低音の持続音に対するときで、われわれは主に2つの方法を使い分けながら音源の位置を特定している。これら2通りの方法としてどのようなやり方が考えられるか、簡潔に2つ記せ。解答は高音と低音のそれぞれについて場合分けをしなくてもよい。ただし、首は動かさないものとする。

Windom