

生 物

I 太郎君と花子さんは、鏡筒が上下する、よく整備された光学顕微鏡を明るい窓ぎわに置き、照明用ミラーを最良の状態にして、十分に成長したいろいろな植物の葉、茎、根を観察した。つぎの問い(問1～5)に答えよ。

問 1 顕微鏡の使用

(1), (2)は 10 字以内で, (3), (4)は内容が正しければ○, まちがっていれば×を入れよ。

- (1) 視野が暗くて像がよく見えなかった。どのような原因が考えられるか。
- (2) 視野の中の像の大きさを計測する道具を何と言うか。
- (3) 600 倍では見えにくい部分があったので 3000 倍にしたらもっとよく見えた。
- (4) ピントがあっていなかったので接眼レンズをのぞき込み、鏡筒を下げながらピントあわせを行った。

問 2 葉の観察

図 1 は葉の断面を観察したものである。つぎの問いに記号で答えよ。

- (1) 図はつぎのどの植物を観察したものか。
(あ) イチョウ (い) トウモロコシ (う) スギゴケ
(え) ヤブツバキ (お) イネ
- (2) 図は葉を上から見てつぎのどの部分を観察したものか。
(あ) 中央部分 (い) 縁の部分 (う) 縁に近い内側部分
- (3) 図中の A はつぎのどれか。
(あ) 道管 (い) 師管 (う) 伴細胞
(え) ずい (お) 皮層

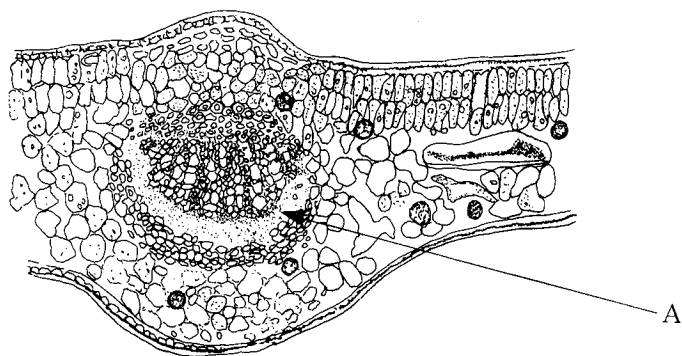


図 1

問 3 茎の観察

図 2 は茎の横断面を観察したものである。つぎの問いに記号で答えよ。

(1) 図はつぎのどの植物を観察したものか。

- (あ) トウモロコシ (い) スギゴケ (う) ワラビ
 (え) ヒノキ (お) ホウセンカ

(2) 図はつぎのどの部分を観察したものか。

- (あ) 中央部分 (い) 縁の部分 (う) 縁に近い内側部分

(3) 図中の B はつぎのどれか。

- (あ) 道管 (い) 篩管 (う) 伴細胞
 (え) ずい (お) 皮層

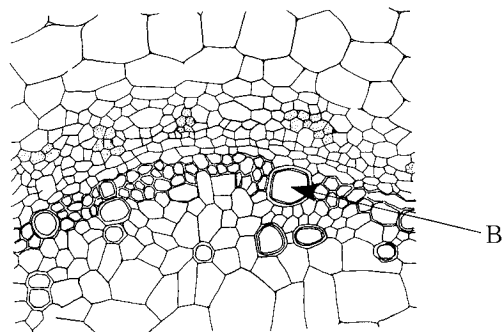


図 2

問 4 根の観察

図 3 は根の横断面を観察したものである。つぎの問いに記号で答えよ。

(1) 図はつぎのどの植物を観察したものか。

- (あ) スギゴケ (い) ワラビ (う) ショウブ
(え) ゼンマイ (お) シイタケ

(2) 図はつぎのどの部分を観察したものか。

- (あ) 中央部分 (い) 縁の部分 (う) 縁に近い内側部分

(3) 図中の C はつぎのどれか。

- (あ) 仮道管 (い) 師管 (う) 伴細胞
(え) ずい (お) 皮層

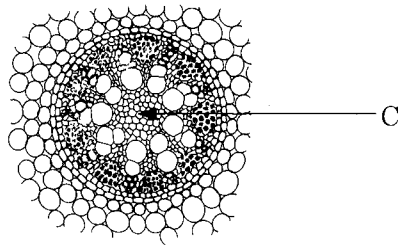


図 3

問 5 観察結果を参考にしてつぎのような内容をまとめた。正しいものには○、まちがっているものには×を入れよ。

- (1) 葉の維管束にはたくさんの葉緑体があり光合成が行われている。
(2) 葉の表皮には葉緑体はないが、気孔の孔辺細胞には葉緑体があり光合成が行われている。
(3) 茎の柔細胞は水養分を通過させるために細胞が細長く変形している。
(4) 茎の表皮にも気孔があり呼吸が行われている。
(5) 根の根毛は土中の水養分を吸収するために 2, 3 個の細胞からできており長くのびている。
(6) 根の根毛は水養分の吸収を能率良くするために根の最先端部分に分布している。
(7) 根の維管束は光合成を行わないがデンプン粒を貯蔵する。

II つぎの文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

酵素は生物体内の化学反応を促進する作用をもつ。たとえば、過酸化水素は分解して水と酸素になるが、常温ではこの化学反応がゆっくりおこる。肝臓などにある酵素の1つであるカタラーゼは過酸化水素の分解を促進し、酸素が発生する。一方、カタラーゼのかわりに二酸化マンガンを入れても過酸化水素の分解は促進される。一般的に化学反応を促進させるはたらきを **ア** 作用という。酵素は特定の基質に対して作用し、カタラーゼはショ糖を分解できない。このような酵素の性質を **イ** という。これは基質が酵素と相補的に結合して、基質酵素複合体をつくり、作用するためである。酵素が基質に結合して直接作用を与える部位を酵素の **ウ** という。

以上のような酵素のはたらきを理解するために、表に示すような実験を行った。実験1～5は、試験管に溶液および基質を入れ、表に示す pH、温度および時間で反応を行い、酸素発生量を測定したものである。実験1は、実験2あるいは実験3に対する **エ** 実験である。

実験	溶 液	基 質	pH	温 度(℃)	反応時間
1	蒸 留 水	過酸化水素	7	10, 20, 30, 40, 50, 60	各 30 分間
2	二酸化マンガ	過酸化水素	7	10, 20, 30, 40, 50, 60	各 30 分間
3	カ タ ラ ー ゼ	過酸化水素	7	10, 20, 30, 40, 50, 60	各 30 分間
4	カ タ ラ ー ゼ	過酸化水素	7	40	60 分間
5	カ タ ラ ー ゼ	過酸化水素	3	40	30 分間

(基質の量は十分に存在するものとする)

問 1 文書中の **ア** ～ **エ** に最も適当な用語を指定の文字数で入れよ。

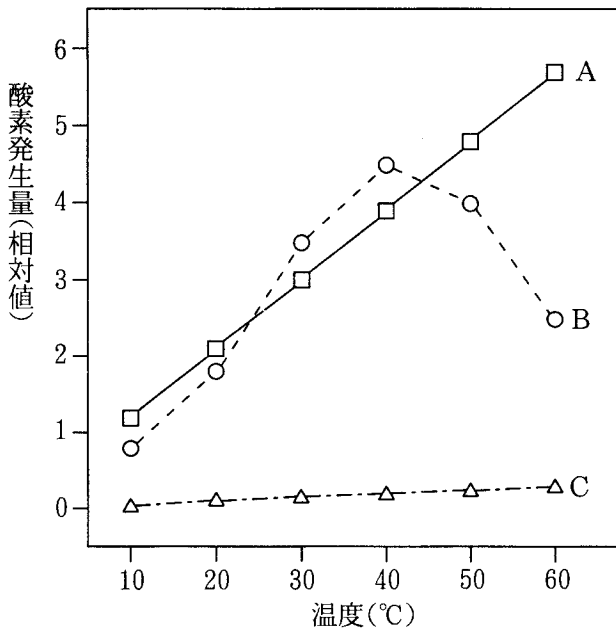
問 2 実験1を行った理由として最も適当なものをつぎの(1)～(5)から1つ選べ。

- (1) pH の影響を検討するため。
- (2) 過酸化水素が自然に分解して発生する酸素の量を測るため。
- (3) 酸素を補給するため。
- (4) 過酸化水素の分解を促進するため。
- (5) 温度の影響を検討するため。

問 3 図は実験 1～3 の結果を温度と酸素発生量(相対値)の関係としてまとめたものである。図中のグラフ A～C はそれぞれ実験 1～3 のどれに該当するか。実験番号で答えよ。

問 4 温度が 40℃ の場合、実験 4 における酸素発生量は実験 3 の何倍になるか。

問 5 温度が 40℃ の場合、実験 5 における酸素発生量は実験 3 に比べ、どうなるか。



Ⅲ つぎの文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

遺伝子の本体は DNA であり、その塩基配列にはタンパク質のアミノ酸配列が暗号化されている。DNA は二重らせん構造をとり、一方の鎖を鋳型にして他方が合成され、完全なコピーが作られることにより子孫に遺伝情報が正確に伝えられる。⁽¹⁾タンパク質が合成される際には、DNA の一方の鎖を鋳型にして伝令 RNA(mRNA)が転写され、mRNA の情報はリボソームによって読み取られてタンパク質が合成される。⁽²⁾⁽³⁾細胞では数多くのタンパク質の合成が同時に行われるが、すべてのタンパク質が細胞内で常に一定量合成されるのではない。あるタンパク質群は個体発生や細胞分化の特定の段階のみで合成される。また、あるタンパク質群は、細胞外からの物理的刺激やホルモンなどの信号を受け取ること⁽⁴⁾によって合成量が増減する。

問 1 下線部(1)の構造は 1953 年に と によって初めて解明された。 内に人名を記せ。

問 2 下線部(2)および(3)の過程は何と呼ばれているか答えよ。また、(2)の過程および転写の過程では鋳型となる DNA の 4 つの塩基、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)は、それぞれどの塩基と対を作るか。A、G などの略号で記せ。

問 3 下線部(4)のような性質を示すタンパク質に関する以下の実験結果を読んで、下の(1)～(3)の問いに答えよ。

通常、イネの培養細胞ではタンパク質 P がほとんど合成されない。この培養細胞に植物ホルモンの一つであるオーキシシン(IAA)を与えたところ、タンパク質 P の合成が誘導され、培養細胞内における量が急激に高まった。そこで、培養細胞に IAA を与えた場合と与えない場合に、タンパク質 P の遺伝情報を持つ mRNA 量が培養細胞内で異なるかどうかを調べた。その結果、IAA を与えない場合にはタンパク質 P の遺伝情報を持った mRNA がほとんど検出できな

かったのに対し、IAA を与えた場合には、この mRNA の量が急激に増えることが明らかになった。以上の結果から、IAA によるタンパク質 P 合成の誘導は転写の段階で調節されていると考えられた。つぎにタンパク質 P 遺伝子の塩基配列を調べたところ、アミノ酸配列を暗号化している塩基配列の前に、この遺伝子の転写を調節すると推定される塩基配列、すなわち転写調節領域が見つかった(図1)。

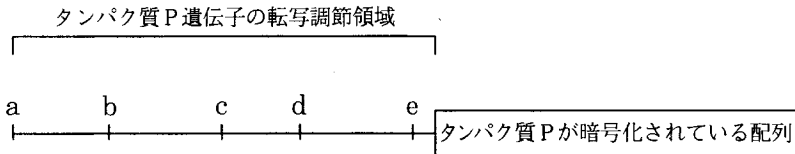


図1 タンパク質 P 遺伝子の構造

図中の |— および は DNA の塩基配列を模式的に示している

そこで、この転写調節領域の DNA を取り出し、図2に示すように徐々に削って短くした DNA を作成し、細菌由来の酵素 Q の遺伝情報を持つ DNA をこれらの後に人工的につないだ。これらの人工的 DNA をイネ培養細胞の DNA 中に導入し、IAA による酵素 Q の活性の誘導効果を調べた。この結果を示したグラフが図3である。

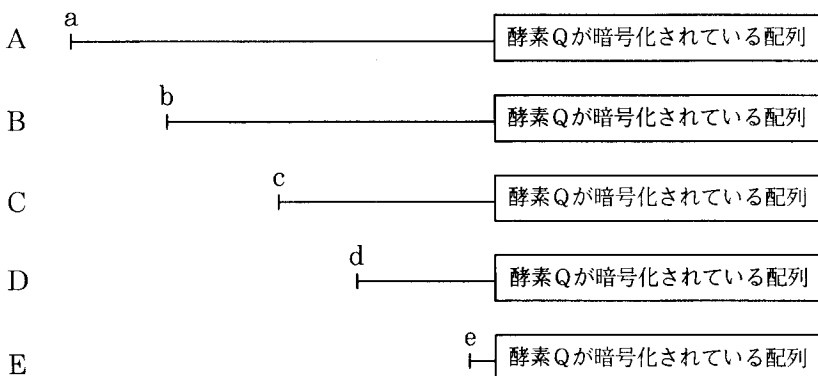


図2 さまざまな長さに削って短くした転写調節領域につないだ酵素 Q 遺伝子

図中の |— および は DNA の塩基配列を模式的に示している

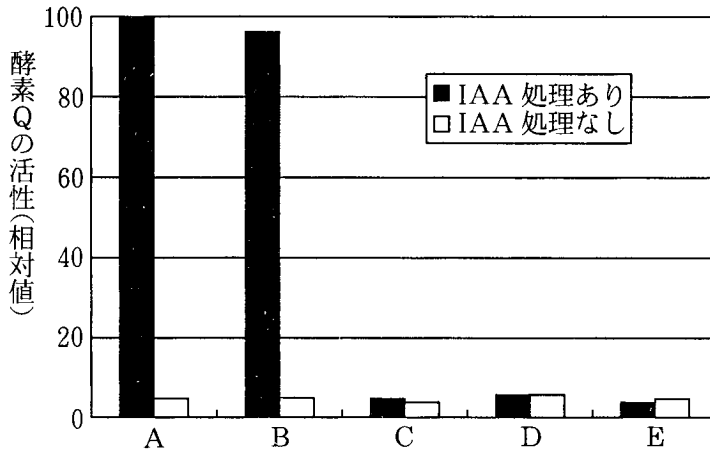


図2の塩基配列

図3 図2の塩基配列を人工的に導入したイネ培養細胞における酵素Q活性の誘導

さらに詳しく調べたところ、以下の3つのことが明らかになった。①タンパク質 P 遺伝子の転写には、転写調節領域に調節タンパク質 R が結合する必要がある。②培養細胞に IAA が与えられていない場合、調節タンパク質 R はタンパク質 P 遺伝子の転写調節領域に結合していない。③培養細胞に IAA が与えられると、調節タンパク質 R は転写調節領域に結合する。

(1) 実験結果より、調節タンパク質 R は転写調節領域のどの区間に結合すると推定されるか。以下の(ア)~(コ)のうちから最も適当なものを選び、その記号を記せ。なお、以下の選択肢には図1および2に示した記号(a~e)が用いられている。

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| (ア) a—b間 | (イ) a—c間 | (ウ) a—d間 | (エ) a—e間 |
| (オ) b—c間 | (カ) b—d間 | (キ) b—e間 | (ク) c—d間 |
| (ケ) c—e間 | (コ) d—e間 | | |

(2) 突然変異のため、タンパク質 P 遺伝子の転写調節領域に結合できなくなった調節タンパク質 R を合成する変異型細胞を得ることができた。変異型細胞と野生型細胞に IAA を与える場合と与えない場合、それぞれの細胞においてタンパク質 P の遺伝情報を持つ mRNA 量がどうなるかを調べた。ただし、野生型細胞および変異型細胞の調節タンパク質 R は、いずれの細胞内にも、つねに大量に存在するものとする。その結果を示したのが表 1 である。

表 1 の a および b に最も適当な数字を記せ。

表 1

	IAA を与えない	IAA を与える
野生型細胞	0	100
変異型細胞	a	b

数字はタンパク質 P の遺伝情報を持つ mRNA 量の相対値を示す

(3) 以下の①～③のように、調節タンパク質 R の働きはここまで述べてきたものは逆であると考えことにする。①タンパク質 P 遺伝子の転写には、転写調節領域から調節タンパク質 R が離れることが必要である。②培養細胞に IAA を与えていない場合、調節タンパク質 R はタンパク質 P 遺伝子の転写調節領域に結合している。③培養細胞に IAA を与えると、調節タンパク質 R は転写調節領域から離れる。ただし、調節タンパク質 R の働きが逆であっても、(2)の場合と同じように、IAA によるタンパク質 P 遺伝子の転写誘導が起こり、変異型細胞の転写調節タンパク質 R はタンパク質 P の転写調節領域に結合できない。(2)と同じ実験を行なうと、結果はどうなると推定できるか。

表 2 の c および d に最も適当な数字を記せ。

表 2

	IAA を与えない	IAA を与える
野生型細胞	0	100
変異型細胞	c	d

数字はタンパク質 P の遺伝情報を持つ mRNA 量の相対値を示す

IV 生態系における物質循環に関するつぎの文章を読んで、問い(問1～6)に答えよ。

生産者が **A** によって光エネルギーを取りこみ、有機物をつくりだすことを物質生産という。生態系において、物質は環境と生物界との間を循環している。その中で重要なものは、炭素と窒素の循環である。

炭素は大気中または水中に **B** の形で存在しており、**A** によって同化されると、ブドウ糖などの有機物になる。生産者が消費者に食べられると、有機物は消費者に移る。また生産者と消費者の枯死体や遺体・排泄物は、土壌中の **C** によって無機物にかわる。生産者も消費者も **C** も、生活のために呼吸をする。有機物は、呼吸により **B** に変わり大気中にもどる。

大気中には、約80%の窒素が含まれているが、ほとんどの生産者は直接これらを利用することはできない。生産者が外界の窒素成分を自身の体成分につくり変えることを **D** という。生産者は、**A** で得た糖を原料としてタンパク質などの窒素化合物をつくるために、根から吸収した硝酸塩やアンモニウム塩を利用する。生産者が消費者に食べられると、窒素化合物は消費者に移る。また動植物の枯死体や遺体・排泄物は、**C** のはたらきで窒素はアンモニウム塩になる。これは、**E** によって硝酸塩にかえられ、再び生産者に利用される。さらに、土壌中のアゾトバクターやマメ科植物の根に共生する **F** あるいはラン藻類なども窒素固定を行う。その固定量は多くはないが、大気中から窒素を生物に利用できる形に変えて生態系内へもちこんでいる。

問1 文中の **A** ～ **F** に最も適切な語句を指定の文字数で記せ。

問2 生産者が行っている物質生産において、純生産量と成長量を下記の語句を使って2つの式で示せ。ただし、1つの語句は一度しか使用できない。
純生産量、枯死量、呼吸量、総生産量、被食量

問 3 炭素循環において、人間の活動で が急増している最も大きな原因は何か。10 字以内で記せ。

問 4 の役割をしている 2 つの生物群は、ホイントッカーの 5 界説ではそれぞれどの界に入るか記せ。

問 5 の生物の中で、アンモニアを酸化して、そのときのエネルギーを利用して炭酸同化を行うのはどんな生物か。また、このような物質の合成法を何というか記せ。

問 6 窒素循環において、大気中の大量の窒素を固定し、下線のような役割をしているのは何か。4 字以内で記せ。

V つぎの文章はさまざまな動物の体の構造や発生について述べたものである。下の問い(問1～5)に答えよ。

動物界は単細胞の原生動物から、複雑な体制を持つ多細胞生物まで、きわめて多様な種を含んでいる。これらの多様な動物を分類する際の手がかりになるのは、まず体の構造や発生過程などである。動物の体を支える構造には、体の外側をおおう [1] と体内にある [2] とがある。[1] をもつものとして節足動物と [3] 動物があげられる。[3] 動物には体を支えたり、保護するために、二枚貝のように固い [4] をもつものが多い。

また、[5] 動物は [3] 動物と同様に、トロコフォーラ幼生期を経るものが多いことから、共通の祖先をもつと考えられている。[5] 動物や [6] 動物は繰り返しの構造、すなわち [7] をもっているが、[3] 動物ではもたない。一方、[2] をもつ動物は [6] 動物であり、[6] は発生の過程で [8] の周囲の中胚葉から分化してできる。

また、[8] は [6] 動物では発生の過程で退化するが、一生 [8] をもったままの動物が [9] で、成体でも遊泳能力をもつ。[9] に近縁の [10] では幼生期には遊泳能力があるが、成体では [8] が退化し、海底の岩などに固着して生活する。

問1 [1] ～ [8] に最も適当な用語を入れよ。

問2 [9] , [10] に入れるのに最も適当な動物をつぎから1つずつ選べ。

アサリ	プラナリア	ムカデ	ナメクジウオ
カイチュウ	フジツボ	マボヤ	ゴカイ
クルマエビ	クシクラゲ	ミジンコ	メダカ

問3 [9] と [10] を含めた動物の分類群をなんとよぶか。

問 4 つぎの記述のうち、軟体動物にあてはまるものに○を、あてはまらないものに×を記入せよ。

- (1) 無脊椎動物である
- (2) 旧口動物である
- (3) 原腸が発生過程において形成されない
- (4) 原核細胞でできた外とう膜で軟体部がおおわれている
- (5) 運動器官として管足をもつ

問 5 節足動物と環形動物の共通の特徴として正しいものを選び。

- (1) 陸上で生活する種を含む
- (2) はしご形神経系をもつ
- (3) 閉鎖血管系をもつ
- (4) 表割により発生する
- (5) 3 胚葉性動物である