

採卵鶏の体重変化に対する非線形モデルの適用 ならびに成長形質と卵形質との関連性について

口 田 圭 吾

畜産管理学科家畜育種増殖学助手

1. 目 的

近年のわが国における採卵養鶏産業の発展はめざましく、鶏卵は大量かつ安価に提供されるようになった。本研究では卵構成を変化させることを目的として選抜育種された卵黄・卵白比の高低2方向への選抜系統と、高度に産卵能力に対して育種改良された市販鶏種、さらにそれらを親系統として正逆交配を行い得られた交雑系統を用い、それらの体重推移および産卵能力の関係を比較した。

2. 方 法

本研究に用いた供試鶏群は、帯広畜産大学家畜育種学研究室において、卵構成を変化させる目的で卵黄・卵白比に対し、高および低方向へ選抜された白色レグホーン種の24世代目の2系統（高系統：HH系統，低系統：LL系統）と市販鶏種であるXX系統とJJ系統（以上，親系統として4系統），さらに，HH系統とJJ系統を，LL系統とXX系統を親系統として，正逆交配により得られたHJ，JH，LXおよびXL系統（以上，交雑系統として4系統）の合計8系統である。ここで，HH，JJ，HJ，JHの4系統を高系統グループ，LL，XX，LX，XLの4系統を低系統グループとした。

いずれの系統も孵化から70日齢までは，週2回，その後1週間毎に体重を測定した。分析には親系統で，401日齢までの体重記録，交雑系統で，387～401日齢までの体重記録を用いた。孵化時体重は孵化1日齢のものを，初産時体重は産卵記録から初産日齢に近似する日齢の体重記録（初産から1週間以内の記録）を用いた。

一方，成長様相を比較する目的で，個体の体重記録に非線形関数であるGompertz, von Bertalanffy, LogisticおよびBrodyモデルを当てはめ，その適合度を比較した。モデルの適合度は決定係数(R^2)および赤池の情報量基準(AIC)によった。最も適合度のよいモデルを選定後，そのモデルの推定パラメータを以後の分析に用いた。一方，産卵性に関する形質として，初産日齢および初産から360日間のヘンデイ産卵率を算出し分析に用いた。なお，ヘテロシス効果は以下の式で推定した。

$$(F_1 - P_m) / P_m \times 100$$

ここで， F_1 は正逆交雑系統の平均値， P_m は両親の系統の平均値である。統計分析は，SASのGLMによった。

3. 結 果

各個体の体重記録に4種の非線形成長モデルを当てはめた場合の決定係数(R^2)および赤池の情

報量基準 (AIC) を表 1 に示した。モデルの適合度を示す 2 種の推定値の大小から、全体的に最もよい適合度を示したモデルは Gompertz モデルであり、次いで von Bertalanffy, Logistic, Brody モデルの順であると推察した。

表 2 には、個体の体重記録に Gompertz モデルを当てはめて推定されたパラメータの平均値と標準偏差を示した。高系統グループにおいて、成熟時体重を示すパラメータ A は、JJ 系統が最も高く、

表 1. 非線形モデルを当てはめた場合の決定係数 (R^2) および赤池の情報量基準 (AIC) の平均値 \pm 標準偏差

モデル	系統	R^2	AIC
Gompertz	HH	0.991 \pm 0.004	549.2 \pm 24.9
	JJ	0.990 \pm 0.003	588.9 \pm 28.2
	HJ	0.993 \pm 0.003	529.9 \pm 31.3
	JH	0.992 \pm 0.004	544.9 \pm 38.0
	LL	0.992 \pm 0.004	552.7 \pm 35.8
	XX	0.989 \pm 0.002	584.0 \pm 27.2
	LX	0.994 \pm 0.003	533.8 \pm 32.5
	XL	0.994 \pm 0.003	536.6 \pm 29.1
von Bertalanffy	HH	0.991 \pm 0.004	545.6 \pm 30.5
	JJ	0.989 \pm 0.003	590.4 \pm 25.8
	HJ	0.993 \pm 0.003	529.9 \pm 31.9
	JH	0.992 \pm 0.004	543.8 \pm 38.0
	LL	0.991 \pm 0.005	555.0 \pm 35.6
	XX	0.989 \pm 0.003	583.2 \pm 25.5
	LX	0.993 \pm 0.004	536.2 \pm 33.6
	XL	0.993 \pm 0.003	542.8 \pm 27.6
Logistic	HH	0.986 \pm 0.004	582.3 \pm 18.6
	JJ	0.986 \pm 0.005	610.5 \pm 30.3
	HJ	0.989 \pm 0.003	564.7 \pm 29.3
	JH	0.988 \pm 0.004	578.4 \pm 31.5
	LL	0.988 \pm 0.004	581.3 \pm 28.6
	XX	0.985 \pm 0.003	606.6 \pm 28.3
	LX	0.990 \pm 0.004	569.0 \pm 26.9
	XL	0.991 \pm 0.003	565.9 \pm 29.6
Brody	HH	0.979 \pm 0.008	607.1 \pm 25.2
	JJ	0.978 \pm 0.006	641.9 \pm 24.1
	HJ	0.982 \pm 0.006	598.5 \pm 25.8
	JH	0.982 \pm 0.006	605.2 \pm 25.9
	LL	0.978 \pm 0.008	622.4 \pm 26.0
	XX	0.979 \pm 0.006	629.2 \pm 22.9
	LX	0.981 \pm 0.007	610.8 \pm 27.4
	XL	0.980 \pm 0.007	618.5 \pm 21.0

表 2. Gompertzモデルにより推定されたパラメータの平均値±標準偏差

系 統	パ ラ メ ー タ		
	A	B	k
HH	1624.7±125.3 ^d	3.45±0.26 ^{ab}	0.0201±0.0024 ^{ab}
JJ	2006.3±218.8 ^a	3.41±0.27 ^{ab}	0.0208±0.0019 ^a
HJ	1750.2±234.6 ^c	3.34±0.27 ^{bc}	0.0210±0.0028 ^a
JH	1841.7±195.4 ^{bc}	3.26±0.32 ^c	0.0193±0.0026 ^b
LL	1749.5±239.5 ^c	3.54±0.26 ^a	0.0203±0.0030 ^{ab}
XX	1882.6±238.0 ^b	3.36±0.22 ^{bc}	0.0211±0.0026 ^a
LX	1870.0±223.7 ^{bc}	3.43±0.25 ^{ab}	0.0203±0.0023 ^{ab}
XL	1897.1±261.2 ^{ab}	3.43±0.27 ^{ab}	0.0207±0.0030 ^{ab}

a, b, c, d: 異なる添字は系統間での平均値の有意差を示す (p<0.05)

A: 成熟体重を表すパラメータ, B: 積分定数を表すパラメータ

k: 成長速度を表すパラメータ

次いで JH, HJ および HH 系統であった (p<0.05)。低系統グループにおけるパラメータ A は、最も高く推定されたのが XL 系統で 1897.1 g、次いで XX 系統の 1882.6 g であった。これは、XX 系統の体重の変異が大きいためと推察される。また、LL 系統を除いた 3 系統が近似した値に推移したため、系統間に有意差は認められなかった。成長速度を示すパラメータ k は、高系統グループの系統間に有意差が認められ、交雑系統で大きく推定される傾向にあったが、低系統グループの系統間には有意差が認められず、特定の傾向も存在しなかった。

高系統グループにおける産卵率は、HH 系統が最も低く 75.8% であったのに対し、JJ 系統は、最も高く 87.5% であった。高系統グループの交雑系統では、親系統の中間の値 (JH: 84.0%, HJ: 80.8%) が推定された。低系統グループについても同様に、LL 系統が最も低く 76.6% であったのに対し、XX 系統が 89.0% と高く推定され、低系統グループの交雑系統は、親系統の中間の値 (LX: 82.9%, XL: 82.8%) を示した。また親系統と交雑系統間に有意差が認められた。

高系統グループにおけるヘテロシス効果は、72 日齢以後の体重ではすべて負の値 (-1.0% ~ -1.8%) を示したが、初産時体重では、正の値が得られた。また、両グループとも 30 日齢時体重では、高系統グループで 6.6%、低系統グループで 8.5% と他の日齢での体重より大きい値が推定された。このことは交雑系統において初期成長率が増加した可能性を示唆するものである。低系統グループでは、135 日齢以後の体重において 4.0% 前後の値が推定され、交雑系統が親系統より、若干重い体重で推移したと推察される。推定されたパラメータ A は、低系統グループで正のヘテロシス効果が認められたが、パラメータ k は、両グループで負の値を示し、高系統グループで 1.7%、低系統グループで 1.1% 親よりも成長が遅くなる傾向にあった。初産日齢のヘテロシス効果は、両グループで正の値を示し、高系統グループの交雑系統で 3.9%、低系統グループの交雑系統で 4.1% 遅くなる傾向が認められた。産卵率のヘテロシス効果は、高系統グループで 0.9%、低系統グループで 0.06% であった。これは、ほぼ親系統の平均値であり、顕著なヘテロシス効果は認められなかった。

各日齢期間の成長率におけるヘテロシス効果を検討したところ、高系統グループおよび低系統グループともに、16~44 日齢までの交雑系統の成長率が低いことが認められた。このことは、推定さ

れたパラメータ k におけるヘテロシス効果に関連するものと考えられる。また、149～177日齢の期間（初産を迎える日齢に相当する）のヘテロシス効果は、低系統グループで95.7%と顕著に高く推定された。

4. 考 察

正逆交配の効果として、交配時に市販鶏種を母系統に用いた交雑系統が、全般的な体重推移において大きくなる傾向にあった。しかし、初期成長期の成長率は、高系統グループにおいて選抜系統（HHおよびLL系統）を母系統とした交雑種が若干高い傾向にあった。また、初産日齢は、選抜系統を高系統グループでは父系統に、低系統グループでは母系統に用いた場合に遅くなる傾向にあった。さらに産卵率は、高系統グループにおいて市販鶏種を母親とした場合に、若干上昇する傾向が認められた。体重と初産日齢には、平均0.27の遺伝相関が報告されているが、このことは、高系統グループにおける交雑系統の体重推移や初産の早晩に当てはまるが、低系統グループでは、これとは別の作用を検討する必要があるだろう。

選抜系統は、長期にわたり閉鎖集団であったため、近交係数の上昇に伴う近交退化が生じ、相対的に能力の減退が起こった可能性が推測される。このため、今回の交雑により、近交係数の減少に伴う能力の回復が生じたことが考えられる。これらのことを考慮すれば、ヘテロシス効果が存在した形質は、初期体重の増加および初産日齢前後の成長率であると推察される。