

# 1C 生 物

2月3日

(解答番号  ～ )

I マメ科植物に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

マメ科植物は、その多様な利用価値から古代から現代に至るまで人類の生活に深く関わってきた。食用作物としてのダイズやエンドウ、レンズマメやヒヨコマメなどは、世界中の多くの文化圏で重要な食材として利用されている。これらのマメ科作物の種子は高いタンパク質含有量を誇り、近年では肉類の代替品としても注目されている。また、マメ科作物の芽生えから作られるもやしは、ビタミンやミネラルを豊富に含み、手軽な野菜として広く親しまれている。

さらに、マメ科植物は農業においても重要な役割を果たしている。マメ科植物は、共生する根粒菌が固定した空気中の窒素を利用することができる。この固定された窒素は、例えばゲンゲのように緑肥として利用され、畑にすき込むことで土壤改良に寄与している。

以上のように、マメ科植物の有用性は、食糧問題の解決や持続可能な農業の推進において欠かせないものである。

問1 文章中の下線部イに関して、以下のa～cに答えよ。

a. タンパク質を構成する元素を過不足なく含む選択肢として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。

- ① H、O                      ② C、H、O                      ③ C、H、O、N  
④ C、H、O、P                ⑤ C、H、O、S                ⑥ C、H、O、N、P  
⑦ C、H、O、N、S            ⑧ C、H、O、P、S

b. タンパク質の性質に関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。

- A. 酵素や抗体の主成分はタンパク質である。  
B. 水分を除くと植物細胞は動物細胞よりタンパク質が多い。  
C. タンパク質を構成するアミノ酸は22種類ある。  
D. タンパク質を構成するアミノ酸どうしは全てS-S結合によってつながっている。  
E. 多くのタンパク質は熱や極端なpHの変化などによって立体構造が変化する。

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

- c. 以下の文章中の[あ]～[え]に入る語句の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑨の中から一つ選べ。ただし[あ]、[い]、[う]、[え]の順とする。 3

タンパク質が呼吸に利用される場合には、まずアミノ酸に分解される。アミノ酸の[あ]は[い]によって[う]として遊離して、残りの部分は[え]の形になる。この[え]は、種類に応じてクエン酸回路などに入って利用される。

- ① 水素、脱アミノ反応、水素イオン、アンモニア
- ② 水素、脱水素反応、炭酸、アンモニア
- ③ 水素、脱水素反応、水素イオン、側鎖
- ④ カルボキシ基、脱炭酸反応、炭酸、アンモニア
- ⑤ カルボキシ基、脱炭酸反応、炭酸、有機酸
- ⑥ カルボキシ基、脱水素反応、アンモニア、側鎖
- ⑦ アミノ基、脱アミノ反応、水素イオン、有機酸
- ⑧ アミノ基、脱アミノ反応、アンモニア、有機酸
- ⑨ アミノ基、脱炭酸反応、アンモニア、側鎖

問2 下線部口に関して、以下のa、bに答えよ。

- a. 水を十分含ませたダイズ種子をシャーレ上に置き、室温で①～④の異なる光環境に置き、芽生えの状態になるまで生育させた。①～④の条件の中で、芽生えの胚軸がもっとも長くなるもの一つ選べ。ただし、光以外の生育条件、生育期間、および生育中の光の強さは同じとする。 4

- ① 白色光    ② 赤色光    ③ 遠赤色光    ④ 青色光

- b. 芽生えの胚軸の伸長の調節に関与している光受容体として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。 5

- A. クリプトクロム
- B. クロロフィル
- C. ジベレリン
- D. フィトクロム
- E. フォトリポピン

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C
- ⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問3 下線部八に関して、相利共生の例として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。

6

- A. アリとアブラムシ
  - B. ゴウリムシとヒメゾウリムシ
  - C. カクレウオとナマコ
  - D. ミツバチとゲンゲ
  - E. モンシロチョウの幼虫とコマユバチ
- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問4 下線部二に関して、以下のa、bに答えよ。

- a. 以下の[お]～[き]に入る語句の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。ただし[お]、[か]、[き]の順とする。

7

根粒菌の働きで空気中の窒素から作られた $\text{NH}_4^+$ は共生する植物体内で[お]合成酵素の働きによって[か]と結合し[お]が生成する。[か]合成酵素の働きによって[お]のアミノ基が[き]に転移して、2分子の[か]が生じる。生じた[か]のアミノ基が有機酸に渡され、様々なアミノ酸が作られる。

- ①  $\alpha$ -ケトグルタル酸、グルタミン、グルタミン酸
  - ②  $\alpha$ -ケトグルタル酸、グルタミン酸、グルタミン
  - ③ グルタミン、 $\alpha$ -ケトグルタル酸、グルタミン酸
  - ④ グルタミン、グルタミン酸、 $\alpha$ -ケトグルタル酸
  - ⑤ グルタミン酸、 $\alpha$ -ケトグルタル酸、グルタミン
  - ⑥ グルタミン酸、グルタミン、 $\alpha$ -ケトグルタル酸
- b. 根粒菌と窒素固定に関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。

8

- A. 根粒菌による窒素固定は好氣的に反応が進む酸化反応である。
  - B. 根粒菌はマメ科植物の根に共生する菌根菌の一種である。
  - C. 根粒菌に頼らず、工業的に窒素を固定することは可能である。
  - D. 真核生物の一部の種は根粒菌と同様に大気中の窒素を利用できる。
  - E. 根粒菌が窒素固定を行うにはATPが必要である。
- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問5 下線部に関して、次の文章を読み、以下の a、b に答えよ。

畑にすき込まれた緑肥はやがて土壤中の微生物によって分解される。その過程で緑肥に含まれる有機窒素化合物から [く] が生じる。さらに硝化作用によって [け] を経て最終的に [こ] に変えられる。こうして作られた [く] や [こ] は土壤に蓄積するとともに、水に溶けた状態で根から植物に吸収され、再び利用される。

a. 文章中の [く] ~ [こ] に入る語句の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①~⑥の中から一つ選べ。ただし [く]、[け]、[こ] の順とする。 9

①  $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$     ②  $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$     ③  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$

④  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$     ⑤  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NH}_4^+$     ⑥  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$

b. 文章中の下線部に関して植物に含まれる有機窒素化合物として、適切なものの数を次の①~⑨の中から一つ選べ。 10

・アンモニア                      ・グアニン                      ・グリコーゲン                      ・クロロフィル

・デオキシリボース                      ・トリグリセリド                      ・ビルビン酸                      ・ペプチド

① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 0

(次の頁にも設問があります)

II 生物の細胞や生命現象に関する以下の設問に答えよ。

問1 細胞や構造体の大きさに関する説明文として、もっとも適切なものを次の①～④の中から一つ選べ。

11

- ① エイズウイルスの大きさは約100nmである。
- ② ヒトの白血球の大きさは約1～2 $\mu$ mである。
- ③ 原核生物の大きさは約1～10nmである。
- ④ ATP分子の大きさは約1.5 $\mu$ mである。

問2 遺伝物質に関する説明文のうち、適切でないものを次の①～④の中から一つ選べ。

12

- ① DNAからタンパク質が転写され、生命活動をおこなうことがある。
- ② DNAが複製されるときにはDNAポリメラーゼというタンパク質がはたらく。
- ③ DNAの塩基配列には翻訳されないイントロンと翻訳されるエキソンが存在している。
- ④ DNAが複製されるとき、岡崎フラグメントが連結してできるDNA鎖をラギング鎖という。

問3 DNAやRNAに関する説明文のうち、もっとも適切なものを次の①～④の中から一つ選べ。

13

- ① DNAの糖はリボースであるのに対し、RNAの糖はデオキシリボースである。
- ② DNAの塩基に含まれるグアニンの代わりにRNAはウラシルを塩基として利用する。
- ③ DNAは2本鎖で、RNAのほとんどは1本鎖でできている。
- ④ RNAでは、グアニンとシトシンの割合、アデニンとウラシルの割合がそれぞれ同じになる。

問4 マウスの免疫応答に関わるあるタンパク質ZのmRNA配列を調べた。塩基配列から特定できるアミノ酸の配列に関して下の遺伝暗号表を用いて、以下のa～cに答えよ。なお、この部分で翻訳されるタンパク質Zのアミノ酸にはアルギニンが含まれているものとする。

タンパク質ZのmRNAの塩基配列：・・・AAAUGCAGUGGCGUGAACAAUAGUG・・・  
翻訳される方向→

1文字目	2文字目								3文字目
	U		C		A		G		
U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G
C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A
	AUG	メチオニン	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

a. この部分で翻訳されるタンパク質Zのアミノ酸のうち、アスパラギンの数として適切なものを次の

①～⑤の中から一つ選べ。

① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 0

b. この部分で翻訳されるタンパク質Zのアミノ酸のうち、アルギニンの1つ前および1つ後のアミノ酸の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。ただし、アルギニンの1つ前、アルギニンの1つ後の順とする。

- ① グルタミン、トリプトファン      ② トリプトファン、グルタミン  
 ③ グルタミン酸、トリプトファン    ④ トリプトファン、グルタミン酸  
 ⑤ グルタミン、グルタミン            ⑥ グルタミン酸、グルタミン

(次の頁にも設問があります)

c. この部分で翻訳されるタンパク質Zのアミノ酸のうち、アルギニンのコドンの3塩基目が欠失した場合の説明文として、もっとも適切なものを次の①～④の中から一つ選べ。 16

- ① もともとアルギニンがあった位置において翻訳されるアミノ酸はアルギニンのままで変わらない。
- ② もともとアルギニンがあった位置において翻訳されるアミノ酸はアルギニンからロイシンに変化する。
- ③ もともとアルギニンがあった位置において翻訳されるアミノ酸はアルギニンからバリンに変化する。
- ④ もともとアルギニンがあった位置において翻訳されるアミノ酸はアルギニンからトリプトファンに変化する。

問5 原核細胞と真核細胞のDNAの複製やタンパク質合成について、原核細胞の説明として、適切なものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑩の中から一つ選べ。 17

- A. 転写は核内で行われ、できたmRNAは細胞質に移動し、リボソーム上で翻訳が行われる。
  - B. DNAは線状の構造で多くの複製起点（複製開始点）からDNAの複製が始まる。
  - C. DNAは環状の構造で1か所の複製起点（複製開始点）からDNAが複製される。
  - D. 転写が始まると転写途中のmRNAに次々とリボソームが付着して翻訳が開始される。
- ① A      ② B      ③ C      ④ D      ⑤ A、B  
⑥ A、C   ⑦ A、D   ⑧ B、C   ⑨ B、D   ⑩ C、D

問6 免疫のしくみに関する説明文のうち、適切でないものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 18

- ① 活性化して増殖したヘルパー T細胞とキラー T細胞の一部は記憶細胞として保存されるが、B細胞は記憶細胞としては保存されることはない。
- ② 臓器移植で拒絶反応が起こって生着しないのは、NK（ナチュラルキラー）細胞やキラー T細胞が移植した臓器を異物として認識し、攻撃するためである。
- ③ B細胞が中心となって抗体を利用する免疫反応を体液性免疫といい、キラー T細胞やヘルパー T細胞が中心となって食作用を増強したり感染細胞を攻撃するなどの免疫反応を細胞性免疫という。
- ④ 活性化したB細胞が増殖し、形質細胞（抗体産生細胞）へと分化したもから抗体が産生・放出される。
- ⑤ 樹状細胞が攻撃の対象となる異物を抗原として提示し、提示した抗原を認識できるT細胞を刺激して活性化する。

問7 免疫のしくみに関する説明文のうち、適切なものの数を次の①～⑥の中から一つ選べ。 19

- ・関節リウマチなどの自己免疫疾患は、細菌やウイルスなどの異物を認識して攻撃する免疫応答が自分自身の正常な細胞や組織に対して反応してしまうことで起きる。
- ・他の動物にあらかじめ毒素を投与して毒に対する抗体をつくらせておき、その抗体を含む血清を注射して治療する方法を血清療法という。
- ・がん細胞は、NK（ナチュラルキラー）細胞やキラー T細胞などのリンパ球によってその特徴が認識され、死滅させることが可能である。
- ・あらかじめ体内に弱毒化した病原体やその産物などを接種し、免疫応答を起こして免疫記憶を獲得させる方法を予防接種という。
- ・体に無害なはずの物質に対して免疫応答が過敏になり、生体に不都合な影響を与えることをアレルギーといい、死に至るような重篤な症状であるアナフィラキシーショックを引き起こす場合もある。

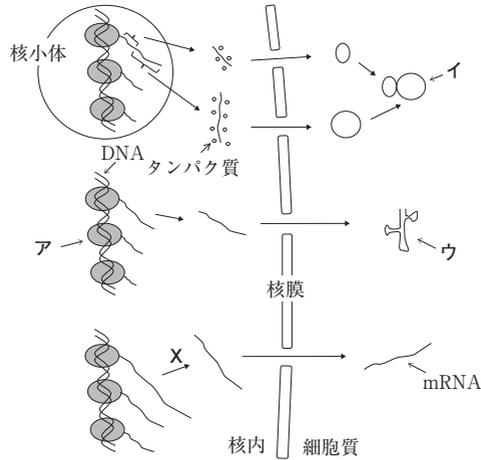
① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 0

問8 ノーベル賞を受賞した人物とその受賞内容に関する説明文として適切でないものを次の①～④の中から一つ選べ。 20

- ① オートファジー（自食作用）のしくみを解明したことにより、大隅良典はノーベル生理学・医学賞を受賞した。
- ② 多分化能を備える人工多能性幹細胞をつくりだすことに成功した功績により、山中伸弥はノーベル生理学・医学賞を受賞した。
- ③ オワンクラゲから緑色蛍光タンパク質を発見した功績により、下村脩はノーベル化学賞を受賞した。
- ④ 目的のDNAの塩基配列を改変したり、特定の塩基配列を目的の位置に挿入するCRISPR-Cas9を用いたゲノム編集の手法を開発した功績により、利根川進はノーベル化学賞を受賞した。

(次の頁にも設問があります)

Ⅲ RNAの合成に関する下記の図について、以下の設問に答えよ。



問1 下記の生物等について、図に示した構造や現象がみられるものの数として、もっとも適切な選択肢を次の①～⑦の中から一つ選べ。 21

- ・大腸菌    ・酵母    ・ヒト    ・コムギ    ・アデノウイルス    ・バクテリオファージ
- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 0

問2 図中のアに関する以下のa、bに答えよ。

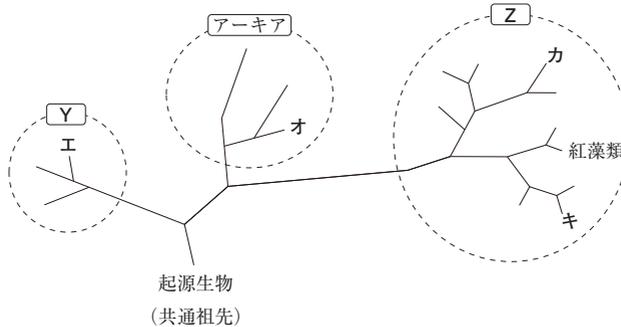
a. アは転写に必須の酵素を表している。アの名称として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。 22

- ① RNAポリメラーゼ    ② プライマー    ③ シャペロン    ④ DNAリガーゼ  
⑤ リプレッサー    ⑥ プロモーター    ⑦ DNAポリメラーゼ    ⑧ ヒストン

b. アに関する説明文として適切なでないものを次の①～⑥の中から一つ選べ。 23

- ① 真核生物と原核生物のどちらにおいても転写に関わっている。  
② プロモーターに結合するタンパク質である。  
③ 遺伝子の発現に関わる酵素である。  
④ PCRの酵素としても応用されている。  
⑤ リプレッサーなどによって反応が阻害されることがある。  
⑥ 他の転写因子と結合してはたらく。

問3 図中のイは全ての生物が同様の分子をもつことから系統解析にも利用される。下記の分子系統樹はイの塩基配列を元に作成されたものである。以下のa～cに答えよ。



a. イに関する説明文として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 24

- ① 真核生物においては小胞体表面によくみられる。
- ② タンパク質合成において必須のものではない。
- ③ 分子内にデオキシリボースを含む。
- ④ アミノ酸の種類と同じ数だけ存在する。
- ⑤ 遺伝子の再構成によって同一個体内でも多様性が生み出される。

b. 下記のA～Dのうち、上記の分子系統樹から読み取れる記述として、適切なものの組み合わせを次の

①～⑥の中から一つ選べ。 25

- A. Yは最も早い時期にアーキアやZから分岐したグループである。
- B. Yとアーキアは、YとZよりも系統的に近縁である。
- C. ZはアーキアにYが共生することで生まれた。
- D. 起源生物（共通祖先）の子孫と呼べるのはZのみである。

① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ B、C    ⑤ B、D    ⑥ C、D

c. エ～キに当てはまる生物の名称として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、

エ、オ、カ、キの順とする。 26

- ① 大腸菌、シアノバクテリア、アメーバ、植物
- ② 酵母、好熱菌、動物、植物
- ③ 乳酸菌、菌類、植物、動物
- ④ シアノバクテリア、メタン生成菌、動物、ゾウリムシ
- ⑤ 菌類、好熱菌、酵母、植物
- ⑥ 好塩菌、メタン生成菌、アメーバ、菌類
- ⑦ アメーバ、好塩菌、大腸菌、ゾウリムシ
- ⑧ アメーバ、大腸菌、酵母、菌類

問4 図中のウに関する以下のa、bに答えよ。

a. ウの説明文として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 27

- ① 結合したアミノ酸はアンチコドンと呼ばれる。
- ② 終止コドンに対応するものが2種類存在する。
- ③ 遺伝子の再構成によって64種類作り出される。
- ④ mRNA上をスライドしながら移動する。
- ⑤ mRNAのコドンと相補的な部分を持つ。

b. 遺伝子にコードされているアミノ酸の総数はコドンの総数よりも少ないため、同じアミノ酸を運ぶウが複数種類存在する。仮にアミノ酸の重複を無くして必要最低限のウしかもたない生物を考えた場合、最大何個のコドンを節約可能か、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、終止コドンは従来の生物と同じ数を保有しているものとする。 28

- ① 3    ② 4    ③ 16    ④ 20    ⑤ 24    ⑥ 41    ⑦ 43    ⑧ 64

問5 図中のXに関する以下のa、bに答えよ。

a. XはmRNAの成熟に必要な、核内で進行する過程である。Xの名称として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。 29

- ① フォールディング    ② スプライシング    ③ 能動輸送    ④ 半保存的複製
- ⑤ 転写    ⑥ 翻訳    ⑦ エキソン    ⑧ イントロン

b. XとmRNAに関する以下の記述のうち、適切なものの数を次の①～⑥の中から一つ選べ。 30

- ・転写されたRNAには翻訳される配列と翻訳されない配列が含まれる。
- ・同じ遺伝子から転写されたRNAから異なるmRNAを生じることもある。
- ・Xによって取り除かれた配列は、再結合して別のmRNAとなる。
- ・Xによって取り除かれた配列はイやウの一部として働く。
- ・全ての生物においてXは必須の過程であると考えられる。

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 0

問6 以下のA～Eについて、タンパク質合成の順序として、もっとも適切なものを次の①～⑨の中から一つ選べ。 31

- A. アミノ酸どうしがペプチド結合でつながれて先に結合していたウがmRNAから離れる。
- B. 開始コドンの次のコドンに対応するアミノ酸を運ぶウがmRNAに結合する。
- C. 核膜孔を通して細胞質に出たmRNAにイが付着する。
- D. メチオニンを結合したウがmRNAの開始コドンに結合する。
- E. イがmRNAの終止コドンまで到達してポリペプチドがイから離れる。

- ① B→A→C→D→E    ② B→C→D→A→E    ③ B→D→C→E→A  
④ C→A→B→E→D    ⑤ C→B→D→E→A    ⑥ C→D→B→A→E  
⑦ D→A→C→B→E    ⑧ D→B→A→C→E    ⑨ D→C→B→A→E

(次の頁にも設問があります)

IV 植物の光合成や生態系における物質収支に関する以下の設問に答えよ。

問1 光以外の条件が一定の場合に植物に当たる光の強さと光合成との関係の記述として、適切でないものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。ただし、呼吸速度は光の影響を受けないものとする。

32

- A. 光飽和点から光補償点にかけて光合成速度は次第に増加する。
- B. 光補償点における見かけの光合成速度は0である。
- C. 光飽和点より光が強くなっても見かけの光合成速度は変化しない。
- D. 光補償点と光飽和点間における光合成速度と見かけの光合成速度の変化量は同じである。
- E. 光補償点における見かけの光合成速度と呼吸速度は等しい。

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問2 陽生植物と陰生植物の特徴に関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。

33

- A. それぞれの光補償点における見かけの光合成速度は陽生植物の方が大きい。
- B. 陽生植物は光補償点と光飽和点がともに、陰生植物に比べて高い。
- C. 暗発芽種子をつくる植物を陰生植物という。
- D. 光飽和点が低いほど光が弱い条件下で有利である。
- E. 光補償点が低いほど、より光が弱い環境下で生育、成長が可能となる。

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問3 緑色植物の物質生産に関する記述として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

34

- ① ある緑色植物の葉が光補償点の光を受光している間、その葉の総生産量は0である。
- ② 一定期間の成長量にはその間の被食量も含まれる。
- ③ 一定期間の純生産量が正の値であっても、成長量が負の値となる場合がある。
- ④ 呼吸量は成長量に影響しない。
- ⑤ ある緑色植物を暗黒条件下に置くと、その間に被食量や枯死量が0であれば現存量は変化しない。

問4 光合成やエネルギーに関する代謝の記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。 35

- A. 光合成では光エネルギーを用いてATPを合成し、呼吸ではそのATPを分解することによって生命活動に必要なエネルギーを得ている。
- B. ATPはアデニンという塩基にリボースというアミノ酸が結合したアデノシンに、リン酸が3分子結合した化合物である。
- C. アデノシンとリン酸分子は高エネルギーリン酸結合している。
- D. 光合成の電子伝達系では、NADP<sup>+</sup>は電子を受け取って還元され、NADPHになる。
- E. 呼吸の過程においてFADH<sub>2</sub>がFADに酸化されるとき、エネルギーが放出される。

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問5 生態系におけるエネルギーの流れに関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。 36

- A. 緑色植物による物質生産は光エネルギーを熱エネルギーに変換する過程といえる。
- B. 生態系に取り込まれたエネルギーは主に化学エネルギーとして生態系内を循環する。
- C. 栄養段階が高次になるほど利用できるエネルギーは少なくなる。
- D. 生産者のエネルギー効率率は植物種や植物の生育程度などの影響を受けて変化する。
- E. 生態系に取り込まれるすべてのエネルギーの源は太陽光である。

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問6 次の文章を読み、a、bに答えよ。

一段階下位の栄養段階のエネルギー量のうち、次の段階で利用される量の割合をエネルギー効率と呼ぶ。生産者のエネルギー効率は、太陽から生態系に供給されるすべての光エネルギーのうち、光合成によって有機物中の化学エネルギーに変換されたものの割合である。

ある生態系に供給されたすべての光エネルギーが500000J/(cm<sup>2</sup>・年)であり、そのうち生産者によって吸収された光エネルギーは400000J/(cm<sup>2</sup>・年)、生産者の総生産量は6000J/(cm<sup>2</sup>・年)、純生産量は4000J/(cm<sup>2</sup>・年)、消費者による被食量は800J/(cm<sup>2</sup>・年)だった。さらに、その消費者の同化量は600J/(cm<sup>2</sup>・年)、呼吸量は300J/(cm<sup>2</sup>・年)だった。

a. 生産者のエネルギー効率として、もっとも適切なものを次の①～⑨の中から一つ選べ。 37

- ① 80%    ② 66.7%    ③ 1.5%    ④ 1.3%    ⑤ 1.2%  
⑥ 1.04%    ⑦ 1.0%    ⑧ 0.8%    ⑨ 0.64%

b. 消費者のエネルギー効率として、もっとも適切なものを次の①～⑨の中から一つ選べ。 38

- ① 1.67%    ② 5%    ③ 7.5%    ④ 10%    ⑤ 12.5%  
⑥ 13.3%    ⑦ 15%    ⑧ 20%    ⑨ 22.5%

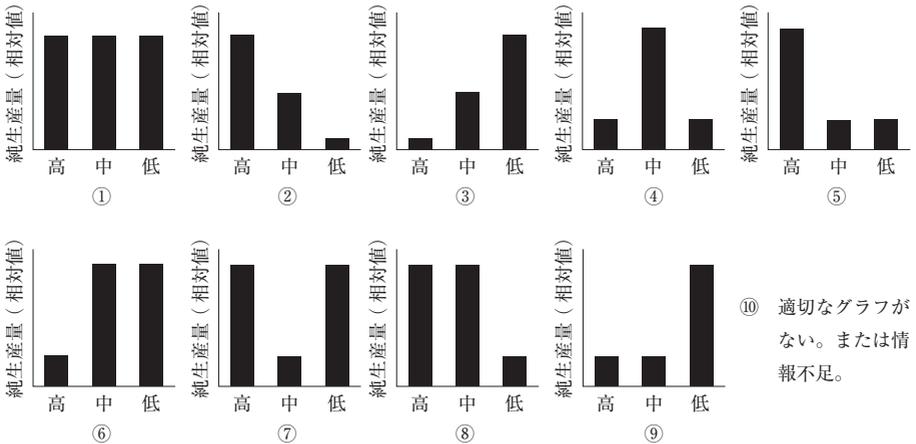
問7 次の文章を読み、a、bに答えよ。

イネを様々な栽植密度（個体群密度）で栽培すると、収穫期における単位面積あたり植物体乾燥重量は栽植密度に関わらずほとんど同様となった。これは「ア」と呼ばれる。このとき、栽植密度が高くなるにつれて光や養水分に対する競争が個体間で「イ」なり、個体あたりの植物体乾燥重量に影響をおよぼしたと考えられる。このように個体群密度が個体群や個体の発育や生理などに影響をおよぼすことを「ウ」と呼ぶ。

a. 文章中の「ア」～「ウ」に入るものの組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑩の中から一つ選べ。ただし、「ア」、「イ」、「ウ」の順とする。 39

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| ① 密度効果、激しく、最終収量一定の法則  | ② 密度効果、緩やかに、最終収量一定の法則  |
| ③ 最終収量一定の法則、激しく、密度効果  | ④ 最終収量一定の法則、緩やかに、密度効果  |
| ⑤ 密度効果、激しく、アリー効果      | ⑥ 密度効果、緩やかに、アリー効果      |
| ⑦ アリー効果、激しく、密度効果      | ⑧ アリー効果、緩やかに、密度効果      |
| ⑨ アリー効果、激しく、最終収量一定の法則 | ⑩ 最終収量一定の法則、緩やかに、アリー効果 |

b. 栽植密度（個体群密度）を「高」は100個体/m<sup>2</sup>、「中」は20個体/m<sup>2</sup>、「低」は10個体/m<sup>2</sup>の3段階に設定して栽培していたとすると、生育期間全体のイネの個体あたり純生産量を示したグラフとして、もっとも適切なものを①～⑨の中から一つ選べ。ただし、生育途中で被食あるいは枯死した個体はなかったものとする。なお、選択肢に適切なグラフがない、あるいは問題文からでは情報不足のため解答不可能な場合は⑩を選択せよ。 40



問8 生態系における物質の移動に関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ  
選べ。 41

- A. 生物に同化された窒素が大気中に放出されることはない。
- B. 有機物は亜硝酸菌によって亜硝酸イオン ( $\text{NO}_2^-$ ) に変えられる。
- C. 動物は無機窒素化合物を同化に利用することができない。
- D. 炭素は生産者によって同化されるが、消費者と大気との間の移動はない。
- E. 人間活動が農地など以外の自然生態系の炭素や窒素の循環に影響をおよぼすことがある。

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

# 2C 生 物

2月4日

(解答番号  ~ )

I 呼吸に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

呼吸は大きく分けると、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系という3つの過程からなる。

解糖系において、△1分子のグルコース ( $C_6$ ) は細胞質基質に存在する酵素群による数段階の反応によってグリセルアルデヒドリン酸 ( $C_3$ ) 2分子に分解され、□2分子のグリセルアルデヒドリン酸はさらなる数段階の反応によって2分子のピルビン酸 ( $C_3$ ) に変換される。

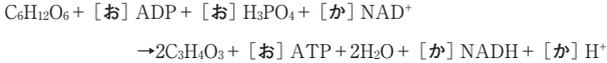
クエン酸回路では、△ピルビン酸 ( $C_3$ ) はミトコンドリアのマトリックスで脱炭酸されてアセチルCoA ( $C_2$ ) となり、オキサロ酢酸 ( $C_4$ ) と結合してクエン酸 ( $C_6$ ) を生成する。□クエン酸は、イソクエン酸 ( $C_6$ ) に変換された後、脱炭酸されて $\alpha$ -ケトグルタル酸 ( $C_5$ ) となる。△ $\alpha$ -ケトグルタル酸は、さらに脱炭酸されてコハク酸 ( $C_4$ ) となる。△コハク酸は、数段階の反応でオキサロ酢酸へと変換される。

電子伝達系では、解糖系とクエン酸回路で生成した水素が、還元型補酵素であるNADHとFADH<sub>2</sub>によって[あ]に運ばれ、水素イオン ( $H^+$ ) と電子に分かれる。電子は、電子伝達系を構成するタンパク質に次々と受け渡される。最後にはO<sub>2</sub>の還元に使われてH<sub>2</sub>Oを生成する。この過程で生じたエネルギーを用いてミトコンドリアの[い]側から[う]へH<sup>+</sup>が運ばれる。その結果、[あ]を挟んでH<sup>+</sup>の濃度勾配が形成される。そうすると、H<sup>+</sup>は濃度が高い[う]から濃度の低い[い]に流れ込もうとする。このH<sup>+</sup>流入のエネルギーを利用して[え]に存在するATP合成酵素がADPからATPを合成している。

問1 文章中の[あ]～[え]に入るものの組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、[あ]、[い]、[う]、[え]の順とする。

- ① ミトコンドリアの内膜、マトリックス、内膜と外膜の間の空間 (膜間腔)、ミトコンドリアの内膜
- ② ミトコンドリアの内膜、マトリックス、内膜と外膜の間の空間 (膜間腔)、ミトコンドリアの外膜
- ③ ミトコンドリアの内膜、内膜と外膜の間の空間 (膜間腔)、マトリックス、ミトコンドリアの内膜
- ④ ミトコンドリアの内膜、内膜と外膜の間の空間 (膜間腔)、マトリックス、ミトコンドリアの外膜
- ⑤ ミトコンドリアの外膜、マトリックス、内膜と外膜の間の空間 (膜間腔)、ミトコンドリアの内膜
- ⑥ ミトコンドリアの外膜、マトリックス、内膜と外膜の間の空間 (膜間腔)、ミトコンドリアの外膜
- ⑦ ミトコンドリアの外膜、内膜と外膜の間の空間 (膜間腔)、マトリックス、ミトコンドリアの内膜
- ⑧ ミトコンドリアの外膜、内膜と外膜の間の空間 (膜間腔)、マトリックス、ミトコンドリアの外膜

問2 解糖系の反応式



の[お]、[か]に入るものの組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑨の中から一つ選べ。

ただし、[お]、[か]の順とする。 2

- ① 0、0    ② 0、1    ③ 0、2    ④ 1、0    ⑤ 1、1  
⑥ 1、2    ⑦ 2、0    ⑧ 2、1    ⑨ 2、2

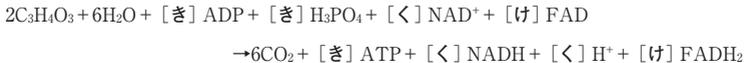
問3 下線部イに関する説明として、適切なものの組み合わせを次の①～⑨の中から一つ選べ。 3

- A. 1分子のグルコースが2分子のC<sub>3</sub>化合物になるまでにATPが2分子消費される。  
B. 1分子のグルコースが2分子のC<sub>3</sub>化合物になるまでにATPが2分子生成される。  
C. 1分子のグルコースが2分子のC<sub>3</sub>化合物になるまでの反応にATPは関与しない。  
D. 1分子のグルコースが2分子のC<sub>3</sub>化合物になるまでにNADHが1分子生成される。  
E. 1分子のグルコースが2分子のC<sub>3</sub>化合物になるまでにNADHが2分子生成される。  
F. 1分子のグルコースが2分子のC<sub>3</sub>化合物になるまでの反応にNADHは関与しない。
- ① A、D    ② A、E    ③ A、F    ④ B、D    ⑤ B、E    ⑥ B、F  
⑦ C、D    ⑧ C、E    ⑨ C、F

問4 下線部ロに関する説明として、もっとも適切なものを次の①～⑦の中から一つ選べ。 4

- ① ATPもNADHも生成されない。  
② ATPは4分子生成され、NADHは生成されない。  
③ ATPは4分子生成され、NADHは1分子生成される。  
④ ATPは4分子生成され、NADHは2分子生成される。  
⑤ ATPは2分子生成され、NADHは生成されない。  
⑥ ATPは2分子生成され、NADHは1分子生成される。  
⑦ ATPは2分子生成され、NADHは2分子生成される。

問5 クエン酸回路の反応式



の[き]～[け]に入るものの組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑩の中から一つ選べ。

ただし、[き]、[く]、[け]の順とする。 5

- ① 2、2、2    ② 2、4、2    ③ 2、4、4    ④ 2、8、2    ⑤ 2、8、4  
⑥ 4、2、2    ⑦ 4、4、2    ⑧ 4、4、4    ⑨ 4、8、2    ⑩ 4、8、4

問6 下線部ハに関する説明として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、1分子のクエン酸が生成する反応とする。

- ① ATPは1分子生成され、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ② ATPは1分子生成され、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ③ ATPは1分子生成され、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ④ ATPは1分子生成され、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ⑤ ATPは生成されず、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ⑥ ATPは生成されず、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ⑦ ATPは生成されず、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ⑧ ATPは生成されず、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は生成されない。

問7 下線部ニに関する説明として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、1分子のα-ケトグルタル酸が生成する反応とする。

- ① ATPは1分子生成され、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ② ATPは1分子生成され、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ③ ATPは1分子生成され、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ④ ATPは1分子生成され、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ⑤ ATPは生成されず、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ⑥ ATPは生成されず、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ⑦ ATPは生成されず、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ⑧ ATPは生成されず、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は生成されない。

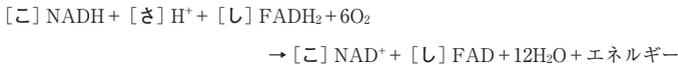
問8 下線部ホに関する説明として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、1分子のコハク酸が生成する反応とする。

- ① ATPは1分子生成され、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ② ATPは1分子生成され、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ③ ATPは1分子生成され、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ④ ATPは1分子生成され、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ⑤ ATPは生成されず、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ⑥ ATPは生成されず、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ⑦ ATPは生成されず、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ⑧ ATPは生成されず、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は生成されない。

問9 下線部へに関する説明として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、1分子のオキサロ酢酸が生成する反応とする。 9

- ① ATPは1分子生成され、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ② ATPは1分子生成され、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ③ ATPは1分子生成され、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ④ ATPは1分子生成され、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ⑤ ATPは生成されず、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ⑥ ATPは生成されず、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は1分子生成される。
- ⑦ ATPは生成されず、NADHは1分子生成され、FADH<sub>2</sub>は生成されない。
- ⑧ ATPは生成されず、NADHは生成されず、FADH<sub>2</sub>は生成されない。

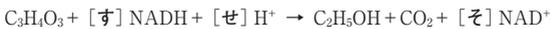
問10 電子伝達系の反応式



の[こ]～[し]に入るものの組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、[こ]、[さ]、[し]の順とする。 10

- ① 10、10、2    ② 10、10、4    ③ 10、12、2    ④ 10、12、4
- ⑤ 12、10、2    ⑥ 12、10、4    ⑦ 12、12、2    ⑧ 12、12、4

問11 酵母は、酸素の供給が十分ではない環境では、グルコースをエタノールとCO<sub>2</sub>に分解する。この反応経路がアルコール発酵であり、グルコースからピルビン酸に分解される過程は、呼吸の解糖系と共通する反応である。ピルビン酸からエタノールが生成する反応の式



の[す]～[そ]に入るものの組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、[す]、[せ]、[そ]の順とする。 11

- ① 1、1、1    ② 1、1、2    ③ 1、2、1    ④ 1、2、2
- ⑤ 2、1、1    ⑥ 2、1、2    ⑦ 2、2、1    ⑧ 2、2、2

(次の頁にも設問があります)

## II 遺伝情報に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

DNAの塩基配列が、20種類の [ア] の数と配列順序を指定することで、どのような [イ] が合成されるかを決めており、遺伝子をもとに [イ] が合成されることを、遺伝子が [ウ] するという。DNAの塩基配列がRNAの塩基配列へと写し取られる [エ]、RNAの塩基配列が [ア] 配列へと置き換えられる [オ] を経て、機能をもった [イ] ができる。RNAを構成するスクレオチドは、糖が [カ] であり、また塩基はDNAの [キ] の代わりに [ク] が含まれる。さらにRNAは通常 [ケ] 本鎖で存在し、[カ] の [コ] の炭素原子に [サ] が結合している。

問1 文章中の [ア] ~ [オ] に入るものの組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①~⑩の中から一つ選べ。ただし、[ア]、[イ]、[ウ]、[エ]、[オ] の順とする。 12

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| ① 糖、多糖、発現、転写、翻訳       | ② 脂質、脂肪酸、発現、転写、翻訳     |
| ③ アミノ酸、タンパク質、翻訳、転写、発現 | ④ アミノ酸、タンパク質、発現、転写、翻訳 |
| ⑤ アミノ酸、タンパク質、転写、発現、翻訳 | ⑥ アミノ酸、タンパク質、複製、転写、翻訳 |
| ⑦ タンパク質、アミノ酸、発現、転写、翻訳 | ⑧ タンパク質、アミノ酸、翻訳、転写、発現 |
| ⑨ タンパク質、アミノ酸、転写、発現、翻訳 | ⑩ タンパク質、アミノ酸、複製、転写、翻訳 |

問2 文章中の [カ] ~ [サ] に入るものの組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①~⑩の中から一つ選べ。ただし、[カ]、[キ]、[ク]、[ケ]、[コ]、[サ] の順とする。 13

- ① リボース、チミン (T)、ウラシル (U)、1、2、水素原子
- ② リボース、ウラシル (U)、チミン (T)、1、2、リン酸
- ③ リボース、チミン (T)、ウラシル (U)、1、2、ヒドロキシ基
- ④ リボース、ウラシル (U)、チミン (T)、2、1、ヒドロキシ基
- ⑤ リボース、チミン (T)、ウラシル (U)、1、2、カルボキシ基
- ⑥ デオキシリボース、チミン (T)、ウラシル (U)、1、2、水素原子
- ⑦ デオキシリボース、ウラシル (U)、チミン (T)、1、2、リン酸
- ⑧ デオキシリボース、チミン (T)、ウラシル (U)、1、2、ヒドロキシ基
- ⑨ デオキシリボース、ウラシル (U)、チミン (T)、2、1、ヒドロキシ基
- ⑩ デオキシリボース、チミン (T)、ウラシル (U)、1、2、カルボキシ基

問3 下線部に関する説明文として、適切でないもの数を次の①～⑧の中から一つ選べ。 14

- ・RNAはDNAポリメラーゼによって合成される。
- ・RNAはRNAポリメラーゼによって合成される。
- ・RNAは3'末端から5'末端の方向に順に合成されていく。
- ・RNAは5'末端から3'末端の方向に順に合成されていく。
- ・プロモーターはRNA合成の開始に関与するDNA領域である。
- ・真核生物ではRNA合成は細胞質基質（サイトゾル）で行われる。
- ・原核生物ではRNA合成は細胞質基質（サイトゾル）で行われる。

① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7    ⑧ 0

問4 下線部イの過程において、下記のある遺伝子はDNA  $\alpha$ 鎖がアミノ酸の配列を指定している。

[DNA  $\alpha$ 鎖] 5'—ATGGTTCAGATC (略) —3'

[DNA  $\beta$ 鎖] 3'—TACCAAGTCTAG (略) —5'

[RNA鎖] 5'—AUGGUUCAGAUC (略) —3'

上記のRNA鎖はDNA [シ] を鋳型鎖として写し取られ、もう片方のDNA [ス] は非鋳型鎖である。また、DNA [ス] は [セ] とも呼ばれる。また、鋳型鎖であるDNA [シ] は、[ソ] とも呼ばれる。遺伝子によってDNAのどちらの鎖が鋳型鎖となるかは異なっている。

文章中の [シ] ～ [ソ] に入るものの組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、[シ]、[ス]、[セ]、[ソ] の順とする。 15

- ① センス鎖、アンチセンス鎖、 $\alpha$ 鎖、 $\beta$ 鎖    ② センス鎖、アンチセンス鎖、 $\beta$ 鎖、 $\alpha$ 鎖
- ③ アンチセンス鎖、センス鎖、 $\alpha$ 鎖、 $\beta$ 鎖    ④ アンチセンス鎖、センス鎖、 $\beta$ 鎖、 $\alpha$ 鎖
- ⑤  $\alpha$ 鎖、 $\beta$ 鎖、センス鎖、アンチセンス鎖    ⑥  $\alpha$ 鎖、 $\beta$ 鎖、アンチセンス鎖、センス鎖
- ⑦  $\beta$ 鎖、 $\alpha$ 鎖、センス鎖、アンチセンス鎖    ⑧  $\beta$ 鎖、 $\alpha$ 鎖、アンチセンス鎖、センス鎖

問5 下線部ロに関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。 16

- A. rRNAはリソソームとともにタンパク質合成の場となるリボソームを構成している。
- B. tRNAはmRNAのコドンが指定するアミノ酸をリボソームへ運搬する。
- C. 開始コドンに対応するtRNAにはアミノ酸のシステインが結合している。
- D. 64個のコドンのうち3個は対応するtRNAが存在しない。
- E. リボソームは、大・中・小の3つのサブユニットから構成される。

① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

(次の頁にも設問があります)

問6 下線部口に関連して以下のa、bに答えよ。

a. 塩基のコドンと対応するアミノ酸を突き止めて遺伝暗号表としてまとめるのに貢献した研究者として、もっとも適切なものを次の①～⑦の中から一つ選べ。 17

- ① ギルバートとサンガー      ② メセルソンとスタール      ③ ワトソンとクリック  
 ④ 岡崎令治と岡崎恒子      ⑤ ウィルキンスとフランクリン      ⑥ ハーシーとチェイス  
 ⑦ ニーレンバーグとコラナ(コラーナ)ら

b. アミノ酸配列が「イソロイシン—メチオニン—チロシン—セリン」の順番となるmRNAの塩基配列は、合計何通りになるか。もっとも適切なものを次の①～⑩の中から一つ選べ。ただし、mRNAは1番目の塩基から3つの塩基に区切ってアミノ酸配列へと翻訳されるものとし、下記の遺伝暗号表を参考にせよ。 18

		コドンの2番目の塩基				
		U	C	A	G	
コドンの1番目の塩基	U	UUU フェニル	UCU	UAU チロシン	UGU システイン	U
		UUC アラニン (Phe)	UCC セリン	UAC (Tyr)	UGC (Cys)	C
		UUA ロイシン	UCA (Ser)	UAA 終止コドン	UGA 終止コドン	A
		UUG (Leu)	UCG	UAG 終止コドン	UGG トリプトファン (Trp)	G
	C	CUU	CCU	CAU ヒスチジン	CGU	U
		CUC ロイシン	CCC プロリン	CAC (His)	CGC アルギニン	C
		CUA (Leu)	CCA (Pro)	CAA グルタミン	CGA (Arg)	A
		CUG	CCG	CAG (Gln)	CGG	G
	A	AUU	ACU	AAU アスパラギン	AGU セリン	U
		AUC イソロイシン (Ile)	ACC トレオニン	AAC (Asn)	AGC (Ser)	C
		AUA	ACA (Thr)	AAA リシン(リジン)	AGA アルギニン	A
		AUG メチオニン (Met)	ACG	AAG (Lys)	AGG (Arg)	G
G	GUU	GCU	GAU アスパラギン酸	GGU	U	
	GUC バリン	GCC アラニン	GAC (Asp)	GGC グリシン	C	
	GUA (Val)	GCA (Ala)	GAA グルタミン酸	GGA (Gly)	A	
	GUG	GCG	GAG (Glu)	GGG	G	

- ① 4    ② 8    ③ 12    ④ 16    ⑤ 20  
 ⑥ 24    ⑦ 28    ⑧ 32    ⑨ 36    ⑩ 40

問7 下線部に関して、下記の塩基配列は人工的に合成したmRNAである。以下のa～cに答えよ。

5'—CAUCUACAAGGAUAA—3'

a. 大腸菌をすり潰した抽出液に、このmRNAと、アミノ酸、tRNAなどを加えたところ、いくつかのペプチド（4つのアミノ酸が連結したペプチド）が合成された。得られたアミノ酸配列について、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。ただし、翻訳方向は5'→3'のみとし、問6の遺伝暗号表を参考にせよ。 19

- A. セリンーロイシンーチロシンーアルギニン
- B. ヒスチジンーロイシンーグルタミンーグリシン
- C. セリントレオニンーアルギニンーイソロイシン
- D. バリンーアスパラギンーロイシンーシステイン
- E. イソロイシンーチロシンーリシンーアスパラギン酸

- ① A、B、C    ② A、B、D    ③ A、B、E    ④ A、C、D    ⑤ A、C、E  
⑥ A、D、E    ⑦ B、C、D    ⑧ B、C、E    ⑨ B、D、E    ⑩ C、D、E

b. このmRNAの1番目の塩基から3つの塩基に区切ってアミノ酸配列へと翻訳された時の、3番目の塩基がUからCへ変わった場合、アミノ酸配列への影響として、もっとも適切なものを次の①～④の中から一つ選べ。なお、問6の遺伝暗号表を参考にせよ。 20

- ① 1番目のコドンに対応するアミノ酸が、他のアミノ酸に変わる。
- ② 1番目のコドンに対応するアミノ酸は、変化しない。
- ③ 1番目のコドンが終止コドンに変化し、短いアミノ酸配列になる。
- ④ 1番目以降のコドンがずれてしまい、それより下流のアミノ酸配列は全く異なる。

c. このmRNAの1番目の塩基から3つの塩基に区切ってアミノ酸配列へと置き換えられた時の、2番目の塩基のAの後ろにCの塩基が挿入された場合、アミノ酸配列への影響として、もっとも適切なものを次の①～④の中から一つ選べ。なお、問6の遺伝暗号表を参考にせよ。 21

- ① 1番目のコドンに対応するアミノ酸が、他のアミノ酸に変わる。
- ② 2番目のコドンに対応するアミノ酸は、変化しない。
- ③ 2番目のコドンが終止コドンに変化し、短いアミノ酸配列になる。
- ④ 2番目以降のコドンがずれてしまい、それより下流のアミノ酸配列は全く異なる。

(次の頁にも設問があります)

### Ⅲ 動物の反応と行動に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

動物は、光や音などの外界の情報に対して素早く反応することができる。動物には眼や耳などの受容器（感覚器）があり、刺激の受容に特化した感覚細胞が集まっている。受容器が刺激を受け取ると、感覚細胞に電気的な変化が生じ、これが信号となって感覚神経を介して脳などの中枢神経系に伝えられる。中枢神経系からは、信号が運動神経や自律神経を介して筋肉や分泌腺などの効果器（作動体）に伝えられる。受容器から効果器までの一連の流れは、さまざまなニューロン（神経細胞）が連結して構成された神経系が担っている。動物は刺激に応じて、筋肉の収縮などによって移動したり姿勢を変えたり、あるいは自律神経系によって体内環境を変化させたりする。また、脳では、情報の統合や整理、判断などの処理が行われ、効果器に適切な命令を下すという重要な役割を担っている。このようにして、動物は刺激に応じたさまざまな反応や行動を起している。

問1 下線部Iに関する次の文章を読み、以下のa、bに答えよ。

ヒトの網膜には2種類の視細胞があり、光に対する感度は低いが色の識別に関与する【あ】と、光に対する感度は高いが色の識別には関与しない【い】に分けることができる。【あ】は、網膜で光が集中する部位に特に密集しており、この部位を【う】という。外界の像の大部分は【う】でとらえられる。一方、【い】は、【う】を取り巻く部分に多く分布している。

a. 文章中の【あ】～【う】に入る組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。

ただし、【あ】、【い】、【う】の順とする。 22

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| ① 錐体細胞、桿体細胞、黄斑    | ② 錐体細胞、桿体細胞、盲斑    |
| ③ 視神経細胞、色素上皮細胞、黄斑 | ④ 桿体細胞、錐体細胞、盲斑    |
| ⑤ 桿体細胞、錐体細胞、黄斑    | ⑥ 色素上皮細胞、視神経細胞、黄斑 |
| ⑦ 視神経細胞、色素上皮細胞、盲斑 | ⑧ 色素上皮細胞、視神経細胞、盲斑 |

b. 文章中の【い】には、ロドプシンという視物質が含まれている。ロドプシンは、オプシンというタンパク質と、レチナールという【え】の一種が結合した物質である。【え】に入るものとして、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 23

- |       |       |        |         |        |
|-------|-------|--------|---------|--------|
| ① DNA | ② RNA | ③ アミノ酸 | ④ ビタミンA | ⑤ ミネラル |
|-------|-------|--------|---------|--------|

問2 網膜に達した光量が増加した際に、虹彩の環状の筋肉を収縮（瞳孔収縮）し入射する光量を減少させるはたらきをもつ神経として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 24

- |        |         |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| ① 交感神経 | ② 副交感神経 | ③ 体性神経系 | ④ 散在神経系 | ⑤ 集中神経系 |
|--------|---------|---------|---------|---------|

問3 ヒトの耳は外耳、中耳、内耳からなり、音波の刺激を受容する聴細胞は内耳にある。音波の情報が聴神経によって脳に伝えられ、聴覚を生じるまでの説明文について、適切でないものを次の①～④の中から一つ選べ。 25

- ① 音波は外耳の耳殻によって集められ、中耳道を通って鼓膜に達し、鼓膜を振動させる。
- ② 鼓膜の振動は耳小骨を介して卵円窓を振動させ、うずまき管のリンパ液に伝えられる。
- ③ リンパ液の振動は、うずまき管内の基底膜を振動させる。
- ④ 基底膜上にあるコルチ器の聴細胞の感覚毛が変形して受容器電位が生じる。

問4 ヒトの内耳には、からだの傾きや回転を受容する平衡受容器がある。平衡受容器として、適切なものの組み合わせを次の①～⑧の中から一つ選べ。 26

- ① 前庭、半規管                      ② 感覚毛、聴細胞                      ③ 感覚毛、半規管
- ④ 基底膜、鼓膜                      ⑤ コルチ器、聴細胞                      ⑥ 鼓膜、前庭
- ⑦ うずまき管、コルチ器                      ⑧ うずまき管、基底膜

問5 下線部口について、有髄神経繊維の髄鞘に囲まれた部分は電気的な絶縁性が強く興奮しにくいいため、興奮が髄鞘に囲まれていない部分を跳躍するように素早く伝導する。この髄鞘に囲まれていない部分の名称として、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。 27

- ① 細胞体                      ② シナプス                      ③ ランビエ絞輪
- ④ 樹状突起                      ⑤ グリア細胞                      ⑥ 軸索

問6 ニューロンでのシナプス伝達について、神経伝達物質として、適切でないものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 28

- ① アセチルコリン                      ② グルタミン酸                      ③  $\gamma$ -アミノ酪酸 (GABA)
- ④ ノルアドレナリン                      ⑤ インスリン

問7 下線部ハについて、筋肉の構造に関する説明文として、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。 29

- ① 筋原繊維では細いミオシンフィラメントと太いアクチンフィラメントが規則正しく配列している。
- ② 明帯の中央にはA膜とよばれる仕切りがあり、A膜とA膜の間をサルコメア（筋節）という。
- ③ 筋原繊維の収縮によって筋肉の収縮（筋収縮）が起こる。
- ④ サルコメアによるしま模様が見られる筋肉を平滑筋といい、みられない筋肉を横紋筋という。
- ⑤ 骨格筋や心臓を構成する筋肉（心筋）は平滑筋である。
- ⑥ 血管や消化管壁などの筋肉は横紋筋である。

(次の頁にも設問があります)

問8 下線部二について、脊椎動物の脳は大脳、間脳、中脳、小脳、延髄などの部分に分けることができ、それぞれ異なった機能を担っている。ヒトの脳における各部位の説明として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 30

- ① 延髄の視床下部は自律神経系の中枢としてはたらく。
- ② 小脳は姿勢の保持や眼球運動、瞳孔反射などの中枢としてはたらく。
- ③ 中脳は筋肉運動の調節やからだの平衡を保つ中枢としてはたらく。
- ④ 大脳は視覚や聴覚などの感覚や、言語や記憶など高度な精神活動の中枢としてはたらく。
- ⑤ 間脳は呼吸や心臓の鼓動を調節する中枢としてはたらく。

問9 動物は、外界からの刺激を受容し、情報を処理し、さまざまな応答により行動を起こす。習得的行動に関する記述として、適切なものの数を次の①～⑤の中から一つ選べ。 31

- ・ニワトリやカモなどの鳥では、ふ化直後のひなが母鳥の後をついて歩く。
- ・ゴールにえさを置いた迷路の入口にネズミを放すと、エサに到達するまでの時間が徐々に短くなる。
- ・イトヨの雄が腹部の赤い同種の雄を攻撃する。
- ・カイコガの雄が性フェロモンがただよってきた方向に直進する。

① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 0

問10 古典的条件付けでは、本来の刺激によって引き起こされる行動が、もともと無関係であった刺激と結びついて学習される。生理学者の[お]氏が行った実験では、イヌに肉片を与えるときにベルの音を聞かせることを繰り返すと、イヌはベルの音を聞いただけで、だ液を分泌するようになった。[お]に当てはまる人名として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 32

- ① ワトソン    ② ダーウィン    ③ シュペーマン    ④ カルビン    ⑤ パプロフ

IV ある友人同士の会話文を読み、以下の設問に答えよ。

A 「この前C先生が驚くべきことを言っていたんだ」

B 「なんだい」

A 「先生が高校生の頃の教科書では、生物は「動物」と「植物」の2つで説明されていたんだって」

B 「ええええええええええ C先生は、そんなに年寄りだったのか！」

A 「いやそれほどではないと思うけど…でも僕も驚いたし先生も驚いてた」

B 「昔の人が考える生物と、今の人が考える生物では、だいぶ違う見え方をしているのかもしれない…  
ちょっと待って！微生物はどっちなの？動物なの？植物なの？」

A 「大体動かないものや小さいものは植物扱いだったみたいだよ」

B 「なるほど…それで謎がとけたよ。どうしてスーパーでは、きのこを野菜売り場に置いているのか、ずっと疑問だったんだ。あれは二界説に基づいてきのこを植物、つまり野菜として扱っているのかもしれない」

A 「その理屈で考えると、ヨーグルトや納豆も野菜売り場に置くべきだな」

B 「オビストコンタはどうなっちゃうのよ」

A 「だからそういうレベルじゃないのよ」

問1 下線部イに関して、Bが驚くのも無理はないことで、生物を動物と植物の2つに分ける考え方は1700年代に考案されたものである。考案者の名前として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。

33

- ① マーグリス    ② ホイタッカー    ③ リンネ    ④ ウーズ  
⑤ ダーウィン    ⑥ サンガー    ⑦ ミラー    ⑧ シャルパンティエ

問2 下線部ロに関して、「きのこを野菜売り場に置く」理由は定かではないが、生物の進化に基づいた現代の系統分類を、もし店舗の商品陳列に適用するならば、きのこは肉売り場に置く方がよりそれらしいとも考えられる。系統分類に関する説明文として、適切なものを次の①～④の中から一つ選べ。

34

- ① 生物をできるだけ自然の類縁関係にそって分類する方法である。  
② 識別しやすい形質や日常生活との関係を基準に分類する方法である。  
③ 生物の共通性や連続性をもとに、多様な生物を分類し、類縁関係を明らかにするものである。  
④ 遺伝子の塩基配列を比較することで形の比較だけではわからなかった系統関係が明らかになってきた。

(次の頁にも設問があります)

問3 「きのこ」に関する説明文として、適切でないものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑩の中から一つ選べ。 35

- A. 栄養分を体外で分解し、それを吸収する従属栄養生物である。
- B. 細胞壁をもち、その主成分はキチンと呼ばれる多糖類である。
- C. 担子菌類はきのこを作り、子のう菌類はきのこを作らない分類群である。
- D. 分類群の中でも接合菌類は最も古い系統であり、ウメノキゴケやサルオガセが含まれる。
- E. からだが菌糸から構成されており、菌糸が多数集まったものがいわゆるきのこ、子実体である。

- ① A、D      ② B、C      ③ C、D      ④ D、E      ⑤ B、E  
⑥ A、B、D      ⑦ C、D、E      ⑧ B、C、E      ⑨ A、C、D、E      ⑩ A、B、C、D

問4 下線部ハに関して、「ヨーグルトや納豆」などの製造にも利用される細菌（バクテリア）に関する説明文として、適切なものの組み合わせを次の①～⑥の中から一つ選べ。 36

- A. 細胞壁の主成分が糖やタンパク質であり、ペプチドグリカンを含まない。
- B. 多くは従属栄養生物であるが、光合成や化学合成を行う独立栄養生物も含まれる。
- C. シアノバクテリアは水を分解して酸素を発生する光合成を行う。
- D. 細胞膜がエーテル脂質と呼ばれるリン脂質で構成されている。

- ① A、B      ② A、C      ③ A、D      ④ B、C      ⑤ B、D      ⑥ C、D

問5 下線部ニに関して、生物の大分類は絶えず見直しが行われており、「オピストコンタ」とは従来の真核生物の分類のうち、動物と菌類を含む系統である。生物の大分類に関する説明として、適切でない文の数を次の①～④の中から一つ選べ。 37

- ・ドメインが提唱される以前は五界説が広く受け入れられており、五界説において生物は原核生物、原生生物、植物、菌、動物に分けられていた。
- ・原生生物界は系統関係が反映されていない生物がまとめられている点が問題視され、現在では分類群としては認められなくなっている。
- ・真核生物を分子系統学的手法を用いていくつかのグループに分ける考え方が示されており、これらのグループはスーパーグループと呼ばれる。

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 0

問6 次の会話文を読み、以下のa～dの設問に答えよ。

A「難しい顔をしてどうしたんだい」

B「さっきの話だよ。もしかしたら僕は植物なのかもしれない」

A「いや動物だから。しっかりして」

B「僕の中の腸内細菌は？」

A「それは多分…「僕」ではないし、腸内細菌は原核生物なんじゃないのかな」

B「僕の中で僕、すなわち動物と、かつては植物と考えられていた細菌と一緒にいるんだよ。これはもうどちらがどちらなのかと言われると、よくわからなくなってきましたか」

A「個人的にはきみが原核生物でもいいけどさ。生物は必ず他の生物と周囲の環境に影響を受けているし、影響を与えているものだって、C先生が言ってるじゃないか。セイタカアワダチソウの話をしてさ。だからきみの内臓には生態系が存在しているってことかもね」

B「その中で、生物どうしも常に関係しあって生きているんだ。そうするとますます僕自身が何なのか、わからなくならないかい」

A「少なくともきみは生物だよ」

a. 会話中のC先生の自宅隣には空き地がある。空き地の持ち主は一切の手入れをしておらず、一面にセイタカアワダチソウが生い茂り、他の植物は生えていない。この理由として考えられる生物種どうしのはたらきとして、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 38

① 片利共生      ② 相利共生      ③ 寄生      ④ 被食―捕食関係      ⑤ いずれでもない

b. 下線部ホに関して、種内関係の説明文として、適切なものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑩の中から一つ選べ。 39

A. 関係しあう個体のすべてに有利な結果が生じる場合を利他行動という。

B. 社会性昆虫は血縁に関係なく同種の個体が密に集まり組織化された集団をつくって生活する。

C. 行動圏の中で同種他個体の侵入から防衛される特定範囲を縄張りという。

D. 雌雄の個体それぞれが多数の異性と交尾をするような配偶のあり方を共同繁殖という。

E. 同じ場所に集まり統一的な行動をとる個体群を群れといい、植物では苗木の密植などでみられる。

① A      ② B      ③ C      ④ D      ⑤ E

⑥ A、D      ⑦ B、E      ⑧ C、D      ⑨ B、C、E      ⑩ A、D、E

(次の頁にも設問があります)

c. 互いに競争関係にある同種の個体どうしに関する説明文として、適切なものの組み合わせを次の①～⑥の中から一つ選べ。 40

- A. 縄張りは同種他個体を排除する範囲であり、自己の利益と労力の差が最小になる場合に成立する。
- B. 食物や生活空間、配偶者などの生活に必要な資源が同じために起こる関係である。
- C. 植物は移動できないため、光合成に必要な光の奪い合いの競争は起こりにくい。
- D. 動物の群れは摂食の効率化、繁殖活動の容易化などの利益がある一方で、個体間で食物をめぐる競争も生じやすい。

① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ B、C    ⑤ B、D    ⑥ C、D

d. 生態系は人間にさまざまなめぐみを与えてくれる。人間が生態系から受けるサービスとそれらの保全について説明した文として適切なものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑦の中から一つ選べ。 41

- A. 衣食住やエネルギーを支える生態系サービスのことを基盤サービスという。
- B. 野生状態で特に個体数が少ないものを絶滅危惧種といい、レッドデータブックに記載されている。
- C. 洪水や地すべりのような自然災害が抑制されることで、人間の心や生活が豊かになる。これを文化的サービスという。

① A            ② B            ③ C            ④ A、B  
⑤ A、C       ⑥ B、C       ⑦ A、B、C

# 3C 生 物

2月5日

(解答番号  ～ )

I 細胞と分子に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

細胞は、生物のからだを構成する構造的・機能的な基本単位である。細胞を構成している物質は、多くの生物で共通しており、有機物と無機物に分けられる。ヒトの細胞には、核やミトコンドリアなどの細胞小器官があり、タンパク質や脂質などの分子で構成されている。タンパク質には、酵素として生体内での化学反応を促進したり、膜を介した物質輸送にはたらくもの、細胞間の情報伝達にはたらくものがある。細胞骨格は、細胞や細胞小器官の形を維持する繊維状の構造で、細胞内に網目状に分布している。

問1 原核細胞と植物細胞の構造の違いについて、原核細胞に存在しないものとして、もっとも適切なものを次の①～④の中から一つ選べ。

- ① 細胞膜    ② DNA    ③ ミトコンドリア    ④ 細胞壁

問2 動物細胞を構成する物質の割合を質量パーセントで表わしたときに、三番目に高い物質として、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① 脂質    ② 無機塩類    ③ 水    ④ 核酸    ⑤ 炭水化物    ⑥ タンパク質

問3 炭水化物のうち、単糖類に分類されるものとして、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① セルロース    ② スクロース    ③ ラクトース  
④ グルコース    ⑤ マルトース    ⑥ アミロース

問4 [あ]細胞は、大きさが[い] $\mu\text{m}$ 程度であり、[う]は細胞質基質に存在する。からだが[あ]細胞からなる生物を[あ]生物といい、1つの細胞からなり、細菌(バクテリア)とアーキア(古細菌)に分けられる。一方、[え]細胞は、大きさが[お] $\mu\text{m}$ 程度であり、[う]がヒストンとよばれるタンパク質などとともにクロマチンという構造を形成して核の内部に存在している。文章中の[あ]～[お]に入るものとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、[あ]、[い]、[う]、[え]、[お]の順とする。

- ① 原核、1～10、DNA、真核、10～100    ② 真核、1～10、DNA、原核、10～100  
③ 原核、10～100、DNA、真核、1～10    ④ 真核、10～100、DNA、原核、1～10  
⑤ 原核、1～10、RNA、真核、10～100    ⑥ 真核、1～10、RNA、原核、10～100  
⑦ 原核、10～100、RNA、真核、1～10    ⑧ 真核、10～100、RNA、原核、1～10

問5 ミトコンドリアと葉緑体について、共通する機能や構造に関する記述として、適切なものの数を次の

①～⑥の中から一つ選べ。

- ・ 光合成を行う
- ・ 核とは別の独自のDNAをもつ
- ・ ATPを合成する
- ・ 膜構造は一重である
- ・ 細胞内で分裂して増殖する

① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 0

問6 細胞骨格を構成する微小管、中間径フィラメント、アクチンフィラメントに関する記述として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 微小管の直径はもっとも小さいが、細胞内の物質輸送や細胞分裂の際に紡錘糸として染色体の移動に関与する。
- ② 微小管は、チューブリンという棒状のタンパク質が多数結合して管状構造になっている。
- ③ 中間径フィラメントは、直径が6～7nmほどで、タンパク質が集合してできた繊維が束ねられた強固な構造になっている。
- ④ アクチンフィラメントは、アクチンという棒状のタンパク質が連なった繊維状の構造になっている。
- ⑤ アクチンフィラメントは、細胞の収縮と伸展、特に筋収縮に関係する構造として重要な役割を担っている。

問7 生体膜の構造とはたらきに関する記述として、適切なものの数を次の①～⑦の中から一つ選べ。

- ・ リン脂質分子は、疎水性の部分が膜の内側に、親水性の部分が膜の外側に向いた状態で2層に並んだ膜構造を形成する。
- ・ リン脂質分子は、疎水性の部分が膜の外側に、親水性の部分が膜の内側に向いた状態で2層に並んだ膜構造を形成する。
- ・ リン脂質の二重層は水を通しやすい。
- ・ 2層に並んだリン脂質分子は固定されている。
- ・ リン脂質の二重層にモザイク状に含まれるタンパク質は、膜内を比較的自由に動くことができる。
- ・ 動物細胞の細胞膜では、ホルモンなどの情報伝達物質を受け取るタンパク質がある。

① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 0

問8 胃(胃液)においてタンパク質の分解にはたらく消化酵素として、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① トリプシン    ② リパーゼ    ③ マルターゼ
- ④ アミラーゼ    ⑤ ペプシン    ⑥ カタラーゼ

問9 過酸化水素は代謝の過程で発生し、生体にとっては有害となる。過酸化水素を分解する酵素として、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① トリプシン    ② リパーゼ    ③ マルターゼ
- ④ アミラーゼ    ⑤ ペプシン    ⑥ カタラーゼ

問10 すい臓から分泌されるインスリンなどでは、2本のポリペプチド間でシステインの側鎖からそれぞれ水素原子(H)がとれて、硫黄原子(S)どうしが結合したものがある。このような結合として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 10

- ① ペプチド結合    ② 水素結合    ③ ジスルフィド結合  
④ ギャップ結合    ⑤ 密着結合

問11 輸送タンパク質に関する記述について、適切でないものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 11

- ① ヒトの細胞内外のイオン濃度の違いは、ナトリウムポンプが濃度勾配にさからって $\text{Na}^+$ を細胞外へ運び出し、 $\text{K}^+$ を細胞内に取り込んでいるためである。  
② ポンプでは、ATPのエネルギーによってタンパク質の立体構造が変化して物質の取り込みと排出が行われている。  
③ イオンチャネルには、膜の電気的な特性が変化することで開閉するものがある。  
④ 腎臓の細胞の細胞膜には、多くのアクアポリンが分布しており、水以外の物質も通過させる。  
⑤ グルコースなどの糖やアミノ酸などは輸送体によって高濃度側から低濃度側へ輸送されるが、小腸では、グルコースは濃度勾配にさからって輸送されることもある。

## II 植物の成長と光に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

光は作物の成長になくてはならないものである。植物は光合成によって成長する。植物の光合成は葉緑体で行われ、葉緑体には、光合成色素が含まれる。光合成は光が直接関係する、光化学系と光が直接関係しない、炭酸同化の2つに大きく分けられ、作られた有機物はやがて根や種子などに貯蔵される。イネやムギ、ダイズ、サツマイモなどの作物は、この光合成をどれだけ活発に行ったかによって、糖やデンプンの量が変わり、収穫高に差が出る。また植物は光を光合成に利用するだけでなく、環境からの刺激として受容し、成長を調整したりする。

地球規模で植物の光合成を、物質生産として考えることは、バイオマス量の推定や食料供給能力、地球温暖化の原因とされているCO<sub>2</sub>固定能力を明らかにすることにもつながる。地球の中でも特に熱帯地域は、日射量と気温が一年中高く安定しているため、植物は年間を通じて成長することができ、また異なる環境ニッチに多様な植物種が存在する。よって、熱帯地域の純生産量は高いことが知られている。

このように、光合成は植物の成長、食料生産、生態系のバランス、さらには地球環境の維持に至るまで、極めて重要な役割を果たしており、その恩恵は非常に大きい。

問1 光合成に関する記述として、適切なものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑩の中から一つ選べ。

12

- A. 光合成によって光エネルギーが化学エネルギーに変換される。
- B. 光合成は複雑な物質から単純な物質が作られる反応である。
- C. 光合成を行う細菌は光合成細菌と呼ばれ、いずれの種も光合成の過程でO<sub>2</sub>を放出する。
- D. 光合成の反応前後で物質の持つエネルギーの総和は変化しない。

- ① A      ② B      ③ C      ④ D      ⑤ A、B  
⑥ A、C   ⑦ A、D   ⑧ B、C   ⑨ B、D   ⑩ C、D

問2 下線部Iに関して、光合成色素であるカロテノイドに関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。 13

- A. カロテノイドは橙色光を強く吸収する性質がある。
- B. カロテノイドはクロロフィルが吸収した過剰な光エネルギーを熱エネルギーに変える。
- C. カロテノイド溶液に暗いところで白色光を与えると青色や緑色に光って見える。
- D. カロテノイドは葉緑体のストロマに豊富に含まれる。
- E. カロテノイドにはカロテンやキサントフィルがある。

- ① A、B      ② A、C      ③ A、D      ④ A、E      ⑤ B、C  
⑥ B、D      ⑦ B、E      ⑧ C、D      ⑨ C、E      ⑩ D、E

問3 下線部に関して、光合成の光化学反応に関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。 14

- A.  $e^-$ を放出して酸化されたクロロフィルは水から $e^-$ を得て還元される。
- B. クロロフィルから放出された $e^-$ が最終的にADPを直接酸化して3分子のATPをつくる。
- C.  $e^-$ が電子伝達系を移動するとき $H^+$ がチラコイドの外側へ輸送される。
- D. チラコイド膜には光化学系Iと光化学系IIの2種類の反応系がある。
- E. 光化学反応において光エネルギーに依存してATPが合成される反応を酸化的リン酸化という。

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問4 下線部ハに関して、光合成におけるストロマでの反応に関する記述として、適切でないものの数を次の①～⑥の中から一つ選べ。 15

- ・グリセルアルデヒドリン酸 (GAP) 1分子からグルコース2分の1分子に相当する化合物ができる。
- ・カルビン回路 (カルビン・ベンソン回路) では1分子の $CO_2$ を固定するときに2分子のNADPHと3分子のATPを消費する。
- ・グリセルアルデヒドリン酸 (GAP) 1分子を作るのに3分子の $CO_2$ の固定が必要である。
- ・気孔から取り込まれた $CO_2$ はルビスコ (Rubisco) の働きによってリブローズビスリン酸 (RuBP) と結合する。
- ・ホスホグリセリン酸 (PGA) はATPによってリン酸化されたのちNADPHによって還元されグリセルアルデヒドリン酸 (GAP) となる。

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 0

問5 下線部ニに関して、光合成におけるデンプンの合成と転流に関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。 16

- A. カルビン回路 (カルビン・ベンソン回路) で作られたグリセルアルデヒドリン酸 (GAP) は全てデンプンに合成される。
- B. 光合成によって合成されたデンプンは一時的に細胞質基質 (サイトゾル) に貯蔵される。
- C. 光合成によって合成されたデンプンは細胞質基質 (サイトゾル) でスクロースに変えられ転流する。
- D. スクロースは師管をとって各部に送られる。
- E. 転流は光合成が盛んで、光合成速度が速いときのみ起こる。

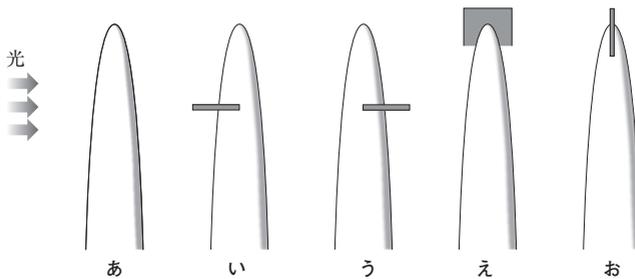
- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問6 乾燥した地域に生育するベンケイソウやパイナップル、サボテンの仲間は生育する環境に適応したCO<sub>2</sub>固定のしくみがみられる。これらの植物の行うCO<sub>2</sub>固定の特徴に関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。 17

- A. CO<sub>2</sub>の固定には主にルビスコ (Rubisco) が働く。
- B. 夜に気孔を開いてCO<sub>2</sub>を取り込み、日中には気孔を閉じたまま光合成を進める。
- C. CO<sub>2</sub>が取り込まれ最初にできる物質は炭素数4のオキサロ酢酸である。
- D. 固定されたCO<sub>2</sub>は、維管束鞘細胞でリンゴ酸を分解することで再放出される。
- E. CO<sub>2</sub>の取り込みと有機物の合成が別々の細胞で行われる。

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
 ⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問7 下線部ホに関して、下記の図は光屈性に関する研究で行われた実験である。マカラスムギの幼葉鞘を用いて図のように雲母片をはさまない、あと、雲母片を異なる場所にはさんだ、い、う、え、おを用意し、一方から光を当てた。この実験に関して、以下のa、bに答えよ。



- あ 雲母片をはさまない
- い 光側に水平に雲母片をはさむ
- う 光の反対側に水平に雲母片をはさむ
- え 先端に光の方向と平行に雲母片をはさむ
- お 先端に光の方向と垂直に雲母片をはさむ

a. 一定時間経過後、屈曲が見られるものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑩の中から一つ選べ。

18

- ① あ                      ② あ、い                      ③ あ、え                      ④ い、う  
 ⑤ え、お                      ⑥ あ、い、え                      ⑦ あ、う、お                      ⑧ い、え、お  
 ⑨ あ、い、う、お                      ⑩ い、う、え、お

b. この実験でわかることの記述として、適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 19

- ① マカラスムギの幼葉鞘の先端部で作られた物質はオーキシンである。
- ② 成長を促進する物質が光の当たらない側を通過して下方に移動することで屈曲がおこる。
- ③ 成長を促進する物質は水溶性である。
- ④ マカラスムギの幼葉鞘は成長促進物質の濃度に応じて屈曲する角度が変化する。
- ⑤ マカラスムギの幼葉鞘の屈曲は光を当てないとおこらない。

問8 下線部へに関して、さまざまな生態系の物質生産に関する記述として、適切なものの組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。 20

- A. 森林の世界全体の純生産量は、農耕地の世界全体の純生産量と比べて大きい。
- B. 熱帯の外洋と比較し、高緯度地方の海では、純生産量は大きい。
- C. 栄養塩類に富んだ湖の補償深度は外洋より深くなる。
- D. 地球のほぼ70%を占める海洋は、純生産量も陸地と比較して大きい。
- E. アラビア半島では降水量が少ないにもかかわらず、気温が高いため、純生産量が大きい。

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C
- ⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

問9 下線部トに関して、ある熱帯多雨林の物質生産に関して以下のa、bに答えよ。

a. この熱帯多雨林の単位面積あたりの総生産量が $11.64\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ 、呼吸量が $8.91\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ であった場合の純生産量にもっとも近い値を次の①～⑩の中から一つ選べ。 21

- ①  $0.4\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$     ②  $0.6\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$     ③  $2.7\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$
- ④  $3.6\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$     ⑤  $5.5\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$     ⑥  $6.2\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$
- ⑦  $10.3\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$     ⑧  $20.6\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$     ⑨  $28.0\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$
- ⑩  $103.7\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$

b. この熱帯多雨林の被食量と枯死量が合わせて $2.13\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ であった場合、純生産量 $1.94\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ 、被食量と枯死量が合わせて $0.44\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ である温帯林と比較すると、この熱帯多雨林の成長量はこの温帯林の何倍となるか、もっとも近い値を次の①～⑩の中から一つ選べ。 22

- ① 0.2倍    ② 0.4倍    ③ 0.6倍    ④ 1.1倍    ⑤ 1.5倍
- ⑥ 1.7倍    ⑦ 1.9倍    ⑧ 2.2倍    ⑨ 2.5倍    ⑩ 2.6倍

Ⅲ 下記の年表は、DNAや遺伝子発現にまつわる研究の歴史をまとめたものである。以下の設問に答えよ。

西暦	研究内容	研究者
1953年	DNAの二重らせん構造モデルを発表	[う]とクリック
1956年	DNAの人工合成に成功	コーンバーグ
1958年	<u>ア</u> DNAの半保存的複製を証明	メセルソンとスタール
1961年	<u>イ</u> オベロン説を発表	ジャコブとモノー
1961年～	<u>ウ</u> 遺伝暗号解読の開始	ニーレンバーグ
1962年	[あ]の発見	下村脩
1966年	<u>エ</u> 岡崎フラグメントの発見	岡崎令治・恒子
1975年	<u>オ</u> DNA塩基配列解析法（サンガー法）の発明	サンガー
1977年	<u>カ</u> 抗体の多様性を生む遺伝的原理の解明	[え]
1983年	<u>キ</u> PCR法の発明	マリス
2006年	[い]細胞の作製	山中伸弥
2012年	ゲノム編集技術の開発	シャルパンティエとダウドナ

問1 表中の[あ]と[い]に入る名称の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、[あ]、[い]の順とする。 23

- ① ATP、RNA    ② ATP、ES    ③ RNA、ATP    ④ cAMP、ATP  
 ⑤ NAD、TCR    ⑥ GFP、iPS    ⑦ iPS、ES    ⑧ GDP、iPS

問2 表中の[う]と[え]に入る人物名の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、[う]、[え]の順とする。 24

- ① ワインベルグ、ハーディ    ② ウーズ、ミラー    ③ ワトソン、利根川進  
 ④ ウィルキンス、ウーズ    ⑤ 湯川秀樹、パスツール    ⑥ マーグリシ、ミラー  
 ⑦ メンデル、大村智    ⑧ アリストテレス、本庶佑

(次の頁にも設問があります)

問3 下線部Aについて、DNAの半保存的複製を証明した実験は、重い窒素の同位体 ( $^{15}\text{N}$ ) によって重いDNAのみをもつ大腸菌を使い、ふつうの窒素 ( $^{14}\text{N}$ ) のみが含まれる培地で培養を続けながら各世代の大腸菌DNAを抽出して重さの比率を調べるといふものであった。このとき、各世代における大腸菌DNAの重さの比率は下記ようになった。

1 代目：重いDNAはなくなり、すべて中間の重さのDNAだけになった

2 代目：中間の重さのDNAと軽いDNAが1 : 1 の割合で生じた

3 代目：中間の重さのDNAと軽いDNAが  $\boxed{25}$  の割合で生じた

4 代目：中間の重さのDNAと軽いDNAが1 : 7 の割合で生じた

n 代目：中間の重さのDNAと軽いDNAが  $\boxed{26}$  の割合で生じた

$\boxed{25}$  と  $\boxed{26}$  に当てはまる比率として、もっとも適切なものを次の①～⑩の中から一つずつ選べ。

① 1 : 1    ② 2 : 1    ③ 1 : 3    ④ 1 : 4    ⑤ 2 : 3

⑥ 1 :  $2^n$     ⑦  $2^{n-1} : 1$     ⑧ 1 :  $2^{n+1}$     ⑨  $2^{n+1} - 1 : 1$     ⑩ 1 :  $2^{n-1} - 1$

問4 下線部Bについて、大腸菌のラクトースオペロンでは、ラクトースの存在によってリプレッサーの挙動に変化が生じ、 $\beta$ -ガラクトシダーゼなどの遺伝子発現が調節される。下記の表は、グルコースとラクトースの有無によってリプレッサーの状態と $\beta$ -ガラクトシダーゼの合成がどのように変化するかをまとめたものである。

糖の存在	リプレッサーの状態	$\beta$ -ガラクトシダーゼの合成
ラクトースなし	オペレーターに結合	[お]
グルコースなし ラクトースあり	[か]	あり

表中の [お] と [か] に当てはまる語句として、もっとも適切な組み合わせを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、[お]、[か] の順とする。  $\boxed{27}$

- ① あり、オペレーターに結合    ② なし、オペレーターに結合  
 ③ あり、オペレーターから離脱    ④ なし、オペレーターから離脱  
 ⑤ あり、プロモーターに結合    ⑥ なし、プロモーターに結合  
 ⑦ あり、プロモーターから離脱    ⑧ なし、プロモーターから離脱

問5 下線部ウについて、コドンとアミノ酸の対応を調べる次のような実験が行われた。翻訳に必要な材料が入った溶液に、(1) ACACACACACACAC…となっているmRNAを入れたところトレオニンとヒスチジンが交互に繋がったポリペプチド鎖のみが合成され、(2) CAACAACAACAACAA…となっているmRNAを入れたところグルタミン・アスパラギン・トレオニンのいずれかのみからなるポリペプチド鎖が混ざったものが合成された。この実験結果に関する記述A～Fのうち、これら二つの実験のみを合わせて考えた場合に推定できるものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑩の中から一つ選べ。ただし、翻訳が開始される位置(塩基)はランダムであり、コドンは3塩基によって規定されることがあらかじめ分かっているものとする。 28

- A. ACAはトレオニンに対応している。      B. CACはヒスチジンに対応している。  
 C. CAAはアスパラギンに対応している。      D. AACはグルタミンに対応している。  
 E. CAAはグルタミンに対応している。      F. AACはアスパラギンに対応している。
- ① A                      ② B                      ③ A、B                      ④ C、D  
 ⑤ E、F                      ⑥ A、C、D                      ⑦ A、E、F                      ⑧ B、C、D  
 ⑨ B、E、F                      ⑩ A、B、E、F

問6 下線部エに関する以下の記述のうち、適切なものの数を次の①～⑥の中から一つ選べ。 29

- ・DNAが複製される際のラギング鎖に存在する。
- ・DNAからなるプライマーが起点となって複製が始まる。
- ・PCRの起点となるDNA断片も岡崎フラグメントと呼ばれる。
- ・ラギング鎖のDNA断片どうしはDNAリガーゼによって結合する。
- ・5'→3'または3'→5'のどちらの方向にも伸長できる。

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 0

問7 下線部オの方法を用いた解析を実施する場合、次のA～Gの中で解析に使用しないものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑩の中から一つ選べ。 30

- A. リボヌクレオチド三リン酸  
 B. デオキシリボヌクレオチド三リン酸  
 C. ジデオキシリボヌクレオチド三リン酸  
 D. DNAポリメラーゼ  
 E. RNAポリメラーゼ  
 F. プライマー  
 G. リプレッサー
- ① A                      ② C                      ③ E                      ④ F                      ⑤ A、D  
 ⑥ B、E                      ⑦ C、E                      ⑧ A、E、G                      ⑨ B、D、E                      ⑩ C、E、G

問8 下線部は、抗体の可変部が遺伝子の連結と再編成によって多様性を生み出していることを解明したもののだが、仮にこのような仕組みが存在しなかった場合、様々な不都合が生じると考えられる。抗体の可変部における構造の多様性がほとんどない場合に考えられることとして、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 31

- ① 多くの感染症に対して体液性免疫の免疫記憶が起こらなくなる。
- ② マクロファージなどの食細胞が異物を分解できなくなる。
- ③ 樹状細胞が抗原提示する能力が失われる。
- ④ T細胞がサイトカインを分泌できなくなる。
- ⑤ 免疫細胞が病原体に対抗する手段が全て失われる。

問9 下線部キについて、下記の配列をもったDNA（相補鎖側の配列は省略してある）を鋳型として、A～Hのいずれかのプライマーを用いてPCRを行いたい。灰色で示された配列を増幅させるためのプライマーとして、適切なものの組み合わせを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、塩基配列は全て5'末端側から書かれているものとする。 32

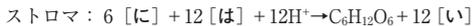
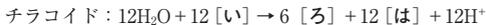
AGAACATCTTCTACTGCCCCATTGCCATCA TGTCAGCTCTAGCCATGGTATACCTGGGTGCA  
AAAGACAGCACCAGGACACAAATAAATAAAGGTTGTTTCGCTTTGATAAACTTCCAGGATTCG  
GAGACAGTATTGAAGCTCAGTGTGGCACATCTGTAAA

- |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| A. TGTCAGTCT  | B. TCTCGACTGT | C. AGAGCTGACA | D. ACAGTCGAGA |
| E. TTGAAGCTCA | F. ACTCGAAGTT | G. TGAGCTTCAA | H. AACTTCGAGT |
- ① A、E    ② A、F    ③ A、G    ④ A、H
  - ⑤ D、E    ⑥ D、F    ⑦ D、G    ⑧ D、H

IV 光の強さと光合成速度に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

A 植物の光合成は、チラコイドとストロマで起こる2つの反応からなり、光の強さ、CO<sub>2</sub>濃度、温度、湿度などの影響を受ける。弱い光の条件下では光合成速度は光の強さにほぼ比例して増加するが、ある強さ以上の光条件下になると光合成速度は増加しなくなる。そして植物には、光の強さに適応し、強い光条件下での生育に適応した陽生植物、弱い光条件下での生育に適応した陰生植物があり、陽生植物の樹木を陽樹という。それに対し、幼木のうちは陰生植物の性質をもち、樹高が高くなると強い光の下でよく成長する樹木を陰樹という。一次遷移の遷移初期では、光をさえぎるものが少ないため、強い光を受けて盛んに光合成する[A]などの陽樹が速く成長できる。遷移中期では、植物が大きく成長し葉が生い茂り、日陰がふえて林床の光量が減少する。遷移初期の陽樹は、[イ]が大きく[ウ]も高いため、林床の光量が減少すると、[エ]に対して[イ]のほうが大きくなり、幼木が生育できなくなる。かわりに遷移初期に優勢だった陽樹よりも[オ]は低く[ウ]が低い[カ]などの陰樹が成長し、陽樹と陰樹の混交林となる。遷移後期では、さらに林床までに届く光量は少なくなる。そのため、[オ]は低く、[ウ]も低い[カ]などの陰樹を中心とした極相林となる。

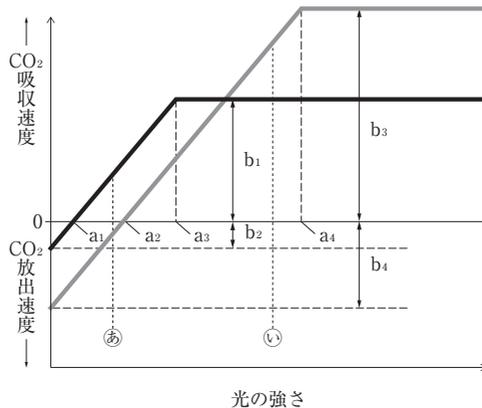
問1 下線部Aに関して、チラコイドとストロマで起こる下記の反応式中の[い]～[に]に入る組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～④の中から一つ選べ。ただし、[い]、[ろ]、[は]、[に]の順とする。 33



- ① NADPH、CO<sub>2</sub>、NADP<sup>+</sup>、O<sub>2</sub>    ② NADP<sup>+</sup>、CO<sub>2</sub>、NADPH、O<sub>2</sub>  
③ NADPH、O<sub>2</sub>、NADP<sup>+</sup>、CO<sub>2</sub>    ④ NADP<sup>+</sup>、O<sub>2</sub>、NADPH、CO<sub>2</sub>

(次の頁にも設問があります)

問2 次の図は陽生植物と陰生植物の光の強さとCO<sub>2</sub>吸収・放出速度との関係を示している。以下のa～cに答えよ。



a. 陽生植物の光飽和点と光補償点、陰生植物の光飽和点と光補償点の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～④の中から一つ選べ。ただし、陽生植物の光飽和点、陽生植物の光補償点、陰生植物の光飽和点、陰生植物の光補償点の順とする。 34

- ① a<sub>1</sub>、a<sub>3</sub>、a<sub>2</sub>、a<sub>4</sub>    ② a<sub>2</sub>、a<sub>4</sub>、a<sub>1</sub>、a<sub>3</sub>    ③ a<sub>3</sub>、a<sub>1</sub>、a<sub>4</sub>、a<sub>2</sub>    ④ a<sub>4</sub>、a<sub>2</sub>、a<sub>3</sub>、a<sub>1</sub>

b. 図中のb<sub>1</sub>～b<sub>4</sub>は光合成速度と呼吸速度を表している。陽生植物の見かけの光合成速度の最大値、呼吸速度、光合成速度と陰生植物の見かけの光合成速度の最大値、呼吸速度、光合成速度の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。ただし、陽生植物の見かけの光合成速度の最大値、陽生植物の呼吸速度、陽生植物の光合成速度、陰生植物の見かけの光合成速度の最大値、陰生植物の呼吸速度、陰生植物の光合成速度の順とする。 35

- ① b<sub>3</sub>、b<sub>4</sub>、b<sub>3</sub>+b<sub>4</sub>、b<sub>1</sub>、b<sub>2</sub>、b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub>    ② b<sub>1</sub>、b<sub>2</sub>、b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub>、b<sub>3</sub>、b<sub>4</sub>、b<sub>3</sub>+b<sub>4</sub>  
 ③ b<sub>3</sub>+b<sub>4</sub>、b<sub>3</sub>、b<sub>4</sub>、b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub>、b<sub>1</sub>、b<sub>2</sub>    ④ b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub>、b<sub>1</sub>、b<sub>2</sub>、b<sub>3</sub>+b<sub>4</sub>、b<sub>3</sub>、b<sub>4</sub>  
 ⑤ b<sub>4</sub>、b<sub>3</sub>、b<sub>3</sub>+b<sub>4</sub>、b<sub>2</sub>、b<sub>1</sub>、b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub>    ⑥ b<sub>2</sub>、b<sub>1</sub>、b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub>、b<sub>4</sub>、b<sub>3</sub>、b<sub>3</sub>+b<sub>4</sub>

c. 図の光の強さが(a)と(c)のとき、陽生植物と陰生植物の光合成速度と呼吸速度の大小関係を表す(a)、(b)、(c)の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。ただし、陽生植物の(a)、陽生植物の(c)、陰生植物の(b)、陰生植物の(c)の順とする。 36

(a) 光合成速度=呼吸速度    (b) 光合成速度>呼吸速度    (c) 光合成速度<呼吸速度

- ① a、b、b、b    ② a、b、a、b    ③ b、c、b、b  
 ④ b、b、b、a    ⑤ c、b、b、b    ⑥ c、c、b、b

問3 陽生植物と陰生植物の光合成速度と呼吸速度の説明として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 37

- ① 陽生植物の最大光合成速度と呼吸速度は大きく、光補償点は高い。そのため、強い光の下ではよく成長するが、弱い光の下では成長できない。陰生植物の呼吸速度は小さく、光補償点は低い。そのため、弱い光の下でも成長できる。
- ② 陽生植物の最大光合成速度は大きい呼吸速度は小さく、光補償点は高い。そのため、強い光の下でも、弱い光の下でもよく成長できる。陰生植物の最大光合成速度と呼吸速度は小さく、光補償点は低い。そのため、弱い光の下でも成長できる。
- ③ 陽生植物の最大光合成速度と呼吸速度は大きく、光補償点は高い。そのため、強い光の下ではよく成長するが、弱い光の下では成長できない。陰生植物の最大光合成速度は大きい呼吸速度は小さく、光補償点は高い。そのため、弱い光の下でも成長できる。
- ④ 陽生植物の最大光合成速度と呼吸速度は大きく、光補償点は低い。そのため、強い光の下でも、弱い光の下でも成長できる。陰生植物の最大光合成速度と呼吸速度は小さく、光補償点は低い。そのため、弱い光の下でも成長できる。
- ⑤ 陽生植物の最大光合成速度と呼吸速度は小さく、光補償点は低い。そのため、強い光の下でも、弱い光の下でも成長できない。陰生植物の最大光合成速度と呼吸速度は大きく、光補償点は高い。そのため、強い光の下でもよく成長できる。

問4 文章中の陽樹の[ア]と陰樹の[カ]に入る組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。ただし、[ア]、[カ]の順とする。 38

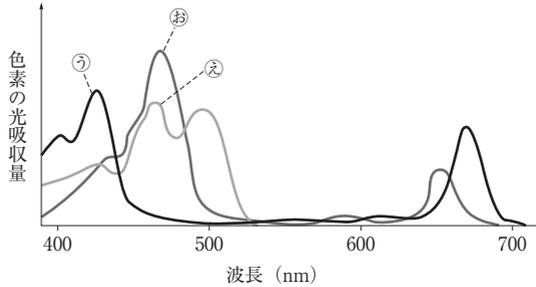
- ① スダジイ・アラカシ、アカマツ・コナラ
- ② スダジイ・アカマツ、アラカシ・コナラ
- ③ スダジイ・コナラ、アカマツ・アラカシ
- ④ アカマツ・コナラ、スダジイ・アラカシ
- ⑤ アカマツ・アラカシ、コナラ・スダジイ

問5 下線部B以降の遷移初期～後期の光合成速度に関して、文章中の[イ]～[オ]に入る組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、[イ]、[ウ]、[エ]、[オ]の順とする。

39

- ① 光合成速度、光補償点、呼吸速度、光飽和点
- ② 呼吸速度、光補償点、光合成速度、光飽和点
- ③ 光合成速度、光飽和点、呼吸速度、光補償点
- ④ 呼吸速度、光飽和点、光合成速度、光補償点
- ⑤ 光補償点、光合成速度、光飽和点、呼吸速度
- ⑥ 光飽和点、光合成速度、光補償点、呼吸速度
- ⑦ 光補償点、呼吸速度、光飽和点、光合成速度
- ⑧ 光飽和点、呼吸速度、光補償点、光合成速度

問6 下線部Aに関して、次の図は光合成色素の吸収スペクトルを示した図である。図中における㉟～㊸の光合成色素の吸収スペクトルの組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。ただし、㉟、㊸、㊷の順とする。 40



- ① クロロフィル a、クロロフィル b、カロテノイド
- ② クロロフィル a、カロテノイド、クロロフィル b
- ③ クロロフィル b、クロロフィル a、カロテノイド
- ④ クロロフィル b、カロテノイド、クロロフィル a
- ⑤ カロテノイド、クロロフィル a、クロロフィル b
- ⑥ カロテノイド、クロロフィル b、クロロフィル a

問7 細菌の中で光合成を行うものは光合成細菌と呼ばれる。光合成色素としてクロロフィル a をもつ細菌として、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。 41

- ① 緑色硫黄細菌    ② 紅色硫黄細菌    ③ シアノバクテリア
- ④ 亜硝酸菌        ⑤ 硫黄細菌        ⑥ 鉄細菌

# 4C 生 物

3月3日

(解答番号  ～ )

I 細胞と分子に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

細胞は、生物のからだの基本単位である。核をもつ真核細胞には生体膜で覆われた様々な細胞小器官が存在する。これらは、生体膜によって別々の構造として、内側と外側が隔てられており、それぞれ特有の機能をもっている。細胞小器官は、細胞分画法を用いることにより大きさや構造体の密度によって分けることができる。生体膜に存在する膜タンパク質には、物質の出入り、情報伝達、他の細胞との結合など様々なはたらきをするものがある。

問1 様々な細胞や分子、構造体などの大きさについて、小さい順に左から並べたとき、もっとも適切な順番に並んでいるものを次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① ATP分子、葉緑体、ヒト免疫不全ウイルス (HIV)、ヒトの白血球
- ② ATP分子、グルコース分子、葉緑体、ヒト免疫不全ウイルス (HIV)
- ③ グルコース分子、ATP分子、ヒトの白血球、大腸菌
- ④ グルコース分子、ヒト免疫不全ウイルス (HIV)、大腸菌、ヒトの白血球
- ⑤ ヒト免疫不全ウイルス (HIV)、グルコース分子、タマネギの表皮細胞、大腸菌
- ⑥ ヒト免疫不全ウイルス (HIV)、ATP分子、タマネギの表皮細胞、ヒトの白血球

問2 細胞を構成する基本的な物質を質量比 (%) で表すと、最も高いものは水である。[あ] は、植物細胞では2番目に高いが、動物細胞では4番目以降に高い物質となる。[あ] に当てはまるもっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 脂質    ② タンパク質    ③ 炭水化物    ④ 無機質    ⑤ 核酸

問3 下線部Iに関して、二重の生体膜をもつ構造体として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① リボソーム    ② リソソーム    ③ 中心体    ④ 細胞骨格    ⑤ ミトコンドリア

問4 ゴルジ体から輸送された分解酵素を含んでおり、細胞内に取り込んだ物質や不要物などを包み込み内部で分解する細胞小器官として、もっとも適切なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① 小胞体    ② 中心体    ③ リボソーム
- ④ 核    ⑤ ミトコンドリア    ⑥ リソソーム

問5 細胞内で機能するタンパク質の構造および化学的性質は、タンパク質を構成するアミノ酸の性質や構造によって決まる。アルカリ性の側鎖をもつアミノ酸として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① アスパラギン酸    ② グルタミン酸    ③ ヒスチジン    ④ グルタミン    ⑤ メチオニン

問6 タンパク質に含まれる20種類のアミノ酸のなかには、動物によっては体内で十分に合成できないものがあり必須アミノ酸とよばれる。ヒトにおける必須アミノ酸として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① トリプトファン    ② グリシン    ③ アラニン    ④ アスパラギン酸    ⑤ グルタミン酸

問7 過酸化水素は代謝に伴い発生するが生体内に存在する酵素によって分解される。過酸化水素を分解する酵素として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① アミラーゼ    ② ペプシン    ③ トリプシン    ④ カタラーゼ    ⑤ リパーゼ

問8 放線菌は、ヒトに有用な物質をつくるものが多く発見されている。[い]氏は、放線菌から、寄生虫に強い殺菌効果を示す物質を発見し、寄生虫による病気に対する新しい治療法を発見した功績により、2015年にノーベル生理学・医学賞を受賞した。[い]に当てはまる人名として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 大村智    ② 大隅良典    ③ 下村脩    ④ 山中伸弥    ⑤ 利根川進

(次の頁にも設問があります)

## II 遺伝子研究の歴史に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

遺伝子の本体を明らかにした研究には様々な研究者が関わってきた。1928年にグリフィスは、病原性の有無が異なる肺炎球菌（肺炎双球菌）をマウスに注射する実験を行い、何らかの物質が肺炎球菌の遺伝的性質を変化させていることを示した。続いて、1944年にエイブリーらは、肺炎球菌を用いたより詳細な実験を行い、肺炎球菌の遺伝的性質を変化させる物質を示唆した。さらに、1952年にハーシーとチェイスは、大腸菌に寄生して増殖するバクテリオファージ（T<sub>2</sub>ファージ）を用いた実験により、遺伝子の本体である物質を明らかにした。一方、1949年にシャルガフらは、いろいろな生物からDNAを抽出して、そこに含まれている塩基の割合に規則性があることを示した。

問1 下線部イの実験で使われた肺炎球菌には、マウスに感染すると肺炎を発病する病原性のS型菌（外側に多糖からなる被膜をもつ）と、感染させても発病しない非病原性のR型菌（外側に多糖からなる被膜をもたない）がいる。このS型菌とR型菌を用いてグリフィスとエイブリーらの実験を参考に次のような実験を行った。以下のa～cに答えよ。

[実験1] 生きているR型菌をマウスに注射した。

[実験2] 生きているS型菌をマウスに注射した。

[実験3] 加熱殺菌したS型菌をマウスに注射した。

[実験4] 加熱殺菌したS型菌と生きているR型菌を混ぜてマウスに注射した。

[実験5] S型菌をすりつぶして得た抽出液を多糖分解酵素で処理し、R型菌に混ぜて培養したものをマウスに注射した。

[実験6] S型菌をすりつぶして得た抽出液をタンパク質分解酵素で処理し、R型菌に混ぜて培養したものをマウスに注射した。

[実験7] S型菌をすりつぶして得た抽出液をDNA分解酵素で処理し、R型菌に混ぜて培養したものをマウスに注射した。

[実験8] S型菌をすりつぶして得た抽出液をRNA分解酵素で処理し、R型菌に混ぜて培養したものをマウスに注射した。

a. [実験4] によって得られると予想される結果として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 9

- ① マウスからは生きたR型菌のみがみつき、注射されたマウスは肺炎を発病した。
- ② マウスからは生きたS型菌のみがみつき、注射されたマウスは肺炎を発病した。
- ③ マウスからは生きたS型菌のみがみつき、注射されたマウスは肺炎を発病しなかった。
- ④ マウスからは生きたR型菌と生きたS型菌の両方がみつき、注射されたマウスは肺炎を発病しなかった。
- ⑤ マウスからは生きたR型菌と生きたS型菌のいずれもみつからず、注射されたマウスは肺炎を発病した。

b. 下線部口の現象として、もっとも適切なものを次の①～⑨の中から一つ選べ。 10

- ① 複製    ② 転写    ③ 翻訳    ④ 分化    ⑤ 置換
- ⑥ 転移    ⑦ 形質転換    ⑧ 形質発現    ⑨ 細胞融合

c. [実験5]～[実験8]において、注射されたマウスが肺炎を発病する結果を示す実験を過不足なく含む選択肢を次の①～⑧の中から一つ選べ。 11

- ① [実験5]、[実験7]
- ② [実験6]、[実験7]
- ③ [実験7]、[実験8]
- ④ [実験5]、[実験6]、[実験7]
- ⑤ [実験5]、[実験6]、[実験8]
- ⑥ [実験5]、[実験7]、[実験8]
- ⑦ [実験6]、[実験7]、[実験8]
- ⑧ [実験5]、[実験6]、[実験7]、[実験8]

問2 下線部ハの実験では、T<sub>2</sub>ファージのDNAとタンパク質に特殊な方法で別々に目印をつけた。この目印には、DNAとタンパク質を区別できる元素の放射性同位体が用いられた。以下のa～cに答えよ。

a. DNAに含まれていてタンパク質に含まれていない元素を次の①～⑩の中から一つ選べ。 12

- ① C    ② H    ③ O    ④ N    ⑤ P
- ⑥ S    ⑦ Na    ⑧ K    ⑨ Cl    ⑩ Mg

b. タンパク質に含まれていてDNAに含まれていない元素を次の①～⑩の中から一つ選べ。 13

- ① C    ② H    ③ O    ④ N    ⑤ P
- ⑥ S    ⑦ Na    ⑧ K    ⑨ Cl    ⑩ Mg

(次の頁にも設問があります)

- c. 目印をつけたファージを大腸菌に感染させたところ、ファージはDNAだけを大腸菌内に侵入させることがわかった。また、ファージが感染した大腸菌内では、多数の子ファージがつくられることがわかった。この実験に関連する考察として、**適切でないもの**の組み合わせを次の①～⑩の中から一つ選べ。

14

- A. ファージのDNAには、ファージを作るための全ての情報が含まれている。  
B. ファージのDNAは、大腸菌の中で合成される。  
C. ファージのタンパク質は、大腸菌の中で合成される。  
D. ファージのタンパク質は、大腸菌の増殖に必須である。  
E. ファージのタンパク質は、大腸菌の外でファージ自らが合成することができる。

- ① A、B    ② A、C    ③ A、D    ④ A、E    ⑤ B、C  
⑥ B、D    ⑦ B、E    ⑧ C、D    ⑨ C、E    ⑩ D、E

- 問3 DNAの構造に関する説明文のうち、適切なものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑩の中から一つ選べ。 15

- A. 隣接するヌクレオチド間は、リン酸とリン酸の間で結合している。  
B. スクレオチドは、塩基、デオキシリボース、リン酸から構成されている。  
C. デオキシリボースの構造中には、6つの炭素原子が含まれる。  
D. スクレオチドどうしの結合に関与していないリン酸基が存在する末端を5'末端、その反対側を3'末端と呼ぶ。

- ① A    ② B    ③ C    ④ D    ⑤ A、B  
⑥ A、C    ⑦ A、D    ⑧ B、C    ⑨ B、D    ⑩ C、D

- 問4 あるDNAの2本鎖について、一方の鎖の塩基配列が5'末端側から3'末端側に向かってCTGGCCAGATであった。この配列に相補的なDNAの塩基配列 16 と、この配列を鋳型とした場合のRNAの塩基配列 17 として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つずつ選べ。ただし、左側が5'末端側の配列とする。

- ① UAGACCGGUC    ② CUGGCCAGAU    ③ GACCGGTCTA    ④ AUCUGGCCAG  
⑤ GACCGGUCUA    ⑥ ATCTGGCCAG    ⑦ TAGACCGGTC    ⑧ CTGGCCAGAT

問5 下線部二に関連して、ある2本鎖DNAの塩基の割合を調べたところ、グアニンの割合が20%であった。

以下のa、bに答えよ。

a. このDNAのアデニンの割合(%)として、もっとも適切なものを次の①～⑩の中から一つ選べ。

① 0    ② 10    ③ 20    ④ 30    ⑤ 40

⑥ 50    ⑦ 60    ⑧ 70    ⑨ 80    ⑩ 90

b. このDNAのアデニンの割合は  %であったが、このDNAの一方の鎖のアデニンの割合は28%であった。このとき、もう一方の鎖におけるアデニンの割合(%)として、もっとも適切なものを次の

①～⑩の中から一つ選べ。

① 20    ② 22    ③ 28    ④ 30    ⑤ 32

⑥ 40    ⑦ 44    ⑧ 50    ⑨ 56    ⑩ 60

(次の頁にも設問があります)

### Ⅲ 植物の成長に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

多くの種子は、成熟した後、発芽に適する時期まで休眠して過ごす。種子の休眠では[あ]が重要な役割を果たしている。種子が成熟する際には、[あ]含有量が増え、その作用により、乾燥に対する耐性を獲得し、胚は活動を停止する。発芽に適する環境条件になると、胚で[い]が合成される。[い]は胚乳の外側にある糊粉層の細胞に作用してアミラーゼ遺伝子などの発現を誘導する。アミラーゼはデンプンなどの栄養源を加水分解し、分解産物である栄養分を利用して種子が発芽する。

発芽し、栄養成長期となると、やがて茎や葉をのばして急速に成長する。茎頂分裂組織や茎になる未発達な部分を合わせた組織を芽といい、形成される位置に関して分類すると頂芽や側芽などに分けられる。

栄養成長を続けていた茎頂分裂組織の細胞が、光や温度などの影響を受けて生殖成長に切り替わることで、花芽となり、花を形成する。

花が咲き、受粉が起きると、果実ができる。いくつかの植物では、受粉の刺激により、めしべ内の[い]が増加し、果実の形成が始まることがわかっている。また種子内の胚や胚乳ではオーキシンが合成され、子房や花床の成長を促進する。

成長した果実はやがて成熟し、果実の軟化、果皮の変色といった変化が起きる。この成熟過程には果実が自らつくる[う]が関与している。[う]は気体の植物ホルモンであり、空気を通して周辺にも作用を及ぼす。

問1 文章中の[あ]～[う]に入る語句の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑩の中から一つ選べ。ただし、[あ]、[い]、[う]の順とする。 20

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| ① エチレン、ジベレリン、フロリゲン   | ② エチレン、アブシシン酸、ジベレリン  |
| ③ エチレン、フロリゲン、ジベレリン   | ④ ジベレリン、アブシシン酸、フロリゲン |
| ⑤ ジベレリン、フロリゲン、エチレン   | ⑥ ジベレリン、アブシシン酸、エチレン  |
| ⑦ アブシシン酸、ジベレリン、フロリゲン | ⑧ アブシシン酸、フロリゲン、ジベレリン |
| ⑨ アブシシン酸、ジベレリン、エチレン  | ⑩ アブシシン酸、フロリゲン、エチレン  |

問2 有胚乳種子の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。 21

- |                  |                 |             |
|------------------|-----------------|-------------|
| ① イネ、カキ (カキノキ)   | ② イネ、ソラマメ       | ③ ナズナ、イネ    |
| ④ ナズナ、エンドウ       | ⑤ ソラマメ、ナズナ      | ⑥ ソラマメ、エンドウ |
| ⑦ カキ (カキノキ)、ソラマメ | ⑧ カキ (カキノキ)、ナズナ |             |

問3 文章中の下線部イに関して、以下のa、bに答えよ。

a. 以下の植物の中から、赤色光によって発芽が促進される種子をつくる植物の組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑩の中から一つ選べ。 22

- ① ケイトウ、シロイヌナズナ      ② マツヨイグサ、トマト
- ③ タバコ、トマト                      ④ マツヨイグサ、タバコ
- ⑤ シロイヌナズナ、カボチャ      ⑥ トマト、シロイヌナズナ
- ⑦ シソ、ケイトウ                      ⑧ マツヨイグサ、カボチャ
- ⑨ タバコ、ケイトウ                    ⑩ シソ、カボチャ

b. 光発芽種子の発芽に関する記述として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

23

- ① Pr型フィトクロムは遺伝子の転写に関わるタンパク質と結合し、発芽過程に関する遺伝子の発現を調整する。
- ② 光発芽種子に赤色光を照射すると、種子内のフィトクロムはPfr型に変化する。
- ③ 光を受容した際のフィトクロムの分子構造の変化は不可逆的である。
- ④ フィトクロムは光発芽種子のみに存在する色素タンパク質である。
- ⑤ 森林では太陽光に含まれる遠赤色光の大部分は林冠の葉に吸収されるため、林床にある光発芽種子は発芽しにくい。

問4 文章中の下線部ロに関する記述として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

24

- ① 頂芽を除去したあとに、側芽に直接オーキシンを与えても側芽の成長を抑制する。
- ② オーキシンは側芽の成長を直接的に抑制する作用がある。
- ③ 頂芽を除去したあとに、切断面にオーキシンを与えると側芽は成長を始める。
- ④ 頂芽を含む茎が折れた場合、折れた下にある側芽の伸長が促進される。
- ⑤ 側芽の成長を優先させ側枝を繁茂させることは、植物同士の光をめぐる競争において有利にはたらく。

(次の頁にも設問があります)

問5 文章中の下線部ハに関して、以下のa、bに答えよ。

a. 花芽形成に関する記述として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 25

- ① 花芽形成を促進する物質は葉で合成される。
- ② 花芽形成を促進する物質は道管を通して茎頂分裂組織に移動する。
- ③ 花芽形成を促進する物質は茎頂分裂組織の細胞内で受容体と結合して核外で花芽分化に関連する遺伝子の発現を誘導する。
- ④ 日長を感知するのは茎頂分裂組織であり、その情報によって花芽形成が起こる。
- ⑤ 長日植物のシロイヌナズナではHd3aタンパク質が、短日植物のイネではFTタンパク質が花芽形成を促進する物質としてはたらく。

b. 春化に関する記述として、もっとも適切なものを次の①～④の中から一つ選べ。 26

- ① 春まきコムギは花芽形成のために春化の成立が必要なコムギである。
- ② 花芽形成に春化が必要な植物の多くは短日植物である。
- ③ 春化の成立には乾燥状態の種子が一定期間、低温にさらされる必要がある。
- ④ 人工的な処理によっても春化を成立させることができる。

問6 文章中の下線部ニに関して、以下のa、bに答えよ。

a. オーキシンの生理作用に関する記述として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

27

- ① オーキシンは幼葉鞘内の縦の移動としては、先端側から基部側に向かう方向にしか移動しない。
- ② オーキシンは濃度が高いほど伸長促進効果が高くなる。
- ③ 植物が乾燥状態におかれると、オーキシンが合成され、気孔を閉鎖させる。
- ④ 茎の側面に光が当たるとオーキシンが光の当たる側に移動し、光の方向に屈曲する。
- ⑤ オーキシンによる細胞の成長は細胞壁のセルロース繊維を横方向にそろえることで、細胞の肥大成長を抑え、茎の伸長成長を促進する。

b. オーキシンが農業で利用される場面について、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

28

- ① イネの倒伏防止
- ② 輸入したバナナの追熟
- ③ 種無しブドウの生産
- ④ トマト果実の肥大促進
- ⑤ ミカンの摘果

IV 植生に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

植生は相観にもとづいて、森林、草原、荒原に大別される。赤道に近い高温多湿の地域には、主に常緑広葉樹からなる〔ア〕が分布する。〔ア〕が分布する地域より高緯度でやや気温の低い地域には、常緑広葉樹が優占する〔イ〕が発達する。低緯度であっても雨季と乾季の区別が明瞭な地域では、〔ウ〕が分布する。この地域における優占種としては、チークなどがある。この地域と年平均気温は変わらないが降水量が少なく乾季の乾燥が激しい地域である〔エ〕では、主にイネのなかまの草本が優占し、低木も点在する。さらに降水量の少ない〔オ〕では、貯水組織の発達した多肉植物や地下深く根を張れる低木がまばらに生育し、ごくまれな降雨の直後のみ草本が一時的に生育する場所もある。

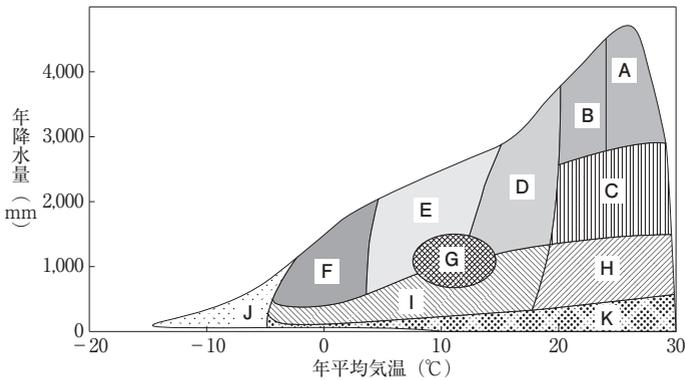


図 1

問 1 図 1 は、バイオームの分布を示したものである。図中に示される A～K について、〔エ〕および〔オ〕に当てはまる組み合わせとして、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、〔エ〕、〔オ〕の順とする。 29

- ① A、B    ② B、D    ③ E、F    ④ F、I  
 ⑤ G、C    ⑥ H、K    ⑦ I、H    ⑧ K、J

問 2 図 1 の C として、もっとも適切なものを次の①～⑧の中から一つ選べ。 30

- ① 照葉樹林    ② 熱帯多雨林    ③ 雨緑樹林    ④ ステップ  
 ⑤ 砂漠    ⑥ 硬葉樹林    ⑦ 夏緑樹林    ⑧ サバンナ

(次の頁にも設問があります)

問3 下線部に関連して、日本の本州中部山岳地帯の植物の垂直分布に関する記述として、適切でないものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑩の中から一つ選べ。ただし、標高が1000m増すごとに気温は約6℃低下するものとする。 31

- A. 丘陵帯ではシイ類、カシ類、タブノキなどが分布する。
- B. 標高700m程度から1700m程度の範囲である山地帯では、ブナやミズナラなどが分布する。
- C. 標高2500m以上の高山帯にはエゾマツなどの低木林が広がり、やがて森林が形成されなくなる。
- D. 標高1700m程度から2500m程度の範囲である亜高山帯では、シラビソ、コメツガなどが分布し、ダケカンバなどの落葉広葉樹も混じる。

- ① A      ② B      ③ C      ④ D      ⑤ A、B  
⑥ A、C   ⑦ A、D   ⑧ B、C   ⑨ B、D   ⑩ A、B、D

問4 下線部口の植物種にみられる特徴として、もっとも適切なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。 32

- ① 葉は厚くて光沢のあるクチクラ層が発達している。
- ② 樹高4～5mほど。河口などの汽水域で生育する。
- ③ 気温が上昇する季節に一斉に落葉する。
- ④ 降水量が増加する季節に多くの葉をつける。
- ⑤ 硬くて小さい常緑の葉を持つ。

問5 森林の異なる階層に生育する、植物 i および植物 ii の葉が受ける光の強さと二酸化炭素吸収量との関係を図2に示す。ただし、二酸化炭素と温度は一定の条件下にあるものとする。以下の a、b に答えよ。

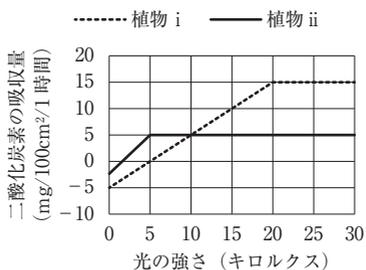


図2

a. 図2において、光の強さが25キロルクスの時、葉面積25cm<sup>2</sup>の植物 i の葉における、1時間あたりの光合成量を、光合成に利用される二酸化炭素量で示した時に、もっとも近いものを次の①～⑥の中から一つ選べ。ただし、原子量はC = 12、H = 1、O = 16とする。 33

- ① 4 mg    ② 5 mg    ③ 6 mg    ④ 10mg    ⑤ 15mg    ⑥ 18mg

b. 図2において、光の強さが20キロルクスの時、葉面積100cm<sup>2</sup>の植物 i の葉が、1時間に光合成によって生産するグルコースの量を求め、もっとも近いものを次の①～⑧の中から一つ選べ。ただし、光合成による生産物は全てグルコースとする。また、原子量はC = 12、H = 1、O = 16とする。 34

- ① 1 mg    ② 2 mg    ③ 6 mg    ④ 7 mg  
 ⑤ 8 mg    ⑥ 10mg    ⑦ 14mg    ⑧ 15mg

(次の頁にも設問があります)

問6 図3に光合成を行う2種類の生物の細胞構造を模式的に示す。ただし、左図の細胞はDNAが細胞質基質（サイトゾル）に存在し、右図の細胞はDNAなどが二重の生体膜で包まれた内部にあるものとする。

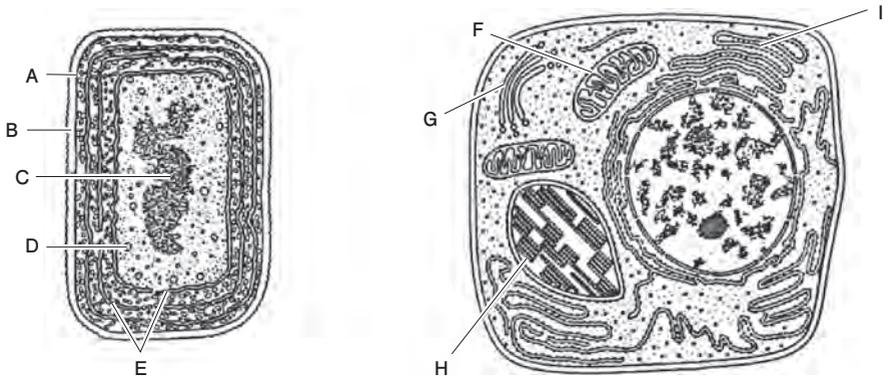


図3

光合成における光化学系の場として、適切なものを過不足なく含む選択肢を次の①～⑧の中から一つ選べ。 35

- ① B、G      ② C、H      ③ E、F      ④ E、H  
 ⑤ A、E、F    ⑥ B、E、H    ⑦ D、F、H    ⑧ B、E、F、I

問7 光合成色素に関する記述について、適切でないものを次の①～⑦の中から一つ選べ。 36

- ① クロロフィル a は青緑色、カロテンは橙色である。  
 ② 光の波長と光合成の速さの関係を表したものを作用スペクトルという。  
 ③ 真核生物では色素体のストロマに存在する。  
 ④ クロロフィル b の吸収スペクトルでは、赤色より青色の吸収量が多い。  
 ⑤ クロロフィル a は青紫色の440nm付近と赤色の660nm付近の光を主に吸収する。  
 ⑥ 種子植物の作用スペクトルでは、黄色より赤色で反応効率がよい。  
 ⑦ カロテンは、広く植物に含まれている色素である。

問8 光合成の二酸化炭素固定の方式から、植物をC<sub>3</sub>植物、C<sub>4</sub>植物、CAM植物と識別する時の、それぞれの特徴に関する記述として、適切でないものを次の①～⑥の中から一つ選べ。 37

- ① ベンケイソウのなかまやサボテンなどの多肉植物では、夜間に取り込んだ空気中の二酸化炭素をC<sub>4</sub>化合物へ固定して、細胞内の液胞に蓄える。
- ② 二酸化炭素を取り込みにくくなる条件下でも効率よく光合成をおこなうことができるC<sub>4</sub>植物では、二酸化炭素は最初に葉肉細胞でオキサロ酢酸として固定される。
- ③ 二酸化炭素の固定の最初の反応が起こる場所は、C<sub>3</sub>植物では葉緑体内、C<sub>4</sub>植物では葉肉細胞である。
- ④ C<sub>3</sub>植物では、気孔から取り入れた二酸化炭素をカルビン回路（カルビン・ベンソン回路）で固定して、ホスホグリセリン酸を合成する。
- ⑤ トウモロコシは代表的なC<sub>3</sub>植物であり、イネやダイズなどのC<sub>4</sub>植物より低い温度でも高い光合成能力を持つが、乾燥条件では光合成能力が低下する。
- ⑥ C<sub>4</sub>植物では、維管束鞘細胞にリンゴ酸が集まり、カルビン回路（カルビン・ベンソン回路）は維管束鞘細胞で行われる。

問9 光合成は、生物が二酸化炭素を吸収し、光エネルギーを利用して有機物を合成する反応である。約27～25億年前に繁栄した生物による光合成は、地球上の酸素濃度を急激に上昇させ、そのことが環境中の酸素を利用する現在の生物の繁栄へとつながっている。

生物に共通する特徴は20世紀後半の急速に発展した生物学によって明らかになりつつある。共通性について説明した文のうち、適切でないものを次の①～⑦の中から一つ選べ。

38

- ① すべての生物は細胞の中にDNAをもち、この中の塩基配列には遺伝情報が刻まれている。
- ② 生きていくための様々な活動に必要なエネルギーの受け渡しの役割は、細胞内においてはATPが担っている。
- ③ 複数の祖先から進化していく過程で、共通の特徴を獲得し、共通性が見られるようになった。
- ④ 体内環境を維持するために、単細胞生物では環境変化に適応して生理反応が応答し、多細胞生物では体液の状態を一定範囲内に保つ仕組みがある。
- ⑤ エネルギーを使って生命活動を行う。動物は他の生物がつくった有機物を呼吸で分解してエネルギーを得ている。
- ⑥ 生物の体は細胞からできており、細胞は細胞膜で外界から隔てられ、細胞の内部を外界からはほぼ独立した状態に保っている。
- ⑦ 細胞分裂の際にDNAは複製されて新たにできる娘細胞へと分配される。