

# 鶏の体表面積に関する研究\*

大坪孝雄

## Studies on the Body Surface Area in the Fowl

Takao OTSUBO

(Laboratory of Zootechnical Science)

### I 緒言

家畜の基礎代謝は、動物の種類、大きさに関係なく、体表面積に比例する傾向があるといわれる。従来、体表面積は代謝試験に当って測定せられたものであるが、著者が本研究を計画したのは、次の理由による。

1. 動物の発散熱量は体表面積に比例するので、鶏の体温生理に関する研究の一環として、品種別に体表面積推定式を求めたいこと。

2. さきに、岡本及び著者等 (1956)<sup>1)</sup> は鶏の皮膚温度に及ぼす気温の影響ならびにその調節機能について報告した。各部位の皮膚温度は、個々の部位の体温調節機能に対する意義を知る上には重要であるが、耐暑性判定の指標としては複雑であつて、全体表面の皮膚温度を一元的に表現する所謂“平均皮膚温度”の算定が望ましい。従つて、PFLEIDERER & BÜTTNER (1935)<sup>2)</sup>その他が、人について求めたように、平均皮膚温度算出のための各部体表面積の按分比率を求めねばならないこと。

従来、鶏の体表面積について研究したものに、RUBNER (1883)<sup>3)</sup>及び未発表としてその総説に引用している HUTCHINSON (1954)<sup>4)</sup>の報告があるが、これ等は両者とも以上の理由から鶏の体表面積を研究したものではない。

著者は、白色レグホン種及びロードアイランドレッド種の品種別に、各部位体表面積の按分比率をも問題として、鶏の体表面積推定式を求めたので報告する。

### II 実験材料及び方法

材料は月令7カ月の白色レグホン種及びロードアイランドレッド種の雄鶏各10羽宛を用いた。体表面積の推定には体重を用い、g単位で測定した。体重を用いた理由は、鶏では体尺測定が他の家畜ほど一般に行われていないためである。

鶏の体表面積は、羽毛を除かねば測定することが出来ない。従つて、屠殺放血後羽毛を抜いて測定を行つた。放血に当つては、頸部を皮膚面より切断すれば、その部の体表面積に誤差を生じ易いので、口中に刀を入れ頸動脈を切断した。また、その際出来るだけ頭部に近く切つて、頸部に腫脹を来さないように注意した。

体表面積の測定は、HOGAN *et al.* (1923)<sup>5)</sup>の方法と、McDOWELL *et al.* (1953)<sup>6)</sup>の方法とを折衷した方法によつた。すなわち、軀幹部は背腹正中線に正確な標識を附し、原則として体表の左半部について測定した。各部位の体表面積の按分比率を求めることをも目的としたので、体を冠、肉髯、頭、頸、軀幹、腿、脛、距及び趾部に分けて測定した。上記各部位中、頸、脛及び趾は、円筒として計

\* 本文の要旨は日本畜産学会報28巻別号の1に掲載。

算して体表面積を求めた。すなわち、3部位ともそれぞれ3箇所の円周を計測し、その平均値に長さを乗じて算出した。趾は4趾のすべてについて測定し、面積を求めて合計した。距は円錐として計算することとし、底面の円周と、斜長を求めて算出した。脛、距及び趾は左脚について測定したので、これ等の値は2倍して、それぞれの部位の体表面積とした。冠及び肉髯は、これを切取つて紙上に描き、さらに可及的整一なトレイシングペーパー上に転写したものを切取つて秤量した後、冠については2倍、肉髯については4倍して、後に述べる方法で面積に換算した。頭、軀幹、翼及び腿部は、その表面に紙を貼りつけて測定することとした。渡辺(1954)<sup>7)</sup>は雁皮紙を用いることが、最も誤差の少ない優れた方法であると述べているので、あらかじめ雁皮紙を5, 10, 15及び20 mmの巾に切断して使用した。貼布した紙は乾燥した後、冠及び肉髯と同様に、トレイシングペーパー上に転写し、切断して秤量した。秤量にはトーションバランスを用い、重量は頭、軀幹及び腿部については2倍、翼部については4倍して面積に換算した。重量を面積に換算するには、一定面積の同質紙を秤量して単位面積当りの重量を求めて行つた。

### III 成 績

1. 各部位体表面積の按分比率及び体表面積/体重の品種差 各部位体表面積の按分比率は、本報の目的の一つである平均皮膚温度算出の基礎として極めて重要である。すなわち、各部位皮膚温度の代表温(平均値)に、皮膚面積の重みをつけることにより、平均皮膚温度を求める手段を提供するものである。このため、品種別に各部位体表面積の測定値及びそれぞれの平均値ならびに全体表面積に対する百分率を求めたものは、Table 1及びTable 2に示す通りである。

Table 1. Data used for development of formula for White Leghorn

| No.       | Live weight (g) | Total surface area (sq.cm) | Partial surface area (sq. cm) |       |       |        |       |       |       |               |
|-----------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------------|
|           |                 |                            | Comb and wattle               | Head  | Neck  | Body   | Wing  | Thigh | Shank | Spur and toes |
| 1         | 1555            | 2160.2                     | 324.8                         | 59.6  | 138.0 | 768.6  | 443.2 | 211.2 | 123.6 | 91.2          |
| 2         | 1725            | 1998.0                     | 196.6                         | 101.2 | 129.2 | 783.0  | 355.2 | 225.6 | 112.4 | 91.8          |
| 3         | 1725            | 1807.2                     | 193.2                         | 63.6  | 129.6 | 601.4  | 367.6 | 224.2 | 125.8 | 101.8         |
| 4         | 1765            | 2133.1                     | 308.4                         | 70.0  | 133.3 | 793.2  | 381.2 | 245.0 | 109.6 | 92.4          |
| 5         | 1800            | 2087.5                     | 252.2                         | 81.0  | 106.1 | 890.6  | 333.2 | 225.6 | 112.8 | 86.0          |
| 6         | 1800            | 2194.8                     | 271.0                         | 66.2  | 124.6 | 795.8  | 466.8 | 263.0 | 114.4 | 93.0          |
| 7         | 1990            | 2035.9                     | 193.0                         | 81.6  | 146.3 | 677.2  | 472.0 | 219.0 | 133.2 | 113.6         |
| 8         | 2000            | 2406.0                     | 278.6                         | 59.6  | 150.2 | 909.2  | 502.8 | 263.2 | 146.4 | 96.0          |
| 9         | 2080            | 2333.6                     | 143.8                         | 114.0 | 143.8 | 873.6  | 508.0 | 292.4 | 144.8 | 113.2         |
| 10        | 2400            | 2615.6                     | 301.4                         | 84.2  | 166.4 | 1008.4 | 474.4 | 296.8 | 154.6 | 129.4         |
| $\bar{x}$ | 1784.0          | 2177.2                     | 246.6                         | 78.1  | 136.8 | 810.1  | 430.4 | 246.6 | 127.8 | 100.8         |
| %         | —               | 100.0                      | 11.3                          | 3.6   | 6.3   | 37.2   | 19.8  | 11.3  | 5.9   | 4.6           |

Table 1及びTable 2によれば、両品種間に最も著しい差の見られるのは、冠及び肉髯部で、白色レグホン種は同月令のロードアイランドレッド種に比較し、平均約4倍の面積を持っている。また翼面積は両品種共約20%であるが、これは夏期高温時における体熱放散を目的とした鶏の開張姿勢は、約20%の体表面積の増加を行い得ることを意味し、厳密に言えば、非開張姿勢時の約25~28%に相当する。

Table 2. Data used for development of formula for Rhode Island Red

| No.       | Live weight (g) | Total surface area (sq.cm) | Partial surface area (sq. cm) |      |       |        |       |       |       |               |
|-----------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|------|-------|--------|-------|-------|-------|---------------|
|           |                 |                            | Comb and wattle               | Head | Neck  | Body   | Wing  | Thigh | Shank | Spur and toes |
| 1         | 1950            | 2220.1                     | 58.3                          | 88.2 | 170.1 | 933.4  | 446.0 | 268.4 | 135.6 | 120.1         |
| 2         | 2025            | 1932.8                     | 60.9                          | 62.8 | 154.0 | 727.8  | 414.4 | 264.4 | 137.4 | 111.1         |
| 3         | 2065            | 2182.8                     | 20.8                          | 76.4 | 187.6 | 825.6  | 448.4 | 356.4 | 149.2 | 117.8         |
| 4         | 2080            | 1888.3                     | 44.1                          | 84.2 | 146.7 | 688.2  | 420.0 | 258.0 | 142.8 | 104.3         |
| 5         | 2250            | 2274.3                     | 63.5                          | 88.8 | 164.4 | 946.8  | 513.2 | 234.0 | 150.8 | 112.8         |
| 6         | 2290            | 2041.7                     | 43.4                          | 75.2 | 154.1 | 716.8  | 521.2 | 285.2 | 131.6 | 114.2         |
| 7         | 2325            | 2340.0                     | 44.7                          | 72.6 | 172.1 | 931.4  | 547.2 | 278.6 | 168.2 | 125.2         |
| 8         | 2570            | 2213.0                     | 121.2                         | 96.0 | 134.3 | 819.2  | 492.2 | 271.0 | 152.0 | 126.9         |
| 9         | 2720            | 2172.2                     | 41.5                          | 89.4 | 192.6 | 829.0  | 440.8 | 289.8 | 167.0 | 122.1         |
| 10        | 2740            | 2463.7                     | 111.5                         | 81.6 | 183.9 | 1028.6 | 469.2 | 302.2 | 160.0 | 126.9         |
| $\bar{x}$ | 2310.5          | 2172.9                     | 61.0                          | 81.5 | 166.0 | 844.7  | 471.3 | 280.8 | 149.5 | 118.1         |
| %         | —               | 100.0                      | 2.8                           | 3.8  | 7.6   | 38.9   | 21.7  | 12.9  | 6.9   | 5.4           |

次に、両品種につき、体表面積/体重を求めれば、白色レグホン種  $1.162 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、ロードアイランドレッド種  $0.953 \text{ cm}^2/\text{g}$  であつて、この平均値の差は1%の危険率で有意である。白色レグホン種の体表面積/体重が有意に広いことの理由として、前に述べた冠及び肉髯部の面積の広いことが挙げられる。そこで、冠及び肉髯部の面積を除いて体表面積/体重を求めると、白色レグホン種  $1.029 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、ロードアイランドレッド種  $0.926 \text{ cm}^2/\text{g}$  となり、この平均値の差も5%の危険率で有意である。この際、厳密には冠及び肉髯の重量を除いた体重について、体表面積/体重を求めべきであるから、重い冠及び肉髯を持つ白色レグホン種の体表面積/体重は、さらに大きい値となるので、この差は一層著しくなる。以上の関係は次に述べる体表面積推定式にも明瞭に示される。

2. 品種別の体表面積推定式 本報においては、体表面積推定式として、体表面積—体重回帰式を取扱つた。その理由は実験方法において述べた。推定式の決定方法は次に示す通りである。ここに、体重を  $W(\text{g})$ 、体表面積を  $A(\text{cm}^2)$  で示すこととした。

A. 白色レグホン種の体表面積—体重回帰式 一般式を  $A = KW^b$  とする。但し、 $K, b$  は常数である。両辺の対数をとる、

$$\log A = \log K + b \log W$$

$$\log A = Y, \log W = X, \log K = a \text{ とすれば,}$$

$$Y = a + b X$$

Table 1 より、 $W, A$  を代入して、それぞれ  $X, Y$  を求め、その合計を  $S$  で示すと、

$$SX = 32.72074, \quad SY = 33.35777$$

$$\bar{x} = SX/n = 3.272074$$

$$\bar{y} = SY/n = 3.335777$$

ここに、 $\bar{x}, \bar{y}$  はそれぞれ  $X, Y$  の平均値、 $n$  は例数を示す。次に、偏差の平方和及び積和を作り、それぞれ  $Sx^2, Sy^2, Sxy$  で表わす。

$$Sx^2 = 0.025516$$

$$Sy^2 = 0.018342$$

$$Sxy = 0.017048$$

これらの値より,  $a, b$  は次のようにして求められる.

$$b = S_{xy}/S_x^2 = 0.668$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 1.15003$$

よつて,  $Y = 1.15003 + 0.668X$

すなわち,  $\log A = 1.15003 + 0.67 \log W$

または,  $A = 14.13 W^{0.67}$

この回帰の有意性を検定するため, 分散分析を行つた結果は, Table 3 に示す通りであつて, 本回帰は 1% 水準で有意である.

Table 3. Analysis of variance of regression

A) White Leghorn

| Factor     | Degree of freedom | Sum of squares | Mean square | Variance ratio |
|------------|-------------------|----------------|-------------|----------------|
| Regression | 1                 | 0.011390       | 0.011390    | 13.11**        |
| Deviation  | 8                 | 0.006952       | 0.000869    |                |

\*\* Significant at 1% level

B) Rhode Island Red

| Factor     | Degree of freedom | Sum of squares | Mean square | Variance ratio |
|------------|-------------------|----------------|-------------|----------------|
| Regression | 1                 | 0.004961       | 0.004961    | 5.99*          |
| Deviation  | 8                 | 0.006625       | 0.000828    |                |

\* Significant at 5% level

**B. ロードアイランドレッド種の体表面積—体重回帰式** 白色レグホン種と同様にして, 回帰式を求めれば次の通りである.

$$\bar{y} = 3.335718$$

$$\bar{x} = 3.359012$$

$$S_x^2 = 0.025749$$

$$S_y^2 = 0.011586$$

$$S_{xy} = 0.011302$$

従つて,  $b = 0.439$

$$a = 1.86111$$

よつて,  $Y = 1.86111 + 0.439 X$

すなわち,  $\log A = 1.86111 + 0.44 \log W$

または,  $A = 72.63 W^{0.44}$

この回帰式の有意性を検定するため, 分散分析を行つた結果は, Table 3 に示す通りであつて, 本回帰は 5% 水準で有意である.

かくして得られた白色レグホン種及びロードアイランドレッド種の体表面積推定式を表示すれば, Table 4 の通りである.

Table 4. The formula for calculating the body surface area of the fowl

| Breed            | Formula              |
|------------------|----------------------|
| White Leghorn    | $A = 14.13 W^{0.67}$ |
| Rhode Island Red | $A = 72.63 W^{0.44}$ |

A: Surface area (sq. cm)

W: Live weight (g)

Table 5. Surface area as measured and as calculated for the fowl

| No. | White Leghorn                           |                            |              | Rhode Island Red                        |                            |              |
|-----|---|----------------------------|--------------|---|----------------------------|--------------|
|     | Surface area<br>as measured<br>(sq. cm) | Surface area as calculated |              | Surface area<br>as measured<br>(sq. cm) | Surface area as calculated |              |
|     |   | Area<br>(sq. cm)           | Error<br>(%) |   | Area<br>(sq. cm)           | Error<br>(%) |
| 1   | 2160.2                                  | 1914.7                     | 11.4         | 2220.1                                  | 2020.4                     | 9.0          |
| 2   | 1998.0                                  | 2052.1                     | 2.7          | 1932.8                                  | 2044.2                     | 5.8          |
| 3   | 1807.2                                  | 2052.1                     | 13.6         | 2182.8                                  | 2071.9                     | 5.1          |
| 4   | 2133.1                                  | 2083.8                     | 2.3          | 1888.3                                  | 2078.5                     | 10.1         |
| 5   | 2087.5                                  | 2111.3                     | 1.1          | 2274.3                                  | 2151.4                     | 5.4          |
| 6   | 2194.8                                  | 2111.3                     | 3.8          | 2041.7                                  | 2168.1                     | 6.2          |
| 7   | 2035.9                                  | 2257.7                     | 10.9         | 2340.0                                  | 2182.6                     | 6.7          |
| 8   | 2406.0                                  | 2265.3                     | 5.8          | 2213.0                                  | 2280.7                     | 3.1          |
| 9   | 2333.6                                  | 2325.4                     | 0.4          | 2172.2                                  | 2338.3                     | 7.6          |
| 10  | 2615.6                                  | 2558.6                     | 2.2          | 2463.7                                  | 2345.8                     | 4.8          |

つづいて、この体表面積推定式の適合度を求めると、Table 5 の通りであつて、白色レグホン種において平均 5.4%，ロードアイランドレッド種において平均 6.4% の誤差を生じた。

#### IV 考 察

従来ヒトについては、すでに平均皮膚温度を求めることが、PFLEIDERER & BÜTTNER (1935)<sup>2)</sup>その他によつて行われて来たが、家畜におけるこの種の研究は殆んど見受けられない。皮膚温度は、耐暑性判定の重要な指標であるので、これを一元化した平均皮膚温度は、今後充分に利用されるであろう。本報において、品種別に各部位体表面積の按分比率を求めた成績は、その手段を提供するものである。平均皮膚温度による耐暑性の比較については、別報において報告する計画である。この按分比率につきさらに興味ある点は、次の 2 点である。すなわち、第一に冠及び肉髯の面積は、白レグホン種が平均 11.3% であるに対し、ロードアイランドレッド種はわずかに平均 2.8% であることで、岡本及び著者等 (1956)<sup>1)</sup>がさきに報告したように、これ等の部位は体温生理上重要な意義を持つていたので、冠及び肉髯の面積の体熱放散機構に対する意義に関しては、さらに検討すべき興味ある問題である。第二は翼面積と夏の開張姿勢との関係である。鶏が高温環境において、体熱放散を目的とした翼の開張姿勢をとることは、しばしば見受けられることであつて、HUTCHINSON (1954)<sup>3)</sup>も綜説において詳細に説明している。これは既に良く知られた事であるが、この際、翼面積に相当する部分、即ち非開張姿勢時の約 25~28% に相当する体表面積を増加することは、驚ろくべき比率である。

体表面積推定式については、HUTCHINSON (1954)<sup>1)</sup>が、その綜説に未発表の成績として、鶏の体表面積推定式を、 $A (cm^2) = 10 \times W^{2/3} (g)$  と示している。本報の白色レグホン種の推定式にはかなり近いが、ロードアイランドレッド種の推定式とは相当の開きがある。HUTCHINSON の成績は、未発表で詳細を知り得ないため、十分に比較検討を行えないのは遺憾である。

#### V 摘 要

1) 鶏の全体表面積及び体各部位の体表面積を測定し、2 箇の体表面積推定式を求めた。すなわ

ち、白色レグホン種に対しては、 $A=14.13 W^{0.67}$ 、ロードアイランドレッド種に対しては、 $A=72.63 W^{0.44}$ である。但し、 $A$ は体表面積( $cm^2$ )、 $W$ は体重( $g$ )である。

2) 体各部位の体表面積の按分比率を求めた。この値は平均皮膚温度を算出するために有用である。結果は Table 1～2 に示す通りである。

3) 白色レグホン種の体表面積/体重( $1.029 cm^2/g$ )は、ロードアイランドレッド種のそれ( $0.926 cm^2/g$ )より大きく、その差は有意である。

4) 高温時において、鶏は翼を開張して、翼に覆われた体表面より、体熱を放散しようとする。その際、鶏は体表面積を約25～28%増加する。

終りに臨み、御懇切な御助言を賜わり、校閲の労をとられた九州大学農学部岡本正幹教授ならびに御指導頂いた西山久吉教授に深く謝意を表す。また、測定に当り協力された増満洲市郎氏に厚く感謝する。

## 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. & K. BUTTUER: *Grundlagen der Hautthermometrie* (1935).
- 3) RUBNER, M: *Z. f. Biol.*, 19, 535(1883). HOGAN, A. G. & C. I. SKOUBY: *J. Agr. Res.*, 25, 419 (1923)より引用.
- 4) HUTCHINSON, J. C. D.: *Progress in the Physiology of Farm Animal, Edited by J. HAMMOND*, 1, 318 (1954).
- 5) HOGAN, A. G. & C. I. SKOUBY: *J. Agr. Res.*, 25, 419(1923).
- 6) McDOWELL, R. E., D. H. K. LEE, & M. H. FOHRMAN: *J. Anim. Sci.*, 12, 747 (1953).
- 7) 渡辺 孟：長崎県総合公衆衛生学雑誌，3, 73. (1954).
- 8) HUTCHINSON, J. C. D.: *Progress in the Physiology of Farm Animal, Edited by J. HAMMOND*, 1, 323～325 (1954).†

## R é s u m é

1) The surface areas of total and different parts of the body were measured and two formulae estimating the body surface area were made;  $A=14.13 W^{0.67}$  for White Leghorn and  $A=72.63 W^{0.44}$  for Rhode Island Red.  $A$  is the surface area in square centimeters and  $W$  is the body weight in grams.

2) Percentage of the surface area of different parts of the body was calculated. This is useful for calculation of the average skin temperature. The results were summarized in table 1～2.

3) Average proportional surface area of the White Leghorn cock ( $1.029 cm^2/g$ ) was larger than that of the Rhode Island Red cock ( $0.926 cm^2/g$ ) and the difference was statistically significant.

4) The fowl, standing in a hot climate, holds its wings separated from its body, so that air may circulate past the insulated undersurface. In this condition, the fowl may increase its surface area about 25～28 per cent.