

生 物

解答はすべて各問題の指示にしたがって解答用紙の該当欄に記入せよ。

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

植物は太陽の光エネルギーを利用し有機物をつくる。デンプンはその有機物の一つであり、多数のブドウ糖からなる高分子である。デンプンは、 デンプンとして葉に一時的に貯められるほか、種子や塊茎などに デンプンとして蓄積される。多くの植物は、 デンプンを という糖に代謝し、維管束とよばれる通導組織を介して他の器官(あるいは組織)へ輸送する。この物質移動は とよばれ、輸送された は輸送先でのエネルギー源として利用されるだけでなく、 デンプンや細胞壁の合成に用いられる。植物では、細胞壁の主成分は であり、デンプンと同様に多数のブドウ糖から構成される高分子である。

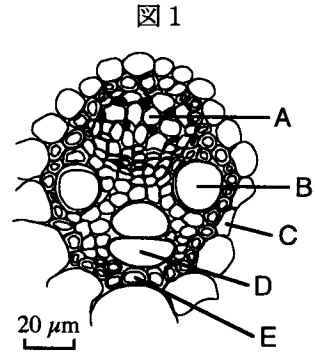
私たちは、ご飯をかみ続けると甘みを感じることを経験的に知っている。これは、だ液に含まれるプチアリン(アミラーゼの1種)とよばれる酵素がご飯のデンプンを糖(主に麦芽糖)に加水分解するためである。デンプンは、だ液やすい液中のアミラーゼ、小腸上皮細胞から分泌される腸液に含まれる などの複数の酵素によってブドウ糖に加水分解され、小腸毛細血管から吸収される。吸収されたブドウ糖は各細胞へ運ばれ、呼吸基質としてATPの合成に利用される。また、一部のブドウ糖は、肝門脈を通過して肝臓に運ばれる。ほ乳動物の肝臓には、デンプンの成分と類似した構造の とよばれる多糖が見られる。

問 1 文章中の ~ に適当な語を入れよ。

問 2 文章中の デンプンと は、葉の細胞内の異なる場所で作られる。それぞれどこで作られるか、以下の解答群から選んで番号で記せ。

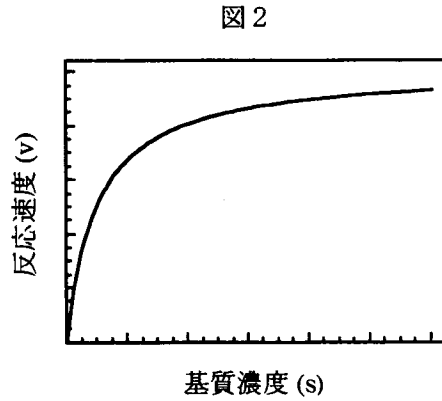
解答群 (1) 細胞質基質, (2) ミトコンドリア, (3) 細胞壁, (4) 葉緑体,
 (5) 核, (6) ゴルジ体

問 3 図 1 は, イネの葉(正確には葉鞘)の横断面を顕微鏡で観察したときの維管束のスケッチである。下線部 a に示す ウ が輸送される部位を図 1 中の A~E から選び記号で記せ。また, その名称も記せ。



問 4 下線部 b について以下の問いに答えよ。

酵素反応の速度は, 基質濃度, pH, 温度などの要因に左右される。ある酵素反応の速度と基質濃度の関係を明らかにするために, 酵素濃度を一定に保ち, 基質濃度を変化させて反応速度を調べたところ, 図 2 に示す曲線が得られた。この結果



を, 横軸に基質濃度(s)の逆数を, 縦軸に反応速度(v)の逆数をとりグラフにすると, 傾きが k の直線を与え, 縦軸の切片が $\frac{1}{a}$ となることがわかった。

反応速度(v)を基質濃度(s)の関数として表せ。また, a の意味を記せ。

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ひらがなで文章を書く場合には、個々には意味をもたない文字を並べることによって、意味をもつ具体的な言葉を表現し、言葉を連ねることによって文章を作る。生物が生命活動を続ける場合にも、これと類似した文字列の情報変換が起こる。

真核生物の細胞内では、DNAがもっている遺伝情報にもとづいて、伝令RNAや運搬RNAが仲立ちとなって、特定のアミノ酸配列をもつタンパク質が合成される。タンパク質合成の過程で、DNAに対応した伝令RNAが、細胞の(ア)内で合成されることを(イ)といい、伝令RNAが(ウ)に運ばれた後、その塩基配列にもとづいて、リボソーム上でタンパク質が作られることを(エ)という。タンパク質を構成するアミノ酸は(オ)種類存在するが、伝令RNAに含まれる塩基の種類はわずか4種類である。したがって、4種類しかない塩基が一对一の対応で(カ)種類あるアミノ酸全てを指定するためには、種類が不足している。そこで伝令RNAは、その塩基の組み合わせによって、全てのアミノ酸の種類の指定を可能にしている。この伝令RNAの連続した(カ)つの塩基からなる遺伝暗号は、別名(キ)とよばれている。(キ)は計算上(ク)通りの塩基の順列が可能であり、実際、(ク)通りの(キ)が存在する。そのうち3通りには、対応する運搬RNAが存在しないために、タンパク質合成の終了を指定するので、終止(キ)とよばれている。したがって、残りの(ク)通りの(キ)が(オ)種類のアミノ酸を指定している。このような、生物における情報変換の様式を解明するきっかけとなったのが、ニーレンバーグらによる1961年の実験であった。彼らは、大腸菌のリボソーム、運搬RNA、酵素、アミノ酸、ATPなどの入った試験管に、人工的に合成したウラシルだけからなるRNA(UUUU……)を加えると、フェニルアラニン^aだけからなる(コ)が合成されることを発見した。

問 1 文章中の (ア) ~ (エ) , (キ) , (コ) には適当な語を, (オ) , (カ) , (ク) , (ケ) には適当な数字を記せ。((キ) はカタカナ 3 文字で, (コ) はカタカナ 6 文字で答えよ)。

問 2 タンパク質を構成する任意のアミノ酸が 5 つ直列につながった配列の種類は何通りありうるか記せ。

問 3 問題の文章を解釈すると、アミノ酸の種類の数と、アミノ酸を指定する (キ) の種類の数とは異なっている。この数の違いを、生物はどのように解決しているか。解決の仕方を 40 字以内で記せ。

問 4 下線部 a の実験から、フェニルアラニンひとつを指定する (キ) の伝令 RNA 上での塩基配列がわかる。その配列を記せ。

問 5 伝令 RNA 上の (キ) と相補的に結合する運搬 RNA 上の配列の名称を記せ。

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

神経系は、ニューロン(神経細胞)が多数つながったネットワークである。成熟したニューロンの形態は、細胞体とそこから伸展する多数の突起からなる。各ニューロンに1本存在する長い突起を (ア) とよび、細かく枝分かれした多数の突起を (イ) とよぶ。 (ア) の末端である神経終末は、シナプスとよばれる構造を介して他のニューロンの (イ) や効果器(作動体)と接続する。ニューロンの興奮は、シナプスにおける神経伝達物質の受け渡しにより他のニューロンや効果器に伝達される。神経伝達物質は、神経終末にあるシナプス小胞に蓄えられており、神経終末に興奮が伝わるとシナプス間隙に放出される。

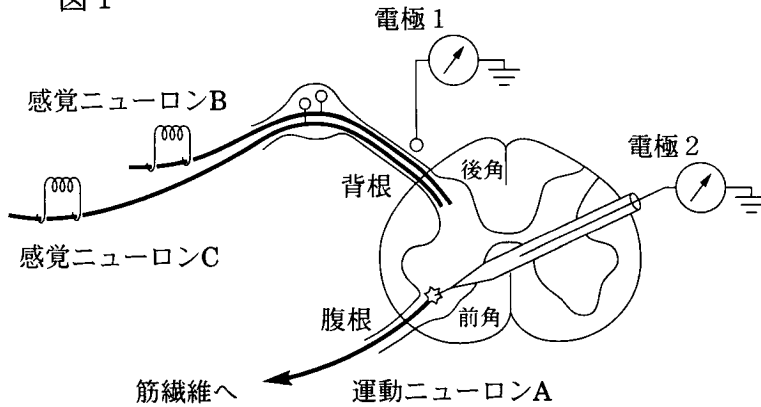
図1は、単純な神経ネットワークの例として脊髄反射の神経回路(反射弓)を示す。脊髄反射の回路を調べるために、脊髄の背根に入力する直前の感覚ニューロンのすぐそばに電極1を置き、また脊髄前角に存在するある運動ニューロンAの細胞体の中に電極2を挿入して、それぞれの電位変化を記録した。

実験1： 脊髄の背根から0.6 m離れた位置で感覚ニューロンBを刺激したところ、電極1, 2から図2に示すような応答が記録できた。また刺激後、31.6ミリ秒の時点で運動ニューロンAが制御している筋繊維に反応が現れた。この筋繊維は脊髄の腹根から1 m離れた位置にあり、運動ニューロンAの興奮伝導速度は50 m/秒である。なお、感覚ニューロンBから運動ニューロンAへの神経回路には介在ニューロンが含まれないことがわかっている。

実験2： 別の感覚ニューロンCを脊髄の背根から0.8 m離れた位置で刺激したところ、電極1, 2から図3に示すような応答が記録できた。

静止時のニューロンの細胞膜の内外にはイオンの分布に差があり、電位差を生じている。これを静止電位という。また図2の電極2においてtの時点から記録されている電位変化を (ウ) といい、細胞膜を介してのイオンの動きにより生ずる。まず (エ) イオンが細胞内に流入し、ついで (オ) イオンが細胞外に流出してもとの静止電位に戻る。一方図3の電極2において記録されている電位変化は、運動ニューロンAの興奮を (カ) する効果があり、その結果筋繊維は (キ) する。

図 1



脊髓内部での神経回路は示していない。

図 2

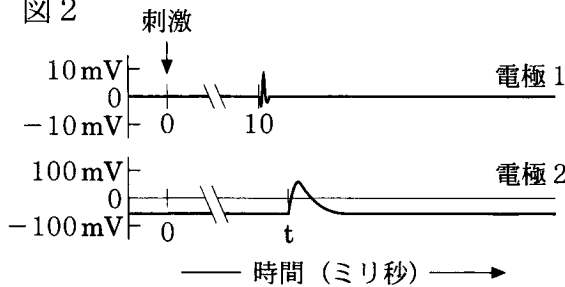
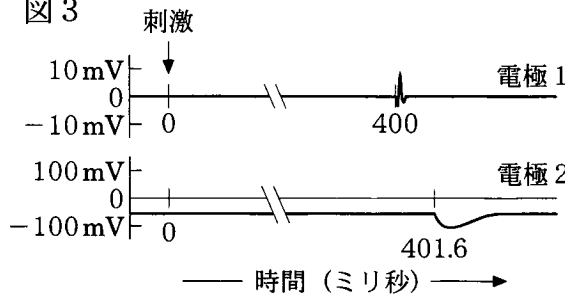


図 3



横軸の数値は、刺激後各電極において電位変化が観察された時刻を示す。

- 問 1 文中の ア ~ キ に適当な語を入れよ。
- 問 2 感覚ニューロン B と C の興奮伝導速度 (m/秒) をそれぞれ求めよ。また両者が異なっている理由として考えられることを 80 字以内で説明せよ。
- 問 3 感覚ニューロン C の興奮が運動ニューロン A に伝わるまでに介在するシナプスの数および 1 つのシナプスを介する伝達時間 (ミリ秒) を答えよ。ただし全てのシナプスは同じ伝達時間を持つとし、脊髓内部での神経繊維上の伝導時間は無視できるものとする。

4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ある地域にすむ同種の生物の集団を (ア) とよぶ。もしこの地域に個体の出入りがなければ、この集団の個体数は、出生によって増加し、死亡によって減少する。単位時間における1個体あたりの増加数を個体の増殖率という。個体数と個体の増殖率との関係を調べるため、ウキクサの葉状体10個体を、一定の条件下で培養し、3日毎に総個体数を数えた。その結果、個体数の増加は図1のようにS字状の曲線を示した。

ある地域内の複数種の (ア) の集まりを (イ) とよぶ。(ア) どうしは互いに様々な関係を持って生活している。これらの関係には、食うものと食われるものとの関係すなわち (ウ) や、食物などの限りある資源をめぐる2種以上の (ア) 間でおこる関係すなわち (エ) などがある。

(イ) をとりまく環境を含めた系を生態系とよぶ。生態系を構成する生物はその役割によって (オ) , (カ) , (キ) , (ク) にわけられ、図2にはこれら生物的構成要素間および環境との間の物質とエネルギーの主要な移動が、それぞれ細い矢印と太い矢印で示されている。陸上生態系では、各生物的構成要素の生物体の総重量は、(オ) が大きく、(カ) , (キ) の順に小さくなるが、海洋生態系では、(オ) , (キ) より(カ) が大きくなることがあり、これを生体量ピラミッドの逆転現象とよぶ。生体量ピラミッドの逆転現象が見られる時でも、一定期間の生物生産量は、(オ) が大きく、(カ) , (キ) の順に小さくなる。

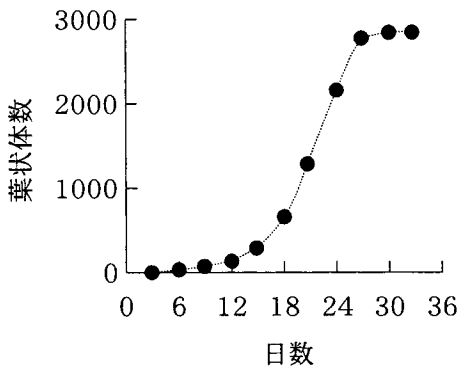


図1 ウキクサの葉状体数の増加

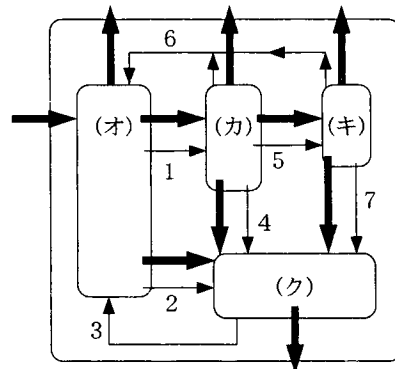


図2 生態系における物質とエネルギーの流れ

問 1 と に適当な語を漢字で入れよ。また、 ～
 に入る語として適切なものを下の(1)～(9)の中から選び、番号で記
せ。

- (1) 寄生, (2) 種間競争, (3) 捕食, (4) 共生, (5) 物質循環
(6) 二次消費者, (7) 生産者, (8) 一次消費者, (9) 分解者

問 2 下線部 a の実験の結果について、横軸に葉状体数を、縦軸に(A)個体(葉状
体)の増殖率、または、(B)3日間に増加した葉状体数を取り、グラフにした
ときもっとも適切な図を、(A)、(B)それぞれについて、ひとつずつ、下の図 3
から選び、番号で記せ。なお縦軸は等間隔の目盛りである。

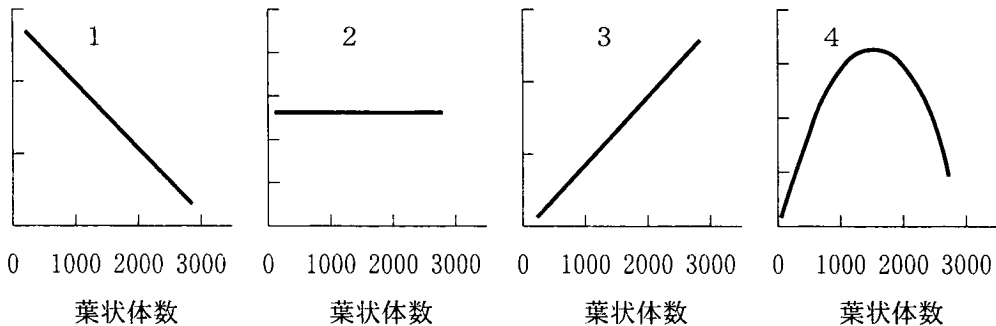


図 3

問 3 問 2 において、(A)や(B)に関して得られた結果は密度効果によってもたらさ
れたものである。密度効果が生じる原因を 120 字以内で述べよ。

問 4 図 2 の生態系において、地球温暖化の主たる原因と考えられている物質の
移動を含む矢印の番号を 1～7 から選び、すべて記せ。またその物質名を記
せ。

問 5 下線部 b に関して、海洋生態系で生体量ピラミッドが逆転する理由とし
て、もっとも適切なものを下からひとつ選び、番号で記せ。

- (1) は増殖率が高く、寿命が短い。
(2) は食物必要量が低く、増殖率が低い。
(3) が を食べる速度が遅い。
(4) は個体重量が大きく、寿命が長い。