

問題・解答 用紙番号	57
---------------	----

の解答用紙に解答しなさい。

生 物

〈受験学部・学科〉

理工学部, 薬学部, 看護学部, 農学部【理系型】(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)

問題は100点満点で作成しています。

I

代謝に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

代謝とは、外界から取り入れた物質やエネルギーを使って、細胞内で 酵素^①が触媒となって進行する一連の物質の合成や分解反応のことである。代謝は、複雑な物質から単純な物質へと分解する異化と、単純な物質から複雑な物質を合成する同化に大別される。^②異化では、有機物^③(炭水化物や脂質、タンパク質)は最終的に、二酸化炭素や乳酸などに分解される。その過程でエネルギーが放出され、その一部がATPや電子伝達にかかわる補酵素に蓄えられ、残りは熱として失われる。一方、同化では、単純な物質から、細胞を構築するのに必要な複雑な物質が合成される。この反応には、エネルギーが必要であり、ATPの高エネルギーリン酸結合や還元型補酵素に蓄えられたエネルギーが利用される。

問1 下線部①について、酵素に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から一つ選んでマークせよ。

1. 酵素はおもにタンパク質からできている。
2. 酵素の作用を受ける物質を基質といい、酵素はその活性部位に適合する基質にのみ作用をする。
3. タンパク質の立体構造が壊れても、酵素としての機能は維持される。
4. 複数の酵素反応から構成される代謝経路において、一連の最終産物が初期の酵素反応を調節するしくみをフィードバック調節という。
5. 酵素濃度を一定とした場合、基質濃度が低いときは、反応速度は基質濃度に比例するが、基質濃度が十分に高くなると、反応速度は一定となる。

問2 下線部②について、同化に関する記述として正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. 光合成では、光エネルギーを使って有機物と酸素が生み出される。
- b. 光合成の第一段階では、二酸化炭素の固定が起こる。
- c. 葉緑体のチラコイドで起こる反応経路はカルビン回路とよばれる。
- d. 光ではなく化学エネルギーを使って二酸化炭素を固定することを化学合成とよぶ。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) |
| 4. (b, c) | 5. (b, d) | 6. (c, d) |

問3 下線部③について、図1は異化の一つであるクエン酸回路を模式的に表したものである。図中および文中の [A] ~ [C] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1~8から一つずつ選んでマークせよ。

解糖系によって生じた [A] がミトコンドリアに取り込まれ、脱炭酸で生じた炭素数2個 (C₂) の物質と C₄ の [B] が結合して、C₆ のクエン酸が生じることで循環的な反応経路が始まる。この回路では脱炭酸が起こるたびに、還元型補酵素 [C] が生成し、これらは電子伝達系に送られ、ATP 合成に利用される。

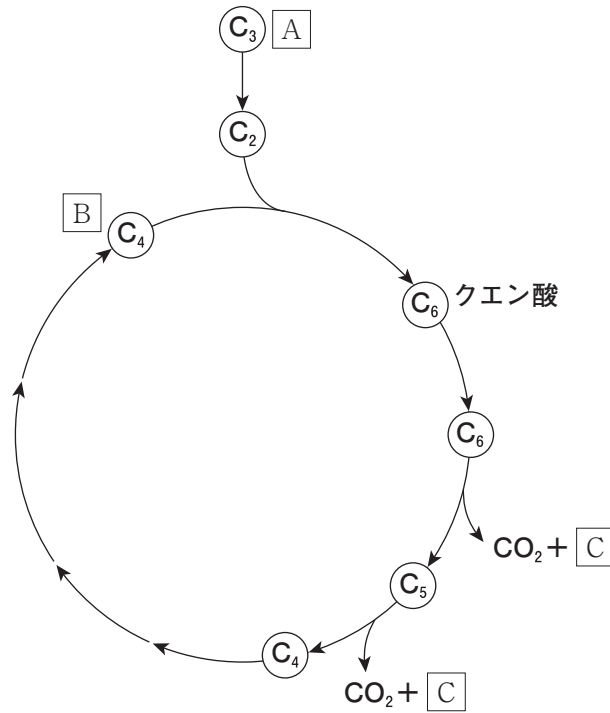


図1 クエン酸回路の模式図

- | | | | |
|-----------|----------------------|---------------------|-------------|
| 1. 乳酸 | 2. ピルビン酸 | 3. リンゴ酸 | 4. アセチル CoA |
| 5. オキサロ酢酸 | 6. FADH ₂ | 7. NAD ⁺ | 8. NADH |

問4 酸素を用いずに有機物を分解してATPを合成するしくみである発酵について、以下の反応式中、および文中の「ア」、 「イ」にあてはまる語句はどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

酵母は酸素の供給が十分でない環境で、グルコースを「ア」と「イ」に分解し、その過程でATPを合成する。酵母のはたらきによってつくられる「ア」はワインや清酒などの醸造に利用され、もう一方の生成物である「イ」はパン製造において生地を膨らませることに使われる。



選択肢	ア	イ
1	乳酸	二酸化炭素
2	ピルビン酸	二酸化炭素
3	エタノール	酸素
4	エタノール	二酸化炭素
5	乳酸	酸素
6	ピルビン酸	酸素

問5 代謝にかかわる細胞小器官についての記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から一つ選んでマークせよ。

1. グルコースからATPを合成するための解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の反応はすべてミトコンドリアで行なわれている。
2. 異化経路によってつくられたATPは、貯蔵器官である液胞に蓄えられる。
3. ミトコンドリアと葉緑体は、二重の膜をもった構造をしている点が共通している。
4. 不要になったタンパク質を分解するための細胞小器官はリボソームである。
5. 光合成を行う細胞小器官である葉緑体には、光エネルギーを吸収するためのストロマとよばれる光合成色素がチラコイドに存在する。

Ⅱ 遺伝子発現に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

生物は環境変化に応答し、自身の遺伝子発現を調節するしくみを備えている。原核生物である大腸菌では、① ラクトースの代謝に関する複数の遺伝子が互いに隣接して存在し、オペロンを構成する。オペロンに属する遺伝子群は、統合的に発現が調節されている。

一方、真核生物の遺伝子発現の調節は、原核生物よりも複雑である。真核生物のDNAはヒストンに巻き付いてヌクレオソームを形成し、さらに高次のクロマチン構造をとる。② 遺伝子発現は、このクロマチン構造の状態に大きく影響される。

また、DNAから転写されたRNAは、アミノ酸配列の情報を含まない部分である **ア** が取り除かれる **イ** の過程を経て、完成した mRNA となり、その塩基配列をもとにタンパク質が合成される。

問1 図1は原核生物の転写調節のしくみを表している。図中の **A** ～ **C** にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～6から一つずつ選んでマークせよ。

- | | | |
|-----------|----------|-----------|
| 1. リプレッサー | 2. 受容体 | 3. ベクター |
| 4. オペレーター | 5. 複製開始点 | 6. プロモーター |

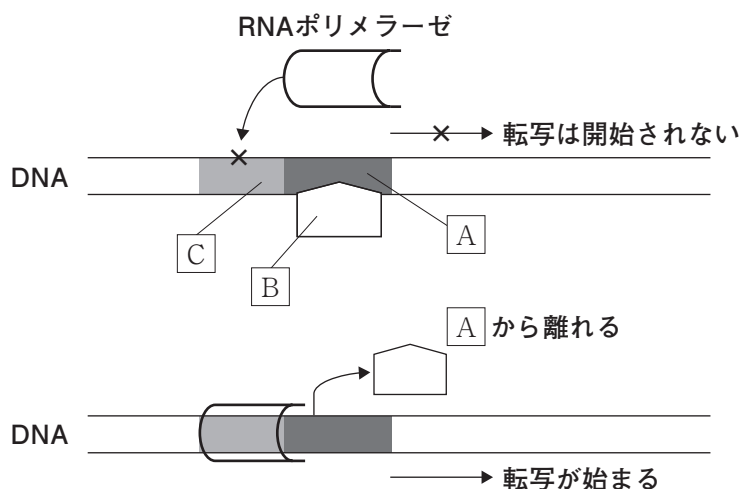


図1 原核生物の転写調節のしくみ

問2 下線部①に関し、ラクトースオペロンは3種類の酵素の遺伝子を含む。ラクトースオペロンの説明として、最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 三つの遺伝子の転写はそれぞれ個別に調節される。
2. 三つの酵素の遺伝子は、それぞれ別の mRNA に転写される。
3. 3種類の酵素は、大腸菌がラクトースを利用するためにはたらく。
4. その生物のラクトースが枯渇したときに転写が活性化される。

問3 下線部②について、クロマチン（クロマチン繊維）と遺伝子発現との関係に関する説明として、正しいものはa～dのうちどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. ほどけたクロマチンには、リボソームが結合しやすくなり活発に翻訳が起こる。
- b. 高度に折りたたまれたクロマチンでは、転写が起こりにくい。
- c. ほどけたクロマチンになると、RNAポリメラーゼがDNAに結合しやすくなる。
- d. 高度に折りたたまれたクロマチンでは、RNAポリメラーゼが基本転写因子と複合体を形成し、転写が活発に起こる。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) |
| 4. (b, c) | 5. (b, d) | 6. (c, d) |

問4 真核生物の遺伝子発現にかかわる調節タンパク質について、誤っているものはどれか。最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 調節タンパク質が結合する領域は複数存在する。
2. 一つの調節タンパク質は、一つの遺伝子の調節にのみかかわる。
3. 一つの遺伝子が、複数の調節タンパク質に調節されることがある。
4. 調節タンパク質の発現が、別の種類のタンパク質によって制御されることがある。

問5 文中の ア , イ にあてはまる語句はどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

選択肢	<input type="checkbox"/> ア	<input type="checkbox"/> イ
1	エキソン	アポトーシス
2	イントロン	スプライシング
3	エキソン	オペレーター
4	イントロン	オペレーター
5	エキソン	スプライシング
6	イントロン	アポトーシス

Ⅲ 動物の行動に関する以下の文を読み、問1～4に答えよ。(25点)

動物は、環境からの特定の刺激に対して決まった反応を示す。これらは^①生まれつき備わった[A]であることが多く、行動のきっかけになる刺激を[B]という。また、^②生まれた後の学習や経験によって変化する行動を習得的行動という。

動物は、食べ物や快適な環境を求めて移動する。動物が外界の刺激をもとに、目標に対する方向を定めることを[C]という。また、動物の体外に分泌され、同種の個体に特有の行動を起こさせる物質を[D]という。[D]は哺乳類でもみられるが、多くの例は昆虫で知られている。

習得的行動の例は、軟体動物のアメフラシで研究されている。アメフラシは、水管から海水を出し入れして呼吸するが、水管に接触刺激を与えると、えらを引っ込める反射行動を示す。しかし、水管に弱い刺激をくり返し与えると、次第にえらを引っ込めなくなる。この現象を、[E]という。[E]の状態にあるアメフラシに対して、尾部を刺激したのちに、水管に接触刺激を与えると、再びえらを引っ込めるようになる。これを[F]という。さらに、^③アメフラシの尾部に強い刺激を与えると、水管へのわずかな接触刺激に対しても敏感にえらを引っ込めるようになる。これを[G]という。

問1 文中の[A]～[G]にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～12から一つずつ選んでマークせよ。

- | | | | |
|----------|---------|-------------|----------|
| 1. 定位 | 2. 走性 | 3. 刷込み | 4. 定型的行動 |
| 5. フェロモン | 6. かぎ刺激 | 7. 脱慣れ | 8. 生得的行動 |
| 9. 慣れ | 10. 鋭敏化 | 11. 古典的条件づけ | 12. 学習 |

問2 下線部①について、生まれつき備わった行動の例として最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. チンパンジーは高いところにある食べ物を、棒を使って取る。
- b. 伝書バトは、見知らぬ遠く離れた土地からでも帰巢する。
- c. 迷路に入れられたマウスは、試行錯誤を繰り返すうちに、その迷路を速やかに脱出できるようになる。
- d. カモは冬に飛来し、水辺に集まり、越冬する。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) |
| 4. (b, c) | 5. (b, d) | 6. (c, d) |

問3 下線部②について、学習による習得的行動ではない例として最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. カイコガの雄が、ジグザグターンと回転歩行を行う。
- b. イトヨの雄は、卵で腹部の膨れた雌は攻撃しない。
- c. イヌが、肉片を与える前にベルを鳴らすことを繰り返すことで、ベルの音で唾液を分泌するようになる。
- d. ウグイスなどの小鳥は、強さや高さの異なる声を組み合わせてさえずる。

- 1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d)
- 4. (b, c) 5. (b, d) 6. (c, d)

問4 下線部③について、1～4は [F] , [G] の反応が起こるしくみを説明したものである。

[ア] ~ [オ] にあてはまる語句の組み合わせはどれか。最も適当なものを a～d から一つ選んでマークせよ。

- 1. 尾部の感覚ニューロンから情報を受け取った介在ニューロンから [ア] が放出される。
- 2. [ア] を受容した水管の感覚ニューロンでは、 [イ] が不活性化される。
- 3. 2により、 [ウ] の流出量が減少し、 [エ] の持続時間が長くなる。
- 4. ニューロンの末端における [オ] の流入量が増加し、 [ア] の放出量が増加することで興奮性シナプス後電位 (EPSP) が大きくなり [F] や [G] が起こる。

選択肢	[ア]	[イ]	[ウ]	[エ]	[オ]
a	神経伝達物質	カリウムチャンネル	カリウムイオン	活動電位	カルシウムイオン
b	興奮物質	カリウムチャンネル	カルシウムイオン	静止電位	カリウムイオン
c	神経伝達物質	カルシウムチャンネル	カリウムイオン	活動電位	カルシウムイオン
d	興奮物質	カルシウムチャンネル	カルシウムイオン	静止電位	カリウムイオン

Ⅳ 生態系に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

生物体に含まれる炭素は、生物を構成する糖・タンパク質・脂質・核酸などの有機物の主要な構成元素である。この炭素のもとは、大気中や水中の二酸化炭素である。二酸化炭素は大気中に体積の約0.04%の割合で含まれており、アによって有機物に取り込まれる。二酸化炭素をもとにつくられた有機物中の炭素の一部は、イを通じてさまざまな生物に取り込まれるとともに、①非生物的環境に放出される。近年、人間活動により石油や石炭などの化石燃料が大量に利用され、②大気中の二酸化炭素の量は増加傾向にある。

地球上のさまざまな生態系における物質生産を比較すると、生態系によって違いがみられる。生態系内の物質やエネルギーがそれぞれの栄養段階でどのように利用されて移動するかは、③物質の収支を調べることによって明らかにすることができる。前の栄養段階から次の栄養段階へと、どの程度のエネルギーが利用されるのかの割合を示したものをウという。生態系全体では、栄養段階が上がるごとに利用できるエネルギー量はエする。

問1 文中のア～エにあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～10から一つずつ選んでマークせよ。

- | | | | |
|------------|------------|---------|--------|
| 1. 窒素循環 | 2. 炭酸同化 | 3. 増加 | 4. 減少 |
| 5. エネルギー循環 | 6. エネルギー効率 | 7. 食物連鎖 | 8. 個体数 |
| 9. ランダム | 10. 集団 | | |

問2 下線部①について、非生物的環境を構成する要素として正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを1～10から一つ選んでマークせよ。

- | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| a. 光 | b. 共生 | c. 寄生 | d. 酸素 | e. 被食-捕食 |
| 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 図1は、生態系における炭素の循環を示したものである。以下の(1)～(2)の問いに答えよ。

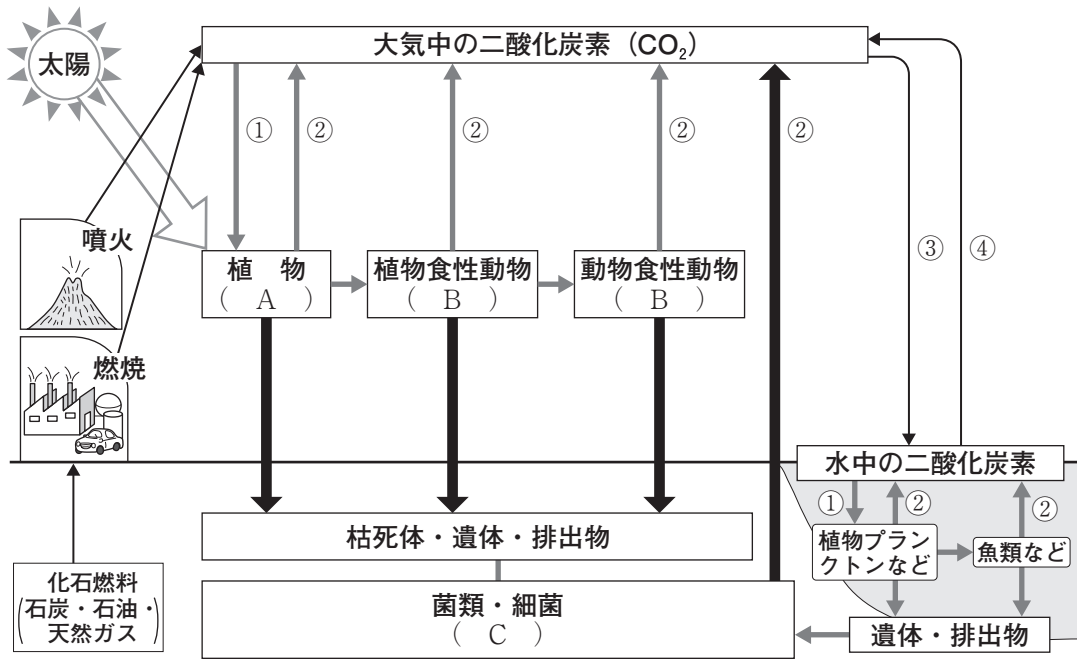


図1. 生態系における炭素の循環

(1) 図の中の①～④にあてはまる語句として最も適当な組み合わせを1～4から一つ選んでマークせよ。

選択肢	①	②	③	④
1	光合成	呼吸	吸収	放出
2	呼吸	光合成	放出	吸収
3	放出	吸収	光合成	呼吸
4	吸収	放出	呼吸	光合成

(2) 図の中のA, B, Cにあてはまる語句はどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

選択肢	A	B	C
1	分解者	生産者	消費者
2	分解者	消費者	生産者
3	消費者	生産者	分解者
4	消費者	分解者	生産者
5	生産者	分解者	消費者
6	生産者	消費者	分解者

問4 下線部②について、大気中の二酸化炭素の量が増えていることによる地球環境への影響の記述として誤っているものはa～eのうちどれか。最も適当な組み合わせを1～10から一つ選んでマークせよ。

- a. 地球の地表や大気のを温度を上昇させる。
- b. 富栄養化の主要な原因となる。
- c. 種の分布に影響を与える。
- d. 大気圏の温室効果を減少させる。
- e. サンゴの白化現象が進んでいる。

- 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 図2は、生産者における物質収支を示す。下線部③について、生態系における一次消費者の有機物量の収支で、以下の式の [A] ~ [C] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1~5から一つずつ選んでマークせよ。

(生産者)

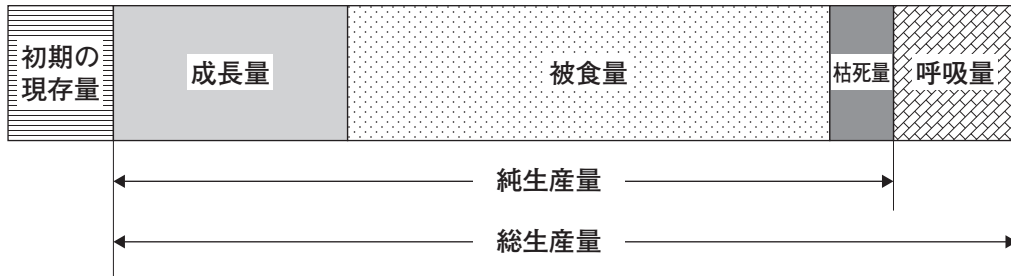


図2. 生産者における物質収支

$$\text{一次消費者の摂食量} = \text{生産者の} (\text{純生産量} - (\text{成長量} + \text{[A]}))$$

$$\text{一次消費者の同化量} = \text{一次消費者の} (\text{摂食量} - \text{[B]})$$

$$\text{一次消費者の成長量} = \text{一次消費者の} (\text{同化量} - (\text{呼吸量} + \text{[C]} + \text{死滅(死亡)量}))$$

1. 不消化排出量 2. 現存量 3. 総生産量 4. 被食量 5. 枯死量