生物基礎・生物 （4　問）

注　意　事　項

字数制限のある設問については，句読点，アルファベット，数字を含めた字数で答えること。

〔Ⅰ〕 高等植物の光合成に関する次の文章を読み，問1～問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

光合成の反応過程は，葉緑体内の［ア］で起こる反応(明反応)と［イ］で起こる反応(暗反応)の二つに分けることができる。明反応では［ウ］を分解して電子を取り出し，光エネルギーを使って電子を伝達することでNADPHやATPを合成する。暗反応ではNADPHやATPを使って二酸化炭素を固定し，炭水化物などの有機物を合成する。

イネやダイズなどの植物の葉の表面には，1対の［エ］細胞から構成される気孔と呼ばれる小孔が存在する。気孔が開くことで，大気中から葉内に二酸化炭素を取り込むことができるが，同時に(a)葉内から水分が失われる。このように，気孔は葉の光合成活性や水分含量の調節に関わっているが，(b)気孔の開閉は環境条件の変化や細胞内の要因によって制御されている。

問1 文章中の［ア］～［エ］にあてはまる適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)の作用を何と呼ぶか，その名称を答えよ。

問3 下線部(b)について，イネの葉の気孔を閉じさせる処理として，適切なものを次の文①～⑥から二つ選び，番号で答えよ。

① 根に適切な量の水を与える。

② 葉にアブシシン酸溶液をスプレーする。

③ 暗所に置いたイネを明所に移動させる。

④ 葉に青色光をあてる。

⑤ 二酸化炭素濃度が低い場所に移動させる。

⑥ 葉を茎から切り離して放置する。

問 4　次の文章を読み，問(1)～問(3)に答えよ。

多くの植物では日が当たると光合成により有機物の合成を行う。これを確認するために，ある植物の葉による二酸化炭素吸収速度を１日にわたって調べた。その結果，図１に見られるように，(c)この植物による二酸化炭素吸収速度は夜間に上昇し，昼間には低下することが分かった。

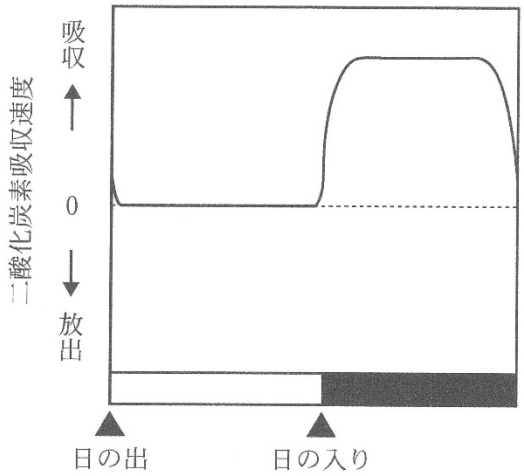

図１

問(1)　この植物の気孔の開閉について，１日の中でどのように変化したと予想されるか。適切なものを次の文①～④から一つ選び，番号で答えよ。

①　日の出とともに気孔が開き，日の入りとともに気孔が閉じた。

②　日の出とともに気孔が閉じ，日の入りとともに気孔が開いた。

③　気孔は開いたままであった。

④　気孔は閉じたままであった。

問(2)　この植物が行う光合成の特徴について考察するために，葉内成分の分析を行った。葉内の有機酸蓄積量と炭水化物蓄積量を調べたところ，図２のような結果が得られた。これらの分析結果と二酸化炭素吸収速度(図１)の観察結果を考察して，この植物が行う光合成の特徴として適切なものを次の文①～⑤から一つ選び，番号で答えよ。ただし，葉と茎や根の間での物質の転流の影響は考慮しないものとする。

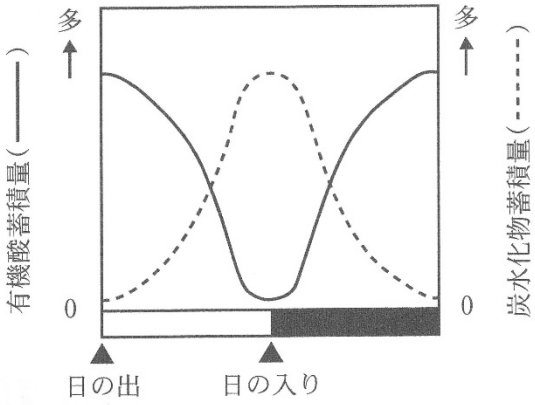

図２

①　夜間に大気中から吸収した二酸化炭素は利用されず，そのまま気孔から放出された。

②　夜間に大気中から吸収した二酸化炭素を使って炭水化物が合成され，昼間に炭水化物から有機酸が合成された。

③　夜間に大気中から吸収した二酸化炭素を使って炭水化物が合成され，昼間も炭水化物の合成が続いた。

④　夜間に大気中から吸収した二酸化炭素を使って有機酸が合成され，昼間に有機酸から炭水化物が合成された。

⑤　夜間に大気中から吸収した二酸化炭素を使って有機酸が合成され，昼間も有機酸の合成が続いた。

問(3)　下線部(c)のような二酸化炭素吸収パターンを示す植物は，下線部(a)および(b)の視点から考えて，以下のどのバイオームでの生存に有利であると考えられるか。適切なものを次の①～⑤から二つ選び，番号で答えよ。

①　針葉樹林　　②　砂漠　　③　照葉樹林

④　夏緑樹林　　⑤　サバンナ

〔Ⅱ〕 プラスミドDNAと制限酵素に関する次の文章を読み，問1に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

プラスミドDNAは細菌自身のDNAとは独立して複製されるDNAである。細菌の様々な菌株(純粋培養して維持している系統)の中には，プラスミドDNAをもつ菌株ともたない菌株がある。細菌は，プラスミドDNAを取り込むと，プラスミドDNA上にある遺伝子を発現させることによって，性質が変化した細胞(形質転換体)になることができる。

遺伝子組換え実験ではプラスミドDNAを改変することが多いが，このためにDNAを特定の塩基配列部位で切断して断片化する「はさみ」の役割をする制限酵素が役に立つ。制限酵素は様々な種類のものがあるが，ほとんどの制限酵素は細菌由来である。制限酵素をもつ細菌は，**DNAメチル化酵素**ももっている。次ページの囲み枠内の解説で説明しているように，(a)このDNAメチル化酵素の作用によって自身のDNAはメチル化されているため，制限酵素で切断されることから免れる。一方，外部から新たに取り込まれた直後のDNAは，予め同じDNAメチル化酵素でメチル化されていないかぎり，ほとんど切断される。しかし，制限酵素で切断されずに残るものがあれば次第にメチル化されるため，切断を免れて維持される。

<DNA のメチル化と DNA メチル化酵素>

制限酵素をもつ細菌は，その制限酵素によって切断を受ける塩基配列，あるいは，そのごく近くの塩基配列の塩基部位をメチル化(メチル基「$-CH_3$」を付加)する**DNA メチル化酵素**をもつ。制限酵素 *Eco*RI をもつ大腸菌株の場合で説明すると，図 1 のように，本来 *Eco*RI によって切断される塩基配列(四角形で囲まれた塩基配列，図 1 左上のイラスト)の塩基の一部が「*Eco*RI DNA メチル化酵素」の働きによってメチル化されている(図 1 左下のイラスト)ので，制限酵素 *Eco*RI で切断されない。このメチル化の有無で DNA の塩基配列は基本的に変わらない。

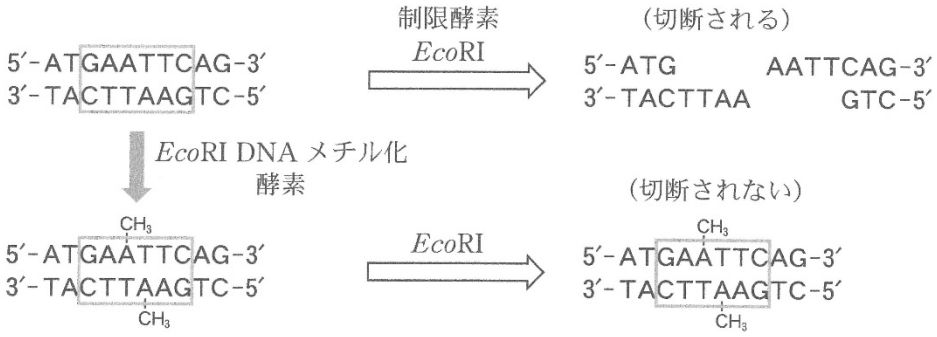

図 1

問 1　下線部(a)に関連して，プラスミド DNA を細菌(大腸菌)に取り込ませる一連の実験(実験 1 ～実験 4)を説明する下記の文章を読み，問(1)と問(2)に答えよ。なお，どの実験でも同じ量のプラスミド DNA を使用し，細胞内への DNA 取り込み効率は等しいものとする。

［実験 1］　細菌の菌株 L と菌株 M の DNA を調べたところ，どちらにもプラスミド DNA は無かった。菌株 L と菌株 M に，あるプラスミド DNA を取り込ませて形質転換体を得た。また，菌株 L に突然変異が生じて得られた菌株 Lx にも同様に取り込ませた。三つの菌株でそれぞれ得られた形質転換体からプラスミド DNA を取り出した。取り出したそれぞれのプラスミド DNA の塩基配列を決定して互いに比較したところ，違いはなかった。

［実験 2］　実験 1 で得た菌株 L の形質転換体由来のプラスミド DNA を，プラスミド DNA をもっていない菌株 L と菌株 M および菌株 Lx に取り込ませた。

［実験 3］　実験 1 で得た菌株 M の形質転換体由来のプラスミド DNA を，実験 2 と同様に三つの菌株に取り込ませた。

［実験 4］　実験 1 で得た菌株 Lx の形質転換体由来のプラスミド DNA を，実験 2 と同様に三つの菌株に取り込ませた。

実験 2 ～実験 4 を行って得られた形質転換体の数を表 1 にまとめた。

表 1．プラスミド DNA を取り込ませる実験で得られた形質転換体の数

実験	プラスミド DNA の由来	＜形質転換に使用した菌株＞		
		菌株 L	菌株 M	菌株 Lx
実験 2	菌株 L の形質転換体	多数	ごく少数	多数
実験 3	菌株 M の形質転換体	(b)ごく少数	(c)多数	多数
実験 4	菌株 Lx の形質転換体	ごく少数	ごく少数	多数

問(1)　下記の文章は，実験3において菌株Lで観察された結果(表1の下線部(b))と菌株Mで観察された結果(表1の下線部(c))を，下線部(a)で示された仕組みに基づいて解釈し解説している。文章中の空欄 ア ～ エ に適切な語句を記入して文章を完成させよ。空欄ウとエの文字数にはそれぞれ上限がある。

菌株Mから取り出したプラスミドDNAは，菌株LのDNAメチル化酵素でメチル化されて ア が，菌株 イ のDNAメチル化酵素でメチル化されている。このプラスミドDNAは，菌株Lに取り込まれるとほとんどが ウ（10字以内） ので形質転換体数は，ごく少数になり，一方，菌株Mに取り込まれると エ（12字以内） ので形質転換体数は多くなった。

問(2)　実験で使用した菌株Lxは，菌株Lに突然変異が生じて得られた菌株である。どのような種類の遺伝子に突然変異が生じて機能しなくなっていると予想されるか。適切なものを次の①～④の中からすべて選び，番号で答えよ。

①　DNA合成酵素の遺伝子

②　制限酵素の遺伝子

③　RNA合成酵素の遺伝子

④　DNAメチル化酵素の遺伝子

〔Ⅲ〕 生物多様性に関する次の文章を読み，問1～問6に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

1980年代初頭に，それまでに見つかった化石海生(海に生息する)動物のリストに関する論文が発表された。化石の場合，種レベルでの分類は時として困難をともなうため，このリストでは科レベルでまとめるという工夫がなされた。人類はこのリストにより初めて，海生動物の科の数が時間とともにどのように変化してきたか知ることになった。図1は，このリストを用いて作られたものである。

著作権保護の観点から、公表していません。

図1 (Raup DM., Sepkoski JJ. 1982. Science 215, 1501－1503を改編)

図１から，Ⅰ～Ⅴで示すとおり，過去５億年のあいだに比較的短期間で多数の種が絶滅(a)した時期が，少なくとも五回あったことがわかる。

このうちの一回はペルム紀末に起こった(b)。この出来事には，大規模な火山活動の結果，酸素濃度が低下したことが原因となったという仮説がある。白亜紀末にも五回のうちの一つに数えられる出来事が起こっており(c)，巨大隕石が地球に衝突したことが，この出来事の原因となったという仮説がある。ここでは，自然現象による環境の破壊(d)が，これらの出来事の原因となったという上記二つの仮説を受け入れることにする。

一方，現在はペルム紀末や白亜紀末の出来事とは異なる理由による生物の絶滅が心配されており(e)，生物多様性の喪失問題(f)として知られている。すでに六回目の比較的短期間で多数の種が絶滅する時期に突入したと主張する論文が，最近，立て続けに発表されている。

問１　下線部(a)に関して，比較的短期間で多数の種が絶滅することを何と呼ぶか，その名称を答えよ。

問２　下線部(b)に関して，問(1)と問(2)に答えよ。

問(1)　ペルム紀末の出来事は，図１のⅠ～Ⅴのどれに該当するか答えよ。

問(2)　この出来事で完全に絶滅した生物のグループを，以下の①～⑨から二つ選び，番号で答えよ。なお，この出来事では海生動物だけでなく，陸上に生息する生物も絶滅している。

①　アウストラロピテクス類	②　アンモナイト類
③　カブトガニ類	④　恐竜類*
⑤　三葉虫類	⑥　シアノバクテリア類
⑦　シーラカンス類	⑧　フズリナ類(紡錘虫類)
⑨　マンモス類	

*鳥類は含まないこととする

問 3　下線部(c)に関して，問(1)と問(2)に答えよ。

問(1)　白亜紀末の出来事は，図１のⅠ～Ⅴのどれに該当するか答えよ。

問(2)　この出来事で完全に絶滅した生物のグループを，以下の①～⑨から二つ選び，番号で答えよ。なお，この出来事では海生動物だけでなく，陸上に生息する生物も絶滅している。

①　アウストラロピテクス類	②　アンモナイト類
③　カブトガニ類	④　恐竜類*
⑤　三葉虫類	⑥　シアノバクテリア類
⑦　シーラカンス類	⑧　フズリナ類(紡錘虫類)
⑨　マンモス類	

*鳥類は含まないこととする

問 4　下線部(d)について，「現状の生態系やその一部を外部から加わる力によって破壊すること」を何と呼ぶか，その名称を答えよ。

問 5　下線部(e)について，絶滅のおそれのある種を総称して何と呼ぶか，その名称を答えよ。

問 6　下線部(f)に関連して，現在起こっている比較的短期間で多数の種が絶滅する出来事も環境の破壊によりもたらされている。しかし，現在の環境の破壊は，ペルム紀末や白亜紀末とは別の原因によるものである。現在の環境の破壊は何によりもたらされているか答えよ。

このページは白紙です。

〔IV〕 生物の進化と系統に関する次の文章を読み，問1～問3に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

小笠原諸島は日本列島から南に約1,000 km離れた太平洋上に位置する海洋島である。多くの陸上生物にとって海は移動の障壁となるため，海洋島では海を渡ってきた少数の祖先種に由来する構成種のかたよった生物相が形成される。例えば小笠原諸島では，日本列島の照葉樹林を構成する［ア］や［イ］などのブナ科植物は自生せず，動物では［ウ］や［エ］などの両生類も自然分布しない。その一方で，海洋島には空白のニッチ(生態的地位)が多く存在するため，一つの系統がさまざまな生息環境に適応して多数の系統に分岐する進化(a)が起こりやすい。また，海洋島では自然選択とは関係なく偶然による遺伝子頻度の変動(b)による進化が起こりやすいことが知られている。

小笠原諸島では，陸産貝類(カタツムリ)の仲間が様々な環境に適応することで，多数の種に分化している。ある陸産貝類のグループでは同じような環境に生息する種の殻の形態はよく似る。しかし，DNAの塩基配列に基づく分子系統学的研究(c)の結果，殻の形態は系統を反映していないことが明らかにされた。

問1 文章中の［ア］～［エ］にあてはまる最も適切な語句を以下の①～⑬から一つずつ選び，番号で答えよ。

① イモリ類	② カエデ類	③ カエル類	④ カシ類
⑤ カメ類	⑥ シイ類	⑦ トウヒ類	⑧ トカゲ類
⑨ マングローブ	⑩ ヘビ類	⑪ マツ類	⑫ モミ類
⑬ ヤモリ類			

問2 下線部(a)および(b)の現象をそれぞれ何と呼ぶか，その名称を答えよ。

問 3　下線部(c)について，問(1)と問(2)に答えよ。

問(1)　表 1 はある分類群(種ア～種オ)について，ある遺伝子の DNA 塩基配列を決定し，整列させたものである。種アと同じ塩基の場合は「・」で示されている。種間の塩基配列の違いが少ないほど近縁であるという考えに基づいて，表 1 のデータを使って種ア～種オの系統関係を推定し，系統樹(図 1)を作成した。図 1 の①～③にあてはまるものを種イ～種エから一つずつ選べ。

表 1

種	塩基配列番号																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ア	A	T	C	C	G	T	A	G	C	T	A	A	G	C	T	A	C	C	T	A
イ	・	・	G	G	・	・	・	・	・	・	・	T	・	・	A	T	・	・	A	・
ウ	・	・	・	G	・	・	・	・	・	・	・	・	C	・	・	・	・	・	・	・
エ	・	A	・	G	・	・	T	・	・	・	・	・	・	・	・	T	・	・	・	T
オ	T	・	・	G	・	A	・	・	G	・	T	T	・	・	・	T	・	・	・	T

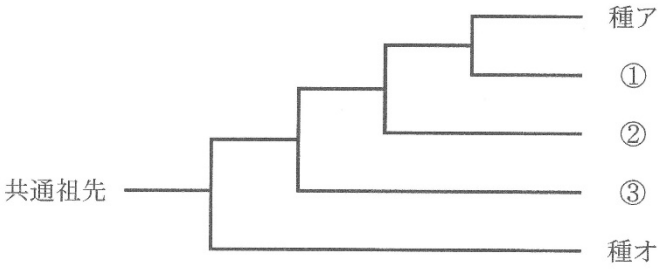

図 1

問(2)　生物の系統関係の推定には，DNA の塩基配列の比較が適しているのはなぜか。その理由として**誤りを含むもの**を次の文①～④から一つ選び，番号で答えよ。

①　すべての生物は DNA をもつため，形や大きさが非常に異なる分類群間においても系統関係の推定が可能である。

②　化石記録の乏しい分類群においても系統関係の推定が可能である。

③　DNA のもつ情報量は非常に多いため，精度のよい系統関係の推定が可能である。

④　遺伝子が異なっていても塩基配列の変化速度に違いはないため，どの遺伝子領域を用いても生物界全体の系統から近縁種間の系統まで広範囲の系統の推定が可能である。

このページは白紙です。

このページは白紙です。