

## 64. 組換え価

暗記しておくといい。

$F_1$  の配偶子比が  $AB : Ab : aB : ab = m : n : n : m$  のとき、

$F_2$  の表現型の比

$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab]$

$$= (m + n + n + m)^2 - \left\{ 2 \times (2mn + n^2) + m^2 \right\} : \underbrace{2mn + n^2 : 2mn + n^2 : m^2}$$



暗記する。ただし、 $[ab]$  が  $m^2$  であるのは自明。

$mAB$ ,  $nAb$ ,  $naB$ ,  $mab$  による組合せ表から得られる  $F_2$  の総数は  $(m + n + n + m)^2$  である。

また、 $[Ab]$ ,  $[aB]$ ,  $[ab]$  の数はそれぞれ  $2mn + n^2$ ,  $2mn + n^2$ ,  $m^2$  である。

よって、 $[AB]$  の数は、 $(m + n + n + m)^2 - \left\{ 2 \times (2mn + n^2) + m^2 \right\}$

## 65. 染色体地図

### 問 1

$F_1$  の遺伝子型が  $AaBbDd$  だから、 $aabbdd$  との交配（検定交雑）で生じる  $F_2$  の優性形質の遺伝子型はすべてヘテロである。

二重乗換えと組換え価

$ABC$  と  $abc$  が連鎖しているとする。

$AC$  間で二重乗換えが起こったとき、

遺伝子  $A$  と  $B$ , 遺伝子  $B$  と  $C$  の間で組換えが起こることがあっても、

遺伝子  $A$  と  $C$  の間では組換えが起こらないため、

$A$  と  $B$  の組換え価 +  $B$  と  $C$  の組換え価  $>$   $A$  と  $C$  の組換え価

となる。

## 66. ウシの有角・無角の遺伝

### 問 1

(ア)

遺伝的に異なる 2 個体間の交配をとくに**交雑**という。したがって、「検定交雑」も正解。

(イ)

優性形質である無角との検定交雑で、表現型がすべて有角となることは大学入試生物ではありえない。

### 問 2

独立の法則に従う遺伝子型  $AaBb$  の個体の配偶子の遺伝子型は、

$AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1$  より、どの 2 つを組換え体としても組換え価 50%である。

入試では組換え価 50%ならば独立、すなわち 2 遺伝子は異なる相同染色体上にあるとみなしてよい。よって、表より、 $H$  と連鎖の関係にあるのは、 $B$  と  $D$  であり、

$HB$  間の組換え価 10%、 $HD$  間の組換え価 15%、 $BD$  間の組換え価 5%より、

$B$  が①、 $D$  が②となる。

また、 $A$  と  $C$  は  $H$  との組換え価が 50%だから、染色体 I 上にあり、

$AC$  間の組換え価が 35%であることから、 $(A,C) = (①, ⑧), (⑧, ①)$ となる。

## 71. モノアラガイの遺伝

貝はらせん卵割と呼ばれる卵割をし、貝の巻き方はその第一卵割の卵割の仕方で行き決まる。

この卵割の仕方を決めるのは細胞質中に存在する mRNA である。

受精から胚中中期までのタンパク質合成は成熟卵由来の mRNA によるから、

この mRNA も母貝の遺伝子 DNA の転写産物である。

したがって、子貝が右巻きになるか左巻きになるかはすべて母貝の遺伝子型で決まる。

### 問 2

$F_2$  世代の遺伝子型の比が  $DD : Dd : dd = 1 : 2 : 1$  だから、

$F_2$  世代の雌貝のうち  $F_3$  世代の貝を右巻きにするものと左巻きにするものの比は、

$$[D] : [d] = 3 : 1$$

よって、 $F_3$  世代の貝は、右巻き : 左巻き = 3 : 1

同様に、

$F_3$  世代の遺伝子型の比が  $DD : Dd : dd = 3 : 2 : 3$  だから、

$F_3$  世代の雌貝のうち  $F_4$  世代の貝を右巻きにするものと左巻きにするものの比は、

$$[D] : [d] = 3 + 2 : 3 = 5 : 3$$

よって、 $F_4$  世代の貝は、右巻き : 左巻き = 5 : 3

## 72. ヒトの遺伝

### 問 1

#### ヒトの遺伝病の遺伝様式

常染色体優性遺伝, 常染色体劣性遺伝, 伴性優性, 伴性劣性, Y 染色体遺伝がある。

#### 家系図からの遺伝様式の見分け方

1. 常染色体優性遺伝 (病気の遺伝子が常染色体上にあり且つ優性)
  - ・患者に男女の偏りが無い。
  - ・全世代に患者がいる。
  - ・他の遺伝様式に比べ患者の比率が高い。
  - ・正常者と患者の間から病気と正常の子が約 1 : 1 の比で生まれる。
  - ・正常な両親 (劣性) から病気の子が生まれない。
2. 常染色体劣性遺伝 (病気の遺伝子が常染色体上にあり且つ劣性)
  - ・患者に男女の偏りが無い。
  - ・患者がなかなか現れない。
  - ・大多数の患者の両親は正常
  - ・両親が共に病気であれば子供は全部病気をもつ。
3. 伴性優性 (病気の遺伝子が X 染色体上にあり且つ優性)
  - ・正常な妻と患者の男子から女の子にだけ病気が伝わる。
4. 伴性劣性遺伝
  - ・男子の患者の比率が女子より明らかに高い。
  - ・男子患者の父親が正常なら母親は保因者で, その母親の兄弟, 父, おじに患者の場合が多い。
5. Y 染色体遺伝
  - ・男子のみに現れる。
  - ・父親が病気をもっていけばすべての息子に伝わる。

### 問 2

優性に遺伝するから, 父親 **b** が **rr** であるのは明らか。

よって, 形質が発現した男子 **c** は **Rr**

形質が発現しない男子もいるから母親 **a** は **Rr**

### 問 4

#### (1)

女子の X 染色体は 1 つが母から 1 つは父からのものだから,

色覚異常かつ血友病の父親 (遺伝子型  $X^{ih}Y$ ) をもつが形質を発現していない女性の遺伝子型は  $X^{IH}X^{ih}$  である。また, 正常の男性の遺伝子型は  $X^{IH}Y$ 。

男子の X 染色体は母親からのものだから, 男子の X 染色体遺伝子の表現型の分離比と母親

の生殖細胞の X 染色体遺伝子の遺伝子型の分離比が一致する。

よって、女性の配偶子の遺伝子型の分離比は

$$X^{IH} : X^{lh} : X^{iH} : X^{ih} = 19 : 2 : 2 : 17$$

ゆえに、組換え価 =  $\frac{2+2}{19+2+2+17} \times 100\% = 10\%$

(3)

母親 d の遺伝子型  $X^{IH}X^{ih}$

組換え価 10%だから、遺伝子型の分離比は、

$$X^{IH} : X^{lh} : X^{iH} : X^{ih} = 9 : 1 : 1 : 9$$

生まれる男子には、これが表現型の比となって現れるから、

生まれる男子が血友病でなく色覚異常になる確率は、 $\frac{1}{9+1+1+9} \times 100\% = 5\%$

**注意**

「血友病でなく色覚異常になる男子が生まれる確率を求めよ。」となると、

「男子が生まれる且つ血友病でなく色覚異常になる」確率だから、

男子が生まれる確率 × 生まれた男子が血友病でなく色覚異常になる確率

よって、 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{9+1+1+9} \times 100\% = 2.5\%$

(3)の問題は男子が生まれるという条件の下での確率だから、条件つき確率である。

**条件つき確率 (数学 C)**

2つの事象 A, B について、事象 A がすでに起こっているとしたときに事象 B が起こる確率を、A が起こったときの B の条件つき確率といい、 $P_A(B)$ で表す。

(4)

これも条件つき確率の問題である。

母親 d の配偶子の遺伝子型 :  $X^{IH} : X^{lh} : X^{iH} : X^{ih} = 9 : 1 : 1 : 9$

父親 e の配偶子の遺伝子型 :  $X^{iH}$

より、

	$9X^{IH}$	$X^{lh}$	$X^{iH}$	$9X^{ih}$
$X^{iH}$	$9 X^{IH} X^{iH}$ 正常 血友病遺伝子(-)	$X^{iH} X^{lh}$ 正常 血友病遺伝子(+)	$X^{iH} X^{iH}$ 色覚異常 血友病遺伝子(-)	$9 X^{iH} X^{ih}$ 色覚異常 血友病遺伝子(+)

f (正常な女子) が血友病の遺伝子をもつ確率は、 $\frac{1}{1+9} \times 100\% = 10\%$

g (色覚異常の女子) が血友病の遺伝子をもつ確率は、 $\frac{9}{1+9} \times 100\% = 90\%$

## 73. ミツバチの遺伝

## 問 1

体色を黄色にする遺伝子を Y, 灰色にする遺伝子を y とすると,  
 $yy$  (♀) ×  $Y$  (♂) より,  
 $F_1$  の雌, 雄の遺伝子型はそれぞれ  $Yy, y$   
 よって,  $F_1$  の雌, 雄の体色はそれぞれ黄色と灰色である。

## 問 2

$Yy$  (♀) ×  $Y$  (♂) より,  
 雌は遺伝子型の比  $YY : Yy = 1 : 1$  で生まれるが, いずれも体色は黄色である。  
 雄は遺伝子型の比  $Y : y = 1 : 1$  で生まれるから, 体色は黄色 : 灰色 =  $1 : 1$  である。

## 問 3

下線部 (1) の結果について

$F_1$  はすべて非衛生的系統になることから, 非衛生的系統は衛生的系統に対し優性である。

下線部 (2) の結果について

$F_1$  雌 (ヘテロ) と交配させた雄は劣性形質 (衛生的系統) だから,  
 生まれる雌の表現型は雌の配偶子の遺伝子型を反映している。

このことと生まれる雌の行動パターンが 4 通りあり, それが  $1 : 1 : 1 : 1$  であることから,  
 $F_1$  雌は遺伝子型は互いに独立な 2 組の対立遺伝子のヘテロ接合体  $AaBb$  であると推測され,  
 さらに,

ふたを破る遺伝子とその対立遺伝子を  $a$  と  $A$ ,

幼虫を取り除く遺伝子とその対立遺伝子を  $b$  と  $B$  とすれば,

[AB] : 衛生的行動をとらない。

[Ab] : ふたを破ってやると幼虫を取り除く。

[aB] : ふたを破るが幼虫を取り除かない。

[ab] : 衛生的行動をとる。

となり, すべてが矛盾なく説明できる。

①女王  $AABB$  雄  $ab$

②  $AaBb$

③  $F_1$  雌の配偶子の遺伝子型の比は,  $AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1$  だから,  
 遺伝子型  $ab$  の雄との交配により,

$AaBb : Aabb : aaBb : aabb = 1 : 1 : 1 : 1$

## 74. 花の形成とその遺伝

## 問 1

題意より,

[A]: がく片

[AB]: 花弁

[BC]: 雄しべ

[C]: 雌しべ

また, A が機能しないとき C がすべての領域で機能し, C が機能しないとき A がすべての領域で機能する。

よって,

それぞれ外側から

(1) [C][BC][BC][C]

(2) [A][A][C][C]

(3) [A][AB][AB][A]

(4) [C][C][C][C]

(5) [A][A][A][A]

## 問 2

問 1(2)の純系の遺伝子型は AAbbCC だから, 配偶子の遺伝子型は AbC

問 1(3)の純系の遺伝子型は AABBcc だから, 配偶子の遺伝子型は ABC

よって, F<sub>1</sub>の遺伝子型は AABbCc

B と C が互いに異なる染色体に存在するのだから, B と C は互いに独立である。

さらに, A についてはホモである。

したがって, F<sub>2</sub>の表現型を式の展開を利用して求めることができる。

$$\begin{aligned} (A+A)(B+b)(C+c) \times (A+A)(B+b)(C+c) &= 4AA(B+b)^2(C+c)^2 \\ &= 4AA(BB+2Bb+bb)(CC+2Cc+cc) \\ &= 4[A](3[B]+[b])(3[C]+[c]) \\ &= 4[A](9[BC]+3[Bc]+3[bC]+[bc]) \\ &= 4(9[ABC]+3[ABc]+3[AbC]+[Abc]) \end{aligned}$$

ここで,

[ABC]は, すべてが機能する個体の表現型だから(a)

[ABc]は, C が機能しない個体の表現型だから問 1 より(c)

[AbC]は, B が機能しない個体の表現型だから問 1 より(b)

[Abc]は, B と C が機能しない個体の表現型だから問 1 より(f)

よって,

$$(a) : (c) : (b) : (f) = 9 : 3 : 3 : 1$$

## 問 3

問 1(4)の純系の遺伝子型は aabbCC だから、配偶子の遺伝子型は abC

野生型の遺伝子型は AABBCC だから、配偶子の遺伝子型は ABC

よって、 $F_1$  の遺伝子型は AaBbCC

AaBbCC と aabbCC の交配は、C についてはいずれもホモだから、  
実験結果から A と B は連鎖していることがわかる。

つまり、

$F_1$  の遺伝子型は(AB/ab)CC であり、

(AB/ab)CC と(ab/ab)CC の交配となる。

すなわち AB/ab についての検定交雑となる。

よって、表現型の分離比より、 $F_1$  の配偶子の遺伝子型は、

ABC : AbC : aBC : abC = 9 : 1 : 1 : 9

よって、

$$[abC] = 9^2 = 81$$

$$[AbC] = 2 \times 9 \times 1 + 1 = 19$$

$$[aBC] = 2 \times 9 \times 1 + 1 = 19$$

$$[ABC] = (9 + 1 + 1 + 9)^2 - (81 + 19 + 19) = 400 - 119 = 281$$

[ABC]は、すべてが機能する個体の表現型だから(a)

[AbC]は、B が機能しない個体の表現型だから問 1 より(b)

[aBC]は、A が機能しない個体の表現型だから問 1 より(d)

[abC]は、A と B が機能しない個体の表現型だから問 1 より(g)

よって、

$$(a) : (b) : (d) : (g) = 281 : 19 : 19 : 81$$

## 75. 細胞質遺伝

### 細胞質遺伝

ミトコンドリアに存在する遺伝子や葉緑体に存在する遺伝子など細胞質に存在する遺伝子（細胞質遺伝子）による遺伝。細胞質遺伝は一般に雄性配偶子の細胞質が雌性配偶子の細胞質に比べ極端に少なく無視できる場合に起こり、このとき、母方の葉緑体やミトコンドリアの形質だけが遺伝する。

### 細胞質遺伝の例

オシロイバナやキンギョソウなどの葉の全緑・全白・斑入りの遺伝

トウモロコシの不稔性（不稔性：受粉しても種子をつくらない性質）

アカパンカビの成長速度

ゾウリムシの致死因子

## 78. 形質転換

