

# 「鳥取地どりピヨ」の改良試験、鳥取地どりピヨの 種鶏改良に係る交雑種鶏の血統固定化試験

尾崎裕昭・橋本紘子\*1・三浦泰忠\*2・植松亜紀子\*3・福間規夫・池岡進・森田憲嗣・

河村康夫\*1・澤英夫

(\*1: 退職、\*2: 農業大学校、\*3: 西部家畜保健衛生所)

## Breeding of Male Line - Hybrid Parent Stocks for “Tottori-Jidori PIYO (Local Brand Meat-Type Chicken)”

Hiroaki OZAKI, Hiroko HASHIMOTO, Yasutada MIURA, Akiko UEMATSU,  
Norio FUKUMA, Susumu IKEOKA, Kenji MORITA, Yasuo KAWAMURA  
and Hideo SAWA

### 要 約

鳥取県の地鶏ブランドである「鳥取地どりピヨ」の雄系種鶏となる合成鶏の閉鎖群育種を行い、7世代(G7)目を終了した。選抜形質を98日齢生体重(BW98)、モモ肉重量(TH)、産卵率(EP)とした。選抜は家系内選抜を主体とし、基礎鶏から(G3)作出までは系統混和のための交配で、以降計画交配を実施した。選抜群の表型値の(G3)と(G7)の差は、BW98において、雄で+434g(2,756g)、雌で+307g(1,955g)であった。同じく、きょうだい検定において、THは雄で+118g(537g)、雌で+77g(376g)であった。EP(25~40週齢)は(G3)以降横ばいで安定し、(G7)は77.4%であった。

また、(G1)~(G7)世代のデータを使用して遺伝的パラメータと推定育種価を算出した。(G7)集団において、BW98は雄雌それぞれ、135.6g、111.7g、THは76.7g、67.8g、EPは2.1、2.3であった。(G7)選抜群の平均近交係数は1.84、平均血縁係数は5.83であった。遺伝率はBW98で、0.74、THで0.66、EPで0.20であった。

### 緒 言

1990年代頃に、鶏肉に対する消費者ニーズの多様性から、全国的に地どり生産が開始されるようになった。鳥取県においても、シャモをベースに試験が開始された<sup>7)</sup>。シャモ種(G)<sup>18)</sup>は闘鶏用として改良された品種のため、闘争心が非常に強い。また、EPは低く、年間百個程度である<sup>6)</sup>。しかし、肉が美味なことから、ブロイラーの品種改良用にコーニッシュとともに用いられ<sup>21)</sup>、さらに全国各地の地鶏生産に多く用いられている<sup>6)</sup>。一方、ロードアイランドレッド種(SR)は、卵肉兼用種であり、年間産卵数は、肉用タイプで約180~220個、卵用タイプで270~280個<sup>6)</sup>と幅があるが、産卵性に優れる。遠藤ら<sup>7)</sup>は雄系にシャモ、雌系に横斑プリマスロック(BP)、白色プリマスロック

(WR)、白色コーニッシュ(WC)のそれぞれを交配した一代雑種を作出し、発育性、飼料利用性の調査を行った。さらに、その一代雑種雄にSR、BP、WR雌を交配した3元雑種を作出し、産肉性、経済性、肉のうまみ等の調査の結果、G・SR×WRの組合せを決定し、1991年度に「鳥取地どりピヨ」が開発された。さらに、津森ら<sup>22)</sup>により、飼育密度や飼養管理が検討され、実用化となり、1999年に商標登録(登録番号第4339562号、登録日1999年12月3日)された。この地鶏は地鶏肉特有の適度な歯ごたえと独特のコクを特徴としている。実用化後、三浦ら<sup>10)</sup>は、地鶏G・SR×WRの問題点として、飼育期間長期化による脚障害とモモ肉商品価値の低下、導入年ごとに原種鶏の改良が進むことによる商品品質不安定化、体重増加による取引と体や骨付き肉の販売価格と包装単位の変更の煩

雑性を挙げている。また、雄系種鶏となる G・SR 自体の育種上の課題として、育種素材の県外導入依存に起因するバラツキの低減、闘争性や低産卵性等のシャモの特性の改善、二品種を維持するための施設制限の解決、が浮上していた。そこで、先に述べた諸問題を解決し、かつ地鶏としての生産性や品質を安定させ、G・SR が鳥取県独自の地鶏の育種素材となるよう、11 年計画（2004～2015 年）で閉鎖育種による合成鶏の作出を行ってきたので、その中途経過を報告する。

## 材料と方法

### 1. 基礎鶏

基礎鶏（表 1）として、2004 年に家畜改良センターより雄系として G 種 831 系 60 羽、同種 833 系 40 羽、雌系として SR 種 863 系 100 羽、同種 YA 系の 2 品種 4 系統を導入した。

表 1 基礎鶏の導入先

導入先	品種
独立行政法人 家畜改良センター兵庫牧場	シャモ
同センター岡崎牧場	ロードアイランドレッド
	2品種4系統

### 2. 育種計画

育種計画（表 2）は施設規模の制限から、きょうだい集団と世代集団を別ロットで作出して、世代は年 1 回の改良速度により育種改良を行った。3 世代（G3）～7 世代（G7）作出までは 70 家系・雌雄各 5 羽、合計 700 羽を目標に餌付けした（表 10）。

### 3. 選抜形質、選抜方法

主要選抜形質（表 3）は、BW98 と TH、EP とした。選抜方法は、一～三次の選抜で、最終的に各家系雌雄 1～2 羽を選抜した。一次選抜は、56 日齢体重と単冠発現をもとに行った。二次選抜は 98 日齢で不良形質の排除とし、三次選抜は BW98 と TH、EP の表型値と推定育種価および単冠因子を考慮し、交配前（200～310 日齢程度）に実施した。二～三次選抜後に単冠因子の遺伝子検査<sup>20)</sup>を行った。

遺伝的パラメータおよび育種価の推定には Boldman ら<sup>2)</sup> の計算プログラム ‘MTDFREML’ を使用した。血統データは親世代（P）～G7 まで

を、形質データは G3～G7 までのものを使用した。数学モデルは  $y = Xb + Za + e$  とし、 $y$  は観測値、 $b$  は母数効果のベクトル、 $a$  は変量効果のベクトル、 $e$  は残差のベクトル、 $X$  は  $y$  に対する  $b$  の計画行列、 $Z$  は  $y$  に対する  $a$  の計画行列である。この一般化線形混合モデルの解法はマニュアルのとおりである。ここで、母数効果は、世代（G3～G7）、性（雌・雄）、群（きょうだい群・世代群）とした。変量効果のベクトルは BW98、TH、EP の推定育種価とした。

その他、世代鶏は育成率（1 週齢）、体重（0、7、14、21、28、42、56、70、84、98、140、168 日齢）、および産卵率（25～40 週齢間）、卵重（35～40 週齢間）、孵化率（対入卵孵化率、対授精卵孵化率）の調査を行った。きょうだい鶏においては、70 家系、雌雄各 1～2 羽、合計 140～280 羽の検定用のひなを作成し、体重（0、7、14、21、28、42、56、70、84、98 日齢）、精肉調査（98 日齢時）において、モモ肉重量、ササミ肉重量、ムネ肉重量、腹腔内脂肪重量を収集した。

### 4. 交配方法

交配方法（表 2、3）は、原則、各全きょうだい家系より選抜された雌雄 1 羽ずつを、近交を考慮し、他の家系の異性と交配した。雌雄個体が確保できない家系については、1 家系から複数の雌雄を交配した。近交係数、血縁係数は佐藤<sup>19)</sup> の計算プログラム ‘CoeFR’ および R 言語<sup>17)</sup>（Package:Pedigree）を使用した。

### 5. 飼育管理

飼育管理項目として、飼養形態（表 4）、給与飼料内容と期間（表 5）、衛生管理（表 6）、光線管理（表 7）は、示した計画のとおり行った。

### 6. 遺伝的パラメータ解析

遺伝的パラメータの算出は今後の育種改良を進めていく上で非常に重要である。G1～G7 までの形質データを使用して遺伝的パラメータを算出した。対象とした形質は 56 日齢体重（BW56）、98 日齢体重（BW98）、モモ肉重量（TH）、ムネ肉重量（BR）、腹腔内脂肪量（AF）、産卵率（EP）、卵重（EW）とした。各形質の基本統計量は表 15 に示した。遺伝的パラメータの算出には、MTDFREML を使用した。数学モデルは、2 形質アニマルモデル-BLUP 法とした。

また、地鶏の飼育上の特性として長期間飼育（地鶏 JAS<sup>15)</sup>、80 日以上飼育期間）するため、雌雄の体格差が大きくなる。体重、主要産肉量、

肉質等の性差の低減は商品均質化の観点から興味を持たれる。その中で体重や肉量は限性遺伝であることが、統計遺伝学的<sup>5,9)</sup> および遺伝子レベル<sup>1)</sup> でいくつか明らかとなっている。そのため、BW56、BW98 が性による体格差 (Sexual size dimorphism / SSD) であることを想定し

て、遺伝的パラメータおよび公式により<sup>5)</sup>、SSD の遺伝率を算出し、育種改良の可能性を検討した。母数効果は世代、変量効果を性によって異なる形質とした。すなわち、56 日齢雄体重 (BW56M)、雌体重 (BW56F)、98 日齢雄体重 (BW98M)、雌体重 (BW98F) として算出した。

表 2 育種計画

								単位:羽	
月	3月	5月	6月	8月	10月	1月	5月	6-7月	
きょうだい	孵化 0日齢	一次選抜 56日齢	精肉調査 98日齢	<家系と羽数> きょうだい 【餌付け】70家系×5羽(♂♀各2~3羽) →【精肉調査】70家系×2羽(♂♀各1羽) 世代 【餌付け】70家系×10羽(♂♀各2~3羽) →【交配選抜群】70家系×2羽(♂♀各1羽)					
	♀ 180 →	140 →	70						
	残り淘汰	残り淘汰	残り淘汰						
	♂ 180 →	140 →	70						
孵化	一次選抜	二次選抜	三次選抜	淘汰					
0日齢	56日齢	98日齢	210日齢	310日齢	365日齢				
♀	350 →	175 →	140 →	70 →	70 →	→			
残り淘汰	残り淘汰	淘汰	一部予備	残り予備	淘汰				
♂	350 →	175 →	140 →	70 →	70 →	→			
残り淘汰	残り淘汰	淘汰	一部予備	残り予備	淘汰				

表 3 選抜形質と選抜方法

選抜	形質	選抜方法
一次選抜	56日齢体重	家系内選抜(表現型値)
二次選抜	98日齢体重	家系内選抜(表現型値)
三次選抜	98日齢体重 モモ肉重量(98日齢) 産卵率(25~40週齢)	家系内選抜(表現型値またはBLUP値(アニマルモデル))

表 4 飼養形態

日齢	鶏舎	性別	飼育方法	飼養形態	飼育密度 羽/平米
0~28	ウインドレス鶏舎	混飼	多段式育雛用ケージ	80羽群飼	16~80
28~98	ウインドレス鶏舎	混飼	群飼用バタリケージ	10羽群飼	5~10
98~365	開放鶏舎	♂	群飼用バタリケージ	3羽群飼	3
		♀	二段式単飼ケージ	1羽	-

表 5 飼料内容

給与期間	給与方法	区分	粗タンパク	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	カルシウム	りん	代謝エネルギー
		kgあたり	%以上	%以上	%以上	%以上	%以上	%以上	Kcal以上
0~41日齢	不断	育雛前期	21.0	2.0	5.0	8.0	0.80	0.60	2950
42~70日齢	不断	育雛中期	17.0	2.5	5.0	8.0	0.80	0.55	2850
70~産卵開始まで	不断	育雛後期	15.0	2.5	6.0	9.0	0.80	0.60	2800
産卵期	不断~制限	成鶏	15.0	3.0	5.0	15.0	3.10	0.40	2780

表 6 衛生管理

接種日齢	対象疾病・ワクチン	接種方法	株など
初生時	マレック病・鶏痘	皮下	HVT株+SB1株・ボーデッド株
2週齢	鶏伝染性気管支炎	飲水	C-78株
3週齢	ニューカッスル病(ND)	飲水	MET95株
4週齢	鶏伝染性気管支炎(IB)	飲水	宮崎-P5株
5週齢	伝染性ファブリキウス囊症	飲水	K株
6週齢	ND+IB	飲水	B1株+H120株
8週齢	鶏脳脊髄炎・鶏痘	穿刺	1143株、Gibbs株
11週齢	鶏伝染性貧血	筋肉	26P4株
	6種混合オイルワクチン	皮下	

表7 光線管理

日齢	明期時間帯	明期	暗期
0~4	0:00~23:00	23	1
5~7	3:00~21:00	18	6
8~20	6:00~18:00	12	12
21~	8:30~17:30	9	15
106~	6:00~18:00	12	12
134~	5:00~18:00	13	11
141~	4:30~18:30	14	10
148~	4:00~19:00	15	9
155~	4:00~20:00	16	8
168~	4:00~21:00	17	7

## 結果

### 1. 育種計画

繁殖成績について、授精率および孵化率（表8）は世代とともに改善された。孵化率においてはG5に低下したが、孵化技術の見直しにより改善された。育成率（表9）はG4で低かったが、育雛初期の飼料摂取量を再点検することにより改善された。世代羽数の推移（表10）では、餌付け羽数は300~729羽と変動があるがG4以降は安定した。また、鶏冠の選抜状況（表14）は、単冠を排除し、群内で三枚冠に固定が進行した。交配群の近交係数と血縁係数の推移（表16）を算出した。G7選抜群で平均近交係数および標準偏差は $1.84 \pm 0.397$ 、平均血縁係数および標準偏差は $5.83 \pm 5.57$ であった。

### 2. 産肉成績

発育成績（表11）は、選抜群のBW98において変動係数（CV）は世代を重ねるごとに概ね減少した。しかし、集団のCVがG7、特に雄で増加した。

世代集団のBW98は、雄雌の順に、親世代で

2,889g、2,247g、計画交配を開始したG3で2,313g、1,652g、G7で2,603g、1,926gであった。きょうだい鶏群による産肉性（表12）は、雄雌の順に、BW98は、G3で2,390g、1,778g、G7で2,764g、2,042g、THは、G3で419g、299g、G7で537g、376gであった。よって、G3と比較して、表現型値で、雄雌それぞれ、BW98は+374g、+265g、THは+118g、+77g改良された。

### 3. 産卵成績

基礎鶏として導入したSRの雌産卵率（表13）は863系45.2%、YA系88.8%と、863系で低かったが、G3で、78.6%となり、G7で77.4%であった。

### 4. 推定育種価

選抜形質の表現型値の推移は既に示したが、多形質BLUP法を行い、世代別の各形質（BW98、TH、EP）の推定育種価（表15）を算出した。

BW98、THはG3~G4にかけて減少したが、その後増加した。EPは徐々に増加した。世代集団の推定育種価平均は雄雌それぞれ、BW98+135.6g、+116.4g、TH+76.7g、+67.8g、EP+2.1、+2.3であった。

### 5. 遺伝的パラメータ

また、遺伝率、遺伝相関（表17）の遺伝的パラメータを算出した。BW56、BW98、TH、BR、AF、EP、EWの遺伝率はそれぞれ、0.66、0.74、0.66、0.77、0.60、0.20、0.69であった。

BW56M、BW56F、BW98M、BW98Fの遺伝率は平均で、0.72、0.81、0.82、0.86であり、雌で高い。また、同日齢での雄雌の遺伝相関は56日齢で0.87、98日齢で0.83であった。同性で日齢間の遺伝相関は雄で0.85、0.92であった（表18）。公式<sup>5)</sup>により算出されたSSDの遺伝率は56日齢0.148、98日齢0.264であった。

表8 授精率と孵化率

世代	孵化日	入卵個数	受精率	孵化羽数	孵化率	
					対授精卵*	対入卵**
G1	2005/08/02	630	62.7%	340	87.9%	54.0%
G2	2006/07/04	870	62.2%	465	86.0%	53.5%
G3	2007/06/05	1560	29.2%	300	86.7%	65.6%
G4	2008/06/10	1152	90.8%	797	80.7%	69.2%
G5	2009/06/16	993	70.6%	453	71.2%	45.6%
G6	2010/06/22	771	85.7%	576	89.7%	74.7%
G7	2011/06/28	1068	89.3%	728	85.5%	73.2%
G8	2012/06/26	1054	97.6%	816	86.9%	78.5%

\*ハッチャー移卵個数(授精卵)に対する孵化率、\*\*入卵した種卵に対する孵化率

表9 1週齢育成成績

世代	兄弟			世代		
	発生羽数	育成羽数	育成率	発生羽数	育成羽数	育成率
G4	514	191	37.2%	500	336	67.2%
G5	287	255	88.9%	412	404	98.1%
G6	359	356	99.2%	518	514	99.2%
G7	481	470	97.7%	604	539	89.2%
G8	180	179	99.4%	715	713	99.7%

※個体識別脱落分は除外

表 1 0 世代羽数推移

世代	餌付羽数		一次選抜		二次選抜		交配		精肉調査*	
	系統\性	雄 雌	雄 雌	雄 雌	雄 雌	雄 雌	雄 雌	雄 雌	雄 雌	
P	831 833 863 YA	60 40 100 60	51 36 100 60		30 11 42 57		29 11 22 51		-	
G1		329	81 93		65 65		65 65		22 26	
G2		465	220 214		147 138		71 71		74 72	
G3		300	148 118		105 105		105 105		96 83	
G4		841	151 175		149 175		63 65		108 80	
G5		412	219 181		180 156		64 67		83 90	
G6		517	206 204		163 173		68 69		97 81	
G7		729	147 183		108 183		30 89		64 71	

\*精肉調査はきょうだい鶏を別ロットで作成

表 1 1 各世代の発育成績 (表型値)

98日齢体重測定		集団(一次選抜後)				選抜群(交配)			
性別	世代	N	平均(g)	標準偏差	CV	n	平均(g)	標準偏差	CV
雄	P	87	2889	452.4	16%	40	2771	413.1	15%
	G1	107	2622	379.0	14%	65	2664	402.7	15%
	G2	220	2434	286.2	12%	71	2428	285.0	12%
	G3	148	2313	200.5	9%	105	2322	199.6	9%
	G4	151	2428	208.5	9%	63	2543	183.0	7%
	G5	219	2536	149.0	6%	64	2666	114.6	4%
	G6	206	2540	180.0	7%	68	2649	137.8	5%
	G7	148	2603	283.5	11%	30	2756	166.5	6%
雌	P	160	2247	677.9	30%	73	1796	593.2	33%
	G1	119	1918	251.6	13%	65	1893	243.8	13%
	G2	214	1810	248.8	14%	71	1737	193.0	11%
	G3	118	1652	152.2	9%	105	1648	155.5	9%
	G4	175	1748	154.6	9%	65	1780	142.3	8%
	G5	181	1831	126.3	7%	67	1897	102.5	5%
	G6	204	1867	125.1	7%	69	1946	103.7	5%
	G7	183	1926	127.8	7%	89	1955	112.5	6%

N,nは羽数、CVは変動係数%

表 1 2 産肉成績 (きょうだい検定)

性別	きょうだい 世代	羽数	と鳥前生体重		モモ肉重量			ムネ肉重量			モモ/ ムネ肉 割合	腹腔内脂肪重量		
			平均g	±SD	平均g	±SD	生体重 %	平均g	±SD	生体重 %		平均g	±SD	生体重 %
雄	G1	22	2,480	236.2	480	41.4	19.3%	253	28.5	10.2%	1.90	-	-	-
	G2	74	2,433	264.9	465	63.6	19.1%	201	30.8	8.3%	2.31	32	31.5	1.3%
	G3	96	2,390	232.5	419	53.8	17.5%	246	32.2	10.3%	1.70	19	12.1	0.8%
	G4	108	2,488	210.6	471	52.8	18.9%	267	30.3	10.7%	1.77	28	18.9	1.1%
	G5	83	2,606	167.4	509	40.5	19.5%	283	24.2	10.9%	1.80	33	17.0	1.3%
	G6	96	2,566	260.3	499	67.3	19.5%	286	55.5	11.1%	1.75	21	16.7	0.8%
	G7	64	2,764	219.4	537	49.6	19.4%	312	37.1	11.3%	1.72	31	17.6	1.1%
	G7-G1		283		57			59						
G7-G3		374		118			66				12			
雌	G1	26	1,900	193.1	341	44.1	18.0%	193	28.0	10.2%	1.77	-	-	-
	G2	72	1,824	223.9	327	40.5	17.9%	168	24.0	9.2%	1.95	46	45.8	2.5%
	G3	83	1,778	157.1	299	34.1	16.8%	197	20.8	11.1%	1.52	33	15.7	1.9%
	G4	80	1,827	138.6	331	31.2	18.1%	206	23.1	11.3%	1.61	43	16.1	2.3%
	G5	90	1,892	136.7	350	26.1	18.5%	213	20.9	11.3%	1.64	55	23.9	2.9%
	G6	82	1,963	165.6	369	39.5	18.8%	226	24.6	11.5%	1.63	48	21.0	2.4%
	G7	71	2,042	133.9	376	34.6	18.4%	237	24.4	11.6%	1.59	51	23.8	2.5%
	G7-G1		142		34			44						
G7-G3		265		77			40				18			

\*G1,2は併用検定

表 1 3 産卵成績

世代\期間(週齢)	産卵率			卵重(g)
	20-56	25-40	35-39	
P	863系	34.9%	45.2%	-
	YA系	83.0%	88.8%	-
G1	-	-	73.4%	-
G2	-	-	70.8%	55.1
G3	-	-	78.6%	54.9
G4	-	-	78.6%	54.1
G5	-	-	78.7%	56.2
G6	-	-	79.9%	55.2
G7	-	-	77.4%	55.6

表 1 4 鶏冠の表現型と遺伝子型

世代	表現型			遺伝子型 *2								
	単冠			検査羽数	単冠		三枚冠			不明		
	確認羽数	発現羽数	発現率*1		単冠因子ホモ		単冠因子ヘテロ		三枚冠因子ホモ			
	N	n	%	N	n	%	n	%	n	%	n	%
G1	210	25	11.9%	159	10	6.3%	144	90.6%	0	0.0%	5	3.1%
G2	437	111	25.4%	440	111	25.2%	198	45.0%	101	23.0%	30	6.8%
G3	266	15	5.6%	266	15	5.6%	117	44.0%	130	48.9%	4	1.5%
G4	298	26	8.7%	285	16	5.6%	118	41.4%	149	52.3%	2	0.7%
G5	401	21	5.2%	399	19	4.8%	150	37.6%	221	55.4%	9	2.3%
G6	508	30	5.9%	336	16	4.8%	102	30.4%	213	63.4%	5	1.5%
G7	525	43	8.2%	319	12	3.8%	95	29.8%	212	66.5%	0	0.0%

\*1;1次選抜前のデータによる。 \*2一次選抜後のデータによる。ホモの同士の交配はホモとして換算。

表 1 5 選抜形質 (BW98, TH, EP) の推定育種価の世代推移

選抜形質	世代	餌付 性	羽数	集団*1			選抜群*2			選抜差*3	改良量*4	選抜率
				N	平均値	標準偏差	n	平均値	標準偏差			
98日齢 体重	P	雌	260	87	0.0 ± 26.73	40	0.0 ± 39.42	0.00	-	0.46		
	G1		329	107	-14.5 ± 58.26	65	-8.3 ± 62.45	6.22	-14.49	0.61		
	G2		465	220	-10.1 ± 74.16	71	-17.1 ± 92.90	-6.95	4.38	0.32		
	G3		300	244	-33.9 ± 116.11	105	-23.9 ± 113.10	10.05	-23.82	0.43		
	G4		841	258	-23.5 ± 111.73	63	38.4 ± 83.99	61.94	10.41	0.24		
	G5		412	298	22.5 ± 86.43	64	90.4 ± 75.75	67.82	46.06	0.21		
	G6		516	294	72.7 ± 109.21	68	121.9 ± 73.29	49.19	50.12	0.23		
	G7		729	265	135.6 ± 110.71	30	182.3 ± 73.22	46.74	62.90	0.11		
	P	雄	上記	156	0.0 ± 24.78	73	0.0 ± 36.23	0.00	-	0.47		
	G1		混飼	119	-11.4 ± 52.03	65	-10.9 ± 62.63	0.54	-11.39	0.55		
	G2		210	-12.6 ± 75.94	71	-23.9 ± 86.67	-11.28	-1.24	0.34			
	G3		201	-10.8 ± 92.19	105	-32.7 ± 92.14	-21.89	1.82	0.52			
	G4		255	-28.0 ± 89.01	65	-11.0 ± 86.20	17.00	-17.20	0.25			
	G5		276	3.8 ± 77.44	67	55.0 ± 67.23	51.27	31.78	0.24			
G6	280		78.2 ± 78.26	69	115.0 ± 73.11	36.78	74.42	0.25				
G7	341	116.4 ± 71.44	89	127.6 ± 75.64	11.21	38.16	0.26					
モモ肉 重量	P	雌	同上	同上	0.0 ± 12.15	同上	0.0 ± 17.93	0.00	-	同上		
	G1		-5.7 ± 25.66	65	-3.0 ± 27.73	2.67	-5.69					
	G2		-4.2 ± 33.03	71	-7.2 ± 41.22	-2.96	1.49					
	G3		-14.9 ± 56.36	105	-10.8 ± 55.75	4.03	-10.67					
	G4		-8.6 ± 51.27	63	19.4 ± 41.91	28.08	6.24					
	G5		17.5 ± 40.62	64	46.7 ± 37.10	29.22	26.16					
	G6		41.3 ± 52.64	68	67.8 ± 36.64	26.55	23.75					
	G7		76.7 ± 56.25	89	104.4 ± 33.88	27.70	35.44					
	P	雄	同上	同上	0.0 ± 10.44	73	0.0 ± 15.25	0.00	-	同上		
	G1		-4.4 ± 23.64	65	-4.4 ± 28.50	-0.05	-4.36					
	G2		-4.9 ± 35.09	71	-7.8 ± 39.77	-2.98	-0.50					
	G3		-5.3 ± 45.72	105	-10.3 ± 45.32	-4.96	-0.46					
	G4		-10.6 ± 40.85	63	4.3 ± 35.98	14.84	-5.24					
	G5		7.1 ± 41.78	64	38.3 ± 36.87	31.23	17.65					
G6	45.9 ± 47.44		68	70.4 ± 39.98	24.44	38.85						
G7	67.8 ± 41.65	89	79.7 ± 40.49	11.92	21.83							
産卵率	P	雌	同上	同上	0.0 ± 1.56	73	0.0 ± 2.30	0.00	-	同上		
	G1		0.4 ± 3.17	65	0.3 ± 3.58	-0.11	0.40					
	G2		0.2 ± 4.48	71	0.4 ± 5.88	0.13	-0.18					
	G3		0.5 ± 5.68	105	0.3 ± 7.49	-0.26	0.33					
	G4		0.8 ± 5.77	63	0.0 ± 7.66	-0.77	0.25					
	G5		1.5 ± 6.14	64	0.3 ± 6.63	-1.22	0.73					
	G6		1.2 ± 4.91	68	1.6 ± 5.92	0.44	-0.37					
	G7		2.1 ± 4.03	89	3.1 ± 3.75	1.03	0.93					
	P	雄	同上	同上	0.0 ± 1.39	73	0.0 ± 2.03	0.00	-	同上		
	G1		0.3 ± 2.93	65	0.3 ± 3.61	-0.08	0.34					
	G2		0.4 ± 4.23	71	1.0 ± 5.57	0.67	0.03					
	G3		0.0 ± 8.40	105	1.5 ± 7.44	1.50	-0.34					
	G4		0.9 ± 8.66	63	2.4 ± 8.17	1.55	0.85					
	G5		1.3 ± 9.25	64	2.6 ± 5.47	1.34	0.41					
G6	1.6 ± 7.49		68	3.1 ± 4.70	1.46	0.34						
G7	2.3 ± 7.03	89	3.8 ± 5.88	1.55	0.65							

\*1 56日齢生存鶏群

\*2 最終選抜群で子孫を生産した鶏群とする

\*3 世代平均と選抜群平均の差

\*4 世代と前世代集団平均の差

表 1 6 平均近交係数と平均血縁係数の推移

世代	近交係数			血縁係数		
	平均	標準偏差		平均	標準偏差	
P	0.00	±	0.000	0.00	±	0.000
G1	0.00	±	0.000	1.45	±	7.741
G2	0.00	±	0.000	2.63	±	8.399
G3	0.00	±	0.000	3.48	±	7.309
G4	0.05	±	0.312	3.74	±	5.089
G5	0.68	±	0.616	4.67	±	6.687
G6	1.03	±	0.376	5.56	±	6.644
G7	1.84	±	0.397	5.83	±	5.570

表 1 7 遺伝率、遺伝相関

	$h^2$	BW56	BW98	TH	BR	AF	EP	EW
BW58	0.66±0.02							
BW98	0.74±0.01	0.86						
TH	0.66±0.03	0.86	0.88					
BR	0.77±0.03	0.73	0.83	0.81				
AF	0.60±0.01	0.52	0.64	0.50	0.48			
EP	0.20±0.03	-0.60	-0.74	-0.62	-0.54	-0.48		
EW	0.69±0.02	0.22	0.11	0.20	0.34	-0.25	-0.40	

\* $h^2$ ; 遺伝率と標準偏差、下三角が遺伝相関

\*BW56; 56日齢体重、BW98; 98日齢体重、TH; モモ肉重量、BR; ムネ肉重量、AF; 腹腔内脂肪重量、EP; 産卵率、EW; 卵重

表 1 8 体重を限性遺伝とした場合の遺伝率、遺伝相関

	BW56M**	BW56F	BW98M	BW98F
BW56M	0.67-0.78*			
BW56F	0.87	0.76-0.87		
BW98M	0.85	0.63	0.77-0.87	
BW98F	0.73	0.92	0.83	0.83-0.88

\*対角は遺伝率、対角下は遺伝相関

\*\*BW56Mは雄56日齢体重、BW56Fは雌、BW98は98日齢体重、前同様

## 考 察

基礎鶏は G、SR の 2 品種 4 系統であるが、特に G 種の特長である低産卵性の改善は主要な改良項目であった。また、SR の 2 系統は一方は高体重・低産卵率、一方は低体重・高産卵率であり、特性に差があった(表 1 1, 1 3)。増体および産卵性に優れた育種群とするため、遺伝的特性の異なる鶏を集めて基礎集団を作り、繰り返し選抜を加えて改良する育種計画とした。本試験では、家系は全きょうだい家系<sup>13)</sup>を 70 程度作成することを基本とした(表 2)。選抜方法は、家系内選抜<sup>12,13)</sup>とし、家系内から優良な個体を雌雄同数選抜する方法とした。選抜反応は小さいものの、その後の遺伝的改良量が相対的に大きくなり、選抜限界も高まる<sup>13)</sup>とされ、家系内選抜を初期世代(～G7)に採択し、改良状況も良好であった。また、近交予測として、集団の有効な大きさ( $N_e$ )は理想的な集団で雄雌羽数を  $N_m$ 、 $N_f$  とすると、 $N_e = 4N_mN_f / (N_m + N_f)$  であり、近交係数の上昇度は近似的に  $\Delta F = 1 / (2N_e + 1)$  となる<sup>14)</sup>。70 家系とすると  $N_e = 4 \times 70 \times 70 / (70 + 70) = 140$  で  $\Delta F = 0.0035587$ 、10 世

代でおおよそ 0.036 (3.6%) となることが推定された。実際、世代間での親数の変動や、家系の消失(産卵停止、死亡)、優良な家系の交配組合せの多少の増加により、 $\Delta F$  は上昇すると考えられるが、平均近交係数(表 1 6)は想定範囲内で G7 (1.86%) を終了した。

求められる形質として、高体重及び高産肉量が要望としてあった。しかし、三浦ら<sup>10)</sup>の総括および 2004 年当時、60,000 羽が年間処理されていた現状から、量産のためには食鳥処理設備に適合した体型が理想とされていた。極端な大型化は量産および脚弱の問題から、必ずしも必要とされておらず、変動係数(CV)の改善がむしろ主要課題とされていた。本試験の世代の CV の状況(表 1 1)は、基礎鶏で、雄 15%、雌 30%と高い CV であったが、低下させることができた。G7 における BW98 の CV (雄 11%、雌 7%)が増加したが、雄に異常な低体重の家系があったためである。これらの家系は、二次選抜で淘汰した。G7 選抜群の CV は雌雄各 6%で、低く抑えられた。

BW98 (表型値)は基礎鶏と同等水準以上にまで改良できた。推定育種価を算出した結果、その平

均値も上昇していることを確認した(表15)。G1~G3の間にBW98やTHの平均表型値および育種価が低下した原因は、子孫(ひな)に黒色羽装が生じるため淘汰した高増体のシャモ(833系)の子孫を排除したことと、計画した系統混合のための交配によるものであると推察される。GSRの体重について、遠藤ら<sup>7)</sup>は、1991年当時の98日齢の雄雌平均体重を2,376gとしている。G7の選抜群は、雌雄平均2,375gであり、同等水準となった。また、G7雄の平均は2,603g(表11)である。三浦ら<sup>10)</sup>は、導入鶏の能力調査を実施しており、GSR一代交雑種雄のBW98を、2004年当時、平均3,797gと報告している。同様に、植松ら<sup>24)</sup>は、GおよびSR、GSRの能力調査を実施しており、2009年度の成績で、GSR(一代のみ)のBW98は雄で3,535.0g、雌で2,765.5gと報告している。また、G種831系雄は、2,586.0gであり、基礎鶏とした同系雄の2,535g(データ表示なし)と大差ない。一方、基礎鶏雌のSR種863系およびYA系はそれぞれ、2,767g、1,421g(データ表示なし)で、YA系は極めて小さい。結果として、産卵率は良好となり、体重は抑えられ、当初の課題とされた極端な大型化によるコマーシャルの脚弱の予防に繋がる。しかし、地どりを取り巻く情勢は常に変化し、より経済性に配慮した鶏種が必要とされるようになっており、今後の検討課題である。

体重の遺伝率の文献値は、0.3-0.6(6週齢体重(肉用鶏))<sup>11)</sup>と高い。本試験のBW56、BW98の遺伝率は0.66、0.74であり、それらよりやや高い。また、産肉能力として、日本人に好まれているTHを選抜形質とした。THの遺伝率は0.66、BRの遺伝率は0.77であり、ブロイラーの値ではあるが、0.48、0.59との報告<sup>8)</sup>より高い。BW98とTH、BRの遺伝相関が0.88、0.83と高いことは報告<sup>16)</sup>に合致する。

AFは今後、重要な改良項目と考えられる。AFの遺伝率は0.60で報告<sup>4)</sup>と近い。BW98、TH、BRとの遺伝相関は0.64、0.50、0.48であり、0.26-0.36との報告<sup>2)</sup>に比べると高いが、0.2-0.6<sup>11)</sup>という文献値には概ね合致する。また、体重を限性遺伝とした場合、56日齢、98日齢の遺伝率は雌で高く、既報<sup>5)</sup>と一致するが、算出された遺伝率は高い。BW98における性による体格差の遺伝率は0.264であり、改良の余地は大きいと考えられるが、基礎鶏として体格の異なる系統を使用しており、近交度を考慮しながら、改良を行う必要がある。

EPについて、育種改良の結果、シャモの低産卵性(約50%)<sup>6)</sup>はG3以降横ばいとなり、G7まで77%と安定している。一般に、EP等の常に選抜が加わっている形質の遺伝率は低く、産卵数の遺伝率は0.2-0.3<sup>11)</sup>である。試験の結果では

0.20であり文献値と合致する。一方で、体重や主要肉重量とEPの遺伝相関は-0.54~-0.74であり、負の相関が強い。基礎鶏において産卵産肉能力が異なった2系統を使用していることや、あるいは、BLUP法は残差の正規分布を前提としているが、EPや産卵数は右に偏った分布であり、Box-Cox変換をする<sup>3)</sup>ことが多いが、今後検討する。いずれにしても体重とEPの改良は十分に注意する必要がある。また、産卵数と卵重の遺伝相関は-0.5~0.5との文献値<sup>11)</sup>の範囲内であるが、本鶏群では負の相関関係にあることが明らかとなった。卵重はG7で平均55.6gであり、データには示していないが、発生ひなの体重がG3~G7の間で38.1~39.7gである。きょうだい作成時(約30週齢)で35.8~37.8gと小さいため、これ以下の卵重低下は避ける必要がある。

本育種群は、地鶏の定義(地鶏の日本農林規格<sup>15)</sup>)における在来種由来血液百分率100%の鶏であり、合成鶏作出により増殖・維持管理を大幅に簡便化できる種鶏群となった。体重も適度に抑え、コマーシャル地どりの極端な大型化を避けることができる。そして、鶏冠は単冠を除去し、地鶏らしい鶏冠である三枚冠に固定する計画であり、単冠の表現型は8.2%まで減少した。羽装も地鶏の重要な改良項目であるが、黒色因子を排除し、鶏群内で黒色のひなが生まれることはない。あわせて、選抜の中で闘争性、喧噪性の強い個体は淘汰し、これらの性質をある程度低減できた。今後は、これらの中間評価により目標設定し、近交を考慮し、経済性および雌雄差改善など生産者ニーズに合わせた改良を行う必要がある。また、近交上昇を抑え、主要形質の目標値および得られた遺伝的パラメータから総合育種価を算出し、線形計画法による交配選抜<sup>23)</sup>を行っており、2015年に完成予定である。

## 謝 辞

単冠因子の遺伝子検査に多大なるご協力をいただいた独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所小林栄治上席研究員に感謝いたします。

## 参考文献

- 1) Ankra-Badu GA, et al., Mapping main, epistatic and sex-specific QTL for body composition in a chicken population divergently selected for low or high growth rate. BMC Genomics, 11, 107, 2010
- 2) Boldman KG, et al., A manual for Use of MTDFREML, 1995
- 3) Besbes B, et al, Estimation of genetic parameters of egg production traits of laying hens by restricted maximum likelihood applied to a multiple-trait



- reduced animal model, *Genetics Selection Evolution*, 24, 539-552, 1992
- 4) Cahaner A, Nitsan Z, Evaluation of Simultaneous Selection for Live Body Weight and Against Abdominal Fat in Broilers (Abstract), *Poultry Science*, 1257-1263, 1985
  - 5) Chapuis H, et al. , Multivariate restricted Maximum likelihood estimation of genetic parameters for production traits in three selected turkey strains. *Genetics Selection Evolution*, 28, 197-215, 1996
  - 6) 独立行政法人家畜改良センター兵庫牧場、都道府県の保有する肉用鶏品種系統データベース（平成 22 年度）、2011
  - 7) 遠藤喜久ら、軍鶏（シャモ）を用いた新しい肉用鶏の作出、鳥取県中小家畜試験場研究報告、第 50 号、37-44, 1995
  - 8) Gaya, LG, et.al, Heritability and genetic correlation estimates for performance and carcass and body composition traits in a male broiler line, *Poultry Science*, 85, 837-843, 2006
  - 9) Mignon-Grasteau S, Catherine Beaumont JP, Hubert DR, Estimation of the genetic parameters of sexual dimorphism of body weight in 'label' chickens and Muscovy ducks, *Genetics Selection Evolution*. 30, 481-491, 1998
  - 10) 三浦泰忠、小峯範公、鳥取地どりピヨのさらなる改良、H16 年鳥取県畜産技術業績発表会抄録, 2004
  - 11) 前田芳實、遺伝的パラメータ、動物遺伝育種学辞典、動物遺伝育種学辞典編集委員編集、437-439、2001
  - 12) 前田芳實、4. 家禽の育種と繁殖・選抜と交配、家禽学、奥村純一、藤原昇編集、53-57、2000
  - 13) 西田朗、家系内選抜、動物遺伝育種学辞典、動物遺伝育種学辞典編集委員編集、122、2001
  - 14) 野村哲朗、BLUP 選抜と集団の有効な大きさ変量効果の推定と BLUP 法、佐々木義之編著、p284、京都大学学術出版会、2007
  - 15) 農林水産省、地鶏肉の日本農林規格、平成 11 年 6 月 21 日農林水産省告示第 844 号、最終改正平成 22 年 6 月 16 日農林水産省告示第 923 号
  - 16) Rance KA, et al. , Genetic and phenotypic relationships between and within support and demand tissues in a single line of broiler chicken(Abstract), *British Poultry Science*, 43, 518-527, 2002
  - 17) The R Project for Statistical Computing R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. , URL <http://www.R-project.org>.
  - 18) 佐藤正寛、線形計画法による最小血縁交配のためのプログラム開発、日本養豚雑誌、48、27-29, 2011
  - 19) 佐藤正寛、大規模血統情報から近交係数を算出するプログラムの開発、日本養豚学会誌 37 巻 3 号, 122-126, 2000
  - 20) Sato S, et al., Sequence analysis of a pea comb locus on chicken chromosome 1, *Animal Genetics*, 41, 659-661, 2010
  - 21) 田名部雄一、世界家畜品種辞典、正田陽一監修、p316, 2006
  - 22) 津森宏ら、鳥取地どりの実用化試験、鳥取県中小家畜試験場研究報告、52、21-26, 1999
  - 23) Toro M, Perez-Enciso M, Optimization of selection response under restricted inbreeding , *Genetics Selection Evolution*, 22, 92-107, 1990
  - 24) 植松亜紀子ら、「鳥取地どりピヨ」の種鶏改良に係る種鶏の能力検定試験、鳥取県中小家畜試験場業務報告、2010