

# 令和4年度入学試験問題（前期）（追試験）

## 理 科（生 物）

### 【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には□1から□4までの4問題が印刷されていて、合計11ページである。  
落丁、乱調、印刷の不鮮明な箇所がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配布している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入しているものは無効である。
5. 解答用紙に指定された欄に、学部名および受験番号を記入すること。
6. □1から□4の全ての問題に解答すること。
7. 配布された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配布された問題冊子は、持ち帰ること。

1 次の文章を読み、問(1)～(6)に答えよ。

生態系を構成している生物は、大きく生産者と( ① )に分けることができる。生産者は、主に、A光合成を行う植物などで、太陽からの光エネルギーを光合成によって( ② )エネルギーに変換し、この( ② )エネルギーを有機物として蓄える。生産者によってつくられた有機物は、生産者の生活に利用されるとともに、生態ピラミッドにおける各栄養段階に位置する動物などの( ① )に移動し、その生活にも利用される。

生態系において、ある時点で単位面積内に存在する生物体の量を現存量という。また単位面積内の生産者が一定期間内に光合成によって生産する有機物の総量を( ③ )という。生産者の純生産量は、( ③ )から呼吸量を差し引いたものになる。また、純生産量から被食量および枯死量(脱落量を含む)を差し引いたものが( ④ )となる。

地球上には、その環境に応じてさまざまな生態系がみられ、生産者による物質生産は異なる。表1は、生産者の現存量と純生産量の推定値を比較したものである。B熱帯多雨林の純生産量は、( ⑤ )のなかまの植物を主体とするサバンナと比較して約2倍程度であるが、現存量はとても大きい。したがって、森林が破壊されると、樹木や土壌に蓄えられていた有機物の分解が促進され、生態系のバランスが崩れることになる。また、主として食料生産のために用いられる。耕地は、人間により管理された人為生態系のため、現存量は相対的に少ないが、純生産量は決して低くはない。

表1 現存量（乾燥重量）と純生産量（乾燥重量）の推定値

著作権の関係上、省略します。

川口(第9章 生態系の構造と機能. 日本生態学会編, 『生態学入門』2004)が引用した Whittaker(1975)のデータをもとに作成

問(1) 文章中の空欄( ① )～( ⑤ )に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 下線部 A の反応は次のようにまとめられる。( X )と( Y )に当てはまる物質名を化学式で答えよ。



問(3) 生態系内を移動するエネルギーは、生態系の中で循環することはない。生態系内で利用されたエネルギーは、何エネルギーとして生態系外へ出て行くのか答えよ。

問(4) 下線部 B について、熱帯多雨林の単位面積あたりの現存量(平均値)が相対的に大きい理由を 40 字以内で説明せよ。

問(5) 表 1 において、単位面積あたりの現存量(平均値)を純生産量(平均値)で割った値は、何を表していると考えられるか答えよ。

問(6) 下線部Cは、人間が利用するために植物を栽培している生態系である。近年、石油や石炭などの化石燃料の燃焼により、地球全体の炭素循環のバランスが乱れ、大気中の二酸化炭素濃度が上昇している。今後、大気中の二酸化炭素濃度がさらに上昇していくと、高い二酸化炭素濃度条件ではC<sub>4</sub>植物よりもC<sub>3</sub>植物のほうが光合成速度は高くなることから、C<sub>3</sub>植物群の収量が増加するという予測もある。以下の設問(a)と(b)に答えよ。

(a) C<sub>4</sub>植物を下のア～エから1つ選べ。

(ア) イネ (イ) トウモロコシ (ウ) コムギ (エ) ダイズ

(b) C<sub>4</sub>植物の葉肉細胞において、二酸化炭素が取り込まれて最初にできる物質名を答えよ。

2

次の文章を読み、問(1)～(4)に答えよ。

植物の種子は胚乳を持つ有胚乳種子と胚乳を持たない(①)種子にわけることができる。イネは有胚乳種子, ダイズは(①)種子を形成する。胚乳は種子の発芽と胚の発育に必要な(②)を供給する。イネの胚乳は被子植物の受精様式である(③)受精により作られる。その倍数性を $n$ (減数分裂したときの基本的な倍数性)で示すと(④)である。この受精様式では, 花粉細胞の2つの精核は, (⑤)と(⑥)のそれぞれの細胞の核と受精し, それぞれの細胞が発育を始める。

胚乳には主にデンプンが蓄積される。デンプンは(⑦)の重合体であり, 酵素である(⑧)により分解されることで種子の発育に利用される。イネの胚乳デンプンはアミロースとアミロペクチンから構成され, 日常的に食されるウルチのコメを生じる。そのうちアミロースは $X$ 遺伝子により指定されるアミロース合成酵素により合成される。この遺伝子が欠損した時にアミロペクチンのみで構成されるデンプンとなり, モチのコメを生じるモチ品種となる。

モチ品種とウルチ品種を交配した子( $F_1$ 個体)のコメは全てウルチになる。また, その $F_1$ 個体を自家受精させるとウルチとモチのコメが3:1で生じる。A さらに(③)受精によりさまざまな胚乳の遺伝子型が生じる。

モチ品種の遺伝子内部構造にはウルチ品種と比較して配列に特徴がある。図1にはウルチ品種の $X$ 遺伝子の前半部の配列とそれに対応するモチ品種の配列を示した。B モチ品種の $X$ 遺伝子では, 23塩基対の重複が生じることで指定する酵素の機能が欠損している。

A. ウルチ品種のX遺伝子

**ATG**TCGGCTCTCACCACGTCCCAGCTCGCCACCTCGGCCACCGGCT  
 TCGGCATCGCCGACAGGTCGGCGCCGTCGTCGCTGCTCCGCC**ACGG**  
GTTCCAGGGCCTCAAGCCCCGCAGCCCCGCCGGCGGCGACGCGACG  
 TCGCTCAGCGTGACGACCAGCGCGC・・・(省略)・・・**TGA**

B. モチ品種のX遺伝子

**ATG**TCGGCTCTCACCACGTCCCAGCTCGCCACCTCGGCCACCGGCT  
 TCGGCATCGCCGACAGGTCGGCGCCGTCGTCGCTGCTCCGCC**ACGG**  
GTTCCAGGGCCTCAAGCCcacgggttccagggcctcaagcccCGCA  
 GCCCCGCCGGCGGCGACGCGACGTCGCTCAGCGTGACGACCAGCGC  
 GC・・・(省略)・・・**TGA**

図1 ウルチ品種のX遺伝子の配列の前半部分とそれに対応するモチ品種の配列。太字のATGは開始コドンであり、省略した以降の塩基配列に変異はない。ウルチ品種のX遺伝子における下線部の23塩基がモチ品種でのみ重複している。重複した配列を小文字で示している。

表1 mRNAの遺伝暗号表

1番目の塩基	2番目の塩基								3番目の塩基	
	U		C		A		G			
U	UUU	F	UCU	S	UAU	Y	UGU	C	U	
	UUC		UCC		UAC		UGC		C	
	UUA	L	UCA		UAA	終止	UGA		終止	A
	UUG		UCG		UAG		UGG		W	G
C	CUU	L	CCU	P	CAU	H	CGU	R	U	
	CUC		CCC		CAC		CGC		C	
	CUA		CCA		CAA	CGA	A			
	CUG		CCG		CAG	CGG	G			
A	AUU	I	ACU	T	AAU	N	AGU	S	U	
	AUC		ACC		AAC		AGC		C	
	AUA		ACA		AAA	AGA	A			
	AUG	開始, M	ACG		AAG	K	AGG		R	G
G	GUU	V	GCU	A	GAU	D	GGU	G	U	
	GUC		GCC		GAC		GGC		C	
	GUA		GCA		GAA	GGA	A			
	GUG		GCG		GAG	GGG	E		G	

対応するアミノ酸は一文字表記で示している。

開始コドンならびに終始コドンはそれぞれ開始、終止として示している。

問(1) 文章中の( ① )～( ⑧ )に当てはまる語句, 数値, 記号を答えよ。なお, 同じ番号は繰り返し使用されていることを示し, ⑤と⑥は順不同である。

問(2) イネを含む被子植物の胚のうを構成する4種類の細胞を解答欄に図示せよ。なお, それぞれの細胞名については対応する細胞の位置がわかるように矢印をつけて図示せよ。

問(3) 下線部Aについて以下の設問(a)と(b)に答えよ。

(a)  $F_1$  個体が自家受精したときに生じる胚乳核は何種類生じるか答えよ。

(b) ウルチの対立遺伝子をA, モチの対立遺伝子をaとしたときの期待される胚乳核の遺伝子型を全て答えよ。Aならびにaの記載順序は問わない。

問(4) 下線部Bによる変異により酵素が機能しない理由を50字以内で答えよ。なお, 必要に応じて表1の遺伝暗号表を参照しなさい。

3 次の文章を読み、問(1)～(4)に答えよ。

植物の花芽形成において、日長の変化に反応して生理反応を起こす(①)という性質がある。日長が一定以上になると花芽形成をする(②)植物と、日長が一定以下になると花芽形成をする(③)植物がある。また日長や暗期の長さにかかわらず、一定の大きさに成長すると花芽形成する(④)植物がある。花芽形成が起こる光のシグナルとしての日長を感知している赤色光の受容体としては(⑤)が働いている。

オナモミは日本において8～12月に花を咲かせる植物である。オナモミに花芽誘導、開花を起こさせるために、さまざまな方法で短日処理を行った以下の実験をした。なお、実験遂行時の自然条件は、オナモミが花芽誘導、開花を起こさない条件である。

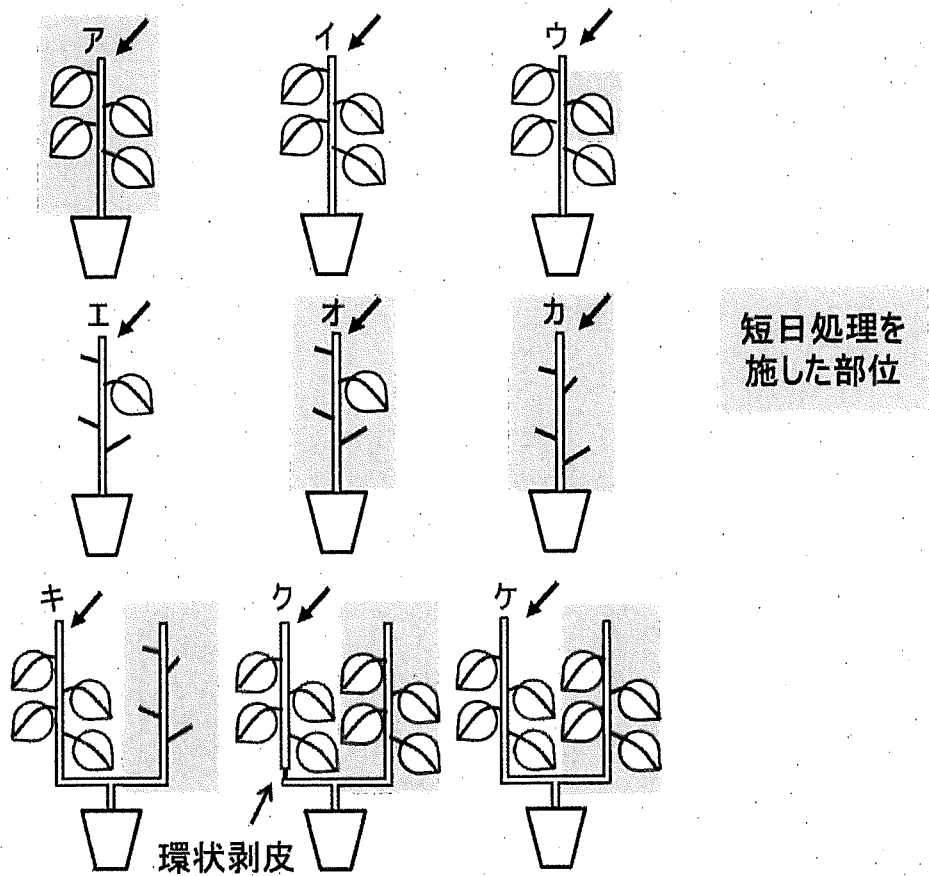


図1 オナモミを用いた花芽誘導に関する実験



問(1) 文章中の空欄( ① )～( ⑤ )に当てはまる語句を答えよ。

問(2) 図1のア～ケの9つの処理のうち、矢印の部分の茎頂に花が咲くものを全て答えよ。

問(3) 環状剥皮(環状除皮ともいう)は道管だけを残し、表皮から維管束の師部を剥がす処理である。この環状剥皮処理による開花への影響について50字以内で説明せよ。

問(4) 植物は花芽分化の後、花の各器官を形成する。被子植物の花は基本的に同心円状に配置された4つの器官から構成されている。これらの器官はAクラス、Bクラス、Cクラスの3種類のタンパク質がかかわり、その組み合わせによってどの器官が形成されるかが決まる。花を形成する4つの器官は外側から領域1～領域4に分類される。以下の設問(a)～(d)に答えよ。

(a) 花を構成する4つの器官について、領域1～領域4をそれぞれ答えよ。

(b) Aクラスの遺伝子が突然変異を生じてそのタンパク質機能が欠損した場合、領域1の器官は何が形成されるか答えよ。

(c) 遺伝子組換え技術により、Cクラスを欠損させ、Bクラスを領域1～領域4全てで働かせると、どのような器官で構成される花ができるか答えよ。

(d) 花の形成に働く調節遺伝子に突然変異が生じると、花の特定の構造が変化する。このように本来形成される一部の特徴が別の部分の特徴に転換する変異を何と呼ぶか答えよ。

4 次の文章を読み、問(1)～(5)に答えよ。

今から 30 数億年前の先カンブリア時代に始原生物が海中で誕生し、やがて光エネルギーを用いて有機物を合成する光合成細菌が現れた。初期の光合成細菌は酸素を発生することはなかったが、約 27 億年前に現れた( ① )は光合成の過程で水を分解して酸素を放出することから、海水中に酸素が放出されていった。約 21 億年前には酸素を使った呼吸によって効率よくエネルギーを得ることのできる真核生物が出現した。やがて、光合成生物によって放出された酸素が大気中に蓄積すると、その一部は紫外線によってオゾンへと変化し、A 大気にオゾン層が形成されると、植物が陸上に進出することが可能になった。ただし、そのためには B 水中とは大きく異なる陸上の環境への適応が不可欠であった。

最も古い時代の陸上植物の化石は古生代( ② )紀の地層から発見されたクックソニアで、この植物は( ③ )を持たず、コケ植物に類似した形態をしていたが、陸上の環境に適応するうちに、根、茎と葉の区別がある( ③ )植物が発展した。その中で温暖で湿潤な石炭紀にはヒカゲノカズラ類が繁栄し、ロボクやリンボクなどの大型の( ④ )植物が大森林を形成した。その後、ペルム紀には寒冷化が進んだ結果、これらの森林は衰退した。

中生代に入ると一転して高温・乾燥した環境になったことから、受精過程を外界から切り離して行い、胚が生育に不適な時期を種子として休眠して過ごすことができる裸子植物が発展し、ジュラ紀にはイチョウやソテツなどのグループや針葉樹類の森林が広がった。白亜紀の前期ごろには、( ⑤ )が子房によって保護された被子植物も出現している。今から約 6,600 万年前に起こった巨大隕石の衝突による気候変動によって多くの裸子植物が絶滅した結果、それによって空いた( ⑥ )を埋めるように被子植物が進出し、急速に繁栄した。

問(1) 文章中の( ① )～( ⑥ )に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 先カンブリア時代の生物と地球環境に関する以下の設問(a)～(c)に答えよ。

- (a) 最初の独立栄養生物として、光合成をおこなわず、化学物質からエネルギーを得て炭素同化を行う細菌が現れたと考えられている。このような細菌を総称して何と呼ぶか、その名称を答えよ。
- (b) 酸素を発生させない光合成細菌が持つ光合成色素は、植物や藻類が持つクロロフィルとは構造が異なる。この光合成色素の名称を答えよ。
- (c) 約7～6億年前に大気中の温室効果ガスの減少によって気候が寒冷化し、地球全体が氷河に覆われた時期があった。この現象の名称を答えよ。

問(3) 下線部Aについて、大気にオゾン層が形成されることで植物が陸上に進出できるようになったのはなぜか、40字以内で説明せよ。

問(4) 下線部Bについて、植物が陸上に進出する際に不可欠であった適応とはどのようなものか、40字以内で説明せよ。

問(5) 裸子植物と被子植物の特性について述べた以下の文章のうち、正しいものには○を、誤っているものには×を解答欄に記入せよ。

ア. 胚のうがそのまま胚乳になる裸子植物に比べて、被子植物では受精が行われなかった場合には胚乳を作らないので、効率のよい仕組みを獲得したといえる。

イ. イチョウでは受精に際して精子が泳いで卵と受精するが、ソテツや針葉樹類では精細胞が花粉管の中を移動して卵と受精するので、水分により依存しない受精様式になっている。

ウ. 被子植物の子房は果実の形成を可能としたことから、受粉様式の多様化などに貢献して、新生代での大繁栄をもたらした。