

## 褐色卵産卵鶏における画像解析による肉斑の評価

奥村友美<sup>1,2</sup>・宇野 覚<sup>1</sup>・樫 孝英<sup>1</sup>・田村勝視<sup>1</sup>・榊原豊一<sup>1</sup>・  
宮田 透<sup>1</sup>・上本吉伸<sup>2</sup>・小林栄治<sup>2</sup>・谷口 慎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>家畜改良センター岡崎牧場, 愛知県岡崎市大柳町字栗沢 1 444-3161

<sup>2</sup>家畜改良センター, 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字小田倉原 1 961-8511

<sup>3</sup>農林水産省, 東京都千代田区霞が関 1-2-1 100-8950

肉斑とは鶏卵内に見られる卵内異物であるが, その測定方法は, 主に出現頻度が用いられており, 客観的かつ量的に肉斑を把握する評価法が確立されていない。また, 肉斑は, 白色卵よりも褐色卵の中に多くみられるが, 褐色卵を生産する品種間の差については, これまでほとんど報告がなかった。本研究では, 褐色卵を生産する3品種(ロードアイランドレッド, 白色プリマスロックおよび横斑プリマスロック)の肉斑形質として, 出現頻度だけでなく, 画像解析により肉斑の大きさ(平均ピクセル数)を数値化する方法を試みた。また, 得られた画像から, 肉斑出現頻度と平均肉斑ピクセル数を調査し, 更に肉斑の出現頻度と大きさとの関連性について, それぞれ品種間での差異を比較・検討した。使用した個体は, 各品種で28羽とした。測定は, 214日齢から30日間に産卵した全ての卵を割卵し, デジタルカメラにより撮影した後, 肉斑出現頻度および平均肉斑ピクセル数を算出した。品種間の比較では, 産卵率について有意差は見られなかったが, 肉斑出現頻度および平均肉斑ピクセル数で品種間に有意差がみられた。特に, 横斑プリマスロックは, 他の2品種と比較して, 肉斑出現頻度(39.6%)が有意に高く, また, 平均肉斑ピクセル数(110.8ピクセル)も有意に高い値を示した。次に, 産卵率, 肉斑出現頻度および平均肉斑ピクセル数の間の相関関係を検討したところ, 肉斑出現頻度と平均肉斑ピクセル数との間に3品種とも高い正の相関(0.648~0.717)が認められた。これらのことから, 画像解析により得られた平均肉斑ピクセル数は, 肉斑形質を評価する一つの指標となりうること, また, 褐色卵を生産する鶏品種間で, 肉斑形質に明らかな違いがあることが示唆された。

キーワード: 褐色卵を生産する鶏品種, ニワトリ, 肉斑形質, 画像解析, ピクセル数

### 緒 言

肉斑とは, 鶏卵中に時々見られる褐色を呈する肉片様の塊で, 卵内異物として知られている。肉斑自体は, 食しても問題はないが, 日本における鶏卵の取引規格では食用不適として級外卵となることもある上, 生食文化のある日本の消費者からは敬遠される傾向がある。このようなことから, 肉斑は鶏卵の食品価値を左右する重要な要素の一つとなっている(佐伯ら, 1968)。

これまで肉斑形質に関する育種改良では, 肉斑の有無を数日間隔にわたり調べ, そこから算出される出現頻度が指標として用いられてきた(Jeffrey, 1945; Campo and García, 1998)。また, 野田ら(2007)は, 目視により測定した肉斑の大きさを選抜の指標として用いることによって, 数世代で肉斑の大きさを減少させることに成功している。しかし, 近年では, デジタルカメラの普及や

画像解析処理手法の進展によって, 肉斑の大きさをより客観的に数値化することが可能となってきた。

また, 近年, 特殊卵として付加価値を付けた卵の生産が増加している(奥村, 2002)。中でも特殊卵として市場で求められているものは褐色卵が多く, その生産量は増加傾向にある。一般に, 肉斑の出現頻度は, 白色卵で少なく, 褐色卵で多く見られる(Jeffrey, 1945; Coutts and Wilson, 1990)。Jeffrey(1945)は, 白色レグホン, ロードアイランドレッドおよび横斑プリマスロックを用いた調査で, 鶏卵内の肉斑出現率が白色レグホンで0.1%, ロードアイランドレッドで23.7%, 横斑プリマスロックで36.2%と, 白色卵を生産する鶏と褐色卵を生産する鶏との間で肉斑の出現頻度に大きな差が見られたと報告した。今後, 消費者が求める褐色卵を供給していくためには, 褐色卵を生産する鶏品種間における肉斑出現頻度の差を把握し, 肉斑発生の低減に取り組んでいく必要がある。

そこで本研究では, 肉斑の大きさを客観的に数値化するため, デジタルカメラで撮影した写真の画像解析を試みた。更に, この方法を用いて, ロードアイランドレッド, 白色プリマスロックおよび横斑プリマスロックの3品種について, 肉斑の出現頻度と大きさを調査し, これら肉斑形質の関連性を品種間で比較・検討した。

2010年3月3日受付, 2010年10月28日受理

連絡者: 奥村友美

〒961-8511 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字小田倉原 1

独立行政法人家畜改良センター

Tel: 0248-25-2243

Fax: 0248-25-2243

E-mail: y0okumur@nlbc.go.jp

## 材料と方法

### 1. 供試鶏

(独)家畜改良センター岡崎牧場で飼養しているロードアイランドレッド、白色プリマスロックおよび横斑プリマスロックの3品種について、各28羽を供試した。このとき、家系の偏りを避けるため、父方半きょうだいの雌は3羽以内とし、それぞれ10家系から種卵を採取した。測定時に日齢の差を生じさせないため、ふ化年月日はすべて2007年2月15日とした。

### 2. 飼養管理

供試鶏は餌付けから13週齢まではバタリー育雛器(間口100cm×奥行60cm×高さ36cm)で育雛し、18羽ずつ収容して育成した。13週齢時にブラックアウト方式の成鶏舎に移動し、成鶏用ケージ(間口24.1cm×奥行39.0cm×高さ41.9cm)に1羽ずつ収容した。飼料は、幼雛にはCP20~22%、ME2,900~2,980kcal、中雛にはCP17~18%、ME2,800~2,850kcal、大雛にはCP14~15%、ME2,750~2,850kcal、産卵期はCP17%(夏季18%)、ME2,830kcal(夏季2,850kcal)とした。給餌は不断給餌とし、飲水は自由摂取とした。

### 3. 試験方法

測定期間は、2007年9月17日から10月16日の30日間とした(214日齢から243日齢)。産卵率は、試験期間中に放卵された全ての卵を集卵し、個体ごとに算出した(産卵率%)=(全産卵数/試験期間30日)×100。得られた卵は、個体毎にガラスのシャーレ内に割卵し、肉斑が撮影できるように調整しつつ、デジタルカメラ(EOS Kiss X:株式会社 キヤノン、東京都)により一定の距離(30cm)から撮影した。得られた画像から、肉斑の有無を判定し、試験期間中の肉斑出現頻度を算出した(肉斑出現頻度%)=(肉斑が見られた卵数/産卵個数)×100。なお、卵内に見られる異物のうち、明らかに鮮血と分かるものは血斑と判定し、それ以外を肉斑とした。

### 4. 画像処理方法

撮影したデジタル画像は、肉斑のピクセル数(画素数)をカウントするため、jpegファイルを横800ピクセル×縦600ピクセル、解像度96dpiのbmpファイルに変換した。ピクセル数の算出にあたって、肉斑の色の影響を避けるため、ペイントソフトPixia ver.

4.3e(株式会社 マイアルバム、東京都)を用いて、肉斑それぞれを同一色で着色した(図1)。このようにして着色した肉斑からピクセル数を算出し、試験期間における個体ごとの平均肉斑ピクセル数を求めた。

### 5. 統計解析

産卵数、肉斑出現卵数、産卵率、肉斑出現頻度および平均肉斑ピクセル数について、品種ごとに基本統計量を求めた。品種間差の検討には、品種を母数効果とする一元配置分散分析を行い、品種の効果については、Tukeyの多重比較検定により比較した。また、形質間の関係を見るため、品種ごとに産卵率、肉斑出現頻度および平均肉斑ピクセル数の相関係数を算出し、相関係数の有意性検定を行った。すべての検定はRソフトウェア(<http://www.r-project.org>; Ihaka and Gentleman, 1996)により行った。

## 結果および考察

肉斑形質については、これまでに適切な測定方法が確立されておらず、容易に測定できる出現頻度が指標として用いられてきた(Jeffrey, 1945; Campo and García, 1998)。その一方で、Dunnington and Siegel (1985)は、肉斑を大きさでスコア化した指標により判定しており、野田ら(2007)は肉斑面積を目視で測定し、数値化して評価した。しかしながら、これらの手法では、その判定で個人差や誤差が入り込む恐れがあり、適切な評価のためには、より客観的な方法が必要であった。そこで本研究では、肉斑を客観的に捉えるため、デジタルカメラを用いて撮影した写真の画像解析を試み、これにより肉斑の出現頻度と大きさを調査し、またそれらの関連性について、品種間の差を検討した。

表1に全産卵数、肉斑出現卵数、産卵率、肉斑出現頻度および平均肉斑ピクセル数の基本統計量を品種ごとに示した。また、産卵率、肉斑出現頻度および平均肉斑ピクセル数に対する品種の影響について、分散分析の結果を示した。これより、標準偏差については、どの品種においても平均値に対して、産卵率では値が小さく、肉斑形質で大きくなり、肉斑形質のパラツキが大きいものと考えられた。また、産卵率については品種間で有意差は見られなかったが、横斑プリマスロック(86.2%)がロードアイランドレッド(90.8%)や白色プリマスロック(91.1%)と比較して劣る傾向であった。一方、肉斑出現頻度および平均肉斑ピクセル数に

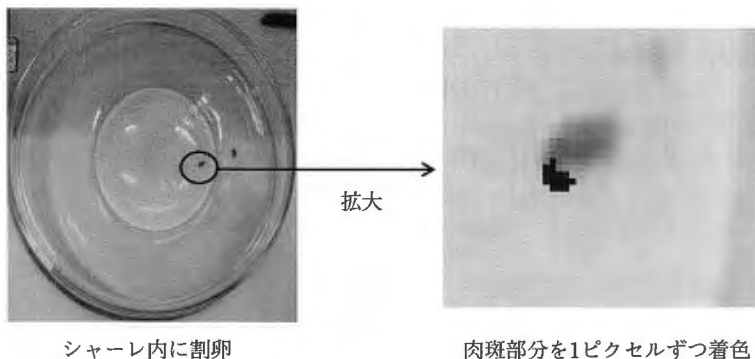


図1. 肉斑の画像解析

## 奥村ら：画像解析を用いた肉斑の評価

表 1. 3 品種における産卵数, 肉斑出現卵数, 産卵率, 肉斑出現頻度および平均肉斑ピクセル数

品種	形質	個体数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
ロードア	産卵数 (個)	28	27.4	5.1	4.0	30.0
イランド	肉斑出現卵数 (個)	28	3.2	4.1	0.0	14.0
レッド	産卵率 (%)	28	90.8	17.1	13.3	100.0
	肉斑出現頻度 (%)	28	11.8 <sup>b</sup>	16.1	0.0	57.9
	平均肉斑ピクセル数 (ピクセル)	28	37.0 <sup>b</sup>	39.5	0.0	154.0
白色	産卵数 (個)	28	27.3	3.0	18.0	30.0
プリマス	肉斑出現卵数 (個)	28	2.0	2.8	0.0	12.0
ロック	産卵率 (%)	28	91.1	9.9	60.0	100.0
	肉斑出現頻度 (%)	28	7.0 <sup>b</sup>	9.5	0.0	40.0
	平均肉斑ピクセル数 (ピクセル)	28	28.4 <sup>b</sup>	31.0	0.0	100.5
横斑	産卵数 (個)	28	25.9	2.2	22.0	30.0
プリマス	肉斑出現卵数 (個)	28	10.3	7.6	1.0	28.0
ロック	産卵率 (%)	28	86.2	7.4	73.3	100.0
	肉斑出現頻度 (%)	28	39.6 <sup>a</sup>	28.9	4.2	100.0
	平均肉斑ピクセル数 (ピクセル)	28	110.8 <sup>a</sup>	72.2	23.0	331.3

<sup>ab</sup>: 同一形質の異符号間で有意差有り ( $P < 0.01$ )

表 2. 各品種における形質間の相関係数

品種	形質	肉斑出現頻度	平均肉斑ピクセル数
ロードアイランドレッド	産卵率 (%)	-0.060	0.060
	肉斑出現頻度 (%)		0.656**
白色プリマスロック	産卵率 (%)	0.459*	0.460*
	肉斑出現頻度 (%)		0.717**
横斑プリマスロック	産卵率 (%)	0.036	0.014
	肉斑出現頻度 (%)		0.648**

\*\* :  $P < 0.01$ , \* :  $P < 0.05$

については品種間で有意差が見られ、横斑プリマスロックは、他の 2 品種と比較して、肉斑出現頻度 (39.6%) が有意に高く、平均肉斑ピクセル数 (110.8 ピクセル) も有意に高い値を示した。このことから、褐色卵を生産する鶏品種間で肉斑形質に差があること、また、供試鶏の 3 品種のうち、横斑プリマスロックの肉斑出現頻度は、ロードアイランドレッドおよび白色プリマスロックと比較して高いことが分かった。Jeffrey (1945) の報告でも本研究と同様に、横斑プリマスロックの肉斑出現率がロードアイランドレッドよりも高い値であったことから、褐色卵を生産する鶏品種の違いによって、肉斑出現頻度や平均肉斑ピクセル数の肉斑形質に差異がある可能性が示唆された。これまで、肉斑の出現頻度は、白色卵鶏よりも褐色卵鶏の方が高く、鶏種によって出現率に差があるという報告はあるが (Jeffrey, 1945; Coutts and Wilson, 1990; Campo and García, 1998)、褐色卵鶏間における出現率の比較については報告がほとんどなかった。また、本研究のように 30 日間に及ぶ測定によって得られた詳細なデータを検討した報告はこれまでにない。そのため、本研究で得られた知見は、褐色卵を生産する鶏品種間で見られる肉斑形質の違いを示した有用な情報とい

える。

各品種における産卵率、肉斑出現頻度および平均肉斑ピクセル数の間の相関係数を表 2 に、肉斑出現頻度と平均肉斑ピクセル数の散布図を図 2 に示した。ロードアイランドレッドおよび横斑プリマスロックでは、各形質間の相関係数が同程度の値となった。これら 2 品種の産卵率と肉斑出現頻度および産卵率と平均肉斑ピクセル数の相関係数は、それぞれ 0.1 以下であった。一方、白色プリマスロックでは産卵率と肉斑形質との間に中程度の相関 (0.459~0.460) が認められた。これらのことから、産卵率と肉斑形質の関係性は、品種ごとに違う可能性が示唆された。また、肉斑出現頻度と平均肉斑ピクセル数の関係は、3 品種ともに高い正の相関 (0.648~0.717) を示した。

肉斑は 1940 年代から研究がなされてきているが (Nalbandov and Card, 1944; Jeffrey, 1945)、その生成過程にはいまだ不明な点が多く (Campo and García, 1998)、栄養面から肉斑の出現頻度を減少出来た報告もあるが (コーキン化学株式会社, 2003)、周期的な低減方法は見つかっていない。また、肉斑の出現頻度は、白色卵で少なく褐色卵で多く見られること (Jeffrey, 1945; Coutts

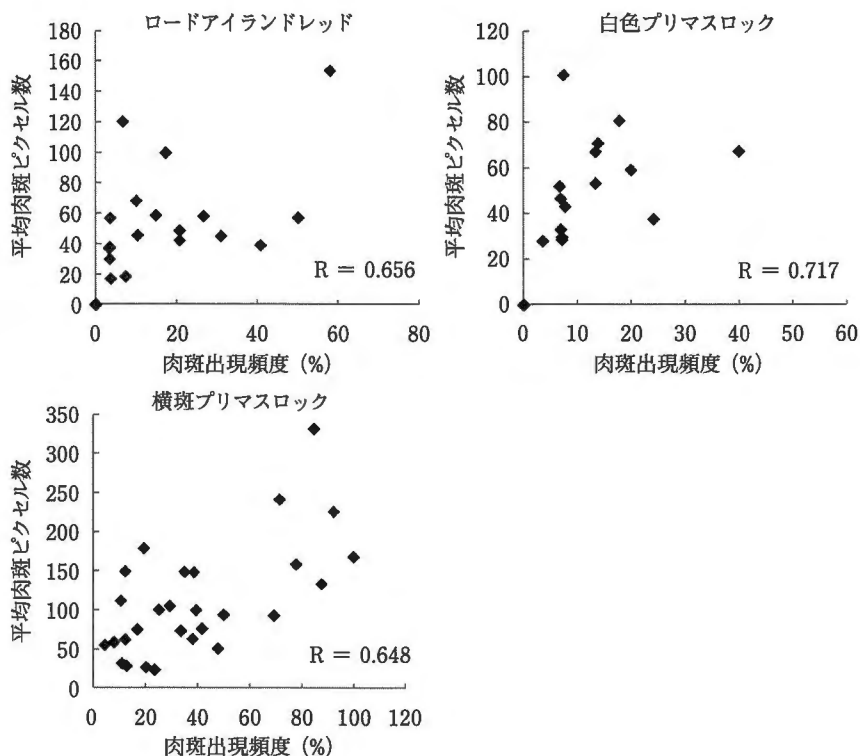


図 2. 肉斑出現頻度と平均肉斑ピクセル数の散布図

and Wilson, 1990; Campo and García, 1998) や、本研究においても褐色卵を生産する鶏品種間で差がみられたことから、その影響には遺伝的な要因が大きく関わっていると考えられる。しかしながら、遺伝的パラメータなどの統計遺伝学的手法による評価についてほとんど報告がなく、野田ら (2007) が名古屋種において肉斑の大きさの遺伝率を 0.00 から 0.13 と推定しているのみである。このように、肉斑に関する報告が少ないのは、これまで肉斑形質を客観的に測定出来る有効な方法がなかったことが一因として考えられる。このため、より客観的に肉斑を測定し、肉斑の発生機序やその要因を解明するとともに、より正確な遺伝的パラメータの推定を行うことによって、肉斑形質の育種改良を進めていく必要がある。

本研究では、褐色卵を生産する鶏 3 品種を用いて、肉斑形質である肉斑出現頻度と、平均肉斑ピクセル数をデジタル画像から求め、品種間差とその関連性について調査した。写真画像から算出された平均ピクセル数を用いたことで、本研究では、より正確に肉斑を評価でき、産卵率や肉斑出現頻度との関連性について、詳細な検討が可能となった。調査の結果、肉斑出現頻度と平均肉斑ピクセル数の相関係数が、3 品種ともに高い値を示したことから、画像解析を用いて数値化した平均肉斑ピクセル数は、量的形質として肉斑を客観的に評価する一つの指標として有効であると示唆された。更に、肉斑出現頻度と平均肉斑ピクセル数で品種間に有意差が見られたことから、褐色卵を生産する鶏品種間においても肉斑形質に違いがあることが示唆された。

## 引用文献

- Campo JL and García Gil M. Internal inclusions in brown eggs : relationships with fearfulness and stress. *Poultry Science*, 77 : 1743-1747. 1998.
- Coutts JA and Wilson GC. Egg quality hand book. pp. 29. The state of Queensland, Department of Primary Industries. 1990.
- Dunnington EA and Siegel PB. Long-term selection for 8-week body weight in chickens-direct and correlated responses. *Theoretical and Applied Genetics*, 71 : 305-313. 1985.
- Ihaka R and Gentleman R. R : a language for data analysis and graphics. *Journal of computational and graphical statistics*, 5 : 299-314. 1996.
- Jeffrey FP. Blood and meat spots in chicken eggs. *Poultry Science*, 24 : 363-374. 1945.
- コーキン化学株式会社. オレガノエキスによる卵の肉斑・血斑発生 の低減効果について. *日本家禽学会誌*, 40 : J186-J187. 2003.
- Nalbandov AV and Card LE. The problem of blood clots and meat spots in chicken eggs. *Poultry Science*, 23 : 170-180. 1944.
- 野田賢治・中村明弘・木野勝敏・加藤泰之. 名古屋種における肉斑の遺伝的改良. *日本家禽学会誌*, 44 : J17-J22. 2007.
- 奥村純市. 特殊卵の開発の現状と問題点. *日本家禽学会誌*, 39 : J 63-J66. 2002.
- 佐伯祐式・秋田富士・千葉 博・斉藤平三郎. 卵重と各種卵質およびそれら形質間の相関. *日本家禽学会誌*, 5 : J231-J237. 1968.

## Evaluation of Meat Spot Traits by Picture Image Analysis of the Eggs of Three Chicken Breeds Producing Eggs with Brown Eggshells

Yumi Okumura<sup>1,2</sup>, Satoru Uno<sup>1</sup>, Takahide Kashi<sup>1</sup>, Katsushi Tamura<sup>1</sup>, Toyokazu Sakakibara<sup>1</sup>, Toru Miyata<sup>1</sup>, Yoshinobu Uemoto<sup>2</sup>, Eiji Kobayashi<sup>2</sup> and Shin Taniguchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> National Livestock Breeding Center of Okazaki Station, Okazaki, Aichi, 444-3161

<sup>2</sup> National Livestock Breeding Center, Nishigo, Fukushima 961-8511

<sup>3</sup> Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1-2-1, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8950

Eggs with internal inclusions such as blood and meat spots are not suitable for sale. Evaluation of meat spots is primarily performed by measuring their frequency of occurrence. However, another approach is required to precisely evaluate meat spots. It has been reported that eggs with a brown eggshell usually have a higher incidence of meat spots than those with white eggshells; however, the study almost never have reported the differences in meat spot traits among eggs of various chicken breeds that produce eggs with brown eggshells. Therefore, the objective of this study was to evaluate the size of meat spots by performing picture image analysis using a digital camera on the eggs of three chicken breeds producing eggs with brown eggshells (Rhode Island Red, RIR; White Plymouth Rock, WPR; and Barred Plymouth Rock, BPR). Eighty-four samples (28 samples in each breed) were studied. Eggs were sampled from 214 to 243 days of age, and the egg production ratio was calculated for this period. Two traits of meat spots in eggs—the frequency (percentage) and the size (pixels)—were measured by picture image analysis using a digital camera.

Differences were detected among the eggs of the 3 breeds in the frequency and size of meat spots. In particular, the frequency and size of meat spots were higher in BPR eggs (39.6 percent and 110.8 pixels, respectively) than in WPR and RIR eggs. In addition, highly positive correlations between the frequency and the size of meat spots were detected in eggs from all breeds (from 0.648 to 0.717).

These results indicated that meat spot traits in eggs were different among different chicken breeds producing eggs with brown eggshells and that the size of meat spots evaluated by picture image analysis may be effectively represented as a meat spot trait.

*(Japanese Journal of Poultry Science, 48 : J1-J5, 2011)*

**Key words** : brown egg breed, chicken, meat spot trait, picture image analysis, pixel