

日本ウズラの生産形質に関するヘテロシス効果

1) 体重大系統と無作為交配集団の系統間交雑におけるヘテロシス効果

朴 君・岡本 悟¹⁾・小林 真¹⁾・和田康彦¹⁾・前田芳實²⁾

鹿児島大学大学院連合農学研究科, 鹿児島市郡元, 890-0065

¹⁾ 佐賀大学農学部, 佐賀市本庄町, 840-8502

²⁾ 鹿児島大学農学部, 鹿児島市郡元, 890-0065

本研究は日本ウズラの6週齢体重を指標として選抜・造成した体重大系統(LL)の雌と対照閉鎖集団として維持してきた無作為交配集団(RR)の雄とで系統間交雑を行い, 得られた雑種1世代(LR)の生産諸形質に発現するヘテロシス効果を追究した。

LRの各週齢体重は雌雄とも親系統の中間値とほぼ同じであり, ヘテロシス効果は認められなかった。体重の発育様相を把握するため Brody, Logistic, Gompertz, Bertalanffy の4発育曲線モデルを用いた結果, Gompertz モデルが最適であると考察した。Gompertz モデルから求めた変曲点日齢のポテンシオ値(PR値)は雄が-1.80, 雌が-11.00で, 90%成熟体重到達日齢のPR値は雄が-1.80, 雌が-5.40であり, 早い日齢を示している親系統よりも早くなり, ヘテロシス効果が認められた。日齢体重ではほぼ両親の中間値を示しており, 実測値で求めた週齢体重の結果と同じであった。

受精率では, ヘテロシス効果が得られなかったが, 孵化率, 育成率, 生存率ではヘテロシス効果が認められた。初産日齢, 100日齢までの産卵数と総卵重においても顕著なヘテロシス効果が認められた。この産卵数と総卵重で大きなヘテロシス効果が認められた主な要因は, 初産日齢が早く産卵率も高くなったことによるが, 平均卵重においてはヘテロシス効果が認められなかった。

キーワード: 成長, ポテンシオ, ヘテロシス, 日本ウズラ

緒 言

日本ウズラは家禽の実験動物として, その有用性が認識され (Wilson *et al.*, 1961; Jaap, 1963), 多くの研究に使用されている。ウズラの4週, 6週及び8週体重を指標とした選抜実験 (Marks, 1971; Collins *et al.*, 1970; 岡本, 1981; 磯貝ら, 1974; Marks, 1990; Nestor *et al.*, 1996 a) の結果, 体重大小いずれの方向にも大きく反応し, 特徴ある系統が造成されたと報告している。ウズラにおいて系統造成の手段として近親交配を行うと, 顕著な近交退化現象 (Sittmann *et al.*, 1966; 新城ら, 1971と1972; Kulenkamp *et al.*, 1973; 岡本と松尾, 1979)

を認めている。この近交退化と表裏の関係にある雑種強勢 (ヘテロシス) についてはすでに多くの結果が発表されている (岡本ら, 1982; Sato *et al.*, 1989 b; Marks, 1995; Moritsu *et al.*, 1997)。また, (Minvielle *et al.*, 2000) は, 産卵数を指標として選抜・造成した系統間の相反交雑における長期の産卵能力とその産卵パターンを報告している。体重に関して特徴のある系統間交雑においてヘテロシスが発現したという報告は少ないが, 適応度に関する形質については報告により大きく異なっている。

本研究は, 日本ウズラの6週齢体重を指標に長期間選抜を行い, 造成した体重大系統の雌と対照閉鎖集団として長期間維持してきた無作為交配集団の雄とで系統間交雑を行い, 体重及び適応度の形質に発現するヘテロシス効果を検討するとともに, 成長パターン (成長速度) の面からヘテロシス効果を追究した。

材料及び方法

1. 供試ウズラ及び測定項目

2002年2月28日受付 2002年5月16日受理
連絡者: 朴 君
〒840-8502 佐賀大学農学部 動物生産学研究室, 佐賀県佐賀市本庄町1番地
Tel 0952-28-8734
Fax 0952-28-8735
Email : kd0107@edu.cc.saga-u.ac.jp

6 週齢体重を指標に体重大方向へ選抜した系統 (LL) と、閉鎖集団として維持してきた無作為交配集団 (RR) を用いた。LL は 6 週齢体重を指標に体重大方向へ家系当たり雌雄 1 羽ずつを選抜し、RR は 6 週齢時に家系当たり雌雄 1 羽ずつを無作為に選び、次世代の親とした。

本実験では、ほぼ同じ時期に孵化した LL77 世代から雌 21 羽、RR から雄 21 羽をランダムに選び、Pair-mating として毎日約 30 分間雌を手で保定するという介助を行いながら交配させた。得られた F₁ 世代 (LR) の受精率、孵化率、育成率、生存率、各週齢体重ならびに 100 日齢までの産卵 4 形質 (初産日齢、100 日齢までの産卵数及び総卵重、91 日齢から 100 日齢までの平均卵重) の成績を算出した。飼料は 100 日齢までウズラ産卵用配合飼料 (粗蛋白質 24%, 代謝エネルギー 2,710 kcal) に良質魚粉 (粗蛋白質 66%) を加えて粗蛋白質含量を 28% に調整して、実験期間中自由に摂取させた。また、水は不断給水とした。

2. 統計分析方法

体重及び全ての産卵形質の分析に関しては、スミルノフの棄却検定法 (新城, 1996) により異常値を除外した。この場合、体重及び産卵形質とも 5% 水準で異常値を棄却したデータを用いて分析した。受精率、孵化率、育成率ならびに生存率の系統間差は χ^2 検定法を用いた。ヘテロシス効果の程度を表す (Mather, 1946) ポテンシオ値 (PR 値) は以下の公式を用いて求めた。

$$PR \text{ 値} = \frac{F_1 - M}{|S - M|}$$

(F₁: 雑種第 1 代目の値 M: 両親平均値 S: 片親の値)

成長曲線については、パソコン用プログラム (SAS) で各系統の体重平均値から成熟値、誤差分散及び決定係数 (表 1) を 4 つの曲線モデル式 (Brody, Logistic, Gompertz, Bertalanffy) により求めて作成した。4 つの曲線モデル式から得られた誤差分散の小さかった Gompertz モデル式を用いて、変曲点日齢と体重及び

90% 成熟体重到達日齢と体重を求めた。

結 果

LL, RR 及び LR における雄及び雌の 4 週, 6 週, 10 週ならびに 15 週齢体重とそれらの PR 値を表 2 に示した。

LL, RR 及び LR の各週齢体重の系統間差は、雌雄とも 1% 水準で有意であった。LR の 4 週及び 6 週齢体重は親系統の中間値であったが、10 週及び 15 週齢体重において中間値に比較してやや小さく、PR 値は -0.15 から -0.26 であった。

3 系統の各週齢における平均体重値を用いて 4 つの成長曲線式にあてはめて求めた成熟体重、誤差分散及び決定係数を表 3 に示した。

Brody モデルから求めた決定係数は、0.973 から 0.982 となり、他の 3 曲線モデルに比較して低かった。Logistic, Gompertz ならびに Bertalanffy モデルから得られた決定係数は 0.994 以上であり、いずれの曲線モデルもよく実測値と適合していたが、その中でも Gompertz モデルの誤差分散が最も小さく、よく適合した。

また、成熟体重である 15 週齢体重と Gompertz モデルから得られた成熟値 (A) を比較すると、3 系統の雌雄ともほぼ同じ値であった。

各系統の Gompertz 曲線及びこの曲線から得られた変曲点日齢と 90% 成熟体重到達日齢を雄及び雌別に図 1 と図 2 に示した。

成長速度が最大である変曲点日齢は、雄では LR が 12.6 日と最も早く、次いで RR であり、LL が 17.5 日と最も遅かった。この日齢の PR 値は -1.8 であり、ヘテロシス効果が認められた。また、90% 成熟体重到達日齢においても同様な結果が得られ、PR 値も同じ -1.8 であった。

一方、雌における変曲点日齢は LL と RR 間には差が

表 1. 成長曲線モデル

Table 1. Equation for the four growth curve models used in this study

曲線式 Model	予測値 Y _t	漸近線 Asymptote	成長速度 Slope	変曲点 Inflection point
Brody	$A(1 - Be^{-Kt})$	A	K	∞
Logistic	$A(1 + Be^{-Kt})^{-1}$	A	K	0.5
Gompertz	$Ae^{-Be^{-kt}}$	A	K	0.368
Bertalanffy	$A(1 - Be^{-Kt})^3$	A	K	0.296

Y_t: 予測値 Y_t: Predicted body weight at age t (week) K: 成長速度 K: Rate of growth (slope)

A: 漸近線 A: Asymptote (Mature body weight) B: 積分定数 B: Constant of integration

e: 自然対数 e: General logarithm t: 時間 (週) t: Time (week)

表 2. 各系統の週齢体重 (g) とポテンスレシオ (PR)

Table 2. Weekly body weight at each week in three groups and it's potence ratio in crossbred population of Japanese quail

性 Sex	系統 Line	羽数 No. of birds	週 齢 Weeks			
			4 週 4 weeks	6 週 6 weeks	10 週 10 weeks	15 週 15 weeks
雄 (Male)	LL	126	188.9±13.2	249.3±15.2	284.7±20.0	299.8±17.3
	RR	107	82.9± 7.2	98.8± 7.7	109.7± 7.8	113.1± 8.8
	LR	79	141.1± 7.0	169.4±10.3	184.3±12.9	182.1±12.8
PR 値 (PR Value)			0.10	-0.06	-0.15	-0.26
雌 (Female)	LL	108	194.3±13.8	272.3±19.2	316.0±25.7	328.2±28.1
	RR	88	84.4± 6.6	109.2±11.2	134.3± 8.8	142.2±11.3
	LR	76	144.5± 7.8	194.5±13.8	207.5±10.6	211.0±10.0
PR 値 (PR Value)			0.09	0.05	-0.19	-0.26

$$PR \text{ 値} = \frac{F_1 - M}{|S - M|}$$

ポテンスレシオ (PR) 値 Potence ratio (PR) Value
PR の評価 PR was expressed with a following equation

F_1 : 雑種第 1 代目の値 F_1 : Crossbred means M : 両親平均値 M : Parental means S : 片親の値 S : A parental mean
LL: 体重大系統, Large line RR: 無作為交配集団, Randombred population
LR: 雑種第 1 代目, LL (♂) × RR (♂) Crossbred population 平均値 ± 標準偏差 Means ± S.D.

表 3. 4 成長曲線モデルにより得られた各集団の成熟値 (A, g), 誤差分散 (EV) 及び決定係数 (R^2)Table 3. The asymptote (A,g), error variance (EV) and coefficient of determination (R^2) estimated by the four growth curve models for three quail groups

モデル Model		LL		RR		LR	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀
Brody	A	324.2	366.5	118.9	157.5	193.4	224.2
	EV	2724.9	4409.4	387.0	496.2	823.6	1313.2
	R^2	0.979	0.973	0.977	0.982	0.982	0.978
Logistic	A	288.4	322.5	109.1	138.1	181.1	207.7
	EV	499.0	521.9	62.7	163.1	161.6	312.9
	R^2	0.996	0.997	0.996	0.994	0.996	0.995
Gompertz	A	295.2	330.2	111.2	141.9	183.8	211.1
	EV	◎92.8	◎306.0	◎27.6	◎53.9	◎8.2	◎172.4
	R^2	0.999	0.998	0.998	0.998	1.000	0.997
Bertalanffy	A	299.0	334.4	112.3	144.2	185.3	213.1
	EV	227.1	609.1	55.6	75.7	54.1	257.2
	R^2	0.998	0.996	0.997	0.997	0.999	0.996

◎: 最適な成長曲線を示す。◎: Indicates the best fit growth curves

LL: 体重大系統, Large line RR: 無作為交配集団, Randombred population

LR: 雑種第 1 代目, LL (♂) × RR (♂) Crossbred population 漸近線 (成熟値) Asymptote (mature body weight)

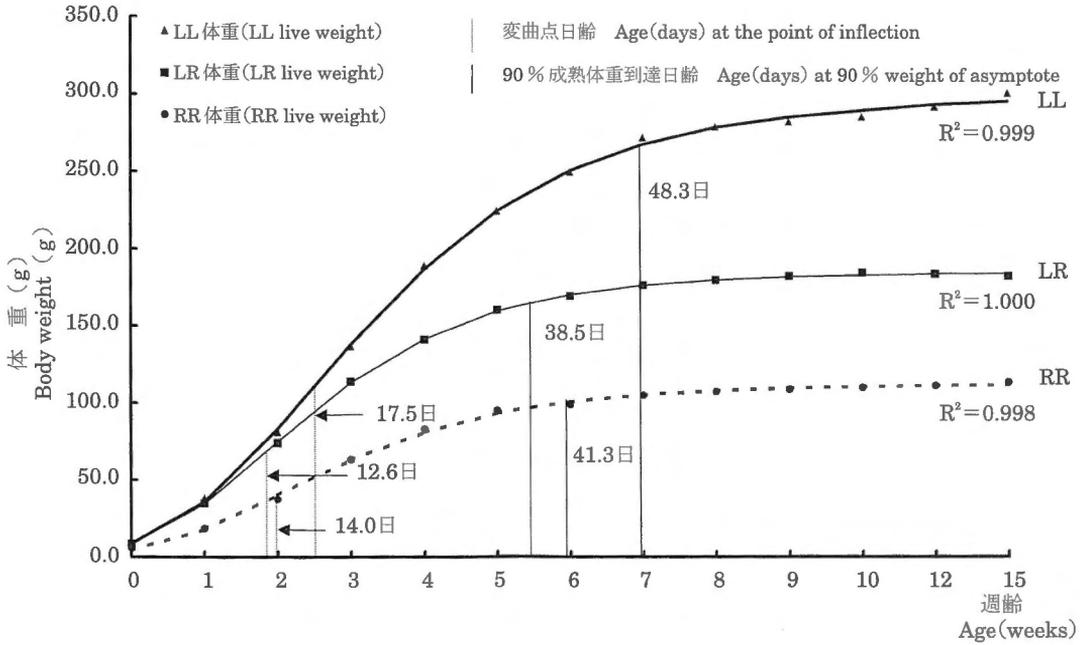


図 1. 各集団における雄の Gompertz モデルの成長曲線, 変曲点日齢と 90% 成熟体重到達日齢

Fig. 1. Growth curves, age (days) at the point of inflection and age (days) at 90% weight of asymptote of male body weight by Gompertz model in three quail groups.

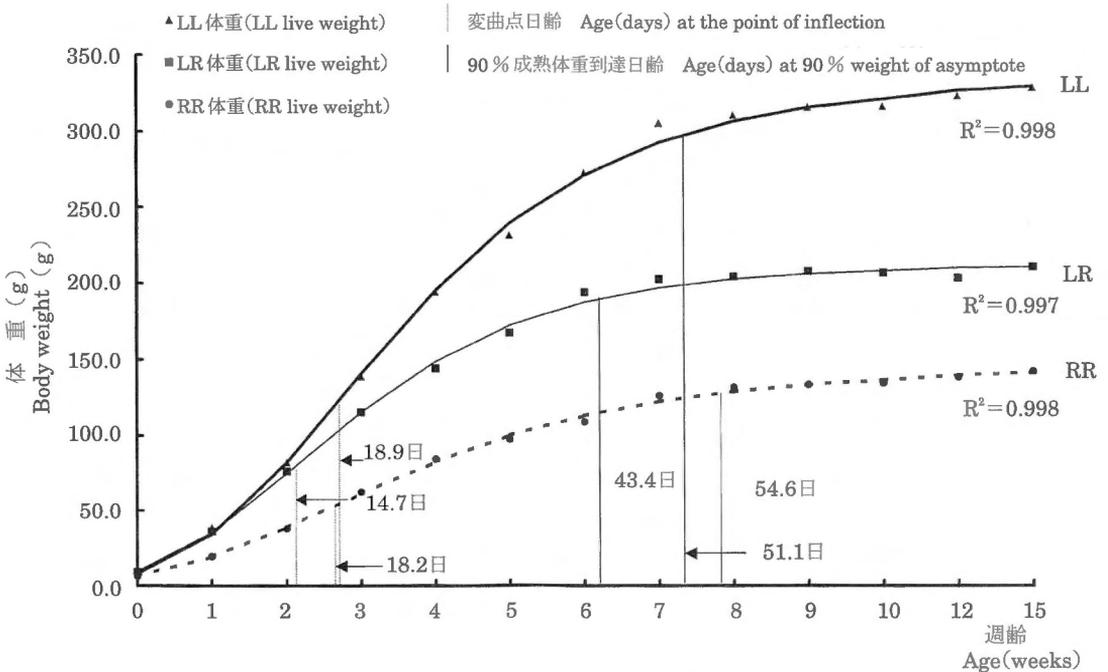


図 2. 各集団における雌の Gompertz モデルの成長曲線, 変曲点日齢と 90% 成熟体重到達日齢

Fig. 2. Growth curves, age (days) at the point of inflection and age (days) at 90% weight of asymptote of female body weight by Gompertz model in three quail groups.

得られなかったが、LRは14.7日と早く、PR値は-11.0と顕著なヘテロシス効果が得られた。また、90%成熟体重到達日齢は雄と同様LRが早く、PR値も-5.4であり、ヘテロシス効果が顕著であった。

各系統における適応度に関する諸形質を表4に、100日までの産卵成績における系統間差とPR値を表5に示した。

LRの受精率はRRに比較して有意に劣ったが、LLに対しては優れる傾向が認められた。LRの入卵数に対する孵化率は65.7%でLLより優れ、PR値も1.07となりヘテロシス効果が認められた。6週齢までの育成率はRRがやや低く、LLとRRはほぼ同じで、PR値は1.38であった。100日齢までの雌の生存率は育成率と同じくRRが低く、LRが高かったことからPR値は2.71となり、顕著なヘテロシス効果が認められた。LRの

初産日齢はLL及びRRに比較して明らかに早く、ヘテロシス効果が顕著であった。100日齢までの産卵数及び総卵重においても顕著なヘテロシス効果が得られ、91日齢から100日齢までの平均卵重では明らかな系統間差が認められた。しかし、LLの卵重に比較してLRの卵重は小さく、ヘテロシス効果は得られなかった。

考 察

本実験で使用した体重大系統は、無作為交配集団に比較して雌雄平均6週齢体重で2.5倍となっており、顕著な体重差がある。Moritsuら(1997)は、4週齢体重を指標に大小2方向へ31世代選抜・造成した体重の大きく異なる系統間交雑[LW(♂)×HW(♀)]の4週齢体重では、雄、雌とも両親系統の平均体重よりやや小さく、本実験の結果とほぼ一致した。両親系統の体重差の小さ

表4. 適応度の系統間差及びポテンシオ

Table 4. Line differences of fitness and those potency ratios

系統 Line	受精率 (%) Fertility (%)	孵化率 (%) Hatchability (%)	育成率 (%) Rate of raising (%)	生存率 (%) Viability (%)
LL	64.7 (200/309)	54.0 (167/309)	94.0 (157/167)	94.7 (71/75)
RR	84.1 (286/340)	65.3 (222/340)	89.2 (198/222)	88.5 (85/96)
LR	71.5 (171/239)	65.7 (157/239)	94.9 (149/157)	100.0 (75/75)
LL-RR	-19.4**	-11.3**	4.8	6.2
RR-LR	12.6**	-0.4	-5.7	-11.5*
LR-LL	6.8	11.7**	0.9	5.3
PR値(PR Value)	-0.30	1.07	1.38	2.71

育成率 Rate of raising from 0 to 6 weeks 生存率 Viability from 6 weeks to 100 days of age in female

**P<0.01 *P<0.05

表5. 産卵成績の系統間差及びポテンシオ

Table 5. Line differences of egg laying traits and those potency ratios

系統 Line	羽数 Number	初産日齢 (日) Age at first egg (days)	産卵数 Number of egg to 100 days	総卵重 (g) Total egg weight (g)	平均卵重 (g) Average egg weight (g)
LL	71	50.7±4.1	39.3±7.6	430.6±142.7	13.7±1.0
RR	82	47.1±4.0	44.5±12.5	409.1±116.2	9.7±0.7
LR	74	42.4±2.9	51.5±4.9	614.0±72.9	12.5±0.6
LL-RR		3.6**	-5.2**	21.5	4.0**
RR-LR		4.7**	-7.0**	-204.9**	-2.8**
LR-LL		-8.3**	12.2**	183.4**	-1.2**
PR値 (PR Value)		-3.61	3.67	18.06	0.40

産卵数と総卵重 Numbers of egg and total egg weight to 100 days of age

平均卵重 Average egg weight from 91 to 100 days of age

平均値±標準偏差 Means±S.D. **P<0.01

い交雑において Chahil ら (1975), 岡本ら (1982) ならびに Gerken ら (1988) はいずれの場合もヘテロシス効果を認めておらず, Sato ら (1989b) の高近交系統間の交雑でも, PR 値が孵化時体重を除いて正ではあるが小さかったと報告している。しかし, Baik and Marks (1993) は, 異なる粗蛋白質水準の飼料給与条件下で 27 世代選抜・造成した体重大あるいは小系統間同志の交雑において, 顕著なヘテロシス効果を認めている。また, Minvielle ら (2000) は, 98 日齢までの初期産卵数を指標に 13 世代選抜・造成した Jouy 起源の 2 系統 (AA×DD) の交雑において, 初期体重の PR 値が 1 を越える顕著なヘテロシス効果を得ているが, これら 2 系統の 34 日齢の体重差は小さかった。本実験からも得られているように交雑親系統の体重差が大きいと, 雑種 1 代目ではその両親の中間的成長を示すと考えられる。

つぎに, 交雑集団の成長パターンを追究した研究は少なく, Sato ら (1989b) の報告のみである。高近交系間交雑における成長は, その両親の近交系統に比較して各週齢体重ともやや優れており, Gompertz モデルとの決定係数はいずれも 0.998 以上であった。特に本実験における交雑集団の雄の場合, その決定係数は 1.000 であり, Gompertz 曲線と一致した成長パターンを得た。Gompertz 曲線から求めた F_1 集団の変曲点日齢及び 90% 成熟体重到達日齢は明らかに早くなっており, F_1 の成長速度が優れている点が明らかとなった。

交雑集団の受精率, 孵化率, 育成率ならびに生存率に関する報告 (Marks, 1973; 岡本ら, 1982; Sato *et al.*, 1989a) は多い。体重選抜系統の受精率, 孵化率ならびに育成率は, 選抜世代が進むにつれて徐々に低下することを Marks ら (1979), 岡本 (1981), Darden and Marks (1988) 及び Nestor ら (1996b) が認めている。この主な原因は, 交配方法及び集団サイズにもよるが, 近交退化現象である事もこれらの研究者によって認められている。

交雑集団の受精率は, Marks (1973) 及び岡本ら (1982) によると, 受精能力の優れている親系統を雌親とした場合ヘテロシス効果を認めているが, 近交系統間交雑を行った Sato ら (1989a) は負のヘテロシス効果を認めている。本実験では受精能力の劣る体重大系統を雌親として用いたが, PR 値は -0.30 となり, LL よりは高くなったが, 両親中間値より劣った。これらの結果から, 交雑 F_1 世代ではヘテロシス効果は得られないと考えられた。

孵化率について, Sato ら (1989a) は受精卵に対する孵化率で顕著なヘテロシス効果を認めている。岡本ら (1982) は逆に負のヘテロシス効果を得ているが, 本実

験では優れた親 (RR) の孵化率と同じであったが, PR 値は 1.07 であった。

本実験の 6 週齢までの育成率では RR に比較して LR と LL が優れる傾向が認められ, PR 値は 1.38 となりヘテロシス効果が得られた。交雑集団の育成率が優れることは岡本ら (1982) 及び Sato ら (1989a) も認めており, 本実験における雌の生存率では LR が有意に優れ, PR 値も 2.71 で顕著なヘテロシス効果が得られている。

次に, 本実験における LR の初産日齢は親系統よりも有意に早く (PR 値 = -3.61) なり, 100 日齢までの産卵数と総卵重においても顕著なヘテロシス効果を得た。Moritsu ら (1997) と Minvielle ら (2000) も産卵諸形質で顕著なヘテロシス効果を認めており, 岡本ら (1982) は F_1 の産卵諸形質はすぐれた親の値に近いと報告している。長期間の産卵能力を検討した Minvielle ら (2000) は, ヘンハウス産卵数において大きなヘテロシス効果を認め, 6 カ月齢以降さらに顕著であったと報告している。本実験の産卵数と総卵重において顕著なヘテロシスの発現が認められたのは, 100 日齢までの短期間の結果であるため, 初産日齢の早晚が大きく関係している。LR の産卵数は優れた親 (RR) よりも 7 個も多く, 初産日齢の差よりも大きい。表には示していないが, 産卵率でみた場合でも, LR が RR よりも 5% 以上優れていたことから, 100 日齢までの産卵数におけるヘテロシスは早い初産日齢に加えて, 高い産卵能力に起因している。総卵重でのヘテロシス発現には, 初産日齢と産卵率が大きく関係するが, 卵重の大小も影響する。本実験における LR の卵重は親の平均値よりも大きく, 総卵重のヘテロシス発現にも加算的に影響していると考えられた。卵重において, Sato ら (1989a) と Moritsu ら (1997) はヘテロシス効果を認めており, 多くの研究で優れた親に近い値を得ている。本実験の成熟卵重に近い平均卵重は, PR 値も 0.40 であり, 優れた親に近い重さであった。

以上のことから, 体重の大きく異なる系統を親とする交雑集団の成長は, 親系統の中間的な値を示し, ヘテロシス効果は認められなかったが, 成長速度からみると, 交雑集団ではヘテロシス効果の発現が認められた。受精率と孵化率では顕著なヘテロシス効果は得られなかったが, 生存率では顕著なヘテロシス効果が得られ, 短期間の産卵数と総卵重でもその効果が認められたが, 成熟卵重では得られなかった。

引用文献

- Baik DH and Marks HL. Divergent selection for growth in Japanese quail under split and complete nutritional environments. 7. Heterosis and combining ability among diallel crosses following twenty-seven generations of selection. *Poultry Science*, 72 : 1449-1458. 1993.
- Chahil PS, Johnson WA and Schilling PE. Combining ability in a diallel cross of three lines of *Coturnix coturnix japonica*. *Poultry Science*, 54 : 1844-1849. 1975.
- Collins WM, Abplanalp H and Hill WG. Mass selection for body weight in quail. *Poultry Science*, 49 : 926-933. 1970.
- Darden JR and Marks HL. Divergent selection for growth in Japanese quail under split and complete nutritional environments. 1. Genetic and correlated responses to selection. *Poultry Science*, 67 : 519-529. 1988.
- Gerken M, Zimmer S and Peterson J. Juvenile body weight and gonad development in a diallel cross among lines of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Theoretical Applied Genetics*, 76 : 775-780. 1988.
- 磯貝岩弘・大塚裕司・木村正雄. ウズラの体重・脛長に対する同時選抜. 岐阜大学農学部研究報告, 36 : 291-297. 1974.
- Jaap RG. Selection for rapid growth rate in chickens. *Poultry Science*, 42 : 1393-1397. 1963.
- Kulenkamp AW, Kulenkamp CM and Coleman TH. The effects of intensive inbreeding (brother×sister) on various traits in Japanese quail. *Poultry Science*, 52 : 1240-1246. 1973.
- Marks HL. Selection for four-week body weight in Japanese quail under two nutritional environments. *Poultry Science*, 50 : 931-937. 1971.
- Marks HL. Performance of crosses of quail selected under different environments. *Journal of Heredity*, 64 : 73-76. 1973.
- Marks HL. Changes in unselected traits accompanying long-term selection for four-week body weight in Japanese quail. *Poultry Science*, 58 : 269-274. 1979.
- Marks HL. Genetics of growth and meat production in other galliformes. In : *Poultry Breeding and Genetics*. (Crawford RD ed.). PP : 677-690. Elsevier. New York. 1990.
- Marks HL. Heterosis and overdominance following long-term selection for body weight in Japanese quail. *Poultry Science*, 74 : 1730-1744. 1995.
- Mather K. Dominance and heterosis. *American Naturalist*, 80 : 91-96. 1946.
- Minvielle F, Monvoisin JL, Costa J and Maeda Y. Long-term egg production and heterosis quail lines after within-line or reciprocal recurrent selection for high early egg production. *British Poultry Science*, 41 : 150-157. 2000.
- Moritsu Y, Nestor KE, Noble DO, Anthony NB and Bacon WL. Divergent Selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 12. Heterosis in reciprocal crosses between divergently. *Poultry Science*, 76 : 437-444. 1997.
- Nestor KE, Bacon WL, Anthony NB and Noble DO. Divergent Selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 10. Response to selection over thirty generations. *Poultry Science*, 75 : 303-310. 1996 a.
- Nestor KE, Bacon WL, Anthony NB and Noble DO. Divergent selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 11. Correlated responses to selection over thirty generations. *Poultry Science*, 75 : 472-477. 1996 b.
- 岡本 悟・松尾昭雄. ウズラの量的特質に及ぼす近親交配の影響. 佐賀大農学彙報, 46 : 9-16. 1979.
- 岡本 悟. ウズラの体重選抜効率に及ぼす水準の影響. 佐賀大農学彙報, 51 : 29-37. 1981.
- 岡本 悟・旗手祐二・松尾昭雄. ウズラの体重大小系統の相反交雑におけるヘテロシス. 日本畜産学会報, 53 : 424-428. 1982.
- Sato K, Fukuda H, Hediato YE and Ino T. Research Note : Heterosis for reproductive traits in reciprocal crosses of highly inbred lines of Japanese quail. *Japanese Poultry Science*, 26 : 70-73. 1989 a.
- Sato K, Fukuda H, Maeda Y, Hediato YE and Ino T. Heterosis for growth in reciprocal crosses of highly inbred lines of Japanese quail. *Japanese Poultry Science*, 26 : 93-100. 1989 b.
- 新城明久・水間 豊・西田周作. 日本ウズラにおける近交退化に関する研究. 日本家禽学会誌, 8 : 231-237. 1971.
- 新城明久・水間 豊・西田周作. 近交系間交配ウズラにおける近交退化と遺伝的荷重. 日本家禽学会誌, 9 : 254-260. 1972.
- 新城明久. 生物統計学入門—計算マニュアル—. 新版. 44頁. 朝倉書店. 東京. 1996.
- Sittmann K, Abplanalp H and Fraser RA. Inbreeding depression in Japanese quail. *Genetics*, 54 : 371-379. 1966.
- Wilson WO, Abbott UK and Abplanalp H. Evaluation of *Coturnix* (Japanese quail) as pilot animal for poultry. *Poultry Science*, 40 : 651-657. 1961.

Study of Heterosis Effects on Productive Traits of Japanese Quail

1) Heterosis Effects on the Crosses between Large Line and Rando-bred Population

Jun Piao, Satoru Okamoto¹⁾, Shin Kobayashi¹⁾, Yasuhiko Wada¹⁾
and Yoshizane Maeda²⁾

The United Graduate School of Agricultural Science,
Kagoshima University, Kagoshima 890-0065

¹⁾ Graduate School of Agriculture, Saga University, Saga 840-8502

²⁾ Graduate School of Agriculture, Kagoshima University, Kagoshima 890-0065

In this study, the heterosis effects existing in the productive traits of the first crossbreed (LR) of the Japanese quail were investigated. The first crossbreed was generated by crossing the female quail of the large line (LL) generated from the selected quail according to its six-week body weight, and males from rando-bred population (RR).

Weekly body weights of the male and female in LR were almost the same as the middle value of the their parents, and effects of heterosis were not found. It was determined that the model of Gompertz was the most suitable in assessing growth aspects of body weights compared to results obtained from four growth curve models of Brody, Logistic and Gompertz and Bertalanffy. The potence ratios obtained from the age at the point of inflection used by the Gompertz model were -1.80 in male, and -11.00 in female, and the ages at 90% weight of asymptote were -1.80 in male, and -5.40 in female. It became earlier than the parents, which showed an early development of body weights, so that the heterosis effect was observed. The daily age of body weights obtained from the model were almost the same as the middle value of the parents. Nevertheless, it was found that the weekly age body weights obtained from the actual measurement data demonstrated the same results.

The heterosis effect was not found in fertility. However, it was found in hatchability, rate of raising and viability. The obvious heterosis effect was found on the age at first egg, numbers of egg and total egg weight to 100 days of age. An obvious heterosis effect on numbers of egg and total egg weight to 100 days of age was found in an earlier trend of the age of first egg and the high egg production in LR. However, the heterosis effect on the average egg weight from 91 to 100 days of age was not observed.

(Japanese Poultry Science, 39 : J139-J146, 2002)

Key words : Growth, Potence ratio, Heterosis, Japanese quail