

連関と組み替え

生物生産学実験基礎.

一般にある2つの遺伝子間の連関は原則として雌雄による差は無い。多少の性差が報告されたものがないのではなく、トウモロコシ、バッタ、マウス等で、交叉率が数%雌雄間で差がみられることが報告されている。

例外 ショウジョウバエ；雌で交叉がおこり，雄では起こらない(1912,モルガン)。

カイコ；雌で交叉が起こらず，雄では起こる (1913,田中)

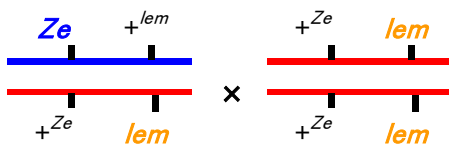
●カイコの斑紋と体色を利用した連関と組み替え

Ze(虎蚕)と *lem*(レモン)はともに第3連関群に属し，それぞれ 1.5 及び 22.3 に座位する。E 系統 (虎蚕・正常;*Ze +lem / Ze +lem*) と F 系統(*lem*; *+Ze lem / +Ze lem*)のF₁にF系統を戻し交雑した次代の幼虫斑紋と体色を調査することによって，遺伝子の連関と組み替えの起こることを観察し，両対立遺伝子(*Ze~lem*)の組み替え率を求める事ができる。

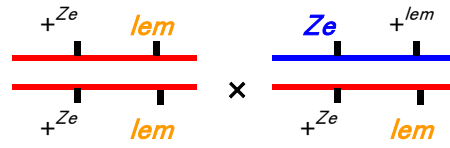
| 系統名 | 形質 | 遺伝子型 | | |
|-----------|----------|---------------------------|--|--|
| E 系統 | 虎蚕・正常体色 | <i>Ze +lem / Ze +lem</i> | | |
| F 系統 | 正常斑紋・レモン | <i>+Ze lem / +Ze lem</i> | | |
| E 系統×F 系統 | 虎蚕・正常体色 | <i>Ze +lem // +Ze lem</i> | | |

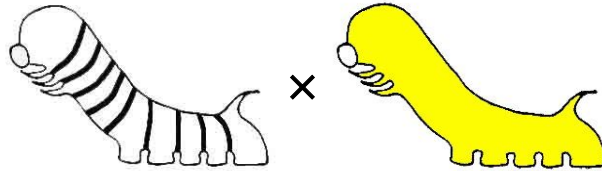
交雑形式

(A). (E 系統×F 系統) ×F 系統



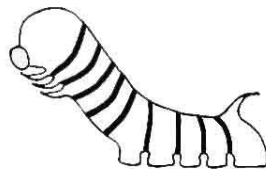
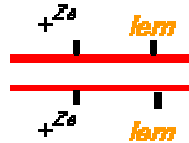
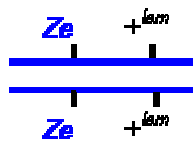
(B). F 系統×(E 系統×F 系統)



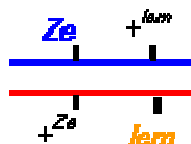


系統名：形質 E 系統：虎蚕・正常体色
 遺伝子型 $Ze +lem / Ze +lem$

F 系統：正常斑紋・レモン
 $+Ze lem / +Ze lem$

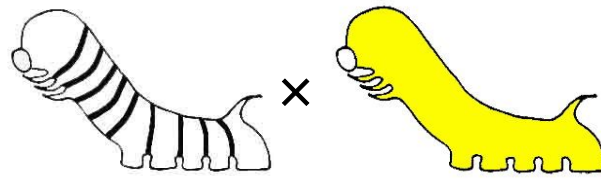


F₁：虎蚕・正常体色
 $Ze +lem / +Ze lem$



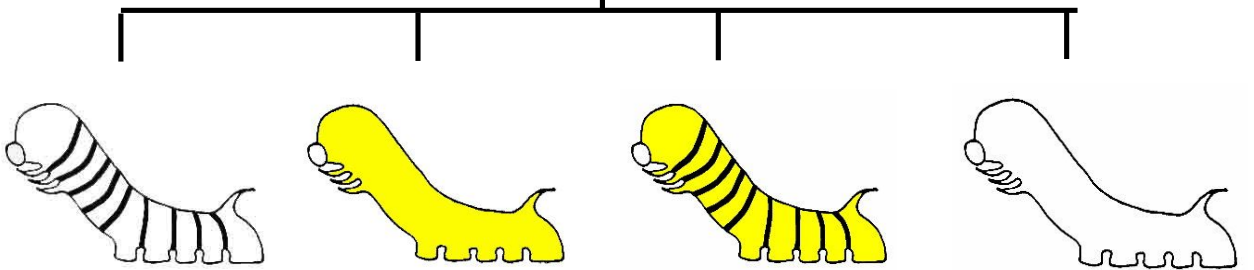
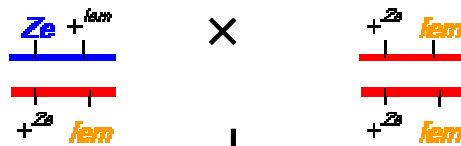
交雑形式(A), (B), の斑紋と体色(虎蚕斑紋の有無とレモン体色の有無)を調査して, 組み替え率を算出する。

(A). (E 系統×F 系統)×F 系統



F₁の雌：虎蚕・正常体色

F 系統の♂：正常斑紋・レモン



虎蚕・正常体色

正常斑紋・レモン

虎蚕・レモン

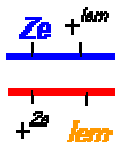
正常斑紋・正常体色

非交叉型

非交叉型

交叉型

交叉型



出現しない

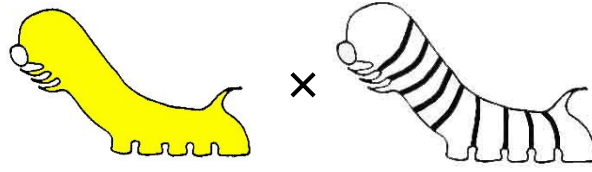
出現しない



| 班番号 | 非交叉型 | | 交叉型 | |
|-----|------------|---------------|-------------|--------------|
| | 虎蚕 正常体色 | 正常斑紋 レモン体色 | 虎蚕 レモン体色 | 正常斑紋 正常体色 |
| 1 | 112 | 87 | 0 | 0 |
| 2 | 58 | 63 | 0 | 0 |
| 3 | 102 | 102 | 0 | 0 |
| 4 | 52 | 38 | 0 | 0 |
| 5 | 51 | 54 | 0 | 0 |
| 6 | 95 | 82 | 0 | 0 |
| 7 | 77 | 96 | 0 | 0 |
| 8 | 96 | 84 | 0 | 0 |
| 合計 | 643 | 606 | 0 | 0 |

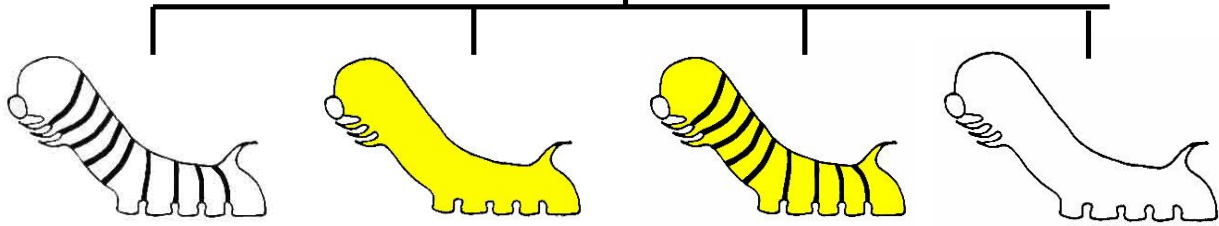
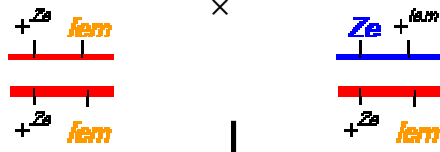
カイコは雌で組み換えが起こらないので, この交雑形式から交叉型の蚕(虎蚕・レモン, 正常斑紋・正常体色)は出現しない(雄で組み換えても同じ遺伝子型の配偶子しかできない)。

(B). F 系統×(E 系統×F 系統)



F 系統の雌：正常斑紋・レモン

F₁ の♂：虎蚕・正常体色



虎蚕・正常体色

正常斑紋・レモン

虎蚕・レモン

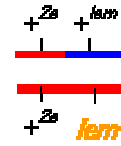
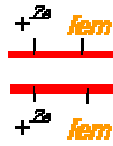
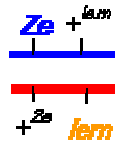
正常斑紋・正常体色

非交叉型

非交叉型

交叉型

交叉型



| 班番号 | 虎蚕 | | 正常斑紋 | |
|-----|------|-------|------|-------|
| | 正常体色 | レモン体色 | 正常体色 | レモン体色 |
| 1 | 44 | 26 | 6 | 7 |
| 2 | 77 | 68 | 19 | 13 |
| 3 | 51 | 63 | 16 | 12 |
| 4 | 91 | 70 | 12 | 15 |
| 5 | 61 | 72 | 13 | 11 |
| 6 | 40 | 27 | 8 | 7 |
| 7 | 78 | 80 | 15 | 12 |
| 8 | 22 | 23 | 4 | 5 |
| 合計 | 464 | 429 | 93 | 82 |

雄で組み換えが起き、この交雑形式では交叉型の蚕が出現する。

組み換え値は 「調査個体数」 に対する 「組み換え個体数」 の割合 (%) なので上表の結果から

$$\begin{aligned}
 & (\text{虎蚕} \cdot \text{レモン個体数} + \text{正常斑紋} \cdot \text{正常体色数}) / (\text{調査個体数}) \times 100 \\
 & = (93 + 82) / (464 + 429 + 93 + 82) \times 100 \\
 & = 16.4\% \text{ となる。}
 \end{aligned}$$

(A). (E系統×F系統)×F系統

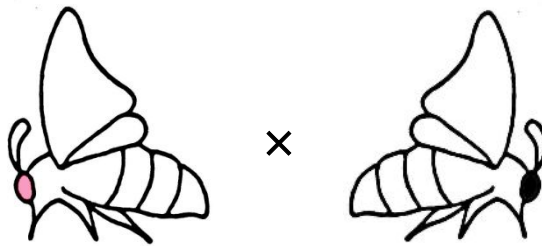
| 班番号 | 非交叉型 | | 交叉型 | |
|-----|------------|---------------|-------------|--------------|
| | 虎蚕 正常体色 | 正常斑紋 レモン体色 | 虎蚕 レモン体色 | 正常斑紋 正常体色 |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 合計 | | | | |

(B). F系統×(E系統×F系統)

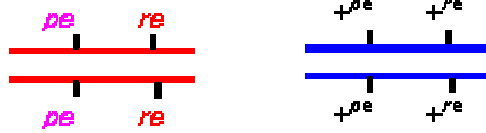
| 班番号 | 非交叉型 | | 交叉型 | |
|-----|------------|---------------|-------------|--------------|
| | 虎蚕 正常体色 | 正常斑紋 レモン体色 | 虎蚕 レモン体色 | 正常斑紋 正常体色 |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 合計 | | | | |

●カイコの卵色を利用した連関と組み替え

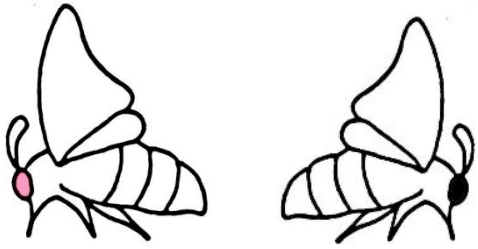
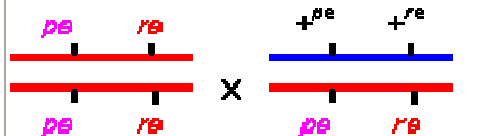

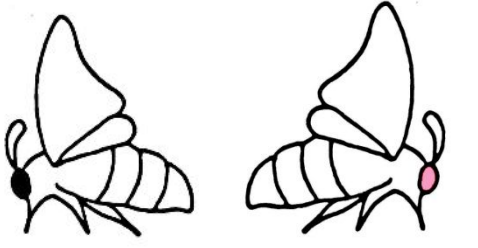
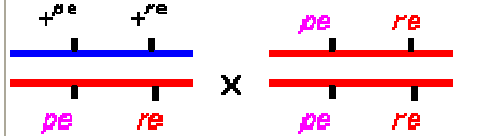

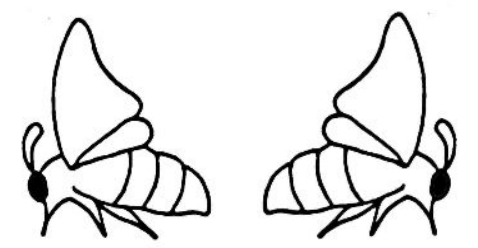
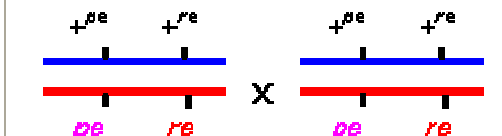
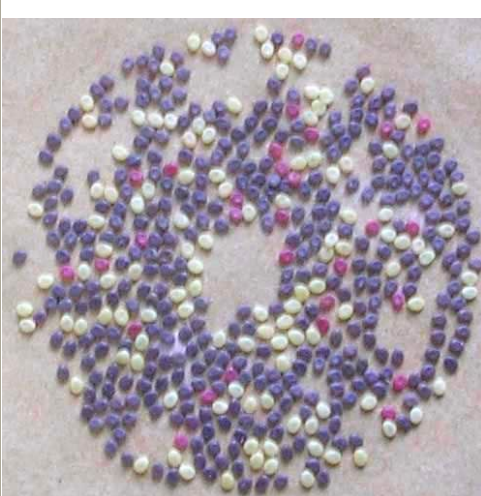
pe(淡赤眼白卵)と *re*(赤卵)はともに第5連関群に属し、それぞれ 0.0 及び 31.7 に座位する。B 統(正常卵; $+pe +re/+pe +re$) と D 系統 ($pe re/pe re$) の F₁ に D 系統を戻し交雑した次代卵, または F₂ の卵色を調査することによって、遺伝子の連関と組み替えの起こることを観察し、両対立遺伝子 (*pe* と *re*) の組み替え率を求める事ができる。



系統名：形質 D 系統：淡赤眼白卵 B 系統：正常
 遺伝子型 $pe re/pe re$ $+pe +re/+pe +re$

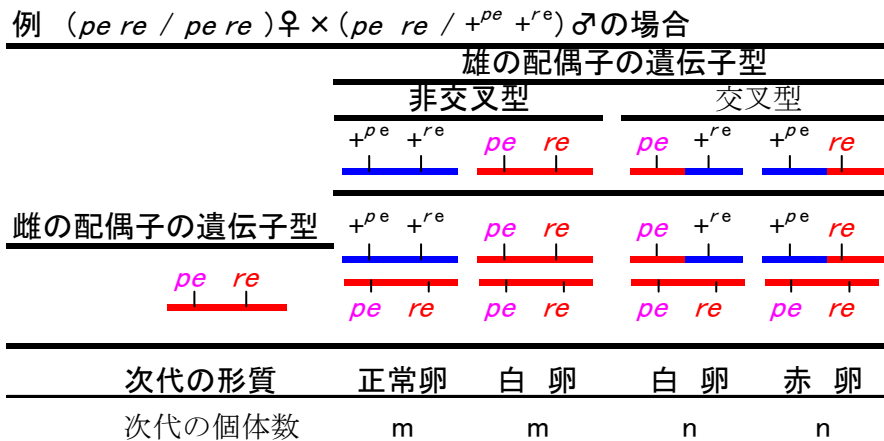


F₁ : 正常
 $pe re/+pe +re$

| | 交雑形式 | 産下卵 |
|------|--|--|
| (1). |  <p>D系統×(D系統×B系統)</p>  |  |
| (2). |  <p>(D系統×B系統) ×D系統</p>  |  |
| (3). |  <p>(D系統×B系統)×D系統×B系統)F₂</p>  |  |

●交雑形式(1), (2), (3)の卵色を調査して, 組み替え率を算出する。

- 交雑形式(1), (2), (3)の卵色を調査して, 組み替え率を算出する.



形質 (表現型) で交叉型として識別できるのは赤卵だけであり, その割合は全交叉型数 $(n + n)$ の $1/2$ にあたる。よって $pe\ re$ 間の組み替え率は次式によって求められる。

$$\text{組み替え率(\%)} = 100 \times (n+n) / (m+m+n+n) = 100 \times 2 \times (\text{赤卵数}) / (\text{全観察卵数})$$

◎ pe は re の上位にあるので $(pe+re / pe+re)$, $(pe +re / pe re)$, $(pe re / pe re)$ の個体(卵) は (re に関わらず) 白卵となる。