

鶏の卵殻色に関する研究(6)

| | |
|-------|--|
| 誌名 | 畜産の研究 = Animal-husbandry |
| ISSN | 00093874 |
| 著者名 | 對馬,宣道 前田,亮輔 大森,聖 菊地,萌 栗田,明日香 鈴木,波 向後,克哉 坂本,誠 太田,能之 吉田,達行 中尾,暢宏 田中,実 |
| 発行元 | 養賢堂 |
| 巻/号 | 68巻2号 |
| 掲載ページ | p. 247-252 |
| 発行年月 | 2014年2月 |

鶏の卵殻色に関する研究(6)

鳥類の卵殻色素に関する比較研究

對馬宣道¹・前田亮輔¹・大森 聖¹・菊地 萌¹・
栗田明日香¹・鈴木 波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

Kennedy and Vevers⁴⁾は、108種の家禽や野鳥の卵について卵殻の色素を定性的に調べ、それらの分類を試みている。その結果、108種のうち49種の鳥は、プロトポルフィリンのみを卵殻の色素としていた(全体の約45%)。次いで、33種の鳥は、卵殻にプロトポルフィリンとビリベルジンの2つの色素を持っており(約31%)、17種の鳥はプロトポルフィリンとビリベルジン、およびその亜鉛化合物(亜鉛ビリベルジン)という3つの物質を卵殻の色素としていた(約16%)。ビリベルジンのみを卵殻色素として持っていた鳥は、2種のみであった(約2%)。さらに、卵殻色素として、ビリベルジンと亜鉛ビリベルジン、あるいはプロトポルフィリンと亜鉛ビリベルジンの組み合わせを持つ鳥は、それぞれ1種であった。上述の3つの物質以外を卵殻の色素として有する鳥は、5種あったが(約5%)、ポルフィリン類に属するコプロポルフィリンであったり、ビリベルジンの類縁物質であるメソビリベルジンであった。

鶏の場合、褐色卵の卵殻色素は、プロトポルフィリンに由来しており^{8,14)}、アロウカナ種、あるいはその交雑種の青緑卵は、プロトポルフィリンとビリベルジンの両方を有していた^{3,15)}。日本ウズラのように卵殻の斑紋は、保護色(カモフラージュ)としての役割を果たしていると考えられるが⁶⁾、単一の色で、しかも模様がない鶏卵の場合、卵殻色の働きが保護色であるとは考えにくい。したがって、

鶏卵については、卵殻色の働きそのものを吟味する必要があるであろう。卵殻色の生理機能もさることながら、Kennedy and Vevers⁴⁾の報告によれば、鳥類の卵殻色の原因物質は、プロトポルフィリンとビリベルジンのほぼ2つであるように思われる。彼らは、家禽や野鳥の卵について卵殻色の原因物質を特定しているが、卵殻色素を定量していない。そこで、本研究では卵殻色の生理機能を明らかにするための前段階として、鶏卵としてジュリア(白色レグホーン種)、ボリス・ブラウン(ロード・アイランド・レッド種から造成)、ウコッケイおよびアロウカナ交雑種のもを対象に、また鶏以外の鳥としては、日本ウズラとフランスウズラの卵を入手し、卵殻におけるプロトポルフィリンとビリベルジンを定量し、その量の多少を比較検討した。

2. 材料および方法

供試卵について

白色レグホーン種のジュリアの鶏卵(白色卵)は、埼玉県川島町にある(有)鈴木農場から購入した。供試個数は30個であった。ボリス・ブラウンの鶏卵(褐色卵)ならびにアロウカナ交雑種の鶏卵(青緑卵)は、千葉県旭市にある(有)サントクファーム倉橋農場から無償提供されたものであった。両鶏における鶏卵の供試個数は、ともに30個であった。褐色卵(ボリス・ブラウン)は、色の濃淡の違いにより卵殻に含まれるプロトポルフィリンの量が、著しく異なることが報告されている¹⁴⁾。そこで、本試験では、シェルカラーファン(Shell color fan, 略称SCF)の数値¹⁴⁾が6の褐色卵を3個、SCF値が7のものを8個、SCF値8が9個、SCF値9が10個の合計30個を供試した。なお、シェルカラーファンの詳細に関しては、前報¹⁴⁾を参照されたい。ウコッケイ

¹ 日本獣医生命科学大学(Nobumichi Tsushima, Ryosuke Maeda, Satoshi Ohmori, Moe Kikuchi, Asuka Kurita, Nami Suzuki, 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)

の鶏卵は、東京都立川市にある伊藤養鶏場から購入したものであった。供試個数は30個であった。日本ウズラとフランスウズラの卵は、埼玉県所沢市にある(株)モトキから購入した。供試個数は、それぞれ118個と105個であった。参考までに分析を行ったツバメの卵は、千葉県芝山町にある農家の納屋に営巣したもの(2個体分)を入手した。1つは、途中で抱卵を放棄した巣から4個のツバメの卵を得た。4個の卵は、いずれも未受精卵であった。また、もう1つは、巣立ったツバメの巣に残された3個の卵であった。3個のうち2個は未受精卵であり、1個は中止卵であった。

卵殻サンプルの調製

供試した卵は、当研究室の方法¹⁴⁾にしたがって、割卵し白味と黄味を除去したのち、卵殻をきれいに水洗した。このとき、卵殻には卵殻膜は付いたままであり、水洗後にはこの卵殻を風乾した。乾いた卵殻は、卵殻膜が付いた状態で秤量した。色素定量のために、試薬で卵殻を溶解したのちに得られた卵殻膜は、水洗したのち風乾し、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。

卵殻プロトポルフィリンの抽出ならびに定量

供試卵の卵殻に含まれるプロトポルフィリン、あるいはビリベルジンの抽出および定量は、Poole⁹⁾の報告にもとづいて改良した当研究室の方法で行った^{14,15)}。上述(卵殻サンプルの調製)のように、前処理した卵殻サンプルは、大きさの大小に関わらず卵殻1個を35 mlの塩酸メタノール混液に溶解した。日本ウズラとフランスウズラの卵は、鶏卵に比べて小さかったが、卵殻色素量が多かったので、鶏卵の場合と同様に、卵殻1個を35 mlの塩酸メタノール混液に溶解した。ツバメの卵重は、中止卵を除くと1.3~1.7 gの範囲にあり、極めて小さかったため、卵殻1個を10 mlの塩酸メタノール混液に溶解した。供試卵の卵殻の溶解方法に関して違いがあった以外は、基本的に当研究室の方法¹⁴⁾で定量を行った。卵殻色素の1つ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¹⁴⁾。また、ビリベルジン濃度を求めるための検量線の回帰式は、 $y = 32.349x + 0.369$ ($r = 0.9915$)であった¹⁵⁾。

統計解析

本実験において、表1、表2および表3に掲げた結果は、すべて平均値±標準偏差で示した。卵重、卵殻重量、卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量とビリベルジン量、ならびに卵殻1個あたりのプロトポルフィリン量とビリベルジン量に関する有意差の検定には、一元配置の分散分析を用いた¹³⁾。

3. 結 果

供試卵の卵重の比較

表1に示したように、ジュリア、ボリス・ブラウンおよびアロウカナ交雑種の平均卵重は60~70 gの範囲にあったが、ウコッケイの平均卵重のみは、他の3種の鶏に比べて著しく軽かった(平均38.8 g, $p < 0.05$)。日本ウズラの平均卵重は、11.3 gであったが、フランスウズラのそれは16.4 gと、日本ウズラより有意に重かった($p < 0.05$)。参考までに分析を行ったツバメの卵は、2個体分であり、1羽の平均卵重は 1.61 ± 0.05 gであった(すべて未受精卵, $n = 4$)。もう1羽の卵は、3個のうち2個は未受精卵であり、1個は中止卵であった。中止卵の卵重は0.65 gであり、未受精卵は1.52 gと1.37 gであった。

表1 供試卵の卵重の比較

| 家禽名 ¹⁾ | 卵重(g) ²⁾ |
|-------------------|---------------------|
| ジュリア | 69.3±2.1 a |
| ボリス・ブラウン | 63.5±4.0 b |
| ウコッケイ | 38.8±2.0 c |
| アロウカナ交雑種 | 61.6±5.4 b |
| 日本ウズラ | 10.7±0.6 p |
| フランスウズラ | 16.4±1.2 q |

1) ジュリアは白色レグホーン種であり、ボリス・ブラウンはロード・アイランド・レッド種をもとに作出された。いずれも商標である。ウコッケイは東京ウコッケイであった。アロウカナ交雑種は千葉県畜産総合研究センターで造成されたものである。

2) 鶏卵のn数はすべて30個の平均値±標準偏差であり、日本ウズラのn数は118個、フランスウズラは105個であった。

3) 鶏の場合、a, b, c: 異符号間に有意差あり($p < 0.05$)。ウズラの場合、p, q: 異符号間に有意差あり($p < 0.05$)。

供試卵の卵殻 1 g あたりの卵殻色素量の比較

表 2 に示したように、ジュリア(白色卵)、ボリス・ブラウン(褐色卵)およびウコッケイの卵殻から、ビリベルジンは検出されなかった。白色卵の卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 3.10 μg であった(n = 30)。ウコッケイの卵殻は、肌色を呈しており、卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 30.22 μg であった(n = 30)。褐色卵は、シェルカラーファン(SCF)の数値¹⁴⁾が 6 の鶏卵を 3 個、SCF 値が 7 のものを 8 個、SCF 値 8 が 9 個、SCF 値 9 が 10 個の合計 30 個を供試した。その結果、褐色卵の卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 70.95 μg であった。鶏卵のなかで、アロウカナ交雑種の卵殻にのみ、ビリベルジンとプロトポルフィリンの両方の色素が検出された。アロウカナ交雑種の卵殻 1 g あたりのビリベルジン量は、平均 29.12 μg であった(n = 30)。同じ鶏卵サンプルにおける卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 16.32 μg であった(表 2)。

日本ウズラおよびフランスウズラの卵殻には、ビリベルジンとプロトポルフィリンの両方の色素が検出された。表 2 に示したように、日本ウズラに

表 2 供試卵における卵殻 1 g あたりの卵殻色素量の比較

| 家禽名 ¹⁾ | 卵殻 1 g あたりの卵殻色素量 ²⁾ | |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------|
| | PP ³⁾ (μg) | Bv ³⁾ (μg) |
| ジュリア | 3.10 ± 0.97 a | 検出されず |
| ボリス・ブラウン | 70.95 ± 16.11 b | 検出されず |
| ウコッケイ | 30.22 ± 6.60 c | 検出されず |
| アロウカナ交雑種 | 16.32 ± 6.19 d | 29.12 ± 7.19 |
| 日本ウズラ | 292.6 ± 67.5 p | 158.2 ± 57.8 p |
| フランスウズラ | 348.6 ± 88.6 p | 185.3 ± 38.9 p |

1) ジュリアは白色レグホーン種であり、ボリス・ブラウンはロード・アイランド・レッド種をもとに作出された。いずれも商標である。ウコッケイは東京ウコッケイであった。アロウカナ交雑種は千葉県畜産総合研究センターで造成されたものである。

2) 鶏卵の n 数はすべて 30 個の平均値 ± 標準偏差であり、日本ウズラの n 数は 118 個、フランスウズラは 105 個であった。

3) PP はプロトポルフィリンの略号であり、Bv はビリベルジンの略号であった。

4) 鶏の場合、a, b, c, d: 異符号間に有意差あり(p < 0.05)。ウズラの場合、p, q: 異符号間に有意差あり(p < 0.05)。

において卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 292.6 μg であった(n = 118)。同じ鶏卵サンプルにおける卵殻 1 g あたりのビリベルジン量は、平均 158.2 μg であった。これに対して、フランスウズラにおける卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 348.6 μg であった(n = 105)。同じ鶏卵サンプルにおける卵殻 1 g あたりのビリベルジン量は、平均 185.3 μg であった(表 2)。

参考までに分析を行ったツバメの卵は、2 個体分であった。1 羽のツバメから得られた 4 個の卵において、卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 428.6 μg であり、ビリベルジン量は平均 89.8 μg であった。一方、もう 1 羽のツバメから得られた 3 個の卵において、卵殻 1 g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 194.7 μg であり(n = 3)、ビリベルジンは中止卵の卵殻からのみ検出された(n = 1)。その卵殻 1 g あたりのビリベルジン量は、91.4 μg であった。

供試卵の卵殻重量および卵殻 1 個あたりの卵殻色素量の比較

表 3 に示したように、供試卵の卵殻重量は、白色卵と褐色卵がそれぞれ平均 6.23 g と 6.01 g であった。アロウカナ交雑種の卵殻重量は、これらよりもやや軽い平均 5.45 g であった(p < 0.05)。また、ウコッケイの卵殻重量は、アロウカナ交雑種よりもさらに軽い平均 3.35 g であった(p < 0.05)。これに対して、日本ウズラの卵殻重量は、平均 0.92 g であり、フランスウズラの卵殻重量は、それよりはやや重い平均 1.15 g であった(p < 0.05)。

表 3 には、卵殻 1 個あたりの卵殻色素量についても示されている。白色卵の卵殻プロトポルフィリン量は、卵殻色を反映して 1 個あたりで見ても平均 19.3 μg と極めて少なかった。これに対して、褐色卵の卵殻 1 個あたりのプロトポルフィリン量は、平均 421.1 μg と、すべての卵殻のなかで最も多かった。肌色の卵殻色を呈するウコッケイ卵の卵殻 1 個あたりのプロトポルフィリン量は、平均 100.2 μg であった。同じ鶏卵でもアロウカナ交雑種の卵は、青緑色を呈しており、卵殻にはビリベルジンとプロトポルフィリンを含んでいた。卵殻 1 個あたりで比べた場合、アロウカナ交雑種の卵は、プロトポルフィリン量(平均 89.4 μg)よりもビリベルジン量の方が多かった(平均 158.3 μg)。

表3 供試卵における卵殻重量と卵殻1個あたりの卵殻色素量の比較

| 家禽名 ¹⁾ | 卵殻重量(g) ²⁾ | 卵殻1個あたりの卵殻色素量 ²⁾ | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | PP ³⁾ (μ g) | Bv ³⁾ (μ g) |
| ジュリア | 6.23 \pm 0.28 a | 19.3 \pm 5.9 a | 検出されず |
| ボリス・ブラウン | 6.01 \pm 0.73 a | 421.1 \pm 87.5 b | 検出されず |
| ウコッケイ | 3.35 \pm 0.29 b | 100.2 \pm 18.6 c | 検出されず |
| アロウカナ交雑種 | 5.45 \pm 0.55 c | 89.4 \pm 35.4 c | 158.3 \pm 41.1 |
| 日本ウズラ | 0.92 \pm 0.08 p | 268.2 \pm 67.7 p | 141.4 \pm 38.0 p |
| フランスウズラ | 1.15 \pm 0.11 q | 399.9 \pm 105.2 p | 213.0 \pm 49.2 q |

- 1) ジュリアは白色レグホーン種であり、ボリス・ブラウンはロード・アイランド・レッド種をもとに作出された。いずれも商標である。ウコッケイは東京ウコッケイであった。アロウカナ交雑種は千葉県畜産総合研究センターで造成されたものである。
- 2) 鶏卵のn数はすべて30個の平均値 \pm 標準偏差であり、日本ウズラのn数は118個、フランスウズラは105個であった。
- 3) PPはプロトポルフィリンの略号であり、Bvはビリベルジンの略号であった。
- 4) 鶏の場合、a, b, c: 異符号間に有意差あり($p < 0.05$)。ウズラの場合、p, q: 異符号間に有意差あり($p < 0.05$)。

日本ウズラもフランスウズラにおいても、卵殻1個あたりのビリベルジン量は、アロウカナ交雑種のそれに匹敵するか、それよりも多かった(表3)。ところが、両ウズラともに卵殻1個あたりのビリベルジン量に比較して、プロトポルフィリン量の方が、およそ1.9倍も高かった(いずれも $p < 0.05$)。

4. 考 察

本研究では、ジュリア(白色レグホーン種)、ボリス・ブラウン(ロード・アイランド・レッド種から造成)、ウコッケイおよびアロウカナ交雑種の鶏卵を対象に、また鶏以外の鳥としては、日本ウズラとフランスウズラの卵を入手して、卵殻におけるプロトポルフィリンとビリベルジンを定量し、その量の多少を比較検討した。

本試験において、ジュリア(白色卵)の卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量は、平均3.10 μ gであった(表2)。ジュリアと同じ白色レグホーン種のデータ^{11,12)}によると、卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量は、平均13.1 μ gと平均8.6 μ gであった。これらの卵殻色は、明るい白色と表されており、卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量が、平均13 μ g以下であれば、視覚的には白色に見えるものと思われた。このことを考慮すると、本試験に供試したジュリアの鶏卵は、文献値よりも卵殻表面に含まれるプロトポルフィリン量が少なく、同じ

白色であっても、より白である度合いが高い(鮮やかな白色)と言えるのかもしれない。

本試験において、ボリス・ブラウンの卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量は、平均70.95 μ gであった(表2)。試験に供試した卵は、シェルカラーファン(SCF)の数値¹⁴⁾が6の褐色卵を3個、SCF値が7のものを8個、SCF値8が9個、SCF値9が10個の合計30個であった。これらの褐色卵の卵殻色は、比較的濃い褐色であった。褐色卵の卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量は、卵殻色の濃い薄いで、かなりの開きがあることが分かっている¹⁴⁾。また、他の報告^{11,12)}によれば、ロード・アイランド・レッド種の卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量は、平均16.1 μ g~59.1 μ gと、かなり幅広い範囲であった。この褐色卵のプロトポルフィリン量(文献値)のなかでも、相対的に平均値が高い場合には、卵殻色は暗褐色と表されていた。このことを考慮すると、本試験に供試したボリス・ブラウンの鶏卵は、卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量が文献値の範囲よりも高く、同じ褐色であっても、かなり色が濃い部類に属しているように思われた。

本試験において、ウコッケイの卵殻1gあたりのプロトポルフィリン量は、平均30.22 μ gであった(表2)。これと比較できるようなウコッケイ卵のプロトポルフィリン量を調べた報告は、現在までのところ見あたらない。ウコッケイの卵殻色を、

われわれは肌色と表現している。このウコッケイ卵のプロトポルフィリン量(平均 30.22 μg)に近似したものに、シチメンチョウ卵の値が報告されている。すなわち、シチメンチョウの卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 28.7 μg であった^{11,12)}。これらの文献では、卵殻表面の色を象牙色(もしくは明るい褐色)と表している。明るい褐色であれば、ウコッケイの卵殻色を、象牙色でなく肌色と表現しても大差ないように思われた。

本試験において、アロウカナ交雑種の卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 16.32 μg であった(表 2)。これに対して、同じ鶏卵の卵殻 1g あたりのビリベルジン量は、平均 29.12 μg であり、プロトポルフィリン量よりも多かった(表 2)。これらの事柄を反映してか、供試したアロウカナ卵の卵殻色は、明るい青緑色であった。アロウカナ種の卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量は、文献値では平均 26.1 μg であると報告されていた^{11,12)}。これらの文献では、アロウカナ鶏卵のビリベルジン量は示されておらず、卵殻色は明緑褐色と表されていた。青緑色であるはずのアロウカナ鶏卵が、やや褐色を帯びて見える場合、卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 20.1 μg であるというわれわれの前報がある¹⁵⁾。この文献値(平均 26.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ 卵殻)^{11,12)}は、本試験のデータよりも、前報¹⁵⁾におけるアロウカナ卵殻のプロトポルフィリン量に類似しているように思われた。

本試験において、日本ウズラおよびフランスウズラの卵殻 1g あたりのビリベルジン量は、平均 158.2 μg と平均 185.3 μg であった(表 2)。日本ウズラの卵殻にビリベルジンが存在することは、古くから知られていたが⁹⁾、定量した報告は、現在までのところ見あたらない。最近では、日本ウズラの卵殻腺部においても、ビリベルジンが存在することが報告されている¹⁾。一方、本試験において、日本ウズラおよびフランスウズラの卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 290.9 μg と平均 348.6 μg であった(表 2)。両ウズラの卵殻プロトポルフィリン量は、卵殻色の濃い鶏卵(ボリス・ブラウン)と比べても、桁違いに多い量であった。両ウズラの卵殻プロトポルフィリン量と比較しうような文献値は、現在までのところ見あたらない。カモメの一種である Lachmöwe の卵の形態(色や模様)

は、両ウズラのそれに類似していた。このカモメ卵の卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 444.1 μg であり($n = 6$)^{11,12)}、両ウズラの卵殻プロトポルフィリン量は、濃褐色のボリス・ブラウンの鶏卵(平均 70.95 μg)よりは、どちらかと言えば、このカモメ卵の平均値に近いように思われた。また、参考までに測定を行ったツバメ卵の卵殻 1g あたりのプロトポルフィリン量は、平均 428.6 μg と平均 194.7 μg であった($n=2$)。個体差が大きかったものの、ツバメの卵殻プロトポルフィリン量は、鶏卵よりも両ウズラの値に近似していた。

わずかな種類の鳥の卵だけで結論を出すのは無理があるが、家禽化された鶏の卵に比べ、野鳥の卵の方が、卵殻に含まれるプロトポルフィリンは量的にかなり多いように思われた(表 2 を参照)。このことは、鳥の卵殻色が保護色であるという働きの他に、子孫を残すための生存戦略と深く関係しているのかもしれない。したがって、今後は、鳥類の卵殻表面に存在するプロトポルフィリンとビリベルジンに、何らかの生理的な機能があるのではないかという観点から研究を進めていく必要があるように思われた。

5. おわりに

鳥類の卵殻色が持つ役割として、捕食者から卵を守る保護色であるという考え方には、根強いものがある^{5,6,16)}。確かに、卵殻色にそのような働きがあることは否定できないが、保護色だけでは説明できない色や模様をしている鳥類の卵が多いのも、また事実である。むしろ、色や模様の成り立ちやその働きを、保護色で説明できる卵殻の方が、少ないのではないだろうか。さまざまな鳥類の卵殻色素について調べた研究⁴⁾では、原因物質のほとんどが、プロトポルフィリンかビリベルジン(または亜鉛ビリベルジン)、あるいはこれらの色素の組み合わせであった。すなわち、プロトポルフィリンおよびビリベルジンの2つの原因物質でもって、鳥類は卵のいろいろな色や模様を表現していることになる。鳥(鶏)の卵は、人類にとっては食料の1つに過ぎないかもしれないが、鳥からすれば子孫を残すための重要な繁殖の手段である。現存する鳥類が、進化の過程において卵殻の色にプロトポルフィリンやビリベルジン(あるいはこれらの組み合わせ)を

選択してきたということは、これらの卵殻色素が、保護色以外の生存戦略に関わるような何らかの有意義な役割を果たしているのではないだろうか。その可能性のある卵殻色の役割の1つとして、われわれは、鳥類の卵殻に存在するプロトポルフィリンやビリベルジンが、自然光による有害な影響から発生中の胚を守っているのではないかという仮説を立てて、目下、研究を進めている最中である。

謝辞

ボリス・ブラウンの鶏卵(褐色卵)ならびにアロウカナ交雑種の鶏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、ツバメ卵を提供して頂いた菱田養鶏場の小川 潔氏にも心より感謝いたします。

文 献

- Gorchein A, Lord G and Lim CK (2012) Isolation and characterization of free haem from the shell gland of quail and hen. *Biomedical Chromatography*, 26: 355-357.
- Holveck M-J, Gregoire A, Staszewski V, Guerreiro R, Perret P, Boulonier T and Doutrelant C (2012) Eggshell spottiness reflects maternally transferred antibodies in blue tits. *PLoS One*, 7: e50389.
- Kennedy GY and Vevers HG (1973) Eggshell pigments of the Araucano fowl. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 44B: 11-25.
- Kennedy GY and Vevers HG (1976) A survey of avian eggshell pigments. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 55B: 117-123.
- Kilner RM (2006) The evolution of egg colour and patterning in birds. *Biological Reviews*, 81: 383-406.
- Lovell PG, Ruxton GD, Langridge KV and Spencer KA (2013) Egg-laying substrate selection for optimal camouflage by quail. *Current Biology*, 23: 260-264.
- Morreno J and Osomo JL (2003) Avian egg colour and sexual selection. Does eggshell pigmentation reflect female condition and genetic quality? *Ecology Letters*, 6: 803-806.
- Odabasi AZ, Miles RD, Balaban MO and Portier KM (2007) Changes in brown eggshell color as the hen ages. *Poultry Science*, 86: 356-363.
- 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.
- Reynolds SJ, Martin GR and Cassey P (2009) Is sexual selection blurring the functional significance of eggshell coloration hypotheses? *Animal Behaviour*, 78: 209-215.
- 佐藤 泰 (1980) 第3章 鶏卵の科学, 1. 卵殻部の成分の化学, (2) 卵殻. 食卵の科学と利用, pp.42-48, 地球社, 東京.
- Schwarz L, Deckert W und Ketels H (1958) Über Ooporphyrin in den Schalen von Hühner- und anderen Eiern und seine quantitative Bestimmung. *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie*, 312: 37-44.
- Statistical Analysis System (SAS) (2004) SAS Software ver. 9.1., SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- 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 (2012a) 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.
- 對馬宣道・蛭名良充・西館亮一・向後克哉・坂本 誠・吉田達行・中尾暢宏・田中 実 (2012b) 鶏の卵殻色に関する研究 (2). アロウカナ交雑種の卵殻色素について. *畜産の研究*, 66: 1199-1205.
- Weidinger K (2001) Does egg colour affect predation rate on open passerine nests? *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 49: 456-464.

【農業畜産情報】

社会人向け学校 週末に農業学ぼう 6都県で2月開校 マイファーム

耕作放棄地の再生事業を手掛ける(株)マイファーム(神戸市)は2月、本格的な就農を目指す社会人向けの農業学校を千葉や愛知など6都府県に開く。週末に農業を学べるのが特徴だ。家庭菜園から始めたい人は、農作業の基礎だけを受講することもできる。2月4日まで受講生を募集している。

講座は、営農技術を学ぶ「農業基礎」や、マーケティング知識を身に付けて有利販売につなげる「農業経営」など全8科目。実践経営を学ぶ「農家研修」もある。講座は1回当たり90~180分で、就農コースの場合、1年間で毎月4回の受講が目安。1科目から受講でき、養蜂講座が特に人気という。

農作業実習の圃場は千葉、神奈川、愛知、滋賀、大阪各府県に設ける。座学の講習は東京と大阪で行う。受講料は年間で就農コースが43万6000円、1科目では7万8000円。入学金1万500円が別途必要。問い合わせは同社横浜オフィス、(電)045(594)6722。