

- 1 ある植物について、15℃と30℃の2段階の温度条件で光の強さを変え、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の吸収速度(mg/100 cm<sup>2</sup>・時)を測定して、下表の値が得られた。下の問1～4に答えなさい。

(mg/100 cm<sup>2</sup>・時)

光の強さ(ルクス) \ 温度	0	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
15℃	-1.0	0	1.4	3.8	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
30℃	-2.4	-1.2	0	2.4	4.8	7.2	8.0	8.0	8.0

問 1 光の強さとみかけの光合成速度の関係を解答欄の図中に記入しなさい。ただし、15℃は○、30℃は×で示し、それぞれを線で結びなさい。

問 2 光の強さと光合成速度の関係を解答欄の図中に記入しなさい。ただし、15℃は○、30℃は×で示し、それぞれを線で結びなさい。

問 3 以上の結果から、以下の文章の  ～  に入る最も適切な用語または数値を記入しなさい。

この植物の呼吸速度は、15℃では  ( $\text{mgCO}_2/100 \text{ cm}^2 \cdot \text{時}$ )であり、30℃では  ( $\text{mgCO}_2/100 \text{ cm}^2 \cdot \text{時}$ )であった。見かけの光合成速度が 0 ( $\text{mgCO}_2/100 \text{ cm}^2 \cdot \text{時}$ )となるような光の強さを  といひ、15℃では  ルクス、30℃では  ルクスであった。さらに光を強くしていくと光合成速度は増加するが、ある光の強さで最大値となり、それ以上光を強くしても光合成速度は大きくなる。この時の光の強さを  といひ、15℃では  ルクス、30℃では  ルクスであった。また、この時の光合成速度は、15℃では  ( $\text{mgCO}_2/100 \text{ cm}^2 \cdot \text{時}$ )であり、30℃では  ( $\text{mgCO}_2/100 \text{ cm}^2 \cdot \text{時}$ )であった。

以上から、この植物の光合成速度を限定している環境要因(限定要因)は、4000 ルクス以下の条件下では  であり、4000 ルクス以上の条件下では  であったことがわかる。

問 4 問3の事実は、光合成が少なくとも2つの反応段階からなっていることを示している。これら2つの反応段階で何が起こるかを、第1段階と第2段階とにわけて100字以内で述べなさい。

溶岩や火砕流などによって新しくできた地表に形成される植生の遷移(一次遷移)は、原則として地衣類群落→草本群落→陽樹群落→陰樹群落の順に遷移して極相に達する。しかし、陽樹群落や陰樹群落のような森林の段階にまで遷移が進むのは、植物の成長にとって限定要因となる温度と降水量が十分な場合である。温度条件は充足していても降水量が少ない地域では草本群落(草原)が極相となり、降水量がさらに少ない場合にはせいぜいサボテン類しか生育しない砂漠が極相になる。また、自然の要因ばかりでなく、人為的な関与も植物群落の遷移を限定する要因になる。

それぞれの植物群落は、生息する動物や土壌を含む特徴的な生態系となっている。森林は多様な種を含む複雑な階層構造をもつが、草原は構成種が少なく単純な構造の生態系である。単位面積あたりに生育している植物体の量を乾燥重量で比べると、草原は森林の10%しかない(草原  $3 \text{ kg/m}^2$ 、森林  $30 \text{ kg/m}^2$ ；いずれも世界全体の平均値)。しかし、年間の純生産量は草原が森林の57%にも達し(草原  $0.8 \text{ kg/m}^2$ 、森林  $1.4 \text{ kg/m}^2$ ；いずれも世界全体の平均値)、生育している植物体の単位量あたりの純生産量であらわす生産効率は草原のほうが著しく高い。

問1 群落を構成する代表的な植物を、草本群落、陽樹群落、陰樹群落について一つずつ種名で書きなさい。

問2 山火事跡地や耕作放棄地のような裸地からの遷移を二次遷移という。二次遷移は一次遷移に比べて短時間で極相に達する。極相に達する速度が二次遷移では早いことの理由を60字以内で書きなさい。

問3 温度や降水量が限定要因になっていないため放置すれば陰樹群落が極相になる地域でも、たとえば日本の里山のように、人為的関与により遷移を陽樹群落で止めることができる。どのような方法があるか、それを理由とともに60字以内で書きなさい。

問 4 森林と草原とのあいだに生産効率の違いがある理由を 80 字以内で書きなさい。

3 個体群の変動と調節に関する次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。

生物の個体数は、環境抵抗がなければ、指数関数的な曲線のもとに増加する。しかし現実には個体群内部の密度の条件である密度効果などにより、S字状の曲線を描きながらある値で一定になる(図1)。この密度効果は個体の形質にも影響を及ぼし、発育・形態・生理などに変化をきたすことがある。

野外で生活する個体群は捕食されたり、病原微生物に感染したりしてその数が減少していく。齢とともに変化する個体数を図に示したものをその生物の生存曲線という。生存曲線の違いを模式的に図2に示す。

問1 密度効果を引きおこす原因を3つ答えなさい。

問2 密度効果が個体群の増殖率や個体の形質へ及ぼす影響について、トノサマバッタの場合、正しいと考えられる番号を解答欄に答えなさい。

- (1) 増殖率は(①低下 ②上昇)する。
- (2) 体色は(①緑色 ②褐色)になる。
- (3) 翅は(①大きく ②小さく)なる。
- (4) 脚は(①長く ②短く)なる。

問3 図2について、次の条件を満たす生存曲線はどれか。解答欄に符号a, b, c, dで答えなさい。

- (1) 死亡率が幼齢時に高くなっている。
- (2) 死亡率が一生涯を通じてほぼ一定である。
- (3) 死亡率が老齢時に高くなっている。

問4 下記の(1)～(3)にあてはまる動物を番号で答えなさい。

- (1) 死亡率が幼齢時に高くなっている。
- (2) 死亡率が一生涯を通じてほぼ一定である。
- (3) 死亡率が老齢時に高くなっている。

動物：①イワシ ②カニ ③ミツバチ ④ヘビ ⑤鳥 ⑥ヒト

問 5 生存曲線が多様になる主な原因は何ですか。

図 1

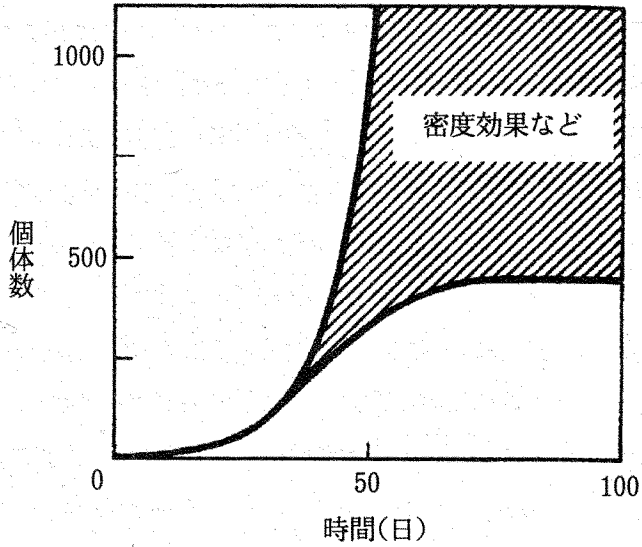
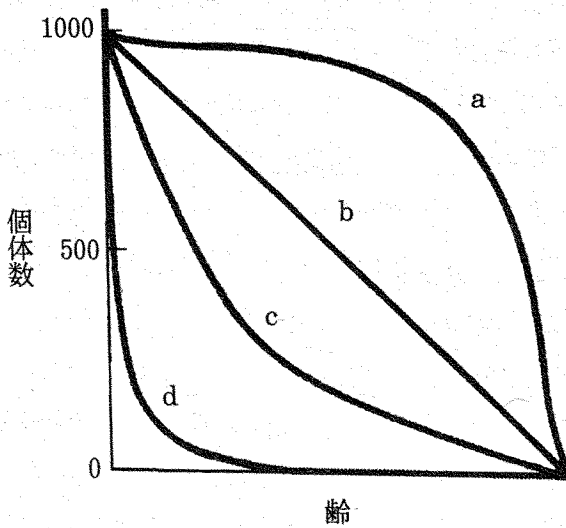


図 2



4 次の文章を読み、下の問1～8に答えなさい。

生物のからだの周囲をとりまく環境はいつも一定ではなく、絶えず変化している。動物は、常に環境変化を探り、それに対する反応を決め、そして、その情報をからだのさまざまな器官に伝えるために、神経系を備えている。この神経系は、別の細胞に情報を伝えるための突起を持った神経細胞からできている。

(1) 外界の刺激を受け取るのは受容器(受容体)であり、受容器を含む感覚器官は、一般に、受容器に適切に刺激が伝わるような装置を備えている。ヒトは耳で音を聞くが、音を受容する聴細胞まで刺激が到達するには複雑な過程がある。耳介で集められた音波は外耳道を通して中耳の鼓膜を振動させ、その振動は耳小骨を経て(2) [ 1 ] のリンパ液の振動に変えられる。リンパ液の振動は、基底膜の上に聴細胞が集まっている [ 2 ] を振動させ、そのため聴細胞に生えている毛が [ 3 ] にふれて曲がり、興奮が起こる。その興奮は聴神経を通して中枢神経に伝えられる。

中枢神経系はさまざまな情報を統合し処理し、個体として統一のとれた反応を決定する。脊ついで動物の中枢神経系は、神経管に由来し、その前端がふくらんで脳となり、後半は脊髄となる。手足の皮膚の感覚情報などはいったん脊髄に入(3)てから、脊髄内を通して脳へ向かう。脳に向かう神経の軸索は脊髄の [ 4 ] の部分を通る。ヒトの脳は(4) 大脳・間脳・中脳・小脳・延髄に分かれ、それぞれに(5)固有の機能がある。これらの中枢で決定された指令は、(6) 神経を通して末しょうの(6)反応を生じる器官に伝えられる。この反応を生じる器官を一般に [ 5 ] と呼ぶが、それには(7) 骨格筋や分泌腺などが含まれる。

問1 上の文章の [ 1 ] ～ [ 5 ] に当てはまる最も適切な用語を書きなさい。

問2 下線部(1)の突起で、<sup>ずいしょう</sup>髄鞘を持った軸索では、興奮がどのように伝わるか、40字以内で説明しなさい。

問 3 下線部(2)の耳小骨の、働きは何か。

問 4 下線部(3)のように手足の皮膚の感覚情報が脊髄に入るとき、どちらの脊髄神経根を通るか。

問 5 下線部(4)の中で、脳幹とはどの部分をさすか。

問 6 下線部(5)の機能の中で、小脳の働きは何か、20字以内で述べなさい。

問 7 下線部(6)のような伝達で、神経細胞から 

5
---

 へ、あるいは神経細胞どうしの情報の伝達は、どのようにして行われるか、20字以内で述べなさい。

問 8 下線部(7)の骨格筋に、指令を伝える神経を何と呼ぶか。

5

次の文章を読み、下の問1～6に答えなさい。

最近、マスコミなどで盛んに話題となっている臓器移植の成功・不成功は、免疫反応と深い関わりがある。たとえば、Aさんの腎臓などの臓器は、いくつかの例外を除けば、別の人(Bさん)に移植することはできない。これは、Bさんの体内にある<sup>(1)</sup>T細胞が、「Aさんの臓器の細胞は自分のものではない」と見分けることができるからである。移植されたAさんの臓器の細胞表面にあるAさん特有のタンパク質(抗原)は、( a )の細胞内に取り込まれ、適当な大きさに分解されたあと、( a )の細胞表面に出てT細胞に提示される。抗原提示を受けたT細胞は活性化され、他のT細胞やリンパ球を次々に活性化し増殖を促す。増殖したこれらの細胞によって移植臓器は機能障害を受ける。これを、移植臓器に対する( b )反応という。1980年代にT細胞の活性化を抑える、優れた免疫抑制剤が発見された。これらの免疫抑制剤が臓器移植患者に盛んに使われるようになり、移植の成功率が著しく向上した。ところが、これらの薬剤を投与すると、ある種の感染症に対する免疫能が低下してしまうことがある。<sup>(2)</sup>

ツベルクリン反応も<sup>(3)</sup>T細胞が結核菌の抗原と直接反応して起こる免疫反応である。Cさんは小学校1年生でのツベルクリン反応が陰性で、結核菌の弱毒ワクチンであるBCGの接種を行った。翌年は、ツベルクリン反応は陽性になった。Dさんも、小学校1年生の時のツベルクリン反応が陰性でBCGの接種を行った。しかし、翌年もツベルクリン反応は陰性だった。Eさんは、小学校1年生の時のツベルクリン反応がすでに陽性だった。しかし、生後BCGを一度も受けたことはなかった。Fさんは、就学前に免疫機能が生まれつき低下していると言われたので、ツベルクリン反応は陰性だったが、BCGの接種は行わなかった。

問1 下線(1)のT細胞が分化・成熟する臓器名を漢字で答えなさい。

問2 (a), (b)に当てはまる語句を書きなさい。

問 3 下線(2)の理由を 40 字以内で書きなさい。

問 4 下線(3)のような, T細胞が抗原と直接反応する免疫反応を何というか。

問 5 他人(Bさんの場合 Aさん)の臓器の細胞表面にある抗原も, ツベルクリン反応を起こす結核菌の抗原も, ある共通の特徴を持っているために T細胞が反応したと考えられる。特徴とは何か 20 字以内で答えなさい。

問 6 (1) Cさん, Dさん, Eさん, Fさんのうち, 結核菌に対する免疫があると考えられるのはだれか答えなさい。

(2) なぜ, Eさんは BCG を一度も受けたことがないのにツベルクリン反応が陽性だったのか, 考えられる理由を 20 字以内で書きなさい。

6

次の文章を読み、下の問1～6に答えなさい。

大腸菌に感染する  $T_2$  フェージは、オタマジャクシのような形をしているが、頭部、尾部ともに表面はタンパク質でできており、頭部には、DNA が包み込まれている。 $T_2$  フェージのタンパク質にはリンは含まれていない。

1952年、ハーシーとチェイスは、 $T_2$  フェージを用いて次のような実験を行った。まず  $T_2$  フェージのタンパク質を放射性の  $^{35}\text{S}$  (硫黄) で標識した後、この標識されたフェージを大腸菌に加えた。大腸菌に吸着しなかったフェージを取り除くため、遠心分離操作により大腸菌を沈殿させた後、上澄みを捨て、沈殿した大腸菌を新しい培養液に浮遊させた。この浮遊液を激しく十分に攪拌した後、遠心分離で大腸菌をもう一度沈殿させ、その上澄みと沈殿した大腸菌に含まれる放射能をそれぞれ測定した。<sup>(1)</sup> 次に、沈殿した大腸菌を再び新しい培養液に浮遊させ培養した。<sup>(2)</sup> 一方、 $T_2$  フェージのDNAのみを  の放射性同位体で標識したフェージについても同様な実験を行ない、上澄みと沈殿した大腸菌に含まれる放射能をそれぞれ測定した。<sup>(3)</sup><sup>(4)</sup>

この実験から、フェージの増殖を支配するのはDNAであることがわかり、遺伝子の本体はDNAであることが確かめられた。

問1  に当てはまる最も適切な放射性同位体はどんな元素の同位体か、元素名で答えなさい。

問2 下線部(1)の攪拌処理でどのようなことが生じたと考えられるか、20字以内で答えなさい。

問3 下線部(2)で、放射能は上澄みと沈殿物(大腸菌)のどちらに主に含まれていたか、答えなさい。

問4 下線部(3)で、大腸菌の中ではどのようなことが起こっているか、20字以内で答えなさい。

問 5 下線部(4)で、放射能は上澄みと沈殿物(大腸菌)のどちらに主に含まれているか、答えなさい。

問 6 これらの実験結果から、ファージがどのように感染するといえるか、40字以内で答えなさい。

7

次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。

生物体内で、細胞を構成する物質は、たえず変化をうけさまざまな物質に変わっていく。このような一連の化学変化を代謝という。代謝は、生体に有用な物質を合成する **ア** と、物質を分解してエネルギーを産生する **イ** の2つの過程に大きく分けられ、生命活動の維持に重要な役割を果たしている。生物体内で代謝を促進させる物質は、 **ウ** とよばれている。

いま、 **ウ** の特性を調べるために、以下に示す実験を行った。なお、ここに示している条件以外の諸条件は、この実験において適切でかつ一定であるものとする。

実験(1) ほ乳動物の肝臓抽出液(肝臓を取り出し氷冷しながらすりつぶしたもの)を試験管の中に入れ、温度とpHが一定の適切な条件の溶液中で、エタノールと一定時間反応させたところ、アセトアルデヒドの産生がみられた。つぎに、この肝臓抽出液を100℃で30分間熱した後、同じ条件でエタノールと反応させたところ、アセトアルデヒドの産生はみられなかった。

実験(2) ほ乳動物の肝臓抽出液を半透性のセロハン袋に入れ、流水に24時間浸した後、セロハン袋内の肝臓抽出液(A液)を試験管の中に入れ、実験(1)と同じ条件でエタノールと反応させたところ、アセトアルデヒドの産生はみられなかった。

実験(3) ほ乳動物の肝臓抽出液を半透性のセロハン袋に入れ、静水中に24時間浸した後、このセロハン袋の外液(B液)と実験(2)で得られたA液を試験管内に入れ、実験(1)と同じ条件でエタノールと反応させたところ、アセトアルデヒドの産生がみられた。

- 問 1 本文中の  ,  にあてはまる適切な語句を書きなさい。
- 問 2 本文中の  にあてはまる適切な語句を書きなさい。また、 は「生体触媒」と呼ばれているが、その理由について 40 字以内で説明しなさい。
- 問 3 実験(1)で、肝臓抽出液を加熱することによりアセトアルデヒドが産生されなくなった理由について 25 字以内で説明しなさい。
- 問 4 実験(2)と実験(3)の結果から、エタノールからアセトアルデヒドが産生されるためには、どのような物質が必要だと考えられるか、理由を含めて 70 字以内で説明しなさい。
- 問 5 エタノールからアセトアルデヒドが産生される速度には、個人間で差が認められているが、これは  の形質の変化が原因となっている。生物において形質は保存され代々伝わっていくが、 のように形質の変化が起こる理由について 80 字以内で説明しなさい。