

生物学

【第8問】

I 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

生物の酵素は代謝活動に必要な反応を触媒する。酵素の反応速度 v は、一般的にミカエリス・メンテン式で表される。

$$v = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$

ここで、 $[S]$ は基質濃度、 V_{\max} は基質濃度が無限大のときの反応速度である。また、 K_m はミカエリス・メンテン定数といい、 $v = V_{\max} / 2$ （最大速度の半分の速度）を与える基質濃度を表す。図に示すように、反応速度は基質濃度が低いときはその濃度に比例し、基質濃度が高いときは最大速度 V_{\max} に収束する。

リブローズビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ、またはルビスコと呼ばれる酵素は地球上で最も多いたんぱく質として知られる。この酵素はリブローズビスリン酸に二酸化炭素を固定し、ホスホグリセリン酸を生成する反応を触媒する。ホスホグリセリン酸からは、グリセルアルデヒドリン酸とフルクトースビスリン酸を経て（ア）がつくられ、そこからグルコースが取り出される。そのグルコースは、（イ）系を介してフルクトースビスリン酸を経てピルビン酸となる。ピルビン酸から生成されるアセチル CoA は、クエン酸回路を介して二酸化炭素に変換される。脂肪は、まず、グリセリンと脂肪酸に分解されて、グリセリンは（イ）系に入りピルビン酸になる。脂肪酸は、順次分解されてアセチル CoA となりクエン酸回路に入る。

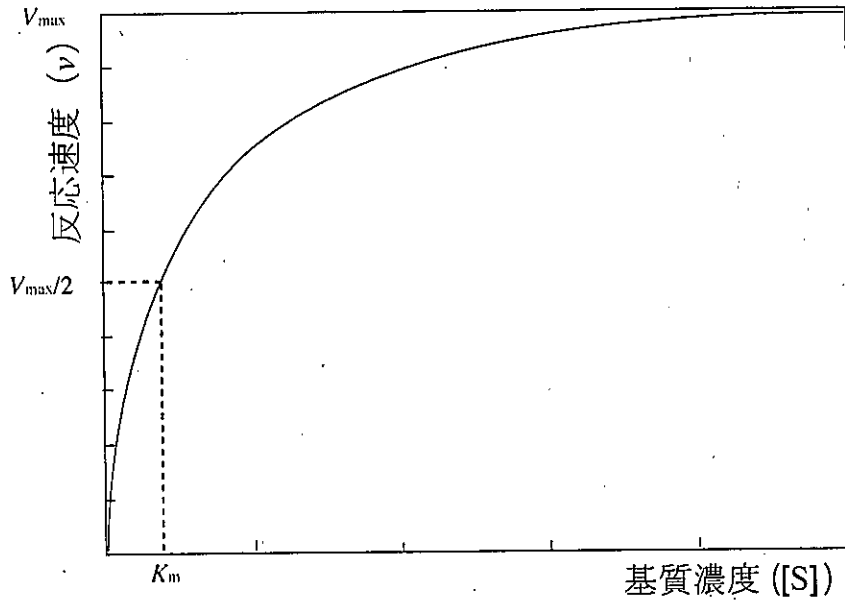


図 基質濃度と酵素反応速度の関係

- (1) (ア) と (イ) に入る適切な語句を答えよ。
- (2) リブローズビスリン酸からルビスコにより二酸化炭素が固定される反応の速度が、二酸化炭素の基質濃度 9 mmol/L, 19 mmol/L の際に、それぞれ 90 mmol/s, 95 mmol/s であった。このときの K_m と V_{max} を求めよ。
- (3) ルビスコにより二酸化炭素が固定されると、1分子のリブローズビスリン酸からホスホグリセリン酸がいくつ生成されるか答えよ。また、グリセルアルデヒドリン酸とフルクトースビスリン酸の炭素数を答えよ。
- (4) CAM 植物は、カルビン・ベンソン回路を用いて炭素固定をすることが知られる。多くの植物が属する C3 植物と比べて、CAM 植物の光合成の仕組みが異なる点を三つ、それぞれ 20 字程度で答えよ。また、CAM 植物が C3 植物より有利になる環境を 10 字程度で答えよ。

II 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

DNAは(ア)の略語であり、遺伝情報を記録する根源的な分子である。DNAは糖、塩基、(イ)の三つの構成単位からなり、塩基には^(A)アデニン、チミン、グアニン、シトシンの4種が知られている。これらの構成単位は互いに結合して二重らせん構造をとっており、1回転のらせんに10塩基対が含まれる。DNAの二本鎖には方向性があり、^(B)5'末端→3'末端と3'末端→5'末端が区別される。DNAの情報を子孫に伝えるためには、細胞分裂の前にDNAの複製が必要であるが、複製時にはDNAの一部が一本鎖にほどけ、両側で複製反応が進行する。DNAの複製にはエラーが起きることがあるが、修復の機能が備わっており、複製は極めて正確に行われる。しかし、^(C)長い時間スケールでは、様々な変異が蓄積し、進化を引き起こす原動力となる。

- (1) (ア)と(イ)に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部(A)をプリン塩基とピリミジン塩基に分類せよ。また、塩基置換におけるトランジション、トランスバージョンはどのような変化であるか100字程度で説明せよ。
- (3) 下線部(B)の方向性を示す用語である3'末端、5'末端の構造の違いをDNAの糖とその他の構成要素との位置関係に注目して100字程度で説明せよ。
- (4) DNAが複製される場合、5'末端→3'末端方向側と3'末端→5'末端方向側とで起こる合成反応の違いを100字程度で説明せよ。
- (5) 下線部(C)の変異が蓄積する速度(塩基置換速度)は遺伝子によって異なる。塩基置換速度を変化させる要因について100字程度で説明せよ。

生物学

【第9問】

I 以下の文章を読み、問いに答えよ。

陸上の生物群集は、植生によっていくつかのバイオームに分けることができる。バイオームの地理的分布は、気温と降水量などの気候条件によって規定される。一方、水域のバイオームは、主に水深と塩分によって規定されるが、(A)気候帯によっても異なるバイオームが分布する。より小さな空間スケールでは、生物の生息場 (habitat) は、地形や土地利用によって規定される。現在、(B)人間活動に伴う土地改変によって、生物の生息場が縮小し、絶滅のリスクが高まっている。

- (1) 陸上のバイオーム (熱帯雨林・季節林, 温帯林・疎林, タイガ[亜寒帯林], サバンナ, 砂漠, ツンドラ) の分布を, 年間降水量を縦軸, 平均気温を横軸として図示せよ。
- (2) 下線部 (A) について, 温帯と熱帯において汽水域 (河口の潮間帯) と海岸で特徴的なバイオームの名称をそれぞれ一つずつ, 合計4つ答えよ。
- (3) 生息場と似た概念に, ニッチがある。生態学におけるニッチとはどのような概念か, 生息場との違いがわかるように100字程度で説明せよ。
- (4) 下線部 (B) について, 以下の4つの用語を全て用いて, どのように絶滅が起こるか, 200字程度で説明せよ。

パッチの数, パッチのサイズ, 近隣パッチまでの距離, エッジの総延長

II 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

化石は過去に絶滅した生物が存在したこと、およびその進化過程を示す唯一の直接証拠であるが、その記録は本質的に不完全であることを認識する必要がある。生物が死んでから化石として発見されるまでの間の過程についての研究を総称して（ア）と呼ぶが、この過程はさらに^(A)腐敗、^(B)運搬、破壊と堆積、^(C)続成作用の三つの過程に大きく分けられる。この過程の結果、保存される個体数や情報量は次第に減少していく。例えば生物群集が化石として残る場合、本来の生息場所で遺骸が埋没することによりできる（イ）集団と、埋没前に運搬されることによりできる（ウ）集団とに区別され、後者の場合はその生物群集の生息環境に関する情報の多くは失われている。また、化石の保存や発見には様々なバイアスがかかっており、^(D)化石記録の見た目の消長を、実際の過去の生物多様性の変化としてそのまま解釈することには問題がある場合が多い。

- (1) （ア）から（ウ）に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部（A）の結果、化石には多くの場合硬組織のみが保存されている。そのような硬組織を形成する鉱物種には様々なものがあるが、このうち、軟体動物に属する二枚貝類の殻を構成する鉱物種を二つ挙げよ。
- (3) 下線部（B）の過程の研究を総称して何と呼ぶか、英単語で答えよ。また、この中の破壊の過程の結果、動物の遺骸が受ける損傷としてはどのようなものがあるか、三つあげ、それぞれ20字程度で簡潔に説明せよ。
- (4) 下線部（C）の中で代表的なものとして、鉱化(permineralization)と再結晶化(recrystallization)がある。これらについて具体的な例を挙げ、どのような過程であるかをそれぞれ70字程度で説明せよ。
- (5) 下線部（D）に関連して、顕生累代における海生動物分類群の見かけの多様性の変化は、復元された汎世界的海水準変動と大きく相関している。

この観察事実については、使用した化石記録にはバイアスがかかっていることを示しているという解釈と、逆にまさに期待される結果であるという解釈の両方ができる。それぞれの解釈の根拠を、それぞれ70字程度で説明せよ。