

## 問題番号 [ 1 1 ] < 遺伝学・集団遺伝学 >

(1) Rh 式血液型は、Rh 抗原を持つプラス型と Rh 抗原を持たないマイナス型からなり、マイナス型に対してプラス型が完全優性(顕性)である。Rh マイナス型の表現型頻度が 16% で、メンデル集団を仮定できる人類集団があるとき、以下の問いに答えなさい。流産・死産は考えなくて良い。有効数字 2 ケタで答えること。(計 25 点)

(a) 新生児溶血などを引き起こす血液型不適合は、Rh マイナス型の母親が Rh プラス型の子を出産するときに Rh 抗原に感作されることにより起こる。上の集団で全てのカップルのうち血液型不適合が起こりうる組み合わせのカップルの割合を計算しパーセントで答えなさい。(8 点)

(b) この集団において第一子を出産する母親全体のうち、Rh 抗原に感作されうる母親の割合を計算しパーセントで答えなさい。(8 点)

(c) 第一子を出産した母親のうち、次回の妊娠で Rh の血液型不適合により新生児溶血が起こるリスクがある割合を計算しパーセントで答えなさい。(9 点)

(2) トウモロコシの任意交配集団から各個体の実の長さの平均値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。遺伝効果と環境効果の相互作用効果や遺伝子間の相互作用効果については無視できるものとする。以下の問いに答えなさい。値は小数点以下 3 位で四捨五入すること。(計 25 点)

(a)  $V_p=5.6$ ,  $V_g=4.48$  の時、 $H^2$  と環境分散  $V_e$  を求めなさい。(6 点)

(b) この集団が完全な自殖集団に移行した場合、 $V_g$  がどのように変化するかを答えなさい。(5 点)

(c) トウモロコシ完全自殖集団 A と B の  $V_p$  は、それぞれ 5.5, 6.3 であり、集団 A と B の任意交配集団 C では  $V_p=23.0$  であった。この場合の集団 C の  $V_g$  と  $H^2$  の値を求めなさい。(6 点)

(d) ゲノムワイドな一塩基多型 (SNP) を用いた遺伝率 ( $H_{SNP^2}$ ) は、SNP から求める個体間の遺伝距離によって説明される形質値の分散  $V_p$  の割合として推定される。この時、 $H_{SNP^2}$  が  $H^2$  と大きく乖離するケースが知られている。 $H^2$  の値が大きく、 $H_{SNP^2}$  の値が小さい場合、この形質はどのような遺伝構造によって制御されていると考えられるか。個々の SNP の遺伝効果と数の関係に触れながら 100 文字程度で説明しなさい。(8 点)

# 問題番号 [ 1 2 ] < 遺伝学・集団遺伝学 >

遺伝子における変異と自然選択に関する以下の質問に答えなさい。(計 50 点)

(1) 400 個のコドンからなる遺伝子 X がある。図 1 は、種 A と種 B

種A

C\*\*

\*\*\*

\*\*G

C\*\*

\*\*\*

\*AT

\*\*\*

\*\*\*

T\*\*

\*\*\*

種B

\*\*\*

\*\*A

\*T\*

\*\*\*

G\*\*

\*\*\*

\*\*G

C\*\*

\*\*\*

\*A\*

図1 遺伝子Xのコドンにみられる変異

において、それらコドンのうち変異の見られた 10 個のコドンを示している。コドンの塩基は、左から右に向かって第 1 から第 3 塩基となっている。ここではコドンの第 3 塩基は同義置換サイト、それ以外は非同義置換サイトとみなすものとする。また「\*」は祖先型の塩基を意味する。非同義置換と同義置換について述べた以下の文章の (ア) ~ (エ) に入る言葉を記述しなさい。(各 2 点、計 8 点)

『非同義置換は、(ア) センス変異、(イ) センス変異あるいは、(ウ) シフト変異が含まれる。同義置換は (エ) の変化を引き起こさないため、中立変異とみなすことができる。』

- (2) 図 1 の種 A と種 B の分岐年代は、500 万年である。遺伝子 X の中立突然変異率を計算しなさい。(9 点)
- (3) 遺伝子 X の進化について、図 1 の種 A と種 B における非同義置換と同義置換から、中立進化における非同義置換率 ( $d_n$ ) と同義置換率 ( $d_s$ ) の関係を式で表しながら 200 字程度で論じなさい。(13 点)

- (4) 種 A と種 B において、遺伝子 Y と遺伝子 Z から同じ長さの塩基配列を得た。図 2 は

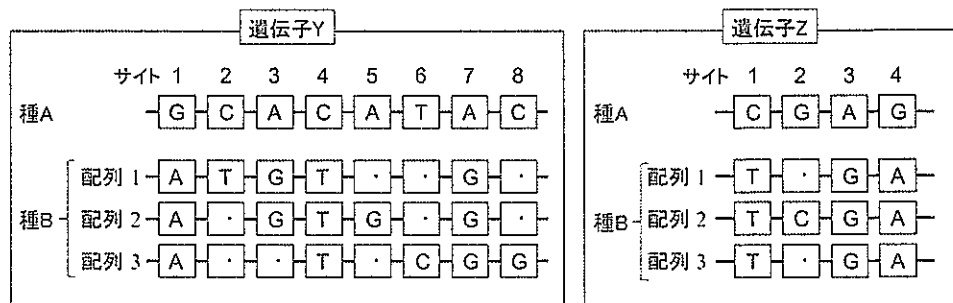


図2 遺伝子YとZにおける種AとBの間の配列比較

その塩基配列において、種間および種Bの種内で変異のあるサイトを示している。種Bの遺伝子Yの系統樹を、種Aを外群として作成しなさい。なお変異は枝上に黒丸 (●) で系統樹上に示すこと。(7 点)

- (5) 種Bの遺伝子Yと遺伝子Zのどちらに正の自然選択が働いていると考えられるか、図2の配列の違いをもとに 200 字程度で論じなさい。遺伝子Yと遺伝子Zにおいて種間で固定している変異サイトの数を  $D_y$ 、 $D_z$ 、種B内の多型サイトの数を  $P_y$ 、 $P_z$  とおき、中立進化の時のこれらの関係と比較しつつ論じること。(13 点)