

短 報

屑米と陳皮を利用した自家配合飼料給与による採卵成績

押尾優汰<sup>1</sup>・石田 和<sup>2</sup>・渡邊貴之<sup>2</sup>・青山東一<sup>2</sup>・祐森誠司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>静岡県立農林環境専門職大学 生産環境経営学部, 磐田市富丘 678-1, 438-8577

<sup>2</sup>静岡県立農林環境専門職大学 短期大学部, 磐田市富丘 678-1, 438-8577

**要 約** 飼料自給率の向上を目指して屑米と陳皮を主材料とする自家配合飼料での採卵養鶏への影響を検討した。31羽の採卵鶏を無作為に2区(16:15)に分けた。鶏舎は開放型平飼いとした。対照区は市販飼料、試験区は自家配合飼料を給与した。飼料摂取量、産卵数、卵重および飼料効率の飼育成績と卵黄色及び卵黄中のβ-クリプトキサンチン量ならびに血清成分を比較した。飼料摂取量は試験区で低くなる傾向にあった(P=0.02)。産卵率は試験区が有意に低かった(P<0.01)。卵重に有意差は認められなかった(P=0.11)。飼料効率は試験区が有意に低かった(P<0.01)。卵黄色は試験区で有意に低くなったが(P<0.01)、β-クリプトキサンチン量は試験区で約1.5倍高かった。血清中のアルブミンと総タンパク質並びにカルシウムの値は試験区が有意に低かった(P<0.01)。いずれの成績も飼料中のCPとエネルギー含量が試験区で低すぎたことが影響したと考えられた。

キーワード：屑米、陳皮、産卵成績、β-クリプトキサンチン

受領日: 03.04.2024. 受理日: 22.04.2024.

日本畜産環境学会会誌 No.23(1) pp24-30. 2024

緒 言

中小家畜の配合飼料の主体となる穀類等の国内生産として飼料米や子実トウモロコシの生産が拡大しつつあるが、養牛部門も含めこれらの需要は競合する傾向にある。その一方で、2022年2月24日にロシアがウクライナへ侵攻して以降、小麦で世界5位、トウモロコシで世界3位(いずれも2021年)を生産するウクライナからの穀物輸出が滞り、世界的な飼料穀物の高騰が継続している。このようなことから家畜用飼料の国内自給率を向上させて安定した家畜生産の基盤構築を推進する必要があるが、国内資源の有効活用で取り込まれるフードロスの飼料活用ではハード、ソフトの面で給餌システムの変更が必要であるとともに余剰となる食料原料も海外に依存する割合が高く、根本

的な解決は見込めない。このように畜産における生産の基盤となる飼料原料の入手は厳しい環境が継続している。先の試験では飼料用米の給与により退色する卵黄[2-4]の色調を改善する目的で陳皮(β-クリプトキサンチン給源)を配合した飼料を調製し、この飼料で市販飼料の50%を代替しても、生産性の低下は認められず、卵黄の退色が予防できることを確認した[1]。この結果は、飼料用米を給与した際の卵黄色退色を予防する際に、陳皮など色素を多く含む資源活用を検討した結果[5-9]を支持するものであった。静岡県の温州みかん生産量は2021年度に99700tで全国の13.3%を占めており[10]、この生産量は生食での出荷が90%で、加工されるものは10%前後となる。さらに加工品のうち6~7割はジュースを搾っており、その残さは陳

## 屑米と陳皮を給与した産卵成績

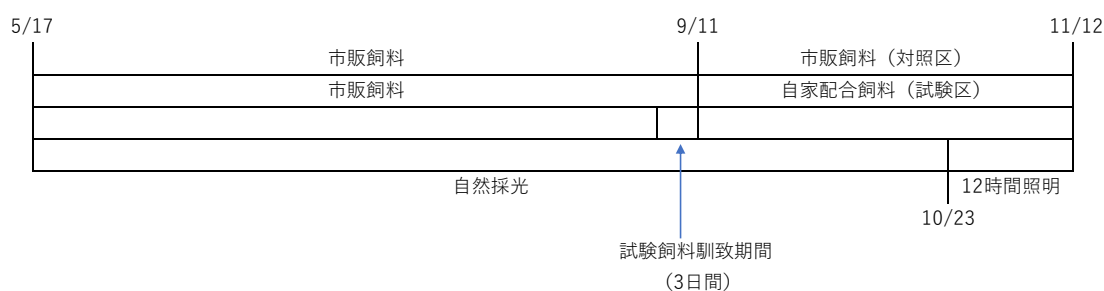


図1 試験実施スキーム

皮を含め養牛の飼料に利用されている。一方、3～4割が缶詰などに加工されるが、その場合陳皮は廃棄されることとなり、その廃棄量は静岡県内で少なく推定しても  $99700\text{t} \times 3\% \times 25\%$  (生のミカンにおける皮の割合[11]) $\approx 748\text{t}$  となる。地域特産資源と考えられる廃棄陳皮を有効活用するため、本試験では屑米と陳皮を主材料とする自家配合飼料を採卵鶏に給与した場合の産卵成績及び卵黄色等への影響を検討することを目的とした。

### 材料および方法

供試鶏は生後82日齢で導入した31羽のボリスブラウンとし、無作為に16羽と15羽の2群に分けた。飼育環境は開放型エイビアリーシステムの平飼い(5m<sup>2</sup>)とした。照明は飼育を開始した2023年5月17日からの22週間は日照時間が確保されたことから自然採光とし、日照時間の短縮に伴い試験終了前の10月23日から3週間は12時間の蛍光照明とした(図1)。期間中は午前8:00の時点で気温が25℃以上であつ

た場合は、暑熱環境にあると判断して空冷式パッケージエアコン(MD-25RF1-F:三菱電機(株))を用いて鶏舎上部空間に対し、毎分11m<sup>3</sup>の風量の風を首振り状態で17:00まで送風した。なお、17:00の時点で翌朝までの最低気温が25℃以上とされる熱帯夜の予報が発出された場合は、午前8:00までの送風を行った。

産卵安定期までいずれの区においても市販飼料を給与し、飲水は自由とした。飼育試験開始時に対照区は市販飼料を継続して給与し、試験区は屑米、大豆粕、陳皮、魚粉、牡蠣殻を用いて、日本飼養標準・家禽(2011年版)[12]で推奨されるCP量と同等になるように調製した自家配合飼料(表1)を給与した。飼料の切り替えは1/4、1/2、3/4と3日間の馴致を挟んで行った。自家配合飼料の配合割合と飼料成分は表1に示した。なお、今回供試した屑米と陳皮および牡蠣殻は、生産農家や食品加工所において廃棄予定のものを無償で譲り受け、飼料利用できるように乾燥粉碎等の処理を行った。陳皮の処理は、みかんの加工業者から回収した生のみかん皮をフードプロセッサで粉碎後に4日間の天日乾燥を行い、配合飼料原料として利用した。

飼育試験は令和5年9月11日～11月12日の9週間で、調査・測定項目は毎日の飼料摂取量、産卵数、卵重および期間を通じた飼料効率とし、全農カラーチャートを用いた卵黄色の比較は毎週1回、新鮮たまご3個を用い

表1 供試飼料組成(%)

対照区	試験区	
市販配合飼料	自家配合飼料(CP16%設定)	
トウモロコシ	56.00 屑米(玄米)	49.06
大豆粕など	29.00 大豆粕	21.00
DDGS	1.00 陳皮	27.60
魚粉	1.00 魚粉(CP65)	2.34
その他	13.00 牡蠣殻	外付け 3.00
その他にミネラル等プレミックスを含む		

## 屑米と陳皮を給与した産卵成績

表2 供試飼料成分分析結果 (%)

	対照区	試験区	陳皮
水分	12.0	13.8	13.9
CP	18.6	14.1	4.7
粗脂肪	5.7	1.5	0.4
粗繊維	18.7	15.3	24.9
可溶無窒素物	31.3	49.4	53.3
粗灰分	13.7	5.9	2.8
$\beta$ -CR(mg/100g)	0.34	1.0	5.8

$\beta$ -CR:  $\beta$ -クリプトキサンチン

を行った。また、本試験では試験終了時に無作為に両区から5羽ずつ選抜し、翼下静脈より2~3mL採血し、血清を調製して血清成分から生理状態を確認した。さらに $\beta$ -クリプトキサンチンの卵黄への移行を確認するために試験終了時に得られた卵を両区それぞれ3個確保し、日農化学工業(株)に分析委託した。今回の試験はその性質上、区の反復試験の実施が困難であったため飼料摂取量、産卵数、卵重、飼料効率並びに血清成分については飼料処理の違いについて、n=8として反復のない一元配置分散分析(Excel統計)を用いて有意水準を $P<0.01$ として対照区と試験区の有意差判定を行ない、 $0.01<P<0.10$ の場合は傾向にあると判断した。

なお、本試験は静岡県立農林環境専門職大学動物実験指針に基づいて審査・承認(23-0421a)されて実施し、試験飼料および陳皮の一般成分は十勝農業協同連合会農産化学研究所に、試験終了時の血清成分はSRL(株)に各々委託して分析した。

### 結果

本試験期間を通じて事故等による斃死鶏は

認められなかった。

### 供試飼料の一般成分および $\beta$ -クリプトキサンチン量

今回供試した飼料の一般成分分析結果と $\beta$ -クリプトキサンチンの分析結果は表2に示した。配合設計を行なった段階で日本飼養標準・家禽(2011年版)[12]で産卵鶏の風乾物中要求CP量の14.3~15.5%に見合う量の充足を目指し、分析結果は14.1%と近似した値であった。しかし、対照区に利用した市販飼料ではCP値が18.6%と飼養標準の推奨値よりも高かったことから、試験区との間に大きな差が認められた。さらに粗脂肪含量において対照区は風乾物中で5.7%であったのに対して、試験区では1.5%と低かった。

陳皮に含まれる $\beta$ -クリプトキサンチンの含量は5.8mg/100gであった。飼料の $\beta$ -クリプトキサンチン含量は、市販飼料で0.34mg/100g、試験飼料が1.0mg/100gで、市販飼料よりも約3倍高かった。

### 飼育試験成績(表3)

供試鶏の羽数が区分け時に同数の配分とならなかったため、羽数での飼料摂取量を補正して比較した結果、対照区(1786g/15羽)に対して試験区(1577g/15羽)は低くなる傾向( $p=0.02$ )にあった。

ヘンデイで算出した産卵率についても、対照区(87.8%)に対して、試験区(51.2%)と有意( $P<0.01$ )に低かった。

卵重については、対照区65.6gに対して、試験区は61.1gであり、区間に有意差( $P=$

表3 飼育試験成績と卵黄検査結果

	飼料摂取量 (g/15羽)	ヘンデイ産卵率 (%)	卵重 (g/個)	飼料効率 (%)	卵黄色	卵黄 $\beta$ -CR (mg/100g)
対照区	1786	87.8	65.6	48.8	10.1	0.6
試験区	1577*	51.2	61.1	30.6	3.0	0.9
有意水準	$P=0.02$	$P<0.01$	$P=0.11$	$P<0.01$	$P<0.01$	

\*: 16羽で得られた成績を15羽量に換算した補正值

## 屑米と陳皮を給与した産卵成績



図2 平均卵黄色のイメージ

0.11) は認められなかった。

卵重と飼料摂取量の関係から算出した飼料効率についても、対照区 (48.8%) に対して試験区 (30.6%) は有意 ( $P < 0.01$ ) に低かった。

卵黄色は退色し、全農カラーチャートを用いた卵黄色の比較では対照区が最終的に 10.7 であるのに対し、試験区は 3.0 と有意に ( $P < 0.01$ ) 低い値となった (図2)。しかし、卵黄中  $\beta$ -クリプトキサンチン量は、試験飼料の給与により対照区で 0.6mg/100g であったのに対して試験区では 0.9mg/100g と約 1.5 倍高くなっていた。

表4 血清成分

血中成分	対照区	試験区
総タンパク質 (g/dL)	5.2 ± 0.81 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.31 <sup>b</sup>
アルブミン (g/dL)	2.2 ± 0.22 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.19 <sup>b</sup>
グルコース (mg/dL)	241 ± 12.3	235 ± 13.6
総コレステロール (mg/dL)	125.6 ± 66.5	77.4 ± 14.6
尿酸 (mg/dL)	5.0 ± 2.4	5.3 ± 2.4
カルシウム (mg/dL)	28.4 ± 6.8 <sup>a</sup>	15.5 ± 3.3 <sup>b</sup>
無機リン (mg/dL)	4.2 ± 1.2	3.5 ± 0.6
AST (IU/L)	172 ± 18.6	158 ± 18.1
ALP (U/L)	556 ± 166 <sup>B</sup>	1414 ± 822 <sup>A</sup>
$\gamma$ -GTP (IU/L)	23.8 ± 6.6 <sup>b</sup>	35.6 ± 6.1 <sup>a</sup>

平均値 ± 標準偏差、n=5

異なる肩文字間に有意差 (小文字:  $P < 0.01$ 、大文字:  $0.01 < P < 0.10$ )

AST: アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ

ALP: アルカリフォスファターゼ

$\gamma$ -GTP:  $\gamma$ -グルタミルトランスぺプチターゼ

### 血清成分

分析結果は表4に示した。アルブミンと総タンパク質において試験区が有意 ( $P < 0.01$ ) に低く、飼料成分での CP 含量の差が血清成分に顕著に反映された。また、血清中のカルシウム含量も試験区が有意 ( $P < 0.01$ ) に低くなった。肝機能を判定する ALP が高くなる傾向 ( $0.05 < P < 0.10$ ) にあり、 $\gamma$ -GTP が試験区で高くなる傾向 ( $0.01 < P < 0.02$ ) にあった。AST では有意な差は認められなかった。総コレステロール値に大きな差があったが、有意差は認められなかった。

### 考察

地域特産の低利用資源を活用して飼料自給率の向上を目指す取り組みが各地で行われており、採卵養鶏においても陳皮[1、5、6]、桑葉や茶葉[7]、甘長とうがらし[8]、ほや[9]などの飼料利用について検討されている。

本試験で供試した陳皮の  $\beta$ -クリプトキサンチン含量は先の試験[1]で供試したものの含量 (4.0 mg/100g) と近似した値であり、若干高いことから先の試験[1]と同様に卵黄色の退色抑制の効果が得られると仮定したが、試験飼料を給与し始めた時点で粒度の大きな陳皮の残存

割合が高かった。鶏では粉餌よりも粒度の大きな物を好むこと[13]が知られているが、残餌の状態から今回の陳皮の粒度は大きすぎたと考えられた。また、脂溶性カロテノイドである  $\beta$ -クリプトキサンチンの吸収や体内輸送に関係する脂質[14、15]が飼料に不足していたことも卵黄色の退色に関係したものと考えられる。このことは、飼料成分分析結果 (表2) において粗脂肪含量が低いことと有意差は認められていないが、表4に示すように試験区において脂質の不足を示唆する血清中成分の総コレステ

## 屑米と陳皮を給与した産卵成績

ロール値が低いことから推察された。ただし、本件については今後詳細に検討する必要がある。また、産卵成績が著しく低くなった結果については、飼料摂取量の不足に加えて、飼料中の CP が対照区の含量に比べて低すぎたことが大きく影響していると考えられた。前述のように粒度の大きな陳皮を食べ残したことで試験開始3週目に飼料粒度を5mmメッシュを通過するように修正したが、修正前後で区分して比較すると成長に伴う摂取量の増加を加味しても修正前に対照区と270g/15羽であった差は修正後に173g/羽と小さくなったが、産卵成績の改善に結び付かなかった。Muramatsuら[16]は幼すうを対象としているが、タンパク質摂取量の増減に応じて生体内のタンパク質合成と分解の比率が変化し、タンパク質の摂取量が少ないと合成量の低下が誘起されるとしている。また、Hiramotoら[17]は、産卵鶏を対象として1日のタンパク質合成において14%相当は卵管膨大部が寄与する、すなわち新たな卵生産に関係していると報告していることから、これら機序が本成績に影響したと考えられる。飼料中のCP含量は熱発生量に対して影響しないとされている[18]が、粗脂肪とCPの提供不足が総合的に代謝エネルギーの不足に影響したと考えられた。この点については、試験区において血清中の総タンパク質値やアルブミン値が有意に低いことや総コレステロール値が低いことから推察されるものである。

血清中のカルシウム含量が有意に低下する原因について、一般的にはカルシウムの吸収不良もしくはカルシフェロールの不足などが掲げられる[16]。本試験では産卵成績の低下と連動しているものとするが、原因となる事象が単純に摂取量の不足なのか、産卵機能の低下によって誘起されたカルシウムの代謝異常なのかは判別できなかった。

なお、ニワトリにおいて血液の臨床検査成績は重要とされているものの疾病の診断、健康評

価に活用されていない状況にある[19]が、本試験成績は乳牛において血中成分の分析結果に基づき給与飼料の栄養素充足度等を判定する代謝プロファイル方式を採卵鶏において利用することの有効性を示唆した。

本試験成績より得られた飼料組成における修正点を改善して、同様の飼育試験を通じてデータを蓄積し、低利用資源の有効活用と畜産物のブランド力強化などを検討する必要があると考える。

### 謝辞および摘要

本研究の遂行に当たり、陳皮を提供いただいたみかん農家の方々、供試鶏の飼育管理に携わったすべての学生各位に謝意を述べる。なお、本報告の一部は令和5年度東海畜産学会大会において口頭発表を行なった。

### 文 献

- [1]熊崎ひかり、白石菜未、斉藤美優、青山東一、祐森誠司 (2023) 屑米を利用した採卵鶏飼料への陳皮添加が卵黄色に及ぼす影響：日本畜産環境学会会誌：22：9-16.
- [2]相馬文彦、山上善久、小林正樹 (1982) 採卵鶏に対する飼料原料としてのエサ米配合の影響 (1) 産卵期における成分無調整短期給与試験：埼玉県養鶏試験場研究報告：16：11-19.
- [3]立川昌子、河合恒祐 (2019) 採卵鶏における飼料用米(モミ米) 給与方法 一長期給与による産卵および卵質への影響一：岐阜県畜産研究所研究報告：19：38-45
- [4]松井繁幸、池谷守司 (2011) 配合飼料への粳米の混合が採卵鶏の生産性および卵質に及ぼす影響：静岡県中小家畜試験センター研究報告：4：35-40.
- [5]大北栄人 (2015) 機能性成分を活用した鶏卵の高付加価値化の検討 (第1報)： <https://www.pref.ehime.jp>
- [6]山田和男 (2017) 果皮由来β-クリプトキサンチン高濃度含有液の低コスト製造に関する

## 屑米と陳皮を給与した産卵成績

- る検討:山口県産業技術センター研究報告:29: 23-27.
- [7] 松下浩一 (2019) 地域に賦存する飼料資源の給与による鶏及び鶏卵への効果: 畜産酪農技術センター研究成果情報: <https://www.pref.yamanashi.jp> > 6-seika-keiran.
- [8] 檜垣邦昭 (2014) 飼料用米給与時の規格外甘長とうがらし添加が採卵鶏の卵黄色に及ぼす影響: 愛媛県畜産研究センター研究報告: 2: 43-48.
- [9] 鈴木啓一 (2018) 飼料用米給与採卵鶏へのホヤ殻の飼料添加給与による卵黄色改善効果: 畜産の情報: 8: 50-57.
- [10] 静岡県産みかんのデータ: <https://www.shizuokamikan.jp>
- [11] かんきつ類果皮の利用-広島県: <https://www.pref.hiroshima.lg.jp>
- [12] 日本飼養標準・家禽 (2011年版): 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構: 中央畜産会: 東京
- [13] 田上末四郎、久池井忠夫 (1972) 粒度の異なる飼料給与雛の発育に及ぼすグリットの効果について: 茨城大学農学部学術報告: 19: 15-20.
- [14] F, Jalal, MC. Nesheim, Z. Agus, D. Sanjur, JP. Habicht (1998) Serum retinol concentrations in children are affected by food sources of beta-carotene, fat intake, and anthelmintic drug treatment: American Journal of Clinical Nutrition: 68: 623-629. doi:10.1093/ajcn/68.3.623.
- [15] Kh. van Het Hof, CE. West, JA. Weststrate, JG. Hautvast (2000) Dietary factors that affect the bioavailability of carotenoids: Journal of Nutrition: 130: 503-506. doi:10.1093/jn/130.3.503.
- [16] T. Muramatsu, K. Kita, I. Tasaki, J. Okumura (1987) Influence of dietary protein intake on whole-body protein turnover in chicks: British Poultry Science: 28: 471-482. Doi: 10.1080/00071668708416981
- [17] K. Hiramoto, T. Muramatsu, J. Okumura (1989) Protein synthesis in several tissues of laying hens: Japanese Poultry Science: 26: 340-347.
- [18] K. Kita, T. Muramatsu, J. Okumura (1993) Effect of dietary protein and energy intakes on whole-body protein turnover and its contribution to heat production in chicks: British Poultry Science: 69: 681-688. Doi:10.10079/bjn19930069
- [19] 鶏病研究会 (2016) 鶏の健康時および病態時の血液学的ならびに血液化学データ: 鶏病研報: 52: 242-253.

Short Communication

**A study on performance of layer fed domestic formula feed produced with waste rice and orange peels**

Yuuta Osuo<sup>1</sup>, Nagomi Ishida<sup>2</sup>, Takayuki Watanabe<sup>2</sup>, Touichi Aoyama<sup>2</sup>,  
and Seizi Sukemori<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Shizuoka Professional University of Agriculture, Faculty of Agricultural Production and Management, Tomioka 678-1, Iwata, Shizuoka, 438-8577

<sup>2</sup>Shizuoka Professional University of Agriculture Junior College of Agriculture, Tomioka 678-1, Iwata, Shizuoka, 438-8577

**Summary:** The present study investigated the effect of domestic formula feed, comprising mainly of waste rice and orange peels, on laying hens to improve the feed self-sufficiency rate. In this study, 31 layers were randomly divided into two groups (control = 15 and experiment = 16). The animals were fed in the open-floor poultry house. The layers in the control group received only commercial feed, whereas the layers in the experimental group were fed with domestic formula feed. Daily feed intake, egg production, egg volume, and feed efficiency were compared throughout the experimental period; the color of yolk was examined using a color chart and  $\beta$ -cryptoxanthin content in the yolk; and the serum physiological characteristics were observed at different points. The daily feed intake of the experimental group tended to be lower ( $P=0.02$ ). The egg-laying rate in the experimental group was significantly lower than that in the control group ( $P<0.01$ ). Egg volume showed a similar trend and there was no significant difference between the groups ( $P=0.11$ ). Feed efficiency in the experimental group was significantly lower than that of the control group ( $P<0.01$ ). The yolk color in the experimental group was also significantly lower than that in the control group ( $P<0.01$ ), but  $\beta$ -cryptoxanthin content in the egg of the experimental group was approximately 1.5 times higher than that in the control group. Serum albumin, total protein, and calcium levels in the experimental group were significantly lower than that in the control group ( $P<0.01$ ). Both results are believed to be influenced because the CP and energy content of the feed were too low in the experimental group.

Key words: orange peels, waste rice, egg productivity,  $\beta$ -cryptoxanthin

**Corresponding:** Seizi SUKEMORI sukemori.seiji@spua.ac.jp

Receipt of Ms: 03.04.2024. Accepted: 22.04.2024.

Journal of Animal Production Environment Science No.23(1) pp24–30. 2024