

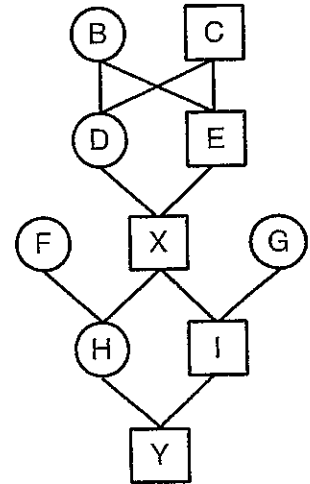
問題番号 [1 1] < 遺伝学・集団遺伝学 >

以下の問い (1)、(2) に答えなさい。(計 50 点)

- (1) 近親交配の子 O より出発して、共通の祖先 A に達し、同じ個体を 2 度通らずに元の個体まで戻ってくる間に通過する個体数を n 、共通祖先 A の近交係数を F_A と置いたときの、個体 O の近交係数 F_O は一般に以下のように表せる。

$$F_O = \left(\frac{1}{2}\right)^n (1 + F_A)$$

共通祖先が複数いる場合は、めいめいに計算して足し合わせればよい。右のような家系図があるとき以下の問いに答えなさい。ただし、個体 B と C の近交係数はゼロとする。(計 25 点)



- (a) 個体 X の近交係数を答えなさい。(5 点)
- (b) 個体 Y の近交係数を答えなさい。(6 点)
- (c) 常染色体劣性疾患であるフェニルケトン尿症 (PKU) が 4 万人に 1 人出現するメンデル集団がある。この集団で右図と同じ婚姻が行われたとき (上の例と同じく個体 B と C の近交係数はゼロとする)、X および Y における PKU の出現率をそれぞれ答えなさい。ただし、分数で答える場合は既約分数で、小数で答える場合は有効数字 3 ケタで答えなさい。自然淘汰および突然変異は考えなくて良い。(各 7 点、計 14 点)

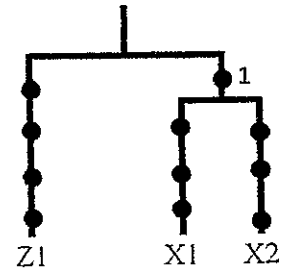
- (2) アサガオの変異体に関する以下の問いに答えなさい。(計 25 点)

- (a) 葉や花弁が細くなる柳変異は雌性不稔の劣性 (潜性) 変異であり、柳変異をヘテロ接合で持つ野生型株から自家受粉によって採種し変異を保存している。この株の種子から何%の確率で柳変異体が分離するか答えなさい。(5 点)
- (b) (a) の種子から得られた野生型株には、柳変異をヘテロ接合で持つ株と持たない株が混在している。ある株から採種した種子を、何粒まいて柳変異体が分離しなければ、この株は柳変異に関して 90% 以上の確率でヘテロ接合ではないと言えるか、粒数を答えなさい。必要であれば $\log_{10}2 = 0.30$ 、 $\log_{10}3 = 0.475$ を使いなさい。(6 点)
- (c) 黄緑色の葉色を呈する黄葉変異は柳変異と同一染色体上に座乗しており、2 つの変異間の組換え率は 20% である。柳と黄葉の二重変異体と野生型を交配して得た F_1 株は野生型となった。この株の自家受粉によって得た種子から野生型葉色で柳の表現型を示す株は全体の何パーセント生じるか答えなさい。(7 点)
- (d) 柳変異の原因遺伝子に挿入しているトランスポゾンが脱離すると、柳は弱いアレルである立田に転換するが、他の挿入変異とは異なり野生型に復帰することは非常にまれである。この理由を述べなさい。なお、植物のトランスポゾンは、脱離する際、挿入部位を完全に修復せず数塩基が残存するが多い。(7 点)

問題番号 [1 2] < 遺伝学・集団遺伝学 >

以下の問い (1)、(2) に答えなさい。(計 50 点)

- (1) ある遺伝子に注目し、種 Z と種 X のそれぞれの集団から 10kb の長さの塩基配列 (種 Z より Z1、種 X より X1 と X2) を得た。これらすべてに共通なサイトを除いた部分の配列はそれぞれ、Z1 は AGTCGAGGTCT、X1 は GACCAAATTC、X2 は GATTAGGACCC であり、これらから図のような系統樹が得られた (変異は黒丸で表記)。種の分岐年代は 80 万年前であり、図の Z1 と他の配列の分岐年代と等しいとする。得られた配列と系統樹について以下の質問に答えなさい。(計 25 点)

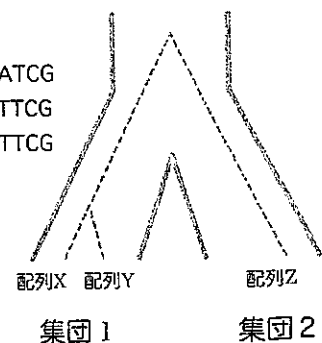


- (a) 図のサイト 1 では A から G への変異がおこっている。この時 X1 に固有におこった 3 つの変異を答えなさい。(6 点)
- (b) Z1、X1、X2 において、すべてに共通なサイトを除いた部分の祖先配列を推定しなさい。(6 点)
- (c) 配列を得た領域の突然変異率 (サイトあたり年あたり) を計算しなさい。(4 点)
- (d) 種 X より新たに 2 つの配列 (X3、X4) を得たところ、それらはそれぞれに 1 つずつ固有の変異をもち、またそれらと他の配列との間の違いは、Z1 との間で 4 つ、X1 との間で 8 つ、X2 との間で 8 つであった。この情報を用いて Z1、X1、X2、X3、X4 の系統樹を作成しなさい。なお変異は図と同様に黒丸として表記すること。(4 点)
- (e) (d) の系統樹から推測される種 X と種 Z にかかわる進化的なイベントを記述し、そのイベントのおこった年代を推定しなさい。(5 点)

- (2) 祖先を共有する 2 つの任意交配集団を考える。ある遺伝子に着目し、集団 1 からは 2 本の配列を、集団 2 から 1 本の配列を取得した。配列ペア間で違いのあった塩基座位数の平均を配列の長さで割った量を塩基多様度という。集団内および集団間の塩基多様度をそれぞれ h_w 、 h_b とする。さらに $F_{ST} = \frac{h_b - h_w}{h_b}$ と定義する。以下の問いに答えなさい。(計 25 点)

- (a) 図の配列データの h_w 、 h_b 、 F_{ST} をそれぞれ求めなさい。(各 4 点、計 12 点)

配列X ATGGTATGGTCGCGTAATCG
配列Y ATTGTATGGTCGCGTATTTCG
配列Z ATGGTACGGTCACGTATTTCG



- (b) F_{ST} の値に影響を与える進化的要因を 2 つ挙げ、それらの要因と F_{ST} 値の大小関係を簡潔に説明しなさい。(各 4 点、計 8 点)

- (c) 独立な 5 つの遺伝子座 A~E の F_{ST} を測定した。それぞれの値は、遺伝子座 A: 0.010、B: 0.011、C: 0.011、D: 0.35、E: 0.010 であった。これらの値の違いが生み出された原因として何が考えられるか。簡潔に説明しなさい。(5 点)