

日本ウズラにおける産卵率, 受精率ならびに 孵化率の遺伝的パラメーターについて

佐藤 勝紀・名方 純子・猪 貴義

(家畜育種学研究室)

Received July 1, 1980

Genetic Parameters of Egg Production Rate, Fertility and Hatchability in Japanese Quail

Katsunori SATO, Junco NAKATA and Takayoshi INO
(Laboratory of Animal Genetics and Breeding)

Summary

In order to obtain information for breeding on Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*), genetic parameters of egg production rate, fertility and hatchability were estimated.

The materials used in this experiment were 45 females in parent population and 323 females in offspring population. These materials were originated from randombred population in our laboratory. Reproductive traits described above were recorded at 10 to 13 weeks of ages.

The results were summarized as follows.

1. Egg production rates were 94.8% in parent population and 94.9% in offspring population. There was no significant difference between parent and offspring population. Fertility and hatchability were 98.0 and 83.3% respectively in parent population.
2. Repeatabilities of egg production rate were 0.212 in parent population and 0.239 in offspring population, while those of fertility and hatchability were 0.199 and 0.206 respectively in parent population.
3. Heritability estimates of egg production rate were 0.235 by analysis of variance and 0.102 from the intra-sire regression of offspring on dam, while those estimates of fertility and hatchability were 0.129, 0.059 by method of Lush *et al*, $h^2_{\frac{1}{2}}$ 0.065, $h^2_{\frac{1}{4}}$ 0.007 by method of Robertson *et al*, and 0.037, 0.154 by regression of offspring on parent.
4. The results obtained in this experiment suggest that selection of egg production rate, fertility and hatchability may be effective.

結 言

家畜・家禽の改良には、選抜育種が有効な手段として採用されている。この選抜育種を進めるにあたっては、選抜形質の遺伝的パラメーターを解析することが重要である。

これまで、家畜・家禽においては選抜形質としては繁殖に関連する形質も取り上げられ、これらの形質の遺伝的パラメーターについて検討がなされている。

牛では受胎率、連産性ならびに発情周期などの遺伝率、また豚では一腹産子数、一腹生子数、母生涯総子数さらには分娩間隔などの遺伝率について検討がなされている。鶏では産卵数、産卵率、受精率ならびに孵化率などの遺伝率について検討がなされている。

本研究で取り上げた日本ウズラは、わが国では大部分が採卵を目的とした産業動物として飼育されているが、一方、世代の回転が早く、非常に強健で、飼育管理が容易であり、その上、小型で飼料摂取量が少なく、多羽数の飼育が可能であるという利点から、近年鶏の実験動物として畜産、獣医学、医学、薬学、生物学などの広範囲な研究分野で使用されてきている。

現在、日本ウズラは産業界はもちろんのこと、実験動物の研究分野においても、繁殖能力の高い系統の作出が望まれている。これまで、日本ウズラの繁殖に関連する形質の遺伝的パラメーターについては、産卵数、産卵率を除いてはほとんど検討がなされていない。

そこで、本研究は選抜育種の基礎資料を得る目的で、日本ウズラにおける産卵率、受精率および孵化率の繁殖形質を取り上げ、これらの形質の遺伝的パラメーターについて検討を加えた。

材 料 と 方 法

材料は、当研究室が昭和47年豊橋の業者から雌雄50対を導入し、以後無作為交配によって維持されている日本ウズラの閉鎖集団から作出された雄1雌3の組合せ15組からなる集団（これを親集団とする）ならびにこの集団から作出された323羽の雌ヒナからなる集団（これを子供集団とする）を用いた。

本研究において取り上げた形質は、親集団では産卵率、受精率ならびに孵化率の3形質であり、子供集団では産卵率の1形質である。

これらの形質の調査期間は親集団では1979年4月18日から5月27日まで、また子供集団では同年の7月26日から8月30日までとした。上記の形質の調査には10週令に達した成ウズラを用い、連続21日間にわたって調査が行なわれた。

採卵は午前中に行ない、種卵には家系番号を記載した。孵卵は $38.3 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ に調節された孵卵器で19日間行ない、孵化したヒナは直ちに $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$ の育雛器に移した。ヒナの育成は4週令まで行ない、4週令以降は産卵ケージに移し、点燈を14時間に調整した自然温度の飼育室内で飼育した。飼料は市販のウズラ産卵用飼料を不断給餌とした。

一方、孵化しなかった卵は入卵後19日目に割卵し、受精の有無について検討した。

産卵率はヘンディ産卵率（総産卵数/延日数 $\times 100$ ）で表わし、受精率は受精卵数/入卵数 $\times 100$ で表わし、受精卵数は孵卵器へ入卵後16, 17, 18, 19日目までに孵化したヒナの数と19日目までに孵化しなかった卵のうち、受精卵と確認されたものを加えて求めた。

孵化率は孵化羽数/受精卵数 $\times 100$ で表わし、孵化羽数は孵卵器へ入卵後16, 17, 18, 19日目までの4日間に孵化した羽数から求めた。

反復率の算出²⁾は親集団では45羽の雌を、また子供集団では母家系あたり2羽の雌を無作為に抽出して得られた計90羽の雌を用い、10-13週令までの1週間ごとの3回の成績を用いて行なった。

遺伝率の算出²⁾は産卵率では枝分れ分類データの分散分析ならびに親子回帰法によった。受精率ならびに孵化率の形質では、All or none 形質の遺伝率推定法である LUSH *et al* ならびに ROBERTSON *et al* の方法によって求め、さらに親子回帰法によっても求めた。この親子回帰法による算出にあたっては、親集団の成績と親集団の親の成績を用いた。

結 果

1 産卵率，受精率，孵化率の成績

Table 1 Egg production rate, fertility and hatchability at 10–13 weeks in parent and offspring population

Population	Traits	Age			
		10–13 wks.	10–11	11–12	12–13 wks.
Parent	Egg production rate (%)	94.86 (885/933)	94.87 (296/312)	95.56 (301/315)	94.12 (288/306)
	Fertility (%)	98.0 (835/852)	97.54 (278/285)	97.93 (284/290)	98.56 (273/277)
	Hatchability (%)	83.35 (696/835)	83.09 (231/278)	83.45 (237/284)	83.52 (228/273)
Offspring	Egg production rate (%)	94.94 (6399/6740)	95.22 (2153/2261)	94.37 (2128/2255)	95.23 (2118/2224)

Table 1 は親集団ならびに子供集団における 3 週間および週間の産卵率，受精率，孵化率の値を示したものである。

親集団における産卵率は 10–13 週令では 94.8% となり，また 10–11 週令では 94.8%，11–12 週令では 95.5%，12–13 週令では 94.1% となり，いずれも 94% 以上の高い値を示し，週令間には有意差が認められなかった。つぎに受精率は 10–13 週令では 98.0% となり，また 10–11 週令では 97.5%，11–12 週令では 97.9%，12–13 週令では 98.5% となり，産卵率の場合と同様に週令間には有意差が認められなかった。また孵化率は 10–13 週令では 83.3%，10–11 週令では 83.0%，11–12 週令では 83.4%，12–13 週令では 83.5% となり，いずれも 83% の値を示し，各週令時の孵化率の値は近似することが認められた。

つぎに子供集団における産卵率は 10–13 週令では 94.9%，10–11 週令では 95.2%，11–12 週令では 94.3%，12–13 週令では 95.2% となり，いずれの週令においても 94% 以上の高い値が示され，週令間には有意差が認められなかった。これらの産卵率の値について，親集団と子供集団とで比較してみると，集団間に有意差は認められなかった。

2. 産卵率，受精率，孵化率の反復率

Table 2 Repeatability of egg production rate, fertility and hatchability at 10–13 weeks of age

Traits	Repeatability	
	Parent	Offspring
Egg production rate	0.212	0.239
Fertility	0.199	—
Hatchability	0.206	—

Table 2 は親集団における産卵率，受精率，孵化率ならびに子供集団における産卵率の反復率の値を示したものである。

産卵率の反復率は親集団では 0.212，子供集団では 0.239 となり，両集団ではいずれも 0.2 の値を示した。また受精率，孵化率の反復率は 0.199，0.206 となり，産卵率の値に近似することが認められた。

3. 産卵率, 受精率, 孵化率の遺伝率

Table 3 Heritability estimates of egg production rate, fertility and hatchability

Traits	Heritability estimates		
	by analysis of variance		by regression of offspring on parent
	Sire + Dam	Arc sine \sqrt{p}	
Egg production rate (%)	0.235 \pm 0.101*	0.251 \pm 0.102	0.102 \pm 0.187
Fertility (%)	0.129 \pm 0.047	—	0.037 \pm 0.289
Hatchability (%)	0.059 \pm 0.034	—	0.154 \pm 0.247

*Standard errors

Table 3 は産卵率, 受精率ならびに孵化率の遺伝率の値を示したものである。

まずはじめに分散分析法によって算出された遺伝率の値についてみると, 産卵率では父成分で 0.093, 母成分で 0.376, 父母両成分で 0.235 の値が推定された。また産卵率の値を角変換して算出した場合には, その値は父成分で 0.068, 母成分で 0.434, 父母両成分で 0.251 の値となり, 角変換を行なわなかった場合の値と近似することが認められた。さらに受精率の遺伝率は LUSH *et al* の方法で算出した場合, 父成分で 0.002, 母成分で 0.257, 父母両成分で 0.129 となった。また表には示さなかったが, ROBERTSON *et al* の方法で算出した場合は, その遺伝率は父間による推定値で 0.065 の値が示された。また孵化率の遺伝率は LUSH *et al* の方法で算出した場合には父成分で -0.044, 母成分で 0.163, 父母両成分で 0.059 となり, さらに ROBERTSON *et al* の方法で算出した場合は父間による推定値で 0.007, 父内母間による推定値で 0.08 の値が示された。このように分散分析法によって算出された遺伝率はいずれの形質も 0.3 以下の低い値が認められた。

つぎに, 親子回帰法によって算出された遺伝率の値についてみると, 産卵率では 0.102, 受精率では 0.037, 孵化率では 0.154 の値が示され, 分散分析法の場合と同様にこれらの形質の遺伝率は 0.3 以下の低い値が認められた。

考 察

1. 産卵率, 受精率, 孵化率の成績

本実験での日本ウズラの産卵率は親集団で 94.8%, 子供集団で 94.9% となり, 両集団においては 94% 以上の高い値が認められている。この値は閉鎖集団でのこれまでの成績によく類似している。

日本ウズラの産卵率については, これまで WILSON *et al*¹⁹⁾, 天野ら²⁾, 新城ら¹⁷⁾, AHUJA *et al*¹⁾ らによって検討がなされ, 各々 80, 83.1, 82.4, 78.86% の値が報告されている。本実験での日本ウズラの産卵率は上記の報告値と比較して高い値を示しているが, この理由としては, 本実験に用いた日本ウズラの年令が繁殖能力の高いとみられる 10-13 週令であること, さらに調査期間が 3 週間と短い期間であったことによるものと考えられる。

また, 本実験では子供集団においては産卵時期が夏 (7-8 月) であったにもかかわらず, 産卵率の低下が認められていない。鶏では, 一般に高温の飼育環境では産卵率の低下がみられることが知られている。しかしながら, 高温環境でも 1 日の温度が変化する場合すなわち温度の日内変動がある場合には高温による悪影響はみられないことが報告¹⁶⁾されている。

本実験においては, 飼育室が自然温度環境条件のために室内の 1 日の温度が 25-32°C と

変化したこと，さらに本実験に用いたウズラが夏期の高温に対して体温調節機能を作動し，順応した結果により，高温環境においても産卵率の低下が認められなかったものと考えられる。

受精率については，WILSON *et al*¹⁹⁾ が79%，EL-IBIARY *et al*⁵⁾ が73.4–77.4%，WOODARD *et al*²⁰⁾ が81.4%，ERNST *et al*⁶⁾ が94.6%，SITTMAN *et al*¹⁸⁾ が93.1–93.5%，磯貝⁷⁾ が73.2–85.8%，新城ら¹⁷⁾ が94.4%の値を報告している。本実験での値は98.0%であり，ERNST *et al*，新城らの値に近似している。

受精率には雌雄の遺伝的要因ならびに生理的要因が関与していることが知られている。特に，生理的要因としては年令，雄に交配する雌の数，環境温度などがあげられる。

WOODARD *et al*²⁰⁾ は9，43，70週令の日本ウズラを用い，これらのウズラの受精率について検討した結果，9週令では86.8%，43週令では35.7%，70週令では25.4%となり，年令が若い程受精率が高くなることをみている。本実験では用いたウズラが10–13週令の若い年令であったことから，高い受精率が得られたものと考えられる。WOODARD *et al* はまた受精率と雄に交配する雌の数との関係について検討を加えているが，雄1羽に交配する雌の数が3羽以上になると，受精率は急激に低下することをみている。本実験では子供集団においては雄1に対して雌3の交配が行なわれているが，本実験での交配法はWOODARD *et al* の方法とは異なり，ケージ内に単飼した雌に雄を毎日順次交配する方法すなわちローテーション方式をとったために，受精率の低下は認められなかったものと考えられる。

孵化率についてはこれまで，WILSON *et al*¹⁹⁾ が69%，EL-IBIARY *et al*⁵⁾ が58.9–66.8%，WOODARD *et al*²⁰⁾ が83%，ERNST *et al*⁶⁾ が76.7%，SITTMAN *et al*¹⁸⁾ が76.9–78.6%，磯貝⁷⁾ が71.6–81.3%，新城ら¹⁷⁾ が60.5%の値を報告している。日本ウズラの孵化率の値は上記のように研究者によって様々であるが，本実験での値はWOODARD *et al* の値とよく類似している。

孵化率を決定する要因としては受精卵ならびに胚の遺伝子構成，種卵の物理的性質，種鶏の年令，栄養などの生理的状态，貯卵，孵卵条件などが知られている。

本実験においては高い孵化率の値が認められているが，この理由としては，閉鎖集団の維持過程で有害な遺伝子が排除されてきていること，また10–13週令の若いウズラが実験に用いられたこと，さらには孵卵条件が受精卵の孵卵，ヒナの孵化にとって良好であったことが考えられる。また，本実験では3回の孵化で得られた孵化率はすべて同様の値を示しているが，このことは貯卵ならびに孵卵の条件ができるだけ同一になるように実験を計画した結果によるものと考えられる。

2. 産卵率，受精率，孵化率の反復率

本実験における産卵率，受精率，ならびに孵化率の反復率は0.199–0.239の範囲の値が認められている。鶏においては産卵率の反復率は0.30，受精率では0.24–0.26，孵化率では0.23–0.30の値が報告¹⁴⁾されている。本実験で得られた日本ウズラの値と上記の鶏の値とを比較してみると，日本ウズラでの反復率の値は鶏の値と類似する傾向が認められている。

GOODMAN⁹⁾ は日本ウズラの卵重，卵型指数，卵比重，卵白高，卵殻厚の反復率の値が各々0.72，0.52，0.35，0.54，0.45であることを報告している。また光本ら¹⁵⁾ は卵長径，卵短径，卵黄重，卵白重，卵殻重，卵重の反復率について検討を加えた結果，それらの値は各々0.55，0.58，0.89，0.82，0.57，0.97となり，重さに関する形質では卵殻重を除いてすべて0.8以上の著しく高い値が認められたことを報告している。

本研究で取り上げた繁殖形質の反復率は前記の重さに関する形質と比較してその値は小さ

くなっている。これらの結果は産卵率、受精率、孵化率の繁殖諸形質は遺伝的な要因に加えて、環境要因によっても大きく影響を受けることを示すものとみられる。

3. 産卵率、受精率、孵化率の遺伝率

MARKS *et al*¹³⁾ は産卵率の遺伝率が 0.46 であることを報告している。また KAWAHARA *et al*¹⁰⁾ は 47 の Pair Matings から得られた 235 羽の雌ウズラを用い、産卵率の遺伝率が 0.203 であることを報告している。その後、KAWAHARA *et al*¹¹⁾ は 65 羽の雄と 284 羽の雌の交配から得られた 907 羽の雌ウズラを用い、その値が父成分で 0.309、母成分で 0.189、父母両成分で 0.249 となることをみている。最近では、AHUJA *et al*¹⁾ は 63 の Pair Matings から得られた 200 羽の雌ウズラを用い、産卵率の遺伝率が 0.15 であることを報告している。本実験での値は KAWAHARA *et al* の値とよく類似している。

鶏においては、KINNEY *et al*¹²⁾ が白色レグホーン種を用い、分散分析法で 0.25、母娘回帰法で 0.14 の値を推定している。これらの値はウズラの場合と類似していることが認められる。

受精率の遺伝率については日本ウズラではこれまで報告がなされていないが、鶏では CRITTENDEN *et al*⁴⁾ が分散分析法で 0.01、母娘回帰法で 0.02、GILBEREATH *et al*⁸⁾ が分散分析法で 0.14 の値を報告しており、本実験でのウズラの値は鶏の場合と同様に低い傾向が認められている。

さらに、本実験では孵化率の遺伝率は受精率の場合と同様に 0.2 以下の値を示している。

鶏においては、分散分析法で算出した遺伝率は父成分で 0.14、父母両成分で 0.06、親子回帰法では 0.16 といずれの推定方法でも低い値が報告³⁾ されている。しかし、母鶏の孵化率の良いものは、娘の孵化率も良い傾向があり、娘の孵化率に母鶏が関与していることが知られている。本実験においては、孵化率の遺伝率の値は母成分が父成分より大きいことが認められたことから、鶏の場合と同様に娘の孵化率に母が大きく関与しているものと考えられる。

これまで、家畜・家禽においては繁殖形質の遺伝的パラメーターについて数多くの検討がなされ、その遺伝率はいずれも低い値を示すことが知られている。本実験で得られた日本ウズラの繁殖形質においても、その遺伝率がいずれも 0.3 以下の低い値を示し、遺伝要因よりも環境要因に強く支配される形質であることが明らかとされた。

鶏においてはこれまで、家系選抜によって産卵率の高い系統、低い系統の選抜育種が行なわれ、その結果、産卵率の高い系統、低い系統が作出されている。また、受精率、孵化率の高い系統、低い系統が作出されている。

日本ウズラにおいては、これまで上記のような繁殖形質に関する選抜育種については全く検討が加えられていないが、本研究で得られた反復率、遺伝率の示す値から推定して、選抜育種の可能性は十分にあるものと考えられる。

摘 要

本研究は日本ウズラの選抜育種の基礎資料を得る目的で、産卵率、受精率、孵化率の遺伝的パラメーターについて解析した。

材料は当研究室で維持されている閉鎖集団から作出された雄 1 雌 3 の組合せ 15 組 (親集団) ならびにこの集団から作出された 323 羽の雌ヒナ (子供集団) を用いた。

上記の繁殖形質の調査は 10 週令に達した成ウズラについて連続 21 日間にわたって行なった。

結果は要約すると以下の通りである。

1. 産卵率は親集団では94.8%, 子供集団では94.8%となり, 両集団の間には有意差がみられなかった。また, 親集団における受精率, 孵化率は各々98.0, 83.4%であった。
2. 産卵率の反復率は親集団では0.212, 子供集団では0.239であった。また, 受精率ならびに孵化率の反復率は各々0.199, 0.206であった。
3. 産卵率の遺伝率は分散分析法で算出した場合では0.235, 親子回帰法の場合には0.102の値が示された。また, 受精率ならびに孵化率の遺伝率はLUSH *et al*の方法で算出した場合では0.129, 0.059となり, ROBERTSON *et al*の方法では父間による推定値で0.065, 0.007の値が推定された。さらに, 親子回帰法では0.037, 0.154の遺伝率の値が得られた。
4. 本実験から得られた産卵率, 受精率, 孵化率の反復率, 遺伝率の値から推定して, 日本ウズラにおいてもこれらの繁殖諸形質の選抜育種の可能性はあるものと考察された。

文 献

- 1) AHUJA, S. D., D. P. GULATI, S. K. AGARWAL and M. PRAKASHBABU: *Indian Poult. Gazette* **62**, 98-104 (1979)
- 2) 天野卓・渡辺誠喜: *東京農業大農学集報* **11**, 175-182 (1966)
- 3) A Summary of Reported Estimates of Heritabilities and of Genetic and Phenotypic Correlations for Traits of Chickens: *Agriculture handbooks No. 363*, 1-49 United States Department of Agriculture, Washington, D. C. (1969)
- 4) CRITTENDEN, L. B., B. B. BOHREN and V. L. ANDERSON: *Poult. Sci.* **36**, 90-103 (1957)
- 5) EL-IBIARY, H. M., E. F. GODFREY and C. S. SHAFFNER: *Poult. Sci.* **45**, 463-469 (1966)
- 6) ERNST, R. A. and T. H. COLEMAN: *Poult. Sci.* **45**, 437-440 (1966)
- 7) 磯貝岩弘: *岐阜大農研報告* **30**, 155-287 (1971)
- 8) GILBREATH, J. C., Q. B. and R. D. MORRISON: *Okla. Agr. Expt. Sta. Tech. Bull.* T-96 12 pp (1962)
- 9) GOODMAN, B. L.: *Poult. Sci.* **44**, 1338-1339 (1965)
- 10) KAWAHARA, T. and T. INOUE: *Rep. Natn. Inst. Genet., Mishima* **16**, 44 (1965)
- 11) KAWAHARA, T. and T. INOUE: *Rep. Natn. Inst. Genet., Mishima* **16**, 43 (1966)
- 12) KINNEY, T. B. and R. N. Shoffner: *Poult. Sci.* **44**, 1020-1032 (1965)
- 13) Marks, H. L. and T. B. KINNEY, Jr.: *Poult. Sci.* **43**, 1338 (1964)
- 14) MERGL, R.: *Archiv. für Geflügelkunde* **41**, 92-97 (1977)
- 15) 光本孝次・庄武孝義: *帯広畜産大学学術研究報告* **6**, 621-639 (1971)
- 16) MULLER, W. J.: *Poult. Sci.* **40**, 1562-1571 (1961)
- 17) 新城明久・水間豊・西田周作: *日本家禽会誌* **8**, 231-237 (1971)
- 18) SITTMAN, K., H. ABPLANALP and C. F. MEYERDICK: *Poult. Sci.* **50**, 681-688 (1971)
- 19) WILSON, W. O., U. K. ABBOTT and H. ABPLANALP: *Poult. Sci.* **40**, 651-657 (1961)
- 20) WOODARD, A. E. and H. ABPLANALP: *Poult. Sci.* **46**, 383-388 (1967)
- 21) 横内円生: *畜産大事典* (内藤元男監修) (新著第1版) 164-171 養賢堂 東京 (1978)