

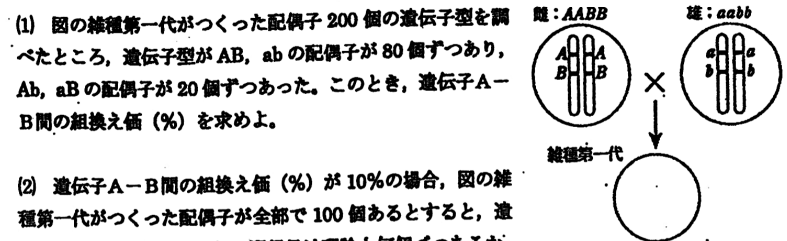
遺伝についての例題の詳解です

細かく丁寧に書いたつもりですので自分で勉強する際に役立ててください

数学と同じように自分で手を動かして解くのが定着のために大事なことになります

〈組換え価〉

図は、ある生物(2n=2)の雌雄の体細胞における、2組の対立遺伝子 A(a), B(b)と染色体の関係を示したものである。

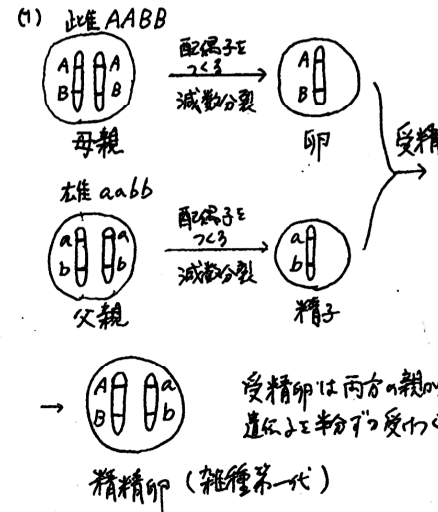


(1) 図の雑種第一代がつくった配偶子 200 個の遺伝子型を調べたところ、遺伝子型が AB, ab の配偶子が 80 個ずつあり、Ab, aB の配偶子が 20 個ずつあった。このとき、遺伝子 A-B 間の組換え価 (%) を求めよ。

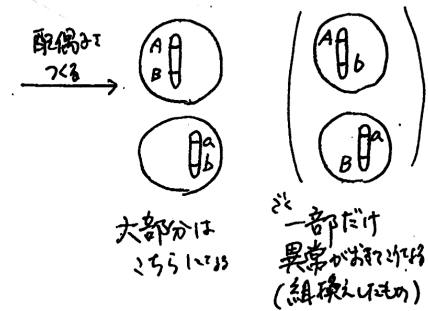
(2) 遺伝子 A-B 間の組換え価 (%) が 10% の場合、図の雑種第一代がつくった配偶子が全部で 100 個あるとすると、遺伝子型が AB, Ab, aB, ab の配偶子は理論上何個ずつあるか。

組換え価 ... 異常のおきた割合 組換えは染色体のねじれ(異常)による

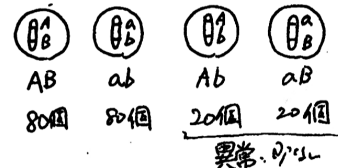
$$\text{組換え価} = \frac{\text{異常のおきた配偶子の数}}{\text{全ての配偶子の数}} \times 100$$



受精卵は両方の親の遺伝子を受けつる受つた



雑種第一代のつくった配偶子



$$\text{組換え価} = \frac{\text{異常の数}}{\text{全体の数}} \times 100 = \frac{20 + 20}{80 + 80 + 20 + 20} \times 100 = \frac{40}{200} \times 100 = 20\%$$

(2) (1)とは別問題
 全体で100個あるうちの10%に異常がある
 $100 \times \frac{10}{100} = 10$ 個が異常
 正常なもの ... 90個
 異常なもの ... 10個 (組換え価のもの)
 ABとabは同数、AbとaBも同数である。
 ABとabは45個ずつ、AbとaBは5個ずつ。
 $AB : Ab : aB : ab = 45 : 5 : 5 : 45 = 9 : 1 : 1 : 9$

〈雑種第一代・雑種第二代〉

ショウジョウバエの体色は、正常体色（茶色）と黒体色がある。両系統を交雑したところ、F₁はすべて正常体色となり、F₂には両方の形質のものが現れた。次の問いに答えよ。

- (1) 正常体色、黒体色のどちらが優性の形質か。
- (2) F₂で、正常体色と黒体色は、どのような比で現れるか。
- (3) 優性の形質を表す遺伝子をB、劣性をbとして、Pの正常体色個体、黒体色個体および、F₁の遺伝子型を書け。
- (4) F₁とPの黒体色個体を交雑させると、正常体色と黒体色はどのような比で現れるか。

注目点 ・正常体色「茶色」と「黒色」の二つの形質がある
 ・「茶色」の系統と「黒色」の系統をかけあわせてできた子(F₁)はすべて「茶色」となった

- (1) 2文目より、両系統（茶色と黒色）の子(F₁)がすべて茶色となったことがわかる。よって茶色（正常体色）が優性である。

(答) 正常体色

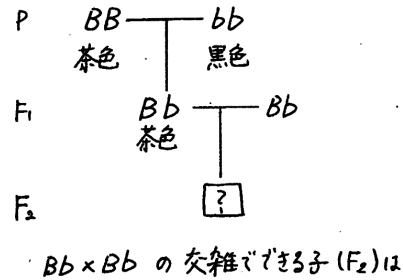
- (2) F₂というのはF₁どうしをかけあわせてできた子のことである。F₂にどのような性質がどのように現れるかは「遺伝子型（遺伝子の組合せ）」を考える必要がある。

(3)を見ると、優性の遺伝子をB、劣性の遺伝子をbとすることが喜ばれるため、F₁やその親P・子(孫)F₂の遺伝子型を考える。

B…茶色の遺伝子（優性）
 b…黒色の遺伝子（劣性）

BBとBb…茶色（正常体色）
 bb…黒色

茶色（正常体色）の系統と黒色の系統を交雑したところ、F₁(子)はすべて茶色になったことから、この交雑はホモ対ホモの交雑とわかる。よってF₁の遺伝子型はBBとbbの交雑でできたBbとわかる。



| | | | | |
|----|---|----|----|-------|
| | | bb | | |
| | | B | b | 茶色:黒色 |
| Bb | B | BB | Bb | = 3:1 |
| | b | Bb | bb | とする。 |
| | | | | (答) |

(答) 正常体色:黒色 = 3:1

- (3) Pの正常体色個体 (答) BB

Pの黒色個体 (答) bb

F₁ (答) Bb

- (4) F₁ (Bb) と黒色個体 (bb) を交雑してできる子について問われているため組合せ表をつくらなければならない。

| | | | | |
|----|---|----|----|-------|
| | | bb | | |
| | | b | b | 茶色:黒色 |
| Bb | B | Bb | Bb | = 2:2 |
| | b | bb | bb | = 1:1 |

(答) 正常体色:黒体色 = 1:1

〈不完全優性〉

オシロイバナの赤色の花と白色の花の品種を交雑したところ、F₁はすべて桃色の花になった。赤色の遺伝子をA、白色の遺伝子をaとして、次の問いに答えよ。

- (1) Pの赤色の花、白色の花および、F₁の桃色の花の遺伝子型を書け。
- (2) F₁の桃色の花を自家受精させて得られるF₂について、表現型の分離比を書け。

注目点 ・「赤色」の品種と「白色」の品種と交雑したら、そのどちらでもない「桃色」の個体ができた

親にはない性質が子に現れ、その性質が赤色と白色の間にある桃色のようなものになった場合は不完全優性として考える。

A…赤色の遺伝子
 a…白色の遺伝子
 AA…赤色の花 aa…白色の花
 Aa…桃色の花 (Aとaの中間の性質) とする。

- (1) 赤色の花 (答) AA
 白色の花 (答) aa
 F₁の桃色の花 (答) Aa

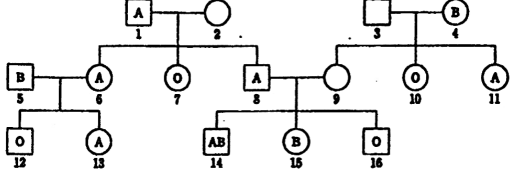
- (2) F₁(桃色)の自家受精
 ⇒ F₁どうしを交配させること

| | | | | |
|----|---|----|----|--------------|
| | | Aa | | |
| | | A | a | (答) 赤色:桃色:白色 |
| Aa | A | AA | Aa | = 1:2:1 |
| | a | Aa | aa | |
| | | | | |

〈複対立遺伝子〉

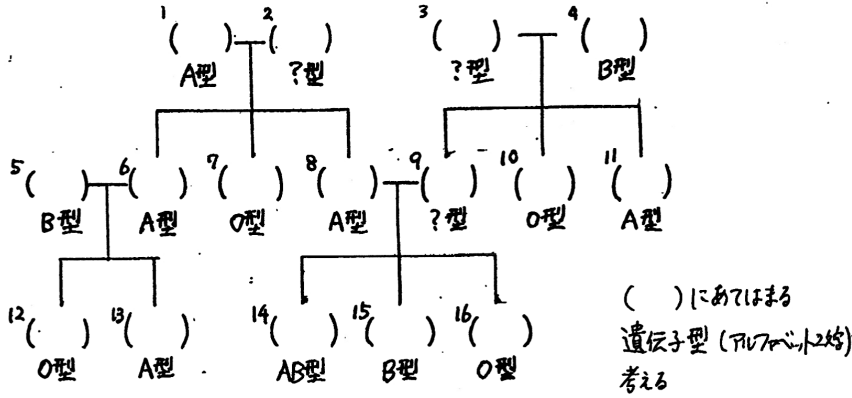
下図は、ある家系を調査した結果をまとめたものである。
 ~16の番号で個人を区別している。○あるいは□の中にABO式血液型を記入しているが、不明の場合は記入していない。次の各問に答えよ。

- 2, 3, 9番の人の血液型を推定し、可能性のある血液型をすべて答えよ。
- 1, 4, 15番の人の遺伝子型を推定せよ。
- 14番の男性がAB型の女性と結婚した場合、生まれてくる子の血液型とその可能性を%で答えよ。



注目点 ・O型の人とAB型の人

血液型に関する問題では、「O型」という性質だけでなく「遺伝子型(AO, BOなど)」を考える。



血液型を定める遺伝子はA, B, Oの3種類 2個の組合せで血液型が決まる

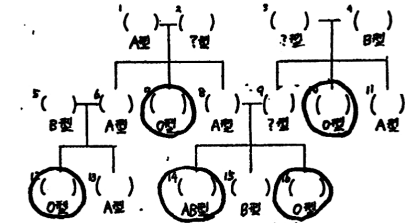
AとO ... Aの方が優性
 BとO ... Bの方が優性
 AとB ... 優劣なし対等

AとOをわけていたならAの性質(A型)になる
 BとOをわけていたならBの性質(B型)になる
 AとBをわけていたなら両者の性質(AB型)になる

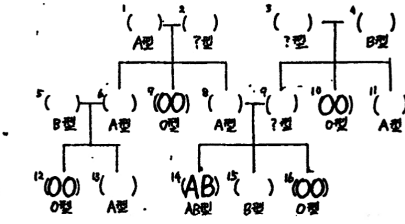
| 遺伝子型 | 血液型 | "O型"の人の遺伝子型 |
|-------|-----|-----------------------------|
| AA AO | A型 | AB型の人 ... AB |
| BB BO | B型 | O型の人 ... OO |
| AB | AB型 | } この2つの血液型だけ 遺伝子型が1つに定まる |
| OO | O型 | |

考え方 (1)(2)(3)と順に解くよりも、まずは遺伝子型のわかるところを埋める。

・O型とAB型に注目

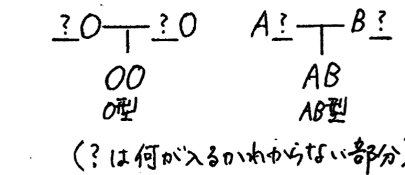


O型は「OO」、AB型は「AB」の遺伝子型だけであるのでそこを埋める。

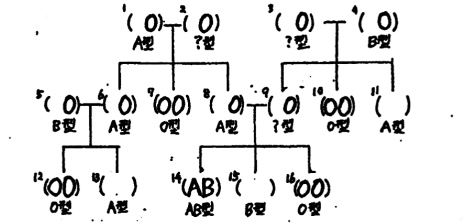


・O型・AB型の人々の親の遺伝子型を推定する。

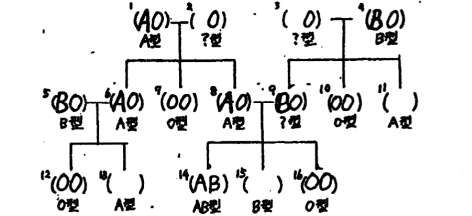
遺伝子は両親から1つずつ受けかいている。(父から1つ、母から1つ) よってO型(OO)の子がいるということは両親がOを1つずつもっていることである。AB型(AB)の子がいることは一方の親はAを1つ、もう一方の親はBを1つずつもっていることである。



(?は何が入るかわからない部分)
 まずはO型の人々の親の遺伝子型にOを書き入れる。(5, 6, 1, 2, 8, 9, 3, 4の人の遺伝子型にOを書き足す。)



次にA型・B型の人で遺伝子型の決定ができる人を見つけ特定する。(5, 6, 1, 4, 8, 9の人が決まる)



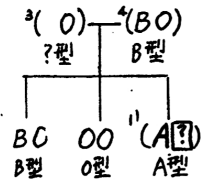
・他のA型・B型の人々の遺伝子型を推定する。

・13の人に注目 ... この人はA型であるためAOかAAどちらかである。遺伝子は親の片方から1つずつ受けかいたため、このAは6の人から受けかいているとわかる。するともう一つの遺伝子は5の人から受けかいているとわかる。もし5の人から「B」を受けかいたとすると、13の人はAB型となってしまう矛盾。よって5の人からは「O」を受けかき、遺伝子型は「AO」と決まる。

・15の人に注目 ... この人はB型であるためBOかBB

どちらかである。このBは9の人から受けかいているとわかるため、もう一方の遺伝子は8の人から受けかいていると考えられる。もし8の人から「A」を受けかいたとすると15の人はAB型となってしまう矛盾。よって15の人は「O」を受けかき、遺伝子型は「BO」と決まる。

11の人の注目 ----- この人はA型である



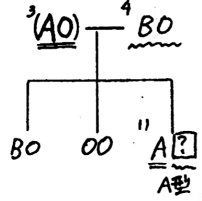
遺伝子型は A? (AかO) とはる。

親の4の人を見ると

この人にはAの遺伝子がないことから、3の人にAの遺伝子があるため、

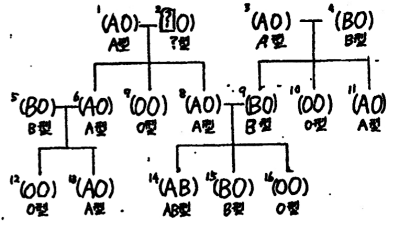
よって3人の遺伝子型が「AO」と決まる。よって

11の人のAは4人から受けつぐことがわかる。Aには



「B」か「O」があるため「B」ではない。よって11の人の遺伝子型は「AO」と決まる。

以上のことより、2の人以外は遺伝子型血液型が判明した。



この情報をもとに問いに答える。

(1) 2, 3, 9の人の血液型

2の人 - 特定できない。AO, BO, OO のどれか

よって (答) A型・B型・O型

3の人 - AO である。よって (答) A型

9の人 - BO である。よって (答) B型

(2) 1, 4, 15人の遺伝子型

(答) 1の人 - AO 4の人 - BO

15の人 - BO

(3) 14番の人がAB型の人と結婚して2人の子

14の人 - AB

AB x AB の組合せ表を考る

| | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------------|
| | AB | | |
| | A | B | A型 - 1/4 = 25% |
| A | AA A型 | AB AB型 | AB型 - 2/4 = 1/2 = 50% |
| B | AB AB型 | BB B型 | B型 - 1/4 = 25% |
| | | | (答) |

(答) A型 25%, B型 25%

AB型 50%

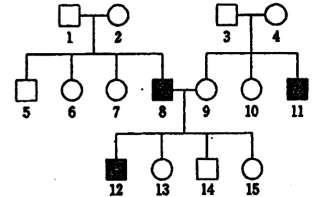
<伴性遺伝>

次の図は、ある血友病患者の家系を調査したものである。○は女性、□は男性、■は男性の血友病患者を表し、1~15の番号で個人々人を区別している。なお、ヒトの性の決定様式はXY型であり、血友病の遺伝は、X染色体上の劣性遺伝子によることが知られている。これについて、下の各問いに答えよ。

(1) この家系の血友病が、家系図中に生じた突然変異でないとする、血友病の遺伝子をもつことが確実な人の番号をすべてあげよ。

(2) (1)の解答をもとにして考えた場合、確実にもつ人を除き、血友病の遺伝子をもつ可能性があると考えられる人の番号をすべてあげよ。

(3) 図の女性が血友病でない男性と結婚して、生まれてくる子が血友病である可能性を、男性の場合と女性の場合に分けてそれぞれ%で答えよ。

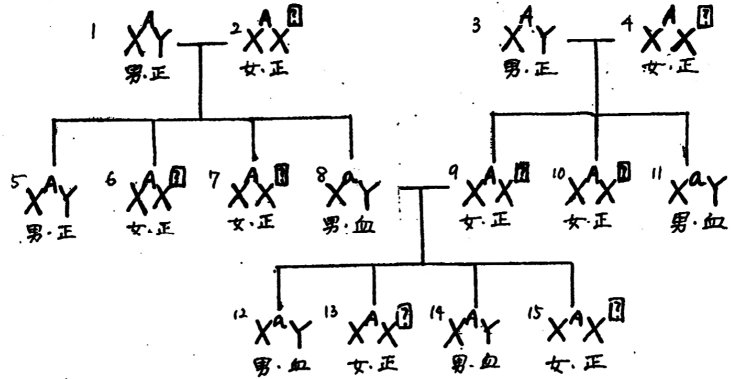


注目点 ・血友病を発症している人、おおい男性

「血友病の遺伝は、X染色体上の劣性遺伝子による」⇒ A... 正常の遺伝子 a... 血友病の遺伝子 (優性) (劣性)

X^A, X^a の上に X 染色体に A が a が乗っている。女性 $X^A X^a$, 男性 $X^a Y$

考え方 問いを考える前に、遺伝子型のわかる部分を埋める。

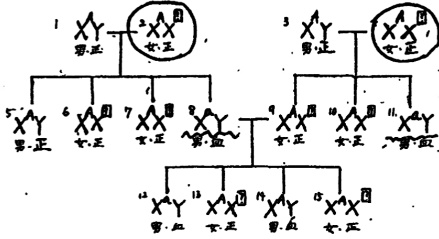


男性・正常 $X^A Y$
男性・血友病 $X^a Y$
女性・血友病 $X^a X^a$

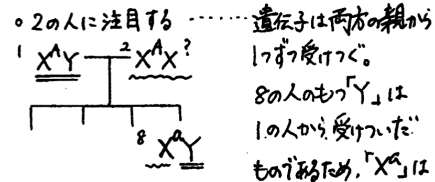
遺伝子型が先に遺伝子型を17に決める ⇒ 図にかきこめる

女性・正常 $X^A X^A$ または $X^A X^a \Rightarrow X^A X^?$ とはる

・血友病を発症している人の親の遺伝子型を推定する。



血友病を発症している人がいる場合、親は血友病であるかとばかりと血友病の遺伝子「X^h」を必ずもっている。

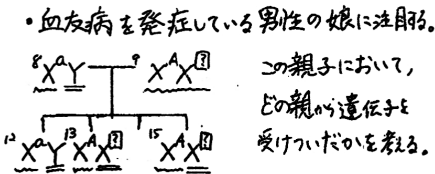


・4の人に注目する

2人と同様に考える。
11人のうち「Y」は3人から受けついているため、「X^h」は4人から受けついだと考えられる。よって4人の遺伝子型は「X^HX^h」とわかる。

・血友病を発症している男性の娘に注目する。

この親子において、どの親の遺伝子を受けついだかを考える。

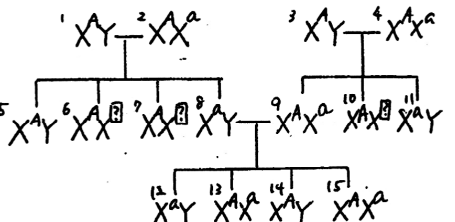


X^hをもち子... 9人から「X^h」を受けつきた
X^Hをもち子... 8人から「X^H」を受けつきた
Yをもち子... 8人から「Y」を受けつきた
以上のことから、9、15の人の遺伝子型が特定できる。

・2の人に注目する 12の人は遺伝子型X^HYをもつ。「Y」は8の人から受けつぐことしか考えられない。よって残りの「X^h」は9の人から受けついだと考えられる。よって9の人の遺伝子型が「X^HX^h」とわかる。

・13・15の人に注目する 13・15の人は遺伝子型「X^hY」をもつ。「X^h」は9の人から受けつぐことしか考えられない。よってもう一つの遺伝子は8の人から受けついだと考えられる。13・15の人は女性であるため、8の人からはYではなく「X^h」を受けつぐといえる。よって13・15の人の遺伝子型は「X^hX^h」とわかる。

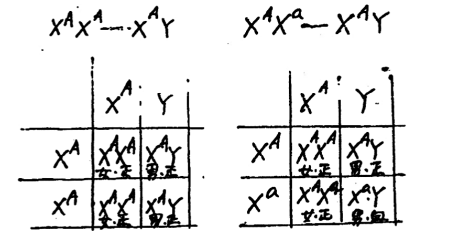
以上のことより次のように遺伝子型がわかる。



(1) 血友病遺伝子X^hを確実にもつ人は (答) 2, 4, 8, 9, 11, 12, 13, 15

(2) 血友病遺伝子をもつ可能性のある人は (答) 6, 7, 10

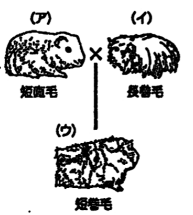
(3) 同の女性にX^HX^hまたはX^hX^hの2人にX^HYの男性との子がどうなるかを考える。



(答) 男性... 0% 女性... 0%
(答) 男性... 50% 女性... 0%

＜二遺伝子雑種＞

モルモットには、体毛を短毛にする遺伝子Aと長毛にする遺伝子a、巻毛にする遺伝子Bと直毛にする遺伝子bがある。Aはaに対して、Bはbに対してそれぞれ優性で、独立して遺伝する。いま、(ウ)短毛で直毛の雌と(イ)長毛で巻毛の雄を両親として交雑したところ、F₁はすべて(ウ)短毛で巻毛の個体であった。



- (1) 文中に示された下線部(ア), (イ), (ウ)の個体の遺伝子型をそれぞれ答えよ。
- (2) (ウ)の雌と; 長毛で直毛の雄を交雑した。
①(ウ)のつくる配偶子の遺伝子の組み合わせの種類と、その比を求めよ。
②生じる子の表現型と、その分離比を求めよ。
- (3) (ウ)の雌雄を交雑すると、子の表現型の分離比はどのようになるか。

注目点 ・モルモットの体毛は「短毛」「長毛」の形質と「巻毛」「直毛」の形質の二つが対立形質がある。

・F₁は「すべて」短毛で巻毛 ⇒ 親Pはホモロシの交配

- (1) {短毛 A (優性) } {巻毛 B (優性)
{長毛 a (劣性) } {直毛 b (劣性)
- AA; Aa ... 短毛 BB, Bb ... 巻毛
aa ... 長毛 bb ... 直毛

| | | |
|------------|--------------|-----------------------|
| | aB | a B |
| AB | AaBb | Aa B b |
| B b | B aBb | B a B b |

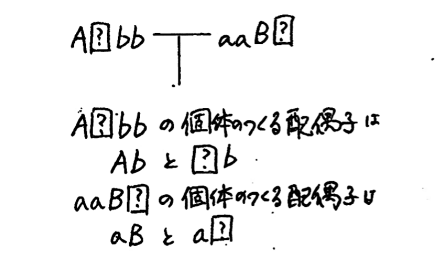
子に対して同じ性質の現れるため
①に「A」、②に「B」があてはまらなければなりません。

- (ア) 短毛で直毛 ... AAbb か Aabb
(イ) 長毛で巻毛 ... aaBB か aaBb

(ウ)はすべて短毛で巻毛である。

・子が「すべて」となっている場合、親は遺伝子をホモでもつ場合に限る。

- よって (答) (ア) AAbb
(イ) aaBB
AAbb と aaBB の子は AaBb と U; (答) (ウ) AaBb



(2) ① ウ AaBb のつくる配偶子 (卵)
AaBb Aとaから1つ Bとbから1つ 選ぶ
全部で 2×2 = 4通りある

AaBb (答) AB, Ab, aB, ab
1 : 1 : 1 : 1

② ウの雌 ... 遺伝子型 AaBb
長毛で直毛の雄 ... 遺伝子型 aa bb
長毛で直毛の雄のつくる配偶子は「ab」
一通りのみ (精子)

雌 AB, Ab, aB, ab } 2つらの組合せで
雄 ab } 考える

AaBb と aabb の交配

| | | 精子 | |
|---|------|-------------------|-------------------|
| | | AB | ab |
| 卵 | AaBb | AB AaBb 短・巻 | ab Aabb 短・直 |
| | | Ab AaBb 短・直 | aB aaBb 長・巻 |
| | | aB AaBb 短・巻 | ab aabb 長・直 |
| | | ab Aabb 短・直 | |

例 「短毛巻毛」: 「短毛直毛」:
「長毛巻毛」: 「長毛直毛」
= 1 : 1 : 1 : 1 --- (答)

(3) (ア)の卵 AB, Ab, aB, ab
(イ)の精子 AB, Ab, aB, ab

〈子の分離比から親の遺伝子型の推定〉

あるネズミには、毛の色が黒色のものと白色のものがある。これらのネズミを用いて次の実験に示す交配を行い、それぞれの結果を得た。これらの結果から、実験に用いた①~④のそれぞれの個体の遺伝子型を推定せよ。ただし、優性遺伝子をA、劣性遺伝子をaとして答えよ。

- [実験1] 黒① × 白④ (結果) 黒12匹
[実験2] 黒② × 白③ (結果) 黒6匹 白6匹
[実験3] 黒③ × 黒④ (結果) 黒9匹 白3匹

注目点・子の分離比

| 子の分離比 | 交配の組合せ |
|---------|---------------------------|
| 1:1 | Aa × aa |
| 3:1 | Aa × Aa |
| 全て~ | AA × aa ^{*1} |
| 1:2:1 | Aa × Aa (不完全優性) |
| 9:3:3:1 | AaBb × AaBb ^{*2} |

*1 AA × AA, aa × aa を含む
*2 AaBb × AaBb を含む

精子

| | | AB | Ab | aB | ab |
|---|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 卵 | AaBb | AB AABB 短・巻 | Ab AABb 短・直 | aB AaBB 短・巻 | ab AaBb 短・直 |
| | | AB AABB 短・巻 | Ab AABb 短・直 | aB AaBB 短・巻 | ab AaBb 短・直 |
| | | aB AaBB 短・巻 | ab Aabb 短・直 | aB aaBB 長・巻 | ab aaBb 長・巻 |
| | | ab Aabb 短・直 | ab aabb 長・直 | ab aabb 長・直 | ab aabb 長・直 |

短毛巻毛 : 短毛直毛 : 長毛巻毛 : 長毛直毛
= 9 : 3 : 3 : 1 --- (答)

優性と優性 --- いっぱい多い
優性と劣性 --- 次い多い
劣性と劣性 --- いっぱい少ない

子の分離比はある程度規則性があり、分離比から交雑(交配)の組合せがわかる。

実験1 黒12匹 ⇒ すべて黒
「AA × aa」型 推定

実験2 黒6匹 白6匹
⇒ 黒:白 = 1:1
「Aa × aa」型

実験3 黒9匹 白3匹
⇒ 黒:白 = 3:1
「Aa × Aa」型

黒色の遺伝子 A (優性)
白色の遺伝子 a (劣性)
AA と Aa ... 黒色を示す
aa ... 白色を示す

実験1 黒色の個体 × 白色の個体
子が全て黒色であるため、黒色の個体の
遺伝子型は Aa ではなく AA とする。
よ (答) ア AA イ aa

〈二遺伝子雑種と検定交雑〉

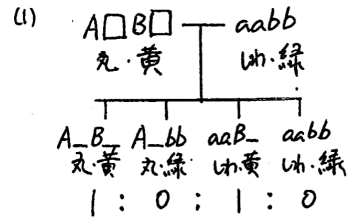
エンドウの種子の丸(A)はしわ(a)に対して優性であり、子葉の黄色(B)は緑色(b)に対して優性である。遺伝子型の不明な丸・黄に劣性ホモのしわ・緑(aabb)を交雑したところ、丸・黄:丸・緑:しわ・黄:しわ・緑=1:0:1:0となった。次の問いに答えよ。

- 遺伝子型の不明な丸・黄から生じる配偶子の遺伝子型とその分離比を書け。
- この丸・黄の遺伝子型を書け。
- 劣性ホモの個体を交雑して相手の遺伝子型を推定することを何というか。

注目点・種子の形「丸」と「しわ」、子葉の色「黄色」と「緑色」
・検定交雑と子の分離比

種子の形 { 丸 A (優性) 子葉の色 (黄 B (優性) AA, Aa -- 丸 BB, Bb -- 黄
しわ a (劣性) 子葉の色 (緑 b (劣性) aa -- しわ bb -- 緑

遺伝子型不明な「丸・黄」... A□B□ 劣性ホモの「しわ・緑」... aabb → 検定交雑
この問題における交雑は「検定交雑」である。子の分離比は親の遺伝子の比で表す。



二遺伝子雑種の場合でも、種類の遺伝子(形質)だけに注目する。

・種子の形「丸」と「しわ」に注目する
丸:しわ = 1+0:1+0 = 1:1
よ A(a)の交雑だけを見れば Aa × aa の形
--- (1)

実験2 黒色の個体 × 白色の個体
子に白色の個体もあるため、黒色の個体の
遺伝子型は AA ではなく Aa とする。

(答) ウ Aa エ aa

実験3 黒色の個体と「しわの交配」
白色の個体の「しわ」の比率、しわの
黒色の個体の「雑種」(Aa)と推定する。

(答) オ Aa カ Aa

子葉の色「黄色」と「緑色」に注目
黄:緑 = 1+1:0+0 = 2:0
「すべて黄」の形質があるため、B(b)だけ
注目するとこの交雑は BB × bb の形 --- (2)

(2)より、この交雑は
AaBB × aabb の形がある。

AaBB から生じる配偶子は
AaBB AB と aB のみ

- (答) (1) AB:aB = 1:1
(2) AaBB
(3) 検定交雑