

遺伝学および集団遺伝学 (1 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] [4] [5] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

裏を使用しても良い。解答は英語、日本語どちらでも可とする。

[1] 以下の問いに答えなさい。(計 20 点)。

(1) メンデルはエンドウ ($2n = 14$) の 7 つの変異形質を選び遺伝の実験に用いた。もし全ての変異遺伝子座がそれぞれ別の染色体に座乗しているとすると、その確率はどれだけか、計算式で答えなさい (数値は計算しなくてよい)。(6 点)

(2) ある自殖性の植物の野生型株が、ある劣性形質をヘテロ接合で持っているか調べたい。95% の確率で遺伝子型を確定させるには、この株から採種した種子を何粒以上播けばよいか、計算式で答えなさい (数値は計算しなくてよい)。(7 点)

(3) キイロショウジョウバエの体色は、正常体色が優性形質であり、黒色が劣性形質である。この体色を決める遺伝子のアレル (allele) は、 B が優性であり b が劣性である。一方、ショウジョウバエの翅の状態には、正常翅と痕跡翅があり、正常翅が優性形質であり、痕跡翅が劣性形質である。この翅の状態を決める遺伝子のアレルは、 Vg が優性であり、 vg が劣性である。 $BBVgVg$ (灰色、正常翅) と $bbvgvg$ (黒色、痕跡翅) との交配から生まれた $BbVgvg$ (灰色、正常翅) を $bbvgvg$ (黒色、痕跡翅) と交配させたところ、その子供は、 $BbVgvg$ (灰色、正常翅) が 1018 個体、 $bbvgvg$ (黒色、痕跡翅) が 1032 個体、 $Bbvgvg$ (灰色、痕跡翅) が 236 個体、 $bbVgvg$ (黒色、正常翅) が 214 個体であった。これらの観察結果から、組換え率を計算しなさい。(7 点)

遺伝学および集団遺伝学 (2 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] [4] [5] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

裏を使用しても良い。解答は英語、日本語どちらでも可とする。

[2] モーガンがキイロショウジョウバエを実験材料として使い始めてから、最初に見つかった変異体は白眼(w)のオスであった。見かけ上、この遺伝様式がメンデル則に従っていなかったことが後の遺伝学の発展に大きく貢献している。(計 20 点)。

(1) この白眼変異が最初に見つかった理由は、他の眼色変異とは座乗する染色体が異なるためであると仮定した。この場合、なぜ白眼変異が見つかりやすいのか理由を答えなさい。(4 点)。

(2) この白眼のオスと野生型のメスを交配した場合、 F_1 世代ではオス、メスともに野生型眼色になった。これらを交配して得た F_2 世代ではオスの何パーセントが白眼になるか答えなさい。(4 点)。

(3) この白眼のオスと、ある特殊な染色体を持つ実験室系統のメスと交配したところ、(2)とは異なり、 F_1 世代のオスはすべて白眼になった。この染色体は何と呼ばれており、どのような構造をしているか答えなさい。(4 点)。

(4) キイロショウジョウバエの白眼と同じ遺伝様式を示す、ヒトの遺伝性疾患を 2 つ挙げなさい。(4 点)。

(5) ある種のトカゲは、オスの精子が貢献しない単為生殖によっても繁殖できることが知られている。母親から単為生殖で生まれた子どもの性別は全てオスであった。母親と子どもの性染色体の遺伝子型を述べなさい。(4 点)。

[3] ヘモグロビン遺伝子の 2 つのアレル (allele)、 A と S について考える。 S アレルのホモ接合体 (SS) は鎌状赤血球貧血症を発症し幼児期に死亡する。また A アレルのホモ接合体 (AA) は、ヘテロ接合体 (AS) に比してマラリアの罹患率が上昇し、患者の一部は生殖年齢に達する前に死亡する。マラリアによる A アレルへの淘汰係数を s_1 、鎌状赤血球貧血症による S アレルへの淘汰係数を s_2 として以下の問いに答えなさい。ただし、いずれの問いにおいてもメンデル集団 (任意交配集団) を仮定し、突然変異は無視できるとする。(計 20 点)

(1) 平衡状態における S アレルの頻度 q を表す式を答えなさい。(5 点)

(2) 平衡状態にあるアフリカのある地域では、鎌状赤血球患者の出現頻度が 144 人に 1 人である。この地域における s_1 を計算しなさい。(5 点)

(3) この地域で今マラリアが根絶されたとする。このとき次の世代の S アレルの頻度 q' を表す式を書きなさい。どのように導出したか説明も書くこと。(5 点)

(4) この地域でマラリア根絶後 3 世代後の鎌状赤血球貧血症患者の出現頻度を答えなさい。(5 点)

遺伝学および集団遺伝学 (3 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] [4] [5] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

裏を使用しても良い。解答は英語、日本語どちらでも可とする。

[4] Answer the following questions. (計 20 点)

(1) There are two populations: P_1 and P_2 of a diploid sexual organism. In population P_1 the frequency of allele A is 0.2. In population P_2 the frequency of allele A is 0.8. 10% of the individuals in either population in any generation are migrants. What is the frequency of allele A in populations P_1 and P_2 after four generations? (6 点)

(2) What is the effective population size of a population containing 10 females and 1 male? (7 点)

(3) Imagine an autosomal allele that is completely recessive and lethal when homozygous in a population of a diploid sexual organism. Assume that the allele is maintained by selection-mutation balance with mutation rate 5×10^{-6} . Calculate equilibrium frequency of this allele. (7 点)

[5] ヒトの病気の進化的背景についての以下の問いに答えなさい。(計 20 点)

(1) 全色盲は遺伝性疾患であり、通常の人類集団では 0.003% ほどしか見られない。しかし、太平洋のある孤島では 5% ほどの頻度で全色盲が見られる。このように孤島において全色盲が高頻度となった背景について述べなさい。(10 点)

(2) 人類が環境への適応によって獲得した皮膚の色は、移住によって病気のリスクとなることがある。そのような例を述べなさい。(10 点)