

日本ウズラの成長に及ぼす温度環境の影響について

佐藤勝紀・太田和雄*・河本泰生

(家畜育種学研究室)

Received July 1, 1974

Influence of Environmental Temperature on Growth of Japanese Quails

Katsunori SATŌ, Kazuo ŌTA and Yasuo KAWAMOTO

(Laboratory of Animal Genetics and Breeding)

This report was undertaken in an attempt to analyse the effects of environmental temperature on growth of quails. The quail chicks used in this experiment were obtained from Japanese Quail flocks mated randomly and reared in a room with 14 hours of light daily.

In this experiment, the quails were fed during periods from 2 to 6 weeks of age under two different environmental temperatures, $34 \pm 2^\circ\text{C}$ (high), $22 \pm 2^\circ\text{C}$ (control), respectively.

The results obtained were as follows.

1) The survival rate for the first two weeks in the brooder (34°C) was 83.5 %, and some families had a poor survival rate. There was no relationship between the body weight at day-old and the survival rate for brooding periods.

2) It seemed that a rapid environmental change from the brooder to the environmental room after body weight measurement affected the survival of quails at 2 weeks of age. There was relationship between the body weight at two weeks of age and the survival rate after temperature treatment at two weeks of age. But there were no differences in survival rate between under the high and the control temperatures.

3) Feed intake was greatly reduced in the group under the high temperature as compared with that under the control temperature.

4) Significant differences were found in male body weight between under the high and the control temperatures at 3 to 6 weeks of age, and in female body weight at 3 to 4 weeks of age.

5) In the both groups, the greatest weekly gain in body weight was obtained from 3rd week to the fourth week.

6) There was no relationship between the egg hatchability and the growth rate in quails. However, it was found that the quail groups having a good survival rate seemed to show the tendency of good growth, when the quails were exposed to the high environmental temperature.

緒 言

家禽の経済形質の発現にとって、また選抜の場として環境は重大な問題をもっている。従来から多くの研究者により、鶏において温度環境に対する反応性が研究されてきた。温度環境と鶏の成長との関係については古くから検討され、高温環境ほど成長が抑えられる

* 鳥取県庁

ことが報告されている¹⁾¹⁴⁾¹⁵⁾²⁰⁾²³⁾。また温度環境と飼料消費量との関係についても古くから検討され、15日令までの鶏ヒナでは温度が低いと飼料消費量が増加し、温度が高いと飼料消費量が減少することが報告されている。その後、岡本ら²⁰⁾、HUSTON¹⁴⁾、PRINCE, et al²²⁾、ADAMS and ROGLER²⁾によって類似の問題がとり上げられ、上記の傾向が再確認された。

さらに環境温度の変動に伴ない、体内の熱生産、エネルギー代謝が大きく変動することから、これに関係する内分泌機能、特に甲状腺機能が注目され、多くの研究がなされてきている⁸⁾¹²⁾¹³⁾¹⁵⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁴⁾。その結果、環境温度の上昇に伴なって甲状腺機能が減退し、降下に伴って向上する傾向が認められている。1959年、PADGETT and IVEY²¹⁾、WILSON et al³⁰⁾によって日本ウズラが鶏の実験動物として有用であると報告されて以来、ウズラを使用した多くの研究が広範囲の研究分野ですすめられている。そして、温度環境と成長との関係についても検討がなされているが近宗らの報告⁴⁾⁵⁾があるにすぎない。近宗らは温度環境での増体量、飼料消費量について甲状腺機能の面から検討を加え、甲状腺ホルモンは成長に密接に関係しているという鶏で得られた知見と類似した結果を報告している。近宗らは育雛器の温度を調節することによって、2週令でそれぞれ該当する目的の温度を得、実験期間中育雛器で平飼いにして飼育を続けている。しかしながら育雛器での平飼いには温度勾配があるので、本実験ではこの影響を少なくするために、2週令時ヒナを育雛器内にセットした木製の飼育箱に収容して飼育を試みることを試みた。

また温度環境とヒナの生存率との関係については、AHO et al³⁾によって0—4週令の最適飼育温度を得る目的で検討されているのみである。0—2週令のヒナの環境適応性についての報告がないことから合わせて検討した。すなわち本実験は日本ウズラの成長に及ぼす高温環境の影響について、ヒナの生存率、成長、飼料消費量の面から検討した。

実験材料および方法

材料は当教室で無作為に交配し、維持してきた日本ウズラ集団より得られた272羽のヒナを用いた。ヒナは孵化直後、体重測定を行ない、直ちに $34 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に調節された24時間点灯の育雛器に移し、十分な飼料と水を与え、2週間飼育した。この期間の飼育密度は $105 \text{羽}/\text{m}^2$ であった。ヒナは2週令時に体重測定した後、木製の飼育箱(8×29×29 cm)に14—16羽収容し、高温($34 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度60—70%)、常温($22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度70—80%)の2つの温度条件で飼育した。 34°C の温度区は上記の飼育箱を $34 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に調節された育雛器内にセットし、6週令まで飼育を続けたものである。一方、 22°C の温度区は 34°C 区と同様に飼育箱を育雛器にセットし、最初の1日は 34°C で育雛した。2日目以降は育雛器内の温度を徐々に低くし、4日目に飼育箱を育雛器から取り出し、 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に調節された飼育室に移し、6週令まで飼育を続けたものである。2週令以後の点灯時間は各区とも14時間とした。飼料は市販ウズラ産卵用飼料を不断給餌とし、水も自由に摂取させた。2週令以後は各週ごとに体重、飼料消費量を測定し、週間の増体量、増体率、飼料消費量ならびに飼料要求率を算出した。なお週間の増体率は増体量を前週体重で除した数値をもって表示した。週間の飼料要求率は飼料消費量を増体量で除した数値をもって表示した。また、育雛器内、温度処理後のヒナの生存率についても検討した。

結 果

1) ヒナの生存率について

本実験では、0—2週令までの育雛器内の生存率は83.5% (227/272羽)であった。死亡ヒナの孵化時体重は 6.9 ± 0.9 g, 生存ヒナは 7.0 ± 0.7 gでヒナの孵化時体重とヒナの死亡には関係が認められなかった。孵化羽数が7羽以上得られた19家系についてみると、2週令までのヒナの生存率が90%以上を示したものは19家系の36.8% (7/19)を示し、75—90%の生存率を示したものは19家系の36.8% (7/19)を示し、70%以下のものは19家系の26.3% (5/19)であった。2週令まで生存した227羽のヒナは高温、常温の両温度区に無作為に分けた。

6週令までのヒナの死亡率は、高温区では高温区に収容したヒナの数の26.8% (30/112羽)を示し、常温区では常温区に収容したヒナの数の28.7% (33/115羽)を示した。ヒナは高温区、常温区とも実験開始後4日目まで大部分が死亡し、7日以降の死亡は全く見られなかった。死亡ヒナの2週令時体重は高温区で 21.5 ± 3.6 g, 常温区で 21.7 ± 3.9 g, 生存ヒナでは高温区 24.8 ± 3.1 g, 常温区 25.1 ± 3.3 gで、死亡ヒナと生存ヒナの2週令時体重に有意な差が見られた。表1は2週令時体重と2週令時での温度処理後のヒナの死亡率との関係のみ

Table 1. Influence of 2 weeks body weight on quail chick mortality after temperature treatment at 2 weeks of age

Temperature treatment	Range of body weight (g)		
	—22.0	22.1—26.0	26.1—
	*		
	%		
34 ± 2°C	18/35 (51.4)	8/46 (12.4)	4/31 (12.9)
22 ± 2°C	19/36 (52.8)	10/44 (22.7)	4/35 (11.4)
Total	37/71 (52.1)	18/90 (20.0)	8/66 (12.1)

* Number of dead chicks after treatment

Figures in brackets show mortality percent

たものである。2週令時体重が22.0g以下、22.1—26.0g、26.1g以上の3区に区分けされたヒナの死亡率をみると2週令体重が26.1g以上のヒナ群では11.4—12.9%死亡したのに対し、22.0g以下のヒナ群では51.4—52.8%死亡した。

高温区、常温区におけるヒナの生存率には有意な差が認められなかったので、両区の生存率を一括して検討してみると、2週令での温度処理のヒナの生存率は72.3% (164/227羽)であった。5羽以上の生存羽数が得られた20家系についてみると、生存率が85%以上を示したものは20家系のうち5家系 (25%)、70—80%の生存率を示したものは20家系のうち6家系 (30%)、70%以下の生存率を示したものは20家系のうち6家系 (30%)であった。また孵化時から6週令までの生存率についてみると、60.3% (164/272羽)を示した。

上記の20家系についてみると、生存率が70%以上の家系は20家系のうち8家系で40%を示し、60—70%の生存率の家系は20家系のうち4家系で20%を示し、60%以下の生存率の家系は20家系のうち8家系で40%を示した。この20家系のうち、0—2週令ならびに2—6週令までのヒナの生存率がともに70%以下の家系は1家系、ともに85%以上の生存率を示す家系は6家系であった。その他の家系では、2週令までの生存率と温度処理後の生存率との間に一定の関係は見られなかった。

Table 2. The body weight of quails exposed to different environmental temperatures from 2 to 6 weeks

Temperature treatment	Sex	Mean body weight \pm SE (g)									
		Age (weeks)		Age (weeks)		Age (weeks)		Age (weeks)		Age (weeks)	
		N	0	2	3	N	4	N	5	N	6
34 \pm 2°C	♂	39	7.0 \pm 0.1	24.8 \pm 0.4	37.2 \pm 0.7	33	51.5 \pm 1.1	27	62.7 \pm 1.2	20	73.7 \pm 1.5
	♀	43	7.1 \pm 0.1	24.8 \pm 0.5	39.6 \pm 0.7	37	55.6 \pm 0.8	31	68.7 \pm 0.9	25	83.0 \pm 1.3
22 \pm 2°C	♂	44	7.1 \pm 0.1	24.9 \pm 0.5	41.3 \pm 0.7	38	62.8 \pm 1.0	32	77.8 \pm 1.1	25	88.2 \pm 1.3
	♀	58	7.0 \pm 0.1	25.2 \pm 0.5	41.3 \pm 0.8	32	63.1 \pm 1.3	26	78.9 \pm 0.8	20	92.4 \pm 2.5

N: The number of birds used

2) ヒナの成長について

表2は各温度環境下における2—6週令までの体重の増加を示している。高温区では、3週令から雄と雌の間に有意な差が認められたが(3週令 $P < .05$, 4週令 $P < .01$, 5, 6週令 $P < .001$)、常温区では認められなかった。また雄の体重は高温区と常温区との間に3週令から有意な差が見られた($P < .001$)。雌では4週令から有意な差が見られた($P < .001$)。

表3は週令に対する増体量の回帰係数と体重の回帰式を示したものである。この表からも

Table 3. The regression coefficients of gain in body weight per week and the regression equations of body weight at age weeks at different environmental temperatures

Temperature treatment	Sex	b	\pm	Sb
34 \pm 2°C (H)	♂	12.331	\pm	0.3639***
	♀	14.548	\pm	0.2596***
22 \pm 2°C (C)	♂	16.305	\pm	1.0955***
	♀	17.312	\pm	0.7347***

$$Y_{H\delta} = 0.640 + 12.331 X$$

$$Y_{H\phi} = -3.834 + 14.548 X$$

$$Y_{C\delta} = -6.212 + 16.305 X$$

$$Y_{C\phi} = -8.972 + 17.312 X$$

b: regression coefficients

*** Significant at 0.001% level

明らかなように、高温区では雌が雄よりもすぐれているが($P < .01$)、常温区では雌が雄よりもやすぐれているが有意な差は認められなかった。また高温区での雄の増体は常温区のものより劣っており、雌についても同様な結果であった($P < .05$)。

図1は2—6週令までの週間増体量、増体率の変化を示したものである。増体量は両温度区とも3—4週間で最も高い値を示した。また2—5週の週間で高温区が常温区に比べて劣っていた。特に3—4週で、高温区と常温区での増体量の差は著しかった($P < .001$)。また増体率について見ると、両温度とも週令がすすむにつれて減少した。また増体量と同様に増体率も2—5週の週間で高温区が常温区に比べて劣っていた。

3) ヒナの飼料消費量について

図2は高温区と常温区における1羽当りの飼料消費量と飼料要求率の継続的な変化を示したものである。飼料消費量は高温区に比べて緩慢な増加を示した。特に3—4週での飼料消費量の違いは著しく、高温区での飼料消費量は常温区の78%を示めるにすぎなかった。また飼料要求率は高温区、常温区とも4—5週までは類似した増加を示したが、5—6週になると、高

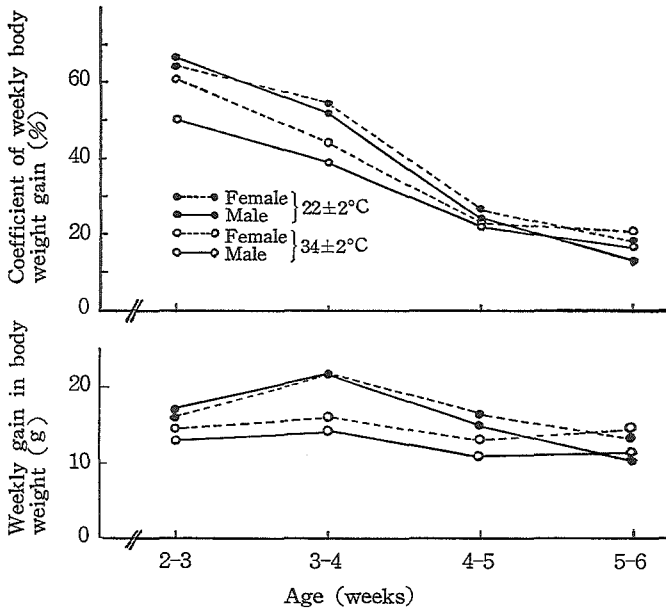


Fig. 1. Coefficient of weekly body weight gain and weekly gain in body weight per 1 head from 2 to 6 weeks of age at different environmental temperatures. Coefficient of weekly body weight gain : Weekly gain in body weight / the initial body weight.

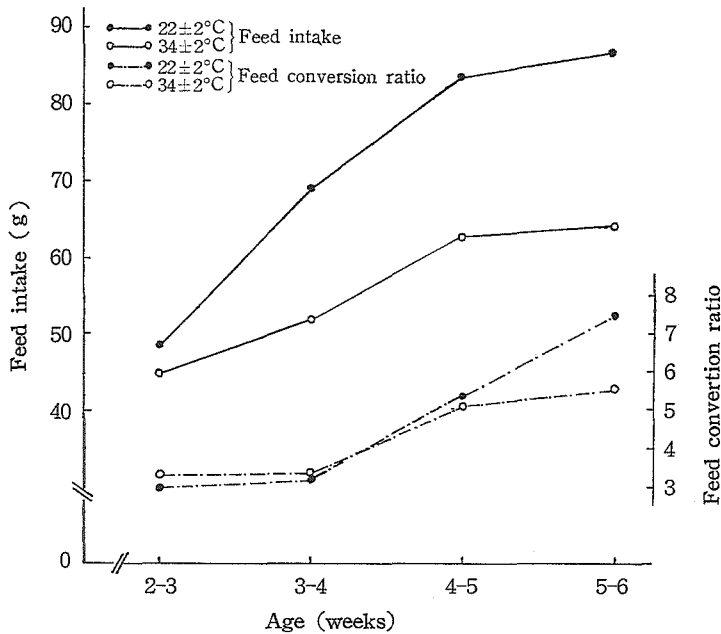


Fig. 2. Feed in take and feed conversion ratio per 1 head/ week from 2 to 6 weeks of age at different environmental temperatures.

温区では緩慢な増加を示したのに対し、常温区では直線的な増加を示した。

Table 4. A comparison of body weight from 2 to 6 weeks in each egg hatchability group at different environmental temperatures

Temperature treatment	Sex	Egg hatchability	No. of Sire	No. of Dam	Mean body weight \pm SE (g) Age (weeks)									
					N	0	2	3	N	4	N	5	N	6
$34 \pm 2^\circ\text{C}$	♂	h	6	7	16	6.7 \pm 0.1	23.9 \pm 0.7	36.4 \pm 1.0	14	51.5 \pm 1.1	11	62.1 \pm 1.0	8	72.8 \pm 1.5
		l	7	10	14	6.8 \pm 0.2	24.5 \pm 0.6	37.0 \pm 1.1	12	52.4 \pm 1.8	11	62.1 \pm 2.4	8	73.5 \pm 2.5
	♀	h	5	8	25	6.9 \pm 0.1	24.1 \pm 0.7	39.0 \pm 0.9	20	55.6 \pm 0.9	16	68.7 \pm 0.9	12	84.0 \pm 1.4
		l	7	10	11	7.3 \pm 0.2	25.2 \pm 0.7	41.1 \pm 1.7	10	56.2 \pm 1.9	7	69.7 \pm 2.5	7	81.4 \pm 2.2
$22 \pm 2^\circ\text{C}$	♂	h	6	8	21	6.8 \pm 0.1	24.4 \pm 0.7	40.8 \pm 0.9	18	62.2 \pm 1.3	14	76.6 \pm 1.4	12	86.0 \pm 1.3
		l	6	8	12	7.0 \pm 0.2	24.4 \pm 1.1	39.2 \pm 1.5	10	59.6 \pm 2.0	9	75.4 \pm 2.3	6	86.8 \pm 3.3
	♀	h	5	7	16	6.8 \pm 0.2	25.3 \pm 0.8	39.0 \pm 2.4	13	63.5 \pm 2.1	9	79.4 \pm 2.0	6	91.6 \pm 2.9
		l	6	8	17	7.0 \pm 0.2	25.2 \pm 0.6	41.3 \pm 1.1	14	62.4 \pm 1.7	12	77.7 \pm 2.0	10	90.3 \pm 2.7

h : High egg hatchability (>75%) l : Low egg hatchability (<55%)
N : Number of quail chicks used

4) 卵の孵化率とヒナの成長との関係について

表4は卵の孵化率の程度によってヒナの成長が異なるかどうかを検討するため、孵化率75%以上の家系から孵化したヒナ群(h区)と孵化率55%以下の家系から孵化したヒナ群(l区)との成長を比較したものである。孵化率75%以上の家系は9家系で、孵化率55%以下の家系は15家系であった。表4からも明らかのように、卵の孵化率とヒナの成長には関係が認められなかった。

Table 5. A comparison of body weight from 2 to 6 weeks in each survival rate group at different environmental temperatures

Temperature treatment	Sex	Survival [※] rate	No. of Sire	No. of Dam	Mean body weight \pm SE (g) Age (weeks)									
					N	0	2	3	N	4	N	5	N	6
$34 \pm 2^\circ\text{C}$	♂	h	6	7	15	7.1 \pm 0.2	25.4 \pm 0.8	38.2 \pm 0.9	11	54.9 \pm 1.7*	9	67.1 \pm 1.7*	5	78.5 \pm 2.6*
		l	5	6	12	6.8 \pm 0.2	23.7 \pm 0.5	35.5 \pm 0.9	11	50.1 \pm 1.5	8	60.5 \pm 1.3	7	71.6 \pm 1.6
	♀	h	6	7	17	7.2 \pm 0.1	25.8 \pm 0.9	40.6 \pm 1.4	16	57.2 \pm 1.6	14	70.9 \pm 1.6	11	87.1 \pm 1.9*
		l	4	7	15	6.9 \pm 0.2	23.4 \pm 0.8	39.1 \pm 1.1	11	55.0 \pm 0.7	10	67.8 \pm 0.9	8	81.7 \pm 1.2
$22 \pm 2^\circ\text{C}$	♂	h	6	6	23	7.2 \pm 0.1	25.0 \pm 0.6	41.9 \pm 0.9	20	63.6 \pm 1.4	17	77.6 \pm 1.5	14	87.8 \pm 1.8
		l	3	4	11	6.7 \pm 0.1	23.8 \pm 1.2	40.0 \pm 1.7	9	63.4 \pm 2.5	6	78.2 \pm 3.2	5	88.3 \pm 2.4
	♀	h	6	7	12	7.0 \pm 0.1	26.2 \pm 1.1	42.8 \pm 1.4	9	63.6 \pm 2.9	7	82.1 \pm 3.4	5	96.6 \pm 7.1
		l	5	6	13	7.0 \pm 0.2	24.5 \pm 0.8	40.8 \pm 1.5	11	63.9 \pm 1.9	10	79.7 \pm 2.0	7	92.8 \pm 3.6

h : Good survival rate (>70%) l : Poor survival rate (<50%)
※ : Survival rate for first three weeks
N : Number of quail chicks used
* : Significantly different from l group at 5% level

5) ヒナの生存率とヒナの成長との関係について

表5はヒナの生存率(0-6週令までの生存率)の程度によって、ヒナの成長が異なるかどうかを検討するために、生存率が70%以上の高生存率グループ(h区)と生存率が60%以下の低生存率グループ(l区)との成長を比較したものである。表5からも明らかのように、高温区においては、雄の場合4-6週にわたって、雌では6週令で、高生存率グループは低生存率グループよりも体重値が有意に高かった。また0-2週令までの生存率(育雛器内での生存率)に限って検討した場合でもほぼ類似した結果となった。常温区では雄雌とも生存率とヒナ

の成長との間には一定の傾向は認められなかった。すなわち高生存率グループのヒナの成長が低生存率グループのヒナの成長よりもすぐれているという関係は見られなかった。

考 察

1) 温度環境とヒナの成長、飼料消費量について

高温環境は鶏の成長を抑制することが知られている。この原因として SQUIBB *et al*²³⁾ は飼料消費量の制限を試みた実験から、飼料消費量の減少によるのであって直接高温によるのではないと考察している。また HENINGER *et al*¹⁰⁾ は高温による甲状腺機能の低下、食欲の減退とその結果おこる飼料消費量の減少によると述べている。近宗ら⁴⁾⁵⁾ は日本ウズラを用い、高温環境下での成長を観察しているが、鶏と同様に高温によって成長が抑制されることを見ている。また近宗ら⁴⁾ は特に 35, 25 および 15°C の温度環境下で 18 日令ヒナの 10 日間の飼料消費量を検討した結果、高温で飼料消費量の減少を見ている。本実験でも高温環境で日本ウズラの成長ならびに飼料消費量が抑えられることが認められた。このことは鶏の場合と同様、高温環境で飼料消費量が減少し、その結果成長が抑制されたものと考えられる。近宗らの報告によると、35 および 25°C の温度環境で飼育された日本ウズラの週間増体量は 8 週までの実験期間中、両温度区とも 2—3 週の週間で最も高い値を示している。

EL-IBIARY *et al*⁶⁾ も常温環境下で 2—3 週間に最大の増体量を見ている。本実験では 3—4 週の週間に最大の増体量を示し、近宗ら、EL-IBIARY *et al* の報告と異なる結果を示している。また週間の増体量についても近宗らの報告とは異なる結果を示している。このことは 2 週令時での急激な変化ならびにウズラヒナの飼育条件の違いや遺伝的な要因などに起因する成長の違いによるものと考えられる。

2) ヒナの死亡について

THORNTON²⁵⁾, HARRISON and BIELLIER⁹⁾, 信国ら¹⁸⁾ によると、鶏の体温は環境温度の急激な変動に伴ない、変動することが報告されている。信国らは 14 日令のヒナを 5°C で温度処理した結果、ヒナ 49 羽中 9 羽が死亡し、ヒナの体温は処理開始後かなり低下することを見ている。本実験でも急激な環境条件の変化により、ヒナの死亡が観察されている。本実験では体温測定を試みなかったが、体重測定中、測定後にヒナが震えているのが観察されたことから、死亡したヒナは 34°C から 22°C という温度環境の急激な変化に伴ない、体温調節機能がうまくいかなかったものと思われる。

WECKSTEIN and ZOLMAN²⁷⁾ の 0—5 日令のプロイラー鶏を用いた研究によると、体温調節機能の発達は年令に関係しており、体重や飼料消費量の増加または羽毛の発達では説明できないとしている。本実験では 2 週令時での処理後のヒナの死亡は 2 週令時の体重が重いほど、少ない傾向をしめしている。このことは 2 週令ヒナの体温調節能力、環境適応能力はヒナの体重の大・小にも関係しているものと思われる。また、これらの体温調節能力、環境適応能力に家系間で差異が認められている。成鶏およびヒナの高温に対する感受性、適応性の遺伝的な差異を FOX⁷⁾, WILSON and PLAISTER²⁸⁾, HILLERMAN and WILSON¹¹⁾ は品種間で、KHEIRELDIN and SHAFFNER¹⁶⁾, WILSON *et al*²⁹⁾ は家系間で見い出している。このことから日本ウズラの家系間に温度に対する感受性、適応性の遺伝的な差異があるものと推察される。

3) ヒナの生存率と成長について

高温環境で、ヒナの成長が抑制されることはすでに飼料消費量の面から考察した。高温と常

温環境でヒナの成長が異なる原因として、基礎代謝の違い、甲状腺、副腎、下垂体などの内分泌系の亢進または抑制にもとづくものと考えられている。MACGREGOR and LOH¹⁷⁾、WARING and BROWN²⁰⁾ は高温環境で、基礎代謝量、代謝量が減少することを報告している。高温環境で基礎代謝量が低いのは甲状腺機能の低下によるものであると HOFFMAN and SHAFFNER¹³⁾ は報告している。本実験では、このような高温環境下で生存率の高い家系のヒナは生存率の低い家系のものにくらべて良い成長をしめしている。KHEIRELDIN and SHAFFNER¹⁶⁾ は成長がもっとも良い家系のヒナは高温処理にもっとも耐えることができることを報告している。このことは高生存率グループと低生存率グループの間には、高温環境での代謝機能ならびに内分泌機能に差異があることが考えられる。今後、ヒナ的环境適応能力と成長との関係あるいは環境適応能力の遺伝的生理的機構を明らかにするために、環境適応能力の異なる家系を用い、代謝系、内分泌系の面から追求される必要があろう。

要 約

14 時間点灯の下で無作為交配を続けてきた日本ウズラ集団から得られたヒナを用い、高温 ($34 \pm 2^\circ\text{C}$)、常温 ($22 \pm 2^\circ\text{C}$) の 2 温度条件におき、成長に及ぼす温度環境の影響について調べた。

得られた結果は以下の通りである。

- 1) 0—2 週令までの育雛器内での生存率は 83.5% であった。なかにいくつか生存率の悪い家系が出現した。また孵化時体重と育雛期間中のヒナの生存率との間に関係は認められなかった。
- 2) 2 週令時の体重測定後、育雛器から飼育箱へという急激な環境の変化はヒナの生存に悪影響を与えた。2 週令時体重と 2 週令時での温度処理後のヒナの死亡とに関係が認められた。しかし高温区、常温区の間で生存率に差はなかった。
- 3) 飼料消費量は、高温区の方が常温区のものより劣っていた。
- 4) 高温区と常温区での雄の体重には 3—6 週令で、雌では 4—6 週令で有意な差が認められた。
- 5) 高温区、常温区ともに、週間増体量は 3—4 週令でもっとも高かった。
- 6) 卵の孵化率とヒナの成長には何ら関係は見られなかったが、高温区で、ヒナの成長に生存率に関係していることが示唆された。

本稿をまとめるにあたり、多くの指導と助言を与えられた猪貴義教授に感謝の意を表す。

文 献

- 1) ADAMS, R. L., F. N. ANDREWS, E. E. GARDINER, W. E. FONTAINE and C. W. CARRICK: Poultry Sci. 41, 588—594 (1962)
- 2) ADAMS, R. L. and J. C. ROGLER: Poultry Sci. 47, 579—586 (1968)
- 3) AHO, W. A., W. O. WILSON and T. D. STOPES: Poultry Sci. 48, 1770—1772 (1969)
- 4) CHIKAMUNE, T., N. NIIZAWA, T. ANRAKU, Y. TAKAHATA and S. SAITO: Jap. J. Zootech. Sci. (日畜会報) 39, 115—121 (1968)
- 5) 近宗千城・新沢信孝・金井幸雄: 家禽会誌 9, 84—89 (1972)
- 6) EL-IBIARY, H. M., E. F. GODFREY and C. S. SHAFFNER: Poultry Sci. 45, 463—469 (1966)
- 7) FOX, J. W.: Poultry Sci. 30, 477—483 (1951)
- 8) GLAZENER, E. W., C. S. SHAFFNER and M. A. JUU: Poultry Sci. 28, 834—849 (1949)

- 9) HARRISON, P. C. and H. V. BIELLIER : Poul. Sci. 48, 1034—1045 (1969)
- 10) HENINGER, R. W., W. S. NEWCOMER and R. H. THAYER : Poul. Sci. 39, 1332—1337 (1960)
- 11) HILLERMAN, J. P. and W. O. WILSON : Am. J. Physiol. 180, 591—595 (1955)
- 12) HOFFMAN, E. : Poul. Sci. 29, 109—114 (1950)
- 13) HOFFMAN, E. and C. S. SHAFFNER : Poul. Sci. 29, 365—376 (1950)
- 14) HUSTON, T. M. : Poul. Sci. 44, 1032—1036 (1965)
- 15) JOINER, W. P. and T. M. HUSTON : Poul. Sci. 36, 973—978 (1957)
- 16) KHEIRELDIN, M. A. and C. S. SHAFFNER : Poul. Sci. 33, 1064 (1954)
- 17) MACGREGOR, R. G. and G. L. LOH : J. Physiol. 99, 496—509 (1941)
- 18) 信国喜八郎・岡本正幹 : 家禽会誌 7, 176—181 (1970)
- 19) 信国喜八郎・岡本正幹 : 家禽会誌 9, 11—16 (1972)
- 20) 岡本正幹・松尾昭雄・五斗一郎 : 九大農学芸誌 19, 85—92 (1961)
- 21) PADGETT, C. S. and W. D. IVEY : Science 129, 267—268 (1959)
- 22) PRINCE, R. P., J. H. WHITAKER, L. D. MATTERSON and R. E. LUGINBUHL : Poul. Sci. 44, 73—77 (1965)
- 23) SQUIBB, R. L., M. A. GUZMAN and N. S. SCRIMSHAW : Poul. Sci. 38, 220—221 (1959)
- 24) TANABE, Y. : Poul. Sci. 44, 591—596 (1965)
- 25) THORNTON, P. A. : Poul. Sci. 41, 1053—1060 (1962)
- 26) WARING, J. J. and W. O. BROWN : J. Agric. Sci. 68, 149—155 (1967)
- 27) WEKSTEIN, D. R. and J. F. ZOLMAN : Proc. Soc. Exper. Biology Med. 125, 294—297 (1967)
- 28) WILSON, W. O. and T. H. PLAISTER : Poul. Sci. 30, 625—627 (1951)
- 29) WILSON, H. R., A. E. ARMAS, I. J. ROSS, R. W. DORMINEY and C. J. WILCOX : Poul. Sci. 45, 784—788 (1966)
- 30) WILSON, W. O., U. K. ABBOTT and H. ABPLANALP : Poul. Sci. 38, 1260—1261 (1959)