

問題 9 (生物学)

ミトコンドリア DNA の分子進化に関する以下の各問に答えよ。

問1) ミトコンドリア DNA (mtDNA) にコードされる rRNA 遺伝子の塩基配列の類縁性などを根拠に、ミトコンドリアの起原は好気性細菌の細胞内共生であったと考えられている。後生動物ミトコンドリアの遺伝情報発現系は以下の a)-h)の性質を持つ。これらの性質のうち、一般的に原核細胞生物(古細菌を除く)と共通しているが、真核細胞生物(オルガネラを除く)には該当しないと考えられるものを選び、その記号を記せ。

- a) 環状の染色体構造を持つ
- b) DNA 複製は RNA プライマーから開始する
- c) イントロンを持たない
- d) 複数の遺伝子がポリシストロニック mRNA として転写され、それが各遺伝子の前後で切断を受けて polyA 付加した後に翻訳反応の鋳型となる
- e) 各 mRNA の 5'末端には殆ど先導配列がなく、従ってシャイン・ダルガルノ配列などの保存配列も見られない
- f) リボソームは 55S という比較的小さなサイズを持ち、5S rRNA を持たない
- g) ポリペプチド合成はホルミル化されたメチオニンから開始する
- h) タンパク質合成は抗生物質クロラムフェニコールで阻害されるが、シクロヘキシミドでは阻害されない

問2) mtDNA にコードされるシトクロム *b* 遺伝子の一部の領域を、ヒト、チンパンジー、ゴリラ、オランウータンから配列決定したところ、図1の結果が得られた。ヒトとチンパンジーの塩基配列間において異なる塩基を持つサイトの数を、コドン1文字目、2文字目、3文字目に分けてそれぞれ求めよ。また、ミトコンドリアの遺伝暗号表(図2)に基づいてアミノ酸配列に翻訳した場合、ヒトとチンパンジー間で異なるアミノ酸を持つサイトの数を求めよ。

問3) 分子進化の中立説とは何か。中立説と対立する概念を挙げながら300字程度で説明しなさい。

問4) コドンの各文字の間で置換数に差があるという問2の結果について、その理由を分子進化の中立説に立脚して300字程度で説明せよ。

問5) 図1よりももっと多くの塩基サイトを用いて比較したところ、4種の生物間において表1のような分子進化距離(総サイト数に占める置換サイト数の割合)が求められた。分子進化速度(単位時間あたりの塩基置換数)の一定性が厳密に成立する場合、表1のデータは4種の生物間で最も近縁な生物がヒトとチンパンジーであり、最も初期に枝分かれた生物がオランウータンであることを示唆する。また、オランウータンに直接繋がる系統の化石記録はおおよそ1300万年前までさかのぼれることが分かっている。これらの前提のもとにヒトとチンパンジーの分岐年代を求め、計算式とともに記せ。なお多重塩基置換に関わる分子進化距離の補正は行わなくてよい。

