

# 生物学

I 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

古代 DNA の分析感度・精度は、分子クローニング法 + サンガー法 →<sub>(A)</sub>PCR 法 →<sub>(B)</sub>次世代シーケンサーによる解析、という用いる分析手法の発展とともに向上した。古代 DNA では、DNA が 150 塩基対以下に断片化され、それぞれの断片の両端において、<sub>(C)</sub>C(シトシン)が加水分解により U(ウラシル)に変換される傾向にある。その場合、本来 C の塩基が T(チミン)として、その相補鎖では本来 G(グアニン)の塩基が(ア)として復元されてしまうことになる。これは、PCR による解析では重大な誤りを引き起こしかねない。一方、タンパク質のポリマーをつなぐ(イ)結合は、核酸ポリマーをつなぐ(ウ)結合よりも強固であるため、DNA が残されていない化石からも<sub>(D)</sub>アミノ酸配列情報が得られる可能性がある。

(1) (ア)から(ウ)に入る適切な語句を答えよ。

(2) 下線部(A)がどのような分析手法かを説明した以下の文章を読んで、(エ)から(ク)に入る適切な語句を答えよ。

ターゲットとする DNA 断片の両端のそれぞれに相補的な短い一本鎖 DNA 断片(プライマー)を含む DNA サンプルを(エ)した後、温度を下げることでプライマーをターゲットに(オ)させる。その後(エ)したそれぞれの DNA 一本鎖を鋳型にして、DNA ポリメラーゼによりそれぞれのプライマーの(カ)末端から(キ)させる。(エ)→(オ)→(キ)の1サイクルの後、ターゲットの DNA 断片は理論的には(ク)倍になる。このサイクルを 30 回程度繰り返すことで、in vitro で短時間に目的とする DNA 断片を増幅する手法。

(3) 下線部(B)に関して、次世代シーケンサーを用いた DNA シーケンシングとはどのような分析手法か。従来のサンガー法と比較しつつ、多様な次世代シーケンサーに共通する特徴について、100 字程度で答えよ。

(4) 下線部(C)に関して、シトシンの加水分解によるウラシルへの変換は、生体内でも生じるが、そのような遺伝子の損傷は、生体の持つ遺伝子修復機構により常にチェックされ、その多くは修復される。この遺伝子修復機構において、DNAでチミンのかわりにウラシルが用いられた場合、生体にとってどのような不都合があるか、100字程度で答えよ。

(5) 下線部(D)に関連して、グリシンの三文字記号、一文字記号、構造式をそれぞれ答えよ。

## II 動物の発生に関する以下の問いに答えよ。

動物の発生は一般に、受精によりそのプロセスが開始される。受精後に卵は(ア)と呼ばれる細胞分裂を行い、その結果その細胞数が増加するが、(ア)には<sub>(A)</sub>様々な様式が存在する。脊椎動物では(ア)が進み、ある程度の細胞数に達した後比較的均一な細胞からなる(イ)胚、<sub>(B)</sub>胚葉が成立する(ウ)胚、神経管が形成される(エ)胚を経て、器官形成が進行する。

(1) (ア)から(エ)に入る適切な語句を答えよ。

(2) 成体における一般的な細胞分裂に比べて(ア)が異なる点を2つ挙げ、合わせて50字程度で述べよ。

(3) 下線部(A)に関して、胚と卵中の卵黄の分布形態との関係に注目して、異なる3種類の様式について合わせて70字程度で述べよ。

(4) 下線部(B)には、外胚葉、中胚葉、内胚葉の3つがある。消化管、中枢神経系、表皮、骨格筋はそれぞれどの胚葉に由来するか述べよ。

(5) 脊椎動物の眼の主要構成要素である角膜、レンズ、網膜、視神経は全て外胚葉から生じる。これらの要素が正常に形成されるためには神経管の一

部である前脳と表皮の間の相互作用が不可欠である。その点に注目し、眼の発生過程を以下の用語を全て用いて 100 字程度で説明せよ。

眼胞 眼胚 誘導 レンズ 角膜

Ⅲ 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

地球表層において、(A)陸上の植物や海洋の植物プランクトンにより一次生産された有機物は、食物網を介して最終的に分解される。食物網は、生産者、(ア)および分解者から構成される。窒素は生体物質を構成する(イ)やタンパク質などに含まれる。ほとんどの生物は、(B)窒素ガス(N<sub>2</sub>)を利用することはできず、植物はアンモニウムイオンや(ウ)イオンを摂取して、窒素を同化する。近年の窒素肥料からの過度の窒素供給が、河川を介して海まで影響を及ぼし、(C)富栄養化の問題が起きている。(D)過剰なアンモニアイオンは硝化細菌により(ウ)イオンに酸化され、(ウ)イオンは脱窒菌により窒素ガスに還元され大気に放出される。

- (1) (ア) から (ウ) に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部 (A) の有機物に関して、陸上では赤道直下の熱帯地域で最も大量に生産されるが、海洋で生産量の大きいのは北極海や南極海に接した高緯度海域である。これらの海域で生産量の大きい理由を 30 字程度で述べよ。
- (3) 下線部 (B) を利用できる生物の名称を 2 つ答えよ。
- (4) 下線部 (C) に関して、内湾が富栄養化することで、デッドゾーンと呼ばれる場所が形成される。デッドゾーンとは何か、またデッドゾーンの形成過程、および生態系保全への悪影響について、合わせて 100 字程度で答えよ。
- (5) 下線部 (D) に関して、硝化細菌と脱窒菌の生息環境の違いを 30 字程度で答えよ。

