

理 科（生 物）

- 1 次の文章は、生態系内における物質とエネルギーの移動について説明したものである。以下の問いに答えよ。

炭素は、生物の体を構成する有機物の主要な元素である。植物のように、外界から取り入れた無機物を利用して有機物を自ら作り出し、その有機物によって生活するためのエネルギーを得ている生物のことを_(I) 独立栄養生物と呼ぶ。一方、他の生物がつくった有機物に依存して生きている生物を 生物と呼ぶ。

また窒素は、動物や植物のタンパク質や核酸などを構成する重要な元素である。植物は土壌中に含まれるアンモニウムイオンや イオンなどを吸収して、有機窒素化合物を合成する。このように外界の無機窒素化合物を吸収し、有機窒素化合物につくりかえる作用を と呼ぶ。

動植物の枯死体・遺体・排出物中の有機窒素化合物は、分解者によってアンモニウムイオンに分解される。アンモニウムイオンは、 菌によって イオンに変えられ、さらに 菌によって最終的に イオンに変えられる。また、土壌中の イオンの一部は、細菌のはたらきで窒素分子に変えられて大気に放出される。これを という。

- (1) 空欄 ～ に当てはまる適切な語句を記入せよ。
- (2) 下線部（I）について、植物はどのようにして有機物を合成しているか、簡潔に説明せよ。
- (3) マメ科植物の根に共生して、窒素分子からアンモニウムイオンの生産を行う微生物の名称を答えよ。
- (4) 有機物に含まれる元素やエネルギーは、生態系内をさまざまな状態で移動している。以下のア～ウのうち、生態系内を循環するものをすべて選び、記号で答えよ。

ア．炭素 イ．窒素 ウ．エネルギー

2 次の文章は、呼吸と発酵について述べたものである。以下の問いに答えよ。

生物は、^(I)炭水化物・脂肪・タンパク質などの有機物の分解に伴って放出されるエネルギーを用いて ATP を合成し、さまざまな生命活動を営んでいる。

酸素を用いて有機物を分解し、ATP を合成する過程を呼吸と呼ぶ。真核生物の呼吸には、細胞小器官のミトコンドリアがかかわっている。ミトコンドリアは二重の生体膜からなり、内膜で囲まれている領域は と呼ばれ、有機物の分解に関与する酵素が存在する。グルコースが呼吸基質となる場合、呼吸の過程は、サイトゾルで進行する 、ミトコンドリアの 内で進行する 、内膜で進行する^(II)電子伝達系の3段階からなる。まず、 では、グルコースが分解されて が生じ、この過程でエネルギーの一部が ATP と の形で取り出される。次に、 では、 が分解されて二酸化炭素が生じ、この過程で ATP と の形でエネルギーが取り出される。最後に、電子伝達系では、 などのもつ電子が最終的に酸素に受け渡され、酸素を して、水を生じる。このとき生じるエネルギーを用いて、グルコース1分子あたり最大で34分子のATPが合成される。

一方、酸素を用いずに有機物を分解し、その過程でATPを合成するはたらきを発酵と呼ぶ。発酵では、共通の過程として、まず、 によりグルコースが になる。 ではグルコース1分子あたり 分子のATPが消費されたのち、脱水素反応を経て、 分子のATPが生じて、 全体では、 分子のATPが合成される。発酵は、^(III)反応の最終産物の違いによっていくつかの種類に分けられる。分解産物としてエタノールと二酸化炭素が生じるものを 発酵と呼ぶ。 発酵では、 で生じた は、 のはたらきで二酸化炭素とアセトアルデヒドに分解された後、アセトアルデヒドが によって され、エタノールとなる。

(1) 空欄 ～ に当てはまる適切な語句を記入せよ。

(2) 空欄 ～ に当てはまる適切な数字を記入せよ。

- (3) 下線部 (I) に示す有機物のうち、脂肪が呼吸基質として利用される場合、最初の分解反応で2つの物質が生じる。これら2つの物質の名称を答えよ。
- (4) 下線部 (II) に関して、この過程で起こる ATP の合成反応は何と呼ばれるか、名称を答えよ。
- (5) 下線部 (III) に関して、乳酸発酵とはどのような発酵か、簡潔に説明せよ。

3

遺伝子を扱う技術に関して、以下の問いに答えよ。

(1) I～VIIの文章について、下線部が正しい場合は○を、間違っている場合は×を付けて、正しい語句を記入せよ。

I. 制限酵素は、特定の塩基配列を認識してDNAを切断する酵素であり、目的のDNAを切り出す際などに用いられる制限酵素にはさまざまな種類があり、種類によって認識して切断する配列が異なる。

II. 目的の遺伝子を細胞に導入する際、導入したいDNAを運搬する運び手として用いられるDNAなどを、ベクターと呼ぶ。ベクターには、細菌のもつプライマーなどが用いられる。ベクターとしてのプライマーを大腸菌などに取り込ませると、大腸菌が増殖するとともにプライマーも大腸菌内で増殖するため、目的の遺伝子を増幅させることができる。

III. DNA リガーゼを利用して試験管内で目的のDNA断片を増幅する方法を、PCR法という。PCR法では、微量のDNAから短時間で多量に目的のDNA断片を増幅できる。

IV. DNAを分離する方法として、電気泳動法がある。DNAのヌクレオチドを構成するリン酸は水溶液中で負(－)の電荷をもつため、寒天ゲル中に電流を流すと、DNAは陽極に向かって移動する。

V. DNAから転写されたtRNAを調べる方法として、RNAシーケンシングと呼ばれる方法がある。この方法では、細胞や組織から抽出したすべてのtRNAの塩基配列を読み取ることで、すべての遺伝子の転写量を見積もることができる。このため、結果を比較することで、発現している遺伝子の種類や量の、細胞や組織ごとの違いをみることができる。

VI. 外来遺伝子を人為的に導入した生物をトランスジェニック生物と呼ぶ。トランスジェニック生物のうち、食品として提供するものを、一般に、遺伝子組換え作物(遺伝子組換え食品)と呼ぶ。

VII. メタゲノム解析では、指定した塩基配列を特異的に切断する酵素を用い、DNAの塩基配列を狙った位置で切断することで、突然変異を誘発したり外来遺伝子を導入したりすることができる。

(2) 電気泳動において、DNA 断片の塩基対の数を推定するためには、塩基対の数が既知の複数の DNA 断片を分子量マーカーとして用いる。図 1 は、目的の DNA 断片と分子量マーカーをある条件で同時に泳動させた結果であり、それぞれの分子量マーカーの塩基対の数と移動距離を記してある。図 2 は、分子量マーカーの移動距離から求められた近似直線を示したグラフである。この近似直線を参照して、レーン①と②のバンドの塩基対の数を推定し、それぞれもっとも適切な数値を以下のア～コから選び、記号で答えよ。

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|---------|
| ア. 100 | イ. 200 | ウ. 300 | エ. 400 | オ. 500 |
| カ. 600 | キ. 700 | ク. 800 | ケ. 900 | コ. 1000 |

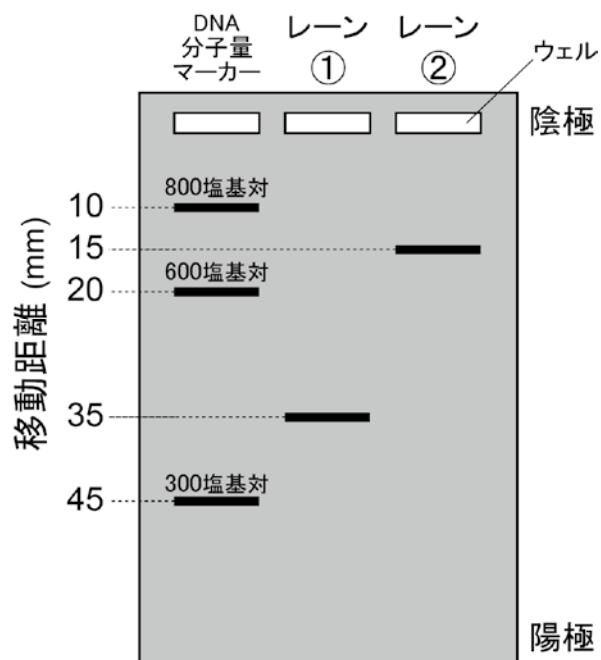


図 1

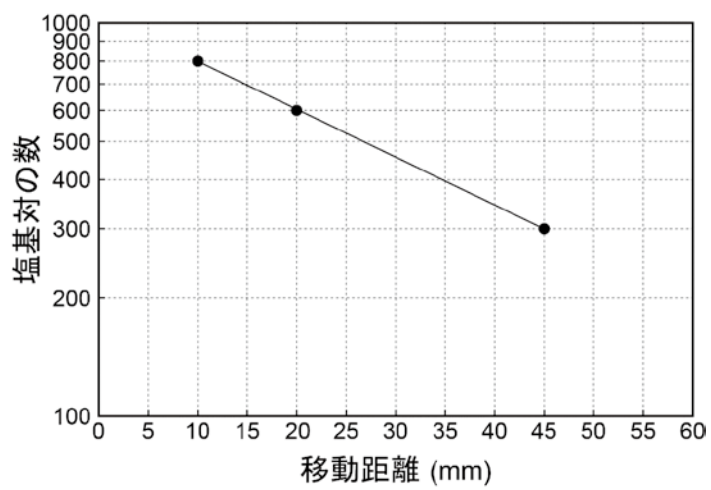


図 2