章末問題

1 章

問 1

● 二酸化炭素の削減問題. 二酸化炭素は大気中の濃度が高まると温室効果を促進し, 地球の温暖化を招く. COP11 (気候変動枠組条約第 11 回締約国会議) の京都議定書に基づき, 二酸化炭素の排出を減少させようとする活動が各国で行われている. しかし, アメリカ合衆国など一部の国はそれに非協力的である. この問題は, 二酸化炭素の排出を抑制して温暖化対策としようとする生態系の価値観と, 国家の繁栄を優先する国家という価値観の違いによって生じる問題である.

● 小笠原諸島の父島ちちじまにはヤギが放たれ, それらが繁殖して小笠原諸島固有の貴重な植物を食い荒らし, 絶滅に迫りやろうとしている. ヤギを駆除しようとするするとそれに反対する人たちがいて反対運動を繰り返す, 順調な駆除が行えない状況にいたっている. これはヤギを駆除して生態系を保護しようとする生態系の価値観と, ヤギの命を大切にしようとする個体の価値観の違いによって生じる問題である.

● 現在では少なくなったがかつては食紅が何種類も食材の着色に使われていた. しかし, 一部の食紅には発がん性が認められ, その使用に議論が生じている. これは色鮮やかなほうがおいしそうに見える, あるいは新鮮に見えるとする個体の価値観と発がん性というまずは細胞に影響する生態系の価値観の違いによって生じる問題である.

2 章

問 1

アミラーゼ遺伝子の遺伝情報, すなわち, DNA の塩基配列を mRNA に転写する. mRNA が核から細胞質にでると, リボソームが結合する. リボソームには mRNA のコドンに従って tRNA が運んできたアミノ酸がペプチド結合する. するとアミラーゼが合成される. アミラーゼは小胞体を通してゴルジ体に運ばれる. ゴルジ体はアミラーゼを貯蔵するとともに, 必要に応じて細胞外に分泌する.

問 2

グルコースは炭素原子が六つ結合した物質である. それが解糖系によって二つに分解し, 2 分子のピルビン酸となる. この過程で 2 分子の ATP ができる. ピルビン酸はクエン酸回路に送られ, 脱炭酸および脱水素反応によって分解する. このクエン酸回路で生じるエネルギーによってさらに 2 分子の ATP ができる. 一方, 解糖系とクエン酸回路で脱水素されたときに生じる水素は, 電子伝達系に渡され, そこで酸素と反応し水を生じるとともに, 34ATP を合成する. このようにしてグルコース 1 分子から ATP38 分子が生成される.

問 3

小腸の上皮組織の細胞は, 吸収する側とは反対側にある細胞膜の面にナトリウムポンプが多く分布

している。これらのポンプは ATP のエネルギーでナトリウムイオン (Na^+) を細胞外に排出している。すると、細胞内の Na^+ 濃度が低下し、消化途中にある小腸の内容物から Na^+ が拡散によって細胞内に流入する。このとき、ナトリウムがグルコースと結合していると、グルコースもともに細胞内に入ることになる。このようにして、小腸上皮細胞はグルコースを吸収する。

3 章

問 1

DNA とはデオキシリボ核酸の略号で、その物質の名称を指す。この物質の塩基の並び方でタンパク質のアミノ酸配列が決まり、タンパク質の働きを決める立体構造が決まる。あるタンパク質のアミノ酸配列を決める DNA の単位が遺伝子である。染色体は DNA が細胞内に存在する状態を指す言葉で、ヒストンというタンパク質に巻きつくような形で存在する。遺伝子はこの染色体の形をした DNA 中にいくつも存在する。ある生物の全遺伝子の 1 セットをゲノムという。多くの生物は $2n$ であり、それぞれの遺伝子はそれを 2 セットずつもっているのだから、2 ゲノムもつことになる。

問 2

DNA の二重らせん構造が遺伝子の部分でほだけ、遺伝情報が存在する鋳型鎖の塩基配列に相補的な塩基配列をもった mRNA が RNA ポリメラーゼによって合成される。真核生物の場合は、mRNA は核膜孔を通して細胞質にでて、そこにリボソームが結合する。リボソームはタンパク質合成の場で、mRNA の塩基を三つずつコドンとして認識し、そのコドンに相補的に結合するアンチコドンをもった tRNA がアミノ酸を運んでくる。tRNA にはアンチコドンによって特定のアミノ酸が結合し、結果として DNA の遺伝情報を読み取った mRNA の塩基配列に従ってアミノ酸を配列することになる。アミノ酸配列によって、タンパク質は特定の立体構造をもつようになる。

問 3

- ダウン症・・・21 番染色体がトリソミー (3 本) になると精神薄弱や手指に異常が起こる。
- ターナー症・・・性染色体が X 染色体 1 本しかないとき、女性において発達が遅れる。
- クラインフェルター症・・・性染色体が XXY となると、外見は男性でも精巣の発達が遅れ、乳房が発達することもある。

問 4

ホルムアルデヒド (ホルマリン)、塩素化合物、亜硝酸塩など。

4 章

問 1

脊髄、延髄、小脳、中脳、間脳、大脳に分類される。

脊髄・・・感覚神経、運動神経、交感神経などが束になった部分で、感覚神経が強い刺激を受けたときに介在神経を介して運動神経を興奮させ、反射を起こす。

延髄・・・呼吸運動、心臓の拍動、嚥下などの中枢。

小脳・・・われわれの意識に基づいた随意的な運動を細かくしなやかにする。随意運動の中枢。

中脳・・・瞳孔の収縮や拡大、眼球運動の調節などを支配している。

間脳・・・体温，血糖値，浸透圧など体内環境を一定に保つ働きをする。

大脳・・・感覚，知能，随意運動，本能など，意識に存在する感覚を支配する。

問 2

交感神経が興奮すると，毛細血管の収縮，心臓の拍動の促進，筋肉の収縮促進，瞳孔の拡大など興奮状態時に呈する反応を起こす。逆に，交感神経が興奮すると消化管の運動や消化酵素の分泌は抑制される。一方，副交感神経が興奮すると，毛細血管の弛緩，心臓の拍動の抑制，筋肉の弛緩，瞳孔の縮小などを引き起こすとともに，消化管の運動や消化酵素の分泌が促進される。

問 3

血糖値の上昇は間脳視床下部で感知され，それによって副交感神経が興奮する。すると膵臓のランゲルハンス島B細胞からインスリンが分泌される。また，高血糖は直接膵臓に作用し，インスリンの分泌を促す。インスリンは肝臓や筋肉の細胞の細胞膜にあるインスリン受容体に結合する。すると，それらの細胞へのグルコースの取り込みが促進され，血糖が低下し，もとの値に戻る。

問 4

血液が腎小体の糸球体からボーマンのうにこしだされる際，タンパク質は分子が大きく，ボーマンのうにろ過されない。また，グルコースはボーマンのうにろ過されるが，細尿管（腎細管）ですべて血液中に再吸収される。

問 5

副腎皮質ホルモンを投与すると血中の副腎皮質ホルモン濃度が上昇する。それを間脳視床下部や脳下垂体前葉が感受し，副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモンや副腎皮質ホルモンの分泌を抑制する。その結果，副腎皮質ホルモンの分泌量は著しく低下し，副腎皮質はまったく刺激を受けず機能しない状態が続く。すると，副腎皮質が萎縮し，刺激されても機能しなくなる。

5 章

問 1

孢子体であるシダ植物の葉の裏には孢子のうがあり，そこで減数分裂が起こり孢子母細胞から孢子細胞がつくられる。その孢子は成長し配偶体である前葉体となる。この過程は無性生殖である。前葉体では卵細胞と精子がつくられ，精子は前葉体から泳ぎだし，ほかの前葉体の造卵器の卵細胞と受精する。受精卵は成長し，シダの孢子体になるが，この過程は有性生殖である。

問 2

原腸胚から神経胚にいたる過程で，陥入が起こり，内胚葉と中胚葉が外胚葉に包み込まれるようになる。そのとき，原口背唇部にあたる中胚葉の予定脊索部位から誘導物質が放出され，それと接する外胚葉の部分は表皮ではなく神経へと分化する。

問 3

ヒトの卵巣から排出された卵細胞は卵管に入り，成熟しながら卵管を下がる。その途中で精子と出

会うと受精が起こる。すると卵割が始まり桑実胚を経て胚盤胞になる。胚盤胞は外側の栄養膜と内部細胞塊とからなる。胚盤胞は子宮にでると子宮内膜に着床する。栄養膜は子宮内膜表面と接触すると、子宮内膜に入り込みながら胎盤を形成する。内部細胞塊は分裂して増えながら将来胎児となる。

6章

問1

ヘモグロビンは赤血球中に存在するタンパク質で、酸素と結合すると酸素ヘモグロビンになる。横軸に酸素濃度または酸素分圧をとり、縦軸にヘモグロビン中で酸素と結合している割合をとり、グラフ化したものを酸素解離曲線とよぶ。ヘモグロビンは酸素分圧が高いほど酸素と結合しやすいので、そのグラフはS字型を示す。また、ヘモグロビンの酸素との結合は、二酸化炭素濃度（分圧）にも影響を受け、それが高いほど酸素と結合しにくい。したがって、酸素解離曲線は二酸化炭素分圧が高いほど下方にずれる。

問2

肝臓にはおもに次のような機能がある。

- 1 グルコースをグリコーゲンにして蓄える。
- 2 アミノ酸からアルブミンなどのタンパク質を合成する。
- 3 アンモニアをオルニチン回路によって尿素にかえ、無毒化する。
- 4 ささまざまな物質を解毒する。
- 5 胆汁を合成し、十二指腸に分泌する。

問3

インフルエンザウイルスが体内に入ると、まず、マクロファージとよばれる血球がそれを取り込んで食作用によって分解する。そして、その断片を細胞の表面に提示する。すると、ヘルパーT細胞がその提示された抗原を認識し、その情報をインターロイキンによってキラーT細胞とB細胞に伝える。B細胞は抗体産生細胞に分化し、その抗原に結合する抗体を分泌するようになり、ウイルスと抗体は抗原抗体反応を起こし、凝集する。また、キラーT細胞もその抗原に基づいて食作用を行うので、ウイルスやそれらが凝集したものを取り込んで分解するようになる。キラーT細胞や抗体産生細胞は免疫記憶細胞として残され、次の感染に備える。

問4

HIVはRNAに遺伝情報をもつウイルスで、体内に入るとヘルパーT細胞などのリンパ球に接触しRNAを侵入させる。RNAは逆転写酵素によってDNAを合成し、それをリンパ球のヒトDNAに侵入させる。HIVの遺伝情報を読み込んだDNAはそのRNAをどんどん転写し、それに基づくタンパク質が合成されHIVが増殖する。HIVは次つぎとリンパ球に感染し破壊するので、そのような状態になったヒトの免疫は機能しなくなり、免疫不全となる。

7章

問1

暗いところに入ると、中脳が感知し交感神経が興奮する。交感神経の興奮によって、瞳孔が開いて眼球に光が入りやすくなる。一方、網膜では視細胞の一つである「桿体細胞」が働くようになる。つまり、桿体細胞内で光感受物質であるロドプシンが合成される。ロドプシンはわずかな光によって分解し、そのとき発生するエネルギーで桿体細胞を興奮させるので、弱い光でも見えるようになる。

問2 音は空気の振動によって伝えられる。空気の振動はまず耳において鼓膜を振動させ、その情報は耳小骨を経由してうずまき管に伝わる。うずまき管のリンパ液を振動が伝わり、それが基底膜という膜を振動させ、コルチ器という聴細胞が存在する感覚器で受容される。うずまき管は管の奥にいくにしたがって幅が大きく、基底膜の幅もそれにともなって広がっている。結果、その幅によって、振動する音の波長は異なる。すなわち、周波数の大きい高い音だと入り口に近い部分の基底膜が振動し、周波数の小さい低い音だと管の奥の基底膜が振動する。このように、振動する基底膜のうずまき管における位置の違いによって音の高低を区別している。

問3

- 愛犬を散歩させていたら、別の飼い犬に向かって吠えて、襲おうとした。
本能：イヌがほかの個体に対し攻撃するのは遺伝的な行動と考えられ、かつ、複雑な行動である。
- 水槽で飼育している金魚は、私が水槽の前に立つと、寄ってきて餌をねだる。
学習：生後獲得された行動であり、何度もヒトの姿が見えた後に餌を得ることができたことから、その関係を学習したと考えられる。条件反射である。
- 夜、窓を開けていたら、カブトムシが蛍光灯に向かって飛び込んできた。
走性：光を刺激源とした個体の移動をともなう遺伝的行動による。
- モンシロチョウを捕まえて、砂糖水を足につけたところ、口を伸ばした。
反射：砂糖水が足についたことが刺激となり、遺伝的で単純な反応が起こっている。

8章

問1

25%

問2

16%

問3

受精卵が生じるとき、卵細胞と精子の核は合体するが、細胞質にあるミトコンドリアは卵細胞にあったものだけが新個体に受け継がれる。精子の尾部の基部にミトコンドリアがあるが、それは切り離され、新個体には受け継がれない。

9 章

問1 幼葉鞘の先端でオーキシンが合成される。オーキシンは幼葉鞘の陰側を基部に向かって移動する。オーキシンは基部において光があたる側より陰側に多く分布し、伸長成長を促進させる。その結果、幼葉鞘は光の方向に屈曲する。

問2

植物の花芽形成の時期は種によってほぼ決まっている。そのしくみはさまざまであるが、最も精巧なしくみはフィトクロームとよばれるタンパク質による季節を認識するしくみである。フィトクロームは光によって分解されてしまうので、暗期、すなわち夜になると合成される。その合成量によって暗期の長さを知ることができる。光周性によって花を咲かせる植物には、限界暗期とよばれる暗期の長さの基準があり、それより暗期の長さが長くなると花芽を形成する短日植物と、それより短くなると花芽を形成する長日植物がある。前者は夏至から冬至にかけて花芽を誘導させ、後者は冬至から夏至にかけて花芽を誘導することになる。

問3

光があたると孔辺細胞にカリウムイオンが流入する。すると、孔辺細胞の浸透圧が上昇し、それによって水分が細胞内に入り、孔辺細胞に膨圧が生じる。膨圧は細胞壁を引き伸ばそうとするが、孔辺細胞の細胞壁は気孔側のほうが厚く、逆側は薄い。すると向かい合う二つの孔辺細胞は湾曲して膨らみ、気孔が開く。高い浸透圧はその後有機酸の濃度を上昇させて維持されるが、光が当たらなくなると減少し、浸透圧も低下する。すると孔辺細胞から水がでて膨圧が低下し気孔が閉じる。光があたると気孔が開くのは、光合成に必要な二酸化炭素を取り入れるのがおもな目的であるが、水分を蒸散させることで高すぎる葉の温度を下げるとともに、根から水を吸い上げる意味もある。

10 章

問1

魚類の個体群の生存曲線は若齢期に大きく減少し、哺乳類のそれは老齢期に大きく減少する。ほとんどの魚類は小さな卵をたくさん産み、それから孵化した幼体も小さく、親は子の保護をしないので、捕食者によって個体の数を大きく減らす。一方、逆に哺乳類は比較的大きな子dもを少なく産み、さらに親はその子どもを保護するので、若齢期の死亡率が低く、多くの個体が成体にまで成長する。

問2

種・・・アユ、ムツゴロウ

意義・・・餌や配偶者を獲得するために個体間で闘争が起こる。闘争によるエネルギー消費は両個体にとって不利となる。そこで、闘争によるエネルギーロスを減らすために獲得したのが「なわばり」である。「なわばり」は闘争に要するエネルギーを節約できるが、なわばりを守るエネルギーが必要になる。

1 1 章

問 1

競争とは同じ餌や生活場所を求める 2 種間に生じる関係である。基本的にどちらかの種が生き残り、残りの種が絶滅する。2 種が共存する環境とは、生活場所が複雑で多様な場所であり、そのような場所なら両者の競争が緩和され、両種が共存できることもある。また、両種を捕食するような生態的上位種がいれば、個体数の増加が抑制され、競争が緩和され、共存が可能になることもある。

問 2

ある栄養段階が倒壊すると、生態系が破壊される。その栄養段階が少ない種で構成されているとすると、その種がウイルス感染などにより絶滅ことにより、その栄養段階が倒壊し、生態系に大きな影響を与える。その栄養段階が多くの種より成り立っていれば、ある種が絶滅しても栄養段階全体が絶滅することはなく、生態系に与える影響は少ない。

問 3

マングースはハブの個体数を減少させるために奄美大島や沖縄島に投入された。しかし、マングースの餌はハブだけでなく、それ以外の動物も餌にする。したがって、仮にハブを選択的に捕食し個体数を減少させても、その数が減ると別の動物を食べるので、最終的にハブを絶滅させることは難しい。もし、マングースがハブしか捕食しないとしても、ハブが減少するとマングースも減少し、再びハブが増加するので、ハブを絶滅させることはできない。

1 2 章

問 1

照葉樹林・・・タブノキ, シイ, カシ, クス
夏緑樹林・・・ブナ・ミズナラ

問 2

日本→アメリカ合衆国→中国→モンゴル

問 3

熱帯は年平均気温が高く、土壌の分解速度が速いので、土壌が発達せず薄い。熱帯多雨林を伐採すると、雨がその薄い土壌を流出させる。すると、岩などが露出するようになり、砂漠化が進行する。

1 3 章

問 1

大気中の二酸化炭素は光合成によって有機物に変えられ、植物に取り込まれる。有機物は植物から植物食性動物、さらに動物食性動物に捕食され移っていく。植物、植物食性動物、動物食性動物は呼吸によって二酸化炭素を大気に放出する。また、植物や動物の死骸、動物の排出物は分解者の呼吸によって分解され、大気中に二酸化炭素として放出される。したがって、植物の光合成量と植物、動物、分解者の呼吸量が等しければ大気中の二酸化炭素濃度は変化しない。しかし、土中には石油・石炭となって有機物が保持されている。近代になりそれらを燃焼させてエネルギーを得るようになり、その分の二酸化炭素が大気中に放出されるようになった。また、熱帯雨林を中心に森林が伐採され、森林が行っていた光合成が減って、大気中の二酸化炭素の固定量が減少した。これらのことにより、大気中の二酸化炭素濃度が増加したと考えられる。

問 2

富栄養化した湖沼では植物プランクトンが多量に増殖する。それによって水は濁り、太陽光線は水中を透過しにくくなり補償深度が浅くなる。補償深度より深いところでは光が不足し植物プランクトンが生息できないので光合成による酸素の供給が行われない。さらに、表層から植物プランクトンの死骸などが降ってきて、その分解に酸素が消費され、さらに酸素欠乏が進む。

問 3

地球上の生物は生産者、消費者、分解者のいずれかに分類される。消費者と分解者は生産者の合成した炭水化物などの有機物を取り入れて、それを分解する際に生じるエネルギーで生命活動を維持している。植物を中心とした生産者は光合成によって太陽エネルギーで有機物をつくっているのですべての生物が太陽エネルギーで生産者がつくった有機物に依存している。ただし、化学エネルギーで炭酸同化した有機物を利用する生物もわずかではあるが存在する。

1 4 章

問 1

ミトコンドリアと葉緑体の起源については、それぞれ好気細菌とラン藻だといわれている。好気細菌は酸素を用いて有機物を分解する好気呼吸の代謝が可能であり、それを細胞にもち込んでミトコンドリアにしたことによって好気呼吸で効率よく ATP を合成することを可能にした。一方、ラン藻を葉緑体として取り込んだ細胞は、呼吸基質となるグルコースを光エネルギーで生産できるようになった。このようにミトコンドリアと葉緑体は好気細菌とラン藻の共生によって生じたとする説は、両者に独自の DNA が存在すること、さらにそれに似た DNA が好気細菌とラン藻に存在すること、両者は細胞質内で半自立的に増殖することなどによって支持されている。

問 2

ラン藻は地球上で初めて水を分解して水素源とする光合成を獲得した生物である。それまでの光合成細菌が行っていた光合成は硫化水素を水素源にしていたので、光合成の結果、硫黄が生産されていた。しかし、水が分解されるようになって今度は酸素が放出されるようになった。酸素は大気中に蓄積すると、大気圏の上層でオゾンになりオゾン層を形成するようになった。オゾン層は紫外線を吸収するので、地表に紫外線が照射されなくなり、その結果、それまで水中でしか分布を広げる

ことができなかつた生物が陸上に進出することが可能となった。また、大気中に酸素が出現したことによって酸素を利用した好気呼吸を行う細菌が誕生し、それがミトコンドリアになった。ミトコンドリアは生物に十分な ATP を供給し、その進化に寄与したと考えられる。

問 3

現在の進化論はダーウィンの提唱した自然選択説が根幹となっている。自然選択説とは、種の形質には変異が存在し、その変異のなかで適した形質が生き残りやすく、その形質が集団に固定されていくことである。この変異がどのように生じるかを論理的に説明したのが、ド・フリースが提唱した突然変異説である。また、突然変異で生じた形質が、もとの集団の形質と置き換わるには小さな集団に隔離されているほうが起こりやすいとしたのが、ワグナーの隔離説である。総合説進化論とは、これら隔離説、突然変異説、自然選択説を融合させた進化論で、現在の進化論の主流をなしている。