

生 物 学

【第9問】次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

古代 DNA の研究は、1984 年に(A)分子クローニング技術を応用して、140 年前のクアツガ（絶滅した馬の仲間）の博物館標本からミトコンドリア DNA の塩基配列が読まれたことに始まる。DNA は、一般に分解・変質しやすい（ア）を含むため、化学分析に基づくそれまでの研究では、分子化石として保存されることが絶望視されていた。遺伝子工学という新しいアプローチにより、2400 年前のエジプトのミイラ、8000 年前の先史人、53000 年前のマンモスゾウなどの DNA などがさらに検出された。しかし、分子クローニングによる研究はすぐに壁に直面した。古代 DNA は分解・損傷を受けているため、クローン化の効率が極度に低く、またそのため、再現性が担保されなかったのだ。この状況を打開したのが、1985 年に K・マリスによって発明され、1988 年に改良・実用化された(B)ポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) 法である。この PCR 法により、あらかじめ生物学的に興味深いゲノム領域（現世の集団間で変異の大きい領域など）を選んで解析することが可能となり、しかもターゲットの配列を含む DNA が 1 分子でも存在すれば、塩基配列の解析に十分な DNA を得ることが原理的には可能となった。

生体内では、DNA が受けた損傷は様々な修復機構によって修復される。しかし、生物の死後は、そのような修復機構は働かず、DNA は酸化、加水分解、分子の重合や非酵素的なメチル化などを経て次第に分解されていく。また、(イ)と DNA を隔てていた機構も取り払われ、DNA はその生物自身の (イ) によって分解される。さらにこれらの分解された DNA は細菌、菌類、昆虫などのえさとなる。乾燥、低温、低酸素、高塩分などの環境では、これらのプロセスの進行は遅くなるが、古代 DNA は、以上述べた損傷を多かれ少なかれ被っている。中でも特に明らかな損傷は、断片化である。古代 DNA は一般に 100 から 500 塩基対以下に長さが減少している。逆にこの性質は DNA の真贋判定の基準の一つとしても使われる。DNA の断片化は、死直後の酵素による消化と、非酵素的な加水分解によるリン酸 (ウ) 結合の開裂が主な原因である。塩基の欠失した部位は断片されやすいため、加水分解 (脱プリン化) によりプリン塩基 (アデ

ニンと (エ)) がヌクレオチドから欠失する反応も重要な DNA の分解経路である。①これらの損傷のうち、最もやっかいなのは DNA の酸化や加水分解によって、塩基が損傷を受け、(オ) ように変化することだろう。

- (1) (ア) から (エ) に入る最も適切な語をそれぞれ述べよ。
- (2) 下線部(A)「分子クローニング技術」の原理を 150 字程度で述べよ。
- (3) 下線部(B)「PCR 法」の原理を 150 字程度で述べよ。
- (4) 下線部(C)で述べられている「最もやっかい」な DNA の損傷とは、塩基がどのように変化する場合か。(オ)に入る内容を 20 字程度で述べよ。
- (5) 動物の古代 DNA の研究ではミトコンドリア DNA を研究対象にすることが多いが、最近では核ゲノムの配列も解読されるようになってきた。細胞あたりのコピー数とコードする遺伝子の種類という 2 つの観点からミトコンドリアゲノムと核ゲノムを比較し、古代 DNA 研究でミトコンドリアゲノムをターゲットにする利点と核ゲノムをターゲットにする利点をそれぞれ 100 字程度で述べよ。

生物学

【第10問】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

I 湖などの閉鎖的水域では、水面から堆積物までの水塊中で、酸素と硫化水素濃度が(A)季節により変動する場合がある。その場合、酸素と硫化水素の濃度勾配を伴って成層した水塊は、酸素に富む(ア)層と、硫化水素に富む(イ)層、両者の中間の(ウ)層から形成される。無酸素水塊の出現は、元素循環とともに(B)生態系に大きな影響を及ぼすことが知られる。

- (1) (ア) から (ウ) の適切な語句を答えよ。
- (2) 水塊中で酸素と硫化水素を生じる生物活動に関して、活動を行う生物の種類を含めて50字程度で説明せよ。
- (3) 下線部(A)の季節変動を引き起こす生物要因と物理要因を、それぞれ100字程度で説明せよ。
- (4) 下線部(B)の生態系への大きな影響について、増殖する生物と死滅する生物をそれぞれ二つ答えよ。また、それらの生物の生息場所を答えよ。
- (5) 水中における可視光の変化と光合成生物の光利用の関係を80字程度で述べよ。また、光合成生物の種類で深度分布に違いが起きる理由を50字程度で説明せよ。

II 後生動物および脊索動物の系統関係を簡略化した分岐図を図1に示した。図1に関して以下の問いに答えよ。

- (1) 後生動物、後口動物、棘皮動物、有羊膜類のそれぞれを特徴づける共有派生形質を一つずつ答えよ。

(2) 二枚貝類と腕足類はともに 2 枚の殻をもつ動物であるが、両者の殻と体の構造の関係は大きく異なっている。この違いを 100 字程度で説明せよ。また、これらの分類群は図 1 の分岐図上の末端に示した分類群の中のどれに含まれるか、それぞれ答えよ。

(3) 鳥類は爬虫類に含まれる分類群であるという分類法と、鳥類と爬虫類は並列されるべき分類群であるという分類法とがある。それぞれどのような論理に基づいているのか、合わせて 200 字程度で説明せよ。

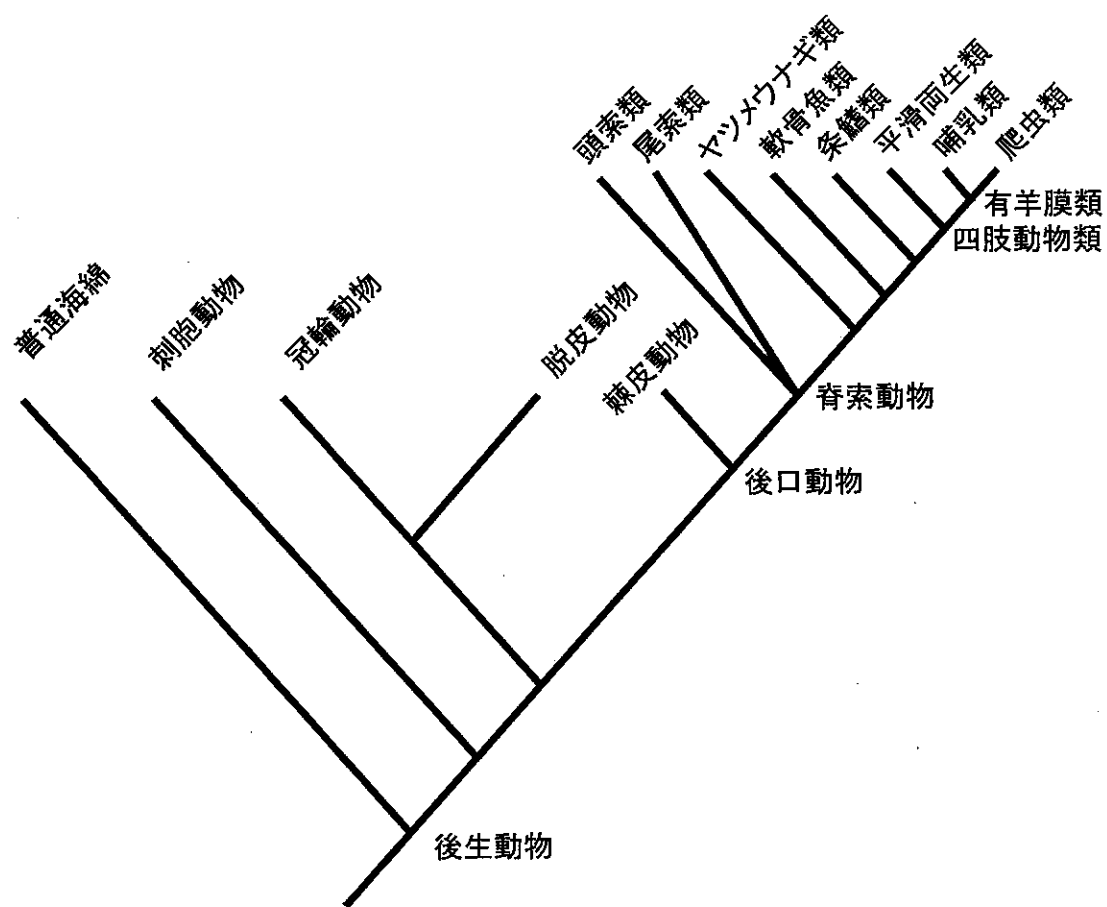


図 1 後生動物の分岐図。脊索動物については詳細な系統関係を示す。