

問題番号 [9] < 遺伝学・集団遺伝学 >

(1) ある島での ABO 式血液型の頻度は以下のとおりであった。

A 型 : 45%、B 型 : 13%、AB 型 : 6%、O 型 : 36%

島民は十分大きなメンデル集団と見なせるとき、以下の問いに答えなさい。既約分数か有効数字 2 ケタの小数で答えること。(計 25 点)

- (a) この島での O アレルの頻度を求めなさい。(5 点)
- (b) この島での A アレルの頻度を求めなさい。(5 点)
- (c) この島の島民で A 型の人が AA のホモ接合である確率を求めなさい。(5 点)
- (d) この島のある家族で、父親は A 型、母親は O 型で、3 人の子供はすべて A 型であった。このとき、父親が AA のホモ接合である事後確率を求めなさい。事前確率は (c) で求めた確率から設定してよい。(10 点)

(2) 量的遺伝に関する以下の問いに答えなさい。(計 25 点)

- (a) 下の文章の (ア) ~ (ウ) に適切な用語を記入しなさい。(各 4 点、計 12 点)

ヒトの身長や体重、血圧など、さまざまな形質は多くの遺伝子多型によって制御される量的形質である。近年では、ゲノムワイド関連解析などの統計手法を用いて、これらの表現型を制御する遺伝子座を網羅的に検出することが可能になりつつある。このような技術の理論的基盤となる量的遺伝学において重要な概念の一つに遺伝率がある。遺伝率の推定に用いられる集団の形質値の分散は、(ア) 要因と (イ) 要因に分解することができ、さらにその (ア) 要因は、相加的な効果と (ウ) 効果に分解することができる。

- (b) ある植物種の任意交配集団から各個体の種子数を形質として取得した。集団の形質値の分散を V_p 、遺伝分散を V_g とする時、広義の遺伝率 H^2 は V_g/V_p となる。以下の問いに答えなさい。(計 13 点)
 - (i) $V_p=250$ 、 $V_g=100$ の時、 H^2 と環境分散 V_e を求めなさい。問 (2) (a) の (ア) 要因と (イ) 要因の相互作用効果については無視できるものとする。値は必要に応じて小数点以下 3 位で四捨五入すること (8 点)
 - (ii) この集団が完全な自殖集団に移行した場合、集団内の V_g に生ずることが予想される長期的な変化を説明しなさい。(5 点)

問題番号 [10] < 遺伝学・集団遺伝学 >

自然選択と適応に関する以下の質問に答えなさい。(計 50 点)

(1) 300 個のコドンからなる遺伝子 X がある。図 1 は種 A、B、C、D において共通祖先とは異なる

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 種A | **A | *** | *** | *** | *** | **C | *G* | *** | *** | *** |
| 種B | **A | *** | *** | *** | *** | *** | *G* | *** | *** | **G |
| 種C | C** | **A | *T* | A** | *** | G** | *** | A** | T** | A** |
| 種D | C** | *** | *T* | A** | **T | G** | *** | A** | T** | A** |

図1 遺伝子Xのコドンにみられる変異

10 コドンだけを示している。コドン塩基の表記は左から右に向かって第 1 から第 3 塩基であり、第 1 と第 2 塩基の変異はアミノ酸変異を引き起こし、第 3 塩基はアミノ酸変異を引き起こさないものとする。また「*」は共通祖先と同じ塩基を意味する。アミノ酸置換率に着目した自然選択検出法について述べた以下の文章の (ア) ~ (オ) に入る言葉を記入しなさい。(各 2 点、計 10 点)

『(ア) 置換はアミノ酸変異を引き起こす。(イ) 置換はアミノ酸の変異を引き起こさないため中立突然変異とみなすことができる。(ア) 置換率を (イ) 置換率で割った値 (ω) をもとに、中立進化か否かが議論できる。 ω が (ウ) となる場合は、中立進化とみなされる。一方 ω が (ウ) よりも大きい場合は (エ) の自然選択、 ω が (ウ) よりも小さい場合は (オ) の自然選択が働いていると考えられる。』

- (2) 図 1 の各種間のアミノ酸変異を起こさない置換率とアミノ酸変異を起こす置換率を、すべての組み合わせ (6 通り) について求めなさい。(各 2 点、計 12 点)
- (3) 遺伝子 X の系統樹を作成し、変異は黒丸 (●) で樹上に示しなさい。(5 点)
- (4) (2) および (3) の結果を用いて、この遺伝子 X が中立進化か否かを議論し、否定される場合には、その根拠とともに系統樹上の枝を示しなさい。(10 点)

(5) 図 2 は種 E、F、G、H の種の系統樹とタンパク質 Z のアミノ酸の配列 (アミノ酸は一文字表記) である。

| | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 祖先 | D | A | R | H | A | E | E | D |
| 種E | N | K | K | · | · | N | · | N |
| 種F | · | R | · | R | · | D | · | · |
| 種G | · | K | K | · | T | N | · | N |
| 種H | · | · | G | · | · | S | · | E |

図2 タンパク質Zのアミノ酸配列と種の系統樹

祖先と同じアミノ酸の場合は「·」で示している。このアミノ酸配列から得られる系統樹と、種の系統樹との矛盾点を説明しなさい。(5 点)

- (6) 霊長類の仲間であるコロブス類は、霊長類に珍しく葉食に適応し反芻を行う。この葉食に重要な酵素として胃リゾチームがある。収斂進化の結果、反芻動物であるウシとコロブス類の胃リゾチームは配列が似てきている。図 1 の遺伝子 X および図 2 のタンパク質 Z をリゾチームとみなしたとき、コロブス類とウシに該当する可能性のある種をそれぞれ示しなさい。なお種 E、F は霊長類とする。(8 点)