

製餡副産物の養鶏飼料利用の可能性

合田 修三

By-product of bean paste examine the possibility of poultry feed

Shuzo Goda

要 約

食品製造副産物である製餡副産物(いわゆる餡粕、以下餡粕とする)の養鶏飼料としての可能性について検討したところ、以下の結果を得た。

- 1 京都府内の製餡所から提供を受けた小豆餡粕、白餡粕それぞれを飼料分析したところ、水分は 68.8%、72.5%で乾物中の粗タンパク質は 13.2%、10.9%、粗繊維は 48.6%、50.8%であった。
- 2 風乾後粉碎した小豆餡粕、白餡粕を重量比 10%、市販配合飼料(CP17.0%、ME2,850kcal/kg)に混合し、産卵後期の褐色採卵鶏(84 週齢)に 8 週間給与したところ、飼料消費量は各区分に差は認められず、小豆餡粕、白餡粕ともに嗜好性に問題はなかった。
- 3 体重は、対照区と比較して小豆餡粕区、白餡粕区は 4 週、8 週とも有意に減少した。
- 4 産卵率及び日産卵量は小豆餡粕区、白餡粕区とも対照区より低い傾向で推移した。
- 5 卵黄色は 4 週、8 週とも各区分に差はなく、小豆餡粕区、白餡粕区を 10%配合しても卵黄色の低下は認められなかった。

キーワード：飼料価格高騰、食品製造副産物、採卵鶏

結 言

令和 5 年度の国内の飼料供給割合は、TDN ベースで輸入が占める粗飼料割合が 20%、濃厚飼料割合が 80%となっており⁵⁾、粗飼料は主に国産でまかなわれているが、濃厚飼料はほとんどを輸入に頼っている。

養鶏で利用されている配合飼料価格については、輸入飼料価格高騰の影響を受け、令和 4 年 10 月に最高値を示し、以降は低下傾向にあるものの高止まりしている現状にあり、経営コストの約 6 割を飼料費が占める養鶏経営は厳しいものになっている。⁵⁾

このような中、飼料米の利用や食品製造副産物等の未利用資源の飼料利用は、飼料費の削減につながり、また、地域の未利用資源を飼料利用することで地域の特色を生かした鶏卵、鶏肉生産も可能になると考えられる。

京都是和菓子店が多く、和菓子店へ餡を提供する製餡所が府内で 9 か所ある。製餡時には小豆や白小豆、白いんげん豆の外皮(いわゆる餡粕)が製造副産物として多量に排出され、その大半が廃棄されている。この餡粕を分析したところ、粗タンパク質と粗繊維に富み、家畜飼料としての活用が見込まれた。

そこで、小豆餡、白餡の製造副産物である小豆

餡粕、白餡粕を採卵鶏飼料として利用可能性について検討した。なお、本研究については、令和 5 年度農林水産技術センター緊急研究により実施したものである。

材料及び方法

- 1 試験期間
令和 5 年 12 月 21 日～令和 6 年 2 月 14 日の 8 週間
- 2 供試鶏
コマーシャル褐色採卵鶏(ボリスブラウン、試験開始時 84 週齢)
- 3 供試鶏舎
当センター内のモニター式開放低床鶏舎のひな 2 段 24 cm ケージを単飼で用いた。
- 4 供試飼料
試験に供した餡粕は、京都市内にある製餡所の A 社から提供された小豆餡の製造副産物である小豆餡粕、白小豆及び白いんげん豆餡の製造副産物である白餡粕の 2 種類を用いた。
餡粕は冷凍状態のものを室温で 24 時間放置して解凍、通風乾燥器(ヤマト科学株式会社 DKN912)で 65℃、60 時間乾燥した後にウィレー粉碎機(株式会社 藤原製作所 WSX-140 型)で 2 mm のスクリーンを通したものを飼料として供した。

試験に供した餡粕の飼料成分は三訂版 粗飼料の品質評価ガイドブック⁸⁾の分析法に準じて分析した。その結果は表 1 のとおりで、粗タンパク質は小豆餡粕で 12.4%、白餡粕で 10.4%と小豆餡粕がやや高く、粗繊維は両方とも約 50%を占めていることが分かった。

表1 試験に供した製餡副産物の飼料成分

種 類	水 分 (%)	粗 蛋 白 (%)	粗 脂 肪 (%)	粗 纖 維 (%)	粗 灰 分 (%)	NFE (%)	ADF (%)	NDF (%)
小豆餡粕	5.9	12.4	0.1	45.7	1.1	34.7	56.5	84.2
(乾物中)	13.2	0.1	48.6	1.2	36.8	60.1	89.5	
白 餡 粕	4.7	10.4	0.5	48.2	1.9	34.3	56.3	79.0
(乾物中)	10.9	0.5	50.6	2.0	36.0	59.0	82.9	

供試飼料は市販配合飼料（CP17.0%、ME2,850kcal/kg）を基礎飼料とし、2種類の餡粕をそれぞれ基礎飼料の重量比 10%配合した。また、産卵後期での試験のため、10%配合した飼料に Ca 補給飼料として重量比 2%のカキ殻を加えたものを試験飼料、基礎飼料に重量比 2%カキ殻を加えたものを対照飼料として供した。（表 2）

5 試験区分

試験区として小豆餡粕区、白餡粕区、対照区の 3 区を設定し、1 区当たり 10 羽、1 試験区当たり 3 反復の計 90 羽で実施した。（表 2）

表2 試験設定と供試飼料

処理区	1 区 の		供試飼料の給与割合(重量比%)			
	供試羽数	反復数	市販配合※	小豆餡粕	白餡粕	カキ殻
小豆餡粕区	10	3	88.2	9.8	—	2.0
白 餡 粕 区	10	3	88.2	—	9.8	2.0
対 照 区	10	3	98.0	—	—	2.0

※市販配合：市販配合飼料(CP17.0%、ME2,850kcal/kg)

6 飼養管理

飼料給与は 1 日 2 回の不断給与とし、飲水はニップルドリンカーによる自由飲水、光線管理等のその他の項目は当センターの飼養慣行に基づいて行った。また、試験鶏の取扱いについては当センター動物実験等実施規程に基づいた。

7 調査項目

調査項目として、生存率、体重、飼料消費量、産卵成績（産卵率、卵重、不合格卵発生率）、卵質を調査した。

(1) 体重

試験開始時、4 週時、試験終了時（8 週時）にデジタルはかり（A & D 株式会社 SJ-5000）を用いて 13:00～15:00 の間に測定した。

(2) 飼料消費量

飼料消費量は週 1 回デジタルはかり（A & D 株式会社 HV-60KGL）を用いて 1 区毎の飼料消費量を測定し、1 週間の延べ羽数で割って 1 日 1 羽当たりの飼料消費量として算出した。

(3) 産卵成績

産卵個数は区毎に正常卵、破卵、軟卵、奇

形卵を毎日記録し、正常卵個数を用いて産卵率（ヘンディ産卵率）、不合格卵個数を用いて不合格卵発生率として算出、卵重は毎週 1 回、正常卵の重量をデジタルはかり（A & D 株式会社 HV-60KGL）を用いて測定し、測定個数で割って 1 個当たりの平均重量として算出した。

(4) 卵質

卵質は試験開始後 4 週及び 8 週時の当日卵を用い、卵質の卵殻破壊強度、ハウユニット、卵黄色（DSM YolkFanTM）、卵殻厚は株式会社ナベルの卵質測定装置 DET6500 を用いて測定した。（写真 1）



写真 1 卵質測定装置

8 データ分析

得られたデータについては、グラブス・スミルノフ棄却検定を行った後、一元配置の分散分析を行った。

結果及び考察

1 生存率

生存率の推移について表 3 に示した。

試験期間中、どの区も 100%と良好であり、小豆餡粕、白餡粕の飼料給与による影響は認められなかった。

表3 生存率の推移(%)

処理区	1～2週	3～4週	5～6週	7～8週
小豆餡粕区	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0
白 餡 粕 区	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0
対 照 区	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0

2 体重

体重の推移を表 4 に示した。

試験開始時より 4 週、8 週時で体重が増加した対照区に対して、小豆餡粕区、白餡粕区は 4、8 週時では危険率 5%で有意に減少し、小豆餡粕区では 8 週時には危険率 1%で有意に減少した。

これについては、試験に供した小豆餡粕、白

餡粕の飼料成分が表1に示したとおり、エネルギーの低い粗繊維の占める割合が高く、また、粗タンパク質が基礎飼料の粗タンパク質17.0%より低いいため、試験飼料のエネルギー及び粗タンパク質が対照区より低くなり、維持エネルギーと産卵に要するエネルギーを摂取飼料からまかなう事ができずに体脂肪等の体組織からエネルギーを動員した結果であると考えられた。

処理区	開始時	4週	8週
小豆餡粕区	2,104.7±0.6	2,091.7±36.1 ^a	2,069.5±56.1 ^{aA}
白餡粕区	2,105.8±0.8	2,119.0±31.6 ^a	2,082.3±13.6 ^a
対 照 区	2,106.0±0.9	2,182.5±9.6 ^b	2,188.5±10.5 ^{bB}

※縦列の異なるアルファベット小文字間に危険率5%で有意差あり
縦列の異なるアルファベット大文字間に危険率1%で有意差あり

3 飼料消費量

飼料消費量の推移を表5に示した。

飼料消費量は各区间に差は認められず、小豆餡粕、白餡粕とも採卵鶏に対する嗜好性は問題ないと考えられた。

処理区	1~2週	3~4週	5~6週	7~8週	通 算
小豆餡粕区	134.0±2.8	139.0±0.5	139.7±5.1	133.8±4.8	136.7±3.1
白 餡 粕 区	135.3±1.2	138.3±6.4	138.1±5.1	136.8±3.9	136.8±3.9
対 照 区	135.9±5.4	139.4±4.5	138.5±8.1	134.8±3.4	137.1±4.3

4 産卵率

産卵率の推移を表6に示した。

全区とも開始後、週を経るに従って低くなる傾向にあったが、これは加齢による影響と考えられた。また、各区间に有意差は認められなかったが、小豆餡粕区、白餡粕区は対照区より低い傾向で推移し、通算の成績でも低い傾向にあった。これについては、体重の場合と同様に小豆餡粕区、白餡粕区の飼料エネルギー及び粗タンパク質含量が対照区より低くなったことが原因と考えられた。

体重の結果と合わせて考えると小豆餡粕、白餡粕の市販配合飼料の10%の配合は高すぎるものと考えられた。

処理区	1~2週	3~4週	5~6週	7~8週	通 算
小豆餡粕区	87.9±3.6	88.4±0.7	82.9±1.2	81.4±4.5	84.6±1.5
白 餡 粕 区	87.8±4.8	86.9±5.5	83.8±2.9	78.3±4.1	84.1±3.9
対 照 区	91.4±3.3	88.6±2.1	88.3±6.1	86.2±7.3	89.0±4.3

5 不合格卵発生率

不合格卵発生率の推移を表7に示した。

全区とも開始後、週を経るに従って高くなる傾向にあったが、これは加齢による影響と考えられた。また、各区间に有意差は認められなかった。

処理区	1~2週	3~4週	5~6週	7~8週	通 算
小豆餡粕区	1.4±0.7	1.9±1.1	5.2±2.5	5.2±1.1	3.5±0.3
白 餡 粕 区	1.7±1.1	3.6±1.2	4.5±1.6	6.7±1.5	4.1±0.8
対 照 区	1.2±0.8	3.3±2.7	3.1±2.5	5.2±3.9	3.2±2.1

6 卵重

卵重の推移を表8に示した。

各区间に有意差は認められなかったが小豆餡粕区が他の2区より重い傾向で推移した。

卵重は飼料中の粗タンパク質含量の低下により軽くなることが明らかになっており^{3), 4)}、今回の試験飼料の粗タンパク質を計算すると、対照区が16.7%、小豆餡粕区は16.2%、白餡粕区は16.0%となり、今回の試験結果とは一致しなかったが、小豆餡粕区、白餡粕区は対照区と比較して産卵率が低かったため、個卵重が重くなった可能性があると考えられた。

処理区	1~2週	3~4週	5~6週	7~8週	通 算
小豆餡粕区	65.2±0.7	65.2±2.2	64.6±0.9	65.1±0.9	65.0±1.1
白 餡 粕 区	64.0±2.1	63.7±2.5	63.6±2.4	63.7±1.9	63.7±2.2
対 照 区	63.5±2.2	64.5±2.2	63.5±2.0	63.9±2.1	63.8±2.0

7 日産卵量

産卵率に卵重を乗じて算出する日産卵量の推移を表9に示した。

各区间に有意差は認められなかったが、重さの順番としては対照区、小豆餡粕区、白餡粕区となった。これについては主に産卵率が影響していると考えられた。

処理区	1~2週	3~4週	5~6週	7~8週	通 算
小豆餡粕区	57.3±1.8	56.3±1.7	53.6±1.5	53.1±3.5	55.0±1.4
白 餡 粕 区	56.2±4.8	55.3±4.3	53.1±3.5	49.9±4.0	53.6±4.0
対 照 区	58.1±4.1	57.1±3.1	56.2±5.3	55.1±5.1	56.8±4.3

8 飼料要求率

飼料消費量を日産卵量で除して算出する飼料要求率の推移を表10に示した。

各区间に有意差は認められなかったが、要求率の低い順番としては対照区、小豆餡粕区、白餡粕区の順番となった。これについては、3区とも飼料消費量は変わらなかったが、産卵率の違いが結果にでたものと考えられた。

処理区	1~2週	3~4週	5~6週	7~8週	通 算
小豆餡粕区	2.34±0.10	2.47±0.06	2.61±0.16	2.53±0.26	2.49±0.12
白 餡 粕 区	2.42±0.23	2.51±0.29	2.61±0.20	2.60±0.36	2.56±0.26
対 照 区	2.35±0.19	2.44±0.08	2.47±0.14	2.46±0.17	2.42±0.11

9 卵質

卵質測定装置の測定結果を表11に示した。

(1) 卵殻破壊強度

卵殻破壊強度は、全区とも試験開始4週時、8週時いずれも一般的に望ましいとされる

3.0kgf 以上と良好であったが、試験開始 4 週時と比較して 8 週時の方が低くなる傾向にあった。これは、加齢による影響と考えられた。

また、4 週時、8 週時ともそれぞれの区間に差は認められなかったが、対照区が他と比較して若干低い傾向にあった。これについては、対照区の産卵率が他の 2 区より高い傾向で推移している事が影響していると考えられた。

(2) ハウユニット

ハウユニットは全区とも試験開始 4 週時、8 週時いずれも、通常、健康な鶏の産卵直後の正常な卵で見られる 80 以上と良好であった。

また、4 週、8 週時とも各区間に差は認められなかった。

表11 卵質検査結果		平均±標準偏差			
検査週	処理区	卵殻破壊強度 (kgf)	ハウユニット	卵黄色 (DSMヨークカラーファン)	卵殻厚 (mm)
4週	小豆餡粕区	3.76±0.24	86.1±1.3	14.6±0.1	0.38±0.01
	白 餡 粕 区	3.84±0.33	84.4±0.4	14.3±0.4	0.38±0.01
	対 照 区	3.45±0.04	86.3±1.2	14.2±0.2	0.37±0.01
8週	小豆餡粕区	3.53±0.16	85.3±2.4	14.6±0.1	0.39±0.01
	白 餡 粕 区	3.67±0.07	82.9±2.8	14.5±0.2	0.38±0.01
	対 照 区	3.48±0.22	87.0±1.3	14.5±0.2	0.37±0.01

(3) 卵黄色

卵黄色は 4 週、8 週時とも各区間に差は認められなかった。また、全体として DSM YolkFan™ で 14 以上とかなり濃くなったが、試験に供した市販配合飼料の影響であると考えられた。

卵黄色は飼料に含まれる脂溶性色素であるルテイン、ゼアキササンチン等（黄色系）やカプサンチン、アスタキササンチン等（赤色系）が移行したものであり⁶⁾、それらを含まない飼料を使用すると卵黄色は低下する。今回の試験では市販配合飼料の重量比 10%の小豆餡粕や白餡粕を配合したが、卵黄色の低下は認められなかった。この原因については、小豆餡粕にはカテキノピラノシアニジンという紫色系色素が⁷⁾、また、白餡粕にはキサントフィルやルテインが含まれていることから、それらが卵黄色を補強したため、対照区と変わらなかった可能性が考えられた。近年、養鶏飼料として飼料用米の利用が進んでいるが、飼料用米は卵黄に移行する脂溶性色素が含まれておらず、多給すると卵黄色が低下するが、卵黄色補強飼料として小豆餡粕や白餡粕の利用が有効ではないかと考えられた。

なお、卵黄色の補強は赤色系色素の効果が高い¹⁾ことから、小豆餡粕の方が効果は高いものと考えられた。

(4) 卵殻厚

卵殻厚は 4 週、8 週とも各区間に差は認められなかった。また、卵殻破壊強度と合わせて考

えると卵殻厚は良好であったと考えられた。

これらの結果から、小豆餡粕、白餡粕乾燥粉末の採卵鶏飼料の利用は十分可能であると考えられた。しかし、今回の市販配合飼料の重量比 10%を単純に配合して試験を実施した結果、体重を低下させる影響が認められたため、利用する場合にはエネルギーや粗タンパク質を含めた飼料全体の成分バランスの調整が容易な自家配合飼料原料としての利用が好ましいと考えられた。

なお、餡粕の飼料利用には、乾燥、粉碎工程が必要であり、低コストでの飼料化が課題であると考えられた。

引用及び参考文献

- 1) Cristina-Camelia Matache et al. Effects of Marigold and Paprika Extracts as Natural Pigments on Laying Hen Productive Performances, Egg Quality and Oxidative Stability. Agriculture 14(9) 1464 2024.
- 2) E.Rowghami et al. Effects of Marigold Flower, Safflower Petals, Red Pepper on Egg-yolk Color and Egg Production in Laying Hens. Pakistan Journal of Biological Sciences 9(7) 1333-1337 2006.
- 3) 後藤美津夫 金井 久 産卵後期における低タンパク質飼料の給与が採卵鶏に及ぼす影響(1) 群馬県畜産試験場研究報告 11 号 38-41 2005.
- 4) 後藤美津夫 今井泰四郎 産卵後期における低タンパク質飼料の給与が採卵鶏に及ぼす影響(2) 群馬県畜産試験場研究報告 12 号 57-60 2005.
- 5) 農林水産省 飼料を巡る情勢 2025. <https://www.naro.go.jp/laboratory/nilgs/kenkyukai/94f466cfa12fafb508012f28172c0f30.pdf>.
- 6) 鈴木 和明 卵黄着色に関わる飼料原料について 畜産技術 11 月号 45-49 2016.
- 7) 吉田久美ら 赤小豆含まれ餡の紫色を担う新色素、カテキノピラノシアニジンの構造 第 59 回天然有機化合物討論会 121-126 2017.
- 8) 自給飼料利用研究会 三訂版 粗飼料の品質評価ガイドブック 社団法人 日本草地畜産種子協会 2009.