

## 採卵鶏の体重変化に対する非線形成長曲線モデルの適用

三好俊三・鈴木三義・光本孝次

帯広畜産大学畜産管理学科 家畜育種増殖学講座, 北海道帯広市 080

採卵鶏の週毎の体重記録に Brody, Bertalanffy, Logistic, Gompertz, 及び第二段階までの Multiphasic モデルを当てはめ, その適合度を比較した。さらに, 推定されたパラメータと産卵など生産記録との関係を検討した。

用いた鶏は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せた系統である。これら高および低系統で成体重の類似する雌鶏から種卵を採取した。卵構成をさらに変更する目的で種卵の半数には, その推定卵白量の約 20% を抜取る処理を加えた。分析には産卵記録のある個体を用いた。モデルの適合度は決定係数および赤池の情報量基準によって判定した。

卵白を抜取る処理により, 有意に小さい雛が得られた。高系統で 6.2 g, 低系統で 6.9 g であった孵化時体重での差は約 2~4 週齢時に消失した。

週毎の平均体重に対して, 全般的に Brody モデルは最も適合度が低く, Logistic, Bertalanffy モデルの順であった。Gompertz と Multiphasic モデルは相対的に良い当てはまりを示したが, 後者は初期の成長を過大評価する傾向にあった。Multiphasic モデルにおいて, 孵化から約 100 日齢と, その後の成長との 2 段階の成長様式が認められた。この現象は成長率の推移に顕著に見られ, 低系統では明確な二峰性を示したが, 高系統には第 2 段階の成長が明らかでなかった。

卵重が小さいことにより, 飼料効率が高系統で有意に低いことを除き, 他の生産形質には有意差が認められなかったが, 初産日齢は高系統が約 6~8 日早い傾向にあった。Multiphasic モデルにおける第 2 段階での成長速度と産卵数(率)とは正の相関関係にあったが, 第一段階や Gompertz モデルでの成長速度とは負の関係にあった。また, 成熟体重を示すパラメータとは負の相関係数が推定される傾向にあった。

(家禽会誌, 32: 394-401, 1995)

キーワード: 非線形成長曲線, 体重, 採卵鶏

家畜・家禽の体重変化に対して種々の数学モデルを当てはめ, その发育標準曲線の比較が行われている(師ら; 1985, GROSSMAN and BOHREN; 1982)。KOOPS (1986) は体重の記録に Multiphasic 関数を当てはめ, 成長に段階が存在することを報告した。また, 各成長段階の生物学的な解釈として, 第一段階が骨の成長, 第二段階が筋肉及び脂肪の蓄積によると推察した(KOOPS *et al.*, 1986)。鶏においても, 秋元 (1991) は種々の成長曲線の比較を行い, Gompertz モデルに近似する関数が良い適合度を示すことを報告した。GROSSMAN and KOOPS (1988) は鶏の体重記録に三段階までの Multiphasic モデルの当てはめを行い, 第二段階までのモデルが妥当であるとした。さらに, KWAKKEL *et al.* (1993) は体の化学構成成分の変化に対して, Multiphasic モデルを当てはめ, 成長との関係を検討し, 若い雌鶏の成長あるいは发育の変化

1994 年 12 月 16 日受付

の解釈において, 用いたモデルが有用であることを示した。

本研究では採卵鶏の成長様式を検索するため, 体重変化の異なる系統を用い, 5 種の非線形モデルを体重の記録に当てはめ, その適合度を比較した。さらに, 推定された成長曲線のパラメータと生産記録との関係を検討した。

### 実験材料及び方法

用いた鶏は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 2 系統である(MITSUMOTO and MIYOSHI, 1989)。高および低系統で成体重の類似する雌鶏(各系統 8~10 羽)を抽出し, 同系統の雄を交配し, 種卵を 1 羽より 9~12 個採取した。卵構成をさらに変更する目的で, 得られた種卵の半数には, その推定卵白量の約 20% を抜取る処

理を加えた（荒井ら，1966）。その後，通常の孵卵を行い雛を得た。孵化した雛は無作為に30日齢まで約30羽を電熱給温付きバッテリーケージで群飼し，その後，30～70日齢間はケージ当たり約7羽，70～140日齢間は系統および実験区別にケージ当たり約5羽を群飼し，その後，単飼ケージに移した。各飼育期間にあわせ，それぞれ，市販の幼雛用，中雛用，大雛用および成鶏用飼料を不断給飼した。体重は孵化時から約65週齢まで毎週測定した。飼料量は30日齢から各群ごとに測定し，群平均をその群の個体のデータとした。分析には産卵記録が完備し，50%を上回る産卵率を示した個体（高系統；対照区9羽，処理区9羽，低系統；対照区16羽，処理区23羽）を用いた。

鶏の体重変化に適合するモデルを検索するため，系統および処理による合計4区画の週毎の平均体重を算出し，表1に示した5種の非線形モデルを当てはめた。

さらに，Multiphasicモデル式を $t$ で微分して次の式を得た。

$$Y'_t = \sum \{a_i b_i [1 - \tanh^2(b_i(t - c_i))]\}$$

ここで， $Y'_t$ は $t$ 日齢における成長率（g/日）である。推定したパラメータを用い， $Y_t$ および $Y'_t$ を算出した。同時に，決定係数（ $R^2$ ）および赤池の情報量基準（AIC）を推定した。

個体の体重記録には第二段階までのMultiphasicモデルとGompertzモデルを当てはめ，それらのパラメー

表1. 用いた非線形成長モデル

Table 1. Non-linear growth models

モデル Model	式 Function
Brody	$Y_t = A(1 - Be^{-Kt})$
von Bertalanffy	$Y_t = A(1 - Be^{-Kt})^3$
Logistic	$Y_t = A(1 + Be^{-Kt})^{-1}$
Gompertz	$Y_t = A \exp(-Be^{-Kt})$
Multiphasic	$Y_t = \sum a_i \{1 + \tanh[b_i(t - c_i)]\}$

注)； $Y_t$ ； $t$ 日齢における体重の予測値

Note Predicted body weight at age  $t$  (days)

A；成熟体重

Mature weight

B；積分定数

Constant of integration

K；成長速度

Growth rate

$a_i$ ；段階 $i$ での漸近体重の1/2 ( $i=1, 2$ )

Half asymptotic weight for phase  $i$  ( $i=1, 2$ )

$b_i$ ； $a_i$ に対する成長速度

Growth rate relative to  $a_i$

$c_i$ ；段階 $i$ での最大増体時の日齢 ( $i=1, 2$ )

Age at point of inflection (days) for phase  $i$

( $i=1, 2$ )

$\tanh$ ；双曲線正接

Hyperbolic tangent

表2. 各区画の平均体重に各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）Table 2. The coefficient of determination ( $R^2$ ) and Akaike's information criterion (AIC) for means of weekly body weights for five models

モデル Model	区画 Group	$R^2$		AIC	
		高系統 H-line	低系統 L-line	高系統 H-line	低系統 L-line
Logistic	C	0.994	0.996	462.2	436.8
	T	0.991	0.995	489.2	451.2
Gompertz	C	0.998	0.996	402.7	438.0
	T	0.995	0.994	446.6	457.2
Brody	C	0.982	0.972	535.7	556.7
	T	0.985	0.970	521.5	558.9
Bertalanffy	C	0.998	0.994	405.3	457.0
	T	0.997	0.992	414.4	475.1
Multiphasic	C	0.999	0.998	338.1	377.9
	T	0.997	0.997	418.3	409.7

<sup>a)</sup>；C；対照区，T；処理区

Control, Treatment

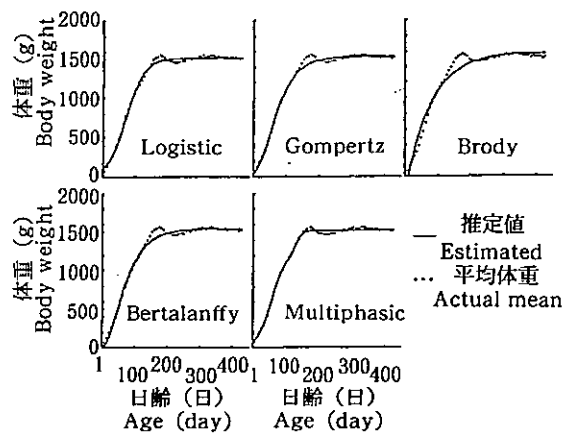


図 1. 低系統対照区における推定成長曲線と平均体重の推移

Fig. 1. Estimated growth curve of weekly body weight and actual mean weight for the control group of low-line.

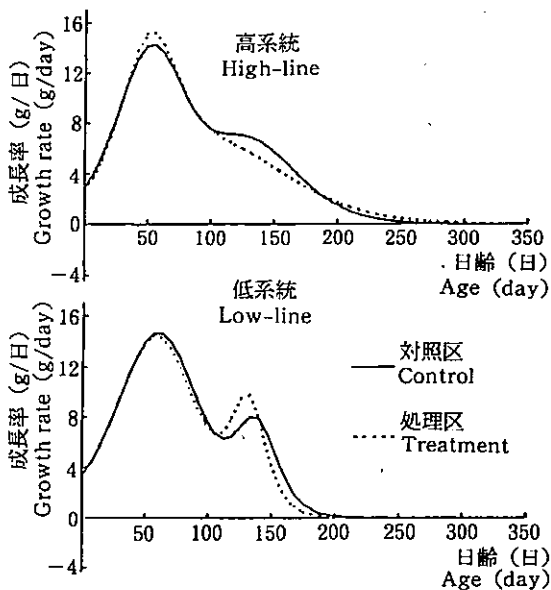


図 2. Multiphasic モデルによる成長率の推移

Fig. 2. Estimated growth rates of body weight using multiphasic model.

タを推定した。用いた個体の生産形質は卵重、卵白重、卵黄重、実験期間の産卵数、産卵率、初産日齢、初産からの飼料摂取量および飼料効率である。

## 結 果

種卵の平均卵重 (約 300 日齢) は高系統で約 54 g, 低

表 3. 個体の体重記録に Multiphasic および 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

Table 3. Mean  $\pm$  SD of estimated parameter for multiphasic and Gompertz models using records of individual hens

パラメータ <sup>1)</sup> Parameter	区 <sup>2)</sup> Group	高系統 High-line	低系統 Low-line
Multiphasic 第一段階 Phase 1			
$A_1$	C	1243 $\pm$ 215	1137 $\pm$ 168
	T	1154 $\pm$ 327	1176 $\pm$ 149
$b_1$	C	.045 $\pm$ .009	.048 $\pm$ .008
	T	.048 $\pm$ .013	.049 $\pm$ .006
$c_1$	C	63.4 $\pm$ 9.5	60.1 $\pm$ 17.2
	T	66.8 $\pm$ 22.5	59.1 $\pm$ 9.8
Multiphasic 第二段階 Phase 2			
$A_2$	C	372.2 $\pm$ 253.2	414.4 $\pm$ 231.0
	T	426.7 $\pm$ 262.7	349.2 $\pm$ 178.7
$b_2$	C	.085 $\pm$ .056	.101 $\pm$ .056
	T	.099 $\pm$ .070	.106 $\pm$ .044
$c_2$	C	174.6 $\pm$ 44.4 <sup>a</sup>	125.3 $\pm$ 21.2 <sup>b</sup>
	T	137.0 $\pm$ 41.6 <sup>b</sup>	133.2 $\pm$ 39.6 <sup>b</sup>
Gompertz model			
A	C	1597 $\pm$ 122	1563 $\pm$ 156
	T	1566 $\pm$ 164	1532 $\pm$ 118
B	C	3.75 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	3.57 $\pm$ 0.09 <sup>c</sup>
	T	3.89 $\pm$ 0.13 <sup>b</sup>	3.63 $\pm$ 0.09 <sup>c</sup>
K	C	.023 $\pm$ .001 <sup>a</sup>	.023 $\pm$ .001 <sup>ab</sup>
	T	.024 $\pm$ .001 <sup>b</sup>	.024 $\pm$ .001 <sup>b</sup>

注); <sup>a, b, c</sup>; 各パラメータにおける異なる添字はその平均値間の有意差を示す (P < 0.05).

Note; Means with no common superscripts are significantly different (P < 0.05).

SD; 標準偏差 Standard deviation

<sup>1)</sup>; パラメータ名は表 1 を参照

See parameters in Table. 1

<sup>2)</sup>; C; 対照区 Control,

T; 処理区 Treatment

系統で 64 g であった。その構成として卵白重で約 10 g, 卵黄重で約 2 g の有意な差が推定された。孵化率は未処理卵 (対照区) においては系統間に相異が認められなかった (約 65%) が, 処理卵 (処理区) では有意に低下し (約 25%), 高系統で顕著であった。孵化時体重は種卵

重の71~73%に相当したが、卵白を抜取ること高系統では6.2g、低系統で6.9gと有意に軽い雛が得られた。この差は、低系統では2週齢時で消失したが、高系統では約4週齢時まで存在し、その後、同様の体重の推移を示した。一方、系統間の体重差は7週齢時まで有意であった。しかし、初産を示す150~170日齢までは低系統が大きい傾向で推移した。

各区の週毎の平均体重に表1に示した5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2に示した。一般的にBrodyモデルは他のモデルに比べ $R^2$ が小さく、AICが大きく推定され、明らかに適合度が劣るものであった。次いで、Logistic、Bertalanffyモデルの順であった。Gompertzと第二段階までのMultiphasicモデルは相対的に良い適合度を示した。図1には5種の推定成長曲線と平均体重の推移を低系統対照区について示した。産卵開始のストレスによると考えられる150~200日齢での体重の低下が他の系統および区にも認められた。この期間の体重変化を説明するにはMultiphasicモデルが最適であった。しかし、このモデルは初期(特に、28日齢まで)の成長を過大評価する傾向にあった。初期の体重変化に最も良く適合したのはGompertzモデルであった。これらの傾向は他の系統及び区においても類似するものであ

た。

また、Multiphasicモデルにおいて、体重変化に段階的な成長が認められた。すなわち、孵化から約100日齢までの第一段階とその後、約200日齢までの第二段階である。図2には各区のMultiphasicモデルにおける成長率の推移を示した。低系統は明確な二峰性を示したが、高系統では第二段階の成長が明らかでなかった。また、卵白を抜取った効果は低系統の第二段階の成長率が大きいことと高系統の第一段階での成長率の大きいことに示された。

個体の体重記録にGompertzとMultiphasicモデルを当てはめた場合、 $R^2$ には大きな差異が認められなかったが、AICではその標準偏差が大きく推定され、個体によってモデルの適合度が顕著に異なるものであった。表3には2種の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。いずれのパラメータもその標準偏差が大きく、系統間及び区間に顕著な有意差があまり認められなかった。しかし、推定された成熟体重を示すパラメータは、両系統とも対照区が大きい傾向にあった(Multiphasicモデルでは $A_1$ と $A_2$ を加えた値)。また、成長速度を示すパラメータでは処理区が大きく推定される傾向にあった。

表4に各区の卵構成および生産形質の平均値と標準偏

表4. 生産形質の平均値と標準偏差  
Table 4. Mean  $\pm$  SD of egg traits and some productive traits

形質 Trait	高系統 High-line		低系統 Low-line	
	対照区 Control	処理区 Treatment	対照区 Control	処理区 Treatment
EW (g)	49.75 $\pm$ 2.81 <sup>a</sup>	49.94 $\pm$ 3.35 <sup>a</sup>	57.30 $\pm$ 3.97 <sup>b</sup>	56.34 $\pm$ 3.90 <sup>b</sup>
AW (g)	28.34 $\pm$ 1.69 <sup>a</sup>	29.62 $\pm$ 2.20 <sup>a</sup>	37.02 $\pm$ 3.21 <sup>b</sup>	36.04 $\pm$ 3.05 <sup>b</sup>
YW (g)	16.07 $\pm$ 0.92 <sup>a</sup>	15.48 $\pm$ 1.17 <sup>a</sup>	14.21 $\pm$ 0.95 <sup>b</sup>	14.33 $\pm$ 0.62 <sup>b</sup>
AFE (day)	168.3 $\pm$ 23.2	167.6 $\pm$ 8.6	176.1 $\pm$ 12.3	173.0 $\pm$ 11.2
NEP (egg)	223.9 $\pm$ 37.7	201.9 $\pm$ 52.6	205.9 $\pm$ 23.8	210.7 $\pm$ 29.6
REP (%)	78.0 $\pm$ 10.2	71.7 $\pm$ 18.1	76.1 $\pm$ 5.6	77.0 $\pm$ 10.8
FI (kg)	26.25 $\pm$ 2.59	25.62 $\pm$ 2.38	25.86 $\pm$ 1.92	26.65 $\pm$ 1.53
FE (%)	42.38 $\pm$ 5.88 <sup>ab</sup>	39.29 $\pm$ 9.84 <sup>a</sup>	45.39 $\pm$ 2.45 <sup>b</sup>	44.43 $\pm$ 5.84 <sup>b</sup>

注) ; <sup>a, b</sup> ; 各形質における異なる添字はその平均値間の有意差を示す ( $P < 0.05$ )。

Mean with no common superscripts within a row are significantly different ( $P < 0.05$ ).

SD ; 標準偏差 Standard deviation

EW ; 卵重 Egg weight, AW ; 卵白重 Albumen weight

YW ; 卵黄重 Yolk weight, AFE ; 初産日齢 Age of first egg

NEP ; 産卵数 Total number of egg per hen

REP ; 産卵率 Rate of egg production

FI ; 飼料摂取量 Feed intake, FE ; 飼料効率 Feed efficiency

差を示した。卵形質は初産後、約4ヶ月後に1羽より5個を採取して得たものであり、その系統が持つ特徴を示していた。すなわち、低系統は卵重と卵白重が有意に大きく、卵黄重は有意に小さかった。平均卵重が小さいことにより飼料効率が高系統で有意に低く推定されたことを除き、他の生産形質には系統及び処理区間に有意差が認められなかった。初産日齢では高系統が約6~8日早い傾向にあった。

表5には、推定されたパラメータと産卵率および産卵数との単純相関係数を示した。各区での標本数が少ないため、有意な相関係数は推定されなかった。しかしながら、Multiphasicモデルにおける第二段階での成長速度

を示すパラメータと産卵数、産卵率とは正の相関関係を示したが、第一段階やGompertzモデルでの成長速度とは負の関係にあった。また、成熟体重を示すパラメータと産卵数および産卵率にも負の相関係数が推定される傾向にあった。このような相関関係は高系統で顕著に認められた。

## 考 察

家畜・家禽の成長現象を時間の関数として表す試みが、古くから多くの研究者によって行われ、その品種あるいは系統の持つ特有のパターンを見出し、飼育管理や選抜育種の指標に利用しようとしている。その成長

表5. 個体の体重記録にMultiphasicおよびGompertzモデルを当てはめて推定されたパラメータと産卵率および産卵率との単純相関係数

Table 5. Simple correlations between estimated parameters for multiphasic and Gompertz models and egg production traits using records of individual hens

パラメータ <sup>1)</sup> Parameter		産卵率 Egg production rate		産卵数 Number of eggs	
		高系統 H-line	低系統 L-line	高系統 H-line	低系統 L-line
Multiphasic	第一段階 Phase 1				
A <sub>1</sub>	C	-.094	.122	.037	.129
	T	.221	-.333	.261	-.261
b <sub>1</sub>	C	.068	-.055	-.147	-.210
	T	.317	.208	.292	.286
c <sub>1</sub>	C	-.138	.015	.133	.185
	T	-.563	.081	-.543	-.052
Multiphasic	第二段階 Phase 2				
A <sub>2</sub>	C	-.301	-.035	-.443	-.165
	T	-.556	.346	-.532	.346
b <sub>2</sub>	C	.603	.001	.543	.265
	T	.557	.039	.470	.007
c <sub>2</sub>	C	-.215	.041	-.038	-.166
	T	.198	-.190	.252	-.137
Gompertz model					
A	C	-.549	.082	-.628	-.079
	T	-.291	.094	-.181	.192
B	C	-.274	.205	-.128	.092
	T	-.510	.248	-.408	.347
K	C	-.274	.149	-.128	.178
	T	-.510	-.103	-.408	-.092

<sup>1)</sup> パラメータ名は表1を参照

See parameters in Table 1.

関数は生物学的意味がないものを除くと、Logistic、Gompertz、Bertalanffyなどのモデルに整理される（秋元，1991）。さらに、成長の段階ごとにLogisticモデルで推定された値を累積するMultiphasicモデルが提案された（KOOPS，1986）。このモデルは他のモデルと比較して推定されるパラメータ数が多くなり、当然、当てはまりが良くなる。本研究においても、5種のモデルの中で全般的に最も良い適合を示した（表2，図1）。しかしながら、GROSSMAN *et al.* (1985) が指摘したようにLogisticモデルの持つ性質から、初期の成長を過大評価する傾向にあった。

また、鶏の場合、孵化時体重から成体重への推移は、他の家畜と異なり、急激な増体を示すものである。それ故に、観察したあらゆる測定点に少ないパラメータのモデルを当てはめ、成熟に至る成長様式を検討することが不利であると推察される。すなわち、品種あるいは系統の標準的発育曲線を得るのみであれば、単純な多項式である期間ごとに推定し、組み合わせることで十分であろう。しかしながら、ROBINSON and SHERIDAN (1982) やBALNAVE (1984) などが指摘したように、産卵を考慮した初期の、特に初産までの飼育管理や成長曲線の遺伝的パラメータを推定し（GROSSMAN and BOHREN，1985）、選抜育種の指標に利用する場合には、本研究で用いたような生物学的意味を持つ成長関数が有用であろう。

本研究に用いた系統の体重変化にMultiphasicモデルを当てはめた場合、GROSSMAN and KOOPS (1988) の報告と同様に、段階的な成長が観察された。さらに、図2に示した成長率の推移に系統間の相異がより明らかであった。すなわち、低系統で二峰性がより明確であった。特に、卵白を抜取ることによって、それぞれの系統の持つ特有の成長様式が出現したものと推定される。しかし、このような段階的な成長の相異をKOOPS *et al.* (1987) が考察したように生物学的に解釈することは出来なかった。さらに、KWAKKEL *et al.* (1993) の報告のように、体の化学構成の発育を検討する必要がある。

一方、採卵鶏は産卵によるストレス、すなわち初産時の代謝の変化や内分泌機構の変化など多くの要因によって、産卵前後の体重に大きな変動が生じると考えられる。しかし、GROSSMAN and KOOPS (1988) の報告には、採卵鶏を扱ったにもかかわらず、産卵についての言及が見られない。また、本研究では標本数が少なく、採卵鶏についての一般的な推論は困難である。表5に示したように有意ではないが、第二段階での成長速度と産卵数には正の、第一段階での成長速度とは負の相関関係にあった。また、成熟体重と産卵数とも負の相関が推定される傾向にあった。これらのことから、成体重が大きくな

い系統であって、初産に向かう日齢での成長速度を速める飼養管理がその後の産卵により効果をもたらす可能性が推察される。さらに例数を増し、成長様式および産卵能力における系統間の差異との関係を比較検討する必要がある。また、図1に示したように、150日齢前後の体重の増加と、産卵開始日齢（約170日齢）後の減少が顕著に認められた。このような体重変化は、程度の差はあれ、他の系統および区においても認められた。この変動が産卵によるものか、また、140日齢で単飼ケージに移し、産卵用飼料に切り換えた影響であるか、さらに、産卵開始時期が冬季（1月）に相当し、飼料摂取量の減少があったものかなどを、個体の成長様式と分離して検討することが望まれる。一方、産卵期間の体重の変動に周期性を示す個体が存在した。本研究で用いた成長モデルによってこの現象を説明することは不可能であり、他のモデルを組み合わせた検討が望まれる。

## 謝 辞

本研究の一部は財団法人旗影会および帯広畜産大学後援会の研究助成金により遂行されました。ここに付記し、謝意を表します。また、本研究に対し、データの収集、整理等に当たり、助力をいただいた帯広畜産大学畜育種増殖学講座（家畜育種学研究室）の細川泰代嬢ならびに学生諸君に深く感謝します。

## 引 用 文 献

- 秋元博一（1991）ロード・アイランド・レッド鶏の体重の成長解析。畜産の研究，45：949-952。
- 荒井政太・水間 豊・西田周作（1966）卵白の量と胚の成長。ミチュールン生物学研究，2：271-277。
- BALNAVE, D. (1984) The influence of body weight at point-of-lay on the production responses of restricted-reared pullets. Australian Journal of Agricultural Research, 35：845-849。
- GROSSMAN, M. and B.B. BOHREN (1982) Comparison of proposed growth curve functions in chickens. Growth, 46：259-274。
- GROSSMAN, M., B.B. BOHREN and V.L. ANDERSON (1985) Logistic growth curve of chickens: a comparison of techniques to estimate parameters. Journal of Heredity, 76：397-399。
- GROSSMAN, M. and B.B. BOHREN (1985) Logistic growth curve of chickens: heritability of parameters. Journal of Heredity, 76：459-462。
- GROSSMAN, M. and W.J. KOOPS (1988) Multiphasic analysis of growth curves in chickens. Poultry Science, 67：33-42。
- KOOPS, W.J. (1986) Multiphasic growth curve analysis. Growth, 50：169-177。

- KOOPS, W.J., M. GROSSMAN and E. MICHALSKA (1987) Multiphasic growth curve analysis in mice. *Growth*, 51 : 372-382.
- KWAKKEL, R.P., B.J. DUCRO and W.J. KOOPS (1993) Multiphasic analysis of growth of the body and its chemical components in White Leghorn pullets. *Poultry Science*, 72 : 1421-1432.
- MITSUMOTO, T. and S. MIYOSHI (1989) Responses to divergent selection for high and low yolk-albumen ratio and relaxation of selection in White Leghorn. *Proceeding of the 6th International Congress of*
- SABRAO, 893-896.
- ROBINSON, D. and A.K. SHERIDAN (1982) Effects of restricted feeding in the growing and laying periods on the performance of White Leghorn by Australorp crossbred and White Leghorn strain cross chickens. *British Poultry Science*, 23 : 199-214.
- 師 守塒・平方 健・鈴木三義・三好俊三・光本孝次 (1985) 非線形成長曲線モデルを用いたホルスタイン雌牛の成長に関する研究. 帯広畜産大学学術研究報告, 14 : 163-173.

## Application of Non-linear Growth Curve Models to Body Weight in Egg-type Chicken

Shunzo MIYOSHI, Mitsuyoshi SUZUKI and Takatsugu MITSUMOTO

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro-shi, 080

For representing growth pattern, five non-linear growth curve models (Brody, Bertalanffy, Logistic, Gompertz and multiphasic) were fitted to records of weekly body weight in egg-type chickens. In addition, the relationships with estimated parameters to productive characters were discussed.

Data were collected from two strains of White Leghorn chickens, which were selected for high and low yolk-albumen ratio. The fertilized eggs were obtained from hens of these lines with similar adult body weights. About 20% of predicted albumen weight of each egg as removed from half the number of collected fertilized eggs. The hens with records of egg production were used in this analysis. Goodness-of-fit for five models was judged by coefficient of determination ( $R^2$ ) and by Akaike's information criterion (AIC).

The chick in treated group was smaller than that in control group. The means of body weight at hatching were significantly estimated (6.2 g in high-line, 6.9 g in low-line). These differences disappeared after about 2-4 weeks of age.

The best fitted model for means of weekly body weight was multiphasic followed by Gompertz in the five growth curve models. The multiphasic model, however, overestimated the early growth (from hatching to 30 days of age).

The phenomenon such as diphasic growth curve was clearly observed from the growth rate of body weight on age (days). The first phase was until about 100 days of age. The second peak was not clearly recognized in the high line.

The mean of feed efficiency of the high line was significantly lower than that of the low-line, due to small size of eggs in the high line. No significant differences in the other productive traits were found between the two line.

The positive correlations were found between growth rate in phase 2 of multiphasic model and egg production, whereas growth rate in phase 1 and in Gompertz model had negative relationships with egg production. The estimated parameters indicating mature weight were negatively correlated with the number of eggs and egg production rate.

(*Jpn. Poult. Sci.*, 32: 394-401, 1995)

**Key words :** non-linear growth curve, body weight, egg-type chicken