

## 10年度後期分子進化学試験

1. サイズが一定で  $N$  の二倍体任意交配集団で中立遺伝子座を考える。
  - (1) 集団からランダムに二遺伝子をサンプルした。二遺伝子が一代前の世代に共通祖先を持つ確率を求めなさい。
  - (2) この二遺伝子が  $t$  世代前に初めて共通祖先を持つ確率を求めなさい。
  - (3) 二つの遺伝子が共通祖先を持つまでの平均世代数を求めなさい。
  - (4) 集団からランダムに3遺伝子をサンプルしたとき、最初に三つのうちのどれか二つの遺伝子が共通祖先を持つ時が、 $t$  世代前となる確率を求めなさい。
2. 中立性のテスト Tajima's test, Hudson Kreitman Aquade (HKA) test, McDonald Kreitman (MK) test の中からどれか一つを選んで、その原理を説明しなさい。
3. 4種 A, B, C, D で、ある遺伝子の配列を決め次のような距離行列 (distance matrix) を得た。この行列を使ってUPGMA法により4種の系統関係を推定しなさい。どのようにして推定したかも書くこと。

	A	B	C	D
A		0.41	0.16	0.29
B			0.40	0.39
C				0.27
D				

4. ある遺伝子の配列を  $t$  世代前に分かれた2種 A, B で較べた。次の問いに答えなさい。
  - (1) 突然変異率は世代当たり一定で  $\nu$  とする。この遺伝子を2種 A, B で較べたとき、 $m$  個突然変異が起こっている確率を求めなさい。また次の式を使ってその確率を近似的に表しなさい (ポアソン近似)。

$${}_n C_k p^k (1-p)^{n-k} \approx \frac{(np)^k}{k!} \exp[-np] \quad (np = c, n \rightarrow \infty)$$

- (2) 二種間で突然変異の個数を調べたところ  $M$  個であった。この二種間で起こる突然変異の期待数  $\lambda = 2\nu t$  を最尤法で推定しなさい。
  - (3) 事前確率 (prior probability) が  $[a, 2a]$  の一様分布であるとし、観測された突然変異の個数が0だとして、 $\lambda$  の Bayes 推定を行いなさい (事後確率 posterior probability を求める)。
  - (4) 2種の祖先 C の配列も調べることが出来て C-A, C-B の間に起こった突然変異の数がそれぞれ  $M_1, M_2$  であった。尤度比を  $M_1, M_2$  の関数として求めなさい。

5. 偽遺伝子 (pseudogene) とは何か。また遺伝子の配列が得られたとき、その遺伝子が偽遺伝子であるかどうかを調べる方法を述べなさい。

6. Jukes-Cantor モデル (他の三塩基への突然変異率が世代あたり全て  $u$ ) を仮定する。

- (1)  $t=0$  に注目するサイトの塩基が A であったとする。 $t$  世代後にそのサイトの塩基が A である確率を  $P_A(t)$  で表すとき、この確率が満たす微分方程式を導きなさい。
  - (2) 平衡状態 ( $t = \infty$ ) でのこの確率を求めなさい。
  - (3)  $t$  世代離れた二遺伝子が割合  $d$  のサイトで塩基が異なっていた。 $d$  からこの二遺伝子間で起こった置換数の期待値を推定する式 (Jukes-Cantor の式) を求めなさい。