

ウズラの体重および産卵特質におよぼす育成時の 飼料制限の影響

岡 本 悟

(畜産学研究室)

昭和50年5月30日 受理

Effect of Restricted Feeding during the Growing Period on the Body Weight
and Egg Production of Japanese Quail, *Coturnix coturnix japonica*

Satoru OKAMOTO

(Laboratory of Animal Breeding)

Received May 30, 1975

Summary

This study was designed to investigate the effects of restricted feeding during the growing period (2-5 weeks of age) on the variation of quantitative traits and to test the interaction between sire family and the rearing program in Japanese quail, *Coturnix coturnix japonica*. Male and female quails originated from nine sires mated to fifty-four dams were randomly divided into three nutritional groups at 2 weeks of age, i.e. full feeding (F. F.), 70% restricted feeding (70% R. F.) and 50% restricted feeding (50% R. F.). Each restriction was made based on the food amount which the full feeding group ate on the every previous day. The birds were kept in heated brooders until 2 weeks of age and then transferred to cage batteries. Eight to ten birds were kept in each cage until 6 weeks of age and thereafter all birds were kept in individual cage under 14 hours light per day without temperature control.

1) Growth was retarded significantly in both the restricted feeding during the restriction period but they showed greater gains after the removal of restriction. Body weight of 50% restricted feeding group, however, could not approach that of the full feeding group. In consequence, standard egg weight of 50% restricted feeding group was 0.3-0.4 gram smaller than that of the full and 70% restricted feeding group.

2) As results of the analysis of variance of body weight and laying traits, sire family components were found to have the significant effect in these traits. But the interaction between sire family and the rearing program in these traits was not significant, as stated in the previous report.

緒 言

飼料給与量を質的あるいは量的に制限するいわゆる制限給餌法は、主として産卵鶏飼育の実業の場にとり入れられ、濃厚飼料の節約に役立っている。この給餌法を育種環境²⁾に利用して、現状以上の育種効果が期待できるならば、飼養条件が比較的容易に設定できる点で有効な選抜環境となりうると考えられる。ところが経済的観点からこの給餌法を検討した研究は多く報告¹⁾⁵⁾⁶⁾されているが、育種的面からの追究はほとんどなされていないのが現状である。本報告は鳥類の実

験動物として注目されているウズラ¹⁰⁾を用い、集団内遺伝子型 (Intra-population genotype) 差としての父家系 (Sire-family) と大環境 (Macro-environment) としての飼料給与法との間の交互作用の解明を目的としている。今回は飼料制限区として70%制限区と50%制限区の2区を設け、体重および400日齢までの産卵成績について検討を行なった。

材料および方法

本実験に用いたウズラは、鹿児島大学農学部家畜育種学教室で飼養中のウズラ群から、近親交配にならないよう注意しながら、その他は無作為に抽出した雄1羽、雌6羽からなる9組を用いて、各組内の隔日交配によって得られた半兄妹 (Half-sibs) のヒナから各父家系当たり約30羽を無作為に選んだ。さらに各父家系内のヒナを3群にわけ、飽食区、(以下、F.F. 区と略称)、F.F. 区が前日摂取した量の7割を与える70%飼料制限区 (以下、70% R.F. 区と略称)、同じく5割を与える50%飼料制限区 (以下、50% R.F. 区と略称) の計3区を設けた。父家系別、処理区別の雌雄供試羽数は Table 1 に示すとおりである。

Table 1. Design of the experiment.

Sire family	Number of offspring					
	Male			Female		
	F. F.	70% R. F.	50% R. F.	F. F.	70% R. F.	50% R. F.
A	6	2	2	3	3	5
B	5	4	5	5	5	3
C	5	4	3	3	3	3
D	4	2	2	4	3	3
E	6	—	3	2	2	3
F	3	5	2	6	4	4
G	2	2	3	3	3	1
H	4	7	5	9	5	6
I	5	4	1	4	4	7
Total	40	30	26	39	32	35

F. F.: Full feeding R. F.: Restricted feeding

ウズラの飼育・管理方法は50% R.F. 区を設けた以外、前報告⁷⁾と同じであり、また体重および産卵特質に関する分析方法についても同様であった。

実験結果および考察

1. 体 重

a) 雄および雌の成長経過

Table 2 と Table 3 は、各区における雄および雌のふ化後15週齢時までの成育状況を示したものである。

これらによると雄、雌とも2~5週齢時までの飼料制限区において、成長が顕著に抑えられており、もっとも制限の影響が大きいと考えられる5週齢時におけるF.F. 区と50% R.F. 区の区間差が雄で35.4g、雌で40.7gも認められた。飼料制限解除後、雄雌ともR.F. 区の成長は急速

Table 2. Average body weights of male in each group.

Treatment	F. F.			70% R. F.			50% R. F.		
	Weeks	Average ¹⁾ (g)	S. D. ²⁾ (g)	Growth ³⁾ rate (%)	Average (g)	S. D. (g)	Growth rate (%)	Average (g)	S. D. (g)
1	13.6	1.8	13.2	14.2	2.0	14.2	14.0	1.4	14.2
2	24.9	3.7	24.2	28.0	4.6	28.1	26.1	4.1	26.5
3	47.7	5.4	46.4	35.9	6.4	36.0	29.7	5.4	30.2
4	66.7	6.6	64.9	46.6	9.4	46.7	36.6	8.7	37.2
5	82.1	7.4	79.9	58.2	10.5	58.4	46.7	7.8	47.4
6	91.6	6.5	89.1	80.4	10.6	80.6	71.1	8.0	72.2
7	97.1	6.7	94.5	93.6	10.0	93.9	86.7	8.3	88.0
8	98.8	7.3	96.1	97.8	8.8	98.1	94.4	7.5	95.8
9	98.8	7.4	96.1	99.0	8.8	99.3	97.4	7.9	98.9
10	99.9	7.5	97.2	98.9	7.8	99.2	96.5	6.6	98.0
15	102.8	7.3	100.0	99.7	6.0	100.0	98.5	7.0	100.0

1) Average: Average body weight

2) S. D.: Standard deviation

3) Growth rate means the percent of body weight at 15 weeks of age

Table 3. Average body weights of female in each group.

Treatment	F. F.			70% R. F.			50% R. F.		
	Weeks	Average ¹⁾ (g)	S. D. ²⁾ (g)	Growth ³⁾ rate (%)	Average (g)	S. D. (g)	Growth rate (%)	Average (g)	S. D. (g)
1	14.1	2.1	10.7	15.0	1.9	11.6	14.1	1.9	11.1
2	26.0	4.8	19.7	28.7	4.4	22.2	26.1	4.5	20.6
3	46.3	6.7	35.2	37.0	6.9	28.6	30.8	6.1	24.3
4	69.2	8.5	52.5	48.8	9.2	37.7	38.0	7.6	30.0
5	85.5	7.9	64.9	60.1	12.8	46.5	44.8	10.3	35.4
6	96.8	9.2	73.5	83.1	12.7	64.2	68.7	12.4	54.2
7	113.5	12.9	86.2	99.5	14.4	76.9	84.9	14.3	67.0
8	122.9	11.2	93.3	111.6	13.2	86.2	99.9	14.8	78.9
9	124.7	9.6	94.7	120.5	13.3	93.1	111.1	13.5	87.7
10	126.1	10.7	95.8	123.4	10.5	95.4	119.3	12.6	94.2
15	131.7	9.4	100.0	129.4	10.4	100.0	126.7	9.8	100.0

1) Average: Average body weight

2) S. D.: Standard deviation

3) Growth rate means the percent of body weight at 15 weeks of age

に遅れをとり戻したが、雄では F. F. 区と 70% R. F. 区の区間差は 7 週齢時、F. F. 区と 50% R. F. 区の区間差は 9~10 週齢時まで有意差が認められた。また 50% R. F. 区は 15 週齢時においても F. F. 区に対してやや小さい値が得られた。一方、雌における各区間差は雄に比較して 1~2 週間後まで有意差が認められ、とくに 50% R. F. 区では F. F. 区の成長に対して小さく、有意な区間差が 15 週齢以後においても認められた。このことは鶏においても飼料制限を長期間、ある

いは飽食区摂取量の50%程度の制限を行なうと制限を解除した後も飽食区体重にまで回復し得ないという報告と一致⁴⁾, この飼料制限法をブロイラー種鶏の小格育成に応用し得る可能性を示唆している。

b) 雌雄差におよぼす飼料制限の影響

区内の雌雄差を指標として、各区における成長に関する雌雄差におよぼす飼料制限の影響を検討した結果は Fig. 1 および Table 4 に示したとおりである。

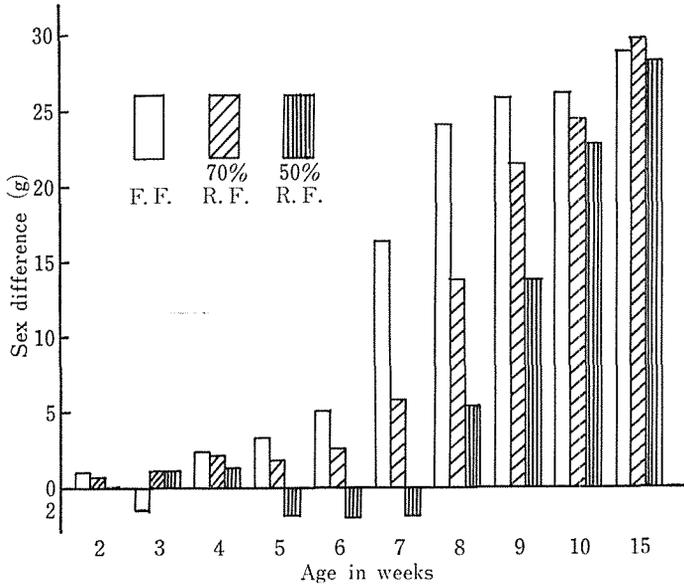


Fig. 1. Sex differences in body weight of quail from 2 to 15 weeks of age in each group.

Table 4. Average body weight differences of male and female at 5 and 6 weeks of age in each group.

Group	5 weeks of age			6 weeks of age		
	Male (g)	Female (g)	Difference (g)	Male (g)	Female (g)	Difference (g)
F. F.	82.1 (82.2)	85.5 (67.8)	3.4	91.6 (91.7)	96.8 (76.8)	5.2
70% R. F.	58.2 (58.9)	60.1 (48.7)	1.9	80.4 (81.3)	83.1 (67.3)	2.7
50% R. F.	46.7 (48.4)	44.8 (37.6)	-1.9	71.1 (73.7)	68.7 (57.6)	-2.4

The number in parentheses means the percent of body weight at 10 weeks of age

F.F. 区と70% R.F. 区における雌雄差は前報⁷⁾と同じ結果が得られているが、50% R.F. 区においては7週齢時まで雌雄差は認められなかった。この雌雄差に関しては前報⁷⁾で述べたように雌雄差の出現週齢が飼料制限により影響を受けるのは雌の生殖器重量が体重の増加に大きく関係しているためである。そこで生殖器重量が体重にほとんど関与しないと思われる5週齢時体重において、10週齢時体重を100とした場合の70% R.F. 区の雌の成長比率を比例計算により求めると、 $67.8 \times 58.9 \div 82.2 = 48.6$ となる。この数値は実測値から求めた48.7とほぼ一致している。こ

のことは70% R. F. 区の雄、雌とも、F. F. 区と同じ成長傾向を示すものと考えられ、飼料制限の影響を同程度受けたことになる。同様に50% R. F. 区の成長比率を求めると、 $67.8 \times 48.4 \div 82.2 = 39.9$ となり、これは実測値から求めた37.6よりやや大きい。このことから50% R. F. における飼料制限の影響は雌が雄に比較してより大きいと考えられた。またこの結果では、異なる環境におけるウズラの成長に関して雌雄によりその影響を受ける程度に差のあることが示され、興味深い。つぎに飼料制限解除後の6週齢時体重においても、5週齢時体重と同じ結果が得られた。このことはF. F. 区の初産日齢が52.5日と遅いことに起因しているためと考えられた。

c) 5週齢および10週齢時体重に関する分散分析

5週齢および10週齢時体重に関する分散分析の結果は、Table 5 および Table 6 のとおりである。

Table 5. Analysis of variance of body weight at 5 weeks of age.†

Source of Variation	Male		Female	
	Degrees of freedom	Mean square	Degrees of freedom	Mean square
Group (G)	2	11092.10**	2	15706.03**
Sire family (S)	8	106.93	8	512.12**
G × S	16	60.43	16	55.93
Individuals	70	77.30	79	94.71

† Corrected with disproportion among subclass numbers

** Significant at 1% level

Table 6. Analysis of variance of body weight at 10 weeks of age.†

Source of variation	Male		Female	
	Degrees of freedom	Mean square	Degrees of freedom	Mean square
Group (G)	2	94.57	2	408.36*
Sire family (S)	8	151.17**	8	616.00**
G × S	16	25.78	16	218.41**
Individuals	68	52.03	76	73.83

† Corrected with disproportion among subclass numbers

* Significant at 5% level ** Significant at 1% level

飼料制限終了時における5週齢時体重において雄、雌とも高い水準で有意の区間差が認められた。父家系間の平均平方は、前報告⁷⁾と同様やや大きい値が得られ、とくに雌においては1%水準で有意の値が認められた。区と父家系間の交互作用については雄、雌とも認められず、同一区・父内の平均平方は、雌においてやや大きい傾向が認められた。

つぎに10週齢時体重の分散分析の結果は、雄において区間差は認められないが、雌では5%水準で有意な区間差が得られた。このことは前に述べたように50% R. F. 区の雌が10週齢時においても、他の2区の体重まで達し得なかったことに原因している。父家系間の平均平方については、5週齢時体重と異なり雄、雌とも1%水準で有意であった。区と父家系間の交互作用は、雌において1%水準で有意な値が得られたが、この原因は雌の50% R. F. 区でG家系における体重で

73.6g と異常に小さいことが大きく関与していると考えられる。そこでこの家系を除外して、SNEDECOR (1956)⁹⁾ の副次級内個体数が比例しない場合の近似法に従って交互作用を検討した結果、区と父家系間の有意な交互作用は認められなかった。また同一区・父内の雌の分散は、雄のそれと比較してやや大きい傾向が認められたことも前報⁷⁾ と同様であった。

d) 飼料摂取量および飼料要求率

10週齢時までの各区における1日1羽当り雄、雌平均の飼料摂取量累加曲線および飼料要求率を示すと Fig. 2 と Table 7 のとおりである。

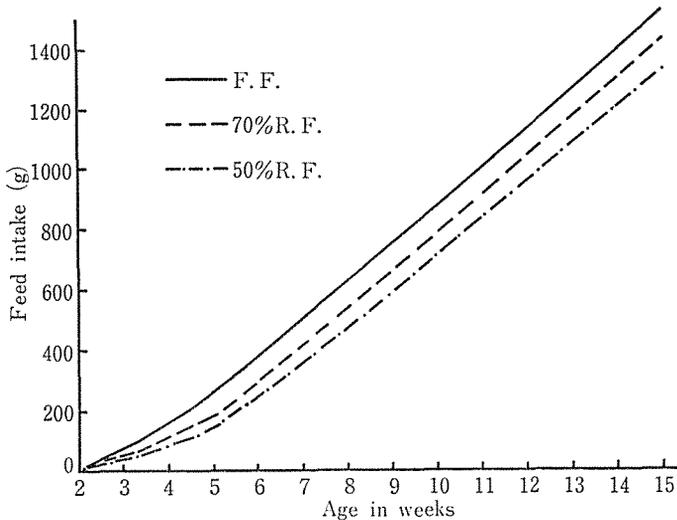


Fig. 2. Cumulative curve of feed intake in each group (g/day/quail).

Table 7. Feed conversion ratio of each group

Group	Age in weeks					
	3	4	5	6	7	2—10
F. F.	3.3	4.2	6.3	12.7	13.9	9.9
70% R. F.	5.5	5.4	7.5	4.8	8.0	9.6
50% R. F.	9.8	6.5	8.7	4.7	6.8	8.9

飼料制限終了時である5週齢時では各区の摂取量に明らかな区間差が認められた。とくに50% R.F. 区においては、F.F. 区、70% R.F. 区の摂取量に比較して少ない傾向が認められた。

飼料要求率については、5週齢時まで F.F. 区がすぐれ、ついで70% R.F. 区、50% R.F. 区であったが、飼料制限解除後においては逆に50% R.F. 区がもっともすぐれ、ついで70% R.F. 区、F.F. 区となり、制限期間中に比較して逆の結果が得られた。2~10週齢時の間の要求率では、雄、雌とも50% R.F. 区がすぐれ、ついで70% R.F. 区、F.F. 区の順であった。また6週齢時以後の雄、雌別の要求率においては、明らかに各区とも雌においてすぐれた値が得られた。これらの結果から、ウズラにおける飼料制限は明らかに飼料の節約に役立つ飼育法であると考えられた。

2. 産卵特質

a) 産卵成績

400日齢までの各区における産卵成績，産卵率ならびに卵重の推移を示すと，Table 8 および Fig. 4 のとおりである。

Table 8. Egg laying traits to 400 days of age.

Traits	F. F. group	70% R. F. group	50% R. F. group
Viability (%) (43-400 days of age)	81.6 (31/38)	78.1 (25/32)	74.3 (26/35)
Age at sexual maturity (days)	52.5±6.8	58.7±6.2	65.7±9.9
Egg weight at sexual maturity ¹⁾ (g)	8.7±0.7	8.8±0.9	8.6±0.7
Standard egg weight (g) ²⁾	10.0±0.7	9.9±0.7	9.6±0.6
Hen-housed egg production	283.2	266.9	269.8
Egg production on hen-day basis (%)	85.6	85.7	85.2
Egg production/survivor	311.5± 21.0	316.4± 15.1	298.6± 26.0
Total egg weight/survivor (g)	3019.5±284.2	3040.3±250.6	2844.8±336.9

1) Mean of continuous 5 eggs from egg weight at sexual maturity

2) Mean of continuous 10 egg weight from 131 days of age

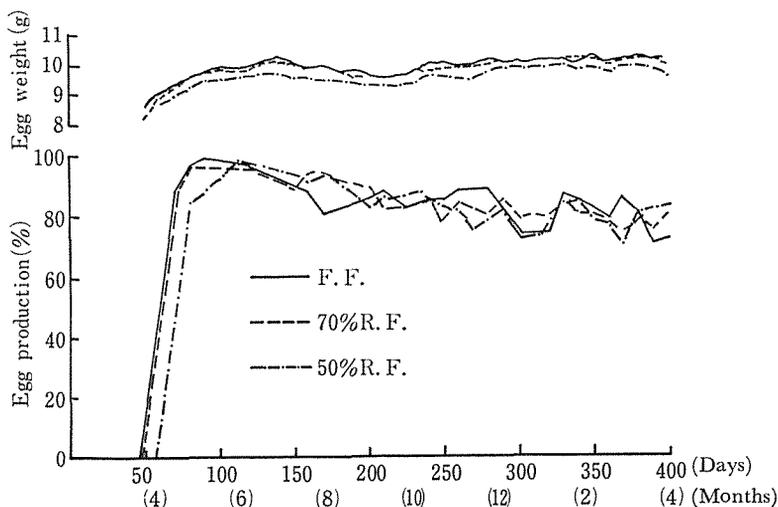


Fig. 3. Egg production and egg weight in each group.

6週齢時以後400日齢までの生存率においては各区とも顕著な差は認められなかったが，初産日齢においては F.F. 区がもっとも早く，70% R.F. 区が F.F. 区に対して約6日，50% R.F. 区が約13日も遅れる結果が得られた。F.F. 区の初産日齢が52.5日とやや遅れているのは，各区の初産日齢の時点が冬期に当たったためと考えられた。標準卵重に関しては，F.F. 区と70% R.F. 区の間には差が見られなかったが，50% R.F. 区はこの2区に対して全期間，0.3~0.4g 小さく，有意な区間差が得られた。このことは，体重と卵重の相関が大きいことから，飼料制限解除後も50% R.F. 区の体重が一定して小さいことによるものと推察されよう。つぎにヘンハウス産卵個数については，F.F. 区が他の2区に比較してやや多い結果が認められたが，ヘンディ産卵率に

は各区に差は認められず、各区とも85%以上の高い産卵率を示した。

生存ウズラ産卵数および総卵重において、両形質とも50% R.F. 区が他の2区に比較して値が小さかった。このことは育成時のわずか3週間ではあるが50%の飼料制限を行なうことは、ウズラにとってかなり厳しい条件であるためこのような長期間の産卵能力にも悪い影響が認められた。しかし70% R.F. 区においては飼料制限の影響がほぼ回復した。またウズラは産卵能力に関する改良の歴史が短いにもかかわらず、適切な飼育管理を行なえば、1年間以上、70~80%以上の産卵率を示すことから、ウズラは産卵能力³⁾ に関してきわめてすぐれた特性を持っているとみられ、この特性は注目に値する点である。

産卵率の推移について、70% R.F. 区は70日齢でほぼ F.F. 区の産卵率に達したが、50% R.F. 区は約110日齢でようやく F.F. 区および70% R.F. 区においついている。その後、各区とも多少の変動は認められるが、80~95%の高い産卵率を示し、400日齢においても70~80%の産卵率を示している。

卵重について、F.F. 区と70% R.F. 区はほぼ同様な傾向を示しているが、50% R.F. 区は前述のとおり全産卵期間にわたり他の2区に対して0.3~0.4g 小さく、400日齢においても有意に小さい卵重であった。なお、前報⁷⁾ で見られた400日齢前後で F.F. 区および70% R.F. 区の卵重が小さくなるという傾向は、本実験では認められなかった。

b) 産卵特質に関する分散分析

初産日齢、初産卵重、標準卵重、400日齢までの産卵数および総卵重に関する分散分析の結果は Table 9 と Table 10 のとおりである。

Table 9. Analysis of variance of age, egg weight at sexual maturity and standard egg weight.[†]

Source of variation	Age		Egg weight	Standard egg weight
	Degrees of freedom	Mean square	Mean square	Mean square
Group (G)	2	1548.90**	0.25	1.25*
Sire family (S)	8	203.42**	1.17**	1.84**
G×S	16	58.16	0.38	0.60
Individuals	76	57.95	0.39	0.28

[†] Corrected with disproportion among subclass number

* Significant at 5% level **Significant at 1% level

Table 10. Analysis of variance of egg number and total egg weight to 400 days of age.[†]

Source of variation	Degrees of freedom	Egg number	Total egg weight
		Mean square	Mean square
Group (G)	2	1028.55*	220142.35
Sire family (S)	8	217.98	181626.79*
G×S	16	471.75	53582.86
Individuals	49	321.02	80842.89

[†] Corrected with disproportion among subclass number

* Significant at 5% level

初産日齢および標準卵重において有意の区間差が得られたのに対し、初産卵重では認められなかった。父家系間による差は、これら3形質においてすべて1%水準で有意の差が得られた。こ

のことはすでに前報³⁾で報告したが、父の能力差が娘のこれら3形質にはっきりと影響を与えていることを示している。また区と父家系の交互作用は認められなかったことから、飼料制限によりこれら形質に関する父の能力順位は影響を受けなかったものと考えられた。

つぎに400日までの生存ウズラ産卵数と総卵重において、産卵数では5%水準で有意な区間差が認められ、このことは50% R. F. 区の産卵数が劣ったためであった。父家系間による差は卵重において認められ、長期間にわたって、父の能力が娘の総卵重にも影響を与えていると考えられた。さらにこの両形質に関する父家系と区の交互作用は認められず、他の産卵形質の結果と同様であった。

以上記述したように、長期間にわたる産卵特質にも飼料制限の影響および父家系成分がかなり大きく作用していることを示している。とくに初期における初産日齢および標準卵重に飼料制限の影響が大きく、産卵数を除く各特質は父の能力が娘の成績に大きく影響を与えていると考えられよう。

c) 産卵特質間の表型相関係数

各産卵特質間の相互関係を明らかにする目的で、これら特質間の表型相関係数を求めるとTable 11のとおりである。

Table 11. Phenotypic correlation coefficients among egg laying traits in each group.

Traits	F. F.	70% R. F.	50% R. F.	Traits	F. F.	70% R. F.	50% R. F.
A and E (A)	0.06	0.21	-0.15	E (A) and T	0.25	0.54**	0.46*
A and S (E)	-0.42*	0.15	-0.24	S (E) and E (100)	0.37*	-0.12	0.24
A and E (100)	-0.91**	-0.98**	-0.95**	S (E) and E (400)	0.10	-0.13	0.21
A and E (400)	-0.33	-0.43*	-0.59**	S (E) and T	0.63**	0.66**	0.64**
A and T	-0.34	-0.24	-0.48*	S (100) and E (400)	0.48*	0.46*	0.72**
E (A) and S (E)	0.57**	0.80**	0.69**	E (100) and T	0.44*	0.24	0.59**
E (A) and E (100)	-0.11	-0.20	0.15	E (400) and T	0.78**	0.59*	0.85**
E (A) and E (400)	-0.26	-0.17	0.09				

A: Age at sexual maturity E (A): Egg weight at sexual maturity

S (E): Standard egg weight E (100): Egg number to 100 days of age

E (400): Egg number to 400 days of age T: Total egg weight

* Significant at 5% level ** Significant at 1% level

初産日齢と100日齢産卵数の相関は各区とも0.9以上の高い有意の相関係数が得られ、これは産卵期間が100日齢までと短いため、初産日齢の早晩が産卵数に大きく影響することは当然と考えられる。また初産日齢と400日齢産卵数においては、F. F. 区の相関係数は-0.3に対して50% R. F. 区は-0.6とやや大きい負の値が得られている。つぎに各区とも比較的高い相関係数が得られているのは初産卵重と標準卵重、標準卵重と総卵重、100日齢産卵数と400日齢産卵数、400日齢産卵数と総卵重であった。しかし前報⁷⁾において認められたように、長期間の産卵数の改良に関する指標としての初産日齢の早晩が育種環境によりその重要性を異にするという点に関してははっきりとは認められなかった。

謝 辞

本研究を行なうに当り、ご指導・助言を頂いた鹿児島大学農学部、武富萬治郎教授に深甚の謝意を表す。

また農学修士、伊達清秀君および農学士、植田幸泰君の協力を得た。ここに感謝の意を表する。

要 約

本研究は、ウズラの一般集団から得られた9父家系群 (Half-sibs) を、2週齢時から5週齢時までの3週間、飽食区 (F.F. 区)、飽食区が前日摂取した量の70%飼料制限区 (70% R.F. 区) および50%飼料制限区 (50% R.F. 区) の3区に分け、これらウズラ群の体重および産卵特質におよぼす飼料制限の効果を求めるとともに遺伝子型として父家系 (Sire-family)、環境として飼料制限法を設定し、ウズラの量的特質に関する遺伝と環境の交互作用について検討を行なったものである。

1) 飼料制限区の成長は、飼料制限期間において顕著に遅れるが、制限解除後においてはその遅れを急速にとりもどした。しかし50% R.F. 区においてとくに雌でF.F. 区の成長に達することが出来なかった。このために50% R.F. 区の卵重が他の2区に比較して0.3~0.4g小さい結果となった。

2) 体重および産卵特質に関して前報と同じく父家系成分がかなり関与していることは認められたが、父家系と飼料制限区の有意な交互作用は得られなかった。

引 用 文 献

- 1) 海老沢昭二・山下近男・富家武男・山西 清・高橋 仁：家禽会誌, 12, 28 (1975).
- 2) FALCONER, D.S.: *Genetical Res.*, 1, 91 (1960).
- 3) 前田芳実・橋口 勉・武富萬治郎・岡本 悟：鹿大農学術報告, 47, 24 (1974).
- 4) 宮園幸男・土黒定信・尾台昌治・大西靖彦：日本家禽学会春季大会講演要旨, (1967).
- 5) 坂井田節：畜産の研究, 26, 699 (1972).
- 6) ———— : ————, 26, 818 (1972).
- 7) 岡本 悟：佐大農学彙報, 28, 107 (1969).
- 8) ———— : ————, 30, 33 (1970).
- 9) SNEDECOR, G.W. and W.G. COCHRAN: *Statistical methods*, Iowa State Univ. Press (1967).
- 10) WILSON, W.O., U.K. ABBOTT and H. ABPLANALP: *Poultry Sci.*, 40, 651 (1961).