

マリーゴールド抽出物を給与した 3 鶏種が産んだ卵の調理および嗜好特性の比較

小泉昌子 †^{1,2} 峯木眞知子 †²
(令和3年12月4日査読受理日)

Quality and palatability characteristics of eggs from three hen strains fed a diet containing marigold extract

Koizumi, Akiko †^{1,2} Mineki, Machiko †²
(Accepted for publication 4th December, 2021)

要約

卵用鶏の代表である3鶏種が産んだ卵の品質・調理特性および嗜好特性を明らかにするために、ルテインを多く含むマリーゴールド抽出物を添加した飼料を給与した。白色レグホーン種ジュリア鶏およびボリスブラウン鶏とそれらのかけ合わせによるソニア鶏が産んだ卵を用いた。白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵は、鶏の週齢が高く全卵重量が重いため、卵1個当たりの栄養的価値が高かった。ソニア鶏が産んだ卵は、卵黄に含まれるビタミンA量(レチノール活性当量)や多価不飽和脂肪酸の割合が高く、カスタードプディングがやわらかかった。ボリスブラウン鶏が産んだ卵は、生卵の卵黄色が濃く、加熱卵の赤色味・黄色味が強いいため、他の卵と区別化できた。なお、これらの結果から、マリーゴールド抽出物の代謝は、鶏種の違いにより異なる可能性が示唆された。

Abstract

This study aimed to clarify the effects of marigold extract on the characteristics of eggs laid by three strains of hen, namely, White Leghorn, Hy Line Sonia, and Boris Brown. White Leghorn eggs had a high nutritional value relative to their weight. Hy Line Sonia eggs had a high amount of vitamin A. Moreover, it had soft custard pudding since their high proportion of polyunsaturated fatty acids. Compared with the other two strains, Boris Brown eggs had a noticeably darker yolk when raw and a deeply yellow or red yolk when boiled. These differences suggest that the metabolism of marigold extract may differ among the three strains of hens.

キーワード：鶏卵, ボリスブラウン, 官能評価, マリーゴールド抽出物, カスタードプディング
Key words: hen eggs, Boris Brown, sensory evaluation, marigold extract, custard pudding

1. 緒言

卵を産む鶏は、卵用鶏と呼ばれている。鶏種によって鶏卵の卵殻色は異なり、卵殻色によって鶏種が区別できる。日本では、白色卵、褐色卵、ピンク卵の3種類に分けられる。鶏の卵殻色別導入実績では、61.1%が白色卵、31.9%が褐色卵、7.0%がピンク卵である¹⁾。しかし実際に市場に流通する卵では、白色卵が70%、褐色卵・ピンク卵が残りの30%である²⁾。

卵用鶏のハイブリッド鶏は、様々な鶏の原種を掛け合わせるにより、作り出されている³⁾。代表的なハイブリッド鶏の種類は、白色卵を産卵する白色レグホーン種ジュリア鶏、褐色卵を産卵するボリスブラウン鶏、ピンク卵を産卵するソニア鶏等が挙げられる。ジュリア鶏の親鶏は白色レグホーン種鶏、ボリスブラウン鶏の親鶏は、ロードアイランドレッド鶏という原種、ソニア鶏の親鶏は、雄がロードアイランドレッド鶏、雌が白色レグホーン種鶏である。

近年、このような鶏種の違いにより、孵卵、育成、飼料

摂取量、産卵率や産卵成績が異なることが報告されている⁴⁾。飼料摂取量は、ジュリア鶏で少なく、ボリスブラウン鶏やソニア鶏で多い。鶏卵の価格は飼料の価格と言われるほど、飼料摂取量が影響する。産卵率は、ジュリア鶏で高く、ボリスブラウン鶏やソニア鶏で低い。このことから、褐色卵やピンク卵の方が白色卵よりも高価格で販売される。しかし近年、鶏卵の価格は低下している。そこで、卵用鶏の飼料に栄養成分を強化することで鶏卵に付加価値を付け、栄養強化卵として、鶏卵の価格低下を防いでいる⁵⁾。しかし、鶏種の異なる鶏が産んだ卵に含まれる成分や調理特性に関する報告はなく、未解明である。

これらのことから、鶏種の異なる鶏が産卵する卵の品質や調理特性を明らかにすることは、鶏卵市場において重要である。また、鶏の祖先とされる野鶏は4種類報告され、さらにこれらの鶏を卵用鶏に改良しているため⁶⁾、鶏種によって鶏の体内の代謝経路に差があると考えられる。実際に、白色レグホーン種ジュリア鶏とボリスブラウン鶏が産んだ卵では、トウモロコシを餌料用米に代替した飼料を給

†1 東京家政大学短期大学部 †2 東京家政大学大学院

与した場合、トウモロコシ飼料に比較すると、鶏種・飼料の違いにより、卵黄色が異なる傾向であることが報告されている⁷⁾。このことから、同じ飼料を給与した場合、産卵される鶏卵の特徴が異なる可能性が考えられる。

一方、卵用鶏の飼料にマリーゴールドの抽出物を添加することは古くから行われており、その効果として卵黄に含まれるルテイン量の増加が挙げられる⁸⁾。これにより卵黄の抗酸化性が向上することは報告されているが⁹⁾、調理特性への効果は報告されていない。

以上のことから本研究では、マリーゴールド抽出物を添加した飼料を、白色レグホーン種ジュリア鶏・ソニア鶏・ボリスブラウン鶏に給与し、その鶏が産んだ卵について、品質、調理特性および嗜好特性を比較した。

2. 方法

2.1 実験に用いた卵

実験に用いた卵は、白色レグホーン種ジュリア鶏、ソニア鶏、ボリスブラウン鶏が産んだ卵で、馬場飼料(株)より産卵当日にクール便冷蔵タイプ (0~10°C)で大学へ配送し、翌日に入手した。卵は同日に、鶏1羽から1個を採卵し、各鶏種50個とした。入手後は5°Cで保存し、全ての測定を1週間以内に行った。

鶏の週齢は、白色レグホーン種ジュリア鶏およびソニア鶏が67週齢、ボリスブラウン鶏が54週齢であった。鶏の週齢および卵の重量は、通常の市販卵の範囲であった。著者らは、鶏の週齢の違いにより、栄養価、全卵重量、ハウ・ユニット等がやや異なることを報告している¹⁰⁾。本研究では、鶏の育成の都合上、ボリスブラウン鶏の週齢を揃えることができなかった。その点も考慮して、結果を比較した。

白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵をW試料、ソニア鶏が産んだ卵をP試料、ボリスブラウン鶏が産んだ卵をR試料と表記した。

飼料は3鶏種に同飼料を給与し、標準飼料にマリーゴールド花卉抽出処理物(MG)を0.49%添加した飼料とした。この添加割合は、養鶏で一般的に用いている値より設定した。なお、MGを添加した飼料は、採卵日の3週間前より給与した。本研究では、鶏の育成の制約上、MG添加飼料のみの実施となった。そのため、飼料は一般的な標準飼料ではないが、同条件で給与したため、鶏種の違いに着目した。

2.2 卵の品質

1) 全卵重量、卵殻強度、ハウ・ユニット(以下HU)、卵黄色

鶏卵の品質は、全卵重量、卵殻強度、HU、卵黄色を、卵質測定装置(DET6000: 株式会社ナベル)により測定した。なお卵黄色の測定は、卵質測定装置の全農たまごYCCモードを

使用した。卵黄色は卵黄の色を1~15で評価する指標で、赤いほど数字が大きい。卵黄の色は、鶏に給与される飼料の影響が大きい。本研究では3鶏種に同飼料を給与したため、鶏種による違いを確認するために測定した。

2) 一般成分およびビタミンA類

鶏卵の成分分析は、一般財団法人日本食品分析センターに依頼した。卵白および卵黄の一般成分は、各試料について鶏10羽が産んだ卵を各1個、合計10個採取し、混合したものをを用いた。そのため、有意差検定は行えなかった。

水分は熱風乾燥法、たんぱく質は燃焼法、脂質は酸分解法、灰分は強熱残量で測定し、炭水化物量は100%より水分・たんぱく質・脂質・灰分を引いて求めた。

卵黄は、卵黄色に影響する栄養素であるビタミンAについて、レチノール、 α -カロテン、 β -カロテン、 β -クリプトキサンチンを測定した。

3) 卵黄の脂肪酸組成

卵黄の脂肪酸組成分析は、一般財団法人日本食品分析センターに依頼し、一般成分と同様に10個採取し、混合したものをを用いた。分析は、ガスクロマトグラフィーによって、行った。

4) 卵殻、卵白、卵黄の部位別重量割合

卵は割卵後、卵殻の重量を電子天秤により測定した。その後、卵黄分離器を用いて卵白と卵黄に分離し、それぞれの重量を電子天秤により測定した。卵殻、卵白、卵黄の各部位別重量割合は、下記の式より求めた。

$$\text{部位別重量割合(\%)} = \text{部位別重量} / \text{全卵重量} \times 100$$

2.3 卵の調理品の特性

1) 加熱卵

①試料調製

加熱卵の調製は、直径21cm鍋に水3,000mLを入れて加熱し、沸騰を確認後、同程度重量の卵6個をストレーナに入れ、15分間加熱した¹¹⁾。その後25分間流水で冷やして試料とした¹¹⁾。

②測定方法

卵白の物理的特性は、卵の鋭端部を高さ2cmにマイクローム刃で切断し、切断面を下にして試料台に置いて、最も高い部分をレオナー(RE2-3305B-1: 株式会社山電)により破断強度測定(ロードセル20N、円柱状プランジャー ϕ 3mm、測定歪率50%、測定速度1mm/sec)を行った。

卵黄は、卵白を取り除き、丸いままシャーレに入れた状態で保持させた。この方法は、食べる際の一口目を想定して、予備実験の結果より設定した。レオナーにより、破断強度測定(ロードセル20N、くさび型プランジャー、測定歪率50%、測定速度1mm/sec)を行った¹²⁾。

③官能評価

分析型および嗜好型官能評価(総合評価)を実施した。パネルは、本学栄養学科の20歳代女子大学生24名に協力を

得た。なお官能評価は、本学大学院倫理委員会の承認 (H30-17)を得た。パネルは、研究の趣旨を理解し、同意書に署名した。

提供温度は室温 (25°C)で、提供量は卵 1/2 個分であった。なお卵白と卵黄は、分けて提供し、評価した。評価方法は、順位法を用い、同順位は付けないことにした。評価用語は、におい・かたさ・味・色・総合評価を用いた。

2) カスタードプディング(以下、プディング)

①試料調製

プディングの材料および配合は、全卵液 300 g(卵白 210 g、卵黄 90 g)に対して、牛乳(明治おいしい牛乳：(株)明治)は3倍量に当たる 900 g、砂糖(白砂糖：日新製糖(株))は全体重量の 15%にあたる 180 gを用いた¹³⁾。牛乳 100 g 当たりの栄養成分表示は、エネルギー69 kcal、たんぱく質 3.4 g、脂質 3.9 g、炭水化物 5.0 g、食塩相当量 0.11 g、カルシウム 114 mg であった。全卵液は 2 回、砂糖は 1 回ストレーナ(16メッシュ)により裏ごしし、50°Cに温めた牛乳をそれらに混合した。パイレックス製カップ(底面φ4.5 cm、上面φ6.5 cm、深さ 4.5 cm)に各 60 g 分注し、スチームコンベクションオープン(MIC-5TB3：ホシザキ(株))のスチームモードで 90°C下 10 分間加熱した。加熱後、30 分間放冷し、食品用ラップフィルム(サランラップ®：旭化成ホームプロダクツ(株))をかけて 5°Cで 1 日保存した¹⁰⁾。

②測定方法

物理的特性は、プディングの調製に用いたパイレックス製カップに入れたままの状態測定した。レオナーにより、テクスチャー測定を行い、測定条件は、予備実験により決定し、ロードセル 20 N、円柱状ブランジャーφ16 mm、測定歪率 50%、測定速度 1 mm/sec の条件で行った¹⁰⁾。

③官能評価

分析型官能評価および嗜好型官能評価(総合評価)を実施した。パネルおよび倫理委員会の承認は、加熱卵と同様であった。

試料は、プディングを 5°Cの冷蔵庫で保存し、パネルの評価開始時に冷蔵庫より取り出して提供した。提供量は、パイレックス製カップ 1/2 個分の 30g で、使い捨て秤量皿に盛り付けた。評価方法は、ボリスブラウン鶏の卵を基準(0)とした 7 段階評点法であった。7 段階評点法は、-3:大変好きでない、-2:好きでない、-1:やや好きでない、0:どちらでもない、1:やや好き、2:好き、3:大変好きとした。評価用語は、におい・かたさ・なめらかさ・味・色・総合評価とした。

なお官能評価結果は、総合評価を従属変数、分析型官能評価の項目を独立変数に当てはめて、重回帰分析を行った。

2.4 統計処理

測定データは IBM SPSS Statistics Version 24.0 を用いて、Tukey の多重比較で検定した。有意水準は 5%とした。官能

評価の順位法では、Newell と MacFarlane による順位法の検定表を利用した。プディングの重回帰分析は、IBM SPSS Statistics Version 24.0 を用いた。

3. 結果および考察

3.1 卵の品質

1) 全卵重量、卵殻強度、HU、卵黄色

鶏卵の品質は、全卵重量、卵殻強度、HU、卵黄色を示した (Table 1)。

全卵重量は、W 試料が P 試料および R 試料より有意に重かった。P 試料および R 試料では、差がなかった。白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵は、週齢の増加とともに他鶏種より全卵重量の増加が大きいが報告されている⁴⁾。本研究でも、同週齢である白色レグホーン種ジュリア鶏の W 試料とソニア鶏の P 試料を比較すると、W 試料の方が重く、同様の結果が確認できた。

卵殻強度は、3 試料間に差がなかった。

HU は、P 試料および R 試料が W 試料に比べて有意に高かった。HU は鶏卵の鮮度を示し、30 週齢から 70 週齢の鶏が産んだ卵の中で、30 週齢の鶏が産んだ卵が最も高く、週齢の増加により低下することが報告されている⁴⁾。また鶏種の違いでは、70 週齢の鶏が産んだ卵と比較すると、白色レグホーン種ジュリア鶏が 84.7、ソニア鶏が 86.2、ボリスブラウン鶏が 84.9 であり、ソニア鶏で HU が高いと報告されている⁴⁾。本研究でもソニア鶏が産んだ卵の HU が最も高く、同様の結果が得られた。このことからソニア鶏が産んだ卵は、鶏の週齢の増加による HU の低下が、同週齢の白色レグホーン種ジュリア鶏より少なく、鮮度保持期間が長い特性を持つ卵を産卵する鶏種であると判断できた。

Table 1 鶏卵の品質

試料	全卵重量 [g]	卵殻強度 [kgf]	HU	卵黄色
W	69.49±3.47 ^a	4.43±0.75 ^a	82.97±6.21 ^b	14.33±0.76 ^{ab}
P	64.71±3.97 ^b	4.23±1.40 ^a	91.13±3.21 ^a	13.83±0.61 ^b
R	63.63±3.73 ^b	4.40±1.50 ^a	88.53±8.89 ^a	14.53±0.50 ^a

1) 全卵重量：n=50、卵殻強度・HU・卵黄色：n=5

2) a,b：測定項目別異符号間に有意差あり(p<0.05)

3) W：白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵

P：ソニア鶏が産んだ卵

R：ボリスブラウン鶏が産んだ卵

卵黄色は、R 試料が 14.53 で P 試料に比べて高く、赤色が強かった。著者は卵黄色について、一般飼料を給与した 70 週齢のホワイトレグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵で 12.27¹⁰⁾、33~77 週齢のソニア鶏が産んだ卵で 12.6¹⁴⁾、50 週齢のボリスブラウン鶏が産んだ卵で 13.17¹⁰⁾で

あったことを報告している。飼料への MG 添加の効果として、鶏種に関わらず、卵黄色が濃くなることが確認できた。

2) 卵殻、卵白、卵黄の部位別重量割合

卵殻重量割合は、W 試料が 10.53±0.54%、P 試料が 11.02±0.79%、R 試料が 11.82±0.73%であった。W 試料は R 試料に比較して、卵殻重量割合が有意に低かった。

卵白重量割合は、W 試料が 62.30±0.94%、P 試料が 60.92±4.29%、R 試料が 60.73±4.91%であった。W 試料は P 試料・R 試料に比較して、卵白重量割合が有意に高かった。

卵黄重量割合は、W 試料が 27.17±1.09%、P 試料が 28.06±1.83%、R 試料が 27.45±1.58%であった。卵黄重量割合は、3 試料間に差がなかった。

3) 一般成分およびビタミン A 類

卵白・卵黄の 100 g 当たりの一般成分を示した (Table 2)。

卵白の一般成分は、W 試料が P 試料および R 試料に比較して、水分含有量がやや多く、たんぱく質量が少なかった。卵黄の水分含有量・たんぱく質量・脂質量は、3 試料間で大きな差はなかった。

既報⁹⁾における卵黄のたんぱく質量を比較すると、70 週齢の白色レグホーン種鶏が産んだ卵が 16.23 g/100 g、50 週齢のボリスブラウン鶏が産んだ卵が 16.15 g/100 g で、本研究の W 試料と R 試料よりも低い値を示した。このことから、飼料への MG の添加により、卵黄のたんぱく質量が多くなる可能性が示唆された。

卵の栄養的価値は、水分含有量が少なく、たんぱく質量や脂質量が多いほど、高いと言える。そのため卵白 100 g 当たりでは、P 試料および R 試料は、W 試料よりも、栄養的価値が高かった。

しかし卵は家庭において、1 個単位で消費される。そこで、卵白および卵黄の部位別重量割合の結果より、卵 1 個重量当たりの栄養的価値を求めた。その結果、卵 1 個当たりのエネルギーは、W 試料が 87 kcal、P 試料が 79 kcal、R 試料が 75 kcal であった。W 試料は、3 鶏種の中で最も栄

養的価値の高い卵であった。

卵黄のビタミン A 類では、レチノール活性当量の高い順に、P > R > W 試料であった。β-カロテンおよびクリプトキサンチンでは、含有量の多い順に R > P > W 試料であった。β-カロテンおよびクリプトキサンチンの含有量が多い順に、R > P > W 試料であり、ソニア鶏の産んだ卵が中間的な値を示した。ソニア鶏は、ロードアイランドレッド鶏(雄)と白色レグホーン種鶏(雌)の掛け合わせにより作出される。また、ボリスブラウン鶏は、ロードアイランドレッド鶏の雑種である。このことから、β-カロテンおよびクリプトキサンチンの含有量で、ソニア鶏の産んだ卵がボリスブラウン鶏と白色レグホーン種ジュリア鶏の中間的な値を示したことは、遺伝的な要因であると考えられた。

しかし本研究では、MG 無添加飼料を給与した鶏の産んだ卵を実験に供せなかった。先行研究において、異なる鶏種が産んだ卵について、ビタミン A 類を測定した事例は見当たらない。そのため、鶏種や飼料がビタミン A 類含有量の違いへ、どのように起因するのかは、今後検討が必要である。

β-カロテンや β-クリプトキサンチンは黄橙色素であるため、その含有量が卵黄色に影響する。食品成分表では、卵黄 100 g 当たりの β-カロテンが 2 μg、β-クリプトキサンチンが 41 μg である。本研究で用いた 3 試料はすべて、成分表の記載量よりも多かった。鶏の週齢の違いによる卵黄色に関する論文では、MG 添加飼料を給与しない 70 週齢の白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵で 12.27、33~77 週齢のソニア鶏が産んだ卵で 12.6¹⁴⁾、50 週齢のボリスブラウン鶏が産んだ卵で 13.17 と報告されており¹⁰⁾、本研究で用いた 3 試料の卵黄色が濃いことが確認できた。特にボリスブラウン鶏が産んだ卵では同飼料を給与した白色レグホーン種ジュリア鶏よりも、β-カロテンおよび β-クリプトキサンチンを多く含んでいた。このことから、卵黄色により卵を区別化する場合には、飼料への MG 添加が有効な方法であると考えられた。

Table 2 卵白・卵黄の 100 g 当たりの一般成分およびビタミン A 類

項目	水分	たんぱく質	脂質	灰分	炭水化物	レチノール 活性当量*	レチノール	α-カロテン	β-カロテン	β-クリプト キサンチン	
	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[ugRAE]	[ug]	[ug]	[ug]	[ug]	
卵白	W	89.3	9.3	0.1	0.7	0.7	-	-	-	-	
	P	88.3	10.4	0.1	0.7	0.6	-	-	-	-	
	R	88.3	10.2	0.1	0.7	0.8	-	-	-	-	
卵黄	W	49.9	17.1	29.7	1.8	1.5	615	623	0	9	85
	P	49.9	16.7	30.2	1.7	1.5	665	659	0	14	107
	R	49.8	17.0	30.3	1.8	1.1	627	608	0	17	132

1) 10 個を混合して、1 回のみ測定。

2) *レチノール活性当量 [μgRAE]=レチノール [μg]+1/12β-カロテン [μg]+1/24α-カロテン [μg]+1/24β クリプトキサンチン [μg]+1/24 プロビタミン A カロテノイド [μg]

3) W: 白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵, P: ソニア鶏が産んだ卵, R: ボリスブラウン鶏が産んだ卵

4) 卵黄の脂肪酸組成

卵黄の脂肪酸組成の結果は、Table 3 に示した。パルミチン酸の割合は、W 試料で高く、P > R 試料の順であった。各脂肪酸の割合が高かった試料は、ステアリン酸が W 試料、オレイン酸が R 試料、リノール酸が P 試料であった。W 試料と R 試料についてそれぞれ、70 週齢の白色レグホーン種鶏と 50 週齢のボリスブラウン鶏が産んだ卵の報告と比較すると¹⁰⁾、2 試料ともに、オレイン酸の割合が約 1.0% 低く、リノール酸の割合が約 1.0% 高かった。

Table 3 卵黄の脂肪酸組成 [%]

脂肪酸	W	P	R
ミリスチン酸	0.3	0.4	0.3
パルミチン酸	24.5	23.9	23.1
パルミトレイン酸	2.5	2.8	2.4
マルガリン酸	0.2	0.2	0.2
ヘプタデセン酸	0.1	0.2	0.2
ステアリン酸	9.5	8.2	8.2
オレイン酸	45.4	45.3	47.2
リノール酸	12.6	13.6	12.9
α-リノレン酸	0.3	0.4	0.4
エイコセン酸	0.3	0.3	0.2
エイコサジエン酸	0.1	0.2	0.1
エイコサジエン酸トリエン酸	0.2	0.2	0.2
アラキドン酸	2.0	2.1	2.0
ドコサテトラエン酸	0.1	0.2	0.2
ドコサペンタエン酸	0.4	0.5	0.5
ドコサペンタエン酸	0.0	0.1	0.0
ドコサヘキサエン酸	0.7	0.8	0.9
未同定	0.6	0.8	1.1
飽和脂肪酸合計	34.5	32.7	31.8
不飽和脂肪酸合計	64.7	66.7	67.2
内 一価不飽和脂肪酸合計	48.3	48.6	50.0
内 多価不飽和脂肪酸合計	16.4	18.1	17.2

W：白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵

P：ソニア鶏が産んだ卵

R：ボリスブラウン鶏が産んだ卵

不飽和脂肪酸の割合を合計すると、若干ではあるが、R 試料で高かった。多価不飽和脂肪酸の割合では、P 試料が高く、飽和脂肪酸の割合では W 試料が高かった。

3.2 卵の調理品の特性

1) 加熱卵

加熱卵の卵黄の色特性は、L*値が P 試料で W 試料より高いため明るく、a*値が R 試料で P 試料より高いため赤味が強く、b*値が R 試料で W 試料より高いため黄色味が強かった (Table 4)。

色差を求めると、W 試料と P 試料で ΔE^*_{ab} 5.94、W 試料と R 試料で ΔE^*_{ab} 5.60 であった。これらは感覚的な差として、appreciable (目立つほどに、3.0~6.0) であると判断された¹⁵⁾。

Table 4 鶏種の異なる加熱卵とブディングの色

調理品	試料	L*	a*	b*
加熱卵 卵黄	W	71.74±2.89 ^b	20.42±1.32 ^{ab}	62.03±1.50 ^b
	P	76.90±1.15 ^a	19.42±0.88 ^b	64.80±4.50 ^{ab}
	R	73.21±5.20 ^{ab}	21.98±1.19 ^a	67.20±4.31 ^a
カスタード ブディング	W	70.57±2.46 ^a	4.99±0.27 ^a	25.23±1.24 ^a
	P	71.06±1.93 ^a	4.41±0.17 ^b	23.96±1.02 ^b
	R	69.59±2.24 ^a	4.70±0.29 ^a	26.90±1.67 ^a

1) n=5

2) a,b：測定項目別異符号間に有意差あり (p<0.05)

3) L*は明るさ、a*は赤と緑、b*は黄と青を示す。

4) W：白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵

P：ソニア鶏が産んだ卵

R：ボリスブラウン鶏が産んだ卵

次に、加熱卵の物理的特性として、卵白・卵黄の破断特性を調べた。

加熱卵の卵白の破断特性の破断応力、破断歪率、破断エネルギーは、R > P > W 試料の順で、R 試料が高かった (Fig.1)。

加熱した卵白は、タンパク質濃度が高いほどかたいゲルになる¹⁵⁾。W 試料は、卵白 100 g 当たりのたんぱく質量が、P 試料より 1.1g、R 試料より 0.9 g 低かった。これは、鶏種の違いによる遺伝的な要因により、W 試料の加熱卵の卵白がやわらかかったと考えられる。

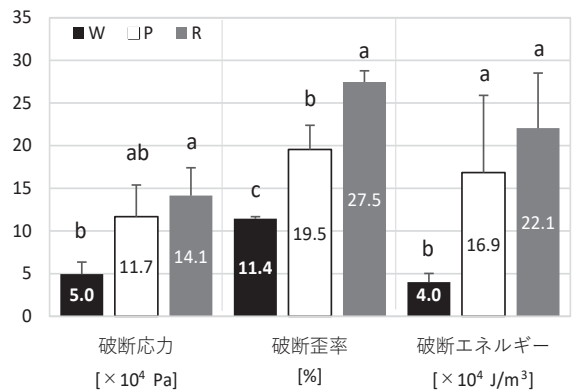


Fig.1 加熱卵の卵白の破断特性

1) n=10

2) a-c：測定項目別異符号間に有意差あり (p<0.05)

3) W：白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵

P：ソニア鶏が産んだ卵

R：ボリスブラウン鶏が産んだ卵

卵黄の破断特性の破断荷重、破断歪率、破断エネルギーでは、高い順に W>P>R 試料であったが、3 試料間に差はなかった (Fig.2)。

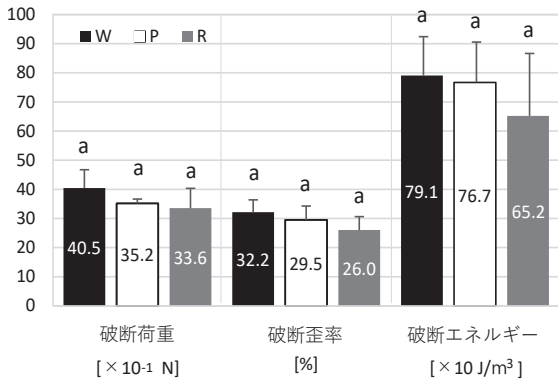


Fig.2 加熱卵の卵黄の破断特性

1) n=10 2) n.s.

3) W : 白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵

P : ソニア鶏が産んだ卵

R : ポリスブラウン鶏が産んだ卵

2) カスタードプディング

プディングの色について、L*値は3 試料で差がなく、a*値およびb*値はW 試料およびR 試料がP 試料より有意に高く、赤味・黄色味が強かった (Table 4)。色差を求めると、W 試料とP 試料が ΔE^*_{ab} 1.48 で、W 試料とR 試料が ΔE^*_{ab} 3.30 であった。それぞれ感覚的に判断すると、slight(わずかに、0.5~1.5)、appreciable(目立つほどに、3.0~6.0)であった¹⁶⁾。

Table 5 カスタードプディングのテクスチャー特性

試料	かたさ [$\times 10^3$ Pa]	凝集性	付着性 [$\times 10^2$ J/m ³]
W	3.28 \pm 0.16 ^a	0.55 \pm 0.04 ^a	2.00 \pm 0.08 ^b
P	2.91 \pm 0.15 ^b	0.54 \pm 0.03 ^a	1.90 \pm 0.18 ^b
R	3.19 \pm 0.21 ^a	0.55 \pm 0.02 ^a	2.21 \pm 0.11 ^a

1) n=8

2) a,b : 測定項目別異符号間に有意差あり (p<0.05)

3) W : 白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵

P : ソニア鶏が産んだ卵

R : ポリスブラウン鶏が産んだ卵

プディングのかたさは、W 試料およびR 試料で高く、P 試料で低かった (Table 5)。凝集性は、3 試料間に差はなかった。付着性は、R 試料で高く、W 試料およびP 試料で低かった。P 試料のプディングのかたさが低かった理由として、卵黄の脂肪酸組成が挙げられる。卵黄の脂肪酸組成は、P 試料がW 試料およびR 試料より、多価不飽和脂肪酸の割合が高かった。多価不飽和脂肪酸は流動性を持つため、含有割合の高かったP 試料で調製したプディングが、やわらかかったと考えられる。既報¹⁰⁾で報告した一般飼料を給

与した鶏が産んだ卵で調製したプディングは、70 週齢の白色レグホーン種ジュリア鶏でかたさが2.26 \pm 0.20 [$\times 10^3$ Pa]、付着性が0.74 \pm 0.30 [$\times 10^2$ J/m³]、50 週齢のポリスブラウン鶏が産んだ卵でかたさが2.44 \pm 0.16 [$\times 10^3$ Pa]、付着性が1.37 \pm 0.18 [$\times 10^2$ J/m³]であった。この結果と比較すると、MG 添加飼料を給与した鶏が産んだ卵は、かたさおよび付着性の高いプディングが得られることが推察された。これは、飼料へのマリーゴールド抽出物の添加により、100g 当たりの卵黄のたんぱく質量が多くなったことが起因したと考えられた。

3) 官能評価

加熱卵の順位法による分析型官能評価は、卵白および卵黄のすべての評価項目で差がなかった (Table 6)。このことから加熱卵は、鶏種間の特徴を捉えにくい調理品であると考えられた。

Table 6 順位法による加熱卵の官能評価

部位	試料	分析型			嗜好型	
		におい	かたさ	味	色	総合評価
卵白	W	33	39	33	-	34
	P	38	30	32	-	32
	R	25	27	31	-	30
卵黄	W	33	32	32	35	33
	P	33	39	30	36	31
	R	30	25	34	25	32

1) n=16

2) n.s. : 合計点が16点以上の差で有意差あり (p<0.05)

3) W : 白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵

P : ソニア鶏が産んだ卵

R : ポリスブラウン鶏が産んだ卵

R 試料を基準(0 点)として評価した総合評価では、W 試料が0.73 \pm 1.22、P 試料が0.47 \pm 1.51 で3 試料間に差はなかった。

生卵の卵黄色では、R 試料がP 試料より卵黄色が高く (Table 1)、加熱卵の卵黄およびプディングにおいても、赤を示すa*値および黄色を示すb*値が高かった (Table 4)。またR 試料では、分析型官能評価でも、P 試料より色が有意に濃いと評価された (Table 6)。このことからポリスブラウン鶏が産んだ卵は、熱凝固性や希釈性を利用した調理に適用した場合でも、卵黄色により区別化できることがわかった。

R 試料を基準(0 点)として評価したプディングの分析型官能評価は、かたさにおいてW 試料がP 試料より高く、色の濃さにおいてR 試料がP 試料より高かった (Fig.3)。この結果は、P 試料でテクスチャー特性の「かたさ」が低かったことやR 試料の卵黄色が濃かったことと同様の結果であった。加熱卵では、官能評価による試料間の差がなかつ

たことから、プディングは、卵の特徴を捉えやすい調理品であると考えた。

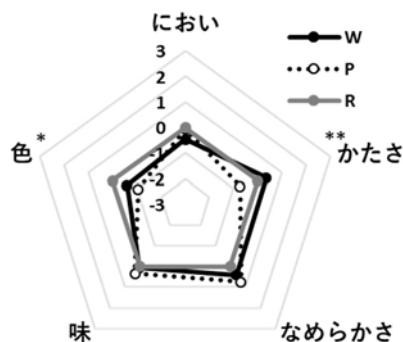


Fig.3 カスタードプディングの分析型官能評価

- 1) n=16
- 2) R 試料を基準(0点)として評価
- 3) 3 大変好き・0 どちらでもない・-3 大変好きでない
- 4) * : P 試料・R 試料間に有意差あり ($p<0.05$)
- ** : W 試料・P 試料間に有意差あり ($p<0.05$)

しかし、嗜好型官能評価の総合評価では、加熱卵およびプディングで、3 試料間に差がなかった。そこでプディングの総合評価に影響を与えた因子を明らかにするため、従属変数に総合評価、独立変数に分析型官能評価の項目を入れて重回帰分析を行った。その結果、プディングの総合評価に影響する項目は、なめらかさ・かたさであった。今回の分析型官能評価では、なめらかさに差がなかったことが、総合評価で違いがなかった要因であると考えられる。

4. 結論

マリーゴールド抽出物添加飼料を給与した白色レグホーン種ジュリア鶏・ソニア鶏・ボリスブラウン鶏が産卵する卵について、品質、調理特性および食味特性を比較した。鶏種の掛け合わせによる遺伝的な要因により、ソニア鶏が産んだ卵が白色レグホーン種ジュリア鶏およびボリスブラウン鶏が産んだ卵の中間的な結果を示したのは、卵黄の不飽和脂肪酸割合、加熱卵の物理的特性であった。

以下、鶏種の違いによる特徴である。

- 1) 白色レグホーン種ジュリア鶏が産んだ卵は、全卵重量が重いので、卵 1 個当たりの栄養的価値が高かった。
- 2) ソニア鶏が産んだ卵は、ビタミン A 量(レチノール活性当量)および多価不飽和脂肪酸の割合が高かった。これにより、カスタードプディングがやわらかく得られた。
- 3) ボリスブラウン鶏が産んだ卵は、生卵の卵黄色が濃く、加熱卵の赤色味・黄色味が強いので、他の卵と区別化できた。したがって、マリーゴールド抽出物添加飼料により、卵の卵黄色の効果を得るには、ボリスブラウン鶏への給与が薦められる。

マリーゴールド添加飼料を給与することによる卵への効果として、既報⁹⁾の一般飼料を給与した鶏が産んだ卵と比較すると、品質では、卵黄のたんぱく質量が多いこと、卵黄色が濃いことが明らかになった。調理品では、カスタードプディングがかたく、付着性が高いことが挙げられた。これらの結果から、マリーゴールド抽出物の代謝は、鶏種の違いにより異なる可能性が示唆された。

謝辞

本研究を遂行するに当たり、鶏卵を提供くださいました馬場飼料株式会社の馬場昭人様に、深く御礼申し上げます。また、官能評価にご協力いただきました、東京家政大学家政学部栄養学科のみなさまに、深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本種鶏孵化協会: 平成 31(令和元)年度第 2 回レイヤー鶏種導入および素ひな計画生産の概要, p.5 (2019).
https://www.syukeifuran.or.jp/official/data_files/view/606/mode:inline. (2020 年 11 月 21 日).
- 2) 坂井田節: 食卵の科学とその機能 -発展的利用とその課題-II 編 鶏卵の構造とその成分および品質, p.58, アイ・ケイ コーポレーション(東京)(2016).
- 3) 大内輝昭: ハイブリッド鶏について, 鶏病研究会報. Vol.29, No.1, pp.2-8 (1993).
- 4) 後藤美津夫: 鶏の経済能力検定(第 54 回), 群馬県畜産試験場研究報告, Vol.26, pp.44-52 (2020).
- 5) 横山郁代, 立川昌子, 臼井秀義: 国産赤玉高品質鶏の開発. 岐阜県畜産研究所研究報告. Vol.14, pp.66-70 (2014).
- 6) 古瀬充宏: シリーズ〈家禽の科学〉ニワトリの科学. 東京. 朝倉書店(東京)(2014).
- 7) 後藤美津夫, 小材幸雄, 信岡誠治: 餌料用米をトウモロコシの代替とした採卵鶏飼料の開発. 群馬県畜産試験場研究報告. Vol.17, pp.79-89 (2010).
- 8) Skřivan, M., Englmaierová, M., Skřivanová E., Bubancová I. Increase in lutein and zeaxanthin content in the eggsof hens fed marigold flower extract. Czech Journal of Animal Science. Vol.60, pp.89-96 (2015).
- 9) 山上義久, 笹子謙治: 野菜屑給与の鶏卵品質および産卵に対する影響. 日本家禽学会誌. Vol.32, No.5, pp.363-369 (1995).
- 10) 小泉昌子, 峯木真知子: 鶏種および鶏の週齢の違いがその産卵した卵の品質および調理特性に与える影響. 日本家政学会誌. Vol.72, pp.631-641 (2021).
- 11) 峯木真知子: 暮らしの最前線鶏卵の知識とおいしさ. 日本家政学会誌. Vol.68, pp.297-302 (2017).
- 12) 小泉昌子, 島村綾, 重村泰毅, 峯木真知子: 珊瑚末添加飼料を給与した鶏が産んだ卵の調理特性. 日本家政学会誌. Vol.69, No.8, pp.650-626 (2018).
- 13) 小泉昌子, 峯木真知子: イソマルトオリゴ糖添加飼料を給与した鶏が産んだ卵の調理特性および嗜好特性. 日本家政学会誌. Vol.71, No.8, pp.523-531 (2020).
- 14) 引地宏二, 平原敏史: 採卵鶏の経済検定試験. 神奈川県畜産技術センター研究報告. Vol.3, pp.24-29 (2010).
- 15) Sheng-Chin Yang, Ruth E. Baldwin: Egg Science and Technology "Chapter 16 Functional Properties of Eggs in Foods, p.41, Haworth Food & Agricultural Products Press (New York and London) (1995).
木村知子. 食品の官能評価・鑑別演習 第 3 章 物理的評価法, p.93, 建帛社(東京)(1999).