

体重小方向への長期選抜に伴う日本ウズラの体重と繁殖形質の変化

朴 君・岡本 悟・小林 真・和田康彦

佐賀大学農学部, 佐賀市本庄町 840-8502

本研究は、日本ウズラの6週齢体重を指標として選抜・造成した体重小系統(SS)を引き続き小方向へ選抜を行うと同時に、選抜66世代の小系統から、体重大方向へ逆選抜(SL)を12世代行い、体重の間接選抜反応、繁殖形質及び産卵形質を対照閉鎖集団(RR)と比較検討した。

SL及びSSの孵化時体重はRRに比較して有意に小さく、SSとSLの差は逆選抜10世代以降において得られた。SLにおける雌の100日齢体重は逆選抜1世代目においてSSより大きくなり、逆選抜11と12世代ではSSに対して33%も大きくなった。SSの受精率はRRに比較して有意に低くなったが、SSとSLの差は得られなかった。これらのことから体重を小さくする遺伝子は受精率を低くする作用は小さいと考えられた。SSの孵化率はSLとRR間には差が得られなかったが、1週齢までのSSの育成率は顕著に劣ることが判明した。SSの初産日齢が顕著に遅れたため、100日齢までの産卵量が極端に少なく、一方、SLは体重を大方向へ逆選抜することによってRRの産卵量には劣るが、SLのRRに対する総卵重の比は雌の100日齢体重比とほぼ同じとなった。体重と適応度における逆選抜効果は大きくなり、SLの適応度はRRに劣ったが、逆選抜5世代以降では同じとなった。また、3系統における成熟体重と総卵重の間には高い正の相関関係が得られた。SSにおける孵化時から1週間の育成率及び産卵成績が顕著に小さくなったことから、本実験の体重小系統は長期間の選抜育種によって選抜限界に達していると思われる。

キーワード: 体重, 繁殖形質, 体重小系統, 日本ウズラ

緒 言

日本ウズラ (*Coturnix coturnix japonica*) は、明治から大正にかけて啼きウズラから高い産卵率を示す個体を選抜して卵用あるいは肉用として改良されてきた。現在の産業用ウズラは愛知県豊橋市を中心に採卵・産肉用として1941年には約200万羽飼養され、この家禽ウズラが当時の台湾、朝鮮及び支那へ導入されたが、第二次世界大戦中にほぼ絶滅した(近藤, 1983)。戦後、啼きウズラや野生ウズラ、更に戦後輸出していたアジア3国から逆輸入されたウズラ集団が関与(磯貝, 1971)して、豊橋地区を中心に企業的養鶏が開始され、農水省の調査(2001)によれば96戸の農家が742万羽(佐野, 2003)

を飼育している。この鳥は小型(成熟体重 雄; 100 g, 雌; 130 g)であり、扱いやすく産卵能力に優れており、初産日齢(45日前後)が早い世代交代が早く、適切な環境条件下ではウズラは年間250個以上を産卵する(岡本, 1975)。また、体重及び産卵量に対する飼料効率(Marks, 1980 a, 1981; 前田ら, 1982; 岡本ら, 1989 a, b)がよく経済性に優れ、光周期に対する反応(性成熟や放卵時刻など)が鋭敏にあらわれる(小林ら, 1981)。一方、ウズラは鶏と同じキジ科に分類されており、生理的形質が似通っていること及び体重が小さく強健で飼養管理が容易であることから、鶏の実験動物として多くの優れた特性を備えている。

日本ウズラは、Padgett and Ivy (1959) と Wilson ら (1961) がその有用性を報告して以来4週 (Marks and Lepore, 1968; Marks, 1971, 1996; Nestor ら, 1982 a, 1996 a; Anthony ら 1996), 6週 (Collins ら, 1970; 岡本, 1981 a), 45日 (Carron ら, 1990) 及び8週齢体重(磯貝ら, 1974) 及び産卵形質 (Nestor ら, 1983; Minvielle ら, 2000) を指標とした選抜実験がなされている。Suda ら (2002) 及び Suda and Okamoto (2003) は本研究と

2004年1月26日受付, 2004年9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

E-mail: a0584@cc.saga-u.ac.jp

同じ体重小系統の60から65世代の6週齢体重と繁殖形質の実測値を解析した結果、対照閉鎖集団に比較して適応度に関する繁殖形質の低下を認めている。体重選抜に伴う体構成の変化、受精率、孵化率並びに産卵諸形質の間接選抜反応についても多くの報告 (Collins and Abplanalp, 1968; Marks, 1979, 1981, 1991; 岡本, 1981b; Okamoto ら, 1992; Nestor ら, 1982b, 1996b; Carron ら, 1990; Anthony ら, 1990; Ardinningsasi ら, 1992; Oguz ら, 1996) がなされている。さらに、体重選抜に伴って間接選抜反応と各形質の遺伝パラメータが大きく変化することも併せて報告 (Bacon and Nestor, 1983; Carron ら, 1990) されている。

本研究は、選抜66世代の日本ウズラの体重小系統から引き続き6週齢体重を指標として小方向へ選抜、及び大方向へ逆選抜を12世代行って得られた体重の間接選抜反応及び繁殖形質の変化を追究するとともに、体重選抜限界についても考察した。

材料及び方法

1. 供試ウズラと分析データ

本研究には、日本ウズラの6週齢体重を指標として作成した体重小系統 (SS)、SSからの逆選抜集団 (SL) 及び対照閉鎖集団 (RR) を用いた。分析に用いたデータは、SSは66世代～78世代、SLはSS66(0)世代から12世代逆選抜を行って得られている集団、及びRRは閉鎖集団として長期間維持してきている対照閉鎖集団の体重(孵化時と雌の100日齢体重)及び繁殖形質(受精率、孵化率、育成率、初産日齢、100日齢までの産卵形質及び91～100日齢の平均卵重)であった。各世代の選抜方法、交配方法、育成方法及び体重測定は前報(朴ら, 2004)と同じであった。

2. 受精率、孵化率、育成率、生存率、産卵成績及び適応力

種卵は交配開始後4日目より14～20日間種卵を採取し、全ての卵に産卵した母親の個体番号と産卵日をマジックインクで卵殻の鋭端部分に記入して親子及び兄妹関係を明らかにした。孵卵器に入卵するまでは12.8℃～13.2℃に保たれた定温器内に貯卵し、毎世代1～2回孵化した。種卵は全自動立体系孵卵器(温度37.8℃～38.0℃、湿度70%)の中で孵化させた。入卵後6日目に透視法によって検卵を行い、破卵、未受精卵及び発生中止卵を除いた。3系統の孵化は、SSとSLは毎世代同時に行い、育雛スペースの関係からRRは2～3週間程度遅らせた。

受精率及び孵化率は、14日間貯卵された種卵について各世代とも第1回目の孵化成績から計算した。また、次世代に1羽も子孫を残せなかったペアについてはすべて

の孵化成績から除外し、受精率は入卵数に対する受精卵数の割合(%)で求めた。また、入卵、検卵及び孵化用バスケットに移動などの諸作業時に破卵した卵は、入卵数から除いて計算した。孵化率は、入卵数に対する孵化羽数の割合(孵化率I)と、受精卵数に対する孵化羽数の割合(孵化率II)で求めた。各系統とも、孵化予定日までに発生しなかった卵はすべて割卵して肉眼で、受精の有無、胚の発生中止卵、死ごもり卵あるいは破卵であったのかを確認した。

育成率は、飼育管理者の育成技術を考慮して孵化した総羽数に対する1週齢までの生存羽数の割合(育成率I)と1週齢の生存羽数に対する6週齢の生存羽数の割合(育成率II)で求めた。生存率は、雌の6週齢時に生存していた羽数に対する100日齢の生存羽数の割合で求め、その系統の生存率とした。受精率、孵化率、育成率ならびに生存率の系統間差は χ^2 検定法を用いて有意性の検討を行った。

産卵成績は初産日齢、100日齢までの総産卵数と総卵重及び91日齢から100日齢までの平均卵重で求めた。産卵数には軟卵と破卵を含めたが、総卵重と平均卵重からは除外して計算した。また、平均卵重を求める際、2黄卵などの異常に大きい卵及び極端に小さい卵は除外して求めた。

適応力(Fitness)は、総産卵数(貯卵後14日間の入卵数)、受精率、孵化率II、育成率I、育成率II、生存率(6週齢と100日齢までの雌の羽数の比)の6項目を全て乗じた値を、次世代に子孫を残したペア数で除して算出した。

適応力 = [総入卵数 × 受精率 × 孵化率II × 育成率I × 育成率II × 生存率] / ペア数

結 果

1. 孵化時体重と100日齢体重

SSとSL及びRRにおける66(0)世代から78(12)世代までの孵化時体重及び雌の100日齢体重を表1に示した。

3系統の孵化時体重は、雌雄とも卵重の大きいRRが有意($P < 0.01$)に重く、SLとSS間では逆選抜10世代以降雌雄ともSLが重くなったが、3系統とも性差は認められなかった。また、3系統内の世代間差は雌雄とも最大で0.5～0.6g得られたが、体重選抜をしていないRRではすべての世代で6.1g以上であった。雌の100日齢体重においてSLとSSの差は逆選抜1世代で有意差($P < 0.05$)が得られ、世代が進むとともに大きく選抜11と12世代ではSSの約33%も大きくなった。一方、RRの世代間には差が得られず、68世代の体重が138.9gとやや小さかったが、それ以外のすべての世代で140g以

表 1. 各系統の孵化時と 100 日齢体重における系統間及び世代間差

Table 1. Line and generation differences of hatch weight and female body weight at 100 days of age

世代 Generation	孵化時雄体重 (g) Male body weight at hatch (g)			孵化時雌体重 (g) Female body weight at hatch (g)			100 日齢雌体重 (g) Female body weight at 100 days of age (g)		
	SS	SL	RR	SS	SL	RR	SS	SL	RR
66 [0]	4.9 ^{bAB}	—	6.1 ^{aD}	4.8 ^{bB}	—	6.2 ^{aDE}	81.2 ^{bA}	—	140.0 ^a
67 [1]	4.6 ^{cDE}	4.8 ^{bCD}	6.5 ^{aB}	4.6 ^{cC}	4.9 ^{bCD}	6.6 ^{aAB}	76.2 ^{cBCD}	83.2 ^{bFG}	145.0 ^a
68 [2]	4.5 ^{cE}	4.9 ^{bBC}	6.7 ^{aA}	4.4 ^{cD}	5.0 ^{bBC}	6.7 ^{aA}	77.3 ^{cBC}	81.7 ^{bG}	138.9 ^a
69 [3]	4.6 ^{cDE}	4.8 ^{bCD}	6.7 ^{aA}	4.8 ^{bB}	4.7 ^{bE}	6.6 ^{aAB}	77.3 ^{cBC}	86.5 ^{bDE}	142.7 ^a
70 [4]	4.7 ^{bCD}	4.7 ^{bD}	6.5 ^{aB}	4.8 ^{bB}	4.7 ^{bE}	6.5 ^{aB}	75.6 ^{cCD}	84.6 ^{bEF}	140.7 ^a
71 [5]	5.0 ^{bA}	5.1 ^{bA}	6.2 ^{aCD}	4.9 ^{cAB}	5.1 ^{bAB}	6.1 ^{aE}	76.7 ^{cBC}	87.6 ^{bCD}	145.8 ^a
72 [6]	4.7 ^{bCD}	4.5 ^{cE}	6.6 ^{aAB}	5.0 ^{bA}	4.7 ^{cE}	6.7 ^{aA}	78.0 ^{cBC}	89.1 ^{bBC}	145.2 ^a
73 [7]	4.8 ^{bBC}	4.7 ^{bD}	6.2 ^{aCD}	4.8 ^{bB}	4.8 ^{bDE}	6.2 ^{aDE}	76.5 ^{cBCD}	89.3 ^{bBC}	145.6 ^a
74 [8]	4.7 ^{cCD}	5.1 ^{bA}	6.5 ^{aB}	4.8 ^{bB}	5.2 ^{bA}	6.4 ^{aBC}	73.9 ^{cD}	89.6 ^{bBC}	143.7 ^a
75 [9]	4.7 ^{bCD}	4.8 ^{bCD}	6.3 ^{aC}	4.6 ^{cC}	4.9 ^{bCD}	6.2 ^{aDE}	70.9 ^{cE}	90.0 ^{bB}	145.7 ^a
76 [10]	4.6 ^{cDE}	4.9 ^{bBC}	6.6 ^{aAB}	4.6 ^{cC}	4.8 ^{bDE}	6.6 ^{aAB}	73.8 ^{cDE}	93.5 ^{bA}	144.1 ^a
77 [11]	4.7 ^{cCD}	5.0 ^{bAB}	6.2 ^{aCD}	4.6 ^{cC}	4.9 ^{bCD}	6.3 ^{aCD}	71.4 ^{cE}	95.0 ^{bA}	141.8 ^a
78 [12]	4.5 ^{cE}	5.0 ^{bAB}	6.7 ^{aA}	4.5 ^{cCD}	5.1 ^{bAB}	6.6 ^{aAB}	71.1 ^{cE}	94.7 ^{bA}	140.7 ^a

¹⁾ SS : 体重小系統 SS : Small line.

²⁾ SL : SS66 世代から逆選抜を行って得られた集団 SL : Reverse selected population derived from SS in 66 generations.

³⁾ RR : 対照閉鎖集団 RR : Randombred population.

⁴⁾ 小文字の異符号間に 1% 水準で系統間に有意差あり In each generation in male (female) means with different superscripts of small letter are significant (p<0.01) among three lines.

⁵⁾ 大文字の異符号間に 1% 水準で世代間に有意差あり In each line in male (female) means with different superscripts of capital letter are significant (p<0.01) among generations.

⁶⁾ []内の数値は SL の世代数を示す Number in parentheses means generation of SL line.

表 2. 各系統における
Table 2. Fertility and

世代 Generation	受精率 (%) Fertility (%)		
	SS	SL	RR
66 [0]	84.5 ^{BC} (223/264)	—	84.6 ^{BC} (369/436)
67 [1]	80.8 ^{BC} (189/234)	79.7 ^{BCD} (220/276)	82.5 ^{BC} (340/412)
68 [2]	80.0 ^{bBC} (232/291)	83.3 ^{abBC} (309/371)	89.1 ^{aAB} (328/368)
69 [3]	80.7 ^{BC} (239/296)	86.8 ^{AB} (310/357)	83.3 ^{BC} (290/348)
70 [4]	92.4 ^{aA} (244/264)	82.8 ^{bBCD} (222/268)	88.0 ^{abAB} (322/366)
71 [5]	85.3 ^{AB} (273/320)	80.4 ^{BCD} (279/347)	84.3 ^{BC} (322/382)
72 [6]	86.5 ^{AB} (225/260)	90.7 ^A (360/397)	84.7 ^{BC} (359/424)
73 [7]	87.5 ^{AB} (266/304)	87.1 ^{AB} (324/372)	85.6 ^{ABC} (345/403)
74 [8]	76.3 ^C (238/312)	74.4 ^D (265/356)	80.5 ^C (313/389)
75 [9]	82.0 ^{bBC} (209/255)	83.7 ^{bBC} (307/367)	91.1 ^{aA} (337/370)
76 [10]	78.7 ^{bBC} (174/221)	82.0 ^{abBCD} (263/321)	88.9 ^{aAB} (337/379)
77 [11]	84.1 ^{BC} (153/182)	75.0 ^{CD} (186/248)	84.1 ^{BC} (286/340)
78 [12]	75.3 ^{bC} (149/198)	85.6 ^{aAB} (261/305)	87.7 ^{aAB} (341/389)
平均値 (標準偏差) Means (S.D)	82.6(4.7)	82.6(4.8)	85.7(3.0)

¹⁾ 小文字の異符号間に 1% 水準で系統間に有意差あり In each generation in male (female)

²⁾ 大文字の異符号間に 1% 水準で世代間に有意差あり In each line in male (female) means

³⁾ 孵化率 I : 入卵数に対する孵化羽数の割合 Hatchability per egg set.

⁴⁾ 孵化率 II : 受精卵数に対する孵化羽数の割合 Hatchability per fertilized egg.

⁵⁾ []内の数値は SL の世代数を示す Number in parentheses means generation of SL line.

上となり毎世代一定した値で推移した。

2. 受精率, 孵化率, 育成率及び生存率

SS と SL 及び RR の受精率と孵化率を表 2 に示した。

3 系統の受精率は世代による変動が大きく, SS で 70 世代, RR では 75 世代及び SL では 6 世代がいずれも 90% を超え, 高い値となった。一方, 低い受精率を示したのは, 3 系統とも 74 (8) 世代であった。しかし, SS の 74 世代～78 世代間で有意差は認められず, SL では 11 世代が低い値であったが, 9, 10, 11 世代の間は有意差が認められなかった。12 世代の世代平均受精率は RR が 85.7% で一番高く, 次に SS と SL が 82.6% で RR より低い傾向であったが, 3 系統間に有意差が得られなかった。

入卵数に対する孵化率 I では, SS の平均値が 65.6% で最も低く, RR の平均値 71.0% に比較して有意 ($P < 0.01$) に低い値であった。一方, SL の平均値は 69.8% で RR に比較して低い傾向が得られたが, SS に比較しては有意 ($P < 0.01$) に高い値であった。SS, SL, RR での孵化率 I の世代間差は大きく, 各々 57.1～75.0%, 63.3～79.9%, 61.7～79.2% の範囲の値を示した。受精卵数に対する孵化率 II では, SL の平均値が 84.6% で, RR の平均値 82.8% より高い傾向であったが, SL と RR においては世代によって変動が大きく, SS の平均値 79.5% に比較し

て SL の結果は有意 ($P < 0.01$) に高い値であった。また, SS においては世代間に有意な差は認められなかった。

次に, SS, SL 及び RR の育成率及び生存率を表 3 に示した。

育成率 I においては, SS がほとんど全ての世代で低い値であり, 孵化後 1 週齢までに死亡する個体数が明らかに多く, 特に 78 世代は 57.0% であった。一方, SL の平均値 82.7% は SS の平均値 77.7% より有意 ($P < 0.01$) に高い値を示しているが, RR の平均値 91.0% より有意 ($P < 0.01$) に低い値であった。SS, SL, RR での育成率 I の世代間差は大きく, 各々 57.0～90.5%, 76.0～91.0%, 81.5～98.1% の範囲の値を示した。育成率 II においては, SS が RR に比較して有意 ($P < 0.01$) に低い値を示しているが, SS と SL, SL と RR 間には有意差は認められなかった。3 系統内の世代間差は育成率 I と同様大きかったが, RR では 69 及び 71 世代以外は各世代とも高かった。雌における 100 日齢までの生存率について, 3 系統の平均値は 92.8% 以上で差がなく, 6 週齢以降の生存率には 3 系統間に有意差は得られなかった。また, 3 系統内の世代間差は SS が 66 世代を除いて 92.4%～98.0% の範囲内であり, SL では 90.6%～100%, RR では 66 及び 78 世代以外は 88.5%～100% であった。

る受精率及び孵化率

hatchability in three lines

孵化率 I (%) Hatchability I (%)			孵化率 II (%) Hatchability II (%)		
SS	SL	RR	SS	SL	RR
70.5 ^{AB}	—	70.6 ^{BC}	83.4	—	83.5 ^{ABC}
63.7 ^{BCD}	67.0 ^{BC}	71.6 ^{ABC}	78.8	84.1 ^{BC}	86.8 ^A
65.6 ^{ABCD}	72.0 ^{ABC}	73.6 ^{ABC}	80.3	86.4 ^{ABC}	82.6 ^{ABC}
64.2 ^{BCD}	69.2 ^{BC}	68.1 ^{BCD}	79.5	79.7 ^{CD}	81.7 ^{ABC}
75.0 ^{aA}	64.2 ^{bC}	75.4 ^{aAB}	81.2	77.5 ^{CD}	85.7 ^{AB}
68.1 ^{ABC}	71.8 ^{ABC}	71.2 ^{ABC}	79.9 ^b	89.3 ^{aAB}	84.5 ^{abABC}
67.7 ^{bABCD}	79.9 ^{aA}	71.0 ^{bABC}	78.2 ^b	88.1 ^{aAB}	83.8 ^{abABC}
69.4 ^{AB}	74.7 ^{AB}	70.7 ^{BC}	79.3	85.8 ^{ABC}	82.6 ^{ABC}
57.1 ^{bD}	68.5 ^{BC}	61.7 ^{abD}	74.8 ^b	92.1 ^{aA}	76.7 ^{bC}
64.3 ^{cABCD}	72.2 ^{abABC}	79.2 ^{aA}	78.5	86.3 ^{ABC}	86.9 ^A
58.0 ^{bCD}	69.5 ^{BC}	76.0 ^{aAB}	77.0	84.8 ^{ABC}	85.5 ^{AB}
66.5 ^{ABCD}	65.3 ^{BC}	65.3 ^{CD}	79.1	87.1 ^{ABC}	77.6 ^{BC}
62.6 ^{BCD}	63.3 ^C	68.9 ^{BCD}	83.2	74.0 ^D	78.6 ^{BC}
65.6 ^b (4.9)	69.8 ^a (4.7)	71.0 ^a (4.6)	79.5 ^b (2.3)	84.6 ^a (5.1)	82.8 ^a (3.4)

means with different superscripts of small letter are significant ($p < 0.01$) among three lines.
with different superscripts of capital letter are significant ($p < 0.01$) among generations.

表 3. 各系統における育成率及び生存率

Table 3. Survival rate and viability in three lines

世代 Generation	育成率 I (%) Survival rate I (%)			育成率 II (%) Survival rate II (%)			生存率 (%) Viability (%)		
	SS	SL	RR	SS	SL	RR	SS	SL	RR
66 [0]	86.1 ^{bAB}	—	95.3 ^{aAB}	93.6 ^A	—	88.1 ^{CDE}	81.2 ^B	—	78.0 ^E
67 [1]	74.5 ^{bCDE}	78.3 ^{bCD}	93.8 ^{aB}	94.0 ^A	90.6 ^{BCD}	91.8 ^{BCD}	97.3 ^A	97.2	97.1 ^{AB}
68 [2]	72.2 ^{cDE}	82.1 ^{bBCD}	98.1 ^{aA}	95.0 ^{abA}	88.9 ^{bCDE}	99.2 ^{aA}	94.7 ^A	96.0	100.0 ^A
69 [3]	72.2 ^{bDE}	76.0 ^{bD}	89.9 ^{aBC}	76.9 ^{abCD}	68.8 ^{bF}	80.8 ^{aF}	94.8 ^A	90.6	93.9 ^{ABCD}
70 [4]	80.6 ^{bBCD}	85.2 ^{aBC}	94.2 ^{aB}	71.2 ^{bD}	80.4 ^{abE}	87.4 ^{aDE}	98.0 ^A	96.1	95.8 ^{ABC}
71 [5]	72.1 ^{bDE}	86.1 ^{aABC}	90.4 ^{aBC}	90.1 ^{abAB}	94.1 ^{aABCD}	82.8 ^{bEF}	93.1 ^{AB}	97.5	97.9 ^{AB}
72 [6]	86.5 ^{AB}	91.0 ^A	87.0 ^{CD}	88.0 ^{AB}	86.9 ^{DE}	88.1 ^{CDE}	96.6 ^A	94.6	87.0 ^{CDE}
73 [7]	74.8 ^{bCDE}	78.6 ^{bCD}	92.0 ^{aBC}	83.9 ^{bBC}	93.5 ^{aABCD}	92.4 ^{aBCD}	92.4 ^{AB}	91.5	96.6 ^{ABC}
74 [8]	90.5 ^A	89.4 ^{AB}	91.7 ^{BC}	93.7 ^A	97.6 ^A	97.1 ^{AB}	95.9 ^A	96.9	97.0 ^{ABC}
75 [9]	87.7 ^{AB}	78.5 ^{bCD}	81.9 ^{abd}	71.3 ^{cD}	89.3 ^{bCD}	96.9 ^{aAB}	93.2 ^A	96.3	95.7 ^{ABC}
76 [10]	83.6 ^{bABC}	83.9 ^{bABCD}	94.2 ^{aB}	83.1 ^{bBC}	87.5 ^{bDE}	94.2 ^{aBC}	94.3 ^A	97.6	94.7 ^{ABCD}
77 [11]	71.7 ^{bE}	79.5 ^{bCD}	93.1 ^{aBC}	88.6 ^{bAB}	95.3 ^{aABC}	95.9 ^{aAB}	93.8 ^A	95.0	88.5 ^{BCDE}
78 [12]	57.0 ^{bF}	83.8 ^{aABCD}	81.5 ^{aD}	81.9 ^{bBCD}	96.7 ^{aAB}	99.5 ^{aA}	94.8 ^{abA}	100.0 ^a	84.0 ^{bDE}
平均値 (標準偏差) Means (S.D)	77.7 ^c (9.3)	82.7 ^b (4.7)	91.0 ^a (4.9)	85.5 ^b (8.3)	89.1 ^{ab} (8.0)	91.9 ^a (6.1)	93.9 (4.2)	95.8 (2.6)	92.8 (6.5)

¹⁾ 小文字の異符号間に 1% 水準で系統間に有意差あり

In each generation in male (female) means with different superscripts of small letter are significant ($p < 0.01$) among three lines.

²⁾ 大文字の異符号間に 1% 水準で世代間に有意差あり

In each line in male (female) means with different superscripts of capital letter are significant ($p < 0.01$) among generations.

³⁾ 育成率 I : 総孵化羽数に対する 1 週齢時の生存羽数の割合 Survival rate up to one week of age.

⁴⁾ 育成率 II : 1 週齢時の生存羽数に対する 6 週齢時の生存羽数の割合 Survival rate from 1 to 6 weeks of age.

⁵⁾ 生存率 : 雌の 6 週齢時の生存羽数に対する 100 日齢時の生存羽数の割合

Viability from 6 weeks to 100 days of age in female.

⁶⁾ [] 内の数値は SL の世代数を示す Number in parentheses means generation of SL line.

3. 産卵成績

SS, SL 及び RR の初産日齢と 100 日齢までの産卵数を表 4 に示した。

初産日齢では, SS が平均 58.8 日で最も遅くなっており, SL の平均 52.0 日に比較して有意 ($P < 0.01$) に遅い値であったが, 両系統共に RR の平均 47.5 日齢よりは有意 ($P < 0.01$) に遅い結果が得られた。3 系統内の世代間差は大きく, 選抜 74 (8) 世代以降では SS は遅れたが, SL では早くなる傾向が見られた。しかし, RR の 71 と 76 世代以外は 50 日齢より早く初産を開始した。100 日齢までの産卵数においても, SS が平均して 25.8 個で, 最も少産であり, SL の平均 34.1 個より有意 ($P < 0.01$) に少ない値であった。また, RR の平均値は 44.7 個で, 76 世代では SL との間に有意差が得られなかったが, それ以外の世代で SS 及び SL より有意 ($P < 0.01$) に優れ

ていた。3 系統内の世代間差は SS と SL で大きかったが, RR では 76 世代以外全ての世代で 40 個以上であり, 世代間差は選抜系統に比較して小さかった。

次に, SS, SL 及び RR の総卵重と平均卵重を表 5 に示した。

各系統の平均総卵重は世代間でバラツキが大きかったが, 逆選抜 1 世代目で SS と SL 間で差が認められ, SS 12 世代の平均は 187.4 g で最も小さく, SL の平均 267.7 g に比較して有意 ($P < 0.01$) に小さい値であった。SL は SS よりは優れていたが RR の平均 413.2 g よりは有意 ($P < 0.01$) に劣っていた。

平均卵重は, SL が逆選抜 2 世代から SS より有意 ($P < 0.01$) に大きくなり, 12 世代の平均値から見ると SL が 8.2 g で RR の 9.8 g よりは有意 ($P < 0.01$) に小さかったが, SS の 7.5 g より 0.7 g 大きくなっており, 逆選抜

表 4. 各系統における初産日齢及び 100 日齢までの産卵数

Table 4. Age at first egg and number of eggs to 100 days of age in three lines

世代 Generation	初産日齢 Age at first egg			産卵数 Number of eggs to 100 days of age		
	SS	SL	RR	SS	SL	RR
66 [0]	55.6 ^{aE} (7.8)	—	42.0 ^{bF} (3.5)	29.8 ^{bA} (9.9)	—	49.9 ^{aA} (7.9)
67 [1]	61.1 ^{aABC} (10.5)	57.3 ^{bA} (8.0)	47.8 ^{cBC} (5.1)	23.4 ^{cCD} (10.0)	28.8 ^{bE} (10.0)	44.9 ^{aBCD} (8.6)
68 [2]	56.7 ^{aDE} (4.7)	53.7 ^{bBC} (5.4)	45.5 ^{cDE} (4.7)	27.5 ^{cAB} (8.5)	30.6 ^{bDE} (8.2)	47.2 ^{aAB} (8.0)
69 [3]	64.8 ^{aA} (11.8)	51.6 ^{bCDEF} (6.5)	49.4 ^{cB} (6.0)	22.5 ^{cCD} (10.4)	32.6 ^{bCD} (8.6)	42.8 ^{aD} (8.5)
70 [4]	58.5 ^{aCD} (6.7)	52.9 ^{bBCD} (6.0)	45.2 ^{cE} (5.0)	28.6 ^{cA} (7.6)	34.0 ^{bBC} (9.0)	46.1 ^{aBC} (8.1)
71 [5]	55.2 ^{aEF} (8.5)	50.4 ^{bEFG} (6.1)	52.6 ^{bA} (8.5)	30.4 ^{cA} (10.8)	36.8 ^{bB} (8.6)	41.8 ^{aDE} (10.1)
72 [6]	52.6 ^{aF} (7.5)	48.4 ^{bGH} (4.5)	46.8 ^{bCDE} (5.2)	30.4 ^{cA} (10.1)	39.8 ^{bA} (7.5)	43.5 ^{aCD} (9.8)
73 [7]	56.8 ^{aDE} (6.9)	54.9 ^{aAB} (7.3)	45.4 ^{bE} (3.8)	29.4 ^{cA} (10.1)	33.1 ^{bCD} (9.5)	45.3 ^{aBCD} (8.3)
74 [8]	56.0 ^{aDE} (6.6)	48.2 ^{bH} (3.8)	48.7 ^{bBC} (5.3)	25.1 ^{cBC} (9.5)	36.8 ^{bB} (8.5)	43.2 ^{aD} (8.4)
75 [9]	61.2 ^{aABC} (8.5)	52.4 ^{bCDE} (5.3)	46.1 ^{cDE} (3.2)	20.8 ^{cDE} (9.4)	28.9 ^{bE} (9.4)	44.0 ^{aBCD} (8.2)
76 [10]	59.3 ^{aBCD} (9.8)	49.7 ^{cFGH} (5.4)	52.8 ^{bA} (5.4)	28.3 ^{bAB} (10.6)	39.7 ^{aA} (7.7)	39.3 ^{aE} (8.9)
77 [11]	62.8 ^{aAB} (9.5)	51.1 ^{bDEF} (5.6)	47.1 ^{cCD} (4.1)	17.8 ^{cE} (8.8)	33.0 ^{bCD} (10.4)	46.5 ^{aBC} (7.7)
78 [12]	63.8 ^{aA} (9.2)	53.3 ^{bBCD} (5.6)	47.5 ^{cBCD} (5.8)	21.7 ^{cDE} (9.8)	35.2 ^{bBC} (7.8)	47.3 ^{aAB} (8.7)
平均値 (標準偏差) Means (S.D)	58.8 ^a (3.2)	52.0 ^b (2.7)	47.5 ^c (3.0)	25.8 ^c (4.2)	34.1 ^b (3.7)	44.7 ^a (2.8)

¹⁾ 小文字の異符号間に 1% 水準で系統間に有意差あり

In each generation in male (female) means with different superscripts of small letter are significant ($p < 0.01$) among three lines.

²⁾ 大文字の異符号間に 1% 水準で世代間に有意差あり

In each line in male (female) means with different superscripts of capital letter are significant ($p < 0.01$) among generations.

³⁾ [] 内の数値は SL の世代数を示す Number in parentheses means generation of SL line.

() 内の数値は標準偏差を示す Standard deviation in parentheses.

表 5. 各系統における 100 日齢までの総卵重及び平均卵重

Table 5. Total egg weight to 100 days of age and average egg weight from 91 to 100 days in three lines

世代 Generation	総卵重 (g) Total egg weight (g)			平均卵重 (g) Average egg weight (g)		
	SS	SL	RR	SS	SL	RR
66 [0]	222.7 ^{bA} (74.2)	—	466.7 ^{aA} (76.2)	7.8 ^{bAB} (0.4)	—	9.8 ^{aABC} (0.5)
67 [1]	176.4 ^{cBCD} (78.5)	218.5 ^{bF} (77.6)	426.7 ^{aBC} (84.1)	7.7 ^{bBC} (0.5)	7.8 ^{bG} (0.4)	10.0 ^{aA} (0.7)
68 [2]	201.8 ^{cAB} (61.8)	230.3 ^{bEF} (61.7)	433.9 ^{aB} (81.3)	7.6 ^{bCD} (0.5)	7.8 ^{bG} (0.5)	9.6 ^{aC} (0.7)
69 [3]	169.0 ^{cCD} (80.4)	253.3 ^{bDE} (69.9)	399.3 ^{aCDE} (85.0)	7.9 ^{bA} (0.5)	8.1 ^{bDE} (0.5)	9.9 ^{aAB} (0.5)
70 [4]	205.4 ^{cA} (57.2)	258.9 ^{bD} (70.8)	423.3 ^{aBCD} (72.8)	7.6 ^{cCD} (0.5)	8.0 ^{bEF} (0.5)	9.6 ^{aC} (0.5)
71 [5]	221.6 ^{cA} (79.9)	292.1 ^{bB} (67.6)	393.1 ^{aDEF} (96.5)	7.5 ^{cDE} (0.5)	8.2 ^{bCD} (0.5)	9.9 ^{aAB} (0.7)
72 [6]	216.4 ^{cA} (73.0)	300.2 ^{bB} (61.4)	394.8 ^{aDEF} (94.7)	7.4 ^{cEF} (0.5)	7.9 ^{bFG} (0.5)	9.7 ^{aBC} (0.6)
73 [7]	220.3 ^{cA} (75.5)	263.0 ^{bCD} (80.8)	415.3 ^{aBCDE} (92.4)	7.6 ^{cCD} (0.4)	8.2 ^{bCD} (0.5)	9.9 ^{aAB} (0.6)
74 [8]	177.6 ^{cBC} (71.7)	285.2 ^{bBC} (68.8)	388.0 ^{aEF} (84.6)	7.4 ^{cEF} (0.5)	8.2 ^{bCD} (0.5)	9.7 ^{aBC} (0.6)
75 [9]	151.4 ^{cDE} (72.0)	227.9 ^{bEF} (80.3)	408.2 ^{aBCDE} (82.2)	7.6 ^{cCD} (0.5)	8.3 ^{bC} (0.4)	9.8 ^{aABC} (0.6)
76 [10]	203.0 ^{cAB} (79.1)	324.1 ^{bA} (66.6)	367.3 ^{aF} (87.9)	7.3 ^{cF} (0.5)	8.5 ^{bB} (0.5)	9.8 ^{aABC} (0.6)
77 [11]	125.3 ^{cE} (64.3)	275.1 ^{bBCD} (88.1)	431.7 ^{aB} (80.5)	7.4 ^{cEF} (0.6)	8.7 ^{bA} (0.5)	9.7 ^{aBC} (0.7)
78 [12]	145.2 ^{cDE} (68.7)	284.1 ^{bBCD} (67.8)	422.7 ^{aBCD} (80.8)	7.1 ^{cG} (0.5)	8.5 ^{bB} (0.6)	9.6 ^{aC} (0.6)
平均値 (標準偏差) Means (S.D)	187.4 ^c (32.4)	267.7 ^b (31.9)	413.2 ^a (25.4)	7.5 ^c (0.2)	8.2 ^b (0.3)	9.8 ^a (0.1)

表 4 を参照 See Table 4.

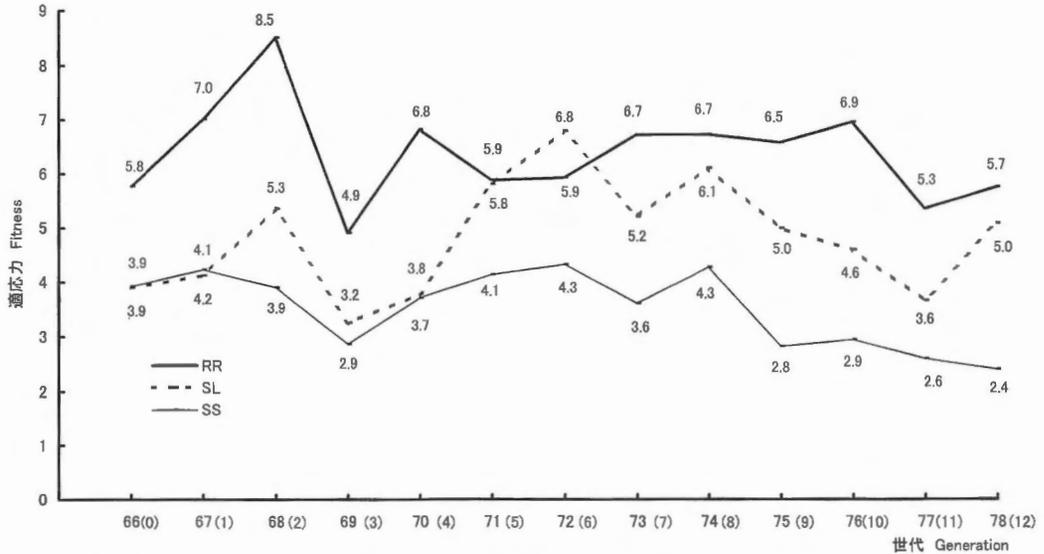


図 1. 各系統における適応力の推移

Fig. 1. Transition of fitness in three lines

10 世代以降は 8.5~8.7 g となった。また、SS70 世代以降 SL の卵重は有意 (0.01) に大きくなり、76~78 世代においては両系統の平均卵重差は 1.2 g 以上となった。

4. 適応力

66 (0) 世代から 78 (12) 世代までの SS, SL 及び RR における適応力の推移を図 1 に示した。

SS の適応力は小さい値であったが、75 世代からはそれ以前の世代に比較して非常に小さい値で推移していた。SL においては逆選抜 5 世代で RR の水準まで回復し、その後、RR よりは小さい世代もあるが SS よりは高い値で推移した。RR の 70 世代までは世代によって大きく変動しているが、それ以降では 5.3 から 6.9 となり、比較的一定した値で推移した。

考 察

Suda ら (2002) と Suda and Okamoto (2003) は、日本ウズラの 6 週齢体重を指標として長期間体重小方向へ選抜を行ったにも関わらず小さいながら遺伝変異を有していること、及び世代当たりの選抜反応も小さいながら得たと報告した。また、前報 (朴ら, 2004) において、この系統は体重小方向への選抜限界 (平衡) が近いことを結論すると同時に、選抜限界の大きな原因は繁殖能力 (特に育成率) の低下に起因するのではないかと推測した。そこで、本論文では間接選抜反応である孵化時体重と雌の 100 日齢体重、孵化成績及び 100 日齢までの産卵成績について、世代間差と系統間差を追究するとともに

体重小方向への選抜限界の主な原因を追究した。

前報 (朴ら, 2004) において、SL の直接選抜反応は逆選抜 7 世代までが顕著であったが、その後半 4 世代では反応を認めることが出来なかった。この結果、SS66 世代において長期間の選抜にも関わらず体重を大きくする相加的遺伝子が残っていたが、その遺伝子の変異が少なかったと考えられた。体重小方向へ選抜した間接選抜反応についての報告 (Nestor and Bacon, 1982 b ; Nestor ら, 1996 b ; Marks, 1995 a, b) がある。しかし、60 世代以上小方向へ選抜・作成した体重小系統に関する間接選抜反応については、Suda and Okamoto (2003) の報告のみである。SS の受精率は世代によって変動しているが、SL 及び RR と比較して有意差が認められず、体重小方向に作用する遺伝子は受精率を低下させる働き (遺伝子の多面作用) はなかったと推論できた。また、本研究で用いた SS の近交度は万年ら (1993) や朴ら (2003) によると、Band sharing (BS) 値が高くて 0.6 以上となっており、近親交配による受精率の低下が考えられる。しかし、本実験の交配は 4 世代血統を廻り共通祖先を有しない個体同志の対交配なので急激な近交度の上昇による受精率の低下は小さいと考えられる。さらに、SS と SL の受精率間に有意差は認められなかったことから、体重を小さくする遺伝子は受精率を低める作用が小さいと結論された。

表 2 に示すように、入卵数あるいは受精卵数に対する SS の孵化率は、SL と RR に比較してやや劣る結果を認

めた。また、各世代で30~36ペアの対交配を行って種卵を得たが、SL及びRRに比較して子孫を残せなかったペア数はSS76世代~78世代において6~10ペアと多かった(岡本, 未発表)。

SSの育成率IはRRに比較して顕著に劣り($P < 0.01$), SLにおいてRRより低い結果となったが、育成率IIにおいてもSSはRRに対して劣る結果となった。このことは、孵化した直後のSSの雛は弱く、環境温度に対する適応性の低下が考えられるので、飼育環境(温度管理)には注意することが重要であると考えられた。しかし、6週齢以後の生存率には、3系統間に差はなかった。

Suda and Okamoto (2003) は、本実験と同じSSの60~65世代における受精率及び孵化率IはRRに比較して明らかに劣り、65世代目のSSの育成率Iが顕著に劣ったと報告している。しかし、育成率IIではSSとRR間には差は認めておらず、本実験の結果と異なっている。また、逆選抜をしたSLの育成率IIでは世代によって変動が認められるが、9世代以降においてはRRと有意差は得られなかった。また、3系統内の育成率IIにおける世代間差は育成率Iと同様大きかったが、RRでは69及び71世代以外は各世代とも88.1%以上と高い結果となった。つぎに、雌における100日齢までの生存率について、3系統の12世代平均値は92.8%以上で差がなく、6週齢以降の生存率には有意差は得られなかった。また、各系統内の世代間差はSSが66世代を除いて92.4%~98.0%の範囲内で小さく、SLでも90.6%~100.0%であった。しかし、RRでは世代間差が大きく、66世代と78世代において低い傾向が認められた。

Marks (1980b) は日本ウズラの4週齢体重を指標として38世代選抜した体重大系統(T)から体重小方向へ5世代逆選抜した集団(TR)の繁殖形質の結果を報告している。これによると、逆選抜集団TRの生存率(8~16週齢)は選抜大系統より低くなり、受精率及び孵化率には有意差を認めていない。これらのことは、本実験の結果と一致しなかったが、体重大系統を小方向へ逆選抜して5世代までの結果であることに起因していると考えられた。

日本ウズラの初産日齢と100日齢までの産卵数の表型相関係数は-0.60以上と高い値が報告(EI-Ibiaryら, 1966)されており、岡本(1970)も-0.88と高い値を報告している。本実験でも初産日齢と100日齢までの産卵数の間に負の高い相関係数が認められ、SSの初産日齢は、RRに比較して12世代の平均で11.3日も遅くなり、100日齢までの産卵数は18.9個も少なかった。一方、SLの初産日齢はSSに対して6.8日早くなり、産卵数は8.3個多くなったが、RRに対しては明らかに劣る結果となっ

た(表4)。特に、後半4世代の結果について見ると、SLでの初産日齢はSSに比較して約10日早く、また100日齢までの産卵数は12個多く認められている。これはSLでは逆選抜によって初産日齢や産卵数が少しずつ回復してきたことに起因している。SSの総卵重はRRに対して45.4%と少なく、SLは64.8%であった。これらのことは、成熟卵重でも明瞭な系統間差が認められ、RRに対してSSは12世代平均で76.5%、SLは83.7%であった(表5)。一方、雌の78(12)世代における3系統間の100日齢体重の比は、SSはRRの体重に対して約50%、SLは67%であった。SSとSLの系統間での総卵重比と体重比を比較してみると、SSでは総卵重比が体重比よりも小さい値を示したが、SLではほぼ同じような値であった。総卵重には個々の卵重に加えて産卵数が関係することから、それらの産卵形質の相乗作用がSSでの総卵重比の低い値の要因になったと考えられる。これらのことから、本研究で取り上げた初産日齢、100日齢までの産卵数と総卵重及び成熟卵重の産卵諸形質においても顕著な間接選抜反応が認められた。

本実験におけるSLの産卵形質はSSに比較して全ての産卵4形質で有意にすぐれたが、RRに比較するとかなり劣る結果となった。また、Marks (1980b) はTR(逆選抜集団)の初産日齢が遅くなり、12週齢の卵重ではTRが軽く、8~16週齢の産卵量では体重大系統との間には有意差はなかったと報告している。TRの初産日齢が遅くなる点と逆選抜すると産卵量が同じとなる点は本研究の結果と異なった。これはMarksの報告では体重大系統を使用しての体重小方向への選抜であり、逆選抜もわずか5世代までの結果であることに起因したと考えられた。

次に、図1に示した各系統のペア当たりの適応力は、SSが顕著に劣り、SLの逆選抜5世代目以降かなり回復した。また、選抜系統及びRR内で次世代に貢献した親のペア別の雌雄平均体重とその子孫の数との関係は認められず、特にSSの適応力低下は、産卵数、孵化率及び育成率が低下した結果であった。Suda and Okamoto(2003)もSSの適応力がRRに比較して顕著に低下していることを認めている。

以上の結果から、ウズラの6週齢体重を指標として長期間体重小方向へ選抜を行うと体重は顕著に小さくなり、孵化率と1週齢までの育成率は低下し、産卵諸形質も悪く、そのため適応力も低くなった。これらのことから、本実験のSS66世代では、体重小方向及び体重大方向に作用する遺伝子はまだ残っていたが、選抜78世代の体重小系統は適応力、特に育成率と産卵数の低下したことにより選抜限界に達していると考えられた。

引用文献

- Anthony NB, Emmerson DA, Nestor KE and Bacon WL. Divergent selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 8. A summary of correlated responses. Poultry Science, 69 : 1055-1063. 1990.
- Anthony NB, Nestor KE and Marks HL. Short-term selection for four-week body weight in Japanese quail. Poultry Science, 75 : 1192-1197. 1996.
- Ardiningsasi SM, Maeda Y, Okamoto S, Okamoto S and Hashiguchi T. Comparison studies of body weight, tibia length and abdominal fat weight among lines selected for body size in Japanese quail, *Coturnix coturnix japonica*. Japanese Poultry Science, 29 : 10-315. 1992.
- Bacon WL and Nestor KE. Divergent selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 4. Correlated responses in carcass composition and carcass yield of progeny during growth. Poultry Science, 62 : 537-544. 1983.
- 朴 君・下桐 猛・前田 芳實・岡本 悟, AFLP 法による日本ウズラ選抜系統の遺伝的特性の分析. 日本家禽学会誌, 40 : J13-J20. 2003.
- 朴 君・岡本 悟・小林 真・和田 康彦, 日本ウズラの体重小方向への選抜限界. 日本家禽学会誌, 41 : J8-J18. 2004.
- Carron NF, Minvielle F, Desmarais M and Poste LM. Mass selection for 45-day body weight in Japanese quail: Selection response, carcass composition, cooking properties, and sensory characteristics. Poultry Science, 69 : 1037-1045. 1990.
- Collins WM and Abplanalp H. Changes in body weight and organ weights of Japanese quail selected for 6-week body weight. Poultry Science, 9 : 231-242. 1968.
- Collins WM, Abplanalp H and Hill WG. Mass selection for body weight in quail. Poultry Science, 49 : 926-933. 1970.
- El-Ibiary HM, Godfrey EF and Shaffner CS. Correlations between growth and reproductive traits in the Japanese quail. Poultry Science, 44 : 463-469. 1966.
- 磯貝岩弘・大塚裕司・木村正雄. ウズラの体重・径長に対する同時選抜. 岐阜大学農学部研究報告, 36 : 291-297. 1974.
- 小林 真・岡本 悟・松尾昭雄. 24 時間以外の日周期下におけるウズラの産卵と放卵リズム. 日本畜産学会報, 52 : 39-46. 1981.
- 近藤恭司. 実験動物の遺伝的コントロール. 第1版. 139-158 頁. ソフトサイエンス社. 東京. 1983.
- 前田芳實・川崎広通・橋口 勉. ウズラの飼料利用性に関する遺伝的パラメータ. 日本畜産学会報, 53 : 388-394. 1982.
- 万年英之・辻 莊一・岡本 悟・前田芳實・山下秀次・向井文雄・後藤信男. 体重選抜ウズラ系統における DNA フィンガープリント像による遺伝的構造の分析. 日本家禽学会誌, 30 : 66-71. 1993.
- Marks HL and Lepore PD. Growth rate inheritance in Japanese quail 2. Early responses to selection under different environments. Poultry Science, 47 : 1540-1546. 1968.
- Marks HL. Selection for four-week body weight in Japanese quail under two nutritional environments. Poultry Science, 50 : 931-937. 1971.
- 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. Feed efficiency of selected and non-selected Japanese quail lines. Poultry Science, 59 : 6-10. 1980 a.
- Marks HL. Reverse selection in a Japanese quail line previously selected for 4-week body weight. Poultry Science, 59 : 1149-1154. 1980 b.
- Marks HL. Selection environment influences on feed and water intake of Japanese quail following long-term selection for 4-week body weight. Poultry Science, 60 : 2571-2580. 1981.
- Marks HL. Divergent selection for growth in Japanese quail under split and complete nutritional environments. 5. Feed intake and efficiency patterns. Poultry Science, 70 : 1047-1056. 1991.
- Marks HL. Divergent selection in Japanese quail under split and complete nutritional environments 8. Progress from generations 18-30 following change of selection criterion. Poultry Science, 74 : 237-246. 1995 a.
- Marks HL. Heterosis and overdominance following long-term selection for body weight in Japanese quail. Poultry Science, 74 : 1730-1744. 1995 b.
- Marks HL. Long-term selection for body weight in Japanese quail under different environments. Poultry Science, 75 : 1198-1203. 1996.
- Minvielle F, Monvoisin JL, Costa J and Maeda Y. Long-term egg production and heterosis quail lines after within-line or reciprocal recurrent for high early egg production. British Poultry Science, 41 : 150-157. 2000.
- Nestor KE, Bacon WL and Lambio AL. Divergent selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 1. Selection response. Poultry Science, 61 : 12-17. 1982 a.
- Nestor KE and Bacon WL. Divergent selection for body weight and yolk precursor in *Coturnix coturnix japonica*. 3. Correlated responses in mortality, reproduction traits and adult body size. Poultry Science, 61 : 2137-2142. 1982 b.

- Nestor KE, Bacon WL and Lambio AL. Divergent selection for egg production in *Coturnix coturnix japonica*. Poultry Science, 62 : 1548-1552. 1983.
- 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
- Oguz, I, Aetan O, Kirkpinar F and Settar P. Body weights, carcass characteristic, organ weights, abdominal fat, and lipid content of liver and carcass in two lines of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*), unselected and selected for four week body weight. British Poultry Science, 37 : 579-588. 1996.
- 岡本 悟. 異なる栄養水準で育成されたウズラの量的特質に関する遺伝率及びこれら特質間の遺伝相関について. 佐賀大学農学彙報, 30 : 33-43. 1970.
- 岡本 悟. ウズラの体重及び産卵特質に及ぼす育成時の飼料制限の影響. 佐賀大学農学彙報, 39 : 57-66. 1975.
- 岡本 悟. ウズラの体重選抜効率に及ぼす栄養水準の影響. 佐賀大学農学部彙報, 51 : 29-37. 1981 a.
- 岡本 悟. 2 栄養水準下におけるウズラの 6 週齢体重に対する間接選抜反応. 佐賀大学農学部彙報, 51 : 39-46. 1981 b.
- 岡本 悟・長田伸一・小林 真・松尾昭雄. 光周期と飼育密度の違いが体重大小 2 系統のウズラの成長及び飼料要求率に及ぼす影響. 日本家禽学会誌, 26 : 150-156. 1989 a.
- 岡本 悟・小林 真・松尾昭雄. 体重大小 2 系統のウズラにおける増体量及び産卵量に対する飼料要求率. 日本家禽学会誌, 26 : 227-234. 1989 b.
- Okamoto S, Kobayashi S and Okada I. Changes in unselected traits following long term selection for 6-week body weight in Japanese Quail. Proceedings of the Sixth AAAP Animal Science Congress, Bangkok. Vol. 3. 251. 1992.
- Padgett C and Ivy WD. Coturnix quail as a laboratory Animal. Science, 129 : 267-268. 1959.
- 佐野晶子. 遺伝資源としてのウズラの可能性. 日本家禽学会誌, 40 : 221-235. 2003.
- Suda Y, Imakawa K and Okamoto S. Long term selection for small body weight in Japanese quail. I. Direct selection response from 60 to 65th generations. Journal of Poultry Science, 39 : 274-284. 2002.
- Suda Y and Okamoto S. Limit of long term selection for small size of body weight in Japanese quail II. Changes in reproductive traits from 60 to 65th generations. Journal of Poultry Science, 40 : 30-38. 2003.
- Wilson WO, Abott UK and Abplanalp H. Evaluation of coturnix (Japanese quail) as pilot animal for Poultry. Poultry Science, 40 : 651-657. 1961.

Changes in Body Weight and Reproductive Traits Accompanying Long Term Selection for Small Body Weight in Japanese Quail

Jun Piao, Satoru Okamoto, Shin Kobayashi and Yasuhiko Wada

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

The changes in body weight and reproductive traits accompanying long term selection for small body weight in Japanese quail were investigated to compare to those of randombred control. In this study, following 3 lines were used ; SS was selected for small body weight at 6 weeks of age over 78 generations ; SL was selected for large body weight at the same week to an opposite direction during the 12 generations from 66 generations in SS ; RR was produced by random mating in a closed population as a control. In this paper, body weights, reproductive traits and fitness in SS and SL were compared to those of RR. The following results were summarized as follows.

Male and female body weights at hatch in SS and SL were significantly smaller than those in RR, but body weight differences between SS and SL were obtained after 10 reverse selection generations. Female body weight at 100 days of age in SL was significantly larger than that of SS from the first reverse generation, and SL was 33% larger than that of SS in 11 and 12 generations.

Fertility in SS was significantly lower than that of RR, but fertility difference between SS and SL were not obtained. From these results, it may be assumed that polygenes for small body weight were not worked actively with decreasing fertility. Hatchabilities per egg set and fertile egg in three lines were same, but survival rate of SS in early stage of growth after hatch was significantly lower than that of RR. Age at first egg in SS was markedly delayed as compared with that of RR, and total number of the eggs laid until 100 days of age in SS was significantly fewer than that of RR. On the contrary, age at first egg and total number of egg of SL were superior to those of SS, and inferior to those of RR. Reverse selection effect in body weight and fitness traits was increased progressively in SL. High positive correlations between mature body weight and total egg weight were obtained in three lines after reverse selection generations. Fitness in SL was significantly inferior to that of RR, but was recovered after 5 reverse generations and was superior to that of SS.

From these results in survival rate and egg laying traits in SS line it might have nearly reached its selection limit by the long term selective breeding.

(Japanese Journal of Poultry Science, 41: J216-J226, 2004)

Key words : body weight, reproductive traits, small body weight line, Japanese quail