

(平 27 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 6
化 学	7～14
生 物	15～23
地 学	24～28

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

生 物

I 次の文章を読んで、問 1 ～ 7 に答えなさい。(配点 19 点)

ジベレリンは、種子植物で茎の伸長成長を促進する植物ホルモンの一種である。
たとえばジベレリン量が著しく低下した植物では、野生株に比べて草丈が短くなる表現型[わい性]^(A)がみられる。

ある種子植物において、野生株に比べて草丈が短くなる[わい性]を示す 4 種の純系、「系統 1」、「系統 2」、「系統 3」、「系統 4」がある。「系統 1」、「系統 2」、「系統 3」については、野生株に比べてジベレリンの生合成量が著しく低下していたが、ジベレリン含有培地で育てると草丈が野生株と同程度以上になった。

「系統 4」については、ジベレリンを野生株と同程度以上に蓄積していた。また、^(B)「系統 4」をジベレリン含有培地で育てても、草丈の表現型は[わい性]のままであった。

さらに「系統 1」、「系統 2」、「系統 3」、野生株を用いて行った以下の交配実験<実験 1 ～ 3>では、それぞれの系統を雄親としても雌親としても、得られる個体での草丈の表現型は同じ比で分離した。

<実験 1>

「系統 1」、「系統 2」および「系統 3」をそれぞれ野生株と交配してできた雑種第一代(F_1)では、いずれも草丈の表現型は[野生型]であった。いずれの交配組合せの F_1 でも、それらを自家受粉して得られた雑種第二代(F_2)では、草丈の表現型における[野生型]：[わい性]の比は 3：1 であった。

<実験 2>

「系統 1」、「系統 2」および「系統 3」を相互に交配してできた F_1 では、いずれも草丈の表現型は[野生型]であった。

実験 1 と実験 2 の結果から、ジベレリンの生合成に独立した 3 つの優性遺伝子 (A, B と C) が関係していると推測された。「系統 1」, 「系統 2」および「系統 3」は、これらの遺伝子に対する劣性の対立遺伝子 (a, b と c) をそれぞれホモに持ち、各純系の遺伝子型は「系統 1」では aaBBCC, 「系統 2」では AA bbCC, および「系統 3」では AABBcc であった。

解析の結果、A と B の遺伝子は独立して異なる染色体上に存在することが明らかとなった。また、B と C の遺伝子は連鎖しており、組換え価は 25 % であった。

< 実験 3 >

「系統 1」と「系統 2」の交配で得られた F_1 の個体と「系統 3」を交配して AaBbCc の遺伝子をもつ個体が一部に得られた。

問 1 下線部(A)に関して、茎の伸長成長に関わるジベレリン以外の植物ホルモンを 2 つ答えなさい。

問 2 草丈の伸長成長以外に、ジベレリンに関わる作用を 2 つ答えなさい。

問 3 下線部(B)から、「系統 4」では、ジベレリンに関するどのような遺伝子に変異があると考えられるか、40 字以内で答えなさい。

問 4 実験 2 で「系統 1」と「系統 2」との交配で得られた F_1 の遺伝子型を答えなさい。また、この F_1 を自家受粉して得られた F_2 における、草丈の表現型[野生型] : [わい性] の分離比を答えなさい。

問 5 実験 2 で「系統 2」と「系統 3」との交配で得られた F_1 の遺伝子型を答えなさい。また、この F_1 を自家受粉して得られた F_2 における、草丈の表現型[野生型] : [わい性] の分離比を答えなさい。

問 6 実験 3 の交配で得られた個体のうち，AaBbCc の遺伝子型をもつ個体の割合は何 % か答えなさい。

問 7 実験 3 の交配で得られた AaBbCc の遺伝子型をもつ個体を，さらに自家受粉させて 6400 個体の F_2 を得たが，そのうち[わい性]の表現型を示す個体数の期待値を答えなさい。

Ⅱ 次の文章を読んで、問 1 ～ 4 に答えなさい。(配点 19 点)

複数の種の がある空間に集まったものを生物群集という。生物群集とそれを取り巻く をひとつのまとまりとしてとらえたものが生態系である。生物群集において、捕食者(食べるもの)と被食者(食べられるもの)の関係は、両者の を規定する要因になることに加えて、直接的には捕食—被食関係にない生物の にも影響を及ぼすことがある。そのような影響はさらに、 や といった生態系の働きにも関わっている。

南東アラスカの沿岸域では、ラッコがウニを捕食することで、ウニと捕食—被食関係にあるケルプ(コンブの一種)の繁茂が維持されており、繁茂したケルプを利用する多様な魚類やそのえさとなる生物からなる豊かな海域が成立している。

また、海岸の岩場では、ヒトデがイガイを捕食することで、フジツボがイガイと共存できている。この共存は、フジツボとイガイの競争関係において なイガイをヒトデが捕食することで、フジツボの生息場所が なることによって成立している。

これらの例は、高次の捕食者が生態系から消えると、被食者との関係の変化を通して、生物群集やそれと関連する生態系の状態が大きく変化する可能性を示唆している。

問 1 空欄ア～オにあてはまる最も適切な語句を下の選択肢からそれぞれ一つ選び、解答欄に記入しなさい。

一次生産	成長	生物的環境	個体群動態	個体群
非生物的環境	生態系ピラミッド	物質循環	代謝	
社会	共生			

問 2 下線部(A)について、以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 生物群集の中で、複数の捕食—被食関係がつながっていることを何というか。
- (2) ウニとケルプの捕食—被食関係の程度がラッコによって変化している。ラッコを通したこのような影響を何というか。

問 3 下線部(B)について、以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 空欄 a と b にあてはまる語句の組み合わせとして最も適したものを選び、記号を解答欄に記入しなさい。

- (あ) a : 劣位 b : 狭く
- (い) a : 劣位 b : 広く
- (う) a : 優位 b : 狭く
- (え) a : 優位 b : 広く

- (2) 捕食者は、競争関係で劣位な種に比べて、優位な種をより高い頻度で捕食することがある。それにも関わらず、その影響で劣位な種の存続が困難になる場合がある。この理由について、捕食に伴う捕食者の個体数密度の変化の観点から 60 字以内で答えなさい。

問 4 下線部(C)のような大きな変化が起こると、生態系を元の状態に戻すことは困難である。この理由について、「平衡状態」と「復元力」という語句を用いて 100 字以内で答えなさい。

Ⅲ 次の文章を読んで、問 1 ～ 5 に答えなさい。(配点 19 点)

植物が生命活動を維持するためには、水や無機養分を根から吸収し、体内の各組織に輸送しなければならない。土壤中の水や無機養分は、植物の表皮細胞が変化した から吸収されると、内皮を通過し、道管に集まる。ここでは、水分子が凝集力によって茎や葉まで途切れることなく水の柱としてつながり、主な出口となる気孔では、水蒸気として大気中に放出されている。気孔は、表皮細胞が変化した ^(A) から形成されており、^(B)開閉するしくみによって体内水分を調節している。気孔閉鎖で対応できないくらいに乾燥が激しくなれば、土壤溶液の浸透圧の方が高くなり、植物細胞は脱水されて膨圧を失い、細胞膜が細胞壁から離れる ^(C) が起こる。また、植物は茎や葉の表面に を発達させることにより、水の蒸発を抑制している。

気孔や などを含む表皮組織の大きなまとまりは表皮系^(D)と呼ばれ、基本組織系や と区別されている。基本組織系に含まれる葉の柔組織は、表側に近い と、裏側に近い とに大別できる。両者ともに高い光合成能力を持つ 細胞によって構成されており、そこで作られた光合成産物は、 に含まれる師管を通じて転流される。

問 1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問 2 下線部(A)について、気孔が閉じる機能を失った変異体を見つけるために、次のような実験を行った。変異体を含む種子を土にまいて発芽させた後、水やりを止めて徐々に乾燥させ、サーモグラフィ*で継続的に様子を観察した。その結果、次頁の図 1 のように葉の温度を示す色の分布に変化が現れ始めた。このとき、目的の変異体は、図 1 の(X)と(Y)のどちらと考えられるか、適切な記号を解答欄に記入しなさい。またその理由を 40 字以内で解答欄に記入しなさい。

*サーモグラフィ：物体から放射される熱分布を図として表した画像

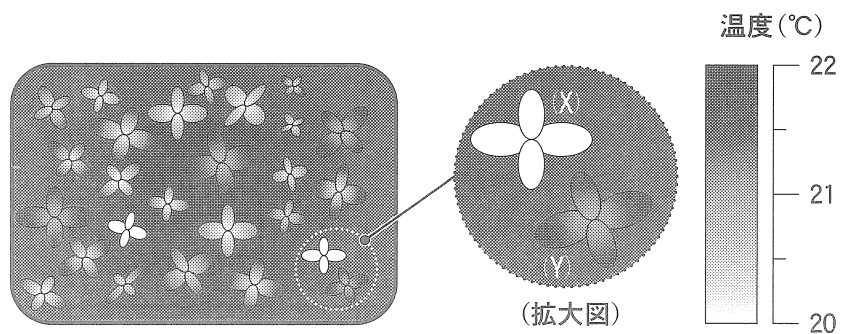


図 1

問 3 下線部(B)の気孔が開閉するしくみについて，細胞内へ流入するイオンと水，および細胞の形態的特徴をもとに 80 字以内で説明しなさい。

問 4 下線部(C)について，植物細胞の吸水力を式で記入しなさい。

問 5 下線部(D)のように，特定の機能や形が分化した組織のまとまりとは対照的に，植物には未分化の体細胞が活発に分裂している組織がある。その中で，伸長成長と肥大成長に関わる分裂組織をそれぞれ一つずつ解答欄に記入しなさい。

IV 次の文章を読んで、問 1～6 に答えなさい。(配点 18 点)

生物は、その生命活動に必要なエネルギーとして ATP を利用している。生物は「呼吸」によってこの ATP を得ているが、これには呼吸基質となる生体高分子が CO_2 と H_2O まで酸化される必要がある。今、糖(グルコース)を分解して ATP を得る系を考えてみる。この系は大きく分けて 3 つの代謝経路からなり、それぞれ順に、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系である。グルコースは解糖系で にまで代謝されるが、この過程で最終的に 分子の ATP が得られる。続いて はクエン酸回路に入り、還元力(NADH , FADH_2)を生じると共に 分子の ATP が得られる。電子伝達系ではこの還元力を利用して、 分子の ATP が得られる。一方、微生物の中には O_2 を使わずに呼吸基質を分解して ATP を生産するものがあり、そのような異化代謝を という。これらの反応は全て酵素によって触媒されているが、その中の幾つかは、^(A)フーデバツク調節によって活性が厳密に制御されている。

問 1 空欄 , にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 文中の 3 つの代謝経路は、それぞれ細胞内のどこで機能しているか、下の語群の中から最も適切な語句を選んで解答欄に記入しなさい。

細胞壁 細胞質 粗面小胞体 滑面小胞体 ミトコンドリアマトリックス
ミトコンドリア内膜 ミトコンドリア外膜 ゴルジ体 ペルオキシソーム

問 3 グルコース 1 分子を呼吸基質として完全に分解した場合、理論的には各過程で最大何分子の ATP が得られるか、空欄 ～ にあてはまる数字を答えなさい。

問 4 O_2 を使わない は、ATP の産生において効率が悪いが、その理由を述べなさい。

問 5 脂肪を呼吸基質として利用する代謝経路について記した下の文章のうち、正しいものを一つ番号で答えなさい。

1. 脂肪は一旦グルコースに変換された後、解糖系に入る。
2. 脂肪は低分子の化合物まで分解された後、解糖系およびクエン酸回路に入る。
3. 脂肪は糖とは全く異なった代謝系を使って還元力を生成し、ATP を産生する。
4. 脂肪の分解は酸素をあまり必要としないので、その呼吸商は糖の場合より大きい。

問 6 文中の下線部(A)で示したフィードバック調節にはアロステリック酵素などが関わっている。これはどのような酵素か説明しなさい。