

採卵鶏における渋柿果皮粉末試料給与が卵質に及ぼす影響について

山澤和子、棚橋亜矢子、山澤広之、高山侑樹、堀田康雄、杉山道雄

Abstract

Pericarp (fruits skin) of astringent persimmon (Shibu-gaki) and substandard sweet persimmon fruits are currently discarded in Gifu prefecture, amounting to 33 tons and 1650 tons, respectively, in every year. Various studies trying to reuse them so far are unsuccessful due to the cost, procedure and safety. We have obtained a successful result improving the quality of eggs by feeding laying hens with the dried persimmon powders prepared from such unused material.

Some laying hen industries are trying to replace the imported corn with the feeder-rice. However, the yolk color becomes white when fed with feeder-rice, due to the lack of carotenoid in unhulled rice grain. By using the carotenoid from persimmon fruit the hens give right color to their egg yolk, if they are fed 19 days prior to the harvest. Every laying hen was healthy throughout 30 days of the experiment. Further studies on the functional quality of the egg are in progress.

Nevertheless, quality of the eggs have been tested both in raw and after cooking by both males and females of the university students and faculty members, age eighteen to seventy eight. All members involved in this test gave their excellent evaluation in every case.

はじめに

日本は、食料自給率が平成 20 年度 41%と食料の多くを海外の国々に依存している状況であり、これに対する抜本的改善策は打ち出されていない。一方国内では、出荷不適な農産物や加工食品製造過程での排出部分が大量に廃棄されている。

岐阜県は柿の名産地で、蜂屋柿・槌谷柿などの渋柿が年間 332 トン、甘柿の富有柿が年間 16,448 トン生産し、県の重要産業の一つとなっている。しかし、生産された果実のうち渋柿では 33 トン、甘柿では 1,650 トン（両者との約 1 割）が規格外品もしくは製造時の非利用部分として廃棄されていると見積もられている。このうち、渋柿はほとんど全部が干し柿として利用されているため、果皮は全て除かれ廃棄されている。某研究機関においては、これら廃棄物から有効成分を抽出し、がんなどの疾病治療薬の開発、化粧品の開発などが進められてきている。しかし、これらの開発研究は、果皮（渋柿）・果実（甘柿）を水溶液や有機溶媒で処理し、生化学的・薬学的手法を適用して成分を単離して純化し、さらにその後有効利用試験として物質の有効性試験・安全性試験などが不可欠となり、研究完了までに長い時間と高額な

経費を必要とするのが通例である。

そこで、著者らは、廃棄物とされている渋柿の果皮を短期間で製品化するアプローチの一つとして家禽・家畜の飼料への利用の可能性検証を試みた。著者らは、先行研究として採卵鶏に飼料米（粳米）を給与した場合の鶏卵について、卵黄の色調が薄い、卵料理品の嗜好度が低いという問題点を明らかにした¹⁾。そこで、今回、これらの問題点を改善するために、卵黄に移行しやすいカロテン類を含有する粉末渋柿果皮を粳米飼料に混合して採卵鶏に給与することを試みた。その過程で認められた卵黄色の変化、卵質の保存性への影響および卵料理の嗜好性を評価し、廃棄渋柿果皮の有効利用アプローチの可能性を検討した。

試験方法

1. 実験試料：

- 試料卵は、下記の条件で飼育された鶏から採卵した。
- ①試験実施養鶏場；(有)堀田養鶏園（岐阜県海津市南濃町津谷）とした。
 - ②試験期間；平成 22 年 3 月 12 日～4 月 12 日。
 - ③試験鶏および羽数；ゴトウもみじ（赤鶏）の成鶏、飼料毎に 15 羽を目安に用いた。

④飼育飼料；

R区；試験実施養鶏場が試験開始1ヶ月前から使用している飼料（粉米率が60%）で本実験の対照群に相当。

K3区；R区の飼料に対して渋柿乾燥果皮（φ2～3mm）を3%添加した群。

K5区；R区の飼料に対して渋柿乾燥果皮（φ2～3mm）を5%添加した群。

⑤採卵日および個数；試験期間を通じ、毎日各試験区10個ずつを午前中に採卵した。

2. 試料卵；

R区、K3区およびK5区の各飼料を給与した鶏から採卵した卵を使用した。

3. 卵質の測定；

①保存性評価項目；ハウ・ユニット（HU）、卵白のpHおよび卵白係数を用いた。各項目の測定は、飼料給与開始後、1、5、10、15、20および30日目の各飼料区の試料卵4個について行い平均値を求めた。HUは、殻付き卵重(W;g)測定後の卵を平らなガラス板上に割卵し、濃厚卵白の水平な部分の高さ(h;mm)を測定し、 $100 \times \log(h - 1.7w^{0.37} + 7.6)$ により算出した。卵白係数は、濃厚卵白の高さを濃厚卵白の平均直径で除し算出した。最後に、卵白を集め均質化したのち、卵白のpHを20℃下でpHメータ（Sartorius、PB-11）により計測した。

②卵黄色評価項目；

- 1) 測色色差計（Color Meter ZE6000（日本電色工業株式会社））でL、aおよびb値を測定した。
- 2) 高速液体クロマトグラフィー（HPLC）でβ-カロテンおよびβ-クリプトキサンチンを定量した。HPLCの分析条件は、石川ら²⁾および江川ら³⁾の方法を一部改編した以下の方法を用いた。

HPLCの分析条件

分析機器

島津 HPLC LC-10A
 ポンプ LC-10AD 2台（1台のみ使用）
 デガッサー DGU-20A
 カラムオープン CTO-10A
 検出器 SPD-10AV
 コントローラー SCL-10A
 データ処理 平田の下記による
http://chrom.tutms.tut.ac.jp/~hirata/other/vb_ChromAnal.htm
 カラム Shim-Pack FC-ODS 150x4.6
 インジェクタ マニュアル ループ 20 μL

分析条件

移動相：MeCN:MeOH:EtOAc=75:15:10
 流速：1.0ml/min
 波長：490nm
 標品：和光純薬工業製β-カロテン標準品10mgおよび
 フナコシ株式会社製β-クリプトキサンチン1mg

標準試料調製

β-カロテンおよびβ-クリプトキサンチンは0.1%酢酸アンモニウムを添加したジクロロメタン：メタノール=4：1に溶解した。その後、酢酸アンモニウムをメタノールに溶解後、それにジクロロメタンを加えて最終β-カロテン濃度を0.1%、β-クリプトキサンチン濃度を0.01%とした。

検量線作成

β-カロテン：最初にβ-カロテンを溶かす溶媒をジクロロメタン：メタノール=4：1（0.1%酢酸アンモニウム含有）とし、それをさらにこの溶媒で0.1～1 μg/ml程度に希釈した。リテンションタイムは20分程度であった。

β-クリプトキサンチン：最初にβ-クリプトキサンチンを溶かす溶媒をジクロロメタン：メタノール=4：1（0.1%酢酸アンモニウム含有）とし、それをさらにこの溶媒で1～10 μg/ml程度に希釈した。リテンションタイムは7分程度であった。

分析試料調製

試料採取 2.0 g
 ↓ ← 3%ピロガロール-エタノール溶液 10ml
 ↓ ← 60%水酸化カリウム溶液 1ml
 ↓ ← 水酸化カリウム粒 1.8g
 加熱けん化（56℃水浴、20分間）
 ↓
 冷却（水流15分間）
 ↓ ← 2-プロパノール 6ml
 ↓ ← 1%塩化ナトリウム 23ml
 ↓ ← 酢酸エチル-ヘキサン(1:9) 15ml
 振とう（5分間）
 ↓
 遠心分離（1200rpm 5分間）
 ↓
 フィルタ（ADVANTEC DISMIC-13HP
 （品名13HP045AN））で濾過
 ↓
 溶媒を正確に8ml採取
 ↓
 溶媒留去（窒素吹きつけによる乾固；35℃で保持）
 ↓ ← エタノール：クロロホルム 1:1 溶液 0.5ml
 試験溶液
 ↓
 HPLC（10 μlインジェクト）

4. 官能検査；

- ①卵料理；スクランブルエッグを用いた。なお、調製は前報¹⁾に準じ、検査時の喫食量は約10g/人とした。
- ②使用卵；R区およびK5区の実験期間終了時（4月12日）卵とした。
- ③パネル；本調査の主旨に賛同したT大学の学生および教員の上記45名とした。

官能検査パネルの属性

| 属性 | 性別 | | 年代（歳代） | | | 喫煙状況 | | |
|----|----|----|--------|----|------|------|-----|------|
| | 女性 | 男性 | 10 | 20 | 30以上 | 喫煙者 | 経験者 | 未経験者 |
| 人 | 39 | 6 | 15 | 25 | 5 | 0 | 1 | 44 |

- ④検査項目；検査項目等は、川端ら⁴⁾および早川⁵⁾らの方法に準じ、料理の外観、食感、風味に関する数個の用語対および「総合評価」（後記）とした。

官能調査項目および用語

呈味評価項目：こく、うまみ、卵らしさ、おいしさ
 外観評価項目：透明感、つや、色のきれいさ、色合いの好み
 食感評価項目：滑らかさ、濃厚さ、ふんわり感、やわらかさ、口当たりの良さ
 呈味評価項目：こく、うまみ、卵らしさ、おいしさ
 総合評価：上記項目の総合点から算出

⑤評価方法；R区卵の料理に対するK5区卵の料理の評価を、用語毎に7段階(-3～+3)尺度で評価を求めた。パネルは、官能検査実施に先立ち年齢および性別に差が出ないようにAおよびBの2グループに分けた。官能検査手順は前報¹⁾と同様とした。評価の方法は、AグループにはR区卵の料理に対するK5区卵の料理の評価点、BグループにはK5区卵の料理に対するR区卵の料理の評価点の解答を求めた。なお、Bグループの評価点は、評価集計時に反転し、R区卵の料理に対するK5区卵の料理の評価点となるようにした。

5. 検定：各用語および各項目についての評価点をspss(ver.11)を用いてt検定および分散分析を行った。有意水準は5%以下、有意傾向は10%以下とした。

結果および考察

I 卵の保存に及ぼす渋柿果皮添加飼料の影響

卵は食品衛生法等によって生鮮食品に分類されている。すなわち、卵の商品価値は、新鮮度がキーポイントといえる。そこで、本研究目的である採卵鶏への渋柿果皮添加飼料給与がその卵の保存性に及ぼす影響を評価するため、飼料中の渋柿果皮0%のR区、同3%のK3区および同5%のK5区の採卵鶏が産卵した卵（各々R区卵、K3区卵およびK5区卵とする）の新鮮卵を30日間冷蔵庫内（4℃）に保管し、卵の鮮度評価値である卵白のpH、卵白係数およびHUを経時的に測定した。その結果を図1、2および3に示した。

試験卵の卵白pHの変化は、30日間の保存期間中、3試験区とも近似の変動傾向を示し、15日間の保存では初期値のpH 8.35からpH 9.30まで急激な上昇を示したが、その後の保存では変動をほとんど示さなかった。卵白pHは、産卵直後約7.5であるがCO₂の散逸によって約9.5まで上昇するとされている⁶⁾。これより、本実験での卵白pHの変動結果は一般的变化で、採卵鶏飼料に渋柿果皮添加の影響は認められなかったと推察した。

卵白は卵黄の周囲を取り巻く濃厚卵白と卵殻に近い水溶卵白からなる。特に、濃厚卵白は保存中のpH上昇の影響で不溶性オボムチン複合体からβ-オボムチンが溶解し濃厚卵白の粘性低下を引き起こすと言われている⁶⁾。

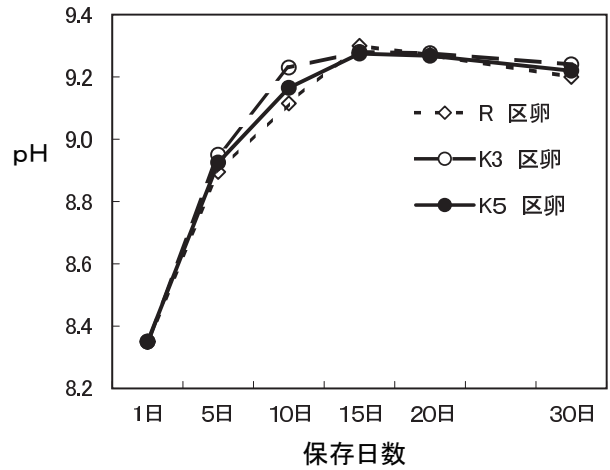
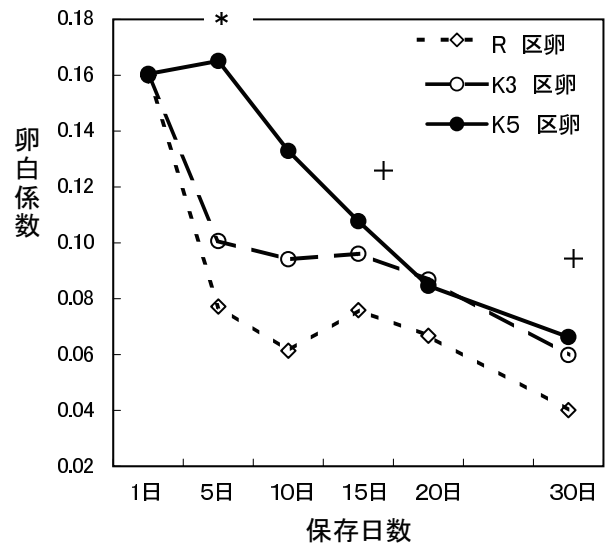
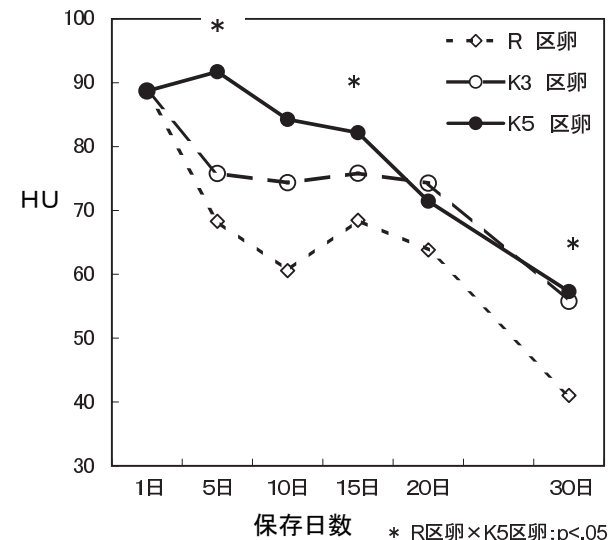


図1. 試験卵の卵白係数の保存による変化



* R区卵×K5区卵;p<.05
 + R区卵×K5区卵;p<.1

図2. 試験卵の卵白係数の保存による変化



* R区卵×K5区卵;p<.05

図3. 試験卵のHUの保存による変化

この作用を鮮度判定の指標としている卵白係数を測定し、採卵鶏の飼料の違いが卵保存性に与える影響をさらに検討した。その結果、R区卵は、保存とともに急激に卵白係数が低下し、保存5日目で新鮮卵の1/2を示した。しかし、その後の変化は漸減であった。一方、K3区卵およびK5区卵は保存期間が長くなるに従って卵白係数の低下傾向を示すものの、その傾向はR区卵に比し緩慢であった。特にK5区卵の卵白係数は、保存5日目でも新鮮卵とほぼ同値、保存15日目でも新鮮卵の約40%減(各々、K5区卵とR区卵間で $p<1$)にとどまり、渋柿果皮の飼料への応用は卵白係数の値から考えると、卵の鮮度保持に正の影響を及ぼしている可能性を推察した。

卵白係数算出に用いる濃厚卵白高は卵の大きさに影響されるとされる。この影響を回避するために卵白重を考慮した鮮度判定指標として、HUが用いられている。HUは、72以上をAA級(最高級品位)、60~71をA級(高級品位)、31~59をB級(中級品位)などと格付けされ、生食が可能な判断基準は60以上が望ましいとされている⁷⁾。本実験卵のHUの保存による変化をみると(図3)、R区卵は、卵白係数と同様、保存とともに急激な低下を示し、保存5日目でHUは68に低下しA級の格付けになった。なお、その後のHUの減少は微少であったが、保存20日~30日間で急激な低下を示し、保存30日目には約40まで低下した。一方、K3区およびK5区卵は、保存期間が長くなるに従い若干のHU低下を示したが、その傾向はR区に比し緩慢であった。特にK5区卵は、保存5日目でも新鮮卵とほぼ同値であった。また、K3区卵およびK5区卵とも20日間保存においてもHU値はAA級に、保存30日目でもB級に格付けできた(30日目; K5区卵・K3区卵とR区卵間で $p<0.05$)。すなわち、HUを指標とした鮮度評価からみても、渋柿果皮の飼料への応用は卵の鮮度保持に好影響を及ぼしている可能性を推察した。小川ら⁸⁾は、カルシウムやケイ酸などの鉱物性資源を飼料に添加した

場合の卵の保存性について鉱物資源無添加飼育の産卵鶏の卵との違いはなかったと報告している。本実験で用いた植物資源である柿には無機質としてカリウムが多く、カルシウムは非常に少ない⁹⁾。著者らは本実験結果を柿に多く含まれるポリフェノールやカロテン類などが持つ機能性¹⁰⁾による可能性を推察している。この点は今後検証していきたいと考えている。

II 卵黄色に及ぼす渋柿果皮添加飼料の影響

卵黄の主な色素成分としてはカロテノイド系色素であるが、鶏はこの色素を合成する機能を有していない。すなわち、卵黄中のカロテノイドは全て飼料由来であり、卵黄の各種カロテノイド含量は鶏体内での飼料由来カロテノイドの吸収と利用の相違を反映しているとされている¹¹⁾。柿の主要な色素は、 β -クリプトキサンチン等のカロテノイド色素である¹²⁾。そこで、これらカロテノイド系色素を含有する渋柿果皮混合飼料給与が卵黄色に及ぼす影響について、渋柿果皮混合飼料実験区のK3およびK5区の卵の卵黄の色差(L値、a値、b値)ならびに β -カロテンおよび β -クリプトキサンチン含量をR区の卵のそれらとの比較から検討した(図4および表1)。

図4に示すように、卵黄の色差のうち明るさの指標であるL値は、飼料給与日数が長くなっても、R区卵、K3区卵およびK5区卵とも殆ど変化は認められなかった。しかし、赤・緑色系の指標であるa値において、特にK5区卵の卵黄は、飼料給与9日目で約3、31日目には約3.7と飼料給与開始時の約2倍に達し、R区卵およびK3区卵の値に比し顕著に高値($p<0.05$)となり卵黄色が赤色化した。さらに、黄・青色系の指標であるb値についても、K5区卵の卵黄では、飼料給与19日目以降に約73と飼料給与開始時に比しおよそ4増加($p<0.05$)し、黄色化が顕著であった。なお、図5に飼料給与31日目のR区およびK5区の採卵鶏の卵の卵黄

籾米飼料に渋柿果皮添加飼料給与の採卵鶏の卵の卵黄

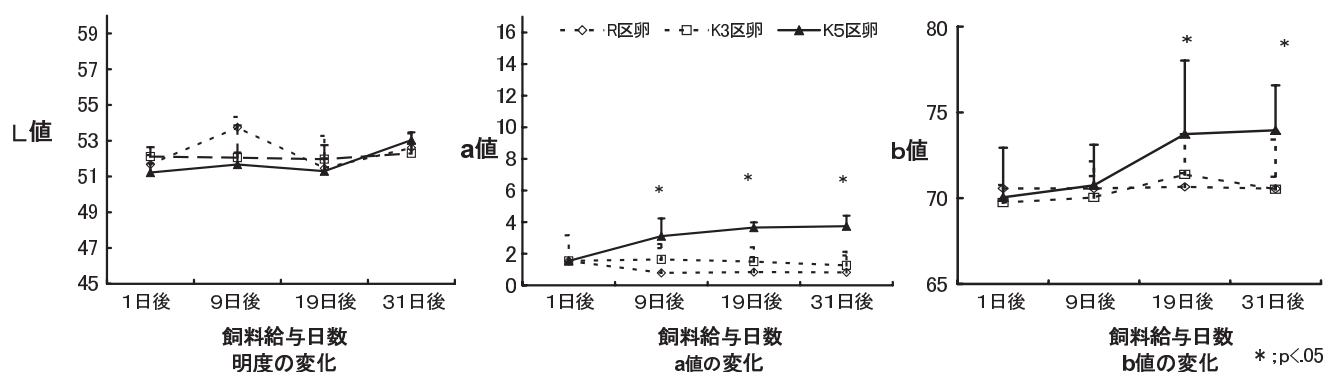


図4. 渋柿果皮混入飼料給与が卵の卵黄色の変化

表 1. 渋柿果皮添加飼料給与後の卵黄中の
 β -クリプトキサンチン含量

| 含量 ($\mu\text{g}/100\text{g}$) | |
|----------------------------------|------------------|
| 渋柿果皮添加飼料給与 | 平均 \pm SD |
| R 区 | 158.9 \pm 25.1 |
| K3 区 | 216.8 \pm 76.0 |
| K5 区 | 185.7 \pm 58.1 |

R区、K3区、K5区；籾米飼料への渋柿果皮添加比率0%、3%、5%

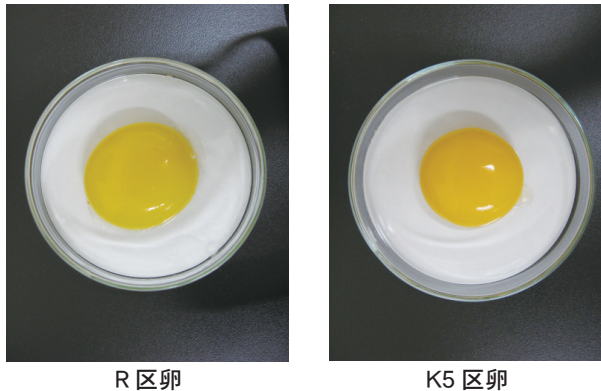


図 5. 飼料の違いによる卵黄色の違い

R 区卵：渋柿果皮混合無し飼料給与採卵鶏の卵
K5 区卵：渋柿果皮 5% 混合飼料給与採卵鶏の卵

色の主な色素量を知るため、最終採卵日（渋柿果皮添加飼料給与 31 日目）の卵について、R 区卵、K3 区卵および K5 区卵の卵黄について検討した。渋柿果皮添加飼料給与開始時の卵における卵黄 100g 中の β -クリプトキサンチン含量は 158.9 μg 、 β -カロテンは 45.5 μg と、 β -クリプトキサンチンが両者の約 80% を占めていた。そこで、含量比の高かった β -クリプトキサンチン量を柿果皮添加飼料給与 31 日目の卵について、飼料区別で測定した。表 1 に示したように、K3 区卵および K5 区卵では R 区卵の約 30 ~ 20% の含量増加を認めた。これより、渋柿果皮添加飼料による卵黄の黄色化には、 β -クリプトキサンチンの影響が大きいことを推察した。この β -クリプトキサンチン増加率については、佐々木ら¹³⁾ が温州みかん果皮を飼料に 5% 混合給与した実験において、卵黄中の β -クリプトキサンチン増加率が約 38% であったと報告している。これは、今回の結果と近似し、卵黄色改善に渋柿果皮混合飼料の利用がみかん果皮とほぼ同様の効果を期待できると考えられた。

籾米飼料利用採卵鶏飼料に渋柿果皮の活用は、卵黄色が赤色系および黄色系の色彩が付加され、籾米卵の卵黄色の改善策として評価できた。なお、佐々木ら¹⁴⁾ はアナアオサやスサビノリなどの未利用海藻を採卵鶏に 4 週間給与した結果として HU の向上とわずかな卵黄色の

改善にとどまったと報告している。一方、篠原ら¹⁵⁾ は、海藻の主色素であるルテインを製剤として給与した場合、卵黄色の改善が良好であったとしている。さらに、松馬ら¹⁶⁾ は、地域食品製造副産物の茶ガラサイレージ (3% 添加) を 4 週間給与した結果、給与鶏の卵黄 a および b 値が対照区のそれらに比し有意に高かったと報告している。また、合田ら¹⁷⁾ の報告によると、カテキン、フコキサンチン、カプサンチンを含有する未利用資源を採卵鶏の飼料に添加し給与した結果、カプサンチンのみ卵へ移行したとしている。これらの先行研究結果から、卵黄の黄色化に寄与する因子は、色素種ばかりでなく、給与飼料そのものの鶏体内での吸収および卵移行の難易による差と推察した。今回著者らが実験で用いた渋柿果皮の主色素は β -カロテン、 β -クリプトキサンチン等の橙黄色の色素である。これら柿果皮は茶ガラ同様に、果皮が鶏体内で容易に分解し、そのカロテノイド系色素が卵黄の脂質に移行したものと推察した。なお、卵黄色改善試験として、アスタキサンチン錠剤給与¹⁵⁾、万願寺とうがらし給与¹⁷⁾、カニ殻給与¹⁸⁾、ベニバナ給与¹⁹⁾等の先行研究がなされている。これらは地域産物の有効利用策の構築や差別化商品の開発研究である。これらの研究結果が有効に活用されることは、地域の活性化、資源の有効利用、並びに環境保全等に大きく資するものと考えられる。著者らが取り組んでいる本研究の趣旨もこれらの研究と一致するものであり、更なる取り組みが必要と考える。

III. 卵料理の嗜好性に及ぼす渋柿果皮添加飼料の影響

籾米飼料に渋柿果皮を 5% 混合した飼料を給与 (K5 区) した鶏から採卵した卵 (K5 区卵) を用いたスクランブルエッグの嗜好性、すなわち、スクランブルエッグの外観・食感・呈味および総合的な嗜好度を、渋柿果皮混合の無い飼料を給与 (R 区) した鶏から採卵した卵 (R 区卵) を用いた場合との比較で検討した。その結果を図 6 に示した。

K5 区卵使用スクランブルエッグの外観は、R 区卵のそれとの違いは認められず、飼料への渋柿果皮混合の効果はなかった。しかし、食感および呈味上の評価は、双方の評価項目とも K5 区卵を使用したスクランブルエッグの方が R 区卵のそれに比し有意に高かった (各々 $p < 0.05$)。さらに、全調査項目の平均から算出した総合評価は、K5 区卵を使用した場合の方が有意傾向ではあるが高かった ($p < 0.1$)。佐々木ら¹⁴⁾ は、温州みかん果皮給与採卵鶏の卵のゆで卵の香り、風味、歯ごたえおよびこれらの総合評価が果皮無添加のそれと比し有意傾向で高

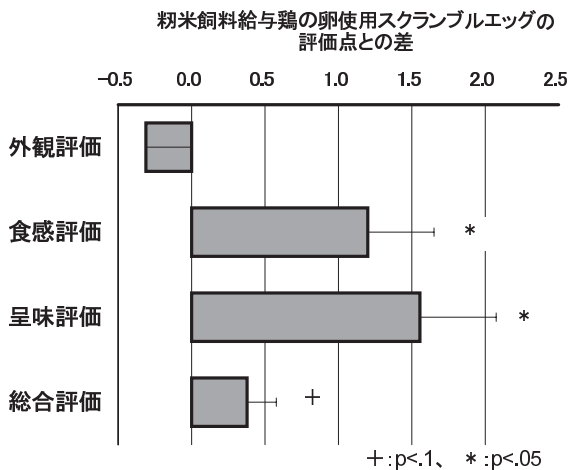


図6. 渋柿皮混合飼料給与鶏の卵使用スクランブルエッグの官能評価結果 (粗米飼料給与鶏の卵使用スクランブルエッグを基準)

かったとしている。しかしこの傾向の原因に関する考察はされていない。また、採卵鶏の飼料給与の違いと卵の嗜好性の関連の研究は非常に少ない。著者らの結果に関しても、今後、嗜好性に影響する因子究明をしていく計画である。

ついで、2種類の飼料区 (R区およびK5区) 卵を使用した卵料理の嗜好性評価に寄与した要因を検討するため、官能検査結果で有意差を認めた評価項目 (食感評価項目および呈味評価項目) について、各評価項目に設定した用語別に分析した (図7および8)。

食感評価項目においては、K5区卵を使用したスクランブルエッグの食感は、R区卵のそれに比し“やわらかさ”および“口あたりの良さ”の評価が有意傾向ではあるが高かった。また、呈味評価項目については、K5区卵のスクランブルエッグではR区卵のそれに比し、“こく”、“卵

らしい味”および“おいしさ”の3因子の評価が有意に高かった (p<.01, p<.05 および p<.05)。また、“うまみ”についても有意傾向ではあるが K5 区卵のスクランブルエッグが R 区卵のそれに比し高い評価であった。

以上から、粗米飼料への渋柿果皮混合飼料給与の採卵鶏の卵は、加熱料理に使用した場合において、特に“こく”、“卵らしい味”および“おいしさ”を代表とする呈味、“やわらかさ”および“口あたりの良さ”という食感が優れていると評価でき、岐阜県の特産食品の廃棄部分である渋柿果皮を採卵鶏飼料に混合することは、嗜好性に関する卵質改善面で有意義であると推察した。しかし、最改善因子である色調は、粗米飼料に渋柿果皮 5% 混合程度では加熱処理調理品においては効果を期待できなかった。つまり、生の卵黄の色差測定では飼料への渋柿果皮混合が卵黄色の黄色化に効果があったが、スクランブルエッグのような加熱調理品においては、今回の実験で得た程度の黄色化ではたんぱく質の熱変性に伴う卵黄色の白色化をカバーできなかったと推察した。今後、渋柿果皮混合比率を高めた場合の検証を実施する予定である。

まとめ

岐阜県の地産食品である渋柿の廃棄部分の果皮を短期間で製品化するアプローチの一つとして、粗米飼料給与採卵鶏の飼料への利用 (3%混合; K3区、5%混合; K5区) の可能性を、保存性、卵黄色の色調および卵料理の嗜好性について、粗米飼料給与 (R区) の場合と比較・検討した。その結果、未利用部分として廃棄される渋柿果皮の

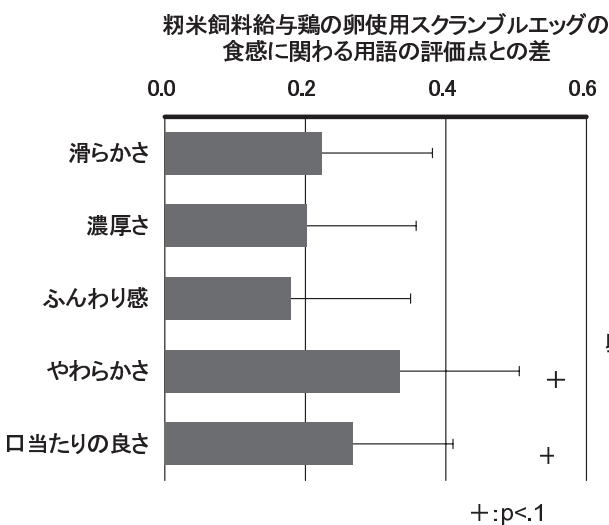


図7. 渋柿皮混合飼料給与鶏の卵使用スクランブルエッグの「食感を表す用語」別の評価結果 (粗米飼料給与鶏の卵使用スクランブルエッグを基準)

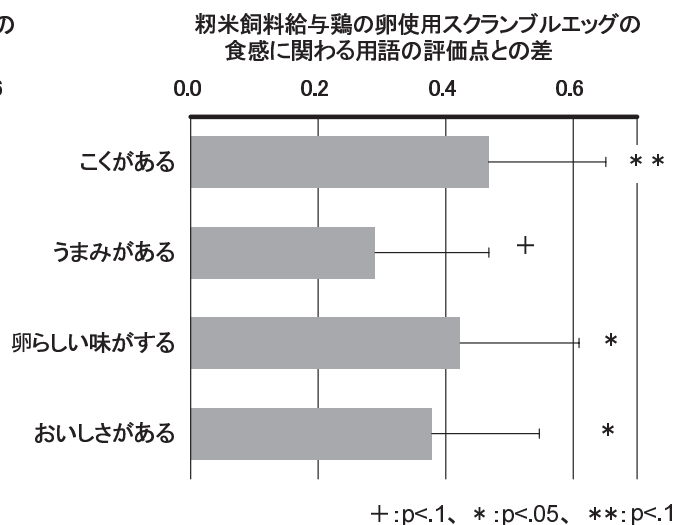


図8. 渋柿皮混合飼料給与鶏の卵使用スクランブルエッグの「呈味を表す用語」別の評価結果 (粗米飼料給与鶏の卵使用スクランブルエッグを基準)

飼料化は下記の如く卵質向上に有益であると推察した。

1. 卵白のpHは、給与飼料の違いとの関連は認めなかった。しかし、卵白係数は、特にK5区の場合、保存5日目では新鮮卵とほぼ同値、保存15日目でも新鮮卵の約40%減(K5区とR区間で $p<.1$)にとどまった。また、ハウ・ユニットでは、K3区・K5区卵では保存20日目AA級、保存30日目でもB級に格付けできた(30日目; K5区・K3区とR区間で $p<.05$)。

2. K5区卵の卵黄の色調は、L値は飼料の違いとの関連を認めなかったが、a値およびb値は、特にK5区の飼料給与9日目では約3、31日目には約3.7と飼料給与開始時の約2倍とR区およびK3区の値に比し顕著に高値($p<.05$)であった。b値は、飼料給与19日目以降にK5区で約73とR区およびK3区に比し顕著な増加を示した($p<.05$)。つまり、卵黄に赤色系および黄色系の色彩が付加され、粉米卵の卵黄色が改善された。

3. R区およびK5区卵で調製したスクランブルエッグの官能検査において、食感および呈味の評価がK5区卵で調製したスクランブルエッグが有意に高かった(各々 $p<.05$)。当評価に寄与した要因は、食感は“やわらかさ”および“口あたりの良さ”、呈味は“こく”、“卵らしい味”および“おいしさ”の因子($p<.01$ 、 $p<.05$ および $p<.05$)であった。

謝 辞

本研究は、財団法人 越山科学技術振興財団の平成21年度研究助成金を受け実施したものであり、この実験を通して多くの知見と今後の研究課題の発見がありました。ここに謹んで御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 山澤和子、鷺見孝子 他：“ライスエッグ”の卵黄色およびその料理に対する評価、東海学院大学紀要第3号、91-98、2010。
- 2) 石川寿美代、村上 齊 他：にんじん茎葉の給与が卵黄中の β -

カロテン含量および卵質に及ぼす影響、日本家禽学会誌、36、275-283、1999。

- 3) 江川幸恵・馬場強三：卵黄中の脂溶性ビタミン、カロテノイドの分析、長崎県衛生公害研究所報 49、100-104、2003。
- 4) 川端晶子 他：フローチャートによる調理科学実験、地人書館、106-110、1997。
- 5) 早川文代：おいしさを評価する用語、日本調理科学会誌、41、148-153、2008。
- 6) 中村 良 編：卵の科学、朝倉書店、p.104-108、2001。
- 7) 食卵の科学と機能 アイケーコーポレーション、渡邊乾二、p.63 2009。
- 8) 小川宣子、峯木真知子 他：異なる飼料を給与した鶏が産卵した卵の調理特性(第2報)、日本調理科学会誌、33、185-191、2000。
- 9) 香川芳子：五訂増補日本食品標準成分表、女子栄養大学出版部 p.94、2008。
- 10) 農文協編：地域食材大百科第3巻、農山漁村文化協会、p.83 2010。
- 11) 中村 良：卵の科学、朝倉書店、p.29、2001。
- 12) 桜井芳人：総合食品事典、同文書院、p.141、2000。
- 13) 佐々木健二、巽 俊彰 他：かんきつ果皮給与が卵黄中の β -クリプトキサンチン含量及び産卵性に及ぼす影響、日本家禽学会誌、43、J37-J45、2006。
- 14) 佐々木健二、巽 俊彰 他：採卵鶏における温州みかん果皮の長期給与が卵黄中の β -クリプトキサンチン含量等に及ぼす影響(農家実証試験)、三重県科学技術振興センター畜産研究部業務報告2006、81-83、2006。
- 15) 篠原啓子、笠原 猛 他：天然色素添加物を利用した卵黄色改善試験、徳島県畜産試験場研究報告、40、67-72、1999。
- 16) 松馬定子、荒金知宏 他：地域食品副産物を利用した高機能畜産物の生産技術の開発—採卵鶏における茶ガラサイレージ給与による卵質および鶏体への影響、岡山県総合畜産センター研究報告、第15号、133-136、2004。
- 17) 合田修三、藤井清和：地域資源の機能性成分移行をめざした特殊卵生産技術の開発(第1報)、京都府畜産技術センター試験研究成績、4、39-51、2007。
- 18) 合田修三：地域資源を活用した養鶏生産について、養鶏の友、38-40、2008。
- 19) 松馬定子、荒金知宏 他：地域食品副産物を利用した高機能畜産物の生産技術の開発—ベニバナ色素抽出カスを用いた鶏卵黄色改善効果、岡山県総合畜産センター研究報告、第14号、55-58、2003。