

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) ワルファリン (抗凝血剤) は殺鼠剤としても使用される。ワルファリンに対するラットの抵抗性アレルは、ホモ接合体ではビタミンKの欠乏を生じて50%の個体が死亡する。ヘテロ接合体はワルファリン抵抗性を持ち、ビタミンK欠乏症にもならない。長期間にわたってワルファリンを散布している地域の野生ラット集団で、抵抗性アレルの頻度が0.30で平衡に達していた。集団は十分に大きく、任意交配をしており、突然変異は考えないとする。以下の問いに答えなさい (指定より小さいケタは四捨五入すること) (計 25 点)

- (a) この集団におけるワルファリン感受性個体への淘汰係数を答えなさい。小数で答える場合は小数点以下3ケタまで答えること。(5 点)
- (b) この集団において、ビタミンKの欠乏症およびワルファリンの2つの淘汰圧によって死亡するラットの合計の割合を計算し2ケタのパーセントで答えなさい。(10 点)
- (c) この集団でワルファリン散布をやめたとき、一世代後におけるワルファリン抵抗性アレルの頻度を計算し2ケタのパーセントで答えなさい。(10 点)

(2) Sturtevant はキイロシヨウジヨウバエの伴性劣性 (潜性) 変異をもちいて、初めて遺伝地図を作成した。この実験の交配様式と結果を改変して下図に示した。図中の遺伝子記号の+は野生型のアレル、*y*は黄色色、*m*は短翅、*v*は鮮紅色眼、*w*は白眼、*w^e*は白眼のアレルで薄い色の眼を示す。G₂ 世代で分離した表現型は個体数とともに示している。この図を元に以下の問いに答えなさい。(計 25 点)

- (a) 交配 A および交配 B の G₂ 世代で分離した各表現型の個体数から、変異間の組換え率を求め、その上でこれらの実験結果を統合し、5 つの変異についての遺伝地図を図示しなさい。(10 点)

- (b) 交配 B では、なぜ *w* ではなく、*w^e* を使っているのか理由を説明しなさい。(3 点)

- (c) Muller による変異の類型では、*w* と *w^e* はそれぞれ何モルフに相当すると考えられるか。(各 3 点、計 6 点)

- (d) G₂ 世代で得られた、様々な遺伝子型のオスの X 染色体を、そのままの状態で維持するにはどのような方法があるか。2 つ挙げなさい。(各 3 点、計 6 点)

	交配A	交配B																																
G ₀	♀ <i>y m w</i> × + + + ♂	♀ <i>v m w^e</i> × + + + ♂																																
G ₁	♀ × <i>y m w</i> ♂	♀ × <i>v m w^e</i> ♂																																
G ₂	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td><i>y m w</i></td><td>327</td></tr> <tr><td>+ + +</td><td>338</td></tr> <tr><td><i>y + w</i></td><td>168</td></tr> <tr><td>+ <i>m</i> +</td><td>157</td></tr> <tr><td><i>y + +</i></td><td>5</td></tr> <tr><td>+ <i>m w</i></td><td>3</td></tr> <tr><td><i>y m +</i></td><td>0</td></tr> <tr><td>+ + <i>w</i></td><td>2</td></tr> </table>	<i>y m w</i>	327	+ + +	338	<i>y + w</i>	168	+ <i>m</i> +	157	<i>y + +</i>	5	+ <i>m w</i>	3	<i>y m +</i>	0	+ + <i>w</i>	2	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td><i>v m w^e</i></td><td>342</td></tr> <tr><td>+ + +</td><td>335</td></tr> <tr><td>+ + <i>w^e</i></td><td>150</td></tr> <tr><td><i>v m +</i></td><td>143</td></tr> <tr><td><i>v + w^e</i></td><td>11</td></tr> <tr><td>+ <i>m +</i></td><td>15</td></tr> <tr><td>+ <i>m w^e</i></td><td>2</td></tr> <tr><td><i>v + +</i></td><td>2</td></tr> </table>	<i>v m w^e</i>	342	+ + +	335	+ + <i>w^e</i>	150	<i>v m +</i>	143	<i>v + w^e</i>	11	+ <i>m +</i>	15	+ <i>m w^e</i>	2	<i>v + +</i>	2
<i>y m w</i>	327																																	
+ + +	338																																	
<i>y + w</i>	168																																	
+ <i>m</i> +	157																																	
<i>y + +</i>	5																																	
+ <i>m w</i>	3																																	
<i>y m +</i>	0																																	
+ + <i>w</i>	2																																	
<i>v m w^e</i>	342																																	
+ + +	335																																	
+ + <i>w^e</i>	150																																	
<i>v m +</i>	143																																	
<i>v + w^e</i>	11																																	
+ <i>m +</i>	15																																	
+ <i>m w^e</i>	2																																	
<i>v + +</i>	2																																	

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) 集団から祖先配列が既知の図 1 に示す 6 つのハプロタイプを得た。このハプロタイプ領域において、遺伝子機能に関わる星印のついた SNP (single nucleotide polymorphism) サイトが正の自然選択の標的となっている。これらのハプロタイプに関する以下の質問に答えなさい。(計 25 点)

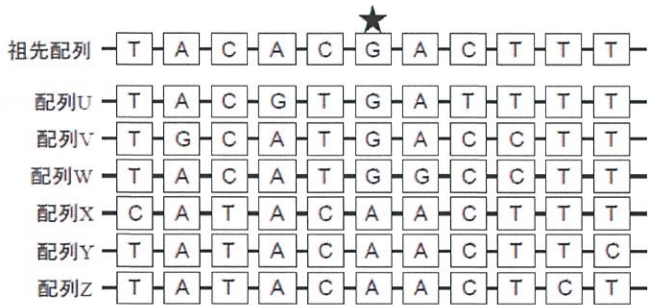


図1 ハプロタイプ配列

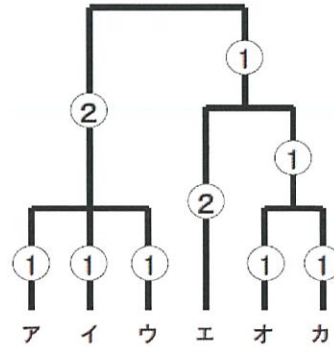


図2 ハプロタイプ系統樹

- (a) 6 つのハプロタイプの系統樹として図 2 が得られた。数字は各枝に生じた変異の数を示す。図 2 の (ア) ~ (カ) に該当する、図 1 の配列のアルファベット (U ~ Z) を答えなさい。なお (ア) ~ (ウ)、および、(オ) と (カ) はアルファベット順に記載すること。(各 1 点 計 6 点)
- (b) ハプロタイプ領域の突然変異率が、領域あたり年あたり 1.0×10^{-4} であるとき、図 2 のア、イ、ウに至る系統とエ、オ、カに至る系統の分岐年代を求めなさい。計算にあたっては分子時計が成り立つと仮定すること。(2 点)
- (c) 星印のついた SNP サイトにおいて、祖先型アレル (ancestral allele) と派生型アレル (derived allele) のどちらに正の自然選択が働いているのかを答えなさい。(2 点)
- (d) (c) の判断の根拠となる、正の自然選択が働いた場合に観察される、系統樹の樹形や配列間の相同性の特徴をあげ、そうなる理由について 200 字をめどに記述しなさい。なお採点において字数は厳密には問わない [(e) も同様]。(8 点)
- (e) 図 2 の系統樹の各枝の分岐年代をもとに、正の自然選択が働き始めたおおよその年代について 200 字をめどに考察しなさい。(7 点)

- (2) 雌雄同体の二倍体生物を考える。集団の個体数は N で、十分に大きいものとする。任意交配を仮定し、常染色体上の中立的な領域に注目する。(計 25 点)

- (a) 集団中からランダムにサンプルされた二つのアレルが、一世代まえに共通の祖先を持つ確率を求めなさい。(5 点)
- (b) 二つのアレルが t 世代のあいだ共通祖先に到達しない確率を求めなさい。(5 点)
- (c) 単一の集団からランダムにサンプルされた三つのアレルをそれぞれ a、b、c で表す。アレル a-b 間の関係が、a-c 間や b-c 間よりも近縁である確率を求めなさい。(5 点)
- (d) 図のような三種 X、Y、Z の関係を考え、各種からサンプルしたアレルをそれぞれ x、y、z で表す。種 Z と種 X-Y の共通祖先集団の分岐から種 X と種 Y の分岐までを t 世代とし、種 X と種 Y の共通祖先集団の個体数を N とする。x、y、z の遺伝子の系図と種の系統樹が異なる確率を、 N と t を用いて求めなさい。(10 点)

