

生 物

1 次の問(1), (2)に答えよ。

問(1) 次の文の①～⑭にあてはまるもっとも適当な語を下の語群ア～へから選び、解答欄の該当する欄に記号で記入せよ。

日本の(①)は、自然の状態ではほとんど森林である。広い面積を占めるのは(②)と(③)で、前者は日本の南部・西部に分布して(④)などを、後者は東部・北部に分布して(⑤)などを主たる構成要素とする。

このような日本の森林の配置は、いまから約1万年前の氷河期の終了以来のもので、それ以前は、現在の日本では山地や最北部の狭い範囲に見られる針葉樹林が、広く分布していたと考えられている。これは(⑥)の変化にともなう森林の変化の例だが、そのほかにも火山の噴火や、山火事などによって破壊された森林が(⑦)によってもとにもどる短期的な変化も、つねに至るところで見られる。

最近では、人類による(①)の改変も著しい。このうち、もっとも著しいものは森林の伐採である。森林は、建築材料や(⑧)として木材を利用するために伐採され、また(⑨)や牧草地、あるいは住宅や工場などの用地を作るためにも伐採される。

さらに、(⑩)によって構成樹種を経済的に有利なものに転換するために伐採することもある。現在、日本で見られる(⑪)の森林は、大部分これによるものである。

最近問題になっている人類による自然改変に、他地域の生物の移入がある。たとえば北米大陸から日本に移入されたセイタカアワダチソウ、逆に日本から北米大陸に持ち込まれた(⑫)などがこの例である。移入後に、移入先で大繁殖して、在来の植物を圧倒したり、人工構造物を破壊したり、花粉症の原因になったりすることがある。移入された生物が、大繁殖するのは、移入先でその生物の(⑬)を占有する生物がない場合や、(⑭)がない場合が多い。

(語群)

- | | | |
|-----------|--------------|------------|
| ア. 進化 | イ. 遷移 | ウ. 社会 |
| エ. 天敵 | オ. 獲物 | カ. 植生 |
| キ. 植物相 | ク. 針葉樹林 | ケ. 夏緑広葉樹林 |
| コ. 常緑広葉樹林 | サ. ステップ | シ. サバンナ |
| ス. スギ・ヒノキ | セ. リンゴ・モモ | ソ. ブタクサ |
| タ. クズ | チ. エゾマツ・トドマツ | ツ. ブナ・ミズナラ |
| テ. シイ・カシ | ト. 耕地 | ナ. 共有地 |
| ニ. 植林 | ヌ. 天然林 | ネ. 食料 |
| ノ. 燃料 | ハ. ニッチ | ヒ. 立地 |
| フ. 気候 | ヘ. 地殻 | |

問(2) 下の短文の中から、上の文の内容に合わないものを二つ選んでその記号を解答欄の⑮、⑯に記せ。順番は問わない。

- A. 日本には多様な自然林がある。
- B. 日本には人工林が多い。
- C. 森林の分布は自然状態ではほとんど変わらないものである。
- D. 自然は人類によって大きく改変された。
- E. 地球上の空間は残らず生物によって利用されている。
- F. 移入された生物がほとんどふえないこともある。

2

次の文章を読み、問(1)～(4)に答えよ。

植物は大気中の無機炭素化合物を葉から取り込んで有機物質をつくりだす。なかでも、降りそそぐ太陽の光のエネルギーを吸収して有機物質をつくりだす光合成は緑色植物のもつ最も重要な機能のひとつである。また、植物は土壌中に含まれる無機窒素化合物を根から吸収して有機物質をつくりだす。根から吸収された無機窒素化合物はアンモニウムイオンとなり、呼吸でつくられたいろいろな有機物質と結合して各種のアミノ酸となる。さらに、これをもとに生物体内で重要な働きをするタンパク質・(a)・(b)・ATPなどが合成され、植物は成長していく。

問(1) 下線部(ア)と(ウ)の過程の名称を書け。

問(2) 下記の文章の()に適する語句を解答欄に記入せよ。

- ① 下線部(イ)の能力を持つ生物を(c)生物とよぶ。また、この能力を持たない生物は(d)生物とよばれ、前者のつくりだした有機物質を利用する。
- ② 下線部(イ)の反応には、光のエネルギーのほかに(e)と(f)を必要とする。そして、その反応の結果、水と(g)と(h)がつくりだされる。

問(3) 下線部(イ)の反応でつくられる物質(上記問(2)②のgとh)がわれわれ人間の生活にはたす役わりを100字以内で書け。

問(4) 下線部(エ)の(a)・(b)に最も適当な物質の名前を解答欄に記入し、それぞれの生物体内での主な働きを30字以内で書け。

3 次の文章を読み、問(1)～(4)に答えよ。

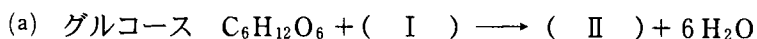
生命活動を営むのに必要なエネルギーは、細胞呼吸(呼吸)によって得られる。呼吸により有機物質(呼吸基質)を分解し、その際に放出されるエネルギーを使って合成した ATP の化学エネルギーを、さまざまな生命活動のためのエネルギーとして利用するのである。

呼吸のうち、酸素を用いて呼吸基質の化学エネルギーを遊離させるのを(①)、酸素なしに化学エネルギーを遊離させるのを(②)という。(①)は(③)・(④)・(⑤)の三つの段階にわけられる。(③)の段階は細胞の(⑥)で行なわれグルコース1分子あたり2分子のATPが合成される。(③)の段階での分解産物であるピルビン酸は細胞の(⑦)に取り込まれ、(④)の段階でグルコース1分子あたり2分子のATPが、(⑤)の段階では(⑧)分子のATPが合成される。(①)では、呼吸基質として、グルコースなどの炭水化物のほか脂肪やタンパク質なども用いられる。呼吸基質の種類によって呼吸商の値が異なり、^(ア)個体や組織の呼吸商を測定することによって、主にどのような呼吸基質が使われているかを推定することができる。一方、(②)は(①)の(③)と同様の反応を経て最終的にエタノールや乳酸を^(イ)生産する反応である。

問(1) 文中(①)～(⑦)に最も適当な語句を、(⑧)には数字を解答欄に記入せよ。

問(2) 下線部(ア)の呼吸商とはなにか、30字以内で説明せよ。また、呼吸基質の種類によって呼吸商が異なるのはなぜか、80字以内で説明せよ。

問(3) 次の物質が呼吸基質となった場合の化学反応式(a)、(b)を完成させ、それぞれの呼吸商を求めよ。また、それぞれの計算式も記せ。



問(4) 下線部(イ)にあるように最終的にエタノールや乳酸を生産する反応のそれぞれの名称を記せ。

4 次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

池の中の魚の数を調べるために、魚を弱らせることなく捕獲できる投網とあみを用いて採集した。つかまえられた魚の中に48匹のコイがいたので、更に詳しく調べるためにそれらに皮下注射による小さなカラーマークをつけ、池に放流した。数日後、再度投網を用いて採集を行ったところ、50匹のコイが採集され、そのうち10匹にマークが認められた。この池に生息するコイの推定個体数をNとすると、次の比例関係が成り立つと考えられる。

$$N : (ア) = (イ) : (ウ)$$

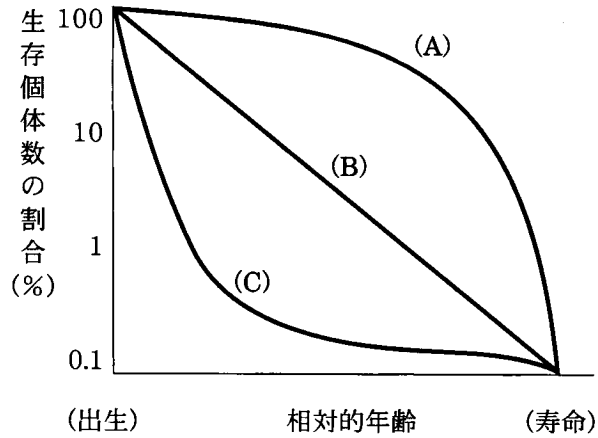
この式から池の中に生息するコイの個体数Nは(エ)であると推定された。

問(1) (ア)~(エ)にあてはまる数字を記せ。

問(2) このような個体数の推定法を標識再捕法というが、このような推定を行う場合、成り立たなければならない前提がある。以下の中から、前提として正しいと思われるものを3つ選び、その記号を記入せよ。順番は問わない。

- a. 放流から2回目の捕獲までの間に、コイの大量の死亡がないこと。
- b. 一回の投網に入る魚の数が一定であること。
- c. 池につながる水路からたくさんのコイが入ってくるのが可能なこと。
- d. 池につながる水路へコイが出て行かないこと。
- e. カラーマークにより、コイの行動や生存率が変わらないこと。

問(3) コイなどの硬骨魚類には、たくさんの卵を産む種が多い。このような生物の生存曲線に一番近いものを、下図の(A)~(C)から選べ。



問(4)

- ① 生存曲線(A)~(C)のタイプを示す個体群のうち、個体群密度が最も安定しやすいと考えられるものを選べ。
- ② 生存曲線(A)~(C)のタイプを示す個体群のうち、個体群密度が最も変動しやすいと考えられるものを選び、そのタイプを選んだ理由を50字以内で説明せよ。

5 次の文章を読み、問(1)～(6)に答えよ。

脊椎動物の神経は(①)に由来する神経管から発生し(②)と呼ばれる。中枢神経系は、神経管の前端部がふくらんで形成された脳と、それに続く脊髄からなる。脳からは脳神経、脊髄からは脊髄神経が出てからだの各部分に分布し、末梢神経系を構成している。末梢神経系は、自律神経系と(③)に分けられ(③)には求心性の(④)と遠心性の(⑤)がある。これらの神経系を介して受容器から入った情報は、脳のさまざまな部位で処理されたのち効果器に伝えられる。^(イ)

神経での情報伝達は、活動電位が伝わることによってなされる。神経細胞内部と細胞外液の間には電位差(膜電位)があり、細胞に記録電極をさし込み電位を記録すると、外側に対して内側は(⑥)値を示す。この電位は外部からの刺激がない限り一定の値に保たれ、これを(⑦)と呼ぶ。細胞が刺激を受けると一過性に内外の電位が逆転し、活動電位が発生する。これが刺激となって電流が膜内を隣接部に流れ、新たな電位変化を生じ、興奮が伝導する。ニューロン間の興奮伝達は軸索末端のシナプスでおこなわれ、これには化学物質が関与している。^(ウ)生体内では興奮の伝導、伝達は通常定まった方向にのみおこる。

問(1) 文中の(①)～(⑦)に適切な語句を記入せよ。

問(2) 下線部アの自律神経系は2つの神経系からなるが、その名称をあげ、心臓機能と消化管運動に対するそれぞれの働きを記入せよ。

問(3) 下線部イについて、脳は大脳、間脳、中脳、小脳、延髄の5つの部位に区分されるが、それぞれの働きについて該当するものを下記から2つずつ選び、その記号を記入せよ。

- | | | |
|------------|-------------|-------------|
| (A) 平衡覚の調整 | (B) 眼球運動 | (C) 感覚情報の統合 |
| (D) 呼吸運動 | (E) 摂食の制御 | (F) 姿勢の制御 |
| (G) 内分泌の調節 | (H) 随意運動の制御 | (I) 唾液の分泌 |
| (J) 運動の調整 | | |

問(4) 刺激の強さと下線部(ウ)の活動電位発生の間には全か無かの法則が成り立つ。この法則について60字以内で説明せよ。

問(5) 下線部(ウ)の活動電位が発生する際、細胞内に移動するイオンは何か。

問(6) ① 下線部(エ)において関与する化学物質を2つあげよ。

② シナプスでの興奮伝達のしくみを80字以内で説明せよ。

6

次の文章を読み、問(1)~(5)に答えよ。

ヒトがある感染症にかかると、それから回復したあとは再び同じ病原体の感染に対して抵抗性をもつことが、古代ギリシャの頃から経験的に知られていた。このように、体内に侵入してくる病原体などの異物に対して抵抗性をもつことを免疫という。異物すなわち抗原となる物質は、自己の体内に存在するものとは異なるタンパク質、脂質、核酸、(①)などが主体である。一般に低分子物質は抗原として免疫反応を引き起こすことはできない。しかし、ペニシリンなどの低分子物質が免疫反応を引き起こす能力を獲得する場合があるのも事実である。

抗原が体内に侵入すると免疫がはたらいて、抗体とよばれるタンパク質がつくられる。抗体は(②)ともよばれ、(③)字形をしている。抗原は抗体の(④)とよばれる部位に特異的に結合する。これを(⑤)という。

抗体は免疫にかかわる細胞のうち(⑥)からつくられるが、そこに至る過程として、まず、抗原が体内に侵入して(⑦)に食べられると、抗原の情報がある種の(⑧)に伝えられる。(⑧)の刺激により、(⑥)は抗原特異的な抗体を大量につくるようになる。(⑥)と(⑧)の一部は記憶細胞として体内にのこり、再び同一抗原が侵入したときに備えている。

免疫反応を利用して、病気になることを予防する方法や病気を治療する方法が考えられ、実用化されている。予防接種は、人工的に免疫を獲得させる方法で、そのときに用いられるのが(⑨)である。一方、毒へビにかまれたときなどにおこなわれる血清療法は、主として治療に用いられる。

このように、免疫は私たちを守っているが、ときに免疫反応が病気を引き起こすことがある。臓器移植のときに問題となる(⑩)や、アレルギーが代表的な例である。

問(1) 文章中の①~⑩に適切な言葉を解答欄に記入せよ。

問(2) 下線部(ア)について、低分子物質に免疫反応を引き起こす能力を獲得させる方法を25字以内で答えよ。

問(3) 下線部(イ)について、1回目の抗原刺激と2回目の抗原刺激による抗体産生パターンを解答欄の図にそれぞれ書き入れよ。

問(4) 下線部(ウ)について、血清療法とはどのようなことをするのか、50字以内で説明せよ。

問(5) 下線部(エ)について、抗体がかかわるアレルギーの例を2つあげよ。

7 次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

制限酵素は二本鎖 DNA の特定の配列を認識し、切断する酵素である。例えば「SmaI」という制限酵素は図1のように「5′-CCCGGG-3′」という6塩基の配列を認識し、その中央(図中の矢印[↓]で示した位置)でDNAを切断する。

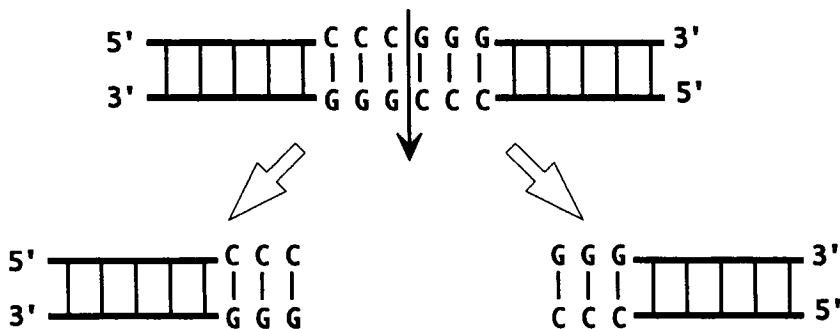


図 1

制限酵素を利用して塩基配列のわからない DNA の地図(制限酵素地図)をつくることことができる。いま図2に示した25 kbpの長さをもつ線状二本鎖 DNA の制限酵素地図を作成したい。現在この DNA についてわかっていることは以下の4点である。

- 1) 制限酵素①および制限酵素②によってそれぞれ矢印の位置で切断される。
- 2) 制限酵素①で切断して得られる DNA 断片は10 kbpと15 kbpの2本である。
- 3) 制限酵素②で切断して得られる DNA 断片は7 kbpと18 kbpの2本である。
- 4) 制限酵素③で切断して得られる DNA 断片は5 kbp, 9 kbp, 11 kbpの3本である。

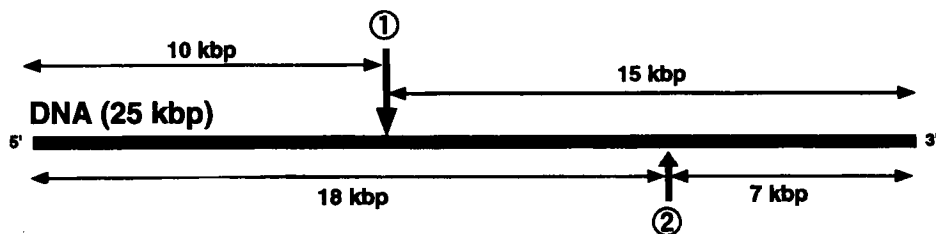



図 2

注1) 「bp」, 「kbp」は塩基対の数で表した DNA の長さを示す。


1 kbp=1,000 bp

注2) DNA の鎖には一定の方向があり, その方向は5′—CCCGGG—3′
 のように「5′」および「3′」と書いて表す。二本鎖 DNA の場合,
 塩基配列とともに「 $\begin{array}{c} 5'-CCCGGG-3' \\ 3'-GGGCCC-5' \end{array}$ 」と書いたり, 図式化して
 「 $\begin{array}{c} 5' \\ \text{—————} \\ 3' \end{array}$ 」と表したりする。ここでは線状二本鎖
 DNA を模式的に「5′  3′」と表す。

問(1) 以下の塩基配列をもつ線状二本鎖 DNA を制限酵素 *Sma*I で処理した場合, どこで切断されるか。その位置を解答欄の図に矢印で示せ。

5′ - ACGGTACCCGGGTAGGTGACCCGGGAAATTCTAGGGCCCATGCTTTGACT - 3′
 |||
 3′ - TGCCATGGGCCCATCCACTGGGCCCTTTAAGATCCCGGGTACGAAACTGA - 5′

問(2) 図2に示した 25 kbp の線状二本鎖 DNA を制限酵素①と②で同時に切断すると何本の DNA 断片が得られるか。またそれぞれの長さは何 kbp か。

問(3) 図2に示した 25 kbp の線状二本鎖 DNA を制限酵素③が切断するパターンは全部で6通り考えられる。そのうちの一つを下の例に示した。他の5通りを下の例にならって解答欄にある 5′  3′ の上に描け。



問(4) この 25 kbp の線状二本鎖 DNA を制限酵素①と③で同時に切断すると 1 kbp, 5 kbp, 9 kbp, 10 kbp の 4 本の DNA 断片が, 制限酵素②と③で同時に切断すると 2 kbp, 5 kbp, 7 kbp, 11 kbp の 4 本の DNA 断片が得られた。このとき制限酵素③が切断する位置はどこか。考えられるパターンのうち一つを答えよ。解答は制限酵素③だけで切断した場合に得られる DNA 断片の長さとともに解答欄にある図中に示せ。

8 次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

生物の進化がどの様にして起こるかについては不明な点が多いが、要因のひとつに突然変異があげられる。突然変異には、子孫に形質が遺伝するものと子孫に形質が遺伝しないものがあるが、オランダのド フリースは、(ア) (イ)を観察して、しばしば親とは異なる形質の突然変異体が現れ、その形質が遺伝することを発見した。

また、生物のからだを構成している細胞は、体細胞と生殖細胞に分けることができるが、進化に直接的に関与するのは(②)で起こる突然変異であることが知られている。

問(1) 文章中の空欄①および②に適切な語を記入せよ。

問(2) 生物の進化に直接的に関与するのは、上の文章中の下線部(ア)と(イ)のどちらか答えよ。

問(3) 問(2)の答えの理由を、50字以内で簡潔に述べよ。

問(4) 突然変異は、さまざまな原因によって引き起こされることが知られている。その原因を2つあげよ。