

## 遺伝学および集団遺伝学 (1 / 2)

(注意) 問題 [1] [2] [3] [4] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[1] アサガオは開花前に自動的に自家受粉を行うしくみを持っており、この性質は交配実験や、種子を結ばない不稔の劣性変異の維持に利用されている。このことに関連した以下の問いに答えなさい。(計 25 点)

(1) 柳は江戸時代から保存されている不稔の劣性変異の 1 つである。柳変異についてヘテロ接合の野生型株から閉鎖環境で採種した種子をまくと、何%の確率で柳変異体が分離するか。(5 点)

(2) ある野生型株から採種した種子を、何粒まいて柳変異体が出なければ、この株は柳変異に関して 99%以上の確率でヘテロ接合ではなかったと言えるか。必要であれば  $\log_{10}2 = 0.30$ 、 $\log_{10}3 = 0.48$  を使いなさい。(5 点)

(3) 柳変異は、(1) で柳と同時に分離した野生型株を株ごとに分けて採種し、次代で柳変異を分離しない株由来の種子を廃棄するという方法で維持されてきた。この過程を簡略化し、野生型のヘテロ接合株と柳変異のホモ接合株だけが分離する系統を作製するにはどのようにしたらよいか述べなさい。(5 点)

(4) 帯化と呼ばれる茎がりボン状に広がる変異体は、3 つの劣性変異 ( $f1$ 、 $f2$ 、 $f3$ ) がホモ接合でそろった時だけ表現型として現れることが知られている。ただし  $f1$  と  $f2$  は 20%の組換え率で連鎖しており、 $f3$  は別の染色体に座乗している。帯化と野生型を交配し、 $F_1$  世代を自殖して得られた  $F_2$  世代では、何本に 1 本の確率で帯化が出現することが期待されるか。(10 点)

[2] 嚢胞性繊維症 (Cystic fibrosis) は完全劣性遺伝病で生殖年齢に達する前に患者は死亡する。任意交配を仮定できるある集団において、出現率は  $1/2,500$  であった。以下の問いに答えなさい。(計 25 点)

(1) この集団における嚢胞性繊維症アレル (allele) の頻度を求めなさい。(5 点)

(2) この頻度を維持するのに要する突然変異率を求めなさい。(5 点)

(3) もしこの値が、一般的に知られるヒトの突然変異率と比較して高すぎるとしたら、いずれのアレルのホモ接合体よりも、ヘテロ接合体が有利なためだと説明できるだろう。そのような淘汰の様式の名称を答えなさい。(5 点)

(4) (3) の場合、正常アレルのホモ接合体の淘汰係数を求めなさい。ただし突然変異は無視してよい。(10 点)

## 遺伝学および集団遺伝学 (2 / 2)

(注意) 問題 [1] [2] [3] [4] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[3] 任意交配する二倍体生物集団のある遺伝子座に 2 対立遺伝子  $A, a$  があるとする。各遺伝子型の生存率 (受精卵が成体となる確率) を調べたところ次のようになった。この遺伝子座での世代  $t$  の成体集団から生み出される配偶子プール (遺伝子プール) での  $a$  遺伝子頻度を  $q_t$  で表すことにして、次の問いに答えなさい。ただし (1) ~ (4) では、突然変異は無視して答えること。(計 25 点)

遺伝子型	$AA$	$Aa$	$aa$
生存率	1	1	0

(1) 第 0 世代成体集団から生み出される配偶子プールの  $a$  遺伝子頻度は  $q_0$  である。この世代が任意交配して生まれた受精卵集団での各遺伝子型の頻度を求めなさい。(3 点)

(2) 第 1 世代成体集団での各遺伝子型の頻度を求めなさい。(3 点)

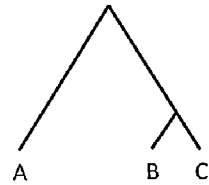
(3)  $q_1, q_2$  を求めなさい。(6 点)

(4)  $q_t$  を求めなさい。(6 点)

(5)  $A$  から  $a$  への 1 代あたりの突然変異率が  $u$  だとして、平衡状態の頻度  $q_\infty$  を求めなさい。 $a$  から  $A$  への突然変異は無視できるものとする。(7 点)

[4] 種 A、種 B、種 C を対象とした系統樹にもとづく進化解析について、以下の問いに答えなさい。(計 25 点)

(1) 種 A、種 B、種 C の種の系統関係は右図に示されるとおりであり、種 A の系統と種 B・種 C の系統との分岐年代は 600 万年前である。中立に進化していると考えられる非コード領域の塩基配列間の違い (%) を遺伝距離として用い系統樹を作成したところ、種の系統関係 (右図) と一致した。遺伝距離は、種 A と種 B の間で 1.1%、種 A と種 C の間で 1.3%、種 B と種 C の間で 0.3%、であった。

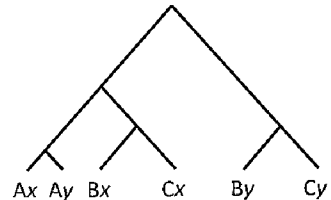


(a) 使用した遺伝距離から、非コード領域のサイトあたり年あたりの突然変異率を求めなさい。(5 点)

(b) (a) で求めた突然変異率をもとに、種 B と種 C の分岐年代を求めなさい。(5 点)

(2) ある遺伝子座の遺伝子が別の遺伝子座の遺伝子を遺伝子変換することで、2 つの異なる遺伝子座の間の塩基配列の相同性が高くなる。

(a) 種 A、種 B、種 C の遺伝子座  $x$  と遺伝子座  $y$  の系統関係を調べたところ、右図のような系統樹が得られた。この系統樹に示される系統関係を遺伝子変換で説明しなさい。なお右図の  $A_x, A_y, B_x, B_y, C_x, C_y$  の最初の大文字は種、次の小文字は遺伝子座を表す。(6 点)



(b) 種 A、種 B、種 C の全ての種で遺伝子座  $x$  と遺伝子座  $y$  の間で遺伝子変換が起こった場合、得られると期待される系統樹を、(a) の系統樹を参考に描画しなさい。(9 点)