

家畜の耐暑性に関する研究 (第16報)

平均皮膚温度の変化より見たる白色レグホン種と
ロードアイランドレッド種との耐暑性の比較

岡本正幹*・大坪孝雄

Studies on the Heat Tolerance in the Farm Animals:

XVI The Comparison of Heat Tolerance between White Leghorn
and Rhode Island Red in Relation to the Change of Average
Skin Temperature

Seikan OKAMOTO and Takao OTSUBO

(Laboratory of Zootechnical Science)

I 緒 言

生体と環境とを結ぶ接触面としての皮膚の持つ温度は、温血動物の体温調節機能を判定する重要な指標である。就中、身体各部位の皮膚温度を一元的に表現する平均皮膚温度は、熱代謝の様相を端的に示すものと考えられる。著者等 (1956)¹⁾は、鶏の体温生理における各部位皮膚温度の有する意義に関して既に報告した。従つて、今後研究すべきことは、身体各部位の個々の皮膚温度ではなく、全身の皮膚温分布である。PFLEIDERER *et al.* (1935)²⁾は、熱代謝の主要部は、全身の皮膚面と外界との熱交換に帰すべきものであるから、皮膚温分布又はそれより求められる平均皮膚温度は、この熱代謝の様相を示す指標と考えることが出来ると述べ、平均皮膚温度の意義を指摘している。

以上の見地から、著者等は従来ヒトについて求められていた平均皮膚温度を、家畜に應用することを計画し、まず鶏に適用した成績について報告する。

II 研究材料及び方法

研究に用いた材料は次の通りである。すなわち、鶏の平均皮膚温度に及ぼす気温の影響に関しては、前報 (1956)¹⁾において報告した鶏皮膚温度の季節的変動に用いた材料と全く同一である。また、平均皮膚温度の変化より見たる白色レグホン種とロードアイランドレッド種との耐暑性の比較に関しては、前報 (1956)³⁾に報告した鶏の耐暑性における羽毛色の意義に用いた材料及び前述した平均皮膚温度に及ぼす気温の影響における成績を用いた。以上のように、本報の材料はさきに報告したものと重複するが、平均皮膚温度の概念を持込むことにより、前報において触れ得なかつた点につき、種々の興味ある成績を得たので、ここに別報として報告する。

平均皮膚温度を求めるには、一般の平均皮膚温度算出の原理に従つて、各部位皮膚温度の代表温に、それぞれの部位の皮膚面積の重みをつけて、按分平均を求めればよい。この算出の手段としての体表面積の按分比率に関しては、著者等の一人大坪 (1957)⁴⁾が報告した値を用いた。

* 九州大学農学部

III 成 績

1) 平均皮膚温度に及ぼす気温の影響 白色レグホン種及びロードアイランドレッド種雄成鶏について、品種別に各環境温度条件の下において、平均値 \bar{x} 、不偏分散 u^2 及び棄却限界を求めて表示すれば、Table 1 の通りである。

Table 1. The effect of ambient temperature on the average skin temperature of domestic fowls

Breed		5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
White Leghorn	\bar{x}	31.14	32.30	33.56	35.28	38.69	38.77
	u^2	0.84	0.81	0.68	0.18	0.50	0.41
	* { 5%	2.10	2.13	2.07	1.02	1.68	1.36
	1%	2.97	3.06	3.71	1.47	2.42	1.86
Rhode Island Red	\bar{x}	32.73	32.96	34.22	35.69	39.36	39.67
	u^2	1.09	0.92	0.37	0.82	0.06	0.16
	* { 5%	2.48	2.28	1.44	2.15	0.89	1.00
	1%	3.56	3.27	2.06	3.09	1.63	1.48

* Rejection limit

この平均値の変化を図示したものが、Fig. 1 である。Table 1 及び Fig. 1 によれば、平均皮膚温度は両品種とも気温の上昇に伴って上昇し、Fig. 1 に示したような回帰方程式が得られる。本回帰の分散分析の結果は、1% 水準で有意であつて、回帰方程式の方向係数 $b=0$ を帰無仮説とした場合の b の有意性を検定した結果、 $b \neq 0$ として帰無仮説を否定出来るので、環境温度と平均皮膚温度との間に相関の存在することは明らかで、ほぼ直線的関係にあると見なすことが出来る。しかしながら、以上のように有意性を証明したが故に、ただちに両者間の直線関係を断定するのは、かなり危険であると思われる。すなわち、本報においては、環境温度を 5°C 刻みの 6 段階しか取らなかつたこと、及び回帰が一次であることを前提として検定を進めたことに多少の問題がある。Fig. 1 に見られるように、両品種における環境気温の 25~30°C、及びロードアイランドレッド種における 5~10°C の平均皮膚温度の差は顕著でなく、全体として S 字状の変化とも見られる。従つて、これ等の点は環境温度の刻みを小さくして、更に詳細に検討する必要がある。

いずれにせよ、平均皮膚温度が気温とともに上昇することは確実で、しかもいずれの気温でも、

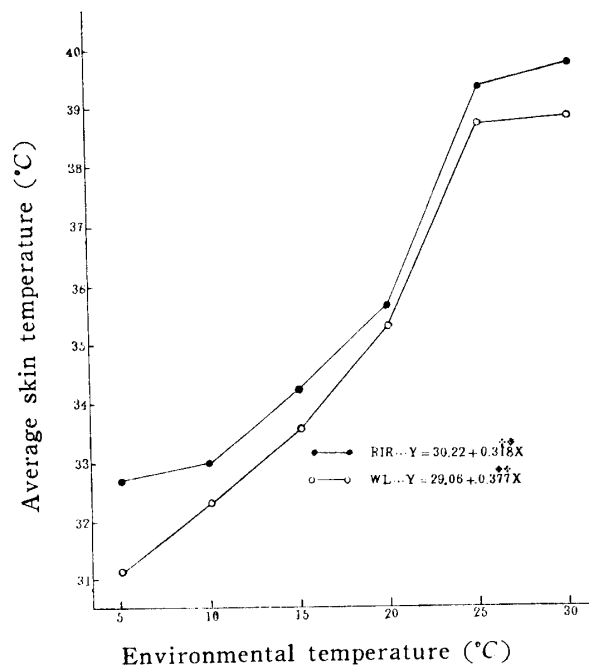


Fig. 1. The effect of environmental temperature on the average skin temperature of the fowl

ロードアイランドレッド種は、白色レグホン種より常に高い傾向を示している。この比較に関しては次に述べる。

2) 平均皮膚温度の変化より見たる白色レグホン種とロードアイランドレッド種との耐暑性の比較 前に述べた気温の上昇に伴う平均皮膚温度の変化は、各気温とも白色レグホン種が、ロードアイランドレッド種より常に低く維持される傾向を示した。そこで、この品種差の有意性を検定するため、分散分析を行つた結果は、Table 2 に示した通りである。

Table 2. Analysis of variance on the comparison of heat tolerance between White Leghorn and Rhode Island Red, by changes of the average skin temperature in relation to the ambient temperature

Factor	Degree of freedom	Sum of squares	Mean square	Variance ratio
Q	1	19926.7	19926.70	23.70**
V	5	993835.4	198767.08	236.36**
Q × V	5	4204.8	840.96	—
Total	11	1017966.9		

- 1) **.....Significant at 1% level
- 2) QBreed
- VAmbient temperature
- Q×V ... Interaction between Q and V

Table 2 によれば、品種差及び気温差の何れも、1%の危険率で有意である。

次に、直腸温と平均皮膚温度との関係につき、両者間の相関係数を品種別に求めた結果は、Table 3 に示す通りである。

Table 3. Correlation coefficients between the ambient temperature and the average skin temperature of the fowl

Breed	r	n	Confidence limit (P=0.01)
White Leghorn	0.396	91	0.145.....0.600**
Rhode Island Red	0.785	72	0.634.....0.878**

** Significant at 1% level

Table 3 によれば、両品種とも、直腸温と平均皮膚温度との間には、有意の相関々係が存在するが、白色レグホン種の相関係数は、ロードアイランドレッド種より小で、Table 3 の相関係数の信頼限界より見ても明らかなように、この相関係数の差は有意である。すなわち、気温の上昇に伴い、平均皮膚温度が上昇しても、白色レグホン種の直腸温は、何等かの有利な体熱放散機転によつて、ロードアイランドレッド種より低く維持出来ることが知られる。この間の関係を逆に言えば、白色レグホン種は、物理的体温調節機転の一つと考えられる皮膚温度の上昇により、体熱の放散を行い、直腸温を低く維持したとも考えられる。

前報(1956)³⁾において、鶏の耐暑性における羽毛色の意義につき報告したが、これを平均皮膚温度の面より検討するため、各群の平均皮膚温度を求め、その平均値の変化を図示したものが、Fig. 2 である。

Fig. 2 の変化は、前報(1956)³⁾の成績と一致し、35~48°Cの直射日光下においては、平均皮膚温

度の変化は、白色レグホン種が最も低く、次いでこれに着色した群で、ロードアイランドレッド種が最も高く維持される傾向を示した。この群間の差を検討するため、分散分析を行った結果は、Table 4 の通りである。

Table 4 によれば、羽毛色（品種の要因を含む。）により有意の差が見られ、前報の成績と一致する。このように、平均皮膚温度は、耐暑性判定の指標として極めて有利であるので、次に Fig. 2 の内、着色区を別にし、品種差のみについて、平均皮膚温度の変化を分散分析した結果は、Table 5 に示す通りである。

Table 5 によれば、品種差は 5% の危険率で有意である。

以上の成績より、平均皮膚温度の変化から見た場合、白色レグホン種はロードアイランドレッド種より耐暑性が強いものと思われる。

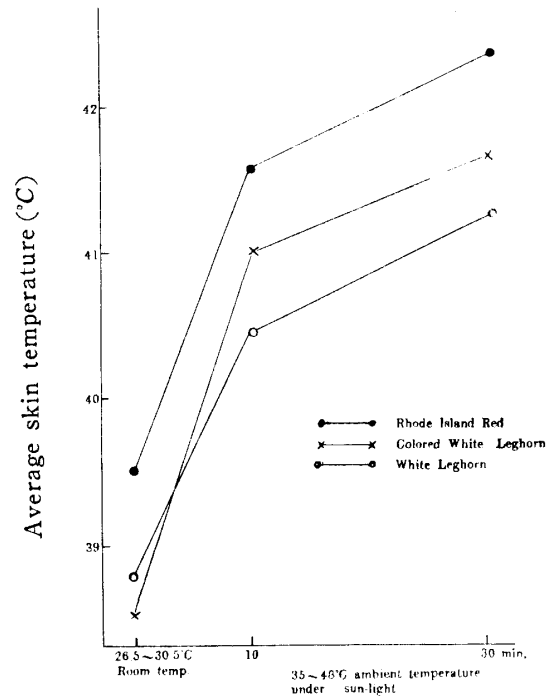


Fig. 2. Changes of the average skin temperature in summer direct sunlight

Table 4. Analysis of variance on the significance of the plumage color in the heat tolerance of the fowl, by changes of the average skin temperature in summer direct sunlight

Factor	Degree of freedom	Sum of squares	Mean square	Variance ratio
M	3	74826.45	24942.15	3.142*
B	2	83011.90	41505.95	5.229**
E	54	428605.30	7937.14	—
T	59	586443.65	—	—

1) **.....Significant at 1% level

*.....Significant at 5% level

2) M.....Time

B.....Breed and plumage color

E.....Error

T.....Total

IV 考 察

平均皮膚温度と環境温度との関係は、本質的には必ずしも一次関数で表現される直線回帰ではなく、あるいはS字状の曲線がより本質的な回帰ではあるまいかと成績において述べた。この点を明らかにするためには、さらに気温段階を小さくとして検討すべきであるが、その根拠は次の通りである。すなわち、体温調節機能としての皮膚温度の意義より考えれば、吉村等 (1950)⁵⁾も報告しているように、快感帯における体温調節は、主として皮膚血管の開閉によつて営まれるために、皮膚温度の変化が特に顕著である。これに対し、気温が上昇又は下降すれば、WINSLOW *et al.* (1938)⁶⁾の

Table 5. Analysis of variance on the comparison of heat tolerance between White Leghorn and Rhode Island Red, by changes of the average skin temperature in summer direct sunlight

Factor	Degree of freedom	Sum of squares	Mean square	Variance ratio
M	2	60461.65	30230.83	6.017**
B	1	25952.22	25952.22	5.165*
E	36	180883.90	5024.55	—
T	39	267297.77	—	—

1) **.....Significant at 1% level

*.....Significant at 5% level

2) M.....Time

B.....Breed

E.....Error

T.....Total

所謂身体冷却域或いは蒸発調節域に入り、体温調節は皮膚温度の変化よりも、代謝の亢進又は低下によつて保持され、また蒸散等の他の因子によつて行われるものである。従つて、5~30°Cの環境温度の内、上下の気温では、皮膚温度の変化は少く、約10~25°Cの気温の範囲で皮膚温度の変化が著しくなり、平均皮膚温度はS字状の曲線を描いて変化するようになるものと思われる。この点に関しては、前報(1956)¹⁾において述べた通りで、WILSON *al et.* (1952)²⁾も同様の成績を得ている。

Table 1 に示したように、気温が低くなると分散は大となる。これは低温期において、末梢部血管収縮による体温調節機転が強くなり働き、個体差が大きく現われるためであろう。

Fig. 1 の白色レグホン種とロードアイランドレッド種の平均皮膚温度の比較を、その回帰直線の方向係数によつて行つてみると、その差は有意ではなく、回帰直線の傾斜に表われた直観的な差を本質的なものと見なすことが出来なかつた。この回帰式の持つ矛盾については、前に述べた通りで、Table 2 の分散分析の結果よりすれば、その品種差は確実なものと思われる。さらに、これと併せて、平均皮膚温度と直腸温との相関係数において、白色レグホン種が、ロードアイランドレッド種より小である事実とより考察すれば、白色レグホン種の耐暑性が強いと言ふことが出来よう。すなわち、各気温を通じて、白色レグホン種の平均皮膚温度が常に低いと言ふ事実は、比較的皮膚温度の低い冠及び肉髯の面積が、ロードアイランドレッド種より広いことによるものであろうが、物理的体温調節機転の一つである平均皮膚温度を上昇することにより、気温との差を大きくして、体熱の放散を計ることを行わなくとも、直腸温を低温に維持出来ることは、白色レグホン種の耐暑性の強いことを物語るものであろう。また、夏の直射日光下における実験においても、白色レグホン種の平均皮膚温度が低く、ここには前報(1956)³⁾に指摘した羽毛色要因も加わつていようであろうが、平均皮膚温度より見た耐暑性の比較において、白色レグホン種がロードアイランドレッド種より強いことは、ほぼ確実であると思われる。

V 摘 要

1) 平均皮膚温度は、気温の上昇に伴い有意に上昇し、気温の5~30°Cを通じて、ロードアイランドレッド種の平均皮膚温度は、白色レグホン種に比較し有意に高い。

2) 平均皮膚温度と直腸温との間の相関係数は、ロードアイランドレッド種が白色レグホン種より有意に大きい。

3) 白色レグホン種は、高温環境において、体温を低く維持出来ることから、ロードアイランドレッド種より耐暑性が強いと見なし得るようである。

文 献

- 1) 岡本正幹・大坪孝雄・小川清彦・増満洲市郎：鹿大農学術報告，5，33 (1956).
- 2) PFLEIDERER, H. & BÜTTNER, K.: *Grundlagen der Hautthermometrie*. (1935).
- 3) 岡本正幹・大坪孝雄・小川清彦・増満洲市郎：日本畜産学会報，27，203 (1956).
- 4) 大坪孝雄：鹿大農学術報告，6，131 (1957).
- 5) 吉村寿人・小石哲夫・小石秀夫：医学と生物学，16，140 (1950).
- 6) WINSLOW, C. -E. A., HERRINGTON, L. P. & GAGGE, A. P.: *Am. J. Physiol.*, 124, 30 (1938).
- 7) WILSON, W. O.: *Poultry Sci.*, 27, 813 (1948).

Résumé

1) The average skin temperature rised significantly according to the rising of ambient temperature, and at all ambient temperatures from 5°C to 30°C, it is estimated that Rhode Island Red has significantly higher average skin temperature than White Leghorn.

2) Correlation coefficient between the average skin temperature and the rectal temperature is significantly larger in Rhode Island Red than in White Leghorn.

3) It will be considered that White Leghorn tolerates heat stress more than Rhode Island Red, on account of the fact that the White Leghorn maintains the body temperature in low level at the higher ambient temperature.