

## ブロイラーの発育および飼料消費量に対する環境温度の影響

岡本, 正幹  
九州大学農学部飼料学教室

古賀, 脩  
九州大学農学部飼料学教室

松尾, 昭雄  
九州大学農学部飼料学教室

五斗, 一郎  
九州大学農学部飼料学教室

<https://doi.org/10.15017/21565>

---

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 19 (1), pp.85-92, 1961-11. 九州大学農学部  
バージョン：  
権利関係：

## ブロイラーの発育および飼料消費量に対する 環境温度の影響

岡本正幹・古賀 脩  
松尾昭雄・五斗一郎

The influence of environmental temperature on  
the growth and feed consumption of broilers

Seikan Okamoto, Osamu Koga,  
Teruo Matsuo and Ichiro Goto

孵化時期によつて雛の発育にかなりの差があることは、古く Goodale (1926), Upp and Thomson (1927) などによつて指摘されていたが、Kleiber and Dougherty (1934), Asmundson and Lloyd (1936), Kempster and Parker (1936) などは、こうした発育の差が環境温度の影響によることを推論した。すなわち晩春に孵化した雛の発育が遅れるのは、主として環境温度が高すぎることによるという。もつとも環境温度と発育との関係は、日令によつて一率には考えられない。Barott and Pringle (1947, 1949, 1950) は孵化直後から 32日までの発育と環境温度との関係を追求し、当初 94~95°F を適温としたものが、18日目には 80°F、32日目には 66°F を適温とするようになると報告している。とくに中雛期における高温の悪影響については、その後 Joiner and Huston (1957), Squibb et al (1959) などの実験報告も発表されている。上記 Barott and Pringle の適温判定には飼料効率も加味されたものであるが、最近 O' Rourke (1960) はブロイラーの発育と飼料効率に対する環境温度の影響について、一二の資料を引用しているが、発育は 60°F 程度がよいが、飼料効率はそれよりやや高い程度の方がよいらしい。

本研究はブロイラーの飼育において、発育および飼料消費量と環境温度との関係を統計的に分析し、それらの相互関係を明確にするとともに、交雑効果の問題も多少検討する目的をもつて計画したものであるが、幸いにも一応の成果を得たので、ここに取りまとめて報告する。

### 材料および方法

材料としてはニューハンブシャー種 (NH), 白色レグホン種 (WL), いわゆる正交配ハンブホーン (NH ♀ × WL ♂), 及び逆交配ハンブホーン (WL ♀ × NH ♂) の雄雛を用い、これらの 4 群をそれぞれ 12羽あてとし、昭和 34 年 4 月から約 1 年間に、繰返し 11 回 10 週令までのバタリー飼育を実施した。その間増体日量、飼料消費量、気温などを週ごとに集計した。ただし増体日量は個体別に記録したが、飼料消費量は単飼ができない関係から、群ごとに記録した。したがって統計処理は、全部週ごとに取りまとめた資料について行なつた。なおバタリーは発育の段階に応じて、2 段及び 3 段式としたが、各群ごと

に上下および上中下に配分し、位置による条件の差を少なくした。

### 結果および考察

毎回の実験によつて得られた雄雛の増体量、飼料消費量、および飼料要求率（飼料消費量/増体量）を、各群ごとに取りまとめると、Table 1 のとおりである。

Table 1. Growth, feed consumption, and feed requirement of chickens at the end of ten weeks.

Traits	Groups	Date of hatch											Total
		Apr. 11	May 5	June 4	July 16	Aug. 15	Sep. 14	Oct. 26	Nov. 27	Jan. 11	Feb. 16	Mar. 17	
Weight increase (g) -A-	WL×WL	939	800	782	726	792	939	951	816	902	905	755	857
	NH×NH	1185	902	1065	934	1039	1123	1221	1015	1112	1045	1111	1070
	NH×WL	1038	845	965	917	937	1127	1219	1090	1061	1024	1071	1025
	WL×NH	1122	955	936	843	1075	1122	1158	982	1087	1080	977	1032
	Total	1082	876	937	855	961	1078	1137	976	1041	1014	979	998
Feed consumption (g) -B-	WL×WL	3380	3210	2950	2450	2840	3650	3860	4000	3600	3970	3190	3373
	NH×NH	3840	3070	3280	2970	3430	4020	4210	4240	4140	3650	4010	3719
	NH×WL	3620	3200	3160	2990	3260	3950	4010	4390	3970	3790	3880	3668
	WL×NH	3610	3360	3080	2920	3510	4010	4140	4050	4140	3970	3730	3670
	Total	3613	3208	3118	2835	3214	3914	4059	4183	3955	3863	3725	3609
Feed requirement (B/A)	WL×WL	3.6	4.0	3.8	3.4	3.6	3.9	4.1	4.9	4.0	4.4	4.2	3.9
	NH×NH	3.2	3.4	3.1	3.2	3.3	3.6	3.4	4.2	3.7	3.5	3.6	3.5
	NH×WL	3.3	3.8	3.3	3.3	3.5	3.5	3.3	4.0	3.7	3.7	3.6	3.6
	WL×NH	3.2	3.5	3.3	3.5	3.3	3.6	3.6	4.1	3.8	3.7	3.8	3.6
	Total	3.4	3.7	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	4.3	3.7	3.7	3.8	3.6

WL=White Leghorn, NH=New Hampshire.

Table 1 によつてまず増体量と孵化時期との関係を見ると、群によつて多少の差はあるが、一般的傾向としては5~6~7の3カ月に孵化した雛は、そのほかの時期に孵化した雛よりも増体量が少ない。これは Kempster (1938) がのべているように、成育期間の環境温度と密接に関連していると考えられる。そこで各群を合算した発育の経過と、環境温度の変動とを対応させた略図を作成してみると、Fig. 1 のようになる。

Fig. 1 によると、増体量の少ない時期と、環境温度の高い時期とがほとんど完全に一致することがわかる。ただし当初の3~4週間は保温育雛の期間であるから、いうまでもなく問題は4週以後にある。一方増体量の多いのは10月、4月、および9月に孵化した雛であるが、これらのばあいは4週以後の環境温度が発育に快適であつたことによるところが大きいと考えてよからう。

つぎに飼料消費量と孵化時期との関係を見ると、5~6~7~8の4カ月間に孵化した雛の飼料消費量は、そのほかの時期に孵化した雛に比較して少なく、また11~12~1の3カ月間に孵化した雛の飼料消費量はとくに多いことはつきりしている。いうまでもなく飼料消費量は体重とも密接に関連するはずではあるが、上にのべたような傾向は増体量よりもさらに環境温度の変動と直接的に関連し、高温季に少なく低温季に多いことが推察さ

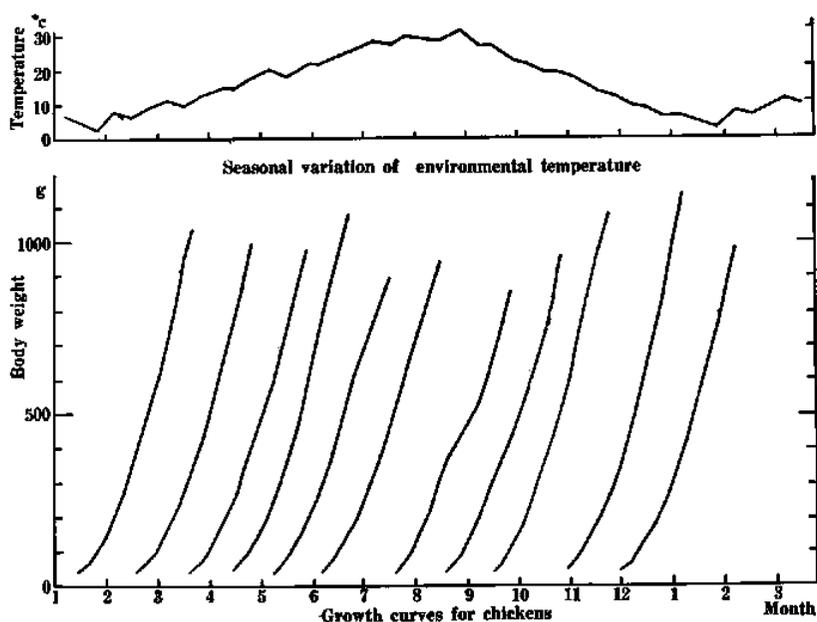


Fig. 1. The relation of environmental temperature and growth of chickens.

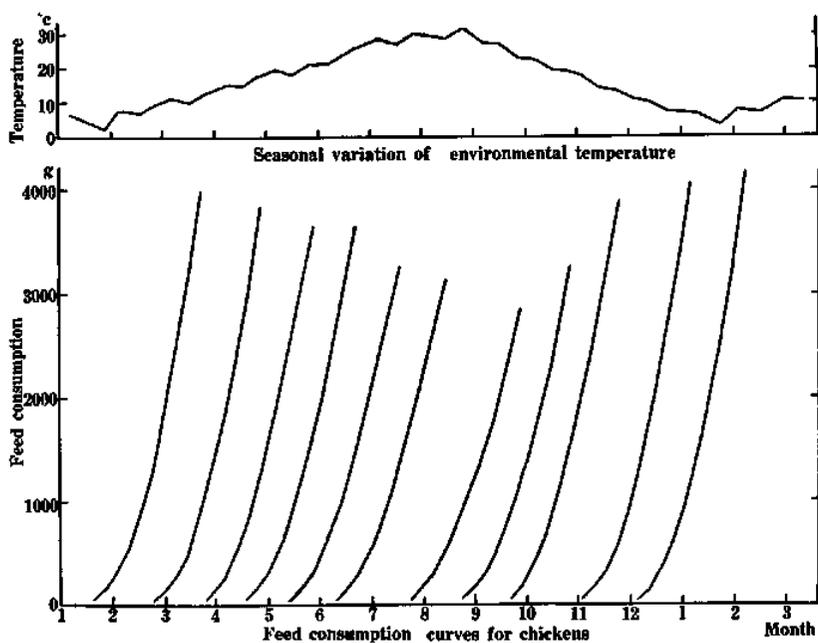


Fig. 2. The relation of environmental temperature and feed consumption of chickens.

れる。この関係を見るために、飼料消費の経過と環境温度の変動とを前例と同じように対応させた略図を作成すると、Fig. 2 のようになる。

Fig. 2 によると両者の相反的傾向がよくわかるはずである。またこれを Fig. 1 と比較対照すると、飼料消費量と増体量とがその季節変動において、必ずしも一致するものではないこともわかるはずである。

以上のような一般的傾向から、さらに分析をすすめるために、増体日量および飼料消費量と環境温度との間の相関係数を、各群、各週ごとに算出した。その結果を取りまとめると、Table 2 および Table 3 のとおりである。ここであらかじめことわっておきたいのは、ここにかかげた相関係数が、各群および各週について、毎回の平均値を標本として集計されていることである。すなわち標本数はどのばあいも 11 である。

Table 2. Correlation coefficients between daily growth and environmental temperature.

Groups	Weeks									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
WL × WL	0.743**	0.678*	0.110	-0.103	-0.430	-0.599	-0.460	-0.249	-0.765**	-0.150
NH × NH	0.738**	0.562	0.297	-0.278	0.031	-0.154	-0.433	-0.447	-0.558	-0.169
NH × WL	0.672*	0.753**	0.284	-0.150	-0.616*	-0.478	-0.451	-0.519	-0.763**	-0.562
WL × NH	0.657*	0.821**	0.213	0.198	-0.095	-0.386	-0.431	-0.553	-0.723*	0.050

\* Significant at 5% level.

\*\* Significant at 1% level.

Table 3. Correlation coefficients between feed consumption and environmental temperature.

Groups	Weeks									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
WL × WL	0.398	0.031	-0.514	-0.343	-0.780**	-0.587	-0.802**	-0.784**	-0.896**	-0.862**
NH × NH	0.568	0.337	-0.049	-0.220	-0.291	-0.541	-0.778**	-0.875**	-0.926**	-0.857**
NH × WL	0.677*	0.280	-0.357	-0.030	-0.827**	-0.592	-0.780**	-0.912**	-0.879**	-0.889**
WL × NH	0.489	0.015	-0.209	-0.030	-0.458	-0.419	-0.880**	-0.781**	-0.911**	-0.913**

\* Significant at 5% level.

\*\* Significant at 1% level.

さて Table 2 によつて増体量と環境温度との相関を検討すると、最初の 2 週間は一般に有意の正の相関があることがわかる。さきにものべたように、これは加温育雛期のことであるから、本研究の対象としたものではないが、この事実から考えると、Kleiber and Dougherty (1934) がのべている 5~15 日令の雛でも 20°C くらいがかえつてそれ以上の高温よりも発育に効果的だとする見解には、簡単には賛成できないようである。第 5 週以後の相関は一般に負に転ずるが、有意性の立証できるものは多くない。これは標本数が少ないことにもよるが、加温中止後の発育には 20°C 内外の快適温度が存在することにもよると思われる。そこでこの点を追究する必要があるが、比較対照の便宜上 Table 3 によつて飼料消費量と環境温度との相関から検討してみよう。これについては早くも第 3 週で相関は負に転じ、第 7 週以後においてはどの群もことごとく高い有意性をもつ負の相関が存在する。この事実は飼料消費量と環境温度とが密接に関連することを示し、かつこれを Table 2 の増体量と環境温度との関係に比較すると、多少様相がちがっていることがうか

がわれる。

ここでふりかえつて発育と環境温度との関係を、環境温度 15°C 以上の標本だけを区分し、第 4 週以後を合算した増体日量との相関係数を算出して Table 4 にしめた。

Table 4 によると 15°C 以上の環境温度においては、高い有意性をもつ負の相関がどの群にも立証され、かつ数値もよくそろっている。したがって夏の高温が発育を抑制することはまず明確であり、この点について群の特異性は認められないことも想定できそうである。

つぎに増体量および飼料消費量と環境温度との関係において、その因果関係がどうなっているかを偏相関法によつて分析してみたい。いうまでもなく増体量と飼料消費量とは密接に関連しているはずであるから、念のためにそれらの間の相関係数を算出すると、Table 5 のとおりである。

Table 5. Correlation coefficients between feed consumption and daily growth.

Groups	Weeks									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
WL×WL	0.194	0.087	0.031	-0.013	0.753**	0.822**	0.457	0.247	0.641*	0.161
NH×NH	0.784**	0.088	0.337	0.311	0.119	0.804**	0.679*	0.681*	0.654*	0.375
NH×WL	0.816**	0.280	0.281	0.041	0.841**	0.774**	0.799**	0.626*	0.621*	0.681*
WL×NH	0.623*	0.240	0.296	-0.170	0.655*	0.776**	0.680*	0.869**	0.822**	-0.003

\* Significant at 5% level,

\*\* Significant at 1% level.

Table 5 によると、増体日量と飼料消費量との間には、必ずしも全部について有意性は立証できないとしても、まず正の相関があることは確実とみてよい。とくに第 5 週以後ではその傾向が著しい。

そこで飼料消費量の影響を除いた、増体日量と環境温度との偏相関係数を、まず算出してみると、Table 6 のとおりである。

Table 6. Partial correlation coefficients between environmental temperature and daily growth independent of feed consumption.

Groups	Weeks									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
WL×WL	0.740*	0.678*	0.147	-0.114	0.287	-0.253	-0.176	-0.092	-0.560	-0.022
NH×NH	0.573	0.568	0.333	-0.226	0.069	0.561	0.021	0.420	0.167	0.319
NH×WL	0.281	0.732*	0.540	-0.149	0.261	-0.039	0.458	0.162	-0.597	0.129
WL×NH	0.516	0.851**	0.295	0.196	0.305	-0.106	0.481	0.407	0.110	0.116

\* Significant at 5% level,

\*\* Significant at 1% level.

Table 6 の数値は増体日量と環境温度とのより直接的な関連を推測する資料となるはず

Table 4. Correlation coefficients between environmental temperature and daily growth at the age from 4 to 10 weeks.

Groups	Temperature limits	
	2°C~31°C	Above 15°C
WL×WL	-0.359**	-0.574**
NH×NH	-0.230*	-0.515**
NH×WL	-0.421**	-0.585**
WL×NH	-0.276*	-0.540**

\* Significant at 5% level,

\*\* Significant at 1% level.

であるが、これによると最初2週間は別として、一般的には特定の傾向を推察することは困難である。なおこの最初の2週間の有意な正の相関からは、適正保温の必要性が推察されるが、さきにものべたようにこの問題は本研究の直接的な対象ではない。

逆に増体日量の影響を除いた飼料消費量と環境温度との偏相関係数を算出すると、Table 7 のとおりとなる。

Table 7. Partial correlation coefficients between environmental temperature and feed consumption independent of daily growth.

Groups	Weeks									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
WL×WL	0.387	-0.038	-0.521	-0.346	-0.768**	-0.207	-0.749*	-0.770**	-0.819**	-0.859**
NH×NH	-0.025	0.349	-0.166	-0.146	-0.290	-0.710*	-0.781*	-0.871**	-0.894**	-0.869**
NH×WL	0.668	0.109	-0.525	-0.024	-0.725*	-0.399	-0.782**	-0.881**	-0.800**	-0.836**
WL×NH	0.135	-0.328	-0.156	0.004	-0.526	-0.205	-0.887**	-0.729*	-0.805**	-0.914**

\* Significant at 5% level,

\*\* Significant at 1% level.

Table 7 によると、後半期においては概して高い有意性をもつ負の偏相関が存在することがわかる。したがって加温中止後、とくに第7週以後においては、環境温度の上昇にもなつて、増体量とは無関係に、飼料の消費量が減少し、逆に環境温度が低下すれば、これまた増体量とは無関係に、飼料消費量が増加する。したがって夏季における増体量の減少は主として飼料摂取量の減少により、また冬季における増体量が春秋の適温季に及ばないのは、おそらく体温の保持にかなりのエネルギーを要するからであるとする想定が成立するだろう。もしそうだとすれば、いわゆる飼料要求率と環境温度との相関はどうなるかという問題が生ずるので、これを算出して Table 8 にしめた。

Table 8. Correlation coefficients between feed requirement and environmental temperature.

Groups	Weeks									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
WL×WL	-0.004	-0.536	-0.442	-0.168	0.070	0.518	-0.199	-0.395	-0.159	-0.387
NH×NH	0.318	-0.153	-0.261	0.449	-0.196	-0.320	-0.203	-0.203	0.226	-0.490
NH×WL	0.039	-0.554	-0.613*	0.103	0.244	0.354	-0.545	-0.376	-0.110	0.015
WL×NH	0.005	-0.508	-0.492	0.244	-0.109	0.147	0.130	0.110	-0.198	-0.698*

\* Significant at 5% level.

Table 8 の数値から、二つだけ有意な負の相関はあるにしても、一般的に特定の傾向を認めることは困難である。これは飼料要求率は寒冷季に低下する傾向があつたとしても、一般には体重の増加にもなつて低下する傾向があるから、環境温度との関係が単純でないことによるのであろう。いずれにしても増体量の減少する夏の高温季に、飼料要求率の低下がおこらないことはほぼ確実のようである。

なおここでとくに注意しなければならないのは、夏季における飼料消費量の減少は、おそらく体温の上昇を防止しようとする homeostasis の一環であろうと考えられることである。したがって環境温度を調整しないままに、飼料の強制給与によつて、夏季の増体量

の減少を防止しようとするのは、生理的機能に逆行することになって、むしろ危険であるといえよう。けだしそのような強行手段を考えるよりも、飼料要求率にはほとんど影響しないという事実によつて、適正な飼養管理を考慮すべきであろう。

最後に各群別の成績を検討してみたい。ただし飼料消費量については個体別の記録をとることができないので、検定が困難であるから、今回は増体量だけを取りあげるが、Table 1 をさらにふりかえつて見ると、ニューハンプシャーNHと白色レグホンWLとの間には、もちろん明らかな差が認められる。しかしこれらの間の  $F_1$  は、交配の正逆を問わず、ほとんどニューハンプシャーに近く、この差には有意性が立証できない。また交雑による heterosis 効果も確認できない。なお孵化時期による増体量の変動において、各群によつて特性があるかどうかという問題が注目されるが、これを検討するために、群、孵化期、群×孵化期などを要因として分散分析をこころみると Table 9 にしめすように、群および孵化期を要因とする分散に有意性が立証されるのは当然であるが、群と孵化期との交互作用による分散にも有意性が認められる。

Table 9. Analysis of variance of daily growth.

Source of variation	Degree of freedom	Sum of squares	Mean square	F
Group	3	1462.06	487.35	59.87**
Hatch	10	2180.61	218.06	26.79**
Group × hatch	30	394.47	13.15	1.62*
Within subclasses	472	3840.84	8.14	
Total	515	7188.57		

\* Significant at 5% level,

\*\* Significant at 1% level.

このように交互作用に有意性が認められることは、各群によつて環境温度に対する反応の程度に差があることを意味するらしいが、Table 1 にしめた変動の傾向から、特定の方向、たとえば環境温度の高い時期、あるいは低い時期に  $F_1$  の増体量が多いとか少ないとかいうような方向を認めることはできないようである。したがつて実用的立場からは、この交互作用をあまり考慮する必要はないともいえるだろう。

## 摘 要

ブロイラーの発育および飼料消費量に対する環境温度の影響を、白色レグホン種、ニューハンプシャー種、およびこれらの交雑種を用いて比較検討した。

4週から10週までの雛の発育は、夏季の高温によつて著しく抑制されるが、冬季の低温によつてもいくらか抑制される傾向がある。

飼料消費量は環境温度の上昇にしたがつて減少し、その低下にしたがつて増加する傾向が著しい。この関係はきわめて密接で、しかも増体量ひいては体重とは無関係である。10週間の発育期の後半に見られる、環境温度と飼料消費量との負の相関は、増体量の影響を除いてもなお高い有意性をもつことが立証された。しかしその逆は成り立たないので、夏季における増体量の減少は、環境温度の直接的影響ではなく、飼料摂取量の減少による間接的な影響であると考えられる。

増体日量に関する群と孵化季との間には、統計的に有意な交互作用が立証されるが、環境温度に対する耐性について、交雑種がすぐれているという事実は認められない。したがってこの問題については、さらに追究が必要である。

## 文 献

- Asmundson, V. S. and W. E. Lloyd, 1936. *Poultry Sci.*, **15**: 186.  
 Barott, H. G. and E. M. Pringle, 1947. *J. Nutrition*, **34**: 53.  
 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 1949. *Ibid.*, **37**: 153.  
 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 1950. *Ibid.*, **41**: 25.  
 Goodale, H. D., 1926. *Amer. J. Physiol.*, **79**: 44.  
 Joiner, W. P. and T. M. Huston, 1957. *Poultry Sci.*, **36**: 973.  
 Kempster, H. L., 1938. *Ibid.*, **17**: 259.  
 Kempster, H. L. and J. E. Parker, 1936. *Mo. Agric. Exp. Sta. Res. Bull.*, No. 247.  
 Kleiber, M. and J. E. Dougherty, 1934. *J. Gen. Physiol.*, **17**: 701.  
 O'Rourke, W. F., 1960. *World's Poultry Sci. J.*, **16**: 339.  
 Squibb, R. L., M. A. Guzman and N. S. Scrimshaw, 1959. *Poultry Sci.*, **38**: 220.  
 Upp, C. W. and R. B. Thompson, 1927. *Okla. Agric. Exp. Sta. Bull.*, No. 167.

## Résumé

The influence of the variation of environmental temperature on the growth and feed consumption of broilers was studied comparatively with White Leghorns, New Hampshires, and their reciprocal crosses.

The growth of chickens at the age from 4 to 10 weeks was depressed severely under the high environmental temperature prevailing the summer, and slightly under the low environmental temperature of the winter.

The amount of feed consumed varied directly but inversely with the variation of environmental temperature. Highly significant negative correlation coefficients were estimated between the environmental temperature and the feed consumption, during the later half of growing 10 weeks period, independent of the daily growth. The authors considered that the summer depression of the growth of chickens may not be the direct effect of the high environmental temperature, but may be largely the secondary effect of the decrease in the feed intake.

The group-season interaction in daily growth was statistically significant, however, no superiority of the crosses for the heat or cold tolerance is ascertained.

Laboratory of Animal Breeding,  
 Faculty of Agriculture,  
 Kyushu University