

遺伝学及び集団遺伝学 1/1

解答は英語、日本語どちらでも可とする。

[1] ヒトのABO式血液型はA, B, O三つの対立遺伝子の組み合わせで決まり、AAまたはAOでA型、BBまたはBOでB型、ABでAB型、OOでO型となる。以下の問いに答えなさい。（計20点）

- (1) 4人兄弟の血液型がA型、B型、AB型、O型であった。このときの両親の組み合わせを遺伝子型で答えなさい（親の性別は問わない）。（5点）
- (2) 子供の血液型が全て同一となるような両親の全ての組み合わせを遺伝子型で答えなさい（親の性別は問わない）。（5点）
- (3) 父親がA型、母親がO型で、3人の子供が全てA型の家族がいる。父方の祖父の遺伝子型はAO、父方の祖母の遺伝子型はAA型であることがわかっている。このとき父親の遺伝子型がAOである確率を求めなさい。（10点）

[2] 有性生殖をする二倍体の生物において、Aとaの対立遺伝子がそれぞれp, qの頻度で存在し（ $p+q=1$ とする）任意交配が行われているとき、下表の空欄（ア）から（カ）を埋め、子の世代でハーディー・ワインバーグの法則が成り立つことを示しなさい。ただし親の世代ではハーディー・ワインバーグの法則が成り立っているとする。（計20点）

交配の種類	交配頻度	子供の遺伝子型頻度		
		AA	Aa	aa
AA x AA	p^4	p^4	0	0
AA x Aa	$4p^3q$	$2p^3q$	$2p^3q$	0
AA x aa	$2p^2q^2$	0	$2p^2q^2$	0
Aa x Aa	(ア)	(イ)	(ウ)	(イ)
Aa x aa	$4pq^3$	0	$2pq^3$	$2pq^3$
aa x aa	q^4	0	0	q^4
合計	1	(エ)	(オ)	(カ)

[3] 集団中で同じ遺伝子座の二つの遺伝子をランダムに選んだ時、この二遺伝子が異なる対立遺伝子である確率をヘテロ接合頻度と呼ぶ。二倍体雌雄同体生物の任意交配集団で、中立遺伝子座（全ての対立遺伝子の適応度が等しい）を考える。以下の問題に答えなさい。ただし突然変異の効果は無視する。（計30点）

- (1) サイズが無限の任意交配する祖先集団でこの遺伝子座に3つの対立遺伝子があり、それぞれの頻度が0.4, 0.3, 0.3であった。この祖先集団からランダムにN個体を選んで第0世代の集団が作られたとする。この世代のヘテロ接合頻度 $H(0)$ を求めなさい。（5点）
- (2) サイズがNのままで集団が進化したとする。t世代のヘテロ接合頻度を $H(t)$ と表す。Wright-Fisherモデルを仮定し、 $H(t+1)$ を $H(t)$ を使って表す式を求めなさい。どのように導出したか説明も書くこと。（5点）
- (3) $H(t)$ を $H(0)$ を使って表しなさい。（5点）
- (4) 世代0にサイズがNの二つの任意交配集団が祖先集団から分離し、それ以後この二集団は同じサイズでしかも遺伝子の交換をせずに独立に進化してきたとする。世代tに二つの集団からそれぞれ1個ずつとった2つの遺伝子が異なる対立遺伝子である確率を $G(t)$ で表す。 $G(t)$ を $H(0)$ を使って表しなさい。（5点）
- (5) $F_{ST}(t)$ を次のように定義する。

$$F_{ST}(t) = \frac{G(t) - H(t)}{G(t)}$$

- (3)、(4)の結果に基づいて、 $F_{ST}(t)$ の推定から何が言えるかを説明しなさい。（10点）

[4] Among human families with two children in which at least one is known to be a girl, what is the probability that the other child is a boy? Assume that sex ratio is 1/2. (15点)

[5] 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 each population in any generation are migrants. What is the frequency of allele A in populations P_1 and P_2 after four generations. (15点)