

## 日本ウズラの高・低温ストレス条件下での 生存時間に対する選抜効果

河本泰生・三枝 雅・猪 貴義

(家畜育種学研究室)

Received October 31, 1980

### Selection Effect on Survival Time of Japanese Quail under High and Low Temperature Stresses

Yasuo KAWAMOTO, Tadashi SAEGUSA and Takayoshi INO

(Laboratory of Animal Genetics and Breeding)

#### Summary

This investigation was carried out to obtain basic information concerning Japanese quails adaptability to temperature. Two-way selection for survival time under high (45°C) and low (-5°C) temperature stresses was made. And through five generations, selection effects on survival time were investigated and discussed.

The materials used in this experiment were 381 Japanese quail chicks from random-bred population in our laboratory. The selection was carried out within family.

The results obtained were as follows:

- 1) Selection effect on survival time at 45°C was clear in HR population (resistance) and not clear in HS population (susceptibility). Percent deviation of HR and HS showed a significant increase of survival time and was 40% at five generation.
- 2) Selection effect on survival time at -5°C was not clear in LR population (resistance) and clear in LS population (susceptibility). Percent deviation of LR and LS showed a significant increase of survival time and was 35% at five generation.
- 3) Selection differential was significantly greater in LS population than LR population.
- 4) Realized heritability on survival time was 0.836, 0.176, 0.005, 0.798 in HR, HS, LR, LS, respectively.

#### 結 言

環境温度に対する家禽の適応性に関する遺伝・育種学的研究としては、HUTT (1938)<sup>8)</sup>が高温環境下での鶏の死亡率に品種間差のあることを報告して以来、高温条件下での生存能力<sup>16,10,11,6)</sup>、生産能力<sup>7,3)</sup>についてもまた、品種、系統間差のあることが明らかにされた。しかしながら、選抜を考慮した研究は少く、WILSON *et al.* (1966)<sup>14)</sup>は高温条件下で白色レグホーン種の生存時間の遺伝率を推定し、更に、WILSON *et al.* (1975)<sup>15)</sup>は生存時間に対する選抜効果を報告した。CHAHILL (1975)<sup>2)</sup>は日本ウズラを用い、高温条件下で成長に対する選抜を行い、選抜系は高温ストレスに対し優れた成長を示すことを明らかにした。

一方、低温条件下に対する研究は、ほとんど生理・内分泌学的研究であり、遺伝・育種学的研究は家禽では少い。SIEGEL and MUELLER (1955)<sup>13)</sup>、KAWAHARA (1962)<sup>9)</sup>は鶏ヒナの低温ストレス条件下での死亡率について系統間差をみた。BROWN (1975)<sup>1)</sup>は七面鳥を用い低温条件下で副腎皮質反応の高低2方向への選抜実験を行い、反応性の違いと生産能力との関係を報告した。三枝ら (1976)<sup>12)</sup>は45°Cおよび-5°C条件下での日本ウズラのヒナの生存時間について遺伝率を推定した。

本研究は、家禽の温度ストレスに対する適応能力の遺伝・育種に関する基礎的研究として、日本ウズラの高・低温ストレス条件下での生存時間に対する選抜効果について検討した。

### 材料及び方法

供試材料は、当教室で無作為交配により維持されてきた日本ウズラの雌雄38ペアの交配により得られたヒナ381羽を選抜基礎集団とした。これらのヒナのうち高温ストレスに対する選抜には166羽を、低温ストレスに対する選抜には215羽を用いた。孵化直後のヒナは $34 \pm 2^\circ\text{C}$ に調節した育雛器に移し、2週令より温度を下げ4週令で $27 \pm 2^\circ\text{C}$ に調節した育雛器で飼育した。4週令以後は室温で飼育し、6週令より個別ケージに移し飼育した。飼料は孵化直後より、市販のウズラ産卵用飼料を用い、不断給餌・給水とした。なお、高・低温度に対する生存時間を見る場合には、飼料摂取量、飲水量が大きく影響するので、高・低温感作1時間前に飼料・水の給与を止め、高・低温感作中も飼料、水は一切与えなかった。高温ストレスとしては $45^\circ\text{C}$ 、低温ストレスとしては $-5^\circ\text{C}$ を設定し、それぞれの条件にヒナを曝らしたときの生存時間の長・短を選抜の指標とした。選抜の方法としては家系内個体選抜を行った。

生存時間の判定は、高温の場合、 $45^\circ\text{C}$ に調節された育雛器にヒナを入れ、ヒナが死亡する直前に救い出すまでの時間を生存時間とした。救い出しの時期は、あらかじめ検討した結果、高温の場合は熱性の浅い呼吸から努力型の深い呼吸に変化する時点とした。これを越えるとヒナは死亡する。低温の場合はヒナが床に伏し、嘴を床につけた時点救い出しの時期とした。これを越えるとヒナは死亡する。高・低温いずれの場合も、救い出しまでの時間と死亡するまでの時間の間には1に近い相関が得られた。

選抜の週令は高温の場合4週令、低温の場合2週令とした。これらは三枝ら(1976)<sup>12)</sup>の報告に基くものである。

高温ストレス条件下で生存時間の長い方向へ選抜した群をHR(抵抗性)、生存時間の短かい方向へ選抜した群をHS(感受性)とし、低温ストレス条件下で生存時間の長い方向へ選抜した群をLR(抵抗性)、生存時間の短かい方向へ選抜した群をLS(感受性)とした。

本報告では、選抜5世代までの結果についてまとめた。

Table 1 Mean survival time and coefficient of variation of Japanese quail selected under the  $45^\circ\text{C}$  heat stress

| Generation | HR <sup>a)</sup> population |             | HS <sup>b)</sup> population |             |
|------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
|            | Survival time<br>(min)      | C.V.<br>(%) | Survival time<br>(min)      | C.V.<br>(%) |
| 0          | $24.6 \pm 9.3^c)$           | 37.4        |                             |             |
| 1          | $29.7 \pm 13.3$             | 44.8        | $23.3 \pm 9.8^c)$           | 42.1        |
| 2          | $34.7 \pm 15.4$             | 44.4        | $26.0 \pm 13.5$             | 51.9        |
| 3          | $30.6 \pm 9.1$              | 29.7        | $22.4 \pm 10.1$             | 45.1        |
| 4          | $41.6 \pm 13.4$             | 32.2        | $28.6 \pm 15.9$             | 55.6        |
| 5          | $45.3 \pm 17.2$             | 38.0        | $26.0 \pm 9.9$              | 38.1        |

a) HR : Selection for long survival time (resistance)

b) HS : Selection for short survival time (susceptibility)

c) Mean  $\pm$  standard deviation

## 結 果

## 1. 選抜群の世代による生存時間の推移

Table 1 および Table 2 はそれぞれ、高温、低温ストレス条件下での平均生存時間、標準偏差、変動係数の選抜 5 世代までの結果を示す表である。

Table 2 Mean survival time and coefficient of variation of Japanese quail selected under the  $-5^{\circ}\text{C}$  cold stress

| Generation | LR <sup>a)</sup> population   |          | LS <sup>b)</sup> population   |          |
|------------|-------------------------------|----------|-------------------------------|----------|
|            | Survival time (min)           | C.V. (%) | Survival time (min)           | C.V. (%) |
| 0          | 89.9 $\pm$ 29.5 <sup>c)</sup> | 32.8     |                               |          |
| 1          | 91.8 $\pm$ 30.4               | 33.8     | 83.3 $\pm$ 23.9 <sup>c)</sup> | 28.7     |
| 2          | 91.9 $\pm$ 25.3               | 27.5     | 69.7 $\pm$ 18.4               | 26.4     |
| 3          | 88.4 $\pm$ 27.3               | 30.9     | 73.6 $\pm$ 31.2               | 42.4     |
| 4          | 88.0 $\pm$ 21.3               | 24.2     | 61.3 $\pm$ 29.2               | 47.6     |
| 5          | 92.3 $\pm$ 29.6               | 32.1     | 59.7 $\pm$ 24.7               | 41.4     |

a) LR : Selection for long survival time (resistance)

b) LS : Selection for short survival time (susceptibility)

c) Mean  $\pm$  standard deviation

高温選抜群 45 $^{\circ}\text{C}$  で生存時間の長い方向へ選抜した HR 群では、選抜の世代に伴い生存時間は長くなり、選抜 5 世代では、選抜開始時に比較して生存時間は 25 分から 45 分に伸びた。一方、生存時間の短い方向へ選抜した HS 群では、選抜の世代に伴って生存時間は変化せず、選抜 5 世代では、平均生存時間 26 分であった。また、HR 群と HS 群の差の HR 群に対する比率、つまり偏差率で HR 群と HS 群の差が、世代の進行に伴ってどのように変化して来たかを世代に対する偏差率の回帰で見ると、Fig. 1 に示すように、両群の差は世代とともに大きくなり、5 世代ではその偏差率は 40% に達した。このことは、選抜の世代に伴って、

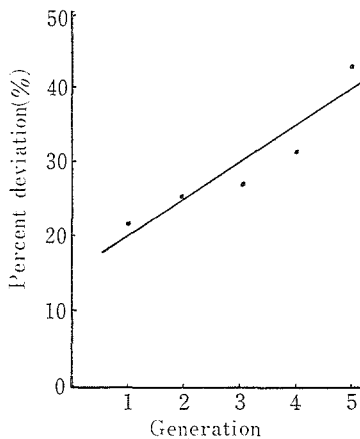


Fig. 1 Percent deviation from the divergence between HR and HS. Regression of percent deviation on generation;  
 $Y = 4.84X + 14.94$

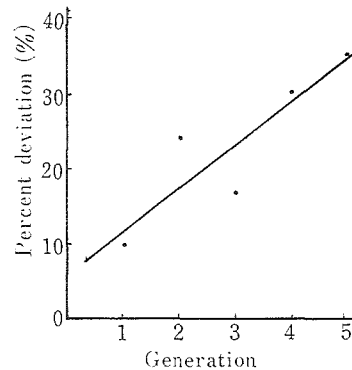


Fig. 2 Percent deviation from the divergence between LR and LS. Regression of percent deviation on generation;  
 $Y = 5.75X + 5.97$

HR 群と HS 群の生存時間の差は直線的に増加することを示す。

低温選抜群  $-5^{\circ}\text{C}$  で生存時間の長い方向へ選抜した LR 群では、選抜の世代に伴い生存時間はほとんど変化を示さず、選抜開始の90分から選抜5世代では92分となった。しかし、生存時間の短い方向へ選抜した LS 群では、選抜の世代に伴って生存時間は短くなり、選抜5世代では生存時間は60分に減少した。LR 群と LS 群の差の LS 群に対する偏差率によって両群の差の世代に伴う変化をみると、Fig. 2 に示すように、多少の不規則性はみられるが、選抜の世代とともに両群の差は大きくなり、選抜5世代での偏差率は35%に達した。

なお、高温選抜群、低温選抜群のいずれの群も選抜2～3代以降において、変動係数は、抵抗性への選抜群が感受性への選抜群に比して小さい値を示した。

## 2. 実現遺伝率の推定

選抜に伴う生存時間の変化は、高温・低温両選抜群共に選抜の方向によって異なる結果を示したが、世代当りの生存時間の選抜効果 (R) と、次代に子をどれだけ残したかによって重みづけした世代当りの有効選抜差 (S) を求め、FALCONER (1953) <sup>4)</sup> の示す式 R/S により実現遺伝率を推定した。Table 3, Table 4 はそれぞれ、高温選抜群、低温選抜群の世代当りの改良量、世代当りの有効選抜差および実現遺伝率を示す表である。なお、Table には、抵抗性と感受性の両群の差から求めた実現遺伝率も示した。

高温選抜群 Table 3 は高温選抜群について示したものであるが、HR 群では世代当りの改良量、有効選抜差共に有意の値を示し、実現遺伝率は0.836ときわめて高い値を示した。HS 群では有意の選抜差は得られたものの、改良量は有意とはならず、したがって実現遺伝率は0.176ときわめて低い値を示した。抵抗性、感受性両群の差より求めた遺伝率は0.390であった。

Table 3 Gain, effective selection differential and realized heritability of survival time under the  $45^{\circ}\text{C}$  heat stress

| Direction of selection | Gain per generation (min) | Effective selection differential per generation (min) | Realized heritability  |
|------------------------|---------------------------|---|------------------------|
| HR                     | $3.860 \pm 0.932^{b)}$    | $4.617 \pm 0.583^{b)}$                                | $0.836 \pm 0.203^{c)}$ |
| HS                     | $0.551 \pm 0.628$         | $-3.129 \pm 0.475^{*}$                                | $0.176 \pm 0.202$      |
| HR - HS <sup>a)</sup>  | $3.309 \pm 0.616^{*}$     | $8.438 \pm 0.747^{**}$                                | $0.390 \pm 0.097$      |

a) Divergence between HR and HS population

b) Regression  $\pm$  standard error

c) Heritability  $\pm$  standard error

\*  $P < 0.05$  \*\*  $P < 0.01$

Table 4 Gain, effective selection differential and realized heritability of survival time under the  $-5^{\circ}\text{C}$  cold stress

| Direction of selection | Gain per generation (min) | Effective selection differential per generation (min) | Realized heritability  |
|------------------------|---------------------------|---|------------------------|
| LR                     | $-0.083 \pm 0.601^{b)}$   | $17.430 \pm 1.409^{b)}$                               | $0.005 \pm 0.035^{c)}$ |
| LS                     | $-6.089 \pm 1.178^{*}$    | $-7.631 \pm 1.702^{*}$                                | $0.798 \pm 0.154$      |
| LR - Lt <sup>a)</sup>  | $6.006 \pm 1.415^{*}$     | $24.740 \pm 3.891^{*}$                                | $0.243 \pm 0.005$      |

a) Divergence between LR and LS population

b) Regression  $\pm$  standard error

c) Heritability  $\pm$  standard error

\*  $P < 0.05$  \*\*  $P < 0.01$

**低温選抜群** Table 4 は低温選抜群の改良量, 有効選抜差および実現遺伝率を示したものである。LR 群では改良量はほとんど0に近い値を示し, 有効選抜差はかなり大きな値を示した。したがって遺伝率はほとんど0に近い。LS 群では, 世代当りの改良量, 有効選抜差ともに有意となり, 実現遺伝率は0.798と高い値を示した。LR 群とLS 群の差より求めた遺伝率は0.243であった。

## 考 察

高温・低温両ストレス条件下における生存時間に対する選抜効果についてみると, 高温ストレス条件下での選抜では, 抵抗性への選抜群であるHR 群にその効果が明らかで, 感受性への選抜群であるHS 群では, 選抜はされているにもかかわらず, 実際には選抜効果は明らかでなく, 選抜反応は不相称であった。また, 低温ストレス条件下での選抜では, 高温選抜群の場合とは逆に抵抗性への選抜効果が明らかでなく, 感受性への選抜効果が明らかであった。2方向選抜において, このような不相称の反応を生ずる原因としてFALCONER (1960)<sup>5)</sup>は①選抜差, ②遺伝的不相称, ③ Heterozygotes に対する選抜, ④近交退化, ⑤母性効果などをあげている。本研究では, これらの原因のうちいずれに起因するかどうかという結論を得ることはできなかった。また, 高温選抜群と低温選抜群の選抜反応の違いについては, 高温と低温に対する遺伝的抵抗性についての機構の差によるものとも考えられるが, これらの原因についてはさらに温度適応性の生理についての検討が必要と考える。

高温選抜群について, WILSON *et al.* (1975)<sup>15)</sup>は40.8°Cで白色レグホーン種を用い生存時間に関して2方向選抜を4世代進めその効果をみた。本研究ではこれと異なる結果を示したが, その原因としては家禽化の十分に進んでいる鶏と, まだ家禽化が十分に進んでいない日本ウズラの種による違いによるものと考えられる。また, WILSON *et al.*<sup>15)</sup>の設定した温度条件は鶏の体温に近い温度であるが, 本研究で設定した高温条件はウズラの致死体温に近い45°Cという温度条件であったために, 異なる結果を生じたものと考えられる。

本研究においては, 毎世代の平均生存時間の変動がかなり大きい値となり, 選抜2~3世代以降において, 高温・低温の両選抜群とも抵抗性への選抜が感受性への選抜群に比べて変動値はやゝ低い傾向を示した。生存時間の変動が大きい値を示した原因としては, 生存時間にはヒナの全生理機能が関与するという特殊の形質であることと, 救い出しに対する測定時間の誤差が含まれるものと考えられる。また, 選抜2~3世代以降において, 高温・低温両選抜群とも抵抗性への選抜群の変動値が感受性への選抜群に比べて低い値を示したが, この原因としては, 抵抗性への選抜には, 同時に変動値を小さくするような生理的機構が関与するものとも考えられる。

実現遺伝率は, 実際に選抜の効果のあった群とそうでない群とでは異なる値を示した。選抜反応が不相称で異なっていたので, 両群の差により遺伝率を推定すると, 遺伝率は高温選抜群では0.390で, この値は三枝ら(1976)によって報告された45°C条件での4週令ビナの生存時間の遺伝率0.38に近い値を示した。本実験で得られた遺伝率は, WILSON *et al.*

(1966)の鶏での値に比べればやゝ低い値であったが, これは種による違い, 感作温度の違いによるものと考えられる。低温選抜群では, 高温選抜群と同様の方法で推定した遺伝率は0.243であった。この値は高温選抜群に比べて低い値であった。高温選抜群と低温選抜群における遺伝率の相異の原因については, 選抜材料として用いた日本ウズラが遺伝的に保有する高温適応, 低温適応に関する遺伝的変異に由来するものとも考えられ, 今後さらに選抜の世代を重ねて検討する必要がある。

## 摘 要

本研究は、温度適応の遺伝育種に関する基礎的研究として行われた。高温（45°C）・低温（-5°C）ストレス条件下で日本ウズラの生存時間に対する2方向選抜が行われ、選抜5世代でその効果が検討された。選抜基礎集団としては、当教室で無作為交配群として維持されている日本ウズラの雌雄38ペアの交配より得られたヒナ381羽である。選抜方法は家系内個体選抜である。

得られた結果は以下に示す通りである。

- 1) 高温ストレス下での選抜効果はHR群（抵抗性）で明らかであり、HS群（感受性）では明らかな効果はみられなかった。両選抜群の偏差率でみると、HR群とHS群の差は5世代では40%になった。
- 2) 低温ストレス下での選抜効果はLR群（抵抗性）で明らかでなく、LS群（感受性）で明らかであった。両群の偏差率でみると、LR群とLS群の差は5世代では35%になった。
- 3) 低温選抜の場合、LR群の選抜差がLS群の選抜差に比べてかなり大きい値を示した。
- 4) 生存時間に関する実現遺伝率はHR群で0.836、HS群で0.176、LR群で0.005、LS群で0.243であった。

## 文 献

- 1) BROWN, K. J. and K. E. NESTOR: *Poult. Sci.* **52**, 1948-1954 (1973)
- 2) CHAHILL, S., W. A. JOHANSON and P. E. HUMES: *Br. Poult. Sci.* **16**, 37-44 (1975)
- 3) CLARK, C. E. and M. ANIM: *Poult. Sci.* **44**, 1003-1009 (1965)
- 4) FALCONER, D. S.: *J. Genet.* **51**, 470-501 (1953)
- 5) FALCONER, D. S.: *Introduction to Quantitative Genetics*, 212-215, OLIVER and BOYD ed. Edinburgh and London (1960)
- 6) FOX, L. W.: *Poult. Sci.* **30**, 477-483 (1951)
- 7) HUSTON, T. M. and J. L. CARMON: *Poult. Sci.* **40**, 1060-1062 (1961)
- 8) HUTT, H. B.: *Poult. Sci.* **17**, 454-462 (1938)
- 9) KAWAHARA, T: *Rep. Nat. Inst. Genet. Jap.* **12**, 42 (1962)
- 10) KHERDIN, M. A. and C. S. SHAFNER: *Poult. Sci.* **33**, 1064 (1954)
- 11) LEE, D. H. K., K. W. ROBINSON, N. T. M. YEATES and M. I. SCOTT: *Poult. Sci.* **24**, 195-207 (1945)
- 12) 三枝雅・河本泰生・猪貴義: 岡山大学農学部学術報告 **48**, 39-47 (1976)
- 13) SIEGEL, P. B. and C. D. MUELLER: *Poult. Sci.* **34**, 1445-1446 (1955)
- 14) WILSON, H. R., A. E. ARMAS, I. J. ROSS, R. W. DORMINEY and C. J. WILCOX: *Poult. Sci.* **45**, 784-788 (1966)
- 15) WILSON, H. R., C. J. WILCOX, R. A. VOITTE, C. D. BAIRO and R. W. DORMINEY: *Poult. Sci.* **54**, 126-130 (1975)
- 16) YEATES, N. T. M., D. H. K. LEE and H. J. G. HINES: *Proc. Roy. Soc. Queensland*, 105-116 (1941)