

# 継代試験における量的形質に対する環境効果の補正方法について

誌名	蠶絲研究
ISSN	00364495
著者	山本, 俊雄
巻/号	102号
掲載ページ	p. 38-44
発行年月	1977年4月

## 継代試験における量的形質に対する環境効果の 補正方法について

山本 俊雄

一般に連続変量として量的に表現される形質の発現にはポリジーンと呼ばれるいくつかの遺伝子が関与するものであるが、これらの遺伝子の発現は環境により左右されやすい。したがって、形質の表現型値から遺伝子の作用を把握しようとするとき、その発現に関与する環境の効果を考慮する必要が生じてくる。

カイコにおいても重要と考えられる実用形質の多くは量的形質であり、個々の形質の表現型値は飼育時期あるいは場所などの飼育環境により顕著に相違することは周知のことである。とくに選抜試験などの継代飼育による実験では、多くの形質が飼育時期によって著しく変動するので、継代にともなう形質の反応を適確に把握することはできない。したがって、異なる飼育時期で得られた量的形質の表現型値については何らかの方法で環境効果を均一化させ、同一基準でデータを比較できるようにすることが必要であろう。このような同一基準によって比較することの重要性は古くから論議されてきているにもかかわらず、実際にはほとんど行なわれていない。

そこで、著者は継代試験において同一基準で表現型値を補正する方法について検討した結果、簡単な補正方法を成立させることができた。さらにこの方法により数世代にわたり継代飼育して得たデータについて補正を試みたところ、補正はデータの解析に極めて有効な手段であることが判明したので、ここに1つの方法として提起し、その補正例についても報告する。

本文に入るに先だち、本稿のとりまとめに当り適切な示教をいただいた農林省畜産試験場山田行雄博士、蚕糸試験場蒲生卓磨博士に厚くお礼申し上げる。

### 補正方法の開発

本報で提起する補正方法は、すべての世代の飼育環境が同一であると仮定したときに各世代で発現されるべき値を推定（補正值）しようとするものである。換言すれば、表現型値（実測値）の補正值とは、各世代が基準となる世代と同一の環境下におかれたときに発現するであろう値、ということになる。

第1表 補正方法を導くための実験データのモデル

世 代	1	2	3 …… i …… n
標 準 区	$p_1$	$p_2$	$p_3 \dots p_i \dots p_n$
実 験 区	$R_1$	$R_2$	$R_3 \dots R_i \dots R_n$

補正方法を導くための実験モデルは第1表に示した通りである。まず、その実験本来の目的である実験区の他に補正のための基準となる実験区（以下標準区と称する）を設定することを必要とし、この標準区を実験区と同一の条件で飼育して、得られたデータを基準に実験区の値を補正しようとするものである。したがって、標準区に用いる品種としては遺伝的に形質の固定したものを選定することが必要であり、さらに継代により品種の遺伝子構成に変化を生じないように、ランダム交配で採種したなるべく多くの蛾区を供試する（混合飼育）ことが重要である。

ところで、世代の違いによる量的形質の表現型値の変動量は遺伝的効果、環境効果およびそれらの交互作用による成分に分割される。しかし、本研究では表現型値の変動量は遺伝的効果と環境効果による成分で構成されるものと仮定し、両者の交互作用による成分は除外して検討した。その理由は、1) 交互作用による成分を含めた場合、適当な補正方法が成立しなくなること、2) 交互作用による成分は遺伝的効果や環境効果による成分に比較して非常に小さい場合が多いものと予想されるので、この成分を除外してもある程度の補正は可能であろうと考えられること、による。

以上のような前提条件のもとで、補正の基準となる世代を  $i$ 、補正しようとする世代を  $n$  として補正式を導くと次のようになる。まず、標準区の品種は前述したように遺伝的にほぼ形質の固定されたものであり、継代にともない遺伝子構成の変化がないとすれば、飼育時期の違いによる表現型値の変動はすべて環境効果によるものとみなすことができる。したがって、 $i$  および  $n$  世代における表現型値を  $P_i$ 、 $P_n$  とすれば、環境の違いによる変動量の割合は、 $i$  世代を基準にする場合

$$\frac{P_n - P_i}{P_i}$$

となる。

つぎに実験区について  $i$  世代を基準とするときの環境効果の現れ方を検討する。 $n$  世代における表現型値を  $R_n$  とし、 $n$  世代の環境が  $i$  世代と同一の環境であると仮定するとき、発現されるべき値（補正值）を  $R_n'$  とすれば、環境の違いによる変動量の割合は

$$\frac{R_n - R_n'}{R_n'}$$

となる。標準区、実験区ともに飼育環境が同一であれば、環境効果は等しく作用するので両区における変動量の割合は等しくなる。したがって、

$$\frac{P_n - P_i}{P_i} = \frac{R_n - R_n'}{R_n'}$$

より  $R_n$  の補正值  $R_n'$  は

$$R_n' = \frac{P_i}{P_n} \times R_n$$

によって算出される（ただし、 $i$  世代を基準とする補正值である）。

なお、 $i$  世代から  $n$  世代までの間における実験区の形質の遺伝的な変動量は  $R_n'$  から  $R_i$  を差し引いた値として求めることができる。

## 補 正 例

### 1) 供試データ

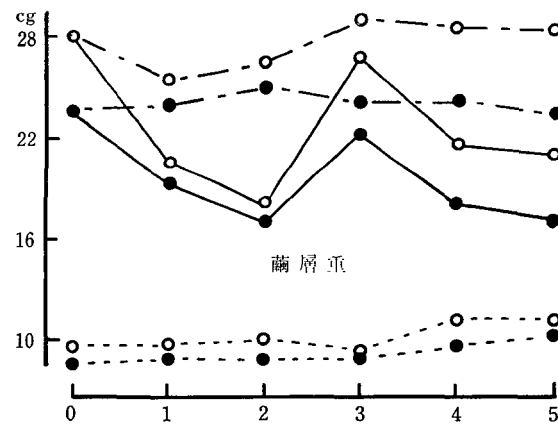
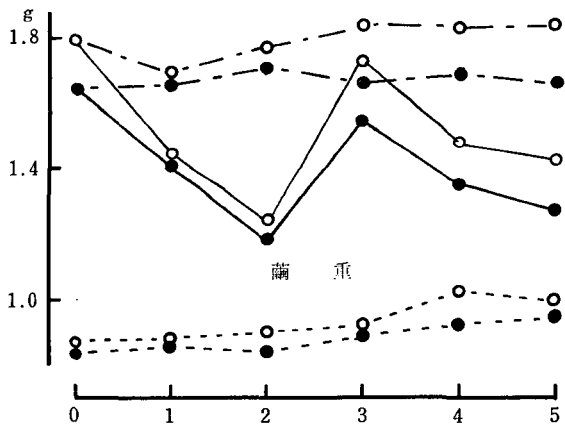
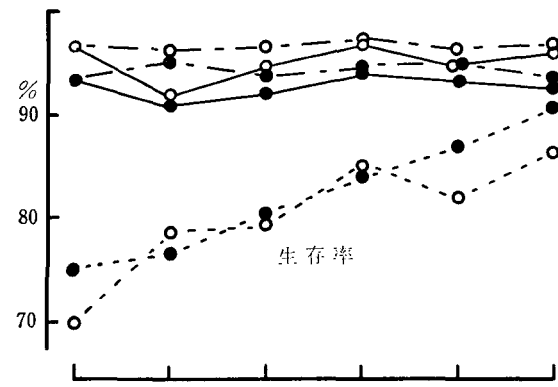
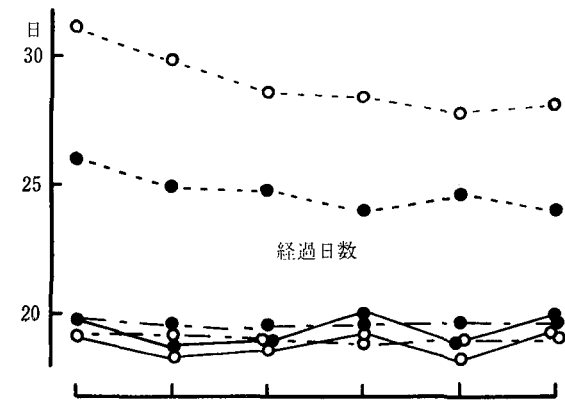
本報では、桑葉と人工飼料（桑葉 50% を含む）という 2 栄養水準で数世代にわたりカイコを継代飼育し、その後代における遺伝的特性の変化を究明することを目的として実施した実験<sup>1)</sup>で得られたデータを供試した。この実験は交雑  $F_2$  集団をもとに無選抜で、しかもランダム交配によって継代したものである。

補正用の標準区として 4 品種を用いたが、いずれも別の目的で行なった選抜実験<sup>2)</sup>において育成された系統であり、形質も固定したと考えられる材料である。なお、ここでは多くのデータの中から幼虫の経過日数、生存率、繭重および繭層重の 4 形質を解析に用いた。

### 2) 補正の効果

補正例として供試した継代実験のデータは第 1 図に示した。人工飼料飼育の系統は世代の増加にともない経過日数は短縮され、生存率は高くなった。さらに、繭重と繭層重も世代が重ねられるにしたがい向上する傾向が認められ、人工飼料に対して適応性の増加することが示された。これに対して、桑葉飼育の系統ではいずれの形質も世代により大きく変動し、継代にともなう形質の推移を把握できなかった。これは、人工飼料系統のカイコはいずれの世代においても飼料の栄養条件はもとより、温湿度などもほぼ同一の環境で飼育されたのに対して、桑葉系統では飼育時期によって葉質、温湿度などの飼育条件が著しく相違したので、真の世代効果が打ち消されてしまったことに起因する。

そこで桑葉系統のデータについて上述の方法で補正した。その結果は第 2 表および第 1 図に示した通りである。標準値としては標準区 4 品種の平均値を用い、初期世代 ( $G_1$ ) を基準にして補正したものであるが、補正值では実測値でみられた世代による形質の大きな変動がほとんど認められなくなり、補正により環境効果が均一化されたものと考えられる結果が示された。なお補正結果にしたがえば、桑葉飼育ではランダム交配により継代した場合、世代が増加しても量的形質はほとんど変化しないものと考えられる。



第1図 2栄養水準下の継代試験における量的形質の変動  
 — 桑葉飼育系統の実測値, .....人工飼料飼育系統の実測値, - · - · 桑葉飼育系統の補正值

第2表 桑葉飼育系統におけるG<sub>1</sub>世代を基準とする補正結果

世	代	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>	G <sub>5</sub>	G <sub>6</sub>	
経過日数 (日)	標準値	21.8	20.9	21.5	22.2	21.0	22.0	
	A	R	19.2	18.4	18.8	19.3	18.3	19.4
		R'	19.2	19.2	19.1	19.0	19.0	19.2
	B	R	19.8	18.6	19.2	20.0	18.9	20.0
		R'	19.8	19.4	19.5	19.6	19.6	19.8
	生存率 (%)	標準値	97.8	93.4	95.8	97.5	96.4	96.8
A		R	96.7	92.0	94.4	97.0	95.0	95.9
		R'	96.7	96.3	96.4	97.3	96.4	96.9
B		R	93.6	91.0	92.3	94.5	93.6	93.2
		R'	93.6	95.3	94.2	94.8	95.0	94.2
繭重 (g)		標準値	2.07	1.78	1.46	1.95	1.67	1.60
	A	R	1.80	1.45	1.25	1.73	1.48	1.43
		R'	1.80	1.69	1.77	1.84	1.84	1.85
	B	R	1.65	1.43	1.21	1.56	1.36	1.28
		R'	1.65	1.66	1.72	1.66	1.69	1.66
	繭層重 (cg)	標準値	51.1	41.5	35.4	47.5	38.9	37.8
A		R	28.0	20.7	18.3	27.0	21.8	21.1
		R'	28.0	25.5	26.4	29.1	28.6	28.5
B		R	23.8	19.5	17.3	22.3	18.3	17.2
		R'	23.8	24.0	25.0	24.0	24.0	23.3

- 1) 標準値：標準区4品種の平均値
- 2) A：大造×赤熟，B：大造×ピオーネ
- 3) R：実験区の実測値，R'：Rの補正值

## 考 察

補正例の供試データとして示したような継代あるいは選抜実験の場合、一般には最終世代に全ての実験区を同一条件で飼育することにより継代あるいは選抜の効果を比較調査する方法が行なわれている。しかしながら、継代にともなう形質の反応をより適確に把握するためには、各世代における形質の遺伝的発現値を明らかにし、継代中のデータを同一基準で比較する必要がある。本研究においてはデータを同一基準で比較するための補正方法

を成立させることを目的として検討した結果、1つの方法を提起することができた。しかし、本法では形質の変動量の構成成分の1つである遺伝的効果と環境効果との交互作用を除外して検討したので、正確な補正方法であるとはいえない。これは交互作用による成分を考慮すると適切な補正方法が成立たなくなるためである。しかし、たとえこれを除外しても変動量に占める交互作用による成分の割合はごく小さいものと予想されるので、本法により一応の補正がなされ得るものと推察される。

本法において、その精度を決定する最大の要因は補正の基準となる標準区に用いる品種の選定であろう。標準区の品種としては遺伝的に形質の固定したものを選ぶとともに、継代により集団の遺伝子構成に差異が生じないように比較的規模の大きい集団を用いるなどの配慮が必要と考えられる。また、標準品種としては原種と交雑種、保存品種と実用品種のいずれが最適であるのか、あるいはその品種数などについてさらに検討しなければならない。

補正例の結果では飼育時期による形質の顕著な変動が認められなくなり、世代効果を明らかにすることができたので、比較的高い精度で補正が行なわれたものと思われる。したがって、本法は選抜継代にともなう形質の変化や、交雑集団の世代にともなうヘテロシスの変化などを解析する上では有効な手段になると考えられる。しかしながら、本研究は飼育環境の効果を補正し、各世代のデータを同一基準により比較するための試みとして行なったものであり、より高い精度で補正するためさらに追究しなければならない。

## 要 約

継代試験における各世代の量的形質を同一基準によって比較するため、表現型値の補正方法の開発を試みた。

補正方法は補正の基準となる標準区（形質の固定した品種を選定し、遺伝子構成に変化を生じないよう継代する）を設定し、実験区と同一環境で飼育して得られるデータを用いることにより、次式で示される。

$$Rn' = \frac{Pi}{Pn} \times Rn$$

$Pi$  : 補正の基準となる  $i$  世代における標準区の値

$Pn$  : 補正しようとする  $n$  世代における標準区の値

$Rn$  :  $n$  世代における実験区の値

$Rn'$  :  $Rn$  の補正值

本法により数世代にわたり継代飼育して得られたデータについて補正を試みたところ、比較的高い精度で補正が行なわれ、世代にともなう形質の推移を把握することができた。

## 文 献

- 1) 山本俊雄・蒲生卓磨(1974): 日本蚕糸学会第44回講演要旨
- 2) 山本俊雄・蒲生卓磨(1974): 育種雑, **24**, 217-225