

鶏の卵殻色に関する研究(8)

誌名	畜産の研究 = Animal-husbandry
ISSN	00093874
巻/号	691
掲載ページ	p. 45-51
発行年月	2015年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



鶏の卵殻色に関する研究(8)

可視光線の連続照射がシェルカラーファン値7あるいは8の褐色卵の卵殻色に及ぼす影響について

対馬宣道¹・今田健斗¹・園田哲也¹・田島美和¹・
松岡大地¹・大森 聖¹・向後克哉²・坂本 誠³・
太田能之¹・吉田 達行¹・中尾暢宏¹・田中 実¹

1. はじめに

前報⁹⁾では、シェルカラーファン(Shell color fan, 略号 SCF) 値が最も高い数値 10 の褐色卵のみを供試し、可視光線の連続照射が、卵殻色に及ぼす影響について検討した。その結果、可視光線の照射により褐色卵の卵殻色の濃淡を示す指標である SCF 値は、経時的に若干低下し、照射 96 時間では対照区と比べ有意な差はなかったが ($p = 0.087$)、出現頻度 40% で SCF 値 9 の鶏卵の出現を見た。一方、褐色卵の卵殻色の原因物質であるプロトポルフィリン量の経時的推移を見てみると、卵殻 1 g あたりの色素量は、24~96 時間の可視光線の照射時間において顕著に減少していた。可視光線の照射区に見られた卵殻プロトポルフィリン量の減少割合は、いずれの照射時間においても対照区の 86~91% であった(対照区に比べ、すべて $p < 0.05$)⁹⁾。これらの褐色卵における卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量に見られた経時的な減少割合は、紫外線 C 波のそれに匹敵していた⁸⁾。

褐色卵の生産現場において、開放鶏舎の日当たりの良い場所(ケージ列)の褐色卵は、卵殻色が薄くなる傾向があると言われている。こうした養鶏場等における経験則を裏付ける確かなデータや文献は、現在までのところ少ないように思われる¹⁾。しかしながら、最近のわれわれの実験結果⁹⁾から判断すると、太陽光と褐色卵の退色との関係は、単なる経験則として無視は出来ないように思われた。すなわち、

可視光線の照射区に見られた卵殻プロトポルフィリン量の経時的な変化は、とくに照射開始から 24 時間までの減少が著しかったからである。この 24 時間とは、養鶏場の開放鶏舎内で産卵が行われ、褐色卵が集卵されたあと、集卵所あるいは GP センターにおいて検卵や洗卵、卵重にもとづいて規格分け等の作業^{2, 6)}が行われる時間帯であり、この間、褐色卵はつねに太陽光や蛍光灯等の光源による可視光線の照射に曝されているのである。

一般に、A 卵として市場に流通するのは、SCF 値が 7 以上の卵殻色が濃い褐色卵であり、SCF 値が 6 以下の色が薄い卵になると規格外(B 卵)として加工(液卵)に回ってしまう可能性が出てくる⁷⁾。したがって、褐色卵が A 卵として市場に流通するか、あるいは B 卵として加工に回るかは、養鶏農家にとっては大きな経済問題である。そこで、本研究では、SCF 値が 7 と判断された、いわゆる A 卵と B 卵との境目にある褐色卵を供試して、可視光線の連続照射が、ボリス・ブラウン産卵鶏の鶏卵の SCF 値、分光測色計による L*値、a*値と b*値、ならびに卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量に及ぼす影響について検討した。

2. 材料および方法

供試鶏および鶏卵サンプルの選別

供試した鶏卵は、(有)サントクファーム倉橋農場の 5 号鶏舎で飼養されているボリス・ブラウン産卵鶏(褐色卵鶏)が産んだものであった。ボリス・ブラウン産卵鶏は、2013 年 1 月 10 日に倉橋農場に導入され、導入時の鶏齢は 123 日齢であった。したがって、鶏卵サンプルを採取した 2014 年 4 月 16 日の時点における鶏齢は、584 日齢であった。5 号鶏舎での採取時において、鶏卵サンプルは、(株)ゲン・コーポレーション製のシェルカラーファン(褐色卵の

¹ 日本獣医生命科学大学 (Nobumichi Tsushima, Kento Imada, Tetsuya Sonoda, Miwa Tajima, Daichi Matsuoka, Satoshi Ohmori, Yoshiyuki Ohta, Tatsuyuki Yoshida, Nobuhiro Nakao, Minoru Tanaka)

² (有)サントクファーム松尾農場 (Katsuya Kougo)

³ (有)サントクファーム倉橋農場 (Makoto Sakamoto)

色見本)と見比べながら、SCF 値が7であると思われる卵殻色のものを選んだ⁷⁾。

倉橋農場において、目視で採取した SCF 値が7であると思われる鶏卵サンプルは、すべて大学に持ち帰った。大学では、シェルカラーファンを用いて、再度 SCF 値が7の褐色卵を厳選した。この視覚的な卵殻色の色合いの判定は、5人で行った。その結果、SCF 値が7である判断された褐色卵は、36個であった。試験には SCF 値7の褐色卵が50個必要であったため、残りの14個は SCF 値8のものを充てた。

SCF 値7の褐色卵が、50個揃わなかった理由としては、以下のような事柄が挙げられる。すなわち、野外における SCF 値の判定の難しさであった。開放鶏舎内で、SCF 値が7であると思われる褐色卵を選んで採取しても、鶏舎外に出てから同じ鶏卵を見てみると、色合いが違って見えるのである。つまり、照度によって卵殻色の濃淡の見え方が異なるということである。さらに、大学では、研究室の蛍光灯のもとで視覚的な SCF 値の判定を行うため、光源の違いによっても異なって見えるのかもしれない。最終的には、大学の研究室内で蛍光灯の光源のもと、5人の目で視覚的な色合いの判定を行ったため、SCF 値7の褐色卵が所定の個数、揃わなかったものと考えられた。

可視光線の照射箱および可視光線ランプについて

可視光線の照射に用いた箱(4つ)は、前報⁹⁾において可視光線の照射に用いた箱と同じものであった。照射箱の天井内側にあたる場所に、アグレット(株)製の家庭用直付型蛍光器具 BT-1510 を取り付け、箱の天井中央部に直径 30 mm の穴を開けて、上述の蛍光器具のコードを箱の外に導き出した。照射箱の天井部に取り付けられた家庭用直付型蛍光器具には、(株)スドー製のオセアニアンホワイト・ランプ(15W)をセットした。オセアニアンホワイト・ランプの発する光線は、昼間の太陽光に近いものであり、その分光分布は波長 400~750 nm の可視光線領域をほとんど網羅していた。オセアニアンホワイト・ランプの色を白色蛍光灯と比較してみると、昼白色 N に相当しており、これは晴天の日の正午をはさんだ時間帯の日光の色に近似しているとされている。

可視光線の照射前における卵殻サンプルの処理

可視光線を照射する前の褐色卵の前処理の方法

については、對馬ら⁹⁾の報告に写真入りにて詳述されている。具体的には、SCF 値が7(あるいは8)と判断された鶏卵サンプルについて、鈍端に5 mm 四方の小さい穴をあけて、卵白と卵黄を吸引除去した。さらに、電気ドリルに円盤形のダイヤモンド・カッターを取り付けて、鶏卵卵殻を縦方向に真っすぐに二等分した。二等分した卵殻の内側に付着した卵白を除去するため、卵殻を流水で水洗した。このとき、卵殻には卵殻膜は付いたままであり、水洗後にはこの膜が付いたままで、卵殻を風乾した。乾いた卵殻は、卵殻膜がついた状態で秤量した。色素(プロトポルフィリン)定量のために、試薬で卵殻を溶かして得られた卵殻膜は、水洗したのちに風乾し、その重量を測定した。卵殻膜付きの卵殻重量から、卵殻膜の重量を差し引いて、正味の卵殻重量(g)を求めた。

可視光線の照射処理法

縦方向に二等分した褐色卵の卵殻の一方は、対照区として室温で暗所に保管した。もう一つは、可視光線の照射区(実験区)として、褐色卵の卵殻を照射箱のなかに置いた。卵殻サンプルは、長軸方向がオセアニアンホワイト・ランプに沿うように置き、互いに影が出来ないように卵殻間は2, 3 cm ずつ離れた。一つの照射箱のなかに、5つの卵殻サンプルを置いた。オセアニアンホワイト・ランプから卵殻表面までの距離は、およそ17 cmであった。このように、褐色卵を照射箱にセットするのは、概ね10:00頃に行った(照射開始時刻)。

照射箱のなかに卵殻をセットしたあと、箱の前面の扉を閉めて、オセアニアンホワイト・ランプをONにした。2つの照射箱のなかに、合計10個分の卵殻サンプルをセットしたのち、24, 48, 72および96時間にわたり連続して可視光線の照射を行った(実験区)。可視光線の照射時間を最長96時間に設定した理由は、農場から食卓までの最長の経過時間を考慮したためであった。なお、二等分した卵殻のプロトポルフィリン量に差異があるかないかを調べるために、可視光線の照射前(0時間)の卵殻(鶏卵10個×2, 二等分したもの)も20サンプル用意した。上述の照射時間が経過したあと、オセアニアンホワイト・ランプをOFFにして、褐色卵の卵殻サンプルを照射箱のなかから取り出した。対照区と実験区の卵殻サンプルは、卵殻色の視覚的な

評価を行ったあと、プロトポルフィリンの抽出および定量に供した。

卵殻色の評価および卵殻プロトポルフィリンの抽出ならびに定量

最初に、可視光線の照射処理を行った卵殻(実験区)ならびにその対照区(暗所保存)となる卵殻サンプルについて、シェルカラーファンを用いて視覚的な卵殻色の濃淡の評価を行った⁷⁾。

褐色卵のL*値、a*値ならびにb*値の測定に用いた分光測色計は、(株)コニカミノルタ製のCM-700dであった⁹⁾。可視光線の照射処理を行った卵殻サンプル(実験区)ならびにその対照区となる卵殻サンプルから色素を抽出する前に、この分光測色計を用いて、明るさを表す指標であるL*値、赤味を示すa*値ならびに黄色味の指標のb*値を測定した。

可視光線の照射区(実験区)ならびに対照区の卵殻サンプルからのプロトポルフィリンの抽出および定量は、Poole³⁾の報告にもとづいた前報⁹⁾と同様の手順で行った。褐色卵の卵殻色素であるプロトポルフィリン濃度を求めるための検量線の回帰式は、 $y = 2.549x - 0.052$ ($r = 0.9993$)であった⁷⁾。

統計解析

本実験において、表1の結果は、10個の鶏卵中の出現個数で示した。対照区と実験区の褐色卵におけるSCF値の有意差の有無は、 χ^2 二乗検定で求めた⁵⁾。表2~表5の結果は、平均値±標準偏差で示した(n=10)。褐色卵のL*値、a*値とb*値ならびに卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量に関する有意差の検定には、対応のあるt検定(Paired t test)を用いた⁵⁾。

3. 結 果

可視光線の照射が褐色卵のSCF値に及ぼす影響

可視光線の照射実験に用いた褐色卵は、全部で50個であった。これらの鶏卵サンプルは、シェルカラーファン(SCF)を用い5人の目視により、SCF値7のものを36個、SCF値8のものを14個供試した。可視光線を照射する前に、これら50個の卵殻を縦方向に二等分し、片方を対照区として室温にて暗所保存した。残りの半分を、可視光線の照射箱のなかにセットし、最長96時間のあいだ可視光線を連続照射した。その結果、対照区の卵殻におけるSCF値は、実験開始(0時間)から終了の96時間まで数値8の出現頻度が30%、数値7の出現頻度が70%で、

表1 可視光線の照射が褐色卵のシェルカラーファン値に及ぼす影響

処理区	SCF値 ²⁾	照射時間(hr)				
		0	24	48	72	96
対照区 ¹⁾	8	3 a	3 a	3 a	3 a	2 a
	7	7 a	7 a	7 a	7 a	8 a
実験区 ¹⁾	8	3 a	0 b	0 a	0 b	0 b
	7	7 a	5 b	9 a	4 b	2 b
	6		5 b	1 a	5 b	7 b
	5				1 b	1 b

注1:対照区は室温で暗所に保存した褐色卵。実験区は可視光線を照射した褐色卵。

注2:SCF値(シェルカラーファン値)は、褐色の濃淡を1から10の10段階で表した指標。10に近づくほど褐色は濃くなる。本実験では、SCF値7の褐色卵を36個、SCF値8の褐色卵を14個供試した。

注3:数値は10個の鶏卵中のn数。

注4:a, b:同じ照射時間において、対照区と実験区の異符号間に有意差あり。

経時的にほぼ変化しなかった(96時間を除く、表1)。

これに対して、実験区(可視光線の照射区)の卵殻におけるSCF値は、照射開始から24時間で著しい減少を示した(0時間に比べ、 $p < 0.05$)。具体的には、実験区のSCF値は、照射24時間で数値6が50%も出現した(対照区に比べ、 $p < 0.05$)。その後、実験区のSCF値は、照射72時間で数値6が50%、数値5が10%出現した(対照区に比べ、 $p < 0.05$)。可視光線の照射時間が96時間になると、実験区のSCF値はさらに減少し、数値6が70%も現れるようになった(対照区に比べ、 $p < 0.05$ 、表1を参照)。

可視光線の照射が褐色卵のL*値、a*値およびb*値に及ぼす影響

表2に示したように、対照区の褐色卵のL*値は、全実験期間中、平均67.0~68.3のほぼ一定の範囲を推移していた。一方、実験区(可視光線の照射区)の褐色卵のL*値は、実験終了の96時間まで平均67.8~69.0のほぼ一定の範囲を推移していた。各照射時間における対照区に比較して、実験区の褐色卵のL*値は、わずかながら高くなる傾向は見られたが、統計的に大きな変化は見られなかった(表2)。

表3に示したように、対照区の褐色卵のa*値は、全実験期間中、平均14.1~14.6のほぼ一定の範囲を推移していた。これに対して、実験区の褐色卵のa*値は、可視光線の照射を開始してから24時間にかけて有意に減少した(0時間に比べ、 $p < 0.05$)。

表2 可視光線の照射が褐色卵のL*値に及ぼす影響

処理区	照射時間(hr)				
	0	24	48	72	96
対照区 ¹⁾	67.9 ^{2)a} ±2.0 (100%)	68.0 a ±1.7 (100%)	67.0 a ±2.2 (100%)	67.8 a ±3.4 (100%)	68.3 a ±2.4 (100%)
実験区 ¹⁾	67.8 ^{2)a} ±2.0 (100%)	68.1 a ±1.7 (100%)	68.0 a ±2.0 (101%)	68.4 b ±3.0 (101%)	69.0 b ±2.2 (101%)

注1: 対照区は室温で暗所に保存した褐色卵。実験区は可視光線を照射した褐色卵。本実験では、SCF値7の褐色卵を36個、SCF値8の褐色卵を14個供試した。

注2: 数値は10個の鶏卵の平均値±標準偏差で示している。

注3: a, b: 同じ照射時間において、対照区と実験区の異符号間に有意差あり。

表3 可視光線の照射が褐色卵のa*値に及ぼす影響

処理区	照射時間(hr)				
	0	24	48	72	96
対照区 ¹⁾	14.5 ^{2)a} ±1.1 (100%)	14.6 a ±0.8 (100%)	14.2 a ±1.2 (100%)	14.1 a ±1.6 (100%)	14.4 a ±1.5 (100%)
実験区 ¹⁾	14.5 ^{2)a} ±1.1 (100%)	13.2 b ±1.0 (90%)	12.4 b ±1.3 (87%)	12.1 b ±1.4 (86%)	11.9 b ±1.5 (83%)

注1: 対照区は室温で暗所に保存した褐色卵。実験区は可視光線を照射した褐色卵。本実験では、SCF値7の褐色卵を36個、SCF値8の褐色卵を14個供試した。

注2: 数値は10個の鶏卵の平均値±標準偏差で示している。

注3: a, b: 同じ照射時間において、対照区と実験区の異符号間に有意差あり。

正味の減少割合は、同じ照射24時間の対照区に比べておよそ10%と最も大きかった ($p < 0.05$)。その後、実験区の褐色卵のa*値は、照射24時間から96時間まで経時的に漸減していった。各照射時間の対照区と比べたとき、実験区の褐色卵のa*値が有意な減少を示したのは、24~96時間までのすべての照射時間であった(おのおの照射時間の対照区に比べ、 $p < 0.05$, 表3を参照)。実験区の褐色卵のa*値は、すべての照射時間において顕著な減少を示し、その程度は対照区の83~90%に及んだ。

表4に示したように、対照区の褐色卵のb*値は、全実験期間中、平均27.8~28.6のほぼ一定の範囲を推移していた。一方、実験区の褐色卵のb*値は、可視光線の照射前(0時間)には平均28.5であった。その後、実験区の褐色卵のb*値は、照射24時間では平均28.0、48時間では26.9と経時的に減少した。その後、実験区の褐色卵のb*値は、照射72時間と96時間では平均27.5および27.7のほぼ一定のレベル

表4 可視光線の照射が褐色卵のb*値に及ぼす影響

処理区	照射時間(hr)				
	0	24	48	72	96
対照区 ¹⁾	28.6 ^{2)a} ±1.7 (100%)	28.4 a ±1.3 (100%)	27.8 a ±1.6 (100%)	28.2 a ±2.0 (100%)	28.4 a ±1.9 (100%)
実験区 ¹⁾	28.5 ^{2)a} ±1.5 (100%)	28.0 a ±1.1 (98%)	26.9 b ±1.6 (97%)	27.5 b ±1.6 (97%)	27.7 a ±1.4 (97%)

注1: 対照区は室温で暗所に保存した褐色卵。実験区は可視光線を照射した褐色卵。本実験では、SCF値7の褐色卵を36個、SCF値8の褐色卵を14個供試した。

注2: 数値は10個の鶏卵の平均値±標準偏差で示している。

注3: a, b: 同じ照射時間において、対照区と実験区の異符号間に有意差あり。

表5 可視光線の照射が褐色卵の卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量に及ぼす影響

処理区	照射時間(hr)				
	0	24	48	72	96
対照区 ¹⁾	55.1 ^{2)a} ±11.9 (100%)	58.0 a ±9.4 (100%)	67.2 a ±13.6 (100%)	61.2 a ±11.9 (100%)	56.0 a ±6.0 (100%)
実験区 ¹⁾	55.2 ^{2)a} ±12.8 (100%)	55.7 b ±9.9 (96%)	63.4 b ±13.1 (94%)	56.0 b ±12.5 (92%)	50.2 b ±5.9 (90%)

注1: 対照区は室温で暗所に保存した褐色卵。実験区は可視光線を照射した褐色卵。本実験では、SCF値7の褐色卵を36個、SCF値8の褐色卵を14個供試した。

注2: 数値は10個の鶏卵の平均値±標準偏差で示している。単位は $\mu\text{g/g}$ 卵殻であった。

注3: a, b: 同じ照射時間において、対照区と実験区の異符号間に有意差あり。

を推移した。各照射時間の対照区と比べたとき、実験区の褐色卵のb*値は、有意な減少を示した照射時間もあつたが、減少の程度は対照区の97~98%に留まった(表4)。

可視光線の照射が褐色卵の卵殻プロトポルフィリン量に及ぼす影響

表5に示したように、対照区の卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量は、実験終了の96時間まで平均55.1~61.2 μg のほぼ一定の範囲を推移していた。例外として、対照区の照射48時間における卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量のみが、平均67.2 μg と突出して高い値であった。これに対して、実験区(可視光線の照射区)の卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量は、全実験期間中、各照射時間の対照区を有意に下回って推移していた。具体的には、実験区の卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量は、

照射 24 時間では対照区の 96%であった ($p < 0.05$)。その後、各照射時間の対照区の値を 100%としたとき、実験区の卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、照射 48 時間で 94%、72 時間では 92%、および 96 時間で 90%であった (いずれも $p < 0.05$)。

4. 考 察

本研究では、卵殻色の基準となる SCF 値が 7 と判断された褐色卵 (一部は SCF 値 8 を含む) を供試して、可視光線の連続照射が、ボリス・ブラウン産卵鶏の鶏卵の SCF 値、分光測色計による L*値、a*値と b*値、ならびに卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量に及ぼす影響について検討した。

表 1 に示したように、可視光線の照射時間が 24 時間であっても、実験区の褐色卵は、SCF 値 7 あるいは 8 の割合が減り、SCF 値 6 のものが 50%も出現した (対照区に比べ、 $p < 0.05$)。卵殻色の濃淡が SCF 値で 6 と判断された褐色卵は、B 卵に格付けされる可能性がある。可視光線による同様の卵殻色の退色現象は、48 時間を除く照射 72 時間および 96 時間でも明らかに認められた (表 1 を参照)。褐色卵の場合、卵殻色が薄くても卵質 (卵黄や卵白) には何ら問題ないことがほとんどである。しかしながら、わが国の消費者は、鶏卵購入に際して褐色卵を選ぶ基準は、卵殻色の濃淡が第一要因であることが報告されている⁴⁾。すなわち、卵殻色が濃い褐色卵の方が、薄いものよりも好まれるのである。通常、褐色卵鶏において、卵殻色が薄くなる原因としては、鶏齢の進行 (加齢) によるものが最も大きいと考えられているが¹⁰⁾、本実験の結果から、鶏齢とは関わりなく、生産現場や流通過程における褐色卵の可視光線への曝露も無視できないことが判明した。

表 2 に示したように、対照区の褐色卵の L*値は、96 時間にわたる全実験期間中、平均 67.0~68.3 の範囲を推移していた。分光測色計で測った L*値は、明るさを示す指標である。前報⁹⁾において、SCF 値が 10 の褐色卵の L*値 (対照区) は、平均 50.7~52.2 であったので、SCF 値が 7、もしくは 8 に低下すると、L*値は大きな数値になり、見ための明るさは増すことを示していた。本実験において、実験区 (可視光線の照射区) の褐色卵の L*値は、平均 67.8~69.0 の範囲を推移しており、対照区との間に有意な差がなかったということは、可視光線の照射は、SCF 値が

7 の褐色卵の明るさには大きな影響を及ぼさないものと思われた。

表 3 に示したように、対照区の褐色卵の a*値は、全実験期間中、平均 14.1~14.6 の範囲を推移していた。分光測色計で測った a*値は、赤味を示す指標である。前報⁹⁾において、SCF 値が 10 の褐色卵の a*値 (対照区) は、平均 21.4~21.8 であったので、SCF 値が 7、もしくは 8 に低下すると、a*値はかなり小さな値になり、見ための赤味は減じることを示していた。本実験において、実験区の褐色卵の a*値は、可視光線の照射を開始してから 24 時間にかけて顕著に減少した。照射 24 時間以降、実験区の褐色卵の a*値は、照射 96 時間にかけて経時的に漸減していった (表 3 を参照)。この間、実験区の褐色卵の a*値は、いずれの照射時間においても対照区を有意に下回っていたので、可視光線の照射は、SCF 値が 7 の褐色卵の赤味を著しく減退させることを示していた。

表 4 に示したように、対照区の褐色卵の b*値は、全実験期間中、平均 27.8~28.6 の範囲を推移していた。分光測色計で測った b*値は、黄色味を示す指標である。前報⁹⁾において、SCF 値が 10 の褐色卵の b*値 (対照区) は、平均 29.8~31.2 であったので、SCF 値が 7、もしくは 8 に低下すると、b*値はやや小さな値になり、見ための黄色味も若干減じるものと思われたが、視覚的にその変化を判断できるほどの差ではないと考えられた。本実験において、実験区 (可視光線の照射区) の褐色卵の b*値は、対照区と比べたときにやや低いレベルを推移していた (照射 48 時間と 72 時間において、 $p < 0.05$)。このことから、可視光線の照射は、SCF 値が 7 の褐色卵の黄色味をわずかながら減じることを示していた。

表 5 に示したように、対照区の褐色卵の卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、照射 48 時間を除いて平均 55.1~61.2 μg の範囲を推移していた。照射 48 時間における対照区の卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 67.2 μg であり、他の照射時間よりも突出して高い値を示した (表 5)。照射 48 時間の褐色卵の SCF 値を見ても、実験区 (可視光線の照射区) と対照区との間に有意な差は認められなかった (表 1 を参照)、この照射時間の鶏卵サンプルにたまたまプロトポルフィリン量の多いものが配されてしまった可能性は否定

できない。SCF 値は、あくまでも視覚的な判断であるために、褐色卵の卵殻色が薄くなると、こうした見ためと卵殻色素の定量値との間に乖離が生じることがあることが判明した。

本実験において、実験区（可視光線の照射区）の卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量は、相対値で比較すると経時的に有意に減少していった（表 5）。対照区の値を 100% としたとき、SCF 値が 7 の褐色卵の卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量（実験区）は、照射 24 時間で 96%、48 時間で 94%、72 時間では 92%、そして 96 時間では 90% に減少していた（いずれも対照区に比べ、 $p < 0.05$ ）。前報⁹⁾の SCF 値が 10 の褐色卵の場合、実験区の卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量の減少の程度は、経時的に 91%（24 時間）、89%（48 時間）、87%（72 時間）および 86%（96 時間）のように推移していた。このように卵殻色が濃い褐色卵と薄いものに及ぼす可視光線の影響を比べると、卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量の減少割合は、色の薄い卵の方が濃いものよりも小さいように思われた。前報⁹⁾では、SCF 値が 10 という最も色の濃い褐色卵を供試したため、可視光線の照射によって退色しても SCF 値は 9 であり A 卵の範囲内であった。しかしながら、本実験では SCF 値が 7（一部は数値 8）と判断された、いわゆる A 卵と B 卵との境目にあった褐色卵を供試したために、A 卵であった褐色卵は、可視光線の照射によって SCF 値が 6 に低下したため、B 卵に格付けされる可能性が高くなることが示された（表 1 を参照）。

5. おわりに

本実験では、卵殻色の濃淡による判断で、鶏卵が A 卵に格付けされる下限である SCF 値 7 の褐色卵（一部は SCF 値 8）を用いて、可視光線の照射実験を行った。その結果、褐色卵の色合いは、可視光線の照射 72 時間および 96 時間で SCF 値が 7（A 卵）から数値 6、一部は SCF 値 5 まで有意に低下した（表 1 を参照）。すなわち、可視光線の連続照射が 72 時間では出現頻度が 60% で、また 96 時間では 80% の褐色卵が、SCF 値 6 以下の B 卵に格付けされ、液卵として加工に回される可能性が示唆されたのである。前報⁹⁾では、SCF 値が 10 の卵殻色が濃い褐色卵を供試したため、可視光線の照射によりその色合いが薄くなったとしても、SCF 値で判断され

る卵殻色は A 卵の範囲（数値 7 以上）に留まることが示された。しかしながら、本実験において A 卵の下限にある SCF 値 7 の褐色卵は、開放鶏舎から集卵所、あるいはその後の流通過程において、太陽光や蛍光灯等を光源とする可視光線への連続的な曝露によって退色し、B 卵に格付けされ得る可能性が示された。実際には、A 卵であった褐色卵の卵殻色が、産卵後に可視光線の関与によって B 卵に変化する頻度はそれほど高いとは思われないが、流通過程における鶏卵の管理のやり方によっては皆無ではないと考えられた。

したがって、褐色卵の生産現場では、① 開放鶏舎への直射日光の侵入を防ぐために、カーテンの昇降等に配慮する。② 集卵所に良く日が当たる場合、窓の内側にブラインドを付けたり、窓の外にすだれやよしずを設置して西日等を避ける。③ 屋外でのバーコンベアの通過ルートには、樹木の植栽等で日陰をつくる、等々の工夫が必要であろう。また、褐色卵の流通過程において、① 鶏卵の運搬に携わる者は、鶏卵の直射日光への曝露を避ける。② スーパーマーケットではなるべく鶏卵の暗所での保存、等々を心がけて欲しいものである。さらに、省エネルギーの観点から、無窓鶏舎において照明の光源に LED 電球が普及してきている。今後は、LED ランプを光源とした光線照射が、褐色卵の卵殻色に及ぼす影響についても検討したいと考えている。

謝 辞

ボリス・ブラウン産卵鶏の褐色卵を無償提供して頂いた(有)サントクファーム代表取締役 豊村彰治氏に深く感謝いたします。また、(株)コニカミノルタ製の分光測色計 CM-700d を貸与していただいた本学動物栄養学教室の撫年浩准教授に心より感謝いたします。

文 献

- 1) 福原絵里子・村上徹哉・上田修二・都留崎正信 (1997) 鶏舎構造、鶏齢、日光および紫外線が褐色卵の色差に及ぼす影響。九州農業研究, 59: 91.
- 2) 小栗克之・三品和也・杉山道雄・荒幡克己 (1997) GP センターにおける加工卵製造と今後の展望。岐阜大学農学部研究報告, 62: 65-73.
- 3) Poole HK (1965) Spectrophotometric identification of eggshell pigments and timing of superficial pigment deposition in the Japanese quail. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 119: 547-551.

- 4) 佐藤真行・新山陽子(2008)食品購買時の提示情報量と消費者の選択行動。トレーサビリティ・システムにおける情報提供をめぐって。フードシステム研究, 14: 13-24.
- 5) Statistical Analysis System (SAS) (2004) SAS Software ver. 9.1., SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- 6) 杉山道雄・寺田新吾(1985)鶏卵G.P.センターの立地構造とコスト。日本家禽学会誌, 22: 311-322.
- 7) 對馬宣道・蛭名良充・西館亮一・向後克哉・坂本 誠・上野正博・吉田達行・中尾暢宏・田中 実(2012)鶏の卵殻色に関する研究(1)。褐色卵の視覚的な判定基準と卵殻色素量との関係について。畜産の研究, 66: 1113-1117.
- 8) 對馬宣道・鈴木 波・大森 聖・菊地 萌・栗田明日香・前田亮輔・向後克哉・坂本 誠・太田能之・吉田達行・中尾暢宏・田中 実(2014a)鶏の卵殻色に関する研究(5)。紫外線C波の連続照射が褐色卵の卵殻色に及ぼす影響について。畜産の研究, 68: 171-176.
- 9) 對馬宣道・今田健斗・園田哲也・田島美和・松岡大地・大森聖・向後克哉・坂本 誠・太田能之・吉田達行・中尾暢宏・田中 実(2014b)鶏の卵殻色に関する研究(7)。可視光線の連続照射が褐色卵の卵殻色に及ぼす影響について。畜産の研究, 68: 1204-1210.
- 10) 魚住紀雄(2010)個別別データから見た採卵鶏の特徴。Available from URL: <http://www.kyodo-shiryo.co.jp/develop/20100115P19-23.pdf>